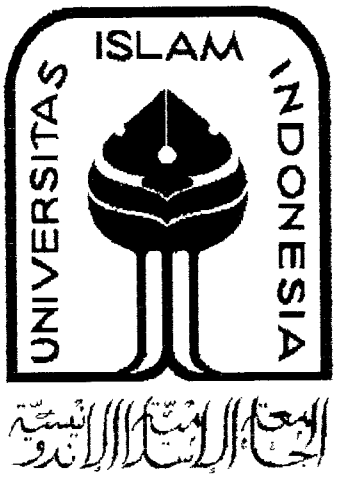
PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 30 Agustus 2005
NO. JUDUL : 001607
NO. INV. : 912000160701
NO. INDUK. :

TUGAS AKHIR

EFEK BEBAN GEMPA STATIK DAN DINAMIK TERHADAP RESPONS STRUKTUR BAJA TIGA BENTANG BERPENGAKU GLOBAL (ANALISIS DAN DISAIN)

EFFECT OF STATIC AND DINAMIC SEISMIC LOADING ON THE RESPONSE OF GLOBAL BRACED THREE BAYS STEEL STRUCTURES (ANALISYS AND DESIGN)



Disusun Oleh :

Hanief Kurniawan
No. Mhs 00 511 088

Iwan Setiyawan
No. Mhs 00 511 205

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2005

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

EFEK BEBAN GEMPA STATIK DAN DINAMIK TERHADAP RESPONS STRUKTUR BAJA TIGA BENTANG BERPENGAKU GLOBAL (ANALISIS DAN DISAIN)

EFFECT OF STATIC AND DINAMIC SEISMIC LOADING ON THE RESPONSE OF GLOBAL BRACED THREE BAYS STEEL STRUCTURES (ANALISYS AND DESIGN)

Disusun Oleh :

Hanief Kurniawan
No. Mhs 00 511 088

Iwan Setiyawan
No. Mhs 00 511 205

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Widodo, Prof, Ir, H, MSCE, Ph.D
Dosen Pembimbing I

Tanggal : 7/3/05

Suharyatmo, Ir, H, MT
Dosen Pembimbing II

Tanggal : 7/3/05

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah atas segala rahmat yang telah diberikan oleh Allah, sebab tiada makna yang lebih besar daripada rahmat yang telah diberikan oleh-Nya. Serta tak lupa kami haturkan shalawat dan salam kepada junjungan Nabi besar kita Nabi Muhammad SAW. Sehingga atas ridhlo-Nya kami dapat menyelesaikan tugas akhir kami yang berjudul "**Efek Beban Gempa Statik dan Dinamik Terhadap Respons Struktur Baja Tiga Bentang Berpengaku Global (Analisis dan Disain)**".

Tugas akhir ini merupakan syarat terakhir yang harus kami tempuh untuk menyelesaikan pendidikan pada jenjang Strata Satu (S1), pada Jurursan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Sebagaimana kita hidup bermasyarakat yang tak mungkin lepas dari bantuan orang lain, begitu pula dalam penyusunan tugas akhir ini yang tak luput dari bantuan banyak pihak. Maka tak lupa kami ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Widodo, Prof, Ir, H, MSCE, Ph.D, selaku dosen pembimbing I dan dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Suharyatmo, Ir, H, MT, selaku dosen pembimbing II.

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji bagi zat dengan segala kemuliaan, yang telah membimbing ke jalan yang lurus, tak lupa shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, yang merupakan rahmat bagi seluruh alam.

Merupakan sebuah tantangan yang besar bagi kami untuk dapat menyelesaikan sebuah tanggung jawab ini, tim yang telah terpilih sebagai pemenang ***Research Grant*** *oleh tim TPSDP (****Technical Proffesional and Skill Development Program****). Dibalik semua ini kami sangat bersyukur dan berterima kasih dapat terlibat dalam penyusunan penelitian ini. Merupakan pengalaman yang sangat berarti dalam mengembangkan apa yang telah kami dapatkan selama duduk di bangku kuliah sebagai seorang teknik sipil dari universitas tertua di Indonesia.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

LEMBAR PENGESAHAN ii

KATA PENGANTAR iii

LEMBAR MOTTO v

LEMBAR PERSEMBAHAN vi

UCAPAN TERIMA KASIH viii

DAFTAR ISI ix

DAFTAR TABEL xv

DAFTAR GAMBAR xvii

DAFTAR GRAFIK xx

DAFTAR NOTASI xxiv

ABSTRAKSI xxix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah..... 1

1.2 Rumusan Masalah.....4

1.3 Tujuan Penelitian..... 5

1.4 Manfaat Penelitian..... 5

1.5 Batasan Masalah..... 6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan.....8

2.2 Sistem Pengaku Pada Struktur Portal 8

2.3 Penelitian-penelitian Sebelumnya 11

2.4 Keaslian Penelitian 13

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Pendahuluan 15

3.2 Beban Gempa Statik Ekuivalen Dan Dinamis Riwayat Waktu ... 15

3.2.1 Beban Gempa Statik Ekuivalen 15

3.2.2 Distribusi Gaya Horisontal Akibat Beban Gempa (Fi) ... 17

3.2.3 Beban Dinamis Riwayat Waktu 18

3.3 Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD 19

3.4 Kombinasi Pembebanan Dalam LRFD 19

3.5 Perencanaan Lentur Dan Geser Balok 20

3.6 Perencanaan Kolom 25

3.7 Perencanaan Pengekang (*Bracing*) 30

3.8 Perencanaan Balok Anak 31

3.8.1 Perhitungan Properti Elastis Penampang Komposit 31

3.8.2 Kapasitas Lentur Nominal Balok Komposit 32

3.8.3 Kontrol Terhadap Lendutan 34

3.8.4 Perencanaan Konektor Geser 35

3.9 Perencanaan Sambungan Balok-Kolom 36

3.10 Perencanaan Panel Zone 39

3.11 Perencanaan Sambungan Balok ke Balok 42

3.12 Perencanaan Sambungan Kolom 42

3.13 Perencanaan Sambungan *Bracing*..... 44

3.14 Perencanaan Pelat Dasar Kolom.....48

3.15 Perencanaan Pedestal (Kaki Kolom)..... 50

3.16 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang.....51

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian.....55

4.2 Pengumpulan Data.....55

4.3 Model Struktur.....56

4.4 Pembebanan Dinamik Riwayat Waktu (*Time History*)..... 58

4.5 Bahan dan Pembebanan.....59

4.6 Tahapan Analisis.....60

4.7 Waktu Penelitian.....61

BAB V APLIKASI DISAIN

5.1 Pendahuluan.....62

5.2 Pembebanan Struktur.....64

5.2.3 Rencana Penempatan Elemen Struktur..... 64

5.2.2 Pembebanan Lantai dan Berat Total Struktur..... 67

5.2.3 Perhitungan Gaya Geser Dasar Akibat Gempa dan Distribusinya ke Sepanjang Tinggi Gedung..... 79

5.2.4 Perhitungan Beban Gravitasi.....85

5.3 Perencanaan Balok Portal.....86

5.3.1 Momen Rencana Balok, $M_{u,b}$..... 86

5.3.2 Kuat Lentur Nominal Balok.....87

5.3.3 Gaya Geser Rencana Balok....91
5.3.4 Kuat Geser Nominal Balok Portal....92
5.3.5 Kontrol Lendutan....94
5.4 Perencanaan Kolom....95
5.4.1 Momen Rencana Kolom ($M_{u,k}$)....95
5.4.2 Gaya Aksial Rencana Kolom ($P_{u,k}$)....97
5.4.3 Gaya Geser Rencana Kolom....98
5.4.4 Perencanaan Kolom Terhadap Momen Lentur dan Gaya Aksial Rencana....102
5.4.5 Perencanaan Kolom Terhadap Geser....107
5.4.6 Kontrol *Strong Column Weak Beam*....108
5.5 Perencanaan *Bracing*....111
5.5.1 Perencanaan *Bracing* Terhadap Gaya Aksial Tekan....112
5.5.2 Perencanaan *Bracing* Terhadap Gaya Aksial Tarik....113
5.6 Perencanaan Balok Anak....114
5.6.1 Perhitungan Properti Elastis Penampang Komposit....114
5.6.2 Kapasitas Lentur Nominal Balok Komposit....116
5.6.3 Kontrol Terhadap Lendutan....118
5.6.4 Perencanaan Konektor Geser....120
5.6.5 Kapasitas Geser Nominal Balok....121
5.7 Pendetailan Khusus Pada Struktur....121
5.7.1 Sambungan Balok ke Kolom....122
5.7.2 Perencanaan Daerah Panel Zone....130

5.7.3 Sambungan Balok Anak ke Balok.....134
5.7.4 Sambungan Kolom.....138
5.7.5 Sambungan *Bracing*.....143
5.8 Perencanaan Pelat Dasar Kolom.....153
5.9 Perencanaan Pedestal (Kaki Kolom).....159
5.10 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang.....160

BAB VI HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Analisis.....169
6.1.1 Simpangan Struktur Akibat Beban Gempa.....169
6.1.2 Simpangan Antar Tingkat (*Inter Story Drift Ratio*).....175
6.1.3 Momen dan Geser Balok.....181
6.1.3.1 Momen Balok.....181
6.1.3.2 Geser Balok.....188
6.1.4 Momen, Gaya Geser, dan Gaya Aksial Kolom.....197
6.1.4.1 Momen Kolom.....197
6.1.4.2 Gaya Geser Kolom.....203
6.1.4.3 Gaya Aksial Kolom.....209
6.2 Perhitungan Berat Struktur.....217
6.3 Perbandingan Hasil Disain Menggunakan DMF Usulan dan Paulay.....224
6.3.1 Berat Struktur.....224
6.3.2 Perbandingan Respon Struktur yang Terjadi.....225

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan 231

7.2 Saran 233

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Profil Rencana Balok Struktur BSF.....67

Tabel 5.2 Profil Rencana Bresing dan Kolom Struktur BSF.....68

Tabel 5.3 Profil Rencana Balok Struktur USF.....68

Tabel 5.4 Profil Rencana Kolom Struktur USF.....69

Tabel 5.5 Berat Tiap Lantai dan Berat Total Struktur Portal Baja.....79

Tabel 5.6 Distribusi Gaya Geser Dasar Horisontal Struktur BSF.....81

Tabel 5.7 Distribusi Gaya Geser Dasar Horisontal Struktur USF.....82

Tabel 5.8 Evaluasi Periode Getar (T Rayleigh) Struktur BSF.....82

Tabel 5.9 Evaluasi Periode Getar (T Rayleigh) Struktur USF.....83

Tabel 5.10 Distribusi Gaya Geser Dasar Horisontal Struktur USF.....84

Tabel 5.11 Simpangan dan Interstory Drift.....85

Tabel 5.12 Mu,b dan Mn Balok Portal Tepi.....90

Tabel 5.13 Mu,b dan Mn Balok Portal Tengah.....90

Tabel 5.14 Vu,b dan ϕVn Balok Portal Tepi.....93

Tabel 5.15 Vu,b dan ϕVn Balok Portal Tengah.....93

Tabel 5.16 Rekapitulasi Gaya Pada Kolom K1 Portal Baja 14 Lantai.....100

Tabel 5.17 Rekapitulasi Gaya Pada Kolom K2 Portal Baja 14 Lantai.....100

Tabel 5.18 Rekapitulasi Gaya Pada Kolom K3 Portal Baja 14 Lantai.....101

Tabel 5.19 Rekapitulasi Gaya Pada Kolom K4 Portal Baja 14 Lantai.....101

Tabel 5.20 Interaksi Aksial-Momen Kolom K1 Portal Baja 14 Lantai.....105

Tabel 5.21 Interaksi Aksial-Momen Kolom K2 Portal Baja 14 Lantai.....105

Tabel 5.22 Interaksi Aksial-Momen Kolom K3 Portal Baja 14 Lantai.....106

Tabel 5.23 Interaksi Aksial-Momen Kolom K4 Portal Baja 14 Lantai.....106

Tabel 5.24 Rekapitulasi Kontrol *Strong Column Weak Beam* Kolom K1.....109

Tabel 5.25 Rekapitulasi Kontrol *Strong Column Weak Beam* Kolom K2.....110

Tabel 5.26 Rekapitulasi Kontrol *Strong Column Weak Beam* Kolom K3.....110

Tabel 5.27 Rekapitulasi Kontrol *Strong Column Weak Beam* Kolom K4.....111

Tabel 5.28 Gaya Aksial Rencana ($P_{u,br}$) dan Gaya Aksial Nominal (ϕP_n) *Bracing*.....114

Tabel 6.1 Berat Balok B1 dan B2 Struktur 14 Lantai Tipe A.....217

Tabel 6.2 Berat Balok B3 dan B4 Struktur 14 Lantai Tipe A.....218

Tabel 6.3 Berat Balok B1 dan B2 Struktur 14 Lantai Tipe B.....218

Tabel 6.4 Berat Balok B3 dan B4 Struktur 14 Lantai Tipe B.....219

Tabel 6.5 Berat Kolom K1 dan K2 Struktur 14 Lantai Tipe A.....219

Tabel 6.6 Berat Kolom K3 dan K4 Struktur 14 Lantai Tipe A.....219

Tabel 6.7 Berat Kolom K1 dan K2 Struktur 14 Lantai Tipe B.....220

Tabel 6.8 Berat Kolom K3 dan K4 Struktur 14 Lantai Tipe B.....220

Tabel 6.9 Berat Balok Anak Struktur 14 Lantai.....221

Tabel 6.10 Berat Bresing Struktur BSF 14 Lantai.....221

Tabel 6.11 Berat Total Struktur 14 Lantai.....222

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Portal Rangka Penahan Momen.....9

Gambar 2.2 Portal Dengan System Pengaku Konsentrik Tipe V, dan X.....10

Gambar 2.3 Portal Dengan Pengaku Tipe X Pada Beberapa Tingkat.....10

Gambar 3.1 Faktor Respons Gempa Pada Wilayah Gempa VI.....16

Gambar 3.2 Asumsi Lokasi Sendi Plastis (Bruneau dkk, 1998).....20

Gambar 3.3 (a) Nilai *k* untuk komponen struktur tak bergoyang, dan

(b) untuk komponen struktur bergoyang. (Rancangan SNI).....27

Gambar 3.4 Diagram Tegangan Plastis Dengan gn Plastis di Beton.....33

Gambar 3.5 Diagram Tegangan Plastis Dengan gn Plastis di Baja.....33

Gambar 3.6 Distribusi Beban Plat.....34

Gambar 3.7 Rencana Sambungan *Flange Bolted Connection*.....35

Gambar 3.8 Gaya Pada *Panel Zone*.....40

Gambar 3.9 Sambungan Kolom.....42

Gambar 3.10 Rencana Sambungan Bracing.....46

Gambar 3.11 Analisis Pelat Dasar Kolom.....48

Gambar 3.12 Konfigurasi Kelompok Tiang Pancang.....51

Gambar 3.13 Reaksi Tiang Pancang Akibat Gaya Aksial dan Momen.....52

Gambar 4.1 Denah Struktur 1 *Global Braced Frame* Menahan 3

dan 4 *Open Frame*.....57

Gambar 4.2 Potongan Struktur Portal 3 Bentang *Open Frame* dan

Global Braced Frame (masing-masing untuk 6,10,
14, 18, 22 tingkat)..... 57
Gambar 4.3 Gempa Koyna Skala Beban 38% Dengan Percepatan Maximum 207 cm/dt^2 (Daerah Gempa 6)..... 58
Gambar 4.4 Gempa El-Centro Skala Beban 66% Dengan Percepatan Maximum 207 cm/dt^2 (Daerah Gempa 6)..... 58
Gambar 4.5 Gempa Parkfield Skala Beban 44% Dengan Percepatan Maximum 207 cm/dt^2 (Daerah Gempa 6)..... 59
Gambar 4.6 Flow Chart Tahapan Analisis dan Desain..... 61
Gambar 5.1 Denah Struktur Baja 14 Lantai..... 63
Gambar 5.2 Model 3-D Struktur USF..... 63
Gambar 5.3 Model 3-D Struktur BSF..... 64
Gambar 5.4 Rencana Penempatan Elemen Struktur *BSF*..... 65
Gambar 5.5 Rencana Penempatan Elemen Struktur *USF*..... 66
Gambar 5.6 Denah Balok dan Kolom Struktur BSF dan USF..... 67
Gambar 5.7 Penampang Komposit Balok Anak Bentang 5 m..... 115
Gambar 5.8 Diagram Tegangan Lentur Plastis..... 117
Gambar 5.9 Pembebanan Pada Balok Anak..... 118
Gambar 5.10 Rencana Penempatan Stud Geser..... 121
Gambar 5.11 Rencana Sambungan Yang Digunakan..... 123
Gambar 5.12 Detail Sambungan Balok ke Kolom..... 133
Gambar 5.13 Detail Sambungan Balok Anak ke Balok..... 137
Gambar 5.14 Detail Sambungan Kolom..... 143

Gambar 5.15 Detail Sambungan *Bracing*..... 152
Gambar 5.16 Analisis Pelat Dasar Kolom..... 154
Gambar 5.17 Disain Pelat Dasar..... 155
Gambar 5.18 Distribusi Tegangan Pada Pelat Dasar Kolom..... 156
Gambar 5.19 Detail Perencanaan *Base Plate*..... 158
Gambar 5.20 Penampang Pedestal Kolom..... 160
Gambar 5.21 Konfigurasi Kelompok Tiang Pancang..... 161
Gambar 5.22 Reaksi Tiang Pancang Akibat Gaya Aksial dan Momen..... 163
Gambar 5.23 Penampang Kritis *Pile Cap* Akibat Geser..... 164
Gambar 5.24 Penulangan *Pile Cap*..... 168
Gambar 6.1 Digram Momen Balok Struktur BSF 14 Lantai..... 181
Gambar 6.2 Digram Momen Balok Struktur USF 14 Lantai..... 182
Gambar 6.3 Diagram Gaya Geser Balok 1,2VD+0,5VL+E_{statik} Struktur BSF..... 188
Gambar 6.4 Diagram Gaya Geser Balok 1,2VD+0,5VL+$E_{dinamik}$ Struktur BSF..... 189
Gambar 6.5 Diagram Gaya Geser Balok 1,2VD+0,5VL+E_{statik} Struktur USF..... 189
Gambar 6.6 Diagram Gaya Geser Balok 1,2VD+0,5VL+$E_{dinamik}$ Struktur USF..... 189
Gambar 6.7 Diagram Momen Struktur 14 Lantai..... 198
Gambar 6.8 Diagram Gaya Geser Kolom 14 Lantai..... 204
Gambar 6.9 Diagram Gaya Aksial Kolom Struktur 14 Lantai..... 210

3. Munadir, Ir, H, MS, selaku ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak, Ibu, dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan motifasinya.
5. Seluruh karyawan di Jurusan Teknik Sipil FTSP UII yang memperlancar tersusunnya tugas akhir ini.
6. Teman-teman serta semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan terselesaikannya tugas akhir ini.

Tentunya sebagai manusia tak akan pernah luput dari kesalahan, sehingga dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekeliruan dan kekurangan. Oleh karena itu kami mohon maaf atas segala kesalahan dan kekurangan yang ada, serta tak lupa bagi para pembaca untuk dapat memberikan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan dunia ketehnik sipilan dan bagi para pembaca diberikan ridhlo oleh Allah SWT.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, Februari 2005

Penyusun

MOTTO

Take time to THINK. It is the source of power
Take time to READ. It is the power of wisdom
Take time to QUIET. It is the opportunity to seek God
Take time to DREAM. It is the future made of
Take time to PRAY. It is the power on earth

- Author Unknown -

Janganlah engkau mengikuti apa-apa yang kamu tidak memiliki pengetahuan tentang hal tersebut, karena pendengaran, penglihatan dan hati, semuanya itu akan dimintai pertanggungjawabannya.

- Q.S. 17 Surat Al Israa' (Perjalanan malam hari) ayat 36 -

Rembulan lan lintang iku dadi pepadange wengi, srengenge iku dadi pepadange rino, Kawruh piwulan lan angger-angger iku dadi pepadange jagad katelu-telune.

(Bulan dan bintang itu jadi penerangan pada malam hari, matahari itu jadi penerangan pada siang hari, ilmu pengetahuan dan peraturan-peraturan itu jadi penerangan dunia ketiga-tiganya)

- Butir budaya jawa oleh Kompas -

DAFTAR GRAFIK

Grafik 6.1 Simpangan Total Struktur 6 Lantai Tipe A.....169

Grafik 6.2 Simpangan Total Struktur 6 Lantai Tipe B.....170

Grafik 6.3 Simpangan Total Struktur 10 Lantai Tipe A.....170

Grafik 6.4 Simpangan Total Struktur 10 Lantai Tipe B.....171

Grafik 6.5 Simpangan Total Struktur 14 Lantai Tipe A.....171

Grafik 6.6 Simpangan Total Struktur 14 Lantai Tipe B.....172

Grafik 6.7 Simpangan Total Struktur 18 Lantai Tipe A.....172

Grafik 6.8 Simpangan Total Struktur 18 Lantai Tipe B.....173

Grafik 6.9 Simpangan Total Struktur 22 Lantai Tipe A.....173

Grafik 6.10 Simpangan Total Struktur 22 Lantai Tipe B.....174

Grafik 6.11 Simpangan Antar Tingkat Struktur 6 Lantai Tipe A.....175

Grafik 6.12 Simpangan Antar Tingkat Struktur 6 Lantai Tipe B.....176

Grafik 6.13 Simpangan Antar Tingkat Struktur 10 Lantai Tipe A.....176

Grafik 6.14 Simpangan Antar Tingkat Struktur 10 Lantai Tipe B.....177

Grafik 6.15 Simpangan Antar Tingkat Struktur 14 Lantai Tipe A.....177

Grafik 6.16 Simpangan Antar Tingkat Struktur 14 Lantai Tipe B.....178

Grafik 6.17 Simpangan Antar Tingkat Struktur 18 Lantai Tipe A.....178

Grafik 6.18 Simpangan Antar Tingkat Struktur 18 Lantai Tipe B.....179

Grafik 6.19 Simpangan Antar Tingkat Struktur 22 Lantai Tipe A.....179

Grafik 6.20 Simpangan Antar Tingkat Struktur 22 Lantai Tipe B.....180

Grafik 6.21 Momen Balok 14 Lantai Tipe A..... 182
Grafik 6.22 Momen Balok 14 Lantai Tipe B.....183
Grafik 6.23 Momen Balok 6 Lantai Tipe A..... 183
Grafik 6.24 Momen Balok 6 Lantai Tipe B.....184
Grafik 6.25 Momen Balok 10 Lantai Tipe A..... 184
Grafik 6.26 Momen Balok 10 Lantai Tipe B.....185
Grafik 6.27 Momen Balok 14 Lantai Tipe A..... 185
Grafik 6.28 Momen Balok 14 Lantai Tipe B.....186
Grafik 6.29 Momen Balok 18 Lantai Tipe A..... 186
Grafik 6.30 Momen Balok 18 Lantai Tipe B.....187
Grafik 6.31 Momen Balok 22 Lantai Tipe A.....187
Grafik 6.32 Momen Balok 22 Lantai Tipe B.....188
Grafik 6.33 Geser Balok 14 Lantai Tipe A.....190
Grafik 6.34 Geser Balok 14 Lantai Tipe B.....190
Grafik 6.35 Geser Balok 6 Lantai Tipe A.....191
Grafik 6.36 Geser Balok 6 Lantai Tipe B.....191
Grafik 6.37 Geser Balok 10 Lantai Tipe A.....192
Grafik 6.38 Geser Balok 10 Lantai Tipe B.....192
Grafik 6.39 Geser Balok 14 Lantai Tipe A.....193
Grafik 6.40 Geser Balok 14 Lantai Tipe B.....193
Grafik 6.41 Geser Balok 18 Lantai Tipe A.....194
Grafik 6.42 Geser Balok 18Lantai Tipe B.....194
Grafik 6.43 Geser Balok 22 Lantai Tipe A.....195

Grafik 6.44 Geser Balok 22 Lantai Tipe B.....195
Grafik 6.45 Momen Kolom 6 Lantai Tipe A.....198
Grafik 6.46 Momen Kolom 6 Lantai Tipe B.....199
Grafik 6.47 Momen Kolom 10 Lantai Tipe A.....199
Grafik 6.48 Momen Kolom 10 Lantai Tipe B.....200
Grafik 6.49 Momen Kolom 14 Lantai Tipe A.....200
Grafik 6.50 Momen Kolom 14 Lantai Tipe B.....201
Grafik 6.51 Momen Kolom 18 Lantai Tipe A.....201
Grafik 6.52 Momen Kolom 18 Lantai Tipe B.....202
Grafik 6.53 Momen Kolom 22 Lantai Tipe A.....202
Grafik 6.54 Momen Kolom 22 Lantai Tipe B.....203
Grafik 6.55 Geser Kolom 6 Lantai Tipe A.....204
Grafik 6.56 Geser Kolom 6 Lantai Tipe B.....205
Grafik 6.57 Geser Kolom 10 Lantai Tipe A.....205
Grafik 6.58 Geser Kolom 10 Lantai Tipe B.....206
Grafik 6.59 Geser Kolom 14 Lantai Tipe A.....206
Grafik 6.60 Geser Kolom 14 Lantai Tipe B.....207
Grafik 6.61 Geser Kolom 18 Lantai Tipe A.....207
Grafik 6.62 Geser Kolom 18 Lantai Tipe B.....208
Grafik 6.63 Geser Kolom 22 Lantai Tipe A.....208
Grafik 6.64 Geser Kolom 22 Lantai Tipe B.....209
Grafik 6.65 Aksial Kolom 6 Lantai Tipe A.....210
Grafik 6.66 Aksial Kolom 6 Lantai Tipe B.....211

Grafik 6.67 Aksial Kolom 10 Lantai Tipe A.....211
Grafik 6.68 Aksial Kolom 10 Lantai Tipe B.....212
Grafik 6.69 Aksial Kolom 14 Lantai Tipe A.....212
Grafik 6.70 Aksial Kolom 14 Lantai Tipe B.....213
Grafik 6.71 Aksial Kolom 18 Lantai Tipe A.....213
Grafik 6.72 Aksial Kolom 18 Lantai Tipe B.....214
Grafik 6.73 Aksial Kolom 22 Lantai Tipe A.....214
Grafik 6.74 Aksial Kolom 22 Lantai Tipe B.....215
Grafik 6.75 Hubungan Berat Struktur Tipe A, Tipe B, dan Tipe C..... 223
Grafik 6.76 Hubungan Effisiensi Berat Total Struktur
Tipe A, B, dan C..... 223
Grafik 6.77 Hubungan Effisiensi Berat Total Struktur Tipe A, dan B Antara
Hasil Disain Dengan DMF Usulan dan Paulay.....225
Grafik 6.78 Simpangan Struktur BSF 14 Lantai Tipe A..... 226
Grafik 6.79 Simpangan Struktur BSF 14 Lantai Tipe B..... 226
Grafik 6.80 Simpangan Struktur USF 14 Lantai Tipe A.....227
Grafik 6.81 Simpangan Struktur USF 14 Lantai Tipe B.....227
Grafik 6.82 Simpangan Antar Tingkat Struktur BSF 14 Lantai Tipe A.....228
Grafik 6.82 Simpangan Antar Tingkat Struktur BSF 14 Lantai Tipe B.....228
Grafik 6.82 Simpangan Antar Tingkat Struktur USF 14 Lantai Tipe A..... 229
Grafik 6.82 Simpangan Antar Tingkat Struktur USF 14 Lantai Tipe B.....229

DAFTAR NOTASI

A = Luas penampang profil

Ae = Luas efektif penampang

Ag = Luas penampang kotor

An = Luas bersih penampang

Ast = Luas total tulangan

Aw = Luas badan profil

B = Lebar struktur pada arah yang ditinjau

bE = Lebar efektif

bf = Lebar sayap

C1 = Faktor respon gempa

Cb = Faktor pengali momen

Cw = Konstanta wraping

D = Beban mati

D = Lebar bangunan (*code Puerto Rico*)

D = Lendutan pada balok

E = Beban gempa

e = Eksentrisitas

E = Elastisitas baja

Ec = Elastisitas beton

Eg = Efisiensi tiang

F'c = Kuat tekan beton

Fcr = Tegangan kritis

Fi = Gaya horisontal akibat gempa tingkat ke-i

Fp = Tegangan ujung plat

Fr = Tegangan reduksi baja

Fu = Tegangan tarik maksimum

Fy = Tegangan leleh profil baja

G = Modulus geser

G = Nilai kondisi ujung

H = Beban hujan

h = tinggi kolom

H = Tinggi total struktur

hc = Tinggi bersih badan

hi = Tinggi lantai ke-i

hn = tinggi bersih kolom

hn = Tinggi total bangunan (*code Puerto Rico*)

I = Faktor keutamaan gedung

Iy = Inersia sumbu y

J = Konstanta torsional

K = Faktor panjang tekuk

L = Beban hidup

L = Lebar bangunan

L = Panjang elemen

L' = Panjang bersih balok

L = Panjang balok

La = Beban hidup di atas atap

Lp = Panjang limit tanpa pengaku

Lr = Panjang tanpa pengaku pada batas antara tekuk torsi elastis dan inelastis

M1 = Momen ujung balok yang kecil

M2 = Momen pada ujung balok yang besar

Ma = Momen pada ujung kiri

Mb = Momen pada ujung kanan

MD,k = Momen akibat beban mati

ME = Momen akibat beban gempa

Mf = Momen pada muka kolom

ML,k = Momen akibat beban hidup

Mn = Kuat lentur nominal penampang

Mp = Momen plastis balok

Mpb = Momen kapasitas balok

Mr = Momen tekuk

Ms = Momen pada tengah bentang

Mu = Momen lentur terfaktor

Mu,k = Momen ultimit kolom

Ng,k = Gaya aksial akibat beban grafitasi

Pn = Gaya aksial nominal

Pu,k = Gaya aksial ultimit kolom

Puf = Gaya aksial sayap kolom

Puw = Gaya aksial badan

Py = Gaya aksial leleh

R = Faktor reduksi gempa

r = Radius girasi

r = Rasio tulangan

Rn = Kuat geser baut

Rnw = Kuat geser las

Rv = Faktor tinggi tingkat

S = Jarak tulangan

Sx = Modulus elastis penampang

T = Waktu getar alami fundamental

tf = Tebal sayap

Tn = Kuat tarik nominal

tp = Tebal plat

Tu = Kuat terik terfaktor

tw = Tebal badan

U = Faktor reduksi luas efektif

V = Gaya geser dasar nominal statik ekivalen

Vc = Gaya geser kolom

ABSTRAKSI

Pada struktur baja yang relatif tinggi dan langsing, tentu saja akan memiliki respon struktur yang relatif besar,sehingga mengakibatkan hasil disain struktur yang bertambah besar, hal ini berimplikasi terhadap berkurangnya tingkat effisiensi dan efektifitas struktur yang didisain. Untuk menanggulangi hal tersebut, maka perlu penambahan pengekang diagonal (global bracing) yang dapat memberikan konstribusi yang besar untuk mengurangi besarnya respon struktur yang terjadi.

Dalam penelitian ini dilakukan analisis struktur baja 3 dimensi dengan global bracing tipe X sebagai pengekang diagonal. Dalam analisis struktur digunakan variasi model struktur yang meliputi variasi banyak tingkat dan variasi jumlah open frame yang ditahan oleh satu global brace frame. Variasi banyak tingkat yang dipakai adalah 6, 10, 14, 18, dan 22 tingkat, dengan variasi jumlah portal pada masing-masing tingkat yaitu satu global brace frame menahan dua open frame (tipe A) dan satu global brace frame menahan tiga open frame (tipe B). Bangunan direncanakan untuk perkantoran yang terletak di wilayah gempa VI, dengan menggunakan beban gempa statik ekuivalen berdasarkan code gempa yang baru (SNI03-1726-2000) dan beban gempa dinamik riwayat waktu (time history) dengan rekaman gempa Koyna, Elcentro, dan Parkfileld masing-masing secara berturut-turut mewakili frekuensi tinggi, menengah, dan rendah. Perencanaan elemen struktur menggunakan metode LRFD (Load and Resistance Factor Design).

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa penggunaan bresing global terbukti dapat mengurangi respon struktur (simpangan, momen balok, dan momen kolom) baik akibat beban gempa statik ekuivalen maupun dinamik. Apabila ditinjau dari berat struktur secara keseluruhan, ternyata penggunaan bresing lebih effektif dibanding dengan struktur open frame, dimana effektifitas berat struktur tipe A adalah 25,29% dan untuk tipe B adalah 11,17%. Hal ini menunjukkan bahwa pada struktur Braced Steel Frame – BSF yang semakin banyak jumlah portal open frame ditahan oleh satu global braced frame, perilakunya akan mendekati struktur Unbraced Steel Frame – USF.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perancangan bangunan merupakan penyediaan kekuatan (*provided strenght*) dalam rangka pemenuhan atas kebutuhan kekuatan (*required strenght*) yang diperoleh dari analisis struktur (*structural analysis*). Dengan demikian betapa pentingnya kegiatan perancangan dalam rangka memenuhi hubungan/azas *supply* > *demand.* Perancangan yang benar akan mampu menyediakan kebutuhan kekuatan secara benar dan proporsional, baik untuk memenuhi kebutuhan kekuatan akibat beban tetap maupun beban sementara.

Pemodelan struktur yang dilakukan pada analisis struktur yang mendekati kondisi sebenarnya merupakan cara pemenuhan kebutuhan kekuatan secara benar dan proporsional. Termasuk didalamnya adalah beban-beban yang akan bekerja pada struktur, yakni beban gravitasi yang merupakan beban tetap, maupun beban sementara yang dapat berupa beban angin dan beban gempa. Beban gravitasi merupakan beban yang bersifat statik, tetapi beban angin dan beban gempa meupakan beban yang bersifat dinamik. Maka sudah sewajarnya apabila pemenuhan kebutuhan kekuatan akibat beban angin maupun gempa dilakukan dengan analisis dinamik. Analisis ini cukup akurat tetapi relatif rumit dan kurang

praktis pemakaiannya dikalangan praktisi di lapangan. Oleh karena itu perlu adanya penyederhanaan beban dinamik menjadi beban yang bersifat statik ekuivalen.

Analisis struktur menggunakan beban statik ekuivalen tentunya akan membuat respon yang berbeda dengan analissis menggunakan beban dinamik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola respon struktur akibat beban dinamik relatif reguler dan lebih besar daripada struktur akibat beban statik. Pada struktur yang dibebani dengan pembebanan dinamik yang relatif kecil, respon struktur yang terjadi tidak begitu signifikan bila dibandingkan dengan respon yang berasal dari analisis statik ekuivalen, respon tersebut akan sangat signifikan bila dibebani dengan beban dinamik yang relatif besar. Sehingga struktur yang kebutuhan kekuatannya berasal dari analisis statik ekuivalen perlu adanya penyertaan nilai *Dinamic Magnification Factor – DMF* (ω), dalam rangka memperhitungkan pengaruh beban dinamik yang relatif besar pada proses perancangan.

Dalam proses perancangan terutama bangunan bertingkat banyak, peraturan-peraturan yang ada sekarang ini sudah mensyaratkan analisis dengan mempertimbangkan pengaruh beban dinamik, baik berupa beban angin maupun akibat gempa bumi. Hal ini pun telah diadopsi oleh peraturan yang ada di Indonesia, terutama pengaruh terhadap beban gempa. Bangunan-bangunan tingkat (*high story building*) tinggi yang didominasi oleh beban gempa (*seismic load dominated*) akan memberikan simpangan yang semakin besar pada tingkat yang semakin tinggi. Pada struktur portal baja terbuka (*open frame*) simpangan tersebut akan menjadikan struktur tidak efisien lagi karena kebutuhan kekakuan yang

semakin besar. Sehingga pada struktur yang semakin tinggi perlu adanya penambahan nilai kekakuan struktur.

Penambahan nilai kekakuan struktur pada struktur baja dapat dilakukan dengan menambahkan pengekang lateral (*bracing*). Implikasi dari penggunaan pengekang lateral (*bracing*) adalah supaya simpangan yang tadinya besar dapat diminimalkan lagi. Dengan kebutuhan kekuatan yang lebih kecil, struktur dapat dirancang lebih efisien. Sistem pengekang lateral yang selama ini berkembang pada struktur baja adalah sistem pengekang yang dipasang antar tingkat (*local bracing system*) dan sistem pengekang yang dipasang pada beberapa tingkat sekaligus (*global bracing system*). Hasil penelitian sebelumnya menyatakan bahwa penggunaan struktur baja dengan pengekang lokal (*local bracing*), pada tingkat yang semakin tinggi akan menghasilkan respon struktur yang mendekati respon struktur bangunan baja tanpa pengekang (*unbraced steel frame*).

Pertimbangan penggunaan struktur baja menggunakan pengekang global (*global brace frame*) pada gedung-gedung tinggi akan menarik perhatian para praktisi di lapangan. Keakuratan dalam proses analisis struktur akan mempengaruhi perilaku bangunan yang akan dihasilkan, diantaranya dalam hal penggunaan *Dinamic Magnification Factor– DMF* (ω). Selama ini para praktisi di lapangan dalam merencanakan bangunan struktur baja berpengekang global, hanya menggunakan nilai *DMF* yang berasal dari struktur beton. Tentunya respon struktur akibat beban gempa antara struktur beton dan baja yang berpengekang global relatif berbeda walaupun mungkin masih reguler, sehingga penggunaan

nilai *DMF* yang ada sekarang ini mungkin tidak dapat diakomodasikan untuk struktur baja berpengekang global.

Nilai *DMF* merupakan rasio antara momen kolom akibat beban gempa dinamik dengan beban gempa statik ekuivalen. Untuk mendapatkan nilai *DMF* pada struktur baja berpengekang global (*global brace frame*) terlebih dahulu harus mengetahui respon struktur akibat beban gempa statik ekuivalen dan beban gempa dinamik. Pada penulisan tugas akhir ini penulis hanya menekankan pada analisis pengaruh beban gempa dinamik dan statik pada struktur baja berpengekang global. Sedangkan nilai *DMF* pada struktur baja berpengekang global akan diteliti pada penelitian lain yang berhubungan dengan penelitian ini (Surat keputusan DEPDIKNAS NO.154/TPSDP/RS/IV/04, perihal : Persetujuan Pemenang RESEARCH GRANT PS. Teknik Sipil).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada penjelasan yang ada pada bab pendahuluan, permasalahan yang dapat dirumuskan adalah:

1. Seperti apa respon struktur baja bertingkat banyak dengan menggunakan pengekang global (*global braced frame*) terhadap beban gempa statik ekuivalen dan beban dinamik?
2. Seberapa besar tingkat efisiensi penggunaan *global brace* dengan struktur baja tanpa pengekang lateral (*open frame*) dengan penggunaan nilai *DMF* untuk masing-masing struktur?(Nilai *DMF* yang berasal dari penelitian RESEARCH GRANT)

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Seberapa besar perbedaan respons (simpangan horisontal, *drift* rasio, momen balok, momen kolom, gaya geser balok, gaya geser kolom, dan gaya aksial kolom) struktur baja *unbraced* dan *global braced steel frame* akibat beban gempa statik ekuivalen dan dinamik,
2. Mengetahui seberapa besar tingkat efisiensi struktur terhadap penggunaan nilai *DMF* yang baru (nilai *DMF* yang berasal dari penelitian RESEARCH GRANT), antara struktur portal baja berpengekang global (*global braced frame*) dengan struktur portal baja terbuka (*unbraced steel frame*).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Sebagai pertimbangan pemilihan struktur portal baja yang sesuai dalam proses perancangan,
2. Sebagai langkah awal menentukan seberapa besar nilai *DMF* dalam perkembangan peraturan struktur portal baja berpengekang,
3. Sebagai bahan masukan untuk para pembaca maupun praktisi di lapangan dalam menambah ilmu pengetahuan dan wawasan dalam perencanaan struktur baja.

1.5 Batasan Masalah

1. Struktur yang dianalisis adalah struktur portal baja bertingkat banyak (*multistory steel frame*),
2. Bangunan menggunakan variasi tinggi 6, 10, 14, 18, dan 22 lantai, variasi jumlah portal 3 bentang 6, dan 8 portal, bracing terletak pada portal sebelah luar,
3. Jenis pengekang (*bracing*) yang digunakan adalah *global bracing* tipe-X sentris yang terletak sebidang dengan balok,
4. Fungsi bangunan sebagai perkantoran,
5. Lokasi bangunan pada wilayah gempa VI di atas tanah keras,
6. Bangunan menggunakan tingkat daktilitas penuh,
7. Analisis struktur menggunakan analisis struktur 3D,
8. Analisis struktur menggunakan program bantu analisis struktur ETABS, pengolah data menggunakan program bantu Ms Excel,
9. Pada analisis struktur efek P-Δ diabaikan, tetapi diperhitungkan pengaruhnya dalam disain struktur.
10. Pembebanan struktur menggunakan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung-PPIUG 1987,
11. Tumpuan struktur pada awal perencanaan diasumsikan sendi,
12. Dalam analisis, kolom baja dan fondasi diasumsikan menyatu secara monolit serta bracing tidak mengalami tekuk (*buckling*),
13. Perencanaan struktur menggunakan metode AISC-LRFD,

14. Balok komposit hanya direncanakan pada balok anak, balok induk direncanakan sebagai balok murni,
15. Arah portal sumbu lemah diasumsikan kuat menahan gempa, sehingga analisis gempa hanya dilakukan pada arah sumbu kuat,
16. Desain struktur menggunakan analisis statik, karena pengaruh gempa dinamik sudah diperhitungakan dalam DMF,
17. Gempa dinamik yang digunakan dalam analisis struktur yaitu gempa Koyna, gempa Elcentro, dan gempa Parkfield,
18. Skala gempa didasarkan pada struktur *unbraced steel frame* (*USF*) 15 lantai, dengan percepatan gempa Elcentro.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Struktur portal merupakan hubungan antara balok dan kolom yang saling sambung menyambung sedemikian hingga membuat bangun grid-grid atau membentuk suatu struktur portal bertingkat. Suatu hal yang sangat penting yang harus diperhatikan pada struktur portal adalah titik simpul atau titik joint yaitu sambungan antara balok dan kolom. Sebagaimana asumsi yang umum dipakai dalam analisis struktur elastik maupun inelastik bahwa titik joint tersebut dapat saja berotasi tetapi antara balok dan kolom harus tetap siku-siku.(***Widodo***)

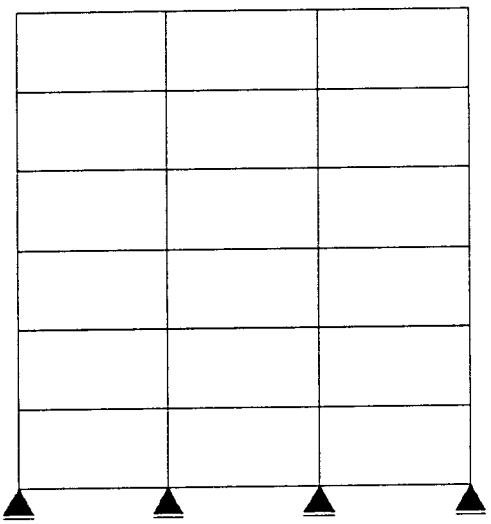
2.2 Sistem Pengaku Pada Struktur Portal

Mengingat kriteria dari disain pengaku (*Bracing*) adalah: kekuatan, keadaan layan, dan ekonomis. Material yang digunakan harus efisien, tetapi tetap memenuhi keadaan batas kestabilan dan kekuatan, sehingga tetap nyaman dan dapat meminimalkan kerusakan yang disebabkan oleh kejadian alam yang besar. Dilihat dari fungsinya penggunaan bresing pada struktur portal baja bertingkat banyak bertujuan untuk memperoleh kestabilan struktur, terutama untuk gedung bertingkat banyak yang menahan beban lateral berupa beban gempa atau beban angin. (***Robert Englekirk***)

Menurut ***Bruneau (1998)***, beberapa bentuk pemasangan pengaku yang biasanya digunakan adalah sebagai berikut :

a) Portal Penahan Momen (*Moment Resisting Frame* – MRF)

Momen resisting frame merupakan portal yang mengandalkan kekakuan antara balok dan kolom untuk menahan beban lateral, sehingga bangunan tidak dapat menyimpang secara lateral tanpa terjadi lentur dari balok maupun kolomnya. Elemen yang kuat dan kaku merupakan sumber utama dari kekakuan lateral dan kekuatan dari struktur *moment resisting frame*.

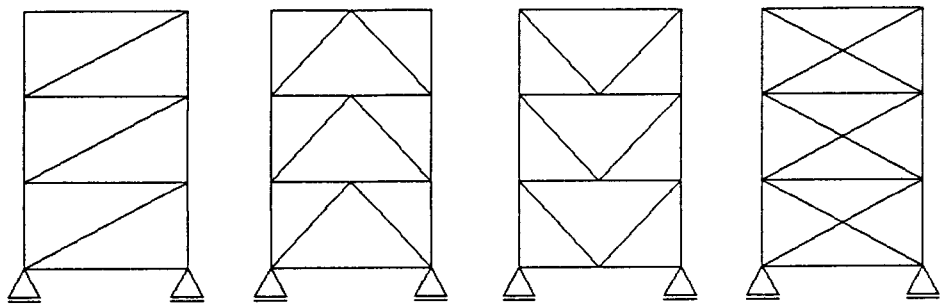


Gambar 2.1 Portal Rangka Penahan Momen

b) Portal Dengan Sistem Pengaku Konsentrik (*Concentriccally Braced Frame* – CBF)

Seperti halnya *moment resisting frame* portal dengan sistem pengaku konsentrik merupakan penahan gaya lateral yang mempunyai karakteristik berkekakuan elastis yang besar. Kekakuan elastis yang besar dicapai dengan

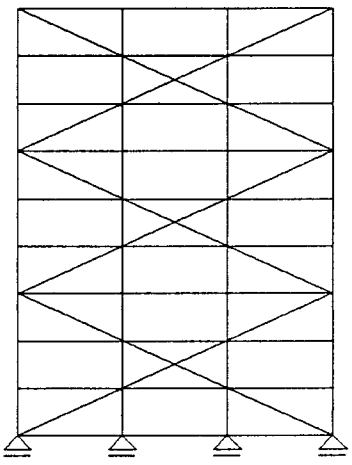
menggunakan diagonal bresing yang menahan beban lateral dengan membentuk gaya aksial yang lebih besar daripada lenturnya.



Gambar 2.2 Portal Dengan Sistem Pengaku Konsentrik Tipe V dan X

c) Portal Dengan Pengaku Tipe X Yang Dipasang Pada Beberapa Tingkat

Pemakaian pengaku yang dipasang pada tiap lantai (*local brace*) dirasakan tidak lagi efektif dalam pelaksanaan, terutama pada konstruksi bangunan yang tinggi. Sehingga pemasangan pengaku yang dipasang pada beberapa tingkat sekaligus (*global brace*) dirasakan lebih efektif dan efisien.



Gambar 2.3 Portal Dengan Pengaku Tipe X Pada Beberapa Tingkat

2.3 Penelitian-penelitian Sebelumnya

Pada struktur portal baja bertingkat banyak perlu adanya kekakuan yang cukup untuk menahan gaya-gaya yang terjadi terutama gaya akibat beban lateral. Mengingat penggunaan pengaku lateral *(bracing)* dapat menambah kekakuan struktur, maka telah banyak pihak yang meneliti mengenai hal tersebut. Begitu pula dengan penggunaan beban dinamik, karena beban gempa merupakan beban dinamik, maka pengguanaan analisis dinamik akan sangat mempengaruhi keakuratan dalam penelitian ini, dimana beberapa penelitian awal telah dilakukan mengenai hal tersebut. Pada penelitian ini dicantumkan beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan yang digunakan sebagai tinjauan pustaka, antara lain :

1. Penelitian Arief Widyatmoko dan Taufikurrahman (2004)

Penelitian ini berjudul "Efek Penggunaan *Global Bracing* Terhadap Respon Struktur Baja Bertingkat Banyak Akibat Beban Gempa".Berdasar dari penelitian-penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penggunan brace pada struktur portal baja bertingkat banyak dapat menambah kekakuan dan mengurangi respon struktur terhadap beban gempa. Tetapi kondisi ini sangat berbeda dengan struktur *local braced* frame, dimana pada tingkat yang semakin tinggi responnya akan mendekati struktur *open frame.*

Berangkat dari masalah di atas, Arif dan Taufik mencoba meneliti tentang bagaimana respon struktur yang terjadi akibat beban gempa pada struktur yang dipasang pengaku pada tiap-tiap tingkatnya *(global braced frame)*. Mereka kemudian mengambil struktur portal baja 2D yang dibebani dengan beban gempa ekivalen statik. Dimana struktur yang mereka bandingkan adalah *open frame*,

local braced frame, *global braced frame 3 bays*, dan *global braced frame 4 bays*. Peruntukan bangunan sebagai perkantoran dan terletak diatas tanah keras. Portal yang ditinjau mulai dari 9, 14, dan 19 tingkat.

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan *Global brace* pada tingkat yang semakin tinggi ternyata mampu mengurangi respon struktur secara signifikan (simpangan, momen balok, dan momen kolom), apabila dibandingkan dengan *Local braced frame.* Hal yang menjadi kekurangan dari penelitian ini adalah hanya terbatas pada 1-portal, belum mencerminkan perilaku 1-bangunan utuh, serta belum digunakannya beban gempa dinamik, sebagaimana yang kita tahu bahwa beban gempa termasuk beban dinamik.

2. Penelitian Eri Irawan Priyadi dan Aris Triyono (2003)

Dalam penelitian ini, mereka mencoba untuk mengidentifikasi masalah dengan melakukan *pre-liminary study* mengenai prinsip design *Strong Column and Weak Beam* pada struktur beton bertulang berbeda dengan struktur baja, dimana sekarang ini sangat sedikit referensi untuk struktur baja. Maka mereka mencoba untuk meneliti efek pengaruh beban dinamik terhadap momen kolom.

Untuk penelitian tersebut Eri dan Aris mengeksekusi suatu model struktur beton dan baja dengan dibebani beban gempa statik ekivalen dan dinamik riwayat waktu *(time history analysis)* dengan memakai rekaman gempa El-Centro 1940, pada wilayah gempa 2 dan 3 menurut SNI-1726-1989. Model yang mereka analisis adalah portal terbuka *(open frame)* serta menggunakan pendekatan

analisis 2D. Variasi tingkat yang ditinjau mulai dari 7, 10, 12, 15, 18, dan 20 tingkat. Bangunan digunakan sebagai perkantoran dan terletak pada tanah keras.

Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa pola momen kolom untuk setiap bangunan akibat beban dinamik relatif reguler dan lebih besar dari momen kolom akibat beban statik ekivalen. DMF *(Dinamic Magnifition Factor)* secara umum merupakan suatu koefisien yang diperoleh dari rasio antara momen kolom akibat beban gempa dinamik dan statik ekivalen. Hasil rancangan koefisien tersebut dinyatakan dalam fungsi periode getar T, serta verifikasinya menunjukkan bahwa perilaku koefisien ini cukup baik yang dinyatakan oleh adanya simpangan antar tingkat yang relatif terkendali. Seperti halnya pada penelitian sebelumnya, mereka masih terbatas menggunakan 1-portal saja, serta dari beban dinamik yang ditinjau hanya terbatas pada gempa El-centro.

2.4 Keaslian Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan adalah untuk mengetahui perbedaan respon struktur portal baja berpengaku global 3 bentang *(three bays global braced frame)* akibat beban gempa statik ekivalen dan dinamik riwayat waktu *(time history)* untuk 1-kesatuan bangunan utuh (analisis 3D). Dimana penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya belum mencerminkan sebuah bangunan utuh, karena penelitian yang dilakukan masih menggunakan pendekatan analisis 2D. Sedangkan beban dinamik riwayat waktu yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai variasi frekuensi yang berbeda-beda. Mulai dari frekuensi tinggi

(gempa Koyna), frekuensi menengah (gempa El-Centro), serta frekuensi rendah (gempa Parkfield). Hal ini berbeda dengan penelitian sebelumnya (Eri dan Aris) yang menggunakan terbatas hanya menggunakan gempa El-centro.

Mengingat relatif banyak model struktur yang digunakan sebagai bahan / model kajian maka diharapkan penelitian ini mampu menghasilkan data yang relatif akurat. Penelitian ini bersifat memperbaiki, melengkapi, menyempurnakan penelitian sebelumnya maka keaslian penelitian ini dapat dipertanggung jawabkan.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pendahuluan

Portal adalah suatu rangka struktur yang didesain agar mampu menahan beban-beban yang bekerja, baik beban mati, beban hidup, maupun beban gempa. Untuk mengurangi simpangan lateral struktur akibat gempa, biasanya pada struktur digunakan sistem pengaku untuk meningkatkan kekakuan portal sehingga simpangan yang disebabkan oleh beban gempa maupun beban horisontal lain dapat diminimalkan.

3.2 Beban Gempa Statik Ekuivalen dan Dinamis Riwayat Waktu

3.2.1 Beban Gempa Statik Ekuivalen

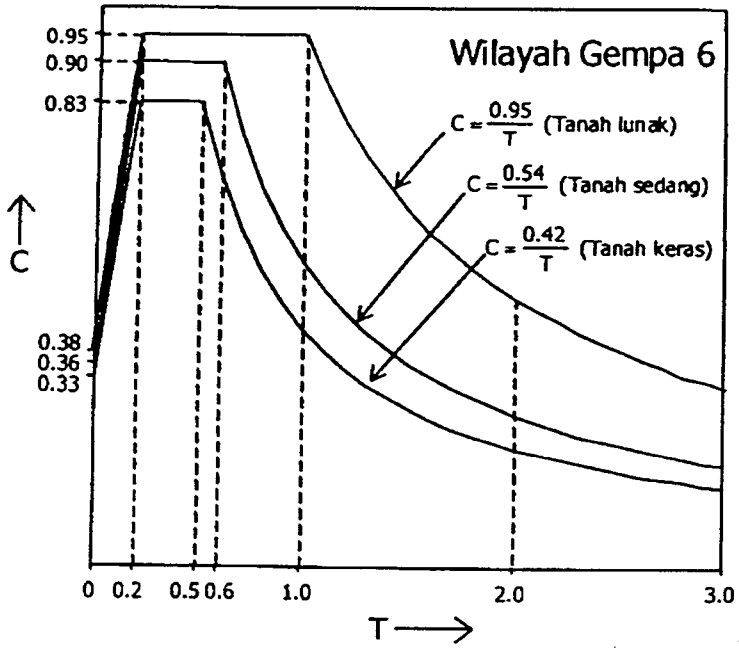
Besarnya gaya geser dasar akibat gempa menurut Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung SNI 03-1726-2000 dapat dinyatakan dalam:

$$V = \frac{C_1 I}{R} W_t \qquad (3.2\text{-}1)$$

dengan C_1 adalah faktor respons gempa, I adalah faktor keutamaan gedung, R adalah faktor reduksi gempa, V adalah gaya geser dasar nominal statik ekuivalen, Wt adalah berat total struktur.

Nilai C_1 diperoleh dari spektrum respons gempa rencana menurut gambar 3.1 yang besarnya dipengaruhi waktu getar alami fundamental T, frekuensi terjadinya

gerakan tanah pada tiap wilayah gempa dan kondisi tanah setempat. Pada penelitian ini, bangunan yang direncanakan berada pada wilayah gempa VI. Faktor respons gempa (C) dapat diperoleh dari Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Faktor Respons Gempa Pada Wilayah Gempa VI

Periode getar alami struktur (T) untuk struktur portal baja tanpa pengaku dapat ditentukan dengan rumus :

$$T = 0{,}085 . H^{3/4} (m) \qquad \text{(SNI-1726-1989)} \qquad (3.2\text{-}2)$$

dengan T adalah waktu getar alami fundamental, H tinggi total struktur

Sedangkan persamaan T untuk struktur portal baja dengan pengaku (*braced frame*), belum ada peraturan mengenai perhitungan waktu getar struktur portal baja dengan pengaku, Sehingga diambil peraturan dari luar negeri. Menurut *International Handbook of Earthquake Engineering 1994 (Codes, Programs and Examples)* waktu getar alami fundamental menurut beberapa negara adalah :

$$T = 0{,}08.\frac{H(m)}{\sqrt{L(m)}}.\sqrt{\frac{H(m)}{L(m)+H(m)}} \qquad \text{(Code Perancis)} \qquad (3.2\text{-}3)$$

$$T = 0{,}049\ .\ H^{3/4}(m) \qquad \text{(Code Israel)} \qquad (3.2\text{-}4)$$

$$T = \frac{H_n(ft)}{20\sqrt{D(ft)}} \qquad \text{(Code Puerto Rico)} \qquad (3.2\text{-}5)$$

$$T = 0{,}85\sqrt{\frac{1}{1+\frac{L(m)}{H(m)}}} \times 0{,}1\frac{H(m)}{\sqrt{L(m)}} \qquad \text{(Code Spanyol)} \qquad (3.2\text{-}6)$$

dimana : H = tinggi total bangunan (m)

L = Lebar bangunan searah dengan arah gempa (m)

H_n = Tinggi total bangunan (code Puerto Rico - ft)

D = Lebar bangunan searah dengan arah gempa (code Puerto Rico – ft)

3.2.2 Distribusi Gaya Horisontal Akibat Beban Gempa (Fi)

Distribusi gaya horizontal akibat beban gempa (Fi) tergantung pada perbandingan tinggi total struktur (H) terhadap lebar struktur (B) pada arah yang ditinjau. Adapun distribusinya adalah sebagai berikut :

1. Struktur bangunan yang memiliki nilai H/B < 3, maka gaya horizontal akibat beban gempa (Fi) untuk masing-masing lantai dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Fi = \frac{Wi.hi}{\sum Wi.hi}.V \qquad (3.2\text{-}7)$$

2. Struktur bangunan gedung yang memiliki nilai H/B ≥ 3, maka 90% beban didistribusikan berupa gaya horisontal akibat gempa (Fi) untuk masing-masing

lantai dihitung dan 10% beban lainnya ditambahkan pada tingkat paling atas atau atap yang dihitung melalui persamaan berikut :

$$Fi = 0,1.V + \frac{Wi.hi}{\sum Wi.hi}.0,9\,V \qquad (3.2\text{-}8)$$

Untuk lantai selain atap dihitung dengan persamaan berikut :

$$Fi = \frac{Wi \times hi}{\sum Wi \times hi} \times 0.9V \qquad (3.2\text{-}9)$$

dengan Fi gaya horizontal akibat gempa tingkat ke-i, Fi gaya horizontal akibat beban gempa, hi tinggi lantai ke-i, V gaya geser dasar, Wi berat lantai ke-i.

3.2.3 Beban Dinamis Riwayat Waktu

Sesuatu yang sesungguhnya terjadi saat gempa bumi adalah getaran/goncangan tanah. Getaran tanah akibat gempa ditunjukkan oleh adanya simpangan, kecepatan, dan percepatan tanah. Untuk memperhitungkan pengaruh kondisi tanah *(site effect)* maka disarankan ada beberapa nilai amplifikasi yang bergantung pada jenis tanah. Dengan mempertimbangkan lokasi bagunan baja yang ditinjau, maka percepatan tanah akibat gempa dapat ditentukan. Durasi gempa dapat diambil variasi mulai dari durasi pendek dengan kandungan frekuensi tinggi (misalnya gempa koyna), durasi panjang dengan kandungan frekuensi menengah (misalnya gempa El-Centro 1940), dan yang mempunyai kandungan frekuensi rendah (misalnya gempa Parkfield). Dengan ditentukannya rekaman gempa sebagai beban dinamik, maka analisis struktur dengan beban dinamik dapat dilakukan.

3.3 Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD

Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD adalah perencanaan dengan mengkombinasikan tegangan ultimit dan *serviceability* dengan probabilitas berdasarkan pendekatan keamanan.

Perencanaan dengan metode LRFD ini sebenarnya sama dengan perencanaan dengan metode plastis, yaitu dengan mempertimbangkan tegangan ultimit. Dalam metode ini,beban-beban yang terjadi dikalikan dengan suatu faktor *(overcapacity factor)* yang nilainya lebih dari 1, kemudian struktur didesain untuk memperoleh tegangan yang cukup dalam menahan beban terfaktor tersebut. Kapasitas nominal dari setiap elemen yang telah didesain dikalikan dengan suatu faktor yang nilainya kurang dari 1 *(undercapacity factor).* Filosofi perencanaan dengan metode LRFD adalah sebagai berikut.

Supply Kekuatan $\geq \sum$ Kebutuhan Kekuatan

3.4 Kombinasi Pembebanan Dalam LRFD

Kombinasi pembebanan dari *American Institute of Steel Construction–Load and Resistance Factor Design 1993 (AISC–LRFD93)* yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

$1{,}4\ D$ (3.4-1a)

$1{,}2\ D + 1{,}6\ L + 0{,}5\ (La\ atau\ H)$ (3.4-1b)

$1{,}2\ D + 1{,}6\ (La\ atau\ H) + (0{,}5.L\ atau\ 0{,}8W)$ (3.4-1c)

$1{,}2\ D + 1{,}3\ W + 0{,}5\ L + 0{,}5\ (La\ atau\ H)$ (3.4-1d)

$1{,}2\ D \pm 1{,}0\ E + 0{,}5\ L$ (3.4-1e)

dimana : D = bebam mati

L = beban hidup

La = beban hidup di atas atap selama perawatan atau penggunaan

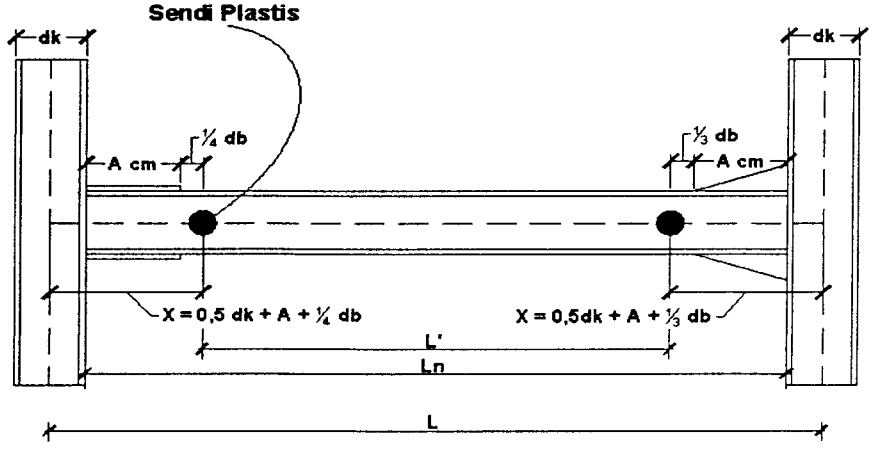
H = beban air hujan

W = beban angin

E = beban gempa

3.5 Perencanaan Lentur dan Geser Balok

Balok merupakan elemen struktur yang direncanakan mampu menahan kombinasi momen lentur dan gaya geser. Desain kapasitas yang merencanakan sendi plastis sejauh mungkin dari kolom akan diterapkan dalam disain. Apabila pada sambungan balok-kolom menggunakan perkuatan (*haunches* atau *cover plates*), sendi plastis dapat diasumsikan sejauh $d_b/3$ dari ujung *haunches* apabila perkuatan menggunakan *hanches* atau $d_b/4$ dari ujung *cover plates* apabila perkuatan menggunakan *cover plates*. Detail cara perencanaan sendi plastis dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.2 Asumsi Lokasi Sendi Plastis (Bruneau dkk, 1998)

Untuk penyederhanaan dalam proses analisis struktur, properti elemen struktur dianggap seragam sepanjang elemen. Penggunaan perkuatan berupa *haunches* atau *cover plates* hanya digunakan pada perencanaan balok.

Dalam perencanaan bangunan tahan gempa, diperlukan kapasitas penampang yang lebih besar dibanding dalam perencanaan elastis, tetapi hal ini juga dibatasi oleh kestabilan elemen tersebut agar tercapai daktilitas yang tinggi. Kestabilan elemen termasuk tekuk lokal sayap (*flange local buckling – FLB*) dan tekuk lokal badan (*web local buckling – WLB*)

$$\lambda = \frac{b_f}{2\,t_f} \le \lambda p = \frac{52}{\sqrt{F_y\,(ksi)}} \qquad \text{(FLB)} \qquad (3.5\text{-}1a)$$

$$\lambda = \frac{h_c}{t_w} \le \lambda p = \frac{520}{\sqrt{F_y\,(ksi)}} \qquad \text{(WLB)} \qquad (3.5\text{-}1b)$$

Dengan F_y tegangan leleh profil baja (36 ksi), h_c tinggi bersih badan (in), b_f lebar sayap (in), t_f tebal sayap (in), t_w tebal badan (in), λ rasio tinggi terhadap tebal penampang dan λ_p adalah batas rasio tinggi terhadap tebal untuk profil plastis.

Suatu balok yang menahan lentur harus memenuhi persamaan :

$$\frac{M_U}{\phi\,M_n} \le 1 \qquad (3.5\text{-}2)$$

Dengan Mu adalah momen lentur terfaktor, ϕ adalah faktor reduksi yang nilainya 0.9, Mn adalah kuat lentur nominal penampang.

Perencanaan kuat lentur nominal penampang tergantung dari panjang bentang penampang tersebut terhadap kriteria batas panjang bentang yang telah ditentukan. Kuat lentur nominal dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

1. Bentang Pendek ($L \leq L_p$)

Kuat lentur nominal komponen struktur yang memenuhi $L \leq Lp$ kuat nominal komponen struktur terhadap momen lentur adalah :

$$Mn = Mp = Zx \, . \, F_y \tag{3.5-3}$$

dimana: Mn= Momen nominal komponen struktur

Mp= Momen pada sendi plastis

L = bentang antara dua pengekang lateral yang berdekatan

Lp = panjang penopang lateral maksimum

$$Lp = 300 . r_y . \frac{1}{\sqrt{F_y (ksi)}} \tag{3.5-4}$$

Z = modulus penampang plastis

2. Bentang Menengah ($L_p < L < L_r$)

Untuk komponen struktur yang memenuhi $L_p < L < L_r$, kuat nominal komponen terhadap momen lentur adalah

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \frac{(L_b - L_p)}{(L_r - L_p)} \right] \leq M_p \tag{3.5-5}$$

Dimana: Mr = kekuatan momen batas tekuk

$$Mr = (F_y - F_r) \, . \, S_x, \text{ dengan tegangan sisa } Fr = 10 \text{ ksi} \tag{3.5-6}$$

Lr = panjang tanpa penopang lateral maksimum

$$L_r = \frac{r_y . X_1}{F_l} . \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 . F_l^2}} \tag{3.5-7}$$

$$F_l = F_y - F_r \tag{3.5-8}$$

$$X_1 = \frac{\pi}{S} \sqrt{\frac{E.G.J.A}{2}}, \quad J = \text{konstanta } \textit{torsional} \tag{3.5-9}$$

$$X_2 = \frac{4.C_W}{I_y}\left(\frac{S_X}{G.J}\right)^2, \quad C_W = \text{konstanta } warping \tag{3.5-10}$$

C_b = faktor pengali momen

$$C_b = \frac{12{,}5\,M_{max}}{2{,}5M_{max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \tag{3.5-11}$$

dengan M_{max} adalah momen maksimum pada batang yang ditinjau, M_A, M_B, M_C berturut –turut adalah momen pada 1/4, 1/2, dan 3/4 bentang.

3. Bentang Panjang (L>Lr)

Untuk komponen struktur yang memenuhi L>Lr, kuat nominal komponen struktur terhadap lentur adalah

$$Mn = Mcr \leq Mp \tag{3.5-12}$$

dimana $$Mcr = \frac{C_b.S_X.X_1\sqrt{2}}{L/r_y}\sqrt{1+\frac{X_1^2.X_2}{2.(L/r_y)^2}} \tag{3.5-13}$$

Gaya geser balok ditentukan oleh momen plastis (M_{pb}) balok pada kedua ujung balok,

$$V_u = 1{,}2.V_D + 0{,}5.V_L + \frac{2.M_{pb}}{L'} \tag{3.5-14}$$

tetapi tidak perlu lebih besar dari,

$$V_u = 1{,}2.V_D + 0{,}5.V_L + \mu.V_E \tag{3.5-15}$$

dimana μ = Faktor daktilitas yang nilainya tergantung dari jenis struktur

V_u = Gaya geser terfaktor

V_D = Gaya geser akibat beban mati

V_L = Gaya geser akibat beban hidup

V_E = Gaya geser akibat beban gempa

M_{pb} = Kapasitas momen balok,

$$M_{pb} = \beta \, . \, M_p \text{ , dengan } \textit{over strenght factor } \beta = 1{,}1 \qquad (3.5\text{-}16)$$

Dalam perencanaan gaya geser nominal balok terlebih dulu dicek rasio tinggi terhadap tebal badan. Hal ini disebabkan geser pada balok ditahan oleh badan.

$$\frac{h}{t_w} \leq \frac{418}{\sqrt{F_y(ksi)}} \qquad (3.5\text{-}17)$$

Kapasitas nominal balok dalam menahan geser adalah

$$\phi Vn = \phi 0{,}6 \, . \, F_y \, . \, A_w \qquad (3.5\text{-}18)$$

dimana ϕ adalah faktor reduksi untuk geser yang nilainya 0,9

A_w = luas badan elemen struktur

$$A_w = d \, . \, t_w \qquad (3.5\text{-}19)$$

Kapasitas geser penampang,

$$\frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1 \qquad (3.5\text{-}20)$$

Untuk memenuhi prinsip *serviceability limit state*, maka balok harus dikontrol aman terhadap lendutan. Dimana AISC membatasi lendutan maksimum yang boleh terjadi pada balok sebesar :

Untuk balok yang mendukung beban lantai,

$$\frac{L}{360} \geq \Delta_{\text{pertengahan bentang,}} \qquad (3.5\text{-}21)$$

Untuk balok yang mendukung beban atap,

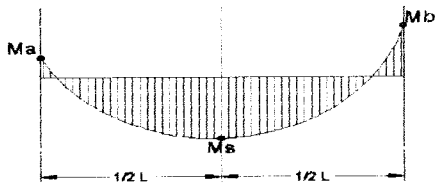
$$\frac{L}{240} \geq \Delta_{\text{pertengahan bentang,}} \qquad (3.5\text{-}22)$$

Dimana lendutan pada tengah bentang dapat dilihat dari program bantu analisis struktur maupun menggunakan rumus persamaan (3.5-23),

$$\Delta_{\text{pertengahan bentang}} = \frac{5L^2}{48EI}\left[M_s - 0{,}1(M_a + M_b)\right] \qquad (3.5\text{-}23)$$

dengan L = panjang bentang balok

M_a, M_b, M_s merupakan momen akibat beban gravitasi, yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini,



3.6 Perencanaan Kolom

Kolom merupakan suatu elemen struktur yang mengalami kombinasi beban aksial tekan, momen lentur dan geser. Nilai momen lentur, gaya aksial dan gaya geser terfaktor pada kolom dapat langsung dilihat pada hasil output analisis struktur.

Untuk momen rencana pada kolom sebagai aplikasi dari konsep *strong column–weak beam* didapatkan dengan membandingkan hasil dari persamaan (3.6-1a) dan (3.6-1b).

$$M_{u,k} = \frac{h_n}{h}.0{,}7.\omega_d.\alpha_k.\left(\frac{L_{ki}}{L'_{ki}}M_{pb,ki} + \frac{L_{ka}}{L'_{ka}}M_{pb.ka}\right) \qquad (3.6\text{-}1a)$$

tetapi tidak perlu lebih besar dari,

$$M_{u,k} = 1{,}2.M_D + 0{,}5.M_L + \mu.M_E \qquad (3.6\text{-}1b)$$

dengan α_k = koefisien distribusi momen kolom

$$\alpha_k = \frac{M_{E.kol} - n}{\sum M_{E.kol} - n} \qquad (3.6\text{-}2)$$

ω_d = *Dinamic Magnification factor* – DMF

Gaya aksial rencana kolom (Pu,k) dihitung dengan persamaan (3.6-3a) dan (3.6-3b).

$$P_{u,k} = 0{,}7.Rv\left(\frac{M_{pb\,ki}}{L'_{ki}} + \frac{M_{pb\,ka}}{L'_{ka}}\right) + 1{,}2.P_D + 0{,}5.P_L \qquad (3.6\text{-}3a)$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari,

$$P_{u,k} = 1{,}2.P_D + 0{,}5.P_L + \mu.P_E \qquad (3.6\text{-}3b)$$

Dimana Rv = Faktor reduksi yang nilainya tergantung dari jumlah lantai,

1,0 untuk $1 < n \leq 4$

1,1 – 0,025 n untuk $4 < n \leq 20$

0,6 untuk $n > 20$

n = jumlah lantai bangunan

P_D = Gaya aksial akibat beban mati

P_L = Gaya aksial akibat beban hidup

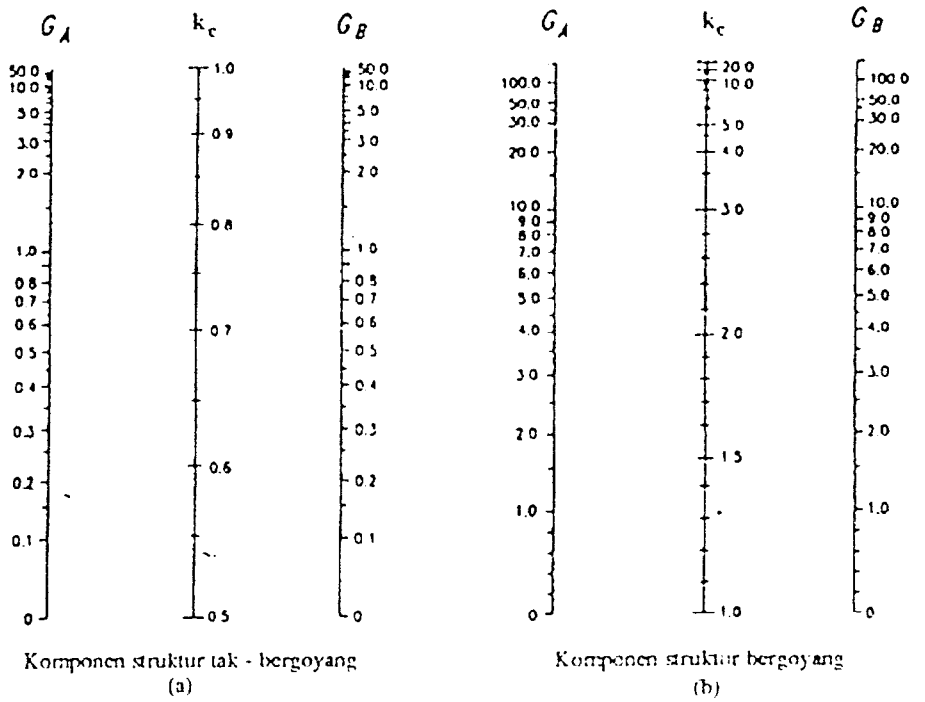
Pada perencanaan kuat tekan pada kolom, faktor tekuk pada kolom sangat berpengaruh sehingga perlu dicek kompak untuk menghindari terjadinya tekuk lokal *(local buckling)* pada sayap maupun badan dengan persamaan (3.5-1a) dan (3.5-1b).

Setelah itu ditentukan nilai kondisi ujung *(end condition)* joint kolom, G dengan persamaan (3.6-4).

$$G = \frac{\left(\frac{I_{K1}}{L_{K1}}\right) + \left(\frac{I_{K2}}{L_{K2}}\right)}{\left(\frac{I_{B1}}{L_{B1}}\right) + \left(\frac{I_{B2}}{L_{B2}}\right)} = \frac{\sum\left(\frac{I_K}{L_K}\right)}{\sum\left(\frac{I_B}{L_B}\right)} \qquad (3.6\text{-}4)$$

dengan G adalah nilai kondisi ujung/joint kolom, I adalah inersia penampang

Kemudian koefisien panjang efektif K dari kolom didapatkan dengan menghubungkan nilai G ujung atas dan G ujung bawah elemen tekan pada nomogram gambar 3.3, dimana nomogram kondisi kolom bergoyang untuk (USF) dan nomogram kondisi kolom tidak bergoyang untuk (BSF). Selain itu terdapat ketentuan untuk kolom pondasi, dimana mempunyai nilai pendekatan untuk dukungan jepit G = 1,0 dan untuk dukungan sendi G = 10.



Gambar 3.3

(a) Nilai *k* untuk komponen struktur tak bergoyang, dan (b) untuk komponen struktur bergoyang. (Rancangan SNI)

Struktur kolom memperhitungkan pengaruh tekuk, dimana tekuk ini sangat dipengaruhi oleh kelangsingan dari penampang profil. Nilai parameter kelangsingan λc dihitung dengan persamaan (3.6-5).

$$\lambda c = \frac{K.L}{r.\pi}\sqrt{\frac{F_y}{E}} \qquad (3.6\text{-}5)$$

dengan λc = Nilai kelangsingan

K = koefisien panjang efektif

r = jari-jari girasi penampang

Tegangan kritis profil Fcr ditentukan dengan memperhitungkan besarnya nilai parameter kelangsingan λc.

Jika nilai $\lambda c \leq 1{,}5$ maka

$$Fcr = (0{,}658^{\lambda c^2}).Fy \qquad (3.6\text{-}6a)$$

Jika nilai $\lambda c > 1{,}5$ maka

$$Fcr = \left[\frac{0{,}877}{\lambda_c^2}\right].Fy \qquad (3.6\text{-}6b)$$

Kapasitas penampang tekan dihitung dengan persamaan (3.6-7).

$$\phi_c\, Pn = \phi_c . Ag . Fcr \qquad (3.6\text{-}7)$$

dengan ϕ_c = faktor reduksi kekuatan komponen tekan, yang nilainya 0,85

Ag = luas penampang bruto

Fcr = tegangan kritis penampang

Perencanaan kolom didasarkan pada kombinasi beban gaya tekan dan momen lentur dimana nilai interaksi antara komponen aksial dengan momen

lentur harus ≤ 1,0. Persamaan interaksi yang digunakan berdasarkan nilai rasio beban aksial tekan Pu dengan kapasitas tekan penampang ϕc Pn.

Jika $\frac{P_u}{\phi_c P_n} < 0{,}2$ maka,

$$\frac{P_{u.k}}{2\,\phi c\, P_n} + \left(\frac{M_{u.kx}}{\phi_b\, M_{n.kx}} + \frac{M_{u.ky}}{\phi_b\, M_{n.ky}} \right) \leq 1{,}0 \qquad (3.6\text{-}8a)$$

Jika $\frac{Pu}{\phi_c\, Pn} \geq 0{,}2$ maka,

$$\frac{P_{u.k}}{\phi_c\, P_n} + \frac{8}{9}\left(\frac{M_{u.kx}}{\phi_b\, M_{n.kx}} + \frac{M_{u.ky}}{\phi_b\, M_{n.ky}} \right) \leq 1{,}0 \qquad (3.6\text{-}8b)$$

dengan M_{uk} = momen ultimit kolom dari persamaan (3.6-1a) sampai dengan (3.6-1b),

M_{nk} = momen nominal kolom dihitung dengan persamaan (3.5-3) sampai dengan (3.5-13),

Perencanaan geser pada kolom hampir sama dengan balok, sehingga persamaan (3.5-17) dan (3.5-20) dapat dipakai. Yang membedakan di antara keduanya adalah gaya geser rencana kolom harus dicari dulu berdasarkan kapasitas balok yang terpasang. Gaya geser kolom dapat dicari menurut persamaan (3.6-9a) dan (3.6-9b).

$$V_{u.k} = \frac{M_{u.k}\,\text{bawah} + M_{u.k}\,\text{atas}}{h'_k} \qquad (3.6\text{-}9a)$$

tetapi tidak perlu lebih besar dari,

$$V_{u.k} = 1{,}2.V_D + 0{,}5.V_L + \mu.V_E \qquad (3.6\text{-}9b)$$

Setelah profil kolom direncanakan, maka cek prinsip desain *strong column and weak beam* harus dilakukan dengan mencari rasio momen tahanan dari kolom dan balok. Rasio tersebut dapat dicari dengan mengunakan persamaan (3.6-10).

$$\frac{\sum M_{pc}}{\sum M_{pb}} \leq 1{,}0 \qquad (3.6\text{-}10)$$

dimana ΣM_{pc} = jumlah momen kolom di bawah dan di atas sambungan pada pertemuan as kolom dan as balok,

$$\Sigma M_{pc} = \Sigma Z_{xc}(F_{yc} - \frac{P_{uc}}{A_g}) \qquad (3.6\text{-}11)$$

ΣM_{pb} = jumlah momen balok pada pertemuan as balok dan as kolom, dengan menjumlahkan proyeksi kuat lentur nominal balok di daerah sendi plastis ke as kolom,

$$\Sigma M_{pb} = \Sigma(1{,}1 \,.\, M_p + M_y) \qquad (3.6\text{-}12)$$

M_y = momen tambahan akibat amplifikasi gaya geser dari lokasi sendi plastis ke as kolom,

$$M_y = V_p \,.\, X \qquad (3.6\text{-}13)$$

V_p = gaya geser balok pada sendi plastis

X = jarak sendi plastis dari as kolom (lihat gambar 3.2)

3.7 Perencanaan Pengekang *(Bracing)*

Perencanaan *bracing* tekan tidak berbeda dengan kolom sehingga persamaan (3.6-5) sampai (3.6-7) dapat digunakan. Yang membedakan adalah penentuan nilai panjang efektif K. Pada struktur tekan nilai panjang efektif K untuk desain yang disarankan sebesar 1,0.

Untuk perencanaan komponen tarik pada *bracing* dapat digunakan persamaan (3.7-1) sampai (3.7-4). Pada perencanaan elemen tarik, pengaruh lubang pada sambungan harus diperhitungkan dalam menentukan kuat tarik dari penampang profil. Dalam hal ini digunakan sambungan baut, sehingga terdapat pengurangan luasan profil akibat lubang sambungan.

Terdapat dua kondisi yang berbeda dalam perencanaan.

1. Untuk kondisi leleh pada luas bruto penampang

$$\phi P_n = 0{,}9 \cdot F_y \cdot A_g \qquad (3.7\text{-}1)$$

2. Untuk kondisi fraktur pada luas tampang efektif

$$A_n = A_g - (t \cdot d_b) \qquad (3.7\text{-}2)$$

$$A_e = U.A_n \qquad (3.7\text{-}3)$$

$$\phi P_n = 0{,}75 \cdot F_u \cdot A_e \qquad (3.7\text{-}4)$$

dengan. A_e luas efektif profil, A_n luas bersih profil, F_u tegangan tarik maksimum profil baja, U faktor reduksi luas efektif (dengan U = 1). dan ϕ adalah faktor reduksi untuk kapasitas tarik penampang.

3.8 Perencanaan Balok Anak

3.8.1 Perhitungan Properti Elastis Penampang Komposit

$$E_c = 1750.\sqrt{F_C^{'}(Ksi)} \qquad (3.8\text{-}1)$$

Rasio modular

$$n = \frac{E_s}{E_c} \qquad (3.8\text{-}2)$$

Lebar efektif slab beton untuk balok interior merupakan nilai terkecil dari:

$$b_E \leq \tfrac{1}{4}.L \tag{3.8-3}$$

$$b_E \leq 16\ ts + bf \tag{3.8-4}$$

$$bE \leq bo \tag{3.8-5}$$

Lebar sayap beton ekuivalen, $\frac{b_E}{n}$ (3.8-6)

Luas baja transformasi,

$$A_{tr} = (b_E/n\ .\ ts) + A_s \tag{3.8-7}$$

Letak garis netral komposit terhadap sisi atas

$$Ya = \frac{((\frac{bE}{n}.ts).0{,}5ts) + (As.((0{,}5ds) + ts))}{(\frac{bE}{n}.ts) + As} \tag{3.8-8}$$

$$Yb = ds + ts - Ya \tag{3.8-9}$$

Momen inersia penampang komposit

$$I_{tr} = Ix_s + A_s.Y_2^2 + Ix_{cr} + A_{cr}.Y_1^2 \tag{3.8-10}$$

3.8.2 Kapasitas Lentur Nominal Balok Komposit

Kontrol rasio tinggi terhadap tebal badan profil dengan persamaan

$$\lambda = \frac{h_c}{t_w} \leq \lambda p = \frac{640}{\sqrt{F_y(ksi)}} \tag{3.8-11a}$$

Gaya desak beton, $C = 0{,}85.F_c'.b_E.a$ (3.8-11b)

Gaya tarik penampang baja, $T = A_s\ .\ F_y$ (3.8-12)

Kesetimbangan gaya dalam $C = T$ (3.8-13)

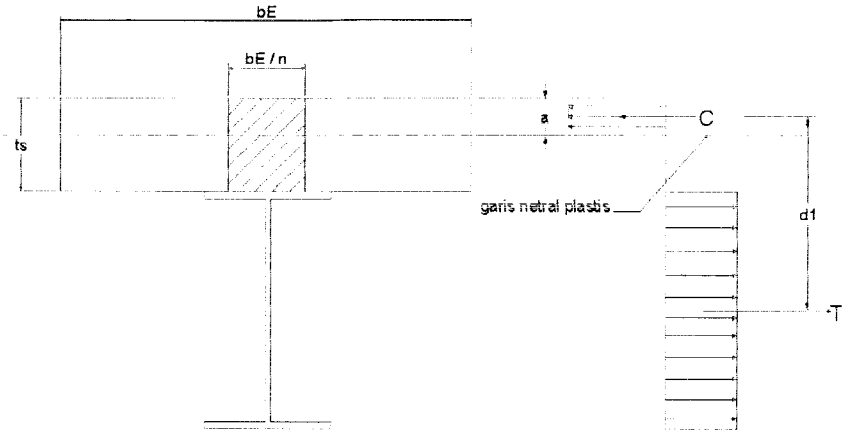
$$0{,}85.F_c'.b_E.a = A_s\ .\ F_y$$

Sehingga nilai a dapat dicari berdasarkan blok tegangan yang terjadi

$$a = \frac{A_s.F_y}{0{,}85.F_c'.b_E} \tag{3.8-14}$$

Kapasitas nominal balok komposit

Apabila a < ts , maka garis netral plastis ada di beton

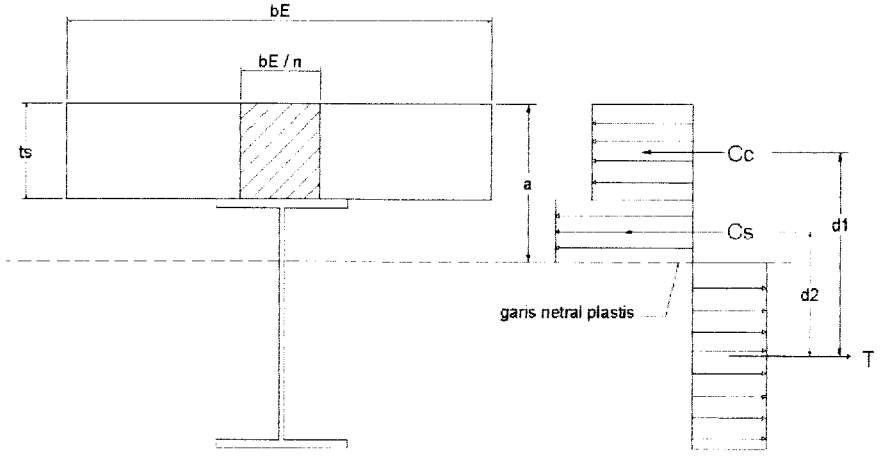


Gambar 3.4 Diagram tegangan plastis dengan gn plastis di beton

$$M_n = C.d_1 = T.d_1 \tag{3.8-15}$$

$$\phi_b M_n \geq M_u \tag{3.8-16}$$

Apabila a > ts , maka garis netral plastis ada di baja



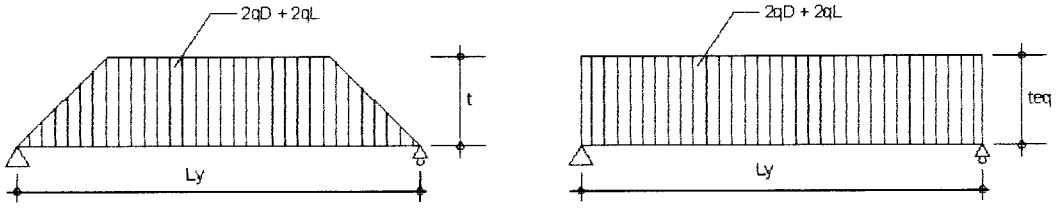
Gambar 3.5 Diagram tegangan plastis dengan gn plastis di baja

$$M_n = Cc.d_1 + Cs.d_2 \tag{3.8-17}$$

Cek $\phi_b M_n \geq M_u$ dengan persamaan (3.8-16)

3.8.3 Kontrol Terhadap Lendutan

Balok Komposit yang telah didisain harus dikontrol besarnya lendutan yang terjadi. Besarnya lendutan sangat tergantung pada beban-beban yang bekerja pada balok tersebut. Perhitungan beban merata equivalen dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.8-18 sampai 3.8-21.



Gambar 3.6 Distribusi Beban Plat

Lx = sisi terpendek dari pelat

$$t = 0{,}5.Lx \tag{3.8-18}$$

$$t_{eq} = t - \frac{4.t^3}{3.L_y^{\ 2}} \tag{3.8-19}$$

$$q_D = t_{eq}.Q_D \tag{3.8-20}$$

$$q_L = t_{eq}.Q_L \tag{3.8-21}$$

$$q_{total} = 2q_D + 2q_L + q_s \tag{3.8-22}$$

Lendutan yang terjadi pada balok komposit

1. Apabila pada pelaksanaan terdapat dukungan

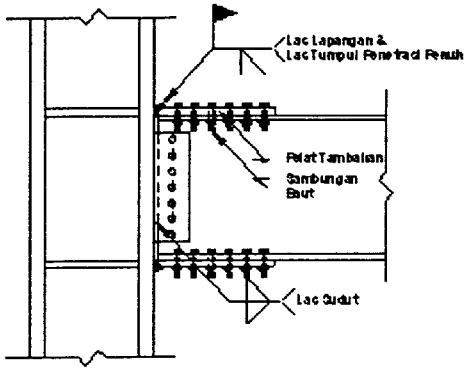
$$\Delta_{max} = \frac{5}{384}.\frac{q_{total}.L^4}{E_s.I_{Kmp}} < \frac{L}{360} \tag{3.8-23}$$

2. Apabila pada pelaksanaan tanpa dukungan

$$q_{mati} = q_D + q_s \tag{3.8-24}$$

$$\Delta_{baja} = \frac{5}{384}.\frac{q_{mati}.L^4}{E_s.I_s} \tag{3.8-25}$$

3.9 Perencanaan Sambungan Balok-Kolom



Gambar 3.7 Rencana Sambungan *Flange Bolted Connection*

a. Sambungan menahan tarik/ desak.

Untuk menjamin mekanisme transfer beban dari balok ke kolom, sambungan harus mampu menahan gaya yang besar ketika terjadi gempa, terutama pada daerah dimana sendi plastis diharapkan terjadi. Momen plastis yang terjadi pada balok akan didistribusikan menjadi tegangan tarik dan tekan pada sayap balok sebesar :

$$T_u = \frac{M_f}{0{,}95d} \qquad (3.9\text{-}1)$$

dimana T_u adalah kuat tarik/tekan terfaktor, M_f adalah momen plastis yang terjadi pada muka kolom.

Sedangkan badan balok akan menahan gaya geser (V_f) sebesar :

$$V_f = \frac{2.M_f}{L_n} + V_g \qquad (3.9\text{-}2)$$

dimana V_f adalah gaya geser pada *flens* kolom, M_f momen plastis balok pada muka kolom, V_g gaya geser akibat beban grafitasi yang terjadi pada balok, dan L_n adalah bentang bersih balok.

Pada umumnya elemen tarik dapat mengalami retak akibat pelelehan pada penampang bruto, maupun retakan pada penampang bersihnya. Sehingga disain plat sambung (*flange plate*) dapat digunakan persamaan (3.7-1) sampai (3.7-4), dengan mengganti gaya aksial nominal P_n dengan kuat nominal penyambung R_n, dimana nilai U unuk plat sambung diambil sama dengan 1.

Untuk menghindari kegagalan tumpu pada masing-masing elemen yang disambung, kuat tumpu elemen yang paling kritis (sayap balok/*flange plate*) harus lebih besar dari tegangan yang terjadi, yakni sebesar :

$$\phi R_n = \phi \cdot 2{,}4 \cdot F_u \cdot d_b \cdot t \geq V_f \qquad (3.9\text{-}3)$$

dimana ϕ = koefisien reduksi yang diambil sebesar 0,75

Cek blok geser pada bagian yang paling kritis dalam menahan beban :

$$\phi R_n \geq T_u \qquad (3.9\text{-}4)$$

dimana ϕ = koefisien reduksi yang diambil sebesar 0.75

R_n = kuat nominal penyambung yang nilainya tergantung pada kondisi,

apabila $F_u \cdot A_{nt} > 0{,}6 \cdot F_u \cdot A_{ns}$,

$$R_n = 0{,}6.F_y.\ A_{vg} + F_u.\ A_{nt} \qquad (3.9\text{-}5a)$$

atau apabila $F_u \cdot A_{nt} < 0{,}6 \cdot F_u \cdot A_{ns}$,

$$R_n = 0{,}6.\ F_u.\ A_{ns} + F_y.\ A_{tg} \qquad (3.9\text{-}5b)$$

A_{vg} = luas *bruto* yang mengalami pelelehan geser

A_{tg} = luas *bruto* yang mengalami pelelehan tarik

A_{ns} = luas *netto* yang mengalami retakan geser

A_{nt} = luas *netto* yang mengalami retakan tarik

b. Sambungan yang menahan geser

Kekuatan satu baut dalam menahan beban :

$$\phi R_n = \phi \,.\, (0{,}6 \,.\, F_u^b) \,.\, m \,.\, A_b \qquad (3.9\text{-}6)$$

dimana ϕ = koefisien reduksi sebesar 0,75

m = banyaknya bidang geser pada baut

A_b = luas penampang lintang baut

penyusunan letak baut pada plat digunakan untuk disain panjang plat geser yang dibutuhkan, dengan cara coba-coba tentukan tebal plat geser yang dibutuhkan, dimana plat geser harus dikontrol terhadap :

geser leleh pada plat :

$$\phi R_n = \phi \,.(0{,}6 \,.\, F_y).\, A_g \geq V_f \qquad (3.9\text{-}7)$$

dimana ϕ = koefisien reduksi yang nilainya 0,9

Geser fraktur pada plat :

$$\phi R_n = \phi \,.\, (0{,}6 \,.\, F_u) \,.\, A_n \qquad (3.9\text{-}8)$$

dimana ϕ = koefisien reduksi sebesar 0,75

Kekutan las sambung antara plat geser ke sayap kolom ditentukan dengan, resistensi geser melalui leher las sebesar :

$$\phi R_{nw} = \phi.(0{,}6 \,.\, F_{Exx}).t_e \qquad (3.9\text{-}9a)$$

Tapi tidak perlu lebih besar dari kekuatan fraktur geser dari logam dasar sebesar,

$$\phi R_{nw} = \phi.(0{,}6 \,.\, F_u).t_{pl} \qquad (3.9\text{-}9b)$$

dimana F_{Exx} = kekuatan tarik elektroda las

t_e = dimensi leher efektif

t = tebal material dasar sepanjang las

3.10 Perencanaan Panel Zone

a. Perencanaan daerah tarik dan tekan

Untuk rangka baja yang menahan gaya dan deformasi berasal dari gempa yang besar (sistem rangka pemikul momen khusus-SRPMK), gaya yang terjadi pada *flens* balok akan ditransfer ke kolom sebesar,

$$P_{bf} = 1{,}8 \, . \, b_{fb} \, . \, t_{fb} \, . \, F_{yb} \qquad (3.10\text{-}1)$$

Apabila nilai dari $P_{bf} < \phi R_n$ maka dalam pelaksanaannya daerah tersebut tidak memerlukan pengaku (*stiffener*), dimana nilai ϕR_n ditentukan seperti persamaan di bawah ini :

1. Pelelehan sayap lokal

$$\phi R_n = \phi \, . \, 6{,}25 \, . \, t_{fc}^2 \, . \, F_{yc} \qquad (3.10\text{-}2a)$$

2. Pelelehan badan lokal

$$\phi R_n = \phi.(5k + t_{fb}).F_{yc}.t_{wc} \qquad (3.10\text{-}2b)$$

3. Pelipatan pelat badan

$$\phi R_n = \phi.135.t_{wc}^2.\left[1+3\left(\frac{t_{fb}}{d_c}\right)\left(\frac{t_{wc}}{t_{fc}}\right)^{1,5}\right]\sqrt{\frac{F_{yc}.t_{fc}}{t_{wc}}} \qquad (3.10\text{-}2c)$$

4. Tekuk tekan pelat badan

$$\phi R_n = \frac{\phi.4100.t_{wc}^3\sqrt{F_{yc}}}{d_c'} \qquad (3.10\text{-}2d)$$

dengan d_c = lebar badan kolom

d'_c = lebar badan bersih kolom, tebal sayap dikurangi dengan *radius fillet*,

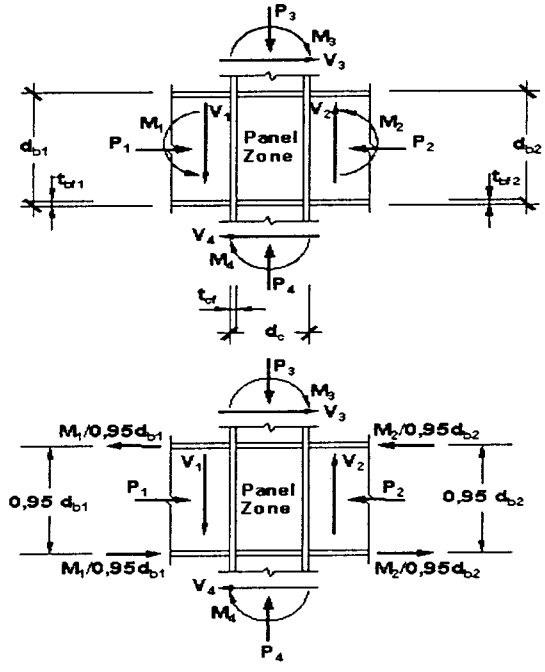
t_{fc} = tebal sayap kolom

t_{fb} = tebal sayap balok

t_{wc} = tebal badan kolom

b_{fb} = lebar sayap balok

b. Perencanan daerah geser



Gambar 3.8 Gaya Pada *Panel Zone*

Gaya geser pada *panel zone* adalah, V_u adalah:

$$V_u = \frac{M_1}{0{,}95d_{b1}} + \frac{M_2}{0{,}95d_{b2}} - V_c \qquad (3.10\text{-}3)$$

dimana V_c = gaya geser yang terjadi pada kolom

$$V_c = \frac{M_1\left(\frac{L_1}{L_{n1}}\right) + M_2\left(\frac{L_2}{L_{n2}}\right)}{h} \qquad (3.10\text{-}4)$$

Apabila hanya ada satu balok pada sayap kolom, maka persamaan (3.10-3) direduksi menjadi,

$$V_{up} = \frac{M_1}{0{,}95d_{b1}} - V_c \qquad (3.10\text{-}5)$$

Penggunaan *double plate* atau pengaku diagonal diperlukan apabila :

$$\phi R_v < V_{up}$$

dengan ϕR_v apabila kestabilan dari frame diperhatikan, ditentukan menurut persamaan di bawah ini :

1. Untuk $P_u \leq 0{,}75\ P_y$

$$\phi R_v = \phi\ 0{,}6.F_y.d_c.t_w.\left(1 + \frac{3.b_{cf}.t_{cf}^2}{d_b.d_c.t_w}\right) \qquad (3.10\text{-}5a)$$

2. Untuk $P_u > 0{,}75\ P_y$

$$\phi R_v = \phi 0{,}6.F_y.d_c.t_w.\left(1 + \frac{3.b_{cf}.t_{cf}^2}{d_b.d_c.t_w}\right)\left(1{,}9 - \frac{1{,}2.P_u}{P_y}\right) \qquad (3.10\text{-}5b)$$

dengan P_u = Gaya aksial kolom pada join yang bersangkutan

$$P_y = A\ .\ F_y \qquad (3.10\text{-}6)$$

Apabila diperlukan *double plate* dengan mengganti t_w pada persamaan (3.10-5a) atau (3.10-5b) dengan t_w+t_{dp}, dimana t_{dp} adalah tebal dari *double plate* maka tebal *double plate* dapat diketahui.

Apabila dalam perencanaan tidak diperlukan *double plate*, maka untuk menambah kapasitas geser yang besar pada *panel zone* selama terjadi beban

gempa, diperlukan tebal plat minimum yang dapat diperoleh dari persamaan (3.10-7) sebagai berikut:

$$t_z = \frac{(d_z + w_z)}{90} \qquad (3.10\text{-}7)$$

dimana t_z = tebal minimum *double plate*

d_z = panjang *panel zone* antar plat sambung (*flange plate*)

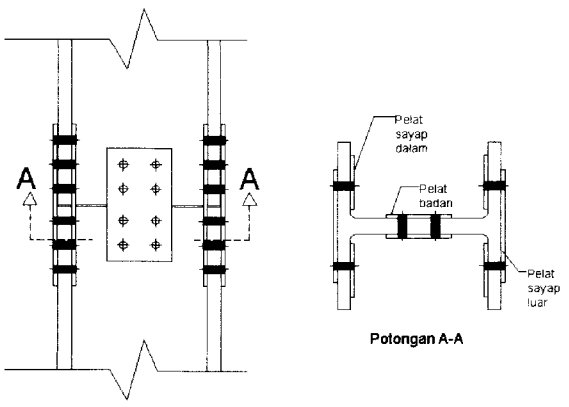
w_z = lebar panel zone di antara sayap kolom.

3.11 Perencanaan Sambungan Balok ke Balok

Untuk perencanaan sambungan balok ke balok mempunyai prinsip yang sama dengan sambungan geser pada sambungan balok ke kolom. Sehingga dapat digunakan persamaan (3.9-7) sampai dengan (3.9-10).

3.12 Perencanaan Sambungan Kolom

Sambungan kolom dilakukan karena adanya keterbatasan panjang profil yang tersedia dan perbedaan profil yang dipakai. Dalam perencanaanya sambungan dibagi menjadi dua, yaitu sambungan sayap dan sambungan badan.



Gambar 3.9 Sambungan Kolom

Sambungan sayap merupakan sambungan yang berada pada sayap kolom. Gaya pada sayap kolom diperoleh melalui persamaan (3.12-1)

$$T_{uf} = \frac{Mu,k}{0,95d} \tag{3.12-1}$$

Dimana T_{uf} gaya pada tiap sayap kolom, Mu,k adalah momen kolom, dan d merupakan tinggi profil kolom.

Jumlah baut minimum yang diperlukan pada sambungan diperoleh melalui persamaan (3.12-2).

$$n = \frac{T_{uf}}{\phi R_n} \tag{3.12-2}$$

Setelah jumlah baut diketahui, maka langkah selanjutnya adalah mendisain pelat sambung. Luas tampang dan tebal pelat sambung dapat dicari melalui persamaan (3.12-3) dan (3.12-4).

$$A_g = \frac{T_{uf}}{2.0,9.F_y} \tag{3.12-3}$$

$$t_{min} = \frac{A_g}{lebar\ pelat} \tag{3.12-4}$$

Kemudian kontrol kekuatan pelat sambung dengan persamaan (3.12-5).

$$\phi Rn = \phi \,.\, F_u \,.\, A_{nt} \tag{3.12-5}$$

Kuat tumpu pelat sambung dapat digunakan persamaan (3.9-3).

Sambungan badan merupakan sambungan yang berada pada badan kolom. Gaya pada badan kolom diperoleh melalui persamaan (3.12-6).

$$P_{uw} = \frac{Pu,k.A_w}{A} \tag{3.12-6}$$

Disain jumlah baut dan pelat sambung sama dengan sambungan pada sayap, sehingga persamaan (3.12-2) sampai (3.12-4) dapat digunakan.

Setelah jumlah baut dan pelat sambung diketahui, maka perlu dikontrol kekuatan sambungan dengan menggunakan persamaan (3.7-1) sampai (3.7-4).

3.13 Perencanaan Sambungan *Bracing*

Dalam perencanaan sambungan *bracing* gaya horizontal yang diperhitungkan hanya gaya tarik saja, hal ini dikarenakan sambungan bracing dianggap mampu menahan gaya tekan yang terjadi. Gaya tarik yang terjadi kemudian didistribusikan ke sayap dan badan *bracing.*

Distribusi gaya pada *brace* berdasarkan luas sayap dan badan dapat dihitung menurut persamaan (3.13-1) dan (3.13-2).

Gaya pada sayap,

$$P_{uf} = \frac{P_u.(b_f.t_f)}{A} \qquad (3.13\text{-}1)$$

Gaya pada badan,

$$P_{uw} = P_u - 2P_{uf} \qquad (3.13\text{-}2)$$

Prosedur disain sambungan bracing dapat dibagi menjadi enam tahapan, yaitu :

1). Disain sambungan sayap-brace-ke-pelat sambung *(brace-flange-to-gusset).*

Kebutuhan baut minimal untuk menahan geser pada sayap dapat dihitung dengan persamaan (3.13-3).

$$n_{min} = \frac{P_{uf}}{\phi R_n} \qquad (3.13\text{-}3)$$

Kuat tumpu sayap *brace* dapat dihitung dengan persamaan (3.9-3).

Untuk menjamin kekuatan pelat sambung, maka pelat sambung harus dikontrol menurut persamaan (3.7-1) sampai dengan (3.7-4), dengan mengganti ϕP_n dengan ϕRn.

2). Disain sambungan badan-ke-pelat (*brace-web-to-gusset*)

Kebutuhan baut minimum dapat dicari dengan persamaan (3.13-3).

Untuk kuat tumpu dapat digunakan persaman (3.9-3), sedangkan kontrol kekuatan baut dapat digunakan persamaan (3.7-1) sampai (3.7-4) dengan mengganti ϕP_n dengan ϕRn.

3). Disain pelat sambung (*gusset*)

Kuat tumpu rencana tiap lubang baut dihitung dengan persamaan (3.9-3).

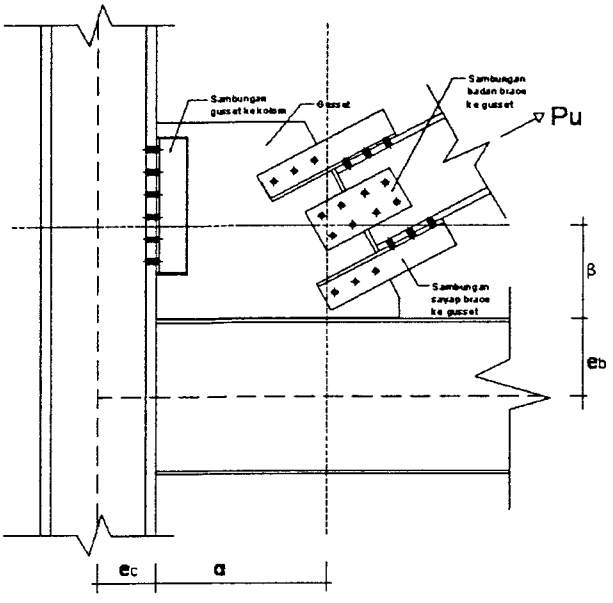
Pengecekan geser blok akibat transfer gaya dari badan dan gaya total dicari dengan persamaan (3.9-5a) atau (3.9-5b).

Kontrol kuat tarik leleh pada daerah pertemuan *brace* dengan pelat sambung dapat dicari menurut persamaan (3.13-4)

$$\phi R_n = \phi \, . \, F_y \, . \, A_w \qquad (3.13\text{-}4)$$

4). Distribusi gaya *brace* ke kolom dan balok.





Gambar 3.10 Rencana Sambungan Bracing

Kalkulasi gaya pada pelat sambung dapat dicari dengan persamaan (3.13-5) sampai (3.13-9).

$$r = \sqrt{(\alpha + e_c)^2 + (\beta + e_b)^2} \tag{3.13-5}$$

Distribusi gaya pada sambungan pelat-ke-kolom

$$H_{uc} = \frac{e_c}{r} P_u \tag{3.13-6}$$

$$V_{uc} = \frac{\beta}{r} P_u \tag{3.13-7}$$

Distribusi gaya pada sambungan pelat-ke-balok

$$H_{ub} = \frac{\alpha}{r} P_u \tag{3.13-8}$$

$$V_{ub} = \frac{e_b}{r} P_u \qquad (3.13\text{-}9)$$

5). Disain sambungan pelat-ke-kolom *(gusset to column)*

Gaya tarik dan geser tiap baut dapat dicari melalui persamaan (3.13-10) dan (3.13-11).

$$r_{ut} = \frac{H_{uc}}{n} \qquad (3.13\text{-}10)$$

$$r_{uv} = \frac{V_{uc}}{n} \qquad (3.13\text{-}11)$$

Kontrol kuat disain baut terhadap geser dan tarik dengan persamaan (3.13-12) sampai (3.13-13).

$$F_t = 117 - 1{,}9fv \leq 90 \text{ Ksi} \qquad (3.13\text{-}12)$$

$$\phi r_n = \phi F_t \,.\, A_b \geq r_{ut} \qquad (3.13\text{-}13)$$

$$\phi R_n = \phi \,.\, 2{,}4 \,.\, d_t \,.\, F_u \geq \phi r_n \qquad (3.13\text{-}14)$$

6). Disain sambungan pelat-ke-balok *(gusset to beam)*

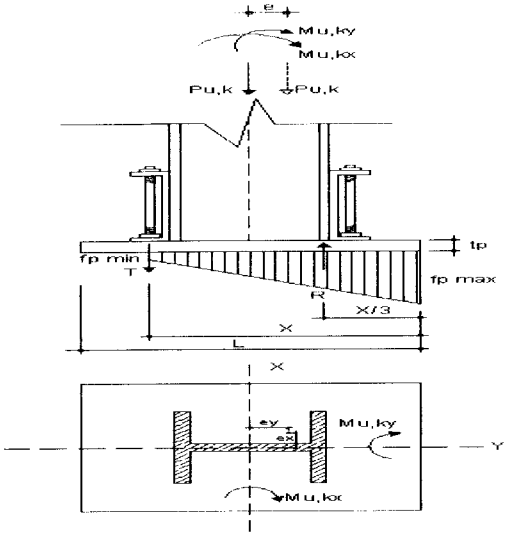
Gaya tarik dan geser tiap baut dapat dicari melalui persamaan (3.13-15) dan (3.13-16).

$$r_{ut} = \frac{V_{ub}}{n} \qquad (3.13\text{-}15)$$

$$r_{uv} = \frac{H_{ub}}{n} \qquad (3.13\text{-}16)$$

Untuk disain plat *gusset* ke sayap balok dan ke kolom digunakan sambungan dengan las, maka kontrol kekuatan las digunakan persamaan (3.9-9).

3.14 Perencanaan Pelat Dasar Kolom



Gambar 3.11 Analisis pelat dasar kolom

Eksentrisitas akibat momen :

$$e_y = \frac{Mu,k_x}{Pu,k} \qquad (3.14\text{-}1)$$

$$e_x = \frac{Mu,k_y}{Pu,k} \qquad (3.14\text{-}2)$$

Akibat eksentrisitas terjadi pembesaran gaya aksial, maka diberi sayap tambahan. Jika e > ½ d_c , diasumsikan resultan reaksi distribusi segitiga (R) bekerja pada pusat flens, sehingga

$$P_u = R + P_{u,k} + T$$

kesetimbangan momen pada pusat flens :

$$P_{u,k}\left(e_y - {}^{d_c}\!/_2 + {}^{t_f}\!/_2\right) + P_{u,k}.e_x = T\left(d_c + {}^{100}\!/_2 - {}^{t_f}\!/_2\right) \qquad (3.14\text{-}3)$$

Jika e < ½ d_c , diasumsikan resultan reaksi distribusi segitiga (R) bekerja pada pusat flens, sehingga

$$P_u = R = T$$

kesetimbangan momen pada pusat gaya aksial T :

$$P_{u,k}\left(d_c/2 + 100/2 + e_y\right) + P_{u,k}.e_x = R\left(d_c - t_f/2 + 100/2\right) \quad (3.14\text{-}4)$$

Cek kapasitas sayap kolom

$$\phi\ (½\ F_p\ .\ X\ .\ B) = Pu \quad (3.14\text{-}5)$$

dengan F_p adalah tegangan tekan beton yang nilainya sebesar 0,85 . f_c'

$$m = \frac{N - 0{,}95.d_f}{2} \quad (3.14\text{-}6)$$

$$n = \frac{B - 0{,}80.b_f}{2} \quad (3.14\text{-}7)$$

cek kapasitas penumpu (pedestal)

$$\phi P_p \geq P_u \quad (3.14\text{-}8)$$

$$\phi P_p = \phi_e\ .\ F_p\ .\ A \quad (3.14\text{-}9)$$

Tegangan pada ujung pelat,

$$fp = \frac{Pu}{B.L} \pm \frac{Mu,kx}{1/6.BL^2} \pm \frac{Mu,ky}{1/6.B^2L} \leq F_p \quad (3.14\text{-}10)$$

Batas pelelehan untuk lentur pada pelat menghendaki

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$\phi M_n = \phi M_p = \phi_b\ .\ Z\ .\ F_y = 0{,}9\ .(B\ .\ t_p^2/4)\ .\ Fy \geq M_u$$

Tebal pelat yang diperlukan dihitung dengan persamaan :

$$t_p = \sqrt{\frac{4.M_u}{0,9.B.F_y}} \qquad (3.14\text{-}11)$$

Gaya tarik pada angkur

$$T = \frac{Mu,k}{d} \qquad (3.14\text{-}12)$$

Jumlah angkur minimum yang diperlukan :

$$n = \frac{T}{\phi T_n} \qquad (3.14\text{-}13)$$

Dengan ϕT_n adalah kapasitas tarik satu angkur.

3.15 Perencanaan Pedestal (kaki kolom)

Pedestal kolom direncanakan mempunyai dimensi yang sama dengan pelat dasar kolom dan ketinggian lebih besar atau sama dengan kedalaman baut angkur.

Tulangan longitudinal

Rasio tulangan pakai, ρ =1 %

$$A_{st} = 0,01.\ A_g \qquad (3.15\text{-}1)$$

Jumlah tulangan longitudinal :

$$n = \frac{A_{st}}{A_{1\phi}} \qquad (3.15\text{-}2)$$

Tulangan sengkang :

$$V_s = \frac{V_{u,k\ pakai}}{\phi} \qquad (3.15\text{-}3)$$

$$S = \frac{n.A_1\phi.F_y.d}{V_s} \qquad (3.15\text{-}4)$$

3.16 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

Dalam merencanakan pondasi tiang, perlu diketahui terlebih dahulu daya dukung tiang yang direncanakan. Dikarenakan tidak adanya data sondir tanah, maka dalam tugas akhir ini diambil daya dukung tiang, Q_u = 650 KN = 65 Ton.

Penentuan jumlah tiang dilakukan dengan coba-coba sampai ditemukan konfigurasi jumlah tiang yang cocok. Setelah ditemukan jumlah tiang yang diperlukan, kemudian dapat dihitung efisiensi tiang dengan persamaan (3.16–1).

Efisiensi tiang berdasarkan *Converse – Laberre Formula* :

$$E_g = 1 - \text{arctg}\ \frac{d}{s}\left(\frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn}\right) \qquad (3.16\text{-}1)$$

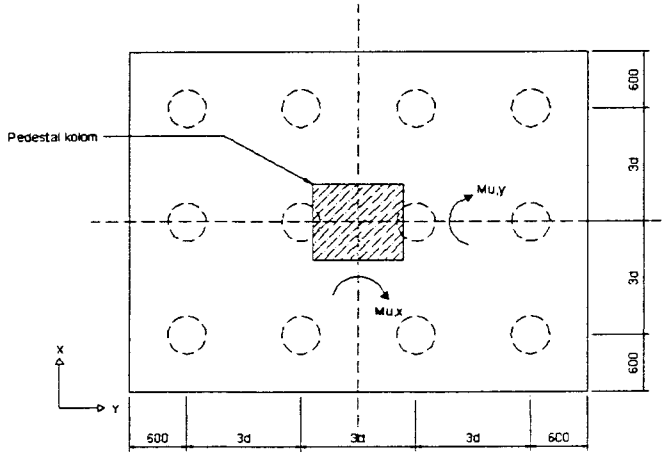
Dengan E_g adalah Efisiensi tiang

d adalah diameter tiang

s adalah jarak antar tiang

n adalah jumlah baris dalam konfigurasi tiang

m adalah jumlah tiang dalam sebaris



Gambar 3.12 Konfigurasi kelompok tiang pancang

Setelah didapatkan konfigurasi yang tepat, kemudian dihitung beban servis yang diterima oleh kelompok tiang.

$$\Sigma P = P + \text{berat pile cap} + \text{berat pedestal} + \text{berat tanah urug} \quad (3.16\text{-}2)$$

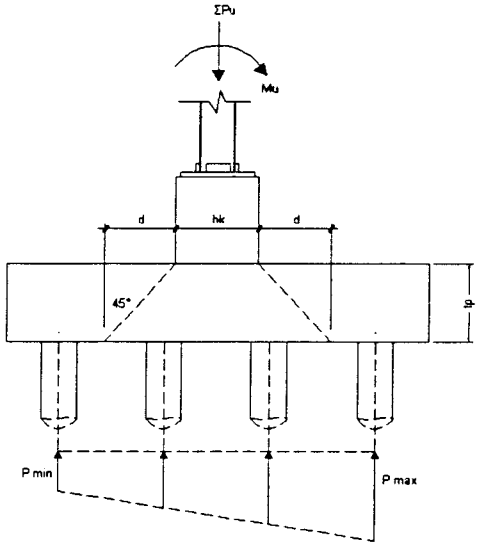
$$\Sigma P_u = 1{,}05.\ \Sigma P \quad (3.16\text{-}3)$$

Beban pada konfigurasi tiang :

$$P_{max} = \frac{\Sigma P_u}{n} + \frac{Mu,x.Y\max}{nx.\Sigma Y^2} + \frac{Mu,y.X\max}{ny.\Sigma X^2} \le Q_u.E_g \quad (3.16\text{-}4)$$

$$P_{min} = \frac{\Sigma P_u}{n} - \frac{Mu,x.Y\max}{nx.\Sigma Y^2} - \frac{Mu,y.X\max}{ny.\Sigma X^2} \quad (3.16\text{-}5)$$

Dimana Mu,x momen searah sumbu y, Mu,y momen searah sumbu x, X max jarak tiang terjauh dalam arah sumbu x, Ymax jarak tiang terjauh dalam arah sumbu y, nx jumlah tiang sebaris dalam arah sumbu x, ny jumlah tiang sebaris dalam arah sumbu y, ΣX^2 jumlah jarak tiang kuadrat searah sumbu x, dan ΣY^2 jumlah jarak tiang kuadrat searah sumbu y.



Gambar 3.13 Reaksi tiang pancang akibat gaya aksial dan momen

Kontrol terhadap geser satu arah (sejauh d)

$$d = tp - pb - 0{,}5.\ \phi tul \qquad (3.16\text{-}6a)$$

$$Vu = \Sigma\ n.P_{max} \qquad (3.16\text{-}6b)$$

$$Vc = \tfrac{1}{6}\sqrt{fc'}.b.d \qquad (3.16\text{-}6c)$$

$$\phi Vc \geq Vu \qquad (3.16\text{-}6d)$$

Kontrol terhadap geser dua arah (sejauh d/2)

$$Vu = \Sigma\ n.P \qquad (3.16\text{-}7a)$$

$$bo = 2.(hc + d) + 2.(bc + d) \qquad (3.16\text{-}7b)$$

$$\beta o = 1/0.85 = 1{,}18 \qquad (3.16\text{-}7c)$$

$$Vc = \left(1 + \frac{1}{\beta o}\right)\left(\frac{\sqrt{fc'}}{6}\right)bo.d \qquad (3.16\text{-}7d)$$

$$Vc = 0{,}33.\sqrt{fc'}.bo.d \qquad (3.16\text{-}7e)$$

$\phi Vc \geq Vu$; Vc diambil yang terkecil dari persamaan (3.16-7d) dan (3.16-7e)

Penulangan lentur

Sebelum menghitung penulangan lentur, perlu dicari terlebih dulu besarnya beban max *(ultimit)*, P_{ul} yang diterima satu tiang.

$$P_{ul} = Pmax \qquad (3.16\text{-}8)$$

$$\frac{Mu}{\varphi} = 0{,}85.fc'.a.b\left(d - \frac{a}{2}\right) \qquad (3.16\text{-}9)$$

$$As\ perlu = \frac{0{,}85.fc'.a.b}{F_y} \qquad (3.16\text{-}10)$$

$$As\ min = \frac{1{,}4}{F_y}.b.d \qquad (3.16\text{-}11)$$

Jarak antar tulangan didapat dengan persamaan

$$S = \frac{A_{1\phi}.1000}{As_{pakai}} \qquad (3.16\text{-}12)$$

$$As_{ada} = \frac{A_{1\phi}.1000}{S_{pakai}} \geq As_{pakai} \qquad (3.16\text{-}13)$$

Kemudian kontrol kapasitas tulangan pelat dengan persamaan

$$a = \frac{As_{ada}.F_y}{0{,}85.fc'.b} \qquad (3.16\text{-}14)$$

$$M_n = As_{ada} . F_y .(d - a/2) \qquad (3.16\text{-}15)$$

$$\phi M_n \geq M_u \qquad (3.16\text{-}16)$$

Tulangan susut

$$A_{st} = 0{,}002.b.tp \qquad (3.16\text{-}17)$$

Jarak tulangan susut dapat dicari dengan menggunakan persamaan (3.16-12)

BAB IV

METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah suatu rangkaian pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari jawaban atas suatu permasalahan yang diuraikan menurut suatu tahapan yang sistematis.

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi objek penelitian direncanakan berada pada daerah gempa VI yang terletak di atas lapisan tanah keras (SNI 03-1726-2000).

4.2 Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan dalam tugas akhir ini meliputi data struktur dan data beban gempa. Data struktur diperoleh dari pemodelan pada program bantu analisis struktur, suatu struktur portal baja tahan gempa dengan penambahan pengaku (*bracing*) yang dipasang pada beberapa tingkat sekaligus (*global bracing*) dan struktur portal baja tahan gempa tanpa menggunakan pengaku. Beban gempa dihitung berdasarkan metode pendekatan statik ekuivalen dan dinamis riwayat waktu (*time history*).

4.3 Model Struktur

Model struktur yang digunakan adalah struktur portal baja bertingkat banyak dengan variasi antara lain,

1). Variasi tingkat terdapat lima jenis variasi, yaitu :

a) Portal baja 6 lantai,

b) Portal baja 10 lantai,

c) Portal baja 14 lantai,

d) Portal baja 18 lantai,

e) Portal baja 22 lantai.

2). Variasi bentuk pemasangan pengaku

a) Portal baja terbuka (*open frame).*

b) Portal baja dengan pengaku *global braced* tipe X.

3). Model variasi struktur

Model variasi struktur dapat dilihat pada lampiran berikut ini :

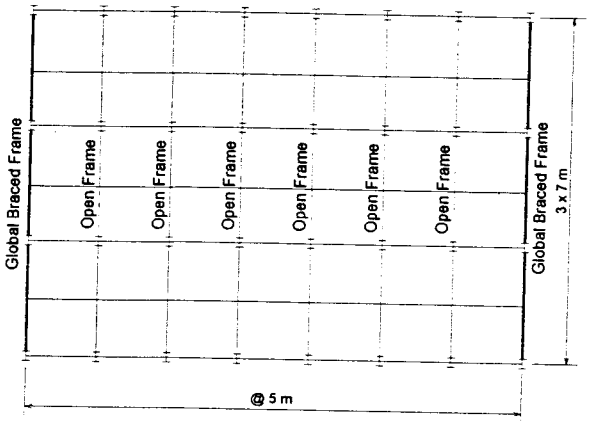
1.) Struktur portal baja 6 lantai – 3 bentang, 1 *global braced frame* menahan 2 *open frame*, dan 1 *global braced frame* menahan 3 *open frame*.

2.) Struktur portal baja 10 lantai – 3 bentang, 1 *global braced frame* menahan 2 *open frame*, dan 1 *global braced frame* menahan 3 *open frame*.

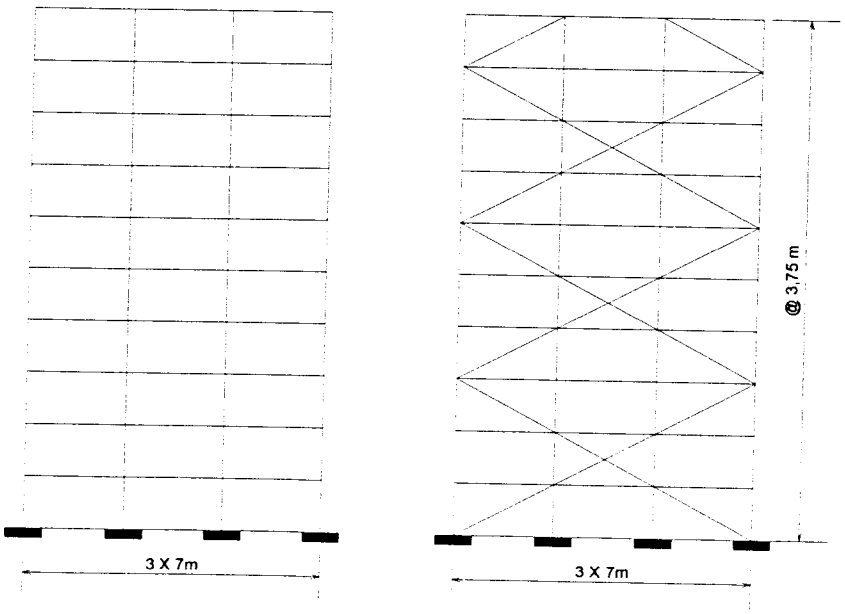
3.) Struktur portal baja 14 lantai – 3 bentang, 1 *global braced frame* menahan 2 *open frame*, dan 1 *global braced frame* menahan 3 *open frame*.

4.) Struktur portal baja 18 lantai – 3 bentang, 1 *global braced frame* menahan 2 *open frame*, dan 1 *global braced frame* menahan 3 *open frame*.

5.) Struktur portal baja 22 lantai – 3 bentang, 1 *global braced frame* menahan 2 *open frame*, dan 1 *global braced frame* menahan 3 *open frame*.



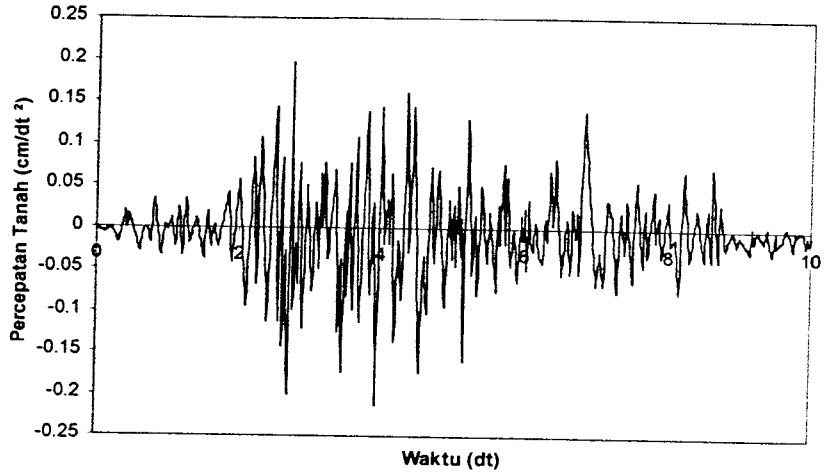
Gambar 4.1 Denah Struktur 1 *Global Braced Frame* Menahan 3 dan 4 *Open Frame*



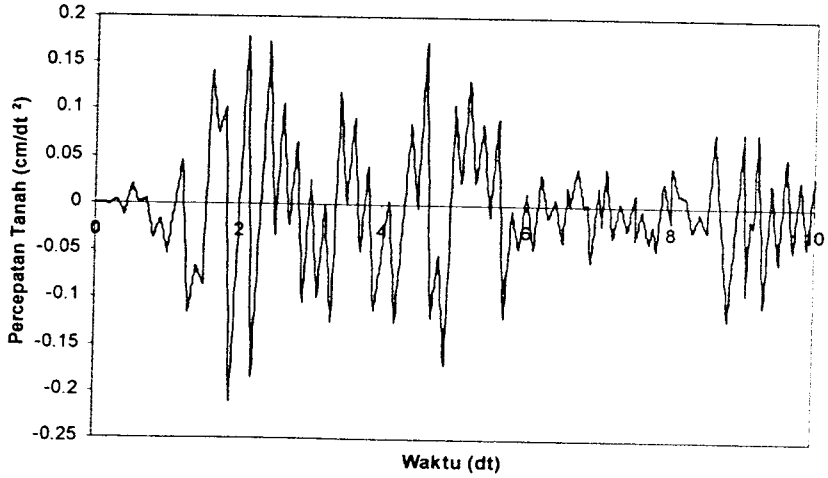
Gambar 4.2 Potongan Struktur Portal 3 Bentang *Open Frame* dan *Global Braced Frame* (masing-masing untuk 6,10, 14, 18, 22 tingkat)

4.4 Pembebanan Dinamik Riwayat Waktu *(Time History)*

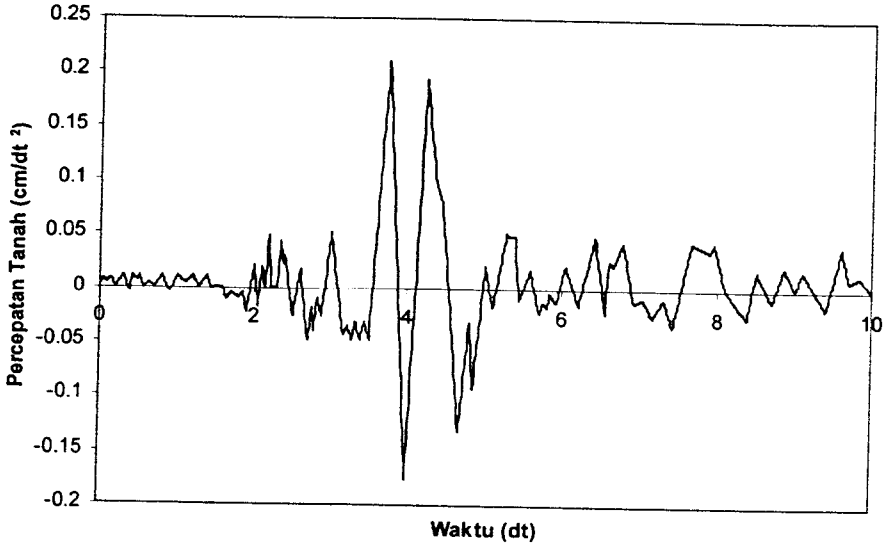
Pembebanan dinamik riwayat waktu yang digunakan memiliki percepatan maksimum yang sama. Besarnya skala pecepatan didasarkan pada analisis inelastik bangunan struktur baja open frame 15 lantai, dengan menggunakan percepatan gempa Elcentro.



Gambar 4.3 Gempa Koyna Skala Beban 38% Dengan Percepatan Maximum 207 cm/dt^2 (Daerah Gempa 6)



Gambar 4.4 Gempa El-Centro Skala Beban 66% Dengan Percepatan Maximum 207 cm/dt^2 (Daerah Gempa 6)



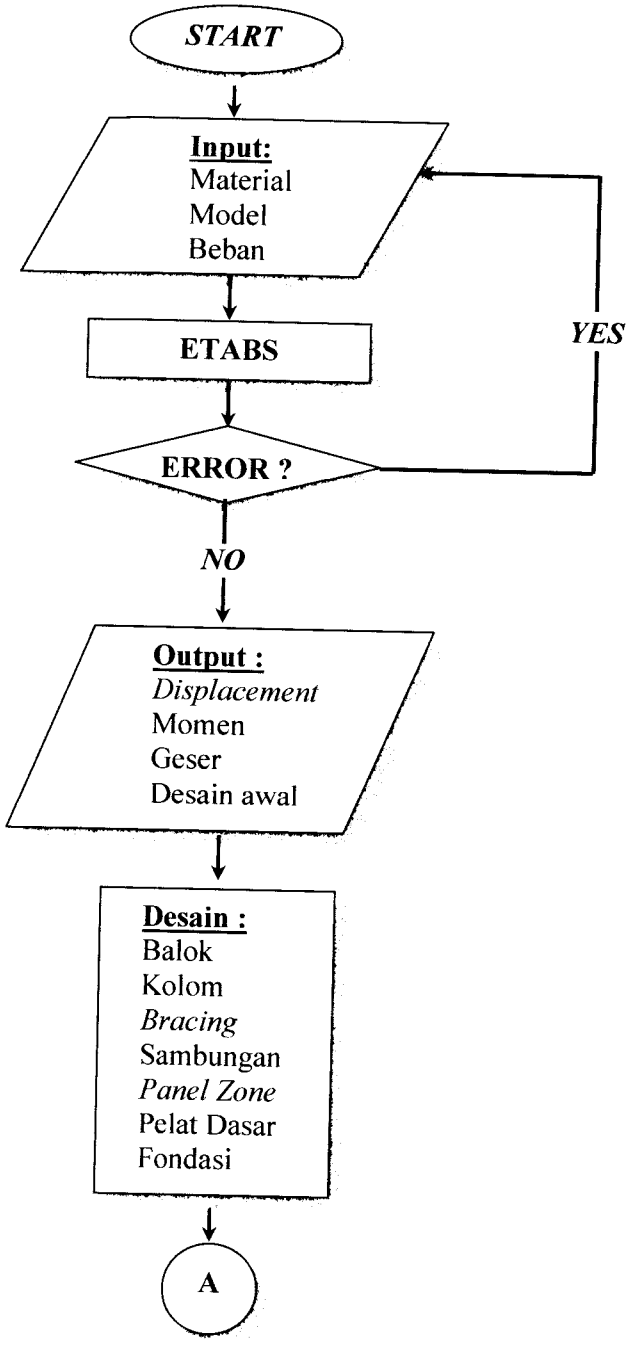
Gambar 4.5 Gempa Parkfield Skala Beban 44% Dengan Percepatan Maximum 207 cm/dt^2 (Daerah Gempa 6)

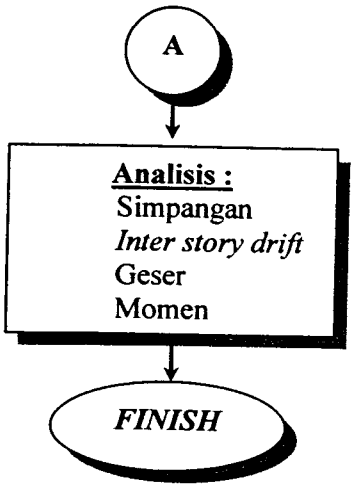
4.5 Bahan dan Pembebanan

1. Mutu baja yang dipakai adalah A36 dengan tegangan leleh Fy = 36 ksi dan modulus elastis (E_s) = 29000 ksi.
2. Mutu beton yang dipakai F_c'= 4 Ksi dan modulus elastis $E_c = 1750\sqrt{Fc'(ksi)}$.
3. Fungsi bangunan untuk gedung perkantoran.
4. Pembebanan struktur menggunakan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1987.
5. Beban gempa menggunakan beban horisontal metode statik ekivalen dan dinamis riwayat waktu *(time history)* yang mengacu pada SNI 03-1726-2000.

4.6 Tahapan Analisis

Pengolahan data dilakukan dengan langkah-langkah sesuai gambar 4.6 dan analisis menggunakan ETABS dengan pendekatan 3D





Gambar 4.6 Flow Chart Tahapan Analisis dan Desain

4.7 Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan Maret 2004 dan direncanakan selesai pada bulan Agustus 2004 sebagaimana dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Waktu Penelitian Tugas Akhir

No	Kegiatan	Bulan					
		Mar.	Apr.	Mei	Jun.	Jul.	Agt.
1	Pengumpulan Data dan Bahan						
2	Penyusunan Proposal						
3	Seminar Proposal						
4	Penyusunan dan Bimbingan TA						
5	Sidang						
6	Revisi						
7	Pendadaran						

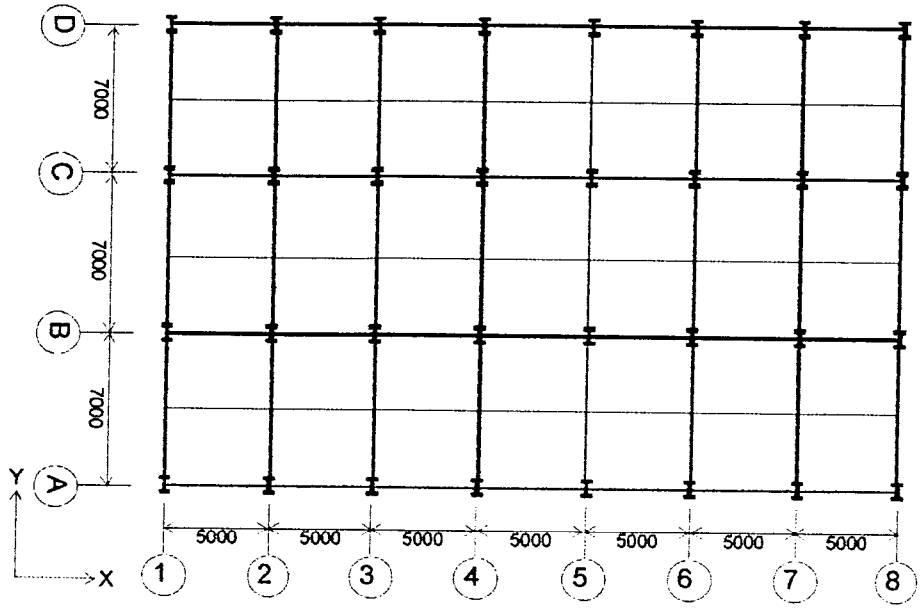
BAB V

APLIKASI DISAIN

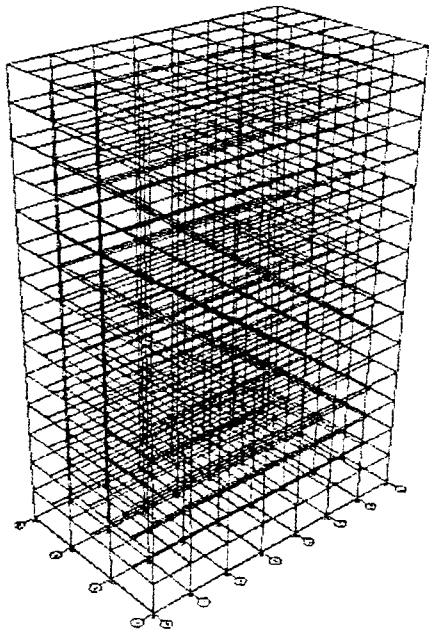
5.1 Pendahuluan

Analisis struktur untuk tahap pendisainan ini menggunakan model 3-D dengan variasi tingkat sebanyak 14 tingkat. Model disain yang digunakan adalah Rangka Bresing Biasa dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Baja untuk *braced steel frame* ***(BSF)*** dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Baja untuk *unbraced steel frame* ***(USF)***. Dasar pendisainan menggunakan AISC-LRFD *(American Institut Steel Design-Load and Resistant Factor Design)* 1993. Perencanaan gaya geser gempa didasarkan pada Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung SNI 03-1726-2000, dimana gaya geser gempa tersebut direncanakan menggunakan struktur baja daktil dengan tingkat daktilitas penuh. Untuk menjamin agar gedung berperilaku elastis maka perlu diambil nilai factor reduksi gempa (R) sebesar 6,5 untuk struktur BSF dan 8,5 untuk struktur USF. Tahap perencanaan kapasitas dimulai setelah dimensi elemen pemencar energi gempa diperoleh dari analisis perencanaan yang meliputi *"strength design"*. Kriteria batas *"limit state"* yang menjadi batasan selain kekuatan *(strength)* adalah simpangan

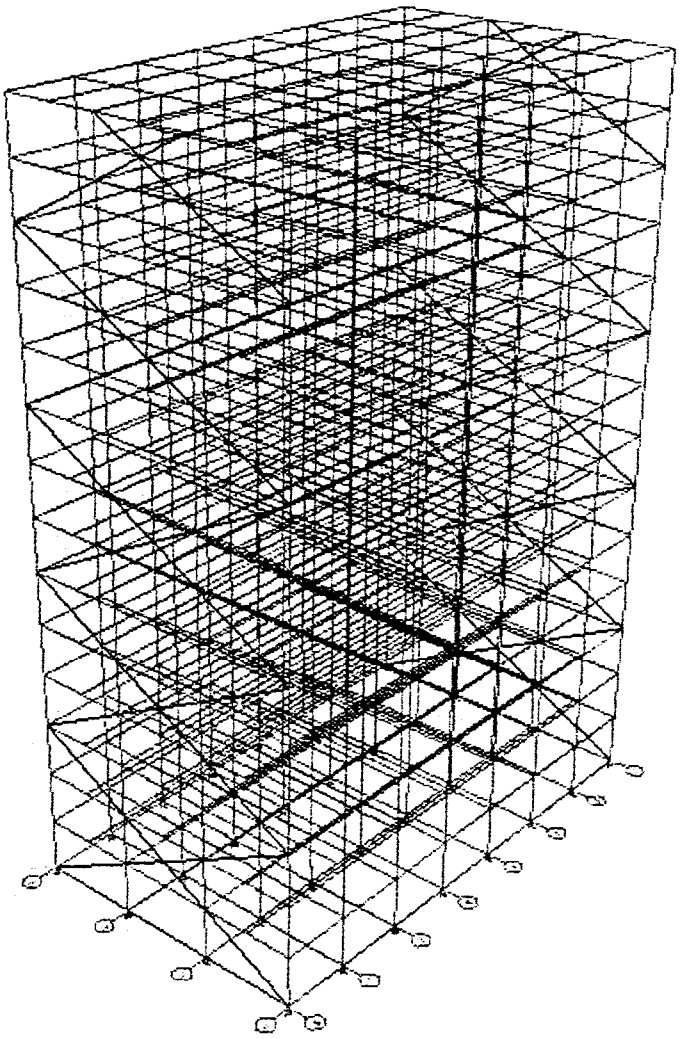
antar tingkat (*inter story drift*) yang diambil maksimal sebesar 0,005h (0,5%) atau setara dengan 20 mm.



Gambar 5.1 Denah Struktur Baja 14 Lantai



Gambar 5.2 Model 3-D Struktur USF

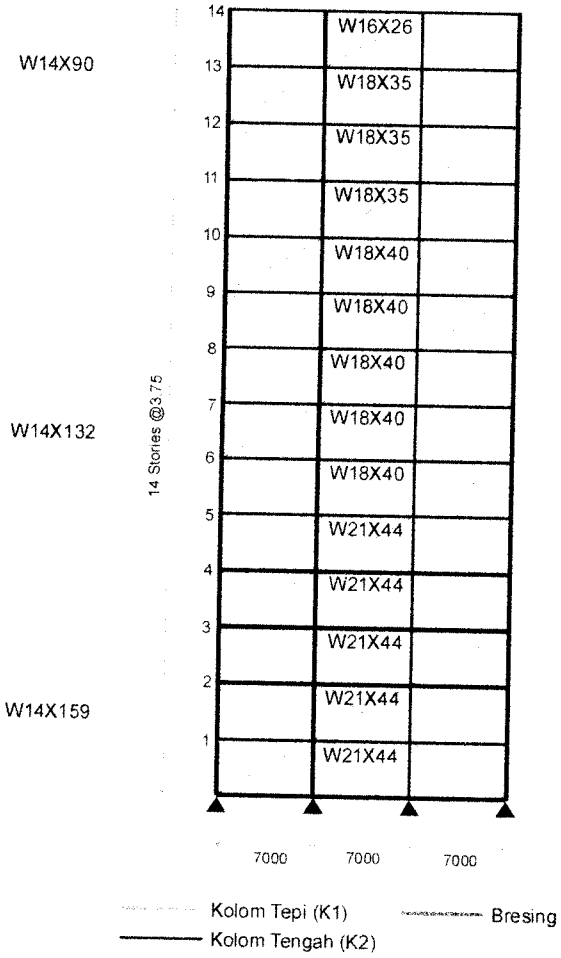


Gambar 5.3 Model 3-D Struktur BSF

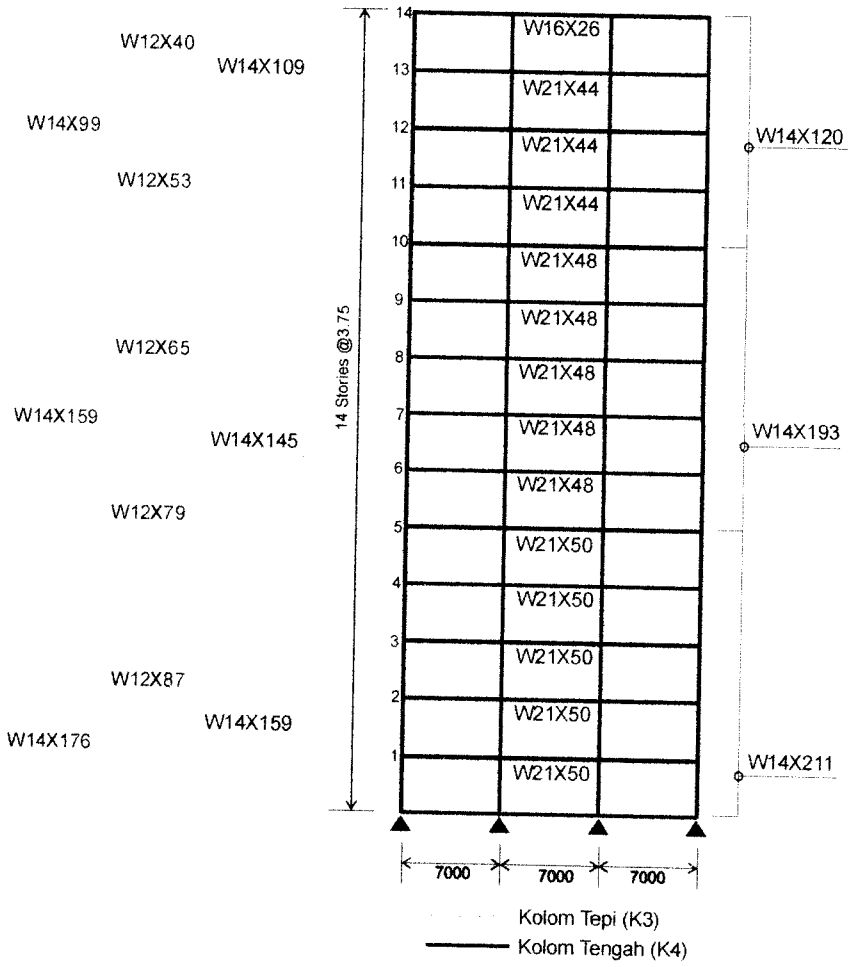
5.2 Pembebanan Struktur

5.2.1 Rencana Penempatan Elemen Struktur

Cara pemilihan profil untuk elemen struktur adalah dengan cara *trial and error*, dengan mempertimbangkan kekuatan elemen dan simpangan antar tingkat. Profil yang sudah dipilih tersebut kemudian didisain sesuai dengan kapasitasnya masing-masing.

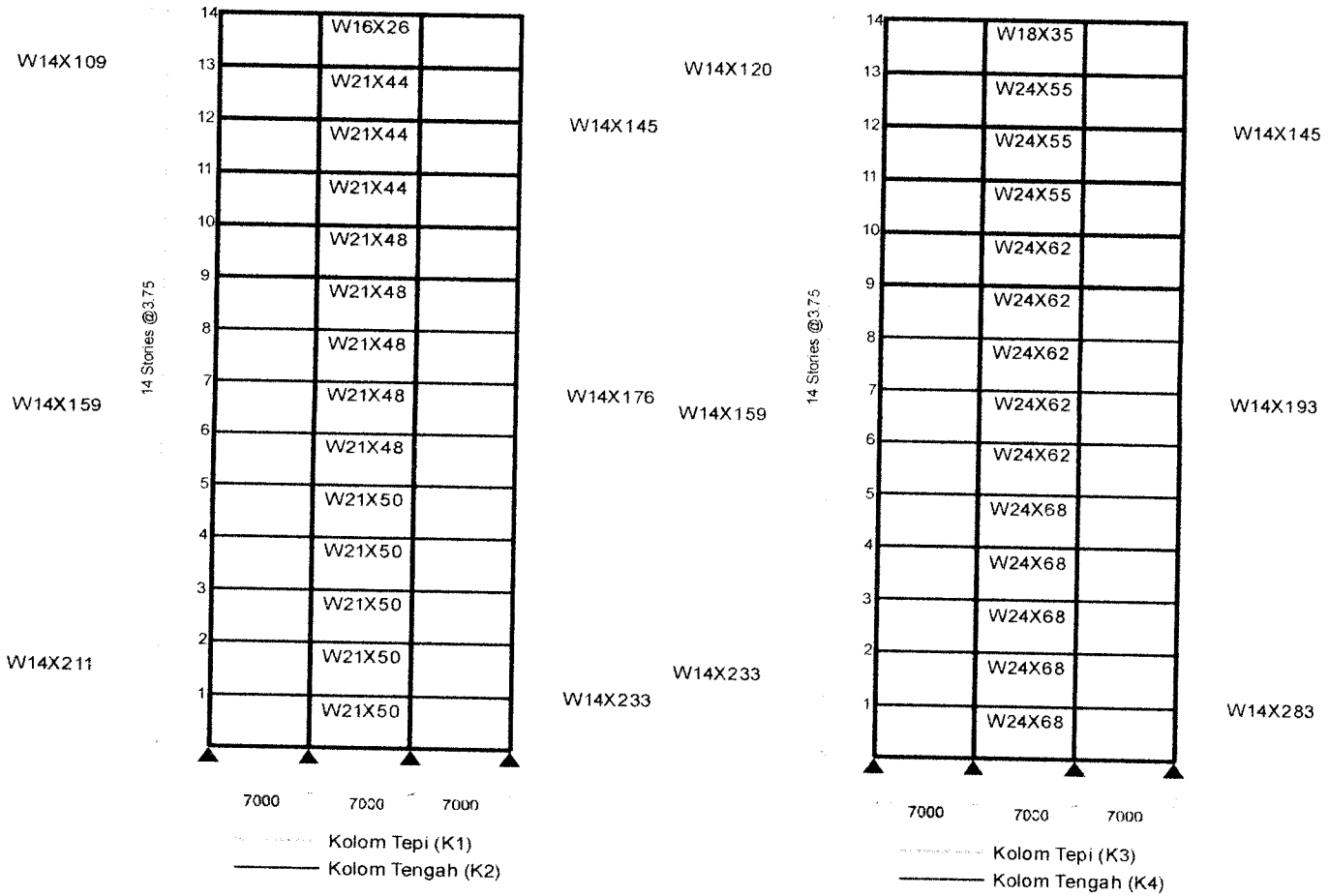


a. Portal Tepi



b. Portal Tengah

Gambar 5.4 Rencana Penempatan Elemen Struktur *BSF*

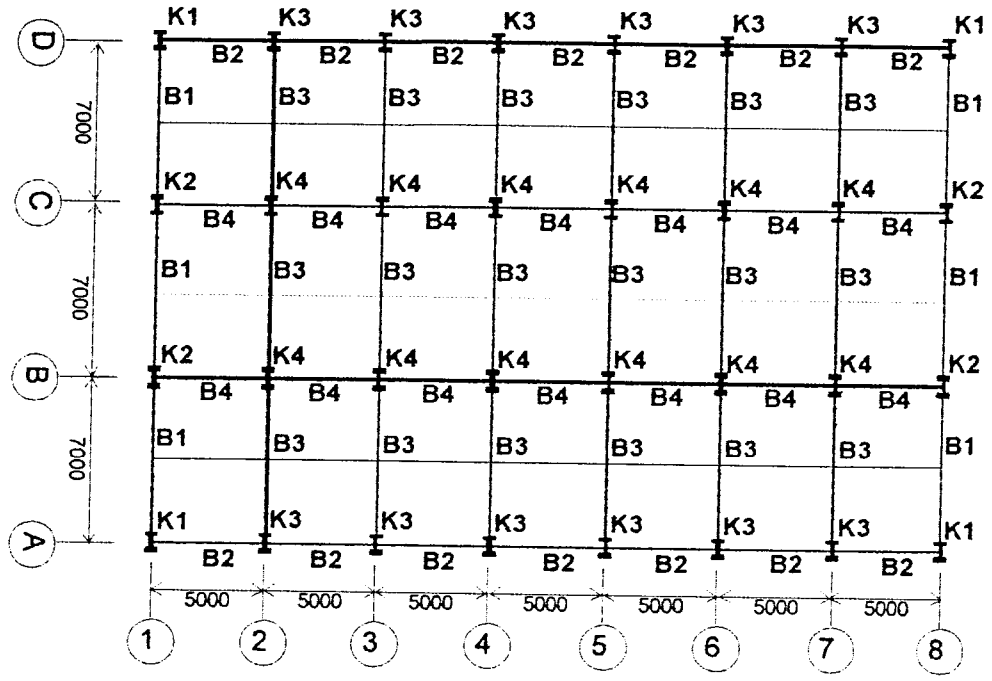


a. Portal Tepi

b. Portal Tengah

Gambar 5.5 Rencana Penempatan Elemen Struktur *USF*

Rencana penempatan elemen struktur pada struktur portal baja BSF dan USF, disajikan secara lengkap pada table 5.1 sampai dengan 5.4. Tabel tersebut didasarkan pada penempatan elemen struktur yang denahnya dapat dilihat pada gambar 5.6.



Gambar 5.6 Denah Balok dan Kolom Struktur BSF dan USF

Tabel 5.1 Profil Rencana Balok Struktur BSF

Lantai	Balok				
	B1	B2	B3	B4	B. anak
14	W16X26	W12X26	W16X26	W12X30	W12X19
13	W18X35	W12X30	W21X44	W12X35	W12X26
12	W18X35	W12X30	W21X44	W12X35	W12X26
11	W18X35	W12X30	W21X44	W12X35	W12X26
10	W18X40	W12X30	W21X48	W12X35	W12X26
9	W18X40	W12X30	W21X48	W12X35	W12X26
8	W18X40	W12X30	W21X48	W12X35	W12X26
7	W18X40	W12X30	W21X48	W12X35	W12X26
6	W18X40	W12X30	W21X48	W12X35	W12X26
5	W21X44	W12X30	W21X50	W12X35	W12X26
4	W21X44	W12X30	W21X50	W12X35	W12X26
3	W21X44	W12X30	W21X50	W12X35	W12X26

Lanjutan tabel 5.1

2	W21X44	W12X30	W21X50	W12X35	W12X26
1	W21X44	W12X30	W21X50	W12X35	W12X26

Tabel 5.2 Profil Rencana Bresing dan Kolom Struktur BSF

Lantai	Brace	Kolom			
		K1	K2	K3	K4
14	W12X40	W14X90	W14X99	W14X109	W14X120
13	W12X40	W14X90	W14X99	W14X109	W14X120
12	W12X53	W14X90	W14X99	W14X109	W14X120
11	W12X53	W14X90	W14X99	W14X109	W14X120
10	W12X53	W14X132	W14X159	W14X145	W14X193
9	W12X65	W14X132	W14X159	W14X145	W14X193
8	W12X65	W14X132	W14X159	W14X145	W14X193
7	W12X65	W14X132	W14X159	W14X145	W14X193
6	W12X79	W14X132	W14X159	W14X145	W14X193
5	W12X79	W14X159	W14X176	W14X159	W14X211
4	W12X79	W14X159	W14X176	W14X159	W14X211
3	W12X87	W14X159	W14X176	W14X159	W14X211
2	W12X87	W14X159	W14X176	W14X159	W14X211
1	W12X87	W14X159	W14X176	W14X159	W14X211

Tabel 5.3 Profil Rencana Balok Struktur USF

Lantai	Balok				
	B1	B2	B3	B4	B. Anak
14	W16X26	W12X26	W18X35	W12X26	W12X19
13	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26
12	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26
11	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26
10	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26
9	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26
8	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26
7	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26
6	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26
5	W21X50	W12X30	W24X68	W12X30	W12X26
4	W21X50	W12X30	W24X68	W12X30	W12X26
3	W21X50	W12X30	W24X68	W12X30	W12X26
2	W21X50	W12X30	W24X68	W12X30	W12X26
1	W21X50	W12X30	W24X68	W12X30	W12X26

Tabel 5.4 Profil Rencana Kolom Struktur USF

Lantai	Kolom			
	K1	K2	K3	K4
14	W14X109	W14X145	W14X120	W14X145
13	W14X109	W14X145	W14X120	W14X145
12	W14X109	W14X145	W14X120	W14X145
11	W14X109	W14X145	W14X120	W14X145
10	W14X159	W14X176	W14X159	W14X211
9	W14X159	W14X176	W14X159	W14X211
8	W14X159	W14X176	W14X159	W14X211
7	W14X159	W14X176	W14X159	W14X211
6	W14X159	W14X176	W14X159	W14X211
5	W14X211	W14X233	W14X233	W14X283
4	W14X211	W14X233	W14X233	W14X283
3	W14X211	W14X233	W14X233	W14X283
2	W14X211	W14X233	W14X233	W14X283
1	W14X211	W14X233	W14X233	W14X283

5.2.2 Pembebanan Lantai dan Berat Total Struktur

1. Pembebanan atap

   Beban yang bekerja:

   a. Beban mati

Berat pelat	= 0,1 . 2400	= 240 Kg/m^2
Berat plafond	= 1 . 18	= 18 Kg/m^2
Lapis kedap air	= 0,02 . 2400	= 48 Kg/m^2
Ducting AC	= 1 . 15	= 15 Kg/m^2
		321 Kg/m^2
b. Beban hidup	= 100	= 100 Kg/m^2

2. Pembebanan lantai

Beban yang bekerja:

a. Beban mati

Berat pelat	= 0,12 . 2400	= 288 Kg/m^2
Berat pasir	= 0,05 . 1800	= 90 Kg/m^2
Berat spesie	= 0,02 . 2400	= 48 Kg/m^2
Berat tegel	= 0,01 . 2400	= 24 Kg/m^2
Berat plafond	= 1 . 18	= 18 Kg/m^2
Ducting AC	= 1 . 15	= 15 Kg/m^2
		483 Kg/m^2
b. Beban hidup	= 250	= 250 Kg/m^2
c. Beban tembok	= 0,15 . 3,3 . 1700	= 841,2 Kg/m

Kontrol tebal pelat rencana

$$h_{min} = \frac{0{,}8 + \frac{fy}{1500}}{36 + 9.\beta}.(l_n) = \frac{0{,}8 + \frac{300}{1500}}{36 + 9.(5000/3500)}(3500) = 71{,}64 \text{ mm.}$$

Dipakai tebal pelat rencana = 120 mm, berarti anggapan bisa dipakai.

Perhitungan berat total struktur *Braced Steel Frame (BSF)*

1. Berat atap (lantai 14)

Berat pelat atap	= 21 . 35 . 321	= 235935 Kg
Berat balok B1	= 7 . 6 . 38,81	= 1630,02 Kg

Berat balok B2	= 5 . 14 . 38,66	= 2706,2 Kg
Berat balok B3	= 7 . 18 . 38,81	= 4890,06 Kg
Berat balok B4	= 5 . 14 . 44,42	= 3109,04 Kg
Berat balok anak	= 5 . 21 . 28,15	= 2955,75 Kg
Berat kolom K1	= 4 . 3,75 . 133,92	= 2008,8 Kg
Berat kolom K2	= 4 . 3,75 . 147,06	= 2205,9 Kg
Berat kolom K3	= 12 . 3,75 . 161,71	= 7276,95 Kg
Berat kolom K4	= 12 . 3,75 . 178,39	= 8027,55 Kg
Berat bresing	= 4 . 7,94 . 59,13	= 1878,09 Kg
Beban hidup	= 0,3 . 21 . 35 . 100	= 22050 Kg
		Total = 294673,83 Kg

2. Berat lantai 13

Berat pelat lantai	= 21 . 35 . 483	= 355005 Kg
Berat balok B1	= 7 . 6 . 52,05	= 2186,01 Kg
Berat balok B2	= 5 . 14 . 44,2	= 3094 Kg
Berat balok B3	= 7 . 18 . 65,7	= 8278,2 Kg
Berat balok B4	= 5 . 14 . 52,05	= 3643,5 Kg
Berat balok anak	= 5 . 21 . 38,66	= 4059,3 Kg
Berat kolom K1	= 4 . 3,75 . 133,92	= 2008,8 Kg
Berat kolom K2	= 4 . 3,75 . 147,06	= 2205,9 Kg
Berat kolom K3	= 12 . 3,75 . 161,71	= 7276,95 Kg
Berat kolom K4	= 12 . 3,75 . 178,39	= 8027,55 Kg

Berat bresing	= 4 . 7,94 . 59,13	= 1878,09 Kg
Berat tembok ½ bata	= 0,15 . 3,3 . 308 . 1700	= 259182 Kg
Beban hidup	= 0,3 . 21 . 35 . 250	= 55125 Kg
	Total	**= 711985,54 Kg**

3. Berat lantai 12 dan 11

Berat pelat lantai	= 21 . 35 . 483	= 355005 Kg
Berat balok B1	= 7 . 6 . 52,05	= 2186,01 Kg
Berat balok B2	= 5 . 14 . 44,2	= 3094 Kg
Berat balok B3	= 7 . 18 . 65,7	= 8278,2 Kg
Berat balok B4	= 5 . 14 . 52,05	= 3643,5 Kg
Berat balok anak	= 5 . 21 . 38,66	= 4059,3 Kg
Berat kolom K1	= 4 . 3,75 . 133,92	= 2008,8 Kg
Berat kolom K2	= 4 . 3,75 . 147,06	= 2205,9 Kg
Berat kolom K3	= 12 . 3,75 . 161,71	= 7276,95 Kg
Berat kolom K4	= 12 . 3,75 . 178,39	= 8027,55 Kg
Berat bresing	= 4 . 7,94 . 78,84	= 2504,12 Kg
Berat tembok ½ bata	= 0,15 . 3,3 . 308 . 1700	= 259182 Kg
Beban hidup	= 0,3 . 21 . 35 . 250	= 55125 Kg
	Total	**= 712611,57 Kg**

4. Berat lantai 10

Berat pelat lantai	= 21 . 35 . 483	= 355005 Kg
Berat balok B1	= 7 . 6 . 59,63	= 2504,46 Kg

Berat balok B2	= 5 . 14 . 44,2	= 3094	Kg
Berat balok B3	= 7 . 18 . 71,25	= 8977,5	Kg
Berat balok B4	= 5 . 14 . 52,05	= 3643,5	Kg
Berat balok anak	= 5 . 21 . 38,66	= 4059,3	Kg
Berat kolom K1	= 4 . 3,75 . 196,08	= 2941,2	Kg
Berat kolom K2	= 4 . 3,75 . 236	= 3540	Kg
Berat kolom K3	= 12 . 3,75 . 215,79	= 9710,55	Kg
Berat kolom K4	= 12 . 3,75 . 287,04	= 12916,8	Kg
Berat bresing	= 4 . 7,94 . 59,13	= 1878,09	Kg
Berat tembok ½ bata	= 0,15 . 3,3 . 308 . 1700	= 259182	Kg
Beban hidup	= 0,3 . 21 . 35 . 250	= 55125	Kg
		Total	**= 723219,45 Kg**

5. Berat lantai 9, 8, dan 7

Berat pelat lantai	= 21 . 35 . 483	= 355005	Kg
Berat balok B1	= 7 . 6 . 59,63	= 2504,46	Kg
Berat balok B2	= 5 . 14 . 44,2	= 3094	Kg
Berat balok B3	= 7 . 18 . 71,25	= 8977,5	Kg
Berat balok B4	= 5 . 14 . 52,05	= 3643,5	Kg
Berat balok anak	= 5 . 21 . 38,66	= 4059,3	Kg
Berat kolom K1	= 4 . 3,75 . 196,08	= 2941,2	Kg
Berat kolom K2	= 4 . 3,75 . 236	= 3540	Kg

Berat kolom K3	= 12 . 3,75 . 215,79	= 9710,55 Kg
Berat kolom K4	= 12 . 3,75 . 287,04	= 12916,8 Kg
Berat bresing	= 4 . 7,94 . 96,52	= 3065,48 Kg
Berat tembok ½ bata	= 0,15 . 3,3 . 308 . 1700	= 259182 Kg
Beban hidup	= 0,3 . 21 . 35 . 250	= 55125 Kg
		Total = 723781,28 Kg

6. Berat lantai 6

Berat pelat lantai	= 21 . 35 . 483	= 355005 Kg
Berat balok B1	= 7 . 6 . 59,63	= 2504,46 Kg
Berat balok B2	= 5 . 14 . 44,2	= 3094 Kg
Berat balok B3	= 7 . 18 . 71,25	= 8977,5 Kg
Berat balok B4	= 5 . 14 . 52,05	= 3643,5 Kg
Berat balok anak	= 5 . 21 . 38,66	= 4059,3 Kg
Berat kolom K1	= 4 . 3,75 . 196,08	= 2941,2 Kg
Berat kolom K2	= 4 . 3,75 . 236	= 3540 Kg
Berat kolom K3	= 12 . 3,75 . 215,79	= 9710,55 Kg
Berat kolom K4	= 12 . 3,75 . 287,04	= 12916,8 Kg
Berat bresing	= 4 . 7,94 . 117,24	= 3723,54 Kg
Berat tembok ½ bata	= 0,15 . 3,3 . 308 . 1700	= 259182 Kg
Beban hidup	= 0,3 . 21 . 35 . 250	= 55125 Kg
		Total = 724439,41 Kg

7. Berat lantai 5 dan 4

Berat pelat lantai	= 21 . 35 . 483	= 355005 Kg
Berat balok B1	= 7 . 6 . 65,7	= 2759,4 Kg
Berat balok B2	= 5 . 14 . 44,2	= 3094 Kg
Berat balok B3	= 7 . 18 . 74,29	= 9360,54 Kg
Berat balok B4	= 5 . 14 . 52,05	= 3643,5 Kg
Berat balok anak	= 5 . 21 . 38,66	= 4059,3 Kg
Berat kolom K1	= 4 . 3,75 . 236	= 3540 Kg
Berat kolom K2	= 4 . 3,75 . 261,77	= 3926,55 Kg
Berat kolom K3	= 12 . 3,75 . 236	= 10620 Kg
Berat kolom K4	= 12 . 3,75 . 313,32	= 14099,4 Kg
Berat bresing	= 4 . 7,94 . 117,24	= 3723,54 Kg
Berat tembok ½ bata	= 0,15 . 3,3 . 308 . 1700	= 259182 Kg
Beban hidup	= 0,3 . 21 . 35 . 250	= 55125 Kg
	Total	**= 728153,75 Kg**

8. Berat lantai 1, 2, dan 3

Berat pelat lantai	= 21 . 35 . 483	= 355005 Kg
Berat balok B1	= 7 . 6 . 65,7	= 2759,4 Kg
Berat balok B2	= 5 . 14 . 44,2	= 3094 Kg
Berat balok B3	= 7 . 18 . 74,29	= 9360,54 Kg
Berat balok B4	= 5 . 14 . 52,05	= 3643,5 Kg
Berat balok anak	= 5 . 21 . 38,66	= 4059,3 Kg

Berat kolom K1	= 4 . 3,75 . 236	= 3540 Kg
Berat kolom K2	= 4 . 3,75 . 261,77	= 3926,55 Kg
Berat kolom K3	= 12 . 3,75 . 236	= 10620 Kg
Berat kolom K4	= 12 . 3,75 . 313,32	= 14099,4 Kg
Berat bresing	= 4 . 7,94 . 129,37	= 4109,33 Kg
Berat tembok ½ bata	= 0,15 . 3,3 . 308 . 1700	= 259182 Kg
Beban hidup	= 0,3 . 21 . 35 . 250	= 55125 Kg
		Total = 728539 Kg

Perhitungan berat total struktur *Unbraced Steel Frame (USF)*

1. Berat atap (lantai 14)

Berat pelat atap	= 21 . 35 . 321	= 235935 Kg
Berat balok B1	= 7 . 6 . 38,81	= 1630,02 Kg
Berat balok B2	= 5 . 14 . 38,66	= 2706,2 Kg
Berat balok B3	= 7 . 18 . 52,05	= 2914,8 Kg
Berat balok B4	= 5 . 14 . 44,42	= 3109,04 Kg
Berat balok anak	= 5 . 21 . 28,15	= 2955,75 Kg
Berat kolom K1	= 4 . 3,75 . 161,71	= 2425,65 Kg
Berat kolom K2	= 4 . 3,75 . 215,79	= 3236,85 Kg
Berat kolom K3	= 12 . 3,75 . 178,39	= 8027,55 Kg
Berat kolom K4	= 12 . 3,75 . 215,79	= 9710,55 Kg
Beban hidup	= 0,3 . 21 . 35 . 100	= 22050 Kg
		Total = 294986,30 Kg

2. Berat lantai 13, 12, dan 11

Berat pelat lantai	= 21 . 35 . 483	= 355005 Kg
Berat balok B1	= 7 . 6 . 65,7	= 2759,4 Kg
Berat balok B2	= 5 . 14 . 44,2	= 3094 Kg
Berat balok B3	= 7 . 18 . 82,37	= 10378,62 Kg
Berat balok B4	= 5 . 14 . 44,2	= 3094 Kg
Berat balok anak	= 5 . 21 . 38,66	= 4059,3 Kg
Berat kolom K1	= 4 . 3,75 . 161,71	= 2425,65 Kg
Berat kolom K2	= 4 . 3,75 . 215,79	= 3236,85 Kg
Berat kolom K3	= 12 . 3,75 . 178,39	= 8027,55 Kg
Berat kolom K4	= 12 . 3,75 . 215,79	= 9710,55 Kg
Berat tembok ½ bata	= 0,15 . 3,3 . 308 . 1700	= 259182 Kg
Beban hidup	= 0,3 . 21 . 35 . 250	= 55125 Kg
	Total	**= 712069,49 Kg**

3. Berat lantai 10, 9, 8, 7, dan 6

Berat pelat lantai	= 21 . 35 . 483	= 355005 Kg
Berat balok B1	= 7 . 6 . 71,25	= 2992,5 Kg
Berat balok B2	= 5 . 14 . 44,2	= 3094 Kg
Berat balok B3	= 7 . 18 . 92,48	= 11652,48 Kg
Berat balok B4	= 5 . 14 . 44,2	= 3094 Kg
Berat balok anak	= 5 . 21 . 38,66	= 4059,3 Kg
Berat kolom K1	= 4 . 3,75 . 236	= 3540 Kg

Berat kolom K2	= 4 . 3,75 . 261,77	= 3926,55 Kg
Berat kolom K3	= 12 . 3,75 . 236	= 10620 Kg
Berat kolom K4	= 12 . 3,75 . 313,32	= 14099,4 Kg
Berat tembok ½ bata	= 0,15 . 3,3 . 308 . 1700	= 259182 Kg
Beban hidup	= 0,3 . 21 . 35 . 250	= 55125 Kg
	Total	**= 722362,03 Kg**

4. Berat lantai 5, 4, 3, 2, dan 1

Berat pelat lantai	= 21 . 35 . 483	= 355005 Kg
Berat balok B1	= 7 . 6 . 74,29	= 3120,18 Kg
Berat balok B2	= 5 . 14 . 44,2	= 3094 Kg
Berat balok B3	= 7 . 18 . 101,58	= 12799,08 Kg
Berat balok B4	= 5 . 14 . 44,2	= 3094 Kg
Berat balok anak	= 5 . 21 . 38,66	= 4059,3 Kg
Berat kolom K1	= 4 . 3,75 . 313,32	= 4699,8 Kg
Berat kolom K2	= 4 . 3,75 . 346,17	= 5192,55 Kg
Berat kolom K3	= 12 . 3,75 . 346,17	= 15577,65 Kg
Berat kolom K4	= 12 . 3,75 . 420,96	= 18943,2 Kg
Berat tembok ½ bata	= 0,15 . 3,3 . 308 . 1700	= 259182 Kg
Beban hidup	= 0,3 . 21 . 35 . 250	= 55125 Kg
	Total	**= 735862,56 Kg**

Tabel 5.5 Berat Tiap Lantai dan Berat Total Struktur Portal Baja

Lantai	Wi (Kg)	
	Braced Steel Frame	*Unbraced Steel Frame*
14 (atap)	294673.83	294986.30
13	711985.54	712069.49
12	712611.57	712069.49
11	712611.57	712069.49
10	723219.45	722362.03
9	723781.28	722362.03
8	723781.28	722362.03
7	723781.28	722362.03
6	724439.41	722362.03
5	728153.75	735862.56
4	728153.75	735862.56
3	728539.00	735862.56
2	728539.00	735862.56
1	728539.00	735862.56
W total	9692809.72	9722317.71

5.2.3 Perhitungan Gaya Geser Dasar Akibat Gempa dan Distribusinya ke Sepanjang Tinggi Gedung

1. Waktu getar struktur (T)

   a. Struktur *unbraced steel frame*

   $T = 0{,}085.H^{3/4} = 0{,}085.\ 52{,}5^{3/4} = 1{,}658$ detik (Pers. 3.2-2)

   b. Struktur *braced steel frame*

   - Berdasarkan code Prancis

   $$T = 0{,}08.\frac{H(m)}{\sqrt{L(m)}}.\sqrt{\frac{H(m)}{L(m)+H(m)}}$$ (Pers. 3.2-3)

   $$= 0{,}08.\frac{52{,}5}{\sqrt{21}}.\sqrt{\frac{52{,}5}{21+52{,}5}} = 0{,}775 \text{ detik.}$$

- Berdasarkan code Israel

$$T = 0{,}049.\ H^{3/4}(m) = 0{,}049.\ 52{,}5^{3/4} = 0{,}956 \text{ detik.} \qquad \text{(Pers. 3.2-4)}$$

- Berdasarkan code Puerto Rico

$$T = \frac{Hn(ft)}{20.\sqrt{D(ft)}} = \frac{172{,}24}{20.\sqrt{68{,}9}} = 1{,}038 \text{ detik} \qquad \text{(Pers. 3.2-5)}$$

- Berdasarkan code Spanyol

$$T = 0{,}85.\sqrt{\frac{1}{1+\frac{L(m)}{H(m)}}}.0{,}1.\frac{H(m)}{\sqrt{L}(m)} \qquad \text{(Pers. 3.2-6)}$$

$$= 0{,}85.\sqrt{\frac{1}{1+\frac{21}{52{,}5}}}.0{,}1.\frac{52{,}5}{\sqrt{21}} = 0{,}823 \text{ detik}$$

Dipakai T empiris berdasarkan code Puerto Rico, T = 1,038 detik.

2. Koefisien gempa dasar

Struktur berada di wilayah gempa 6 (BSF dan USF) dan di atas tanah keras.

a. Struktur *unbraced steel frame*

T = 1,658 detik, maka C (menurut Gambar 3.1) = 0,253

b. Struktur *braced steel frame*

T = 1,038 detik, maka C (menurut Gambar 3.1) = 0,405

3. Faktor keutamaan (I) dan faktor reduksi beban gempa (R)

Ditentukan nilai I = 1 (gedung perkantoran) dan R= 8,5 (Rangka pemikul momen khusus) untuk struktur USF, serta R = 6,5 (rangka bresing biasa) untuk struktur BSF.

4. Gaya geser dasar horizontal akibat gempa

$$V = \frac{C_t.I}{R} W_t \quad \text{menurut} \qquad \text{(Pers. 3.2-1)}$$

$$V = \frac{0{,}405.1}{6{,}5}.9692809{,}72 = 603633{,}65 \text{ Kg } (\textit{braced steel frame})$$

$$V = \frac{0{,}253.1}{8{,}5}.9722317{,}705 = 289775{,}57 \text{ Kg } (\textit{unbraced steel frame})$$

5. Distribusi gaya geser dasar akibat gempa

Karena rasio H/B = 52,5/21 = 2,50 < 3 maka gaya geser dasar horizontal di sepanjang tinggi gedung didistribusikan dengan persamaan berikut.

$$Fi = \frac{Wi.hi}{\sum Wi.hi}.(V) \qquad \text{(Pers. 3.2-7)}$$

Tabel 5.6 Distribusi Gaya Geser Dasar Horizontal Struktur BSF

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
14	52.5	294673.83	15470376.31	35756.08
13	48.75	711985.54	34709294.97	80222.25
12	45	712611.57	32067520.63	74116.42
11	41.25	712611.57	29395227.25	67940.05
10	37.5	723219.45	27120729.55	62683.09
9	33.75	723781.28	24427618.09	56458.61
8	30	723781.28	21713438.30	50185.43
7	26.25	723781.28	18999258.51	43912.25
6	22.5	724439.41	16299886.72	37673.30
5	18.75	728153.75	13652882.87	31555.38
4	15	728153.75	10922306.29	25244.30
3	11.25	728539.00	8196063.79	18943.24
2	7.5	728539.00	5464042.53	12628.83
1	3.75	728539.00	2732021.26	6314.41
			261170667.07	603633.65

Tabel 5.7 Distribusi Gaya Geser Dasar Horizontal Struktur USF

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
14	52.5	294986.30	15486780.62	17170.35
13	48.75	712069.49	34713387.53	38487.09
12	45	712069.49	32043126.95	35526.55
11	41.25	712069.49	29372866.37	32566.00
10	37.5	722362.03	27088576.12	30033.38
9	33.75	722362.03	24379718.51	27030.05
8	30	722362.03	21670860.90	24026.71
7	26.25	722362.03	18962003.29	21023.37
6	22.5	722362.03	16253145.67	18020.03
5	18.75	735862.56	13797422.98	15297.35
4	15	735862.56	11037938.38	12237.88
3	11.25	735862.56	8278453.79	9178.41
2	7.5	735862.56	5518969.19	6118.94
1	3.75	735862.56	2759484.60	3059.47
			261362734.90	289775.57

6. Kontrol waktu getar struktur dengan persamaan Rayleigh

$$T = 6{,}3\sqrt{\frac{\sum Wi.di^2}{g.\sum Fi.di}}$$

Tabel 5.8 Evaluasi Periode Getar (T Rayleigh) Struktur BSF

Tingkat	Fi	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
14	35756.08	0.03	2.49	294673.83	1825542.94	88996.96
13	80222.25	0.09	2.46	711985.54	4317194.40	197542.28
12	74116.42	0.12	2.38	712611.57	4023885.05	176120.85
11	67940.05	0.17	2.25	712611.57	3617435.30	153073.43
10	62683.09	0.16	2.09	723219.45	3146486.38	130745.96
9	56458.61	0.17	1.92	723781.28	2679232.81	108625.48
8	50185.43	0.20	1.75	723781.28	2214640.77	87786.07
7	43912.25	0.22	1.55	723781.28	1741651.21	68118.11
6	37673.30	0.22	1.33	724439.41	1287028.03	50214.21
5	31555.38	0.22	1.12	728153.75	909677.62	35270.01
4	25244.30	0.23	0.90	728153.75	593360.65	22788.26
3	18943.24	0.22	0.68	728539.00	334560.23	12837.05
2	12628.83	0.23	0.46	728539.00	151334.11	5755.79
1	6314.41	0.23	0.23	728539.00	38232.42	1446.51
				Σ	**26880261.94**	**1139320.98**

Tabel 5.9 Evaluasi Peiode Getar (T Rayleigh) Struktur USF

Tingkat	Fy	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
14	17170.35	0.019	1.76	294986.30	914642.13	30234.58
13	38487.09	0.060	1.74	712069.49	2161603.77	67056.67
12	35526.55	0.098	1.68	712069.49	2015028.01	59762.99
11	32566.00	0.134	1.58	712069.49	1786012.34	51575.74
10	30033.38	0.115	1.45	722362.03	1518937.66	43550.87
9	27030.05	0.135	1.34	722362.03	1288469.08	36099.93
8	24026.71	0.153	1.20	722362.03	1041732.99	28853.27
7	21023.37	0.168	1.05	722362.03	793863.34	22039.30
6	18020.03	0.182	0.88	722362.03	559532.78	15859.55
5	15297.35	0.130	0.70	735862.56	358996.90	10684.72
4	12237.88	0.137	0.57	735862.56	237419.13	6951.29
3	9178.41	0.141	0.43	735862.56	136948.86	3959.57
2	6118.94	0.144	0.29	735862.56	61957.35	1775.51
1	3059.47	0.146	0.15	735862.56	15654.18	446.23
				Σ	12890798.52	378850.22

Braced steel frame:

$$T_R = 6{,}3.\sqrt{\frac{26880261{,}94}{981.1139320{,}98}} = 0{,}98 \text{ detik}, \quad \frac{T}{T_R} = 1{,}06 \; ; \; 0.8 \le 1{,}06 \le 1{,}2$$

Sehingga tidak perlu dicari koefisien gempa dasar baru (C), dan tidak perlu dihitung ulang.

Unbraced steel frame:

$$T_R = 6{,}3.\sqrt{\frac{12890798{,}52}{981.378850{,}22}} = 1{,}17 \text{ detik}, \quad \frac{T}{T_R} = 1{,}00 \ge 1{,}2$$

Karena nilai $T/T_R \ge 1{,}2$, maka gaya gempa baru perlu dicari berdasarkan nilai C baru dengan menggunakan T_R. Nilai C baru untuk struktur un*braced steel frame* menurut Gambar 3.1 untuk kondisi tanah keras, C = 0,358.

Tabel 5.11 Simpangan dan Interstory Drift

Lantai	Simpangan (m)		Inter Story Drift (%)	
	USF	*BSF*	*USF*	*BSF*
14	0.149	0.072	0.08	0.02
13	0.146	0.071	0.13	0.15
12	0.141	0.065	0.18	0.17
11	0.135	0.059	0.23	0.06
10	0.126	0.056	0.26	0.20
9	0.116	0.049	0.29	0.20
8	0.106	0.041	0.33	0.08
7	0.093	0.038	0.35	0.21
6	0.080	0.030	0.37	0.21
5	0.066	0.023	0.35	0.08
4	0.053	0.020	0.36	0.18
3	0.040	0.013	0.37	0.17
2	0.026	0.007	0.37	0.07
1	0.012	0.004	0.32	0.11
Dasar	0	0	0	0

5.2.4 Perhitungan Beban Gravitasi

Beban gravitasi adalah beban akibat beban mati dan beban hidup yang bekerja secara merata pada elemen balok portal. Pada analisis struktur dengan menggunakan program bantu **ETABS,** program memberikan kemudahan pemasukan nilai beban pelat atap dan pelat lantai dengan terlebih dahulu merancang pelat (*define*) sebagai elemen tersendiri (*slab section*). Beban gravitasi yang bekerja pada plat atap dan lantai yang berupa beban merata permukaan (*uniform area loads*), secara otomatis akan didistribusikan berdasarkan *tributary area* ke masing-masing balok pada setiap panel. Beban mati (qd) merata permukaan (*gravity uniform area loads*) yang bekerja merupakan beban plat atap/lantai yang dikurangi dengan berat plat beton, sedangkan

beban hidup (ql) sama dengan beban pada masing-masing plat. Berikut ini adalah beban-beban yang digunakan sebagai *input data* pada program **ETABS**.

1. **Pembebanan plat atap**

   Beban mati merata (qd) = 321 – 240 = 81 Kg/m^2

   Beban hidup merata (ql) = 100 = 100 Kg/m^2

2. **Pembebanan plat lantai**

   Beban mati merata (qd) = 483 – 288 = 195 Kg/m^2

   Beban hidup merata (ql) = 250 = 250 Kg/m^2

3. **Berat Sendiri Balok**

   Berat sendiri elemen balok sudah dianggap termasuk di dalam berat mati elemen tersebut.

4. **Berat tembok pasangan bata ½ batu**

   Berat tembok $= 0{,}15 \times 3{,}3 \times 1700$ = 841,5 Kg/m'

   Direncanakan setiap balok induk yang terletak pada lantai selain atap akan menerima beban tembok pasangan bata ½ batu.

5.3 Perencanaan Balok Portal

5.3.1 Momen Rencana Balok, $M_{u,b}$.

Perhitungan momen rencana balok ($M_{u,b}$) dihitung berdasarkan kombinasi pembebanan maksimum dari:

$M_{u,b} = 1{,}2M_D + 1{,}6M_L$

$M_{u,b} = 1{,}2M_D + 0{,}5M_L \pm M_E$

Perhitungan momen lentur rencana balok disajikan secara lengkap dalam tabel pada lampiran B-1 (USF) dan B-2 (BSF).

5.3.2 Kuat Lentur Nominal Balok Portal

Momen rencana yang diambil adalah pada lokasi sendi plastis terjadi, dan selanjutnya dikontrol kapasitasnya.

Contoh perhitungan kuat lentur nominal balok portal

Pada struktur *braced frame* diambil contoh hitungan untuk balok B3 tepi kiri lantai 3 portal 6 dengan momen rencana hasil dari analisis struktur yang dapat dilihat dari lampiran B-2 adalah:

Mu,b = 2150,78 K-in

L = 275,59 in

Ln = 259,92 in

Lb = 137,8 in

Profil yang digunakan adalah W21X50, dengan data propertis sebagai berikut:

A	= 14,7 in^2	I_x	= 984 in^4	I_y	= 24,9 in^4
d	= 20,8 in	S_x	= 94,615 in^3	S_y	= 7,626 in^3
t_w	= 0,38 in	Z_x	= 110 in^3	Z_y	= 12,2 in^3
b_f	= 6,53 in	E_S	= 29000 Ksi	f_u	= 59 Ksi
t_f	= 0,535 in	F_y	= 36 Ksi	f_r	= 10 Ksi
r_x	= 8,182 in	G	= 11154 Ksi	C_w	= 2430,6 in^6
r_y	= 1,302 in	J	= 1,14 in^4		

Kontrol rasio lebar terhadap tebal (b/t) dan (h/t) penampang berdasarkan persamaan (3.5-1a) dan (3.5-1b), $\lambda \leq \lambda_p$.

Pada sayap, $\lambda_s = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{6,53}{2.0,535} = 6,103 \leq \lambda_{ps} = \frac{52}{\sqrt{f_y(ksi)}} = \frac{52}{\sqrt{36}} = 8,67$ (Pers. 3.5-1a)

Pada badan, $\lambda_b = \frac{h_c}{t_w} = \frac{20,8}{0,38} = 54,737 \leq \lambda_{pb} = \frac{520}{\sqrt{f_y(ksi)}} = \frac{520}{\sqrt{36}} = 86,67$ (Pers. 3.5-1b)

Karena memenuhi persyaratan maka profil W21X50 termasuk profil plastis.

Kuat lentur berdasarkan stabilitas tekuk local, $\phi M_{n,tl}$

Karena harus menggunakan profil sangat kompak, maka $\phi M_n = \phi M_p$

$\phi M_n = 0,9 \,.\, Z_x \,.\, F_y$ (Pers. 3.5-3)

$= 0,9 \,.\, 110 \,.\, 36$

$= 3564$ K-in

$L_p = 300.r_y.\frac{1}{\sqrt{F_y(ksi)}} = 300 \,.\, 1,302 \,.\, \frac{1}{\sqrt{36}} = 65,075$ in (Pers. 3.5-4)

$X_1 = \frac{\pi}{S_x}\sqrt{\frac{E.G.J.A}{2}} = \frac{\pi}{94,615}\sqrt{\frac{29000.11154.1,14.14,7}{2}}$ (Pers. 3.5-8)

$= 1731,3$ Ksi

$X_2 = 4.\frac{C_w}{I_y}\left(\frac{S_x}{G.J}\right)^2 = 4.\frac{2430,6}{24,9}\left(\frac{94,615}{11154.1,14}\right)^2$ (Pers. 3.5-9)

$= 0,02$ Ksi

$F_l = Fy - Fr = 36 - 10 = 26$ Ksi (Pers. 3.5-8)

$L_r = \frac{r_y.X_1}{F_l}.\sqrt{1+\sqrt{1+X_2.F_l^2}} = \frac{1,302.1731,3}{26}\sqrt{1+\sqrt{1+0,02.26^2}}$ (Pers. 3.5-7)

$= 192,55$ in

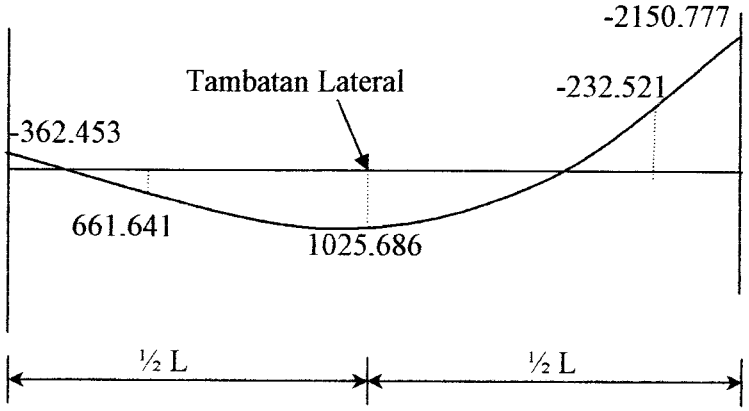
Karena $L_p \leq L_b \leq L_r$ maka termasuk bentang menengah

Kuat lentur berdasarkan stabilitas tekuk puntir lateral, ϕM_n

$$C_b = \frac{12{,}5\,M_{max}}{2{,}5M_{max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \qquad \text{(Pers. 3.5-11)}$$

$$= \frac{12{,}5.2150{,}777}{2{,}5.2150{,}777 + 3.661{,}641 + 4.1025{,}686 + 3.232{,}521}$$

$$= 2{,}211 < 2{,}3$$



$$M_r = S_x.(F_y - F_r) \qquad \text{(Pers. 3.5-6)}$$

$$= 94{,}615.(36\text{-}10)$$

$$= 2459.99 \text{ K-in}$$

$$M_n = C_b.\left[M_p - (M_p - M_r)\frac{(L_b - L_p)}{(L_r - L_p)}\right] \le M_p \qquad \text{(Pers. 3.5-5)}$$

$$= 2{,}211\left[3960 - (3960 - 2459{,}99)\frac{(137{,}8 - 65{,}075)}{(192{,}55 - 65{,}075)}\right]$$

$$= 6862{,}11 \text{ K-in} > M_p = 3960 \text{ K-in}$$

Karena $M_n > M_p$, maka

$$\phi M_n = \phi M_p \qquad \text{(Pers. 3.5-3)}$$

$$= 0{,}9.3960 = 3564 \text{ K-in}$$

Rasio kapasitas lentur yang terjadi, $\frac{M_{u,b}}{\phi M_n} = \frac{2150,82}{3564} = 0,6 < 1,0 \rightarrow Ok\ !$ (Pers. 3.5-2)

Perhitungan kuat lentur balok disajikan secara lengkap dalam tabel pada lampiran B-3 (USF) dan B-4 (BSF). Tabel 5.12 sampai 5.13 merupakan tabel rekapitulasi momen rencana balok di sendi plastis dan kapasitas nominal balok untuk struktur BSF dan USF.

Tabel 5.12 Mu,b dan Mn Balok Portal Tepi

Lantai	Mu,b (K-in)		ΦMn (K-in)		Rasio	
	BSF	USF	BSF	USF	BSF	USF
14	763.257	729.565	1432.08	1432.08	0.53	0.51
13	1032.480	1434.805	2154.60	3090.96	0.48	0.46
12	966.352	1735.612	2154.60	3090.96	0.45	0.56
11	980.924	2038.496	2154.60	3090.96	0.46	0.66
10	961.340	2316.982	2540.16	3090.96	0.38	0.75
9	1073.784	2566.033	2540.16	3466.80	0.42	0.74
8	954.333	2784.299	2540.16	3466.80	0.38	0.80
7	950.355	2971.531	2540.16	3466.80	0.37	0.86
6	1197.428	3127.652	2540.16	3466.80	0.47	0.90
5	960.279	3252.280	3090.96	3466.80	0.31	0.94
4	967.501	3344.184	3090.96	3564.00	0.31	0.94
3	1267.878	3395.505	3090.96	3564.00	0.41	0.95
2	1029.898	3389.191	3090.96	3564.00	0.33	0.95
1	1013.317	3174.965	3090.96	3564.00	0.33	0.89

Tabel 5.13 Mu,b dan Mn Balok Portal Tengah

Lantai	Mu,b (K-in)		ΦMn (K-in)		Rasio	
	BSF	USF	BSF	USF	BSF	USF
14	1155.767	1211.158	1432.08	2154.60	0.81	0.56
13	2094.867	2161.867	3090.96	4374.00	0.68	0.49
12	2137.932	2313.951	3090.96	4374.00	0.69	0.53
11	2063.551	2614.515	3090.96	4374.00	0.67	0.60
10	2043.109	2887.738	3466.80	4374.00	0.59	0.66
9	2304.523	3130.254	3466.80	4989.60	0.66	0.63
8	1983.817	3340.349	3466.80	4989.60	0.57	0.67
7	1944.271	3517.753	3466.80	4989.60	0.56	0.71

Lanjutan tabel 5.13

6	2329.128	3662.296	3466.80	4989.60	0.67	0.73
5	1892.995	3773.466	3564.00	4989.60	0.53	0.76
4	1798.444	3850.041	3564.00	5734.80	0.50	0.67
3	2150.777	3883.305	3564.00	5734.80	0.60	0.68
2	1778.684	3859.928	3564.00	5734.80	0.50	0.67
1	1627.293	3608.193	3564.00	5734.80	0.46	0.63

5.3.3 Gaya Geser Rencana Balok

Gaya geser pada balok lebih ditentukan oleh momen plastis balok (M_{pb}) pada kedua ujung balok pada arah yang berlawanan.

Gaya geser balok diambil dari nilai minimum dua persamaan berikut:

$$V_u = 1{,}2.V_D + 0{,}5.V_L + \frac{2.\beta.M_{pb}}{L'} \qquad \text{(Pers. 3.5-14)}$$

$$V_u = 1{,}2.V_D + 0{,}5.V_L + \mu.V_E \qquad \text{(Pers. 3.5-15)}$$

Contoh hitungan gaya geser balok

Gaya geser pada lokasi sendi plastis balok B3 tepi kiri lantai 3 portal 6 (lampiran B-6) adalah:

V_D = 20,01 kips

V_L = 6,70 kips

V_E = 6,10 kips

Jarak antar sendi plastis L' = 259,92 in

$$V_u = 1{,}2.20{,}01 + 0{,}5.6{,}70 + \frac{2.1{,}1.3960}{259{,}92} = 60{,}88 \text{ kips}$$

$V_u = 1{,}2 \,.\, 20{,}01 + 0{,}5 \,.\, 6{,}7 + 4 \,.\, 6{,}1 = 51{,}76$ kips

Gaya geser rencana balok, V_u = 51,76 Kips

Perhitungan gaya geser rencana balok disajikan dalam tabel pada lampiran B-5 (USF) dan B-6 (BSF).

5.3.4 Kuat Geser Nominal Balok Portal

Contoh hitungan kuat geser balok:

Diketahui gaya geser yang bekerja pada balok B3 tepi kiri lantai 3 portal AB-6 adalah,

V_u = 51,76 Kips.

Kontrol perbandingan tinggi terhadap tebal panel (h/t_w) pendukung geser, menurut persamaan (3.5-17),

h = 0,95 . d

= 0,95 . 20,8 = 19,76 in

$$\frac{h}{t_w} = \frac{19,76}{0,38} = 52 < \frac{418}{\sqrt{F_y(ksi)}} = \frac{418}{\sqrt{36}} = 69,67 \qquad \text{(Pers. 3.5-17)}$$

A_w = d . t_w (Pers. 3.5-19)

= 20,8 . 0,38 = 7,904 in

ϕV_n = 0,9 . 0,6 . F_y . A_w (Pers. 3.5-18)

= 0,9 . 0,6 . 36 . 7,904

= 153,65 Kips

Rasio kapasitas geser yang terjadi,

$$\frac{V_{u,b}}{\phi V_n} = \frac{51,76}{153,65} = 0,34 < 1,0 \rightarrow Ok\ ! \qquad \text{(Pers. 3.5-20)}$$

Perhitungan kuat geser nominal balok portal disajikan dalam tabel pada lampiran B-7 (USF) dan B-8 (BSF). Tabel 6.3.7 sampai 6.3.9 merupakan rekapitulasi gaya geser rencana dan kuat geser nominal balok untuk struktur BSF dan USF.

Tabel 5.14 Vu,b dan ϕVn Balok Portal Tepi

Lantai	Vu		ΦVn		Rasio	
	BSF	USF	BSF	USF	BSF	USF
14	20.186	13.609	76.30	76.30	0.26	0.18
13	25.662	32.933	103.23	140.84	0.25	0.23
12	20.197	44.883	103.23	140.84	0.20	0.32
11	23.845	48.727	103.23	140.84	0.23	0.35
10	22.034	48.626	109.61	140.84	0.20	0.35
9	25.564	52.031	109.61	140.16	0.23	0.37
8	20.118	51.871	109.61	140.16	0.18	0.37
7	19.027	51.680	109.61	140.16	0.17	0.37
6	29.502	51.459	109.61	140.16	0.27	0.37
5	18.892	51.206	140.84	140.16	0.13	0.37
4	19.107	51.835	140.84	153.65	0.14	0.34
3	32.207	51.514	140.84	153.65	0.23	0.34
2	25.387	51.187	140.84	153.65	0.18	0.33
1	18.235	50.676	140.84	153.65	0.13	0.33

Tabel 5.15 Vu,b dan ϕVn Balok Portal Tengah

Lantai	Vu		ΦVn		Rasio	
	BSF	USF	BSF	USF	BSF	USF
14	18.925	20.109	76.30	54.55	0.25	0.37
13	34.232	43.189	140.84	62.17	0.24	0.69
12	45.054	55.078	140.84	62.17	0.32	0.89
11	36.042	67.134	140.84	62.17	0.26	1.08
10	37.786	70.827	140.16	62.17	0.27	1.14
9	51.047	76.436	140.16	62.17	0.36	1.23
8	39.795	76.213	140.16	62.17	0.28	1.23
7	40.135	75.947	140.16	62.17	0.29	1.22
6	53.856	75.636	140.16	62.17	0.38	1.22
5	41.910	75.279	153.65	62.17	0.27	1.21
4	40.146	81.885	153.65	62.17	0.26	1.32
3	51.763	81.426	153.65	62.17	0.34	1.31
2	41.911	80.959	153.65	62.17	0.27	1.30
1	28.097	80.198	153.65	62.17	0.18	1.29

5.3.5 Kontrol Lendutan

Lendutan yang terjadi pada tengah bentang diperoleh dari momen akibat beban gravitasi. Lendutan balok portal tengah lantai 3 tepi kiri struktur BSF yang berasal dari analisis struktur akibat beban mati dan hidup (lampiran B-10) adalah sebagai berikut:

M_a = 1110,597 kips-in

M_s = 1048,125 kips-in

M_b = 1365,853 kips-in

Untuk balok yang mendukung beban lantai, lendutan ijin maksimum pada tengah bentang adalah :

$$\frac{L}{360} = \frac{275,6}{360} = 0.77 \text{ in} \qquad \text{(Pers. 3.5-21)}$$

Dimana lendutan pada tengah bentang dapat dicari dengan menggunakan persamaan (3.5-23),

$$\Delta_{\text{pertengahan bentang}} = \frac{5L^2}{48EI}\left[M_s - 0,1(M_a + M_b)\right] \qquad \text{(Pers. 3.5-23)}$$

$$= \frac{5.275,6^2}{48.29000.984}\left[1048,125 - 0,1(1110,597 + 1365,853)\right]$$

$$= 0,22 \text{ in} < 0,77 \text{ in} \rightarrow OK!$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B-9 untuk momen akibat beban gravitasi struktur USF, lampiran B-10 untuk momen akibat beban gravitasi struktur BSF, dan lampiran B-11 untuk hasil perhitungan lendutan pada tengah bentang struktur USF dan BSF.

5.4 Perencanaan Kolom

Perencanaan kolom didasarkan pada prinsip desain *strong column and weak beam*, dimana respon struktur pada kolom (Muk, Nuk dan Vuk) terlebih dulu dicari berdasarkan kapasitas maksimum profil balok yang digunakan.

5.4.1 Momen Rencana Kolom (Mu,k)

Momen rencana kolom (Muk) berada pada tiap join balok kolom, yang dihitung berdasarkan besarnya momen plastis yang terjadi pada kedua ujung balok dengan dikalikan faktor pembesaran (β) sebesar 1,1. (Bruneau, 1998).

Besarnya Mu,k merupakan nilai terkecil dari persamaan (3.6-1a) dan (3.6-1b):

$$M_{u,k} = \frac{h_n}{h}.0{,}7.\omega_d.\alpha_k.\left(\frac{L_{ki}}{L'_{ki}}M_{pb,ki} + \frac{L_{ka}}{L'_{ka}}M_{pb,ka}\right) \qquad \text{(Pers. 3.6-1a)}$$

$$M_{u,k} = 1{,}2M_D + 0{,}5M_L + \mu M_E \qquad \text{(Pers. 3.6-1b)}$$

Contoh perhitungan:

Dihitung momen rencana kolom, Mu,k x pada join lantai 5 portal tepi kolom tengah (K2) struktur *braced steel frame (BSF)*. Di sebelah kiri kanan join terdapat balok dengan profil W21X44.

Momen kolom yang dihasilkan dari analisis struktur adalah :

$M_{D,k\,x\,a}$ = 5,728 K-in

$M_{L,k\,x\,a}$ = 1,909 K-in

$M_{E,k\,x\,a}$ = 1260,451 K-in

Nilai DMF usulan hasil dari *Reseach Grand* untuk lantai 5 adalah 1,45 Lampiran A-8

Koefisien distribusi momen kolom , α_k :

$$\alpha_{k,a} = \frac{ME_{kol} - n}{\Sigma ME_{kol} - n} = \frac{14,523}{14,523 + 6,56} = 0,69 \qquad \text{(Pers. 3.6-2)}$$

$$\alpha_{k,b} = \frac{ME_{kol} - n}{\Sigma ME_{kol} - n} = \frac{6,56}{14,523 + 6,56} = 0,31 \qquad \text{(Pers. 3.6-2)}$$

Hasil selengkapnya mengenai hitungan α_k dapat dilihat pada lampiran C-1 (BSF) dan C-2 (USF).

Kapasitas lentur sendi plastis pada kedua ujung balok,

$$M_{pb,ki} = M_{pb,ka} = 1,1 \; . \; F_y \; . \; Z_x \qquad \text{(Pers. 3.5-16)}$$

$$= 1,1.36.95,4 = 3777,84 \text{ K-in.}$$

Kemudian dihitung nilai Mu,k atas :

$$M_{u,k,a} = \frac{126,94}{147,64}.0,7.(1,45).0,69.\left(\frac{275,59}{267,76}.2.3777,84\right) \qquad \text{(Pers. 3.6-1a)}$$

$$= 4674,936 \text{ K - in}$$

$$M_{u,k,a} = 1,2.5,728 + 0,5.1,909 + 4.1260,451 \qquad \text{(Pers. 3.6-1b)}$$

$$= 5049,633 \text{ K-in}$$

Dengan demikian, momen rencana kolom (Mu,k x) atas pada join lantai 5 portal tepi kolom tengah (K2) struktur *braced steel frame (BSF)* adalah sebesar 4674,936 K-in.

Hasil selengkapnya mengenai hitungan $M_{u,k}$ struktur *braced steel frame (BSF)* dapat dilihat pada lampiran C - 3.

Dengan cara yang sama didapatkan nilai Mu,k x untuk struktur *unbraced steel frame (USF)* adalah sebagai berikut :

Mu,k a = 3820,550 K-in (desain kapasitas)

Mu,k a max = 11505,099 K-in (beban terfaktor)

Mu,k pakai = 3820,550 K-in

Hasil selengkapnya mengenai hitungan $M_{u,k}$ struktur *unbraced steel frame (USF)* dapat dilihat pada lampiran C - 4

5.4.2 Gaya Aksial Rencana Kolom (Pu,k)

Gaya aksial rencana kolom (Pu,k) dihitung dengan persamaan (3.6-3a) dan (3.6-3b):

$$P_{u,k} = 0{,}7.Rv.\left(\frac{M_{pb,ki}}{l'_{ki}} + \frac{M_{pb,ka}}{l'_{ka}}\right) + 1{,}05.P_{g.k} \qquad \text{(Pers. 3.6-3a)}$$

Tetapi tidak lebih besar dari:

$$P_{u,k} = 1{,}2.P_D + 0{,}5.P_L + \mu.P_E \qquad \text{(Pers. 3.6-3b)}$$

Contoh perhitungan:

Hasil analisis struktur pada kolom K2 lantai 14 struktur BSF adalah :

$P_{D,k}$ = 21,36 Kips

$P_{L,k}$ = 5,17 Kips

$P_{E,k}$ = 13,24 Kips

Kolom diapit tiga balok yang saling tegak lurus, yaitu dua balok arah y dengan profil W16X26 dan satu balok arah x dengan profil W12X30.

Kapasitas lentur sendi plastis pada kedua ujung balok,

$M_{pb,ki}$ (W16X26) = $M_{pb,ka}$ = 1,1.F_y.Zx = 1,1.36.44,2 = 1750,32 K-in. (3.5-16)

$M_{pb,ki}$ (W12X30) = $M_{pb,ka}$ = 1,1.F_y.Zx = 1,1.36.43,1 = 1706,76 K-in. (3.5-16)

$$P_{u,k} = 0,7.0,75.\left(\left(\frac{2.1750,32}{267,76} - \frac{2.1750,32}{267,76}\right) + \left(\frac{2.1706,76}{196,85}\right)\right) + 1,05.(21,36 + 5,17)$$

= 37,344 Kips

$P_{u,k}$ = 1,2.21,36 + 0,5.5,17 + 4.13,24 = 81,195 Kips

Jadi gaya aksial rencana kolom (Pu,k) terpakai adalah sebesar 37,344 Kips

Hasil selengkapnya untuk $P_{u,k}$ struktur *braced steel frame (BSF)* dapat dilihat pada lampiran C-5.

Dengan cara yang sama didapatkan Pu,k untuk struktur *unbraced steel frame (USF)* adalah sebagai berikut :

Pu,k = 32,492 Kips (desain kapasitas)

Pu,k = 30,193 Kips (beban terfaktor)

Pu,k pakai = 30,193 Kips

Hasil selengkapnya untuk $P_{u,k}$ struktur *unbraced steel frame (USF)* dapat dilihat pada lampiran C – 6.

5.4.3 Gaya Geser Rencana Kolom

Gaya geser rencana kolom (Vu,k) dihitung dengan persamaan (3.6-9a) dan (3.6-9b):

$$V_{u,k} = \frac{M_{u,k}bawah + M_{u,k}atas}{h'_k} \qquad \text{(Pers. 3.6-9a)}$$

$$V_{u,k} = 1{,}2.V_D + 0{,}5.V_L + \mu.V_E \qquad \text{(Pers. 3.6-9b)}$$

Contoh perhitungan:

Hasil analisis struktur pada kolom lantai 12 portal tengah kolom tepi (K3) adalah :

$V_{D,k\,y}$ = 8,954 Kips

$V_{L,k\,y}$ = 3,234 Kips

$V_{E,k\,y}$ = 8,008 Kips

$M_{u,k\,x\,desain}$ = 2392,340 K-in (dari hitungan momen rencana kolom)

$$V_{u,k} = \frac{2.2392{,}340}{126{,}94} = 37{,}693\,\text{Kips} \qquad \text{(Pers. 3.6-9a)}$$

$$V_{u,k} = 1{,}2.8{,}954 + 0{,}5.3{,}234 + 4.8{,}008 = 44{,}394\,\text{Kips} \qquad \text{(Pers. 3.6-9b)}$$

Gaya geser rencana kolom pakai, $V_{u,k}$ = 37,693 Kips.

Hasil selengkapnya untuk hitungan $V_{u,k}$ struktur *braced steel frame (BSF)* dapat dilihat pada lampiran C – 7.

Dengan cara yang sama didapatkan Vu,k untuk struktur *unbraced steel frame (USF)* adalah sebagai berikut :

Vu,k = 70,243 Kips (desain kapasitas)

Vu,k = 43,274 Kips (beban terfaktor)

Vu,k pakai = 43,274 Kips

Hasil selengkapnya untuk $V_{u,k}$ struktur *unbraced steel frame (USF)* dapat dilihat pada lampiran C – 8.

Tabel 5.16 Rekapitulasi Gaya Pada Kolom K1 Portal Baja 14 Lantai

Lantai	Momen, Mu,k (K-in)				Pu,k (Kips)		Geser, Vu,k (Kips)			
	BSF		USF		BSF	USF	BSF		USF	
	Mu,k x	Mu,k y	Mu,k x	Mu,k y			Vu,k y	Vu,k x	Vu,k y	Vu,k x
14	1329.38	1083.74	1216.63	400.18	29.303	22.992	20.321	16.009	9.524	5.229
13	874.80	926.89	2520.61	355.39	81.478	73.858	13.465	13.698	26.453	4.772
12	1153.23	967.25	4004.22	356.05	154.777	136.378	17.751	14.294	38.808	4.809
11	1717.97	930.08	3259.00	349.56	163.284	210.881	26.463	13.745	50.387	4.719
10	1427.01	920.37	3180.58	342.23	228.648	277.149	21.998	13.601	50.073	4.602
9	1439.28	894.39	2873.36	332.52	377.936	338.962	22.187	13.217	45.236	4.475
8	1587.76	868.82	2650.73	320.52	431.474	400.405	24.476	12.839	41.731	4.305
7	1444.09	862.41	2476.10	306.33	484.827	461.341	22.262	12.745	38.982	4.088
6	1767.56	863.85	2328.88	289.71	572.137	521.744	27.545	12.766	36.693	3.881
5	1625.73	835.08	2246.96	270.54	627.714	581.987	25.615	12.341	35.431	3.610
4	1734.68	850.82	2127.48	249.19	683.037	641.490	27.331	12.573	33.546	3.313
3	1928.93	869.57	2001.32	223.41	760.952	700.184	30.392	12.606	31.557	2.952
2	1230.35	639.53	2450.59	207.56	815.606	758.024	19.385	8.512	38.641	2.787
1	2232.56	301.96	2055.64	128.47	869.589	814.594	30.807	2.675	29.957	1.155

Tabel 5.17 Rekapitulasi Gaya Pada Kolom K2 Portal Baja 14 Lantai

Lantai	Momen, Mu,k (K-in)				Pu,k (Kips)		Geser, Vu,k (Kips)			
	BSF		USF		BSF	USF	BSF		USF	
	Mu,k x	Mu,k y	Mu,k x	Mu,k y			Vu,k y	Vu,k x	Vu,k y	Vu,k x
14	2156.71	840.45	2332.03	651.24	37.344	30.193	30.283	10.707	20.667	8.386
13	2251.64	673.38	3998.22	545.66	87.581	93.482	27.399	9.029	40.924	7.335
12	3049.00	671.62	5770.75	549.54	158.701	155.410	34.828	8.980	64.530	7.399
11	2615.49	655.51	5466.12	538.18	208.222	216.599	36.841	8.800	85.463	7.245
10	3674.46	640.74	5575.48	526.77	259.892	276.734	40.423	8.494	87.777	7.091
9	3806.55	593.08	5186.82	511.46	330.227	335.925	47.964	7.960	81.658	6.873
8	2247.52	579.44	4889.01	492.72	375.863	394.112	34.647	7.702	76.969	6.602
7	3768.79	543.70	4643.66	470.37	434.074	451.152	48.202	7.304	73.107	6.294
6	4674.94	552.38	4427.45	444.23	502.745	507.124	54.941	7.432	69.758	5.933
5	2111.66	526.64	4322.04	413.98	554.138	561.581	28.514	6.917	68.151	5.524
4	4408.26	459.80	4135.72	380.15	610.820	614.777	47.722	6.125	65.213	5.062
3	4718.49	437.34	3946.61	339.26	676.950	666.356	52.272	5.859	62.231	4.457
2	1186.01	393.71	4383.54	311.98	730.884	716.100	10.802	5.159	69.120	4.202
1	3161.10	205.71	3561.47	190.43	783.721	765.028	43.322	1.817	51.902	1.665

Tabel 5.18 Rekapitulasi Gaya Pada Kolom K3 Portal Baja 14 Lantai

Lantai	Momen, Mu,k (K-in)				Pu,k (Kips)		Geser, Vu,k (Kips)			
	BSF		USF		BSF	USF	BSF		USF	
	Mu,k x	Mu,k y	Mu,k x	Mu,k y			Vu,k y	Vu,k x	Vu,k y	Vu,k x
14	1341.78	1829.42	1794.40	258.64	29.594	26.666	20.724	23.212	14.782	3.247
13	1747.29	1426.16	3437.25	192.95	95.853	91.010	27.530	19.118	30.798	2.589
12	2392.34	1448.25	4356.40	193.98	162.065	167.213	37.693	19.558	43.274	2.600
11	1710.85	1444.12	4502.84	187.26	228.231	246.046	26.945	19.521	54.800	2.510
10	2492.07	1452.92	4465.95	179.39	296.083	320.404	39.234	19.633	65.056	2.409
9	2485.28	1436.63	4034.58	169.21	363.935	394.717	39.127	19.316	65.107	2.266
8	1560.68	1377.30	3721.98	156.86	431.625	469.006	24.570	18.522	60.062	2.086
7	2449.27	1329.68	3476.77	142.38	499.177	543.295	38.560	17.893	56.105	1.905
6	2501.27	1251.00	3272.63	125.65	566.613	617.538	39.409	16.544	52.811	1.661
5	1408.25	1091.61	3532.90	106.75	634.307	695.302	22.206	14.419	57.011	1.390
4	2454.32	947.76	3345.04	85.40	701.862	773.065	38.700	12.478	53.979	1.093
3	2509.39	760.80	3146.68	62.12	769.233	850.828	39.568	9.596	50.778	0.785
2	1130.51	465.03	3901.56	34.87	836.419	928.591	17.826	5.595	62.960	0.398
1	2860.05	172.69	2368.65	9.02	903.351	1006.377	33.493	1.621	34.888	0.101

Tabel 5.19 Rekapitulasi Gaya Pada Kolom K4 Portal Baja 14 Lantai

Lantai	Momen, Mu,k (K-in)				Pu,k (Kips)		Geser, Vu,k (Kips)			
	BSF		USF		BSF	USF	BSF		USF	
	Mu,k x	Mu,k y	Mu,k x	Mu,k y			Vu,k y	Vu,k x	Vu,k y	Vu,k x
14	2073.65	592.17	2439.22	403.75	30.284	31.254	19.485	7.451	21.916	5.071
13	3853.10	451.06	4062.37	305.11	106.075	109.610	40.515	6.043	41.818	4.094
12	4293.76	445.62	5839.77	306.01	182.282	188.357	48.501	5.993	65.450	4.121
11	2227.57	428.46	7317.87	295.77	258.697	267.313	28.233	5.801	86.346	3.967
10	5046.30	411.70	7828.71	283.60	335.481	346.592	54.164	5.507	105.536	3.786
9	5411.19	362.25	7282.98	267.89	412.774	426.287	61.138	4.759	117.526	3.568
8	2039.54	323.41	6864.82	248.79	490.736	506.583	27.331	4.336	110.778	3.324
7	5545.25	296.00	6520.31	226.25	569.438	587.549	60.449	3.850	105.219	2.990
6	5829.50	283.57	6221.62	200.11	649.087	669.323	65.925	3.828	100.399	2.644
5	1769.93	260.47	6795.55	170.47	729.798	752.067	21.793	3.390	109.661	2.220
4	5042.95	204.67	6502.59	137.00	811.711	835.850	55.955	2.724	104.933	1.758
3	5112.32	180.48	6205.26	100.38	895.079	920.905	58.322	2.433	100.135	1.269
2	961.45	127.10	6979.00	57.32	979.902	1007.299	15.160	1.399	112.621	0.653
1	3258.30	32.33	5561.43	15.81	1066.966	1095.679	44.266	0.343	81.914	0.191

5.4.4 Perencanaan Kolom Terhadap Momen Lentur dan Gaya Aksial Rencana

Contoh perhitungan:

Diambil kolom lantai 3 portal tepi kolom tengah (K2) struktur *braced steel frame (BSF)* dengan data perencanaan sebagai berikut :

$M_{u,k-x}$ = 4718,49 K-in

$M_{u,k-y}$ = 437,34 K-in

$P_{u,k}$ = 676,950 Kips

Tinggi kolom bruto, Lb = 147,64 in

Profil yang digunakan adalah W14X176 dengan data sebagai berikut:

A	=	51,8 in^2	I_x	=	2140 in^4	F_y	=	36 Ksi
d	=	15,2 in	I_y	=	838 in^4	F_r	=	10 Ksi
t_w	=	0,83 in	S_x	=	281,579 in^3			
b_f	=	15,7 in	S_y	=	106,752 in^3			
t_f	=	1,31 in	Z_x	=	320 in^3			
r_x	=	6,428 in	Z_y	=	163 in^3			
r_y	=	4,022 in	E_s	=	29000 Ksi			

Cek kompak penampang, $\lambda \leq \lambda_p$.

Kontrol sayap, $\lambda_s = \frac{bf}{2tf} = \frac{15,7}{2.1,31} = 5,99 < \lambda_{ps} = \frac{52}{\sqrt{f_y(ksi)}} = \frac{52}{\sqrt{36}} = 8,67$ (Pers. 3.5-1a)

Kontrol badan, $\lambda_b = \frac{h_c}{t_w} = \frac{15,2}{0,83} = 18,31 < \lambda_{pb} = \frac{520}{\sqrt{f_y(ksi)}} = \frac{520}{\sqrt{36}} = 86,67$ (Pers. 3.5-1b)

Kuat lentur berdasarkan stabilitas tekuk lokal, ϕM_n

$$L_p = \frac{300}{\sqrt{fy}}.ry = \frac{300}{\sqrt{36}}.4,022 = 201,1 \text{ in} \qquad \text{(Pers. 3.5-4)}$$

Karena $L_b \leq L_p$ maka termasuk bentang pendek persamaan (3.5-3), sehingga:

$\phi M_n = \phi M_p$

$\phi M_{n\text{-}x} = 0{,}9.Z_x.F_y$ (Pers. 3.5-3)

$= 0{,}9.320.36$

$= 10368$ K-in

$\phi M_{n\text{-}y} = 0{,}9.Z_y.F_y$ (Pers. 3.5-3)

$= 0{,}9.163.36$

$= 5281{,}2$ K-in

Menentukan nilai kondisi ujung *(end condition)* join kolom

$$G_A, y = \frac{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_c}{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_b} = \frac{\left(\frac{2140}{147{,}638} + \frac{2140}{147{,}638}\right)}{\left(\frac{843}{275{,}591} + \frac{843}{275{,}591}\right)} = 4{,}74 \quad \text{(Pers. 3.6-4)}$$

$$G_B, y = \frac{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_c}{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_b} = \frac{\left(\frac{2140}{147{,}638} + \frac{2140}{147{,}638}\right)}{\left(\frac{843}{275{,}591} + \frac{843}{275{,}591}\right)} = 4{,}74 \quad \text{(Pers. 3.6-4)}$$

Dari nomogram untuk portal tak bergoyang diperoleh $k_{c,y} = 0{,}926$

$$G_A, x = \frac{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_c}{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_b} = \frac{\left(\frac{838}{147{,}638} + \frac{838}{147{,}638}\right)}{\left(\frac{285}{196{,}591}\right)} = 7{,}84 \quad \text{(Pers. 3.6-4)}$$

$$G_B, x = \frac{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_c}{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_b} = \frac{\left(\frac{838}{147{,}638} + \frac{838}{147{,}638}\right)}{\left(\frac{285}{196{,}591}\right)} = 7{,}84 \quad \text{(Pers. 3.6-4)}$$

Dari nomogram untuk portal tak bergoyang diperoleh $k_{c,x} = 0,951$

$$\lambda_y = \frac{k_y.L}{\pi.r_x}\sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{0,926.147,638}{\pi.6,428}\sqrt{\frac{36}{29000}} = 0,239 \qquad \text{(Pers. 3.6-5)}$$

$$\lambda_x = \frac{k_x.L}{\pi.r_y}\sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{0,951.147,638}{\pi.4,022}\sqrt{\frac{36}{29000}} = 0,392 \qquad \text{(Pers. 3.6-5)}$$

Diambil λ_c adalah λ terbesar = 0,392 ; karena $\lambda_c < 1,5$ maka:

$$Fcr = \left(0,658^{\lambda c^2}\right)fy = \left(0,658^{0,392^2}\right)36 = 33,761 \text{ Ksi} \qquad \text{(Pers. 3.6-6a)}$$

$$\phi c.Pn = \phi c.Ag.Fcr = 0,85.51,8.33,761 = 1486,492 \text{ Kips} \qquad \text{(Pers. 3.6-7)}$$

$\phi Pn = 1486,492 > P_{u,k} = 676,950$ Kips

Kontrol rasio beban aksial:

$$\frac{P_u}{\phi P_n} = \frac{676,950}{1486,492} = 0,455 > 0,2 \text{ maka:}$$

$$\frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{8}{9}\left(\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}}\right) \le 1,0 \qquad \text{(Pers. 3.6-9b)}$$

$$\frac{676,950}{1486,492} + \frac{8}{9}\left(\frac{4718,49}{10368} + \frac{437,34}{5281,2}\right) = 0,93 \le 1,0 \rightarrow OK!$$

Hasil perhitungan selengkapnya untuk struktur *braced steel frame (BSF)* dapat dilihat pada lampiran C – 9.

Dengan cara yang sama, perencanaan kolom struktur un*braced steel frame (USF)* terhadap kuat lentur dan kuat dukung nominal diperoleh hasil sebagai berikut:

$\phi M_{n\text{-}x}$ = 15539,04 K-in

$\phi M_{n\text{-}y}$ = 7876,44 K-in

P_u = 666,356 Kips

ϕP_n = 1040,266 Kips

$\frac{P_u}{\phi P_n}$ = 0,641

$$\frac{P_u}{\phi P_n}+\frac{8}{9}\left(\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}}+\frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}}\right) = 0{,}9 \le 1{,}0 \rightarrow OK! \qquad \text{(Pers. 3.6-9b)}$$

Hasil perhitungan selengkapnya untuk struktur *unbraced steel frame (USF)* dapat dilihat pada lampiran C – 10.

Tabel 5.20 Interaksi Aksial-Momen Kolom K1 Portal Baja 14 Lantai

Lantai	Kuat Nominal						Pu/ΦPn		Mu,x/ΦMn,x		Mu,y/ΦMn,y		Rasio total	
	BSF			USF										
	ΦPn	ΦMn, x	ΦMn,y	ΦPn	ΦMn, x	ΦMn,y	BSF	USF	BSF	USF	BSF	USF	BSF	USF
14	758.650	5086.8	2449.4	704.733	6842.88	3303.8	0.039	0.033	0.261	0.178	0.442	0.121	0.723	0.315
13	755.194	5086.8	2449.4	624.207	6842.88	3303.8	0.108	0.118	0.172	0.368	0.378	0.108	0.604	0.535
12	755.194	5086.8	2449.4	624.207	6842.88	3303.8	0.205	0.218	0.227	0.585	0.395	0.108	0.757	0.834
11	754.608	5086.8	2449.4	585.698	6842.88	3303.8	0.216	0.360	0.338	0.476	0.380	0.106	0.854	0.877
10	1106.638	7581.6	3661.2	834.084	10228.7	5203.4	0.207	0.332	0.188	0.311	0.251	0.066	0.597	0.667
9	1105.799	7581.6	3661.2	807.897	10228.7	5203.4	0.342	0.420	0.190	0.281	0.244	0.064	0.728	0.726
8	1105.799	7581.6	3661.2	807.897	10228.7	5203.4	0.390	0.496	0.209	0.259	0.237	0.062	0.787	0.781
7	1105.799	7581.6	3661.2	807.897	10228.7	5203.4	0.438	0.571	0.190	0.242	0.236	0.059	0.817	0.839
6	1105.462	7581.6	3661.2	775.316	10228.7	5203.4	0.518	0.673	0.233	0.228	0.236	0.056	0.935	0.925
5	1340.914	9298.8	4730.4	1018.267	13899.6	7056.7	0.468	0.572	0.175	0.162	0.177	0.038	0.780	0.749
4	1339.459	9298.8	4730.4	934.603	13899.6	7056.7	0.510	0.686	0.187	0.153	0.180	0.035	0.836	0.854
3	1339.459	9298.8	4730.4	934.603	13899.6	7056.7	0.568	0.749	0.207	0.144	0.184	0.032	0.916	0.905
2	1339.459	9298.8	4730.4	934.603	13899.6	7056.7	0.609	0.811	0.132	0.176	0.135	0.029	0.847	0.994
1	1339.094	9298.8	4730.4	976.213	13899.6	7056.7	0.649	0.834	0.240	0.148	0.064	0.018	0.920	0.982

Tabel 5.21 Interaksi Aksial-Momen Kolom K2 Portal Baja 14 Lantai

Lantai	Kuat Nominal						Pu/ΦPn		Mu,x/ΦMn,x		Mu,y/ΦMn,y		Rasio total	
	BSF			USF										
	ΦPn	ΦMn, x	ΦMn,y	ΦPn	ΦMn, x	ΦMn,y	BSF	USF	BSF	USF	BSF	USF	BSF	USF
14	837.350	5605.2	2708.6	920.161	9266.4	4740.1	0.045	0.033	0.385	0.252	0.310	0.137	0.717	0.405
13	833.084	5605.2	2708.6	827.796	9266.4	4740.1	0.105	0.113	0.402	0.431	0.249	0.115	0.703	0.603

Lanjutan Tabel 5.21

12	833.084	5605.2	2708.6	827.796	9266.4	4740.1	0.190	0.188	0.544	0.623	0.248	0.116	0.887	0.833
11	831.211	5605.2	2708.6	800.669	9266.4	4740.1	0.251	0.271	0.467	0.590	0.242	0.114	0.880	0.896
10	1343.076	9298.8	4730.4	908.431	11404.8	5809.3	0.194	0.305	0.395	0.489	0.135	0.091	0.627	0.820
9	1341.276	9298.8	4730.4	901.210	11404.8	5809.3	0.246	0.373	0.409	0.455	0.125	0.088	0.722	0.855
8	1341.276	9298.8	4730.4	901.210	11404.8	5809.3	0.280	0.437	0.242	0.429	0.122	0.085	0.604	0.894
7	1341.276	9298.8	4730.4	901.210	11404.8	5809.3	0.324	0.501	0.405	0.407	0.115	0.081	0.786	0.935
6	1339.641	9298.8	4730.4	865.219	11404.8	5809.3	0.375	0.586	0.503	0.388	0.117	0.076	0.926	0.999
5	1486.692	10368	5281.2	1132.373	15539	7876.4	0.373	0.496	0.204	0.278	0.100	0.053	0.642	0.790
4	1486.492	10368	5281.2	1040.266	15539	7876.4	0.411	0.591	0.425	0.266	0.087	0.048	0.866	0.870
3	1486.492	10368	5281.2	1040.266	15539	7876.4	0.455	0.641	0.455	0.254	0.083	0.043	0.934	0.905
2	1486.492	10368	5281.2	1040.266	15539	7876.4	0.492	0.688	0.114	0.282	0.075	0.040	0.660	0.974
1	1486.291	10368	5281.2	1086.086	15539	7876.4	0.527	0.704	0.305	0.229	0.039	0.024	0.833	0.930

Tabel 5.22 Interaksi Aksial-Momen Kolom K3 Portal Baja 14 Lantai

Lantai	Kuat Nominal						Pu/ΦPn		Mu,x/ΦMn,x		Mu,y/ΦMn,y		Rasio total	
	BSF			USF										
	ΦPn	ΦMn, x	ΦMn,y	ΦPn	ΦMn, x	ΦMn,y	BSF	USF	BSF	USF	BSF	USF	BSF	USF
14	924.003	6220.8	3003.5	875.842	7555.68	3635.3	0.032	0.030	0.216	0.237	0.609	0.071	0.841	0.324
13	920.113	6220.8	3003.5	840.523	7555.68	3635.3	0.104	0.108	0.281	0.455	0.475	0.053	0.808	0.562
12	920.113	6220.8	3003.5	840.523	7555.68	3635.3	0.176	0.199	0.385	0.577	0.482	0.053	0.955	0.729
11	918.790	6220.8	3003.5	823.492	7555.68	3635.3	0.248	0.299	0.275	0.596	0.481	0.052	0.920	0.874
10	1232.150	8424	4309.2	1078.786	10228.7	5203.4	0.240	0.297	0.296	0.437	0.337	0.034	0.803	0.716
9	1230.535	8424	4309.2	945.453	10228.7	5203.4	0.296	0.417	0.295	0.394	0.333	0.033	0.854	0.797
8	1230.535	8424	4309.2	945.453	10228.7	5203.4	0.351	0.496	0.185	0.364	0.320	0.030	0.800	0.846
7	1230.535	8424	4309.2	945.453	10228.7	5203.4	0.406	0.575	0.291	0.340	0.309	0.027	0.938	0.901
6	1230.210	8424	4309.2	1009.936	10228.7	5203.4	0.461	0.611	0.297	0.320	0.290	0.024	0.983	0.917
5	1345.744	9298.8	4730.4	1404.097	15539	7876.4	0.471	0.495	0.151	0.227	0.231	0.014	0.811	0.709
4	1344.859	9298.8	4730.4	1324.616	15539	7876.4	0.522	0.584	0.264	0.215	0.200	0.011	0.935	0.785
3	1344.859	9298.8	4730.4	1324.616	15539	7876.4	0.572	0.642	0.270	0.203	0.161	0.008	0.955	0.829
2	1344.859	9298.8	4730.4	1324.616	15539	7876.4	0.622	0.701	0.122	0.251	0.098	0.004	0.817	0.928
1	1341.276	9298.8	4730.4	1230.604	15539	7876.4	0.674	0.818	0.308	0.152	0.037	0.001	0.979	0.954

Tabel 5.23 Interaksi Aksial-Momen Kolom K4 Portal Baja 14 Lantai

Lantai	Kuat Nominal						Pu/ΦPn		Mu,x/ΦMn,x		Mu,y/ΦMn,y		Rasio total	
	BSF			USF										
	ΦPn	ΦMn, x	ΦMn,y	ΦPn	ΦMn, x	ΦMn,y	BSF	USF	BSF	USF	BSF	USF	BSF	USF
14	924.639	6220.8	3003.5	1132.731	10228.7	5203.4	0.033	0.028	0.333	0.238	0.197	0.078	0.547	0.330
13	921.423	6220.8	3003.5	1087.946	10228.7	5203.4	0.115	0.101	0.619	0.397	0.150	0.059	0.827	0.506
12	921.423	6220.8	3003.5	1087.946	10228.7	5203.4	0.198	0.173	0.690	0.571	0.148	0.059	0.938	0.716

Lanjutan Tabel 5.23

11	920.113	6220.8	3003.5	1006.747	10228.7	5203.4	0.281	0.266	0.358	0.715	0.143	0.057	0.726	0.952
10	1642.170	11502	5832	1349.347	13899.6	7056.7	0.204	0.257	0.439	0.563	0.071	0.040	0.657	0.793
9	1640.088	11502	5832	1282.398	13899.6	7056.7	0.252	0.332	0.470	0.524	0.062	0.038	0.725	0.832
8	1640.088	11502	5832	1282.398	13899.6	7056.7	0.299	0.395	0.177	0.494	0.055	0.035	0.506	0.865
7	1640.088	11502	5832	1282.398	13899.6	7056.7	0.347	0.458	0.482	0.469	0.051	0.032	0.821	0.904
6	1639.669	11502	5832	1265.487	13899.6	7056.7	0.396	0.529	0.507	0.448	0.049	0.028	0.890	0.952
5	1790.494	12636	6415.2	1621.035	19316.9	9765.4	0.408	0.464	0.140	0.352	0.041	0.017	0.568	0.792
4	1790.268	12636	6415.2	1564.735	19316.9	9765.4	0.453	0.534	0.399	0.337	0.032	0.014	0.837	0.846
3	1790.268	12636	6415.2	1564.735	19316.9	9765.4	0.500	0.589	0.405	0.321	0.028	0.010	0.885	0.883
2	1790.268	12636	6415.2	1564.735	19316.9	9765.4	0.547	0.644	0.076	0.361	0.020	0.006	0.633	0.970
1	1782.666	12636	6415.2	1502.752	19316.9	9765.4	0.599	0.729	0.258	0.288	0.005	0.002	0.832	0.986

5.4.5 Perencanaan Kolom Terhadap Geser

Contoh perhitungan:

Diambil kolom lantai 3 portal tepi kolom tengah (K2) struktur *braced steel frame (BSF)* dengan gaya geser rencana sebesar, Vu,k y = 54,886 Kips

Kontrol rasio tinggi terhadap tebal panel (h/t_w), menurut persamaan (3.5-17)

$$\frac{h}{t_w} = \frac{13.68}{0,83} = 16,48 < \frac{418}{\sqrt{fy(ksi)}} = \frac{418}{\sqrt{36}} = 69,67 \qquad \text{(Pers. 3.5-17)}$$

Maka kuat geser nominal kolom V_n dihitung menurut persamaan (3.5-18)

$$Aw = d.tw = 15,2.0,83 = 12,616 \text{ in}^2 \qquad \text{(Pers. 3.5-19)}$$

$$\phi V_n = 0,9.0,6.f_y.A_w \qquad \text{(Pers. 3.5-18)}$$

$$= 0,9.0,6.36.12,616 = 245,255 \text{ Kips}$$

Rasio kapasitas geser yang terjadi

$$\frac{V_{u,k}}{\phi V_n} = \frac{52,272}{245,255} = 0,21 \le 1,0 \rightarrow Ok\ ! \qquad \text{(Pers. 3.5-20)}$$

Hasil perhitungan selengkapnya untuk struktur *braced steel frame (BSF)* dapat dilihat pada lampiran C – 11.

Dari perhitungan gaya geser struktur *unbraced steel frame (USF)* diperoleh hasil sebagai berikut :

$V_{u,k\,y}$ = 62,231 Kips

ϕV_n = 332,813 Kips

$$\frac{V_{u,k}}{\phi V_n} = 0,19 \leq 1,0 \rightarrow Ok\ ! \qquad \text{(Pers. 3.5-20)}$$

Hasil perhitungan selengkapnya untuk struktur *unbraced steel frame (USF)* dapat dilihat pada lampiran C – 12.

5.4.6 Kontrol *Strong Column Weak Beam*

Strong Column Weak Beam merupakan prinsip desain dimana kolom didesain jauh lebih kuat dari pada baloknya. Hal tersebut biasanya dikontrol menurut persamaan (3.6-10)

$$\frac{\sum M_{pc}}{\sum M_{pb}} > 1,0 \qquad \text{(Pers. 3.6-10)}$$

Contoh perhitungan:

Diambil contoh pada kolom K2 lantai 3 struktur *braced steel frame (BSF)*.

$\Sigma M_{pc} = \Sigma Z x_c (f_{yc} - P_{uc}/A_g)$ (Pers. 3.6-11)

$$= 320.\left(36 - \frac{610,82}{51,8}\right) + 320.\left(36 - \frac{676,95}{51,8}\right)$$

= 15084,661 K-in

$\Sigma M_{pb} = \Sigma(1{,}1M_p + M_y)$ (Pers. 3.6-12)

$= (1{,}1.95{,}4.36 + 32{,}46.33{,}102) + (1{,}1.95{,}4.36 + 32{,}46.33{,}102)$

$(1386 + (521{,}186.0{,}8)) + (1386 + (850{,}62.0{,}8))$

$= 9704{,}684$ K-in

$$\frac{\sum M_{pc}}{\sum M_{pb}} = \frac{15084{,}661}{9704{,}684} = 1{,}55 > 1{,}0 \rightarrow OK!$$ (Pers. 3.6-10)

Perhitungan selengkapnya untuk struktur *braced steel frame (BSF)* dapat dilihat pada lampiran C – 13.

Hasil perhitungan kontrol *Strong Column Weak Beam* untuk struktur *unbraced steel frame USF)* diperoleh:

$\Sigma M_{pc} = 20021{,}263$K-in

$\Sigma M_{pb} = 11820{,}235$ K-in

$$\frac{\sum M_{pc}}{\sum M_{pb}} = 1{,}71 > 1{,}0 \rightarrow OK!$$ (Pers. 3.6-10)

Perhitungan selengkapnya untuk struktur *unbraced steel frame (USF)* dapat dilihat pada lampiran C – 14.

Tabel 5.24 Rekapitulasi Kontrol *Strong Column Weak Beam* Kolom K1

Lantai	BSF						USF					
	Arah y			Arah x			Arah y			Arah x		
	Σ Mpc	Σ Mpb	Rasio	Σ Mpc	Σ Mpb	Rasio	Σ Mpc	Σ Mpb	Rasio	Σ Mpc	Σ Mpb	Rasio
14	5478.39	2318.18	2.36	2638.00	1473.12	1.79	6781.72	2139.71	3.17	3274.30	1473.12	2.22
13	10647.67	3436.84	3.10	5127.16	1706.76	3.00	13278.33	4743.54	2.80	6410.94	1706.76	3.76
12	9908.17	3257.90	3.04	4771.07	1706.76	2.80	12652.00	5051.14	2.50	6108.54	1706.76	3.58
11	9439.74	3377.91	2.79	4545.51	1706.76	2.66	11911.60	5225.78	2.28	5751.07	1706.76	3.37
10	11757.75	3800.50	3.09	5671.42	1706.76	3.32	14440.30	5796.73	2.49	7196.86	1706.76	4.22
9	13201.61	3916.23	3.37	6375.13	1706.76	3.74	16932.96	5792.61	2.92	8613.98	1706.76	5.05

Lanjutan Tabel 5.24

8	11966.51	3734.99	3.20	5778.70	1706.76	3.39	16120.14	5787.98	2.79	8200.49	1706.76	4.80
7	11321.86	3699.32	3.06	5467.39	1706.76	3.20	15368.04	5781.29	2.66	7817.89	1706.76	4.58
6	10473.53	4049.43	2.59	5057.73	1706.76	2.96	14622.34	5774.25	2.53	7438.54	1706.76	4.36
5	11447.80	4390.80	2.61	5695.28	1706.76	3.34	17504.68	5929.92	2.95	8894.25	1706.76	5.21
4	12608.63	4401.27	2.86	6414.15	1706.76	3.76	20383.94	5921.06	3.44	10348.77	1706.76	6.06
3	11789.80	4849.03	2.43	5997.60	1706.76	3.51	19640.44	5910.12	3.32	9971.30	1706.76	5.84
2	10975.09	4620.29	2.38	5583.15	1706.76	3.27	18907.40	5899.53	3.20	9599.14	1706.76	5.62
1	10307.45	4618.05	2.23	5243.51	1706.76	3.07	18187.73	5893.27	3.09	9233.77	1706.76	5.41

Tabel 5.25 Rekapitulasi Kontrol *Strong Column Weak Beam* Kolom K2

Lantai	BSF						USF					
	Arah y			Arah x			Arah y			Arah x		
	Σ Mpc	Σ Mpb	Rasio	Σ Mpc	Σ Mpb	Rasio	Σ Mpc	Σ Mpb	Rasio	Σ Mpc	Σ Mpb	Rasio
14	6005.99	4640.08	1.29	2902.32	1706.76	1.70	8249.72	4284.47	1.93	3983.84	1473.12	2.70
13	11713.32	6878.85	1.70	5660.31	2027.52	2.79	16127.88	9499.14	1.70	7788.25	1706.76	4.56
12	10991.85	6519.81	1.69	5311.67	2027.52	2.62	15391.75	10118.19	1.52	7432.77	1706.76	4.35
11	10274.63	6760.61	1.52	4965.08	2027.52	2.45	14666.20	10469.66	1.40	7082.39	1706.76	4.15
10	13724.92	7607.62	1.80	6854.90	2027.52	3.38	15826.77	11593.46	1.37	7866.67	1706.76	4.61
9	17037.36	7840.18	2.17	8667.09	2027.52	4.27	16990.83	11585.21	1.47	8643.42	1706.76	5.06
8	16333.18	7475.97	2.18	8308.87	2027.52	4.10	16281.30	11575.96	1.41	8282.47	1706.76	4.85
7	15694.98	7404.30	2.12	7984.20	2027.52	3.94	15583.12	11562.59	1.35	7927.30	1706.76	4.64
6	14906.67	8107.86	1.84	7583.19	2027.52	3.74	14896.73	11548.50	1.29	7578.13	1706.76	4.44
5	15339.08	8785.40	1.75	7808.53	2027.52	3.85	17852.52	11859.84	1.51	9071.00	1706.76	5.31
4	15843.35	8806.39	1.80	8070.21	2027.52	3.98	20815.55	11842.13	1.76	10567.89	1706.76	6.19
3	15084.66	9704.68	1.55	7683.75	2027.52	3.79	20158.47	11820.23	1.71	10234.30	1706.76	6.00
2	14342.95	9245.79	1.55	7305.94	2027.52	3.60	19520.43	11799.06	1.65	9910.37	1706.76	5.81
1	13708.53	9241.29	1.48	6982.78	2027.52	3.44	18897.79	11786.53	1.60	9594.27	1706.76	5.62

Tabel 5.26 Rekapitulasi Kontrol *Strong Column Weak Beam* Kolom K3

Lantai	BSF						USF					
	Arah y			Arah x			Arah y			Arah x		
	Σ Mpc	Σ Mpb	Rasio	Σ Mpc	Σ Mpb	Rasio	Σ Mpc	Σ Mpb	Rasio	Σ Mpc	Σ Mpb	Rasio
14	6734.43	2342.21	2.88	3251.47	2946.24	1.10	7479.53	3260.02	2.29	3598.64	2946.24	1.22
13	13071.32	4903.26	2.67	6311.00	3413.52	1.85	14590.74	6752.24	2.16	7020.07	3413.52	2.06
12	12276.49	5266.32	2.33	5927.24	3413.52	1.74	13796.64	7126.93	1.94	6638.01	3413.52	1.94
11	11482.22	4964.63	2.31	5543.76	3413.52	1.62	12886.43	7501.87	1.72	6200.07	3413.52	1.82
10	13099.77	5539.56	2.36	6541.82	3413.52	1.92	14563.91	8436.05	1.73	7237.80	3413.52	2.12
9	14701.16	5938.68	2.48	7520.21	3413.52	2.20	16269.15	8430.07	1.93	8276.29	3413.52	2.42
8	13875.84	5559.66	2.50	7098.03	3413.52	2.08	15355.90	8423.23	1.82	7811.71	3413.52	2.29

Lanjutan Tabel 5.26

7	13052.36	5569.34	2.34	6676.78	3413.52	1.96	14442.79	8413.90	1.72	7347.20	3413.52	2.15
6	12230.42	6033.99	2.03	6256.33	3413.52	1.83	13529.97	8404.07	1.61	6882.84	3413.52	2.02
5	12343.70	5754.94	2.14	6296.08	3413.52	1.84	17807.28	9545.01	1.87	9038.13	3413.52	2.65
4	12452.43	5695.09	2.19	6334.68	3413.52	1.86	22045.90	9531.63	2.31	11174.64	3413.52	3.27
3	11623.22	6091.58	1.91	5912.86	3413.52	1.73	21055.98	9516.10	2.21	10672.87	3413.52	3.13
2	10796.29	5757.18	1.88	5492.19	3413.52	1.61	20066.06	9500.94	2.11	10171.10	3413.52	2.98
1	9972.06	5624.77	1.77	5072.89	3413.52	1.49	19076.00	9496.65	2.01	9669.26	3413.52	2.83

Tabel 5.27 Rekapitulasi Kontrol *Strong Column Weak Beam* Kolom K4

Lantai	BSF						USF					
	Arah y			Arah x			Arah y			Arah x		
	Σ Mpc	Σ Mpb	Rasio	Σ Mpc	Σ Mpb	Rasio	Σ Mpc	Σ Mpb	Rasio	Σ Mpc	Σ Mpb	Rasio
14	7450.12	4688.28	1.59	3584.49	3413.52	1.05	9169.69	6526.04	1.41	4690.65	2946.24	1.59
13	14445.07	9813.54	1.47	6949.99	4055.04	1.71	17862.28	13517.33	1.32	9137.24	3413.52	2.68
12	13532.22	10541.93	1.28	6510.79	4055.04	1.61	16905.68	14270.14	1.18	8647.91	3413.52	2.53
11	12615.63	9936.67	1.27	6069.78	4055.04	1.50	15945.42	15023.44	1.06	8156.70	3413.52	2.39
10	16761.59	11107.40	1.51	8341.35	4055.04	2.06	18346.13	16907.39	1.09	9337.03	3413.52	2.74
9	20883.41	11914.30	1.75	10588.77	4055.04	2.61	20729.50	16895.36	1.23	10510.73	3413.52	3.08
8	19913.06	11148.04	1.79	10096.76	4055.04	2.49	19729.56	16881.56	1.17	10003.72	3413.52	2.93
7	18933.91	11167.61	1.70	9600.29	4055.04	2.37	18721.68	16862.77	1.11	9492.68	3413.52	2.78
6	17944.22	12107.00	1.48	9098.48	4055.04	2.24	17704.56	16842.96	1.05	8976.96	3413.52	2.63
5	18172.54	11540.11	1.57	9220.39	4055.04	2.27	21284.07	19120.20	1.11	10767.71	3413.52	3.15
4	18383.41	11419.12	1.61	9333.12	4055.04	2.30	24834.96	19093.27	1.30	12544.97	3413.52	3.68
3	17343.74	12220.67	1.42	8805.28	4055.04	2.17	23747.34	19062.03	1.25	11995.58	3413.52	3.51
2	16285.77	11544.65	1.41	8268.16	4055.04	2.04	22642.90	19031.53	1.19	11437.69	3413.52	3.35
1	15204.54	11276.96	1.35	7719.23	4055.04	1.90	21517.04	19022.91	1.13	10868.98	3413.52	3.18

5.5 Perencanaan *Bracing*

Bracing merupakan sistem pengaku yang dirancang untuk mengurangi besarnya simpangan akibat beban lateral. Dalam disainya *bracing* harus dirancang kuat terhadap gaya tarik maupun gaya tekan. Hal tersebut dikarenakan beban lateral yang akan diterima struktur akan bersifat *siklik* (bolak-balik).

5.5.1 Perencanaan *Bracing* Terhadap Gaya Aksial Tekan

Contoh perhitungan:

Direncanakan *bracing* pada lantai 1 - 3 struktur *braced steel frame (BSF)* dengan gaya aksial tekan rencana, $P_{u.br}$ = 422,576 Kips dan Lb = 7,94 m = 312,638 in. Digunakan profil W12X87 dengan data propertis sebagai berikut :

d	=	12,5 in	I_x	=	740 in^4	f_y	= 36 Ksi
b_f	=	12,1 in	I_y	=	241 in^4	E_s	= 29000 Ksi
t_w	=	0,515 in	r_x	=	5,377 in		
t_f	=	0,81 in	r_y	=	3,068 in		
A	=	25,6 in^2	Z_x	=	132 in^3		
w	=	86,94 lb/ft	Z_y	=	60,4 in^3		

Kontrol penampang kompak untuk menghindari terjadinya *local buckling* menurut persamaan (3.5-1a) dan (3.5-1b),dimana disyaratkan $\lambda \leq \lambda_p$.

Kontrol sayap, $\lambda_s = \dfrac{bf}{2tf} = \dfrac{12,1}{2.0,81} = 7,469 \leq \lambda_{ps} = \dfrac{52}{\sqrt{f_y}} = \dfrac{52}{\sqrt{36}} = 8,667$ (Pers. 3.5-1a)

Kontrol badan, $\lambda_b = \dfrac{h_c}{t_w} = \dfrac{12,5}{0,515} = 24,27 \leq \lambda_{pb} = \dfrac{520}{\sqrt{f_y}} = \dfrac{520}{\sqrt{36}} = 86,667$ (Pers. 3.5-1b)

Kuat dukung nominal dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.6-6) seperti pada perhitungan kuat dukung nominal kolom. Dukungan pada kedua ujung dianggap sendi-sendi, sehingga k = 1 .

$$\lambda c = \frac{k\ .L}{\pi.r_y}\sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{1.312,638}{\pi.3,068}\sqrt{\frac{36}{29000}} = 1,143 \qquad \text{(Pers. 3.6-6)}$$

Diambil λ_c = 1,143 ; karena λ_c < 1,5 maka:

$$Fcr = \left(0{,}658^{\lambda c^2}\right) fy = \left(0{,}658^{1{,}143^2}\right) 36 = 20{,}829 \text{ Ksi} \qquad \text{(Pers. 3.6-6a)}$$

$$\phi c.Pn = \phi c.Ag.Fcr = 0{,}85.25{,}6.20{,}829 = 453{,}248 \text{ Kips} \qquad \text{(Pers. 3.6-7)}$$

$\phi Pn = 453{,}248 > P_{u,br} = 422{,}576$ Kips

Rasio beban aksial:

$$\frac{P_{u.br}}{\phi P_n} = \frac{422{,}576}{453{,}248} = 0{,}932 < 1{,}0 \rightarrow Ok!$$

Hasil perhitungan selengkapnya mengenai desain *bracing* tekan dapat dilihat pada lampiran D – 1.

5.5.2 Perencanaan *Bracing* Terhadap Gaya Aksial Tarik

Contoh perhitungan:

Diketahui gaya aksial tarik *bracing* pada lantai 1 - 3 struktur *braced steel frame (BSF)* , $P_{u,br}$ = 254,826 Kips dengan Lb = 312,638 in. Data propertis profil sama dengan *bracing* tekan.

Untuk kondisi leleh pada luas bruto penampang

$\phi P_n = 0{,}9.A_g.f_y = 0{,}9.25{,}6.36 = 829{,}44$ Kips $> P_{u,br} = 254{,}826$ Kips (Pers. 3.7-1)

untuk kondisi patah pada luas tampang efektif

Digunakan baut diameter ¾ in seperti pada gambar 5.15, maka :

A_{nt} $= Ag - (n.(db + 1/16).t_w) - (n.(db + 1/16).t_f)$ (Pers. 3.7-2)

$= 25{,}6 - (2.(¾ + 1/16).0{,}515) - (4.(¾ + 1/16).0{,}81)$

$= 22{,}1305 \text{ in}^2$

Ae $= U.A_{nt} = 1.22{,}1305 = 22{,}1305 \text{ in}^2$ (Pers. 3.7-3)

ϕP_n = 0,75.Fu.Ae = 0,75.58.22.1305 = 962,677 Kips (Pers. 3.7-4)

Dari kedua nilai kuat dukung tersebut diambil yang terkecil, ϕP_n = 829,44 Kips

Sehingga, $\frac{P_u}{\phi P_n} = \frac{254,826}{829,44} = 0,307 < 1,0 \rightarrow OK!$

Hasil perhitungan selengkapnya mengenai desain *bracing* tarik dapat dilihat pada lampiran D – 1.

Tabel 5.28 Gaya Aksial Rencana ($P_{u,br}$) dan Gaya Aksial Nominal (ϕP_n) *Bracing*

Lantai	Profil terpakai	Pu,br (kips)		ϕ Pn (kips)		Rasio	
		Desak	Tarik	Desak	Tarik	Desak	Tarik
13-14	W12X40	71.918	41.558	96.173	379.080	0.75	0.11
10-12	W12X53	202.466	63.624	206.337	505.440	0.98	0.13
7-9	W12X65	305.228	142.56	332.053	618.840	0.92	0.23
4-6	W12X79	382.69	206.228	408.267	751.680	0.94	0.27
1-3	W12X87	422.576	254.826	453.248	829.440	0.93	0.31

5.6 Perencanaan Balok Anak

Dalam perencanaan balok anak, baja didesain komposit dengan beton (pelat). Prosedur desain balok komposit akan dipaparkan dalam sub bab berikut :

5.6.1 Perhitungan Properti Elastis Penampang Komposit

Diambil perhitungan balok anak lantai 1-13 struktur *Braced Steel Frame (BSF)*. Dari analisis struktur didapatkan nilai Mu = 804,5 K-in. Digunakan profil baja W12X26 dengan data propertis sebagai berikut :

A_s = 7,65 in^2 I_x = 204 in^4 E_s = 29000 Ksi
d = 12,2 in I_y = 17,3 in^4
t_w = 0,23 in S_x = 33,443 in^3
b_f = 6,49 in Sy = 5,331 in^3
t_f = 0,38 in Z_x = 37,2 in^3
r_x = 5,164 in Z_y = 8,17 in^3
r_y = 1,504 in f_c' = 4 Ksi

Data slab beton:

Tebal slab, ts = 5 in

$$E_c = 1750.\sqrt{f_c^{'}(Ksi)} = 1750.\sqrt{4} = 3500 \text{ Ksi} \qquad \text{(Pers. 3.8-1)}$$

$$\text{Rasio modular, } n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{29000}{3500} = 8{,}286 \qquad \text{(Pers. 3.8-2)}$$

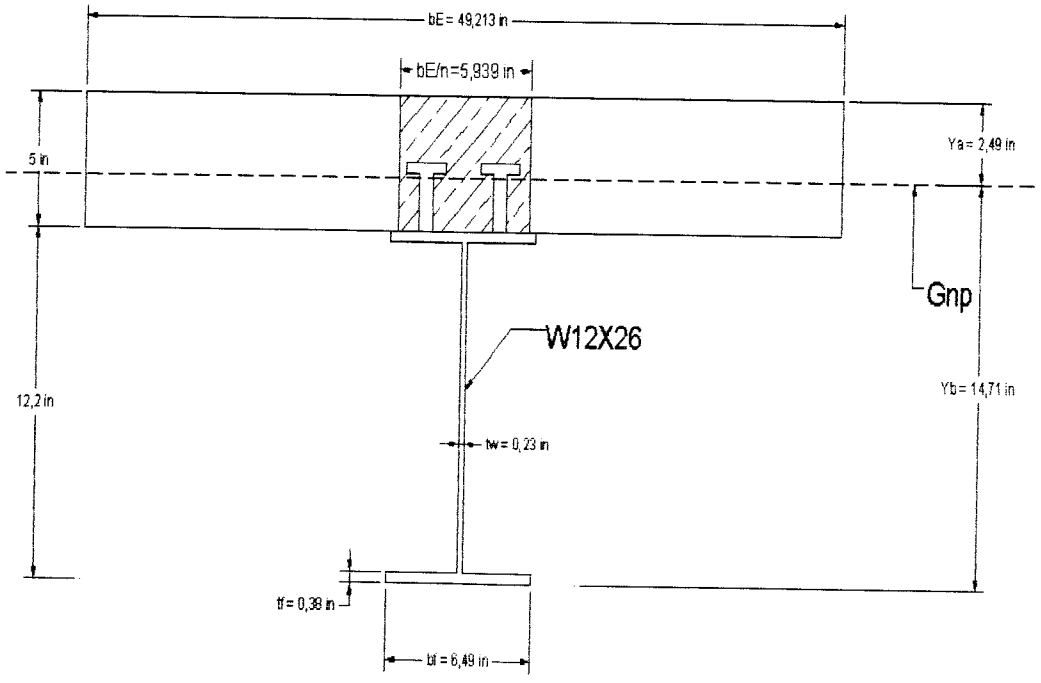
Balok anak bentang 5 m = 196,85 in:

Lebar efektif slab beton untuk balok interior merupakan nilai terkecil dari:

$b_E \leq \frac{1}{4}.L = \frac{1}{4}.196{,}85 = 49{,}213$ in (menentukan) (Pers. 3.8-3)

$b_E \leq 16\ ts + bf = 86{,}49$ in (Pers. 3.8-4)

$bE \leq bo = 3{,}5$ m $= 137{,}795$ in (Pers. 3.8-5)



Gambar 5.7 Penampang komposit balok anak bentang 5 m

Lebar sayap beton ekuivalen, $\frac{b_E}{n} = \frac{49,213}{8,286} = 5,939$ in (Pers. 3.8-6)

Luas baja transformasi,

$A_{tr} = (b_E/n \times ts) + A_s = (5,939 \times 5) + 7,65 = 37,345 \text{ in}^2$ (Pers. 3.8-7)

Letak garis netral komposit terhadap sisi atas

$$Ya = \frac{((bE/nxts)x0,5ts) + (Asx((0,5ds) + ts))}{(bE/nxts) + As} \quad \text{(Pers. 3.8-8)}$$

$$= \frac{((5,939.5).0,5.5) + (7,65.((0,5.12,2) + 5))}{(5,939.5) + 7,65}$$

$$= 2,49 \text{ in}$$

$Yb = ds + ts - Ya = 12,2 + 5 - 2,49 = 14,71$ in (Pers. 3.8-9)

Momen inersia penampang komposit

$I_{Kmp} = Ix_s + A_s.Y_2^2 + Ix_{cr} + A_{cr}.Y_1^2$ (Pers. 3.8-10)

$= 204 + 7,65.(14,71 - 0,5.12,2)^2 + (1/12).5,939.(14,71 - 12,2)^3$

$+ 5,939.(14,71 - 12,2).(0,5.(14,71 - 12,2))^2 + (1/12).5,939.2,49^3$

$+ 5,939.2,49.(0,5.2,49)^2$

$= 832,979 \text{ in}^4$

5.6.2 Kapasitas Lentur Nominal Balok Komposit

Kontrol rasio tinggi terhadap tebal badan profil baja (h/t_w) menurut persamaan (3.5-1b)

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{0,95.12,2}{0,23} = 0,391 < \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{fy(Ksi)}} = \frac{640}{\sqrt{36}} = 106,667 \quad \text{(Pers.3.5-1b)}$$

Balok anak lantai 1 - 13 bentang 5 m = 196,85 in :

Gaya desak beton, $C = 0{,}85 f_c' . b_E . a$ (Pers. 3.8-11b)

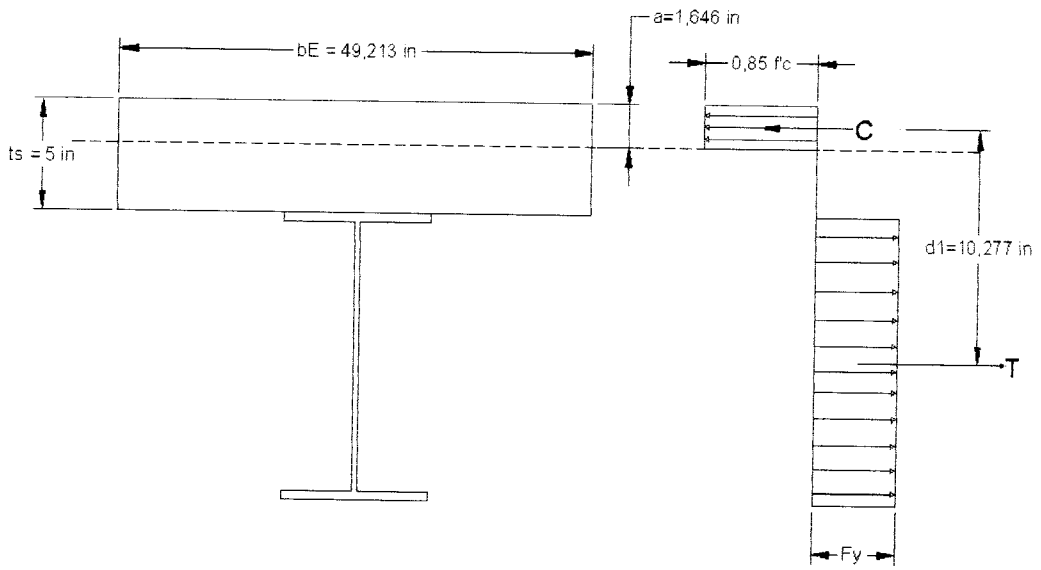
Gaya tarik penampang baja, $T = A_s . f_y$ (Pers. 3.8-12)

Kesetimbangan gaya dalam $C = T$ (Pers. 3.8-13)

$$0{,}85 f_c' . b_E . a = A_s . f_y$$

Sehingga nilai a dapat dicari berdasarkan blok tegangan yang terjadi

$$a = \frac{A_s . f_y}{0{,}85 . f_c' . b_E} = \frac{7{,}65.36}{0{,}85x4x49{,}213} = 1{,}646 \text{ in} < ts = 5 \text{ in} \quad \text{(Pers. 3.8-14)}$$



Gambar 5.8 Diagram tegangan lentur plastis

Dikarenakan a < ts, maka garis netral plastis berada pada beton. Dengan demikian kapasitas nominal balok komposit, Mn

$M_n = C.d_1 = T.d_1$ (Pers. 3.8-15)

$M_n = T(d/2 + t_s - a/2)$

$M_n = (A_s . f_y).(d/2 + t_s - a/2)$

$M_n = (7,65.36)(12,2/2 + 5 - 1,646/2) = 2830,286$ K-in

Kontrol kapasitas:

$\phi_b M_n \geq M_u$ (Pers. 3.8-16)

$\phi_b M_n = 0,85 \times 2830,286 = 2405,743$ K-in $> M_u = 804,5$ K-in

Dengan cara yang sama didapatkan hasil desain untuk balok anak atap menggunakan profil W12X19.

5.6.3 Kontrol Terhadap Lendutan

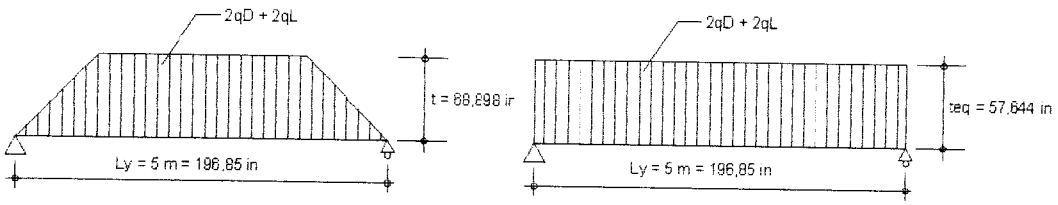
Dari hasil perhitungan berat pelat lantai, didapatkan beban-beban yang bekerja pada balok anak lantai sebagai berikut :

Beban mati $(Q_D) = 483$ Kg/m^2 $= 7,005.10^{-4}$ K/in^2

Beban hidup $(Q_L) = 250$ Kg/m^2 $= 3,626.10^{-4}$ K/in^2

Berat sendiri profil baja W12X26, $q_s = 38,66$ Kg/m $= 2,2.10^{-3}$ K/in

Beban merata equivalen yang bekerja pada balok anak berdasarkan pembebanan tributari area dari pelat lantai dapat dilihat pada gambar 5.9.



Gambar 5.9 Pembebanan pada balok anak

Lx = sisi terpendek dari pelat = 3,5 m = 137,795 in

$t = 0,5.Lx = 0,5.137,795 = 68,898$ in (Pers. 3.8-18)

$$t_{eq} = t - \frac{4f^3}{3.L_y^2} = 68,898 - \frac{4.68,898^3}{3.196,85^2} = 57,644 \text{ in} \qquad \text{(Pers. 3.8-19)}$$

$$q_D = t_{eq}.Q_D = 57,644.7,005.10^{-4} = 4,04.10^{-2} \text{ K/in} \qquad \text{(Pers. 3.8-20)}$$

$$q_L = t_{eq}.Q_L = 57,644.3,626.10^{-4} = 2,1.10^{-2} \text{ K/in} \qquad \text{(Pers. 3.8-21)}$$

$$q_{total} = 2q_D + 2q_L + q_s \qquad \text{(Pers. 3.8-22)}$$

$$= 2.4,04.10^{-2} + 2.2,1.10^{-2} + 2,2.10^{-3}$$

$$= 0,125 \text{ K/in}$$

Lendutan yang terjadi pada balok komposit

1. Apabila pada pelaksanaan terdapat dukungan

$$\Delta_{max} = \frac{5}{384}.\frac{q_{total}.L^4}{E_s.I_{Kmp}} \qquad \text{(Pers. 3.8-23)}$$

$$= \frac{5}{384}.\frac{0,125.196,85^4}{29000.832,979} = 0,101 \text{ in} < \frac{L}{360} = 0,547 \text{ in}$$

2. Apabila pada pelaksanaan tanpa dukungan

$$q_{mati} = q_D + q_s = 2.4,04.10^{-2} + 2,2.10^{-3} = 0,083 \text{ K/in} \qquad \text{(Pers. 3.8-24)}$$

$$\Delta_{baja} = \frac{5}{384}.\frac{q_{mati}.L^4}{E_s.I_s} \qquad \text{(Pers. 3.8-25)}$$

$$= \frac{5}{384}.\frac{0,083.196,85^4}{29000.204} = 0,274 \text{ in}$$

$$\Delta_{Kmp} = \frac{5}{384}.\frac{q_L.L^4}{E_s.I_{Kmp}} \qquad \text{(Pers. 3.8-26)}$$

$$= \frac{5}{384}.\frac{(2.2,1.10^{-2}).196,85^4}{29000.832,979} = 0,034 \text{ in}$$

$$\Delta_{max} = \Delta_{baja} + \Delta_{Kmp} = 0{,}274 + 0{,}034 = 0{,}308 \text{ in} < \frac{L}{360} = 0{,}547 \text{ in} \qquad \text{(Pers. 3.8-27)}$$

5.6.4 Perencanaan Konektor Geser

Untuk menjamin kinerja penampang komposit menjadi sangat efektif, maka di antara profil baja dan beton (pelat) dipasang *shear conector.*

Gaya geser horizontal (V_n) merupakan nilai terkecil dari;

$$Vn = 0{,}85.fc'.b_E.t_s = 0{,}85.4.49{,}213.5 = 836{,}621 \text{ Kips} \qquad \text{(Pers. 3.8-28a)}$$

$$Vn = A_s.Fy = 7{,}65.36 = 275{,}4 \text{ Kips} \quad \text{(Menentukan)} \qquad \text{(Pers. 3.8-28b)}$$

Digunakan penghubung geser jenis paku dengan diameter 5/8in x 2,5 in dengan $Fu^b = 60$ Ksi

Kuat nominal satu penghubung geser jenis paku yang ditanam di dalam pelat beton massif adalah:

$$Q_n = 0{,}5.A_{sc}.\sqrt{f_c'.E_c} \le A_{sc}.Fu^b \qquad \text{(Pers. 3.8-29)}$$

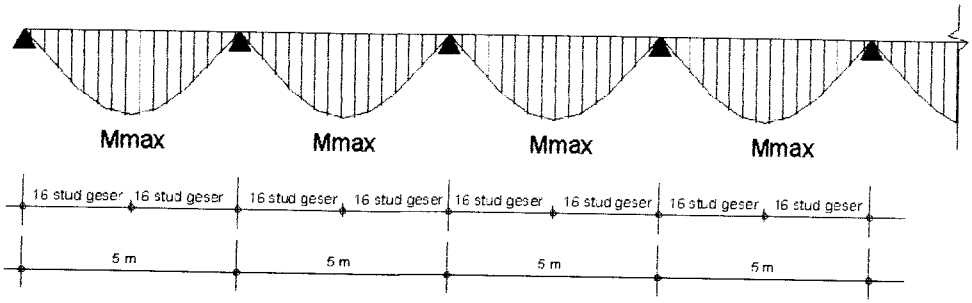
$$Q_n = 0{,}5x\frac{1}{4}\pi.\tfrac{5}{8}^2\sqrt{4.3500} = 18{,}15 \text{ Kips} < \tfrac{1}{4}.\pi.\ 5/8^2.\ 60 = 18{,}4 \text{ Kips}$$

Jumlah stud geser yang dibutuhkan untuk setengah bentang balok:

$$n = \frac{V_n}{Q_n} = \frac{275{,}4}{18{,}15} = 15{,}17 \qquad \text{(Pers. 3.8-30)}$$

Digunakan 16 stud geser per setengah bentang balok

Penempatan stud geser dapat dilihat pada gambar 5.10.



Gambar 5.10 Rencana penempatan stud geser

5.6.5 Kapasitas Geser Nominal Balok

kuat geser nominal balok V_n, dihitung berdasarkan persamaan

$$\frac{h}{t_w} = \frac{0,95.12,2}{0,23} = 50,39 < \frac{418}{\sqrt{fy(Ksi)}} = 69,67 \qquad \text{(Pers. 3.5-17)}$$

$$A_W = d.t_W = 12,2.0,23 = 2,806 \text{ in}^2 \qquad \text{(Pers. 3.5-19)}$$

$$\phi V_n = 0,9.0,6 f_y A_w \qquad \text{(Pers. 3.5-18)}$$

$$= 0,9.0,6.36.2,806$$

$$= 54,549 \text{ Kips}$$

Rasio gaya geser yang terjadi

$$\frac{V_{u.b}}{\phi V_n} = \frac{12,542}{54,549} = 0,23 < 1,0 \rightarrow OK ! \qquad \text{(Pers. 3.5-20)}$$

5.7 Pendetailan Khusus Pada Struktur

Pada bagian ini akan direncanakan sambungan-sambungan yang didesain dengan perencanaan tahan gempa. Data yang digunakan untuk desain sambungan adalah sebagai berikut :

1. Baut yang digunakan adalah baut berkekuatan tinggi A325, dengan tidak menggunakan ulir pada bidang gesernya dan kuat tarik bahan baut F_u^b = 120 ksi.
2. Elektroda las yang digunakan E70XX dengan kuat tarik F_{EXX} = 70 ksi.
3. Plat geser yang digunakan mempunyai Fy = 36 ksi dan Fu = 58 ksi.

5.7.1 Sambungan Balok ke Kolom

Sambungan balok ke kolom direncanakan dengan menggunakan momen kapasitas plastis dan gaya geser yang terjadi pada lokasi sendi plastis balok.

Contoh perhitungan :

Diambil contoh hitungan struktur *braced frame* portal tengah lantai 3 tepi kiri, antara balok B3 dengan kolom K3.

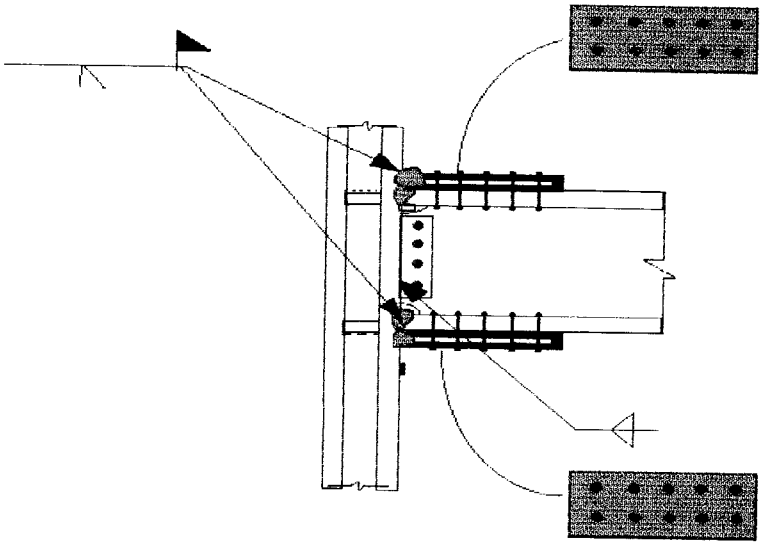
Data Profil desain yang di pakai:

Balok W21X50

A_s	= 14,7 in^2	Z_x	= 110 in^4
d	= 20,8 in	Z_y	= 12,2 in^4
t_w	= 0,38 in	Fy	= 36 ksi
b_f	= 6,53 in	Fu	= 58 ksi
t_f	= 0,535 in		

Kolom W14X159

A_s	= 46,7 in^2	Z_x	= 287 in^4
d	= 15 in	Z_y	= 146 in^4
t_w	= 0,745 in	Fy	= 36 ksi
b_f	= 15,6 in	Fu	= 58 ksi
t_f	= 1,19 in	k	= 1,84 in



Gambar 5.11 Rencana Sambungan Yang Digunakan

Prosedur Desain

a. Menentukan beban yang bekerja berdasarkan kapasitas plastis balok

Momen kapasitas plastis balok supaya terjadi strain hardening

$$Mp = 1{,}1 \cdot Zx \cdot Fy$$

$$= 1{,}1 \cdot 110 \cdot 36 = 4356 \text{ k-in.}$$

Gaya geser pada lokasi sendi plastis balok B3 hasil dari analisis struktur dapat dilihat pada lampiran B6 adalah sebagai berikut :

Vd = 20,01 kips

Vl = 6,70 kips

Ve = 6,11 kips

Gaya geser pada sendi plastis balok, merupakan nilai terkecil dari :

$$Vp = 1{,}2Vd + 0{,}5Vl + \frac{2\,Mp}{L'}$$

$$= 1{,}2.20{,}01 + 0{,}5.6{,}7 + \frac{2.4356}{205{,}51} = 69{,}98 \text{ kips}$$

$$Vp = 1{,}2V_D + 0{,}5V_L + \mu V_E$$

$$= 1{,}2.20{,}01 + 0{,}5.6{,}7 + 4.6{,}11 = 53{,}7 \text{ kips}$$

Momen pada muka kolom, M_f.

$$M_f = M_{pb} + Vp.X$$

$$= 4356 + 53{,}7 \,.\, 32{,}735 = 6113{,}87 \text{ k-in}$$

b. Sambungan *flange plate* ke sayap kolom

Gaya tarik terfaktor, T_u.

$$T_u = \frac{M_f}{0{,}95d} = \frac{6113{,}87}{0{,}95.20{,}8} = 309{,}41 \text{ kips.} \qquad \text{(Pers. 3.9-1)}$$

Menentukan ukuran *flange plate* yang menahan tarik dan desak :

Kondisi leleh tarik :

$$T_u \leq \phi . F_y . A_g \qquad \text{(Pers. 3.7-1)}$$

$$A_{g\,min} = \frac{309{,}41}{0{,}9.36} = 9{,}5 \text{ in}^2 \text{ (menentukan)}$$

Kondisi fraktur :

$$T_u \leq \phi \,.\, F_u \,.\, A_e \,;\, A_e = U \,.\, A_n \qquad \text{(Pers. 3.7-4)}$$

Untuk $A_n \leq 0{,}85 \,.\, A_g$

$U = 1$ → untuk pelat sambung/batang tarik pendek

$$T_u \leq \phi \,.\, F_u \,.\, U \,.\, 0{,}85 \,.\, A_g$$

$$A_{g\,min} = \frac{309{,}41}{0{,}75.58.1.0{,}85} = 8{,}4 \text{ in}^2$$

Jika digunakan lebar *flange plate*, $b_{pl} = 6{,}5$ in

Maka tebal *flange plate*, $t_{pl} = \frac{9{,}5}{6{,}5} = 1{,}46 \text{ in} \approx 1\ ½$ in

Menentukan jumlah baut yang diperlukan untuk mentransfer gaya tarik dan tekan pada bagian atas dan bawah balok :

Kuat geser satu baut A_{325}-X diameter ⅞ in

$$\phi R_n = \phi \,.\, (0{,}6 \,.\, F_u^{\,b}) \,.\, m \,.\, A_b \qquad \text{(Pers. 3.9-6)}$$

$$= 0{,}75 \,.\, (0{,}6 \,.\, 120).\, 1 \,.\, (¼ \,.\, \pi \,.\, ⅞^2) = 32{,}47 \text{ kips}$$

Kebutuhan baut minimal untuk menahan geser

$$n_{min} = \frac{T_u}{\phi R_n}$$

$$= \frac{309{,}41}{32{,}47} = 9{,}5 \rightarrow 10 \text{ baut}$$

Sayap balok lebih kritis, coba baut 12-buah.

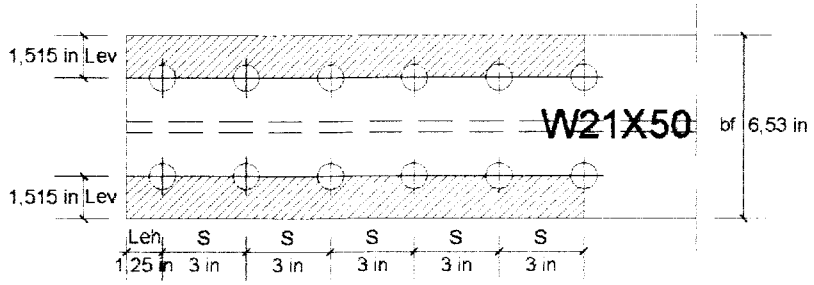
Kuat tumpu sayap balok

$$\phi R_n = \phi \,.\, 2{,}4 \,.\, F_u \,.\, d_b \,.\, t_{wb} \qquad \text{(Pers. 3.9-3)}$$

$$= 0{,}75 \,.\, 2{,}4 \,.\, 58 \,.\, ⅞ \,.\, 0{,}535 = 48{,}8 \text{ kips} > 32{,}47 \text{ kips}$$

Kontrol blok geser :

Sayap balok lebih kritis dari plat, cek blok geser pada sayap balok :



Pada flange plate digunakan l_{ev} = 1 ¼ in, sehingga pada sayap balok l_{ev} = 1,515 in, dan l_{eh} = 1 ¼ in.

$A_{vg} = 2 \,.\, t_f \,.\, (l_{eh} + 5.S)$ (Luas pelelehan geser)

$= 2 \,.\, 0{,}535 \,.\, (1{,}25 + 5 \,.3) = 17{,}39 \text{ in}^2$

$A_{nt} = 2 \,.\, t_f \,.\, (l_{ev} - 0{,}5.\, (d + 1/16))$ (Luas fraktur tarik)

$= 2 \,.\, 0{,}535 \,.\, (1{,}515 - 0{,}5.\, (7/8 + 1/16)) = 1{,}12 \text{ in}^2$

$A_{ns} = A_{vg} - 2 \,.\, t_f \,.\, (5{,}5.(d + 1/16))$ (Luas fraktur geser)

$= 17{,}39 - 2 \,.\, 0{,}535 \,.\, (5{,}5.\, (7/8 + 1/16)) = 11{,}87 \text{ in}^2$

$A_{tg} = 2 \,.\, t_f \,.\, l_{ev}$ (Luas leleh tarik)

$= 2 \,.\, 0{,}535 \,.\, 1{,}515 = 1{,}62 \text{ in}^2$

Untuk reaksi nominal pilih nilai terbesar dari :

$F_u . A_{nt} = 64{,}96 < 0{,}6 . F_u . A_{ns} = 413{,}076$

$T_n = 0{,}6 . F_u . A_{ns} + F_y . A_{tg}$ (Pers. 3.9-5b)

$= 0{,}6 \,.\, 58 \,.\, 11{,}87 + 36 \,.\, 1{,}62 = 471{,}40$ kips

Kapasitas reaksi terfaktor,

$\phi T_n = 0{,}75 \,.\, 471{,}40 = 353{,}55$ kips $> T_u = 309{,}41$ kips → *ok*

Menentukan ukuran plat geser, jumlah baut, dan panjang las :

Tranfer gaya geser dari balok ke kolom, merupakan nilai terkecil dari :

$$V_f = \frac{2.M_f}{L_n} + V_g$$

$$= \frac{2.6113,87}{270,98} + 1,2.20,02 + 0,5.6,7 = 72,5 \text{ kips.}$$

$$V_f = 1,05\left(V_D + V_L + \frac{4}{K}V_E\right).\left(\frac{Ln}{L'}\right)$$

$$= 1,05.(20,02+6,7+\frac{4}{1}6,11).\left(\frac{270,98}{205,51}\right) = 70,81 \text{ kips}$$

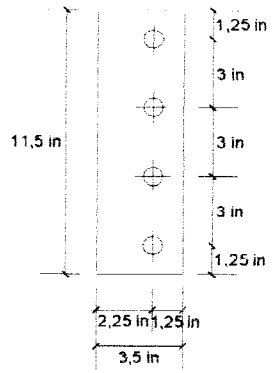
Apabila digunakan baut dengan diameter ¾ in,

$$\phi R_n = \phi \,.\, (0,6 \,.\, F_u^b) \,.\, m \,.\, A_b \qquad \text{(Pers. 3.9-7)}$$

$$= 0,75 \,.\, (0,6 \,.\, 120).\, 1 \,.\, (\tfrac{1}{4} \,.\, \pi \,.\, \tfrac{3}{4}^2) = 23,87 \text{ kips}$$

$$\text{Jumlah baut } n = \frac{V_f}{\phi Rn} = \frac{70,81}{23,87} = 2,96 \rightarrow 3 \text{ buah.}$$

Untuk menghindari gagal geser pada plat dipakai baut 4-buah, dengan pemasangan seperti di bawah ini :



Coba plat $\frac{3}{8}$ X11 $\frac{1}{2}$

Kontrol geser leleh pada plat :

$\phi R_n = \phi \,.(0{,}6 \,.\, F_y).\, A_g$ (Pers. 3.9-8)

$= 0{,}9 \,.(0{,}6 \,.\, 36).(\frac{3}{8} \,.\, 11\frac{1}{2}) = 83{,}83$ kips $> V_f = 70{,}81$ kips → *ok*

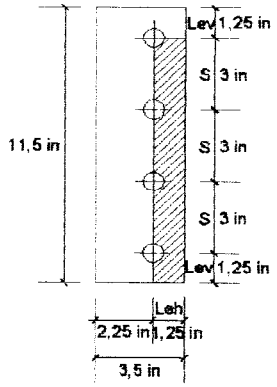
Kontrol geser fraktur pada plat :

$\phi R_n = \phi \,.\, (0{,}6 \,.\, F_u) \,.\, A_n$ (Pers. 3.9-9)

$= 0{,}75 \,.(0{,}6 \,.\, 58).[\, \frac{3}{8} \,.(11{,}5 - 4 \,.\, (\frac{3}{4} + \frac{1}{16}))]$

$= 80{,}75$ kips $> V_f = 70{,}81$ kips → *ok*

Cek blok geser dari plat :



$L_{eh} = 1{,}25$ in, dan $L_{ev} = 1{,}25$ in

$A_{vg} = t_{pl} \,.\, (l_{ev} + 3.S)$ (Luas pelelehan geser)

$= \frac{3}{8} \,.\, (1{,}25 + 3 \,.3) = 3{,}84$ in^2

$A_{nt} = t_{pl} \,.\, (l_{eh} - 0{,}5.\, (d + \frac{1}{16}))$ (Luas fraktur tarik)

$= \frac{3}{8} \,.\, (1{,}25 - 0{,}5.\, (\frac{3}{4} + \frac{1}{16})) = 0{,}32$ in^2

$A_{ns} = A_{vg} - t_{pl} \,.\, (3{,}5.(d + \frac{1}{16}))$ (Luas fraktur geser)

$= 3{,}84 - \frac{3}{8} . (3{,}5. (\frac{3}{4} + \frac{1}{16})) = 2{,}77 \text{ in}^2$

$A_{tg} = t_{pl} . l_{eh}$ (Luas leleh tarik)

$= \frac{3}{8} . 1{,}25 = 0{,}47 \text{ in}^2$

Untuk reaksi nominal pilih nilai terbesar dari :

$F_u . A_{nt} = 18{,}56 < 0{,}6 . F_u . A_{ns} = 96{,}396$

$V_n = 0{,}6 . F_u . A_{ns} + F_y . A_{tg}$ (Pers. 3.9-5b)

$= 0{,}6 . 58 . 2{,}77 + 36 . 0{,}47 = 113{,}32$ kips

Kapasitas reaksi terfaktor,

$\phi V_n = 0{,}75 . 113{,}32 = 84{,}99$ kips $> V_f = 70{,}81$ kips → *ok*

Menentukan panjang las fillet pada plat geser

Digunakan las fillet, bila $t_{pl} = \frac{3}{8}$ in $\geq \frac{1}{4}$ in,

$a_{max} = t_{pl} - \frac{1}{16} = \frac{3}{8} - \frac{1}{16} = \frac{5}{16}$ in; dan $a_{min} = \frac{3}{16}$ in.

$a_{pakai} = \frac{1}{4}$ in.

$t_e = 0{,}707 . a = 0{,}707 . 0{,}25 = 0{,}177$ in.

Kekuatan las terhadap geser,

$\phi R_{nw} = \phi.(0{,}6 . F_{Exx}).t_e$ (Pers. 3.9-9a)

$= 0{,}75 . (0{,}6 . 70) . 0{,}177 = 5{,}575$ k/in. (menentukan)

Kekuatan las terhadap geser fraktur dari logam dasar,

$\phi R_{nw} = \phi.(0{,}6 . F_u).t_{pl}$ (Pers. 3.9-9b)

$= 0{,}75 . (0{,}6 . 58). \frac{3}{8} = 9{,}79$ k/in.

Panjang las yang dibutuhkan,

$$P_{las} = \frac{V_f}{\phi R_{nw}} = \frac{70{,}81}{5{,}575} = 12{,}7 \text{ in} \rightarrow \text{pakai } 13 \text{ in.}$$

Pakai 6,5 in pada setiap sisinya.

5.7.2 Perencanaan Daerah Panel Zone

Pelat Pengaku (*stiffener*):

Akibat transfer momen lentur ke sayap kolom menimbulkan gaya aksial (P_{bf}) tarik atau tekan pada sayap kolom.

Untuk menghindari robeknya las antara sayap kolom dan flange plate maka harus dipenuhi persamaan di bawah ini:

$\phi R_n \geq P_{bf}$

Nilai kapasitas beban terfaktor, P_{bf} akibat *strain hardening*:

$P_{bf} = 1{,}8 \cdot b_f \cdot t_f \cdot F_y$ (Pers. 3.10-1)

$= 1{,}8 \cdot 6.53 \cdot 0{,}535 \cdot 36 = 226{,}38$ kips.

Pelelehan sayap lokal (*Local flange bending*):

$\phi R_n = \phi \cdot 6{,}25 \cdot t_{fc}^2 \cdot F_{yc}$ (Pers. 3.10-2a)

$= 0{,}9 \cdot 6{,}25 \cdot 1{,}19^2 \cdot 36 = 286{,}76$ kips $> P_{bf} = 226{,}38$ kips

Pelelehan badan lokal(*Local Web Yielding*):

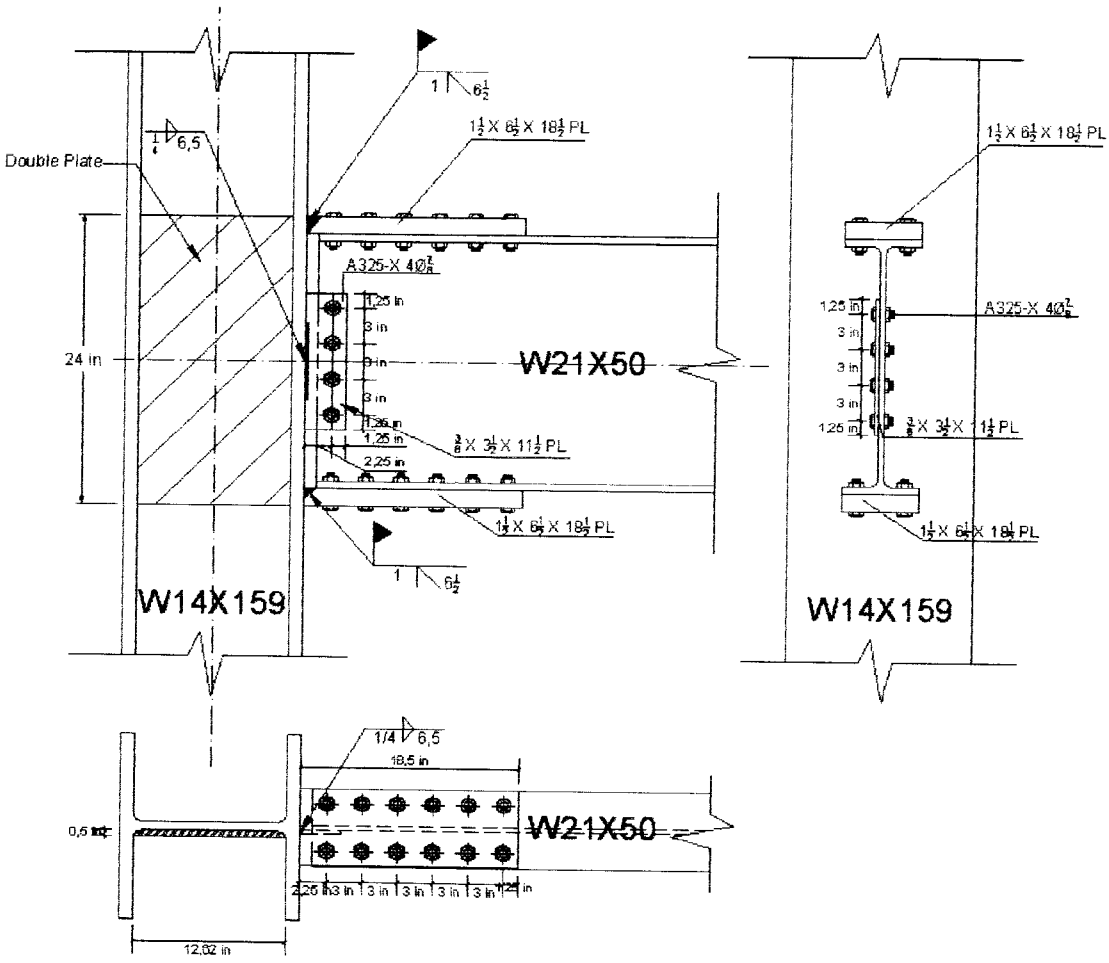
$\phi R_n = \phi.(5k + t_{fb}).F_{yc}.t_{wc}$ (Pers. 3.10-2b)

$= 1.(5.1{,}84 + 0{,}535).36.0{,}745 = 261{,}09$ kips $> P_{bf} = 226{,}38$ kips

Pelipatan pelat badan (*Web Cripping*):

$$= \frac{((20{,}8 + 2\ .1{,}5) + (15 - 2.1{,}19)}{90} = 0{,}405 \text{ in} \cong 0{,}5 \text{ in}$$

sehingga digunakan *double plate* minimum dengan ukuran ½ x 24 x 12,6 PL



Gambar 5.12 Detail Sambungan Balok ke Kolom

5.7.3 Sambungan Balok Anak ke Balok

Contoh perhitungan :

Diambil contoh hitungan untuk struktur *braced frame* balok anak lantai 5 dengan balok B1 W21X50, yang mempunyai bentang bentang 5 m = 196,85 in, dengan data balok anak sebagai berikut :

Balok W12X26

$A_s = 7{,}65\ in^2$ $Z_x = 37{,}2\ in^4$

$d = 12{,}2\ in$ $Z_y = 8{,}17\ in^4$

$t_w = 0{,}23\ in$ $Fy = 36\ ksi$

$b_f = 6{,}49\ in$ $Fu = 58\ ksi$

$t_f = 0{,}38\ in$

$V_d = 6{,}24$ kips

$V_l = 3{,}13$ kips

$V_u = 1{,}2\ V_d + 0{,}5\ V_l$

$= 1{,}2 \cdot 6{,}24 + 0{,}5 \cdot 3{,}13 = 9{,}053$ kips.

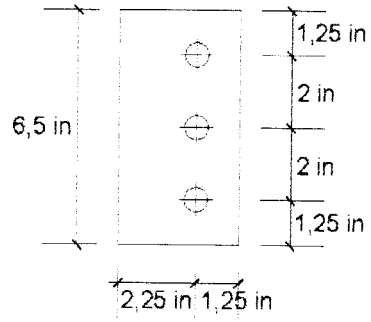
Dicoba menggunakan baut A325, Ø ⅝ in, dengan $A_b = 0{,}307\ in^2$.

$\phi R_n = \phi \cdot (0{,}6 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b$ (Pers. 3.9-6)

$= 0{,}75 \cdot (0{,}6 \cdot 120) \cdot 1 \cdot 0{,}307 = 16{,}578$ kips

Jumlah baut $n = \dfrac{V_u}{\phi Rn} = \dfrac{9{,}053}{16{,}578} = 0{,}57$

Untuk menghindari gagal geser pada plat dipakai baut 3 buah, dengan pemasangan seperti di bawah ini :



Coba plat ⅛ X6 ½ PL

Kontrol leleh geser pada plat :

$\phi R_n = \phi \,.(0{,}6\,.\,F_y).\,A_g$ (Pers. 3.7-1)

$= 0{,}9\,.(0{,}6\,.\,36).(\,\tfrac{1}{8}\,.\,6\,\tfrac{1}{2}\,) = 15{,}8$ kips $> V_u = 9{,}053$ kips → *ok*

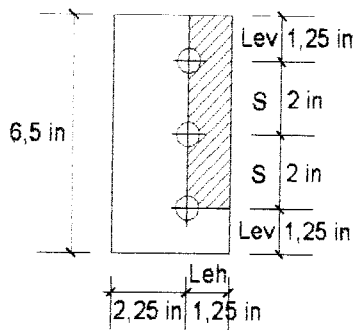
Kontrol fraktur geser pada plat :

$\phi R_n = \phi\,.\,(0{,}6\,.\,F_u)\,.\,A_n$ (Pers. 3.9-8)

$= 0{,}75\,.(0{,}6\,.\,58).[\,\tfrac{1}{8}\,.(6{,}5 - 3\,.\,(\tfrac{5}{8} + \tfrac{1}{16}))]$

$= 14{,}5$ kips $> V_u = 9{,}053$ kips → *ok*

Cek blok geser pada penampang plat (tampang kritis).



Ambil $l_{ev} = 1\,\tfrac{1}{4}$ in dan $l_{eh} = 1\,\tfrac{1}{4}$ in

$A_{vg} = t_{pl}\,.\,(l_{ev} + 2.S)$ (Luas pelelehan geser)

$= 0.125 \cdot (1{,}25 + 2 \cdot 2) = 0{,}66 \text{ in}^2$

$A_{nt} = t_{pl} \cdot (l_{eh} - 0{,}5(d + 1/16))$ (Luas fraktur tarik)

$= 0{,}125 \cdot (1{,}25 - 0{,}5(5/8 + 1/16)) = 0{,}11 \text{ in}^2$

$A_{ns} = A_{vg} - t_{pl} \cdot (2{,}5.(d + 1/16))$ (Luas fraktur geser)

$= 0{,}66 - 0{,}125 \cdot (2{,}5. (5/8 + 1/16)) = 0{,}45 \text{ in}^2$

$A_{tg} = t_{pl} \cdot l_{eh}$ (Luas leleh tarik)

$= 0{,}125 \cdot 1{,}25 = 0{,}16 \text{ in}^2$

Untuk reaksi nominal pilih nilai terbesar dari :

$F_u . A_{nt} = 6{,}38 < 0{,}6 . F_u . A_{ns} = 15{,}66$

$V_n = 0{,}6 . F_u . A_{ns} + F_y . A_{tg}$ (Pers. 3.9-5b)

$= 0{,}6 \cdot 58 \cdot 0{,}45 + 36 \cdot 0{,}16 = 21{,}42$ kips

Kapasitas reaksi terfaktor, $\phi V_n = 0{,}75 \cdot 21{,}42 = 16{,}07$ kips $> V_u = 9{,}053$ kips.

Menentukan panjang las :

Tebal plat yang digunakan $t_{pl} = 1/8$ in.

Digunakan las fillet, bila $t_{pl} = 1/8$ in $< 1/4$ in,

$a_{max} = t_{pl} = 1/8$ in; dan $a_{min} = 1/8$ in (dari tabel AISC).

$a_{pakai} = 1/8$ in.

$t_e = 0{,}707 \cdot a = 0{,}09$ in.

Kekuatan las berdasar leleh tarik,

$\phi R_{nw} = \phi.(0{,}6 \cdot F_{Exx}).t_e$ (Pers. 3.9-9a)

$= 0{,}75 \cdot (0{,}6 \cdot 70) \cdot 0{,}09 = 2{,}83$ k/in. (menentukan)

Kekuatan las terhadap geser fraktur dari logam dasar,

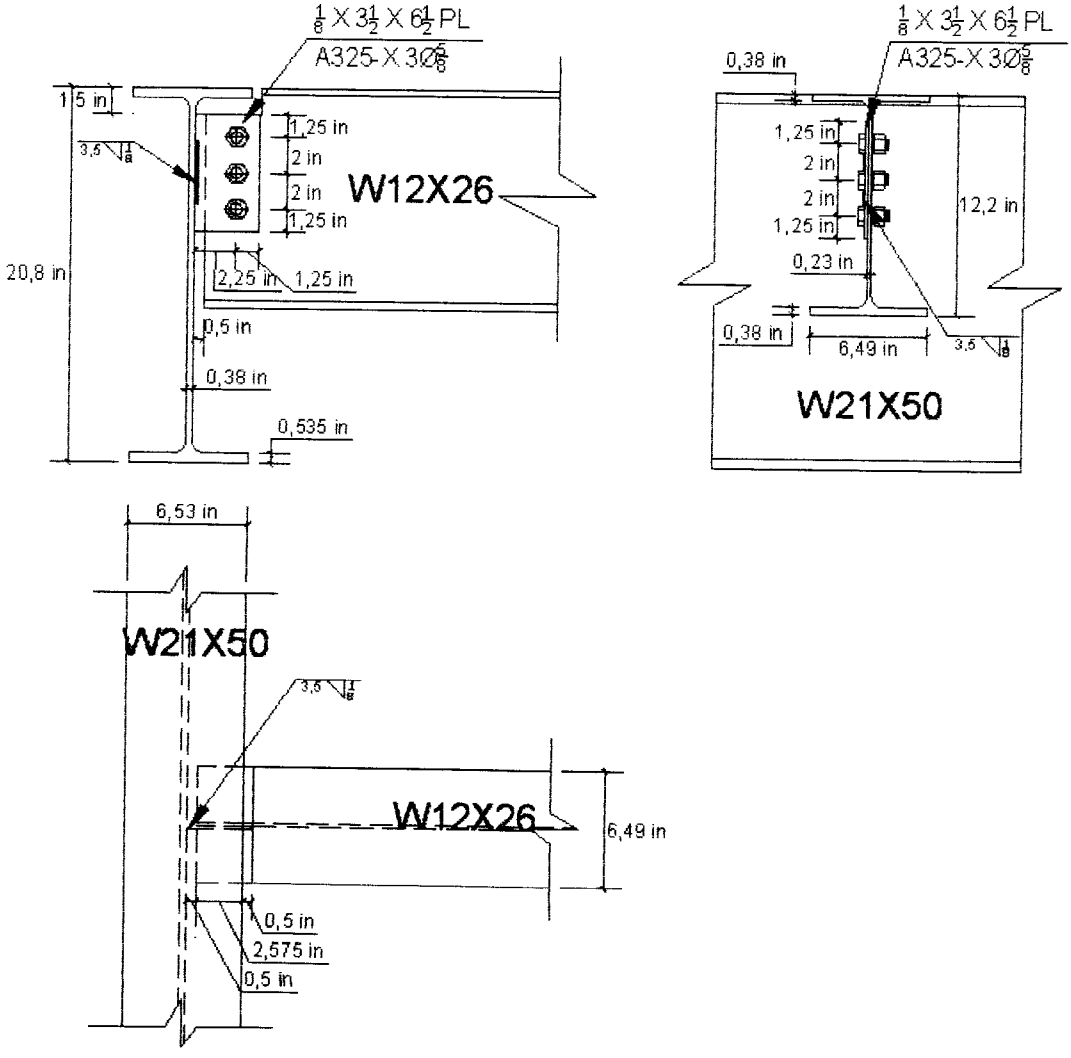
$$\phi R_{nw} = \Phi.(0{,}6 \;.\; F_u).t_{pl} \qquad \text{(Pers. 3.9-9b)}$$

$$= 0{,}75 \;.\; (0{,}6 \;.\; 58).\; \tfrac{1}{8} = 3{,}26 \text{ k/in.}$$

Panjang las yang dibutuhkan,

$$P_{las} = \frac{V_u}{\phi R_{nw}} = \frac{9{,}053}{2{,}83} = 3{,}2 \text{ in} \approx 3{,}5 \text{ in.}$$

Pakai 3,5 in las $\frac{1}{8}$ in pada satu sisi balok.



Gambar 5.13 Detail Sambungan Balok Anak ke Balok

5.7.4 Sambungan Kolom

Direncanakan sambungan kolom K2 pada lantai 5 (W14X176) dan kolom lantai 6 (W14X159) struktur *braced steel frame (BSF)*,dengan Mu,k = 4674,936 K-in dan Pu,k = 554,138 Kips. Data propertis profil W14X159 sebagai berikut :

d = 15 in A = 46,7 in^2

bf = 15,6 in fy = 36 Ksi

tf = 1,19 in fu = 58 Ksi

tw = 0,745 in

Gaya pada sayap

$$Tu_f = \frac{Mu,k}{0{,}95d} = \frac{4674{,}936}{0{,}95.15} = 328{,}066 \text{ Kips} \qquad \text{(Pers. 3.12-1)}$$

Sambungan pada sayap

1. Desain jumlah baut

Digunakan tipe baut A325 X diameter ¾ *(double shear)*

$$\phi Rn = \phi.0{,}6.fu^b.Ab = 0{,}75.0{,}6.120.(1/4.\pi.(3/4)^2) = 23{,}85 \text{ Kips} \qquad \text{(Pers. 3.9-6)}$$

$$\text{n perlu} = \frac{Tuf}{2.\phi rn} = \frac{328{,}066}{2.23{,}85} = 6{,}8 \approx 8 \text{ baut} \qquad \text{(Pers. 3.12-2)}$$

Kontrol kekuatan sayap kolom

Ags = 8,25.1,19.2 = 19,635 in^2

$$Agt = \left(\frac{15{,}6 - 7{,}5}{2}\right).1{,}19.2 = 9{,}639 \text{ in}^2$$

Ans = (8,25 – 3,5.(3/4+1/16)).1,19.2 = 12,863 in^2

$$Ant = \left(\frac{15,6-7,5}{2} - 0,5.(3/4+1/16)\right).1,19.2 = 8,672\ in^2$$

$fu.Ant = 58.8,672 = 502,976$ Kips

$0,6.fu.Ans = 0,6.58.12,863 = 447,632$ Kips

$fu.Ant > 0,6.fu.Ans$

$\phi Rn = \phi(fu.Ant + 0,6.fy.Ags)$ (Pers. 3.9-5a)

$= 0,75.(502,976 + 0,6.36.19,635)$

$= 695,319$ Kips $> Tu_f = 311,662$ Kips *OK!*

2. Desain pelat sambung

Pelat luar

Dicoba pelat dengan lebar 10,5 in

$$Ag = \frac{328,066}{2.0,9.36} = 5,063\ in^2$$ (Pers. 3.12-3)

$$t_{min} = \frac{5,063}{10,5} = 0,482\ in \approx$$ dipakai tebal pelat 3/4 in (Pers. 3.12-4)

Pakai pelat sambung PL 3/4 x 10,5 in

Kontrol kekuatan pelat sambung

$Agt = 3/4.10,5 = 7,875\ in^2$

$Ant = (10,5 - 2.(3/4+1/16)).\ 3/4 = 6,656\ in^2$

$0,85\ Agt = 0,85.7,875 = 6,694\ in^2 > Ant = 6,656\ in^2$

$\phi Rn = \phi.fu.Ant$ (Pers. 3.12-5)

$$= 0,75.58.6,656 = 289,536 \text{ Kips} > \frac{Tuf}{2} = 164,033 \text{ Kips}$$

Kontrol blok geser

Ags = 8,25. 3/4.2 = 12,375 in^2

Agt = 1,5. 3/4.2 = 2,25 in^2

Ans = (8,25 – 3,5.(3/4+1/16)). 3/4.2 = 8,109 in^2

Ant = (1,5 – 0,5.(3/4+1/16)). 3/4.2 = 2,215 in^2

fu.Ant = 58.2,215 = 128,47 Kips

0,6.fu.Ans = 0,6.58.8,109 = 282,193 Kips

0,6.fu.Ans > fu.Ant

$\phi Rn = \phi$ (0,6.fu.Ans + fy.Agt) (Pers. 3.9-5b)

= 0,75.(282,193 + 36.2,25)

= 213,332 Kips > $\frac{Tuf}{2}$ = 164,033 Kips *OK!*

Kuat tumpu pelat sambung

$\phi Rn = \phi$.2,4.fu.tp.db (Pers. 3.9-3)

= 0,75.2,4.58.(3/4).(3/4).8 = 469,8 Kips > *Tuf* = 328,066 Kips

Pelat dalam

$T_{pd} = \frac{Tuf}{2.n} = \frac{328,066}{2.2} = 82,017$ Kips

Dicoba pelat dengan lebar 5 in

$Ag = \frac{82,017}{0,9.36} = 2,53\ in^2$ (Pers. 3.12-3)

$t_{min} = \frac{2,53}{5} = 0,506$ in ≈ dipakai tebal pelat 1/2 in (Pers. 3.12-4)

Pakai pelat sambung PL 1/2 x 5 in

Kontrol kekuatan pelat sambung

Agt = 1/2. 5 = 2,5 in^2

Ant = (5 – 1.(3/4+1/16)).1/2 = 2,094 in^2

0,85 Agt = 0,85.2,5 = 2,125 in^2 > Ant = 2,094 in^2

$\phi Rn = \phi.fu.Ant$ (Pers. 3.12-5)

= 0,75.58.2,094 = 91,089 Kips > T_{pd} = 82,17 Kips *OK!*

Sambungan pada badan

1. Desain jumlah baut

$$Puw = \frac{Pu,k.A_w}{A} = \frac{554{,}138.((15-2.1{,}19).0{,}741)}{46{,}7} = 111{,}562 \text{ Kips}$$ (Pers. 3.12-6)

Digunakan tipe baut A325 X diameter ¾ *(double shear)*

$\phi rn = \phi.0{,}6.fu^b.Ab = 0{,}75.0{,}6.120.(1/4.\pi.(3/4)^2) = 23{,}85$ Kips (Pers. 3.9-7)

$$\text{n perlu} = \frac{Puw}{2.\phi rn} = \frac{111{,}562}{2.23{,}85} = 2{,}3 \approx 4 \text{ baut}$$ (Pers. 3.12-2)

Kontrol kekuatan badan

Ans = (3,75 – 1,5.(3/4+1/16)).0,745.2 = 3,77 in^2

Ant = (7 – 1.(3/4+1/16)).0,745 = 4,609 in^2

Ags = 3,75.0,745.2 = 5,588 in^2

Agt = 7.0,745 = 5,215 in^2

fu.Ant = 58.4,609 = 267,322 Kips

0,6.fu.Ans = 0,6.58.3,77 = 131,196 Kips

fu.Ant > 0,6.fu.Ans

$\phi Rn = \phi$ (fu.Ant + 0,6.fy.Ags) (Pers. 3.9-5b)

= 0,75.(267,322 + 0,6.36.5,588)

= 291,017 Kips > Pu_w = 111,562 Kips *OK!*

2. Desain pelat sambung

Digunakan dua pelat dengan pemasangan satu pelat pada tiap sisi badan. Dicoba pelat dengan lebar 10 in

$$Ag = \frac{111{,}562}{2.0{,}9.36} = 1{,}72 \text{ in}^2 \quad \text{(Pers. 3.12-3)}$$

$$t_{min} = \frac{1{,}72}{10} = 0{,}172 \text{ in} \approx \text{dipakai tebal pelat 3/8 in} \quad \text{(Pers. 3.12-4)}$$

Pakai pelat sambung PL 3/8 x 10 in

Kontrol kekuatan pelat sambung

Kondisi fraktur

Ant = (10 – 2.(3/4+1/16)).3/8.2 = 6,281 in^2

0,85 Agt = 0,85.3/8.10.2 = 6,375 in^2 > Ant = 6,281 in^2

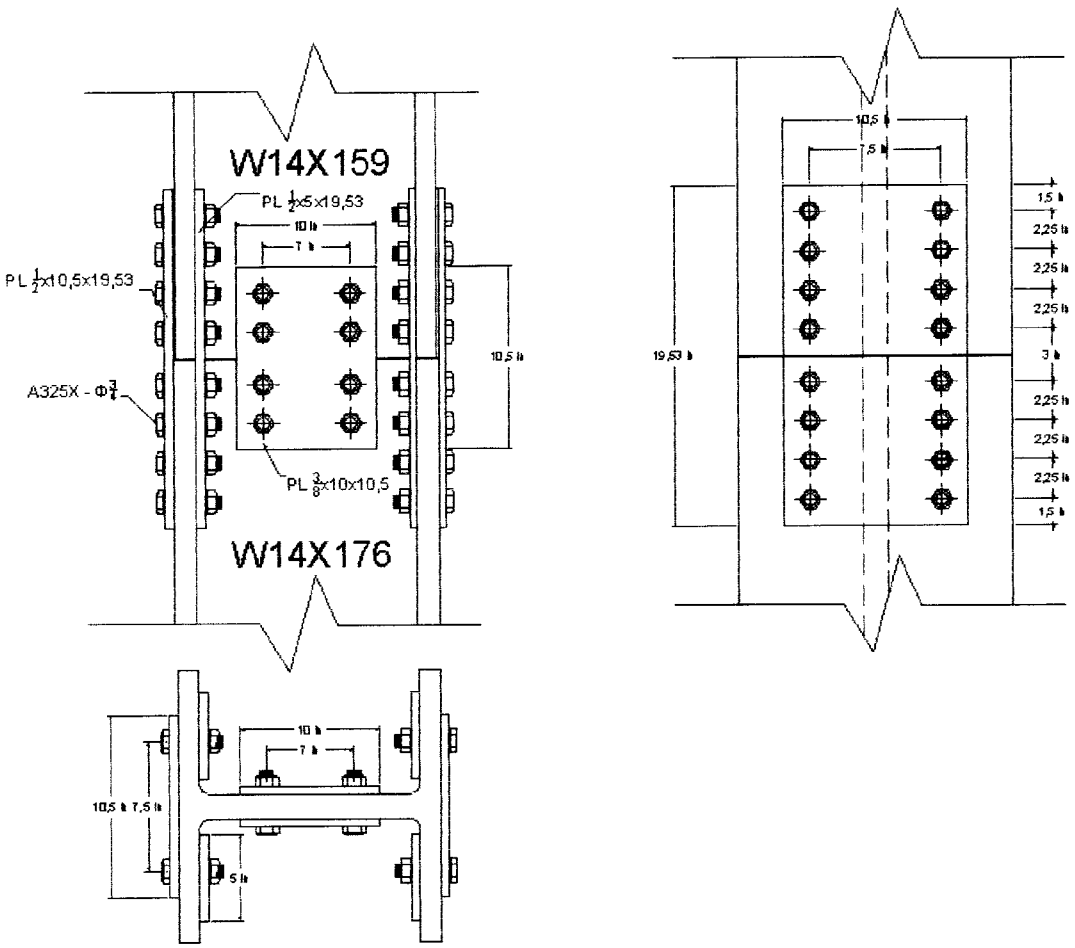
$\phi Rn = \phi$.fu.Ant = 0,75.58.6,281 = 273,224 Kips >111,562 Kips (Pers. 3.7-4)

Kondisi leleh

ϕRn = 0,9.fyAg = 0,9.36.3/8.10.2 = 243 Kips > 111,562 Kips (Pers. 3.7-1)

Kuat tumpu pelat sambung

ϕRn = 0,75.2,4.58.(3/8).(3/4).2.4 = 234,9 Kips>111,562 Kips (Pers. 3.9-3)



Gambar 5.14 Detail sambungan kolom

5.7.5 Sambungan *Bracing*

Direncanakan sambungan *bracing* pada lantai 1–3, dengan gaya aksial yang terjadi adalah, Pu tekan = 422,576 Kips dan Pu tarik = 254,826 Kips. Dari perencanaan bracing didapatkan profil W12X87, dengan data propertis sebagai berikut :

d	= 12,5 in	A	= 25,6 in^2	Z_y	= 60,4 in^3
b_f	= 12,1 in	I_x	= 740 in^4		
t_f	= 0,81 in	I_y	= 241 in^4		
t_w	= 0,515 in	Z_x	= 132 in^3		

Prosedur disain:

1). Sambungan *brace*-ke-pelat (*gusset*)

Distribusi gaya pada *brace* berdasarkan luas sayap dan badan.

Gaya pada sayap,

$$P_{uf} = \frac{P_u.(b_f.t_f)}{A} = \frac{254{,}826.(12{,}1.081)}{25{,}6} = 97{,}561 \text{ Kips} \qquad \text{(Pers. 3.13-1)}$$

Gaya pada badan,

$$Puw = P_u - 2P_{uf} = 254{,}826 - (2.97{,}561) = 59{,}704 \text{ Kips} \qquad \text{(Pers. 3.13-2)}$$

Disain sambungan sayap-brace-ke-pelat sambung *(brace-flange-to-gusset)*.

Kuat geser satu baut A_{325} – X diameter 3/4 in

$\phi R_n = \phi_f.0{,}6.f_u^b.A_b$ (Pers. 3.9-6)

$= 0{,}75.0{,}6.120.(1/4.\pi.(3/4)^2)$

$= 23{,}86$ Kips / baut

Kebutuhan baut minimal untuk menahan geser

$$n_{min} = \frac{P_{uf}}{\varphi R_n} = \frac{97{,}561}{23{,}86} = 4{,}09 \approx 6 \quad \text{dipakai 6 baut} \qquad \text{(Pers. 3.13-3)}$$

Kuat tumpu sayap *brace*

$\phi R_b = \phi_f.2{,}4.d_b.t_{fb}.f_u$ (Pers. 3.9-3)

$= 0{,}75.2{,}4.(3/4+1/16).0{,}81.58 = 68{,}708$ Kips > 19,88 Kips

Untuk menghubungkan antara sayap *brace* dengan pelat sambung, digunakan profil 2L 4x4x1/2 (Ag = 3,75 in^2) dengan baut disusun dalam satu baris.

Kontrol kekuatan pelat sambung

Kondisi leleh,

$\phi R_n = 0,9.A_g.f_y$ (Pers. 3.7-1)

$= 0,9.3,75.36 = 121,5$ Kips $> P_{uf} = 97,561$ kips

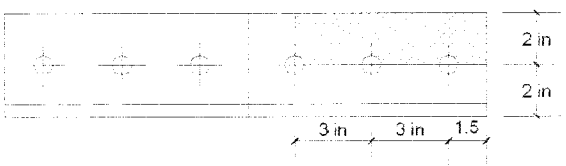
Kondisi fraktur,

$\phi R_n = 0,75.f_u.A_e = 0,75.f_u.A_n.U$ (Pers. 3.7-4)

$A_n = 3,75 - 1(3/4+1/16).0,5 = 3,344\ in^2$; $U = 1$

$\phi R_n = 0,75.58.3,344.1 = 145,464$ Kips $> P_{uf} = 97,561$ Kips

Pengecekan Geser Blok



Tarik fraktur

$A_{nt} = 2(s.t_{pl} - d/2.t_{pl}) = 2(2.0,5 - ((3/4+1/16)/2).0,5) = 1,594\ in^2$

$f_u.A_{nt} = 58.1,594 = 92,452$ Kips

Geser fraktur

$Ans = (1,5 + 3.2 - 2,5(3/4+1/16)).0,5 = 2,734\ in^2$

$0,6.f_u.A_{ns} = 0,6.58.2,734 = 95,143$ Kips

$0,6.f_u.A_{ns} > f_u.A_{nt}$

$\phi R_n = \phi.(f_y.A_{gt} + 0{,}6.f_u.A_{ns})$ (Pers. 3.9-5b)

$= 0{,}75.(36.(2.2.0{,}5) + 95{,}143)$

$= 125{,}357$ Kips $> P_{uf} = 97{,}561$ Kips→*OK!*

2). Disain sambungan badan-ke-pelat (*brace-web-to-gusset*)

Dipakai baut A_{325} – X diameter 3/4 in.

Kebutuhan baut minimum,

$$n_{min} = \frac{P_{uw}}{\phi R_n} = \frac{59{,}704}{19{,}88} = 3{,}033 \approx 4$$ dipakai 4 baut (Pers. 3.13-3)

Pakai baut dengan diameter 3/4 in yang dipasang dua baris dengan pelat sambung 2PL 3/8x6.

Kuat tumpu rencana

$\phi R_n = \phi_f.2{,}4.d_b.t_{pl}.f_u$ (Pers. 3.9-3)

$= 0{,}75.2{,}4.(3/4+1/16).3/8.58 = 31{,}809$ Kips $> 19{,}88$ Kips→*OK!*

Kontrol kekuatan pada pelat

Kondisi leleh,

$\phi R_n = 0{,}9.A_g.f_y = 0{,}9.(3/8.6).58$ (Pers. 3.7-1)

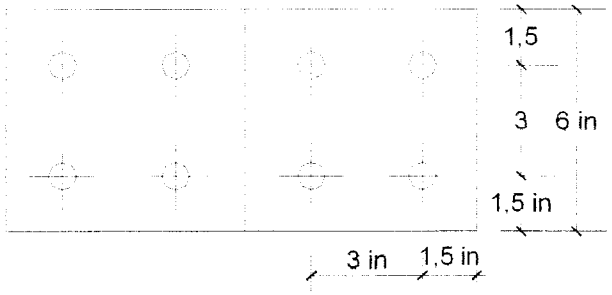
$= 117{,}45$ Kips $> P_{uw} = 59{,}704$ Kips

Kondisi fraktur

$\phi R_n = 0{,}75.f_u.A_e = 0{,}75.f_u.A_n.U$ (Pers. 3.7-4)

$= 0{,}75.58.(3/8.6 - 2(3/4+1/16).3/8) = 71{,}367$ Kips $> P_{uw} = 59{,}704$ Kips

Pengecekan Geser Blok



Tarik fraktur

$A_{nt} = 2(s.t_{pl} - d/2.t_{pl}) = 2(1,5.3/8 - ((3/4+1/16)/2).3/8) = 0,82 \text{ in}^2$

$f_u.A_{nt} = 58.0,82 = 47,56 \text{ Kips}$

Geser fraktur

$A_{ns} = 2(s_1+.s_2 - 1½.d).t_{pl} = 2.(1,5 + 3 - 1,5(3/4+1/16)).3/8 = 2,461 \text{ in}^2$

$0,6.f_u.A_{ns} = 0,6.58.2,461 = 85,643 \text{ Kips}$

$0,6.f_u.A_{ns} > f_u.A_{nt}$

$\phi R_n = \phi.(f_y.A_{gt} + 0,6.f_u.A_{ns})$ (Pers. 3.9-5b)

$= 0,75.(36.(2.1,5.3/8) + 85,643)$

$= 94,607 \text{ Kips} > P_{uw} = 59,704 \text{ Kips} \rightarrow OK!$

Kontrol kekuatan *brace*

Kondisi leleh,

$\phi R_n = 0,9.A_g.f_y$ (Pers. 3.7-1)

$= 0,9.25,6.36 = 829,44 \text{ Kips} > P_u = 254,626 \text{ Kips} \rightarrow OK!$

Kondisi fraktur,

$\phi R_n = 0,75.f_u.A_e = 0,75.f_u.A_n.U$ (Pers. 3.7-4)

$A_n = 25,6 - 2(3/4+1/16).0,515 = 24,763 \text{ in}^2$

ϕR_n = 0,75.58.24,763.1 = 1077,191 Kips > P_u = 254,826 Kips

3). Disain pelat sambung (*gusset*)

Dipakai pelat sambung (*gusset*) PL 3/4 in

Kuat tumpu rencana tiap lubang baut

$\phi R_n = \phi_f.2{,}4.d_b.t_{pl}.f_u$ (Pers. 3.9-3)

= 0,75.2,4.(3/4+1/16).3/4.58 = 63,619 Kips > 23,86 Kips

Pengecekan geser blok akibat transfer gaya dari badan

Tarik fraktur

$f_u.A_{nt}$ = 58.(2.(1,5.3/4 – ((3/4+1/16)/2).3/4) = 95,156 Kips

Geser fraktur

A_{ns} = 2(1,5 + 3.1 – 1½.(3/4+1/16)).3/4 = 4,922 in^2

$0{,}6.f_u.A_{ns}$ = 0,6.58.4,922 = 171,286 Kips

$0{,}6.f_u.A_{ns} > f_u.A_{nt}$

$\phi_t Rn = \phi.(f_y.A_{gt} + 0{,}6.f_u.A_{ns})$ (Pers. 3.9-5b)

= 0,75.(36.(2.1,5.3/4) + 171,286)

= 189,215 Kips > P_{uw} = 59,704 Kips→*OK!*

Pengecekan geser blok akibat beban total *brace*

Tarik fraktur

$f_u.A_{nt}$ = 58.(2.(1,5.3/4 – ((3/4+1/16)/2).3/4) = 95,156 Kips

Geser fraktur

A_{ns} = 4(1,5 + 3.1 – 1½.(3/4+1/16)).3/4 = 9,844 in^2

$0,6.f_u.A_{ns} = 0,6.58.9,844 = 342,571$ Kips

$0,6.f_u.A_{ns} > f_u.A_{nt}$

$\phi_t R_n = \phi_t.(f_y.A_{gt} + 0,6.f_u.A_{ns})$ (Pers. 3.9-5b)

$= 0,75.(36.(2.1,5.3/4) + 342,571)$

$= 287,303$ Kips $> P_u = 254,826$ Kips→ *OK!*

Kontrol kuat tarik leleh pada daerah pertemuan *brace* dengan pelat sambung, di mana panjang total (Lw) = 15,75 in, 7,5 in pada pelat sambung, dan 7,5 in diteruskan pada badan balok, sisanya untuk *space* antara *bracing* dengan pelat *(gusset)*

$\phi R_n = \phi.f_y.A_w$ (Pers. 3.13-4)

$= 0,9.(36.7,5.3/4 + 36.7,5.0,515) = 307,395$ Kips $>$ Pu $= 254,826$ Kips

4). Distribusi gaya *brace* ke kolom dan balok.

$$e_b = \frac{d_b}{2} = \frac{20,7}{2} = 10,35 \text{ in} ; \quad e_c = \frac{d_c}{2} = \frac{15,2}{2} = 7,6 \text{ in}$$

Dicoba pelat sambung *(gusset)* PL 3/4x45x25 in.

$\alpha = 45/2 = 22,5$ in

$\beta = 25/2 = 12,5$ in

Diapakai $\alpha = 22,5$ in dan $\beta = 12,5$ in

Kalkulasi gaya pada pelat sambung

$$r = \sqrt{(\alpha + e_c)^2 + (\beta + e_b)^2} \quad \text{(Pers. 3.13-5)}$$

$$= \sqrt{(22,5 + 7,6)^2 + (12,5 + 10,35)^2} = 37,791 \text{ in}$$

Distribusi gaya pada sambungan pelat-ke-kolom

$$H_{uc} = \frac{e_c}{r} P_u = \frac{7,6}{37,791}.254,826 = 51,247 \text{ Kips} \qquad \text{(Pers. 3.13-6)}$$

$$V_{uc} = \frac{\beta}{r} P_u = \frac{12,5}{37,791}.254,826 = 80,916 \text{ Kips} \qquad \text{(Pers. 3.13-7)}$$

Distribusi gaya pada sambungan pelat-ke-balok

$$H_{ub} = \frac{\alpha}{r} P_u = \frac{15,5}{37,791}.254,826 = 104,517 \text{ Kips} \qquad \text{(Pers. 3.13-8)}$$

$$V_{ub} = \frac{e_b}{r} P_u = \frac{10,35}{37,791}.254,826 = 69,79 \text{ Kips} \qquad \text{(Pers. 3.13-9)}$$

5). Disain sambungan pelat-ke-kolom

Dipakai pelat sambung L 4x4x1/2, dengan 3 baut 3/4 in pada kedua sisinya.

Gaya tarik tiap baut

$$r_{ut} = \frac{Huc}{n} = \frac{51,247}{2.3} = 8,541 \text{ Kips / baut} \qquad \text{(Pers. 3.13-10)}$$

Kontrol kuat desain baut terhadap geser dan tarik

$$r_{uv} = \frac{Vuc}{n} \qquad \text{(Pers. 3.13-11)}$$

$$= \frac{80,916}{6} = 13,486 \text{ Kips / baut} < \Phi rn = 19,88 \text{ Kips / baut}$$

$$Ft = 117 - 1,9fv \leq 90 \text{ Ksi} \qquad \text{(Pers. 3.13-12)}$$

$$= 117 - 1,9\left(\frac{13,486}{1/4.\pi.(3/4)^2}\right)$$

$$= 59 \text{ Ksi}$$

$$\phi Rn = \phi Ft.Ab \qquad \text{(Pers. 3.13-13)}$$

$$= 0,75.59.(0,25.\pi.(3/4)^2 = 19,549 \text{ Kips} > r_{ut} = 8,541 \text{ Kips / baut}$$

Kontrol kuat tumpu sayap pelat sambung

$\phi Rn = \phi.2,4.d.t.fu$ (Pers. 3.9-3)

$= 0,75.2,4.(3/4).(1/2).58 = 39,15$ Kips > $\Phi rn = 19,88$ Kips / baut

Menentukan panjang las :

Tebal plat yang digunakan $t_{pl} = \frac{1}{2}$ in.

Digunakan las fillet, bila $t_{pl} = \frac{1}{2}$ in > $\frac{1}{4}$ in,

$a_{max} = t_{pl} = \frac{1}{2} - \frac{1}{16} = \frac{7}{16}$ in; dan $a_{min} = \frac{1}{4}$ in (dari tabel AISC).

$a_{pakai} = \frac{5}{16}$ in.

$t_e = 0,707 \cdot a = 0,221$ in.

Kekuatan las berdasar leleh tarik,

$\phi R_{nw} = \phi.(0,6 \cdot F_{Exx}).t_e$ (Pers. 3.9-9a)

$= 0,75 \cdot (0,6 \cdot 70) \cdot 0,221 = 6,962$ k/in. (menentukan)

Kekuatan las terhadap geser fraktur dari logam dasar,

$\phi R_{nw} = \Phi.(0,6 \cdot F_u).t_{pl}$ (Pers. 3.9-9b)

$= 0,75 \cdot (0,6 \cdot 58). \frac{1}{2} = 13,05$ k/in.

Panjang las yang dibutuhkan,

$$P_{las} = \frac{V_u}{\phi R_{nw}} = \frac{80,916}{6,962} = 11,6 \text{ in} \approx 12 \text{ in.}$$

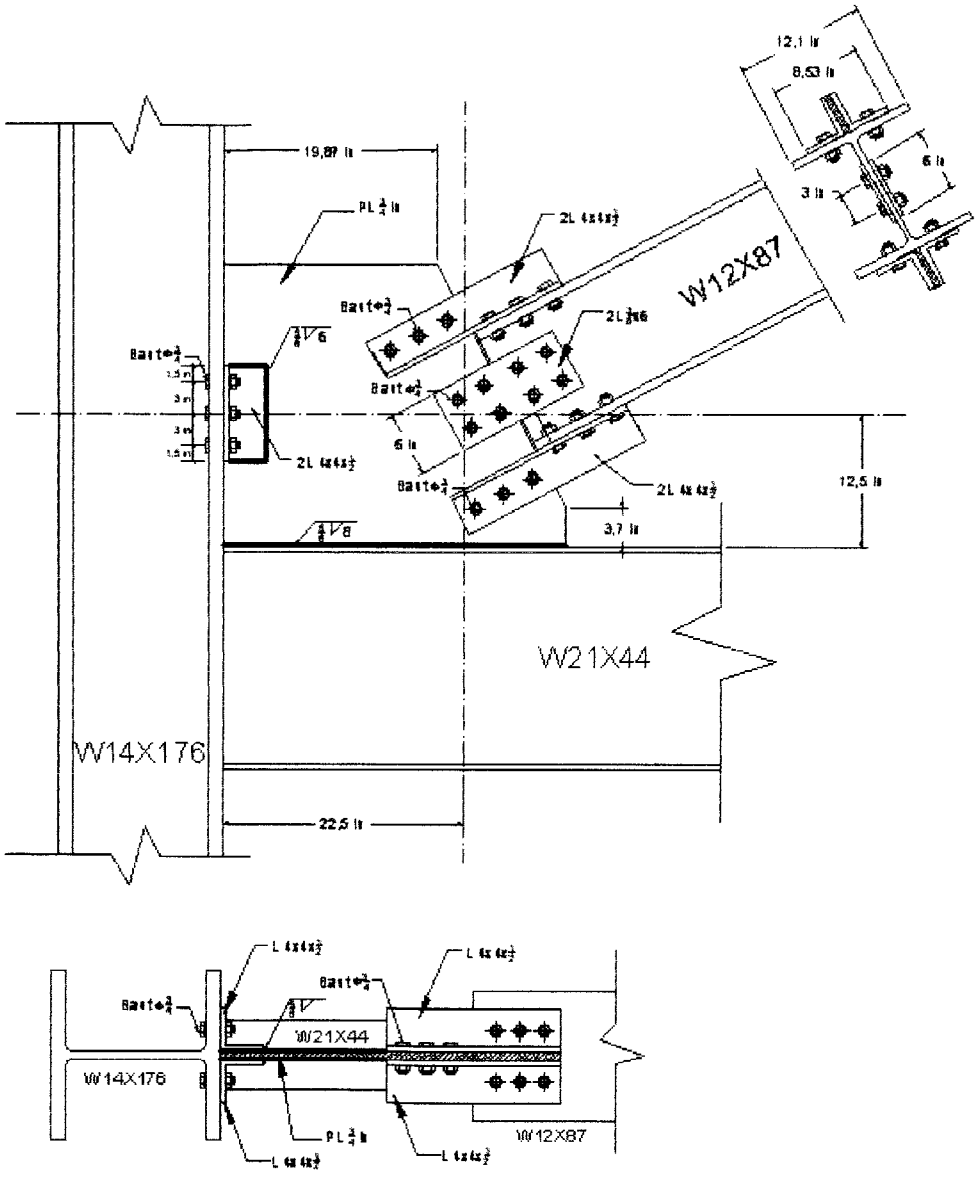
Pakai 6 in las $\frac{5}{16}$ in pada satu sisi *gusset*

6). Disain sambungan pelat *(gusset)* -ke-balok

Untuk sambungan antara *gusset* dengan sayap balok digunakan tipe las sudut dengan tebal 5/16 in.

$$P_{las} = \frac{V_u}{\phi R_{nw}} = \frac{104{,}517}{6{,}962} = 15{,}01 \text{ in} \approx 16 \text{ in.}$$

Pakai 8 in las $\frac{5}{16}$ in pada satu sisi *gusset*



Gambar 5.15 Detail sambungan *bracing*

5.8 Perencanaan Pelat Dasar Kolom

Pelat dasar kolom merupakan penghubung antara kolom baja dengan beton (pedestal). Dalam perencanaanya pelat dasar kolom akan didesain berdasarkan beban aksial dan momen yang terjadi di dasar kolom.

Direncanakan pelat dasar kolom K1 pada strutur braced steel frame (BSF), dengan beban yang bekerja di dasar kolom sebagai berikut :

Mu,k x = 2232,562 K-in

Mu,k y = 669,769 K-in

Pu,k = 869,589 Kips

Digunakan kolom W14X159, dengan data propertis sebagai berikut :

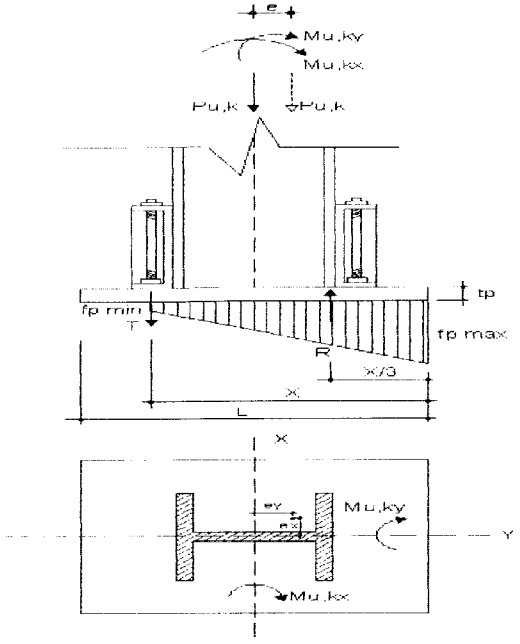
A = 46,7 in^2	dc = 15 in
bf = 15,6 in	tf = 1,19 in
tw = 0,745 in	Fy = 36 Ksi
fc' = 4 Ksi	Fp = 0,85.fc' = 3,4 Ksi

Eksentrisitas akibat momen :

$$e_y = \frac{Mu,kx}{Pu,k} = \frac{2232,562}{869,59} = 2,567in < \frac{1}{2} \times d_c = 7,5\ in \qquad \text{(Pers. 3.14-1)}$$

$$e_x = \frac{Mu,ky}{Pu,k} = \frac{669,769}{869,59} = 0,77\ in \qquad \text{(Pers. 3.14-2)}$$

diasumsikan e > L/6. Akibat eksentrisitas terjadi pembesaran gaya aksial, maka diberi sayap tambahan = 4,01 in (menggunakan profil C12X45)



Gambar 5.16 Analisis pelat dasar kolom

Diasumsikan resultan reaksi distribusi segitiga (R) bekerja pada pusat flens, sehingga

$$P_u = R = T$$

Kesetimbangan momen pada pusat gaya aksial T :

$$Pu,k\left(dc/2 + 4{,}01/2 + e_y\right) + Pu,k.e_x = R\left(dc - tf/2 + 4{,}01/2\right) \qquad \text{(Pers. 3.14-4)}$$

$$T = \frac{869{,}59(15/2 + 4{,}01/2 + 2{,}567) + 869{,}59.0{,}77}{(15 - 1{,}19/2 + 4{,}01/2)} = 680{,}516\ Kips$$

Pu = T = 680,516 Kips

Diasumsikan luas bidang tekan efektif penumpu akibat momen yang bekerja adalah (X.B), sehingga gaya tekan yang terjadi harus memenuhi :

$$\phi P_p \geq P_u$$

$$\phi\ (½\ F_p\ .X.B) = Pu \qquad \text{(Pers. 3.14-5)}$$

$$(X.B) = \frac{2.(Pu)}{\phi(Fp)} = \frac{2.680,516}{0,6.(0,85.4)} = 667,173\ \text{in}^2$$

Coba, B = 28 in ; panjang bidang tekan

$$X = \frac{667,173}{28} = 23,828\ \text{in}$$

Jarak dari pusat flens ke ujung pelat

$$1/3.X = 7,943\ \text{in}$$

Panjang pelat dasar yang dibutuhkan

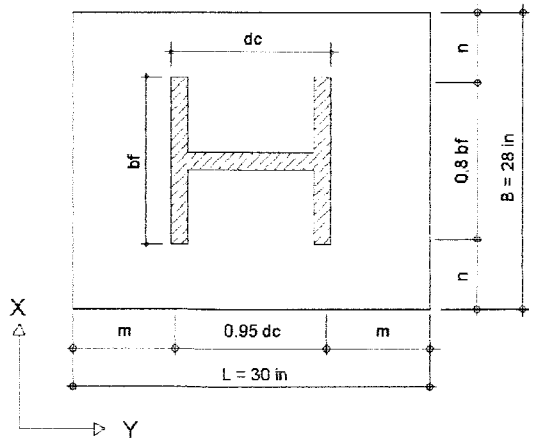
$$L = (2\ .7,943) + 15 - 1,19 = 29,7\ \text{in}$$

Diambil, L = 30 in

Dipakai, B = 28 in dan L = 30 in

$$m = \frac{L - 0,95.dc}{2} = \frac{30 - 0,95.15}{2} = 7,875\ \text{in} \qquad \text{(Pers. 3.14-6)}$$

$$n = \frac{B - 0,8.bf}{2} = \frac{28 - 0,8.15,6}{2} = 7,76\ \text{in} \qquad \text{(Pers. 3.14-7)}$$



Gambar 5.17 Disain pelat dasar

Kontrol eksentrisitas, e_y = 2,567 in < L/6 = 30/6 = 5 in, sehingga dapat dianggap tidak ada tegangan tarik awal pada baut angkur.

Tegangan pada ujung pelat,

$$fp = \frac{Pu}{B.L} \pm \frac{Mu,kx}{\frac{1}{6}.BL^2} \pm \frac{Mu,ky}{\frac{1}{6}.B^2L} \qquad \text{(Pers. 3.14-10)}$$

$$fp_{max} = \frac{680{,}516}{30.28} + \frac{2232{,}562}{\frac{1}{6}.28.30^2} + \frac{339{,}769}{\frac{1}{6}.28^2.30} = 1{,}429 \text{ Ksi} < Fp = 3{,}4 \text{ Ksi}$$

$$fp_{min} = \frac{680{,}516}{30.28} - \frac{2232{,}562}{\frac{1}{6}.28.30^2} - \frac{339{,}769}{\frac{1}{6}.28^2.30} = 0{,}191 \text{ Ksi}$$

Cek kapasitas penumpu (pedestal)

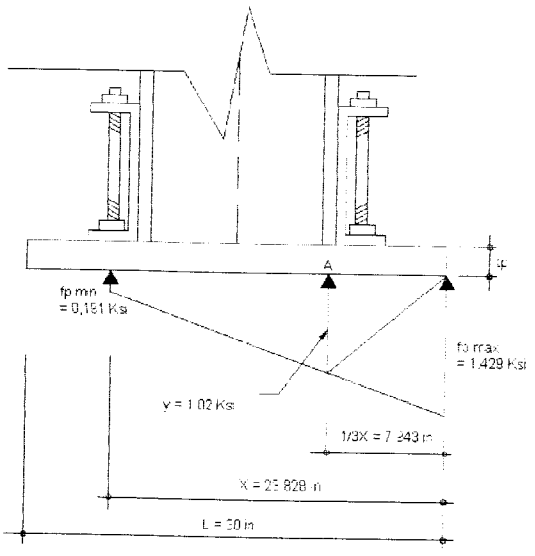
$\phi P_p \geq P_u$ (Pers. 3.14-8)

$\phi P_p = \phi_e.F_p.A$ (Pers. 3.14-9)

$= 0{,}6.(1/2(0{,}85.fc'.A))$

$= 0{,}6.(1/2(0{,}85.4.28.30))$

$= 856{,}8 \text{ Kips} > P_u = 680{,}516 \text{ Kips}$



Gambar 5.18 Distribusi tegangan pada pelat dasar kolom

Momen lentur pelat di titik A, sepanjang B = 1 in

$$M_u = \tfrac{1}{2}.1,02.7,943.1.\left(\frac{7,943}{3}\right) + \tfrac{1}{2}.1,429.7,943.1.\left(\frac{2.7,943}{3}\right)$$

$$= 40,778 \text{ Ksi}$$

Batas pelelehan untuk lentur pada pelat menghendaki

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$\phi M_n = \phi M_p = \phi_b Zfy = 0,9.(B.t_p^2/4).fy \geq M_u$$

Tebal pelat yang diperlukan :

$$tp = \sqrt{\frac{4.Mu}{0,9.B.fy}} = \sqrt{\frac{4.40,778}{0,9.1.36}} = 2,24 \text{ in} \qquad \text{(Pers. 3.14-11)}$$

digunakan tebal pelat, $t_p = 2,5$ in

Perencanaan baut angkur arah y yang menahan Mu,k x = 2232,562 K-in

$$T = \frac{Mu,kx}{d} = \frac{2232,562}{15+4,01} = 117,441 \text{ Kips} \qquad \text{(Pers. 3.14-12)}$$

Digunakan baut angkur A_{307} diameter 1 in ($\phi T_n = 36,36$ Kips)

Jumlah angkur minimum yang diperlukan :

$$n = \frac{T}{\phi T_n} = \frac{117,441}{36,36} = 3,23 \rightarrow 4 \text{ angkur} \qquad \text{(Pers. 3.14-13)}$$

Perencanaan baut angkur arah x yang menahan Mu,k y = 669,769 K-in

$$T = \frac{Mu,ky}{bf} = \frac{669,769}{15,6} = 42,934 \text{ Kips} \qquad \text{(Pers. 3.14-12)}$$

Digunakan baut angkur A_{307} diameter 1 in

Jumlah angkur minimum yang diperlukan :

5.9 Perencanaan Pedestal (kaki kolom)

Pedestal (kaki kolom) merupakan elemen struktur yang berfungsi sebagai tempat perletakan pelat dasar kolom. Dalam disainya pedestal dirancang mempunyai dimensi yang lebih besar dari pelat dasar kolom. Berikut merupakan contoh perhitungan pedestal kolom K1 untuk struktur *braced steel frame (BSF).*

Dimensi pelat dasar kolom untuk kolom K1, L = 30 in = 750 mm, B = 28 in = 700 mm, dimensi Pedestal :

b = 800 mm

h = 950 mm

Tinggi pedestal = 1000 mm > kedalaman angkur terbesar, H = 650 mm

f_c' = 25 Mpa

F_y = 240 MPa

Tulangan longitudinal

Rasio tulangan pakai, ρ =1 %

$A_{st} = 0{,}01.A_g$ (Pers. 3.15-1)

$= 0{,}01.(800.950) = 7600\ mm^2$

Digunakan $D_{25} \rightarrow A_{\Phi 25} = 490{,}874\ mm^2$

Jumlah tulangan longitudinal :

$$n = \frac{7600}{490{,}874} = 15{,}483 \approx 16 \qquad \text{(Pers. 3.15-2)}$$

Dipakai tulangan $16D_{25}$ dipasang merata pada pedestal.

Tulangan sengkang :

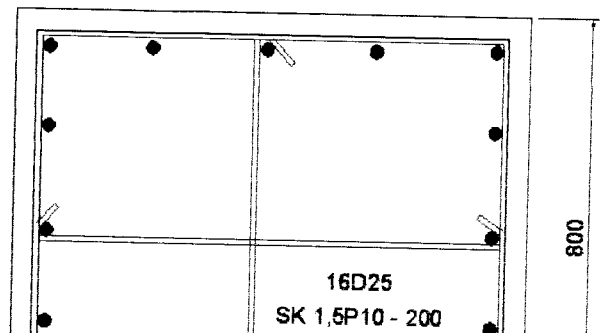
Vu,k pakai = 32,178 Kips = 146,264 KN

$$Vs = \frac{Vu,kpakai}{\phi} = \frac{146,264}{0,6} = 243,773 \text{ KN} \qquad \text{(Pers. 3.15-3)}$$

Dipakai sengkang dengan tulangan P_{10} ---- $A_{\Phi 10} = 78,54$ mm^2

$$S = \frac{n.A\phi.fy.d}{Vs} = \frac{3.78,54.240.870}{243,773.1000} = 201,714 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm} \qquad \text{(Pers. 3.15-4)}$$

Dipakai sengkang 3 kaki, **1,5P10 - 200**



Gambar 5.20 Penampang pedestal kolom

5.10 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

Direncanakan pondasi tiang pancang pada kolom K1 struktur BSF 14 lantai dengan data perencanaan sebagai berikut :

Gaya-gaya yang bekerja pada pondasi :

Pu,k = 869,589 Kips = 3952,677 KN (dari hitungan Pu,k kolom)

$$P = \frac{P_{uk}}{1,05} = \frac{3952,677}{1,05} = 3764,454 \text{ KN}$$

Mu,k x = 2232,562 K-in = 257,237 KNm

Mu,k y = 669,769 K-in = 77,171 KNm

Daya dukung tiang, Q_u = 650 KN

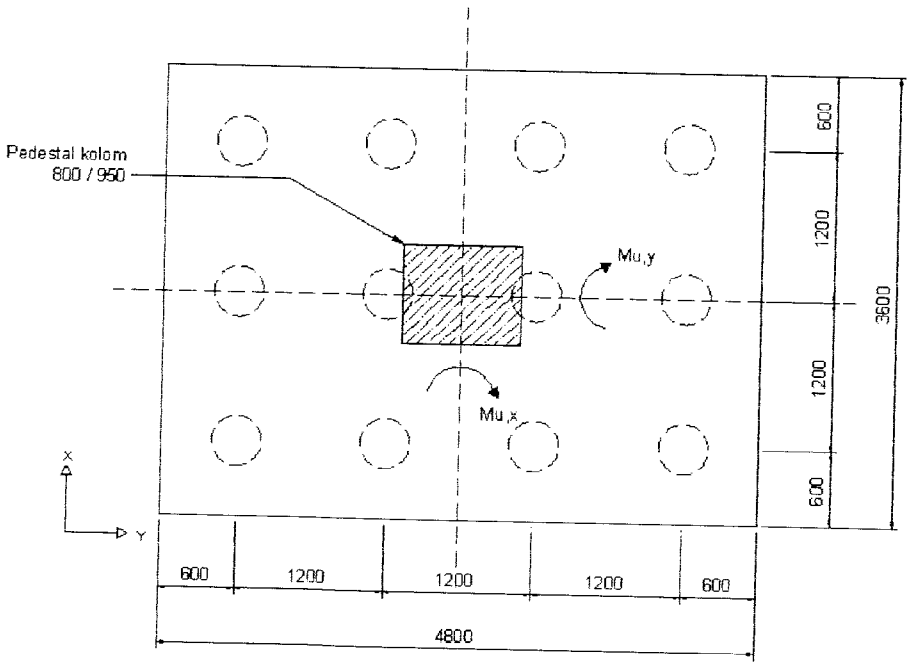
Diameter tiang = 400 mm

Coba tebal pile cap, tp = 900 mm

Dipakai jarak antar tiang = $3.D_{tiang}$ = 3.400 = 1200 mm

Jarak tiang dengan tepi pile cap = 600 mm

Digunakan 12 tiang dengan konfigurasi kelompok tiang seperti pada gambar 5.21



Gambar 5.21 Konfigurasi kelompok tiang pancang

Efisiensi tiang :

$$Eg = 1 - \text{arctg}\ \frac{d}{s}\left(\frac{(n-1)m+(m-1)n}{90.m.n}\right) \qquad \text{(Pers. 3.16-1)}$$

$$= 1 - \text{arctg}\ \frac{0,4}{1,2}\left(\frac{(3-1)4+(4-1)3}{90.12}\right)$$

$$= 0,699$$

$$\Sigma Y^2 = 1,8^2 + 1,8^2 + 0,6^2 + 0,6^2 = 7,2\ m^2$$

$$\Sigma X^2 = 1,2^2 + 1,2^2 = 2,88\ m^2$$

Beban yang diterima tiang :

ΣP = P + berat pile cap + berat pedestal + berat tanah urug (Pers. 3.16-2)

= 3764,454 + 4,8.3,6.0,9.24 + (0.8.0.95.1.24) + (((4,8.3,6)-(0.8.0.95)).1.18)

= 4453,302 KN

$\Sigma Pu = 1,05.\Sigma P = 4675,967$ KN (Pers. 3.16-3)

$$Pmax = \frac{\Sigma Pu}{n} + \frac{Mu,x.Y\max}{nx.\Sigma Y^2} + \frac{Mu,y.X\max}{ny.\Sigma X^2} \quad \text{(Pers. 3.16-4)}$$

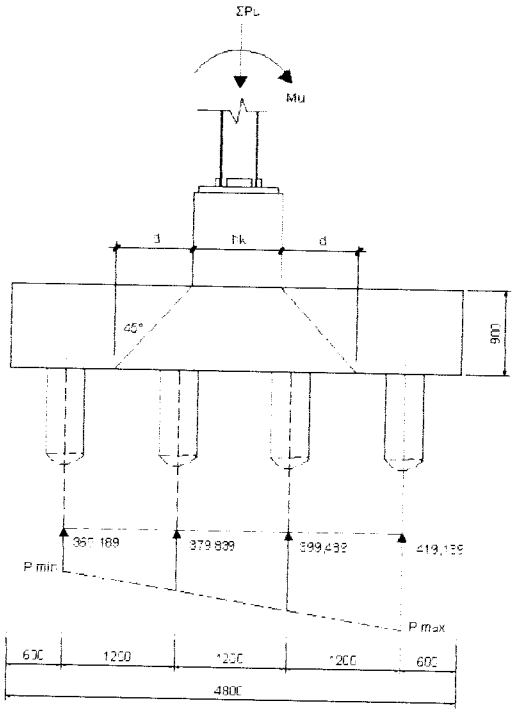
$$= \frac{4675,967}{12} + \frac{257,237.1,8}{3.7,2} + \frac{77,171.1,2}{4.2,88}$$

$= 419,139$ KN $< Q_u.E_g = 650.0,699 = 454,35$ KN *Ok !*

$$Pmin = \frac{\Sigma Pu}{n} - \frac{Mu,x.Y\max}{nx.\Sigma Y^2} - \frac{Mu,y.X\max}{ny.\Sigma X^2} \quad \text{(Pers. 3.15-5)}$$

$$= \frac{4675,967}{12} - \frac{257,237.1,8}{3.7,2} - \frac{77,171.1,2}{4.2,88}$$

$= 360,189$ KN



Gambar 5.22 Reaksi tiang pancang akibat gaya aksial dan momen

Kontrol terhadap geser satu arah (sejauh d)

Dipakai tebal pile cap, tp = 900 mm

$d = tp - pb - 0{,}5.\Phi tul = 900 - 75 - 0{,}5.25 = 812{,}5$ mm (Pers. 3.16-6a)

Letak bidang kritis geser satu arah searah L *pile cap* = 0,5hk + d = 475 + 812,5 = 1287,5 mm dari pusat kolom. Letak tiang pondasi 1800 mm dari pusat kolom, dengan demikian letak bidang kritis geser satu arah berada di dalam tiang. Maka geser satu arah perlu ditinjau.

$Vu = \Sigma\, n.P_{max}$ (Pers. 3.16-6b)

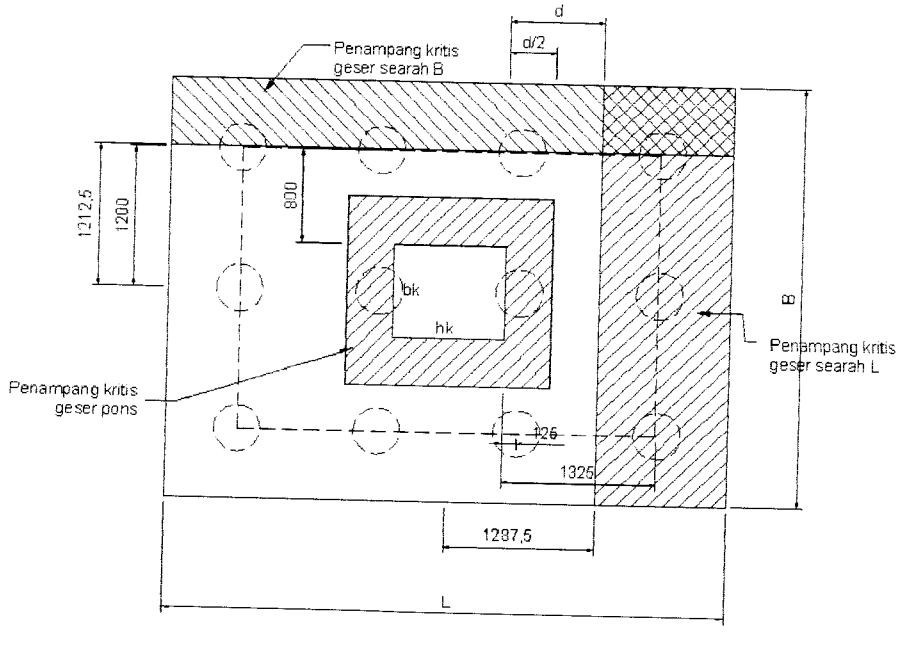
$= 3.419{,}139 = 1257{,}417$ KN

$Vc = \frac{1}{6}\sqrt{fc'}.b.d$ (Pers. 3.16-6c)

$$= \frac{1}{6}.\sqrt{25}.3600.900.10^{-3} = 2700 \text{ KN}$$

$\phi Vc = 0{,}6.2700 = 1620 \text{ KN} > Vu = 1257{,}417 \text{ KN}$ *Ok !* (Pers. 3.16-6d)

Letak bidang kritis geser satu arah searah B *pile cap* = 0,5bk + d = 400 + 812,5 = 1212,5 mm dari pusat kolom. Letak tiang pondasi 1200 mm dari pusat kolom, dengan demikian letak bidang kritis geser satu arah berada di luar tiang. Maka geser satu arah tidak perlu ditinjau.



Gambar 5.23 Penampang kritis *pile cap* akibat geser

Kontrol terhadap geser dua arah (sejauh d/2)

$Vu = \Sigma\, n.P$ (Pers. 3.16-7a)

$= 3.419{,}139 + 2.399{,}489 + 2.379{,}839 + 3.360{,}189$

$= 3896{,}64 \text{ KN}$

bo = 2.(hc+d)+2.(bc+d) = 2((950 + 812,5) + (800 + 812,5)) = 6750 mm (3.16-7b)

βo = 1/0.85 = 1,18 (Pers. 3.16-7c)

$$Vc = \left(1+\frac{1}{\beta o}\right)\left(\frac{\sqrt{fc'}}{6}\right)bo.d \quad \text{(Pers. 3.16-7d)}$$

$$= \left(1+\frac{1}{1{,}18}\right)\left(\frac{\sqrt{25}}{6}\right)6750.812{,}5.10^{-3} = 8443{,}459 \text{ KN (menentukan)}$$

$$Vc = 0{,}33.\sqrt{fc'}.bo.d = 0{,}33.\sqrt{25}.6750.812{,}5.10^{-3} = 9049{,}219 \text{ KN} \quad \text{(Pers. 3.16-7e)}$$

$\Phi Vc = 0{,}6.8443{,}459 = 5066{,}075$ KN > Vu = 3896,64 KN *Ok!* (Pers. 3.16-6d)

Penulangan lentur

P_{ul} untuk 1 tiang = Pmax = 419,139 KN (Pers. 3.16-8)

Penulangan lentur Mu x

$Mux = 3.P_{ul}.d_1 + 3.P_{ul}.d_2$

$= 3.419{,}139.1{,}325 + 3.419{,}139.0{,}125 = 1823{,}255$ KNm

$$\frac{Mu}{\varphi} = 0{,}85.fc'.a.b\left(d-\frac{a}{2}\right) \quad \text{(Pers. 3.16-9)}$$

$$\frac{1823{,}255.10^6}{0{,}8} = 0{,}85.25.a.1000\left(812{,}5-\frac{a}{2}\right)$$

$$2279{,}068.10^6 = 17265625a - 10625a^2$$

$a2 - 1625a + 214500{,}518 = 0$

$a = 144{,}925$ mm

$$\text{As perlu} = \frac{0{,}85.fc'.a.b}{fy} = \frac{0{,}85.25.144{,}925.1000}{400} = 7699{,}141 \text{ mm}^2 \quad \text{(Pers. 3.16-10)}$$

$$As\ min = \frac{1,4}{fy}.b.d = \frac{1,4}{400}.1000.812,5 = 2843,75\ mm^2 \qquad \text{(Pers. 3.16-11)}$$

As perlu > As min ------ As pakai = 7699,141 mm^2

Pakai tulangan D32 ⟶ $A_{32} = 804,248\ mm^2$

$$S = \frac{804,248.1000}{7699,141} = 104,5\ mm \qquad \text{(Pers. 3.16-12)}$$

Pakai tulangan **D32 – 100**

$$As_{ada} = \frac{804,248.1000}{100} = 8042,48\,mm^2 > As_{pakai} = 7699,141\ mm^2 \qquad \text{(Pers. 3.16-13)}$$

Cek Kapasitas

$$a = \frac{As_{ada}.fy}{0,85.fc'.b} = \frac{8042,48.400}{0,85.25.1000} = 151,388\,mm \qquad \text{(Pers. 3.16-14)}$$

$M_n = As_{ada}.fy.(d-a/2)$ (Pers. 3.16-15)

$= 8042,48.400.(812,5 - (0,5.151,388).10^{-6} = 2370,299$ KNm

$\phi M_n \geq M_u$ (Pers. 3.16-16)

$\phi M_n = 0,8.2370,299 = 1896,239$ KNm > $M_u = 1823,255$ KNm→*Ok !*

Penulangan lentur Mu y

$Muy = 4.Pu_1.d_1 = 4.\ 419,139.(0,8) = 1341,245$ KNm

$$\frac{Mu}{\varphi} = 0,85.fc'.a.b\left(d - \frac{a}{2}\right) \qquad \text{(Pers. 3.16-9)}$$

$$\frac{1341,245.10^6}{0,8} = 0,85.25.a.1000\left(812,5 - \frac{a}{2}\right)$$

$$1676,556.10^6 = 17265625.a. - 10625a^2$$

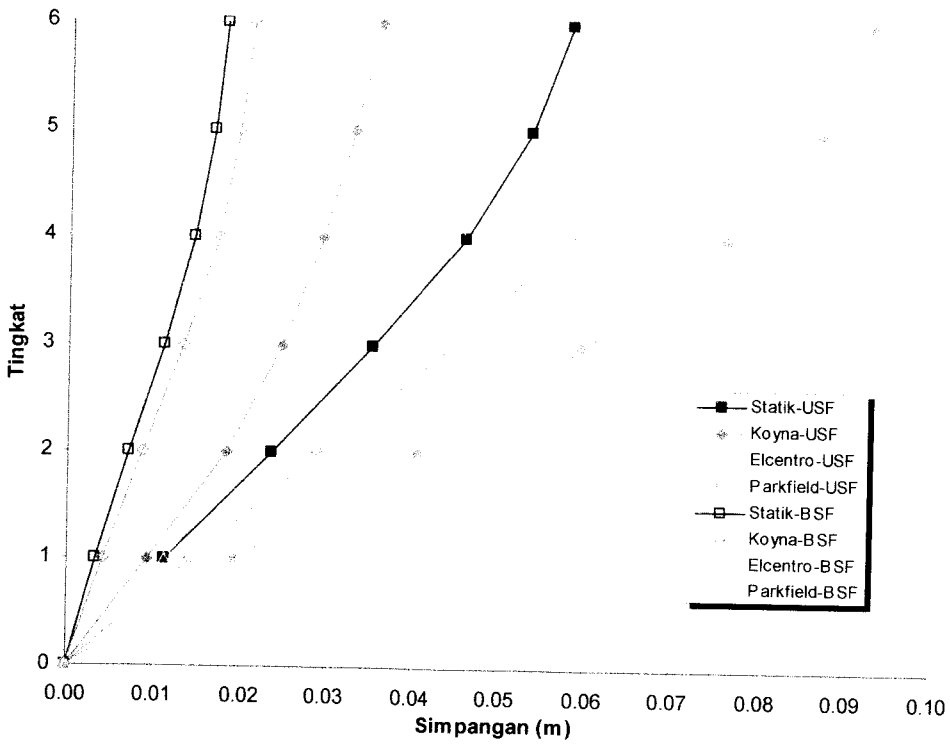
BAB VI

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

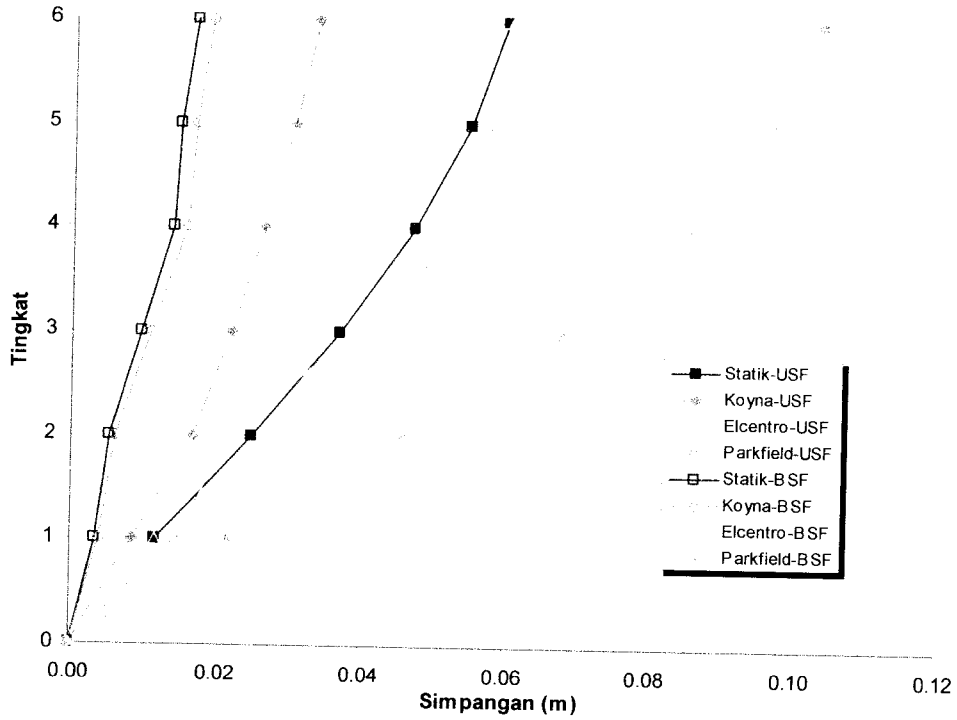
6.1 Hasil Analisis

6.1.1 Simpangan Struktur Akibat Beban Gempa

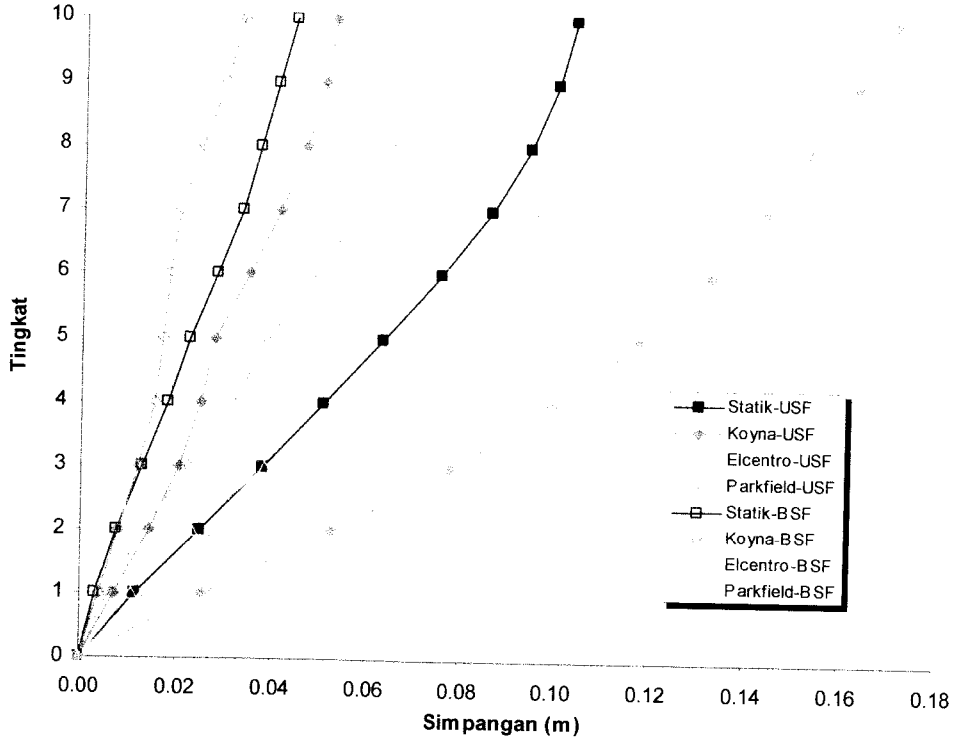
Hasil Analisis Struktur *Braced Steel Frame (BSF)* dan *Unbraced Steel Frame (USF)*, didapatkan nilai displacement yang dapat dilihat pada grafik 6.1 sampai dengan 6.10.



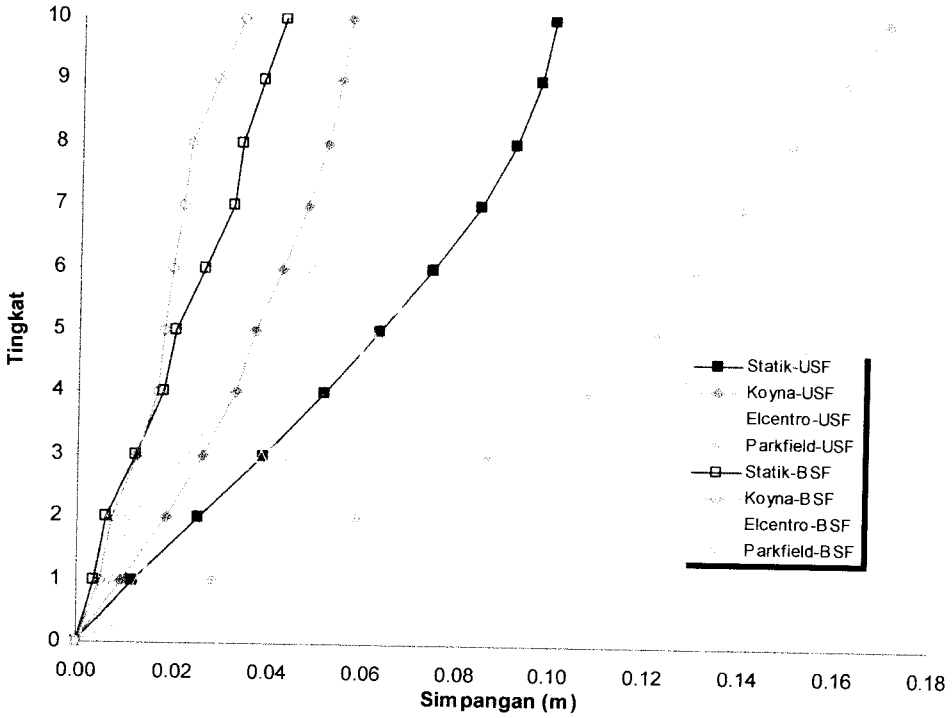
Grafik 6.1 Simpangan Total Struktur 6 Lantai Tipe A



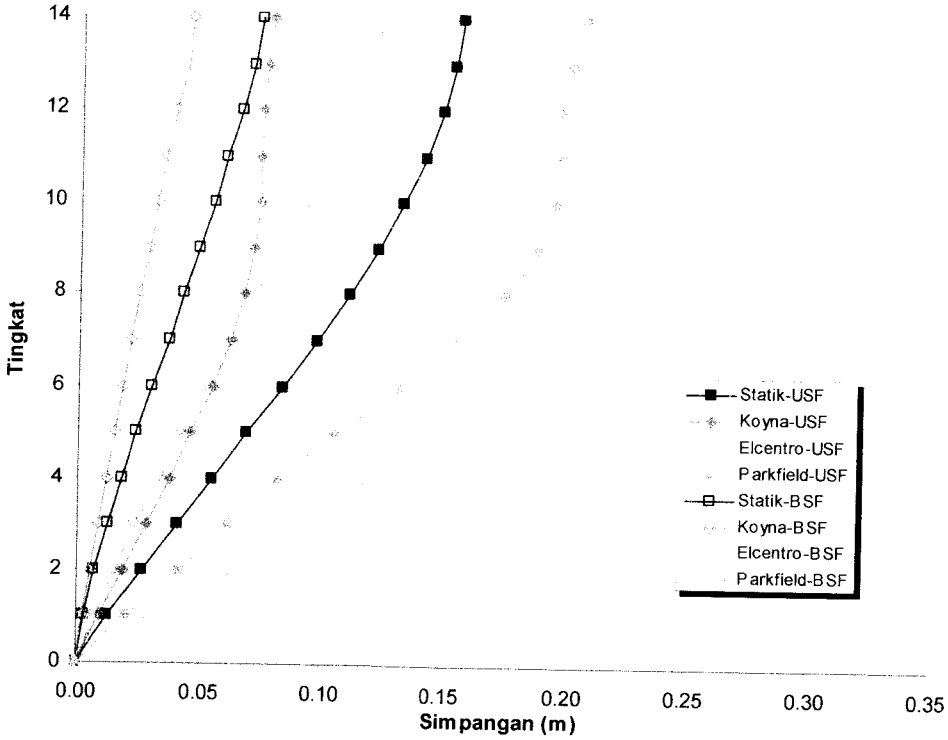
Grafik 6.2 Simpangan Total Struktur 6 Lantai Tipe B



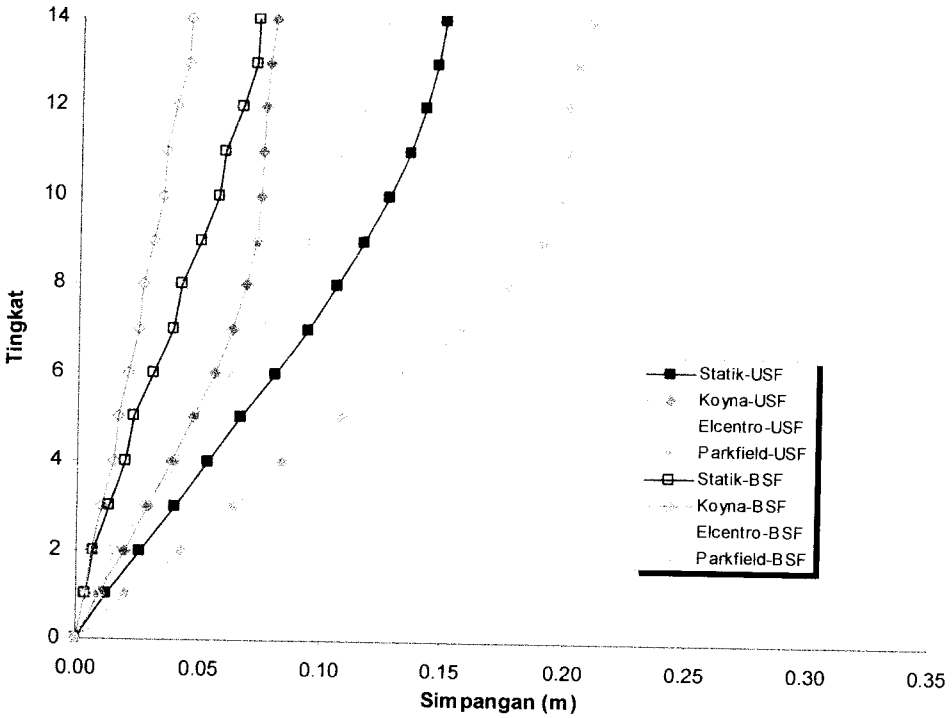
Grafik 6.3 Simpangan Total Struktur 10 Lantai Tipe A



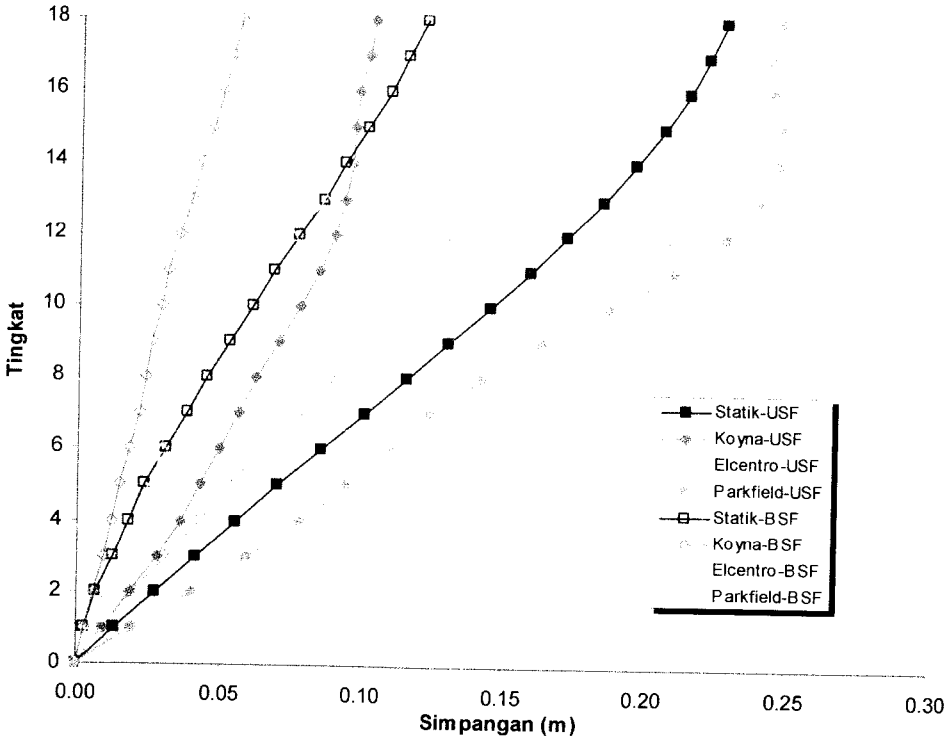
Grafik 6.4 Simpangan Total Struktur 10 Lantai Tipe B



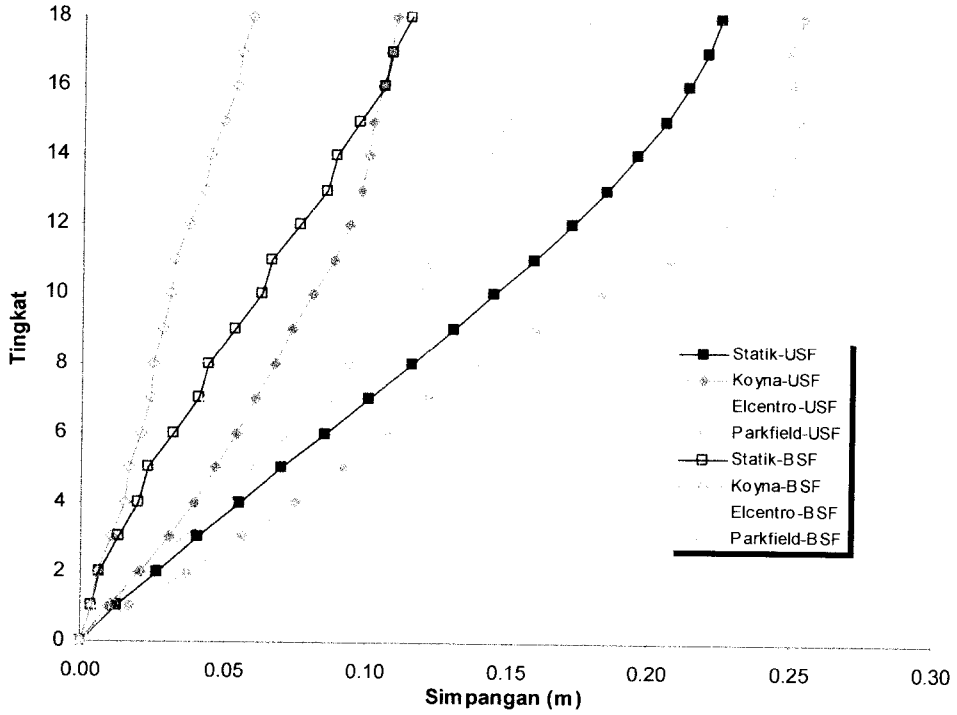
Grafik 6.5 Simpangan Total Struktur 14 Lantai Tipe A



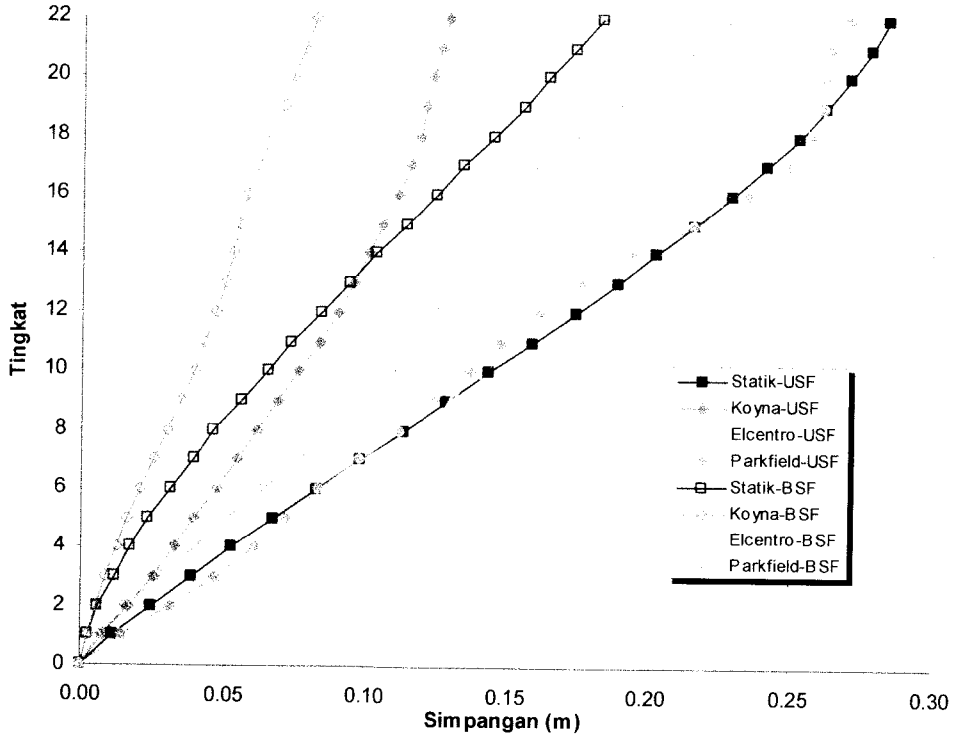
Grafik 6.6 Simpangan Total Struktur 14 Lantai Tipe B



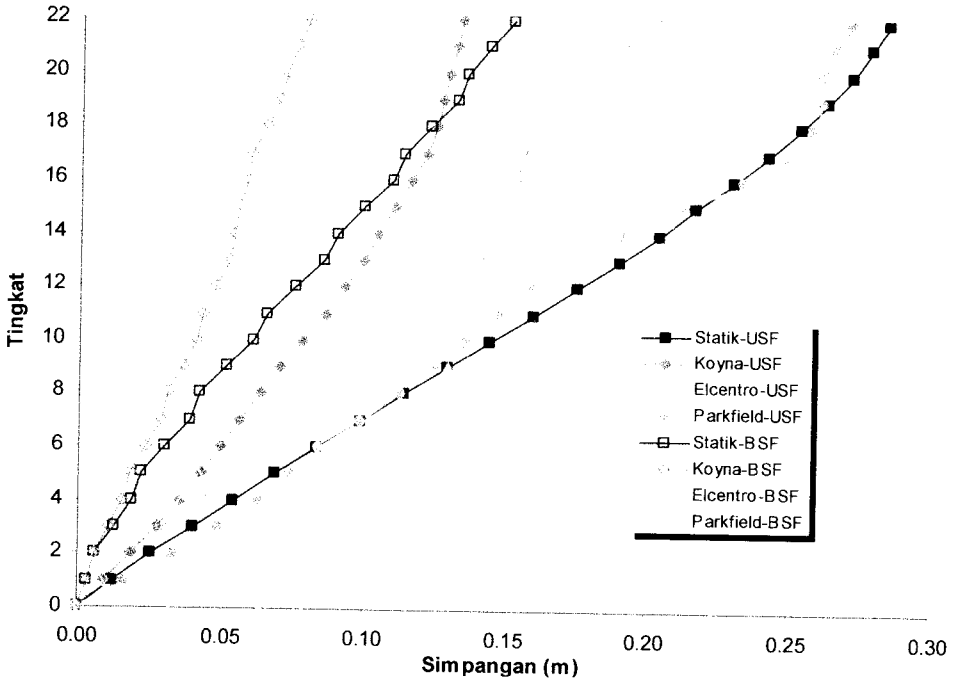
Grafik 6.7 Simpangan Total Struktur 18 Lantai Tipe A



Grafik 6.8 Simpangan Total Struktur 18 Lantai Tipe B



Grafik 6.9 Simpangan Total Struktur 22 Lantai Tipe A



Grafik 6.10 Simpangan Total Struktur 22 Lantai Tipe B

Pembahasan

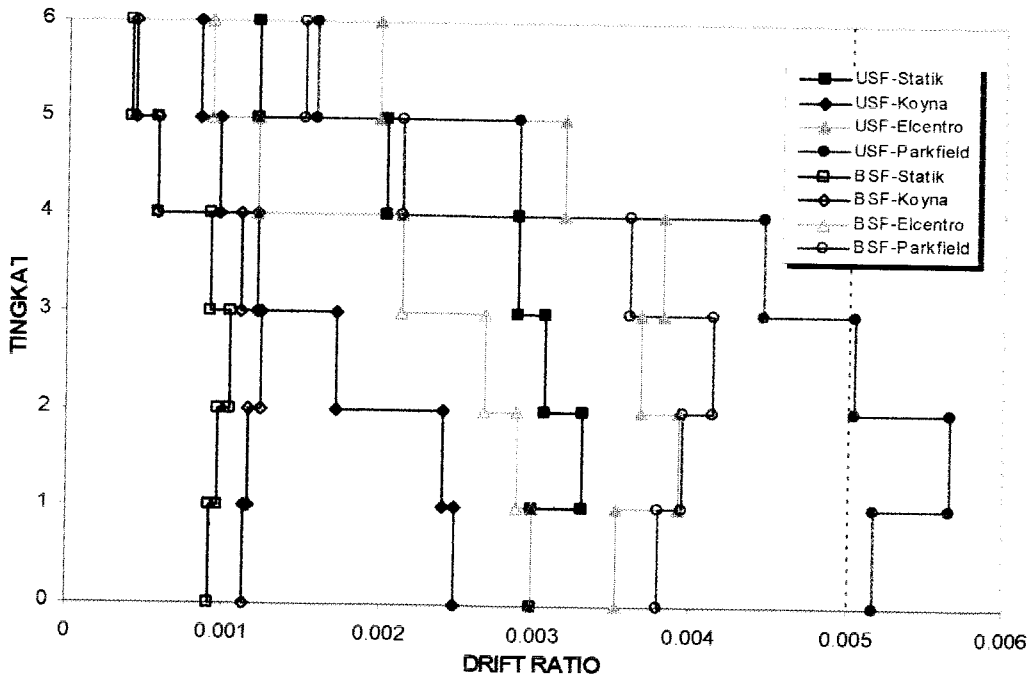
1. Simpangan total struktur akan semakin besar pada bangunan yang semakin tinggi.
2. Struktur *brace steel frame* (BSF) mempunyai simpangan total struktur yang lebih kecil dari pada struktur *unbrace steel frame* (USF) baik akibat beban gempa dinamik maupun statik eqivalen. Hal ini disebabkan struktur BSF mempunyai kekakuan yang lebih tinggi dari pada struktur USF.
3. Simpangan total struktur akibat gempa dinamik sangat bervariasi pada setiap bangunan Hal ini disebabkan simpangan total yang terjadi dipengaruhi oleh besarnya frekuensi bangunan dan frekuensi gempa.
4. Nilai simpangan total struktur akibat gempa statik sebanding dengan frekuensi bangunannya. Hal ini tampak pada nilai simpangan struktur yang

saling berdekatan akibat gempa statik dan gempa dinamik yang mempunyai frekuensi berdekatan dengan frekuensi bangunan.

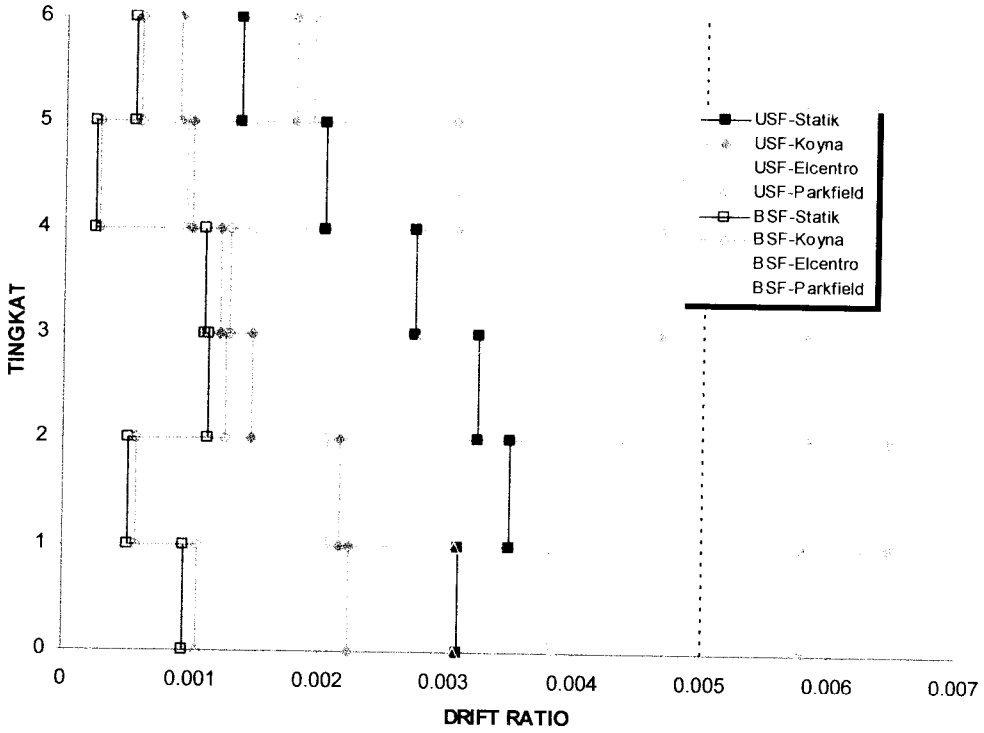
5. Pada bangunan dengan jumlah portal yang semakin banyak akan mempunyai nilai kekakuan yang semakin besar. Akibatnya simpangan akibat gempa statik maupun dinamik menjadi lebih kecil.
6. Penambahan nilai simpangan total struktur pada struktur BSF lebih kecil daripada struktur USF di setiap variasi tingkat, hal ini dikarenakan struktur USF lebih peka daripada struktur BSF.

6.1.2 Simpangan Antar Tingkat *(Inter Story Drift Ratio)*

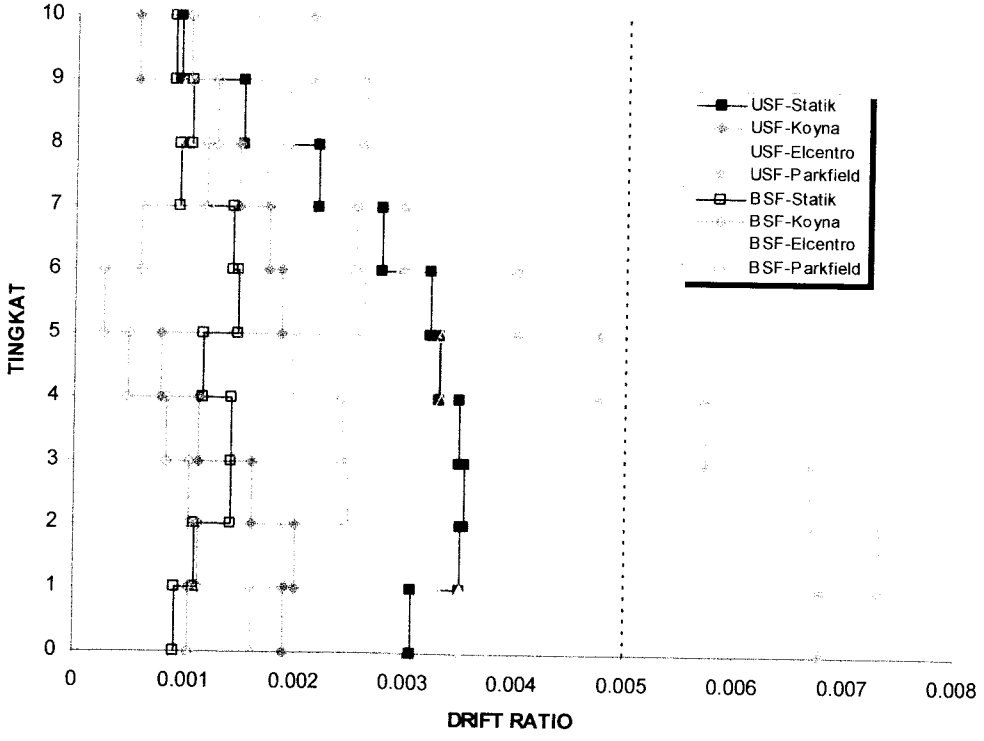
Simpangan struktur akan mempengaruhi besarnya simpangan antar tingkat *(Inter Story Drift Ratio)*. Grafik simpangan antar tingkat akibat beban gempa statik ekuivalen dan beban gempa dinamik dapat dilihat pada grafik 6.11 sampai 6.20.



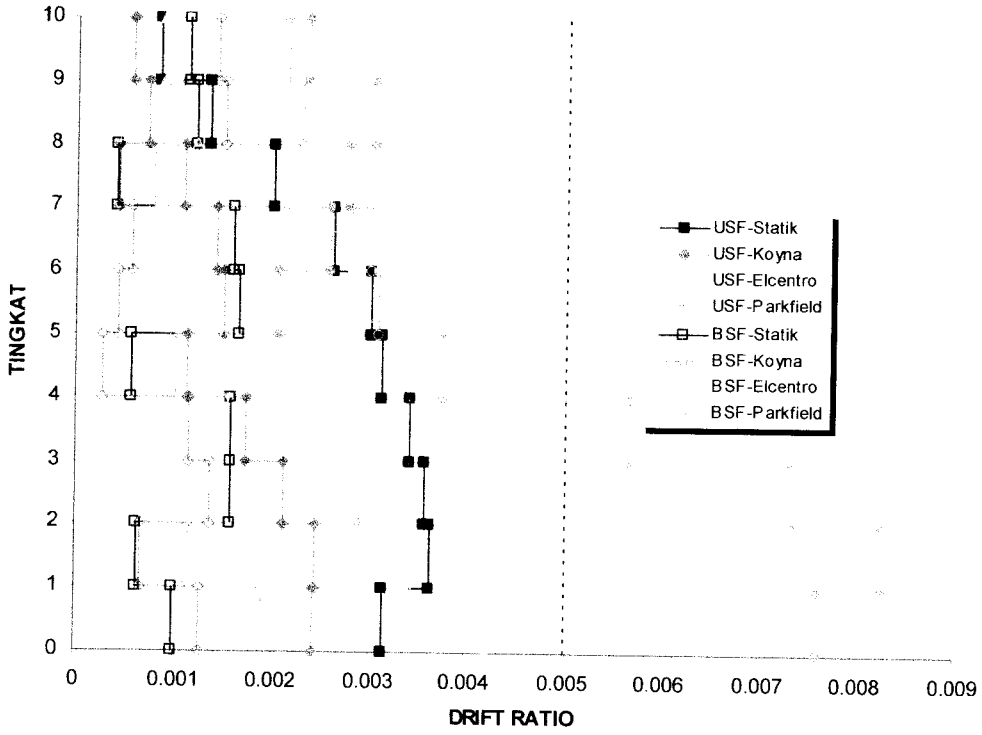
Grafik 6.11 Simpangan Antar Tingkat Struktur 6 Lantai Tipe A



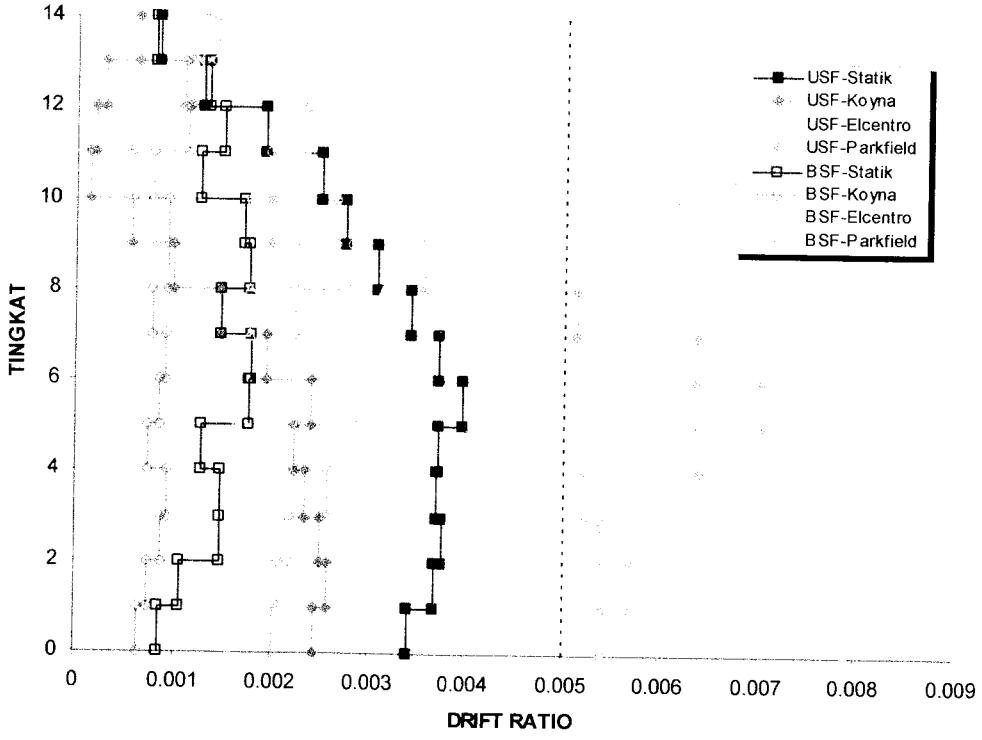
Grafik 6.12 Simpangan Antar Tingkat Struktur 6 Lantai Tipe B



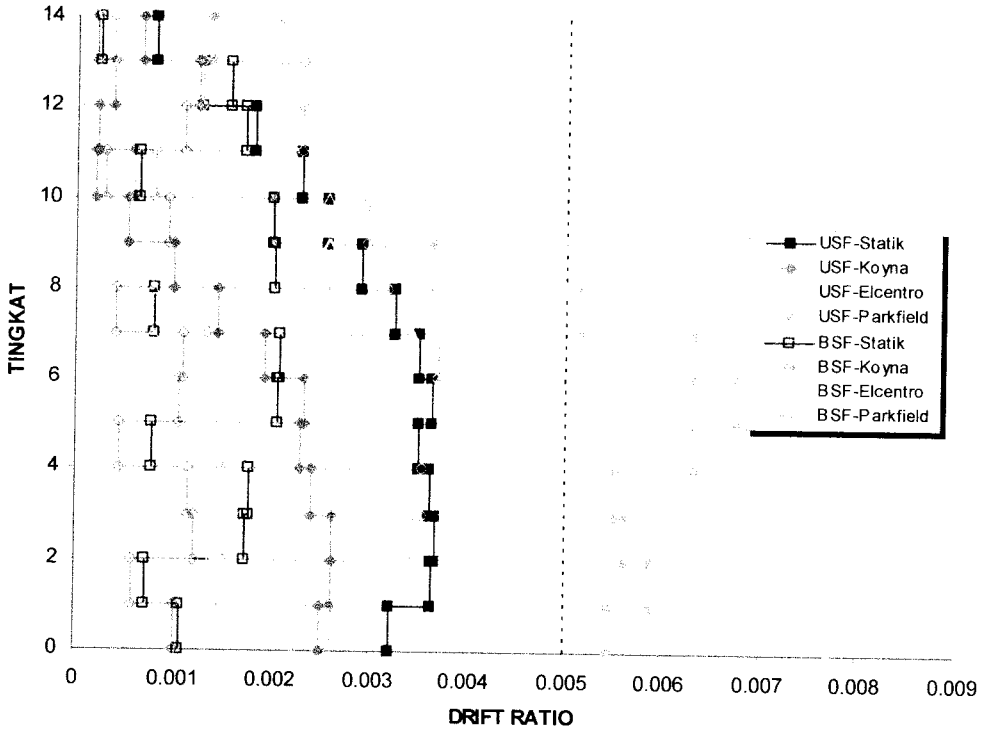
Grafik 6.13 Simpangan Antar Tingkat Struktur 10 Lantai Tipe A



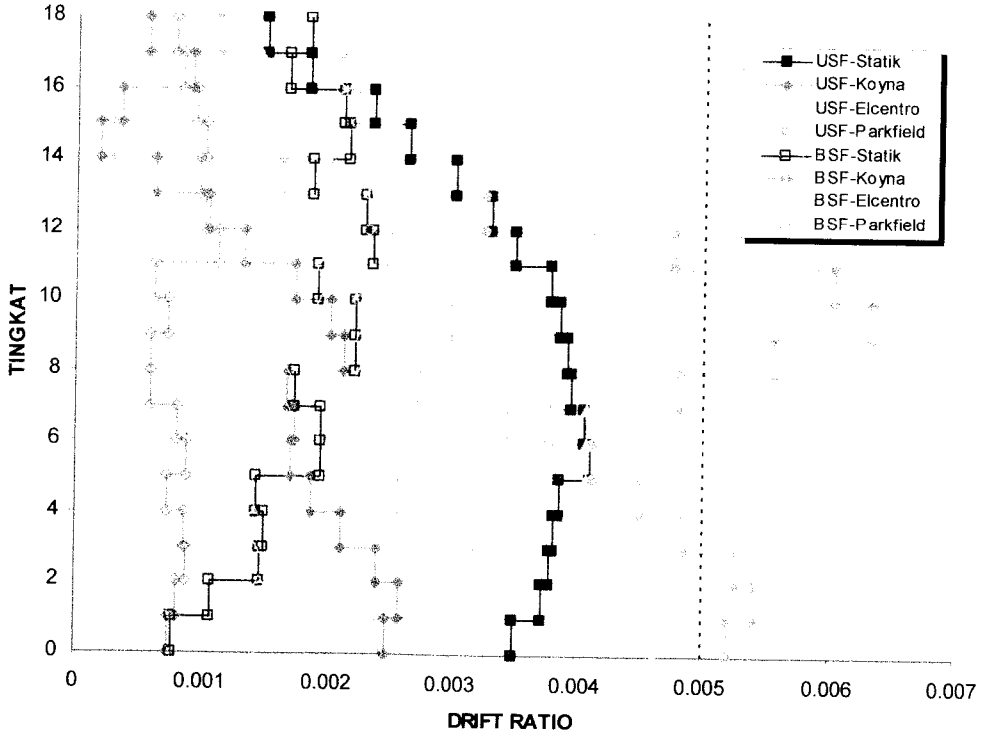
Grafik 6.14 Simpangan Antar Tingkat Struktur 10 Lantai Tipe B



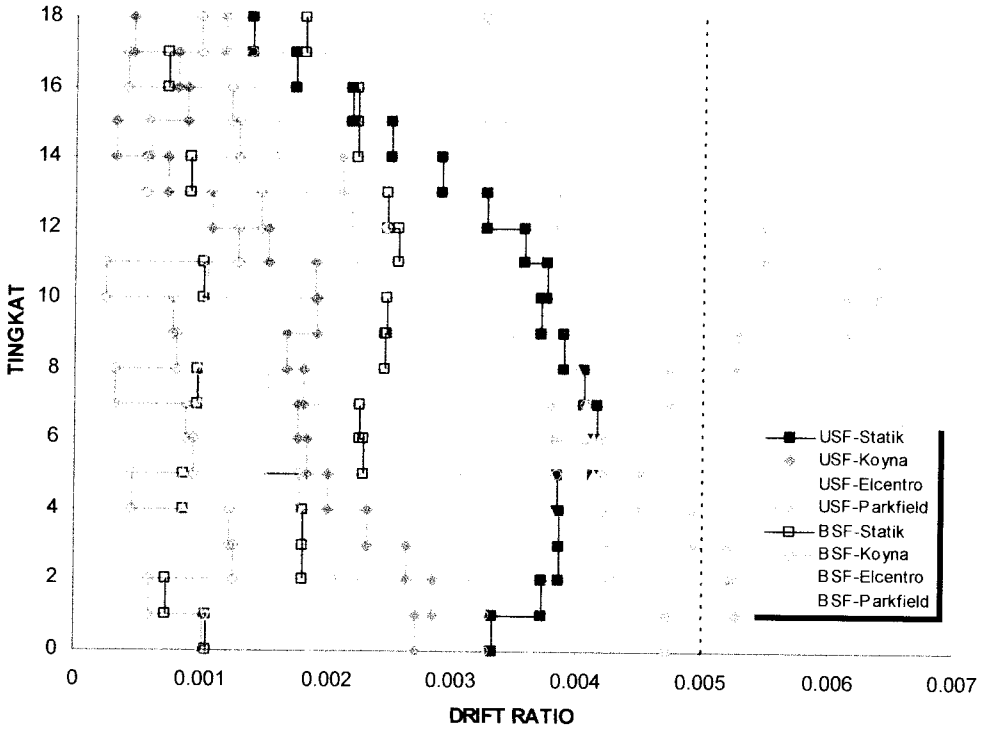
Grafik 6.15 Simpangan Antar Tingkat Struktur 14 Lantai Tipe A



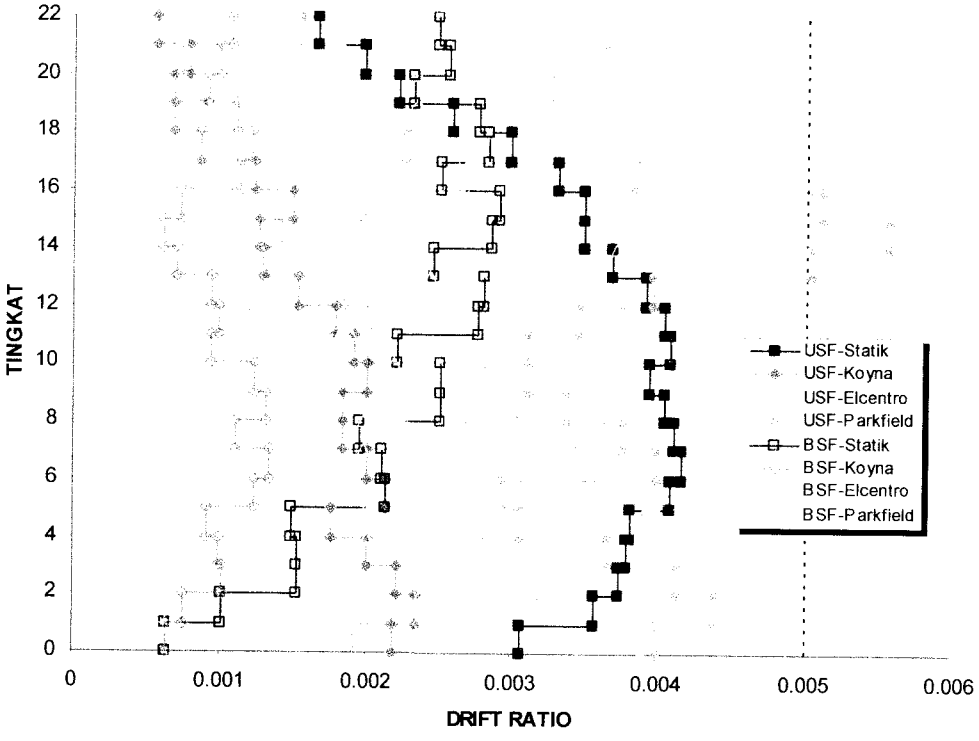
Grafik 6.16 Simpangan Antar Tingkat Struktur 14 Lantai Tipe B



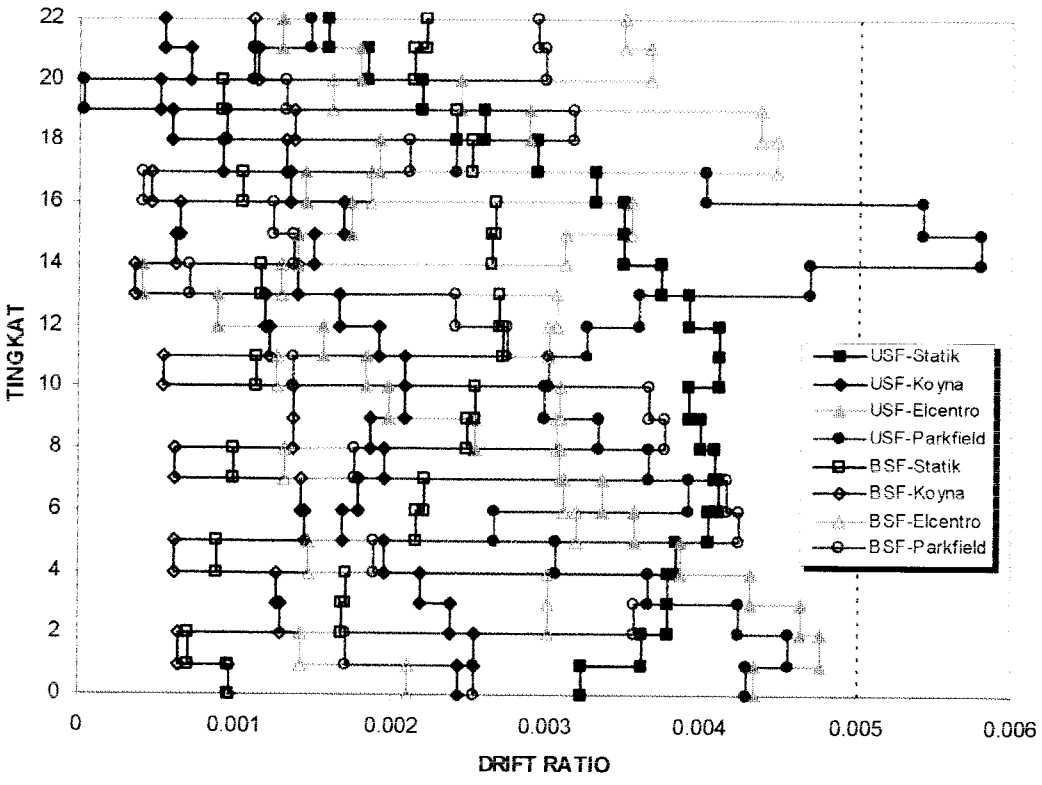
Grafik 6.17 Simpangan Antar Tingkat Struktur 18 Lantai Tipe A



Grafik 6.18 Simpangan Antar Tingkat Struktur 18 Lantai Tipe B



Grafik 6.19 Simpangan Antar Tingkat Struktur 22 Lantai Tipe A



Grafik 6.20 Simpangan Antar Tingkat Struktur 22 Lantai Tipe B

Pembahasan

1. Nilai simpangan antar tingkat maksimum semakin besar pada bangunan yang semakin tinggi baik akibat gempa statik maupun dinamik.
2. Nilai simpangan antar tingkat (*inter story drift*) pada struktur BSF dan USF akibat gempa statik masih menunjukkan angka di bawah 0.005h. hal ini menunjukkan bahwa kriteria batas "*limit state*" masih memenuhi keadaan layan batas "*serviceability limit state*".
3. Simpangan antar tingkat pada struktur BSF akibat gempa dinamik maupun statik masih lebih kecil dari 0,005h, tidak demikian dengan struktur USF dimana simpangan antar tingkat akibat gempa dinamik dengan frekuensi menengah keatas (gempa Elcentro dan Parkfield) melebihi keadaan batas

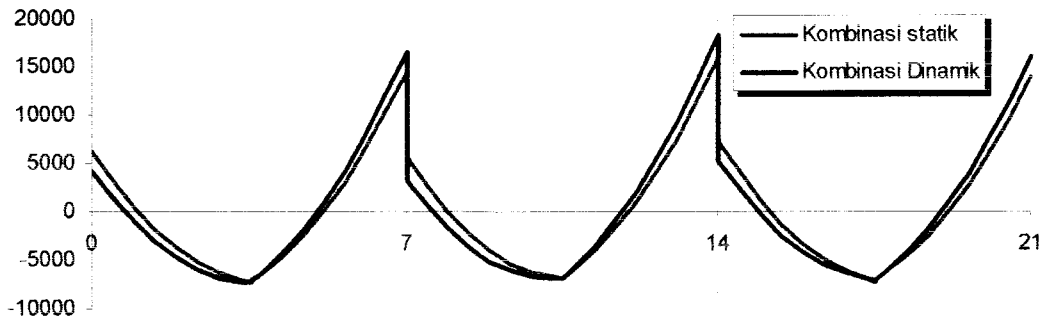
0,005h pada tingkat-tingkat tertentu. Hal ini disebabkan kekakuan struktur BSF lebih besar dari struktur USF akibat penambahan bresing.

4. Simpangan antar tingkat struktur BSF pada lantai dimana bresing bersilangan menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan simpangan antar tingkat pada lantai yang lain. Hal ini disebabkan persilangan pada bresing memberikan kekangan struktur yang lebih besar daripada bresing yang tidak bersilangan.
5. Pola simpangan antar tingkat pada struktur USF akibat gempa statik memiliki pola yang relatif reguler dibandingkan dengan pola akibat gempa dinamik yang cenderung semakin tidak reguler pada bangunan yang semakin tinggi. Hal ini dikarenakan pengaruh higher mode effect.

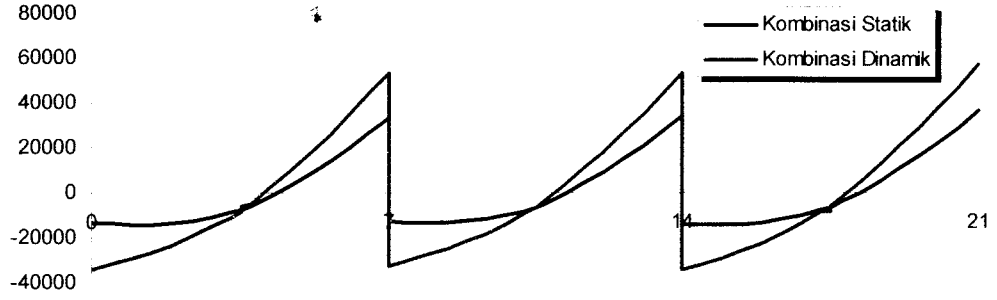
6.1.3 Momen dan Geser Balok

6.1.3.1 Momen Balok

Beban-beban yang bekerja pada struktur, yang meliputi beban grafitasi dan beban gempa akan mempengaruhi besarnya respon struktur berupa momen dan geser. Contoh digram momen balok pada struktur BSF dan USF dapat dilihat pada gambar 6.1 dan gambar 6.2.

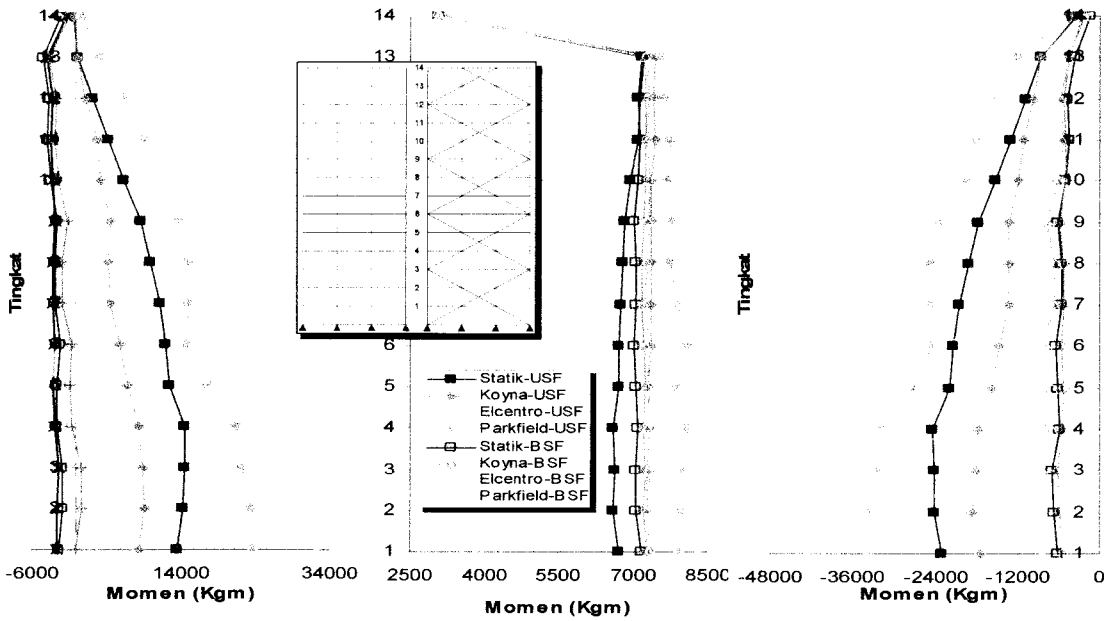


Gambar 6.1 Digram Momen Balok Struktur BSF 14 Lantai



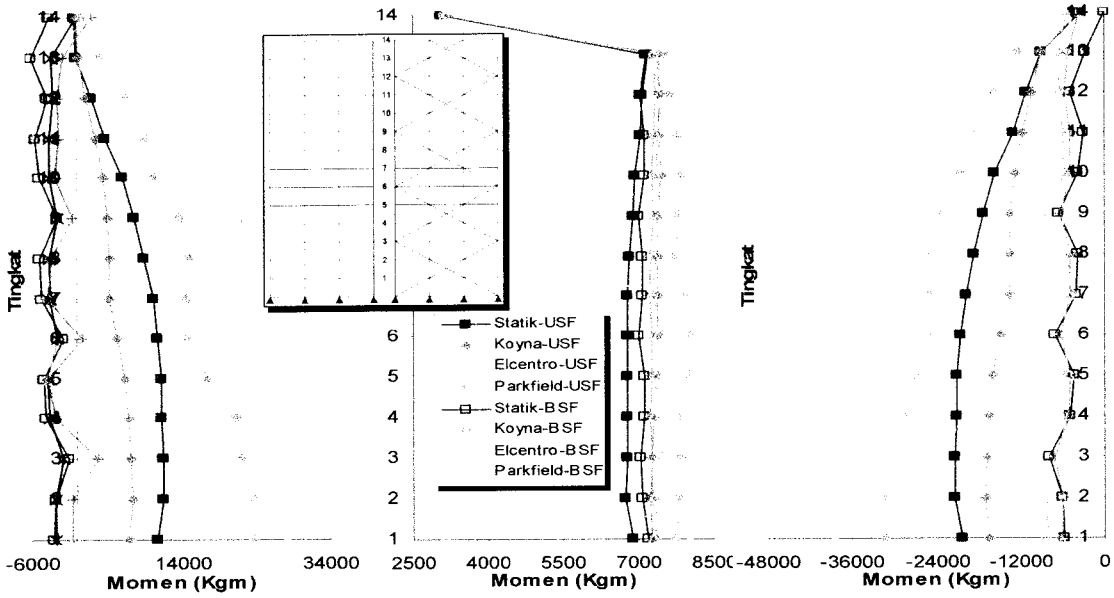
Gambar 6.2 Digram Momen Balok Struktur USF 14 Lantai

Berdasarkan hasil analisa terhadap diagram momen balok, ternyata momen balok yang terjadi pada masing-masing variasi tingkat menunjukkan pola yang hampir sama. Oleh sebab itu pada bahasan berikut grafik yang lengkap hanya diberikan pada struktur 14 lantai tipe A dan tipe B, untuk lantai yang lain hanya diambil momen balok pada sendi plastis sebelah kanan dimana momen dominan terjadi berlawanan dengan arah gempa horizontal. Besarnya momen balok dapat dilihat pada grafik 6.23 sampai dengan grafik 6.32 .



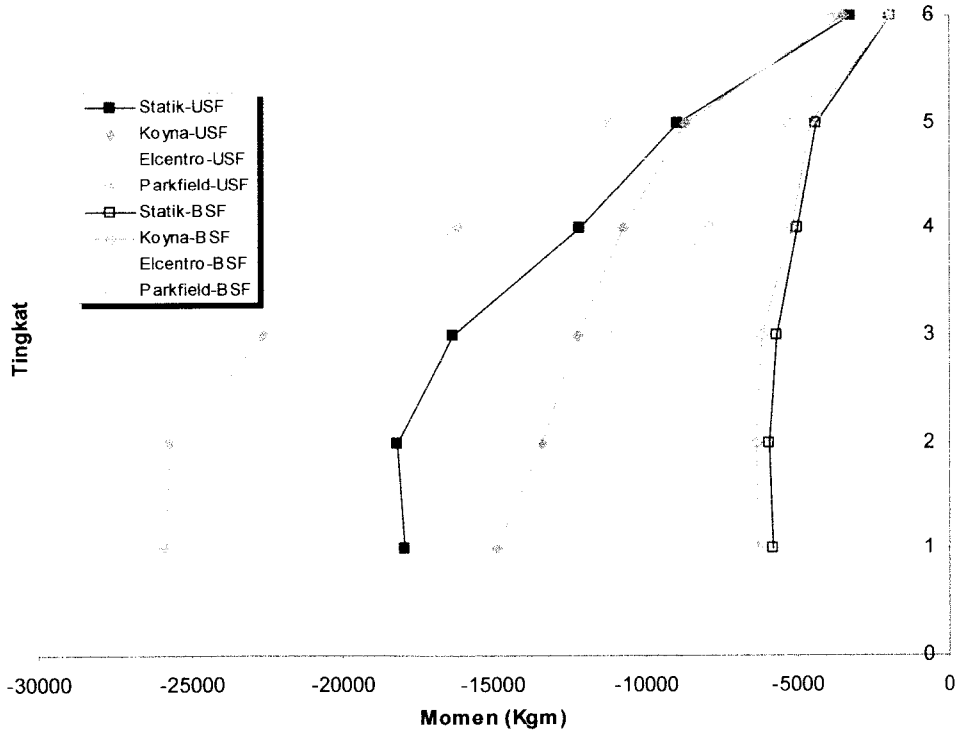
a. Momen Ujung Kiri b. Momen ½ L c. Momen Ujung kanan

Grafik 6.21 Momen Balok 14 Lantai Tipe A

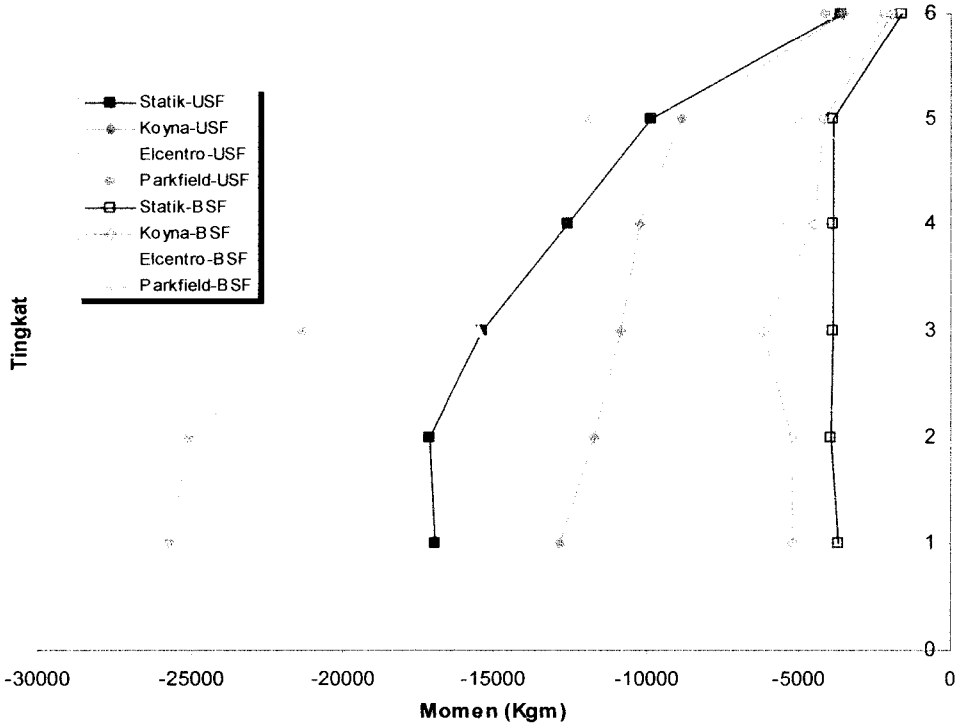


a. Momen Ujung Kiri b. Momen ½ L c. Momen Ujung kanan

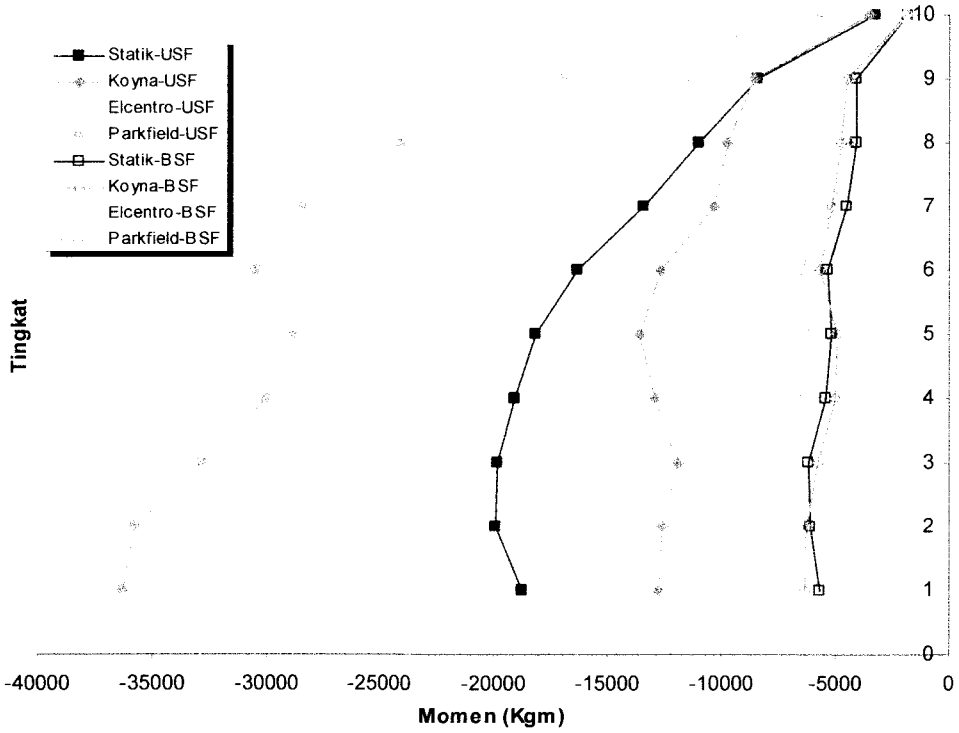
Grafik 6.22 Momen Balok 14 Lantai Tipe B



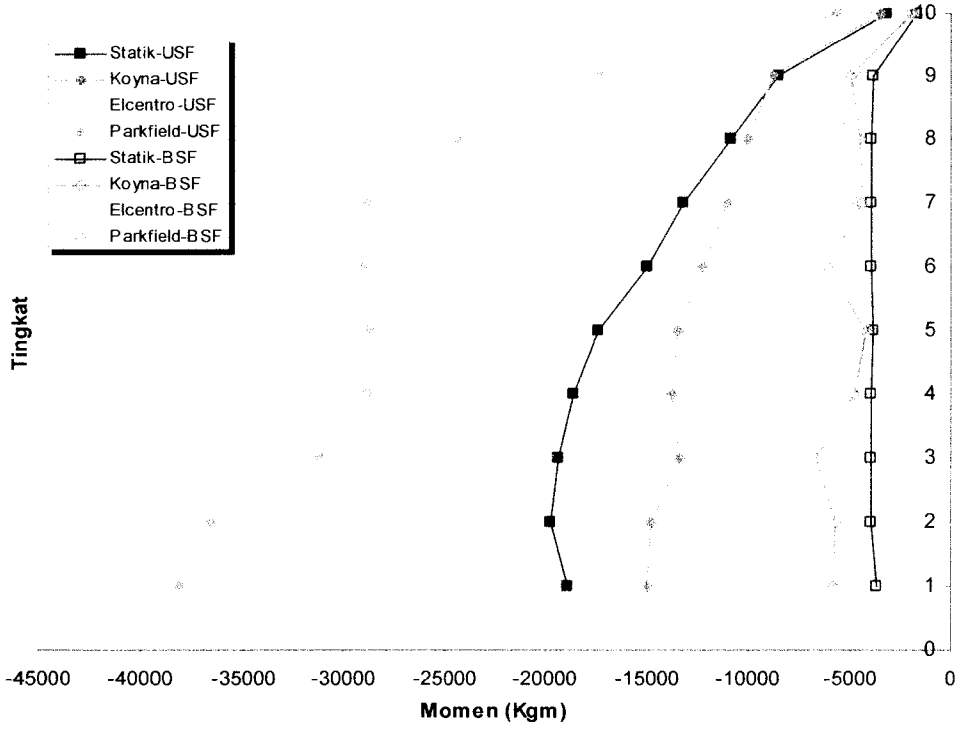
Grafik 6.23 Momen Balok 6 Lantai Tipe A



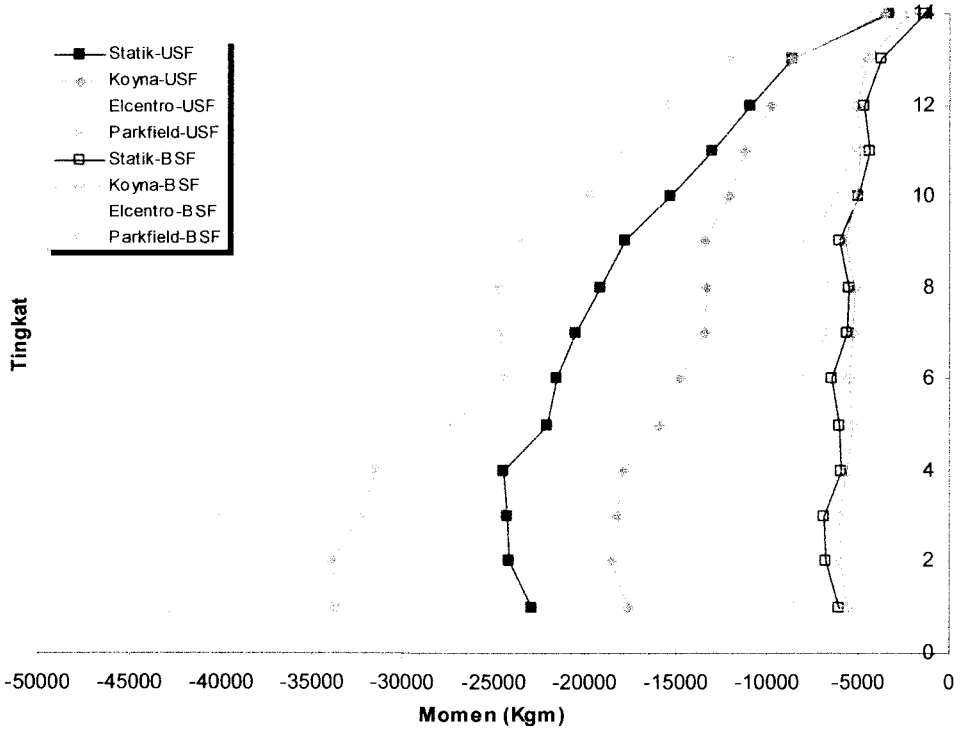
Grafik 6.24 Momen Balok 6 Lantai Tipe B



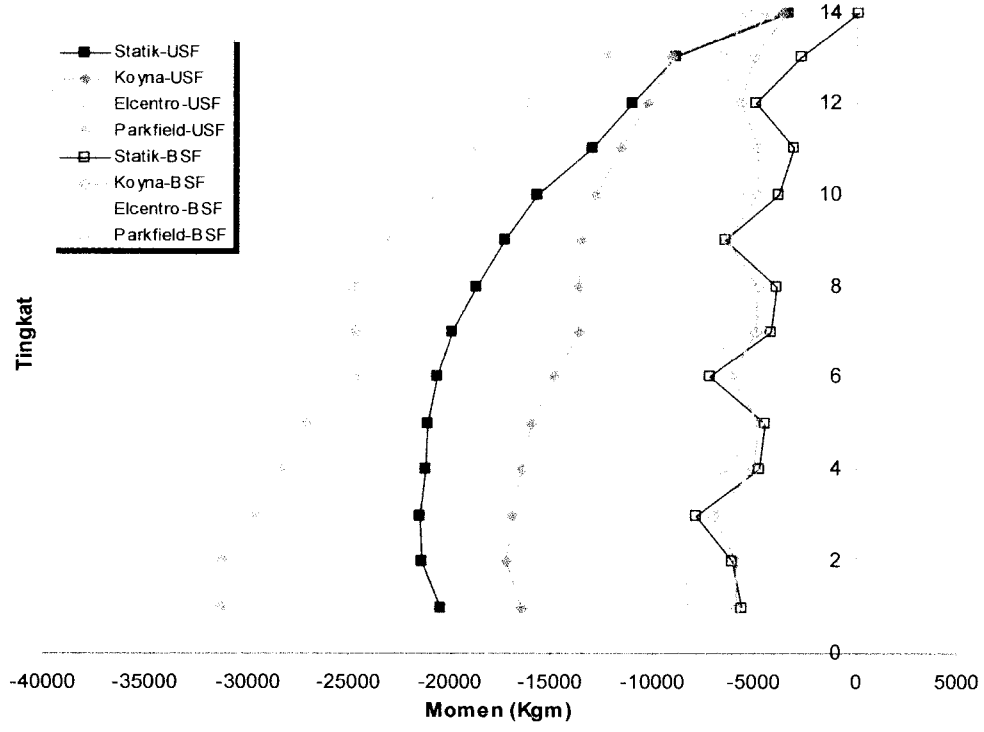
Grafik 6.25 Momen Balok 10 Lantai Tipe A



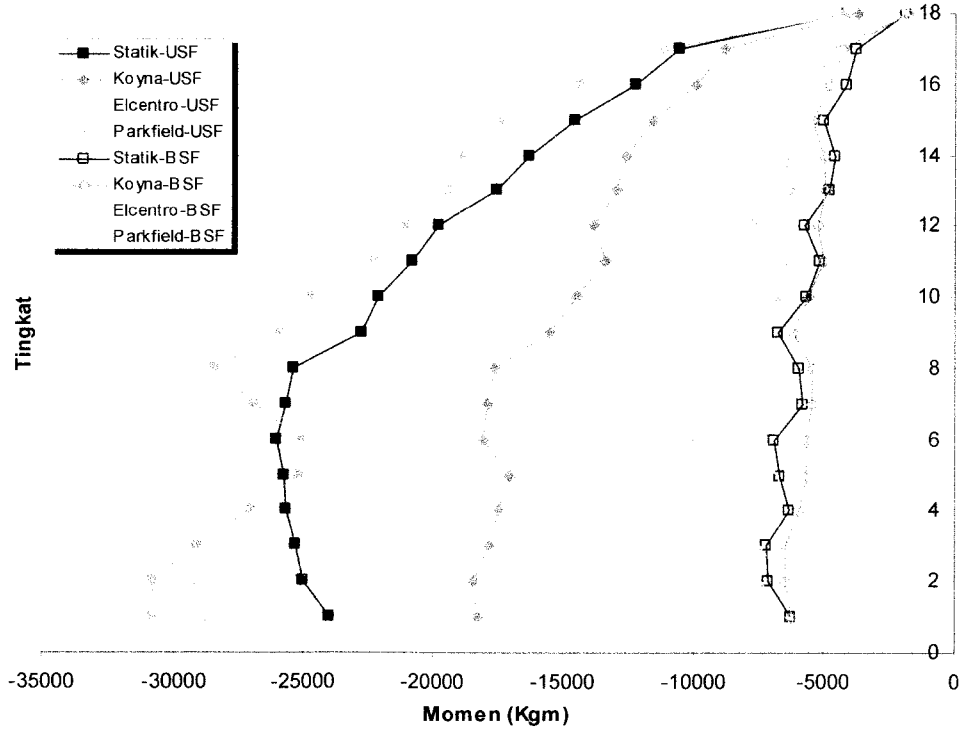
Grafik 6.26 Momen Balok 10 Lantai Tipe B



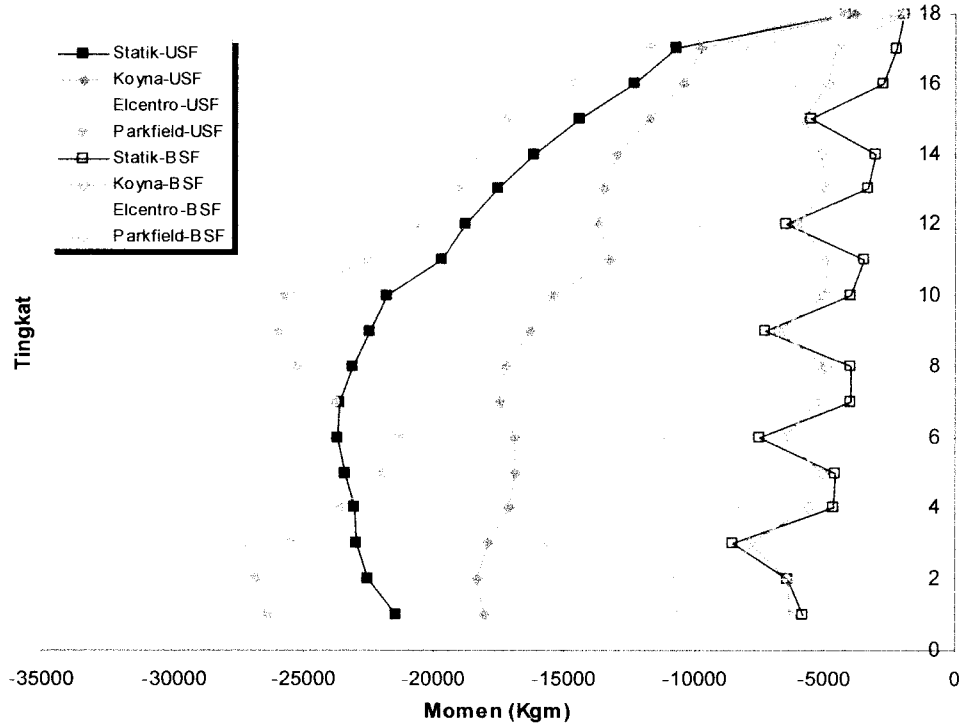
Grafik 6.27 Momen Balok 14 Lantai Tipe A



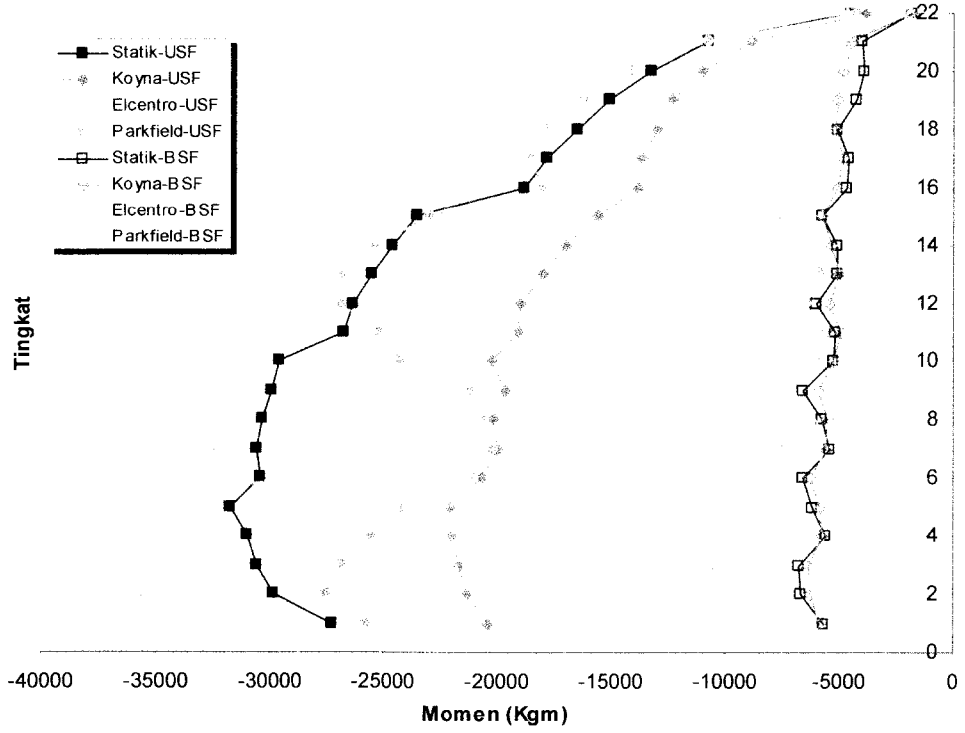
Grafik 6.28 Momen Balok 14 Lantai Tipe B



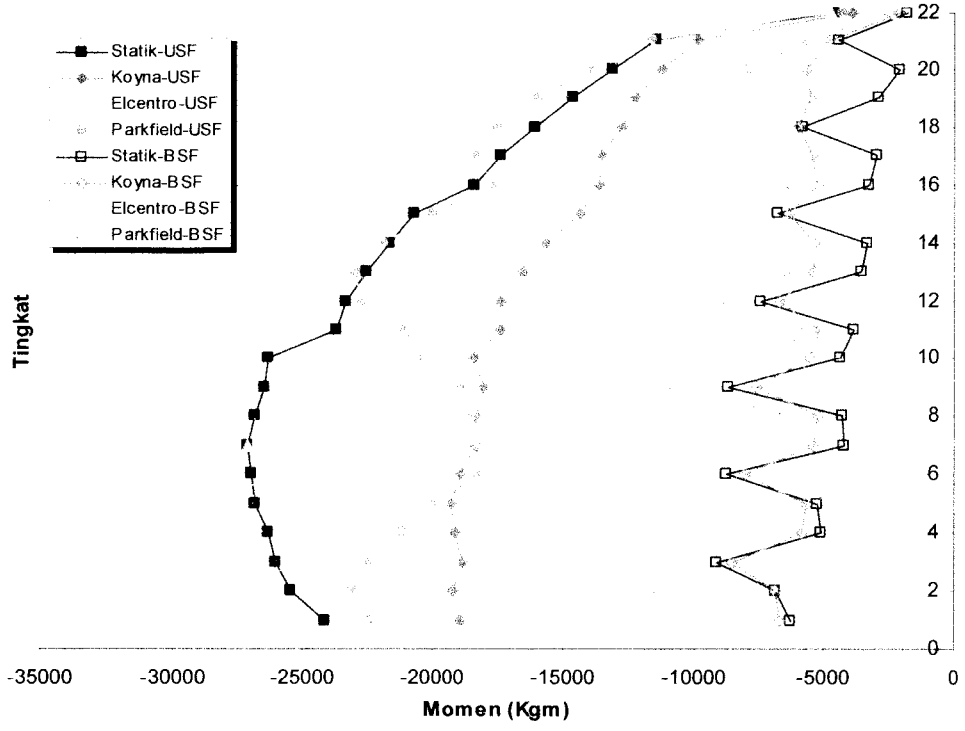
Grafik 6.29 Momen Balok 18 Lantai Tipe A



Grafik 6.30 Momen Balok 18 Lantai Tipe B



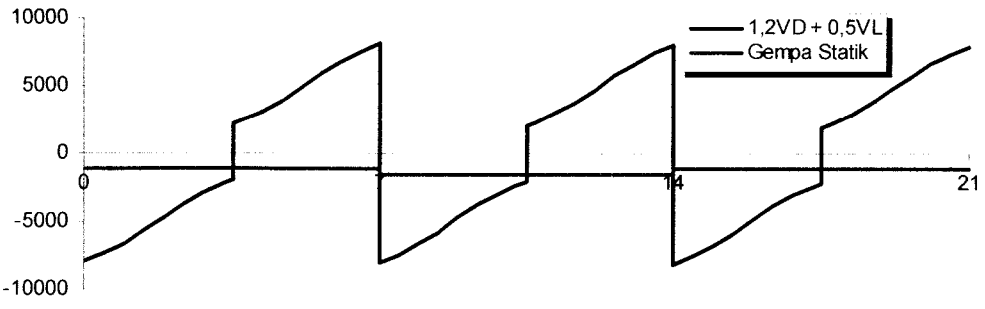
Grafik 6.31 Momen Balok 22 Lantai Tipe A



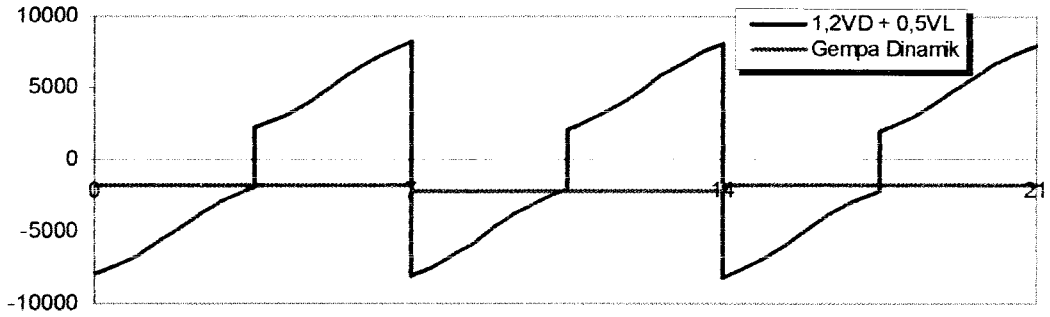
Grafik 6.32 Momen Balok 22 Lantai Tipe B

6.1.3.2 Geser Balok

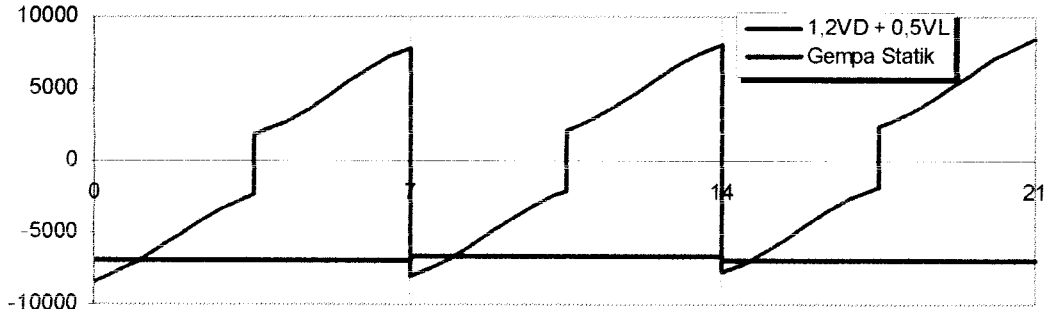
Besarnya gaya geser yang terjadi tergantung dari besarnya nilai momen, sehingga pola yang dihasilkan dari momen balok akan cenderung sama untuk gaya gesernya. Contoh digram gaya geser balok pada struktur BSF dan USF dapat dilihat pada gambar 6.3 sampai dengan gambar 6.6.



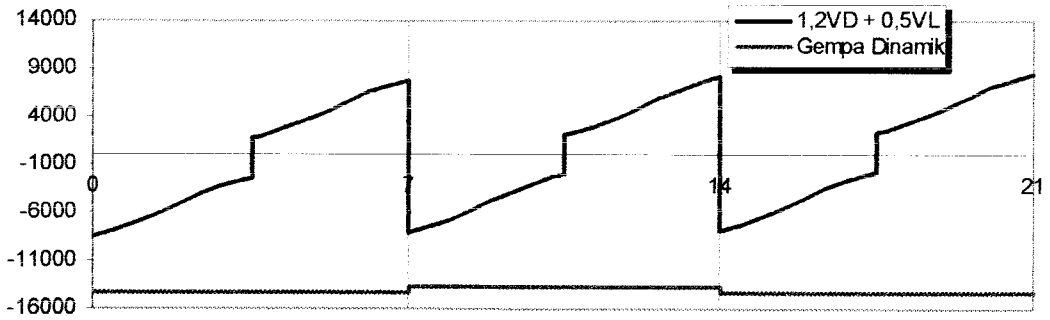
Gambar 6.3 Diagram Gaya Geser Balok 1,2VD+0,5VL+E_{statik} Struktur BSF



Gambar 6.4 Diagram Gaya Geser Balok 1,2VD+0,5VL+$E_{dinamik}$ Struktur BSF

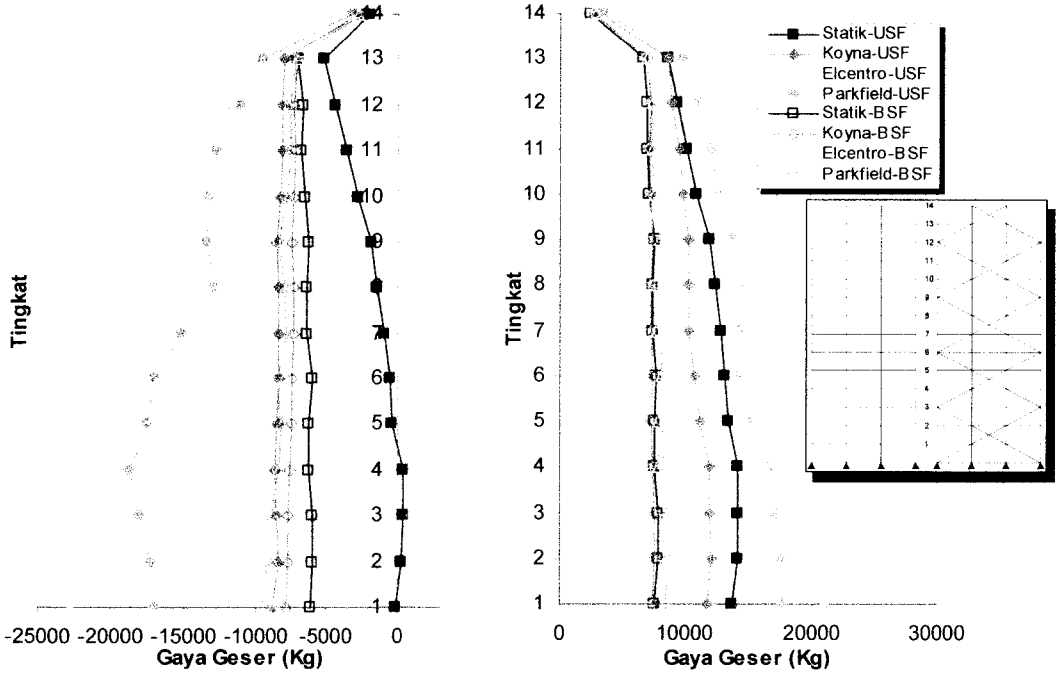


Gambar 6.5 Diagram Gaya Geser Balok 1,2VD+0,5VL+E_{statik} Struktur USF



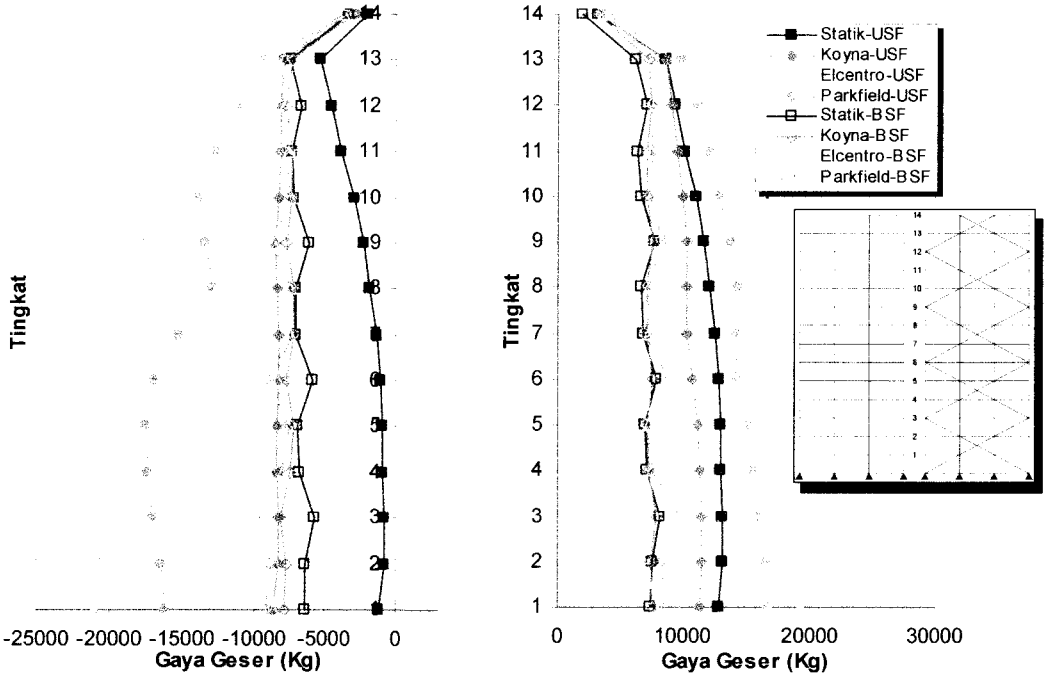
Gambar 6.6 Diagram Gaya Geser Balok 1,2VD+0,5VL+$E_{dinamik}$ Struktur USF

Pola gaya geser balok yang terjadi seperti yang dapat dilihat pada grafik 6.33 dan 6.34, relatif reguler pada setiap variasi tingkat struktur. Selanjutnya grafik gaya geser balok akan diambil pada lokasi sendi plastis balok sebelah kanan pada balok tepi, karena gaya geser maksimum yang akan berlawanan dengan arah datang gempa (lihat gambar 6.3 – 6.6). Besarnya gaya geser balok dapat dilihat pada grafik 6.35 sampai dengan grafik 6.44 .



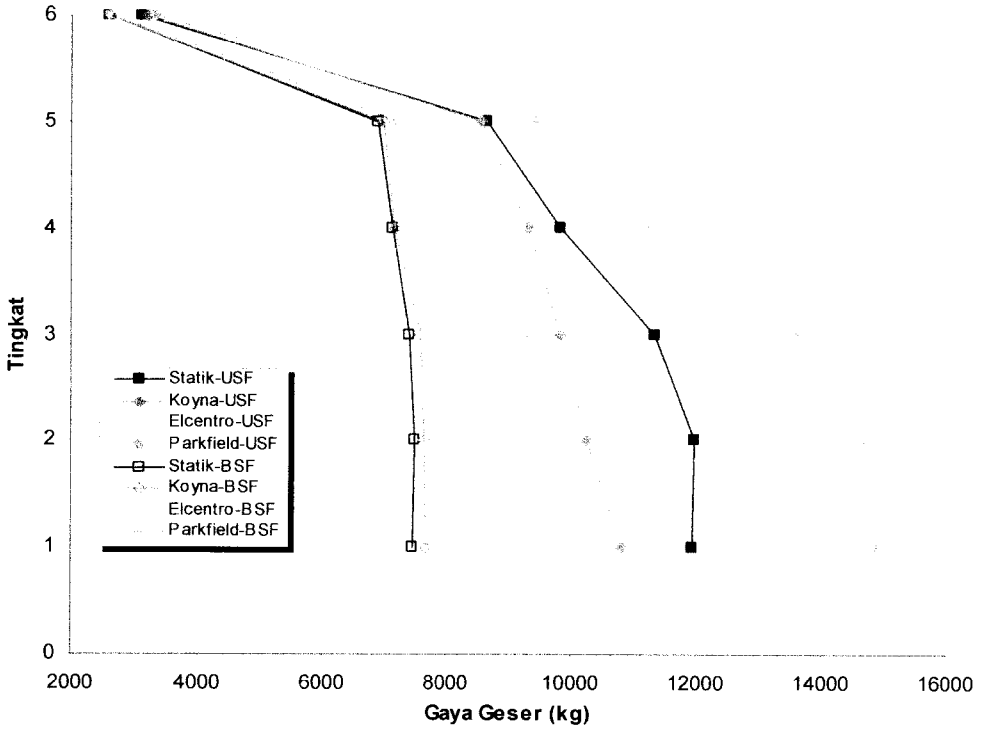
a. Ujung Balok Kanan b. Ujung Balok Kiri

Grafik 6.33 Geser Balok 14 Lantai Tipe A

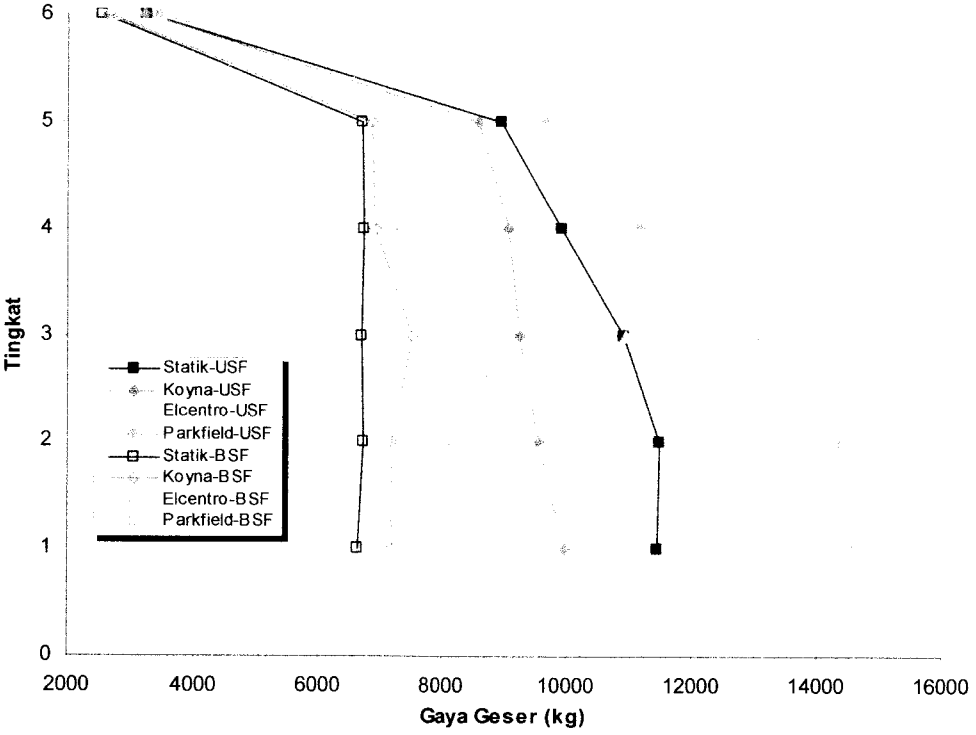


a. Ujung Balok Kanan b. Ujung Balok Kiri

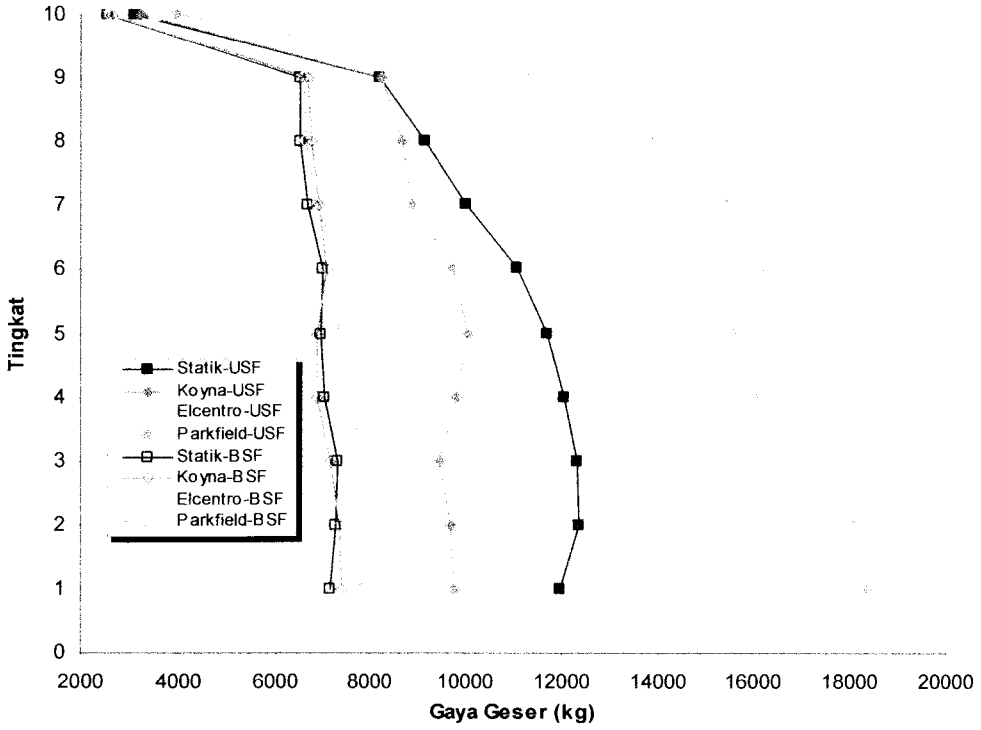
Grafik 6.34 Geser Balok 14 Lantai Tipe B



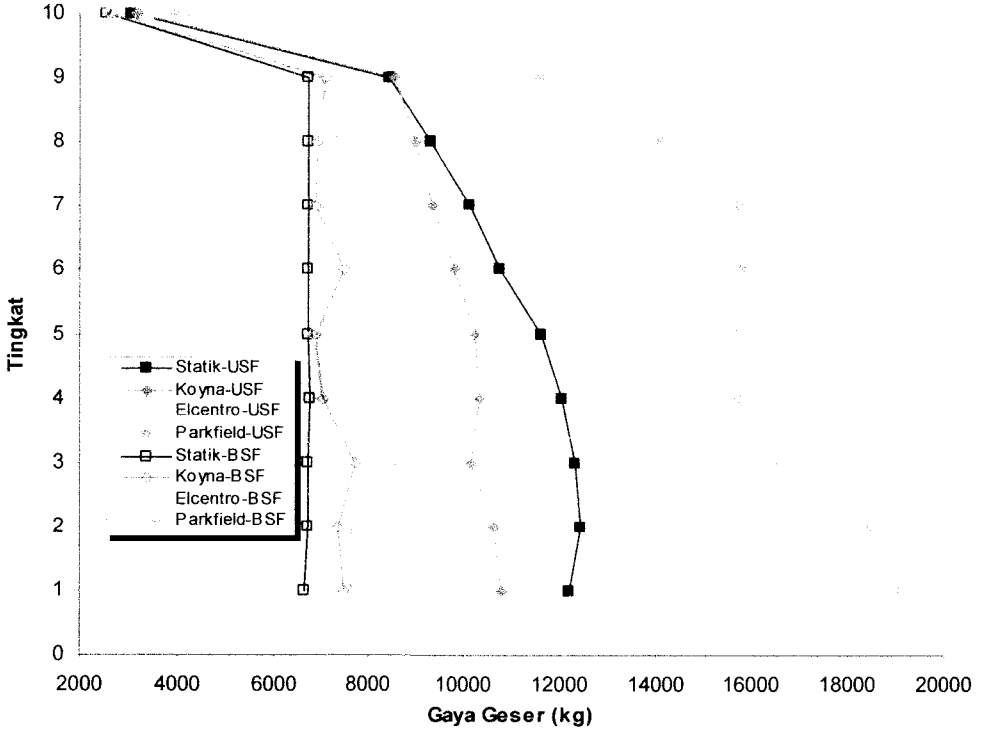
Grafik 6.35 Geser Balok 6 Lantai Tipe A



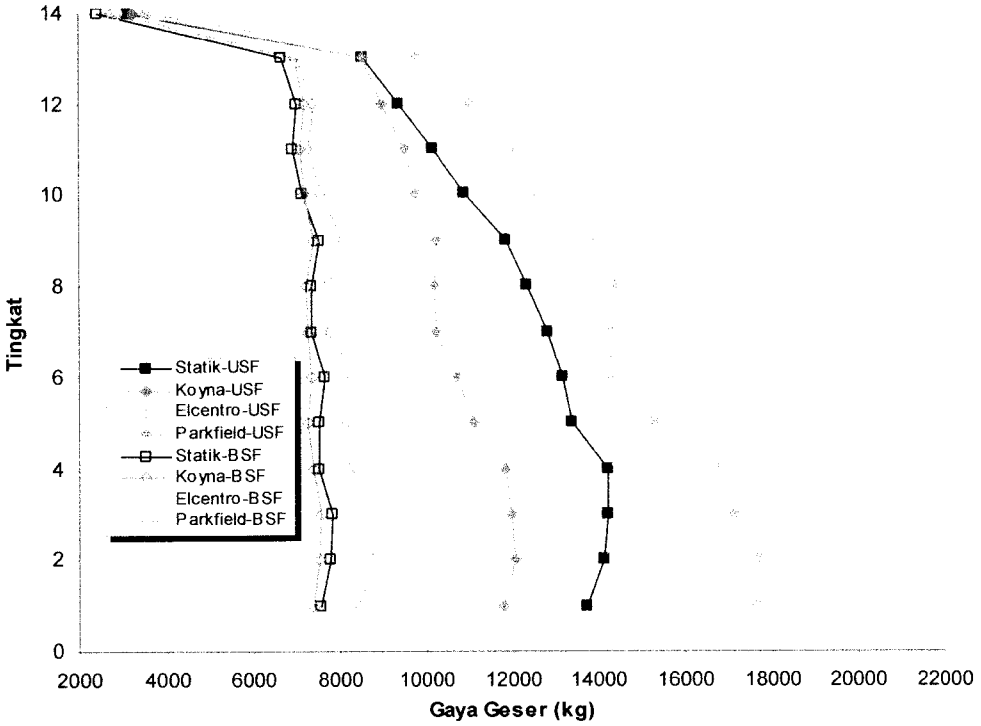
Grafik 6.36 Geser Balok 6 Lantai Tipe B



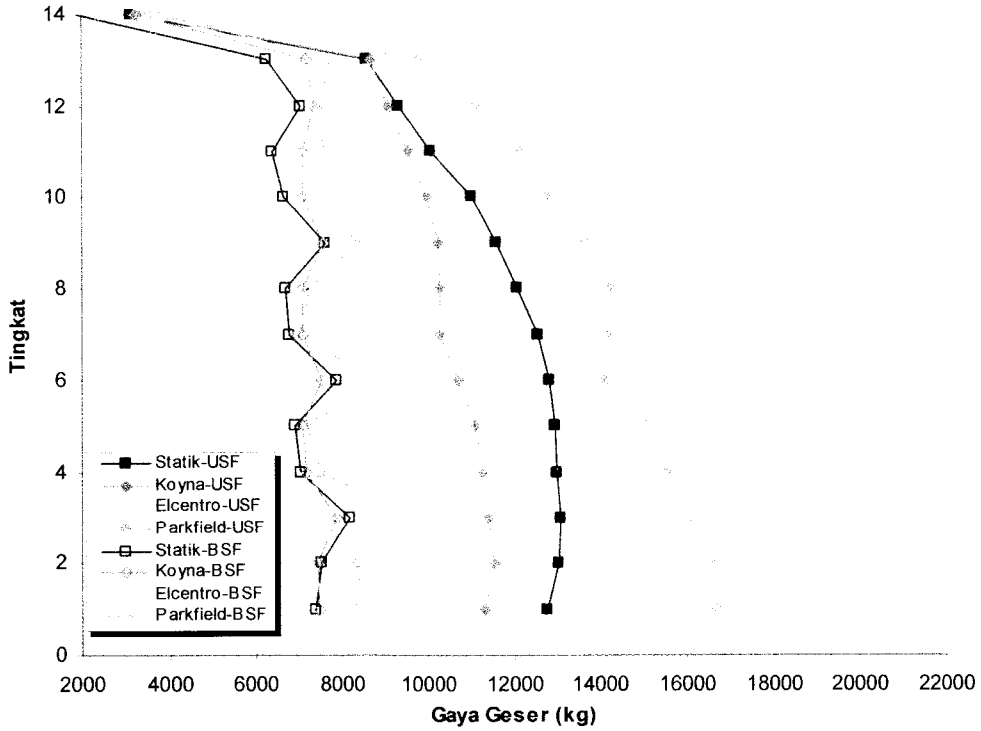
Grafik 6.37 Geser Balok 10 Lantai Tipe A



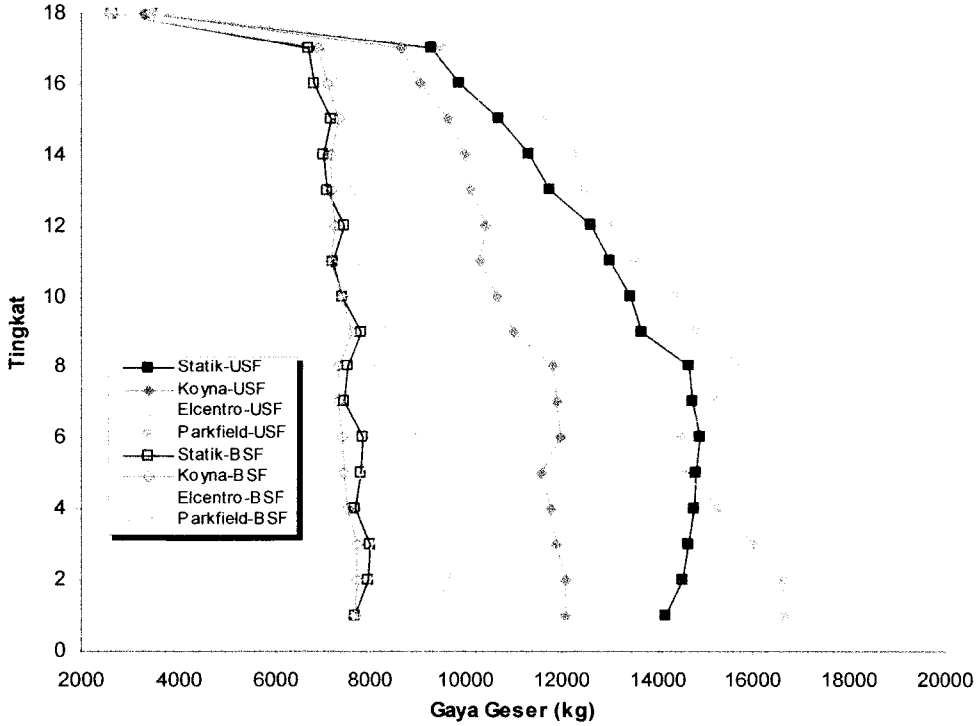
Grafik 6.38 Geser Balok 10 Lantai Tipe B



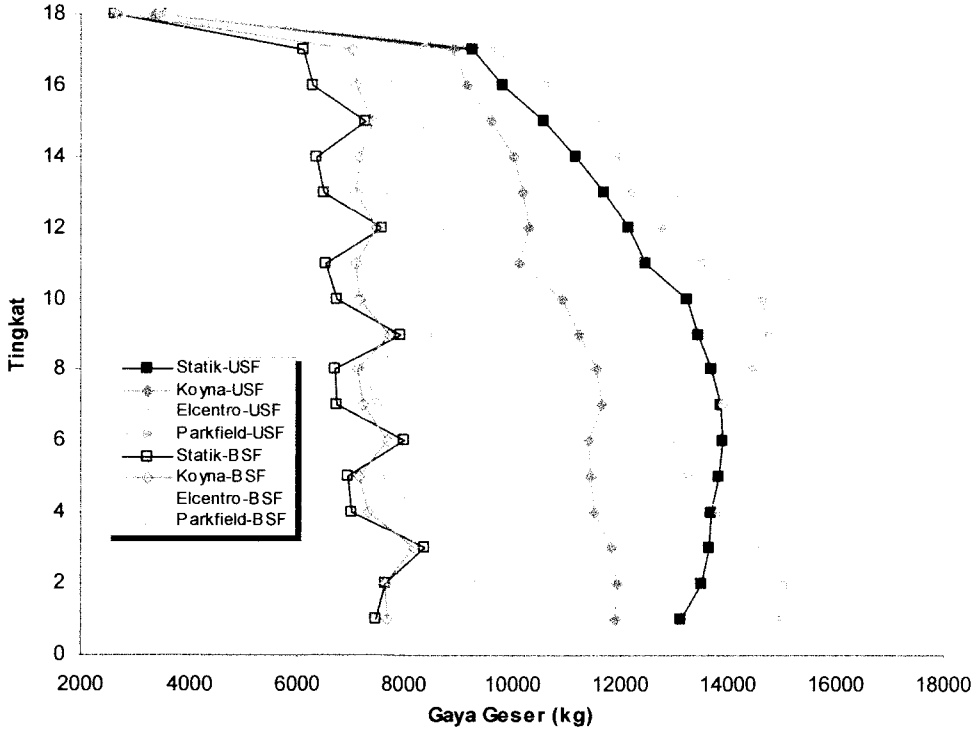
Grafik 6.39 Geser Balok 14 Lantai Tipe A



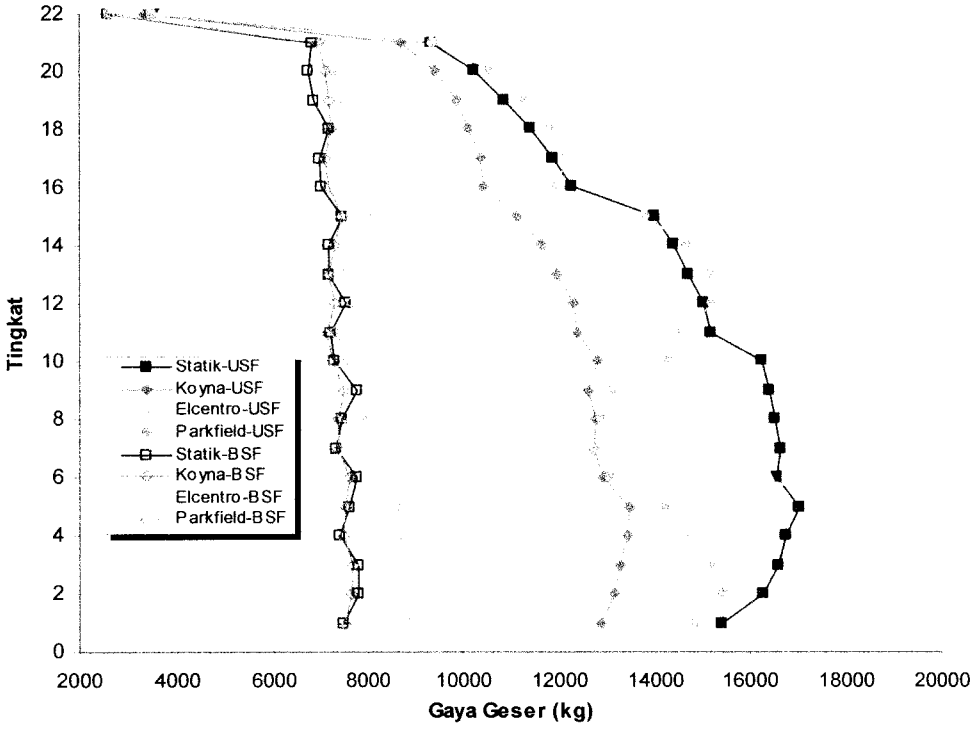
Grafik 6.40 Geser Balok 14 Lantai Tipe B



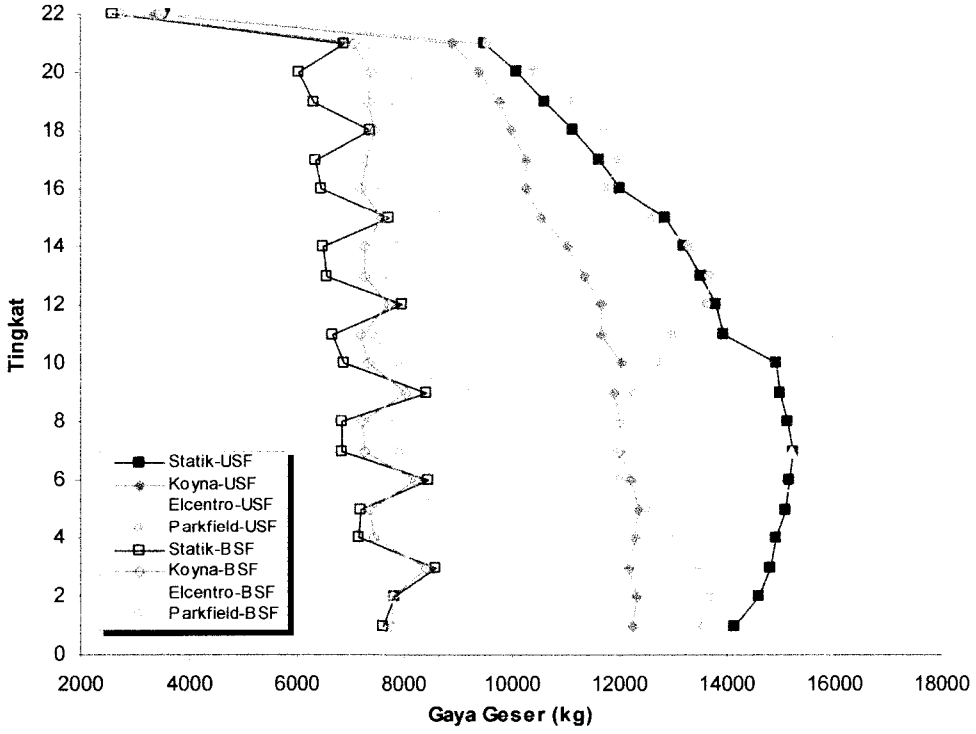
Grafik 6.41 Geser Balok 18 Lantai Tipe A



Grafik 6.42 Geser Balok 18Lantai Tipe B



Grafik 6.43 Geser Balok 22 Lantai Tipe A



Grafik 6.44 Geser Balok 22 Lantai Tipe B

Pembahasan

1. Semakin banyak tingkat, momen dan geser balok akibat gempa statik dan dinamik pada struktur USF akan semakin besar, namun pada struktur BSF momen dan geser balok yang terjadi relatif sama. Hal ini disebabkan pada struktur USF gaya geser akibat beban gempa statik akan semakin besar pada tingkat yang semakin banyak, sedangkan pada struktur BSF penggunaan bresing akan menambah kekakuan struktur yang menyebabkan pengaruh gempa menjadi lebih kecil.
2. Pada struktur BSF, momen balok pada ujung balok muka kolom kiri dan kanan cenderung menunjukkan nilai yang relatif sama pada lantai-lantai atas dan akan semakin menjauh pada lantai-lantai bawah. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *global brace* untuk stuktur yang lebih tinggi akan semakin efektif.
3. Momen dan geser balok maksimum pada struktur BSF terjadi pada tiap balok dimana tidak terdapat bresing yang bersilangan, hal ini disebabkan pada struktur BSF *displacement* kolom yang terjadi relatif kecil.
4. Pada struktur USF, momen dan geser balok akibat gempa statik dan dinamik akan saling berdekatan apabila frekuensi gempa dan frekuensi bangunan mendekati. Akan tetapi pada struktur BSF, kedekatan nilai frekuensi gempa dan bangunan tidak berpengaruh banyak, akibatnya momen dan geser balok yang terjadi relatif sama pada setiap tingkat.
5. Pada struktur USF tipe A, momen dan geser balok maksimum yang terjadi akibat gempa statik dan dinamik lebih besar daripada struktur USF tipe B

pada setiap variasi tingkat. Hal ini dikarenakan pada struktur USF semakin banyak jumlah portal akan membuat nilai momen dan geser balok maksimum menjadi lebih kecil.

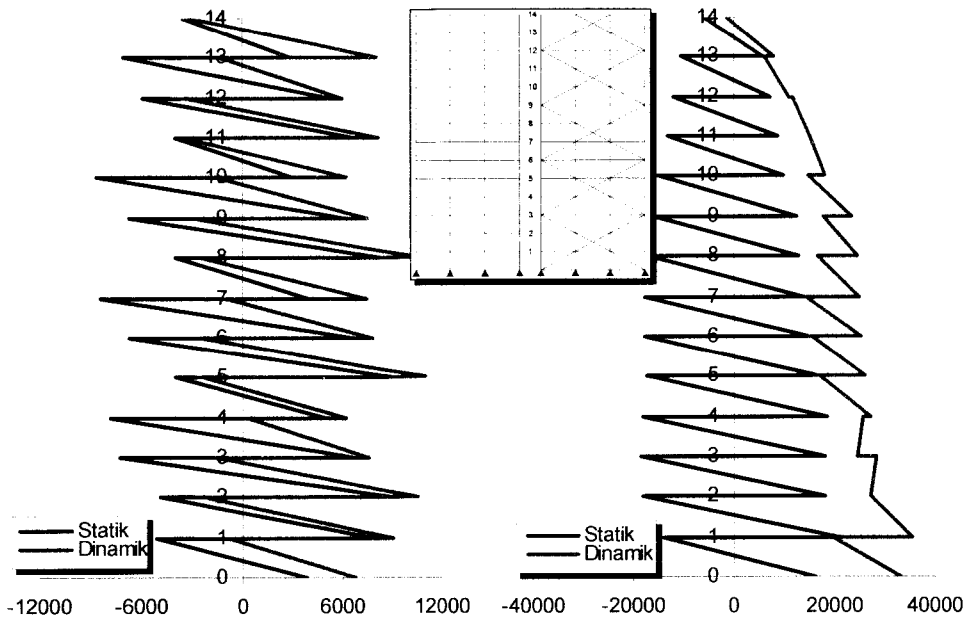
6. Pada struktur BSF tipe A, momen dan geser balok maksimum yang terjadi akibat gempa statik dan dinamik lebih kecil daripada struktur BSF tipe B pada setiap variasi tingkat. Hal ini dikarenakan pada struktur BSF semakin banyak jumlah portal akan membuat nilai momen dan geser balok maksimum menjadi lebih besar.

6.1.4 Momen, Gaya Geser, dan Gaya Aksial Kolom

Besarnya respon struktur yang terjadi pada balok, akan berimplikasi pada respon yang terjadi pada kolom. Besarnya momen, gaya geser, dan gaya aksial kolom dapat dilihat pada grafik 6.45 sampai dengan grafik 6.75 .

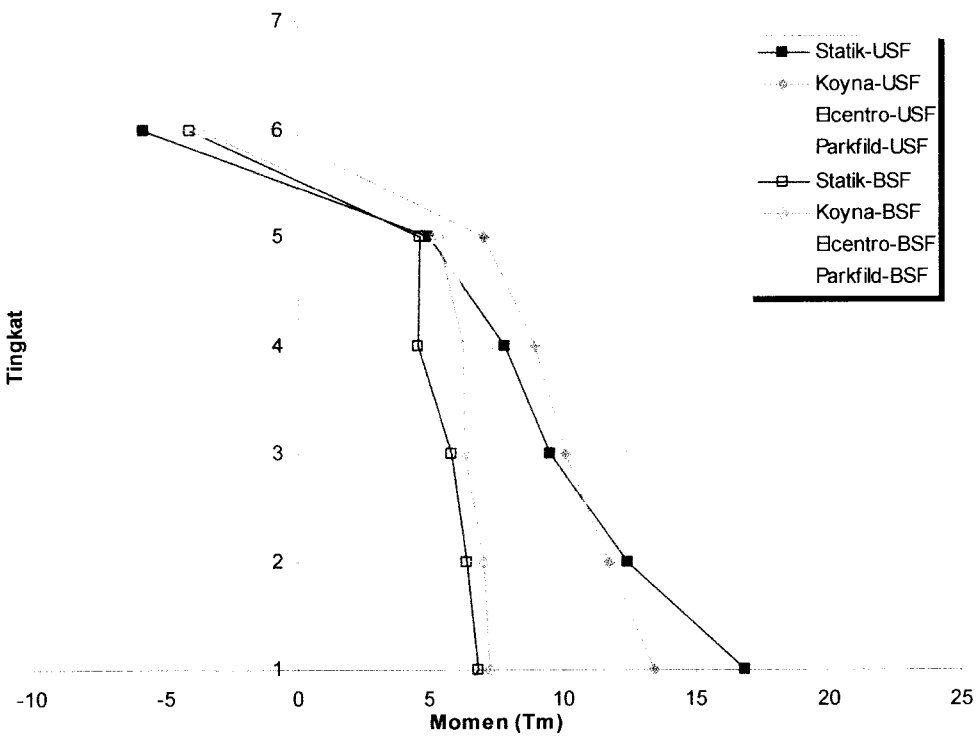
6.1.4.1 Momen Kolom

Momen kolom yang terjadi baik akibat gempa statik dan dinamiksangat dipengaruhi oleh besarnya momen balok. Contoh pola momen kolom yang terjadi akibat gempa statik dan dinamik dapat dilihat pada gambar 6.7, dimana gempa dinamik akan mempunyai pengaruh yang lebih signifikan pada struktur USF dibanding dengan struktur BSF. Pola momen untuk variasi tingkat yang lain dapat dilihat pada grafik 6.45 sampai dengan 6.54. Pola tersebut diambil berdasarkan momen kolom maksimum yang terjadi pada setiap joint lantai pada kolom tepi portal tepi, dimana pada kolom tersebut pengaruh akibat beban gempa relativ lebih besar dari kolom yang lain.

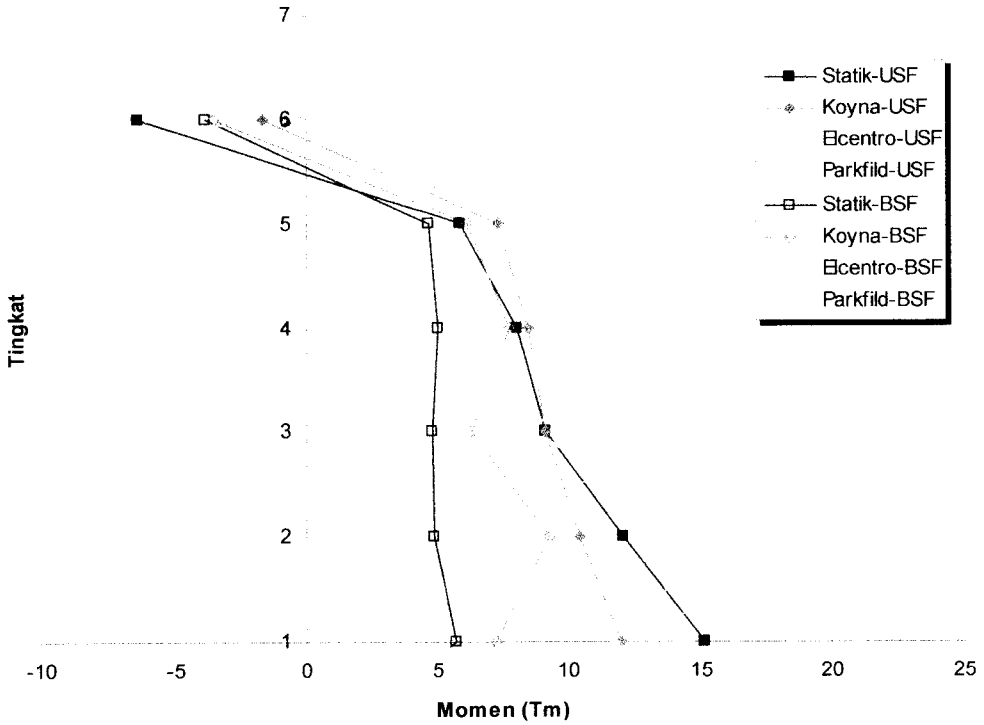


a. Struktur BSF b. Struktur USF

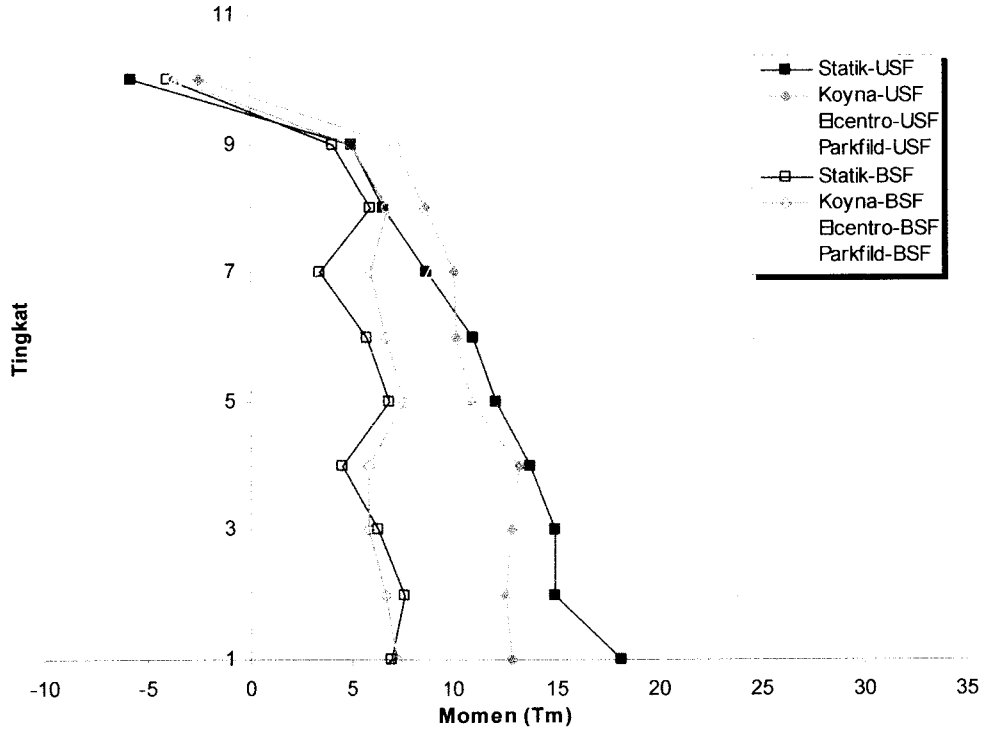
Gambar 6.7 Diagram Momen Struktur 14 Lantai



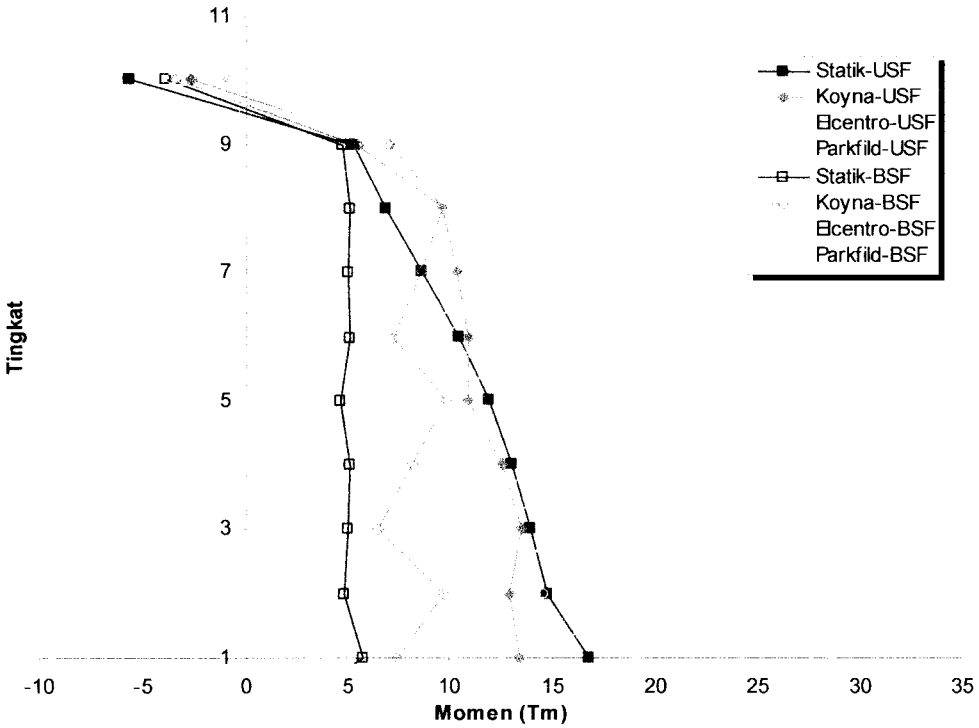
Grafik 6.45 Momen Kolom 6 Lantai Tipe A



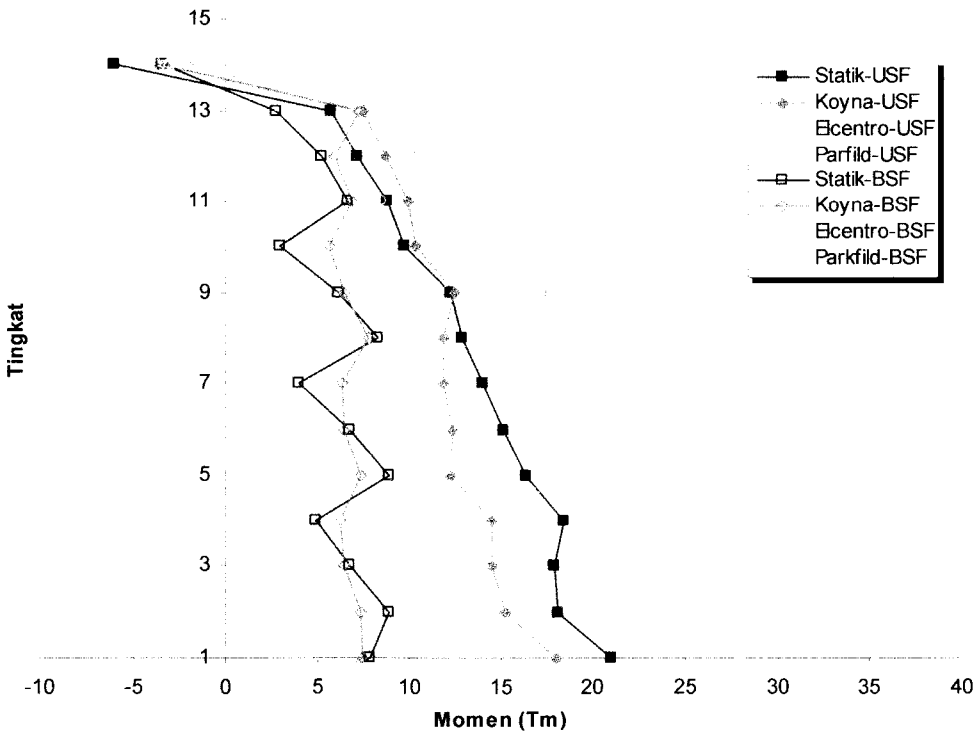
Grafik 6.46 Momen Kolom 6 Lantai Tipe B



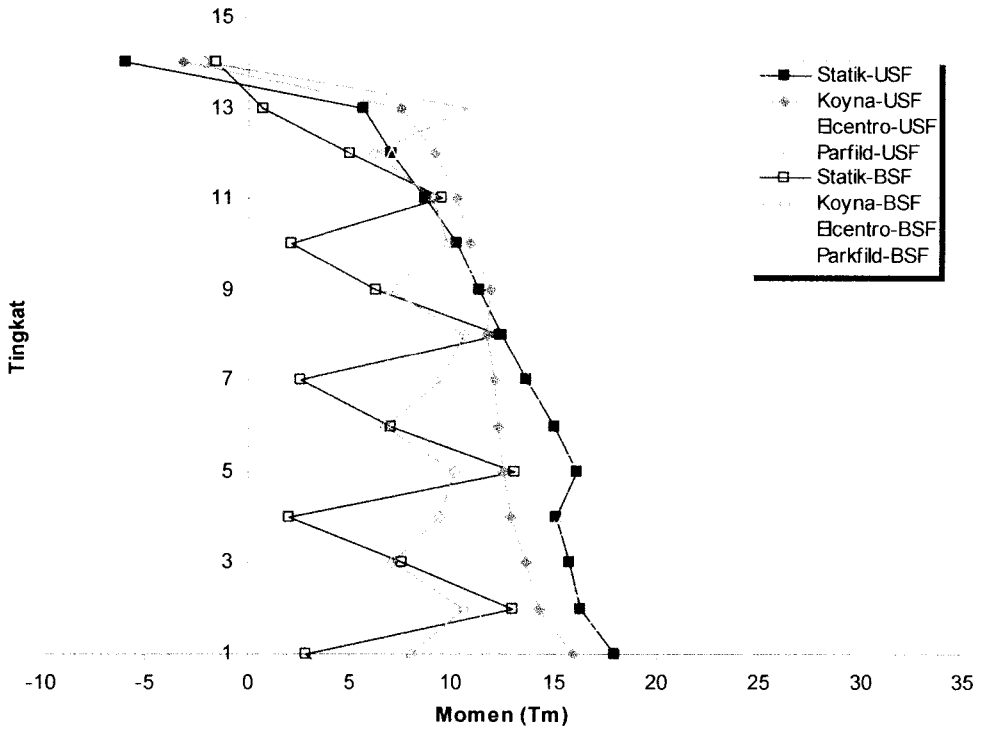
Grafik 6.47 Momen Kolom 10 Lantai Tipe A



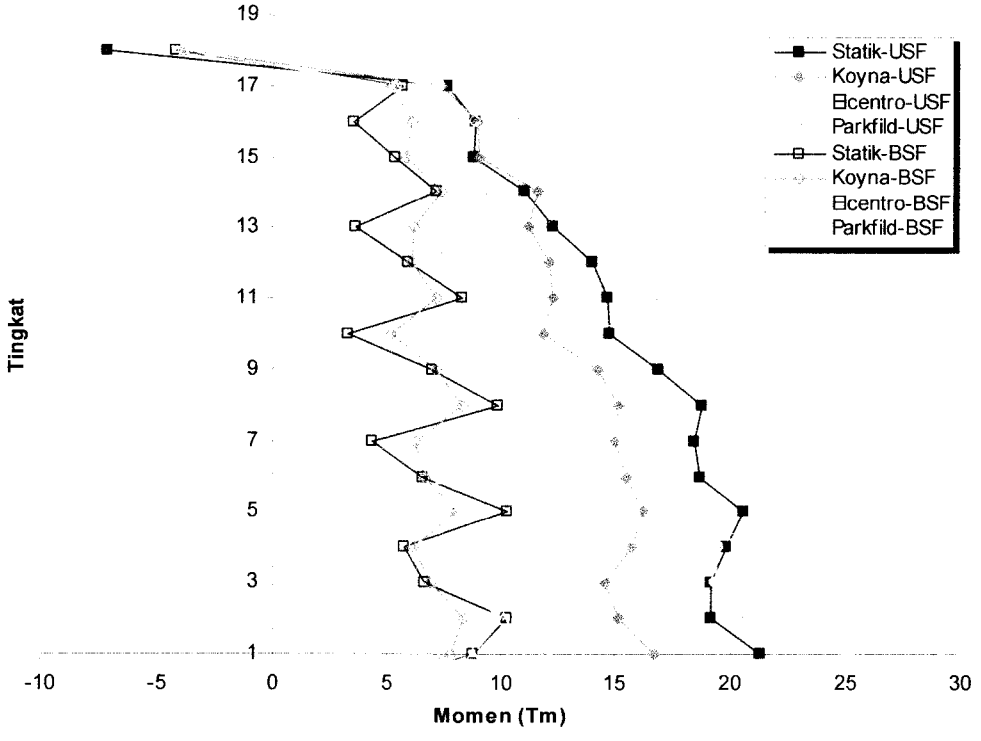
Grafik 6.48 Momen Kolom 10 Lantai Tipe B



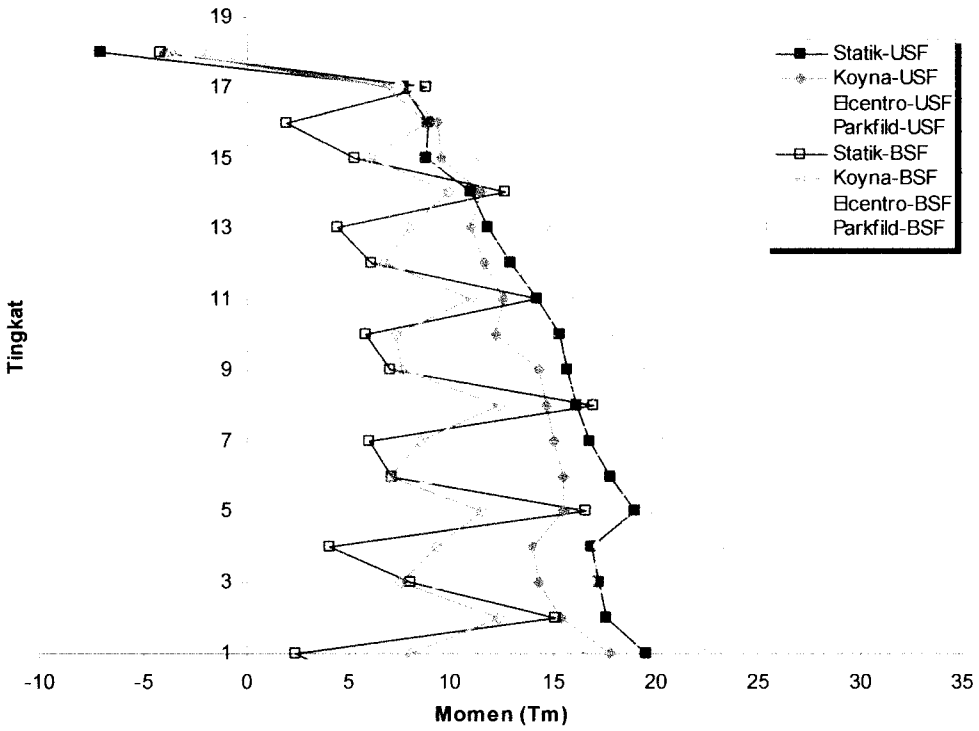
Grafik 6.49 Momen Kolom 14 Lantai Tipe A



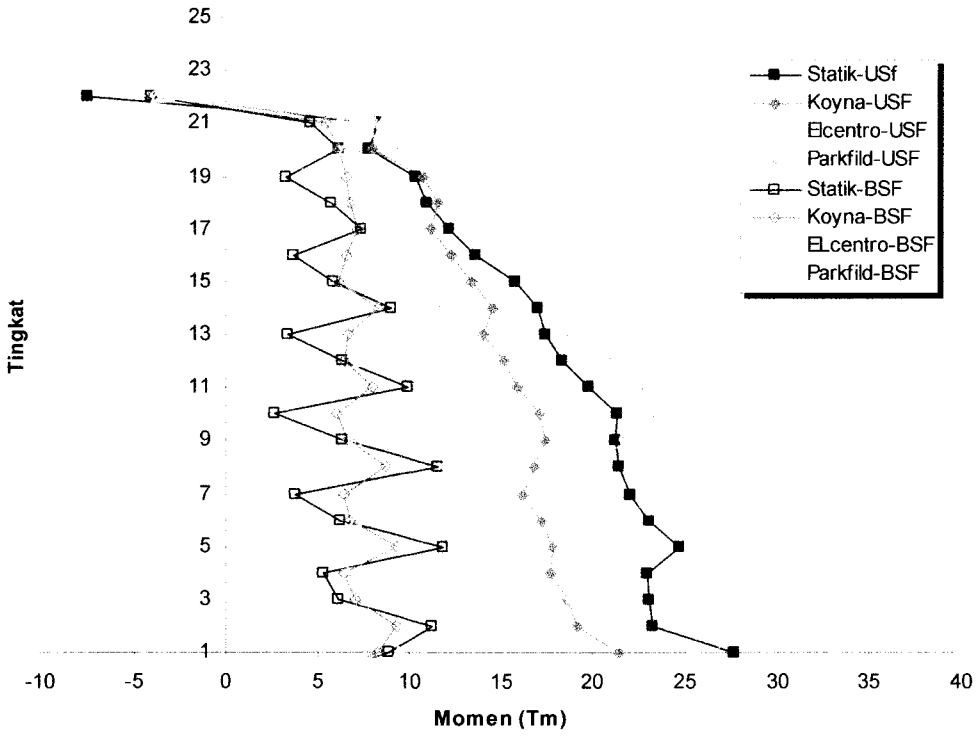
Grafik 6.50 Momen Kolom 14 Lantai Tipe B



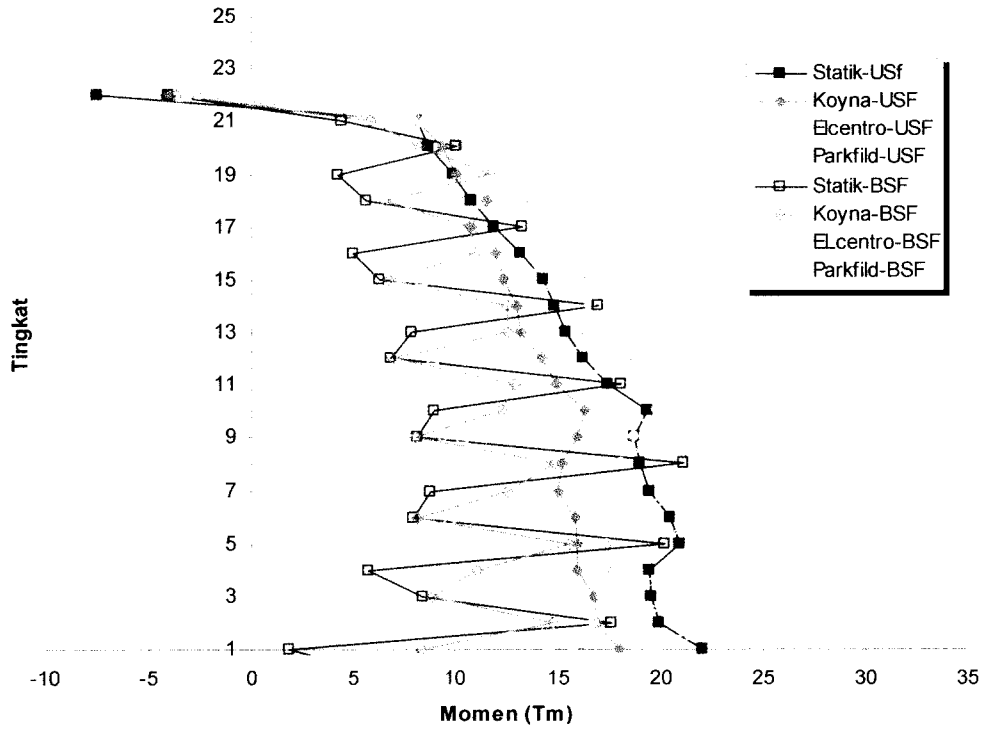
Grafik 6.51 Momen Kolom 18 Lantai Tipe A



Grafik 6.52 Momen Kolom 18 Lantai Tipe B



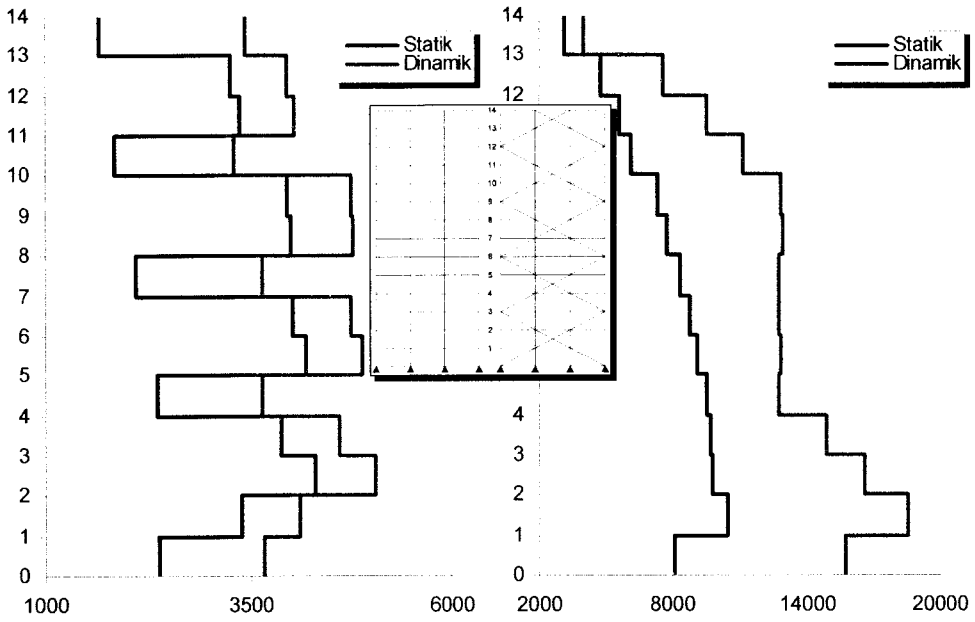
Grafik 6.53 Momen Kolom 22 Lantai Tipe A



Grafik 6.54 Momen Kolom 22 Lantai Tipe B

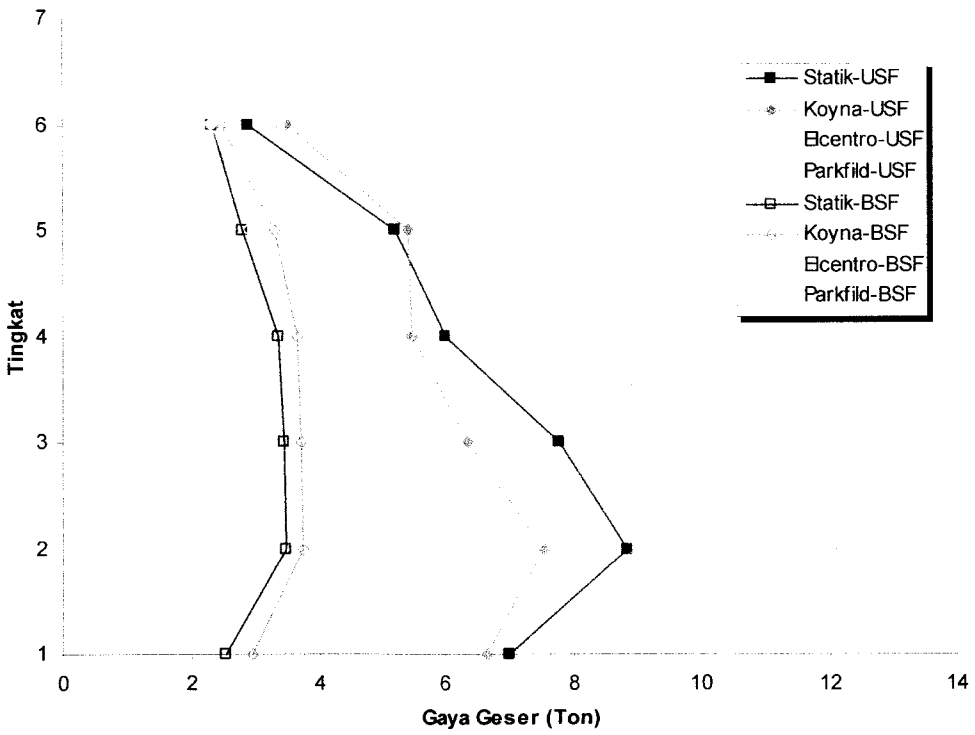
6.1.4.2 Gaya Geser Kolom

Meskipun pada struktur BSF gaya geser akibat gempa dinamik masih lebih besar dari pada gaya geser akibat gempa statik, namun penggunaan bresing dapat membuat perbedaan yang terjadi tidak begitu signifikan, apabila dibandingkan dengan struktuk USF. Contoh pola gaya geser yang terjadi akibat gempa statik dan dinamik dapat dilihat pada gambar 6.8, dimana gaya geser akibat gempa statik dan dinamik akan memiliki pola yang hampir sama, dimana gaya geser akan mempunyai nilai yang sama dalam satu tingkat. Sehingga untuk selanjutnya pada setiap variasi tingkat akan diambil nilai maksimum yang terjadi pada setiap tingkat struktur. Besarnya gaya geser kolom dapat dilihat pada grafik 6.55 sampai dengan grafik 6.4.

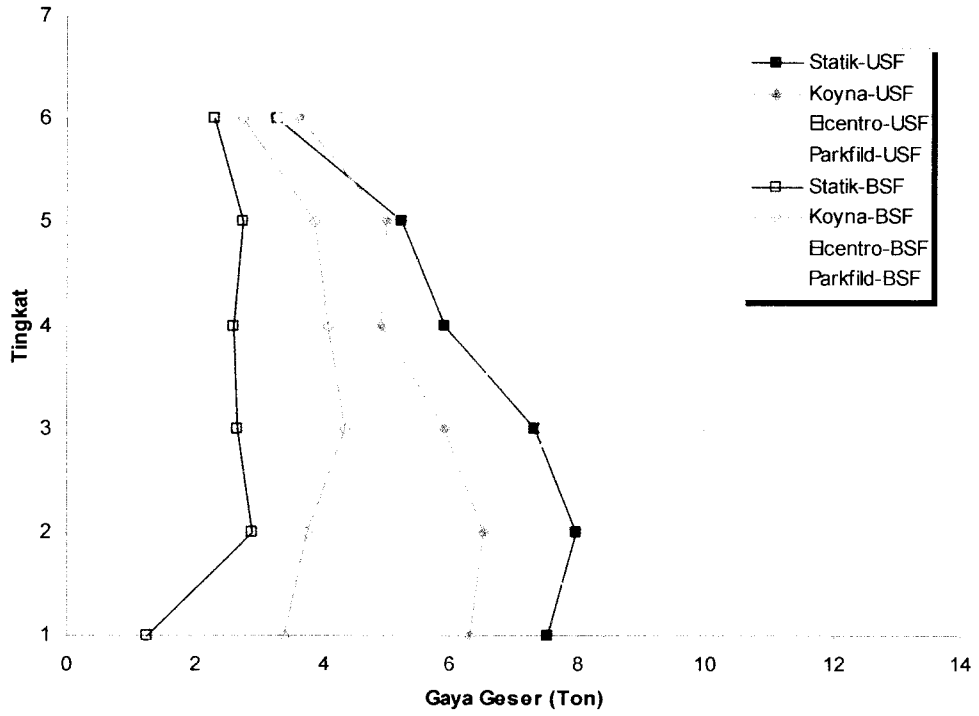


a. Struktur BSF b. Struktur USF

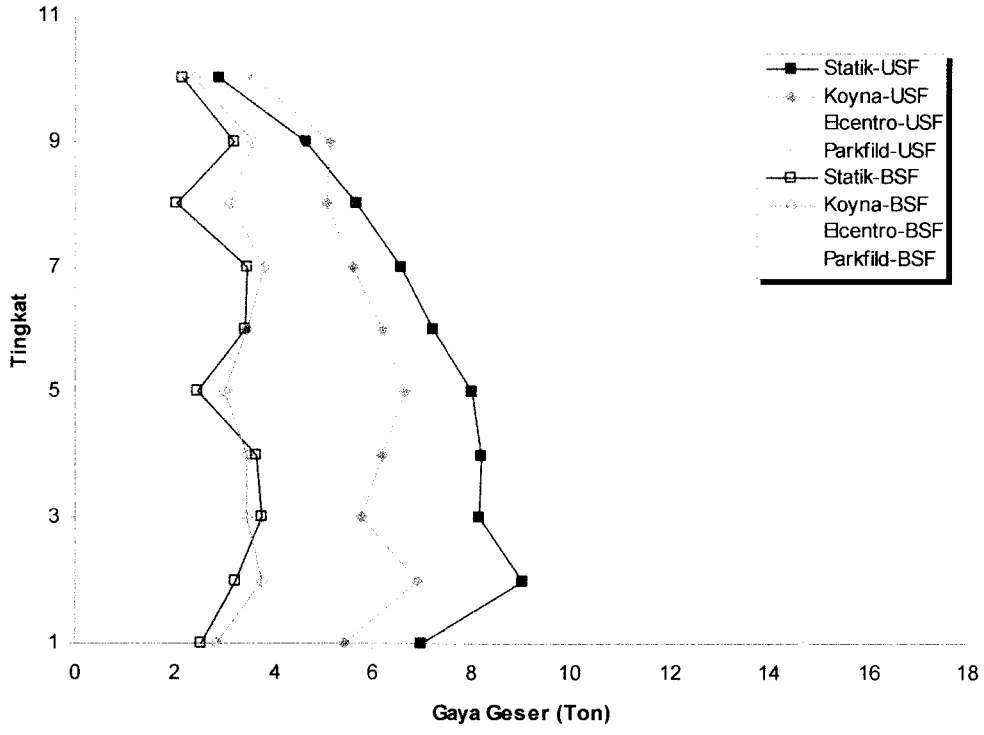
Gambar 6.8 Diagram Gaya Geser Kolom 14 Lantai



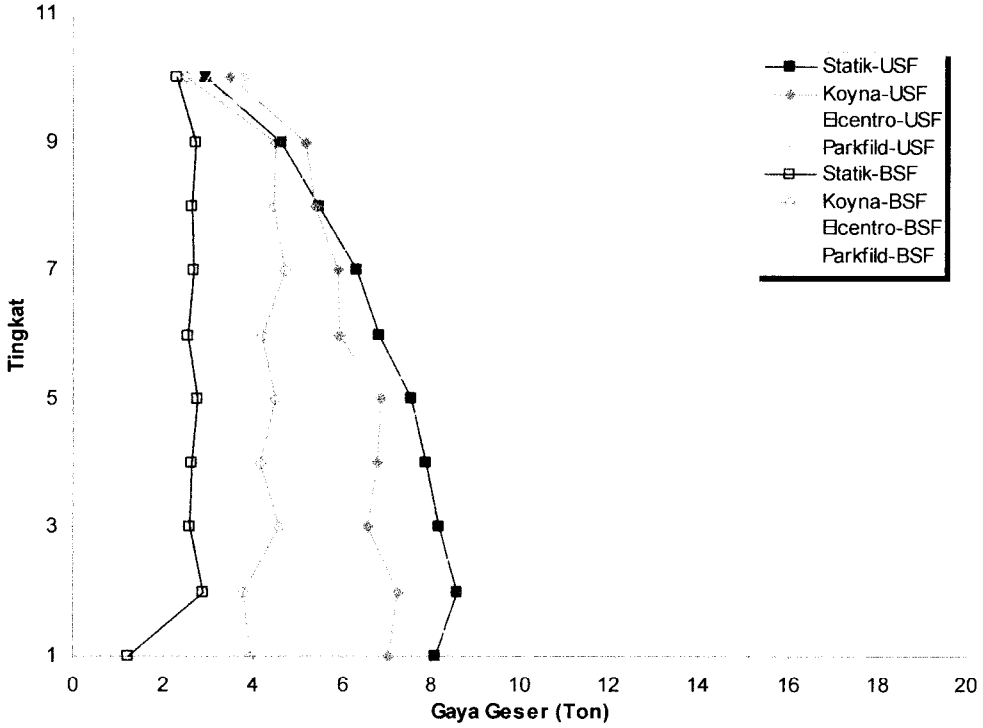
Grafik 6.55 Geser Kolom 6 Lantai Tipe A



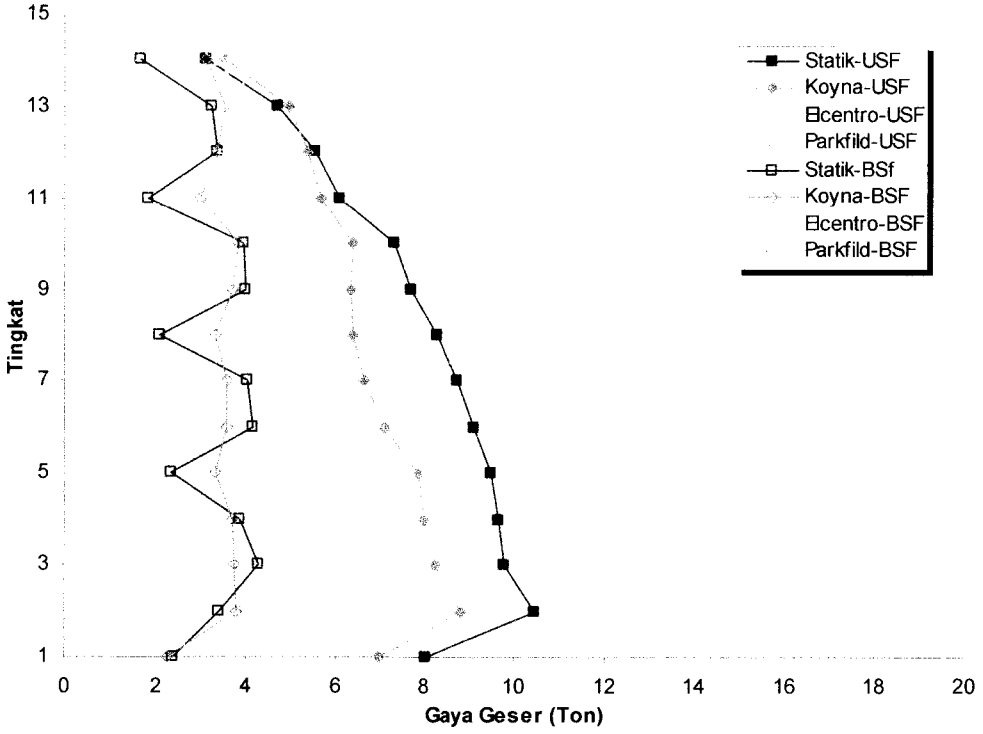
Grafik 6.56 Geser Kolom 6 Lantai Tipe B



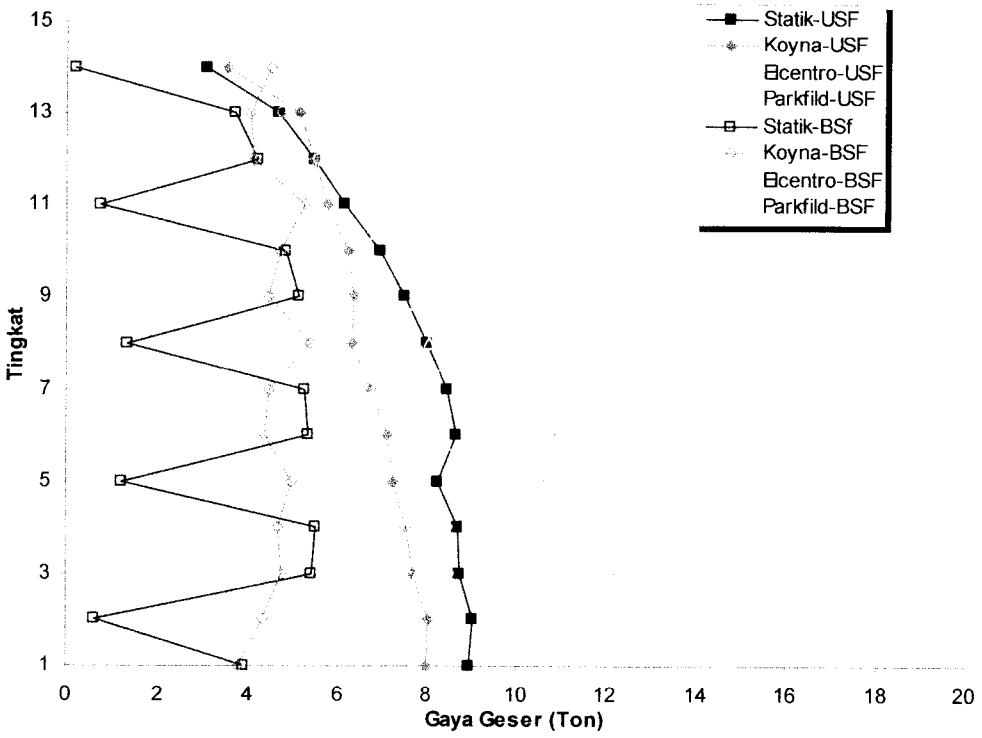
Grafik 6.57 Geser Kolom 10 Lantai Tipe A



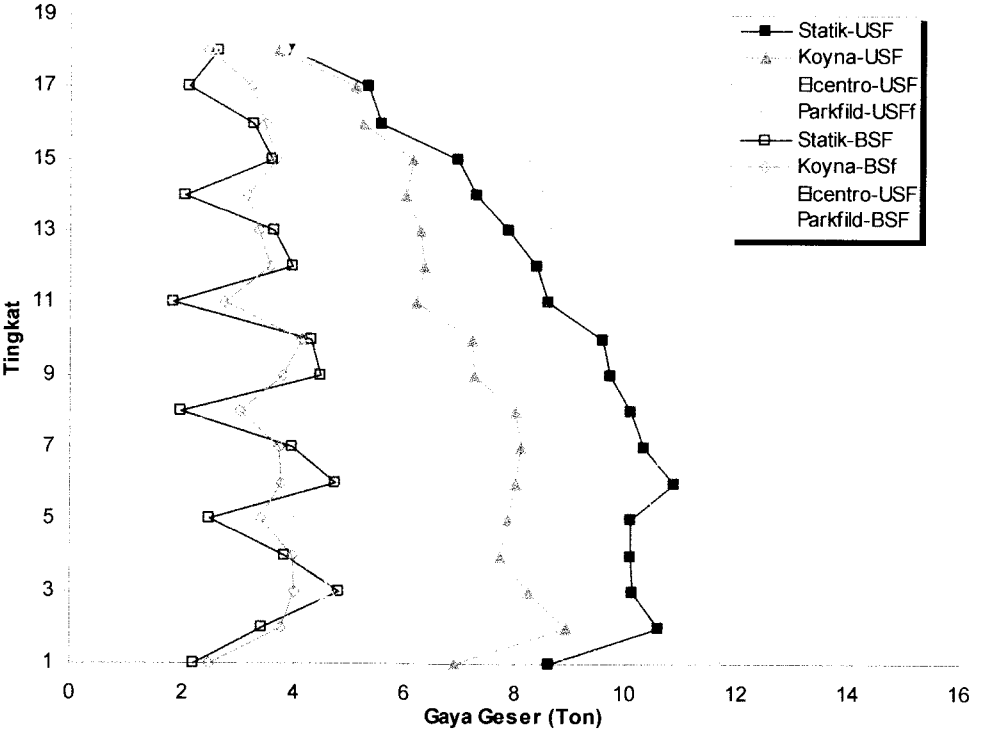
Grafik 6.58 Geser Kolom 10 Lantai Tipe B



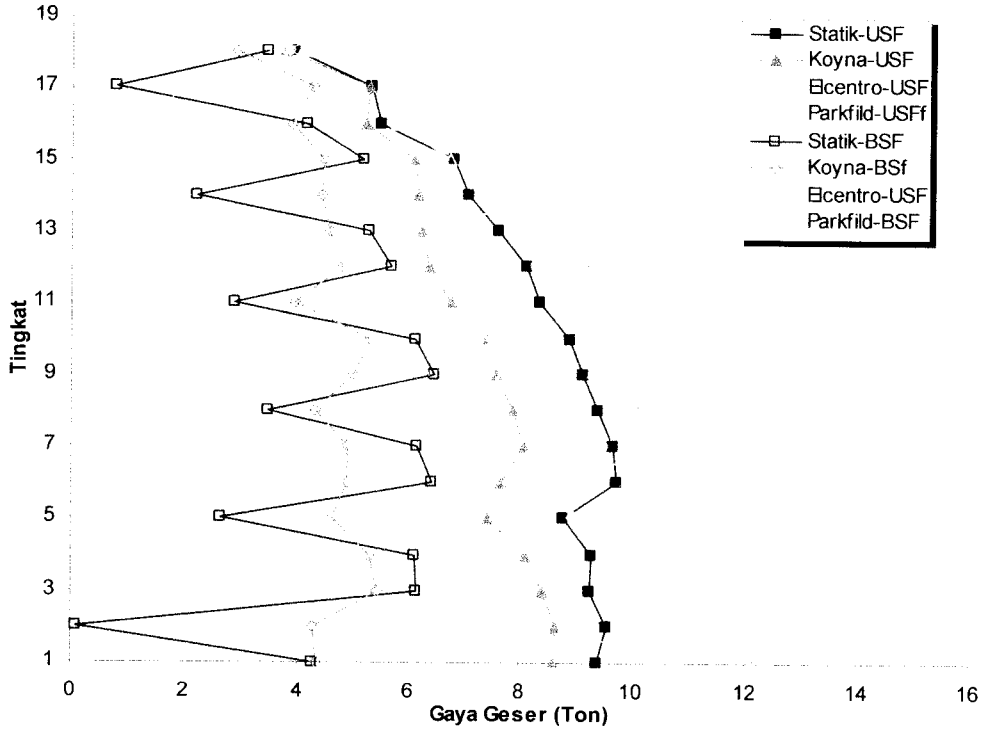
Grafik 6.59 Geser Kolom 14 Lantai Tipe A



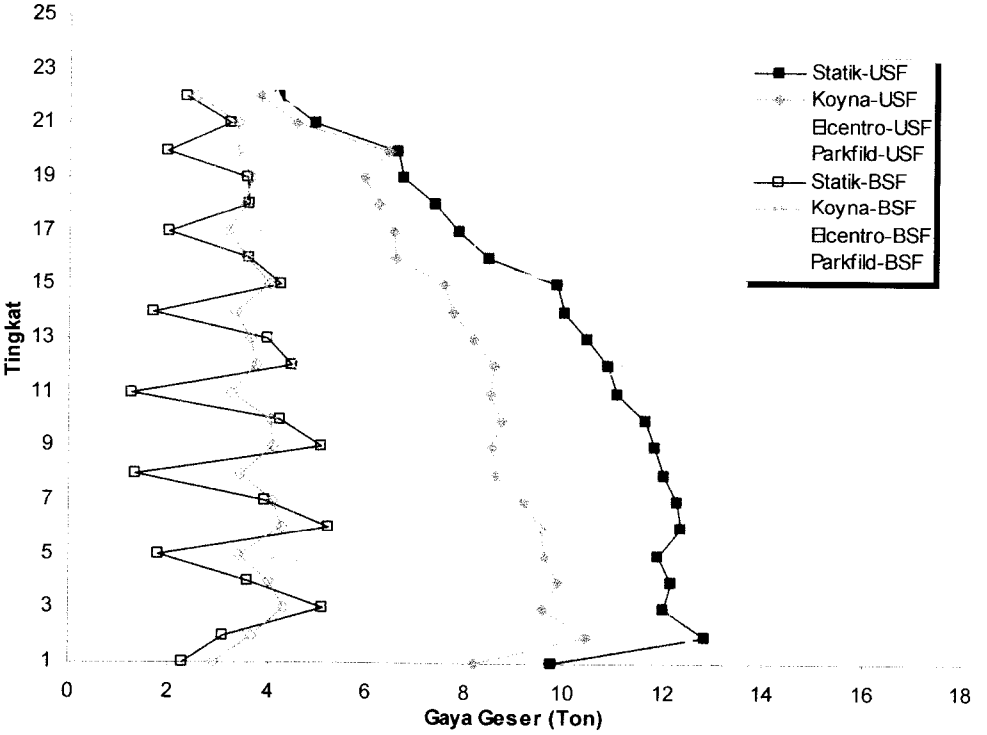
Grafik 6.60 Geser Kolom 14 Lantai Tipe B



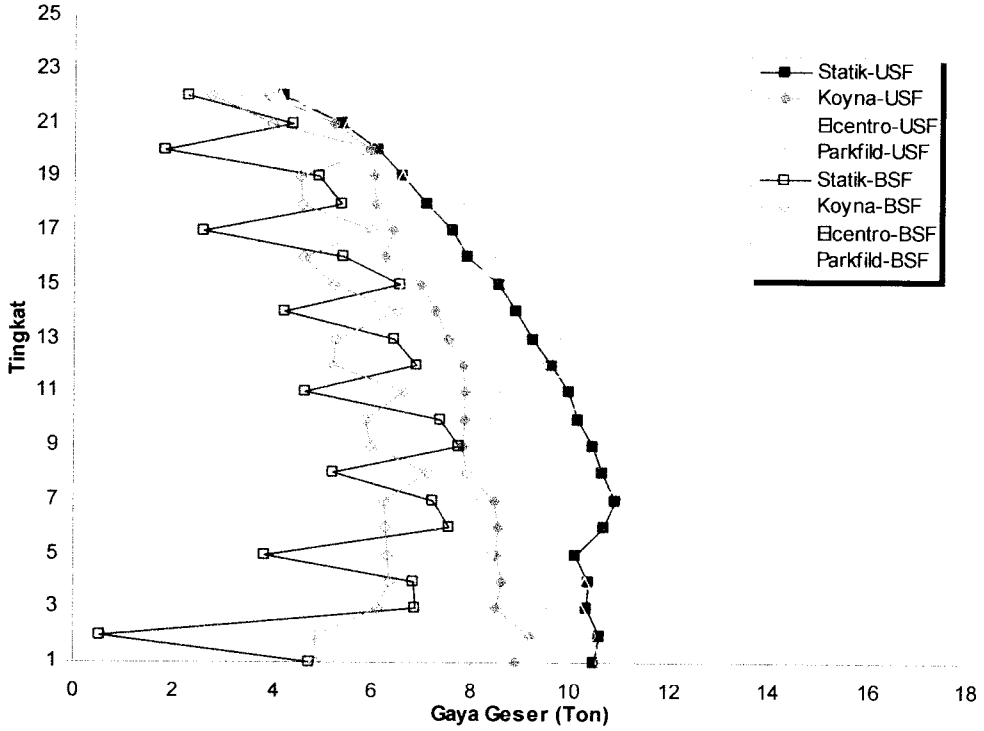
Grafik 6.61 Geser Kolom 18 Lantai Tipe A



Grafik 6.62 Geser Kolom 18 Lantai Tipe B



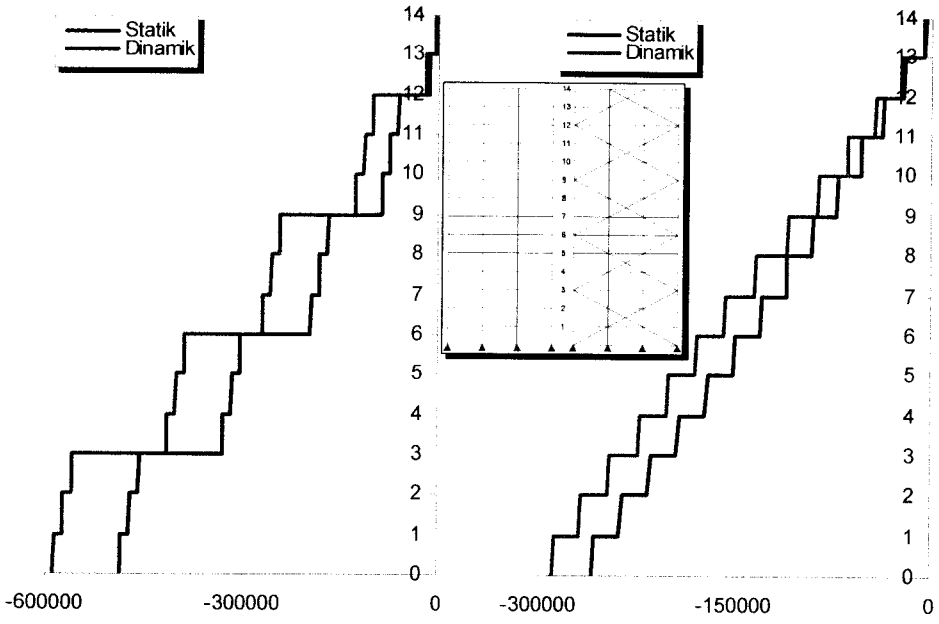
Grafik 6.63 Geser Kolom 22 Lantai Tipe A



Grafik 6.64 Geser Kolom 22 Lantai Tipe B

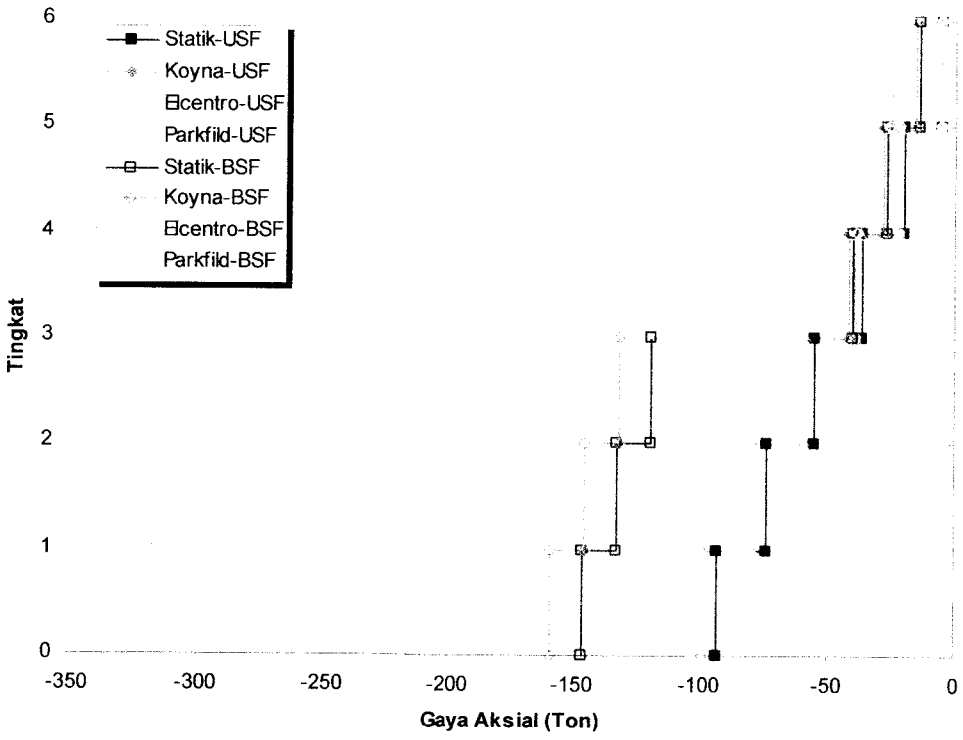
6.1.4.3 Gaya Aksial Kolom

Gaya aksial kolom gaya yang arah kerjanya searah dengan garis netralnya. Gaya ini merupakan reaksi yang ditimbulkan akibat momen yang terjadi pada balok. Gaya aksial yang terjadi pada setiap lantai struktur merupakan kumulatif gaya yang berasal dari lantai yang berada di atasnya, sehingga akan semakin besar pada lantai-lantai bawah. Gaya aksial yang disebabkan oleh gempa dinamik akan memiliki pola yang hampir sama dengan gempa statik, baik pada struktur BSF maupun USF, hal ini dapat dilihat pada gambar 6.9 contoh pola gaya aksial yang disebabkan oleh gempa statik dan dinamik. Pada analisis gaya aksial hanya diambil gaya aksial pada momen tepi karena pengaruh gempa yang dominan. Grafik gaya aksial dapat dilihat pada grafik 6.5 sampai dengan 7.4.

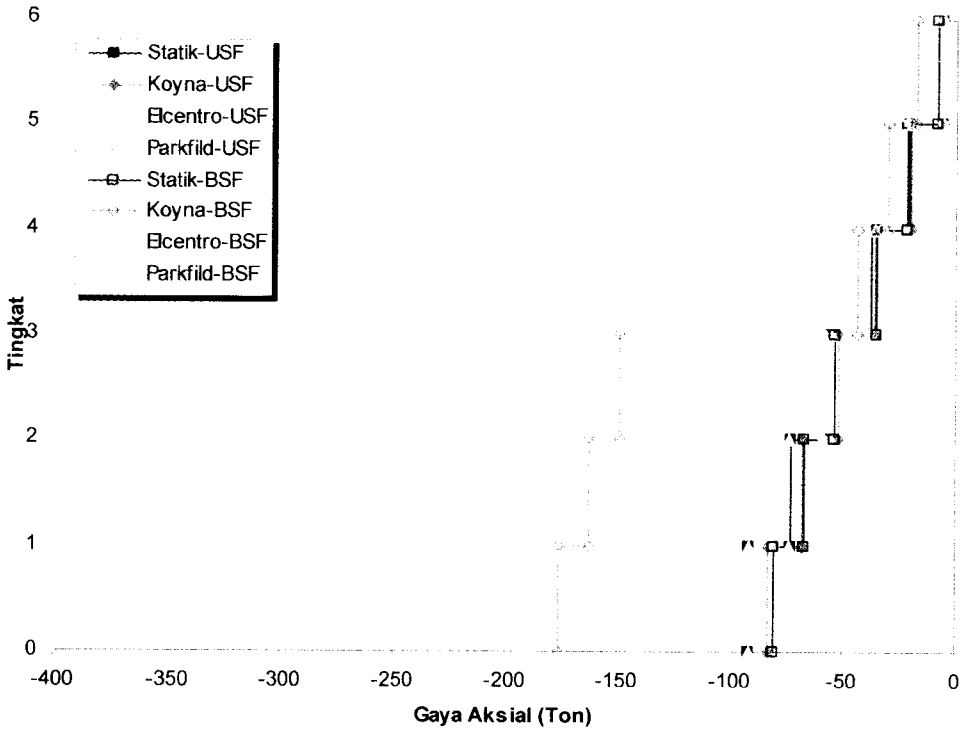


a. Struktur BSF b. Struktur USF

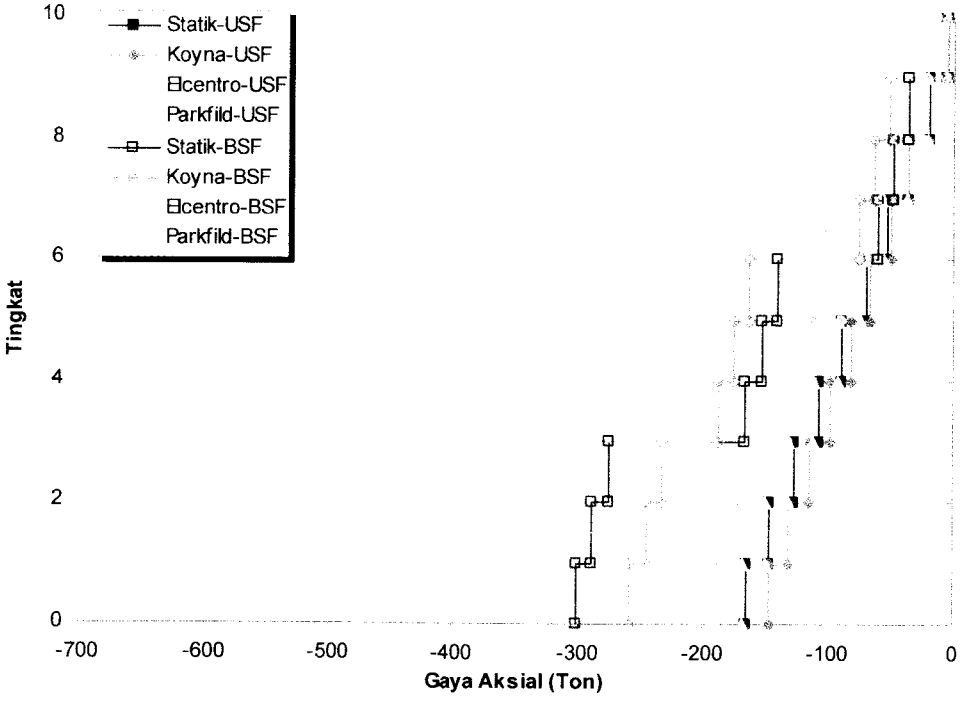
Gambar 6.9 Diagram Gaya Aksial Kolom Struktur 14 Lantai



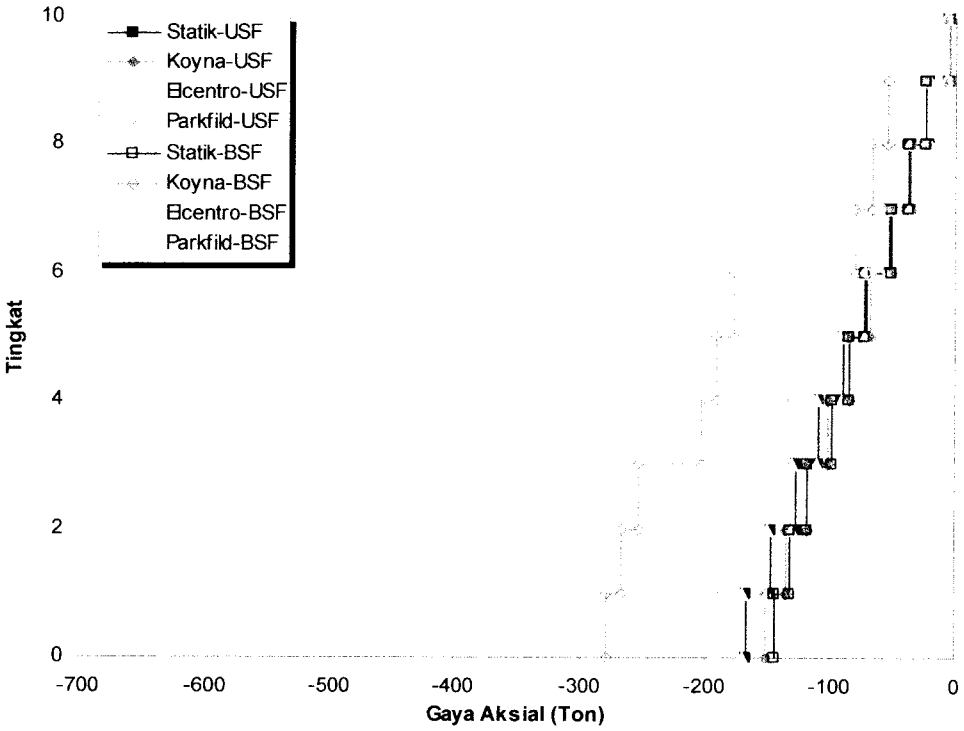
Grafik 6.65 Aksial Kolom 6 Lantai Tipe A



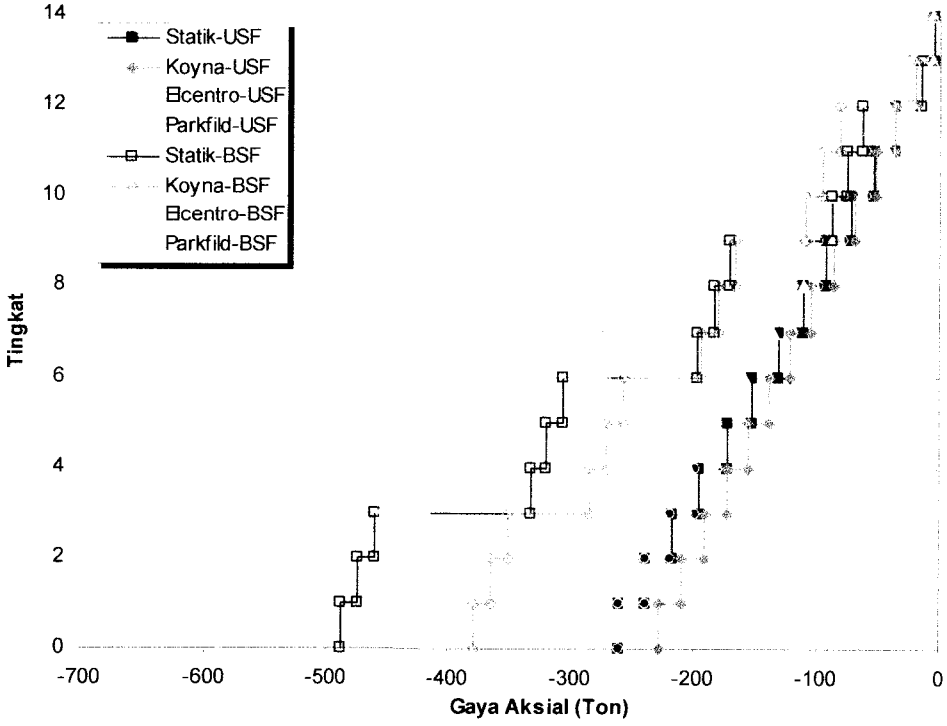
Grafik 6.66 Aksial Kolom 6 Lantai Tipe B



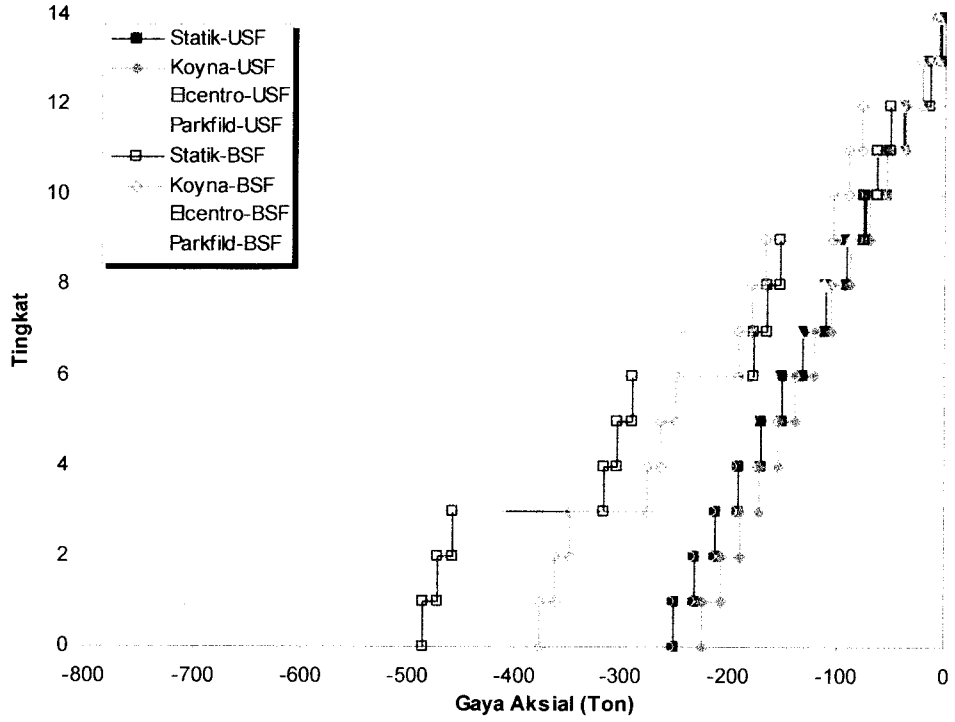
Grafik 6.67 Aksial Kolom 10 Lantai Tipe A



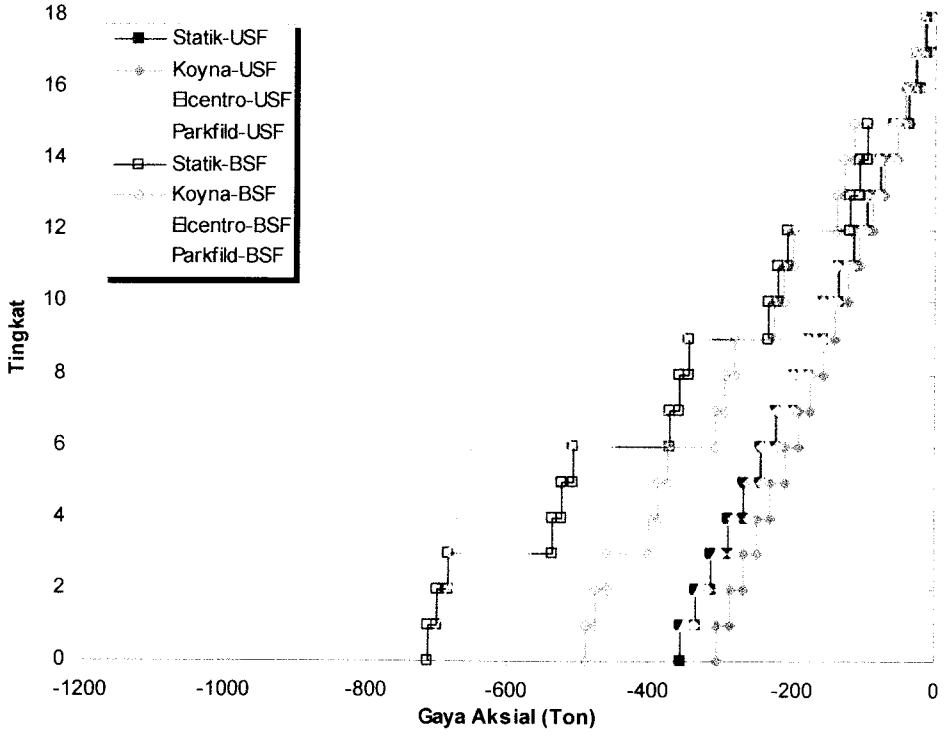
Grafik 6.68 Aksial Kolom 10 Lantai Tipe B



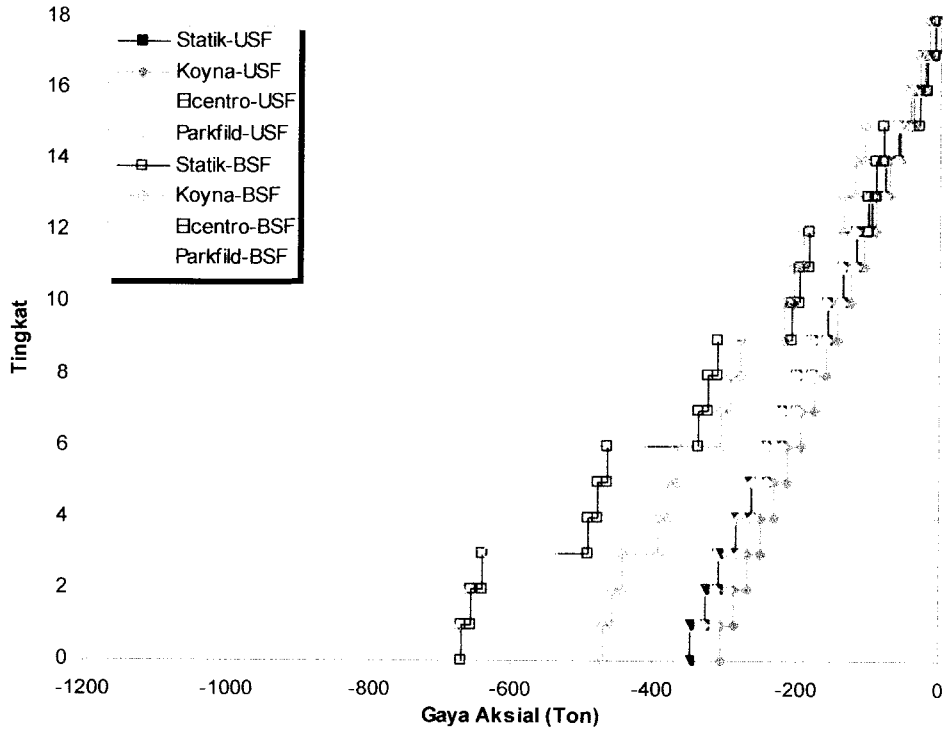
Grafik 6.69 Aksial Kolom 14 Lantai Tipe A



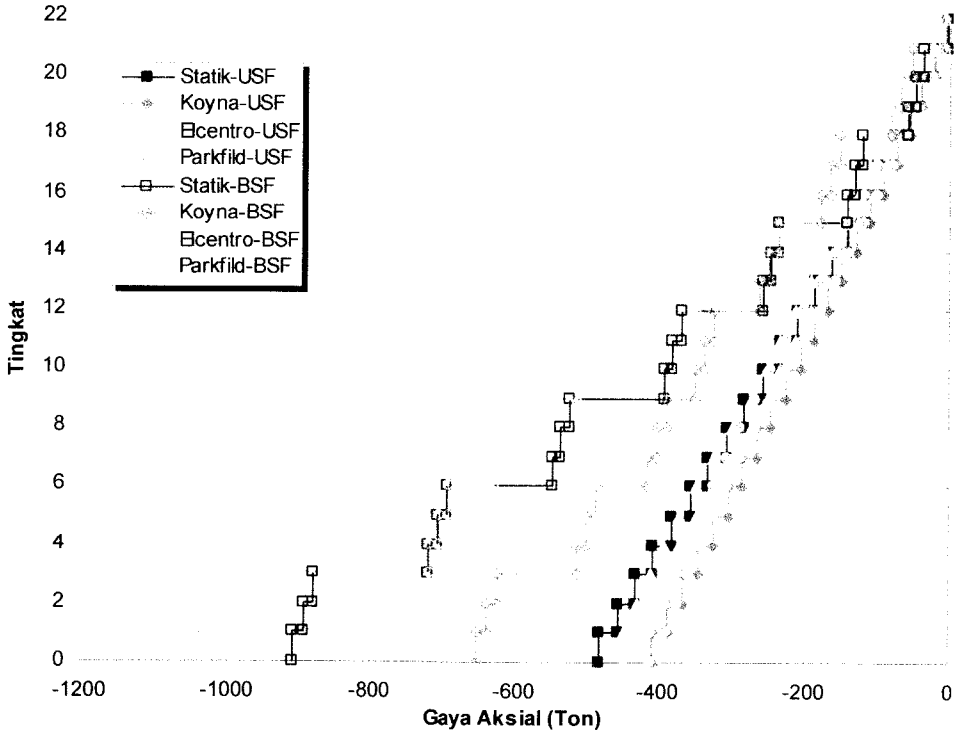
Grafik 6.70 Aksial Kolom 14 Lantai Tipe B



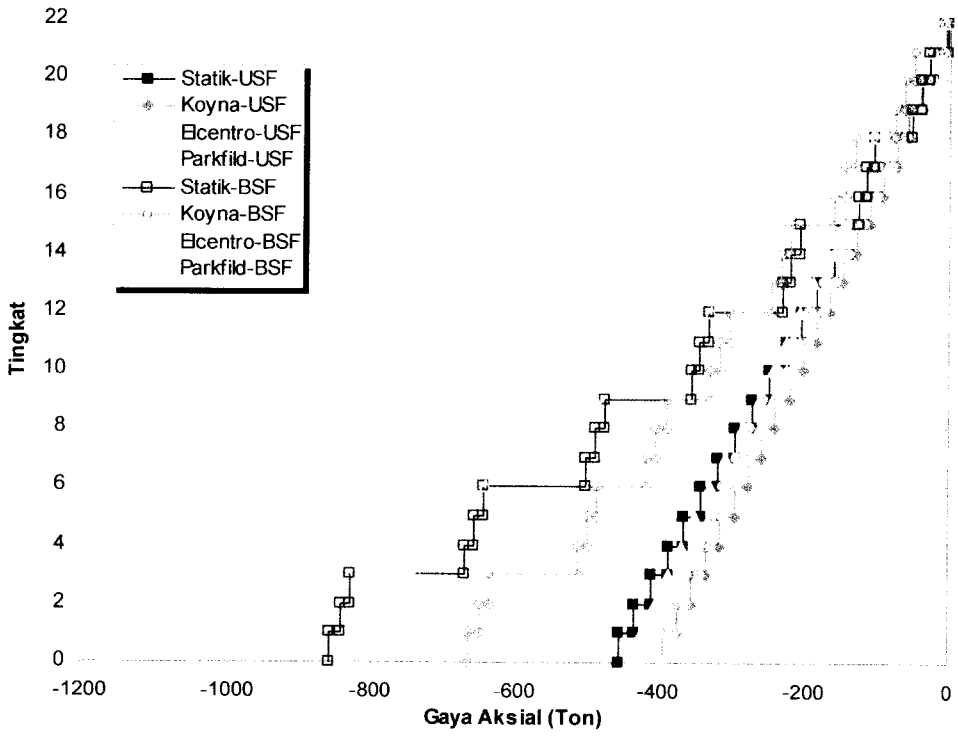
Grafik 6.71 Aksial Kolom 18 Lantai Tipe A



Grafik 6.72 Aksial Kolom 18 Lantai Tipe B



Grafik 6.73 Aksial Kolom 22 Lantai Tipe A



Grafik 6.74 Aksial Kolom 22 Lantai Tipe B

Pembahasan

1. Momen dan geser kolom akibat gempa statik dan dinamik pada struktur USF dan BSF akan semakin besar pada variasi tingkat yang semakin banyak, akan tetapi pada struktur BSF kenaikan momen dan geser kolom tidak begitu signifikan. Hal ini dikarenakan momen balok pada struktur BSF relatif sama pada setiap tingkat.
2. Pada struktur USF tipe A, momen dan geser kolom maksimum yang terjadi akibat gempa statik dan dinamik lebih besar daripada struktur USF tipe B pada setiap variasi tingkat. Hal ini menunjukkan bahwa pada

struktur USF, semakin banyak jumlah portal akan membuat nilai momen dan geser kolom maksimum menjadi lebih kecil.

3. Pada struktur BSF tipe A, momen dan geser kolom maksimum yang terjadi akibat gempa statik dan dinamik lebih kecil daripada struktur BSF tipe B pada setiap variasi tingkat. Hal ini menunjukkan bahwa pada struktur BSF, semakin banyak jumlah portal akan membuat nilai momen geser kolom maksimum menjadi lebih besar.
4. Pada struktur BSF tipe B, perbedaan momen kolom maksimum akibat gempa statik dan dinamik sangat signifikan. Akan tetapi pada struktur BSF tipe A, momen kolom maksimum akibat gempa statik dan dinamik relatif menunjukkan nilai yang berdekatan. Hal ini menunjukkan bahwa pada struktur BSF, kedekatan frekuensi gempa dan bangunan tidak berpengaruh banyak pada struktur dengan jumlah portal sedikit.
5. Gaya geser pada kolom dimana terdapat bresing yang bersilangan menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan lantai yang lain. Hal ini disebabkan pada lantai dimana bresing bersilangan mempunyai momen balok yang kecil sehingga berdampak pada kecilnya momen dan geser kolom
6. Nilai gaya aksial kolom pada struktur USF dan BSF akan semakin besar pada variasi tingkat yang semakin banyak baik akibat gempa statik maupun dinamik.

7. Nilai gaya aksial kolom pada struktur BSF lebih besar dari struktur USF. Hal ini disebabkan karena pengaruh gaya aksial pada bresing menambah besarnya gaya aksial kolom.
8. Gaya aksial kolom pada struktur BSF akan semakin membesar di setiap pertemuan antara bresing tekan dan bresing tarik. Hal ini disebabkan nilai resultan gaya aksial tekan dan tarik dari bresing akan disalurkan ke kolom.
9. Pada struktur USF nilai gaya aksial kolom akibat gempa dinamik tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Hal ini ditunjukkan dengan kedekatan nilai gaya aksial akibat gempa statik maupun dinamik.

6.2 Perhitungan Berat Struktur

Dalam hal ini berat struktur merupakan berat balok dan kolom yang diperoleh dari hasil desain struktur, dimana penggunaan elemen struktur seperti pelat sambung, baut sambungan, *panel zone*, pelat dasar kolom dianggap sama. Dengan membandingkan elemen pada struktur BSF terhadap struktur USF, sehingga efisiensi penggunaan pengaku global dapat kita ketahui.

Tabel 6.1 Berat Balok B1 dan B2 Struktur 14 Lantai Tipe A

Lantai	B1				B2			
	USF		BSF		USF		BSF	
	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)
14	W16X26	1630.07	W14X22	1377.49	W12X26	1932.98	W12X26	1932.98
13	W21X44	2759.23	W18X35	2186.16	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
12	W21X44	2759.23	W18X35	2186.16	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
11	W21X44	2759.23	W18X35	2186.16	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
10	W21X44	2759.23	W18X40	2504.53	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
9	W21X48	2992.71	W18X40	2504.53	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
8	W21X48	2992.71	W18X40	2504.53	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
7	W21X48	2992.71	W18X40	2504.53	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
6	W21X48	2992.71	W18X40	2504.53	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
5	W21X48	2992.71	W18X46	2865.36	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03

Lanjutan Tabel 6.1

4	W21X55	3438.43	W18X46	2865.36	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
3	W21X55	3438.43	W18X46	2865.36	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
2	W21X55	3438.43	W18X46	2865.36	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
1	W21X55	3438.43	W18X46	2865.36	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
Σ		41384.24		34785.43		30806.39		30806.39

Tabel 6.2 Berat Balok B3 dan B4 Struktur 14 Lantai Tipe A

Lantai	B3				B4			
	USF		BSF		USF		BSF	
	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)
14	W18X35	4372.32	W16X26	3260.14	W12X26	1932.98	W12X26	1932.98
13	W24X55	6919.31	W21X44	5518.46	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
12	W24X55	6919.31	W21X44	5518.46	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
11	W24X55	6919.31	W21X44	5518.46	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
10	W24X55	6919.31	W21X48	5985.41	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
9	W24X62	7768.30	W21X48	5985.41	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
8	W24X62	7768.30	W21X48	5985.41	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
7	W24X62	7768.30	W21X48	5985.41	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
6	W24X62	7768.30	W21X48	5985.41	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
5	W24X62	7768.30	W21X50	6240.11	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
4	W24X68	8532.40	W21X50	6240.11	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
3	W24X68	8532.40	W21X50	6240.11	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
2	W24X68	8532.40	W21X50	6240.11	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
1	W24X68	8532.40	W21X50	6240.11	W12X30	2221.03	W12X30	2221.03
Σ		105020.63		80943.14		30806.39		30806.39

Tabel 6.3 Berat Balok B1 dan B2 Struktur 14 Lantai Tipe B

Lantai	B1				B2			
	USF		BSF		USF		BSF	
	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)
14	W16X26	1630.07	W16X26	1630.07	W12X26	2706.17	W12X26	2706.17
13	W21X44	2759.23	W18X35	2186.16	W12X30	3109.44	W12X30	3109.44
12	W21X44	2759.23	W18X35	2186.16	W12X30	3109.44	W12X30	3109.44
11	W21X44	2759.23	W18X35	2186.16	W12X30	3109.44	W12X30	3109.44
10	W21X48	2992.71	W18X40	2504.53	W12X30	3109.44	W12X30	3109.44
9	W21X48	2992.71	W18X40	2504.53	W12X30	3109.44	W12X30	3109.44
8	W21X48	2992.71	W18X40	2504.53	W12X30	3109.44	W12X30	3109.44
7	W21X48	2992.71	W18X40	2504.53	W12X30	3109.44	W12X30	3109.44
6	W21X48	2992.71	W18X40	2504.53	W12X30	3109.44	W12X30	3109.44
5	W21X50	3120.05	W21X44	2759.23	W12X30	3109.44	W12X30	3109.44
4	W21X50	3120.05	W21X44	2759.23	W12X30	3109.44	W12X30	3109.44
3	W21X50	3120.05	W21X44	2759.23	W12X30	3109.44	W12X30	3109.44
2	W21X50	3120.05	W21X44	2759.23	W12X30	3109.44	W12X30	3109.44
1	W21X50	3120.05	W21X44	2759.23	W12X30	3109.44	W12X30	3109.44
Σ		40471.57		34507.38		43128.94		43128.94

Tabel 6.4 Berat Balok B3 dan B4 Struktur 14 Lantai Tipe B

Lantai	B3				B4			
	USF		BSF		USF		BSF	
	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)
14	W18X35	6558.48	W16X26	4890.21	W12X26	2706.17	W12X30	3109.44
13	W24X55	10378.96	W21X44	8277.70	W12X30	3109.44	W12X35	3643.60
12	W24X55	10378.96	W21X44	8277.70	W12X30	3109.44	W12X35	3643.60
11	W24X55	10378.96	W21X44	8277.70	W12X30	3109.44	W12X35	3643.60
10	W24X62	11652.45	W21X48	8978.12	W12X30	3109.44	W12X35	3643.60
9	W24X62	11652.45	W21X48	8978.12	W12X30	3109.44	W12X35	3643.60
8	W24X62	11652.45	W21X48	8978.12	W12X30	3109.44	W12X35	3643.60
7	W24X62	11652.45	W21X48	8978.12	W12X30	3109.44	W12X35	3643.60
6	W24X62	11652.45	W21X48	8978.12	W12X30	3109.44	W12X35	3643.60
5	W24X68	12798.59	W21X50	9360.16	W12X30	3109.44	W12X35	3643.60
4	W24X68	12798.59	W21X50	9360.16	W12X30	3109.44	W12X35	3643.60
3	W24X68	12798.59	W21X50	9360.16	W12X30	3109.44	W12X35	3643.60
2	W24X68	12798.59	W21X50	9360.16	W12X30	3109.44	W12X35	3643.60
1	W24X68	12798.59	W21X50	9360.16	W12X30	3109.44	W12X35	3643.60
Σ		159950.59		121414.70		43128.94		50476.27

Tabel 6.5 Berat Kolom K1 dan K2 Struktur 14 Lantai Tipe A

Lantai	K1				K2			
	USF		BSF		USF		BSF	
	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)
14	W14X120	2675.85	W14X90	2008.78	W14X159	3540.00	W14X90	2008.78
13	W14X120	2675.85	W14X90	2008.78	W14X159	3540.00	W14X90	2008.78
12	W14X120	2675.85	W14X90	2008.78	W14X159	3540.00	W14X90	2008.78
11	W14X120	2675.85	W14X90	2008.78	W14X159	3540.00	W14X90	2008.78
10	W14X193	4305.61	W14X132	2941.16	W14X211	4699.79	W14X132	2941.16
9	W14X193	4305.61	W14X132	2941.16	W14X211	4699.79	W14X132	2941.16
8	W14X193	4305.61	W14X132	2941.16	W14X211	4699.79	W14X132	2941.16
7	W14X193	4305.61	W14X132	2941.16	W14X211	4699.79	W14X132	2941.16
6	W14X193	4305.61	W14X132	2941.16	W14X211	4699.79	W14X132	2941.16
5	W14X257	5730.71	W14X145	3236.79	W14X257	5730.71	W14X159	3540.00
4	W14X257	5730.71	W14X145	3236.79	W14X257	5730.71	W14X159	3540.00
3	W14X257	5730.71	W14X145	3236.79	W14X257	5730.71	W14X159	3540.00
2	W14X257	5730.71	W14X145	3236.79	W14X257	5730.71	W14X159	3540.00
1	W14X257	5730.71	W14X145	3236.79	W14X257	5730.71	W14X159	3540.00
Σ		60885.03		38924.88		66312.53		40440.94

Tabel 6.6 Berat Kolom K3 dan K4 Struktur 14 Lantai Tipe A

Lantai	K3				K4			
	USF		BSF		USF		BSF	
	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)
14	W14X159	7080.01	W14X109	4851.40	W14X193	8611.23	W14X120	5351.70
13	W14X159	7080.01	W14X109	4851.40	W14X193	8611.23	W14X120	5351.70

Lanjutan Tabel 6.6

12	W14X159	7080.01	W14X109	4851.40	W14X193	8611.23	W14X120	5351.70
11	W14X159	7080.01	W14X109	4851.40	W14X193	8611.23	W14X120	5351.70
10	W14X211	9399.58	W14X132	5882.32	W14X257	11461.43	W14X176	7853.20
9	W14X211	9399.58	W14X132	5882.32	W14X257	11461.43	W14X176	7853.20
8	W14X211	9399.58	W14X132	5882.32	W14X257	11461.43	W14X176	7853.20
7	W14X211	9399.58	W14X132	5882.32	W14X257	11461.43	W14X176	7853.20
6	W14X211	9399.58	W14X132	5882.32	W14X257	11461.43	W14X176	7853.20
5	W14X342	15312.22	W14X159	7080.01	W14X370	16525.07	W14X211	9399.58
4	W14X342	15312.22	W14X159	7080.01	W14X370	16525.07	W14X211	9399.58
3	W14X342	15312.22	W14X159	7080.01	W14X370	16525.07	W14X211	9399.58
2	W14X342	15312.22	W14X159	7080.01	W14X370	16525.07	W14X211	9399.58
1	W14X342	15312.22	W14X159	7080.01	W14X370	16525.07	W14X211	9399.58
Σ		151879.04		84217.22		174377.40		107670.69

Tabel 6.7 Berat Kolom K1 dan K2 Struktur 14 Lantai Tipe B

Lantai	K1				K2			
	USF		BSF		USF		BSF	
	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)
14	W14X109	2425.70	W14X90	2008.78	W14X145	3236.79	W14X99	2205.87
13	W14X109	2425.70	W14X90	2008.78	W14X145	3236.79	W14X99	2205.87
12	W14X109	2425.70	W14X90	2008.78	W14X145	3236.79	W14X99	2205.87
11	W14X109	2425.70	W14X90	2008.78	W14X145	3236.79	W14X99	2205.87
10	W14X159	3540.00	W14X132	2941.16	W14X176	3926.60	W14X159	3540.00
9	W14X159	3540.00	W14X132	2941.16	W14X176	3926.60	W14X159	3540.00
8	W14X159	3540.00	W14X132	2941.16	W14X176	3926.60	W14X159	3540.00
7	W14X159	3540.00	W14X132	2941.16	W14X176	3926.60	W14X159	3540.00
6	W14X159	3540.00	W14X132	2941.16	W14X176	3926.60	W14X159	3540.00
5	W14X211	4699.79	W14X159	3540.00	W14X233	5192.51	W14X176	3926.60
4	W14X211	4699.79	W14X159	3540.00	W14X233	5192.51	W14X176	3926.60
3	W14X211	4699.79	W14X159	3540.00	W14X233	5192.51	W14X176	3926.60
2	W14X211	4699.79	W14X159	3540.00	W14X233	5192.51	W14X176	3926.60
1	W14X211	4699.79	W14X159	3540.00	W14X233	5192.51	W14X176	3926.60
Σ		50901.76		40440.94		58542.71		46156.49

Tabel 6.8 Berat Kolom K3 dan K4 Struktur 14 Lantai Tipe B

Lantai	K3				K4			
	USF		BSF		USF		BSF	
	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)
14	W14X120	8027.55	W14X109	7277.10	W14X159	10620.01	W14X109	7277.10
13	W14X120	8027.55	W14X109	7277.10	W14X159	10620.01	W14X109	7277.10
12	W14X120	8027.55	W14X109	7277.10	W14X159	10620.01	W14X109	7277.10
11	W14X120	8027.55	W14X109	7277.10	W14X159	10620.01	W14X109	7277.10
10	W14X159	10620.01	W14X145	9710.37	W14X211	14099.37	W14X193	12916.84
9	W14X159	10620.01	W14X145	9710.37	W14X211	14099.37	W14X193	12916.84
8	W14X159	10620.01	W14X145	9710.37	W14X211	14099.37	W14X193	12916.84

Lanjutan Tabel 6.8

7	W14X159	10620.01	W14X145	9710.37	W14X211	14099.37	W14X193	12916.84
6	W14X159	10620.01	W14X145	9710.37	W14X211	14099.37	W14X193	12916.84
5	W14X233	15577.53	W14X159	10620.01	W14X283	18943.19	W14X211	14099.37
4	W14X233	15577.53	W14X159	10620.01	W14X283	18943.19	W14X211	14099.37
3	W14X233	15577.53	W14X159	10620.01	W14X283	18943.19	W14X211	14099.37
2	W14X233	15577.53	W14X159	10620.01	W14X283	18943.19	W14X211	14099.37
1	W14X233	15577.53	W14X159	10620.01	W14X283	18943.19	W14X211	14099.37
Σ		163097.89		130760.30		207692.84		164189.46

Tabel 6.9 Berat Balok Anak Struktur 14 Lantai

Lantai	Balok Anak Tipe A				Balok Anak Tipe B			
	USF		BSF		USF		BSF	
	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)
14	W12X19	2111.11	W12X19	2111.11	W12X19	2955.56	W12X19	2955.56
13	W12X22	2456.02	W12X22	2456.02	W12X26	4059.25	W12X26	4059.25
12	W12X22	2456.02	W12X22	2456.02	W12X26	4059.25	W12X26	4059.25
11	W12X22	2456.02	W12X22	2456.02	W12X26	4059.25	W12X26	4059.25
10	W12X22	2456.02	W12X22	2456.02	W12X26	4059.25	W12X26	4059.25
9	W12X22	2456.02	W12X22	2456.02	W12X26	4059.25	W12X26	4059.25
8	W12X22	2456.02	W12X22	2456.02	W12X26	4059.25	W12X26	4059.25
7	W12X22	2456.02	W12X22	2456.02	W12X26	4059.25	W12X26	4059.25
6	W12X22	2456.02	W12X22	2456.02	W12X26	4059.25	W12X26	4059.25
5	W12X22	2456.02	W12X22	2456.02	W12X26	4059.25	W12X26	4059.25
4	W12X22	2456.02	W12X22	2456.02	W12X26	4059.25	W12X26	4059.25
3	W12X22	2456.02	W12X22	2456.02	W12X26	4059.25	W12X26	4059.25
2	W12X22	2456.02	W12X22	2456.02	W12X26	4059.25	W12X26	4059.25
1	W12X22	2456.02	W12X22	2456.02	W12X26	4059.25	W12X26	4059.25
Σ		34039.39		34039.39		55725.83		55725.83

Tabel 6.10 Berat Bresing Struktur BSF 14 Lantai

Lantai	Berat Bresing Struktur BSF			
	Tipe A		Tipe B	
	Profil Pakai	Total (Kg)	Profil Pakai	Total (Kg)
14	W12X50	2343.60	W12X40	1878.09
13	W12X50	2343.60	W12X40	1878.09
12	W12X58	2728.85	W12X53	2504.12
11	W12X58	2728.85	W12X53	2504.12
10	W12X58	2728.85	W12X53	2504.12
9	W12X65	3065.94	W12X65	3065.94
8	W12X65	3065.94	W12X65	3065.94
7	W12X65	3065.94	W12X65	3065.94
6	W12X79	3724.08	W12X79	3724.08
5	W12X79	3724.08	W12X79	3724.08
4	W12X79	3724.08	W12X79	3724.08
3	W12X87	4109.33	W12X87	4109.33
2	W12X87	4109.33	W12X87	4109.33
1	W12X87	4109.33	W12X87	4109.33
Σ		45571.80		43966.60

Tabel 6.11 Berat Total Struktur 14 Lantai

Lantai	Balok dan Bresing (Kg)				Kolom (Kg)			
	Tipe A		Tipe B		Tipe A		Tipe B	
	USF	BSF	USF	BSF	USF	BSF	USF	BSF
14	9868.35	10847.19	13600.89	14213.98	21907.09	14220.66	24310.046	18768.842
13	14120.6	14490.29	19357.08	19094.99	21907.09	14220.66	24310.046	18768.842
12	14120.6	14875.54	19357.08	19721.03	21907.09	14220.66	24310.046	18768.842
11	14120.6	14875.54	19357.08	19721.03	21907.09	14220.66	24310.046	18768.842
10	14120.6	15660.86	20864.05	20739.82	29866.41	19617.84	32185.985	29108.38
9	15203.07	15997.95	20864.05	21301.64	29866.41	19617.84	32185.985	29108.38
8	15203.07	15997.95	20864.05	21301.64	29866.41	19617.84	32185.985	29108.38
7	15203.07	15997.95	20864.05	21301.64	29866.41	19617.84	32185.985	29108.38
6	15203.07	16656.09	20864.05	21959.78	29866.41	19617.84	32185.985	29108.38
5	15203.07	17271.6	22137.54	22596.52	43298.72	23256.38	44413.022	32185.985
4	16412.89	17271.6	22137.54	22596.52	43298.72	23256.38	44413.022	32185.985
3	16412.89	17656.86	22137.54	22981.77	43298.72	23256.38	44413.022	32185.985
2	16412.89	17656.86	22137.54	22981.77	43298.72	23256.38	44413.022	32185.985
1	16412.89	17656.86	22137.54	22981.77	43298.72	23256.38	44413.022	32185.985
Σ	208017.64	222913.14	286680.04	293493.9	453454	271253.72	480235.22	381547.19

Dari tabel 6.10 berat total struktur 14 lantai, dapat dicari perbandingan efisiensi berat struktur antara struktur *braced steel frame* (*BSF*) dan *unbraced steel frame* (*USF*). Effisiensi berat struktur BSF dan USF tipe A adalah sebagai berikut :

$$W_{total}\,BSF = 222913{,}14 + 271253{,}72 = 494166{,}86\ kg$$

$$W_{total}\,USF = 208017{,}64 + 453454 = 661471{,}64\ kg$$

$$Eff = \frac{661471{,}64 - 494166{,}86}{661471{,}64} \times 100\% = 25{,}29\ \%$$

Sedangkan efisiensi berat struktur BSF dan USF tipe B adalah sebagai berikut :

$$W_{total}\,BSF = 293493{,}90 + 381547{,}19 = 675041{,}09\ kg$$

$$W_{total}\,USF = 286680{,}04 + 480235{,}22 = 766915{,}26\ kg$$

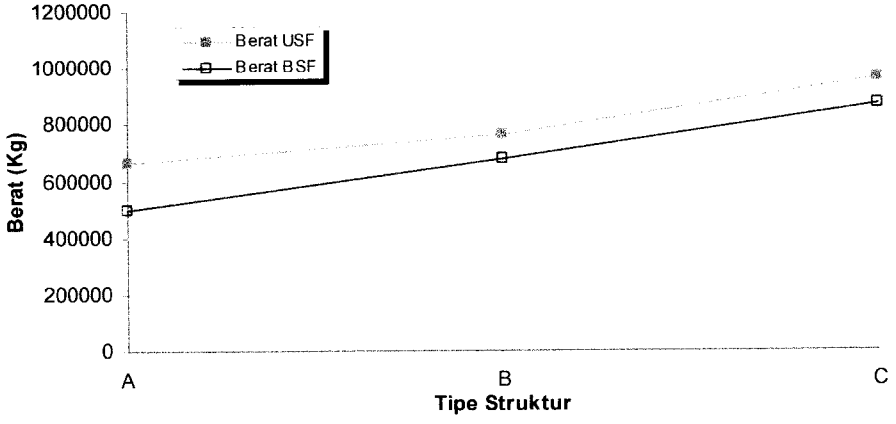
$$Eff = \frac{766915{,}26 - 675041{,}09}{766915{,}26} \times 100\% = 11{,}98\ \%$$

Dari hasil perbandingan nilai efisiensi berat struktur diatas, diperoleh hasil bahwa efisiensi struktur bangunan tipe A lebih besar daripada efisiensi bangunan

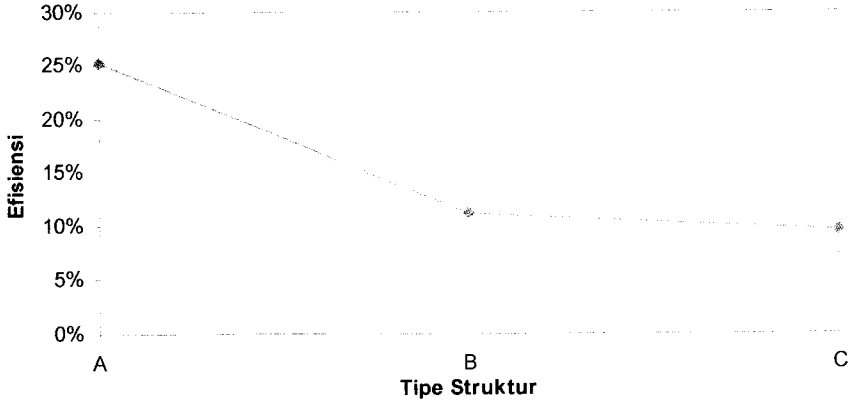
tipe B. Apabila dilkukan analisis yang sama untuk struktur BSF dimana satu global brace menahan empat open frame (tipe C) akan menghasilkan nilai efisiensi yang lebih kecil dari Tipe B (1 Global brace menahan 3 open frame). effisiensi 1 global brace menahan 4 open frame adalah sebagai berikut :

$$Eff = \frac{958741{,}02 - 865456{,}56}{958741{,}02} \times 100\% = 9{,}73\ \%$$

Dengan menganggap hubungan berat struktur dan effisiensi tipe A, tipe B, dan tipe C linier, maka hubungan berat struktur dan effisiensi dapat dilihat pada grafik 6.75 dan 6.76.



Grafik 6.75 Hubungan Berat Struktur Tipe A, Tipe B, dan Tipe C



Grafik 6.76 Hubungan Effisiensi Berat Total Struktur Tipe A, B, dan C

Dari grafik di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa semakin banyak portal terbuka (*open frame*) yang ditahan oleh portal bresing (*brace frame*), akan membuat struktur *braced steel frame* (*BSF*) berperilaku mendekati struktur *unbraced steel frame*(*USF*), sehingga penggunaan bresing untuk menahan jumlah portal *open frame* yang semakin banyak menjadi tidak effektif.

6.3 Perbandingan Hasil Disain Menggunakan DMF Usulan dan Paulay

Kajian berikut ini diambil dari laporan *Research Grant*, sebagai referensi yang dapat menunjukkan seberapa besar tingkat efektifitas penggunaan DMF usulan untuk struktur baja berpengaku global bila dibandingkan dengan penggunaan DMF struktur beton (Paulay). Dalam hal ini tingkat efektifitas dapat dilihat dari hasil disain dengan menggunakan DMF usulan dan DMF Paulay yaitu berupa berat struktur, dan respons struktur yang terjadi berupa simpangan struktur dan *drift* rasio simpangan antar tingkat.

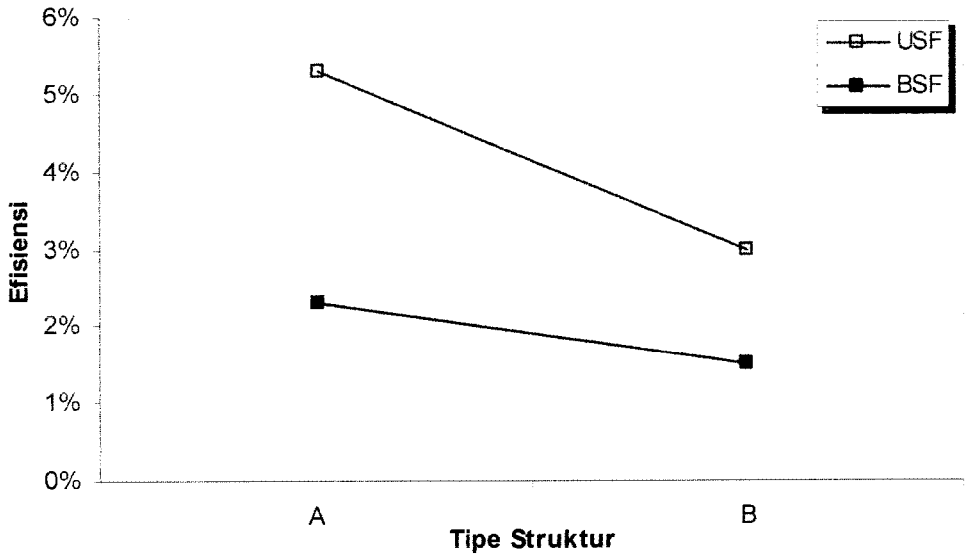
6.3.1 Berat Struktur

Penyertaan nilai *Dinamic Magnification Factor* (DMF) dalam disain, hanya akan mempengaruhi momen disain kolom, sehingga akan didapatkan hasil desain balok (tabel 6.1 samapai 6.4) dan bresing (tabel 6.10) yang sama antara penggunaan DMF usulan dan Paulay. Berat kolom hasil disain dengan DMF usulan dapat dilihat pada tabel 6.5 sampai 6.8, sedangkan kolom hasil disain dengan DMF Paulay dapat dilihat pada tabel di lampiran E – 1 untuk struktur BSF dan tabel di lampiran E – 2 untuk struktur USF.

Dari hasil perhitungan Effisiensi berat struktur antara hasil desain dengan DMF usulan dan Paulay didapat nilai sebesar 5,28 %, 2,99 %, 2,32 %, dan 1,51

%, masing- masing berturut–turut untuk struktur USF tipe A, USF tipe B, BSF tipe A, dan BSF tipe B.

Dengan menganggap nilai effisiensi antara tipe A dan Tipe B linier, maka hubungan nilai effisiensi tersebut dapat dilihat pada grafik 6.77.

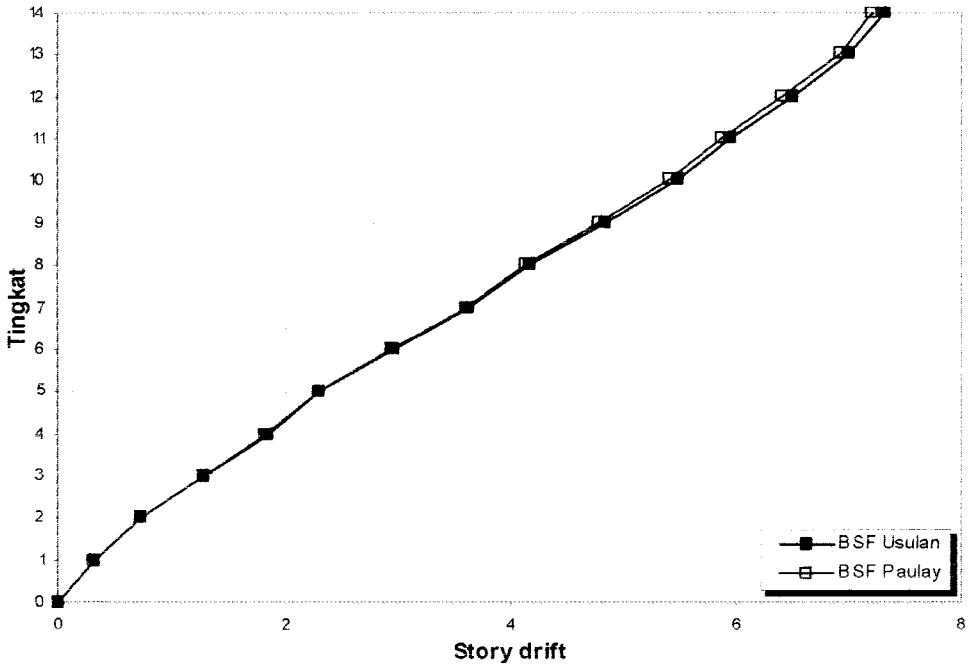


Grafik 6.77 Hubungan Effisiensi Berat Total Struktur Tipe A, dan B Antara Hasil Disain dengan DMF Usulan dan Paulay

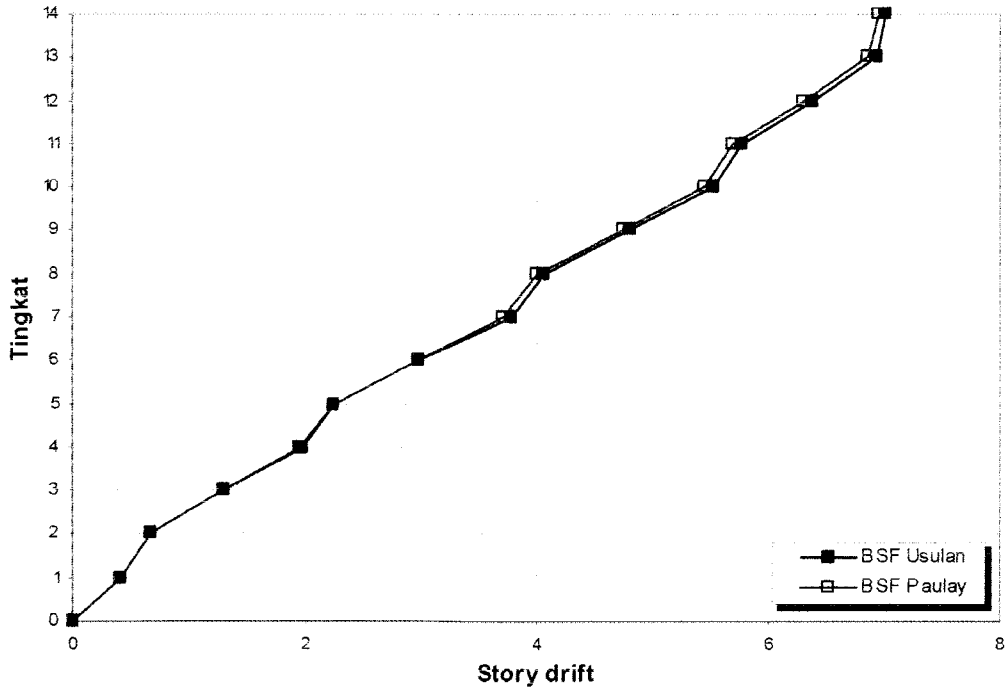
Dari grafik 6.77 dapat dilihat bahwa besarnya nilai efisiensi untuk struktur yang didisain menggunakan DMF usulan dan DMF struktur beton (Paulay) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, karena besarnya DMF usulan tidak terpaut begitu banyak dengan DMF struktur beton (Paulay), meskipun demikian penggunaan DMF usulan masih lebih menguntungkan.

6.3.2 Perbandingan Respon Struktur yang Terjadi

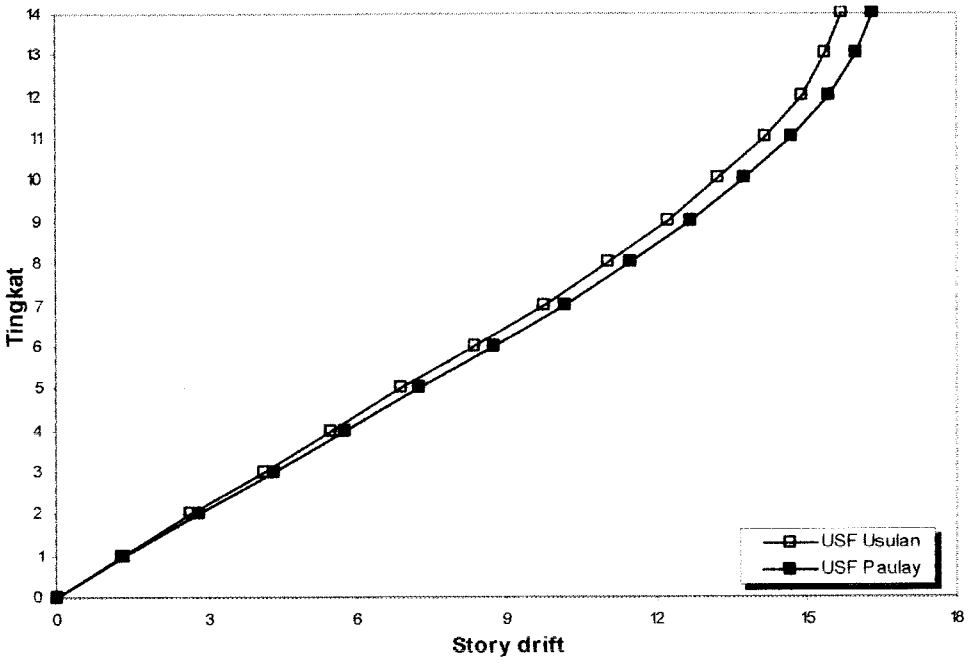
Respons struktur yang terjadi dapat terlihat dengan jelas pada perbedaan simpangan dan *interstory drift* antara struktur yang didisain menggunakan usulan DMF dengan DMF *Paulay*. Nilai simpangan dan *interstory drift* antara keduanya dapat dilihat pada grafik 6.78 sampai 6.85.



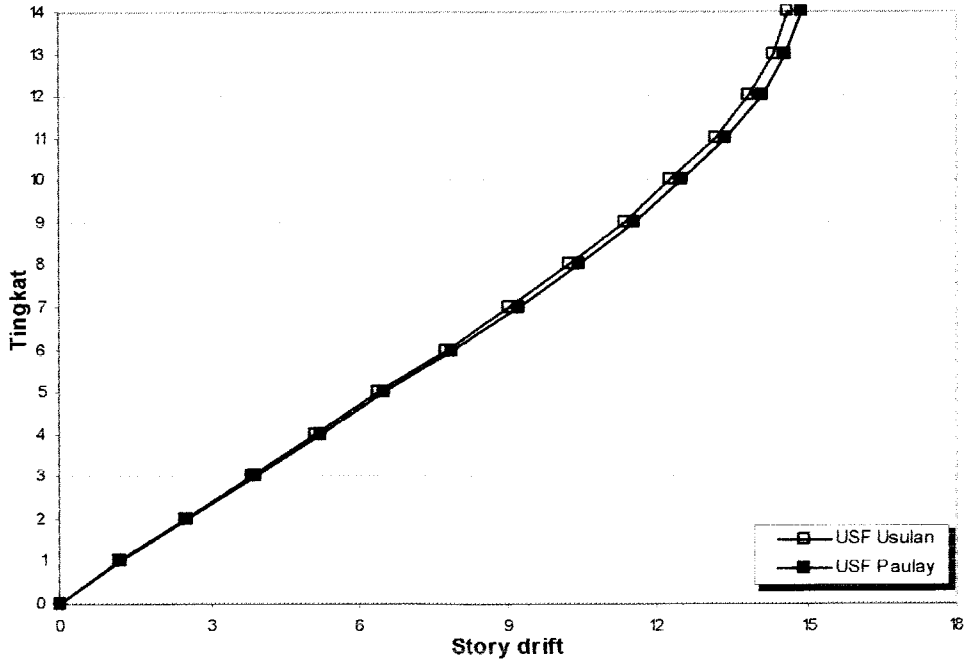
Grafik 6.78 Simpangan Struktur BSF 14 Lantai Tipe A



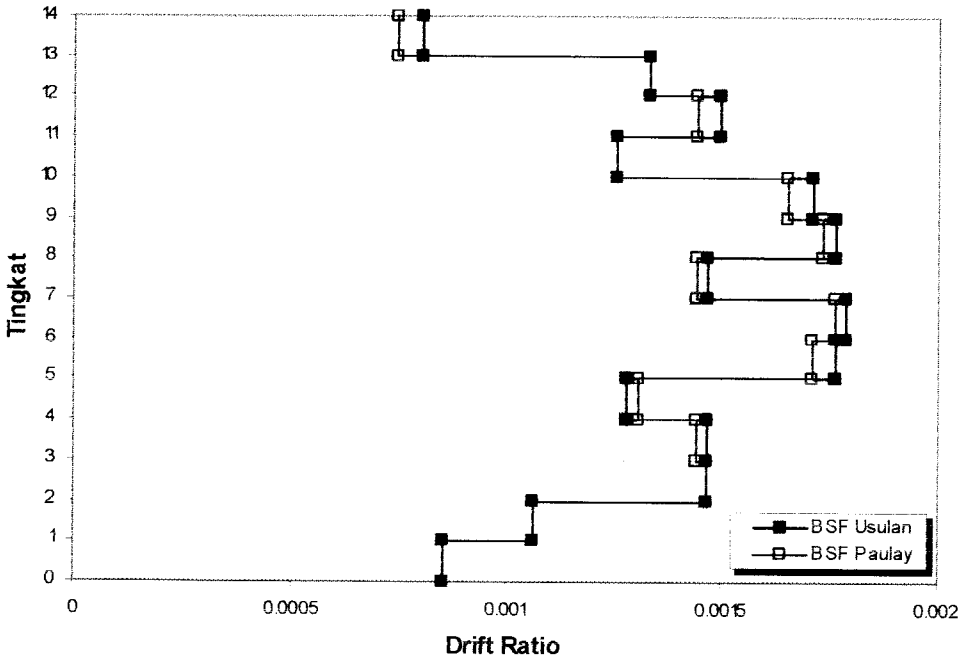
Grafik 6.79 Simpangan Struktur BSF 14 Lantai Tipe B



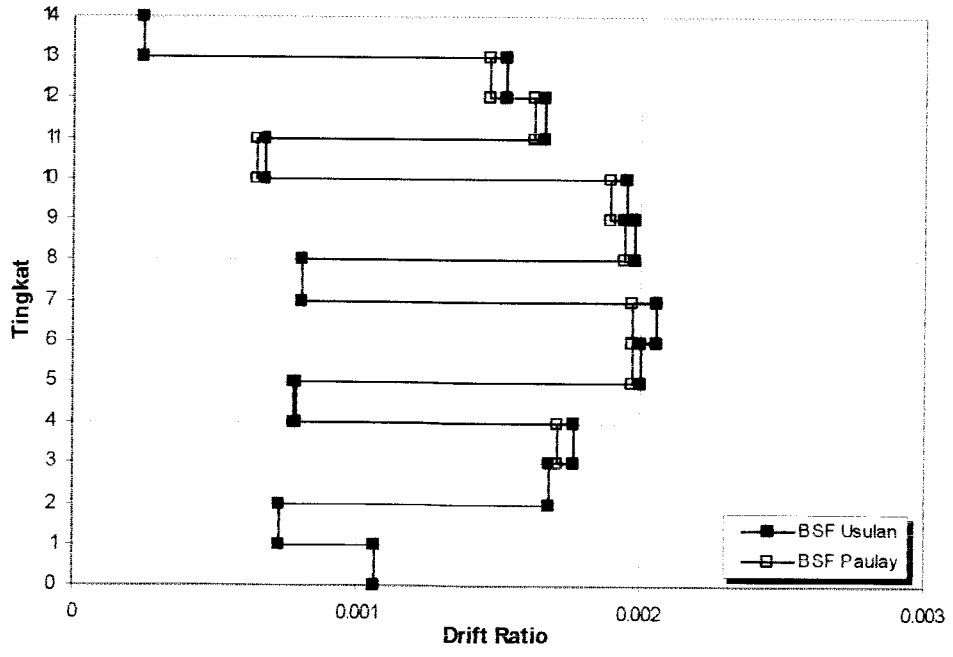
Grafik 6.80 Simpangan Struktur USF 14 Lantai Tipe A



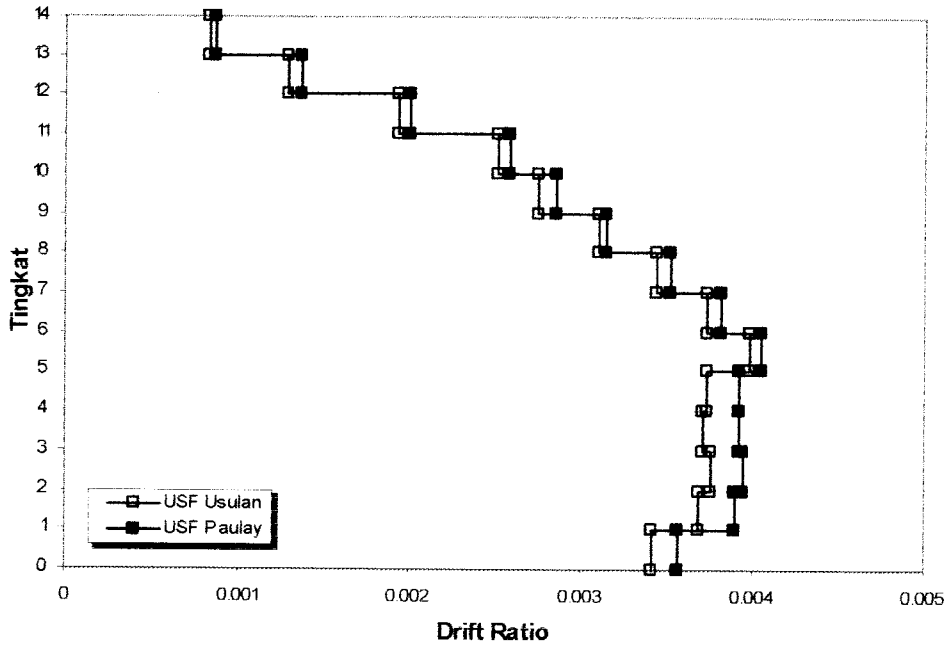
Grafik 6.81 Simpangan Struktur USF 14 Lantai Tipe B



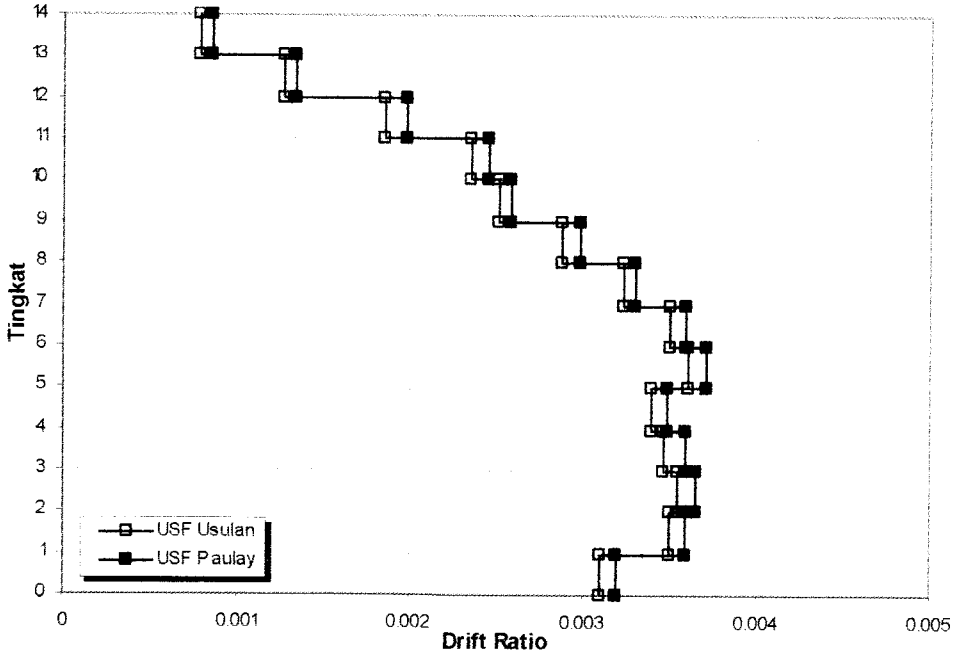
Grafik 6.82 Simpangan Antar Tingkat Struktur BSF 14 Lantai Tipe A



Grafik 6.83 Simpangan Antar Tingkat Struktur BSF 14 Lantai Tipe B



Grafik 6.84 Simpangan Antar Tingkat Struktur USF 14 Lantai Tipe A



Grafik 6.85 Simpangan Antar Tingkat Struktur USF 14 Lantai Tipe B

Dapat dilihat bahwa penggunaan *Dinamic Magnification Factor* (DMF) usulan pada disain untuk struktur USF maupun BSF tidak menunjukkan perbedaan yang begitu signifikan pada simpangan total struktur maupun simpangan antar tingkatnya (*inter strory drift*), bila dibandingkan dengan struktur yang didesain menggunakan DMF struktur beton Paulay. Simpangan antar tingkat pada kedua DMF baik untuk struktur USF maupun BSF masih menunjukkan keadaan layan batas (*serviceability limit state*) kurang dari batas maksimal yang disyaratkan yaitu sebesar 0,005h (0,5% dari tinggi tingkat).

Meskipun respon struktur yang berupa simpangan total struktur dan simpangan antar tingkat struktur tidak menunjukkan hasil yang signifikan, namun penggunaan DMF usulan dalam disain struktur baja dapat memberikan keuntungan penggunaan elemen struktur yang lebih efisien, yaitu sebesar 5,28 %, 2,99 %, 2,32 %, dan 1,51 % berturut-turut untuk struktur USF tipe A, USF tipe B, BSF tipe A, dan BSF tipe B.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan desain yang telah dilakukan, maka dapat diambi; beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Respon struktur akan semakin besar pada bangunan yang semakin tinggi.
2. Sifat beban dinamik yang mempunyai frekuensi dan percepatan yang berbeda-beda dalam satu durasi gempa, akan mengakibatkan respon struktur akibat beban dinamik sangat bervariasi dan cenderung tidak reguler pada gempa yang berbeda.
3. Pada struktur *unbraced steel frame* yang memiliki jumlah portal semakin banyak, akan membuat respon struktur baik akibat gempa statik dan dinamik semakin mengecil.
4. Pada struktur *braced steel frame* dimana semakin banyak jumlah *open frame* yang ditahan oleh *brace frame*, akan memiliki respon baik akibat beban gempa dinamik dan statik yang semakin membesar dan cenderung mendekati struktur *unbraced steel frame.*
5. Besarnya kekakuan struktur sangat mempengaruhi besarnya respon struktur yang terjadi.

6. Dari hasil analisis diperoleh bahwa penggunaan bresing yang saling bersilangan sangat efektif untuk memperkecil besarnya respon struktur yang terjadi, terlihat dari perbedaan respon yang cukup signifikan antara lantai yang terdapat bresing yang saling bersilangan dengan yang tidak.
7. Penggunaan *global brace* sangat efektif untuk menahan beban gempa statik dan dinamik, yang terlihat dari pola dan besar respon struktur *braced steel frame* baik akibat beban gempa statik dan dinamik relatif reguler dan berdekatan.
8. Nilai effektifitas berat struktur yang menggunakan bresing global terhadap struktur *open frame*, berturut-turut untuk tipe A, B, dan C adalah 25,29 %, 11,98 %, dan 9,73 %.
9. Effektifitas penggunaan *global brace* dimana semakin banyak portal terbuka (*open frame*) yang ditahan oleh portal bresing (*brace frame*), akan membuat struktur *braced steel frame* (*BSF*) berprilaku mendekati struktur *unbraced steel frame*(*USF*), sehingga penggunaan bresing untuk menahan jumlah portal open frame yang semakin banyak menjadi tidak effektif.
10. Nilai efektifitas berat struktur hasil disain dengan DMF usulan terhadap hasil disain dengan DMF Paulay berturut turut untuk struktur BSF tipe A dan tipe B adalah sebesar 2,32 % dan 1,51 %, sedangkan untuk struktur USF tipe A dan tipe B adalah 5,28 % dan 2,99 %.
11. Kedekatan hasil DMF usulan dan Paulay berimplikasi pada dekatnya nilai respon struktur berupa simpangan total dan simpangan antar tingkat antara hasil disain dengan DMF usulan dan Paulay.

7.2 Saran

1. Pada struktur BSF yang semakin tinggi dengan jumlah *open frame* yang ditahan semakin banyak, pengaruh gempa searah portal bresing pada balok tegak lurus arah gempa cukup besar terutama pada balok-balok atas, sehingga perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan penambahan bresing pada portal tegak lurus arah gempa.
2. Pada kondisi sebenarnya gempa yang terjadi tidak hanya berasal dari satu arah, besar kemungkinan terjadi dari segala penjuru. Oleh karena itu pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menganalisis gempa yang berasal dari dua arah sekaligus.
3. Gempa yang berasal dari dua arah akan membuat pemasangan bresing pada arah tegak lurus arah datang gempa menjadi tidak efektif lagi, sehingga disarankan untuk pemasangan bresing pada sekeliling bangunan.
4. Supaya respon struktur akibat gempa dinamis mendekati kondisi sebenarnya, disarankan untuk menggunakan skala percepatan beban gempa dinamis sesuai dengan bangunan dan gempanya.
5. Berdasar hasil analisis bahwa pengaruh variasi perletakan bresing sangat besar, sehingga untuk penelitian selanjutnya disarankan memperbanyak perletakan bresing global.
6. Perlu diadakan penelitian pengaruh beban gempa statik dan dinamik dengan menggunakan bresing eksentrik.
7. Efek P-Δ diperhitungkan dalam analisis struktur.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1987. *Tata Cara Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung.* Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.

Anonim. 2000. *SNI Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung.* Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.

Anonim. 2002. *SNI Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung.* Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.

AISC. 1993. *Load And Resistance Factor Design Spesification.* Chicago : American Institute of Steel Construction Inc.

AISC. 1999. *Load And Resistance Factor Design Spesification: Vol.II Connection.* Second Edition. Chicago : American Institute of Steel Construction Inc.

Arthanto, H. A., dan Maming. 2003. *Investigasi Pengaruh Beban Dinamis Terhadap Kolom Baja Pada Braced Multy-Storey Steel Frame (Analisis dan Disain).* Jogjakarta : Tugas Akhir JTS FTSP UII.

Bowles, Joseph E. 1998. *Fuondation Analysis And Design.* Five Edition. New York : Mc Graw-Hill.

Bruneau, M., Uang, C.M., dan Whittaker, A. 1998. *Ductile Design of Steel Structures.* New York : Mc Graw-Hill.

Englekirk, R. 1994. *Steel Structures Controling Behavior Through Design.* Toronto : John Wiley & Sons. Inc.

Hardiyatmo, Hary C. 2002. *Teknik Pondasi.* Jilid I & II. Jogjakarta : Beta Offset.

Paulay, T., Priestley, M. J. N. 1992. *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings.* Toronto : John Wiley & Sons. Inc.

Salmon, C.G., Johnson, J.E. 1996. *Struktur Baja Desain dan Perilaku.* Jilid 1 & 2. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Triyono, A., dan Priadi, E.I. 2003. *Investigasi Pengaruh Beban Dinamis pada Kolom Baja Bertingkat Banyak (Analisis dan Disain).* Yogyakarta: Tugas Akhir JTS FTSP UII.

Widodo. 1998. *Diktat Kuliah Teknik Gempa.* Yogyakarta: JTS FTSP UII.

Widodo. 2001. *Respon Dinamik Struktur Elastik.* Jogjakarta : UII Press.

Widyatmoko, Arief. Taufikurrohman. 2004. *Efek Penggunaan Global Bracing Terhadap Respon Struktur Baja Bertingkat Banyak Akibat Beban Gempa (Analisis dan Desain).* Yogyakarta : Tugas Akhir JTS FTSP UII.

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSESI KONSULTASI TUGAS AKHIR MAHASISWA

PEROIDE KE : III (Mar 04 - Agst 04)

NO	N A M A	NO.MHS	BID.STUDI
1.	Hanief Kurniawan	00 511 088	Teknik Sipil
2.	Iwan Setiyawan	00 511 205	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Efek Beban Statik dan Dinamik terhadap analisis dan desain bangunan baja berpengaku bertingkat banyak

DOSEN PEMBIMBING I : Widodo,Prof,Ir,H,MSCE,Ph.D

DOSEN PEMBIMBING II : Suharyatmo,Ir,H,MT





Jogjakarta,8 Maret 2004
a.n Dekan

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN YOGYAKARTA

Ir.H.Munadhir, MS

LAMPIRAN A : PERHITUNGAN BEBAN STATIK EKIVALEN

Tabel Perhitungan Beban yang Bekerja Pada Atap dan Lantai Struktur BSF dan USF A-1

Tabel Perhitungan Gaya Statik Ekivalen Struktur Baja TipeA A-2

Tabel Perhitungan Gaya Statik Ekivalen Struktur Baja TipeB A-3

Tabel Kontrol Rayleigh Struktur BSF Tipe A..... A-4

Tabel Kontrol Rayleigh Struktur USF Tipe A..... A-5

Tabel Kontrol Rayleigh Struktur BSF Tipe B..... A-6

Tabel Kontrol Rayleigh Struktur USF Tipe B..... A-7

Nilai Usulan DMF Struktur 14 Lantai..... A-8

Nilai Paulay DMF Struktur 14 Lantai..... A-9

LAMPIRAN A – 1

Tabel Total Beban yang Bekerja Pada Atap dan Lantai Struktur USF dan BSF

TIPE A

Lokasi	bagian	berat	satuan	p (m)	l (m)	t (m)	total (Kg)
Atap	**beban mati**						
1	Pelat Lantai	321	Kg/m2	25	21	1	168525
					WD		**168525**
	beban hidup						
1	atap	100	Kg/m2	25	21	1	52500
					WL	**0.3**	**15750**
Lantai	**beban mati**						
1	Pelat Lantai	483	Kg/m2	25	21	1	253575
2	Dinding	1700	Kg/m3	226	0.15	3.3	190179
					WD		**443754**
	beban hidup						
1	Perkantoran	250	Kg/m2	25	21	1	131250
					WL	**0.3**	**39375**

TIPE B

Lokasi	bagian	berat	satuan	p (m)	l (m)	t (m)	total (Kg)
Atap	**beban mati**						
1	Pelat Lantai	321	Kg/m2	35	21	1	235935
					WD		**235935**
	beban hidup						
1	atap	100	Kg/m2	35	21	1	73500
					WL	**0.3**	**22050**
Lantai	**beban mati**						
1	Pelat Lantai	483	Kg/m2	35	21	1	355005
2	Dinding	1700	Kg/m3	308	0.15	3.3	259182
					WD		**614187**
	beban hidup						
1	Perkantoran	250	Kg/m2	35	21	1	183750
					WL	**0.3**	**55125**

Keterangan :

- WD = berat total beban mati
- WL = berat total beban hidup

LAMPIRAN A – 2

Perhitungan Beban Statik Ekivalen Struktur Baja 6 Lantai Tipe A

BSF

Lantai	Balok					Kolom				Bracing
	B1	B2	B3	B4	B. anak	K1	K2	K3	K4	
6	W14X22	W12X26	W16X26	W12X26	W12X19	W14X90	W14X90	W14X90	W14X90	W12X53
5	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X22	W14X90	W14X90	W14X90	W14X90	W12X53
4	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X22	W14X90	W14X90	W14X90	W14X90	W12X53
3	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X90	W14X99	W14X90	W14X120	W12X58
2	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X90	W14X99	W14X90	W14X120	W12X58
1	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X90	W14X99	W14X90	W14X120	W12X58

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	W Bracing (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wi (Kg)
6	10614.70	12052.69	3367.84	168525.00	15750.00	210310.23
5	14602.71	12052.69	3367.84	443754.00	39375.00	513152.24
4	14602.71	12052.69	3367.84	443754.00	39375.00	513152.24
3	15388.03	13583.91	3670.08	443754.00	39375.00	515771.03
2	15388.03	13583.91	3670.08	443754.00	39375.00	515771.03
1	15388.03	13583.91	3670.08	443754.00	39375.00	515771.03
					Wtotal =	2783927.787

T	c	I	R	Wt (Kg)	V (Kg)
0.506	0.830	1	6.5	2783928	355353.773

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
6	22.50	210310.23	4731980.21	49962.60
5	18.75	513152.24	9621604.49	101589.68
4	15.00	513152.24	7697283.59	81271.74
3	11.25	515771.03	5802424.04	61264.88
2	7.50	515771.03	3868282.69	40843.25
1	3.75	515771.03	1934141.35	20421.63
			33655716.37	355354

USF

Lantai	Balok					Kolom			
	B1	B2	B3	B4	B. anak	K1	K2	K3	K4
6	W16X26	W12X26	W18X35	W12X26	W12X19	W14X99	W14X120	W14X132	W14X176
5	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X99	W14X120	W14X132	W14X176
4	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X99	W14X120	W14X132	W14X176
3	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X193	W14X211	W14X211	W14X257
2	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X193	W14X211	W14X211	W14X257
1	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X193	W14X211	W14X211	W14X257

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wi (Kg)
6	11979.46	18617.24	168525.00	15750.00	214871.70
5	16576.62	18617.24	443754.00	39375.00	518322.86
4	16576.62	18617.24	443754.00	39375.00	518322.86
3	17659.09	29866.41	443754.00	39375.00	530654.50
2	17659.09	29866.41	443754.00	39375.00	530654.50
1	17659.09	29866.41	443754.00	39375.00	530654.50
				Wtotal =	2843480.927

T	c	I	R	Wt (Kg)	V (Kg)
0.51	0.82	1.00	8.50	2843480.93	274380.03

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
6	22.5	214871.70	4834613.20	38711
5	18.75	518322.86	9718553.61	77816
4	15	518322.86	7774842.88	62253
3	11.25	530654.50	5969863.17	47800
2	7.5	530654.50	3979908.78	31867
1	3.75	530654.50	1989954.39	15933
			34267736.02	274380.034

LAMPIRAN A – 2

Perhitungan Beban Statik Ekivalen Struktur Baja 10 Lantai Tipe A

BSF

Lantai	Balok					Kolom				Bracing
	B1	B2	B3	B4	B. anak	K1	K2	K3	K4	
10	W14X22	W12X26	W16X26	W12X26	W12X19	W14X90	W14X99	W14X90	W14X132	W12X45
9	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X22	W14X90	W14X99	W14X90	W14X132	W12X53
8	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X22	W14X90	W14X99	W14X90	W14X132	W12X53
7	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X22	W14X90	W14X99	W14X90	W14X132	W12X53
6	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X22	W14X90	W14X99	W14X90	W14X132	W12X65
5	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X109	W14X132	W14X120	W14X176	W12X65
4	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X109	W14X132	W14X120	W14X176	W12X65
3	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X109	W14X132	W14X120	W14X176	W12X72
2	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X109	W14X132	W14X120	W14X176	W12X72
1	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X109	W14X132	W14X120	W14X176	W12X72

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	W Bracing (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wt (Kg)
10	10614.70	14114.53	2828.12	168525.00	15750.00	211832.36
9	14602.71	14114.53	3367.84	443754.00	39375.00	515214.08
8	14602.71	14114.53	3367.84	443754.00	39375.00	515214.08
7	14602.71	14114.53	3367.84	443754.00	39375.00	515214.08
6	14602.71	14114.53	4123.45	443754.00	39375.00	515969.69
5	15388.03	18571.75	4123.45	443754.00	39375.00	521212.23
4	15388.03	18571.75	4123.45	443754.00	39375.00	521212.23
3	15388.03	18571.75	4555.22	443754.00	39375.00	521644.01
2	15388.03	18571.75	4555.22	443754.00	39375.00	521644.01
1	15388.03	18571.75	4555.22	443754.00	39375.00	521644.01
					Wtotal =	4880800.78

T	c	I	R	Wt (Kg)	V (Kg)
0.743	0.566	1	6.5	4880800.784	424724.667

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
10	37.5	211832.36	7943713.44	35421
9	33.75	515214.08	17388475.33	77536
8	30	515214.08	15456422.52	68921
7	26.25	515214.08	13524369.70	60306
6	22.5	515969.69	11609318.00	51766
5	18.75	521212.23	9772729.36	43577
4	15	521212.23	7818183.49	34862
3	11.25	521644.01	5868495.08	26168
2	7.5	521644.01	3912330.05	17445
1	3.75	521644.01	1956165.03	8723
			95250201.99	424725

LAMPIRAN A – 2

Perhitungan Beban Statik Ekivalen Struktur Baja 10 Lantai Tipe A

USF

Lantai	Balok					Kolom			
	B1	B2	B3	B4	B. anak	K1	K2	K3	K4
10	W16X26	W12X26	W18X35	W12X26	W12X19	W14X132	W14X145	W14X176	W14X193
9	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X132	W14X145	W14X176	W14X193
8	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X132	W14X145	W14X176	W14X193
7	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X132	W14X145	W14X176	W14X193
6	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X132	W14X145	W14X176	W14X193
5	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X193	W14X193	W14X257	W14X283
4	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X193	W14X193	W14X257	W14X283
3	W21X50	W12X30	W24X68	W12X30	W12X22	W14X193	W14X193	W14X257	W14X283
2	W21X50	W12X30	W24X68	W12X30	W12X22	W14X193	W14X193	W14X257	W14X283
1	W21X50	W12X30	W24X68	W12X30	W12X22	W14X193	W14X193	W14X257	W14X283

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wi (Kg)
10	11979.46	22642.38	168525.00	15750.00	218896.84
9	16576.62	22642.38	443754.00	39375.00	522348.00
8	16576.62	22642.38	443754.00	39375.00	522348.00
7	16576.62	22642.38	443754.00	39375.00	522348.00
6	17659.09	22642.38	443754.00	39375.00	523430.47
5	17659.09	32701.45	443754.00	39375.00	533489.54
4	17659.09	32701.45	443754.00	39375.00	533489.54
3	18550.53	32701.45	443754.00	39375.00	534380.98
2	18550.53	32701.45	443754.00	39375.00	534380.98
1	18550.53	32701.45	443754.00	39375.00	534380.98
				Wtotal =	4979493.34

T	c	I	R	Wt (Kg)	V (Kg)
0.8	0.525	1	8.5	4979493.344	307272.56

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
10	37.5	218896.84	8208631.50	25996
9	33.75	522348.00	17629245.05	55830
8	30	522348.00	15670440.04	49627
7	26.25	522348.00	13711635.04	43424
6	22.5	523430.47	11777185.59	37297
5	18.75	533489.54	10002928.87	31678
4	15	533489.54	8002343.09	25343
3	11.25	534380.98	6011786.06	19039
2	7.5	534380.98	4007857.37	12693
1	3.75	534380.98	2003928.69	6346
			97025981.31	307272.5623

LAMPIRAN A – 2

Perhitungan Beban Statik Ekivalen Struktur Baja 14 Lantai Tipe A

BSF

Lantai	Balok					Kolom				Bracing
	B1	B2	B3	B4	B. anak	K1	K2	K3	K4	
14	W14X22	W12X26	W16X26	W12X26	W12X19	W14X90	W14X90	W14X90	W14X109	W12X50
13	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X22	W14X90	W14X90	W14X90	W14X109	W12X50
12	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X22	W14X90	W14X90	W14X90	W14X109	W12X58
11	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X22	W14X90	W14X90	W14X90	W14X109	W12X58
10	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X132	W14X132	W14X132	W14X159	W12X58
9	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X132	W14X132	W14X132	W14X159	W12X65
8	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X132	W14X132	W14X132	W14X159	W12X65
7	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X132	W14X132	W14X132	W14X159	W12X65
6	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X132	W14X132	W14X132	W14X159	W12X79
5	W18X46	W12X30	W21X50	W12X30	W12X22	W14X145	W14X159	W14X159	W14X211	W12X79
4	W18X46	W12X30	W21X50	W12X30	W12X22	W14X145	W14X159	W14X159	W14X211	W12X79
3	W18X46	W12X30	W21X50	W12X30	W12X22	W14X145	W14X159	W14X159	W14X211	W12X87
2	W18X46	W12X30	W21X50	W12X30	W12X22	W14X145	W14X159	W14X159	W14X211	W12X87
1	W18X46	W12X30	W21X50	W12X30	W12X22	W14X145	W14X159	W14X159	W14X211	W12X87

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	W Bracing (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wi (Kg)
14	10614.70	12886.52	3151.95	168525.00	15750.00	210928.18
13	12381.68	12886.52	3151.95	443754.00	39375.00	511549.15
12	12381.68	12886.52	3670.08	443754.00	39375.00	512067.28
11	12381.68	12886.52	3670.08	443754.00	39375.00	512067.28
10	13167.00	18844.64	3670.08	443754.00	39375.00	518810.73
9	13167.00	18844.64	4123.45	443754.00	39375.00	519264.09
8	13167.00	18844.64	4123.45	443754.00	39375.00	519264.09
7	13167.00	18844.64	4123.45	443754.00	39375.00	519264.09
6	13167.00	18844.64	5008.58	443754.00	39375.00	520149.23
5	13782.52	23256.38	5008.58	443754.00	39375.00	525176.48
4	13782.52	23256.38	5008.58	443754.00	39375.00	525176.48
3	13782.52	23256.38	5526.71	443754.00	39375.00	525694.61
2	13782.52	23256.38	5526.71	443754.00	39375.00	525694.61
1	13782.52	23256.38	5526.71	443754.00	39375.00	525694.61
					Wtotal =	6970800.921

T	c	I	R	Wt (Kg)	V (Kg)
0.956	0.439	1	6.5	6970800.921	471306.095

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
14	52.5	210928.18	11073729.36	2781/
13	48.75	511549.15	24938021.28	62644
12	45	512067.28	23043027.71	57884
11	41.25	512067.28	21122775.40	53060
10	37.5	518810.73	19455402.26	48872
9	33.75	519264.09	17525163.08	44023
8	30	519264.09	15577922.74	39132
7	26.25	519264.09	13630682.40	34240
6	22.5	520149.23	11703357.60	29399
5	18.75	525176.48	9847059.01	24736
4	15	525176.48	7877647.21	19789
3	11.25	525694.61	5914064.38	14856
2	7.5	525694.61	3942709.59	9904
1	3.75	525694.61	1971354.79	4952
			187622916.8	471306.09

Perhitungan Beban Statik Ekivalen Struktur Baja 14 Lantai Tipe A

USF

Lantai	Balok					Kolom			
	B1	B2	B3	B4	B. anak	K1	K2	K3	K4
14	W16X26	W12X26	W18X35	W12X26	W12X19	W14X120	W14X145	W14X159	W14X176
13	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X120	W14X145	W14X159	W14X176
12	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X120	W14X145	W14X159	W14X176
11	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X120	W14X145	W14X159	W14X176
10	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X176	W14X176	W14X211	W14X233
9	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X176	W14X176	W14X211	W14X233
8	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X176	W14X176	W14X211	W14X233
7	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X176	W14X176	W14X211	W14X233
6	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X176	W14X176	W14X211	W14X233
5	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X257	W14X233	W14X311	W14X311
4	W21X55	W12X30	W24X68	W12X30	W12X22	W14X257	W14X233	W14X311	W14X311
3	W21X55	W12X30	W24X68	W12X30	W12X22	W14X257	W14X233	W14X311	W14X311
2	W21X55	W12X30	W24X68	W12X30	W12X22	W14X257	W14X233	W14X311	W14X311
1	W21X55	W12X30	W24X68	W12X30	W12X22	W14X257	W14X233	W14X311	W14X311

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wi (Kg)
14	11979.46	20845.85	168525.00	15750.00	217100.31
13	14355.59	20845.85	443754.00	39375.00	518330.44
12	14355.59	20845.85	443754.00	39375.00	518330.44
11	14355.59	20845.85	443754.00	39375.00	518330.44
10	14355.59	27637.80	443754.00	39375.00	525122.39
9	15438.06	27637.80	443754.00	39375.00	526204.86
8	15438.06	27637.80	443754.00	39375.00	526204.86
7	15438.06	27637.80	443754.00	39375.00	526204.86
6	15438.06	27637.80	443754.00	39375.00	526204.86
5	15438.06	38636.83	443754.00	39375.00	537203.89
4	16647.88	38636.83	443754.00	39375.00	538413.70
3	16647.88	38636.83	443754.00	39375.00	538413.70
2	16647.88	38636.83	443754.00	39375.00	538413.70
1	16647.88	38636.83	443754.00	39375.00	538413.70
				Wtotal =	7092892.146

T	c	I	R	Wt (Kg)	V (Kg)
1.06	0.40	1.00	8.50	7092892.15	331022.85

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
14	52.5	217100.31	11397766.08	19803
13	48.75	518330.44	25268608.76	43902
12	45	518330.44	23324809.63	40525
11	41.25	518330.44	21381130.49	37148
10	37.5	525122.39	19692089.70	34213
9	33.75	526204.86	17759414.07	30856
8	30	526204.86	15786145.84	27427
7	26.25	526204.86	13812877.61	23999
6	22.5	526204.86	11839609.38	20570
5	18.75	537203.89	10072572.85	17500
4	15	538413.70	8076205.53	14032
3	11.25	538413.70	6057154.15	10524
2	7.5	538413.70	4038102.76	7016
1	3.75	538413.70	2019051.38	3508
			190525598.25	331022.85

LAMPIRAN A – 2

Perhitungan Beban Statik Ekivalen Struktur Baja 18 Lantai Tipe A

BSF

Lantai	Balok					Kolom				Bracing
	B1	B2	B3	B4	B. anak	K1	K2	K3	K4	
18	W14X22	W12X26	W16X26	W12X26	W12X19	W14X90	W14X90	W14X109	W14X120	W12X53
17	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X22	W14X90	W14X90	W14X109	W14X120	W12X53
16	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X22	W14X90	W14X90	W14X109	W14X120	W12X53
15	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X109	W14X120	W14X145	W14X159	W12X65
14	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X109	W14X120	W14X145	W14X159	W12X65
13	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X109	W14X120	W14X145	W14X159	W12X65
12	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X109	W14X120	W14X145	W14X159	W12X72
11	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X109	W14X120	W14X145	W14X159	W12X72
10	W18X46	W12X30	W21X50	W12X30	W12X22	W14X159	W14X176	W14X193	W14X211	W12X72
9	W18X46	W12X30	W21X50	W12X30	W12X22	W14X159	W14X176	W14X193	W14X211	W12X87
8	W18X46	W12X30	W21X50	W12X30	W12X22	W14X159	W14X176	W14X193	W14X211	W12X87
7	W18X46	W12X30	W21X50	W12X30	W12X22	W14X159	W14X176	W14X193	W14X211	W12X87
6	W18X46	W12X30	W21X50	W12X30	W12X22	W14X159	W14X176	W14X193	W14X211	W12X96
5	W18X50	W12X30	W21X55	W12X30	W12X22	W14X193	W14X193	W14X211	W14X257	W12X96
4	W18X50	W12X30	W21X55	W12X30	W12X22	W14X193	W14X193	W14X211	W14X257	W12X96
3	W18X50	W12X30	W21X55	W12X30	W12X22	W14X193	W14X193	W14X211	W14X257	W12X106
2	W18X50	W12X30	W21X55	W12X30	W12X22	W14X193	W14X193	W14X211	W14X257	W12X106
1	W18X50	W12X30	W21X55	W12X30	W12X22	W14X193	W14X193	W14X211	W14X257	W12X106

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	W Bracing (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wi (Kg)
18	10614.70	14220.66	3367.84	168525	15750	212478.20
17	14602.71	14220.66	3367.84	443754	39375	515320.21
16	14602.71	14220.66	3367.84	443754	39375	515320.21
15	15388.03	18655.14	4123.45	443754	39375	521295.61
14	15388.03	18655.14	4123.45	443754	39375	521295.61
13	15388.03	18655.14	4123.45	443754	39375	521295.61
12	15388.03	18655.14	4555.22	443754	39375	521727.39
11	15388.03	18655.14	4555.22	443754	39375	521727.39
10	16003.55	25477.41	4555.22	443754	39375	529165.18
9	16003.55	25477.41	5526.71	443754	39375	530136.67
8	16003.55	25477.41	5526.71	443754	39375	530136.67
7	16003.55	25477.41	5526.71	443754	39375	530136.67
6	16003.55	25477.41	6088.02	443754	39375	530697.98
5	16894.99	29472.24	6088.02	443754	39375	535584.25
4	16894.99	29472.24	6088.02	443754	39375	535584.25
3	16894.99	29472.24	6735.68	443754	39375	536231.91
2	16894.99	29472.24	6735.68	443754	39375	536231.91
1	16894.99	29472.24	6735.68	443754	39375	536231.91
					Wtotal =	9180597.63

T	c	I	R	Wt (Kg)	V (Kg)
1.154	0.364	1	6.5	9180597.632	514082.686

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
18	67.5	212478.20	14342278.51	72484
17	63.75	515320.21	32851663.24	48275
16	60	515320.21	30919212.46	45435
15	56.25	521295.61	29322878.28	43090
14	52.5	521295.61	27368019.73	40217
13	48.75	521295.61	25413161.18	37344
12	45	521727.39	23477732.47	34500
11	41.25	521727.39	21521254.76	31625
10	37.5	529165.18	19843694.34	29160
9	33.75	530136.67	17892112.77	26292
8	30	530136.67	15904100.24	23371
7	26.25	530136.67	13916087.71	20450
6	22.5	530697.98	11940704.53	17547
5	18.75	535584.25	10042204.61	14757
4	15	535584.25	8033763.69	11806
3	11.25	536231.91	6032608.96	8865
2	7.5	536231.91	4021739.30	5910
1	3.75	536231.91	2010869.65	2955
			314854086.4	514082.69

Perhitungan Beban Statik Ekivalen Struktur Baja 18 Lantai Tipe A

USF

Lantai	Balok					Kolom			
	B1	B2	B3	B4	B. anak	K1	K2	K3	K4
18	W16X26	W12X26	W18X35	W12X26	W12X19	W14X109	W14X132	W14X159	W14X176
17	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X109	W14X132	W14X159	W14X176
16	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X109	W14X132	W14X159	W14X176
15	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X176	W14X193	W14X211	W14X257
14	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X176	W14X193	W14X211	W14X257
13	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X176	W14X193	W14X211	W14X257
12	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X176	W14X193	W14X211	W14X257
11	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X176	W14X193	W14X211	W14X257
10	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X233	W14X233	W14X283	W14X283
9	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X233	W14X233	W14X283	W14X283
8	W21X55	W12X30	W24X68	W12X30	W12X22	W14X233	W14X233	W14X283	W14X283
7	W21X55	W12X30	W24X68	W12X30	W12X22	W14X233	W14X233	W14X283	W14X283
6	W21X55	W12X30	W24X68	W12X30	W12X22	W14X233	W14X233	W14X283	W14X283
5	W21X55	W12X30	W24X68	W12X30	W12X22	W14X283	W14X283	W14X370	W14X370
4	W21X57	W12X30	W24X76	W12X30	W12X22	W14X283	W14X283	W14X370	W14X370
3	W21X57	W12X30	W24X76	W12X30	W12X22	W14X283	W14X283	W14X370	W14X370
2	W21X57	W12X30	W24X76	W12X30	W12X22	W14X283	W14X283	W14X370	W14X370
1	W21X57	W12X30	W24X76	W12X30	W12X22	W14X283	W14X283	W14X370	W14X370

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wi (Kg)
18	11979.46	20300.06	168525	15750	216554.52
17	16576.62	20300.06	443754	39375	520005.69
16	16576.62	20300.06	443754	39375	520005.69
15	16576.62	29093.22	443754	39375	528798.84
14	16576.62	29093.22	443754	39375	528798.84
13	16576.62	29093.22	443754	39375	528798.84
12	17659.09	29093.22	443754	39375	529881.31
11	17659.09	29093.22	443754	39375	529881.31
10	17659.09	35642.61	443754	39375	536430.70
9	17659.09	35642.61	443754	39375	536430.70
8	18868.91	35642.61	443754	39375	537640.51
7	18868.91	35642.61	443754	39375	537640.51
6	18868.91	35642.61	443754	39375	537640.51
5	18868.91	45678.93	443754	39375	547676.84
4	19951.37	45678.93	443754	39375	548759.30
3	19951.37	45678.93	443754	39375	548759.30
2	19951.37	45678.93	443754	39375	548759.30
1	19951.37	45678.93	443754	39375	548759.30
				Wtotal =	9331222.05

T	c	I	R	Wt (Kg)	V (Kg)
1.24	0.338	1	8.5	9331222.046	371324.11

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
18	67.5	216554.52	14617430.40	52429
17	63.75	520005.69	33150362.47	34690
16	60	520005.69	31200341.15	32649
15	56.25	528798.84	29744934.95	31126
14	52.5	528798.84	27761939.29	29051
13	48.75	528798.84	25778943.62	26976
12	45	529881.31	23844659.08	24952
11	41.25	529881.31	21857604.15	22872
10	37.5	536430.70	20116151.17	21050
9	33.75	536430.70	18104536.06	18945
8	30	537640.51	16129215.43	16878
7	26.25	537640.51	14113063.50	14768
6	22.5	537640.51	12096911.57	12659
5	18.75	547676.84	10268940.77	10746
4	15	548759.30	8231389.55	8614
3	11.25	548759.30	6173542.16	6460
2	7.5	548759.30	4115694.78	4307
1	3.75	548759.30	2057847.39	2153
			319363507.48	371324.11

LAMPIRAN A – 2

Perhitungan Beban Statik Ekivalen Struktur Baja BSF 22 Lantai Tipe A

Lantai	Balok					Kolom				Bracing
	B1	B2	B3	B4	B. anak	K1	K2	K3	K4	
21	W14X22	W12X26	W16X31	W12X26	W12X19	W14X90	W14X90	W14X132	W14X120	W12X45
20	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X22	W14X90	W14X90	W14X132	W14X120	W12X53
19	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X22	W14X109	W14X120	W14X159	W14X159	W12X53
18	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X22	W14X109	W14X120	W14X159	W14X159	W12X53
17	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X22	W14X109	W14X120	W14X159	W14X159	W12X65
16	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X22	W14X109	W14X120	W14X159	W14X159	W12X65
15	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X22	W14X109	W14X120	W14X159	W14X159	W12X65
14	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X145	W14X145	W14X193	W14X211	W12X79
13	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X145	W14X145	W14X193	W14X211	W12X79
12	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X145	W14X145	W14X193	W14X211	W12X79
11	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X145	W14X145	W14X193	W14X211	W12X96
10	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X22	W14X145	W14X145	W14X193	W14X211	W12X96
9	W18X46	W12X30	W21X50	W12X30	W12X22	W14X193	W14X211	W14X233	W14X257	W12X96
8	W18X46	W12X30	W21X50	W12X30	W12X22	W14X193	W14X211	W14X233	W14X257	W12X106
7	W18X46	W12X30	W21X50	W12X30	W12X22	W14X193	W14X211	W14X233	W14X257	W12X106
6	W18X46	W12X30	W21X50	W12X30	W12X22	W14X193	W14X211	W14X233	W14X257	W12X106
5	W18X46	W12X30	W21X50	W12X30	W12X22	W14X193	W14X211	W14X233	W14X257	W12X120
4	W18X50	W12X30	W21X55	W12X30	W12X22	W14X211	W14X233	W14X257	W14X283	W12X120
3	W18X50	W12X30	W21X55	W12X30	W12X22	W14X211	W14X233	W14X257	W14X283	W12X120
2	W18X50	W12X30	W21X55	W12X30	W12X22	W14X211	W14X233	W14X257	W14X283	W12X136
1	W18X50	W12X30	W21X55	W12X30	W12X22	W14X211	W14X233	W14X257	W14X283	W12X136
0	W18X50	W12X30	W21X55	W12X30	W12X22	W14X211	W14X233	W14X257	W14X283	W12X136

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	W Bracing (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wi (Kg)
22	11230.22	15251.58	2828.12	168525	15750	213584.92
21	14602.71	15251.58	3367.84	443754	39375	516351.13
20	14602.71	19261.56	3367.84	443754	39375	520361.11
19	14602.71	19261.56	3367.84	443754	39375	520361.11
18	14602.71	19261.56	4123.45	443754	39375	521116.72
17	14602.71	19261.56	4123.45	443754	39375	521116.72
16	14602.71	19261.56	4123.45	443754	39375	521116.72
15	15388.03	24484.39	5008.58	443754	39375	528010.01
14	15388.03	24484.39	5008.58	443754	39375	528010.01
13	15388.03	24484.39	5008.58	443754	39375	528010.01
12	15388.03	24484.39	6088.02	443754	39375	529089.44
11	15388.03	24484.39	6088.02	443754	39375	529089.44
10	16003.55	30851.85	6088.02	443754	39375	536072.42
9	16003.55	30851.85	6735.68	443754	39375	536720.08
8	16003.55	30851.85	6735.68	443754	39375	536720.08
7	16003.55	30851.85	6735.68	443754	39375	536720.08
6	16003.55	30851.85	7620.82	443754	39375	537605.22
5	16894.99	33982.52	7620.82	443754	39375	541627.33
4	16894.99	33982.52	7620.82	443754	39375	541627.33
3	16894.99	33982.52	8613.90	443754	39375	542620.41
2	16894.99	33982.52	8613.90	443754	39375	542620.41
1	16894.99	33982.52	8613.90	443754	39375	542620.41
					Wtotal =	11371171.08

T	c	I
1.366	0.307	1
R	Wt (Kg)	V (Kg)
6.5	1.1E+07	537800.376

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
22	82.5	213584.92	17620756.24	71779
21	78.75	516351.13	40662651.49	41536
20	75	520361.11	39027083.32	39866
19	71.25	520361.11	37075729.16	37872
18	67.5	521116.72	35175378.33	35931
17	63.75	521116.72	33221190.65	33935
16	60	521116.72	31267002.96	31939
15	56.25	528010.01	29700562.86	30339
14	52.5	528010.01	27720525.33	28316
13	48.75	528010.01	25740487.81	26294
12	45	529089.44	23809024.90	24321
11	41.25	529089.44	21824939.49	22294
10	37.5	536072.42	20102715.67	20535
9	33.75	536720.08	18114302.68	18504
8	30	536720.08	16101602.38	16448
7	26.25	536720.08	14088902.08	14392
6	22.5	537605.22	12096117.41	12356
5	18.75	541627.33	10155512.41	10374
4	15	541627.33	8124409.93	8299
3	11.25	542620.41	6104479.59	6236
2	7.5	542620.41	4069653.06	4157
1	3.75	542620.41	2034826.53	2079
			473837854.3	537800

LAMPIRAN A – 2

Perhitungan Beban Statik Ekivalen Struktur Baja USF 22 Lantai Tipe A

Lantai	Balok					Kolom			
	B1	B2	B3	B4	B. anak	K1	K2	K3	K4
21	W16X26	W12X26	W18X35	W12X26	W12X19	W14X90	W14X99	W14X132	W14X145
20	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X90	W14X99	W14X132	W14X145
19	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X176	W14X193	W14X211	W14X233
18	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X176	W14X193	W14X211	W14X233
17	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X176	W14X193	W14X211	W14X233
16	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X176	W14X193	W14X211	W14X233
15	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X22	W14X176	W14X193	W14X211	W14X233
14	W21X55	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X233	W14X233	W14X257	W14X283
13	W21X55	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X233	W14X233	W14X257	W14X283
12	W21X55	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X233	W14X233	W14X257	W14X283
11	W21X55	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X233	W14X233	W14X257	W14X283
10	W21X55	W12X30	W24X62	W12X30	W12X22	W14X233	W14X233	W14X257	W14X283
9	W21X62	W12X30	W24X68	W12X30	W12X22	W14X283	W14X283	W14X311	W14X311
8	W21X62	W12X30	W24X68	W12X30	W12X22	W14X283	W14X283	W14X311	W14X311
7	W21X62	W12X30	W24X68	W12X30	W12X22	W14X283	W14X283	W14X311	W14X311
6	W21X62	W12X30	W24X68	W12X30	W12X22	W14X283	W14X283	W14X311	W14X311
5	W21X62	W12X30	W24X68	W12X30	W12X22	W14X283	W14X283	W14X311	W14X311
4	W21X68	W12X30	W24X76	W12X30	W12X22	W14X342	W14X311	W14X370	W14X398
3	W21X68	W12X30	W24X76	W12X30	W12X22	W14X342	W14X311	W14X370	W14X398
2	W21X68	W12X30	W24X76	W12X30	W12X22	W14X342	W14X311	W14X370	W14X398
1	W21X68	W12X30	W24X76	W12X30	W12X22	W14X342	W14X311	W14X370	W14X398
0	W21X68	W12X30	W24X76	W12X30	W12X22	W14X342	W14X311	W14X370	W14X398

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wi (Kg)
22	11979.46	16570.55	168525	15750	212825.01
21	16576.62	16570.55	443754	39375	516276.17
20	16576.62	28016.82	443754	39375	527722.44
19	16576.62	28016.82	443754	39375	527722.44
18	16576.62	28016.82	443754	39375	527722.44
17	16576.62	28016.82	443754	39375	527722.44
16	16576.62	28016.82	443754	39375	527722.44
15	18104.81	34475.24	443754	39375	535709.05
14	18104.81	34475.24	443754	39375	535709.05
13	18104.81	34475.24	443754	39375	535709.05
12	18104.81	34475.24	443754	39375	535709.05
11	18104.81	34475.24	443754	39375	535709.05
10	19314.63	40342.39	443754	39375	542786.03
9	19314.63	40342.39	443754	39375	542786.03
8	19314.63	40342.39	443754	39375	542786.03
7	19314.63	40342.39	443754	39375	542786.03
6	19314.63	40342.39	443754	39375	542786.03
5	20651.79	48847.50	443754	39375	552628.29
4	20651.79	48847.50	443754	39375	552628.29
3	20651.79	48847.50	443754	39375	552628.29
2	20651.79	48847.50	443754	39375	552628.29
1	20651.79	48847.50	443754	39375	552628.29
				Wtotal =	11523330.23

T	c	I
1.46	0.29	1.00
R	Wt (Kg)	V (Kg)
8.50	11523330.23	389453.29

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
22	82.5	212825.01	17558063.60	51782.62
21	78.75	516276.17	40656748.76	29725.51
20	75	527722.44	39579182.92	28937.67
19	71.25	527722.44	37600223.78	27490.79
18	67.5	527722.44	35621264.63	26043.90
17	63.75	527722.44	33642305.48	24597.02
16	60	527722.44	31663346.34	23150.14
15	56.25	535709.05	30133634.13	22031.71
14	52.5	535709.05	28124725.19	20562.93
13	48.75	535709.05	26115816.24	19094.15
12	45	535709.05	24106907.30	17625.37
11	41.25	535709.05	22097998.36	16156.59
10	37.5	542786.03	20354475.97	14881.84
9	33.75	542786.03	18319028.38	13393.66
8	30	542786.03	16283580.78	11905.47
7	26.25	542786.03	14248133.18	10417.29
6	22.5	542786.03	12212685.58	8929.10
5	18.75	552628.29	10361780.48	7575.85
4	15	552628.29	8289424.38	6060.68
3	11.25	552628.29	6217068.29	4545.51
2	7.5	552628.29	4144712.19	3030.34
1	3.75	552628.29	2072356.10	1515.17
			479403462.07	389453.29

LAMPIRAN A – 3

Perhitungan Beban Statik Ekivalen Struktur Baja 6 Lantai Tipe B

BSF

Lantai	Balok					Brace	Kolom			
	B1	B2	B3	B4	B. anak		K1	K2	K3	K4
6	W16X26	W12X26	W16X26	W12X26	W12X19	W12X65	W14X90	W14X99	W14X90	W14X132
5	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X26	W12X65	W14X90	W14X99	W14X90	W14X132
4	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X26	W12X65	W14X90	W14X99	W14X90	W14X132
3	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X26	W12X79	W14X99	W14X109	W14X109	W14X145
2	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X26	W12X79	W14X99	W14X109	W14X109	W14X145
1	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X26	W12X79	W14X99	W14X109	W14X109	W14X145

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	W Bracing (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wi (Kg)
6	14888.17	19064.47	3065.94	235935	22050	295003.59
5	20742.00	19064.47	3065.94	614187	55125	712184.42
4	20742.00	19064.47	3065.94	614187	55125	712184.42
3	20742.00	21619.04	3724.08	614187	55125	715397.11
2	20742.00	21619.04	3724.08	614187	55125	715397.11
1	20742.00	21619.04	3724.08	614187	55125	715397.11
					Wtotal =	3865563.75

T	c	I	R	Wt (Kg)	V (Kg)
0.506	0.830	1	6.5	3865563.75	493418.928

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
6	22.5	295003.59	6637580.851	70025.47
5	16.75	712184.42	13353457.78	140876.95
4	15	712184.42	10682766.23	112701.56
3	11.25	715397.11	8048217.49	84907.47
2	7.5	715397.11	5365478.327	56604.98
1	3.75	715397.11	2682739.163	28302.49
			46770239.84	493418.93

USF

Lantai	Balok					Kolom			
	B1	B2	B3	B4	B. anak	K1	K2	K3	K4
6	W16X26	W12X26	W18X35	W12X26	W12X19	W14X120	W14X145	W14X159	W14X193
5	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X120	W14X145	W14X159	W14X193
4	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X120	W14X145	W14X159	W14X193
3	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X145	W14X159	W14X176	W14X211
2	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X145	W14X159	W14X176	W14X211
1	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X145	W14X159	W14X176	W14X211

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wi (Kg)
6	16556.45	24700.18	235935	22050	299241.63
5	23416.33	24700.18	614187	55125	717428.51
4	23416.33	24700.18	614187	55125	717428.51
3	23416.33	27636.79	614187	55125	720365.12
2	23416.33	27636.79	614187	55125	720365.12
1	23416.33	27636.79	614187	55125	720365.12
				Wtotal =	3895194.01

T	c	I	R	Wt (Kg)	V (Kg)
0.584	0.719	1	8.5	3895194	329467.7

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
6	37.5	299241.63	11221561.08	71590.38
5	18.75	717428.51	13451784.55	85818.58
4	15	717428.51	10761427.64	68654.86
3	11.25	720365.12	8104107.60	51701.91
2	7.5	720365.12	5402738.40	34467.94
1	3.75	720365.12	2701369.20	17233.97
			51642988.47	329467.65

Perhitungan Beban Statik Ekivalen Struktur Baja 10 Lantai Tipe B

USF

Lantai	Balok					Kolom			
	B1	B2	B3	B4	B. anak	K1	K2	K3	K4
10	W16X26	W12X26	W18X35	W12X26	W12X19	W14X120	W14X132	W14X145	W14X176
9	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X120	W14X132	W14X145	W14X176
8	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X120	W14X132	W14X145	W14X176
7	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X120	W14X132	W14X145	W14X176
6	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X120	W14X132	W14X145	W14X176
5	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26	W14X159	W14X159	W14X193	W14X211
4	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26	W14X159	W14X159	W14X193	W14X211
3	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26	W14X159	W14X159	W14X193	W14X211
2	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26	W14X159	W14X159	W14X193	W14X211
1	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26	W14X159	W14X159	W14X193	W14X211

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wi (Kg)
10	16556.45	27107.18	235935	22050	301648.63
9	23416.33	27107.18	614187	55125	719835.51
8	23416.33	27107.18	614187	55125	719835.51
7	23416.33	27107.18	614187	55125	719835.51
6	23416.33	27107.18	614187	55125	719835.51
5	24923.30	34096.22	614187	55125	728331.52
4	24923.30	34096.22	614187	55125	728331.52
3	24923.30	34096.22	614187	55125	728331.52
2	24923.30	34096.22	614187	55125	728331.52
1	24923.30	34096.22	614187	55125	728331.52
				Wtotal =	6822648.27

T	c	I	R	Wt (Kg)	V (Kg)
0.93	0.454	1	8.5	6822648.3	364317.01

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
10	37.5	301648.63	11311823.60	30924.73
9	33.75	719835.51	24294448.47	66417.16
8	30	719835.51	21595065.30	59037.47
7	26.25	719835.51	18895682.14	51657.79
6	22.5	719835.51	16196298.98	44278.10
5	18.75	728331.52	13656215.99	37333.92
4	15	728331.52	10924972.80	29867.14
3	11.25	728331.52	8193729.60	22400.35
2	7.5	728331.52	5462486.40	14933.57
1	3.75	728331.52	2731243.20	7466.78
			133261966.5	364317.01

LAMPIRAN A – 3

Perhitungan Beban Statik Ekivalen Struktur Baja 10 Lantai Tipe B

BSF

Lantai	Balok					Brace	Kolom			
	B1	B2	B3	B4	B. anak		K1	K2	K3	K4
10	W16X26	W12X26	W16X26	W12X26	W12X19	W12X35	W14X90	W14X109	W14X109	W14X132
9	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X26	W12X65	W14X90	W14X109	W14X109	W14X132
8	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X26	W12X65	W14X90	W14X109	W14X109	W14X132
7	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X26	W12X65	W14X90	W14X109	W14X109	W14X132
6	W18X35	W12X30	W21X44	W12X30	W12X26	W12X79	W14X90	W14X109	W14X109	W14X132
5	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X26	W12X79	W14X109	W14X132	W14X132	W14X159
4	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X26	W12X79	W14X109	W14X132	W14X132	W14X159
3	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X26	W12X87	W14X109	W14X132	W14X132	W14X159
2	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X26	W12X87	W14X109	W14X132	W14X132	W14X159
1	W18X40	W12X30	W21X48	W12X30	W12X26	W12X87	W14X109	W14X132	W14X132	W14X159

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	W Bracing (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wi (Kg)
10	14888.17	20535.05	1653.36	235935	22050	295061.59
9	20742.00	20535.05	3065.94	614187	55125	713654.99
8	20742.00	20535.05	3065.94	614187	55125	713654.99
7	20742.00	20535.05	3065.94	614187	55125	713654.99
6	20742.00	20535.05	3724.08	614187	55125	714313.13
5	21760.79	24810.35	3724.08	614187	55125	719607.22
4	21760.79	24810.35	3724.08	614187	55125	719607.22
3	21760.79	24810.35	4109.33	614187	55125	719992.47
2	21760.79	24810.35	4109.33	614187	55125	719992.47
1	21760.79	24810.35	4109.33	614187	55125	719992.47
					Wtotal =	6749531.54

T	c	I	R	Wt (Kg)	V (Kg)
0.743	0.566	1	6.5	6749531.54	587340.616

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
10	37.5	295061.59	11064809.66	49288.55
9	33.75	713654.99	24085856.06	107291.21
8	30	713654.99	21409649.83	95369.97
7	26.25	713654.99	18733443.6	83448.72
6	22.5	714313.13	16072045.36	71593.44
5	18.75	719607.22	13492635.33	60103.37
4	15	719607.22	10794108.26	48082.70
3	11.25	719992.47	8099915.268	36081.33
2	7.5	719992.47	5399943.512	24054.22
1	3.75	719992.47	2699971.756	12027.11
			131852378.6	587340.62

LAMPIRAN A – 3

Perhitungan Beban Statik Ekivalen Struktur Baja 14 Lantai Tipe B

BSF

Lantai	Balok					Brace	Kolom			
	B1	B2	B3	B4	B. anak		K1	K2	K3	K4
14	W16X26	W12X26	W16X26	W12X30	W12X19	W12X40	W14X90	W14X90	W14X109	W14X120
13	W18X35	W12X30	W21X44	W12X35	W12X26	W12X40	W14X90	W14X90	W14X109	W14X120
12	W18X35	W12X30	W21X44	W12X35	W12X26	W12X53	W14X90	W14X90	W14X109	W14X120
11	W18X35	W12X30	W21X44	W12X35	W12X26	W12X53	W14X90	W14X90	W14X109	W14X120
10	W18X40	W12X30	W21X48	W12X35	W12X26	W12X53	W14X120	W14X145	W14X145	W14X176
9	W18X40	W12X30	W21X48	W12X35	W12X26	W12X65	W14X120	W14X145	W14X145	W14X176
8	W18X40	W12X30	W21X48	W12X35	W12X26	W12X65	W14X120	W14X145	W14X145	W14X176
7	W18X40	W12X30	W21X48	W12X35	W12X26	W12X65	W14X120	W14X145	W14X145	W14X176
6	W18X40	W12X30	W21X48	W12X35	W12X26	W12X79	W14X120	W14X145	W14X145	W14X176
5	W21X44	W12X30	W21X50	W12X35	W12X26	W12X79	W14X145	W14X176	W14X159	W14X193
4	W21X44	W12X30	W21X50	W12X35	W12X26	W12X79	W14X145	W14X176	W14X159	W14X193
3	W21X44	W12X30	W21X50	W12X35	W12X26	W12X87	W14X145	W14X176	W14X159	W14X193
2	W21X44	W12X30	W21X50	W12X35	W12X26	W12X87	W14X145	W14X176	W14X159	W14X193
1	W21X44	W12X30	W21X50	W12X35	W12X26	W12X87	W14X145	W14X176	W14X159	W14X193

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	W Bracing (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wi (Kg)
14	15291.45	19519.29	1878.09	235935	22050	294673.83
13	21276.15	19519.29	1878.09	614187	55125	711985.54
12	21276.15	19519.29	2504.12	614187	55125	712611.57
11	21276.15	19519.29	2504.12	614187	55125	712611.57
10	22294.95	29108.38	2504.12	614187	55125	723219.45
9	22294.95	29108.38	3065.94	614187	55125	723781.28
8	22294.95	29108.38	3065.94	614187	55125	723781.28
7	22294.95	29108.38	3065.94	614187	55125	723781.28
6	22294.95	29108.38	3724.08	614187	55125	724439.41
5	22931.69	32185.98	3724.08	614187	55125	728153.75
4	22931.69	32185.98	3724.08	614187	55125	728153.75
3	22931.69	32185.98	4109.33	614187	55125	728539.00
2	22931.69	32185.98	4109.33	614187	55125	728539.00
1	22931.69	32185.98	4109.33	614187	55125	728539.00
					Wtotal =	9692809.72

T	c	I	R	Wt (Kg)	V (Kg)
1.038	0.405	1	6.5	9692809.72	603633.65

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
14	52.5	294673.83	15470376.31	35756.08
13	48.75	711985.54	34709294.97	80222.25
12	45	712611.57	32067520.63	74116.42
11	41.25	712611.57	29396227.25	67940.05
10	37.5	723219.45	27120729.55	62683.09
9	33.75	723781.28	24427618.09	56458.61
8	30	723781.28	21713438.30	50185.43
7	26.25	723781.28	18999258.51	43912.25
6	22.5	724439.41	16299886.72	37673.30
5	18.75	728153.75	13652682.87	31555.38
4	15	728153.75	10922306.29	25244.30
3	11.25	728539.00	8196063.79	18943.24
2	7.5	728539.00	5464042.53	12628.83
1	3.75	728539.00	2732021.26	6314.41
			261170667.07	603633.65

LAMPIRAN A – 3

Perhitungan Beban Statik Ekivalen Struktur Baja 18 Lantai Tipe B

BSF

Lantai	Balok					Brace	Kolom			
	B1	B2	B3	B4	B. anak		K1	K2	K3	K4
18	W16X26	W12X26	W16X26	W12X30	W12X19	W12X45	W14X90	W14X99	W14X120	W14X132
17	W18X35	W12X30	W21X44	W16X36	W12X26	W12X45	W14X90	W14X99	W14X120	W14X132
16	W18X35	W12X30	W21X44	W16X36	W12X26	W12X45	W14X90	W14X99	W14X120	W14X132
15	W18X35	W12X30	W21X44	W16X36	W12X26	W12X58	W14X120	W14X132	W14X145	W14X159
14	W18X35	W12X30	W21X44	W16X36	W12X26	W12X58	W14X120	W14X132	W14X145	W14X159
13	W18X35	W12X30	W21X44	W16X36	W12X26	W12X58	W14X120	W14X132	W14X145	W14X159
12	W18X35	W12X30	W21X44	W16X36	W12X26	W12X65	W14X120	W14X132	W14X145	W14X159
11	W18X35	W12X30	W21X44	W16X36	W12X26	W12X65	W14X120	W14X132	W14X145	W14X159
10	W18X40	W12X30	W21X48	W16X36	W12X26	W12X65	W14X159	W14X176	W14X193	W14X211
9	W18X40	W12X30	W21X48	W16X36	W12X26	W12X79	W14X159	W14X176	W14X193	W14X211
8	W18X40	W12X30	W21X48	W16X36	W12X26	W12X79	W14X159	W14X176	W14X193	W14X211
7	W18X40	W12X30	W21X48	W16X36	W12X26	W12X79	W14X159	W14X176	W14X193	W14X211
6	W18X40	W12X30	W21X48	W16X36	W12X26	W12X87	W14X159	W14X176	W14X193	W14X211
5	W21X44	W12X30	W21X50	W16X36	W12X26	W12X87	W14X176	W14X211	W14X211	W14X233
4	W21X44	W12X30	W21X50	W16X36	W12X26	W12X87	W14X176	W14X211	W14X211	W14X233
3	W21X44	W12X30	W21X50	W16X36	W12X26	W12X96	W14X176	W14X211	W14X211	W14X233
2	W21X44	W12X30	W21X50	W16X36	W12X26	W12X96	W14X176	W14X211	W14X211	W14X233
1	W21X44	W12X30	W21X50	W16X36	W12X26	W12X96	W14X176	W14X211	W14X211	W14X233

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	W Bracing (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wi (Kg)
18	15291.45	21065.68	2102.82	235935	22050	296444.95
17	21382.28	21065.68	2102.82	614187	55125	713862.78
16	21382.28	21065.68	2102.82	614187	55125	713862.78
15	21382.28	25947.39	2728.85	614187	55125	719370.52
14	21382.28	25947.39	2728.85	614187	55125	719370.52
13	21382.28	25947.39	2728.85	614187	55125	719370.52
12	21382.28	25947.39	3065.94	614187	55125	719707.62
11	21382.28	25947.39	3065.94	614187	55125	719707.62
10	22401.08	34482.82	3065.94	614187	55125	729261.84
9	22401.08	34482.82	3724.08	614187	55125	729919.97
8	22401.08	34482.82	3724.08	614187	55125	729919.97
7	22401.08	34482.82	3724.08	614187	55125	729919.97
6	22401.08	34482.82	4109.33	614187	55125	730305.22
5	23037.82	38303.29	4109.33	614187	55125	734762.44
4	23037.82	38303.29	4109.33	614187	55125	734762.44
3	23037.82	38303.29	4526.68	614187	55125	735179.79
2	23037.82	38303.29	4526.68	614187	55125	735179.79
1	23037.82	38303.29	4526.68	614187	55125	735179.79
					Wtotal =	12646088.53

T	c	I	R	Wt (Kg)	V (Kg)
1.154	0.364	1	6.5	12646088.53	708138.56

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
18	67.5	296444.95	20010034.01	100162.01
17	63.75	713862.78	45508752.03	66746.42
16	60	713862.78	42831766.62	62820.16
15	56.25	719370.52	40464591.83	59348.29
14	52.5	719370.52	37766952.37	55391.74
13	48.75	719370.52	35069312.92	51435.18
12	45	719707.62	32386842.70	47500.88
11	41.25	719707.62	29687939.15	43542.47
10	37.5	729261.84	27347319.03	40109.55
9	33.75	729919.97	24634799.11	36131.17
8	30	729919.97	21897599.21	32116.60
7	26.25	729919.97	19160399.31	28102.02
6	22.5	730305.22	16431867.55	24100.16
5	18.75	734762.44	13776795.72	20206.04
4	15	734762.44	11021436.57	16164.83
3	11.25	735179.79	8270772.64	12130.51
2	7.5	735179.79	5513848.43	8087.01
1	3.75	735179.79	2756924.21	4043.50
			434537953.4	708138.56

Perhitungan Beban Statik Ekivalen Struktur Baja 18 Lantai Tipe B

USF

Lantai	Balok					Kolom			
	B1	B2	B3	B4	B. anak	K1	K2	K3	K4
18	W16X26	W12X26	W18X35	W12X26	W12X19	W14X109	W14X132	W14X145	W14X159
17	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X109	W14X132	W14X145	W14X159
16	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X109	W14X132	W14X145	W14X159
15	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X159	W14X176	W14X176	W14X193
14	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X159	W14X176	W14X176	W14X193
13	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X159	W14X176	W14X176	W14X193
12	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X159	W14X176	W14X176	W14X193
11	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X159	W14X176	W14X176	W14X193
10	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26	W14X211	W14X211	W14X233	W14X233
9	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26	W14X211	W14X211	W14X233	W14X233
8	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26	W14X211	W14X211	W14X233	W14X233
7	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26	W14X211	W14X211	W14X233	W14X233
6	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26	W14X211	W14X211	W14X233	W14X233
5	W21X50	W12X30	W24X68	W12X30	W12X26	W14X257	W14X257	W14X283	W14X311
4	W21X50	W12X30	W24X68	W12X30	W12X26	W14X257	W14X257	W14X283	W14X311
3	W21X50	W12X30	W24X68	W12X30	W12X26	W14X257	W14X257	W14X283	W14X311
2	W21X50	W12X30	W24X68	W12X30	W12X26	W14X257	W14X257	W14X283	W14X311
1	W21X50	W12X30	W24X68	W12X30	W12X26	W14X257	W14X257	W14X283	W14X311

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wi (Kg)
18	16556.45	25697.24	235935	22050	300238.69
17	23416.33	25697.24	614187	55125	718425.57
16	23416.33	25697.24	614187	55125	718425.57
15	23416.33	32163.25	614187	55125	724891.58
14	23416.33	32163.25	614187	55125	724891.58
13	23416.33	32163.25	614187	55125	724891.58
12	23416.33	32163.25	614187	55125	724891.58
11	23416.33	32163.25	614187	55125	724891.58
10	24923.30	40554.64	614187	55125	734789.94
9	24923.30	40554.64	614187	55125	734789.94
8	24923.30	40554.64	614187	55125	734789.94
7	24923.30	40554.64	614187	55125	734789.94
6	24923.30	40554.64	614187	55125	734789.94
5	26196.79	51189.82	614187	55125	746698.60
4	26196.79	51189.82	614187	55125	746698.60
3	26196.79	51189.82	614187	55125	746698.60
2	26196.79	51189.82	614187	55125	746698.60
1	26196.79	51189.82	614187	55125	746698.60
				Wtotal =	12768990.44

T	c	I	R	Wt (Kg)	V (Kg)
1.40	0.300	1	8.5	12768990.4	450136.333

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
18	67.5	300238.69	20266111.62	63754.93
17	63.75	718425.57	45799630.17	42353.69
16	60	718425.57	43105534.28	39862.30
15	56.25	724891.58	40775151.15	37707.25
14	52.5	724891.58	38056807.74	35193.43
13	48.75	724891.58	35338464.33	32679.62
12	45	724891.58	32620120.92	30165.80
11	41.25	724891.58	29901777.51	27651.98
10	37.5	734789.94	27554622.80	25481.43
9	33.75	734789.94	24799160.52	22933.29
8	30	734789.94	22043698.24	20385.14
7	26.25	734789.94	19288235.96	17837.00
6	22.5	734789.94	16532773.68	15288.86
5	18.75	746698.60	14000598.84	12947.20
4	15	746698.60	11200479.07	10357.76
3	11.25	746698.60	8400359.30	7768.32
2	7.5	746698.60	5600239.53	5178.88
1	3.75	746698.60	2800119.77	2589.44
			438083885.45	450136.333

LAMPIRAN A – 3

Perhitungan Beban Statik Ekivalen Struktur Baja BSF 22 Lantai Tipe B

Lantai	Balok					Brace	Kolom			
	B1	B2	B3	B4	B. anak		K1	K2	K3	K4
22	W16X26	W12X26	W16X31	W12X40	W12X19	W12X30	W14X90	W14X99	W14X120	W14X159
21	W18X35	W12X30	W21X44	W16X50	W12X26	W12X50	W14X90	W14X99	W14X120	W14X159
20	W18X35	W12X30	W21X44	W16X50	W12X26	W12X50	W14X120	W14X132	W14X145	W14X176
19	W18X35	W12X30	W21X44	W16X50	W12X26	W12X50	W14X120	W14X132	W14X145	W14X176
18	W18X35	W12X30	W21X44	W16X50	W12X26	W12X58	W14X120	W14X132	W14X145	W14X176
17	W18X35	W12X30	W21X44	W16X50	W12X26	W12X58	W14X120	W14X132	W14X145	W14X176
16	W18X35	W12X30	W21X44	W16X50	W12X26	W12X58	W14X120	W14X132	W14X145	W14X176
15	W18X40	W12X30	W21X48	W16X50	W12X26	W12X65	W14X159	W14X176	W14X176	W14X211
14	W18X40	W12X30	W21X48	W16X50	W12X26	W12X65	W14X159	W14X176	W14X176	W14X211
13	W18X40	W12X30	W21X48	W16X50	W12X26	W12X65	W14X159	W14X176	W14X176	W14X211
12	W18X40	W12X30	W21X48	W16X50	W12X26	W12X72	W14X159	W14X176	W14X176	W14X211
11	W18X40	W12X30	W21X48	W16X50	W12X26	W12X72	W14X159	W14X176	W14X176	W14X211
10	W21X44	W12X30	W21X50	W16X50	W12X26	W12X72	W14X211	W14X233	W14X233	W14X257
9	W21X44	W12X30	W21X50	W16X50	W12X26	W12X87	W14X211	W14X233	W14X233	W14X257
8	W21X44	W12X30	W21X50	W16X50	W12X26	W12X87	W14X211	W14X233	W14X233	W14X257
7	W21X44	W12X30	W21X50	W16X50	W12X26	W12X87	W14X211	W14X233	W14X233	W14X257
6	W21X44	W12X30	W21X50	W16X50	W12X26	W12X96	W14X211	W14X233	W14X233	W14X257
5	W21X48	W12X30	W21X55	W16X50	W12X26	W12X96	W14X233	W14X257	W14X257	W14X283
4	W21X48	W12X30	W21X55	W16X50	W12X26	W12X96	W14X233	W14X257	W14X257	W14X283
3	W21X48	W12X30	W21X55	W16X50	W12X26	W12X106	W14X233	W14X257	W14X257	W14X283
2	W21X48	W12X30	W21X55	W16X50	W12X26	W12X106	W14X233	W14X257	W14X257	W14X283
1	W21X48	W12X30	W21X55	W16X50	W12X26	W12X106	W14X233	W14X257	W14X257	W14X283

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	W Bracing (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wt (Kg)
22	17244.13	22862.21	1410.98	235935	22050	299502.32
21	22832.64	22862.21	2343.60	614187	55125	717350.45
20	22832.64	27107.18	2343.60	614187	55125	721595.42
19	22832.64	27107.18	2343.60	614187	55125	721595.42
18	22832.64	27107.18	2728.85	614187	55125	721980.67
17	22832.64	27107.18	2728.85	614187	55125	721980.67
16	22832.64	27107.18	2728.85	614187	55125	721980.67
15	23851.44	33345.77	3065.94	614187	55125	729575.16
14	23851.44	33345.77	3065.94	614187	55125	729575.16
13	23851.44	33345.77	3065.94	614187	55125	729575.16
12	23851.44	33345.77	3386.99	614187	55125	729896.20
11	23851.44	33345.77	3386.99	614187	55125	729896.20
10	24488.18	42661.97	3386.99	614187	55125	739849.14
9	24488.18	42661.97	4109.33	614187	55125	740571.48
8	24488.18	42661.97	4109.33	614187	55125	740571.48
7	24488.18	42661.97	4109.33	614187	55125	740571.48
6	24488.18	42661.97	4526.68	614187	55125	740988.83
5	25676.77	47058.55	4526.68	614187	55125	746574.00
4	25676.77	47058.55	4526.68	614187	55125	746574.00
3	25676.77	47058.55	5008.24	614187	55125	747055.57
2	25676.77	47058.55	5008.24	614187	55125	747055.57
1	25676.77	47058.55	5008.24	614187	55125	747055.57
					Wtotal =	15711370.60

T	c	I
1.366	0.307	1
R	Wt (Kg)	V (Kg)
6.5	15711370.60	743070.43

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
22	82.5	299502.32	24708941.23	99506.42
21	78.75	717350.45	56491348.05	57612.62
20	75	721595.42	54119656.77	55193.86
19	71.25	721595.42	51413673.93	52434.16
18	67.5	721980.67	48733695.36	49700.99
17	63.75	721980.67	46026267.84	46939.83
16	60	721980.67	43318840.32	44178.66
15	56.25	729575.16	41038602.57	41853.16
14	52.5	729575.16	38302695.73	39062.95
13	48.75	729575.16	35566788.89	36272.74
12	45	729896.20	32845328.91	33497.26
11	41.25	729896.20	30108218.17	30705.82
10	37.5	739849.14	27744342.59	28295.03
9	33.75	740571.48	24994287.40	25490.39
8	30	740571.48	22217144.35	22658.12
7	26.25	740571.48	19440001.31	19825.86
6	22.5	740988.83	16672248.68	17003.17
5	18.75	746574.00	13998262.56	14276.11
4	15	746574.00	11198610.05	11420.89
3	11.25	747055.57	8404375.11	8571.19
2	7.5	747055.57	5602916.74	5714.13
1	3.75	747055.57	2801458.37	2857.06
			655747705	743070.43

LAMPIRAN A – 3

Perhitungan Beban Statik Ekivalen Struktur Baja USF 22 Lantai Tipe B

Lantai	Balok					Kolom			
	B1	B2	B3	B4	B. anak	K1	K2	K3	K4
22	W16X26	W12X26	W18X35	W12X26	W12X19	W14X132	W14X145	W14X145	W14X176
21	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X132	W14X145	W14X145	W14X176
20	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X159	W14X176	W14X176	W14X211
19	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X159	W14X176	W14X176	W14X211
18	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X159	W14X176	W14X176	W14X211
17	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X159	W14X176	W14X176	W14X211
16	W21X44	W12X30	W24X55	W12X30	W12X26	W14X159	W14X176	W14X176	W14X211
15	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26	W14X211	W14X233	W14X233	W14X257
14	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26	W14X211	W14X233	W14X233	W14X257
13	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26	W14X211	W14X233	W14X233	W14X257
12	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26	W14X211	W14X233	W14X233	W14X257
11	W21X48	W12X30	W24X62	W12X30	W12X26	W14X257	W14X283	W14X283	W14X311
10	W21X55	W12X30	W24X68	W12X30	W12X26	W14X257	W14X283	W14X283	W14X311
9	W21X55	W12X30	W24X68	W12X30	W12X26	W14X257	W14X283	W14X283	W14X311
8	W21X55	W12X30	W24X68	W12X30	W12X26	W14X257	W14X283	W14X283	W14X311
7	W21X55	W12X30	W24X68	W12X30	W12X26	W14X257	W14X283	W14X283	W14X311
6	W21X55	W12X30	W24X68	W12X30	W12X26	W14X311	W14X311	W14X342	W14X370
5	W21X57	W12X30	W24X76	W12X30	W12X26	W14X311	W14X311	W14X342	W14X370
4	W21X57	W12X30	W24X76	W12X30	W12X26	W14X311	W14X311	W14X342	W14X370
3	W21X57	W12X30	W24X76	W12X30	W12X26	W14X311	W14X311	W14X342	W14X370
2	W21X57	W12X30	W24X76	W12X30	W12X26	W14X311	W14X311	W14X342	W14X370
1	W21X57	W12X30	W24X76	W12X30	W12X26	W14X311	W14X311	W14X342	W14X370

Lantai	W Balok (Kg)	W Kolom (Kg)	WD (Kg)	WL (Kg)	Wi (Kg)
22	16556.45	27668.12	235935	22050	302209.57
21	23416.33	27668.12	614187	55125	720396.45
20	23416.33	33345.77	614187	55125	726074.10
19	23416.33	33345.77	614187	55125	726074.10
18	23416.33	33345.77	614187	55125	726074.10
17	23416.33	33345.77	614187	55125	726074.10
16	23416.33	33345.77	614187	55125	726074.10
15	24923.30	42661.97	614187	55125	736897.27
14	24923.30	42661.97	614187	55125	736897.27
13	24923.30	42661.97	614187	55125	736897.27
12	24923.30	42661.97	614187	55125	736897.27
11	24923.30	42661.97	614187	55125	736897.27
10	26515.16	51773.50	614187	55125	747600.66
9	26515.16	51773.50	614187	55125	747600.66
8	26515.16	51773.50	614187	55125	747600.66
7	26515.16	51773.50	614187	55125	747600.66
6	26515.16	51773.50	614187	55125	747600.66
5	28085.79	61612.74	614187	55125	759010.53
4	28085.79	61612.74	614187	55125	759010.53
3	28085.79	61612.74	614187	55125	759010.53
2	28085.79	61612.74	614187	55125	759010.53
1	28085.79	61612.74	614187	55125	759010.53
				Wtotal =	15870518.84

T	c	I
1.55	0.272	1
R	Wt (Kg)	V (Kg)
8.5	15870518.84	507389.79

Lantai	hi (m)	wi (Kg)	hi.wi	Fx,y (Kg)
22	82.5	302209.57	24932289.67	67959.07
21	78.75	720396.45	56731220.62	39182.79
20	75	726074.10	54455557.75	37611.05
19	71.25	726074.10	51732779.86	35730.50
18	67.5	726074.10	49010001.97	33849.95
17	63.75	726074.10	46287224.09	31969.39
16	60	726074.10	43564446.20	30088.84
15	56.25	736897.27	41450471.34	28628.77
14	52.5	736897.27	38687106.58	26720.19
13	48.75	736897.27	35923741.83	24811.60
12	45	736897.27	33160377.07	22903.02
11	41.25	736897.27	30397012.32	20994.43
10	37.5	747600.66	28035024.79	19363.07
9	33.75	747600.66	25231522.31	17426.76
8	30	747600.66	22428019.83	15490.46
7	26.25	747600.66	19624517.35	13554.15
6	22.5	747600.66	16821014.87	11617.84
5	18.75	759010.53	14231447.45	9829.29
4	15	759010.53	11385157.96	7863.44
3	11.25	759010.53	8538868.47	5897.58
2	7.5	759010.53	5692578.98	3931.72
1	3.75	759010.53	2846289.49	1965.86
			661166670.81	507389.79

Kontrol Rayleigh Struktur BSF 6 Lantai Tipe A

Tingkat	Fy	Gaya Geser (V)	Kekakuan Tingkat (K)	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	Kg	Kg/cm	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
6	49962.60	49962.60	1.24E+06	0.0402	1.0636	210310.23	237924.18	53141.54
5	101589.68	151552.28	1.24E+06	0.1220	1.0234	513152.24	537447.21	103966.73
4	81271.74	232824.02	1.24E+06	0.1875	0.9014	513152.24	416924.24	73256.31
3	61264.88	294088.90	1.38E+06	0.2133	0.7139	515771.03	262875.11	43737.89
2	40843.25	334932.15	1.38E+06	0.2429	0.5006	515771.03	129266.65	20447.26
1	20421.63	355353.77	1.38E+06	0.2577	0.2577	515771.03	34257.08	5263.04
						Σ	1618694.48	299812.77

Tr	0.47
T	0.51
rasio	1.08
Cek	OK

Kontrol Rayleigh Struktur BSF 10 Lantai Tipe A

Tingkat	Fy	Gaya Geser (V)	Kekakuan Tingkat (K)	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	Kg	Kg/cm	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
10	35421.35	35421.35	1.20E+06	0.0294	1.7287	211632.36	633014.20	61231.62
9	77535.94	112957.30	1.33E+06	0.0849	1.6993	515214.08	1487671.62	131753.68
8	68920.84	181878.14	1.33E+06	0.1367	1.6144	515214.08	1342770.59	111264.75
7	60305.73	242183.87	1.33E+06	0.1820	1.4777	515214.08	1125056.48	89115.23
6	51766.44	293950.31	1.51E+06	0.1950	1.2958	515969.69	866296.81	67076.37
5	43577.01	337527.32	1.71E+06	0.1976	1.1008	521212.23	631555.01	47968.46
4	34861.61	372388.93	1.71E+06	0.2180	0.9031	521212.23	425138.82	31485.13
3	26167.87	398556.80	1.81E+06	0.2203	0.6851	521644.01	244844.24	17927.77
2	17445.24	416002.04	1.81E+06	0.2300	0.4648	521644.01	112682.96	8108.10
1	8722.62	424724.67	1.81E+06	0.2348	0.2348	521644.01	28758.32	2048.06
						Σ	6897789.05	567979.16

Tr	0.70
T	0.74
rasio	1.06
Cek	OK

Kontrol Rayleigh Struktur BSF 14 Lantai Tipe A

Tingkat	Fy	Gaya Geser (V)	Kekakuan Tingkat (K)	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	Kg	Kg/cm	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
14	27817.05	27817.05	1.23E+06	0.0227	2.3192	210928.18	1134490.70	64512.56
13	62643.95	90461.00	1.23E+06	0.0737	2.2965	511549.15	2697914.79	143863.16
12	57883.76	148344.76	1.35E+06	0.1099	2.2229	512067.28	2530171.05	128667.29
11	53060.11	201404.87	1.35E+06	0.1493	2.1129	512067.28	2286061.92	112111.11
10	48871.69	250276.57	1.61E+06	0.1554	1.9636	518810.73	2000456.22	95966.01
9	44022.96	294299.53	1.72E+06	0.1715	1.8082	519264.09	1697774.34	79602.20
8	39131.52	333431.05	1.72E+06	0.1943	1.6367	519264.09	1391026.41	64047.22
7	34240.08	367671.13	1.72E+06	0.2142	1.4424	519264.09	1080391.07	49389.10
6	29398.67	397069.79	1.92E+06	0.2065	1.2282	520149.23	784636.12	36107.53
5	24735.67	421805.47	2.14E+06	0.1975	1.0217	525176.48	548268.39	25273.63
4	19788.54	441594.00	2.14E+06	0.2067	0.8243	525176.48	356835.34	16311.54
3	14856.05	456450.05	2.26E+06	0.2022	0.6176	525694.61	200498.01	9174.69
2	9904.03	466354.08	2.26E+06	0.2066	0.4154	525694.61	90699.90	4113.85
1	4952.02	471306.09	2.26E+06	0.2088	0.2088	525694.61	22915.11	1033.89
						Σ	16822139.37	830173.78

Tr	0.91
T	0.96
rasio	1.06
Cek	OK

Kontrol Rayleigh Struktur BSF 18 Lantai Tipe A

Tingkat	Fy	Gaya Geser (V)	Kekakuan Tingkat (K)	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	Kg	Kg/cm	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
18	72484.08	72484.08	1.34E+06	0.0542	2.8885	212478.20	1772750.51	209367.49
17	48275.14	120759.22	1.34E+06	0.0904	2.8342	515320.21	4139458.22	136822.24
16	45435.42	166194.64	1.34E+06	0.1244	2.7438	515320.21	3879686.15	124667.80
15	43089.63	209284.27	1.71E+06	0.1224	2.6195	521295.61	3576939.91	112872.08
14	40216.99	249501.26	1.71E+06	0.1459	2.4971	521295.61	3250531.43	100425.66
13	37344.34	286845.60	1.71E+06	0.1677	2.3512	521295.61	2881801.71	87804.11
12	34500.25	321345.85	1.81E+06	0.1774	2.1835	521727.39	2487362.70	75330.36
11	31625.23	352971.09	1.81E+06	0.1949	2.0060	521727.39	2099549.68	63441.73
10	29160.08	382131.17	2.14E+06	0.1787	1.8112	529165.18	1735823.93	52813.61
9	26292.25	408423.42	2.37E+06	0.1726	1.6325	530136.67	1412793.36	42921.33
8	23370.89	431794.31	2.37E+06	0.1825	1.4598	530136.67	1129777.00	34117.55
7	20449.53	452243.84	2.37E+06	0.1912	1.2773	530136.67	864932.48	26120.44
6	17546.73	469790.56	2.50E+06	0.1881	1.0862	530697.98	626076.09	19058.38
5	14756.90	484547.47	2.71E+06	0.1791	0.8980	535584.25	431909.24	13251.88
4	11805.52	496352.99	2.71E+06	0.1834	0.7190	535584.25	276846.06	8487.71
3	8864.05	505217.84	2.86E+06	0.1768	0.5355	536231.91	153796.97	4747.54
2	5909.90	511127.74	2.86E+06	0.1789	0.3588	536231.91	69015.69	2120.20
1	2954.95	514082.69	2.86E+06	0.1799	0.1799	536231.91	17353.53	531.58
						Σ	30806405.48	1114901.69

Tr	1.06
T	1.15
rasio	1.09
Cek	OK

Kontrol Rayleigh Struktur BSF 22 Lantai Tipe A

Tingkat	Fy	Gaya Geser (V)	Kekakuan Tingkat (K)	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	Kg	Kg/cm	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
22	71779.45	71779.45	1.26E+06	0.0569	3.2050	213584.92	2193882.30	230049.61
21	41536.47	113315.92	1.38E+06	0.0821	3.1481	516351.13	5117280.91	130760.51
20	39865.75	153181.67	1.56E+06	0.0981	3.0660	520361.11	4891542.60	122227.93
19	37872.46	191054.13	1.56E+06	0.1223	2.9679	520361.11	4583668.63	112402.96
18	35931.28	226985.41	1.74E+06	0.1305	2.8456	521116.72	4219817.85	102247.33
17	33935.09	260920.50	1.74E+06	0.1500	2.7151	521116.72	3841569.92	92137.39
16	31938.91	292859.42	1.74E+06	0.1684	2.5651	521116.72	3428710.84	81925.30
15	30338.81	323198.23	2.20E+06	0.1471	2.3967	528010.01	3032857.04	72711.55
14	28316.22	351514.45	2.20E+06	0.1600	2.2496	528010.01	2672055.60	63699.61
13	26293.64	377808.08	2.20E+06	0.1719	2.0896	528010.01	2305574.25	54943.85
12	24320.67	402128.75	2.45E+06	0.1641	1.9177	529089.44	1945775.74	46639.87
11	22293.94	424422.69	2.45E+06	0.1732	1.7536	529089.44	1626965.78	39094.13
10	20534.71	444957.40	2.78E+06	0.1601	1.5803	536072.42	1338840.90	32451.99
9	18503.57	463460.97	2.93E+06	0.1582	1.4202	536720.08	1082592.89	26279.32
8	16447.62	479908.59	2.93E+06	0.1638	1.2621	536720.08	854906.35	20758.13
7	14391.66	494300.25	2.93E+06	0.1687	1.0983	536720.08	647435.48	15806.49
6	12356.06	506656.31	3.14E+06	0.1615	0.9296	537605.22	464605.11	11486.56
5	10373.75	517030.05	3.31E+06	0.1562	0.7681	541627.33	319585.85	7968.55
4	8299.00	525329.05	3.31E+06	0.1587	0.6119	541627.33	202809.57	5078.31
3	6235.66	531564.71	3.54E+06	0.1501	0.4532	542620.41	111441.50	2825.91
2	4157.11	535721.82	3.54E+06	0.1513	0.3031	542620.41	49850.77	1260.02
1	2078.55	537800.38	3.54E+06	0.1518	0.1518	542620.41	12511.00	315.62
						Σ	44944280.86	1273071.00

Tr	1.20
T	1.37
rasio	1.14
Cek	OK

Kontrol Rayleigh Struktur USF 6 Lantai Tipe A

Tingkat	Fy	Gaya Geser (V)	Kekakuan Tingkat (K)	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	Kg	Kg/cm	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
6	38710.50	38710.50	7.45E+05	0.0520	1.0318	214871.70	228754.86	39941.50
5	77815.97	116526.47	7.45E+05	0.1564	0.9798	518322.86	497623.42	76246.33
4	62252.77	178779.25	7.45E+05	0.2400	0.8234	518322.86	351403.56	51257.99
3	47800.39	226579.64	1.30E+06	0.1741	0.5834	530654.50	180588.16	27884.97
2	31866.93	258446.57	1.30E+06	0.1985	0.4093	530654.50	88902.25	13043.40
1	15933.46	274380.03	1.30E+06	0.2108	0.2108	530654.50	23574.69	3358.36
						Σ	1370846.94	211732.55

Tr	0.51
T	0.51
rasio	1.00
Cek	OK

Kontrol Rayleigh Struktur USF 10 Lantai Tipe A

Tingkat	Fy	Gaya Geser (V)	Kekakuan Tingkat (K)	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	Kg	Kg/cm	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
10	25996.00	25996.00	9.34E+05	0.0278	1.6357	218896.84	585686.92	42522.57
9	55830.23	81826.23	9.34E+05	0.0877	1.6079	522348.00	1350426.17	89768.76
8	49626.88	131453.11	9.34E+05	0.1408	1.5202	522348.00	1207205.03	75444.48
7	43423.52	174876.62	9.34E+05	0.1873	1.3794	522348.00	993923.13	59899.25
6	37297.29	212173.91	9.34E+05	0.2273	1.1921	523430.47	743834.71	44461.69
5	31678.38	243852.29	1.46E+06	0.1669	0.9648	533489.54	496598.09	30563.46
4	25342.70	269194.99	1.46E+06	0.1843	0.7979	533489.54	339630.69	20220.57
3	19038.79	288233.78	1.46E+06	0.1973	0.6136	534380.98	201209.12	11682.55
2	12692.52	300926.30	1.46E+06	0.2060	0.4163	534380.98	92619.74	5284.14
1	6346.26	307272.56	1.46E+06	0.2103	0.2103	534380.98	23640.68	1334.82
						Σ	6034776.27	381182.29

Tr	0.80
T	0.80
rasio	1.00
Cek	OK

Kontrol Rayleigh Struktur USF 14 Lantai Tipe A

Tingkat	Fy	Gaya Geser (V)	Kekakuan Tingkat (K)	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	Kg	Kg/cm	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
14	19802.70	19802.70	8.46E+05	0.0234	2.2438	217100.31	1093060.86	44434.09
13	43902.17	63704.87	8.46E+05	0.0753	2.2204	518330.44	2555560.29	97482.28
12	40525.08	104229.95	8.46E+05	0.1231	2.1452	518330.44	2385242.62	86933.42
11	37147.99	141377.93	8.46E+05	0.1670	2.0220	518330.44	2119244.53	75114.28
10	34213.42	175591.35	1.18E+06	0.1484	1.8550	525122.39	1806939.27	63465.54
9	30855.55	206446.90	1.18E+06	0.1744	1.7066	526204.86	1532620.71	52659.07
8	27427.15	233874.05	1.18E+06	0.1976	1.5322	526204.86	1235345.33	42024.01
7	23998.76	257872.81	1.18E+06	0.2179	1.3346	526204.86	937258.87	32028.84
6	20570.37	278443.18	1.18E+06	0.2353	1.1167	526204.86	656218.38	22971.47
5	17500.28	295943.46	1.80E+06	0.1646	0.8815	537203.69	417400.74	15425.96
4	14031.76	309975.22	1.80E+06	0.1724	0.7169	538413.70	276700.51	10059.10
3	10523.82	320499.03	1.80E+06	0.1782	0.5445	538413.70	159622.48	5730.10
2	7015.88	327514.91	1.80E+06	0.1821	0.3662	538413.70	72219.99	2569.52
1	3507.94	331022.85	1.80E+06	0.1841	0.1841	538413.70	18247.86	645.80
						Σ	15265682.43	551543.48

Tr	1.06
T	1.06
rasio	1.00
Cek	OK

Kontrol Rayleigh Struktur USF 18 Lantai Tipe A

Tingkat	Fy	Gaya Geser (V)	Kekakuan Tingkat (K)	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	Kg	Kg/cm	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
18	52428.53	52428.53	8.22E+05	0.0638	2.8951	216554.52	1815135.93	151788.43
17	34689.55	87118.08	8.22E+05	0.1060	2.8314	520005.69	4168729.74	98219.22
16	32648.99	119767.07	8.22E+05	0.1457	2.7254	520005.69	3862534.58	88981.94
15	31126.01	150893.08	1.26E+06	0.1195	2.5797	528798.84	3519169.21	80296.80
14	29050.94	179944.01	1.26E+06	0.1425	2.4602	528798.84	3200604.63	71471.18
13	26975.87	206919.89	1.26E+06	0.1639	2.3177	528798.84	2840462.45	62520.83
12	24951.78	231871.66	1.26E+06	0.1837	2.1537	529881.31	2457914.53	53739.74
11	22872.46	254744.13	1.26E+06	0.2018	1.9701	529881.31	2056551.38	45060.23
10	21050.15	275794.28	1.62E+06	0.1702	1.7683	536430.70	1677293.77	37222.28
9	18945.14	294739.42	1.62E+06	0.1819	1.5980	536430.70	1369874.82	30274.81
8	16878.10	311617.52	1.62E+06	0.1924	1.4161	537640.51	1078135.46	23900.90
7	14768.34	326385.86	1.62E+06	0.2015	1.2237	537640.51	805131.52	18072.54
6	12658.58	339044.43	1.62E+06	0.2093	1.0223	537640.51	561847.81	12940.42
5	10745.73	349790.17	2.23E+06	0.1568	0.8130	547676.84	361979.95	8736.07
4	8613.58	358403.74	2.23E+06	0.1607	0.6562	548759.30	236277.80	5652.02
3	6460.18	364863.93	2.23E+06	0.1636	0.4955	548759.30	134737.41	3201.09
2	4306.79	369170.71	2.23E+06	0.1655	0.3319	548759.30	60468.02	1429.64
1	2153.39	371324.11	2.23E+06	0.1665	0.1665	548759.30	15205.05	358.45
						Σ	30222054.08	793866.57

Tr	1.24
T	1.24
rasio	1.00
Cek	OK

Kontrol Rayleigh Struktur USF 22 Lantai Tipe A

Tingkat	Fy	Gaya Geser (V)	Kekakuan Tingkat (K)	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	Kg	Kg/cm	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
22	51782.62	51782.62	6.51E+05	0.0796	3.4564	212825.01	2542569.90	178981.91
21	29725.51	81508.13	6.51E+05	0.1252	3.3768	516276.17	5887131.33	100378.38
20	28937.67	110445.80	1.20E+06	0.0918	3.2516	527722.44	5579563.96	94093.78
19	27490.79	137936.59	1.20E+06	0.1146	3.1598	527722.44	5269003.69	86865.76
18	26043.90	163980.49	1.20E+06	0.1363	3.0452	527722.44	4893630.28	79308.34
17	24597.02	188577.51	1.20E+06	0.1567	2.9089	527722.44	4465427.48	71550.26
16	23150.14	211727.64	1.20E+06	0.1760	2.7522	527722.44	3997227.03	63713.31
15	22031.71	233759.36	1.55E+06	0.1505	2.5762	535709.05	3555447.94	56758.50
14	20562.93	254322.29	1.55E+06	0.1637	2.4257	535709.05	3152201.05	49880.12
13	19094.15	273416.44	1.55E+06	0.1760	2.2620	535709.05	2741041.68	43191.04
12	17625.37	291041.81	1.55E+06	0.1874	2.0860	535709.05	2331049.21	36766.26
11	16156.59	307198.39	1.55E+06	0.1978	1.8986	535709.05	1931101.24	30675.22
10	14881.84	322080.24	1.89E+06	0.1700	1.7009	542786.03	1570226.89	25311.83
9	13393.66	335473.89	1.89E+06	0.1771	1.5308	542786.03	1271984.71	20503.39
8	11905.47	347379.36	1.89E+06	0.1834	1.3537	542786.03	994706.95	16116.84
7	10417.29	357796.65	1.89E+06	0.1889	1.1704	542786.03	743469.27	12191.91
6	8929.10	366725.76	1.89E+06	0.1936	0.9815	542786.03	522861.76	8763.69
5	7575.85	374301.60	2.43E+06	0.1538	0.7879	552628.29	343048.41	5968.87
4	6060.68	380362.28	2.43E+06	0.1563	0.6340	552628.29	222161.70	3842.72
3	4545.51	384907.79	2.43E+06	0.1582	0.4777	552628.29	126114.14	2171.44
2	3030.34	387938.12	2.43E+06	0.1594	0.3195	552628.29	56416.66	968.23
1	1515.17	389453.29	2.43E+06	0.1601	0.1601	552628.29	14159.20	242.53
						Σ	52210544.47	988244.33

Tr	1.46
T	1.46
rasio	1.00
Cek	OK

Kontrol Rayleigh Struktur BSF 6 Lantai Tipe B

Tingkat	Fy Kg	Gaya Geser (V) Kg	Kekakuan Tingkat (K) Kg/cm	Simpangan Tingkat cm	Total Simpangan (δ) cm	Wi Kg	Wi.δi2 kg.cm2	Fi.δi kg.cm
6	70025.47	70025.47	1.70E+06	0.0412	1.0324	295003.59	314441.54	72295.68
5	140876.95	210902.42	1.70E+06	0.1241	0.9912	712184.42	699720.06	139638.73
4	112701.56	323603.98	1.70E+06	0.1904	0.8671	712184.42	535460.96	97723.18
3	84907.47	408511.46	2.02E+06	0.2022	0.6767	715397.11	327557.82	57453.48
2	56604.98	465116.44	2.02E+06	0.2302	0.4745	715397.11	161041.38	26856.52
1	28302.49	493418.93	2.02E+06	0.2442	0.2442	715397.11	42672.96	6912.38
						Σ	2080894.71	400879.96

Tr	0.46
T	0.51
rasio	1.10
Cek	OK

Kontrol Rayleigh Struktur BSF 10 Lantai Tipe B

Tingkat	Fy Kg	Gaya Geser (V) Kg	Kekakuan Tingkat (K) Kg/cm	Simpangan Tingkat cm	Total Simpangan (δ) cm	Wi Kg	Wi.δi2 kg.cm2	Fi.δi kg.cm
10	49288.55	49288.55	1.32E+06	0.0374	1.8714	295061.59	1033372.47	92239.75
9	107291.21	156579.76	1.76E+06	0.0888	1.8341	713654.99	2400585.02	196778.91
8	95369.97	251949.73	1.76E+06	0.1429	1.7453	713654.99	2173783.83	166446.88
7	83448.72	335398.45	1.76E+06	0.1902	1.6024	713654.99	1832461.10	133718.94
6	71593.44	406991.88	1.97E+06	0.2065	1.4122	714313.13	1424605.37	101105.83
5	60103.37	467095.26	2.16E+06	0.2162	1.2057	719607.22	1046066.25	72465.40
4	48082.70	515177.96	2.16E+06	0.2384	0.9895	719607.22	704586.20	47578.22
3	36081.33	551259.29	2.28E+06	0.2416	0.7511	719992.47	406167.28	27100.11
2	24054.22	575313.51	2.28E+06	0.2521	0.5095	719992.47	186908.16	12255.79
1	12027.11	587340.62	2.28E+06	0.2574	0.2574	719992.47	47698.78	3095.64
						Σ	11256234.45	852785.46

Tr	0.73
T	0.74
rasio	1.02
Cek	OK

Kontrol Rayleigh Struktur BSF 14 Lantai Tipe B

Tingkat	Fi Kg	Gaya Geser (V) Kg	Kekakuan Tingkat (K) Kg/cm	Simpangan Tingkat cm	Total Simpangan (δ) cm	Wi Kg	Wi.δi2 kg.cm2	Fi.δi kg.cm
14	35756.08	35756.08	1.35E+06	0.03	2.49	294673.83	1825542.94	88996.96
13	80222.25	115978.33	1.35E+06	0.09	2.46	711985.54	4317194.40	197542.28
12	74116.42	190094.75	1.54E+06	0.12	2.38	712611.57	4023885.05	176120.85
11	67940.05	258034.80	1.54E+06	0.17	2.25	712611.57	3617435.30	153073.43
10	62683.09	320717.89	1.98E+06	0.16	2.09	723219.45	3146486.38	130745.96
9	56458.61	377176.50	2.16E+06	0.17	1.92	723781.28	2679232.81	108625.48
8	50185.43	427361.93	2.16E+06	0.20	1.75	723781.28	2214640.77	87786.07
7	43912.25	471274.18	2.16E+06	0.22	1.55	723781.28	1741651.21	68118.11
6	37673.30	508947.48	2.37E+06	0.22	1.33	724439.41	1287028.03	50214.21
5	31555.38	540502.86	2.51E+06	0.22	1.12	728153.75	909677.62	35270.01
4	25244.30	565747.16	2.51E+06	0.23	0.90	728153.75	593360.65	22788.26
3	18943.24	584690.41	2.64E+06	0.22	0.68	728539.00	334560.23	12837.05
2	12628.83	597319.24	2.64E+06	0.23	0.46	728539.00	151334.11	5755.79
1	6314.41	603633.65	2.64E+06	0.23	0.23	728539.00	38232.42	1446.51
						Σ	26880261.94	1139320.98

Tr	0.98
T	1.04
rasio	1.06
Cek	OK

Kontrol Rayleigh Struktur BSF 18 Lantai Tipe B

Tingkat	Fy	Gaya Geser (V)	Kekakuan Tingkat (K)	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	Kg	Kg/cm	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
18	100162.01	100162.01	1.48E+06	0.0676	3.6168	296444.95	3877910.58	362267.96
17	66746.42	166908.43	1.48E+06	0.1126	3.5493	713862.78	8992714.63	236900.51
16	62820.16	229728.59	1.48E+06	0.1549	3.4367	713862.78	8431289.71	215893.05
15	59348.29	289076.88	1.90E+06	0.1522	3.2817	719370.52	7747467.44	194765.38
14	55391.74	344468.62	1.90E+06	0.1814	3.1295	719370.52	7045501.99	173350.31
13	51435.18	395903.80	1.90E+06	0.2084	2.9482	719370.52	6252549.05	151639.56
12	47500.88	443404.68	2.01E+06	0.2211	2.7397	719707.62	5402177.25	130139.16
11	43542.47	486947.15	2.01E+06	0.2428	2.5186	719707.62	4565377.67	109666.35
10	40109.55	527056.70	2.42E+06	0.2177	2.2758	729261.84	3776968.21	91280.44
9	36131.17	563187.87	2.63E+06	0.2143	2.0580	729919.97	3091583.37	74359.24
8	32116.60	595304.47	2.63E+06	0.2266	1.8437	729919.97	2481148.74	59213.17
7	28102.02	623406.50	2.63E+06	0.2373	1.6171	729919.97	1908817.80	45444.59
6	24100.16	647506.66	2.75E+06	0.2356	1.3799	730305.22	1390520.52	33255.06
5	20206.04	667712.70	2.94E+06	0.2267	1.1443	734762.44	962112.00	23121.74
4	16164.83	683877.53	2.94E+06	0.2322	0.9176	734762.44	618616.05	14832.30
3	12130.51	696008.05	3.08E+06	0.2263	0.6853	735179.79	345310.91	8313.57
2	8087.01	704095.05	3.08E+06	0.2289	0.4591	735179.79	154946.80	3712.64
1	4043.50	708138.56	3.08E+06	0.2302	0.2302	735179.79	38958.84	930.82
						Σ	67083979.56	1929085.65

Tr	1.19
T	1.15
rasio	0.97
Cek	OK

Kontrol Rayleigh Struktur BSF 22 Lantai Tipe B

Tingkat	Fy	Gaya Geser (V)	Kekakuan Tingkat (K)	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	Kg	Kg/cm	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
22	99506.42	99506.42	1.35E+06	0.0738	4.1129	299502.32	5066445.30	409263.20
21	57612.62	157119.05	1.64E+06	0.0957	4.0392	717350.45	11703538.02	232707.59
20	55193.86	212312.90	1.83E+06	0.1158	3.9435	721595.42	11221754.96	217657.81
19	52434.16	264747.07	1.83E+06	0.1445	3.8277	721595.42	10572126.52	200700.59
18	49700.99	314448.06	1.95E+06	0.1609	3.6832	721980.67	9794421.93	183059.25
17	46939.83	361387.88	1.95E+06	0.1850	3.5223	721980.67	8957192.60	165334.94
16	44178.66	405566.54	1.95E+06	0.2076	3.3373	721980.67	8041174.92	147438.02
15	41853.16	447419.71	2.36E+06	0.1895	3.1297	729575.16	7146392.92	130989.57
14	39062.95	486482.66	2.36E+06	0.2060	2.9403	729575.16	6307325.63	114855.73
13	36272.74	522755.40	2.36E+06	0.2214	2.7343	729575.16	5454442.28	99179.18
12	33497.26	556252.66	2.46E+06	0.2259	2.5129	729896.20	4609019.12	84174.98
11	30705.82	586958.49	2.46E+06	0.2384	2.2870	729896.20	3817605.02	70224.02
10	28295.03	615253.51	2.95E+06	0.2084	2.0486	739849.14	3105049.60	57965.93
9	25490.39	640743.90	3.18E+06	0.2016	1.8402	740571.48	2507823.29	46907.41
8	22658.12	663402.03	3.18E+06	0.2087	1.6386	740571.48	1988560.47	37128.71
7	19825.86	683227.89	3.18E+06	0.2149	1.4300	740571.48	1514332.61	28350.40
6	17003.17	700231.06	3.31E+06	0.2115	1.2151	740988.83	1093967.39	20659.81
5	14276.11	714507.16	3.56E+06	0.2010	1.0035	746574.00	751848.75	14326.45
4	11420.89	725928.05	3.56E+06	0.2042	0.8025	746574.00	480850.50	9165.76
3	8571.19	734499.24	3.71E+06	0.1982	0.5983	747055.57	267461.17	5128.56
2	5714.13	740213.37	3.71E+06	0.1997	0.4002	747055.57	119638.55	2286.70
1	2857.06	743070.43	3.71E+06	0.2005	0.2005	747055.57	30024.97	572.78
						Σ	104550996.50	2278077.37

Tr	1.36
T	1.37
rasio	1.00
Cek	OK

Kontrol Rayleigh Struktur USF 6 Lantai Tipe B

Tingkat	Fx,y	Gaya Geser (V)	Kekakuan Tingkat (K)	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	Kg	Kg/cm	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
6	71590.38	71590.38	1.09E+06	0.0660	1.1629	299241.63	404694.37	83254.41
5	85818.58	157408.96	1.09E+06	0.1451	1.0969	717428.51	863280.11	94138.63
4	68654.86	226063.83	1.09E+06	0.2083	0.9519	717428.51	650045.04	65351.22
3	51701.91	277765.74	1.24E+06	0.2246	0.7435	720365.12	398253.99	38442.39
2	34467.94	312233.68	1.24E+06	0.2525	0.5189	720365.12	193978.53	17886.11
1	17233.97	329467.65	1.24E+06	0.2664	0.2664	720365.12	51134.42	4591.62
						Σ	2561386.46	303664.38

Tr	0.58
T	0.58
rasio	1.00
Cek	OK

Kontrol Rayleigh Struktur USF 10 Lantai Tipe B

Tingkat	Fy	Gaya Geser (V)	Kekakuan Tingkat (K)	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	Kg	Kg/cm	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
10	30924.73	30924.73	1.10E+06	0.0282	1.8427	301648.63	1024275.48	56985.40
9	66417.16	97341.88	1.10E+06	0.0888	1.8145	719835.51	2369964.04	120513.17
8	59037.47	156379.35	1.10E+06	0.1427	1.7256	719835.51	2143566.22	101877.80
7	51657.79	208037.14	1.10E+06	0.1899	1.5829	719835.51	1803649.76	81770.24
6	44278.10	252315.25	1.10E+06	0.2303	1.3931	719835.51	1396904.60	61681.62
5	37333.92	289649.17	1.44E+06	0.2014	1.1628	728331.52	984723.22	43410.64
4	29867.14	319516.31	1.44E+06	0.2222	0.9614	728331.52	673139.89	28713.21
3	22400.35	341916.66	1.44E+06	0.2377	0.7392	728331.52	397967.11	16556.23
2	14933.57	356850.23	1.44E+06	0.2481	0.5014	728331.52	183140.37	7488.44
1	7466.78	364317.01	1.44E+06	0.2533	0.2533	728331.52	46738.09	1891.49
						Σ	11024068.79	520890.23

Tr	0.93
T	0.93
rasio	1.00
Cek	OK

Kontrol Rayleigh Struktur USF 14 Lantai Tipe B

Tingkat	Fy	Gaya Geser (V)	Kekakuan Tingkat (K)	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	Kg	Kg/cm	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
14	24260.82	24260.82	9.26E+05	0.0262	2.4880	294986.30	1826012.06	60360.99
13	54380.27	78641.08	9.26E+05	0.0849	2.4618	712069.49	4315474.25	133873.43
12	50197.17	128838.25	9.26E+05	0.1391	2.3769	712069.49	4022847.10	119312.18
11	46014.07	174852.32	9.26E+05	0.1888	2.2377	712069.49	3565635.09	102966.97
10	42435.62	217287.94	1.34E+06	0.1618	2.0489	722362.03	3032441.21	86945.93
9	38192.05	255479.99	1.34E+06	0.1903	1.8871	722362.03	2572328.56	72070.71
8	33948.49	289428.48	1.34E+06	0.2156	1.6968	722362.03	2079739.11	57603.31
7	29704.93	319133.41	1.34E+06	0.2377	1.4812	722362.03	1584686.56	43999.75
6	25461.37	344594.78	1.34E+06	0.2566	1.2435	722362.03	1117063.80	31662.36
5	21614.36	366209.14	1.99E+06	0.1843	0.9869	735862.56	716709.47	21331.21
4	17291.48	383500.62	1.99E+06	0.1930	0.8026	735862.56	473988.88	13877.72
3	12968.61	396469.24	1.99E+06	0.1996	0.6095	735862.56	273407.77	7904.98
2	8645.74	405114.98	1.99E+06	0.2039	0.4100	735862.56	123693.04	3544.00
1	4322.87	409437.85	1.99E+06	0.2061	0.2061	735862.56	31252.35	890.87
						Σ	25735479.27	756345.08

Tr	1.17
T	1.17
rasio	1.00
Cek	OK

Kontrol Rayleigh Struktur USF 18 Lantai Tipe B

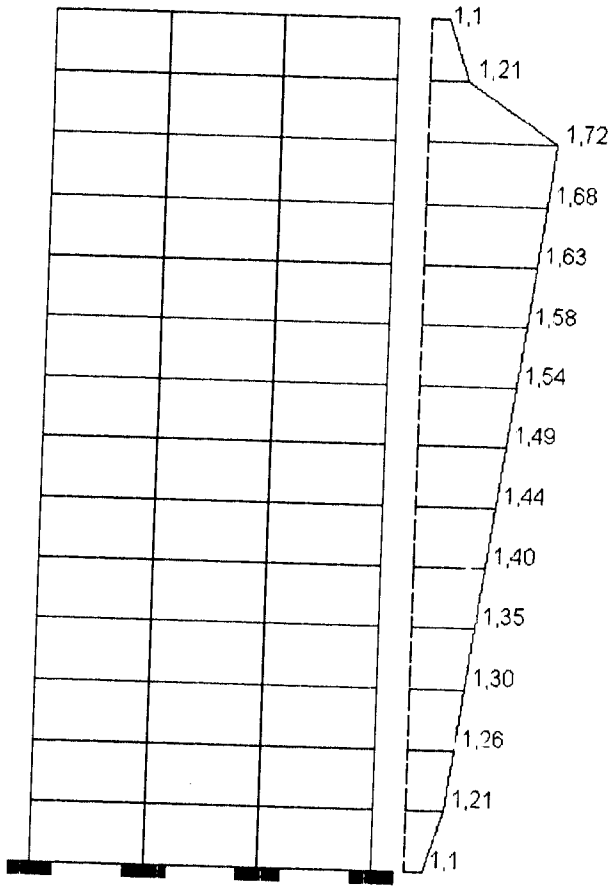
Tingkat	Fy	Gaya Geser (V)	Kekakuan Tingkat (K)	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	Kg	Kg/cm	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
18	63754.93	63754.93	1.03E+06	0.0619	3.2240	300238.69	3120742.02	205546.18
17	42353.69	106108.63	1.03E+06	0.1030	3.1621	718425.57	7183615.46	133928.16
16	39862.30	145970.92	1.03E+06	0.1416	3.0592	718425.57	6723398.26	121945.52
15	37707.25	183678.18	1.34E+06	0.1373	2.9175	724891.58	6170220.71	110011.66
14	35193.43	218871.61	1.34E+06	0.1636	2.7803	724891.58	5603286.04	97846.78
13	32679.62	251551.23	1.34E+06	0.1880	2.6167	724891.58	4963392.32	85512.53
12	30165.80	281717.03	1.34E+06	0.2105	2.4287	724891.58	4275861.48	73263.92
11	27651.98	309369.01	1.34E+06	0.2312	2.2182	724891.58	3566699.68	61337.07
10	25481.43	334850.44	1.77E+06	0.1890	1.9870	734789.94	2901037.65	50631.27
9	22933.29	357783.73	1.77E+06	0.2020	1.7980	734789.94	2375361.07	41233.43
8	20385.14	378168.87	1.77E+06	0.2135	1.5960	734789.94	1871701.40	32534.97
7	17837.00	396005.87	1.77E+06	0.2235	1.3825	734789.94	1404505.76	24660.51
6	15288.86	411294.73	1.77E+06	0.2322	1.1590	734789.94	987051.82	17719.99
5	12947.20	424241.93	2.37E+06	0.1788	0.9268	746698.60	641449.91	12000.09
4	10357.76	434599.69	2.37E+06	0.1832	0.7480	746698.60	417811.60	7747.89
3	7768.32	442368.01	2.37E+06	0.1865	0.5648	746698.60	238230.53	4387.86
2	5178.88	447546.89	2.37E+06	0.1886	0.3784	746698.60	106905.69	1959.58
1	2589.44	450136.33	2.37E+06	0.1897	0.1897	746698.60	26880.83	491.31
						Σ	52578152.24	1082758.73

Tr	1.40
T	1.40
rasio	1.00
Cek	OK

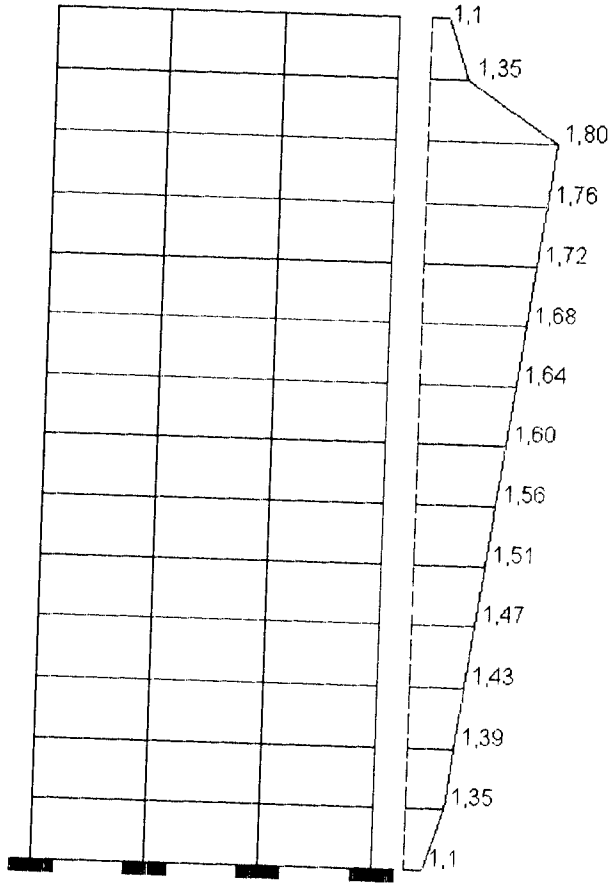
Kontrol Rayleigh Struktur USF 22 Lantai Tipe B

Tingkat	Fy	Gaya Geser (V)	Kekakuan Tingkat (K)	Simpangan Tingkat	Total Simpangan (δ)	Wi	Wi.δi2	Fi.δi
	Kg	Kg	Kg/cm	cm	cm	Kg	kg.cm2	kg.cm
22 (atap)	67959.07	67959.07	1.12E+06	0.0606	3.6239	302209.57	3968879.40	246278.94
21	39182.79	107141.86	1.12E+06	0.0956	3.5633	720396.45	9146895.71	139619.63
20	37611.05	144752.92	1.40E+06	0.1036	3.4677	726074.10	8730922.83	130423.27
19	35730.50	180483.42	1.40E+06	0.1292	3.3641	726074.10	8217034.99	120200.48
18	33849.95	214333.36	1.40E+06	0.1534	3.2349	726074.10	7598131.03	109501.71
17	31969.39	246302.76	1.40E+06	0.1763	3.0815	726074.10	6894622.36	98514.28
16	30088.84	276391.60	1.40E+06	0.1978	2.9052	726074.10	6128375.27	87415.35
15	28628.77	305020.38	1.89E+06	0.1617	2.7074	736897.27	5401586.40	77510.39
14	26720.19	331740.56	1.89E+06	0.1758	2.5458	736897.27	4775769.06	68023.30
13	24811.60	356552.17	1.89E+06	0.1890	2.3699	736897.27	4138857.20	58801.93
12	22903.02	379455.19	1.89E+06	0.2011	2.1810	736897.27	3505111.19	49950.54
11	20994.43	400449.62	1.89E+06	0.2122	1.9798	736897.27	2888469.82	41565.65
10	19363.07	419812.69	2.41E+06	0.1745	1.7676	747600.66	2335803.37	34226.11
9	17426.76	437239.46	2.41E+06	0.1817	1.5931	747600.66	1897375.64	27762.50
8	15490.46	452729.91	2.41E+06	0.1882	1.4114	747600.66	1489152.74	21862.46
7	13554.15	466284.06	2.41E+06	0.1938	1.2232	747600.66	1118511.53	16578.97
6	11617.84	477901.90	2.41E+06	0.1986	1.0293	747600.66	792125.41	11958.80
5	9829.29	487731.20	3.01E+06	0.1622	0.8307	759010.53	523765.27	8165.20
4	7863.44	495594.63	3.01E+06	0.1648	0.6685	759010.53	339179.05	5256.58
3	5897.58	501492.21	3.01E+06	0.1668	0.5037	759010.53	192533.86	2970.32
2	3931.72	505423.93	3.01E+06	0.1681	0.3369	759010.53	86126.94	1324.43
1	1965.86	507389.79	3.01E+06	0.1688	0.1688	759010.53	21615.40	331.75
						Σ	80190844.48	1358242.59

Tr	1.55
T	1.55
rasio	1.00
Cek	OK

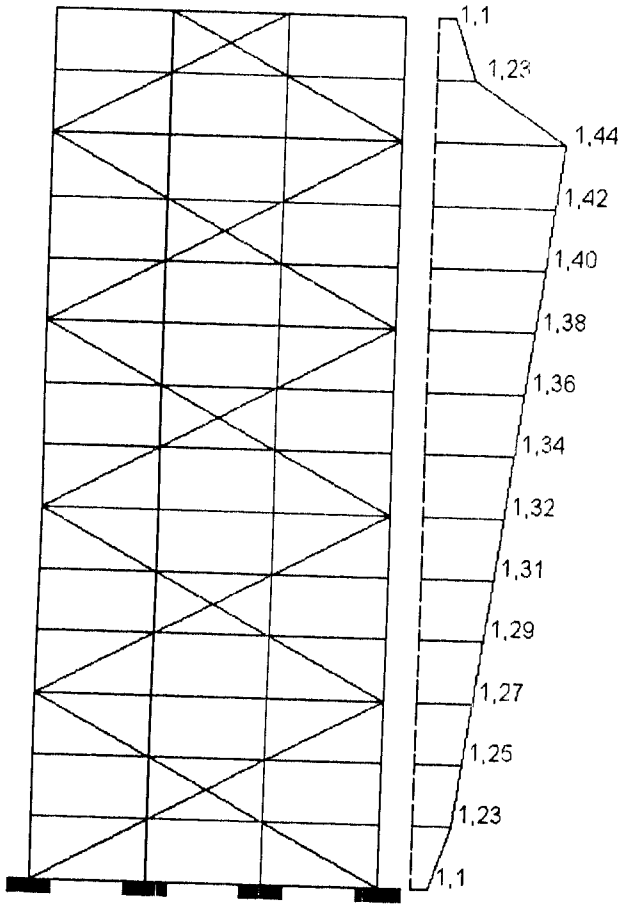


a. Struktur Tipe A (DMF = 0,047.n + 1,163)

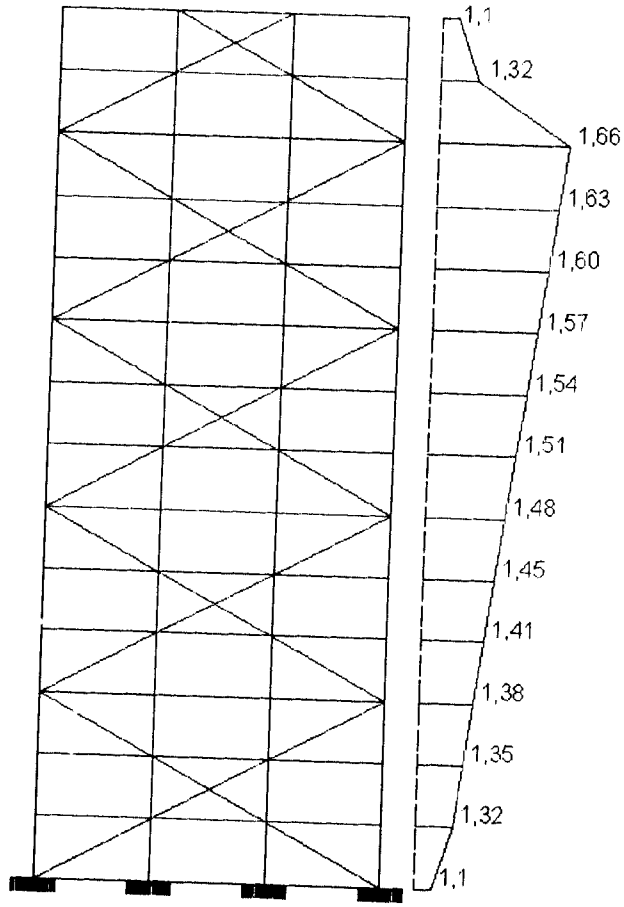


b. Struktur Tipe B (DMF = 0,040.n + 1,291)

Nilai Usulan DMF Struktur USF 14 Lantai

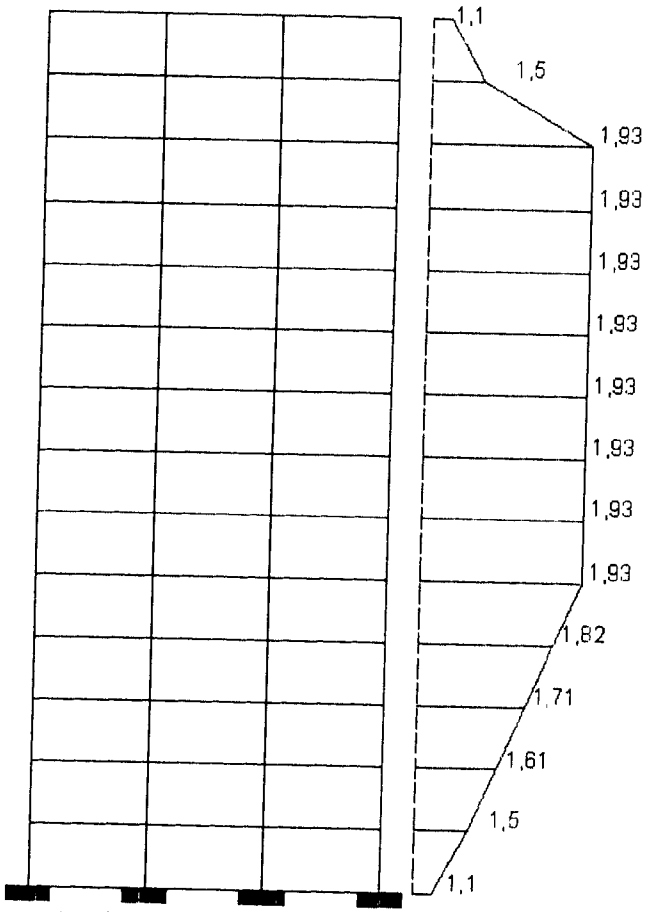


a. Struktur Tipe A (DMF = 0,013.n + 1,285)

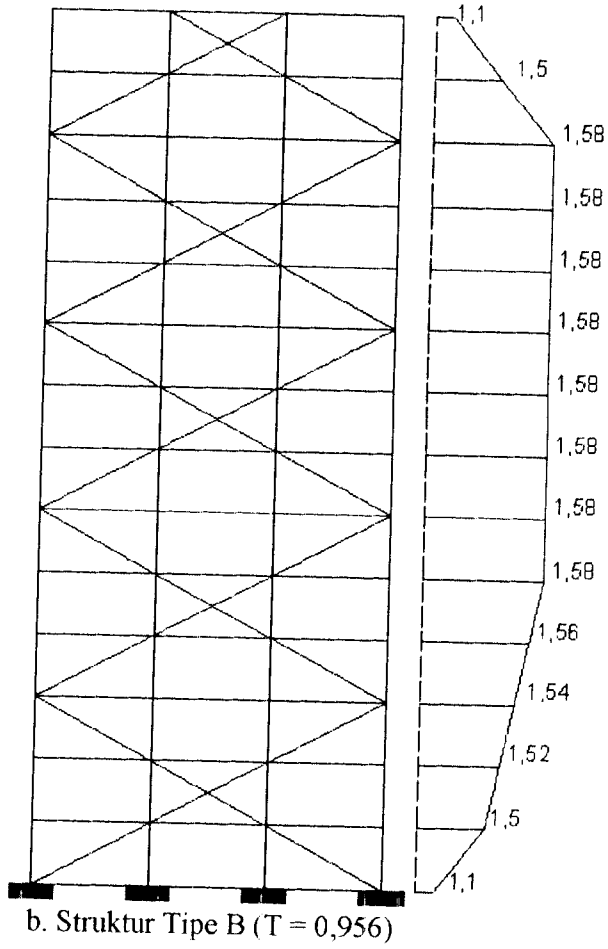


b. Struktur Tipe B (DMF = 0,032.n + 1,286)

Nilai Usulan DMF Struktur BSF 14 Lantai



a. Struktur Tipe A (T = 1,658)



b. Struktur Tipe B (T = 0,956)

Nilai DMF Paulay Struktur BSF 14 Lantai (DMF = 0,5.T + 1,1)

LAMPIRAN B : PERENCANAAN BALOK STRUKTUR USF DAN BSF

Tabel Momen Rencana Balok Struktur USF..... B-1

Tabel Momen Rencana Balok Struktur BSF..... B-2

Tabel Kuat Lentur Nominal Balok Struktur USF..... B-3

Tabel Kuat Lentur Nominal Balok Struktur BSF..... B-4

Tabel Gaya Geser Rencana Balok Struktur USF..... B-5

Tabel Gaya Geser Rencana Balok Struktur BSF..... B-6

Tabel Gaya Geser Nominal Balok Struktur USF..... B-7

Tabel Gaya Geser Nominal Balok Struktur BSF..... B-8

Tabel Momen Akibat Beban Gravitasi Struktur USF.....B-9

Tabel Momen Akibat Beban Gravitasi Struktur BSF.....B-10

Tabel Perhitungan Lendutan Yang Terjadi Pada Balok.....B-11

Tabel Momen rencana Balok B1 Dan B3 Struktur USF

B1-USF								B3-USF							
Lantai	Lokasi (m)		Momen			Cb	Cb pakai	Lantai	Lokasi (m)		Momen			Cb	Cb pakai
			1,2D+0,5L+E	1,2D+1,6L	Mub						1,2D+0,5L+E	1,2D+1,6L	Mub		
			Kip-in	Kip-in	Kip-in						Kip-in	Kip-in	Kip-in		
14	Tepi Kiri	0.199	89.776	-14.751	729.565	2.195	2.195	14	Tepi Kiri	0.199	-88.231	-218.509	1211.158	2.245	2.245
	1/4 L	1.85	256.084	260.288					1/4 L	1.85	365.649	405.759			
	1/2 L	3.5	276.101	357.985					1/2 L	3.5	550.314	698.715			
	1/2 L	3.5	276.101	357.985					1/2 L	3.5	550.314	698.715			
	3/4 L	5.15	-152.761	-97.120					3/4 L	5.15	-139.411	-90.565			
	tepi kanan	6.801	-727.916	-729.565					tepi kanan	6.801	-1098.350	-1211.158			
13	Tepi Kiri	0.199	-133.051	-542.718	1434.805	2.237	2.237	13	Tepi Kiri	0.199	-460.641	-998.689	2161.867	2.269	2.269
	1/4 L	1.85	473.662	394.593					1/4 L	1.85	620.128	596.743			
	1/2 L	3.5	619.308	793.215					1/2 L	3.5	1040.848	1376.884			
	1/2 L	3.5	619.308	793.215					1/2 L	3.5	1040.848	1376.884			
	3/4 L	5.15	-177.215	-10.141					3/4 L	5.15	-160.684	15.154			
	tepi kanan	6.801	-1434.805	-1352.186					tepi kanan	6.801	-2022.265	-2161.867			
12	Tepi Kiri	0.199	144.887	-558.937	1735.612	2.262	2.262	12	Tepi Kiri	0.199	-189.513	-1023.343	2313.951	2.209	2.209
	1/4 L	1.85	606.914	385.614					1/4 L	1.85	750.552	583.944			
	1/2 L	3.5	607.874	791.477					1/2 L	3.5	1030.569	1375.939			
	1/2 L	3.5	607.874	791.477					1/2 L	3.5	1030.569	1375.939			
	3/4 L	5.15	-333.336	-4.638					3/4 L	5.15	-311.667	26.063			
	tepi kanan	6.801	-1735.612	-1339.442					tepi kanan	6.801	-2313.951	-2139.104			
11	Tepi Kiri	0.199	432.650	-568.627	2038.496	2.274	2.274	11	Tepi Kiri	0.199	95.448	-1036.830	2614.515	2.224	2.224
	1/4 L	1.85	747.015	380.916					1/4 L	1.85	889.132	577.259			
	1/2 L	3.5	600.313	791.771					1/2 L	3.5	1022.768	1376.057			
	1/2 L	3.5	600.313	791.771					1/2 L	3.5	1022.768	1376.057			
	3/4 L	5.15	-488.558	0.647					3/4 L	5.15	-465.850	32.984			
	tepi kanan	6.801	-2038.496	-1329.166					tepi kanan	6.801	-2614.515	-2125.381			

Lanjutan tabel Momen rencana Balok B1 Dan B3 Struktur USF

5	Tepi Kiri	0.199	1578.087	-740.356	3252.280	2.305	2.300	5	Tepi Kiri	0.199	1185.975	-1283.700	3773.466	2.265	2.265
	1/4 L	1.85	1302.647	294.902					1/4 L	1.85	1417.289	453.636			
	1/2 L	3.5	566.140	791.471					1/2 L	3.5	988.556	1375.680			
	1/2 L	3.5	566.140	791.471					1/2 L	3.5	988.556	1375.680			
	3/4 L	5.15	-1112.537	86.062					3/4 L	5.15	-1062.431	155.853			
	tepi kanan	6.801	-3252.280	-1158.035					tepi kanan	6.801	-3773.466	-1879.265			
4	Tepi Kiri	0.199	1663.946	-786.609	3344.184	2.306	2.300	4	Tepi Kiri	0.199	1256.383	-1351.246	3850.041	2.267	2.267
	1/4 L	1.85	1344.066	271.703					1/4 L	1.85	1450.952	419.748			
	1/2 L	3.5	563.118	791.326					1/2 L	3.5	985.473	1375.450			
	1/2 L	3.5	563.118	791.326					1/2 L	3.5	985.473	1375.450			
	3/4 L	5.15	-1159.999	108.971					3/4 L	5.15	-1102.260	189.282			
	tepi kanan	6.801	-3344.184	-1112.073					tepi kanan	6.801	-3850.041	-1812.178			
3	Tepi Kiri	0.199	1712.463	-838.389	3395.505	2.307	2.300	3	Tepi Kiri	0.199	1287.172	-1427.483	3883.305	2.268	2.268
	1/4 L	1.85	1367.623	245.963					1/4 L	1.85	1465.727	381.894			
	1/2 L	3.5	561.715	791.627					1/2 L	3.5	984.234	1375.979			
	1/2 L	3.5	561.715	791.627					1/2 L	3.5	984.234	1375.979			
	3/4 L	5.15	-1186.362	135.313					3/4 L	5.15	-1119.512	228.193			
	tepi kanan	6.801	-3395.505	-1059.691					tepi kanan	6.801	-3883.305	-1734.884			
2	Tepi Kiri	0.199	1699.386	-893.565	3389.191	2.310	2.300	2	Tepi Kiri	0.199	1255.014	-1508.997	3859.928	2.271	2.271
	1/4 L	1.85	1359.394	217.358					1/4 L	1.85	1447.453	339.421			
	1/2 L	3.5	558.334	789.594					1/2 L	3.5	979.844	1372.548			
	1/2 L	3.5	558.334	789.594					1/2 L	3.5	979.844	1372.548			
	3/4 L	5.15	-1184.895	159.851					3/4 L	5.15	-1110.018	263.804			
	tepi kanan	6.801	-3389.191	-1008.581					tepi kanan	6.801	-3859.928	-1660.232			
1	Tepi Kiri	0.199	1522.391	-966.365	3174.965	2.295	2.295	1	Tepi Kiri	0.199	1050.429	-1619.925	3608.193	2.253	2.253
	1/4 L	1.85	1280.204	185.874					1/4 L	1.85	1356.948	292.307			
	1/2 L	3.5	576.950	799.425					1/2 L	3.5	1003.420	1389.248			
	1/2 L	3.5	576.950	799.425					1/2 L	3.5	1003.420	1389.248			
	3/4 L	5.15	-1068.474	210.998					3/4 L	5.15	-972.363	344.318			
	tepi kanan	6.801	-3174.965	-916.118					tepi kanan	6.801	-3608.193	-1515.904			

Tabel Momen rencana Balok B2 Dan B4 Struktur USF

B2-USF							B4-USF						
Lantai	Lokasi (m)		Momen 1,2D+1,6L Kip-in	Mub	Cb	Cb pakai	Lantai	Lokasi (m)		Momen 1,2D+1,6L Kip-in	Mub	Cb	Cb pakai
14	Tepi kiri	0.201	-733.063	733.063	2.841	2.300	14	Tepi kiri	0.201	-440.059	440.059	2.879	2.300
	1/4 L	1.35	-168.956					1/4 L	1.35	-115.870			
	1/2 L	2.5	221.453					1/2 L	2.5	115.800			
	3/4 L	3.65	383.496					3/4 L	3.65	227.615			
	Tepi kanan	4.799	371.841					Tepi kanan	4.799	246.912			
13	Tepi kiri	0.201	-1239.662	1239.662	2.862	2.300	13	Teoi kiri	0.201	-764.020	764.020	2.865	2.300
	1/4 L	1.35	-193.691					1/4 L	1.35	-108.176			
	1/2 L	2.5	433.421					1/2 L	2.5	274.642			
	3/4 L	3.65	543.466					3/4 L	3.65	335.331			
	Tepi kanan	4.799	234.653					Tepi kanan	4.799	122.994			
12	Tepi kiri	0.201	-1202.272	1202.272	2.851	2.300	12	Tepi kiri	0.201	-744.748	744.748	2.859	2.300
	1/4 L	1.35	-173.706					1/4 L	1.35	-98.469			
	1/2 L	2.5	436.001					1/2 L	2.5	274.785			
	3/4 L	3.65	528.641					3/4 L	3.65	325.908			
	Tepi kanan	4.799	202.422					Tepi kanan	4.799	104.007			
11	Tepi kiri	0.201	-1188.635	1188.635	2.849	2.300	11	Tepi kiri	0.201	-735.669	735.669	2.856	2.300
	1/4 L	1.35	-167.141					1/4 L	1.35	-93.940			
	1/2 L	2.5	435.495					1/2 L	2.5	274.764			
	3/4 L	3.65	521.064					3/4 L	3.65	321.338			
	Tepi kanan	4.799	187.774					Tepi kanan	4.799	94.887			
10	Tepi kiri	0.201	-1162.309	1162.309	2.843	2.300	10	Tepi kiri	0.201	-719.471	719.471	2.850	2.300
	1/4 L	1.35	-153.849					1/4 L	1.35	-85.775			
	1/2 L	2.5	435.752					1/2 L	2.5	274.895			
	3/4 L	3.65	508.286					3/4 L	3.65	313.435			
	Tepi kanan	4.799	161.962					Tepi kanan	4.799	78.950			

Lanjutan Tabel Momen rencana Balok B2 Dan B4 Struktur USF

9	Tepi kiri	0.201	-1128.582	1128.582	2.835	2.300	9	Tepi kiri	0.201	-698.541	698.541	2.842	2.300
	1/4 L	1.35	-136.944					1/4 L	1.35	-75.266			
	1/2 L	2.5	435.836					1/2 L	2.5	274.983			
	3/4 L	3.65	491.548					3/4 L	3.65	303.103			
	Tepi kanan	4.799	128.402					Tepi kanan	4.799	58.197			
8	Tepi kiri	0.201	-1086.374	1086.374	2.825	2.300	8	Tepi kiri	0.201	-672.406	672.406	2.832	2.300
	1/4 L	1.35	-115.792					1/4 L	1.35	-62.154			
	1/2 L	2.5	435.932					1/2 L	2.5	275.072			
	3/4 L	3.65	470.589					3/4 L	3.65	290.169			
	Tepi kanan	4.799	86.387					Tepi kanan	4.799	32.240			
7	Tepi kiri	0.201	-1035.534	1035.534	2.812	2.300	7	Tepi kiri	0.201	-640.982	640.982	2.819	2.300
	1/4 L	1.35	-90.343					1/4 L	1.35	-46.406			
	1/2 L	2.5	435.989					1/2 L	2.5	275.144			
	3/4 L	3.65	445.255					3/4 L	3.65	274.565			
	Tepi kanan	4.799	35.661					Tepi kanan	4.799	0.960			
6	Tepi kiri	0.201	-975.699	975.699	2.794	2.300	6	Tepi kiri	0.201	-604.102	604.102	2.802	2.300
	1/4 L	1.35	-60.423					1/4 L	1.35	-27.944			
	1/2 L	2.5	435.993					1/2 L	2.5	275.188			
	3/4 L	3.65	415.343					3/4 L	3.65	256.190			
	Tepi kanan	4.799	-24.166					Tepi kanan	4.799	-35.834			
5	Tepi kiri	0.201	-906.404	906.404	2.772	2.300	5	Tepi kiri	0.201	-561.535	561.535	2.780	2.300
	1/4 L	1.35	-25.799					1/4 L	1.35	-6.652			
	1/2 L	2.5	435.948					1/2 L	2.5	275.206			
	3/4 L	3.65	380.627					3/4 L	3.65	234.934			
	Tepi kanan	4.799	-93.553					Tepi kanan	4.799	-78.364			
4	Tepi kiri	0.201	-827.463	827.463	2.685	2.300	4	Tepi kiri	0.201	-513.239	513.239	2.634	2.300
	1/4 L	1.35	13.544					1/4 L	1.35	17.443			
	1/2 L	2.5	435.692					1/2 L	2.5	275.099			
	3/4 L	3.65	340.772					3/4 L	3.65	210.625			
	Tepi kanan	4.799	-173.006					Tepi kanan	4.799	-126.874			

Lanjutan Tabel Momen rencana Balok B2 Dan B4 Struktur USF

3	Tepi kiri	0.201	-736.641	736.641	2.447	2.300	3	Tepi kiri	0.201	-457.898	457.898	2.403	2.300
	1/4 L	1.35	59.077					1/4 L	1.35	45.221			
	1/2 L	2.5	435.936					1/2 L	2.5	275.314			
	3/4 L	3.65	295.727					3/4 L	3.65	183.277			
	Tepi kanan	4.799	-263.340					Tepi kanan	4.799	-181.785			
2	Tepi kiri	0.201	-642.840	642.840	2.201	2.201	2	Tepi kiri	0.201	-401.194	401.194	2.167	2.167
	1/4 L	1.35	104.345					1/4 L	1.35	72.585			
	1/2 L	2.5	432.671					1/2 L	2.5	273.338			
	3/4 L	3.65	243.930					3/4 L	3.65	151.961			
	Tepi kanan	4.799	-363.670					Tepi kanan	4.799	-242.441			
1	Tepi kiri	0.201	-490.235	490.235	1.713	1.713	1	Tepi kiri	0.201	-308.239	317.149	1.728	1.728
	1/4 L	1.35	187.856					1/4 L	1.35	123.624			
	1/2 L	2.5	447.088					1/2 L	2.5	282.462			
	3/4 L	3.65	189.253					3/4 L	3.65	119.169			
	Tepi kanan	4.799	-487.441					Tepi kanan	4.799	-317.149			

Tabel Momen rencana Balok B1 Dan B3 Struktur BSF

B1-BSF								B3-BSF							
Lantai	Lokasi (m)		Momen			Cb	Cb pakai	Lantai	Lokasi (m)		Momen			Cb	Cb pakai
			1,2D+0,5L+E	1,2D+1,6L	Mub						1,2D+0,5L+E	1,2D+1,6L	Mub		
			Kip-in	Kip-in	Kip-in						Kip-in	Kip-in	Kip-in		
14	Tepi Kiri	0.199	-763.257	-335.996	763.257	2.168	2.168	14	Tepi Kiri	0.199	-373.510	-274.889	1155.767	2.438	2.300
	1/4 L	1.85	-166.396	98.262					1/4 L	1.85	230.809	377.322			
	1/2 L	3.5	284.172	355.179					1/2 L	3.5	565.914	698.221			
	1/2 L	3.5	284.172	355.179					1/2 L	3.5	565.914	698.221			
	3/4 L	5.15	285.862	59.294					3/4 L	5.15	26.629	-63.117			
	tepi kanan	6.801	141.260	-413.932					tepi kanan	6.801	-781.871	-1155.767			
13	Tepi Kiri	0.199	-1032.480	-929.326	1032.480	2.152	2.152	13	Tepi Kiri	0.199	-689.004	-1065.692	2094.867	2.367	2.300
	1/4 L	1.85	26.427	201.279					1/4 L	1.85	508.150	563.241			
	1/2 L	3.5	624.268	793.196					1/2 L	3.5	1045.256	1376.882			
	1/2 L	3.5	624.268	793.196					1/2 L	3.5	1045.256	1376.882			
	3/4 L	5.15	279.939	183.134					3/4 L	5.15	-39.891	48.653			
	tepi kanan	6.801	-525.457	-965.617					tepi kanan	6.801	-1785.087	-2094.867			
12	Tepi Kiri	0.199	-693.496	-933.457	966.352	2.134	2.134	12	Tepi Kiri	0.199	-363.899	-1087.145	2137.932	2.203	2.203
	1/4 L	1.85	187.302	197.997					1/4 L	1.85	663.767	551.982			
	1/2 L	3.5	607.032	790.763					1/2 L	3.5	1031.386	1375.817			
	1/2 L	3.5	607.032	790.763					1/2 L	3.5	1031.386	1375.817			
	3/4 L	5.15	84.593	181.550					3/4 L	5.15	-223.249	57.781			
	tepi kanan	6.801	-898.913	-966.352					tepi kanan	6.801	-2137.932	-2075.546			
11	Tepi Kiri	0.199	-980.924	-934.908	980.924	2.103	2.103	11	Tepi Kiri	0.199	-650.523	-1098.840	2063.551	2.324	2.300
	1/4 L	1.85	50.280	197.508					1/4 L	1.85	526.970	546.209			
	1/2 L	3.5	620.417	791.236					1/2 L	3.5	1044.416	1375.966			
	1/2 L	3.5	620.417	791.236					1/2 L	3.5	1044.416	1375.966			
	3/4 L	5.15	248.385	182.985					3/4 L	5.15	-60.392	63.853			
	tepi kanan	6.801	-584.714	-963.954					tepi kanan	6.801	-1825.248	-2063.551			

Lanjutan Tabel Momen rencana Balok B1 Dan B3 Struktur BSF

10	Tepi Kiri	0.199	-925.729	-937.713	961.340	2.082	2.082	10	Tepi Kiri	0.199	-607.059	-1119.400	2043.109	2.285	2.285
	1/4 L	1.85	77.427	196.058					1/4 L	1.85	548.102	535.899			
	1/2 L	3.5	619.517	791.140					1/2 L	3.5	1043.215	1375.908			
	1/2 L	3.5	619.517	791.140					1/2 L	3.5	1043.215	1375.908			
	3/4 L	5.15	219.438	184.244					3/4 L	5.15	-83.926	74.045			
	tepi kanan	6.801	-641.709	-961.340					tepi kanan	6.801	-1871.113	-2043.109			
9	Tepi Kiri	0.199	-531.104	-942.517	1073.784	2.274	2.274	9	Tepi Kiri	0.199	-209.678	-1145.859	2304.523	2.215	2.215
	1/4 L	1.85	265.377	193.659					1/4 L	1.85	737.786	522.652			
	1/2 L	3.5	600.792	791.146					1/2 L	3.5	1025.201	1375.871			
	1/2 L	3.5	600.792	791.146					1/2 L	3.5	1025.201	1375.871			
	3/4 L	5.15	-5.962	186.655					3/4 L	5.15	-309.637	87.220			
	tepi kanan	6.801	-1073.784	-956.525					tepi kanan	6.801	-2304.523	-2016.722			
8	Tepi Kiri	0.199	-873.769	-944.714	954.333	2.085	2.085	8	Tepi Kiri	0.199	-578.277	-1178.868	1983.817	2.231	2.231
	1/4 L	1.85	101.791	192.559					1/4 L	1.85	561.556	506.121			
	1/2 L	3.5	616.284	791.143					1/2 L	3.5	1041.342	1375.820			
	1/2 L	3.5	616.284	791.143					1/2 L	3.5	1041.342	1375.820			
	3/4 L	5.15	188.608	187.749					3/4 L	5.15	-101.126	103.647			
	tepi kanan	6.801	-700.135	-954.333					tepi kanan	6.801	-1903.642	-1983.817			
7	Tepi Kiri	0.199	-841.469	-948.702	950.355	2.077	2.077	7	Tepi Kiri	0.199	-590.238	-1218.533	1944.271	2.214	2.214
	1/4 L	1.85	118.352	190.563					1/4 L	1.85	555.608	486.259			
	1/2 L	3.5	617.105	791.139					1/2 L	3.5	1041.406	1375.760			
	1/2 L	3.5	617.105	791.139					1/2 L	3.5	1041.406	1375.760			
	3/4 L	5.15	173.690	189.737					3/4 L	5.15	-95.050	123.390			
	tepi kanan	6.801	-730.793	-950.355					tepi kanan	6.801	-1891.553	-1944.271			
6	Tepi Kiri	0.199	-414.108	-955.213	1197.428	2.282	2.282	6	Tepi Kiri	0.199	-190.352	-1265.092	2329.128	2.219	2.219
	1/4 L	1.85	322.214	187.299					1/4 L	1.85	746.129	462.942			
	1/2 L	3.5	597.469	791.122					1/2 L	3.5	1022.561	1375.683			
	1/2 L	3.5	597.469	791.122					1/2 L	3.5	1022.561	1375.683			
	3/4 L	5.15	-69.446	192.967					3/4 L	5.15	-323.260	146.555			
	tepi kanan	6.801	-1197.428	-943.877					tepi kanan	6.801	-2329.128	-1897.866			

Lanjutan Tabel Momen rencana Balok B1 Dan B3 Struktur BSF

5	Tepi Kiri	0.199	-745.582	-960.279	960.279	2.102	2.102	5	Tepi Kiri	0.199	-592.820	-1318.813	1892.995	2.183	2.183
	1/4 L	1.85	164.592	184.771					1/4 L	1.85	553.310	436.052			
	1/2 L	3.5	613.699	791.132					1/2 L	3.5	1039.393	1375.625			
	1/2 L	3.5	613.699	791.132					1/2 L	3.5	1039.393	1375.625			
	3/4 L	5.15	120.636	195.515					3/4 L	5.15	-96.777	173.328			
	tepi kanan	6.801	-833.493	-938.791					tepi kanan	6.801	-1892.995	-1844.260			
4	Tepi Kiri	0.199	-739.781	-967.501	967.501	2.099	2.099	4	Tepi Kiri	0.199	-683.623	-1379.922	1798.444	2.176	2.176
	1/4 L	1.85	169.052	181.117					1/4 L	1.85	508.846	405.387			
	1/2 L	3.5	616.817	791.048					1/2 L	3.5	1041.268	1375.406			
	1/2 L	3.5	616.817	791.048					1/2 L	3.5	1041.268	1375.406			
	3/4 L	5.15	122.413	199.000					3/4 L	5.15	-48.564	203.553			
	tepi kanan	6.801	-833.059	-931.737					tepi kanan	6.801	-1798.444	-1783.591			
3	Tepi Kiri	0.199	-337.330	-978.533	1267.878	2.274	2.274	3	Tepi Kiri	0.199	-362.453	-1449.338	2150.777	2.211	2.211
	1/4 L	1.85	362.185	175.782					1/4 L	1.85	661.641	370.949			
	1/2 L	3.5	600.632	791.408					1/2 L	3.5	1025.686	1375.945			
	1/2 L	3.5	600.632	791.408					1/2 L	3.5	1025.686	1375.945			
	3/4 L	5.15	-103.090	205.055					3/4 L	5.15	-232.521	239.070			
	tepi kanan	6.801	-1267.878	-919.986					tepi kanan	6.801	-2150.777	-1713.097			
2	Tepi Kiri	0.199	-552.011	-988.476	1029.898	2.193	2.193	2	Tepi Kiri	0.199	-712.972	-1523.745	1778.684	2.182	2.182
	1/4 L	1.85	260.669	169.832					1/4 L	1.85	491.774	332.036			
	1/2 L	3.5	612.282	789.452					1/2 L	3.5	1036.473	1372.526			
	1/2 L	3.5	612.282	789.452					1/2 L	3.5	1036.473	1372.526			
	3/4 L	5.15	21.725	207.093					3/4 L	5.15	-41.082	271.145			
	tepi kanan	6.801	-1029.898	-913.954					tepi kanan	6.801	-1778.684	-1645.527			
1	Tepi Kiri	0.199	-573.873	-1013.317	1013.317	2.116	2.116	1	Tepi Kiri	0.199	-911.975	-1627.293	1627.293	2.085	2.085
	1/4 L	1.85	257.541	162.352					1/4 L	1.85	401.648	288.616			
	1/2 L	3.5	627.889	799.332					1/2 L	3.5	1055.222	1389.233			
	1/2 L	3.5	627.889	799.332					1/2 L	3.5	1055.222	1389.233			
	3/4 L	5.15	56.067	234.334					3/4 L	5.15	86.544	347.979			
	tepi kanan	6.801	-976.822	-869.352					tepi kanan	6.801	-1542.182	-1508.566			

Tabel Momen rencana Balok B2 Dan B4 Struktur BSF

B2-BSF							B4-BSF						
Lantai	Lokasi (m)		Momen 1,2D+1,6L Kip-in	Mub	Cb	Cb pakai	Lantai	Lokasi (m)		Momen 1,2D+1,6L Kip-in	Mub	Cb	Cb pakai
14	Tepi kiri	0.201	-89.095	118.815	1.554	1.554	14	Tepi kiri	0.201	-75.511	287.302	1.468	1.468
	1/4 L	1.35	61.120					1/4 L	1.35	192.745			
	1/2 L	2.5	118.815					1/2 L	2.5	287.302			
	3/4 L	3.65	56.656					3/4 L	3.65	153.493			
	Tepi kanan	4.799	-98.022					Tepi kanan	4.799	-154.014			
13	Tepi kiri	0.201	-363.897	363.897	2.068	2.068	13	Tepi kiri	0.201	-542.426	542.426	1.836	1.836
	1/4 L	1.35	84.194					1/4 L	1.35	167.542			
	1/2 L	2.5	259.259					1/2 L	2.5	458.653			
	3/4 L	3.65	112.194					3/4 L	3.65	232.696			
	Tepi kanan	4.799	-307.896					Tepi kanan	4.799	-412.120			
12	Tepi kiri	0.201	-359.510	359.510	2.042	2.042	12	Tepi kiri	0.201	-525.807	525.807	1.776	1.776
	1/4 L	1.35	86.881					1/4 L	1.35	177.958			
	1/2 L	2.5	260.246					1/2 L	2.5	462.866			
	3/4 L	3.65	111.481					3/4 L	3.65	230.705			
	Tepi kanan	4.799	-310.309					Tepi kanan	4.799	-420.314			
11	Tepi kiri	0.201	-357.873	357.873	2.036	2.036	11	Tepi kiri	0.201	-524.436	524.436	1.778	1.778
	1/4 L	1.35	87.589					1/4 L	1.35	177.596			
	1/2 L	2.5	260.026					1/2 L	2.5	460.771			
	3/4 L	3.65	110.333					3/4 L	3.65	226.877			
	Tepi kanan	4.799	-312.386					Tepi kanan	4.799	-425.875			
10	Tepi kiri	0.201	-356.879	356.879	2.034	2.034	10	Tepi kiri	0.201	-522.880	522.880	1.781	1.781
	1/4 L	1.35	87.774					1/4 L	1.35	177.049			
	1/2 L	2.5	259.402					1/2 L	2.5	458.120			
	3/4 L	3.65	108.900					3/4 L	3.65	222.122			
	Tepi kanan	4.799	-314.628					Tepi kanan	4.799	-432.733			

Lanjutan Tabel Momen rencana Balok B2 Dan B4 Struktur BSF

9	Tepi kiri	0.201	-357.449	357.449	2.044	2.044	9	Tepi kiri	0.201	-522.434	522.434	1.789	1.789
	1/4 L	1.35	86.791					1/4 L	1.35	175.361			
	1/2 L	2.5	258.006					1/2 L	2.5	454.298			
	3/4 L	3.65	107.091					3/4 L	3.65	216.167			
	Tepi kanan	4.799	-316.850					Tepi kanan	4.799	-440.822			
8	Tepi kiri	0.201	-354.844	354.844	2.034	2.034	8	Tepi kiri	0.201	-520.968	520.968	1.797	1.797
	1/4 L	1.35	87.842					1/4 L	1.35	174.002			
	1/2 L	2.5	257.503					1/2 L	2.5	450.113			
	3/4 L	3.65	105.034					3/4 L	3.65	209.158			
	Tepi kanan	4.799	-320.461					Tepi kanan	4.799	-450.657			
7	Tepi kiri	0.201	-353.788	353.788	2.035	2.035	7	Tepi kiri	0.201	-521.089	521.089	1.812	1.812
	1/4 L	1.35	87.754					1/4 L	1.35	171.236			
	1/2 L	2.5	256.270					1/2 L	2.5	444.703			
	3/4 L	3.65	102.657					3/4 L	3.65	201.102			
	Tepi kanan	4.799	-323.982					Tepi kanan	4.799	-461.357			
6	Tepi kiri	0.201	-354.263	354.263	2.048	2.048	6	Tepi kiri	0.201	-522.624	522.624	1.835	1.835
	1/4 L	1.35	86.550					1/4 L	1.35	167.210			
	1/2 L	2.5	254.338					1/2 L	2.5	438.186			
	3/4 L	3.65	99.996					3/4 L	3.65	192.094			
	Tepi kanan	4.799	-327.373					Tepi kanan	4.799	-472.856			
5	Tepi kiri	0.201	-352.415	352.415	2.045	2.045	5	Tepi kiri	0.201	-524.064	524.064	1.859	1.859
	1/4 L	1.35	86.834					1/4 L	1.35	162.973			
	1/2 L	2.5	253.057					1/2 L	2.5	431.151			
	3/4 L	3.65	97.151					3/4 L	3.65	182.262			
	Tepi kanan	4.799	-331.781					Tepi kanan	4.799	-485.485			

Lanjutan Tabel Momen rencana Balok B2 Dan B4 Struktur BSF

4	Tepi kiri	0.201	-352.213	352.213	2.055	2.055	4	Tepi kiri	0.201	-527.777	527.777	1.895	1.895
	1/4 L	1.35	85.950					1/4 L	1.35	156.976			
	1/2 L	2.5	251.088					1/2 L	2.5	422.871			
	3/4 L	3.65	94.095					3/4 L	3.65	171.698			
	Tepi kanan	4.799	-335.923					Tepi kanan	4.799	-498.333			
3	Tepi kiri	0.201	-353.973	353.973	2.078	2.078	3	Tepi kiri	0.201	-534.018	534.018	1.943	1.943
	1/4 L	1.35	83.695					1/4 L	1.35	149.082			
	1/2 L	2.5	248.337					1/2 L	2.5	413.323			
	3/4 L	3.65	90.849					3/4 L	3.65	160.497			
	Tepi kanan	4.799	-339.664					Tepi kanan	4.799	-511.188			
2	Tepi kiri	0.201	-353.500	353.500	2.086	2.086	2	Tepi kiri	0.201	-539.457	539.457	1.990	1.990
	1/4 L	1.35	82.950					1/4 L	1.35	141.650			
	1/2 L	2.5	246.374					1/2 L	2.5	403.899			
	3/4 L	3.65	87.669					3/4 L	3.65	149.081			
	Tepi kanan	4.799	-344.063					Tepi kanan	4.799	-524.596			
1	Tepi kiri	0.201	-361.203	361.203	2.152	2.152	1	Tepi kiri	0.201	-557.978	557.978	2.095	2.095
	1/4 L	1.35	76.617					1/4 L	1.35	125.231			
	1/2 L	2.5	241.412					1/2 L	2.5	389.582			
	3/4 L	3.65	84.077					3/4 L	3.65	136.865			
	Tepi kanan	4.799	-346.283					Tepi kanan	4.799	-534.710			

Tabel perhitungan kuat lentur Nominal Balok USF

BALOK B1

Lantai	Profil	Mp (K-in)	L in	Lb in	Lp (in)	X1 Ksi	X2 Ksi	Lr (in)	Keterangan (bentang)	Cb	Mr (K-in)	Mn (K-in)	Mn pakai (K-in)	ϕMn (K-in)	Mu,b (K-in)	Cek Kapasitas	Rasio
14	W16X26	1591.20	275.59	137.80	55.88	1480.33	0.04	157.98	Lp<=L<=LR	2.19	996.94	2446.04	1591.20	1432.08	729.57	aman	0.51
13	W21X44	3434.40	275.59	137.80	63.10	1554.36	0.03	183.73	Lp<=L<=LR	2.24	2117.68	5859.25	3434.40	3090.96	1434.81	aman	0.46
12	W21X44	3434.40	275.59	137.80	63.10	1554.36	0.03	183.73	Lp<=L<=LR	2.26	2117.68	5924.22	3434.40	3090.96	1735.61	aman	0.56
11	W21X44	3434.40	275.59	137.80	63.10	1554.36	0.03	183.73	Lp<=L<=LR	2.27	2117.68	5956.39	3434.40	3090.96	2038.50	aman	0.66
10	W21X44	3434.40	275.59	137.80	63.10	1554.36	0.03	183.73	Lp<=L<=LR	2.28	2117.68	5981.07	3434.40	3090.96	2316.98	aman	0.75
9	W21X48	3852.00	275.59	137.80	82.84	1446.13	0.04	232.42	Lp<=L<=LR	2.29	2420.78	7618.13	3852.00	3466.80	2566.03	aman	0.74
8	W21X48	3852.00	275.59	137.80	82.84	1446.13	0.04	232.42	Lp<=L<=LR	2.30	2420.78	7634.91	3852.00	3466.80	2784.30	aman	0.80
7	W21X48	3852.00	275.59	137.80	82.84	1446.13	0.04	232.42	Lp<=L<=LR	2.30	2420.78	7647.70	3852.00	3466.80	2971.53	aman	0.86
6	W21X48	3852.00	275.59	137.80	82.84	1446.13	0.04	232.42	Lp<=L<=LR	2.30	2420.78	7650.09	3852.00	3466.80	3127.65	aman	0.90
5	W21X48	3852.00	275.59	137.80	82.84	1446.13	0.04	232.42	Lp<=L<=LR	2.30	2420.78	7650.09	3852.00	3466.80	3252.28	aman	0.94
4	W21X50	3960.00	275.59	137.80	65.08	1731.30	0.02	192.55	Lp<=L<=LR	2.30	2460.00	7139.89	3960.00	3564.00	3344.18	aman	0.94
3	W21X50	3960.00	275.59	137.80	65.08	1731.30	0.02	192.55	Lp<=L<=LR	2.30	2460.00	7139.89	3960.00	3564.00	3395.51	aman	0.95
2	W21X50	3960.00	275.59	137.80	65.08	1731.30	0.02	192.55	Lp<=L<=LR	2.30	2460.00	7139.89	3960.00	3564.00	3389.19	aman	0.95
1	W21X50	3960.00	275.59	137.80	65.08	1731.30	0.02	192.55	Lp<=L<=LR	2.30	2460.00	7125.02	3960.00	3564.00	3174.96	aman	0.89

BALOK B2

Lantai	Profil	Mp (K-in)	L in	Lb in	Lp (in)	X1 Ksi	X2 Ksi	Lr (in)	Keterangan (bentang)	Cb	Mr (K-in)	Mn (K-in)	Mn pakai (K-in)	ϕMn (K-in)	Mu,b (K-in)	Cek Kapasitas	Rasio
14	W12X26	1339.20	196.85	196.85	75.19	1812.65	0.01	213.88	Lp<=L<=LR	2.30	869.51	2132.48	1339.20	1205.28	733.06	aman	0.61
13	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	1239.66	aman	0.89
12	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	1202.27	aman	0.86
11	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	1188.64	aman	0.85
10	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	1162.31	aman	0.83
9	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	1128.58	aman	0.81
8	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	1086.37	aman	0.78
7	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	1035.53	aman	0.74
6	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	975.70	aman	0.70
5	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	906.40	aman	0.65
4	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	827.46	aman	0.59
3	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	736.64	aman	0.53
2	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.20	1006.18	2452.93	1551.60	1396.44	642.84	aman	0.46
1	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	1.71	1006.18	1908.96	1551.60	1396.44	490.23	aman	0.35

Tabel perhitungan kuat lentur Nominal Balok USF

BALOK B3

Lantai	Profil	Mp	L	Lb	Lp	X1	X2	Lr	Keterangan	Cb	Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek Kapasitas	Rasio
		(K-in)	in	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)		
14	W18X35	2394.00	275.59	137.80	60.94	1585.22	0.03	175.17	Lp<=L<=LR	2.19	1498.30	3931.89	2394.00	2154.60	1211.16	aman	0.56
13	W24X55	4860.00	275.59	137.80	66.81	1560.88	0.03	195.49	Lp<=L<=LR	2.24	2996.61	8572.90	4860.00	4374.00	2161.87	aman	0.49
12	W24X55	4860.00	275.59	137.80	66.81	1560.88	0.03	195.49	Lp<=L<=LR	2.26	2996.61	8667.95	4860.00	4374.00	2313.95	aman	0.53
11	W24X55	4860.00	275.59	137.80	66.81	1560.88	0.03	195.49	Lp<=L<=LR	2.27	2996.61	8715.02	4860.00	4374.00	2614.51	aman	0.60
10	W24X55	4860.00	275.59	137.80	66.81	1560.88	0.03	195.49	Lp<=L<=LR	2.28	2996.61	8751.13	4860.00	4374.00	2887.74	aman	0.66
9	W24X62	5544.00	275.59	137.80	68.65	1729.93	0.02	204.56	Lp<=L<=LR	2.29	3422.79	10226.13	5544.00	4989.60	3130.25	aman	0.63
8	W24X62	5544.00	275.59	137.80	68.65	1729.93	0.02	204.56	Lp<=L<=LR	2.30	3422.79	10248.66	5544.00	4989.60	3340.35	aman	0.67
7	W24X62	5544.00	275.59	137.80	68.65	1729.93	0.02	204.56	Lp<=L<=LR	2.30	3422.79	10265.84	5544.00	4989.60	3517.75	aman	0.71
6	W24X62	5544.00	275.59	137.80	68.65	1729.93	0.02	204.56	Lp<=L<=LR	2.30	3422.79	10269.04	5544.00	4989.60	3662.30	aman	0.73
5	W24X62	5544.00	275.59	137.80	68.65	1729.93	0.02	204.56	Lp<=L<=LR	2.30	3422.79	10269.04	5544.00	4989.60	3773.47	aman	0.76
4	W24X68	6372.00	275.59	137.80	93.58	1588.58	0.03	266.47	Lp<=L<=LR	2.30	4015.19	13269.21	6372.00	5734.80	3850.04	aman	0.67
3	W24X68	6372.00	275.59	137.80	93.58	1588.58	0.03	266.47	Lp<=L<=LR	2.30	4015.19	13269.21	6372.00	5734.80	3883.31	aman	0.68
2	W24X68	6372.00	275.59	137.80	93.58	1588.58	0.03	266.47	Lp<=L<=LR	2.30	4015.19	13269.21	6372.00	5734.80	3859.93	aman	0.67
1	W24X68	6372.00	275.59	137.80	93.58	1588.58	0.03	266.47	Lp<=L<=LR	2.30	4015.19	13241.59	6372.00	5734.80	3608.19	aman	0.63

BALOK B4

Lantai	Profil	Mp	L	Lb	Lp	X1	X2	Lr	Keterangan	Cb	Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek Kapasitas	Rasio
		(K-in)	in	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)		
14	W12X26	1339.20	196.85	196.85	75.19	1812.65	0.01	213.88	Lp<=L<=LR	2.30	869.51	2132.48	1339.20	1205.28	440.06	aman	0.37
13	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	764.02	aman	0.55
12	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	744.75	aman	0.53
11	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	735.67	aman	0.53
10	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	719.47	aman	0.52
9	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	698.54	aman	0.50
8	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	672.41	aman	0.48
7	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	640.98	aman	0.46
6	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	604.10	aman	0.43
5	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	561.54	aman	0.40
4	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	513.24	aman	0.37
3	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.30	1006.18	2563.25	1551.60	1396.44	457.90	aman	0.33
2	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.17	1006.18	2415.16	1551.60	1396.44	401.19	aman	0.29
1	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	1.73	1006.18	1926.28	1551.60	1396.44	317.15	aman	0.23

Tabel perhitungan kuat lentur Nominal Balok BSF

BALOK B1

Lantai	Profil	Mp	L	Lb	Lp	X1	X2	Lr	Keterangan	Cb	Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek Kapasitas	Rasio
		(K-in)	in	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)		
14	W16X26	1591.20	275.59	137.80	55.88	1480.33	0.04	157.98	Lp<=L<=LR	2.17	996.94	2415.54	1591.20	1432.08	763.26	aman	0.53
13	W18X35	2394.00	275.59	137.80	60.94	1585.22	0.03	175.17	Lp<=L<=LR	2.15	1498.30	3854.90	2394.00	2154.60	1032.48	aman	0.48
12	W18X35	2394.00	275.59	137.80	60.94	1585.22	0.03	175.17	Lp<=L<=LR	2.13	1498.30	3823.27	2394.00	2154.60	966.35	aman	0.45
11	W18X35	2394.00	275.59	137.80	60.94	1585.22	0.03	175.17	Lp<=L<=LR	2.10	1498.30	3767.57	2394.00	2154.60	980.92	aman	0.46
10	W18X40	2822.40	275.59	137.80	63.62	1809.16	0.02	187.37	Lp<=L<=LR	2.08	1777.88	4572.48	2822.40	2540.16	961.34	aman	0.38
9	W18X40	2822.40	275.59	137.80	63.62	1809.16	0.02	187.37	Lp<=L<=LR	2.27	1777.88	4995.12	2822.40	2540.16	1073.78	aman	0.42
8	W18X40	2822.40	275.59	137.80	63.62	1809.16	0.02	187.37	Lp<=L<=LR	2.08	1777.88	4578.70	2822.40	2540.16	954.33	aman	0.38
7	W18X40	2822.40	275.59	137.80	63.62	1809.16	0.02	187.37	Lp<=L<=LR	2.08	1777.88	4560.99	2822.40	2540.16	950.35	aman	0.37
6	W18X40	2822.40	275.59	137.80	63.62	1809.16	0.02	187.37	Lp<=L<=LR	2.28	1777.88	5012.47	2822.40	2540.16	1197.43	aman	0.47
5	W21X44	3434.40	275.59	137.80	63.10	1554.36	0.03	183.73	Lp<=L<=LR	2.10	2117.68	5504.60	3434.40	3090.96	960.28	aman	0.31
4	W21X44	3434.40	275.59	137.80	63.10	1554.36	0.03	183.73	Lp<=L<=LR	2.10	2117.68	5498.60	3434.40	3090.96	967.50	aman	0.31
3	W21X44	3434.40	275.59	137.80	63.10	1554.36	0.03	183.73	Lp<=L<=LR	2.27	2117.68	5956.91	3434.40	3090.96	1267.88	aman	0.41
2	W21X44	3434.40	275.59	137.80	63.10	1554.36	0.03	183.73	Lp<=L<=LR	2.19	2117.68	5742.92	3434.40	3090.96	1029.90	aman	0.33
1	W21X44	3434.40	275.59	137.80	63.10	1554.36	0.03	183.73	Lp<=L<=LR	2.12	2117.68	5542.26	3434.40	3090.96	1013.32	aman	0.33

BALOK B2

Lantai	Profil	Mp	L	Lb	Lp	X1	X2	Lr	Keterangan	Cb	Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek Kapasitas	Rasio
		(K-in)	in	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)		
14	W12X26	1339.20	196.85	196.85	75.19	1812.65	0.01	213.88	Lp<=L<=LR	1.55	869.51	1440.91	1339.20	1205.28	118.81	aman	0.10
13	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.07	1006.18	2304.91	1551.60	1396.44	363.90	aman	0.26
12	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.04	1006.18	2276.05	1551.60	1396.44	359.51	aman	0.26
11	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.04	1006.18	2268.62	1551.60	1396.44	357.87	aman	0.26
10	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.03	1006.18	2266.88	1551.60	1396.44	356.88	aman	0.26
9	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.04	1006.18	2277.89	1551.60	1396.44	357.45	aman	0.26
8	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.03	1006.18	2266.86	1551.60	1396.44	354.84	aman	0.25
7	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.04	1006.18	2268.27	1551.60	1396.44	353.79	aman	0.25
6	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.05	1006.18	2281.97	1551.60	1396.44	354.26	aman	0.25
5	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.05	1006.18	2279.44	1551.60	1396.44	352.42	aman	0.25
4	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.05	1006.18	2289.87	1551.60	1396.44	352.21	aman	0.25
3	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.08	1006.18	2315.76	1551.60	1396.44	353.97	aman	0.25
2	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.09	1006.18	2324.97	1551.60	1396.44	353.50	aman	0.25
1	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	2.15	1006.18	2397.80	1551.60	1396.44	361.20	aman	0.26

Tabel perhitungan kuat lentur Nominal Balok BSF

BALOK B3

Lantai	Profil	Mp	L	Lb	Lp	X1	X2	Lr	Keterangan	Cb	Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek Kapasitas	Rasio
		(K-in)	in	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)		
14	W16X26	1591.20	275.59	137.80	55.88	1480.33	0.04	157.98	Lp<=L<=LR	2.30	996.94	2563.15	1591.20	1432.08	1155.77	aman	0.81
13	W21X44	3434.40	275.59	137.80	63.10	1554.36	0.03	183.73	Lp<=L<=LR	2.30	2117.68	6023.82	3434.40	3090.96	2094.87	aman	0.68
12	W21X44	3434.40	275.59	137.80	63.10	1554.36	0.03	183.73	Lp<=L<=LR	2.20	2117.68	5769.48	3434.40	3090.96	2137.93	aman	0.69
11	W21X44	3434.40	275.59	137.80	63.10	1554.36	0.03	183.73	Lp<=L<=LR	2.30	2117.68	6023.82	3434.40	3090.96	2063.55	aman	0.67
10	W21X48	3852.00	275.59	137.80	82.84	1446.13	0.04	232.42	Lp<=L<=LR	2.29	2420.78	7600.22	3852.00	3466.80	2043.11	aman	0.59
9	W21X48	3852.00	275.59	137.80	82.84	1446.13	0.04	232.42	Lp<=L<=LR	2.22	2420.78	7367.84	3852.00	3466.80	2304.52	aman	0.66
8	W21X48	3852.00	275.59	137.80	82.84	1446.13	0.04	232.42	Lp<=L<=LR	2.23	2420.78	7421.99	3852.00	3466.80	1983.82	aman	0.57
7	W21X48	3852.00	275.59	137.80	82.84	1446.13	0.04	232.42	Lp<=L<=LR	2.21	2420.78	7363.28	3852.00	3466.80	1944.27	aman	0.56
6	W21X48	3852.00	275.59	137.80	82.84	1446.13	0.04	232.42	Lp<=L<=LR	2.22	2420.78	7380.19	3852.00	3466.80	2329.13	aman	0.67
5	W21X50	3960.00	275.59	137.80	65.08	1731.30	0.02	192.55	Lp<=L<=LR	2.18	2460.00	6776.11	3960.00	3564.00	1892.99	aman	0.53
4	W21X50	3960.00	275.59	137.80	65.08	1731.30	0.02	192.55	Lp<=L<=LR	2.18	2460.00	6753.46	3960.00	3564.00	1798.44	aman	0.50
3	W21X50	3960.00	275.59	137.80	65.08	1731.30	0.02	192.55	Lp<=L<=LR	2.21	2460.00	6862.11	3960.00	3564.00	2150.78	aman	0.60
2	W21X50	3960.00	275.59	137.80	65.08	1731.30	0.02	192.55	Lp<=L<=LR	2.18	2460.00	6772.49	3960.00	3564.00	1778.68	aman	0.50
1	W21X50	3960.00	275.59	137.80	65.08	1731.30	0.02	192.55	Lp<=L<=LR	2.09	2460.00	6473.96	3960.00	3564.00	1627.29	aman	0.46

BALOK B4

Lantai	Profil	Mp	L	Lb	Lp	X1	X2	Lr	Keterangan	Cb	Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek Kapasitas	Rasio
		(K-in)	in	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)		
14	W12X30	1551.60	196.85	196.85	75.99	2072.40	0.01	226.79	Lp<=L<=LR	1.47	1006.18	1636.47	1551.60	1396.44	287.30	aman	0.21
13	W12X35	1843.20	196.85	196.85	77.12	2424.30	0.00	247.80	Lp<=L<=LR	1.84	1185.60	2536.95	1843.20	1658.88	542.43	aman	0.33
12	W12X35	1843.20	196.85	196.85	77.12	2424.30	0.00	247.80	Lp<=L<=LR	1.78	1185.60	2454.86	1843.20	1658.88	525.81	aman	0.32
11	W12X35	1843.20	196.85	196.85	77.12	2424.30	0.00	247.80	Lp<=L<=LR	1.78	1185.60	2457.03	1843.20	1658.88	524.44	aman	0.32
10	W12X35	1843.20	196.85	196.85	77.12	2424.30	0.00	247.80	Lp<=L<=LR	1.78	1185.60	2460.50	1843.20	1658.88	522.88	aman	0.32
9	W12X35	1843.20	196.85	196.85	77.12	2424.30	0.00	247.80	Lp<=L<=LR	1.79	1185.60	2472.87	1843.20	1658.88	522.43	aman	0.31
8	W12X35	1843.20	196.85	196.85	77.12	2424.30	0.00	247.80	Lp<=L<=LR	1.80	1185.60	2482.58	1843.20	1658.88	520.97	aman	0.31
7	W12X35	1843.20	196.85	196.85	77.12	2424.30	0.00	247.80	Lp<=L<=LR	1.81	1185.60	2503.63	1843.20	1658.88	521.09	aman	0.31
6	W12X35	1843.20	196.85	196.85	77.12	2424.30	0.00	247.80	Lp<=L<=LR	1.83	1185.60	2535.19	1843.20	1658.88	522.62	aman	0.32
5	W12X35	1843.20	196.85	196.85	77.12	2424.30	0.00	247.80	Lp<=L<=LR	1.86	1185.60	2569.05	1843.20	1658.88	524.06	aman	0.32
4	W12X35	1843.20	196.85	196.85	77.12	2424.30	0.00	247.80	Lp<=L<=LR	1.89	1185.60	2618.34	1843.20	1658.88	527.78	aman	0.32
3	W12X35	1843.20	196.85	196.85	77.12	2424.30	0.00	247.80	Lp<=L<=LR	1.94	1185.60	2684.98	1843.20	1658.88	534.02	aman	0.32
2	W12X35	1843.20	196.85	196.85	77.12	2424.30	0.00	247.80	Lp<=L<=LR	1.99	1185.60	2749.45	1843.20	1658.88	539.46	aman	0.33
1	W12X35	1843.20	196.85	196.85	77.12	2424.30	0.00	247.80	Lp<=L<=LR	2.10	1185.60	2895.30	1843.20	1658.88	557.98	aman	0.34

Tabel Gaya geser rencana Balok USF

BALOK B1

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana (Kips)		Vu pakai
			VD	VL	VE,ki	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
14	W16X26	259.92	6.48	1.80	0.95	1750.32	22.14	13.61	13.61
13	W21X44	259.92	14.92	3.82	2.52	3777.84	48.88	32.93	32.93
12	W21X44	259.92	14.85	3.80	4.84	3777.84	48.79	44.88	44.88
11	W21X44	259.92	14.81	3.78	7.17	3777.84	48.73	56.96	48.73
10	W21X44	259.92	14.73	3.76	9.36	3777.84	48.63	68.22	48.63
9	W21X48	259.92	14.64	3.73	11.35	4237.2	52.03	78.46	52.03
8	W21X48	259.92	14.52	3.69	13.14	4237.2	51.87	87.62	51.87
7	W21X48	259.92	14.38	3.65	14.73	4237.2	51.68	95.70	51.68
6	W21X48	259.92	14.21	3.60	16.12	4237.2	51.46	102.69	51.46
5	W21X48	259.92	14.03	3.54	17.31	4237.2	51.21	108.59	51.21
4	W21X50	259.92	13.82	3.48	18.27	4356	51.84	113.34	51.84
3	W21X50	259.92	13.58	3.41	18.98	4356	51.51	116.69	51.51
2	W21X50	259.92	13.34	3.33	19.23	4356	51.19	117.68	51.19
1	W21X50	259.92	12.96	3.22	18.24	4356	50.68	112.00	50.68

BALOK B3

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana (Kips)		Vu pakai
			VD	VL	VE,ki	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
14	W18X35	259.92	11.23	3.40	0.95	2633.4	35.44	20.11	20.11
13	W24X55	259.92	21.98	7.39	2.52	5346	71.20	43.19	43.19
12	W24X55	259.92	21.86	7.36	4.84	5346	71.05	55.08	55.08
11	W24X55	259.92	21.80	7.34	7.17	5346	70.97	67.13	67.13
10	W24X55	259.92	21.70	7.30	9.36	5346	70.83	78.35	70.83
9	W24X62	259.92	21.57	7.26	11.35	6098.4	76.44	88.54	76.44
8	W24X62	259.92	21.41	7.20	13.14	6098.4	76.21	97.64	76.21
7	W24X62	259.92	21.22	7.13	14.73	6098.4	75.95	105.64	75.95
6	W24X62	259.92	20.99	7.05	16.12	6098.4	75.64	112.55	75.64
5	W24X62	259.92	20.73	6.96	17.31	6098.4	75.28	118.35	75.28
4	W24X68	259.92	20.44	6.85	18.27	7009.2	81.88	122.98	81.88
3	W24X68	259.92	20.11	6.73	18.98	7009.2	81.43	126.19	81.43
2	W24X68	259.92	19.77	6.61	19.23	7009.2	80.96	127.04	80.96
1	W24X68	259.92	19.22	6.41	18.24	7009.2	80.20	121.10	80.20

Tabel Gaya geser rencana Balok USF

BALOK B2

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)		Mpb	Geser Rencana (Kips)		Vu pakai
			VD	VL	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
14	W12X26	181.02	7.73	2.57	1473.12	26.84	10.82	10.823
13	W12X30	181.02	15.13	4.88	1706.76	39.45	21.01	21.012
12	W12X30	181.02	14.91	4.80	1706.76	39.15	20.70	20.704
11	W12X30	181.02	14.82	4.77	1706.76	39.03	20.57	20.578
10	W12X30	181.02	14.66	4.71	1706.76	38.81	20.34	20.347
9	W12X30	181.02	14.46	4.63	1706.76	38.52	20.05	20.049
8	W12X30	181.02	14.20	4.54	1706.76	38.16	19.67	19.676
7	W12X30	181.02	13.89	4.42	1706.76	37.73	19.22	19.227
6	W12X30	181.02	13.53	4.28	1706.76	37.23	18.69	18.698
5	W12X30	181.02	13.11	4.11	1706.76	36.64	18.08	18.085
4	W12X30	181.02	12.63	3.93	1706.76	35.97	17.38	17.385
3	W12X30	181.02	12.08	3.71	1706.76	35.21	16.58	16.584
2	W12X30	181.02	11.49	3.48	1706.76	34.39	15.72	15.727
1	W12X30	181.02	10.65	3.16	1706.76	33.22	14.50	14.503

BALOK B4

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)		Mpb	Geser Rencana (Kips)		Vu pakai
			VD	VL	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
14	W12X26	181.02	4.61	1.35	1473.12	22.48	6.26	6.258
13	W12X30	181.02	10.47	2.53	1706.76	32.69	13.66	13.658
12	W12X30	181.02	10.36	2.49	1706.76	32.53	13.49	13.489
11	W12X30	181.02	10.30	2.47	1706.76	32.45	13.41	13.407
10	W12X30	181.02	10.20	2.43	1706.76	32.31	13.26	13.264
9	W12X30	181.02	10.06	2.39	1706.76	32.13	13.08	13.078
8	W12X30	181.02	9.90	2.34	1706.76	31.90	12.84	12.845
7	W12X30	181.02	9.70	2.27	1706.76	31.63	12.56	12.565
6	W12X30	181.02	9.46	2.19	1706.76	31.30	12.23	12.237
5	W12X30	181.02	9.19	2.10	1706.76	30.93	11.85	11.857
4	W12X30	181.02	8.88	2.00	1706.76	30.51	11.42	11.424
3	W12X30	181.02	8.53	1.88	1706.76	30.03	10.93	10.932
2	W12X30	181.02	8.15	1.76	1706.76	29.52	10.41	10.409
1	W12X30	181.02	7.61	1.59	1706.76	28.78	9.66	9.658

Tabel Gaya geser rencana Balok BSF

BALOK B1

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana (Kips)		Vu pakai
			VD	VL	VE,ki	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
14	W16X26	259.92	5.04	1.35	-3.72	1750.32	20.19	21.60	20.19
13	W18X35	259.92	13.16	3.27	-2.06	2633.4	37.69	25.66	25.66
12	W18X35	259.92	13.15	3.27	0.69	2633.4	37.68	20.20	20.20
11	W18X35	259.92	13.14	3.27	-1.61	2633.4	37.67	23.84	23.84
10	W18X40	259.92	13.13	3.27	-1.16	3104.64	41.28	22.03	22.03
9	W18X40	259.92	13.11	3.26	2.05	3104.64	41.25	25.56	25.56
8	W18X40	259.92	13.10	3.26	-0.69	3104.64	41.24	20.12	20.12
7	W18X40	259.92	13.08	3.25	-0.43	3104.64	41.21	19.03	19.03
6	W18X40	259.92	13.05	3.24	3.05	3104.64	41.17	29.50	29.50
5	W21X44	259.92	13.03	3.23	0.41	3777.84	46.32	18.89	18.89
4	W21X44	259.92	13.00	3.22	0.47	3777.84	46.28	19.11	19.11
3	W21X44	259.92	12.94	3.21	3.77	3777.84	46.20	32.21	32.21
2	W21X44	259.92	12.91	3.20	2.07	3777.84	46.16	25.39	25.39
1	W21X44	194.92	7.59	2.23	2.00	3777.84	48.99	18.24	18.24

BALOK B3

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana (Kips)		Vu pakai
			VD	VL	VE,ki	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
14	W16X26	259.92	10.98	3.32	-1.02	1750.32	28.30	18.92	18.92
13	W21X44	259.92	21.67	7.30	1.14	3777.84	58.72	34.23	34.23
12	W21X44	259.92	21.57	7.27	3.88	3777.84	58.59	45.05	45.05
11	W21X44	259.92	21.52	7.25	1.65	3777.84	58.52	36.04	36.04
10	W21X48	259.92	21.43	7.22	2.11	4237.2	61.93	37.79	37.79
9	W21X48	259.92	21.32	7.18	5.47	4237.2	61.77	51.05	51.05
8	W21X48	259.92	21.18	7.13	2.71	4237.2	61.58	39.80	39.80
7	W21X48	259.92	21.00	7.07	2.85	4237.2	61.34	40.13	40.13
6	W21X48	259.92	20.80	6.99	6.35	4237.2	61.06	53.86	53.86
5	W21X50	259.92	20.57	6.91	3.44	4356	61.66	41.91	41.91
4	W21X50	259.92	20.31	6.81	3.09	4356	61.29	40.15	40.15
3	W21X50	259.92	20.01	6.70	6.10	4356	60.88	51.76	51.76
2	W21X50	259.92	19.70	6.59	3.74	4356	60.45	41.91	41.91
1	W21X50	194.92	12.24	4.55	2.78	4356	61.66	28.10	28.10

Tabel Gaya geser rencana Balok BSF

BALOK B2

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)		Mpb	Geser Rencana (Kips)		Vu pakai
			VD	VL	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
14	W12X26	181.02	2.38	0.62	1473.12	19.44	3.15	3.150
13	W12X30	181.02	7.85	1.63	1706.76	29.09	9.96	9.957
12	W12X30	181.02	7.83	1.62	1706.76	29.06	9.93	9.927
11	W12X30	181.02	7.82	1.62	1706.76	29.05	9.91	9.911
10	W12X30	181.02	7.81	1.61	1706.76	29.04	9.89	9.897
9	W12X30	181.02	7.81	1.61	1706.76	29.03	9.89	9.890
8	W12X30	181.02	7.79	1.60	1706.76	29.00	9.86	9.862
7	W12X30	181.02	7.78	1.60	1706.76	28.98	9.84	9.842
6	W12X30	181.02	7.77	1.59	1706.76	28.97	9.83	9.830
5	W12X30	181.02	7.75	1.58	1706.76	28.95	9.80	9.802
4	W12X30	181.02	7.74	1.58	1706.76	28.93	9.78	9.783
3	W12X30	181.02	7.73	1.57	1706.76	28.92	9.77	9.775
2	W12X30	181.02	7.72	1.57	1706.76	28.90	9.75	9.754
1	W12X30	181.02	7.74	1.57	1706.76	28.93	9.78	9.780

BALOK B4

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)		Mpb	Geser Rencana (Kips)		Vu pakai
			VD	VL	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
14	W12X30	181.02	4.17	1.16	1706.76	24.44	5.60	5.597
13	W12X35	181.02	11.09	3.27	2027.52	37.34	15.08	15.080
12	W12X35	181.02	11.01	3.24	2027.52	37.24	14.97	14.970
11	W12X35	181.02	10.99	3.23	2027.52	37.21	14.94	14.940
10	W12X35	181.02	10.97	3.22	2027.52	37.17	14.90	14.903
9	W12X35	181.02	10.94	3.21	2027.52	37.14	14.86	14.865
8	W12X35	181.02	10.91	3.20	2027.52	37.09	14.81	14.816
7	W12X35	181.02	10.88	3.19	2027.52	37.05	14.77	14.769
6	W12X35	181.02	10.85	3.17	2027.52	37.00	14.72	14.725
5	W12X35	181.02	10.82	3.16	2027.52	36.96	14.67	14.676
4	W12X35	181.02	10.79	3.15	2027.52	36.92	14.63	14.636
3	W12X35	181.02	10.77	3.14	2027.52	36.89	14.60	14.607
2	W12X35	181.02	10.75	3.13	2027.52	36.86	14.57	14.572
1	W12X35	181.02	10.78	3.14	2027.52	36.90	14.61	14.610

Tabel Gaya geser Nominal Balok USF

B1

Lantai	Profil	Vu Rencana (Kips)	h (in)	tw (in)	h/tw	Vn (Kips)	ΦVn (Kips)	Cek Geser	Rasio
14	W16X26	13.609	14.915	0.25	59.66	84.78	76.30	aman	0.18
13	W21X44	32.933	19.665	0.35	56.19	156.49	140.84	aman	0.23
12	W21X44	44.883	19.665	0.35	56.19	156.49	140.84	aman	0.32
11	W21X44	48.727	19.665	0.35	56.19	156.49	140.84	aman	0.35
10	W21X44	48.626	19.665	0.35	56.19	156.49	140.84	aman	0.35
9	W21X48	52.031	19.57	0.35	55.91	155.74	140.16	aman	0.37
8	W21X48	51.871	19.57	0.35	55.91	155.74	140.16	aman	0.37
7	W21X48	51.680	19.57	0.35	55.91	155.74	140.16	aman	0.37
6	W21X48	51.459	19.57	0.35	55.91	155.74	140.16	aman	0.37
5	W21X48	51.206	19.57	0.35	55.91	155.74	140.16	aman	0.37
4	W21X50	51.835	19.76	0.38	52.00	170.73	153.65	aman	0.34
3	W21X50	51.514	19.76	0.38	52.00	170.73	153.65	aman	0.34
2	W21X50	51.187	19.76	0.38	52.00	170.73	153.65	aman	0.33
1	W21X50	50.676	19.76	0.38	52.00	170.73	153.65	aman	0.33

B2

Lantai	Profil	Vu Rencana (Kips)	h (in)	tw (in)	h/tw	Vn (Kips)	ΦVn (Kips)	Cek Geser	Rasio
14	W12X26	10.823	11.59	0.23	50.39	60.61	54.55	aman	0.20
13	W12X30	21.012	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.34
12	W12X30	20.704	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.33
11	W12X30	20.578	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.33
10	W12X30	20.347	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.33
9	W12X30	20.049	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.32
8	W12X30	19.676	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.32
7	W12X30	19.227	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.31
6	W12X30	18.698	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.30
5	W12X30	18.085	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.29
4	W12X30	17.385	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.28
3	W12X30	16.584	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.27
2	W12X30	15.727	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.25
1	W12X30	14.503	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.23

B3

Lantai	Profil	Vu Rencana (Kips)	h (in)	tw (in)	h/tw	Vn (Kips)	ΦVn (Kips)	Cek Geser	Rasio
14	W18X35	20.109	16.815	0.3	56.05	114.70	103.23	aman	0.19
13	W24X55	43.189	22.42	0.395	56.76	201.36	181.22	aman	0.24
12	W24X55	55.078	22.42	0.395	56.76	201.36	181.22	aman	0.30
11	W24X55	67.134	22.42	0.395	56.76	201.36	181.22	aman	0.37
10	W24X55	70.827	22.42	0.395	56.76	201.36	181.22	aman	0.39
9	W24X62	76.436	22.515	0.43	52.36	220.13	198.11	aman	0.39
8	W24X62	76.213	22.515	0.43	52.36	220.13	198.11	aman	0.38
7	W24X62	75.947	22.515	0.43	52.36	220.13	198.11	aman	0.38
6	W24X62	75.636	22.515	0.43	52.36	220.13	198.11	aman	0.38
5	W24X62	75.279	22.515	0.43	52.36	220.13	198.11	aman	0.38
4	W24X68	81.885	22.515	0.415	54.25	212.45	191.20	aman	0.43
3	W24X68	81.426	22.515	0.415	54.25	212.45	191.20	aman	0.43
2	W24X68	80.959	22.515	0.415	54.25	212.45	191.20	aman	0.42
1	W24X68	80.198	22.515	0.415	54.25	212.45	191.20	aman	0.42

B4

Lantai	Profil	Vu Rencana (Kips)	h (in)	tw (in)	h/tw	Vn (Kips)	ΦVn (Kips)	Cek Geser	Rasio
14	W12X26	6.258	11.59	0.23	50.39	60.61	54.55	aman	0.11
13	W12X30	13.658	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.22
12	W12X30	13.489	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.22
11	W12X30	13.407	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.22
10	W12X30	13.264	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.21
9	W12X30	13.078	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.21
8	W12X30	12.845	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.21
7	W12X30	12.565	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.20
6	W12X30	12.237	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.20
5	W12X30	11.857	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.19
4	W12X30	11.424	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.18
3	W12X30	10.932	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.18
2	W12X30	10.409	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.17
1	W12X30	9.658	11.685	0.26	44.94	69.08	62.17	aman	0.16

Tabel Momen Akibat Beban Gravitasi Struktur USF

Lantai	Lokasi (m)		Momen Balok Akibat Beban Gravitasi (kips-in)					
			Portal Tepi			Portal Tengah		
			Md	Ml	Md+Ml	Md	Ml	Md+Ml
14	Tepi Kiri	0.199	-16.686	3.295	-13.391	-155.270	-20.116	-175.386
	1/2 L	3.5	217.381	60.705	278.086	420.696	121.175	541.871
	tepi kanan	6.801	-438.251	-127.290	-565.541	-704.841	-228.343	-933.184
13	Tepi Kiri	0.199	-338.970	-84.972	-423.941	-563.332	-201.682	-765.014
	1/2 L	3.5	464.490	147.391	611.882	754.361	294.782	1049.143
	tepi kanan	6.801	-815.148	-233.756	-1048.903	-1220.523	-435.775	-1656.298
12	Tepi Kiri	0.199	-348.485	-87.972	-436.457	-577.906	-206.160	-784.066
	1/2 L	3.5	463.407	147.118	610.525	754.378	294.178	1048.556
	tepi kanan	6.801	-807.799	-231.302	-1039.101	-1205.914	-432.504	-1638.419
11	Tepi Kiri	0.199	-354.210	-89.734	-443.944	-585.590	-208.826	-794.416
	1/2 L	3.5	463.592	147.163	610.754	754.337	294.283	1048.620
	tepi kanan	6.801	-801.705	-229.450	-1031.155	-1198.313	-429.628	-1627.941
10	Tepi Kiri	0.199	-363.927	-92.734	-456.661	-598.948	-213.455	-812.402
	1/2 L	3.5	463.541	147.150	610.691	754.326	294.256	1048.581
	tepi kanan	6.801	-792.089	-226.476	-1018.565	-1184.978	-425.054	-1610.032
9	Tepi Kiri	0.199	-376.356	-96.565	-472.921	-615.960	-219.436	-835.395
	1/2 L	3.5	463.529	147.146	610.674	754.297	294.250	1048.547
	tepi kanan	6.801	-779.685	-222.654	-1002.338	-1168.023	-419.084	-1587.107
8	Tepi Kiri	0.199	-391.738	-101.301	-493.039	-637.033	-226.898	-863.931
	1/2 L	3.5	463.504	147.138	610.642	754.265	294.238	1048.503
	tepi kanan	6.801	-764.352	-217.933	-982.286	-1147.014	-411.645	-1558.659
7	Tepi Kiri	0.199	-410.066	-106.935	-517.001	-662.191	-235.856	-898.046
	1/2 L	3.5	463.476	147.129	610.606	754.227	294.225	1048.452
	tepi kanan	6.801	-746.080	-212.316	-958.396	-1121.933	-402.715	-1524.648
6	Tepi Kiri	0.199	-431.378	-113.477	-544.855	-691.538	-246.347	-937.885
	1/2 L	3.5	463.442	147.119	610.560	754.179	294.207	1048.387
	tepi kanan	6.801	-724.837	-205.796	-930.632	-1092.681	-392.258	-1484.939
5	Tepi Kiri	0.199	-455.718	-120.934	-576.652	-725.193	-258.418	-983.611
	1/2 L	3.5	463.413	147.110	610.523	754.141	294.194	1048.335
	tepi kanan	6.801	-700.554	-198.356	-898.911	-1059.102	-380.214	-1439.316
4	Tepi Kiri	0.199	-483.100	-129.306	-612.406	-763.238	-272.101	-1035.338
	1/2 L	3.5	463.326	147.084	610.410	754.012	294.147	1048.159
	tepi kanan	6.801	-673.346	-190.036	-863.382	-1021.314	-366.626	-1387.940
3	Tepi Kiri	0.199	-513.777	-138.660	-652.437	-806.140	-287.572	-1093.712
	1/2 L	3.5	463.507	147.137	610.644	754.306	294.257	1048.563
	tepi kanan	6.801	-642.307	-180.576	-822.883	-977.825	-350.934	-1328.759
2	Tepi Kiri	0.199	-546.477	-148.620	-695.098	-851.992	-304.129	-1156.121
	1/2 L	3.5	462.291	146.778	609.069	752.396	293.546	1045.941
	tepi kanan	6.801	-612.040	-171.333	-783.373	-935.793	-335.800	-1271.593
1	Tepi Kiri	0.199	-589.742	-161.672	-751.414	-914.257	-326.760	-1241.017
	1/2 L	3.5	468.175	148.510	616.684	761.690	297.012	1058.702
	tepi kanan	6.801	-557.007	-154.819	-711.826	-854.940	-306.235	-1161.175

Tabel Momen Akibat Beban Gravitasi Struktur BSF

Lantai	Lokasi (m)		Momen Balok Akibat Beban Gravitasi (kips-in)					
			Portal Tepi			Portal Tengah		
			Md	Ml	Md+Ml	Md	Ml	Md+Ml
14	Tepi Kiri	0.199	-206.187	-55.357	-261.544	-188.554	-30.390	-218.944
	1/2 L	3.5	215.726	60.192	275.919	420.404	121.085	541.489
	tepi kanan	6.801	-252.060	-69.663	-321.722	-672.141	-218.248	-890.389
13	Tepi Kiri	0.199	-567.107	-155.499	-722.605	-602.888	-213.892	-816.780
	1/2 L	3.5	464.479	147.388	611.867	754.360	294.781	1049.141
	tepi kanan	6.801	-587.033	-163.235	-750.269	-1180.969	-423.565	-1604.534
12	Tepi Kiri	0.199	-569.655	-156.169	-725.824	-615.573	-217.786	-833.359
	1/2 L	3.5	462.985	146.988	609.973	754.306	294.156	1048.462
	tepi kanan	6.801	-587.473	-163.365	-750.838	-1168.392	-420.923	-1589.314
11	Tepi Kiri	0.199	-570.454	-156.477	-726.931	-622.201	-220.125	-842.325
	1/2 L	3.5	463.276	147.065	610.341	754.283	294.266	1048.550
	tepi kanan	6.801	-586.093	-162.902	-748.995	-1161.810	-418.362	-1580.172
10	Tepi Kiri	0.199	-572.133	-156.971	-729.104	-633.861	-224.229	-858.090
	1/2 L	3.5	463.217	147.050	610.267	754.271	294.239	1048.510
	tepi kanan	6.801	-584.531	-162.440	-746.971	-1150.174	-414.313	-1564.486
9	Tepi Kiri	0.199	-575.091	-157.754	-732.846	-648.793	-229.568	-878.360
	1/2 L	3.5	463.221	147.051	610.271	754.247	294.235	1048.481
	tepi kanan	6.801	-581.566	-161.654	-743.220	-1135.291	-408.983	-1544.274
8	Tepi Kiri	0.199	-576.301	-158.220	-734.521	-667.375	-236.261	-903.636
	1/2 L	3.5	463.219	147.050	610.269	754.218	294.224	1048.442
	tepi kanan	6.801	-580.359	-161.189	-741.548	-1116.766	-402.311	-1519.077
7	Tepi Kiri	0.199	-578.667	-158.938	-737.605	-689.666	-244.334	-934.000
	1/2 L	3.5	463.217	147.049	610.266	754.184	294.212	1048.396
	tepi kanan	6.801	-577.998	-160.473	-738.471	-1094.542	-394.263	-1488.805
6	Tepi Kiri	0.199	-582.633	-160.034	-742.667	-715.799	-253.833	-969.632
	1/2 L	3.5	463.206	147.047	610.253	754.142	294.196	1048.338
	tepi kanan	6.801	-574.053	-159.383	-733.436	-1068.495	-384.795	-1453.290
5	Tepi Kiri	0.199	-585.553	-161.010	-746.562	-745.925	-264.815	-1010.740
	1/2 L	3.5	463.213	147.048	610.261	754.109	294.184	1048.293
	tepi kanan	6.801	-571.120	-158.404	-729.524	-1038.434	-373.837	-1412.271
4	Tepi Kiri	0.199	-589.858	-162.295	-752.153	-780.168	-277.325	-1057.494
	1/2 L	3.5	463.162	147.033	610.195	753.986	294.139	1048.125
	tepi kanan	6.801	-566.916	-157.149	-724.065	-1004.436	-361.417	-1365.853
3	Tepi Kiri	0.199	-596.549	-164.171	-760.720	-819.043	-291.554	-1110.597
	1/2 L	3.5	463.377	147.097	610.474	754.286	294.251	1048.537
	tepi kanan	6.801	-559.795	-155.145	-714.940	-964.962	-346.964	-1311.926
2	Tepi Kiri	0.199	-602.424	-165.980	-768.404	-860.699	-306.816	-1167.516
	1/2 L	3.5	462.207	146.752	608.959	752.383	293.542	1045.924
	tepi kanan	6.801	-556.260	-154.026	-710.286	-927.112	-333.120	-1260.233
1	Tepi Kiri	0.199	-617.349	-170.312	-787.661	-918.606	-328.103	-1246.710
	1/2 L	3.5	468.120	148.493	616.613	761.681	297.010	1058.691
	tepi kanan	6.801	-529.509	-146.213	-675.722	-850.608	-304.898	-1155.506

Tabel Lendutan Yang Terjadi Struktur USF

Lantai	Balok portal tepi				Balok portal tengah			
	Profil	Δ tengah bentang			Profil	Δ tengah bentang		
		terjadi	ijin	komtrol		terjadi	ijin	komtrol
14	W16X26	0.30	1.15	aman	W18X35	0.35	1.15	aman
13	W21X44	0.25	0.77	aman	W24X55	0.26	0.77	aman
12	W21X44	0.25	0.77	aman	W24X55	0.26	0.77	aman
11	W21X44	0.25	0.77	aman	W24X55	0.26	0.77	aman
10	W21X44	0.25	0.77	aman	W24X55	0.26	0.77	aman
9	W21X48	0.22	0.77	aman	W24X62	0.23	0.77	aman
8	W21X48	0.22	0.77	aman	W24X62	0.23	0.77	aman
7	W21X48	0.22	0.77	aman	W24X62	0.23	0.77	aman
6	W21X48	0.22	0.77	aman	W24X62	0.23	0.77	aman
5	W21X48	0.22	0.77	aman	W24X62	0.23	0.77	aman
4	W21X50	0.21	0.77	aman	W24X68	0.19	0.77	aman
3	W21X50	0.21	0.77	aman	W24X68	0.19	0.77	aman
2	W21X50	0.21	0.77	aman	W24X68	0.19	0.77	aman
1	W21X50	0.21	0.77	aman	W24X68	0.19	0.77	aman

Tabel Lendutan Yang Terjadi Struktur BSF

Lantai	Balok portal tepi				Balok portal tengah			
	Profil	Δ tengah bentang			Profil	Δ tengah bentang		
		terjadi	ijin	komtrol		terjadi	ijin	komtrol
14	W16X26	0.20	1.15	aman	W16X26	0.39	1.15	aman
13	W18X35	0.25	0.77	aman	W21X44	0.26	0.77	aman
12	W18X35	0.25	0.77	aman	W21X44	0.26	0.77	aman
11	W18X35	0.25	0.77	aman	W21X44	0.26	0.77	aman
10	W18X40	0.21	0.77	aman	W21X48	0.23	0.77	aman
9	W18X40	0.21	0.77	aman	W21X48	0.23	0.77	aman
8	W18X40	0.21	0.77	aman	W21X48	0.23	0.77	aman
7	W18X40	0.21	0.77	aman	W21X48	0.23	0.77	aman
6	W18X40	0.21	0.77	aman	W21X48	0.23	0.77	aman
5	W21X44	0.15	0.77	aman	W21X50	0.22	0.77	aman
4	W21X44	0.15	0.77	aman	W21X50	0.22	0.77	aman
3	W21X44	0.15	0.77	aman	W21X50	0.22	0.77	aman
2	W21X44	0.15	0.77	aman	W21X50	0.22	0.77	aman
1	W21X44	0.15	0.77	aman	W21X50	0.23	0.77	aman

Tabel Koefisien Distribusi Momen Kolom BSF

Kolom K1

Kolom Lantai	Lokasi	Momen (T-m)		Join Lantai	Lokasi	Momen (T-m)		α	
		ME x	ME y			ME x	ME y	Arah Y	Arah X
14	Atas	5.85	-5.42	14	Bawah	5.85	-5.42	1.00	1.00
	Bawah	-9.323	4.365	13	Atas	-9.323	4.365	0.60	0.55
13	Atas	-6.135	-3.55		Bawah	-6.135	-3.55	0.40	0.45
	Bawah	-0.268	3.744	12	Atas	-0.268	3.744	0.14	0.49
12	Atas	-1.625	-3.907		Bawah	-1.625	-3.907	0.86	0.51
	Bawah	6.837	3.885	11	Atas	6.837	3.885	0.42	0.50
11	Atas	9.287	-3.886		Bawah	9.287	-3.886	0.58	0.50
	Bawah	-10.203	3.909	10	Atas	-10.203	3.909	0.55	0.50
10	Atas	-8.475	-3.974		Bawah	-8.475	-3.974	0.45	0.50
	Bawah	0.898	4.02	9	Atas	0.898	4.02	0.25	0.50
9	Atas	-2.687	-4.008		Bawah	-2.687	-4.008	0.75	0.50
	Bawah	9.199	3.949	8	Atas	9.199	3.949	0.48	0.51
8	Atas	10.148	-3.862		Bawah	10.148	-3.862	0.52	0.49
	Bawah	-10.187	3.828	7	Atas	-10.187	3.828	0.51	0.50
7	Atas	-9.653	-3.799		Bawah	-9.653	-3.799	0.49	0.50
	Bawah	1.879	3.802	6	Atas	1.879	3.802	0.36	0.51
6	Atas	-3.338	-3.643		Bawah	-3.338	-3.643	0.64	0.49
	Bawah	10.369	3.471	5	Atas	10.369	3.471	0.52	0.52
5	Atas	9.537	-3.177		Bawah	9.537	-3.177	0.48	0.48
	Bawah	-8.274	3.039	4	Atas	-8.274	3.039	0.47	0.52
4	Atas	-9.171	-2.816		Bawah	-9.171	-2.816	0.53	0.48
	Bawah	2.721	2.72	3	Atas	2.721	2.72	0.43	0.54
3	Atas	-3.594	-2.314		Bawah	-3.594	-2.314	0.57	0.46
	Bawah	9.598	1.982	2	Atas	9.598	1.982	0.61	0.58
2	Atas	6.122	-1.407		Bawah	6.122	-1.407	0.39	0.42
	Bawah	-3.226	1.133	1	Atas	-3.226	1.133	0.33	0.68
1	Atas	-6.498	-0.523		Bawah	-6.498	-0.523	0.67	0.32
	Bawah	5.475	0.154	Dasar	Atas	5.475	0.154	1	1

Kolom K2

Kolom Lantai	Lokasi	Momen (T-m)		Join Lantai	Lokasi	Momen (T-m)		α	
		ME x	ME y			ME x	ME y	Arah Y	Arah X
14	Atas	4.715	-0.178	14	Bawah	4.715	-0.178	1.00	1.00
	Bawah	-7.997	0.162	13	Atas	-7.997	0.162	0.49	0.54
13	Atas	-8.349	-0.137		Bawah	-8.349	-0.137	0.51	0.46
	Bawah	3.253	0.13	12	Atas	3.253	0.13	0.38	0.55
12	Atas	-5.321	-0.106		Bawah	-5.321	-0.106	0.62	0.45
	Bawah	9.417	0.089	11	Atas	9.417	0.089	0.56	0.49
11	Atas	7.383	-0.092		Bawah	7.383	-0.092	0.44	0.51
	Bawah	-8.232	0.112	10	Atas	-8.232	0.112	0.42	0.53
10	Atas	-11.565	-0.1		Bawah	-11.565	-0.1	0.58	0.47
	Bawah	5.569	0.066	9	Atas	5.569	0.066	0.42	0.96
9	Atas	-7.57	0.003		Bawah	-7.57	0.003	0.58	0.04
	Bawah	12.777	-0.043	8	Atas	12.777	-0.043	0.63	0.46
8	Atas	7.544	0.05		Bawah	7.544	0.05	0.37	0.54
	Bawah	-7.652	-0.019	7	Atas	-7.652	-0.019	0.37	0.42
7	Atas	-13.306	0.026		Bawah	-13.306	0.026	0.63	0.58
	Bawah	7.179	-0.065	6	Atas	7.179	-0.065	0.45	0.31
6	Atas	-8.851	0.146		Bawah	-8.851	0.146	0.55	0.69
	Bawah	14.523	-0.191	5	Atas	14.523	-0.191	0.69	0.50
5	Atas	6.56	0.191		Bawah	6.56	0.191	0.31	0.50
	Bawah	-5.561	-0.145	4	Atas	-5.561	-0.145	0.30	0.54
4	Atas	-12.689	0.125		Bawah	-12.689	0.125	0.70	0.46
	Bawah	7.618	-0.151	3	Atas	7.618	-0.151	0.47	0.42
3	Atas	-8.69	0.208		Bawah	-8.69	0.208	0.53	0.58
	Bawah	13.589	-0.243	2	Atas	13.589	-0.243	0.80	0.54
2	Atas	3.395	0.203		Bawah	3.395	0.203	0.20	0.46
	Bawah	-1.136	-0.127	1	Atas	-1.136	-0.127	0.11	0.80
1	Atas	-9.075	0.032		Bawah	-9.075	0.032	0.89	0.20
	Bawah	9.369	-0.009	Dasar	Atas	9.369	-0.009	1	1

Tabel Koefisien Distribusi Momen Kolom BSF

Kolom K3

Kolom Lantai	Lokasi	Momen (T-m)		Join Lantai	Lokasi	Momen (T-m)		α	
		ME x	ME y			ME x	ME y	Arah Y	Arah X
14	Atas	1.599	-4.89	14	Bawah	1.599	-4.89	1.00	1.00
	Bawah	-6.343	4.281	13	Atas	-6.343	4.281	0.43	0.53
13	Atas	-8.26	-3.769		Bawah	-8.26	-3.769	0.57	0.47
	Bawah	2.147	3.84	12	Atas	2.147	3.84	0.34	0.50
12	Atas	-4.249	-3.902		Bawah	-4.249	-3.902	0.66	0.50
	Bawah	9.409	3.895	11	Atas	9.409	3.895	0.58	0.50
11	Atas	6.691	-3.895		Bawah	6.691	-3.895	0.42	0.50
	Bawah	-7.608	3.9	10	Atas	-7.608	3.9	0.41	0.50
10	Atas	-11.082	-3.923		Bawah	-11.082	-3.923	0.59	0.50
	Bawah	3.578	3.942	9	Atas	3.578	3.942	0.40	0.50
9	Atas	-5.426	-3.905		Bawah	-5.426	-3.905	0.60	0.50
	Bawah	11.921	3.846	8	Atas	11.921	3.846	0.61	0.51
8	Atas	7.488	-3.747		Bawah	7.488	-3.747	0.39	0.49
	Bawah	-7.586	3.701	7	Atas	-7.586	3.701	0.38	0.50
7	Atas	-12.246	-3.632		Bawah	-12.246	-3.632	0.62	0.50
	Bawah	4.505	3.604	6	Atas	4.505	3.604	0.43	0.51
6	Atas	-5.933	-3.431		Bawah	-5.933	-3.431	0.57	0.49
	Bawah	12.87	3.275	5	Atas	12.87	3.275	0.64	0.52
5	Atas	7.246	-2.995		Bawah	7.246	-2.995	0.36	0.48
	Bawah	-6.137	2.856	4	Atas	-6.137	2.856	0.35	0.52
4	Atas	-11.179	-2.613		Bawah	-11.179	-2.613	0.65	0.48
	Bawah	4.668	2.495	3	Atas	4.668	2.495	0.47	0.54
3	Atas	-5.341	-2.11		Bawah	-5.341	-2.11	0.53	0.46
	Bawah	11.114	1.822	2	Atas	11.114	1.822	0.69	0.58
2	Atas	5.007	-1.299		Bawah	5.007	-1.299	0.31	0.42
	Bawah	-2.391	1.035	1	Atas	-2.391	1.035	0.26	0.68
1	Atas	-6.902	-0.494		Bawah	-6.902	-0.494	0.74	0.32
	Bawah	5.535	0.186	Dasar	Atas	5.535	0.186	1	1

Kolom K4

Kolom Lantai	Lokasi	Momen (T-m)		Join Lantai	Lokasi	Momen (T-m)		α	
		ME x	ME y			ME x	ME y	Arah Y	Arah X
14	Atas	1.266	-0.224	14	Bawah	1.266	-0.224	1.00	1.00
	Bawah	-5.329	0.205	13	Atas	-5.329	0.205	0.34	0.53
13	Atas	-10.548	-0.18		Bawah	-10.548	-0.18	0.66	0.47
	Bawah	5.566	0.173	12	Atas	5.566	0.173	0.42	0.53
12	Atas	-7.698	-0.154		Bawah	-7.698	-0.154	0.58	0.47
	Bawah	11.771	0.14	11	Atas	11.771	0.14	0.70	0.50
11	Atas	5.025	-0.139		Bawah	5.025	-0.139	0.30	0.50
	Bawah	-5.843	0.151	10	Atas	-5.843	0.151	0.29	0.52
10	Atas	-13.977	-0.137		Bawah	-13.977	-0.137	0.71	0.48
	Bawah	7.985	0.109	9	Atas	7.985	0.109	0.45	0.67
9	Atas	-9.939	-0.054		Bawah	-9.939	-0.054	0.55	0.33
	Bawah	15.075	0.023	8	Atas	15.075	0.023	0.74	0.68
8	Atas	5.297	-0.011		Bawah	5.297	-0.011	0.26	0.32
	Bawah	-5.405	0.03	7	Atas	-5.405	0.03	0.26	0.64
7	Atas	-15.531	-0.017		Bawah	-15.531	-0.017	0.74	0.36
	Bawah	9.372	-0.014	6	Atas	9.372	-0.014	0.46	0.15
6	Atas	-10.913	0.078		Bawah	-10.913	0.078	0.54	0.85
	Bawah	16.429	-0.114	5	Atas	16.429	-0.114	0.77	0.49
5	Atas	4.807	0.12		Bawah	4.807	0.12	0.23	0.51
	Bawah	-3.87	-0.091	4	Atas	-3.87	-0.091	0.21	0.52
4	Atas	-14.271	0.083		Bawah	-14.271	0.083	0.79	0.48
	Bawah	9.108	-0.104	3	Atas	9.108	-0.104	0.48	0.41
3	Atas	-9.934	0.148		Bawah	-9.934	0.148	0.52	0.59
	Bawah	14.575	-0.174	2	Atas	14.575	-0.174	0.84	0.54
2	Atas	2.687	0.147		Bawah	2.687	0.147	0.16	0.46
	Bawah	-0.565	-0.094	1	Atas	-0.565	-0.094	0.06	0.78
1	Atas	-9.382	0.027		Bawah	-9.382	0.027	0.94	0.22
	Bawah	9.44	-0.01	Dasar	Atas	9.44	-0.01	1	1

Tabel Koefisien Distribusi Momen Kolom USF

Kolom K1

Kolom Lantai	Lokasi	Momen (T-m)	Join Lantai	Lokasi	Momen (T-m)	α
14	Atas	-1.68	14	Bawah	-1.68	1.00
	Bawah	-1.406	13	Atas	-1.406	0.20
13	Atas	-5.549		Bawah	-5.549	0.80
	Bawah	0.392	12	Atas	0.392	0.05
12	Atas	-7.541		Bawah	-7.541	0.95
	Bawah	2.452	11	Atas	2.452	0.21
11	Atas	-9.277		Bawah	-9.277	0.79
	Bawah	4.525	10	Atas	4.525	0.30
10	Atas	-10.76		Bawah	-10.76	0.70
	Bawah	6.464	9	Atas	6.464	0.35
9	Atas	-12.063		Bawah	-12.063	0.65
	Bawah	8.249	8	Atas	8.249	0.38
8	Atas	-13.194		Bawah	-13.194	0.62
	Bawah	9.873	7	Atas	9.873	0.41
7	Atas	-14.157		Bawah	-14.157	0.59
	Bawah	11.335	6	Atas	11.335	0.43
6	Atas	-14.95		Bawah	-14.95	0.57
	Bawah	12.639	5	Atas	12.639	0.45
5	Atas	-15.567		Bawah	-15.567	0.55
	Bawah	13.793	4	Atas	13.793	0.46
4	Atas	-15.983		Bawah	-15.983	0.54
	Bawah	14.868	3	Atas	14.868	0.48
3	Atas	-16.047		Bawah	-16.047	0.52
	Bawah	15.924	2	Atas	15.924	0.51
2	Atas	-15.413		Bawah	-15.413	0.49
	Bawah	18.44	1	Atas	18.44	0.62
1	Atas	-11.195		Bawah	-11.195	0.38
	Bawah	21.532	Dasar	Atas	21.532	1

Kolom K2

Kolom Lantai	Lokasi	Momen (T-m)	Join Lantai	Lokasi	Momen (T-m)	α
14	Atas	-4.54	14	Bawah	-4.54	1.00
	Bawah	1.173	13	Atas	1.173	0.12
13	Atas	-8.522		Bawah	-8.522	0.88
	Bawah	4.206	12	Atas	4.206	0.25
12	Atas	-12.408		Bawah	-12.408	0.75
	Bawah	7.974	11	Atas	7.974	0.34
11	Atas	-15.709		Bawah	-15.709	0.66
	Bawah	11.595	10	Atas	11.595	0.38
10	Atas	-18.68		Bawah	-18.68	0.62
	Bawah	14.957	9	Atas	14.957	0.41
9	Atas	-21.317		Bawah	-21.317	0.59
	Bawah	18.012	8	Atas	18.012	0.43
8	Atas	-23.628		Bawah	-23.628	0.57
	Bawah	20.751	7	Atas	20.751	0.45
7	Atas	-25.613		Bawah	-25.613	0.55
	Bawah	23.17	6	Atas	23.17	0.46
6	Atas	-27.27		Bawah	-27.27	0.54
	Bawah	25.27	5	Atas	25.27	0.47
5	Atas	-28.587		Bawah	-28.587	0.53
	Bawah	27.058	4	Atas	27.058	0.48
4	Atas	-29.517		Bawah	-29.517	0.52
	Bawah	28.54	3	Atas	28.54	0.49
3	Atas	-29.92		Bawah	-29.92	0.51
	Bawah	29.943	2	Atas	29.943	0.51
2	Atas	-28.903		Bawah	-28.903	0.49
	Bawah	31.031	1	Atas	31.031	0.56
1	Atas	-24.728		Bawah	-24.728	0.44
	Bawah	37.305	Dasar	Atas	37.305	1

Tabel Koefisien Distribusi Momen Kolom USF

Kolom K3

Kolom Lantai	Lokasi	Momen (T-m)	Join Lantai	Lokasi	Momen (T-m)	α
14	Atas	-1.68	14	Bawah	-1.68	1.00
	Bawah	-1.406	13	Atas	-1.406	0.20
13	Atas	-5.549		Bawah	-5.549	0.80
	Bawah	0.392	12	Atas	0.392	0.05
12	Atas	-7.541		Bawah	-7.541	0.95
	Bawah	2.452	11	Atas	2.452	0.21
11	Atas	-9.277		Bawah	-9.277	0.79
	Bawah	4.525	10	Atas	4.525	0.30
10	Atas	-10.76		Bawah	-10.76	0.70
	Bawah	6.464	9	Atas	6.464	0.35
9	Atas	-12.063		Bawah	-12.063	0.65
	Bawah	8.249	8	Atas	8.249	0.38
8	Atas	-13.194		Bawah	-13.194	0.62
	Bawah	9.873	7	Atas	9.873	0.41
7	Atas	-14.157		Bawah	-14.157	0.59
	Bawah	11.335	6	Atas	11.335	0.43
6	Atas	-14.95		Bawah	-14.95	0.57
	Bawah	12.639	5	Atas	12.639	0.45
5	Atas	-15.567		Bawah	-15.567	0.55
	Bawah	13.793	4	Atas	13.793	0.46
4	Atas	-15.983		Bawah	-15.983	0.54
	Bawah	14.868	3	Atas	14.868	0.48
3	Atas	-16.047		Bawah	-16.047	0.52
	Bawah	15.924	2	Atas	15.924	0.51
2	Atas	-15.413		Bawah	-15.413	0.49
	Bawah	18.44	1	Atas	18.44	0.62
1	Atas	-11.195		Bawah	-11.195	0.38
	Bawah	21.532	Dasar	Atas	21.532	1

Kolom K4

Kolom Lantai	Lokasi	Momen (T-m)	Join Lantai	Lokasi	Momen (T-m)	α
14	Atas	-4.54	14	Bawah	-4.54	1.00
	Bawah	1.173	13	Atas	1.173	0.12
13	Atas	-8.522		Bawah	-8.522	0.88
	Bawah	4.206	12	Atas	4.206	0.25
12	Atas	-12.408		Bawah	-12.408	0.75
	Bawah	7.974	11	Atas	7.974	0.34
11	Atas	-15.709		Bawah	-15.709	0.66
	Bawah	11.595	10	Atas	11.595	0.38
10	Atas	-18.68		Bawah	-18.68	0.62
	Bawah	14.957	9	Atas	14.957	0.41
9	Atas	-21.317		Bawah	-21.317	0.59
	Bawah	18.012	8	Atas	18.012	0.43
8	Atas	-23.628		Bawah	-23.628	0.57
	Bawah	20.751	7	Atas	20.751	0.45
7	Atas	-25.613		Bawah	-25.613	0.55
	Bawah	23.17	6	Atas	23.17	0.46
6	Atas	-27.27		Bawah	-27.27	0.54
	Bawah	25.27	5	Atas	25.27	0.47
5	Atas	-28.587		Bawah	-28.587	0.53
	Bawah	27.058	4	Atas	27.058	0.48
4	Atas	-29.517		Bawah	-29.517	0.52
	Bawah	28.54	3	Atas	28.54	0.49
3	Atas	-29.92		Bawah	-29.92	0.51
	Bawah	29.943	2	Atas	29.943	0.51
2	Atas	-28.903		Bawah	-28.903	0.49
	Bawah	31.031	1	Atas	31.031	0.56
1	Atas	-24.728		Bawah	-24.728	0.44
	Bawah	37.305	Dasar	Atas	37.305	1

Tabel Momen Disain Kolom BSF
Kolom K1

Join Lantai	Profil Balok		Lokasi M, k	hn		α		DMF	Mpb		Mu,k x		Mu,k y		Mu,k pakai		Mu,k desain	
	B1	B2		Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X		B1	B2	{1}	{2}	{1}	{2}	Mu,k x	Mu,k y	Mu,k x	Mu,k y
				in	in				K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in
14	W16X26	W12X26	Bawah	130.84	135.39	1.00	1.00	1.1	1750.32	1473.12	1229.313	2421.172	1083.736	2137.021	1229.313	1083.736	1329.376	1083.736
13	W18X35	W12X30	Atas	129.94	135.34	0.60	0.55	1.32	2633.4	1706.76	1329.376	3683.342	830.639	1773.259	1329.376	830.639		
			Bawah			0.40	0.45	1.32	2633.4	1706.76	874.796	2607.901	675.548	1490.011	874.796	675.548	874.796	926.895
12	W18X35	W12X30	Atas	129.94	135.34	0.14	0.49	1.66	2633.4	1706.76	392.432	559.214	926.895	1554.470	392.432	926.895		
			Bawah			0.86	0.51	1.66	2633.4	1706.76	2379.482	1023.367	967.249	1608.809	1023.367	967.249	1153.235	967.249
11	W18X35	W12X30	Atas	129.84	135.34	0.42	0.50	1.63	2633.4	1706.76	1153.235	2834.856	929.836	1601.649	1153.235	929.836		
			Bawah			0.58	0.50	1.63	2633.4	1706.76	1566.490	3686.171	930.076	1601.362	1566.490	930.076	1717.966	930.076
10	W18X40	W12X30	Atas	129.74	135.34	0.55	0.50	1.6	3104.64	1706.76	1717.966	4003.354	905.313	1608.071	1717.966	905.313		
			Bawah			0.45	0.50	1.6	3104.64	1706.76	1427.008	3402.081	920.367	1627.035	1427.008	920.367	1427.008	920.367
9	W18X40	W12X30	Atas	129.74	135.34	0.25	0.50	1.57	3104.64	1706.76	773.008	770.626	897.063	1640.366	770.626	897.063		
			Bawah			0.75	0.50	1.57	3104.64	1706.76	2312.998	1390.879	894.386	1632.910	1390.879	894.386	1439.278	894.386
8	W18X40	W12X30	Atas	129.74	135.34	0.48	0.51	1.54	3104.64	1706.76	1439.278	3651.438	888.395	1611.777	1439.278	888.395		
			Bawah			0.52	0.49	1.54	3104.64	1706.76	1587.759	3980.285	868.823	1578.806	1587.759	868.823	1587.759	868.823
7	W18X40	W12X30	Atas	129.74	135.34	0.51	0.50	1.51	3104.64	1706.76	1523.978	3993.112	864.769	1564.824	1523.978	864.769		
			Bawah			0.49	0.50	1.51	3104.64	1706.76	1444.091	3806.349	858.217	1549.332	1444.091	858.217	1444.091	862.410
6	W18X40	W12X30	Atas	128.34	135.34	0.36	0.51	1.48	3104.64	1706.76	1036.460	1106.147	862.410	1546.771	1036.460	862.410		
			Bawah			0.64	0.49	1.48	3104.64	1706.76	1841.248	1611.230	826.344	1486.209	1611.230	826.344	1767.562	863.846
5	W21X44	W12X30	Atas	126.94	135.34	0.52	0.52	1.45	3777.84	1706.76	1767.562	4051.505	863.846	1424.337	1767.562	863.846		
			Bawah			0.48	0.48	1.45	3777.84	1706.76	1625.734	3761.036	790.677	1316.865	1625.734	790.677	1625.734	835.079
4	W21X44	W12X30	Atas	126.94	135.34	0.47	0.52	1.41	3777.84	1706.76	1565.011	3321.045	835.079	1265.311	1565.011	835.079		
			Bawah			0.53	0.48	1.41	3777.84	1706.76	1734.677	3631.172	773.802	1180.353	1734.677	773.802	1734.677	850.824
3	W21X44	W12X30	Atas	126.94	135.34	0.43	0.54	1.38	3777.84	1706.76	1391.516	1391.678	850.824	1142.564	1391.516	850.824		
			Bawah			0.57	0.46	1.38	3777.84	1706.76	1837.966	1686.443	723.826	991.272	1686.443	723.826	1928.927	869.566
2	W21X44	W12X30	Atas	126.94	135.34	0.61	0.58	1.35	3777.84	1706.76	1928.927	3759.283	900.888	869.566	1928.927	869.566		
			Bawah			0.39	0.42	1.35	3777.84	1706.76	1230.349	2578.748	639.530	670.869	1230.349	639.530	1230.349	639.530
1	W21X44	W12X30	Atas	137.29	141.49	0.33	0.68	1.32	3777.84	1706.76	1108.379	1622.140	1077.329	583.264	1108.379	583.264		
			Bawah			0.67	0.32	1.32	3777.84	1706.76	2232.562	2596.644	497.302	301.960	2232.562	301.960	2232.562	301.960
Dasar	0	0	Atas	137.29	141.49	1.00	1.00	1.1	0	0	527.103	1962.834	171.510	92.961	527.103	92.961		

Tabel Momen Disain Kolom BSF
Kolom K2

Join Lantai	Profil Balok		Lokasi M, k	hn		α		DMF	Mpb		Mu,k x		Mu,k y		Mu,k pakai		Mu,k desain	
	B1	B4		Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X		B1	B2	{1}	{2}	{1}	{2}	Mu,k x	Mu,k y	Mu,k x	Mu,k y
				in	in				K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in
14	W16X26	W12X30	Bawah	130.84	135.24	1.00	1.00	1.1	1750.32	1706.76	2458.627	1679.109	1254.228	840.448	1679.109	840.448	2156.707	840.448
13	W18X35	W12X35	Atas	129.94	135.14	0.49	0.54	1.32	2633.4	2027.52	2156.707	2801.373	967.995	745.813	2156.707	745.813		
			Bawah			0.51	0.46	1.32	2633.4	2027.52	2251.638	2913.358	818.613	663.909	2251.638	663.909	2251.638	673.378
12	W18X35	W12X35	Atas	129.94	135.14	0.38	0.55	1.66	2633.4	2027.52	2103.344	1146.617	1237.641	673.378	1146.617	673.378		
			Bawah			0.62	0.45	1.66	2633.4	2027.52	3440.483	1865.655	1009.153	671.624	1865.655	671.624	3049.005	671.624
11	W18X35	W12X35	Atas	129.84	135.14	0.56	0.49	1.63	2633.4	2027.52	3049.005	3286.972	1084.811	660.758	3049.005	660.758		
			Bawah			0.44	0.51	1.63	2633.4	2027.52	2390.443	2580.076	1121.378	652.878	2390.443	652.878	2615.490	655.508
10	W18X40	W12X35	Atas	129.74	135.14	0.42	0.53	1.6	3104.64	2027.52	2615.490	2874.502	1144.083	655.508	2615.490	655.508		
			Bawah			0.58	0.47	1.6	3104.64	2027.52	3674.458	4030.684	1021.502	640.745	3674.458	640.745	3674.458	640.745
9	W18X40	W12X35	Atas	129.74	135.14	0.42	0.96	1.57	3104.64	2027.52	2616.023	1947.984	2032.590	622.050	1947.984	622.050		
			Bawah			0.58	0.04	1.57	3104.64	2027.52	3555.988	2641.836	92.390	586.588	2641.836	92.390	3806.550	593.079
8	W18X40	W12X35	Atas	129.74	135.14	0.63	0.46	1.54	3104.64	2027.52	3806.550	4449.350	963.743	593.079	3806.550	593.079		
			Bawah			0.37	0.54	1.54	3104.64	2027.52	2247.524	2632.098	1120.632	579.445	2247.524	579.445	2247.524	579.445
7	W18X40	W12X35	Atas	129.74	135.14	0.37	0.42	1.51	3104.64	2027.52	2167.350	2668.983	862.925	559.257	2167.350	559.257		
			Bawah			0.63	0.58	1.51	3104.64	2027.52	3768.788	4630.446	1180.845	541.665	3768.788	541.665	3768.788	543.705
6	W18X40	W12X35	Atas	128.34	135.14	0.45	0.31	1.48	3104.64	2027.52	2577.551	2502.225	617.089	543.705	2502.225	543.705		
			Bawah			0.55	0.69	1.48	3104.64	2027.52	3177.866	3081.253	1386.077	549.120	3081.253	549.120	4674.936	552.384
5	W21X44	W12X35	Atas	126.94	135.14	0.69	0.50	1.45	3777.84	2027.52	4674.936	5049.633	981.281	552.384	4674.936	552.384		
			Bawah			0.31	0.50	1.45	3777.84	2027.52	2111.656	2284.026	981.281	526.642	2111.656	526.642	2111.656	526.642
4	W21X44	W12X35	Atas	126.94	135.14	0.30	0.54	1.41	3777.84	2027.52	2010.911	1936.146	1024.893	495.927	1936.146	495.927		
			Bawah			0.70	0.46	1.41	3777.84	2027.52	4588.465	4408.255	883.529	459.805	4408.255	459.805	4408.255	459.805
3	W21X44	W12X35	Atas	126.94	135.14	0.47	0.42	1.38	3777.84	2027.52	3017.193	2645.463	785.628	452.974	2645.463	452.974		
			Bawah			0.53	0.58	1.38	3777.84	2027.52	3441.771	3017.654	1082.189	437.343	3017.654	437.343	4718.495	437.343
2	W21X44	W12X35	Atas	126.94	135.14	0.80	0.54	1.35	3777.84	2027.52	5055.511	4718.495	995.544	428.109	4718.495	428.109		
			Bawah			0.20	0.46	1.35	3777.84	2027.52	1263.041	1186.011	831.668	393.705	1186.011	393.705	1186.011	393.705
1	W21X44	W12X35	Atas	137.29	141.39	0.11	0.80	1.32	3777.84	2027.52	743.376	410.942	1493.038	367.035	410.942	367.035		
			Bawah			0.89	0.20	1.32	3777.84	2027.52	5938.504	3161.100	376.199	205.710	3161.100	205.710	3161.100	205.710
Dasar	0	0	Atas	137.29	141.39	1.00	1.00	1.1	0	0	894.707	3259.624	269.194	62.671	894.707	62.671		

Tabel Momen Disain Kolom BSF
Kolom K3

Join Lantai	Profil Balok		Lokasi M, k	hn		α		DMF	Mpb		Mu,k x		Mu,k y		Mu,k pakai		Mu,k desain	
	B1	B2		Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X		B1	B2	{1}	{2}	{1}	{2}	Mu,k x	Mu,k y	Mu,k x	Mu,k y
				in	in				K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in
14	W16X26	W12X26	Atas	129.49	135.39	1.00	1.00	1.1	1750.32	1473.12	1216.629	1587.250	2167.472	1829.420	1216.629	1829.420	1341.777	1829.420
13	W21X44	W12X30	Bawah	126.94	135.34	0.43	0.53	1.32	3777.84	1706.76	1341.777	3150.303	1601.984	1596.953	1341.777	1596.953		
			Atas			0.57	0.47	1.32	3777.84	1706.76	1747.293	3766.105	1410.389	1400.443	1747.293	1400.443	1747.293	1426.159
12	W21X44	W12X30	Bawah	126.94	135.34	0.34	0.50	1.66	3777.84	1706.76	1304.024	1656.891	1878.975	1426.159	1304.024	1426.159		
			Atas			0.66	0.50	1.66	3777.84	1706.76	2580.716	2392.340	1909.312	1448.247	2392.340	1448.247	2392.340	1448.247
11	W21X44	W12X30	Bawah	126.99	135.34	0.58	0.50	1.63	3777.84	1706.76	2230.129	4178.904	1859.912	1445.314	2230.129	1445.314		
			Atas			0.42	0.50	1.63	3777.84	1706.76	1585.906	3229.742	1859.912	1443.595	1585.906	1443.595	1710.852	1444.116
10	W21X48	W12X30	Bawah	127.04	135.34	0.41	0.50	1.6	4237.2	1706.76	1710.852	3545.155	1820.313	1444.116	1710.852	1444.116		
			Atas			0.59	0.50	1.6	4237.2	1706.76	2492.069	4745.825	1831.048	1448.707	2492.069	1448.707	2492.069	1452.917
9	W21X48	W12X30	Bawah	127.04	135.34	0.40	0.50	1.57	4237.2	1706.76	1638.837	2136.214	1799.896	1452.917	1638.837	1452.917		
			Atas			0.60	0.50	1.57	4237.2	1706.76	2485.279	2770.606	1783.002	1436.635	2485.279	1436.635	2485.279	1436.635
8	W21X48	W12X30	Bawah	127.04	135.34	0.61	0.51	1.54	4237.2	1706.76	2484.628	5019.838	1780.129	1414.894	2484.628	1414.894		
			Atas			0.39	0.49	1.54	4237.2	1706.76	1560.683	3472.294	1734.306	1377.297	1560.683	1377.297	1560.683	1377.297
7	W21X48	W12X30	Bawah	127.04	135.34	0.38	0.50	1.51	4237.2	1706.76	1517.241	3499.572	1739.199	1359.001	1517.241	1359.001		
			Atas			0.62	0.50	1.51	4237.2	1706.76	2449.266	5107.097	1706.774	1329.684	2449.266	1329.684	2449.266	1329.684
6	W21X48	W12X30	Bawah	126.94	135.34	0.43	0.51	1.48	4237.2	1706.76	1676.596	2411.816	1730.283	1316.570	1676.596	1316.570		
			Atas			0.57	0.49	1.48	4237.2	1706.76	2208.045	2895.688	1647.226	1251.000	2208.045	1251.000	2501.271	1251.000
5	W21X50	W12X30	Bawah	126.84	135.34	0.64	0.52	1.45	4356	1706.76	2501.271	5295.058	1728.409	1194.473	2501.271	1194.473		
			Atas			0.36	0.48	1.45	4356	1706.76	1408.252	3328.683	1580.637	1091.610	1408.252	1091.610	1408.252	1091.610
4	W21X50	W12X30	Bawah	126.84	135.34	0.35	0.52	1.41	4356	1706.76	1347.359	2932.877	1680.367	1039.814	1347.359	1039.814		
			Atas			0.65	0.48	1.41	4356	1706.76	2454.315	4669.415	1537.395	947.764	2454.315	947.764	2454.315	947.764
3	W21X50	W12X30	Bawah	126.84	135.34	0.47	0.54	1.38	4356	1706.76	1735.302	2400.429	1706.298	902.191	1735.302	902.191		
			Atas			0.53	0.46	1.38	4356	1706.76	1985.486	2607.849	1443.001	760.801	1985.486	760.801	2509.389	760.801
2	W21X50	W12X30	Bawah	126.84	135.34	0.69	0.58	1.35	4356	1706.76	2509.389	4583.458	1798.553	657.235	2509.389	657.235		
			Atas			0.31	0.42	1.35	4356	1706.76	1130.512	2491.481	1282.283	465.029	1130.512	465.029	1130.512	465.029
1	W21X50	W12X30	Bawah	137.24	141.49	0.26	0.68	1.32	4356	1706.76	990.783	1652.004	2131.776	365.612	990.783	365.612		
			Atas			0.74	0.32	1.32	4356	1706.76	2860.051	2942.033	1017.485	172.695	2860.051	172.695	2860.051	172.695
Dasar	0	0	0	137.24	141.49	1.00	1.00	1.1	0	0	533.748	2006.003	176.284	68.035	533.748	68.035		

Tabel Momen Disain Kolom BSF
Kolom K4

Join Lantai	Profil Balok		Lokasi M, k	hn		α		DMF	Mpb		Mu,k x		Mu,k y		Mu,k pakai		Mu,k desain	
	B3	B4		Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X		B1	B2	{1}	{2}	{1}	{2}	Mu,k x	Mu,k y	Mu,k x	Mu,k y
				in	in				K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in
14	W16X26	W12X30	Atas	129.49	135.24	1.00	1.00	1.1	1750.32	1706.76	2433.258	783.809	2508.456	592.168	783.809	592.168	2073.648	592.168
						0.34	0.53	1.32	3777.84	2027.52	2073.648	2098.513	1902.621	517.390	2073.648	517.390		
13	W21X44	W12X35	Bawah	126.94	135.14	0.66	0.47	1.32	3777.84	2027.52	4104.492	3853.103	1670.594	448.635	3853.103	448.635	3853.103	451.065
			Atas			0.42	0.53	1.66	3777.84	2027.52	3260.322	2137.785	2377.342	451.065	2137.785	451.065		
12	W21X44	W12X35	Bawah	126.94	135.14	0.58	0.47	1.66	3777.84	2027.52	4509.156	2884.535	2116.247	445.623	2884.535	445.623	4293.762	445.623
			Atas			0.70	0.50	1.63	3777.84	2027.52	5348.721	4293.762	2214.097	437.014	4293.762	437.014		
11	W21X44	W12X35	Bawah	126.99	135.14	0.30	0.50	1.63	3777.84	2027.52	2283.351	1946.439	2198.282	428.456	1946.439	428.456	2227.569	428.456
			Atas			0.29	0.52	1.6	4237.2	2027.52	2478.069	2227.569	2270.856	427.701	2227.569	427.701		
10	W21X48	W12X35	Bawah	127.04	135.14	0.71	0.48	1.6	4237.2	2027.52	5927.772	5046.300	2060.313	411.697	5046.300	411.697	5046.300	411.697
			Atas			0.45	0.67	1.57	4237.2	2027.52	3674.522	2961.804	2841.998	395.129	2961.804	395.129		
9	W21X48	W12X35	Bawah	127.04	135.14	0.55	0.33	1.57	4237.2	2027.52	4573.710	3633.455	1407.962	362.253	3633.455	362.253	5411.192	362.253
			Atas			0.74	0.68	1.54	4237.2	2027.52	5986.949	5411.192	2820.037	343.888	5411.192	343.888		
8	W21X48	W12X35	Bawah	127.04	135.14	0.26	0.32	1.54	4237.2	2027.52	2103.673	2008.390	1348.714	323.406	2008.390	323.406	2039.539	323.406
			Atas			0.26	0.64	1.51	4237.2	2027.52	2048.048	2039.539	2609.069	320.429	2039.539	320.429		
7	W21X48	W12X35	Bawah	127.04	135.14	0.74	0.36	1.51	4237.2	2027.52	5884.964	5545.247	1478.472	295.997	5545.247	295.997	5545.247	295.997
			Atas			0.46	0.15	1.48	4237.2	2027.52	3589.535	3399.530	609.659	283.708	3399.530	283.708		
6	W21X48	W12X35	Bawah	126.94	135.14	0.54	0.85	1.48	4237.2	2027.52	4179.747	3923.238	3396.673	283.430	3923.238	283.430	5829.502	283.569
			Atas			0.77	0.49	1.45	4356	2027.52	6049.120	5829.502	1912.239	283.569	5829.502	283.569		
5	W21X50	W12X35	Bawah	126.84	135.14	0.23	0.51	1.45	4356	2027.52	1769.926	1782.076	2012.883	260.474	1769.926	260.474	1769.926	260.474
			Atas			0.21	0.52	1.41	4356	2027.52	1622.014	1447.050	1996.165	236.225	1447.050	236.225		
4	W21X50	W12X35	Bawah	126.84	135.14	0.79	0.48	1.41	4356	2027.52	5981.335	5042.950	1820.678	204.668	5042.950	204.668	5042.950	204.668
			Atas			0.48	0.41	1.38	4356	2027.52	3559.388	3238.795	1541.690	195.850	3238.795	195.850		
3	W21X50	W12X35	Bawah	126.84	135.14	0.52	0.59	1.38	4356	2027.52	3882.187	3510.638	2193.944	180.480	3510.638	180.480	5112.322	180.480
			Atas			0.84	0.54	1.35	4356	2027.52	6146.630	5112.322	1980.903	173.354	5112.322	173.354		
2	W21X50	W12X35	Bawah	126.84	135.14	0.16	0.46	1.35	4356	2027.52	1133.173	961.451	1673.522	127.095	961.451	127.095	961.451	127.095
			Atas			0.06	0.78	1.32	4356	2027.52	437.463	200.233	2904.268	85.844	200.233	85.844		
1	W21X50	W12X35	Bawah	137.24	141.39	0.94	0.22	1.32	4356	2027.52	7264.205	3258.305	834.205	32.329	3258.305	32.329	3258.305	32.329
			Atas			1.00	1.00	1.1	0	0	901.514	3292.951	271.323	17.263	901.514	17.263		
Dasar	0	0		0	137.24	141.39												

LAMPIRAN C – 3

Tabel Momen Disain Kolom USF
Kolom K1

Join Lantai	Profil Balok		Lokasi M, k	hn		α		DMF	Mpb		Mu,k x		Mu,k y		Mu,k pakai		Mu,k desain	
	B1	B2		Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X		B1	B2	{1}	{2}	{1}	{2}	Mu,k x	Mu,k y	Mu,k x	Mu,k y
				in	in				K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in
14	W16X26	W12X26	Bawah	129.49	135.39	1.00	1.00	1.1	1750.32	1473.12	1216.629	1416.118	1083.736	400.180	1216.629	400.180	1216.629	400.180
13	W21X44	W12X30	Atas	126.94	135.34	0.20	0.50	1.35	3777.84	1706.76	638.669	1268.358	770.209	374.377	638.669	374.377		
			Bawah			0.80	0.50	1.35	3777.84	1706.76	2520.607	3122.956	770.209	352.654	2520.607	352.654	2520.607	355.388
12	W21X44	W12X30	Atas	126.94	135.34	0.05	0.50	1.8	3777.84	1706.76	208.149	797.869	1026.945	355.388	208.149	355.388		
			Bawah			0.95	0.50	1.8	3777.84	1706.76	4004.219	4024.149	1026.945	356.047	4004.219	356.047	4004.219	356.047
11	W21X44	W12X30	Atas	126.99	135.34	0.21	0.50	1.76	3777.84	1706.76	861.384	1724.951	1004.124	353.869	861.384	353.869		
			Bawah			0.79	0.50	1.76	3777.84	1706.76	3258.998	4801.466	1004.124	349.555	3258.998	349.555	3258.998	349.555
10	W21X48	W12X30	Atas	127.04	135.34	0.30	0.50	1.72	4237.2	1706.76	1337.558	2654.047	981.303	347.316	1337.558	347.316		
			Bawah			0.70	0.50	1.72	4237.2	1706.76	3180.581	5463.370	981.303	342.230	3180.581	342.230	3180.581	342.230
9	W21X48	W12X30	Atas	127.04	135.34	0.35	0.50	1.68	4237.2	1706.76	1539.702	3520.888	958.482	339.132	1539.702	339.132		
			Bawah			0.65	0.50	1.68	4237.2	1706.76	2873.364	6041.903	958.482	332.519	2873.364	332.519	2873.364	332.519
8	W21X48	W12X30	Atas	127.04	135.34	0.38	0.50	1.64	4237.2	1706.76	1657.261	4316.032	935.661	328.604	1657.261	328.604		
			Bawah			0.62	0.50	1.64	4237.2	1706.76	2650.733	6540.720	935.661	320.524	2650.733	320.524	2650.733	320.524
7	W21X48	W12X30	Atas	127.04	135.34	0.41	0.50	1.6	4237.2	1706.76	1726.818	5036.484	912.840	315.898	1726.818	315.898		
			Bawah			0.59	0.50	1.6	4237.2	1706.76	2476.103	6961.582	912.840	306.334	2476.103	306.334	2476.103	306.334
6	W21X48	W12X30	Atas	126.94	135.34	0.43	0.50	1.56	4237.2	1706.76	1765.742	5681.629	890.019	300.849	1765.742	300.849		
			Bawah			0.57	0.50	1.56	4237.2	1706.76	2328.879	7303.691	890.019	289.714	2328.879	289.714	2328.879	289.714
5	W21X50	W12X30	Atas	126.84	135.34	0.45	0.50	1.51	4356	1706.76	1824.332	6253.436	861.493	283.456	1824.332	283.456		
			Bawah			0.55	0.50	1.51	4356	1706.76	2246.964	7563.965	861.493	270.542	2246.964	270.542	2246.964	270.542
4	W21X50	W12X30	Atas	126.84	135.34	0.46	0.50	1.47	4356	1706.76	1835.970	6754.788	838.672	263.321	1835.970	263.321		
			Bawah			0.54	0.50	1.47	4356	1706.76	2127.478	7732.104	838.672	249.191	2127.478	249.191	2127.478	249.191
3	W21X50	W12X30	Atas	126.84	135.34	0.48	0.50	1.43	4356	1706.76	1854.279	7221.718	815.851	241.467	1854.279	241.467		
			Bawah			0.52	0.50	1.43	4356	1706.76	2001.320	7734.812	815.851	223.406	2001.320	223.406	2001.320	223.406
2	W21X50	W12X30	Atas	126.84	135.34	0.51	0.50	1.39	4356	1706.76	1904.432	7659.634	793.030	212.002	1904.432	212.002		
			Bawah			0.49	0.50	1.39	4356	1706.76	1843.319	7443.805	793.030	204.330	1843.319	204.330	2450.590	207.558
1	W21X50	W12X30	Atas	137.24	141.49	0.62	0.50	1.35	4356	1706.76	2450.590	8850.792	805.209	207.558	2450.590	207.558		
			Bawah			0.38	0.50	1.35	4356	1706.76	1487.763	5406.227	805.209	128.467	1487.763	128.467	2055.639	128.467
Dasar	0	0	Atas	137.24	141.49	1.00	1.00	1.1	0	0	2055.639	9781.476	0.000	41.902	2055.639	41.902		

Tabel Momen Disain Kolom USF

Kolom K2

Join Lantai	Profil Balok		Lokasi M, k	hn		α		DMF	Mpb		Mu,k x		Mu,k y		Mu,k pakai		Mu,k desain	
	B1	B4		Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X		B1	B2	{1}	{2}	{1}	{2}	Mu,k x	Mu,k y	Mu,k x	Mu,k y
				in	in				K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in
14	W16X26	W12X26	Bawah	129.49	135.39	1.00	1.00	1.1	1750.32	1473.12	2433.258	2332.030	1083.736	651.237	2332.030	651.237	2332.030	651.237
13	W21X44	W12X30	Atas	126.94	135.34	0.12	0.50	1.35	3777.84	1706.76	764.483	730.286	770.209	588.809	730.286	588.809		
			Bawah			0.88	0.50	1.35	3777.84	1706.76	5554.069	3998.216	770.209	537.464	3998.216	537.464	3998.216	545.657
12	W21X44	W12X30	Atas	126.94	135.34	0.25	0.50	1.8	3777.84	1706.76	2132.806	2063.155	1026.945	545.657	2063.155	545.657		
			Bawah			0.75	0.50	1.8	3777.84	1706.76	6291.930	5770.745	1026.945	549.537	5770.745	549.537	5770.745	549.537
11	W21X44	W12X30	Atas	126.99	135.34	0.34	0.50	1.76	3777.84	1706.76	2774.642	3765.419	1004.124	545.432	2774.642	545.432		
			Bawah			0.66	0.50	1.76	3777.84	1706.76	5466.122	7251.704	1004.124	538.185	5466.122	538.185	5466.122	538.185
10	W21X48	W12X30	Atas	127.04	135.34	0.38	0.50	1.72	4237.2	1706.76	3460.798	5392.783	981.303	534.731	3460.798	534.731		
			Bawah			0.62	0.50	1.72	4237.2	1706.76	5575.481	8586.117	981.303	526.772	5575.481	526.772	5575.481	526.772
9	W21X48	W12X30	Atas	127.04	135.34	0.41	0.50	1.68	4237.2	1706.76	3639.314	6902.339	958.482	521.912	3639.314	521.912		
			Bawah			0.59	0.50	1.68	4237.2	1706.76	5186.819	9767.156	958.482	511.462	5186.819	511.462	5186.819	511.462
8	W21X48	W12X30	Atas	127.04	135.34	0.43	0.50	1.64	4237.2	1706.76	3726.973	8271.209	935.661	505.387	3726.973	505.387		
			Bawah			0.57	0.50	1.64	4237.2	1706.76	4889.014	10799.080	935.661	492.716	4889.014	492.716	4889.014	492.716
7	W21X48	W12X30	Atas	127.04	135.34	0.45	0.50	1.6	4237.2	1706.76	3762.178	9495.477	912.840	485.469	3762.178	485.469		
			Bawah			0.55	0.50	1.6	4237.2	1706.76	4643.663	11681.891	912.840	470.367	4643.663	470.367	4643.663	470.367
6	W21X48	W12X30	Atas	126.94	135.34	0.46	0.50	1.56	4237.2	1706.76	3761.792	10573.339	890.019	461.758	3761.792	461.758		
			Bawah			0.54	0.50	1.56	4237.2	1706.76	4427.452	12414.641	890.019	444.226	4427.452	444.226	4427.452	444.226
5	W21X50	W12X30	Atas	126.84	135.34	0.47	0.50	1.51	4356	1706.76	3820.550	11505.099	861.493	434.297	3820.550	434.297		
			Bawah			0.53	0.50	1.51	4356	1706.76	4322.044	12991.899	861.493	413.980	4322.044	413.980	4322.044	413.980
4	W21X50	W12X30	Atas	126.84	135.34	0.48	0.50	1.47	4356	1706.76	3791.179	12294.211	838.672	402.584	3791.179	402.584		
			Bawah			0.52	0.50	1.47	4356	1706.76	4135.717	13392.218	838.672	380.149	4135.717	380.149	4135.717	380.149
3	W21X50	W12X30	Atas	126.84	135.34	0.49	0.50	1.43	4356	1706.76	3764.584	12942.376	815.851	367.894	3764.584	367.894		
			Bawah			0.51	0.50	1.43	4356	1706.76	3946.614	13553.317	815.851	339.262	3946.614	339.262	3946.614	339.262
2	W21X50	W12X30	Atas	126.84	135.34	0.51	0.50	1.39	4356	1706.76	3813.985	13555.956	793.030	321.314	3813.985	321.314		
			Bawah			0.49	0.50	1.39	4356	1706.76	3681.515	13069.229	793.030	307.957	3681.515	307.957	4383.545	311.984
1	W21X50	W12X30	Atas	137.24	141.49	0.56	0.50	1.35	4356	1706.76	4383.545	14012.645	805.209	311.984	4383.545	311.984		
			Bawah			0.44	0.50	1.35	4356	1706.76	3493.161	11161.585	805.209	190.435	3493.161	190.435	3561.471	190.435
Dasar	0	0	Atas	137.24	141.49	1.00	1.00	1.1	0	0	3561.471	16845.574	0.000	58.201	3561.471	58.201		

Tabel Momen Disain Kolom USF
Kolom K3

Join Lantai	Profil Balok		Lokasi M, k	hn		α		DMF	Mpb		Mu,k x		Mu,k y		Mu,k pakai		Mu,k desain	
	B3	B2		Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X		B1	B2	{1}	{2}	{1}	{2}	Mu,k x	Mu,k y	Mu,k x	Mu,k y
				in	in				K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in
14	W18X35	W12X26	Atas	126.94	135.39	1.00	1.00	1.1	2633.4	1473.12	1794.402	1837.501	2167.472	258.643	1794.402	258.643	1794.402	258.643
13	W24X55	W12X30	Bawah	124.04	135.34	0.20	0.50	1.35	5346	1706.76	883.129	1622.070	1540.418	221.688	883.129	221.688		
			Atas			0.80	0.50	1.35	5346	1706.76	3485.408	3437.249	1540.418	189.688	3437.249	189.688	3437.249	192.952
12	W24X55	W12X30	Bawah	124.04	135.34	0.05	0.50	1.8	5346	1706.76	287.822	1123.983	2053.891	192.952	287.822	192.952		
			Atas			0.95	0.50	1.8	5346	1706.76	5536.895	4356.398	2053.891	193.976	4356.398	193.976	4356.398	193.976
11	W24X55	W12X30	Bawah	123.99	135.34	0.21	0.50	1.76	5346	1706.76	1190.143	2054.198	2008.249	191.736	1190.143	191.736		
			Atas			0.79	0.50	1.76	5346	1706.76	4502.839	5128.143	2008.249	187.258	4502.839	187.258	4502.839	187.258
10	W24X62	W12X30	Bawah	123.94	135.34	0.30	0.50	1.72	6098.4	1706.76	1878.108	2980.030	1962.607	184.767	1878.108	184.767		
			Atas			0.70	0.50	1.72	6098.4	1706.76	4465.954	5787.799	1962.607	179.386	4465.954	179.386	4465.954	179.386
9	W24X62	W12X30	Bawah	123.94	135.34	0.35	0.50	1.68	6098.4	1706.76	2161.944	3843.747	1916.965	176.080	2161.944	176.080		
			Atas			0.65	0.50	1.68	6098.4	1706.76	4034.581	6362.497	1916.965	169.214	4034.581	169.214	4034.581	169.214
8	W24X62	W12X30	Bawah	123.94	135.34	0.38	0.50	1.64	6098.4	1706.76	2327.012	4634.864	1871.323	165.153	2327.012	165.153		
			Atas			0.62	0.50	1.64	6098.4	1706.76	3721.977	6856.783	1871.323	156.864	3721.977	156.864	3721.977	156.864
7	W24X62	W12X30	Bawah	123.94	135.34	0.41	0.50	1.6	6098.4	1706.76	2424.679	5350.326	1825.681	152.134	2424.679	152.134		
			Atas			0.59	0.50	1.6	6098.4	1706.76	3476.773	7272.151	1825.681	142.379	3476.773	142.379	3476.773	142.379
6	W24X62	W12X30	Bawah	123.94	135.34	0.43	0.50	1.56	6098.4	1706.76	2481.287	5989.682	1780.039	136.894	2481.287	136.894		
			Atas			0.57	0.50	1.56	6098.4	1706.76	3272.629	7607.760	1780.039	125.655	3272.629	125.655	3272.629	125.655
5	W24X68	W12X30	Bawah	123.94	135.34	0.45	0.50	1.51	7009.2	1706.76	2868.400	6554.737	1722.986	119.354	2868.400	119.354		
			Atas			0.55	0.50	1.51	7009.2	1706.76	3532.904	7860.588	1722.986	106.752	3532.904	106.752	3532.904	106.752
4	W24X68	W12X30	Bawah	123.94	135.34	0.46	0.50	1.47	7009.2	1706.76	2886.697	7047.886	1677.344	99.635	2886.697	99.635		
			Atas			0.54	0.50	1.47	7009.2	1706.76	3345.036	8020.672	1677.344	85.401	3345.036	85.401	3345.036	85.401
3	W24X68	W12X30	Bawah	123.94	135.34	0.48	0.50	1.43	7009.2	1706.76	2915.485	7507.517	1631.702	77.365	2915.485	77.365		
			Atas			0.52	0.50	1.43	7009.2	1706.76	3146.677	8011.446	1631.702	62.124	3146.677	62.124	3146.677	62.124
2	W24X68	W12X30	Bawah	123.94	135.34	0.51	0.50	1.39	7009.2	1706.76	2994.339	7925.802	1586.060	54.044	2994.339	54.044		
			Atas			0.49	0.50	1.39	7009.2	1706.76	2898.251	7721.949	1586.060	34.872	2898.251	34.872	3901.559	34.872
1	W24X68	W12X30	Bawah	135.79	141.49	0.62	0.50	1.35	7009.2	1706.76	3901.559	9156.206	1610.417	22.756	3901.559	22.756		
			Atas			0.38	0.50	1.35	7009.2	1706.76	2368.653	5605.671	1610.417	9.017	2368.653	9.017	2368.653	9.017
Dasar	0	0	0	135.79	141.49	1.00	1.00	1.1	0	0	2055.639	9802.809	0.000	6.579	2055.639	6.579		

Tabel Momen Disain Kolom USF
Kolom K4

Join Lantai	Profil Balok		Lokasi M, k	hn		α		DMF	Mpb		Mu,k x		Mu,k y		Mu,k pakai		Mu,k desain	
	B3	B4		Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X		B1	B2	{1}	{2}	{1}	{2}	Mu,k x	Mu,k y	Mu,k x	Mu,k y
				in	in				K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in	K-in
14	W18X35	W12X26	Atas	126.94	135.39	1.00	1.00	1.1	2633.4	1473.12	3588.804	2439.216	2167.472	403.747	2439.216	403.747	2439.216	403.747
13	W24X55	W12X30	Bawah	124.04	135.34	0.12	0.50	1.35	5346	1706.76	1057.100	810.784	1540.418	348.783	810.784	348.783		
			Atas			0.88	0.50	1.35	5346	1706.76	7679.974	4062.371	1540.418	300.858	4062.371	300.858	4062.371	305.110
12	W24X55	W12X30	Bawah	124.04	135.34	0.25	0.50	1.8	5346	1706.76	2949.170	2130.660	2053.891	305.110	2130.660	305.110		
			Atas			0.75	0.50	1.8	5346	1706.76	8700.262	5839.769	2053.891	306.013	5839.769	306.013	5839.769	306.013
11	W24X55	W12X30	Bawah	123.99	135.34	0.34	0.50	1.76	5346	1706.76	3833.622	3833.141	2008.249	302.619	3833.141	302.619		
			Atas			0.66	0.50	1.76	5346	1706.76	7552.342	7317.872	2008.249	295.772	7317.872	295.772	7317.872	295.772
10	W24X62	W12X30	Bawah	123.94	135.34	0.38	0.50	1.72	6098.4	1706.76	4859.415	5457.885	1962.607	291.918	4859.415	291.918		
			Atas			0.62	0.50	1.72	6098.4	1706.76	7828.708	8649.561	1962.607	283.604	7828.708	283.604	7828.708	283.604
9	W24X62	W12X30	Bawah	123.94	135.34	0.41	0.50	1.68	6098.4	1706.76	5110.075	6964.420	1916.965	278.535	5110.075	278.535		
			Atas			0.59	0.50	1.68	6098.4	1706.76	7282.976	9826.971	1916.965	267.895	7282.976	267.895	7282.976	267.895
8	W24X62	W12X30	Bawah	123.94	135.34	0.43	0.50	1.64	6098.4	1706.76	5233.160	8329.410	1871.323	261.611	5233.160	261.611		
			Atas			0.57	0.50	1.64	6098.4	1706.76	6864.818	10854.660	1871.323	248.792	6864.818	248.792	6864.818	248.792
7	W24X62	W12X30	Bawah	123.94	135.34	0.45	0.50	1.6	6098.4	1706.76	5282.592	9548.940	1825.681	241.398	5282.592	241.398		
			Atas			0.55	0.50	1.6	6098.4	1706.76	6520.313	11732.185	1825.681	226.253	6520.313	226.253	6520.313	226.253
6	W24X62	W12X30	Bawah	123.94	135.34	0.46	0.50	1.56	6098.4	1706.76	5286.211	10621.265	1780.039	217.687	5286.211	217.687		
			Atas			0.54	0.50	1.56	6098.4	1706.76	6221.622	12458.939	1780.039	200.112	6221.622	200.112	6221.622	200.112
5	W24X68	W12X30	Bawah	123.94	135.34	0.47	0.50	1.51	7009.2	1706.76	6007.054	11546.628	1722.986	190.330	6007.054	190.330		
			Atas			0.53	0.50	1.51	7009.2	1706.76	6795.554	13029.149	1722.986	170.473	6795.554	170.473	6795.554	170.473
4	W24X68	W12X30	Bawah	123.94	135.34	0.48	0.50	1.47	7009.2	1706.76	5960.874	12328.294	1677.344	159.433	5960.874	159.433		
			Atas			0.52	0.50	1.47	7009.2	1706.76	6502.591	13421.414	1677.344	136.998	6502.591	136.998	6502.591	136.998
3	W24X68	W12X30	Bawah	123.94	135.34	0.49	0.50	1.43	7009.2	1706.76	5919.059	12967.546	1631.702	124.431	5919.059	124.431		
			Atas			0.51	0.50	1.43	7009.2	1706.76	6205.265	13573.600	1631.702	100.381	6205.265	100.381	6205.265	100.381
2	W24X68	W12X30	Bawah	123.94	135.34	0.51	0.50	1.39	7009.2	1706.76	5996.732	13573.218	1586.060	87.519	5996.732	87.519		
			Atas			0.49	0.50	1.39	7009.2	1706.76	5788.450	13078.142	1586.060	57.316	5788.450	57.316	6978.997	57.316
1	W24X68	W12X30	Bawah	135.79	141.49	0.56	0.50	1.35	7009.2	1706.76	6978.997	14012.601	1610.417	38.361	6978.997	38.361		
			Atas			0.44	0.50	1.35	7009.2	1706.76	5561.427	11160.682	1610.417	15.813	5561.427	15.813	5561.427	15.813
Dasar	0	0	0	135.79	141.49	1.00	1.00	1.1	0	0	3561.471	16852.370	0.000	11.257	3561.471	11.257		

Tabel Gaya Aksial Rencana Kolom BSF

Kolom K1

Kolom Lantai	Rv	Aksial Kolom						Mp, b		P, k		Pu, k		Pu, k	Pu, k rencana
		PD,k		PL,k		PE,k		B1	B2	lantai	komulatif	{1}	{2}		
		Ton	Kips	Ton	Kips	Ton	Kips	K-in	K-in	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips
14	0.75	-3.9	-8.58	-1.1	-2.42	3.92	8.62	1750.32	1473.12	15.051	15.051	26.601	46.002	26.601	29.303
	0.75	-5.07	-11.15	-1.1	-2.42	3.92	8.62	1750.32	1473.12	15.051	15.051	29.303	49.091	29.303	
13	0.75	-15.45	-33.99	-3.55	-7.81	8	17.60	2633.4	1706.76	19.812	34.863	78.753	115.093	78.753	81.478
	0.75	-16.63	-36.59	-3.55	-7.81	8	17.60	2633.4	1706.76	19.812	34.863	81.478	118.208	81.478	
12	0.75	-42.21	-92.86	-10.09	-22.20	-3.31	-7.28	2633.4	1706.76	19.812	54.675	175.488	151.661	151.661	154.777
	0.75	-43.39	-95.46	-10.09	-22.20	-3.31	-7.28	2633.4	1706.76	19.812	54.675	178.213	154.777	154.777	
11	0.75	-53.72	-118.18	-12.52	-27.54	0.52	1.14	2633.4	1706.76	19.812	74.487	227.501	160.169	160.169	163.284
	0.75	-54.9	-120.78	-12.52	-27.54	0.52	1.14	2633.4	1706.76	19.812	74.487	230.227	163.284	163.284	
10	0.75	-65.2	-143.44	-14.95	-32.89	4.2	9.24	3104.64	1706.76	21.660	96.147	281.293	225.533	225.533	228.648
	0.75	-66.38	-146.04	-14.95	-32.89	4.2	9.24	3104.64	1706.76	21.660	96.147	284.019	228.648	228.648	
9	0.75	-90.41	-198.90	-21.03	-46.27	-55.4	-121.88	3104.64	1706.76	21.660	117.806	375.233	749.335	375.233	377.936
	0.75	-91.58	-201.48	-21.03	-46.27	-55.4	-121.88	3104.64	1706.76	21.660	117.806	377.936	752.424	377.936	
8	0.75	-101.81	-223.98	-23.42	-51.52	-51.96	-114.31	3104.64	1706.76	21.660	139.466	428.748	751.788	428.748	431.474
	0.75	-102.99	-226.58	-23.42	-51.52	-51.96	-114.31	3104.64	1706.76	21.660	139.466	431.474	754.904	431.474	
7	0.75	-113.16	-248.95	-25.79	-56.74	-48.7	-107.14	3104.64	1706.76	21.660	161.126	482.101	755.671	482.101	484.827
	0.75	-114.34	-251.55	-25.79	-56.74	-48.7	-107.14	3104.64	1706.76	21.660	161.126	484.827	758.787	484.827	
6	0.75	-136.17	-299.57	-31.2	-68.64	-145.84	-320.85	3104.64	1706.76	21.660	182.786	569.411	1677.201	569.411	572.137
	0.75	-137.35	-302.17	-31.2	-68.64	-145.84	-320.85	3104.64	1706.76	21.660	182.786	572.137	1680.316	572.137	
5	0.75	-147.4	-324.28	-33.52	-73.74	-143.35	-315.37	3777.84	1706.76	24.300	207.086	625.011	1687.488	625.011	627.714
	0.75	-148.57	-326.85	-33.52	-73.74	-143.35	-315.37	3777.84	1706.76	24.300	207.086	627.714	1690.577	627.714	
4	0.75	-158.54	-348.79	-35.81	-78.78	-141.21	-310.66	3777.84	1706.76	24.300	231.386	680.335	1700.585	680.335	683.037
	0.75	-159.71	-351.36	-35.81	-78.78	-141.21	-310.66	3777.84	1706.76	24.300	231.386	683.037	1703.673	683.037	
3	0.75	-177.54	-390.59	-40.01	-88.02	-268.58	-590.88	3777.84	1706.76	24.300	255.686	758.226	2876.221	758.226	760.952
	0.75	-178.72	-393.18	-40.01	-88.02	-268.58	-590.88	3777.84	1706.76	24.300	255.686	760.952	2879.336	760.952	
2	0.75	-188.48	-414.66	-42.22	-92.88	-268.16	-589.95	3777.84	1706.76	24.300	279.986	812.903	2903.837	812.903	815.606
	0.75	-189.65	-417.23	-42.22	-92.88	-268.16	-589.95	3777.84	1706.76	24.300	279.986	815.606	2906.926	815.606	
1	0.75	-199.19	-438.22	-44.36	-97.59	-268.4	-590.48	3777.84	1706.76	24.300	304.286	866.886	2936.578	866.886	869.589
	0.75	-200.36	-440.79	-44.36	-97.59	-268.4	-590.48	3777.84	1706.76	24.300	304.286	869.589	2939.666	869.589	

Tabel Gaya Aksial Rencana Kolom BSF

Kolom K2

Kolom Lantai	Rv	Aksial Kolom						Mp, b		P, k		Pu, k		Pu, k	Pu, k rencana
		PD,k		PL,k		PE,k		B1	B4	lantai	komulatif	{1}	{2}		
		Ton	Kips	Ton	Kips	Ton	Kips	K-in	K-in	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips
14	0.75	-8.54	-18.79	-2.35	-5.17	6.02	13.24	1750.32	1706.76	9.485	9.485	34.641	78.107	34.641	37.344
	0.75	-9.71	-21.36	-2.35	-5.17	6.02	13.24	1750.32	1706.76	9.485	9.485	37.344	81.195	37.344	
13	0.75	-22.38	-49.24	-5.37	-11.81	-8.34	-18.35	2633.4	2027.52	11.268	20.753	84.855	138.382	84.855	87.581
	0.75	-23.56	-51.83	-5.37	-11.81	-8.34	-18.35	2633.4	2027.52	11.268	20.753	87.581	141.497	87.581	
12	0.75	-42.93	-94.45	-10.73	-23.61	-10.15	-22.33	2633.4	2027.52	11.268	32.021	155.975	214.458	155.975	158.701
	0.75	-44.11	-97.04	-10.73	-23.61	-10.15	-22.33	2633.4	2027.52	11.268	32.021	158.701	217.573	158.701	
11	0.75	-56.57	-124.45	-13.66	-30.05	5.06	11.13	2633.4	2027.52	11.268	43.288	205.520	208.899	205.520	208.222
	0.75	-57.74	-127.03	-13.66	-30.05	5.06	11.13	2633.4	2027.52	11.268	43.288	208.222	211.988	208.222	
10	0.75	-70.91	-156.00	-16.8	-36.96	-22.98	-50.56	3104.64	2027.52	11.268	54.556	257.166	407.906	257.166	259.892
	0.75	-72.09	-158.60	-16.8	-36.96	-22.98	-50.56	3104.64	2027.52	11.268	54.556	259.892	411.022	259.892	
9	0.75	-91.22	-200.68	-22.06	-48.53	-24.94	-54.87	3104.64	2027.52	11.268	65.824	327.501	484.559	327.501	330.227
	0.75	-92.4	-203.28	-22.06	-48.53	-24.94	-54.87	3104.64	2027.52	11.268	65.824	330.227	487.674	330.227	
8	0.75	-105.18	-231.40	-25.07	-55.15	7.67	16.87	3104.64	2027.52	11.268	77.092	377.969	372.748	372.748	375.863
	0.75	-106.36	-233.99	-25.07	-55.15	7.67	16.87	3104.64	2027.52	11.268	77.092	380.695	375.863	375.863	
7	0.75	-120.13	-264.29	-28.35	-62.37	-26.25	-57.75	3104.64	2027.52	11.268	88.359	431.348	579.328	431.348	434.074
	0.75	-121.31	-266.88	-28.35	-62.37	-26.25	-57.75	3104.64	2027.52	11.268	88.359	434.074	582.443	434.074	
6	0.75	-139.92	-307.82	-33.41	-73.50	-28.25	-62.15	3104.64	2027.52	11.268	99.627	500.020	654.740	500.020	502.745
	0.75	-141.1	-310.42	-33.41	-73.50	-28.25	-62.15	3104.64	2027.52	11.268	99.627	502.745	657.855	502.745	
5	0.75	-154.23	-339.31	-36.48	-80.26	16.19	35.62	3777.84	2027.52	11.268	110.895	551.435	589.767	551.435	554.138
	0.75	-155.4	-341.88	-36.48	-80.26	16.19	35.62	3777.84	2027.52	11.268	110.895	554.138	592.856	554.138	
4	0.75	-170.32	-374.70	-40.05	-88.11	-16.68	-36.70	3777.84	2027.52	11.268	122.163	608.117	640.484	608.117	610.820
	0.75	-171.49	-377.28	-40.05	-88.11	-16.68	-36.70	3777.84	2027.52	11.268	122.163	610.820	643.573	610.820	
3	0.75	-189.32	-416.50	-44.8	-98.56	-18.16	-39.95	3777.84	2027.52	11.268	133.430	674.248	708.893	674.248	676.950
	0.75	-190.49	-419.08	-44.8	-98.56	-18.16	-39.95	3777.84	2027.52	11.268	133.430	676.950	711.982	676.950	
2	0.75	-204.51	-449.92	-48.07	-105.75	38.68	85.10	3777.84	2027.52	11.268	144.698	728.158	933.167	728.158	730.884
	0.75	-205.69	-452.52	-48.07	-105.75	38.68	85.10	3777.84	2027.52	11.268	144.698	730.884	936.283	730.884	
1	0.75	-223.29	-491.24	-52.33	-115.13	15.18	33.40	3777.84	2027.52	11.268	155.966	792.648	780.633	780.633	783.721
	0.75	-224.46	-493.81	-52.33	-115.13	15.18	33.40	3777.84	2027.52	11.268	155.966	795.351	783.721	783.721	

Tabel Gaya Aksial Rencana Kolom BSF
Kolom K3

Kolom Lantai	Rv	Aksial Kolom						Mp, b		P, k		Pu, k		Pu, k	Pu, k rencana
		PD,k		PL,k		PE,k		B3	B2	lantai	komulatif	{1}	{2}		
		Ton	Kips	Ton	Kips	Ton	Kips	K-in	K-in	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips
14	0.75	-6.78	-14.92	-1.88	-4.14	-1.8	-3.96	1750.32	1473.12	6.864	6.864	26.868	35.807	26.868	29.594
	0.75	-7.96	-17.51	-1.88	-4.14	-1.8	-3.96	1750.32	1473.12	6.864	6.864	29.594	38.922	29.594	
13	0.75	-24.53	-53.97	-6.4	-14.08	-5.16	-11.35	3777.84	1706.76	14.815	21.679	93.127	117.207	93.127	95.853
	0.75	-25.71	-56.56	-6.4	-14.08	-5.16	-11.35	3777.84	1706.76	14.815	21.679	95.853	120.322	95.853	
12	0.75	-42.27	-92.99	-10.92	-24.02	-9.73	-21.41	3777.84	1706.76	14.815	36.493	159.362	209.229	159.362	162.065
	0.75	-43.44	-95.57	-10.92	-24.02	-9.73	-21.41	3777.84	1706.76	14.815	36.493	162.065	212.318	162.065	
11	0.75	-59.97	-131.93	-15.44	-33.97	-13.36	-29.39	3777.84	1706.76	14.815	51.308	225.505	292.873	225.505	228.231
	0.75	-61.15	-134.53	-15.44	-33.97	-13.36	-29.39	3777.84	1706.76	14.815	51.308	228.231	295.988	228.231	
10	0.75	-77.66	-170.85	-19.94	-43.87	-17.29	-38.04	4237.2	1706.76	16.616	67.924	293.380	379.108	293.380	296.083
	0.75	-78.83	-173.43	-19.94	-43.87	-17.29	-38.04	4237.2	1706.76	16.616	67.924	296.083	382.197	296.083	
9	0.75	-95.33	-209.73	-24.44	-53.77	-22.85	-50.27	4237.2	1706.76	16.616	84.540	361.209	479.635	361.209	363.935
	0.75	-96.51	-212.32	-24.44	-53.77	-22.85	-50.27	4237.2	1706.76	16.616	84.540	363.935	482.750	363.935	
8	0.75	-112.95	-248.49	-28.93	-63.65	-27.09	-59.60	4237.2	1706.76	16.616	101.156	428.899	568.403	428.899	431.625
	0.75	-114.13	-251.09	-28.93	-63.65	-27.09	-59.60	4237.2	1706.76	16.616	101.156	431.625	571.518	431.625	
7	0.75	-130.53	-287.17	-33.4	-73.48	-31.37	-69.01	4237.2	1706.76	16.616	117.772	496.451	657.395	496.451	499.177
	0.75	-131.71	-289.76	-33.4	-73.48	-31.37	-69.01	4237.2	1706.76	16.616	117.772	499.177	660.510	499.177	
6	0.75	-148.08	-325.78	-37.86	-83.29	-37.23	-81.91	4237.2	1706.76	16.616	134.389	563.910	760.201	563.910	566.613
	0.75	-149.25	-328.35	-37.86	-83.29	-37.23	-81.91	4237.2	1706.76	16.616	134.389	566.613	763.290	566.613	
5	0.75	-165.56	-364.23	-42.29	-93.04	-41.46	-91.21	4356	1706.76	17.082	151.471	631.604	848.445	631.604	634.307
	0.75	-166.73	-366.81	-42.29	-93.04	-41.46	-91.21	4356	1706.76	17.082	151.471	634.307	851.534	634.307	
4	0.75	-182.98	-402.56	-46.71	-102.76	-45.24	-99.53	4356	1706.76	17.082	168.553	699.136	932.560	699.136	701.862
	0.75	-184.16	-405.15	-46.71	-102.76	-45.24	-99.53	4356	1706.76	17.082	168.553	701.862	935.675	701.862	
3	0.75	-200.36	-440.79	-51.11	-112.44	-50.1	-110.22	4356	1706.76	17.082	185.634	766.530	1026.051	766.530	769.233
	0.75	-201.53	-443.37	-51.11	-112.44	-50.1	-110.22	4356	1706.76	17.082	185.634	769.233	1029.140	769.233	
2	0.75	-217.66	-478.85	-55.49	-122.08	-53.2	-117.04	4356	1706.76	17.082	202.716	833.693	1103.821	833.693	836.419
	0.75	-218.84	-481.45	-55.49	-122.08	-53.2	-117.04	4356	1706.76	17.082	202.716	836.419	1106.937	836.419	
1	0.75	-234.9	-516.78	-59.84	-131.65	-55.14	-121.31	4356	1706.76	17.082	219.798	900.648	1171.192	900.648	903.351
	0.75	-236.07	-519.35	-59.84	-131.65	-55.14	-121.31	4356	1706.76	17.082	219.798	903.351	1174.281	903.351	

Tabel Gaya Aksial Rencana Kolom BSF
Kolom K4

Kolom Lantai	Rv	Aksial Kolom						Mp, b		P, k		Pu, k		Pu, k	Pu, k rencana
		PD,k		PL,k		PE,k		B3	B4	lantai	komulatif	{1}	{2}		
		Ton	Kips	Ton	Kips	Ton	Kips	K-in	K-in	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips
14	0.75	-9.57	-21.05	-2.36	-5.19	-0.58	-1.28	1750.32	1706.76	0.000	0.000	27.558	32.965	27.558	30.284
	0.75	-10.75	-23.65	-2.36	-5.19	-0.58	-1.28	1750.32	1706.76	0.000	0.000	30.284	36.080	30.284	
13	0.75	-34.96	-76.91	-9.78	-21.52	-1.12	-2.46	3777.84	2027.52	0.000	0.000	103.349	112.908	103.349	106.075
	0.75	-36.14	-79.51	-9.78	-21.52	-1.12	-2.46	3777.84	2027.52	0.000	0.000	106.075	116.024	106.075	
12	0.75	-60.5	-133.10	-17.24	-37.93	-1.5	-3.30	3777.84	2027.52	0.000	0.000	179.579	191.884	179.579	182.282
	0.75	-61.67	-135.67	-17.24	-37.93	-1.5	-3.30	3777.84	2027.52	0.000	0.000	182.282	194.973	182.282	
11	0.75	-86.09	-189.40	-24.73	-54.41	-1.97	-4.33	3777.84	2027.52	0.000	0.000	255.994	271.817	255.994	258.697
	0.75	-87.26	-191.97	-24.73	-54.41	-1.97	-4.33	3777.84	2027.52	0.000	0.000	258.697	274.905	258.697	
10	0.75	-111.8	-245.96	-32.25	-70.95	-2.44	-5.37	4237.2	2027.52	0.000	0.000	332.756	352.099	332.756	335.481
	0.75	-112.98	-248.56	-32.25	-70.95	-2.44	-5.37	4237.2	2027.52	0.000	0.000	335.481	355.214	335.481	
9	0.75	-137.68	-302.90	-39.84	-87.65	-2.65	-5.83	4237.2	2027.52	0.000	0.000	410.071	430.619	410.071	412.774
	0.75	-138.85	-305.47	-39.84	-87.65	-2.65	-5.83	4237.2	2027.52	0.000	0.000	412.774	433.708	412.774	
8	0.75	-163.75	-360.25	-47.51	-104.52	-2.92	-6.42	4237.2	2027.52	0.000	0.000	488.011	510.257	488.011	490.736
	0.75	-164.93	-362.85	-47.51	-104.52	-2.92	-6.42	4237.2	2027.52	0.000	0.000	490.736	513.372	490.736	
7	0.75	-190.07	-418.15	-55.26	-121.57	-3.2	-7.04	4237.2	2027.52	0.000	0.000	566.712	590.731	566.712	569.438
	0.75	-191.25	-420.75	-55.26	-121.57	-3.2	-7.04	4237.2	2027.52	0.000	0.000	569.438	593.846	569.438	
6	0.75	-216.69	-476.72	-63.13	-138.89	-3.18	-7.00	4237.2	2027.52	0.000	0.000	646.384	669.489	646.384	649.087
	0.75	-217.86	-479.29	-63.13	-138.89	-3.18	-7.00	4237.2	2027.52	0.000	0.000	649.087	672.577	649.087	
5	0.75	-243.63	-535.99	-71.12	-156.46	-3.2	-7.04	4356	2027.52	0.000	0.000	727.073	749.575	727.073	729.798
	0.75	-244.81	-538.58	-71.12	-156.46	-3.2	-7.04	4356	2027.52	0.000	0.000	729.798	752.690	729.798	
4	0.75	-270.96	-596.11	-79.25	-174.35	-3.24	-7.13	4356	2027.52	0.000	0.000	808.985	831.021	808.985	811.711
	0.75	-272.14	-598.71	-79.25	-174.35	-3.24	-7.13	4356	2027.52	0.000	0.000	811.711	834.137	811.711	
3	0.75	-298.74	-657.23	-87.56	-192.63	-3.04	-6.69	4356	2027.52	0.000	0.000	892.353	911.742	892.353	895.079
	0.75	-299.92	-659.82	-87.56	-192.63	-3.04	-6.69	4356	2027.52	0.000	0.000	895.079	914.857	895.079	
2	0.75	-326.98	-719.36	-96.05	-211.31	-2.85	-6.27	4356	2027.52	0.000	0.000	977.199	993.962	977.199	979.902
	0.75	-328.15	-721.93	-96.05	-211.31	-2.85	-6.27	4356	2027.52	0.000	0.000	979.902	997.051	979.902	
1	0.75	-355.92	-783.02	-104.8	-230.56	-2.79	-6.14	4356	2027.52	0.000	0.000	1064.263	1079.461	1064.263	1066.966
	0.75	-357.09	-785.60	-104.8	-230.56	-2.79	-6.14	4356	2027.52	0.000	0.000	1066.966	1082.550	1066.966	

Tabel Gaya Aksial Rencana Kolom USF
Kolom K1

Kolom Lantai	Rv	Aksial Kolom						Mp, b		P, k		Pu, k		Pu, k	Pu, k rencana
		PD,k		PL,k		PE,k		B1	B2	lantai	komulatif	{1}	{2}		
		Ton	Kips	Ton	Kips	Ton	Kips	K-in	K-in	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips
14	0.744	-5.08	-11.18	-1.43	-3.15	-0.43	-0.95	1750.32	1473.12	14.930	14.930	29.968	19.903	19.903	22.992
	0.744	-6.25	-13.75	-1.43	-3.15	-0.43	-0.95	1750.32	1473.12	14.930	14.930	32.671	22.992	22.992	
13	0.744	-18.16	-39.95	-4.32	-9.50	-1.58	-3.48	3777.84	1706.76	24.105	39.036	90.964	70.770	70.770	73.858
	0.744	-19.33	-42.53	-4.32	-9.50	-1.58	-3.48	3777.84	1706.76	24.105	39.036	93.667	73.858	73.858	
12	0.744	-31.16	-68.55	-7.18	-15.80	-3.77	-8.29	3777.84	1706.76	24.105	63.141	151.707	133.289	133.289	136.378
	0.744	-32.33	-71.13	-7.18	-15.80	-3.77	-8.29	3777.84	1706.76	24.105	63.141	154.409	136.378	136.378	
11	0.744	-44.11	-97.04	-10.03	-22.07	-7.02	-15.44	3777.84	1706.76	24.105	87.247	212.310	207.792	207.792	210.881
	0.744	-45.28	-99.62	-10.03	-22.07	-7.02	-15.44	3777.84	1706.76	24.105	87.247	215.013	210.881	210.881	
10	0.744	-56.98	-125.36	-12.85	-28.27	-11.27	-24.79	4237.2	1706.76	25.892	113.139	274.446	293.491	274.446	277.149
	0.744	-58.15	-127.93	-12.85	-28.27	-11.27	-24.79	4237.2	1706.76	25.892	113.139	277.149	296.580	277.149	
9	0.744	-69.75	-153.45	-15.63	-34.39	-16.42	-36.12	4237.2	1706.76	25.892	139.032	336.259	389.178	336.259	338.962
	0.744	-70.92	-156.02	-15.63	-34.39	-16.42	-36.12	4237.2	1706.76	25.892	139.032	338.962	392.267	338.962	
8	0.744	-82.38	-181.24	-18.38	-40.44	-22.38	-49.24	4237.2	1706.76	25.892	164.924	397.680	493.728	397.680	400.405
	0.744	-83.56	-183.83	-18.38	-40.44	-22.38	-49.24	4237.2	1706.76	25.892	164.924	400.405	496.844	400.405	
7	0.744	-94.87	-208.71	-21.07	-46.35	-29.06	-63.93	4237.2	1706.76	25.892	190.816	458.638	606.080	458.638	461.341
	0.744	-96.04	-211.29	-21.07	-46.35	-29.06	-63.93	4237.2	1706.76	25.892	190.816	461.341	609.169	461.341	
6	0.744	-107.17	-235.77	-23.71	-52.16	-36.38	-80.04	4237.2	1706.76	25.892	216.709	519.042	725.197	519.042	521.744
	0.744	-108.34	-238.35	-23.71	-52.16	-36.38	-80.04	4237.2	1706.76	25.892	216.709	521.744	728.286	521.744	
5	0.744	-119.26	-262.37	-26.28	-57.82	-44.23	-97.31	4356	1706.76	26.355	243.064	579.261	849.746	579.261	581.987
	0.744	-120.44	-264.97	-26.28	-57.82	-44.23	-97.31	4356	1706.76	26.355	243.064	581.987	852.861	581.987	
4	0.744	-131.12	-288.46	-28.77	-63.29	-52.51	-115.52	4356	1706.76	26.355	269.418	638.764	978.518	638.764	641.490
	0.744	-132.3	-291.06	-28.77	-63.29	-52.51	-115.52	4356	1706.76	26.355	269.418	641.490	981.633	641.490	
3	0.744	-142.71	-313.96	-31.18	-68.60	-61.12	-134.46	4356	1706.76	26.355	295.773	697.459	1110.265	697.459	700.184
	0.744	-143.89	-316.56	-31.18	-68.60	-61.12	-134.46	4356	1706.76	26.355	295.773	700.184	1113.380	700.184	
2	0.744	-154.03	-338.87	-33.5	-73.70	-69.85	-153.67	4356	1706.76	26.355	322.127	755.322	1242.573	755.322	758.024
	0.744	-155.2	-341.44	-33.5	-73.70	-69.85	-153.67	4356	1706.76	26.355	322.127	758.024	1245.662	758.024	
1	0.744	-164.92	-362.82	-35.69	-78.52	-78.12	-171.86	4356	1706.76	26.355	348.482	811.891	1368.341	811.891	814.594
	0.744	-166.09	-365.40	-35.69	-78.52	-78.12	-171.86	4356	1706.76	26.355	348.482	814.594	1371.429	814.594	

Tabel Gaya Aksial Rencana Kolom USF
Kolom K2

Kolom Lantai	Rv	Aksial Kolom						Mp, b		P, k		Pu, k		Pu, k	Pu, k rencana
		PD,k		PL,k		PE,k		B1	B4	lantai	komulatif	{1}	{2}		
		Ton	Kips	Ton	Kips	Ton	Kips	K-in	K-in	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips
14	0.744	-7.26	-15.97	-2.12	-4.66	-0.49	-1.08	1750.32	1473.12	8.121	8.121	29.789	27.104	27.104	30.193
	0.744	-8.43	-18.55	-2.12	-4.66	-0.49	-1.08	1750.32	1473.12	8.121	8.121	32.492	30.193	30.193	
13	0.744	-26.92	-59.22	-7.04	-15.49	-1.01	-2.22	3777.84	1706.76	9.409	17.531	95.978	90.367	90.367	93.482
	0.744	-28.1	-61.82	-7.04	-15.49	-1.01	-2.22	3777.84	1706.76	9.409	17.531	98.704	93.482	93.482	
12	0.744	-46.52	-102.34	-11.93	-26.25	-1.43	-3.15	3777.84	1706.76	9.409	26.940	161.959	152.295	152.295	155.410
	0.744	-47.7	-104.94	-11.93	-26.25	-1.43	-3.15	3777.84	1706.76	9.409	26.940	164.685	155.410	155.410	
11	0.744	-66.1	-145.42	-16.82	-37.00	-1.79	-3.94	3777.84	1706.76	9.409	36.349	227.894	213.484	213.484	216.599
	0.744	-67.28	-148.02	-16.82	-37.00	-1.79	-3.94	3777.84	1706.76	9.409	36.349	230.620	216.599	216.599	
10	0.744	-85.65	-188.43	-21.68	-47.70	-2.07	-4.55	4237.2	1706.76	9.409	45.758	293.691	273.645	273.645	276.734
	0.744	-86.82	-191.00	-21.68	-47.70	-2.07	-4.55	4237.2	1706.76	9.409	45.758	296.393	276.734	276.734	
9	0.744	-105.14	-231.31	-26.53	-58.37	-2.28	-5.02	4237.2	1706.76	9.409	55.168	359.325	332.836	332.836	335.925
	0.744	-106.31	-233.88	-26.53	-58.37	-2.28	-5.02	4237.2	1706.76	9.409	55.168	362.028	335.925	335.925	
8	0.744	-124.57	-274.05	-31.34	-68.95	-2.42	-5.32	4237.2	1706.76	9.409	64.577	424.729	391.024	391.024	394.112
	0.744	-125.74	-276.63	-31.34	-68.95	-2.42	-5.32	4237.2	1706.76	9.409	64.577	427.432	394.112	394.112	
7	0.744	-143.92	-316.62	-36.13	-79.49	-2.48	-5.46	4237.2	1706.76	9.409	73.986	489.902	448.063	448.063	451.152
	0.744	-145.09	-319.20	-36.13	-79.49	-2.48	-5.46	4237.2	1706.76	9.409	73.986	492.604	451.152	451.152	
6	0.744	-163.18	-359.00	-40.87	-89.91	-2.47	-5.43	4237.2	1706.76	9.409	83.395	554.751	504.009	504.009	507.124
	0.744	-164.36	-361.59	-40.87	-89.91	-2.47	-5.43	4237.2	1706.76	9.409	83.395	557.477	507.124	507.124	
5	0.744	-182.34	-401.15	-45.56	-100.23	-2.36	-5.19	4356	1706.76	9.409	92.805	619.254	558.492	558.492	561.581
	0.744	-183.51	-403.72	-45.56	-100.23	-2.36	-5.19	4356	1706.76	9.409	92.805	621.956	561.581	561.581	
4	0.744	-201.37	-443.01	-50.2	-110.44	-2.17	-4.77	4356	1706.76	9.409	102.214	683.341	611.662	611.662	614.777
	0.744	-202.55	-445.61	-50.2	-110.44	-2.17	-4.77	4356	1706.76	9.409	102.214	686.067	614.777	614.777	
3	0.744	-220.27	-484.59	-54.77	-120.49	-1.88	-4.14	4356	1706.76	9.409	111.623	746.966	663.267	663.267	666.356
	0.744	-221.44	-487.17	-54.77	-120.49	-1.88	-4.14	4356	1706.76	9.409	111.623	749.668	666.356	666.356	
2	0.744	-239	-525.80	-59.28	-130.42	-1.47	-3.23	4356	1706.76	9.409	121.033	810.059	712.985	712.985	716.100
	0.744	-240.18	-528.40	-59.28	-130.42	-1.47	-3.23	4356	1706.76	9.409	121.033	812.785	716.100	716.100	
1	0.744	-257.53	-566.57	-63.68	-140.10	-1.05	-2.31	4356	1706.76	9.409	130.442	872.437	761.939	761.939	765.028
	0.744	-258.7	-569.14	-63.68	-140.10	-1.05	-2.31	4356	1706.76	9.409	130.442	875.140	765.028	765.028	

Tabel Gaya Aksial Rencana Kolom USF

Kolom K3

Kolom Lantai	Rv	Aksial Kolom						Mp, b		P, k		Pu, k		Pu, k	Pu, k rencana
		PD,k		PL,k		PE,k		B3	B2	lantai	komulatif	{1}	{2}		
		Ton	Kips	Ton	Kips	Ton	Kips	K-in	K-in	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips
14	0.744	-6.32	-13.90	-1.77	-3.89	-0.43	-0.95	2633.4	1473.12	10.244	10.244	28.932	23.551	23.551	26.666
	0.744	-7.5	-16.50	-1.77	-3.89	-0.43	-0.95	2633.4	1473.12	10.244	10.244	31.658	26.666	26.666	
13	0.744	-23.89	-52.56	-6.16	-13.55	-1.58	-3.48	5346	1706.76	20.797	31.041	100.456	87.921	87.921	91.010
	0.744	-25.06	-55.13	-6.16	-13.55	-1.58	-3.48	5346	1706.76	20.797	31.041	103.159	91.010	91.010	
12	0.744	-41.44	-91.17	-10.54	-23.19	-3.77	-8.29	5346	1706.76	20.797	51.837	171.911	164.124	164.124	167.213
	0.744	-42.61	-93.74	-10.54	-23.19	-3.77	-8.29	5346	1706.76	20.797	51.837	174.614	167.213	167.213	
11	0.744	-58.98	-129.76	-14.92	-32.82	-7.02	-15.44	5346	1706.76	20.797	72.634	243.343	252.428	243.343	246.046
	0.744	-60.15	-132.33	-14.92	-32.82	-7.02	-15.44	5346	1706.76	20.797	72.634	246.046	255.517	246.046	
10	0.744	-76.51	-168.32	-19.3	-42.46	-11.27	-24.79	6098.4	1706.76	23.723	96.357	317.678	352.145	317.678	320.404
	0.744	-77.69	-170.92	-19.3	-42.46	-11.27	-24.79	6098.4	1706.76	23.723	96.357	320.404	355.260	320.404	
9	0.744	-94.04	-206.89	-23.67	-52.07	-16.42	-36.12	6098.4	1706.76	23.723	120.081	391.991	462.147	391.991	394.717
	0.744	-95.22	-209.48	-23.67	-52.07	-16.42	-36.12	6098.4	1706.76	23.723	120.081	394.717	465.263	394.717	
8	0.744	-111.57	-245.45	-28.04	-61.69	-22.38	-49.24	6098.4	1706.76	23.723	143.804	466.303	581.416	466.303	469.006
	0.744	-112.74	-248.03	-28.04	-61.69	-22.38	-49.24	6098.4	1706.76	23.723	143.804	469.006	584.505	469.006	
7	0.744	-129.08	-283.98	-32.41	-71.30	-29.06	-63.93	6098.4	1706.76	23.723	167.528	540.569	708.869	540.569	543.295
	0.744	-130.26	-286.57	-32.41	-71.30	-29.06	-63.93	6098.4	1706.76	23.723	167.528	543.295	711.984	543.295	
6	0.744	-146.6	-322.52	-36.77	-80.89	-36.38	-80.04	6098.4	1706.76	23.723	191.251	614.836	843.658	614.836	617.538
	0.744	-147.77	-325.09	-36.77	-80.89	-36.38	-80.04	6098.4	1706.76	23.723	191.251	617.538	846.747	617.538	
5	0.744	-164.11	-361.04	-41.12	-90.46	-44.23	-97.31	7009.2	1706.76	27.267	218.518	692.599	984.474	692.599	695.302
	0.744	-165.28	-363.62	-41.12	-90.46	-44.23	-97.31	7009.2	1706.76	27.267	218.518	695.302	987.562	695.302	
4	0.744	-181.61	-399.54	-45.47	-100.03	-52.51	-115.52	7009.2	1706.76	27.267	245.784	770.339	1130.182	770.339	773.065
	0.744	-182.79	-402.14	-45.47	-100.03	-52.51	-115.52	7009.2	1706.76	27.267	245.784	773.065	1133.297	773.065	
3	0.744	-199.13	-438.09	-49.82	-109.60	-61.12	-134.46	7009.2	1706.76	27.267	273.051	848.125	1279.718	848.125	850.828
	0.744	-200.3	-440.66	-49.82	-109.60	-61.12	-134.46	7009.2	1706.76	27.267	273.051	850.828	1282.807	850.828	
2	0.744	-216.65	-476.63	-54.16	-119.15	-69.85	-153.67	7009.2	1706.76	27.267	300.317	925.888	1430.616	925.888	928.591
	0.744	-217.82	-479.20	-54.16	-119.15	-69.85	-153.67	7009.2	1706.76	27.267	300.317	928.591	1433.705	928.591	
1	0.744	-234.18	-515.20	-58.5	-128.70	-78.12	-171.86	7009.2	1706.76	27.267	327.584	1003.675	1576.278	1003.675	1006.377
	0.744	-235.35	-517.77	-58.5	-128.70	-78.12	-171.86	7009.2	1706.76	27.267	327.584	1006.377	1579.367	1006.377	

Tabel Gaya Aksial Rencana Kolom USF
Kolom K4

Kolom Lantai	Rv	Aksial Kolom						Mp, b		P, k		Pu, k		Pu, k	Pu, k rencana
		PD,k		PL,k		PE,k		B3	B4	lantai	komulatif	{1}	{2}		
		Ton	Kips	Ton	Kips	Ton	Kips	K-in	K-in	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips
14	0.744	-9.85	-21.67	-2.51	-5.52	-0.49	-1.08	2633.4	1473.12	0.000	0.000	28.552	34.371	28.552	31.254
	0.744	-11.02	-24.24	-2.51	-5.52	-0.49	-1.08	2633.4	1473.12	0.000	0.000	31.254	37.459	31.254	
13	0.744	-36.18	-79.60	-10.1	-22.22	-1.01	-2.22	5346	1706.76	0.000	0.000	106.907	118.180	106.907	109.610
	0.744	-37.35	-82.17	-10.1	-22.22	-1.01	-2.22	5346	1706.76	0.000	0.000	109.610	121.268	109.610	
12	0.744	-62.63	-137.79	-17.74	-39.03	-1.43	-3.15	5346	1706.76	0.000	0.000	185.655	201.216	185.655	188.357
	0.744	-63.8	-140.36	-17.74	-39.03	-1.43	-3.15	5346	1706.76	0.000	0.000	188.357	204.305	188.357	
11	0.744	-89.14	-196.11	-25.4	-55.88	-1.79	-3.94	5346	1706.76	0.000	0.000	264.587	283.747	264.587	267.313
	0.744	-90.32	-198.70	-25.4	-55.88	-1.79	-3.94	5346	1706.76	0.000	0.000	267.313	286.862	267.313	
10	0.744	-115.76	-254.67	-33.1	-72.82	-2.07	-4.55	6098.4	1706.76	0.000	0.000	343.867	365.697	343.867	346.592
	0.744	-116.94	-257.27	-33.1	-72.82	-2.07	-4.55	6098.4	1706.76	0.000	0.000	346.592	368.812	346.592	
9	0.744	-142.53	-313.57	-40.84	-89.85	-2.28	-5.02	6098.4	1706.76	0.000	0.000	423.585	447.286	423.585	426.287
	0.744	-143.7	-316.14	-40.84	-89.85	-2.28	-5.02	6098.4	1706.76	0.000	0.000	426.287	450.375	426.287	
8	0.744	-169.47	-372.83	-48.66	-107.05	-2.42	-5.32	6098.4	1706.76	0.000	0.000	503.880	528.612	503.880	506.583
	0.744	-170.64	-375.41	-48.66	-107.05	-2.42	-5.32	6098.4	1706.76	0.000	0.000	506.583	531.700	506.583	
7	0.744	-196.63	-432.59	-56.55	-124.41	-2.48	-5.46	6098.4	1706.76	0.000	0.000	584.846	609.679	584.846	587.549
	0.744	-197.8	-435.16	-56.55	-124.41	-2.48	-5.46	6098.4	1706.76	0.000	0.000	587.549	612.768	587.549	
6	0.744	-224.04	-492.89	-64.54	-141.99	-2.47	-5.43	6098.4	1706.76	0.000	0.000	666.620	690.716	666.620	669.323
	0.744	-225.21	-495.46	-64.54	-141.99	-2.47	-5.43	6098.4	1706.76	0.000	0.000	669.323	693.805	669.323	
5	0.744	-251.75	-553.85	-72.65	-159.83	-2.36	-5.19	7009.2	1706.76	0.000	0.000	749.364	771.533	749.364	752.067
	0.744	-252.92	-556.42	-72.65	-159.83	-2.36	-5.19	7009.2	1706.76	0.000	0.000	752.067	774.622	752.067	
4	0.744	-279.8	-615.56	-80.87	-177.91	-2.17	-4.77	7009.2	1706.76	0.000	0.000	833.148	852.454	833.148	835.850
	0.744	-280.97	-618.13	-80.87	-177.91	-2.17	-4.77	7009.2	1706.76	0.000	0.000	835.850	855.543	835.850	
3	0.744	-308.24	-678.13	-89.25	-196.35	-1.88	-4.14	7009.2	1706.76	0.000	0.000	918.202	933.436	918.202	920.905
	0.744	-309.41	-680.70	-89.25	-196.35	-1.88	-4.14	7009.2	1706.76	0.000	0.000	920.905	936.525	920.905	
2	0.744	-337.09	-741.60	-97.79	-215.14	-1.47	-3.23	7009.2	1706.76	0.000	0.000	1004.573	1014.303	1004.573	1007.299
	0.744	-338.27	-744.19	-97.79	-215.14	-1.47	-3.23	7009.2	1706.76	0.000	0.000	1007.299	1017.419	1007.299	
1	0.744	-366.59	-806.50	-106.56	-234.43	-1.05	-2.31	7009.2	1706.76	0.000	0.000	1092.977	1097.026	1092.977	1095.679
	0.744	-367.76	-809.07	-106.56	-234.43	-1.05	-2.31	7009.2	1706.76	0.000	0.000	1095.679	1100.114	1095.679	

Tabel Gaya Geser Rencana Kolom BSF
Kolom K1

Kolom Lantai	hn		Mu,k Desain		Gaya Geser Portal Arah Y			Gaya Geser Portal Arah X			Vu,k y		Vu,k x		Vu,k		Vu,k pakai	
	Arah Y	Arah X	Mu,k x	Mu,k y	VD,k	VL,k	VE,k	VD,k	VL,k	VE,k	{1}	{2}	{1}	{2}	Vu,k y	Vu,k x	Vu,k y	Vu,k x
	in	in	K-in	K-in	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips
14	130.84	135.39	1329.376	1083.736	4.224	1.166	-8.91	-2.552	-0.836	5.742	20.321	41.292	16.009	26.448	20.321	16.009	20.321	16.009
					4.224	1.166	-8.91	-2.552	-0.836	5.742	20.321	41.292	16.009	26.448	20.321	16.009		
13	129.94	135.34	874.796	926.895	4.774	1.298	3.432	-2.574	-0.748	4.29	13.465	20.106	13.698	20.623	13.465	13.698	13.465	13.698
					4.774	1.298	3.432	-2.574	-0.748	4.29	13.465	20.106	13.698	20.623	13.465	13.698		
12	129.94	135.34	1153.235	967.249	4.664	1.276	4.972	-2.53	-0.748	4.576	17.751	26.123	14.294	21.714	17.751	14.294	17.751	14.294
					4.664	1.276	4.972	-2.53	-0.748	4.576	17.751	26.123	14.294	21.714	17.751	14.294		
11	129.84	135.34	1717.966	930.076	4.664	1.276	-11.44	-2.53	-0.748	4.576	26.463	51.995	13.745	21.714	26.463	13.745	26.463	13.745
					4.664	1.276	-11.44	-2.53	-0.748	4.576	26.463	51.995	13.745	21.714	26.463	13.745		
10	129.74	135.34	1427.008	920.367	4.642	1.276	5.5	-2.464	-0.726	4.686	21.998	28.208	13.601	22.064	21.998	13.601	21.998	13.601
					4.642	1.276	5.5	-2.464	-0.726	4.686	21.998	28.208	13.601	22.064	21.998	13.601		
9	129.74	135.34	1439.278	894.386	4.642	1.254	6.974	-2.42	-0.704	4.664	22.187	34.093	13.217	21.912	22.187	13.217	22.187	13.217
					4.642	1.254	6.974	-2.42	-0.704	4.664	22.187	34.093	13.217	21.912	22.187	13.217		
8	129.74	135.34	1587.759	868.823	4.62	1.254	-11.924	-2.376	-0.682	4.51	24.476	53.867	12.839	21.232	24.476	12.839	24.476	12.839
					4.62	1.254	-11.924	-2.376	-0.682	4.51	24.476	53.867	12.839	21.232	24.476	12.839		
7	129.74	135.34	1444.091	862.410	4.598	1.254	6.776	-2.31	-0.66	4.466	22.262	33.249	12.745	20.966	22.262	12.745	22.262	12.745
					4.598	1.254	6.776	-2.31	-0.66	4.466	22.262	33.249	12.745	20.966	22.262	12.745		
6	128.34	135.34	1767.562	863.846	4.576	1.254	8.052	-2.222	-0.616	4.18	27.545	38.326	12.766	19.694	27.545	12.766	27.545	12.766
					4.576	1.254	8.052	-2.222	-0.616	4.18	27.545	38.326	12.766	19.694	27.545	12.766		
5	126.94	135.34	1625.734	835.079	4.554	1.232	-10.45	-2.156	-0.572	3.652	25.615	47.881	12.341	17.481	25.615	12.341	25.615	12.341
					4.554	1.232	-10.45	-2.156	-0.572	3.652	25.615	47.881	12.341	17.481	25.615	12.341		
4	126.94	135.34	1734.677	850.824	4.532	1.232	6.974	-2.046	-0.528	3.256	27.331	33.950	12.573	15.743	27.331	12.573	27.331	12.573
					4.532	1.232	6.974	-2.046	-0.528	3.256	27.331	33.950	12.573	15.743	27.331	12.573		
3	126.94	135.34	1928.927	869.566	4.378	1.188	7.744	-1.87	-0.484	2.53	30.392	36.824	12.850	12.606	30.392	12.606	30.392	12.606
					4.378	1.188	7.744	-1.87	-0.484	2.53	30.392	36.824	12.850	12.606	30.392	12.606		
2	126.94	135.34	1230.349	639.530	4.84	1.32	-5.478	-1.914	-0.462	1.496	19.385	28.380	9.451	8.512	19.385	8.512	19.385	8.512
					4.84	1.32	-5.478	-1.914	-0.462	1.496	19.385	28.380	9.451	8.512	19.385	8.512		
1	137.29	141.49	2232.562	301.960	2.068	0.506	7.018	-0.836	-0.176	0.396	32.524	30.807	4.268	2.675	30.807	2.675	30.807	2.675
					2.068	0.506	7.018	-0.836	-0.176	0.396	32.524	30.807	4.268	2.675	30.807	2.675		

Tabel Gaya Geser Rencana Kolom BSF
Kolom K2

Kolom Lantai	hn		Mu,k Desain		Gaya Geser Portal Arah Y			Gaya Geser Portal Arah X			Vu,k y		Vu,k x		Vu,k		Vu,k pakai	
	Arah Y	Arah X	Mu,k x	Mu,k y	VD,k	VL,k	VE,k	VD,k	VL,k	VE,k	{1}	{2}	{1}	{2}	Vu,k y	Vu,k x	Vu,k y	Vu,k x
	in	in	K-in	K-in	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips
14	130.84	135.24	2156.707	840.448	0.33	0.11	-7.458	-7.172	-2.618	0.198	32.968	30.283	12.429	10.707	30.283	10.707	30.283	10.707
					0.33	0.11	-7.458	-7.172	-2.618	0.198	32.968	30.283	12.429	10.707	30.283	10.707		
13	129.94	135.14	2251.638	673.378	0.154	0.044	6.798	-6.094	-2.2	0.154	34.657	27.399	9.966	9.029	27.399	9.029	27.399	9.029
					0.154	0.044	6.798	-6.094	-2.2	0.154	34.657	27.399	9.966	9.029	27.399	9.029		
12	129.94	135.14	3049.005	671.624	0.176	0.066	8.646	-6.182	-2.244	0.11	46.930	34.828	9.940	8.980	34.828	8.980	34.828	8.980
					0.176	0.066	8.646	-6.182	-2.244	0.11	46.930	34.828	9.940	8.980	34.828	8.980		
11	129.84	135.14	2615.490	655.508	0.176	0.044	-9.152	-6.05	-2.2	0.11	40.289	36.841	9.701	8.800	36.841	8.800	36.841	8.800
					0.176	0.044	-9.152	-6.05	-2.2	0.11	40.289	36.841	9.701	8.800	36.841	8.800		
10	129.74	135.14	3674.458	640.745	0.154	0.044	10.054	-5.896	-2.134	0.088	56.644	40.423	9.483	8.494	40.423	8.494	40.423	8.494
					0.154	0.044	10.054	-5.896	-2.134	0.088	56.644	40.423	9.483	8.494	40.423	8.494		
9	129.74	135.14	3806.550	593.079	0.132	0.044	11.946	-5.698	-2.068	-0.022	58.681	47.964	8.777	7.960	47.964	7.960	47.964	7.960
					0.132	0.044	11.946	-5.698	-2.068	-0.022	58.681	47.964	8.777	7.960	47.964	7.960		
8	129.74	135.14	2247.524	579.445	0.132	0.044	-8.91	-5.456	-1.958	-0.044	34.647	35.820	8.576	7.702	34.647	7.702	34.647	7.702
					0.132	0.044	-8.91	-5.456	-1.958	-0.044	34.647	35.820	8.576	7.702	34.647	7.702		
7	129.74	135.14	3768.788	543.705	0.11	0.044	12.012	-5.17	-1.848	-0.044	58.099	48.202	8.047	7.304	48.202	7.304	48.202	7.304
					0.11	0.044	12.012	-5.17	-1.848	-0.044	58.099	48.202	8.047	7.304	48.202	7.304		
6	128.34	135.14	4674.936	552.384	0.088	0.022	13.706	-4.818	-1.716	-0.198	72.854	54.941	8.175	7.432	54.941	7.432	54.941	7.432
					0.088	0.022	13.706	-4.818	-1.716	-0.198	72.854	54.941	8.175	7.432	54.941	7.432		
5	126.94	135.14	2111.656	526.642	0.066	0.022	-7.106	-4.444	-1.584	-0.198	33.271	28.514	7.794	6.917	28.514	6.917	28.514	6.917
					0.066	0.022	-7.106	-4.444	-1.584	-0.198	33.271	28.514	7.794	6.917	28.514	6.917		
4	126.94	135.14	4408.255	459.805	0.022	0	11.924	-4.004	-1.408	-0.154	69.455	47.722	6.805	6.125	47.722	6.125	47.722	6.125
					0.022	0	11.924	-4.004	-1.408	-0.154	69.455	47.722	6.805	6.125	47.722	6.125		
3	126.94	135.14	4718.495	437.343	0	0	13.068	-3.498	-1.21	-0.264	74.343	52.272	6.473	5.859	52.272	5.859	52.272	5.859
					0	0	13.068	-3.498	-1.21	-0.264	74.343	52.272	6.473	5.859	52.272	5.859		
2	126.94	135.14	1186.011	393.705	-0.11	-0.044	-2.662	-3.19	-1.078	-0.198	18.686	10.802	5.827	5.159	10.802	5.159	10.802	5.159
					-0.11	-0.044	-2.662	-3.19	-1.078	-0.198	18.686	10.802	5.827	5.159	10.802	5.159		
1	137.29	141.39	3161.100	205.710	-0.022	0	10.824	-1.276	-0.396	-0.022	46.051	43.322	2.910	1.817	43.322	1.817	43.322	1.817
					-0.022	0	10.824	-1.276	-0.396	-0.022	46.051	43.322	2.910	1.817	43.322	1.817		

Tabel Gaya Geser Rencana Kolom BSF

Kolom K3

Kolom Lantai	hn		Mu,k Desain		Gaya Geser Portal Arah Y			Gaya Geser Portal Arah X			Vu,k y		Vu,k x		Vu,k		Vu,k pakai	
	Arah Y	Arah X	Mu,k x	Mu,k y	VD,k	VL,k	VE,k	VD,k	VL,k	VE,k	{1}	{2}	{1}	{2}	Vu,k y	Vu,k x	Vu,k y	Vu,k x
	in	in	K-in	K-in	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips
14	129.49	135.39	1341.777	1829.420	9.79	3.278	-4.664	-1.166	-0.506	5.39	20.724	32.043	27.025	23.212	20.724	23.212	20.724	23.212
					9.79	3.278	-4.664	-1.166	-0.506	5.39	20.724	32.043	27.025	23.212	20.724	23.212		
13	126.94	135.34	1747.293	1426.159	8.844	3.234	6.116	-0.88	-0.396	4.466	27.530	36.694	21.076	19.118	27.530	19.118	27.530	19.118
					8.844	3.234	6.116	-0.88	-0.396	4.466	27.530	36.694	21.076	19.118	27.530	19.118		
12	126.94	135.34	2392.340	1448.247	8.954	3.234	8.008	-0.88	-0.396	4.576	37.693	44.394	21.402	19.558	37.693	19.558	37.693	19.558
					8.954	3.234	8.008	-0.88	-0.396	4.576	37.693	44.394	21.402	19.558	37.693	19.558		
11	126.99	135.34	1710.852	1444.116	8.866	3.19	-8.382	-0.858	-0.374	4.576	26.945	45.762	21.341	19.521	26.945	19.521	26.945	19.521
					8.866	3.19	-8.382	-0.858	-0.374	4.576	26.945	45.762	21.341	19.521	26.945	19.521		
10	127.04	135.34	2492.069	1452.917	8.778	3.168	8.602	-0.814	-0.352	4.62	39.234	46.526	21.471	19.633	39.234	19.633	39.234	19.633
					8.778	3.168	8.602	-0.814	-0.352	4.62	39.234	46.526	21.471	19.633	39.234	19.633		
9	127.04	135.34	2485.279	1436.635	8.668	3.124	10.186	-0.77	-0.352	4.554	39.127	52.708	21.230	19.316	39.127	19.316	39.127	19.316
					8.668	3.124	10.186	-0.77	-0.352	4.554	39.127	52.708	21.230	19.316	39.127	19.316		
8	127.04	135.34	1560.683	1377.297	8.514	3.08	-8.844	-0.704	-0.33	4.378	24.570	47.133	20.353	18.522	24.570	18.522	24.570	18.522
					8.514	3.08	-8.844	-0.704	-0.33	4.378	24.570	47.133	20.353	18.522	24.570	18.522		
7	127.04	135.34	2449.266	1329.684	8.338	3.014	9.834	-0.638	-0.286	4.246	38.560	50.849	19.650	17.893	38.560	17.893	38.560	17.893
					8.338	3.014	9.834	-0.638	-0.286	4.246	38.560	50.849	19.650	17.893	38.560	17.893		
6	126.94	135.34	2501.271	1251.000	8.14	2.926	11.022	-0.55	-0.264	3.938	39.409	55.319	18.487	16.544	39.409	16.544	39.409	16.544
					8.14	2.926	11.022	-0.55	-0.264	3.938	39.409	55.319	18.487	16.544	39.409	16.544		
5	126.84	135.34	1408.252	1091.610	7.92	2.86	-7.854	-0.484	-0.22	3.432	22.206	42.350	16.132	14.419	22.206	14.419	22.206	14.419
					7.92	2.86	-7.854	-0.484	-0.22	3.432	22.206	42.350	16.132	14.419	22.206	14.419		
4	126.84	135.34	2454.315	947.764	7.678	2.772	9.306	-0.352	-0.176	2.992	38.700	47.824	14.006	12.478	38.700	12.478	38.700	12.478
					7.678	2.772	9.306	-0.352	-0.176	2.992	38.700	47.824	14.006	12.478	38.700	12.478		
3	126.84	135.34	2509.389	760.801	7.238	2.596	9.658	-0.242	-0.132	2.31	39.568	48.616	11.243	9.596	39.568	9.596	39.568	9.596
					7.238	2.596	9.658	-0.242	-0.132	2.31	39.568	48.616	11.243	9.596	39.568	9.596		
2	126.84	135.34	1130.512	465.029	7.722	2.772	-4.334	-0.088	-0.066	1.364	17.826	27.988	6.872	5.595	17.826	5.595	17.826	5.595
					7.722	2.772	-4.334	-0.088	-0.066	1.364	17.826	27.988	6.872	5.595	17.826	5.595		
1	137.24	141.49	2860.051	172.695	3.124	1.056	7.304	-0.022	-0.022	0.396	41.680	33.493	2.441	1.621	33.493	1.621	33.493	1.621
					3.124	1.056	7.304	-0.022	-0.022	0.396	41.680	33.493	2.441	1.621	33.493	1.621		

Tabel Gaya Geser Rencana Kolom BSF

Kolom K4

Kolom Lantai	hn		Mu,k Desain		Gaya Geser Portal Arah Y			Gaya Geser Portal Arah X			Vu,k y		Vu,k x		Vu,k		Vu,k pakai	
	Arah Y	Arah X	Mu,k x	Mu,k y	VD,k	VL,k	VE,k	VD,k	VL,k	VE,k	{1}	{2}	{1}	{2}	Vu,k y	Vu,k x	Vu,k y	Vu,k x
	in	in	K-in	K-in	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips
14	129.49	135.24	2073.648	592.168	2.882	1.078	-3.872	-4.642	-1.826	0.242	32.028	19.485	8.757	7.451	19.485	7.451	19.485	7.451
					2.882	1.078	-3.872	-4.642	-1.826	0.242	32.028	19.485	8.757	7.451	19.485	7.451		
13	126.94	135.14	3853.103	451.065	1.936	0.704	9.46	-3.762	-1.474	0.198	60.709	40.515	6.676	6.043	40.515	6.043	40.515	6.043
					1.936	0.704	9.46	-3.762	-1.474	0.198	60.709	40.515	6.676	6.043	40.515	6.043		
12	126.94	135.14	4293.762	445.623	2.046	0.748	11.418	-3.784	-1.496	0.176	67.651	48.501	6.595	5.993	48.501	5.993	48.501	5.993
					2.046	0.748	11.418	-3.784	-1.496	0.176	67.651	48.501	6.595	5.993	48.501	5.993		
11	126.99	135.14	2227.569	428.456	1.958	0.726	-6.38	-3.652	-1.43	0.176	35.083	28.233	6.341	5.801	28.233	5.801	28.233	5.801
					1.958	0.726	-6.38	-3.652	-1.43	0.176	35.083	28.233	6.341	5.801	28.233	5.801		
10	127.04	135.14	5046.300	411.697	1.87	0.704	12.892	-3.498	-1.386	0.154	79.446	54.164	6.093	5.507	54.164	5.507	54.164	5.507
					1.87	0.704	12.892	-3.498	-1.386	0.154	79.446	54.164	6.093	5.507	54.164	5.507		
9	127.04	135.14	5411.192	362.253	1.76	0.66	14.674	-3.278	-1.298	0.044	85.190	61.138	5.361	4.759	61.138	4.759	61.138	4.759
					1.76	0.66	14.674	-3.278	-1.298	0.044	85.190	61.138	5.361	4.759	61.138	4.759		
8	127.04	135.14	2039.539	323.406	1.628	0.594	-6.27	-3.036	-1.21	0.022	32.109	27.331	4.786	4.336	27.331	4.336	27.331	4.336
					1.628	0.594	-6.27	-3.036	-1.21	0.022	32.109	27.331	4.786	4.336	27.331	4.336		
7	127.04	135.14	5545.247	295.997	1.452	0.55	14.608	-2.75	-1.1	0	87.301	60.449	4.381	3.850	60.449	3.850	60.449	3.850
					1.452	0.55	14.608	-2.75	-1.1	0	87.301	60.449	4.381	3.850	60.449	3.850		
6	126.94	135.14	5829.502	283.569	1.276	0.484	16.038	-2.42	-0.968	-0.11	91.848	65.925	4.197	3.828	65.925	3.828	65.925	3.828
					1.276	0.484	16.038	-2.42	-0.968	-0.11	91.848	65.925	4.197	3.828	65.925	3.828		
5	126.84	135.14	1769.926	260.474	1.056	0.396	-5.082	-2.046	-0.814	-0.132	27.909	21.793	3.855	3.390	21.793	3.390	21.793	3.390
					1.056	0.396	-5.082	-2.046	-0.814	-0.132	27.909	21.793	3.855	3.390	21.793	3.390		
4	126.84	135.14	5042.950	204.668	0.814	0.308	13.706	-1.628	-0.66	-0.11	79.518	55.955	3.029	2.724	55.955	2.724	55.955	2.724
					0.814	0.308	13.706	-1.628	-0.66	-0.11	79.518	55.955	3.029	2.724	55.955	2.724		
3	126.84	135.14	5112.322	180.480	0.55	0.22	14.388	-1.166	-0.484	-0.198	80.612	58.322	2.671	2.433	58.322	2.433	58.322	2.433
					0.55	0.22	14.388	-1.166	-0.484	-0.198	80.612	58.322	2.671	2.433	58.322	2.433		
2	126.84	135.14	961.451	127.095	0.154	0.066	-1.914	-0.616	-0.264	-0.132	15.160	7.874	1.881	1.399	7.874	1.399	15.160	1.399
					0.154	0.066	-1.914	-0.616	-0.264	-0.132	15.160	7.874	1.881	1.399	7.874	1.399		
1	137.24	141.39	3258.305	32.329	0.066	0.022	11.044	-0.176	-0.088	-0.022	47.484	44.266	0.457	0.343	44.266	0.343	44.266	0.343
					0.066	0.022	11.044	-0.176	-0.088	-0.022	47.484	44.266	0.457	0.343	44.266	0.343		

Tabel Gaya Geser Rencana Kolom USF
Kolom K1

Kolom Lantai	hn		Mu,k Desain		Gaya Geser Portal Arah Y			Gaya Geser Portal Arah X		Vu,k y		Vu,k x		Vu,k		Vu,k pakai	
	Arah Y	Arah X	Mu,k x	Mu,k y	VD,k	VL,k	VE,k	VD,k	VL,k	{1}	{2}	{1}	{2}	Vu,k y	Vu,k x	Vu,k y	Vu,k x
	in	in	K-in	K-in	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips
14	129.49	135.39	1216.629	400.180	6.49	1.87	0.154	-3.872	-1.166	18.791	9.5238	5.912	5.229	9.524	5.229	9.524	5.229
					6.49	1.87	0.154	-3.872	-1.166	18.791	9.5238	5.912	5.229	9.524	5.229		
13	126.94	135.34	2520.607	355.388	6.248	1.76	3.476	-3.564	-0.99	39.714	26.4528	5.252	4.772	26.453	4.772	26.453	4.772
					6.248	1.76	3.476	-3.564	-0.99	39.714	26.4528	5.252	4.772	26.453	4.772		
12	126.94	135.34	4004.219	356.047	6.248	1.76	5.852	-3.586	-1.012	63.089	38.808	5.262	4.809	38.808	4.809	38.808	4.809
					6.248	1.76	5.852	-3.586	-1.012	63.089	38.808	5.262	4.809	38.808	4.809		
11	126.99	135.34	3258.998	349.555	6.182	1.738	8.096	-3.52	-0.99	51.328	50.3866	5.166	4.719	50.387	4.719	50.387	4.719
					6.182	1.738	8.096	-3.52	-0.99	51.328	50.3866	5.166	4.719	50.387	4.719		
10	127.04	135.34	3180.581	342.230	6.116	1.716	10.098	-3.432	-0.968	50.073	60.7068	5.057	4.602	50.073	4.602	50.073	4.602
					6.116	1.716	10.098	-3.432	-0.968	50.073	60.7068	5.057	4.602	50.073	4.602		
9	127.04	135.34	2873.364	332.519	6.006	1.694	11.924	-3.344	-0.924	45.236	70.059	4.914	4.475	45.236	4.475	45.236	4.475
					6.006	1.694	11.924	-3.344	-0.924	45.236	70.059	4.914	4.475	45.236	4.475		
8	127.04	135.34	2650.733	320.524	5.896	1.65	13.53	-3.212	-0.902	41.731	78.2562	4.737	4.305	41.731	4.305	41.731	4.305
					5.896	1.65	13.53	-3.212	-0.902	41.731	78.2562	4.737	4.305	41.731	4.305		
7	127.04	135.34	2476.103	306.334	5.742	1.606	14.96	-3.058	-0.836	38.982	85.4854	4.527	4.088	38.982	4.088	38.982	4.088
					5.742	1.606	14.96	-3.058	-0.836	38.982	85.4854	4.527	4.088	38.982	4.088		
6	126.94	135.34	2328.879	289.714	5.588	1.562	16.192	-2.904	-0.792	36.693	91.685	4.281	3.881	36.693	3.881	36.693	3.881
					5.588	1.562	16.192	-2.904	-0.792	36.693	91.685	4.281	3.881	36.693	3.881		
5	126.84	135.34	2246.964	270.542	5.39	1.496	17.226	-2.706	-0.726	35.431	96.7912	3.998	3.610	35.431	3.610	35.431	3.610
					5.39	1.496	17.226	-2.706	-0.726	35.431	96.7912	3.998	3.610	35.431	3.610		
4	126.84	135.34	2127.478	249.191	5.214	1.452	18.106	-2.486	-0.66	33.546	101.134	3.683	3.313	33.546	3.313	33.546	3.313
					5.214	1.452	18.106	-2.486	-0.66	33.546	101.134	3.683	3.313	33.546	3.313		
3	126.84	135.34	2001.320	223.406	4.884	1.342	18.766	-2.222	-0.572	31.557	104.115	3.301	2.952	31.557	2.952	31.557	2.952
					4.884	1.342	18.766	-2.222	-0.572	31.557	104.115	3.301	2.952	31.557	2.952		
2	126.84	135.34	2450.590	207.558	5.126	1.408	19.866	-2.112	-0.506	38.641	110.1584	3.067	2.787	38.641	2.787	38.641	2.787
					5.126	1.408	19.866	-2.112	-0.506	38.641	110.1584	3.067	2.787	38.641	2.787		
1	137.24	141.49	2055.639	128.467	2.134	0.528	19.206	-0.88	-0.198	29.957	102.696	1.816	1.155	29.957	1.155	29.957	1.155
					2.134	0.528	19.206	-0.88	-0.198	29.957	102.696	1.816	1.155	29.957	1.155		

Tabel Gaya Geser Rencana Kolom USF
Kolom K2

Kolom Lantai	hn		Mu,k Desain		Gaya Geser Portal Arah Y			Gaya Geser Portal Arah X		Vu,k y		Vu,k x		Vu,k		Vu,k pakai	
	Arah Y	Arah X	Mu,k x	Mu,k y	VD,k	VL,k	VE,k	VD,k	VL,k	{1}	{2}	{1}	{2}	Vu,k y	Vu,k x	Vu,k y	Vu,k x
	in	in	K-in	K-in	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips
14	129.49	135.39	2332.030	651.237	2.42	0.748	3.344	-6.072	-2.2	36.019	20.6668	9.620	8.386	20.667	8.386	20.667	8.386
					2.42	0.748	3.344	-6.072	-2.2	36.019	20.6668	9.620	8.386	20.667	8.386		
13	126.94	135.34	3998.216	545.657	1.584	0.484	7.458	-5.324	-1.892	62.995	40.9244	8.064	7.335	40.924	7.335	40.924	7.335
					1.584	0.484	7.458	-5.324	-1.892	62.995	40.9244	8.064	7.335	40.924	7.335		
12	126.94	135.34	5770.745	549.537	1.694	0.528	11.968	-5.368	-1.914	90.922	64.5304	8.121	7.399	64.530	7.399	64.530	7.399
					1.694	0.528	11.968	-5.368	-1.914	90.922	64.5304	8.121	7.399	64.530	7.399		
11	126.99	135.34	5466.122	538.185	1.606	0.506	16.016	-5.258	-1.87	86.089	85.4634	7.953	7.245	85.463	7.245	85.463	7.245
					1.606	0.506	16.016	-5.258	-1.87	86.089	85.4634	7.953	7.245	85.463	7.245		
10	127.04	135.34	5575.481	526.772	1.54	0.484	19.734	-5.148	-1.826	87.777	104.7068	7.785	7.091	87.777	7.091	87.777	7.091
					1.54	0.484	19.734	-5.148	-1.826	87.777	104.7068	7.785	7.091	87.777	7.091		
9	127.04	135.34	5186.819	511.462	1.452	0.44	23.078	-4.994	-1.76	81.658	121.968	7.558	6.873	81.658	6.873	81.658	6.873
					1.452	0.44	23.078	-4.994	-1.76	81.658	121.968	7.558	6.873	81.658	6.873		
8	127.04	135.34	4889.014	492.716	1.32	0.418	26.026	-4.796	-1.694	76.969	137.1282	7.281	6.602	76.969	6.602	76.969	6.602
					1.32	0.418	26.026	-4.796	-1.694	76.969	137.1282	7.281	6.602	76.969	6.602		
7	127.04	135.34	4643.663	470.367	1.188	0.374	28.622	-4.576	-1.606	73.107	150.447	6.951	6.294	73.107	6.294	73.107	6.294
					1.188	0.374	28.622	-4.576	-1.606	73.107	150.447	6.951	6.294	73.107	6.294		
6	126.94	135.34	4427.452	444.226	1.034	0.33	30.822	-4.312	-1.518	69.758	161.6802	6.565	5.933	69.758	5.933	69.758	5.933
					1.034	0.33	30.822	-4.312	-1.518	69.758	161.6802	6.565	5.933	69.758	5.933		
5	126.84	135.34	4322.044	413.980	0.858	0.264	32.648	-4.026	-1.386	68.151	170.9312	6.118	5.524	68.151	5.524	68.151	5.524
					0.858	0.264	32.648	-4.026	-1.386	68.151	170.9312	6.118	5.524	68.151	5.524		
4	126.84	135.34	4135.717	380.149	0.66	0.198	34.056	-3.696	-1.254	65.213	177.9822	5.618	5.062	65.213	5.062	65.213	5.062
					0.66	0.198	34.056	-3.696	-1.254	65.213	177.9822	5.618	5.062	65.213	5.062		
3	126.84	135.34	3946.614	339.262	0.462	0.154	35.112	-3.256	-1.1	62.231	183.2138	5.014	4.457	62.231	4.457	62.231	4.457
					0.462	0.154	35.112	-3.256	-1.1	62.231	183.2138	5.014	4.457	62.231	4.457		
2	126.84	135.34	4383.545	311.984	0.154	0.066	35.156	-3.08	-1.012	69.120	183.029	4.610	4.202	69.120	4.202	69.120	4.202
					0.154	0.066	35.156	-3.08	-1.012	69.120	183.029	4.610	4.202	69.120	4.202		
1	137.24	141.49	3561.471	190.435	0.044	0.022	36.388	-1.232	-0.374	51.902	189.2814	2.692	1.665	51.902	1.665	51.902	1.665
					0.044	0.022	36.388	-1.232	-0.374	51.902	189.2814	2.692	1.665	51.902	1.665		

Tabel Gaya Geser Rencana Kolom USF
Kolom K3

Kolom Lantai	hn		Mu,k Desain		Gaya Geser Portal Arah Y			Gaya Geser Portal Arah X		Vu,k y		Vu,k x		Vu,k		Vu,k pakai	
	Arah Y	Arah X	Mu,k x	Mu,k y	VD,k	VL,k	VE,k	VD,k	VL,k	{1}	{2}	{1}	{2}	Vu,k y	Vu,k x	Vu,k y	Vu,k x
	in	in	K-in	K-in	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips
14	126.94	135.39	1794.402	258.643	10.23	3.41	0.154	-2.376	-0.792	28.272	14.7818	3.821	3.247	14.782	3.247	14.782	3.247
					10.23	3.41	0.154	-2.376	-0.792	28.272	14.7818	3.821	3.247	14.782	3.247		
13	124.04	135.34	3437.249	192.952	9.218	3.322	3.476	-1.892	-0.638	55.423	30.7978	2.851	2.589	30.798	2.589	30.798	2.589
					9.218	3.322	3.476	-1.892	-0.638	55.423	30.7978	2.851	2.589	30.798	2.589		
12	124.04	135.34	4356.398	193.976	9.328	3.3	5.852	-1.892	-0.66	70.243	43.274	2.867	2.600	43.274	2.600	43.274	2.600
					9.328	3.3	5.852	-1.892	-0.66	70.243	43.274	2.867	2.600	43.274	2.600		
11	123.99	135.34	4502.839	187.258	9.218	3.278	8.096	-1.826	-0.638	72.634	54.7998	2.767	2.510	54.800	2.510	54.800	2.510
					9.218	3.278	8.096	-1.826	-0.638	72.634	54.7998	2.767	2.510	54.800	2.510		
10	123.94	135.34	4465.954	179.386	9.108	3.234	10.098	-1.76	-0.594	72.068	65.0562	2.651	2.409	65.056	2.409	65.056	2.409
					9.108	3.234	10.098	-1.76	-0.594	72.068	65.0562	2.651	2.409	65.056	2.409		
9	123.94	135.34	4034.581	169.214	8.976	3.19	11.924	-1.65	-0.572	65.107	74.371	2.501	2.266	65.107	2.266	65.107	2.266
					8.976	3.19	11.924	-1.65	-0.572	65.107	74.371	2.501	2.266	65.107	2.266		
8	123.94	135.34	3721.977	156.864	8.822	3.124	13.53	-1.518	-0.528	60.062	82.5044	2.318	2.086	60.062	2.086	60.062	2.086
					8.822	3.124	13.53	-1.518	-0.528	60.062	82.5044	2.318	2.086	60.062	2.086		
7	123.94	135.34	3476.773	142.379	8.624	3.058	14.96	-1.386	-0.484	56.105	89.6698	2.104	1.905	56.105	1.905	56.105	1.905
					8.624	3.058	14.96	-1.386	-0.484	56.105	89.6698	2.104	1.905	56.105	1.905		
6	123.94	135.34	3272.629	125.655	8.404	2.992	16.192	-1.21	-0.418	52.811	95.7792	1.857	1.661	52.811	1.661	52.811	1.661
					8.404	2.992	16.192	-1.21	-0.418	52.811	95.7792	1.857	1.661	52.811	1.661		
5	123.94	135.34	3532.904	106.752	8.14	2.882	17.226	-1.012	-0.352	57.011	100.7842	1.578	1.390	57.011	1.390	57.011	1.390
					8.14	2.882	17.226	-1.012	-0.352	57.011	100.7842	1.578	1.390	57.011	1.390		
4	123.94	135.34	3345.036	85.401	7.876	2.794	18.106	-0.792	-0.286	53.979	104.9994	1.262	1.093	53.979	1.093	53.979	1.093
					7.876	2.794	18.106	-0.792	-0.286	53.979	104.9994	1.262	1.093	53.979	1.093		
3	123.94	135.34	3146.677	62.124	7.414	2.618	18.766	-0.572	-0.198	50.778	107.789	0.918	0.785	50.778	0.785	50.778	0.785
					7.414	2.618	18.766	-0.572	-0.198	50.778	107.789	0.918	0.785	50.778	0.785		
2	123.94	135.34	3901.559	34.872	7.854	2.794	19.866	-0.286	-0.11	62.960	114.125	0.515	0.398	62.960	0.398	62.960	0.398
					7.854	2.794	19.866	-0.286	-0.11	62.960	114.125	0.515	0.398	62.960	0.398		
1	135.79	141.49	2368.653	9.017	3.168	1.056	19.206	-0.066	-0.044	34.888	104.2008	0.127	0.101	34.888	0.101	34.888	0.101
					3.168	1.056	19.206	-0.066	-0.044	34.888	104.2008	0.127	0.101	34.888	0.101		

Tabel Gaya Geser Rencana Kolom USF

Kolom K4

Kolom Lantai	hn		Mu,k Desain		Gaya Geser Portal Arah Y			Gaya Geser Portal Arah X		Vu,k y		Vu,k x		Vu,k		Vu,k pakai	
	Arah Y	Arah X	Mu,k x	Mu,k y	VD,k	VL,k	VE,k	VD,k	VL,k	{1}	{2}	{1}	{2}	Vu,k y	Vu,k x	Vu,k y	Vu,k x
	in	in	K-in	K-in	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips	Kips
14	126.94	135.39	2439.216	403.747	3.278	1.188	3.344	-3.63	-1.43	38.432	21.9164	5.964	5.071	21.916	5.071	21.916	5.071
					3.278	1.188	3.344	-3.63	-1.43	38.432	21.9164	5.964	5.071	21.916	5.071		
13	124.04	135.34	4062.371	305.110	2.2	0.792	7.458	-2.926	-1.166	65.502	41.8176	4.509	4.094	41.818	4.094	41.818	4.094
					2.2	0.792	7.458	-2.926	-1.166	65.502	41.8176	4.509	4.094	41.818	4.094		
12	124.04	135.34	5839.769	306.013	2.332	0.836	11.968	-2.948	-1.166	94.161	65.45	4.522	4.121	65.450	4.121	65.450	4.121
					2.332	0.836	11.968	-2.948	-1.166	94.161	65.45	4.522	4.121	65.450	4.121		
11	123.99	135.34	7317.872	295.772	2.222	0.792	16.016	-2.838	-1.122	118.042	86.3456	4.371	3.967	86.346	3.967	86.346	3.967
					2.222	0.792	16.016	-2.838	-1.122	118.042	86.3456	4.371	3.967	86.346	3.967		
10	123.94	135.34	7828.708	283.604	2.112	0.77	19.734	-2.706	-1.078	126.333	105.5362	4.191	3.786	105.536	3.786	105.536	3.786
					2.112	0.77	19.734	-2.706	-1.078	126.333	105.5362	4.191	3.786	105.536	3.786		
9	123.94	135.34	7282.976	267.895	2.002	0.726	23.078	-2.552	-1.012	117.526	122.771	3.959	3.568	117.526	3.568	117.526	3.568
					2.002	0.726	23.078	-2.552	-1.012	117.526	122.771	3.959	3.568	117.526	3.568		
8	123.94	135.34	6864.818	248.792	1.826	0.66	26.026	-2.376	-0.946	110.778	137.8564	3.677	3.324	110.778	3.324	110.778	3.324
					1.826	0.66	26.026	-2.376	-0.946	110.778	137.8564	3.677	3.324	110.778	3.324		
7	123.94	135.34	6520.313	226.253	1.65	0.594	28.622	-2.134	-0.858	105.219	151.1114	3.344	2.990	105.219	2.990	105.219	2.990
					1.65	0.594	28.622	-2.134	-0.858	105.219	151.1114	3.344	2.990	105.219	2.990		
6	123.94	135.34	6221.622	200.112	1.43	0.528	30.822	-1.892	-0.748	100.399	162.2544	2.957	2.644	100.399	2.644	100.399	2.644
					1.43	0.528	30.822	-1.892	-0.748	100.399	162.2544	2.957	2.644	100.399	2.644		
5	123.94	135.34	6795.554	170.473	1.188	0.44	32.648	-1.584	-0.638	109.661	171.4152	2.519	2.220	109.661	2.220	109.661	2.220
					1.188	0.44	32.648	-1.584	-0.638	109.661	171.4152	2.519	2.220	109.661	2.220		
4	123.94	135.34	6502.591	136.998	0.924	0.33	34.056	-1.254	-0.506	104.933	178.365	2.025	1.758	104.933	1.758	104.933	1.758
					0.924	0.33	34.056	-1.254	-0.506	104.933	178.365	2.025	1.758	104.933	1.758		
3	123.94	135.34	6205.265	100.381	0.638	0.242	35.112	-0.902	-0.374	100.135	183.469	1.483	1.269	100.135	1.269	100.135	1.269
					0.638	0.242	35.112	-0.902	-0.374	100.135	183.469	1.483	1.269	100.135	1.269		
2	123.94	135.34	6978.997	57.316	0.198	0.066	35.156	-0.462	-0.198	112.621	183.0818	0.847	0.653	112.621	0.653	112.621	0.653
					0.198	0.066	35.156	-0.462	-0.198	112.621	183.0818	0.847	0.653	112.621	0.653		
1	135.79	141.49	5561.427	15.813	0.088	0.044	36.388	-0.132	-0.066	81.914	189.3452	0.224	0.191	81.914	0.191	81.914	0.191
					0.088	0.044	36.388	-0.132	-0.066	81.914	189.3452	0.224	0.191	81.914	0.191		

Tabel Perhitungan desain Kolom Struktur BSF

KOLOM K1

Kolom Lantai	Profil	Mu,k		Mn,k		Kx	Ky	Lb		λc x	λc y	λc	Fcr	ΦcPn	Pu	Pu / ΦcPn	Rasio interaksi
		Mu,k x	Mu,k y	Mn,k x	Mn,k y			(m)	(in)				(Ksi)	(Kips)	(Kips)		
14	W14X90	1510.65	1083.74	5086.8	2449.44	0.95	0.89	3.75	147.638	0.256	0.399	0.399	33.680	758.650	29.303	0.039	0.76
13	W14X90	994.09	882.23	5086.8	2449.44	0.952	0.92	3.75	147.638	0.257	0.412	0.412	33.527	755.194	81.478	0.108	0.61
12	W14X90	1117.86	920.63	5086.8	2449.44	0.952	0.92	3.75	147.638	0.257	0.412	0.412	33.527	755.194	154.777	0.205	0.73
11	W14X90	1696.49	901.55	5086.8	2449.44	0.951	0.925	3.75	147.638	0.257	0.415	0.415	33.501	754.608	163.284	0.216	0.84
10	W14X132	1409.17	908.86	7581.6	3661.2	0.953	0.93	3.75	147.638	0.251	0.410	0.410	33.555	1106.638	228.648	0.207	0.59
9	W14X132	1476.66	911.47	7581.6	3661.2	0.954	0.935	3.75	147.638	0.252	0.412	0.412	33.529	1105.799	377.936	0.342	0.74
8	W14X132	1629.00	904.86	7581.6	3661.2	0.954	0.935	3.75	147.638	0.252	0.412	0.412	33.529	1105.799	431.474	0.390	0.80
7	W14X132	1511.04	920.68	7581.6	3661.2	0.954	0.935	3.75	147.638	0.252	0.412	0.412	33.529	1105.799	484.827	0.438	0.84
6	W14X132	1926.03	941.29	7581.6	3661.2	0.951	0.937	3.75	147.638	0.251	0.413	0.413	33.519	1105.462	572.137	0.518	0.97
5	W14X159	1771.49	923.92	9298.8	4730.4	0.951	0.942	3.75	147.638	0.247	0.390	0.390	33.780	1340.914	627.714	0.468	0.81
4	W14X159	1919.22	949.47	9298.8	4730.4	0.952	0.95	3.75	147.638	0.247	0.393	0.393	33.744	1339.459	683.037	0.510	0.87
3	W14X159	2171.83	869.57	9298.8	4730.4	0.952	0.95	3.75	147.638	0.247	0.393	0.393	33.744	1339.459	760.952	0.568	0.94
2	W14X159	1385.28	670.87	9298.8	4730.4	0.952	0.95	3.75	147.638	0.247	0.393	0.393	33.744	1339.459	815.606	0.609	0.87
1	W14X159	2537.00	301.96	9298.8	4730.4	0.955	0.952	3.75	147.638	0.248	0.394	0.394	33.735	1339.094	869.589	0.649	0.95

Tabel Perhitungan desain Kolom Struktur BSF

KOLOM K2

Kolom Lantai	Profil	Mu,k		Mn,k		Kx	Ky	Lb		λc x	λc y	λc	Fcr	ΦcPn	Pu	Pu / ΦcPn	Rasio interaksi
		Mu,k x	Mu,k y	Mn,k x	Mn,k y			(m)	(in)				(Ksi)	(Kips)	(Kips)		
14	W14X99	2450.80	840.45	5605.2	2708.64	0.9	0.86	3.75	147.638	0.241	0.383	0.383	33.853	837.350	37.344	0.045	0.77
13	W14X99	2558.68	673.38	5605.2	2708.64	0.905	0.895	3.75	147.638	0.243	0.399	0.399	33.680	833.084	87.581	0.105	0.76
12	W14X99	2955.48	671.62	5605.2	2708.64	0.905	0.895	3.75	147.638	0.243	0.399	0.399	33.680	833.084	158.701	0.190	0.87
11	W14X99	2582.80	655.51	5605.2	2708.64	0.911	0.91	3.75	147.638	0.244	0.406	0.406	33.605	831.211	208.222	0.251	0.88
10	W14X159	3628.53	640.74	9298.8	4730.4	0.92	0.93	3.75	147.638	0.239	0.385	0.385	33.835	1343.076	259.892	0.194	0.62
9	W14X159	3905.42	593.08	9298.8	4730.4	0.935	0.94	3.75	147.638	0.243	0.389	0.389	33.790	1341.276	330.227	0.246	0.73
8	W14X159	2305.90	579.44	9298.8	4730.4	0.935	0.94	3.75	147.638	0.243	0.389	0.389	33.790	1341.276	375.863	0.280	0.61
7	W14X159	3943.50	543.70	9298.8	4730.4	0.935	0.94	3.75	147.638	0.243	0.389	0.389	33.790	1341.276	434.074	0.324	0.80
6	W14X159	5049.63	552.38	9298.8	4730.4	0.93	0.949	3.75	147.638	0.242	0.393	0.393	33.748	1339.641	502.745	0.375	0.96
5	W14X176	2284.03	526.64	10368	5281.2	0.92	0.95	3.75	147.638	0.237	0.391	0.391	33.765	1486.692	554.138	0.373	0.66
4	W14X176	4408.26	459.80	10368	5281.2	0.926	0.951	3.75	147.638	0.239	0.392	0.392	33.761	1486.492	610.820	0.411	0.87
3	W14X176	4718.49	437.34	10368	5281.2	0.926	0.951	3.75	147.638	0.239	0.392	0.392	33.761	1486.492	676.950	0.455	0.93
2	W14X176	1186.01	393.71	10368	5281.2	0.926	0.951	3.75	147.638	0.239	0.392	0.392	33.761	1486.492	730.884	0.492	0.66
1	W14X176	3161.10	205.71	10368	5281.2	0.95	0.952	3.75	147.638	0.245	0.392	0.392	33.756	1486.291	783.721	0.527	0.83

Tabel Perhitungan desain Kolom Struktur BSF

KOLOM K3

Kolom Lantai	Profil	Mu,k		Mn,k		Kx	Ky	Lb		λc x	λc y	λc	Fcr	ΦcPn	Pu	Pu / ΦcPn	Rasio interaksi
		Mu,k x	Mu,k y	Mn,k x	Mn,k y			(m)	(in)				(Ksi)	(Kips)	(Kips)		
14	W14X109	1524.75	1829.42	6220.8	3003.48	0.948	0.84	3.75	147.638	0.252	0.372	0.372	33.971	924.003	29.594	0.032	0.87
13	W14X109	1985.56	1426.16	6220.8	3003.48	0.94	0.87	3.75	147.638	0.250	0.386	0.386	33.828	920.113	95.853	0.104	0.85
12	W14X109	2392.34	1448.25	6220.8	3003.48	0.94	0.87	3.75	147.638	0.250	0.386	0.386	33.828	920.113	162.065	0.176	0.95
11	W14X109	1689.47	1444.12	6220.8	3003.48	0.938	0.88	3.75	147.638	0.250	0.390	0.390	33.779	918.790	228.231	0.248	0.92
10	W14X159	2460.92	1452.92	9298.8	4730.4	0.945	0.9	3.75	147.638	0.247	0.374	0.374	33.968	1348.374	296.083	0.220	0.73
9	W14X159	2549.16	1436.63	9298.8	4730.4	0.95	0.91	3.75	147.638	0.249	0.379	0.379	33.924	1346.625	363.935	0.270	0.78
8	W14X159	1601.22	1377.30	9298.8	4730.4	0.95	0.91	3.75	147.638	0.249	0.379	0.379	33.924	1346.625	431.625	0.321	0.73
7	W14X159	2562.81	1329.68	9298.8	4730.4	0.95	0.91	3.75	147.638	0.249	0.379	0.379	33.924	1346.625	499.177	0.371	0.87
6	W14X159	2725.52	1251.00	9298.8	4730.4	0.952	0.912	3.75	147.638	0.249	0.379	0.379	33.915	1346.273	566.613	0.421	0.92
5	W14X176	1534.51	1091.61	10368	5281.2	0.951	0.915	3.75	147.638	0.247	0.379	0.379	33.922	1493.599	634.307	0.425	0.74
4	W14X176	2715.41	947.76	10368	5281.2	0.952	0.92	3.75	147.638	0.247	0.381	0.381	33.900	1492.626	701.862	0.470	0.86
3	W14X176	2825.39	760.80	10368	5281.2	0.952	0.92	3.75	147.638	0.247	0.381	0.381	33.900	1492.626	769.233	0.515	0.89
2	W14X176	1272.87	465.03	10368	5281.2	0.952	0.92	3.75	147.638	0.247	0.381	0.381	33.900	1492.626	836.419	0.560	0.75
1	W14X176	2942.03	172.69	10368	5281.2	0.955	0.94	3.75	147.638	0.248	0.389	0.389	33.811	1488.689	903.351	0.607	0.89

Tabel Perhitungan desain Kolom Struktur BSF

KOLOM K4

Kolom Lantai	Profil	Mu,k		Mn,k		Kx	Ky	Lb		λc x	λc y	λc	Fcr	ΦcPn	Pu	Pu / ΦcPn	Rasio interaksi
		Mu,k x	Mu,k y	Mn,k x	Mn,k y			(m)	(in)				(Ksi)	(Kips)	(Kips)		
14	W14X109	2098.51	592.17	6220.8	3003.48	0.91	0.835	3.75	147.638	0.241	0.369	0.369	33.994	924.639	30.284	0.033	0.55
13	W14X109	3853.10	451.06	6220.8	3003.48	0.89	0.86	3.75	147.638	0.236	0.380	0.380	33.876	921.423	106.075	0.115	0.83
12	W14X109	4293.76	445.62	6220.8	3003.48	0.89	0.86	3.75	147.638	0.236	0.380	0.380	33.876	921.423	182.282	0.198	0.94
11	W14X109	2227.57	428.46	6220.8	3003.48	0.898	0.87	3.75	147.638	0.238	0.385	0.385	33.828	920.113	258.697	0.281	0.73
10	W14X193	5046.30	411.70	11502	5832	0.905	0.9	3.75	147.638	0.231	0.368	0.368	34.013	1642.170	335.481	0.204	0.66
9	W14X193	5411.19	362.25	11502	5832	0.92	0.91	3.75	147.638	0.234	0.372	0.372	33.970	1640.088	412.774	0.252	0.73
8	W14X193	2039.54	323.41	11502	5832	0.92	0.91	3.75	147.638	0.234	0.372	0.372	33.970	1640.088	490.736	0.299	0.51
7	W14X193	5545.25	296.00	11502	5832	0.92	0.91	3.75	147.638	0.234	0.372	0.372	33.970	1640.088	569.438	0.347	0.82
6	W14X193	5829.50	283.57	11502	5832	0.925	0.912	3.75	147.638	0.236	0.373	0.373	33.962	1639.669	649.087	0.396	0.89
5	W14X211	1782.08	260.47	12636	6415.2	0.928	0.915	3.75	147.638	0.235	0.372	0.372	33.975	1790.494	729.798	0.408	0.57
4	W14X211	5042.95	204.67	12636	6415.2	0.93	0.916	3.75	147.638	0.235	0.372	0.372	33.971	1790.268	811.711	0.453	0.84
3	W14X211	5112.32	180.48	12636	6415.2	0.93	0.916	3.75	147.638	0.235	0.372	0.372	33.971	1790.268	895.079	0.500	0.88
2	W14X211	961.45	127.10	12636	6415.2	0.93	0.916	3.75	147.638	0.235	0.372	0.372	33.971	1790.268	979.902	0.547	0.63
1	W14X211	3258.30	32.33	12636	6415.2	0.945	0.949	3.75	147.638	0.239	0.386	0.386	33.827	1782.666	1066.966	0.599	0.83

Tabel Perhitungan desain Kolom Struktur USF

KOLOM K1

Kolom Lantai	Profil	Mu,k		Mn,k		Kx	Ky	Lb		λc x	λc y	λc	Fcr	ΦcPn	Pu	Pu / ΦcPn	Rasio interaksi
		Mu,k x	Mu,k y	Mn,k x	Mn,k y			(m)	(in)				(Ksi)	(Kips)	(Kips)		
14	W14X109	1216.63	400.18	6842.9	3303.83	2.58	2	3.75	147.638	0.687	0.886	0.886	25.909	704.733	22.992	0.033	0.32
13	W14X109	2520.61	355.39	6842.9	3303.83	2.4	2.34	3.75	147.638	0.639	1.037	1.037	22.949	624.207	73.858	0.118	0.54
12	W14X109	4004.22	356.05	6842.9	3303.83	2.4	2.34	3.75	147.638	0.639	1.037	1.037	22.949	624.207	136.378	0.218	0.83
11	W14X109	3259.00	349.56	6842.9	3303.83	2.48	2.5	3.75	147.638	0.660	1.108	1.108	21.533	585.698	210.881	0.360	0.88
10	W14X159	3180.58	342.23	10229	5203.44	2.62	2.74	3.75	147.638	0.680	1.134	1.134	21.012	834.084	277.149	0.332	0.67
9	W14X159	2873.36	332.52	10229	5203.44	2.7	2.82	3.75	147.638	0.701	1.167	1.167	20.353	807.897	338.962	0.420	0.73
8	W14X159	2650.73	320.52	10229	5203.44	2.7	2.82	3.75	147.638	0.701	1.167	1.167	20.353	807.897	400.405	0.496	0.78
7	W14X159	2476.10	306.33	10229	5203.44	2.7	2.82	3.75	147.638	0.701	1.167	1.167	20.353	807.897	461.341	0.571	0.84
6	W14X159	2328.88	289.71	10229	5203.44	2.8	2.92	3.75	147.638	0.727	1.209	1.209	19.532	775.316	521.744	0.673	0.92
5	W14X211	2246.96	270.54	13900	7056.72	2.98	3	3.75	147.638	0.754	1.219	1.219	19.322	1018.267	581.987	0.572	0.75
4	W14X211	2127.48	249.19	13900	7056.72	3.01	3.2	3.75	147.638	0.761	1.301	1.301	17.734	934.603	641.490	0.686	0.85
3	W14X211	2001.32	223.41	13900	7056.72	3.01	3.2	3.75	147.638	0.761	1.301	1.301	17.734	934.603	700.184	0.749	0.91
2	W14X211	2450.59	207.56	13900	7056.72	3.01	3.2	3.75	147.638	0.761	1.301	1.301	17.734	934.603	758.024	0.811	0.99
1	W14X211	2055.64	128.47	13900	7056.72	3	3.1	3.75	147.638	0.759	1.260	1.260	18.524	976.213	814.594	0.834	0.98

Tabel Perhitungan desain Kolom Struktur USF

KOLOM K2

Kolom Lantai	Profil	Mu,k		Mn,k		Kx	Ky	Lb		λc x	λc y	λc	Fcr	ΦcPn	Pu	Pu / ΦcPn	Rasio interaksi
		Mu,k x	Mu,k y	Mn,k x	Mn,k y			(m)	(in)				(Ksi)	(Kips)	(Kips)		
14	W14X145	2332.03	651.24	9266.4	4740.12	2.1	2.2	3.75	147.638	0.550	0.915	0.915	25.352	920.161	30.193	0.033	0.41
13	W14X145	3998.22	545.66	9266.4	4740.12	1.9	2.51	3.75	147.638	0.497	1.044	1.044	22.807	827.796	93.482	0.113	0.60
12	W14X145	5770.75	549.54	9266.4	4740.12	1.9	2.51	3.75	147.638	0.497	1.044	1.044	22.807	827.796	155.410	0.188	0.83
11	W14X145	5466.12	538.18	9266.4	4740.12	1.89	2.6	3.75	147.638	0.495	1.082	1.082	22.060	800.669	216.599	0.271	0.90
10	W14X176	5575.48	526.77	11405	5809.32	1.94	2.8	3.75	147.638	0.500	1.153	1.153	20.632	908.431	276.734	0.305	0.82
9	W14X176	5186.82	511.46	11405	5809.32	1.97	2.82	3.75	147.638	0.508	1.161	1.161	20.468	901.210	335.925	0.373	0.86
8	W14X176	4889.01	492.72	11405	5809.32	1.97	2.82	3.75	147.638	0.508	1.161	1.161	20.468	901.210	394.112	0.437	0.89
7	W14X176	4643.66	470.37	11405	5809.32	1.97	2.82	3.75	147.638	0.508	1.161	1.161	20.468	901.210	451.152	0.501	0.93
6	W14X176	4427.45	444.23	11405	5809.32	2	2.92	3.75	147.638	0.515	1.203	1.203	19.651	865.219	507.124	0.586	1.00
5	W14X233	4322.04	413.98	15539	7876.44	2.2	3	3.75	147.638	0.550	1.213	1.213	19.448	1132.373	561.581	0.496	0.79
4	W14X233	4135.72	380.15	15539	7876.44	2.38	3.2	3.75	147.638	0.595	1.294	1.294	17.866	1040.266	614.777	0.591	0.87
3	W14X233	3946.61	339.26	15539	7876.44	2.38	3.2	3.75	147.638	0.595	1.294	1.294	17.866	1040.266	666.356	0.641	0.90
2	W14X233	4383.54	311.98	15539	7876.44	2.38	3.2	3.75	147.638	0.595	1.294	1.294	17.866	1040.266	716.100	0.688	0.97
1	W14X233	3561.47	190.43	15539	7876.44	2.7	3.1	3.75	147.638	0.675	1.253	1.253	18.653	1086.086	765.028	0.704	0.93

Tabel Perhitungan desain Kolom Struktur USF

KOLOM K3

Kolom Lantai	Profil	Mu,k		Mn,k		Kx	Ky	Lb		λc x	λc y	λc	Fcr	ΦcPn	Pu	Pu / ΦcPn	Rasio interaksi
		Mu,k x	Mu,k y	Mn,k x	Mn,k y			(m)	(in)				(Ksi)	(Kips)	(Kips)		
14	W14X120	1794.40	258.64	7555.7	3635.28	2.2	1.6	3.75	147.638	0.583	0.708	0.708	29.190	875.842	26.666	0.030	0.32
13	W14X120	3437.25	192.95	7555.7	3635.28	2	1.75	3.75	147.638	0.530	0.774	0.774	28.013	840.523	91.010	0.108	0.56
12	W14X120	4356.40	193.98	7555.7	3635.28	2	1.75	3.75	147.638	0.530	0.774	0.774	28.013	840.523	167.213	0.199	0.73
11	W14X120	4502.84	187.26	7555.7	3635.28	2.1	1.82	3.75	147.638	0.556	0.805	0.805	27.445	823.492	246.046	0.299	0.87
10	W14X159	4465.95	179.39	10229	5203.44	2.1	1.98	3.75	147.638	0.545	0.820	0.820	27.177	1078.786	320.404	0.297	0.72
9	W14X159	4034.58	169.21	10229	5203.44	2.2	2.4	3.75	147.638	0.571	0.993	0.993	23.818	945.453	394.717	0.417	0.80
8	W14X159	3721.98	156.86	10229	5203.44	2.2	2.4	3.75	147.638	0.571	0.993	0.993	23.818	945.453	469.006	0.496	0.85
7	W14X159	3476.77	142.38	10229	5203.44	2.2	2.4	3.75	147.638	0.571	0.993	0.993	23.818	945.453	543.295	0.575	0.90
6	W14X159	3272.63	125.65	10229	5203.44	2.24	2.2	3.75	147.638	0.582	0.911	0.911	25.442	1009.936	617.538	0.611	0.92
5	W14X233	3532.90	106.75	15539	7876.44	2.41	2.42	3.75	147.638	0.602	0.978	0.978	24.115	1404.097	695.302	0.495	0.71
4	W14X233	3345.04	85.40	15539	7876.44	2.52	2.59	3.75	147.638	0.630	1.047	1.047	22.750	1324.616	773.065	0.584	0.78
3	W14X233	3146.68	62.12	15539	7876.44	2.52	2.59	3.75	147.638	0.630	1.047	1.047	22.750	1324.616	850.828	0.642	0.83
2	W14X233	3901.56	34.87	15539	7876.44	2.52	2.59	3.75	147.638	0.630	1.047	1.047	22.750	1324.616	928.591	0.701	0.93
1	W14X233	2368.65	9.02	15539	7876.44	2.78	2.79	3.75	147.638	0.695	1.128	1.128	21.135	1230.604	1006.377	0.818	0.95

Tabel Perhitungan desain Kolom Struktur USF

KOLOM K4

Kolom Lantai	Profil	Mu,k		Mn,k		Kx	Ky	Lb		λc x	λc y	λc	Fcr	ΦcPn	Pu	Pu / ΦcPn	Rasio interaksi
		Mu,k x	Mu,k y	Mn,k x	Mn,k y			(m)	(in)				(Ksi)	(Kips)	(Kips)		
14	W14X159	2439.22	403.75	10229	5203.44	1.75	1.8	3.75	147.638	0.458	0.749	0.749	28.536	1132.731	31.254	0.028	0.33
13	W14X159	4062.37	305.11	10229	5203.44	1.65	1.95	3.75	147.638	0.432	0.811	0.811	27.408	1087.946	109.610	0.101	0.51
12	W14X159	5839.77	306.01	10229	5203.44	1.65	1.95	3.75	147.638	0.432	0.811	0.811	27.408	1087.946	188.357	0.173	0.72
11	W14X159	7317.87	295.77	10229	5203.44	1.67	2.21	3.75	147.638	0.437	0.919	0.919	25.362	1006.747	267.313	0.266	0.95
10	W14X211	7828.71	283.60	13900	7056.72	1.74	2.22	3.75	147.638	0.440	0.902	0.902	25.604	1349.347	346.592	0.257	0.79
9	W14X211	7282.98	267.89	13900	7056.72	1.78	2.38	3.75	147.638	0.450	0.967	0.967	24.334	1282.398	426.287	0.332	0.83
8	W14X211	6864.82	248.79	13900	7056.72	1.78	2.38	3.75	147.638	0.450	0.967	0.967	24.334	1282.398	506.583	0.395	0.87
7	W14X211	6520.31	226.25	13900	7056.72	1.78	2.38	3.75	147.638	0.450	0.967	0.967	24.334	1282.398	587.549	0.458	0.90
6	W14X211	6221.62	200.11	13900	7056.72	1.8	2.42	3.75	147.638	0.455	0.984	0.984	24.013	1265.487	669.323	0.529	0.95
5	W14X283	6795.55	170.47	19317	9765.36	1.85	2.61	3.75	147.638	0.451	1.040	1.040	22.894	1621.035	752.067	0.464	0.79
4	W14X283	6502.59	137.00	19317	9765.36	1.9	2.71	3.75	147.638	0.464	1.080	1.080	22.099	1564.735	835.850	0.534	0.85
3	W14X283	6205.26	100.38	19317	9765.36	1.9	2.71	3.75	147.638	0.464	1.080	1.080	22.099	1564.735	920.905	0.589	0.88
2	W14X283	6979.00	57.32	19317	9765.36	1.9	2.71	3.75	147.638	0.464	1.080	1.080	22.099	1564.735	1007.299	0.644	0.97
1	W14X283	5561.43	15.81	19317	9765.36	2.41	2.82	3.75	147.638	0.588	1.124	1.124	21.224	1502.752	1095.679	0.729	0.99

Tabel Desain Kolom Terhadap Geser Struktur BSF

KOLOM K1

Kolom Lantai	Profil	Vu,k pakai		Cek Rasio h / tw	ΦVn		Rasio	
		Arah Y	Arah X		Arah Y	Arah X		
		Kips	Kips		Kips	Kips	Arah Y	Arah X
14	W14X90	20.321	16.009	28.64	119.750	333.557	0.17	0.05
13	W14X90	13.465	13.698	28.64	119.750	333.557	0.11	0.04
12	W14X90	17.751	14.294	28.64	119.750	333.557	0.15	0.04
11	W14X90	26.463	13.745	28.64	119.750	333.557	0.22	0.04
10	W14X132	21.998	13.601	20.51	184.320	490.568	0.12	0.03
9	W14X132	22.187	13.217	20.51	184.320	490.568	0.12	0.03
8	W14X132	24.476	12.839	20.51	184.320	490.568	0.13	0.03
7	W14X132	22.262	12.745	20.51	184.320	490.568	0.12	0.03
6	W14X132	27.545	12.766	20.51	184.320	490.568	0.15	0.03
5	W14X159	25.615	12.341	18.12	217.242	601.474	0.12	0.02
4	W14X159	27.331	12.573	18.12	217.242	601.474	0.13	0.02
3	W14X159	30.392	12.606	18.12	217.242	601.474	0.14	0.02
2	W14X159	19.385	8.512	18.12	217.242	601.474	0.09	0.01
1	W14X159	30.807	2.675	18.12	217.242	601.474	0.14	0.00

KOLOM K2

Kolom Lantai	Profil	Vu,k pakai		Cek Rasio h / tw	ΦVn		Rasio	
		Arah Y	Arah X		Arah Y	Arah X		
		Kips	Kips		Kips	Kips	Arah Y	Arah X
14	W14X99	30.283	10.707	26.35	133.883	368.971	0.23	0.03
13	W14X99	27.399	9.029	26.35	133.883	368.971	0.20	0.02
12	W14X99	34.828	8.980	26.35	133.883	368.971	0.26	0.02
11	W14X99	36.841	8.800	26.35	133.883	368.971	0.28	0.02
10	W14X159	40.423	8.494	18.12	217.242	601.474	0.19	0.01
9	W14X159	47.964	7.960	18.12	217.242	601.474	0.22	0.01
8	W14X159	34.647	7.702	18.12	217.242	601.474	0.16	0.01
7	W14X159	48.202	7.304	18.12	217.242	601.474	0.22	0.01
6	W14X159	54.941	7.432	18.12	217.242	601.474	0.25	0.01
5	W14X176	28.514	6.917	16.48	245.255	666.370	0.12	0.01
4	W14X176	47.722	6.125	16.48	245.255	666.370	0.19	0.01
3	W14X176	52.272	5.859	16.48	245.255	666.370	0.21	0.01
2	W14X176	10.802	5.159	16.48	245.255	666.370	0.04	0.01
1	W14X176	43.322	1.817	16.48	245.255	666.370	0.18	0.00

KOLOM K3

Kolom Lantai	Profil	Vu,k pakai		Cek Rasio h / tw	ΦVn		Rasio	
		Arah Y	Arah X		Arah Y	Arah X		
		Kips	Kips		Kips	Kips	Arah Y	Arah X
14	W14X109	20.724	23.212	24.51	145.946	406.815	0.14	0.06
13	W14X109	27.530	19.118	24.51	145.946	406.815	0.19	0.05
12	W14X109	37.693	19.558	24.51	145.946	406.815	0.26	0.05
11	W14X109	26.945	19.521	24.51	145.946	406.815	0.18	0.05
10	W14X159	39.234	19.633	18.12	217.242	601.474	0.18	0.03
9	W14X159	39.127	19.316	18.12	217.242	601.474	0.18	0.03
8	W14X159	24.570	18.522	18.12	217.242	601.474	0.11	0.03
7	W14X159	38.560	17.893	18.12	217.242	601.474	0.18	0.03
6	W14X159	39.409	16.544	18.12	217.242	601.474	0.18	0.03
5	W14X176	22.206	14.419	16.48	245.255	666.370	0.09	0.02
4	W14X176	38.700	12.478	16.48	245.255	666.370	0.16	0.02
3	W14X176	39.568	9.596	16.48	245.255	666.370	0.16	0.01
2	W14X176	17.826	5.595	16.48	245.255	666.370	0.07	0.01
1	W14X176	33.493	1.621	16.48	245.255	666.370	0.14	0.00

KOLOM K4

Kolom Lantai	Profil	Vu,k pakai		Cek Rasio h / tw	ΦVn		Rasio	
		Arah Y	Arah X		Arah Y	Arah X		
		Kips	Kips		Kips	Kips	Arah Y	Arah X
14	W14X109	19.485	7.451	24.51	145.946	406.815	0.13	0.02
13	W14X109	40.515	6.043	24.51	145.946	406.815	0.28	0.01
12	W14X109	48.501	5.993	24.51	145.946	406.815	0.33	0.01
11	W14X109	28.233	5.801	24.51	145.946	406.815	0.19	0.01
10	W14X193	54.164	5.507	15.67	268.175	732.499	0.20	0.01
9	W14X193	61.138	4.759	15.67	268.175	732.499	0.23	0.01
8	W14X193	27.331	4.336	15.67	268.175	732.499	0.10	0.01
7	W14X193	60.449	3.850	15.67	268.175	732.499	0.23	0.01
6	W14X193	65.925	3.828	15.67	268.175	732.499	0.25	0.01
5	W14X211	21.793	3.390	14.42	299.104	798.595	0.07	0.00
4	W14X211	55.955	2.724	14.42	299.104	798.595	0.19	0.00
3	W14X211	58.322	2.433	14.42	299.104	798.595	0.19	0.00
2	W14X211	15.160	1.399	14.42	299.104	798.595	0.05	0.00
1	W14X211	44.266	0.343	14.42	299.104	798.595	0.15	0.00

Tabel Desain Kolom Terhadap Geser Struktur USF

KOLOM K1

Kolom Lantai	Profil	Vu,k pakai		Cek Rasio h / tw	ΦVn		Rasio	
		Arah Y	Arah X		Arah Y	Arah X		
		Kips	Kips		Kips	Kips	Arah Y	Arah X
14	W14X109	9.524	5.229	24.51	145.946	406.815	0.07	0.01
13	W14X109	26.453	4.772	24.51	145.946	406.815	0.18	0.01
12	W14X109	38.808	4.809	24.51	145.946	406.815	0.27	0.01
11	W14X109	50.387	4.719	24.51	145.946	406.815	0.35	0.01
10	W14X159	50.073	4.602	18.12	217.242	601.474	0.23	0.01
9	W14X159	45.236	4.475	18.12	217.242	601.474	0.21	0.01
8	W14X159	41.731	4.305	18.12	217.242	601.474	0.19	0.01
7	W14X159	38.982	4.088	18.12	217.242	601.474	0.18	0.01
6	W14X159	36.693	3.881	18.12	217.242	601.474	0.17	0.01
5	W14X211	35.431	3.610	14.42	299.104	798.595	0.12	0.00
4	W14X211	33.546	3.313	14.42	299.104	798.595	0.11	0.00
3	W14X211	31.557	2.952	14.42	299.104	798.595	0.11	0.00
2	W14X211	38.641	2.787	14.42	299.104	798.595	0.13	0.00
1	W14X211	29.957	1.155	14.42	299.104	798.595	0.10	0.00

KOLOM K2

Kolom Lantai	Profil	Vu,k pakai		Cek Rasio h / tw	ΦVn		Rasio	
		Arah Y	Arah X		Arah Y	Arah X		
		Kips	Kips		Kips	Kips	Arah Y	Arah X
14	W14X145	20.667	8.386	19.59	195.644	547.397	0.11	0.02
13	W14X145	40.924	7.335	19.59	195.644	547.397	0.21	0.01
12	W14X145	64.530	7.399	19.59	195.644	547.397	0.33	0.01
11	W14X145	85.463	7.245	19.59	195.644	547.397	0.44	0.01
10	W14X176	87.777	7.091	16.48	245.255	666.370	0.36	0.01
9	W14X176	81.658	6.873	16.48	245.255	666.370	0.33	0.01
8	W14X176	76.969	6.602	16.48	245.255	666.370	0.31	0.01
7	W14X176	73.107	6.294	16.48	245.255	666.370	0.30	0.01
6	W14X176	69.758	5.933	16.48	245.255	666.370	0.28	0.01
5	W14X233	68.151	5.524	13.46	332.813	886.075	0.20	0.01
4	W14X233	65.213	5.062	13.46	332.813	886.075	0.20	0.01
3	W14X233	62.231	4.457	13.46	332.813	886.075	0.19	0.01
2	W14X233	69.120	4.202	13.46	332.813	886.075	0.21	0.00
1	W14X233	51.902	1.665	13.46	332.813	886.075	0.16	0.00

KOLOM K3

Kolom Lantai	Profil	Vu,k pakai		Cek Rasio h / tw	ΦVn		Rasio	
		Arah Y	Arah X		Arah Y	Arah X		
		Kips	Kips		Kips	Kips	Arah Y	Arah X
14	W14X120	14.782	3.247	22.12	166.309	447.703	0.09	0.01
13	W14X120	30.798	2.589	22.12	166.309	447.703	0.19	0.01
12	W14X120	43.274	2.600	22.12	166.309	447.703	0.26	0.01
11	W14X120	54.800	2.510	22.12	166.309	447.703	0.33	0.01
10	W14X159	65.056	2.409	18.12	217.242	601.474	0.30	0.00
9	W14X159	65.107	2.266	18.12	217.242	601.474	0.30	0.00
8	W14X159	60.062	2.086	18.12	217.242	601.474	0.28	0.00
7	W14X159	56.105	1.905	18.12	217.242	601.474	0.26	0.00
6	W14X159	52.811	1.661	18.12	217.242	601.474	0.24	0.00
5	W14X233	57.011	1.390	13.46	332.813	886.075	0.17	0.00
4	W14X233	53.979	1.093	13.46	332.813	886.075	0.16	0.00
3	W14X233	50.778	0.785	13.46	332.813	886.075	0.15	0.00
2	W14X233	62.960	0.398	13.46	332.813	886.075	0.19	0.00
1	W14X233	34.888	0.101	13.46	332.813	886.075	0.10	0.00

KOLOM K4

Kolom Lantai	Profil	Vu,k pakai		Cek Rasio h / tw	ΦVn		Rasio	
		Arah Y	Arah X		Arah Y	Arah X		
		Kips	Kips		Kips	Kips	Arah Y	Arah X
14	W14X159	21.916	5.071	18.12	217.242	601.474	0.10	0.01
13	W14X159	41.818	4.094	18.12	217.242	601.474	0.19	0.01
12	W14X159	65.450	4.121	18.12	217.242	601.474	0.30	0.01
11	W14X159	86.346	3.967	18.12	217.242	601.474	0.40	0.01
10	W14X211	105.536	3.786	14.42	299.104	798.595	0.35	0.00
9	W14X211	117.526	3.568	14.42	299.104	798.595	0.39	0.00
8	W14X211	110.778	3.324	14.42	299.104	798.595	0.37	0.00
7	W14X211	105.219	2.990	14.42	299.104	798.595	0.35	0.00
6	W14X211	100.399	2.644	14.42	299.104	798.595	0.34	0.00
5	W14X283	109.661	2.220	11.65	418.796	1079.795	0.26	0.00
4	W14X283	104.933	1.758	11.65	418.796	1079.795	0.25	0.00
3	W14X283	100.135	1.269	11.65	418.796	1079.795	0.24	0.00
2	W14X283	112.621	0.653	11.65	418.796	1079.795	0.27	0.00
1	W14X283	81.914	0.191	11.65	418.796	1079.795	0.20	0.00

Tabel Kontrol *Strong Column Weak Beam* Struktur BSF

SCWB KOLOM K1

Lantai	Profil Kolom	Profil Balok		Pu, k	ΣMpc (K-in)		Xi	Vu pakai	ΣMpb (K-in)		Rasio	
		B1	B2	Kips	Arah Y	Arah X	in	Kips	Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X
14	W14X90	W16X26	W12X26	29.303	5478.392	2638.003	30.610	18.552	2318.184397	1473.12	2.36	1.79
13	W14X90	W18X35	W12X30	81.478	10647.671	5127.159	31.110	25.826	3436.841655	1706.76	3.10	3.00
12	W14X90	W18X35	W12X30	154.123	9908.172	4771.069	31.110	20.074	3257.899819	1706.76	3.04	2.80
11	W14X90	W18X35	W12X30	160.545	9439.739	4545.505	31.110	23.932	3377.913018	1706.76	2.79	2.66
10	W14X132	W18X40	W12X30	226.680	11757.754	5671.415	31.510	22.084	3800.495105	1706.76	3.09	3.32
9	W14X132	W18X40	W12X30	377.936	13201.605	6375.134	31.510	25.757	3916.228329	1706.76	3.37	3.74
8	W14X132	W18X40	W12X30	431.474	11966.512	5778.700	31.510	20.005	3734.985734	1706.76	3.20	3.39
7	W14X132	W18X40	W12X30	484.827	11321.860	5467.394	31.510	18.873	3699.31952	1706.76	3.06	3.20
6	W14X132	W18X40	W12X30	572.137	10473.530	5057.730	31.510	29.984	4049.430718	1706.76	2.59	2.96
5	W14X159	W21X44	W12X30	627.714	11447.798	5695.279	32.360	18.942	4390.803866	1706.76	2.61	3.34
4	W14X159	W21X44	W12X30	683.037	12608.633	6414.148	32.360	19.265	4401.269102	1706.76	2.86	3.76
3	W14X159	W21X44	W12X30	760.952	11789.803	5997.600	32.360	33.102	4849.031731	1706.76	2.43	3.51
2	W14X159	W21X44	W12X30	815.606	10975.090	5583.147	32.360	26.034	4620.291557	1706.76	2.38	3.27
1	W14X159	W21X44	W12X30	869.589	10307.451	5243.512	32.360	25.964	4618.049006	1706.76	2.23	3.07

SCWB KOLOM K2

Lantai	Profil Kolom	Profil Balok		Pu, k	ΣMpc (K-in)		Xi	Vu pakai	ΣMpb (K-in)		Rasio	
		B1	B2	Kips	Arah Y	Arah X	in	Kips	Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X
14	W14X99	W16X26	W12X30	37.344	6005.991	2902.317	30.710	18.552	4640.079108	1706.76	1.29	1.70
13	W14X99	W18X35	W12X35	87.581	11713.319	5660.309	31.210	25.826	6878.84847	2027.52	1.70	2.79
12	W14X99	W18X35	W12X35	158.701	10991.848	5311.667	31.210	20.074	6519.814419	2027.52	1.69	2.62
11	W14X99	W18X35	W12X35	208.222	10274.633	4965.083	31.210	23.932	6760.612356	2027.52	1.52	2.45
10	W14X159	W18X40	W12X35	259.892	13724.919	6854.897	31.660	22.084	7607.615291	2027.52	1.80	3.38
9	W14X159	W18X40	W12X35	330.227	17037.361	8667.090	31.660	25.757	7840.183608	2027.52	2.17	4.27
8	W14X159	W18X40	W12X35	374.474	16333.185	8308.867	31.660	20.005	7475.972847	2027.52	2.18	4.10
7	W14X159	W18X40	W12X35	434.074	15694.978	7984.205	31.660	18.873	7404.30085	2027.52	2.12	3.94
6	W14X159	W18X40	W12X35	502.745	14906.673	7583.186	31.660	29.984	8107.856577	2027.52	1.84	3.74
5	W14X176	W21X44	W12X35	554.138	15339.078	7808.533	32.460	18.942	8785.396131	2027.52	1.75	3.85
4	W14X176	W21X44	W12X35	610.820	15843.349	8070.206	32.460	19.265	8806.391285	2027.52	1.80	3.98
3	W14X176	W21X44	W12X35	676.950	15084.661	7683.749	32.460	33.102	9704.683922	2027.52	1.55	3.79
2	W14X176	W21X44	W12X35	730.884	14342.955	7305.943	32.460	26.034	9245.789854	2027.52	1.55	3.60
1	W14X176	W21X44	W12X35	779.648	13708.529	6982.782	32.460	25.964	9241.290892	2027.52	1.48	3.44

Tabel Kontrol *Strong Column Weak Beam* Struktur BSF

SCWB KOLOM K3

Lantai	Profil Kolom	Profil Balok		Pu, k	ΣMpc (K-in)		Xi	Vu pakai	ΣMpb (K-in)		Rasio	
		B1	B2	Kips	Arah Y	Arah X	in	Kips	Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X
14	W14X109	W16X26	W12X26	29.594	6734.435	3251.469	30.760	19.242	2342.213906	2946.24	2.88	1.10
13	W14X109	W21X44	W12X30	95.853	13071.318	6310.996	32.010	35.158	4903.255366	3413.52	2.67	1.85
12	W14X109	W21X44	W12X30	162.065	12276.494	5927.245	32.010	46.500	5266.316434	3413.52	2.33	1.74
11	W14X109	W21X44	W12X30	228.231	11482.225	5543.762	32.010	37.076	4964.628215	3413.52	2.31	1.62
10	W14X145	W21X48	W12X30	296.083	13099.768	6541.818	32.235	40.402	5539.556837	3413.52	2.36	1.92
9	W14X145	W21X48	W12X30	363.935	14701.157	7520.207	32.235	52.784	5938.678201	3413.52	2.48	2.20
8	W14X145	W21X48	W12X30	431.625	13875.843	7098.027	32.235	41.026	5559.661831	3413.52	2.50	2.08
7	W14X145	W21X48	W12X30	499.177	13052.356	6676.782	32.235	41.326	5569.342014	3413.52	2.34	1.96
6	W14X145	W21X48	W12X30	566.613	12230.417	6256.329	32.235	55.740	6033.990765	3413.52	2.03	1.83
5	W14X159	W21X50	W12X30	634.307	12343.697	6296.083	32.385	43.197	5754.936546	3413.52	2.14	1.84
4	W14X159	W21X50	W12X30	701.862	12452.426	6334.684	32.385	41.349	5695.088993	3413.52	2.19	1.86
3	W14X159	W21X50	W12X30	769.233	11623.223	5912.859	32.385	53.592	6091.57903	3413.52	1.91	1.73
2	W14X159	W21X50	W12X30	836.419	10796.291	5492.190	32.385	43.266	5757.180829	3413.52	1.88	1.61
1	W14X159	W21X50	W12X30	903.351	9972.056	5072.893	32.385	39.178	5624.768118	3413.52	1.77	1.49

SCWB KOLOM K4

Lantai	Profil Kolom	Profil Balok		Pu, k	ΣMpc (K-in)		Xi	Vu pakai	ΣMpb (K-in)		Rasio	
		B1	B2	Kips	Arah Y	Arah X	in	Kips	Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X
14	W14X120	W16X26	W12X30	30.284	7450.124	3584.494	30.860	19.242	4688.276271	3413.52	1.59	1.05
13	W14X120	W21X44	W12X35	106.075	14445.072	6949.987	32.110	35.158	9813.542372	4055.04	1.47	1.71
12	W14X120	W21X44	W12X35	182.282	13532.222	6510.786	32.110	46.500	10541.93293	4055.04	1.28	1.61
11	W14X120	W21X44	W12X35	258.697	12615.628	6069.783	32.110	37.076	9936.671529	4055.04	1.27	1.50
10	W14X193	W21X48	W12X35	335.481	16761.595	8341.346	32.585	40.402	11107.395	4055.04	1.51	2.06
9	W14X193	W21X48	W12X35	412.774	20883.405	10588.769	32.585	52.784	11914.30485	4055.04	1.75	2.61
8	W14X193	W21X48	W12X35	490.736	19913.061	10096.763	32.585	41.026	11148.04158	4055.04	1.79	2.49
7	W14X193	W21X48	W12X35	569.438	18933.909	9600.292	32.585	41.326	11167.61216	4055.04	1.70	2.37
6	W14X193	W21X48	W12X35	649.087	17944.219	9098.477	32.585	55.740	12106.99974	4055.04	1.48	2.24
5	W14X211	W21X50	W12X35	729.798	18172.540	9220.388	32.735	43.197	11540.11099	4055.04	1.57	2.27
4	W14X211	W21X50	W12X35	811.711	18383.410	9333.116	32.735	41.349	11419.12229	4055.04	1.61	2.30
3	W14X211	W21X50	W12X35	895.079	17343.742	8805.285	32.735	53.592	12220.67246	4055.04	1.42	2.17
2	W14X211	W21X50	W12X35	979.902	16285.766	8268.158	32.735	43.266	11544.64807	4055.04	1.41	2.04
1	W14X211	W21X50	W12X35	1066.966	15204.541	7719.228	32.735	39.178	11276.96056	4055.04	1.35	1.90

Tabel Kontrol *Strong Column Weak Beam* Struktur USF

SCWB KOLOM K1

Lantai	Profil Kolom	Profil Balok		Pu, k	ΣMpc (K-in)		Xi	Vu pakai	ΣMpb (K-in)		Rasio	
		B1	B2	Kips	Arah X	Arah Y	in	Kips	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
14	W14X109	W16X26	W12X26	21.714	6781.716	3274.297	30.760	12.659	2139.705186	1473.12	3.17	2.22
13	W14X109	W21X44	W12X30	69.231	13278.332	6410.945	32.010	30.169	4743.538074	1706.76	2.80	3.76
12	W14X109	W21X44	W12X30	126.103	12651.998	6108.543	32.010	39.778	5051.141748	1706.76	2.50	3.58
11	W14X109	W21X44	W12X30	192.631	11911.597	5751.068	32.010	45.234	5225.783567	1706.76	2.28	3.37
10	W14X159	W21X48	W12X30	268.145	14440.301	7196.861	32.335	48.230	5796.731393	1706.76	2.49	4.22
9	W14X159	W21X48	W12X30	338.962	16932.958	8613.979	32.335	48.103	5792.605442	1706.76	2.92	5.05
8	W14X159	W21X48	W12X30	400.405	16120.136	8200.487	32.335	47.960	5787.981531	1706.76	2.79	4.80
7	W14X159	W21X48	W12X30	461.341	15368.045	7817.890	32.335	47.753	5781.294645	1706.76	2.66	4.58
6	W14X159	W21X48	W12X30	521.744	14622.343	7438.544	32.335	47.535	5774.252073	1706.76	2.53	4.36
5	W14X211	W21X50	W12X30	581.987	17504.678	8894.248	32.735	48.081	5929.922149	1706.76	2.95	5.21
4	W14X211	W21X50	W12X30	641.490	20383.938	10348.768	32.735	47.810	5921.064047	1706.76	3.44	6.06
3	W14X211	W21X50	W12X30	700.184	19640.436	9971.298	32.735	47.476	5910.11745	1706.76	3.32	5.84
2	W14X211	W21X50	W12X30	758.024	18907.396	9599.140	32.735	47.152	5899.530938	1706.76	3.20	5.62
1	W14X211	W21X50	W12X30	814.594	18187.725	9233.768	32.735	46.961	5893.265452	1706.76	3.09	5.41

SCWB KOLOM K2

Lantai	Profil Kolom	Profil Balok		Pu, k	ΣMpc (K-in)		Xi	Vu pakai	ΣMpb (K-in)		Rasio	
		B1	B4	Kips	Arah X	Arah Y	in	Kips	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
14	W14X132	W16X26	W12X26	28.898	8249.718	3983.838	30.960	12.659	4284.473893	1473.12	1.93	2.70
13	W14X132	W21X44	W12X30	90.506	16127.884	7788.252	32.210	30.169	9499.143587	1706.76	1.70	4.56
12	W14X132	W21X44	W12X30	150.959	15391.746	7432.766	32.210	39.778	10118.19478	1706.76	1.52	4.35
11	W14X132	W21X44	W12X30	210.811	14666.197	7082.394	32.210	45.234	10469.66075	1706.76	1.40	4.15
10	W14X159	W21X48	W12X30	269.762	15826.766	7866.675	32.335	48.230	11593.46279	1706.76	1.37	4.61
9	W14X159	W21X48	W12X30	327.928	16990.834	8643.421	32.335	48.103	11585.21088	1706.76	1.47	5.06
8	W14X159	W21X48	W12X30	385.216	16281.300	8282.473	32.335	47.960	11575.96306	1706.76	1.41	4.85
7	W14X159	W21X48	W12X30	441.533	15583.123	7927.303	32.335	47.753	11562.58929	1706.76	1.35	4.64
6	W14X159	W21X48	W12X30	496.904	14896.729	7578.127	32.335	47.535	11548.50415	1706.76	1.29	4.44
5	W14X211	W21X50	W12X30	550.958	17852.517	9070.998	32.735	48.081	11859.8443	1706.76	1.51	5.31
4	W14X211	W21X50	W12X30	603.903	20815.549	10567.894	32.735	47.810	11842.12809	1706.76	1.76	6.19
3	W14X211	W21X50	W12X30	655.416	20158.473	10234.302	32.735	47.476	11820.2349	1706.76	1.71	6.00
2	W14X211	W21X50	W12X30	705.335	19520.433	9910.374	32.735	47.152	11799.06188	1706.76	1.65	5.81
1	W14X211	W21X50	W12X30	754.400	18897.795	9594.265	32.735	46.961	11786.5309	1706.76	1.60	5.62

Tabel Kontrol *Strong Column Weak Beam* Struktur USF

SCWB KOLOM K3

Lantai	Profil Kolom	Profil Balok		Pu, k	ΣMpc (K-in)		Xi	Vu pakai	ΣMpb (K-in)		Rasio	
		B3	B2	Kips	Arah X	Arah Y	in	Kips	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
14	W14X120	W18X35	W12X26	25.387	7479.535	3598.644	31.360	19.982	3260.020627	2946.24	2.29	1.22
13	W14X120	W24X55	W12X30	86.717	14590.739	7020.073	32.835	42.827	6752.239365	3413.52	2.16	2.06
12	W14X120	W24X55	W12X30	157.611	13796.644	6638.008	32.835	54.239	7126.933133	3413.52	1.94	1.94
11	W14X120	W24X55	W12X30	238.277	12886.430	6200.075	32.835	65.658	7501.86913	3413.52	1.72	1.82
10	W14X159	W24X62	W12X30	320.404	14563.912	7237.804	33.110	70.602	8436.04684	3413.52	1.73	2.12
9	W14X159	W24X62	W12X30	394.717	16269.147	8276.291	33.110	70.422	8430.073789	3413.52	1.93	2.42
8	W14X159	W24X62	W12X30	469.006	15355.898	7811.711	33.110	70.215	8423.226633	3413.52	1.82	2.29
7	W14X159	W24X62	W12X30	543.295	14442.791	7347.204	33.110	69.934	8413.902846	3413.52	1.72	2.15
6	W14X159	W24X62	W12X30	617.538	13529.968	6882.841	33.110	69.637	8404.069164	3413.52	1.61	2.02
5	W14X233	W24X68	W12X30	695.302	17807.280	9038.130	33.610	75.448	9545.009093	3413.52	1.87	2.65
4	W14X233	W24X68	W12X30	773.065	22045.902	11174.643	33.610	75.050	9531.625576	3413.52	2.31	3.27
3	W14X233	W24X68	W12X30	850.828	21055.982	10672.872	33.610	74.588	9516.097738	3413.52	2.21	3.13
2	W14X233	W24X68	W12X30	928.591	20066.063	10171.101	33.610	74.137	9500.93961	3413.52	2.11	2.98
1	W14X233	W24X68	W12X30	1006.377	19075.996	9669.255	33.610	74.009	9496.650969	3413.52	2.01	2.83

SCWB KOLOM K4

Lantai	Profil Kolom	Profil Balok		Pu, k	ΣMpc (K-in)		Xi	Vu pakai	ΣMpb (K-in)		Rasio	
		B3	B4	Kips	Arah X	Arah Y	in	Kips	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
14	W14X145	W18X35	W12X26	31.254	9169.693	4690.651	31.510	19.982	6526.035703	2946.24	1.41	1.59
13	W14X145	W24X55	W12X30	109.610	17862.281	9137.244	32.985	42.827	13517.32695	3413.52	1.32	2.68
12	W14X145	W24X55	W12X30	188.357	16905.682	8647.906	32.985	54.239	14270.13791	3413.52	1.18	2.53
11	W14X193	W24X62	W12X30	267.313	15945.425	8156.698	32.985	65.658	15023.43553	3413.52	1.06	2.39
10	W14X193	W24X62	W12X30	346.592	18346.129	9337.029	33.360	70.602	16907.39486	3413.52	1.09	2.74
9	W14X193	W24X62	W12X30	426.287	20729.501	10510.733	33.360	70.422	16895.35856	3413.52	1.23	3.08
8	W14X193	W24X62	W12X30	506.583	19729.560	10003.721	33.360	70.215	16881.56085	3413.52	1.17	2.93
7	W14X257	W24X68	W12X30	587.549	18721.678	9492.682	33.360	69.934	16862.77247	3413.52	1.11	2.78
6	W14X257	W24X68	W12X30	669.323	17704.556	8976.958	33.360	69.637	16842.95661	3413.52	1.05	2.63
5	W14X257	W24X68	W12X30	752.067	21284.072	10767.706	33.810	75.448	19120.19737	3413.52	1.11	3.15
4	W14X257	W24X68	W12X30	835.850	24834.957	12544.968	33.810	75.050	19093.27106	3413.52	1.30	3.68
3	W14X257	W24X68	W12X30	920.905	23747.338	11995.575	33.810	74.588	19062.03058	3413.52	1.25	3.51
2	W14X257	W24X68	W12X30	1007.299	22642.903	11437.988	33.810	74.137	19031.53393	3413.52	1.19	3.35
1	W14X257	W24X68	W12X30	1095.679	21517.040	10868.977	33.810	74.009	19022.9056	3413.52	1.13	3.18

Dengan DMF Pa

K3	
Profil	Ber (K
W14X109	485
W14X109	48
W14X109	4
W14X109	
W14X145	
W14X145	
W14X145	
W14X145	
W14X145	
W14X17	
W14X17	
W14X1	
W14X	
W14	
2.08	

Tipe B [

Berat (Kg)
205.87
205.87
2205.87
2205.8
3540.
3540
354
35
3
3
6

LAMPIRAN E : BERAT KOLOM STRUKTUR BSF DAN USF HASIL DISAIN DENGAN MENGGUNAKAN DMF PAULAY

Tabel Berat Kolom Struktur BSF..... E-1

Tabel Berat Kolom Struktur USF..... E-2

7.2 Saran

1. Pada struktur BSF yang semakin tinggi dengan jumlah *open frame* yang ditahan semakin banyak, pengaruh gempa searah portal bresing pada balok tegak lurus arah gempa cukup besar terutama pada balok-balok atas, sehingga perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan penambahan bresing pada portal tegak lurus arah gempa.
2. Pada kondisi sebenarnya gempa yang terjadi tidak hanya berasal dari satu arah, besar kemungkinan terjadi dari segala penjuru. Oleh karena itu pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menganalisis gempa yang berasal dari dua arah sekaligus.
3. Gempa yang berasal dari dua arah akan membuat pemasangan bresing pada arah tegak lurus arah datang gempa menjadi tidak efektif lagi, sehingga disarankan untuk pemasangan bresing pada sekeliling bangunan.
4. Supaya respon struktur akibat gempa dinamis mendekati kondisi sebenarnya, disarankan untuk menggunakan skala percepatan beban gempa dinamis sesuai dengan bangunan dan gempanya.
5. Berdasar hasil analisis bahwa pengaruh variasi perletakan bresing sangat besar, sehingga untuk penelitian selanjutnya disarankan memperbanyak perletakan bresing global.
6. Perlu diadakan penelitian pengaruh beban gempa statik dan dinamik dengan menggunakan bresing eksentrik.
7. Efek P-Δ diperhitungkan dalam analisis struktur.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1987. *Tata Cara Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung.* Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.

Anonim. 2000. *SNI Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung.* Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.

Anonim. 2002. *SNI Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung.* Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.

AISC. 1993. *Load And Resistance Factor Design Spesification.* Chicago : American Institute of Steel Construction Inc.

AISC. 1999. *Load And Resistance Factor Design Spesification: Vol.II Connection.* Second Edition. Chicago : American Institute of Steel Construction Inc.

Arthanto, H. A., dan Maming. 2003. *Investigasi Pengaruh Beban Dinamis Terhadap Kolom Baja Pada Braced Multy-Storey Steel Frame (Analisis dan Disain).* Jogjakarta : Tugas Akhir JTS FTSP UII.

Bowles, Joseph E. 1998. *Fuondation Analysis And Design.* Five Edition. New York : Mc Graw-Hill.

Bruneau, M., Uang, C.M., dan Whittaker, A. 1998. *Ductile Design of Steel Structures.* New York : Mc Graw-Hill.

Englekirk, R. 1994. *Steel Structures Controling Behavior Through Design.* Toronto : John Wiley & Sons. Inc.

Hardiyatmo, Hary C. 2002. *Teknik Pondasi.* Jilid I & II. Jogjakarta : Beta Offset.

Paulay, T., Priestley, M. J. N. 1992. *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings.* Toronto : John Wiley & Sons. Inc.

Salmon, C.G., Johnson, J.E. 1996. *Struktur Baja Desain dan Perilaku.* Jilid 1 & 2. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Triyono, A., dan Priadi, E.I. 2003. *Investigasi Pengaruh Beban Dinamis pada Kolom Baja Bertingkat Banyak (Analisis dan Disain).* Yogyakarta: Tugas Akhir JTS FTSP UII.

Widodo. 1998. *Diktat Kuliah Teknik Gempa.* Yogyakarta: JTS FTSP UII.

Widodo. 2001. *Respon Dinamik Struktur Elastik.* Jogjakarta : UII Press.

Widyatmoko, Arief. Taufikurrohman. 2004. *Efek Penggunaan Global Bracing Terhadap Respon Struktur Baja Bertingkat Banyak Akibat Beban Gempa (Analisis dan Desain).* Yogyakarta : Tugas Akhir JTS FTSP UII.