HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

INVESTIGASI PENGARUH BEBAN DINAMIS TERHADAP KOLOM BAJA PADA *BRACED MULTI-STOREY STEEL FRAME* (ANALISIS & DISAIN)

The Investigation of Dynamic Load Effect to Steel Columns for Braced Multi-storey Steel Frame (Analysis & Design)

Disusun Oleh:

Hernantyo Ardi Arthanto
No. Mhs. 98511122

M a m i n g
No. Mhs. 98511270

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

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

Tanggal: 10/7/03

Ir. Fatkhurrohman N., M.T.
Dosen Pembimbing II

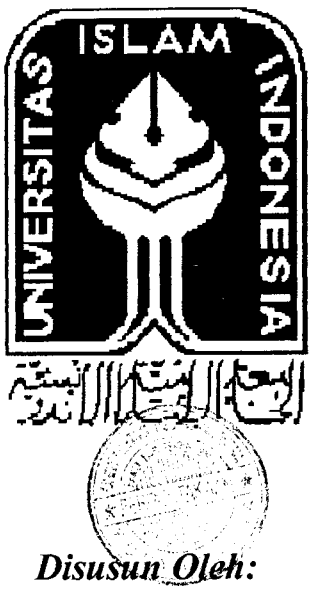
Tanggal:

PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 09 06 03
NO. JUDUL : 000636
NO. INV. :
NO. PRIOR. : 5120000636001

TUGAS AKHIR

INVESTIGASI PENGARUH BEBAN DINAMIS TERHADAP KOLOM BAJA PADA *BRACED MULTI-STOREY STEEL FRAME* (ANALISIS & DISAIN)

The Investigation of Dynamic Load Effect to Steel Columns for Braced Multi-storey Steel Frame (Analysis & Design)



Disusun Oleh:

Hernantyo Ardi Arthanto
No. Mhs. 98511122

M a m i n g
No. Mhs. 98511270

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2003

PERPUSTAKAAN FTSP UII
Hadiah/Beli
Terima Tgl :
No. Inv. :
No. Prior. :

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya. Tak lupa shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, keluarga, para sahabat, dan para pengikutnya. Karena keridhoan-Nya, penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Investigasi Pengaruh Beban Dinamis Terhadap Kolom Baja Pada *Braced Multi-storey Steel Frame* (Analisis & Disain).**

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk menyelesaikan pendidikan jenjang Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Selanjutnya, izinkanlah penyusun mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang telah membimbing dan membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih tersebut penyusun sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I dan Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL..... i

HALAMAN PENGESAHAN..... ii

KATA PENGANTAR..... iii

DAFTAR ISI..... v

DAFTAR TABEL..... x

DAFTAR GAMBAR..... xiii

DAFTAR LAMPIRAN..... xvii

DAFTAR NOTASI..... xix

ABSTRAKSI..... xxiv

BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1 Latar Belakang..... 1

1.2 Batasan Masalah..... 3

1.3 Tujuan Penelitian..... 3

1.4 Manfaat Penelitian..... 3

1.5 Lingkup Penelitian..... 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 6

2.1Pendahuluan..... 6

(SRBKK)..... 52

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN..... 56

4.1 Metode Penelitian..... 56

4.2 Data Struktur, Bahan, dan Pembebanan..... 57

4.3 Prosedur Penelitian..... 57

4.4 Waktu Penelitian..... 60

BAB V HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN..... 61

5.1 Pendahuluan..... 61

5.2 Pembebanan Struktur Untuk Analisis Numeris..... 62

5.3 Evaluasi Hasil Analisis..... 62

5.3.1 Normalisasi Momen (Dinamik Terhadap Statik)..... 62

5.3.2 Analisis Regresi Linear Untuk Masing-masing Variasi Tingkat Struktur..... 68

5.4 Pembahasan..... 77

5.4.1 Selimut Momen Kolom *Unbraced Steel Frame* dan *Braced Steel Frame*..... 77

5.4.2 Korelasi Energi Statik dan Dnamik..... 82

5.5 Analisis DMF Untuk Model Portal Kombinasi *Unbraced Steel Frame* dan *Braced Steel Frame*..... 92

BAB VI APLIKASI DISAIN..... 95

6.1 Pendahuluan..... 95

6.2 Pembebanan Struktur..... 97
6.2.1 Rencana Penempatan Elemen Struktur..... 97
6.2.2 Pembebanan Lantai dan Berat Total Struktur..... 100
6.2.3 Perhitungan Gaya Geser Dasar Akibat Gempa dan Distribusinya ke Sepanjang Tinggi Gedung..... 109
6.2.4 Perhitungan Beban Gravitasi..... 115
6.3 Perencanaan Balok Portal..... 117
6.3.1 Momen Rencana Balok, $M_{u,b}$..... 117
6.3.2 Redistribusi Momen Balok..... 117
6.3.3 Kuat Lentur Nominal Balok Portal..... 121
6.3.4 Gaya Geser Rencana Balok..... 125
6.3.5 Kuat Geser Nominal Balok Portal..... 126
6.4 Perencanaan kolom Portal..... 127
6.4.1 Momen Rencana Kolom Portal..... 128
6.4.2 Gaya Aksial Rencana Kolom..... 129
6.4.3 Gaya Geser Rencana Kolom..... 130
6.4.4 Perencanaan Kolom Terhadap Momen Lentur dan Gaya Aksial Rencana..... 132
6.4.5 Perencanaan Kolom Terhadap Geser..... 136
6.4.6 Kontrol *Strong Column Weak Beam*..... 137
6.5 Perencanaan *Bracing*..... 138

6.5.1 Perencanaan *Bracing* Terhadap gaya Aksial Tekan..... 138

6.5.2 Perencanaan *Bracing* Terhadap Gaya Aksial Tarik..... 140

6.6 Perencanaan Balok Anak..... 140

6.6.1 Perhitungan Properti Elastis Penampang Komposit..... 141

6.6.2 Pembebanan dan Gaya Dalam Penampang Komposit..... 144

6.6.3 Kapasitas Lentur Nominal Balok Komposit..... 145

6.6.4 Kontrol Terhadap Lendutan..... 147

6.6.5 Perencanaan Konektor Geser..... 147

6.6.6 Kapasitas Geser Nominal Balok..... 148

6.7 Pendetailan Khusus pada SRPMK..... 149

6.7.1 Sambungan Balok-ke-Kolom..... 149

6.7.2 Perencanaan Daerah Panel Zone..... 159

6.7.3 Sambungan Kolom..... 164

6.8 Pendetailan Khusus pada SRBKK..... 167

6.9 Perencanaan Pelat Dasar Kolom..... 179

6.10 Perencanaan Pedestal (Kaki Kolom) dan Pile Cap..... 186

6.11 Kekakuan Tingkat Struktur Portal..... 207

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN..... 211

7.1 Kesimpulan..... 211

7.2 Saran..... 212

DAFTAR PUSTAKA..... 213

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Rencana Jadwal Tugas Akhir..... 60

Tabel 5.3.1 FaktorPembesaran momen kolom portal baja 5 lantai..... 62

Tabel 5.3.2 FaktorPembesaran momen kolom portal baja 7 lantai..... 63

Tabel 5.3.3 FaktorPembesaran momen kolom portal baja 10 lantai..... 63

Tabel 5.3.4 FaktorPembesaran momen kolom portal baja 12 lantai..... 64

Tabel 5.3.5 FaktorPembesaran momen kolom portal baja 15 lantai..... 64

Tabel 5.3.6 FaktorPembesaran momen kolom portal baja 18 lantai..... 65

Tabel 5.3.7 FaktorPembesaran momen kolom portal baja 20 lantai..... 65

Tabel 5.3.8 Data analisis regresi linear struktur portal 5 lantai..... 68

Tabel 5.3.9 Data analisis regresi linear struktur portal 7 lantai..... 68

Tabel 5.3.10 Data analisis regresi linear struktur portal 10 lantai..... 69

Tabel 5.3.11 Data analisis regresi linear struktur portal 12 lantai..... 69

Tabel 5.3.12 Data analisis regresi linear struktur portal 15 lantai..... 70

Tabel 5.3.13 Data analisis regresi linear struktur portal 18 lantai..... 70

Tabel 5.3.14 Data analisis regresi linear struktur portal 20 lantai..... 71

Tabel 5.3.15 Hasil analisis regresi linear portal baja, $y = ax + b$..... 72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Jenis-jenis pengekang..... 13

Gambar 3.2b Koefisien gempa dasar (C) untuik wil. Gempa 2 (menurut PPTGIUG 1983)..... 16

Gambar 3.2b Koefisien gempa dasar (C) untuik wil. Gempa 5 (menurut rancangan SNI PPTGIUG 1998)..... 16

Gambar 3.3 Perbandingan pola momen kolom akibat beban statik lateral dan beban dinamis..... 21

Gambar 3.4a Superposisi momen kolom akibat beban dinamis dan statik..... 22

Gambar 3.4b Penyederhanaan pembesaran momen (Scarlat, 1996)..... 22

Gambar 3.5 Penampang dan variabel profil I..... 26

Gambar 3.6 Kekuatan nominal Mn melawan rasio kelangsingan umum (λ) untuk keadaaan tekuk lokal flens, tekuk lokal badan..... 28

Gambar 3.7 Kekuatan nominal Mn dari penampang "kompak" yang dipengaruhi oleh tekuk torsi-lateral..... 29

Gambar 3.8 Nilai k_c untuk kondisi kolom ideal..... 31

Gambar 3.9 Nilai *kc* untuk komponen struktur tak bergoyang dan bergoyang... 33

Gambar 3.10 Mekanisme keruntuhan struktur..... 37

tingkat 15, 18, dan 20..... 86

Gambar 5.8a Korelasi energi statik dan dinamik struktur *braced steel frame* tingkat 5, 7, 10, dan 12..... 89

Gambar 5.8b Korelasi energi statik dan dinamik struktur *braced steel frame* tingkat 15, 18, dan 20..... 90

Gambar 5.9 Model portal kombinasi 2OF + BF..... 92

Gambar 5.10 Perbandingan nilai DMF antara portal tunggal dengan portal kombinasi dalam bentuk korelasi energi statik dan dinamik untuk kolom tengah..... 93

Gambar 6.1a Denah struktur baja 12 lantai..... 96

Gambar 6.1b Model 3-D struktur USF..... 96

Gambar 6.1c Model 3-D struktur BSF..... 97

Gambar 6.2a Potongan portal B struktur USF..... 98

Gambar 6.2b Potongan portal B struktur BSF..... 99

Gambar 6.3 Pembagian pembebanan pada portal B..... 100

Gambar 6.4 Beban trapezoidal dan segitiga yang bekerja pada balok..... 115

Gambar 6.5 Redistribusi momen balok lantai 2..... 118

Gambar 6.6 Hasil redistribusi momen balok tepi kiri lantai 2..... 119

Gambar 6.7 Hasil redistribusi momen balok tengah lantai 2..... 120

Gambar 6.8 Hasil redistribusi momen balok tepi kanan lantai 2..... 121

Gambar 6.9 Penampang komposit balok anak bentang 7 m..... 142

Gambar 6.10 Penampang komposit balok anak bentang 4 m 143

Gambar 6.11 Distribusi tegangan plastis penampang komposit (a < ts)..... 145

Gambar 6.12 Rencana penempatan stud geser..... 148

Gambar 6.13 Sambungan balok-ke-kolom..... 149

Gambar 6.14 Daerah panel..... 160

Gambar 6.15 Detail sambungan baut *flange plate* menahan momen..... 163

Gambar 6.16 Sambungan kolom-ke-kolom..... 164

Gambar 6.17 Sambungan *bracing*..... 168

Gambar 6.18 Detail sambungan *bracing*..... 179

Gambar 6.19 Analisis pelat dasar kolom..... 181

Gambar 6.20 Disain pelat dasar..... 183

Gambar 6.21 Penampang pedestal kolom..... 188

Gambar 6.22 Konfigurasi kelompok tiang pancang..... 190

Gambar 6.23 Reaksi tiang pancang akibat beban aksial dan momen..... 191

Gambar 6.24 Penampang kritis pile cap akibat geser..... 192

Gambar 6.25 Penampang kritis pile cap akibat momen..... 194

Gambar 6.26 Sketsa perencanaan tiang pancang..... 203

Gambar 6.27 Detail pedestal..... 204

Gambar 6.28 Detail *pile cap*..... 205

Gambar 6.29 Detail penulangan tiang pancang..... 206

Gambar 6.30 Grafik kekakuan tingkat *shear building* portal baja 12 lantai..... 209

DAFTAR LAMPIRAN

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

LAMPIRAN A: ANALISIS STRUKTUR

Tabel Profil-profil WF dan *Heavy Duty Column*..... A-1

Tabel Perhitungan Beban Statik Ekivalen Struktur *Unbraced Steel Frame* (USF) dan *Braced Steel Frame* (BSF)..... A-2

Tabel Output Momen Statik dan Dinamik..... A-3

Tabel Perhitungan Analisis DMF Portal Kombinasi *Unbraced Steel Frame* dan *Braced Steel Frame*..... A-4

LAMPIRAN B: DISAIN STRUKTUR *UNBRACED STEEL FRAME* (USF)

Tabel Momen Rencana Balok dan Redistribusi Momen..... B-1

Tabel Perhitungan Kuat Lentur Nominal Balok..... B-2

Tabel Gaya Geser Rencana pada Balok Portal..... B-3

Tabel Perencanaan Geser pada Balok Portal..... B-4

Tabel Momen Rencana Kolom, $M_{u,k}$ Portal Y-B (kNm)..... B-5

Tabel Gaya Aksial Rencana Kolom $N_{u,k}$..... B-6

Tabel Gaya Geser Rencana Kolom, $V_{u,k}$ Portal Y-B..... B-7

DAFTAR NOTASI

A_g adalah luas penampang kotor, mm^2

A_w adalah luas kotor pelat badan, mm^2

b_f adalah lebar sayap profil, mm

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

C_w adalah konstanta punter lengkung (*warping constant*), mm^6

C_b adalah faktor pengali momen,

D adalah beban mati,

d_f adalah tinggi penampang profil, mm

E adalah beban gempa,

E_h adalah pengaruh dari komponen horizontal gaya gempa,

E adalah modulus elastis baja, Mpa

f_y adalah tegangan leleh baja, Mpa

f_r adalah tegangan sisa, Mpa

F_{cr} adalah tegangan kritis penampang, Mpa

G adalah modulus elastis geser baja, Mpa

I adalah faktor keutamaan,

I_y adalah momen inersia sumbu-y, mm^4

J adalah konstanta puntiran, mm^3

K adalah faktor jenis konstruksi,

K_c adalah faktor panjang tekuk,

L adalah beban hidup,

L_b adalah panjang tanpa penopang lateral, mm

L_p adalah panjang penopang lateral maksimum, mm

L_r adalah panjang tanpa penopang lateral maksimum, mm

M_u adalah momen lentur terfaktor, Nmm

M_n adalah kuat nominal dari lentur penampang, Nmm

M_p adalah momen plastis, Nmm

Q_i adalah beban nominal,

R adalah faktor modifikasi respon, N

R_y adalah faktor modifikasi tegangan leleh, N

S_x adalah modulus section, mm^3

T_e adalah getar alami struktur empiris,

T_R adalah getar alami struktur rayleigh,

V adalah gaya gempa atau gaya geser dasar total, N

V_u adalah gaya geser terfaktor pada sendi plastis, N

V_n adalah kuat geser nominal pelat badan, N

V_g adalah gaya geser akibat beban gravitasi, N

$V_{u,k}$ adalah kuat geser rencana pada kolom, N

W_t adalah berat total bangunan kombinasi beban mati ditambah beban hidup yang direduksi,

W adalah beban angin,

Z_b adalah modulus plastis balok,

ABSTRAKSI

Akibat gempa statik dan dinamik, struktur akan mengalami respons struktur yang berbeda, terutama akibat higher mode effect akan mempengaruhi perubahan distribusi momen hasil analisis elastis akibat beban statik yang cukup besar. Agar struktur terlindungi, maka elemen struktur yang diharapkan tetap elastis pada saat terjadi gempa kuat harus dikalikan dengan faktor pembesaran dinamik (Dynamic Magnification Factor/DMF). Dengan demikian, struktur dengan perilaku kolom kuat balok lemah (strong column weak beam) akan tercapai.

Oleh karena itu, untuk mengetahui perbedaan antara momen kolom akibat beban statik dan dinamik dilakukanlah penelitian numeris ini. Penelitian ini menggunakan program aplikasi komputer dengan mensimulasikan beberapa model struktur yang dikehendaki. Model struktur tersebut meliputi struktur unbraced steel frame (USF) dan braced steel frame (BSF) dengan variasi tingkat masing-masing 20, 18, 15, 12, 10, 7, dan 5 lantai. Pembebanan menggunakan beban gempa statik ekivalen dan beban gempa dinamis riwayat waktu (Time History Analysis) El-Centro dan Koyna. Gempa Koyna hanya dipakai pada struktur BSF 7 dan 5 lantai, hal ini dikarenakan simpangan yang terjadi pada kondisi optimum bila dipakai gempa El-Centro, sehingga menyebabkan pembesaran momen yang terlalu besar dari seharusnya. Struktur dianggap berada di wilayah gempa 2 dengan kondisi tanah lunak.

Hasil penelitian numeris menunjukkan bahwa struktur bagian atas dituntut untuk tetap berperilaku elastis dengan kontribusi kekuatan yang lebih besar pula. Hal tersebut dapat dicapai dengan memberikan perlindungan berupa selimut momen kolom yang lebih besar. Oleh karena itu, untuk melindungi pembesaran momen dinamis akibat higher mode effect diusulkan suatu selimut momen (DMF). Nilai DMF struktur USF ternyata cenderung lebih besar daripada struktur BSF. DMF struktur BSF menunjukkan nilai pembesaran yang relatif lebih ekonomis, sehingga menunjukkan perilaku bahwa pemakaian bracing untuk tingkat tengah struktur bertingkat banyak lebih efektif.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan wilayah yang rawan gempa karena dilewati oleh dua jalur gempa dunia, yaitu *Circum Pacific Earthquake Belt* dan *Trans Asiatic Earthquake Belt*. Akibat adanya pertemuan dua jalur gempa dunia ini menyebabkan sebagian besar wilayah di Indonesia mempunyai risiko tinggi terhadap terjadinya gempa bumi sewaktu-waktu. Gempa bumi menimbulkan getaran yang sangat berpengaruh terhadap konstruksi bangunan, khususnya bangunan bertingkat banyak. Getaran gempa yang ditimbulkan memiliki kekuatan besar yang mampu merusakkan konstruksi suatu bangunan.

Untuk menghadapi permasalahan akibat getaran gempa maka diperlukan suatu perencanaan struktur yang lebih daktail. Biasanya ada beberapa cara yang digunakan untuk menahan beban lateral akibat gempa, yakni struktur dibuat berupa portal terbuka (*open frame*), portal dinding (*walled frame*), dinding geser (*shear wall*), dan portal dengan penyokong diagonal (*diagonally braced frame*).

Dalam permasalahan ini yang akan dikemukakan adalah portal dengan penyokong diagonal, yang juga berfungsi untuk mengurangi perpindahan lateral akibat beban gempa sehingga diperoleh kestabilan lateral dari struktur. Portal dengan pengekang

(*braced frame*) dapat menahan beban-beban lateral karena beban lateral ditahan oleh batang-batang diagonal yang dapat berfungsi sebagai batang tekan maupun batang tarik tergantung dari pengaruh pembebanannya. Kemudian, bagaimanakah pengaruh *braced frame* terhadap kestabilan struktur bila dibandingkan dengan struktur portal *unbraced frame*?

Untuk merencanakan struktur yang daktail maka direncanakan dengan cara membuat kolom lebih kuat daripada balok (*strong column weak beam*) dan dikehendaki terjadinya sendi plastis sebagaian besar pada ujung bentang balok (*beam sway mechanism*). Namun demikian, untuk memastikan hal itu terjadi tidaklah mudah karena harus dilakukan terlebih dahulu penentuan distribusi momen rencana pada kolom akibat momen balok.

Agar sendi plastis tidak terjadi pada ujung kolom maka dilakukan pendistribusian momen kolom yang dipengaruhi oleh beban dinamis. Oleh karenanya, elemen-elemen yang diharapkan dalam keadaan elastis sampai inelastis pada saat terjadinya gerakan gempa harus dikalikan faktor pembesaran dinamis (*dynamic magnification factor/DMF*) dan atau faktor penambahan kekuatan (*overstrength factor*) dalam konsep *strong column weak beam.*

Masalahnya, menurut peraturan-peraturan yang ada sekarang menyatakan bahwa nilai DMF untuk struktur baja dianggap sama dengan nilai DMF pada struktur beton, yakni sekitar 1,0 – 1,3. Sebelumnya telah dilakukan penelitian pengaruh beban dinamis terhadap nilai DMF pada *unbraced multystorey steel frame* yang dibandingkan dengan nilai DMF pada struktur beton. Oleh karena itu perlu dilakukan

1.5 Lingkup Penelitian

Agar penelitian bisa terarah secara baik dan benar sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai maka perlu ditetapkan batasan-batasan penelitian yang akan dilakukan. Lingkup penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model struktur berupa portal baja dengan pengekang konsentrik tipe X 2-D (analisis) dan 3-D (disain).
2. Model struktur menggunakan variasi tingkat 5, 7, 10, 12, 15, 18, dan 20 lantai.
3. Analisis struktur dengan pendekatan linear elastik.
4. Massa tiap lantai struktur diasumsikan menggumpal pada satu titik (*lumped mass*) dan dukungan struktur diasumsikan jepit.
5. Deformasi akibat rotasi pondasi dan efek P-Δ diabaikan.
6. Beban percepatan tanah yang digunakan adalah gempa El-Centro 1940 untuk semua struktur *unbraced frame* dan struktur *braced frame* (terutama mulai dari 10 lantai atau lebih), dan gempa Koyna untuk struktur *braced frame* yang kurang dari 10 lantai.
7. Analisis struktur menggunakan program SAP2000 v.7.42 dan pengolahan hasil analisis dengan program MS Excel 2000. Untuk disain menggunakan program ETABS v.8.08.
8. Disain struktur baja menggunakan rancangan SNI Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung (2000) dengan Metoda LRFD.

9. Gaya gempa yang dipakai untuk disain menggunakan gaya gempa statik ekivalen.

10. Damping rasio yang dipakai adalah 3% untuk semua model.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Akhir-akhir ini, seiring dengan pesatnya perkembangan zaman, penggunaan elemen baja sebagai salah satu alternatif elemen yang dapat dipakai dalam perencanaan bangunan gedung bertingkat tinggi telah menjadi suatu kebutuhan karena memiliki banyak kelebihan bila dibandingkan dengan elemen lainnya.

Portal merupakan suatu struktur bangunan yang mampu menahan beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut, baik itu beban mati, beban hidup, beban gempa, maupun beban-beban sementara lainnya. Struktur portal baja dengan pengekang mempunyai kemampuan untuk mengurangi terjadinya simpangan, menambah stabilitas struktur, dan meningkatkan kekakuan struktur secara keseluruhan. Dengan adanya pemakaian elemen baja pada portal akan membuat struktur portal menjadi lebih daktail.

Penelitian tentang pengaruh pemakaian pengaku pada portal baja sudah banyak dilakukan. Namun, kebanyakan penelitian terdahulu belum ada yang membahas pengaruh pengekang tersebut terhadap nilai DMF kolom baja pada suatu struktur portal.

2. Penelitian Yustriawan dan Said Khairiansyah (1999)

Penelitian yang berjudul **Analisis Pengaku ("Bracing") Terhadap Kekakuan Portal dengan Variasi Tingkat pada Struktur Baja** membahas tentang penggunaan pengekang pada suatu struktur baja dengan variasi tingkat. Masalah yang ada yaitu terjadinya simpangan lateral pada suatu struktur baja yang dapat mengakibatkan kehancuran struktur bila simpangan tersebut melebihi tegangannya. Sehingga dikembangkan sistem untuk memperkaku struktur seperti pada penelitian butir satu. Beban gempa yang digunakan adalah statik ekivalen, struktur 10 lantai, dan metoda yang digunakan adalah ASD. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa simpangan pada struktur dengan tiga tipe pengekang yang ada lebih ekonomis dari segi perbedaan volume material dibandingkan dengan tanpa pengekang. Struktur dengan pengekang memberikan kekakuan struktur yang memadai dan memenuhi syarat Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah Dan Gedung (PPTGUG, 1981).

3. Penelitian Wiwid Budi C. dan Hariyanto (2000)

Kedua peneliti mengambil judul **Analisis Bracing pada Disain Struktur Baja Tahan Gempa dengan *Strong Column Weak Beam*.** Penelitian ini membahas pengaruh beban gempa yang menyebabkan simpangan searah gaya dan pengaruh beban lateral yang bekerja pada suatu struktur. Untuk mengurangi terjadinya simpangan adalah dengan melengkapi pengekang agar diperoleh kestabilan lateral dari struktur. Pemakainan pengekang konsentrik dan eksentrik mempunyai

keuntungan portal dapat menahan beban lateral lebih besar. Pada penelitian ini nilai DMF baja diasumsikan sama dengan elemen beton, tipe pengekang yang dipakai adalah tipe pengekang eksentrik dan mempunyai variasi tingkat hingga 15 tingkat. Penelitian ini menunjukkan hasil simpangan lateral yang masih aman terhadap persyaratan yang ditetapkan LRFD. Struktur portal dengan pengekang dapat memberikan pengaruh kekakuan yang lebih besar sehingga dapat mengurangi simpangan. Penempatan pengekang juga mempengaruhi simpangan yang terjadi.

4. Penelitian Eri Iwan Priadi dan Aris Triyono (2003)

Judul penelitian yang diambil adalah **Investigasi Pengaruh Beban Dinamis pada Kolom Baja Bertingkat Banyak (Analisis dan Disain)**. Pembahasan penelitian ini adalah mencari nilai DMF kolom baja pada struktur bertingkat banyak dengan sistem rangka penahan momen. Kedua peneliti ini mencoba untuk menyelidiki apakah ada perbedaan antara nilai DMF pada struktur baja dengan struktur beton. Model struktur yang dipakai adalah struktur baja dan beton portal terbuka 2-D dengan variasi tingkat 20, 17, 15, 12, 10, 7, dan 5 tingkat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada struktur rangka baja penahan momen bertingkat tinggi bila dibebani beban dinamis percepatan tanah menunjukkan respons yang besar, artinya struktur bagian atas dituntut untuk memberikan kontribusi kekuatan yang lebih besar. Berdasarkan hasil disain memperlihatkan bahwa nilai DMF beton (Paulay) kurang mampu melindungi simpangan antar tingkat pada struktur bertingkat

tinggi akibat *higher mode effect*, sementara nilai DMF yang diusulkan mampu melindungi simpangan antar tingkat yang terjadi.

2.2 Pembahasan Penelitian

Peneliti yang pertama dan kedua secara eksplisit tidak menyinggung sama sekali tentang pengaruh nilai DMF dalam penelitiannya. Justeru yang ditekankan hanya masalah kekakuan struktur yang dapat mengurangi besarnya simpangan yang terjadi pada suatu struktur portal baja bertingkat banyak dengan variasi pemakaian pengekang.

Sementara itu, peneliti ketiga dan keempat mulai memperhitungkan pengaruh nilai DMF pada kolom baja. Walaupun peneliti ketiga mengambil asumsi nilai DMF baja sama dengan elemen beton. Sedangkan peneliti keempat lebih menekankan pada penyelidikan apakah ada perbedaan antara nilai DMF baja dengan elemen beton.

Dengan demikian, permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah menyelidiki nilai DMF kolom baja akibat pengaruh pemakaian *braced multystorey steel frame*, sehingga keaslian dari penelitian ini bisa dipertanggungjawabkan.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pendahuluan

Dalam merencanakan bangunan tahan gempa, sendi-sendi plastis yang terbentuk mampu memencarkan energi gempa dan membatasi besarnya beban gempa yang masuk ke dalam struktur harus dikendalikan sedemikian rupa agar struktur berperilaku memuaskan dan tidak sampai runtuh saat terjadi gempa kuat. Pengendalian pembentukan sendi-sendi plastis pada lokasi-lokasi yang telah ditentukan lebih dahulu dapat dilakukan secara pasti terlepas dari kekuatan dan karakteristik gempa. Filosopi perencanaan seperti ini dikenal sebagai *Konsep Disain Kapasitas.*

Portal dengan pengekang dapat menambah kekakuan portal sehingga dapat dipakai untuk mengendalikan simpangan antar tingkat. Smith dan Coull (1991) dalam Widodo mengatakan bahwa umumnya dipakai dua diagonal yang saling menyilang karena diagonal akan berganti-ganti menahan gaya tarik dan desak bergantung pada arah beban horizontal. Pemakaian pengekang ini mempunyai beberapa keuntungan, antara lain pengekang akan sangat efektif dalam hal menambah kekakuan struktur dengan penambahan pemakaian bahan yang hanya relatif sedikit, dan pada sistem pengekang yang efektif tidak terdapat tambahan gaya yang dominan terhadap balok

akibat adanya pengekang (Smith dan Coull, 1991, dalam Widodo). Oleh karena itu, pertambahan kekakuan pada portal diharapkan mampu mengurangi momen yang terjadi pada kolom sehingga turut berpengaruh pula terhadap nilai faktor pembesar momen akibat beban dinamis (*Dynamic Magnification Factor/DMF*).

3.2 Jenis-jenis Pengekang pada Struktur Portal

Berbagai macam pengekang dikembangkan dengan tujuan untuk memperkaku rangka struktur akibat beban horizontal. Jenis pengekang yang dikembangkan antara lain:

1. Portal penahan momen (*moment resisting frame*)

   Portal penahan momen harus bersifat kaku, sehingga tetap kuat, stabil, dan aman selama umur pemakaian. Pada portal ini sambungan titik buhul dengan masing-masing elemen harus kaku untuk meningkatkan kemampuan menahan beban lateral.

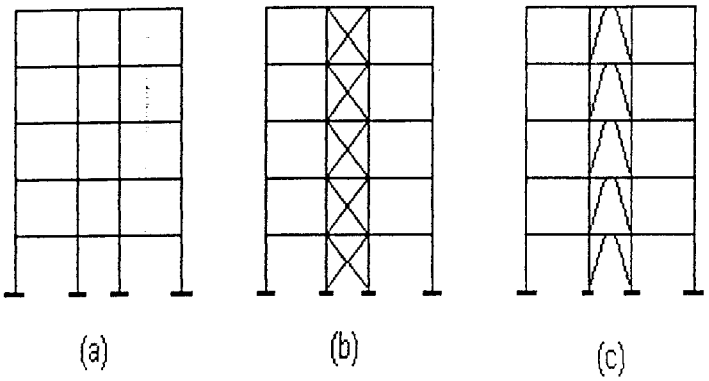
2. Portal dengan pengekang konsentrik

   Merupakan portal dengan kerangka struktur yang mempunyai pengekang dengan bentuk diagonal dan terletak pada setiap petak rangka. Pengekang konsentrik terdiri dari beberapa tipe, yaitu tipe X, Z, V, dan K.

3. Portal dengan pengekang eksentrik

   Pengekang eksentrik adalah pengekang yang diletakkan secara diagonal, akan tetapi satu atau dua ujung batang pengekang terletak pada jarak tertentu dari

titik pertemuan antara balok dan kolomnya. Pengekang eksentrik mempunyai respon yang paling baik dalam analisis plastis ketika menerima beban lateral. Ketiga macam pengekang tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Jenis-jenis Pengekang: (a) Portal Penahan Momen, (b) Portal dengan Pengekang Konsentrik, (c) Portal dengan Pengekang Eksentrik

3.3 Analisis Statik dan Dinamis Portal

3.3.1 Beban Lateral Statik Rencana

Besarnya gaya geser dasar akibat gempa menurut Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung SNI-1726-89 dapat dinyatakan dalam :

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t \qquad (3.3\text{-}1a)$$

Sementara itu, khusus untuk struktur *braced frame* menggunakan rancangan PPTGIUG 1998, yaitu:

$$V = ((C_1.I)/R).W_t \qquad (3.3\text{-}1b)$$

dengan :

V adalah gaya gempa / gaya geser dasar total.

$C = C_1$ adalah koefisien gempa dasar yang berlaku untuk wilayah tertentu dan untuk jenis tanah tertentu pula (Gambar 3.2)

I adalah faktor keutamaan

K adalah faktor jenis konstruksi

R adalah faktor reduksi gempa (SRBKK = 6,4)

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

A. Waktu Getar Alami Struktur (T)

Waktu getar alami (T) untuk struktur portal ditentukan dengan rumus empiris:

(1) Untuk *unbraced steel frame*

$$T_c = 0{,}085\ H^{3/4} \qquad \text{(SNI-1726-89)} \qquad (3.3\text{-}2.a)$$

(2) Untuk *braced steel frame*

$$T_c = 0{,}08\frac{H}{\sqrt{L_x}}\sqrt{\frac{H}{L_x + H}}\ m \qquad \text{(Code Prancis)} \qquad (3.3\text{-}2.b)$$

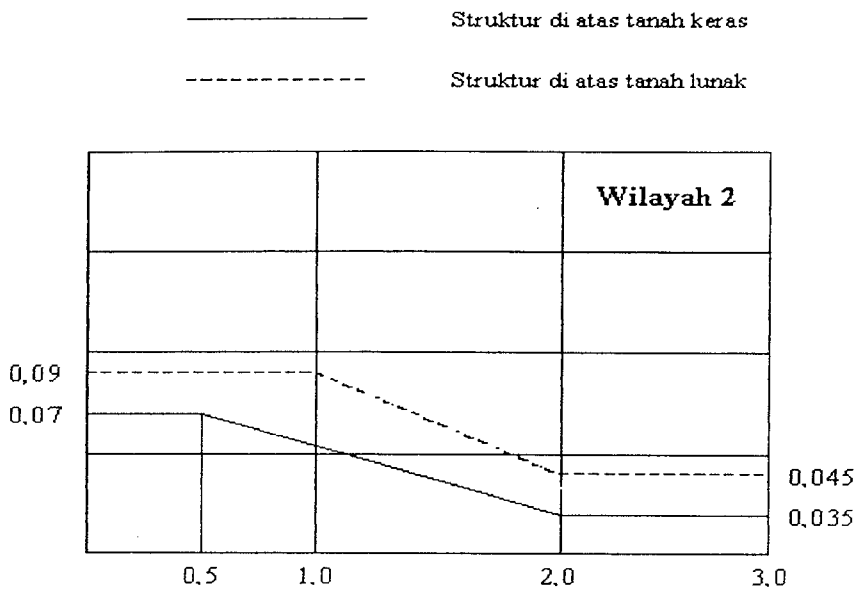
$$T_c = 0{,}85\sqrt{\frac{1}{L/H}}.0{,}1\frac{H}{\sqrt{L}}\ m \qquad \text{(Code Spanyol)} \qquad (3.3\text{-}2.c)$$

$$T_c = \frac{H_n}{20\sqrt{D}}\ ft \qquad \text{(Code Puerto Rico)} \qquad (3.3\text{-}2.d)$$

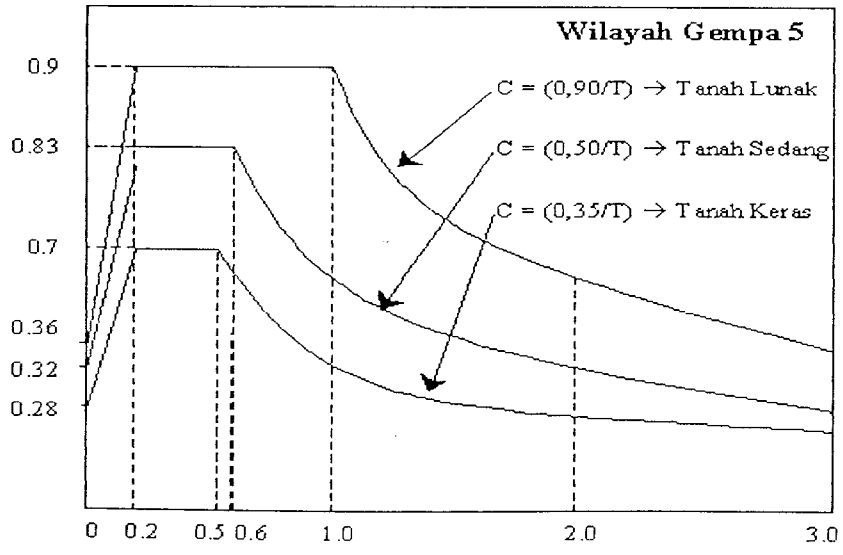
$$T_c = 0{,}049.H^{3/4}\ m \qquad \text{(Code Israel)} \qquad (3.3\text{-}2.e)$$

dimana : H = tinggi bangunan total (m)

detik dan 2 detik, besarnya C sangat tergantung dari T struktur. Oleh karena itu, pengambilan T (waktu getar alami struktur) yang tepat menjadi sangat penting



Gambar 3.2a Koefisien Gempa Dasar (C) untuk Wilayah Gempa 2 (menurut PPTGIUG 1983)



Gambar 3.2b Koefisien Gempa Dasar (C) untuk Wil. Gempa 5 (menurut rancangan PPTGIUG 1998)

harus dianggap sebagai beban terpusat di lantai puncak dan 0,9 V sisanya harus dibagikan menurut rumus diatas.

3.3.2 Analisis Beban Dinamis

Analisis beban dinamis yang dipakai dalam penelitian ini adalah analisis respons riwayat waktu. Analisis respons riwayat waktu dimaksudkan untuk menentukan pembagian gaya-gaya geser tingkat yang lebih tepat sepanjang tinggi struktur. Nilai gaya geser dasar horizontal total maksimum yang didapat dari hasil analisis respons riwayat waktu tetap harus diambil sama dengan yang didapat menurut cara beban statik ekivalen dengan suatu reduksi sebesar 10%.

3.4 Respon Struktur Akibat Beban Dinamik dan Statik

Krawinkler, dkk (1994) megemukakan perbedaan mendasar respon struktur akibat pembebanan statik dan dinamik, untuk struktur dengan periode getar (T) pendek/bertingkat rendah memberikan perbandingan korelasi yang baik dimana simpangan antar tingkat *(interstorey drift)* dan rasio daktilitas tingkat *(story ductility ratios)* antara pembebanan statik dan dinamik mempunyai nilai yang hampir sama, dalam hal ini pola getaran struktur lebih dominan dipengaruhi oleh mode getaran pertama *(first mode vibration)*, sedangkan pada struktur dengan periode getar panjang/bertingkat tinggi memberikan korelasi yang sangat berbeda, dimana akibat beban statik respon struktur masih menunjukkan pola simpangan seperti pada mode getaran pertama sedangkan akibat beban dinamik respon struktur menunjukkan perbedaan yang sangat mencolok terutama terjadi pada tingkat-tingkat atas struktur,

dalam hal ini respon struktur lebih dominan dipengaruhi oleh mode getaran yang lebih tinggi *(higher mode effect). Paulay dan Priestley (1992)* mengemukakan pengaruh *higher modes effects* ini akan berpengaruh terutama sekali diantara dua lantai teratas dan diatas 1/3 tinggi struktur.

Chopra (1995) menyimpulkan mengenai pengaruh *higher mode effect* terhadap respon struktur :

1. *Higher mode effect* memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap gaya dalam elemen terutama terhadap momen dan gaya geser elemen.
2. *Higher mode effect* menyebabkan respon yang lebih besar terhadap gaya geser dasar daripada momen guling.
3. *Higher mode effect* lebih memberikan pengaruh yang besar terhadap gaya geser pada lantai atas daripada geser pada lantai dasar.

3.5 Faktor Pembesar Dinamis Momen Kolom (*Dynamic Magnification of Column Moment*)

Kolom harus dilindungi dengan baik terhadap kelelehan awal (*first yielding*) dengan cara memberikan suatu koefisien pembesar berdasarkan bahwa momen kolom ketika terjadi respon dinamik inelastik pada struktur bangunan akibat gempa kuat akan sangat berbeda dengan momen kolom hasil analisis statik, M_E. Pada Gambar 3.3 dapat dilihat bahwa momen kolom akibat beban dinamis pada ragam vibrasi yang lebih tinggi akan cenderung terjadi pembesaran, terutama di atas lantai dasar struktur.

3.6 Disain Struktur Baja Tahan Gempa Menurut Rancangan SNI Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung (2000) dengan Metoda LRFD

3.6.1 Ketentuan Umum

LRFD adalah suatu metoda yang berdasarkan pada kekuatan batas (*ultimate*), yang pada umumnya terbagi dua katagori yaitu kekuatan (*strength*) dan kemampuan layan (*serviceability*). Format umum dari spesifikasi LRFD diberikan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\phi R_n \geq \sum \gamma_i . Q_i \qquad (3.6\text{-}1)$$

dengan: ϕ = faktor reduksi kapasitas, R_n = kuat nominal komponen struktur, γ_i = variabel faktor beban yang tergantung pad tipe beban, Q_i = beban nominal.

3.6.2 Beban dan Kombinasi Beban

Perencanaan suatu struktur baja untuk keadaan-keadaan stabil batas, kekuatan batas, kemampuan layan batas menurut rancangan SNI Peraturan Baja (2000) dengan metoda LRFD, harus memperhitungkan pengaruh-pengaruh dari aksi sebagai akibat dari kombinasi beban-beban berikut ini.

$$R_u = 1{,}4D \qquad (3.6\text{-}2)$$

$$R_u = 1{,}2D + 1{,}6L \qquad (3.6\text{-}3)$$

$$R_u = 1{,}2D + 0{,}5L \pm 1{,}3W \qquad (3.6\text{-}4)$$

$$R_u = 0{,}9D \pm 1{,}3W \qquad (3.6\text{-}5)$$

$$R_u = 1{,}2D \pm 0{,}5L \pm E \qquad (3.6\text{-}6)$$

$$R_u = 0{,}9D \pm E \quad (3.6\text{-}7)$$

dengan: D = beban mati, L = beban hidup, W = beban angina, E = beban gempa..

Selain kombinasi beban seperti pada persamaan (3.6-2) sampai (3.6-7), dalam rancangan SNI memberikan beban dan kombinasi beban bila ditentukan secara khusus. Kombinasi beban dengan memperhatikan faktor kuat cadang struktur Ω_0, adalah:

$$R_u = 1{,}2D + \gamma_L L + \Omega_0 E_h \quad (3.6\text{-}8)$$

$$R_u = 0{,}9D - \Omega_0 E_h \quad (3.6\text{-}9)$$

dengan $\gamma_L = 0{,}5$ bila $L < 5$ kpa dan $\gamma_L = 1$ bila $L \geq 5$ kpa.

Keterangan:

D adalah pengaruh beban mati yang disebabkan oleh berat elemen struktur dan beban tetap pada struktur.

L adalah pengaruh beban hidup akibat penggunaan gedung dan peralatan bergerak.

E_h adalah pengaruh dari komponen horizontal gaya gempa.

Ω_0 adalah faktor kuat cadang struktur, sistem rangka bresing konsentrik = 2,2, sistem rangka momen = 2,8.

Pengaruh orthogonalitas gaya gempa, yaitu pengaruh pembebanan gempa pada dua arah yang saling tegak lurus harus diperhitungkan dalam perencanaan struktur bangunan. Pengaruh orthogonalitas tidak perlu ditinjau bila dalam perencanaan struktur bangunan tahan gempa digunakan $\Omega_o E_h$.

3.6.3 Beberapa Persyaratan Mengenai Bahan Baja Struktural untuk Disain di Daerah Rawan Gempa

1. Kuat perlu sambungan dan komponen struktur yang terkait ditentukan berdasarkan tegangan leleh yang dapat terjadi yaitu f_{ye} dari komponen struktur yang disambung, dengan

   $$f_{ye} = R_y f_y \qquad (3.6\text{-}10.a)$$

   dengan : f_y adalah tegangan leleh bahan baja yang digunakan

   R_y adalah faktor modifikasi tegangan leleh, untuk profil dan baja gilas R_y = 1,5 untuk BJ 41 atau yang lebih lunak, R_y = 1,3 untuk BJ 50 atau yang lebih keras, untuk pelat baja nilai R_y adalah 1,1.

2. Tegangan leleh (f_y) minimum dari bahan baja untuk komponen struktur dengan perilaku inelastis diharapkan terjadi berkenaan dengan kombinasi pembebanan (3.6-8) dan (3.6-9) tidak boleh melebihi 350 MPa.

3. Batasan-batasan terhadap balok dan kolom

   a) Luas Sayap Balok : tidak diperkenankan terjadi perubahan luas sayap balok yang mendadak pada daerah sendi plastis akibat lubang dan pengguntingan lebar plat sayap.

   b) Rasio Lebar Terhadap Tebal :

   Balok-balok profil I harus memenuhi persyaratan penampang kompak, dimana untuk :

keterangan ;

M_u adalah momen lentur terfaktor dari hasil kombinasi pembebanan persamaan (3.6-2) sampai (3.6-7) atau persamaan (3.6-8) dan (3.6-9) yang disyaratkan untuk struktur tahan gempa.

ϕ adalah faktor reduksi = 0,9

M_n adalah kuat nominal dari lentur penampang.

Menurut AISC LRFD 1999, kuat lentur nominal penampang (M_n) dibatasi oleh *(limit states)*, (a) Leleh *(yielding)*, (b) Tekuk lateral *(lateral torsional buckling, LTB)*, (c) Tekuk lokal sayap *(flange local buckling, FLB)*, dan (d) Tekuk lokal badan *(web local buckling, WLB)*. Batasan terhadap balok dan kolom dalam disain rangka baja di daerah rawan gempa mensyaratkan penampang haruslah "kompak" untuk mencegah tekuk lokal sesuai keterangan pada Bab 3.6.3. Lihat keterangan pada Gambar 3.6 dan 3.7.

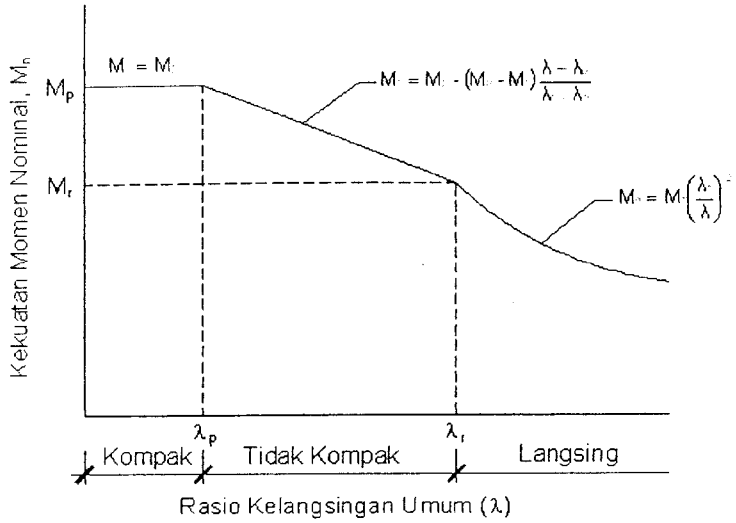
a) Kuat lentur nominal berdasarkan keadaan batas pelelehan *(limit states of yielding)*.

Untuk penampang "kompak" ($\lambda = b/t \leq \lambda_p = 170/\sqrt{f_y}$), kuat lentur nominal penampang adalah, ϕM_n, dengan $\phi = 0,9$.

$$M_n = M_p \qquad (3.6\text{-}12)$$

dengan ; M_p adalah momen plastis ($= f_y.Z \leq 1,5\ M_y$), N-mm.

M_y adalah momen lentur yang menyebabkan penampang mulai mengalami tegangan leleh ($= f_y.S$), N-mm.



Gambar 3.6 Kekuatan Nominal M_n lawan rasio kelangsingan umum (λ) untuk keadaan tekuk lokal flens, tekuk lokal badan.

b) Kuat lentur berdasarkan batas kelangsingan umum (Gambar 3.6)

1) Penampang kompak, $\lambda \leq \lambda_p$

$$M_n = M_p \qquad (3.6\text{-}13.a)$$

2) Penampang tak kompak, $\lambda_p < \lambda < \lambda_r$

$$M_n = M_p - (M_p - M_r)\left(\frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p}\right) \leq M_p \qquad (3.6\text{-}13.b)$$

3). Penampang langsing, $\lambda \geq \lambda_r$

$$M_n = M_{cr} = \frac{C_b.S_x.X_1.\sqrt{2}}{L/r_y}\sqrt{1+\frac{X_1^2 X_2}{2(L/r_y)^2}} \leq M_p \qquad (3.6\text{-}13.c)$$

C_w adalah konstanta puntir lengkung (warping constant), mm^6.

J adalah konstanta puntiran.

B. Aksial Tekan

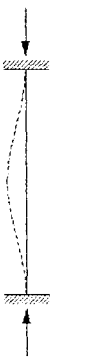
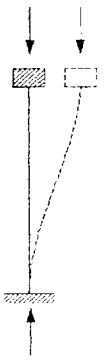
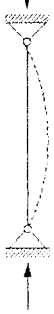
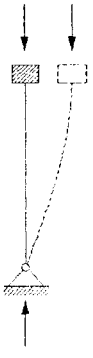
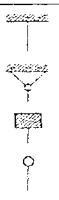
Komponen struktur yang mengalami gaya tekan kosentris akibat beban terfaktor, N_u, harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$N_u \leq \phi_n N_n \qquad (3.6\text{-}20)$$

Keterangan :

ϕ_n adalah faktor reduksi kekuatan = 0,85

N_n adalah kuat tekan nominal komponen struktur, N.

	(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 idiil	0,65	0,80	1,2	1,0	2,10	2,0
Kode ujung	 Jepit Sendi Roll tanpa putaran sudut Ujung bebas					

Gambar 3.8 Nilai k_c untuk kondisi kolom ideal.

Perbandingan kelangsingan

- Kelangsingan elemen penampang, $\lambda < \lambda_r$
- Kelangsingan komponen struktur tekan, $\lambda = L_k/r < 200$

dengan $L_k = k_c L$. Dalam hal ini k_c adalah faktor panjang tekuk dan L adalah panjang teoritis kolom.

Nilai faktor panjang tekuk (k_c) bergantung pada kekangan rotasi dan translasi pada ujung-ujung komponen struktur. Untuk komponen struktur dengan ujung-ujung ideal nilai k_c ditunjukkan pada Gambar 3.8 Untuk komponen struktur tekan yang merupakan bagian dari suatu rangka bersambungan kaku, nilai faktor panjang tekuk (k_c) ditetapkan dari Gambar 3.9. Pada Gambar tersebut G_A dan G_b adalah perbandingan antara kekakuan komponen struktur tekan dominan terhadap kekakuan komponen struktur relatif bebas tekan. Nilai G suatu komponen struktur pada rangka portal dapat ditentukan sebagai berikut :

$$G = \frac{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_c}{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_b} \qquad (3.6\text{-}21)$$

Keterangan :

A_g adalah luas penampang bruto, mm^2

f_{cr} adalah tegangan kritis penampang, MPa

f_y adalah tegangan leleh material, Mpa

λ_c adalah parameter kelangsingan kolom

C. Geser

Kuat geser untuk pelat badan tidak berpengaku (unstiffened), dengan $h/t_w \leq 260$, adalah ϕV_n, AISC LRFD Specification 1999, sehingga ;

$$V_u \leq \phi V_n \qquad (3.6\text{-}24)$$

Keterangan :

V_u adalah gaya geser terfaktor pada sendi plastis, Bruneau (1998) memberikan pendekatan untuk menentukan gaya geser pada sendi plastis, $V_u = V_p$.

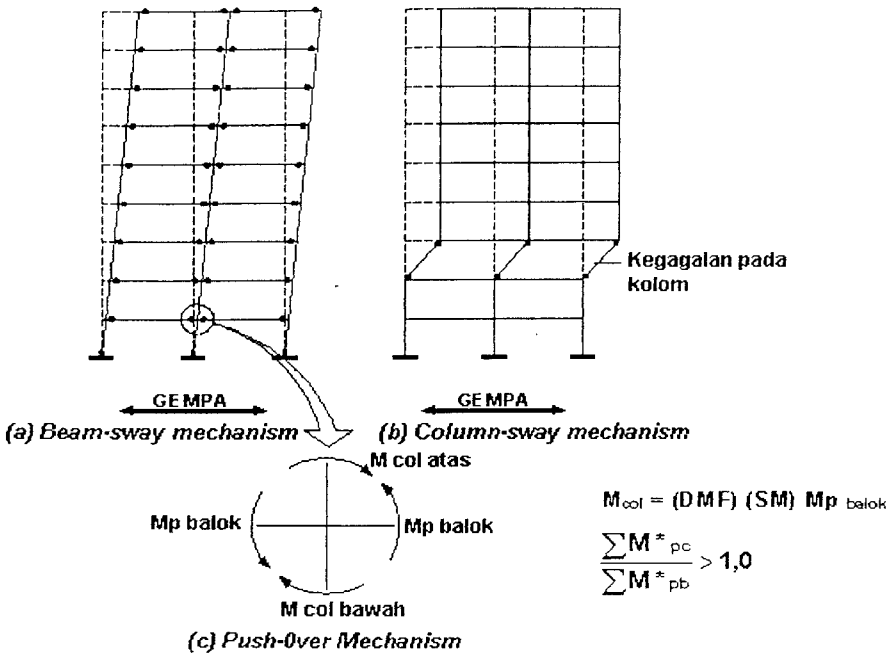
ϕ adalah faktor reduksi = 0,9

V_n adalah kuat geser nominal pelat badan, N

a) Untuk $h/t_w \leq 2{,}45\sqrt{E/fy}$; $V_n = 0{,}6.fy.A_w$ (3.6-25)

dengan A_w = luas kotor pelat badan, mm^2.

b) Untuk $2{,}45\sqrt{E/fy} \leq h/t_w \leq 3{,}07\sqrt{E/fy}$



Gambar 3.10 Mekanisme Keruntuhan Struktur

fy pengujian = $0{,}85\, f_{ye}$

= $0{,}85\, R_y fy$

= $0{,}85 \times 1{,}5\, fy$ (untuk baja BJ 41)

= $1{,}275\, fy$

di mana overstrength faktor = 1,275 (untuk baja BJ 41)

2. Tahap perencanaan Kapasitas (Capacity Design)

Perhitungan dari kombinasi pembebanan di atas hanya untuk mendapatkan momen rencana pada elemen baloknya saja. Keruntuhan geser pada balok yang bersifat getas juga diusahakan agar tidak terjadi lebih dahulu dari kegagalan

akibat lentur pada sendi-sendi plastis balok setelah mengalami rotasi-rotasi plastis yang cukup besar.

Bruneau, Uang dan Whittaker (1998) memberikan langkah-langkah dalam perencanaan elemen daktail;

a) tentukan atau pilih metode untuk menempatkan sendi plastis jauh dari kolom (lihat Gambar 3.10).

b) pilih tipe sambungan balok-ke-kolom berdasarkan hasil pengujian siklik yang diakui atau perhitungan dari hasil tes yang telah dilakukan dari tipe sambungan yang sama dengan hasil-hasil pengujian kualifikasi yang menunjukkan rotasi inelastis sekurang-kurangnya 0,03 radian.

c) menentukan kemungkinan momen plastis yang terjadi pada sendi plastis dengan persamaan :

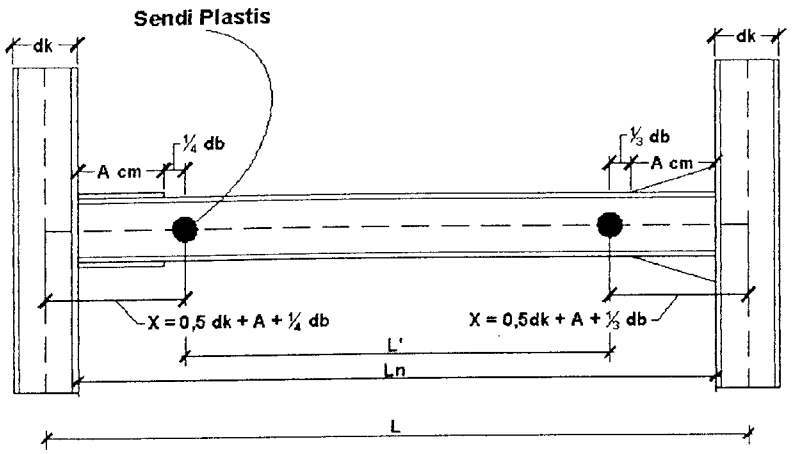
$$M_{pr} = \beta.M_P = \beta.Z_b,fy = \beta^*Z_b.fy^{act} \qquad (3.6\text{-}32.a)$$

dengan : Z_b adalah modulus plastis balok

f_y adalah tegangan leleh bahan baja yang digunakan.

β adalah koefisien yang memperhitungkan kemungkinan kuat leleh material, faktor penambahan kekuatan, diambil β = 1,1 (SAC 1997,AISC 1997, Rancangan SNI 2000), β = 1,2 (FEMA 2000).

$$M_{pr} = \beta.M_P = 1,2.M_p = 1,2\ Z_b\ fy \qquad (3.6\text{-}32.b)$$



Gambar 3.11 Asumsi Lokasi Sendi Plastis

Sumber : Michel Bruneau, Chia-Ming Uang, Andrew Whittaker, 1998

d) menentukan gaya gaya geser, V_P, pada sendi plastis.

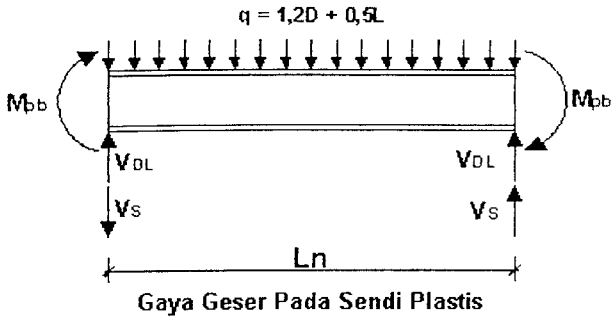
$$V_u = V_p = \frac{(M_{pr} + M_{pr})}{L_n} + V_g \qquad (3.6\text{-}33.a)$$

dengan M_{pr} adalah momen plastis pada sendi plastis

V_g adalah gaya geser akibat beban gravitasi

L adalah bentang balok

Rancangan SNI mensyaratkan gaya geser terfaktor, V_u, sambungan balok-ke-kolom menggunakan kombinasi beban 1,2D + 0,5L ditambah gaya geser yang dihasilkan dari bekerjanya momen lentur sebesar $M_{pb} = R_y.M_{pr}$ = 1,2.$f_y Z$ pada arah yang berlawanan pada masing-masing ujung balok.



Gambar 3.12 Gaya geser pada sendi plastis

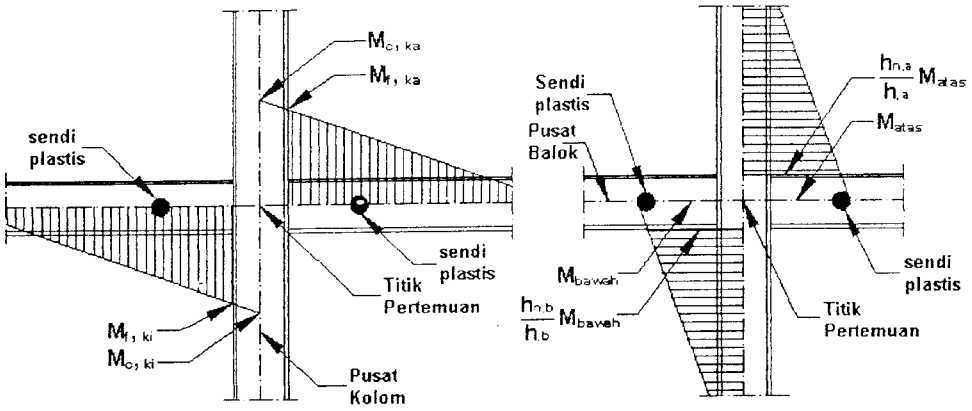
$$V_s = \frac{2.M_{pb}}{L_n} \qquad (3.6\text{-}33.b)$$

$$V_u = V_p = 1{,}2V_D + 0{,}5V_L + \frac{2.M_{pb}}{L_n} \qquad (3.6\text{-}33c)$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari kombinasi pembebanan

$$V_u = 1{,}05\left(V_D + V_L + \frac{4}{K}V_E\right) \qquad (3.6\text{-}33.d)$$

e) Menentukan momen plastis balok pada muka kolom, M_f, dan pada as kolom, M_c, dengan memperhitungkan momen tambahan akibat amplifikasi gaya geser dari lokasi sendi plastis ke as kolom.



Gambar 3.14 Pertemuan balok kolom dan perhitungan momen rencana kolom

$$\sum M_{u,k} = (DMF)(SM)\sum M_{p\ balok} \qquad (3.6\text{-}36)$$

atau

$$M_{u,k} = (DMF)\alpha_k.0{,}7.\frac{h_n}{h}\left(\frac{L_{ki}}{L'_{ki}}M_{pb,ki} + \frac{L_{ka}}{L'_{ka}}M_{pb,ka}\right) \qquad (3..6\text{-}37)$$

tetapi tidak perlu lebih besar dari :

$$M_{u,k} = 1{,}05\left(M_{D,k} + M_{L,k} + \frac{4{,}0}{K}M_{E,k}\right) \qquad (3.6\text{-}38)$$

dengan :

DMF = faktor pembesar dinamis yang memperhitungkan pengaruh terjadinya sendi plastis secara keseluruhan.

α_k = faktor distribusi momen kolom portal yang ditinjau sesuai kekakuan relatif kolom atas dan kolom bawah.

SM = *safety margin* yakni faktor penambahan kekuatan (overstrength factor), ϕ_o, dalam hal ini adalah faktor $\beta = 1{,}2$ dan R_y.

$\sum M_{p\,blk}$ = $M_{p\,balok,\,ki} + M_{p\,balok,\,ka}$

M_{pb} = Momen plastis pada balok.

$M_{D,k}$ = momen pada kolom akibat beban mati.

$M_{L,k}$ = momen pada kolom akibat beban hidup.

$M_{E,k}$ = momen pada kolom akibat beban gempa.

K = faktor jenis struktur (K=1, struktur daktail penuh)

Sedangkan beban aksial rencana, $P_{u,k}$ yang bekerja pada kolom portal dihitung dari :

$$P_{u.k} = 0{,}7Rv\left(\frac{M_{pb,ki}}{l'_{ki}} + \frac{M_{pb,ka}}{l'_{ka}}\right) + 1{,}05N_{g.k} \qquad (3.6\text{-}39)$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari:

$$P_{u.k} = 1{,}05\left(N_{g,k} + \frac{4}{K}N_{E,k}\right) \qquad (3.6\text{-}40)$$

Dengan: Rv = faktor reduksi y7ang ditentukan sebesar:

1,0 untuk $1 < n < 4$

$1{,}1 - 0{,}025n$ untuk $4 < n < 20$

0,6 untuk $n > 20$

n = jumlah lantai di atas kolom yang ditinjau.

l' = bentang bersih balok

a. Pelat Badan

Apabila rasio perbandingan $\sum M_{pc} / \sum M_{pb}$ kurang dari 1,25[1] *(rancangan SNI dan AISC seismic 1997).*

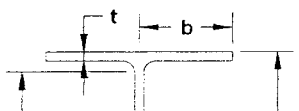
$$\lambda = b/t \leq \lambda_p = 135/\sqrt{fy}, Mpa \qquad (3.6\text{-}10.b)$$

bila hal tersebut tidak dapat dipenuhi maka harus memenuhi persyaratan.

$$\lambda = b/t \leq \lambda_p = 170/\sqrt{fy}, MPa \qquad (3.6\text{-}10.c)$$

b. Pelat Badan

$$\lambda = b/t_w \leq \lambda_p = 1680/\sqrt{fy}, MPa \qquad (3.6\text{-}10.d)$$



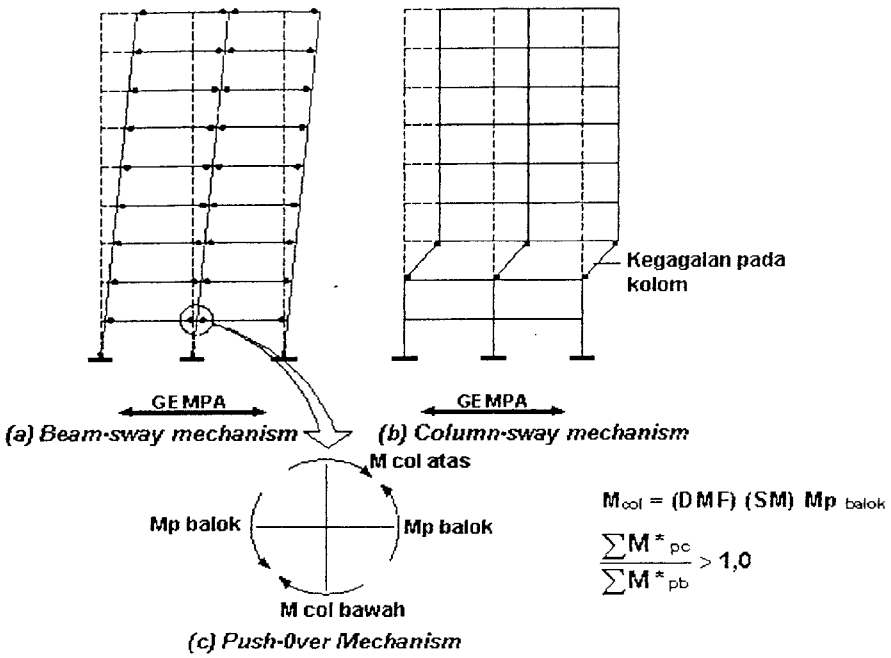
Gambar 3.5 Penampang dan Variabel Profil I

3.6.4 Perencanaan dengan *Strength Design*

A. Elemen Lentur

Komponen struktur yang memikul lentur harus memenuhi,

$$M_u \leq \phi M_n \qquad (3.6\text{-}11)$$



Gambar 3.10 Mekanisme Keruntuhan Struktur

fy pengujian = $0{,}85\, f_{ye}$

= $0{,}85\, R_y fy$

= $0{,}85 \times 1{,}5\, fy$ (untuk baja BJ 41)

= $1{,}275\, fy$

di mana overstrength faktor = 1,275 (untuk baja BJ 41)

2. Tahap perencanaan Kapasitas (Capacity Design)

Perhitungan dari kombinasi pembebanan di atas hanya untuk mendapatkan momen rencana pada elemen baloknya saja. Keruntuhan geser pada balok yang bersifat getas juga diusahakan agar tidak terjadi lebih dahulu dari kegagalan

akibat lentur pada sendi-sendi plastis balok setelah mengalami rotasi-rotasi plastis yang cukup besar.

Bruneau, Uang dan Whittaker (1998) memberikan langkah-langkah dalam perencanaan elemen daktail;

a) tentukan atau pilih metode untuk menempatkan sendi plastis jauh dari kolom (lihat Gambar 3.10).
b) pilih tipe sambungan balok-ke-kolom berdasarkan hasil pengujian siklik yang diakui atau perhitungan dari hasil tes yang telah dilakukan dari tipe sambungan yang sama dengan hasil-hasil pengujian kualifikasi yang menunjukkan rotasi inelastis sekurang-kurangnya 0,03 radian.
c) menentukan kemungkinan momen plastis yang terjadi pada sendi plastis dengan persamaan :

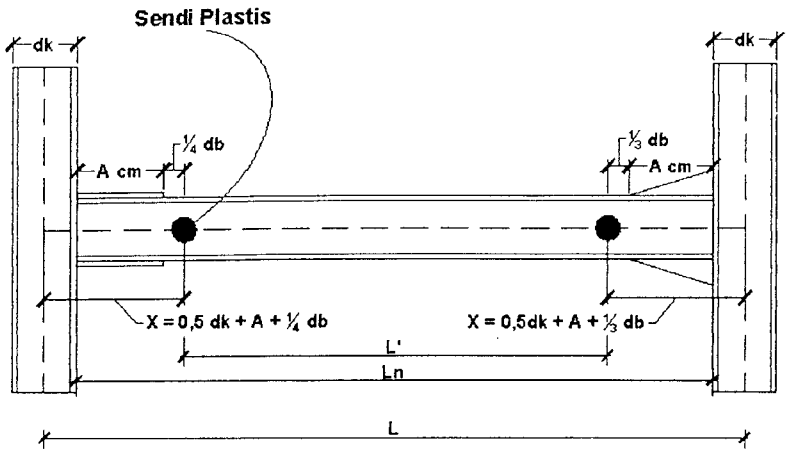
$$M_{pr} = \beta.M_P = \beta.Z_b,fy = \beta^*Z_b.fy^{act} \qquad (3.6\text{-}32.a)$$

dengan : Z_b adalah modulus plastis balok

f_y adalah tegangan leleh bahan baja yang digunakan.

β adalah koefisien yang memperhitungkan kemungkinan kuat leleh material, faktor penambahan kekuatan, diambil β = 1,1 (SAC 1997,AISC 1997, Rancangan SNI 2000), β = 1,2 (FEMA 2000).

$$M_{pr} = \beta.M_P = 1,2.M_p = 1,2\ Z_b\ fy \qquad (3.6\text{-}32.b)$$



Gambar 3.11 Asumsi Lokasi Sendi Plastis

Sumber : Michel Bruneau, Chia-Ming Uang, Andrew Whittaker, 1998

d) menentukan gaya gaya geser, V_P, pada sendi plastis.

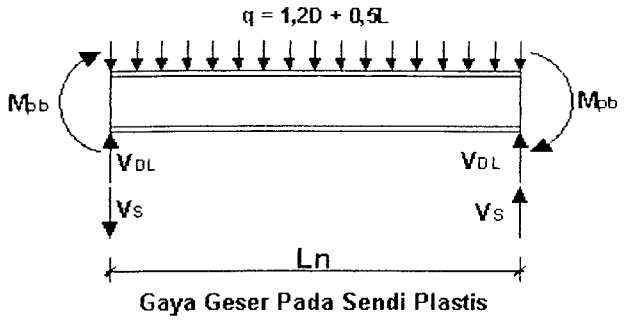
$$V_u = V_p = \frac{(M_{pr} + M_{pr})}{Ln} + V_g \qquad (3.6\text{-}33.a)$$

dengan M_{pr} adalah momen plastis pada sendi plastis

V_g adalah gaya geser akibat beban gravitasi

L adalah bentang balok

Rancangan SNI mensyaratkan gaya geser terfaktor, V_u, sambungan balok-ke-kolom menggunakan kombinasi beban 1,2D + 0,5L ditambah gaya geser yang dihasilkan dari bekerjanya momen lentur sebesar $M_{pb} = R_y.M_{pr}$ = $1{,}2.f_yZ$ pada arah yang berlawanan pada masing-masing ujung balok.



Gambar 3.12 Gaya geser pada sendi plastis

$$V_s = \frac{2.M_{pb}}{L_n} \qquad (3.6\text{-}33.b)$$

$$V_u = V_p = 1{,}2V_D + 0{,}5V_L + \frac{2.M_{pb}}{L_n} \qquad (3.6\text{-}33c)$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari kombinasi pembebanan

$$V_u = 1{,}05\left(V_D + V_L + \frac{4}{K}V_E\right) \qquad (3.6\text{-}33.d)$$

e) Menentukan momen plastis balok pada muka kolom, M_f, dan pada as kolom, M_c, dengan memperhitungkan momen tambahan akibat amplifikasi gaya geser dari lokasi sendi plastis ke as kolom.

SM = *safety margin* yakni faktor penambahan kekuatan (overstrength factor), ϕ_o, dalam hal ini adalah faktor $\beta = 1{,}2$ dan R_y.

$\sum M_{p\,blk}$ = $M_{p\,balok,\,ki} + M_{p\,balok,\,ka}$

M_{pb} = Momen plastis pada balok.

$M_{D,k}$ = momen pada kolom akibat beban mati.

$M_{L,k}$ = momen pada kolom akibat beban hidup.

$M_{E,k}$ = momen pada kolom akibat beban gempa.

K = faktor jenis struktur (K=1, struktur daktail penuh)

Sedangkan beban aksial rencana, $P_{u,k}$ yang bekerja pada kolom portal dihitung dari :

$$P_{u.k} = 0{,}7Rv\left(\frac{M_{pb,ki}}{l'_{ki}} + \frac{M_{pb,ka}}{l'_{ka}}\right) + 1{,}05N_{g,k} \qquad (3.6\text{-}39)$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari:

$$P_{u.k} = 1{,}05\left(N_{g,k} + \frac{4}{K}N_{E,k}\right) \qquad (3.6\text{-}40)$$

Dengan: Rv = faktor reduksi y7ang ditentukan sebesar:

1,0 untuk $1 < n < 4$

$1{,}1 - 0{,}025n$ untuk $4 < n < 20$

0,6 untuk $n > 20$

n = jumlah lantai di atas kolom yang ditinjau.

l' = bentang bersih balok

M_v adalah momen tambahan akibat amplifikasi gaya geser dari lokasi sendi plastis ke as kolom.

A_g adalah luas penampang bruto kolom, mm^2

f_{yc} adalah tegangan leleh penampang kolom, MPa

N_{uc} adalah gaya aksial tekan terfaktor pada kolom, N.

Z_c adalah modulus plastis penampang kolom, mm^3

3. Perencanaan Sambungan dan Panel Zone

a) *Perencanaan Sambungan Kolom*

Sambungan kolom harus mempunyai kuat rencana minimum untuk memikul kuat perlu yang ditentukan pada persamaan 3.6-39 atau 3.6-40. Sambungan yang menggunakan las sudut atau las tumpul penetrasi bagian tidak boleh berjarak kurang dari 1200 mm dari sambungan balok-ke-kolom atau tidak boleh kurang dari setengah kali panjang bersih kolom dari sambungan balok-ke-kolom. Sambungan las kolom yang dibebani oleh gaya tarik neto akibat kombinasi beban 3.6-40 harus memenuhi kedua persyaratan berikut ini:

(1) Sambungan las penetrasi sebagian harus mempunyai kuat rencana minimum sebesar 200% dari kuat perlu.

(2) Kuat perlu minimum dari setiap pelat sayap adalah $f_y A_f$, dengan f_y adalah tegangan leleh yang dapat terjadi dari bahan baja kolom dan A_f

3.6.3 Beberapa Persyaratan Mengenai Bahan Baja Struktural untuk Disain di Daerah Rawan Gempa

1. Kuat perlu sambungan dan komponen struktur yang terkait ditentukan berdasarkan tegangan leleh yang dapat terjadi yaitu f_{ye} dari komponen struktur yang disambung, dengan

   $$f_{ye} = R_y f_y \qquad (3.6\text{-}10.a)$$

   dengan : f_y adalah tegangan leleh bahan baja yang digunakan

   R_y adalah faktor modifikasi tegangan leleh, untuk profil dan baja gilas R_y = 1,5 untuk BJ 41 atau yang lebih lunak, R_y = 1,3 untuk BJ 50 atau yang lebih keras, untuk pelat baja nilai R_y adalah 1,1.

2. Tegangan leleh (f_y) minimum dari bahan baja untuk komponen struktur dengan perilaku inelastis diharapkan terjadi berkenaan dengan kombinasi pembebanan (3.6-8) dan (3.6-9) tidak boleh melebihi 350 MPa.

3. Batasan-batasan terhadap balok dan kolom

   a) Luas Sayap Balok : tidak diperkenankan terjadi perubahan luas sayap balok yang mendadak pada daerah sendi plastis akibat lubang dan pengguntingan lebar plat sayap.

   b) Rasio Lebar Terhadap Tebal :

   Balok-balok profil I harus memenuhi persyaratan penampang kompak, dimana untuk :

a. Pelat Badan

Apabila rasio perbandingan $\sum M_{pc} / \sum M_{pb}$ kurang dari 1,25[1] *(rancangan SNI dan AISC seismic 1997).*

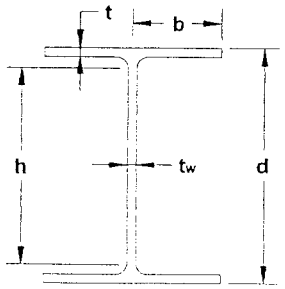
$$\lambda = b/t \leq \lambda_p = 135/\sqrt{fy}, Mpa \qquad (3.6\text{-}10.b)$$

bila hal tersebut tidak dapat dipenuhi maka harus memenuhi persyaratan.

$$\lambda = b/t \leq \lambda_p = 170/\sqrt{fy}, MPa \qquad (3.6\text{-}10.c)$$

b. Pelat Badan

$$\lambda = b/t_w \leq \lambda_p = 1680/\sqrt{fy}, MPa \qquad (3.6\text{-}10.d)$$



Gambar 3.5 Penampang dan Variabel Profil I

3.6.4 Perencanaan dengan *Strength Design*

A. Elemen Lentur

Komponen struktur yang memikul lentur harus memenuhi,

$$M_u \leq \phi M_n \qquad (3.6\text{-}11)$$

keterangan ;

M_u adalah momen lentur terfaktor dari hasil kombinasi pembebanan persamaan (3.6-2) sampai (3.6-7) atau persamaan (3.6-8) dan (3.6-9) yang disyaratkan untuk struktur tahan gempa.

ϕ adalah faktor reduksi = 0,9

M_n adalah kuat nominal dari lentur penampang.

Menurut AISC LRFD 1999, kuat lentur nominal penampang (M_n) dibatasi oleh *(limit states)*, (a) Leleh *(yielding)*, (b) Tekuk lateral *(lateral torsional buckling, LTB)*, (c) Tekuk lokal sayap *(flange local buckling, FLB)*, dan (d) Tekuk lokal badan *(web local buckling, WLB)*. Batasan terhadap balok dan kolom dalam disain rangka baja di daerah rawan gempa mensyaratkan penampang haruslah "kompak" untuk mencegah tekuk lokal sesuai keterangan pada Bab 3.6.3. Lihat keterangan pada Gambar 3.6 dan 3.7.

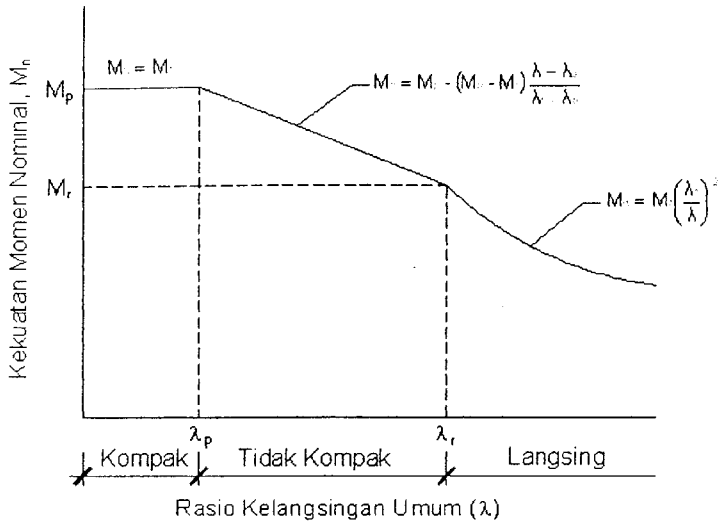
a) Kuat lentur nominal berdasarkan keadaan batas pelelehan *(limit states of yielding)*.

Untuk penampang "kompak" ($\lambda = b/t \leq \lambda_p = 170/\sqrt{f_y}$), kuat lentur nominal penampang adalah, ϕM_n, dengan $\phi = 0,9$.

$$M_n = M_p \qquad (3.6\text{-}12)$$

dengan ; M_p adalah momen plastis ($= f_y.Z \leq 1,5\ M_y$), N-mm.

M_y adalah momen lentur yang menyebabkan penampang mulai mengalami tegangan leleh ($= f_y.S$), N-mm.



Gambar 3.6 Kekuatan Nominal M_n lawan rasio kelangsingan umum (λ) untuk keadaan tekuk lokal flens, tekuk lokal badan.

b) Kuat lentur berdasarkan batas kelangsingan umum (Gambar 3.6)

1) Penampang kompak, $\lambda \leq \lambda_p$

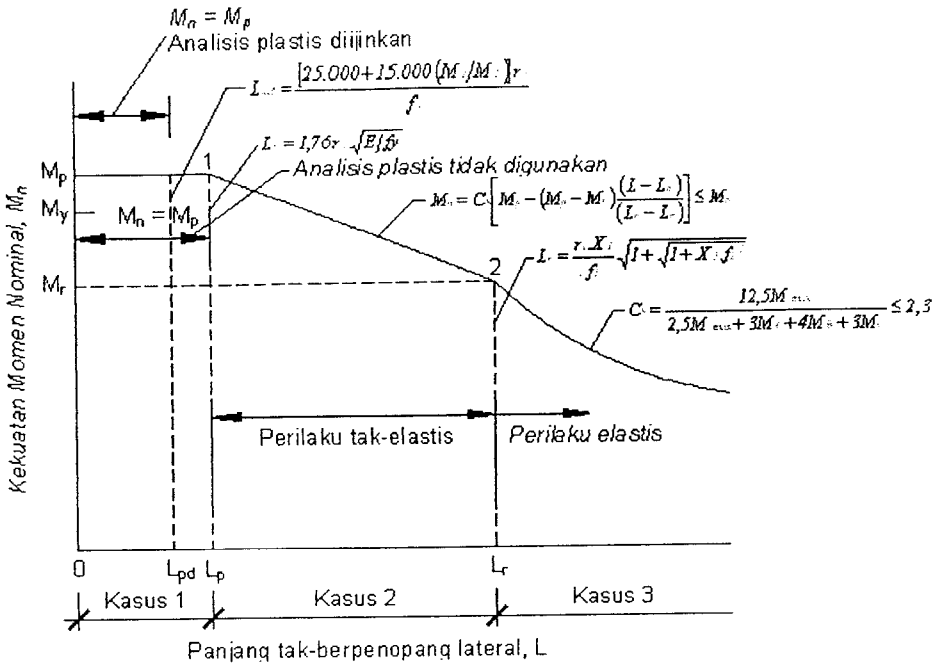
$$M_n = M_p \qquad (3.6\text{-}13.a)$$

2) Penampang tak kompak, $\lambda_p < \lambda < \lambda_r$

$$M_n = M_p - (M_p - M_r)\left(\frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p}\right) \leq M_p \qquad (3.6\text{-}13.b)$$

3). Penampang langsing, $\lambda \geq \lambda_r$

$$M_n = M_{cr} = \frac{C_b.S_x.X_1.\sqrt{2}}{L/r_y}\sqrt{1+\frac{X_1^2 X_2}{2(L/r_y)^2}} \leq M_p \qquad (3.6\text{-}13.c)$$



Gambar 3.7 Kekuatan Nominal M_n dari penampang "kompak" yang dipengaruhi oleh tekuk torsi-lateral.

c) Kuat lentur berdasarkan keadaan batas tekuk lateral (Gambar 3.7).

1) Bentang pendek, $L \leq L_p$

$$M_n = M_p \qquad (3.6\text{-}14.a)$$

2) Bentang menengah, $L_p < L < L_r$

$$M_n = C_b\left[M_p - (M_p - M_r)\frac{(L - L_p)}{(L_r - L_p)}\right] \leq M_p \qquad (3.6\text{-}14.b)$$

3) Bentang panjang, $L_r \leq L$

$$M_n = M_{cr} \leq M_p \qquad (3.6\text{-}14.c)$$

Dengan;

L adalah panjang tanpa penopang lateral, mm.

L_p adalah panjang penopang lateral maksimum, mm.

$$L_p = 1{,}76\, r_y \sqrt{E/fy} \qquad (3.6\text{-}15)$$

L_r adalah panjang tanpa penopang lateral maksimum, mm.

$$L_r = \frac{r_y.X_1}{f_L}\sqrt{1+\sqrt{1+X_2.f_L^2}} \text{ , dengan } f_L = (f_y - f_r) \qquad (3.6\text{-}16)$$

M_r = S (f_y – f_r), adalah kekuatan momen batas tekuk, dan f_r adalah tegangan sisa.

C_b adalah faktor pengali momen,

$$C_b = \frac{12{,}5M_{max}}{2{,}5M_{max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \le 2{,}3 \qquad (3.6\text{-}17)$$

dengan M_{max} adalah momen maksimum pada batang yang ditinjau, M_A, M_B,dan M_C adalah momen pada ¼ , tengah dan ¾ bentang.

M_{cr} adalah momen kritis, untuk profil I;

$$\begin{aligned} M_{cr} &= C_b \frac{\pi}{L}\sqrt{E.I_y.G.J + \left(\frac{\pi E}{L}\right)^2 I_y.C_w} \\ &= \frac{C_b.S_x.X_1.\sqrt{2}}{L/r_y}\sqrt{1+\frac{X_1^2 X_2}{2(L/r_y)^2}} \end{aligned} \qquad (3.6\text{-}18)$$

$$\begin{aligned} X_1 &= \frac{\pi}{S_x}\sqrt{\frac{E.G.J.A}{2}} \\ X_2 &= 4\frac{C_w}{I_y}\left(\frac{S_x}{G.J}\right)^2 \end{aligned} \qquad (3.6\text{-}19)$$

dengan, G adalah modulus elastis geser baja, (81000 MPa).

C_w adalah konstanta puntir lengkung (warping constant), mm^6.

J adalah konstanta puntiran.

B. Aksial Tekan

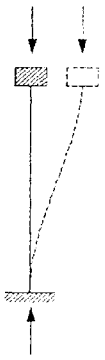
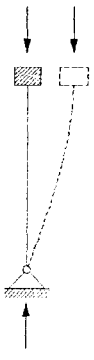
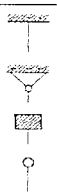
Komponen struktur yang mengalami gaya tekan kosentris akibat beban terfaktor, N_u, harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$N_u \leq \phi_n N_n \qquad (3.6\text{-}20)$$

Keterangan :

ϕ_n adalah faktor reduksi kekuatan = 0,85

N_n adalah kuat tekan nominal komponen struktur, N.

	(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 idiil	0,65	0,80	1,2	1,0	2,10	2,0
Kode ujung	 Jepit Sendi Roll tanpa putaran sudut Ujung bebas					

Gambar 3.8 Nilai k_c untuk kondisi kolom ideal.

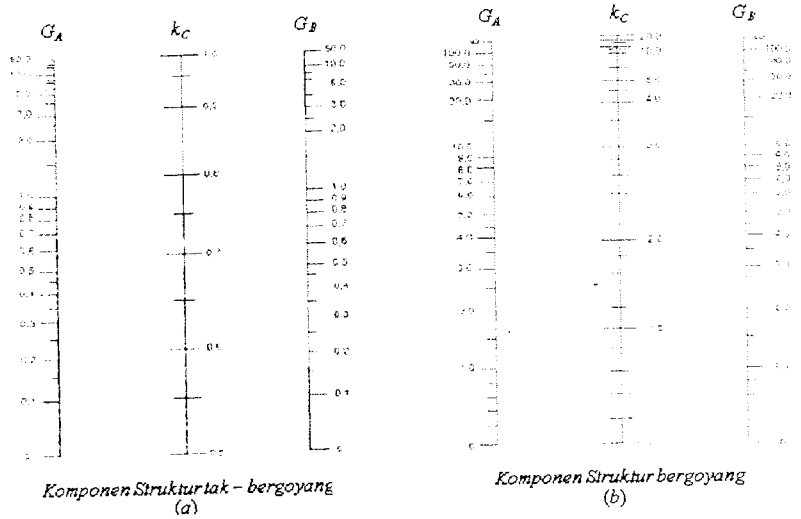
Perbandingan kelangsingan

- Kelangsingan elemen penampang, $\lambda < \lambda_r$
- Kelangsingan komponen struktur tekan, $\lambda = L_k/r < 200$

dengan $L_k = k_c L$. Dalam hal ini k_c adalah faktor panjang tekuk dan L adalah panjang teoritis kolom.

Nilai faktor panjang tekuk (k_c) bergantung pada kekangan rotasi dan translasi pada ujung-ujung komponen struktur. Untuk komponen struktur dengan ujung-ujung ideal nilai k_c ditunjukkan pada Gambar 3.8 Untuk komponen struktur tekan yang merupakan bagian dari suatu rangka bersambungan kaku, nilai faktor panjang tekuk (k_c) ditetapkan dari Gambar 3.9. Pada Gambar tersebut G_A dan G_b adalah perbandingan antara kekakuan komponen struktur tekan dominan terhadap kekakuan komponen struktur relatif bebas tekan. Nilai G suatu komponen struktur pada rangka portal dapat ditentukan sebagai berikut :

$$G = \frac{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_c}{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_b} \qquad (3.6\text{-}21)$$



Gambar 3.9

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

Daya dukung nominal komponen struktur tekan

Untuk penampang yang mempunyai perbandingan $\lambda < \lambda_r$, daya dukung nominal komponen struktur tekan dihitung sebagai berikut:

$$N_n = A_g f_{cr} = A_g \frac{f_y}{\omega} \qquad (3.6\text{-}22)$$

untuk $\lambda_c \leq 0{,}25$ maka $\omega = 1$ (3.6-23.a)

untuk $0{,}25 < \lambda_c < 1{,}25$ maka $\omega = \dfrac{1{,}43}{1{,}6 - 0{,}67\lambda_c}$ (3.6-23.b)

untuk $\lambda_c \geq 1{,}25$ maka $\omega = 1{,}25\ \lambda_c^2$ (3.6-23.c)

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \frac{L_k}{i_{\min}} \sqrt{\frac{f_y}{E, MPa}} \qquad (3.6\text{-}23.d)$$

Keterangan :

A_g adalah luas penampang bruto, mm^2

f_{cr} adalah tegangan kritis penampang, MPa

f_y adalah tegangan leleh material, Mpa

λ_c adalah parameter kelangsingan kolom

C. Geser

Kuat geser untuk pelat badan tidak berpengaku (unstiffened), dengan $h/t_w \leq 260$, adalah ϕV_n, AISC LRFD Specification 1999, sehingga ;

$$V_u \leq \phi V_n \qquad (3.6\text{-}24)$$

Keterangan :

V_u adalah gaya geser terfaktor pada sendi plastis, Bruneau (1998) memberikan pendekatan untuk menentukan gaya geser pada sendi plastis, $V_u = V_p$.

ϕ adalah faktor reduksi = 0,9

V_n adalah kuat geser nominal pelat badan, N

a) Untuk $h/t_w \leq 2{,}45\sqrt{E/fy}$; $V_n = 0{,}6.fy.A_w$ (3.6-25)

dengan A_w = luas kotor pelat badan, mm^2.

b) Untuk $2{,}45\sqrt{E/fy} \leq h/t_w \leq 3{,}07\sqrt{E/fy}$

$$V_n = 0{,}6.fy.A_w\left[\frac{2{,}45\sqrt{E/fy}}{h/t_w}\right] \qquad (3.6\text{-}27)$$

c) Untuk $3{,}07\sqrt{E/fy} \le (h/t_w) \le 260$

$$V_n = A_w\left[\frac{4{,}52.E}{(h/tw)^2}\right] \qquad (3.6\text{-}28)$$

Interaksi geser dan lentur;

$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0{,}625\frac{V_u}{\phi V_n} \le 1{,}375 \qquad (3.6\text{-}29)$$

D. Komponen Struktur Yang Mengalami Gaya Kombinasi

Gaya dan momen terfaktor terbesar yang bekerja pada komponen struktur :

(1) N_u merupakan gaya aksial terfaktor (tarik atau tekan) yang terbesar yang bekerja pada komponen struktur.

(2) M_u, yaitu M_{ux} dan M_{uy}, merupakan momen lentur terfaktor (terhadap sumbu-x dan sumbu-y) yang terbesar yang dihasilkan oleh beban pada rangka dan beban lateral pada komponen struktur.

Untuk $\frac{N_u}{\phi N_n} \ge 0{,}2$

$$\frac{N_u}{\phi N_n} + \frac{8}{9}\left(\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}}\right) \le 1{,}0 \qquad (3.6\text{-}30)$$

untuk $\frac{N_u}{\phi N_n} < 0{,}2$

$$\frac{N_u}{2\phi N_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1{,}0 \qquad (3.6\text{-}31)$$

3.6.5 Perencanaan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Konsep disain elemen-elemen utama penahan beban gempa dapat direncanakan dan didetailkan sedemikian rupa, sehingga mampu memencarkan energi gempa dengan deformasi inelastis yang cukup besar tanpa runtuh. Elemen-elemen lainnya diberi kekuatan yang cukup, sehingga mekanisme yang direncanakan dapat dipertahankan pada saat terjadi gempa kuat (Bruneau, 1998).

Analisis Portal Rangka :

1. Pilih mekanisme kerusakan tanpa runtuh dengan merencanakan sendi plastis. Pada umumnya dipilih mekanisme kolom kuat balok lemah *(beam sway mechanism)* dengan rotasi $\theta = 0{,}03$ radian (pengujian siklik).

akibat lentur pada sendi-sendi plastis balok setelah mengalami rotasi-rotasi plastis yang cukup besar.

Bruneau, Uang dan Whittaker (1998) memberikan langkah-langkah dalam perencanaan elemen daktail;

a) tentukan atau pilih metode untuk menempatkan sendi plastis jauh dari kolom (lihat Gambar 3.10).
b) pilih tipe sambungan balok-ke-kolom berdasarkan hasil pengujian siklik yang diakui atau perhitungan dari hasil tes yang telah dilakukan dari tipe sambungan yang sama dengan hasil-hasil pengujian kualifikasi yang menunjukkan rotasi inelastis sekurang-kurangnya 0,03 radian.
c) menentukan kemungkinan momen plastis yang terjadi pada sendi plastis dengan persamaan :

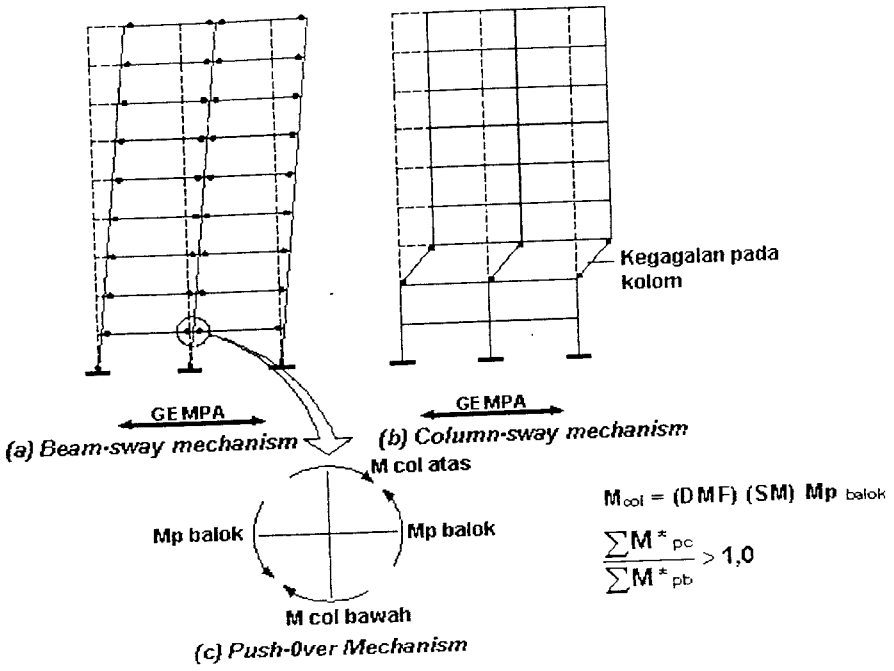
$$M_{pr} = \beta.M_P = \beta.Z_b,fy = \beta * Z_b.fy^{act} \qquad (3.6\text{-}32.a)$$

dengan : Z_b adalah modulus plastis balok

f_y adalah tegangan leleh bahan baja yang digunakan.

β adalah koefisien yang memperhitungkan kemungkinan kuat leleh material, faktor penambahan kekuatan, diambil β = 1,1 (SAC 1997,AISC 1997, Rancangan SNI 2000), β = 1,2 (FEMA 2000).

$$M_{pr} = \beta.M_P = 1,2.M_p = 1,2\ Z_b\ fy \qquad (3.6\text{-}32.b)$$



Gambar 3.10 Mekanisme Keruntuhan Struktur

fy pengujian $= 0{,}85\, f_{ye}$

$= 0{,}85\, R_y fy$

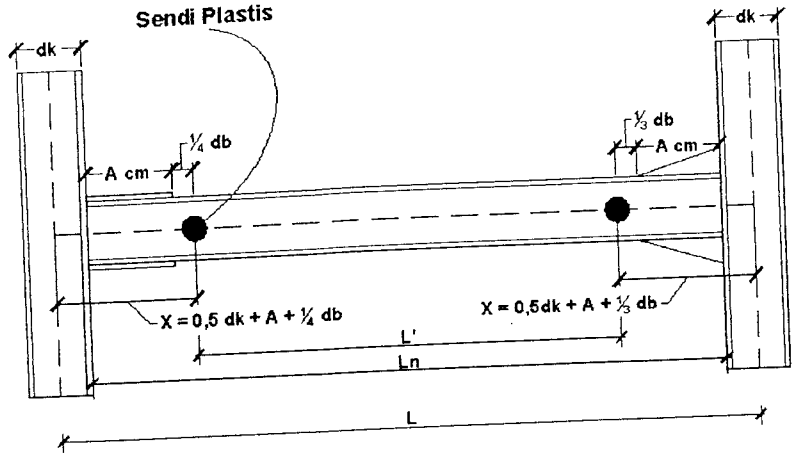
$= 0{,}85 \times 1{,}5\, fy$ (untuk baja BJ 41)

$= 1{,}275\, fy$

di mana overstrength faktor = 1,275 (untuk baja BJ 41)

2. Tahap perencanaan Kapasitas (Capacity Design)

Perhitungan dari kombinasi pembebanan di atas hanya untuk mendapatkan momen rencana pada elemen baloknya saja. Keruntuhan geser pada balok yang bersifat getas juga diusahakan agar tidak terjadi lebih dahulu dari kegagalan



Gambar 3.11 Asumsi Lokasi Sendi Plastis

Sumber : Michel Bruneau, Chia-Ming Uang, Andrew Whittaker, 1998

d) menentukan gaya gaya geser, V_P, pada sendi plastis.

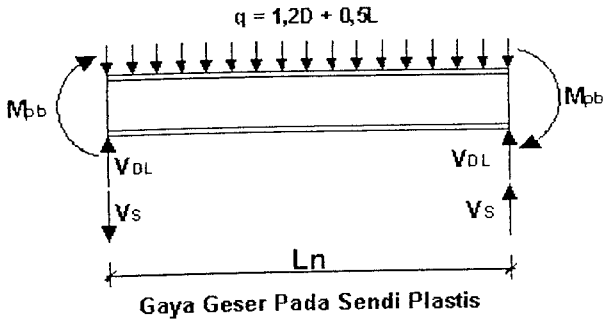
$$V_u = V_p = \frac{(M_{pr} + M_{pr})}{L_n} + V_g \qquad (3.6\text{-}33.a)$$

dengan M_{pr} adalah momen plastis pada sendi plastis

V_g adalah gaya geser akibat beban gravitasi

L adalah bentang balok

Rancangan SNI mensyaratkan gaya geser terfaktor, V_u, sambungan balok-ke-kolom menggunakan kombinasi beban 1,2D + 0,5L ditambah gaya geser yang dihasilkan dari bekerjanya momen lentur sebesar $M_{pb} = R_y.M_{pr}$ $= 1{,}2.f_yZ$ pada arah yang berlawanan pada masing-masing ujung balok.



Gambar 3.12 Gaya geser pada sendi plastis

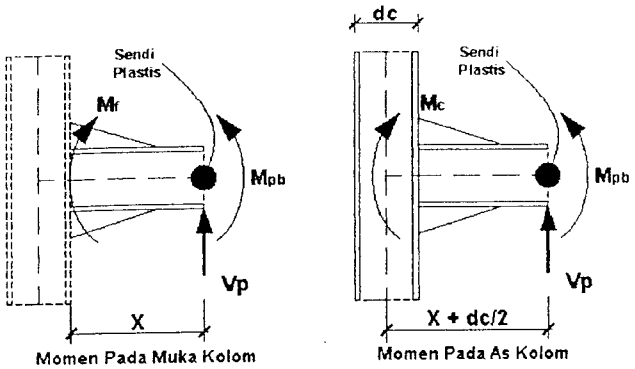
$$V_s = \frac{2.M_{pb}}{L_n} \qquad \text{(3.6-33.b)}$$

$$V_u = V_p = 1{,}2V_D + 0{,}5V_L + \frac{2.M_{pb}}{L_n} \qquad \text{(3.6-33c)}$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari kombinasi pembebanan

$$V_u = 1{,}05\left(V_D + V_L + \frac{4}{K}V_E\right) \qquad \text{(3.6-33.d)}$$

e) Menentukan momen plastis balok pada muka kolom, M_f, dan pada as kolom, M_c, dengan memperhitungkan momen tambahan akibat amplifikasi gaya geser dari lokasi sendi plastis ke as kolom.



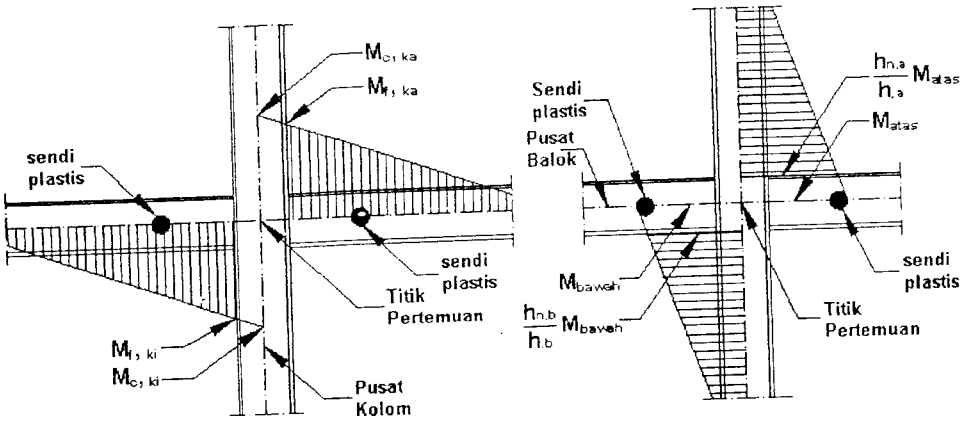
Gambar 3.13 Momen plastis balok pada muka dan as kolom

$$Mf = Mpb + Vp.X \tag{3.6-34}$$

$$Mc = Mpb + Vp\left(X + dc/2\right) \tag{3.6-35}$$

f) Menentukan momen rencana , $M_{u,k}$ dan gaya aksial kolom, $P_{u,k}$.

Kuat lentur kolom portal SRPMK yang ditentukan pada bidang muka balok $M_{u,k}$ harus dihitung berdasarkan terjadinya kapasitas lentur sendi plastis pada kedua ujung balok yang bertemu dengan kolom tersebut (lihat Gambar 3.14)



Gambar 3.14 Pertemuan balok kolom dan perhitungan momen rencana kolom

$$\sum M_{u,k} = (DMF)(SM)\sum M_{p\ balok} \qquad (3.6\text{-}36)$$

atau

$$M_{u.k} = (DMF).\alpha_k.0,7.\frac{h_n}{h}\left(\frac{L_{ki}}{L'_{ki}}M_{pb,ki} + \frac{L_{ka}}{L'_{ka}}M_{pb,ka}\right) \qquad (3..6\text{-}37)$$

tetapi tidak perlu lebih besar dari :

$$M_{u,k} = 1,05\left(M_{D,k} + M_{L,k} + \frac{4,0}{K}M_{E,k}\right) \qquad (3.6\text{-}38)$$

dengan :

DMF = faktor pembesar dinamis yang memperhitungkan pengaruh terjadinya sendi plastis secara keseluruhan.

α_k = faktor distribusi momen kolom portal yang ditinjau sesuai kekakuan relatif kolom atas dan kolom bawah.

SM = *safety margin* yakni faktor penambahan kekuatan (overstrength factor), ϕ_o, dalam hal ini adalah faktor $\beta = 1{,}2$ dan R_y.

$\sum M_{p\,blk}$ = $M_{p\,balok,\,ki} + M_{p\,balok,\,ka}$

M_{pb} = Momen plastis pada balok.

$M_{D,k}$ = momen pada kolom akibat beban mati.

$M_{L,k}$ = momen pada kolom akibat beban hidup.

$M_{E,k}$ = momen pada kolom akibat beban gempa.

K = faktor jenis struktur (K=1, struktur daktail penuh)

Sedangkan beban aksial rencana, $P_{u,k}$ yang bekerja pada kolom portal dihitung dari :

$$P_{u.k} = 0{,}7Rv\left(\frac{M_{pb,ki}}{l'_{ki}} + \frac{M_{pb,ka}}{l'_{ka}}\right) + 1{,}05N_{g,k} \qquad (3.6\text{-}39)$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari:

$$P_{u.k} = 1{,}05\left(N_{g,k} + \frac{4}{K}N_{E,k}\right) \qquad (3.6\text{-}40)$$

Dengan: Rv = faktor reduksi y7ang ditentukan sebesar:

1,0 untuk $1 < n < 4$

$1{,}1 - 0{,}025n$ untuk $4 < n < 20$

0,6 untuk $n > 20$

n = jumlah lantai di atas kolom yang ditinjau.

l' = bentang bersih balok

$N_{g,k}$ = gaya aksial kolom akibat beban gravitasi

$N_{E,k}$ = gaya aksial kolom akibat beban gempa

g) Menentukan Geser Rencana Pada Kolom, $V_{u,k}$.

Kuat geser kolom portal berdasarkan terjadinya sendi-sendi plastis pada ujung balok-balok yang bertemu pada kolom tersebut harus dihitung dengan cermat sebagai berikut.

Untuk kolom lantai atas

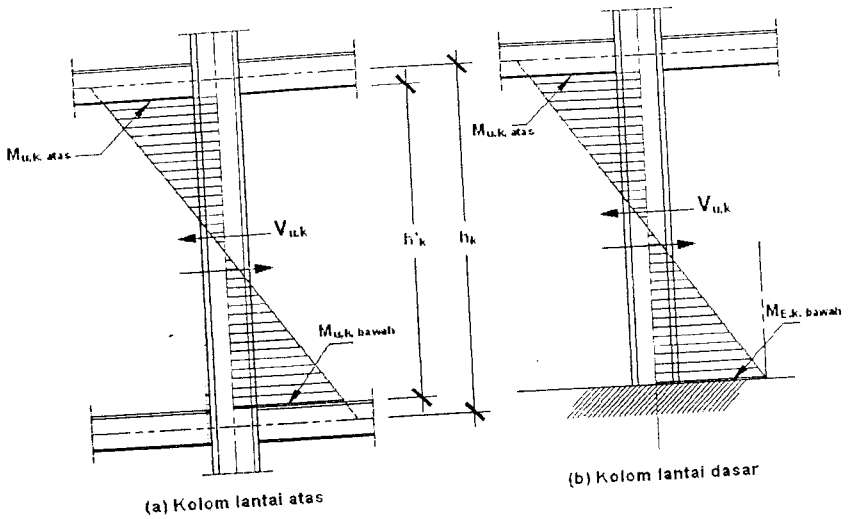
$$V_{u,k} = \frac{M_{u,k\ atas} + M_{u,k\ bawah}}{h'_k} 0 \qquad (3.6\text{-}41)$$

Untuk kolom lantai dasar

$$V_{u,k} = \frac{M_{u,k\ atas} + M_{E,k\ bawah}}{h'_k} \qquad (3.6\text{-}42)$$

dan dalam segala hal tidak perlu lebih besar dari

$$V_{u,k} = 1{,}05\left(V_{D,k} + V_{L,k} + \frac{4}{K} V_{E,k}\right) \qquad (3.6\text{-}43)$$



Gambar 3.15 Gaya geser rencana pada kolom portal

h) Untuk memenuhi syarat kolom kuat-balok lemah harus memenuhi persyaratan berikut;

$$\frac{\sum M^{*}_{pc}}{\sum M^{*}_{pb}} \geq 1{,}0 \qquad (3.6\text{-}44)$$

$$\sum M^{*}_{pc} = \sum Z_c\left(f_{yc} - N_{uc}/A_g\right) \qquad (3.6\text{-}45)$$

$$\sum M^{*}_{pb} = \sum\left(1{,}2.M_p + M_y\right) \qquad M_y = V_p.\left(X + d_k/2\right) \qquad (3.6\text{-}46)$$

dengan ;

ΣM^{*}_{pc} adalah jumlah momen-momen kolom di bawah dan di atas sambungan pada pertemuan as kolom dan as balok.

ΣM^{*}_{pb} adalah jumlah momen-momen balok pada pertemuan as balok dan as kolom, dengan menjumlahkan proyeksi kuat lentur nominal balok di daerah sendi plastis ke as kolom.

M_v adalah momen tambahan akibat amplifikasi gaya geser dari lokasi sendi plastis ke as kolom.

A_g adalah luas penampang bruto kolom, mm^2

f_{yc} adalah tegangan leleh penampang kolom, MPa

N_{uc} adalah gaya aksial tekan terfaktor pada kolom, N.

Z_c adalah modulus plastis penampang kolom, mm^3

3. Perencanaan Sambungan dan Panel Zone

a) *Perencanaan Sambungan Kolom*

Sambungan kolom harus mempunyai kuat rencana minimum untuk memikul kuat perlu yang ditentukan pada persamaan 3.6-39 atau 3.6-40. Sambungan yang menggunakan las sudut atau las tumpul penetrasi bagian tidak boleh berjarak kurang dari 1200 mm dari sambungan balok-ke-kolom atau tidak boleh kurang dari setengah kali panjang bersih kolom dari sambungan balok-ke-kolom. Sambungan las kolom yang dibebani oleh gaya tarik neto akibat kombinasi beban 3.6-40 harus memenuhi kedua persyaratan berikut ini:

(1) Sambungan las penetrasi sebagian harus mempunyai kuat rencana minimum sebesar 200% dari kuat perlu.

(2) Kuat perlu minimum dari setiap pelat sayap adalah $f_y A_f$, dengan f_y adalah tegangan leleh yang dapat terjadi dari bahan baja kolom dan A_f

adalah luas pelat sayap kolom yang terkecil pada sambungan yang ditinjau.

b) *Perencanaan Sambungan Balok-ke-Kolom*

Respon gempa dari rangka momen daktail akan sangat memuaskan jika sambungan antara elemen rangka mempunyai cukup kekuatan ijin untuk terjadi mekanisme keruntuhan plastis, cukup kekakuan untuk membenarkan asumsi kelakuan kaku penuh untuk analisis, dan cukup detail untuk mengijinkan terbentuknya deformasi cyclic inelastik yang luas selama gempa tanpa terjadi hilangnya kekuatan yang berarti pada sambungan *(Bruneau, 1998)*.

Desain sambungan untuk dapat menahan gaya geser sebesar V_u adalah sebagai berikut :

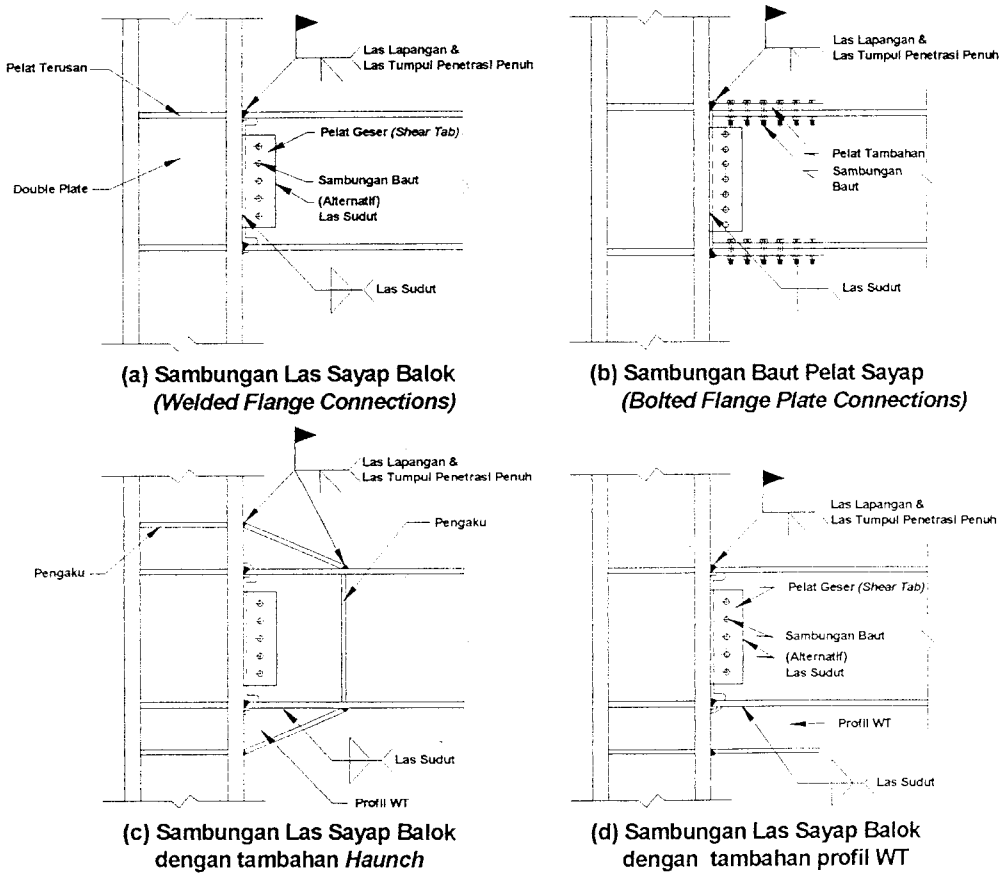
$$\phi R_n > V_u \qquad (3.6\text{-}47)$$

dengan $\phi = 0{,}9$; R_n = Kuat nominal total baut/ alat sambung lain

Dalam perencanaan sambungan balok-ke-kolom harus diperhatikan zona penyerapan energi akibat beban lateral, *Mazzolani & Piluso (1996)* menyarankan zona penyerapan yang berada pada akhir balok daripada zona penyerapan yang berada di sambungan balok-ke-kolom, sehingga energi yang masuk akibat gempa diserap melalui gaya lentur plastis berulang-ulang *(the cyclic plastic bending)* pada akhir/ujung

balok. Dengan mendesain zona penyerapan berada pada akhir/ujung balok maka pendetailan sambungan harus dilakukan pada daerah sendi plastis.

Dalam mendisain sambungan balok-ke-kolom, Rancangan SNI, AISC dan FEMA mengharuskan perencanaan berdasarkan prekualifikasi hasil uji lab ataupun hasil analisis rasional. Gambar 3.16 merupakan beberapa contoh bentuk sambungan balok-ke-kolom yang disarankan dalam AISC dan FEMA.



Gambar 3.16 Contoh Sambungan Balok-ke-Kolom

Sumber: FEMA 350: Recomended Seismic Design Criteria for New Steel Moment Frame-Buildings.

c) *Kekuatan Las antara Flens Balok ke Kolom*

Pada umumnya Las antara flens balok ke flens kolom dapat robek, untuk menghindari ini harus dipenuhi

$$\phi R_n \geq P_{bf} \qquad (3.6\text{-}48.a)$$

dengan $\phi = 0,9$ (3.6-48.b)

$R_n = 6,25\ tf^2\ f_{yb}$ (3.6-48.c)

$P_{bf} = 1,8\ f_{yb}\ b_f\ t_f$; 1,8 = over strength factor (3.6-48.d)

Jika tidak dipenuhi maka dibutuhkan "Tension Stiffener" (pengaruh tarik di daerah badan kolom) berupa plat terusan.

d) *Bahaya Tekuk pada Kolom*

Akibat transfer gaya dari flens balok maka daerah badan kolom dapat tertekuk dan dihindari sbb ;

$$\phi R_n \geq P_{bf} \qquad (3.6\text{-}49.a)$$

dengan $\phi = 1,0$ (3.6-49.b)

$R_n = (1,5k + t_{bf})\ f_{yw}\ t_w$ (3.6-49.c)

$P_{bf} = \dfrac{Mp}{0,95d}$ = rata-rata gaya pada flens balok (3.6-49.d)

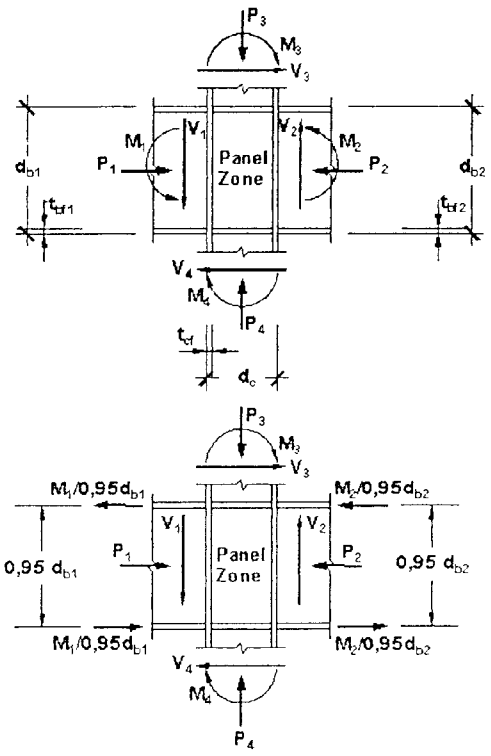
Bila tidak dipenuhi maka harus digunakan plat dobel *(double plate)* sebagai berikut ;

$$t_w + t_{dp} = \left(\frac{M_{pb}}{0{,}95\,d}\right)\frac{1}{(sk + t_{bf})f_{yc}} \qquad (3.6\text{-}50)$$

dapat ditentukan = (t_{bf} + r); dimana r adalah jari-jari didaerah antara flens dan badan profil balok.

e). *Perencanaan Panel Zone*

Di daerah join terjadi distribusi gaya-gaya seperti pada gambar .



Gambar 3.17 Gaya-gaya yang Bekerja pada Panel Zone

Untuk strong panel zone design, $\Delta M = M_2\text{-}(-M_1) = M_2 + M_1$, sehingga gaya geser yang terjadi pada panel zone adalah,

$$V_u = \frac{M_1}{0,95.d_{b1}} + \frac{M_2}{0,95.d_{b2}} - V_c \qquad (3.6\text{-}51)$$

di mana M adalah momen plastis balok pada muka kolom, dan V_c adalah gaya geser yang diterima kolom, dengan asumsi bahwa titik balik pada tengah-tengah kolom maka;

$$V_c = \frac{M_1\left(\frac{L_1}{L_{n1}}\right) + M_2\left(\frac{L_2}{L_{n2}}\right)}{h} \qquad (3.6\text{-}52)$$

$$V_c = \frac{V_3 + V_4}{2}$$

Syarat kekuatan tanpa *double plate*

$$V_u \leq 0,8 \sum R_y M_{p\,balok} \qquad (3.6\text{-}53)$$

Kuat geser rencana $\phi_v V_n$ ditentukan menggunakan persamaan berikut:

Bila $N_u \leq 0,75N_y$, $\phi_v V_n = 0,6.\phi_v.fy.d_c.t_p\left[1 + \frac{3.b_{cf}.t_{cf}^2}{d_b.d_c.t_p}\right]$ (3.6-54)

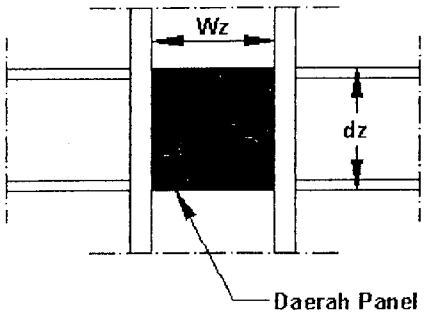
Bila $Nu > 0,75N_y$, $\phi_v V_n = 0,6.\phi_v.fy.d_c.t_p\left[1 + \frac{3.b_{cf}.t_{cf}^2}{d_b.d_c.t_p}\right]\left[1,9 - \frac{1,2.N_u}{N_y}\right]$ (3.6-55)

Dengan, $\phi_v = 0,75$ dan $N_y = f_y A_g$

Bila digunakan *double plate* maka t_p dalam persamaan (3.6-54) dan (3.6-55) diganti dengan $(t_w + t_{dp})$.

Tebal panel (tebal badan kolom) minimum ditentukan sebagai berikut :

$$t_z \geq \frac{(d_z + w_z)}{90} \qquad (3.6\text{-}56)$$



Gambar 3.18 Daerah Panel Zone

t_z dapat dianggap termasuk *double plate* bila plat penggandaan dihubungkan dengan panel menggunakan las sumbat.

Keterangan :

t_p adalah tebal total daerah panel, termasuk pelat pengganda, mm.

d_c adalah tinggi keseluruhan penampang kolom, mm.

b_{cf} adalah lebar sayap kolom, mm.

t_{cf} adalah ketebalan dari sayap kolom, mm.

d_b adalah tinggi bruto penampang balok, mm.

f_y adalah tegangan leleh baja pada daerah panel, Mpa

3.6.6 Perencanaan Sistem Rangka Bresing Konsentrik Khusus

Sistem Rangka Bresing Konsentrik Khusus (SRBKK) diharapkan dapat mengalami deformasi inelastis yang cukup besar akibat gaya gempa rencana. SRBKK memiliki tingkat daktilitas yang lebih tinggi daripada tingkat daktilitas Sistem Rangka Bresing Konsentrik Biasa (SRBKB) mengingat penurunan kekuatannya yang

lebih kecil pada saat terjadinya tekuk pada batang bresing tekan. SRBKK harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

a). Kelangsingan batang bresing harus memenuhi syarat kelangsingan yaitu

$$\frac{k_c L}{r} \leq \frac{2{,}625}{\sqrt{f_y}} \qquad (3.6\text{-}57)$$

b). Beban aksial terfaktor pada batang bresing tidak boleh melebihi $\phi_c N_n$.

c). Distribusi beban lateral: Pada bidang bresing, batang-batang bresing harus dipasang dengan arah selang-seling, sedemikian rupa sehingga pada masing-masing arah gaya lateral yang sejajar dengan bidang bresing, minimal 30% tapi tidak lebih dari 70% gaya horizontal total harus dipikul oleh batang bresing tarik, kecuali jika kuat nominal tekan N_n untuk setiap batang bresing lebih besar daripada beban terfaktor N_u sesuai dengan kombinasi pembebanan (3.6-8) dan (3.6-9). Bidang bresing adalah suatu bidang yang mengandung batang-batang bresing atau bidang-bidang paralel yang mengandung batang-batang bresing dengan jarak antar bidang-bidang tersebut tidak lebih dari 10% dimensi tapak bangunan tegak lurus bidang tersebut.

d). Perbandingan lebar terhadap tebal: Perbandingan lebar terhadap tebal penampang batang bresing tekan yang diperkaku ataupun yang tidak diperkaku harus memenuhi persyaratan dalam persamaan (3.6-10.b) atau (3.6-10.c) dan persyaratan batang bresing harus bersifat kompak (yaitu $\lambda < \lambda_p$).

Perbandingan lebar terhadap tebal untuk penampang siku tidak boleh melebihi $135/\sqrt{f_y}$.

e). Sambungan batang bresing.

1. Kuat perlu: Kuat perlu sambungan bresing (termasuk dalam hal ini sambungan-sambungan balok ke kolom yang merupakan bagian dari sistem bresing) harus diambil sebagai nilai terkecil dari hal-hal berikut:
   - Kuat nominal aksial tarik batang bresing yang ditetapkan sebesar $N_n = R_y f_y A_g$. (3.6-59)
   - Gaya maksimum, berdasarkan hasil analisis, yang dapat dipindahkan oleh sistem struktur ke batang bresing.
2. Kuat tarik: Kuat tarik rencana batang-batang bresing dan sambungannya, berdasarkan kuat batas tarik fraktur pada luas neto penampang efektif dan kuat geser fraktur yang ditetapkan pada komponen struktur yang mengalami gaya tarik aksial minimal sama dengan kuat perlu.
3. Kuat lentur: Pada bidang kritis di mana tekuk batang bresing akan terjadi maka kuat lentur rencana sambungan harus $\geq 1{,}1 R_y M_p$ (kuat lentur nominal yang diharapkan dari batang bresing terhadap sumbu tekuk kritisnya).

   Pengecualian: Sambungan-sambungan batang bresing yang memenuhi persyaratan kuat tarik, yang dapat mengakomodasikan rotasi inelastis sehubungan dengan deformasi bresing pascatekuk, dan yang mempunyai

kuat rencana minimal sama dengan $A_g f_{cr}$ (kuat tekan nominal batang bresing), dapat digunakan.

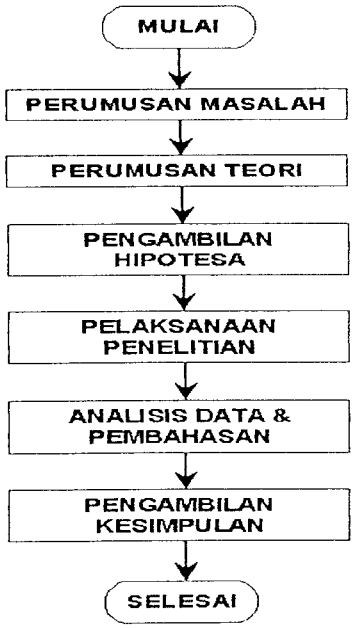
4. Pelat buhul: Perencanaan pelat buhul harus memperhitungkan tekuk.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Metode Penelitian

Metode penelitian adalah suatu cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari jawaban atas permasalahan penelitian yang diajukan. Bagan alir dari penelitian ini dapat dilihat pada flowchart yang disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Flowchart Metode Penelitian

4.2 Data Struktur, Bahan dan Pembebanan

1. Model struktur disajikan pada Gambar 4.2, dengan menganalisis tiap model struktur dengan menggunakan material baja.
2. Mutu baja yang dipakai adalah A36, $fy = 36\ ksi$, $E_s = 29000\ ksi$.
3. Struktur dipergunakan untuk perkantoran.
4. Pembebanan struktur mengacu pada SNI 03-1727-1989/SKBI-1.3.53.1987.
5. Beban gempa statik mengacu pada SNI 03-1726-1989/SKBI-1.3.53.1987.
6. Beban gempa dinamis menggunakan analisis riwayat waktu *(time history analysis)*, yaitu ; gempa *Koyna* untuk frekuensi tinggi, dan gempa *El-Centro* untuk frekuensi menengah.

4.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu :

1. Tahap perumusan masalah.

   Tahap ini meliputi perumusan masalah terhadap topik penelitian, termasuk perumusan tujuan serta pembatasan penelitian.

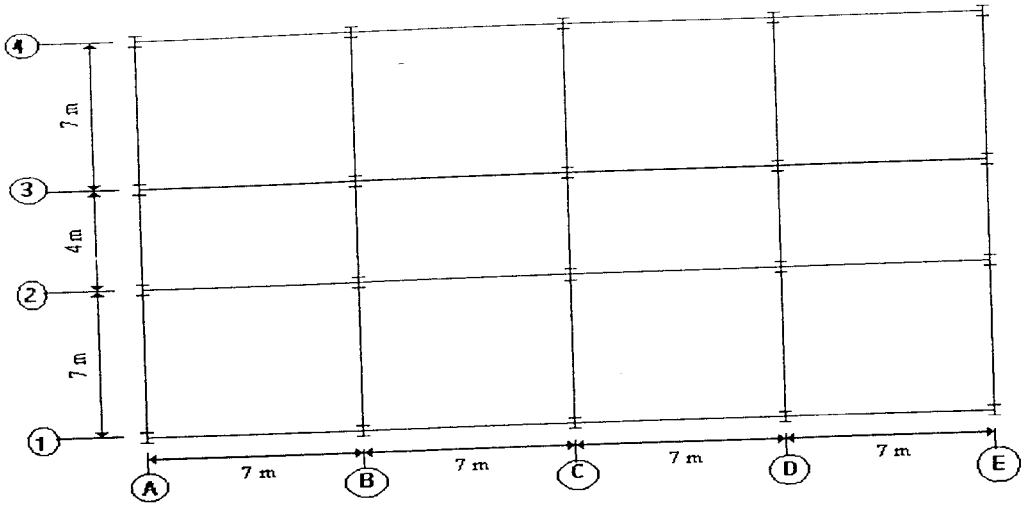
2. Tahap perumusan teori.

   Pada tahap ini dilakukan pengkajian pustaka terhadap teori yang melandasi penelitian serta ketentuan-ketentuan yang dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian.

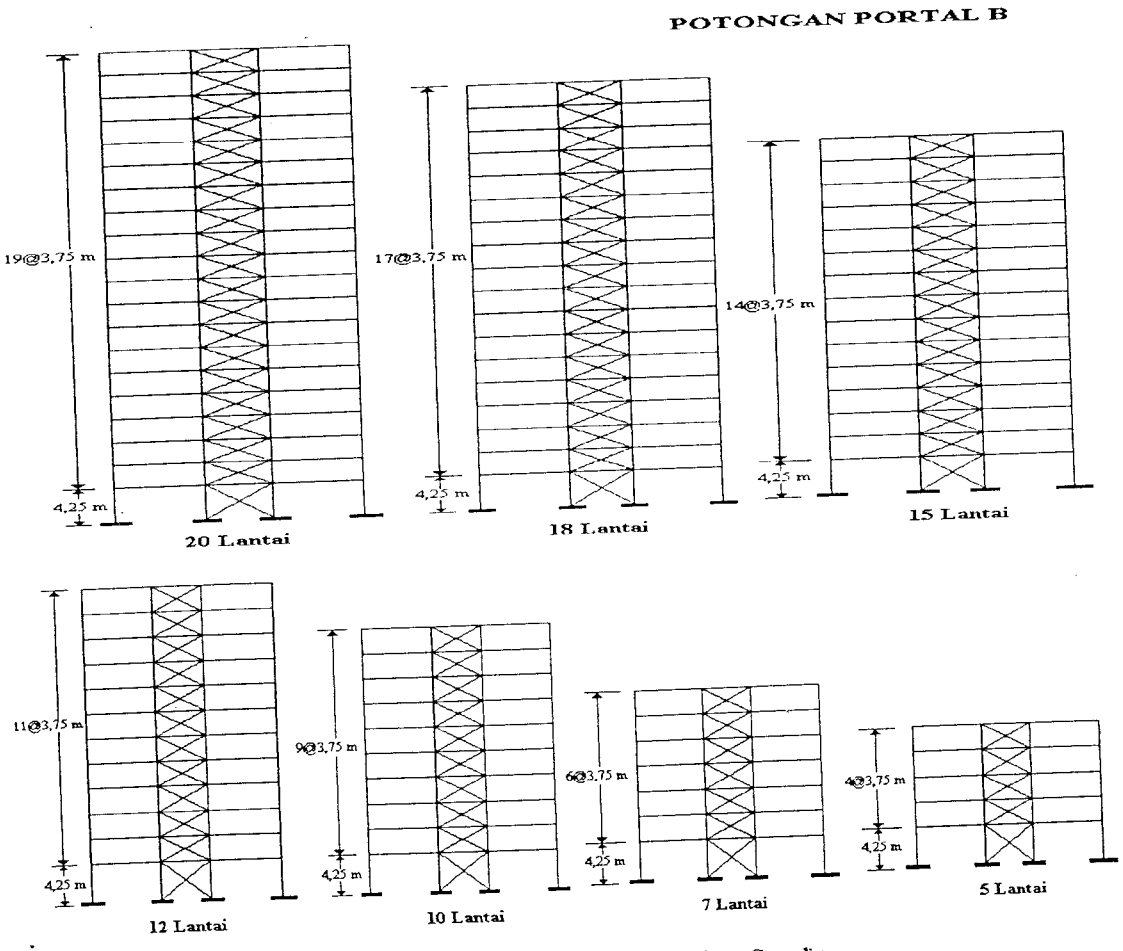
3. Tahap pelaksanaan penelitian.
   a) menentukan konfigurasi model simulasi struktur baja.
   b) menghitung beban-beban yang bekerja.
   c) analisis struktur menggunakan program bantu komputer.
   d) analisis hasil analisis struktur menggunakan program bantu pengolah data.
   e) analisis dan pembahasan.
   f) penarikan kesimpulan.
4. Tahap analisis dan pembahasan.

   Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil analisis struktur antara dua jenis model struktur yang digunakan dan mengkomparasikan terhadap hipotesis dengan berlandaskan teori yang ada.
5. Tahap penarikan kesimpulan.

   Dari hasil analisis dapat diambil kesimpulan berdasarkan teori yang digunakan untuk menjawab permasalahan yang ada.



Gambar 4.2.a Denah Struktur



Gambar 4.2.b Variasi Tingkat Struktur

BAB V

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Pendahuluan

Analisis yang dilakukan meliputi analisis struktur dan analisis numeris. Untuk analisis struktur menggunakan program bantu komputer, yaitu memakai *software* SAP 2000 versi 7.42, sementara untuk pengolahan data memakai *software* Microsoft Excel 2000. Input data yang diperlukan untuk penggunaan analisis struktur antara lain geometri struktur, material properties, *frame section,* beban statik, massa lantai, dan data percepatan tanah. Analisis numeris yang ditinjau pada penelitian ini berupa analisis momen ujung kolom akibat beban statik dan beban dinamik untuk mengetahui pembesaran momen kolom akibat beban dinamik terhadap beban statik. Envelope momen yang diambil adalah kulit terluar momen ujung kolom. Wilayah gempa yang diambil adalah wilayah 2 kondisi tanah lunak untuk struktur *unbraced steel frame* (USF) menurut PPTGIUG 1983, dan wilayah 5 kondisi tanah lunak untuk struktur *braced steel frame* (BSF) menurut rancangan PPTGIUG 1998. Dari hasil analisis wilayah gempa 2 atau wilayah gempa 5 ini akan ditentukan faktor pembesaran dinamis momen kolom pada *unbraced steel frame* (USF) dan *braced steel frame* (BSF).

4.4 Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan September 2002 dan direncanakan selesai pada bulan Februari 2003.

Tabel 4.1 Rencana Jadwal Tugas Akhir

No	KEGIATAN	SEP				OKT				NOV				DES				JAN				FEB			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pendaftaran																								
2	Penentuan Dosen Pembimbing																								
3	Pembuatan Proposal																								
4	Seminar Proposal																								
5	Konsultasi Penyusunan TA																								
6	Sidang-sidang																								
7	Pendadaran																								

5.2 Pembebanan Struktur untuk Analisis Numeris

Beban-beban yang terjadi pada struktur terdiri dari beban hidup dan beban mati. Beban tersebut dianggap merata pada elemen struktur yang dibebani, dan hanya ditinjau pada portal melintang atau portal B (Gambar 4.2). Distribusi beban gempa statik dianggap sama pada setiap lantai, baik untuk kondisi H/B < 3 maupun H/B > 3. Hal tersebut dilakukan dengan memperhatikan pola selimut momen ujung kolom yang terjadi agar dapat dianalisis.

Hitungan beban statik ekivalen dan massa lantai pada wilayah gempa 2 untuk masing-masing tingkat secara lengkap dapat dilihat pada lampiran.

5.3 Evaluasi Hasil Analisis

5.3.1 Normalisasi Momen (Dinamik terhadap Statik)

Normalisasi momen ini adalah normalisasi momen kolm akibat beban dinamik terhadap beban statik. Berikut ini akan diperlihatkan pembesaran momen dinamis terhadap statik untuk struktur USF dan BSF 5, 7, 10, 12, 15, 18, dan 20 lantai.

Tabel 5.3.1 Faktor Pembesaran Momen Kolom Portal Baja 5 Lantai

Lantai	Kolom Tepi						Kolom Tengah					
	USF			BSF			USF			BSF		
	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2
5	1.87	1.93	1.90	0.90	0.87	0.88	1.99	2.00	2.00	1.23	1.30	1.27
4	1.46	1.32	1.39	0.80	0.82	0.81	1.48	1.40	1.43	0.88	0.95	0.91
3	1.25	1.15	1.20	0.96	0.91	0.93	1.18	0.96	1.07	1.00	0.91	0.96
2	1.38	1.75	1.57	0.73	0.78	0.76	1.08	1.23	1.16	0.82	0.76	0.79
1	1.12	1.27	1.19	1.03	0.81	0.92	0.96	1.14	1.05	1.00	0.79	0.89
Dasar	1.13	1.11	1.12	0.71	0.91	0.81	1.12	1.10	1.11	0.72	0.92	0.82
Rata^2	1.37	1.42	1.40	0.86	0.85	0.85	1.30	1.31	1.30	0.94	0.94	0.94

Tabel 5.3.2 Faktor Pembesaran Momen Kolom Portal Baja 7 Lantai

Lantai	Kolom Tepi						Kolom Tengah					
	USF			BSF			USF			BSF		
	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2
7	1.79	1.94	1.86	0.96	0.99	0.98	2.15	2.16	2.15	1.21	1.33	1.27
6	1.27	1.78	1.52	0.95	0.99	0.97	1.23	1.85	1.54	1.02	1.12	1.07
5	1.13	1.24	1.19	0.81	0.79	0.80	1.55	1.38	1.46	0.88	0.86	0.87
4	1.41	1.20	1.30	0.76	0.75	0.76	1.30	1.18	1.24	0.77	0.78	0.78
3	1.20	1.11	1.16	0.75	0.72	0.74	1.20	1.13	1.16	0.75	0.64	0.70
2	1.17	1.15	1.16	0.84	0.74	0.79	1.16	1.47	1.31	0.91	0.72	0.81
1	1.15	1.18	1.16	0.97	0.79	0.88	1.08	1.16	1.12	0.90	0.82	0.86
Dasar	1.07	1.15	1.11	0.72	0.90	0.81	1.06	1.15	1.10	0.73	0.91	0.82
Rata^2	1.27	1.34	1.31	0.85	0.84	0.84	1.34	1.44	1.38	0.90	0.90	0.90

Tabel 5.3.3 Faktor Pembesaran Momen Kolom Portal Baja 10 Lantai

Lantai	Kolom Tepi						Kolom Tengah					
	USF			BSF			USF			BSF		
	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2
10	2.49	2.31	1.40	1.06	0.69	0.88	3.34	2.70	3.02	2.30	1.53	1.91
9	2.14	2.22	2.18	1.19	0.82	1.00	2.32	2.38	2.35	1.73	1.35	1.54
8	1.79	1.69	1.74	0.82	0.97	0.89	1.93	1.86	1.89	1.00	1.26	1.13
7	1.47	1.38	1.43	0.68	0.78	0.73	1.53	1.51	1.52	0.81	0.97	0.89
6	1.30	1.41	1.36	0.72	0.69	0.71	1.18	1.26	1.22	0.84	0.80	0.82
5	1.13	1.11	1.12	0.65	0.65	0.65	1.13	1.13	1.13	0.75	0.74	0.74
4	1.24	1.09	1.17	0.52	0.70	0.61	1.23	1.01	1.12	0.56	0.79	0.68
3	1.31	1.11	1.21	0.53	0.58	0.55	1.32	1.16	1.24	0.59	0.61	0.60
2	1.33	1.25	1.29	0.52	0.55	0.53	1.40	1.25	1.33	0.77	0.55	0.66
1	1.28	1.37	1.32	0.95	0.68	0.82	1.15	1.35	1.25	1.00	0.74	0.87
Dasar	1.38	1.40	1.39	0.55	0.88	0.72	1.39	1.41	1.40	0.56	0.88	0.72
Rata^2	1.53	1.48	1.42	0.74	0.73	0.74	1.63	1.55	1.59	0.99	0.93	0.96

Tabel 5.3.4 Faktor Pembesaran Momen Kolom Portal Baja 12 Lantai

Lantai	Kolom Tepi						Kolom Tengah					
	USF			BSF			USF			BSF		
	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2
12	2.52	2.28	2.40	0.83	0.84	0.83	3.33	3.09	3.21	1.31	1.33	1.32
11	2.55	2.30	2.42	0.80	0.97	0.89	2.69	2.42	2.56	1.39	1.39	1.39
10	2.14	1.97	2.06	0.87	0.89	0.88	2.30	2.10	2.20	1.06	1.17	1.11
9	1.82	1.63	1.72	0.89	0.80	0.84	1.91	1.82	1.86	1.13	0.96	1.05
8	1.52	1.68	1.60	0.67	0.64	0.66	1.52	1.49	1.51	0.80	0.75	0.77
7	1.34	1.45	1.40	0.59	0.64	0.61	1.34	1.47	1.40	0.67	0.70	0.68
6	1.31	1.26	1.28	0.59	0.59	0.59	1.34	1.29	1.32	0.62	0.64	0.63
5	1.35	1.14	1.25	0.61	0.57	0.59	1.33	1.15	1.24	0.65	0.59	0.62
4	1.43	1.23	1.33	0.57	0.59	0.58	1.42	1.19	1.31	0.59	0.61	0.60
3	1.52	1.32	1.42	0.54	0.60	0.57	1.51	1.28	1.40	0.57	0.69	0.63
2	1.57	1.54	1.55	0.59	0.62	0.60	1.56	1.48	1.52	0.68	0.66	0.67
1	1.53	1.67	1.60	0.70	0.79	0.75	1.38	1.53	1.46	0.76	0.96	0.86
Dasar	1.60	1.56	1.58	0.85	0.69	0.77	1.59	1.56	1.58	0.86	0.70	0.78
Rata^2	1.7	1.62	1.66	0.70	0.71	0.70	1.79	1.68	1.73	0.85	0.86	0.85

Tabel 5.3.5 Faktor Pembesaran Momen Kolom Portal Baja 15 Lantai

Lantai	Kolom Tepi						Kolom Tengah					
	USF			BSF			USF			BSF		
	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2
15	2.61	3.37	2.99	1.16	1.45	1.31	4.00	4.46	4.23	1.77	2.33	2.05
14	2.48	3.08	2.78	1.31	1.60	1.46	2.68	3.35	3.02	1.61	2.01	1.81
13	2.15	2.44	2.30	1.29	1.31	1.30	2.25	2.65	2.45	1.49	1.53	1.51
12	1.96	2.15	2.06	1.12	1.28	1.20	2.04	2.21	2.13	1.21	1.43	1.32
11	1.80	2.02	1.91	1.07	1.15	1.11	1.84	2.08	1.96	1.21	1.27	1.24
10	1.79	1.72	1.76	1.03	1.02	1.03	1.88	1.77	1.83	1.16	1.07	1.12
9	1.93	1.73	1.83	1.05	0.91	0.98	1.67	1.63	1.65	1.16	0.98	1.07
8	1.58	1.55	1.56	0.87	0.82	0.85	1.61	1.56	1.59	0.92	0.86	0.89
7	1.44	1.52	1.48	0.85	0.75	0.80	1.44	1.52	1.48	0.88	0.77	0.83
6	1.54	1.53	1.53	0.78	0.73	0.75	1.54	1.54	1.54	0.81	0.78	0.79
5	1.53	1.47	1.50	0.71	0.68	0.69	1.58	1.47	1.53	0.74	0.70	0.72
4	1.51	1.46	1.48	0.73	0.69	0.71	1.53	1.51	1.52	0.77	0.73	0.75
3	1.40	1.52	1.46	0.76	0.70	0.73	1.44	1.51	1.47	0.79	0.74	0.76
2	1.34	1.49	1.41	0.78	0.77	0.77	1.35	1.45	1.40	0.80	0.81	0.80
1	1.41	1.45	1.43	0.86	0.89	0.88	1.33	1.36	1.35	1.00	1.05	1.02
Dasar	1.44	1.39	1.41	0.94	0.93	0.93	1.43	1.39	1.41	0.95	0.93	0.94
Rata^2	1.75	1.87	1.81	0.96	0.98	0.97	1.85	1.97	1.91	1.08	1.12	1.10

5.3.2 Analisis Regresi Linear untuk Masing-masing Variasi Tingkat Struktur

Data yang dipakai untuk analisis regresi linear ini merupakan nilai rata-rata dari pembesaran momen antara sisi kiri (minimum) dengan sisi kanan (maksimum) dan selanjutnya dianalisis secara terpisah untuk masing-masing variasi tingkat. Dari hasil analisis regresi linear tersebut akan diperoleh persamaan linear regresi. Persamaan yang didapat tersebut selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan satu persamaan yang dapat mengcover pembesaran momen kolom akibat beban dinamis. Adapun metode yang dipakai adalah dengan cara mengambil nilai rata-rata antara persamaan regresi linear kolom tepi dengan persamaan regresi kolom tengah.

Tabel 5.3.8 Data Analisis Regresi Linear Struktur Portal 5 Lantai

Tingkat (n)	Pembesaran Momen Kolom Akibat Beban Percepatan Tanah Gempa El Centro NS 1940 (USF) dan Koyna (BSF)			
	Unbraced Steel Frame (USF)		*Braced Steel Frame* (BSF)	
	Kolom Tepi	Kolom Tengah	Kolom Tepi	Kolom Tengah
5	1,90	2,00	0,88	1,27
4	1,39	1,43	0,81	0,91
3	1,20	1,07	0,93	0,96
2	1,57	1,16	0,76	0,79
1	1,19	1,05	0,92	0,89
Dasar	1,12	1,11	0,81	0,82

Tabel 5.3.9 Data Analisis regresi Linear Struktur Portal 7 Lantai

Tingkat (n)	Pembesaran Momen Kolom Akibat Beban Percepatan Tanah Gempa El Centro NS 1940 USF) dan Koyna (BSF)			
	Unbraced Steel Frame (USF)		*Braced Steel Frame* (BSF)	
	Kolom Tepi	Kolom Tengah	Kolom Tepi	Kolom Tengah
7	1,86	2,15	0,98	1,27

Lanjutan Tabel 5.3.9

6	1,52	1,54	0,97	1,07
5	1,19	1,46	0,80	0,87
4	1,30	1,24	0,76	0,78
3	1,16	1,16	0,74	0,70
2	1,16	1,31	0,79	0,81
1	1,16	1,12	0,88	0,86
Dasar	1,11	1,10	0,81	0,82

Tabel 5.3.10 Data Analisis Regresi Linear Struktur Portal 10 Lantai

Tingkat (n)	Pembesaran Momen Kolom Akibat Beban Percepatan Tanah Gempa El Centro NS 1940			
	Unbraced Steel Frame (USF)		*Braced Steel Frame* (BSF)	
	Kolom Tepi	Kolom Tengah	Kolom Tepi	Kolom Tengah
10	2,40	3,02	0,88	1,91
9	2,18	2,35	1,00	1,54
8	1,74	1,89	0,89	1,13
7	1,43	1,52	0,73	0,89
6	1,36	1,22	0,71	0,82
5	1,12	1,13	0,65	0,74
4	1,17	1,12	0,61	0,68
3	1,21	1,24	0,55	0,60
2	1,29	1,33	0,53	0,66
1	1,32	1,25	0,82	0,87
Dasar	1,39	1,40	0,72	0,72

Tabel 5.3.11 Data Analisis Regresi Linear Struktur Portal 12 Lantai

Tingkat (n)	Pembesaran Momen Kolom Akibat Beban Percepatan Tanah Gempa El Centro NS 1940			
	Unbraced Steel Frame (USF)		*Braced Steel Frame* (BSF)	
	Kolom Tepi	Kolom Tengah	Kolom Tepi	Kolom Tengah
12	2,40	3,21	0,83	1,32
11	2,42	2,56	0,89	1,39
10	2,06	2,20	0,88	1,11
9	1,72	1,86	0,84	1,05
8	1,60	1,51	0,66	0,77
7	1,40	1,40	0,61	0,68
6	1,28	1,32	0,59	0,63

Lanjutan Tabel 5.3.13

15	1,62	1,77	1,26	1,65
14	1,44	1,50	1,05	1,29
13	1,42	1,43	0,92	1,08
12	1,40	1,44	0,77	0,86
11	1,42	1,38	0,74	0,85
10	1,40	1,43	0,68	0,78
9	1,41	1,42	0,65	0,73
8	1,44	1,45	0,58	0,65
7	1,42	1,56	0,57	0,62
6	1,40	1,40	0,55	0,60
5	1,38	1,42	0,54	0,59
4	1,27	1,29	0,57	0,63
3	1,32	1,26	0,57	0,66
2	1,45	1,40	0,60	0,70
1	1,28	1,33	0,69	0,80
Dasar	1,43	1,43	0,79	0,80

Tabel 5.3.14 Data Analisis Regresi Linear Struktur Portal 20 Lantai

Tingkat (n)	Pembesaran Momen Kolom Akibat Beban Percepatan Tanah Gempa El Centro NS 1940			
	Unbraced Steel Frame (USF)		*Braced Steel Frame* (BSF)	
	Kolom Tepi	Kolom Tengah	Kolom Tepi	Kolom Tengah
20	2,71	4,70	0,98	1,65
19	2,51	3,07	1,10	1,58
18	1,93	2,29	1,09	1,37
17	1,68	1,95	0,99	1,21
16	1,55	1,61	0,96	1,11
15	1,48	1,49	0,82	0,91
14	1,35	1,53	0,79	0,88
13	1,36	1,34	0,71	0,78
12	1,24	1,36	0,74	0,81
11	1,34	1,30	0,62	0,70
10	1,33	1,49	0,59	0,65
9	1,44	1,50	0,58	0,60
8	1,38	1,43	0,61	0,61
7	1,28	1,34	0,59	0,62
6	1,26	1,16	0,62	0,67

Lanjutan Tabel 5.3.14

5	1,14	1,11	0,62	0,66
4	1,12	1,09	0,65	0,72
3	1,19	1,20	0,67	0,74
2	1,18	1,26	0,71	0,82
1	1,19	1,22	0,74	0,80
Dasar	1,27	1,27	0,84	0,84

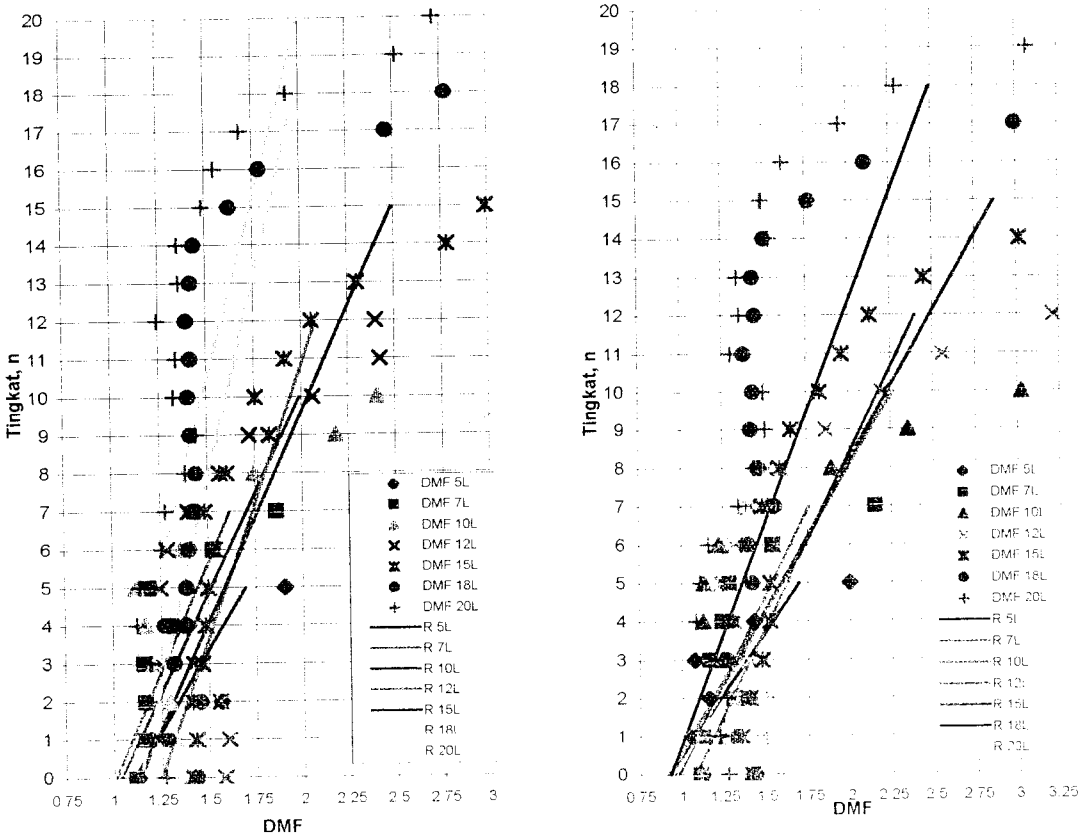
Tabel 5.3.15 Hasil Analisis Regresi Linear Portal Baja, y = ax + b

Variasi Lantai/ Tingkat	Persamaan Regresi Linear Masing-masing Variasi Tingkat (Calculated) Y = ax + b; DMF = a(n) + b			
	Unbraced Steel Frame (USF)		*Braced Steel Frame* (BSF)	
	Kolom Tepi	Kolom Tengah	Kolom Tepi	Kolom Tengah
5	0,1180n+1,1004	0,1561n+0,9140	0,0063n+0,8369	0,0705n+0,7638
7	0,0865n+1,0060	0,1120n+0,9273	0,0197n+0,7714	0,0535n+0,7100
10	0,0952n+1,0338	0,1351n+0,9121	0,0281n+0,5947	0,0978n+0,4710
12	0,0694n+1,2453	0,1100n+1,0747	0,0175n+0,5996	0,0515n+0,5451
15	0,0904n+1,1279	0,1271n+0,9562	0,0417n+0,6556	0,0675n+0,5948
18	0,0467n+1,1332	0,0867n+0,9285	0,0392n+0,4524	0,0874n+0,3836
20	0,0523n+0,9504	0,0918n+0,7350	0,0184n+0,5798	0,0366n+0,5249

Tabel 5.3.16 Analisis Faktor (a) dan (b) Persamaan Regresi Linear *Unbraced Steel Frame* (USF)

Variasi Lantai/ Tingkat	Faktor (a)		Faktor (b)	
	Kolom Tepi	Kolom Tengah	Kolom Tepi	Kolom Tengah
5	0,1180	0,1561	1,1004	0,9140
7	0,0865	0,1120	1,0060	0,9273
10	0,0952	0,1351	1,0338	0,9121
12	0,0694	0,1100	1,2453	1,0747
15	0,0904	0,1271	1,1279	0,9562
18	0,0467	0,0867	1,1332	0,9285
20	0,0523	0,0918	0,9504	0,7350
Rata^2	0,0798	0,1170	1,0853	0,9211
	a = 0,0984		b = 1,0032	

Persamaan Pembesaran Momen (Predicted) struktur *Unbraced Steel Frame* (USF) pada wilayah gempa 2 adalah DMF = 1,0032 + 0,0984n.



(a) Kolom Tepi (b) Kolom Tengah

Gambar 5.2 Plot DMF Calculated Struktur *Unbraced Steel Frame* (USF)

Tabel 5.3.2 Faktor Pembesaran Momen Kolom Portal Baja 7 Lantai

Lantai	Kolom Tepi						Kolom Tengah					
	USF			BSF			USF			BSF		
	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2
7	1.79	1.94	1.86	0.96	0.99	0.98	2.15	2.16	2.15	1.21	1.33	1.27
6	1.27	1.78	1.52	0.95	0.99	0.97	1.23	1.85	1.54	1.02	1.12	1.07
5	1.13	1.24	1.19	0.81	0.79	0.80	1.55	1.38	1.46	0.88	0.86	0.87
4	1.41	1.20	1.30	0.76	0.75	0.76	1.30	1.18	1.24	0.77	0.78	0.78
3	1.20	1.11	1.16	0.75	0.72	0.74	1.20	1.13	1.16	0.75	0.64	0.70
2	1.17	1.15	1.16	0.84	0.74	0.79	1.16	1.47	1.31	0.91	0.72	0.81
1	1.15	1.18	1.16	0.97	0.79	0.88	1.08	1.16	1.12	0.90	0.82	0.86
Dasar	1.07	1.15	1.11	0.72	0.90	0.81	1.06	1.15	1.10	0.73	0.91	0.82
Rata^2	1.27	1.34	1.31	0.85	0.84	0.84	1.34	1.44	1.38	0.90	0.90	0.90

Tabel 5.3.3 Faktor Pembesaran Momen Kolom Portal Baja 10 Lantai

Lantai	Kolom Tepi						Kolom Tengah					
	USF			BSF			USF			BSF		
	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2
10	2.49	2.31	1.40	1.06	0.69	0.88	3.34	2.70	3.02	2.30	1.53	1.91
9	2.14	2.22	2.18	1.19	0.82	1.00	2.32	2.38	2.35	1.73	1.35	1.54
8	1.79	1.69	1.74	0.82	0.97	0.89	1.93	1.86	1.89	1.00	1.26	1.13
7	1.47	1.38	1.43	0.68	0.78	0.73	1.53	1.51	1.52	0.81	0.97	0.89
6	1.30	1.41	1.36	0.72	0.69	0.71	1.18	1.26	1.22	0.84	0.80	0.82
5	1.13	1.11	1.12	0.65	0.65	0.65	1.13	1.13	1.13	0.75	0.74	0.74
4	1.24	1.09	1.17	0.52	0.70	0.61	1.23	1.01	1.12	0.56	0.79	0.68
3	1.31	1.11	1.21	0.53	0.58	0.55	1.32	1.16	1.24	0.59	0.61	0.60
2	1.33	1.25	1.29	0.52	0.55	0.53	1.40	1.25	1.33	0.77	0.55	0.66
1	1.28	1.37	1.32	0.95	0.68	0.82	1.15	1.35	1.25	1.00	0.74	0.87
Dasar	1.38	1.40	1.39	0.55	0.88	0.72	1.39	1.41	1.40	0.56	0.88	0.72
Rata^2	1.53	1.48	1.42	0.74	0.73	0.74	1.63	1.55	1.59	0.99	0.93	0.96

Tabel 5.3.4 Faktor Pembesaran Momen Kolom Portal Baja 12 Lantai

Lantai	Kolom Tepi						Kolom Tengah					
	USF			BSF			USF			BSF		
	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2
12	2.52	2.28	2.40	0.83	0.84	0.83	3.33	3.09	3.21	1.31	1.33	1.32
11	2.55	2.30	2.42	0.80	0.97	0.89	2.69	2.42	2.56	1.39	1.39	1.39
10	2.14	1.97	2.06	0.87	0.89	0.88	2.30	2.10	2.20	1.06	1.17	1.11
9	1.82	1.63	1.72	0.89	0.80	0.84	1.91	1.82	1.86	1.13	0.96	1.05
8	1.52	1.68	1.60	0.67	0.64	0.66	1.52	1.49	1.51	0.80	0.75	0.77
7	1.34	1.45	1.40	0.59	0.64	0.61	1.34	1.47	1.40	0.67	0.70	0.68
6	1.31	1.26	1.28	0.59	0.59	0.59	1.34	1.29	1.32	0.62	0.64	0.63
5	1.35	1.14	1.25	0.61	0.57	0.59	1.33	1.15	1.24	0.65	0.59	0.62
4	1.43	1.23	1.33	0.57	0.59	0.58	1.42	1.19	1.31	0.59	0.61	0.60
3	1.52	1.32	1.42	0.54	0.60	0.57	1.51	1.28	1.40	0.57	0.69	0.63
2	1.57	1.54	1.55	0.59	0.62	0.60	1.56	1.48	1.52	0.68	0.66	0.67
1	1.53	1.67	1.60	0.70	0.79	0.75	1.38	1.53	1.46	0.76	0.96	0.86
Dasar	1.60	1.56	1.58	0.85	0.69	0.77	1.59	1.56	1.58	0.86	0.70	0.78
Rata^2	1.7	1.62	1.66	0.70	0.71	0.70	1.79	1.68	1.73	0.85	0.86	0.85

Tabel 5.3.5 Faktor Pembesaran Momen Kolom Portal Baja 15 Lantai

Lantai	Kolom Tepi						Kolom Tengah					
	USF			BSF			USF			BSF		
	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2
15	2.61	3.37	2.99	1.16	1.45	1.31	4.00	4.46	4.23	1.77	2.33	2.05
14	2.48	3.08	2.78	1.31	1.60	1.46	2.68	3.35	3.02	1.61	2.01	1.81
13	2.15	2.44	2.30	1.29	1.31	1.30	2.25	2.65	2.45	1.49	1.53	1.51
12	1.96	2.15	2.06	1.12	1.28	1.20	2.04	2.21	2.13	1.21	1.43	1.32
11	1.80	2.02	1.91	1.07	1.15	1.11	1.84	2.08	1.96	1.21	1.27	1.24
10	1.79	1.72	1.76	1.03	1.02	1.03	1.88	1.77	1.83	1.16	1.07	1.12
9	1.93	1.73	1.83	1.05	0.91	0.98	1.67	1.63	1.65	1.16	0.98	1.07
8	1.58	1.55	1.56	0.87	0.82	0.85	1.61	1.56	1.59	0.92	0.86	0.89
7	1.44	1.52	1.48	0.85	0.75	0.80	1.44	1.52	1.48	0.88	0.77	0.83
6	1.54	1.53	1.53	0.78	0.73	0.75	1.54	1.54	1.54	0.81	0.78	0.79
5	1.53	1.47	1.50	0.71	0.68	0.69	1.58	1.47	1.53	0.74	0.70	0.72
4	1.51	1.46	1.48	0.73	0.69	0.71	1.53	1.51	1.52	0.77	0.73	0.75
3	1.40	1.52	1.46	0.76	0.70	0.73	1.44	1.51	1.47	0.79	0.74	0.76
2	1.34	1.49	1.41	0.78	0.77	0.77	1.35	1.45	1.40	0.80	0.81	0.80
1	1.41	1.45	1.43	0.86	0.89	0.88	1.33	1.36	1.35	1.00	1.05	1.02
Dasar	1.44	1.39	1.41	0.94	0.93	0.93	1.43	1.39	1.41	0.95	0.93	0.94
Rata^2	1.75	1.87	1.81	0.96	0.98	0.97	1.85	1.97	1.91	1.08	1.12	1.10

Tabel 5.3.6 Tabel Pembesaran Momen Kolom Portal Baja 18 Lantai

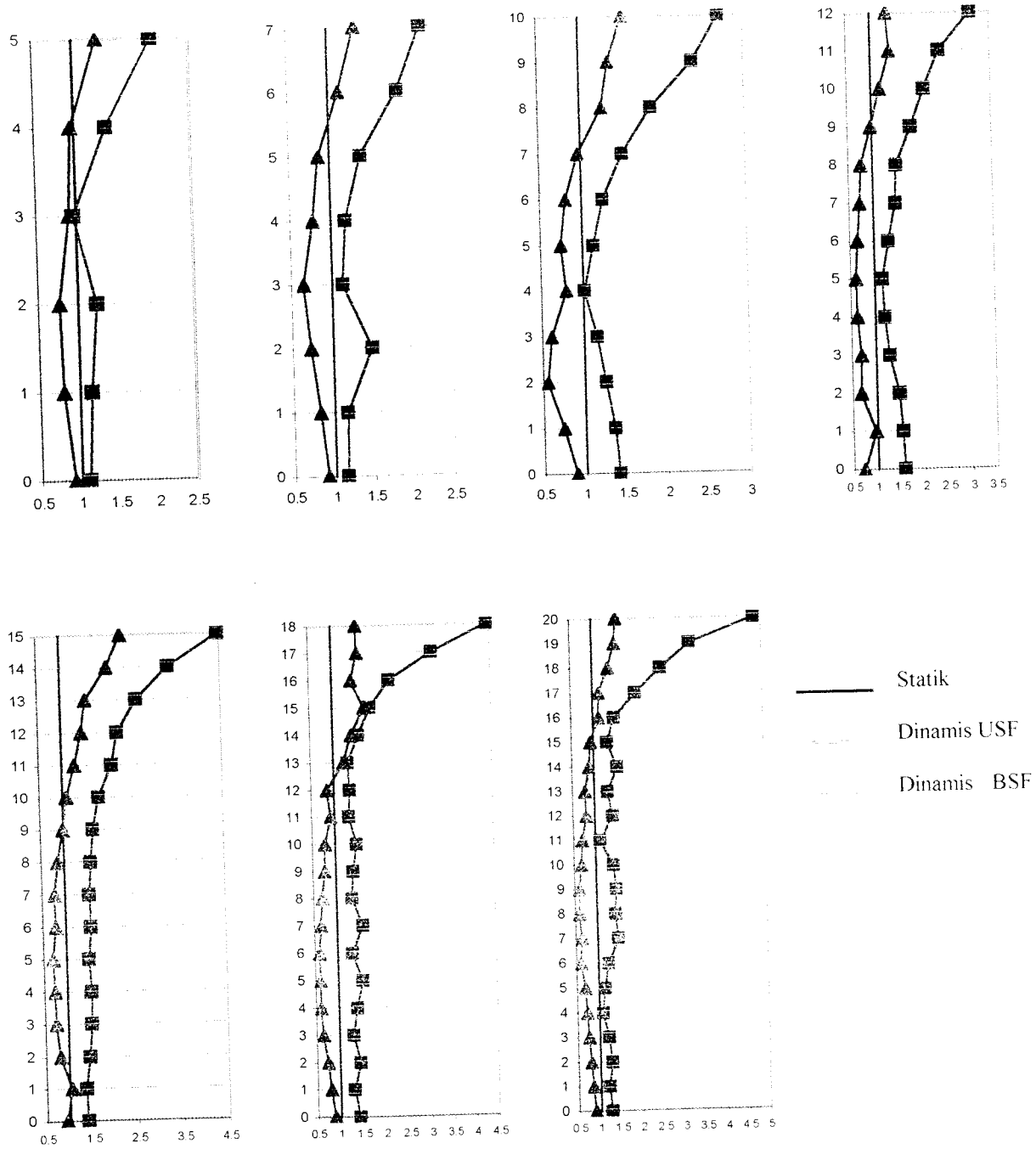
Lantai	Kolom Tepi						Kolom Tengah					
	USF			BSF			USF			BSF		
	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2
18	2.71	2.84	2.78	1.31	0.93	1.12	4.49	4.43	4.46	2.24	1.53	1.89
17	2.29	2.63	2.46	1.58	1.11	1.35	2.80	3.18	2.99	2.21	1.55	1.88
16	1.60	1.97	1.79	1.56	1.05	1.31	1.97	2.24	2.11	2.12	1.40	1.76
15	1.60	1.65	1.62	1.24	1.27	1.26	1.73	1.80	1.77	1.62	1.67	1.65
14	1.44	1.44	1.44	0.99	1.11	1.05	1.46	1.55	1.50	1.18	1.39	1.29
13	1.54	1.30	1.42	0.82	1.02	0.92	1.56	1.30	1.43	0.94	1.21	1.08
12	1.50	1.29	1.40	0.78	0.76	0.77	1.55	1.34	1.44	0.89	0.84	0.86
11	1.41	1.42	1.42	0.69	0.79	0.74	1.44	1.31	1.38	0.80	0.91	0.85
10	1.41	1.40	1.40	0.69	0.68	0.68	1.41	1.45	1.43	0.79	0.77	0.78
9	1.44	1.39	1.41	0.63	0.66	0.65	1.47	1.37	1.42	0.71	0.75	0.73
8	1.58	1.30	1.44	0.56	0.61	0.58	1.58	1.33	1.45	0.62	0.68	0.65
7	1.57	1.27	1.42	0.54	0.59	0.57	1.56	1.55	1.56	0.60	0.64	0.62
6	1.21	1.59	1.40	0.55	0.55	0.55	1.49	1.31	1.40	0.61	0.59	0.60
5	1.30	1.47	1.38	0.52	0.56	0.54	1.32	1.52	1.42	0.58	0.60	0.59
4	1.21	1.32	1.27	0.56	0.57	0.57	1.19	1.38	1.29	0.65	0.60	0.63
3	1.28	1.36	1.32	0.57	0.57	0.57	1.23	1.30	1.26	0.68	0.64	0.66
2	1.43	1.48	1.45	0.55	0.65	0.60	1.37	1.43	1.40	0.66	0.73	0.70
1	1.29	1.27	1.28	0.68	0.70	0.69	1.36	1.30	1.33	0.81	0.79	0.80
Dasar	1.45	1.41	1.43	0.72	0.86	0.79	1.45	1.41	1.43	0.73	0.87	0.80
Rata^2	1.54	1.57	1.56	0.82	0.79	0.81	1.71	1.71	1.71	1.02	0.96	0.99

Tabel 5.3.7 Tabel Pembesaran Momen Kolom Portal baja 20 Lantai

Lantai	Kolom Tepi						Kolom Tengah					
	USF			BSF			USF			BSF		
	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2	Kiri	Kanan	Rata^2
20	2.53	2.90	2.71	1.02	0.94	0.98	4.60	4.81	4.70	1.74	1.56	1.65
19	2.33	2.69	2.51	1.13	1.07	1.10	2.84	3.29	3.07	1.63	1.52	1.58
18	1.62	2.24	1.93	1.16	1.02	1.09	1.99	2.59	2.29	1.39	1.36	1.37
17	1.62	1.75	1.68	1.10	0.89	0.99	1.90	2.00	1.95	1.29	1.14	1.21
16	1.69	1.40	1.55	0.94	0.97	0.96	1.74	1.49	1.61	1.08	1.13	1.11
15	1.57	1.40	1.48	0.82	0.83	0.82	1.66	1.32	1.49	0.89	0.92	0.91
14	1.46	1.24	1.35	0.77	0.81	0.79	1.52	1.54	1.53	0.88	0.88	0.88
13	1.21	1.50	1.36	0.73	0.70	0.71	1.38	1.31	1.34	0.77	0.78	0.78
12	1.33	1.16	1.24	0.73	0.76	0.74	1.30	1.42	1.36	0.81	0.80	0.81

Lanjutan Tabel 5.3.7

11	1.42	1.26	1.34	0.61	0.64	0.62	1.49	1.11	1.30	0.70	0.69	0.70
10	1.54	1.11	1.33	0.57	0.61	0.59	1.57	1.41	1.49	0.64	0.66	0.65
9	1.51	1.38	1.44	0.59	0.58	0.58	1.55	1.46	1.50	0.61	0.60	0.60
8	1.23	1.54	1.38	0.63	0.58	0.61	1.44	1.42	1.43	0.64	0.58	0.61
7	1.22	1.34	1.28	0.58	0.61	0.59	1.20	1.48	1.34	0.60	0.63	0.62
6	1.15	1.37	1.26	0.67	0.57	0.62	1.10	1.23	1.16	0.73	0.60	0.67
5	1.09	1.19	1.14	0.59	0.64	0.62	1.08	1.14	1.11	0.65	0.68	0.66
4	1.13	1.12	1.12	0.65	0.66	0.65	1.09	1.08	1.09	0.72	0.72	0.72
3	1.18	1.21	1.19	0.65	0.70	0.67	1.18	1.22	1.20	0.74	0.75	0.74
2	1.17	1.19	1.18	0.60	0.74	0.71	1.24	1.28	1.26	0.84	0.79	0.82
1	1.20	1.18	1.19	0.71	0.78	0.74	1.23	1.21	1.22	0.77	0.83	0.80
Dasar	1.28	1.26	1.27	0.80	0.87	0.84	1.28	1.26	1.27	0.81	0.87	0.84
Rata^2	1.45	1.50	1.48	0.76	0.76	0.76	1.64	1.67	1.66	0.90	0.88	0.89



Gambar 5.1 Pola Normalisasi Selimut Momen Maksimum Statik dan Dinamik Portal Baja dengan Berbagai Variasi Tingkat pada Kolom Tengah

5.3.2 Analisis Regresi Linear untuk Masing-masing Variasi Tingkat Struktur

Data yang dipakai untuk analisis regresi linear ini merupakan nilai rata-rata dari pembesaran momen antara sisi kiri (minimum) dengan sisi kanan (maksimum) dan selanjutnya dianalisis secara terpisah untuk masing-masing variasi tingkat. Dari hasil analisis regresi linear tersebut akan diperoleh persamaan linear regresi. Persamaan yang didapat tersebut selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan satu persamaan yang dapat mengcover pembesaran momen kolom akibat beban dinamis. Adapun metode yang dipakai adalah dengan cara mengambil nilai rata-rata antara persamaan regresi linear kolom tepi dengan persamaan regresi kolom tengah.

Tabel 5.3.8 Data Analisis Regresi Linear Struktur Portal 5 Lantai

Tingkat (n)	Pembesaran Momen Kolom Akibat Beban Percepatan Tanah Gempa El Centro NS 1940 (USF) dan Koyna (BSF)			
	Unbraced Steel Frame (USF)		*Braced Steel Frame* (BSF)	
	Kolom Tepi	Kolom Tengah	Kolom Tepi	Kolom Tengah
5	1,90	2,00	0,88	1,27
4	1,39	1,43	0,81	0,91
3	1,20	1,07	0,93	0,96
2	1,57	1,16	0,76	0,79
1	1,19	1,05	0,92	0,89
Dasar	1,12	1,11	0,81	0,82

Tabel 5.3.9 Data Analisis regresi Linear Struktur Portal 7 Lantai

Tingkat (n)	Pembesaran Momen Kolom Akibat Beban Percepatan Tanah Gempa El Centro NS 1940 USF) dan Koyna (BSF)			
	Unbraced Steel Frame (USF)		*Braced Steel Frame* (BSF)	
	Kolom Tepi	Kolom Tengah	Kolom Tepi	Kolom Tengah
7	1,86	2,15	0,98	1,27

Lanjutan Tabel 5.3.9

6	1,52	1,54	0,97	1,07
5	1,19	1,46	0,80	0,87
4	1,30	1,24	0,76	0,78
3	1,16	1,16	0,74	0,70
2	1,16	1,31	0,79	0,81
1	1,16	1,12	0,88	0,86
Dasar	1,11	1,10	0,81	0,82

Tabel 5.3.10 Data Analisis Regresi Linear Struktur Portal 10 Lantai

Tingkat (n)	Pembesaran Momen Kolom Akibat Beban Percepatan Tanah Gempa El Centro NS 1940			
	Unbraced Steel Frame (USF)		*Braced Steel Frame* (BSF)	
	Kolom Tepi	Kolom Tengah	Kolom Tepi	Kolom Tengah
10	2,40	3,02	0,88	1,91
9	2,18	2,35	1,00	1,54
8	1,74	1,89	0,89	1,13
7	1,43	1,52	0,73	0,89
6	1,36	1,22	0,71	0,82
5	1,12	1,13	0,65	0,74
4	1,17	1,12	0,61	0,68
3	1,21	1,24	0,55	0,60
2	1,29	1,33	0,53	0,66
1	1,32	1,25	0,82	0,87
Dasar	1,39	1,40	0,72	0,72

Tabel 5.3.11 Data Analisis Regresi Linear Struktur Portal 12 Lantai

Tingkat (n)	Pembesaran Momen Kolom Akibat Beban Percepatan Tanah Gempa El Centro NS 1940			
	Unbraced Steel Frame (USF)		*Braced Steel Frame* (BSF)	
	Kolom Tepi	Kolom Tengah	Kolom Tepi	Kolom Tengah
12	2,40	3,21	0,83	1,32
11	2,42	2,56	0,89	1,39
10	2,06	2,20	0,88	1,11
9	1,72	1,86	0,84	1,05
8	1,60	1,51	0,66	0,77
7	1,40	1,40	0,61	0,68
6	1,28	1,32	0,59	0,63

Lanjutan Tabel 5.3.11

5	1,25	1,24	0,59	0,62
4	1,33	1,31	0,58	0,60
3	1,42	1,40	0,57	0,63
2	1,55	1,52	0,60	0,67
1	1,60	1,46	0,75	0,86
Dasar	1,58	1,58	0,77	0,78

Tabel 5.3.12 Data Analisis Regresi Linear Struktur Portal 15 Lantai

Tingkat (n)	Pembesaran Momen Kolom Akibat Beban Percepatan Tanah Gempa El Centro NS 1940			
	Unbraced Steel Frame (USF)		*Braced Steel Frame* (BSF)	
	Kolom Tepi	Kolom Tengah	Kolom Tepi	Kolom Tengah
15	2,99	4,23	1,31	2,05
14	2,78	3,02	1,46	1,81
13	2,30	2,45	1,30	1,51
12	2,06	2,13	1,20	1,32
11	1,91	1,96	1,11	1,24
10	1,76	1,83	1,03	1,12
9	1,83	1,65	0,98	1,07
8	1,56	1,59	0,85	0,89
7	1,48	1,48	0,80	0,83
6	1,53	1,54	0,75	0,79
5	1,50	1,53	0,69	0,72
4	1,48	1,52	0,71	0,75
3	1,46	1,47	0,73	0,76
2	1,41	1,40	0,77	0,80
1	1,43	1,35	0,88	1,02
Dasar	1,41	1,41	0,93	0,94

Tabel 5.3.13 Data Analisis Regresi Linear Struktur Portal 18 Lantai

Tingkat (n)	Pembesaran Momen Kolom Akibat Beban Percepatan Tanah Gempa El Centro NS 1940			
	Unbraced Steel Frame (USF)		*Braced Steel Frame* (BSF)	
	Kolom Tepi	Kolom Tengah	Kolom Tepi	Kolom Tengah
18	2,78	4,46	1,12	1,89
17	2,46	2,99	1,35	1,88
16	1,79	2,11	1,31	1,76

Lanjutan Tabel 5.3.13

15	1,62	1,77	1,26	1,65
14	1,44	1,50	1,05	1,29
13	1,42	1,43	0,92	1,08
12	1,40	1,44	0,77	0,86
11	1,42	1,38	0,74	0,85
10	1,40	1,43	0,68	0,78
9	1,41	1,42	0,65	0,73
8	1,44	1,45	0,58	0,65
7	1,42	1,56	0,57	0,62
6	1,40	1,40	0,55	0,60
5	1,38	1,42	0,54	0,59
4	1,27	1,29	0,57	0,63
3	1,32	1,26	0,57	0,66
2	1,45	1,40	0,60	0,70
1	1,28	1,33	0,69	0,80
Dasar	1,43	1,43	0,79	0,80

Tabel 5.3.14 Data Analisis Regresi Linear Struktur Portal 20 Lantai

Tingkat (n)	Pembesaran Momen Kolom Akibat Beban Percepatan Tanah Gempa El Centro NS 1940			
	Unbraced Steel Frame (USF)		*Braced Steel Frame* (BSF)	
	Kolom Tepi	Kolom Tengah	Kolom Tepi	Kolom Tengah
20	2,71	4,70	0,98	1,65
19	2,51	3,07	1,10	1,58
18	1,93	2,29	1,09	1,37
17	1,68	1,95	0,99	1,21
16	1,55	1,61	0,96	1,11
15	1,48	1,49	0,82	0,91
14	1,35	1,53	0,79	0,88
13	1,36	1,34	0,71	0,78
12	1,24	1,36	0,74	0,81
11	1,34	1,30	0,62	0,70
10	1,33	1,49	0,59	0,65
9	1,44	1,50	0,58	0,60
8	1,38	1,43	0,61	0,61
7	1,28	1,34	0,59	0,62
6	1,26	1,16	0,62	0,67

Lanjutan Tabel 5.3.14

5	1,14	1,11	0,62	0,66
4	1,12	1,09	0,65	0,72
3	1,19	1,20	0,67	0,74
2	1,18	1,26	0,71	0,82
1	1,19	1,22	0,74	0,80
Dasar	1,27	1,27	0,84	0,84

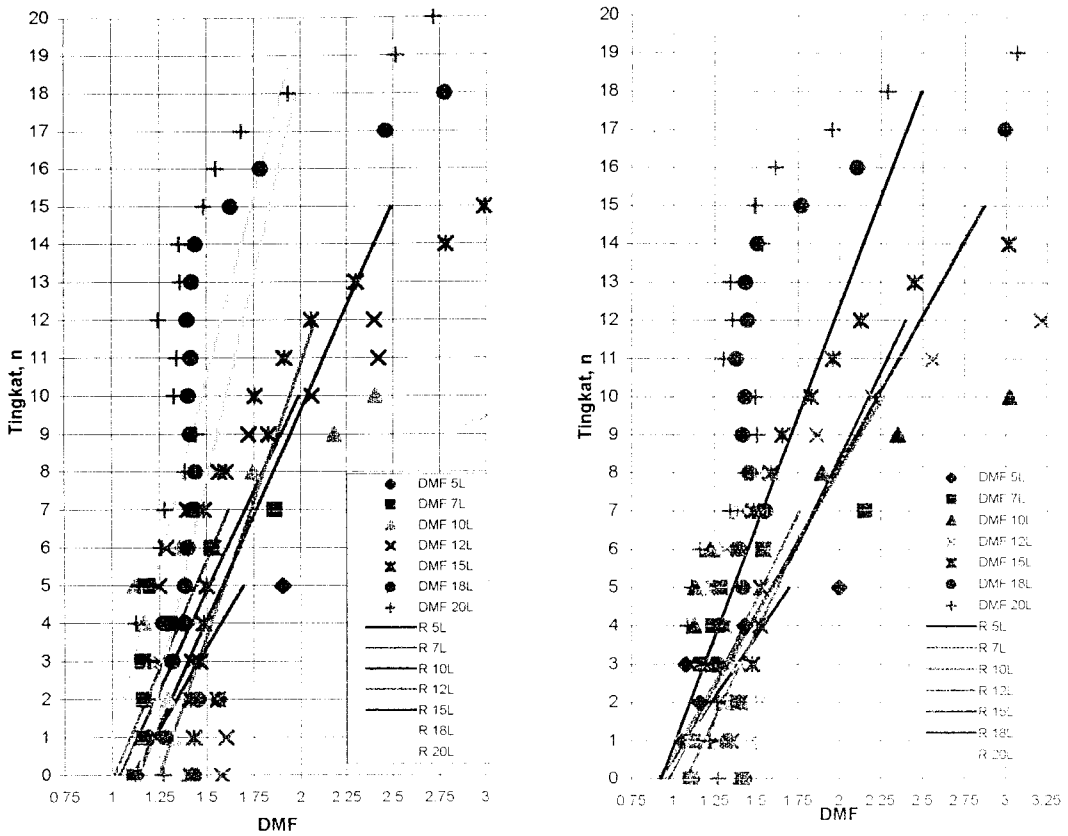
Tabel 5.3.15 Hasil Analisis Regresi Linear Portal Baja, y = ax + b

Variasi Lantai/ Tingkat	Persamaan Regresi Linear Masing-masing Variasi Tingkat (Calculated) Y = ax + b; DMF = a(n) + b			
	Unbraced Steel Frame (USF)		*Braced Steel Frame* (BSF)	
	Kolom Tepi	Kolom Tengah	Kolom Tepi	Kolom Tengah
5	0,1180n+1,1004	0,1561n+0,9140	0,0063n+0,8369	0,0705n+0,7638
7	0,0865n+1,0060	0,1120n+0,9273	0,0197n+0,7714	0,0535n+0,7100
10	0,0952n+1,0338	0,1351n+0,9121	0,0281n+0,5947	0,0978n+0,4710
12	0,0694n+1,2453	0,1100n+1,0747	0,0175n+0,5996	0,0515n+0,5451
15	0,0904n+1,1279	0,1271n+0,9562	0,0417n+0,6556	0,0675n+0,5948
18	0,0467n+1,1332	0,0867n+0,9285	0,0392n+0,4524	0,0874n+0,3836
20	0,0523n+0,9504	0,0918n+0,7350	0,0184n+0,5798	0,0366n+0,5249

Tabel 5.3.16 Analisis Faktor (a) dan (b) Persamaan Regresi Linear *Unbraced Steel Frame* (USF)

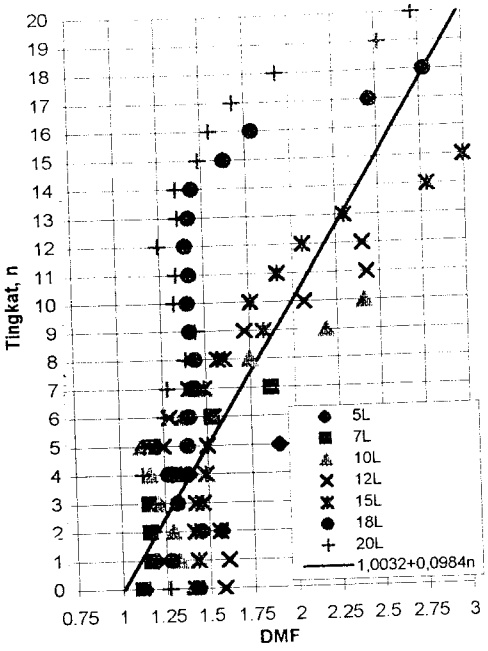
Variasi Lantai/ Tingkat	Faktor (a)		Faktor (b)	
	Kolom Tepi	Kolom Tengah	Kolom Tepi	Kolom Tengah
5	0,1180	0,1561	1,1004	0,9140
7	0,0865	0,1120	1,0060	0,9273
10	0,0952	0,1351	1,0338	0,9121
12	0,0694	0,1100	1,2453	1,0747
15	0,0904	0,1271	1,1279	0,9562
18	0,0467	0,0867	1,1332	0,9285
20	0,0523	0,0918	0,9504	0,7350
Rata^2	0,0798	0,1170	1,0853	0,9211
	a = 0,0984		b = 1,0032	

Persamaan Pembesaran Momen (Predicted) struktur *Unbraced Steel Frame* (USF) pada wilayah gempa 2 adalah DMF = 1,0032 + 0,0984n.

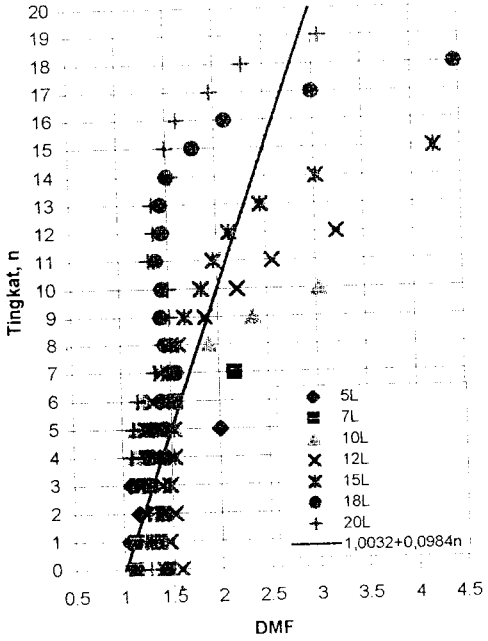


(a) Kolom Tepi (b) Kolom Tengah

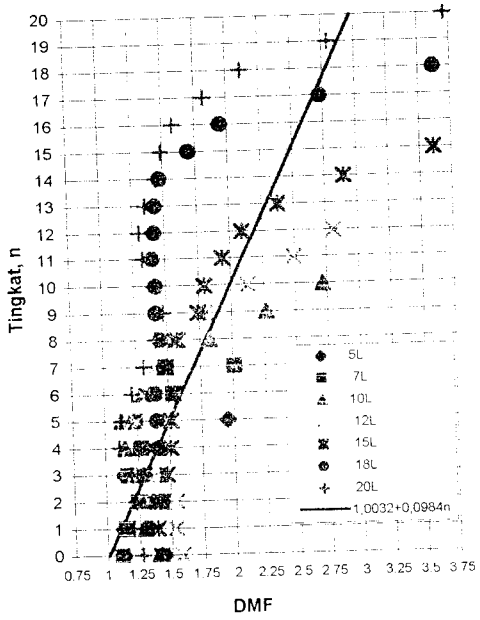
Gambar 5.2 Plot DMF Calculated Struktur *Unbraced Steel Frame* (USF)



(a)



(b)



(c)

(a) Kolom Tepi

(b) Kolom Tengah

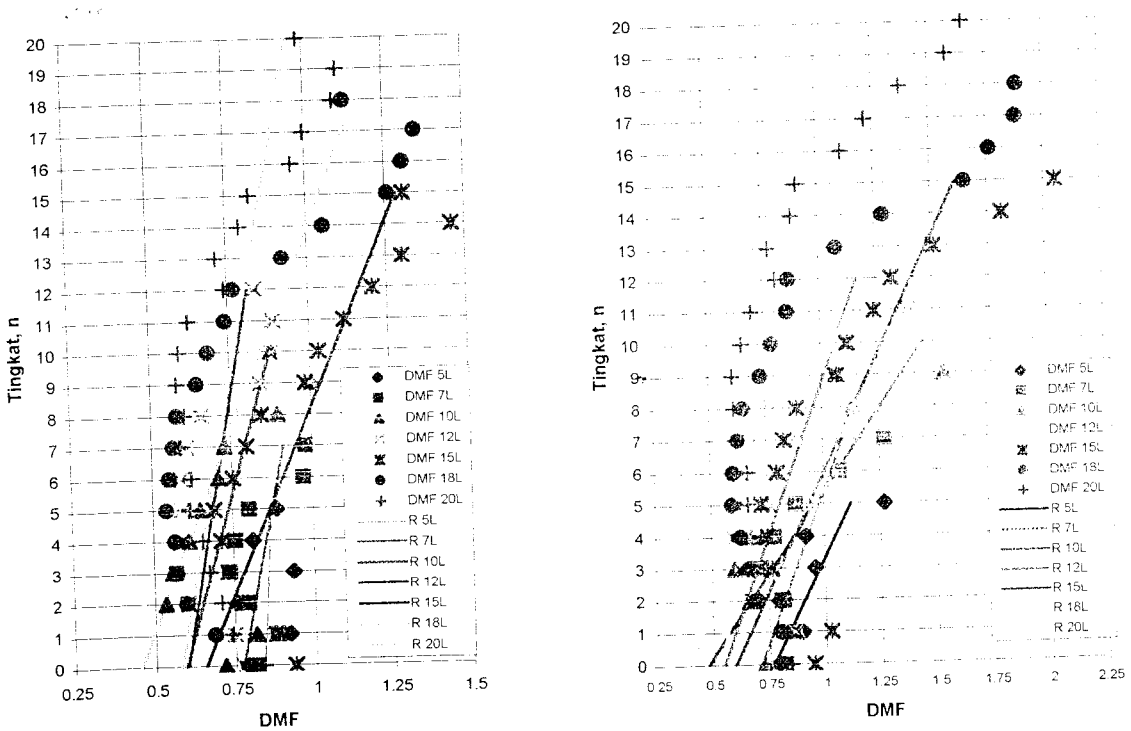
(c) Rata-rata Kolom Tepi dan Tengah

Gambar 5.3 Plot DMF Predicted pada Struktur *Unbraced Steel Frame* (USF)

Tabel 5.3.17 Analisis Faktor (a) dan (b) Persamaan Regresi Linear *Braced Steel Frame* (BSF)

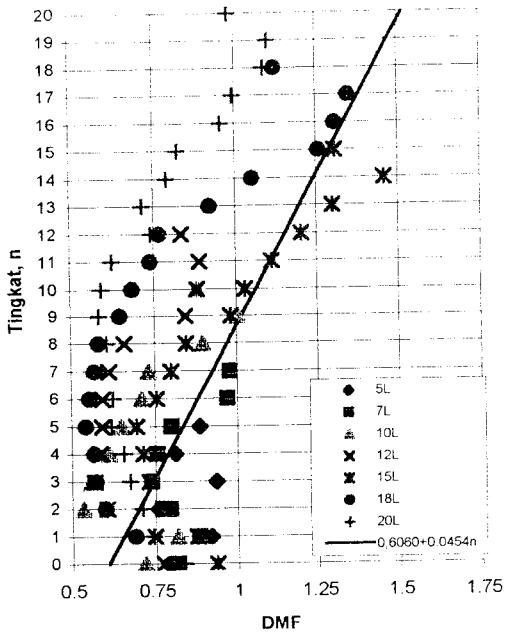
Variasi Lantai/ Tingkat	Faktor (a)		Faktor (b)	
	Kolom Tepi	Kolom Tengah	Kolom Tepi	Kolom Tengah
5	0,0063	0,0705	0,8369	0,7638
7	0,0197	0,0535	0,7714	0,7100
10	0,0281	0,0978	0,5947	0,4710
12	0,0175	0,0515	0,5996	0,5451
15	0,0417	0,0675	0,6556	0,5948
18	0,0392	0,0874	0,4524	0,3836
20	0,0184	0,0366	0,5798	0,5249
Rata^2	0,0244	0,0664	0,6415	0,5705
	a = 0,0454		b = 0,6060	

Persamaan pembesaran momen (predicted) struktur *Braced Steel Frame* (BSF) pada wilayah gempa 2 (1983) atau gempa 5 (1998) adalah DMF = 0,6060 + 0,0454n.

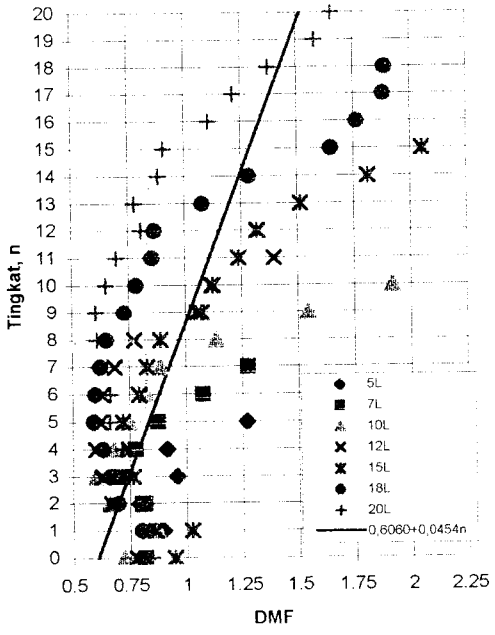


(a) Kolom Tepi (b) Kolom Tengah

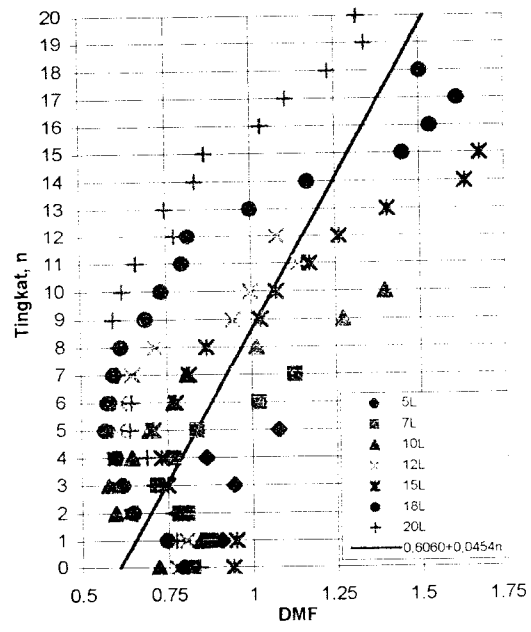
Gambar 5.4 Plot DMF Calculated Struktur *Brace Steel Frame* (BSF)



(a)



(b)



(c)

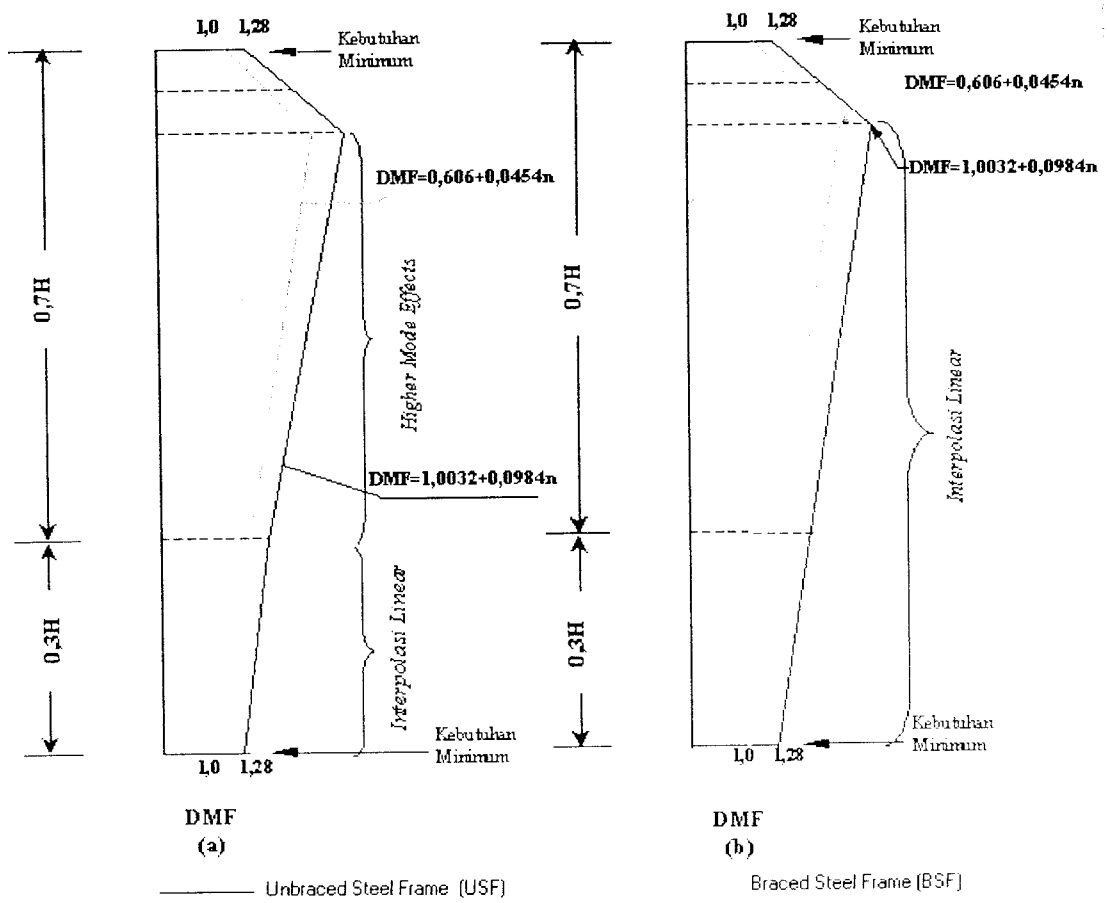
(a) Kolom Tepi

(b) Kolom Tengah

(c) Rata-rata Kolom Tepi dan Tengah

Gambar 5.5 Plot DMF Predicted pada Struktur *Braced Steel Frame* (BSF)

Usulan DMF ini menggunakan analisis terhadap tingkat (n) bukan terhadap periode getar (T1), dengan pertimbangan tingkat efisiensi dan efektifitas. Dengan memperhtikan DMF terhadap tingkat (n) menunjukkan kebutuhan yang berbeda-beda untuk pendisainan kolom. Berbeda dengan analisis terhadap T1 yang dianggap sama besar untuk kolom setelah 1/3 tinggi bangunan.



Gambar 5.6 Usulan DMF Struktur Baja

Nilai DMF untuk lantai dasar dan lantai teratas ditetapkan minimal sebesar 1,28 (USF) dan 1,0 (BSF) dengan pertimbangan hasil analisis seperti pada Gambar

5.3 dan 5.5, serta masih dimungkinkannya terbentuk sendi plastis. Pada kedua gambar tersebut memperlihatkan bahwa pada bagian bawah struktur baja pembesaran momen yang terjadi mendekati nilai 1. Penelitian sebelumnya, yang membandingkan nilai DMF struktur beton dengan struktur USF memperoleh hasil usulan DMF untuk struktur USF wilayah gempa 2 = 1,0 + 0,082n.

Untuk struktur USF memperlihatkan nilai DMF usulan yang sedikit berbeda, mungkin dikarenakan perbedaan tinggi antar lantai maupun bentang portal yang dipakai.

Kemudian, bila dilihat dari nilai DMF usulan untuk struktur BSF menunjukkan nilai yang lebih ekonomis daripada struktur USF. Hal ini terjadi karena struktur BSF lebih kaku, simpangannya lebih kecil, dan pemakaian profil yang lebih hemat.

Tabel 5.4.1 Nilai DMF Usulan (a) untuk Struktur USF

Tingkat/ Lantai (n)					
20	1.28				
19	2.03				
18	2.77	1.28			
17	2.68	1.93			
16	2.58	2.58			
15	2.48	2.48	1.28		
14	2.38	2.38	1.78		
13	2.28	2.28	2.28		
12	2.18	2.18	2.18	1.28	
11	2.09	2.09	2.09	1.63	
10	1.99	1.99	1.99	1.99	1.28
9	1.89	1.89	1.89	1.89	1.54
8	1.79	1.79	1.79	1.79	1.79

Lanjutan Tabel 5.4.1

7	1.69	1.69	1.69	1.69	1.69	1.28	
6	1.63	1.59	1.59	1.59	1.59	1.39	
5	1.57	1.54	1.50	1.50	1.50	1.50	1.28
4	1.52	1.49	1.45	1.40	1.40	1.40	1.29
3	1.46	1.44	1.41	1.37	1.30	1.30	1.30
2	1.40	1.38	1.37	1.34	1.29	1.28	1.28
1	1.34	1.33	1.32	1.31	1.29	1.28	1.28
0	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28

Tabel 5.4.2 Nilai DMF Usulan (a) untuk Struktur BSF

Tingkat/ Lantai (n)							
20	1.00						
19	1.21						
18	1.42	1.00					
17	1.38	1.17					
16	1.33	1.33					
15	1.29	1.29	1.00				
14	1.24	1.24	1.10				
13	1.20	1.20	1.20				
12	1.15	1.15	1.15	1.00			
11	1.11	1.11	1.11	1.03			
10	1.06	1.06	1.06	1.06	1.00		
9	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00		
8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tabel 5.4.3 Nilai DMF Usulan (b) untuk Struktur USF

Tingkat/ Lantai (n)							
20	1.28						
19	2.03						
18	2.77	1.28					
17	2.69	1.93					
16	2.61	2.58					
15	2.53	2.50	1.28				
14	2.44	2.42	1.78				
13	2.36	2.33	2.28				
12	2.28	2.25	2.21	1.28			
11	2.19	2.17	2.13	1.63			
10	2.11	2.09	2.05	1.99	1.28		
9	2.03	2.01	1.97	1.92	1.54		
8	1.94	1.93	1.90	1.85	1.79		
7	1.86	1.85	1.82	1.78	1.73	1.28	
6	1.78	1.77	1.74	1.70	1.66	1.39	
5	1.70	1.69	1.67	1.63	1.60	1.50	1.28
4	1.61	1.60	1.59	1.56	1.54	1.45	1.29
3	1.53	1.52	1.51	1.49	1.47	1.41	1.30
2	1.45	1.44	1.43	1.42	1.41	1.37	1.29
1	1.36	1.36	1.36	1.35	1.34	1.32	1.29
0	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28

Tabel 5.4.4 Nilai DMF Usulan (b) untuk Struktur BSF

Tingkat/ Lantai (n)			
20	1.00		
19	1.21		
18	1.42	1.00	
17	1.40	1.17	
16	1.38	1.33	
15	1.35	1.31	1.00
14	1.33	1.29	1.10
13	1.31	1.27	1.20

Lanjutan Tabel 5.4.4

12	1.28	1.25	1.18	1.00			
11	1.26	1.23	1.17	1.03			
10	1.24	1.21	1.15	1.06	1.00		
9	1.21	1.19	1.14	1.05	1.00		
8	1.19	1.17	1.12	1.05	1.00		
7	1.16	1.15	1.11	1.04	1.00	1.00	
6	1.14	1.12	1.09	1.04	1.00	1.00	
5	1.12	1.10	1.08	1.03	1.00	1.00	1.00
4	1.09	1.08	1.06	1.02	1.00	1.00	1.00
3	1.07	1.06	1.05	1.02	1.00	1.00	1.00
2	1.05	1.04	1.03	1.01	1.00	1.00	1.00
1	1.02	1.02	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

5.4.2 Korelasi Energi Statik dan Dinamik

Pembahasan korelasi energi statik dan dinamik dimaksudkan untuk membandingkan antara momen kolom akibat beban statik dikalikan dengan usulan DMF dan momen kolom akibat beban dinamis. Sehingga akan terlihat seberapa besar efektifitas nilai DMF yang diusulkan untuk struktur USF dan BSF. Tabel dan gambar berikut ini akan menjelaskan korelasi energi statik dan dinamik untuk kedua portal baja tersebut. Perhitungan korelasi yang diambil pada contoh tersebut hanya untuk kolom tengah saja, dan hanya diberikan untuk variasi 10, 12, dan 20 lantai.

Tabel 5.4.5 Contoh Korelasi Energi Statik dan Dinamik Struktur USF 10 Lantai

Lantai	Envelope Momen kolom Tengah (kN-m)						
	Gempa Statik_ENV		Gempa El Centro		Statik x DMF		
	Min	Max	Min	Max	Paulay	DMF (a)	DMF (b)
10	-73.28	73.28	-244.65	198.03	73.28	93.80	93.80
9	-227.76	227.76	-529.33	540.99	318.87	349.84	349.84
8	-372.43	372.43	-717.03	693.42	670.38	667.40	667.40
7	-493.67	493.67	-754.06	743.00	888.61	835.79	853.06
6	-618.49	618.49	-730.23	777.90	1113.29	985.88	1029.18
5	-695.38	695.38	-785.33	784.39	1251.68	1039.59	1112.60
4	-737.80	737.80	-910.94	748.48	1328.05	1029.98	1133.27
3	-822.39	822.39	-1082.84	950.39	1315.82	1066.64	1210.56
2	-861.85	861.85	-1203.81	1081.41	1206.58	1115.52	1213.48
1	-921.43	921.43	-1059.55	1248.24	1105.71	1187.41	1238.40
Dasar	-1070.49	1070.49	-1485.33	1506.37	1070.49	1370.23	1370.23
Total	-6894.98	6894.98	-9503.09	9272.62	10342.76	9742.07	10271.82

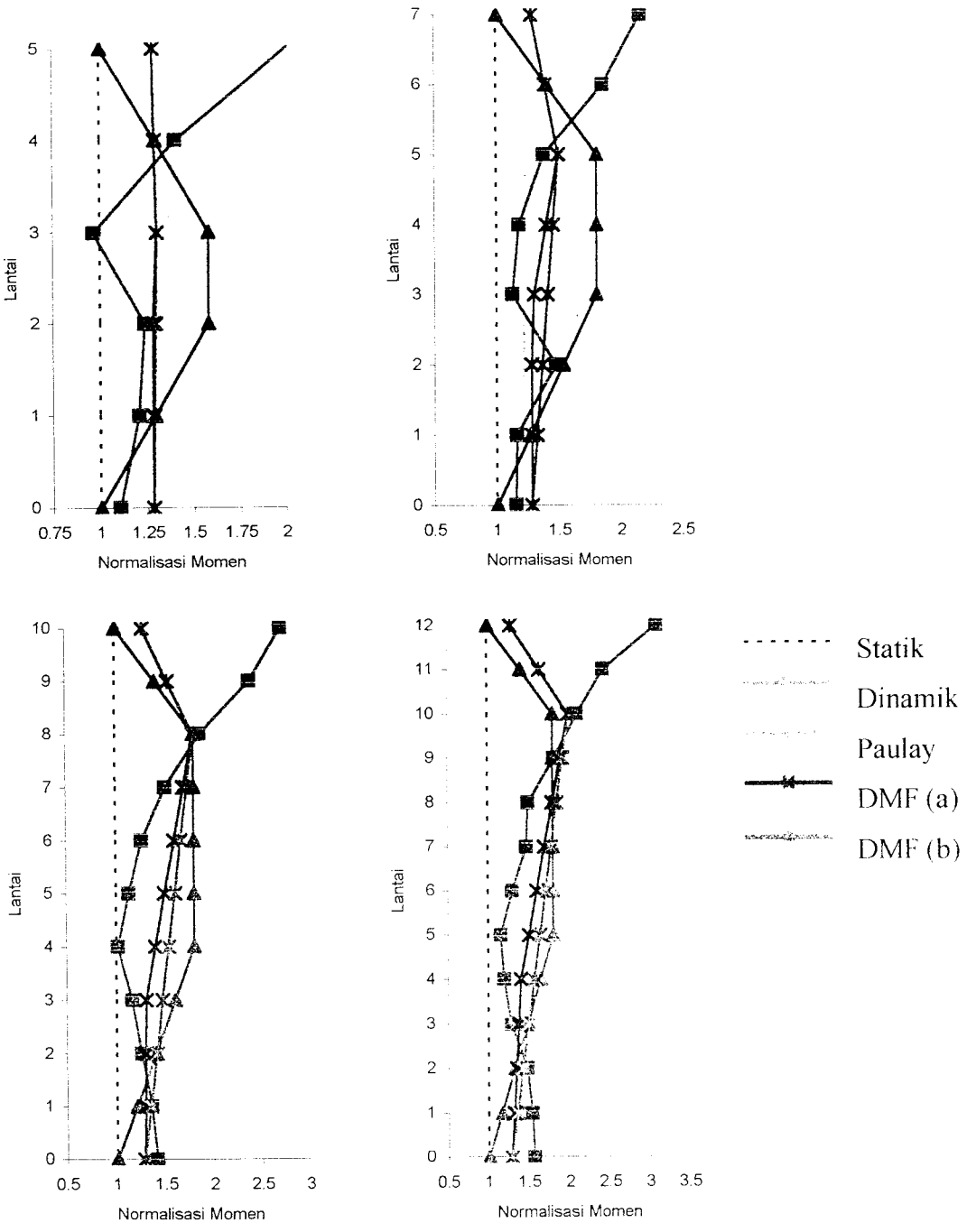
Tabel 5.4.6 Contoh Korelasi Energi Statik dan Dinamik Struktur USF 12 Lantai

Lantai	Envelope Momen kolom Tengah (kN-m)						
	Gempa Statik_ENV		Gempa El Centro		Statik x DMF		
	Min	Max	Min	Max	Paulay	DMF (a)	DMF (b)
12	-79.85	79.85	-266.20	247.02	79.85	102.20	102.20
11	-229.31	229.31	-617.53	555.74	321.04	374.61	374.61
10	-324.80	324.80	-745.61	682.76	584.64	645.44	645.44
9	-440.50	440.50	-839.65	800.72	792.89	832.01	844.20
8	-586.29	586.29	-889.17	876.07	1055.32	1049.69	1082.15
7	-626.09	626.09	-840.44	918.12	1126.95	1059.34	1111.33
6	-730.28	730.28	-978.06	943.81	1314.51	1163.78	1244.64
5	-800.03	800.03	-1065.40	917.77	1440.06	1196.21	1306.93
4	-853.63	853.63	-1212.16	1019.40	1399.95	1192.35	1334.12
3	-912.24	912.24	-1376.31	1169.23	1350.12	1247.59	1361.21
2	-936.21	936.21	-1460.84	1381.19	1235.80	1253.03	1330.77
1	-974.08	974.08	-1344.96	1495.05	1129.93	1275.27	1315.71
Dasar	-1109.55	1109.55	-1765.53	1730.24	1109.55	1420.22	1420.22
Total	-8602.86	8602.86	-13401.85	12737.12	12940.62	12811.73	13473.53

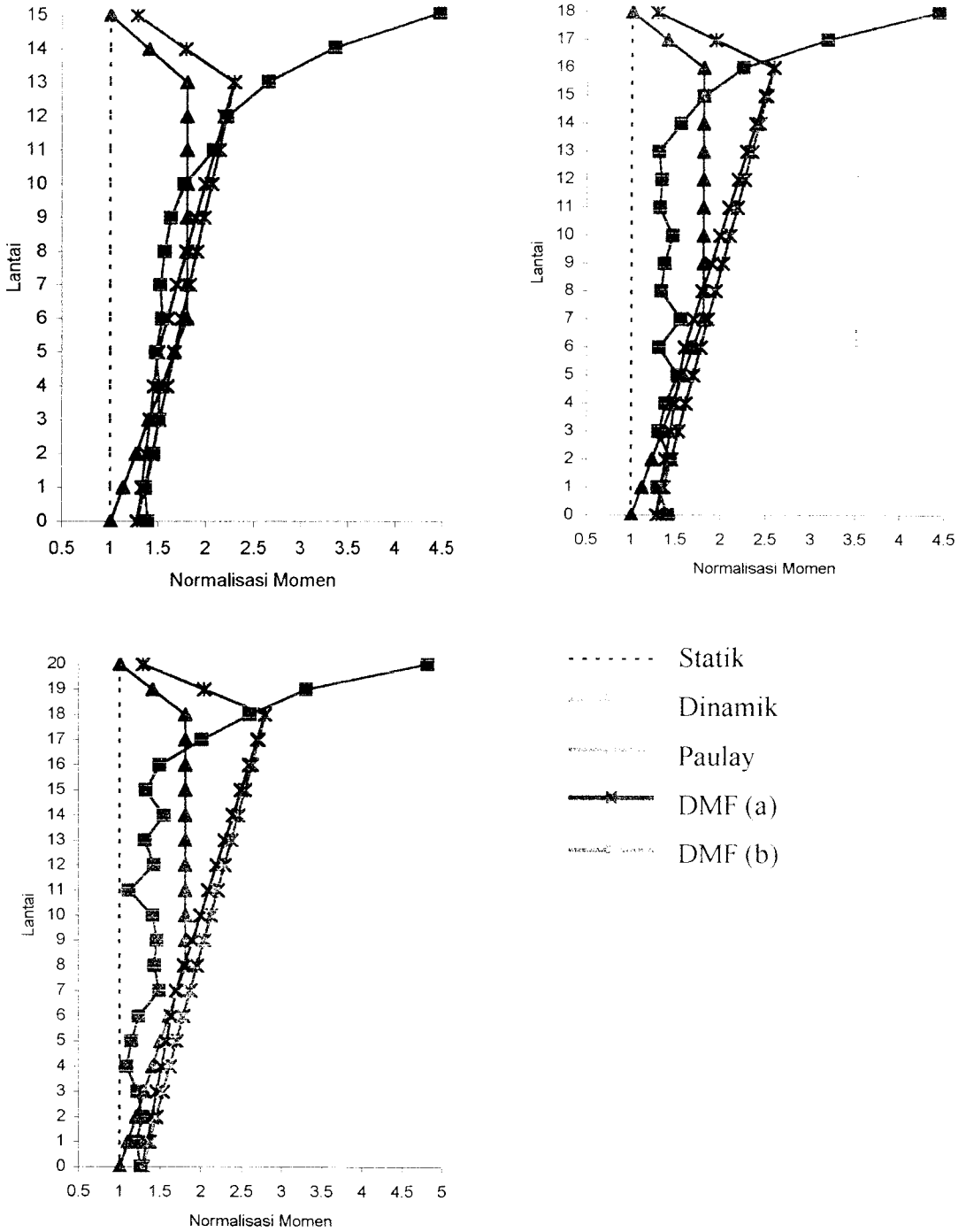
Tabel 5.4.7 Contoh Korelasi Energi Statik dan Dinamik Struktur USF 20 Lantai

Lantai	Envelope Momen kolom Tengah (kN-m)						
	Gempa Statik_ENV		Gempa El Centro		Statik x DMF		
	Min	Max	Min	Max	Paulay	DMF (a)	DMF (b)
20	-48.45	48.45	-222.78	232.84	48.45	62.01	62.01
19	-140.23	140.23	-398.82	461.63	196.32	284.27	284.27
18	-230.97	230.97	-458.77	598.50	415.75	640.81	640.81
17	-310.86	310.86	-590.89	623.23	559.54	831.86	836.64
16	-390.97	390.97	-678.69	582.87	703.74	1007.75	1019.78
15	-493.85	493.85	-817.87	651.80	888.92	1224.34	1247.12
14	-520.28	520.28	-790.90	803.56	936.51	1238.69	1270.69
13	-605.98	605.98	-836.15	791.85	1090.76	1383.08	1429.67
12	-658.50	658.50	-854.31	931.78	1185.29	1438.16	1498.92
11	-765.76	765.76	-1140.37	849.12	1378.37	1597.08	1679.51
10	-769.92	769.92	-1211.45	1082.48	1385.86	1529.99	1624.70
9	-822.53	822.53	-1273.99	1196.88	1480.56	1553.60	1667.44
8	-893.56	893.56	-1286.58	1270.08	1608.41	1599.83	1737.24
7	-936.31	936.31	-1122.46	1388.57	1591.72	1584.23	1742.61
6	-979.30	979.30	-1072.36	1203.84	1566.88	1599.34	1741.33
5	-994.81	994.81	-1072.15	1134.06	1492.21	1566.11	1686.31
4	-1017.41	1017.41	-1108.25	1101.84	1424.37	1541.81	1640.15
3	-1028.57	1028.57	-1211.66	1249.79	1337.14	1498.18	1572.75
2	-1053.52	1053.52	-1309.28	1346.96	1264.22	1472.51	1523.43
1	-1092.25	1092.25	-1348.66	1318.29	1201.47	1462.36	1488.75
Dasar	-1419.98	1419.98	-1815.36	1786.21	1419.98	1817.57	1817.57
Total	-15173.98	15173.98	-20621.75	20606.16	23176.47	26933.57	28211.70

Periode (T1) struktur *Unbraced Steel Frame* pada mode kesatu untuk tingkat 5, 7, 10, 12, 15, 18, dan 20 masing-masing 1,2139; 1,77; 1,9356; 2,0204; 3,07; 3,6348; dan 3,7752 detik.



Gambar 5.7a Korelasi Energi Statik dan Dinamik Struktur *Unbraced Steel Frame* tingkat 5, 7, 10, dan 12.



Gambar 5.7b Korelasi energi statik dan dinamik struktur *unbraced steel frame* tingkat 15, 18, dan 20.

Tabel 5.4.8 Contoh Korelasi Energi Statik dan Dinamik Struktur BSF 10 Lantai

Lantai	Envelope Momen kolom Tengah (kN-m)						
	Gempa Statik_ENV		Gempa El Centro		Statik x DMF		
	Min	Max	Min	Max	Paulay	DMF (a)	DMF (b)
10	-94.13	94.13	-216.15	143.81	94.13	94.13	94.13
9	-244.18	244.18	-421.85	329.67	341.85	244.18	244.18
8	-324.89	324.89	-325.43	409.76	584.80	324.89	324.89
7	-360.10	360.10	-290.43	347.54	648.18	360.10	360.10
6	-377.31	377.31	-317.97	302.92	679.16	377.31	377.31
5	-415.27	415.27	-312.03	306.35	747.48	415.27	415.27
4	-426.53	426.53	-240.27	337.09	767.75	426.53	426.53
3	-432.47	432.47	-254.36	262.47	691.96	432.47	432.47
2	-440.96	440.96	-339.56	241.51	617.34	440.96	440.96
1	-430.54	430.54	-432.02	318.32	516.65	430.54	430.54
Dasar	-1007.89	1007.89	-563.81	891.18	1007.89	1007.89	1007.89
Total	-4554.26	4554.26	-3713.88	3890.60	6697.17	4554.26	4554.26

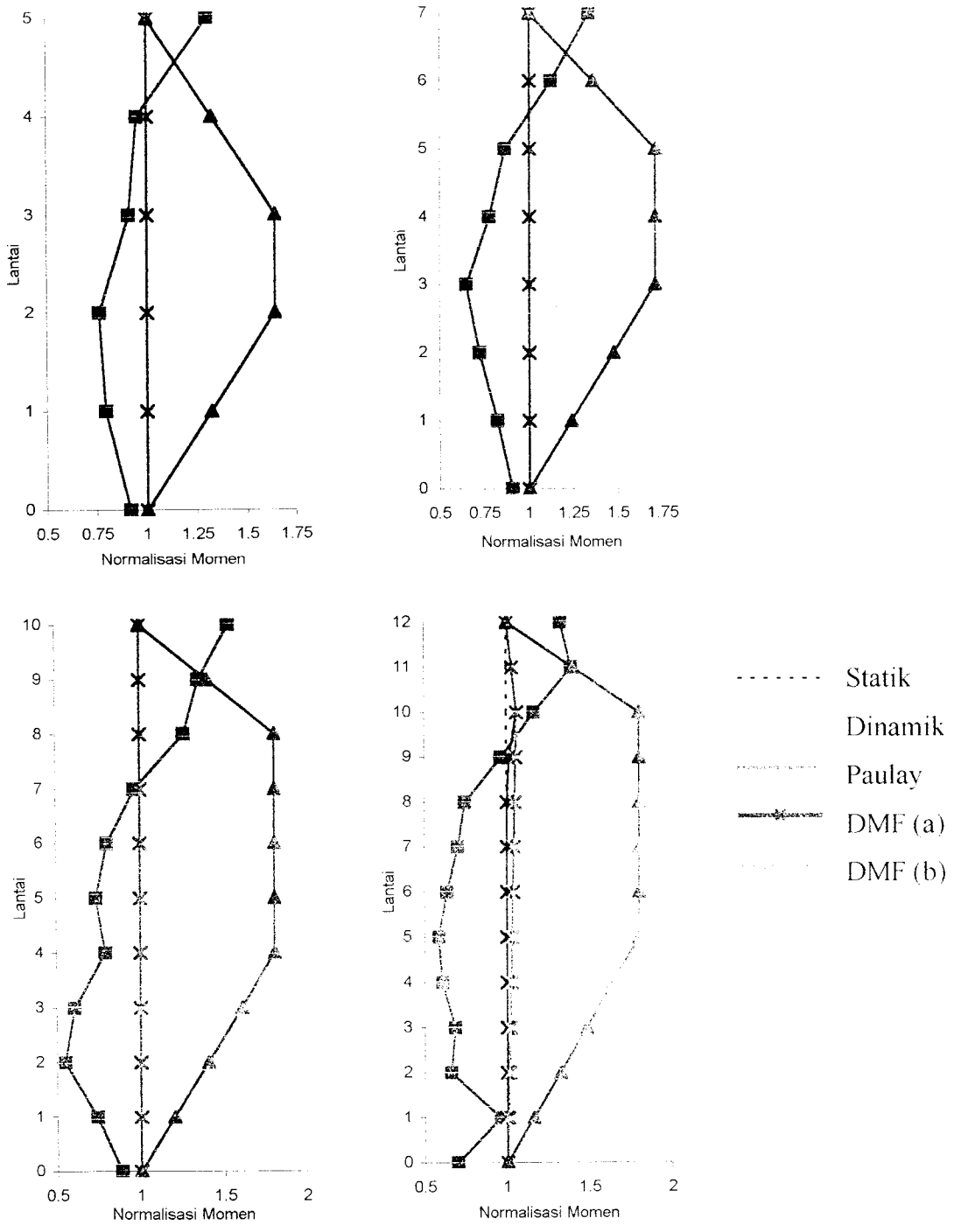
Tabel 5.4.9 Contoh Korelasi Energi Statik dan Dinamik Struktur BSF 12 Lantai

Lantai	Envelope Momen kolom Tengah (kN-m)						
	Gempa Statik_ENV		Gempa El Centro		Statik x DMF		
	Min	Max	Min	Max	Paulay	DMF (a)	DMF (b)
12	-110.97	110.97	-145.66	147.18	110.97	110.97	110.97
11	-210.53	210.53	-292.61	292.97	294.75	216.85	216.85
10	-340.87	340.87	-362.15	397.13	613.57	361.32	361.32
9	-354.64	354.64	-400.89	341.46	638.35	359.82	373.79
8	-415.53	415.53	-331.37	310.20	747.96	415.53	435.48
7	-467.21	467.21	-311.57	328.47	840.97	467.21	486.83
6	-586.73	586.73	-361.78	373.75	1056.12	586.73	607.86
5	-592.19	592.19	-384.08	347.19	1065.94	592.19	609.95
4	-635.45	635.45	-374.12	386.88	1042.14	635.45	650.70
3	-559.38	559.38	-321.12	383.25	827.88	559.38	569.45
2	-565.95	565.95	-382.10	372.89	747.06	565.95	572.74
1	-606.78	606.78	-458.85	582.54	703.86	606.78	610.42
Dasar	-1219.20	1219.20	-1043.00	851.55	1219.20	1219.20	1219.20
Total	-6665.44	6665.44	-5169.30	5115.44	9908.78	6697.39	6825.57

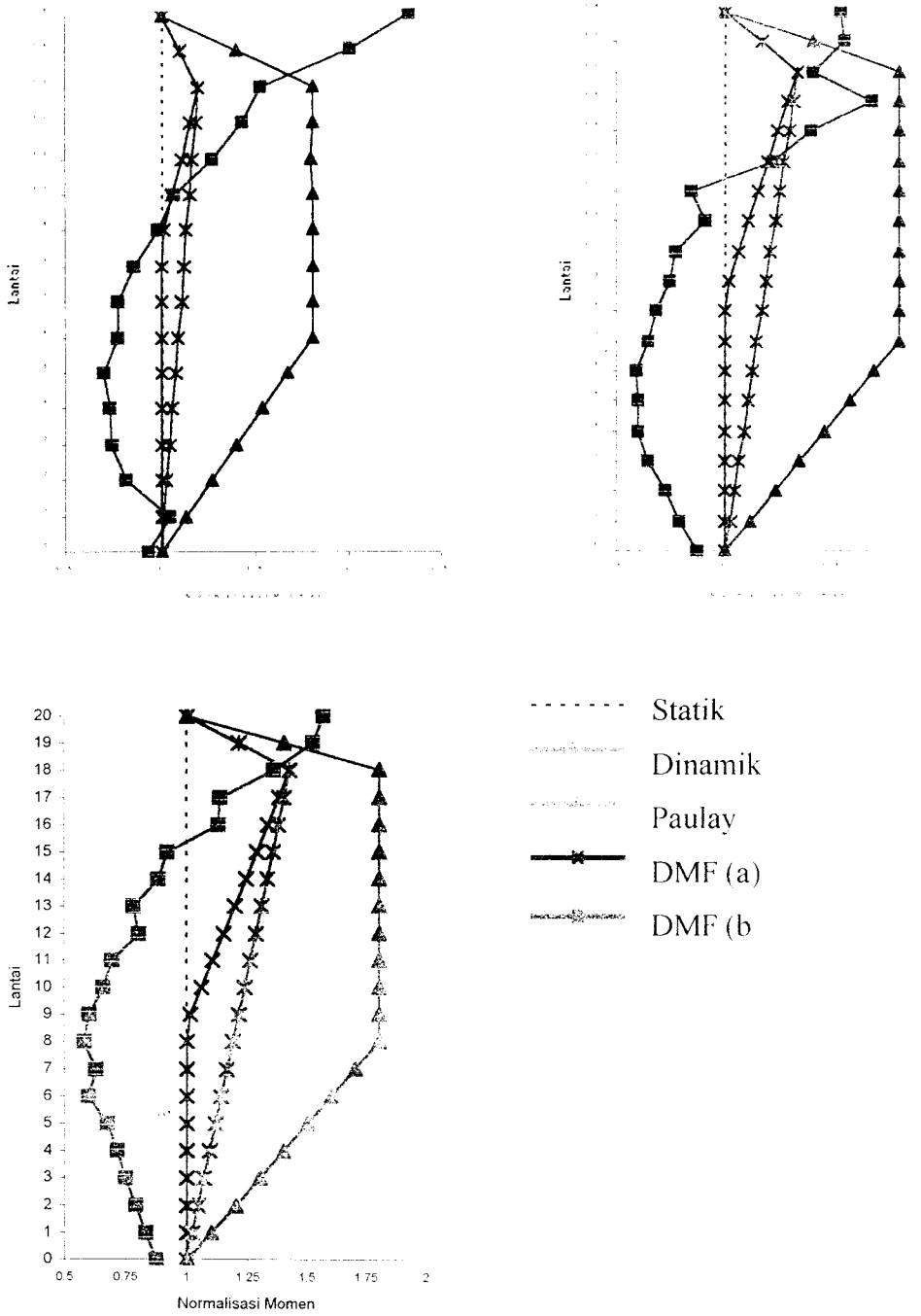
Tabel 5.4.10 Contoh Korelasi Energi Statik dan Dinamik Struktur BSF 20 Lantai

Lantai	Envelope Momen kolom Tengah (kN-m)						
	Gempa Statik_ENV		Gempa El Centro		Statik x DMF		
	Min	Max	Min	Max	Paulay	DMF (a)	DMF (b)
20	-79.11	79.11	-137.55	123.74	79.11	79.11	79.11
19	-207.67	207.67	-339.31	315.86	290.73	251.61	251.61
18	-322.19	322.19	-448.05	437.05	579.94	458.54	458.54
17	-422.49	422.49	-546.43	479.94	760.49	582.11	591.36
16	-484.98	484.98	-524.64	547.28	872.96	646.19	667.42
15	-584.36	584.36	-520.98	538.29	1051.85	752.07	790.44
14	-612.26	612.26	-538.25	541.32	1102.06	760.18	813.78
13	-689.24	689.24	-533.16	537.88	1240.64	824.47	899.91
12	-686.72	686.72	-557.25	550.90	1236.10	790.28	880.47
11	-707.99	707.99	-495.87	490.97	1274.39	782.62	891.10
10	-779.14	779.14	-497.59	512.36	1402.45	825.89	962.33
9	-848.60	848.60	-515.89	508.48	1527.47	860.99	1028.16
8	-1007.42	1007.42	-639.83	585.85	1813.36	1007.42	1196.91
7	-984.46	984.46	-594.77	617.85	1673.58	984.46	1146.48
6	-1096.86	1096.86	-806.11	654.88	1754.98	1096.86	1251.59
5	-1198.32	1198.32	-777.08	810.36	1797.48	1198.32	1339.19
4	-1125.40	1125.40	-809.74	806.44	1575.56	1125.40	1231.24
3	-1126.19	1126.19	-831.09	842.75	1464.05	1126.19	1205.63
2	-1056.78	1056.78	-889.82	837.08	1268.14	1056.78	1106.48
1	-1193.96	1193.96	-919.20	995.89	1313.35	1193.96	1222.03
Dasar	-1739.25	1739.25	-1405.87	1521.39	1739.25	1739.25	1739.25
Total	-16953.41	16953.41	-13328.47	13256.60	25817.97	18142.71	19753.02

Periode (T1) struktur *Braced Steel Frame* pada mode kesatu untuk tingkat 5, 7, 10, 12, 15, 18, dan 20 masing-masing 1,3174; 1,4277; 1,7069; 1,9965; 2,7796; 3,3471; dan 3,3103 detik.



Gambar 5.8a Korelasi Energi Statik dan Dinamik Struktur *Braced Steel Frame* Tingkat 5, 7, 10, dan 12.



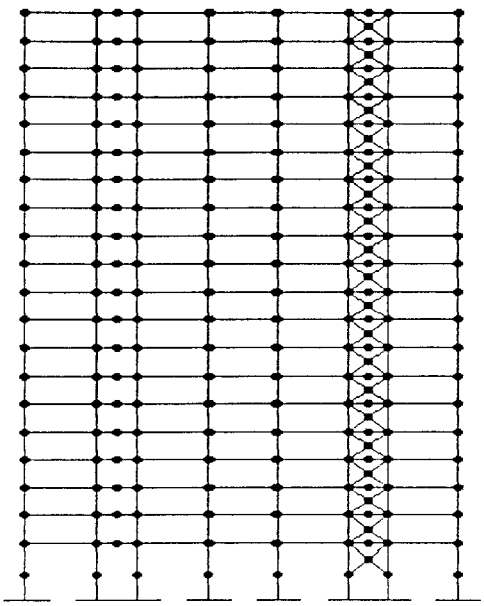
Gambar 5.8b Korelasi energi static dan dinamik struktur *braced steel frame* tingkat 15, 18, dan 20.

Nilai korelasi untuk struktur *Unbraced Steel Frame* yang dihasilkan menurut Gambar 5.7 dan Tabel 5.4.5 sampai 5.4.7 menunjukkan bahwa nilai DMF pada beton yang diusulkan oleh Paulay (1992) masih cukup baik untuk struktur tingkat rendah, kurang dari 12 lantai, sementara untuk tingkat yang lebih tinggi, mulai dari 15 lantai, kurang memberikan perlindungan pada tingkat atas struktur. Nilai DMF (b) cenderung memberikan perlindungan yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan nilai DMF (a).

Sementara itu, untuk struktur *Braced Steel Frame*, nilai korelasi yang dihasilkan menurut Gambar 5.8 dan Tabel 5.4.8 sampai 5.4.10 menunjukkan bahwa nilai DMF yang diberikan oleh Paulay (1992) cenderung memberikan perlindungan yang lebih baik untuk tingkat tengah struktur. Sedangkan tingkat atas struktur kurang memberikan perlindungan, terlihat mulai dari struktur 12 lantai ke atas. Namun demikian, apabila diteruskan dengan struktur yang lebih dari 20 lantai, maka nilai DMF Paulay (1992) cenderung kurang memberikan perlindungan pada struktur tingkat atas. Artinya, mempunyai pola yang hampir sama dengan struktur *unbraced.* Nilai DMF yang diusulkan, baik (a) maupun (b), juga mempunyai kecenderungan untuk memberikan perlindungan yang lebih baik pada struktur tingkat atas. Hanya saja, nilainya lebih ekonomis daripada nilai DMF yang diusulkan untuk struktur *Unbraced Steel Frame.*

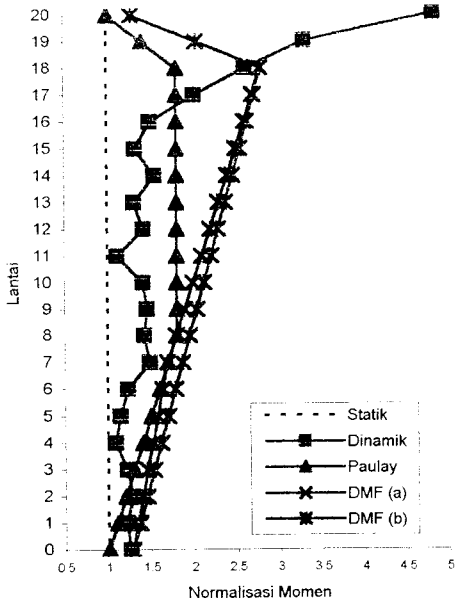
5.5 Analisis DMF untuk Model Portal Kombinasi *Unbraced Steel Frame* dan *Braced Steel Frame*

Untuk pembahasan analisis ini menggunakan model portal seperti Gambar 3.x berikut ini. Model tersebut dianggap terdiri dari dua portal *unbraced frame* dan satu portal *braced frame* (2OF + BF). Antara portal *unbraced* dengan *braced* dihubungkan dengan suatu elemen yang mempunyai kekakuan tak terhingga dan perletakkannya dianggap sendi-sendi.

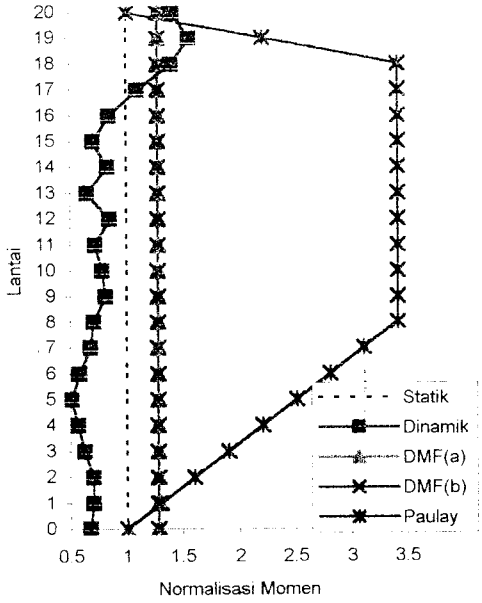


Gambar 5.9 Model Portal Kombinasi 2OF + BF

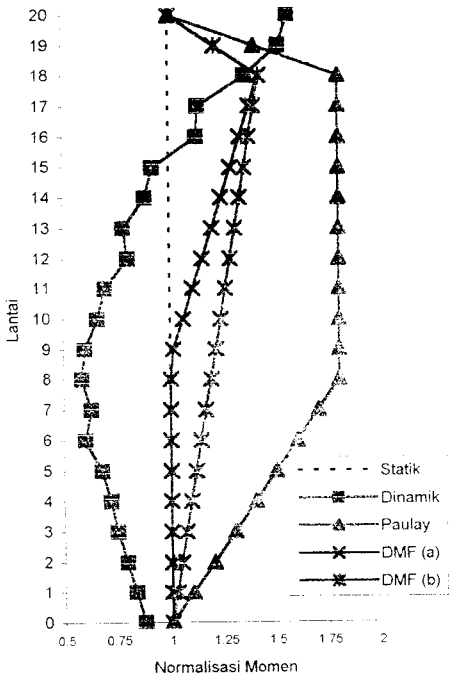
Setelah dilakukan analisis struktur untuk mendapatkan gaya momen pada ujung-ujung kolom, ternyata hasil yang didapatkan menunjukkan perilaku yang berbeda dengan analisis sebelumnya. Hal tersebut dapat dilihat jelas pada Gambar 5.10 yang merupakan perbandingan nilai DMF yang diperoleh antara model portal 2OF + BF dengan model portal *unbraced* atau *braced* tunggal.



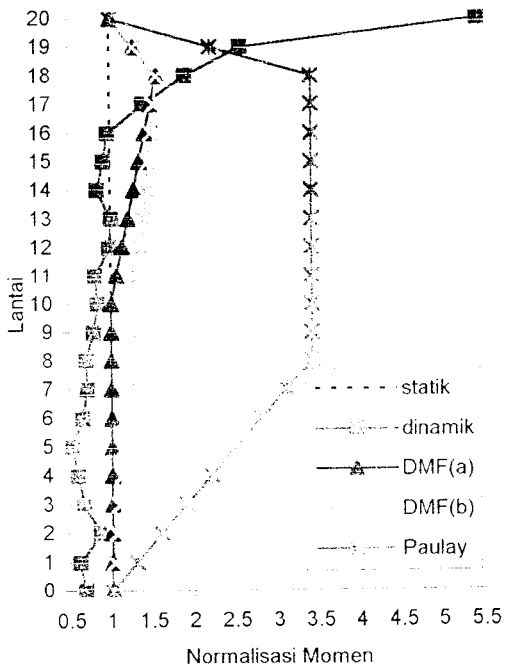
(a) *Unbraced Steel Frame*



(b) *Unbraced Steel Frame* (2OF + BF)



(c) *Braced Steel Frame*



(d) *Braced Steel Frame* (2OF + BF)

Gambar 5.10 Perbandingan Nilai DMF antara Portal Tunggal dengan Portal Kombinasi dalam Bentuk Korelasi Energi Statik dan Dinamik untuk Kolom Tengah

BAB VI

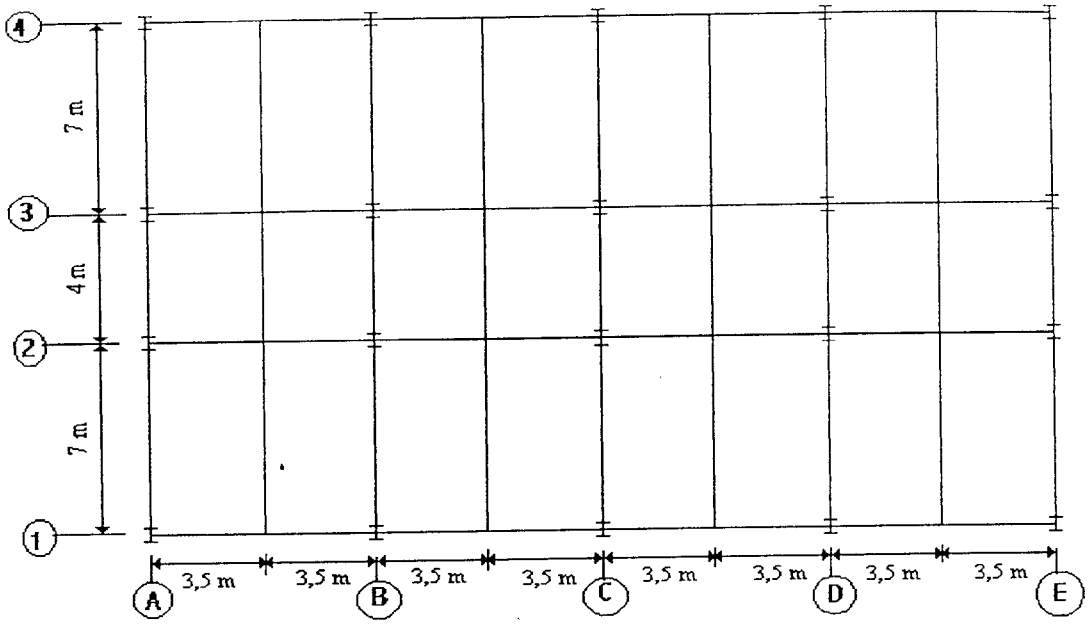
APLIKASI DISAIN

6.1 Pendahuluan

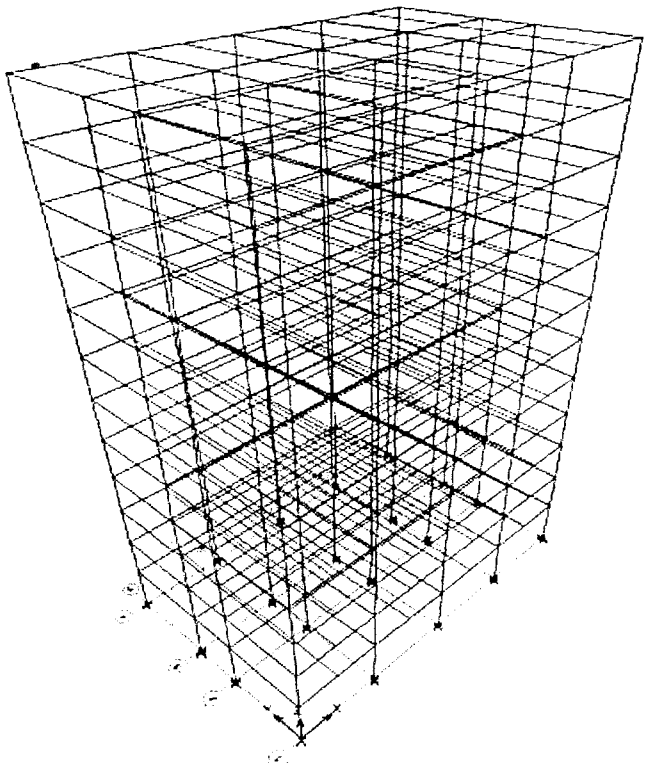
Analisis struktur untuk tahap pendisainan ini menggunakan model 3-D dengan variasi tingkat sebanyak 12 tingkat. Model disain yang digunakan adalah Sistem Rangka Penahan Momen Khusus (SRPMK) untuk *unbraced steel frame* dan Sistem Rangka Bresing Konsentrik Khusus (SRBKK) untuk *braced steel frame.* Dasar pendisainan menggunakan rancangan Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung 2000 dengan metode LRFD. Perencanaan gaya geser gempa berdasarkan perencanaan struktur daktail dengan daktilitas K = 1. Perencanaan meliputi *strength design, limit state*, dan pembatasan simpangan antar tingkat (*inter story drift*) maksimal 0,005h (0,5%) atau setara dengan 20 mm.

Perhitungan beban statik ekivalen berdasarkan PPTGIUG 1983 untuk struktur *unbraced steel frame* (USF) dan rancangan PPTGIUG 1998 untuk struktur *braced steel frame* (BSF).

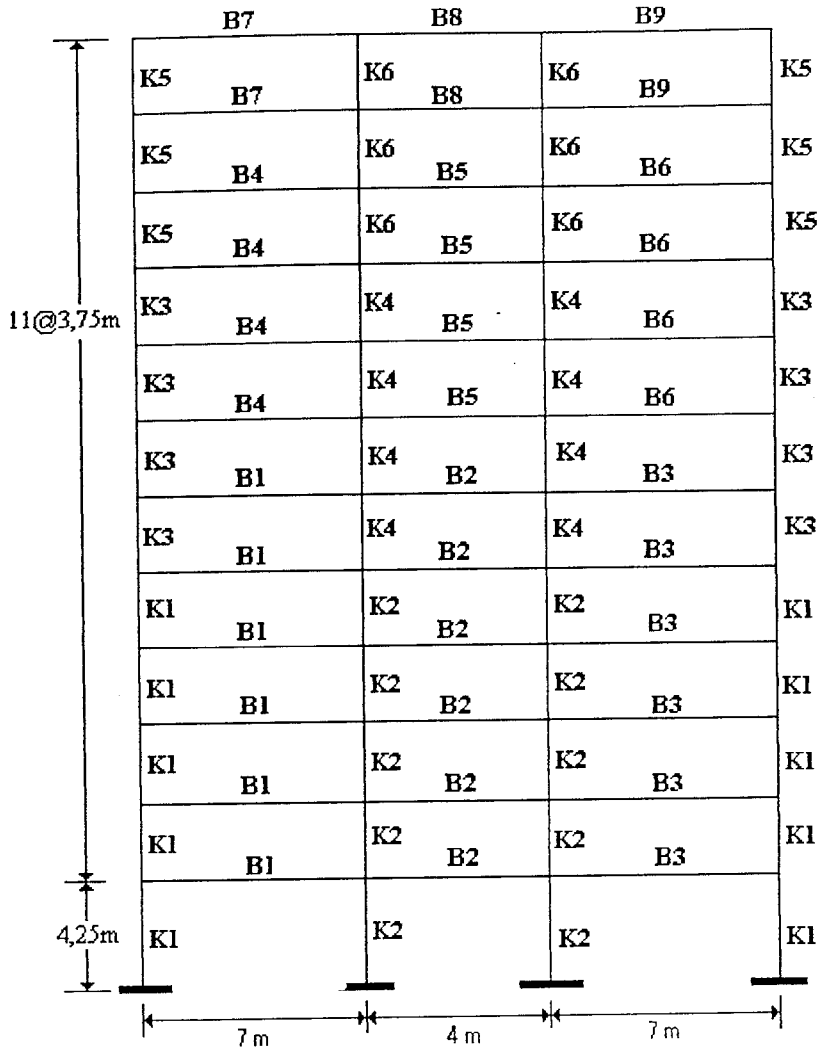
Untuk perencanaan elemen balok, terlebih dahulu dilakukan redistribusi momen agar diperoleh pembebanan yang lebih merata pada balok.



Gambar 6.1a Denah Struktur Baja 12 Lantai



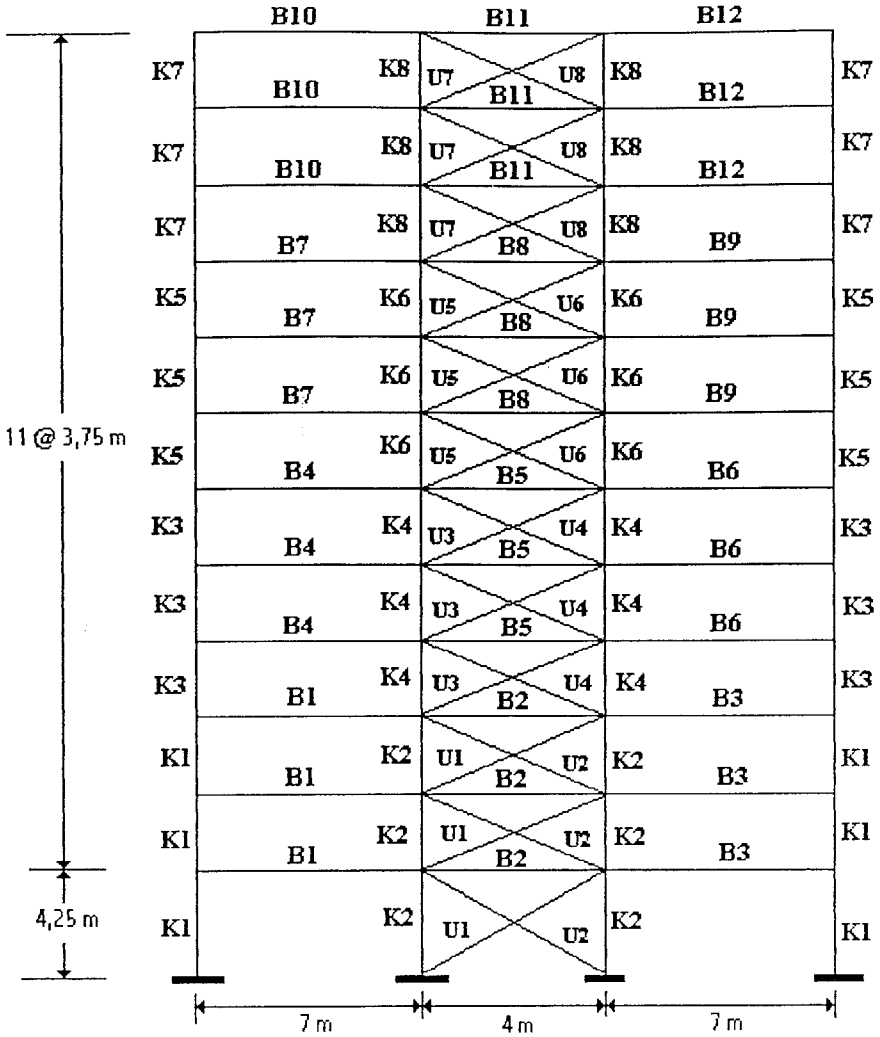
Gambar 6.1b Model 3-D Struktur USF



Gambar 6.2a Potongan Portal B Struktur USF

Tabel 6.2.1 Profil Rencana Struktur USF

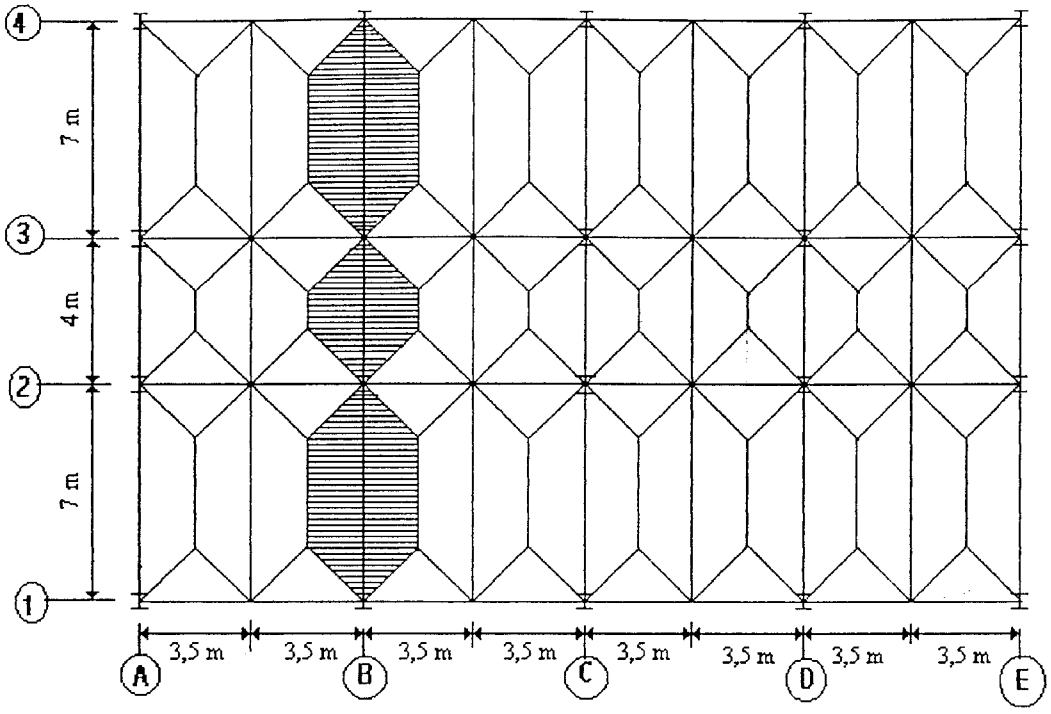
Section	Tipe Profil	Section	Tipe Profil
K1	HP538X477X90X90	K6	HP538X447X60X90
K2	HP608X472X85X125	B1=B2=B3	WF600X300X14X23
K3	HP538X447X60X90	B4=B5=B6	WF600X200X13X23
K4	HP568X457X70X105	B7=B8=B9	WF450X300X11X18
K5	HP498X432X45X70		



Gambar 6.2b Potongan Portal B Struktur BSF

Tabel 6.2.2 Profil Rencana Struktur BSF

Section	Tipe Profil	Section	Tipe Profil
K1	HP538X447X60X90	B1=B2=B3	WF600X300X12X20
K2	HP538X477X90X90	B4=B5=B6	WF600X200X12X20
K3	HP508X437X50X75	B7=B8=B9	WF500X200X10X16
K4	HP508X462X75X75	B10=B11=B12	WF450X200X9X14
K5	HP478X447X60X60	U1=U2	U380X100X13X20
K6	HP498X432X45X70	U3=U4	U380X100X13X16,5
K7	HP478X417X30X60	U5=U6	U300X90X12X16
K8	HP478X447X60X60	U7=U8	U250X90X11X14,5



Gambar 6.3 Pembagian Pembebanan pada Portal B

6.2.2 Pembebanan Lantai dan Berat Total Struktur

1. Pembebanan atap

   Beban yang bekerja:

   a. Beban mati

Berat pelat	= 0,1 . 24	= 2,40 kN/m^2
Berat plafond	= 0,5	= 0,50 kN/m^2
Lapis kedap air	= 0,03 . 24	= 0,72 kN/m^2
		3,62 kN/m^2
b. Beban hidup	= 1,0	= 1,00 kN/m^2

2. Pembebanan lantai

Beban yang bekerja:

a. Beban mati

Berat pelat	= 0,12 . 24	= 2,88 kN/m^2
Berat pasir	= 0,05 . 18	= 0,90 kN/m^2
Berat spesie	= 0,02 . 24	= 0,48 kN/m^2
Berat tegel	= 0,015 . 24	= 0,36 kN/m^2
Berat plafond	= 0,5	= 0,50 kN/m^2
		5,12 kN/m^2

b. Beban hidup = 2,50 = 2,50 kN/m^2

c. Beban tembok = 3,75 . 2,50 = 9,38 kN/m^1

Perhitungan berat total struktur *unbraced steel frame*

1. Berat atap = lantai 12

Berat pelat atap	= 28 . 18 . 3,62	= 1824,48 kN
Berat balok induk	= (28 . 4 + 18 . 5) . 1,23	= 248,46 kN
Berat balok anak	= (18 . 4) . 0,66	= 47,52 kN
Berat kolom	= 0,5.3,75.(10.6,04+ 10.8,03)	= 263,81 kN
Beban hidup	= 0,3.28.18.1,0	= 151,20 kN
	Total	= 2535,47 kN

2. Berat lantai 11

Berat pelat	= 28 . 18 . 5,12	= 2580,48 kN

Berat balok induk	= (28 . 4 + 18 . 5). 1,23	= 248,46 kN
Berat balok anak	= (18 . 4) . 0,66	= 47,52 kN
Berat kolom	= (10.6,04 + 10.8,03). 3,75	= 527,63 kN
Berat tembok	= (28.4 + 18.5). 3,75. 2,50	= 1893,75 kN
Beban hidup	= 0,3. 28. 18. 2,50	= 378,00 kN
	Total	= 5675,84 kN

3. Berat lantai 10

Berat pelat	= 28 . 18 . 5,12	= 2580,48 kN
Berat balok induk	= (28 . 4 + 18 . 5). 1,34	= 270,68 kN
Berat balok anak	= (18 . 4) . 0,76	= 54,72 kN
Berat kolom	= (10.6,04 + 10.8,03). 3,75	= 527,63kN
Berat tembok	= (28.4 + 18.5). 3,75. 2,50	= 1893,75 kN
Beban hidup	= 0,3. 28. 18. 2,50	= 378,00 kN
	Total	= 5705,26 kN

4. Berat lantai 9

Berat pelat	= 28 . 18 . 5,12	= 2580,48 kN
Berat balok induk	= (28 . 4 + 18 . 5). 1,34	= 270,68 kN
Berat balok anak	= (18 . 4) . 0,76	= 54,72 kN
Berat kolom	= (10.8,03 + 10.9,52). 3,75	= 658,13 kN
Berat tembok	= (28.4 + 18.5). 3,75. 2,50	= 1893,75 kN
Beban hidup	= 0,3. 28. 18. 2,50	= 378,00 kN
	Total	= 5835,76 kN

5. Berat lantai 8

Berat pelat	= 28 . 18 . 5,12	= 2580,48 kN
Berat balok induk	= (28 . 4 + 18 . 5). 1,34	= 270,68 kN
Berat balok anak	= (18 . 4) . 0,76	= 54,72 kN
Berat kolom	= (10.8,03 + 10.9,52). 3,75	= 658,13 kN
Berat tembok	= (28.4 + 18.5). 3,75. 2,50	= 1893,75 kN
Beban hidup	= 0,3. 28. 18. 2,50	= 378,00 kN
	Total	= 5835,76 kN

6. Berat lantai 7

Berat pelat	= 28 . 18 . 5,12	= 2580,48 kN
Berat balok induk	= (28 . 4 + 18 . 5). 1,34	= 270,68 kN
Berat balok anak	= (18 . 4) . 0,76	= 54,72 kN
Berat kolom	= (10.8,03 + 10.9,52). 3,75	= 658,13 kN
Berat tembok	= (28.4 + 18.5). 3,75. 2,50	= 1893,75 kN
Beban hidup	= 0,3. 28. 18. 2,50	= 378,00 kN
	Total	= 5835,76 kN

7. Berat lantai 6

Berat pelat	= 28 . 18 . 5,12	= 2580,48 kN
Berat balok induk	= (28 . 4 + 18 . 5). 1,74	= 351,48 kN
Berat balok anak	= (18 . 4) . 1,23	= 88,56 kN
Berat kolom	= (10.8,03 + 10.9,52). 3,75	= 658,13 kN
Berat tembok	= (28.4 + 18.5). 3,75. 2,50	= 1893,75 kN

Beban hidup	= 0,3. 28. 18. 2,50	= 378,00 kN
	Total	= 5950,40 kN

8. Berat lantai 5 = 4

Berat pelat	= 28 . 18 . 5,12	= 2580,48 kN
Berat balok induk	= (28 . 4 + 18 . 5). 1,74	= 351,48 kN
Berat balok anak	= (18 . 4) . 1,23	= 88,56 kN
Berat kolom	= (10.9,30 + 10.11,67). 3,75	= 786,38 kN
Berat tembok	= (28.4 + 18.5). 3,75. 2,50	= 1893,75 kN
Beban hidup	= 0,3. 28. 18. 2,50	= 378,00 kN
	Total	= 6078,65 kN

9. Berat lantai 3 = 2

Berat pelat	= 28 . 18 . 5,12	= 2580,48 kN
Berat balok induk	= (28 . 4 + 18 . 5). 1,74	= 351,48 kN
Berat balok anak	= (18 . 4) . 1,23	= 88,56 kN
Berat kolom	= (10.9,30 + 10.11,67). 3,75	= 786,38 kN
Berat tembok	= (28.4 + 18.5). 3,75. 2,50	= 1893,75 kN
Beban hidup	= 0,3. 28. 18. 2,50	= 378,00 kN
	Total	= 6078,65 kN

10. Berat lantai 1

Berat pelat	= 28 . 18 . 5,12	= 2580,48 kN
Berat balok induk	= (28 . 4 + 18 . 5). 1,74	= 351,48 kN
Berat balok anak	= (18 . 4) . 1,23	= 88,56 kN

Berat kolom	= (10.9,30 + 10.11,67). 4,25	= 838,80 kN
Berat tembok	= (28.4 + 18.5). 4,25. 2,50	= 2146,25 kN
Beban hidup	= 0,3. 28. 18. 2,50	= 378,00 kN
	Total	= 6383,57 kN

Perhitungan berat total struktur *braced steel frame*

1. Berat atap = lantai 12

Berat pelat	= 28 . 18 . 3,62	= 1824,48 kN
Berat balok induk	= (28 . 4 + 18 . 5). 0,76	= 153,52 kN
Berat balok anak	= (18 . 4) . 0,57	= 41,04 kN
Berat kolom	= (10.4,80+ 10.5,93).0,5.3,75	= 201,19 kN
Berat bresing	$= \sqrt{\left[(0,5.3,75)^2 + (0,5.4)^2\right]}.2.5.0,40$	= 11,02 kN
Beban hidup	= 0,3. 28. 18. 1,00	= 151,20 kN
	Total	= 2382,45 kN

2. Berat lantai 11

Berat pelat	= 28 . 18 . 5,12	= 2580,48 kN
Berat balok induk	= (28 . 4 + 18 . 5). 0,76	= 153,52 kN
Berat balok anak	= (18 . 4) . 0,57	= 41,04 kN
Berat kolom	= (10.4,80+ 10.5,93).3,75	= 402,38 kN
Berat bresing	$= \{\sqrt{\left[(0,5.3,75)^2 + (0,5.4)^2\right]}\}2.2.5.0,40$	= 22,04 kN

Berat tembok	= (28. 4 + 18. 5). 2,50. 3,75	= 1893,75 kN
Beban hidup	= 0,3. 28. 18. 2,50	= 378,00 kN
	Total	= 5471,21 kN

3. Berat lantai 10

Berat pelat	= 28 . 18 . 5,12	= 2580,48 kN
Berat balok induk	= (28 . 4 + 18 . 5). 0,76	= 153,52 kN
Berat balok anak	= (18 . 4) . 0,57	= 41,04 kN
Berat kolom	= (10.4,80+ 10.5,93).3,75	= 402,38 kN
Berat bresing	$=\{\sqrt{[(0,5.3,75)^2+(0,5.4)^2]}\}$2.2.5.0,57	= 22,04 kN
Berat tembok	= (28. 4 + 18. 5). 2,50. 3,75	= 1893,75 kN
Beban hidup	= 0,3. 28. 18. 2,50	= 378,00 kN
	Total	= 5471,21 kN

4. Berat lantai 9 = 8 = 7

Berat pelat	= 28 . 18 . 5,12	= 2580,48 kN
Berat balok induk	= (28 . 4 + 18 . 5). 0,90	= 181,80 kN
Berat balok anak	= (18 . 4) . 0,66	= 47,52 kN
Berat kolom	= (10.5,93+ 10.6,04).3,75	= 448,88 kN
Berat bresing	$=\{\sqrt{[(0,5.3,75)^2+(0,5.4)^2]}\}$2.2.5.0,49	= 26,65 kN
Berat tembok	= (28. 4 + 18. 5). 2,50. 3,75	= 1893,75 kN
Beban hidup	= 0,3. 28. 18. 2,50	= 378,00 kN
	Total	= 5557,07 kN

5. Berat lantai 6

Berat pelat	= 28 . 18 . 5,12	= 2580,48 kN
Berat balok induk	= (28 . 4 + 18 . 5). 1,20	= 242,40 kN
Berat balok anak	= (18 . 4) . 0,66	= 47,52 kN
Berat kolom	= (10.6,58+ 10.7,58).3,75	= 531,00 kN
Berat bresing	$=\{\sqrt{[(0,5.3,75)^2+(0,5.4)^2]}\}2.2.5.0,62$	= 33,99 kN
Berat tembok	= (28. 4 + 18. 5). 2,50. 3,75	= 1893,75 kN
Beban hidup	= 0,3. 28. 18. 2,50	= 378,00 kN
	Total	= 5707,14 kN

6. Berat lantai 5 = 4

Berat pelat	= 28 . 18 . 5,12	= 2580,48 kN
Berat balok induk	= (28 . 4 + 18 . 5). 1,20	= 242,40 kN
Berat balok anak	= (18 . 4) . 0,94	= 67,68 kN
Berat kolom	= (10.6,58+ 10.7,58).3,75	= 531,00 kN
Berat bresing	$=\{\sqrt{[(0,5.3,75)^2+(0,5.4)^2]}\}2.2.5.0,62$	= 33,99 kN
Berat tembok	= (28. 4 + 18. 5). 2,50. 3,75	= 1893,75 kN
Beban hidup	= 0,3. 28. 18. 2,50	= 378,00 kN
	Total	= 5727,30 kN

7. Berat lantai 3 = 2

Berat pelat	= 28 . 18 . 5,12	= 2580,48 kN

Berat balok induk = (28 . 4 + 18 . 5). 1,51 = 305,02 kN

Berat balok anak = (18 . 4) . 0,94 = 67,68 kN

Berat kolom = (10.8,03+ 10.9,30).3,75 = 649,88 kN

Berat bresing $=\{\sqrt{[(0,5.3,75)^2+(0,5.4)^2]}\}2.2.5.0,67$ = 36,90 kN

Berat tembok = (28. 4 + 18. 5). 2,50. 3,75 = 1893,75 kN

Beban hidup = 0,3. 28. 18. 2,50 = 378,00 kN

Total = 5911,71 kN

8. Berat lantai 1

Berat pelat = 28 . 18 . 5,12 = 2580,48 kN

Berat balok induk = (28 . 4 + 18 . 5). 1,51 = 305,02 kN

Berat kolom = (10.8,03+ 10.9,30).4,25 = 693,20 kN

Berat bresing $=\{\sqrt{[(0,5.3,75)^2+(0,5.4)^2]}+\sqrt{[(0,5.4,25)^2+(0,5.4)^2]}\}$

2.2.5.0,67 = 38,09 kN

Berat tembok = (28. 4 + 18. 5). 2,50. 4,25 = 2146,25 kN

Beban hidup = 0,3. 28. 18. 2,50 = 378,00 kN

Total = 6208,72 kN

Tabel 6.2.3 Berat Tiap Lantai Struktur Portal Baja

Lantai	Berat total lantai, Wi (kN)	
	Unbraced Steel Frame	*Braced Steel Frame*
12	2535,47	2382,45
11	5675,84	5471,21
10	5705,26	5471,21
9	5835,76	5557,07
8	5835,76	5557,07
7	5835,76	5557,07
6	5950,40	5707,14
5	6078,65	5727,30
4	6078,65	5727,30
3	6078,65	5911,71
2	6078,65	5911,71
1	6383,57	6208,72
Total, Wt	68072,37	65189,96

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

1. Waktu getar struktur (T)

   a. Struktur *unbraced steel frame* berdasarkan persamaan (3.3-2.a)

   $T = 0{,}085.H^{3/4} = 0{,}085.\ 45{,}5^{3/4} = 1{,}489$ detik

   b. Struktur *braced steel frame*

   - Berdasarkan code Prancis menurut persamaan (3.3-2.b)

   $$T = 0{,}08.\frac{H}{\sqrt{Lx}}.\sqrt{\frac{H}{Lx+H}} = 0{,}08.\frac{45{,}5}{\sqrt{18}}.\sqrt{\frac{45{,}5}{18+45{,}5}} = 0{,}726 \text{ detik.}$$

   - Berdasarkan code Israel menurut persamaan (3.3-2.e)

   $T = 0{,}049.\ H^{3/4} = 0{,}049.\ 45{,}5^{3/4} = 0{,}858$ detik.

- Berdasarkan code Puerto Rico menurut persamaan (3.3-2.d)

$$T = \frac{Hn}{20.\sqrt{D}} = \frac{149{,}278}{20.\sqrt{59{,}055}} = 0{,}971 \text{ detik}$$

- Berdasarkan code Spanyol menurut persamaan (3.3-2.c)

$$T = 0{,}85.\sqrt{\frac{1}{L/H}}.0{,}1.\frac{H}{\sqrt{L}} = 0{,}85.\sqrt{\frac{1}{18/45{,}5}}.0{,}1.\frac{45{,}5}{\sqrt{18}} = 1{,}449 \text{ detik}$$

Dipakai T empiris berdasarkan code Israel, T = 0,858 detik.

2. Koefisien gempa dasar

   Struktur berada di wilayah gempa 2 (USF)/wilayah gempa 5 (BSF) dan di atas tanah lunak.

   a. Struktur *unbraced steel frame*

      T = 1,489 detik, maka C = 0,068

   b. Struktur *braced steel frame*

      T = 0,858 detik, maka C = 0,9

3. Faktor keutamaan (I) dan faktor jenis struktur (K)

   Ditentukan nilai I = 1,5 (fasilitas penting) dan K = 1,0 (portal daktail) untuk struktur USF, dan I = 1,4 serta R = 6,4 (ikatan diagonal) untuk struktur BSF.

4. Gaya geser dasar horizontal akibat gempa

   V = C. I. K. Wt (*unbraced steel frame*)

   V = 0,068. 1,5. 1,0. 68072,37 = 6943,38 kN

   V = $((C_1.I)/R).Wt.$ (*braced steel frame*)

   V = ((0,9. 1,4)/6,4).65189,96 = 12834,273 kN

5. Distribusi gaya geser dasar akibat gempa

Karena rasio H/B = 45,5/18 = 2,53 < 3 maka gaya geser dasar horizontal di sepanjang tinggi gedung didistribusikan dengan persamaan berikut.

$$Fi = \frac{Wi.hi}{\sum Wi.hi}.(V)$$

Tabel 6.2.4 Distribusi Gaya Geser Dasar Horizontal Struktur USF

Lantai	hi (m)	Wi (kN)	Wi. hi (kN-m)	Fi (x, y) (kN)	Fi,x (kN)	Fi,y (kN)
12	45,50	2535,47	115364,00	501,14	167,05	125,29
11	41,75	5675,84	236966,11	1029,39	343,13	257,35
10	38,00	5705,26	216799,69	941,78	313,93	235,45
9	34,25	5835,76	199874,61	868,26	289,42	217,06
8	30,50	5835,76	177990,53	773,19	257,73	193,30
7	26,75	5835,76	156106,45	678,13	226,04	169,53
6	23,00	5950,40	136859,09	594,52	198,17	148,63
5	19,25	6078,65	117013,92	508,31	169,44	127,08
4	15,50	6078,65	94219,00	409,29	136,43	102,32
3	11,75	6078,65	71424,08	310,27	103,42	77,57
2	8,00	6078,65	48629,16	211,25	70,42	52,81
1	4,25	6383,57	27130,17	117,85	39,28	29,46
		68072,37	1598376,79			

Tabel 6.2.5 Distribusi Gaya Geser Dasar Horizontal Struktur BSF

Lantai	hi (m)	Wi (kN)	Wi. hi (kN-m)	Fi (x, y) (kN)	Fi,x (kN)	Fi,y (kN)
12	45,50	2382,45	108401,39	911,32	303,77	227,83
11	41,75	5471,21	228422,87	1920,33	640,11	480,08
10	38,00	5471,21	207905,84	1747,85	582,62	436,96
9	34,25	5557,07	190329,72	1600,09	533,36	400,02
8	30,50	5557,07	169490,70	1424,89	474,96	356,22
7	26,75	5557,07	148651,68	1249,70	416,57	312,43
6	23,00	5707,14	131264,32	1103,53	367,84	275,88
5	19,25	5727,30	110250,60	926,87	308,96	231,72

Lanjutan Tabel 6.2.5

4	15,50	5727,30	88773,21	746,31	248,77	186,58
3	11,75	5911,71	69462,53	583,97	194,66	145,99
2	8,00	5911,71	47293,64	397,59	132,53	99,40
1	4,25	6208,72	26387,06	221,83	73,94	55,46
		65189,96	1526633,56			

6. Kontrol waktu getar struktur dengan persamaan Rayleigh

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

Tabel 6.2.6 Evaluasi Periode Getar (T Rayleigh) Struktur USF

Lantai	Fi (kN)	Wi (kN)	diy (m)	Wi.di,y^2	Fi.diy	dix (m)	Wi.dix^2	Fi.dix
12	501,14	2535,47	0,1263	40,445	63,294	0,1626	67,035	81,486
11	1029,39	5675,84	0,1216	83,926	125,173	0,1583	142,230	162,952
10	941,78	5705,26	0,1151	75,583	108,399	0,1511	130,258	142,303
9	868,26	5835,76	0,1068	66,564	92,730	0,1411	116,185	122,511
8	773,19	5835,76	0,0968	54,682	74,845	0,1290	97,113	99,742
7	678,13	5835,76	0,0852	42,362	57,777	0,1145	76,508	77,646
6	594,52	5950,40	0,0728	31,536	43,281	0,0989	58,202	58,798
5	508,31	6078,65	0,0599	21,810	30,448	0,0828	41,674	42,088
4	409,29	6078,65	0,0467	13,257	19,114	0,0663	26,720	27,136
3	310,27	6078,65	0,0331	6,660	10,270	0,0489	14,535	15,172
2	211,25	6078,65	0,0196	2,335	4,140	0,0309	5,804	6,528
1	117,85	6383,57	0,0075	0,359	0,884	0,0133	1,129	1,567
				439,520	630,356		777,394	837,929

Tabel 6.2.7 Evaluasi Peiode Getar (T Rayleigh) Struktur BSF

Lantai	Fi (kN)	Wi (kN)	diy (m)	Wi.diy^2	Fi.diy	dix (m)	Wi.dix^2	Fi.dix
12	911,32	2382,45	0,1628	63,144	148,363	0,4654	516,032	424,129
11	1920,33	5471,21	0,1495	122,283	287,090	0,4508	1111,862	865,685
10	1747,85	5471,21	0,1346	99,123	235,260	0,4238	982,664	740,737
9	1600,09	5557,07	0,1186	78,166	189,770	0,3865	830,128	618,433
8	1424,89	5557,07	0,1021	57,929	145,482	0,3423	651,118	487,741
7	1249,70	5557,07	0,0852	40,339	106,475	0,2914	471,873	364,163

Lanjutan Tabel 6.2.7

6	1103,53	5707,14	0,0688	27,014	75,923	0,2422	334,786	267,274
5	926,87	5727,30	0,0539	16,639	49,958	0,1988	226,351	184,261
4	746,31	5727,30	0,0397	9,027	29,628	0,1536	135,124	114,633
3	583,97	5911,71	0,0268	4,246	15,650	0,1091	70,366	63,711
2	397,59	5911,71	0,0158	1,476	6,282	0,0690	28,146	27,434
1	221,83	6208,72	0,0065	0,262	1,442	0,0301	5,625	6,677
				519,648	1291,322		5364,075	4164,878

Unbraced steel frame:

$$T_{Rx} = 6{,}3.\sqrt{\frac{777{,}394}{9{,}81.837{,}929}} = 1{,}94 \text{ detik} \leq 1{,}30\ Te = 1{,}94 \text{ detik}$$

$$T_{Ry} = 6{,}3.\sqrt{\frac{439{,}50}{9{,}81.630{,}356}} = 1{,}68 \text{ detik} \leq 1{,}30\ Te = 1{,}94 \text{ detik}$$

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

Braced steel frame:

$$T_{Rx} = 6{,}3.\sqrt{\frac{5364{,}075}{9{,}81.4164{,}878}} = 2{,}283 \text{ detik} > 1{,}30\ Te = 1{,}12 \text{ detik}$$

$$T_{Ry} = 6{,}3.\sqrt{\frac{519{,}648}{9{,}81.1291{,}322}} = 1{,}276 \text{ detik} > 1{,}30\ Te = 1{,}12 \text{ detik}$$

Sehingga diperoleh nilai C baru untuk struktur *braced steel frame*, C = 0,394. Selanjutnya, perhitungan untuk struktur *braced steel frame* diulang dari menghitung gaya geser horizontal total.

$V = ((C_1.I)/R)\ Wt = ((0{,}394.\ 1{,}4)/6{,}4).\ 65189{,}96 = 5622{,}364$ kN (BSF)

4. Berat tembok pasangan bata ½ batu

Berat tembok = 2,5 kN/m^2 x 3,75 m = 9,375 kN/m'

6.3 Perencanaan Balok Portal

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

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

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

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

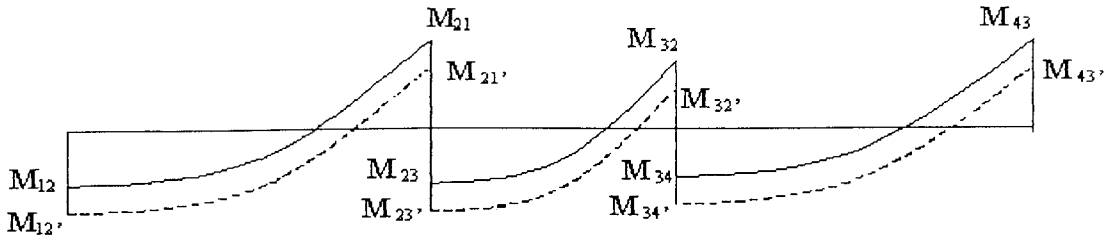
$M_{u,b} = 0{,}9M_D \pm M_E$

6.3.2 Redistribusi Momen Balok

Redistribusi moemn balok dimaksudkan untuk memperoleh keseimbangan momen pada balok agar dihasilkan disain yang lebih ekonomis. Cara yang diambil yaitu dengan cara coba-coba hingga didapatkan momen negatif dan momen positif maksimum pada sendi plastis hamper sama nilainya, dan prosentasenya tidak boleh lebih dari 30%. Kombinasi pembebanan yang diambil adalah yang paling maksimum. Hasil redistribusi dilampirkan pada lampiran.

Contoh perhitungan redistribusi momen balok

Diambil contoh balok lantai 2 struktur USF, profil balok yang digunakan WF600x300x14x23, profil kolom tepi HP538x477x90x90, dan profil kolom tengah HP608x472x85x125.



Gambar 6.5 Redistribusi Momen Balok Lantai 2

M_{12} = 522,94 kNm M_{23} = 832,16 kNm M_{34} = 514,32 kNm

$M_{(L1)}$ = 87,86 kNm $M_{(L2)}$ = 19,69 kNm $M_{(L3)}$ = 75,25 kNm

M_{21} = -800,82 kNm M_{32} = -923,11 kNm M_{43} = -817,41 kNm

$\Sigma M_{bi} = M_{12} + M_{21} + M_{23} + M_{32} + M_{34} + M_{43}$

= 522,94 + 800,82 + 832,16 + 923,11 + 514,32 + 817,41

= 4491,94 kNm

a. Balok tepi kiri

Letak sendi plastis diasumsikan dengan persamaan, X = 0,5.dk + A + 1/3. db.

Sendi plastis kiri balok (Xi) = 0,5. 0,538 + 0,300 + 1/3. 0,594 = 0,77 m

Sendi plastis kanan balok (Xa) = 0,5. 0,608 + 0,300 + 1/3. 0,594 = 0,80 m

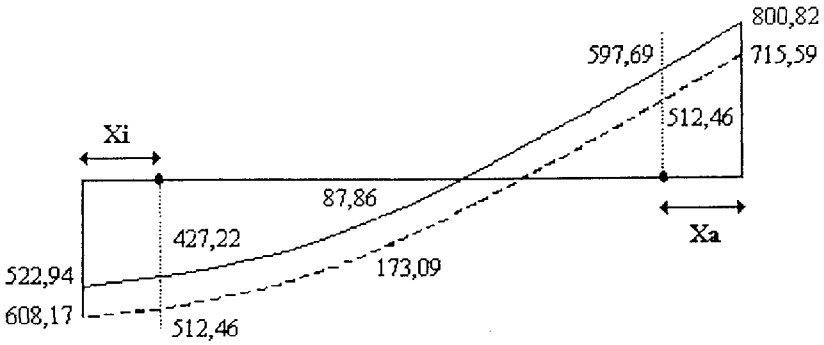
Diambil ΔM_1 = 10,643% . 800,82 = 85,23 kNm, dan $\Delta M_2 = \Delta M_1$

$M_{12'}$ $= M_{12} + \Delta M_1$ = 522,94 + 85,23 = 608,17 kNm

$M_{21'}$ $= M_{21} + \Delta M_2$ = 800,82 – 85,23 = 715,59 kNm

$M_{(L1)}$ $= M_{(L1)} + \Delta M_1$ = 87,86 + 85,23 = 173,09 kNm

Representasi hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 6.6.



Gambar 6.6 Hasil Redistribusi Momen Balok Tepi Kiri Lantai 2

Sehingga momen rencana pada sendi plastis ujung kiri, $M_{u,b\ pi}$ = 512,46 kNm dan pada sendi plastis ujung kanan, $M_{u,b\ pa}$ = -512,46 kNm. Untuk perencanaan balok tepi kiri lantai 2 digunakan $M_{u,b}$ = 512,46 kNm.

b. Balok tengah

Letak sendi plastis diasumsikan dengan persamaan, X = 0,5.dk + A + 1/3. db.

Sendi plastis kiri balok (Xi) = 0,5. 0,608 + 0,300 + 1/3. 0,594 = 0,80 m

Sendi plastis kanan balok (Xa) = 0,5. 0,608 + 0,300 + 1/3. 0,594 = 0,80 m

Diambil ΔM_3 = 2,103% . 923,11 = 19,41 kNm, dan $\Delta M_4 = \Delta M_3$

$M_{23'}$ $= M_{23} + \Delta M_3$ = 832,16 + 19,41 = 851,57 kNm

$M_{32'}$ $= M_{32'} - \Delta M_4$ = 923,11 – 19,41 = 903,70 kNm

$M_{(L2)}$ $= M_{(L2)} + \Delta M_3$ = 19,69 + 19,41 = 39,10 kNm

Representasi hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 6.7.

Contoh perhitungan kuat lentur nominal balok portal

Pada struktur *unbraced frame* diambil contoh hitungan untuk balok tepi kiri lantai 3 portal Y-B dengan momen rencana, Mu,b = 537,60 kNm.

Bentang balok as ke as (L) 7 m, bentang bersih (Ln) 6,427 m, dan pada pertengahan balok terdapat tambatan lateral.

Profil yang digunakan adalah WF600x300x14x23, dengan data sebagai berikut:

A	= 22240 mm^2	I_x	= 137000.10^4 mm^4	I_y	= 10600.10^4 mm^4
d	= 594 mm	S_x	= 4612,795.10^3 mm^3	S_y	= 7019,867.10^3 mm^3
t_w	= 14 mm	Z_x	= 4620.10^3 mm^3	Z_y	= 701.10^3 mm^3
b_f	= 302 mm	E_S	= 200000 Mpa	f_r	= 70 Mpa
t_f	= 23 mm	f_y	= 250 Mpa	f_u	= 410 Mpa
r_x	= 248 mm	G	= 77000 Mpa	C_w	= 16877027,970 cm^6
r_y	= 69 mm	J	= 2992934,667 mm^3		

Kontrol rasio lebar terhadap tebal (b/t) dan (h/t) penampang berdasarkan persamaan (3.6-10.b) dan (3.6-10.d), $\lambda \leq \lambda_p$.

Pada sayap, $\lambda_s = \frac{b}{t} = \frac{151}{23} = 6{,}565 \leq \lambda_{ps} = \frac{135}{\sqrt{f_y}} = \frac{135}{\sqrt{250}} = 8{,}538$

Pada badan, $\lambda_b = \frac{h_c}{t_w} = \frac{538}{14} = 38{,}429 \leq \lambda_{pb} = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{250}} = 106{,}253$

Karena memenuhi persyaratan maka profil WF600x300x14x23 termasuk profil kompak dan dapat dipakai untuk disain.

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

Karena harus menggunakan profil sangat kompak, maka $\Phi M_{n,tl} = \Phi M_p$

$\Phi M_n = 0{,}9.Z_x.f_y$

Kontrol rasio tegangan yang terjadi

$$\frac{M_{u,b}}{\Phi M_n} = \frac{537,60}{1039,50} = 0,52 < 1,0$$

Sementara itu, untuk struktur *braced frame* Y-B pada balok tepi kiri lantai 3 dengan profil yang dipakai adalah WF600x300x12x20 diperoleh:

ΦM_p = 904,50 kNm

$M_{n,tpl}$ = 1279,473 kNm

$\Phi M_{n,tpl}$ = 904,50 kNm

$$\frac{M_{u,b}}{\Phi M_n} = \frac{185,16}{904,50} = 0,20 \leq 1,0$$

Perhitungan kuat lentur balok disajikan secara lengkap dalam table pada lampiran B (USF) dan C (BSF).

6.3.4 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:

$$V_u = V_p = 1,2V_D + 0,5V_L + \frac{2M_{pb}}{L}$$

$$V_u = 1,05\left(V_D + V_L \pm \frac{4}{K}E_h\right)$$

Contoh hitungan gaya geser balok

Gaya geser pada lokasi sendi plastis balok tepi kiri lantai 3 *unbraced frame* Y-B adalah

V_D = 67,67 kN

V_L = 18,33 kN

V_E = 198,89 kN

Jarak sendi plastis, Xi = 0,77 m; Xa = 0,80 m

Jarak antara sendi plastis, L' = 7 - 0,80 - 0,77 = 5,34 m.

$$V_u = V_p = 1{,}2.67{,}67 + 0{,}5.18{,}33 + \frac{2.1{,}2.1155}{5{,}34} = 521{,}67 \text{ kN}$$

$$V_u = 1{,}05(67{,}67 + 18{,}33 + 4.198{,}89) = 925{,}64 \text{ kN}$$

Gaya geser rencana balok, $V_{u,b}$ = 521,67 kN.

Pada struktur *braced frame* Y-B balok tepi kiri lantai 3 diperoleh gaya geser rencana balok, $V_{u,b}$ = 427,277 kN.

Perhitungan gaya geser rencana balok disajikan dalam table pada lampiran B (USF) dan C (BSF).

6.3.5 Kuat Geser Nominal Balok Portal

Contoh hitungan kuat geser balok:

Diketahui gaya geser yang bekerja pada balok tepi kiri lantai 3 *unraced frame* Y-B, $V_{u,b}$ = 521,67 kN.

Kontrol perbandingan tinggi terhadap tebal panel (h/t_w) pendukung geser, menurut persamaan (3.6-25),

$$\frac{h}{t_w} = \frac{594}{14} = 42{,}43 < 2{,}45\sqrt{E/f_y} = 2{,}45\sqrt{200000/250} = 69{,}30$$

$\Phi V_n = 0{,}6.f_y.A_w$

$= 0{,}6.250.594.14$

$= 1122{,}66$ kN

Rasio tegangan yang terjadi

$$\frac{V_{u,b}}{\Phi V_n} = \frac{521{,}67}{1122{,}66} = 0{,}46 < 1{,}0$$

Dengan cara yang sama, pada struktur *braced frame* Y-B balok tepi kiri lantai 3 diperoleh:

$\Phi V_n = 952{,}56$ kN

$$\frac{V_{u,b}}{\Phi V_n} = \frac{427{,}277}{952{,}56} = 0{,}45 \leq 1{,}0$$

Perhitungan kuat geser nominal balok portal disajikan dalam tabel pada lampiran B (USF) dan C (BSF).

6.4 Perencanaan Kolom Portal

Perencanaan kolom portal berdasarkan prinsip disain kapasitas dengan terlebih dahulu merencanakan Mu,k; Nu,k; dan Vu,k.

Kapasitas lentur sendi plastis pada kedua ujung balok,

$M_{pb,ki} = M_{pb,ka} = 1,2.fy.Z = 1,2.250.4620.10^{3}.10^{-6} = 1386$ kNm.

Kemudian dihitung nilai Mu,k:

$$M_{u,k} = (1,31).0,53.\frac{3,16}{3,75}\left(\frac{7}{6,427}.1386 + \frac{4}{3,392}.1386\right) = 1845,663 \text{ kNm}$$

$$M_{u,k} = 1,05.\left(42,845 + 12,655 + \frac{4}{1}.1046,628\right) = 4454,113 \text{ kNm}$$

Dengan demikian, momen rencana kolom tengah kiri lantai 2 *unbraced frame* Y-B,

$M_{u,k} = 1845,663$ kNm.

Hitungan $M_{u,k}$ untuk *braced frame* didapatkan hasil sebagai berikut:

DMF = 1,00 (Tabel 5.4.2)

M_{pb} = 1206 kNm

$M_{u,k}$ = 1209,385 kNm (Disain Kapasitas)

$M_{u,k}$ = 1040,440 kNm (Beban Terfaktor)

Momen rencana kolom, $M_{u,k} = 1040,440$ kNm.

Hitungan selengkapnya untuk $M_{u,k}$ kedua portal dapat dilihat pada lampiran B (USF) dan C (BSF).

6.4.2 Gaya Aksial Rencana Kolom

Gaya aksial rencana dihitung dengan persamaan (3.6-39) dan (3.6-40):

$$P_{u,k} = 0,7.Rv.\left(\frac{M_{pb,ki}}{l'_{ki}} + \frac{M_{pb,ka}}{l'_{ka}}\right) + 1,05.N_{g.k}$$

Tetapi tidak lebih besar dari:

Untuk kolom lantai dasar berdasarkan persamaan (3.6-42)

$$V_{u,k} = \frac{M_{u,k\ atas} + M_{E,k\ bawah}}{h'_k}$$

dan dalam segala hal tidak perlu lebih besar dari persamaan (3.6-43)

$$V_{u,k} = 1{,}05\left(V_{D,k} + V_{L,k} + \frac{4}{K}.V_{E,k}\right)$$

Contoh perhitungan:

Diambil kolom tengah kiri lantai 2 *unbraced frame* Y-B, dan dari hasil analisis diperoleh

$V_{D,k}$ = 21,48 kN

$V_{L,k}$ = 6,33 kN

$V_{E,k}$ = 431,85 kN

$M_{u,k\ atas}$ = 1362,286 kNm

$M_{u,k\ bawah}$ = 1845,663 kNm

$$V_{u,k} = \frac{1362{,}286 + 1845{,}663}{3{,}16} = 1016{,}460 \text{ kN}$$

$$V_{u,k} = 1{,}05\left(21{,}48 + 6{,}33 + \frac{4}{1}.431{,}85\right) = 1842{,}971 \text{ kN}$$

Gaya geser rencana kolom pakai, $V_{u,k}$ = 1016,460 kN.

Gaya geser rencana kolom *braced frame* diperoleh:

$M_{u,k\ atas}$ = 313,845 kNm

$M_{u,k\ bawah}$ = 1040,440 kNm

$V_{u,k}$ = 428,300 kN

$V_{u,k}$ = 428,285 kN

Gaya geser rencana kolom pakai, $V_{u,k}$ = 428,285 kN

Hasil hitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B (USF) dan C (BSF).

6.4.4 Perencanaan Kolom Terhadap Momen Lentur dan Gaya Aksial Rencana

Contoh perhitungan:

Diambil kolom tengah kiri lantai 2 *unbraced frame* Y-B,

$M_{u,k-x}$ = 1845,663 kNm

$M_{u,k-y}$ = 488,184 kNm

$P_{u,k}$ =6011,764 kN

Tinggi kolom bruto = 3,75 m dan tinggi netto (h') = 3,16 m

Profil yang digunakan adalah HP608x472x85x125 dengan data sebagai berikut:

A	=	148800 mm^2	I_x	=	737000.10^4 mm^4	I_y	=	221000.10^4 mm^4
d	=	608 mm	S_x	=	24243,421.10^3 mm^3	S_y	=	9364,407.10^3 mm^3
t_w	=	85 mm	Z_x	=	24300.10^3 mm^3	Z_y	=	9360.10^3 mm^3
b_f	=	472 mm	E_s	=	200000 Mpa	f_r	=	70 Mpa
t_f	=	125 mm	f_y	=	250 Mpa	f_u	=	410 Mpa
r_x	=	223 mm	G	=	77000 Mpa	C_w	=	368652044,8 cm^6
r_y	=	122 mm	J	=	739046000 mm^3			

Kontrol rasio lebar terhadap tebal (b/t) dan (h/t) penampang menurut persamaan 3.6-10.b dan 3.6-10.c, $\lambda \le \lambda_p$.

Kontrol sayap, $\lambda_s = \frac{b}{t} = \frac{236}{125} = 1{,}888 \le \lambda_{ps} = \frac{135}{\sqrt{f_y}} = \frac{135}{\sqrt{250}} = 8{,}538$

Kontrol badan, $\lambda_b = \frac{h_c}{t_w} = \frac{314}{85} = 3{,}694 \le \lambda_{pb} = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{250}} = 106{,}253$

Dengan terpenuhinya kedua syarat tersebut, maka profil HP608x472x85x125 termasuk profil yang sangat kompak dan dapat digunakan untuk disain.

Kuat lentur berdasarkan stabilitas tekuk lokal, $\Phi M_{n,tl}$

Profil yang digunakan harus sangat kompak, oleh karena itu $\Phi M_{n,tl} = \Phi M_p$

$L_p = 1{,}76.r_y\sqrt{E/f_y} = 1{,}76.122.\sqrt{200000/250} = 6073$ mm

Karena $L_b \leq L_p$ maka termasuk bentang pendek (persamaan 3.6-14.b), sehingga:

$\Phi M_n = \Phi M_p$

$\Phi M_{n\text{-}x} = 0{,}9.Z_x.f_y$

$= 0{,}9.24300.10^3.250.10^{-6}$

$= 5467{,}50$ kNm

$\Phi M_{n\text{-}y} = 0{,}9.Z_y.f_y$

$= 0{,}9.9360.10^3.250.10^{-6}$

$= 2106{,}00$ kNm

Kuat dukung nominal:

Untuk rasio penampang $\lambda < \lambda_r$, daya dukung komponen struktur tekan dihitung menurut persamaan (3.6-22) sebagai berikut:

$$N_n = A_g.f_{cr} = A_g.\frac{f_y}{\omega}$$

untuk $\lambda_c \leq 0{,}25$ maka $\omega = 1$

untuk $0{,}25 < \lambda_c < 1{,}2$ maka $\omega = \dfrac{1{,}43}{1{,}6 - 0{,}67\lambda_c}$ persamaan (3.6-23)

Lanjutan Tabel 6.2.7

6	1103,53	5707,14	0,0688	27,014	75,923	0,2422	334,786	267,274
5	926,87	5727,30	0,0539	16,639	49,958	0,1988	226,351	184,261
4	746,31	5727,30	0,0397	9,027	29,628	0,1536	135,124	114,633
3	583,97	5911,71	0,0268	4,246	15,650	0,1091	70,366	63,711
2	397,59	5911,71	0,0158	1,476	6,282	0,0690	28,146	27,434
1	221,83	6208,72	0,0065	0,262	1,442	0,0301	5,625	6,677
				519,648	1291,322		5364,075	4164,878

Unbraced steel frame:

$$T_{Rx} = 6{,}3.\sqrt{\frac{777{,}394}{9{,}81.837{,}929}} = 1{,}94 \text{ detik} \leq 1{,}30\ Te = 1{,}94 \text{ detik}$$

$$T_{Ry} = 6{,}3.\sqrt{\frac{439{,}50}{9{,}81.630{,}356}} = 1{,}68 \text{ detik} \leq 1{,}30\ Te = 1{,}94 \text{ detik}$$

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

Braced steel frame:

$$T_{Rx} = 6{,}3.\sqrt{\frac{5364{,}075}{9{,}81.4164{,}878}} = 2{,}283 \text{ detik} > 1{,}30\ Te = 1{,}12 \text{ detik}$$

$$T_{Ry} = 6{,}3.\sqrt{\frac{519{,}648}{9{,}81.1291{,}322}} = 1{,}276 \text{ detik} > 1{,}30\ Te = 1{,}12 \text{ detik}$$

Sehingga diperoleh nilai C baru untuk struktur *braced steel frame*, C = 0,394. Selanjutnya, perhitungan untuk struktur *braced steel frame* diulang dari menghitung gaya geser horizontal total.

$V = ((C_1.I)/R)\ Wt = ((0{,}394.\ 1{,}4)/6{,}4).\ 65189{,}96 = 5622{,}364$ kN (BSF)

Tabel 6.2.8 Distribusi Gaya Geser Dasar Horizontal Struktur BSF

Lantai	hi (m)	Wi (kN)	Wi. hi (kN-m)	Fi (x, y) (kN)	Fix (kN)	Fiy (kN)
12	45,50	2382,45	108401,39	399,23	133,08	99,81
11	41,75	5471,21	228422,87	841,25	280,42	210,31
10	38,00	5471,21	207905,84	765,69	255,23	191,42
9	34,25	5557,07	190329,72	700,96	233,65	175,24
8	30,5	5557,07	169490,70	624,21	208,07	156,05
7	26,75	5557,07	148651,68	547,46	182,49	136,87
6	23,00	5707,14	131264,32	483,43	161,14	120,86
5	19,25	5727,30	110250,60	406,04	135,35	101,51
4	15,50	5727,30	88773,21	326,94	108,98	81,73
3	11,75	5911,71	69462,53	255,82	85,27	63,96
2	8,00	5911,71	47293,64	174,18	58,06	43,54
1	4,25	6208,72	26387,06	97,18	32,39	24,29
		65189,96	1526633,56			

Agar simpangan antar tingkat yang terjadi akibat gempa statik tidak melebihi ketentuan yang disyaratkan, maksimum 0.5%h, maka perlu dilakukan kontrol terhadap simpangan yang terjadi. Tabel 6.2.7 memperlihatkan besarnya simpangan antar tingkat yang terjadi pada kedua struktur tersebut.

Tabel 6.2.9 Simpangan dan Interstory Drift

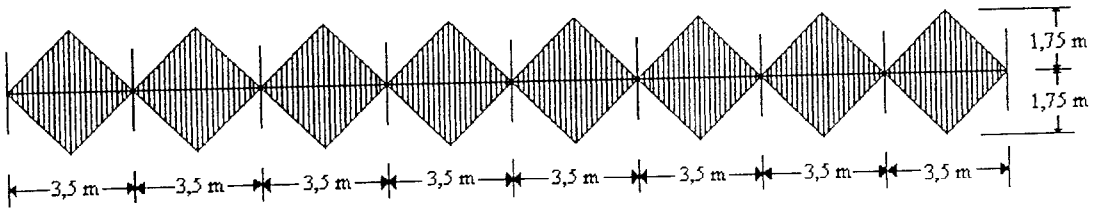
Lantai	Simpangan (m)				Interstory Drift			
	USF-Y	USF-X	BSF-Y	BSF-X	USF-Y	USF-X	BSF-Y	BSF-X
12	0,1263	0,1626	0,0719	0,1523	0,0013	0,0011	0,0015	0,0007
11	0,1216	0,1583	0,0661	0,1498	0,0017	0,0019	0,0018	0,0014
10	0,1151	0,1511	0,0594	0,1445	0,0022	0,0027	0,0019	0,0022
9	0,1068	0,1411	0,0523	0,1362	0,0027	0,0032	0,0019	0,0028
8	0,0968	0,1290	0,0450	0,1256	0,0031	0,0039	0,0020	0,0034
7	0,0852	0,1145	0,0375	0,1128	0,0033	0,0042	0,0019	0,0040
6	0,0728	0,0989	0,0303	0,0979	0,0034	0,0043	0,0018	0,0042
5	0,0599	0,0828	0,0237	0,0823	0,0035	0,0044	0,0017	0,0045
4	0,0467	0,0663	0,0175	0,0654	0,0036	0,0046	0,0015	0,0048
3	0,0331	0,0489	0,0118	0,0475	0,0036	0,0048	0,0013	0,0046

Lanjutan Tabel 6.2.9

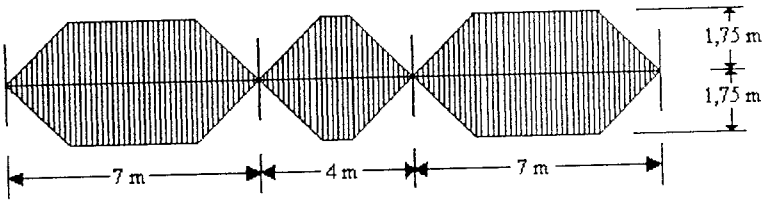
2	0,0196	0,0309	0,0070	0,0302	0,0032	0,0047	0,0011	0,0045
1	0,0075	0,0133	0,0029	0,0132	0,0018	0,0031	0,0007	0,0031

6.2.4 Perhitungan Beban Gravitasi

Beban gravitasi adalah beban akibat beban mati dan beban hidup yang bekerja secara merata pada elemen balok portal. Tipe beban merata yang dipakai adalah bentuk trapezoidal, seperti pada Gambar 6.4.



Pembebanan Balok Portal Arah-x



Pembebanan Balok Portal Arah-y

Gambar 6.4 Beban Trapezoidal dan Segitiga yang bekerja pada balok

1. Pembebanan Balok Arah – X

Balok portal eksterior:

Balok atap: Beban mati segitiga = 3,62 x 1,75 = 6,335 kN/m'

Beban hidup segitiga = 1,00 x 1,75 = 1,750 kN/m'

Balok lantai:	Beban mati segitiga	= 5,12 x 1,75	= 8,960 kN/m'
	Beban hidup segitiga	= 2,50 x 1,75	= 4,375 kN/m'

Balok portal interior:

Balok atap:	Beban mati segitiga	= 3,62 x 1,75 x 2	= 12,67 kN/m'
	Beban hidup segitiga	= 1,00 x 1,75 x 2	= 3,500 kN/m'
Balok lantai:	Beban mati segitiga	= 5,12 x 1,75 x 2	= 17,92 kN/m'
	Beban hidup segitiga	= 2,50 x 1,75 x 2	= 8,750 kN/m'

2. Pembebanan Balok Arah – Y

Balok portal eksterior:

Balok atap:	Beban mati trapezoidal	= 3,62 x 1,75	= 6,335 kN/m'
	Beban hidup trapezoidal	= 1,00 x 1,75	= 1,750 kN/m'
Balok lantai:	Beban mati trapezoidal	= 5,12 x 1,75	= 8,960 kN/m'
	Beban hidup trapezoidal	= 2,50 x 1,75	= 4,375 kN/m'

Balok portal interior dan balok anak:

Balok atap:	Beban mati trapezoidal	= 3,62 x 1,75 x 2	= 12,67 kN/m'
	Beban hidup trapezoidal	= 1,00 x 1,75 x 2	= 3,500 kN/m'
Balok lantai:	Beban mati trapezoidal	= 5,12 x 1,75 x 2	= 17,920 kN/m'
	Beban hidup trapezoidal	= 2,50 x 1,75 x 2	= 8,750 kN/m'

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 $= 2,5 \text{ kN/m}^2 \times 3,75 \text{ m} = 9,375 \text{ kN/m'}$

6.3 Perencanaan Balok Portal

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

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

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

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

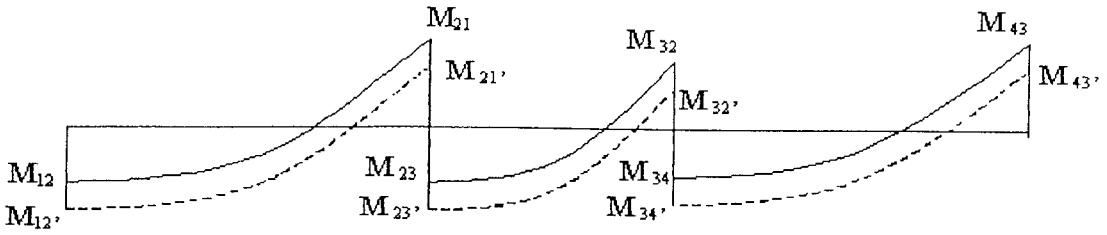
$M_{u,b} = 0,9M_D \pm M_E$

6.3.2 Redistribusi Momen Balok

Redistribusi moemn balok dimaksudkan untuk memperoleh keseimbangan momen pada balok agar dihasilkan disain yang lebih ekonomis. Cara yang diambil yaitu dengan cara coba-coba hingga didapatkan momen negatif dan momen positif maksimum pada sendi plastis hamper sama nilainya, dan prosentasenya tidak boleh lebih dari 30%. Kombinasi pembebanan yang diambil adalah yang paling maksimum. Hasil redistribusi dilampirkan pada lampiran.

Contoh perhitungan redistribusi momen balok

Diambil contoh balok lantai 2 struktur USF, profil balok yang digunakan WF600x300x14x23, profil kolom tepi HP538x477x90x90, dan profil kolom tengah HP608x472x85x125.



Gambar 6.5 Redistribusi Momen Balok Lantai 2

M_{12} = 522,94 kNm M_{23} = 832,16 kNm M_{34} = 514,32 kNm

$M_{(L1)}$ = 87,86 kNm $M_{(L2)}$ = 19,69 kNm $M_{(L3)}$ = 75,25 kNm

M_{21} = -800,82 kNm M_{32} = -923,11 kNm M_{43} = -817,41 kNm

$\Sigma M_{bi} = M_{12} + M_{21} + M_{23} + M_{32} + M_{34} + M_{43}$

= 522,94 + 800,82 + 832,16 + 923,11 + 514,32 + 817,41

= 4491,94 kNm

a. Balok tepi kiri

Letak sendi plastis diasumsikan dengan persamaan, X = 0,5.dk + A + 1/3. db.

Sendi plastis kiri balok (Xi) = 0,5. 0,538 + 0,300 + 1/3. 0,594 = 0,77 m

Sendi plastis kanan balok (Xa) = 0,5. 0,608 + 0,300 + 1/3. 0,594 = 0,80 m

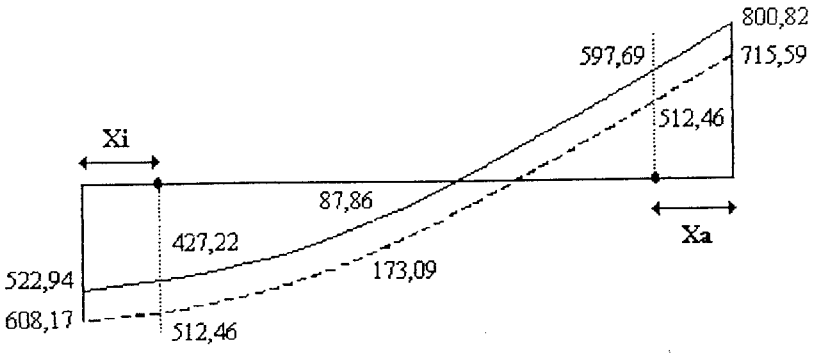
Diambil ΔM_1 = 10,643% . 800,82 = 85,23 kNm, dan $\Delta M_2 = \Delta M_1$

$M_{12'}$ = $M_{12} + \Delta M_1$ = 522,94 + 85,23 = 608,17 kNm

$M_{21'}$ = $M_{21} + \Delta M_2$ = 800,82 – 85,23 = 715,59 kNm

$M_{(L1)}$ = $M_{(L1)} + \Delta M_1$ = 87,86 + 85,23 = 173,09 kNm

Representasi hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 6.6.



Gambar 6.6 Hasil Redistribusi Momen Balok Tepi Kiri Lantai 2

Sehingga momen rencana pada sendi plastis ujung kiri, $M_{u,b\ pi}$ = 512,46 kNm dan pada sendi plastis ujung kanan, $M_{u,b\ pa}$ = -512,46 kNm. Untuk perencanaan balok tepi kiri lantai 2 digunakan $M_{u,b}$ = 512,46 kNm.

b. Balok tengah

Letak sendi plastis diasumsikan dengan persamaan, X = 0,5.dk + A + 1/3. db.

Sendi plastis kiri balok (Xi) = 0,5. 0,608 + 0,300 + 1/3. 0,594 = 0,80 m

Sendi plastis kanan balok (Xa) = 0,5. 0,608 + 0,300 + 1/3. 0,594 = 0,80 m

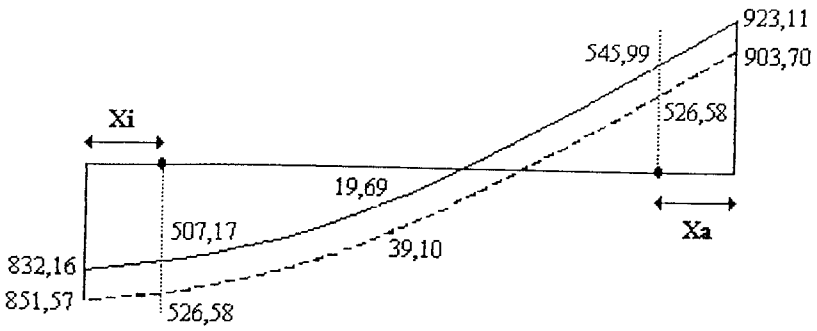
Diambil ΔM_3 = 2,103% . 923,11 = 19,41 kNm, dan $\Delta M_4 = \Delta M_3$

$M_{23'}$ $= M_{23} + \Delta M_3$ = 832,16 + 19,41 = 851,57 kNm

$M_{32'}$ $= M_{32'} - \Delta M_4$ = 923,11 – 19,41 = 903,70 kNm

$M_{(L2)}$ $= M_{(L2)} + \Delta M_3$ = 19,69 + 19,41 = 39,10 kNm

Representasi hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 6.7.



Gambar 6.7 Hasil Redistribusi Momen Balok Tengah Lantai 2

Sehingga momen rencana pada sendi plastis ujung kiri, $M_{u,b\ pi}$ = 526,58 kNm dan pada sendi plastis ujung kanan, $M_{u,b\ pa}$ = -526,58 kNm. Untuk perencanaan balok tengah lantai 2 digunakan $M_{u,b}$ = 526,58 kNm.

c. Balok tepi kanan

Letak sendi plastis diasumsikan dengan persamaan, X = 0,5.dk + A + 1/3. db.

Sendi plastis kiri balok (Xi) = 0,5. 0,608 + 0,300 + 1/3. 0,594 = 0,80 m

Sendi plastis kanan balok (Xa) = 0,5. 0,538 + 0,300 + 1/3. 0,594 = 0,69 m

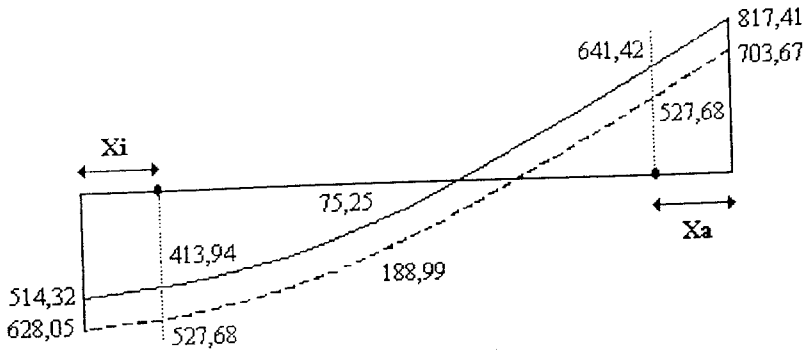
Diambil ΔM_5 = 13,915% . 817,41 = 113,74 kNm, dan $\Delta M_6 = \Delta M_5$

$M_{34'}$ = $M_{34} + \Delta M_5$ = 514,32 + 113,74 = 628,05 kNm

$M_{43'}$ = $M_{43} - \Delta M_6$ = 817,41 – 113,74 = 703,67 kNm

$M_{(L3)}$ = $M_{(L3)} + \Delta M_5$ = 75,25 + 113,74 = 188,99 kNm

Representasi hasil perhitungan ditunjukkan pada Gambar 6.8.



Gambar 6.8 Hasil Redistribusi Momen Balok Tepi Kanan Lantai 2

Sehingga momen rencana pada sendi plastis ujung kiri, $M_{u,b\ pi}$ = 527,68 kNm dan pada sendi plastis ujung kanan, $M_{u,b\ pa}$ = -527,68 kNm. Untuk perencanaan balok tepi kanan lantai 2 digunakan $M_{u,b}$ = 527,68 kNm.

Kontrol redistribusi momen terhadap jumlah total moemn tumpuan awal, di mana $\Sigma M_{bi} = \Sigma M_{bi'}$.

$$\Sigma M_{bi'} = M_{12'} + M_{21'} + M_{23'} + M_{32'} + M_{34'} + M_{43'}$$

$$= 608,17 + 715,59 + 851,57 + 903,70 + 628,05 + 703,67$$

$$= 4491,94 \text{ kNm} = \Sigma M_{bi}$$

Perhitungan redistribusi momen secara keseluruhan disajikan dalam lampiran B (USF) dan C (BSF).

6.3.3 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 *unbraced frame* diambil contoh hitungan untuk balok tepi kiri lantai 3 portal Y-B dengan momen rencana, Mu,b = 537,60 kNm.

Bentang balok as ke as (L) 7 m, bentang bersih (Ln) 6,427 m, dan pada pertengahan balok terdapat tambatan lateral.

Profil yang digunakan adalah WF600x300x14x23, dengan data sebagai berikut:

A	= 22240 mm^2	I_x	= 137000.10^4 mm^4	I_y	= 10600.10^4 mm^4
d	= 594 mm	S_x	= 4612,795.10^3 mm^3	S_y	= 7019,867.10^3 mm^3
t_w	= 14 mm	Z_x	= 4620.10^3 mm^3	Z_y	= 701.10^3 mm^3
b_f	= 302 mm	Es	= 200000 Mpa	f_r	= 70 Mpa
t_f	= 23 mm	f_y	= 250 Mpa	f_u	= 410 Mpa
r_x	= 248 mm	G	= 77000 Mpa	C_w	= 16877027,970 cm^6
r_y	= 69 mm	J	= 2992934,667 mm^3		

Kontrol rasio lebar terhadap tebal (b/t) dan (h/t) penampang berdasarkan persamaan (3.6-10.b) dan (3.6-10.d), $\lambda \leq \lambda_p$.

Pada sayap, $\lambda_s = \frac{b}{t} = \frac{151}{23} = 6{,}565 \leq \lambda_{ps} = \frac{135}{\sqrt{f_y}} = \frac{135}{\sqrt{250}} = 8{,}538$

Pada badan, $\lambda_b = \frac{h_c}{t_w} = \frac{538}{14} = 38{,}429 \leq \lambda_{pb} = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{250}} = 106{,}253$

Karena memenuhi persyaratan maka profil WF600x300x14x23 termasuk profil kompak dan dapat dipakai untuk disain.

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

Karena harus menggunakan profil sangat kompak, maka $\Phi M_{n,tl} = \Phi M_p$

$\Phi M_n = 0{,}9.Z_x.f_y$

$= 0,9.4620.10^3.250$

$= 1039,5.10^6$ Nmm

$= 1039,50$ kNm.

Pada perencanaan balok SRPMK, disyaratkan jarak maksimum pengekang lateral pada balok sebesar;

$$L_{max} = \frac{17500.r_y}{f_y} = \frac{17500.69}{250} = 4830 \text{ mm}$$

Jarak tambatan lateral, $L_b = 0,5.7000 = 3500$ mm $< L_{max}$

$$L_p = 1,76.r_y\sqrt{E/f_y} = 1,76.69.\sqrt{200000/250} = 3434,842 \text{ mm}$$

$$L_r = \frac{r_y.X_1}{f_L}.\sqrt{1+\sqrt{1+X_2.f_L^2}} = \frac{69.15410,86}{(250-70)}\sqrt{1+\sqrt{1+0,0002552.(250-70)^2}}$$

$= 1180,05$ mm

$$X_1 = \frac{\pi}{S_x}\sqrt{\frac{E.G.J.A}{2}} = \frac{\pi}{4612,795.10^3}\sqrt{\frac{200000.77000.2992934,667.22240}{2}}$$

$= 15410,86$ Mpa

$$X_2 = 4\frac{C_w}{I_y}\left(\frac{S_x}{G.J}\right)^2 = 4\frac{16877027,97.10^6}{10600.10^4}\left(\frac{4612,795.10^3}{77000.2992934,667}\right)^2$$

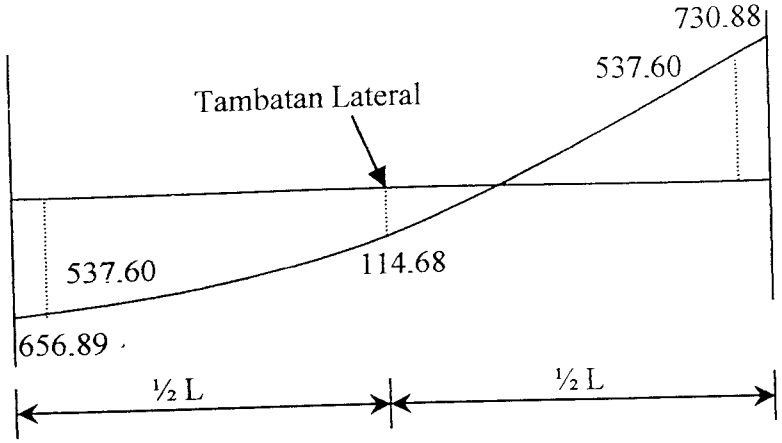
$= 0,0002552$ /Mpa^2

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

Kuat lentur berdasarkan stabilitas tekuk punter lateral, $\Phi M_{n,tpl}$

$C_b = 1,75+1,05(M_1/M_2)+0,3(M_1/M_2)^2 \leq 2,30$

$= 1,75+1,05(114,68/-537,60)+0,3(114,68/-537,60)^2 = 1,52$



$M_r = S_x.(f_y - f_r)$

$= 4612{,}795.10^3.(250\text{-}70)$

$= 830303029{,}8$ Nmm

$$M_{n,tpl} = C_b\left[M_p - (M_p - M_r)\frac{(L - L_p)}{(L_r - L_p)}\right] \le M_p$$ persamaan (3.6-14b)

$$= 1{,}52\left[250.4620.10^3 - (250.4620.10^3 - 830303029{,}8)\frac{(3231 - 3434{,}84)}{(11880{,}05 - 3434{,}84)}\right].10^{-6}$$

$= 1770{,}72$ kNm > $M_p = 1155$ kNm

Karena $M_{n,tpl} > M_p$, maka

$\Phi M_{n,tpl} = \Phi M_p$

$= 0{,}9.250.4620.10^3.10^{-6}$

$= 1039{,}50$ kNm

Contoh hitungan gaya geser balok

Gaya geser pada lokasi sendi plastis balok tepi kiri lantai 3 *unbraced frame* Y-B adalah

V_D = 67,67 kN

V_L = 18,33 kN

V_E = 198,89 kN

Jarak sendi plastis, Xi = 0,77 m; Xa = 0,80 m

Jarak antara sendi plastis, L' = 7 - 0,80 - 0,77 = 5,34 m.

$$V_u = V_p = 1{,}2.67{,}67 + 0{,}5.18{,}33 + \frac{2.1{,}2.1155}{5{,}34} = 521{,}67 \text{ kN}$$

$$V_u = 1{,}05(67{,}67 + 18{,}33 + 4.198{,}89) = 925{,}64 \text{ kN}$$

Gaya geser rencana balok, $V_{u,b}$ = 521,67 kN.

Pada struktur *braced frame* Y-B balok tepi kiri lantai 3 diperoleh gaya geser rencana balok, $V_{u,b}$ = 427,277 kN.

Perhitungan gaya geser rencana balok disajikan dalam table pada lampiran B (USF) dan C (BSF).

6.3.5 Kuat Geser Nominal Balok Portal

Contoh hitungan kuat geser balok:

Diketahui gaya geser yang bekerja pada balok tepi kiri lantai 3 *unraced frame* Y-B, $V_{u,b}$ = 521,67 kN.

Kontrol rasio tegangan yang terjadi

$$\frac{M_{u,b}}{\Phi M_n} = \frac{537,60}{1039,50} = 0,52 < 1,0$$

Sementara itu, untuk struktur *braced frame* Y-B pada balok tepi kiri lantai 3 dengan profil yang dipakai adalah WF600x300x12x20 diperoleh:

ΦM_p = 904,50 kNm

$M_{n,tpl}$ = 1279,473 kNm

$\Phi M_{n,tpl}$ = 904,50 kNm

$$\frac{M_{u.b}}{\Phi M_n} = \frac{185,16}{904,50} = 0,20 \leq 1,0$$

Perhitungan kuat lentur balok disajikan secara lengkap dalam table pada lampiran B (USF) dan C (BSF).

6.3.4 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:

$$V_u = V_p = 1,2V_D + 0,5V_L + \frac{2M_{pb}}{L}$$

$$V_u = 1,05\left(V_D + V_L \pm \frac{4}{K}E_h\right)$$

Kontrol perbandingan tinggi terhadap tebal panel (h/t_w) pendukung geser, menurut persamaan (3.6-25),

$$\frac{h}{t_w} = \frac{594}{14} = 42{,}43 < 2{,}45\sqrt{E/f_y} = 2{,}45\sqrt{200000/250} = 69{,}30$$

$\Phi V_n = 0{,}6.f_y.A_w$

$= 0{,}6.250.594.14$

$= 1122{,}66$ kN

Rasio tegangan yang terjadi

$$\frac{V_{u,b}}{\Phi V_n} = \frac{521{,}67}{1122{,}66} = 0{,}46 < 1{,}0$$

Dengan cara yang sama, pada struktur *braced frame* Y-B balok tepi kiri lantai 3 diperoleh:

$\Phi V_n = 952{,}56$ kN

$$\frac{V_{u,b}}{\Phi V_n} = \frac{427{,}277}{952{,}56} = 0{,}45 \leq 1{,}0$$

Perhitungan kuat geser nominal balok portal disajikan dalam tabel pada lampiran B (USF) dan C (BSF).

6.4 Perencanaan Kolom Portal

Perencanaan kolom portal berdasarkan prinsip disain kapasitas dengan terlebih dahulu merencanakan Mu,k; Nu,k; dan Vu,k.

6.4.1 Momen Rencana Kolom Portal

Momen rencana kolom (Mu,k) pada kolom portal dihitung berdasarkan terjadinya momen plastis pada kedua ujung balok yang bertemu dengan kolom. Besarnya Mu,k merupakan nilai terkecil dari persamaan (3.6-37) dan (3.6-38):

$$M_{u,k} = (DMF).\alpha_k.\frac{h_n}{h}\left(\frac{L_{ki}}{L'_{ki}}M_{pb,ki} + \frac{L_{ka}}{L'_{ka}}M_{pb,ka}\right)$$

$$M_{u,k} = 1{,}05.\left(M_{D,k} + M_{L,k} + \frac{4}{K}M_{E,k}\right)$$

Contoh perhitungan:

Diambil kolom tengah kiri lantai 2 *unbraced frame* Y-B, profil yang digunakan HP608x472x85x125, dan balok sebelah kiri dan kanan menggunakan profil WF600x300x14x23.

Momen kolom yang dihasilkan adalah:

$M_{D,k}$ = 42,845 kNm

$M_{L,k}$ = 12,655 kNm

$M_{E,k}$ = 1046,628 kNm

Nilai DMF usulan untuk lantai 2 adalah 1,31 (Tabel 5.4.1).

Koefisien distribusi moemen kolom portal, α_k:

$$\alpha_{k,a} = \frac{I_{k,a}/h_{k,a}}{I_{k,a}/h_{k,a} + I_{k,b}/h_{k,b}} = \frac{737000/375}{737000/375 + 737000/425} = 0{,}53$$

$$\alpha_{k,b} = \frac{I_{k,b}/h_{k,b}}{I_{k,a}/h_{k,a} + I_{k,b}/h_{k,b}} = \frac{737000/425}{737000/375 + 737000/425} = 0{,}47$$

Kapasitas lentur sendi plastis pada kedua ujung balok,

$M_{pb,ki} = M_{pb,ka} = 1,2.fy.Z = 1,2.250.4620.10^{3}.10^{-6} = 1386$ kNm.

Kemudian dihitung nilai Mu,k:

$$M_{u,k} = (1,31).0,53.\frac{3,16}{3,75}\left(\frac{7}{6,427}.1386 + \frac{4}{3,392}.1386\right) = 1845,663 \text{ kNm}$$

$$M_{u,k} = 1,05.\left(42,845 + 12,655 + \frac{4}{1}.1046,628\right) = 4454,113 \text{ kNm}$$

Dengan demikian, momen rencana kolom tengah kiri lantai 2 *unbraced frame* Y-B,

$M_{u,k} = 1845,663$ kNm.

Hitungan $M_{u,k}$ untuk *braced frame* didapatkan hasil sebagai berikut:

DMF = 1,00 (Tabel 5.4.2)

M_{pb} = 1206 kNm

$M_{u,k}$ = 1209,385 kNm (Disain Kapasitas)

$M_{u,k}$ = 1040,440 kNm (Beban Terfaktor)

Momen rencana kolom, $M_{u,k} = 1040,440$ kNm.

Hitungan selengkapnya untuk $M_{u,k}$ kedua portal dapat dilihat pada lampiran B (USF) dan C (BSF).

6.4.2 Gaya Aksial Rencana Kolom

Gaya aksial rencana dihitung dengan persamaan (3.6-39) dan (3.6-40):

$$P_{u,k} = 0,7.Rv.\left(\frac{M_{pb,ki}}{l'_{ki}} + \frac{M_{pb,ka}}{l'_{ka}}\right) + 1,05.N_{g.k}$$

Tetapi tidak lebih besar dari:

$$P_{u,k} = 1{,}05.\left(N_{g,k} + \frac{4}{K} N_{E,k}\right)$$

Contoh perhitungan:

Diketahui kolom tengah kiri lantai 2 *unbraced frame* Y-B, diperoleh:

$P_{D,k}$ = -4409,86 kN

$P_{L,k}$ = -982,69 kN

$P_{E,k}$ = 1481,45 kN

$$P_{u,k} = 0{,}7.0{,}8.\left(\frac{1386}{6{,}427} + \frac{1386}{3{,}392}\right) + 1{,}05.(4409{,}86 + 982{,}69) = 6011{,}764 \text{ kN}$$

$$P_{u,k} = 1{,}05.\left(4409{,}86 + 982{,}69 + \frac{4}{1}.1481{,}45\right) = 11884{,}27 \text{ kN}$$

Gaya aksial rencana kolom terpakai, $P_{u,k}$ = 6011,764 kN

Untuk struktur *braced frame* diperoleh,

$P_{u,k}$ = 5695,341 kN

$P_{u,k}$ = 21020,717 kN

Gaya aksial rencana kolom terpakai, $P_{u,k}$ = 5695,341 kN.

Hasil hitungan gaya aksial rencana kolom secara lengkap untuk kedua portal dapat dilihat pada lampiran B (USF) dan C (BSF).

6.4.3 Gaya Geser Rencana Kolom

Untuk kolom lantai atas berdasarkan persamaan (3.6-41)

$$V_{u,k} = \frac{M_{u,k\ atas} + M_{u,k\ bawah}}{h'_k}$$

Untuk kolom lantai dasar berdasarkan persamaan (3.6-42)

$$V_{u,k} = \frac{M_{u,k\ atas} + M_{E,k\ bawah}}{h'_k}$$

dan dalam segala hal tidak perlu lebih besar dari persamaan (3.6-43)

$$V_{u,k} = 1{,}05.\left(V_{D,k} + V_{L,k} + \frac{4}{K}.V_{E,k}\right)$$

Contoh perhitungan:

Diambil kolom tengah kiri lantai 2 *unbraced frame* Y-B, dan dari hasil analisis diperoleh

$V_{D,k}$ = 21,48 kN

$V_{L,k}$ = 6,33 kN

$V_{E,k}$ = 431,85 kN

$M_{u,k\ atas}$ = 1362,286 kNm

$M_{u,k\ bawah}$ = 1845,663 kNm

$$V_{u,k} = \frac{1362{,}286 + 1845{,}663}{3{,}16} = 1016{,}460 \text{ kN}$$

$$V_{u,k} = 1{,}05\left(21{,}48 + 6{,}33 + \frac{4}{1}.431{,}85\right) = 1842{,}971 \text{ kN}$$

Gaya geser rencana kolom pakai, $V_{u,k}$ = 1016,460 kN.

Gaya geser rencana kolom *braced frame* diperoleh:

$M_{u,k\ atas}$ = 313,845 kNm

$M_{u,k\ bawah}$ = 1040,440 kNm

$V_{u,k}$ = 428,300 kN

$V_{u,k}$ = 428,285 kN

Gaya geser rencana kolom pakai, $V_{u,k}$ = 428,285 kN

Hasil hitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B (USF) dan C (BSF).

6.4.4 Perencanaan Kolom Terhadap Momen Lentur dan Gaya Aksial Rencana

Contoh perhitungan:

Diambil kolom tengah kiri lantai 2 *unbraced frame* Y-B,

$M_{u,k-x}$ = 1845,663 kNm

$M_{u,k-y}$ = 488,184 kNm

$P_{u,k}$ =6011,764 kN

Tinggi kolom bruto = 3,75 m dan tinggi netto (h') = 3,16 m

Profil yang digunakan adalah HP608x472x85x125 dengan data sebagai berikut:

A	=	148800 mm^2	I_x	=	737000.10^4 mm^4	I_y	=	221000.10^4 mm^4
d	=	608 mm	S_x	=	24243,421.10^3 mm^3	S_y	=	9364,407.10^3 mm^3
t_w	=	85 mm	Z_x	=	24300.10^3 mm^3	Z_y	=	9360.10^3 mm^3
b_f	=	472 mm	E_s	=	200000 Mpa	f_r	=	70 Mpa
t_f	=	125 mm	f_y	=	250 Mpa	f_u	=	410 Mpa
r_x	=	223 mm	G	=	77000 Mpa	C_w	=	368652044,8 cm^6
r_y	=	122 mm	J	=	739046000 mm^3			

Kontrol rasio lebar terhadap tebal (b/t) dan (h/t) penampang menurut persamaan 3.6-10.b dan 3.6-10.c, $\lambda \le \lambda_p$.

Kontrol sayap, $\lambda_s = \frac{b}{t} = \frac{236}{125} = 1{,}888 \le \lambda_{ps} = \frac{135}{\sqrt{f_y}} = \frac{135}{\sqrt{250}} = 8{,}538$

Kontrol badan, $\lambda_b = \frac{h_c}{t_w} = \frac{314}{85} = 3{,}694 \le \lambda_{pb} = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{250}} = 106{,}253$

Dengan terpenuhinya kedua syarat tersebut, maka profil HP608x472x85x125 termasuk profil yang sangat kompak dan dapat digunakan untuk disain.

Kuat lentur berdasarkan stabilitas tekuk lokal, $\Phi M_{n,tl}$

Profil yang digunakan harus sangat kompak, oleh karena itu $\Phi M_{n,tl} = \Phi M_p$

$L_p = 1{,}76.r_y\sqrt{E/f_y} = 1{,}76.122.\sqrt{200000/250} = 6073$ mm

Karena $L_b \leq L_p$ maka termasuk bentang pendek (persamaan 3.6-14.b), sehingga:

$\Phi M_n = \Phi M_p$

$\Phi M_{n\text{-}x} = 0{,}9.Z_x.f_y$

$= 0{,}9.24300.10^3.250.10^{-6}$

$= 5467{,}50$ kNm

$\Phi M_{n\text{-}y} = 0{,}9.Z_y.f_y$

$= 0{,}9.9360.10^3.250.10^{-6}$

$= 2106{,}00$ kNm

Kuat dukung nominal:

Untuk rasio penampang $\lambda < \lambda_r$, daya dukung komponen struktur tekan dihitung menurut persamaan (3.6-22) sebagai berikut:

$$N_n = A_g.f_{cr} = A_g.\frac{f_y}{\omega}$$

untuk $\lambda_c \leq 0{,}25$ maka $\omega = 1$

untuk $0{,}25 < \lambda_c < 1{,}2$ maka $\omega = \dfrac{1{,}43}{1{,}6 - 0{,}67\lambda_c}$ persamaan (3.6-23)

untuk $\lambda_c \geq 1,2$ maka $\omega = 1,25\lambda_c^2$

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi}\frac{Lk}{i_{\min}}\sqrt{\frac{f_y}{E,Mpa}}$$

$$G_A,x = \frac{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_c}{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_b} = \frac{\left(\frac{737000}{375}+\frac{737000}{375}\right)}{\left(\frac{137000}{700}+\frac{137000}{400}\right)} = 7,30$$

$$G_B,x = \frac{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_c}{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_b} = \frac{\left(\frac{737000}{375}+\frac{737000}{425}\right)}{\left(\frac{137000}{700}+\frac{137000}{400}\right)} = 6,87$$

Dari nomogram untuk portal bergoyang diperoleh $k_{c,x} = 2,63$

$$G_A,y = \frac{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_c}{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_b} = \frac{\left(\frac{221000}{375}+\frac{221000}{375}\right)}{\left(\frac{137000}{700}+\frac{137000}{700}\right)} = 3,01$$

$$G_B,y = \frac{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_c}{\sum\left(\frac{I}{L}\right)_b} = \frac{\left(\frac{221000}{375}+\frac{221000}{425}\right)}{\left(\frac{137000}{700}+\frac{137000}{700}\right)} = 2,83$$

Dari nomogram untuk portal bergoyang diperoleh $k_{c,y} = 1,81$

$$\lambda_x = \frac{k_x.L}{\pi.r_x}\sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{2,63.3750}{\pi.223}\sqrt{\frac{250}{200000}} = 0,498$$

$$\lambda_y = \frac{k_y.L}{\pi.r_y}\sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{1,81.3750}{\pi.122}\sqrt{\frac{250}{200000}} = 0,627$$

Diambil λ_c adalah λ terbesar = 0,627 ; karena $0,25 < \lambda_c < 1,2$ maka:

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c} = \frac{1,43}{1,6 - 0,67.0,627} = 1,212$$

$$N_n = A_g.f_{cr} = A_g.\frac{f_y}{\omega} = 148800.\frac{250}{1,212} = 30700,61\,\text{kN}$$

$\Phi N_n = 0,85.30700,61 = 26095,52$ kN

Kontrol rasio beban aksial:

$$\frac{N_u}{\phi N_n} = \frac{6011,764}{26095,52} = 0,23 \geq 0,2 \text{ maka:}$$

$$\frac{N_u}{\phi N_n} + \frac{8}{9}\left(\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}}\right) \leq 1,0 \qquad \text{persamaan (3.6-30)}$$

$$\frac{6011,764}{2609,52} + \frac{8}{9}\left(\frac{1845,663}{5467,5} + \frac{488,184}{2106,0}\right) = 0,736 \leq 1,0 \quad OK!$$

Sementara itu, untuk perencanaan struktur *braced frame* terhadap kuat lentur dan kuat dukung nominal diperoleh hasil sebagai berikut:

$\Phi M_{n\text{-}x}$ = 3960,00 kNm

$\Phi M_{n\text{-}y}$ = 1557,00 kNm

N_n = 24658,03 kN

ΦN_n = 20959,32 kN

$\frac{N_u}{\phi N_n}$ = 0,27

$$\frac{N_u}{\phi N_n} + \frac{8}{9}\left(\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}}\right) = 1,0 \leq 1,0 \quad OK!$$

Hasil perhitungan secara lengkap untuk struktur *unbraced frame* dan *braced frame* masing-masing ditabelkan dalam lampiran B dan C.

6.4.5 Perencanaan Kolom Terhadap Geser

Contoh perhitungan:

Diambil gaya geser rencana kolom struktur *unbraced frame* kolom tengah kiri lantai 2, $V_{u,k} = 1016{,}640$ kN.

Kontrol rasio tinggi terhadap tebal panel (h/t_w), menurut persamaan 3.6-25, pendukung geser:

$$\frac{h}{t_w} = \frac{608}{85} = 7{,}153 < 2{,}45\sqrt{\frac{E}{f_y}} = 2{,}45.\sqrt{\frac{200000}{250}} = 69{,}296$$

Maka kuat geser nominal kolom V_n dihitung menurut persamaan 3.6-25 tersebut,

$$\Phi V_n = 0{,}9.0{,}6.f_y.A_w$$

$$= 0{,}9.0{,}6.250.608.85.10^{-3} = 6976{,}80 \text{ kN}$$

Rasio tegangan geser yang terjadi

$$\frac{V_{u,b}}{\phi V_n} = \frac{1016{,}460}{6976{,}80} = 0{,}15 \leq 1{,}0$$

Untuk perhitungan gaya geser rencana struktur *braced frame* diperoleh:

$$V_{u,k} = 468{,}892 \text{ kN}$$

$$\Phi V_n = 9659{,}25 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{u,b}}{\phi V_n} = 0{,}05 \leq 1{,}0$$

Selanjutnya, hitungan perencanaan kolom terhadap geser untuk kedua struktur dilampirkan secara lengkap dalam lampiran B (USF) dan C (BSF).

6.4.6 Kontrol *Strong Column Weak Beam*

Perencanaan *Strong Column Weak Beam* harus memenuhi persamaan 3.6-44 berikut ini.

$$\frac{\sum M^*_{pc}}{\sum M^*_{pb}} > 1{,}0$$

Contoh perhitungan:

Diambil contoh pada kolom tengah kiri lantai 2 struktur *unbraced frame*.

$$\Sigma M^*_{pc} = \Sigma Z_c(f_{yc} - N_{uc}/A_g)$$

$$= (243.10^5.(250 - (6011{,}764.10^3/148{,}8.10^3))).10^{-6} +$$

$$(243.10^5.(250 - (5452{,}870.10^3/148{,}8.10^3))).10^{-6}$$

$$= 10277{,}751 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M^*_{pb} = \Sigma(1{,}2M_p + M_y)$$

$$= (1{,}2M_p + V_p.Xa) + (1{,}2M_p + V_p.Xi)$$

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

$$= 3872{,}214 \text{ kNm}$$

$$\frac{\sum M^*_{pc}}{\sum M^*_{pb}} = \frac{10277{,}751}{3872{,}214} = 2{,}654 > 1{,}0 \quad OK!$$

Hitungan kontrol *Strong Column Weak Beam* untuk struktur *braced frame* diperoleh:

$$\Sigma M^*_{pc} = 7187{,}819 \text{ kNm}$$

$\Sigma M^*_{pb} = 2918{,}979$ kNm

$$\frac{\sum M^*_{pc}}{\sum M^*_{pb}} = 2{,}46 > 1{,}0 \qquad OK!$$

Perhitungan lengkap untuk control *Strong Column Weak Beam* untuk kedua struktur terdapat pada lampiran B (USF) dan C (BSF).

6.5 Perencanaan *Bracing*

6.5.1 Perencanaan *Bracing* Terhadap Gaya Aksial Tekan

Contoh perhitungan:

Diambil contoh *bracing* pada lantai 2 struktur BSF Y-B dengan gaya aksial tekan rencana, $N_{u,br} = 714{,}43$ kN. Profil yang digunakan adalah U380x100x13x20.

Data profil:

d	= 380 mm	I_x	= 17600.10^4 mm^4	f_y	= 250 Mpa
b_f	= 100 mm	I_y	= 671.10^4 mm^4	E_s	= 200000 Mpa
t_w	= 13 mm	r_x	= 143 mm		
t_f	= 20 mm	r_y	= 28 mm		
A	= $85{,}71.10^2$ mm^2	Z_x	= 924.10^3 mm^3		
w	= 67,30 kg/m	Z_y	= $89{,}50.10^3$ mm^3		

Kontrol rasio lebar terhadap tebal (b/t) dan (h/t) penampang menurut persamaan (3.6-10.b) dan (3.6-10.d), $\lambda \le \lambda_p$.

Kontrol sayap, $\lambda_s = \dfrac{b}{t} = \dfrac{87}{20} = 4{,}35 \le \lambda_{ps} = \dfrac{135}{\sqrt{f_y}} = \dfrac{135}{\sqrt{250}} = 8{,}54$

Kontrol badan, $\lambda_b = \dfrac{h_c}{t_w} = \dfrac{340}{13} = 26{,}15 \le \lambda_{pb} = \dfrac{1680}{\sqrt{f_y}} = \dfrac{1680}{\sqrt{250}} = 106{,}25$

Dengan demikian, profil C380x100x13x20 merupakan profil yang kompak dan memenuhi syarat untuk disain.

Kuat dukung nominal

Perencanaan kuat dukung nominal tekan ini menggunakan persamaan (3.6-22) seperti pada perhitungan kuat dukung nominal kolom. Dukungan pada kedua ujung dianggap sendi-sendi, sehingga k = 1 (lihat Gambar 3.8).

$$\lambda = \frac{1}{\pi}\frac{Lk}{i_{\min}}\sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$$= \frac{1}{\pi}\frac{5480.1}{143}\sqrt{\frac{250}{200000}} = 0,43$$

karena $0,25 < \lambda < 1,2$; maka:

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda} = \frac{1,43}{1,6 - 0,67.0,43} = 1,0909$$

$$N_n = A_g.f_{cr} = A_g\frac{f_y}{\omega} = 85,71.10^2.\frac{250}{1,0909} = 1964,273 \text{ kN}$$

$\phi N_n = 0,85.1964,273 = 1669,632$ kN

$$\frac{N_u}{\phi N_n} = \frac{714,43}{1669,632} = 0,43 \le 1,0 \qquad OK!$$

Perhitungan kuat dukung nominal tekan secara keseluruhan disajikan dalam tabel pada lampiran C.

6.5.2 Perencanaan *Bracing* Terhadap Gaya Aksial Tarik

Contoh perhitungan:

Diketahui gaya aksial tarik *bracing*, $N_{u,br} = 404{,}71$ kN.

Kuat dukung nominal tarik ditentukan dengan mengambil nilai terkecil dari kedua persamaan berikut,

$\phi N_n = 0{,}9.A_g.f_y$; atau

$\phi N_n = 0{,}75.A_e.f_u = 0{,}75.A_{nt}.U.f_u$; $A_{nt} = A_g - n.d.t$

di mana A_{nt} merupakan luas penampang neto terkecil, U merupakan faktor reduksi (dalam hal ini U = 1), n adalah banyaknya lubangan dalam dalam garis potongan (n = 1), d adalah diameter lubang (d = 25 mm), dan t adalah tebal penampang (t = 13 mm).

$\phi N_n = 0{,}9.85{,}71.10^2.250 = 1928{,}475$ kN

$A_{nt} = 85{,}71.10^2 - (1.25.13) = 8246$ mm^2

$\phi N_n = 0{,}75.8246.1.410 = 2535{,}645$ kN

Diambil kuat dukung nominal tarik, $\phi N_n = 1928{,}475$ kN.

Sehingga, $\frac{N_u}{\phi N_n} = \frac{404{,}71}{1928{,}475} = 0{,}21 \leq 1{,}0$ *OK!*

Perhitungan selengkapnya disajikan dalam tabel pada lampiran C.

6.6 Perencanaan Balok Anak

Balok anak didisain menggunakan baja komposit untuk menghindari lendutan yang besar.

Prosedur disain:

6.6.1 Perhitungan Properti Elastis Penampang Komposit

Diambil contoh perhitungan untuk balok anak lantai 2 struktur *unbraced steel frame.*

Data profil baja:

Dipakai profil WF300x200x8x12

A_s = 72,38 cm^2
d = 294 mm
t_w = 8 mm
b_f = 200 mm
t_f = 12 mm
r_x = 125 mm
r_y = 47 mm

I_x = 11300 cm^4
S_x = 766,707 cm^3
Z_x = 771 cm^3
E_s = 200000 Mpa
f_y = 250 Mpa
G = 77000 Mpa
J = 280576 mm^4

I_y = 1600 cm^4
Z_y = 160 cm^3
f_r = 70 Mpa
f_u = 410 Mpa
C_w = 624067,920 cm^6
W = 57 kg/m

Data slab beton:

Tebal slab, ts = 12 cm

f_c' = 25 Mpa

$$E_c = 4700.\sqrt{f_c'(Mpa)} = 4700.\sqrt{25} = 23500 \text{ Mpa}$$

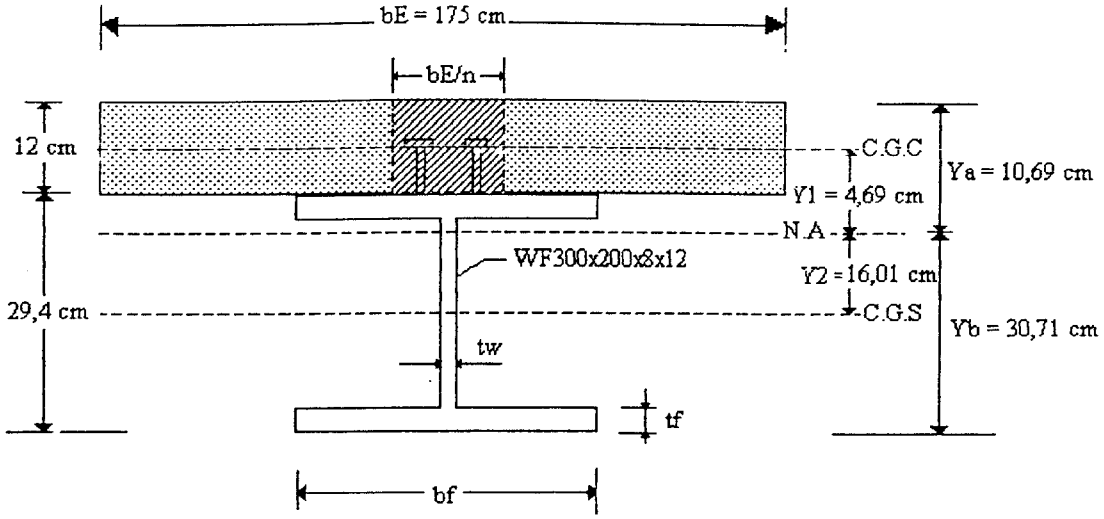
Rasio modular, $n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{200000}{23500} = 8{,}511$

Balok bentang 7 m:

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

$b_E \leq \frac{1}{4}.L$ = $\frac{1}{4}.7$ = 1,75 m (menentukan)

$b_E \leq b_0$ = 3,5 m



Gambar 6.9 Penampang komposit balok anak bentang 7 m

Lebar baja ekuivalen, $\frac{b_E}{n} = \frac{175}{8{,}511} = 20{,}562$ cm

Luas baja transformasi,

$$A_{tr} = (b_E/n \times 12) + A_s = (20{,}562 \times 12) + 72{,}38 = 319{,}124 \text{ cm}^2$$

Letak garis netral komposit terhadap sisi atas

$$Ya = \frac{((20{,}562x12)x6) + (72{,}38x((0{,}5x29{,}4) + 12))}{(20{,}562x12) + 72{,}38} = 10{,}69 \text{ cm}$$

$$Yb = 29{,}4 + 12 - 10{,}69 = 30{,}71 \text{ cm}$$

Momen inersia penampang komposit

$$I_{tr} = Ix_s + A_s.Y_2^2 + Ix_{cr} + A_{cr}.Y_1^2$$

$$= 11300 + (72{,}38x16{,}01^2) + (1/12x20{,}562x12^3) + ((20{,}562x12x4{,}69^2)$$

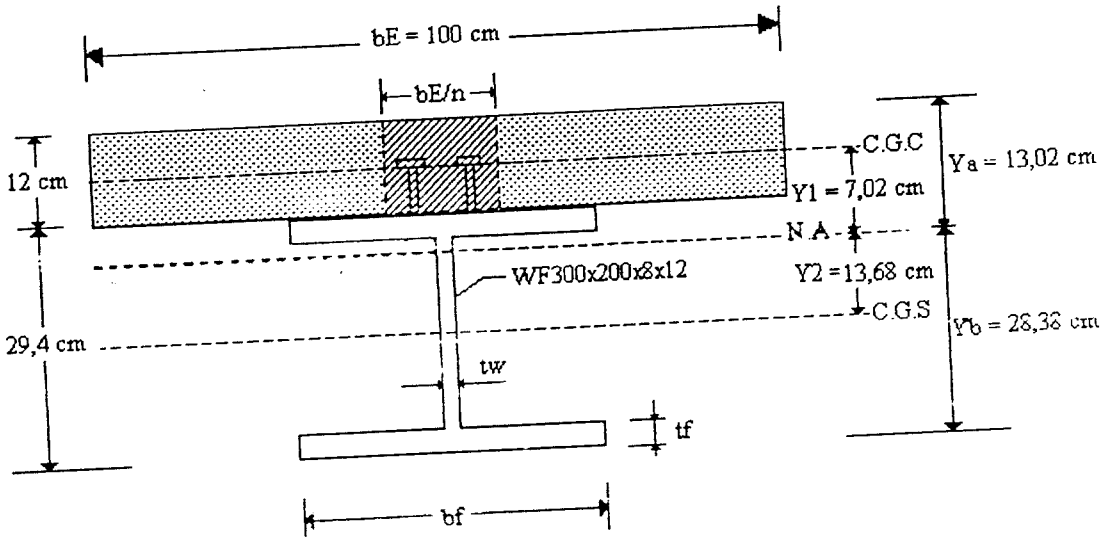
$$= 38240{,}783 \text{ cm}^4$$

Balok bentang 4 m:

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

$b_E \leq ¼.L \quad = ¼.4 = 1{,}00$ m (menentukan)

$b_E \leq b_0 \quad = 3{,}5$ m



Gambar 6.10 Penampang komposit balok anak bentang 4 m

Lebar baja ekuivalen, $\frac{b_E}{n} = \frac{100}{8{,}511} = 11{,}75$ cm

Luas baja transformasi,

$$A_{tr} = (b_E/n \times 12) + A_s = (11{,}75 \times 12) + 72{,}38 = 213{,}38 \text{ cm}^2$$

Letak garis netral komposit terhadap sisi atas

$$Ya = \frac{((11{,}75x12)x6) + (72{,}38x((0{,}5x29{.}4) + 12))}{(11{,}75x12) + 72{,}38} = 13{,}02 \text{ cm}$$

$$Yb = 29{,}4 + 12 - 13{,}02 = 28{,}38 \text{ cm}$$

Momen inersia penampang komposit

$$I_{tr} = Ix_s + A_s.Y_2^2 + Ix_{cr} + A_{cr}.Y_1^2$$

$$= 11300 + (72,38x13,68^2) + (1/12x11,75x12^3) + ((11,75x12x7,02^2)$$

$$= 3348,9033 \text{ cm}^4$$

6.6.2 Pembebanan dan Gaya Dalam Penampang Komposit

Pembebanan yang terjadi pada balok anak adalah pembebanan akibat beban gravitasi, terutama akibat kombinasi 1,2D + 1,6L. Pada kedua ujung balok dianggap mempunyai dukungan berupa sendi-rol.

1). Balok bentang 7 m

Diketahui hasil analisis struktur diperoleh

M_D = 165,472 kNm V_D = 84,1 kN

M_L = 49,128 kNm V_L = 22,97 kN

$M_U = 1,2M_D + 1,6M_L = 1,2x165,472 + 1,6x49,128 = 277,171$ kNm

$V_U = 1,2V_D + 1,6V_L = 1,2x84,1 + 1,6x22,97 = 137,672$ kN

2). Balok bentang 4 m

Diketahui hasil analisis struktur diperoleh

M_D = 47,872 kNm V_D = 41,34 kN

M_L = 13,034 kNm V_L = 9,84 kN

$M_U = 1,2M_D + 1,6M_L = 1,2x47,872 + 1,6x13,034 = 78,301$ kNm

$V_U = 1,2V_D + 1,6V_L = 1,2x41,34 + 1,6x9,84 = 65,352$ kN

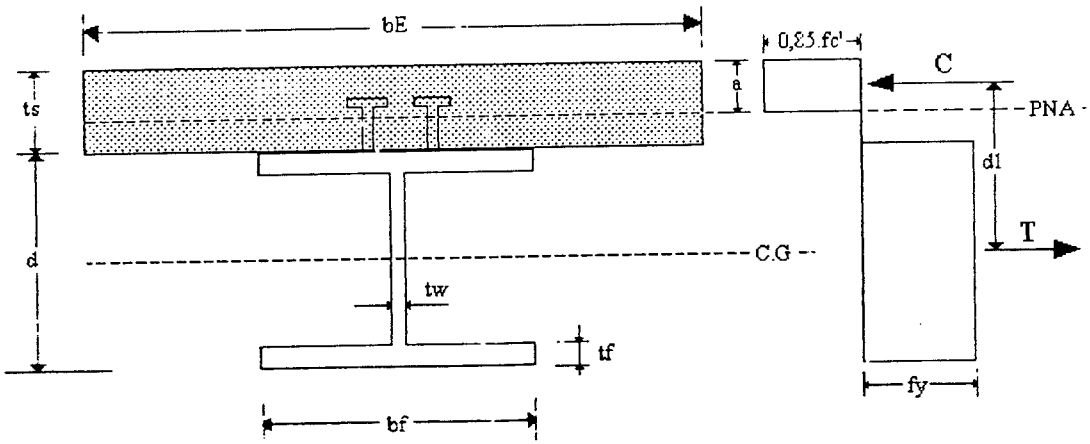
6.6.3 Kapasitas Lentur Nominal Balok Komposit

Kontrol rasio tinggi terhadap tebal badan profil baja (h/t_w) menurut persamaan (3.6-10d).

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{294}{8} = 36{,}75 \le \lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{fy}} = \frac{1680}{\sqrt{250}} = 106{,}253$$

sehingga kuat lentur nominal (M_n) dihitung berdasarkan distribusi tegangan plastis pada penampang komposit dengan $\phi_b = 0{,}85$.

Tebal slab beton 12 cm dengan mutu beton 25 Mpa, beton dianggap cukup kuat menahan gaya desak sehingga garis netral terjadi di slab beton ($a < t_s$) seperti pada Gambar 6.11.



Gambar 6.11 Distribusi tegangan plastis penampang komposit ($a < ts$)

Balok bentang 7 m:

Gaya desak beton, $C = 0{,}85 f_c' . b_E . a$

Gaya tarik penampang baja, $T = A_s . f_y$

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

$$a = \frac{A_s.f_y}{0{,}85.f_c'.b_E} = \frac{72{,}38.10^2 x250}{0{,}85x25x1750} = 48{,}66 \text{ mm} \le t_s = 120 \text{ mm}$$

Kapasitas nominal balok komposit, M_n

$$M_n = C.d_1 = T.d_1$$

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

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

$$M_n = (72{,}38.10^2 x250)(294/2 + 120 - 48{,}66/2).10^{-6} = 439{,}111 \text{ kNm}$$

Kontrol kapasitas:

$$\phi_b M_n \ge M_u$$

$$\phi_b M_n = 0{,}85 \times 439{,}111 = 373{,}244 \text{ kNm} > M_u = 277{,}171 \text{ kNm}$$

Balok bentang 4 m:

Gaya desak beton, $C = 0{,}85.f_c'.b_E.a$

Gaya tarik penampang baja, $T = A_s \,.\, f_y$

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

$$a = \frac{A_s.f_y}{0.85.f_c'.b_E} = \frac{72{,}38.10^2 x250}{0{,}85x25x1000} = 85{,}15 \text{ mm} < t_s = 120 \text{ mm}$$

Kapasitas nominal balok komposit, M_n:

$M_n = C.d_1 = T.d_1$

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

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

$M_n = (72{,}38.10^2 x250)(294/2 + 120 - 85{,}15/2).10^{-6} = 406{,}097$ kNm

Kontrol kapasitas

$\phi_b M_n \geq M_u$

$\phi_b M_n = 0{,}85 \times 406{,}097 = 345{,}182$ kNm $> M_u = 78{,}301$ kNm

6.6.4 Kontrol Terhadap Lendutan

Dari hasil analisis elastis beban layan diperoleh lendutan maksimum di tengah bentang adalah sebagai berikut

Bentang 7 m = 10 mm < L/240 = 29,17 mm

Bentang 4 m = 0,93 mm < L/240 = 16,67 mm

6.6.5 Perencanaan Konektor Geser

Gaya geser horizontal (V_n) merupakan nilai terkecil dari;

$0{,}85.f_c'.A_c = 0{,}85.25.1750.120 = 4462{,}5$ kN

$A_s.f_y = 72{,}38.10^2.250 = 1809{,}5$ kN

Digunakan penghubung geser jenis paku dengan diameter 16 mm, f_u = 410 Mpa

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

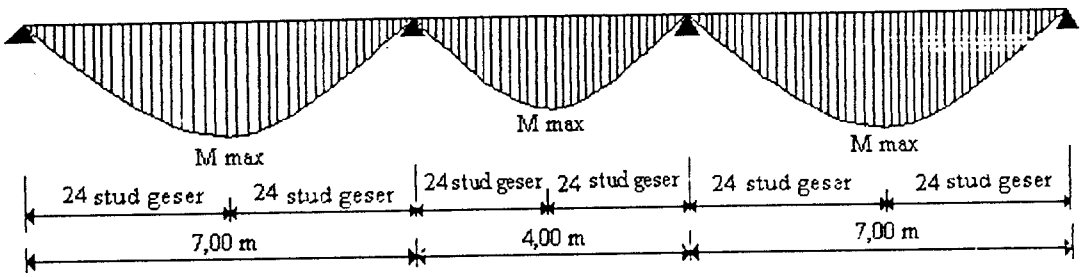
$$Q_n = 0{,}5.A_{sc}.\sqrt{f_c'.E_c} \le A_{sc}.f_u$$

$$Q_n = 0{,}5x\frac{1}{4}\pi.16^2\sqrt{25x23500} = 77{,}056 \text{ kN} \le \tfrac{1}{4}.\pi.16^2x410 = 82{,}435 \text{ kN}$$

Jumlah stud geser yang dibutuhkan:

$$N = \frac{V_n}{Q_n} = \frac{1809{,}5}{77{,}056} = 23{,}48 \approx 24 \text{ stud geser per setengah bentang balok.}$$

Penempatan stud geser:



Gambar 6.12 Rencana penempatan stud geser

6.6.6 Kapasitas Geser Nominal Balok

Kontrol rasio tinggi terhadap tebal panel (h/t_w) pendukung geser menurut persamaan (3.6-25).

$$\frac{h}{t_w} = \frac{440}{11} = 40 \le 2{,}45\sqrt{\frac{E}{f_y}} = 2{,}45\sqrt{\frac{200000}{250}} = 69{,}296$$

Maka kuat geser nominal balok V_n, dihitung berdasarkan persamaan (3.6-25)

$$\phi V_n = 0{,}6.f_y.A_w$$

$$= 0{,}9x0{,}6x250x294x8 = 317{,}52 \text{ kN}$$

Rasio tegangan yang terjadi

$$\frac{V_{u,b}}{\phi V_n} = \frac{137,672}{317,52} = 0,43 \leq 1,0 \qquad OK!$$

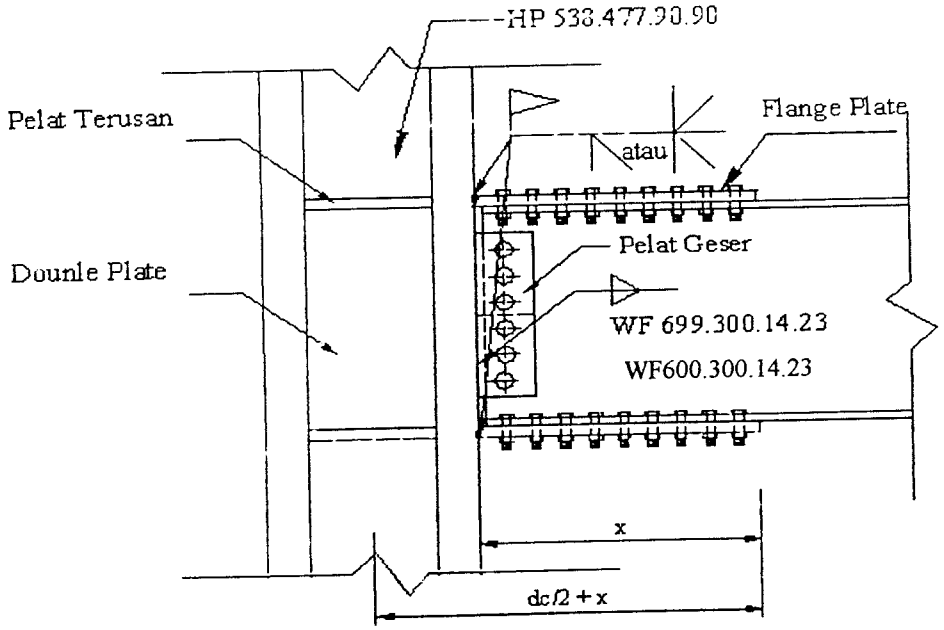
6.7 Pendetailam Khusus pada SRPMK

6.7.1 Sambungan Balok-ke-Kolom

Sambungan balok-ke-kolom direncanakan berdasarkan momen kapasitas plastis dan gaya geser yang terjadi pada lokasi sendi plastis balok yang ditinjau.

Contoh perhitungan:

Diambil contoh hitungan untuk struktur *unbraced frame* lantai 2 tepi kiri.



Gambar 6.13 Sambungan balok-ke-kolom

Sambungan baut pelat sayap (*Bolted flange Plate*).

Data profil disain yang dipakai:

Balok WF600x300x14x23

A	=	222,4 cm^2	I_x	=	137000.10^4 mm^4	I_y	=	10600.10^4 mm^4
d	=	594 mm	S_x	=	4612,795.10^3 mm^3	S_y	=	701,987.10^3 mm^3
t_w	=	14 mm	Z_x	=	4620.10^3 mm^3	Z_y	=	701.10^3 mm^3
b_f	=	302 mm	E_s	=	200000 Mpa	f_r	=	70 Mpa
t_f	=	23 mm	f_y	=	250 Mpa	f_u	=	410 Mpa
r_x	=	248 mm	R	=	28 mm			
r_y	=	69 mm						

Kolom HP538x477x90x90

A	=	1185 cm^2	I_x	=	472000.10^4 mm^4	I_y	=	165000.10^4 mm^4
d	=	538 mm	S_x	=	17546,4684.10^3 mm^3	Z_y	=	6920.10^3 mm^3
t_w	=	90 mm	Z_x	=	17600.10^3 mm^3	f_r	=	70 Mpa
b_f	=	477 mm	E_s	=	200000 Mpa	f_u	=	410 Mpa
t_f	=	90 mm	f_y	=	250 Mpa			
r_x	=	200 mm	R	=	22 mm			
r_y	=	118 mm						

Prosedur disain:

a). Menentukan beban yang bekerja berdasarkan kapasitas plastis balok.

Momen kapasitas plastis balok (M_{pb}):

$$M_{pb} = 1,2\ M_p$$

$$= 1,2.250.4620.10^3.10^{-6} = 1386 \text{ kNm.}$$

Gaya geser pada sendi plastis balok, merupakan nilai terkecil dari

$$V_p = 1,2V_D + 0,5V_L + \frac{2M_{pb}}{L'}$$

$$= 1,2.67,33 + 0,5.18,17 + \frac{2.1386}{6,427} = 521,186 \text{ kN}$$

$$V_p = 1,05(V_D + V_L + \frac{4}{K}V_E)$$

$= 1{,}05(67{,}33 + 18{,}17 + 4.189{,}68) = 886{,}431$ kN

Momen pada muka kolom, M_f:

$M_f = M_{pb} + V_p.X$

$= 1386 + 521{,}186.0{,}77 = 1787{,}313$ kNm.

Kuat sambungan maksimum (*peak connestion strength*) ditentukan dengan:

$M_{yf} = C_y.M_f$

$= 0{,}85.1787{,}313 = 1519{,}216$ kNm

b). Sambungan Cover Plate ke sayap kolom.

Transfer momen (Gya flens terfaktor):

$$T_u = P_{bf} = \frac{M_{y1}}{dm} = \frac{1519{,}216}{\approx 0{,}65} = 2337{,}255 \text{ kN}$$

Menentukan ukuran Flange Plate menahan tarik dan desak:

Kondisi leleh

$T_u \leq \phi.f_y.A_g$

$$A_{g\,min} = \frac{2337{,}255.10^3}{0{,}9.250} = 10387{,}8\,mm^2$$

Kondisi fraktur

$T_u \leq \phi.f_y.A_e = \phi.f_u.A_n.U$

Luas lubang-lubang baut $\leq 15\%.A_g$, sehingga $A_n = 0{,}85A_g$

$U = 1 \rightarrow$ beban tarik yang bekerja konsentris terhadap tata letak baut

$T_u \leq \phi.f_u.0{,}85A_g\,U$

$$A_{g\,min} = \frac{2337,255}{0,75.410.0,85.1} = 8942,152\ mm^2$$

Lebar cover plate, $b_{pl} = 450$ mm

Tebal cover plate, $t_{pl} = \frac{10387,8}{450} = 23,08 \approx 25$ mm, digunakan $t_{pl} = 25$ mm.

Menentukan jumlah baut yang diperlukan untuk mentransfer gaya tarik dan tekan pada bagian atas dan bawah balok:

$$T_u = P_{bf} = \frac{M_{yf}}{dm} = \frac{1519,216}{(0,594 + \frac{0,025+0,025}{2})} = 2454,307\ kN$$

Kuat geser satu baut A_{325}- X diameter (24 mm)

$$\phi R_n = \phi V_n = \phi_f . r_1 . f_u^b . A_b .$$

$$= 0,75.0,5.825.(1/4.\pi.24^2).10^{-3} = 139,958\ kN$$

Kebutuhan baut minimal untuk menahan geser

$$n_{min} = \frac{T_u}{\phi R_n} = \frac{2454,307}{139,958} = 17,54 \approx 18 \rightarrow \text{dipakai 18 baut.}$$

Kuat tumpu sayap balok

$$\phi R_b = \phi_f . 2,4 . d_b . t_{fb} . f_u$$

$$= 0,75.2,4.(24+3).25.410.10^{-3} = 498,15\ kN > 139,958\ kN \rightarrow OK!$$

Kontrol sambungan las Flange plate ke sayap kolom

Jenis las yang dipergunakan adalah las tumpul penetrasi penuh tipe bevel. Karena gaya yang bekerja gaya tarik dan desak maka kekuatan sambungan las ditentukan berdasarkan kekuatan material dasar.

Kontrol kekuatan Flange Plate:

Kuat tarik murni plate

Kondisi leleh

$\phi N_n = 0{,}9.A_g.f_y$

$= 0{,}9.(450.25).250 = 2531{,}25 \text{ kN} > T_u = 2454{,}307 \text{ kN}$

Kondisi fraktur

$\phi N_n = 0{,}75.f_u.A_e = 0{,}75.f_u.A_n.U$

$A_n = A_g - n.d.t$

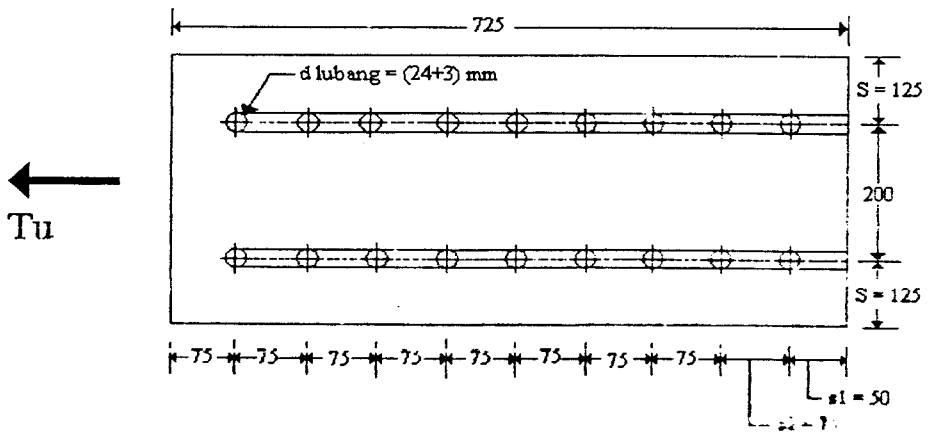
$= (450.25) - 2(24+3).25 = 9900 \text{ mm}^2$

$U = 1$

$\phi N_n = 0{,}75.410.9900.1.10^{-3} = 3044{,}25 \text{ kN} > T_u = 2454{,}307 \text{ kN}$

Pengecekan Geser Blok

Geser Murni:



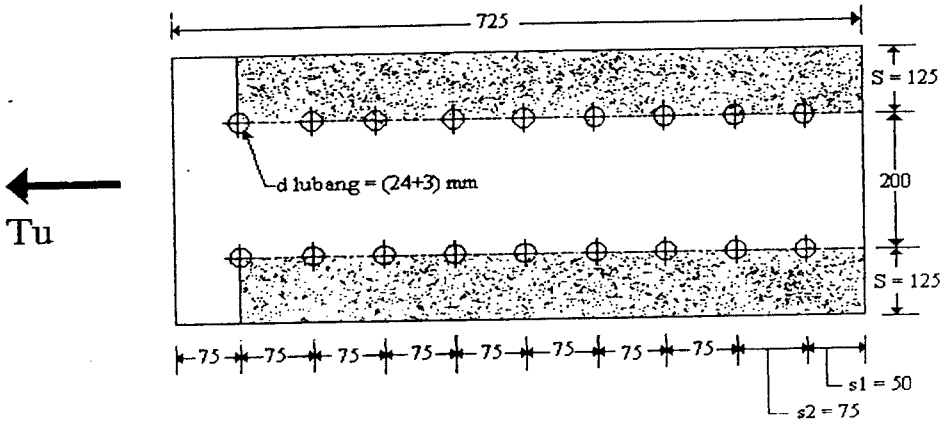
$A_v = 4(s_1+8.s_2).t_{pl}$

$= 4.\ (50+8.75).25 = 65000 \text{ mm}^2$

$\phi N_n = \phi.0,6.f_u.A_v$

$= 0,75.0,6.410.65000.10^{-3} = 11992,50$ kN

Kombinasi Geser dan Tarik:



Bidang tarik:

$A_{gt} = 2.(s.t_{pl}) = 2.(125.25) = 6250$ mm^2

$A_{nt} = 2.(s.t_{pl} - d.2.t_{pl}) = 2.(125.25 - ((24+3)/2).25) = 5575$ mm^2

Bidang Geser:

$A_{gs} = 2.(s_1+8.s_2).t_{pl} = 2.(50+8.75).25 = 32500$ mm^2

$A_{ns} = 2.(s_1+8.s_2 - 8\ ½\ .(24+3)).25 = 21025$ mm^2

Tarik farktur:

$F_u.A_{nt} = 410.5575 = 2285,75$ kN

Geser fraktur:

$0,6.f_u.A_{ns} = 0,6.410.21025.10^{-3} = 5175,15$ kN

karena geser fraktur > tarik fraktur, terjadi retakan geser-pelelehan tarik

$\phi_t.N_n = \phi_t.(f_y.A_{gt} - 0,6.f_u.A_{ns})$

$= 0,75.(250.6250 + 0,6.410.21025)$

$= 5050,9875 \text{ kN} > T_u = 2454,307 \text{ kN}$

c). Transfer gaya geser dari balok-ke-kolom, nilai terkecil dari

$$V_f = \frac{2.M_f}{L_n} + V_g$$

$$= \frac{2.1787,313}{6,427} + 1,2.67,33 + 0,5.18,17 = 646,070 \text{ kN}$$

$$V_f = 1,05\left(V_D + V_L + \frac{4}{K}V_E\right)$$

$= 1,05.(67,33+18,17+4.189,68) = 886,431 \text{ kN}$

d). Perencanaan plate geser

Kontrol kapasitas momen minimum yang dapat dicapai pada sayap balok, harus memenuhi:

$b_f.t_f.(d - t_f).f_y > 0,7.Z_x.f_y$

$302.23.(594 - 23).250.10^{-6} > 0,7.4620.10^3.250.10^{-6}$

$991,542 \text{ kNm} > 808,50 \text{ kNm}.$

Sehingga disain sambungan untuk dapat menahan geser sebesar V_u adalah sebagai berikut:

$\phi R_n > V_u$

Kuat geser satu baut A_{325}- X diameter 7/8" (22 mm)

$\phi R_n = \phi_f V_n = \phi_f r_1 f_u^b A_b$

$= 0,75.0,5.825.(1/4.\pi.22^2).10^{-3} = 117, 604 \text{ kN}.$

Kebutuhan baut minimal untuk menahan geser

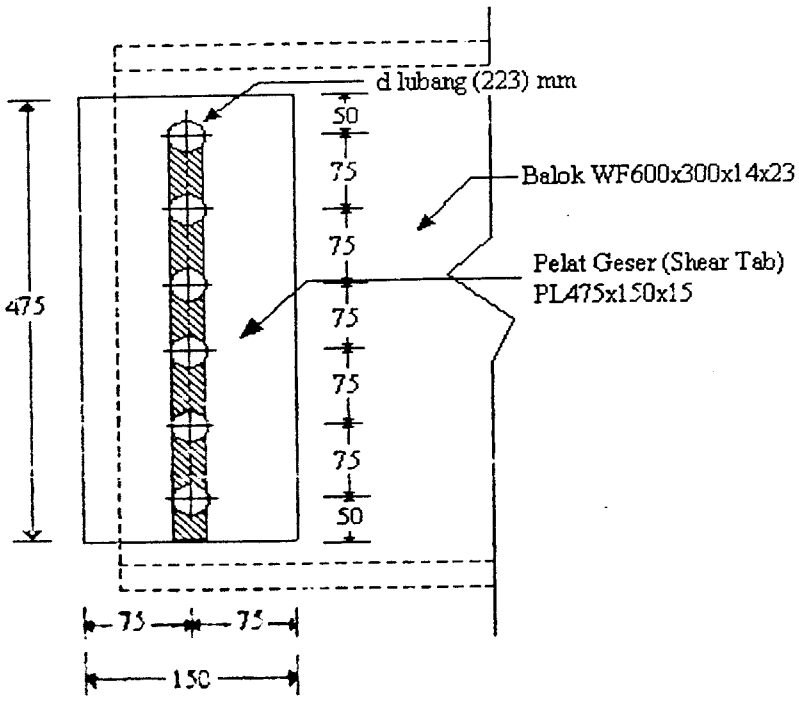
$$n_{min} = \frac{V_f}{\phi.R_n} = \frac{646,070}{117,604} = 5,49 \approx 6 \rightarrow \text{diapakai 6 baut.}$$

Penempatan baut dalam satu baris, sehingga tinggi plat minimum yang dibutuhkan berdasarkan penempatan baut, d_{pl} = (1,5.22.2)+(3.22.5) = 396 mm. Dicoba ukuran plat geser PL475x150x15 mm, t_{pl} = 15 mm, t_{wb} = 14 mm, kuat tumpu rencana

$$\phi R_b = \phi_f.2,4.d_b.t_{pl}.f_u$$

$$= 0,75.24.22.15.410.10^{-3} = 243,54 \text{ kN} > 117,604 \text{ kN} \rightarrow \textit{OK!}$$

pKontrol kuat geser pada pelat



Kondisi leleh (*Shear yielding*)

$\phi R_n = \phi.(0,6.f_y.A_{gs})$

$= 0,9.(0,6.250.((50+75.5).15)).10^{-3} = 860,25 \text{ kN} > V_f = 646,070 \text{ kN}$

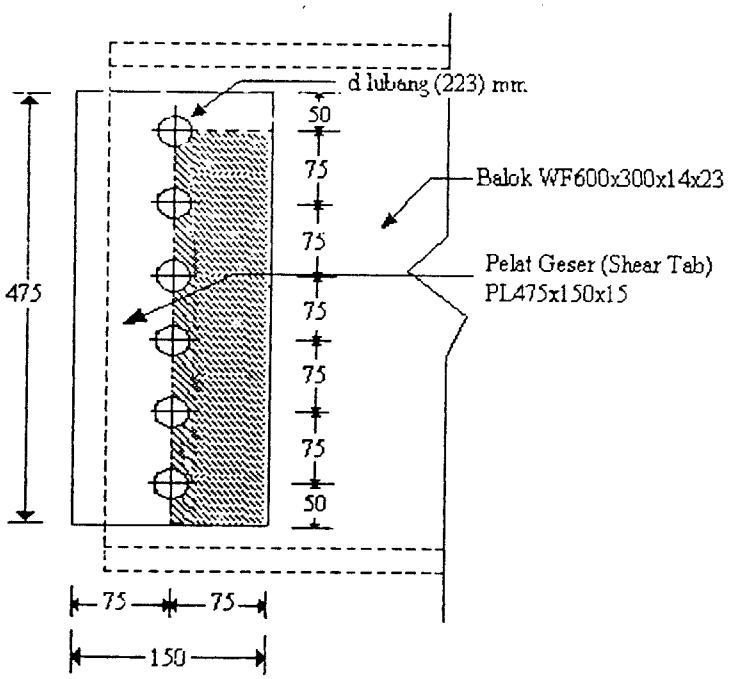
Kondisi rupture (*shear rupture*)

$\phi R_n = \phi.(0,6.f_u.A_{ns})$

$= 0,75.(0,6.410.((425 - 5,5.(22+3)).15)).10^{-3}$

$= 795,656 \text{ kN} > V_f = 646,070 \text{ kN}$

Kontrol terhadap bahaya geser blok ujung



Tarik Fraktur

$F_u.A_{nt} = 410.(150 - (22+3)).15.10^{-3} = 768,75 \text{ kN}$

Geser Fraktur

$0,6.f_u.A_{ns} = 0,6.410.(50+5.75 - 5,5.(22+3)).15.10^{-3} = 1060,875 \text{ kN}$

Sehingga terjadi mekanisme retakan geser – pelelehan tarik

$\phi R_n = \phi.(f_y.A_{gt} + 0,6.f_u.A_{ns})$

$= 0,75.(250.(150.15) + 0,6.410.(50+(5.75) - 5,5.(22+3)).15).10^{-3}$

$= 1217,531 \text{ kN} > V_f = 646,070 \text{ kN}$

e). Perencanaan sambungan las pelat geser-ke-sayap kolom

Jenis las yang dipergunakan adalah las sudut penetrasi penuh, tebal minimum las sudut untuk $t_{fc} > 15$ mm adalah 6 mm, dan tebal maksimum las sudut, $1,66t_{fc} = 1,66.90 = 144$ mm.

Kekuatan las sudut terhadap geser (per satuan panjang)

Digunakan las sudut sama kaki sehingga, $t_t = 0,707.t_w$, untuk dua sisi las, $t_t = 1,414.t_w$.

Berdasrakan kekeuatan las

$\phi R_n = 0,75.t_t.(0,6.F_{u-E70})$

$= 0,75.(1,414.t_w).(0,6.482,65) = 307,110.t_w$

Berdasarkan kekuatan bahan dasar

$\phi R_n = 0,75.t_t.(0,6.f_u)$

$= 0,75.(1,414.t_w).(0,6.410) = 260,883.t_w$

Panjang efektif las tersedia = 475 mm

$$t_w \text{ perlu} = \frac{646,070.10^{-3}}{475.260,883} = 5,21 \text{ mm}$$

Tebal rencana las sudut, t_t:

$t_t = 0,707.t_w = 0,707.5,21 = 3,68 \text{ mm} < t_{min} = 6 \text{ mm}$

Sehingga dipergunakan tebal rencana las minimum, $t_t = 6$ mm

Kuat geser las sudut dua sisi:

$$\phi R_n = 0,75.2.6.(0,6.410).10^{-3} = 2,214 \text{ kN/mm}^2$$

Kekuatan las sudut dengan panjang efektif 475 mm:

$$\phi R_n = 2,214.475 = 1051,65 \text{ kN} > R_u = 646,070 \text{ kN}$$

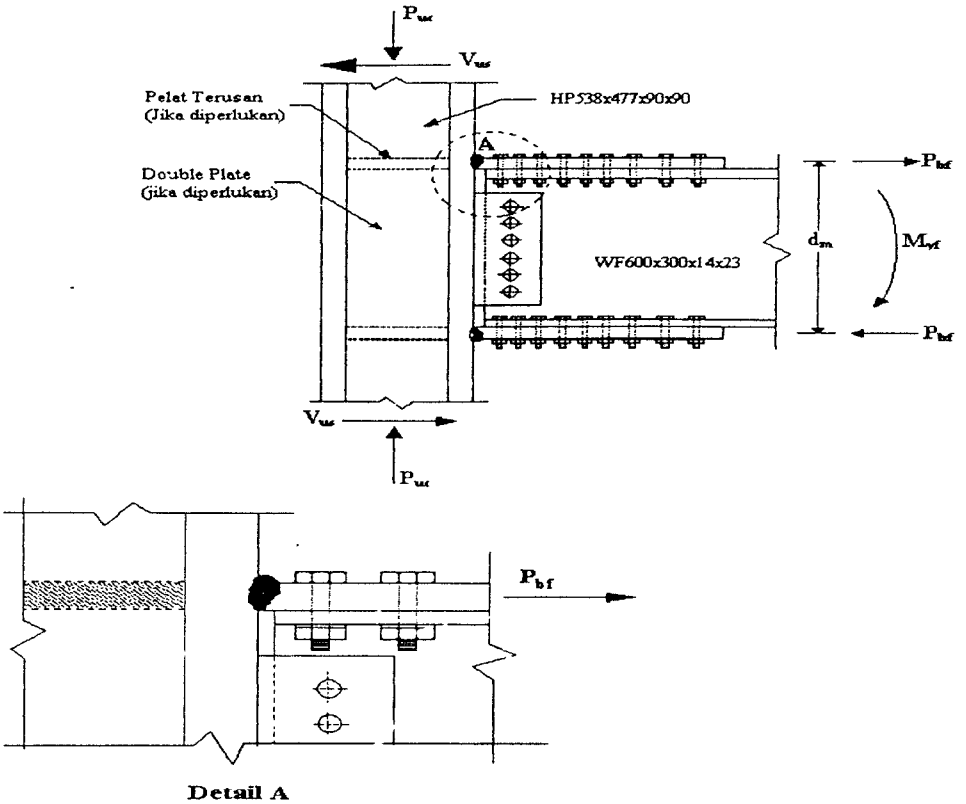
6.7.2 Perencanaan Daerah Panel Zone

Pelat Terusan:

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

$$\phi R_n \geq P_{bf}$$



Gambar 6.14 Daerah Panel

Nilai P_{bf} akibat *strain hardening* pada sayap balok:

$$P_{bf} = 1{,}8.b_f.t_f.f_y$$

$$= 1{,}8.302.23.250.10^{-3} = 3125{,}7 \text{ kN}$$

Kuat lentur sayap kolom (*Local Flange Bending*):

$$\phi R_n = \phi.6{,}25.t_{fc}^2.f_y$$

$$= 0{,}9.6{,}25.90^2.250.10^{-3} = 11390{,}625 \text{ kN}$$

Kuat leleh pelat badan (*Local Web Yielding*):

$$\phi R_n = \phi.(5k + t_{pl}).f_y.t_{wc}$$

$$= 1.(5.112 + 25).250.90.10^{-3} = 13162{,}5 \text{ kN}$$

Kuat tekuk dukung pelat badan (*Web Cripping*):

$$\phi R_n = \phi.0{,}80.t_{wc}^2.\left[1+3\left(\frac{t_{pl}}{d_m}\right)\left(\frac{t_{wc}}{t_{fc}}\right)^{1,5}\right]\sqrt{\frac{E.f_y.t_{fc}}{t_{wc}}}$$

$$= 0{,}75.0{,}80.90^2\left[1+3\left(\frac{25}{619}\right)\left(\frac{90}{90}\right)^{1,5}\right]\sqrt{\frac{200000.250.90}{90}}.10^{-3}$$

$$=38529{,}209 \text{ kN}$$

Kuat tekuk lentur pelat badan akibat beban tekan (*Compression Buckling of The Web*):

$$\phi R_n = \frac{\phi.24.t_{wc}^3\sqrt{E.f_{yw}}}{d_c}$$

$$= \frac{0{,}9.24.90^3.\sqrt{200000.250}}{538}.10^{-3} = 206958{,}852 \text{ kN}$$

Karena $\phi R_n \geq P_{bf}$ maka tidak diperlukan pelat terusan.

Geser pada panel zone:

Bentang bersih balok (L_n) = 6,427 m

Bentang balok as-as (L) = 7 m

Tinggi kolom (h) = 3,75 m

P_{uc} = 4117,706 kN

$$V_w = \frac{M_{yf(ki)} + M_{yf(ka)}}{d_m} - V_c$$

Untuk kolom tepi hanya ada satu momen plastis balok, maka:

$$V_w = \frac{M_{yf}}{d_m} - V_c$$

$$V_c = \frac{M_{yf}(L_n/L)}{h}$$

$$V_w = \frac{M_{yf}}{d_m} - \left[\frac{M_{yf}(L_n/L)}{h}\right] = \frac{[h - d_m(L_n/L)]M_{yf}}{d_m.h}$$

$$= \frac{\left[3750 - \left(594 + \frac{25+25}{2}\right)(6427\ 7000)\right].1519{,}216.10^6}{\left(594 + \frac{25+25}{2}\right).3750}.10^{-3}$$

$$= 1881{,}442 \text{ kN}$$

$$P_y = F_y.A$$

$$= 250.1185.10^2.10^{-3} = 29625{,}0 \text{ kN}$$

$$P_{uc} = 4117{,}706 \text{ kN} < 0{,}75.P_y = 22218{,}75 \text{ kN}$$

Kuat geser daerah panel:

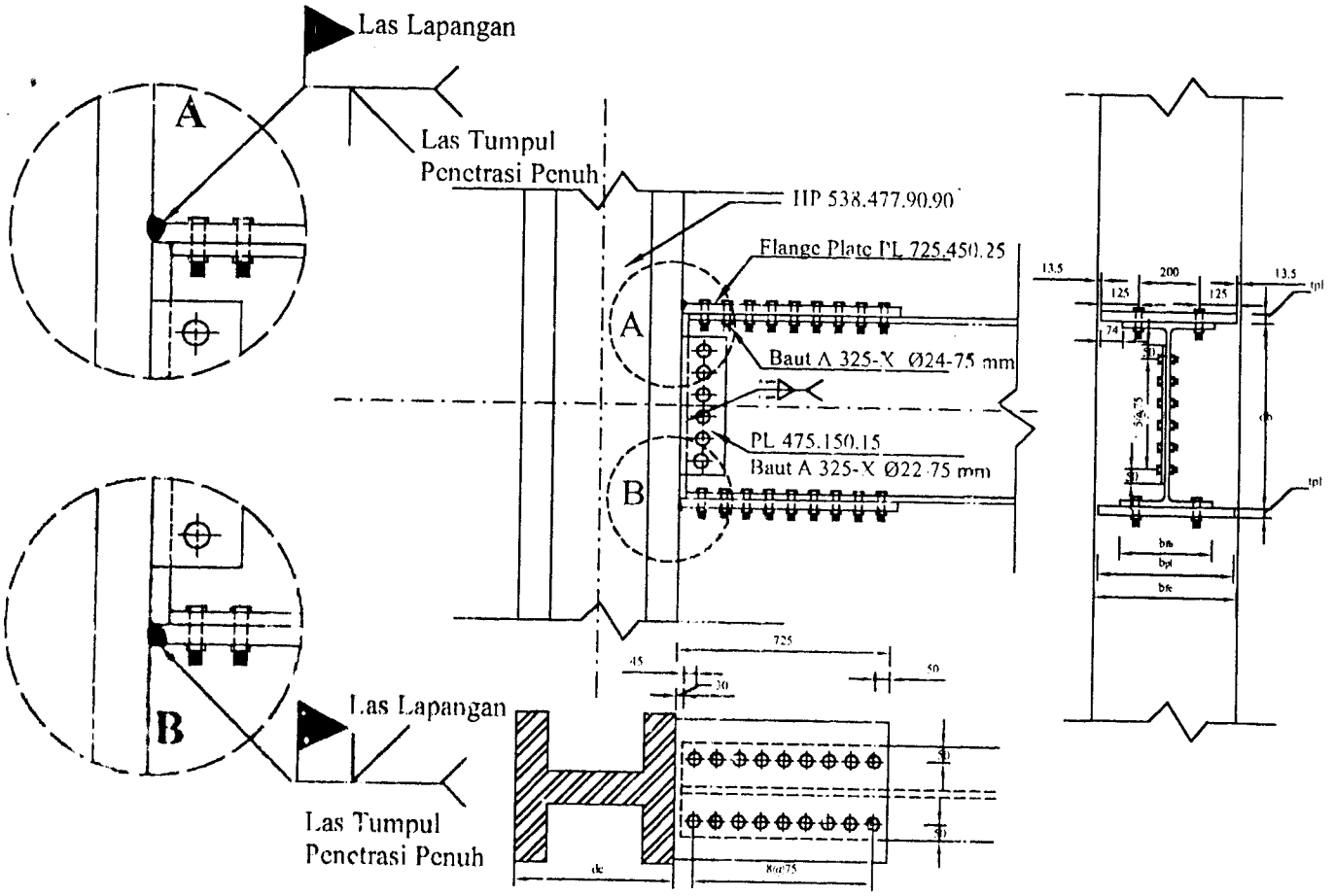
$$\phi V_n = \phi.0{,}6.f_y.d_c.t_{wc}\left[1 + \frac{3b_{fc}.t_{fc}^2}{d_b.d_c.t_{wc}}\right]$$

$$= 0{,}8.0{,}6.250.538.90\left[1 + \frac{3.477.90^2}{594.538.90}\right].10^{-3} = 8152{,}036 \text{ kN}$$

$$> V_w = 1881{,}442 \text{ kN}$$

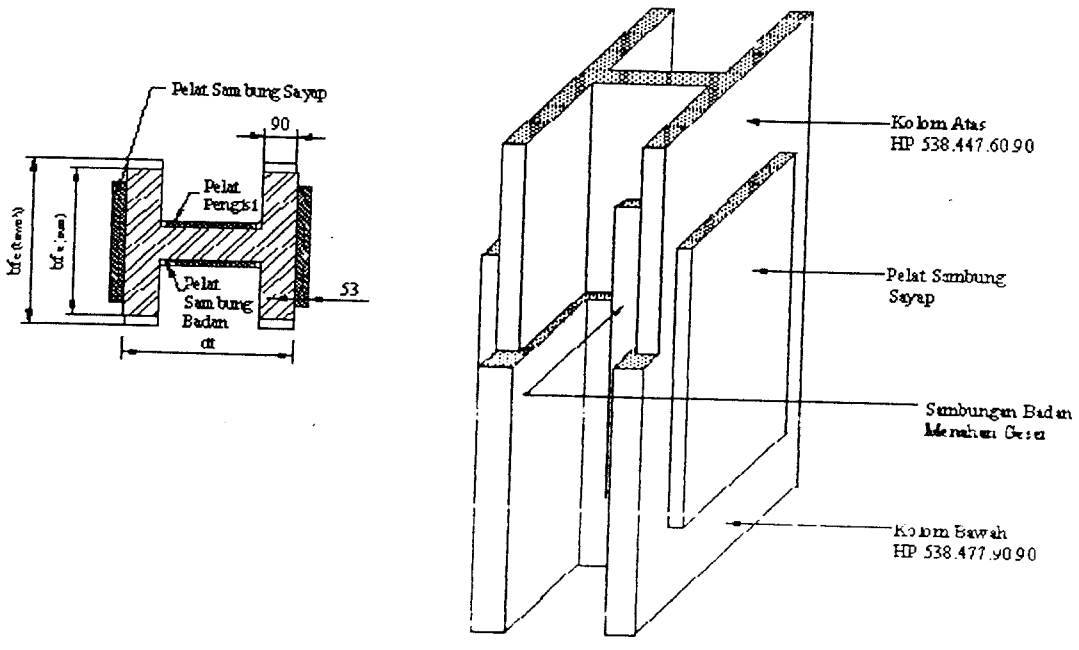
Dengan demikian tidak memerlukan *double plate*.

Detail Sambungan Baut Flange Plate



Gambar 6.15 Detail sambungan baut *flange plate* menahan momen

6.7.3 Sambungan Kolom



Gambar 6.16 Sambungan kolom-ke-kolom

Sambungan antara kolom dan kolom pada lantai 5 dan 6 tepi kiri struktur *unbraced frame* direncanakan sebagai berikut:

1. Pelat pengisi

   Tebal pelat pengisi pada badan diambil berdasarkan perbedaan antara tebal badan kolom atas dengan kolom bawah yaitu = 90 – 60 = 30 mm dan diambil 15 mm pada kedua badan, karena mempunyai d_f yang sama antara kolom atas dan kolom bawah yaitu 538 mm maka pada sayap tidak diperlukan pelat pengisi.

2. Sambungan badan

   Gaya geser yang terjadi, V_u = 521,041 kN

Luas penampang pelat badan (A_g) akibat gaya geser yang terjadi pada kolom yaitu:

$$A_g = \frac{V_u}{\phi.0,6.F_y} = \frac{521,041.10^3}{0,9.0,6.250} = 3859,563\ mm^2$$

Tebal pelat yang diperlukan adalah (dicoba lebar pelat 300 mm)

$$t_p = \frac{A_g}{2.300} = \frac{3859,563}{2.300} = 6,43\ mm \text{ diambil } t_p = 10\ mm$$

dicoba ukuran pelat PL 400x300x10 mm

Jenis las yang dipergunakan adalah las sudut sama kaki penetrasi penuh, sehingga tebal las rencana $t_t = 0,707.t_w$.

Tebal minimum las sudut untuk $t_{fc} > 15$ mm adalah 6 mm

Tebal maksimum las sudut, $1,66.t_{fc} = 1,66.90 = 149,4$ mm

Luas las dengan kapasitas las E_{70} yang diperlukan pada sambungan badan kolom.

Berdasarkan kekuatan las

$$\phi R_n = 0,75.t_t.(0,6.F_{u\text{-}E70})$$
$$= 0,75.(0,707.t_w).(0,6.482,65) = 153,555.t_w$$

Berdasarkan kekuatan bahan dasar

$$\phi R_n = 0,75.t_t.(0,6.f_u)$$
$$= 0,75.(0,707\ t_w).(0,6.410) = 130,441.t_w$$

Panjang efektif las tersedia menahan geser = 600 mm

$$t_w \text{ perlu} = \frac{521,041.10^3}{600.(130,441)} = 6,66\ mm$$

Tebal rencana las sudut, t_t :

$$t_t = 0{,}707.t_w = 0{,}707.6{,}66 = 4{,}709 \text{ mm} < t_{min} = 6 \text{ mm}$$

Sehingga dipakai tebal las rencana sama dengan tebal las minimum, $t_t = 6$ mm

3. Sambungan sayap

Perencanaan pelat sambung pada sayap digunakan untuk menjalankan fungsi yang seharusnya dilakukan oleh sayap tanpa sambungan.

Sambungan pelat sayap akan didisain untuk menahan 50% beban aksial dan menahan momen secara penuh.

$$50\% \text{ beban aksial} = \frac{50}{100} x\, 2547{,}928 = 1273{,}964 \text{ kN}$$

$$\text{beban yang ditahan tiap sayap kolom} = \frac{1273{,}964}{2} = 636{,}982 \text{ kN}$$

Beban pada kolom akibat momen pada sayap

$$\frac{M}{0{,}95.d_f} = \frac{905{,}920.10^3}{0{,}95.538} = 1772{,}491 \text{ kN}$$

Total beban pada sambungan = 636,982 + 1772,491 =2409,473 kN

Luas penampang pelat pada sayap (A_g) akibat beban yang terjadi pada sambungan

$$A_g = \frac{2409{,}473.10^3}{\phi F_y} = \frac{2409{,}482.10^3}{0{,}9.250} = 10708{,}809 \text{ mm}^2$$

dicoba ukuran pelat sambung dengan lebar 400 mm

$$t_p = \frac{A_g}{b_f} = \frac{10708{,}809}{400} = 26{,}77 \text{ mm}^2 \text{ diambil } t_p = 30 \text{ mm}$$

dicoba ukuran pelat PL500x400x30 mm

Jenis las yang dipergunakan adalah las sudut sama kaki penetrasi penuh, sehingga tebal las rencana $t_t = 0,707.t_w$.

Tebal minimum las sudut untuk $t_{fwc} > 15$ mm adalah 6 mm

Tebal maksimum las sudut, $1,66.t_{fc} = 1,66.90 = 149,4$ mm

Luas las dengan kapasitas las E_{70} yang diperlukan pada sambungan badan kolom

Berdasarkan kekuatan las

$$\phi R_n = 0,75.t_t.(0,6.F_{u\text{-}E70})$$

$$= 0,75.(0,707.t_w).(0,6.482,65) = 153,555.t_w$$

Berdasarkan kekuatan bahan dasar

$$\phi R_n = 0,75.t_t.(0,6.f_u)$$

$$= 0,75.(0,707.t_w).(0,6.410) = 130,441.t_w$$

Panjang efektif las tersedia menahan aksial = 800 mm

$$t_w \text{ perlu} = \frac{2409,473.10^3}{800.(130,441)} = 23,09 \text{ mm}$$

Tebal rencana las sudut, t_t :

$$t_t = 0,707.t_w = 0,707.23,09 = 16,32 \text{ mm} > t_{min} = 6 \text{ mm}$$

Sehingga dipergunakan tebal las rencana, $t_t = 17$ mm.

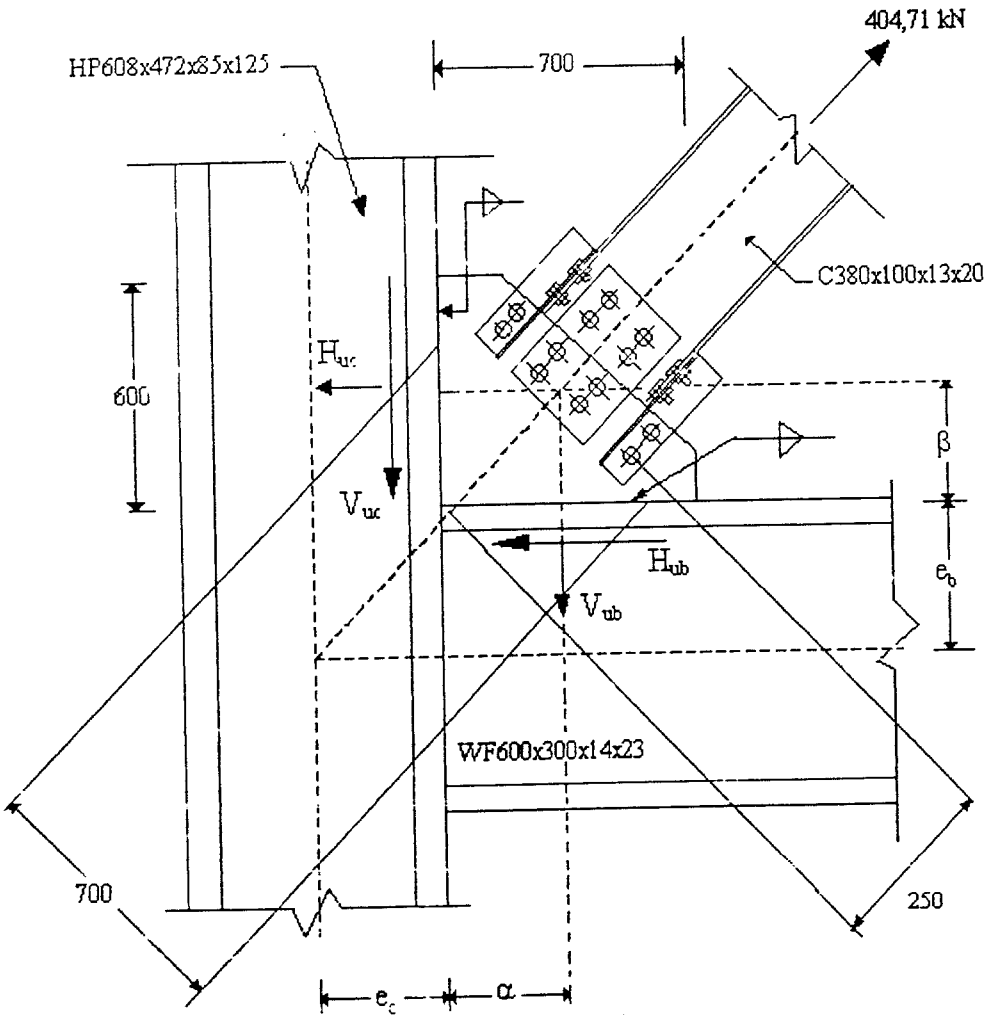
6.8 Pendetailan Khusus pada SRBKK

Perencanaan sambungan *bracing* direncanakan berdasarkan gaya aksial tarik yang terjadi, sedangkan gaya aksial tekan dianggap dapat ditahan oleh sistem

sambungan yang ada. Namun demikian, gaya aksial tekan juga diperhitungkan untuk kontrol kekuatan pada pelat sambung *bracing* ke balok dan kolom.

Diambil gaya aksial rencana untuk perencanaan sambungan *bracing* pada lantai 2 adalah, Pu tekan = 714,43 kN dan Pu tarik = 404,71 kN.

Contoh perhitungan:



Gambar 6.17 Sambungan *bracing*

Data Profil *brace* U380x100x13x20 :

d	= 380 mm	A	= 85,71 cm^2	I_y	= 671 cm^4
b_f	= 100 mm	w	= 67,30 kg/m'	i_x	= 14,30 cm
t_f	= 20 mm	C_y	= 2,50 cm	i_y	= 2,80 cm
t_w	= 13 mm	I_x	= 17600 cm^4	Z_x	= 924 cm^3
				Z_y	= 89,50 cm^3

Prosedur disain:

1). Sambungan *brace*-ke-pelat (*gusset*)

Distribusi gaya pada *brace* berdsarkan luas sayap dan badan.

Gaya pada sayap,

$$P_{uf} = \frac{P_u.(b_f.t_f)}{A} = \frac{404,71.(100x20)}{85,71.10^2} = 94,437 \text{ kN}$$

Gaya pada badan,

$$P_{wf} = P_u - 2P_{uf} = 404,71 - (2x94,437) = 215,836 \text{ kN}$$

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

Kuat geser satu baut A_{325} – X diameter 16 mm

$$\phi R_n = \phi_f.V_n = \phi_f.r_1.f_u^b.A_b$$

$$= 0,75.0,5.825.(1/4.\pi.16^2).10^{-3} = 62,204 \text{ kN}$$

Kebutuhan baut minimal untuk menahan geser

$$n_{min} = \frac{P_{uf}}{\varphi R_n} = \frac{94,437}{62,204} = 1,52 \approx 2 \qquad \text{dipakai 4 baut}$$

Kuat tumpu sayap *brace*

$\phi R_b = \phi_f.2,4.d_b.t_{fb}.f_u$

$= 0,75.2,4.(16+3).20.410 = 280,44 \text{ kN} > 62,204 \text{ kN}$

Dipakai L70x70x6 mm ($A = 7,81 \text{ cm}^2$) untuk pelat sambung sayap dengan *brace*, baut disusun dalam satu baris.

Kontrol kekuatan Flange Plate;

Kondisi leleh,

$\phi N_n = 0,9.A_g.f_y$

$= 0,9.7,81.10^2.250 = 175,725 \text{ kN} > P_{uf} = 94,437 \text{ kN}$

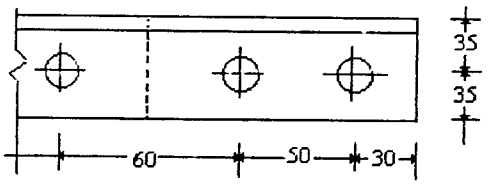
Kondisi fraktur,

$\phi N_n = 0,75.f_u.A_e = 0,75.f_u.A_n.U$

$A_n = 7,81.10^2 - 1.(16+3).6 = 667 \text{ mm}^2$; $U = 1$

$\phi N_n = 0,75.410.667.1 = 205,103 \text{ kN} > P_{uf} = 94,437 \text{ kN}$

Pengecekan Geser Blok



Tarik fraktur

$A_{nt} = 1(s.t_{pl} - d/2.t_{pl}) = 1(35.6 - ((16+3)/2).6) = 153 \text{ mm}^2$

$f_u.A_{nt} = 410.153 = 62,73 \text{ kN}$

Geser fraktur

$0,6.f_u.A_{ns} = 0,6.410.(30+50.1 - 1½.(16+3)).6 = 76,014$ kN

Karena geser fraktur > tarik fraktur, terjadi retakan geser-pelelehan tarik

$\phi R_n = \phi.(f_y.A_{gt} + 0,6.f_u.A_{ns})$

$= 0,75.(250.(35.6) + 0,6.410.(30+50.1 - 1½.(16+3)).6)$

$= 96,386$ kN > 94,437 kN *OK!*

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

Dipakai baut A_{325} – X diameter 16 mm.

Kebutuhan baut minimum,

$n_{min} = \frac{P_{uw}}{\phi R_n} = \frac{215,836}{62,204} = 3,47 \approx 4$ dipakai 4 baut

Dicoba baut dalam dua baris masing-masing 2 baut, dan pelat sambung 2PL220x150x12 mm.

Kuat tumpu rencana

$\phi R_b = \phi_f.2,4.d_b.t_{pl}.f_u$

$= 0,75.2,4.(16+3).12.410 = 168,264$ kN > 62,204 kN

Kontrol kekuatan pada pelat

Kondisi leleh,

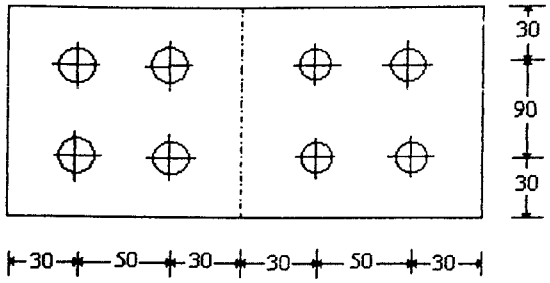
$\phi N_n = 0,9.A_g.f_y = 0,9.(150.12).410 = 664,2$ kN > $P_{uw} = 215,836$ kN

Kondisi fraktur

$\phi N_n = 0,75.f_u.A_e = 0,75.f_u.A_n.U$

$= 0,75.410.(150.12 - 2(16+3).12).1 = 413,28$ kN > $P_{uw} = 215,836$ kN

Pengecekan Geser Blok



Tarik fraktur

$A_{nt} = 2(s.t_{pl} - d/2.t_{pl}) = 2(30.12 - ((16+3)/2).12) = 492\ mm^2$

$f_u.A_{nt} = 410.492 - 201,72\ kN$

Geser fraktur

$A_{ns} = 2(s_1+1.s_2 - 1½.d).t_{pl} = 2(30+50 - 1½.(16+3)).12 = 1236\ mm^2$

$0,6.f_u.A_{ns} = 0,6.410.1236 = 304,056\ mm^2$

Karena geser fraktur > tarik fraktur, maka terjadi retakan geser-pelelehan tarik.

$\phi R_n = \phi.(f_y.A_{gt} + 0,6.f_u.A_{ns})$

$= 0,75.(250.(2(30.12)) + 0,6.410.2.(30+50.1 - 1½.(16+3)).6)$

$= 249,021\ kN > 215,836\ kN$ *OK!*

Kontrol kekuatan *brace*

Kondisi leleh,

$\phi N_n = 0,9.A_g.f_y = 0,9.85,71.10^2.250 = 1928,475\ kN > P_u = 404,71\ kN$

Kondisi fraktur,

$\phi N_n = 0,75.f_u.A_e - 0,75.f_u.A_n.U$

$A_n = 85,71.10^2 - 2(16+3).13 = 8077\ mm^2$

ϕN_n = 0,75.410.8077.1 = 2482,678 kN > P_u = 404,71 kN

3). Disain pelat sambung (*gusset*)

Dipakai pelat sambung (*gusset*) PL750x600x20 mm

Kuat tumpu rencana tiap lubang baut

$\phi R_n = \phi_f.2,4.d_b.t_{pl}.f_u$ = 0,75.2,4.(16+3).20.410 = 280,440 kN > 62,204 kN

Pengecekan geser blok akibat transfer gaya dari badan

Tarik fraktur

$f_u.A_{nt}$ = 410.(2.(275.20 – ((16+3)/2).20) = 2177,1 kN

Geser fraktur

A_{ns} = 2(30+50.1 – 1½.(16+3)).20 = 2060 mm^2

$0,6.f_u.A_{ns}$ = 0,6.410.2060 = 506,76 kN

Karena tarik fraktur > geser fraktur maka terjadi peleleban geser-retakan tarik.

$\phi_t.N_n = \phi_t.(f_u.A_{nt} + 0,6.f_y.A_{gs})$

A_{gs} = 2(30+50.1).20 = 3200 mm^2

$\phi_t.N_n$ = 0,75.(410.(2(275.20 - ((16+13)/2).20) + 0,6.250.3200)

= 361,633 kN > P_{uw} = 215,836 kN *OK!*

Pengecekan geser blok akibat beban total *brace*

Tarik fraktur

$f_u.A_{nt}$ = 410. (2(275.20 – (16+3)/2).20) = 2177,1 kN

Geser fraktur

A_{ns} = 4(30+50.1 – 1½.(16+3)).20 = 4120 mm^2

$0,6.f_u.A_{ns} = 0,6.410.4120 = 1013,520$ kN

Karena tarik fraktur > geser fraktur maka terjadi pelelehan geser-retakan tarik.

$\phi_t.N_n = \phi_t.(f_u.A_{nt} + 0,6.f_y.A_{gs})$

$A_{gs} = 4(30+50.1).20 = 6400$ mm^2

$\phi_t.N_n = 0,75.(410.(2(275.20 - ((16+13)/2).20) + 0,6.250.6400)$

$= 721,633$ kN $> P_u = 262,25$ kN *OK!*

Kontrol kuat tarik leleh pada daerah pertemuan *brace* dengan pelat sambung, di mana panjang total (Lw) = 700 mm, 550 mm pada pelat sambung, dan 150 mm diteruskan pada badan balok.

$\phi R_n = \phi.f_y.A_w$

$= 0,9.(550.250.20 + 150.250.14) = 2947,5$ kN $> 262,25$ kN *OK!*

Untuk menghindari terjadinya *buckling* pada pelat sambung, maka perlu dicek terhadap aksial tekan.

$$\lambda = \frac{1}{\pi}\frac{k.l_1}{r}\sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{1}{\pi}\frac{0,5.250}{143}\sqrt{\frac{250}{200000}} = 0,0098 \le 0,25\ ;\ \omega = 1$$

$$\phi R_n = \phi_c.A_w.\frac{f_y}{\omega} = 0,85.85,71.10^2.\frac{250}{1} = 1821,3375\text{ kN} > \text{Pu tekan} = 714,43\text{ kN}$$

..... OK!

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

$$e_b = \frac{d_b}{2} = \frac{594}{2} = 297\text{ mm}\ ;\quad e_c = \frac{d_c}{2} = \frac{608}{2} = 304\text{ mm}$$

$$\tan\theta = \frac{3,75}{4} = 0,9375 \quad \text{dan} \quad e_b.\tan\theta - e_c = 297.0,9375 - 304 = -25,56\text{ mm}$$

Dicoba pelat sambung PL750x600x20 mm.

$\alpha = 750/2 = 375$ mm

$\beta = 600/2 = 300$ mm

$$\bar{\alpha} = e_b.\tan\theta - e_c + \beta.\tan\theta = 297.0{,}9375 - 304 + 300.0.9375 = 255{,}688 \text{ mm}$$

Eksentrisitas yang terjadi

$$\alpha - \bar{\alpha} = 375 - 255{,}688 = 119{,}32 \text{ mm}$$

Diapakai $\alpha = 375$ mm dan $\beta = 300$ mm.

Kalkulasi gaya pada pelat sambung

$$r = \sqrt{(\alpha + e_c)^2 + (\beta + e_t)^2} = \sqrt{(375 + 304)^2 + (300 + 297)^2} = 904{,}129 \text{ mm}$$

Distribusi gaya pada sambungan pelat-ke-kolom

$$H_{uc} = \frac{e_c}{r} P_u = \frac{304}{904{,}129}.404{,}71 = 136{,}078 \text{ kN}$$

$$V_{uc} = \frac{\beta}{r} P_u = \frac{300}{904{,}129}.404{,}71 = 134{,}287 \text{ kN}$$

Distribusi gaya pada sambungan pelat-ke-balok

$$H_{ub} = \frac{\alpha}{r} P_u = \frac{375}{904{,}129}.404{,}71 = 167{,}859 \text{ kN}$$

$$V_{ub} = \frac{e_t}{r} P_u = \frac{297}{904{,}129}.404{,}71 = 132{,}944 \text{ kN}$$

5). Disain sambungan pelat-ke-kolom

Kontrol tebal pelat sambung:

$$P_{uc} = \sqrt{H_{uc}^{\ 2} + V_{uc}^{\ 2}} = \sqrt{136{,}078^2 + 134{,}287^2} = 191{,}181\text{kN}$$

$$D_{perlu} = \frac{1{,}4P_{uc}}{1{,}392.l} = \frac{1{,}4.191{,}181.10^3}{1{,}392.(2.600)} = 160{,}233$$

$$t_{min} = \frac{5{,}16.D}{F_y} = \frac{5{,}16.160{,}233}{250} = 3{,}31\,\text{mm} < 20\ \text{mm} \qquad OK!$$

Sambungan pelat-ke-kolom menggunakan sambungan las sudut penetrasi penuh.

Tebal minimum las sudut untuk $t_{fc} > 15$ mm adalah 6 mm

Tebal maksimum las sudut, $1{,}66t_{fc} = 1{,}66.125 = 207{,}5$ mm

Kekuatan las sudut terhadap geser (per satuan panjang).

Digunakan las sudut sama kaki sehingga, $t_t = 0{,}707.t_w$, untuk dua sisi las, $t_t = 1{,}414.t_w$.

Berdasarkan kekuatan las

$$\phi R_n = 0{,}75.t_t.(0{,}6.F_{u\text{-}E70})$$

$$= 0{,}75.(1{,}414.t_w).(0{,}6.482{,}65) = 307{,}110.t_w$$

Berdasarkan kekuatan bahan dasar

$$\phi R_n = 0{,}75.t_t.(0{,}6.f_u)$$

$$= 0{,}75.(1{,}414.t_w).(0{,}6.410) = 260{,}883.t_w$$

Panjang efektif las tersedia = 600 mm

$$t_w \text{ perlu} = \frac{87{,}017.10^3}{600.(260{,}883)} = 0{,}56\ \text{mm}$$

Tebal rencana las sudut, t_t:

$$t_t = 0{,}707.t_w = 0{,}707.0{,}56 = 0{,}4 \text{ mm} < t_{min} = 6 \text{ mm}$$

Sehingga dipergunakan tebal rencana las minimum, $t_t = 6$ mm.

Kuat geser las sudut 2 sisi:

$$\phi R_n = 0{,}75.2.6.(0{,}6.410).10^{-3} = 2{,}214 \text{ kN/mm'}$$

Kekuatan las sudut dengan panjang efektif 600 mm:

$$\phi R_n = 2{,}214.600 = 1328{,}4 \text{ kN} > V_{uc} = 134{,}287 \text{ kN} \qquad OK!$$

6). Disain sambungan pelat-ke-balok

Kontrol tebal pelat:

$$P_{ub} = \sqrt{H_{ub}^{\ 2} + V_{ub}^{\ 2}} = \sqrt{167{,}859^2 + 132{,}944^2} = 214{,}128 \text{ kN}$$

$$D_{perlu} = \frac{1{,}4P_{ub}}{1{,}392I} = \frac{1{,}4.214{,}128.10^3}{1{,}392.(2.750)} = 143{,}572$$

$$t_{min} = \frac{5{,}16.D}{F_y} = \frac{5{,}16.143{,}572}{250} = 2{,}96 \text{ mm} < 20 \text{ mm} \qquad OK!$$

Dipergunakan jenis sambungan las sudut penetrasi penuh.

Tebal minimum las sudut untuk $t_{fb} > 15$ mm adalah 6 mm

Tebal maksimum las sudut, $1{,}66t_{fb} = 1{,}66.23 = 38{,}18$ mm

Kekuatan las sudut terhadap gaya horizontal, H_{ub} (per satuan panjang).

Digunakan las sudut sama kaki sehingga, $t_t = 0{,}707.t_w$, untuk dua sisi las, $t_t = 1.414.t_w$.

Berdasarkan kekuatan las

$$\phi R_n = 0,75.t_t.(0,6.F_{u\text{-}E70})$$

$$= 0,75.(1,414.t_w).(0,6.482,65) = 307,110.t_w$$

Berdasarkan kekuatan bahan dasar

$$\phi R_n = 0,75.t_t.(0,6.f_u)$$

$$= 0,75.(1,414.t_w).(0,6.410) = 260,883.t_w$$

Panjang efektif las tersedia = 750 mm

$$t_w \text{ perlu} = \frac{108,772.10^3}{750.(260,883)} = 0,56 \text{ mm}$$

Tebal rencana las sudut, t_t:

$$t_t = 0,707.t_w = 0,707.0,56 = 0,4 \text{ mm} < t_{min} = 6 \text{ mm}$$

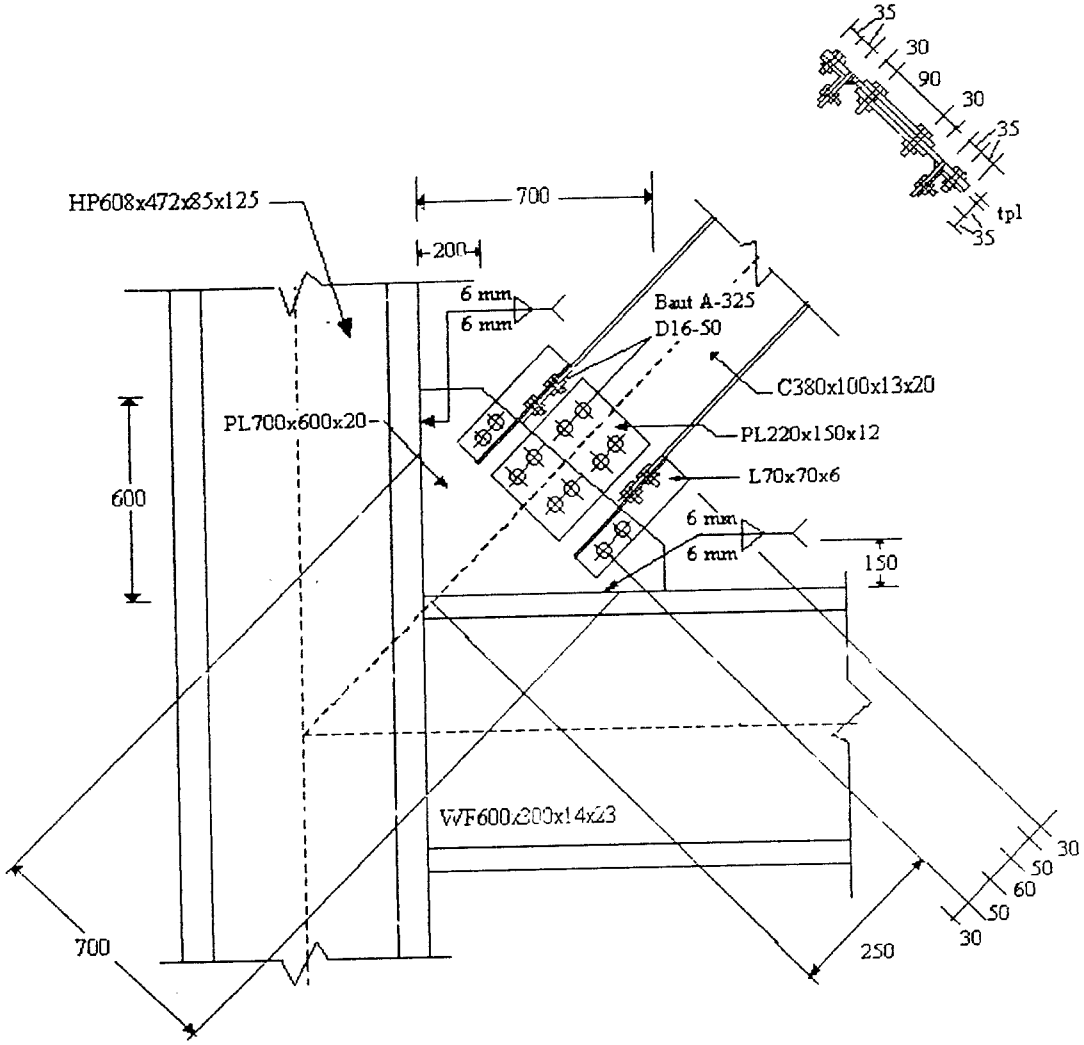
Sehingga dipergunakan tebal rencana las minimum, t_t = 6 mm.

Kuat geser las sudut 2 sisi:

$$\phi R_n = 0,75.2.6.(0,6.410).10^{-3} = 2,214 \text{ kN/mm'}$$

Kekuatan las sudut dengan panjang efektif 600 mm:

$$\phi R_n = 2,214.750 = 1660,5 \text{ kN} > H_{ub} = 167,859 \text{ kN}$$ *OK!*



Gambar 6.18 Detail sambungan *bracing*

6.9 Perencanaan Pelat Dasar Kolom

Pelat dasar kolom direncanakan mampu menahan gaya momen dan gaya aksial yang terjadi di dasar kolom. Gaya tarik yang terjadi diharapkan dapat ditahan oleh angkur yang terpasang.

Contoh Perhitungan Pelat Dasar Kolom pada Unbraced Steel Frame

Dasar Kolom untuk Menahan Momen

Digunakan kolom HP 608x472x85x125, dengan section properties :

A = 1488 cm2 df = 608 mm

bf = 472 mm tf = 125 mm

tw = 85 mm *fy* = 250 Mpa

fc' = 25 Mpa

Dari penampang kolom yang tersedia didapat momen kapasitas dan gaya aksial kapasitas untuk perencanaan pelat dasar adalah sebagai berikut :

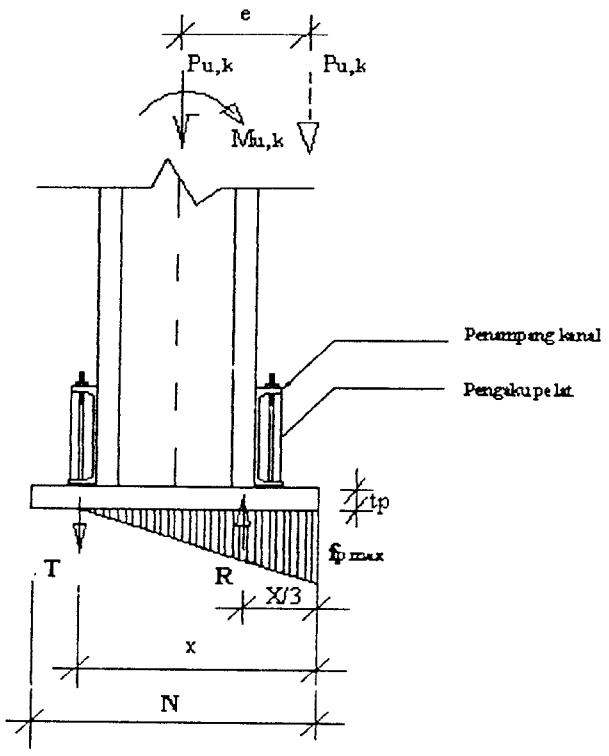
Mu,k = 2079,64 kNm

Pu,k = 6537,782 kNm

Eksentrisitas akibat momen :

$$e = \frac{M}{P} = \frac{2079{,}64.10^3}{6537{,}782} = 318mm > \frac{1}{2} \times df = 304mm$$

Terjadi pembesaran gaya aksial akibat eksentrisitas, karena e > ½ d_c maka diberi sayap tambahan = 100 mm (menggunakan profil C380.100)



Gambar 6.19 Analisis pelat dasar kolom

Diasumsikan resultan reaksi distribusi segitiga (R) bekerja pada pusat flens, sehingga

$$P_u = R + Pu,k + T$$

Kesetimbangan momen pada pusat flens :

$$Pu,k\left(e - dc/2 + tf/2\right) = T\left(dc + 100/2 - tf/2\right)$$

$$T = \frac{6537{,}782.(318 - 608/2 + 125/2)}{(608 + 100/2 - 90/2)} = 815{,}889kN$$

$$Pu = 6537{,}782 + 815{,}889 = 7353{,}671 \text{ kN}$$

Cek kapasitas sayap kolom

$\phi Pn \geq Pu$

$\phi Pn = \phi_e . A_f . f_y$

$= 0,85.(472.125).250.10^{-3}$

$=12537,5 \text{ kN} > Pu = 6537,782 \text{ kN}$

Diasumsikan luas bidang tekan efektif penumpu akibat momen yang bekerja adalah (X.B), sehingga gaya tekan yang terjadi harus memenuhi :

$\phi P_p \geq P_{u,k} + T$

$\phi (½ F_p . X.B) = Pu,k + T$

dengan F_p adalah kekuatan tekan beton sebesar $0,85.f_c'$, luas bidang tekan perlu :

$$(X.B) = \frac{2.(Pu,k + T)}{\phi(Fp)} = \frac{2.7353.671.10^3}{0,6.(0,85.25)} = 1153517 \text{ mm}^2$$

Coba, B= 1000 mm ; panjang bidang tekan

$$X = \frac{1153517}{1000} = 1153,517 \text{ mm}$$

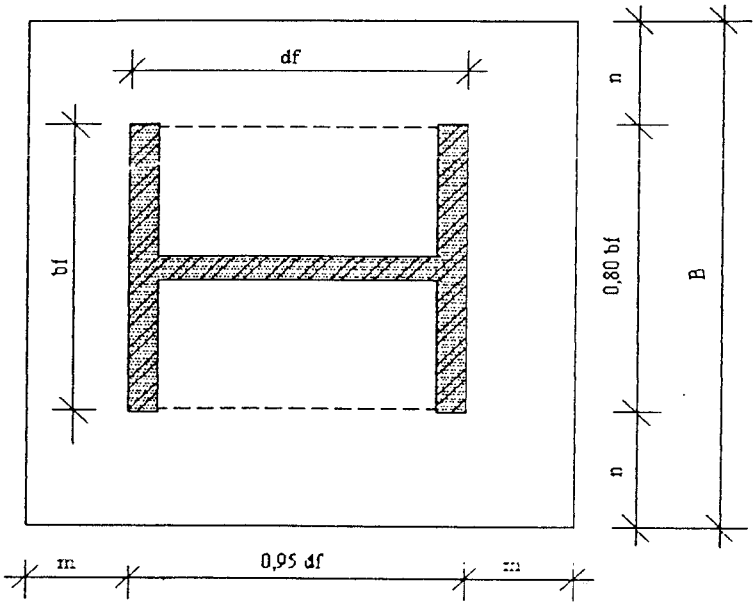
Jarak dari pusat flens ke ujung pelat

$1/3.X = 384$ mm

Panjang pelat dasar yang dibutuhkan

$L = (2 .384) + 608 - 125 = 1251$ mm

Diambil, N = 1300 mm



Gambar 6.20 Desain pelat dasar

Dipakai, B = 1000 mm dan N = 1300 mm

$$m = \frac{N - 0{,}95.df}{2} = \frac{1300 - 0{,}95.608}{2} = 361{,}2 \text{ mm}$$

$$n = \frac{B - 0{,}80.bf}{2} = \frac{1000 - 0{,}80.472}{2} = 311{,}2 \text{ mm}$$

$$n' \frac{\sqrt{df.bf}}{4} = \frac{\sqrt{608.472}}{4} = 535{,}7 \text{ mm}$$

Perhitungan kembali harga X :

$$1/3.X = \frac{1300 - 608 + 125}{2} = 408{,}5 \text{ mm}$$

$$X = 3 \,.\, 408{,}5 = 1225{,}5 \text{ mm}$$

Cek kapasitas penumpu (pedestal)

$$\phi P_p \geq P_u$$

$\phi P_p = \phi_e.F_p.A$

$= 0,6.(1/2(0,85.fc'.A))$

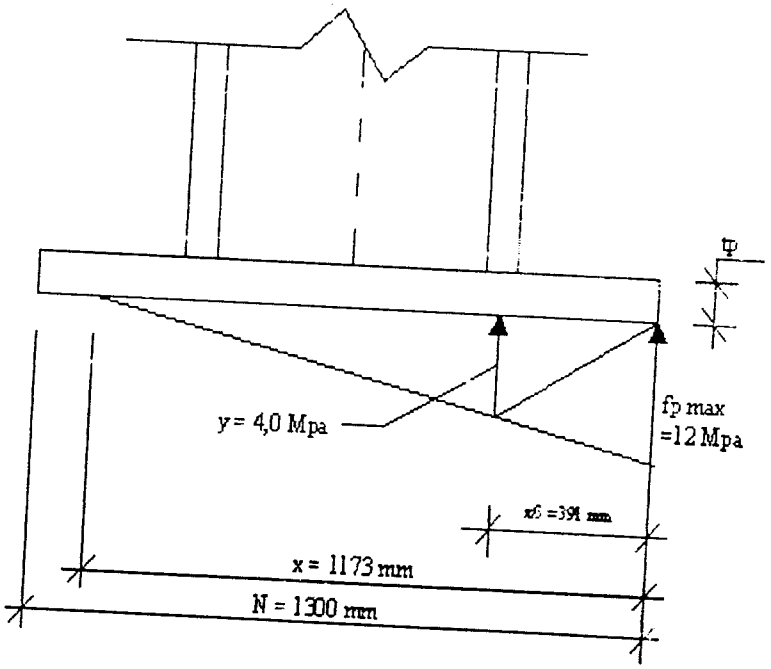
$= 0,6.(1/2(0,85.25.1225,5.1000)).10^{-3}$

$=7812,56\ kN > P_u = 7353,671\ kN$

Tegangan maksimal ujung pelat

$$fp = \frac{2.(Pu)}{X.B} = \frac{2.(7353,671).10^3}{1225,5.1000}$$

$= 12\ Mpa < F_p = \phi.0,85.fc' = 0,6.0,85.25 = 12,75\ Mpa$



Momen lentur pelat di titik A, sepanjang B = 1 mm'

$$M_u = 1/2.4.0.408,5.1\left(\frac{408,5}{3}\right) + 1/2.12.408,5\left(\frac{2.408,5}{3}\right)$$

$= 778737\ Nmm/mm'$

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 :

$$tp = \sqrt{\frac{4.Mu}{0{,}9.B.fy}} = \sqrt{\frac{4.852057}{0{,}9.1.250}} = 117{,}6 \quad \text{mm}$$

digunakan tebal pelat, t_p = 120 mm

Perencanaan baut angkur menahan gaya tarik, T = 815,889 kN

Digunakan baut angkur A_{490} (fu = 1035 Mpa) diameter 22 mm

Kapasitas tarik satu angkur :

$$\phi T_n = \phi.0{,}75.fu.Ab$$

$$= 0{,}75.0{,}75.1035.(\tfrac{1}{4}.\pi.22^2).10^{-3}$$

$$= 221{,}309 \text{ kN}$$

Jumlah angkur minimum yang diperlukan :

$$N = \frac{T}{\phi T_n} = \frac{815{,}889}{221{,}309} = 3{,}7 \rightarrow 4 \text{ angkur}$$

Kedalaman angkur :

Gaya tarik yang ditahan satu angkur

$$T_n = \frac{T}{n} = \frac{815{,}889}{4} = 203{,}972 \text{ kN}$$

Tegangan ijin tarik beton :

$$fc' = 0{,}57\sqrt{f_c'(Mpa)} = 0{,}57\sqrt{25} = 2{,}85 \text{ Mpa}$$

gaya tarik = luas permukaan angkur x tegangan ijin tarik beton

$203{,}972 = \pi.D.L \times f_t'$

Kedalaman baut angkur yang diperlukan :

$$L = \frac{203{,}972}{\pi.D.f_t'} = \frac{203{,}972.10^3}{\pi.22.2{,}85} = 1035 \text{ mm}$$

Jika dipakai 6 angkur

$$T_n = \frac{T}{n} = \frac{815{,}889}{6} = 135{,}98 \text{ kN}$$

Kedalaman baut angkur yang diperlukan :

$$L = \frac{135{,}98}{\pi.D.f_t'} = \frac{135{,}98.10^3}{\pi.22.2{,}85} = 690{,}339 \text{ mm}$$

Dipakai kedalaman angkur L = 700 mm

6.10 Perencanaan Pedestal (kaki kolom) dan Pile Cap

Pedestal Kolom

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

Dimensi Pedestal :

b = 1300 mm

h = 1000 mm

L = 700 mm

Mutu beton, fc' = 25 Mpa

Cek rasio tinggi terhadap lebar terpendek pedestal :

$$\frac{L}{h} = \frac{700}{1000} = 0,7 < 3,0$$

Secara teoritis menurut SNI T-15 1991 pasal (3.3.15) diperhitungkan tidak memerlukan tulangan.

Pedestal kolom diberi penulangan minimum sebesar, $\rho = 1\ \%$

$A_{st} = 0,01.A_g$

$= 0,01.(1300.1000) = 13000\ mm^2$

Digunakan $D_{23} \rightarrow A_{s1} = 490\ mm^2$

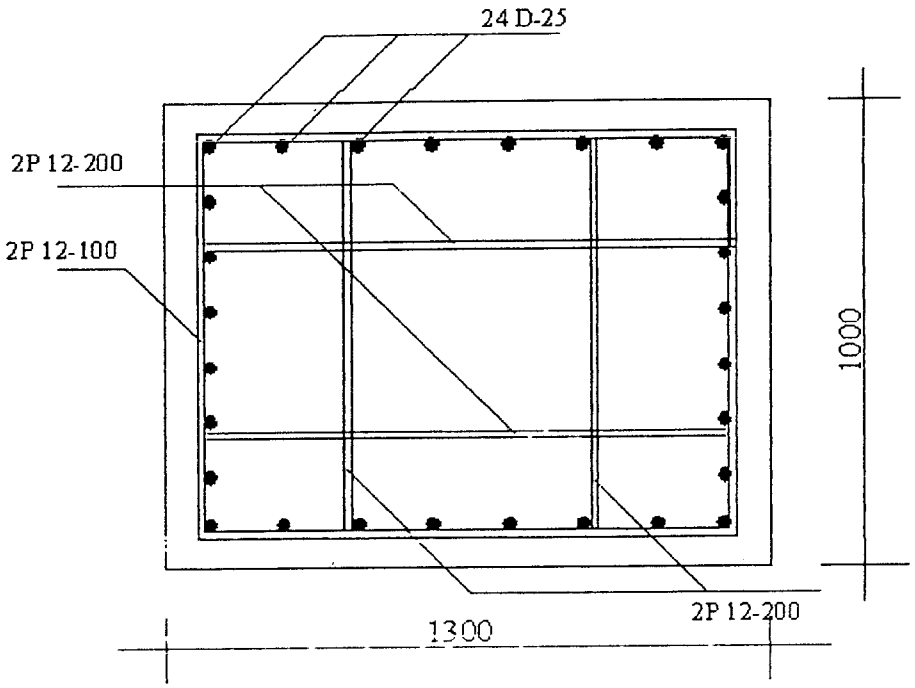
Jumlah tulangan longitudinal :

$N = \frac{13000}{490} = 26,53 \rightarrow 28 - D_{25}$ dipasang merata pada pedestal.

Tulangan sengkang :

Sengkang utama : 2P12-100

Sengkang ekstra : 2P12-200



Gambar 6.21 Penampang Pedestal Kolom

Dengan perhitungan dan prinsip yang sama maka untuk perencanaan pada Braced steel frame diperoleh :

Dimensi Pedestal :

b = 1000 mm

h = 850 mm

L = 700 mm

$A_{st} = 8500\ mm^2$

Digunakan $D_{25} \rightarrow A_{s1} = 490\ mm^2$

Jumlah tulangan longitudinal :

$$n = \frac{8500}{490} = 17{,}3 \rightarrow 18 - D_{25}$$ dipasang merata pada pedestal.

Tulangan sengkang :

Sengkang utama : 2P12-100

Sengkang ekstra : 2P12-200

Perencanaan Pile Cap :

Pile Cap dipergunakan untuk menyatukan kelompok pondasi tiang pancang pada suatu kolom.

Dalam analisis ini diasumsikan tanah dibawah pile cap mempunyai kapasitas dukung yang cukup kuat untuk mendukung pondasi tiang pancang, sehingga penentuan jumlah tiang pancang ditentukan berdasarkan spesifikasi tiang pancang.

Data tiang pancang :

Produksi : PT. WIJAYA KARYA BETON

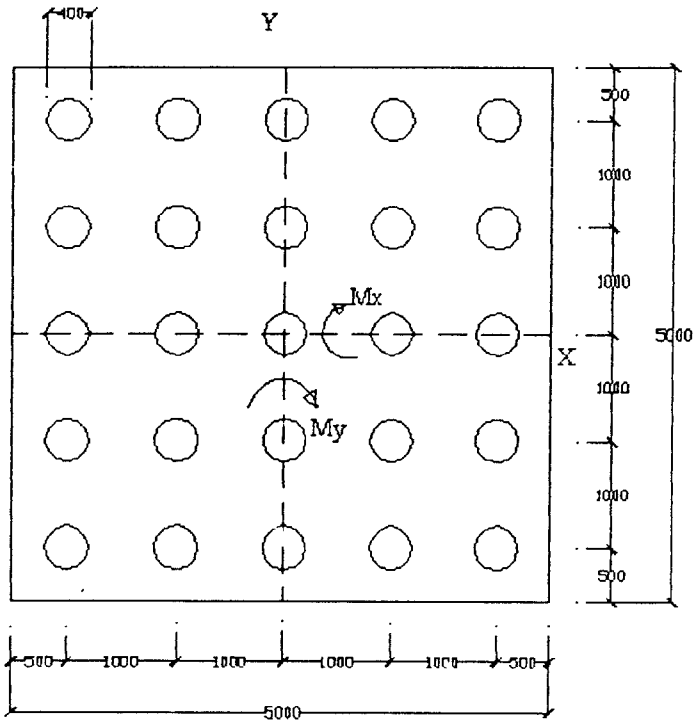
Tipe : TPC-40-A-U 39 (diameter 40 cm)

Spesifikasi :

- Mengacu pada JIS A S335-1985
- Daya dukung tiang = 500 kN (50 ton)
- Mutu beton = K-500

Gaya yang bekerja pada kolom :

$P_{u,k}$ = 6537,782 kN M_u,Y = 2079,64 kN M_u,X = 466,809 kN



Gambar 6.22 Konfigurasi kelompok tiang pancang

$$\Sigma X^2 = (10.1^2) + (10.2^2) = 50$$

$$\Sigma Y^2 = (10.1^2) + (10.2^2) = 50$$

Beban yang diterima satu tiang :

$$P_{max} = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_y . X_{max}}{\Sigma X^2} \pm \frac{M_x . Y_{max}}{\Sigma Y^2}$$

ΣP = Gaya aksial total yang bekerja diatas pondasi

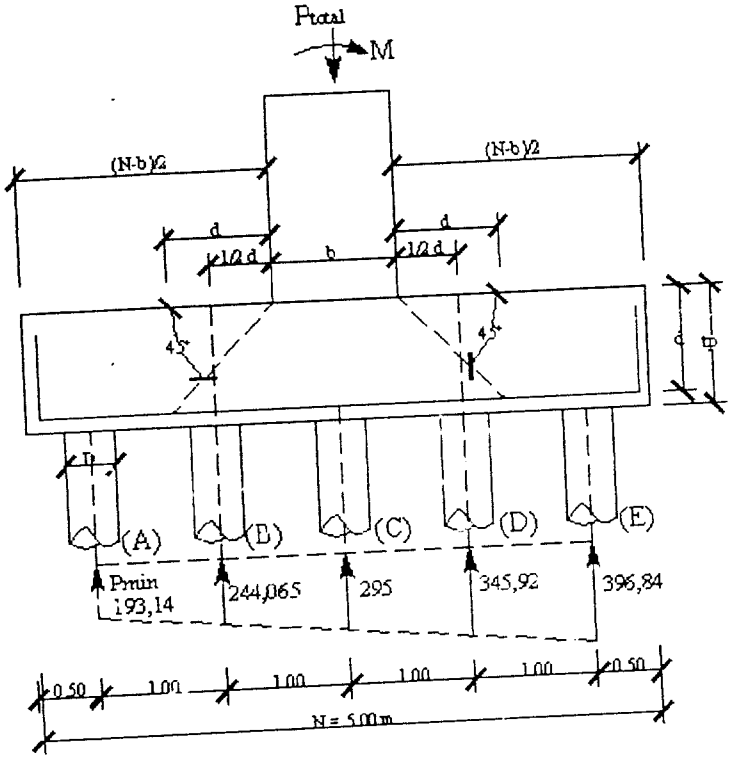
= $P_{u,k}$ + pedestal + pile cap + tanah urug

= 6537,782 + 1,3.1.0,7.23) + (5.5.0,9.23) + (((5.5)– (1,3.1)).0,77288,.18)

= 7374,832 kN

$$P_{max} = \frac{7374,832}{25} + \frac{2079,64.2}{50} + \frac{466,809.2}{50} = 396,84 \text{ kN}$$

$$P_{min} = \frac{7374,832}{25} - \frac{2079,64.2}{50} - \frac{466,809.2}{50} = 193,14 \text{ kN}$$



Gambar 6.23 Reaksi tiang pancang akibat beban aksial dan momen

Penentuan tebal *pile cap* ditentukan berdasarkan gaya geser yang terjadi, baik itu geser satu arah maupun geser dua arah. Gaya geser yang terjadi pada *pile cap* ditentukan dengan kondisi berikut:

1. Reaksi dari tiang yang pusatnya berjarak ≥ D/2 di luar penampang kritis harus diperhitungkan menyebabkan geser.

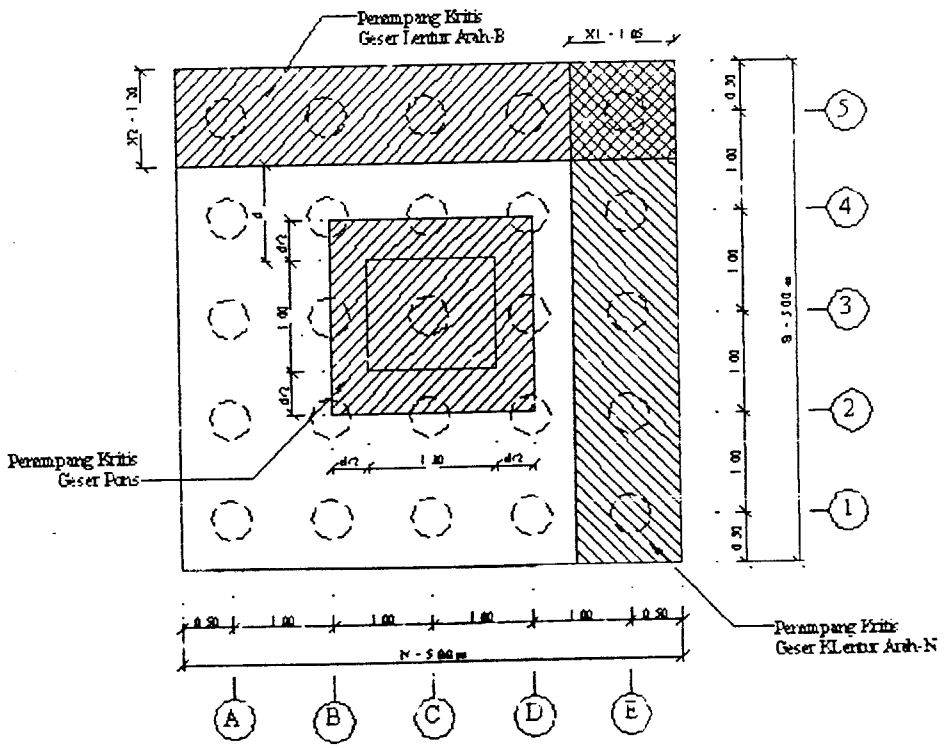
2. Reaksi dari tiang yang pusatnya berjarak ≥ D/2 di dalam penampang kritis harus diperhitungkan menyebabkan geser.
3. Pusat tiang yang terletak di antara (1) dan (2) , bagian reaksi tiang yang menyebabkan geser merupakan nilai interpolasi linear antara harga penuhnya pada D/2 di luar penampang dan nol pada D/2 di dalam penampang geser. D = diameter tiang pancang.

Menentukan tebal *pile cap*:

Dicoba tebal pile cap, t_p = 900 mm

$D = t_p - pb - \varnothing tul$

$= 900 - 75 - 25 = 800$ mm



Gambar 6.24 Penampang kritis pile cap akibat geser

Kontrol Geser Satu Arah (Geser Lentur)

Arah-N dan Arah-B

$V_u = 5.P_{max}$

$= 5 \times 396,84 = 1984,2$ kN

$V_c = \frac{1}{6}.\sqrt{fc'}.B.d$

$= \left(\frac{1}{6}.\sqrt{25}.5000.800\right).10^{-3}$

$= 3333,333$ kN

$\phi V_c \geq V_u$

$\phi V_c = 0,6.3333,333$

$= 2000$ kN $> V_u = 1984,2$ kN

Kontrol Geser Dua Arah (Geser Pons)

Geser Pons akibat beban pedestal kolom :

$V_u = (5.193,14) + (2.244,065) + (2.295) + (2.345,92) + (5.396,84)$

$= 4719,87$ kN

$V_c = \left(1+\frac{2}{\beta_o}\right)\left(\frac{\sqrt{fc'}}{6}\right)b_o.d \leq 0,33.\sqrt{fc'}b_o.d$

$\beta_o = \frac{1,3}{1} = 1,3$

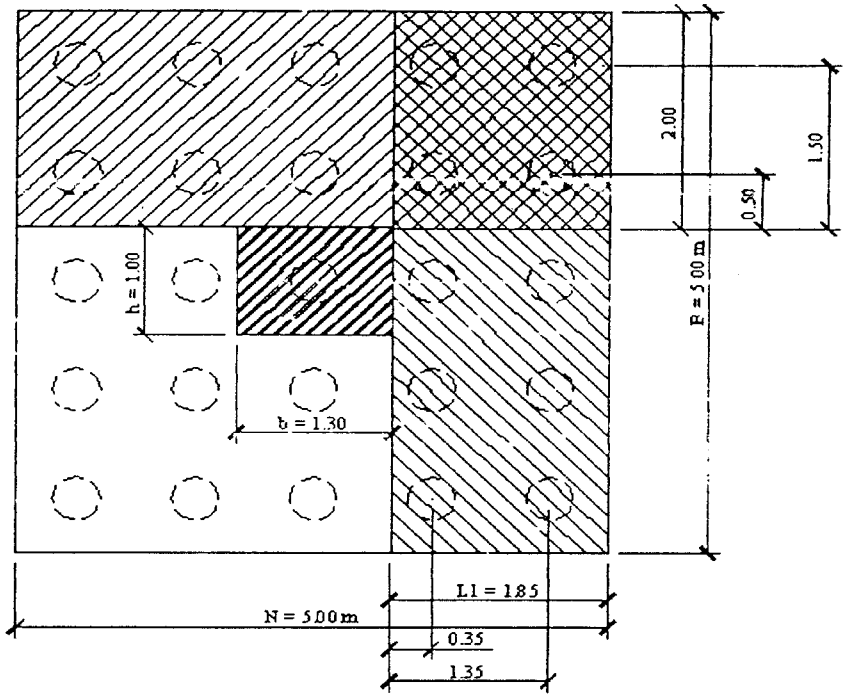
$b_o = 2((1300 + 800) + (1000 + 800) = 7800$ mm

$$V_c = \left(1+\frac{2}{1,3}\right)\left(\frac{\sqrt{25}}{6}\right)7800.800.10^{-3} = 73200 \text{ kN}$$

$$V_c = 0,33\sqrt{25}7800.800.10^{-3} = 10296 \text{ kN (menentukan)}$$

$$\phi V_c = 0,6(10296) = 6177,6 \text{ kN} > V_u = 4719,87 \text{ kN}$$

Penulangan Menahan Lentur Pile Cap :



Gambar 6.25 Penampang kritis pile cap akibat momen

Momen Lentur pada arah-X (N) :

$$M_{u,x} = (345,92x0,35) + (396,84x1,35)$$

$$= 656,806 \text{ kNm}$$

d = 900 – 75 = 825 mm ; fc' = 25 Mpa ; fy = 400 Mpa

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_b = \frac{0,85.fc'}{fy}.\beta_1.\left(\frac{600}{600+fy}\right) = \frac{0,85.25}{400}.0,85.\left(\frac{600}{600+400}\right) = 0,0271$$

$$\rho_{max} = 0,75.\rho b = 0,75.0,0271 = 0,0203$$

$$R_n = \frac{Mu/\phi}{b.d^2} = \frac{656,805.10^6/0,8}{1000.825^2} = 1,2Mpa$$

$$m = \frac{fy}{0,85.fc'} = \frac{400}{0,85.825^2} = 18,8235$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m}\left[1-\sqrt{1-\frac{2.R_n.m}{fy}}\right] = \frac{1}{18,8235}\left[1-\sqrt{1-\frac{2.1,2.18,8235}{400}}\right]$$

$= 0,0027 < \rho_{min} = 0,0035$

$1,33.\rho_{perlu} = 0,0036 > \rho_{min} = 0,0035$

digunakan $\rho = 0,0036$

$As_{perlu} = \rho.b.d$

$= 0,0036.1000.825 = 2984\ mm^2$

Digunakan tulangan D_{22}, $As_1 = 380\ mm^2$

Jarak tulangan :

$$s \le \frac{380.1000}{2984} = 127\ mm$$

Digunakan D22-120

$$As_{ada} = \frac{380.1000}{120} = 3167\ mm^2 > As_{perlu} = 2984\ mm^2$$

Cek kapasitas lentur arah-X :

$$a = \frac{As_{ada}.fy}{0{,}85.fc'.b} = \frac{3167.400}{0{,}85.25.1000} = 59{,}6 \text{ mm}$$

M_n = As.fy.(d-a/2)

= 3167.400.(825 - (59,6/2)).10^{-6} = 1007,36 kNm

$\phi M_n \geq M_u$

ϕM_n = 0,8.1007,36 = 805,887 kNm > M_u = 656,806 kNm

Momen Lentur pada arah-Y (B) :

$M_{u,x}$ = (345,92x0,5) + (396,84x1,5)

= 768,22 kNm

d = 900 -- 75 – 22 = 803 mm ; fc' = 25 Mpa ; fy = 400 Mpa

$$R_n = \frac{Mu/\phi}{b.d^2} = \frac{768{,}22.10^6/0{,}8}{1000.803^2} = 1{,}49 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.fc'} = \frac{400}{0{,}85.25} = 18{,}8235$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.R_n.m}{fy}}\right] = \frac{1}{18{,}8235}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.1{,}49.18{,}8235}{400}}\right]$$

= 0,0038 > ρ_{min} = 0,0035

digunakan ρ = 0,0038

As_{perlu} = ρ.b.d

= 0,0038.1000.803 = 3051,4 mm^2

Digunakan tulangan D_{22}, As_i = 380 mm^2

Jarak tulangan :

$$s \le \frac{380.1000}{3051,4} = 124 \text{ mm}$$

Digunakan D22-120

$$As_{ada} = \frac{380.1000}{120} = 3167\,mm^2 > As_{perlu} = 3051,4\,mm^2$$

Cek kapasitas lentur arah-X :

$$a = \frac{As_{ada}.fy}{0,85.fc'.b} = \frac{3167.400}{0,85.25.1000} = 59,6\,mm$$

M_n = As.fy.(d-a/2)

= 3167.400.(803 - (59,6/2)).10^{-6} = 979,5 kNm

$\phi M_n \ge M_u$

ϕM_n = 0,8 979,5 =783,6 kNm > M_u = 768,22 kNm

Perencananaan Tulangan Tiang Pancang

Diambil contoh perhitungan pada kolom tengah struktur *unbraced frame* dengan panjang tiang rencana = 12 m.

Dari hasil analisis struktur diperoleh reaksi pada dukungan sebagai berikut:

H_D	= 10,11 kN	M_D	= 12,565 kNm
H_L	= 3,0 kN	M_L	= 3,721 kNm
H_E	= 402,72 kN	M_E	= 1624,719 kNm

Selanjutnya dihitung gaya horizontal akibat beban terfaktor,

H_0 = 1,05(H_D + 0,5H_L + H_E)

$$= 1{,}05.(10{,}11 + 0{,}5.3{,}0 + 402{,}72) = 435{,}0465 \text{ kN} = 43504{,}65 \text{ kg}$$

$$H_{0\,\text{tiang}} = \frac{H_0}{\text{n tiang}} = \frac{43504{,}65}{25} = 1740{,}186 \text{ kg}$$

Untuk wilayah gempa 2, diasumsikan tanah lempung sedang, sehingga diperoleh nilai:

q_u = 0,5 – 1,0 (kg/cm^2), diambil nilai q_u = 0,6 kg/cm^2.

q_u = 6000 kg/m^2

C_u = ½ q_u = ½ .6000 = 3000 kg/m^2

C_r = ½ .C_u = ½ .3000 = 1500 kg/m^2

$$\frac{H_0}{C_r.D} = \frac{1740{,}186}{1500.0{,}4} = 2{,}9$$

Dari grafik Gambar B-3 *Buku Pedoman Perencanaan untuk Struktur Beton Bertulang Biasa dan Struktur Tembok Bertulang untuk Gedung 1983* halaman 265 dengan asumsi ujung tiang tidak ditahan, diperoleh:

$$\frac{M_0}{C_r.D^2} = 4{,}9$$

M_0 = 4,3 . C_r . D^2 = 4,9 . 1500 . 0,4^2 = 1176 kg-m = 11,76 kNm

Nilai M_0 akibat beban terfaktor adalah sebagai berikut:

M_0 = 1,05(M_D + 0,5M_L + M_E)

= 1,05(12,565 + 0,5.3,721 + 1624,719) = 1721,102 kNm

M_0 satu tiang adalah

M_0 = P_1(2) + P_2(1) + P_4(1) + P_5(2)

$P_2 : P_1 = 1 : 2$

$P_2 = P_4 = 0{,}5.P_1 \quad ; P_5 = P_1$

$M_0 = 8.P_1 + P_1 = 9.P_1$

$P_1 = M_0/9 = 1721{,}102/9 = 191{,}234$ kN

Dipikul 5 tiang masing-masing 38,25 kN

Sehingga M_0 tiang diambil pada jarak 2 m dari pusat kolom, yaitu sebesar

M_0 satu tiang = 38,25 x 2 = 76,5 kNm (menentukan)

Momen lentur tersebut merupakan momen lentur maksimum yang terjadi pada tiang pada kedalaman L_1, dan pada kedalaman L_2 momen lentur bernilai nol. Hal ini sesuai dengan Gambar B-4 untuk kondisi tanah kohesif dan ujung atas tiang tidak ditahan menurut *Buku Pedoman Perencanaan untuk Struktur Beton Bertulang Biasa dan Struktur Tembok Bertulang untuk Gedung 1983.*

1). Menentukan jenis tiang pancang

Terlebih dahulu harus dicari kedalaman momen lentur maksimum L_1 dan momen lentur nol L_2.

$$f = \frac{H_0}{9.Cr.D} = \frac{1740{,}186}{9.1500.0{,}4} = 0{,}32$$

$L_1 = f + 1{,}5.D = 0{,}32 + 1{,}5.0{,}4 = 0{,}92$ m

$L_2 = 2{,}2\ L_1 = 2{,}2\ .\ 0{,}92 = 2{,}024$ m

Karena $L_2 < L$ sesungguhnya = 12 m → maka termasuk tiang panjang.

2). Menentukan kelangsingan tiang pancang.

Tiang dianggap sebagai komponen struktur tekan tanpa pengaku lateral, sehingga kelangsingan tiang dihitung dengan

$$\frac{k.l_u}{r} < 22$$

di mana nilai k = 1,5 (perputaran pada ujung tiang ditahan sedemikian rupa), l_u = panjang komponen struktur tekan tanpa penopang, dan r = jari-jari putaran (untuk lingkaran r = 0,25D).

$$\frac{k.l_u}{r} = \frac{1{,}5.12000}{0{,}25\ 400} = 180 > 22 \rightarrow \text{kelangsingan diperhitungkan.}$$

3). Menentukan pembesaran momen

Karena perlu diperhitungkan kelangsingan tiang, maka akan terjadi pembesaran momen.

$I_g = (1/64).\pi.D^4 = (1/64).\pi.400^4 = 1256637061\ mm^4$

$E_c = 4700.\sqrt{fc'} = 4700.\sqrt{25} = 23500$ Mipa

$$EI = \frac{E_c.I_g}{2{,}5.(1+\beta_d)} = \frac{23500.1256637061}{2{,}5.(1+0{,}25)} = 9449{,}91\ kNm^2$$

$$P_c = \frac{\pi^2.EI}{(k.l_u)^2} = \frac{\pi^2.9449{,}91}{(1{,}5.12)^2} = 287{,}86\ kN$$

$$\delta_b = \frac{Cm}{1-\frac{P_u}{\phi.P_c}} = \frac{1{,}0}{1-\frac{396{,}84}{0{,}65.287{,}86}} = -0{,}89 < 1{,}0$$

Syarat $\delta_b \geq 1{,}0$ maka dipakai $\delta_b = 1{,}0$

Dengan demikian, akibat pengaruh kelangsingan tidak terjadi pembesaran momen.

4). Merencanakan tulangan pokok tiang.

Beban aksial maksimum rencana yang terjadi pada tiang P_0 = 396,84 kN dan momen maksimum rencana tiang M_0 = 76,5 kNm.

Untuk penampang tiang bulat diekivalenkan sebagai penampang segiempat.

Penampang tiang bulat, D = 400 mm

Tebal penampang segiempat ekivalen = 0,8.D = 0,8.400 = 320 mm.

Lebar penampang segiempat ekivalen = $\frac{\pi\ 4.D}{Tebal} = \frac{\pi\ 4.400}{320} = 393$ mm.

$Ds = h - 2d_b = 400 - (2.65) = 270$ mm

$d - d' = (2/3).Ds = (2/3).270 = 180$ mm

diambil $\rho_g = 3\%$

$Ast = \rho_g . A_g = 0,03 . (1/4. \pi. 400^2) = 3769,91\ mm^2$

$As = As' = 0,5.Ast = 0,5.3769,91 = 1884,955\ mm^2$

Dipakai tulangan D16 → $A_{1\phi} = 201\ mm^2$

$$n = \frac{As}{A_{1\phi}} = \frac{1884,955}{201} = 9,4 \approx 10 \rightarrow \text{dipakai } 10D16$$

Memeriksa kekuatan penampang tiang

$$Cb = \frac{600.d}{600 + fy}$$

$d = 320 - 65 - 0,5.16 = 247$ mm

$$Cb = \frac{600.247}{600+400} = 148{,}2 \text{ mm}$$

$$a_b = 0{,}85.Cb = 0{,}85.148{,}2 = 125{,}97 \text{ mm}$$

$$d' = 65 + 0{,}5.16 = 73 \text{ mm}$$

$$fs' = 600.\frac{Cb-d'}{Cb} = 600.\frac{148{,}2-73}{148{,}2} = 304{,}45 \text{ Mpa} < fy = 400 \text{ Mpa}$$

$$Cc = 0{,}85.fc'.b.a_b = 0{,}85.25.393.125{,}97 = 1052006{,}96 \text{ N}$$

$$Cs = As'.(fs' - 0{,}85.fc') = 1884{,}96.(304{,}45 - 0{,}85.25) = 533820{,}672 \text{ N}$$

$$Ts = As.fy = 1884{,}96.400 = 753{,}984 \text{ N}$$

$$Pn = Cc + Cs - Ts = 1052006{,}96 + 533820{,}672 - 753{,}984 = 831{,}844 \text{ kN}$$

$$Mn = Cc(h/2 - a_b/2) + Cs(h/2 - d') + Ts(d - h/2)$$

$$= 1052006{,}96(320/2 - 125{,}97/2) + 533820{,}672(320/2 - 73) + 753{,}984(247 - 320/2)$$

$$= 214{,}099 \text{ kNm}$$

$$e_b = \frac{Mn}{Pn} = \frac{214{,}099}{831{,}844} = 0{,}257 \text{ m} = 257 \text{ mm} > e = \frac{Mu}{Pu} = \frac{76{,}5.10^3}{396{,}84} = 193 \text{ mm}$$

Struktur tiang pancang mengalami hancur tekan,

Memeriksa penampang bulat terhadap hancur tekan,

$$Pn = \frac{As.fy}{\frac{3.e}{Ds} + 1{,}0} + \frac{Ag.fc'}{\frac{9{,}6.h.e}{(0{,}8h + 0{,}67Ds)^2} + 1{,}18}$$

$$= \frac{2010.400}{\frac{3.193}{270} + 1{,}0} + \frac{125664.25}{\frac{9{,}6.320.193}{(0{,}8.320 + 0{,}67.270)^2} + 1{,}18} = 988664{,}305 \text{N}$$

$$= 988{,}664 \text{ kN} > \frac{Pu}{\phi} = \frac{396{,}84}{0{,}7} = 566{,}91 \text{ kN} \rightarrow OK!$$

4). Merencanakan tulangan sengkang spiral

$$\rho_{sperlu} = 0{,}45\left(\frac{Ag}{Ac} - 1\right)\frac{fc'}{fy}$$

Tulangan sengkang spiral menggunakan tulangan D_{10} dengan fy = 400 Mpa

Tebal bersih selimut dc = 65 – 16 = 49 mm

Dc = h – 2.dc =400 – 2.49 = 302 mm

Ac = ¼.π.302^2 = 71631,454 mm^2

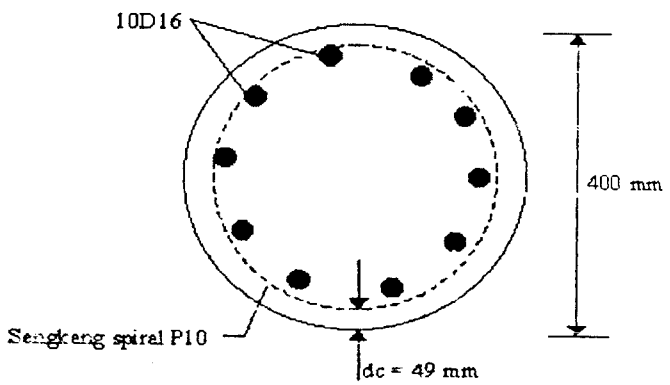
Ag = 125664 mm^2

$$\rho_s = 0{,}45\left(\frac{125664}{71631{,}454} - 1\right)\frac{25}{400} = 0{,}0212$$

Menentukan spasi spiral

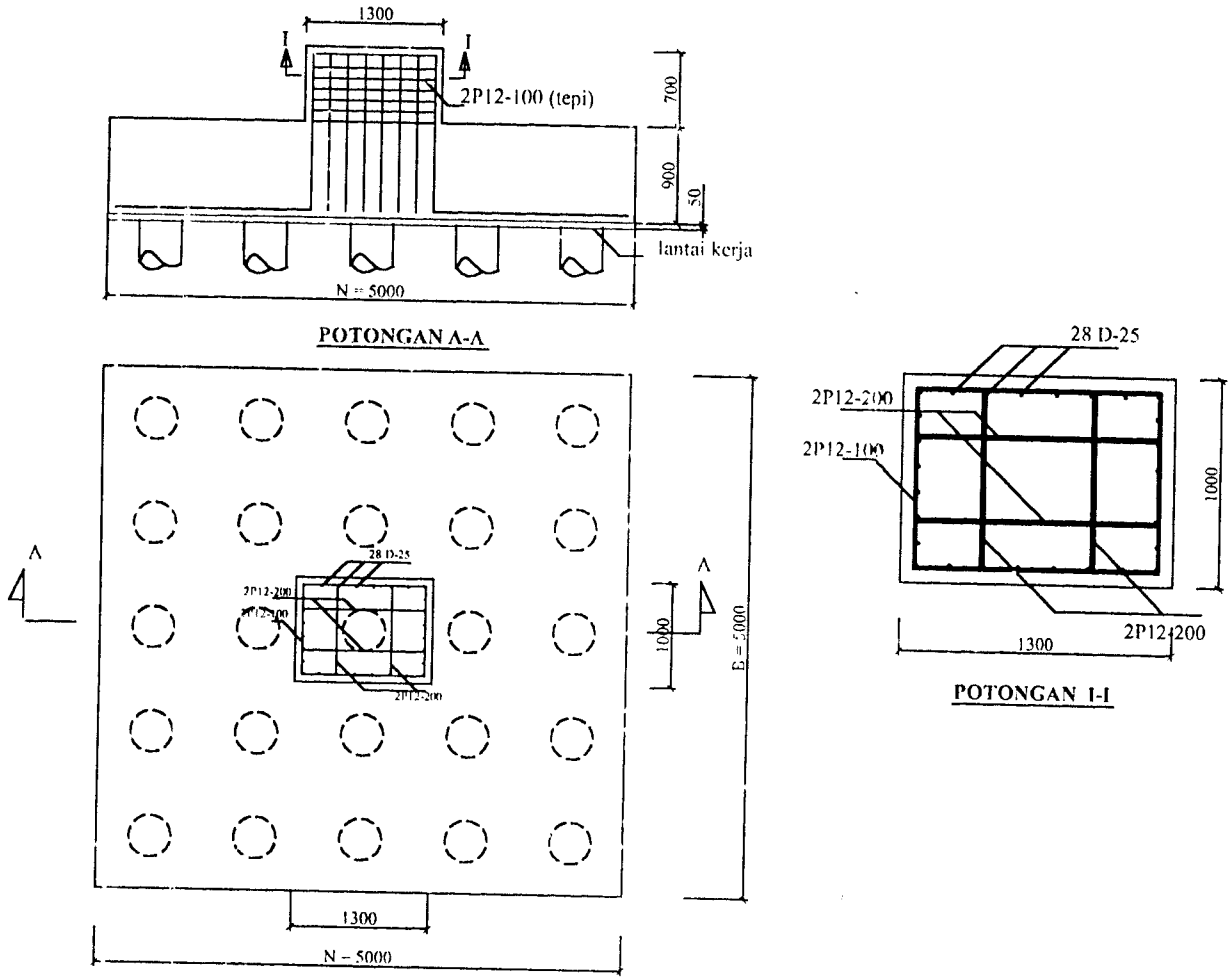
$$s = \frac{4.As.(Dc - ds)}{Dc^2(\rho_s)} = \frac{4.78{,}5.(302 - 10)}{302^2(0{,}0212)} = 47{,}42 \text{ mm}$$

Digunakan s = 45 mm (sejauh 2D = 800 mm), di luar 2D digunakan s = 150 mm.



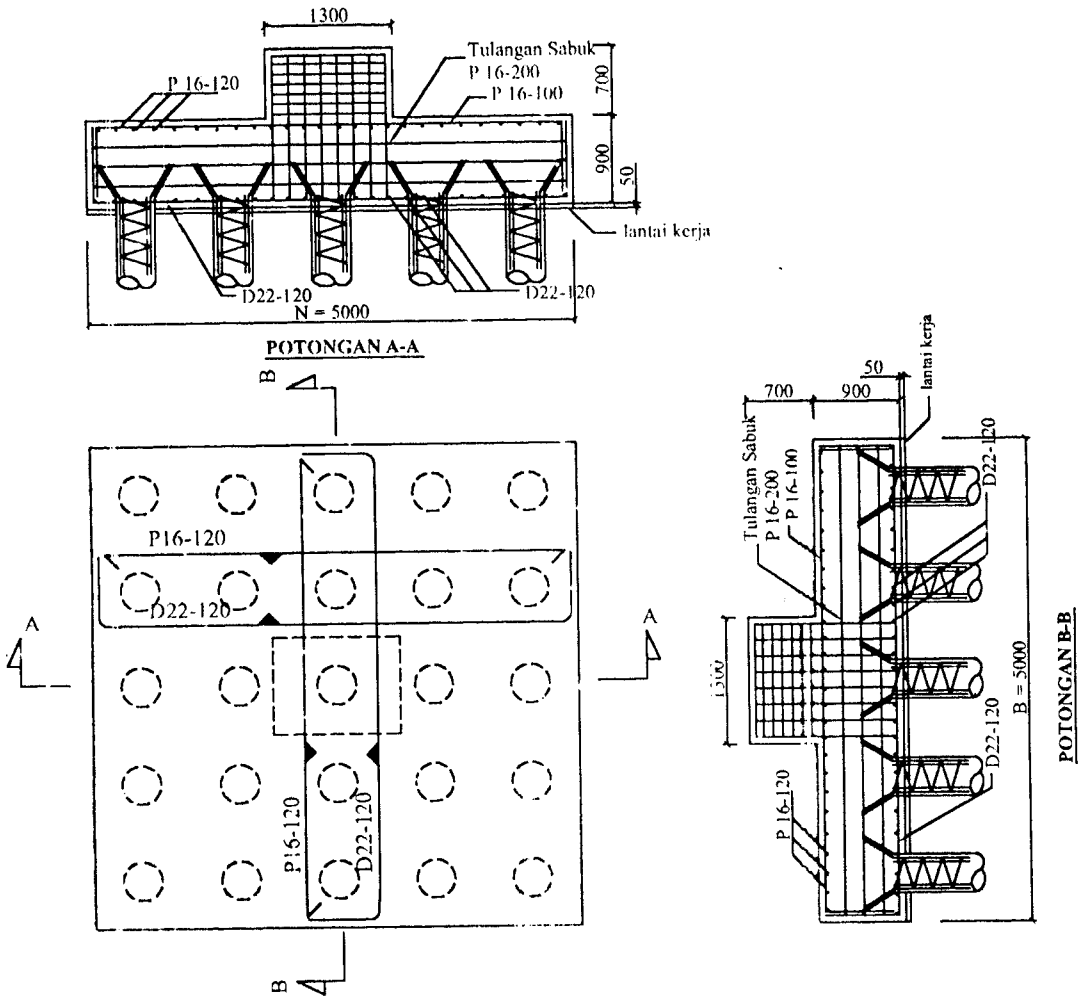
Gambar 6.26 Sketsa Perencanaan Tiang Pancang

DETAIL PENUMPU KOLOM (PEDESTAL)

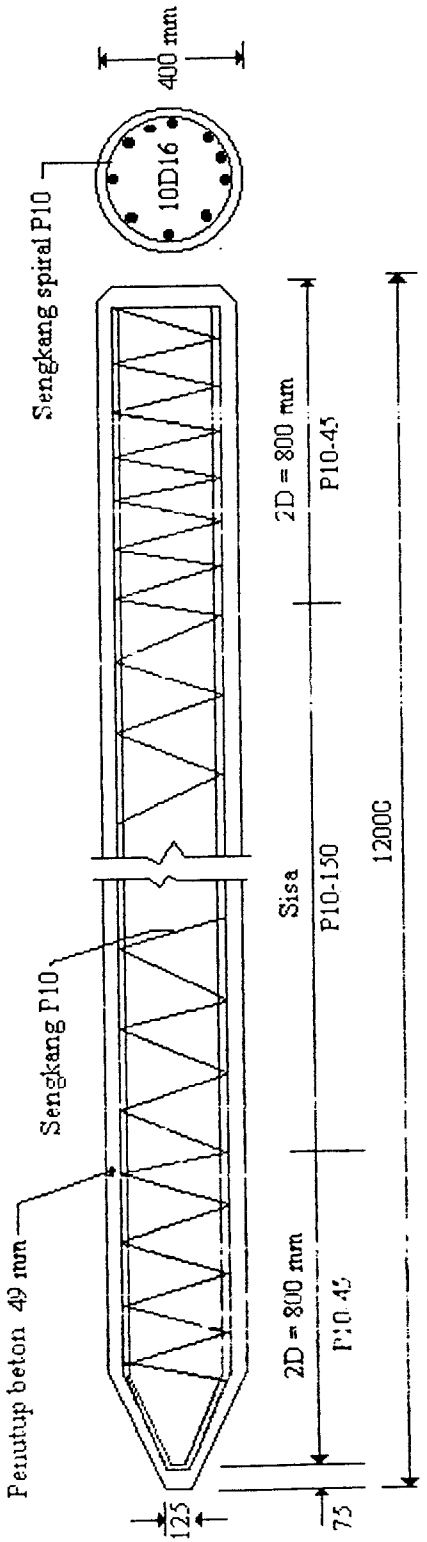


Gambar 6.27 Detail pedestal

DETAIL KEPALA TIANG (*PILE CAP*)



Gambar 6.28 Detail *Pile Cap*



Gambar 6.29 Detail penulangan tiang pancang

6.11 Kekakuan Tingkat Struktur Portal

Kekakuan tingkat yang diperhitungkan dalam penelitian ini memakai prinsip *shear building*. Kekakuan kolom dihitung dengan persamaan:

$$K = \frac{12.E.I}{h^3}$$

Sedangkan kekakuan *bracing* dihitung dengan,

$$K = \frac{A.E}{L}.\cos^2\alpha$$

Tabel berikut ini menunjukkan nilai kekakuan tingkat untuk struktur *unbraced frame* dan *braced frame*.

Tabel 6.11.1 Kekakuan Tingkat Struktur USF

Lantai	h (m)	Kolom Tepi			Kolom Tengah		
		Profil	Ix (cm^4)	K (N/mm)	Profil	Ix (cm^4)	K (N/mm)
12	3.75	HP498X432X45X70	298000	135623.111	HP538X447X60X90	433000	197063.111
11	3.75	HP498X432X45X70	298000	135623.111	HP538X447X60X90	433000	197063.111
10	3.75	HP498X432X45X70	298000	135623.111	HP538X447X60X90	433000	197063.111
9	3.75	HP538X447X60X90	433000	197063.111	HP568X457X70X105	551000	250766.222
8	3.75	HP538X447X60X90	433000	197063.111	HP568X457X70X105	551000	250766.222
7	3.75	HP538X447X60X90	433000	197063.111	HP568X457X70X105	551000	250766.222
6	3.75	HP538X447X60X90	433000	197063.111	HP568X457X70X105	551000	250766.222
5	3.75	HP538X477X90X90	472000	214812.444	HP608X472X85X125	737000	335416.889
4	3.75	HP538X477X90X90	472000	214812.444	HP608X472X85X125	737000	335416.889
3	3.75	HP538X477X90X90	472000	214812.444	HP608X472X85X125	737000	335416.889
2	3.75	HP538X477X90X90	472000	214812.444	HP608X472X85X125	737000	335416.889
1	4.25	HP538X477X90X90	472000	147566.049	HP608X472X85X125	737000	230415.632

Tabel 6.11.2 Kekakuan Tingkat Struktur BSF

Lantai	h (m)	Kolom Tepi		Kolom Tengah		*Bracing*			
		Ix (cm^4)	K (N/mm)	Ix (cm^4)	K (N/mm)	L (m)	α	A (cm^2)	K (N/mm)
12	3.75	233000	106040.889	260000	118328.889	5.48	43.15	51.170	99401.676
11	3.75	233000	106040.889	260000	118328.889	5.48	43.15	51.170	99401.676
10	3.75	233000	106040.889	260000	118328.889	5.48	43.15	51.170	99401.676
9	3.75	260000	118328.889	298000	135623.111	5.48	43.15	61.900	120245.529
8	3.75	260000	118328.889	298000	135623.111	5.48	43.15	61.900	120245.529
7	3.75	260000	118328.889	298000	135623.111	5.48	43.15	61.900	120245.529
6	3.75	331000	150641.778	358000	162929.778	5.48	43.15	78.960	153385.896
5	3.75	331000	150641.778	358000	162929.778	5.48	43.15	78.960	153385.896
4	3.75	331000	150641.778	358000	162929.778	5.48	43.15	78.960	153385.896
3	3.75	433000	197063.111	472000	214812.444	5.48	43.15	85.710	166498.292
2	3.75	433000	197063.111	472000	214812.444	5.48	43.15	85.710	166498.292
1	4.25	433000	135373.092	472000	147566.049	5.84	46.74	85.710	137855.124

Menurut PPTGIUG 1983 mensyaratkan bahwa selisih antara kekakuan suatu tingkat terhadap nilai rata-rata kekakuan tersebut harus kurang dari 25%. Apabila kurang dari 25% maka analisis struktur masih diizinkan untuk analisis secara static, jika sebaliknya maka harus dilakukan analisis dinamik.

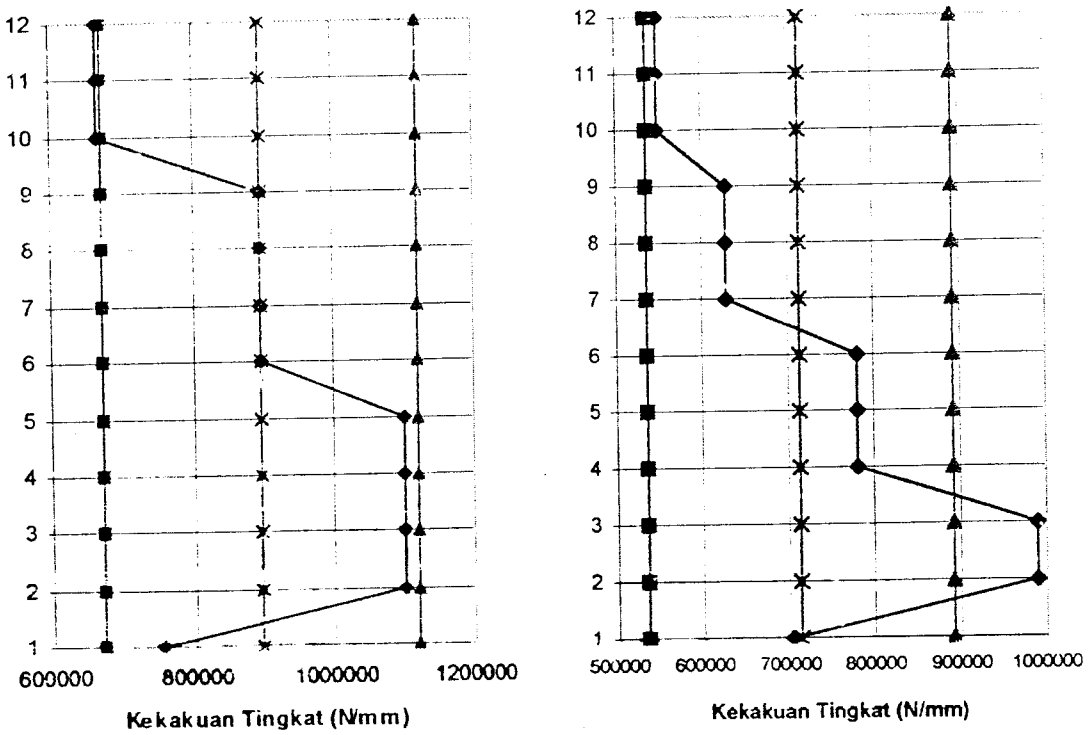
Kekakuan tingkat merupakan jumlah kekakuan total yang terjadi pada suatu tingkat tertentu. Khusus struktur *braced frame* kekakuan tingkat masih ditambah kekakuan dari *bracing*.

Tabel 6.11.3 Kekakuan Tingkat dan Persentase Selisih terhadap Rata-rata

Lantai	*Unbraced Steel Frame*		*Braced Steel Frame*	
	Kekakuan Total	Selisih (%)	Kekakuan Total	Selisih (%)
12	665372.444	25.633	548141.231	23.110
11	665372.444	25.633	548141.231	23.110
10	665372.444	25.633	548141.231	23.110
9	895658.667	0.106	628149.529	11.887

Lanjutan Tabel 6.11.3

8	895658.667	0.106	628149.529	11.887
7	895658.667	0.106	628149.529	11.887
6	895658.667	0.106	780529.007	9.488
5	1100458.667	22.996	780529.007	9.488
4	1100458.667	22.996	780529.007	9.488
3	1100458.667	22.996	990249.403	38.906
2	1100458.667	22.996	990249.403	38.906
1	755963.363	15.508	703733.406	1.285
Total	10736550.029		8554691.515	
Rata^2	894712.502		712890.960	



(a) *Unbraced frame* (b) *Braced frame*

Gambar 6.30 Grafik kekakuan tingkat *shear building* portal baja 12 lantai

Dari Tabel 6.11.3 dan Gambar 6.30 dapat dilihat bahwa kekakuan yang terjadi masih ada yang lebih dari 25%. Untuk struktur *unbraced frame* terjadi pada tingkat atas dan pada struktur *braced frame* terjadi pada tingkat bawah. Dengan demikian, perlu dilakukan pengulangan untuk menentukan konfigurasi elemen struktur yang akan digunakan untuk disain.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang dicapai dalam penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai DMF yang diusulkan oleh *Paulay* (1992) cenderung lebih boros bila dibandingkan dengan nilai DMF usulan, baik untuk struktur USF maupun BSF.
2. Supaya tidak terjadi pembentukan sendi plastis secara serentak pada tingkat-tingkat atas struktur maka diperlukan selubung momen. Pada penelitian ini, nilai selubung momen diambil berdasarkan fungsi dari tingkat struktur, sehingga nilai DMF akan semakin besar pada tingkat-tingkat atas.
3. Perilaku momen kolom akibat beban statik dan dinamik menunjukkan perbedaan, sehingga dibutuhkan pembesaran dinamis untuk mengkovernya. Nilai DMF struktur *unbraced frame* diambil 1,28 dan *braced frame* diambil 1,0. Hal ini untuk menjamin tidak terbentuknya sendi plastis pada tingkat satu dan dua sebelum tingkat teratas.
4. Karena struktur BSF lebih kaku daripada struktur USF, maka nilai DMF yang diperoleh antara keduanya menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Nilai usulan DMF BSF lebih ekonomis daripada usulan DMS USF. Sehingga

pemakaian *bracing* cenderung lebih efektif untuk tingkat tengah struktur, sementara tingkat bawah dan atas bisa dimungkinkan untuk tidak memakai *bracing*.

5. Dalam merencanakan bangunan tingkat tinggi, pengaruh simpangan struktur lebih penting diperhitungkan daripada perencanaan berdasarkan kekuatan elemen.

7.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang ada, maka saran-saran perlu disampaikan untuk menjaga kesinambungan dari penelitian ini maupun untuk penelitian yang akan dilakukan.

1. Masih dimungkinkan penelitian dengan model struktur yang lain dengan tujuan untuk membandingkan respons struktur dan nilai DMF yang terjadi, terutama struktur *braced frame* dengan koordinat global.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memperhitungkan efek P-Delta maupun pengaruh rotasi pondasi.
3. Penelitian struktur *braced frame* akan menunjukkan hasil yang lebih baik untuk tingkat lebih dari 20 lantai.
4. Perlu diadakan penelitian dengan asumsi respons struktur inelastis untuk mengetahui respons struktur pada saat dan setelah terjadi gempa.
5. Perlu diadakan penelitian dengan menggunakan skala magnitude gempa yang berbeda.
6. Perlu dilakukan penelitian lanjut dengan kombinasi portal seperti Gambar 5.9.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1987. *Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung.* Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Anonim. 1987. *Tata Cara Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung.* Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Anonim. 1983. *Buku Pedoman Perencanaan Untuk Struktur Beton Bertulang Biasa dan Struktur Tembok Bertulang Untuk Gedung 1983.* Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Anonim. 2000. *Rancangan SNI Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung dengan Metoda LRFD.* Bandung: Lab. Mekanika Struktur PAU ITB.

Anonim. 1998. *Rancangan SNI Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung 1998.* Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

AISC. 1993. *Load and Resistance Factor Design Specification: Vol. II Connections.* Second Edition. Chicago: American Institute of Steel Construction Inc.

AISC 1999. *Load and Resistance Factor Design Specification.* Chicago: American Institute of Steel Construction Inc.

Bruneau, M., Uang, C.M., dan Whittaker, A.. 1998. *Ductile Design of Steel Structures*. New York: McGraw-Hill.

Dipohusodo, I. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

FEMA-350. 2000. *Recommended Seismic Design Criteria for New Steel Moment-Frame Buildings*. Washington: prepared by the SAC Joint Venture for The Federal Emergency Management Agency.

Hariyanto, dan Budi C., W. 2000. *Analisis Bracing pada Disain Struktur Baja Tahan Gempa dengan Strong Column Weak Beam*. Yogyakarta: Tugas Akhir JTS FTSP UII.

Khairiansyah, S., dan Yustriawan. 1999. *Analisis Pengaku ("Bracing") terhadap Kekakuan Portal dengan Variasi Tingkat pada Struktur Baja*. Yogyakarta: Tugas Akhir JTS FTSP UII.

Kusuma, G., Andriono, T. 1993. *Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa*. Jakarta: Erlangga.

M.J. Tomlinson. 1994. *Pile Design And Construction Practice*. Fourth Edition. London: E & F N Spon.

Mazzolani, F.M., Piluso, V. 1996. *Theory and Design of Seismic Resistant Steel Frames*. London: E & FN Spon.

Paulay, T., Priestley, M.J.N. 1992. *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*. John Wiley and Sons.

Parmono, D.S., dan Krisna, J. 1997. *Studi Literatur Efektivitas Pengaku ("Bracing") pada Struktur Baja Gedung Bertingkat Banyak*. Yogyakarta: Tugas Akhir JTS FTSP UII.

Salmon, C.G., Johnson, J.E. 1996. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*. Jilid 1 & 2. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Scarlat. A.S. 1996. *Approximate Methods in Structural Seismic Design*. London: E & FN Spon.

Triyono, A., dan Priadi, E.I. 2003. *Investigasi Pengaruh Beban Dinamis pada Kolom Baja Bertingkat Banyak (Analisis dan Disain)*. Yogyakarta: Tugas Akhir JTS FTSP UII.

Widodo. 1998. *Diktat Kuliah Teknik Gempa*. Yogyakarta: JTS FTSP UII.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

PROFIL - PROFIL WF (WIDE FLANGE) & HEAVY DUTY COLUMN
(METRIC SERIES)

No	Label	Weight	Sectional Area	Section Property (mm)				Corner Radius	Moment Of Inertia		Modulus Elastis	Plastic Modulus		Radius Of Gyration		Shear Area		Torsional Constant	Warping Constant	Keterangan
			A	d	bf	tf	tw	r	IX	IY	Sx	ZX	ZY	rx	ry	AVY	AVX	J	Cw	
		kg/m	cm^2					mm	cm^4	cm^4	cm^3	cm^3	cm^3	cm	cm	mm^2	mm^2	mm^4	cm^6	
1	WF900x300x18x34	286	364	912	302	34	18	28	498000	15700	10921.053	10900	1040	37.0	6.57	16416	17113.333	9686133.333	58925943.360	Balok
2	WF900x300x16x28	243	309.8	900	300	28	16	28	411000	12600	9133.3333	9140	843	36.4	6.38	14400	14000.000	5819200.000	48054575.000	Balok
3	WF900x300x15x23	213	270.9	890	299	23	15	28	345000	10300	7752.809	7760	638	35.7	6.17	13350	11461.667	3426536.667	36815817.875	Balok
4	WF800x300x16x30	241	307.6	808	302	30	16	28	339000	13800	8391.0891	8400	915	33.2	6.70	12928	15100.000	6539189.333	40655473.440	Balok
5	WF800x300x14x26	210	267.4	800	300	26	14	28	292000	11700	7300	7290	782	33.0	6.61	11200	13000.000	4246933.333	33789600.000	Balok
6	WF800x300x14x22	191	243.4	792	300	22	14	28	254000	9930	6414.1414	6410	662	32.3	6.39	11088	11000.000	2854016.000	28107150.964	Balok
7	WF700x300x15x28	215	273.6	708	302	28	15	28	237000	12900	6694.9153	6700	853	29.4	6.87	10620	14093.333	5216169.333	29179204.020	Balok
8	WF700x300x13x24	185	235.5	700	300	24	13	28	201000	10800	5742.8571	5760	722	29.2	6.77	9100	12000.000	3277433.333	23880150.000	Balok
9	WF700x300x13x20	166	211.5	692	300	20	13	28	172000	9020	4971.0983	4980	602	28.5	6.53	8996	10000.000	2106774.667	19491081.676	Balok
10	WF600x300x14x23	174	222.4	594	302	23	14	28	137000	10600	4612.7946	4620	701	24.8	6.90	8316	11576.667	2992934.667	16877027.970	Balok
11	WF600x300x12x20	151	192.5	588	300	20	12	28	118000	9020	4013.6054	4020	301	24.8	6.85	7056	10000.000	1938666.000	14072731.596	Balok
12	WF600x300x12x17	137	174.5	582	300	17	12	28	103000	7670	3539.5189	3530	511	24.3	6.63	6984	8500.000	1317832.000	11723534.024	Balok
13	WF600x200x13x23	134	170.7	612	202	23	13	22	103000	3180	3366.0131	3380	314	24.6	4.32	7956	7743.333	2086677.333	5374612.784	Balok
14	WF600x200x12x20	120	152.5	606	201	20	12	22	90400	2720	2983.4983	2980	271	24.3	4.22	7272	6700.000	1421056.000	4507454.664	Balok
15	WF600x200x11x17	105	134.4	600	200	17	11	22	77600	2280	2586.6667	2590	228	24.0	4.12	6600	5666.667	921266.667	3703760.000	Balok
16	WF600x200x10x15	95	120.5	596	199	15	10	22	68700	1980	2305.3691	2310	199	23.9	4.06	5960	4975.000	646416.667	3173766.156	Balok
17	WF600x300x11x18	128	163.5	488	300	18	11	28	71000	8110	2909.8361	2910	541	20.8	7.04	5368	9000.000	1382909.333	8715207.128	Balok
18	WF600x300x11x15	114	145.5	482	300	15	11	28	60400	6760	2506.2241	2500	451	20.4	6.82	5302	7500.000	888847.333	7086927.456	Balok
19	WF500x200x11x19	103	131.3	506	201	19	11	20	56500	2580	2233.2016	2230	257	20.7	4.43	5566	6365.000	1143601.333	2980835.121	Balok
20	WF500x200x10x16	90	114.2	500	200	16	10	20	47800	2140	1912	1910	214	20.5	4.33	5000	5333.333	712800.000	2414187.500	Balok
21	WF500x200x9x14	79	101.3	496	199	14	9	20	41900	1840	1689.5161	1690	185	20.3	4.20	4464	4643.333	484565.333	2042670.848	Balok
22	WF450x300x11x18	123	157.4	440	300	18	11	24	56100	8110	2550	2550	541	18.9	7.18	4840	9000.000	1361613.333	7065058.200	Balok
23	WF450x300x10x15	106	135	434	299	15	10	24	46800	6690	2156.682	2160	448	18.6	7.04	4340	7475.000	817416.667	5686208.651	Balok
24	WF450x200x9x14	76	96.76	450	200	14	9	18	33500	1870	1490.6669	1490	187	18.6	4.40	4050	4666.667	475216.667	1706770.938	Balok
25	WF450x200x9x12	66	84.3	446	199	12	8	18	28700	1580	1286.9955	1290	159	18.5	4.33	3568	3980.000	305365.333	1418221.351	Balok
26	WF400x400x45x70	930	1185	638	417	70	70	22	472000	165000	17446.456	17800	6920	20.0	11.85	48420	71550.000	362556000.000	215606148.290	Kolom
27	WF400x400x40x65	1167	1486	606	417	125	65	22	737000	221000	24213.421	24300	9360	22.3	12.19	61680	96333.333	739046000.000	388852044.800	Kolom
28	WF400x400x35x55	756	966.7	608	408	75	75	22	358000	125000	11084.668	14100	5390	19.3	11.36	38100	57750.000	201375000.000	145564225.000	Kolom
29	WF400x400x30x50	662	1211	598	417	105	70	22	561000	188000	18401.408	19400	7360	21.3	11.05	39780	79975.000	417831083.333	244581254.400	Kolom
30	WF400x400x30x50	600	1094	638	417	90	90	22	439000	135000	15998.994	16100	6030	20.6	11.48	32280	67050.000	265078000.000	176326666.750	Kolom
31	WF400x400x25x45	540	796.4	478	417	90	90	22	260000	90000	10878.661	10900	4030	18.5	10.64	26680	44700.000	96784000.000	92793064.500	Kolom
32	WF400x400x25x45	556	834.7	508	417	75	60	22	331000	105000	13231.496	13000	4730	19.9	11.19	25400	54625.000	144072916.667	122273949.000	Kolom
33	WF400x400x25x45	740	942.9	538	432	90	45	22	414000	121000	15390.335	15400	5610	21.0	11.33	24210	64800.000	226293750.000	158040042.050	Kolom
34	WF400x400x25x45	604	770.1	498	432	70	45	22	298000	94400	11967.871	12000	4370	19.7	11.07	22410	50400.000	113910750.000	105644743.920	Kolom
35	WF400x400x25x45	436	554.1	448	432	45	45	22	177000	80800	7901.7857	7900	2810	17.9	10.44	20160	32400.000	39852000.000	55065149.440	Kolom
36	WF400x400x25x45	518	659.8	478	417	60	40	22	242000	78100	10125.523	10100	3660	19.2	10.88	19120	42700.000	71685333.333	80523750.305	Kolom
37	WF400x400x25x45	394	499	436	407	40	40	22	182000	52100	8040.6393	8050	2440	17.6	10.32	17520	28466.667	27562666.667	45102784.205	Kolom
38	WF400x400x25x45	466	593.7	468	417	60	35	22	214000	69000	9145.2491	9130	3270	19.0	10.76	18360	38683.333	53495333.333	68195560.200	Kolom
39	WF400x400x25x45	333	424.8	428	407	35	35	22	129000	44000	6026.0374	6030	2080	17.4	10.18	14980	24616.667	18179000.000	36971183.700	Kolom
40	WF400x400x25x45	480	612	178	417	60	30	22	233000	72800	9748.954	9740	3480	19.5	10.89	14340	41700.000	64350000.000	74653072.030	Kolom
41	WF400x400x25x45	418	528.6	456	417	50	30	22	187000	60500	8165.9389	8170	2900	18.8	10.70	13740	34750.000	36872000.000	57266883.025	Kolom
42	WF400x400x25x45	364	361.6	416	417	30	30	22	107000	36400	5119.6172	5120	1740	17.2	10.09	12540	20850.000	11268000.000	28699290.620	Kolom
43	WF400x400x25x45	332	423.3	438	412	40	25	22	142000	46700	6484.0189	6470	2270	18.3	10.52	10950	27466.667	19859916.667	40428005.515	Kolom
44	WF400x400x25x45	283	360.7	426	407	35	20	22	119000	39400	5530.7477	5570	1950	18.2	10.44	8580	23741.667	12774750.000	32568741.320	Kolom
45	WF400x400x25x45	232	295.4	414	405	28	18	22	92800	31000	4483.0915	4480	1530	17.7	10.24	7452	18900.000	6731656.000	23976157.950	Kolom
46	WF400x400x25x45	200	254.9	406	403	24	16	22	78000	26200	3842.3645	3840	1300	17.5	10.14	6496	16120.000	4268373.333	19488148.190	Kolom
47	WF400x400x25x45	197	250.7	400	408	21	21	22	70900	23800	3545	3540	1170	16.8	9.74	8400	14280.000	3753792.000	17183600.000	Kolom
48	WF400x400x25x45	172	218.7	400	400	21	13	22	66600	22400	3330	3330	1120	17.5	10.12	5200	14000.000	2762533.333	16172600.000	Kolom
49	WF400x400x25x45	168	214.4	394	405	18	18	22	69700	20000	3030.4569	3030	985	18.7	9.66	7092	12150.000	2340576.000	14010049.000	Kolom
50	WF400x400x25x45	147	186.8	394	398	18	11	22	56100	18900	2847.7157	2850	951	17.3	10.08	4334	11940.000	1722228.667	13239496.305	Kolom
51	WF400x400x25x45	140	178.9	388	402	15	15	22	49000	16300	2525.7732	2520	809	16.6	9.50	5820	10050.000	1341000.000	11073075.740	Kolom

PROFIL - PROFIL WF (WIDE FLANGE) & HEAVY DUTY COLUMN
(METRIC SERIES)

No	Label	Weight	Sectional Area	Section Property (mm)				Corner Radius	Moment Of Inertia		Modulus Elastis	Plastic Modulus		Radius Of Gyration		Shear Area		Torsional Constant	Warping Constant	Keterangan
			A	d	bf	tf	tw	r	IX	IY	Sx	ZX	ZY	rx	ry	AVY	AVX	J	Cw	
		kg/m	cm^2					mm	cm^4	cm^4	cm^3	cm^3	cm^3	cm	cm	mm^2	mm^2	mm^4	cm^6	
52	WF400x300x10x16	107	136	390	300	16	10	22	38700	7210	1984.6154	1980	481	16.9	7.2[illegible]	3900	8000.000	949200.000	4948592.513	Balok
53	WF400x300x9x14	94	120.1	380	299	14	9	22	33700	6240	1746.114	1740	418	16.8	7.2[illegible]	3474	6976.667	640768.667	4196429.368	Balok
54	WF400x200x8x13	66	84.12	400	200	13	8	16	23700	1740	1135	1190	174	16.8	4.5[illegible]	3200	4333.333	361200.000	1256280.000	Balok
55	WF400x200x7x11	57	72.16	396	199	11	7	16	20000	1450	1010.101	1010	145	16.8	4.4[illegible]	2772	3648.333	221855.333	1026066.890	Balok
56	WF350x350x14x22	158	202	356	352	22	14	20	47600	16000	2674.1573	2670	909	15.4	8.9[illegible]	4984	12906.667	2824352.000	9150339.200	Kolom
57	WF350x350x19x19	156	198.4	350	357	19	19	20	42800	14400	2445.7143	2450	809	14.7	8.5[illegible]	6650	11305.000	2432658.667	7960050.000	Kolom
58	WF350x350x12x19	138	173.9	350	350	19	12	20	40300	13600	2302.8571	2300	776	15.2	8.8[illegible]	4200	11083.333	1802033.333	7517825.000	Kolom
59	WF350x350x16x16	131	166.8	344	354	16	16	20	35300	11800	2052.3256	2050	669	14.6	8.4[illegible]	5504	9440.000	1436390.667	6301096.160	Kolom
60	WF350x350x10x16	115	146	344	348	16	10	20	33300	11200	1936.0465	1940	646	15.1	8.7[illegible]	3440	9280.000	1064938.667	5980701.440	Kolom
61	WF350x250x13x13	106	135.3	338	351	13	13	20	28200	9380	1668.6391	1670	534	14.4	8.3[illegible]	4394	7605.000	761626.667	4835634.349	Kolom
62	WF350x250x9x14	80	101.5	340	250	14	9	20	21700	3650	1278.4706	1280	292	14.6	6.[illegible]	3060	5833.333	539953.333	1904004.250	Balok
63	WF350x250x8x12	69	88.15	336	249	12	8	20	18500	3090	1101.1905	1100	248	14.5	5.9[illegible]	2688	4980.000	344192.000	1574179.488	Balok
64	WF350x175x7x11	50	63.14	350	175	11	7	14	13600	984	777.14286	775	112	14.7	3.9[illegible]	2450	3208.333	195300.000	543936.750	Balok
65	WF150x175x8x9	41	52.68	346	174	9	6	14	11100	792	641.6185	641	91	14.5	3.9[illegible]	2076	2610.000	109476.000	427853.012	Balok
66	WF300x300x11x17	106	134.8	304	301	17	11	18	23400	7730	1539.4737	1540	514	13.2	7.5[illegible]	3344	8526.333	1120750.000	3223620.256	Kolom
67	WF300x300x15x15	100	124.8	300	305	15	15	18	21500	7100	1433.3333	1440	466	12.6	7.6[illegible]	4500	7625.000	1023150.000	2883487.500	Kolom
68	WF300x300x10x15	94	118.8	300	300	15	10	18	20400	6750	1360	1360	450	13.0	7.5[illegible]	3000	7500.000	775000.000	2741343.750	Kolom
69	WF300x300x9x14	87	110.8	296	299	14	9	18	18800	6240	1281.745	1270	417	13.0	7.5[illegible]	2662	6976.667	819384.667	2500543.032	Kolom
70	WF300x300x8x12	84	107.7	294	302	12	12	18	16900	5520	1149.9599	1150	366	12.5	7.16	3528	6040.000	517248.000	2153034.324	Kolom
71	WF300x200x9x14	65	83.36	298	201	14	9	18	13300	1900	892.61745	893	189	12.6	4.7[illegible]	2682	4690.000	440110.000	781383.295	Balok
72	WF300x200x8x12	57	72.36	294	200	12	8	18	11300	1600	768.70748	771	160	12.5	4.70	2352	4000.000	280576.000	624067.920	Balok
73	WF300x150x6.5x9	37	46.78	300	150	9	6.5	13	7210	508	480.66667	481	67.7	12.4	3.3[illegible]	1950	2250.000	100362.500	206311.500	Balok
74	WF300x150x5.5x8	32	40.6	298	149	8	5.5	13	6320	442	424.16107	424	59.3	12.4	3.29	1639	1986.667	87385.250	177121.798	Balok
75	WF250x250x9x14	82	104.7	280	280	14	14	16	11500	3650	920	919	334	10.5	6.09	3500	5650.000	695146.667	1094281.250	Kolom
76	WF250x250x8x14	72	92.18	250	280	14	9	16	10800	3650	864	867	292	10.8	6.29	2250	5833.333	618083.333	1029414.063	Kolom
77	WF250x[illegible]	66	84.7	246	249	13	8	16	9930	3350	800.80645	801	269	10.8	6.29	1984	5395.000	407027.333	929748.280	Kolom
78	WF250x200x11x11	64	82.08	244	253	11	11	16	8790	3940	720.4918	720	233	10.3	6.93	2684	4620.000	331662.667	1058505.428	Kolom
79	WF250x[illegible]	44	56.24	244	175	11	7	16	6120	984	501.63934	502	113	10.4	4.18	1708	3208.333	183180.667	264357.701	Balok
80	WF[illegible]	30	37.66	250	125	9	6	12	4050	294	324	324	47	10.4	2.79	1500	1875.000	78750.000	82917.188	Balok
81	WF[illegible]	26	32.68	248	124	8	5	12	3540	255	285.48387	285	41.1	10.4	2.75	1240	1653.333	52658.667	70771.684	Balok
82	WF200x200x[illegible]	66	83.68	208	202	16	10	13	6530	2200	627.88462	628	218	8.8	5.13	2080	5386.667	620928.000	429503.360	Kolom
83	WF200x200x12x12	56	71.68	200	204	12	12	13	4980	1700	498	498	167	8.3	4.68	2400	4080.000	350208.000	306850.000	Kolom
84	WF200x200x8x12	50	63.52	200	200	12	8	13	4720	1600	472	472	160	8.6	5.02	1600	4000.000	264533.333	288800.000	Kolom
85	WF200x150x6x9	31	39.01	194	150	9	6	13	2690	507	277.31959	277	67.6	8.3	3.61	1164	2250.000	86868.000	86105.052	Balok
86	WF200x100x5.5x8	21	27.16	200	100	8	5.5	11	1840	134	184	184	26.8	8.2	2.2[illegible]	1100	1333.333	45225.000	24187.000	Balok
87	WF200x100x5x7	18	23.18	198	99	7	4.5	11	1580	114	159.59596	160	23	8.3	2.2[illegible]	891	1155.000	26652.250	20167.518	Balok
88	WF175x175x5.5x11	40	51.21	175	175	11	7.5	12	2880	984	329.1+286	330	112	7.5	4.38	1312.5	3208.333	179892.708	135984.188	Kolom
89	WF175x125x5.5x8	23	29.65	169	125	8	5.5	12	1530	261	181.0656.9	181	41.8	7.2	2.97	929.5	1666.667	52039.125	33638.075	Balok
90	WF175x90x5x8	18	23.04	175	90	8	5	9	1210	97.5	138.28571	139	21.7	7.2	2.06	875	1200.000	38011.667	13474.043	Balok
91	WF150x150x7x10	31	40.14	150	150	10	7	11	1640	563	218.66667	219	75.1	6.4	3.75	1050	2500.000	117150.000	57162.094	Kolom
92	WF150x100x6x9	21	26.84	150	100	9	6	11	1020	151	136	138	30.1	6.2	2.37	900	1500.000	59400.000	15331.219	Balok
93	WF150x75x5x7	14	17.85	150	75	7	5	8	666	49.5	88.8	88.8	13.2	6.1	1.67	750	875.000	23400.000	5025.797	Balok
94	WF125x125x6.5x9	24	30.31	125	125	9	6.5	10	847	293	135.52	136	47	5.3	3.11	812.5	1875.000	72192.708	20650.789	Kolom
95	WF125x60x5x8	13	16.84	125	60	8	6	9	413	29.2	66.03	66.1	9.73	5.0	1.3[illegible]	750	800.000	29480.000	2058.828	Balok
96	WF100x100x6x8	17	21.9	100	100	8	6	10	383	134	76.6	76.5	30.7	4.2	2.47	600	1333.333	41333.333	6046.750	Kolom
97	WF100x50x5x7	9	11.85	100	50	7	5	8	187	14.8	37.4	37.5	5.9[illegible]	4.0	1.1[illegible]	500	583.333	15600.000	667.850	Balok

PERHITUNGAN BEBAN STATIK EKIVALEN *UNBRACED STEEL FRAME* (USF) 5 LANTAI

Lantai	Tinggi (hi)	Profil WF						WD	WL	Tembok
		Balok	Berat (KN/m)	Kolom Tepi	Berat (KN/m)	Kolom Tengah	Berat (KN/m)	(KN/m^2)	(KN/m^2)	(KN/M^2)
5	3.75	WF350X250X8X12	0.69	WF350X350X14X22	1.58	WF350X350X14X22	1.58	3.62	1.00	0.00
4	3.75	WF350X250X8X12	0.69	WF350X350X14X22	1.58	WF350X350X14X22	1.58	5.12	2.50	2.50
3	3.75	WF350X250X8X12	0.69	WF350X350X14X22	1.58	WF350X350X14X22	1.58	5.12	2.50	2.50
2	3.75	WF350X250X8X12	0.69	WF350X350X14X22	1.58	WF350X350X14X22	1.58	5.12	2.50	2.50
1	4.25	WF350X250X8X12	0.69	WF350X350X14X22	1.58	WF350X350X14X22	1.58	5.12	2.50	2.50
	19.25									

Berat Kolom	Berat Balok	Berat Mati	Berat Hidup	Tembok	Wi (KN)
59.25	139.38	1824.48	151.20	0.00	2174.31
118.50	139.38	2580.48	378.00	1893.75	5110.11
118.50	139.38	2580.48	378.00	1893.75	5110.11
118.50	139.38	2580.48	378.00	1893.75	5110.11
126.40	139.38	2580.48	378.00	2146.25	5370.51
					22875.15

T	0.78118356
C	0.09
I	1.5
K	1
V = CIKWt	3088.14525

Wilayah 2 Tanah Lunak

Lantai	hi	Wi	Wi Hi	Fi x,y	Fi x	Fi y
5	19.25	2174.31	41855.47	527.98	175.99	132.00
4	15.50	5110.11	79206.71	999.14	333.05	249.79
3	11.75	5110.11	60043.79	757.42	252.47	189.35
2	8.00	5110.11	40880.88	515.69	171.90	128.92
1	4.25	5370.51	22824.67	287.92	95.97	71.98
			244811.51			

Lantai	Berat Lantai	Berat 1 Portal	Massa
5	2132.88	542.58	55.41
4	5110.11	1277.53	130.23
3	5110.11	1277.53	130.23
2	5110.11	1277.53	130.23
1	5370.51	1342.63	136.86

PERHITUNGAN BEBAN STATIK EKIVALEN *BRACED STEEL FRAME* (BSF) 5 LANTAI

Lantai	Tinggi (hi)	Profil WF						Profil Channel	
		Balok	Berat (KN/m)	Kolom Tepi	Berat (KN/m)	Kolom Tengah	Berat (KN/m)	*Bracing*	Berat (KN/m)
5	3.75	WF300x200x9x14	0.650	WF250X250X11X11	0.640	WF250X250X11X11	0.640	U75X40	0.07
4	3.75	WF300x200x9x14	0.650	WF250X250X11X11	0.640	WF250X250X11X11	0.640	U75X40	0.07
3	3.75	WF300x200x9x14	0.650	WF250X250X11X11	0.640	WF250X250X11X11	0.640	U100X50	0.09
2	3.75	WF300x200x9x14	0.650	WF250X250X11X11	0.640	WF250X250X11X11	0.640	U100X50	0.09
1	4.25	WF300x200x9x14	0.650	WF250X250X11X11	0.640	WF250X250X11X11	0.640	U100X50	0.09
	19.25								

WD (KN/m^2)	WL (KN/m^2)	Tembok (KN/m^2)	Berat Balok	Berat Kolom	Berat *Bracing*	Berat Mati	Berat Hidup	Tembok	Wi (KN)
3.62	1.00	0.00	131.30	24.00	1.90	1824.48	151.20	0	2132.88
5.12	2.50	2.50	131.30	48.00	3.79	2580.48	378.00	1893.75	5035.32
5.12	2.50	2.50	131.30	48.00	5.13	2580.48	378.00	1893.75	5036.66
5.12	2.50	2.50	131.30	48.00	5.13	2580.48	378.00	1893.75	5036.66
5.12	2.50	2.50	131.30	51.20	5.30	2580.48	378.00	2146.25	5292.53
									22534.05

T	0.45031787
C1	0.9
I	1.4
R	6.4
V=((C1*I)/R)*Wt	4438.39163

Wilayah 5 Tanah Lunak

Lantai	hi	Wi	Wi Hi	Fi x,y	Fi x	Fi y
5	19.25	2132.88	41057.88	755.58	251.86	188.89
4	15.50	5035.32	78047.52	1436.29	478.76	359.07
3	11.75	5036.66	59180.78	1089.39	363.13	272.35
2	8.00	5036.66	40293.30	741.51	247.17	185.38
1	4.25	5292.53	22493.24	413.94	137.98	103.48
			241072.73			

Lantai	Berat Lantai	Berat 1 Portal	Massa
5	2132.88	533.22	54.35
4	5035.32	1258.83	128.32
3	5036.66	1259.17	128.36
2	5036.66	1259.17	128.36
1	5292.53	1323.13	134.58

PERHITUNGAN BEBAN STATIK EKIVALEN *UNBRACED STEEL FRAME* (USF) 7 LANTAI

Lantai	Tinggi (hi)	Profil WF						WD	WL	Tembok
		Balok	Berat (KN/m)	Kolom Tepi	Berat (KN/m)	Kolom Tengah	Berat (KN/m)	(KN/m^2)	(KN/m^2)	(KN/m^2)
7	3.75	WF350X250X8X12	0.69	WF400X400X15X15	1.40	WF400X400X15X15	1.40	3.62	1.00	0.00
6	3.75	WF450X200X9X14	0.76	WF400X400X15X15	1.40	WF400X400X15X15	1.40	5.12	2.50	2.50
5	3.75	WF450X200X9X14	0.76	WF400X400X15X15	1.40	WF400X400X15X15	1.40	5.12	2.50	2.50
4	3.75	WF500X300X11X15	1.14	WF400X400X15X15	1.40	WF400X400X15X15	1.40	5.12	2.50	2.50
3	3.75	WF500X300X11X15	1.14	WF400X400X16X24	2.00	WF400X400X18X28	2.00	5.12	2.50	2.50
2	3.75	WF500X300X11X18	1.28	WF400X400X16X24	2.00	WF400X400X18X28	2.00	5.12	2.50	2.50
1	4.25	WF500X300X11X18	1.28	WF400X400X16X24	2.00	WF400X400X20X35	2.00	5.12	2.50	2.50
	26.75									

Berat Kolom	Berat Balok	Berat Mati	Berat Hidup	Tembok	Wi (KN)
52.50	139.38	1824.48	151.20	0.00	2167.56
105.00	153.52	2580.48	378.00	1893.75	5110.75
105.00	153.52	2580.48	378.00	1893.75	5110.75
105.00	230.28	2580.48	378.00	1893.75	5187.51
150.00	230.28	2580.48	378.00	1893.75	5232.51
150.00	258.56	2580.48	378.00	1893.75	5260.79
160.00	258.56	2580.48	378.00	2146.25	5523.29
					33593.16

T
C
I
K
V = CIKWt



Wilayah 2 Tanah Lunak

Lantai	Tinggi (hi)	Wi	Wi hi	Fi x,y	Fi x	Fi y
7	26.75	2167.56	57982.23	546.27	182.09	136.57
6	23.00	5110.75	117547.25	1107.46	369.15	276.86
5	19.25	5110.75	98381.94	926.89	308.96	231.72
4	15.50	5187.51	80406.41	757.54	252.51	189.38
3	11.75	5232.51	61481.99	579.25	193.08	144.81
2	8.00	5260.79	42086.32	396.51	132.17	99.13
1	4.25	5523.29	23473.98	221.16	73.72	55.29
			[illegible]			

Lantai	Berat Lantai	Berat 1 Portal	Massa
7	2167.56	541.89	55.24
6	5110.75	1277.69	130.24
5	5110.75	1277.69	130.24
4	5187.51	1296.88	132.20
3	5232.51	1308.13	133.35
2	5260.79	1315.20	134.07
1	5523.29	1380.82	140.76

PERHITUNGAN BEBAN STATIK EKIVALEN *BRACED STEEL FRAME* (BSF) 7 LANTAI

Lantai	Tinggi (hi)	Profil WF						Profil Channel	
		Balok	Berat (KN/m)	Kolom Tepi	Berat (KN/m)	Kolom Tengah	Berat (KN/m)	Bracing	Berat (KN/m)
7	3.75	WF350X175X7X11	0.50	WF350X350X14X22	1.58	WF350X350X14X22	1.58	U100X50	0.09
6	3.75	WF400X200X8X13	0.66	WF350X350X14X22	1.58	WF350X350X14X22	1.58	U100X50	0.09
5	3.75	WF400X200X8X13	0.66	WF350X350X14X22	1.58	WF350X350X14X22	1.58	U100X50	0.09
4	3.75	WF500X200X11X19	1.03	WF350X350X14X22	1.58	WF350X350X14X22	1.58	U100X50	0.09
3	3.75	WF500X200X11X19	1.03	WF350X350X14X22	1.58	WF350X350X14X22	1.58	U100X50	0.09
2	3.75	WF500X200X11X19	1.03	WF350X350X14X22	1.58	WF350X350X14X22	1.58	U100X50	0.09
1	4.25	WF500X200X11X19	1.03	WF350X350X14X22	1.58	WF350X350X14X22	1.58	U100X50	0.09
	26.75								

WD (KN/m^2)	WL (KN/m^2)	Tembok (KN/m^2)	Berat Kolom	Berat Balok	Berat Bracing	Berat Mati	Berat Hidup	Tembok	Wi (KN)
3.62	1.00	0.00	59.25	101.00	2.57	1824.48	151.20	0.00	2138.50
5.12	2.50	2.50	118.50	133.32	5.13	2580.48	378.00	1893.75	5109.18
5.12	2.50	2.50	118.50	133.32	5.13	2580.48	378.00	1893.75	5109.18
5.12	2.50	2.50	118.50	208.06	5.13	2580.48	378.00	1893.75	5183.92
5.12	2.50	2.50	118.50	208.06	5.13	2580.48	378.00	1893.75	5183.92
5.12	2.50	2.50	118.50	208.06	5.13	2580.48	378.00	1893.75	5183.92
5.12	2.50	2.50	126.40	208.06	5.30	2580.48	378.00	2146.25	5444.49
									33353.11

T
C
I
R
V=(C*I*R*Wt



Wilayah 5 Tanah Lunak

Lantai	Tinggi (hi)	Wi	Wi hi	Fi x,y	Fi x	Fi y
7	26.75	2138.50	[illegible]	784.29	261.43	196.07
6	23.00	5109.18	117511.19	1611.11	537.04	402.78
5	19.25	5109.18	98351.75	1348.43	449.48	337.11
4	15.50	5183.92	80350.79	1101.63	367.21	275.41
3	11.75	5183.92	60911.08	835.11	278.37	208.78
2	8.00	5183.92	41471.38	568.58	189.53	142.15
1	4.25	5444.49	23138.07	317.24	105.75	79.31
			[illegible]			

Lantai	Berat Lantai	Berat 1 Portal	Massa
7	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6	5109.18	[illegible]	[illegible]
5	5109.18	[illegible]	[illegible]
4	5443.92	[illegible]	[illegible]
3	5183.92	[illegible]	[illegible]
2	5183.92	[illegible]	[illegible]
1	5444.49	[illegible]	[illegible]

PERHITUNGAN BEBAN STATIK EKIVALEN *BRACED STEEL FRAME* (BSF) 10 LANTAI

Lantai	Tinggi (hi)	Profil WF						Profil Channel	
		Balok	Berat (KN/m)	Kolom Tepi	Berat (KN/m)	Kolom Tengah	Berat (KN/m)	*Bracing*	Berat (KN/m)
10	3.75	WF450X200X8X12	0.66	WF400X400X15X15	1.40	WF400X400X11X18	1.47	U75X40	0.07
9	3.75	WF600X200X10X15	0.95	WF400X400X15X15	1.40	WF400X400X11X18	1.47	U75X40	0.07
8	3.75	WF600X200X10X15	0.95	WF400X400X15X15	1.40	WF400X400X11X18	1.47	U100X50	0.09
7	3.75	WF600X200X11X17	1.05	WF400X400X15X15	1.40	WF400X400X11X18	1.47	U125X65	0.13
6	3.75	WF600X200X12X20	1.20	WF400X400X15X15	1.40	WF400X400X11X18	1.47	U150X75	0.19
5	3.75	WF600X200X12X20	1.20	WF400X400X15X15	1.40	WF400X400X11X18	1.47	U150X75	0.19
4	3.75	WF600X200X12X20	1.20	WF400X400X15X15	1.40	WF400X400X11X18	1.47	U200X70	0.21
3	3.75	WF600X200X12X20	1.20	WF400X400X15X15	1.40	WF400X400X11X18	1.47	U200X70	0.21
2	3.75	WF600X200X12X20	1.20	WF400X400X15X15	1.40	WF400X400X16X24	2.00	U200X80	0.25
1	4.25	WF600X200X11X17	1.05	WF400X400X16X24	2.00	WF400X400X25X40	3.32	U200X80	0.25
	38								

WD (KN/m^2)	WL (KN/m^2)	Tembok (KN/m^2)	Berat Kolom	Berat Balok	Berat *Bracing*	Berat Mati	Berat Hidup	Tembok	Wi (KN)
3.62	1	0	53.81	133.32	1.90	1824.48	151.20	0.00	2164.71
5.12	2.5	2.5	107.63	191.90	3.79	2580.48	378.00	1893.75	5155.55
5.12	2.5	2.5	107.63	191.90	3.79	2580.48	378.00	1893.75	5155.55
5.12	2.5	2.5	107.63	212.10	5.13	2580.48	378.00	1893.75	5177.09
5.12	2.5	2.5	107.63	242.40	7.35	2580.48	378.00	1893.75	5209.60
5.12	2.5	2.5	107.63	242.40	10.20	2580.48	378.00	1893.75	5212.45
5.12	2.5	2.5	107.63	242.40	10.20	2580.48	378.00	1893.75	5212.45
5.12	2.5	2.5	107.63	242.40	11.57	2580.48	378.00	1893.75	5213.82
5.12	2.5	2.5	107.63	242.40	11.57	2580.48	378.00	1893.75	5213.82
5.12	2.5	2.5	136.00	212.10	13.92	2580.48	378.00	2146.25	5466.75
									49181.80

T	0.749952535
C1	0.8
I	1.4
R	6.4
V=((C1*I)/R)*Wt	9832.637706

Wilayah 5 Tanah Lunak

Lantai	Tinggi (hi)	Wi	Wi hi	Fi x,y	Fi x	Fi y
10	38.00	2164.71	82258.96	811.31	270.44	202.83
9	34.25	5155.55	176577.56	1741.56	580.52	435.39
8	30.50	5155.55	157244.25	1550.88	516.96	387.72
7	26.75	5177.09	138487.08	1365.88	455.29	341.47
6	23.00	5209.60	119820.85	1181.78	393.93	295.44
5	19.25	5212.45	100339.72	989.64	329.88	247.11
4	15.50	5212.45	80793.03	796.85	265.62	199.21
3	11.75	5213.82	61262.43	604.22	201.41	151.06
2	8.00	5213.82	41710.59	411.39	137.13	102.85
1	4.25	5466.75	23233.70	229.15	76.38	57.29
			981728.17			

Lantai	Berat Lantai	Berat 1 Portal	Massa
10	2164.71	541.18	55.17
9	5155.55	1288.89	131.39
8	5155.55	1288.89	131.39
7	5177.09	1294.27	131.93
6	5209.60	1302.40	132.76
5	5212.45	1303.11	132.84
4	5212.45	1303.11	132.84
3	5213.82	1303.45	132.87
2	5213.82	1303.46	132.87
1	5466.75	1366.69	139.32

PERHITUNGAN BEBAN STATIK EKIVALEN *UNBRACED STEEL FRAME* (USF) 12 LANTAI

Lantai	Tinggi (hi)	Profil WF						WD	WL	Tembok
		Balok	Berat (KN/m)	Kolom Tepi	Berat (KN/m)	Kolom Tengah	Berat (KN/m)	(KN/m^2)	(KN/m^2)	(KN/m^2)
12	3.75	WF600X200X12X20	1.20	HP406X403X16X24	2.00	HP406X403X16X24	2.00	3.62	1.00	0.00
11	3.75	WF600X200X12X20	1.20	HP406X403X16X24	2.00	HP406X403X16X24	2.00	5.12	2.50	2.50
10	3.75	WF600X200X12X20	1.20	HP406X403X16X24	2.00	HP406X403X16X24	2.00	5.12	2.50	2.50
9	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP406X403X16X24	2.00	HP406X403X16X24	2.00	5.12	2.50	2.50
8	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP438X412X25X40	3.32	HP438X412X25X40	3.32	5.12	2.50	2.50
7	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP438X412X25X40	3.32	HP438X412X25X40	3.32	5.12	2.50	2.50
6	3.75	WF700X300X15X28	2.15	HP438X412X25X40	3.32	HP438X412X25X40	3.32	5.12	2.50	2.50
5	3.75	WF700X300X15X28	2.15	HP438X412X25X40	3.32	HP438X412X25X40	3.32	5.12	2.50	2.50
4	3.75	WF700X300X15X28	2.15	HP438X412X25X40	3.32	HP438X412X25X40	3.32	5.12	2.50	2.50
3	3.75	WF700X300X15X28	2.15	HP438X427X40X40	3.84	HP438X427X40X40	3.84	5.12	2.50	2.50
2	3.75	WF700X300X15X28	2.15	HP438X427X40X40	3.84	HP438X427X40X40	3.84	5.12	2.50	2.50
1	4.25	WF700X300X15X28	2.15	HP438X427X40X40	3.84	HP438X427X40X40	3.84	5.12	2.50	2.50
	45.5									

Berat Kolom	Berat Balok	Berat Mati	Berat Hidup	Tembok	Wi (KN)
75.00	242.40	1824.48	151.20	0.00	2293.08
150.00	242.40	2580.48	378.00	1893.75	5244.63
150.00	242.40	2580.48	378.00	1893.75	5244.63
150.00	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5337.55
249.00	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5436.55
249.00	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5436.55
249.00	434.30	2580.48	378.00	1893.75	5535.53
249.00	434.30	2580.48	378.00	1893.75	5535.53
249.00	434.30	2580.48	378.00	1893.75	5535.53
288.00	434.30	2580.48	378.00	1893.75	5574.53
288.00	434.30	2580.48	378.00	1893.75	5574.53
307.20	434.30	2580.48	378.00	2146.25	5846.23
					62594.87

T	1.489
C	0.066
I	1.5
K	1
V = CIKWt	6384.6767

Wilayah II Tanah Lunak

Lantai	Tinggi (hi)	Wi	Wi hi	Fi x y	Fi x	Fi y
12	45.50	2293.08	104335.14	452.77	150.92	113.19
11	41.75	5244.63	218963.30	950.21	316.74	237.55
10	38.00	5244.63	199295.94	864.86	288.29	216.21
9	34.25	5337.55	182811.09	793.32	264.44	198.33
8	30.50	5436.55	165814.78	719.57	239.86	179.89
7	26.75	5436.55	145427.71	631.09	210.36	157.77
6	23.00	5535.53	127317.19	552.50	184.17	138.13
5	19.25	5535.53	106558.95	462.42	154.14	115.61
4	15.50	5535.53	85800.72	372.34	124.11	93.08
3	11.75	5574.53	65500.73	284.25	94.75	71.06
2	8.00	5574.53	44596.24	193.53	64.51	48.38
1	4.25	5846.23	24846.48	107.82	35.94	26.96
			1471268.26			

Lantai	Berat Lantai	Berat 1 Portal	Massa
12	2293.08	573.27	58.44
11	5244.63	1311.16	133.66
10	5244.63	1311.16	133.66
9	5337.55	1334.39	136.02
8	5436.55	1359.14	138.55
7	5436.55	1359.14	138.55
6	5535.53	1383.88	141.07
5	5535.53	1383.88	141.07
4	5535.53	1383.88	141.07
3	5574.53	1393.63	142.06
2	5574.53	1393.63	142.06
1	5846.23	1461.56	148.99

PERHITUNGAN BEBAN STATIK EKIVALEN *BRACED STEEL FRAME* (BSF) 12 LANTAI

Lantai	Tinggi (hi)	Profil WF						Profil Channel	
		Balok	Berat (KN/m)	Kolom Tepi	Berat (KN/m)	Kolom Tengah	Berat (KN/m)	*Bracing*	Berat (KN/m)
12	3.75	WF500X200X10X16	0.90	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U100X50	0.09
11	3.75	WF500X200X10X16	0.90	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U100X50	0.09
10	3.75	WF600X200X12X20	1.20	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U100X50	0.09
9	3.75	WF600X200X12X20	1.20	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U150X75	0.19
8	3.75	WF600X200X12X20	1.20	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U150X75	0.19
7	3.75	WF600X300X12X17	1.37	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U150X75	0.19
6	3.75	WF600X300X12X17	1.37	HP394X405X18X18	1.68	HP406X403X16X24	2.00	U200X70	0.21
5	3.75	WF600X300X12X17	1.37	HP394X405X18X18	1.68	HP406X403X16X24	2.00	U200X70	0.21
4	3.75	WF600X300X12X17	1.37	HP394X405X18X18	1.68	HP406X403X16X24	2.00	U200X90	0.30
3	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP394X405X18X18	1.68	HP406X403X16X24	2.00	U200X90	0.30
2	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP394X405X18X18	1.68	HP406X403X16X24	2.00	U200X90	0.30
1	4.25	WF600X200X13X23	1.34	HP428X407X20X35	2.83	HP458X417X30X50	4.15	U200X90	0.30
	45.5								

WD (KN/m^2)	WL (KN/m^2)	Tembok (KN/m^2)	Berat Balok	Berat Kolom	Berat *Bracing*	Berat Mati	Berat Hidup	Tembok	Wi (KN)
3.62	1.00	0.00	181.80	52.50	2.57	1824.48	151.2	0	2212.55
5.12	2.50	2.50	181.80	105.00	5.13	2580.48	378	1893.75	5144.16
5.12	2.50	2.50	242.40	105.00	5.13	2580.48	378	1893.75	5204.76
5.12	2.50	2.50	242.40	105.00	10.20	2580.48	378	1893.75	5209.83
5.12	2.50	2.50	242.40	105.00	10.20	2580.48	378	1893.75	5209.83
5.12	2.50	2.50	276.74	105.00	10.20	2580.48	378	1893.75	5244.17
5.12	2.50	2.50	276.74	138.00	11.57	2580.48	378	1893.75	5278.54
5.12	2.50	2.50	276.74	138.00	11.57	2580.48	378	1893.75	5278.54
5.12	2.50	2.50	276.74	138.00	16.61	2580.48	378	1893.75	5283.58
5.12	2.50	2.50	270.68	138.00	16.61	2580.48	378	1893.75	5277.52
5.12	2.50	2.50	270.68	138.00	16.61	2580.48	378	1893.75	5277.52
5.12	2.50	2.50	270.68	279.20	17.15	2580.48	378	2146.25	5671.76
									60292.76

T	**0.856**	
C1	**0.9**	
I	**1.4**	Wilavah 5 Tanah Lunak
R	**6.4**	
V=((C1*I)/R)Wt	**11870.137**	

Lantai	Tinggi (hi)	Wi	Wi hi	Fix,y	Fix	Fiy
12	45.50	2212.55	100670.84	839.12	279.71	209.78
11	41.75	5144.16	214768.76	1790.15	596.72	447.54
10	38.00	5204.76	197780.96	1648.55	549.52	412.14
9	34.25	5209.83	178436.62	1487.31	495.77	371.83
8	30.50	5209.83	158899.76	1324.47	441.49	331.12
7	26.75	5244.17	140281.50	1169.28	389.76	292.32
6	23.00	5278.54	121406.40	1011.95	337.32	252.99
5	19.25	5278.54	101611.88	846.96	282.32	211.74
4	15.50	5283.58	81895.54	682.62	227.54	170.66
3	11.75	5277.52	62010.90	516.88	172.29	129.22
2	8.00	5277.52	42220.19	351.92	117.31	87.98
1	4.25	5671.76	24104.97	200.92	66.97	50.23
			1424088.32			

Lantai	Berat Lantai	Berat 1 Portal	Massa
12	2212.55	553.14	56.38
11	5144.16	1286.04	131.09
10	5204.76	1301.19	132.64
9	5209.83	1302.46	132.77
8	5209.83	1302.46	132.77
7	5244.17	1311.04	133.64
6	5278.54	1319.63	134.52
5	5278.54	1319.63	134.52
4	5283.58	1320.90	134.65
3	5277.52	1319.38	134.49
2	5277.52	1319.38	134.49
1	5671.76	1417.94	144.54

PERHITUNGAN BEBAN STATIK EKIVALEN *UNBRACED STEEL FRAME* (USF) 15 LANTAI

Lantai	Tinggi (hi)	Profil WF						WD	WL	Tembok
		Balok	Berat (KN/m)	Kolom Tepi	Berat (KN/m)	Kolom Tengah	Berat (KN/m)	(KN/m^2)	(KN/m^2)	(KN/m^2)
15	3.75	WF400X300X9X14	0.94	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	3.62	1.00	0.00
14	3.75	WF400X300X9X14	0.94	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	5.12	2.50	2.50
13	3.75	WF600X200X10X15	0.95	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	5.12	2.50	2.50
12	3.75	WF600X200X10X15	0.95	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	5.12	2.50	2.50
11	3.75	WF600X200X10X15	0.95	HP394X398X11X18	1.47	HP394X398X11X18	1.47	5.12	2.50	2.50
10	3.75	WF600X300X12X17	1.37	HP394X398X11X18	1.47	HP394X398X11X18	1.47	5.12	2.50	2.50
9	3.75	WF600X300X12X17	1.37	HP406X403X16X24	2.00	HP406X403X16X24	2.00	5.12	2.50	2.50
8	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP406X403X16X24	2.00	HP406X403X16X24	2.00	5.12	2.50	2.50
7	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP406X403X16X24	2.00	HP406X403X16X24	2.00	5.12	2.50	2.50
6	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP406X403X16X24	2.00	HP406X403X16X24	2.00	5.12	2.50	2.50
5	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP428X407X20X35	2.83	HP428X407X20X35	2.83	5.12	2.50	2.50
4	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP428X407X20X35	2.83	HP428X407X20X35	2.83	5.12	2.50	2.50
3	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP428X407X20X35	2.83	HP428X407X20X35	2.83	5.12	2.50	2.50
2	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP418X417X30X30	2.84	HP418X417X30X30	2.84	5.12	2.50	2.50
1	4.25	WF700X300X13X20	1.66	HP418X417X30X30	2.84	HP418X417X30X30	2.84	5.12	2.50	2.50
	56.75									

Berat Kolom	Berat Balok	Berat Mati	Berat Hidup	Tembok	Wi (KN)
52.50	189.88	1824.48	151.20	0.00	2218.06
105.00	189.88	2580.48	378.00	1893.75	5147.11
105.00	191.90	2580.48	378.00	1893.75	5149.13
105.00	191.90	2580.48	378.00	1893.75	5149.13
110.25	191.90	2580.48	378.00	1893.75	5154.38
110.25	276.74	2580.48	378.00	1893.75	5239.22
150.00	276.74	2580.48	378.00	1893.75	5278.97
150.00	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5337.55
150.00	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5337.55
150.00	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5337.55
212.25	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5399.80
212.25	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5399.80
212.25	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5399.80
213.00	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5400.55
227.20	335.32	2580.48	378.00	2146.25	5667.25
					76615.85

T	1.767
C	0.056
I	1.5
K	1
V = CIKWt	6436.731

Wilayah II Tanah Lunak

Lantai	Tinggi (hi)	Wi	Wi hi	Fi x y	Fi x	Fi y
15	56.75	2218.06	125874.91	363.54	121.18	90.88
14	53.00	5147.11	272796.83	787.86	262.62	196.97
13	49.25	5149.13	253584.65	732.41	244.14	183.10
12	45.50	5149.13	234235.42	676.64	225.55	169.16
11	41.75	5154.38	215195.37	621.51	207.17	155.38
10	38.00	5239.22	199090.36	574.99	191.66	143.75
9	34.25	5278.97	180804.72	522.18	174.06	130.55
8	30.50	5337.55	162795.28	470.17	156.72	117.54
7	26.75	5337.55	142779.46	412.36	137.45	103.09
6	23.00	5337.55	122763.65	354.55	118.18	88.64
5	19.25	5399.80	103946.15	300.21	100.07	75.05
4	15.50	5399.80	83696.90	241.73	80.58	60.43
3	11.75	5399.80	63447.65	183.24	61.08	45.81
2	8.00	5400.55	43204.40	124.78	41.59	31.19
1	4.25	5667.25	24085.81	69.56	23.19	17.39
			2228361.55			

Lantai	Berat Lantai	Berat 1 Portal	Massa
15	2218.06	554.52	56.53
14	5147.11	1286.78	131.17
13	5149.13	1287.28	131.22
12	5149.13	1287.28	131.22
11	5154.38	1288.60	131.36
10	5239.22	1309.81	133.52
9	5278.97	1319.74	134.53
8	5337.55	1334.39	136.02
7	5337.55	1334.39	136.02
6	5337.55	1334.39	136.02
5	5399.80	1349.95	137.61
4	5399.80	1349.95	137.61
3	5399.80	1349.95	137.61
2	5400.55	1350.14	137.63
1	5667.25	1416.81	144.43

PERHITUNGAN BEBAN STATIK EKIVALEN *BRACED STEEL FRAME* (BSF) 15 LANTAI

Lantai	Tinggi (hi)	Profil WF						Profil Channel	
		Balok	Berat (KN/m)	Kolom Tepi	Berat (KN/m)	Kolom Tengah	Berat (KN/m)	*Bracing*	Berat (KN/m)
15	3.75	WF450X300X11X18	1.23	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U75X40	0.07
14	3.75	WF500X300X11X18	1.28	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U75X40	0.07
13	3.75	WF500X300X11X18	1.28	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U150X75	0.19
12	3.75	WF600X200X10X15	0.95	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U150X75	0.19
11	3.75	WF600X200X10X15	0.95	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U150X75	0.19
10	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U150X75	0.19
9	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U200X80	0.25
8	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP394X398X11X18	1.47	HP394X398X11X18	1.47	U200X80	0.25
7	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP394X398X11X18	1.47	HP394X398X11X18	1.47	U200X80	0.25
6	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP394X398X11X18	1.47	HP394X398X11X18	1.47	U200X80	0.25
5	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP394X398X11X18	1.47	HP394X398X11X18	1.47	U250X90	0.35
4	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP394X398X11X18	1.47	HP394X398X11X18	1.47	U250X90	0.35
3	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP394X398X11X18	1.47	HP394X398X11X18	1.47	U250X90	0.35
2	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP394X398X11X18	1.47	HP394X398X11X18	1.47	U250X90	0.35
1	4.25	WF600X200X13X23	1.34	HP428X407X20X35	2.83	HP428X407X20X35	2.83	U250X90	0.35
	56.75								

WD (KN/m^2)	WL (KN/m^2)	Tembok (KN/m^2)	Berat Balok	Berat Kolom	Berat *Bracing*	Berat Mati	Berat Hidup	Tembok	Wi (KN)
3.62	1.00	0.00	248.46	52.50	1.90	1824.48	151.2	0	2278.54
5.12	2.50	2.50	258.56	105.00	3.79	2580.48	378	1893.75	5219.58
5.12	2.50	2.50	258.56	105.00	10.20	2580.48	378	1893.75	5225.99
5.12	2.50	2.50	191.90	105.00	10.20	2580.48	378	1893.75	5159.33
5.12	2.50	2.50	191.90	105.00	10.20	2580.48	378	1893.75	5159.33
5.12	2.50	2.50	270.68	105.00	10.20	2580.48	378	1893.75	5238.11
5.12	2.50	2.50	270.68	105.00	13.49	2580.48	378	1893.75	5241.40
5.12	2.50	2.50	270.68	110.25	13.49	2580.48	378	1893.75	5246.65
5.12	2.50	2.50	270.68	110.25	13.49	2580.48	378	1893.75	5246.65
5.12	2.50	2.50	270.68	110.25	13.49	2580.48	378	1893.75	5246.65
5.12	2.50	2.50	270.68	110.25	18.97	2580.48	378	1893.75	5252.13
5.12	2.50	2.50	270.68	110.25	18.97	2580.48	378	1893.75	5252.13
5.12	2.50	2.50	270.68	110.25	18.97	2580.48	378	1893.75	5252.13
5.12	2.50	2.50	270.68	110.25	18.97	2580.48	378	1893.75	5252.13
5.12	2.50	2.50	270.68	226.40	19.56	2580.48	378	2140.20	5621.39
									75892.13

T	**1.013**
C1	**0.888326297**
I	**1.4**
R	**6.4**
V=((C1I)/R)Wt	**14747.447**

Wilayah 5 Tanah Lunak

Lantai	Tinggi (hi)	Wi	Wi hi	Fi x,y	Fi x	Fi y
15	56.75	2278.54	129306.98	857.74	285.91	214.44
14	53.00	5219.58	276637.96	1835.04	611.68	458.76
13	49.25	5225.99	257379.92	1707.30	569.10	426.82
12	45.50	5159.33	234749.44	1557.18	519.06	389.30
11	41.75	5159.33	215401.95	1428.84	476.28	357.21
10	38.00	5238.11	199048.11	1320.36	440.12	330.09
9	34.25	5241.40	179517.68	1190.81	396.94	297.70
8	30.50	5246.65	160022.76	1061.49	353.83	265.37
7	26.75	5246.65	140347.83	930.98	310.33	232.75
6	23.00	5246.65	120672.90	800.47	266.82	200.12
5	19.25	5252.13	101100.52	670.66	223.55	167.66
4	15.50	5252.13	81408.03	540.01	180.00	135.00
3	11.75	5252.13	61712.54	409.36	136.45	102.34
2	8.00	5252.13	42017.05	278.72	92.91	69.68
1	4.25	5621.39	23890.92	158.48	52.83	39.62
			2223217.80			

Lantai	Berat Lantai	Berat 1 Portal	Massa
15	2278.54	569.63	58.07
14	5219.58	1304.90	133.02
13	5225.99	1306.50	133.18
12	5159.33	1289.83	131.48
11	5159.33	1289.83	131.48
10	5238.11	1309.53	133.49
9	5241.40	1310.35	133.57
8	5246.65	1311.66	133.71
7	5246.65	1311.66	133.71
6	5246.65	1311.66	133.71
5	5252.13	1313.03	133.85
4	5252.13	1313.03	133.85
3	5252.13	1313.03	133.85
2	5252.13	1313.03	133.85
1	5621.39	1405.35	143.26

PERHITUNGAN BEBAN STATIK EKIVALEN *UNBRACED STEEL FRAME* (USF) 18 LANTAI

Lantai	Tinggi (hi)	Profil WF						WD	WL	Tembok
		Balok	Berat (KN/m)	Kolom Tepi	Berat (KN/m)	Kolom Tengah	Berat (KN/m)	(KN/m^2)	(KN/m^2)	(KN/m^2)
18	3.75	WF400X200X7X11	0.57	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	3.62	1.00	0.00
17	3.75	WF500X200X9X14	0.79	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	5.12	2.50	2.50
16	3.75	WF600X200X10X15	0.95	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	5.12	2.50	2.50
15	3.75	WF600X200X11X17	1.05	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	5.12	2.50	2.50
14	3.75	WF600X200X12X20	1.20	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	5.12	2.50	2.50
13	3.75	WF600X200X12X20	1.20	HP394X398X11X18	1.47	HP394X398X11X18	1.47	5.12	2.50	2.50
12	3.75	WF600X300X12X17	1.37	HP394X398X11X18	1.47	HP394X398X11X18	1.47	5.12	2.50	2.50
11	3.75	WF600X300X12X17	1.37	HP400X408X21X21	1.97	HP400X408X21X21	1.97	5.12	2.50	2.50
10	3.75	WF600X300X12X17	1.37	HP400X408X21X21	1.97	HP400X408X21X21	1.97	5.12	2.50	2.50
9	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP414X405X18X28	2.32	HP414X405X18X28	2.32	5.12	2.50	2.50
8	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP414X405X18X28	2.32	HP414X405X18X28	2.32	5.12	2.50	2.50
7	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP428X407X20X35	2.83	HP414X405X18X28	2.32	5.12	2.50	2.50
6	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP428X407X20X35	2.83	HP438X412X25X40	3.32	5.12	2.50	2.50
5	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP428X407X20X35	2.83	HP438X412X25X40	3.32	5.12	2.50	2.50
4	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP438X412X25X40	3.32	HP438X412X25X40	3.32	5.12	2.50	2.50
3	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP438X412X25X40	3.32	HP438X412X25X40	3.32	5.12	2.50	2.50
2	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP438X427X40X40	3.84	HP438X427X40X40	3.84	5.12	2.50	2.50
1	4.25	WF600X300X12X20	1.51	HP438X427X40X40	3.84	HP438X427X40X40	3.84	5.12	2.50	2.50
	68									

Berat Kolom	Berat Balok	Berat Mati	Berat Hidup	Tembok	Wi (KN)
52.50	115.14	1824.48	151.20	0.00	2143.32
105.00	159.58	2580.48	378.00	1893.75	5116.81
105.00	191.90	2580.48	378.00	1893.75	5149.13
105.00	212.10	2580.48	378.00	1893.75	5169.33
105.00	242.40	2580.48	378.00	1893.75	5199.63
110.25	242.40	2580.48	378.00	1893.75	5204.88
110.25	276.74	2580.48	378.00	1893.75	5239.22
147.75	276.74	2580.48	378.00	1893.75	5276.72
147.75	276.74	2580.48	378.00	1893.75	5276.72
174.00	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5361.55
174.00	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5361.55
193.13	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5380.68
230.63	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5418.18
230.63	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5418.18
249.00	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5436.55
249.00	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5436.55
288.00	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5475.55
307.20	305.02	2580.48	378.00	2146.25	5716.95
					92781.49

T	2.013
C	0.045
I	1.5
K	1
V = CIKWt	6262.75

Wilayah II Tanah Lunak

Lantai	Tinggi (hi)	Wi	Wi. hi	Fi x,y	Fi x	Fi y
18	68.00	2143.32	145745.76	284.64	94.88	71.16
17	64.25	5116.81	328755.04	642.05	214.02	160.51
16	60.50	5149.13	311522.37	608.40	202.80	152.10
15	56.75	5169.33	293359.48	572.93	190.98	143.23
14	53.00	5199.63	275580.39	538.20	179.40	134.55
13	49.25	5204.88	256340.34	500.63	166.88	125.16
12	45.50	5239.22	238384.51	465.56	155.19	116.39
11	41.75	5276.72	220303.06	430.25	143.42	107.56
10	38.00	5276.72	200515.36	391.60	130.53	97.90
9	34.25	5361.55	183633.09	358.63	119.54	89.66
8	30.50	5361.55	163527.28	319.37	106.46	79.84
7	26.75	5380.68	143933.06	281.10	93.70	70.27
6	23.00	5418.13	124618.03	243.38	81.13	60.84
5	19.25	5418.18	104299.87	203.70	67.90	50.92
4	15.50	5436.55	84266.53	164.57	54.86	41.14
3	11.75	5436.55	63879.46	124.76	41.59	31.19
2	8.00	5475.55	43804.40	85.55	28.52	21.39
1	4.25	5716.95	24297.04	47.45	15.82	11.86
			3206765.04			

Lantai	Berat Lantai	Berat 1 Portal	Massa
18	2143.32	535.83	54.62
17	5116.81	1279.20	130.40
16	5149.13	1287.28	131.22
15	5169.33	1292.33	131.74
14	5199.63	1299.91	132.51
13	5204.88	1301.22	132.64
12	5239.22	1309.81	133.52
11	5276.72	1319.18	134.47
10	5276.72	1319.18	134.47
9	5361.55	1340.39	136.63
8	5361.55	1340.39	136.63
7	5380.68	1345.17	137.12
6	5418.18	1354.54	138.08
5	5418.18	1354.54	138.08
4	5436.55	1359.14	138.55
3	5436.55	1359.14	138.55
2	5475.55	1368.89	139.54
1	5716.95	1429.24	145.69

PERHITUNGAN BEBAN STATIK EKIVALEN *BRACED STEEL FRAME* (BSF) 18 LANTAI

Lantai	Tinggi (hi)	Profil WF						Profil Channel	
		Balok	Berat (KN/m)	Kolom Tepi	Berat (KN/m)	Kolom Tengah	Berat (KN/m)	*Bracing*	Berat (KN/m)
18	3.75	WF500X200X9X14	0.79	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U75X40	0.07
17	3.75	WF600X200X11X17	1.05	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U75X40	0.07
16	3.75	WF600X200X11X17	1.05	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U75X40	0.07
15	3.75	WF600X200X12X20	1.20	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U100X50	0.09
14	3.75	WF600X200X12X20	1.20	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U100X50	0.09
13	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	U125X65	0.13
12	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP394X398X11X18	1.47	HP394X398X11X18	1.47	U125X65	0.13
11	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP394X398X11X18	1.47	HP394X398X11X18	1.47	U150X75	0.19
10	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP394X398X11X18	1.47	HP394X398X11X18	1.47	U150X75	0.19
9	3.75	WF600X300X12X17	1.37	HP394X398X11X18	1.47	HP394X398X11X18	1.47	U150X75	0.19
8	3.75	WF600X300X12X17	1.37	HP406X403X16X24	2.00	HP406X403X16X24	2.00	U200X80	0.25
7	3.75	WF600X300X12X17	1.37	HP406X403X16X24	2.00	HP406X403X16X24	2.00	U200X80	0.25
6	3.75	WF600X300X12X17	1.37	HP406X403X16X24	2.00	HP406X403X16X24	2.00	U200X80	0.25
5	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP414X405X18X28	2.32	HP414X405X18X28	2.32	U200X90	0.30
4	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP414X405X18X28	2.32	HP414X405X18X28	2.32	U200X90	0.30
3	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP414X405X18X28	2.32	HP414X405X18X28	2.32	U200X90	0.30
2	3.75	WF600X200X12X20	1.20	HP414X405X18X28	2.32	HP414X405X18X28	2.32	U200X90	0.30
1	4.25	WF600X200X12X20	1.20	HP438X412X25X40	3.32	HP438X412X25X40	3.32	U200X90	0.30
	68								

WD (KN/m^2)	WL (KN/m^2)	Tembok (KN/m^2)	Berat Balok	Berat Kolom	Berat *Bracing*	Berat Mati	Berat Hidup	Tembok	Wi (KN)
3.62	1.00	0.00	159.58	52.50	1.90	1824.48	151.2	0	2189.66
5.12	2.50	2.50	212.10	105.00	3.79	2580.48	378	1893.75	5173.12
5.12	2.50	2.50	212.10	105.00	3.79	2580.48	378	1893.75	5173.12
5.12	2.50	2.50	242.40	105.00	5.13	2580.48	378	1893.75	5204.76
5.12	2.50	2.50	242.40	105.00	5.13	2580.48	378	1893.75	5204.76
5.12	2.50	2.50	270.68	105.00	7.35	2580.48	378	1893.75	5235.26
5.12	2.50	2.50	270.68	110.25	7.35	2580.48	378	1893.75	5240.51
5.12	2.50	2.50	270.68	110.25	10.20	2580.48	378	1893.75	5243.36
5.12	2.50	2.50	270.68	110.25	10.20	2580.48	378	1893.75	5243.36
5.12	2.50	2.50	276.74	110.25	10.20	2580.48	378	1893.75	5249.42
5.12	2.50	2.50	276.74	150.00	13.49	2580.48	378	1893.75	5292.46
5.12	2.50	2.50	276.74	150.00	13.49	2580.48	378	1893.75	5292.46
5.12	2.50	2.50	276.74	150.00	13.49	2580.48	378	1893.75	5292.46
5.12	2.50	2.50	270.68	174.00	16.61	2580.48	378	1893.75	5313.52
5.12	2.50	2.50	270.68	174.00	16.61	2580.48	378	1893.75	5313.52
5.12	2.50	2.50	270.68	174.00	16.61	2580.48	378	1893.75	5313.52
5.12	2.50	2.50	242.40	174.00	16.61	2580.48	378	1893.75	5285.24
5.12	2.50	2.50	242.40	265.60	17.15	2580.48	378	2146.25	5629.88
									91890.39

T	1.160319964
C1	0.775648121
I	1.4
R	6.4
V=((C1I)/R)Wt	15591.32.3

Wilayah 5 Tanah Lunak

Lantai	Tinggi (hi)	Wi	Wi hi	Fi x,y	Fi x	Fi y
18	68.00	2189.66	148396.68	725.99	242.00	181.50
17	64.25	5173.12	332373.23	1620.58	540.19	405.15
16	60.50	5173.12	312974.01	1525.99	508.66	381.50
15	56.75	5204.76	295370.24	1440.16	480.05	360.04
14	53.00	5204.76	275852.39	1345.00	448.33	336.25
13	49.25	5235.26	257836.41	1257.16	419.05	314.29
12	45.50	5240.51	238443.07	1162.60	387.53	290.65
11	41.75	5243.36	218910.21	1067.36	355.79	266.84
10	38.00	5243.36	199247.61	971.49	323.83	242.87
9	34.25	5249.42	179792.57	876.63	292.21	219.16
8	30.50	5292.46	161419.97	787.05	262.35	196.76
7	26.75	5292.46	141573.25	690.28	230.09	172.57
6	23.00	5292.46	121726.53	593.51	197.84	148.38
5	19.25	5313.52	102285.32	498.72	166.24	124.68
4	15.50	5313.52	82359.61	401.57	133.86	100.39
3	11.75	5313.52	62423.90	304.41	101.47	76.10
2	8.00	5285.24	42281.95	206.16	68.72	51.54
1	4.25	5629.88	23926.98	116.66	38.89	29.17
			3197703.96			

Lantai	Berat Lantai	Berat 1 Portal	Massa
18	2189.66	547.41	55.80
17	5173.12	1293.28	131.83
16	5173.12	1293.28	131.83
15	5204.76	1301.19	132.64
14	5204.76	1301.19	132.64
13	5235.26	1308.81	133.42
12	5240.51	1310.13	133.55
11	5243.36	1310.84	133.62
10	5243.36	1310.84	133.62
9	5249.42	1312.35	133.78
8	5292.46	1323.11	134.87
7	5292.46	1323.11	134.87
6	5292.46	1323.11	134.87
5	5313.52	1328.38	135.41
4	5313.52	1328.38	135.41
3	5313.52	1328.38	135.41
2	5285.24	1321.31	134.69
1	5629.88	1407.47	143.47

PERHITUNGAN BEBAN STATIK EKIVALEN *UNBRACED STEEL FRAME* (USF) 20 LANTAI

Lantai	Tinggi (hi)	Profil WF						WD	WL	Tembok
		Balok	Berat (KN/m)	Kolom Tepi	Berat (KN/m)	Kolom Tengah	Berat (KN/m)	(KN/m^2)	(KN/m^2)	(KN/m^2)
20	3.75	WF400X200X8X13	0.66	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	3.62	1.00	0.00
19	3.75	WF500X200X10X16	0.90	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	5.12	2.50	2.50
18	3.75	WF600X200X10X15	0.95	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	5.12	2.50	2.50
17	3.75	WF600X200X11X17	1.05	HP388X402X15X15	1.40	HP388X402X15X15	1.40	5.12	2.50	2.50
16	3.75	WF600X200X12X20	1.20	HP388X402X15X15	1.40	HP394X398X11X18	1.47	5.12	2.50	2.50
15	3.75	WF600X200X13X23	1.34	HP394X398X11X18	1.47	HP400X400X13X21	1.72	5.12	2.50	2.50
14	3.75	WF600X300X12X17	1.37	HP400X400X13X21	1.72	HP400X400X13X21	1.72	5.12	2.50	2.50
13	3.75	WF600X300X12X20	1.51	HP400X408X21X21	1.97	HP414X405X18X28	2.32	5.12	2.50	2.50
12	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP414X405X18X28	2.32	HP414X405X18X28	2.32	5.12	2.50	2.50
11	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP414X405X18X28	2.32	HP428X407X20X35	2.83	5.12	2.50	2.50
10	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP428X407X20X35	2.83	HP428X407X20X35	2.83	5.12	2.50	2.50
9	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP428X407X20X35	2.83	HP428X407X20X35	2.83	5.12	2.50	2.50
8	3.75	WF700X300X13X20	1.66	HP428X407X20X35	2.83	HP438X412X25X40	3.32	5.12	2.50	2.50
7	3.75	WF700X300X12X24	1.85	HP438X412X25X40	3.32	HP438X412X25X40	3.32	5.12	2.50	2.50
6	3.75	WF700X300X13X24	1.85	HP438X412X25X40	3.32	HP438X427X40X40	3.84	5.12	2.50	2.50
5	3.75	WF700X300X13X24	1.85	HP438X412X25X40	3.32	HP438X427X40X40	3.84	5.12	2.50	2.50
4	3.75	WF700X300X13X24	1.85	HP438X427X40X40	3.84	HP438X427X40X40	3.84	5.12	2.50	2.50
3	3.75	WF700X300X13X24	1.85	HP438X427X40X40	3.84	HP438X427X40X40	3.84	5.12	2.50	2.50
2	3.75	WF700X300X13X24	1.85	HP458X417X30X50	4.15	HP458X417X30X50	4.15	5.12	2.50	2.50
1	4.25	WF700X300X13X20	1.66	HP478X427X40X60	5.18	HP478X427X40X60	5.18	5.12	2.50	2.50
	75.5									

Berat Kolom	Berat Balok	Berat Mati	Berat Hidup	Tembok	Wi (KN)
52.50	133.32	1824.48	151.20	0.00	2161.50
105.00	181.80	2580.48	378.00	1893.75	5139.03
105.00	191.90	2580.48	378.00	1893.75	5149.13
105.00	212.10	2580.48	378.00	1893.75	5169.33
107.63	242.40	2580.48	378.00	1893.75	5202.26
119.63	270.68	2580.48	378.00	1893.75	5242.54
129.00	276.74	2580.48	378.00	1893.75	5257.97
160.88	305.02	2580.48	378.00	1893.75	5318.13
174.00	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5361.55
193.13	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5380.68
212.25	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5399.80
212.25	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5399.80
230.63	335.32	2580.48	378.00	1893.75	5418.18
249.00	373.70	2580.48	378.00	1893.75	5474.93
268.50	373.70	2580.48	378.00	1893.75	5494.43
268.50	373.70	2580.48	378.00	1893.75	5494.43
288.00	373.70	2580.48	378.00	1893.75	5513.93
288.00	373.70	2580.48	378.00	1893.75	5513.93
311.25	373.70	2580.48	378.00	1893.75	5537.18
414.40	335.32	2580.48	378.00	2146.25	5854.45
					104483.16

T	2.177
C	0.045
I	1.6
K	1
V = CIKWt	7052.613

Wilayah II Tanah Lunak

Lantai	Tinggi (hi)	Wi	Wi hi	Fix	Fiy	Fiy
20	75.50	2161.50	163193.25	268.57	98.19	72.13
19	71.75	5139.03	368725.40	651.87	237.30	162.98
18	68.00	5149.13	350140.84	619.05	206.35	154.76
17	64.25	5169.33	332129.45	587.20	195.73	146.80
16	60.50	5202.26	314736.43	556.45	185.48	139.11
15	56.75	5242.54	297513.86	526.00	175.33	131.50
14	53.00	5257.97	278672.41	492.69	164.23	123.17
13	49.25	5318.13	261917.86	463.07	154.36	115.77
12	45.50	5361.55	243950.53	431.30	143.77	107.83
11	41.75	5380.68	224643.18	397.17	132.39	99.29
10	38.00	5399.80	205192.40	362.78	120.93	90.69
9	34.25	5399.80	184943.15	326.98	108.99	81.74
8	30.50	5418.18	165254.34	292.17	97.39	73.04
7	26.75	5474.93	146454.38	258.93	86.31	64.73
6	23.00	5494.43	126371.89	223.43	74.48	55.86
5	19.25	5494.43	105767.78	187.00	62.33	46.75
4	15.50	5513.93	85465.92	151.10	50.37	37.78
3	11.75	5513.93	64788.68	114.55	38.18	28.64
2	8.00	5537.18	44297.44	78.32	26.11	19.58
1	4.25	5854.45	24881.41	43.99	14.66	11.00
			3989040.38			

Lantai	Berat Lantai	Berat 1 Portal	Massa
20	2161.50	540.38	55.08
19	5139.03	1284.76	130.98
18	5149.13	1287.28	131.22
17	5169.33	1292.33	131.74
16	5202.26	1300.56	132.58
15	5242.54	1310.63	133.60
14	5257.97	1314.49	134.00
13	5318.13	1329.53	135.53
12	5361.55	1340.39	136.63
11	5380.68	1345.17	137.12
10	5399.80	1349.95	137.61
9	5399.80	1349.95	137.61
8	5418.18	1354.54	138.08
7	5474.93	1368.73	139.53
6	5494.43	1373.61	140.02
5	5494.43	1373.61	140.02
4	5513.93	1378.48	140.52
3	5513.93	1378.48	140.52
2	5537.18	1384.30	141.11
1	5854.45	1463.61	149.20

Momen Kolom *Unbraced Steel Frame* 5 Lantai Akibat Beban Statik Ekivalen di Wil. 2 (Tanah Lunak) dan Beban Gempa El-Centro

Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-598.762	598.762	-677.640	663.809
1	-212.759	212.759	-237.907	270.128
2	-208.665	208.665	-287.427	365.737
3	-229.869	229.869	-287.636	264.783
4	-201.504	201.504	-294.413	265.697
5	-83.577	83.577	-156.669	161.124

Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-670.990	670.990	-754.295	738.294
1	-456.693	456.693	-440.595	522.687
2	-434.496	434.496	-471.347	535.730
3	-413.188	413.188	-489.507	397.874
4	-314.593	314.593	-458.267	439.792
5	-164.600	164.600	-327.821	329.923

Normalisasi Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-1.132	1.109
1	-1.000	1.000	-1.118	1.270
2	-1.000	1.000	-1.377	1.753
3	-1.000	1.000	-1.251	1.152
4	-1.000	1.000	-1.461	1.319
5	-1.000	1.000	-1.875	1.928

Normalisasi Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-1.124	1.100
1	-1.000	1.000	-0.965	1.145
2	-1.000	1.000	-1.085	1.233
3	-1.000	1.000	-1.185	0.963
4	-1.000	1.000	-1.457	1.398
5	-1.000	1.000	-1.992	2.004

Momen Kolom *Braced Steel Frame* 5 Lantai Akibat Beban Statik Ekivalen di Wil. 5 (Tanah Lunak) dan Beban Gempa Koyna

Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Koyna Min	Koyna Max
0	-120.504	120.504	-85.624	109.857
1	-71.112	71.112	-73.032	57.611
2	-74.273	74.273	-54.278	58.174
3	-74.927	74.927	-71.881	66.049
4	-80.659	80.659	-64.688	65.938
5	-79.900	79.900	-71.897	69.518

Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Koyna Min	Koyna Max
0	-131.467	131.467	-94.585	120.504
1	-95.677	95.677	-95.236	75.783
2	-89.846	89.846	-73.831	68.461
3	-82.299	82.299	-82.573	74.780
4	-82.478	82.478	-72.632	78.227
5	-44.190	44.190	-54.548	57.376

Normalisasi Kolom tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Koyna Min	Koyna Max
0	-1.000	1.000	-0.711	0.912
1	-1.000	1.000	-1.027	0.810
2	-1.000	1.000	-0.731	0.783
3	-1.000	1.000	-0.959	0.908
4	-1.000	1.000	-0.802	0.817
5	-1.000	1.000	-0.900	0.870

Normalisasi Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Koyna Min	Koyna Max
0	-1.000	1.000	-0.719	0.917
1	-1.000	1.000	-0.996	0.792
2	-1.000	1.000	-0.822	0.762
3	-1.000	1.000	-1.003	0.909
4	-1.000	1.000	-0.881	0.948
5	-1.000	1.000	-1.234	1.298

Momen Kolom *Unbraced Steel Frame* 7 Lantai Akibat Beban Statik Ekivalen di Wil. 2 (Tanah Lunak) dan Beban Gempa El-Cenrto

Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-742.778	742.778	-795.026	854.875
1	-336.668	336.668	-385.827	397.400
2	-334.127	334.127	-391.631	385.525
3	-295.199	295.199	-355.586	328.825
4	-294.966	294.966	-414.656	354.257
5	-209.613	209.613	-236.940	260.885
6	-189.208	189.208	-239.911	336.470
7	-67.500	67.500	-120.518	130.648

Kolom tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-846.138	846.138	-897.001	972.658
1	-691.100	691.100	-748.764	799.068
2	-660.237	660.237	-762.635	972.658
3	-615.751	615.751	-738.699	695.710
4	-518.929	518.929	-674.434	610.491
5	-382.354	382.354	-453.447	527.063
6	-292.975	292.975	-359.303	542.451
7	-121.025	121.025	-260.011	260.850

Normalisasi Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-1.07	1.15
1	-1.000	1.000	-1.15	1.18
2	-1.000	1.000	-1.17	1.15
3	-1.000	1.000	-1.20	1.11
4	-1.000	1.000	-1.41	1.20
5	-1.000	1.000	-1.13	1.24
6	-1.000	1.000	-1.27	1.78
7	-1.000	1.000	-1.79	1.94

Normalisasi Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-1.06	1.15
1	-1.000	1.000	-1.08	1.16
2	-1.000	1.000	-1.16	1.47
3	-1.000	1.000	-1.20	1.13
4	-1.000	1.000	-1.30	1.18
5	-1.000	1.000	-1.19	1.38
6	-1.000	1.000	-1.23	1.85
7	-1.000	1.000	-2.15	2.16

Momen Kolom *Braced Steel Frame* 7 Lantai Akibat Beban Statik Ekivalen di Wil. 5 (Tanah Lunak) dan Beban Gempa Koyna

Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Koyna Min	Koyna Max
0	-504.122	504.122	-362.529	454.963
1	-256.106	256.106	-247.903	203.085
2	-264.554	264.554	-223.038	196.383
3	-270.758	270.758	-203.094	195.751
4	-273.989	273.989	-207.645	206.211
5	-166.371	166.371	-134.474	131.328
6	-151.296	151.296	-143.760	149.639
7	-94.811	94.811	-91.344	94.140

Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Koyna Min	Koyna Max
0	-557.788	557.788	-404.668	504.925
1	-401.392	401.392	-361.304	329.583
2	-378.051	378.051	-342.504	272.520
3	-357.887	357.887	-269.495	230.749
4	-321.286	321.286	-218.977	249.433
5	-209.360	209.360	-185.187	180.368
6	-168.393	168.393	-171.383	189.043
7	-77.844	77.844	-94.056	103.882

Normalisasi Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Koyna Min	Koyna Max
0	-1.000	1.000	-0.719	0.902
1	-1.000	1.000	-0.968	0.793
2	-1.000	1.000	-0.843	0.742
3	-1.000	1.000	-0.750	0.723
4	-1.000	1.000	-0.758	0.753
5	-1.000	1.000	-0.808	0.789
6	-1.000	1.000	-0.950	0.989
7	-1.000	1.000	-0.963	0.993

Normalisasi Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Koyna Min	Koyna Max
0	-1.000	1.000	-0.725	0.905
1	-1.000	1.000	-0.900	0.821
2	-1.000	1.000	-0.906	0.721
3	-1.000	1.000	-0.753	0.645
4	-1.000	1.000	-0.775	0.776
5	-1.000	1.000	-0.885	0.862
6	-1.000	1.000	-1.018	1.123
7	-1.000	1.000	-1.208	1.334

Lampiran A-3

Momen Kolom *Unbraced Steel Frame* 10 Lantai Akibat Beban Statik Ekivalen di Wil. 2 (Tanah Lunak) dan Beban Gempa El-Centro

Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-962.388	962.388	-1331.194	1350.803
1	-424.933	424.933	-542.952	580.341
2	-430.020	430.020	-572.743	537.858
3	-425.775	425.775	-556.745	472.056
4	-361.773	361.773	-447.169	395.912
5	-374.423	374.423	-421.775	415.328
6	-311.698	311.698	-405.625	439.315
7	-291.394	291.394	-428.802	402.886
8	-208.178	208.178	-372.674	352.808
9	-168.932	168.932	-362.324	374.860
10	-46.063	46.063	-114.812	106.624

Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1070.493	1070.493	-1485.333	1506.372
1	-921.426	921.426	-1059.548	1248.238
2	-861.846	861.846	-1203.807	1081.406
3	-822.390	822.390	-1082.843	950.392
4	-737.805	737.805	-910.935	748.485
5	-695.376	695.376	-785.333	784.386
6	-618.495	618.495	-730.229	777.896
7	-493.671	493.671	-754.063	743.002
8	-372.431	372.431	-717.027	693.424
9	-227.762	227.762	-529.327	540.989
10	-73.285	73.285	-244.647	198.034

Normalisasi Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-1.383	1.404
1	-1.000	1.000	-1.278	1.366
2	-1.000	1.000	-1.332	1.251
3	-1.000	1.000	-1.308	1.109
4	-1.000	1.000	-1.236	1.094
5	-1.000	1.000	-1.126	1.109
6	-1.000	1.000	-1.301	1.409
7	-1.000	1.000	-1.472	1.383
8	-1.000	1.000	-1.790	1.695
9	-1.000	1.000	-2.145	2.219
10	-1.000	1.000	-2.492	2.315

Normalisasi Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-1.388	1.407
1	-1.000	1.000	-1.150	1.355
2	-1.000	1.000	-1.397	1.255
3	-1.000	1.000	-1.317	1.156
4	-1.000	1.000	-1.235	1.014
5	-1.000	1.000	-1.129	1.128
6	-1.000	1.000	-1.181	1.258
7	-1.000	1.000	-1.527	1.505
8	-1.000	1.000	-1.925	1.862
9	-1.000	1.000	-2.324	2.375
10	-1.000	1.000	-3.338	2.702

Momen Kolom *Braced Steel Frame* 10 Lantai Akibat Beban Statik Ekivalen di Wil. 5 (Tanah Lunak) dan Beban Gempa El-Centro

Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-575.603	575.603	-317.929	505.673
1	-280.761	280.761	-268.104	189.642
2	-388.866	388.866	-201.423	213.615
3	-404.404	404.404	-212.820	235.611
4	-428.179	428.179	-221.564	300.909
5	-426.134	426.134	-275.709	275.235
6	-407.779	407.779	-293.863	283.403
7	-379.400	379.400	-256.595	295.776
8	-339.101	339.101	-279.177	327.687
9	-299.248	299.248	-354.770	245.094
10	-176.533	176.533	-187.557	122.356

Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1007.886	1007.886	-563.811	891.181
1	-430.543	430.543	-432.022	318.321
2	-440.957	440.957	-339.564	241.515
3	-432.472	432.472	-254.358	262.475
4	-426.526	426.526	-240.274	337.096
5	-415.267	415.267	-312.030	306.346
6	-377.309	377.309	-317.968	302.915
7	-360.101	360.101	-290.434	347.537
8	-324.890	324.890	-325.428	409.755
9	-244.175	244.175	-421.849	329.665
10	-94.130	94.130	-216.146	143.807

Normalisasi Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-0.552	0.879
1	-1.000	1.000	-0.955	0.675
2	-1.000	1.000	-0.518	0.549
3	-1.000	1.000	-0.526	0.583
4	-1.000	1.000	-0.517	0.703
5	-1.000	1.000	-0.647	0.646
6	-1.000	1.000	-0.721	0.695
7	-1.000	1.000	-0.676	0.780
8	-1.000	1.000	-0.823	0.966
9	-1.000	1.000	-1.186	0.819
10	-1.000	1.000	-1.062	0.693

Normalisasi Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-0.559	0.884
1	-1.000	1.000	-1.003	0.739
2	-1.000	1.000	-0.770	0.548
3	-1.000	1.000	-0.588	0.607
4	-1.000	1.000	-0.563	0.790
5	-1.000	1.000	-0.751	0.738
6	-1.000	1.000	-0.843	0.803
7	-1.000	1.000	-0.807	0.965
8	-1.000	1.000	-1.002	1.261
9	-1.000	1.000	-1.728	1.350
10	-1.000	1.000	-2.296	1.528

Momen Kolom *Unbraced Steel Frame* 12 Lantai Akibat Beban Statik Ekivalen di Wil. 2 (Tanah Lunak) dan Beban Gempa El-Centro

Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-973.110	973.110	-1553.892	1516.049
1	-517.279	517.279	-792.668	863.346
2	-514.941	514.941	-806.268	795.176
3	-512.452	512.452	-780.698	674.722
4	-513.391	513.391	-735.312	630.005
5	-488.865	488.865	-658.380	558.966
6	-451.698	451.698	-591.461	567.034
7	-375.089	375.089	-502.076	545.130
8	-335.786	335.786	-509.135	564.364
9	-306.005	306.005	-555.401	497.315
10	-200.831	200.831	-429.997	396.638
11	-159.149	159.149	-405.606	365.304
12	-76.281	76.281	-191.990	173.966

Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1109.545	1109.545	-1765.529	1730.241
1	-974.081	974.081	-1344.960	1495.045
2	-936.214	936.214	-1460.839	1381.189
3	-912.244	912.244	-1376.306	1169.231
4	-853.630	853.630	-1212.158	1019.395
5	-800.032	800.032	-1065.396	917.771
6	-730.283	730.283	-978.065	943.814
7	-626.086	626.086	-840.444	918.123
8	-586.289	586.289	-889.172	876.073
9	-440.497	440.497	-839.650	800.719
10	-324.798	324.798	-745.606	-682.756
11	-229.315	229.315	-617.525	555.739
12	-79.847	79.847	-266.196	247.020

Normalisasi Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-1.597	1.558
1	-1.000	1.000	-1.532	1.669
2	-1.000	1.000	-1.566	1.544
3	-1.000	1.000	-1.523	1.317
4	-1.000	1.000	-1.432	1.227
5	-1.000	1.000	-1.347	1.143
6	-1.000	1.000	-1.309	1.255
7	-1.000	1.000	-1.339	1.453
8	-1.000	1.000	-1.516	1.681
9	-1.000	1.000	-1.815	1.625
10	-1.000	1.000	-2.141	1.975
11	-1.000	1.000	-2.549	2.295
12	-1.000	1.000	-2.517	2.281

Normalisasi Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-1.591	1.559
1	-1.000	1.000	-1.381	1.535
2	-1.000	1.000	-1.560	1.475
3	-1.000	1.000	-1.509	1.282
4	-1.000	1.000	-1.420	1.194
5	-1.000	1.000	-1.332	1.147
6	-1.000	1.000	-1.339	1.292
7	-1.000	1.000	-1.342	1.466
8	-1.000	1.000	-1.517	1.494
9	-1.000	1.000	-1.906	1.816
10	-1.000	1.000	-2.296	2.102
11	-1.000	1.000	-2.693	2.423
12	-1.000	1.000	-3.334	3.094

Momen Kolom *Braced Steel Frame* 12 Lantai Akibat Beban Statik Ekivalen di Wil. 5 (Tanah Lunak) dan Beban Gempa El-Centro

Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-736.689	736.689	-625.520	511.830
1	-356.292	356.292	-248.387	283.140
2	-477.671	477.671	-280.268	295.090
3	-517.807	517.807	-277.155	309.206
4	-597.954	597.954	-342.781	353.401
5	-570.226	570.226	-348.557	324.357
6	-571.266	571.266	-338.723	337.210
7	-547.167	547.167	-320.413	347.511
8	-489.665	489.665	-329.527	314.499
9	-428.476	428.476	-381.402	341.097
10	-433.765	433.765	-377.514	386.142
11	-269.271	269.271	-216.694	261.716
12	-263.507	263.507	-218.297	220.460

Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1219.199	1219.199	-1043.002	851.547
1	-606.780	606.780	-458.848	582.539
2	-565.952	565.952	-382.096	372.887
3	-559.380	559.380	-321.117	383.248
4	-635.454	635.454	-374.121	386.879
5	-592.189	592.189	-384.081	347.186
6	-586.733	586.733	-361.777	373.753
7	-467.206	467.206	-311.572	328.467
8	-415.534	415.534	-331.368	310.199
9	-354.639	354.639	-400.889	341.456
10	-340.873	340.873	-362.149	397.134
11	-210.533	210.533	-292.614	292.969
12	-110.972	110.972	-145.663	147.177

Normalisasi Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-0.849	0.695
1	-1.000	1.000	-0.697	0.795
2	-1.000	1.000	-0.587	0.618
3	-1.000	1.000	-0.535	0.597
4	-1.000	1.000	-0.573	0.591
5	-1.000	1.000	-0.611	0.569
6	-1.000	1.000	-0.593	0.590
7	-1.000	1.000	-0.586	0.635
8	-1.000	1.000	-0.573	0.642
9	-1.000	1.000	-0.890	0.796
10	-1.000	1.000	-0.870	0.890
11	-1.000	1.000	-0.805	0.972
12	-1.000	1.000	-0.828	0.837

Normalisasi Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-0.855	0.698
1	-1.000	1.000	-0.756	0.960
2	-1.000	1.000	-0.675	0.659
3	-1.000	1.000	-0.574	0.685
4	-1.000	1.000	-0.589	0.609
5	-1.000	1.000	-0.649	0.586
6	-1.000	1.000	-0.617	0.637
7	-1.000	1.000	-0.667	0.703
8	-1.000	1.000	-0.797	0.747
9	-1.000	1.000	-1.130	0.963
10	-1.000	1.000	-1.062	1.165
11	-1.000	1.000	-1.390	1.392
12	-1.000	1.000	-1.313	1.326

Momen Kolom *Braced Steel Frame* 15 Lantai Akibat Beban Statik Ekivalen di Wil. 5 (Tanah Lunak) dan Beban Gempa El-Centro

Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-982.979	982.979	-927.853	909.329
1	-457.903	457.903	-392.089	409.325
2	-673.778	673.778	-522.360	516.288
3	-750.484	750.484	-571.748	525.828
4	-789.707	789.707	-579.992	544.085
5	-865.211	865.211	-610.378	586.580
6	-828.639	828.639	-642.516	606.598
7	-821.521	821.521	-698.253	613.292
8	-808.735	808.735	-704.802	662.952
9	-742.554	742.554	-782.556	677.208
10	-734.477	734.477	-759.323	749.042
11	-553.815	553.815	-591.702	637.506
12	-484.781	484.781	-544.609	620.637
13	-434.316	434.316	-560.811	566.795
14	-392.431	392.431	-515.171	628.154
15	-358.665	358.665	-416.772	519.506

Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1064.539	1064.539	-1016.502	992.655
1	-594.873	594.873	-592.905	622.840
2	-618.522	618.522	-492.792	501.871
3	-634.223	634.223	-501.041	468.133
4	-630.590	630.590	-483.511	458.659
5	-700.065	700.065	-517.475	491.400
6	-664.573	664.573	-535.347	517.057
7	-646.966	646.966	-571.840	499.640
8	-617.755	617.755	-566.181	528.989
9	-555.559	555.559	-642.072	545.663
10	-573.679	573.679	-667.974	615.534
11	-462.706	462.706	-558.413	583.600
12	-397.858	397.858	-480.884	568.451
13	-328.087	328.087	-490.371	500.639
14	-273.252	273.252	-440.938	548.946
15	-100.627	100.627	-178.564	234.047

Normalisasi Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-0.944	0.925
1	-1.000	1.000	-0.856	0.894
2	-1.000	1.000	-0.775	0.766
3	-1.000	1.000	-0.762	0.701
4	-1.000	1.000	-0.734	0.689
5	-1.000	1.000	-0.705	0.678
6	-1.000	1.000	-0.775	0.732
7	-1.000	1.000	-0.850	0.747
8	-1.000	1.000	-0.871	0.820
9	-1.000	1.000	-1.054	0.912
10	-1.000	1.000	-1.034	1.020
11	-1.000	1.000	-1.068	1.151
12	-1.000	1.000	-1.123	1.280
13	-1.000	1.000	-1.291	1.305
14	-1.000	1.000	-1.313	1.601
15	-1.000	1.000	-1.162	1.448

Normalisasi Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-0.955	0.932
1	-1.000	1.000	-0.997	1.047
2	-1.000	1.000	-0.797	0.811
3	-1.000	1.000	-0.790	0.738
4	-1.000	1.000	-0.767	0.727
5	-1.000	1.000	-0.739	0.702
6	-1.000	1.000	-0.806	0.778
7	-1.000	1.000	-0.884	0.772
8	-1.000	1.000	-0.917	0.856
9	-1.000	1.000	-1.156	0.982
10	-1.000	1.000	-1.164	1.073
11	-1.000	1.000	-1.207	1.268
12	-1.000	1.000	-1.209	1.429
13	-1.000	1.000	-1.495	1.526
14	-1.000	1.000	-1.614	2.009
15	-1.000	1.000	-1.775	2.326

Momen Kolom *Unbraced Steel Frame* 18 Lantai Akibat Beban Statik Ekivalen di Wil. 2 (Tanah Lunak) dan Beban Gempa El-Centro

Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1070.017	1070.017	-1553.644	1508.075
1	-448.083	448.083	-579.166	568.201
2	-519.629	519.629	-741.809	769.342
3	-508.648	508.648	-651.728	689.963
4	-517.611	517.611	-628.054	685.143
5	-487.913	487.913	-632.092	717.708
6	-542.685	542.685	-655.383	862.070
7	-524.168	524.168	-822.549	664.426
8	-465.313	465.313	-734.615	604.172
9	-446.895	446.895	-641.414	621.134
10	-360.148	360.148	-507.246	502.542
11	-350.884	350.884	-496.404	497.129
12	-339.710	339.710	-511.228	437.226
13	-288.982	288.982	-445.194	375.391
14	-255.804	255.804	-367.125	369.455
15	-204.035	204.035	-326.323	336.527
16	-158.076	158.076	-253.551	310.848
17	-101.186	101.186	-231.318	266.190
18	-39.814	39.814	-108.002	113.000

Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1211.377	1211.377	-1758.834	1705.094
1	-941.838	941.838	-1281.648	1220.425
2	-1003.844	1003.844	-1371.009	1439.240
3	-922.718	922.718	-1134.614	1199.850
4	-897.953	897.953	-1072.229	1242.406
5	-878.519	878.519	-1159.392	1331.824
6	-887.985	887.985	-1319.105	1160.290
7	-749.725	749.725	-1171.508	1161.308
8	-741.684	741.684	-1169.898	986.605
9	-690.000	690.000	-1011.267	943.027
10	-600.465	600.465	-846.853	873.369
11	-606.007	606.007	-874.778	794.543
12	-523.804	523.804	-812.317	700.122
13	-457.303	457.303	-713.667	596.316
14	-388.177	388.177	-565.782	600.689
15	-306.368	306.368	-530.087	552.744
16	-226.882	226.882	-446.904	508.292
17	-136.107	136.107	-381.386	433.164
18	-49.667	49.667	-222.769	219.918

Normalisasi Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-1.452	1.409
1	-1.000	1.000	-1.293	1.268
2	-1.000	1.000	-1.428	1.481
3	-1.000	1.000	-1.281	1.356
4	-1.000	1.000	-1.213	1.324
5	-1.000	1.000	-1.296	1.471
6	-1.000	1.000	-1.208	1.589
7	-1.000	1.000	-1.569	1.268
8	-1.000	1.000	-1.579	1.298
9	-1.000	1.000	-1.435	1.390
10	-1.000	1.000	-1.408	1.395
11	-1.000	1.000	-1.415	1.417
12	-1.000	1.000	-1.505	1.287
13	-1.000	1.000	-1.541	1.299
14	-1.000	1.000	-1.435	1.444
15	-1.000	1.000	-1.599	1.649
16	-1.000	1.000	-1.604	1.966
17	-1.000	1.000	-2.286	2.631
18	-1.000	1.000	-2.713	2.638

Normalisasi Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-1.452	1.408
1	-1.000	1.000	-1.361	1.296
2	-1.000	1.000	-1.366	1.434
3	-1.000	1.000	-1.230	1.300
4	-1.000	1.000	-1.194	1.384
5	-1.000	1.000	-1.320	1.516
6	-1.000	1.000	-1.486	1.307
7	-1.000	1.000	-1.563	1.549
8	-1.000	1.000	-1.577	1.330
9	-1.000	1.000	-1.466	1.367
10	-1.000	1.000	-1.410	1.454
11	-1.000	1.000	-1.444	1.311
12	-1.000	1.000	-1.551	1.337
13	-1.000	1.000	-1.561	1.304
14	-1.000	1.000	-1.458	1.547
15	-1.000	1.000	-1.730	1.804
16	-1.000	1.000	-1.970	2.240
17	-1.000	1.000	-2.802	3.183
18	-1.000	1.000	-4.485	4.428

Momen Kolom *Braced Steel Frame* 18 Lantai Akibat Beban Statik Ekivalen di Wil. 5 (Tanah Lunak) dan Beban Gempa El-Centro

Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1217.039	1217.039	-880.770	1046.759
1	-538.713	538.713	-364.704	375.852
2	-717.937	717.937	-395.419	464.597
3	-839.450	839.450	-476.974	480.770
4	-886.781	886.781	-500.464	504.050
5	-914.120	914.120	-477.861	512.498
6	-914.626	914.626	-503.082	507.312
7	-908.853	908.853	-495.170	536.272
8	-917.804	917.804	-511.507	555.561
9	-844.662	844.662	-530.412	560.933
10	-823.067	823.067	-566.161	558.648
11	-761.320	761.320	-527.001	598.769
12	-760.222	760.222	-590.261	574.785
13	-665.841	665.841	-547.966	679.256
14	-600.019	600.019	-594.865	667.452
15	-516.313	516.313	-639.915	656.812
16	-428.148	428.148	-667.150	450.377
17	-348.135	348.135	-551.303	386.132
18	-257.170	257.170	-337.985	239.012

Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1324.983	1324.983	-968.960	1152.710
1	-758.233	758.233	-616.464	597.464
2	-815.012	815.012	-539.693	594.604
3	-862.209	862.209	-588.504	552.308
4	-863.462	863.462	-563.855	520.509
5	-860.498	860.498	-499.677	517.389
6	-833.788	833.788	-505.806	492.038
7	-799.622	799.622	-481.143	512.985
8	-788.201	788.201	-487.471	533.175
9	-716.253	716.253	-508.638	535.869
10	-676.849	676.849	-537.984	520.806
11	-624.134	624.134	-497.215	567.578
12	-633.410	633.410	-562.469	531.765
13	-545.202	545.202	-511.607	661.006
14	-512.861	512.861	-604.483	713.780
15	-425.245	425.245	-689.775	711.581
16	-340.281	340.281	-720.982	477.759
17	-231.116	231.116	-510.855	357.896
18	-87.055	87.055	-195.136	133.373

Normalisasi Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-0.724	0.860
1	-1.000	1.000	-0.677	0.698
2	-1.000	1.000	-0.551	0.647
3	-1.000	1.000	-0.568	0.573
4	-1.000	1.000	-0.564	0.563
5	-1.000	1.000	-0.523	0.561
6	-1.000	1.000	-0.550	0.555
7	-1.000	1.000	-0.545	0.590
8	-1.000	1.000	-0.557	0.605
9	-1.000	1.000	-0.526	0.664
10	-1.000	1.000	-0.688	0.679
11	-1.000	1.000	-0.692	0.786
12	-1.000	1.000	-0.776	0.756
13	-1.000	1.000	-0.823	1.020
14	-1.000	1.000	-0.991	1.112
15	-1.000	1.000	-1.239	1.272
16	-1.000	1.000	-1.558	1.052
17	-1.000	1.000	-1.584	1.109
18	-1.000	1.000	-1.314	0.929

Normalisasi Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-0.731	0.870
1	-1.000	1.000	-0.813	0.788
2	-1.000	1.000	-0.662	0.730
3	-1.000	1.000	-0.683	0.641
4	-1.000	1.000	-0.653	0.603
5	-1.000	1.000	-0.581	0.601
6	-1.000	1.000	-0.607	0.590
7	-1.000	1.000	-0.632	0.642
8	-1.000	1.000	-0.618	0.676
9	-1.000	1.000	-0.710	0.748
10	-1.000	1.000	-0.795	0.769
11	-1.000	1.000	-0.797	0.909
12	-1.000	1.000	-0.888	0.840
13	-1.000	1.000	-0.938	1.212
14	-1.000	1.000	-1.179	1.392
15	-1.000	1.000	-1.622	1.673
16	-1.000	1.000	-2.119	1.404
17	-1.000	1.000	-2.210	1.549
18	-1.000	1.000	-2.242	1.532

Momen Kolom *Unbraced Steel Frame 20* Lantai Akibat Beban Statik Ekivalen di Wil. 2 (Tanah Lunak) dan Beban Gempa El-Centro

Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1247.672	1247.672	-1592.981	1569.104
1	-606.043	606.043	-726.612	714.829
2	-596.816	596.816	-697.758	712.497
3	-584.583	584.583	-687.572	706.170
4	-583.825	583.825	-657.957	654.643
5	-557.963	557.963	-608.958	661.826
6	-573.071	573.071	-659.226	785.348
7	-570.580	570.580	-693.338	763.471
8	-525.849	525.849	-647.316	807.274
9	-512.159	512.159	-772.535	705.416
10	-505.659	505.659	-777.504	563.015
11	-442.188	442.188	-629.519	556.868
12	-450.090	450.090	-598.786	520.094
13	-355.671	355.671	-430.534	535.164
14	-346.582	346.582	-506.703	430.283
15	-287.385	287.385	-450.848	400.920
16	-252.138	252.138	-425.496	354.215
17	-207.607	207.607	-335.821	362.857
18	-160.893	160.893	-260.102	361.076
19	-106.611	106.611	-248.801	287.025
20	-42.306	42.306	-106.961	122.640

Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1419.979	1419.979	-1815.356	1786.212
1	-1092.245	1092.245	-1348.663	1318.288
2	-1053.516	1053.516	-1309.282	1346.958
3	-1028.568	1028.568	-1211.661	1249.787
4	-1017.407	1017.407	-1108.250	1101.838
5	-994.808	994.808	-1072.153	1134.060
6	-979.301	979.301	-1072.363	1203.836
7	-936.306	936.306	-1122.458	1388.566
8	-893.561	893.561	-1286.575	1270.078
9	-822.534	822.534	-1273.993	1196.883
10	-769.921	769.921	-1211.448	1082.481
11	-765.763	765.763	-1140.369	849.120
12	-658.497	658.497	-854.308	931.775
13	-605.976	605.976	-836.151	791.848
14	-520.283	520.283	-790.900	803.561
15	-493.846	493.846	-817.870	651.800
16	-390.966	390.966	-678.691	582.867
17	-310.858	310.858	-590.888	623.228
18	-230.972	230.972	-458.773	598.498
19	-140.226	140.226	-398.820	461.629
20	-48.446	48.446	-222.778	232.843

Normalisasi Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-1.277	1.258
1	-1.000	1.000	-1.199	1.180
2	-1.000	1.000	-1.169	1.194
3	-1.000	1.000	-1.176	1.208
4	-1.000	1.000	-1.127	1.121
5	-1.000	1.000	-1.091	1.186
6	-1.000	1.000	-1.150	1.370
7	-1.000	1.000	-1.215	1.338
8	-1.000	1.000	-1.231	1.535
9	-1.000	1.000	-1.508	1.377
10	-1.000	1.000	-1.538	1.113
11	-1.000	1.000	-1.424	1.259
12	-1.000	1.000	-1.330	1.156
13	-1.000	1.000	-1.210	1.505
14	-1.000	1.000	-1.462	1.242
15	-1.000	1.000	-1.569	1.395
16	-1.000	1.000	-1.688	1.405
17	-1.000	1.000	-1.618	1.748
18	-1.000	1.000	-1.617	2.244
19	-1.000	1.000	-2.334	2.692
20	-1.000	1.000	-2.528	2.899

Normalisasi Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-1.278	1.258
1	-1.000	1.000	-1.235	1.207
2	-1.000	1.000	-1.243	1.279
3	-1.000	1.000	-1.178	1.215
4	-1.000	1.000	-1.089	1.083
5	-1.000	1.000	-1.078	1.140
6	-1.000	1.000	-1.095	1.229
7	-1.000	1.000	1.199	1.483
8	-1.000	1.000	-1.440	1.421
9	-1.000	1.000	-1.549	1.455
10	-1.000	1.000	-1.573	1.406
11	-1.000	1.000	-1.489	1.109
12	-1.000	1.000	-1.297	1.415
13	-1.000	1.000	-1.380	1.307
14	-1.000	1.000	-1.520	1.544
15	-1.000	1.000	-1.656	1.320
16	-1.000	1.000	-1.736	1.491
17	-1.000	1.000	-1.901	2.005
18	-1.000	1.000	-1.986	2.591
19	-1.000	1.000	-2.844	3.292
20	-1.000	1.000	-4.598	4.806

Lampiran A-3

Momen Kolom *Braced Steel Frame 20* Lantai Akibat Beban Statik Ekivalen di Wil. 5 (Tanah Lunak) dan Beban Gempa El-Centro

Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1612.865	1612.865	-1295.327	1403.666
1	-766.249	766.249	-541.638	594.409
2	-851.643	851.643	-574.642	631.747
3	-1007.866	1007.866	-652.956	703.951
4	-1068.096	1068.096	-693.679	705.429
5	-1169.267	1169.267	-689.696	753.333
6	-1066.542	1066.542	-719.698	608.690
7	-1045.394	1045.394	-604.166	633.062
8	-1011.700	1011.700	-639.173	585.969
9	-976.233	976.233	-571.972	566.366
10	-972.307	972.307	-553.927	596.728
11	-811.679	811.679	-495.824	516.661
12	-769.235	769.235	-557.699	580.847
13	-771.005	771.005	-559.712	542.582
14	-667.943	667.943	-514.006	542.107
15	-637.879	637.879	-520.469	528.821
16	-552.001	552.001	-519.757	535.307
17	-479.138	479.138	-525.607	427.516
18	-401.880	401.880	-465.883	409.013
19	-306.105	306.105	-347.026	327.866
20	-218.466	218.466	-223.471	205.318

Kolom tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0.000	-1739.251	1739.251	-1405.870	1521.394
1.000	-1193.956	1193.956	-919.196	995.894
2.000	-1056.784	1056.784	-889.816	837.079
3.000	-1126.192	1126.192	-831.089	842.746
4.000	-1125.402	1125.402	-809.742	806.444
5.000	-1198.322	1198.322	-777.077	810.365
6.000	-1096.863	1096.863	-806.107	654.883
7.000	-984.462	984.462	-594.765	617.854
8.000	-1007.423	1007.423	-639.825	585.851
9.000	-848.596	848.596	-515.890	508.481
10.000	-779.141	779.141	-497.587	512.363
11.000	-707.994	707.994	-495.873	490.971
12.000	-686.721	686.721	-557.254	550.904
13.000	-689.245	689.245	-533.164	537.882
14.000	-612.256	612.256	-538.247	541.317
15.000	-584.359	584.359	-520.984	538.291
16.000	-484.980	484.980	-524.643	547.281
17.000	-422.493	422.493	-546.425	479.944
18.000	-322.191	322.191	-448.050	437.054
19.000	-207.667	207.667	-339.314	315.858
20.000	-79.114	79.114	-137.548	123.745

Normalisasi Kolom Tepi

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-0.803	0.870
1	-1.000	1.000	-0.707	0.776
2	-1.000	1.000	-0.675	0.742
3	-1.000	1.000	-0.648	0.698
4	-1.000	1.000	-0.649	0.660
5	-1.000	1.000	-0.590	0.644
6	-1.000	1.000	-0.675	0.571
7	-1.000	1.000	-0.578	0.606
8	-1.000	1.000	-0.632	0.579
9	-1.000	1.000	-0.586	0.580
10	-1.000	1.000	-0.570	0.614
11	-1.000	1.000	-0.611	0.637
12	-1.000	1.000	-0.725	0.755
13	-1.000	1.000	-0.726	0.704
14	-1.000	1.000	-0.770	0.812
15	-1.000	1.000	-0.816	0.829
16	-1.000	1.000	-0.942	0.970
17	-1.000	1.000	-1.097	0.892
18	-1.000	1.000	-1.159	1.018
19	-1.000	1.000	-1.134	1.071
20	-1.000	1.000	-1.023	0.940

Normalisasi Kolom Tengah

Lantai	Statik Min	Statik Max	Elcentro Min	Elcentro Max
0	-1.000	1.000	-0.808	0.875
1	-1.000	1.000	-0.770	0.834
2	-1.000	1.000	-0.842	0.792
3	-1.000	1.000	-0.738	0.748
4	-1.000	1.000	-0.720	0.717
5	-1.000	1.000	-0.648	0.676
6	-1.000	1.000	-0.735	0.597
7	-1.000	1.000	-0.604	0.628
8	-1.000	1.000	-0.635	0.562
9	-1.000	1.000	-0.608	0.599
10	-1.000	1.000	-0.639	0.658
11	-1.000	1.000	-0.700	0.693
12	-1.000	1.000	-0.811	0.802
13	-1.000	1.000	-0.774	0.780
14	-1.000	1.000	-0.879	0.884
15	-1.000	1.000	-0.892	0.921
16	-1.000	1.000	-1.082	1.128
17	-1.000	1.000	-1.293	1.136
18	-1.000	1.000	-1.391	1.357
19	-1.000	1.000	-1.634	1.521
20	-1.000	1.000	-1.739	1.564

TABEL MOMEN RENCANA BALOK & REDISTRIBUSI MOMEN

Tingkat	Profil	Balok	Loc		Momen balok (kN-m)				1.2D+1.6L	Momen Awal				ReDistribusi Momen Balok				Momen Rencana
										1.2D+0.5L+E		0.9D+E		1.2D+0.5L+E		0.9D+E		
			(m)	Point	MD	ML	ME,kl	ME,ka		ME,kl	ME,ka	ME,kl	ME,ka	ME,kl	ME,ka	ME,kl	ME,ka	
(1)	(2)	(3)	(4)		(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
1	WF600X300X14X23	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-106.27	-30.92	534.72	-534.72	-176.99	391.74	391.74	439.08	439.08	476.25	476.25	492.80	492.80	409.77
			0.77	Sp. Xi	69.42	-20.11	418.53	-418.53	-115.47	325.17	325.17	356.05	353.05	409.68	409.68	409.77	409.77	-409.77
			3.50	1/2 L	81.03	18.23	6.57	-6.57	102.64	89.16	89.16	81.67	81.67	173.66	173.66	115.39	115.39	
			6.23	Sp. Xa	-69.47	-19.86	-400.86	400.86	-114.94	-494.18	-494.18	-463.48	-463.48	-409.68	-409.68	-409.77	-409.77	
			7.00	Tump. Ka	-106.94	-30.89	-521.59	521.59	-179.42	-667.03	-667.03	-619.09	-619.09	-582.53	-582.53	-565.37	-565.37	
	WF600X300X14X23	Tengah	0.00	Tump. Ki	-35.06	-9.22	708.09	-708.09	-56.83	661.40	661.40	676.53	676.53	682.02	682.02	690.49	690.49	424.85
			0.80	Sp. Xi	15.51	-4.01	424.85	-424.85	-25.03	404.23	404.23	410.89	410.89	424.85	424.85	424.85	424.85	-424.85
			2.00	1/2 L	13.41	3.81	0.00	0.00	22.67	18.48	18.48	12.43	12.43	39.10	39.10	26.39	26.39	
			3.20	Sp. Xa	-15.51	-4.01	-424.85	424.85	-25.03	-445.47	-445.47	-438.81	-438.81	-424.85	-424.85	-424.85	-424.85	
			4.00	Tump. Ka	-35.06	-9.22	-708.09	708.09	-56.83	-754.77	-754.77	-739.64	-739.64	-734.15	-734.15	-725.68	-725.68	
	WF600X300X14X23	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-106.14	-30.89	521.59	-521.59	-179.42	376.14	376.14	424.08	424.08	486.93	486.93	503.23	503.23	418.31
			0.80	Sp. Xi	69.58	-19.86	400.85	-400.85	-114.95	307.52	307.52	338.23	338.23	418.31	418.31	417.37	417.37	-418.31
			3.50	1/2 L	81.03	18.23	6.57	6.57	102.64	76.02	76.02	48.54	48.54	186.81	186.81	127.68	127.68	
			6.31	Sp. Xa	73.74	-21.21	-430.60	430.60	-121.65	-529.10	-529.10	-496.52	-496.52	-418.31	-418.31	-417.37	-417.37	
			7.00	Tump. Ka	-106.27	-30.92	-534.72	534.72	-176.99	-677.70	-677.70	-630.37	-630.37	-566.92	-566.92	-551.22	-551.22	
2	WF600X300X14X23	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-109.36	-32.03	670.18	-670.18	-182.47	522.94	522.94	571.76	571.76	608.17	608.17	625.86	625.86	513.43
			0.77	Sp. Xi	-71.49	-21.02	524.13	-524.13	-120.02	427.22	427.22	459.33	459.33	512.46	512.46	513.43	513.43	-513.43
			3.50	1/2 L	80.46	18.00	6.31	-6.31	101.36	87.86	87.86	60.72	60.72	173.09	173.09	114.82	114.82	
			6.20	Sp. Xa	-68.95	-19.20	-505.83	505.83	-112.98	-597.69	-597.69	-567.52	-567.52	-512.46	-512.46	-513.43	-513.43	
			7.00	Tump. Ka	-106.79	-30.22	-657.57	657.57	-176.50	-800.82	-800.82	-753.68	-753.68	-715.59	-715.59	-699.58	-699.58	
	WF600X300X14X23	Tengah	0.00	Tump. Ki	-34.17	-8.95	877.63	-877.63	-55.32	832.18	832.18	846.88	846.88	851.57	851.57	860.04	860.04	526.58
			0.80	Sp. Xi	-14.42	-3.74	526.58	-526.58	-23.52	507.17	507.17	513.42	513.42	526.58	526.58	526.58	526.58	-526.58
			2.00	1/2 L	14.71	4.09	0.00	0.00	24.18	19.69	19.69	13.23	13.23	39.10	39.10	26.39	26.39	
			3.20	Sp. Xa	-14.42	-3.74	-526.58	526.58	-23.52	-545.99	-545.99	-539.74	-539.74	-526.58	-526.58	-526.58	-526.58	
			4.00	Tump. Ka	-34.17	-8.95	-877.63	877.63	-55.32	-923.11	-923.11	-908.38	-908.38	-903.70	-903.70	-895.23	-895.23	
	WF600X300X14X23	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-106.79	-30.22	657.57	-657.57	-176.49	514.32	514.32	561.46	561.46	628.05	628.05	643.20	643.20	527.68
			0.80	Sp. Xi	-68.56	-19.20	505.81	-505.81	-112.98	413.94	413.94	444.10	444.10	527.68	527.68	525.84	525.84	-527.68
			3.50	1/2 L	80.46	18.00	6.31	6.31	101.36	75.25	75.25	48.11	48.11	188.99	188.99	129.85	129.85	
			6.31	Sp. Xa	-75.86	-22.16	-539.30	539.30	-126.50	-641.42	-641.42	-607.58	-607.58	-527.68	-527.68	-525.84	-525.84	
			7.00	Tump. Ka	-109.36	-32.03	-670.18	670.18	-182.47	-817.41	-817.41	-768.59	-768.59	-703.67	-703.67	-686.86	-686.86	
3	WF600X300X14X23	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-110.36	-32.52	702.58	-702.58	-184.46	553.89	553.89	603.26	603.26	638.58	638.58	656.89	656.89	537.60
			0.77	Sp. Xi	-72.74	-21.39	549.44	-549.44	-121.52	451.45	451.45	483.97	483.97	536.15	536.15	537.60	537.60	-537.60
			3.50	1/2 L	80.64	18.06	6.48	-6.48	101.65	88.27	88.27	61.05	61.05	172.96	172.96	114.68	114.68	
			6.20	Sp. Xa	-67.47	-18.72	-530.52	530.52	-110.92	-620.84	-620.84	-591.24	-591.24	-536.15	-536.15	-537.60	-537.60	
			7.00	Tump. Ka	-105.43	-29.62	-689.63	689.63	-173.91	-830.95	-830.95	-784.51	-784.51	-746.26	-746.26	-730.88	-730.88	
	WF600X300X14X23	Tengah	0.00	Tump. Ki	-34.29	-8.98	898.94	-898.94	-55.52	853.30	853.30	868.08	868.08	872.88	872.88	881.35	881.35	539.36
			0.80	Sp. Xi	-14.74	-3.77	539.36	-539.36	-23.72	519.79	519.79	526.09	526.09	539.36	539.36	539.36	539.36	-539.36
			2.00	1/2 L	14.58	4.06	0.00	0.00	23.98	19.52	19.52	13.12	13.12	39.10	39.10	26.39	26.39	
			3.20	Sp. Xa	-14.74	-3.77	-539.36	539.36	-23.72	-558.94	-558.94	-552.63	-552.63	-539.36	-539.36	-539.36	-539.36	
			4.00	Tump. Ka	-34.29	-8.98	-898.94	898.94	-55.52	-944.58	-944.58	-929.80	-929.80	-925.01	-925.01	-916.53	-916.53	
	WF600X300X14X23	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-105.43	-29.62	689.63	-689.63	-173.91	548.30	548.30	594.74	594.74	662.51	662.51	677.02	677.02	554.38
			0.80	Sp. Xi	-67.47	-18.72	530.50	-530.50	-110.92	440.17	440.17	469.77	469.77	554.38	554.38	552.05	552.05	-554.38
			3.50	1/2 L	80.64	18.06	6.48	6.48	101.65	75.31	75.31	48.10	48.10	189.52	189.52	130.37	130.37	
			6.31	Sp. Xa	-76.64	-22.55	-565.35	565.35	-126.05	-668.59	-668.59	-634.32	-634.32	-554.38	-554.38	-552.05	-552.05	
			7.00	Tump. Ka	-110.36	-32.52	-702.58	702.58	-184.47	-851.27	-851.27	-801.90	-801.90	-737.06	-737.06	-719.63	-719.63	
4	WF600X300X14X23	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-111.72	-33.09	890.37	-890.37	-187.01	539.76	539.76	589.82	589.82	630.34	630.34	649.30	649.30	532.80
			0.77	Sp. Xi	-73.82	-21.85	539.75	-539.75	-123.53	440.25	440.25	473.32	473.32	530.83	530.83	532.80	532.80	-532.80
			3.50	1/2 L	80.56	18.03	5.76	-5.76	101.52	87.44	87.44	60.26	60.26	178.02	178.02	119.74	119.74	
			6.20	Sp. Xa	-68.56	-18.32	-532.37	532.37	-109.20	-621.41	-621.41	-592.28	-592.28	-530.83	-530.83	-532.80	-532.80	
			7.00	Tump. Ka	-104.24	-29.10	678.85	678.85	-171.64	-818.48	-818.48	-772.66	-772.66	-727.90	-727.90	-713.18	-713.18	
	WF600X300X14X23	Tengah	0.00	Tump. Ki	-34.14	-8.93	864.71	-864.71	-55.24	819.29	819.29	833.99	833.99	838.65	838.65	847.12	847.12	518.83
			0.80	Sp. Xi	-14.59	-3.71	518.83	-518.83	-23.45	499.47	499.47	505.70	505.70	518.83	518.83	518.83	518.83	-518.83
			2.00	1/2 L	14.74	4.11	0.00	0.00	24.25	19.74	19.74	13.26	13.26	39.10	39.10	26.39	26.39	
			3.20	Sp. Xa	-14.59	-3.71	-518.83	518.83	-23.45	-538.19	-538.19	-531.96	-531.96	-518.83	-518.83	-518.83	-518.83	
			4.00	Tump. Ka	-34.14	-8.93	-864.71	864.71	-55.24	-910.14	-910.14	-895.44	-895.44	-890.78	-890.78	-882.31	-882.31	
	WF600X300X14X23	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-104.24	-29.10	678.85	-678.85	-171.63	539.22	539.22	585.04	585.04	652.67	652.67	666.50	666.50	546.75
			0.80	Sp. Xi	-66.57	-18.32	522.35	-522.35	-109.20	433.30	433.30	462.44	462.44	546.75	546.75	543.90	543.90	-546.75
			3.50	1/2 L	80.56	18.03	5.76	5.76	101.52	75.92	75.92	48.74	48.74	189.37	189.37	130.21	130.21	
			6.31	Sp. Xa	-77.74	-23.01	-555.40	555.40	-130.11	-660.20	-660.20	-625.37	-625.37	-546.75	-546.75	-543.90	-543.90	
			7.00	Tump. Ka	-111.72	-33.10	-690.37	690.37	-187.01	-840.97	-840.97	-790.91	-790.91	-727.52	-727.52	-709.44	-709.44	

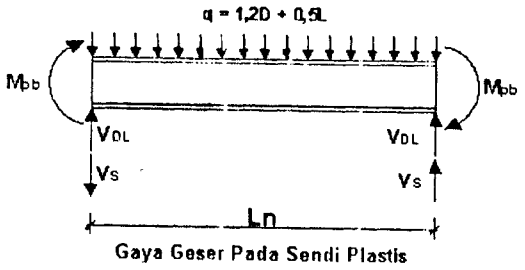
Lanjutan Tabel Momen Rencana Balok & Redistribusi Momen

9	WF600X200X13X23	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-113.45	-34.20	360.50	-360.50	-190.87	207.25	207.25	258.39	258.39	295.79	295.79	316.13	316.13	271.91
			0.77	Sp. Xi	-75.31	-22.70	281.96	-281.96	-126.69	180.24	180.24	214.18	214.18	268.77	268.77	271.91	271.91	-271.91
			3.40	1/2 L	59.92	18.10	3.50	-3.50	100.86	84.45	84.45	57.43	57.43	172.99	172.99	115.17	115.17	
			6.21	Sp. Xa	-63.04	-17.48	-272.91	272.91	-103.62	-357.30	-357.30	-329.65	-329.65	-268.77	-268.77	-271.91	-271.91	
			7.00	Tump. Ka	-96.90	-27.86	-353.49	353.49	-163.26	-486.10	-486.10	-442.50	-442.50	-397.57	-397.57	-384.77	-384.77	
	WF600X200X13X23	Tengah	0.00	Tump. Ki	-33.79	-8.99	394.53	-394.53	-54.93	349.49	349.49	364.12	364.12	369.17	369.17	377.44	377.44	238.69
			0.79	Sp. Xi	-14.80	-3.84	238.69	-238.69	-23.90	219.02	219.02	225.37	225.37	238.69	238.69	238.69	238.69	-238.69
			2.00	1/2 L	14.29	4.05	0.00	0.00	23.62	19.17	19.17	12.66	12.66	38.85	38.85	26.18	26.18	
			3.21	Sp. Xa	-14.80	-3.84	-238.69	238.69	-23.90	-258.37	-258.37	-252.01	-252.01	-238.69	-238.69	-238.69	-238.69	
			4.00	Tump. Ka	-33.79	-8.99	-394.53	394.53	-54.93	-439.57	-439.57	-424.94	-424.94	-419.90	-419.90	-411.62	-411.62	
	WF600X200X13X23	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-96.90	-27.85	353.49	-353.49	-163.25	220.88	220.88	264.48	264.48	318.49	318.49	331.28	331.28	286.08
			0.79	Sp. Xi	-63.05	-17.48	272.88	-272.88	-103.63	188.48	188.48	216.13	216.13	286.08	286.08	282.94	282.94	-286.08
			3.50	1/2 L	59.92	18.10	-3.50	3.50	100.86	77.45	77.45	50.43	50.43	175.05	175.05	117.23	117.23	
			6.23	Sp. Xa	-75.31	-22.70	-281.96	281.96	-126.69	-383.68	-383.68	-349.74	-349.74	-286.08	-286.08	-282.94	-282.94	
			7.00	Tump. Ka	-113.45	-34.21	-360.50	360.50	-190.88	-513.75	-513.75	-462.61	-462.61	-416.14	-416.14	-395.80	-395.80	
10	WF600X200X13X23	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-112.10	-33.85	276.47	-276.47	-188.67	125.03	125.03	175.58	175.58	215.81	215.81	235.39	235.39	209.88
			0.75	Sp. Xi	-75.11	-22.69	217.68	-217.68	-126.44	116.20	116.20	150.07	150.07	206.98	206.98	209.88	209.88	-209.88
			3.50	1/2 L	60.49	18.26	2.00	-2.00	101.80	83.72	83.72	56.44	56.44	174.50	174.50	116.25	116.25	
			6.23	Sp. Xa	-84.01	-17.74	-212.08	212.08	-105.20	-297.76	-297.76	-269.69	-269.69	-206.98	-206.98	-209.88	-209.88	
			7.00	Tump. Ka	-99.13	-27.89	-272.46	272.46	-163.58	-405.36	-405.36	-361.66	-361.66	-314.58	-314.58	-301.87	-301.87	
	WF600X200X13X23	Tengah	0.00	Tump. Ki	-34.13	-9.06	274.70	-274.70	-55.45	229.22	229.22	243.99	243.99	249.98	249.98	258.04	258.04	188.94
			0.77	Sp. Xi	-15.62	-4.05	168.94	-168.94	-25.21	148.18	148.18	154.89	154.89	168.94	168.94	168.94	168.94	-168.94
			2.00	1/2 L	13.95	3.97	0.00	0.00	23.09	18.73	18.73	12.56	12.56	39.49	39.49	26.61	26.61	
			3.23	Sp. Xa	-15.62	-4.05	-168.94	168.94	-25.21	-189.70	-189.70	-183.00	-183.00	-168.94	-168.94	-168.94	-168.94	
			4.00	Tump. Ka	-34.13	-9.06	-274.70	274.70	-55.45	-320.18	-320.18	-305.42	-305.42	-299.42	-299.42	-291.36	-291.36	
	WF600X200X13X23	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-99.13	-27.89	272.46	-272.46	-163.57	139.56	139.56	183.25	183.25	235.94	235.94	248.85	248.85	222.77
			0.77	Sp. Xi	-64.01	-17.73	212.08	-212.08	-105.19	126.40	126.40	154.47	154.47	222.77	222.77	219.87	219.87	-222.77
			3.50	1/2 L	60.49	18.26	-2.00	2.00	101.80	79.71	79.71	52.43	52.43	176.09	176.09	117.83	117.83	
			6.25	Sp. Xa	-75.13	-22.69	-217.65	217.65	-126.46	-319.15	-319.15	-285.27	-285.27	-222.77	-222.77	-219.87	-219.87	
			7.00	Tump. Ka	-112.10	-33.85	-276.47	276.47	-188.68	-427.91	-427.91	-377.35	-377.35	-331.53	-331.53	-311.95	-311.95	
11	WF450X300X11X18	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-110.65	-33.08	122.62	-122.62	-185.71	-26.71	-26.71	23.03	23.03	51.26	51.26	87.34	87.34	93.38
			0.70	Sp. Xi	-76.76	-22.89	98.16	-98.16	-128.74	-5.40	-5.40	29.07	29.07	72.57	72.57	93.38	93.38	-112.02
			3.50	1/2 L	58.82	17.85	0.32	-0.32	99.14	79.83	79.83	53.26	53.26	157.80	157.80	117.57	117.57	
			6.28	Sp. Xa	-69.42	-19.73	-98.82	98.82	-114.88	-189.99	-189.99	-159.30	-159.30	-112.02	-112.02	-94.99	-94.99	
			7.00	Tump. Ka	-102.65	-29.47	-121.98	121.98	-170.34	-259.90	-259.90	-214.37	-214.37	-181.93	-181.93	-150.06	-150.06	
	WF450X300X11X18	Tengah	0.00	Tump. Ki	32.80	-8.79	112.49	-112.49	-53.41	68.74	68.74	82.98	82.98	89.47	89.47	96.98	96.98	72.00
			0.72	Sp. Xi	-15.56	-4.09	72.00	-72.00	-25.23	51.27	51.27	57.99	57.99	72.00	72.00	72.00	72.00	-72.00
			2.00	1/2 L	15.07	4.25	0.00	0.00	24.89	20.21	20.21	13.57	13.57	40.94	40.94	27.57	27.57	
			3.28	Sp. Xa	-15.56	-4.09	-72.00	72.00	-25.23	-92.72	-92.72	-86.00	-86.00	-72.00	-72.00	-72.00	-72.00	
			4.00	Tump. Ka	-32.80	-8.79	-112.49	112.49	-53.41	-156.24	-156.24	-142.01	-142.01	-135.52	-135.52	-128.00	-128.00	
	WF450X300X11X18	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-102.65	-29.47	121.98	-121.98	-170.33	-15.94	-15.94	29.59	29.59	85.65	85.65	96.05	96.05	100.78
			0.72	Sp. Xi	-69.44	-19.73	96.81	-96.81	-114.89	3.62	3.62	34.32	34.32	85.21	85.21	100.78	100.78	-120.13
			3.50	1/2 L	58.82	17.85	-0.32	0.32	99.14	79.19	79.19	52.62	52.62	160.77	160.77	119.06	119.06	
			6.30	Sp. Xa	-76.76	-22.90	-98.16	98.16	-128.75	-201.72	-201.72	-167.24	-167.24	-120.13	-120.13	-100.78	-100.78	
			7.00	Tump. Ka	-110.65	-33.09	-122.62	122.62	-185.72	-271.94	-271.94	-222.20	-222.20	-190.36	-190.36	-155.74	-155.74	
12	WF450X300X11X18	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	53.31	-14.16	89.18	-89.18	-86.62	18.13	18.13	41.21	41.21	62.00	62.00	70.82	70.82	67.88
			0.70	Sp. Xi	-36.83	-9.87	71.40	-71.40	-59.99	22.28	22.28	38.26	38.26	66.14	66.14	67.88	67.88	-67.88
			3.50	1/2 L	29.10	7.28	0.30	-0.30	46.57	38.86	38.86	26.49	26.49	82.72	82.72	56.10	56.10	
			6.28	Sp. Xa	-30.22	-8.90	-70.29	70.29	-47.30	-110.01	-110.01	-97.49	-97.49	-66.14	-66.14	-67.88	-67.88	
			7.00	Tump. Ka	-45.59	-10.57	-88.57	88.57	-71.63	-148.57	-148.57	-129.61	-129.61	-104.71	-104.71	-99.99	-99.99	
	WF450X300X11X18	Tengah	0.00	Tump. Ki	-14.94	-3.55	61.37	-61.37	-23.60	41.67	41.67	47.93	47.93	51.23	51.23	54.47	54.47	39.28
			0.72	Sp. Ki	-7.27	-1.67	39.28	-39.28	-11.40	29.72	29.72	32.73	32.73	39.28	39.28	39.28	39.28	-39.28
			2.00	1/2 L	6.36	1.67	0.00	0.00	10.29	8.46	8.46	5.72	5.72	18.02	18.02	12.26	12.26	
			3.28	Sp. Xa	-7.27	-1.67	-39.28	39.28	-11.40	-48.84	-48.84	-45.82	-45.82	-39.28	-39.28	-39.28	-39.28	
			4.00	Tump. Ka	-14.94	-3.55	-61.37	61.37	-23.60	-81.07	-81.07	-74.81	-74.81	-71.51	-71.51	-68.27	-68.27	
	WF450X300X11X18	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-45.59	-10.57	88.57	-88.57	-71.62	28.58	28.58	47.54	47.54	73.56	73.56	78.28	78.28	75.55
			0.72	Sp. Xi	-30.23	-8.90	70.28	-70.28	-47.30	30.56	30.56	43.08	43.08	75.55	75.55	73.81	73.81	-75.55
			3.50	1/2 L	29.10	7.28	-0.30	0.30	46.57	38.25	38.25	25.88	25.88	83.24	83.24	56.62	56.62	
			6.30	Sp. Xa	-36.83	-9.88	-71.40	71.40	-59.09	-120.53	-120.53	-104.55	-104.55	-75.55	-75.55	-73.81	-73.81	
			7.00	Tump. Ka	53.31	-14.17	-89.18	89.18	-86.63	-160.23	-160.23	-137.15	-137.15	-115.24	-115.24	-106.42	-106.42	

TABEL PERHITUNGAN KUAT LENTUR NOMINAL BALOK

Lantai	Profil	Balok	ϕMp (kNm)	Mp (Nmm)	Lmax (mm)	Lb (mm)	Lp (mm)	X1 (Mpa)	X2 (/MPa²)	Lr (mm)	Keterangan (bentang)	Cb	Mr (Nmm)	Mn,tpl (Nmm)	Keterangan (Mn,tpl thd Mp)	ϕMn (kNm)	Mu,b (kNm)	Rasio
1	WF600X300X14X23	T. Kiri	1039.50	1155000000	4830.00	3500	3434.842	15410.86	0.0002552	11880.05	menengah	1.46	830303029.8	1701974754	Mn,tpl>Mp	1039.50	409.77	0.39
	WF600X300X14X23	Tengah	1039.50	1155000000	4830.00	2000	3434.842	15410.86	0.0002552	11880.05	pendek	1.69	830303029.8	2070959293	Mn,tpl>Mp	1039.50	424.85	0.41
	WF600X300X14X23	T. Kanan	1039.50	1155000000	4830.00	3500	3434.842	15410.86	0.0002552	11880.05	menengah	1.44	830303029.8	1670514991	Mn,tpl>Mp	1039.50	418.31	0.40
2	WF600X300X14X23	T. Kiri	1039.50	1155000000	4830.00	3500	3434.842	15410.86	0.0002552	11880.05	menengah	1.51	830303029.8	1760036832	Mn,tpl>Mp	1039.50	513.43	0.49
	WF600X300X14X23	Tengah	1039.50	1155000000	4830.00	2000	3434.842	15410.86	0.0002552	11880.05	pendek	1.71	830303029.8	2083424504	Mn,tpl>Mp	1039.50	526.58	0.51
	WF600X300X14X23	T. Kanan	1039.50	1155000000	4830.00	3500	3434.842	15410.86	0.0002552	11880.05	menengah	1.49	830303029.8	1732202720	Mn,tpl>Mp	1039.50	527.68	0.51
3	WF600X300X14X23	T. Kiri	1039.50	1155000000	4830.00	3500	3434.842	15410.86	0.0002552	11880.05	menengah	1.52	830303029.8	1770718030	Mn,tpl>Mp	1039.50	537.60	0.52
	WF600X300X14X23	Tengah	1039.50	1155000000	4830.00	2000	3434.842	15410.86	0.0002552	11880.05	pendek	1.71	830303029.8	2084674233	Mn,tpl>Mp	1039.50	539.36	0.52
	WF600X300X14X23	T. Kanan	1039.50	1155000000	4830.00	3500	3434.842	15410.86	0.0002552	11880.05	menengah	1.50	830303029.8	1744076543	Mn,tpl>Mp	1039.50	554.38	0.53
4	WF600X300X14X23	T. Kiri	1039.50	1155000000	4830.00	3500	3434.842	15410.86	0.0002552	11880.05	menengah	1.51	830303029.8	1757224796	Mn,tpl>Mp	1039.50	532.80	0.51
	WF600X300X14X23	Tengah	1039.50	1155000000	4830.00	2000	3434.842	15410.86	0.0002552	11880.05	pendek	1.70	830303029.8	2082641286	Mn,tpl>Mp	1039.50	518.83	0.50
	WF600X300X14X23	T. Kanan	1039.50	1155000000	4830.00	3500	3434.842	15410.86	0.0002552	11880.05	menengah	1.50	830303029.8	1740785949	Mn,tpl>Mp	1039.50	546.75	0.53
5	WF600X300X14X23	T. Kiri	1039.50	1155000000	4830.00	3500	3434.842	15410.86	0.0002552	11880.05	menengah	1.51	830303029.8	1755547927	Mn,tpl>Mp	1039.50	505.39	0.49
	WF600X300X14X23	Tengah	1039.50	1155000000	4830.00	2000	3434.842	15410.86	0.0002552	11880.05	pendek	1.70	830303029.8	2078633120	Mn,tpl>Mp	1039.50	482.42	0.46
	WF600X300X14X23	T. Kanan	1039.50	1155000000	4830.00	3500	3434.842	15410.86	0.0002552	11880.05	menengah	1.49	830303029.8	1731324708	Mn,tpl>Mp	1039.50	525.79	0.51
6	WF600X300X14X23	T. Kiri	1039.50	1155000000	4830.00	3500	3434.842	15410.86	0.0002552	11880.05	menengah	1.49	830303029.8	1736789447	Mn,tpl>Mp	1039.50	480.55	0.46
	WF600X300X14X23	Tengah	1039.50	1155000000	4830.00	2000	3434.842	15410.86	0.0002552	11880.05	pendek	1.70	830303029.8	2073739709	Mn,tpl>Mp	1039.50	447.36	0.43
	WF600X300X14X23	T. Kanan	1039.50	1155000000	4830.00	3500	3434.842	15410.86	0.0002552	11880.05	menengah	1.50	830303029.8	1740689061	Mn,tpl>Mp	1039.50	492.57	0.47
7	WF600X200X13X23	T. Kiri	760.50	845000000	3024.00	3500	2150.51	15449.12	0.0002967	7650.793	menengah	1.43	605882352.6	1143074086	Mn,tpl>Mp	760.50	363.43	0.48
	WF600X200X13X23	Tengah	760.50	845000000	3024.00	2000	2150.51	15449.12	0.0002967	7650.793	pendek	1.68	605882352.6	1454155435	Mn,tpl>Mp	760.50	347.59	0.46
	WF600X200X13X23	T. Kanan	760.50	845000000	3024.00	3500	2150.51	15449.12	0.0002967	7650.793	menengah	1.44	605882352.6	1145905154	Mn,tpl>Mp	760.50	375.60	0.49
8	WF600X200X13X23	T. Kiri	760.50	845000000	3024.00	3500	2150.51	15449.12	0.0002967	7650.793	menengah	1.40	605882352.6	1118075484	Mn,tpl>Mp	760.50	323.89	0.43
	WF600X200X13X23	Tengah	760.50	845000000	3024.00	2000	2150.51	15449.12	0.0002967	7650.793	pendek	1.67	605882352.6	1445645153	Mn,tpl>Mp	760.50	300.00	0.39
	WF600X200X13X23	T. Kanan	760.50	845000000	3024.00	3500	2150.51	15449.12	0.0002967	7650.793	menengah	1.41	605882352.6	1123834817	Mn,tpl>Mp	760.50	337.86	0.44
9	WF600X200X13X23	T. Kiri	760.50	845000000	3024.00	3500	2150.51	15449.12	0.0002967	7650.793	menengah	1.35	605882352.6	1077281859	Mn,tpl>Mp	760.50	271.91	0.36
	WF600X200X13X23	Tengah	760.50	845000000	3024.00	2000	2150.51	15449.12	0.0002967	7650.793	penoek	1.66	605882352.6	1430108279	Mn,tpl>Mp	760.50	238.69	0.31
	WF600X200X13X23	T. Kanan	760.50	845000000	3024.00	3500	2150.51	15449.12	0.0002967	7650.793	menengah	1.36	605882352.6	1086434035	Mn,tpl>Mp	760.50	286.08	0.38
10	WF600X200X13X23	T. Kiri	760.50	845000000	3024.00	3500	2150.51	15449.12	0.0002967	7650.793	menengah	1.26	605882352.6	1004310227	Mn,tpl>Mp	760.50	209.88	0.28
	WF600X200X13X23	Tengah	760.50	845000000	3024.00	2000	2150.51	15449.12	0.0002967	7650.793	pendek	1.62	605882352.6	1395835989	Mn,tpl>Mp	760.50	168.94	0.22
	WF600X200X13X23	T. Kanan	760.50	845000000	3024.00	3500	2150.51	15449.12	0.0002967	7650.793	menengah	1.28	605882352.6	1017922893	Mn,tpl>Mp	760.50	222.77	0.29
11	WF450X300X11X18	T. Kiri	573.75	637500000	5026.00	3500	3574.227	15818.46	0.0020674	19185.53	pendek	1.06	459000000	682855473.2	Mn,tpl>Mp	573.75	112.02	0.20
	WF450X300X11X18	Tengah	573.75	637500000	5026.00	2000	3574.227	15818.46	0.0020674	19185.53	pendek	1.46	459000000	961651378.7	Mn,tpl>Mp	573.75	72.00	0.13
	WF450X300X11X18	T. Kanan	573.75	637500000	5026.00	3500	3574.227	15818.46	0.0020674	19185.53	pendek	1.08	459000000	890689106.1	Mn,tpl>Mp	573.75	120.13	0.21
12	WF450X300X11X18	T. Kiri	573.75	637500000	5026.00	3500	3574.227	15818.46	0.0020674	19185.53	pendek	1.11	459000000	710254941.2	Mn,tpl>Mp	573.75	67.88	0.12
	WF450X300X11X18	Tengah	573.75	637500000	5026.00	2000	3574.227	15818.46	0.0020674	19185.53	pendek	1.50	459000000	990785803.1	Mn,tpl>Mp	573.75	39.28	0.07
	WF450X300X11X18	T. Kanan	573.75	637500000	5026.00	3500	3574.227	15818.46	0.0020674	19185.53	pendek	1.15	459000000	736169891	Mn,tpl>Mp	573.75	75.55	0.13

Tabel Gaya Geser Rencana Pada Balok Portal



Gaya Geser Pada Sendi Plastis

Minimum dari :

{1} $V_u = V_p = 1{,}2V_D + 0{,}5V_L + \frac{2.M_{pb}}{L_n}$

{2} $V_u = 1{,}05\left(V_D + V_L \pm \frac{4}{K} E_h\right)$

$$V_s = \frac{2.M_{pb}}{L_n}$$

Lantai	Profil	Balok	Loc		Bentang (Ln)	Geser Balok (kN)				Momen Plastis Mpb	Geser Rencana Balok (kN)		
			(m)	Point	(m)	VD	VL	VE,ki	VE,ka		Pers. {1}	Pers. {2}	Vu
{1}	{2}	{3}	{4}		{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}
1	WF600X300X14X23	T. Kiri	0.77	Sp,xi	6.427	-66.67	-17.92	150.9	-150.9	1386.00	520.2694	722.5995	520.2694
			3.50	1/2L	6.427	0.3	-0.004	150.9	-150.9	1386.00	431.6674	634.0992	431.6674
			6.20	Sp,xa	6.427	66.52	17.71	150.9	-150.9	1386.00	519.9844	722.2215	519.9844
	WF600X300X14X23	Tengah	0.80	Sp,xi	3.392	-25.4	-5.91	354.04	-354.04	1386.00	850.652	1519.844	850.652
			2.00	1/2L	3.392	0	-3.01E-06	354.04	-354.04	1386.00	817.217	1486.968	817.217
			3.20	Sp,xa	3.392	25.4	5.91	354.04	-354.04	1386.00	850.652	1519.844	850.652
	WF600X300X14X23	T. Kanan	0.80	Sp,xi	6.427	-66.52	-17.71	150.9	-150.9	1386.00	519.9844	722.2215	519.9844
			3.50	1/2L	6.427	-0.3	4.31E-03	150.9	-150.9	1386.00	431.6676	634.0995	431.6676
			6.31	Sp,xa	6.427	68.63	18.44	150.9	-150.9	1386.00	522.8814	725.2035	522.8814
2	WF600X300X14X23	T. Kiri	0.77	Sp,xi	6.427	-67.33	-18.17	189.68	-189.68	1386.00	521.1864	886.431	521.1864
			3.50	1/2L	6.427	-0.37	-0.26	189.68	-189.68	1386.00	431.8794	797.3175	431.8794
			6.20	Sp,xa	6.427	65.86	17.46	189.68	-189.68	1386.00	519.0674	884.142	519.0674
	WF600X300X14X23	Tengah	0.80	Sp,xi	3.392	-25.4	-5.91	438.82	-438.82	1386.00	850.652	1875.92	850.652
			2.00	1/2L	3.392	0	-4.69E-06	438.82	-438.82	1386.00	817.217	1843.044	817.217
			3.20	Sp,xa	3.392	25.4	5.91	438.82	-438.82	1386.00	850.652	1875.92	850.652
	WF600X300X14X23	T. Kanan	0.80	Sp,xi	6.427	-65.86	-17.46	189.68	-189.68	1386.00	519.0674	884.142	519.0674
			3.50	1/2L	6.427	0.37	0.26	189.68	-189.68	1386.00	431.8794	797.3175	431.8794
			6.31	Sp,xa	6.427	69.29	18.7	189.68	-189.68	1386.00	523.8034	889.0455	523.8034
3	WF600X300X14X23	T. Kiri	0.77	Sp,xi	6.427	-67.57	-18.33	198.89	-198.89	1386.00	521.6744	925.638	521.6744
			3.50	1/2L	6.427	-0.7	-0.41	198.89	-198.89	1386.00	432.3504	836.5035	432.3504
			6.20	Sp,xa	6.427	65.52	17.3	198.89	-198.89	1386.00	518.5794	922.299	518.5794
	WF600X300X14X23	Tengah	0.80	Sp,xi	3.392	-25.4	-5.91	449.47	-449.47	1386.00	850.652	1920.65	850.652
			2.00	1/2L	3.392	0	-9.37E-06	449.47	-449.47	1386.00	817.217	1887.774	817.217
			3.20	Sp,xa	3.392	25.4	5.91	449.47	-449.47	1386.00	850.652	1920.65	850.652
	WF600X300X14X23	T. Kanan	0.80	Sp,xi	6.427	-65.52	-17.3	198.89	-198.89	1386.00	518.5794	922.299	518.5794
			3.50	1/2L	6.427	0.7	0.41	198.89	-198.89	1386.00	432.3504	836.5035	432.3504
			6.31	Sp,xa	6.427	69.63	18.85	198.89	-198.89	1386.00	524.2864	928.242	524.2864

Lanjutan Tabel Gaya Geser Rencana pada Balok Portal

4	WF600X300X14X23	T. Kiri	0.77	Sp,xi	6.427	-68.03	-18.49	195.6	-195.6	1386.00	522.1864	912.366	522.1864
			3.50	1/2L	6.427	-1.07	-0.57	195.6	-195.6	1386.00	432.8744	823.242	432.8744
			6.20	Sp,xa	6.427	65.16	17.15	195.6	-195.6	1386.00	518.0724	907.9455	518.0724
	WF600X300X14X23	Tengah	0.80	Sp,xi	3.392	-25.4	-5.91	432.36	-432.36	1386.00	850.652	1848.788	850.652
			2.00	1/2L	3.392	0	-1.45E-05	432.36	-432.36	1386.00	817.217	1815.912	817.217
			3.20	Sp,xa	3.392	25.4	5.91	432.36	-432.36	1386.00	850.652	1848.788	850.652
	WF600X300X14X23	T. Kanan	0.80	Sp,xi	6.427	-65.16	-17.15	195.6	-195.6	1386.00	518.0724	907.9455	518.0724
			3.50	1/2L	6.427	1.07	0.57	195.6	-195.6	1386.00	432.8744	823.242	432.8744
			6.31	Sp,xa	6.427	69.99	19.01	195.6	-195.6	1386.00	524.7984	914.97	524.7984
5	WF600X300X14X23	T. Kiri	0.77	Sp,xi	6.427	-68.31	-18.61	187.6	-187.6	1386.00	522.5824	879.186	522.5824
			3.50	1/2L	6.427	-1.35	-0.69	187.6	-187.6	1386.00	433.2704	790.062	433.2704
			6.20	Sp,xa	6.427	64.88	17.02	187.6	-187.6	1386.00	517.3714	873.915	517.6714
	WF600X300X14X23	Tengah	0.80	Sp,xi	3.392	-25.4	-5.91	402.02	-402.02	1386.00	850.652	1721.36	850.652
			2.00	1/2L	3.392	0	-3.24E-05	402.02	-402.02	1386.00	817.217	1688.484	817.217
			3.20	Sp,xa	3.392	25.4	5.91	402.02	-402.02	1386.00	850.652	1721.36	850.652
	WF600X300X14X23	T. Kanan	0.80	Sp,xi	6.427	-64.88	-17.02	187.6	-187.6	1386.00	517.6714	873.915	517.6714
			3.50	1/2L	6.427	1.35	0.7	187.6	-187.6	1386.00	433.2754	790.0725	433.2754
			6.31	Sp,xa	6.427	70.27	19.13	187.6	-187.6	1386.00	525.1944	881.79	525.1944
6	WF600X300X14X23	T. Kiri	0.77	Sp,xi	6.447	-68.76	-18.77	187.05	-187.05	1386.00	521.8644	877.5165	521.8644
			3.50	1/2L	6.447	-1.8	-0.96	178.05	-178.05	1386.00	432.5574	750.603	432.5574
			6.22	Sp,xa	6.447	64.92	17	178.05	-178.05	1386.00	516.3714	833.826	516.3714
	WF600X300X14X23	Tengah	0.78	Sp,xi	3.432	-25.83	-6	366.69	-366.69	1386.00	841.6883	1573.52	841.6883
			2.00	1/2L	3.432	0	-7.02E-05	366.69	-366.69	1386.00	807.6923	1540.098	807.6923
			3.22	Sp,xa	3.432	25.83	6	366.69	-366.69	1386.00	841.6883	1573.52	841.6883
	WF600X300X14X23	T. Kanan	0.78	Sp,xi	6.447	-64.92	-16.99	178.05	-178.05	1386.00	516.3664	833.8155	516.3664
			3.50	1/2L	6.447	1.8	0.86	178.05	-178.05	1386.00	432.5574	750.603	432.5574
			6.23	Sp,xa	6.447	68.76	18.77	178.05	178.05	1386.00	521.8644	839.7165	521.8644
7	WF600X200X13X23	T. Kiri	0.77	Sp,xi	6.447	-67.64	-18.71	135.35	-135.35	1014.00	405.0879	659.1375	405.0879
			3.50	1/2L	6.447	-1.76	-0.79	135.35	-135.35	1014.00	317.0719	571.1475	317.0719
			6.21	Sp,xa	6.447	63.64	16.99	135.35	-135.35	1014.00	399.4279	653.1315	399.4279
	WF600X200X13X23	Tengah	0.79	Sp,xi	3.432	-25.13	-5.96	287.26	-287.26	1014.00	624.0451	1239.137	624.0451
			2.00	1/2L	3.432	0	-4.45E-05	287.26	-287.26	1014.00	590.9091	1206.492	590.9091
			3.21	Sp,xa	3.432	25.13	5.96	287.26	-287.26	1014.00	624.0451	1239.137	624.0451
	WF600X200X13X23	T. Kanan	0.79	Sp,xi	6.447	-63.64	-16.89	135.35	-135.35	1014.00	399.4279	653.1315	399.4279
			3.50	1/2L	6.447	1.76	0.79	135.35	-135.35	1014.00	317.0719	571.1475	317.0719
			6.23	Sp,xa	6.447	67.64	18.71	135.35	-135.35	1014.00	405.0879	659.1375	405.0879
8	WF600X200X13X23	T. Kiri	0.77	Sp,xi	6.447	-67.93	-18.81	121.08	-121.08	1014.00	405.4859	599.613	405.4859
			3.50	1/2L	6.447	-2.05	-0.89	121.08	-121.08	1014.00	317.4699	511.623	317.4699
			6.21	Sp,xa	6.447	63.35	16.89	121.08	-121.08	1014.00	399.0299	592.788	399.0299
	WF600X200X13X23	Tengah	0.79	Sp,xi	3.432	-25.13	-5.96	247.94	-247.94	1014.00	624.0451	1073.993	624.0451
			2.00	1/2L	3.432	0	-6.76E-05	247.94	-247.94	1014.00	590.9091	1041.348	590.9091
			3.21	Sp,xa	3.432	25.13	5.96	247.94	-247.94	1014.00	624.0451	1073.993	624.0451
	WF600X200X13X23	T. Kanan	0.79	Sp,xi	6.447	-63.35	-16.89	121.08	-121.08	1014.00	399.0299	592.788	399.0299
			3.50	1/2L	6.447	2.05	0.89	121.08	-121.08	1014.00	317.4699	511.623	317.4699
			6.23	Sp,xa	6.447	67.93	18.81	121.08	-121.08	1014.00	405.4859	599.613	405.4859

TABEL GAYA AKSIAL RENCANA KOLOM Nu,k

(1) $Pu,\ k = 0{,}7.Rv.\ \left(\frac{Mpb,\ ki}{I'ki} + \frac{Mpb,\ ka}{I'ka}\right) + 1{,}05Ng,\ k$

Tetapi tidak lebih besar dari:

(2) $Pu,k = 1{,}05\left(Ng,k + \frac{4}{K}N_{E,k}\right)$

Kolom	Shape Type	Station (m)	PD,k	PL,k	Arah-Y Global						Arah-X Global						Nu,k Rencana
					PE,k	Mpb,ki	Mpb,ka	(1)	(2)	Pu,k	PE,k	Mpb,ki	Mpb,ka	(1)	(2)	Pu,k	
Klm Tepi Ki Lt.-1	HP536X477X90X90	0.00	-3492.14	-896.29	1475.1	0.00	0.00	4397.852	10593.27	4397.852	4.69	0.00	0.00	4397.852	4417.55	4397.852	4483.673
Klm Tepi Ki Lt.-1	HP536X477X90X90	3.66	-3454.88	-896.29	1475.1	0.00	1386.00	4483.673	10558.33	4483.673	4.69	1386.00	1386.00	4604.439	4382.606	4382.606	
Klm Tepi Ki Lt.-2	HP536X477X90X90	0.00	-3171.98	-634.63	1337.06	0.00	1386.00	4117.706	9612.677	4117.706	14.43	1386.00	1386.00	4238.472	4057.547	4057.547	4117.706
Klm Tepi Ki Lt.-2	HP536X477X90X90	3.16	-3143.25	-634.63	1337.06	0.00	1386.00	4087.54	9582.51	4087.54	14.43	1386.00	1386.00	4208.305	4027.38	4027.38	
Klm Tepi Ki Lt.-3	HP536X477X90X90	0.00	-2858.36	-573.34	1162.78	0.00	1386.00	3724.051	8486.961	3724.051	18.48	1386.00	1386.00	3844.816	3680.901	3680.901	3724.051
Klm Tepi Ki Lt.-3	HP536X477X90X90	3.16	-2829.64	-573.34	1162.78	0.00	1386.00	3693.895	8456.805	3693.895	18.48	1386.00	1386.00	3814.66	3650.745	3650.745	
Klm Tepi Ki Lt.-4	HP536X477X90X90	0.00	-2545.44	-512.17	979.63	0.00	1386.00	3331.256	7324.937	3331.256	20.9	1386.00	1386.00	3452.022	3298.271	3298.271	3331.256
Klm Tepi Ki Lt.-4	HP536X477X90X90	3.16	-2516.71	-512.17	979.63	0.00	1386.00	3301.09	7294.77	3301.09	20.9	1386.00	1386.00	3421.855	3268.104	3268.104	
Klm Tepi Ki Lt.-5	HP536X477X90X90	0.00	-2233.44	-451.17	799.18	0.00	1386.00	2939.606	6175.397	2939.606	21.03	1386.00	1386.00	3060.372	2907.167	2907.167	2939.606
Klm Tepi Ki Lt.-5	HP536X477X90X90	3.16	-2204.71	-451.17	799.18	0.00	1386.00	2909.44	6145.23	2909.44	21.03	1386.00	1386.00	3030.205	2877	2877	
Klm Tepi Ki Lt.-6	HP536X447X60X90	0.00	-1921.73	-390.21	626.03	0.00	1386.00	2547.928	5056.863	2547.928	21.02	1386.00	1386.00	2668.319	2515.821	2515.821	2547.928
Klm Tepi Ki Lt.-6	HP536X447X60X90	3.16	-1896.91	-390.21	626.03	0.00	1014.00	2489.554	5030.802	2489.554	21.02	1014.00	1014.00	2577.632	2489.76	2489.76	
Klm Tepi Ki Lt.-7	HP536X447X60X90	0.00	-1614.66	-329.23	461.68	0.00	1014.00	2129.163	3980.141	2129.163	21.57	1014.00	1014.00	2217.241	2131.679	2131.679	2131.679
Klm Tepi Ki Lt.-7	HP536X447X60X90	3.14	-1589.97	-329.23	461.68	0.00	1014.00	2103.238	3954.216	2103.238	21.57	1014.00	1014.00	2191.316	2105.754	2105.754	
Klm Tepi Ki Lt.-8	HP536X447X60X90	0.00	-1313.53	-268.27	336.43	0.00	1014.00	1748.968	3073.896	1748.968	18.74	1014.00	1014.00	1837.046	1739.598	1739.598	1748.968
Klm Tepi Ki Lt.-8	HP536X447X60X90	3.14	-1288.85	-268.27	336.43	0.00	1014.00	1723.054	3047.982	1723.054	18.74	1014.00	1014.00	1811.132	1713.684	1713.684	
Klm Tepi Ki Lt.-9	HP536X447X60X90	0.00	-1012.77	-207.38	224.22	0.00	1014.00	1391.255	2222.882	1391.255	15.02	1014.00	1014.00	1501.353	1344.242	1344.242	1391.255
Klm Tepi Ki Lt.-9	HP536X447X60X90	3.14	-988.08	-207.38	224.22	0.00	1014.00	1365.331	2196.957	1365.331	15.02	1014.00	1014.00	1475.428	1318.317	1318.317	
Klm Tepi Ki Lt.-10	HP496X432X45X70	0.00	-711.62	-146.41	129.6	0.00	1014.00	1010.435	1445.252	1010.435	11.33	1014.00	1014.00	1119.938	948.5175	948.5175	1010.435
Klm Tepi Ki Lt.-10	HP496X432X45X70	3.14	-693.06	-146.41	129.6	0.00	765.00	964.0569	1425.764	964.0569	11.33	765.00	765.00	1046.67	929.0295	929.0295	
Klm Tepi Ki Lt.-11	HP496X432X45X70	0.00	-417.47	-85.37	56.73	0.00	765.00	610.5954	766.248	610.5954	7.93	765.00	765.00	693.2088	561.288	561.288	610.5954
Klm Tepi Ki Lt.-11	HP496X432X45X70	3.31	-397.89	-85.37	56.73	0.00	765.00	590.0364	745.689	590.0364	7.93	765.00	765.00	672.6498	540.729	540.729	
Klm Tepi Ki Lt.-12	HP496X432X45X70	0.00	-124.14	-24.29	23.89	0.00	765.00	238.4649	256.1895	238.4649	3.33	765.00	765.00	321.0783	169.8375	169.8375	238.4649
Klm Tepi Ki Lt.-12	HP496X432X45X70	3.31	-104.56	-24.29	23.89	0.00	765.00	217.9059	235.6305	217.9059	3.33	765.00	765.00	300.5193	149.2785	149.2785	
Klm Tengah Ki Lt.-1	HP608X472X85X125	0.00	-4855.72	-1079.59	1668.43	0.00	0.00	6232.076	13239.48	6232.076	23.34	0.00	0.00	6232.076	6330.104	6232.076	6537.782
Klm Tengah Ki Lt.-1	HP608X472X85X125	3.66	-4810.93	-1079.59	1668.43	1386.00	1386.00	6537.782	13195.6	6537.782	23.34	1386.00	1386.00	6429.727	6286.224	6286.224	
Klm Tengah Ki Lt.-2	HP608X472X85X125	0.00	-4409.86	-982.69	1481.45	1386.00	1386.00	6011.764	11884.27	6011.764	28.46	1386.00	1386.00	5903.709	5781.71	5781.71	6011.764
Klm Tengah Ki Lt.-2	HP608X472X85X125	3.16	-4370.78	-982.69	1481.45	1386.00	1386.00	5973.88	11846.38	5973.88	28.46	1386.00	1386.00	5865.825	5743.826	5743.826	
Klm Tengah Ki Lt.-3	HP608X472X85X125	0.00	-3973.42	-886.85	1251.44	1386.00	1386.00	5452.87	10359.33	5452.87	27.59	1386.00	1386.00	5344.815	5219.162	5219.162	5452.87
Klm Tengah Ki Lt.-3	HP608X472X85X125	3.16	-3937.34	-886.85	1251.44	1386.00	1386.00	5414.986	10321.45	5414.986	27.59	1386.00	1386.00	5306.931	5181.278	5181.278	
Klm Tengah Ki Lt.-4	HP608X472X85X125	0.00	-3558.46	-791.51	1019.74	1386.00	1386.00	4896.055	8829.377	4896.055	25.91	1386.00	1386.00	4788	4655.291	4655.291	4896.055
Klm Tengah Ki Lt.-4	HP608X472X85X125	3.16	-3502.38	-791.51	1019.74	1386.00	1386.00	4858.171	8791.493	4858.171	25.91	1386.00	1386.00	4750.116	4617.407	4617.407	
Klm Tengah Ki Lt.-5	HP608X472X85X125	0.00	-3105.39	-696.76	800.57	1386.00	1386.00	4341.844	7354.652	4341.844	22.63	1386.00	1386.00	4233.789	4087.304	4087.304	4341.844
Klm Tengah Ki Lt.-5	HP608X472X85X125	3.16	-3069.31	-696.76	800.57	1386.00	1386.00	4303.96	7316.768	4303.96	22.63	1386.00	1386.00	4195.905	4049.42	4049.42	
Klm Tengah Ki Lt.-6	HP568X457X70X105	0.00	-2673.08	-602.29	601.99	1386.00	1386.00	3785.683	5967.497	3785.683	20.5	1386.00	1386.00	3679.92	3525.239	3525.239	3785.683
Klm Tengah Ki Lt.-6	HP568X457X70X105	3.16	-2643.64	-602.29	601.99	1014.00	1014.00	3661.759	5936.585	3661.759	20.5	1014.00	1014.00	3584.383	3494.327	3494.327	
Klm Tengah Ki Lt.-7	HP568X457X70X105	0.00	-2249.44	-508.11	427.28	1014.00	1014.00	3148.96	4690.004	3148.96	20.35	1014.00	1014.00	3071.584	2980.898	2980.898	3148.96
Klm Tengah Ki Lt.-7	HP568X457X70X105	3.14	-2220.17	-508.11	427.28	1014.00	1014.00	3118.227	4659.27	3118.227	20.35	1014.00	1014.00	3040.85	2950.164	2950.164	
Klm Tengah Ki Lt.-8	HP568X457X70X105	0.00	-1833.52	-413.85	286.47	1014.00	1014.00	2613.271	3562.913	2613.271	16.46	1014.00	1014.00	2535.895	2428.871	2428.871	2613.271
Klm Tengah Ki Lt.-8	HP568X457X70X105	3.14	-1804.25	-413.85	286.47	1014.00	1014.00	2582.538	3532.179	2582.538	16.46	1014.00	1014.00	2505.161	2398.137	2398.137	
Klm Tengah Ki Lt.-9	HP568X457X70X105	0.00	-1418.59	-319.9	168.76	1014.00	1014.00	2142.33	2534.207	2142.33	12.46	1014.00	1014.00	2045.61	1877.747	1877.747	2142.33
Klm Tengah Ki Lt.-9	HP568X457X70X105	3.14	-1389.32	-319.9	168.76	1014.00	1014.00	2111.597	2503.473	2111.597	12.46	1014.00	1014.00	2014.878	1847.013	1847.013	

Lanjutan Tabel Gaya Aksial Rencana Kolom

Klm Tengah Ki Lt.-10	HP538X447X60X90	0.00	-1003.65	-225.96	80.25	1014.00	1014.00	1605.62	1628.141	1605.62	8.79	1014.00	1014.00	1510.097	1328.009	1328.009	1605.62
Klm Tengah Ki Lt.-10	HP538X447X60X90	3.14	-978.96	-225.96	80.25	765.00	765.00	1502.459	1602.216	1502.459	8.79	765.00	765.00	1430.393	1302.084	1302.084	
Klm Tengah Ki Lt.-11	HP538X447X60X90	0.00	-593.77	-131.94	25.35	765.00	765.00	999.2883	868.4655	868.4655	6.03	765.00	765.00	927.2223	787.3215	787.3215	868.4655
Klm Tengah Ki Lt.-11	HP538X447X60X90	3.31	-567.73	-131.94	25.35	765.00	765.00	971.9463	841.1235	841.1235	6.03	765.00	765.00	899.8803	759.9795	759.9795	
Klm Tengah Ki Lt.-12	HP538X447X60X90	0.00	-183.22	-36.99	5.23	765.00	765.00	468.5133	253.1865	253.1365	2.16	765.00	765.00	396.4473	240.2925	240.2925	253.1865
Klm Tengah Ki Lt.-12	HP538X447X60X90	3.31	-157.16	-36.99	5.23	765.00	765.00	441.1713	225.8445	225.8145	2.16	765.00	765.00	369.1053	212.9505	212.9505	
Klm Tengah Ka Lt.-1	HP606X472X85X125	0.00	-4855.72	-1079.59	-1668.43	0.00	0.00	6232.076	13239.48	6232.076	-148.71	0.00	0.00	6232.076	6856.658	6232.076	6537.782
Klm Tengah Ka Lt.-1	HP606X472X85X125	3.66	-4813.93	-1079.59	-1668.43	1386.00	1386.00	6537.782	13195.6	6537.782	-148.71	1386.00	1386.00	6429.727	6812.778	6429.727	
Klm Tengah Ka Lt.-2	HP606X472X85X125	0.00	-4409.86	-982.69	-1481.45	1386.00	1386.00	6011.764	11884.27	6011.764	-122.81	1386.00	1386.00	5903.709	6177.98	5903.709	6011.764
Klm Tengah Ka Lt.-2	HP606X472X85X125	3.16	-4373.78	-982.69	-1481.45	1386.00	1386.00	5973.88	11846.36	5973.88	-122.81	1386.00	1386.00	5865.825	6140.096	5865.825	
Klm Tengah Ka Lt.-3	HP606X472X85X125	0.00	-3973.42	-886.85	-1251.44	1386.00	1386.00	5452.87	10359.33	5452.87	-99.07	1386.00	1386.00	5344.815	5519.378	5344.815	5452.87
Klm Tengah Ka Lt.-3	HP606X472X85X125	3.16	-3937.34	-886.85	-1251.44	1386.00	1386.00	5414.986	10321.45	5414.986	-99.07	1386.00	1386.00	5306.931	5481.494	5306.931	
Klm Tengah Ka Lt.-4	HP606X472X85X125	0.00	-3538.46	-791.51	-1019.74	1386.00	1386.00	4896.055	8629.377	4896.055	-76.48	1386.00	1386.00	4788	4867.685	4788	4896.055
Klm Tengah Ka Lt.-4	HP606X472X85X125	3.16	-3502.38	-791.51	-1019.74	1386.00	1386.00	4858.171	8791.493	4858.171	-76.48	1386.00	1386.00	4750.116	4829.801	4750.116	
Klm Tengah Ka Lt.-5	HP606X472X85X125	0.00	-3105.39	-696.76	-800.57	1386.00	1386.00	4341.844	7354.652	4341.844	-57.14	1386.00	1386.00	4233.789	4232.246	4232.246	4341.844
Klm Tengah Ka Lt.-5	HP606X472X85X125	3.16	-3069.31	-696.76	-800.57	1386.00	1386.00	4303.96	7316.768	4303.96	-57.14	1386.00	1386.00	4195.905	4194.362	4194.362	
Klm Tengah Ka Lt.-6	HP568X457X70X105	0.00	-2673.08	-602.29	-601.99	1386.00	1386.00	3785.683	5937.497	3785.683	-38.91	1386.00	1386.00	3679.92	3602.561	3602.561	3785.683
Klm Tengah Ka Lt.-6	HP568X457X70X105	3.16	-2643.64	-602.29	-601.99	1014.00	1014.00	3661.759	5936.585	3661.759	-38.91	1014.00	1014.00	3584.383	3571.649	3571.649	
Klm Tengah Ka Lt.-7	HP568X457X70X105	0.00	-2249.44	-508.11	-427.28	1014.00	1014.00	3148.96	4690.004	3148.96	-21.15	1014.00	1014.00	3071.584	2984.258	2984.258	3148.96
Klm Tengah Ka Lt.-7	HP568X457X70X105	3.14	-2220.17	-508.11	-427.28	1014.00	1014.00	3118.227	4859.27	3118.227	-21.15	1014.00	1014.00	3040.85	2953.524	2953.524	
Klm Tengah Ka Lt.-8	HP568X457X70X105	0.00	-1833.52	-413.85	-286.47	1014.00	1014.00	2613.271	3562.913	2613.271	-10.78	1014.00	1014.00	2535.895	2405.015	2405.015	2613.271
Klm Tengah Ka Lt.-8	HP568X457X70X105	3.14	-1804.25	-413.85	-286.47	1014.00	1014.00	2582.538	3532.179	2582.538	-10.78	1014.00	1014.00	2505.161	2374.281	2374.281	
Klm Tengah Ka Lt.-9	HP568X457X70X105	0.00	-1418.59	-319.9	-168.76	1014.00	1014.00	2142.33	2534.207	2142.33	-3.01	1014.00	1014.00	2045.61	1838.057	1838.057	2142.33
Klm Tengah Ka Lt.-9	HP568X457X70X105	3.14	-1389.32	-319.9	-168.76	1014.00	1014.00	2111.597	2503.473	2111.597	-3.01	1014.00	1014.00	2014.876	1807.323	1807.323	
Klm Tengah Ka Lt.-10	HP538X447X60X90	0.00	-1003.65	-225.96	-80.25	1014.00	1014.00	1605.62	1628.141	1605.62	2	1014.00	1014.00	1510.097	1299.491	1299.491	1605.62
Klm Tengah Ka Lt.-10	HP538X447X60X90	3.14	-978.96	-225.96	-80.25	765.00	765.00	1502.459	1602.216	1502.459	2	765.00	765.00	1430.393	1273.566	1273.566	
Klm Tengah Ka Lt.-11	HP538X447X60X90	0.00	-593.77	-131.94	-25.35	765.00	765.00	999.2883	868.4655	868.4655	4.42	765.00	765.00	927.2223	780.5595	780.5595	868.4655
Klm Tengah Ka Lt.-11	HP538X447X60X90	3.31	-567.73	-131.94	-25.35	765.00	765.00	971.9463	841.1235	841.1235	4.42	765.00	765.00	899.8803	753.2175	753.2175	
Klm Tengah Ka Lt.-12	HP538X447X60X90	0.00	-183.22	-36.99	-5.23	765.00	765.00	468.5133	253.1865	253.1865	2.08	765.00	765.00	396.4473	239.9565	239.9565	253.1865
Klm Tengah Ka Lt.-12	HP538X447X60X90	3.31	-157.16	-36.99	-5.23	765.00	765.00	441.1713	225.8445	225.8445	2.08	765.00	765.00	369.1053	212.6145	212.6145	
Klm Tepi Ka Lt.-1	HP538X477X90X90	0.00	-3492.14	-696.29	-1475.1	0.00	0.00	4397.852	10593.27	4397.852	-153.2	0.00	0.00	4397.852	5041.292	4397.852	4604.439
Klm Tepi Ka Lt.-1	HP538X477X90X90	3.66	-3458.96	-696.29	-1475.1	1386.00	0.00	4483.673	10558.33	4483.673	-153.2	1386.00	1386.00	4804.439	5006.348	4604.439	
Klm Tepi Ka Lt.-2	HP538X477X90X90	0.00	-3171.98	-634.63	-1337.08	1386.00	0.00	4117.706	9612.677	4117.706	-126.89	1386.00	1386.00	4238.472	4529.879	4238.472	4238.472
Klm Tepi Ka Lt.-2	HP538X477X90X90	3.16	-3143.25	-634.63	-1337.08	1386.00	0.00	4087.54	9582.51	4087.54	-126.89	1386.00	1386.00	4208.305	4499.712	4208.305	
Klm Tepi Ka Lt.-3	HP538X477X90X90	0.00	-2858.36	-573.34	-1162.78	1386.00	0.00	3724.051	8486.961	3724.051	-103.08	1386.00	1386.00	3844.816	4036.221	3844.816	3844.816
Klm Tepi Ka Lt.-3	HP538X477X90X90	3.16	-2829.64	-573.34	-1162.78	1386.00	0.00	3693.895	8456.805	3693.895	-103.08	1386.00	1386.00	3814.66	4006.065	3814.66	
Klm Tepi Ka Lt.-4	HP538X477X90X90	0.00	-2545.44	-512.17	-979.63	1386.00	0.00	3331.256	7324.937	3331.256	-80.42	1386.00	1386.00	3452.022	3548.255	3452.022	3452.022
Klm Tepi Ka Lt.-4	HP538X477X90X90	3.16	-2516.71	-512.17	-979.63	1386.00	0.00	3301.09	7294.77	3301.09	-80.42	1386.00	1386.00	3421.855	3518.088	3421.855	
Klm Tepi Ka Lt.-5	HP538X477X90X90	0.00	-2233.44	-451.17	-799.18	1386.00	0.00	2939.606	6175.397	2939.606	-60.81	1386.00	1386.00	3060.372	3074.243	3060.372	3060.372
Klm Tepi Ka Lt.-5	HP538X477X90X90	3.16	-2204.71	-451.17	-799.18	1386.00	0.00	2909.44	6145.23	2909.44	-60.81	1386.00	1386.00	3030.205	3044.076	3030.205	
Klm Tepi Ka Lt.-6	HP538X447X60X90	0.00	-1921.73	-390.21	-626.03	1386.00	0.00	2547.928	5056.863	2547.928	-42.25	1386.00	1386.00	2668.319	2604.987	2604.987	2604.987
Klm Tepi Ka Lt.-6	HP538X447X60X90	3.16	-1896.91	-390.21	-626.03	1014.00	0.00	2489.554	5030.802	2489.554	-42.25	1014.00	1014.00	2577.632	2578.926	2577.632	
Klm Tepi Ka Lt.-7	HP538X447X60X90	0.00	-1614.66	-329.23	-461.68	1014.00	0.00	2129.163	3980.141	2129.163	-24.08	1014.00	1014.00	2217.241	2142.221	2142.221	2142.221
Klm Tepi Ka Lt.-7	HP538X447X60X90	3.14	-1589.97	-329.23	-461.68	1014.00	0.00	2103.238	3954.216	2103.238	-24.08	1014.00	1014.00	2191.316	2116.296	2116.296	
Klm Tepi Ka Lt.-8	HP538X447X60X90	0.00	-1313.53	-268.27	-336.43	1014.00	0.00	1748.968	3073.896	1748.968	-13.92	1014.00	1014.00	1837.046	1719.354	1719.354	1748.968
Klm Tepi Ka Lt.-8	HP538X447X60X90	3.14	-1288.85	-268.27	-336.43	1014.00	0.00	1723.054	3047.982	1723.054	-13.92	1014.00	1014.00	1811.132	1693.44	1693.44	
Klm Tepi Ka Lt.-9	HP538X447X60X90	0.00	-1012.77	-207.38	-224.22	1014.00	0.00	1391.255	2222.882	1391.255	-6.23	1014.00	1014.00	1501.353	1307.324	1307.324	1391.255
Klm Tepi Ka Lt.-9	HP538X447X60X90	3.14	-988.08	-207.38	-224.22	1014.00	0.00	1365.331	2196.957	1365.331	-6.23	1014.00	1014.00	1475.428	1281.399	1281.399	
Klm Tepi Ka Lt.-10	HP498X432X45X70	0.00	-711.62	-146.41	-129.6	1014.00	0.00	1010.435	1445.252	1010.435	-0.44	1014.00	1014.00	1119.938	902.7795	902.7795	1010.435
Klm Tepi Ka Lt.-10	HP498X432X45X70	3.14	-693.06	-146.41	-129.6	765.00	0.00	964.0569	1425.764	964.0569	-0.44	765.00	765.00	1046.67	883.2915	883.2915	
Klm Tepi Ka Lt.-11	HP498X432X45X70	0.00	-417.47	-85.37	-56.73	765.00	0.00	610.5954	766.243	610.5954	3.29	765.00	765.00	693.2088	541.8	541.8	610.5954
Klm Tepi Ka Lt.-11	HP498X432X45X70	3.31	-397.89	-85.37	-56.73	765.00	0.00	590.0364	745.689	590.0364	3.29	765.00	765.00	672.6498	521.241	521.241	
Klm Tepi Ka Lt.-12	HP498X432X45X70	0.00	-124.14	-24.29	-23.89	765.00	0.00	238.4649	256.1895	238.4649	1.4	765.00	765.00	321.0783	161.7315	161.7315	238.4649
Klm Tepi Ka Lt.-12	HP498X432X45X70	3.31	-104.56	-24.29	-23.89	765.00	0.00	217.9059	235.6305	217.9059	1.4	765.00	765.00	300.5193	141.1725	141.1725	

Lanjutan Tabel Gaya Geser Rencana Kolom

Klm Tengah Ki Lt.-4	HP608X472X85X125	0.00	3.16	18.69	5.40	401.54	1813.828	1159.927	1711.763	1159.927	2.90	0.92	-119.10	479.764	306.805	504.244	306.805
Klm Tengah Ki Lt.-4	HP608X472X85X125	3.16	3.16	18.69	5.40	401.54	1846.903	1159.927	1711.763	1159.927	2.90	0.92	-119.10	488.512	306.805	504.244	306.805
Klm Tengah Ki Lt.-5	HP608X472X85X125	0.00	3.16	19.52	5.60	380.92	1846.903	1302.411	1626.240	1302.411	4.07	1.26	-112.63	488.512	344.492	478.626	344.492
Klm Tengah Ki Lt.-5	HP608X472X85X125	3.16	3.16	19.52	5.60	380.92	2263.505	1302.411	1626.240	1302.411	4.07	1.26	-112.63	598.705	344.492	478.626	344.492
Klm Tengah Ki Lt.-6	HP568X457X70X105	0.00	3.16	16.83	4.78	336.47	1679.480	1017.325	1435.865	1017.325	4.11	1.28	-100.30	447.607	271.133	426.915	271.133
Klm Tengah Ki Lt.-6	HP568X457X70X105	3.16	3.16	16.83	4.78	336.47	1531.197	1017.325	1435.865	1017.325	4.11	1.28	-100.30	408.087	271.133	426.915	271.133
Klm Tengah Ki Lt.-7	HP568X457X70X105	0.00	3.14	17.92	5.16	303.44	1522.464	1000.473	1298.682	1000.473	4.48	1.38	-90.06	405.760	266.641	384.392	266.641
Klm Tengah Ki Lt.-7	HP568X457X70X105	3.14	3.14	17.92	5.16	303.44	1617.021	1000.473	1298.682	1000.473	4.48	1.38	-90.06	430.961	266.641	384.392	266.641
Klm Tengah Ki Lt.-8	HP568X457X70X105	0.00	3.14	17.54	5.11	256.57	1617.021	1060.739	1101.377	1060.739	4.63	1.40	-76.63	430.961	281.713	328.173	281.713
Klm Tengah Ki Lt.-8	HP568X457X70X105	3.14	3.14	17.54	5.11	256.57	1711.578	1060.739	1101.377	1060.739	4.63	1.40	-76.63	453.055	281.713	328.173	281.713
Klm Tengah Ki Lt.-9	HP568X457X70X105	0.00	3.14	18.30	5.32	211.53	1258.412	913.221	913.227	913.221	5.24	1.59	-62.53	439.981	264.777	269.793	264.777
Klm Tengah Ki Lt.-9	HP568X457X70X105	3.14	3.14	18.30	5.32	211.53	1607.274	913.221	913.227	913.221	5.24	1.59	-62.53	390.888	264.777	269.793	264.777
Klm Tengah Ki Lt.-10	HP538X447X60X90	0.00	3.14	16.32	4.69	156.12	841.068	677.757	677.765	677.757	5.01	1.53	-47.93	328.592	203.343	208.152	203.343
Klm Tengah Ki Lt.-10	HP538X447X60X90	3.14	3.14	16.32	4.69	156.12	1285.732	677.757	677.765	677.757	5.01	1.53	-47.93	309.500	203.343	208.152	203.343
Klm Tengah Ki Lt.-11	HP538X447X60X90	0.00	3.31	18.43	5.54	93.83	526.041	419.254	419.255	419.254	3.66	1.12	-28.99	206.161	123.272	126.785	123.272
Klm Tengah Ki Lt.-11	HP538X447X60X90	3.31	3.31	18.43	5.54	93.83	861.689	419.254	419.255	419.254	3.66	1.12	-28.99	201.869	123.272	126.785	123.272
Klm Tengah Ki Lt.-12	HP538X447X60X90	0.00	3.31	17.32	4.48	32.73	122.812	206.593	160.356	160.356	4.76	1.43	-9.98	24.496	43.873	48.420	43.873
Klm Tengah Ki Lt.-12	HP538X447X60X90	3.31	3.31	17.32	4.48	32.73	561.010	206.593	160.356	160.356	4.76	1.43	-9.98	120.723	43.873	48.420	43.873
Klm Tengah Ka Lt.-1	HP608X472X85X125	0.00	3.66	-10.11	-3.00	402.72	2079.640	752.977	1705.190	752.977	-0.55	-0.10	-126.36	474.356	234.863	531.407	234.863
Klm Tengah Ka Lt.-1	HP608X472X85X125	3.66	3.66	-10.11	-3.00	402.72	673.242	752.977	1705.190	752.977	-0.55	-0.10	-126.36	384.302	234.863	531.407	234.863
Klm Tengah Ka Lt.-2	HP608X472X85X125	0.00	3.16	-21.48	-6.33	431.85	1845.663	1016.460	1842.971	1016.460	0.09	0.13	-132.49	488.184	303.485	556.697	303.485
Klm Tengah Ka Lt.-2	HP608X472X85X125	3.16	3.16	-21.48	-6.33	431.85	1362.286	1016.460	1842.971	1016.460	0.09	0.13	-132.49	469.616	303.485	556.697	303.485
Klm Tengah Ka Lt.-3	HP608X472X85X125	0.00	3.16	-18.80	-5.48	420.62	1775.461	1137.291	1792.098	1137.291	1.91	0.63	-127.66	469.616	300.817	538.835	300.817
Klm Tengah Ka Lt.-3	HP608X472X85X125	3.16	3.16	-18.80	-5.48	420.62	1813.828	1137.291	1792.098	1137.291	1.91	0.63	-127.66	479.764	300.817	538.835	300.817
Klm Tengah Ka Lt.-4	HP608X472X85X125	0.00	3.16	-18.69	-5.40	401.54	1813.828	1159.927	1711.763	1159.927	2.90	0.92	-121.95	479.764	306.805	516.188	306.805
Klm Tengah Ka Lt.-4	HP608X472X85X125	3.16	3.16	-18.69	-5.40	401.54	1846.903	1159.927	1711.763	1159.927	2.90	0.92	-121.95	488.512	306.805	516.188	306.805
Klm Tengah Ka Lt.-5	HP608X472X85X125	0.00	3.16	-19.52	-5.60	380.92	1846.903	1302.411	1626.240	1302.411	4.07	1.26	-115.46	488.512	344.492	490.508	344.492
Klm Tengah Ka Lt.-5	HP608X472X85X125	3.16	3.16	-19.52	-5.60	380.92	2263.505	1302.411	1626.240	1302.411	4.07	1.26	-115.46	598.705	344.492	490.508	344.492
Klm Tengah Ka Lt.-6	HP568X457X70X105	0.00	3.16	-16.83	-4.78	336.47	1679.480	1017.325	1435.865	1017.325	4.11	1.28	-102.78	447.607	271.133	437.323	271.133
Klm Tengah Ka Lt.-6	HP568X457X70X105	3.16	3.16	-16.83	-4.78	336.47	1531.197	1017.325	1435.865	1017.325	4.11	1.28	-102.78	408.087	271.133	437.323	271.133
Klm Tengah Ka Lt.-7	HP568X457X70X105	0.00	3.14	-17.92	-5.16	303.44	1522.464	1000.473	1298.682	1000.473	4.48	1.38	-92.33	405.760	266.641	393.931	266.641
Klm Tengah Ka Lt.-7	HP568X457X70X105	3.14	3.14	-17.92	-5.16	303.44	1617.021	1000.473	1298.682	1000.473	4.48	1.38	-92.33	430.961	266.641	393.931	266.641
Klm Tengah Ka Lt.-8	HP568X457X70X105	0.00	3.14	-17.54	-5.11	256.57	1617.021	1060.739	1101.377	1060.739	4.63	1.40	-78.55	430.961	282.703	336.250	282.703
Klm Tengah Ka Lt.-8	HP568X457X70X105	3.14	3.14	-17.54	-5.11	256.57	1711.578	1060.739	1101.377	1060.739	4.63	1.40	-78.55	456.162	282.703	336.250	282.703
Klm Tengah Ka Lt.-9	HP568X457X70X105	0.00	3.14	-18.30	-5.32	211.53	1258.412	913.221	913.227	913.221	5.24	1.59	-64.25	452.324	271.996	277.013	271.996
Klm Tengah Ka Lt.-9	HP568X457X70X105	3.14	3.14	-18.30	-5.32	211.53	1607.274	913.221	913.227	913.221	5.24	1.59	-64.25	401.201	271.996	277.013	271.996
Klm Tengah Ka Lt.-10	HP538X447X60X90	0.00	3.14	-16.32	-4.69	156.12	841.068	677.757	677.765	677.757	5.01	1.53	-49.27	337.985	209.007	213.809	209.007
Klm Tengah Ka Lt.-10	HP538X447X60X90	3.14	3.14	-16.32	-4.69	156.12	1285.732	677.757	677.765	677.757	5.01	1.53	-49.27	317.880	209.007	213.809	209.007
Klm Tengah Ka Lt.-11	HP538X447X60X90	0.00	3.31	-18.43	-5.54	93.83	526.041	419.254	419.255	419.254	3.66	1.12	-29.86	212.911	126.900	130.414	126.900
Klm Tengah Ka Lt.-11	HP538X447X60X90	3.31	3.31	-18.43	-5.54	93.83	861.689	419.254	419.255	419.254	3.66	1.12	-29.86	207.129	126.900	130.414	126.900
Klm Tengah Ka Lt.-12	HP538X447X60X90	0.00	3.31	-17.32	-4.48	32.73	122.812	206.593	160.356	160.356	4.76	1.43	-10.56	27.499	46.304	50.852	46.304
Klm Tengah Ka Lt.-12	HP538X447X60X90	3.31	3.31	-17.32	-4.48	32.73	561.010	206.593	160.356	160.356	4.76	1.43	-10.56	125.767	46.304	50.852	46.304
Klm Tepi Ka Lt.-1	HP538X477X90X90	0.00	3.66	14.66	4.26	233.66	1309.820	565.274	1001.238	565.274	-0.47	-0.07	-106.64	381.301	210.049	448.434	210.049
Klm Tepi Ka Lt.-1	HP538X477X90X90	3.66	3.66	14.66	4.26	233.66	756.822	565.274	1001.238	565.274	-0.47	-0.07	-106.64	386.637	210.049	448.434	210.049
Klm Tepi Ka Lt.-2	HP538X477X90X90	0.00	3.16	31.85	9.29	198.86	886.181	435.879	878.409	435.879	0.02	0.10	-126.61	488.184	303.485	531.871	303.485
Klm Tepi Ka Lt.-2	HP538X477X90X90	3.16	3.16	31.85	9.29	198.86	489.453	435.879	878.409	435.879	0.02	0.10	-126.61	469.616	303.485	531.871	303.485
Klm Tepi Ka Lt.-3	HP538X477X90X90	0.00	3.16	28.70	8.44	191.52	852.474	546.061	843.381	546.061	1.55	0.47	-122.11	469.616	300.817	514.966	300.817
Klm Tepi Ka Lt.-3	HP538X477X90X90	3.16	3.16	28.70	8.44	191.52	870.896	546.061	843.381	546.061	1.55	0.47	-122.11	479.764	300.817	514.966	300.817
Klm Tepi Ka Lt.-4	HP538X477X90X90	0.00	3.16	29.57	8.73	182.48	870.896	556.930	806.631	556.930	2.40	0.69	-117.16	479.764	306.805	495.312	306.805
Klm Tepi Ka Lt.-4	HP538X477X90X90	3.16	3.16	29.57	8.73	182.48	886.776	556.930	806.631	556.930	2.40	0.69	-117.16	488.512	306.805	495.312	306.805
Klm Tepi Ka Lt.-5	HP538X477X90X90	0.00	3.16	30.75	9.13	165.83	886.776	594.856	738.360	594.856	3.35	0.94	-110.31	488.512	327.698	467.819	327.698
Klm Tepi Ka Lt.-5	HP538X477X90X90	3.16	3.16	30.75	9.13	165.83	990.589	594.856	738.360	594.856	3.35	0.94	-110.31	545.701	327.698	467.819	327.698
Klm Tepi Ka Lt.-6	HP538X447X60X90	0.00	3.16	29.30	8.72	162.90	905.920	521.041	724.101	521.041	3.58	1.01	-100.55	500.611	287.927	427.109	287.927
Klm Tepi Ka Lt.-6	HP538X447X60X90	3.16	3.16	29.30	8.72	162.90	738.486	521.041	724.101	521.041	3.58	1.01	-100.55	408.087	287.927	427.109	287.927

Lanjutan Tabel Gaya Geser Rencana Kolom

Klm Tepi Ka Lt.-7	HP538X447X60X90	0.00	3.14	30.47	9.12	140.98	734.274	482.522	633.686	482.522	3.85	1.07	-89.74	405.760	266.641	382.057	266.641
Klm Tepi Ka Lt.-7	HP538X447X60X90	3.14	3.14	30.47	9.12	140.98	779.879	482.522	633.686	482.522	3.85	1.07	-89.74	430.961	266.641	382.057	266.641
Klm Tepi Ka Lt.-8	HP538X447X60X90	0.00	3.14	29.68	8.94	124.83	779.879	511.587	564.837	511.587	3.97	1.09	-76.41	430.961	278.187	326.222	278.187
Klm Tepi Ka Lt.-8	HP538X447X60X90	3.14	3.14	29.68	8.94	124.83	825.483	511.587	564.837	511.587	3.97	1.09	-76.41	441.988	278.187	326.222	278.187
Klm Tepi Ka Lt.-9	HP538X447X60X90	0.00	3.14	32.59	9.82	99.08	485.911	460.662	460.667	460.662	4.53	1.24	-84.21	456.162	270.516	275.736	270.516
Klm Tepi Ka Lt.-9	HP538X447X60X90	3.14	3.14	32.59	9.82	99.08	959.645	460.662	460.667	460.662	4.53	1.24	-84.21	392.719	270.516	275.736	270.516
Klm Tepi Ka Lt.-10	HP498X432X45X70	0.00	3.14	27.87	8.39	73.49	320.085	321.204	346.731	321.204	3.78	1.05	-44.21	310.472	187.189	190.733	187.189
Klm Tepi Ka Lt.-10	HP498X432X45X70	3.14	3.14	27.87	8.39	73.49	687.852	321.204	346.731	321.204	3.78	1.05	-44.21	276.926	187.189	190.733	187.189
Klm Tepi Ka Lt.-11	HP498X432X45X70	0.00	3.31	30.26	9.21	48.59	253.261	245.520	245.522	245.520	2.82	0.81	-27.99	211.773	118.693	121.357	118.693
Klm Tepi Ka Lt.-11	HP498X432X45X70	3.31	3.31	30.26	9.21	48.59	559.409	245.520	245.522	245.520	2.82	0.81	-27.99	181.101	118.693	121.357	118.693
Klm Tepi Ka Lt.-12	HP498X432X45X70	0.00	3.31	28.76	8.02	15.31	183.644	169.194	102.921	102.921	3.82	1.02	-11.28	49.184	48.892	52.445	48.892
Klm Tepi Ka Lt.-12	HP498X432X45X70	3.31	3.31	28.76	8.02	15.31	376.389	169.194	102.921	102.921	3.82	1.02	-11.28	112.650	48.892	52.445	48.892

Lampiran B-7

TABEL PERHITUNGAN KUAT LENTUR NOMINAL KOLOM PORTAL Y-B

Kolom	Shape Type	Ln (m)	Lp (m)	Arah Global		Arah Gempa Dominan		Modulus Plastis		Kuat Nominal (kNm)	
						Arah-Y		Zx (cm^3)	Zy (cm^3)		
				Y	X	Mu,x	Mu,y			Mn,x	Mn,y
Klm Tepi Ki Lt.-1	HP538X477X90X90	3.66	5.87	1309.820	364.127	1309.820	364.127	17600	6920	4400	1730.00
Klm Tepi Ki Lt.-2	HP538X477X90X90	3.16	5.87	886.181	488.184	886.181	488.184	17600	6920	4400	1730.00
Klm Tepi Ki Lt.-3	HP538X477X90X90	3.16	5.87	870.896	479.764	870.896	479.764	17600	6920	4400	1730.00
Klm Tepi Ki Lt.-4	HP538X477X90X90	3.16	5.87	886.776	488.512	886.776	488.512	17600	6920	4400	1730.00
Klm Tepi Ki Lt.-5	HP538X477X90X90	3.16	5.87	990.589	545.701	990.589	545.701	17600	6920	4400	1730.00
Klm Tepi Ki Lt.-6	HP538X447X60X90	3.16	5.71	905.920	500.611	905.920	500.611	16100	6030	4025	1507.50
Klm Tepi Ki Lt.-7	HP538X447X60X90	3.14	5.71	779.879	414.867	779.879	414.867	16100	6030	4025	1507.50
Klm Tepi Ki Lt.-8	HP538X447X60X90	3.14	5.71	825.483	430.961	825.483	430.961	16100	6030	4025	1507.50
Klm Tepi Ki Lt.-9	HP538X447X60X90	3.14	5.71	959.645	412.940	959.645	412.940	16100	6030	4025	1507.50
Klm Tepi Ki Lt.-10	HP498X432X45X70	3.14	5.51	687.852	279.408	687.852	279.408	12000	4370	3000	1092.50
Klm Tepi Ki Lt.-11	HP498X432X45X70	3.31	5.51	559.409	189.208	559.409	189.208	12000	4370	3000	1092.50
Klm Tepi Ki Lt.-12	HP498X432X45X70	3.31	5.51	376.389	98.150	376.389	98.150	12000	4370	3000	1092.50
Klm Tengah Ki Lt.-1	HP608X472X85X125	3.66	6.07	2079.640	466.809	2079.640	466.809	24300	9360	6075	2340.00
Klm Tengah Ki Lt.-2	HP608X472X85X125	3.16	6.07	1845.663	488.184	1845.663	488.184	24300	9360	6075	2340.00
Klm Tengah Ki Lt.-3	HP608X472X85X125	3.16	6.07	1813.828	479.764	1813.828	479.764	24300	9360	6075	2340.00
Klm Tengah Ki Lt.-4	HP608X472X85X125	3.16	6.07	1846.903	488.512	1846.903	488.512	24300	9360	6075	2340.00
Klm Tengah Ki Lt.-5	HP608X472X85X125	3.16	6.07	2263.505	598.705	2263.505	598.705	24300	9360	6075	2340.00
Klm Tengah Ki Lt.-6	HP568X457X70X105	3.16	5.85	1679.480	447.607	1679.480	447.607	19400	7360	4850	1840.00
Klm Tengah Ki Lt.-7	HP568X457X70X105	3.14	5.85	1617.021	430.961	1617.021	430.961	19400	7360	4850	1840.00
Klm Tengah Ki Lt.-8	HP568X457X70X105	3.14	5.85	1711.578	453.055	1711.578	453.055	19400	7360	4850	1840.00
Klm Tengah Ki Lt.-9	HP568X457X70X105	3.14	5.85	1607.274	439.961	1607.274	439.961	19400	7360	4850	1840.00
Klm Tengah Ki Lt.-10	HP538X447X60X90	3.14	5.71	1285.732	328.592	1285.732	328.592	16100	6030	4025	1507.50
Klm Tengah Ki Lt.-11	HP538X447X60X90	3.31	5.71	861.689	206.161	861.689	206.161	16100	6030	4025	1507.50
Klm Tengah Ki Lt.-12	HP538X447X60X90	3.31	5.71	561.010	120.723	561.010	120.723	16100	6030	4025	1507.50
Klm Tengah Ka Lt.-1	HP608X472X85X125	3.66	6.07	2079.640	474.356	2079.640	474.356	24300	9360	6075	2340.00
Klm Tengah Ka Lt.-2	HP308X472X85X125	3.16	6.07	1845.663	488.184	1845.663	488.184	24300	9360	6075	2340.00
Klm Tengah Ka Lt.-3	HP608X472X85X125	3.16	6.07	1813.828	479.764	1813.828	479.764	24300	9360	6075	2340.00
Klm Tengah Ka Lt.-4	HP608X472X85X125	3.16	6.07	1846.903	488.512	1846.903	488.512	24300	9360	6075	2340.00
Klm Tengah Ka Lt.-5	HP608X472X85X125	3.16	6.07	2263.505	598.705	2263.505	598.705	24300	9360	6075	2340.00
Klm Tengah Ka Lt.-6	HP568X457X70X105	3.16	5.85	1679.480	447.607	1679.480	447.607	19400	7360	4850	1840.00
Klm Tengah Ka Lt.-7	HP568X457X70X105	3.14	5.85	1617.021	430.961	1617.021	430.961	19400	7360	4850	1840.00
Klm Tengah Ka Lt.-8	HP568X457X70X105	3.14	5.85	1711.578	456.162	1711.578	456.162	19400	7360	4850	1840.00
Klm Tengah Ka Lt.-9	HP568X457X70X105	3.14	5.85	1607.274	452.324	1607.274	452.324	19400	7360	4850	1840.00
Klm Tengah Ka Lt.-10	HP538X447X60X90	3.14	5.71	1285.732	337.935	1285.732	337.985	16100	6030	4025	1507.50
Klm Tengah Ka Lt.-11	HP538X447X60X90	3.31	5.71	861.689	212.911	861.689	212.911	16100	6030	4025	1507.50
Klm Tengah Ka Lt.-12	HP538X447X60X90	3.31	5.71	561.010	125.767	561.010	125.767	16100	6030	4025	1507.50
Klm Tepi Ka Lt.-1	HP538X477X90X90	3.66	5.87	1309.820	386.637	1309.820	386.637	17600	6920	4400	1730.00
Klm Tepi Ka Lt.-2	HP538X477X90X90	3.16	5.87	886.181	488.184	886.181	488.184	17600	6920	4400	1730.00
Klm Tepi Ka Lt.-3	HP538X477X90X90	3.16	5.87	870.896	479.764	870.896	479.764	17600	6920	4400	1730.00
Klm Tepi Ka Lt.-4	HP538X477X90X90	3.16	5.87	886.776	488.512	886.776	488.512	17600	6920	4400	1730.00
Klm Tepi Ka Lt.-5	HP538X477X90X90	3.16	5.87	990.589	545.701	990.589	545.701	17600	6920	4400	1730.00
Klm Tepi Ka Lt.-6	HP538X447X60X90	3.16	5.71	905.920	500.611	905.920	500.611	16100	6030	4025	1507.50
Klm Tepi Ka Lt.-7	HP538X447X60X90	3.14	5.71	779.879	430.961	779.879	430.961	16100	6030	4025	1507.50
Klm Tepi Ka Lt.-8	HP538X447X60X90	3.14	5.71	825.483	441.988	825.483	441.988	16100	6030	4025	1507.50
Klm Tepi Ka Lt.-9	HP538X447X60X90	3.14	5.71	959.645	456.162	959.645	456.162	16100	6030	4025	1507.50
Klm Tepi Ka Lt.-10	HP498X432X45X70	3.14	5.51	687.852	310.472	687.852	310.472	12000	4370	3000	1092.50
Klm Tepi Ka Lt.-11	HP498X432X45X70	3.31	5.51	559.409	211.773	559.409	211.773	12000	4370	3000	1092.50
Klm Tepi Ka Lt.-12	HP498X432X45X70	3.31	5.51	376.389	112.650	376.389	112.650	12000	4370	3000	1092.50

TABEL PERHITUNGAN KUAT TEKAN NOMINAL KOLOM PORTAL Y-B

Kolom	Shape Type	h (m)	Aksial Rencana	kc,x	kc,y	Ix (mm)	Iy (mm)	Ag (mm^2)	Lk/r	λc	ω	Nn (kN)	ΦNn (kN)	Ratio
Klm Tepi Ki Lt.-1	HP538X477X90X90	4.25	4483.673	1.92	1.62	200.00	118.00	118500	40.800	0.657	1.233	24032.53	20427.65	0.22
Klm Tepi Ki Lt.-2	HP538X477X90X90	3.75	4117.706	3.17	2.17	200.00	118.00	118500	59.438	0.776	1.324	22374.48	19018.31	0.22
Klm Tepi Ki Lt.-3	HP538X477X90X90	3.75	3724.051	3.21	2.18	200.00	118.00	118500	60.188	0.780	1.327	22324.84	18976.11	0.20
Klm Tepi Ki Lt.-4	HP538X477X90X90	3.75	3331.256	3.21	2.18	200.00	118.00	118500	60.188	0.780	1.327	22324.84	18976.11	0.18
Klm Tepi Ki Lt.-5	HP538X477X90X90	3.75	2939.606	3.31	2.13	200.00	118.00	118500	62.063	0.762	1.312	22573.05	19187.09	0.15
Klm Tepi Ki Lt.-6	HP538X447X60X90	3.75	2547.928	3.27	2.01	206.00	114.80	102400	59.527	0.739	1.294	19780.59	16813.5	0.15
Klm Tepi Ki Lt.-7	HP538X447X60X90	3.75	2131.679	3.46	2.10	206.00	114.80	102400	62.985	0.772	1.321	19383.75	16476.19	0.13
Klm Tepi Ki Lt.-8	HP538X447X60X90	3.75	1743.968	3.65	2.27	206.00	114.80	102400	66.444	0.834	1.374	18634.16	15839.04	0.11
Klm Tepi Ki Lt.-9	HP538X447X60X90	3.75	1391.255	3.50	2.19	206.00	114.80	102400	63.714	0.805	1.348	18986.91	16138.87	0.09
Klm Tepi Ki Lt.-10	HP498X432X45X70	3.75	1010.435	3.29	1.98	197.00	110.70	77010	62.627	0.755	1.307	14732.31	12522.47	0.08
Klm Tepi Ki Lt.-11	HP498X432X45X70	3.75	610.5954	3.49	2.21	197.00	110.70	77010	66.434	0.843	1.381	13941.37	11850.17	0.05
Klm Tepi Ki Lt.-12	HP498X432X45X70	3.75	236.4649	3.41	2.15	197.00	110.70	77010	64.911	0.820	1.361	14147.71	12025.55	0.02
Klm Tengah Ki Lt.-1	HP608X472X85X125	4.25	6537.782	1.78	1.52	223.00	121.90	148800	33.924	0.596	1.191	31227.59	26543.45	0.25
Klm Tengah Ki Lt.-2	HP608X472X85X125	3.75	6011.764	2.63	1.81	223.00	121.90	148800	44.226	0.627	1.212	30700.61	26095.52	0.23
Klm Tengah Ki Lt.-3	HP608X472X85X125	3.75	5452.87	2.76	1.82	223.00	121.90	148800	46.413	0.630	1.214	30640.27	26044.23	0.21
Klm Tengah Ki Lt.-4	HP608X472X85X125	3.75	4896.055	2.76	1.82	223.00	121.90	148800	46.413	0.630	1.214	30640.27	26044.23	0.19
Klm Tengah Ki Lt.-5	HP608X472X85X125	3.75	4341.844	2.63	1.78	223.00	121.90	148800	44.226	0.616	1.205	30881.63	26249.39	0.17
Klm Tengah Ki Lt.-6	HP568X457X70X105	3.75	3785.683	2.48	1.69	213.00	117.60	121400	43.662	0.606	1.198	25333.95	21533.86	0.18
Klm Tengah Ki Lt.-7	HP568X457X70X105	3.75	3148.96	2.58	1.72	213.00	117.60	121400	45.423	0.617	1.205	25180.86	21403.73	0.15
Klm Tengah Ki Lt.-8	HP568X457X70X105	3.75	2613.271	2.65	1.82	213.00	117.60	121400	46.655	0.653	1.230	24670.56	20969.98	0.12
Klm Tengah Ki Lt.-9	HP568X457X70X105	3.75	2142.33	2.62	1.80	213.00	117.60	121400	46.127	0.646	1.225	24772.62	21056.73	0.10
Klm Tengah Ki Lt.-10	HP538X447X60X90	3.75	1605.62	2.49	1.72	206.00	114.80	102400	45.328	0.632	1.216	21059.3	17900.4	0.09
Klm Tengah Ki Lt.-11	HP538X447X60X90	3.75	868.4655	2.76	1.89	206.00	114.80	102400	50.243	0.695	1.260	20309.71	17263.25	0.05
Klm Tengah Ki Lt.-12	HP538X447X60X90	3.75	253.1865	2.72	1.85	206.00	114.80	102400	49.515	0.680	1.250	20486.08	17413.17	0.01
Klm Tengah Ka Lt.-1	HP608X472X85X125	4.25	6537.782	1.78	1.52	223.00	121.90	148800	33.924	0.596	1.191	31227.59	26543.45	0.25
Klm Tengah Ka Lt.-2	HP608X472X85X125	3.75	6011.764	2.63	1.81	223.00	121.90	148800	44.226	0.627	1.212	30700.61	26095.52	0.23
Klm Tengah Ka Lt.-3	HP608X472X85X125	3.75	5452.87	2.76	1.82	223.00	121.90	148800	46.413	0.630	1.214	30640.27	26044.23	0.21
Klm Tengah Ka Lt.-4	HP608X472X85X125	3.75	4896.055	2.76	1.82	223.00	121.90	148800	46.413	0.630	1.214	30640.27	26044.23	0.19
Klm Tengah Ka Lt.-5	HP608X472X85X125	3.75	4341.844	2.63	1.78	223.00	121.90	148800	44.226	0.616	1.205	30881.63	26249.39	0.17
Klm Tengah Ka Lt.-6	HP568X457X70X105	3.75	3785.683	2.48	1.69	213.00	117.60	121400	43.662	0.606	1.198	25333.95	21533.86	0.18
Klm Tengah Ka Lt.-7	HP568X457X70X105	3.75	3148.96	2.58	1.72	213.00	117.60	121400	45.423	0.617	1.205	25180.86	21403.73	0.15
Klm Tengah Ka Lt.-8	HP568X457X70X105	3.75	2613.271	2.65	1.82	213.00	117.60	121400	46.655	0.653	1.230	24670.56	20969.98	0.12
Klm Tengah Ka Lt.-9	HP568X457X70X105	3.75	2142.33	2.62	1.80	213.00	117.60	121400	46.127	0.646	1.225	24772.62	21056.73	0.10
Klm Tengah Ka Lt.-10	HP538X447X60X90	3.75	1605.62	2.49	1.72	206.00	114.80	102400	45.328	0.632	1.216	21059.3	17900.4	0.09
Klm Tengah Ka Lt.-11	HP538X447X60X90	3.75	868.4655	2.76	1.89	206.00	114.80	102400	50.243	0.695	1.260	20309.71	17263.25	0.05
Klm Tengah Ka Lt.-12	HP538X447X60X90	3.75	253.1865	2.72	1.85	206.00	114.80	102400	49.515	0.680	1.250	20486.08	17413.17	0.01
Klm Tepi Ka Lt.-1	HP538X477X90X90	4.25	4604.439	1.92	1.62	200.00	118.00	118500	40.800	0.657	1.233	24032.53	20427.65	0.23
Klm Tepi Ka Lt.-2	HP538X477X90X90	3.75	4238.472	3.17	2.17	200.00	118.00	118500	59.438	0.776	1.324	22374.48	19018.31	0.22
Klm Tepi Ka Lt.-3	HP538X477X90X90	3.75	3844.816	3.21	2.18	200.00	118.00	118500	60.188	0.780	1.327	22324.84	18976.11	0.20
Klm Tepi Ka Lt.-4	HP538X477X90X90	3.75	3452.022	3.21	2.18	200.00	118.00	118500	60.188	0.780	1.327	22324.84	18976.11	0.18
Klm Tepi Ka Lt.-5	HP538X477X90X90	3.75	3060.372	3.31	2.13	200.00	118.00	118500	62.063	0.762	1.312	22573.05	19187.09	0.16
Klm Tepi Ka Lt.-6	HP538X447X60X90	3.75	2604.987	3.27	2.01	206.00	114.80	102400	59.527	0.739	1.294	19780.59	16813.5	0.15
Klm Tepi Ka Lt.-7	HP538X447X60X90	3.75	2142.221	3.46	2.10	206.00	114.80	102400	62.985	0.772	1.321	19383.75	16476.19	0.13
Klm Tepi Ka Lt.-8	HP538X447X60X90	3.75	1748.968	3.65	2.27	206.00	114.80	102400	66.444	0.834	1.374	18634.16	15839.04	0.11
Klm Tepi Ka Lt.-9	HP538X447X60X90	3.75	1391.255	3.50	2.19	206.00	114.80	102400	63.714	0.805	1.348	18986.91	16138.87	0.09
Klm Tepi Ka Lt.-10	HP498X432X45X70	3.75	1010.435	3.29	1.98	197.00	110.70	77010	62.627	0.755	1.307	14732.31	12522.47	0.08
Klm Tepi Ka Lt.-11	HP498X432X45X70	3.75	610.5954	3.49	2.21	197.00	110.70	77010	66.434	0.843	1.381	13941.37	11850.17	0.05
Klm Tepi Ka Lt.-12	HP498X432X45X70	3.75	236.4649	3.41	2.15	197.00	110.70	77010	64.911	0.820	1.361	14147.71	12025.55	0.02

TABEL PERHITUNGAN KUAT GESER NOMINAL KOLOM PORTAL Y-B

Kolom	Shape Type	Ln (m)	Vu rencana (kN)		h	bf	tf	tw	AVX	AVY	h/tw	Vn,x	ΦVn,x	Ratio	Vn,y	ΦVn,y	Ratio
			Vu,x	Vu,y	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)				(kN)	(kN)		(kN)	(kN)	
Klm Tepi Ki Lt.-1	HP538X477X90X90	3.66	196.636	565.274	538	477	90	90	71550.00	48420.00	5.98	10732.50	9659.25	0.020	7263.00	6536.70	0.09
Klm Tepi Ki Lt.-2	HP538X477X90X90	3.16	303.485	435.879	538	477	90	90	71550.00	48420.00	5.98	10732.50	9659.25	0.031	7263.00	6536.70	0.07
Klm Tepi Ki Lt.-3	HP538X477X90X90	3.16	300.817	546.061	538	477	90	90	71550.00	48420.00	5.98	10732.50	9659.25	0.031	7263.00	6536.70	0.08
Klm Tepi Ki Lt.-4	HP538X477X90X90	3.16	306.805	556.930	538	477	90	90	71550.00	48420.00	5.98	10732.50	9659.25	0.032	7263.00	6536.70	0.09
Klm Tepi Ki Lt.-5	HP538X477X90X90	3.16	327.698	594.856	538	477	90	90	71550.00	48420.00	5.98	10732.50	9659.25	0.034	7263.00	6536.70	0.09
Klm Tepi Ki Lt.-6	HP538X447X60X90	3.16	287.927	521.041	538	447	90	60	67050.00	32280.00	8.97	10057.50	9051.75	0.032	4842.00	4357.80	0.12
Klm Tepi Ki Lt.-7	HP538X447X60X90	3.14	261.513	482.522	538	447	90	60	67050.00	32280.00	8.97	10057.50	9051.75	0.029	4842.00	4357.80	0.11
Klm Tepi Ki Lt.-8	HP538X447X60X90	3.14	264.964	511.587	538	447	90	60	67050.00	32280.00	8.97	10057.50	9051.75	0.029	4842.00	4357.80	0.12
Klm Tepi Ki Lt.-9	HP538X447X60X90	3.14	244.431	460.662	538	447	90	60	67050.00	32280.00	8.97	10057.50	9051.75	0.027	4842.00	4357.80	0.11
Klm Tepi Ki Lt.-10	HP498X432X45X70	3.14	168.579	321.204	498	432	70	45	50400.00	22410.00	11.07	7560.00	6804.00	0.025	3361.50	3025.35	0.11
Klm Tepi Ki Lt.-11	HP498X432X45X70	3.31	106.578	245.520	498	432	70	45	50400.00	22410.00	11.07	7560.00	6804.00	0.016	3361.50	3025.35	0.08
Klm Tepi Ki Lt.-12	HP498X432X45X70	3.31	41.694	102.921	498	432	70	45	50400.00	22410.00	11.07	7560.00	6804.00	0.006	3361.50	3025.35	0.03
Klm Tengah Ki Lt.-1	HP608X472X85X125	3.66	231.480	752.977	608	472	125	85	93333.33	51680.00	7.15	14750.00	13275.00	0.017	7752.00	6976.80	0.11
Klm Tengah Ki Lt.-2	HP608X472X85X125	3.16	303.485	1016.460	608	472	125	85	98333.33	51680.00	7.15	14750.00	13275.00	0.023	7752.00	6976.80	0.15
Klm Tengah Ki Lt.-3	HP608X472X85X125	3.16	300.817	1137.291	608	472	125	85	98333.33	51680.00	7.15	14750.00	13275.00	0.023	7752.00	6976.80	0.16
Klm Tengah Ki Lt.-4	HP608X472X85X125	3.16	306.805	1159.927	608	472	125	85	98333.33	51680.00	7.15	14750.00	13275.00	0.023	7752.00	6976.80	0.17
Klm Tengah Ki Lt.-5	HP608X472X85X125	3.16	344.492	1302.411	608	472	125	85	98333.33	51680.00	7.15	14750.00	13275.00	0.026	7752.00	6976.80	0.19
Klm Tengah Ki Lt.-6	HP568X457X70X105	3.16	271.133	1017.325	568	457	105	70	79975.00	39760.00	8.11	11996.25	10796.63	0.025	5964.00	5367.60	0.19
Klm Tengah Ki Lt.-7	HP568X457X70X105	3.14	266.641	1000.473	568	457	105	70	79975.00	39760.00	8.11	11996.25	10796.63	0.025	5964.00	5367.60	0.19
Klm Tengah Ki Lt.-8	HP568X457X70X105	3.14	281.713	1060.739	568	457	105	70	79975.00	39760.00	8.11	11996.25	10796.63	0.026	5964.00	5367.60	0.20
Klm Tengah Ki Lt.-9	HP568X457X70X105	3.14	264.777	913.221	568	457	105	70	79975.00	39760.00	8.11	11996.25	10796.63	0.025	5964.00	5367.60	0.17
Klm Tengah Ki Lt.-10	HP538X447X60X90	3.14	203.343	677.757	538	447	90	60	67050.00	32280.00	8.97	10057.50	9051.75	0.022	4842.00	4357.80	0.16
Klm Tengah Ki Lt.-11	HP538X447X60X90	3.31	123.272	419.254	538	447	90	60	67050.00	32280.00	8.97	10057.50	9051.75	0.014	4842.00	4357.80	0.10
Klm Tengah Ki Lt.-12	HP538X447X60X90	3.31	43.673	160.356	538	447	90	60	67050.00	32280.00	8.97	10057.50	9051.75	0.005	4842.00	4357.80	0.04
Klm Tengah Ka Lt.-1	HP608X472X85X125	3.66	234.863	752.977	608	472	125	85	98333.33	51680.00	7.15	14750.00	13275.00	0.018	7752.00	6976.80	0.11
Klm Tengah Ka Lt.-2	HP608X472X85X125	3.16	303.485	1016.460	608	472	125	85	98333.33	51680.00	7.15	14750.00	13275.00	0.023	7752.00	6976.80	0.15
Klm Tengah Ka Lt.-3	HP608X472X85X125	3.16	300.817	1137.291	608	472	125	85	98333.33	51680.00	7.15	14750.00	13275.00	0.023	7752.00	6976.80	0.16
Klm Tengah Ka Lt.-4	HP608X472X85X125	3.16	306.805	1159.927	608	472	125	85	98333.33	51680.00	7.15	14750.00	13275.00	0.023	7752.00	6976.80	0.17
Klm Tengah Ka Lt.-5	HP608X472X85X125	3.16	344.492	1302.411	608	472	125	85	98333.33	51680.00	7.15	14750.00	13275.00	0.026	7752.00	6976.80	0.19
Klm Tengah Ka Lt.-6	HP568X457X70X105	3.16	271.133	1017.325	568	457	105	70	79975.00	39760.00	8.11	11996.25	10796.63	0.025	5964.00	5367.60	0.19
Klm Tengah Ka Lt.-7	HP568X457X70X105	3.14	266.641	1000.473	568	457	105	70	79975.00	39760.00	8.11	11996.25	10796.63	0.025	5964.00	5367.60	0.19
Klm Tengah Ka Lt.-8	HP568X457X70X105	3.14	282.703	1060.739	568	457	105	70	79975.00	39760.00	8.11	11996.25	10796.63	0.026	5964.00	5367.60	0.20
Klm Tengah Ka Lt.-9	HP568X457X70X105	3.14	271.996	913.221	568	457	105	70	79975.00	39760.00	8.11	11996.25	10796.63	0.025	5964.00	5367.60	0.17
Klm Tengah Ka Lt.-10	HP538X447X60X90	3.14	209.007	677.757	538	447	90	60	67050.00	32280.00	8.97	10057.50	9051.75	0.023	4842.00	4357.80	0.16
Klm Tengah Ka Lt.-11	HP538X447X60X90	3.31	126.900	419.254	538	447	90	60	67050.00	32280.00	8.97	10057.50	9051.75	0.014	4842.00	4357.80	0.10
Klm Tengah Ka Lt.-12	HP538X447X60X90	3.31	46.304	160.356	538	447	90	60	67050.00	32280.00	8.97	10057.50	9051.75	0.005	4842.00	4357.80	0.04
Klm Tepi Ka Lt.-1	HP538X477X90X90	3.66	210.049	565.274	538	477	90	90	71550.00	48420.00	5.98	10732.50	9659.25	0.022	7263.00	6536.70	0.09
Klm Tepi Ka Lt.-2	HP538X477X90X90	3.16	303.485	435.879	538	477	90	90	71550.00	48420.00	5.98	10732.50	9659.25	0.031	7263.00	6536.70	0.07
Klm Tepi Ka Lt.-3	HP538X477X90X90	3.16	300.817	546.061	538	477	90	90	71550.00	48420.00	5.98	10732.50	9659.25	0.031	7263.00	6536.70	0.08
Klm Tepi Ka Lt.-4	HP538X477X90X90	3.16	306.805	556.930	538	477	90	90	71550.00	48420.00	5.98	10732.50	9659.25	0.032	7263.00	6536.70	0.09
Klm Tepi Ka Lt.-5	HP538X477X90X90	3.16	327.698	594.856	538	477	90	90	71550.00	48420.00	5.98	10732.50	9659.25	0.034	7263.00	6536.70	0.09
Klm Tepi Ka Lt.-6	HP538X447X60X90	3.16	287.927	521.041	538	447	90	60	67050.00	32280.00	8.97	10057.50	9051.75	0.032	4842.00	4357.80	0.12
Klm Tepi Ka Lt.-7	HP538X447X60X90	3.14	266.641	482.522	538	447	90	60	67050.00	32280.00	8.97	10057.50	9051.75	0.029	4842.00	4357.80	0.11
Klm Tepi Ka Lt.-8	HP538X447X60X90	3.14	278.187	511.587	538	447	90	60	67050.00	32280.00	8.97	10057.50	9051.75	0.031	4842.00	4357.80	0.12
Klm Tepi Ka Lt.-9	HP538X447X60X90	3.14	270.516	460.662	538	447	90	60	67050.00	32280.00	8.97	10057.50	9051.75	0.030	4842.00	4357.80	0.11
Klm Tepi Ka Lt.-10	HP498X432X45X70	3.14	187.169	321.204	498	432	70	45	50400.00	22410.00	11.07	7560.00	6804.00	0.028	3361.50	3025.35	0.11
Klm Tepi Ka Lt.-11	HP498X432X45X70	3.31	118.693	245.520	498	432	70	45	50400.00	22410.00	11.07	7560.00	6804.00	0.017	3361.50	3025.35	0.08
Klm Tepi Ka Lt.-12	HP498X432X45X70	3.31	48.892	102.921	498	432	70	45	50400.00	22410.00	11.07	7560.00	6804.00	0.007	3361.50	3025.35	0.03

TABEL MOMEN RENCANA BALOK DAN REDISTRIBUSI MOMEN

Tingkat	Profil	Balok	Loc (m)	Point	Momen balok (kN-m) MD	ML	ME,ki	ME,ka	1.2D+1.6L	Momen Awal 1.2D+0.5L+E ME,ki	ME,ka	0.9D+E ME,ki	ME,ka	ReDistribusi Momen Balok 1.2D+0.5L+E ME,ki	ME,ka	0.9D+E ME,ki	ME,ka	Momen Rencana
(1)	(2)	(3)	(4)		(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
1	WF600X300X12X20	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-106.833	-31.279	191.085	-191.085	-178.246	47.246	47.246	94.935	94.935	139.369	139.369	156.123	156.123	147.691
			0.77	Sp. Xi	-69.918	-20.373	149.430	-149.430	-116.498	55.342	55.342	86.504	86.504	147.465	147.465	147.691	147.691	-147.691
			3.50	1/2 L	60.963	18.295	1.745	-1.745	102.428	84.048	84.048	56.612	56.612	176.171	176.171	117.799	117.799	
			6.24	Sp. Xa	-69.343	-19.813	-146.470	146.470	-114.912	-239.588	-239.588	-208.879	-208.879	-147.465	-147.465	-147.691	-147.691	
			7.00	Tump. Ka	-105.487	-30.387	-187.595	187.595	-175.204	-329.373	-329.373	-287.533	-282.533	-237.250	-237.250	-221.346	-221.346	
	WF600X300X12X20	Tengah	0.00	Tump. Ki	-35.516	-9.462	139.169	-139.169	-57.758	91.819	91.819	107.205	107.205	114.804	114.804	122.852	122.852	86.099
			0.77	Sp. Xi	-16.878	-4.444	85.589	-85.589	-27.364	63.113	63.113	70.399	70.399	86.099	86.099	86.046	86.046	-86.099
			2.00	1/2 L	12.894	3.572	0.000	0.000	21.188	17.259	17.259	11.605	11.605	40.244	40.244	27.252	27.252	
			3.24	Sp. Xa	-17.121	-4.509	-86.285	86.285	-27.760	-109.085	-109.085	-101.694	-101.694	-86.099	-86.099	-86.046	-86.046	
			4.00	Tump. Ka	-35.516	-9.462	-139.169	139.169	-57.761	-186.522	-186.522	-171.135	-171.135	-163.536	-163.536	-155.488	-155.488	
	WF600X300X12X20	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-105.488	-30.387	187.595	-187.595	-175.205	45.816	45.816	92.656	92.656	141.432	141.432	157.336	157.336	149.074
			0.77	Sp. Xi	-68.869	-19.677	145.940	-145.940	-114.126	53.459	53.459	83.958	83.958	149.074	149.074	148.638	148.638	-149.074
			3.50	1/2 L	60.963	18.295	-1.745	1.745	102.428	80.358	80.558	53.122	53.122	176.174	176.174	117.802	117.802	
			6.24	Sp. Xa	-70.386	-20.512	-149.971	149.971	-117.282	-244.390	-244.690	-213.318	-213.318	-149.074	-149.074	-148.638	-148.638	
			7.00	Tump. Ka	-106.831	-31.279	-191.085	191.085	-178.244	-334.922	-334.922	-287.233	-287.233	-239.306	-239.306	-222.553	-222.553	
2	WF600X300X12X20	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-110.647	-32.553	240.892	-240.892	-184.861	91.839	91.839	141.310	141.310	185.991	185.991	204.139	204.139	185.160
			0.77	Sp. Xi	-73.084	-21.423	188.106	-188.106	-121.978	89.694	89.694	122.330	122.330	183.845	183.845	185.160	185.160	-185.160
			3.50	1/2 L	60.092	18.038	0.957	-0.957	100.971	82.086	82.086	55.040	55.040	176.238	176.238	117.869	117.869	
			6.24	Sp. Xa	-67.903	-19.273	-186.877	186.877	-112.320	-277.997	-277.997	-247.990	-247.990	-183.845	-183.845	-185.160	-185.160	
			7.00	Tump. Ka	-103.417	-29.625	-238.977	238.977	-171.500	-377.890	-377.890	-332.052	-332.052	-283.738	-283.738	-269.223	-269.223	
	WF600X300X12X20	Tengah	0.00	Tump. Ki	-34.234	-9.072	119.590	-119.590	-55.596	73.073	73.973	88.779	88.779	95.178	95.178	103.226	103.226	74.010
			0.77	Sp. Xi	-15.597	-4.054	73.548	-73.548	-25.203	52.805	52.805	59.511	59.511	74.010	74.010	73.957	73.957	-74.010
			2.00	1/2 L	14.175	3.962	0.000	0.000	23.349	18.991	18.991	12.758	12.758	40.196	40.196	27.204	27.204	
			3.24	Sp. Xa	-15.841	-4.119	-74.146	74.146	-25.600	-95.215	-95.215	-88.403	-88.403	-74.010	-74.010	-73.957	-73.957	
			4.00	Tump. Ka	-34.237	-9.072	-119.590	119.590	-55.600	-165.210	-165.210	-150.403	-150.403	-144.005	-144.005	-135.957	-135.957	
	WF600X300X12X20	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-103.420	-29.625	238.977	-238.977	-171.504	100.061	100.061	145.899	145.899	196.142	196.142	210.653	210.653	191.765
			0.77	Sp. Xi	-67.448	-19.139	186.191	-186.191	-111.560	95.684	95.684	125.488	125.488	191.765	191.765	190.242	190.242	-191.765
			3.50	1/2 L	60.092	18.038	-0.957	0.957	100.971	80.172	80.172	53.126	53.126	176.254	176.254	117.880	117.880	
			6.24	Sp. Xa	-73.560	-21.565	-188.792	188.792	-122.776	-287.847	-287.847	-254.996	-254.996	-191.765	-191.765	-190.242	-190.242	
			7.00	Tump. Ka	-110.643	-32.553	-240.892	240.892	-184.856	-389.940	-389.940	-340.471	-340.471	-293.859	-293.859	-275.717	-275.717	
3	WF600X300X12X20	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-111.752	-33.026	281.348	-281.348	-186.944	130.733	130.733	180.771	180.771	224.294	224.294	243.264	243.264	215.689
			0.77	Sp. Xi	-73.822	-21.755	219.636	-219.636	-123.394	120.172	120.172	153.196	153.196	213.733	213.733	215.689	215.689	-215.689
			3.50	1/2 L	60.658	18.203	0.842	-0.842	101.914	82.733	82.733	55.434	55.434	176.294	176.294	117.927	117.927	
			6.24	Sp. Xa	-66.029	-18.609	-218.755	218.755	-109.009	-307.294	-307.294	-278.181	-278.181	-213.733	-213.733	-215.689	-215.689	
			7.00	Tump. Ka	-101.180	-28.823	-279.665	279.665	-167.533	-415.493	-415.493	-370.727	-370.727	-321.931	-321.931	-308.235	-308.235	
	WF600X300X12X20	Tengah	0.00	Tump. Ki	-34.815	-9.233	100.655	-100.655	-56.551	54.261	54.261	69.322	69.322	76.196	76.196	84.243	84.243	62.318
			0.77	Sp. Xi	-16.178	-4.215	61.903	-61.903	-26.158	40.382	40.382	47.343	47.343	62.318	62.318	62.265	62.265	-62.318
			2.00	1/2 L	13.593	3.801	0.000	0.000	22.393	18.212	18.212	12.234	12.234	40.148	40.148	27.156	27.156	
			3.24	Sp. Xa	-16.423	-4.280	-62.406	62.406	-26.556	-84.254	-84.254	-77.187	-77.187	-62.318	-62.318	-62.265	-62.265	
			4.00	Tump. Ka	-34.820	-9.233	-100.655	100.655	-56.557	-147.056	-147.056	-131.993	-131.993	-125.120	-125.120	-117.071	-117.071	
	WF600X300X12X20	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-101.185	-28.823	279.665	-279.665	-167.539	143.832	143.832	188.599	188.599	239.097	239.097	252.787	252.787	225.284
			0.77	Sp. Xi	-65.580	-18.477	217.953	-217.953	-108.259	130.019	130.019	158.931	158.931	225.284	225.284	223.120	223.120	-225.284
			3.50	1/2 L	60.658	18.203	-0.842	0.842	101.914	81.049	81.049	53.750	53.750	176.314	176.314	117.939	117.939	
			6.24	Sp. Xa	-74.301	-21.899	-220.438	220.438	-124.200	-320.549	-320.549	-287.309	-287.309	-225.284	-225.284	-223.120	-223.120	
			7.00	Tump. Ka	-111.747	-33.026	-281.348	281.348	-186.938	-431.957	-431.957	-381.920	-381.920	-336.692	-336.692	-317.731	-317.731	

Lampiran C-1

			3.50	1/2 L	59.705	18.120	-0.552	0.552	100.789	116.285	116.285	145.088	145.088	210.593	210.593	233.844	233.844	210.593	
			6.24	Sp. Xa	-74.218	-22.117	-204.781	204.781	-124.449	-304.901	-304.901	-271.577	-271.577	-210.593	-210.593	-208.333	-208.333	-210.593	
			7.00	Tump. Ka	-111.377	-33.282	-261.429	261.429	-186.904	-411.722	-411.722	-361.668	-361.668	-317.415	-317.415	-298.424	-298.424		
5	WF600X200X12X20	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-113.201	-33.929	282.102	-282.102	-190.128	129.296	129.296	180.221	180.221	222.969	222.969	242.773	242.773	215.322	
			0.76	Sp. Xi	-75.683	-22.632	220.885	-220.885	-127.031	118.749	118.749	152.770	152.770	212.422	212.422	215.322	215.322	-215.322	
			3.50	1/2 L	59.579	18.081	0.255	-0.255	100.424	80.790	80.790	53.876	53.876	174.463	174.463	116.428	116.428		
			6.24	Sp. Xa	-63.871	-18.120	-220.390	220.390	-105.637	-306.095	-306.095	-277.874	-277.874	-212.422	-212.422	-215.322	-215.322		
			7.00	Tump. Ka	-98.124	-28.164	-281.591	281.591	-162.811	-413.422	-413.422	-369.903	-369.903	-319.749	-319.749	-307.351	-307.351		
	WF600X200X12X20	Tengah	0.00	Tump. Ki	-33.795	-9.064	65.646	-65.646	-55.056	20.560	20.560	35.231	35.231	41.379	41.379	49.303	49.303	40.703	
			0.76	Sp. Xi	-15.634	-4.111	40.700	-40.700	-25.338	19.884	19.884	26.629	26.629	40.703	40.703	40.702	40.702	-40.703	
			2.00	1/2 L	13.997	3.970	0.000	0.000	20.148	18.781	18.781	12.597	12.597	39.601	39.601	26.670	26.670		
			3.24	Sp. Xa	-15.639	-4.111	-40.700	40.700	-25.344	-61.522	-61.522	-54.775	-54.775	-40.703	-40.703	-40.702	-40.702		
			4.00	Tump. Ka	-33.803	-9.064	-65.646	65.646	-55.066	-110.742	-110.742	-96.069	-96.069	-89.922	-89.922	-81.996	-81.996		
	WF600X200X12X20	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-98.133	-28.164	281.591	-281.591	-162.822	149.749	149.749	193.271	193.271	243.933	243.933	256.334	256.334	228.833	
			0.76	Sp. Xi	-63.887	-18.120	220.374	-220.374	-105.656	134.650	134.650	162.876	162.876	228.833	228.833	225.938	225.938	-228.833	
			3.50	1/2 L	59.579	18.081	-0.255	0.255	100.424	80.280	80.280	53.366	53.366	174.464	174.464	116.428	116.428		
			6.24	Sp. Xa	-75.666	-22.632	-220.901	220.901	-127.010	-323.016	-323.016	-289.000	-289.000	-228.833	-228.833	-225.938	-225.938		
			7.00	Tump. Ka	-113.192	-33.929	-282.102	282.102	-190.117	-434.097	-434.897	-383.975	-383.975	-340.714	-340.714	-320.912	-320.912		
6	WF600X200X12X20	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-114.052	-34.265	298.229	-298.229	-191.686	144.234	144.234	195.582	195.582	237.539	237.539	257.902	257.902	227.165	
			0.76	Sp. Xi	-76.283	-22.876	233.500	-233.500	-128.141	130.522	130.522	164.845	164.845	223.827	223.827	227.165	227.165	-227.165	
			3.50	1/2 L	59.883	18.170	0.214	-0.214	100.932	81.159	81.159	54.109	54.109	174.464	174.464	116.428	116.428		
			6.24	Sp. Xa	-62.662	-17.698	-233.089	233.089	-103.511	-317.132	-317.132	-289.485	-289.485	-223.827	-223.827	-227.165	-227.165		
			7.00	Tump. Ka	-96.664	-27.650	-297.801	297.801	-160.237	-427.623	-427.623	-384.799	-384.799	-334.318	-334.318	-322.479	-322.479		
	WF600X200X12X20	Tengah	0.00	Tump. Ki	-34.102	-9.143	54.117	-54.117	-55.551	8.623	8.623	23.425	23.425	29.851	29.851	37.775	37.775	33.557	
			0.76	Sp. Xi	-15.941	-4.190	33.553	-33.553	-25.833	12.329	12.329	19.206	19.206	33.557	33.557	33.556	33.556	-33.557	
			2.00	1/2 L	13.690	3.891	0.000	0.000	22.854	18.374	18.374	12.321	12.321	39.601	39.601	26.671	26.671		
			3.24	Sp. Xa	-15.947	-4.190	-33.553	33.553	-25.840	-54.784	-54.784	-47.905	-47.905	-33.557	-33.557	-33.556	-33.556		
			4.00	Tump. Ka	-34.111	-9.143	-54.117	54.117	-55.562	-99.622	-99.622	-84.817	-84.817	-78.394	-78.394	-70.467	-70.467		
	WF600X200X12X20	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-96.676	-27.650	297.801	-297.801	-160.251	167.965	167.965	210.793	210.793	261.697	261.697	273.540	273.540	242.739	
			0.76	Sp. Xi	-62.680	-17.698	233.072	-233.072	-103.533	149.007	149.007	176.660	176.660	242.739	242.739	239.407	239.407	-242.739	
			3.50	1/2 L	59.883	18.170	-0.214	0.214	100.932	80.731	80.731	53.681	53.681	174.463	174.463	116.428	116.428		
			6.24	Sp. Xa	-76.264	-22.876	-233.517	233.517	-128.118	-336.472	-336.472	-302.155	-302.155	-242.739	-242.739	-239.407	-239.407		
			7.00	Tump. Ka	-114.041	-34.265	-298.229	298.229	-191.673	-452.211	-452.211	-400.866	-400.866	-358.478	-358.478	-338.119	-338.119		
7	WF500X200X10X16	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-111.567	-33.567	183.148	-183.148	-187.588	32.484	32.484	82.738	82.738	127.181	127.181	146.777	146.777	140.704	
			0.71	Sp. Xi	-77.139	-23.142	146.089	-146.089	-129.594	41.951	41.951	76.664	76.664	136.648	136.648	140.704	140.704	-140.704	
			3.50	1/2 L	58.145	17.839	0.411	-0.411	98.316	79.105	79.105	52.742	52.742	173.802	173.802	116.781	116.781		
			6.28	Sp. Xa	-66.676	-19.369	-144.735	144.735	-111.002	-234.431	-234.431	-204.743	-204.743	-139.734	-139.734	-140.704	-140.704		
			7.00	Tump. Ka	-99.021	-29.011	-182.326	182.326	-165.243	-315.657	-315.657	-271.445	-271.445	-220.960	-220.960	-207.405	-207.405		
	WF500X200X10X16	Tengah	0.00	Tump. Ki	-32.668	-8.863	45.635	-45.635	-53.382	2.002	2.002	16.234	16.234	22.899	22.899	30.343	30.343	29.210	
			0.72	Sp. Xi	-15.674	-4.171	29.207	-29.207	-25.482	8.313	8.313	15.100	15.100	29.210	29.210	29.209	29.209	-29.210	
			2.00	1/2 L	14.517	4.170	0.000	0.000	24.116	19.529	19.529	13.083	13.083	40.427	40.427	27.192	27.192		
			3.28	Sp. Xa	-15.679	-4.171	-29.207	29.207	-25.488	-50.107	-50.107	-43.318	-43.318	-29.210	-29.210	-29.209	-29.209		
			4.00	Tump. Ka	-32.675	-8.863	-45.635	45.635	-53.391	-89.277	-89.277	-75.043	-75.043	-68.379	-68.379	-60.934	-60.934		
	WF500X200X10X16	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-99.030	-29.011	182.326	-182.326	-165.254	49.985	48.985	93.199	93.199	146.596	146.596	158.607	158.607	152.609	
			0.72	Sp. Xi	-66.697	-19.369	144.719	-144.719	-111.027	54.998	54.998	84.692	84.692	152.609	152.609	150.099	150.099	-152.609	
			3.50	1/2 L	58.145	17.839	-0.411	0.411	98.316	78.283	78.283	51.920	51.920	175.894	175.894	117.327	117.327		
			6.29	Sp. Xa	-77.142	-23.142	-146.079	146.079	-129.598	-250.220	-250.220	-215.507	-215.507	-152.609	-152.609	-150.099	-150.099		
			7.00	Tump. Ka	-111.558	-33.567	-183.148	183.148	-187.577	-333.801	-333.801	-291.550	-283.550	-236.190	-236.190	-218.143	-218.143		

Lampiran C-1

8	WF500X200X10X16	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-112.799	-33.934	181.904	-181.904	-169.855	29.576	29.576	86.585	86.585	125.504	125.504	144.851	144.851	
			0.71	Sp. Xi	-78.138	-23.440	145.059	-145.059	-131.270	39.573	39.573	74.735	74.735	133.579	133.579	139.041	139.041	-139.041
			3.50	1/2 L	58.064	17.813	0.221	-0.221	98.178	78.804	78.804	52.479	52.479	172.810	172.810	116.785	116.785	
			6.28	Sp. Xa	-65.844	-19.124	-144.088	144.088	-109.611	-232.663	-232.663	-203.348	-203.348	-138.657	-138.657	-139.041	-139.041	
			7.00	Tump. Ka	-97.952	-28.696	-181.462	181.462	-163.456	-313.352	-313.352	-269.619	-269.619	-219.347	-219.347			
	WF500X200X10X16	Tengah	0.00	Tump. Ki	-32.515	-8.844	22.862	-22.862	-53.429	0.503	0.503							

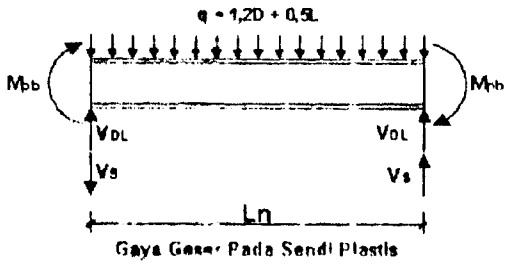
Lanjutan Tabel Momen Rancana Balok dan Redistribusi Momen

4	WF600X200X12X20	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-111.383	-33.232	261.429	-261.429	-186.911	111.128	111.128	161.184	161.184	204.333	204.333	223.325	223.325	200.098
			0.76	Sp. Xi	-74.232	-22.117	204.766	-204.766	-124.466	104.629	104.629	137.957	137.957	197.833	197.833	200.098	200.098	-200.098
			3.50	1/2 L	59.705	18.120	0.552	-0.552	100.638	81.258	81.258	54.287	54.287	174.462	174.462	116.428	116.428	
			6.24	Sp. Xa	-65.068	-18.556	-203.678	203.678	-107.771	-291.038	-291.038	-262.239	-262.239	-197.833	-197.833	-200.098	-200.098	
			7.00	Tump. Ka	-99.689	-28.733	-260.325	260.325	-165.600	-394.318	-394.318	-350.045	-350.045	-301.114	-301.114	-287.904	-287.904	
	WF600X200X12X20	Tengah	0.00	Tump. Ki	-34.055	-9.148	81.195	-81.195	-55.503	35.755	35.755	50.546	50.546	56.926	56.926	64.851	64.851	50.343
			0.76	Sp. Xi	-15.893	-4.195	50.341	-50.341	-25.784	29.172	29.172	36.037	36.037	50.343	50.343	50.342	50.342	-50.343
			2.00	1/2 L	13.739	3.896	0.000	0.000	22.704	18.430	18.430	12.365	12.365	39.601	39.601	26.670	26.670	
			3.24	Sp. Xa	-15.896	-4.195	-50.341	50.341	-25.787	-71.514	-71.514	-64.647	-64.647	-50.343	-50.343	-50.342	-50.342	
			4.00	Tump. Ka	-34.060	-9.148	-81.195	81.195	-55.509	-126.641	-126.641	-111.849	-111.849	-105.470	-105.470	-97.544	-97.544	
	WF600X200X12X20	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-99.695	-28.733	260.325	-260.325	-165.607	126.325	126.325	170.600	170.600	220.632	220.632	233.844	233.844	210.593
			0.76	Sp. Xi	-65.083	-18.556	203.663	-203.663	-107.789	116.285	116.285	145.088	145.088	210.593	210.593	208.333	208.333	-210.593
			3.50	1/2 L	59.705	18.120	-0.552	0.552	100.638	80.154	80.154	53.183	53.183	174.462	174.462	116.427	116.427	
			6.24	Sp. Xa	-74.218	-22.117	204.781	-204.781	-124.449	-304.901	-304.901	-271.577	-271.577	-210.593	-210.593	-208.333	-208.333	
			7.00	Tump. Ka	-111.377	-33.282	-261.429	261.429	-186.904	-411.722	-411.722	-361.668	-361.668	-317.415	-317.415	-298.424	-298.424	
5	WF600X200X12X20	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-113.201	-33.929	282.102	-282.102	-190.128	129.296	129.296	180.221	180.221	222.969	222.969	242.773	242.773	215.322
			0.76	Sp. Xi	-75.683	-22.632	220.885	-220.885	-127.031	118.749	118.749	152.770	152.770	212.422	212.422	215.322	215.322	-215.322
			3.50	1/2 L	59.579	18.081	0.255	-0.255	100.424	80.790	80.790	53.876	53.876	174.463	174.463	116.428	116.428	
			6.24	Sp. Xa	-63.871	-18.120	-220.390	220.390	-105.637	-306.095	-306.095	-277.874	-277.874	-212.422	-212.422	-215.322	-215.322	
			7.00	Tump. Ka	-98.124	-29.164	-281.591	281.591	-162.811	-413.422	-413.422	-369.903	-369.903	-319.749	-319.749	-307.351	-307.351	
	WF600X200X12X20	Tengah	0.00	Tump. Ki	-33.795	-9.064	65.646	-65.646	-55.056	20.560	20.560	35.231	35.231	41.379	41.379	49.303	49.303	40.703
			0.76	Sp. Xi	-15.634	-4.111	40.700	-40.700	-25.338	19.884	19.884	26.629	26.629	40.703	40.703	40.702	40.702	-40.703
			2.00	1/2 L	13.997	3.970	0.000	0.000	23.148	18.781	18.781	12.597	12.597	39.601	39.601	26.670	26.670	
			3.24	Sp. Xa	-15.639	-4.111	-40.700	40.700	-25.344	-61.522	-61.522	-54.775	-54.775	-40.703	-40.703	-40.702	-40.702	
			4.00	Tump. Ka	-33.803	-9.064	-65.646	65.646	-55.066	-110.742	-110.742	-96.069	-96.069	-89.922	-89.922	-81.996	-81.996	
	WF600X200X12X20	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-98.133	-28.164	281.591	-281.591	-162.822	149.749	149.749	193.271	193.271	243.933	243.933	256.334	256.334	228.833
			0.76	Sp. Xi	-63.887	-18.120	220.374	-220.374	-105.656	134.650	134.650	162.876	162.876	228.833	228.833	225.938	225.938	-228.833
			3.50	1/2 L	59.579	18.081	-0.255	0.255	100.424	80.280	80.280	53.366	53.366	174.464	174.464	116.428	116.428	
			6.24	Sp. Xa	-75.666	-22.632	-220.901	220.901	-127.010	-323.016	-323.016	-289.000	-289.000	-228.833	-228.833	-225.938	-225.938	
			7.00	Tump. Ka	-113.192	-33.929	-282.102	282.102	-190.117	-434.097	-434.897	-383.975	-383.975	-340.714	-340.714	-320.912	-320.912	
6	WF600X200X12X20	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-114.052	-34.265	298.229	-298.229	-191.686	144.234	144.234	195.582	195.582	237.539	237.539	257.902	257.902	227.165
			0.76	Sp. Xi	-76.283	-22.876	233.500	-233.500	-128.141	130.522	130.522	164.845	164.845	223.827	223.827	227.165	227.165	-227.165
			3.50	1/2 L	59.883	18.170	0.214	-0.214	100.932	81.139	81.159	54.109	54.109	174.464	174.464	116.428	116.428	
			6.24	Sp. Xa	-62.662	-17.698	-233.089	233.089	-103.511	-317.132	-317.132	-289.485	-289.485	-223.827	-223.827	-227.165	-227.165	
			7.00	Tump. Ka	-96.664	-27.650	-297.801	297.801	-160.237	-427.623	-427.623	-384.799	-384.799	-334.318	-334.318	-322.479	-322.479	
	WF600X200X12X20	Tengah	0.00	Tump. Ki	-34.102	-9.143	54.117	-54.117	-55.551	8.623	8.623	23.425	23.425	29.851	29.851	37.775	37.775	33.557
			0.76	Sp. Xi	-15.941	-4.190	33.553	-33.553	-25.833	12.329	12.329	19.206	19.206	33.557	33.557	33.556	33.556	-33.557
			2.00	1/2 L	13.690	3.891	0.000	0.000	22.654	18.374	18.374	12.321	12.321	39.601	39.601	26.671	26.671	
			3.24	Sp. Xa	-15.947	-4.190	-33.553	33.553	-25.840	-54.784	-54.784	-47.905	-47.905	-33.557	-33.557	-33.556	-33.556	
			4.00	Tump. Ka	-34.111	-9.143	-54.117	54.117	-55.562	-99.622	-99.622	-84.817	-84.817	-78.394	-78.394	-70.467	-70.467	
	WF600X200X12X20	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-96.676	-27.650	297.801	-297.801	-160.251	167.965	167.965	210.793	210.793	261.697	261.697	273.540	273.540	242.739
			0.76	Sp. Xi	-62.680	-17.698	233.072	-233.072	-103.533	149.007	149.007	176.660	176.660	242.739	242.739	239.407	239.407	-242.739
			3.50	1/2 L	59.883	18.170	-0.214	0.214	100.932	80.731	80.731	53.681	53.681	174.463	174.463	116.428	116.428	
			6.24	Sp. Xa	-76.264	-22.876	-233.517	233.517	-128.118	-336.472	-336.472	-302.155	-302.155	-242.739	-242.739	-239.407	-239.407	
			7.00	Tump. Ka	-114.041	-34.265	-298.229	298.229	-191.673	-452.211	-452.211	-400.866	-400.866	-358.478	-358.478	-338.119	-338.119	
7	WF500X200X10X16	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-111.567	-33.567	183.148	-183.148	-187.588	32.484	32.484	82.738	82.738	127.181	127.181	146.777	146.777	140.704
			0.71	Sp. Xi	-77.139	-23.142	146.089	-146.089	-129.594	41.951	41.951	76.664	76.664	136.648	136.648	140.704	140.704	-140.704
			3.50	1/2 L	58.145	17.839	0.411	-0.411	98.316	79.105	79.105	52.742	52.742	173.802	173.802	116.781	116.781	
			6.28	Sp. Xa	-66.876	-19.369	-144.735	144.735	-111.002	-234.431	-234.431	-204.743	-204.743	-139.734	-139.734	-140.704	-140.704	
			7.00	Tump. Ka	-99.021	-29.011	-182.326	182.326	-165.243	-315.657	-315.657	-271.445	-271.445	-220.960	-220.960	-207.405	-207.405	
	WF500X200X10X16	Tengah	0.00	Tump. Ki	-32.868	-8.863	45.635	-45.635	-53.382	2.002	2.002	16.234	16.234	22.899	22.899	30.343	30.343	29.210
			0.72	Sp. Xi	-15.874	-4.171	29.207	-29.207	-25.482	8.313	8.313	15.100	15.100	29.210	29.210	29.209	29.209	-29.210
			2.00	1/2 L	14.537	4.170	0.000	0.000	24.116	19.529	19.529	13.083	13.083	40.427	40.427	27.192	27.192	
			3.28	Sp. Xa	-15.879	-4.171	-29.207	29.207	-25.488	-50.107	-50.107	-43.318	-43.318	-29.210	-29.210	-29.209	-29.209	
			4.00	Tump. Ka	-32.875	-8.863	-45.635	45.635	-53.381	-89.277	-89.277	-75.043	-75.043	-68.379	-68.379	-60.934	-60.934	
	WF500X200X10X16	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-99.030	-29.011	182.326	-182.326	-165.254	49.985	48.985	93.199	93.199	146.596	146.596	158.607	158.607	152.609
			0.72	Sp. Xi	-66.897	-19.369	144.719	-144.719	-111.027	54.998	54.998	84.692	84.692	152.609	152.609	150.099	150.099	-152.609
			3.50	1/2 L	58.145	17.839	-0.411	0.411	98.316	78.283	78.283	51.920	51.920	175.894	175.894	117.327	117.327	
			6.29	Sp. Xa	-77.142	-23.142	-146.079	146.079	-129.598	-250.220	-250.220	-215.507	-215.507	-152.609	-152.609	-150.099	-150.099	
			7.00	Tump. Ka	-111.558	-33.567	-183.148	183.148	-187.577	-333.801	-333.801	-283.550	-283.550	-236.190	-236.190	-218.143	-218.143	

Lanjutan Tabel Momen Rencana Balok dan Redistribusi Momen

12	WF450X200X9X14	Tepi Kiri	0.00	Tump. Ki	-53.426	-14.419	99.267	-99.267	-87.182	27.946	27.946	51.184	51.184	72.447	72.447	81.532	81.532	76.236
			0.69	Sp. Xl	-37.404	-10.151	79.551	-79.551	-61.126	29.591	29.591	45.887	45.887	74.092	74.092	76.236	76.236	-76.236
			3.50	1/2 L	27.842	7.224	-0.714	0.714	44.969	36.308	36.308	24.344	24.344	80.809	80.809	54.692	54.692	
			6.31	Sp. Xa	-28.443	-6.952	-80.985	80.985	-45.255	-118.593	-118.593	-106.584	-106.584	-74.092	-74.092	-76.236	-76.236	
			7.00	Tump. Ka	-42.269	-10.435	-100.696	100.696	-67.419	-156.636	-156.636	-138.738	-138.738	-112.135	-112.135	-108.390	-108.390	
	WF450X200X9X14	Tengah	0.00	Tump. Ki	-14.041	-3.513	-19.416	19.416	-22.470	-38.022	-38.022	-32.053	-32.053	-28.735	-28.735	-25.730	-25.730	-12.712
			0.69	Sp. Xl	-7.020	-1.714	-12.718	12.718	-11.166	-21.999	-21.999	-19.036	-19.036	-12.712	-12.712	-12.714	-12.714	12.712
			2.00	1/2 L	6.311	1.701	0.000	0.000	10.295	8.424	8.424	5.680	5.680	17.711	17.711	12.002	12.002	
			3.31	Sp. Xa	-7.030	-1.714	12.718	-12.718	-11.178	3.425	3.425	6.391	6.391	12.712	12.712	12.714	12.714	
			4.00	Tump. Ka	-14.056	-3.513	19.416	-19.416	-22.488	0.792	0.792	6.766	6.766	10.079	10.079	13.088	13.088	
	WF450X200X9X14	Tepi Kanan	0.00	Tump. Ki	-42.285	-10.435	100.696	-100.696	-67.438	44.737	44.737	62.640	62.640	87.810	87.810	91.560	91.560	86.425
			0.69	Sp. Xl	-28.460	-6.952	80.980	-80.980	-45.275	43.352	43.352	55.366	55.366	86.425	86.425	84.286	84.286	-86.425
			3.50	1/2 L	27.842	7.224	0.714	-0.714	44.969	37.736	37.736	25.772	25.772	80.809	80.809	54.692	54.692	
			6.31	Sp. Xa	-37.388	-10.151	-79.557	79.557	-61.107	-129.498	-129.498	-113.206	-113.206	-86.425	-86.425	-84.286	-84.286	
			7.00	Tump. Ka	-53.411	-14.419	-99.267	99.267	-87.164	-170.570	-170.570	-147.337	-147.337	-127.497	-127.497	-118.417	-118.417	

Tabel Gaya Geser Rencana Pada Balok Portal



Gaya Geser Pada Sendi Plastis

Minimum dari :

{1} $V_u = V_P = 1{,}2V_D + 0{,}5V_L + \frac{2.M_{pb}}{L_n}$

{2} $V_u = 1{,}05\left(V_D + V_L \pm \frac{4}{K} E_h\right)$

$V_s = \frac{2.M_{pb}}{L_n}$

Lantai	Profil	Balok	Loc		Bentang (Ln)	Geser Balok (kN)				Momen Plastis	Geser Rencana Balok (kN)		
			(m)	Point	(m)	VD	VL	VE,ki	VE,ka	Mpb	Pers. (1)	Pers. (2)	Vu
(1)	(2)	(3)	(4)		(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1	WF600X300X12X20	Tepi Kiri	0.77	Sp, Xi	6.462	-66.53	-18.04	54.10	-54.10	1206	462.115	316.019	316.019
			3.50	1/2L	6.462	-0.19	-0.13	54.10	-54.10	1206	373.552	227.556	227.556
			6.24	Sp, Xa	6.462	66.39	17.85	54.10	-54.10	1206	461.852	315.672	315.672
	WF600X300X12X20	Tengah	0.77	Sp, Xi	3.462	-25.75	-6.05	69.58	-69.58	1206	730.632	325.626	325.626
			2.00	1/2L	3.462	0.00	0.00	69.58	-69.58	1206	696.707	292.236	292.236
			3.24	Sp, Xa	3.462	25.96	6.10	69.58	-69.58	1206	730.909	325.899	325.899
	WF600X300X12X20	Tepi Kanan	0.77	Sp, Xi	6.462	-66.14	-17.79	54.10	-54.10	1206	461.522	315.347	315.347
			3.50	1/2L	6.462	0.19	0.13	54.10	-54.10	1206	373.552	227.556	227.556
			6.24	Sp, Xa	6.462	66.77	18.11	54.10	-54.10	1206	462.438	316.344	316.344
2	WF600X300X12X20	Tepi Kiri	0.77	Sp, Xi	6.462	-67.37	-18.33	68.55	-68.55	1206	463.268	377.895	377.895
			3.50	1/2L	6.462	-1.03	-0.42	68.55	-68.55	1206	374.705	289.433	289.433
			6.24	Sp, Xa	6.462	65.55	17.56	68.55	-68.55	1206	460.699	375.176	375.176
	WF600X300X12X20	Tengah	0.77	Sp, Xi	3.462	-25.75	-6.05	59.80	-59.80	1206	730.632	284.550	284.550
			2.00	1/2L	3.462	0.00	0.00	59.80	-59.80	1206	696.707	251.160	251.160
			3.24	Sp, Xa	3.462	25.96	6.10	59.80	-59.80	1206	730.909	284.823	284.823
	WF600X300X12X20	Tepi Kanan	0.77	Sp, Xi	6.462	-65.30	-17.50	68.55	-68.55	1206	460.369	374.850	374.850
			3.50	1/2L	6.462	1.03	0.42	68.55	-68.55	1206	374.705	289.433	289.433
			6.24	Sp, Xa	6.462	67.61	18.40	68.55	-68.55	1206	463.591	378.221	378.221
3	WF600X300X12X20	Tepi Kiri	0.77	Sp, Xi	6.462	-67.85	-18.52	80.14	-80.14	1206	433.939	427.277	427.277
			3.50	1/2L	6.462	-1.51	-0.60	80.14	-80.14	1206	375.371	338.804	338.804
			6.24	Sp, Xa	6.462	65.07	17.38	80.14	-80.14	1206	460.033	423.161	423.161
	WF600X300X12X20	Tengah	0.77	Sp, Xi	3.462	-25.75	-6.05	50.33	-50.33	1206	730.632	244.776	244.776
			2.00	1/2L	3.462	0.00	0.00	50.33	-50.33	1206	696.707	211.386	211.386
			3.24	Sp, Xa	3.462	25.97	6.10	50.33	-50.33	1206	730.921	245.060	245.060
	WF600X300X12X20	Tepi Kanan	0.77	Sp, Xi	6.462	-64.83	-17.32	80.14	-80.14	1206	459.715	422.846	422.846
			3.50	1/2L	6.462	1.51	0.60	80.14	-80.14	1206	375.371	338.804	338.804
			6.24	Sp, Xa	6.462	68.09	18.58	80.14	-80.14	1206	464.257	427.592	427.592

Lampiran C-3

Lanjutan Tabel Gaya Geser Rencana pada Balok Portal

9	WF500X200X10X16	Tepi Kiri	0.71	Sp, Xi	6.512	-68.36	-19.10	50.56	-50.56	573	267.565	304.185	267.565
			3.50	1/2L	6.512	-2.25	-0.79	50.56	-50.56	573	179.078	215.544	179.078
			6.28	Sp, Xa	6.512	63.63	17.46	50.56	-50.56	573	261.069	297.497	261.069
	WF500X200X10X16	Tengah	0.72	Sp, Xi	3.502	-26.03	-6.30	11.32	-11.32	573	361.628	81.491	81.491
			2.00	1/2L	3.502	0.00	0.00	11.32	-11.32	573	327.243	47.545	47.545
			3.28	Sp, Xa	3.502	26.03	6.30	11.32	-11.32	573	361.628	81.491	81.491
	WF500X200X10X16	Tepi Kanan	0.72	Sp, Xi	6.512	-63.63	-17.46	50.56	-50.56	573	261.069	297.497	261.069
			3.50	1/2L	6.512	2.24	0.79	50.56	-50.56	573	179.066	215.534	179.066
			6.29	Sp, Xa	6.512	68.36	19.10	50.56	-50.56	573	267.565	304.185	267.565
10	WF450X200X9X14	Tepi Kiri	0.69	Sp, Xi	6.522	-67.81	-19.00	35.18	-35.18	447	227.947	238.907	227.947
			3.50	1/2L	6.522	-1.60	-0.56	35.18	-35.18	447	139.275	150.024	139.275
			6.31	Sp, Xa	6.522	64.62	17.88	35.18	-35.18	447	223.559	234.381	223.559
	WF450X200X9X14	Tengah	0.69	Sp, Xi	3.522	-26.46	-6.45	6.54	-6.54	447	288.810	62.024	62.024
			2.00	1/2L	3.522	0.00	0.00	6.54	-6.54	447	253.835	27.469	27.469
			3.31	Sp, Xa	3.522	26.47	6.45	6.54	-6.54	447	288.822	62.034	62.034
	WF450X200X9X14	Tepi Kanan	0.69	Sp, Xi	6.522	-64.62	-17.88	35.18	-35.18	447	223.559	234.381	223.559
			3.50	1/2L	6.522	1.59	0.56	35.18	-35.18	447	139.263	150.014	139.263
			6.31	Sp, Xa	6.522	67.80	19.00	35.18	-35.18	447	227.935	238.896	227.935
11	WF450X200X9X14	Tepi Kiri	0.69	Sp, Xi	6.522	-67.86	-19.02	32.41	-32.41	447	228.017	227.346	227.346
			3.50	1/2L	6.522	-1.65	-0.58	32.41	-32.41	447	139.345	138.464	138.464
			6.31	Sp, Xa	6.522	64.56	17.86	32.41	-32.41	447	223.477	222.663	222.663
	WF450X200X9X14	Tengah	0.69	Sp, Xi	3.522	-26.46	-6.45	-0.78	0.78	447	288.810	37.832	37.832
			2.00	1/2L	3.522	0.00	0.00	-0.78	0.78	447	253.835	3.278	3.278
			3.31	Sp, Xa	3.522	26.47	6.45	-0.78	0.78	447	288.822	37.842	37.842
	WF450X200X9X14	Tepi Kanan	0.69	Sp, Xi	6.522	-64.57	-17.86	32.41	-32.41	447	223.489	222.674	222.674
			3.50	1/2L	6.522	1.64	0.58	32.41	-32.41	447	139.333	138.453	138.453
			6.31	Sp, Xa	6.522	67.86	19.02	32.41	-32.41	447	228.017	227.346	227.346
12	WF450X200X9X14	Tepi Kiri	0.69	Sp, Xi	6.522	-30.38	-7.94	28.57	-28.57	447	177.501	160.230	160.230
			3.50	1/2L	6.522	-1.59	-0.57	28.57	-28.57	447	139.268	122.262	122.262
			6.31	Sp, Xa	6.522	27.20	6.81	28.57	-28.57	447	173.120	155.705	155.705
	WF450X200X9X14	Tengah	0.69	Sp, Xi	3.522	-10.31	-2.58	-9.71	9.71	447	267.495	54.317	54.317
			2.00	1/2L	3.522	0.00	0.00	-9.71	9.71	447	253.835	40.783	40.783
			3.31	Sp, Xa	3.522	10.31	2.58	-9.71	9.71	447	267.495	54.317	54.317
	WF450X200X9X14	Tepi Kanan	0.69	Sp, Xi	6.522	-27.20	-6.81	28.57	-28.57	447	173.120	155.705	155.705
			3.50	1/2L	6.522	1.59	0.57	28.57	-28.57	447	139.268	122.262	122.262
			6.31	Sp, Xa	6.522	30.38	7.94	28.57	-28.57	447	177.501	160.230	160.230

TABEL PERENCANAAN GESER PADA BALOK PORTAL Y-B

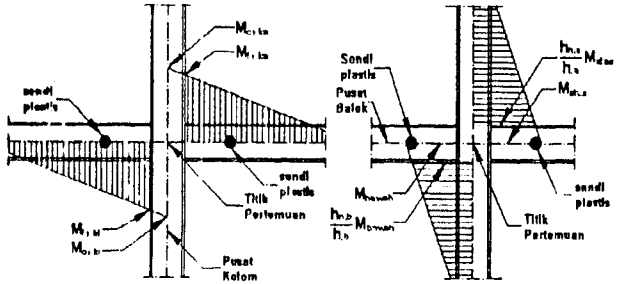
{a} $3{,}07\sqrt{E/fy}$ = 86.83

{b} $2{,}45\sqrt{E/fy}$ = 69.30

Lantai	Profil	Balok	Ln (m)	Vu Rencana	h (mm)	tw (mm)	h/tw	Vn (kN)	ΦVn (kN)	Ratio
1	WF600X300X12X20	Tepi Kiri	6.462	316.019	588	12	49.00	1058.40	952.56	0.33
	WF600X300X12X20	Tengah	3.462	325.899	588	12	49.00	1058.40	952.56	0.34
	WF600X300X12X20	Tepi Kanan	6.462	316.344	588	12	49.00	1058.40	952.56	0.33
2	WF600X300X12X20	Tepi Kiri	6.462	377.895	588	12	49.00	1058.40	952.56	0.40
	WF600X300X12X20	Tengah	3.462	284.823	588	12	49.00	1058.40	952.56	0.30
	WF600X300X12X20	Tepi Kanan	6.462	378.221	588	12	49.00	1058.40	952.56	0.40
3	WF600X300X12X20	Tepi Kiri	6.462	427.277	588	12	49.00	1058.40	952.56	0.45
	WF600X300X12X20	Tengah	3.462	245.060	588	12	49.00	1058.40	952.56	0.26
	WF600X300X12X20	Tepi Kanan	6.462	427.592	588	12	49.00	1058.40	952.56	0.45
4	WF600X200X12X20	Tepi Kiri	6.492	365.623	606	12	50.50	1090.80	981.72	0.37
	WF600X200X12X20	Tengah	3.492	203.784	606	12	50.50	1090.80	981.72	0.21
	WF600X200X12X20	Tepi Kanan	6.492	365.623	606	12	50.50	1090.80	981.72	0.37
5	WF600X200X12X20	Tepi Kiri	6.492	366.284	606	12	50.50	1090.80	981.72	0.37
	WF600X200X12X20	Tengah	3.492	171.108	606	12	50.50	1090.80	981.72	0.17
	WF600X200X12X20	Tepi Kanan	6.492	366.284	606	12	50.50	1090.80	981.72	0.37
6	WF600X200X12X20	Tepi Kiri	6.492	366.745	606	12	50.50	1090.80	981.72	0.37
	WF600X200X12X20	Tengah	3.492	146.927	606	12	50.50	1090.80	981.72	0.15
	WF600X200X12X20	Tepi Kanan	6.492	366.745	606	12	50.50	1090.80	981.72	0.37
7	WF500X200X10X16	Tepi Kiri	6.512	266.955	500	10	50.00	750.00	675.00	0.40
	WF500X200X10X16	Tengah	3.502	129.791	500	10	50.00	750.00	675.00	0.19
	WF500X200X10X16	Tepi Kanan	6.512	266.955	500	10	50.00	750.00	675.00	0.40
8	WF500X200X10X16	Tepi Kiri	6.512	267.401	500	10	50.00	750.00	675.00	0.40
	WF500X200X10X16	Tengah	3.502	105.053	500	10	50.00	750.00	675.00	0.16
	WF500X200X10X16	Tepi Kanan	6.512	267.389	500	10	50.00	750.00	675.00	0.40
9	WF500X200X10X16	Tepi Kiri	6.512	267.565	500	10	50.00	750.00	675.00	0.40
	WF500X200X10X16	Tengah	3.502	81.491	500	10	50.00	750.00	675.00	0.12
	WF500X200X10X16	Tepi Kanan	6.512	267.565	500	10	50.00	750.00	675.00	0.40
10	WF450X200X9X14	Tepi Kiri	6.522	227.947	450	9	50.00	607.50	546.75	0.42
	WF450X200X9X14	Tengah	3.522	62.034	450	9	50.00	607.50	546.75	0.11
	WF450X200X9X14	Tepi Kanan	6.522	227.935	450	9	50.00	607.50	546.75	0.42
11	WF450X200X9X14	Tepi Kiri	6.522	227.346	450	9	50.00	607.50	546.75	0.42
	WF450X200X9X14	Tengah	3.522	37.842	450	9	50.00	607.50	546.75	0.07
	WF450X200X9X14	Tepi Kanan	6.522	227.346	450	9	50.00	607.50	546.75	0.42
12	WF450X200X9X14	Tepi Kiri	6.522	160.230	450	9	50.00	607.50	546.75	0.29
	WF450X200X9X14	Tengah	3.522	54.317	450	9	50.00	607.50	546.75	0.10
	WF450X200X9X14	Tepi Kanan	6.522	160.230	450	9	50.00	607.50	546.75	0.29

TABEL MOMEN RENCANA KOLOM, Mu,k PORTAL Y-B (kNm)

Momen kolom ditentukan berdasarkan kapasitas plastis balok :



$$\sum M_{u,k} = (DMF)(SM)\sum M_p$$

atau

$$(1)\ M_{u,k} = (DMF)\alpha_k \frac{h_n}{h}\left(\frac{L_{ki}}{L'_{ki}} M_{pb,ki} + \frac{L_{ka}}{L'_{ka}} M_{pb,ka}\right) \qquad \text{(Desain Kapasitas)}$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari

$$(2)\ M_{u,k} = 1{,}05\left(M_{D,k} + M_{L,k} + \frac{4}{K} M_{E,k}\right) \qquad \text{(Beban Terfaktor)}$$

$$M_{pb} = \beta.Fy.Z_b$$
$$= 1{,}2.M_{p\,balok}$$

Kolom	Shape Type	Station (m)	hn	α (Y)	DMF	Momen Gempa Arah Y Global								30% Momen Gempa Arah-X Global							
						MD,k	ML,k	ME,k	Mpb, ki	Mpb, ka	(1)	(2)	Mu,k pakai	MD,k	ML,k	ME,k	Mpb, ki	Mpb, ka	(1)	(2)	Mu,k pakai
Klm Tepi Ki Lt.-1	HP538X447X60X90	0.00	3.66	1.00	1.00	-18.433	-5.391	429.424	0.00	0.00	429.424	1828.596	429.424	-0.2088	-0.0351	-250.5	0.00	0.00	250.500	1052.355	250.500
Klm Tepi Ki Lt.-1	HP538X447X60X90	3.66	3.66	0.47	1.00	35.45	10.371	29.632	0.00	1206.00	527.654	172.566	172.566	0.3405	0.0573	83.0013	1206.00	1206.00	1055.308	349.023	349.023
Klm Tepi Ki Lt.-2	HP538X447X60X90	0.00	3.16	0.53	1.00	-62.731	-18.378	156.523	0.00	1206.00	585.205	742.581	585.205	-0.2574	-0.0135	-203.219	1206.00	1206.00	1170.410	853.802	853.802
Klm Tepi Ki Lt.-2	HP538X447X60X90	3.16	3.16	0.50	1.00	37.211	10.942	-30.478	0.00	1206.00	550.781	178.568	178.568	-0.2367	-0.087	126.4182	1206.00	1206.00	1101.562	531.296	531.296
Klm Tepi Ki Lt.-3	HP538X447X60X90	0.00	3.16	0.50	1.00	-54.85	-16.159	175.64	0.00	1206.00	550.781	812.247	550.781	0.7821	0.2376	-166.849	1206.00	1206.00	1101.562	785.836	785.836
Klm Tepi Ki Lt.-3	HP538X447X60X90	3.16	3.16	0.57	1.00	42.263	12.464	-55.794	0.00	894.00	462.800	291.798	291.798	-0.6186	-0.1902	131.7909	894.00	894.00	925.601	554.371	554.371
Klm Tepi Ki Lt.-4	HP508X437X50X75	0.00	3.14	0.43	1.00	-51.43	-15.239	182.517	0.00	894.00	351.767	836.574	351.767	0.9297	0.2817	-173.157	894.00	894.00	700.282	728.531	700.282
Klm Tepi Ki Lt.-4	HP508X437X50X75	3.14	3.14	0.50	1.00	37.637	11.239	-55.931	0.00	894.00	404.090	286.230	286.230	-0.7845	-0.2337	122.6961	894.00	894.00	808.180	516.393	516.393
Klm Tepi Ki Lt.-5	HP508X437X50X75	0.00	3.14	0.50	1.00	-56.578	-16.938	159.536	0.00	894.00	404.090	747.251	404.090	1.476	0.4281	-162.462	894.00	894.00	808.180	684.341	684.341
Klm Tepi Ki Lt.-5	HP508X437X50X75	3.14	3.14	0.50	1.00	37.685	11.291	-78.073	0.00	894.00	404.090	379.331	379.331	-1.1664	-0.3318	115.83	894.00	894.00	808.180	488.059	488.059
Klm Tepi Ki Lt.-6	HP508X437X50X75	0.00	3.14	0.50	1.00	-57.346	-17.197	158.229	0.00	894.00	404.090	742.832	404.090	2.0124	0.5655	-146.753	894.00	894.00	808.180	619.067	619.067
Klm Tepi Ki Lt.-6	HP508X437X50X75	3.14	3.14	0.56	1.00	41.284	12.4	-82.476	0.00	573.00	290.112	402.767	290.112	-1.4955	-0.4182	106.578	573.00	573.00	580.224	449.637	449.637
Klm Tepi Ki Lt.-7	HP478X447X60X90	0.00	3.16	0.44	1.00	-53.757	-16.16	169.356	0.00	573.00	229.187	784.716	229.187	2.1084	0.5886	-131.474	573.00	573.00	456.967	555.021	456.967
Klm Tepi Ki Lt.-7	HP478X447X60X90	3.16	3.16	0.50	1.00	38.317	11.529	-51.936	0.00	573.00	259.680	270.478	259.680	-1.5579	-0.4353	97.8762	573.00	573.00	519.360	413.173	413.173
Klm Tepi Ki Lt.-8	HP478X447X60X90	0.00	3.16	0.50	1.00	-56.128	-16.888	90.058	0.00	573.00	259.680	454.910	259.680	2.4861	0.6906	-110.515	573.00	573.00	519.360	467.498	467.498
Klm Tepi Ki Lt.-8	HP478X447X60X90	3.16	3.16	0.50	1.00	37.862	11.391	-70.077	0.00	573.00	259.680	346.039	259.680	-1.818	-0.5013	84.4911	573.00	573.00	519.360	357.298	357.298
Klm Tepi Ki Lt.-9	HP478X447X60X90	0.00	3.16	0.50	1.00	-57.459	-17.284	82.048	0.00	573.00	259.680	423.082	259.680	2.8329	0.7794	-88.275	573.00	573.00	519.360	374.548	374.548
Klm Tepi Ki Lt.-9	HP478X447X60X90	3.16	3.16	0.53	1.01	42.468	12.781	-74.269	0.00	447.00	216.792	369.941	216.792	-2.0265	-0.5583	71.0838	447.00	447.00	433.584	301.266	301.266
Klm Tepi Ki Lt.-10	HP478X417X30X60	0.00	3.16	0.47	1.01	-52.003	-15.634	73.559	0.00	447.00	194.279	379.967	194.279	2.5191	0.7026	-59.1036	447.00	447.00	387.962	251.618	251.618
Klm Tepi Ki Lt.-10	HP478X417X30X60	3.16	3.16	0.50	1.06	37.669	11.367	-58.845	0.00	447.00	214.403	298.647	214.403	-1.7925	-0.5061	49.9554	447.00	447.00	428.806	212.226	212.226
Klm Tepi Ki Lt.-11	HP478X417X30X60	0.00	3.16	0.50	1.06	-56.057	-16.968	39.474	0.00	447.00	214.403	242.467	214.403	2.5665	0.7365	-34.5861	447.00	447.00	428.806	148.730	148.730
Klm Tepi Ki Lt.-11	HP478X417X30X60	3.16	3.16	0.50	1.03	38.345	11.824	-62.984	0.00	447.00	208.335	317.126	208.335	-1.6761	-0.4869	32.3589	447.00	447.00	416.670	138.179	138.179
Klm Tepi Ki Lt.-12	HP478X417X30X60	0.00	3.16	0.50	1.03	-54.915	-16.219	31.281	0.00	447.00	208.335	206.071	206.071	3.2313	0.9003	-8.2059	447.00	447.00	416.670	38.803	38.803
Klm Tepi Ki Lt.-12	HP478X417X30X60	3.16	3.16	1.00	1.00	36.437	9.614	-78.797	0.00	447.00	404.534	379.301	379.301	-2.9898	-0.8026	11.9614	447.00	447.00	809.068	54.304	54.304
Klm Tengah Ki Lt.-1	HP538X477X90X90	0.00	3.66	1.00	1.00	12.659	3.79	499.832	0.00	0.00	499.832	2116.566	499.832	-0.2709	-0.0552	-299.56	0.00	0.00	299.560	1258.494	299.560
Klm Tengah Ki Lt.-1	HP538X477X90X90	3.66	3.66	0.47	1.00	-23.082	-6.906	-10.464	1206.00	1206.00	1090.450	75.438	75.438	0.444	0.0906	66.1825	1206.00	1206.00	1055.308	362.528	362.528
Klm Tengah Ki Lt.-2	HP538X477X90X90	0.00	3.16	0.53	1.00	41.149	12.298	234.362	1206.00	1206.00	1209.385	1040.440	1040.440	-0.3462	-0.0357	-218.545	1206.00	1206.00	1170.410	918.291	918.291
Klm Tengah Ki Lt.-2	HP538X477X90X90	3.16	3.16	0.50	1.00	-23.641	-7.039	-67.055	1206.00	1200.00	1138.244	313.845	313.845	-0.2937	-0.1155	134.3526	1206.00	1206.00	1101.562	564.711	564.711
Klm Tengah Ki Lt.-3	HP538X477X90X90	0.00	3.16	0.50	1.00	33.493	9.918	235.461	1206.00	1200.00	1138.244	1034.518	1034.518	0.9669	0.3219	-200.418	1206.00	1206.00	1101.562	843.109	843.109
Klm Tengah Ki Lt.-3	HP538X477X90X90	3.16	3.16	0.57	1.00	-25.088	-7.386	-89.563	894.00	894.00	959.665	410.262	410.262	-0.7536	-0.255	141.501	894.00	894.00	928.738	595.363	595.363
Klm Tengah Ki Lt.-4	HP508X462X75X75	0.00	3.14	0.43	1.00	30.383	8.986	230.315	894.00	894.00	718.911	1008.630	718.911	1.0965	0.3678	-185.815	894.00	894.00	697.177	781.960	697.177
Klm Tengah Ki Lt.-4	HP508X462X75X75	3.14	3.14	0.50	1.00	-22.303	-6.656	-81.014	894.00	894.00	833.374	373.186	373.186	-0.9273	-0.3063	132.4675	894.00	894.00	808.180	557.743	557.743
Klm Tengah Ki Lt.-5	HP508X462X75X75	0.00	3.14	0.50	1.00	33.175	9.91	199.782	894.00	894.00	833.374	884.328	833.374	1.7678	0.5685	-174.465	894.00	894.00	808.180	735.205	735.205
Klm Tengah Ki Lt.-5	HP508X462X75X75	3.14	3.14	0.50	1.00	-21.544	-6.412	-99.196	894.00	891.00	833.374	445.077	445.077	-1.4166	-0.4464	125.1882	894.00	894.00	808.180	527.747	527.747
Klm Tengah Ki Lt.-6	HP508X462X75X75	0.00	3.14	0.50	1.00	32.237	9.542	190.414	894.00	894.00	833.374	843.607	833.374	2.4576	0.7662	-158.935	894.00	894.00	808.180	670.913	670.913
Klm Tengah Ki Lt.-6	HP508X462X75X75	3.14	3.14	0.55	1.00	-22.914	-6.738	-101.736	573.00	573.00	582.997	458.434	458.434	-1.8276	-0.5691	118.4412	573.00	573.00	565.372	499.970	499.970
Klm Tengah Ki Lt.-7	HP498X432X45X70	0.00	3.16	0.45	1.00	29.018	8.631	193.868	573.00	573.00	486.622	853.777	486.622	2.3124	0.7218	-133.802	573.00	573.00	471.858	585.152	471.858
Klm Tengah Ki Lt.-7	HP498X432X45X70	3.16	3.16	0.50	1.00	-22.771	-6.909	-85.209	573.00	573.00	535.610	305.042	305.042	-1.7283	-0.5415	101.7735	573.00	573.00	519.360	429.832	429.832
Klm Tengah Ki Lt.-8	HP498X432X45X70	0.00	3.16	0.50	1.00	33.951	10.349	114.575	573.00	573.00	535.610	527.730	527.730	2.8065	0.8745	-116.39	573.00	573.00	519.360	492.703	492.703
Klm Tengah Ki Lt.-8	HP498X432X45X70	3.16	3.16	0.50	1.00	-22.461	-6.823	-84.38	573.00	573.00	535.610	385.144	385.144	-2.0781	-0.6423	89.1012	573.00	573.00	519.360	377.081	377.081

Klm Tengah Ki Lt.-11	HP478X447X60X60	0.00	-560.23	126.92	-46.52	447.00	447.00	858.325	925.292	858.325	0.38	447.00	447.00	817.460	723.104	723.104	858.325		
Klm Tengah Ki Lt.-11	HP478X447X60X60	3.16	-541.88	-126.92	-46.52	447.00	447.00	839.058	906.024	839.058	0.38	447.00	447.00	798.192	703.836	703.836			
Klm Tengah Ki Lt.-12	HP478X447X60X60	0.00	-167.99	-34.99	-54.54	447.00	447.00	349.947	442.197	349.947	-0.3	447.00	447.00	309.081	214.389				
Klm Tengah Ki Lt.-12	HP478X447X60X60	3.16	-149.64	-34.99	-54.54	447.00	447.00	330.679	422.930	330.679	-0.3	447.00							

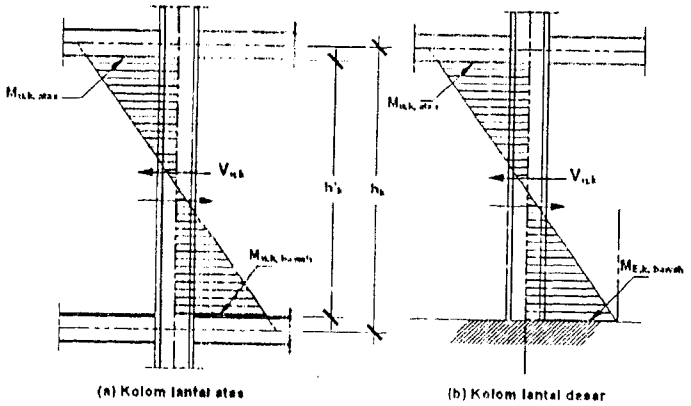
Lanjutan Tabel momen Rencana Kolom

Klm Tengah Ki Lt.-9	HP498X432X45X70	0.00	3.16	0.50	1.00	32.486	9.866	93.947	573.00	573.00	535.610	439.047	439.047	3.2568	1.0002	-91.9254	573.00	573.00	519.360	390.557	390.557
Klm Tengah Ki Lt.-9	HP498X432X45X70	3.16	3.16	0.53	1.01	-22.572	-6.859	-79.558	447.00	447.00	452.802	365.046	365.046	-2.3262	-0.7125	73.3041	447.00	447.00	439.065	311.068	311.068
Klm Tengah Ki Lt.-10	HP478X447X60X60	0.00	3.16	0.47	1.01	31.944	9.71	87.828	447.00	447.00	393.613	412.614	393.613	3.3822	1.0422	-69.0822	447.00	447.00	382.489	294.791	294.791
Klm Tengah Ki Lt.-10	HP478X447X60X60	3.16	3.16	0.50	1.06	-22.94	-6.969	-66.388	447.00	447.00	441.277	310.234	310.234	-2.4033	-0.7464	58.5039	447.00	447.00	428.806	249.024	249.024
Klm Tengah Ki Lt.-11	HP478X447X60X60	0.00	3.16	0.50	1.06	34.44	10.665	41.294	447.00	447.00	441.277	220.795	220.795	3.4191	1.0663	-36.4009	447.00	447.00	428.806	185.996	185.996
Klm Tengah Ki Lt.-11	HP478X447X60X60	3.16	3.16	0.50	1.03	-24.105	-7.686	-99.281	447.00	447.00	428.788	324.361	324.361	-2.2131	-0.693	38.5461	447.00	447.00	416.670	164.945	164.945
Klm Tengah Ki Lt.-12	HP478X447X60X60	0.00	3.16	0.50	1.03	32.327	9.496	22.167	447.00	447.00	428.788	137.016	137.016	4.2702	1.3179	-9.4524	447.00	447.00	416.670	45.568	45.568
Klm Tengah Ki Lt.-12	HP478X447X60X60	3.16	3.16	1.00	1.00	-18.733	-4.348	-65.059	447.00	447.00	832.598	297.483	297.483	-3.8762	-1.2129	15.5037	447.00	447.00	809.069	70.564	70.564
Klm Tengah Ka Lt.-1	HP538X477X90X90	0.00	3.66	1.00	1.00	-12.666	-3.79	499.832	0.00	0.00	499.832	2116.573	499.832	-0.2709	-0.0552	-302.019	0.00	0.00	302.019	1283.822	302.019
Klm Tengah Ka Lt.-1	HP538X477X90X90	3.66	3.66	0.47	1.00	23.076	6.908	-10.464	1206.00	1206.00	1090.450	75.432	75.432	0.4437	0.0906	87.0678	1206.00	1206.00	1055.308	366.246	366.246
Klm Tengah Ka Lt.-2	HP538X477X90X90	0.00	3.16	0.53	1.00	-41.158	-12.298	234.362	1206.00	1206.00	1209.385	1040.447	1040.447	-0.3456	-0.0357	-221.096	1206.00	1206.00	1170.410	929.005	929.005
Klm Tengah Ka Lt.-2	HP538X477X90X90	3.16	3.16	0.50	1.00	23.634	7.039	-67.055	1206.00	1206.00	1138.244	313.838	313.838	-0.294	-0.1155	135.9372	1206.00	1206.00	1101.562	571.366	571.366
Klm Tengah Ka Lt.-3	HP538X477X90X90	0.00	3.16	0.50	1.00	-33.5	-9.918	235.461	1206.00	1206.00	1138.244	1034.525	1034.525	0.9675	0.3219	-203.472	1206.00	1206.00	1101.562	855.938	855.938
Klm Tengah Ka Lt.-3	HP538X477X90X90	3.16	3.16	0.57	1.00	25.081	7.366	-89.563	894.00	894.00	959.665	410.255	410.255	-0.7539	-0.255	143.6064	894.00	894.00	928.736	604.206	604.206
Klm Tengah Ka Lt.-4	HP508X462X75X75	0.00	3.14	0.43	1.00	-30.39	-8.986	230.315	894.00	894.00	718.911	1008.668	718.911	1.0974	0.3678	-188.993	894.00	894.00	697.177	795.307	697.177
Klm Tengah Ka Lt.-4	HP508X462X75X75	3.14	3.14	0.50	1.00	22.297	6.656	-81.614	894.00	894.00	833.374	373.179	373.179	-0.9279	-0.3063	134.6808	894.00	894.00	808.180	566.955	566.955
Klm Tengah Ka Lt.-5	HP508X462X75X75	0.00	3.14	0.50	1.00	-33.183	-9.914	199.782	894.00	894.00	833.374	884.336	833.374	1.7691	0.5685	-178.156	894.00	894.00	808.180	750.708	750.708
Klm Tengah Ka Lt.-5	HP508X462X75X75	3.14	3.14	0.50	1.00	21.537	6.412	-99.196	894.00	894.00	833.374	445.970	445.970	-1.4175	-0.4464	127.6575	894.00	894.00	808.180	538.119	538.119
Klm Tengah Ka Lt.-6	HP508X462X75X75	0.00	3.14	0.50	1.00	-32.245	-9.542	190.414	894.00	894.00	833.374	843.615	833.374	2.4591	0.7662	-162.858	894.00	894.00	808.180	687.391	687.391
Klm Tengah Ka Lt.-6	HP508X462X75X75	3.14	3.14	0.55	1.00	22.907	6.738	-101.738	573.00	573.00	582.997	458.427	458.427	-1.8288	-0.5691	121.194	573.00	573.00	565.372	511.533	511.533
Klm Tengah Ka Lt.-7	HP498X432X45X70	0.00	3.16	0.45	1.00	-29.027	-8.631	193.868	573.00	573.00	486.622	853.787	486.622	2.3142	0.7218	-137.451	573.00	573.00	471.858	580.481	471.858
Klm Tengah Ka Lt.-7	HP498X432X45X70	3.16	3.16	0.50	1.00	22.763	6.909	-65.209	573.00	573.00	535.610	305.033	305.033	-1.7295	-0.5415	104.3682	573.00	573.00	519.360	440.731	440.731
Klm Tengah Ka Lt.-8	HP498X432X45X70	0.00	3.16	0.50	1.00	-33.961	-10.349	114.575	573.00	573.00	535.610	527.741	527.741	2.8092	0.8745	-120.295	573.00	573.00	519.360	509.105	509.105
Klm Tengah Ka Lt.-8	HP498X432X45X70	3.16	3.16	0.50	1.00	22.453	6.823	-84.38	573.00	573.00	535.610	385.136	385.136	-2.0808	-0.6423	91.809	573.00	573.00	519.360	388.457	388.457
Klm Tengah Ka Lt.-9	HP498X432X45X70	0.00	3.16	0.50	1.00	-32.496	-9.866	93.947	573.00	573.00	535.610	439.058	439.058	3.2565	1.0002	-95.6679	573.00	573.00	519.360	406.275	406.275
Klm Tengah Ka Lt.-9	HP498X432X45X70	3.16	3.16	0.53	1.01	22.563	6.859	-79.558	447.00	447.00	452.802	365.037	365.037	-2.3211	-0.7125	75.9466	447.00	447.00	439.065	322.162	322.162
Klm Tengah Ka Lt.-10	HP478X447X60X60	0.00	3.16	0.47	1.01	-31.955	-9.71	87.828	447.00	447.00	393.613	412.626	393.613	3.4029	1.0422	-72.636	447.00	447.00	382.489	309.739	309.739
Klm Tengah Ka Lt.-10	HP478X447X60X60	3.16	3.16	0.50	1.06	22.932	6.969	-66.388	447.00	447.00	441.277	310.226	310.226	-2.4456	-0.7464	61.0275	447.00	447.00	428.806	259.667	259.667
Klm Tengah Ka Lt.-11	HP478X447X60X60	0.00	3.16	0.50	1.06	-34.45	-10.665	41.294	447.00	447.00	441.277	220.806	220.806	3.4953	1.0663	-41.6886	447.00	447.00	428.806	179.884	179.884
Klm Tengah Ka Lt.-11	HP478X447X60X60	3.16	3.16	0.50	1.03	24.102	7.686	-99.281	447.00	447.00	428.788	324.358	324.358	-2.2569	-0.693	40.8372	447.00	447.00	416.670	174.614	174.614
Klm Tengah Ka Lt.-12	HP478X447X60X60	0.00	3.16	0.50	1.03	-32.331	-9.496	22.167	447.00	447.00	428.788	137.020	137.020	4.3509	1.3179	-12.804	447.00	447.00	416.670	59.729	59.729
Klm Tengah Ka Lt.-12	HP478X447X60X60	3.16	3.16	1.00	1.00	18.732	4.348	-65.059	447.00	447.00	832.598	297.482	297.482	-4.0527	-1.2129	18.3906	447.00	447.00	809.069	82.769	82.769
Klm Tepi Ka Lt.-1	HP538X447X60X90	0.00	3.66	1.00	1.00	18.427	5.391	429.424	0.00	0.00	429.424	1828.590	429.424	-0.2082	-0.0351	-259.263	0.00	0.00	259.263	1089.161	259.263
Klm Tepi Ka Lt.-1	HP538X447X60X90	3.66	3.66	0.47	1.00	-35.456	-10.371	29.832	1206.00	0.00	527.854	172.573	172.573	0.3402	0.0573	85.7566	1206.00	1206.00	1055.308	360.596	360.596
Klm Tepi Ka Lt.-2	HP538X447X60X90	0.00	3.16	0.53	1.00	60.724	18.378	156.523	1206.00	0.00	585.205	742.554	585.205	-0.2556	-0.0135	-211.188	1206.00	1206.00	1170.410	887.271	887.271
Klm Tepi Ka Lt.-2	HP538X447X60X90	3.16	3.16	0.50	1.00	-37.216	-10.942	-90.478	1206.00	0.00	550.781	178.574	178.574	-0.2376	-0.087	130.9446	1206.00	1206.00	1101.562	550.308	550.308
Klm Tepi Ka Lt.-3	HP538X447X60X90	0.00	3.16	0.50	1.00	54.842	16.159	175.64	1206.00	0.00	550.781	812.279	550.781	0.7845	0.2376	-195.447	1206.00	1206.00	1101.562	821.952	821.952
Klm Tepi Ka Lt.-3	HP538X447X60X90	3.16	3.16	0.57	1.00	-42.267	-12.464	-55.794	894.00	0.00	462.800	291.802	291.802	-0.6204	-0.1902	137.2929	894.00	894.00	925.601	577.461	577.461
Klm Tepi Ka Lt.-4	HP508X437X50X75	0.00	3.14	0.43	1.00	51.421	15.239	182.517	894.00	0.00	350.141	636.584	350.141	0.9327	0.2817	-181.882	894.00	894.00	700.282	765.178	700.282
Klm Tepi Ka Lt.-4	HP508X437X50X75	3.14	3.14	0.50	1.00	-37.641	-11.239	-55.931	894.00	0.00	404.090	266.234	266.234	-0.7669	-0.2337	126.352	894.00	894.00	808.180	540.150	540.150
Klm Tepi Ka Lt.-5	HP508X437X50X75	0.00	3.14	0.50	1.00	56.568	16.938	159.538	894.00	0.00	404.090	747.241	404.090	1.4808	0.4281	-172.046	894.00	894.00	808.180	724.598	724.598
Klm Tepi Ka Lt.-5	HP508X437X50X75	3.14	3.14	0.50	1.00	-37.669	-11.291	-78.073	894.00	0.00	404.090	379.336	379.336	-1.1694	-0.3318	122.0799	894.00	894.00	808.180	514.312	514.312
Klm Tepi Ka Lt.-6	HP508X437X50X75	0.00	3.14	0.50	1.00	57.334	17.197	158.229	894.00	0.00	404.090	742.819	404.090	2.0181	0.5655	-150.426	894.00	894.00	808.180	659.702	659.702
Klm Tepi Ka Lt.-6	HP508X437X50X75	3.14	3.14	0.56	1.00	-41.287	-12.4	-82.476	573.00	0.00	290.112	402.771	290.112	-1.4994	-0.4182	113.0502	573.00	573.00	580.224	476.824	476.824
Klm Tepi Ka Lt.-7	HP478X447X60X60	0.00	3.16	0.44	1.00	53.744	16.16	169.358	573.00	0.00	228.483	704.703	228.483	2.1147	0.5886	-141.262	573.00	573.00	456.967	596.138	456.967
Klm Tepi Ka Lt.-7	HP478X447X60X90	3.16	3.16	0.50	1.00	-38.322	-11.529	-51.936	573.00	0.00	259.680	270.483	259.680	-1.5621	-0.4353	104.5614	573.00	573.00	519.360	441.255	441.255
Klm Tepi Ka Lt.-8	HP478X447X60X60	0.00	3.16	0.50	1.00	56.115	16.888	90.058	573.00	0.00	259.680	454.897	259.680	2.4948	0.6908	-120.397	573.00	573.00	519.360	509.012	509.012
Klm Tepi Ka Lt.-8	HP478X447X60X90	3.16	3.16	0.50	1.00	-37.865	-11.391	-70.077	573.00	0.00	259.680	346.042	259.680	-1.8249	-0.5013	91.3606	573.00	573.00	519.360	386.158	386.158
Klm Tepi Ka Lt.-9	HP478X447X60X60	0.00	3.16	0.50	1.00	57.444	17.284	82.048	573.00	0.00	259.680	423.066	259.680	2.8398	0.7794	-97.4832	573.00	573.00	519.360	413.230	413.230
Klm Tepi Ka Lt.-9	HP478X447X60X90	3.16	3.16	0.53	1.01	-42.471	-12.781	-74.269	447.00	0.00	216.792	369.944	216.792	-2.0262	-0.5563	77.8044	447.00	447.00	433.584	329.492	329.492
Klm Tepi Ka Lt.-10	HP478X417X30X60	0.00	3.16	0.47	1.01	51.986	15.634	73.559	447.00	0.00	193.981	379.949	193.981	2.5467	0.7026	-66.8062	447.00	447.00	387.962	284.006	284.006
Klm Tepi Ka Lt.-10	HP478X417X30X60	3.16	3.16	0.50	1.06	-37.872	-11.367	-58.845	447.00	0.00	214.403	263.850	214.403	-1.8369	-0.5061	55.6284	447.00	447.00	428.806	236.099	236.099
Klm Tepi Ka Lt.-11	HP478X417X30X60	0.00	3.16	0.50	1.06	56.043	16.968	39.474	447.00	0.00	214.403	242.452	214.403	2.6469	0.7365	-41.6334	447.00	447.00	428.806	178.413	178.413
Klm Tepi Ka Lt.-11	HP478X417X30X60	3.16	3.16	0.50	1.03	-38.345	-11.624	-62.964	447.00	0.00	208.335	317.126	208.335	-1.7238	-0.4869	37.4397	447.00	447.00	416.670	159.568	159.568
Klm Tepi Ka Lt.-12	HP478X417X30X60	0.00	3.16	0.50	1.03	54.903	16.219	31.281	447.00	0.00	208.335	206.058	206.058	3.3174	0.9003	-14.595	447.00	447.00	416.670	65.728	65.728
Klm Tepi Ka Lt.-12	HP478X417X30X60	3.16	3.16	1.00	1.00	-36.426	-9.614	-78.797	447.00	0.00	404.534	379.289	379.289	3.0684	-0.8028	17.4501	447.00	447.00	809.069	77.355	77.355

Lanjutan Tabel Gaya Geser Rencana Kolom

Klm Tengah Kl Lt.-2	HP538X477X90X90	0.00	3.16	20.490	6.120	95.320	1040.440	428.300	428.285	428.285	-0.060	0.080	-111.606	918.291	469.007		
	HP538X477X90X90	3.16															

TABEL GAYA GESER RENCANA KOLOM , Vu,k PORTAL Y-B



(a) Kolom lantai atas (b) Kolom lantai dasar

Kolom lantai atas :

$$\{1\}\ V_{u,k} = \frac{M_{u,k\ atas} + M_{u,k\ bawah}}{h'_k} \qquad \text{(Desain Kapasitas)}$$

Kolom lantaidasar :

$$\{1\}\ V_{u,k} = \frac{M_{u,k\ atas} + M_{E,k\ bawah}}{h'_k} \qquad \text{(Desain Kapasitas)}$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari:

$$\{2\}\ V_{u,k} = 1{,}05\left(V_{D,k} + V_{L,k} + \frac{4}{K}V_{E,k}\right) \qquad \text{(Beban terfaktor)}$$

Kolom	Shape Type	Station (m)	hn	Arah-Y Global							Arah-X Global						
				VD,k	VL,k	VE,k	Mu,k pakai	{1}	{2}	Vu,k pakai	VD,k	VL,k	VE,k	Mu,k pakai	{1}	{2}	Vu,k pakai
Klm Tepi Ki Lt.-1	HP538X447X60X90	0.00	3.66	-14.710	-4.300	109.170	429.424	164.388	478.475	164.388	-0.500	-0.080	-91.071	250.500	163.715	383.107	163.715
Klm Tepi Ki Lt.-1	HP538X447X60X90	3.66	3.66	-14.710	-4.300	109.170	172.566	164.388	478.475	164.388	-0.500	-0.080	-91.071	349.023	163.715	383.107	163.715
Klm Tepi Ki Lt.-2	HP538X447X60X90	0.00	3.16	-31.610	-9.270	59.140	585.205	241.547	291.312	241.547	-0.020	0.080	-104.250	853.802	438.045	437.955	437.955
Klm Tepi Ki Lt.-2	HP538X447X60X90	3.16	3.16	-31.610	-9.270	59.140	178.568	241.547	291.312	241.547	-0.020	0.080	-104.250	531.296	438.045	437.955	437.955
Klm Tepi Ki Lt.-3	HP538X447X60X90	0.00	3.16	-30.710	-9.050	73.190	550.781	266.470	349.146	266.470	1.480	0.450	-100.773	785.838	423.848	425.273	423.848
Klm Tepi Ki Lt.-3	HP538X447X60X90	3.16	3.16	-30.710	-9.050	73.190	291.798	266.470	349.146	266.470	1.480	0.450	-100.773	554.371	423.848	425.273	423.848
Klm Tepi Ki Lt.-4	HP508X437X50X75	0.00	3.14	-28.330	-8.420	75.840	351.767	202.925	357.116	202.925	1.820	0.550	-94.101	700.282	386.983	397.713	386.983
Klm Tepi Ki Lt.-4	HP508X437X50X75	3.14	3.14	-28.330	-8.420	75.840	288.230	202.925	357.116	202.925	1.820	0.550	-94.101	516.393	386.983	397.713	386.983
Klm Tepi Ki Lt.-5	HP508X437X50X75	0.00	3.14	-29.980	-8.980	75.580	404.090	249.180	358.344	249.180	2.800	0.810	-88.515	684.341	372.901	375.554	372.901
Klm Tepi Ki Lt.-5	HP508X437X50X75	3.14	3.14	-29.980	-8.980	75.580	379.331	249.180	358.344	249.180	2.800	0.810	-88.515	488.059	372.901	375.554	372.901
Klm Tepi Ki Lt.-6	HP508X437X50X75	0.00	3.14	-31.370	-9.410	76.560	404.090	220.802	364.371	220.802	3.720	1.040	-80.577	619.067	339.919	343.421	339.919
Klm Tepi Ki Lt.-6	HP508X437X50X75	3.14	3.14	-31.370	-9.410	76.560	290.112	220.802	364.371	220.802	3.720	1.040	-80.577	449.637	339.919	343.421	339.919
Klm Tepi Ki Lt.-7	HP478X447X60X60	0.00	3.16	-29.120	-8.760	69.990	229.187	154.607	333.732	154.607	3.860	1.080	-72.534	456.967	275.187	309.830	275.187
Klm Tepi Ki Lt.-7	HP478X447X60X60	3.16	3.16	-29.120	-8.760	69.990	259.680	154.607	333.732	154.607	3.860	1.080	-72.534	413.173	275.187	309.830	275.187
Klm Tepi Ki Lt.-8	HP478X447X60X60	0.00	3.16	-29.720	-8.940	50.640	259.680	164.251	253.281	164.251	4.540	1.260	-61.671	467.498	260.846	265.108	260.846
Klm Tepi Ki Lt.-8	HP478X447X60X60	3.16	3.16	-29.720	-8.940	50.640	259.680	164.251	253.281	164.251	4.540	1.260	-61.671	357.298	260.846	265.108	260.846
Klm Tepi Ki Lt.-9	HP478X447X60X60	0.00	3.16	-31.600	-9.510	49.440	259.680	150.687	250.814	150.687	5.120	1.410	-50.397	374.548	213.730	218.524	213.730
Klm Tepi Ki Lt.-9	HP478X447X60X60	3.16	3.16	-31.600	-9.510	49.440	216.792	150.687	250.814	150.687	5.120	1.410	-50.397	301.266	213.730	218.524	213.730
Klm Tepi Ki Lt.-10	HP478X417X30X60	0.00	3.16	-28.420	-8.540	41.870	194.279	129.248	214.662	129.248	4.550	1.270	-34.491	251.618	146.693	150.973	146.693
Klm Tepi Ki Lt.-10	HP478X417X30X60	3.16	3.16	-28.420	-8.540	41.870	214.403	129.248	214.662	129.248	4.550	1.270	-34.491	212.226	146.693	150.973	146.693
Klm Tepi Ki Lt.-11	HP478X417X30X60	0.00	3.16	-29.860	-9.110	32.400	214.403	133.693	176.999	133.693	4.470	1.290	-21.171	148.730	90.736	94.966	90.736
Klm Tepi Ki Lt.-11	HP478X417X30X60	3.16	3.16	-29.860	-9.110	32.400	208.335	133.693	176.999	133.693	4.470	1.290	-21.171	138.179	90.736	94.966	90.736
Klm Tepi Ki Lt.-12	HP478X417X30X60	0.00	3.16	-28.890	-8.170	34.810	206.071	185.127	185.115	185.115	6.560	1.800	-6.384	38.803	29.446	35.591	29.446
Klm Tepi Ki Lt.-12	HP478X417X30X60	3.16	3.16	-28.890	-8.170	34.810	379.301	185.127	185.115	185.115	6.560	1.800	-6.384	54.304	29.446	35.591	29.446
Klm Tengah Kl Lt.-1	HP538X477X90X90	0.00	3.66	9.760	2.920	139.350	499.832	157.092	598.584	157.092	-0.650	-0.130	-105.336	299.560	180.799	443.230	180.799
Klm Tengah Kl Lt.-1	HP538X477X90X90	3.66	3.66	9.760	2.920	139.350	75.438	157.092	598.584	157.092	-0.650	-0.130	-105.336	362.528	180.799	443.230	180.799

Lanjutan Tabel Gaya Geser Rencana Kolom

Klm Tepi Ka Lt.-4	HP508X437X50X75	0.00	3.14	28.330	8.420	75.840	350.141	202.409	357.116	202.409	1.820	0.550	-98.676	700.282	394.539	416.928	394.539
Klm Tepi Ka Lt.-4	HP508X437X50X75	3.14	3.14	28.330	8.420	75.840	286.234	202.409	357.116	202.409	1.820	0.550	-98.676	540.150	394.539	416.928	394.539
Klm Tepi Ka Lt.-5	HP508X437X50X75	0.00	3.14	29.980	8.980	75.580	404.090	249.181	358.344	249.181	2.810	0.810	-93.552	724.598	394.055	396.719	394.055
Klm Tepi Ka Lt.-5	HP508X437X50X75	3.14	3.14	29.980	8.980	75.580	379.336	249.181	358.344	249.181	2.810	0.810	-93.552	514.312	394.055	396.719	394.055
Klm Tepi Ka Lt.-6	HP508X437X50X75	0.00	3.14	31.370	9.410	76.560	404.090	220.802	364.371	220.802	3.730	1.040	-85.710	659.702	361.491	364.991	361.491
Klm Tepi Ka Lt.-6	HP508X437X50X75	3.14	3.14	31.370	9.410	76.560	290.112	220.802	364.371	220.802	3.730	1.040	-85.710	476.824	361.491	364.991	361.491
Klm Tepi Ka Lt.-7	HP478X447X60X60	0.00	3.16	29.120	8.760	69.990	228.483	154.384	333.732	154.384	3.880	1.080	-77.742	456.967	284.068	331.724	284.068
Klm Tepi Ka Lt.-7	HP478X447X60X60	3.16	3.16	29.120	8.760	69.990	259.680	154.384	333.732	154.384	3.880	1.080	-77.742	441.255	284.068	331.724	284.068
Klm Tepi Ka Lt.-8	HP478X447X60X60	0.00	3.16	29.720	8.940	50.640	259.680	164.251	253.281	164.251	4.550	1.260	-66.969	509.012	283.102	287.370	283.102
Klm Tepi Ka Lt.-8	HP478X447X60X60	3.16	3.16	29.720	8.940	50.640	259.680	164.251	253.281	164.251	4.550	1.260	-66.969	386.158	283.102	287.370	283.102
Klm Tepi Ka Lt.-9	HP478X447X60X60	0.00	3.16	31.500	9.510	49.440	259.680	150.637	250.814	150.687	5.130	1.410	-55.437	413.230	234.890	239.702	234.890
Klm Tepi Ka Lt.-9	HP478X447X60X60	3.16	3.16	31.600	9.510	49.440	216.792	150.687	250.814	150.687	5.130	1.410	-55.437	329.492	234.890	239.702	234.890
Klm Tepi Ka Lt.-10	HP478X417X30X60	0.00	3.16	28.420	8.540	41.870	193.981	129.154	214.662	129.154	4.620	1.270	-38.721	284.006	164.486	168.813	164.486
Klm Tepi Ka Lt.-10	HP478X417X30X60	3.16	3.16	28.420	8.540	41.870	214.403	129.154	214.662	129.154	4.620	1.270	-38.721	236.099	164.486	168.813	164.486
Klm Tepi Ka Lt.-11	HP478X417X30X60	0.00	3.16	29.850	9.110	32.400	214.403	133.693	176.988	133.693	4.610	1.290	-25.008	178.413	106.888	111.229	106.888
Klm Tepi Ka Lt.-11	HP478X417X30X60	3.16	3.16	29.850	9.110	32.400	208.335	133.693	176.988	133.693	4.610	1.290	-25.008	159.568	106.888	111.229	106.888
Klm Tepi Ka Lt.-12	HP478X417X30X60	0.00	3.16	28.880	8.170	34.810	206.058	185.119	185.105	185.105	6.730	1.800	-10.134	65.728	45.251	51.519	45.251
Klm Tepi Ka Lt.-12	HP478X417X30X60	3.16	3.16	28.880	8.170	34.810	379.289	185.119	185.105	185.105	6.730	1.800	-10.134	77.355	45.251	51.519	45.251

TABEL PERHITUNGAN KUAT LENTUR NOMINAL KOLOM PORTAL Y-B

Kolom	Shape Type	Ln (m)	Lp (m)	Arah Global		Arah Gempa Dominan Arah-Y		Modulus Plastis		Kuat Nominal (kNm)	
				Y	X	Mu,x	Mu,y	Zx (cm^3)	Zy (cm^3)	Mn,x	Mn,y
Klm Tepi Ki Lt -1	HP538X447X60X90	3.66	5.71	429.424	349.023	429.424	349.023	16100	6030	4025.00	1507.50
Klm Tepi Ki Lt -2	HP538X447X60X90	3.16	5.71	585.205	853.802	585.205	853.802	16100	6030	4025.00	1507.50
Klm Tepi Ki Lt -3	HP538X447X60X90	3.16	5.71	550.781	785.838	550.781	785.838	16100	6030	4025.00	1507.50
Klm Tepi Ki Lt -4	HP508X437X50X75	3.14	5.57	351.767	700.282	351.767	700.282	13000	4790	3250.00	1197.50
Klm Tepi Ki Lt -5	HP508X437X50X75	3.14	5.57	404.090	684.341	404.090	684.341	13000	4790	3250.00	1197.50
Klm Tepi Ki Lt -6	HP508X437X50X75	3.14	5.57	404.090	619.067	404.090	619.067	13000	4790	3250.00	1197.50
Klm Tepi Ki Lt -7	HP478X447X60X60	3.16	5.44	259.680	456.967	259.680	456.967	10900	4030	2725.00	1007.50
Klm Tepi Ki Lt -8	HP478X447X60X60	3.16	5.44	259.680	467.498	259.680	467.498	10900	4030	2725.00	1007.50
Klm Tepi Ki Lt -9	HP478X447X60X60	3.16	5.44	259.680	374.548	259.680	374.548	10900	4030	2725.00	1007.50
Klm Tepi Ki Lt -10	HP478X417X30X60	3.16	5.42	214.403	251.618	214.403	251.618	9740	3480	2435.00	870.00
Klm Tepi Ki Lt -11	HP478X417X30X60	3.16	5.42	214.403	148.730	214.403	148.730	9740	3480	2435.00	870.00
Klm Tepi Ki Lt -12	HP478X417X30X60	3.16	5.42	379.301	54.304	379.301	54.304	9740	3480	2435.00	870.00
Klm Tengah Ki Lt.-1	HP538X477X90X90	3.66	5.87	499.832	362.528	499.832	362.528	17600	6920	4400.00	1730.00
Klm Tengah Ki Lt.-2	HP538X477X90X90	3.16	5.87	1040.440	918.291	1040.440	918.291	17600	6920	4400.00	1730.00
Klm Tengah Ki Lt -3	HP538X477X90X90	3.16	5.87	1034.518	843.109	1034.518	843.109	17600	6920	4400.00	1730.00
Klm Tengah Ki Lt -4	HP508X462X75X75	3.14	5.67	718.911	697.177	718.911	697.177	14100	5390	3525.00	1347.50
Klm Tengah Ki Lt.-5	HP508X462X75X75	3.14	5.67	833.374	735.205	833.374	735.205	14100	5390	3525.00	1347.50
Klm Tengah Ki Lt -6	HP508X462X75X75	3.14	5.67	833.374	670.913	833.374	670.913	14100	5390	3525.00	1347.50
Klm Tengah Ki Lt -7	HP498X432X45X70	3.16	5.51	486.622	471.858	486.622	471.858	12000	4370	3000.00	1092.50
Klm Tengah Ki Lt -8	HP498X432X45X70	3.16	5.51	527.730	492.703	527.730	492.703	12000	4370	3000.00	1092.50
Klm Tengah Ki Lt -9	HP498X432X45X70	3.16	5.51	439.047	390.557	439.047	390.557	12000	4370	3000.00	1092.50
Klm Tengah Ki Lt.-10	HP478X447X60X60	3.16	5.44	393.613	294.791	393.613	294.791	10900	4030	2725.00	1007.50
Klm Tengah Ki Lt.-11	HP478X447X60X60	3.16	5.44	324.361	165.996	324.361	165.996	10900	4030	2725.00	1007.50
Klm Tengah Ki Lt.-12	HP478X447X60X60	3.16	5.44	297.483	70.564	297.483	70.564	10900	4030	2725.00	1007.50
Klm Tengah Ka Lt.-1	HP538X477X90X90	3.66	5.87	499.832	366.246	499.832	366.246	17600	6920	4400.00	1730.00
Klm Tengah Ka Lt.-2	HP538X477X90X90	3.16	5.87	1040.447	929.005	1040.447	929.005	17600	6920	4400.00	1730.00
Klm Tengah Ka Lt.-3	HP538X477X90X90	3.16	5.87	1034.525	855.938	1034.525	855.938	17600	6920	4400.00	1730.00
Klm Tengah Ka Lt.-4	HP508X462X75X75	3.14	5.67	718.911	697.177	718.911	697.177	14100	5390	3525.00	1347.50
Klm Tengah Ka Lt.-5	HP508X462X75X75	3.14	5.67	833.374	750.708	833.374	750.708	14100	5390	3525.00	1347.50
Klm Tengah Ka Lt.-6	HP508X462X75X75	3.14	5.67	833.374	687.391	833.374	687.391	14100	5390	3525.00	1347.50
Klm Tengah Ka Lt.-7	HP498X432X45X70	3.16	5.51	486.622	471.858	486.622	471.858	12000	4370	3000.00	1092.50
Klm Tengah Ka Lt.-8	HP498X432X45X70	3.16	5.51	527.741	509.105	527.741	509.105	12000	4370	3000.00	1092.50
Klm Tengah Ka Lt.-9	HP498X432X45X70	3.16	5.51	439.058	406.275	439.058	406.275	12000	4370	3000.00	1092.50
Klm Tengah Ka Lt.-10	HP478X447X60X60	3.16	5.44	393.613	309.739	393.613	309.739	10900	4030	2725.00	1007.50
Klm Tengah Ka Lt.-11	HP478X447X60X60	3.16	5.44	324.358	179.884	324.358	179.884	10900	4030	2725.00	1007.50
Klm Tengah Ka Lt.-12	HP478X447X60X60	3.16	5.44	297.482	82.769	297.482	82.739	10900	4030	2725.00	1007.50
Klm Tepi Ka Lt.-1	HP538X447X60X90	3.66	5.71	429.424	360.596	429.424	360.596	16100	6030	4025.00	1507.50
Klm Tepi Ka Lt.-2	HP538X447X60X90	3.16	5.71	585.205	887.271	585.205	887.271	16100	6030	4025.00	1507.50
Klm Tepi Ka Lt.-3	HP538X447X60X90	3.16	5.71	550.781	821.952	550.781	821.952	16100	6030	4025.00	1507.50
Klm Tepi Ka Lt.-4	HP508X437X50X75	3.14	5.57	350.141	700.282	350.141	700.282	13000	4790	3250.00	1197.50
Klm Tepi Ka Lt.-5	HP508X437X50X75	3.14	5.57	404.090	724.598	404.090	724.598	13000	4790	3250.00	1197.50
Klm Tepi Ka Lt.-6	HP508X437X50X75	3.14	5.57	404.090	659.702	404.090	659.702	13000	4790	3250.00	1197.50
Klm Tepi Ka Lt.-7	HP478X447X60X60	3.16	5.44	259.680	456.967	259.680	456.967	10900	4030	2725.00	1007.50
Klm Tepi Ka Lt.-8	HP478X447X60X60	3.16	5.44	259.680	509.012	259.680	509.012	10900	4030	2725.00	1007.50
Klm Tepi Ka Lt.-9	HP478X447X60X60	3.16	5.44	259.680	413.230	259.680	413.230	10900	4030	2725.00	1007.50
Klm Tepi Ka Lt.-10	HP478X417X30X60	3.16	5.42	214.403	284.006	214.403	284.006	9740	3480	2435.00	870.00
Klm Tepi Ka Lt.-11	HP478X417X30X60	3.16	5.42	214.403	178.413	214.403	178.413	9740	3480	2435.00	870.00
Klm Tepi Ka Lt.-12	HP478X417X30X60	3.16	5.42	379.289	77.355	379.289	77.355	9740	3480	2435.00	870.00

TABEL PERHITUNGAN KUAT TEKAN NOMINAL KOLOM PORTAL Y-B

Kolom	Shape Type	h (m)	Aksial Rencana	kc,x	kc,y	ix (mm)	iy (mm)	Ag (mm^2)	Lk/r	λc	ω	Nn (kN)	ΦNn (kN)	Ratio
Klm Tepi Ki Lt.-1	HP538X447X60X90	4.25	4418.568	1.91	1.61	206.00	114.80	102400	39.41	0.671	1.243	20597.79	17508.12	0.25
Klm Tepi Ki Lt.-2	HP538X447X60X90	3.75	4001.514	3.29	2.08	206.00	114.80	102400	59.89	0.765	1.315	19471.94	16551.15	0.24
Klm Tepi Ki Lt.-3	HP538X447X60X90	3.75	3615.209	3.30	2.05	206.00	114.80	102400	60.07	0.754	1.306	19604.22	16663.58	0.22
Klm Tepi Ki Lt.-4	HP508X437X50X75	3.75	3201.444	3.35	2.08	199.00	111.90	83870	63.13	0.784	1.331	15753.68	13390.63	0.24
Klm Tepi Ki Lt.-5	HP508X437X50X75	3.75	2822.572	3.40	2.10	199.00	111.90	83870	64.07	0.792	1.337	15679.58	13327.64	0.21
Klm Tepi Ki Lt.-6	HP508X437X50X75	3.75	2444.793	3.28	2.08	199.00	111.90	83870	61.81	0.784	1.331	15753.68	13390.63	0.18
Klm Tepi Ki Lt.-7	HP478X447X60X60	3.75	2040.485	3.59	2.39	186.00	109.20	75540	72.38	0.924	1.457	12957.33	11013.73	0.19
Klm Tepi Ki Lt.-8	HP478X447X60X60	3.75	1685.019	4.25	2.63	186.00	109.20	75540	85.69	1.016	1.556	12136.64	10316.15	0.16
Klm Tepi Ki Lt.-9	HP478X447X60X60	3.75	1320.575	4.09	2.61	186.00	109.20	75540	82.46	1.009	1.547	12205.03	10374.28	0.13
Klm Tepi Ki Lt.-10	HP478X417X30X60	3.75	947.489	4.32	2.70	195.00	108.90	61200	83.08	1.046	1.591	9618.17	8175.44	0.12
Klm Tepi Ki Lt.-11	HP478X417X30X60	3.75	571.431	4.50	2.81	195.00	108.90	61200	86.54	1.089	1.643	9312.58	7915.70	0.07
Klm Tepi Ki Lt.-12	HP478X417X30X60	3.75	195.806	3.75	2.41	195.00	108.90	61200	72.12	0.934	1.468	10423.80	8860.23	0.02
Klm Tengah Ki Lt.-1	HP538X477X90X90	4.25	6179.759	1.70	1.51	200.00	118.00	118500	36.13	0.612	1.202	24651.41	20953.70	0.29
Klm Tengah Ki Lt.-2	HP538X477X90X90	3.75	5695.341	2.39	1.71	200.00	118.00	118500	44.81	0.612	1.201	24658.03	20959.32	0.27
Klm Tengah Ki Lt.-3	HP538X477X90X90	3.75	5159.400	2.31	1.69	200.00	118.00	118500	43.31	0.604	1.197	24757.31	21043.71	0.25
Klm Tengah Ki Lt.-4	HP508X462X75X75	3.75	4532.456	2.32	1.68	193.00	113.80	96570	45.08	0.623	1.209	19965.26	16970.47	0.27
Klm Tengah Ki Lt.-5	HP508X462X75X75	3.75	4009.210	2.40	1.72	193.00	113.80	96570	46.63	0.638	1.219	19797.47	16827.85	0.24
Klm Tengah Ki Lt.-6	HP508X462X75X75	3.75	3488.924	2.37	1.68	193.00	113.80	96570	46.05	0.623	1.209	19965.26	16970.47	0.21
Klm Tengah Ki Lt.-7	HP498X432X45X70	3.75	2893.488	2.59	1.79	197.00	110.70	77010	49.30	0.682	1.251	15385.70	13077.84	0.22
Klm Tengah Ki Lt.-8	HP498X432X45X70	3.75	2382.621	2.87	1.97	197.00	110.70	77010	54.63	0.751	1.304	14766.70	12551.70	0.19
Klm Tengah Ki Lt.-9	HP498X432X45X70	3.75	1909.080	2.82	1.98	197.00	110.70	77010	53.68	0.755	1.307	14732.31	12522.47	0.15
Klm Tengah Ki Lt.-10	HP478X447X60X60	3.75	1366.840	2.92	2.12	186.00	109.20	75540	58.87	0.819	1.361	13880.61	11798.52	0.12
Klm Tengah Ki Lt.-11	HP478X447X60X60	3.75	858.325	3.10	2.31	186.00	109.20	75540	62.50	0.893	1.427	13230.90	11246.26	0.08
Klm Tengah Ki Lt.-12	HP478X447X60X60	3.75	349.947	2.72	1.94	186.00	109.20	75540	54.84	0.750	1.303	14496.13	12321.71	0.03
Klm Tengah Ka Lt.-1	HP538X477X90X90	4.25	6179.339	1.70	1.51	200.00	118.00	118500	36.13	0.612	1.202	24651.41	20953.70	0.29
Klm Tengah Ka Lt.-2	HP538X477X90X90	3.75	5694.911	2.39	1.71	200.00	118.00	118500	44.81	0.612	1.201	24658.03	20959.32	0.27
Klm Tengah Ka Lt.-3	HP538X477X90X90	3.75	5158.949	2.31	1.69	200.00	118.00	118500	43.31	0.604	1.197	24757.31	21043.71	0.25
Klm Tengah Ka Lt.-4	HP508X462X75X75	3.75	4531.984	2.32	1.68	193.00	113.00	96570	45.08	0.623	1.209	19965.26	16970.47	0.27
Klm Tengah Ka Lt.-5	HP508X462X75X75	3.75	4008.706	2.40	1.72	193.00	113.80	96570	46.63	0.638	1.219	19797.47	16827.85	0.24
Klm Tengah Ka Lt.-6	HP508X462X75X75	3.75	3488.389	2.37	1.68	193.00	113.80	96570	46.05	0.623	1.209	19965.26	16970.47	0.21
Klm Tengah Ka Lt.-7	HP498X432X45X70	3.75	2892.890	2.59	1.79	197.00	110.70	77010	49.30	0.682	1.251	15385.70	13077.84	0.22
Klm Tengah Ka Lt.-8	HP498X432X45X70	3.75	2381.970	2.87	1.97	197.00	110.70	77010	54.63	0.751	1.304	14766.70	12551.70	0.19
Klm Tengah Ka Lt.-9	HP498X432X45X70	3.75	1908.356	2.82	1.98	197.00	110.70	77010	53.68	0.755	1.307	14732.31	12522.47	0.15
Klm Tengah Ka Lt.-10	HP478X447X60X60	3.75	1366.011	2.92	2.12	186.00	109.20	75540	58.87	0.819	1.361	13880.61	11798.52	0.12
Klm Tengah Ka Lt.-11	HP478X447X60X60	3.75	857.769	3.10	2.31	186.00	109.20	75540	62.50	0.893	1.427	13230.90	11246.26	0.08
Klm Tengah Ka Lt.-12	HP478X447X60X60	3.75	349.632	2.72	1.94	186.00	109.20	75540	54.84	0.750	1.303	14496.13	12321.71	0.03
Klm Tepi Ka Lt.-1	HP538X447X60X90	4.25	4467.542	1.91	1.61	206.00	114.80	102400	39.41	0.671	1.243	20597.79	17508.12	0.26
Klm Tepi Ka Lt.-2	HP538X447X60X90	3.75	4104.945	3.29	2.08	206.00	114.80	102400	59.89	0.765	1.315	19471.94	16551.15	0.25
Klm Tepi Ka Lt.-3	HP538X447X60X90	3.75	3718.640	3.30	2.05	206.00	114.80	102400	60.07	0.754	1.306	19604.22	16663.58	0.22
Klm Tepi Ka Lt.-4	HP508X437X50X75	3.75	3277.479	3.35	2.08	199.00	111.90	83870	63.13	0.784	1.331	15753.68	13390.63	0.24
Klm Tepi Ka Lt.-5	HP508X437X50X75	3.75	2896.607	3.40	2.10	199.00	111.90	83870	64.07	0.792	1.337	15679.58	13327.64	0.22
Klm Tepi Ka Lt.-6	HP508X437X50X75	3.75	2492.847	3.28	2.08	199.00	111.90	83870	61.81	0.784	1.331	15753.68	13390.63	0.19
Klm Tepi Ka Lt.-7	HP478X447X60X60	3.75	2057.738	3.59	2.39	186.00	109.20	75540	72.38	0.924	1.457	12957.33	11013.73	0.19
Klm Tepi Ka Lt.-8	HP478X447X60X60	3.75	1666.092	4.25	2.63	186.00	109.20	75540	85.69	1.016	1.556	12136.64	10316.15	0.16
Klm Tepi Ka Lt.-9	HP478X447X60X60	3.75	1309.918	4.09	2.61	186.00	109.20	75540	82.46	1.009	1.547	12205.03	10374.28	0.13
Klm Tepi Ka Lt.-10	HP478X417X30X60	3.75	925.461	4.32	2.70	195.00	108.90	61200	83.08	1.046	1.591	9618.17	8175.44	0.11
Klm Tepi Ka Lt.-11	HP478X417X30X60	3.75	560.450	4.50	2.81	195.00	108.90	61200	86.54	1.089	1.643	9312.58	7915.70	0.07
Klm Tepi Ka Lt.-12	HP478X417X30X60	3.75	195.407	3.75	2.41	195.00	108.90	61200	72.12	0.934	1.468	10423.80	8860.23	0.02

Lampiran C-9

TABEL PERHITUNGAN KUAT GESER NOMINAL KOLOM PORTAL Y-B

Kolom	Shape Type	Ln (m)	Vu rencana (kN)		h	bf	tf	tw	AVX	AVY	h/tw	Vn,x	ΦVn,x	Ratio	Vn,y	ΦVn,y	Ratio
			Vu,x	Vu,y	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm^2)	(mm^2)		(kN)	(kN)		(kN)	(kN)	
Klm Tepi Ki Lt.-1	HP538X447X60X90	3.66	183.715	164.388	538	447	90	60	67050	32280	8.97	10057.50	9051.75	0.02	4342.00	4357.80	0.04
Klm Tepi Ki Lt.-2	HP538X447X60X90	3.16	437.955	241.547	538	447	90	60	67050	32280	8.97	10057.50	9051.75	0.05	4842.00	4357.80	0.06
Klm Tepi Ki Lt.-3	HP538X447X60X90	3.16	423.848	266.470	538	447	90	60	67050	32280	8.97	10057.50	9051.75	0.05	4842.00	4357.80	0.06
Klm Tepi Ki Lt.-4	HP508X437X50X75	3.14	386.983	202.925	508	437	75	50	54625	25400	10.16	8193.75	7374.38	0.05	3810.00	3429.00	0.06
Klm Tepi Ki Lt.-5	HP508X437X50X75	3.14	372.901	249.180	508	437	75	50	54625	25400	10.16	8193.75	7374.38	0.05	3810.00	3429.00	0.07
Klm Tepi Ki Lt.-6	HP508X437X50X75	3.14	339.919	220.802	508	437	75	50	54625	25400	10.16	8193.75	7374.38	0.05	3810.00	3429.00	0.06
Klm Tepi Ki Lt.-7	HP478X447X60X80	3.16	275.187	154.607	478	447	60	60	44700	28680	7.97	6705.00	6034.50	0.05	4302.00	3871.80	0.04
Klm Tepi Ki Lt.-8	HP478X447X60X80	3.16	260.846	164.251	478	447	60	60	44700	28680	7.97	6705.00	6034.50	0.04	4302.00	3871.80	0.04
Klm Tepi Ki Lt.-9	HP478X447X60X80	3.16	213.730	150.687	478	447	60	60	44700	28680	7.97	6705.00	6034.50	0.04	4302.00	3871.80	0.04
Klm Tepi Ki Lt.-10	HP478X417X30X60	3.16	146.693	129.248	478	417	60	30	41700	14340	15.93	6255.00	5629.50	0.03	2151.00	1935.90	0.07
Klm Tepi Ki Lt.-11	HP478X417X30X60	3.16	90.736	133.693	478	417	60	30	41700	14340	15.93	6255.00	5629.50	0.02	2151.00	1935.90	0.07
Klm Tepi Ki Lt.-12	HP478X417X30X60	3.16	29.446	185.115	478	417	60	30	41700	14340	15.93	6255.00	5629.50	0.01	2151.00	1935.90	0.10
Klm Tengah Ki Lt.-1	HP538X477X90X90	3.66	180.799	157.092	538	477	90	90	71550	48420	5.98	10732.50	9659.25	0.02	7263.00	6536.70	0.02
Klm Tengah Ki Lt.-2	HP538X477X90X90	3.16	468.892	428.285	538	477	90	90	71550	48420	5.98	10732.50	9659.25	0.05	7263.00	6536.70	0.07
Klm Tengah Ki Lt.-3	HP538X477X90X90	3.16	454.925	456.918	538	477	90	90	71550	48420	5.98	10732.50	9659.25	0.05	7263.00	6536.70	0.07
Klm Tengah Ki Lt.-4	HP508X462X75X75	3.14	399.148	347.359	508	462	75	75	57750	38100	6.77	8662.50	7796.25	0.05	5715.00	5143.50	0.07
Klm Tengah Ki Lt.-5	HP508X462X75X75	3.14	401.702	406.918	508	462	75	75	57750	38100	6.77	8662.50	7796.25	0.05	5715.00	5143.50	0.08
Klm Tengah Ki Lt.-6	HP508X462X75X75	3.14	372.418	410.880	508	462	75	75	57750	38100	6.77	8662.50	7796.25	0.05	5715.00	5143.50	0.08
Klm Tengah Ki Lt.-7	HP498X432X45X70	3.16	285.164	250.368	498	432	70	45	50400	22410	11.07	7560.00	6804.00	0.04	3361.50	3025.35	0.08
Klm Tengah Ki Lt.-8	HP498X432X45X70	3.16	275.074	288.698	498	432	70	45	50400	22410	11.07	7560.00	6804.00	0.04	3361.50	3025.35	0.10
Klm Tengah Ki Lt.-9	HP498X432X45X70	3.16	221.893	254.289	498	432	70	45	50400	22410	11.07	7560.00	6804.00	0.03	3361.50	3025.35	0.08
Klm Tengah Ki Lt.-10	HP478X447X60X80	3.16	171.984	222.596	478	447	60	60	44700	28680	7.97	6705.00	6034.50	0.03	4302.00	3871.80	0.06
Klm Tengah Ki Lt.-11	HP478X447X60X60	3.16	104.662	172.409	478	447	60	60	44700	28680	7.97	6705.00	6034.50	0.02	4302.00	3871.80	0.04
Klm Tengah Ki Lt.-12	HP478X447X60X60	3.16	36.727	137.413	478	447	60	60	44700	28680	7.97	6705.00	6034.50	0.01	4302.00	3871.80	0.04
Klm Tengah Ka Lt.-1	HP538X477X90X90	3.66	182.486	157.090	538	477	90	90	71550	48420	5.98	10732.50	9659.25	0.02	7263.00	6536.70	0.02
Klm Tengah Ka Lt.-2	HP538X477X90X90	3.16	474.375	428.285	538	477	90	90	71550	48420	5.98	10732.50	9659.25	0.05	7263.00	6536.70	0.07
Klm Tengah Ka Lt.-3	HP538X477X90X90	3.16	461.779	456.918	538	477	90	90	71550	48420	5.98	10732.50	9659.25	0.05	7263.00	6536.70	0.07
Klm Tengah Ka Lt.-4	HP508X462X75X75	3.14	402.078	347.357	508	462	75	75	57750	38100	6.77	8662.50	7796.25	0.05	5715.00	5143.50	0.07
Klm Tengah Ka Lt.-5	HP508X462X75X75	3.14	409.932	406.916	508	462	75	75	57750	38100	6.77	8662.50	7796.25	0.05	5715.00	5143.50	0.08
Klm Tengah Ka Lt.-6	HP508X462X75X75	3.14	381.337	410.878	508	462	75	75	57750	38100	6.77	8662.50	7796.25	0.05	5715.00	5143.50	0.08
Klm Tengah Ka Lt.-7	HP498X432X45X70	3.16	288.611	250.365	498	432	70	45	50400	22410	11.07	7560.00	6804.00	0.04	3361.50	3025.35	0.08
Klm Tengah Ka Lt.-8	HP498X432X45X70	3.16	283.859	288.698	498	432	70	45	50400	22410	11.07	7560.00	6804.00	0.04	3361.50	3025.35	0.10
Klm Tengah Ka Lt.-9	HP498X432X45X70	3.16	230.372	254.289	498	432	70	45	50400	22410	11.07	7560.00	6804.00	0.03	3361.50	3025.35	0.08
Klm Tengah Ka Lt.-10	HP478X447X60X80	3.16	180.078	222.593	478	447	60	60	44700	28680	7.97	6705.00	6034.50	0.03	4302.00	3871.80	0.06
Klm Tengah Ka Lt.-11	HP478X447X60X60	3.16	112.112	172.410	478	447	60	60	44700	28680	7.97	6705.00	6034.50	0.02	4302.00	3871.80	0.04
Klm Tengah Ka Lt.-12	HP478X447X60X60	3.16	45.006	137.414	478	447	60	60	44700	28680	7.97	6705.00	6034.50	0.01	4302.00	3871.80	0.04
Klm Tepi Ka Lt.-1	HP538X447X60X90	3.66	169.268	164.390	538	447	90	60	67050	32280	8.97	10057.50	9051.75	0.02	4842.00	4357.80	0.04
Klm Tepi Ka Lt.-2	HP538X447X60X90	3.16	454.549	241.549	538	447	90	60	67050	32280	8.97	10057.50	9051.75	0.05	4842.00	4357.80	0.06
Klm Tepi Ka Lt.-3	HP538X447X60X90	3.16	442.578	266.472	538	447	90	60	67050	32280	8.97	10057.50	9051.75	0.05	4842.00	4357.80	0.06
Klm Tepi Ka Lt.-4	HP508X437X50X75	3.14	394.539	202.409	508	437	75	50	54625	25400	10.16	8193.75	7374.38	0.05	3810.00	3429.00	0.06
Klm Tepi Ka Lt.-5	HP508X437X50X75	3.14	394.055	249.181	508	437	75	50	54625	25400	10.16	8193.75	7374.38	0.05	3810.00	3429.00	0.07
Klm Tepi Ka Lt.-6	HP508X437X50X75	3.14	361.491	220.802	508	437	75	50	54625	25400	10.16	8193.75	7374.38	0.05	3810.00	3429.00	0.06
Klm Tepi Ka Lt.-7	HP478X447X60X60	3.16	284.068	154.384	478	447	60	60	44700	28680	7.97	6705.00	6034.50	0.05	4302.00	3871.80	0.04
Klm Tepi Ka Lt.-8	HP478X447X60X60	3.16	283.102	164.251	478	447	60	60	44700	28680	7.97	6705.00	6034.50	0.05	4302.00	3871.80	0.04
Klm Tepi Ka Lt.-9	HP478X447X60X60	3.16	234.890	150.687	478	447	60	60	44700	28680	7.97	6705.00	6034.50	0.04	4302.00	3871.80	0.04
Klm Tepi Ka Lt.-10	HP478X417X30X60	3.16	164.486	129.154	478	417	60	30	41700	14340	15.93	6255.00	5629.50	0.03	2151.00	1935.90	0.07
Klm Tepi Ka Lt.-11	HP478X417X30X60	3.16	106.868	133.693	478	417	60	30	41700	14340	15.93	6255.00	5629.50	0.02	2151.00	1935.90	0.07
Klm Tepi Ka Lt.-12	HP478X417X30X60	3.16	45.251	185.105	478	417	60	30	41700	14340	15.93	6255.00	5629.50	0.01	2151.00	1935.90	0.10

Lampiran C-10

TABEL STRESS RATIO CHECK KOLOM BAJA PORTAL Y-B

USULAN

Kolom	Shape Type	Aksial		Gempa Dominan Arah-Y				Stress Ratio			Total Ratio	Status
		Nu	ΦNn	Mu,x	ΦMn,x	Mu,y	ΦMn,y	Nu/ΦNn	Mu,x/ΦMn,x	Mu,y/ΦMn,y		
Klm Tepi Ki Lt.-1	HP538X447X60X90	4418.568	17508.12	429.424	3622.50	349.023	1356.75	0.25	0.12	0.26	0.59	O.K.
Klm Tepi Ki Lt.-2	HP538X447X60X90	4001.514	16551.15	585.205	3622.50	853.802	1356.75	0.24	0.16	0.63	0.94	O.K.
Klm Tepi Ki Lt.-3	HP538X447X60X90	3615.209	16663.58	550.781	3622.50	785.838	1356.75	0.22	0.15	0.58	0.87	O.K.
Klm Tepi Ki Lt.-4	HP508X437X50X75	3201.444	13390.63	351.767	2925.00	700.282	1077.75	0.24	0.12	0.65	0.92	O.K.
Klm Tepi Ki Lt.-5	HP508X437X50X75	2822.572	13327.64	404.090	2925.00	684.341	1077.75	0.21	0.14	0.63	0.90	O.K.
Klm Tepi Ki Lt.-6	HP508X437X50X75	2444.793	13390.63	404.090	2925.00	619.067	1077.75	0.18	0.14	0.57	0.80	O.K.
Klm Tepi Ki Lt.-7	HP478X447X60X60	2040.485	11013.73	259.680	2452.50	456.967	906.75	0.19	0.11	0.50	0.70	O.K.
Klm Tepi Ki Lt.-8	HP478X447X60X60	1685.019	10316.15	259.680	2452.50	467.438	906.75	0.16	0.11	0.52	0.70	O.K.
Klm Tepi Ki Lt.-9	HP478X447X60X60	1320.575	10374.28	259.680	2452.50	374.548	906.75	0.13	0.11	0.41	0.58	O.K.
Klm Tepi Ki Lt.-10	HP478X417X30X60	947.489	8175.44	214.403	2191.50	251.618	783.00	0.12	0.10	0.32	0.48	O.K.
Klm Tepi Ki Lt.-11	HP478X417X30X60	571.431	7915.70	214.403	2191.50	148.730	783.00	0.07	0.10	0.19	0.32	O.K.
Klm Tepi Ki Lt.-12	HP478X417X30X60	195.806	8860.23	379.301	2191.50	54.304	783.00	0.02	0.17	0.07	0.25	O.K.
Klm Tengah Ki Lt.-1	HP538X477X90X90	6179.759	20953.70	499.832	3960.00	362.528	1557.00	0.29	0.13	0.23	0.61	O.K.
Klm Tengah Ki Lt.-2	HP538X477X90X90	5695.341	20959.32	1040.440	3960.00	918.291	1557.00	0.27	0.26	0.59	1.03	O.K.
Klm Tengah Ki Lt.-3	HP538X477X90X90	5159.400	21043.71	1034.518	3960.00	843.109	1557.00	0.25	0.26	0.54	0.96	O.K.
Klm Tengah Ki Lt.-4	HP508X462X75X75	4532.456	16970.47	718.911	3172.50	697.177	1212.75	0.27	0.23	0.57	0.98	O.K.
Klm Tengah Ki Lt.-5	HP508X462X75X75	4009.210	16827.85	833.374	3172.50	735.205	1212.75	0.24	0.26	0.61	1.01	O.K.
Klm Tengah Ki Lt.-6	HP508X462X75X75	3488.924	16970.47	833.374	3172.50	670.913	1212.75	0.21	0.26	0.55	0.93	O.K.
Klm Tengah Ki Lt.-7	HP498X432X45X70	2893.488	13077.84	486.622	2700.00	471.858	983.25	0.22	0.18	0.48	0.81	O.K.
Klm Tengah Ki Lt.-8	HP498X432X45X70	2382.621	12551.70	527.730	2700.00	492.703	983.25	0.19	0.20	0.50	0.79	O.K.
Klm Tengah Ki Lt.-9	HP498X432X45X70	1909.080	12522.47	439.047	2700.00	390.557	983.25	0.15	0.16	0.40	0.64	O.K.
Klm Tengah Ki Lt.-10	HP478X447X60X60	1366.840	11798.52	393.613	2452.50	294.791	906.75	0.12	0.16	0.33	0.54	O.K.
Klm Tengah Ki Lt.-11	HP478X447X60X60	858.325	11246.26	324.361	2452.50	165.996	906.75	0.08	0.13	0.18	0.35	O.K.
Klm Tengah Ki Lt.-12	HP478X447X60X60	349.947	12321.71	297.483	2452.50	70.564	906.75	0.03	0.12	0.08	0.21	O.K.
Klm Tengah Ka Lt.-1	HP538X477X90X90	6179.339	20953.70	499.832	3960.00	366.246	1557.00	0.29	0.13	0.24	0.62	O.K.
Klm Tengah Ka Lt.-2	HP538X477X90X90	5694.911	20959.32	1040.447	3960.00	929.005	1557.00	0.27	0.26	0.60	1.04	O.K.
Klm Tengah Ka Lt.-3	HP538X477X90X90	5158.949	21043.71	1034.525	3960.00	855.938	1557.00	0.25	0.26	0.55	0.97	O.K.
Klm Tengah Ka Lt.-4	HP508X462X75X75	4531.984	16970.47	718.911	3172.50	697.177	1212.75	0.27	0.23	0.57	0.98	O.K.
Klm Tengah Ka Lt.-5	HP508X462X75X75	4008.706	16827.85	833.374	3172.50	750.708	1212.75	0.24	0.26	0.62	1.02	O.K.
Klm Tengah Ka Lt.-6	HP508X462X75X75	3488.389	16970.47	833.374	3172.50	687.391	1212.75	0.21	0.26	0.57	0.94	O.K.
Klm Tengah Ka Lt.-7	HP498X432X45X70	2892.890	13077.84	486.622	2700.00	471.358	983.25	0.22	0.18	0.48	0.81	O.K.
Klm Tengah Ka Lt.-8	HP498X432X45X70	2381.970	12551.70	527.741	2700.00	509.105	983.25	0.19	0.20	0.52	0.81	O.K.
Klm Tengah Ka Lt.-9	HP498X432X45X70	1908.356	12522.47	439.058	2700.00	406.275	983.25	0.15	0.16	0.41	0.65	O.K.
Klm Tengah Ka Lt.-10	HP478X447X60X60	1366.011	11798.52	393.613	2452.50	309.739	906.75	0.12	0.16	0.34	0.56	O.K.
Klm Tengah Ka Lt.-11	HP478X447X60X60	857.769	11246.26	324.358	2452.50	179.884	906.75	0.08	0.13	0.20	0.37	O.K.
Klm Tengah Ka Lt.-12	HP478X447X60X60	349.632	12321.71	297.482	2452.50	82.769	906.75	0.03	0.12	0.09	0.23	O.K.
Klm Tepi Ka Lt.-1	HP538X447X60X90	4467.542	17508.12	429.424	3622.50	360.596	1356.75	0.26	0.12	0.27	0.60	O.K.
Klm Tepi Ka Lt.-2	HP538X447X60X90	4104.945	16551.15	585.205	3622.50	887.271	1356.75	0.25	0.16	0.65	0.97	O.K.
Klm Tepi Ka Lt.-3	HP538X447X60X90	3718.640	16663.58	550.781	3622.50	821.952	1356.75	0.22	0.15	0.61	0.90	O.K.
Klm Tepi Ka Lt.-4	HP508X437X50X75	3277.479	13390.63	350.141	2925.00	700.282	1077.75	0.24	0.12	0.65	0.93	O.K.
Klm Tepi Ka Lt.-5	HP508X437X50X75	2898.607	13327.64	404.090	2925.00	724.598	1077.75	0.22	0.14	0.67	0.94	O.K.
Klm Tepi Ka Lt.-6	HP508X437X50X75	2492.847	13390.63	404.090	2925.00	659.702	1077.75	0.19	0.14	0.61	0.84	O.K.
Klm Tepi Ka Lt.-7	HP478X447X60X60	2057.738	11013.73	259.680	2452.50	456.967	906.75	0.19	0.11	0.50	0.70	O.K.
Klm Tepi Ka Lt.-8	HP478X447X60X60	1668.092	10316.15	259.680	2452.50	509.012	906.75	0.16	0.11	0.56	0.75	O.K.
Klm Tepi Ka Lt.-9	HP478X447X60X60	1309.918	10374.28	259.680	2452.50	413.230	906.75	0.13	0.11	0.46	0.62	O.K.
Klm Tepi Ka Lt.-10	HP478X417X30X60	925.461	8175.44	214.403	2191.50	284.006	783.00	0.11	0.10	0.36	0.52	O.K.
Klm Tepi Ka Lt.-11	HP478X417X30X60	560.450	7915.70	214.403	2191.50	178.413	783.00	0.07	0.10	0.23	0.36	O.K.
Klm Tepi Ka Lt.-12	HP478X417X30X60	195.407	8860.23	379.289	2191.50	77.355	783.00	0.02	0.17	0.10	0.28	O.K.

TABEL GAYA AKSIAL RENCANA *BRACING*

Story	*Brace*	Shape Type	Loc. (m)	PD (kN)	PL (kN)	PE (kN)	1.2D+1.6L (kN)	1.2D+0.5L+E (kN)	0.9D+E (kN)	Pu Renc. (kN)
STORY1	D3	U380X100X13X20	0.00	-174.13	-39.51	439.72	-272.17	211.01	283.00	-272.17
STORY1	D3	U380X100X13X20	2.92	-172.76	-39.51	439.72	-270.53	212.65	284.24	284.24
STORY1	D3	U380X100X13X20	2.92	-171.26	-39.51	434.81	-268.73	209.54	280.68	
STORY1	D3	U380X100X13X20	5.84	-169.89	-39.51	434.81	-267.08	211.19	281.91	
STORY1	D4	U380X100X13X20	0.00	-174.13	-39.51	-439.72	-272.17	-668.43	-596.44	-668.43
STORY1	D4	U380X100X13X20	2.92	-172.76	-39.51	-439.72	-270.53	-666.79	-595.20	
STORY1	D4	U380X100X13X20	2.92	-171.27	-39.51	-434.81	-268.74	-660.09	-588.95	
STORY1	D4	U380X100X13X20	5.84	-169.89	-39.51	-434.81	-267.08	-658.43	-587.71	
STORY2	D3	U380X100X13X20	0.00	-140.41	-31.87	529.99	-219.48	345.56	403.62	-219.48
STORY2	D3	U380X100X13X20	2.74	-139.2	-31.87	529.99	-218.03	347.02	404.71	404.71
STORY2	D3	U380X100X13X20	2.74	-137.51	-31.87	526.36	-216.00	345.41	402.60	
STORY2	D3	U380X100X13X20	5.48	-136.3	-31.87	526.36	-214.55	346.87	403.69	
STORY2	D4	U380X100X13X20	0.00	-140.42	-31.87	-529.99	-219.50	-714.43	-656.37	-714.43
STORY2	D4	U380X100X13X20	2.74	-139.21	-31.87	-529.99	-218.04	-712.98	-655.28	
STORY2	D4	U380X100X13X20	2.74	-137.52	-31.87	-526.36	-216.02	-707.32	-650.13	
STORY2	D4	U380X100X13X20	5.48	-136.31	-31.87	-526.36	-214.56	-705.87	-649.04	
STORY3	D3	U380X100X13X20	0.00	-126.56	-28.76	478.52	-197.89	312.27	364.62	-197.89
STORY3	D3	U380X100X13X20	2.74	-125.34	-28.76	478.52	-196.42	313.73	365.71	365.34
STORY3	D3	U380X100X13X20	2.74	-123.66	-28.76	475.54	-194.41	312.77	364.25	
STORY3	D3	U380X100X13X20	5.48	-122.44	-28.76	475.54	-192.94	314.23	365.34	
STORY3	D4	U380X100X13X20	0.00	-126.57	-28.76	-478.52	-197.90	-644.78	-592.43	-644.78
STORY3	D4	U380X100X13X20	2.74	-125.36	-28.76	-478.52	-196.45	-643.33	-591.34	
STORY3	D4	U380X100X13X20	2.74	-123.67	-28.76	-475.54	-194.42	-638.32	-586.84	
STORY3	D4	U380X100X13X20	5.48	-122.46	-28.76	-475.54	-192.97	-636.87	-585.75	
STORY4	D3	U380X100X13X16.5	0.00	-127.63	-29.12	446.20	-199.75	278.48	331.35	-199.75
STORY4	D3	U380X100X13X16.5	2.74	-126.5	-29.12	446.20	-198.39	279.84	332.35	332.14
STORY4	D3	U380X100X13X16.5	2.74	-124.94	-29.12	443.57	-196.52	279.08	331.12	
STORY4	D3	U380X100X13X16.5	5.48	-123.81	-29.12	443.57	-195.16	280.44	332.14	
STORY4	D4	U380X100X13X16.5	0.00	-127.64	-29.12	-446.20	-199.76	-613.93	-561.08	-613.93
STORY4	D4	U380X100X13X16.5	2.74	-126.52	-29.12	-446.20	-198.42	-612.58	-560.07	
STORY4	D4	U380X100X13X16.5	2.74	-124.95	-29.12	-443.57	-196.53	-608.07	-556.03	
STORY4	D4	U380X100X13X16.5	5.48	-123.83	-29.12	-443.57	-195.19	-606.73	-555.02	
STORY5	D3	U380X100X13X16.5	0.00	-112.28	-25.61	409.81	-175.71	262.27	308.76	-175.71
STORY5	D3	U380X100X13X16.5	2.74	-111.15	-25.61	409.81	-174.36	263.63	309.78	310.16
STORY5	D3	U380X100X13X16.5	2.74	-109.58	-25.61	407.77	-172.47	263.47	309.15	
STORY5	D3	U380X100X13X16.5	5.48	-108.46	-25.61	407.77	-171.13	264.81	310.16	
STORY5	D4	U380X100X13X16.5	0.00	-112.3	-25.61	-409.81	-175.74	-557.38	-510.88	-557.38
STORY5	D4	U380X100X13X16.5	2.74	-111.17	-25.61	-409.81	-174.38	-556.02	-509.86	
STORY5	D4	U380X100X13X16.5	2.74	-109.61	-25.61	-407.77	-172.51	-552.11	-506.42	
STORY5	D4	U380X100X13X16.5	5.48	-108.48	-25.61	-407.77	-171.15	-550.75	-505.40	
STORY6	D3	U380X100X13X16.5	0.00	-97.01	-22.13	357.86	-151.82	230.38	270.55	-151.82
STORY6	D3	U380X100X13X16.5	2.74	-95.88	-22.13	357.86	-150.46	231.74	271.57	272.46
STORY6	D3	U380X100X13X16.5	2.74	-94.31	-22.13	356.33	-148.58	232.09	271.45	
STORY6	D3	U380X100X13X16.5	5.48	-93.19	-22.13	356.33	-147.24	233.44	272.46	
STORY6	D4	U380X100X13X16.5	0.00	-97.04	-22.13	-357.86	-151.86	-485.37	-445.20	-485.37
STORY6	D4	U380X100X13X16.5	2.74	-95.91	-22.13	-357.86	-150.50	-484.02	-444.18	
STORY6	D4	U380X100X13X16.5	2.74	-94.34	-22.13	-356.33	-148.62	-480.60	-441.24	
STORY6	D4	U380X100X13X16.5	5.48	-93.22	-22.13	-356.33	-147.27	-479.26	-440.23	
STORY7	D3	U300X90X12X16	0.00	-79.86	-18.27	317.52	-125.06	212.55	245.65	-125.06
STORY7	D3	U300X90X12X16	2.74	-78.98	-18.27	317.52	-124.01	213.61	246.44	247.64
STORY7	D3	U300X90X12X16	2.74	-77.75	-18.27	316.82	-122.53	214.39	246.85	
STORY7	D3	U300X90X12X16	5.48	-76.87	-18.27	316.82	-121.48	215.44	247.64	
STORY7	D4	U300X90X12X16	0.00	-79.89	-18.27	-317.52	-125.10	-422.52	-389.42	-422.52
STORY7	D4	U300X90X12X16	2.74	-79.01	-18.27	-317.52	-124.04	-421.47	-388.63	
STORY7	D4	U300X90X12X16	2.74	-77.78	-18.27	-316.82	-122.57	-419.29	-386.82	
STORY7	D4	U300X90X12X16	5.48	-76.9	-18.27	-316.82	-121.51	-418.24	-386.03	
STORY8	D3	U300X90X12X16	0.00	-65.25	-14.86	297.74	-102.08	212.01	239.02	-102.08
STORY8	D3	U300X90X12X16	2.74	-64.37	-14.86	297.74	-101.02	213.07	239.81	241.28
STORY8	D3	U300X90X12X16	2.74	-63.14	-14.86	297.31	-99.54	214.11	240.48	
STORY8	D3	U300X90X12X16	5.48	-62.26	-14.86	297.31	-98.49	215.17	241.28	
STORY8	D4	U300X90X12X16	0.00	-65.29	-14.86	-297.74	-102.12	-383.52	-356.50	-383.52
STORY8	D4	U300X90X12X16	2.74	-64.41	-14.86	-297.74	-101.07	-382.46	-355.71	
STORY8	D4	U300X90X12X16	2.74	-63.18	-14.86	-297.31	-99.59	-380.56	-354.17	
STORY8	D4	U300X90X12X16	5.48	-62.3	-14.86	-297.31	-98.54	-379.50	-353.38	
STORY9	D3	U300X90X12X16	0.00	-50.69	-11.46	227.28	-79.16	160.72	181.66	-79.16
STORY9	D3	U300X90X12X16	2.74	-49.62	-11.46	227.28	-78.12	161.77	182.44	184.13
STORY9	D3	U300X90X12X16	2.74	-48.55	-11.46	227.07	-76.64	163.03	183.34	
STORY9	D3	U300X90X12X16	5.48	-47.71	-11.46	227.07	-75.59	164.09	184.13	
STORY9	D4	U300X90X12X16	0.00	-50.75	-11.46	-227.28	-79.24	-293.91	-272.96	-293.91
STORY9	D4	U300X90X12X16	2.74	-49.87	-11.46	-227.28	-78.18	-292.85	-272.16	
STORY9	D4	U300X90X12X16	2.74	-48.64	-11.46	-227.07	-76.70	-291.17	-270.85	
STORY9	D4	U300X90X12X16	5.48	-47.76	-11.46	-227.07	-75.65	-290.11	-270.05	
STORY10	D3	U250X90X11X14.5	0.00	-30.59	-6.83	151.53	-47.64	111.41	124.00	-47.64
STORY10	D3	U250X90X11X14.5	2.74	-29.87	-6.83	151.53	-46.77	112.27	124.65	126.19
STORY10	D3	U250X90X11X14.5	2.74	28.84	-6.83	151.50	-45.54	113.48	125.54	
STORY10	D3	U250X90X11X14.5	5.48	-28.12	-6.83	151.50	-44.67	114.34	126.19	

Lanjutan Tabel Gaya Aksial Rencana Bracing

STORY10	D4	U250X90X11X14.5	0.00	-30.65	-6.83	-151.53	-47.71	-191.73	-179.12	-191.73
STORY10	D4	U250X90X11X14.5	2.74	-29.92	-6.83	-151.53	-46.83	-190.85	-178.46	
STORY10	D4	U250X90X11X14.5	2.74	-28.9	-6.83	-151.50	-45.61	-189.60	-177.51	
STORY10	D4	U250X90X11X14.5	5.48	-28.18	-6.83	-151.50	-44.74	-188.73	-176.86	
STORY11	D3	U250X90X11X14.5	0.00	-18.34	-3.96	81.08	-28.34	57.09	64.57	-28.34
STORY11	D3	U250X90X11X14.5	2.74	-17.62	-3.96	81.08	-27.48	57.96	65.22	66.82
STORY11	D3	U250X90X11X14.5	2.74	-16.59	-3.96	81.10	-26.24	59.21	66.17	
STORY11	D3	U250X90X11X14.5	5.48	-15.87	-3.96	81.10	-25.38	60.08	66.82	
STORY11	D4	U250X90X11X14.5	0.00	-18.41	-3.96	-81.08	-28.43	-105.15	-97.65	-105.15
STORY11	D4	U250X90X11X14.5	2.74	-17.69	-3.96	-81.08	-27.56	-104.29	-97.00	
STORY11	D4	U250X90X11X14.5	2.74	-16.66	-3.96	-81.10	-26.33	-103.07	-96.09	
STORY11	D4	U250X90X11X14.5	5.48	-15.94	-3.96	-81.10	-25.46	-102.21	-95.45	
STORY12	D3	U250X90X11X14.5	0.00	-6.1	-1.09	-23.40	-9.06	-31.27	-28.89	-31.27
STORY12	D3	U250X90X11X14.5	2.74	-5.37	-1.09	-23.40	-8.19	-30.39	-28.23	
STORY12	D3	U250X90X11X14.5	2.74	-4.35	-1.09	-23.38	-6.96	-29.15	-27.30	
STORY12	D3	U250X90X11X14.5	5.48	-3.62	-1.09	-23.38	-6.09	-28.27	-26.64	
STORY12	D4	U250X90X11X14.5	0.00	-6.18	-1.09	23.40	-9.16	15.44	17.84	-9.16
STORY12	D4	U250X90X11X14.5	2.74	-5.45	-1.09	23.40	-8.28	16.32	18.50	20.05
STORY12	D4	U250X90X11X14.5	2.74	-4.43	-1.09	23.38	-7.06	17.52	19.39	
STORY12	D4	U250X90X11X14.5	5.48	-3.7	-1.09	23.38	-6.18	18.40	20.05	

$\phi Nn = 0,9.Ag.fy$
atau

{1}