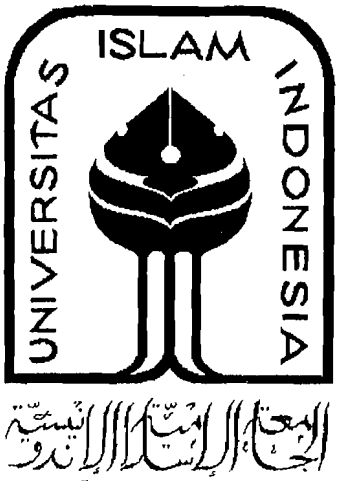
PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 13 Juni 2006
NO. JUDUL : 007509
NO. INV. : 120000 1909 001
NO. INVENTARIS :

TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN TANGGA SEBAGAI PENGAKU TERHADAP STRUKTUR BANGUNAN BAJA BERTINGKAT

THE USE OF STAIR AS BRACING ON THE MULTY STOREY STEEL FRAME STRUCTURE

R
624.7
Sup
p
1



DIBACA DI TEMPAT
TIDAK DIBAWA PULANG

xvi, 172 hlm (lamp. 28

Disusun Oleh :

Supranowo
No. Mhs 01 511 225

Wakhid Eko Purnomo
No. Mhs 01 511 239

• Balok - Str.
• Str. - Tangga

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

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN TANGGA SEBAGAI PENGAKU TERHADAP STRUKTUR BANGUNAN BAJA BERTINGKAT BANYAK

THE USE OF STAIR AS BRACING ON THE MULTY STOREY STEEL FRAME STRUCTURE

Disusun Oleh :

Supranowo
No. Mhs 01 511 225

Wakhid Eko Purnomo
No. Mhs 01 511 239

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Suharyatmo, Ir, H, MT
Dosen Pembimbing

Tanggal : 31/12/2005

MOTTO

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.
Maka apabila kamu telah selesai (dari segala urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.
Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap"
(QS. Alam Nasyrah: 6-8)

"Maka celakalah bagi orang-orang yang mengerjakan sholat (yaitu) orang-orang yang lalai dalam sholatnya, orang-orang yang berbuat riya', dan enggan menolong dengan barang berguna"
(.QS. Al Maun 4-7)

Kutahu rizkiku tak mungkin diambil orang lain, karenanya hatiku tenang.
Kutahu amal ibadahku tak mungkin dikerjakan orang lain, karenanya kusibukkan diriku dengan amal.
Kutahu kematian menantiku, karenanya kupersiapkan diriku untuk bertemu dengan Rabbku.

Sebaik-baik manusia di dunia, adalah orang yang mempelajari Al-Qur'an dan mengajarkannya kepada orang lain.

Tiada segala sesuatu kekuatan dan kekuasaan yang mampu menandingi kekuatan dan kekuasaan ALLAH SWT, karenanya serahkan segalanya kepada ALLAH SWT.
Yakinlah ALLAH selalu memberikan yang terbaik kepada hambanya.

PERSEMBAHAN



"Tiada anugrah terbesar bagi insane didunia, melainkan perjalanan hidup selalu dipayungi dan diberi limpahan karunia oleh Alla SWT".

Tugas Akhir ini kupersembahkan just for:

- ***Sang Pencipta**, pemberi segala nikmat dan rizqi, tumpuan segala riang dan lara, Tuhanku yang Maha Mulia. Bimbinglah hamba menjalani hidup hingga dunia tak lagi bermentari.*

- ***Ayah dan Ibu tercinta**, terima kasih atas semua perhatian, dukungan dan doa yang Ayah dan Ibu berikan. Kasih sayang dan pengorbanan yang Ayah dan Ibu berikan tidak akan pernah bisa kubalas, doakan aku untuk terus berusaha menggapai cita-citaku menjadi yang kalian harapkan, kupersembahkan kebanggaan ini kepada Ayah dan Ibu berdua.*

- ***My Patner**, terima kasih atas kerja sama dan usaha kerasnya. Akhirnya kita bisa mewujudkan mimpi kita, menyelesaikan studi di strata 1 Civil Engineering, semoga kita tetap saling memberikan bantuan dan dukungan di tahun-tahun berikutnya, Amin.*

- ***Teman-teman kos "The Rot Home"**, terima kasih atas semua bantuan dan dukungannya. Kebersamaan kita selama ini semoga terjaga selamanya.*

- ***Teman-teman sipil '01 FTSP UII**, buat temen-temen yang lagi menyelesaikan TA nya. Thank's atas semua kebersamaan kita selama ini.*

- ***My Love**, terima kasih yach atas semua perhatian dan doamu selama ini, pemberi dorongan semangat diwaktu bosan dan jenuh. Kudoakan kamu cepat lulus kuliah and cepet jadi sarjana.*

- *Meski kusebut namamu diakhir paragraph.....opo isih nesu-nesu? Makasih sayang....kehadiranmu telah memberiku kesempurnaan hidup.*

Supra Nowo Tukang Insinyur

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Pertama-tama dan yan paling utama, syukur Alhamdulillah kehadirat Allah SWT atas anugerah dan nikmat-nikmat-Nya, sehingga karya ini bisa terselesaikan dengan baik. Tak lupa shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, para sahabat, dan keluarganya.

Terima kasih tak terhingga kepada Ir. Suharyatmo, MT, Ir. H. Susastrawan, MS, dan Ir. Helmy Akbar Bale, MT., atas pemikiran dan bimbingannya dalam penyusunan karya ini sehingga terciptalah sebuah karya yang sebaik mungkin.

Terima kasih sebesar-besarnya kepada Bapak, Ibu, Adik, serta keluarga besar di Ngawi, yang selalu memberikan dukungan moril dan do'a restu serta kasih sayang yang tiada pernah putus dengan ketulusan hati. Kupersembahkan hasil karyaku ini untuk kalian sebagai bentuk terimakasih dan bukti perjuanganku selama ini. Semoga karya ini semakin menghangatkan keluarga kita.

Buat teman-temanku di ITS, Iwan, Asrofi, Dimas, Kismana, Ndaru, Anjar, Rinta, Pramono dan semua warga FTSP UII, terima kasihku atas dukungan, bantuan, serta doa kalian selama ini

Buat rekan kerjaku selama ini, Supranowo, terima kasihku sebesar-besarnyanya atas kerja sama, serta pemikiran-pemikiran yang telah tercurahkan sehingga karya ini dapat terselesaikan. Tanpamu aku tak mungkin mampu menyelesaikan karya ini sendirian.

Buat rekan-rekan Sipil Angkatan 2001 dan anggota tim Sepakbola FTSP semua, "terima kasih", semangat permainan Sepakbola kalian telah memberikan motivasi bagiku untuk tidak mudah menyerah dengan kesulitan apapun.

Wakhid Eko P. ST

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb

Puji syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan limpahan karuniaNya kepada kita semua. Sholawat serta salam tak lupa kita curahkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat serta pengikutnya hingga akhir jaman.

Salah satu kewajiban bagi setiap mahasiswa Teknik Sipil dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik di Universitas Islam Indonesia. Sebagai hasilnya, laporan tugas akhir ini disusun untuk dapat dilihat, dievaluasi sebagai bahan pertimbangan dan masukan ke Universitas atas yang telah diajarkan selama di perkuliahan, disamping laporan itu sendiri yang merupakan rangkaian kegiatan yang harus dilakukan setelah tugas akhir selesai.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini melibatkan banyak pihak. Untuk itu sudah sepantasnya penulis berkewajiban mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, antara lain kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan kehidupan, Rahmat serta Ampunan kepada seluruh makhluk.
2. Bapak Ir. Widodo, Prof, MSCE, Ph.D, selaku dekan Fakultas eknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Suharyatmo, MT, selaku dosen pembimbing.

4. Bapak Ir. Munadhir, MS, selaku ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
5. Seluruh karyawan di Jurusan Teknik Sipil FTSP UII yang memperlancar tersusunnya tugas akhir ini.
6. Bapak, Ibu, dan keluarga yang telah memberikan dukungan baik moril maupun do'a restu serta kasih sayang yang tiada pernah putus dengan ketulusan hati.
7. Teman-teman serta semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan terselesaikannya tugas akhir ini.

Kiranya Allah SWT melimpahkan berkah dan karunia kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis.

Penulis berharap agar laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam laporan ini, karenanya penulis mengharapkan kritik, saran, serta masukan yang bersifat membangun.

Yogyakarta, Desember 2005

Penulis

ABSTRAKSI

Struktur Baja merupakan salah satu bagian dari kontruksi Teknik Sipil. Pada struktur baja yang relatif tinggi dan langsing, tentu saja akan memiliki respon struktur yang relatif besar, sehingga mengakibatkan hasil desain struktur yang bertambah besar, hal ini berimplikasi terhadap berkurangnya tingkat effisiensi dan efektifitas struktur yang didesain. Untuk menanggulangi hal itu perlu didesain yang seefektif mungkin, sehingga diperoleh struktur yang aman, nyaman dan ekonomis.

Dalam penelitian ini dilakukan analisis struktur 3 dimensi dengan mengikutsertakan tangga pada struktur, dimana tangga biasanya tidak diikutkan dalam struktur (dihitung sendiri). Dalam analisis struktur digunakan variasi model struktur yang meliputi, struktur tanpa tangga, struktur dengan satu tangga, struktur dengan dua tangga dan struktur tiga tangga. Bangunan direncanakan untuk perkantoran yang terletak diwilayah gempa III, dengan menggunakan beban gempa statik ekuivalen berdasarkan code gempa yang baru (SNI03-1726-2002). Perencanaan elemen struktur menggunakan metode LRFD (Load and Resistance Factor Design).

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa penggunaan tangga dalam struktur terbukti bahwa dapat mengurangi respon struktur baik simpangan, momen balok, maupun momen kolom. Dan struktur tersebut dapat memberikan kekakuan yang cukup besar. Sehingga apabila pada struktur dengan adanya tangga maka akan memiliki angka keamanan yang lebih baik.

DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Judul i

Lembar Pengesahan Pembimbing..... ii

Halaman Motto.....iii

Halaman Persembahan.....iv

Kata Pengantar.....v

Abstraksi.....vi

Daftar Isi viii

Daftar Gambar xiv

Daftar Tabel xvii

Daftar Notasi.....xix

BAB I. PEDAHULUAN.....1

1.1 Latar Belakang.....1

1.2 Rumusan Masalah.....2

1.3 Batasan Masalah.....3

1.4 Tujuan Penelitian.....3

1.5 Manfaat penelitian.....4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....5

2.1 Pendahuluan.....5

2.2 Pembahasan.....8

BAB III. LANDASAN TEORI.....9

3.1 Umum.....9

3.2 Kekakuan Struktur.....9

3.3 Jenis-jenis Sistem Pengaku pada Portal.....10

3.3.1 Kerangka dengan Sistem *open frame*.....10

3.3.2 Kerangka dengan Sistem Pengaku Konsentrik.....10

3.3.3 Kerangka dengan Sistem Pengaku Eksentrik.....11

3.4 Kekakuan Elemen *Bracing*.....12

3.5 Analisa Elastis dengan Metode Perpindahan Matriks.....13

3.6 Beban Gempa Statik Ekuivalen.....19

3.6.1 Waktu Getar Alami.....20

3.6.2 Distribusi Gaya Geser Horisontal Akibat gempa.....21

3.6.3 Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD.....22

3.7 Kombinasi Pembebanan dalam LRFD.....22

3.8 Desain Struktur Daktail.....22

3.9 Perencanaan Balok.....23

3.9.1 Lentur Balok.....23

3.9.2 Geser Balok.....26

3.10 Perencanaan Kolom.....29

3.10.1 Gaya Aksial Rencana Kolom.....29

3.10.2 Gaya Geser Rencana Kolom.....30

3.10.3 Kuat Tekan Aksial Kolom.....30

3.10.4 Kombinasi Kolom.....33

3.10.5 Strong Coloumn Weak Beam.....33

3.11 Perencanaan Tangga.....35

3.11.1 Perencanaan Tangga Terhadap Aksial Tekan.....35

3.12 Perencanaan Balok Anak.....36

3.12.1 Perhitungan Properti Elastis Penampang Komposit.....36

3.12.2 Pembebanan dan Gaya Dalam Penampang Komposit.....37

3.12.3 Kapasitas Lentur Nominal Balok Komposit.....38

3.12.4 Kontrol Terhadap Lendutan.....40

3.12.5 Perencanaan Konektor Geser.....40

3.13 Perencanaan Sambungan.....41

3.13.1 Sambungan Balok – Kolom.....42

3.14 Perencanaan Panel Zone.....44

3.15 Perencanaan Sambungan Balok ke Balok.....47

3.16 Perencanaan Sambungan Kolom.....47

3.17 Perencanaan Sambungan antara Balok dengan Profil Miring pada Tangga.....49

3.18 Perencanaan Pelat Dasar Kolom.....51

BAB IV. METODE PENELITIAN.....54

4.1 Lokasi Penelitian.....54

4.2 Pengumpulan Data.....54

4.3 Model Struktur.....54

4.4 Data Beban Gempa.....61

4.5 Tahapan Analisis.....61

BAB V. ANALISIS DAN DESAIN STRUKTUR 62

5.1 Umum.....62

5.2 Pembebanan Struktur.....65

5.2.1 Rencana Penempatan Elemen Struktur.....65

5.2.2 Perhitungan Beban Pada Struktur.....65

5.2.3 Perhitungan Beban Gempa.....69

5.2.4 Perhitungan Gaya Geser Dasar Akibat Gempa dan Distribusinya Kesepanjang Tinggi Gedung.....71

5.2.5 Perhitungan Beban Gravitasi.....75

5.3 Perencanaan Balok Portal.....76

5.3.1 Momen Rencana Balok.....76

5.3.2 Kuat Lentur Nominal Balok.....76

5.3.3 Gaya Geser Rencana Balok.....81

5.3.4 Kuat Geser Nominal Balok Portal.....81

5.3.5 Kontrol Lendutan.....83

5.4 Perencanaan Kolom.....84

5.4.1 Momen dan Gaya Aksial Rencana Kolom.....84

5.4.2 Perencanaan Kolom Terhadap Momen Lentur dan Gaya Aksial Kolom.....88

5.4.3 Perencanaan Kolom Terhadap Geser.....92

5.4.4 Kontrol *Strong Column Weak Beam*.....93

5.5 Perencanaan Tangga.....95
5.5.1 Perhitungan Kuat Lentur Nominal Balok Bordes Paa Tangga.....95
5.5.2 Gaya Geser Rencana Balok Bordes.....98
5.5.3 Kuat Geser Nominal Balok Bordes.....99
5.5.4 Kontrol Lendutan.....100
5.5.5 Perencanaan Profil Miring Pada Tangga.....101
5.5.6 Perhitungan Kuat Lentur Nominal Balok Tumpuan Bordes Pada Tangga.....103
5.5.7 Gaya Geser Rencana Balok Tumpuan Bordes.....106
5.5.8 Kuat Geser Nominal Balok Tumpuan Bordes.....107
5.5.9 Kontrol Lendutan.....108
5.6 Perencanaan Balok Anak.....109
5.6.1 Kapasitas Lentur Nominal Balok Komposit.....112
5.6.2 Kontrol Terhadap Lendutan.....113
5.6.3 Perencanaan Konektor Geser.....115
5.6.4 Balok anak lantai 15 (Atap).....116
5.6.5 Kapasitas Lentur Nominal Balok Komposit.....119
5.6.6 Kontrol Terhadap Lendutan.....120
5.6.7 Perencanaan Konektor Geser.....122
5.7 Pendetailan Khusus Pada Struktur 123
5.7.1 Sambungan Balok ke Kolom.....123
5.7.2 Perencanaan Daerah Panel Zone.....130

5.7.3 Sambungan Balok Anak ke Balok.....133

5.7.4 Sambungan Kolom.....136

5.7.5 Sambungan Tangga.....144

5.8 Perencanaan Pelat Dasar Kolom.....149

BAB VI. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....156

6.1 Hasil Analisis.....156

6.1.1 Simpangan Struktur Akibat Beban Gempa.....156

6.1.2 Simpangan Antar Tingkat.....157

6.2 Momen dan Geser Balok.....159

6.2.1 Momen Balok.....159

6.2.2 Gaya Geser.....160

6.3 Momen, Gaya Geser dan Aksial Kolom.....162

6.3.1 Momen kolom.....162

6.3.2 Gaya Geser Kolom.....163

6.3.3 Gaya Aksial Kolom.....164

6.4 Perhitungan Berat Struktur.....167

BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN.....171

7.1 Kesimpulan.....171

7.2 Saran.....172

DAFTAR PUSTAKA.....xxii

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Portal dengan sistem kerangka diperkaku tipe konsentrik.....11

Gambar 3.2 Portal dengan sistem kerangka diperkaku tipe eksentrik.....11

Gambar 3.3 Struktur dengan *Bracing*.....12

Gambar 3.4 Deformasi Aksial Batang.....13

Gambar 3.5 Deformasi Lentur.....15

Gambar 3.7 Spektrum Respon.....20

Gambar 3.8 Penampang dan Variabel Profil I.....26

Gambar 3.9 Lokasi Momen... 28

Gambar 3.10 Nilai k untuk komponen struktur.....31

Gambar 3.11 Nilai k_c untuk kondisi kolom ideal.....35

Gambar 3.12 Distribusi beban pada balok anak.....37

Gambar 3.13 Gaya dalam pada balok anak.....38

Gambar 3.14 Diagram tegangan plastis.....39

Gambar 3.15 Sambungan Balok Kolom.....41

Gambar 3.16 Gaya Pada *Panel Zone*.....45

Gambar 3.17 Sambungan Kolom.....48

Gambar 3.18 Rencana Sambungan Antar Balok Induk - Profil miring Tangga...50

Gambar 3.19 Analisis pelat dasar kolom.....51

Gambar 4.1 Balok dan Kolom Satu Tangga.....55

Gambar 4.2 Balok Induk, Balok Anak dan Kolom Satu Tangga.....56

Gambar 4.3 Potongan Portal D.....56

Gambar 4.4 Model 3-D Struktur *1 Tangga*.....57

Gambar 4.5 Balok Induk, Balok Anak dan Kolom Dua Tangga.....57

Gambar 4.6 Model 3-D Struktur *2 Tangga*.....58

Gambar 4.7 Balok Induk, Balok Anak dan Kolom Tiga Tangga.....58

Gambar 4.8 Model 3-D Struktur *3 Tangga*.....59

Gambar 4.9 Rencana Tangga.....59

Gambar 4.10 Balok Induk, Balok Anak dan Kolom Tanpa Tangga.....60

Gambar 4.11 Model 3-D Struktur Tanpa Tangga.....60

Gambar 4.12 Tahapan Analisis.....61

Gambar 5.1 Denah Struktur Baja 15 Lantai.....62

Gambar 5.2 Model 3-D Struktur *USF (tanpa tangga)*.....63

Gambar 5.3 Model 3-D Struktur *BSF* (satu tangga).....63

Gambar 5.4 Model 3-D Struktur *BSF* (Dua tangga).....64

Gambar 5.5 Model 3-D Struktur *BSF* (Tiga tangga).....64

Gambar 5.6 Denah Balok dan Kolom Struktur BSF dan USF.....65

Gambar 5.7 Lokasi Hitungan.....84

Gambar 5.8 Penampang komposit balok anak bentang 6 m.....111

Gambar 5.9 Diagram tegangan lentur plastis.....112

Gambar 5.10 Pembebanan pada balok anak.....113

Gambar 5.11 Rencana penempatan stud geser.....116

Gambar 5.12 Penampang komposit balok anak bentang 6 m (atap).....118

Gambar 5.13 Diagram tegangan lentur plastis.....119

Gambar 5.14 Pembebanan pada balok anak.....120

Gambar 5.15 Rencana penempatan stud geser.....123

Gambar 5.16 Rencana Sambungan Yang Digunakan.....124

Gambar 5.17 Detail Sambungan Balok ke Kolom.....132

Gambar 5.18 Detail Sambungan Balok Anak ke Balok.....136

Gambar 5.19 Rencana Sambungan Kolom.....137

Gambar 5.20 Detail sambungan kolom.....143

Gambar 5.21 Rencana Sambungan Antar Balok Induk dengan Profil miring Pada Tangga.....144

Gambar 5.22 Detail Sambungan Profil Miring Pada Tangga.....148

Gambar 5.23 Lokasi Hitungan.....149

Gambar 5. 24 Analisis pelat dasar kolom.....150

Gambar 5.25 Disain pelat dasar.....152

Gambar 5.26 Distribusi tegangan pada pelat dasar kolom.....153

Gambar 5.27 Detail perencanaan *base plate*.....155

Grafik 6.1 Simpangan Total Struktur 15 Lantai.....156

Grafik 6.2 Simpangan Antar Tingkat.....158

Grafik 6.3 Momen Balok Gravitasi.....159

Grafik 6.4 Momen Balok Gravitasi + Gempa.....160

Grafik 6.5 Geser Balok.....161

Grafik 6.6 Momen Kolom.....162

Grafik 6.7 Gaya Geser Kolom.....163

Grafik 6.8 Gaya Aksil Kolom.....164

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1 Profil Rencana Balok Struktur BSF (Satu Tangga; Dua Tangga; Tiga Tangga)....67

Tabel 5.2 Profil Rencana Tangga dan Kolom Struktur BSF (Satu Tangga; Dua Tangga; Tiga Tangga)....67

Tabel 5.3 Profil Rencana Balok Struktur USF (Tanpa Tangga)....68

Tabel 5.4 Profil Rencana Kolom Struktur USF....68

Tabel 5.5 Berat Tiap Lantai dan Berat Total Struktur Portal Baja....71

Tabel 5.6 Distribusi Gaya Geser Dasar Horizontal Struktur BSF (Satu Tangga).73

Tabel 5.7 Distribusi Gaya Geser Dasar Horizontal Struktur BSF (DuaTangga)..73

Tabel 5.8 Distribusi Gaya Geser Dasar Horizontal Struktur BSF (Tiga Tangga).74

Tabel 5.9 Distribusi Gaya Geser Dasar Horizontal Struktur USF (Tanpa Tangga)....74

Tabel 5.10 Mu dan Mn Balok Portal Tepi....80

Tabel 5.11 Mu dan Mn Balok Portal Tengah....80

Tabel 5.12 Vu dan ϕVn Balok Portal Tepi....82

Tabel 5.13 Vu dan ϕVn Balok Portal Tengah....83

Tabel 5.14 Rekapitulasi Gaya Pada Kolom K1 Portal Baja 15 Lantai....87

Tabel 5.15 Rekapitulasi Gaya Pada Kolom K2 Portal Baja 15 Lantai....87

Tabel 5.16 Interaksi Aksial-Momen Kolom K1 Portal Baja 15 Lantai....91

Tabel 5.17 Interaksi Aksial-Momen Kolom K2 Portal Baja 15 Lantai....91

Tabel 5.18 Rekapitulasi Kontrol *Strong Column Weak Beam* Kolom K1....93

Tabel 5.19 Rekapitulasi Kontrol *Strong Column Weak Beam* Kolom K2.....93

Tabel 6.4.1 Berat Balok B1, B2, B3.....167

Tabel 6.4.2 Berat Balok B4, B5, B6.....167

Tabel 6.4.3 Berat Kolom K1.....168

Tabel 6.4.4 Berat Kolom K2.....168

Tabel 6.4.5 Berat Balok Anak.....169

Tabel 6.4.6 Berat Struktur Tangga.....169

Tabel 6.4.7 Berat Total Struktur.....169

DAFTAR NOTASI

A = Luas penampang profil
Ag = Luas penampang kotor
An = Luas bersih penampang
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
E = Beban gempa
E = Elastisitas baja
Ec = Elastisitas beton
F'c = Kuat tekan beton
Fcr = Tegangan kritis
Fi = Gaya horisontal akibat gempa tingkat ke-i
Fr = Tegangan reduksi baja
Fu = Tegangan tarik maksimum
Fy = Tegangan leleh profil baja
G = Modulus geser
G = Nilai kondisi ujung
h = tinggi kolom
H = Tinggi total struktur
hc = Tinggi bersih badan
hi = Tinggi lantai ke-i
h' = 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
Lp = Panjang limit tanpa pengaku
Lr = Panjang tanpa pengaku pada batas antara tekuk torsi elastis dan inelastis
Ma = Momen pada ujung kiri
Mb = Momen pada ujung kanan
MD = Momen akibat beban mati
ME = Momen akibat beban gempa
Mf = Momen pada muka kolom
ML = 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 = Momen ultimit kolom
Pn = Gaya aksial nominal
Pu = Gaya aksial ultimit kolom
Puf = Gaya aksial sayap kolom
Puw = Gaya aksial badan
Py = Gaya aksial leleh
R = Faktor reduksi gempa
r = Radius girasi
Rn = Kuat geser baut
Rnw = Kuat geser las
Sx = Modulus elastis penampang
T = Waktu getar alami fundamental
tf = Tebal sayap
Tn = Kuat tarik nominal
ts = Tebal slab
Tu = Kuat terik terfaktor
tw = Tebal badan
U = Faktor reduksi luas efektif
u = Gaya geser horizontal/ simpangan
V = Gaya geser dasar nominal statik ekivalen
Vc = Gaya geser kolom

Vn	= Gaya geser nominal
Vu	= gaya geser ultimit
Vup	= Gaya geser *panel zone*
W	= Beban angin
Wi	= Berat lantai ke-i
Wt	= Berat total struktur
Zx	= Modulus plastis penampang
α	= Koefisien distribusi momen
β	= *Overstrenght factor*
ϕ	= Faktor reduksi
ϕc	= Faktor reduksi elemen tekan
λc	= Parameter kelangsingan
λp	= Rasio tinggi terhadap tebal untuk profil kompak
λ	= Rasio tinggi terhadap tebal penampang

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang mempunyai permasalahan yang cukup komplek dalam mengatasi laju pertambahan penduduk, hal tersebut terutama terjadi di pulau jawa yang sudah sangat padat. Kebutuhan akan sarana dan prasarana berupa perumahan, perkantoran, pertokoan dan lain- lain menuntut adanya ketersediaan lahan yang luas untuk membangunnya. Dengan adanya keterbatasan lahan tersebut maka suatu struktur yang akan didirikan harus didesain menjadi bangunan yang hemat lahan dan mempunyai ketahanan terhadap beban struktur itu sendiri, baik beban hidup, beban angin maupun resiko akan terjadinya gempa yang sekarang ini telah terjadi beberapa kali di Indonesia.

Baja adalah material yang bersifat daktail dan dapat didesain dengan metode plastis atau metode kekuatan batas. Stuktur baja mempunyai keungulan dalam hal rasio antara berat sendiri dengan daya dukung beban yang dipikul, yaitu cukup kecil jika dibandingkan dengan struktur beton. sifat baja yang daktail mampu mengalami deformasi atau lendutan platis yang besar setelah batas elastisnya terlampaui.

Namun dimensi baja yang relative kecil menyebabkan struktur baja cenderung langsing dan fleksibel sehingga berpengaruh pada defleksi horizontal atau simpangan struktur yang lebih besar akibat beban lateral. Untuk mengurangi simpangan tersebut salah satu caranya memakai sistem pengaku. Sistem pengaku sangatlah perlu untuk dipahami, khususnya dalam perencanaan struktur bangunan gedung bertingkat banyak. Sistem pengaku pada srtuktur baja yang banyak dikembangkan saat ini adalah rangka penahan momen, rangka diperkaku konsentrik dan rangka diperkaku eksentrik. Sistem pengaku penahan momen haruslah bersifat kaku sehingga tetap kuat stabil dan aman selama umur pemakaian. Tangga adalah salah satu bagian kontruksi pada stuktur bangunan bertingkat yang dapat dimanfaatkan sebagai pengaku. Dengan memakai tangga sebagai pengaku semua komponen struktur akan tetap bekerja menjadi satu kesatuan.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan melihat latar belakang penelitian, maka peneliti ingin menganalisa tentang penggunaan tangga sebagai pengaku untuk bangunan baja tingkat banyak. Sehingga akan didapat keefektifan sistem pengaku ini terhadap beban lateral dan kemampuannya mengurangi defleksi yang terjadi.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Dalam merencanakan bangunan tahan gempa, portal bangunan harus mempunyai kekakuan yang cukup, maka untuk menambah kekakuan pada Portal tersebut, Portal diberi pengekang agar simpangan yang terjadi dapat dikurangi.

Pada umumnya pengekang yang dipakai adalah dua diagonal yang saling menyilang karena diagonal akan berganti-ganti menahan gaya tarik dan desak tergantung pada arah beban horizontal, disini kami akan menggunakan tangga pada struktur sebagai pengekang. Oleh karena itu pertambahan kekakuan pada portal diharapkan mampu mengurangi nilai respon struktur yang terjadi sehingga kebutuhan dalam desain dapat diminimalkan.

3.2 Kekakuan Struktur

Kekakuan adalah salah satu dinamik karakteristik struktur bangunan yang sangat penting disamping massa bangunan. Antara massa dan kekakuan struktur akan mempunyai hubungan yang unik yang umumnya disebut dengan karakteristik diri. Hubungan tersebut akan menentukan nilai frekuensi sudut dan periode getar struktur (T). Kedua nilai ini merupakan parameter yang sangat penting dan akan mempengaruhi respon struktur.

3.3 Jenis – jenis Sistem Pengaku pada Struktur Portal

Jenis- jenis sistem pengaku yang telah dikembangkan bertujuan untuk memperkaku rangka struktur baik arah horizontal maupun arah vertikal. Jenis pengaku struktur baja yang umum digunakan untuk bangunan tinggi adalah kerangka dengan sistem kerangka terbuka (*open frame*), kerangka di perkaku secara konsentrik dan kerangka diperkaku eksentrik.

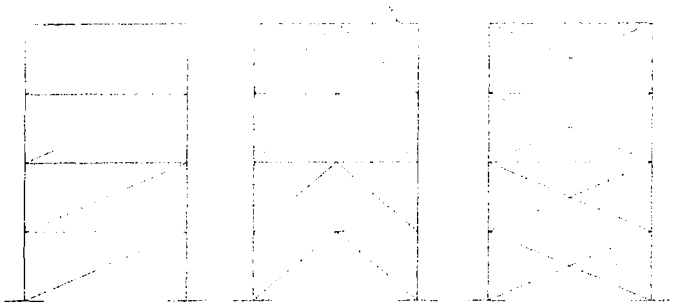
3.3.1 Kerangka dengan sistem *open frame*

Sistem kerangka terbuka harus bersifat kaku, sehingga tetap kuat, stabil dan aman selama umur pemakaian. Kekuatan maupun kestabilan portal ini dalam menahan beban lateral sangat tergantung pada kemampuan dari masing-masing elemennya. Pada sistem ini sambungan titik buhul dengan masing-masing elemen harus kaku, sehingga kemampuan portal secara menyeluruh dalam menahan beban lateral yang bekerja akan mengalami peningkatan.

3.3.2 Kerangka dengan sistem pengaku konsentrik

Sistem kerangka diperkaku konsentrik adalah kerangka struktur yang mempunyai sistem pengaku terletak pada diagonal setiap petak rangkanya. Rangka pengaku dengan batang-batang diagonal ini memiliki tiga tipe yaitu pengaku dengan tipe Z,X, dan K. Pada sistem pengaku tipe Z, batang-batang diagonal dapat berfungsi sebagai batang tarik ataupun batang tekan. Untuk pengaku tipe X, terdapat dua batang diagonal yang ssaling bersilangan yang juga berfungsi sebagai batang tarik atau tekan tergantung dari pembebanannya. Sedangkan pengaku tipe K, mempunyai keuntungan bagi balok portalnya karena balok akan memiliki tumpuan pada tengah bentangnya dan dapat membantu balok

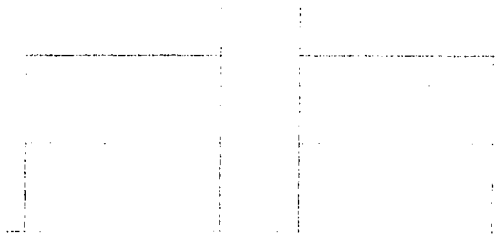
dalam menahan beban vertikal sehingga dapat mengurangi dimensi baloknya sendiri. Adapun untuk tipe Z, X, dan K dapat ditunjukkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Portal dengan sistem kerangka diperkaku tipe konsentrik

3.3.3 Kerangka dengan sistem pengaku eksentrik

Sistem pengaku eksentrik adalah suatu kerangka pengaku yang secara diagonal tetapi satu atau dua ujung batang pengaku akan terletak pada suatu jarak tertentu (terdapat eksentrisitas cukup pendek dari titik-titik pertemuan antara balok dan kolomnya. Adapun sistem kerangka diperkaku secara eksentrik dapat ditunjukka pada gambar 3.2.

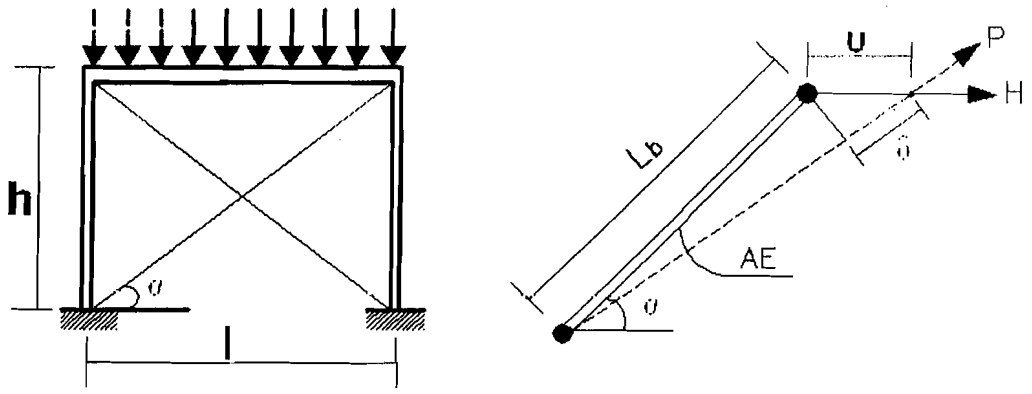


Gambar 3.2 Portal dengan sistem kerangka diperkaku tipe eksentrik

3.4 Kekakuan Elemen Bracing

Untuk mengurangi terjadinya simpangan horizontal yang berlebihan, suatu struktur kadang-kadang dipasang *bracing* terutama pada struktur baja. Dengan adanya system ini maka struktur akan menjadi kaku, karena bracing mempunyai kekakuan yang cukup besar. Walaupun sistem *bracing* dibuat secara bersilangan (dua arah) namun demikian sistem ini hanya akan bekerja dalam satu arah saja yaitu arah tarik. Hal ini terjadi karena pada arah desak struktur/elemen bracing akn mudah sekali tertekuk/backling. Untuk menurunkan rumusan kekakuan elemen bracing ini maka diambil model str ıktur seperti gambar 3.3.

a). *Struktur SDOF* b). *Deformasi Bracing*



Gambar 3.3 Struktur dengan Bracing

Menurut prinsip mekanika, pada suatu batang tarik akan diperoleh hubungan ,

$$P = \frac{AE}{L}\delta \text{ , dan } \delta = u\cos(\alpha) \qquad (3.4\text{-}1)$$

Kemudian juga diperoleh hubungan ,

$$H = P\cos(\alpha) \qquad (3.4\text{-}2)$$

Dengan memperhatikan persamaan 3.4-1 maka persamaan 3.4-2 akan menjadi ,

$$H = \frac{AE}{L}u\cos(\alpha)\cos(\alpha) \qquad (3.4\text{-}3)$$

$$H = \frac{AE}{L}\cos^2(\alpha)\,u \qquad (3.4\text{-}4)$$

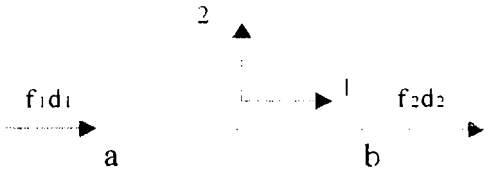
Dengan demikinan kekakuan *bracing* adalah,

$$Kb = \frac{H}{u} = \frac{AE}{L}\cos^2(\alpha) \qquad (3.4\text{-}5)$$

3.5 Analisa Elastis dengan Metode Perpindahan Mariks

1. Deformasi Aksial

Deformasi aksial dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

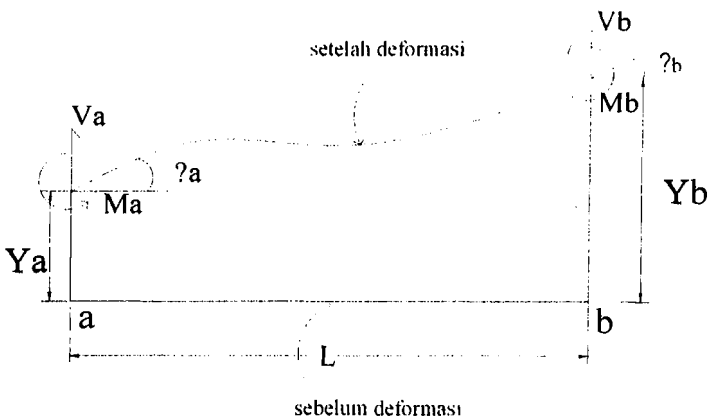


Gambar 3.12 Deformasi Aksial Batang

Persamaan dalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \end{bmatrix} - j\begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \end{bmatrix}; j = \frac{AE}{L}$$

2. Deformasi Lentur



Persamaan "*slope-deflection*"

$$Ma = \frac{2EI}{L}(2\theta_a + \theta_b - 3\psi_{ab})$$

$$Mb = \frac{2EI}{L}(\theta_a + 2\theta_b - 3\psi_{ab}) \qquad \text{pers (1)}$$

dengan $\Psi ab = \frac{1}{L}(Yb\text{-}Ya)$ pers (2)

Syarat kesetimbangan

$$Va = \frac{1}{L}(Ma + Mb) \qquad Vb = -Va \qquad \text{pers (3)}$$

Dengan mengkombinasikan pers (1),(2) & (3) maka diperoleh

$$Va = \alpha(12Ya + 6L\theta a - 12Yb + 6L\theta b)$$

$$Ma = \alpha(6LYa + 4L^2\theta a - 6LYb + 2L^2\theta b)$$

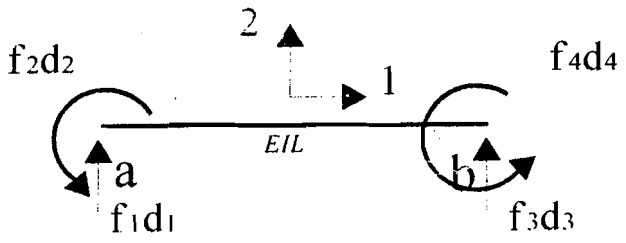
$$Vb = \alpha(-12Ya - 6L\theta a + 12Yb - 6L\theta b)$$

$$Mb = \alpha(6LYa + 2L^2\theta a - 6LYb + 4L^2\theta b)\text{; dengan } \alpha = \frac{EI}{L_3}$$

Persamaan dalam bentuk matriks adalah :

$$\begin{bmatrix} Va \\ Ma \\ Vb \\ Mb \end{bmatrix} - \alpha \begin{bmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 & -6L & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 & -6L \\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} Ya \\ \theta a \\ Yb \\ \theta b \end{Bmatrix}$$

Untuk mempermudah perhitungan dengan metode matriks maka indeks pers 4 diganti dengan nomor urut :



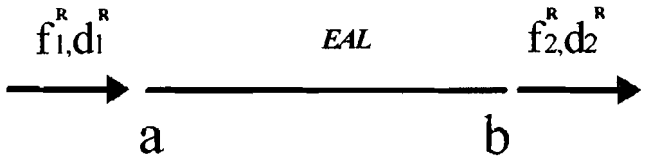
Gambar 3.12 Deformasi Lentur

Persamaan dalam bentuk matriks adalah :

$$\begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ f_4 \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 & -6L & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 & -6L \\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix}; \ \alpha = \frac{EI}{L_3}; \ f = k.d$$

Persamaan dasar Rangka Batang :

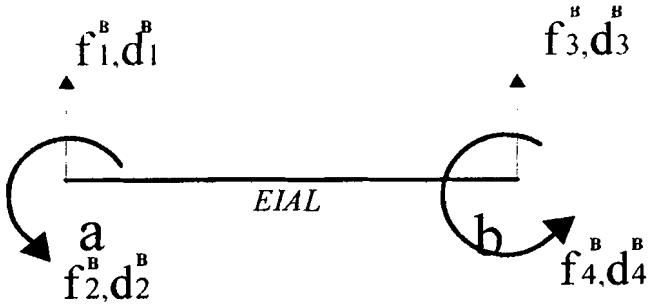
f = k.d



$$\begin{Bmatrix} f_1^R \\ f_2^R \end{Bmatrix} = \gamma \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} d1 \\ d2 \end{Bmatrix}; \ \gamma = \frac{AE}{L}$$

Persamaan dasar balok menerus :

f = k.d

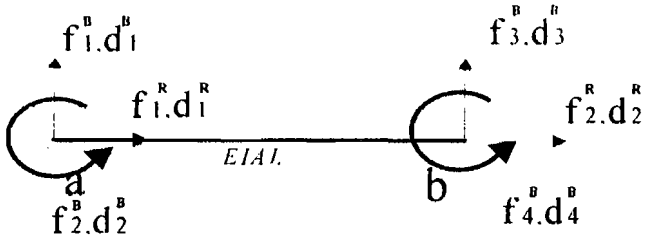


$$\begin{Bmatrix} f_1^B \\ f_2^B \\ f_3^B \\ f_4^B \end{Bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 & -6L & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 & -6L \\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} d1^B \\ d2^B \\ d3^B \\ d4^B \end{Bmatrix}; \alpha = \frac{EI}{L_3}$$

Gabungan Rangka Batang dan Balok menerus menghasilkan :

Persamaan Dasar Portal (" Frame") :

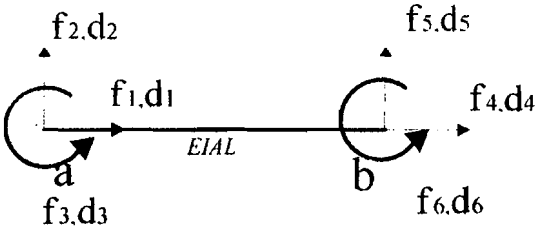
f = k.d



$$\begin{Bmatrix} f_1^R \\ f_1^B \\ f_2^B \\ f_2^R \\ f_3^B \\ f_4^B \end{Bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} \beta & 0 & 0 & -\beta & 0 & 0 \\ 0 & 12 & 6L & 0 & -12 & 6L \\ 0 & 6L & 4L^2 & 0 & -6L & 2L^2 \\ -\beta & 0 & 0 & \beta & 0 & 0 \\ 0 & -12 & -6L & 0 & 12 & -6L \\ 0 & 6L & 2L^2 & 0 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} d1^R \\ d1^B \\ d2^B \\ d2^R \\ d3^B \\ d4^B \end{Bmatrix}$$

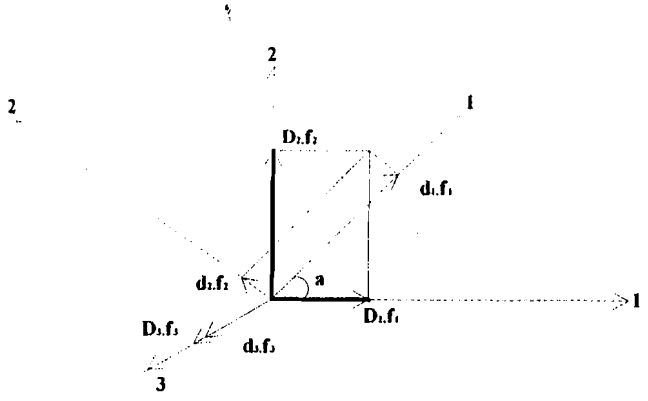
$$\alpha = \frac{EI}{L_3} \; ; \; \beta = \frac{AL^2}{I} \; ; \; \gamma = \alpha.\beta = \frac{EA}{L}$$

Untuk mempermudah perhitungan maka persamaan diatas diganti dengan notasi sebagai berikut :



$$\begin{Bmatrix} f1 \\ f2 \\ f3 \\ f4 \\ f5 \\ f6 \end{Bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} \beta & 0 & 0 & -\beta & 0 & 0 \\ 0 & 12 & 6L & 0 & -12 & 6L \\ 0 & 6L & 4L^2 & 0 & -6L & 2L^2 \\ -\beta & 0 & 0 & \beta & 0 & 0 \\ 0 & -12 & -6L & 0 & 12 & -6L \\ 0 & 6L & 2L^2 & 0 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} d1 \\ d2 \\ d3 \\ d4 \\ d5 \\ d6 \end{Bmatrix}$$

Matriks Transformasi :



Analog :

$$d1 = D_1 \cos\theta + D_2 \sin\theta$$

$$d2 = -D_1 \sin\theta + D_2 \cos\theta \; ; \; d3 = D3$$

$$\begin{Bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} c & s & 0 \\ -s & c & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \end{Bmatrix} \quad \begin{Bmatrix} d_4 \\ d_5 \\ d_6 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} c & s & 0 \\ -s & c & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} D_4 \\ D_5 \\ D_6 \end{Bmatrix}$$

Matriks Kekakuan pada Sistem koordinat lokal :

$$k = \begin{bmatrix} kaa & kab \\ kba & kbb \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} \beta & 0 & 0 & -\beta & 0 & 0 \\ 0 & 12 & 6L & 0 & -12 & 6L \\ 0 & 6L & 4L^2 & 0 & -6L & 2L^2 \\ -\beta & 0 & 0 & \beta & 0 & 0 \\ 0 & -12 & -6L & 0 & 12 & -6L \\ 0 & 6L & 2L^2 & 0 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix}$$

Matriks Kekakuan pada Sistem koordinat Global :

$$k = \begin{bmatrix} kaa & kab \\ kba & kbb \end{bmatrix}$$

$$Kaa = \lambda^T kaa\lambda$$

$$Kab = \lambda^T kab\lambda$$

$$Kba = \lambda^T kba\lambda$$

$$Kbb = \lambda^T kbb\lambda$$

$$Kaa = \alpha \begin{bmatrix} c & -s & 0 \\ s & c & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta & 0 & 0 \\ 0 & 12 & 6L \\ 0 & 6L & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c & s & 0 \\ -s & c & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \alpha \begin{bmatrix} \beta c^2 + 12s^2 & cs(\beta - 12) & -6Ls \\ & \beta s^2 + 12c^2 & 6Lc \\ simetri & & 4L^2 \end{bmatrix}$$

$$K = \begin{bmatrix} g1 & g2 & g4 & -g1 & -g2 & g4 \\ g2 & g3 & g5 & -g2 & -g3 & g5 \\ g4 & g5 & g6 & -g4 & -g5 & g7 \\ -g1 & -g2 & g4 & g1 & g2 & -g4 \\ -g2 & -g3 & -g5 & g2 & g3 & -g5 \\ g4 & g5 & g7 & -g4 & -g5 & g6 \end{bmatrix}$$

dengan : g1 $= \alpha(\beta c^2 + 12s^2)$

g2 $= \alpha cs(\beta - 12)$

g3 $= \alpha(\beta s^2 + 12c^2)$

g4 $= -\alpha 6Ls$

g5 $= \alpha 6Lc$

g6 $= \alpha 4L^2$

g7 $= \alpha 2L^2$

$$\alpha = \frac{EI}{L_3} \qquad \beta = \frac{AL^2}{I}$$

3.6 Beban Gempa Statik Ekuivalen

Besarnya gaya geser dasar akibat gempa menurut Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung SNI 03-1726-2002 dapat dinyatakan dalam:

$$V = \frac{C_1 I}{R} W_t \qquad (3.6\text{-}1)$$

V adalah gaya gempa / gaya geser dasar total.

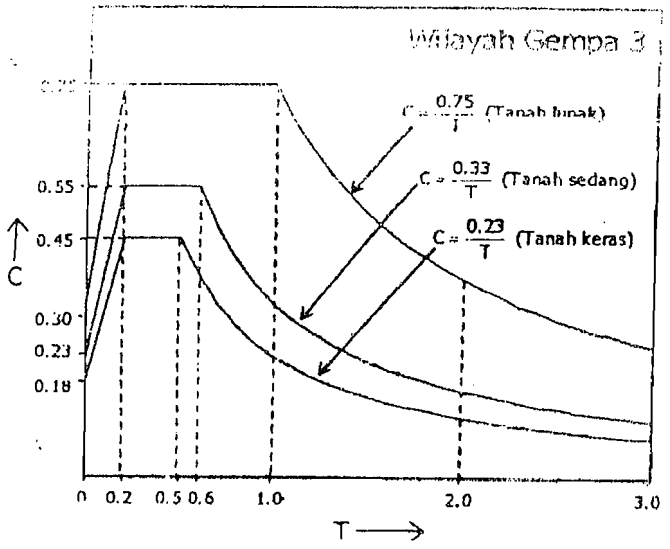
C adalah koefisien gempa dasar yang berlaku untuk wilayah tertentu dan untuk jenis tanah tertentu pula.

I adalah faktor keutamaan

R adalah faktor reduksi gempa

W_t adalah berat total struktur kombinasi beban mati ditambah beban hidup yang direduksi.

Nilai koefisien gempa dasar (C) dipengaruhi oleh pereode getar struktur (T). Cara mencari koefisien gempa dasar adalah dengan menggunakan gafik respon struktur seperti ditunjukkan pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Spektrum respon (SNI-03-1726-2002)

3.6.1 Waktu Getar Alami Struktur (T)

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

$$T = 0{,}085 . H^{3/4} \qquad (3.6\text{-}2)$$

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

$$T = 0{,}049.\ H^{3/4} = 1{,}006 \text{ detik} \quad \text{(Code Israel)} \tag{3.6-3}$$

dengan H = tinggi bangunan total (m).

T = waktu getar alami (detik).

Setelah struktur gedung direncanakan, waktu getar alami struktur dapat dihitung dengan rumus *Rayleigh :*

$$T_R = 6{,}3\sqrt{\frac{\sum Wi.di^2}{g.\sum Fi.di}} \tag{3.6-4}$$

di mana W_i adalah bagian dari seluruh beban vertikal yang bekerja pada tingkat i, F_i adalah beban gempa horizontal dalam arah yang ditinjau yang bekerja pada tingkat i, d_i adalah simpangan horizontal pusat massa pada tingkat i akibat beban horizontal F_i, dan g adalah percepatan gravitasi.

3.6.2 Distribusi Gaya Geser Horisontal Akibat Gempa (Fi)

Distribusi gaya horizontal akibat beban gempa (Fi) tergantung pada perbandingan tinggi total struktur (H) terhadap lebar struktur (B) pada arah yang ditinjau. Distribusi untuk struktur bangunan yang memiliki nilai H/B < 3, maka gaya horizontal akibat beban gempa (Fi) untuk masing-masing lantai dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Fi = \frac{Wi.hi}{\sum Wi.hi}.V \tag{3.6-5}$$

3.6.3 Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD

Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD *(Load and Resistance Factor Design)* adalah Perencanaan dengan mengkombinasikan tegangan ultimit dan *serviceability* dengan probabilitas berdasarkan pendekatan keamanan.. 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.

Gaya yang dapat digunakan $\geq \sum$ ***Gaya akibat beban terfaktor***

3.7 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 :

$1{,}4\,D$ (3.7-1a)

$1{,}2\,D + 1{,}6\,L$ (3.7-1b)

$1{,}2\,D \pm 1{,}0\,E + 0{,}5\,L$ (3.7-1c)

3.8 Desain Struktur Daktail

Pada desain struktur daktail dipergunakan prinsip balok lemah dan kolom yang dperkuat (*strong column weak beam*), maksudnya balok dibuat lemah dari

pada kolom, agar apabila terjadi gaya gempa akan terbentuk sendi-sendi plastis pada baloknya. Balok akan runtuh terlebih dahulu dibanding kolomnya setelah balok itu bekerja menahan beban maksimum akibat gaya gempa. Hal ini berbeda dengan desain konfensional yang mempunyai prinsip bahwa sendi plastis dapat terjadi pada balok dan kolomnya. Sendi plastis pada kolom akan mengakibatkan kerusakan pada kolomnya sebelum balok bekerja secara maksimum, sehingga dapat mengakibatkan keruntuhan secara mendadak terhadap struktur karena kolom menerima gaya yang lebih besar dari pada balok (balok menerima gaya aksial sedangkan kolom menahan gaya akibat momen dan juga gaya aksial akibat beban yang bekerja diatasnya).

3.9 Perencanaan Balok

Balok merupakan elemen struktur yang direncanakan mampu menahan kombinasi momen lentur dan gaya geser. Besarnya momen lentur dan gaya geser rencana diambil dari hasil analisis struktur di titik sendi plastis.

3.9.1 Lentur Balok

Dalam perencanaan elemen lentur yang lebih dikenal dengan balok, harus memenuhi persamaan sebagai berikut:

$$\frac{M_U}{\phi M_n} \leq 1 \qquad (3.9\text{-}1)$$

M_u adalah momen lentur terfaktor

ϕ adalah faktor reduksi = 0,9

M_n 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≤ Lp kuat nominal komponen struktur terhadap momen lentur adalah :

$$Mn = Mp = Zx \,.\, F_y \qquad (3.9\text{-}2)$$

dimana: Mn= Momen nominal komponen struktur

Mp= Momen pada sendi plastis

L = bentang antara dua pengekang lateral yang berdekatan

Lp = panjang penopang lateral maksimum

Fy = tegangan leleh profil baja (36 Ksi)

$$Lp = 300.\, r_y.\, \frac{L}{\sqrt{F_y}} \qquad (3.9\text{-}3)$$

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

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - M_r)\frac{(L - L_p)}{(L_r - L_p)} \right] \leq M_p \qquad (3.9\text{-}4)$$

Dimana: Mr = kekuatan momen batas tekuk

$$Mr = (F_y - F_r)\,.\,S_x, \text{ dengan tegangan sisa } Fr = 10 \text{ ksi} \qquad (3.9\text{-}5)$$

Lr = panjang tanpa penopang lateral maksimum

$$L_r = \frac{r_y . X_1}{F_l} \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 . F_l^2}} \qquad (3.9\text{-}6)$$

$$F_l = F_y - F_r \qquad (3.9\text{-}7)$$

$$X_1 = \frac{\pi}{S}\sqrt{\frac{E.G.J.A}{2}}, \quad J = \text{konstanta } \textit{torsional} \qquad (3.9\text{-}8)$$

$$X_2 = \frac{4.C_W}{I_y}\left(\frac{S_X}{G.J}\right)^2, \quad C_W = \text{konstanta } \textit{warping} \qquad (3.9\text{-}9)$$

C_b = faktor pengali momen

$$C_b = \frac{12{,}5\, M_{max}}{2{,}5M_{max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \qquad (3.9\text{-}10)$$

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

$$Mn = Mcr \leq Mp \qquad (3.9\text{-}11)$$

dimana $$Mcr = \frac{C_b . S_X . X_1 \sqrt{2}}{L/r_y} \sqrt{1 + \frac{X_1^2 . X_2}{2.(L/r_y)^2}} \qquad (3.9\text{-}12)$$

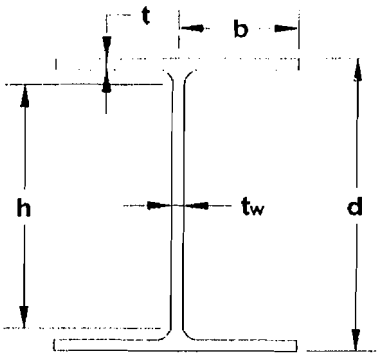
Batasan terhadap balok dan kolom dalam desain rangka baja di daerah rawan gempa mensyaratkan bahwa penampang haruslah "kompak" untuk mencegah tekuk lokal, baik tekuk lokal pada badan maupun tekuk lokal pada sayap.

Sehingga rasio tinggi terhadap tebal penampang (λ) harus lebih kecil atau sama dengan batas rasio tinggi terhadap tebal untuk profil kompak (λ_p),

$$\lambda = \frac{b_f}{2\,t_f} \le \lambda p = \frac{52}{\sqrt{F_y}} \qquad \text{sayap} \qquad (3.9\text{-}13a)$$

$$\lambda = \frac{h_c}{2\,t_w} \le \lambda p = \frac{520}{\sqrt{F_y}} \qquad \text{badan} \qquad (3.9\text{-}13b)$$

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 kompak.



Gambar 3.8 Penampang dan Variabel Profil I

Kuat lentur nominal penampang dihitung dengan rumus-rumus sebagai berikut :

Kuat komponen struktur dalam memikul momen lentur tergantung dari panjang bentang antara dua pengekang lateral yang berdekatan (L).

3.9.2 Geser Balok

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

$$V_u = 1{,}2.V_D + 0{,}5.V_L + \frac{2.M_{pb}}{Lc} \quad (3.9\text{-}15)$$

$$V_u = 1{,}2.V_D + 0{,}5.V_L + \mu.V_E \quad (3.9\text{-}16)$$

dengan 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

μ = Faktor daktilitas tergantung dari jenis struktur

M_{pb} = Kapasitas momen balok

$$M_{pb} = \beta \, . \, M_p \, Zx \, , \quad (3.9\text{-}17)$$

dengan β = *over strenght factor* sebesar 1,1

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

$$\frac{h}{t_w} \leq \frac{418}{\sqrt{F_y}} \quad (3.9\text{-}18)$$

Kapasitas nominal balok dalam menahan geser adalah

$$\phi Vn = \phi 0{,}6 \, . \, F_y \, . \, A_w \quad (3.9\text{-}19)$$

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

A_w = luas badan elemen struktur (in^2)

$$A_w = d \, . \, t_w \quad (3.9\text{-}20)$$

Kapasitas geser penampang,

$$\frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1 \quad (3.9\text{-}21)$$

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,

$$\frac{L}{360} \geq \Delta_{\text{pertengahan bentang}} \qquad (3.9\text{-}22a)$$

Untuk balok yang mendukung beban atap,

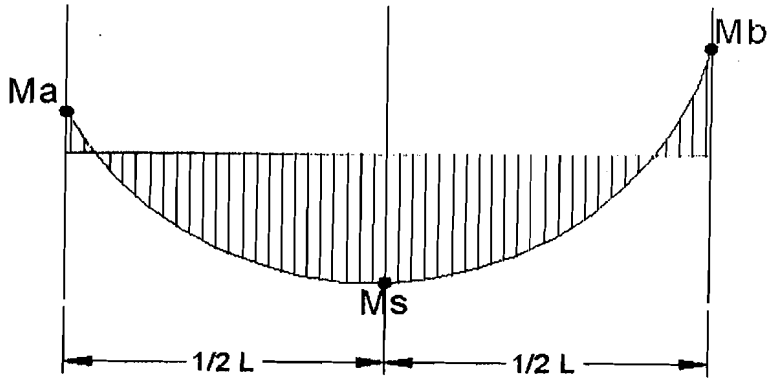
$$\frac{L}{240} \geq \Delta_{\text{pertengahan bentang}} \qquad (3.9\text{-}22b)$$

Dimana lendutan pada tengah bentang dapat dilihat dari program bantu analisis struktur maupun menggunakan rumus persamaan (3.5-22),

$$\Delta_{\text{pertengahan bentang}} = \frac{5L^2}{48EI}\left[M_s - 0{,}1(M_a + M_b)\right] \qquad (3.9\text{-}23)$$

dengan L = panjang bentang balok

M_a, M_b, M_s dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 3.9 Lokasi momen

3.10 Perencanaan Kolom

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

Untuk momen rencana pada kolom sebagai aplikasi dari konsep *strong column–weak beam* maka nilai momen ultimit diambil dari persamaan berikut ini. (Robert Englekirk,1993).

$$Mu = Mpb.\left(\frac{L}{L`}\right).\left(\frac{h`}{2.h}\right) \qquad (3.10\text{-}1)$$

dengan Mu = momen terfaktor

MPb = momen plastis balok

L = bentang balok dari as ke as

L' = bentang bersih balok

h = tinggi kolom dari as ke as

h' = tinggi bersih kolom

3.10.1 Gaya Aksial Rencana Kolom

Gaya aksial rencana kolom (Pu), (Robert Englekirk,1993):

$$P_u = 1{,}2.P_D + 0{,}5.P_L + \Sigma\left(\frac{2.MPb}{L}\right) \qquad (3.10\text{-}2)$$

dengan P_u = gaya aksial terfaktor (Kips)

PD = gaya aksial akibat beban mati

PL = gaya aksial akibat beban hidup

3.10.2 Gaya Geser Rencana Kolom

$$V_u = 1{,}2.V_D + 0{,}5.V_L + \mu..V_E \qquad (3.10\text{-}3)$$

dengan V_u = Geser terfaktor

V_D = Geser akibat beban mati

V_L = Geser akibat beban hidup

V_E = Geser akibat beban gempa

3.10.3 Kuat Tekan Aksial kolom

Dalam merencanakan kuat tekan aksial pada kolom, tekuk lokal *(local buckling)* pada kolom harus dihindari, untuk menghindarinya perlu di cek kekompakan pada sayap maupun badan dengan persamaan (3.10-4a) dan (3.10-4b). sehingga rasio tinggi terhadap tebal penampang (λ) harus lebih kecil atau sama dengan batas rasio tinggi terhadap tebal untuk profil kompak (λ_p),

$$\lambda = \frac{b_f}{2\,t_f} \le \lambda p = \frac{52}{\sqrt{F_y}} \qquad \text{sayap} \qquad (3.10\text{-}4a)$$

$$\lambda = \frac{h_c}{2\,t_w} \le \lambda p = \frac{520}{\sqrt{F_y}} \qquad \text{badan} \qquad (3.10\text{-}4b)$$

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

$$G = \frac{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_c}{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_b} \qquad (3.10\text{-}5)$$

dengan G = Nilai kondisi ujung/joint kolom

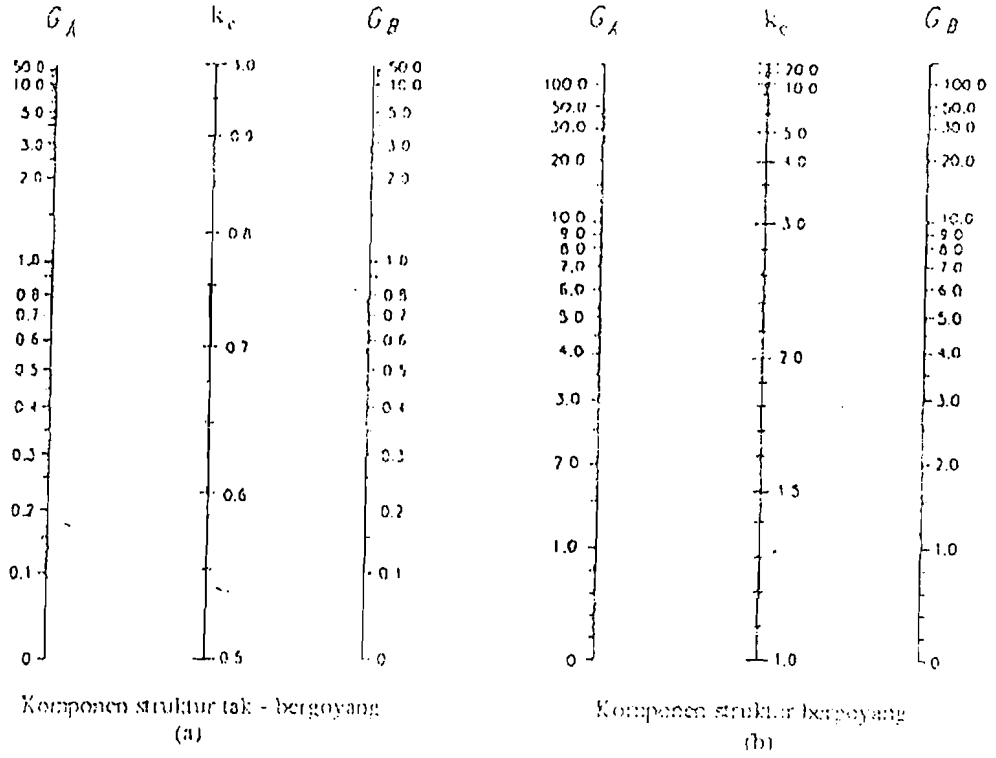
I_c = Inersia penampang kolom (in)

L_c = Panjang elemen kolom (in)

I_b = Inersia penampang balok (in^4)

L_b = Panjang elemen balok (in)

Kemudian koefisien panjang efektif K dari kolom didapatkan dengan menghubungkan nilai G ujung atas dan G ujung bawah elemen tekan pada nomogram gambar 3.10, dimana nomogram kondisi kolom bergoyang untuk (USF) dan nomogram kondisi kolom tidak bergoyang untuk (BSF). Selain itu terdapat ketentuan untuk kolom pondasi, dimana untuk dukungan jepit G = 1,0 dan untuk dukungan sendi G = 10.



Gambar 3.10

(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 (3.6-6).

$$\lambda c = \frac{K.L}{r.\pi}\sqrt{\frac{Fy}{E}} \qquad (3.10\text{-}6)$$

dengan λc = Nilai kelangsingan

K = koefisien panjang efektif

r = jari-jari girasi penampang (in)

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

Jika nilai λc ≤ 1,5 maka

$$Fcr = (0{,}658^{\lambda c^2}).Fy \qquad (3.10\text{-}7)$$

Jika nilai λc > 1,5 maka

$$Fcr = \left[\frac{0{,}877}{\lambda_c^2}\right].Fy \qquad (3.10\text{-}8)$$

Kapasitas penampang tekan dihitung dengan persamaan (3.6-8).

$$\phi_c\, Pn = \phi_c . Ag . Fcr \qquad (3.10\text{-}9)$$

dengan Ag luas bruto penampang profil, Pn kuat tekan penampang profil dan ϕ_c adalah faktor reduksi elemen tekan (0,85).

3.10.4 Kombinasi kolom

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

$$\frac{P_u}{2\phi c\, P_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\phi b\, M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi b\, M_{ny}} \right) \leq 1{,}0 \qquad (3.10\text{-}10)$$

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

$$\frac{P_u}{\phi_c P_n} + \frac{8}{9}\left(\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1{,}0 \qquad (3.10\text{-}11)$$

dengan $M_{nx} = M_{ny}$ = momen nominal lentur penampang terhadap sb-x dan sb-y

$M_{ux} = M_{uy}$ = momen lentur terfaktor terhadap sb-x dan sb-y

3.10.5 *Strong Column Weak Beam*

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 (3.10-12).

$$\frac{\sum M_{pc}}{\sum M_{pb}} > 1{,}0 \qquad (3.10\text{-}12)$$

dengan besarnya M_{pc} dan M_{pb} adalah

$$\Sigma M_{pc} = \Sigma Z_{xc}(F_{yc} - \frac{P_{uc}}{A_g}) \quad (3.10\text{-}13)$$

$$\Sigma M_{pb} = \Sigma(1{,}1.Ry.\ M_p + M_v) \quad (3.10\text{-}14)$$

dengan Zxc = modulus plastis kolom (in^3)

f_{yc} = tegangan leleh (Ksi)

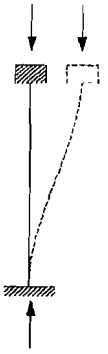
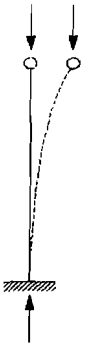
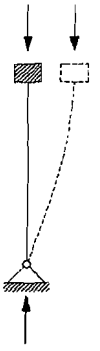
P_{uc} = gaya aksial kolom (Kips)

A_g = luas profil kolom (in^2)

3.11 Perencanaan Tangga

3.11.1 Perencanaan Tangga Terhadap Aksial Tekan

Perencanaan tangga tidak berbeda dengan kolom. Yang membedakan adalah penentuan nilai panjang efektif (k). Dalam penentuan nilai (k) diasumsikan diujung-ujung tangga merupakan dukungan sendi. Sehingga nilai K adalah 1, penentuan nilai k ini dapat dilihat pada gambar **3.11**

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Garis terputus menunjukkan diagram kolom tertekuk						
Nilai k_c teoritis	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
Nilai k_c yang dianjurkan untuk kolom yang mendekati kondisi ideal	0,65	0,80	1,2	1,0	2,10	2,0
Kode ujung		Jepit Sendi Roll tanpa putaran sudut Ujung bebas				

Gambar 3.11 Nilai k_c untuk kondisi kolom ideal.

3.12 Perencanaan Balok Anak

3.12.1 Perhitungan Properti Elastis Penampang Komposit

$$E_c = 1750.\sqrt{F_c'} \qquad (3.12\text{-}1)$$

Rasio modular

$$n = \frac{E_s}{E_c} \qquad (3.12\text{-}2)$$

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

$$b_E \leq \tfrac{1}{4}.L \qquad (3.12\text{-}3)$$

$$b_E \leq 16\ ts + bf \qquad (3.12\text{-}4)$$

$$bE \leq bo \qquad (3.12\text{-}5)$$

Lebar sayap beton ekuivalen, $\frac{b_E}{n}$ (3.12-6)

Luas baja transformasi,

$$A_{tr} = (b_E/n\ .\ ts) + A_s \qquad (3.12\text{-}7)$$

Letak garis netral komposit terhadap sisi atas

$$Ya = \frac{((\frac{bE}{n}.ts).0{,}5ts) + (As.((0{,}5ds) + ts))}{(\frac{bE}{n}.ts) + As} \qquad (3.12\text{-}8)$$

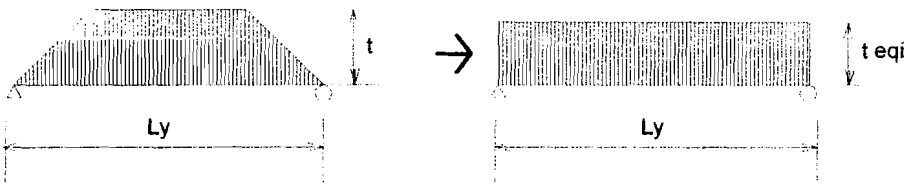
$$Yb = ds + ts - Ya \qquad (3.12\text{-}9)$$

Momen inersia penampang komposit

$$I_{tr} = Ix_s + A_s.Y_2^2 + Ix_{cr} + A_{cr}.Y_1^2 \qquad (3.12\text{-}10)$$

3.12.2 Pembebanan dan Gaya Dalam Penampang Komposit

Balok anak diasumsikan sebagai balok sederhana sehingga dukungan pada balok anak adalah sendi-rol.



Gambar 3.12 Distribusi beban pada balok anak

Lx = sisi terpendek

Ly = sisi terpanjang

$t = 0{,}5.Lx$ (3.12-11)

$$t_{eq} = t - \frac{4.t^3}{3.L_y^{\,2}} \quad (3.12\text{-}12)$$

$$Q_{D\,eqiv} = Q_D \cdot t_{eq} \quad (3.12\text{-}13)$$

$$Q_{L\,eqiv} = Q_L \cdot t_{eq} \quad (3.12\text{-}14)$$

$$Qu = 1{,}2\,Q_D + 1{,}6\,Q_L \quad (3.12\text{-}15)$$

Momen maksimum ultimit

$$Mu = \frac{1}{8} Qu.L^2 \quad (3.12\text{-}16)$$

Gaya geser ultimit

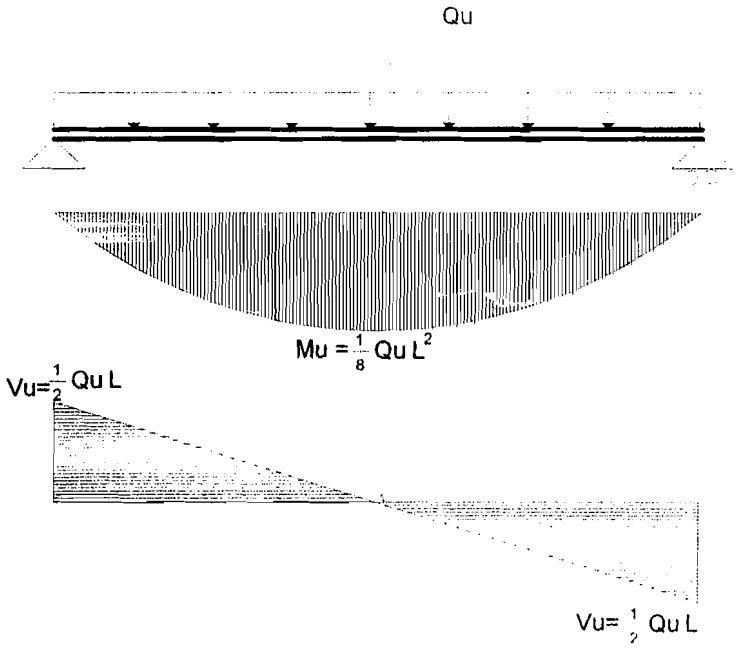
$$Vu = \frac{1}{2} Qu.L \quad (3.12\text{-}17)$$

Gaya geser akibat beban mati

$$V_D = \frac{1}{2} Q_D.L \quad (3.12\text{-}18)$$

Gaya geser akibat beban hidup

$$V_L = \frac{1}{2} Q_L . L \qquad (3.12\text{-}19)$$



Gambar 3.13 Gaya dalam pada balok anak

3.12.3 Kapasitas Lentur Nominal Balok Komposit

Kontrol rasio tinggi terhadap tebal badan profil dicek dengan persamaan :

$$\lambda = \frac{h_c}{2\,t_w} \le \lambda p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \qquad (3.12\text{-}20)$$

Gaya desak beton, $C = 0{,}85 f_c' . b_E . a$ (3.12-21)

Gaya tarik penampang baja, $T = A_s . f_y$ (3.12-22)

Kesetimbangan gaya dalam $C = T$

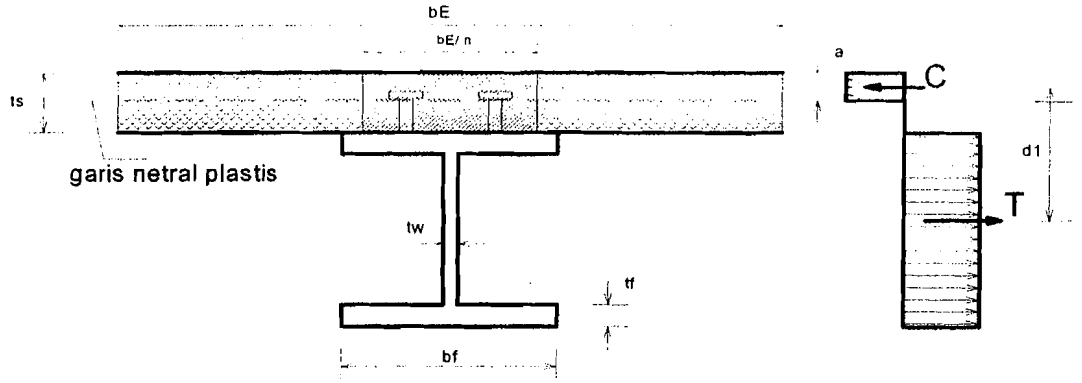
$$0{,}85 f_c' . b_E . a = A_s . f_y$$

Sehingga nilai a dapat dicari berdasarkan blok tegangan yang terjadi

$$a = \frac{A_s . f_y}{0{,}85 . f_c' . b_E} \qquad (3.12\text{-}23)$$

Kapasitas nominal balok komposit

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

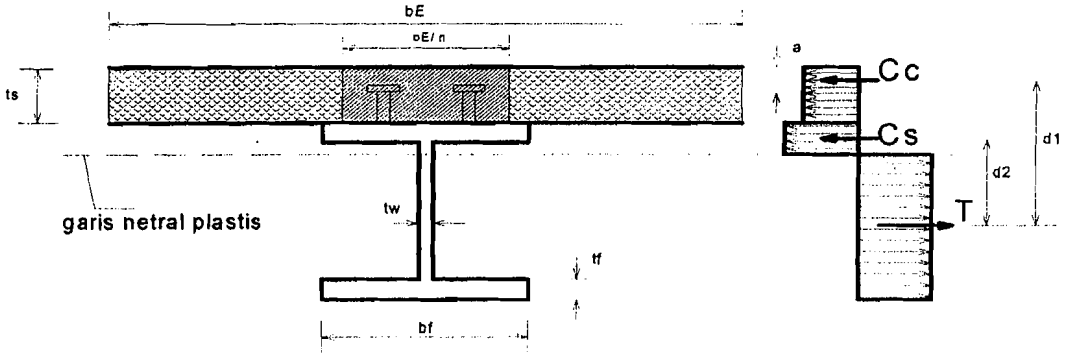


Gambar 3.14a Diagram tegangan plastis dengan gn plastis di beton

$$M_n = C.d_1 = T.d_1 \qquad (3.12\text{-}24)$$

$$\phi_b M_n \geq M_u \qquad (3.12\text{-}25)$$

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



Gambar 3. 14b Diagram tegangan plastis dengan garis netral plastis di baja

$$M_n = Cc.d_1 + Cs.d_2 \qquad (3.12\text{-}26)$$

Cek dengan persamaan (3.12-25) yaitu $\phi_b M_n \geq M_u$

3.12.4 Kontrol Terhadap Lendutan

Balok Komposit yang telah didesain harus dikontrol besarnya lendutan yang terjadi dengan persamaan (3.12-27)

Beban pada balok

$$Q = Q_D + Q_L \qquad (3.12\text{-}27)$$

$$\delta_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{Q.L^4}{E_s.I_{Komp}} \qquad (3.12\text{-}28)$$

$$\delta_{max} < \frac{L}{360} \qquad (3.12\text{-}29)$$

3.12.5 Perencanaan Konektor Geser

Untuk menjamin kinerja penampang komposit menjadi sangat efektif, maka di antara profil baja dan beton (pelat) dipasang baut penghubung atau biasa disebut *shear conector*.

Gaya geser horizontal yang terjadi antara beton dan baja (V_n) merupakan nilai terkecil dari persamaan (3.12-30a) dan (3.12-30b)

$$Vn = 0{,}85.f_c'.A_c \qquad (3.12\text{-}30a)$$

$$Vn = A_s.f_y \qquad (3.12\text{-}30b)$$

dengan $A_c = b_E$. ts

A_c = Luas beton efektif

b_E = lebar efektif

ts = tebal beton

A_s = Luas baja

Kuat nominal satu penghubung geser jenis paku yang ditanam di dalam pelat beton massif adalah:

$$Q_n = 0{,}5.A_{sc}.\sqrt{f_c'.E_c} \leq A_{sc}.f_u \qquad (3.12\text{-}31)$$

dengan A_{sc} = Luas baut *shear conector*

f_u = kekuatan baut

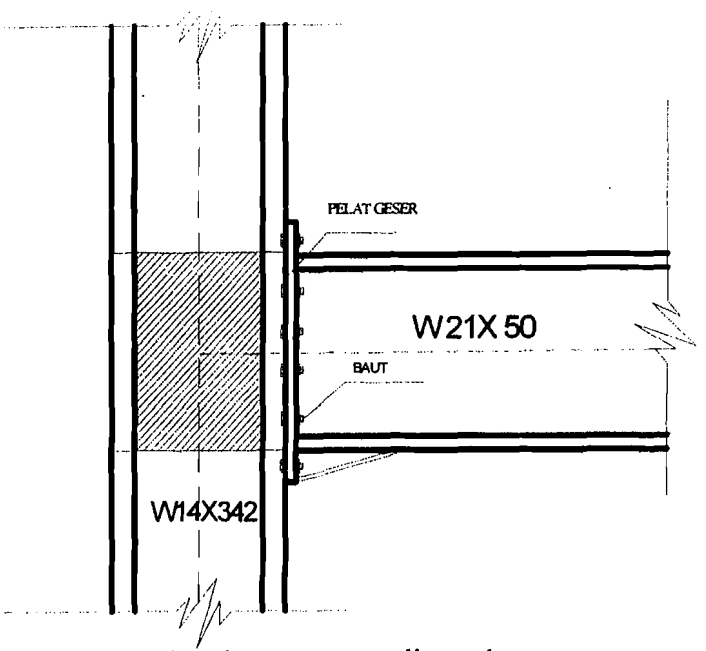
E_c = Modulus elastisitas beton

Jumlah stud geser yang dibutuhkan:

$$n = \frac{V_n}{Q_n} \qquad (3.12\text{-}32)$$

pengecekan kapasitas geser balok anak dapat dicari dengan persamaan (3.9-5) sampai (3.9-8).

3.13 Perencanaan Sambungan



Gambar 3.15 Sambungan yang digunakan

3.13.1 Sambungan Balok – Kolom

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 :

$$T_u = \frac{M_f}{0{,}95d} \qquad (3.13\text{-}1)$$

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

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 :

$$\phi R_n = \phi \,.\, 2{,}4 \,.\, F_u \,.\, d_b \,.\, t \geq V_f \qquad (3.13\text{-}2)$$

dimana ϕ = koefisien reduksi yang diambil sebesar 0,75

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

$$\phi R_n \geq T_u \qquad (3.13\text{-}3)$$

dimana ϕ = koefisien reduksi yang diambil sebesar 0.75

R_n = kuat nominal penyambung yang nilainya tergantung pada kondisi,

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

$$R_n = 0{,}6.F_y.\, A_{vg} + F_u.\, A_{nt} \qquad (3.13\text{-}4a)$$

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

$$R_n = 0{,}6 \cdot F_u \cdot A_{ns} + F_y \cdot A_{tg} \qquad (3.13\text{-}4b)$$

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 :

$$\phi R_n = \phi \cdot (0{,}6 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b \qquad (3.13\text{-}5)$$

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 desain 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 :

$$\phi R_n = \phi \cdot (0{,}6 \cdot F_y) \cdot A_g \geq V_f \qquad (3.13\text{-}6)$$

dimana ϕ = koefisien reduksi yang nilainya 0,9

Geser fraktur pada plat :

$$\phi R_n = \phi \cdot (0{,}6 \cdot F_u) \cdot A_n \qquad (3.13\text{-}7)$$

dimana ϕ = koefisien reduksi sebesar 0,75

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

$$\phi R_{nw} = \phi.(0{,}6 \;.\; F_{Exx}).t_e \qquad (3.13\text{-}8a)$$

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

$$\phi R_{nw} = \phi.(0{,}6 \;.\; F_u).t_{pl} \qquad (3.13\text{-}8b)$$

dimana F_{Exx} = kekuatan tarik elektroda las

t_e = dimensi leher efektif

t = tebal material dasar sepanjang las

3.14 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,

$$P_{bf} = 1{,}8 \;.\; b_{fb} \;.\; t_{fb} \;.\; F_{yb} \qquad (3.14\text{-}1)$$

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

$$\phi R_n = \phi \;.\; 6{,}25 \;.\; t_{fc}^2 \;.\; F_{yc} \qquad (3.14\text{-}2a)$$

2. Pelelehan badan lokal

$$\phi R_n = \phi.(5k + t_{fb}).F_{yc}.t_{wc} \qquad (3.14\text{-}2b)$$

3. Pelipatan pelat badan

$$\phi R_n = \phi.135.t_{wc}^2.\left[1+3\left(\frac{t_{fb}}{d_c}\right)\left(\frac{t_{wc}}{t_{fc}}\right)^{1,5}\right]\sqrt{\frac{F_{yc}.t_{fc}}{t_{wc}}} \qquad (3.14\text{-}2c)$$

4. Tekuk tekan pelat badan

$$\phi R_n = \frac{\phi.4100.t_{wc}{}^3\sqrt{F_{yc}}}{d_c} \qquad (3.14\text{-}2d)$$

dengan d_c = lebar badan kolom

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

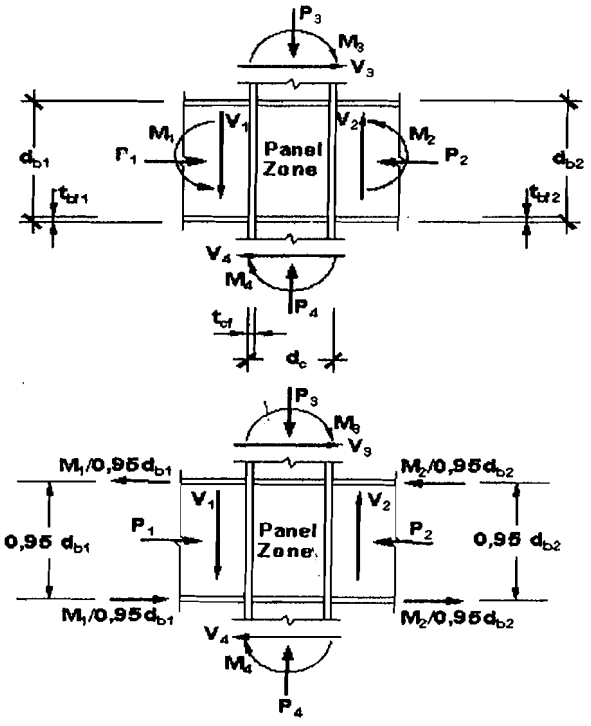
t_{fc} = tebal sayap kolom

t_{fb} = tebal sayap balok

t_{wc} = tebal badan kolom

b_{fb} = lebar sayap balok

b. Perencanan daerah geser



Gambar 3.16 Gaya Pada *Panel Zone*

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FAKULTAS TEKNIK SIPIL YOGYAKARTA

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

$$V_u = \frac{M_1}{0{,}95d_{b1}} + \frac{M_2}{0{,}95d_{b2}} - V_c \qquad (3.14\text{-}3)$$

dimana V_c = gaya geser yang terjadi pada kolom

$$V_c = \frac{M_1\left(\frac{L_1}{L_{n1}}\right) + M_2\left(\frac{L_2}{L_{n2}}\right)}{h} \qquad (3.14\text{-}4)$$

Apabila hanya ada satu balok pada sayap kolom, maka persamaan (3.14-3) direduksi menjadi,

$$V_{up} = \frac{M_1}{0{,}95d_{b1}} - V_c \qquad (3.14\text{-}5)$$

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 $P_u \leq 0{,}75\ P_y$

$$\phi R_v = \phi\ 0{,}6.F_y.d_c.t_w.\left(1 + \frac{3.b_{cf}.t_{cf}^2}{d_b.d_c.t_w}\right) \qquad (3.14\text{-}5a)$$

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

$$\phi R_v = \phi 0{,}6.F_y.d_c.t_w.\left(1 + \frac{3.b_{cf}.t_{cf}^2}{d_b.d_c.t_w}\right)\left(1{,}9 - \frac{1{,}2.P_u}{P_y}\right) \qquad (3.14\text{-}5b)$$

dengan P_u = Gaya aksial kolom pada join yang bersangkutan

$$P_y = A\ .\ F_y \qquad (3.14\text{-}6)$$

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:

$$t_z = \frac{(d_z + w_z)}{90} \qquad (3.14\text{-}7)$$

dimana t_z = tebal minimum *double plate*

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

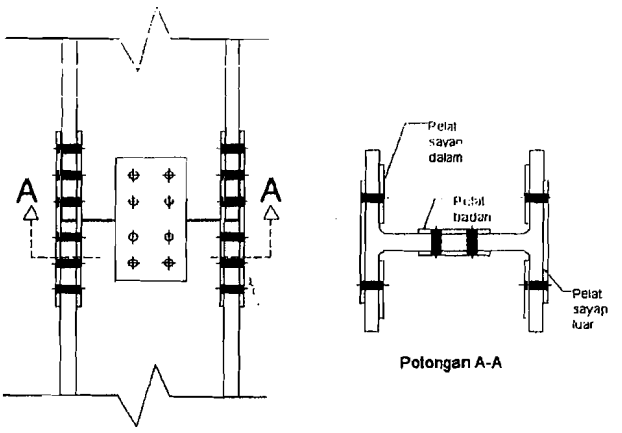
w_z = lebar panel zone di antara sayap kolom.

3.15 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 (3.13-1) sampai dengan (3.13-8).

3.16 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 3.17 Sambungan Kolom

Sambungan sayap merupakan sambungan yang berada pada sayap kolom. Gaya pada sayap kolom diperoleh melalui persamaan (3.16-1)

$$T_{uf} = \frac{Mu,k}{0{,}95d} \tag{3.16-1}$$

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).

$$n = \frac{T_{uf}}{\phi R_n} \tag{3.16-2}$$

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).

$$A_g = \frac{T_{uf}}{2.0{,}9.F_y} \tag{3.16-3}$$

$$t_{min} = \frac{A_g}{lebar\ \ pelat} \tag{3.16-4}$$

Kemudian kontrol kekuatan pelat sambung dengan persamaan (3.16-5).

$$\phi Rn = \phi \, . \, F_u \, . \, A_{nt} \qquad (3.16\text{-}5)$$

Kuat tumpu pelat sambung dapat digunakan persamaan (3.13-3).

Sambungan badan merupakan sambungan yang berada pada badan kolom. Gaya pada badan kolom diperoleh melalui persamaan (3.16-6).

$$P_{uw} = \frac{Pu,k.A_w}{A} \qquad (3.16\text{-}6)$$

Disain jumlah baut dan pelat sambung sama dengan sambungan pada sayap, sehingga persamaan (3.16-2) sampai (3.16-4) dapat digunakan.

3.17 Perencanaan Sambungan Antara Balok Dengan Profil Miring Pada Tangga

Distribusi gaya pada profil miring berdasarkan luas sayap dan badan dapat dihitung menurut persamaan (3.17-1) dan (3.17-2).

Gaya pada sayap,

$$P_{uf} = \frac{P_u.(b_f.t_f)}{A} \qquad (3.17\text{-}1)$$

Gaya pada badan,

$$P_{uw} = P_u - 2P_{uf} \qquad (3.17\text{-}2)$$

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 (3.17-3).

$$n_{min} = \frac{P_{uf}}{\phi R_n} \qquad (3.17\text{-}3)$$

Kuat tumpu sayap profil miring pada tangga dapat dihitung dengan persamaan (3.14-2).

2). Disain pelat sambung

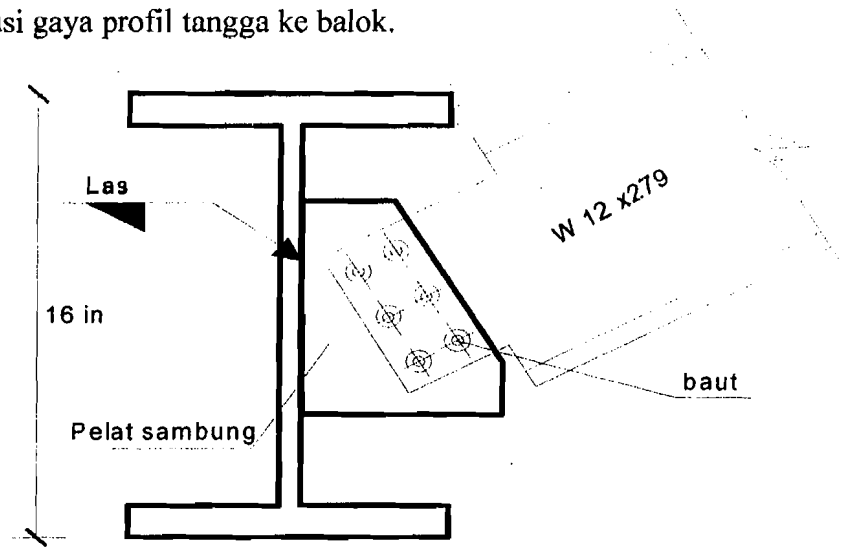
Kuat tumpu rencana tiap lubang baut dihitung dengan persamaan (3.14-2).

Pengecekan geser blok akibat transfer gaya dari badan dan gaya total dicari dengan persamaan (3.14-4a) atau (3.14-4b).

Kontrol kuat tarik leleh pada daerah pertemuan *brace* dengan pelat sambung dapat dicari menurut persamaan (3.17-4)

$$\phi R_n = \phi \, . \, F_y \, . \, A_w \qquad (3.17\text{-}4)$$

3). Distribusi gaya profil tangga ke balok.



Gambar 3.18 Rencana Sambungan Antar Balok Induk - Profil miring Tangga

Kalkulasi gaya pada pelat sambung dapat dicari dengan persamaan (3.17-5) sampai (3.17-9).

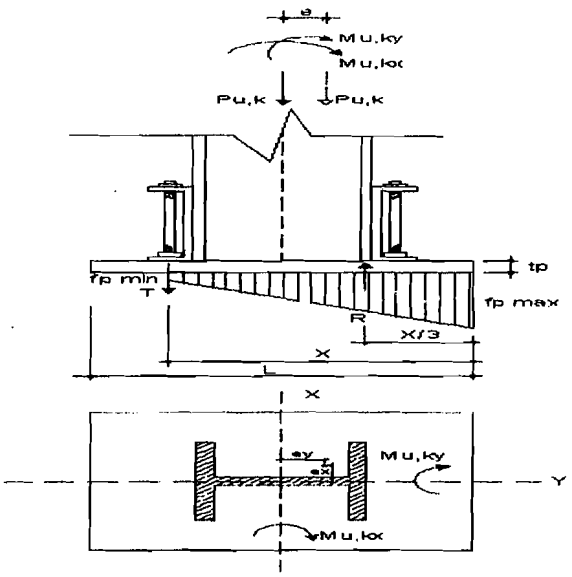
$$r = \sqrt{(\alpha + e_c)^2 + (\beta + e_b)^2} \tag{3.17-5}$$

Distribusi gaya pada sambungan pelat-ke-balok

$$H_{ub} = \frac{\alpha}{r} P_u \tag{3.17-6}$$

$$V_{ub} = \frac{e_b}{r} P_u \tag{3.17-7}$$

3.18 Perencanaan Pelat Dasar Kolom



Gambar 3.19 Analisis pelat dasar kolom

Eksentrisitas akibat momen :

$$e_y = \frac{Mu, k_x}{Pu, k} \tag{3.18-1}$$

$$e_x = \frac{Mu.k_y}{Pu,k} \qquad (3.18\text{-}2)$$

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 :

$$P_{u,k}\left(e_y - {}^{d_c}\!/_2 + {}^{t_f}\!/_2\right) + P_{u,k}.e_x = T\left(d_c + {}^{100}\!/_2 - {}^{t_f}\!/_2\right) \qquad (3.18\text{-}3)$$

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 :

$$P_{u,k}\left({}^{d_c}\!/_2 + {}^{100}\!/_2 + e_y\right) + P_{u,k}.e_x = R\left(d_c - {}^{t_f}\!/_2 + {}^{100}\!/_2\right) \qquad (3.18\text{-}4)$$

Cek kapasitas sayap kolom

$$\phi\ (½\ F_p\ .\ X\ .\ B) = Pu \qquad (3.18\text{-}5)$$

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

$$m = \frac{N - 0{,}95.d_f}{2} \qquad (3.18\text{-}6)$$

$$n = \frac{B - 0{,}80.b_f}{2} \qquad (3.18\text{-}7)$$

cek kapasitas penumpu (pedestal)

$$\phi P_p \geq P_u \qquad (3.18\text{-}8)$$

$$\phi P_p = \phi_e\ .\ F_p\ .\ A \qquad (3.18\text{-}9)$$

Tegangan pada ujung pelat,

$$fp = \frac{Pu}{B.L} \pm \frac{Mu,kx}{1/6.BL^2} \pm \frac{Mu,ky}{1/6.B^2L} \leq F_p \qquad (3.18\text{-}10)$$

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 :

$$t_p = \sqrt{\frac{4.M_u}{0{,}9.B.F_y}} \qquad (3.18\text{-}11)$$

Gaya tarik pada angkur

$$T = \frac{Mu,k}{d} \qquad (3.18\text{-}12)$$

Jumlah angkur minimum yang diperlukan :

$$n = \frac{T}{\phi T_n} \qquad (3.18\text{-}13)$$

Dengan ϕT_n adalah kapasitas tarik satu angkur.

BAB IV

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu urutan atau tata cara pelaksanaaan penelitian yang diuraikan menurut suatu tahapan yang sistematis.

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi obyek penelitian direncanakan berada pada daerah gempa III, yang terletak diatas lapis tanah keras (SNI 03 – 1726 -2002).

4.2 Pengumpulan Data

Data – data yang diperlukan dalam tugas akhir ini meliputi data struktur dan beban gempa. Data struktur diperoleh dari pemodelan pada program bantu analisis struktur, suatu struktur portal baja tahan gempa dengan penambahan pengaku (tangga), dan struktur portal baja tahan gempa tanpa menggunakan tangga. Beban gempa dihitung berdasarkan metode statik ekuivalen.

4.3 Model Struktur

Model struktur yang dipakai yaitu struktur baja dengan kriteria perencanaan sebagai berikut :

a. Profil baja meliputi tegangan leleh ijin Fy = 2,4822 x 10^7 kg/m² (36 Ksi) dan Modulus Elastis (Es) = 29000 Ksi

b. Beton yang digunakan memiliki kuat desak ijin fc' = 2,5 x 10^6 kg/m² (25 Mpa) dan Modulus Elastis (Ec) = 1750 $\sqrt{Fc`}$.

c. Berat volume beton diasumsikan berkisar 2400 kg/m^3 (2,4 T/m^3).

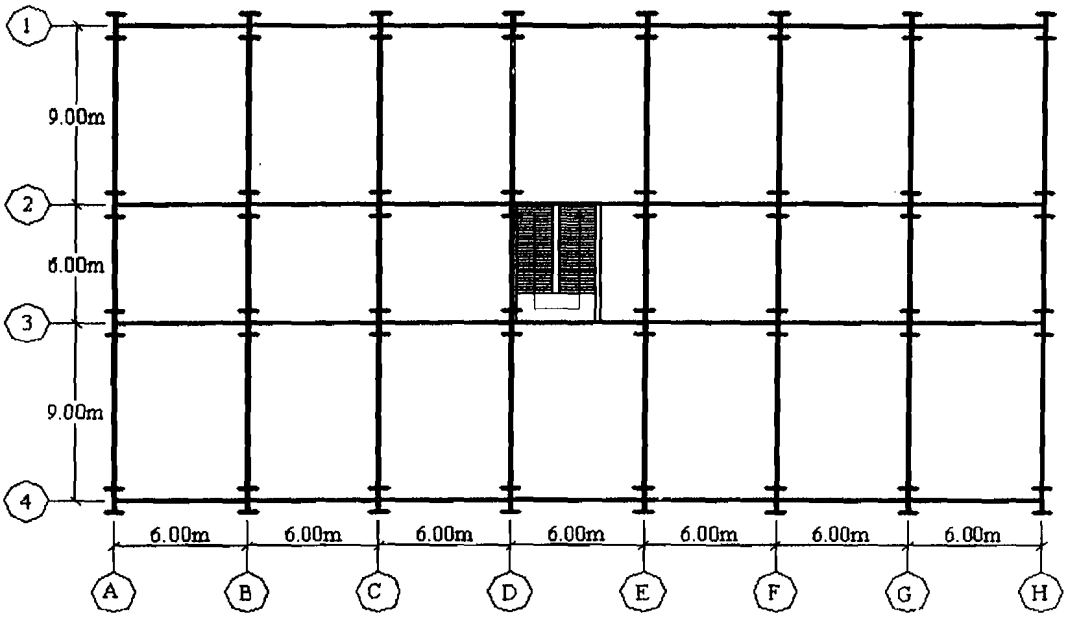
d. Gedung direncanakan untuk perkantoran dengan beban merata hidupnya 250 kg/m².

e. Pembebanan struktur menggunakan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1987.

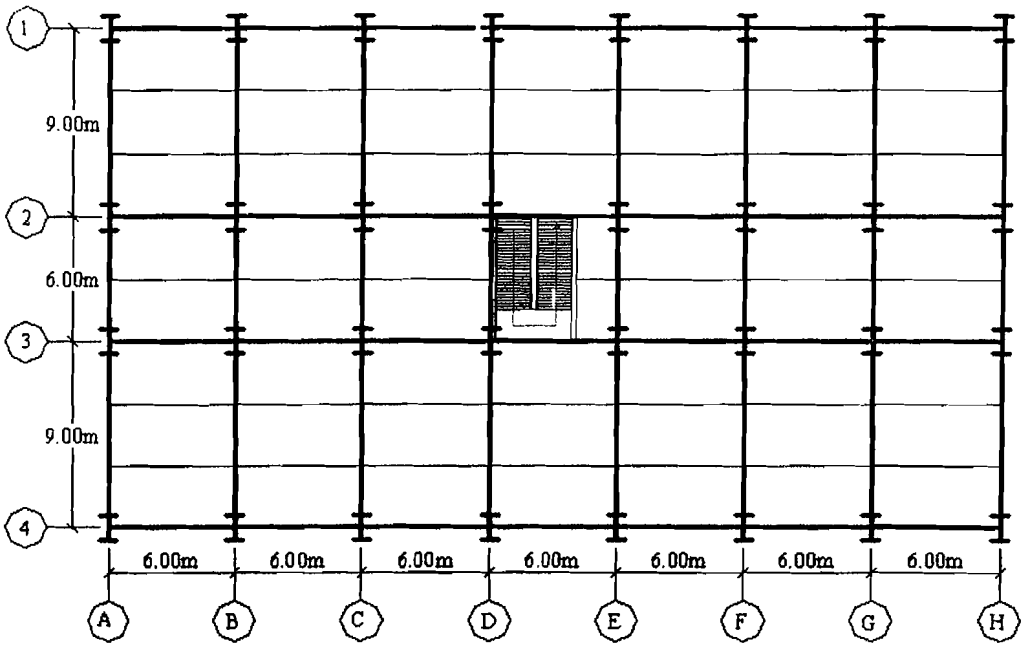
f. Tinggi kolom pada lantai satu sampai dengan plat atas masing – masing memiliki ketinggian 3,75 m.

g. Panjang bentang balok bervariasi yaitu 9 m dan 6m.

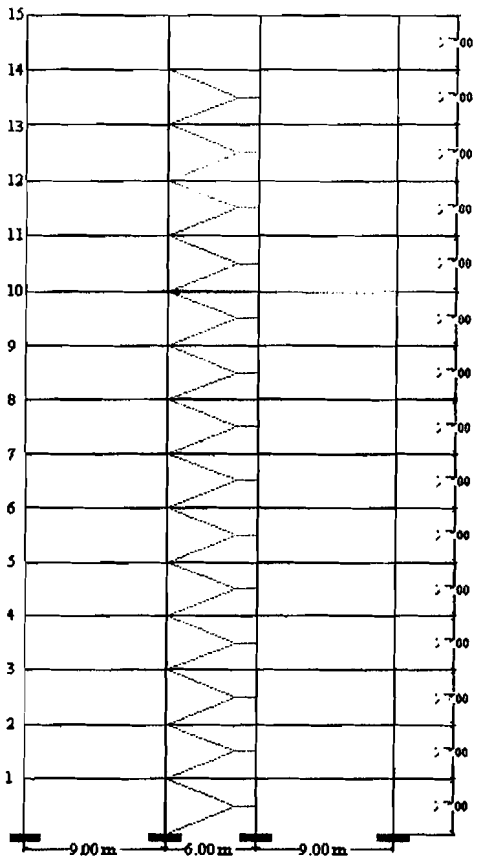
h. Variasi bentuk pemasangan pengaku adalah portal baja terbuka (*open frame*) dan portal baja dengan pengaku (menggunakan tangga sebagai pengaku). Penempatan pengaku sesuai dengan denah.



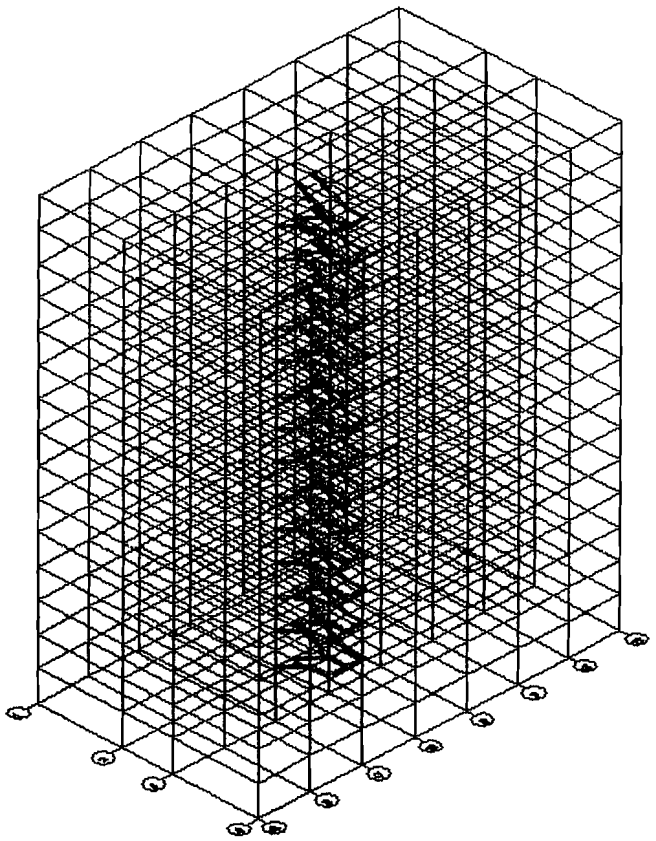
Gambar Denah 4.1 Balok dan Kolom Satu Tangga



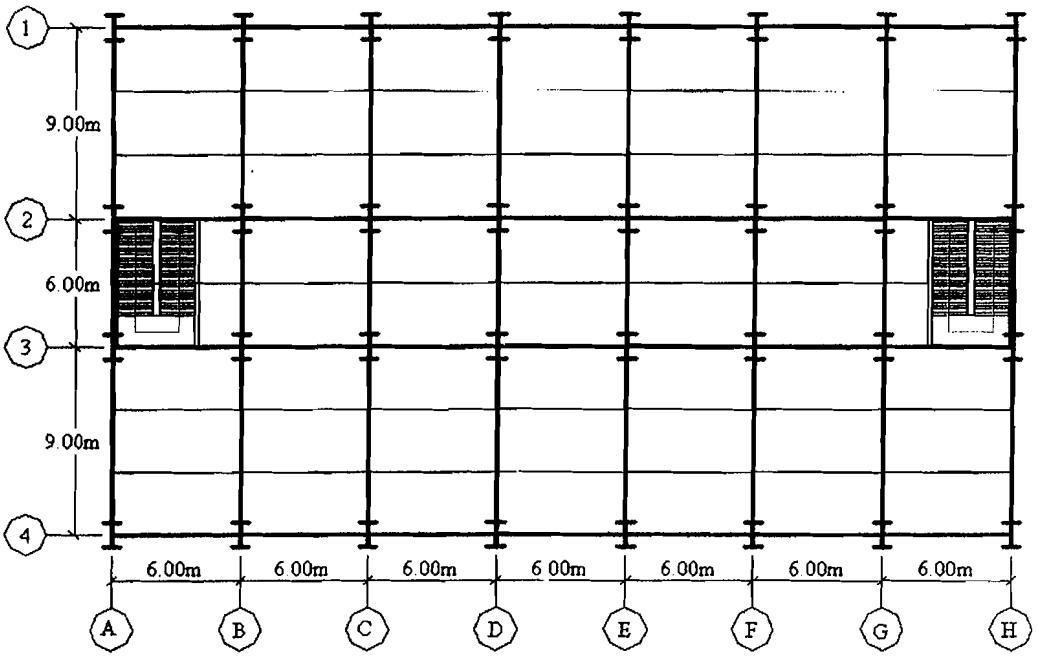
Gambar Denah 4.2 Balok Induk, Balok Anak dan Kolom Satu Tangga



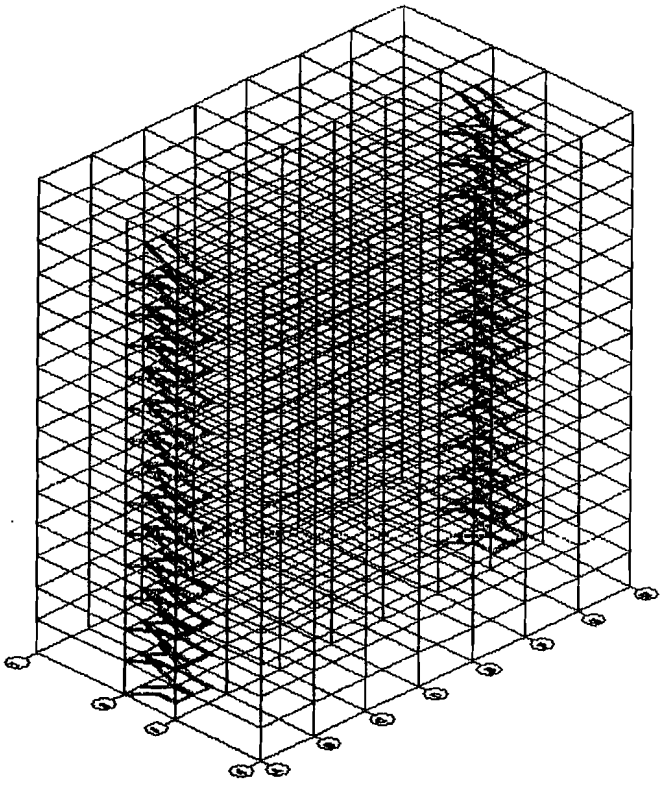
Gambar 4.3 Potongan Portal D



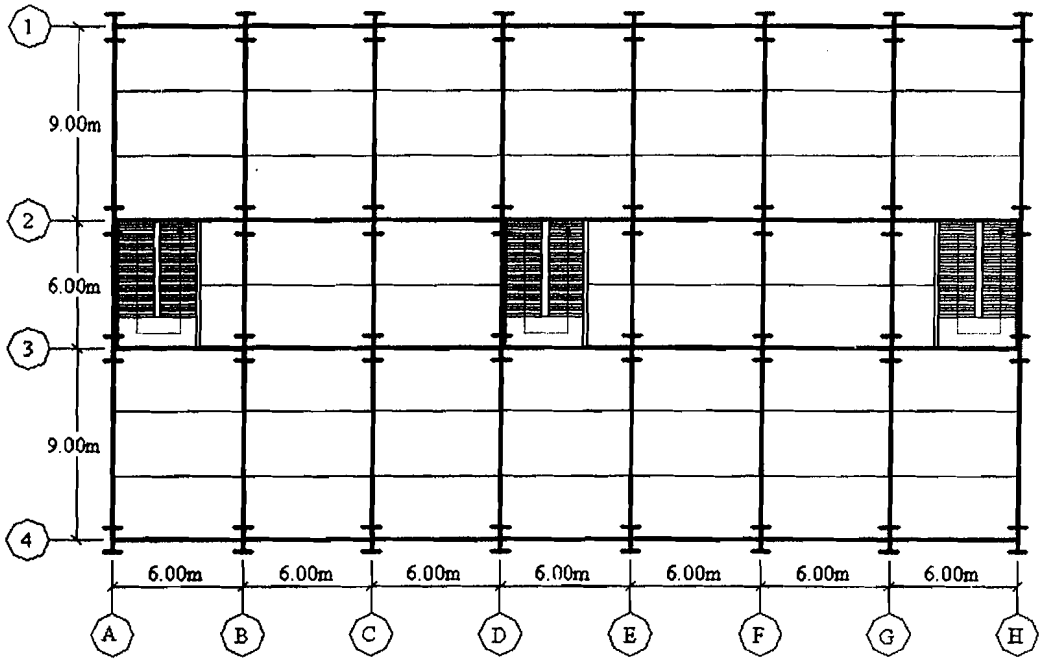
Gambar 4.4 Model 3-D Struktur *1 Tangga*



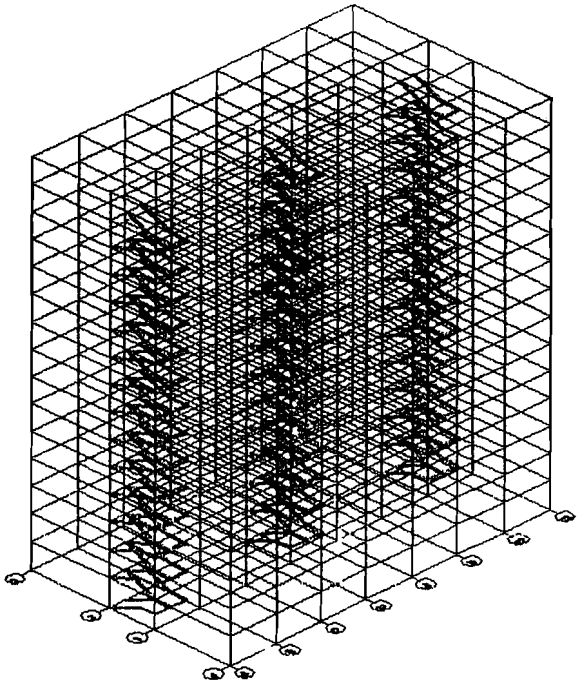
Gambar Denah 4.5 Balok Induk, Balok Anak dan Kolom Dua Tangga



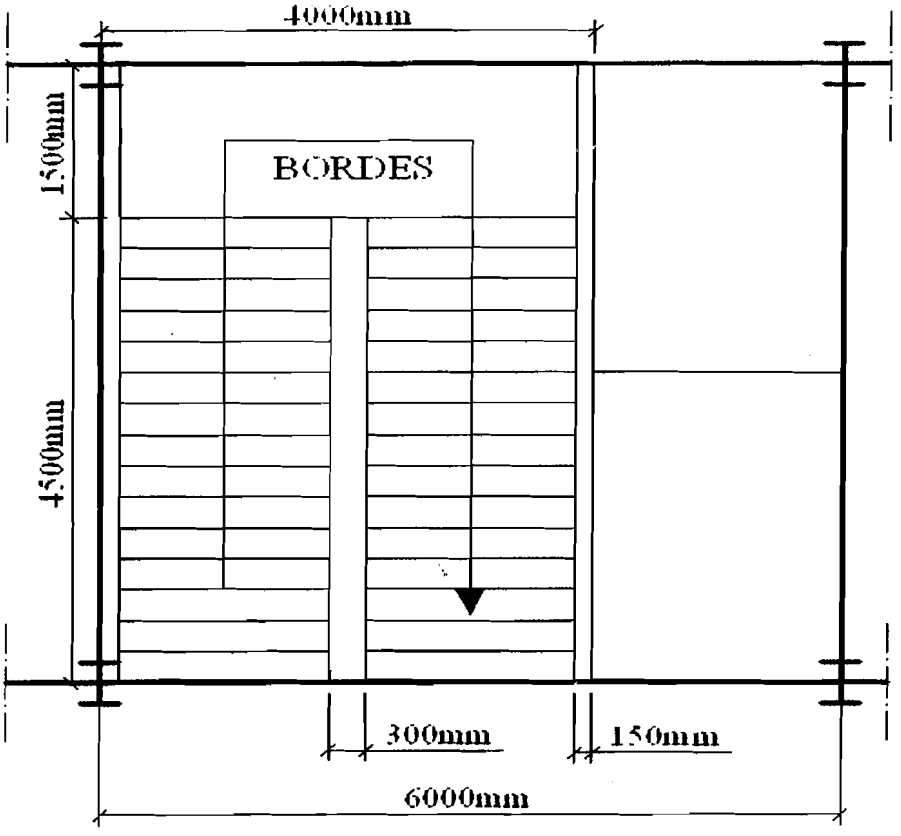
Gambar 4.6 Model 3-D Struktur *2 Tangga*



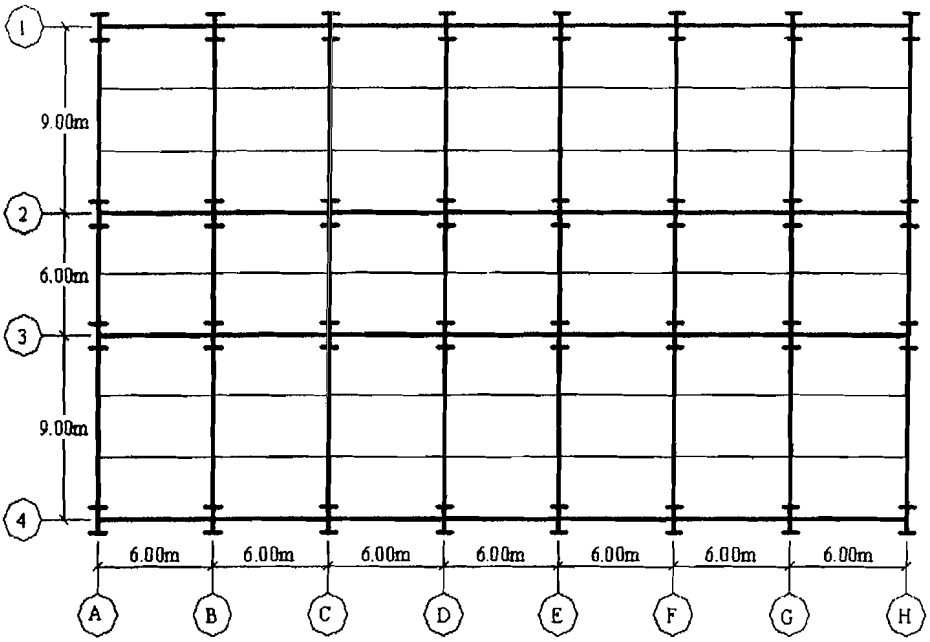
Gambar Denah 4.7 Balok Induk, Balok Anak dan Kolom Tiga Tangga



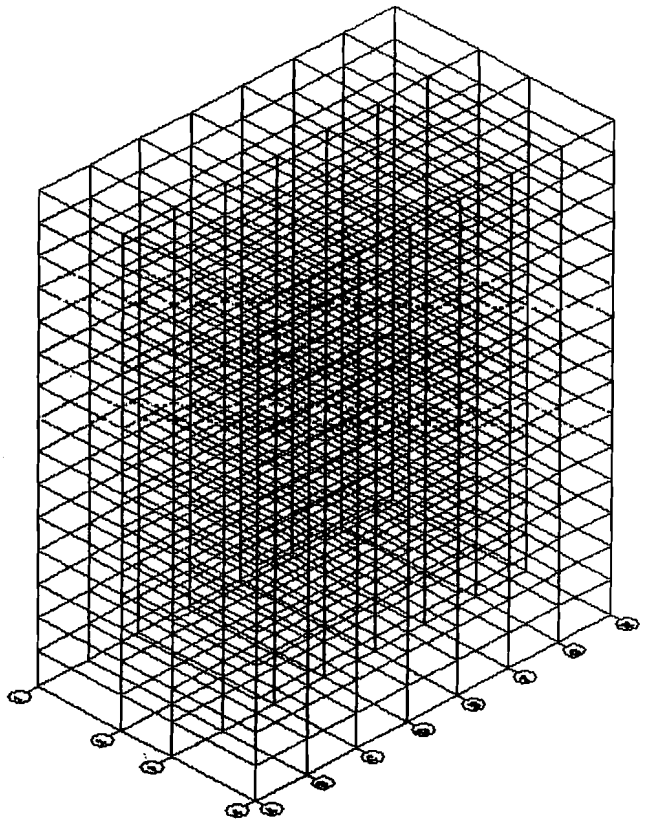
Gambar 4.8 Model 3-D Struktur *3 Tangga*



Gambar 4.9 Rencana Tangga



Gambar Denah 4.10 Balok Induk, Balok Anak dan Kolom Tanpa Tangga



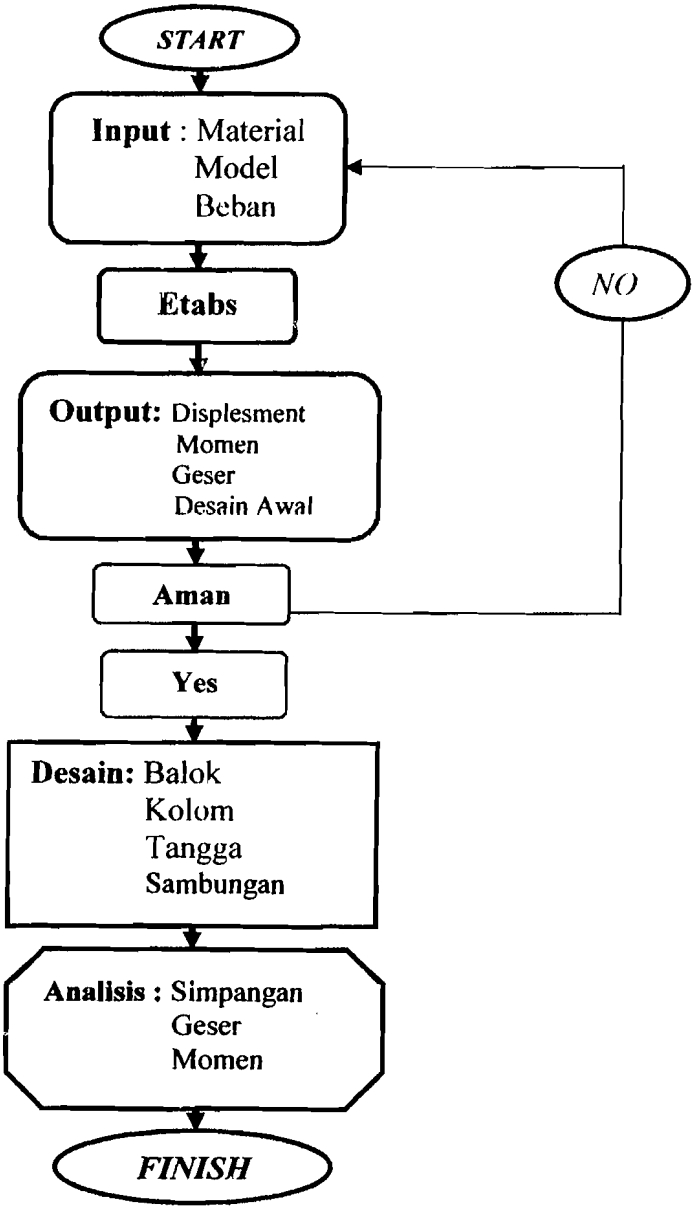
Gambar 4.11 Model 3-D Struktur Tanpa Tangga

4.4 Data Beban Gempa

Beban gempa yang akan digunakan dalam analisis dinamika pada penelitian ini adalah beban gempa berupa spektrum respon , seperti yang terdapat pada SNI 03 – 1726 – 2002 untuk zona wilayah gempa III dengan asumsi tanah pendukung termasuk tanah keras.

4.5 Tahapan Analisis

Pengolahan data dilakukan dengan langkah-langkah sesuai gambar 4.12 dan analisis menggunakan Etabs dengan pendekatan 3D.

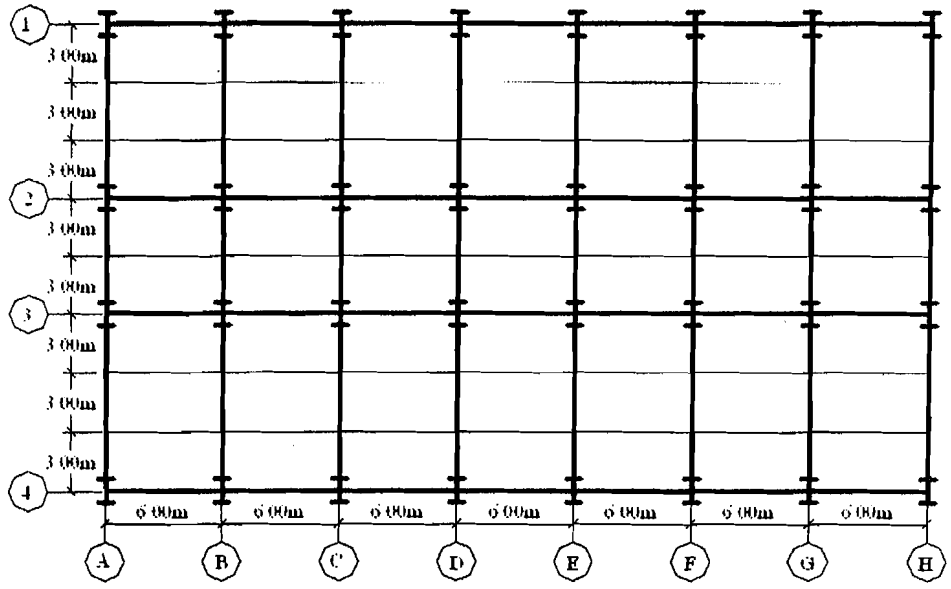


BAB V

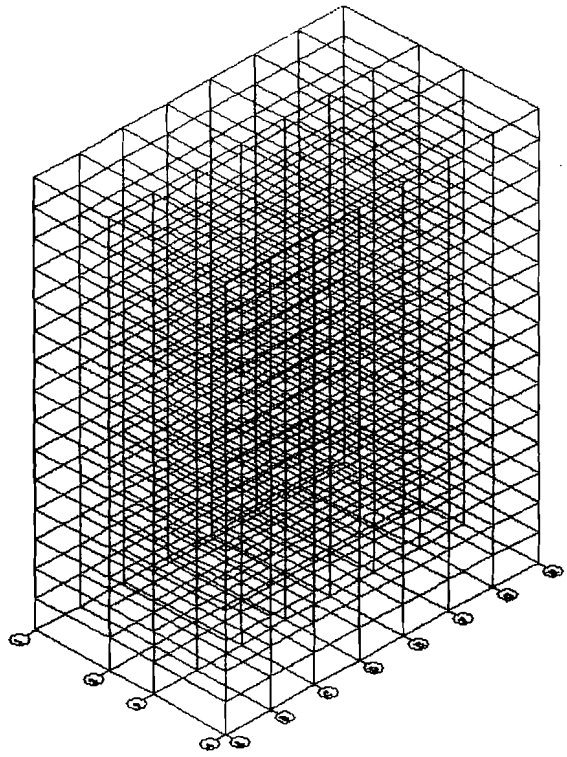
ANALISIS DAN DESAIN STRUKTUR PORTAL 3 DIMENSI

5.1 Umum

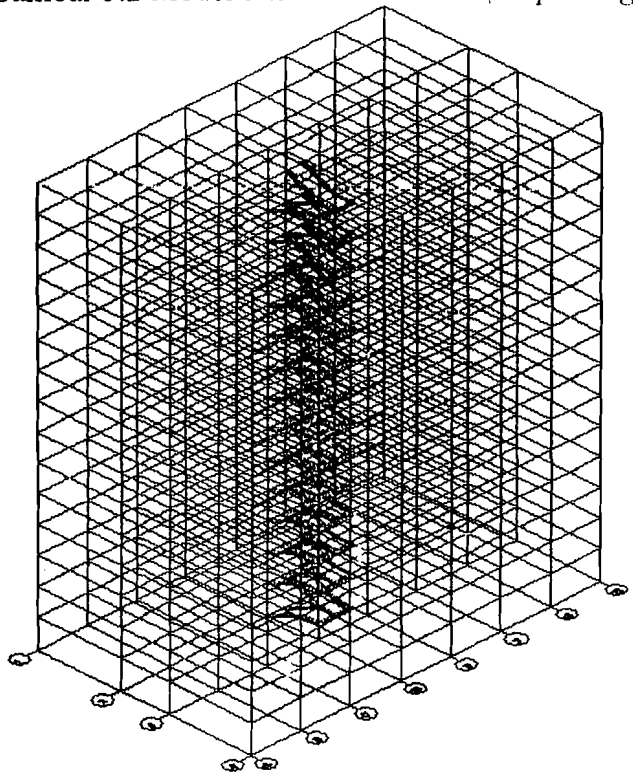
Penelitian tugas akhir ini merupakan studi literalur mengenahi suatu struktur portal baja dalam menerima beban lateral yang berupa beban gempa. Analisis struktur untuk tahap pendisainan ini menggunakan model 3-D dengan variasi tingkat sebanyak 15 tingkat.. Model disain yang digunakan adalah mefungsikan dengan adanya tangga sebagai Rangka pengaku meliputi satu tangga, dua tangga, tiga tangga dengan baja untuk *braced steel frame (BSF)* dan tanpa tangga baja untuk *unbraced steel frame (USF)*. Dasar pendisainan menggunakan AISC-LRFD *(American Institut Steel Design-Load and Resistant Factor Design)* 1993.



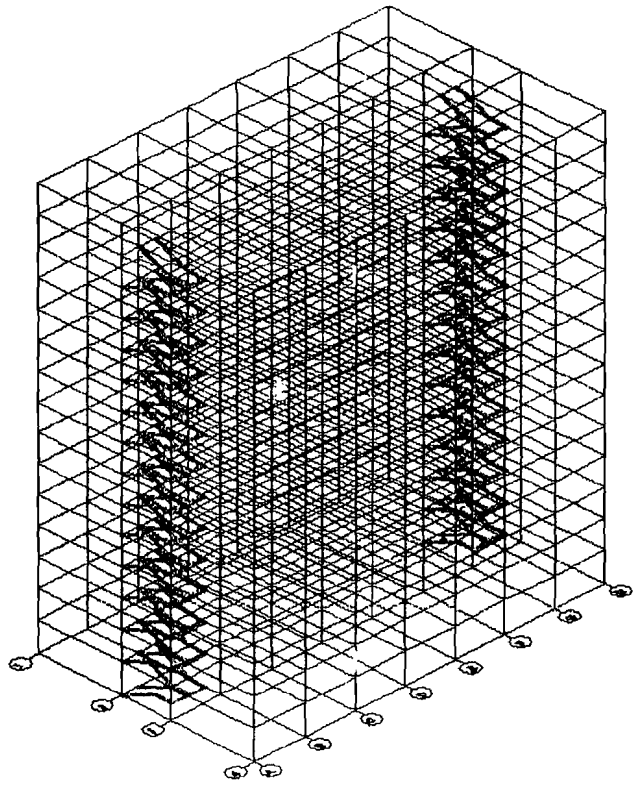
Gambar 5.1 Denah Struktur Baja 15 Lantai



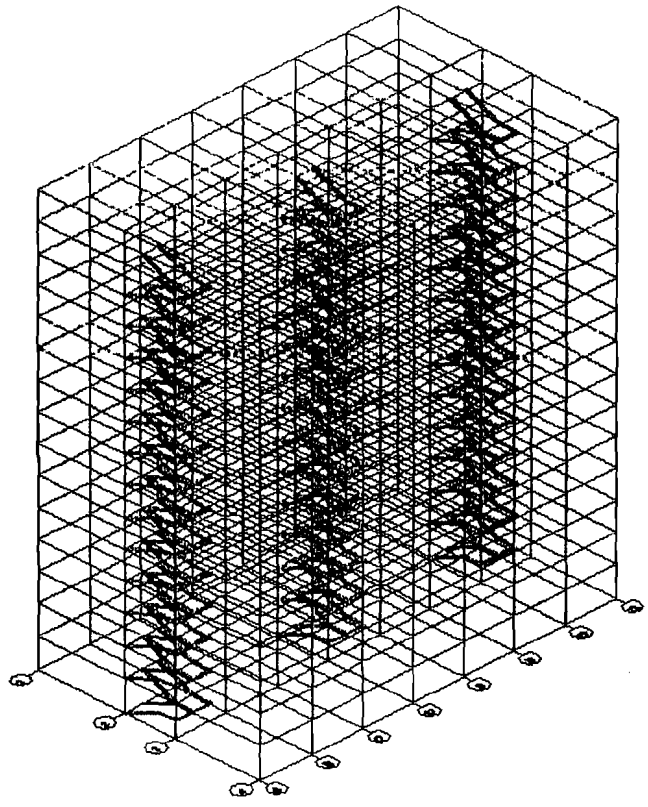
Gambar 5.2 Model 3-D Struktur *USF (tanpa tangga)*



Gambar 5.3 Model 3-D Struktur *BSF* (satu tangga)



Gambar 5.4 Model 3-D Struktur *BSF* (Dua tangga)

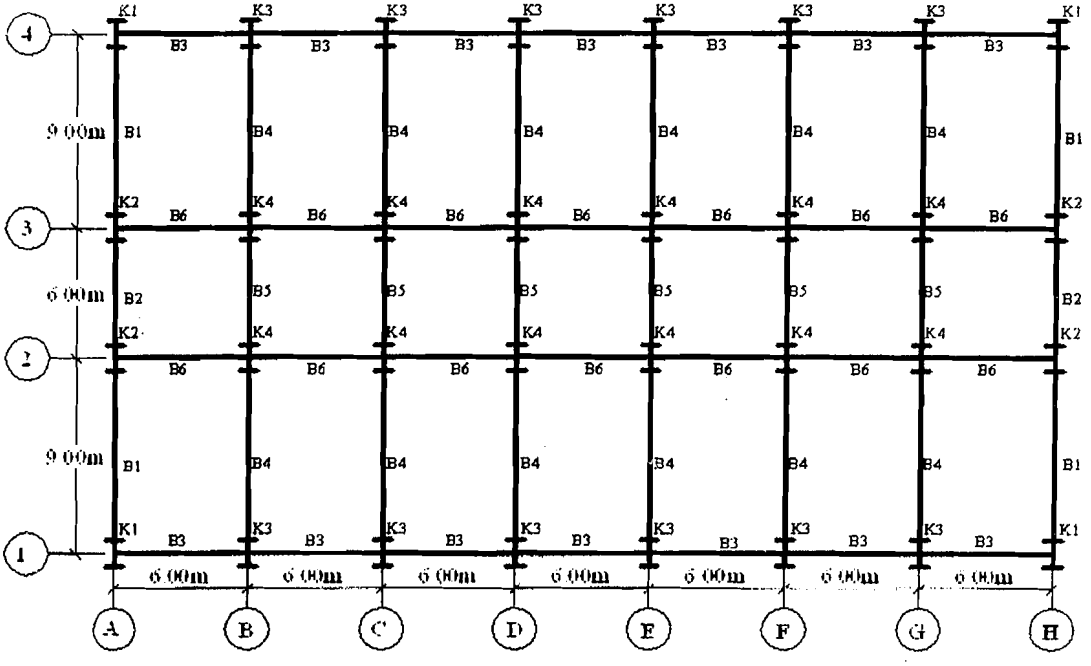


Gambar 5.5 Model 3-D Struktur *BSF* (Tiga tangga)

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. Rencana penempatan elemen struktur pada struktur portal baja BSF dan USF, denahnya dapat dilihat pada gambar 5.6.



Gambar 5.6 Denah Balok dan Kolom Struktur BSF dan USF

5.2.2 Perhitungan Beban Pada 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
	(Beban mati) =	321 Kg/m^2
b. Beban hidup	= 100	= 100 Kg/m^2

2. Pembebanan lantai

Beban yang bekerja:

a. Beban mati

Berat lantai	= 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
	(Beban mati) =	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**

$$h_{min} = \frac{0{,}8 + \frac{fy}{1500}}{36 + 9.\beta}.(l_n) = \frac{0{,}8 + \frac{300}{1500}}{36 + 9.(6000/4200)}(4200) = 85{,}96 \text{ mm.}$$

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

Tabel 5.1 Profil Rencana Balok Struktur BSF

(Satu Tangga; Dua Tangga; Tiga Tangga)

Lantai	Balok						
	B1	B2	B3	B4	B4	B5	B. anak
15	W12x26	W12x26	W12x19	W12x45	W12x26	W12x26	W12x19
14	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
13	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
12	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
11	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
10	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
9	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
8	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
7	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
6	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
5	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
4	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
3	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
2	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
1	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26

Tabel 5.2 Profil Rencana Bresing dan Kolom Struktur BSF

(Satu Tangga; Dua Tangga; Tiga Tangga)

Lantai	Tangga	Kolom			
		K1	K2	K3	K4
15		W14x109	W14x109	W14x109	W14x109
14	W12X279	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109
13	W12X279	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109
12	W12X279	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109
11	W12X279	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109
10	W12X279	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311
9	W12X279	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311
8	W12X279	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311
7	W12X279	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311
6	W12X279	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311
5	W12X279	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342
4	W12X279	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342
3	W12X279	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342
2	W12X279	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342
1	W12X279	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342

Tabel 5.3 Profil Rencana Balok Struktur USF (Tanpa Tangga)

Lantai	Balok						
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B. anak
15	W12x26	W12x26	W12x19	W12x45	W12x26	W12x26	W12x19
14	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
13	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
12	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
11	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
10	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
9	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
8	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
7	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
6	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
5	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
4	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
3	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
2	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26
1	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26

Tabel 5.4 Profil Rencana Kolom Struktur USF

Lantai	Kolom			
	K1	K2	K3	K4
15	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109
14	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109
13	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109
12	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109
11	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109
10	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311
9	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311
8	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311
7	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311
6	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311
5	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342
4	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342
3	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342
2	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342
1	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342

5.2.3 Perhitungan Beban Gempa

Perencanaan beban gempa dihitung berdasarkan pada Peraturan Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung SKSNI -1726-2002 dengan urutan perhitungan sebagai berikut:

- **Berat Total Stuktur (Wt)**

Berat total struktur diperoleh dari akumulasi perhitungan berat total elemen setiap lantai.

1.Pembebanan atap Beban yang bekerja:

a. Beban mati

Berat pelat atap = 24 . 42 . 321 = 323568 Kg

Berat balok induk = (9 . 4 . 38,66) + (6 . 22 .38,66 + 6.12.66,2 + 6.7.28,15) = 12443,6 Kg

Berat balok anak = 6 . 35 . 28,15 = 5911,5 Kg

Berat kolom = 32 . 3,75 . 161,71 = 19405,2 Kg

b. Beban hidup = 0,3 . 24 . 42 . 100 = 30240 Kg

Berat Atap Total = **372163,08 Kg**

2.Pembebanan lantai

Beban yang bekerja:

a. Beban mati

Berat pelat lantai = 24 . 42 . 483.14 = 6816096 Kg

Berat balok induk

B1	B2	B3
14x9x4x74,29	14x6x2x38,81	14x6x14x59,63
B4	B5	B6
14x6x12x82,37	14x6x6x59,63	14x6x14x38,66

= 481405,11 Kg

Berat balok anak = 6. 35 . 38,66.14 = 113660,4Kg

Berat kolom

K1	K2
5x3,75x4x161,71	5x3,75x4x161,71
5x3,75x4x461,89	5x3,75x4x382,05
5x3,75x4x510,41	5x3,75x4x461,89
K3	K4
5x3,75x12x161,71	5x3,75x12x161,71
5x3,75x12x382,05	5x3,75x12x461,82
5x3,75x12x461,89	5x3,75x12x510,41

= 678286 Kg

Berat Dinding = 0,15 . 3,3 . 1700. 360 = 5696208 Kg

b. Beban hidup = 0,3 . 24 . 42 . 250 = 75600 Kg

Berat Lantai Total = **13861255,51Kg**

Untuk struktur berpengaku (tangga), maka berat tangga itu sendiri harus dimasukan kedalam berat total setiap struktur.

Panjang profil tangga bagian miring untuk tiap lantai (a) :

$a = \sqrt{1{,}875^2 + 4{,}5^2} = 4{,}875$ m

Berat satu tangga untuk tiap lantai :

Beban yang bekerja:

a. Beban mati

Berat pelat tangga = ((4 . 1,5)+(2x4,875x1,95))x 321 = 8029,012Kg

Berat profil tangga = (6.413,88)+(1,5.4.413,88)+(4,875x4x413,88)

= 13037,47Kg

b. Beban hidup = 0,3.((4.1,5 . 100)+(2.4,875.1,95.100))= 750,375Kg

Berat Satu Tangga Total = **21816,857 Kg**

Sehingga berat total struktur, untuk struktur BSF (Satu Tangga), BSF (Dua Tangga), BSF (Tiga Tangga), USF (Tanpa Tangga) dapat dilihat pada tabel 5.7 berikut ini:

Tabel 5.5 Berat Tiap Lantai dan Berat Total Struktur Portal Baja

Lantai	Wi (Kg)			
	*BSF (SatuTangga)_*	*BSF (Dua Tangga)_*	*BSF (TigaTangga)_*	*USF (TanpaTangga)_*
15(atap)	463310.4591	463310.4591	463310.4591	392750.46
14	1116329.505	1129366.874	1142404.244	917223.87
13	1116329.505	1129366.874	1142404.244	917223.87
12	1116329.505	1129366.874	1142404.244	917223.87
11	1116329.505	1129366.874	1142404.244	917223.87
10	1147560.371	1160597.741	1173635.111	948454.74
9	1147560.371	1160597.741	1173635.111	948454.74
8	1147560.371	1160597.741	1173635.111	948454.74
7	1147560.371	1160597.741	1173635.111	948454.74
6	1147560.371	1160597.741	1173635.111	948454.74
5	1155261.962	1168299.331	1181336.701	956156.33
4	1155261.962	1168299.331	1181336.701	956156.33
3	1155261.962	1168299.331	1181336.701	956156.33
2	1155261.962	1168299.331	1181336.701	956156.33
1	1155261.962	1168299.331	1181336.701	956156.33
W total	**16442740.14**	**16625263.32**	**16807786.5**	**13584701**

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

1. Waktu getar struktur (T)

   a. Struktur *unbraced steel frame* berdasarkan persamaan (3.6-2)

   $T = 0{,}085.H^{3/4} = 0{,}085.\ 56{,}25^{3/4} = 1{,}7458$ detik

   b. Struktur *braced steel frame*

   - Berdasarkan code Israel menurut persamaan (3.6-3)

     $T = 0{,}049.\ H^{3/4} = 0{,}049.\ 56{,}25^{3/4} = 1{,}006$ detik.

2. Koefisien gempa dasar

   Struktur berada di wilayah gempa 3 (BSF dan USF) dan di atas tanah keras.

   a. Struktur *unbraced steel frame*

      T = 1,7458 detik, maka dari grafik respon spektrum, daerah gempa 3, bangunan diatas tanah keras didapat nilai C = 0,132

   b. Struktur *braced steel frame*

      T = 1,006 detik, maka dari grafik respon spektrum, daerah gempa 3, bangunan diatas tanah keras didapat nilai C = 0.2285

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 bracing biasa) untuk struktur BSF.

4. Gaya geser dasar horizontal akibat gempa

   $V = \frac{C_1.I}{R}.W_t$ menurut (pers. 3.6-1)

   $V = \frac{0,2285.1}{6,5}.16807786,5 = 590858,34$ Kg (*dengan tangga*)

   $V = \frac{0,132.1}{8,5}.13584701 = 210962,42$ Kg (*tanpa tangga*)

5. Distribusi gaya geser dasar akibat gempa

   Karena rasio H/B = 56,25/42 =1,34 < 3 maka gaya geser dasar horizontal di sepanjang tinggi gedung didistribusikan dengan persamaan berikut.

   $$Fi = \frac{Wi.hi}{\sum Wi.hi}.(V)$$ (pers. 3.6-5)

Tabel 5.6 Distribusi Gaya Geser Dasar Horizontal Struktur BSF

(Satu Tangga)

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fx,y (Kg)
15	56.25	463310.459	26061213.3	28693.998
14	52.50	1116329.5	58607299	64527.991
13	48.75	1116329.5	54421063.4	59918.849
12	45.00	1116329.5	50234827.7	55309.706
11	41.25	1116329.5	46048592.1	50700.564
10	37.50	1147560.37	43033513.9	47380.893
9	33.75	1147560.37	38730162.5	42642.804
8	30.00	1147560.37	34426811.1	37904.715
7	26.25	1147560.37	30123459.7	33166.625
6	22.50	1147560.37	25820108.4	28428.536
5	18.75	1155261.96	21661161.8	23849.44
4	15.00	1155261.96	17328929.4	19079.552
3	11.25	1155261.96	12996697.1	14309.664
2	7.50	1155261.96	8664464.71	9539.7759
1	3.75	1155261.96	4332232.36	4769.888
		Σ =	**472490536**	**520223**

Tabel 5.7 Distribusi Gaya Geser Dasar Horizontal Struktur BSF

(DuaTangga)

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fx,y (Kg)
15	56.25	463310.459	26061213.3	28700.693
14	52.50	1129366.87	59291760.9	65296.83
13	48.75	1129366.87	55056635.1	60632.77
12	45.00	1129366.87	50821509.3	55968.711
11	41.25	1129366.87	46586383.6	51304.652
10	37.50	1160597.74	43522415.3	47930.365
9	33.75	1160597.74	39170173.8	43137.329
8	30.00	1160597.74	34817932.2	38344.292
7	26.25	1160597.74	30465690.7	33551.256
6	22.50	1160597.74	26113449.2	28758.219
5	18.75	1168299.33	21905612.5	24124.213
4	15.00	1168299.33	17524490	19299.37
3	11.25	1168299.33	13143367.5	14474.528
2	7.50	1168299.33	8762244.99	9649.6851
1	3.75	1168299.33	4381122.49	4824.8425
		Σ =	**477624001**	**525997.75**

Tabel 5.8 Distribusi Gaya Geser Dasar Horizontal Struktur BSF

(Tiga Tangga)

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fx,y (Kg)
15	56.25	463310.459	26061213.3	28707.245
14	52.50	1142404.24	59976222.8	66065.693
13	48.75	1142404.24	55692206.9	61346.715
12	45.00	1142404.24	51408191	56627.737
11	41.25	1142404.24	47124175.1	51908.759
10	37.50	1173635.11	44011316.7	48479.847
9	33.75	1173635.11	39610185	43631.863
8	30.00	1173635.11	35209053.3	38783.878
7	26.25	1173635.11	30807921.7	33935.893
6	22.50	1173635.11	26406790	29087.908
5	18.75	1181336.7	22150063.1	24398.99
4	15.00	1181336.7	17720050.5	19519.192
3	11.25	1181336.7	13290037.9	14639.394
2	7.50	1181336.7	8860025.26	9759.596
1	3.75	1181336.7	4430012.63	4879.798
		Σ =	**482757465**	**531772.51**

Tabel 5.9 Distribusi Gaya Geser Dasar Horizontal Struktur USF

(Tanpa Tangga)

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fx,y (Kg)
15	56.25	392750.46	22092213	10751.882
14	52.50	917223.87	48154253	23435.808
13	48.75	917223.87	44714664	21761.822
12	45.00	917223.87	41275074	20087.835
11	41.25	917223.87	37835485	18413.849
10	37.50	948454.74	35567053	17309.844
9	33.75	948454.74	32010347	15578.86
8	30.00	948454.74	28453642	13847.875
7	26.25	948454.74	24896937	12116.891
6	22.50	948454.74	21340232	10385.906
5	18.75	956156.33	17927931	8725.2013
4	15.00	956156.33	14342345	6980.161
3	11.25	956156.33	10756759	5235.1208
2	7.50	956156.33	7171172.5	3490.0805
1	3.75	956156.33	3585586.2	1745.0403
		Σ =	**390123693**	**189866.18**

5.2.5 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:

$M_{u,b} = 1{,}2M_D + 1{,}6M_L$ (pers. 3.3-1b)

$M_{u,b} = 1{,}2M_D + 0{,}5M_L \pm M_E$ (pers. 3.3-1c)

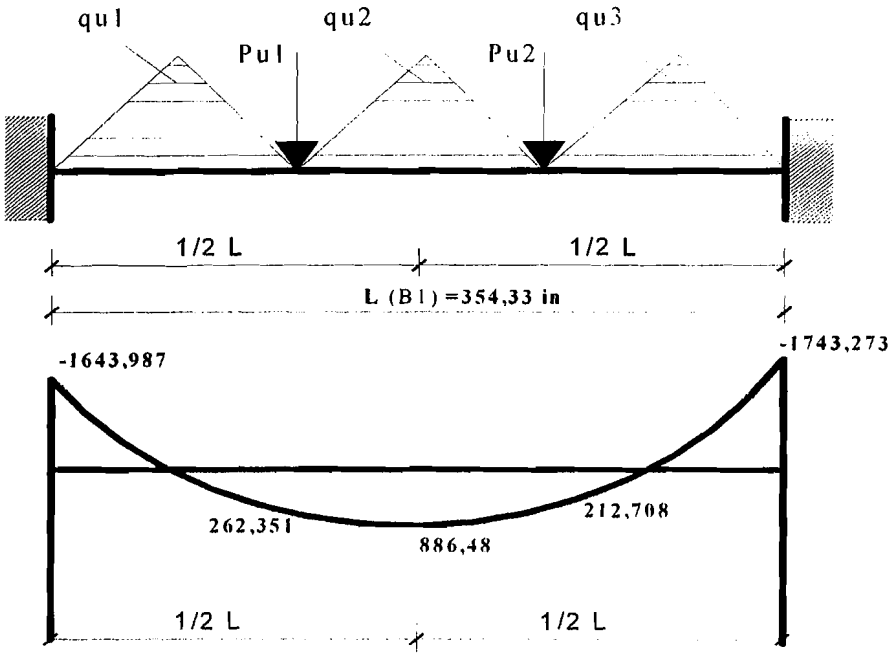
Perhitungan momen lentur rencana balok disajikan secara lengkap dalam tabel pada lampiran B-1 (USF) dan B-2 (BSF).

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 tiga tangga diambil contoh hitungan untuk balok B1 tepi kiri lantai 4 portal H dengan momen rencana hasil dari analisis struktur yang dapat dilihat dari lampiran B-68 adalah :



Mu,b = 1743,273 K-in (lampiran B-68)

Ln = 337,031 in

L = 354,33 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	= 58 Ksi
t_f	= 0,535 in	F_y	= 36 Ksi	f_r	= 10 Ksi
r_x	= 8,182 in	G	= 11200 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 : $\lambda \leq \lambda_p$.

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. 3.9-13a)

Pada badan, $\lambda_b = \frac{h_c}{t_w} = \frac{20,8}{0,38} = 49,4 \leq \lambda_{pb} = \frac{520}{\sqrt{f_y(ksi)}} = \frac{520}{\sqrt{36}} = 86,67$ (pers. 3.9-13b)

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 $\phi M_n = \phi M_p$

$\phi M_n = 0,9 \cdot Z_x \cdot F_y$ (pers. 3.9-2)

$= 0,9 \cdot 110 \cdot 36 = 3564$ K-in

$L_p = 300.r_y.\frac{1}{\sqrt{F_y(ksi)}} = 300.1,302.\frac{1}{\sqrt{36}} = 65,075$ in (pers. 3.9-3)

$X_1 = \frac{\pi}{S_x}\sqrt{\frac{E.G.J.A}{2}} = \frac{\pi}{94,615}\sqrt{\frac{29000.11200.1,14.14,7}{2}}$ (pers. 3.9-8)

$= 1731,298$ Ksi

$X_2 = 4.\frac{C_w}{I_y}\left(\frac{S_x}{G.J}\right)^2 = 4.\frac{2430,6}{24,9}\left(\frac{94,615}{11200.1,14}\right)^2$ (pers. 3.9-9)

$= 0,02$ Ksi

$F_l = Fy - Fr = 36 - 10 = 26$ Ksi (pers. 3.9-7)

$L_r = \frac{r_y.X_1}{F_l}.\sqrt{1+\sqrt{1+X_2.F_l^2}} = \frac{1,302.1731,298}{26}\sqrt{1+\sqrt{1+0,02.26^2}}$ (pers. 3.9-6)

$= 192,55$ in

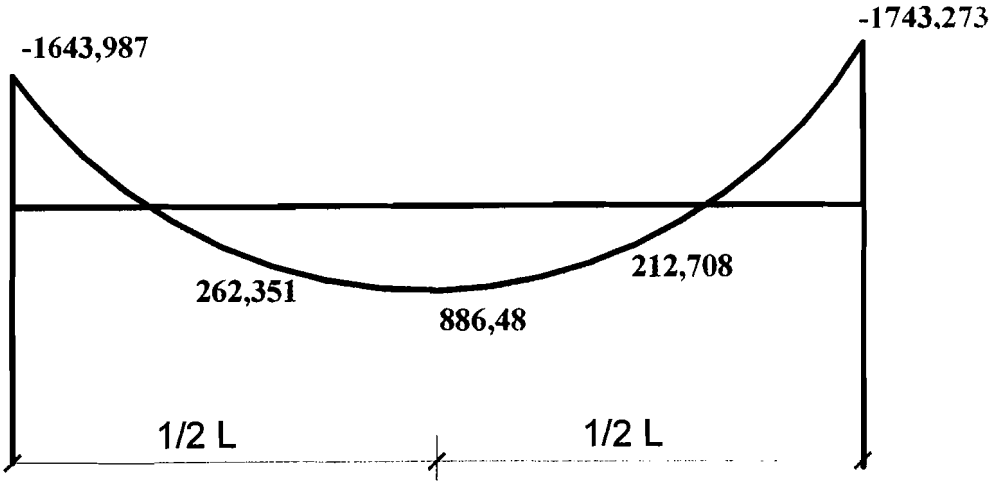
Karena $L \geq L_r$ maka termasuk bentang Panjang

Kuat lentur berdasarkan stabilitas tekuk puntir lateral, ϕM_n

$C_b = \frac{12,5\,M_{max}}{2,5M_{max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C}$ (pers. 3.9-10)

$= \frac{12,5.1743,273}{2,5.1743,273 + 3.262,351 + 4.886,84 + 3.212,708}$

$= 2,72 > 2,3$



$$M_{cr} = M_n = \frac{C_b.S_x.X_1\sqrt{2}.}{\frac{Ll}{r_y}}\sqrt{1+\frac{X_1^2.X_2}{2.\left(\frac{L}{r_y}\right)^2}} \qquad \text{(pers. 3.9-12)}$$

$$= \frac{2{,}3.94{,}615.1731{,}298.\sqrt{2}}{\frac{354{,}3307}{8{,}182}}\sqrt{1+\frac{1731{,}298^2.0{,}02}{2.\left(\frac{354{,}33}{1{,}302}\right)^2}}$$

$$= 14728{,}091 \text{ K-in} > M_p = Zx.Fy = 110x36 = 3960 \text{ K-in}$$

Karena $M_{cr} = M_n > M_p$, maka

$$\phi M_n = \phi M_p \qquad \text{(pers. 3.9-2)}$$

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

Rasio kapasitas lentur yang terjadi, $\frac{M_{u,b}}{\phi M_n} = \frac{1743{,}273}{3564} = 0{,}49 < 1{,}0 \rightarrow Ok!$

Perhitungan kuat lentur balok disajikan secara lengkap dalam tabel pada lampiran B-10 (tanpa tangga), B-30 (satu tangga) , B-50 (Dua tangga) dan B-70 (tiga tangga). Tabel 5.10 sampai 5.11 merupakan tabel rekapitulasi momen rencana

balok di sendi plastis dan kapasitas nominal balok untuk struktur Tiga Tangga dan *Open Frame.*

Tabel 5.10 Mu,b dan Mn Balok Portal Tepi

Lantai	Mu,b (K-in)		ΦMn (K-in)		Rasio	
	3 Tangga	Open Frame	3 Tangga	Open Frame	3 Tangga	Open Frame
15	511.647	508.604	1205.28	1205.28	0.425	0.422
14	1748.401	1737.551	3564	3564	0.491	0.488
13	1761.369	1758.727	3564	3564	0.494	0.493
12	1743.335	1824.811	3564	3564	0.489	0.512
11	1705.140	1970.705	3564	3564	0.478	0.553
10	1818.990	2186.885	3564	3564	0.510	0.614
9	1846.276	2283.395	3564	3564	0.518	0.641
8	1819.532	2371.491	3564	3564	0.511	0.665
7	1801.963	2455.020	3564	3564	0.506	0.689
6	1779.669	2524.613	3564	3564	0.499	0.708
5	1759.813	2573.030	3564	3564	0.494	0.722
4	1743.273	2592.420	3564	3564	0.489	0.727
3	1720.912	2566.996	3564	3564	0.483	0.720
2	1700.289	2445.088	3564	3564	0.477	0.686
1	1713.945	2096.399	3564	3564	0.481	0.588

Tabel 5.11 Mu,b dan Mn Balok Portal Tengah

Lantai	Mu,b (K-in)		ΦMn (K-in)		Rasio	
	3 Tangga	Open Frame	3 Tangga	Open Frame	3 Tangga	Open Frame
15	969.041	969.011	2080.08	2080.08	0.466	0.466
14	2683.718	2691.316	4374	4374	0.614	0.615
13	2696.305	2691.316	4374	4374	0.616	0.615
12	2669.554	2698.592	4374	4374	0.610	0.617
11	2609.247	2644.846	4374	4374	0.597	0.605
10	2763.708	2878.802	4374	4374	0.632	0.658
9	2834.906	3035.068	4374	4374	0.648	0.694
8	2803.659	3140.777	4374	4374	0.641	0.718
7	2792.528	3250.642	4374	4374	0.638	0.743
6	2770.966	3338.597	4374	4374	0.634	0.763
5	2776.996	3426.289	4374	4374	0.635	0.783
4	2771.474	3466.004	4374	4374	0.634	0.792
3	2739.441	3431.996	4374	4374	0.626	0.785
2	2756.830	3286.353	4374	4374	0.630	0.751
1	2792.655	2852.349	4374	4374	0.638	0.652

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:

$$V_u = 1{,}2.V_D + 0{,}5.V_L + \frac{2.\beta.M_{ph}}{L'} \qquad \text{(pers. 3.9-15)}$$

$$V_u = 1{,}2.V_D + 0{,}5.V_L + \mu.V_E \qquad \text{(pers. 3.9-16)}$$

Contoh hitungan gaya geser balok

Gaya geser pada lokasi sendi plastis balok B1 tepi kiri lantai 4 portal H adalah:

V_D = 12,46 kips (lampiran B-73)

V_L = 5,63 kips

V_E = 1,46 kips

Jarak antar sendi plastis L' = 337,031in

$$V_u = 1{,}2.12{,}46 + 0{,}5.5{,}63 + \frac{2.1{,}1.3960}{337{,}031} = 43{,}616 \text{ kips}$$

$$V_u = 1{,}2 \,.\, 12{,}46 + 0{,}5 \,.\, 5{,}63 + 4 \,.\, 1{,}46 = 23{,}607 \text{ kips}$$

Gaya geser rencana balok, V_u = 23,607 Kips

Perhitungan gaya geser rencana balok disajikan dalam tabel pada lampiran B-13 (tanpa tangga), B-33 (satu tangga) , B-53 (Dua tangga) dan B-73 (tiga tangga).

5.3.4 Kuat Geser Nominal Balok Portal

Contoh hitungan kuat geser balok:

Diketahui gaya geser yang bekerja pada balok B1 tepi kiri lantai 4 portal H adalah,

V_u = 23,607 Kips.

Kontrol perbandingan tinggi terhadap tebal panel (h/t_w) pendukung geser,

$h = 0,95 \cdot d$

$= 0,95 \cdot 20,8 = 19,76$ in

$$\frac{h}{t_w} = \frac{19,76}{0,38} = 52 < \frac{418}{\sqrt{F_y(ksi)}} = \frac{418}{\sqrt{36}} = 69,67 \qquad \text{(pers. 3.9-18)}$$

$A_w = d \cdot t_w$ (pers. 3.9-20)

$= 20,8 \cdot 0,38 = 7,904$ in

$\phi V_n = 0,9 \cdot 0,6 \cdot F_y \cdot A_w$ (pers. 3.9-19)

$= 0,9 \cdot 0,6 \cdot 36 \cdot 7,904$

$= 153,65$ Kips

Rasio kapasitas geser yang terjadi,

$$\frac{V_{u,b}}{\phi V_n} = \frac{23,607}{153,65} = 0,15 < 1,0 \rightarrow Ok! \qquad \text{(pers. 3.9-21)}$$

Perhitungan kuat geser nominal balok portal disajikan dalam tabel pada lampiran lampiran B-16 (tanpa tangga), B-36 (satu tangga) , B-56 (Dua tangga) dan B-76 (tiga tangga). Tabel 5.10 sampai 5.11 merupakan tabel rekapitulasi momen rencana balok di merupakan rekapitulasi gaya geser rencana dan kuat geser nominal balok untuk struktur struktur Tiga Tangga dan *Open Frame*..

Tabel 5.12 Vu,b dan ϕVn Balok Portal Tepi

Lantai	Vu		ΦVn		Rasio	
	3 Tangga	Open Frame	3 Tangga	Open Frame	3 Tangga	Open Frame
15	4.507	4.266	54.55	54.55	0.083	0.078
14	21.285	22.911	153.65	153.65	0.139	0.149
13	20.584	26.319	153.65	153.65	0.134	0.171
12	21.486	29.998	153.65	153.65	0.140	0.195
11	22.079	33.643	153.65	153.65	0.144	0.219

Lanjutan Tabel 5.12

10	22.514	37.025	153.65	153.65	0.147	0.241
9	22.760	38.854	153.65	153.65	0.148	0.253
8	23.113	41.071	153.65	153.65	0.150	0.267
7	23.455	43.133	153.65	153.65	0.153	0.281
6	23.632	43.830	153.65	153.65	0.154	0.285
5	23.625	43.785	153.65	153.65	0.154	0.285
4	23.607	43.715	153.65	153.65	0.154	0.285
3	23.572	43.640	153.65	153.65	0.153	0.284
2	23.549	43.582	153.65	153.65	0.153	0.284
1	22.784	36.554	153.65	153.65	0.148	0.238

Tabel 5.13 Vu,b dan ϕVn Balok Portal Tengah

Lantai	Vu		ΦVn		Rasio	
	3 Tangga	Open Frame	3 Tangga	Open Frame	3 Tangga	Open Frame
15	8.535	7.895	54.55	54.55	0.156	0.145
14	30.088	31.237	153.65	153.65	0.196	0.203
13	29.307	35.205	153.65	153.65	0.191	0.229
12	30.203	39.370	153.65	153.65	0.197	0.256
11	30.740	43.416	153.65	153.65	0.200	0.283
10	31.339	48.185	153.65	153.65	0.204	0.314
9	31.808	50.894	153.65	153.65	0.207	0.331
8	32.208	53.546	153.65	153.65	0.210	0.348
7	32.574	56.112	153.65	153.65	0.212	0.365
6	32.786	57.573	153.65	153.65	0.213	0.375
5	32.430	57.079	153.65	153.65	0.211	0.371
4	32.751	57.562	153.65	153.65	0.213	0.375
3	32.649	57.465	153.65	153.65	0.212	0.374
2	32.630	57.385	153.65	153.65	0.212	0.373
1	31.790	48.629	153.65	153.65	0.207	0.316

5.3.5 Kontrol Lendutan

Lendutan yang terjadi pada tengah bentang diperoleh dari momen akibat beban gravitasi. Lendutan balok B1 portal H lantai 4 tepi kiri struktur USF yang berasal dari analisis struktur akibat beban mati, hidup dan gempa (lampiran) adalah sebagai berikut:

M_a = -1643,987 kips-in

M_s = 886,48 kips-in

M_b = -1743,273 kips-in

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

$$\frac{L}{360} = \frac{354,33}{360} = 0,98 \text{ in} \qquad \text{(pers. 3.9-22a)}$$

Dimana lendutan pada tengah bentang dapat dicari dengan menggunakan persamaan

$$\Delta_{\text{pertengahan bentang}} = \frac{5L^2}{48EI}\left[M_s - 0,1(M_a + M_b)\right] \qquad \text{(pers. 3.9-23)}$$

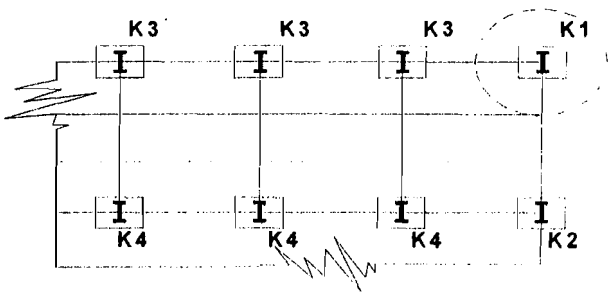
$$= \frac{5.354,33^2}{48.29000.984}\left[886,48 - 0,1((-1643,987) + ((-1743,273))\right]$$

$$= 0,56 \text{ in} < \frac{L}{360} = 0.98 \text{ in} \rightarrow OK!$$

5.4 Perencanaan Kolom

Perencanaan kolom didasarkan pada prinsip desain *strong column and weak beam*, dimana respon struktur pada kolom (Mu_{kolom}, Nu_{kolom} dan Vu_{kolom}) terlebih dulu dicari berdasarkan kapasitas maksimum profil balok yang digunakan

5.4.1 Momen dan Gaya Aksial Rencana Kolom



Gambar 5.7 Lokasi Hitungan

Contoh hitungan untuk kolom lantai 4 (Kolom K1 Portal H) Arah X

Hasil analisis struktur pada kolom K1 lantai 4 struktur *open frame*

P_D = 229,31 kips (lampiran C-40)

P_L = 90,7 kips

Kolom diapit 2 buah balok yang saling tegak lurus yaitu satu balok arah X dengan

Profil Balok (B3) lantai 4 adalah W16x40 (d = 16in; Zx = 73 in^3)

Mp = $Z_x . F_y$ = 16 x 36 = 2628 K-in

Profil Balok (B3) lantai 3 adalah W16x40 (d = 16in; Zx = 73 in^3)

Asumsi profil kolom W14x342 (d = 17,5 in)

L balok = 9 m = 351,3307 in

H kolom = 3,75 m = 147,6378 in

Gaya aksial rencana kolom (Pu), (Robert Englekirk,1993):

$$Pu = 1{,}2\ P_D + 0{,}5\ P_L + \sum\left(\frac{2.Mpb}{L}\right) \qquad \text{(pers. 3.10-2)}$$

$$Pu = 1{,}2.230{,}32 + 0{,}5\ 91{,}07 + \left(\frac{2.2628}{354{,}3307}\right)_{Lantai\,4} + 11.\left(\frac{2.2628}{354{,}3307}\right)_{lantai\,5-15}$$

= 365,226 kips

Momen rencana Kolom (Mu)) :

$L` = L_{Balok} - d/2_{kolom}$ = 236,2205 -(17,5/2+17.1/2) = 218,9205 in

$h` = h_{kolom} - (d/2_{balok\ lantai\ 4}) - (d/2_{balok\ lantai\ 3})$

= 147,6378 – (8/2 balok lantai 4) -(8/2 balok lantai 3) = 131,6378 in

$$Mu = Mpb.\left(\frac{L}{L`}\right).\left(\frac{h`}{2.h}\right) \qquad \text{(pers. 3.10-1)}$$

$$=2628.\left(\frac{354,3307}{218,9205}\right).\left(\frac{131,6378}{2.147,6378}\right)= 1264,182 \text{ K-in}$$

Contoh hitungan untuk kolom lantai 4 (Kolom K1 Portal H) Arah Y

Hasil analisis struktur pada kolom K1 lantai 4 struktur Tiga Tangga

$P_D = 229,31$ kips (lampiran C-41)

$P_L = 90,7$ kips

Kolom diapit 2 buah balok yang saling tegak lurus yaitu satu balok arah Y dengan

Profil Balok (B1) lantai 4 adalah W21x50 (d = 20,8 in; Zx = 110 in^3)

$Mp = Z_x . F_y = 110 \times 36 = 3960$ K-in

Profil Balok lantai 3 adalah W21x50 (d = 20,8 in; Zx = 110 in^3)

Asumsi profil kolom W14x342 (d = 17,5 in)

L balok = 9 m = 354,3307 in

H kolom = 3,75 m = 147,638 in

Gaya aksial rencana kolom (Pu), (Robert Englekirk,1993):

$$Pu = 1,2\ P_D + 0,5\ P_L + \sum\left(\frac{2.Mpb}{L}\right) \quad \text{(pers. 3.10-2)}$$

$$Pu = 1,2.229,31 + 0,5\ 90,7 + \left(\frac{2.3960}{354,3307}\right)_{Lantai\ 4} + 11.\left(\frac{2.3960}{354,3307}\right)_{lantai\ 5-15}$$

$= 365,226$ kips

Momen rencana Kolom (Mu)):

$L` = L_{Balok} - d/2_{kolom} = 354,3307-(17,5/2+17.1/2) = 337,0307$ in

$h` = h_{kolom} - (d/2_{balok\ lantai\ 4}) - (d/2_{balok\ lantai\ 3})$

$= 147,6378 - (20,8/2_{balok\ lantai\ 4}) - (20,8/2_{balok\ lantai\ 3}) = 126,8378$ in

$$Mu = Mpb.\left(\frac{L}{L`}\right).\left(\frac{h`}{2.h}\right) \qquad \text{(pers. 3.10-1)}$$

$$= 3960.\left(\frac{354{,}3307}{337{,}0307}\right).\left(\frac{126{,}8378}{2.147{,}6378}\right) = 1788{,}363 \text{ K-in}$$

Tabel 5.14 Rekapitulasi Gaya Pada Kolom K1 Portal Baja 15 Lantai

Lantai	Momen, Mu (K-in)				Pu (Kips)		Geser, Vu (Kips)			
	3 Tangga		Open Frame				3 Tangga		Open Frame	
	Mu x	Mu y	Mu x	Mu y	3 TG	OP	Vu x	Vu y	Vu x	Vu y
15	453.696	668.930	453.6955	668.9305	12.47	12.50	11.64	2.50	6.96	2.27
14	1265.092	1832.678	1265.092	1832.678	63.40	63.54	9.27	3.78	16.54	3.67
13	1247.092	1772.585	1247.092	1772.585	106.94	107.21	12.44	3.23	20.85	3.67
12	1247.092	1772.585	1247.092	1772.585	135.62	136.06	13.49	3.40	25.43	4.08
11	1247.092	1772.585	1247.092	1772.585	164.08	164.67	12.80	2.81	29.32	3.53
10	1261.014	1785.449	1261.014	1785.449	193.09	193.80	14.98	4.34	30.94	5.52
9	1261.014	1785.449	1261.014	1785.449	222.22	223.05	14.80	3.71	35.83	4.80
8	1261.014	1785.449	1261.014	1785.449	251.16	252.09	15.55	3.82	38.67	5.10
7	1261.014	1785.449	1261.014	1785.449	279.92	280.98	15.95	3.77	41.03	5.17
6	1261.014	1785.449	1261.014	1785.449	308.48	309.65	16.35	3.69	44.46	5.21
5	1264.182	1788.363	1264.182	1788.363	336.83	338.12	15.29	3.65	44.39	5.33
4	1264.182	1788.363	1264.182	1788.363	365.02	366.42	16.00	3.59	47.61	5.31
3	1264.182	1788.363	1264.182	1788.363	393.01	394.49	15.27	3.49	50.00	5.25
2	1264.182	1788.363	1264.182	1788.363	420.79	422.37	20.50	3.66	55.44	5.39
1	1264.182	1788.363	1264.182	1788.363	448.26	449.95	26.94	3.64	62.97	4.22

Tabel 5.15 Rekapitulasi Gaya Pada Kolom K2 Portal Baja 15 Lantai

Lantai	Momen, Mu (K-in)				Pu (Kips)		Geser, Vu (Kips)			
	3 Tangga		Open Frame				3 Tangga		Open Frame	
	Mu x	Mu y	Mu x	Mu y	3 TG	OP	Vu x	Vu y	Vu x	Vu y
15	683.299	668.930	683.299	668.930	19.26	12.50	11.22	2.98	6.89	3.25
14	1265.092	1832.678	1265.092	1832.678	82.29	63.54	5.24	6.18	15.08	4.41
13	1247.092	1772.585	1247.092	1772.585	133.79	107.21	9.50	4.14	21.70	4.15
12	1247.092	1772.585	1247.092	1772.585	173.88	136.06	10.97	3.93	28.15	4.30
11	1247.092	1772.585	1247.092	1772.585	213.41	164.67	11.43	2.66	33.80	3.50

Lanjutan Tabel 5.15

10	1261.014	1785.449	1261.014	1785.449	253.32	193.80	11.15	4.37	37.97	5.40
9	1261.014	1785.449	1261.014	1785.449	293.23	223.05	12.85	3.71	42.40	4.50
8	1261.014	1785.449	1261.014	1785.449	332.71	252.09	13.58	3.33	46.61	4.67
7	1261.014	1785.449	1261.014	1785.449	371.82	280.98	14.48	3.13	50.47	4.68
6	1261.014	1785.449	1261.014	1785.449	410.50	309.65	14.58	3.10	52.52	4.45
5	1264.182	1788.363	1264.182	1788.363	448.89	338.12	14.61	3.49	56.96	4.77
4	1264.182	1788.363	1264.182	1788.363	486.81	366.42	15.13	3.21	58.30	4.52
3	1264.182	1788.363	1264.182	1788.363	524.14	394.49	14.77	3.21	60.10	4.39
2	1264.182	1788.363	1264.182	1788.363	560.82	422.37	19.39	3.87	61.99	4.63
1	1264.182	1788.363	1264.182	1788.363	596.60	449.95	25.60	1.26	61.17	2.83

5.4.2 Perencanaan Kolom Terhadap Momen Lentur dan Gaya Aksial Kolom

Contoh hitungan untuk kolom lantai 4 (Kolom K1 Portal H) :

Profil yang digunakan adalah W14X342 dengan data sebagai berikut:

A	=	101 in^2	I_x	=	4900 in^4	F_y	=	36 Ksi
d	=	17,5 in	I_y	=	1810 in^4	J	=	178 Ksi
t_w	=	1,54 in	S_x	=	560 in^3	Cw	=	125066,76 in^6
b_f	=	16,4 in	S_y	=	220,732 in^3			
t_f	=	2,54 in	Z_x	=	672 in^3			
r_x	=	6,965 in	Z_y	=	338 in^3			
r_y	=	4,233 in	E_s	=	29000 Ksi			

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

Kontrol sayap, $\lambda_s = \frac{bf}{2tf} = \frac{16,4}{2.2,47} = 3,319 < \lambda_{ps} = \frac{52}{\sqrt{f_y(ksi)}} = \frac{52}{\sqrt{36}} = 8,67$ (pers. 3.10-4a)

Kontrol badan, $\lambda_h = \frac{h_c}{t_w} = \frac{17,5}{1,54} = 11,364 < \lambda_{ph} = \frac{520}{\sqrt{f_y(ksi)}} = \frac{520}{\sqrt{36}} = 86,67$ (pers. 3.10-4b)

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

$$G_{Ay} = \frac{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_c}{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_b} = \frac{\left(\frac{1810}{147,638} + \frac{1810}{147,638}\right)}{\left(\frac{984}{354,3307}\right)} = 8,829 \qquad \text{(pers. 3.10-5)}$$

$$G_{By} = \frac{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_c}{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_b} = \frac{\left(\frac{1810}{147,638} + \frac{1810}{147,638}\right)}{\left(\frac{984}{354,3307}\right)} = 8,829 \qquad \text{(pers. 3.10-5)}$$

Dari nomogram untuk portal tidak bergoyang *Johnson dan moreland* diperoleh $k_y = 0,958$

$$G_{Ax} = \frac{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_c}{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_b} = \frac{\left(\frac{4900}{147,638} + \frac{4900}{147,638}\right)}{\left(\frac{518}{236,22}\right)} = 30,27 \qquad \text{(pers. 3.10-5)}$$

$$G_{Bx} = \frac{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_c}{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_b} = \frac{\left(\frac{4900}{147,638} + \frac{4900}{147,638}\right)}{\left(\frac{518}{236,22}\right)} = 30,27 \qquad \text{(pers. 3.10-5)}$$

Dari nomogram untuk portal tidak bergoyang *Johnson dan moreland* diperoleh $k_x = 0,985$

Menentukan nilai parameter kelangsingan kolom :

$$\lambda_x = \frac{k_x.L}{\pi.r_x}\sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{0,985.147,638}{\pi.6,695}\sqrt{\frac{36}{29000}} = 0,23 \qquad \text{(pers. 3.10-6)}$$

$$\lambda_y = \frac{ky.L}{\pi.r_y}\sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{0,958.147,638}{\pi.4,233}\sqrt{\frac{36}{29000}} = 0,37 \qquad \text{(pers. 3.10-6)}$$

Diambil λ_c adalah λ terbesar = 0,37; karena $\lambda_c < 1,5$ maka:

$$Fcr = \left(0,658^{\lambda c^2}\right)fy = \left(0,658^{0,37^2}\right)36 = 33,94 \text{ Ksi} \qquad \text{(pers. 3.10-7)}$$

$\phi c.Pn = \phi c.Ag.Fcr = 0{,}85.101.33{,}94 = 2914{,}04$ Kips (pers. 3.10-9)

$\phi Pn = 2914{,}04$ Kips

$$L_p = 300.r_y.\frac{1}{\sqrt{F_y(ksi)}} = 300.4{,}233.\frac{1}{\sqrt{36}} = 211{,}65 \text{ in} \quad \text{(pers. 3.9-3)}$$

$$X_1 = \frac{\pi}{S_x}\sqrt{\frac{E.G.J.A}{2}} = \frac{\pi}{560}\sqrt{\frac{29000.11200.178.101}{2}} \quad \text{(pers. 3.9-8)}$$

$= 9580{,}878$ Ksi

$$X_2 = 4.\frac{C_w}{I_y}\left(\frac{S_x}{G.J}\right)^2 = 4.\frac{125066{,}76}{1810}\left(\frac{560}{11200.178}\right)^2 \quad \text{(pers. 3.9-9)}$$

$= 2{,}18\text{x}10^{-5}$ Ksi

$F_l = Fy - Fr = 36 - 10 = 26$ Ksi (pers. 3.9-7)

$$L_r = \frac{r_y.X_1}{F_l}.\sqrt{1+\sqrt{1+X_2.F_l^2}} = \frac{4{,}233.3023{,}511}{26}\sqrt{1+\sqrt{1+0{,}000021826^2}}$$

$= 2210{,}151$ in

Karena $L_b \leq L_p$ maka Mn ditentukan dengan persamaan:

Mn = Mp =Zx.Fy =672.36 =24192 K-in

$\phi M_{nx} = 0{,}9 \cdot Z_x \cdot F_y$ (pers. 3.9-2)

$= 0{,}9 \cdot 672 \cdot 36 = 21772{,}8$ K-in

$\phi M_{ny} = 0{,}9 \cdot Z_y \cdot F_y$ (pers. 3.9-2)

$= 0{,}9 \cdot 338 \cdot 36 = 10951{,}2$ K-in

Kontrol rasio beban aksial tekan Pu dengan kapasitas tekan nominal :

$$\frac{P_u}{\phi P_n} = \frac{365{,}0228}{2914{,}04} = 0{,}125 < 0{,}2 \text{ maka:}$$

$$\frac{P_u}{2\phi P_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1{,}0 \qquad \text{(pers. 3.10-11)}$$

$$\frac{365{,}0228}{2x2914{,}04} + \left(\frac{1264{,}182}{21772{,}8} + \frac{1788{,}363}{10951{,}2} \right) = 0{,}284 \leq 1{,}0 \rightarrow OK!$$

Hasil perhitungan selengkapnya untuk struktur *braced steel frame (BSF)* tiga tangga dapat dilihat pada lampiran C – 49.

Tabel 5.16 Interaksi Aksial-Momen Kolom K1 Portal Baja 15 Lantai

Lantai	Kuat Nominal						Pu/ΦPn		Mu,x/ΦMn,x		Mu,y/ΦMn,y		Rasio total	
	3 tangga			*Open frame*										
	ΦPn	ΦMn, x	ΦMn,y	ΦPn	ΦMn, x	ΦMn,y	3 TG	USF	3 TG	USF	3 TG	USF	3 TG	USF
15	918.79	6220.80	3003.48	725.42	6220.80	3003.48	0.014	0.0173	0.0729	0.073	0.223	0.223	0.302	0.304
14	922.59	6220.80	3003.48	788.90	6220.80	3003.48	0.069	0.0807	0.2034	0.203	0.610	0.610	0.848	0.854
13	922.59	6220.80	3003.48	788.90	6220.80	3003.48	0.116	0.1362	0.2005	0.200	0.590	0.590	0.849	0.859
12	922.59	6220.80	3003.48	788.90	6220.80	3003.48	0.147	0.1727	0.2005	0.200	0.590	0.590	0.864	0.877
11	918.12	6220.80	3003.48	722.84	6220.80	3003.48	0.179	0.2281	0.2005	0.200	0.590	0.590	0.880	0.931
10	2638.62	19537.20	9849.6	1818.09	19537.20	9849.6	0.073	0.1067	0.0645	0.065	0.181	0.181	0.282	0.299
9	2636.99	19537.20	9849.6	1689.66	19537.20	9849.6	0.084	0.1321	0.0645	0.065	0.181	0.181	0.288	0.312
8	2636.99	19537.20	9849.6	1689.66	19537.20	9849.6	0.095	0.1493	0.0645	0.065	0.181	0.181	0.293	0.320
7	2636.99	19537.20	9849.6	1689.66	19537.20	9849.6	0.106	0.1664	0.0645	0.065	0.181	0.181	0.299	0.329
6	2636.34	19537.20	9849.6	1666.90	19537.20	9849.6	0.117	0.1859	0.0645	0.065	0.181	0.181	0.304	0.339
5	2915.47	21772.80	10951.2	1709.95	21772.80	10951.2	0.116	0.1979	0.0581	0.058	0.163	0.163	0.279	0.320
4	2914.04	21772.80	10951.2	1697.81	21772.80	10951.2	0.125	0.2159	0.0581	0.058	0.163	0.163	0.284	0.413
3	2914.04	21772.80	10951.2	1697.81	21772.80	10951.2	0.135	0.2325	0.0581	0.058	0.163	0.163	0.289	0.429
2	2914.04	21772.80	10951.2	1697.81	21772.80	10951.2	0.144	0.2489	0.0581	0.058	0.163	0.163	0.294	0.446
1	2950.74	21772.80	10951.2	2464.10	21772.80	10951.2	0.152	0.1827	0.0581	0.058	0.163	0.163	0.297	0.313

Tabel 5.17 Interaksi Aksial-Momen Kolom K2 Portal Baja 15 Lantai

Lantai	Kuat Nominal						Pu/ΦPn		Mu,x/ΦMn,x		Mu,y/ΦMn,y		Rasio total	
	3 tangga			*Open frame*										
	ΦPn	ΦMn, x	ΦMn,y	ΦPn	ΦMn, x	ΦMn,y	3 TG	USF	3 TG	USF	3 TG	USF	3 TG	USF
15	932.01	6220.8	3003.48	773.56	6220.80	3003.48	0.021	0.025	0.110	0.110	0.223	0.223	0.343	0.345
14	941.61	6220.8	3003.48	782.55	6220.80	3003.48	0.087	0.106	0.203	0.203	0.610	0.610	0.857	0.866
13	941.61	6220.8	3003.48	782.55	6220.80	3003.48	0.142	0.173	0.200	0.200	0.590	0.590	0.862	0.877
12	941.61	6220.8	3003.48	782.55	6220.80	3003.48	0.185	0.226	0.200	0.200	0.590	0.590	0.883	0.929
11	934.82	6220.8	3003.48	749.91	6220.80	3003.48	0.229	0.291	0.200	0.200	0.590	0.590	0.931	0.994
10	2210.98	15778.8	9849.6	1661.45	15778.80	7970.4	0.115	0.156	0.080	0.080	0.224	0.224	0.361	0.382
9	2210.98	15778.8	9849.6	1458.44	15778.80	7970.4	0.133	0.207	0.080	0.080	0.224	0.224	0.370	0.477
8	2210.98	15778.8	9849.6	1458.44	15778.80	7970.4	0.151	0.235	0.080	0.080	0.224	0.224	0.379	0.505
7	2210.98	15778.8	9849.6	1458.44	15778.80	7970.4	0.168	0.264	0.080	0.080	0.224	0.224	0.388	0.534

Lanjutan Tabel 5.17

6	2206.05	15778.8	10951.2	1410.90	15778.80	7970.4	0.186	0.302	0.080	0.080	0.224	0.224	0.397	0.572
5	2668.13	19537.2	10951.2	1711.73	19537.20	9849.6	0.168	0.273	0.065	0.065	0.182	0.182	0.330	0.492
4	2668.13	19537.2	10951.2	1674.37	19537.20	9849.6	0.183	0.304	0.065	0.065	0.182	0.182	0.338	0.523
3	2668.13	19537.2	10951.2	1674.37	19537.20	9849.6	0.197	0.329	0.065	0.065	0.182	0.182	0.345	0.548
2	2668.13	19537.2	10951.2	1674.37	19537.20	9849.6	0.210	0.354	0.065	0.065	0.182	0.182	0.429	0.573
1	2679.70	19537.2	3003.48	2366.84	19537.20	9849.6	0.223	0.268	0.065	0.065	0.182	0.182	0.442	0.487

5.4.3 Perencanaan Kolom Terhadap Geser

Contoh hitungan untuk kolom lantai 4 (Kolom K1 Portal H)

$$V_u = 1{,}05.V_D + .V_L + \mu.V_E \qquad \text{(pers. 3.10-3)}$$

$$=1{,}05\ .5{,}52 + 2{,}76 + 4.1{,}86 = 15{,}996 \text{ Kips}$$

Menentukan rasio tinggi badan dengan tebal badan :

$$\frac{h}{t_w} = \frac{17{,}5}{1{,}54} = 11{,}364 < \frac{418}{\sqrt{fy(ksi)}} = \frac{418}{\sqrt{36}} = 69{,}67 \qquad \text{(pers. 3.9-15)}$$

Berdasarkan nilai rasio diatas, dihitung kapasitas geser penampang:

$$Aw = d.tw = 17{,}5.1{,}54 = 26{,}95 \text{ in}^2 \qquad \text{(pers. 3.9-20)}$$

$$\phi V_n = 0{,}9.0{,}6.f_y.A_w \qquad \text{(pers. 3.9-19)}$$

$$= 0{,}9.0{,}6.36.26{,}95 = 523{,}908 \text{ Kips}$$

Rasio kapasitas geser yang terjadi

$$\frac{V_u}{\phi V_n} = \frac{15{,}996}{523{,}908} = 0{,}03 \le 1{,}0 \rightarrow Ok\,! \qquad \text{(pers. 3.9-21)}$$

Hasil perhitungan selengkapnya untuk struktur *braced steel frame (BSF)* tiga tangga dapat dilihat pada lampiran C – 49.

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

$V_{u,x}$ = 47,6105 Kips

ϕV_n = 523,908 Kips

$$\frac{V_u}{\phi V_n} = \frac{47,6105}{523,908} = 0,09 \leq 1,0 \rightarrow Ok\ !$$ (pers. 3.9-21)

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

5.4.4 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 :

$$\frac{\sum M_{pc}}{\sum M_{pb}} > 1,0$$ (pers. 3.10-12)

$\Sigma M_{pc} = \Sigma Z_x \, _c(f_{yc} - P_{uc}/A_g)$ (pers. 3.10-13)

$$= 672.\left(36 - \frac{337,037}{101}\right) + 672.\left(36 - \frac{365,226}{101}\right)$$

= 43711.52 K-in

$\Sigma M_{pb} = \Sigma(1,1 R_y.M_p + M_y)$ (pers. 3.10-14)

$= (1,1.1,1.Z_x.F_y + ½.d.V_u)$

$= \left(1,1.1,1.73.36 + (1/2.17,5.15,996)\right)$

= 3319,845 K-in

$$\frac{\sum M_{pc}}{\sum M_{pb}} = \frac{43711,52}{3319,845} = 13,1667 > 1,0 \rightarrow OK!$$ (pers. 3.10-12)

Perhitungan selengkapnya untuk struktur *braced steel frame (BSF)* dapat dilihat pada lampiran C – 50

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

ΣM_{pc} = 43693,67 K-in

ΣM_{pb} = 3596,47 K-in

$$\frac{\sum M_{pc}}{\sum M_{pb}} = 12{,}15 > 1{,}0 \rightarrow OK! \qquad \text{(pers. 3.10-12)}$$

Perhitungan selengkapnya untuk struktur *unbraced steel frame (USF)* dapat dilihat pada lampiran C – 11.

Tabel 5.20 Rekapitulasi Kontrol *Strong Column Weak Beam* Kolom K1

Lantai	3 tangga						Open frame					
	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
15	3300.98	355.89	9.275	6836.98	1159.14	5.898	3300.89	355.89	9.28	6836.80	1125.70	5.898
14	6454.12	531.43	12.145	13367.76	3246.15	4.118	6453.65	531.43	12.14	13366.78	3298.16	4.118
13	6179.97	531.43	11.629	12799.94	3268.82	3.916	6178.78	531.43	11.63	12797.48	3328.92	3.916
12	5970.56	531.43	11.235	12366.20	3276.36	3.774	5968.49	531.43	11.23	12361.92	3361.72	3.774
11	5805.02	531.43	10.923	12023.35	3271.41	3.675	5802.04	531.43	10.92	12017.17	3389.51	3.675
10	13162.37	531.43	24.768	26359.04	3307.95	7.968	13158.31	531.43	24.76	26350.83	3444.41	7.968
9	20505.28	531.43	38.585	40673.30	3306.46	12.301	20500.18	531.43	38.58	40663.19	3486.24	12.301
8	20312.16	531.43	38.222	40290.23	3312.83	12.162	20306.30	531.43	38.21	40278.61	3510.54	12.162
7	20120.26	531.43	37.860	39909.60	3316.29	12.034	20113.63	531.43	37.85	39896.44	3530.69	12.034
6	19929.62	531.43	37.502	39531.45	3319.71	11.908	19922.19	531.43	37.49	39516.71	3560.01	11.908
5	20957.41	531.43	39.436	41621.05	3313.64	12.561	20949.20	531.43	39.42	41604.74	3568.29	12.561
4	21985.85	531.43	41.371	43711.52	3319.85	13.167	21976.87	531.43	41.35	43693.67	3596.47	13.167
3	21797.85	531.43	41.017	43337.75	3313.49	13.079	21788.21	531.43	41.00	43318.58	3617.42	13.079
2	21611.22	531.43	40.666	42966.70	3359.29	12.790	21600.96	531.43	40.65	42946.29	3664.95	12.790
1	21426.32	531.43	40.318	42599.07	3415.63	12.472	21415.38	531.43	40.30	42577.31	3730.91	12.472

Tabel 5.21 Rekapitulasi Kontrol *Strong Column Weak Beam* Kolom K2

Lantai	3 tangga						Open frame					
	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
15	3281.42	711.77	4.61	6796.47	1700.67	4.00	3282.22	711.77	4.61	6798.13	1669.70	4.07
14	6380.24	1062.86	6.00	13214.73	3217.32	4.11	6379.52	1062.86	6.00	13213.24	3287.71	4.02
13	6047.86	1062.86	5.69	12526.31	3247.78	3.86	6041.91	1062.86	5.68	12514.00	3335.02	3.75

Lanjutan Tabel 5.21

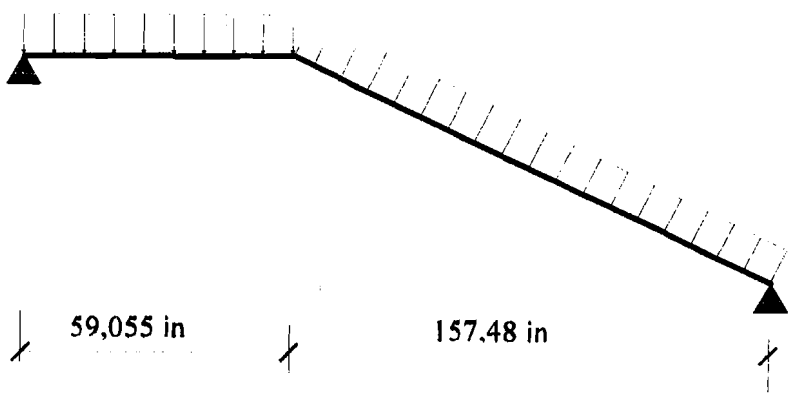
12	5781.94	1062.86	5.44	11975.54	3258.30	3.68	5768.89	1062.86	5.43	11948.51	3381.14	3.53
11	5551.30	1062.86	5.22	11497.83	3261.63	3.53	5528.50	1062.86	5.20	11450.61	3421.56	3.35
10	10749.45	1062.86	10.11	21529.21	3271.32	6.58	10714.19	1062.86	10.08	21458.10	3491.24	6.15
9	15932.25	1062.86	14.99	31540.66	3285.28	9.60	15884.49	1062.86	14.94	31446.13	3527.60	8.91
8	15673.91	1062.86	14.75	31029.24	3291.24	9.43	15613.76	1062.86	14.69	30910.17	3562.10	8.68
7	15418.15	1062.86	14.51	30522.92	3298.65	9.25	15343.15	1062.86	14.44	30374.44	3593.70	8.45
6	15165.03	1062.86	14.27	30021.84	3299.44	9.10	15072.65	1062.86	14.18	29838.95	3610.55	8.26
5	16969.88	1062.86	15.97	33631.50	3304.77	10.18	16856.43	1062.86	15.86	33406.64	3666.87	9.11
4	18774.47	1062.86	17.66	37240.15	3309.28	11.25	18637.15	1062.86	17.53	36967.77	3678.37	10.05
3	18524.19	1062.86	17.43	36743.71	3306.13	11.11	18360.93	1062.86	17.27	36419.87	3693.77	9.86
2	18278.03	1062.86	17.20	36255.44	3345.62	10.84	18085.10	1062.86	17.02	35872.75	3709.92	9.67
1	18037.03	1062.86	16.97	35777.39	3398.77	10.53	17809.82	1062.86	16.76	35326.71	3702.90	9.54

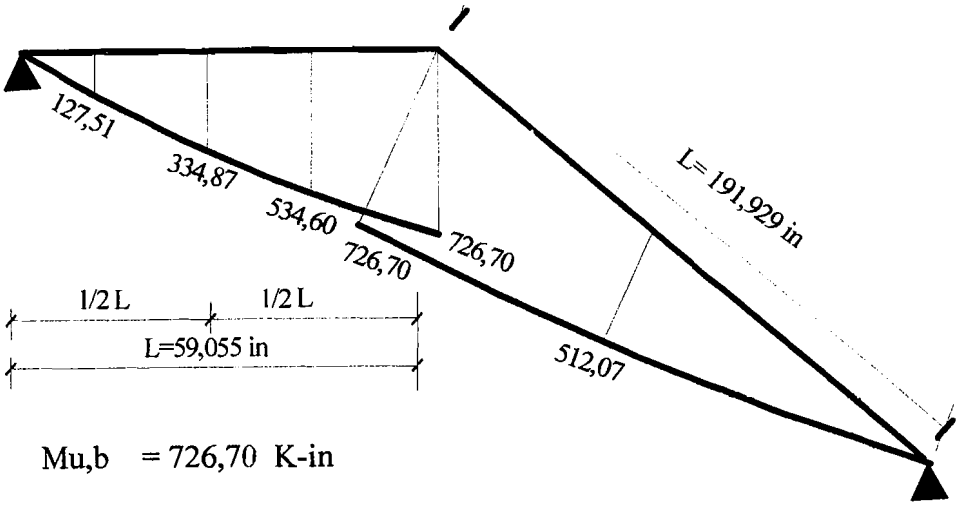
5.5 Perencanaan Tangga

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

5.5.1 Perhitungan Kuat Lentur Nominal Balok Bordes Pada Tangga

Pada struktur *braced frame* (Satu Tangga) diambil contoh hitungan untuk balok ($B_{90Bordes}$) bordes lantai 4 portal D dengan momen rencana hasil dari analisis struktur :





Mu,b = 726,70 K-in

L = 59,055 in

Profil yang digunakan adalah W12 X 279, dengan data propertis sebagai berikut:

A	= 81,9 in^2	I_x	= 3110 in^4	I_y	= 937 in^4
d	= 15,9 in	S_x	= 391,195in^3	S_y	= 143,053 in^3
t_w	= 1,53 in	Z_x	= 481 in^3	Z_y	= 220 in^3
b_f	= 13,1 in	E_S	= 29000 Ksi	f_u	= 58 Ksi
t_f	= 2,47 in	F_y	= 36 Ksi	f_r	= 10 Ksi
r_x	= 6,162 in	G	= 11200 Ksi	C_w	= 53446,72 in^6
r_y	= 3,382 in	J	= 143,00 in^4		

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

Pada sayap, $\lambda_s = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{13,1}{2.2,47} = 2,7 \leq \lambda_{ps} = \frac{52}{\sqrt{f_y(ksi)}} = \frac{52}{\sqrt{36}} = 8,67$ (pers. 3.9-13a)

Pada badan, $\lambda_b = \frac{h_c}{t_w} = \frac{15,9}{1,53} = 6,3 \leq \lambda_{pb} = \frac{520}{\sqrt{f_y(ksi)}} = \frac{520}{\sqrt{36}} = 86,67$ (pers. 3.9-13b)

Karena memenuhi persyaratan maka profil W12X279 termasuk profil plastis.

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

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

$\phi M_n = 0,9 \cdot Z_x \cdot F_y$ (pers. 3.9-2)

$= 0,9 \cdot 481 \cdot 36 = 15584.4$ K-in

$$L_p = 300 r_y . \frac{1}{\sqrt{F_y (ksi)}} = 300.3{,}382. \frac{1}{\sqrt{36}} = 169{,}12 \text{ in} \qquad \text{(pers. 3.9-3)}$$

$$X_1 = \frac{\pi}{S_x} \sqrt{\frac{E.G.J.A}{2}} = \frac{\pi}{391{,}195} \sqrt{\frac{29000.11200.143.81{,}5}{2}} \qquad \text{(pers. 3.9-8)}$$

$= 11069{,}78$ Ksi

$$X_2 = 4. \frac{C_w}{I_y} \left(\frac{S_x}{G.J} \right)^2 = 4. \frac{53446{,}72}{937} \left(\frac{391{,}195}{11200.143} \right)^2 \qquad \text{(pers. 3.9-9)}$$

$= 0{,}0000136$ Ksi

$F_l = Fy - Fr = 36 - 10 = 26$ Ksi (pers. 3.9-7)

$$L_r = \frac{r_y . X_1}{F_l} . \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 . F_l^2}} = \frac{3{,}382.11069{,}78}{26} \sqrt{1 + \sqrt{1 + 0{,}0000136.26^2}}$$

$= 2038{,}69$ in

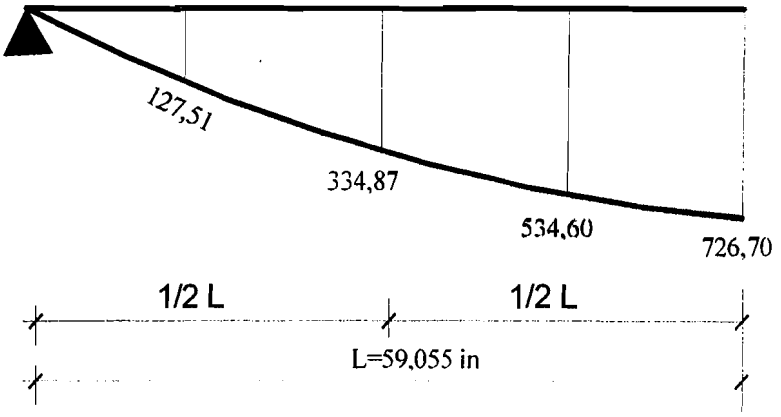
Karena $L \leq L_p$ maka termasuk bentang Pendek

Kuat lentur berdasarkan stabilitas tekuk puntir lateral, ϕM_n

$$C_b = \frac{12{,}5\, M_{max}}{2{,}5 M_{max} + 3 M_A + 4 M_B + 3 M_C} \qquad \text{(pers. 3.9-10)}$$

$$= \frac{12{,}5.726{,}70}{2{,}5.726{,}70 + 3.534{,}60 + 4.334{,}87 + 127{,}51}$$

$= 1{,}08 < 2{,}3$



$M_r = S_x.(F_y - F_r)$ (pers. 3.9-7)

$= 391,195.(36-10)$

$= 10171,07$ K-in

$M_p = M_n = Zx .Fy = 481x36 = 17316$K-in

Karena $M_n = M_p$ maka

$\phi M_n = \phi M_p$ (pers. 3.9-2)

$= 0,9.17316 = 15584,4$

Rasio kapasitas lentur yang terjadi, $\frac{M_{u,b}}{\phi M_n} = \frac{726,70}{15584,4} = 0,047 < 1,0 \rightarrow Ok\ !$

5.5.2 Gaya Geser Rencana Balok Bordes

Gaya geser pada balok bordes 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:

$$V_u = 1,2.V_D + 0,5.V_L + \frac{2.\beta.M_{ph}}{L} \quad \text{(pers. 3.9-15)}$$

$$V_u = 1,2.V_D + 0,5.V_L + \mu.V_E \quad \text{(pers. 3.9-16)}$$

Contoh hitungan gaya geser blok

Gaya geser pada lokasi sendi plastis balok bordes lantai 4 portal D adalah:

V_D = 4,56 kips

V_L = 2,75 kips

V_E = 22,61kips

Jarak antar sendi plastis L' = 59,055

$$V_u = 1,2.4,56 + 0,5.2,75 + \frac{2.1,1.19047,6}{59,055} = 651,927 \text{ kips}$$

$V_u = 1,2 \cdot 4,56 + 0,5 \cdot 2,75 + 4 \cdot 22,61 = 97,287$ kips

Gaya geser rencana balok, $V_u = 97,287$ kips

5.5.3 Kuat Geser Nominal Balok Bordes

Contoh hitungan kuat geser balok bordes pada tangga :

Diketahui gaya geser yang bekerja pada balok ($B_{90\ Bordes}$) bordes lantai 4 portal D adalah,

$V_u = 97,287$ kips

Kontrol perbandingan tinggi terhadap tebal panel (h/t_w) pendukung geser,

$h = 0,95 \cdot d$

$= 0,95 \cdot 15,9 = 15,105$ in

$$\frac{h}{t_w} = \frac{10,94}{1,53} = 7,15 < \frac{418}{\sqrt{F_y(ksi)}} = \frac{418}{\sqrt{36}} = 69,67 \qquad \text{(pers. 3.9-18)}$$

$A_w = d \cdot t_w$ (pers. 3.9-20)

$= 15,9 \cdot 1,53 = 24,327$ in

$\phi V_n = 0,9 \cdot 0,6 \cdot F_y \cdot A_w$ (pers. 3.9-19)

$= 0,9 \cdot 0,6 \cdot 36 \cdot 24,327$

$= 472,9$ Kips

Rasio kapasitas geser yang terjadi,

$$\frac{V_{u,b}}{\phi V_n} = \frac{97,287}{472,9} = 0,021 < 1,0 \rightarrow Ok\ ! \qquad \text{(pers. 3.9-21)}$$

5.5.4 Kontrol Lendutan

Lendutan yang terjadi pada tengah bentang diperoleh dari momen akibat beban gravitasi dan gempa. Lendutan balok ($B_{90bordes}$) bordes lantai 4 portal D struktur BSF yang berasal dari analisis struktur akibat beban mati, hidup dan gempa (lampiran) adalah sebagai berikut:

$M_a = 0$ kips-in

$M_s = 534,60$ kips-in

$M_b = 726,70$ kips-in

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

$$\frac{L}{360} = \frac{59,055}{360} = 0,164 \text{ in} \qquad \text{(pers. 3.9-22a)}$$

Dimana lendutan pada tengah bentang dapat dicari dengan menggunakan persamaan

$$\Delta_{\text{pertengahan bentang}} = \frac{5L^2}{48EI}[M_s - 0,1(M_a + M_b)] \qquad \text{(pers. 3.9-23)}$$

$$= \frac{5.59,055^2}{48.29000.3110}[334,87 - 0,1(0 + 726,70)]$$

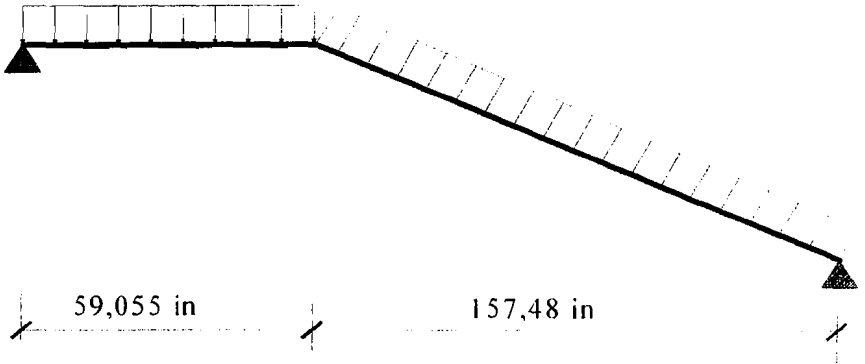
$$= 0,001 \text{ in} < 0.164 \text{ in} \rightarrow OK!$$

Hasil perhitungan selengkapnya mengenai desain balok bordes dapat dilihat pada lampiran D – 6

5.5.5 Perencanaan Profil Miring Pada Tangga

Gaya Aksial Tekan Rencana Profil Miring Pada Tangga

Hasil analisis struktur profil miring pada tangga pada Br_{D3} lantai 4 struktur tiga tangga



P_D = 13,,9 kips

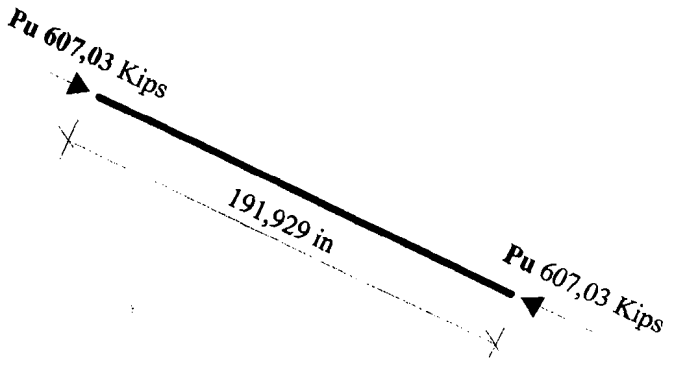
P_L = 7,28 kips

Gaya aksial rencana kolom (Pu) (Robert Englerkirk,1993):

$$Pu = 1{,}2\ P_D + 0{,}5\ P_L + \sum\left(\frac{2.Mpb}{L}\right) \qquad \text{(pers. 3.10-2)}$$

$$Pu = 1{,}2.13{,}9 + 0{,}5.7{,}28 + \sum\left(\frac{19047{,}6}{59{,}0551}\right)$$

= 607,03 kips



Gaya aksial rencana kolom (Pu)

Contoh perhitungan:

Direncanakan profil miring pada tangga pada Br_{D3} lantai 4 struktur *braced steel frame* (*BSF* tiga tanggga) dengan gaya aksial tekan rencana, $P_{u,br}$ = 607,025 Kips dan Lb = 4,875 m = 191,929 in. Digunakan profil W12X279 dengan data propertis sebagai berikut :

A	= 81,9 in^2	I_x	= 3110 in^4	I_y	= 937 in^4
d	= 15,9 in	S_x	= 391,195in^3	S_y	= 143,053 in^3
t_w	= 1,53 in	Z_x	= 481 in^3	Z_y	= 220 in^3
b_f	= 13,1 in	E_S	= 29000 Ksi	f_u	= 58 Ksi
t_f	= 2,47 in	F_y	= 36 Ksi	f_r	= 10 Ksi
r_x	= 6,162 in	G	= 11200 Ksi	C_w	= 53446,72 in^6
r_y	= 3,382 in	J	= 143,00 in^4		

Kontrol penampang kompak untuk menghindari terjadinya *local buckling* menurut persamaan (3.6-4a) dan (3.6-4b),dimana disyaratkan $\lambda \leq \lambda_p$.

Pada sayap, $\lambda_s = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{13,1}{2.2,47} = 2,7 \leq \lambda_{ps} = \frac{52}{\sqrt{f_y(ksi)}} = \frac{52}{\sqrt{36}} = 8,67$ (pers. 3.10-4a)

Pada badan, $\lambda_b = \frac{h_c}{t_w} = \frac{15,9}{1,53} = 6,3 \leq \lambda_{pb} = \frac{520}{\sqrt{f_y(ksi)}} = \frac{520}{\sqrt{36}} = 86,67$ (pers. 3.10-4b)

Kuat dukung nominal dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.6-5) seperti pada perhitungan kuat dukung nominal kolom. Dukungan pada kedua ujung dianggap sendi-sendi, sehingga k = 1 .

$$\lambda c = \frac{k\ .L}{\pi.r_y}\sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{1.191,929}{\pi.3,382}\sqrt{\frac{36}{29000}} = 0,6367 \qquad \text{(pers. 3.10-6)}$$

Diambil λ_c = 0,637 ; karena λ_c < 1,5 maka:

$$Fcr = \left(0,658^{\lambda c^2}\right)fy = \left(0,658^{0,637^2}\right)36 = 30,3817 \text{ Ksi} \qquad \text{(pers. 3.10-7)}$$

$$\phi c.Pn = \phi c.Ag.Fcr = 0,85.81,9.30,387 = 2115,024 \text{ Kips} \qquad \text{(pers. 3.10-9)}$$

$\phi Pn = 2115{,}024 > P_{u,br} = 607{,}03$ Kips

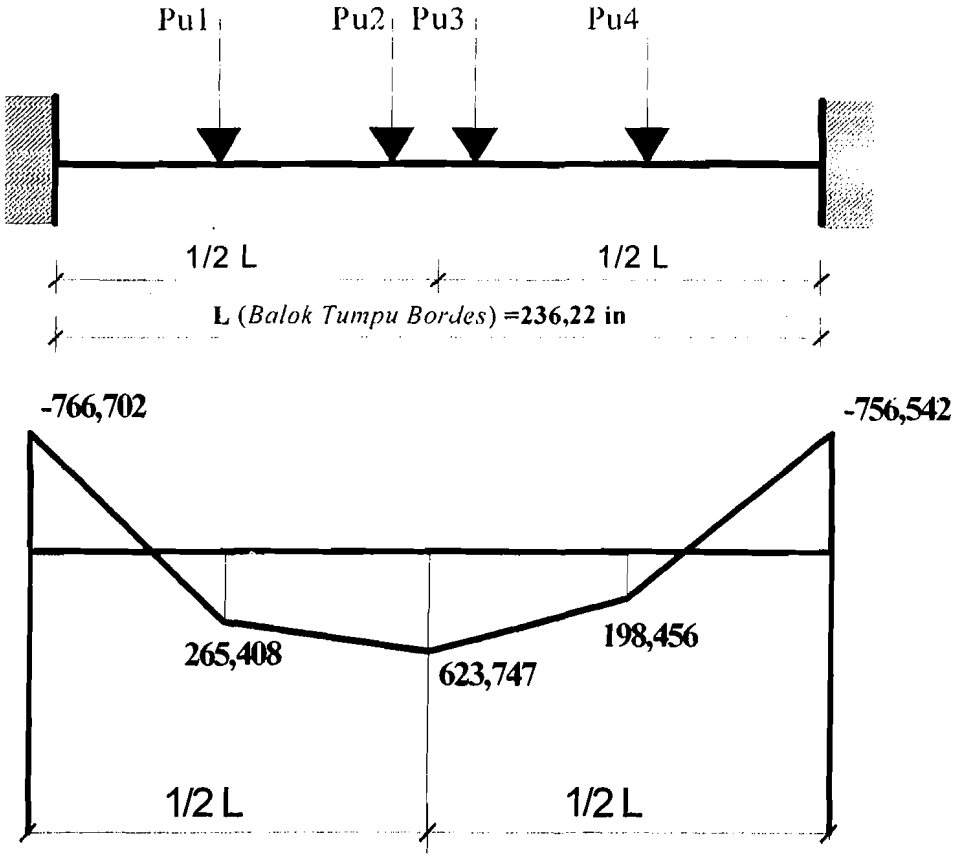
Rasio beban aksial:

$$\frac{P_{u.br}}{\phi P_n} = \frac{607{,}03}{2115{,}024} = 0{,}287 < 1{,}0 \rightarrow Ok! \qquad \text{(pers. 3.10-10)}$$

Hasil perhitungan selengkapnya mengenai desain profil miring pada tangga dapat dilihat pada lampiran D – 10

5.5.6 Perhitungan Kuat Lentur Nominal Balok Tumpuan Bordes Pada Tangga

Pada struktur *braced frame* BSF (Tiga Tangga) diambil contoh hitungan untuk balok tumpuan bordes lantai 4 portal 3 dengan momen rencana hasil dari analisis struktur :



Mu,b = 766,702 K-in

L = 236,22 in

Ln = 218,72 in

Profil yang digunakan adalah W12 X 279, dengan data propertis sebagai berikut:

A	= 81,9 in^2	I_x	= 3110 in^4	I_y	= 937 in^4
d	= 15,9 in	S_x	= 391,195in^3	S_y	= 143,053 in^3
t_w	= 1,53 in	Z_x	= 481 in^3	Z_y	= 220 in^3
b_f	= 13,1 in	Es	= 29000 Ksi	f_u	= 58 Ksi
t_f	= 2,47 in	F_y	= 36 Ksi	f_r	= 10 Ksi
r_x	= 6,162 in	G	= 11200 Ksi	C_w	= 53446,72 in^6
r_y	= 3,382 in	J	= 143,00 in^4		

Kontrol rasio lebar terhadap tebal (b/t) dan (h/t) penampang berdasarkan persamaan

$\lambda \leq \lambda_p$.

Pada sayap, $\lambda_s = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{13,1}{2.2,47} = 2,7 \leq \lambda_{ps} = \frac{52}{\sqrt{f_y(ksi)}} = \frac{52}{\sqrt{36}} = 8,67$ (pers. 3.9-13a)

Pada badan, $\lambda_b = \frac{h_c}{t_w} = \frac{15,9}{1,53} = 6,3 \leq \lambda_{pb} = \frac{520}{\sqrt{f_y(ksi)}} = \frac{520}{\sqrt{36}} = 86,67$ (pers. 3.9-13b)

Karena memenuhi persyaratan maka profil W12X279 termasuk profil plastis.

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

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

$\phi M_n = 0,9 \cdot Z_x \cdot F_y$ (pers. 3.9-12)

$= 0,9 \cdot 481 \cdot 36 = 15584.4$ K-in

$L_p = 300.r_y.\frac{1}{\sqrt{F_y(ksi)}} = 300.3,382.\frac{1}{\sqrt{36}} = 169,12$ in (pers. 3.9-3)

$X_1 = \frac{\pi}{S_x}\sqrt{\frac{E.G.J.A}{2}} = \frac{\pi}{391,195}\sqrt{\frac{29000.11200.143.81,5}{2}}$ (pers. 3.9-8)

= 11069,78 Ksi

$$X_2 = 4.\frac{C_w}{I_y}\left(\frac{S_x}{G.J}\right)^2 = 4.\frac{53446,72}{937}\left(\frac{391,195}{11200.143}\right)^2 \qquad \text{(pers. 3.9-9)}$$

= 0,0000136 Ksi

F_l = Fy - Fr = 36 – 10 = 26 Ksi (pers. 3.9-7)

$$L_r = \frac{r_y.X_1}{F_l}.\sqrt{1+\sqrt{1+X_2.F_l^2}} = \frac{3,382.1104,72}{26}\sqrt{1+\sqrt{1+0,0000136.26^2}}$$

= 2038,94 in

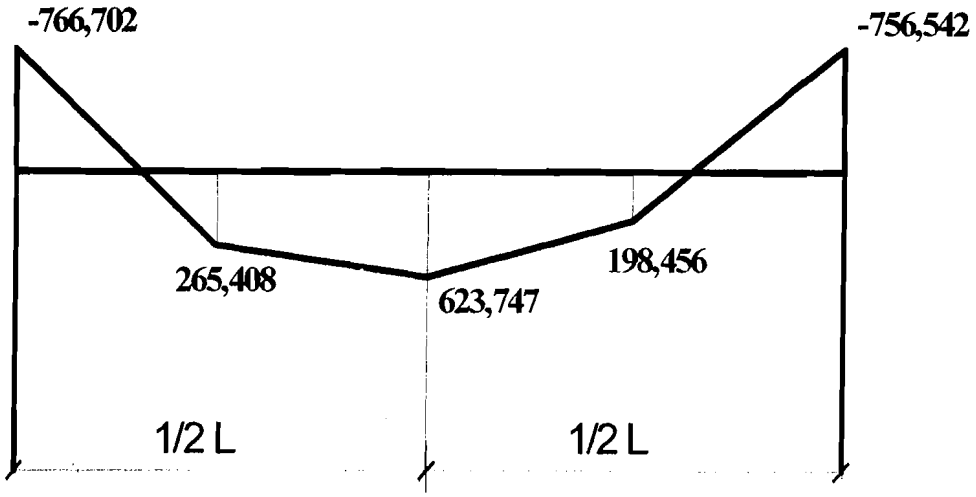
Karena $L_p < L < L_r$ maka termasuk bentang menengah

Kuat lentur berdasarkan stabilitas tekuk puntir lateral, ϕM_n

$$C_b = \frac{12,5\,M_{max}}{2,5M_{max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \qquad \text{(pers. 3.9-10)}$$

$$= \frac{12,5.766,702}{2,5.766,702 + 3.256,408 + 4.623,747 + 3.198,456}$$

= 1,73 < 2,3



$M_r = S_x.(F_y - F_r)$ (pers. 3.9-7)

$= 391,195.(36-10)$

$= 10171,07$ K-in

$$M_n = C_b.\left[M_p - (M_p - M_r)\frac{(L - L_p)}{(L_r - L_p)}\right] \le M_p \quad \text{(pers. 3.9-4)}$$

$$= 1,73.\left[17316 - (17316 - 10171,07)\frac{(236,22 - 169,12)}{(2038,94 - 169,12)}\right]$$

$= 29534$ K-in $> M_p = Zx.Fy = 481x36 = 17316$K-in

Karena $M_n > M_p$, maka

$\phi M_n = \phi M_p$ (pers. 3.9-2)

$= 0,9.17316$

$= 15584,4$ K-in

Rasio kapasitas lentur yang terjadi, $\frac{M_{u,b}}{\phi M_n} = \frac{766,702}{15584,4} = 0,049 < 1,0 \rightarrow Ok\ !$

5.5.7 Gaya Geser Rencana Balok Tumpuan Bordes

Gaya geser pada balok tumpuan bordes 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:

$$V_u = 1,2.V_D + 0,5.V_L + \frac{2.\beta.M_{pb}}{L} \quad \text{(pers. 3.9-15)}$$

$V_u = 1,2.V_D + 0,5.V_L + \mu.V_E$ (pers. 3.9-16)

Contoh hitungan gaya geser balok

Gaya geser pada lokasi sendi plastis balok tumpuan bordes lantai 3 portal 3 adalah:

V_D = 3,69 kips

V_L = 2,25 kips

V_E = 38,33 kips

Jarak antar sendi plastis L' = 236,22 in

$$V_u = 1{,}2.3{,}69 + 0{,}5.2{,}25 + \frac{2.1{,}1.19047{,}6}{236{,}22} = 166{,}823 \text{ kips}$$

V_u = 1,2 . 3,69 + 0,5 . 2,25 + 4 . 38,33 = 158,873 kips

Gaya geser rencana balok, V_u = 158,873 kips

5.5.8 Kuat Geser Nominal Balok Tumpuan Bordes

Contoh hitungan kuat geser balok tumpuan bordes pada tangga :

Diketahui gaya geser yang bekerja pada balok tumpuan bordes lantai 4 portal 3 adalah,

V_u = 158,873 kips

Kontrol perbandingan tinggi terhadap tebal panel (h/t_w) pendukung geser,

h = 0,95 . d

= 0,95 . 15,9 = 15,105 in

$$\frac{h}{t_w} = \frac{10{,}94}{1{,}53} = 7{,}15 < \frac{418}{\sqrt{F_y(ksi)}} = \frac{418}{\sqrt{36}} = 69{,}67 \qquad \text{(pers. 3.9-18)}$$

$A_w = d \cdot t_w$ (pers. 3.9-20)

= 15,9 . 1,53 = 24,327 in

$\phi V_n = 0,9 \,.\, 0,6 \,.\, F_y \,.\, A_w$ (pers. 3.9-19)

$= 0,9 \,.\, 0,6 \,.\, 36 \,.\, 24,327$

$= 472,917$ Kips

Rasio kapasitas geser yang terjadi,

$$\frac{V_{u,b}}{\phi V_n} = \frac{158,873}{472,917} = 0,34 < 1,0 \rightarrow Ok\,!$$ (pers. 3.9-21)

5.5.9 Kontrol Lendutan

Lendutan yang terjadi pada tengah bentang diperoleh dari momen akibat beban gravitasi dan gempa. Lendutan balok tumpuan bordes lantai 4 portal 3 struktur BSF (tiga tangga) yang berasal dari analisis struktur akibat beban mati, hidup dan gempa (lampiran) adalah sebagai berikut:

$M_a = 756,542$ kips-in

$M_s = 623,747$ kips-in

$M_b = 766,702$ kips-in

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

$$\frac{L}{360} = \frac{236,22}{360} = 0,656 \text{ in}$$ (pers. 3.9-22a)

Dimana lendutan pada tengah bentang dapat dicari dengan menggunakan persamaan

$$\Delta_{\text{pertengahan bentang}} = \frac{5L^2}{48EI}\left[M_s - 0,1(M_a + M_b)\right]$$ (pers. 3.9-23)

$$= \frac{5.236,22^2}{48.29000.3110}\left[623,747 - 0,1(756,542 + 766,702)\right]$$

$= 0.05 \text{ in} < 0.656 \text{ in} \rightarrow OK$

Hasil perhitungan selengkapnya mengenai desain balokm tumpuan boerdes pada tangga dapat dilihat pada lampiran D – 7

5.6 Perencanaan Balok Anak

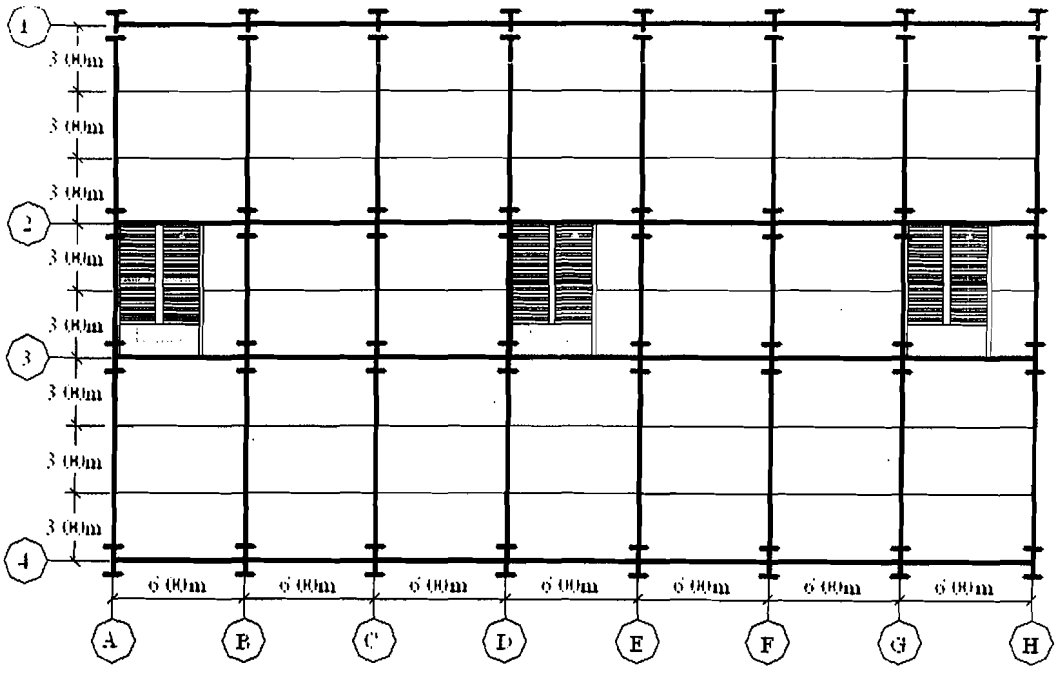
Dalam perencanaan balok anak, baja didesain komposit dengan beton (pelat).

Balok anak lantai 1-14

Beban yang bekerja → beban mati = -Tebal slab beton = 5in

-berat sendiri baja

→ beban hidup



Digunakan profil baja W12X26 dengan data propertis sebagai berikut :

A_s	= 7,65 in^2	I_x	= 204 in^4	r_x	= 5,164 in
d	= 12,2 in	I_y	= 17,3 in^4	r_y	= 1,504 in
t_w	= 0,23 in	S_x	= 33,443 in^3	Z_y	= 8,17 in^3
b_f	= 6,49 in	Sy	= 5,331 in^3	f_c'	= 4 Ksi
t_f	= 0,38 in	Z_x	= 37,2 in^3		

E_s= 29000 Ksi

Data slab beton:

Tebal slab, ts = 5 in

$$E_c = 1750.\sqrt{f_c'(Ksi)} = 1750.\sqrt{4} = 3500 \text{ Ksi} \qquad \text{(pers. 3.12-1)}$$

$$\text{Rasio modular, } n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{29000}{3500} = 8{,}286 \qquad \text{(pers. 3.12-2)}$$

➢ Beban mati

Tebal pelat = 5 in

Berat = (6 x 3,22) x 5/12 x 150 = 1230 lb/ft

Berat sendiri baja = _____ = 26 lb/ft +

Wmati =1256 lb/ft

W hidup = 250 kg/m^2 =51,20 lb/ft^2

Beban =51,20 (6/0,3048) = 1007,87 lb/ft

Maka diperoleh Q_D= 1256 lb/ft; Q_L = 1007,87 lb/ft

Q_U = 1,2D + 1,6L (pers. 3.12-15)

= (1,2 x 1256) + (1,6x1007,87) = 3119,792 Q_D = 1256 lb/ft

M_u = 1/8 x Q x L^2 (pers. 3.12-16)

= 1/8 x 3119,792 x (19,685)^2 = 151115,23 lb/ft = 151,115 k.ft = 1813,38 kin

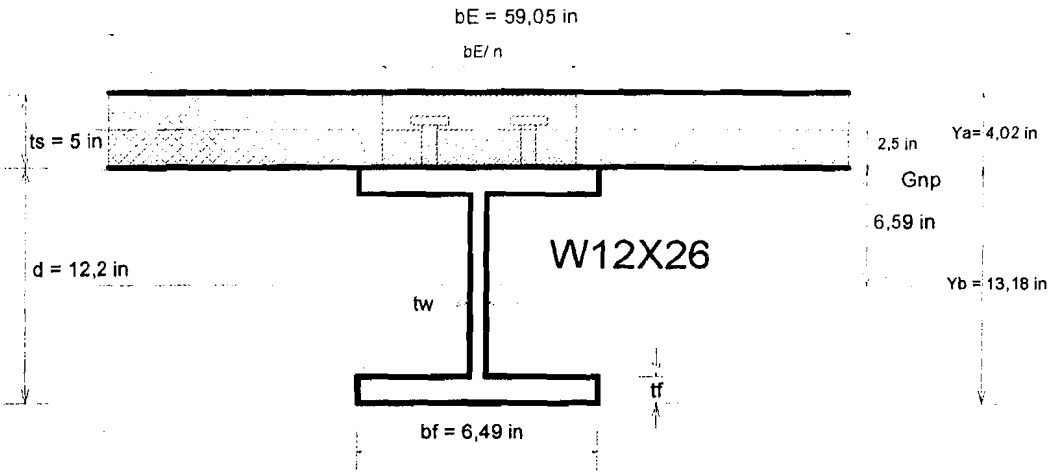
Balok anak bentang 6 m = 236,22 in:

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

$b_E \leq$ ¼.L = ¼.236,22 = 59,05 in (menentukan) (pers. 3.12-3)

$b_E \leq$ 16 ts + bf = 96,49 in (pers. 3.12-4)

bE ≤ bo = 6 m = 236,22 in (pers. 3.12-5)



Gambar 5.8 Penampang komposit balok anak bentang 6 m

Lebar sayap beton ekuivalen. $\frac{b_E}{n} = \frac{59,05}{8,285} = 7,126$ in (pers. 3.12-6)

Luas baja transformasi,

$A_{tr} = (b_E/n \times ts) + A_s = (7,126 \times 5) + 7,65 = 43,28 \text{ in}^2$ (pers. 3.12-7)

Letak garis netral komposit terhadap sisi atas

$$Ya = \frac{((bE/nxts)x0,5ts) + (Asx((0,5ds) + ts))}{(bE/nxts) + As}$$ (pers. 3.12-8)

$$= \frac{((7,126.5).0,5.5) + (7,65.((0,5.12,2) + 5))}{(7,126.5) + 7,65}$$

$= 4,02$ in

$Yb = ds + ts - Ya = 12,2 + 5 - 4,02 = 13,18$ in (pers. 3.12-9)

Momen inersia penampang komposit

$I_{Kmp} = \{Ix_s + A_s.Y_2^2\} + \{ Ix_{cr} + A_{cr}.Y_1^2)$ (pers. 3.12-10)

$= \{1/12(7,126.5^3) + (7,126.5).1,52^2)\} + \{204 + (7,65.7,08^2)\}$

$= \{74,23 + 82,32) + (7,126.5).1,52^2\} + \{204 + 383,47\}$

$= 744,02 \text{ in}^4$

5.6.1 Kapasitas Lentur Nominal Balok Komposit

Kontrol rasio tinggi terhadap tebal badan profil baja (h/t_w) menurut persamaan

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{0{,}95.12{,}2}{0{,}23} = 50{,}391 < \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{fy(Ksi)}} = \frac{640}{\sqrt{36}} = 106{,}667 \quad \text{(pers. 3.12-20)}$$

Balok anak lantai 1 - 13 bentang 6 m = 236,220 in :

Gaya desak beton, $C = 0{,}85 f_c'.b_E.a$ (pers. 3.12-21)

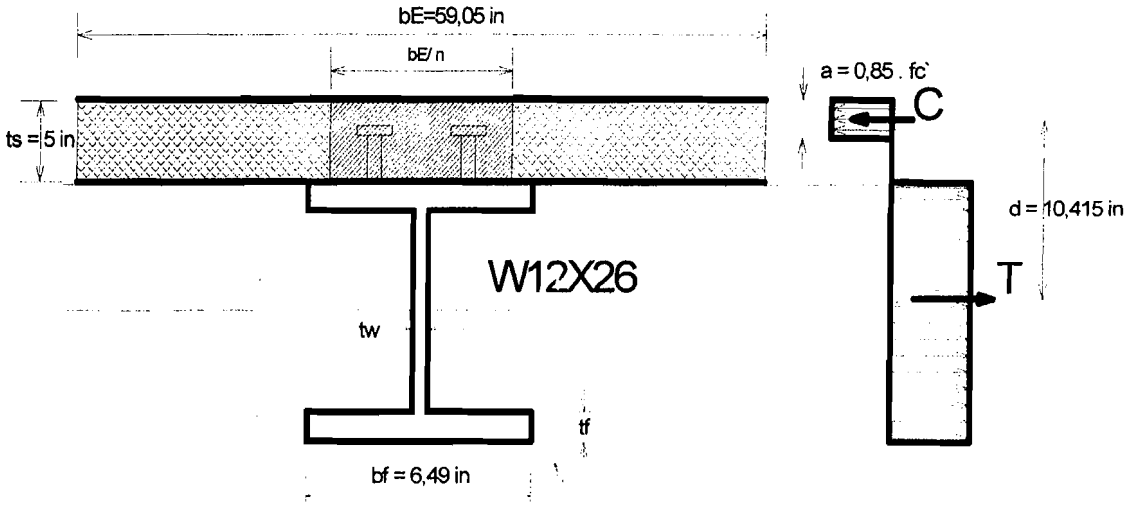
Gaya tarik penampang baja, $T = A_s . f_y$ (pers. 3.12-22)

Kesetimbangan gaya dalam $C = T$

$$0{,}85 f_c'.b_E.a - A_s . f_y$$

Sehingga nilai a dapat dicari berdasarkan blok tegangan yang terjadi

$$a = \frac{A_s . f_y}{0{,}85 . f_c' . b_E} = \frac{7{,}65.36}{0{,}85x4x59{,}05} = 1{,}37 \text{ in} < ts = 5 \text{ in} \quad \text{(pers. 3.12-23)}$$



Gambar 5.9 Diagram tegangan lentur plastis

Dikarenakan a < ts, maka garis netral plastis berada pada beton. Dengan demikian kapasitas nominal balok komposit, Mn

$$M_n = C.d_1 = T.d_1 \quad \text{(pers. 3.12-24)}$$

$M_n = T(d/2 + t_s - a/2)$

$M_n = (A_s.f_y).(d/2 + t_s - a/2)$

$M_n = (7,65.36)(12,2/2 + 5 - 1,37/2) = 2868,291$ K-in

Kontrol kapasitas:

$\phi_b M_n \geq M_u$ (pers. 3.12-25)

$\phi_b M_n = 0,85 \times 2868,291 = 2438,05$ K-in $> M_u = 1813,38$ K-in

Dengan cara yang sama didapatkan hasil desain untuk balok anak antai menggunakan profil W12X26.

5.6.2 Kontrol Terhadap Lendutan

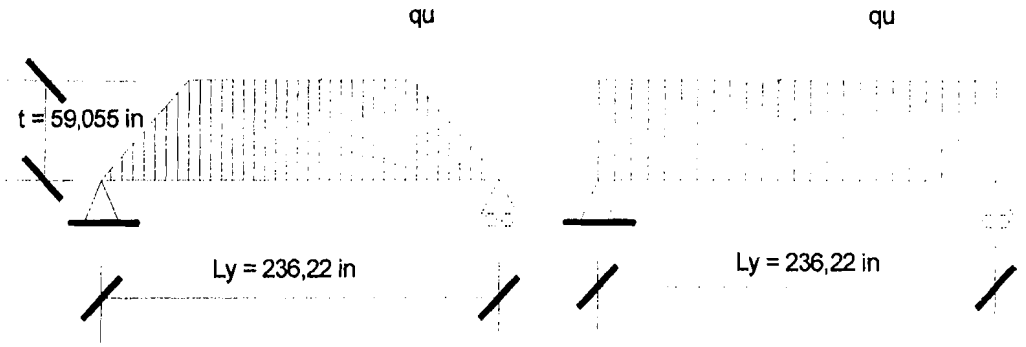
Dari hasil perhitungan berat pelat lantai, didapatkan beban-beban yang bekerja pada balok anak lantai sebagai berikut :

Beban mati $(Q_D) = 483$ Kg/m^2 $= 6,8637.10^{-4}$ K/in^2

Beban hidup $(Q_L) = 250$ Kg/m^2 $= 3,5526.10^{-4}$ K/in^2

Berat sendiri profil baja W12X26, $q_s = 38,66$ Kg/m $= 2,17.10^{-3}$ K/in

Beban merata equivalen yang bekerja pada balok anak berdasarkan pembebanan tributari area dari pelat lantai dapat dilihat pada gambar 5.9.



Gambar 5.10 Pembebanan pada balok anak

Lx = sisi terpendek dari pelat = 3 m = 118,11 in

Ly = sisi terpanjang dari pelat = 6 m = 236,22 in

t = 0,5.Lx = 0,5.118,11= 59,055 in

$$t_{eq} = t - \frac{4.t^3}{3.L_y^2} = 59{,}055 - \frac{4.59{,}055^3}{3.236{,}22^2} = 54{,}133 \text{ in}$$

$q_D = t_{eq}.Q_D = 54{,}133.6{,}8637.10^{-4} = 3{,}715.10^{-2}$ K/in

$q_L = t_{eq}.Q_L = 54{,}133.3{,}5526.10^{-4} = 1{,}923.10^{-2}$ K/in

$q_{total} = 2q_D + 2q_L + q_s$

$= 2.3{,}715.10^{-2} + 2.1{,}923.10^{-2} + 2{,}17.10^{-3}$

$= 0{,}1149$ K/in

Lendutan yang terjadi pada balok komposit

1. Apabila pada pelaksanaan terdapat dukungan

$$\Delta_{max} = \frac{5}{384}.\frac{q_{total}.L^4}{E_s.I_{Kmp}}$$

$$= \frac{5}{384}.\frac{0{,}1149.236{,}22^4}{29000.744{,}02} = 0{,}216 \text{ in} < \frac{L}{360} = 0{,}656 \text{ in}$$

2. Apabila pada pelaksanaan tanpa dukungan

$q_{mati} = q_D + q_s = 3{,}715.10^{-2} + 2{,}17.10^{-3} = 0{,}03932$ K/in

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

$$= \frac{5}{384}.\frac{0{,}03932.236{,}22^4}{29000.204} = 0{,}269 \text{ in}$$

$$\Delta_{Kmp} = \frac{5}{384}.\frac{q_L.L^4}{E_s.I_{Kmp}}$$

$$= \frac{5}{384}.\frac{(1{,}923.10^{-2}).236{,}22^4}{29000.744{,}02} = 0{,}0361 \text{ in}$$

$$\Delta_{max} = \Delta_{baja} + \Delta_{Kmp} = 0{,}269 + 0{,}0361 = 0{,}3015 \text{ in} < \frac{L}{360} = 0{,}656 \text{ in}$$

5.6.3 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;

$Vn = 0{,}85.fc'.b_E.t_S = 0{,}85.4.59{,}05.5 = 1003{,}85$ Kips (pers. 3.12-30a)

$Vn = A_s.Fy = 7{,}65.36 = 275{,}4$ Kips (Menentukan) (pers. 3.12-30b)

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:

$$Q_n = 0{,}5.A_{sc}.\sqrt{f_c'.E_c} \le A_{sc}.Fu^b \qquad \text{(pers. 3.12-31)}$$

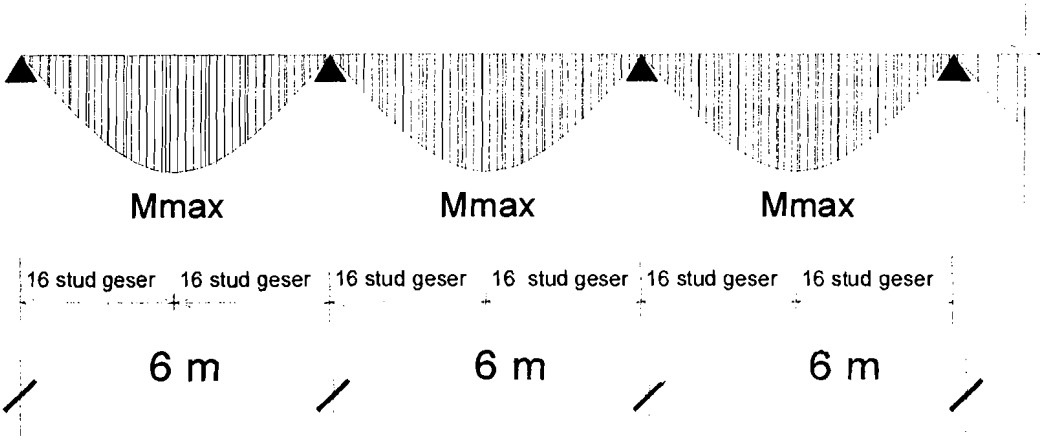
$$Q_n = 0{,}5x\frac{1}{4}\pi.\tfrac{5}{8}^2\sqrt{4.3500} = 18{,}15 \text{ Kips} < \tfrac{1}{4}.\pi.\ 5/8^2.\ 60 = 18{,}14 \text{ Kips}$$

Jumlah stud geser yang dibutuhkan untuk setengah bentang balok:

$$n = \frac{V_n}{Q_n} = \frac{275{,}4}{18{,}14} = 15{,}18 \qquad \text{(pers. 3.12-32)}$$

Digunakan 16 stud geser per setengah bentang balok

Penempatan stud geser dapat dilihat pada gambar 5.11.



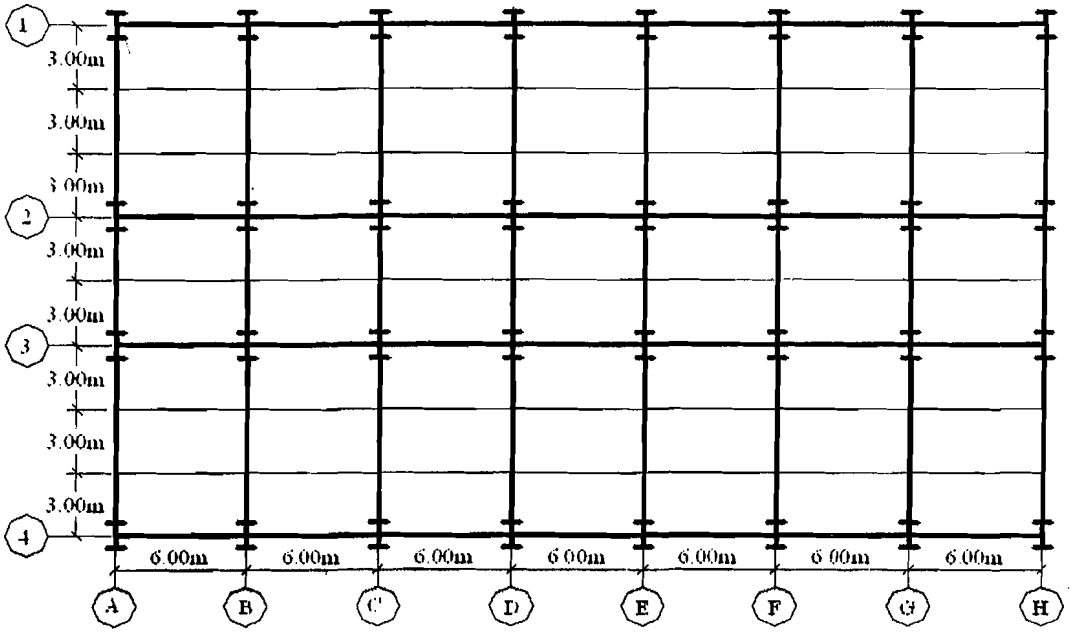
Gambar 5.11 Rencana penempatan stud geser

5.6..4 Balok anak lantai 15 (Atap)

Beban yang bekerja → beban mati = -Tebal slab beton = 4in

-berat sendiri baja

→ beban hidup



Digunakan profil baja W12X19 dengan data propertis sebagai berikut :

A_s	= 5,57 in^2	I_x	= 130 in^4	E_s	= 29000 Ksi
d	= 12,2 in	I_y	= 3,76 in^4		
t_w	= 0,235 in	S_x	= 21,312 in^3		
b_f	= 4,01 in	Sy	= 1,875 in^3		
t_f	= 0,35 in	Z_x	= 247 in^3		
r_x	= 4,831in	Z_y	= 24,7 in^3		
r_y	= 0,822 in	f_c'	= 4 Ksi		

➢ Data slab beton:

Tebal slab, ts = 5 in

$$E_c = 1750.\sqrt{f_c'(Ksi)} = 1750.\sqrt{4} = 3500 \text{ Ksi} \qquad \text{(pers. 3.12-1)}$$

Rasio modular, $n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{29000}{3500} = 8{,}286$ (pers. 3.12-2)

➢ Beban mati

Tebal pelat = 5 in

Berat = (6 x 3,28) x 4/12 x 150 = 984 lb/ft

Berat sendiri baja = _____ = 19 lb/ft +

Wmati =1003 lb/ft

W hidup = 250 kg/m^2 =51,20 lb/ft^2

Beban =51,20 (6/0,3048) = 1007,87 lb/ft

Maka diperoleh Q_D = 1003lb/ft; Q_L = 1007,87 lb/ft

Q_U = 1,2D + 1,6L (pers. 3.12-15)

= (1,2 x 003) + (1,6x1007,87) = 2816,192 lb/ft

M_u = 1/8 x Q x L^2 (pers. 3.12-16)

= 1/8 x 2816,192 x $(19,685)^2$ = 136409,57 lb/ft = 136,409 k.ft = 1636,92 kin

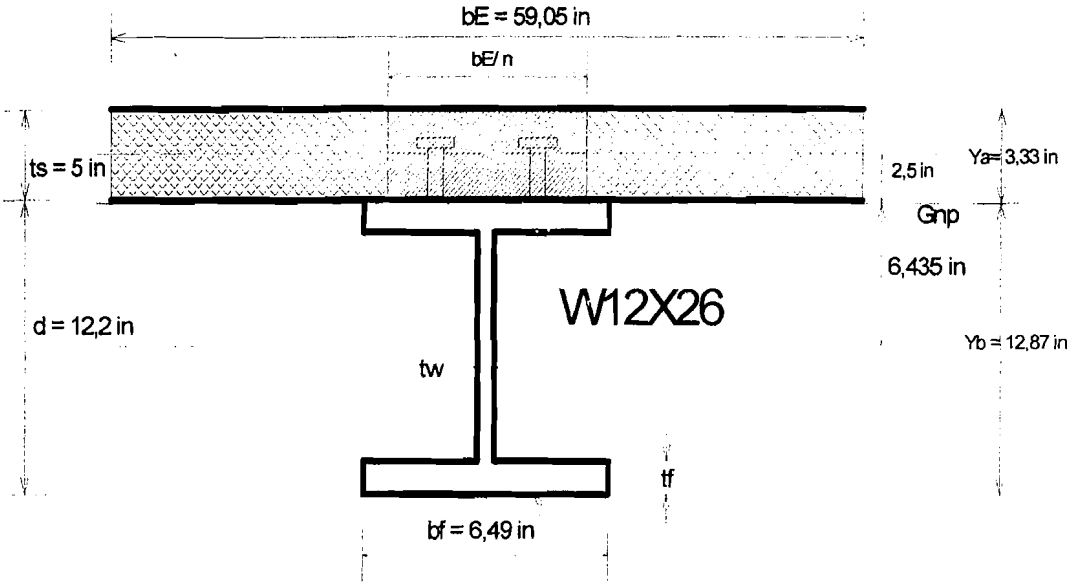
Balok anak bentang 6 m = 236,22 in:

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

$b_E \leq \frac{1}{4}.L = \frac{1}{4}.236,22 = 59,05$ in (menentukan) (pers. 3.12-3)

$b_E \leq 16\ ts + bf = (16.4) + 4,01 = 68,01$ in (pers. 3.12-4)

$bE \leq bo = 3\ m = 118,11$ in (pers. 3.12-5)



Gambar 5.12 Penampang komposit balok anak bentang 6 m

Lebar sayap beton ekuivalen, $\frac{b_E}{n} = \frac{59,05}{8,285} = 7,126$ in (pers. 3.12-6)

Luas baja transformasi,

$A_{tr} = (b_E/n \times ts) + A_s = (7,126 \times 47) + 5,57 = 34,074\ in^2$ (pers. 3.12-7)

Letak garis netral komposit terhadap sisi atas

$$Ya = \frac{((bE/nxts)x0,5ts) + (Asx((0,5ds) + ts))}{(bE/nxts) + As} \quad \text{(pers. 3.12-8)}$$

$$= \frac{((7,126.4).0,5.4) + (5,57.((0,5.12,2) + 4))}{(7,126.4) + 5,57} = 3,33 \text{ in}$$

$Yb = ds + ts - Ya = 12,2 + 4 - 3,33 = 12,87$ in (pers. 3.12 -9)

Momen inersia penampang komposit

I_{Kmp} = $\{Ix_s + A_s.Y_2^2\} + \{ Ix_{cr} + A_{cr}.Y_1^2)$ (pers. 3.12-10)

= $\{1/12(7,126.4^3)+(7,126.4).1,33^2)\}+\{130+(5,57.6,435^2)\}$

=(38,01+50,42)+(130+230,65)

= 449,08 in^4

5.6.5 Kapasitas Lentur Nominal Balok Komposit

Kontrol rasio tinggi terhadap tebal badan profil baja (h/t_w) menurut persamaan

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{0,95.12,2}{0,235} = 49,32 < \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{fy(Ksi)}} = \frac{640}{\sqrt{36}} = 106,67 \text{ (pers. 3.12-20)}$$

Balok anak lantai atap bentang 6 m = 236,220 in :

Gaya desak beton, $C = 0,85.f_c'.b_E.a$ (pers. 3.12-21)

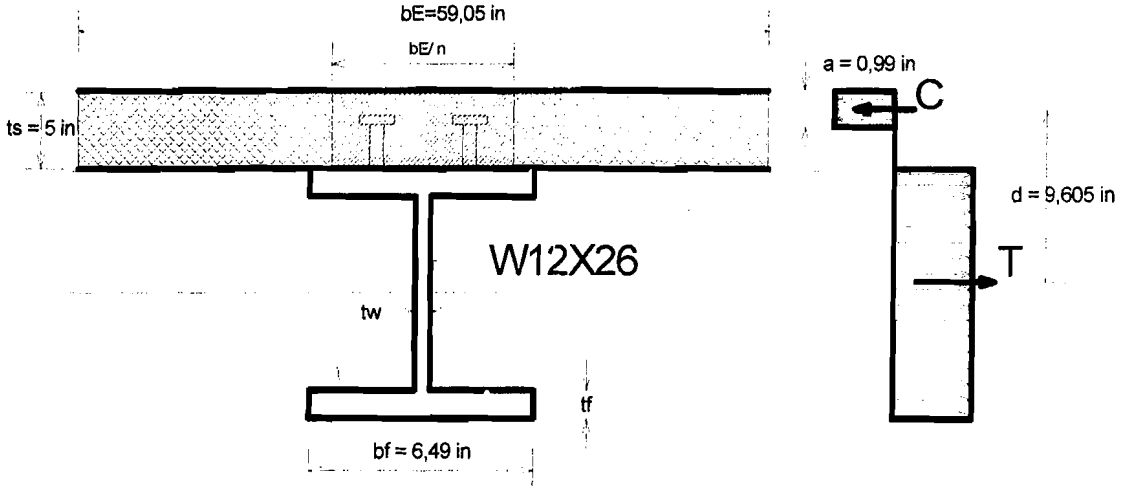
Gaya tarik penampang baja, $T = A_s . f_y$ (pers. 3.12-22)

Kesetimbangan gaya dalam C = T

$$0,85.f_c'.b_E.a = A_s . f_y$$

Sehingga nilai a dapat dicari berdasarkan blok tegangan yang terjadi

$$a = \frac{A_s.f_y}{0,85.f_c'.b_E} = \frac{5,57.36}{0,85x4x59,05} = 0,99 \text{ in} < ts = 4 \text{ in} \quad \text{(pers. 3.12-23)}$$



Gambar 5.13 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. 3.12-24)

$M_n = T(d/2 + t_s - a/2)$

$M_n = (A_s.f_y).(d/2 + t_s - a/2)$

$M_n = (5,57.36)(12,24/2 + 4 - 0,99/2) = 1925,9946$ K-in

Kontrol kapasitas:

$\phi_b M_n \geq M_u$ (pers. 3.12-25)

$\phi_b M_n = 0,85 \times 1925,9946 = 1637,09$ K-in $> M_u = 1636,92$ K-in

Dengan cara yang sama didapatkan hasil desain untuk balok anak atap menggunakan profil W12X19.

5.6.6 Kontrol Terhadap Lendutan

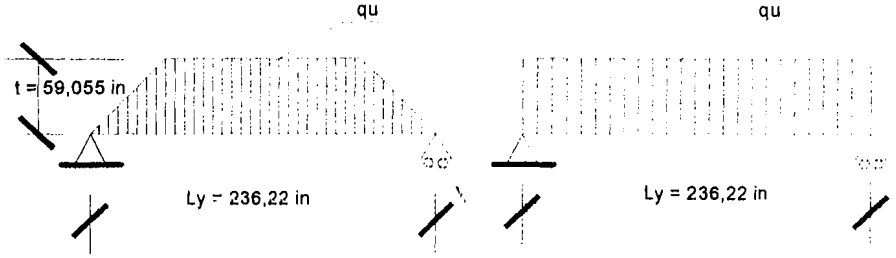
Dari hasil perhitungan berat pelat lantai, didapatkan beban-beban yang bekerja pada balok anak lantai sebagai berikut :

Beban mati $(Q_D) = 321$ Kg/m^2 $= 4,5615.10^{-4}$ K/in^2

Beban hidup $(Q_L) = 100$ Kg/m^2 $= 1,421.10^{-4}$ K/in^2

Berat sendiri profil baja W12X19, $q_s = 1,583.10^{-3}$ K/in

Beban merata equivalen yang bekerja pada balok anak berdasarkan pembebanan tributari area dari pelat lantai dapat dilihat pada gambar 5.14.



Gambar 5.14 Pembebanan pada balok anak

Lx = sisi terpendek dari pelat = 3 m = 118,11 in

Ly = sisi terpanjang dari pelat = 6 m = 236,22 in

t = 0,5.Lx = 0,5.118,11= 59,055 in

$$t_{eq} = t - \frac{4.t^3}{3.L_y^2} = 59,055 - \frac{4.59,055^3}{3.236,22^2} = 54,133 \text{ in}$$

$q_D = t_{eq}.Q_D - 54,133.4,6515.10^{-4} = 2,47.10^{-2}$ K/in

$q_L = t_{eq}.Q_L = 54,133.1,421.10^{-4} = 0,769.10^{-2}$ K/in

$q_{total} = 2q_D + 2q_L + q_s$

$= 2.2,47.10^{-2} + 2.0,769.10^{-2} + 1,583.10^{-3}$

$= 0,0664$ K/in

Lendutan yang terjadi pada balok komposit

3. Apabila pada pelaksanaan terdapat dukungan

$$\Delta_{max} = \frac{5}{384}.\frac{q_{total}.L^4}{E_s.I_{Kmp}}$$

$$= \frac{5}{384}.\frac{0,0664.236,22^4}{29000.449,08} = 0,207 \text{ in} < \frac{L}{360} = 0,656 \text{ in}$$

4. Apabila pada pelaksanaan tanpa dukungan

$q_{mati} = q_D + q_s = 2,47.10^{-2} + 1,583.10^{-3} = 0,03932$ K/in

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

$$= \frac{5}{384}.\frac{0,0263.236,22^4}{29000.130} = 0,283 \text{ in}$$

$$\Delta_{Kmp} = \frac{5}{384}.\frac{q_L.L^4}{E_s.I_{Kmp}}$$

$$= \frac{5}{384}.\frac{(0{,}769.10^{-2}).236{,}22^4}{29000.449{,}08} = 0{,}0239 \text{ in}$$

$$\Delta_{max} = \Delta_{baja} + \Delta_{Kmp} = 0{,}283 + 0{,}0239 = 0{,}3069 \text{ in} < \frac{L}{360} = 0{,}656 \text{ in}$$

5.6.7 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;

$Vn = 0{,}85.fc'.b_E.t_s = 0{,}85.4.59{,}05.4 = 803{,}08$ Kips (pers. 3.12-30a)

$Vn = A_s.Fy = 5{,}57.36 = 200{,}52$ Kips (Menentukan) (pers. 3.12-30b)

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:

$$Q_n = 0{,}5.A_{sc}.\sqrt{f_c'.E_c} \le A_{sc}.Fu^b \quad \text{(pers. 3.12-31)}$$

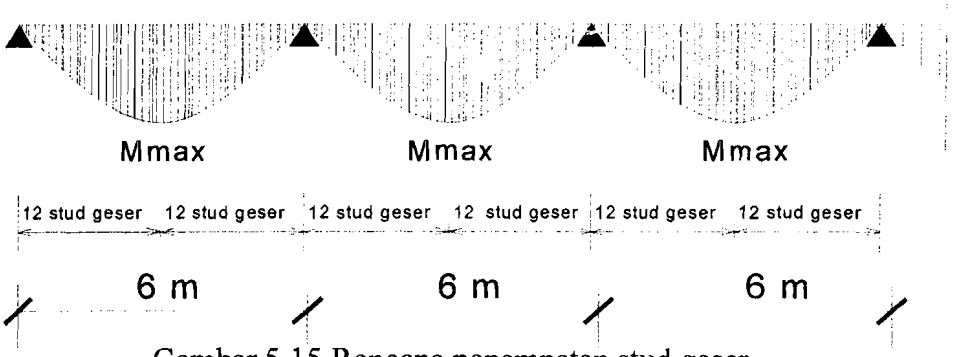
$$Q_n = 0{,}5x\frac{1}{4}\pi.{}^5\!/_8{}^2\sqrt{4.3500} = 18{,}15 \text{ Kips} < ¼.\pi.\ 5/8^2.\ 60 = 18{,}14 \text{ Kips}$$

Jumlah stud geser yang dibutuhkan untuk setengah bentang balok:

$$n = \frac{V_n}{Q_n} = \frac{200{,}52}{18{,}14} = 11{,}05 \quad \text{(pers. 3.12-32)}$$

Digunakan 12 stud geser per setengah bentang balok

Penempatan stud geser dapat dilihat pada gambar 5.10.



Gambar 5.15 Rencana penempatan stud geser

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 tiga tangga portal H lantai 4 tepi, antara balok B1 dengan kolom K1.

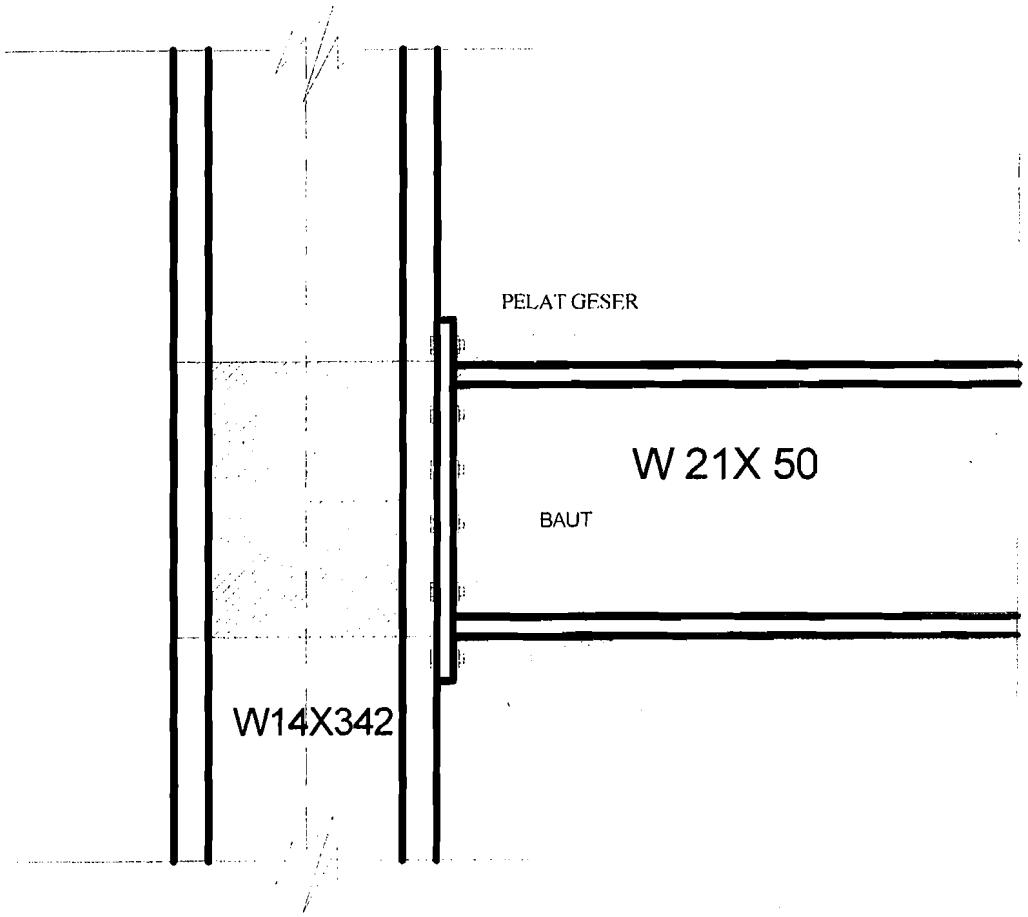
Data Profil desain yang di pakai:

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 W14X 342

A_s	= 101 in^2	Z_x	= 672 in^4
d	= 17,5 in	Z_y	= 338 in^4
t_w	= 1,54 in	Fy	= 36 ksi
b_f	= 16,4 in	Fu	= 58 ksi
t_f	= 2,54 in	k	= 0,958 in



Gambar 5.16 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 B1 hasil dari analisis struktur dapat dilihat pada lampiran B6 adalah sebagai berikut :

Vd = 12,46 kips

Vl = 5,63 kips

Ve = 1,46 kips

Gaya geser pada sendi plastis balok, merupakan nilai terkecil dari :

$$Vp = 1,2Vd + 0,5Vl + \frac{2\,Mp}{L'}$$

$$= 1,2.12,46 + 0,5.5,63 + \frac{2.4356}{322,731} = 44,76 \text{ kips}$$

$$Vp = 1,2V_D + 0,5V_L + \mu V_E$$

$$= 1,2.12,46 + 0,5.5,63 + 4.1,46 = 23,607 \text{ kips}$$

Momen pada muka kolom, M_f.

$$M_f = M_{pb} + Vp.X$$

$$= 4356 + 23,607.\ 7,15 = 4524,79 \text{ k-in}$$

Gaya tarik terfaktor, T_u.

$$T_u = \frac{M_f}{0,95d} = \frac{4524,79}{0,95.20,8} = 228,98 \text{ kips.} \qquad \text{(pers. 3.13-1)}$$

Menentukan ukuran *flange plate* yang menahan tarik dan desak :

Kondisi leleh tarik :

$T_u \leq \phi . F_y . A_g$

$A_{g\,min} = \frac{228,98}{0,9.36} = 7,17 \text{ in}^2$ (menentukan)

Kondisi fraktur :

$T_u \leq \phi . F_u . A_e$; $A_e = U . A_n$

Untuk $A_n \leq 0,85 . A_g$

$U = 1$ → untuk pelat sambung/batang tarik pendek

$T_u \leq \phi . F_u . U . 0,85 . A_g$

$A_{g\,min} = \frac{228,98}{0,75.58.1.0,85} = 6,2 \text{ in}^2$

Jika digunakan lebar *flange plate*, $b_{pl} = 12$ in

Maka tebal *flange plate*, $t_{pl} = \frac{6,2}{12} = 0,51 \text{ in} \approx \frac{1}{2} \text{ in}$

Menentukan ukuran plat geser, jumlah baut, dan panjang las :

Apabila digunakan baut dengan diameter ¾ in,

$\phi R_n = \phi . (0,6 . F_u^b) . m . A_b$ (pers. 3.13-5)

$= 0,75 . (0,6 . 120). 1 . (\frac{1}{4} . \pi . \frac{3}{4}^2) = 23,84 \text{ kips}$

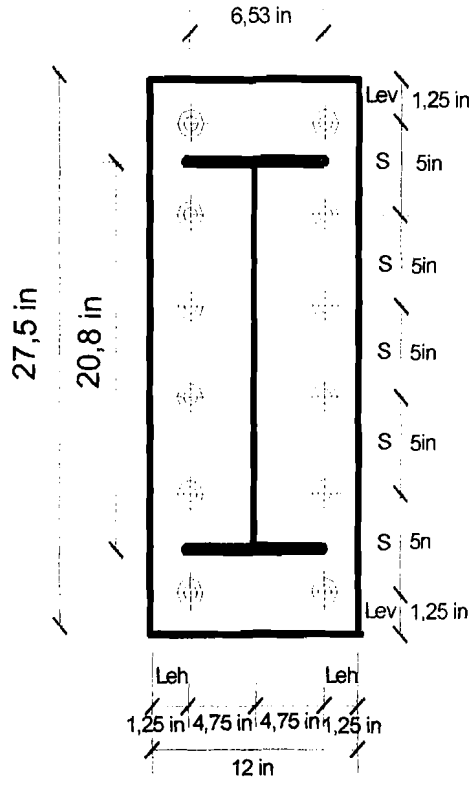
Kebutuhan baut minimal untuk menahan geser

$n_{min} = \frac{T_{uf}}{\phi R_n}$

$= \frac{228,98}{23,84} = 9,6 \approx 10 \text{ buah}$

Untuk menghindari kegagalan geser pada pelat dipakai baut 12-buah, dengan pemasangan seperti dibawah ini :

Coba plat ¾ x 12 x 27 ½



Kontrol geser leleh pada plat :

$\phi R_n = \phi \,.(0{,}6 \,.\, F_y).\, A_g$ (pers. 3.13-6)

$= 0{,}9 \,.(0{,}6 \,.\, 36).(\frac{3}{4} \,.\, 27\frac{1}{2}) = 400{,}95$ kips $> T_{uf} = 228{,}98$ kips → *ok*

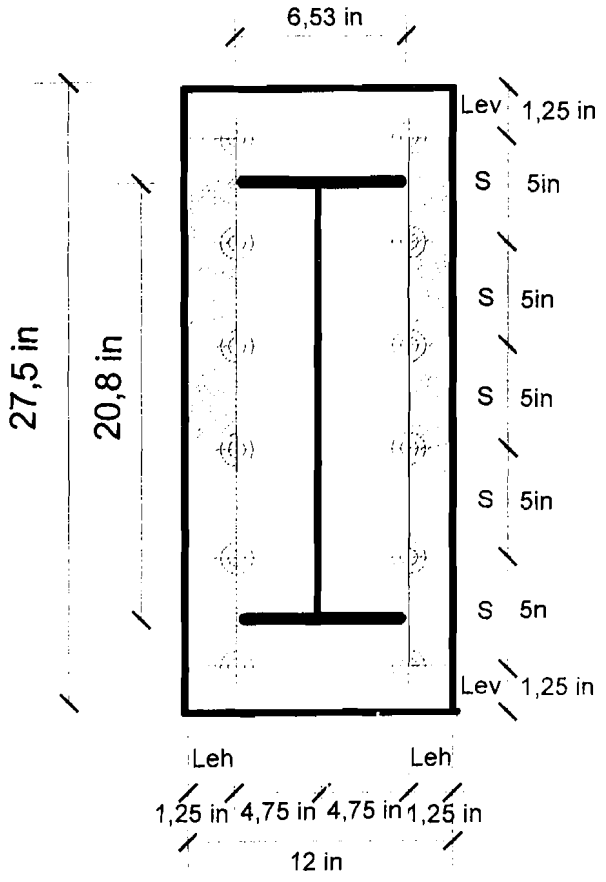
Kontrol geser fraktur pada plat :

$\phi R_n = \phi \,.\, F_u \,.\, A_n$ (pers. 3.13-7)

$= 0{,}75 \,.\, 58.[\, \frac{1}{2} \,.(27{,}5 - 12 \,.\, (\frac{3}{4} + \frac{1}{16}))]$

$= 386{,}06$ kips $> T_{uf} = 228{,}98$ kips → *ok*

Cek blok geser dari plat :



L_{eh} = 1,25 in, dan L_{ev} = 1,25 in

$A_{vg} = 2.t_{pl} . (l_{ev} + 5.S)$ (Luas pelelehan geser)

$= 2. ½ . (1,25+ 5 .5) = 26,25 \text{ in}^2$

$A_{nt} = 2. t_{pl} . (l_{eh} – 0,5. (d+ 1/16))$ (Luas fraktur tarik)

$= 2. ½ . (1,25 - 0,5. (¾ + 1/16)) = 0,84 \text{ in}^2$

$A_{ns} = A_{vg} – t_{pl} . (3,5.(d+ 1/16))$ (Luas fraktur geser)

$= 26,25 – ½ . (3,5. (¾ + 1/16)) = 24,828 \text{ in}^2$

$A_{tg} = t_{pl} . l_{eh}$ (Luas leleh tarik)

$= ½ . 1,25 = 0,63 \text{ in}^2$

Untuk reaksi nominal pilih nilai terbesar dari :

$F_u . A_{nt} = 58 . 0,84 = 48,72 < 0,6 . F_u . A_{ns} = 0,6 . 58 . 24,828 = 864,01$

$T_n = 0,6 . F_u . A_{ns} + F_y . A_{tg}$ (pers. 3.13-4b)

$= 0,6 . 58 . 24,828 + 36 . 0,63 = 886,69$ kips

Kapasitas reaksi terfaktor,

$\phi T_n = 0,75 . 886,69 = 665,02$ kips $> T_{uf} = 228,98$ 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. 3.13-8a)

$= 0,75 . (0,6 . 70) . 0,177 = 5,575$ k/in. (menentukan).

Panjang las yang dibutuhkan,

$$P_{las} = \frac{T_{uf}}{\phi R_{nw}}$$

$$= \frac{228,98}{5,575} = 41,07 \text{ in} \approx 41 \text{ in} \rightarrow \text{pakai } 44 \text{ in.}$$

Pakai 22 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*:

$$P_{bf} = 1{,}8 \,.\, b_f \,.\, t_f \,.\, F_y \qquad \text{(pers. 3.14-1)}$$

$$= 1{,}8 \,.\, 6.53 \,.\, 0{,}535 \,.\, 36 = 226{,}38 \text{ kips.}$$

Pelelehan sayap lokal (*Local flange bending*):

$$\phi R_n = \phi \,.\, 6{,}25 \,.\, t_{fc}^2 \,.\, F_{yc} \qquad \text{(pers. 3.14-2a)}$$

$$= 0{,}9 \,.\, 6{,}25 \,.\, 2{,}54^2 \,.\, 36 = 1306{,}45 \text{ kips} > P_{bf} = 226{,}38 \text{ kips}$$

Pelelehan badan lokal(*Local Web Yielding*):

$$\phi R_n = \phi.(5k + t_{fb}).F_{yc}.t_{wc} \qquad \text{(pers. 3.14-12b)}$$

$$= 1.(5.0{,}958 + 0{,}535).36.1{,}54 = 473{,}18 \text{ kips} > P_{bf} = 226{,}38 \text{ kips}$$

Pelipatan pelat badan (*Web Cripping*):

$$\phi R_n = \phi.135.t_{wc}^2.\left[1+3\left(\frac{t_{fb}}{d_c}\right)\left(\frac{t_{wc}}{t_{fc}}\right)^{1,5}\right]\sqrt{\frac{F_{yc}.t_{fc}}{t_{wc}}} \qquad \text{(pers. 3.14-2c)}$$

$$= 0{,}75.135.1{,}54^2\left[1+3\left(\frac{0{,}535}{17{,}5}\right)\left(\frac{1{,}54}{2{,}54}\right)^{1,5}\right]\sqrt{\frac{36.2{,}54}{1{,}54}}$$

$$= 1930{,}42 \text{ kips} > P_{bf} = 226{,}38 \text{ kips}$$

Tekuk tekan dari pelat badan (*Compression Buckling of The Web*):

$$\phi R_n = \frac{\phi.4100.t_{wc}^{\ 3}\sqrt{F_{yc}}}{d_c'} \qquad \text{(pers. 3.14-2d)}$$

$$= \frac{0,9.4100.1,54^3.\sqrt{36}}{(17,5-2.1,6)} = 5654,62 \text{ in} > P_{bf} = 226,38 \text{ kips}$$

Karena ϕR_n pada pelelehan sayap lokal (ϕR_n = 1306,45 kips), pelelehan badan lokal (ϕR_n = 473,18 kips), pelipatan pelat badan(ϕR_n = 1930,42 kips), dan tekuk tekan dari pelat badan (ϕR_n = 1930,42 kips) lebih besar dari P_{bf} kapasitas beban terfaktor(P_{bf} = 226,38 kips) maka tidak diperlukan pelat pengaku (*stiffener*).

Geser pada panel zone:

P_{uc} = 365,023 kips

P_y = F_y.A

= 36 . 110= 3960 kips

P_{uc} = 365,023 < 0,75.P_y = 2970 kips

Gaya geser pada kolom :

Karena hanya terdapat satu balok pada kolom maka persamaan (3.14-4) dapat dimodifikasi menjadi :

$$V_c = \frac{M_P\left(\frac{L}{L_n}\right)}{h} \qquad \text{(pers. 3.14-4)}$$

$$= \frac{4356.\left(\frac{354,33}{337,031}\right)}{147,64} = 31,02 \text{ kips}$$

Gaya geser pada *panel zone* :

$$V_{up} = \frac{M_{Pl}}{0{,}95 d_{bl}} - V_c \qquad \text{(pers. 3.14-5)}$$

$$= \frac{4356}{0{,}95.20{,}8} - 31{,}02 = 189{,}43 \text{ kips}$$

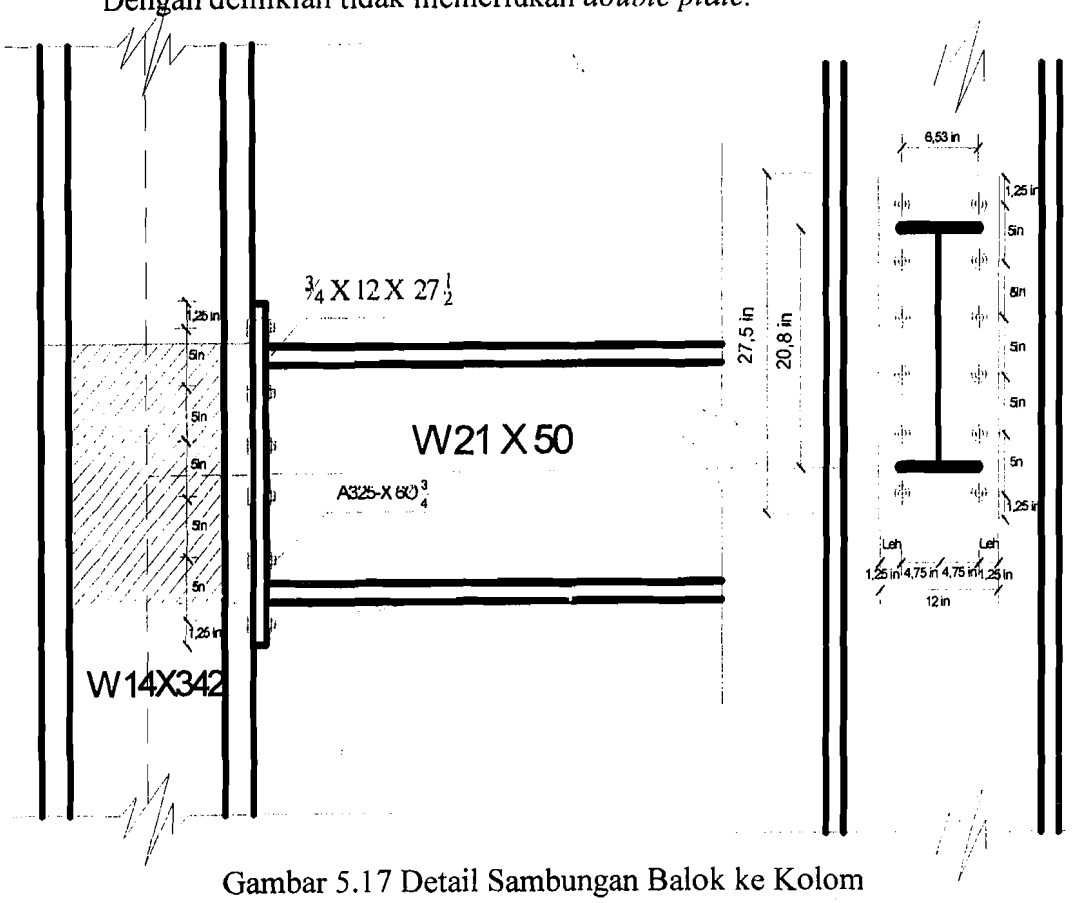
Kuat geser daerah *panel zone* :

$$R_v = 0{,}6.F_y.d_c.t_w.\left(1 + \frac{3.b_{cf}.t_{cf}^2}{d_b.d_c.t_w}\right)$$

$$= 0{,}6.36.17{,}5.1{,}54.\left(1 + \frac{3.14{,}7.2{,}54^2}{20{,}8.17{,}5.1{,}54}\right) = 877{,}58 \text{ kips} \quad \text{(pers. 3.14-5a)}$$

$\phi R_v = 0{,}9 \; . \; 877{,}58 = 789{,}82 \text{ kips} > V_{up} = 189{,}43 \text{ kips}$

Dengan demikian tidak memerlukan *double plate.*



Gambar 5.17 Detail Sambungan Balok ke Kolom

5.7.3 Sambungan Balok Anak ke Balok

Contoh perhitungan :

Diambil contoh hitungan untuk struktur Tiga Tangga balok anak lantai 4 dengan balok B1 W21X50, yang mempunyai bentang bentang 9 m = 354,33 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 = 3,75 kips

V_l = 2,29 kips

$V_u = 1{,}2\ V_d + 0{,}5\ V_l$

$= 1{,}2 \cdot 3{,}75 + 0{,}5 \cdot 2{,}29 = 5{,}645$ kips.

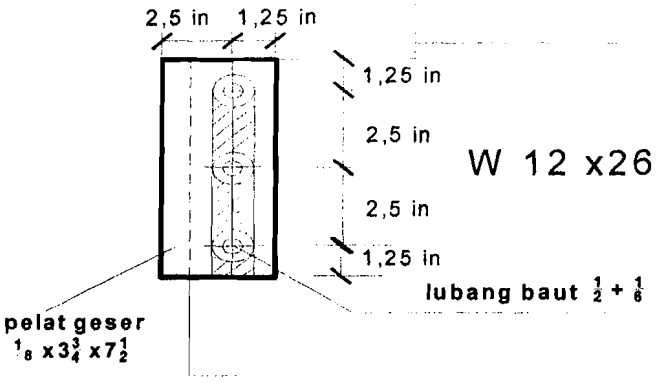
Dicoba menggunakan baut A325, Ø ½ in, dengan A_b = 0,196 in^2.

$$\phi R_n = \phi \cdot (0{,}6 \cdot F_u^b) \cdot m \cdot A_b \qquad (3.13\text{-}5)$$

$$= 0{,}75 \cdot (0{,}6 \cdot 120) \cdot 1 \cdot 0{,}196 = 10{,}584 \text{ kips}$$

$$\text{Jumlah baut } n = \frac{V_u}{\phi Rn} = \frac{5{,}645}{10{,}584} = 0{,}533$$

Untuk menghindari gagal geser pada plat dipakai baut 3 buah, dengan pemasangan seperti di bawah ini :



Coba plat ⅛ X 3¾ X 7½ PL

Kontrol leleh geser pada plat :

$$\phi R_n = \phi \,.(0{,}6 \,.\, F_y).\, A_g \qquad (3.13\text{-}6)$$

$$= 0{,}9 \,.(0{,}6 \,.\, 36).(\tfrac{1}{8} \,.\, 7\tfrac{1}{2}) = 18{,}225 \text{ kips} > V_u = 5{,}645 \text{ kips} \rightarrow ok$$

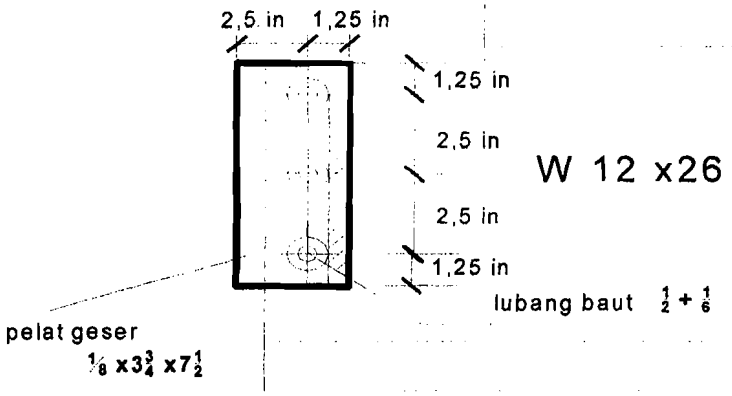
Kontrol fraktur geser pada plat :

$$\phi R_n = \phi \,.\, (0{,}6 \,.\, F_u) \,.\, A_n \qquad (3.13\text{-}7)$$

$$= 0{,}75 \,.(0{,}6 \,.\, 58).[\, \tfrac{1}{8} .(7{,}5 - 3 \,.\, (\tfrac{1}{2} + \tfrac{1}{16}))]$$

$$= 18{,}96 \text{ kips} > V_u = 5{,}645 \text{ kips} \rightarrow ok$$

Cek blok geser pada penampang plat (tampang kritis).



Ambil l_{ev} = 1 ¼ in dan l_{eh} = 1 ¼ in

$A_{vg} = t_{pl} . (l_{ev} + 2.S)$ (Luas pelelehan geser)

$= 0.125 . (1,25+ 2 . 2,5) = 0,78 \text{ in}^2$

$A_{nt} = t_{pl} . (l_{eh} - 0,5(d+ 1/16))$ (Luas fraktur tarik)

$= 0,125 . (1,25 - 0,5(1/2 + 1/16)) = 0,12 \text{ in}^2$

$A_{ns} = A_{vg} - t_{pl} . (2,5.(d+ 1/16))$ (Luas fraktur geser)

$= 0,78 - 0,125 . (2,5. (1/2 + 1/16)) = 0,604 \text{ in}^2$

$A_{tg} = t_{pl} . l_{eh}$ (Luas leleh tarik)

$= 0,125 . 1,25 = 0,16 \text{ in}^2$

Untuk reaksi nominal pilih nilai terbesar dari :

$F_u . A_{nt} = 6,96 < 0,6 . F_u . A_{ns} = 21,019$

$V_n = 0,6 . F_u . A_{ns} + F_y . A_{tg}$ (3.13-4b)

$= 0,6 . 58 . 0,604 + 36 . 0,16 = 26,78$ kips

Kapasitas reaksi terfaktor, $\phi V_n = 0,75 . 26,78 = 20,08$ kips $> V_u = 5,645$ 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.

$t_e = 0,707 . a = 0,09$ in.

Kekuatan las berdasar leleh tarik,

$\phi R_{nw} = \phi.(0,6 . F_{Exx}).t_e$ (3.13-8a)

$= 0,75 . (0,6 . 70) . 0,09 = 2,83$ k/in. (menentukan)

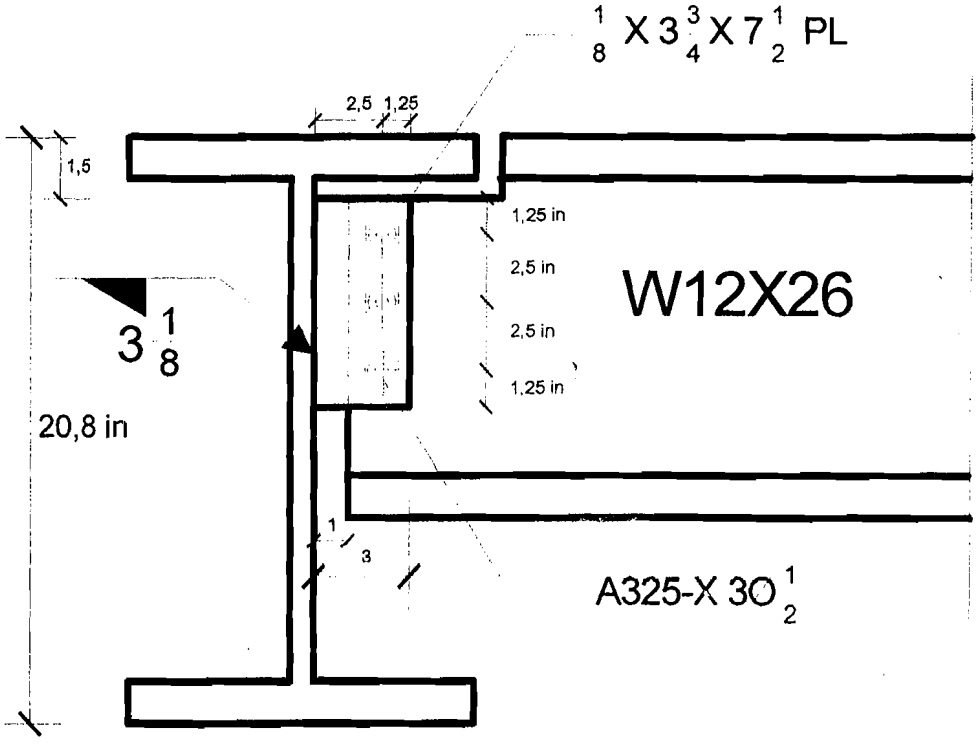
Kekuatan las terhadap geser fraktur dari logam dasar,

$$\phi R_{nw} = \Phi.(0{,}6 \,.\, F_u).t_{pl} \qquad (3.13\text{-}8b)$$
$$= 0{,}75 \,.\, (0{,}6 \,.\, 58).\ \tfrac{1}{8} = 3{,}26 \text{ k/in.}$$

Panjang las yang dibutuhkan,

$$P_{las} = \frac{V_u}{\phi R_{nw}} = \frac{5{,}645}{2{,}83} = 1{,}99 \text{ in} \approx 3 \text{ in.}$$

Pakai 3 in las $\frac{1}{8}$ in pada satu sisi balok



Gambar 5.18 Detail Sambungan Balok Anak ke Balok

5.7.4 Sambungan Kolom

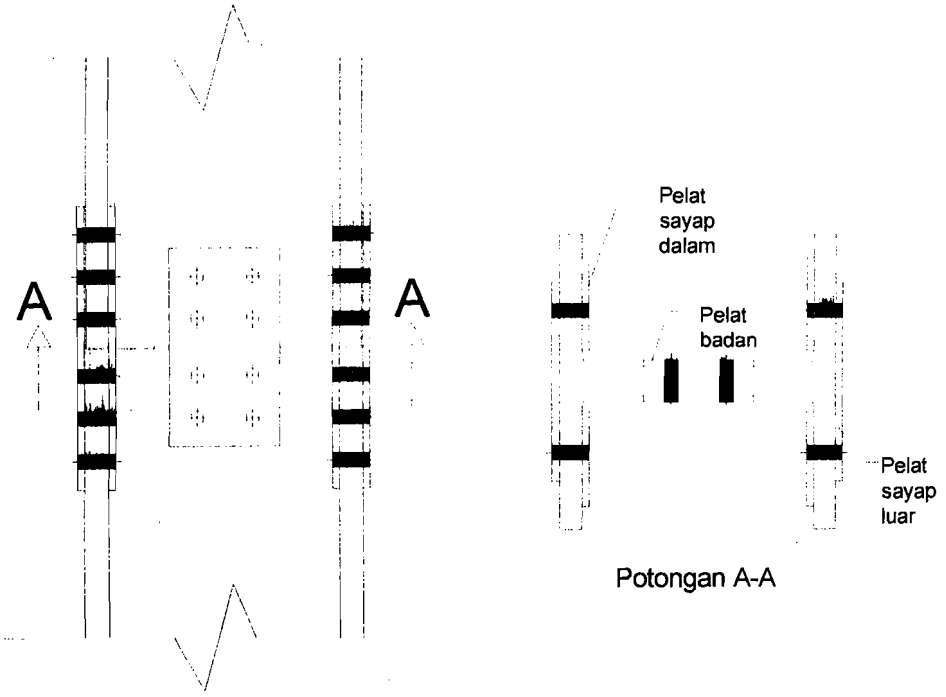
Direncanakan sambungan kolom K2 pada lantai 5 (W14X342) dan kolom lantai 6 (W14X331) struktur Tiga Tangga, dengan Mu = 1788,363 K-in dan Pu = 365,226 Kips.

Data propertis profil W14X342 sebagai berikut :

A_s	= 101 in^2	Fy	= 36 ksi
d	= 17,5 in	Fu	= 58 ksi
t_w	= 1,54 in		
b_f	= 16,4 in		
t_f	= 2,54 in		

Data propertis profil W14X311 sebagai berikut :

A_s	= 91,4 in^2	Fy	= 36 ksi
d	= 17,1 in	Fu	= 58 ksi
t_w	= 1,41 in		
b_f	= 16,2 in		
t_f	= 2,26 in		



Gambar 5.19 Rencana Sambungan Kolom

Gaya pada sayap

$$Tu_f = \frac{Mu,k}{0{,}95d} = \frac{1788{,}363}{0{,}95.17{,}1} = 110{,}09 \text{ Kips} \qquad (3.16\text{-}1)$$

$0,85\ Agt = 0,85.3/8.10.2 = 6,375\ in^2 > Ant = 6,281\ in^2$

$\phi Rn = \phi.fu.Ant$

$= 0,75.58.6,281 = 273,224\ Kips > Pu_w = 70,88\ Kips$ (3.16-5)

Kondisi leleh

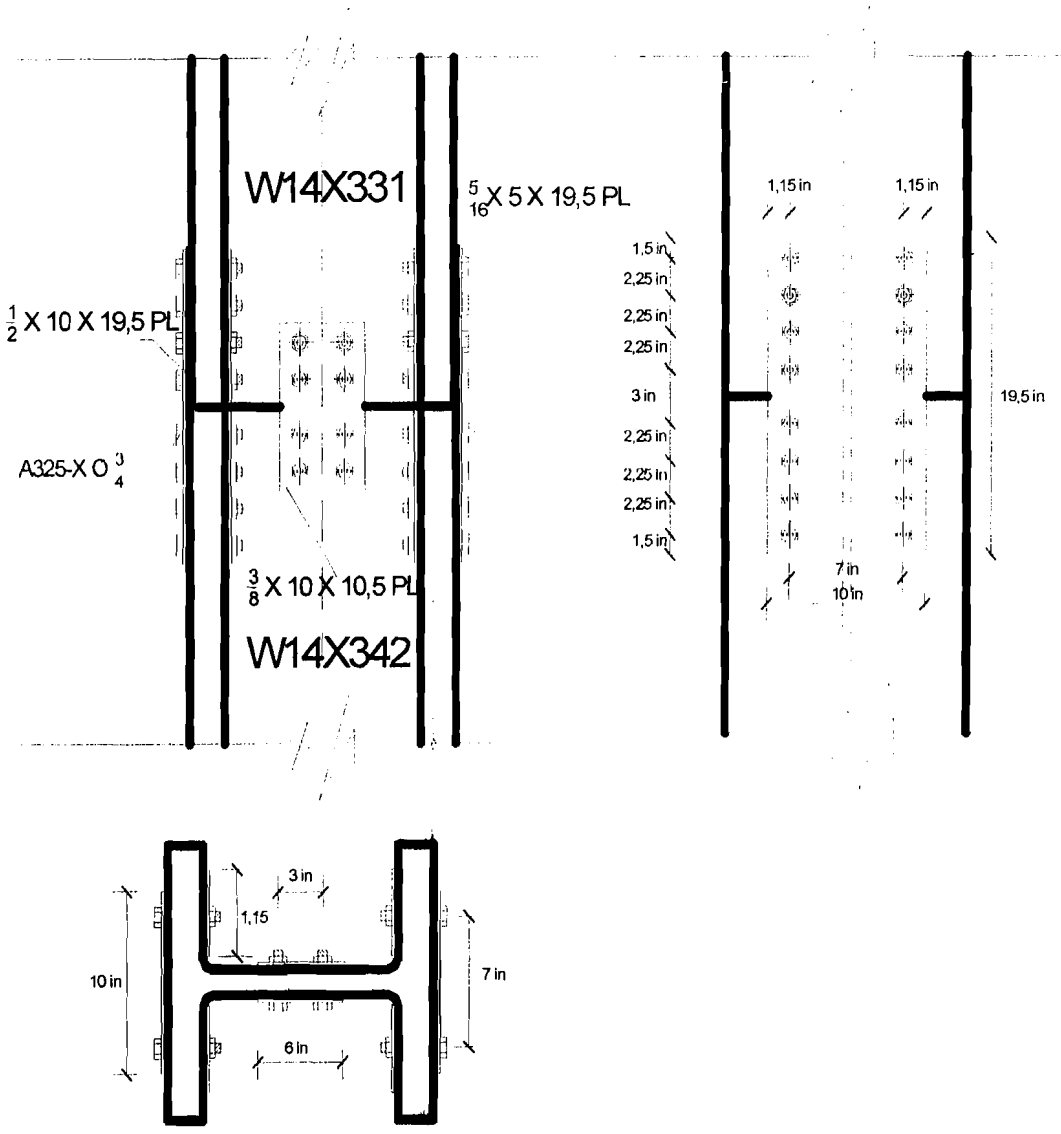
$\phi Rn = 0,9.fyAg$

$= 0,9.36.3/8.10.2 = 243\ Kips > Pu_w = 70,88\ Kips$ (3.13-6)

Kuat tumpu pelat sambung

$\phi Rn = 0,75.2,4.58.(3/8).(3/4).2.4$

$= 234,9\ Kips > Pu_w = 70,88\ Kips$ (3.13-3)

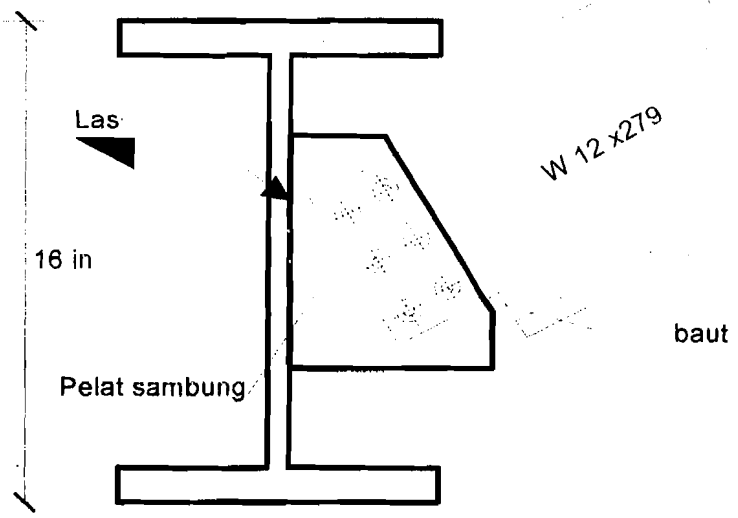


Gambar 5.20 Detail sambungan kolom

5.7.5 Sambungan Tangga

Direncanakan sambungan antara balok induk dengan profil miring pada tangga lantai 4, dengan gaya aksial yang terjadi adalah, Pu tekan = 607,025 Kips . Dari perencanaan tangga didapatkan profil W12X279, dengan data propertis sebagai berikut :

d	= 15,9 in	A	= 81,9 in^2	Z_y	= 220 in^3
b_f	= 13,1 in	I_x	= 3110 in^4	Fy	= 36 ksi
t_f	= 2,47 in	I_y	= 937 in^4	Fu	= 58 ksi
t_w	= 1,53 in	Z_x	= 481 in^3		



Gambar 5.21 Rencana Sambungan Antar Balok Induk

Dengan Profil miring Pada Tangga

Gaya pada sayap,

$$P_{uf} = \frac{P_u.(b_f t_f)}{A} = \frac{607,025.(13,1.2,47)}{81,9} = 239,82 \text{ Kips} \qquad (3.17\text{-}1)$$

Gaya pada badan,

$$Puw = P_u - 2P_{uf} = 607,025 - (2.239,82) = 172,385 \text{ Kips} \qquad (3.17\text{-}2)$$

Disain pelat badan

Menentukan jumlah baut yang diperlukan badan untuk menahan gaya tekan

Kuat geser satu baut A_{325} – X diameter 5/8 in

$$\phi R_n = \phi_f . (0,6 . f_u^b) . m . A_b \qquad (3.13\text{-}5)$$

$$= 0,75.(0,6.120).(1/4.\pi.(5/8)^2)$$

$$= 33,134 \text{ Kips / baut}$$

Kebutuhan baut minimal untuk menahan geser

$$n_{min} = \frac{P_{uf}}{\varphi R_n} = \frac{172,385}{33,134} = 5,2 \approx 5 \quad \text{dipakai 6 baut} \qquad (3.17\text{-}3)$$

Desain pelat sambung pada badan

(sambungan badan balok induk - ke badan profil miring pada tangga)

Dipakai pelat sambung PL ¾

Kuat tumpu rencana tiap lubang baut

$$\phi R_b = \phi_f . 2,4 . d_b . t_{fb} . f_u \qquad (3.13\text{-}2)$$

$$= 0,75.2,4.(5/8+1/16).3/4.58 = 53,83 \text{ Kips} > 33,134 \text{ Kips}$$

Pengecekan geser blok akibat transfer gaya dari badan

Tarik fraktur

$$A_{nt} = 2.t_{pl} . (l_{ev} - 0,5. (d+ 1/16))$$

$$f_u.A_{nt} = 58.(2.3/4.(1,25.- ((5/8+1/16)/2))= 77,97 \text{ Kips}$$

Geser fraktur

$$A_{vg} = 2.t_{pl} . (l_{eh} + 2.S_h)$$

$$= 2.0,75 . (1,25+ 2 . 2,5) = 9,38 \text{ in}^2$$

$A_{ns} = A_{vg} - 2.t_{pl} . (2,5.(d+ 1/16))$

$A_{ns}= (9,38 - 2.3/4.(5/8+1/16)) = 8,35 \text{ in}^2$

$0,6.f_u.A_{ns} = 0,6.58.8,35 = 290,54$ Kips

$0,6.f_u.A_{ns} > f_u.A_{nt}$

$\phi_t Rn = \phi.(f_y.A_{gv} + 0,6.f_u.A_{ns})$ (3.13-4b)

$= 0,75.(36.6,375+ 290,54)$

$= 390,03$ Kips $> P_{uw} = 172,385$ Kips→*OK!*

Pengecekan geser blok akibat beban total *brace*

Tarik fraktur

$A_{nt} = 2.t_{pl} . (l_{ev} - 0,5. (d+ 1/16))$

$f_u.A_{nt} = 58.(2.3/4.(1,25.- ((5/8+1/16)/2))= 77,97$ Kips

Geser fraktur

$A_{vg} = 4.t_{pl} . (l_{eh} + 2.S_h)$

$= 4.0,75 . (1,25+ 2 . 2,5) = 18,76 \text{ in}^2$

$A_{ns} = A_{vg} - 2.t_{pl} . (2,5.(d+ 1/16))$

$A_{ns}= (18,76 - 2.3/4.(5/8+1/16)) = 16,70 \text{ in}^2$

$0,6.f_u.A_{ns} = 0,6.58. 16,70 = 581,16$ Kips

$0,6.f_u.A_{ns} > f_u.A_{nt}$

$\phi_t Rn = \phi.(f_y.A_{gv} + 0,6.f_u.A_{ns})$ (3.13-4b)

$= 0,75.(36.20,25 + 581,16)$

$= 982,62$ Kips $> P_{uf}= 607,025$ Kips→*OK!*

Distribusi gaya profil tangga ke balok.

$$e_b = \frac{d_b}{2} = \frac{16}{2} = 8 \text{ in};$$

Dicoba pelat sambung PL 3/4x15 x10 in.

$\alpha = 15/2 = 7{,}5$ in

$\beta = 10/2 = 5$ in

Diapakai $\alpha = 15$ in dan $\beta = 10$in

Kalkulasi gaya pada pelat sambung

$$r = \sqrt{(\alpha + e_c)^2 + (\beta + e_b)^2} \qquad (3.17\text{-}5)$$

$$= \sqrt{(7{,}5+0)^2 + (5+8)^2} = 15 \text{ in}$$

Distribusi gaya pada sambungan pelat-ke-balok

$$H_{ub} = \frac{\alpha}{r} P_u = \frac{7{,}5}{15}.607{,}025 = 303{,}51 \text{Kips} \qquad (3.17\text{-}6)$$

$$V_{ub} = \frac{e_b}{r} P_u = \frac{8}{15}.607{,}025 = 323{,}75 \text{ Kips} \qquad (3.17\text{-}7)$$

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,

$$\phi R_{nw} = \phi.(0{,}6 \cdot F_{Exx}).t_e \qquad (3.13\text{-}8a)$$

$$= 0{,}75 \cdot (0{,}6 \cdot 70) \cdot 0{,}221 = 6{,}962 \text{ k/in. (menentukan)}$$

Kekuatan las terhadap geser fraktur dari logam dasar,

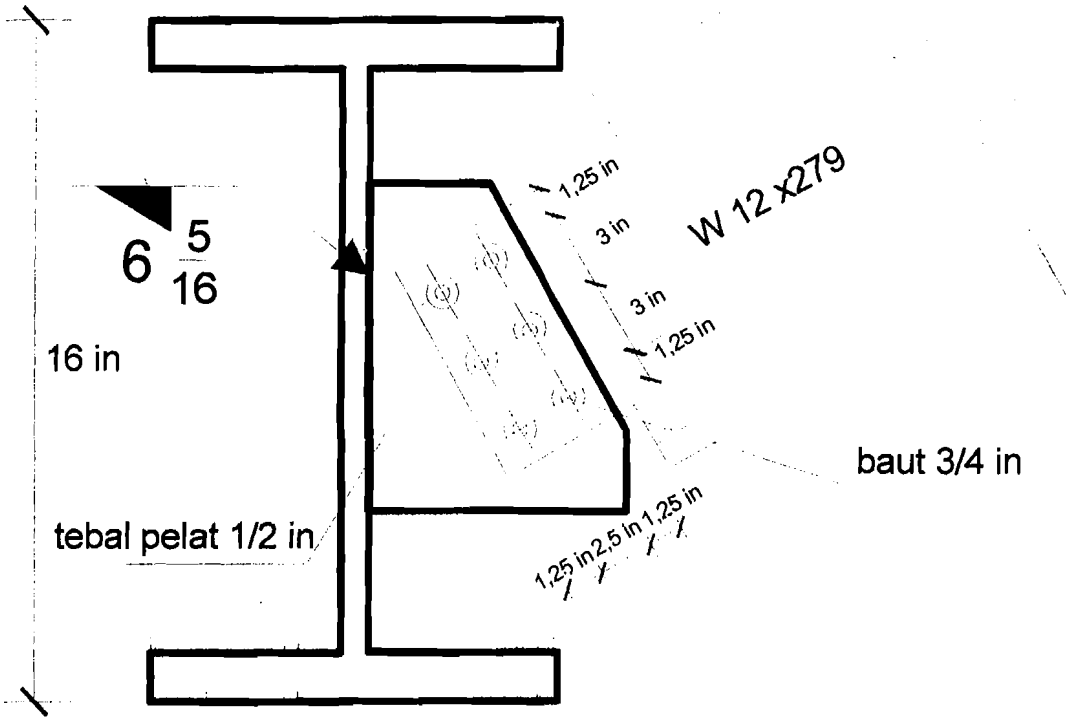
$$\phi R_{nw} = \Phi.(0{,}6\ .\ F_u).t_{pl} \qquad (3.13\text{-}8b)$$

$$= 0{,}75\ .\ (0{,}6\ .\ 58).\ \tfrac{1}{2} = 13{,}05\ \text{k/in.}$$

Panjang las yang dibutuhkan,

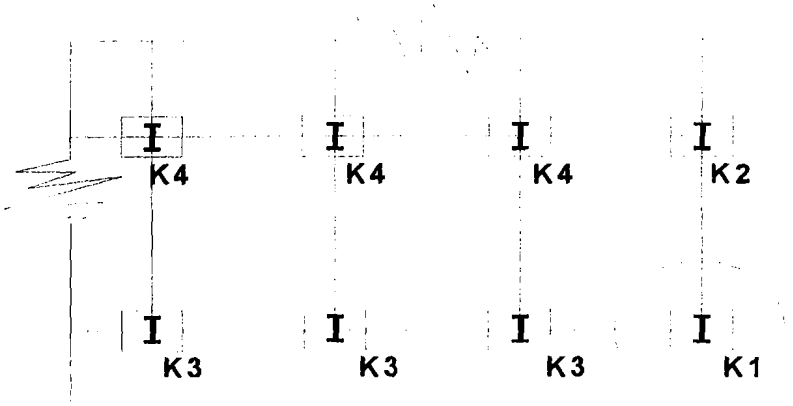
$$P_{las} = \frac{V_{ub}}{\phi R_{nw}} = \frac{23{,}625}{6{,}962} = 3{,}4\ \text{in} \approx 6\ \text{in.}$$

Pakai 6 in las $\frac{5}{16}$ in pada satu sisi *gusset*



Gambar 5.22 Detail Sambungan Profil Miring Pada Tangga

5.8 Perencanaan Pelat Dasar Kolom



Gambar 5.23 Lokasi Hitungan

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 tiga tangga dengan beban yang bekerja di dasar kolom sebagai berikut :

Mu x = 1264,182 K-in

Mu y = 1788,363 K-in

Pu = 448,464 Kips

Digunakan kolom W14X342, dengan data propertis sebagai berikut :

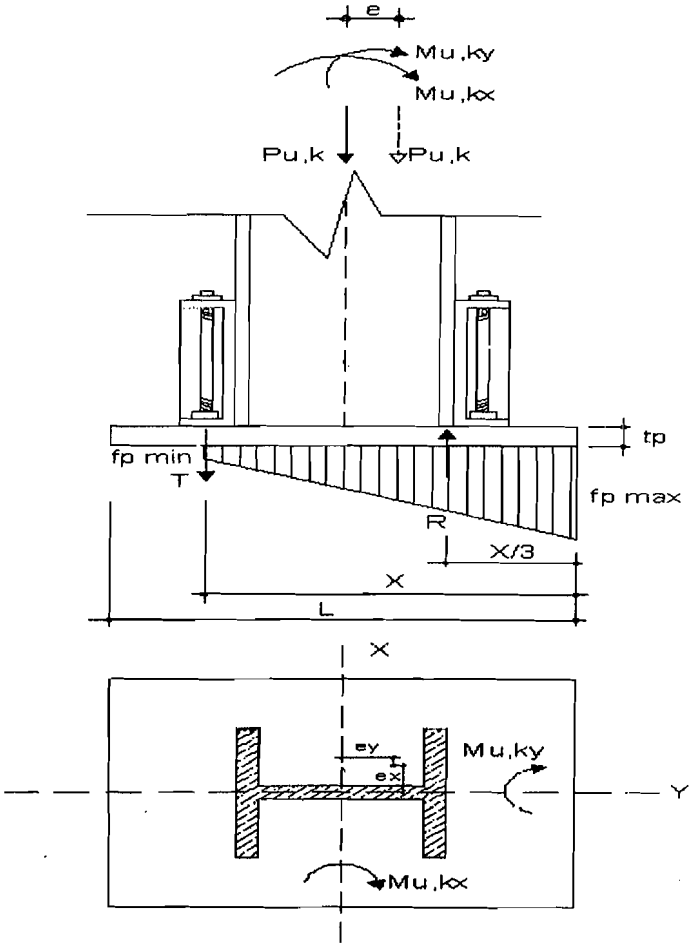
A_s	= 101 in^2	Fy	= 36 ksi
d	= 17,5 in	Fu	= 58 ksi
t_w	= 1,54 in	fc'	= 4 Ksi
b_f	= 16,4 in	Fp	=0,85.fc' = 3,4 Ksi
t_f	= 2,54 in		

Eksentrisitas akibat momen :

$$e_y = \frac{Mu,kx}{Pu,k} = \frac{1264,182}{448,464} = 2,82in < \frac{1}{2} \times d_c = 8,75in \qquad (3.18\text{-}1)$$

$$e_x = \frac{Mu,ky}{Pu,k} = \frac{1788,363}{448,464} = 3,98\ in \qquad (3.18\text{-}2)$$

diasumsikan e > L/6. Akibat eksentrisitas terjadi pembesaran gaya aksial, maka diberi sayap tambahan = 4,01 in (menggunakan profil C12X45)



Gambar 5. 24 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 :

$$Pu,k\left(dc/2 + 4,01/2 + e_y\right) + Pu,k.e_x = R\left(dc - tf/2 + 4,01/2\right) \qquad (3.18\text{-}4)$$

$$T = \frac{448{,}464(17{,}5/2 + 4{,}01/2 + 2{,}28) + 448{,}464.3{,}98}{(17{,}5 - 2{,}54/2 + 4{,}01/2)} = 536{,}423 \ Kips$$

Pu = T = 536,423 Kips

Diasumsikan luas bidang tekan efektif penumpu akibat momen yang bekerja adalah (X.B), sehingga gaya tekan yang terjadi harus memenuhi :

$$\phi P_p \geq P_u$$

$$\phi \ (½ F_p .X.B) = Pu \qquad (3.18\text{-}5)$$

$$(X.B) = \frac{2.(Pu)}{\phi(Fp)} = \frac{2.448{,}464}{0{,}6.(0{,}85.4)} = 439{,}67 \ in^2$$

Coba, B = 25 in ; panjang bidang tekan

$$X = \frac{439{,}67}{25} = 17{,}6 \ in$$

Jarak dari pusat flens ke ujung pelat

$$1/3.X = 5{,}9 \ in$$

Panjang pelat dasar yang dibutuhkan

$$L = (2 .5{,}9) + 17{,}5 - 2{,}54 = 26{,}8 \ in$$

Diambil, L = 27 in

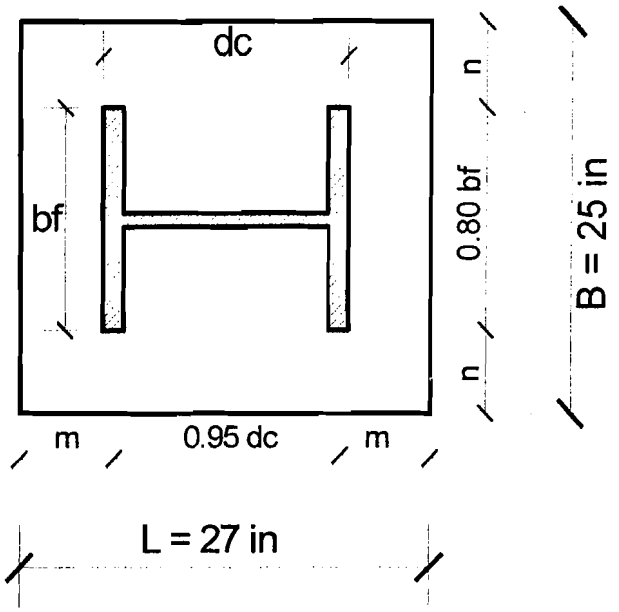
Dipakai, B = 25 in dan L = 27 in

$$m = \frac{L - 0{,}95.dc}{2}$$

$$= \frac{27 - 0{,}95.17{,}5}{2} = 5{,}2 \ in \qquad (3.18\text{-}6)$$

$$n = \frac{B - 0{,}8.bf}{2}$$

$$= \frac{25 - 0{,}8.16{,}4}{2} = 5{,}9 \ in \qquad (3.18\text{-}7)$$



Gambar 5.25 Disain pelat dasar

Kontrol eksentrisitas, e_y = 2,28 in < L/6 = 27/6 = 4,5 in, sehingga dapat dianggap tidak ada tegangan tarik awal pada baut angkur.

Tegangan pada ujung pelat,

$$fp = \frac{Pu}{B.L} \pm \frac{Mu,kx}{1/6.BL^2} \pm \frac{Mu,ky}{1/6.B^2L} \qquad (3.18\text{-}10)$$

$$fp_{max} = \frac{448,464}{25.27} + \frac{1264,182}{1/6.25.27^2} + \frac{1788,363}{1/6.25^2.27} = 1,72 \text{ Ksi} < Fp = 3,4 \text{ Ksi}$$

$$fp_{min} = \frac{448,464}{25.27} - \frac{1264,182}{1/6.25.27^2} - \frac{1788,363}{1/6.25^2.27} = 0,39 \text{ Ksi}$$

Cek kapasitas penumpu (pedestal)

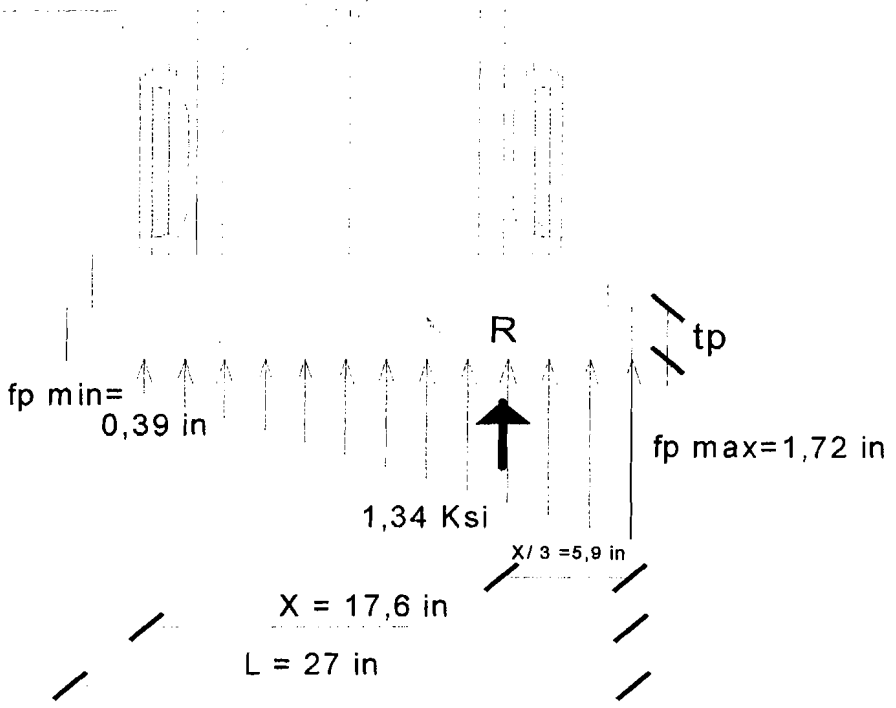
$$\phi P_p \geq P_u \qquad (3.18\text{-}8)$$

$$\phi P_p = \phi_e.F_p.A \qquad (3.18\text{-}9)$$

$$= 0,6.(1/2(0,85.fc'.A))$$

$$= 0,6.(1/2(0,85.4.25.27))$$

$$= 688,5 \text{ Kips} > P_u = 448,464 \text{ Kips}$$



Gambar 5.26 Distribusi tegangan pada pelat dasar kolom

Momen lentur pelat di titik A, sepanjang B = 1 in

$$M_u = \tfrac{1}{2}.1,34.5,91.\left(\frac{5,9}{3}\right) + \tfrac{1}{2}.1,72.5,9.1.\left(\frac{2.5,9}{3}\right)$$

$$= 27,75\text{Ksi}$$

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 :

$$tp = \sqrt{\frac{4.Mu}{0,9.B.fy}} = \sqrt{\frac{4.27,75}{0,9.1.36}} = 1,85 \text{ in} \qquad (3.18\text{-}11)$$

digunakan tebal pelat, t_p = 2 in

Perencanaan baut angkur arah y yang menahan Mu,k x = 1264,182 K-in

$$T = \frac{Mu,kx}{d} = \frac{1264,182}{17,5+4,01} = 58,77 \text{ Kips} \qquad (3.18\text{-}12)$$

Digunakan baut angkur A_{307} diameter 1 in (ϕT_n = 36,36 Kips)

Jumlah angkur minimum yang diperlukan :

$$n = \frac{T}{\phi T_n} = \frac{58,77}{3636} = 1,62 \rightarrow 2 \text{ angkur} \qquad (3.18\text{-}13)$$

Perencanaan baut angkur arah x yang menahan Mu,k y = 1788,363 K-in

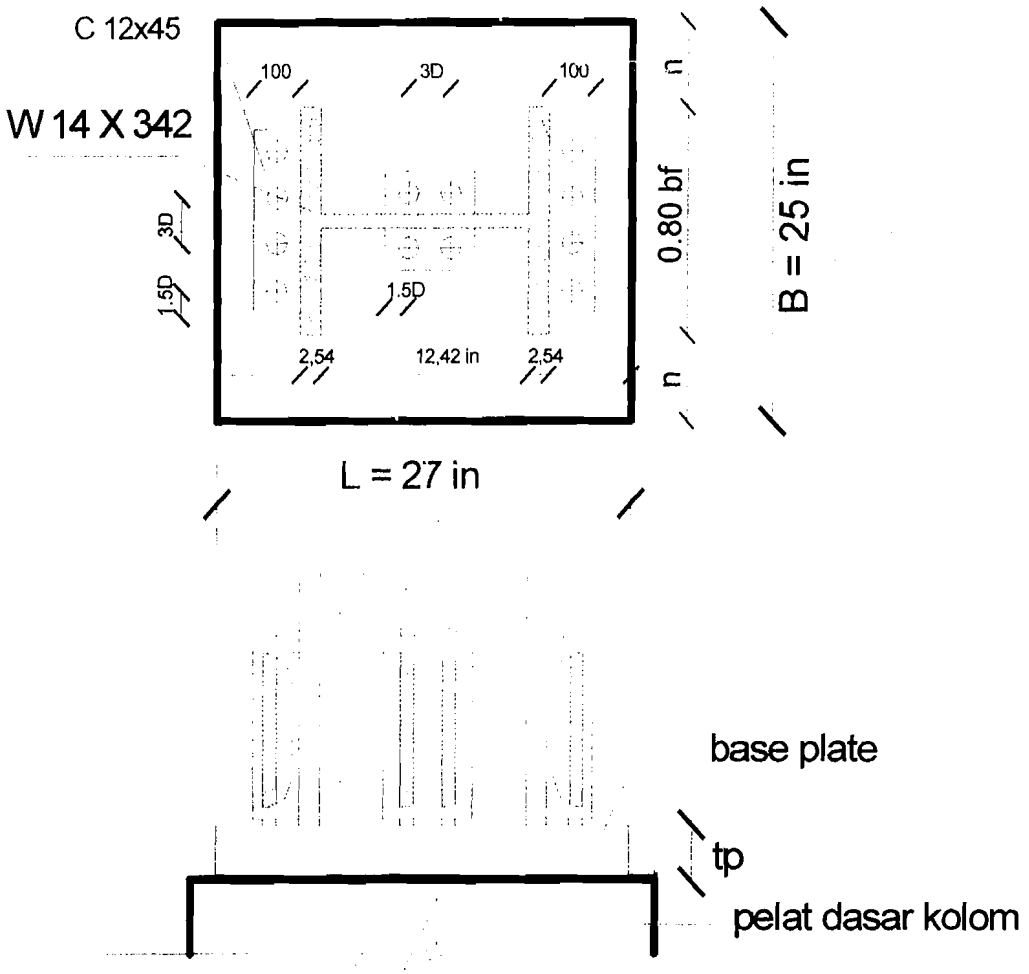
$$T = \frac{Mu,ky}{bf} = \frac{1788,363}{15,7} = 109,05 \text{ Kips} \qquad (3.18\text{-}12)$$

Digunakan baut angkur A_{307} diameter 1 in (ϕT_n = 36,36 Kips)

Jumlah angkur minimum yang diperlukan :

$$n = \frac{T}{\phi T_n} = \frac{109,05}{36,36} = 2,99 \rightarrow 4 \text{ angkur} \qquad (3.18\text{-}13)$$

Detail hasil perencanaan pelat dasar pondasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 5.27 Detail perencanaan *base plate*

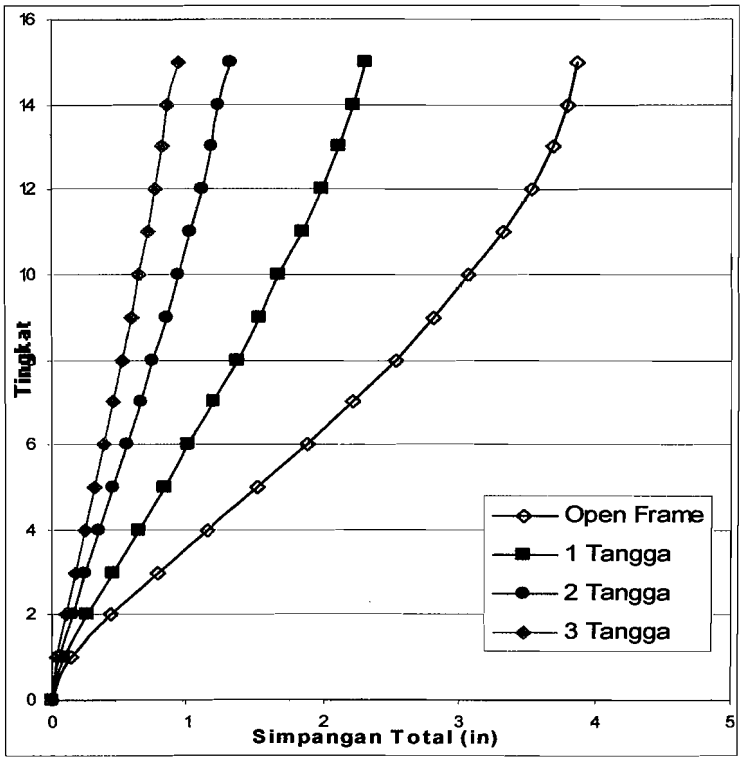
BAB VI

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

6.1 Hasil Analisis

6.1.1 Simpangan Struktur Akibat Beban Gempa

Hasil dari desain yang telah dilakukan yaitu analisis struktur menggunakan tangga dan tanpa tangga didapatkan nilai *displacement* yang dapat dilihat pada grafik 6.1.



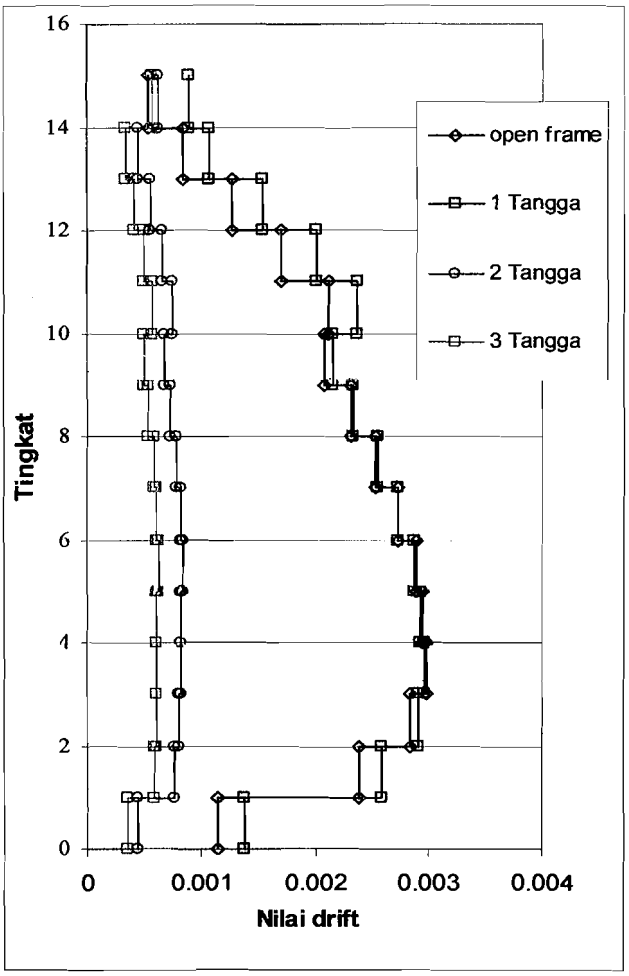
Grafik 6.1 Simpangan Total Struktur 15 Lantai

Pembahasan

1. Struktur dengan menggunakan tangga mempunyai simpangan total struktur yang lebih kecil daripada *open frame* (tanpa tangga). Hal ini disebabkan struktur dengan menggunakan tangga akan menambah kekakuan, sehingga peran tangga akan berguna dalam menahan gaya gempa.
2. Penambahan nilai simpangan total struktur pada struktur yang menggunakan tangga lebih kecil daripada struktur tanpa tangga disetiap variasi tingkat, hal ini dikarenakan struktur tanpa tangga kekakuannya lebih kecil daripada struktur dengan menggunakan tangga.
3. Simpangan total struktur akan semakin kecil jika mempunyai kekakuan yang tinggi.

6.1.2 Simpangan Antar Tingkat *(Inter Story Drift Ratio)*

Simpangan antar tingkat merupakan selisih simpangan total yang terjadi pada lantai tersebut dengan simpangan pada lantai sebelumnya. Simpangan struktur akan mempengaruhi besarnya simpangan antar tingkat *(Interstory drift ratio)*. Grafik simpangan antar tingkat akibat beban gempa statik ekuivalen dapat dilihat pada grafik 6.2.



Grafik 6.2 Simpangan Antar Tingkat (*Interstory Drift)*

Pembahasan

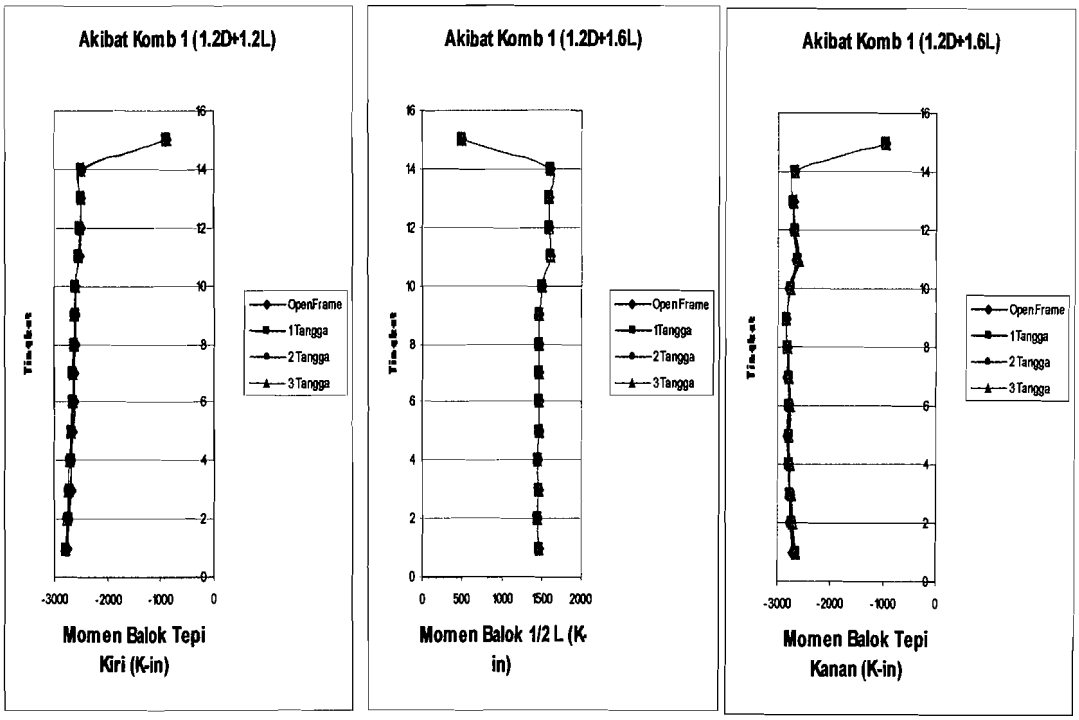
1. Pada struktur tanpa tangga hasil simpangan antar tingkat yang terjadi lebih besar dari struktur yang menggunakan tangga.
2. Simpangan antar tingkat yang terjadi antara struktur tanpa tangga dengan struktur satu tangga tidak begitu signitifikan, namun jika dibandingkan dengan struktur dua tangga dan tiga tangga maka simpangan tingkat yang terjadi lebih kecil. Hal ini dikarenakan tangga memberikan kekangan yang lebih besar.

3. *Interstory* yang terjadi pada struktur yang menggunakan tangga lebih kecil daripada struktur tanpa tangga. Hal ini dikarenakan besar kecilnya nilai *interstory drift* yang terjadi sangat dipengaruhi oleh besarnya kekakuan tingkat pada struktur, dari analisis terlihat struktur tangga mempunyai kekakuan yang lebih besar daripada struktur tanpa tangga.

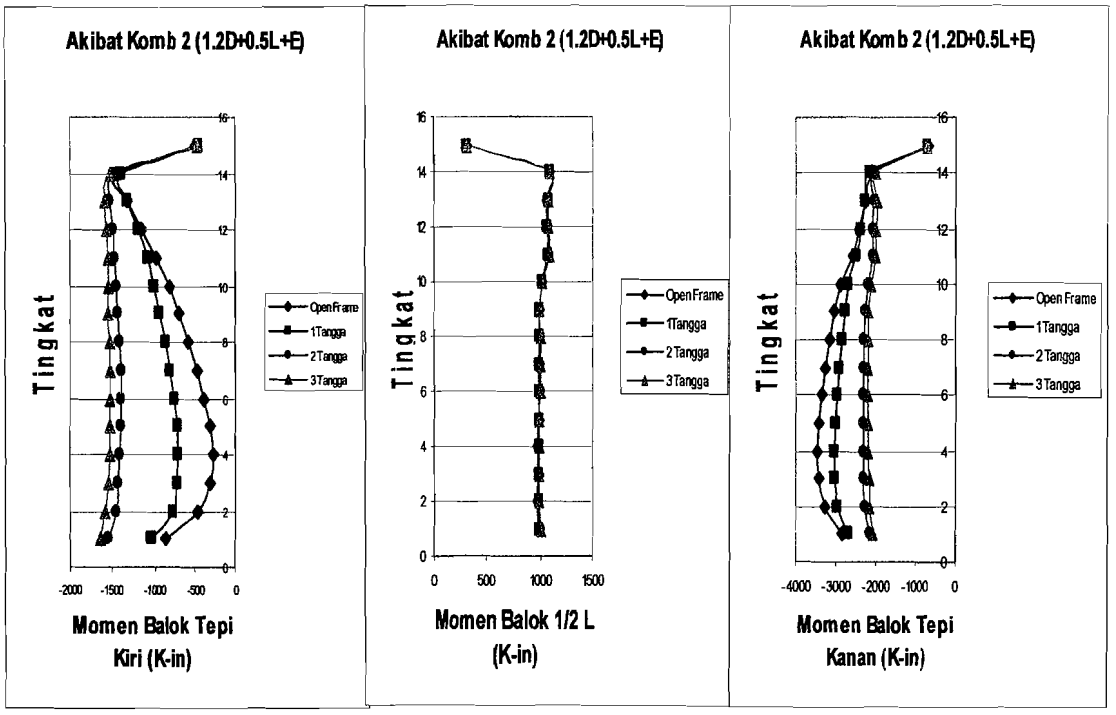
6.2 Momen dan Geser Balok

6.2.1 Momen Balok

Beban-beban yang bekerja pada struktur, yang meliputi beban grafitasi dan beban gempa akan mempengaruhi besarnya respon struktur berupa momen dan geser. Berdasarkan hasil analisa ternyata momen balok yang terjadi menunjukkan pola yang hampir sama. Besarnya momen balok dapat dilihat pada grafik 6.3 dan 6.4.



Grafik 6.3 Momen Balok Gravitasi



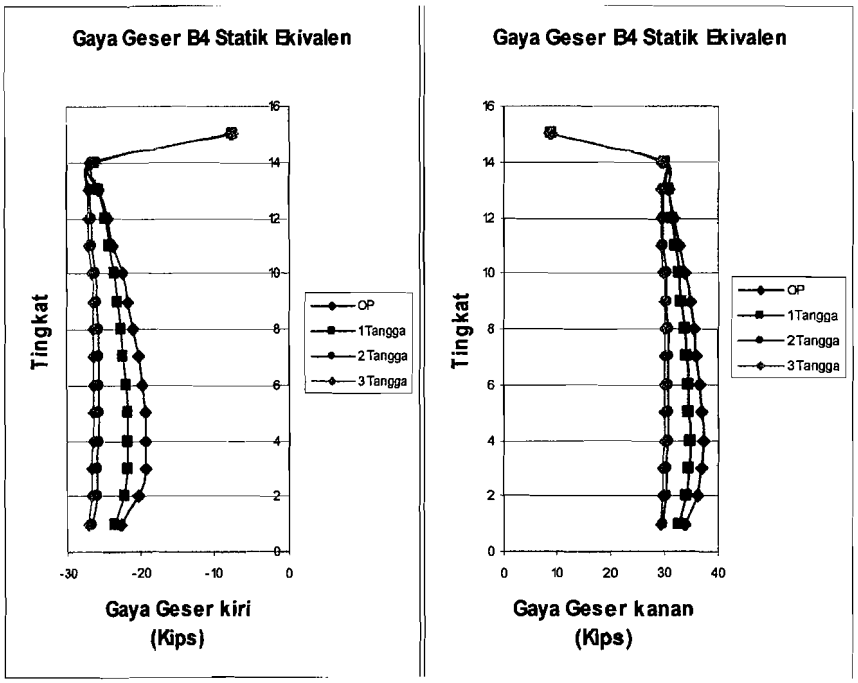
Grafik 6.4 Momen Balok Gravitasi + Gempa

Pembahasan

1. Terlihat bahwa momen balok pada daerah tumpuan berbentuk cembung sedangkan momen balok lapangan berbentuk hampir linier. Hal tersebut terjadi karena pengaruh bcban gempa pada struktur.
2. Momen balok yang terjadi pada struktur menggunakan tangga lebih kecil daripada struktur tanpa tangga. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penggunaan tangga akan lebih efektif karena momen balok yang terjadi lebih kecil.
3. Momen balok maksimum terjadi pada lantai – lantai bawah, momen maksimum tidak terjadi pada lantai 15 karena lantai 15 merupakan pelat atap ehingga bebannya lebih kecil daripada pelat lantai. Hal itu disebabkan oleh beban gempa yang terjadi pada struktur.

6.2.2 Gaya Geser

Besarnya gaya geser yang terjadi tergantung dari besarnya nilai momen, sehingga pola yang dihasilkan dari momen balok akan cenderung sama untuk gaya gesernya. Besarnya gaya geser balok pada struktur menggunakan tangga dan tanpa tangga dapat dilihat pada gambar 6.5.



Grafik 6.5 Geser Balok

Pembahasan

1. Dari grafik terlihat bahwa gaya geser balok pada dacrah tumpuan mempunyai pola yang hampir sama. Hal tersebut terjadi karena pengaruh beban gempa pada struktur.
2. Gaya geser balok yang terjadi pada struktur menggunakan tangga lebih kecil daripada struktur tanpa tangga. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penggunaan tangga dapat menambah kekakuan sehingga memperkecil geser balok.

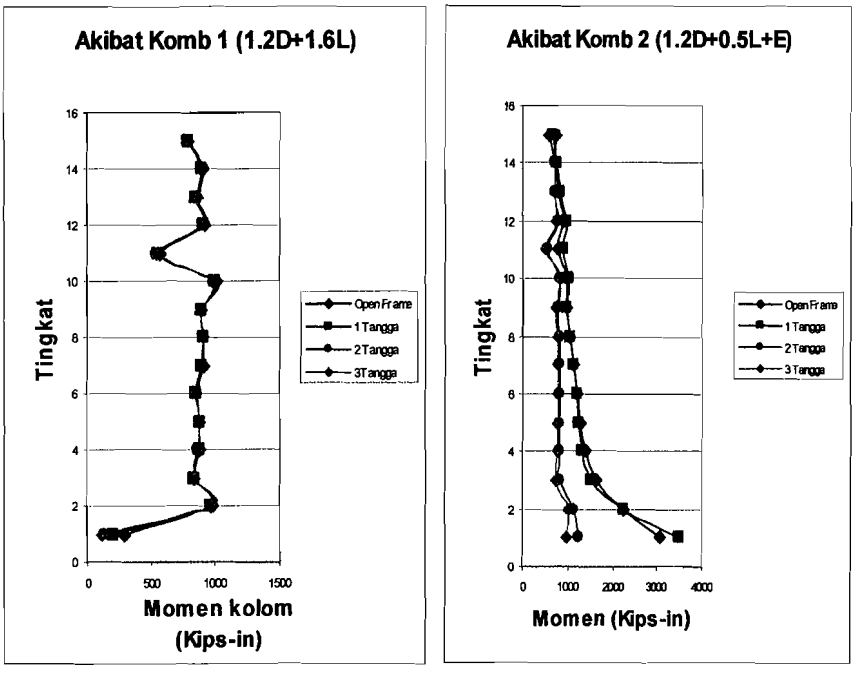
3. Gaya geser balok pada struktur tanpa tangga lebih besar, hal ini disebabkan oleh beban gempa statik, sedangkan struktur dengan menggunakan tangga akan menambah kekakuan struktur yang menyebabkan pengaruh gempa lebih kecil.

6.3 Momen, Gaya Geser, dan 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 6.6 sampai dengan 6.9.

6.3.1 Momen Kolom

Momen kolom merupakan momen kolom hasil dari analisa struktur. Momen kolom yang terjadi akibat beban gravitasi serta momen kolom akibat beban gravitasi dan beban gempa dapat dilihat pada grafik 6.6.



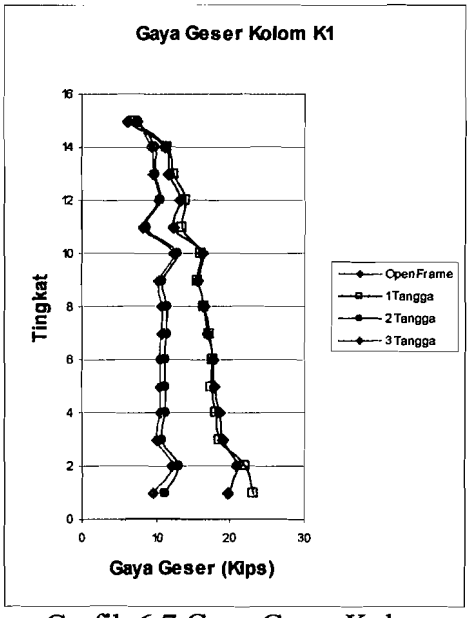
Grafik 6.6 Momen Kolom

Pembahasan

1. Momen kolom yang terjadi akibat beban gravitasi tidak terlalu signifikan.
2. Momen akibat beban gravitasi dan beban gempa yang tejadi struktur tanpa tangga lebih besar,sedangkan struktur dengan menggunakan tangga momen yang terjadi jauh lebih kecil. Hal ini di karenakan dengan adanya tangga yang dapat menambah kekakuan sehingga dapat memperkecil momen kolom.
3. Momen kolom yang terjadi mempunyai perilaku hampir sama, sedangkan momen kolom akibat beban gempa statik momen kolom struktur yang menggunakan tangga lebih kecil. Hal ini disebabkan oleh besarnya momen balok yang dapat mempengaruhi besarnya momen pada kolom.

6.3.2 Gaya Geser Kolom

Pola gaya geser yang terjadi akibat beban gravitasi dan beban gempa memiliki pola yang hampir sama. Besarnya gaya geser yang terjadi dapat dilihat pada grafik 6.7.



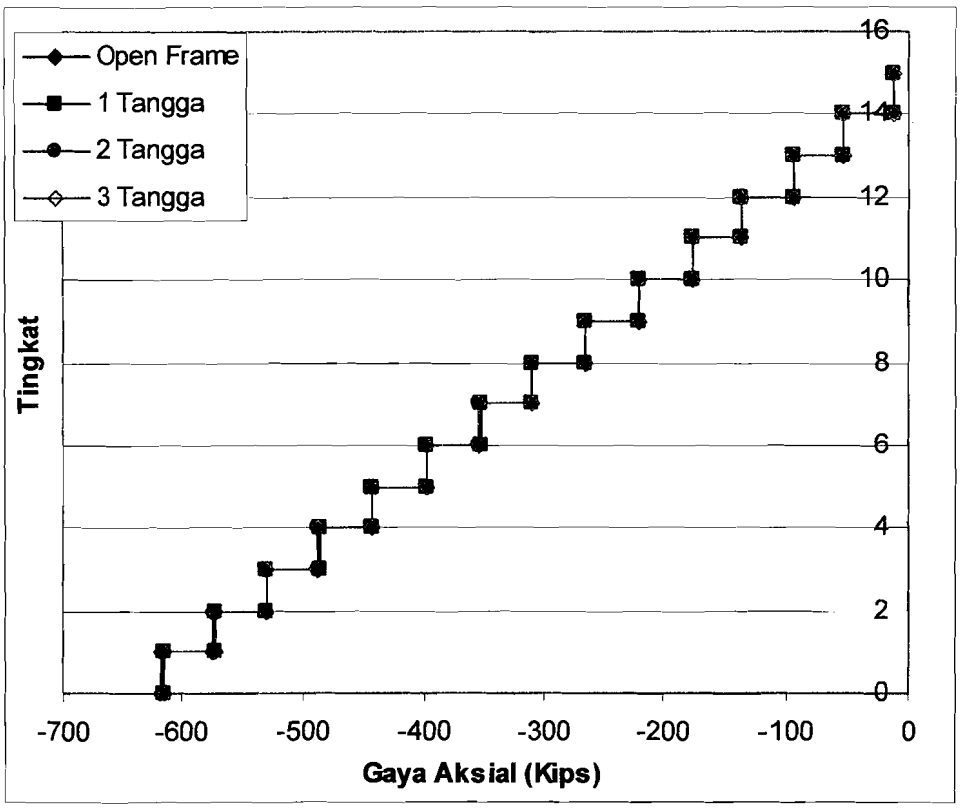
Grafik 6.7 Gaya Geser Kolom

Pembahasan

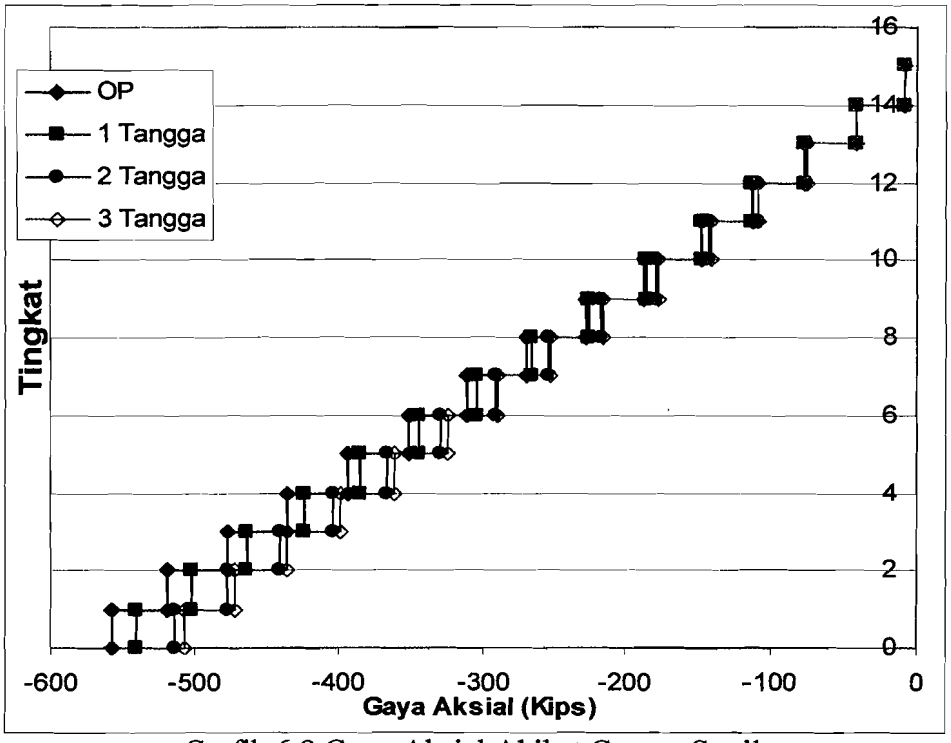
1. Gaya geser akibat beban gravitasi dan beban gempa yang tejadi antara *open frame* (tanpa tangga) dengan menggunakan satu tangga tidak begitu signifikan, namun jika dengan menggunakan dua tangga dan tiga tangga gaya geser yang terjadi jauh lebih kecil. Hal ini di karenakan dengan adanya tangga yang dapat menambah kekakuan sehingga dapat memperkecil geser kolom.
2. Pada struktur satu tangga mempunyai gaya geser hampir sama dengan struktur tanpa tangga, hal ini disebabkan kekangan tangga kurang begitu berpengaruh bagi gaya geser kolom K1.
3. Gaya geser pada kolom dimana menggunakan dua tangga dan tiga tangga mempunyai gaya geser yang lebih kecil, hal ini terjadi karena penempatan tangga yang efektif.

6.3.3 Gaya Aksial Kolom

Gaya aksial kolom merupakan gaya aksial yang dihasilkan dari analisa struktur, dimana gaya yang arah kerjanya searah dengan garis netralnya. Semakin kebawah nilai gaya aksial kolom akan semakin besar. Hal ini terjadi karena gaya aksial paling bawah merupakan penjumlahan dari gaya aksial kolom – kolom yang berada diatasnya. Gaya aksial yang terjadi dapat dilihat pada grafik 6.8 dan 6.9. Grafik 6.8 merupakan gaya aksial kolom akibat beban gravitasi, sedangkan grafik 6.9 merupakan gaya aksial akibat beban gravitasi dan gempa.



Grafik 6.8 Gaya Aksial Akibat Beban gravitasi



Grafik 6.9 Gaya Aksial Akibat Gempa Statik

Pembahasan

1. Nilai gaya aksial kolom pada struktur tanpa tangga lebih besar dari struktur menggunakan tangga. Hal ini disebabkan karena pengaruh kekakuan sehingga gaya aksial kolom semakin kecil.
2. Nilai gaya aksial yang terjadi akibat beban gravitasi tidak begitu signifikan, sedangkan gaya aksial yang terjadi akibat beban gravitasi + beban gempa yang terjadi struktur yang menggunakan tangga sedikit lebih kecil daripada struktur yang tanpa menggunakan tangga. Hal tersebut terjadi dikarenakan struktur dengan menggunakan tangga mempunyai kekakuan yang lebih besar sehingga dapat mempengaruhi besarnya gaya aksial kolom.
3. Pada struktur semakin kebawah nilai gaya aksialnya semakin besar. Hal ini dikarenakan gaya aksial kolom paling bawah akan menerima gaya aksial dari kolom – kolom lantai diatasnya dengan gaya aksial kolom tersebut.

6.4 Perhitungan Berat Struktur

Dalam hal ini berat struktur merupakan berat balok dan kolom yang diperoleh dari hasil desain struktur (profil yang digunakan tanpa tangga dan pakai tangga adalah sama).

Tabel.6.4.1 Berat Balok B1, B2 dan B3

Lantai	Balok (B1)	Total (kg)	Balok (B2)	Total (kg)	Balok (B3)	Total (kg)
15	W12x26	1397.203	W12x26	463.914	W12x19	2364.449
14	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
13	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
12	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
11	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
10	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
9	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
8	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
7	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
6	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
5	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
4	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
3	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
2	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
1	W21x50	2674.332	W16x26	465.734	W16x40	5009.068
Σ		38837.849		6984.193		72491.407

Tabel 6.4.2 Berat Balok B4, B5 dan B6

Balok (B4)	Total (kg)	Balok (B5)	Total (kg)	Balok (B6)	Total (kg)
W12x45	4766.500	W12x26	1391.743	W12x26	3247.401
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
W24x55	5930.834	W16x40	2146.744	W16x40	5009.068
	87798.171		31446.154		73374.359

Tabel 6.4.3 Berat Kolom K1

Lantai	Tanpa Tangga		1 Tangga		2 Tangga		3 Tangga	
	kolom	Total (kg)	kolom	Total (kg)	kolom	Total (kg)	kolom	Total (kg)
15	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
14	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
13	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
12	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
11	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
10	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005
9	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005
8	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005
7	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005
6	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005
5	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105
4	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105
3	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105
2	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105
1	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105	W14X342	7656.1105
Σ		85051.05		85051.05		85051.05		85051.05

Tabel 6.4.4 Berat Kolom K2

Lantai	Tanpa Tangga		1 Tangga		2 Tangga		3 Tangga	
	kolom	Total (kg)	kolom	Total (kg)	kolom	Total (kg)	kolom	Total (kg)
15	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
14	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
13	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
12	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
11	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984	W14x109	2425.6984
10	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129
9	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129
8	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129
7	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129
6	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129	W14x257	5730.7129
5	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005
4	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005
3	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005
2	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005
1	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005	W14x311	6928.4005

Σ		75424.06		75424.06		75424.06		75424.06

Tabel 6.4.5 Berat Balok Anak

Lantai	Tanpa Tangga		1 Tangga		2 Tangga		3 Tangga	
	balok	Total (kg)	balok	Total (kg)	balok	Total (kg)	balok	Total (kg)
15	W12x19	5911.1218	W12x19	5911.1218	W12x19	5911.1218	W12x19	5911.1218
14	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
13	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
12	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
11	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
10	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
9	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
8	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
7	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
6	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
5	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
4	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
3	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
2	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
1	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027	W12x26	8118.5027
Σ		119570.2		119570.2		119570.2		119570.2

Tabel 6.4.6 Berat Struktur Tangga

Lantai	1 Tangga	Berat (kg/m)	2 Tangga	Berat (kg/m)	3 Tangga	Berat (Kg)
14	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
13	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
12	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
11	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
10	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
9	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
8	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
7	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
6	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
5	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
4	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
3	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
2	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
1	W12X279	13037.37	W12X279	26074.7395	W12X279	39112.1092
Σ =		**182523.2**		**365046.353**		**547569.529**

Tabel 6.4.7 Berat Total Struktur

Lantai	Tanpa Tangga	1 Tangga	2 Tangga	3 Tangga
15	392750.46	465517.84	465517.84	465517.84
14	917223.87	1121361.32	1134398.69	1147436.06

13	917223.87	1121361.32	1134398.69	1147436.06
12	917223.87	1121361.32	1134398.69	1147436.06
11	917223.87	1121361.32	1134398.69	1147436.06
10	948454.74	1152592.19	1165629.56	1178666.93
9	948454.74	1152592.19	1165629.56	1178666.93
8	948454.74	1152592.19	1165629.56	1178666.93
7	948454.74	1152592.19	1165629.56	1178666.93
6	948454.74	1152592.19	1165629.56	1178666.93
5	956156.33	1167570.87	1180608.24	1193645.61
4	956156.33	1167570.87	1180608.24	1193645.61
3	956156.33	1167570.87	1180608.24	1193645.61
2	956156.33	1167570.87	1180608.24	1193645.61
1	956156.33	1167570.87	1180608.24	1193645.61
Σ =	13584701.26	16551778.40	16734301.58	16916824.76

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan desain yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada struktur dengan menggunakan tangga akan berpengaruh pada kekakuan.
2. Besarnya kekakuan struktur sangat mempengaruhi besarnya respon struktur yang terjadi.
3. Dari hasil analisis diperoleh bahwa penggunaan tangga yang diikutkan pada struktur secara langsung sangat efektif, walaupun biasanya tidak diikutkan dalam perhitungan struktur.
4. Terlihat perbedaan respon antara struktur tanpa tangga dan struktur yang menggunakan tangga, sehingga penggunaan tangga sebagai pengaku sangat efektif untuk memperkecil besarnya respon struktur yang terjadi.
5. Respon yang terjadi antara struktur tanpa tangga dan struktur menggunakan tangga mempunyai pola yang hampir sama.
6. Untuk mendapatkan kekakuan yang memadai, peranan struktur dengan tangga dapat memberikan kekakuan yang cukup besar.

7.2 Saran

1. Berdasarkan hasil analisis bahwa pengaruh variasi perletakan tangga sangat besar, sehingga untuk penelitian selanjutnya disarankan supaya memperbanyak variasi penempatan tangga.
2. Pada kondisi sebenarnya gempa berasal tidak hanya dari satu arah, besar kemungkinan terjadi dari segala arah. Oleh karena itu diharapkan untuk penelitian selanjutnya menganalisis gempa dari dua arah sekaligus.

DAFTAR PUSTAKA

1. AISC. 1993. *Load And Resistance Factor Design Spesification.* Chicago : American Institute of Steel Construction Inc.
2. AISC. 1999. *Load And Resistance Factor Design Spesification: Vol.II Connection.* Second Edition. Chicago : American Institute of Steel Construction Inc.
3. Anonim. 2000. *SNI Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung.* Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
4. 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.
5. Bowles, Joseph E. 1998. *Fuondation Analysis And Design.* Five Edition. New York : Mc Graw-Hill.
6. Bruneau, M., Uang, C.M., dan Whittaker, A. 1998. *Ductile Design of Steel Structures.* New York : Mc Graw-Hill.
7. Budi, Wiwit dan Haryanto, *Analisis Bracing Pada Desain, Struktur Baja tahan gempa dengan SCWB,* Tugas akir jurusan teknik sipil, FTSP, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2004.
8. Englekirk, R. 1993. *Steel Structures Controling Behavior Through Design.* Toronto : John Wiley & Sons. Inc.

9. Hanief Kurniawan, dan Iwan Setiyawan, *Efek Beban Gempa Statik dan Dinamik Terhadap Analisis dan Desain Bangunan Baja (3-Bays) Berpengaku Global (Global Brace) Bertingkat Banyak di Wilayah Gempa VI*, Tugas akir jurusan teknik sipil, FTSP, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2005.

10. Salmon, C.G., Johnson, J.E. 1996. *Struktur Baja Desain dan Perilaku.* Jilid 1 & 2. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

11. Smith B.S et, *Tall Building of struktur, Illinois, Chicago*, 1996

13. 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.

LAMPIRAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Supranowo	01 511 225	Teknik Sipil
2.	Wakhid Eko P	01 511 239	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Efek Penggunaan Tangga Sebagai Pengaku Terhadap Struktur Bangunan baja Bertingkat Banyak

PERIODE KE : IV (Juni 05 - Nop.05)
Tahun Akademi : 2004 - 2005
Sampai Akhir Nopember 2005

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		JUN.	JUL.	AGT.	SEP.	OKT.	NOP
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Suharyatmo,Ir,H,MT

Dosen Pembimbing II : Suharyatmo Ir,H MT





Jogjakarta , 9-Jul-05
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Seminar : _____
Sidang : _____
Pendadaran : _____

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN BEBAN

Tabel Total Beban yang Bekerja Pada Atap dan Lantai Struktur Tanpa Tangga dan Menggunakan Tangga

Lokasi	bagian	berat	satuan	p (m)	l (m)	t (m)	total (Kg)
Atap	**beban mati**						
1	Pelat Lantai	321	Kg/m2	42	24	1	323568
					WD		**323568**
	beban hidup						
1	atap	100	Kg/m2	42	24	1	100800
					WL	**0.3**	**30240**
Lantai	**beban mati**						
1	Pelat Lantai	483	Kg/m2	42	24	1	486864
2	Dinding	1700	Kg/m3	360	0.15	3.4	312120
					WD		**798984**
	beban hidup						
1	Perkantoran	250	Kg/m2	42	24	1	252000
					WL	**0.3**	**75600**

Keterangan :

- WD = berat total beban mati
- WL = berat total beban hidup

Profil pakai Struktur Open Frame/ Tanpa Tangga

Lantai	Balok							Kolom			
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B. Anak	K1	K2	K3	K4
15	W12x26	W12x26	W12x19	W12x45	W12x26	W12x26	W12x19	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109
14	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109
13	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109
12	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109
11	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109
10	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311
9	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311
8	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311
7	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311
6	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311
5	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342
4	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342
3	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342
2	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342
1	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342

Lantai	W Balok	Wkolom	Wmati+hid up
15	19536.9	19405.6	353808
14	29354.3	19405.6	868464
13	29354.3	19405.6	868464
12	29354.3	19405.6	868464
11	29354.3	19405.6	868464
10	29354.3	50636.5	868464
9	29354.3	50636.5	868464
8	29354.3	50636.5	868464
7	29354.3	50636.5	868464
6	29354.3	50636.5	868464
5	29354.3	58338	868464
4	29354.3	58338	868464
3	29354.3	58338	868464
2	29354.3	58338	868464
1	29354.3	58338	868464
		Wtotal =	13584701

C	0.132
I	1.00
R	8.50
Wt (Kg)	13584701.26
V	210962.42

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fx,y (Kg)
15	56.25	392750.5	22092213.33	10751.88248
14	52.50	917223.9	48154253.17	23435.80806
13	48.75	917223.9	44714663.66	21761.82177
12	45.00	917223.9	41275074.15	20087.83548
11	41.25	917223.9	37835484.64	18413.84919
10	37.50	948454.7	35567052.62	17309.84417
9	33.75	948454.7	32010347.36	15578.85975
8	30.00	948454.7	28453642.1	13847.87533
7	26.25	948454.7	24896936.83	12116.89092
6	22.50	948454.7	21340231.57	10385.9065
5	18.75	956156.3	17927931.13	8725.201309
4	15.00	956156.3	14342344.9	6980.161048
3	11.25	956156.3	10756758.68	5235.120786
2	7.50	956156.3	7171172.452	3490.080524
1	3.75	956156.3	3585586.226	1745.040262
		Σ =	390123692.8	189866.178

Profil pakai Struktur 1 Tangga

Lantai	Balok							Kolom				Brace/ Tangga
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B. Anak	K1	K2	K3	K4	
15	W12x26	W12x26	W12x19	W12x45	W12x26	W12x26	W12x19	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109	
14	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109	W12X279
13	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109	W12X279
12	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109	W12X279
11	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109	W12X279
10	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311	W12X279
9	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311	W12X279
8	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311	W12X279
7	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311	W12X279
6	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311	W12X279
5	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342	W12X279
4	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342	W12X279
3	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342	W12X279
2	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342	W12X279
1	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342	W12X279

Lantai	W Balok	Wkolom	Wtangga	Wmati+hidup	Wi (kg)	C	0.2285
15	19536.9	19405.6		424368	463310.4591	I	1.00
14	29354.3	19405.6	13037.37	1054532	1116329.505	R	6.50
13	29354.3	19405.6	13037.37	1054532	1116329.505	Wt (Kg)	16442740.14
12	29354.3	19405.6	13037.37	1054532	1116329.505	V	578025.56
11	29354.3	19405.6	13037.37	1054532	1116329.505		
10	29354.3	50636.5	13037.37	1054532	1147560.371		
9	29354.3	50636.5	13037.37	1054532	1147560.371		
8	29354.3	50636.5	13037.37	1054532	1147560.371		
7	29354.3	50636.5	13037.37	1054532	1147560.371		
6	29354.3	50636.5	13037.37	1054532	1147560.371		
5	29354.3	58338	13037.37	1054532	1155261.962		
4	29354.3	58338	13037.37	1054532	1155261.962		
3	29354.3	58338	13037.37	1054532	1155261.962		
2	29354.3	58338	13037.37	1054532	1155261.962		
1	29354.3	58338	13037.37	1054532	1155261.962		
				Wtotal =	**16442740.14**		

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fx,y (Kg)
15	56.25	463310.4591	26061213.33	28694
14	52.50	1116329.505	58607299	64527.99
13	48.75	1116329.505	54421063.35	59918.85
12	45.00	1116329.505	50234827.71	55309.71
11	41.25	1116329.505	46048592.07	50700.56
10	37.50	1147560.371	43033513.92	47380.89
9	33.75	1147560.371	38730162.53	42642.8
8	30.00	1147560.371	34426811.14	37904.71
7	26.25	1147560.371	30123459.75	33166.63
6	22.50	1147560.371	25820108.35	28428.54
5	18.75	1155261.962	21661161.78	23849.44
4	15.00	1155261.962	17328929.43	19079.55
3	11.25	1155261.962	12996697.07	14309.66
2	7.50	1155261.962	8664464.713	9539.776
1	3.75	1155261.962	4332232.356	4769.888
		Σ =	**472490536.5**	**520223**

Profil pakai Struktur 2 Tangga

Lantai	Balok							Kolom				Brace/ Tangga
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B. Anak	K1	K2	K3	K4	
15	W12x26	W12x26	W12x19	W12x45	W12x26	W12x26	W12x19	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109	
14	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109	W12X279
13	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109	W12X279
12	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109	W12X279
11	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109	W12X279
10	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311	W12X279
9	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311	W12X279
8	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311	W12X279
7	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311	W12X279
6	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311	W12X279
5	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342	W12X279
4	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342	W12X279
3	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342	W12X279
2	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342	W12X279
1	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342	W12X279

Lantai	W Balok	Wkolom	Wtangga	Wmati+hidup	Wi (kg)
15	19536.9	19405.6		424368	463310.4591
14	29354.3	19405.6	26074.74	1054532	1129366.874
13	29354.3	19405.6	26074.74	1054532	1129366.874
12	29354.3	19405.6	26074.74	1054532	1129366.874
11	29354.3	19405.6	26074.74	1054532	1129366.874
10	29354.3	50636.5	26074.74	1054532	1160597.741
9	29354.3	50636.5	26074.74	1054532	1160597.741
8	29354.3	50636.5	26074.74	1054532	1160597.741
7	29354.3	50636.5	26074.74	1054532	1160597.741
6	29354.3	50636.5	26074.74	1054532	1160597.741
5	29354.3	58338	26074.74	1054532	1168299.331
4	29354.3	58338	26074.74	1054532	1168299.331
3	29354.3	58338	26074.74	1054532	1168299.331
2	29354.3	58338	26074.74	1054532	1168299.331
1	29354.3	58338	26074.74	1054532	1168299.331
				Wtotal =	**16625263.32**

C	0.2285
I	1.00
R	6.50
Wt (Kg)	16625263.32
V	584441.95

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fx,y (Kg)
15	56.25	463310.4591	26061213.33	28700.69
14	52.50	1129366.874	59291760.91	65296.83
13	48.75	1129366.874	55056635.13	60632.77
12	45.00	1129366.874	50821509.35	55968.71
11	41.25	1129366.874	46586383.57	51304.65
10	37.50	1160597.741	43522415.29	47930.37
9	33.75	1160597.741	39170173.76	43137.33
8	30.00	1160597.741	34817932.23	38344.29
7	26.25	1160597.741	30465690.7	33551.26
6	22.50	1160597.741	26113449.17	28758.22
5	18.75	1168299.331	21905612.47	24124.21
4	15.00	1168299.331	17524489.97	19299.37
3	11.25	1168299.331	13143367.48	14474.53
2	7.50	1168299.331	8762244.986	9649.685
1	3.75	1168299.331	4381122.493	4824.843
		Σ =	**477624000.8**	**525997.8**

Profil pakai Struktur 3 Tangga

Lantai	Balok							Kolom				Brace/ Tangga
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B. Anak	K1	K2	K3	K4	
15	W12x26	W12x26	W12x19	W12x45	W12x26	W12x26	W12x19	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109	
14	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109	W12X279
13	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109	W12X279
12	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109	W12X279
11	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x109	W14x109	W14x109	W14x109	W12X279
10	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311	W12X279
9	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311	W12X279
8	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311	W12X279
7	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311	W12X279
6	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14x311	W14x257	W14x257	W14x311	W12X279
5	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342	W12X279
4	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342	W12X279
3	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342	W12X279
2	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342	W12X279
1	W21x50	W16X26	W16x40	W24x55	W16x40	W16x40	W12x26	W14X342	W14x311	W14x311	W14X342	W12X279

Lantai	W Balok	Wkolom	Wtangga	Wmati+hidup	Wi (kg)
15	19536.9	19405.6		424368	463310.4591
14	29354.3	19405.6	39112.109	1054532	1142404.244
13	29354.3	19405.6	39112.109	1054532	1142404.244
12	29354.3	19405.6	39112.109	1054532	1142404.244
11	29354.3	19405.6	39112.109	1054532	1142404.244
10	29354.3	50636.5	39112.109	1054532	1173635.111
9	29354.3	50636.5	39112.109	1054532	1173635.111
8	29354.3	50636.5	39112.109	1054532	1173635.111
7	29354.3	50636.5	39112.109	1054532	1173635.111
6	29354.3	50636.5	39112.109	1054532	1173635.111
5	29354.3	58338	39112.109	1054532	1181336.701
4-	29354.3	58338	39112.109	1054532	1181336.701
3	29354.3	58338	39112.109	1054532	1181336.701
2	29354.3	58338	39112.109	1054532	1181336.701
1	29354.3	58338	39112.109	1054532	1181336.701
				Wtotal =	**16807786.5**

C	0.2285
I	1.00
R	6.50
Wt (Kg)	16807786.50
V	590858.34

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fx,y (Kg)
15	56.25	463310.4591	26061213.33	28707.24
14	52.50	1142404.244	59976222.82	66065.69
13	48.75	1142404.244	55692206.9	61346.71
12	45.00	1142404.244	51408190.99	56627.74
11	41.25	1142404.244	47124175.07	51908.76
10	37.50	1173635.111	44011316.65	48479.85
9	33.75	1173635.111	39610184.99	43631.86
8	30.00	1173635.111	35209053.32	38783.88
7	26.25	1173635.111	30807921.66	33935.89
6	22.50	1173635.111	26406789.99	29087.91
5	18.75	1181336.701	22150063.15	24398.99
4	15.00	1181336.701	17720050.52	19519.19
3	11.25	1181336.701	13290037.89	14639.39
2	7.50	1181336.701	8860025.259	9759.596
1	3.75	1181336.701	4430012.63	4879.798
		Σ =	**482757465.2**	**531772.5**

LAMPIRAN B
BALOK

Tabel Rencana Momen Balok Struktur Tanpa Tangga

Balok B4 portal F								Balok B3 Portal 4							
Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai	Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai
			1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E							1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E			
			Kip-in	Kip-in							Kip-in	Kip-in			
15	Tepi kiri	0	-856.99	-481.27	969.011	2.90	2.30	15	Tepi kiri	0	-100.09	-65.95	100.086	2.81	2.30
	1/4 L	88.583	172.33	130.85					1/4 L	59.055	13.68	6.74			
	1/2 L	177.165	501.07	308.23					1/2 L	118.11	56.27	35.11			
	3/4 L	265.748	116.32	43.32					3/4 L	177.165	14.78	11.61			
	Tepi Kanan	354.331	-969.01	-656.32					Tepi Kanan	236.22	-97.88	-56.20			
14	Tepi kiri	0	-2483.55	-1473.89	2691.316	2.53	2.30	14	Tepi kiri	0	-510.40	-427.65	510.397	2.54	2.30
	1/4 L	88.5825	602.18	514.74					1/4 L	59.055	67.46	47.72			
	1/2 L	177.165	1606.58	1086.66					1/2 L	118.11	275.24	220.13			
	3/4 L	265.7475	498.29	223.90					3/4 L	177.165	81.54	71.63			
	Tepi Kanan	354.33	-2691.32	-2055.57					Tepi Kanan	236.22	-482.24	-379.83			
13	Tepi kiri	0	-2492.98	-1312.05	2716.235	2.58	2.30	13	Tepi kiri	0	-510.78	-436.28	510.782	2.54	2.30
	1/4 L	88.5825	588.87	586.51					1/4 L	59.055	67.16	43.42			
	1/2 L	177.165	1589.41	1068.35					1/2 L	118.11	275.01	220.16			
	3/4 L	265.7475	477.24	115.51					3/4 L	177.165	81.39	76.00			
	Tepi Kanan	354.33	-2716.24	-2254.04					Tepi Kanan	236.22	-482.31	-371.13			
12	Tepi kiri	0	-2511.10	-1138.96	2698.592	2.58	2.30	12	Tepi kiri	0	-510.63	-444.69	510.626	2.54	2.30
	1/4 L	88.5825	579.69	671.32					1/4 L	59.055	66.92	38.95			
	1/2 L	177.165	1589.17	1064.88					1/2 L	118.11	274.38	219.64			
	3/4 L	265.7475	485.95	23.77					3/4 L	177.165	80.37	79.42			
	Tepi Kanan	354.33	-2698.59	-2434.05					Tepi Kanan	236.22	-483.72	-363.76			
11	Tepi kiri	0	-2528.27	-972.72	2644.846	2.48	2.30	11	Tepi kiri	0	-510.35	-452.06	510.351	2.55	2.30
	1/4 L	88.5825	580.25	757.09					1/4 L	59.055	66.64	34.93			
	1/2 L	177.165	1607.46	1070.18					1/2 L	118.11	273.54	218.97			

	3/4 L	265.7475	521.96	-51.40					3/4 L	177.165	78.98	82.10			
	Tepi Kanan	354.33	-2644.85	-2589.69					Tepi Kanan	236.22	-485.68	-357.73			
10	Tepi kiri	0	-2594.75	-796.52	2878.802	2.50	2.30	10	Tepi kiri	0	-506.79	-463.36	506.791	2.57	2.30
	1/4 L	88.5825	495.82	816.96					1/4 L	59.055	66.69	28.06			
	1/2 L	177.165	1505.07	1013.73					1/2 L	118.11	270.08	216.52			
	3/4 L	265.7475	401.62	-224.18					3/4 L	177.165	72.00	84.07			
	Tepi Kanan	354.33	-2783.14	-2878.80					Tepi Kanan	236.22	-496.16	-351.33			
9	Tepi kiri	0	-2606.21	-683.53	3035.068	2.52	2.30	9	Tepi kiri	0	-503.75	-469.82	503.946	2.58	2.30
	1/4 L	88.5825	470.46	862.64					1/4 L	59.055	67.02	23.94			
	1/2 L	177.165	1465.81	992.09					1/2 L	118.11	267.71	214.75			
	3/4 L	265.7475	348.46	-313.13					3/4 L	177.165	66.92	84.65			
	Tepi Kanan	354.33	-2850.20	-3035.07					Tepi Kanan	236.22	-503.95	-348.40			
8	Tepi kiri	0	-2616.11	-570.02	3140.777	2.50	2.30	8	Tepi kiri	0	-504.52	-475.71	504.518	2.58	2.30
	1/4 L	88.5825	469.49	921.34					1/4 L	59.055	66.62	20.97			
	1/2 L	177.165	1473.77	995.99					1/2 L	118.11	267.67	214.71			
	3/4 L	265.7475	365.36	-364.04					3/4 L	177.165	67.26	87.52			
	Tepi Kanan	354.33	-2824.38	-3140.78					Tepi Kanan	236.22	-503.25	-342.61			
7	Tepi kiri	0	-2628.65	-463.33	3250.642	2.50	2.30	7	Tepi kiri	0	-504.84	-481.67	504.843	2.58	2.30
	1/4 L	88.5825	462.23	973.89					1/4 L	88.5825	66.21	17.81			
	1/2 L	177.165	1471.79	994.40					1/2 L	177.165	267.19	214.33			
	3/4 L	265.7475	368.65	-419.76					3/4 L	265.7475	66.69	89.95			
	Tepi Kanan	354.33	-2815.80	-3250.64					Tepi Kanan	354.33	-503.90	-337.39			
6	Tepi kiri	0	-2643.80	-372.98	3338.597	2.49	2.30	6	Tepi kiri	0	-505.32	-486.50	505.317	2.59	2.30
	1/4 L	88.5825	455.60	1019.67					1/4 L	59.055	65.76	15.22			
	1/2 L	177.165	1473.69	995.60					1/2 L	118.11	266.75	213.99			
	3/4 L	265.7475	379.08	-463.14					3/4 L	177.165	66.28	91.84			
	Tepi Kanan	354.33	-2796.85	-3338.60					Tepi Kanan	236.22	-504.29	-333.26			

5	Tepi kiri	0	-2653.71	-299.69	3426.289	2.49	2.30	5	Tepi kiri	0	-505.23	-491.30	506.059	2.60	2.30
	1/4 L	88.5825	446.57	1052.71					1/4 L	59.055	65.38	12.50			
	1/2 L	177.165	1465.52	988.40					1/2 L	118.11	265.91	213.35			
	3/4 L	265.7475	371.78	-510.59					3/4 L	177.165	64.97	93.28			
	Tepi Kanan	354.33	-2803.28	-3426.29					Tepi Kanan	236.22	-506.06	-329.74			
4	Tepi kiri	0	-2671.45	-270.95	3456.004	2.49	2.30	4	Tepi kiri	0	-505.45	-494.24	506.954	2.60	2.30
	1/4 L	88.5825	434.32	1064.34					1/4 L	59.055	65.00	10.82			
	1/2 L	177.165	1458.78	982.91					1/2 L	118.11	265.35	212.93			
	3/4 L	265.7475	370.53	-533.19					3/4 L	177.165	64.24	94.13			
	Tepi Kanan	354.33	-2799.03	-3466.00					Tepi Kanan	236.22	-506.95	-327.63			
3	Tepi kiri	0	-2696.66	-301.94	3431.996	2.49	2.30	3	Tepi kiri	0	-506.03	-493.35	507.158	2.61	2.30
	1/4 L	88.5825	422.66	1049.60					1/4 L	59.055	64.51	11.11			
	1/2 L	177.165	1460.66	984.42					1/2 L	118.11	264.96	212.62			
	3/4 L	265.7475	385.96	-515.43					3/4 L	177.165	63.95	93.21			
	Tepi Kanan	354.33	-2770.05	-3432.00					Tepi Kanan	236.22	-507.16	-329.15			
2	Tepi kiri	0	-2723.82	-450.56	3286.353	2.50	2.30	2	Tepi kiri	0	-506.63	-486.67	507.336	2.61	2.30
	1/4 L	88.5825	407.51	974.54					1/4 L	59.055	64.01	14.30			
	1/2 L	177.165	1457.51	982.93					1/2 L	118.11	264.57	212.32			
	3/4 L	265.7475	394.81	-443.35					3/4 L	177.165	63.66	89.43			
	Tepi Kanan	354.33	-2749.20	-3286.35					Tepi Kanan	236.22	-507.34	-336.42			
1	Tepi kiri	0	-2750.49	-862.53	2852.349	2.53	2.30	1	Tepi kiri	0	-506.86	-465.76	508.424	2.62	2.30
	1/4 L	88.5825	401.11	774.07					1/4 L	59.055	63.57	24.50			
	1/2 L	177.165	1471.39	993.95					1/2 L	118.11	263.91	211.80			
	3/4 L	265.7475	428.98	-220.84					3/4 L	177.165	62.79	78.19			
	Tepi Kanan	354.33	-2694.76	-2852.35					Tepi Kanan	236.22	-508.42	-358.38			

Balok B2 KANAN								Balok B1 portal H							
Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai	Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai
			1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E							1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E			
			Kip-in	Kip-in							Kip-in	Kip-in			
15	Tepi kiri	0	-195.93	-51.75	195.934	2.30	2.30	15	Tepi kiri	0	-426.94	-227.65	508.604	3.02	2.30
	1/4 L	59.055	5.06	39.32					1/4 L	88.5825	85.70	71.65			
	1/2 L	118.11	145.34	91.17					1/2 L	177.165	245.13	150.65			
	3/4 L	177.165	5.06	-30.12					3/4 L	265.748	44.87	5.57			
	Tepi Kanan	236.22	-195.93	-190.65					Tepi Kanan	354.33	-508.60	-359.80			
14	Tepi kiri	0	-730.00	-421.34	729.999	2.62	2.30	14	Tepi kiri	0	-1503.18	-908.25	1737.55	2.54	2.30
	1/4 L	59.055	30.86	89.47					1/4 L	88.5825	369.39	374.73			
	1/2 L	118.11	457.89	320.16					1/2 L	177.165	959.75	707.79			
	3/4 L	177.165	30.86	-34.69					3/4 L	265.7475	252.20	81.96			
	Tepi Kanan	236.22	-730.00	-669.66					Tepi Kanan	354.33	-1737.55	-1493.77			
13	Tepi kiri	0	-726.43	-353.55	730.773	2.48	2.30	13	Tepi kiri	0	-1507.00	-764.00	1758.73	2.58	2.30
	1/4 L	59.055	34.43	125.03					1/4 L	88.5825	361.23	439.84			
	1/2 L	118.11	461.47	323.50					1/2 L	177.165	947.25	693.77			
	3/4 L	177.165	34.43	-63.58					3/4 L	265.7475	235.36	-11.18			
	Tepi Kanan	236.22	-726.43	-730.77					Tepi Kanan	354.33	-1758.73	-1666.04			
12	Tepi kiri	0	-726.83	-282.90	802.281	2.46	2.30	12	Tepi kiri	0	-1514.37	-607.68	1824.81	2.49	2.30
	1/4 L	59.055	34.03	160.14					1/4 L	88.5825	357.82	517.39			
	1/2 L	118.11	461.06	323.07					1/2 L	177.165	947.79	692.55			
	3/4 L	177.165	34.03	-99.55					3/4 L	265.7475	239.86	-91.18			
	Tepi Kanan	236.22	-726.83	-802.28					Tepi Kanan	354.33	-1750.27	-1824.81			
11	Tepi kiri	0	-729.94	-215.42	874.28	2.45	2.30	11	Tepi kiri	0	-1525.62	-454.02	1970.71	2.47	2.30
	1/4 L	59.055	30.92	192.76					1/4 L	88.5825	356.96	596.16			
	1/2 L	118.11	457.95	320.61					1/2 L	177.165	957.33	696.43			
	3/4 L	177.165	30.92	-136.68					3/4 L	265.7475	259.80	-162.18			

	Tepi Kanan	236.22	-729.94	-874.28					Tepi Kanan	354.33	-1719.95	-1970.71			
10	Tepi kiri	0	-716.33	-138.50	931.125	2.40	2.30	10	Tepi kiri	0	-1530.21	-309.69	2186.89	2.50	2.30
	1/4 L	59.055	44.53	236.23					1/4 L	88.5825	328.91	650.36			
	1/2 L	118.11	471.57	330.85					1/2 L	177.165	905.81	660.51			
	3/4 L	177.165	44.53	-160.08					3/4 L	265.7475	184.82	-288.23			
	Tepi Kanan	236.22	-716.33	-931.13					Tepi Kanan	354.33	-1818.38	-2186.89			
9	Tepi kiri	0	-711.26	-96.97	965.19	2.39	2.30	9	Tepi kiri	0	-1540.84	-235.35	2283.4	2.51	2.30
	1/4 L	59.055	49.60	258.87					1/4 L	88.5825	314.82	681.99			
	1/2 L	118.11	476.64	334.58					1/2 L	177.165	888.28	649.42			
	3/4 L	177.165	49.60	-175.24					3/4 L	265.7475	163.83	-342.03			
	Tepi Kanan	236.22	-711.26	-965.19					Tepi Kanan	354.33	-1842.83	-2283.40			
8	Tepi kiri	0	-712.52	-54.94	1009.076	2.39	2.30	8	Tepi kiri	0	-1554.08	-144.55	2371.49	2.50	2.30
	1/4 L	59.055	48.34	279.42					1/4 L	88.5825	310.05	728.07			
	1/2 L	118.11	475.37	333.66					1/2 L	177.165	891.97	650.78			
	3/4 L	177.165	48.34	-197.65					3/4 L	265.7475	175.99	-385.40			
	Tepi Kanan	236.22	-712.52	-1009.08					Tepi Kanan	354.33	-1822.20	-2371.49			
7	Tepi kiri	0	-712.41	-15.19	1048.657	2.38	2.30	7	Tepi kiri	0	-1569.63	-63.30	2455.02	2.49	2.30
	1/4 L	88.5825	48.45	299.33					1/4 L	88.5825	301.86	768.13			
	1/2 L	177.165	475.49	333.74					1/2 L	177.165	891.14	649.64			
	3/4 L	265.7475	48.45	-217.40					3/4 L	265.7475	182.52	-427.74			
	Tepi Kanan	354.33	-712.41	-1048.56					Tepi Kanan	354.33	-1808.31	-2455.02			
6	Tepi kiri	0	-712.94	17.65	1082.28	2.38	2.30	6	Tepi kiri	0	-1586.42	5.17	2524.61	2.48	2.30
	1/4 L	59.055	47.92	315.56					1/4 L	88.5825	293.85	802.08			
	1/2 L	118.11	474.96	333.35					1/2 L	177.165	891.91	649.08			
	3/4 L	177.165	47.92	-234.41					3/4 L	265.7475	192.06	-462.81			
	Tepi Kanan	236.22	-712.94	-1082.28					Tepi Kanan	354.33	-1789.99	-2524.61			
5	Tepi kiri	0	-711.76	46.61	1109.506	2.37	2.30	5	Tepi kiri	0	-1609.53	53.20	2573.03	2.48	2.30

	1/4 L	59.055	49.10	330.48					1/4 L	88.5825	280.91	825.99			
	1/2 L	118.11	476.14	334.22					1/2 L	177.165	889.14	648.88			
	3/4 L	177.165	49.10	-247.59					3/4 L	265.7475	199.46	-487.12			
	Tepi Kanan	236.22	-711.76	-1109.51					Tepi Kanan	354.33	-1772.42	-2573.03			
4	Tepi kiri	0	-710.74	60.31	1121.694	2.37	2.30	4	Tepi kiri	0	-1628.14	72.08	2592.42	2.48	2.30
	1/4 L	59.055	50.12	337.70					1/4 L	88.5825	270.41	835.31			
	1/2 L	118.11	477.16	334.97					1/2 L	177.165	886.75	648.63			
	3/4 L	177.165	50.12	-253.30					3/4 L	265.7475	205.19	-496.94			
	Tepi Kanan	236.22	-710.74	-1121.69					Tepi Kanan	354.33	-1758.58	-2592.42			
3	Tepi kiri	0	-711.23	50.36	1112.462	2.37	2.30	3	Tepi kiri	0	-1644.89	47.22	2567	2.48	2.30
	1/4 L	59.055	49.63	332.54					1/4 L	88.5825	262.42	823.02			
	1/2 L	118.11	476.67	334.61					1/2 L	177.165	887.51	648.91			
	3/4 L	177.165	49.63	-248.87					3/4 L	265.7475	214.71	-484.09			
	Tepi Kanan	236.22	-711.23	-1112.46					Tepi Kanan	354.33	-1740.31	-2567.00			
2	Tepi kiri	0	-710.88	-2.01	1059.576	2.38	2.30	2	Tepi kiri	0	-1664.60	-75.35	2445.09	2.49	2.30
	1/4 L	59.055	49.98	306.49					1/4 L	88.5825	251.89	761.57			
	1/2 L	118.11	477.01	334.87					1/2 L	177.165	886.16	648.58			
	3/4 L	177.165	49.98	-222.30					3/4 L	265.7475	222.54	-423.30			
	Tepi Kanan	236.22	-710.88	-1059.58					Tepi Kanan	354.33	-1723.30	-2445.09			
1	Tepi kiri	0	-713.35	-154.00	911.221	2.40	2.30	1	Tepi kiri	0	-1682.55	-412.07	2096.4	2.52	2.30
	1/4 L	59.055	47.51	229.59					1/4 L	88.5825	246.01	596.20			
	1/2 L	118.11	474.55	333.05					1/2 L	177.165	892.35	654.56			
	3/4 L	177.165	47.51	-149.03					3/4 L	265.7475	240.79	-245.96			
	Tepi Kanan	236.22	-713.35	-911.22					Tepi Kanan	354.33	-1692.97	-2096.40			

Balok B5 Portal F								Balok B6 Portal 2							
Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai	Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai
			1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E							1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E			
			Kip-in	Kip-in							Kip-in	Kip-in			
15	Tepi kiri	0	-383.73	-175.78	383.731	2.63	2.30	15	Tepi kiri	0	-198.419	-120.499	198.419	2.84	2.30
	1/4 L	59.055	4.67	32.91					1/4 L	59.055	25.258	15.778			
	1/2 L	118.11	280.69	172.18					1/2 L	118.11	110.726	67.553			
	3/4 L	177.165	4.67	-25.77					3/4 L	177.165	32.157	19.736			
	Tepi Kanan	236.22	-383.73	-293.14					Tepi Kanan	236.22	-184.62	-112.584			
14	Tepi kiri	0	-1208.34	-664.52	1208.339	2.75	2.30	14	Tepi kiri	0	-735.068	-539.165	735.068	2.69	2.30
	1/4 L	59.055	8.26	93.53					1/4 L	59.055	93.714	70.271			
	1/2 L	118.11	760.62	494.75					1/2 L	118.11	395.496	286.97			
	3/4 L	177.165	8.26	-71.71					3/4 L	177.165	107.512	75.019			
	Tepi Kanan	236.22	-1208.34	-994.99					Tepi Kanan	236.22	-707.471	-529.669			
13	Tepi kiri	0	-1202.48	-569.67	1202.48	2.60	2.30	13	Tepi kiri	0	-735.922	-538.107	735.922	2.68	2.30
	1/4 L	59.055	14.12	143.48					1/4 L	59.055	93.501	71.109			
	1/2 L	118.11	766.48	499.79					1/2 L	118.11	395.923	287.589			
	3/4 L	177.165	14.12	-111.56					3/4 L	177.165	108.58	75.418			
	Tepi Kanan	236.22	-1202.48	-1079.74					Tepi Kanan	236.22	-705.763	-529.49			
12	Tepi kiri	0	-1203.06	-471.35	1203.055	2.48	2.30	12	Tepi kiri	0	-735.27	-535.412	735.27	2.69	2.30
	1/4 L	59.055	13.54	192.35					1/4 L	59.055	93.297	72.083			
	1/2 L	118.11	765.90	499.22					1/2 L	118.11	394.864	286.841			
	3/4 L	177.165	13.54	-161.59					3/4 L	177.165	106.665	72.949			
	Tepi Kanan	236.22	-1203.06	-1179.22					Tepi Kanan	236.22	-708.533	-533.681			
11	Tepi kiri	0	-1212.57	-387.23	1276.158	2.46	2.30	11	Tepi kiri	0	-734.204	-532.684	734.204	2.69	2.30
	1/4 L	59.055	4.02	231.20					1/4 L	59.055	93.15	72.969			
	1/2 L	118.11	756.39	492.80					1/2 L	118.11	393.505	285.886			
	3/4 L	177.165	4.02	-213.27					3/4 L	177.165	104.094	70.153			

	Tepi Kanan	236.22	-1212.57	-1276.16					Tepi Kanan	236.22	-712.317	-538.317			
10	Tepi kiri	0	-1169.08	-222.52	1381.66	2.37	2.30	10	Tepi kiri	0	-729.978	-526.551	729.978	2.70	2.30
	1/4 L	59.055	47.52	328.36					1/4 L	59.055	93.345	74.997			
	1/2 L	118.11	799.88	522.41					1/2 L	118.11	389.669	283.807			
	3/4 L	177.165	47.52	-251.21					3/4 L	177.165	96.228	63.968			
	Tepi Kanan	236.22	-1169.08	-1381.65					Tepi Kanan	236.22	-724.214	-548.609			
9	Tepi kiri	0	-1154.08	-141.25	1442.481	2.35	2.30	9	Tepi kiri	0	-727.806	-523.09	729.604	2.71	2.30
	1/4 L	59.055	62.52	374.10					1/4 L	59.055	93.627	76.279			
	1/2 L	118.11	814.88	532.63					1/2 L	118.11	388.06	282.911			
	3/4 L	177.165	62.52	-276.51					3/4 L	177.165	92.728	60.893			
	Tepi Kanan	236.22	-1154.08	-1442.48					Tepi Kanan	236.22	-729.604	-553.862			
8	Tepi kiri	0	-1157.41	-80.41	1507.832	2.35	2.30	8	Tepi kiri	0	-728.45	-521.987	728.962	2.71	2.30
	1/4 L	59.055	59.19	403.40					1/4 L	59.055	93.304	76.818			
	1/2 L	118.11	811.55	530.38					1/2 L	118.11	388.059	282.887			
	3/4 L	177.165	59.19	-310.32					3/4 L	177.165	93.049	60.305			
	Tepi Kanan	236.22	-1157.41	-1507.83					Tepi Kanan	236.22	-728.962	-555.014			
7	Tepi kiri	0	-1156.86	-19.10	1568.366	2.34	2.30	7	Tepi kiri	0	-728.828	-520.681	729.092	2.71	2.30
	1/4 L	59.055	59.74	434.24					1/4 L	59.055	92.988	77.402			
	1/2 L	118.11	812.10	530.76					1/2 L	118.11	387.805	282.748			
	3/4 L	177.165	59.74	-340.39					3/4 L	177.165	92.857	59.443			
	Tepi Kanan	236.22	-1156.86	-1568.37					Tepi Kanan	236.22	-729.092	-556.598			
6	Tepi kiri	0	-1157.62	32.53	1620.997	2.34	2.30	6	Tepi kiri	0	-729.215	-519.595	729.286	2.71	2.30
	1/4 L	59.055	58.98	459.81					1/4 L	59.055	92.65	77.856			
	1/2 L	118.11	811.34	530.26					1/2 L	118.11	387.515	282.569			
	3/4 L	177.165	58.98	-366.96					3/4 L	177.165	92.615	58.633			
	Tepi Kanan	236.22	-1157.62	-1621.00					Tepi Kanan	236.22	-729.286	-558.04			
5	Tepi kiri	0	-1156.02	71.72	1657.985	2.34	2.30	5	Tepi kiri	0	-729.59	-518.796	729.59	2.71	2.30

	1/4 L	59.055	60.58	479.96					1/4 L	59.055	92.295	78.165			
	1/2 L	118.11	812.94	531.37					1/2 L	118.11	387.179	282.388			
	3/4 L	177.165	60.58	-384.90					3/4 L	177.165	92.298	57.962			
	Tepi Kanan	236.22	-1156.02	-1657.99					Tepi Kanan	236.22	-729.583	-559.201			
4	Tepi kiri	0	-1154.72	89.72	1674.214	2.34	2.30	4	Tepi kiri	0	-729.821	-518.36	730.168	2.72	2.30
	1/4 L	59.055	61.88	489.40					1/4 L	59.055	91.975	78.259			
	1/2 L	118.11	814.24	532.25					1/2 L	118.11	386.771	282.141			
	3/4 L	177.165	61.88	-392.57					3/4 L	177.165	91.801	57.372			
	Tepi Kanan	236.22	-1154.72	-1674.21					Tepi Kanan	236.22	-730.168	-560.133			
3	Tepi kiri	0	-1155.64	76.09	1661.805	2.34	2.30	3	Tepi kiri	0	-730.11	-518.68	730.703	2.72	2.30
	1/4 L	59.055	60.96	482.27					1/4 L	59.055	91.624	77.968			
	1/2 L	118.11	813.32	531.64					1/2 L	118.11	386.359	281.879			
	3/4 L	177.165	60.96	-386.67					3/4 L	177.165	91.328	57.14			
	Tepi Kanan	236.22	-1155.64	-1661.81					Tepi Kanan	236.22	-730.703	-560.336			
2	Tepi kiri	0	-1154.76	-1.72	1582.799	2.34	2.30	2	Tepi kiri	0	-730.554	-520.645	730.904	2.72	2.30
	1/4 L	59.055	61.83	443.67					1/4 L	59.055	91.241	76.891			
	1/2 L	118.11	814.20	532.24					1/2 L	118.11	386.036	281.691			
	3/4 L	177.165	61.83	-346.87					3/4 L	177.165	91.066	57.84			
	Tepi Kanan	236.22	-1154.76	-1582.80					Tepi Kanan	236.22	-730.904	-558.747			
1	Tepi kiri	0	-1160.82	-231.26	1361.431	2.36	2.30	1	Tepi kiri	0	-730.43	-525.697	732.439	2.73	2.30
	1/4 L	59.055	55.77	326.86					1/4 L	59.055	90.95	74.132			
	1/2 L	118.11	808.14	528.15					1/2 L	118.11	385.33	281.223			
	3/4 L	177.165	55.77	-238.23					3/4 L	177.165	89.945	59.665			
	Tepi Kanan	236.22	-1160.82	-1361.43					Tepi Kanan	236.22	-732.439	-554.631			

TABEL DESAIN LENTUR BALOK STRUKTUR TANPA TANGGA

Balok B1

Lantai	Profil	Mp	Lb		Lp	X1	X2	Lr	Ket	Cb	Cek Profil		Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek	Rasio	Kontrol Δ		
		(K-in)	(m)	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		Sayap	Badan	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	Kapasitas		in	max	Cek
15	W12x26	1339	9	2960.2	75.19	1812.6501	0.0133	213.88	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	869.5	3392.07257	1339.2	1205	508.604	Aman	0.422	0.749	1.476	Aman
14	W21X50	3960	9	2562	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1737.551	Aman	0.4875	0.588	0.984	Aman
13	W21X50	3960	9	2562	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1758.727	Aman	0.4935	0.584	0.984	Aman
12	W21X50	3960	9	2562	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1824.811	Aman	0.512	0.584	0.984	Aman
11	W21X50	3960	9	2562	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1970.705	Aman	0.5529	0.587	0.984	Aman
10	W21X50	3960	9	2562	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2186.885	Aman	0.6136	0.569	0.984	Aman
9	W21X50	3960	9	2562	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2283.395	Aman	0.6407	0.562	0.984	Aman
8	W21X50	3960	9	2562	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2371.491	Aman	0.6654	0.564	0.984	Aman
7	W21X50	3960	9	2562	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2455.02	Aman	0.6888	0.563	0.984	Aman
6	W21X50	3960	9	2562	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2524.613	Aman	0.7084	0.564	0.984	Aman
5	W21X50	3960	9	2562	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2573.03	Aman	0.722	0.562	0.984	Aman
4	W21X50	3960	9	2562	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2592.42	Aman	0.7274	0.562	0.984	Aman
3	W21X50	3960	9	2562	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2566.996	Aman	0.7203	0.562	0.984	Aman
2	W21X50	3960	9	2562	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2445.088	Aman	0.6861	0.561	0.984	Aman
1	W21X50	3960	9	2562	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2096.399	Aman	0.5882	0.564	0.984	Aman

Balok B2

Lantai	Profil	Mp	Lb		Lp	X1	X2	Lr	Ket	Cb	Cek Profil		Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek	Rasio	Kontrol Δ		
		(K-in)	(m)	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		Sayap	Badan	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	Kapasitas		in	max	Cek
15	W12x26	1339	6	236.22	75.19	1812.6501	0.0133	213.88	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	869.5	5918.75353	1339.2	1205	195.934	Aman	0.1626	0.181	0.984	Aman
14	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	729.999	Aman	0.5097	0.402	0.656	Aman
13	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	730.773	Aman	0.5103	0.404	0.656	Aman
12	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	802.281	Aman	0.5602	0.404	0.656	Aman
11	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	874.28	Aman	0.6105	0.402	0.656	Aman
10	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	931.125	Aman	0.6502	0.409	0.656	Aman
9	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	965.19	Aman	0.674	0.412	0.656	Aman
8	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	1009.076	Aman	0.7046	0.411	0.656	Aman
7	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	1048.657	Aman	0.7323	0.411	0.656	Aman
6	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	1082.28	Aman	0.7557	0.411	0.656	Aman
5	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	1109.506	Aman	0.7748	0.412	0.656	Aman
4	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	1121.694	Aman	0.7833	0.412	0.656	Aman
3	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	1112.462	Aman	0.7768	0.412	0.656	Aman
2	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	1059.576	Aman	0.7399	0.412	0.656	Aman
1	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	911.221	Aman	0.6363	0.411	0.656	Aman

Balok B3

Lantai	Profil	Mp	Lb		Lp	X1	X2	Lr	Ket	Cb	Cek Profil		Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek	Rasio	Kontrol Δ		
		(K-in)	(m)	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		Sayap	Badan	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	Kapasitas		In	max	Cek
15	W12x19	889.2	6	236.22	41.08	1880.0634	0.015	123.75	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	554.1	3062.899	889.2	800.3	100.086	Aman	0.1251	0.117	0.984	Aman
14	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	510.397	Aman	0.2158	0.145	0.656	Aman
13	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	510.782	Aman	0.216	0.145	0.656	Aman
12	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	510.626	Aman	0.2159	0.145	0.656	Aman
11	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	510.351	Aman	0.2158	0.144	0.656	Aman
10	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	506.791	Aman	0.2143	0.143	0.656	Aman
9	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	503.946	Aman	0.2131	0.143	0.656	Aman
8	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	504.518	Aman	0.2133	0.143	0.656	Aman
7	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	504.843	Aman	0.2134	0.142	0.656	Aman
6	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.59	Kompak	Kompak	1684	17610.6363	2628	2365	505.317	Aman	0.2136	0.142	0.656	Aman
5	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	506.059	Aman	0.214	0.142	0.656	Aman
4	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	506.954	Aman	0.2143	0.142	0.656	Aman
3	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	507.158	Aman	0.2144	0.142	0.656	Aman
2	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	507.336	Aman	0.2145	0.142	0.656	Aman
1	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	508.424	Aman	0.215	0.141	0.656	Aman

Balok B4

Lantai	Profil	Mp	Lb		Lp	X1	X2	Lr	Ket	Cb	Cek Profil		Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek	Rasio	Kontrol Δ		
		(K-in)	(m)	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		Sayap	Badan	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	Kapasitas		In	max	Cek
15	W12x45	2311	9	354.33	97.685	2826.3075	0.0022	340.87	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1496	8655.21541	2311.2	2080	969.011	Aman	0.4659	0.886	1.476	Aman
14	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2691.316	Aman	0.6153	0.704	0.984	Aman
13	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2691.316	Aman	0.6153	0.7	0.984	Aman
12	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2698.592	Aman	0.617	0.7	0.984	Aman
11	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2644.846	Aman	0.6047	0.705	0.984	Aman
10	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2878.802	Aman	0.6582	0.677	0.984	Aman
9	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	3035.068	Aman	0.6939	0.667	0.984	Aman
8	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	3140.777	Aman	0.7181	0.669	0.984	Aman
7	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	3250.642	Aman	0.7432	0.669	0.984	Aman
6	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	3338.597	Aman	0.7633	0.669	0.984	Aman
5	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	3426.289	Aman	0.7833	0.667	0.984	Aman
4	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	3466.004	Aman	0.7924	0.665	0.984	Aman
3	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	3431.996	Aman	0.7846	0.666	0.984	Aman
2	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	3286.353	Aman	0.7513	0.665	0.984	Aman
1	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2852.349	Aman	0.6521	0.668	0.984	Aman

Balok B5

Lantai	Profil	Mp	Lb		Lp	X1	X2	Lr	Ket	Cb	Cek Profil		Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek	Rasio	Kontrol Δ		
		(K-in)	(m)	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		Sayap	Badan	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	Kapasitas		in	max	Cek
15	W12x26	1339	6	236.22	75.19	1812.6501	0.0133	213.88	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	869.5	5918.75353	1339.2	1205	383.731	Aman	0.3184	0.351	0.984	Aman
14	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1208.339	Aman	0.5109	0.388	0.656	Aman
13	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1202.48	Aman	0.5084	0.39	0.656	Aman
12	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1203.055	Aman	0.5086	0.389	0.656	Aman
11	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1276.158	Aman	0.5396	0.387	0.656	Aman
10	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1381.66	Aman	0.5842	0.4	0.656	Aman
9	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1442.481	Aman	0.6099	0.405	0.656	Aman
8	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1507.832	Aman	0.6375	0.404	0.656	Aman
7	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1568.366	Aman	0.6631	0.404	0.656	Aman
6	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1620.997	Aman	0.6854	0.404	0.656	Aman
5	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1657.985	Aman	0.701	0.404	0.656	Aman
4	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1674.214	Aman	0.7079	0.404	0.656	Aman
3	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1661.805	Aman	0.7026	0.404	0.656	Aman
2	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1582.799	Aman	0.6692	0.404	0.656	Aman
1	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1361.431	Aman	0.5756	0.403	0.656	Aman

Balok B6

Lantai	Profil	Mp	Lb		Lp	X1	X2	Lr	Ket	Cb	Cek Profil		Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek	Rasio	Kontrol Δ		
		(K-in)	(m)	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		Sayap	Badan	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	Kapasitas		in	max	Cek
15	W12x26	1339	6	236.22	75.19	1812.6501	0.0133	213.88	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	869.5	5918.75353	1339.2	1205	198.419	Aman	0.1646	0.146	0.984	Aman
14	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	735.068	Aman	0.3108	0.209	0.656	Aman
13	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	735.922	Aman	0.3111	0.209	0.656	Aman
12	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	735.27	Aman	0.3109	0.209	0.656	Aman
11	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	734.204	Aman	0.3104	0.208	0.656	Aman
10	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	729.978	Aman	0.3086	0.207	0.656	Aman
9	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	729.604	Aman	0.3085	0.207	0.656	Aman
8	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	728.962	Aman	0.3082	0.207	0.656	Aman
7	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	729.092	Aman	0.3083	0.206	0.656	Aman
6	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	729.286	Aman	0.3083	0.206	0.656	Aman
5	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	729.59	Aman	0.3085	0.206	0.656	Aman
4	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	730.168	Aman	0.3087	0.206	0.656	Aman
3	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	730.703	Aman	0.3089	0.206	0.656	Aman
2	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	730.904	Aman	0.309	0.206	0.656	Aman
1	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	732.439	Aman	0.3097	0.206	0.656	Aman

Tabel Rencana Gaya Geser Balok Struktur Tanpa Tangga

Balok B1

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana Balok (Kips)		Vu pakai
			VD	VL	VE	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
15	W12x26	340.031	1.93	2.28	0.2	1473.12	12.121	4.256	4.256
14	W21x50	340.031	12.73	5.75	1.19	4356	43.772	22.911	22.911
13	W21x50	340.031	12.77	5.75	2.03	4356	43.820	26.319	26.319
12	W21x50	340.031	12.74	5.74	2.96	4356	43.779	29.998	29.998
11	W21x50	340.031	12.69	5.71	3.89	4356	43.704	33.643	33.643
10	W21x50	337.581	12.75	5.77	4.71	4356	43.992	37.025	37.025
9	W21x50	337.581	12.77	5.78	5.16	4356	44.021	38.854	38.854
8	W21x50	337.581	12.73	5.75	5.73	4356	43.958	41.071	41.071
7	W21x50	337.581	12.69	5.73	6.26	4356	43.900	43.133	43.133
6	W21x50	337.581	12.64	5.71	6.72	4356	43.830	44.903	43.830
5	W21x50	337.031	12.58	5.68	7.08	4356	43.785	46.256	43.785
4	W21x50	337.031	12.53	5.66	7.25	4356	43.715	46.866	43.715
3	W21x50	337.031	12.48	5.63	7.18	4356	43.640	46.511	43.640
2	W21x50	337.031	12.44	5.61	6.57	4356	43.582	44.013	43.582
1	W21x50	337.031	12.37	5.58	4.73	4356	43.483	36.554	36.554

Balok B2

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana Balok (Kips)		Vu pakai
			VD	VL	VE	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
15	W12x26	221.92	1	1.24	0.59	1473.12	15.09614	4.18	4.18
14	W16X26	221.92	7.69	3.09	1.05	1750.32	26.54733	14.973	14.973
13	W16X26	221.92	7.69	3.09	1.6	1750.32	26.54733	17.173	17.173
12	W16X26	221.92	7.69	3.09	2.2	1750.32	26.54733	19.573	19.573
11	W16X26	221.92	7.69	3.09	2.79	1750.32	26.54733	21.933	21.933
10	W16X26	219.82	7.64	3.09	3.36	1750.32	26.63803	24.153	24.153
9	W16X26	219.82	7.64	3.09	3.68	1750.32	26.63803	25.433	25.433
8	W16X26	219.82	7.64	3.09	4.04	1750.32	26.63803	26.873	26.63803
7	W16X26	219.82	7.64	3.09	4.38	1750.32	26.63803	28.233	26.63803
6	W16X26	219.82	7.64	3.09	4.66	1750.32	26.63803	29.353	26.63803
5	W16X26	219.12	7.62	3.09	4.89	1750.32	26.6649	30.249	26.6649
4	W16X26	219.12	7.62	3.09	5	1750.32	26.6649	30.689	26.6649
3	W16X26	219.12	7.62	3.09	4.92	1750.32	26.6649	30.369	26.6649
2	W16X26	219.12	7.62	3.09	4.48	1750.32	26.6649	28.609	26.6649
1	W16X26	219.12	7.62	3.09	3.21	1750.32	26.6649	23.529	23.529

Balok B3

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana Balok (Kips)		Vu pakai
			VD	VL	VE	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
15	W12x19	221.62	0.61	0.74	0.03	978.12	9.929001	1.222	1.222
14	W16X40	221.62	6.76	1.89	0.12	2890.8	35.1449	9.537	9.537
13	W16X40	221.62	6.77	1.88	0.19	2890.8	35.1519	9.824	9.824
12	W16X40	221.62	6.77	1.88	0.26	2890.8	35.1519	10.104	10.104
11	W16X40	221.62	6.76	1.88	0.33	2890.8	35.1399	10.372	10.372
10	W16X40	220.22	6.7	1.86	0.44	2890.8	35.22375	10.73	10.73
9	W16X40	220.22	6.69	1.85	0.51	2890.8	35.20675	10.993	10.993
8	W16X40	220.22	6.69	1.85	0.56	2890.8	35.20675	11.193	11.193
7	W16X40	220.22	6.69	1.85	0.61	2890.8	35.20675	11.393	11.393
6	W16X40	220.22	6.69	1.85	0.64	2890.8	35.20675	11.513	11.513
5	W16X40	220.02	6.68	1.85	0.69	2890.8	35.21861	11.701	11.701
4	W16X40	220.02	6.68	1.85	0.71	2890.8	35.21861	11.781	11.781
3	W16X40	220.02	6.68	1.85	0.7	2890.8	35.21861	11.741	11.741
2	W16X40	220.02	6.68	1.85	0.64	2890.8	35.21861	11.501	11.501
1	W16X40	220.02	6.68	1.85	0.46	2890.8	35.21861	10.781	10.781

Balok B4

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana Balok (Kips)		Vu pakai
			VD	VL	VE	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
15	W12x45	340.031	3.75	4.55	0.28	2542.32	21.72846	7.895	7.895
14	W24x55	340.031	16.96	11.37	1.3	5346	57.48119	31.237	31.237
13	W24x55	340.031	17	11.37	2.28	5346	57.52919	35.205	35.205
12	W24x55	340.031	16.95	11.34	3.34	5346	57.45419	39.37	39.37
11	W24x55	340.031	16.88	11.28	4.38	5346	57.34019	43.416	43.416
10	W24x55	337.581	16.9	11.33	5.56	5346	57.6174	48.185	48.185
9	W24x55	337.581	16.97	11.38	6.21	5346	57.7264	50.894	50.894
8	W24x55	337.581	16.93	11.34	6.89	5346	57.6584	53.546	53.546
7	W24x55	337.581	16.91	11.32	7.54	5346	57.6244	56.112	56.112
6	W24x55	337.581	16.88	11.29	8.1	5346	57.5734	58.301	57.5734
5	W24x55	337.031	16.55	10.99	8.56	5346	57.07908	59.595	57.07908
4	W24x55	337.031	16.84	11.26	8.79	5346	57.56208	60.998	57.56208
3	W24x55	337.031	16.78	11.21	8.71	5346	57.46508	60.581	57.46508
2	W24x55	337.031	16.73	11.17	7.97	5346	57.38508	57.541	57.38508
1	W24x55	337.031	16.77	11.17	5.73	5346	57.43308	48.629	48.629

Balok B5

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana Balok (Kips)		Vu pakai
			VD	VL	VE	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
15	W12x26	221.92	2	2.47	0.5	1473.12	16.91114	5.635	5.635
14	W16X40	221.92	10.1	6.18	1.4	2890.8	41.26263	20.81	20.81
13	W16X40	221.92	10.1	6.18	2.16	2890.8	41.26263	23.85	23.85
12	W16X40	221.92	10.1	6.18	3	2890.8	41.26263	27.21	27.21
11	W16X40	221.92	10.1	6.18	3.76	2890.8	41.26263	30.25	30.25
10	W16X40	219.12	10.03	6.17	4.91	2890.8	41.50654	34.761	34.761
9	W16X40	219.12	10.03	6.17	5.51	2890.8	41.50654	37.161	37.161
8	W16X40	219.12	10.03	6.17	6.04	2890.8	41.50654	39.281	39.281
7	W16X40	219.12	10.03	6.17	6.56	2890.8	41.50654	41.361	41.361
6	W16X40	219.12	10.03	6.17	7	2890.8	41.50654	43.121	41.50654
5	W16X40	218.72	10.02	6.17	7.32	2890.8	41.5428	44.389	41.5428
4	W16X40	218.72	10.02	6.17	7.47	2890.8	41.5428	44.989	41.5428
3	W16X40	218.72	10.02	6.17	7.36	2890.8	41.5428	44.549	41.5428
2	W16X40	218.72	10.02	6.17	6.69	2890.8	41.5428	41.869	41.5428
1	W16X40	218.72	10.02	6.17	4.78	2890.8	41.5428	34.229	34.229

Balok B6

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana Balok (Kips)		Vu pakai
			VD	VL	VE	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
15	W12x26	221.62	1.23	1.5	0.01	1473.12	15.52011	2.266	2.266
14	W16X40	221.62	8.19	3.75	0.03	2890.8	37.7909	11.823	11.823
13	W16X40	221.62	8.21	3.74	0.04	2890.8	37.8099	11.882	11.882
12	W16X40	221.62	8.2	3.74	0.06	2890.8	37.7979	11.95	11.95
11	W16X40	221.62	8.19	3.74	0.08	2890.8	37.7859	12.018	12.018
10	W16X40	110.01	8.13	3.7	0.11	2890.8	64.16122	12.046	12.046
9	W16X40	110.01	8.12	3.7	0.13	2890.8	64.14922	12.114	12.114
8	W16X40	110.01	8.12	3.7	0.14	2890.8	64.14922	12.154	12.154
7	W16X40	110.01	8.12	3.7	0.15	2890.8	64.14922	12.194	12.194
6	W16X40	110.01	8.12	3.7	0.16	2890.8	64.14922	12.234	12.234
5	W16X40	219.82	8.12	3.7	0.17	2890.8	37.89552	12.274	12.274
4	W16X40	219.82	8.12	3.7	0.18	2890.8	37.89552	12.314	12.314
3	W16X40	219.82	8.12	3.7	0.18	2890.8	37.89552	12.314	12.314
2	W16X40	219.82	8.11	3.7	0.16	2890.8	37.88352	12.222	12.222
1	W16X40	219.82	8.12	3.7	0.12	2890.8	37.89552	12.074	12.074

Tabel Desain Geser Balok Tanpa Tangga

Desain Geser Balok B1

Lantai	Profil	Ln (in)	db (in)	tw (in)	db/tw	Cek Rasio db/tw	Vu Rencana (Kips)	Vn (Kips)	ΦVn (Kips)	Cek Geser	Ratio	Vub Kg	ΦVn Kg
15	W12x26	340.031	12.2	0.23	53.04	ok	4.256	60.61	54.55	aman	0.08	1934.5455	24794.836
14	W21x50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	22.911	170.73	153.65	aman	0.15	10414.091	69842.618
13	W21x50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	26.319	170.73	153.65	aman	0.17	11963.182	69842.618
12	W21x50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	29.998	170.73	153.65	aman	0.20	13635.455	69842.618
11	W21x50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	33.643	170.73	153.65	aman	0.22	15292.273	69842.618
10	W21x50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	37.025	170.73	153.65	aman	0.24	16829.545	69842.618
9	W21x50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	38.854	170.73	153.65	aman	0.25	17660.909	69842.618
8	W21x50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	41.071	170.73	153.65	aman	0.27	18668.636	69842.618
7	W21x50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	43.133	170.73	153.65	aman	0.28	19605.909	69842.618
6	W21x50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	43.830	170.73	153.65	aman	0.29	19922.791	69842.618
5	W21x50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	43.785	170.73	153.65	aman	0.28	19902.388	69842.618
4	W21x50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	43.715	170.73	153.65	aman	0.28	19870.57	69842.618
3	W21x50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	43.640	170.73	153.65	aman	0.28	19836.479	69842.618
2	W21x50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	43.582	170.73	153.65	aman	0.28	19810.116	69842.618
1	W21x50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	36.554	170.73	153.65	aman	0.24	16615.455	69842.618

Desain Geser Balok B2

Lantai	Profil	Ln (in)	db (in)	tw (in)	db/tw	Cek Rasio db/tw	Vu Rencana (Kips)	Vn (Kips)	ΦVn (Kips)	Cek Geser	Ratio	Vub Kg	ΦVn Kg
15	W12x26	221.920	12.2	0.23	53.04	ok	4.180	60.61	54.55	aman	0.08	1900	24794.836
14	W16X26	221.920	15.7	0.25	62.80	ok	14.973	84.78	76.30	aman	0.20	6805.9091	34682.727
13	W16X26	221.920	15.7	0.25	62.80	ok	17.173	84.78	76.30	aman	0.23	7805.9091	34682.727
12	W16X26	221.920	15.7	0.25	62.80	ok	19.573	84.78	76.30	aman	0.26	8896.8182	34682.727
11	W16X26	221.920	15.7	0.25	62.80	ok	21.933	84.78	76.30	aman	0.29	9969.5455	34682.727

10	W16X26	219.820	15.7	0.25	62.80	ok	24.153	84.78	76.30	aman	0.32	10978.636	34682.727
9	W16X26	219.820	15.7	0.25	62.80	ok	25.433	84.78	76.30	aman	0.33	11560.455	34682.727
8	W16X26	219.820	15.7	0.25	62.80	ok	26.638	84.78	76.30	aman	0.35	12108.195	34682.727
7	W16X26	219.820	15.7	0.25	62.80	ok	26.638	84.78	76.30	aman	0.35	12108.195	34682.727
6	W16X26	219.820	15.7	0.25	62.80	ok	26.638	84.78	76.30	aman	0.35	12108.195	34682.727
5	W16X26	219.120	15.7	0.25	62.80	ok	26.665	84.78	76.30	aman	0.35	12120.411	34682.727
4	W16X26	219.120	15.7	0.25	62.80	ok	26.665	84.78	76.30	aman	0.35	12120.411	34682.727
3	W16X26	219.120	15.7	0.25	62.80	ok	26.665	84.78	76.30	aman	0.35	12120.411	34682.727
2	W16X26	219.120	15.7	0.25	62.80	ok	26.665	84.78	76.30	aman	0.35	12120.411	34682.727
1	W16X26	219.120	15.7	0.25	62.80	ok	23.529	84.78	76.30	aman	0.31	10695	34682.727

Desain Geser Balok B3

Lantai	Profil	Ln	db	tw	db/tw	Cek Rasio db/tw	Vu Rencana	Vn	ΦVn	Cek Geser	Ratio	Vub	ΦVn
		(in)	(in)	(in)			(Kips)	(Kips)	(Kips)			Kg	Kg
15	W12x19	221.620	12.2	0.235	51.91	ok	1.222	61.93	55,73	aman	0.02	555.45455	25333.855
14	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	9.537	105.41	94.87	aman	0.10	4335	43121.455
13	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	9.824	105.41	94.87	aman	0.10	4465.4545	43121.455
12	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	10.104	105.41	94.87	aman	0.11	4592.7273	43121.455
11	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	10.372	105.41	94.87	aman	0.11	4714.5455	43121.455
10	W16X40	220.220	16	0.305	52.46	ok	10.730	105.41	94.87	aman	0.11	4877.2727	43121.455
9	W16X40	220.220	16	0.305	52.46	ok	10.993	105.41	94.87	aman	0.12	4996.8182	43121.455
8	W16X40	220.220	16	0.305	52.46	ok	11.193	105.41	94.87	aman	0.12	5087.7273	43121.455
7	W16X40	220.220	16	0.305	52.46	ok	11.393	105.41	94.87	aman	0.12	5178.6364	43121.455
6	W16X40	220.220	16	0.305	52.46	ok	11.513	105.41	94.87	aman	0.12	5233.1818	43121.455
5	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	11.701	105.41	94.87	aman	0.12	5318.6364	43121.455
4	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	11.781	105.41	94.87	aman	0.12	5355	43121.455
3	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	11.741	105.41	94.87	aman	0.12	5336.8182	43121.455
2	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	11.501	105.41	94.87	aman	0.12	5227.7273	43121.455
1	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	10.781	105.41	94.87	aman	0.11	4900.4545	43121.455

Desain Geser Balok B4

Lantai	Profil	Ln	db	tw	db/tw	Cek Rasio db/tw	Vu Rencana (Kips)	Vn	ΦVn	Cek Geser	Ratio	Vub	ΦVn
		(in)	(in)	(in)				(Kips)	(Kips)			Kg	Kg
15	W12x26	340.031	12.2	0.23	53.04	ok	7.895	60.61	54.55	aman	0.14	3588.6364	24794.836
14	W21x50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	31.237	170.73	153.65	aman	0.20	14198.636	69842.618
13	W21x50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	35.205	170.73	153.65	aman	0.23	16002.273	69842.618
12	W21x50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	39.370	170.73	153.65	aman	0.26	17895.455	69842.618
11	W21x50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	43.416	170.73	153.65	aman	0.28	19734.545	69842.618
10	W21x50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	48.185	170.73	153.65	aman	0.31	21902.273	69842.618
9	W21x50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	50.894	170.73	153.65	aman	0.33	23133.636	69842.618
8	W21x50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	53.546	170.73	153.65	aman	0.35	24339.091	69842.618
7	W21x50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	56.112	170.73	153.65	aman	0.37	25505.455	69842.618
6	W21x50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	57.573	170.73	153.65	aman	0.37	26169.727	69842.618
5	W21x50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	57.079	170.73	153.65	aman	0.37	25945.039	69842.618
4	W21x50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	57.562	170.73	153.65	aman	0.37	26164.584	69842.618
3	W21x50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	57.465	170.73	153.65	aman	0.37	26120.493	69842.618
2	W21x50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	57.385	170.73	153.65	aman	0.37	26084.129	69842.618
1	W21x50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	48.629	170.73	153.65	aman	0.32	22104.091	69842.618

Desain Geser Balok B5

Lantai	Profil	Ln	db	tw	db/tw	Cek Rasio db/tw	Vu Rencana (Kips)	Vn	ΦVn	Cek Geser	Ratio	Vub	ΦVn
		(in)	(in)	(in)				(Kips)	(Kips)			Kg	Kg
15	W12x26	221.920	12.2	0.23	53.04	ok	5.635	60.61	54.55	aman	0.10	2561.3636	24794.836
14	W16X40	221.920	16	0.305	52.46	ok	20.810	105.41	94.87	aman	0.22	9459.0909	43121.455
13	W16X40	221.920	16	0.305	52.46	ok	23.850	105.41	94.87	aman	0.25	10840.909	43121.455
12	W16X40	221.920	16	0.305	52.46	ok	27.210	105.41	94.87	aman	0.29	12368.182	43121.455
11	W16X40	221.920	16	0.305	52.46	ok	30.250	105.41	94.87	aman	0.32	13750	43121.455

10	W16X40	219.120	16	0.305	52.46	ok	34.761	105.41	94.87	aman	0.37	15800.455	43121.455
9	W16X40	219.120	16	0.305	52.46	ok	37.161	105.41	94.87	aman	0.39	16891.364	43121.455
8	W16X40	219.120	16	0.305	52.46	ok	39.281	105.41	94.87	aman	0.41	17855	43121.455
7	W16X40	219.120	16	0.305	52.46	ok	41.361	105.41	94.87	aman	0.44	18800.455	43121.455
6	W16X40	219.120	16	0.305	52.46	ok	41.507	105.41	94.87	aman	0.44	18866.61	43121.455
5	W16X40	218.720	16	0.305	52.46	ok	41.543	105.41	94.87	aman	0.44	18883.089	43121.455
4	W16X40	218.720	16	0.305	52.46	ok	41.543	105.41	94.87	aman	0.44	18883.089	43121.455
3	W16X40	218.720	16	0.305	52.46	ok	41.543	105.41	94.87	aman	0.44	18883.089	43121.455
2	W16X40	218.720	16	0.305	52.46	ok	41.543	105.41	94.87	aman	0.44	18883.089	43121.455
1	W16X40	218.720	16	0.305	52.46	ok	34.229	105.41	94.87	aman	0.36	15558.636	43121.455

Desain Geser Balok B6

Lantai	Profil	Ln	db	tw	db/tw	Cek Rasio db/tw	Vu Rencana (Kips)	Vn	ΦVn	Cek Geser	Ratio	Vub	ΦVn
		(in)	(in)	(in)				(Kips)	(Kips)			Kg	Kg
15	W12x26	221.620	12.2	0.23	53.04	ok	2.266	60.61	54.55	aman	0.04	1030	24794.836
14	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	11.823	105.41	94.87	aman	0.12	5374.0909	43121.455
13	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	11.882	105.41	94.87	aman	0.13	5400.9091	43121.455
12	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	11.950	105.41	94.87	aman	0.13	5431.8182	43121.455
11	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	12.018	105.41	94.87	aman	0.13	5462.7273	43121.455
10	W16X40	110.010	16	0.305	52.46	ok	12.046	105.41	94.87	aman	0.13	5475.4545	43121.455
9	W16X40	110.010	16	0.305	52.46	ok	12.114	105.41	94.87	aman	0.13	5506.3636	43121.455
8	W16X40	110.010	16	0.305	52.46	ok	12.154	105.41	94.87	aman	0.13	5524.5455	43121.455
7	W16X40	110.010	16	0.305	52.46	ok	12.194	105.41	94.87	aman	0.13	5542.7273	43121.455
6	W16X40	110.010	16	0.305	52.46	ok	12.234	105.41	94.87	aman	0.13	5560.9091	43121.455
5	W16X40	219.820	16	0.305	52.46	ok	12.274	105.41	94.87	aman	0.13	5579.0909	43121.455
4	W16X40	219.820	16	0.305	52.46	ok	12.314	105.41	94.87	aman	0.13	5597.2727	43121.455
3	W16X40	219.820	16	0.305	52.46	ok	12.314	105.41	94.87	aman	0.13	5597.2727	43121.455
2	W16X40	219.820	16	0.305	52.46	ok	12.222	105.41	94.87	aman	0.13	5555.4545	43121.455
1	W16X40	219.820	16	0.305	52.46	ok	12.074	105.41	94.87	aman	0.13	5488.1818	43121.455

Tabel Rencana Momen Balok Struktur 1 Tangga

Balok B4 portal F								Balok B3 Portal 4							
Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai	Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai
			1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E							1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E			
			Kip-in	Kip-in							Kip-in	Kip-in			
15	Tepi kiri	0	-858.00	-438.87	968.075	2.90	2.30	15	Tepi kiri	0	-100.60	-75.22	100.598	2.81	2.30
	1/4 L	88.5825	171.81	151.58					1/4 L	59.055	13.42	2.13			
	1/2 L	177.165	501.03	307.29					1/2 L	118.11	56.27	35.16			
	3/4 L	265.7475	116.77	20.72					3/4 L	177.165	15.03	16.33			
	Tepi Kanan	354.33	-968.08	-700.58					Tepi Kanan	236.22	-97.37	-46.82			
14	Tepi kiri	0	-2492.69	-1398.22	2682.258	2.53	2.30	14	Tepi kiri	0	-512.12	-460.93	512.121	2.54	2.30
	1/4 L	88.5825	597.58	551.73					1/4 L	59.055	66.60	31.30			
	1/2 L	177.165	1606.54	1084.96					1/2 L	118.11	275.23	220.59			
	3/4 L	265.7475	502.80	183.52					3/4 L	177.165	82.40	88.96			
	Tepi Kanan	354.33	-2682.26	-2134.63					Tepi Kanan	236.22	-480.53	-345.63			
13	Tepi kiri	0	-2511.47	-1313.25	2697.317	2.57	2.30	13	Tepi kiri	0	-513.13	-492.51	513.132	2.54	2.30
	1/4 L	88.5825	579.73	586.03					1/4 L	59.055	65.98	15.46			
	1/2 L	177.165	1589.62	1068.59					1/2 L	118.11	275.00	220.47			
	3/4 L	265.7475	486.81	116.49					3/4 L	177.165	82.55	104.57			
	Tepi Kanan	354.33	-2697.32	-2252.34					Tepi Kanan	236.22	-479.99	-314.29			
12	Tepi kiri	0	-2536.55	-1181.61	2672.381	2.56	2.30	12	Tepi kiri	0	-513.54	-529.77	529.773	2.57	2.30
	1/4 L	88.5825	567.16	650.46					1/4 L	59.055	65.46	-3.50			
	1/2 L	177.165	1589.55	1065.81					1/2 L	118.11	274.37	219.83			
	3/4 L	265.7475	499.24	46.48					3/4 L	177.165	81.81	122.24			
	Tepi Kanan	354.33	-2672.38	-2389.56					Tepi Kanan	236.22	-480.84	-278.31			
11	Tepi kiri	0	-2556.45	-1066.85	2615.616	2.52	2.30	11	Tepi kiri	0	-513.99	-563.07	563.071	2.55	2.30
	1/4 L	88.5825	566.43	711.36					1/4 L	59.055	64.81	-20.59			
	1/2 L	177.165	1607.98	1072.86					1/2 L	118.11	273.52	218.94			

	3/4 L	265.7475	536.84	-0.31					3/4 L	177.165	80.77	137.55			
	Tepi Kanan	354.33	-2615.62	-2490.20					Tepi Kanan	236.22	-482.07	-246.79			
10	Tepi kiri	0	-2609.77	-994.85	2767.781	2.56	2.30	10	Tepi kiri	0	-511.26	-608.47	608.469	2.54	2.30
	1/4 L	88.5825	488.39	718.45					1/4 L	59.055	64.45	-44.48			
	1/2 L	177.165	1505.24	1015.02					1/2 L	118.11	270.07	216.56			
	3/4 L	265.7475	409.39	-123.07					3/4 L	177.165	74.22	156.69			
	Tepi Kanan	354.33	-2767.78	-2677.88					Tepi Kanan	236.22	-491.71	-206.14			
9	Tepi kiri	0	-2618.04	-937.46	2838.441	2.57	2.30	9	Tepi kiri	0	-508.47	-636.20	636.202	2.54	2.30
	1/4 L	88.5825	464.53	736.14					1/4 L	59.055	64.66	-59.21			
	1/2 L	177.165	1465.77	993.02					1/2 L	118.11	267.70	214.83			
	3/4 L	265.7475	354.33	-184.78					3/4 L	177.165	69.28	167.95			
	Tepi Kanan	354.33	-2838.44	-2779.28					Tepi Kanan	236.22	-499.23	-181.88			
8	Tepi kiri	0	-2631.52	-865.36	2843.053	2.53	2.30	8	Tepi kiri	0	-509.26	-659.00	658.998	2.53	2.30
	1/4 L	88.5825	461.80	774.27					1/4 L	59.055	64.25	-70.66			
	1/2 L	177.165	1473.80	997.18					1/2 L	118.11	267.67	214.72			
	3/4 L	265.7475	373.10	-214.58					3/4 L	177.165	69.62	179.19			
	Tepi Kanan	354.33	-2808.91	-2843.05					Tepi Kanan	236.22	-498.51	-159.29			
7	Tepi kiri	0	-2646.15	-796.91	2914.397	2.52	2.30	7	Tepi kiri	0	-509.66	-684.08	684.076	2.52	2.30
	1/4 L	88.5825	453.50	807.77					1/4 L	88.5825	63.80	-83.39			
	1/2 L	177.165	1471.82	995.73					1/2 L	177.165	267.18	214.34			
	3/4 L	265.7475	377.45	-250.97					3/4 L	265.7475	69.09	191.15			
	Tepi Kanan	354.33	-2798.25	-2914.40					Tepi Kanan	354.33	-499.09	-134.99			
6	Tepi kiri	0	-2662.95	-744.82	2963.989	2.52	2.30	6	Tepi kiri	0	-510.21	-705.52	705.519	2.52	2.30
	1/4 L	88.5825	446.05	834.44					1/4 L	59.055	63.31	-94.32			
	1/2 L	177.165	1473.73	996.98					1/2 L	118.11	266.75	213.93			
	3/4 L	265.7475	388.71	-275.15					3/4 L	177.165	68.72	201.27			
	Tepi Kanan	354.33	-2777.62	-2963.99					Tepi Kanan	236.22	-499.40	-114.35			

5	Tepi kiri	0	-2673.30	-709.07	3012.908	2.52	2.30	5	Tepi kiri	0	-510.21	-728.18	728.179	2.51	2.30
	1/4 L	88.5825	436.80	849.02					1/4 L	59.055	62.89	-105.96			
	1/2 L	177.165	1465.58	990.40					1/2 L	118.11	265.91	213.31			
	3/4 L	265.7475	381.67	-302.90					3/4 L	177.165	67.45	211.66			
	Tepi Kanan	354.33	-2783.57	-3012.91					Tepi Kanan	236.22	-501.09	-92.94			
4	Tepi kiri	0	-2692.07	-697.21	3035.289	2.52	2.30	4	Tepi kiri	0	-510.42	-743.25	743.245	2.51	2.30
	1/4 L	88.5825	424.06	852.32					1/4 L	59.055	62.51	-113.69			
	1/2 L	177.165	1458.86	985.14					1/2 L	118.11	265.35	212.90			
	3/4 L	265.7475	380.97	-316.72					3/4 L	177.165	66.72	218.59			
	Tepi Kanan	354.33	-2778.24	-3035.29					Tepi Kanan	236.22	-501.99	-78.68			
3	Tepi kiri	0	-2719.56	-708.10	3021.597	2.52	2.30	3	Tepi kiri	0	-510.83	-743.53	743.527	2.51	2.30
	1/4 L	88.5825	411.26	847.58					1/4 L	59.055	62.11	-114.01			
	1/2 L	177.165	1460.76	986.54					1/2 L	118.11	264.96	212.55			
	3/4 L	265.7475	397.56	-309.17					3/4 L	177.165	66.34	218.20			
	Tepi Kanan	354.33	-2746.95	-3021.60					Tepi Kanan	236.22	-502.37	-79.11			
2	Tepi kiri	0	-2749.68	-769.50	2964.052	2.53	2.30	2	Tepi kiri	0	-511.10	-719.03	719.026	2.52	2.30
	1/4 L	88.5825	394.63	815.91					1/4 L	59.055	61.78	-101.91			
	1/2 L	177.165	1457.62	984.61					1/2 L	118.11	234.57	212.25			
	3/4 L	265.7475	407.91	-281.36					3/4 L	177.165	65.89	205.50			
	Tepi Kanan	354.33	-2723.11	-2964.05					Tepi Kanan	236.22	-502.88	-104.21			
1	Tepi kiri	0	-2780.76	-1028.76	2780.762	2.59	2.30	1	Tepi kiri	0	-511.36	-638.03	638.029	2.56	2.30
	1/4 L	88.5825	386.07	691.38					1/4 L	59.055	61.32	-61.69			
	1/2 L	177.165	1471.58	994.80					1/2 L	118.11	263.91	211.70			
	3/4 L	265.7475	444.39	-136.45					3/4 L	177.165	65.03	164.18			
	Tepi Kanan	354.33	-2664.11	-2684.42					Tepi Kanan	236.22	-503.93	-186.30			

Balok B2 Portal H								Balok B1 portal H							
Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai	Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai
			1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E							1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E			
			Kip-in	Kip-in							Kip-in	Kip-in			
15	Tepi kiri	0	-196.46	-3.66	238.745	2.27	2.27	15	Tepi kiri	0	-427.151	-194.613	508.38	2.93	2.30
	1/4 L	59.055	4.80	63.37					1/4 L	88.5825	85.601	87.755			
	1/2 L	118.11	145.34	91.17					1/2 L	177.165	245.132	149.824			
	3/4 L	177.165	5.32	-54.17					3/4 L	265.7475	44.986	-12.18			
	Tepi Kanan	236.22	-195.41	-238.75					Tepi Kanan	354.33	-508.38	-394.484			
14	Tepi kiri	0	-731.74	-370.86	731.744	2.52	2.30	14	Tepi kiri	0	-1506.359	-801.143	1734.27	2.54	2.30
	1/4 L	59.055	29.99	114.71					1/4 L	88.5825	367.822	427.667			
	1/2 L	118.11	457.89	320.16					1/2 L	177.165	959.794	706.567			
	3/4 L	177.165	31.73	-59.94					3/4 L	265.7475	253.864	26.58			
	Tepi Kanan	236.22	-728.25	-720.15					Tepi Kanan	354.33	-1734.274	-1603.316			
13	Tepi kiri	0	-730.24	-312.31	772.024	2.47	2.30	13	Tepi kiri	0	-1514.897	-676.996	1755.64	2.50	2.30
	1/4 L	59.055	32.53	145.66					1/4 L	88.5825	357.34	482.695			
	1/2 L	118.11	461.47	323.50					1/2 L	177.165	947.368	692.477			
	3/4 L	177.165	36.34	-84.20					3/4 L	265.7475	239.496	-56.629			
	Tepi Kanan	236.22	-722.61	-772.02					Tepi Kanan	354.33	-1750.587	-1755.643			
12	Tepi kiri	0	-732.66	-235.12	850.075	2.45	2.30	12	Tepi kiri	0	-1526.853	-505.493	1930.02	2.48	2.30
	1/4 L	59.055	31.11	184.04					1/4 L	88.5825	351.666	567.727			
	1/2 L	118.11	461.06	323.07					1/2 L	177.165	947.975	691.039			
	3/4 L	177.165	36.95	-123.45					3/4 L	265.7475	246.383	-144.536			
	Tepi Kanan	236.22	-721.00	-850.08					Tepi Kanan	354.33	-1737.417	-1930.021			
11	Tepi kiri	0	-736.15	-167.62	922.091	2.44	2.30	11	Tepi kiri	0	-1539.112	-350.578	2077.8	2.46	2.30
	1/4 L	59.055	27.82	216.66					1/4 L	88.5825	350.338	646.97			

	1/2 L	118.11	457.95	320.81					1/2 L	177.165	957.578	694.609			
	3/4 L	177.165	34.02	-160.58					3/4 L	265.7475	266.917	-216.64			
	Tepi Kanan	236.22	-723.73	-922.09					Tepi Kanan	354.33	-1705.953	-2077.797			
10	Tepi kiri	0	-718.11	-115.50	954.128	2.40	2.30	10	Tepi kiri	0	-1533.451	-263.618	2232.88	2.50	2.30
	1/4 L	59.055	43.64	247.73					1/4 L	88.5825	327.254	673.42			
	1/2 L	118.11	471.57	330.85					1/2 L	177.165	905.75	660.548			
	3/4 L	177.165	45.42	-171.58					3/4 L	265.7475	186.345	-311.211			
	Tepi Kanan	236.22	-714.54	-954.13					Tepi Kanan	354.33	-1815.269	-2232.879			
9	Tepi kiri	0	-712.04	-87.90	974.259	2.39	2.30	9	Tepi kiri	0	-1542.069	-219.085	2300.09	2.51	2.30
	1/4 L	59.055	49.21	263.40					1/4 L	88.5825	314.221	690.016			
	1/2 L	118.11	476.64	334.58					1/2 L	177.165	888.302	649.208			
	3/4 L	177.165	49.99	-179.78					3/4 L	265.7475	164.482	-350.486			
	Tepi Kanan	236.22	-710.48	-974.26					Tepi Kanan	354.33	-1841.547	-2300.09			
8	Tepi kiri	0	-714.51	-50.03	1013.984	2.38	2.30	8	Tepi kiri	0	-1558.044	-137.29	2378.87	2.50	2.30
	1/4 L	59.055	47.34	281.87					1/4 L	88.5825	308.084	731.667			
	1/2 L	118.11	475.37	333.65					1/2 L	177.165	892.002	650.715			
	3/4 L	177.165	49.34	-200.11					3/4 L	265.7475	178.02	-369.124			
	Tepi Kanan	236.22	-710.53	-1013.98					Tepi Kanan	354.33	-1818.171	-2378.873			
7	Tepi kiri	0	-714.99	-12.63	1051.216	2.38	2.30	7	Tepi kiri	0	-1574.958	-60.752	2457.66	2.49	2.30
	1/4 L	88.5825	47.16	300.61					1/4 L	88.5825	299.217	769.375			
	1/2 L	177.165	475.49	333.74					1/2 L	177.165	891.182	649.593			
	3/4 L	265.7475	49.74	-218.68					3/4 L	265.7475	185.247	-429.077			
	Tepi Kanan	354.33	-709.82	-1051.22					Tepi Kanan	354.33	-1802.898	-2457.656			
6	Tepi kiri	0	-715.95	16.98	1081.605	2.38	2.30	6	Tepi kiri	0	-1592.767	0.958	2520.35	2.48	2.30
	1/4 L	59.055	46.42	315.22					1/4 L	88.5825	290.704	799.984			

	1/2 L	118.11	474.96	333.35					1/2 L	177.165	891.965	649.101			
	3/4 L	177.165	49.43	-234.07					3/4 L	265.7475	195.325	-460.67			
	Tepi Kanan	236.22	-709.92	-1081.61					Tepi Kanan	354.33	-1783.524	-2520.349			
5	Tepi kiri	0	-714.89	40.66	1103.556	2.37	2.30	5	Tepi kiri	0	-1616.159	37.811	2557.53	2.48	2.30
	1/4 L	59.055	47.54	327.50					1/4 L	88.5825	277.615	818.329			
	1/2 L	118.11	476.14	334.22					1/2 L	177.165	889.181	648.939			
	3/4 L	177.165	50.67	-244.61					3/4 L	265.7475	202.845	-479.339			
	Tepi Kanan	236.22	-708.63	-1103.56					Tepi Kanan	354.33	-1765.7	-2557.525			
4	Tepi kiri	0	-714.22	53.39	1114.781	2.37	2.30	4	Tepi kiri	0	-1635.595	54.87	2575	2.48	2.30
	1/4 L	59.055	48.38	334.24					1/4 L	88.5825	266.701	826.755			
	1/2 L	118.11	477.16	334.97					1/2 L	177.165	886.787	648.731			
	3/4 L	177.165	51.86	-249.85					3/4 L	265.7475	208.973	-488.18			
	Tepi Kanan	236.22	-707.25	-1114.78					Tepi Kanan	354.33	-1751.05	-2575			
3	Tepi kiri	0	-715.49	51.39	1113.489	2.37	2.30	3	Tepi kiri	0	-1654.141	48.081	2567.83	2.48	2.30
	1/4 L	59.055	47.50	333.06					1/4 L	88.5825	257.817	823.455			
	1/2 L	118.11	476.67	334.61					1/2 L	177.165	887.566	648.921			
	3/4 L	177.165	51.76	-249.38					3/4 L	265.7475	219.414	-484.501			
	Tepi Kanan	236.22	-706.97	-1113.49					Tepi Kanan	354.33	-1730.948	-2567.832			
2	Tepi kiri	0	-716.24	19.32	1080.91	2.37	2.30	2	Tepi kiri	0	-1676.349	-28.834	2492.09	2.49	2.30
	1/4 L	59.055	47.30	317.15					1/4 L	88.5825	246.041	784.704			
	1/2 L	118.11	477.02	334.87					1/2 L	177.165	886.22	648.334			
	3/4 L	177.165	52.66	-232.96					3/4 L	265.7475	228.499	-446.923			
	Tepi Kanan	236.22	-705.52	-1080.91					Tepi Kanan	354.33	-1711.432	-2492.089			
1	Tepi kiri	0	-720.70	-115.48	949.742	2.39	2.30	1	Tepi kiri	0	-1698.876	-326.536	2183.14	2.51	2.30
	1/4 L	59.055	43.84	248.85					1/4 L	88.5825	237.897	638.667			

	1/2 L	118.11	474.55	333.05					1/2 L	177.165	892.462	653.96			
	3/4 L	177.165	51.19	-168.29					3/4 L	265.7475	249.125	-289.634			
	Tepi Kanan	236.22	-706.00	-949.74					Tepi Kanan	354.33	-1676.421	-2183.137			

Balok B5 Portal F								Balok B6							
Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai	Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai
			1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E							1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E			
			Kip-in	Kip-in							Kip-in	Kip-in			
15	Tepi kiri	0	-382.41	-141.12	384.992	2.49	2.30	15	Tepi kiri	0	-200.286	-121.761	200.286	2.89	2.30
	1/4 L	59.055	5.34	50.25					1/4 L	59.055	23.698	14.593			
	1/2 L	118.11	280.72	172.19					1/2 L	118.11	109.474	66.444			
	3/4 L	177.165	4.05	-43.08					3/4 L	177.165	31.213	18.704			
	Tepi Kanan	236.22	-384.99	-327.77					Tepi Kanan	236.22	-185.257	-113.539			
14	Tepi kiri	0	-1207.46	-624.83	1208.827	2.69	2.30	14	Tepi kiri	0	-744.72	-539.135	744.72	2.73	2.30
	1/4 L	59.055	8.79	113.42					1/4 L	59.055	86.373	68.705			
	1/2 L	118.11	760.81	494.84					1/2 L	118.11	390.467	283.808			
	3/4 L	177.165	8.11	-91.41					3/4 L	177.165	104.795	70.261			
	Tepi Kanan	236.22	-1208.83	-1034.48					Tepi Kanan	236.22	-707.877	-536.024			
13	Tepi kiri	0	-1206.85	-571.30	1206.845	2.61	2.30	13	Tepi kiri	0	-744.948	-531.452	744.948	2.72	2.30
	1/4 L	59.055	12.02	142.70					1/4 L	59.055	86.416	72.791			
	1/2 L	118.11	766.65	499.88					1/2 L	118.11	390.781	284.297			
	3/4 L	177.165	16.56	-110.61					3/4 L	177.165	105.381	67.153			
	Tepi Kanan	236.22	-1197.77	-1077.93					Tepi Kanan	236.22	-707.019	-542.729			
12	Tepi kiri	0	-1211.53	-496.04	1211.532	2.52	2.30	12	Tepi kiri	0	-743.969	-524.827	743.969	2.73	2.30
	1/4 L	59.055	9.38	180.04					1/4 L	59.055	86.461	75.678			
	1/2 L	118.11	766.07	499.30					1/2 L	118.11	389.891	283.447			

	3/4 L	177.165	18.02	-149.12					3/4 L	177.165	103.556	62.565			
	Tepi Kanan	236.22	-1194.25	-1154.36					Tepi Kanan	236.22	-709.778	-551.053			
11	Tepi kiri	0	-1222.94	-439.58	1223.653	2.46	2.30	11	Tepi kiri	0	-743.955	-522.311	743.955	2.74	2.30
	1/4 L	59.055	-1.08	205.06					1/4 L	59.055	85.68	76.282			
	1/2 L	118.11	756.54	492.88					1/2 L	118.11	388.316	282.139			
	3/4 L	177.165	9.44	-186.98					3/4 L	177.165	101.186	59.345			
	Tepi Kanan	236.22	-1201.89	-1223.65					Tepi Kanan	236.22	-712.944	-556.186			
10	Tepi kiri	0	-1173.45	-335.52	1268.588	2.38	2.30	10	Tepi kiri	0	-730.559	-509.246	730.559	2.71	2.30
	1/4 L	59.055	45.37	271.87					1/4 L	59.055	91.939	82.996			
	1/2 L	118.11	799.95	522.44					1/2 L	118.11	387.438	282.502			
	3/4 L	177.165	49.80	-194.66					3/4 L	177.165	93.171	53.358			
	Tepi Kanan	236.22	-1164.58	-1268.59					Tepi Kanan	236.22	-728.096	-568.524			
9	Tepi kiri	0	-1157.24	-286.00	1297.697	2.35	2.30	9	Tepi kiri	0	-725.301	-506.196	734.592	2.72	2.30
	1/4 L	59.055	60.95	301.74					1/4 L	59.055	94.259	84.27			
	1/2 L	118.11	814.92	532.65					1/2 L	118.11	386.819	281.999			
	3/4 L	177.165	64.16	-204.11					3/4 L	177.165	89.613	51.078			
	Tepi Kanan	236.22	-1150.84	-1297.70					Tepi Kanan	236.22	-734.592	-572.58			
8	Tepi kiri	0	-1162.79	-248.15	1340.05	2.36	2.30	8	Tepi kiri	0	-726.939	-506.419	733.206	2.72	2.30
	1/4 L	59.055	56.52	319.54					1/4 L	59.055	93.377	84.148			
	1/2 L	118.11	811.59	530.40					1/2 L	118.11	386.693	281.978			
	3/4 L	177.165	61.94	-226.42					3/4 L	177.165	90.243	51.158			
	Tepi Kanan	236.22	-1151.94	-1340.05					Tepi Kanan	236.22	-733.206	-572.399			
7	Tepi kiri	0	-1163.76	-208.09	1379.342	2.35	2.30	7	Tepi kiri	0	-727.22	-504.336	733.153	2.72	2.30
	1/4 L	59.055	56.31	339.76					1/4 L	59.055	93.179	85.16			
	1/2 L	118.11	812.13	530.78					1/2 L	118.11	386.578	281.918			
	3/4 L	177.165	63.24	-245.87					3/4 L	177.165	90.213	50.027			
	Tepi Kanan	236.22	-1149.89	-1379.34					Tepi Kanan	236.22	-733.153	-574.602			

6	Tepi kiri	0	-1165.80	-177.66	1410.777	2.35	2.30	6	Tepi kiri	0	-727.77	-503.396	733.022	2.72	2.30
	1/4 L	59.055	54.90	354.72					1/4 L	59.055	92.8	85.561			
	1/2 L	118.11	811.37	530.28					1/2 L	118.11	386.369	281.782			
	3/4 L	177.165	63.12	-261.84					3/4 L	177.165	90.174	49.353			
	Tepi Kanan	236.22	-1149.37	-1410.78					Tepi Kanan	236.22	-733.022	-575.814			
5	Tepi kiri	0	-1164.84	-158.51	1427.732	2.35	2.30	5	Tepi kiri	0	-727.944	-502.984	733.114	2.72	2.30
	1/4 L	59.055	56.18	364.85					1/4 L	59.055	92.646	85.754			
	1/2 L	118.11	812.97	531.38					1/2 L	118.11	386.236	281.756			
	3/4 L	177.165	65.03	-269.77					3/4 L	177.165	90.061	49.107			
	Tepi Kanan	236.22	-1147.14	-1427.73					Tepi Kanan	236.22	-733.114	-576.279			
4	Tepi kiri	0	-1164.49	-149.32	1435.152	2.35	2.30	4	Tepi kiri	0	-728.067	-503.081	733.453	2.73	2.30
	1/4 L	59.055	57.00	369.88					1/4 L	59.055	92.469	85.629			
	1/2 L	118.11	814.26	532.26					1/2 L	118.11	386.005	281.602			
	3/4 L	177.165	66.79	-273.03					3/4 L	177.165	89.776	48.924			
	Tepi Kanan	236.22	-1144.91	-1435.15					Tepi Kanan	236.22	-733.453	-576.49			
3	Tepi kiri	0	-1167.08	-151.26	1434.444	2.35	2.30	3	Tepi kiri	0	-728.458	-503.615	733.647	2.73	2.30
	1/4 L	59.055	55.25	368.60					1/4 L	59.055	92.127	85.273			
	1/2 L	118.11	813.33	531.64					1/2 L	118.11	385.713	281.424			
	3/4 L	177.165	66.70	-272.99					3/4 L	177.165	89.533	48.925			
	Tepi Kanan	236.22	-1144.17	-1434.44					Tepi Kanan	236.22	-733.647	-576.311			
2	Tepi kiri	0	-1168.27	-180.03	1404.477	2.35	2.30	2	Tepi kiri	0	-728.919	-505.477	733.514	2.73	2.30
	1/4 L	59.055	55.09	354.52					1/4 L	59.055	91.815	84.302			
	1/2 L	118.11	814.21	532.24					1/2 L	118.11	385.549	281.344			
	3/4 L	177.165	68.60	-257.70					3/4 L	177.165	89.517	49.736			
	Tepi Kanan	236.22	-1141.24	-1404.48					Tepi Kanan	236.22	-733.514	-574.609			
1	Tepi kiri	0	-1177.14	-324.22	1268.466	2.37	2.30	1	Tepi kiri	0	-729.957	-516.659	733.587	2.73	2.30
	1/4 L	59.055	47.62	280.38					1/4 L	59.055	91.018	78.492			

	1/2 L	118.11	808.14	528.15					1/2 L	118.11	384.993	280.905			
	3/4 L	177.165	63.94	-191.74					3/4 L	177.165	89.203	54.669			
	Tepi Kanan	236.22	-1144.50	-1268.47					Tepi Kanan	236.22	-733.587	-564.304			

TABEL DESAIN LENTUR STRUKTUR 1 TANGGA

Balok B1

Lantai	Profil	Mp	Lb		Lp	X1	X2	Lr	Ket	Cb	Cek Profil		Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek	Rasio	Kontrol Δ		
		(K-in)	(m)	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		Sayap	Badan	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	Kapasitas		in	max	Cek
15	W12x26	1339	9	354.33	75.1900	1812.6501	0.0133	213.88	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	869.5	3392.07257	1339.2	1205	508.38	Aman	0.4218	0.749	1.476	Aman
14	W21X50	3960	9	354.33	65.0750	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1734.274	Aman	0.4866	0.588	0.984	Aman
13	W21X50	3960	9	354.33	65.0750	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1755.643	Aman	0.4926	0.584	0.984	Aman
12	W21X50	3960	9	354.33	65.0750	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1930.021	Aman	0.5415	0.584	0.984	Aman
11	W21X50	3960	9	354.33	65.0750	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2077.797	Aman	0.583	0.588	0.984	Aman
10	W21X50	3960	9	354.33	65.0750	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2232.879	Aman	0.6265	0.569	0.984	Aman
9	W21X50	3960	9	354.33	65.0750	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2300.09	Aman	0.6454	0.562	0.984	Aman
8	W21X50	3960	9	354.33	65.0750	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2378.873	Aman	0.6675	0.564	0.984	Aman
7	W21X50	3960	9	354.33	65.0750	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2457.656	Aman	0.6896	0.563	0.984	Aman
6	W21X50	3960	9	354.33	65.0750	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2520.349	Aman	0.7072	0.564	0.984	Aman
5	W21X50	3960	9	354.33	65.0750	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2557.525	Aman	0.7176	0.563	0.984	Aman
4	W21X50	3960	9	354.33	65.0750	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2575	Aman	0.7225	0.562	0.984	Aman
3	W21X50	3960	9	354.33	65.0750	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2567.832	Aman	0.7205	0.562	0.984	Aman
2	W21X50	3960	9	354.33	65.0750	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2492.089	Aman	0.6992	0.561	0.984	Aman
1	W21X50	3960	9	354.33	65.0750	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	2183.137	Aman	0.6126	0.564	0.984	Aman

Balok B2

Lantai	Profil	Mp	Lb		Lp	X1	X2	Lr	Ket	Cb	Cek Profil		Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek	Rasio	Kontrol Δ		
		(K-in)	(m)	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		Sayap	Badan	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	Kapasitas		in	max	Cek
15	W12x26	1339	6	236.22	75.19	1812.6501	0.0133	213.88	Lb>Lr	2.27	Kompak	Kompak	869.5	5843.79542	1339.2	1205	238.745	Aman	0.1981	0.181	0.984	Aman
14	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	731.744	Aman	0.511	0.402	0.656	Aman
13	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	772.024	Aman	0.5391	0.404	0.656	Aman
12	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	850.075	Aman	0.5936	0.404	0.656	Aman
11	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	922.091	Aman	0.6439	0.364	0.656	Aman
10	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	954.128	Aman	0.6663	0.409	0.656	Aman
9	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	974.259	Aman	0.6803	0.412	0.656	Aman
8	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	1013.984	Aman	0.708	0.411	0.656	Aman
7	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	1051.216	Aman	0.734	0.411	0.656	Aman
6	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	1081.605	Aman	0.7553	0.411	0.656	Aman
5	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	1103.556	Aman	0.7706	0.412	0.656	Aman
4	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	1114.781	Aman	0.7784	0.412	0.656	Aman
3	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	1113.489	Aman	0.7775	0.412	0.656	Aman
2	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	1080.91	Aman	0.7548	0.412	0.656	Aman
1	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	949.742	Aman	0.6632	0.411	0.656	Aman

Balok B3

Lantai	Profil	Mp	Lb		Lp	X1	X2	Lr	Ket	Cb	Cek Profil		Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek	Rasio	Kontrol Δ		
		(K-in)	(m)	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		Sayap	Badan	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	Kapasitas		in	max	Cek
15	W12x19	889.2	6	236.22	41.08	1880.0634	0.015	123.75	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	554.1	3062.899	889.2	800.3	100.598	Aman	0.1257	0.117	0.984	Aman
14	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	512.121	Aman	0.2165	0.145	0.656	Aman
13	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	513.132	Aman	0.217	0.145	0.656	Aman
12	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	529.773	Aman	0.224	0.145	0.656	Aman
11	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	563.071	Aman	0.2381	0.144	0.656	Aman
10	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	608.469	Aman	0.2573	0.143	0.656	Aman
9	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	636.202	Aman	0.269	0.143	0.656	Aman
8	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	658.998	Aman	0.2786	0.143	0.656	Aman
7	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	684.076	Aman	0.2892	0.142	0.656	Aman
6	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.52	Kompak	Kompak	1684	17113.4709	2628	2365	705.519	Aman	0.2983	0.142	0.656	Aman
5	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	728.179	Aman	0.3079	0.142	0.656	Aman
4	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	743.245	Aman	0.3142	0.142	0.656	Aman
3	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	743.527	Aman	0.3144	0.142	0.656	Aman
2	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	719.026	Aman	0.304	0.142	0.656	Aman
1	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	638.029	Aman	0.2698	0.141	0.656	Aman

Balok B4

Lantai	Profil	Mp	Lb		Lp	X1	X2	Lr	Ket	Cb	Cek Profil		Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek	Rasio	Kontrol Δ		
		(K-in)	(m)	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		Sayap	Badan	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	Kapasitas		in	max	Cek
15	W12x45	2311	9	354.33	97.685	2826.3075	0.0022	340.87	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1496	8655.21541	2311.2	2080	668.075	Aman	0.4654	0.886	1.476	Aman
14	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2682.258	Aman	0.6132	0.704	0.984	Aman
13	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2697.317	Aman	0.6167	0.7	0.984	Aman
12	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2672.381	Aman	0.611	0.7	0.984	Aman
11	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2615.616	Aman	0.598	0.705	0.984	Aman
10	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2767.781	Aman	0.6328	0.677	0.984	Aman
9	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2838.441	Aman	0.6489	0.667	0.984	Aman
8	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2843.053	Aman	0.65	0.669	0.984	Aman
7	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2914.397	Aman	0.6663	0.669	0.984	Aman
6	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2963.989	Aman	0.6776	0.669	0.984	Aman
5	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	3012.908	Aman	0.6888	0.667	0.984	Aman
4	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	3035.289	Aman	0.6939	0.665	0.984	Aman
3	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	3021.597	Aman	0.6908	0.666	0.984	Aman
2	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2964.052	Aman	0.6777	0.665	0.984	Aman
1	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2780.762	Aman	0.6357	0.669	0.984	Aman

Balok B5

Lantai	Profil	Mp	Lb		Lp	X1	X2	Lr	Ket	Cb	Cek Profil		Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek	Rasio	Kontrol Δ		
		(K-in)	(m)	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		Sayap	Badan	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	Kapasitas		in	max	Cek
15	W12x26	1339	6	236.22	75.19	1812.6501	0.0133	213.88	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	869.5	5918.75353	1339.2	1205	384.992	Aman	0.3194	0.351	0.984	Aman
14	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1208.827	Aman	0.5111	0.388	0.656	Aman
13	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1206.845	Aman	0.5103	0.39	0.656	Aman
12	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1211.532	Aman	0.5122	0.39	0.656	Aman
11	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1223.653	Aman	0.5174	0.387	0.656	Aman
10	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1268.588	Aman	0.5364	0.4	0.656	Aman
9	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1297.697	Aman	0.5487	0.405	0.656	Aman
8	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1340.05	Aman	0.5666	0.404	0.656	Aman
7	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1379.342	Aman	0.5832	0.404	0.656	Aman
6	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1410.777	Aman	0.5965	0.404	0.656	Aman
5	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1427.732	Aman	0.6036	0.404	0.656	Aman
4	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1435.152	Aman	0.6068	0.404	0.656	Aman
3	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1434.444	Aman	0.6065	0.404	0.656	Aman
2	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1404.477	Aman	0.5938	0.404	0.656	Aman
1	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1268.466	Aman	0.5363	0.403	0.656	Aman

Balok B6

Lantai	Profil	Mp	Lb		Lp	X1	X2	Lr	Ket	Cb	Cek Profil		Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek	Rasio	Kontrol Δ		
		(K-in)	(m)	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		Sayap	Badan	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	Kapasitas		in	max	Cek
15	W12x26	1339	6	236.22	75.19	1812.6501	0.0133	213.88	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	869.5	5918.75353	1339.2	1205	200.286	Aman	0.1662	0.145	0.984	Aman
14	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	744.72	Aman	0.3149	0.207	0.656	Aman
13	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	744.948	Aman	0.315	0.207	0.656	Aman
12	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	743.969	Aman	0.3145	0.207	0.656	Aman
11	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	743.955	Aman	0.3145	0.207	0.656	Aman
10	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	730.559	Aman	0.3089	0.206	0.656	Aman
9	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	734.592	Aman	0.3106	0.206	0.656	Aman
8	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	733.206	Aman	0.31	0.206	0.656	Aman
7	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	733.153	Aman	0.31	0.206	0.656	Aman
6	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	733.022	Aman	0.3099	0.206	0.656	Aman
5	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	733.114	Aman	0.31	0.206	0.656	Aman
4	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	733.453	Aman	0.3101	0.206	0.656	Aman
3	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	733.647	Aman	0.3102	0.206	0.656	Aman
2	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	733.514	Aman	0.3101	0.206	0.656	Aman
1	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	733.587	Aman	0.3102	0.206	0.656	Aman

TABEL RENCANA GAYA GESER BALOK STRUKTUR 1 TANGGA

Balok B1

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana		Vu pakai
			VD	VL	VE	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
15	W12x26	340.031	1.93	2.28	0.39	1473.12	12.12	5.02	5.02
14	W21X50	340.031	12.72	5.74	1.81	4356.00	43.76	25.37	25.37
13	W21X50	340.031	12.75	5.74	2.57	4356.00	43.79	28.45	28.45
12	W21X50	340.031	12.72	5.72	3.59	4356.00	43.75	32.48	32.48
11	W21X50	340.031	12.66	5.70	4.54	4356.00	43.66	36.20	36.20
10	W21X50	337.581	12.75	5.77	4.98	4356.00	43.99	38.11	38.11
9	W21X50	337.581	12.77	5.78	5.26	4356.00	44.02	39.25	39.25
8	W21X50	337.581	12.72	5.75	5.79	4356.00	43.95	41.30	41.30
7	W21X50	337.581	12.68	5.73	6.30	4356.00	43.89	43.28	43.28
6	W21X50	337.581	12.63	5.70	6.73	4356.00	43.81	44.93	43.81
5	W21X50	337.031	12.56	5.67	7.02	4356.00	43.76	45.99	43.76
4	W21X50	337.031	12.52	5.65	7.19	4356.00	43.70	46.61	43.70
3	W21X50	337.031	12.47	5.62	7.23	4356.00	43.62	46.69	43.62
2	W21X50	337.031	12.41	5.60	6.88	4356.00	43.54	45.21	43.54
1	W21X50	337.031	12.39	5.57	5.30	4356.00	43.50	38.85	38.85

Balok B2

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana		Vu pakai
			VD	VL	VE	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
15	W12x26	221.92	1.00	1.24	1.00	1473.12	15.10	5.82	5.82
14	W16X26	221.92	7.70	3.09	1.49	1750.32	26.56	16.75	16.75
13	W16X26	221.92	7.70	3.10	1.97	1750.32	26.56	18.67	18.67
12	W16X26	221.92	7.71	3.10	2.64	1750.32	26.58	21.36	21.36
11	W16X26	221.92	7.71	3.10	3.23	1750.32	26.58	23.72	23.72
10	W16X26	219.82	7.64	3.09	3.56	1750.32	26.64	24.95	24.95
9	W16X26	219.82	7.64	3.09	3.76	1750.32	26.64	25.75	25.75
8	W16X26	219.82	7.65	3.09	4.09	1750.32	26.65	27.09	26.65
7	W16X26	219.82	7.65	3.09	4.41	1750.32	26.65	28.37	26.65
6	W16X26	219.82	7.65	3.09	4.67	1750.32	26.65	29.41	26.65
5	W16X26	219.12	7.63	3.09	4.86	1750.32	26.68	30.14	26.68
4	W16X26	219.12	7.63	3.09	4.97	1750.32	26.68	30.58	26.68
3	W16X26	219.12	7.64	3.10	4.96	1750.32	26.69	30.56	26.69
2	W16X26	219.12	7.64	3.10	4.69	1750.32	26.69	29.48	26.69
1	W16X26	219.12	7.64	3.10	3.58	1750.32	26.69	25.04	25.04

Balok B3

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana		Vu pakai
			VD	VL	VE	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
15	W12x19	221.62	0.61	0.74	0.11	978.12	9.929	1.542	1.542
14	W16X40	221.62	6.77	1.89	0.40	2890.8	35.157	10.669	10.669
13	W16X40	221.6	6.78	1.89	0.65	2890.8	35.169	11.681	11.681
12	W16X40	221.6	6.77	1.89	0.97	2890.8	35.157	12.949	12.949
11	W16X40	221.6	6.77	1.89	1.24	2890.8	35.157	14.029	14.029
10	W16X40	220.2	6.72	1.87	1.64	2890.8	35.253	15.559	15.559
9	W16X40	220.2	6.70	1.85	1.89	2890.8	35.219	16.525	16.525
8	W16X40	220.2	6.70	1.86	2.08	2890.8	35.224	17.290	17.290
7	W16X40	220.2	6.70	1.86	2.29	2890.8	35.224	18.130	18.130
6	W16X40	220.2	6.70	1.86	2.47	2890.8	35.224	18.850	18.850
5	W16X40	220.0	6.69	1.86	2.66	2890.8	35.236	19.598	19.598
4	W16X40	220.0	6.69	1.85	2.78	2890.8	35.231	20.073	20.073
3	W16X40	220.0	6.69	1.86	2.78	2890.8	35.236	20.078	20.078
2	W16X40	220.0	6.69	1.86	2.58	2890.8	35.236	19.278	19.278
1	W16X40	220.0	6.69	1.86	1.89	2890.8	35.236	16.518	16.518

Balok B4

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana		Vu pakai
			VD	VL	VE	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
15	W12x45	340.0	3.75	4.55	0.53	2542.32	21.728	8.895	8.895
14	W24x55	340.0	16.94	11.35	1.78	5346	57.447	33.123	33.123
13	W24x55	340.0	16.96	11.35	2.35	5346	57.471	35.427	35.427
12	W24x55	340.0	16.90	11.31	3.21	5346	57.379	38.775	38.775
11	W24x55	340.0	16.82	11.25	3.96	5346	57.253	41.649	41.649
10	W24x55	337.6	16.88	11.32	4.50	5346	57.588	43.916	43.916
9	W24x55	337.6	16.95	11.36	4.83	5346	57.692	45.340	45.340
8	W24x55	337.6	16.90	11.33	5.29	5346	57.617	47.105	47.105
7	W24x55	337.6	16.88	11.30	5.73	5346	57.578	48.826	48.826
6	W24x55	337.6	16.84	11.27	6.08	5346	57.515	50.163	50.163
5	W24x55	337.0	16.59	11.01	6.32	5346	57.137	50.693	50.693
4	W24x55	337.0	16.80	11.23	6.46	5346	57.499	51.615	51.615
3	W24x55	337.0	16.74	11.18	6.50	5346	57.402	51.678	51.678
2	W24x55	337.0	16.73	11.14	6.27	5346	57.370	50.726	50.726
1	W24x55	337.0	16.83	11.20	4.92	5346	57.520	45.476	45.476

Balok B5

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana		Vu pakai
			VD	VL	VE	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
15	W12x26	221.92	2.00	2.47	0.78	1473.12	16.91	6.76	6.76
14	W16X40	221.92	10.11	6.19	1.73	2890.80	41.28	22.15	22.15
13	W16X40	221.92	10.12	6.19	2.17	2890.80	41.29	23.92	23.92
12	W16X40	221.92	10.14	6.20	2.84	2890.80	41.32	26.63	26.63
11	W16X40	221.92	10.14	6.20	3.38	2890.80	41.32	28.79	28.79
10	W16X40	219.12	10.05	6.18	3.98	2890.80	41.54	31.07	31.07
9	W16X40	219.12	10.04	6.18	4.30	2890.80	41.52	32.34	32.34
8	W16X40	219.12	10.05	6.19	4.66	2890.80	41.54	33.80	33.80
7	W16X40	219.12	10.05	6.19	5.00	2890.80	41.54	35.16	35.16
6	W16X40	219.12	10.06	6.19	5.27	2890.80	41.55	36.25	36.25
5	W16X40	218.72	10.05	6.19	5.43	2890.80	41.59	36.88	36.88
4	W16X40	218.72	10.05	6.19	5.51	2890.80	41.59	37.20	37.20
3	W16X40	218.72	10.06	6.19	5.51	2890.80	41.60	37.21	37.21
2	W16X40	218.72	10.06	6.20	5.27	2890.80	41.61	36.25	36.25
1	W16X40	218.72	10.06	6.20	4.11	2890.80	41.61	31.61	31.61

Balok B6

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana		Vu pakai
			VD	VL	VE	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
15	W12x26	221.62	1.23	1.50	0.01	1473.12	15.52011	2.266	2.266
14	W16X40	221.62	8.20	3.75	0.09	2890.8	37.8029	12.075	12.075
13	W16X40	221.62	8.21	3.75	0.16	2890.8	37.8149	12.367	12.367
12	W16X40	221.62	8.20	3.74	0.21	2890.8	37.7979	12.55	12.55
11	W16X40	221.62	8.19	3.74	0.23	2890.8	37.7859	12.618	12.618
10	W16X40	220.02	8.12	3.70	0.26	2890.8	37.87161	12.634	12.634
9	W16X40	220.02	8.13	3.71	0.25	2890.8	37.88861	12.611	12.611
8	W16X40	220.02	8.13	3.70	0.26	2890.8	37.88361	12.646	12.646
7	W16X40	220.02	8.13	3.70	0.28	2890.8	37.88361	12.726	12.726
6	W16X40	220.02	8.13	3.70	0.29	2890.8	37.88361	12.766	12.766
5	W16X40	219.82	8.12	3.70	0.29	2890.8	37.89552	12.754	12.754
4	W16X40	219.82	8.12	3.70	0.29	2890.8	37.89552	12.754	12.754
3	W16X40	219.82	8.12	3.70	0.29	2890.8	37.89552	12.754	12.754
2	W16X40	219.82	8.12	3.70	0.28	2890.8	37.89552	12.714	12.714
1	W16X40	219.82	8.12	3.70	0.19	2890.8	37.89552	12.354	12.354

Tabel Desain Geser Balok 1 Tangga

Desain Geser Balok B1

Lantai	Profil	Ln (in)	db (in)	tw (in)	db/tw	Cek Rasio db/tw	Vu Rencana (Kips)	Vn (Kips)	ΦVn (Kips)	Cek Geser	Ratio	Vub Kg	ΦVn Kg
15	W12x26	340.031	12.2	0.23	53.04	ok	5.016	60.61	54.55	aman	0.09	2280	24794.836
14	W21X50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	25.374	170.73	153.65	aman	0.17	11533.636	69842.618
13	W21X50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	28.450	170.73	153.65	aman	0.19	12931.818	69842.618
12	W21X50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	32.484	170.73	153.65	aman	0.21	14765.455	69842.618
11	W21X50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	36.202	170.73	153.65	aman	0.24	16455.455	69842.618
10	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	38.105	170.73	153.65	aman	0.25	17320.455	69842.618
9	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	39.254	170.73	153.65	aman	0.26	17842.727	69842.618
8	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	41.299	170.73	153.65	aman	0.27	18772.273	69842.618
7	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	43.281	170.73	153.65	aman	0.28	19673.182	69842.618
6	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	43.813	170.73	153.65	aman	0.29	19915.063	69842.618
5	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	43.756	170.73	153.65	aman	0.28	19889.206	69842.618
4	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	43.698	170.73	153.65	aman	0.28	19862.843	69842.618
3	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	43.623	170.73	153.65	aman	0.28	19828.752	69842.618
2	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	43.541	170.73	153.65	aman	0.28	19791.479	69842.618
1	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	38.853	170.73	153.65	aman	0.25	17660.455	69842.618

Desain Geser Balok B2

Lantai	Profil	Ln (in)	db (in)	tw (in)	db/tw	Cek Rasio db/tw	Vu Rencana (Kips)	Vn (Kips)	ΦVn (Kips)	Cek Geser	Ratio	Vub Kg	ΦVn Kg
15	W12x26	221.920	12.2	0.23	53.04	ok	5.820	60.61	54.55	aman	0.11	2645.4545	24794.836
14	W16X26	221.920	15.7	0.25	62.80	ok	16.745	84.78	76.30	aman	0.22	7611.3636	34682.727
13	W16X26	221.920	15.7	0.25	62.80	ok	18.670	84.78	76.30	aman	0.24	8486.3636	34682.727
12	W16X26	221.920	15.7	0.25	62.80	ok	21.362	84.78	76.30	aman	0.28	9710	34682.727
11	W16X26	221.920	15.7	0.25	62.80	ok	23.722	84.78	76.30	aman	0.31	10782.727	34682.727

10	W16X26	219.820	15.7	0.25	62.80	ok	24.953	84.78	76.30	aman	0.33	11342.273	34682.727
9	W16X26	219.820	15.7	0.25	62.80	ok	25.753	84.78	76.30	aman	0.34	11705.909	34682.727
8	W16X26	219.820	15.7	0.25	62.80	ok	26.650	84.78	76.30	aman	0.35	12113.65	34682.727
7	W16X26	219.820	15.7	0.25	62.80	ok	26.650	84.78	76.30	aman	0.35	12113.65	34682.727
6	W16X26	219.820	15.7	0.25	62.80	ok	26.650	84.78	76.30	aman	0.35	12113.65	34682.727
5	W16X26	219.120	15.7	0.25	62.80	ok	26.677	84.78	76.30	aman	0.35	12125.865	34682.727
4	W16X26	219.120	15.7	0.25	62.80	ok	26.677	84.78	76.30	aman	0.35	12125.865	34682.727
3	W16X26	219.120	15.7	0.25	62.80	ok	26.694	84.78	76.30	aman	0.35	12133.593	34682.727
2	W16X26	219.120	15.7	0.25	62.80	ok	26.694	84.78	76.30	aman	0.35	12133.593	34682.727
1	W16X26	219.120	15.7	0.25	62.80	ok	25.038	84.78	76.30	aman	0.33	11380.909	34682.727

Desain Geser Balok B3

Lantai	Profil	Ln	db	tw	db/tw	Cek Rasio db/tw	Vu Rencana (Kips)	Vn	ΦVn	Cek Geser	Ratio	Vub	ΦVn
		(in)	(in)	(in)				(Kips)	(Kips)			Kg	Kg
15	W12x19	221.620	12.2	0.235	51.91	ok	1.542	61.93	55.73	aman	0.03	700.90909	25333.855
14	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	10.669	105.41	94.87	aman	0.11	4849.5455	43121.455
13	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	11.681	105.41	94.87	aman	0.12	5309.5455	43121.455
12	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	12.949	105.41	94.87	aman	0.14	5885.9091	43121.455
11	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	14.029	105.41	94.87	aman	0.15	6376.8182	43121.455
10	W16X40	220.220	16	0.305	52.46	ok	15.559	105.41	94.87	aman	0.16	7072.2727	43121.455
9	W16X40	220.220	16	0.305	52.46	ok	16.525	105.41	94.87	aman	0.17	7511.3636	43121.455
8	W16X40	220.220	16	0.305	52.46	ok	17.290	105.41	94.87	aman	0.18	7859.0909	43121.455
7	W16X40	220.220	16	0.305	52.46	ok	18.130	105.41	94.87	aman	0.19	8240.9091	43121.455
6	W16X40	220.220	16	0.305	52.46	ok	18.850	105.41	94.87	aman	0.20	8568.1818	43121.455
5	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	19.598	105.41	94.87	aman	0.21	8908.1818	43121.455
4	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	20.073	105.41	94.87	aman	0.21	9124.0909	43121.455
3	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	20.078	105.41	94.87	aman	0.21	9126.3636	43121.455
2	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	19.278	105.41	94.87	aman	0.20	8762.7273	43121.455
1	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	16.518	105.41	94.87	aman	0.17	7508.1818	43121.455

Desain Geser Balok B4

Lantai	Profil	Ln (in)	db (in)	tw (in)	db/tw	Cek Rasio db/tw	Vu Rencana (Kips)	Vn (Kips)	ΦVn (Kips)	Cek Geser	Ratio	Vub Kg	ΦVn Kg
15	W12x26	340.031	12.2	0.23	53.04	ok	8.895	60.61	54.55	aman	0.16	4043.1818	24794.836
14	W21X50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	33.123	170.73	153.65	aman	0.22	15055.909	69842.618
13	W21X50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	35.427	170.73	153.65	aman	0.23	16103.182	69842.618
12	W21X50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	38.775	170.73	153.65	aman	0.25	17625	69842.618
11	W21X50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	41.649	170.73	153.65	aman	0.27	18931.364	69842.618
10	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	43.916	170.73	153.65	aman	0.29	19961.818	69842.618
9	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	45.340	170.73	153.65	aman	0.30	20609.091	69842.618
8	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	47.105	170.73	153.65	aman	0.31	21411.364	69842.618
7	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	48.826	170.73	153.65	aman	0.32	22193.636	69842.618
6	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	50.163	170.73	153.65	aman	0.33	22801.364	69842.618
5	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	50.693	170.73	153.65	aman	0.33	23042.273	69842.618
4	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	51.615	170.73	153.65	aman	0.34	23461.364	69842.618
3	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	51.678	170.73	153.65	aman	0.34	23490	69842.618
2	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	50.726	170.73	153.65	aman	0.33	23057.273	69842.618
1	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	45.476	170.73	153.65	aman	0.30	20670.909	69842.618

Desain Geser Balok B5

Lantai	Profil	Ln (in)	db (in)	tw (in)	db/tw	Cek Rasio db/tw	Vu Rencana (Kips)	Vn (Kips)	ΦVn (Kips)	Cek Geser	Ratio	Vub Kg	ΦVn Kg
15	W12x26	221.920	12.2	0.23	53.04	ok	6.755	60.61	54.55	aman	0.12	3070.4545	24794.836
14	W16X40	221.920	16	0.305	52.46	ok	22.147	105.41	94.87	aman	0.23	10066.818	43121.455
13	W16X40	221.920	16	0.305	52.46	ok	23.919	105.41	94.87	aman	0.25	10872.273	43121.455
12	W16X40	221.920	16	0.305	52.46	ok	26.628	105.41	94.87	aman	0.28	12103.636	43121.455
11	W16X40	221.920	16	0.305	52.46	ok	28.788	105.41	94.87	aman	0.30	13085.455	43121.455
10	W16X40	219.120	16	0.305	52.46	ok	31.070	105.41	94.87	aman	0.33	14122.727	43121.455

9	W16X40	219.120	16	0.305	52.46	ok	32.338	105.41	94.87	aman	0.34	14699.091	43121.455
8	W16X40	219.120	16	0.305	52.46	ok	33.795	105.41	94.87	aman	0.36	15361.364	43121.455
7	W16X40	219.120	16	0.305	52.46	ok	35.155	105.41	94.87	aman	0.37	15979.545	43121.455
6	W16X40	219.120	16	0.305	52.46	ok	36.247	105.41	94.87	aman	0.38	16475.909	43121.455
5	W16X40	218.720	16	0.305	52.46	ok	36.875	105.41	94.87	aman	0.39	16761.364	43121.455
4	W16X40	218.720	16	0.305	52.46	ok	37.195	105.41	94.87	aman	0.39	16906.818	43121.455
3	W16X40	218.720	16	0.305	52.46	ok	37.207	105.41	94.87	aman	0.39	16912.273	43121.455
2	W16X40	218.720	16	0.305	52.46	ok	36.252	105.41	94.87	aman	0.38	16478.182	43121.455
1	W16X40	218.720	16	0.305	52.46	ok	31.612	105.41	94.87	aman	0.33	14369.091	43121.455

Desain Geser Balok B1

Lantai	Profil	Ln	db	tw	db/tw	Cek Rasio db/tw	Vu Rencana (Kips)	Vn	ΦVn	Cek Geser	Ratio	Vub	ΦVn
		(in)	(in)	(in)				(Kips)	(Kips)			Kg	Kg
15	W12x26	221.620	12.2	0.23	53.04	ok	2.266	60.61	54.55	aman	0.04	1030	24794.836
14	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	12.075	105.41	94.87	aman	0.13	5488.6364	43121.455
13	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	12.367	105.41	94.87	aman	0.13	5621.3636	43121.455
12	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	12.550	105.41	94.87	aman	0.13	5704.5455	43121.455
11	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	12.618	105.41	94.87	aman	0.13	5735.4545	43121.455
10	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	12.634	105.41	94.87	aman	0.13	5742.7273	43121.455
9	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	12.611	105.41	94.87	aman	0.13	5732.2727	43121.455
8	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	12.646	105.41	94.87	aman	0.13	5748.1818	43121.455
7	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	12.726	105.41	94.87	aman	0.13	5784.5455	43121.455
6	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	12.766	105.41	94.87	aman	0.13	5802.7273	43121.455
5	W16X40	219.820	16	0.305	52.46	ok	12.754	105.41	94.87	aman	0.13	5797.2727	43121.455
4	W16X40	219.820	16	0.305	52.46	ok	12.754	105.41	94.87	aman	0.13	5797.2727	43121.455
3	W16X40	219.820	16	0.305	52.46	ok	12.754	105.41	94.87	aman	0.13	5797.2727	43121.455
2	W16X40	219.820	16	0.305	52.46	ok	12.714	105.41	94.87	aman	0.13	5779.0909	43121.455
1	W16X40	219.820	16	0.305	52.46	ok	12.354	105.41	94.87	aman	0.13	5615.4545	43121.455

Tabel Rencana Momen Balok Struktur 2 Tangga

Balok B4 portal F								Balok B3 Portal 4							
Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai	Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai
			1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E							1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E			
			Kip-in	Kip-in							Kip-in	Kip-in			
15	Tepi kiri	0	-857.20	-447.77	968.76	2.90	2.30	15	Tepi kiri	0	-101.89	-71.39	101.889	2.83	2.30
	1/4 L	88.5825	172.23	147.39					1/4 L	59.055	12.78	4.01			
	1/2 L	177.165	501.09	307.81					1/2 L	118.11	56.28	35.10			
	3/4 L	265.7475	116.45	25.96					3/4 L	177.165	15.70	14.33			
	Tepi Kanan	354.33	-968.76	-690.64					Tepi Kanan	236.22	-96.06	-50.77			
14	Tepi kiri	0	-2490.47	-1489.24	2683.846	2.52	2.30	14	Tepi kiri	0	-514.76	-433.32	514.755	2.55	2.30
	1/4 L	88.5825	598.85	508.44					1/4 L	59.055	65.33	44.90			
	1/2 L	177.165	1506.86	1089.40					1/2 L	118.11	275.34	220.16			
	3/4 L	265.7475	502.16	235.69					3/4 L	177.165	83.87	74.51			
	Tepi Kanan	354.33	-2683.85	-2034.73					Tepi Kanan	236.22	-477.68	-374.09			
13	Tepi kiri	0	-2510.45	-1517.00	2697.694	2.56	2.30	13	Tepi kiri	0	-513.85	-427.94	513.845	2.54	2.30
	1/4 L	88.5825	580.41	487.72					1/4 L	59.055	65.67	47.63			
	1/2 L	177.165	1589.94	1075.73					1/2 L	118.11	275.11	220.25			
	3/4 L	265.7475	486.78	229.07					3/4 L	177.165	83.07	71.96			
	Tepi Kanan	354.33	-2697.69	-2034.31					Tepi Kanan	236.22	-479.06	-379.28			
12	Tepi kiri	0	-2536.48	-1481.99	2671.835	2.55	2.30	12	Tepi kiri	0	-512.83	-428.74	512.826	2.55	2.30
	1/4 L	88.5825	567.35	504.72					1/4 L	59.055	65.87	46.96			
	1/2 L	177.165	1589.86	1074.72					1/2 L	118.11	274.47	219.72			
	3/4 L	265.7475	499.67	210.04					3/4 L	177.165	81.61	71.56			
	Tepi Kanan	354.33	-2671.84	-2071.35					Tepi Kanan	236.22	-481.34	-379.56			
11	Tepi kiri	0	-2559.19	-1457.51	2612.095	2.50	2.30	11	Tepi kiri	0	-512.09	-430.24	512.085	2.55	2.30

	1/4 L	88.5825	565.25	522.28					1/4 L	59.055	65.82	45.88			
	1/2 L	177.165	1608.37	1085.36					1/2 L	118.11	273.64	219.05			
	3/4 L	265.7475	538.80	213.77					3/4 L	177.165	79.98	71.31			
	Tepi Kanan	354.33	-2612.10	-2074.54					Tepi Kanan	236.22	-483.75	-379.38			
10	Tepi kiri	0	-2613.76	-1454.06	2763.436	2.70	2.30	10	Tepi kiri	0	-509.76	-431.05	509.762	2.57	2.30
	1/4 L	88.5825	486.49	491.34					1/4 L	59.055	65.22	44.22			
	1/2 L	177.165	1505.42	1020.02					1/2 L	118.11	270.12	216.53			
	3/4 L	265.7475	411.65	114.03					3/4 L	177.165	73.55	67.93			
	Tepi Kanan	354.33	-2763.44	-2208.68					Tepi Kanan	236.22	-493.10	-383.62			
9	Tepi kiri	0	-2622.11	-1433.12	2834.232	2.78	2.30	9	Tepi kiri	0	-507.26	-431.23	507.257	2.59	2.30
	1/4 L	88.5825	462.53	489.26					1/4 L	59.055	65.28	43.23			
	1/2 L	177.165	1465.85	994.93					1/2 L	118.11	267.74	214.74			
	3/4 L	265.7475	356.47	65.92					3/4 L	177.165	68.72	65.34			
	Tepi Kanan	354.33	-2834.23	-2279.80					Tepi Kanan	236.22	-500.38	-387.02			
8	Tepi kiri	0	-2636.32	-1413.70	2803.929	2.76	2.30	8	Tepi kiri	0	-507.46	-433.27	507.463	2.59	2.30
	1/4 L	88.5825	459.44	501.46					1/4 L	59.055	65.16	42.19			
	1/2 L	177.165	1473.89	999.90					1/2 L	118.11	267.70	214.70			
	3/4 L	265.7475	375.64	63.67					3/4 L	177.165	68.77	66.29			
	Tepi Kanan	354.33	-2803.93	-2289.28					Tepi Kanan	236.22	-500.24	-385.07			
7	Tepi kiri	0	-2651.37	-1399.41	2792.859	2.76	2.30	7	Tepi kiri	0	-507.23	-434.29	507.225	2.59	2.30
	1/4 L	88.5825	450.92	507.91					1/4 L	88.5825	65.04	41.50			
	1/2 L	177.165	1471.90	998.51					1/2 L	177.165	267.21	214.33			
	3/4 L	265.7475	380.18	54.44					3/4 L	265.7475	67.92	66.24			
	Tepi Kanan	354.33	-2792.86	-2306.34					Tepi Kanan	354.33	-501.47	-384.80			
6	Tepi kiri	0	-2668.77	-1394.92	2771.652	2.74	2.30	6	Tepi kiri	0	-507.07	-435.05	507.07	2.59	2.30
	1/4 L	88.5825	443.18	510.79					1/4 L	59.055	64.90	40.95			
	1/2 L	177.165	1473.81	999.79					1/2 L	118.11	266.78	213.99			

	3/4 L	265.7475	391.74	54.12					3/4 L	177.165	67.19	66.12			
	Tepi Kanan	354.33	-2771.65	-2308.27					Tepi Kanan	236.22	-502.49	-384.71			
5	Tepi kiri	0	-2678.82	-1397.99	2777.922	2.76	2.30	5	Tepi kiri	0	-506.21	-434.81	506.207	2.60	2.30
	1/4 L	88.5825	434.07	506.32					1/4 L	59.055	64.90	40.74			
	1/2 L	177.165	1465.64	993.93					1/2 L	118.11	265.93	213.34			
	3/4 L	265.7475	384.52	46.86					3/4 L	177.165	65.48	65.03			
	Tepi Kanan	354.33	-2777.92	-2316.93					Tepi Kanan	236.22	-505.05	-386.23			
4	Tepi kiri	0	-2697.43	-1410.69	2772.758	2.77	2.30	4	Tepi kiri	0	-505.65	-434.68	506.732	2.60	2.30
	1/4 L	88.5825	421.41	497.54					1/4 L	59.055	64.90	40.60			
	1/2 L	177.165	1458.92	989.06					1/2 L	118.11	265.37	212.93			
	3/4 L	265.7475	383.74	45.90					3/4 L	177.165	64.36	64.34			
	Tepi Kanan	354.33	-2772.76	-2313.97					Tepi Kanan	236.22	-506.73	-387.20			
3	Tepi kiri	0	-2725.26	-1429.58	2741.149	2.75	2.30	3	Tepi kiri	0	-505.45	-434.87	507.722	2.61	2.30
	1/4 L	88.5825	408.44	488.77					1/4 L	59.055	64.81	40.35			
	1/2 L	177.165	1460.81	990.40					1/2 L	118.11	264.97	212.62			
	3/4 L	265.7475	400.49	57.36					3/4 L	177.165	63.67	63.98			
	Tepi Kanan	354.33	-2741.15	-2292.40					Tepi Kanan	236.22	-507.72	-387.62			
2	Tepi kiri	0	-2755.16	-1453.50	2755.161	2.76	2.30	2	Tepi kiri	0	-505.05	-434.45	508.907	2.61	2.30
	1/4 L	88.5825	391.91	475.73					1/4 L	59.055	64.81	40.42			
	1/2 L	177.165	1457.66	988.26					1/2 L	118.11	264.58	212.33			
	3/4 L	265.7475	410.71	66.11					3/4 L	177.165	62.88	63.33			
	Tepi Kanan	354.33	-2717.55	-2272.76					Tepi Kanan	236.22	-508.91	-388.63			
1	Tepi kiri	0	-2789.62	-1545.44	2789.615	2.76	2.30	1	Tepi kiri	0	-506.08	-434.08	509.202	2.62	2.30
	1/4 L	88.5825	381.67	434.55					1/4 L	59.055	63.96	40.34			
	1/2 L	177.165	1471.65	997.82					1/2 L	118.11	263.92	211.81			
	3/4 L	265.7475	448.92	126.42					3/4 L	177.165	62.40	62.36			
	Tepi Kanan	354.33	-2655.12	-2161.70					Tepi Kanan	236.22	-509.20	-390.04			

Balok B2 Portal H								Balok B1 portal H							
Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai	Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai
			1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E							1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E			
			Kip-in	Kip-in							Kip-in	Kip-in			
15	Tepi kiri	0	-144.48	11.20	247.931	2.24	2.24	15	Tepi kiri	0	-425.635	-210.702	511.472	3.00	2.30
	1/4 L	59.055	30.86	72.22					1/4 L	88.5825	85.964	79.565			
	1/2 L	118.11	145.48	94.01					1/2 L	177.165	244.344	149.532			
	3/4 L	177.165	-20.44	-57.34					3/4 L	265.7475	43.046	-4.573			
	Tepi Kanan	236.22	-247.09	-247.93					Tepi Kanan	354.33	-511.472	-378.977			
14	Tepi kiri	0	-641.53	-426.71	812.088	2.78	2.30	14	Tepi kiri	0	-1497.494	-940.83	1748.1	2.55	2.30
	1/4 L	59.055	76.69	82.18					1/4 L	88.5825	371.013	358.516			
	1/2 L	118.11	461.08	310.96					1/2 L	177.165	957.312	707.952			
	3/4 L	177.165	-8.59	-45.81					3/4 L	265.7475	245.709	98.501			
	Tepi Kanan	236.22	-812.09	-682.70					Tepi Kanan	354.33	-1748.103	-1460.859			
13	Tepi kiri	0	-644.82	-399.48	803.428	2.69	2.30	13	Tepi kiri	0	-1508.934	-966.822	1761.83	2.60	2.30
	1/4 L	59.055	76.39	102.06					1/4 L	88.5825	359.001	339.113			
	1/2 L	118.11	463.77	323.47					1/2 L	177.165	944.727	695.139			
	3/4 L	177.165	-2.92	-40.66					3/4 L	265.7475	232.552	92.278			
	Tepi Kanan	236.22	-803.43	-684.90					Tepi Kanan	354.33	-1761.832	-1460.492			
12	Tepi kiri	0	-650.45	-385.55	798.739	2.66	2.30	12	Tepi kiri	0	-1524.603	-927.813	1744.58	2.58	2.30
	1/4 L	59.055	73.34	108.28					1/4 L	88.5825	351.562	358.902			
	1/2 L	118.11	463.30	321.99					1/2 L	177.165	945.519	695.709			
	3/4 L	177.165	-0.81	-49.84					3/4 L	265.7475	241.574	73.628			
	Tepi Kanan	236.22	-798.74	-701.79					Tepi Kanan	354.33	-1744.58	-1498.362			

11	Tepi kiri	0	-655.98	-371.57	797.293	2.63	2.30	11	Tepi kiri	0	-1543.426	-902.52	1706.76	2.54	2.30
	1/4 L	59.055	69.55	114.82					1/4 L	88.5825	346.902	374.495			
	1/2 L	118.11	461.26	321.09					1/2 L	177.165	955.02	701.6			
	3/4 L	177.165	-1.11	-58.18					3/4 L	265.7475	265.237	69.819			
	Tepi Kanan	236.22	-797.29	-717.57					Tepi Kanan	354.33	-1706.755	-1511.872			
10	Tepi kiri	0	-648.52	-394.26	782.069	2.65	2.30	10	Tepi kiri	0	-1533.032	-872.29	1818.19	2.73	2.30
	1/4 L	59.055	78.95	102.72					1/4 L	88.5825	326.838	371.973			
	1/2 L	118.11	472.60	319.57					1/2 L	177.165	904.499	666.328			
	3/4 L	177.165	12.18	-49.11					3/4 L	265.7475	184.26	1.795			
	Tepi Kanan	236.22	-782.07	-697.92					Tepi Kanan	354.33	-1818.189	-1612.646			
9	Tepi kiri	0	-647.04	-346.06	774.97	2.53	2.30	9	Tepi kiri	0	-1539.682	-863.184	1845.38	2.74	2.30
	1/4 L	59.055	81.84	133.79					1/4 L	88.5825	315.054	370.225			
	1/2 L	118.11	476.89	333.53					1/2 L	177.165	887.58	653.726			
	3/4 L	177.165	17.87	-52.28					3/4 L	265.7475	162.206	-21.661			
	Tepi Kanan	236.22	-774.97	-718.20					Tepi Kanan	354.33	-1845.378	-1646.957			
8	Tepi kiri	0	-652.15	-339.16	771.145	2.51	2.30	8	Tepi kiri	0	-1558.421	-850.249	1819.34	2.71	2.30
	1/4 L	59.055	78.96	137.01					1/4 L	88.5825	307.509	377.923			
	1/2 L	118.11	476.24	333.06					1/2 L	177.165	891.23	656.187			
	3/4 L	177.165	19.46	-56.44					3/4 L	265.7475	177.049	-24.437			
	Tepi Kanan	236.22	-771.15	-726.05					Tepi Kanan	354.33	-1819.34	-1654.969			
7	Tepi kiri	0	-658.99	-335.22	764.554	2.49	2.30	7	Tepi kiri	0	-1577.393	-843.059	1801.8	2.69	2.30
	1/4 L	88.5825	75.48	139.06					1/4 L	88.5825	297.666	381.193			
	1/2 L	177.165	476.12	333.22					1/2 L	177.165	890.515	655.536			
	3/4 L	265.7475	22.70	-58.16					3/4 L	265.7475	185.464	-29.009			
	Tepi Kanan	354.33	-764.55	-729.65					Tepi Kanan	354.33	-1801.797	-1663.462			

6	Tepi kiri	0	-666.32	-334.35	758.133	2.48	2.30	6	Tepi kiri	0	1597.734	-843.315	1779.76	2.68	2.30
	1/4 L	59.055	71.58	139.53					1/4 L	88.5825	287.92	381.246			
	1/2 L	118.11	475.66	333.30					1/2 L	177.165	891.365	655.898			
	3/4 L	177.165	25.68	-58.48					3/4 L	265.7475	196.909	-28.337			
	Tepi Kanan	236.22	-758.13	-730.38					Tepi Kanan	354.33	1779.756	-1662.481			
5	Tepi kiri	0	-672.90	-351.00	749.447	2.50	2.30	5	Tepi kiri	0	1622.651	-857.016	1760.08	2.68	2.30
	1/4 L	59.055	68.82	129.99					1/4 L	88.5825	274.152	373.785			
	1/2 L	118.11	476.72	330.86					1/2 L	177.165	888.746	654.676			
	3/4 L	177.165	30.55	-53.81					3/4 L	265.7475	205.439	-23.319			
	Tepi Kanan	236.22	-749.45	-718.61					Tepi Kanan	354.33	1760.078	-1651.224			
4	Tepi kiri	0	-680.46	-343.38	740.514	2.47	2.30	4	Tepi kiri	0	-1643.45	-871.237	1743.82	2.68	2.30
	1/4 L	59.055	65.38	135.90					1/4 L	88.5825	262.618	366.05			
	1/2 L	118.11	477.40	335.07					1/2 L	177.165	886.477	653.428			
	3/4 L	177.165	35.36	-51.31					3/4 L	265.7475	212.436	-18.082			
	Tepi Kanan	236.22	-740.51	-717.81					Tepi Kanan	354.33	1743.815	-1639.5			
3	Tepi kiri	0	-689.41	-350.67	732.282	2.47	2.30	3	Tepi kiri	0	1663.803	-884.175	1721.77	2.68	2.30
	1/4 L	59.055	60.73	132.22					1/4 L	88.5825	252.864	359.849			
	1/2 L	118.11	477.05	334.99					1/2 L	177.165	887.322	653.965			
	3/4 L	177.165	39.29	-47.79					3/4 L	265.7475	223.879	-10.807			
	Tepi Kanan	236.22	-732.28	-710.68					Tepi Kanan	354.33	1721.773	-1625.487			
2	Tepi kiri	0	-700.21	-360.57	721.395	2.47	2.30	2	Tepi kiri	0	1686.975	-901.999	1701.09	2.68	2.30
	1/4 L	59.055	55.35	127.39					1/4 L	88.5825	240.655	350.51			
	1/2 L	118.11	477.09	335.23					1/2 L	177.165	886.076	653.109			
	3/4 L	177.165	44.76	-42.47					3/4 L	265.7475	233.596	-3.178			
	Tepi Kanan	236.22	-721.40	-700.29					Tepi Kanan	354.33	1701.093	-1609.375			
1	Tepi kiri	0	-710.62	-379.27	713.413	2.49	2.30	1	Tepi kiri	0	-	-974.166	1712.11	2.68	2.30

											1712.111					
	1/4 L	59.055	49.54	119.67					1/4 L	88.5825	231.251	316.736			
	1/2 L	118.11	475.88	338.48					1/2 L	177.165	892.404	657.729			
	3/4 L	177.165	48.14	-28.25					3/4 L	265.7475	255.656	39.835			
	Tepi Kanan	236.22	-713.41	-675.10					Tepi Kanan	354.33	-1663.302	-1527.968			

Balok B5 Portal F								Balok B6 Portal 2							
Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai	Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai
			1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E							1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E			
			Kip-in	Kip-in							Kip-in	Kip-in			
15	Tepi kiri	0	-385.12	-171.29	385.116	2.61	2.30	15	Tepi kiri	0	-224.708	-90.221	224.708	3.10	2.30
	1/4 L	59.055	3.99	35.17					1/4 L	59.055	11.365	29.125			
	1/2 L	118.11	280.72	172.21					1/2 L	118.11	109.23	63.968			
	3/4 L	177.165	5.41	-27.97					3/4 L	177.165	43.057	-0.781			
	Tepi Kanan	236.22	-382.28	-297.56					Tepi Kanan	236.22	-161.324	-150.033			
14	Tepi kiri	0	-1214.45	-728.73	1214.451	2.85	2.30	14	Tepi kiri	0	-795.703	-469.686	795.703	2.81	2.30
	1/4 L	59.055	5.31	61.52					1/4 L	59.055	62.213	103.072			
	1/2 L	118.11	760.84	494.95					1/2 L	118.11	393.129	283.093			
	3/4 L	177.165	11.65	-39.30					3/4 L	177.165	134.28	34.464			
	Tepi Kanan	236.22	-1201.78	-930.36					Tepi Kanan	236.22	-651.57	-606.902			
13	Tepi kiri	0	-1214.21	-734.11	1214.207	2.86	2.30	13	Tepi kiri	0	-793.374	-464.266	793.374	2.79	2.30
	1/4 L	59.055	8.35	61.34					1/4 L	59.055	63.284	106.964			
	1/2 L	118.11	766.68	499.97					1/2 L	118.11	392.941	285.457			
	3/4 L	177.165	20.28	-29.08					3/4 L	177.165	132.833	35.3			
	Tepi Kanan	236.22	-1190.36	-914.94					Tepi Kanan	236.22	-654.275	-607.595			
12	Tepi kiri	0	-1218.91	-708.62	1218.908	2.82	2.30	12	Tepi kiri	0	-792.493	-458.635	792.493	2.79	2.30

	1/4 L	59.055	5.71	73.79					1/4 L	59.055	63.806	109.644			
	1/2 L	118.11	766.09	499.38					1/2 L	118.11	393.106	285.186			
	3/4 L	177.165	21.75	-42.71					3/4 L	177.165	132.64	32.078			
	Tepi Kanan	236.22	-1186.83	-941.61					Tepi Kanan	236.22	-654.626	-613.767			
11	Tepi kiri	0	-1231.02	-695.21	1231.021	2.82	2.30	11	Tepi kiri	0	-789.236	-455.051	789.236	2.80	2.30
	1/4 L	59.055	-5.11	77.29					1/4 L	59.055	65.703	110.717			
	1/2 L	118.11	756.57	492.95					1/2 L	118.11	393.642	283.748			
	3/4 L	177.165	13.52	-59.05					3/4 L	177.165	131.816	28.129			
	Tepi Kanan	236.22	-1193.76	-967.88					Tepi Kanan	236.22	-657.01	-620.227			
10	Tepi kiri	0	-1181.49	-632.52	1181.49	2.66	2.30	10	Tepi kiri	0	-788.432	-444.935	788.432	2.78	2.30
	1/4 L	59.055	41.35	123.39					1/4 L	59.055	64.276	117.064			
	1/2 L	118.11	799.96	522.47					1/2 L	118.11	389.984	286.326			
	3/4 L	177.165	53.84	-46.12					3/4 L	177.165	125.927	26.938			
	Tepi Kanan	236.22	-1156.51	-971.53					Tepi Kanan	236.22	-665.13	-625.186			
9	Tepi kiri	0	-1165.04	-604.32	1165.043	2.60	2.30	9	Tepi kiri	0	-787.034	-436.992	787.034	2.79	2.30
	1/4 L	59.055	57.06	142.58					1/4 L	59.055	64.129	120.11			
	1/2 L	118.11	814.92	532.67					1/2 L	118.11	388.293	284.475			
	3/4 L	177.165	68.07	-44.92					3/4 L	177.165	122.691	20.19			
	Tepi Kanan	236.22	-1143.03	-979.34					Tepi Kanan	236.22	-669.911	-636.832			
8	Tepi kiri	0	-1170.51	-592.15	1170.507	2.59	2.30	8	Tepi kiri	0	-783.619	-437.484	783.619	2.79	2.30
	1/4 L	59.055	52.66	147.55					1/4 L	59.055	65.952	119.332			
	1/2 L	118.11	811.60	530.41					1/2 L	118.11	388.523	283.411			
	3/4 L	177.165	65.81	-54.39					3/4 L	177.165	121.328	18.84			
	Tepi Kanan	236.22	-1144.21	-996.02					Tepi Kanan	236.22	-672.866	-638.469			
7	Tepi kiri	0	-1171.18	-578.81	1171.183	2.57	2.30	7	Tepi kiri	0	-780.292	-438.436	780.292	2.79	2.30
	1/4 L	59.055	52.60	154.41					1/4 L	59.055	67.691	118.627			
	1/2 L	118.11	812.14	530.79					1/2 L	118.11	388.673	282.952			

	3/4 L	177.165	66.96	-60.49					3/4 L	177.165	119.89	18.627			
	Tepi Kanan	236.22	-1142.46	-1008.60					Tepi Kanan	236.22	-675.892	-638.434			
6	Tepi kiri	0	-1172.97	-570.87	1172.971	2.56	2.30	6	Tepi kiri	0	-776.1	-442.24	776.1	2.79	2.30
	1/4 L	59.055	51.32	158.12					1/4 L	59.055	69.897	116.478			
	1/2 L	118.11	811.38	530.29					1/2 L	118.11	388.894	282.459			
	3/4 L	177.165	66.71	-65.21					3/4 L	177.165	118.125	19.789			
	Tepi Kanan	236.22	-1142.19	-1017.54					Tepi Kanan	236.22	-679.643	-635.617			
5	Tepi kiri	0	-1171.22	-567.95	1171.222	2.56	2.30	5	Tepi kiri	0	-771.332	-449.038	771.332	2.78	2.30
	1/4 L	59.055	52.99	160.13					1/4 L	59.055	72.307	113.024			
	1/2 L	118.11	812.97	531.39					1/2 L	118.11	388.946	282.348			
	3/4 L	177.165	68.23	-65.03					3/4 L	177.165	115.82	23.023			
	Tepi Kanan	236.22	-1140.75	-1018.27					Tepi Kanan	236.22	-684.305	-629.039			
4	Tepi kiri	0	-1170.16	-567.40	1170.164	2.55	2.30	4	Tepi kiri	0	-766.192	-457.492	766.192	2.78	2.30
	1/4 L	59.055	54.16	160.85					1/4 L	59.055	74.893	108.532			
	1/2 L	118.11	814.26	532.27					1/2 L	118.11	388.978	281.818			
	3/4 L	177.165	69.63	-63.99					3/4 L	177.165	113.297	26.455			
	Tepi Kanan	236.22	-1139.24	-1017.06					Tepi Kanan	236.22	-689.383	-621.645			
3	Tepi kiri	0	-1172.29	-569.66	1172.287	2.56	2.30	3	Tepi kiri	0	-760.339	-469.613	760.339	2.77	2.30
	1/4 L	59.055	52.64	159.91					1/4 L	59.055	77.974	102.179			
	1/2 L	118.11	813.34	531.65					1/2 L	118.11	389.288	281.234			
	3/4 L	177.165	69.31	-64.28					3/4 L	177.165	110.835	31.638			
	Tepi Kanan	236.22	-1138.96	-1017.03					Tepi Kanan	236.22	-694.617	-610.694			
2	Tepi kiri	0	-1172.70	-571.01	1172.698	2.56	2.30	2	Tepi kiri	0	-753.435	-485.122	753.435	2.77	2.30
	1/4 L	59.055	52.87	159.03					1/4 L	59.055	81.552	94.204			
	1/2 L	118.11	814.21	532.25					1/2 L	118.11	389.539	280.794			
	3/4 L	177.165	70.82	-62.21					3/4 L	177.165	107.76	38.733			
	Tepi Kanan	236.22	-1136.80	-1013.48					Tepi Kanan	236.22	-701.018	-596.065			

1	Tepi kiri	0	-1182.72	-616.22	1182.723	2.64	2.30	1	Tepi kiri	0	-745.224	-507.844	745.224	2.77	2.30
	1/4 L	59.055	44.83	134.38					1/4 L	59.055	85.226	81.988			
	1/2 L	118.11	808.14	528.16					1/2 L	118.11	388.676	279.083			
	3/4 L	177.165	66.73	-45.75					3/4 L	177.165	102.361	47.528			
	Tepi Kanan	236.22	-1138.91	-976.47					Tepi Kanan	236.22	-710.954	-576.763			

TABEL DESAIN LENTUR STRUKTUR 2TANGGA

Balok B1

Lantai	Profil	Mp	Lb		Lp	X1	X2	Lr	Ket	Cb	Cek Profil		Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek	Rasio	Kontrol Δ		
		(K-in)	(m)	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		Sayap	Badan	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	Kapasitas		in	max	Cek
15	W12x26	1339	9	354.33	75.19	1812.6501	0.0133	213.83	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	869.5	3392.07257	1339.2	1205	511.472	Aman	0.4244	0.747	1.476	Aman
14	W21X50	3960	9	354.33	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1748.103	Aman	0.4905	0.587	0.984	Aman
13	W21X50	3960	9	354.33	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1761.832	Aman	0.4943	0.583	0.984	Aman
12	W21X50	3960	9	354.33	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1744.58	Aman	0.4895	0.583	0.984	Aman
11	W21X50	3960	9	354.33	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1706.755	Aman	0.4789	0.587	0.984	Aman
10	W21X50	3960	9	354.33	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1818.189	Aman	0.5102	0.568	0.984	Aman
9	W21X50	3960	9	354.33	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1845.378	Aman	0.5178	0.562	0.984	Aman
8	W21X50	3960	9	354.33	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1819.34	Aman	0.5105	0.563	0.984	Aman
7	W21X50	3960	9	354.33	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1801.797	Aman	0.5056	0.563	0.984	Aman
6	W21X50	3960	9	354.33	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1779.756	Aman	0.4994	0.563	0.984	Aman
5	W21X50	3960	9	354.33	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1760.078	Aman	0.4938	0.562	0.984	Aman
4	W21X50	3960	9	354.33	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1743.815	Aman	0.4893	0.562	0.984	Aman
3	W21X50	3960	9	354.33	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1721.773	Aman	0.4831	0.562	0.984	Aman
2	W21X50	3960	9	354.33	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1701.093	Aman	0.4773	0.561	0.984	Aman
1	W21X50	3960	9	354.33	65.075	1731.2984	0.0214	192.55	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2460	14728.0907	3960	3564	1712.111	Aman	0.4804	0.564	0.984	Aman

Balok B2

Lantai	Profil	Mp	Lb		Lp	X1	X2	Lr	Ket	Cb	Cek Profil		Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek	Rasio	Kontrol Δ		
		(K-in)	(m)	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		Sayap	Badan	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	Kapasitas		in	max	Cek
15	W12x26	1339	6	236.22	75.19	1812.6501	0.0133	213.88	Lb>Lr	2.24	Kompak	Kompak	869.5	5760.12146	1339.2	1205	247.931	Aman	0.2057	0.181	0.984	Aman
14	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	812.088	Aman	0.5671	0.404	0.656	Aman
13	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	803.428	Aman	0.561	0.405	0.656	Aman
12	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	798.739	Aman	0.5577	0.405	0.656	Aman
11	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	797.293	Aman	0.5567	0.404	0.656	Aman
10	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	782.069	Aman	0.5461	0.41	0.656	Aman
9	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	774.97	Aman	0.5411	0.412	0.656	Aman
8	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	771.145	Aman	0.5385	0.412	0.656	Aman
7	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	764.554	Aman	0.5339	0.412	0.656	Aman
6	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	758.133	Aman	0.5294	0.412	0.656	Aman
5	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	749.447	Aman	0.5233	0.412	0.656	Aman
4	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	740.514	Aman	0.5171	0.413	0.656	Aman
3	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	732.282	Aman	0.5113	0.412	0.656	Aman
2	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	721.395	Aman	0.5037	0.412	0.656	Aman
1	W16X26	1591	6	236.22	55.875	1480.3269	0.038	157.98	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	996.9	6799.142	1591.2	1432	713.413	Aman	0.4982	0.412	0.656	Aman

Balok B3

Lantai	Profil	Mp	Lb		Lp	X1	X2	Lr	Ket	Cb	Cek Profil		Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek	Rasio	Kontrol Δ		
		(K-in)	(m)	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		Sayap	Badan	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	Kapasitas		in	max	Cek
15	W12x19	889.2	6	236.22	41.08	1880.0634	0.015	123.75	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	554.1	3062.899	889.2	800.3	101.889	Aman	0.1273	0.117	0.984	Aman
14	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	514.755	Aman	0.2176	0.145	0.656	Aman
13	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	513.845	Aman	0.2173	0.145	0.656	Aman
12	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	512.826	Aman	0.2168	0.145	0.656	Aman
11	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	512.085	Aman	0.2165	0.144	0.656	Aman
10	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	509.762	Aman	0.2155	0.143	0.656	Aman
9	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	507.257	Aman	0.2145	0.143	0.656	Aman
8	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	507.463	Aman	0.2146	0.143	0.656	Aman
7	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	507.225	Aman	0.2145	0.142	0.656	Aman
6	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.59	Kompak	Kompak	1684	17640.0012	2628	2365	507.07	Aman	0.2144	0.142	0.656	Aman
5	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	506.207	Aman	0.214	0.142	0.656	Aman
4	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	506.732	Aman	0.2142	0.142	0.656	Aman
3	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	507.722	Aman	0.2147	0.142	0.656	Aman
2	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	508.907	Aman	0.2152	0.142	0.656	Aman
1	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	509.202	Aman	0.2153	0.141	0.656	Aman

Balok B4

Lantai	Profil	Mp	Lb		Lp	X1	X2	Lr	Ket	Cb	Cek Profil		Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek	Rasio	Kontrol Δ		
		(K-in)	(m)	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		Sayap	Badan	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	Kapasitas		in	max	Cek
15	W12x45	2311	9	354.33	97.685	2826.3075	0.0022	340.87	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1496	8655.21541	2311.2	2080	968.76	Aman	0.4657	0.886	1.476	Aman
14	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2683.846	Aman	0.6136	0.704	0.984	Aman
13	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2697.694	Aman	0.6168	0.7	0.984	Aman
12	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2671.835	Aman	0.6108	0.7	0.984	Aman
11	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2612.095	Aman	0.5972	0.705	0.984	Aman
10	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2763.436	Aman	0.6318	0.677	0.984	Aman
9	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2834.232	Aman	0.648	0.667	0.984	Aman
8	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2803.929	Aman	0.641	0.669	0.984	Aman
7	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2792.859	Aman	0.6385	0.669	0.984	Aman
6	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2771.652	Aman	0.6337	0.669	0.984	Aman
5	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2777.922	Aman	0.6351	0.667	0.984	Aman
4	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2772.758	Aman	0.6339	0.665	0.984	Aman
3	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2741.149	Aman	0.6267	0.666	0.984	Aman
2	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2755.161	Aman	0.6299	0.665	0.984	Aman
1	W24x55	4860	9	354.33	66.805	1560.8837	0.0346	195.49	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	2997	19075.6596	4860	4374	2789.615	Aman	0.6378	0.669	0.984	Aman

Balok B5

Lantai	Profil	Mp	Lb		Lp	X1	X2	Lr	Ket	Cb	Cek Profil		Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek	Rasio	Kontrol Δ		
		(K-in)	(m)	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		Sayap	Badan	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	Kapasitas		in	max	Cek
15	W12x26	1339	6	236.22	75.19	1812.6501	0.0133	213.88	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	869.5	5918.75353	1339.2	1205	385.116	Aman	0.3195	0.351	0.984	Aman
14	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1214.451	Aman	0.5135	0.388	0.656	Aman
13	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1214.207	Aman	0.5134	0.39	0.656	Aman
12	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1218.908	Aman	0.5154	0.39	0.656	Aman
11	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1231.021	Aman	0.5205	0.387	0.656	Aman
10	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1181.49	Aman	0.4995	0.4	0.656	Aman
9	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1165.043	Aman	0.4926	0.405	0.656	Aman
8	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1170.507	Aman	0.4949	0.404	0.656	Aman
7	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1171.183	Aman	0.4952	0.404	0.656	Aman
6	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1172.971	Aman	0.4959	0.404	0.656	Aman
5	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1171.222	Aman	0.4952	0.404	0.656	Aman
4	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1170.164	Aman	0.4947	0.404	0.656	Aman
3	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1172.287	Aman	0.4956	0.404	0.656	Aman
2	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1172.698	Aman	0.4958	0.404	0.656	Aman
1	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	15649.3112	2628	2365	1182.723	Aman	0.5001	0.403	0.656	Aman

Balok B6

Lantai	Profil	Mp	Lb		Lp	X1	X2	Lr	Ket	Cb	Cek Profil		Mr	Mn	Mn pakai	ϕMn	Mu,b	Cek	Rasio	Kontrol Δ		
		(K-in)	(m)	in	(in)	Ksi	Ksi	(in)	(bentang)		Sayap	Badan	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	(K-in)	Kapasitas		in	max	Cek
15	W12x26	1339	6	236.22	75.19	1812.6501	0.0133	213.88	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	869.5	1723.59054	1339.2	1205	224.708	Aman	0.1864	0.145	0.984	Aman
14	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	3696.44592	2628	2365	795.703	Aman	0.3364	0.208	0.656	Aman
13	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	3696.44592	2628	2365	793.374	Aman	0.3354	0.208	0.656	Aman
12	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	3696.44592	2628	2365	792.493	Aman	0.3351	0.208	0.656	Aman
11	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	3696.44592	2628	2365	789.236	Aman	0.3337	0.208	0.656	Aman
10	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	3696.44592	2628	2365	788.432	Aman	0.3333	0.207	0.656	Aman
9	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	3696.44592	2628	2365	787.034	Aman	0.3328	0.207	0.656	Aman
8	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	3696.44592	2628	2365	783.619	Aman	0.3313	0.207	0.656	Aman
7	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	3696.44592	2628	2365	780.292	Aman	0.3299	0.207	0.656	Aman
6	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	3696.44592	2628	2365	776.1	Aman	0.3281	0.207	0.656	Aman
5	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	3696.44592	2628	2365	771.332	Aman	0.3261	0.207	0.656	Aman
4	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	3696.44592	2628	2365	766.192	Aman	0.3239	0.207	0.656	Aman
3	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	3696.44592	2628	2365	760.339	Aman	0.3215	0.207	0.656	Aman
2	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	3696.44592	2628	2365	753.435	Aman	0.3186	0.207	0.656	Aman
1	W16X40	2628	6	236.22	78.25	1891.6211	0.0122	229.04	Lb>Lr	2.3	Kompak	Kompak	1684	3696.44592	2628	2365	745.224	Aman	0.3151	0.207	0.656	Aman

TABEL RENCANA GAYA GESER BALOK STRUKTUR 2 TANGGA

Balok B1

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana		Vu pakai
			VD	VL	VE	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
15	W12x26	340.031	1.91	2.27	0.28	1473.12	12.09162	4.547	4.547
14	W21X50	340.031	12.65	5.73	0.93	4356	43.66619	21.765	21.765
13	W21X50	340.031	12.67	5.72	0.85	4356	43.68519	21.464	21.464
12	W21X50	340.031	12.63	5.7	1.14	4356	43.62719	22.566	22.566
11	W21X50	340.031	12.57	5.67	1.37	4356	43.54019	23.399	23.399
10	W21X50	337.581	12.67	5.74	1.48	4356	43.88114	23.994	23.994
9	W21X50	337.581	12.69	5.76	1.56	4356	43.91514	24.348	24.348
8	W21X50	337.581	12.64	5.73	1.71	4356	43.84014	24.873	24.873
7	W21X50	337.581	12.6	5.71	1.83	4356	43.78214	25.295	25.295
6	W21X50	337.581	12.56	5.68	1.92	4356	43.71914	25.592	25.592
5	W21X50	337.031	12.5	5.65	1.95	4356	43.67425	25.625	25.625
4	W21X50	337.031	12.46	5.63	1.95	4356	43.61625	25.567	25.567
3	W21X50	337.031	12.41	5.6	1.97	4356	43.54125	25.572	25.572
2	W21X50	337.031	12.37	5.58	1.97	4356	43.48325	25.514	25.514
1	W21X50	337.031	12.42	5.59	1.67	4356	43.54825	24.379	24.379

Balok B2

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana		Vu pakai
			VD	VL	VE	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
15	W12x26	221.92	1.16	1.33	0.77	1473.12	15.33314	5.137	5.137
14	W16X26	221.92	7.97	3.25	0.53	1750.32	26.96333	13.309	13.309
13	W16X26	221.92	7.94	3.24	0.7	1750.32	26.92233	13.948	13.948
12	W16X26	221.92	7.93	3.23	0.86	1750.32	26.90533	14.571	14.571
11	W16X26	221.92	7.92	3.22	1.01	1750.32	26.88833	15.154	15.154
10	W16X26	219.82	7.85	3.21	0.86	1750.32	26.95003	14.465	14.465
9	W16X26	219.82	7.84	3.21	1.17	1750.32	26.93803	15.693	15.693
8	W16X26	219.82	7.83	3.2	1.26	1750.32	26.92103	16.036	16.036
7	W16X26	219.82	7.81	3.19	1.33	1750.32	26.89203	16.287	16.287
6	W16X26	219.82	7.79	3.17	1.38	1750.32	26.85803	16.453	16.453
5	W16X26	219.12	7.74	3.16	1.31	1750.32	26.8439	16.108	16.108
4	W16X26	219.12	7.72	3.14	1.39	1750.32	26.8099	16.394	16.394
3	W16X26	219.12	7.69	3.13	1.39	1750.32	26.7689	16.353	16.353
2	W16X26	219.12	7.66	3.11	1.37	1750.32	26.7229	16.227	16.227
1	W16X26	219.12	7.63	3.09	1.25	1750.32	26.6769	15.701	15.701

Balok B3

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana		Vu pakai
			VD	VL	VE	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
15	W12x19	221.62	0.61	0.74	0.06	978.12	9.929001	1.342	1.342
14	W16X40	221.62	6.76	1.89	0.14	2890.8	35.1449	9.617	9.617
13	W16X40	221.62	6.77	1.89	0.1	2890.8	35.1569	9.469	9.469
12	W16X40	221.62	6.76	1.88	0.11	2890.8	35.1399	9.492	9.492
11	W16X40	221.62	6.76	1.88	0.13	2890.8	35.1399	9.572	9.572
10	W16X40	220.22	6.7	1.86	0.14	2890.8	35.22375	9.53	9.53
9	W16X40	220.22	6.69	1.85	0.16	2890.8	35.20675	9.593	9.593
8	W16X40	220.22	6.69	1.85	0.18	2890.8	35.20675	9.673	9.673
7	W16X40	220.22	6.69	1.85	0.19	2890.8	35.20675	9.713	9.713
6	W16X40	220.22	6.69	1.85	0.2	2890.8	35.20675	9.753	9.753
5	W16X40	220.02	6.68	1.85	0.2	2890.8	35.21861	9.741	9.741
4	W16X40	220.02	6.68	1.85	0.2	2890.8	35.21861	9.741	9.741
3	W16X40	220.02	6.68	1.85	0.21	2890.8	35.21861	9.781	9.781
2	W16X40	220.02	6.68	1.85	0.21	2890.8	35.21861	9.781	9.781
1	W16X40	220.02	6.68	1.85	0.2	2890.8	35.21861	9.741	9.741

Balok B4

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana		Vu pakai
			VD	VL	VE	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
15	W12x45	340.031	3.75	4.55	0.47	2542	21.72846	8.655	8.655
14	W24x55	340.031	16.94	11.36	1.23	5346	57.45219	30.928	30.928
13	W24x55	340.031	16.96	11.35	1.16	5346	57.47119	30.667	30.667
12	W24x55	340.031	16.90	11.31	1.47	5346	57.37919	31.815	31.815
11	W24x55	340.031	16.81	11.25	1.70	5346	57.24119	32.597	32.597
10	W24x55	337.581	16.87	11.31	1.90	5346	57.5714	33.499	33.499
9	W24x55	337.581	16.94	11.36	2.04	5346	57.6804	34.168	34.168
8	W24x55	337.581	16.89	11.32	2.20	5346	57.6004	34.728	34.728
7	W24x55	337.581	16.87	11.30	2.34	5346	57.5664	35.254	35.254
6	W24x55	337.581	16.83	11.26	2.43	5346	57.4984	35.546	35.546
5	W24x55	337.031	16.60	11.02	2.44	5346	57.15408	35.19	35.19
4	W24x55	337.031	16.79	11.23	2.44	5346	57.48708	35.523	35.523
3	W24x55	337.031	16.72	11.18	2.44	5346	57.37808	35.414	35.414
2	W24x55	337.031	16.74	11.14	2.42	5346	57.38208	35.338	35.338
1	W24x55	337.031	16.84	11.21	2.03	5346	57.53708	33.933	33.933

Balok B5

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana		Vu pakai
			VD	VL	VE	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
15	W12x26	221.92	2.01	2.48	0.54	1473.12	16.92814	5.812	5.812
14	W16X40	221.92	10.13	6.2	0.89	2890.8	41.30863	18.816	18.816
13	W16X40	221.92	10.14	6.2	0.84	2890.8	41.32063	18.628	18.628
12	W16X40	221.92	10.16	6.21	1.09	2890.8	41.34963	19.657	19.657
11	W16X40	221.92	10.16	6.21	1.28	2890.8	41.34963	20.417	20.417
10	W16X40	219.12	10.07	6.19	1.52	2890.8	41.56454	21.259	21.259
9	W16X40	219.12	10.06	6.19	1.66	2890.8	41.55254	21.807	21.807
8	W16X40	219.12	10.07	6.2	1.8	2890.8	41.56954	22.384	22.384
7	W16X40	219.12	10.07	6.2	1.91	2890.8	41.56954	22.824	22.824
6	W16X40	219.12	10.08	6.2	1.99	2890.8	41.58154	23.156	23.156
5	W16X40	218.72	10.07	6.2	2.01	2890.8	41.6178	23.224	23.224
4	W16X40	218.72	10.07	6.2	2.01	2890.8	41.6178	23.224	23.224
3	W16X40	218.72	10.07	6.2	2.01	2890.8	41.6178	23.224	23.224
2	W16X40	218.72	10.07	6.2	1.99	2890.8	41.6178	23.144	23.144
1	W16X40	218.72	10.08	6.21	1.67	2890.8	41.6348	21.881	21.881

Balok B6

Lantai	Profil	L' (in)	Geser Balok (Kips)			Mpb	Geser Rencana		Vu pakai
			VD	VL	VE	(K-in)	Pers (1)	Pers (2)	(Kips)
15	W12x26	221.62	1.22	1.49	0.51	1473.12	15.50311	4.249	4.249
14	W16X40	221.62	8.17	3.7	1.19	2890.8	37.7419	16.414	16.414
13	W16X40	221.62	8.18	3.72	1.22	2890.8	37.7639	16.556	16.556
12	W16X40	221.62	8.18	3.72	1.26	2890.8	37.7639	16.716	16.716
11	W16X40	221.62	8.17	3.72	1.28	2890.8	37.7519	16.784	16.784
10	W16X40	220.02	8.13	3.72	1.31	2890.8	37.89361	16.856	16.856
9	W16X40	220.02	8.13	3.72	1.37	2890.8	37.89361	17.096	17.096
8	W16X40	220.02	8.13	3.72	1.34	2890.8	37.89361	16.976	16.976
7	W16X40	220.02	8.13	3.71	1.31	2890.8	37.88861	16.851	16.851
6	W16X40	220.02	8.12	3.71	1.24	2890.8	37.87661	16.559	16.559
5	W16X40	219.82	8.12	3.71	1.14	2890.8	37.90052	16.159	16.159
4	W16X40	219.82	8.12	3.7	1.03	2890.8	37.89552	15.714	15.714
3	W16X40	219.82	8.12	3.7	0.88	2890.8	37.89552	15.114	15.114
2	W16X40	219.82	8.13	3.7	0.69	2890.8	37.90752	14.366	14.366
1	W16X40	219.82	8.13	3.7	0.43	2890.8	37.90752	13.326	13.326

Tabel Desain Geser Balok 2 Tangga

Desain Geser Balok B1

Lantai	Profil	Ln (in)	db (in)	tw (in)	db/tw	Cek Rasio db/tw	Vu Rencana (Kips)	Vn (Kips)	ΦVn (Kips)	Cek Geser	Ratio	Vub Kg	ΦVn Kg
15	W12x26	340.031	12.2	0.23	53.04	ok	4.547	60.61	54.55	aman	0.08	2066.8182	24794.836
14	W21X50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	21.765	170.73	153.65	aman	0.14	9893.1818	69842.618
13	W21X50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	21.464	170.73	153.65	aman	0.14	9756.3636	69842.618
12	W21X50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	22.566	170.73	153.65	aman	0.15	10257.273	69842.618
11	W21X50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	23.399	170.73	153.65	aman	0.15	10635.909	69842.618
10	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	23.994	170.73	153.65	aman	0.16	10906.364	69842.618
9	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	24.348	170.73	153.65	aman	0.16	11067.273	69842.618
8	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	24.873	170.73	153.65	aman	0.16	11305.909	69842.618
7	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	25.295	170.73	153.65	aman	0.16	11497.727	69842.618
6	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	25.592	170.73	153.65	aman	0.17	11632.727	69842.618
5	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	25.625	170.73	153.65	aman	0.17	11647.727	69842.618
4	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	25.567	170.73	153.65	aman	0.17	11621.364	69842.618
3	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	25.572	170.73	153.65	aman	0.17	11623.636	69842.618
2	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	25.514	170.73	153.65	aman	0.17	11597.273	69842.618
1	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	24.379	170.73	153.65	aman	0.16	11081.364	69842.618

Desain Geser Balok B2

Lantai	Profil	Ln (in)	db (in)	tw (in)	db/tw	Cek Rasio db/tw	Vu Rencana (Kips)	Vn (Kips)	ΦVn (Kips)	Cek Geser	Ratio	Vub Kg	ΦVn Kg
15	W12x26	221.920	12.2	0.23	53.04	ok	5.137	60.61	54.55	aman	0.09	2335	24794.836
14	W16X26	221.920	15.7	0.25	62.80	ok	13.309	84.78	76.30	aman	0.17	6049.5455	34682.727
13	W16X26	221.920	15.7	0.25	62.80	ok	13.948	84.78	76.30	aman	0.18	6340	34682.727
12	W16X26	221.920	15.7	0.25	62.80	ok	14.571	84.78	76.30	aman	0.19	6623.1818	34682.727
11	W16X26	221.920	15.7	0.25	62.80	ok	15.154	84.78	76.30	aman	0.20	6888.1818	34682.727

10	W16X26	219.820	15.7	0.25	62.80	ok	14.465	84.78	76.30	aman	0.19	6575	34682.727
9	W16X26	219.820	15.7	0.25	62.80	ok	15.693	84.78	76.30	aman	0.21	7133.1818	34682.727
8	W16X26	219.820	15.7	0.25	62.80	ok	16.036	84.78	76.30	aman	0.21	7289.0909	34682.727
7	W16X26	219.820	15.7	0.25	62.80	ok	16.287	84.78	76.30	aman	0.21	7403.1818	34682.727
6	W16X26	219.820	15.7	0.25	62.80	ok	16.453	84.78	76.30	aman	0.22	7478.6364	34682.727
5	W16X26	219.120	15.7	0.25	62.80	ok	16.108	84.78	76.30	aman	0.21	7321.8182	34682.727
4	W16X26	219.120	15.7	0.25	62.80	ok	16.394	84.78	76.30	aman	0.21	7451.8182	34682.727
3	W16X26	219.120	15.7	0.25	62.80	ok	16.353	84.78	76.30	aman	0.21	7433.1818	34682.727
2	W16X26	219.120	15.7	0.25	62.80	ok	16.227	84.78	76.30	aman	0.21	7375.9091	34682.727
1	W16X26	219.120	15.7	0.25	62.80	ok	15.701	84.78	76.30	aman	0.21	7136.8182	34682.727

Desain Geser Balok B3

Lantai	Profil	Ln	db	tw	db/tw	Cek Rasio db/tw	Vu Rencana (Kips)	Vn	ΦVn	Cek Geser	Ratio	Vub	ΦVn
		(in)	(in)	(in)				(Kips)	(Kips)			Kg	Kg
15	W12x19	221.620	12.2	0.235	51.91	ok	1.342	61.93	55.73	aman	0.02	610	25333.855
14	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	9.617	105.41	94.87	aman	0.10	4371.3636	43121.455
13	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	9.469	105.41	94.87	aman	0.10	4304.0909	43121.455
12	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	9.492	105.41	94.87	aman	0.10	4314.5455	43121.455
11	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	9.572	105.41	94.87	aman	0.10	4350.9091	43121.455
10	W16X40	220.220	16	0.305	52.46	ok	9.530	105.41	94.87	aman	0.10	4331.8182	43121.455
9	W16X40	220.220	16	0.305	52.46	ok	9.593	105.41	94.87	aman	0.10	4360.4545	43121.455
8	W16X40	220.220	16	0.305	52.46	ok	9.673	105.41	94.87	aman	0.10	4396.8182	43121.455
7	W16X40	220.220	16	0.305	52.46	ok	9.713	105.41	94.87	aman	0.10	4415	43121.455
6	W16X40	220.220	16	0.305	52.46	ok	9.753	105.41	94.87	aman	0.10	4433.1818	43121.455
5	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	9.741	105.41	94.87	aman	0.10	4427.7273	43121.455
4	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	9.741	105.41	94.87	aman	0.10	4427.7273	43121.455
3	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	9.781	105.41	94.87	aman	0.10	4445.9091	43121.455
2	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	9.781	105.41	94.87	aman	0.10	4445.9091	43121.455
1	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	9.741	105.41	94.87	aman	0.10	4427.7273	43121.455

Desain Geser Balok B4

Lantai	Profil	Ln (in)	db (in)	tw (in)	db/tw	Cek Rasio db/tw	Vu Rencana (Kips)	Vn (Kips)	ΦVn (Kips)	Cek Geser	Ratio	Vub Kg	ΦVn Kg
15	W12x26	340.031	12.2	0.23	53.04	ok	8.655	60.61	54.55	aman	0.16	3934.0909	24794.836
14	W21X50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	30.928	170.73	153.65	aman	0.20	14058.182	69842.618
13	W21X50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	30.667	170.73	153.65	aman	0.20	13939.545	69842.618
12	W21X50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	31.815	170.73	153.65	aman	0.21	14461.364	69842.618
11	W21X50	340.031	20.8	0.38	54.74	ok	32.597	170.73	153.65	aman	0.21	14816.818	69842.618
10	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	33.499	170.73	153.65	aman	0.22	15226.818	69842.618
9	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	34.168	170.73	153.65	aman	0.22	15530.909	69842.618
8	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	34.728	170.73	153.65	aman	0.23	15785.455	69842.618
7	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	35.254	170.73	153.65	aman	0.23	16024.545	69842.618
6	W21X50	337.581	20.8	0.38	54.74	ok	35.546	170.73	153.65	aman	0.23	16157.273	69842.618
5	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	35.190	170.73	153.65	aman	0.23	15995.455	69842.618
4	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	35.523	170.73	153.65	aman	0.23	16146.818	69842.618
3	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	35.414	170.73	153.65	aman	0.23	16097.273	69842.618
2	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	35.338	170.73	153.65	aman	0.23	16062.727	69842.618
1	W21X50	337.031	20.8	0.38	54.74	ok	33.933	170.73	153.65	aman	0.22	15424.091	69842.618

Desain Geser Balok B5

Lantai	Profil	Ln (in)	db (in)	tw (in)	db/tw	Cek Rasio db/tw	Vu Rencana (Kips)	Vn (Kips)	ΦVn (Kips)	Cek Geser	Ratio	Vub Kg	ΦVn Kg
15	W12x26	221.920	12.2	0.23	53.04	ok	5.812	60.61	54.55	aman	0.11	2641.8182	24794.836
14	W16X40	221.920	16	0.305	52.46	ok	18.816	105.41	94.87	aman	0.20	8552.7273	43121.455
13	W16X40	221.920	16	0.305	52.46	ok	18.628	105.41	94.87	aman	0.20	8467.2727	43121.455
12	W16X40	221.920	16	0.305	52.46	ok	19.657	105.41	94.87	aman	0.21	8935	43121.455
11	W16X40	221.920	16	0.305	52.46	ok	20.417	105.41	94.87	aman	0.22	9280.4545	43121.455
10	W16X40	219.120	16	0.305	52.46	ok	21.259	105.41	94.87	aman	0.22	9663.1818	43121.455

9	W16X40	219.120	16	0.305	52.46	ok	21.807	105.41	94.87	aman	0.23	9912.2727	43121.455
8	W16X40	219.120	16	0.305	52.46	ok	22.384	105.41	94.87	aman	0.24	10174.545	43121.455
7	W16X40	219.120	16	0.305	52.46	ok	22.824	105.41	94.87	aman	0.24	10374.545	43121.455
6	W16X40	219.120	16	0.305	52.46	ok	23.156	105.41	94.87	aman	0.24	10525.455	43121.455
5	W16X40	218.720	16	0.305	52.46	ok	23.224	105.41	94.87	aman	0.24	10556.364	43121.455
4	W16X40	218.720	16	0.305	52.46	ok	23.224	105.41	94.87	aman	0.24	10556.364	43121.455
3	W16X40	218.720	16	0.305	52.46	ok	23.224	105.41	94.87	aman	0.24	10556.364	43121.455
2	W16X40	218.720	16	0.305	52.46	ok	23.144	105.41	94.87	aman	0.24	10520	43121.455
1	W16X40	218.720	16	0.305	52.46	ok	21.881	105.41	94.87	aman	0.23	9945.9091	43121.455

Desain Geser Balok B6

Lantai	Profil	Ln	db	tw	db/tw	Cek Rasio db/tw	Vu Rencana (Kips)	Vn	ΦVn	Cek Geser	Ratio	Vub	ΦVn
		(in)	(in)	(in)				(Kips)	(Kips)			Kg	Kg
15	W12x26	221.620	12.2	0.23	53.04	ok	4.249	60.61	54.55	aman	0.08	1931.3636	24794.836
14	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	16.414	105.41	94.87	aman	0.17	7460.9091	43121.455
13	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	16.556	105.41	94.87	aman	0.17	7525.4545	43121.455
12	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	16.716	105.41	94.87	aman	0.18	7598.1818	43121.455
11	W16X40	221.620	16	0.305	52.46	ok	16.784	105.41	94.87	aman	0.18	7629.0909	43121.455
10	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	16.856	105.41	94.87	aman	0.18	7661.8182	43121.455
9	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	17.096	105.41	94.87	aman	0.18	7770.9091	43121.455
8	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	16.976	105.41	94.87	aman	0.18	7716.3636	43121.455
7	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	16.851	105.41	94.87	aman	0.18	7659.5455	43121.455
6	W16X40	220.020	16	0.305	52.46	ok	16.559	105.41	94.87	aman	0.17	7526.8182	43121.455
5	W16X40	219.820	16	0.305	52.46	ok	16.159	105.41	94.87	aman	0.17	7345	43121.455
4	W16X40	219.820	16	0.305	52.46	ok	15.714	105.41	94.87	aman	0.17	7142.7273	43121.455
3	W16X40	219.820	16	0.305	52.46	ok	15.114	105.41	94.87	aman	0.16	6870	43121.455
2	W16X40	219.820	16	0.305	52.46	ok	14.366	105.41	94.87	aman	0.15	6530	43121.455
1	W16X40	219.820	16	0.305	52.46	ok	13.326	105.41	94.87	aman	0.14	6057.2727	43121.455

Tabel Rencana Momen Balok Struktur 3 Tangga

Balok B4 portal F								Balok B3 Portal 4							
Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai	Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai
			1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E							1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E			
			Kip-in	Kip-in							Kip-in	Kip-in			
15	Tepi kiri	0	-857.04	-453.22	969.041	2.90	2.30	15	Tepi kiri	0	-102.03	-71.12	102.026	2.83	2.30
	1/4 L	88.5825	172.29	144.66					1/4 L	59.055	12.71	4.14			
	1/2 L	177.165	501.03	307.81					1/2 L	118.11	56.28	35.08			
	3/4 L	265.7475	116.28	28.67					3/4 L	177.165	15.76	14.15			
	Tepi Kanan	354.33	-969.04	-685.20					Tepi Kanan	236.22	-95.93	-51.09			
14	Tepi kiri	0	-2491.15	-1525.39	2683.718	2.52	2.30	14	Tepi kiri	0	-514.89	-432.75	514.893	2.55	2.30
	1/4 L	88.5825	598.37	490.60					1/4 L	59.055	65.26	45.10			
	1/2 L	177.165	1606.58	1089.87					1/2 L	118.11	275.33	219.99			
	3/4 L	265.7475	502.09	254.46					3/4 L	177.165	83.93	73.97			
	Tepi Kanan	354.33	-2683.72	-1997.66					Tepi Kanan	236.22	-477.56	-375.01			
13	Tepi kiri	0	-2512.29	-1576.29	2696.305	2.55	2.30	13	Tepi kiri	0	-513.81	-428.30	513.81	2.55	2.30
	1/4 L	88.5825	579.38	458.62					1/4 L	59.055	65.69	47.37			
	1/2 L	177.165	1589.72	1076.82					1/2 L	118.11	275.10	220.09			
	3/4 L	265.7475	487.37	260.35					3/4 L	177.165	83.04	71.89			
	Tepi Kanan	354.33	-2696.31	-1972.84					Tepi Kanan	236.22	-479.11	-379.26			
12	Tepi kiri	0	-2539.14	-1552.82	2669.554	2.54	2.30	12	Tepi kiri	0	-512.82	-429.59	512.822	2.55	2.30
	1/4 L	88.5825	565.92	469.94					1/4 L	59.055	65.87	46.46			
	1/2 L	177.165	1589.67	1076.00					1/2 L	118.11	274.47	219.55			
	3/4 L	265.7475	500.72	247.38					3/4 L	177.165	81.60	71.74			
	Tepi Kanan	354.33	-2669.55	-1997.96					Tepi Kanan	236.22	-481.36	-379.03			
11	Tepi kiri	0	-2562.36	-1539.86	2609.247	2.49	2.30	11	Tepi kiri	0	-512.13	-431.42	512.129	2.55	2.30
	1/4 L	88.5825	563.58	482.03					1/4 L	59.055	65.79	45.21			

	1/2 L	177.165	1608.21	1087.21					1/2 L	118.11	273.63	218.89			
	3/4 L	265.7475	540.14	257.72					3/4 L	177.165	80.00	71.66			
	Tepi Kanan	354.33	-2609.25	-1988.49					Tepi Kanan	236.22	-483.72	-378.52			
10	Tepi kiri	0	-2613.63	-1548.37	2763.708	2.70	2.30	10	Tepi kiri	0	-510.06	-432.88	510.055	2.57	2.30
	1/4 L	88.5825	486.52	444.53					1/4 L	59.055	65.07	43.25			
	1/2 L	177.165	1505.35	1020.71					1/2 L	118.11	270.12	216.44			
	3/4 L	265.7475	411.48	162.23					3/4 L	177.165	73.69	68.71			
	Tepi Kanan	354.33	-2763.71	-2112.98					Tepi Kanan	236.22	-492.82	-381.98			
9	Tepi kiri	0	-2621.55	-1535.55	2834.906	2.78	2.30	9	Tepi kiri	0	-507.64	-433.42	507.64	2.59	2.30
	1/4 L	88.5825	462.78	438.17					1/4 L	59.055	65.09	42.11			
	1/2 L	177.165	1465.79	995.18					1/2 L	118.11	267.73	214.68			
	3/4 L	265.7475	356.10	117.51					3/4 L	177.165	68.91	66.34			
	Tepi Kanan	354.33	-2834.91	-2176.87					Tepi Kanan	236.22	-500.01	-384.95			
8	Tepi kiri	0	-2636.69	-1524.51	2803.659	2.76	2.30	8	Tepi kiri	0	-507.82	-435.55	507.821	2.59	2.30
	1/4 L	88.5825	459.23	446.25					1/4 L	59.055	64.98	41.02			
	1/2 L	177.165	1473.84	1000.28					1/2 L	118.11	267.70	214.64			
	3/4 L	265.7475	375.75	119.64					3/4 L	177.165	68.95	67.34			
	Tepi Kanan	354.33	-2803.66	-2177.71					Tepi Kanan	236.22	-499.89	-382.91			
7	Tepi kiri	0	-2651.79	-1516.91	2792.528	2.76	2.30	7	Tepi kiri	0	-507.58	-436.67	507.582	2.59	2.30
	1/4 L	88.5825	450.69	449.36					1/4 L	88.5825	64.86	40.28			
	1/2 L	177.165	1471.86	998.91					1/2 L	177.165	267.21	214.27			
	3/4 L	265.7475	380.32	113.79					3/4 L	265.7475	68.09	67.36			
	Tepi Kanan	354.33	-2792.53	-2188.04					Tepi Kanan	354.33	-501.12	-382.51			
6	Tepi kiri	0	-2669.53	-1516.80	2770.966	2.74	2.30	6	Tepi kiri	0	-507.42	-437.45	507.424	2.59	2.30
	1/4 L	88.5825	442.78	450.06					1/4 L	59.055	64.72	39.72			
	1/2 L	177.165	1473.77	1000.20					1/2 L	118.11	266.77	213.94			
	3/4 L	265.7475	392.06	115.67					3/4 L	177.165	67.36	67.25			

	Tepi Kanan	354.33	-2770.97	-2185.58					Tepi Kanan	236.22	-502.14	-382.40			
5	Tepi kiri	0	-2679.80	-1520.58	2776.996	2.76	2.30	5	Tepi kiri	0	-506.56	-437.19	506.555	2.60	2.30
	1/4 L	88.5825	433.57	445.29					1/4 L	59.055	64.73	39.54			
	1/2 L	177.165	1465.62	994.44					1/2 L	118.11	265.92	213.31			
	3/4 L	265.7475	384.97	108.92					3/4 L	177.165	65.65	66.17			
	Tepi Kanan	354.33	-2777.00	-2193.32					Tepi Kanan	236.22	-504.71	-383.93			
4	Tepi kiri	0	-2698.75	-1533.01	2771.474	2.77	2.30	4	Tepi kiri	0	-505.97	-437.01	506.407	2.60	2.30
	1/4 L	88.5825	420.74	436.68					1/4 L	59.055	64.74	39.42			
	1/2 L	177.165	1458.91	989.66					1/2 L	118.11	265.37	212.90			
	3/4 L	265.7475	384.37	107.97					3/4 L	177.165	64.52	65.47			
	Tepi Kanan	354.33	-2771.47	-2190.44					Tepi Kanan	236.22	-506.41	-384.92			
3	Tepi kiri	0	-2726.98	-1552.01	2739.441	2.75	2.30	3	Tepi kiri	0	-505.77	-437.13	507.406	2.61	2.30
	1/4 L	88.5825	407.57	427.85					1/4 L	59.055	64.65	39.21			
	1/2 L	177.165	1460.80	991.00					1/2 L	118.11	264.97	212.60			
	3/4 L	265.7475	401.34	119.47					3/4 L	177.165	63.83	65.07			
	Tepi Kanan	354.33	-2739.44	-2168.78					Tepi Kanan	236.22	-507.41	-385.41			
2	Tepi kiri	0	-2756.83	-1573.26	2756.83	2.76	2.30	2	Tepi kiri	0	-505.24	-436.49	508.715	2.61	2.30
	1/4 L	88.5825	391.07	416.15					1/4 L	59.055	64.71	39.39			
	1/2 L	177.165	1457.65	988.85					1/2 L	118.11	264.58	212.31			
	3/4 L	265.7475	411.54	126.88					3/4 L	177.165	62.97	64.33			
	Tepi Kanan	354.33	-2715.90	-2151.82					Tepi Kanan	236.22	-508.72	-386.62			
1	Tepi kiri	0	-2792.66	-1643.44	2792.655	2.76	2.30	1	Tepi kiri	0	-506.42	-435.61	508.856	2.62	2.30
	1/4 L	88.5825	380.16	385.83					1/4 L	59.055	63.79	39.57			
	1/2 L	177.165	1471.66	998.38					1/2 L	118.11	263.92	211.80			
	3/4 L	265.7475	450.46	176.26					3/4 L	177.165	62.57	63.12			
	Tepi Kanan	354.33	-2652.06	-2062.58					Tepi Kanan	236.22	-508.86	-388.52			

Balok B2 Portal H								Balok B1 portal H							
Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai	Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai
			1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E							1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E			
			Kip-in	Kip-in							Kip-in	Kip-in			
15	Tepi kiri	0	-144.27	3.21	247.302	2.28	2.28	15	Tepi kiri	0	-425.468	-212.002	511.647	3.01	2.30
	1/4 L	59.055	30.97	67.93					1/4 L	88.5825	86.046	78.972			
	1/2 L	118.11	145.48	93.42					1/2 L	177.165	244.34	149.645			
	3/4 L	177.165	-20.55	-54.23					3/4 L	265.7475	42.957	-3.754			
	Tepi Kanan	236.22	-247.30	-241.12					Tepi Kanan	354.33	-511.647	-377.453			
14	Tepi kiri	0	-641.40	-432.01	812.203	2.79	2.30	14	Tepi kiri	0	-1497.2	-961.911	1748.4	2.55	2.30
	1/4 L	59.055	76.76	80.85					1/4 L	88.5825	371.159	348.086			
	1/2 L	118.11	461.09	313.59					1/2 L	177.165	957.309	708.174			
	3/4 L	177.165	-8.65	-39.21					3/4 L	265.7475	245.559	109.375			
	Tepi Kanan	236.22	-812.20	-672.13					Tepi Kanan	354.33	-1748.401	-1439.334			
13	Tepi kiri	0	-644.89	-419.23	803.276	2.73	2.30	13	Tepi kiri	0	-1509.388	-1005.018	1761.37	2.59	2.30
	1/4 L	59.055	76.38	92.57					1/4 L	88.5825	358.777	320.389			
	1/2 L	118.11	463.81	324.25					1/2 L	177.165	944.732	695.887			
	3/4 L	177.165	-2.82	-29.61					3/4 L	265.7475	232.786	112.497			
	Tepi Kanan	236.22	-803.28	-663.59					Tepi Kanan	354.33	-1761.369	-1420.801			
12	Tepi kiri	0	-650.85	-409.78	798.255	2.71	2.30	12	Tepi kiri	0	-1525.82	-975.608	1743.34	2.58	2.30
	1/4 L	59.055	73.16	96.52					1/4 L	88.5825	350.961	335.398			
	1/2 L	118.11	463.34	322.70					1/2 L	177.165	945.533	696.496			
	3/4 L	177.165	-0.55	-36.66					3/4 L	265.7475	242.204	98.707			
	Tepi Kanan	236.22	-798.26	-676.14					Tepi Kanan	354.33	-1743.335	-1448.992			
11	Tepi kiri	0	-656.69	-400.26	796.59	2.68	2.30	11	Tepi kiri	0	-1544.975	-960.37	1705.14	2.53	2.30
	1/4 L	59.055	69.20	100.78					1/4 L	88.5825	346.144	346.098			

	1/2 L	118.11	461.26	321.69					1/2 L	177.165	955.053	702.656			
	3/4 L	177.165	-0.76	-42.94					3/4 L	265.7475	266.061	100.328			
	Tepi Kanan	236.22	-796.59	-687.68					Tepi Kanan	354.33	-1705.14	-1451.91			
10	Tepi kiri	0	-648.71	-416.19	782.13	2.70	2.30	10	Tepi kiri	0	-1532.283	-937.209	1818.99	2.73	2.30
	1/4 L	59.055	78.80	93.33					1/4 L	88.5825	327.2	339.807			
	1/2 L	118.11	472.47	322.73					1/2 L	177.165	904.474	666.914			
	3/4 L	177.165	12.08	-33.42					3/4 L	265.7475	183.847	35.134			
	Tepi Kanan	236.22	-782.13	-669.68					Tepi Kanan	354.33	-1818.99	-1546.555			
9	Tepi kiri	0	-646.53	-380.56	775.411	2.60	2.30	9	Tepi kiri	0	-1538.795	-932.663	1846.28	2.79	2.30
	1/4 L	59.055	82.11	116.73					1/4 L	88.5825	315.495	335.791			
	1/2 L	118.11	476.92	333.90					1/2 L	177.165	887.575	654.336			
	3/4 L	177.165	17.67	-34.47					3/4 L	265.7475	161.754	13.994			
	Tepi Kanan	236.22	-775.41	-682.96					Tepi Kanan	354.33	-1846.276	-1576.257			
8	Tepi kiri	0	-652.04	-376.60	771.234	2.59	2.30	8	Tepi kiri	0	-1558.231	-926.772	1819.53	2.76	2.30
	1/4 L	59.055	79.02	118.46					1/4 L	88.5825	307.604	339.999			
	1/2 L	118.11	476.26	333.39					1/2 L	177.165	891.229	656.861			
	3/4 L	177.165	19.42	-37.22					3/4 L	265.7475	176.953	14.836			
	Tepi Kanan	236.22	-771.23	-687.94					Tepi Kanan	354.33	-1819.532	-1577.098			
7	Tepi kiri	0	-658.90	-374.95	764.626	2.57	2.30	7	Tepi kiri	0	-1577.231	-925.012	1801.96	2.75	2.30
	1/4 L	88.5825	75.53	119.33					1/4 L	88.5825	297.746	340.569			
	1/2 L	177.165	476.13	333.49					1/2 L	177.165	890.513	656.241			
	3/4 L	265.7475	22.66	-37.89					3/4 L	265.7475	185.38	13.026			
	Tepi Kanan	354.33	-764.63	-689.40					Tepi Kanan	354.33	-1801.963	-1580.099			
6	Tepi kiri	0	-666.33	-375.70	758.102	2.56	2.30	6	Tepi kiri	0	-1597.819	-929.119	1779.67	2.73	2.30
	1/4 L	59.055	71.58	118.94					1/4 L	88.5825	287.878	338.731			

	1/2 L	118.11	475.68	333.46					1/2 L	177.165	891.366	656.671			
	3/4 L	177.165	25.70	-37.57					3/4 L	265.7475	196.954	15.725			
	Tepi Kanan	236.22	-758.10	-688.71					Tepi Kanan	354.33	-1779.669	-1575.13			
5	Tepi kiri	0	-672.98	-389.38	749.339	2.58	2.30	5	Tepi kiri	0	-1622.914	-944.211	1759.81	2.72	2.30
	1/4 L	59.055	68.79	111.29					1/4 L	88.5825	274.021	330.484			
	1/2 L	118.11	476.73	331.84					1/2 L	177.165	888.747	655.27			
	3/4 L	177.165	30.61	-33.15					3/4 L	265.7475	205.572	21.168			
	Tepi Kanan	236.22	-749.34	-678.26					Tepi Kanan	354.33	-1759.813	-1562.842			
4	Tepi kiri	0	-680.65	-385.22	740.295	2.55	2.30	4	Tepi kiri	0	-1643.987	-958.8	1743.27	2.72	2.30
	1/4 L	59.055	65.30	115.00					1/4 L	88.5825	262.351	322.512			
	1/2 L	118.11	477.42	335.09					1/2 L	177.165	886.48	653.915			
	3/4 L	177.165	35.47	-30.36					3/4 L	265.7475	212.708	26.431			
	Tepi Kanan	236.22	-740.30	-675.93					Tepi Kanan	354.33	-1743.273	-1550.962			
3	Tepi kiri	0	-689.75	-392.38	731.918	2.55	2.30	3	Tepi kiri	0	-1664.654	-972.519	1720.91	2.70	2.30
	1/4 L	59.055	60.57	111.36					1/4 L	88.5825	252.442	315.933			
	1/2 L	118.11	477.06	334.98					1/2 L	177.165	887.327	654.476			
	3/4 L	177.165	39.48	-26.95					3/4 L	265.7475	224.312	34.132			
	Tepi Kanan	236.22	-731.92	-668.99					Tepi Kanan	354.33	-1720.912	-1536.121			
2	Tepi kiri	0	-700.60	-401.72	721.02	2.55	2.30	2	Tepi kiri	0	-1687.773	-989.022	1700.29	2.69	2.30
	1/4 L	59.055	55.16	106.73					1/4 L	88.5825	240.258	307.244			
	1/2 L	118.11	477.08	335.05					1/2 L	177.165	886.079	653.601			
	3/4 L	177.165	44.94	-22.16					3/4 L	265.7475	234	41.071			
	Tepi Kanan	236.22	-721.02	-659.50					Tepi Kanan	354.33	-1700.289	-1521.368			
1	Tepi kiri	0	-711.15	-416.67	712.729	2.57	2.30	1	Tepi kiri	0	-1713.945	-1045.746	1713.95	2.68	2.30
	1/4 L	59.055	49.31	100.37					1/4 L	88.5825	230.34	281.19			

	1/2 L	118.11	475.95	337.28				1/2 L	177.165	892.415	658.216			
	3/4 L	177.165	48.52	-11.34				3/4 L	265.7475	256.59	76.356			
	Tepi Kanan	236.22	-712.73	-640.09				Tepi Kanan	354.33	-1661.445	-1455.414			

Balok B2 Portal H								Balok B1 portal H							
Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai	Lantai	Lokasi (in)		Momen Kombinasi		Mub	Cb	Cbpakai
			1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E							1,6DL+1,2VL	1,2DL+0,5VL+E			
			Kip-in	Kip-in							Kip-in	Kip-in			
15	Tepi kiri	0	-144.27	3.21	247.302	2.28	2.28	15	Tepi kiri	0	-425.458	-212.002	511.647	3.01	2.30
	1/4 L	59.055	30.97	67.93					1/4 L	88.5825	86.046	78.972			
	1/2 L	118.11	145.48	93.42					1/2 L	177.165	244.34	149.645			
	3/4 L	177.165	-20.55	-54.23					3/4 L	265.7475	42.957	-3.754			
	Tepi Kanan	236.22	-247.30	-241.12					Tepi Kanan	354.33	-511.647	-377.453			
14	Tepi kiri	0	-641.40	-432.01	812.203	2.79	2.30	14	Tepi kiri	0	-1497.2	-961.911	1748.4	2.55	2.30
	1/4 L	59.055	76.76	80.85					1/4 L	88.5825	371.159	348.086			
	1/2 L	118.11	461.09	313.59					1/2 L	177.165	957.309	708.174			
	3/4 L	177.165	-8.65	-39.21					3/4 L	265.7475	245.559	109.375			
	Tepi Kanan	236.22	-812.20	-672.13					Tepi Kanan	354.33	-1748.401	-1439.334			
13	Tepi kiri	0	-644.89	-419.23	803.276	2.73	2.30	13	Tepi kiri	0	-1509.388	-1005.018	1761.37	2.59	2.30
	1/4 L	59.055	76.38	92.57					1/4 L	88.5825	358.777	320.389			
	1/2 L	118.11	463.81	324.25					1/2 L	177.165	944.732	695.887			
	3/4 L	177.165	-2.82	-29.61					3/4 L	265.7475	232.786	112.497			
	Tepi Kanan	236.22	-803.28	-663.59					Tepi Kanan	354.33	-1761.369	-1420.801			
12	Tepi kiri	0	-650.85	-409.78	798.255	2.71	2.30	12	Tepi kiri	0	-1525.82	-975.608	1743.34	2.58	2.30
	1/4 L	59.055	73.16	96.52					1/4 L	88.5825	350.961	335.398			
	1/2 L	118.11	463.34	322.70					1/2 L	177.165	945.533	696.496			