TUGAS AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG DENGAN DAKTILITAS PENUH DAN TERBATAS PADA KAMPUS TERPADU UNIT VII BLOK-A UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA



Disusun oleh :

Nama : Harry Ramadhian
No. Mhs : 94 310 114

Nama : Akhmad Shubhan
No. Mhs : 94 310 285

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2002

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG DENGAN DAKTILITAS PENUH DAN TERBATAS PADA KAMPUS TERPADU UNIT VII BLOK-A UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil di Jurusan Teknik Sipil
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta

O l e h :

Nama : Harry Ramadhian
No. Mhs : 94 310 114

Nama : Akhmad Shubhan
No. Mhs : 94 310 285

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

2002

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG DENGAN DAKTILITAS PENUH DAN TERBATAS PADA KAMPUS TERPADU UNIT VII BLOK-A UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA

Disusun oleh :

Nama : Harry Ramadhian
No. Mhs : 94 310 114

Nama : Akhmad Shubhan
No. Mhs : 94 310 285

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. M. Samsudin, MT

Dosen pembimbing I

Tanggal : 10-9-02

Ir. Fatkhurrohman N, MT

Dosen pembimbing II

Tanggal : 10/09-2002

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahuwata'ala atas Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **Perencanaan Struktur Gedung dengan Daktilitas Penuh dan Terbatas Pada Kampus Terpadu Unit VII Blok-A Universitas Islam Indonesia Yogyakarta**.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program sarjana (S_1) dalam bidang Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini membutuhkan waktu yang tidak sedikit, banyak hambatan yang penulis dapatkan, dan Alhamdulillah dengan adanya saran, kritik, dorongan semangat dari rekan-rekan mahasiswa, bimbingan dosen beserta staf pengajar, sarana dan prasarana dari kampus yang bagi penulis sangat berharga, sehingga hambatan tersebut dapat dicari penyelesaiannya. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Yth. Ir. H. M. Samsudin, MT, selaku Dosen Pembimbing I.
2. Yth. Ir. Fatkhurrohman, MS, MT, selaku Dosen Pembimbing II.
3. Yth. Ir. H. Kasam, MT, selaku dosen Tamu/Penguji.
4. Yth. Ir. H. Widodo, MSCE, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.

5. Yth. Ir.H. Munadir, MT, selaku ketua Jurusan Teknik Sipil.
6. Yth. Bapak dan Ibu Staf Bagian Pengajaran Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan yang telah memberikan kelancaran dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
7. Yth. Bapak dan Ibu serta Kakak dan Adik dan dukungannya selama penulis kuliah dan penyusunan Tugas Akhir.

Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis dan semua pihak yang membutuhkan, mudah-mudahan Allah SWT membalas semua amal baik kita, Amin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, April 2002

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI vi

DAFTAR NOTASI x

DAFTAR GAMBAR xviii

DAFTAR TABEL xx

DAFTAR LAMPIRAN xxv

ABSTRAKSI xxvi

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Lokasi Proyek 2

1.3 Data Teknis 3

1.4 Permasalahan 3

1.5 Tujuan 3

1.6 Manfaat 3

1.7 Batasan Perencanaan 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5

BAB III LANDASAN TEORI 6

3.1 Perencanaan Rangka Atap 6

3.1.1 Perencanaan Gording 6

3.1.1.a Pembebanan Gording 6

3.1.1.b Perhitungan Momen Rencana 7

3.1.1.c Pendimensian Gording 7

3.1.1.d Kontrol Lendutan 7

3.1.2 Perencanaan Rangka Kuda-Kuda 8

3.1.2.a Pembebanan Kuda-Kuda 8

3.1.2.b Pendimensian Rangka Kuda-Kuda 8

3.2. Perencanaan Pelat Lantai 16

3.2.1 Pembebanan Pelat Lantai 16

3.2.2 Gaya-Gaya yang Bekerja 17

3.2.3 Penulangan Pelat Lantai 18

3.3 Redistribusi Momen 20

3.4 Pengenalan Konsep Daktilitas 21

3.5 Tingkat Daktilitas 23

3.6 Gaya Geser Dasar 23

3.7 Dasar Perencanaan 25

3.8 Perencanaan Struktur Rangka 27

3.8.1 Perencanaan Struktur Rangka dengan Daktilitas Penuh 27

3.8.1.a Perencanaan Balok Portal Terhadap Beban Lentur 27

3.8.1.b Perencanaan Balok Portal Terhadap Beban Geser 29

3.8.1.c Perencanaan Kolom Portal Terhadap Beban Lentur
dan Aksial 33

3.8.1.d Perencanaan Kolom Portal Terhadap Beban Geser 39

3.8.1.e Perencanaan Panel Pertemuan Blok Kolom 41

3.8.2 Perencanaan Struktur Rangka dengan Daktilitas Terbatas 45

3.8.2.a Perencanaan Balok Portal Terhadap Beban Lentur 45

3.8.2.b Perencanaan Balok Portal Terhadap Beban Geser 45

3.8.2.c Perencanaan Kolom Terhadap Beban Lentur dan Aksial 45

3.8.2.d Perencanaan Kolom Terhadap Beban Geser 46

BAB IV PERHITUNGAN STRUKTUR 47

4.1 Perencanaan Gording (untuk kuda-kuda KA_1, KA_2, KA_3, KA_4) 47

4.1.1 Pembebanan Gording 47

4.1.2 Pendimensian Gording 49

4.2 Perencanaan Rangka Kuda-Kuda 51

4.2.1 Perencanaan Beban Kuda-Kuda KA_1 51

4.2.2 Perencanaan Beban Kuda-Kuda KA_2 54

4.2.3 Perencanaan Beban Kuda-Kuda KA_3 58

4.2.4 Perencanaan Beban Kuda-Kuda KA_4 64

4.3 Pendimensian Rangka Kuda-Kuda 70

4.3.1 Dimensi Rangka Kuda-Kuda KA_1 70

4.4 Perencanaan Pelat Lantai 90

4.4.1 Lantai Ruang Kuliah (pelat 10) 90

4.5 Perencanaan Balok Anak 96

4.5.1 Pembebanan Balok Anak 96

4.5.2 Dimensi Balok Anak 98

4.6.1 Perencanaan Penulangan Portal As 9 dan As 10 110

4.6.2 Penulangan Kolom Akibat Beban Lentur dan Aksial 116

4.6.3 Pertemuan Balok Kolom 125

4.7 Perencanaan Penulangan Portal As 9 dan As 10

DaktilitasTerbatas(K=2) 134

4.8 Pembebanan Portal As 6 dan As 7 144

4.9 Pembebanan Portal As A-D 162

BAB V PEMBAHASAN 214

5.1 Desain Lentur Balok 214

5.2 Desain Geser Balok 217

5.3 Desain Lentur Kolom 217

5.4 Desain Geser Kolom 218

5.5 Pertemuan Balok Kolom 219

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 221

6.1 Kesimpulan 221

6.2 Saran 222

DAFTAR PUSTAKA 223

LAMPIRAN

DAFTAR NOTASI

a = tinggi blok tegangan tekan persegi ekivalen

a_b = tinggi blok tekan ekivalen pada kondisi seimbang

A_c = luas penampang efektif

A_g = luas penampang ganda

A_{gt} = luasan bruto daerah yang mengalami gaya tarik

A_{gv} = luasan bruto daerah yang mengalami gaya geser

A_i = luas satu penampang

A_n = luas penampang netto

A_{ns} = luas bidang geser penampang

A_{nt} = luasan netto daerah yang mengalami gaya tarik

A_{nv} = luasan netto daerah yang mengalami gaya geser

A_s = luas total baja tulangan

A_{st} = luas baja tulangan

A_{sc}' = luas tulangan longitudinal tekan

A_{sc} = luas tulangan longitudinal tarik

A_v = luas penampang tulangan geser total

b = lebar penampang

b_j = lebar efektif join

b_w = lebar balok

c = koefisien angin, untuk $\alpha < 65°$

C = koefisien gempa dasar

c_b = jarak serat tekan terluar ke garis netral pada kondisi seimbang

C_c = gaya tekan beton

C_{cb} = gaya tekan beton pada kondisi seimbang

C_s = gaya tekan baja

C_{sb} = gaya tekan baja pada kondisi seimbang

D = beban mati

d_x = tinggi efektif balok arah sumbu x

d_y = tinggi efektif balok arah sumbu y

E = beban gempa

e_b = eksentrisitas gaya pada kondisi seimbang

e_x = eksentrisitas penampang

e' = eksentrisitas gaya terhadap titik berat tulangan tarik

f_{clt} = tegangan akibat tekuk lentur torsi

f_{crx} = tegangan kritis untuk tekuk lentur terhadap sumbu x

f_{cry} = tegangan kritis untuk tekuk lentur terhadap sumbu y

f_s = kuat tarik baja tulangan

f_s' = kuat tekan baja tulangan

f_u = kuat ijin baut

f_y = kuat leleh tulangan lentur balok.

G = modulus geser

h = tinggi balok

H = sebuah rasio yang nilainya didapat dari persamaan 3.23g

h_c = tinggi total penampang kolom dalam arah geser yang ditinjau

h'_k = tinggi bersih kolom

i = jari-jari girasi penampang

i_x = jari-jari penampang ganda sumbu x

i_y = jari-jari penampang ganda sumbu y

I = faktor keutamaan struktur = 1,5 (bangunan sekolah)

I_x = inersia penampang ganda sumbu x untuk profil ganda

I_y = inersia penampang ganda sumbu y untuk profil ganda

I_{xi} = inersia penampang ganda sumbu x untuk satu profil

I_{yi} = inersia penampang ganda sumbu y untuk satu profil

J = konstanta puntir torsi

k = faktor panjang tekuk

K = faktor jenis struktur (K>1 untuk daktilitas penuh dan K=2 untuk daktilitas terbatas)

l_b = bentang balok dari pusat ke pusat kolom

l_p = jarak antara sumbu lubang pada arah sejajar sumbu komponen struktur

l_x = panjang pelat arah sumbu x

l_y = panjang pelat arah sumbu y

L = beban hidup

L_1 = panjang bentang yang dibatasi oleh dua penghubung

L_R = beban hidup yang telah direduksi

l_u = panjang komponen struktur tekan yang tidak ditopang

L_x = panjang bentang arah sumbu x

L_y = panjang bentang arah sumbu y

$M_{D,b}$ = momen lentur balok portal akibat beban mati tak berfaktor

$M_{L,b}$ = momen lentur balok portal akibat beban hidup tak berfaktor dengan memperhitungkan reduksinya sehubungan dengan peluang terjadinya pada lantai tingkat yang ditinjau, sesuai dengan "Tata Cara Pembebanan untuk Rumah dan Gedung 1987",

$M_{E,b}$ = momen lentur balok portal akibat beban gempa tak berfaktor.

$M_{kap.b}$ = kapasitas lentur aktual balok pada pusat pertemuan balok kolom dengan memperhitungkan luas tulangan tarik terpasang.

$M'_{kap.b}$ = kapasitas lentur aktual balok pada pusat pertemuan balok kolom dengan memperhitungkan luas tulangan tekan terpasang.

$M_{nak.b}$ = kuat lentur nominal balok berdasarkan luas tulangan tarik terpasang.

$M'_{nak.b}$ = kuat lentur nominal balok berdasarkan luas tulangan tekan

M_{lx} = momen lapangan arah sumbu x

M_{ly} = momen lapangan arah sumbu y

M_{tx} = momen tumpuan arah sumbu x

M_{ty} = momen tumpuan arah sumbu y

M_{kap} = momen kapasitas balok berdasarkan tulangan yang sebenarnya terpasang pada salah satu ujung balok atau bidang muka kolom

M'_{kap} = momen kapasitas balok berdasarkan tulangan yang sebenarnya terpasang pada ujung balok atau bidang muka kolom yang lain.

M_u = momen lentur rencana yang diperhitungkan pada arah sumbu x dan arah sumbu y, yang nilainya diambil dari kombinasi pembebanan yang terbesar

m = konstanta dari modifikasi penampang tersusun

$M_{u.k\,atas}$ = momen rencana kolom pada ujung atas dihitung pada muka balok

$M_{u.k\,bawah}$ = momen rencana kolom pada ujung bawah dihitung pada muka balok

$M_{kap.k\,bawah}$ = kapasitas lentur ujung dasar kolom lantai = $\phi_0 M_{nak,k}$ bawah

$M_{nak.k\,bawah}$ = kuat lentur nominal aktual ujung dasar kolom lantai dasar (berdasarkan luas tulangan aktual yang terpasang)

$M_{kap,ki}$ = momen kapasitas lentur balok di sebelah kiri bidang muka kolom

$M_{kap,ka}$ = momen kapasitas lentur balok di sebelah kanan bidang muka kolom

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

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

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

M_{1b}, M_{2b} = momen-momen ujung berfaktor, $M_{1b} > M_{2b}$

$M_{n.b}$ = kuat momen nominal pada kondisi seimbang

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

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

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

n = jumlah lubang dalam garis potongan penampang

N_n = kuat nominal penampang komponen struktur

N_u = gaya tekan konsentris akibat beban terfaktor

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

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

$N_{D.k}$ = gaya aksial kolom akibat beban mati takterfaktor

$N_{L.k}$ = gaya aksial kolom akibat beban hidup takterfaktor

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

P_b = tebal selimut balok

P_{nb} = kuat beban aksial nominal pada kondisi seimbang

P_o = kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas nol

P_{cs} = gaya permanen dalam baja prategang yang terletak di sepertiga bagian tengah tinggi kolom.

r_o = jari-jari girasi polar terhadap pusat geser

R_n = koefisien tahanan

r = jari-jari putaran komponen struktur tekan

s = jarak pusat kepusat batang tulangan geser kearah sejajar tulangan pokok memanjang

S = modulus penampang elastis

t = tebal penampang

T = gaya tarik baja

t_p = faktor pembesaran diameter lubang

T_{sb} = gaya tarik baja pada kondisi seimbang

U = kuat perlu

V_c = kuat geser nominal beton

V_s = kuat geser nominal yang dapat disediakan oleh sengkang

$V_{D,b}$ = gaya geser balok akibat beban mati

$V_{L,b}$ = gaya geser balok akibat beban hidup

$V_{E,b}$ = gaya geser balok akibat beban gempa

V_u = kuat geser terfaktor pada penampang yang ditinjau

V_n = kuat geser nominal

V_b = gaya gempa dasar

$V_{D,k}$ = gaya geser kolom akibat beban mati takterfaktor

$V_{L,k}$ = gaya geser kolom akibat beban hidup takterfaktor

$V_{E,k}$ = gaya geser kolom akibat beban gempa takterfaktor

$V_{D,b}$ = gaya geser balok akibat beban mati takterfaktor

$V_{L,b}$ = gaya geser balok akibat beban hidup takterfaktor

$V_{E,b}$ = gaya geser balok akibat beban gempa takterfaktor

W_t = berat kombinasi beban mati dan beban hidup yang direduksi

W_u = beban rencana yang dihitung pada arah sumbu x (W_{ux}) dan sumbu y (W_{uy}), pada tiap jenis pembebanan

W = beban angin

$\bar{x}$ = eksentrisitas sambungan, antara titik berat komponen yang disambung dengan bidang sambung

x_o = koordinat pusat geser terhadap titik berat sumbu y

x = konstanta dari perbandingan antara l_y dan l_x untuk masing-masing jenis momen

y_o = koordinat pusat geser terhadap titik berat sumbu x

α = sudut kemiringan atap

α_k = faktor distribusi momen kolom portal yang ditinjau sesuai dengan kakakuan relatif kolom atas dan kolom bawah

β_1 = faktor reduksi kekuatan

γ_{beton} = berat jenis beton

γ_{pasir} = berat jenis pasir

γ_{semen} = berat jenis semen

γ_{tegel} = berat jenis tegel

δ_x = lendutan yang terjadi tegah lurus sumbu x

δ_y = lendutan yang terjadi tegak lurus sumbu y

ρ_{min} = rasio penulangan minimum

ρ_b = rasio tulangan yang memberikan kondisi regangan seimbang

ϕ = faktor reduksi

ϕN_{nx} = kuat tekan nominal dikali faktor reduksi arah sumbu x

ϕN_{ny} = kuat tekan nominal dikali faktor reduksi arah sumbu y

ϕ_p = diameter tulangan

ϕ_b = faktor reduksi kekuatan untuk komponen struktur lentur = 0,90

ϕ_o = faktor penambahan kekuatan yang ditetapkan sebesar 1,25 untuk $f_y < 400$ MPa dan 1,4 untuk $f_y > 400$ Mpa.

λ_1 = faktor kestabilan elemen batang

λ_f = faktor kelangsingan sayap

λ_r = batas maksimum untuk penampang tak kompak

ω = koefisien tekuk

ω_d = faktor pembesar dinamis yang memperhitungkan pengaruh terjadinya sendi plastis pada struktur secara keseluruhan, diambil =1,3

ω_x = koefisien tekuk yang ditentukan dengan mengambil panjang tekuk L_{kx} sama dengan 0,7 kali panjang skematisnya dan jari-jari girasinya i_x

ε_c' = regangan beton

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi Proyek 2

Gambar 3.1 Asumsi momen lapangan dan tumpuan arah sumbu x
dan sumbu y untuk pelat dua arah 17

Gambar 3.2 Asumsi respon dari struktur elastik dan elastoplastik
(a) Respon dengan defleksi sama,
(b) Respon dengan energi potensial sama 22

Gambar 3.3 Koefisien Gempa Dasar (C) 24

Gambar 3.4 Pembebanan Gempa menurut PPKGURDG 1987 24

Gambar 3.5 Analisis Balok Bertulangan Rangkap 28

Gambar 3.6 Balok Portal dengan Sendi Plastis pada Kedua Ujungnya 32

Gambar 3.7 Pertemuan Balok Kolom dengan Sendi Plastis
pada Ujung Balok di sebelah Kiri dan Kanan 34

Gambar 3.8 Kolom Lantai Dasar dan Kolom Lantai Atas
dengan $M_{u,k}$ yang ditetapkan berdasarkan
Kapasitas Sendi Plastis Balok 40

Gambar 3.9 Panel Pertemuan balok dan kolom portal
dalam kondisi terjadinya sendi-sendi plastis
pada kedua ujung balok 41

Gambar 4.1 Arah Pembebanan Gording 47

Gambar 4.2 Kuda-Kuda baja KA_1 51

Gambar 4.3 Beban Angin Kiri pada Kuda-Kuda baja KA_1 52

Gambar 4.4 Beban Angin Kanan pada Kuda-Kuda baja KA_1 53

Gambar 4.5 Kuda-Kuda KA_2 54

Gambar 4.6 Kuda-Kuda KA_3 58

Gambar 4.7 Kuda-Kuda KA_4 64

Gambar 4.8 Batang Tarik Ganda 73

Gambar 4.9.a Pembebanan Mati Portal As 9 dan As 10 102

Gambar 4.9.b Pembebanan Hidup Portal As 9 dan As 10 103

Gambar 4.9.c Pembebanan Gempa Kanan Portal As 9 dan As 10 104

Gambar 4.9.d Pembebanan Gempa Kiri Portal As 9 dan As 10 105

Gambar 4.10 Anggapan penampang balok tulangan tekan terpasang 113

Gambar 4.11 Join balok kolom luar 125

Gambar 4.12.a Pembebanan Mati Portal As 6 144

Gambar 4.12.b Pembebanan Hidup Portal As 6 145

Gambar 4.12.c Pembebanan Gempa Kanan Portal As 6 146

Gambar 4.12.d Pembebanan Gempa Kiri Portal As 6 147

Gambar 4.13.a Pembebanan Mati Portal As A 162

Gambar 4.13.b Pembebanan Hidup Portal As A 163

Gambar 4.13.c Pembebanan Gempa Kanan Portal As A 164

Gambar 4.13.d Pembebanan Gempa Kiri Portal As A 165

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Ketentuan faktor reduksi 26

Tabel 4.1 Pembebanan dan momen sumbu x dan sumbu y 48

Tabel 4.2 Kombinasi pembebanan LRFD 49

Tabel 4.3.a Perencanaan Batang Tarik Kuda-Kuda KA_1 76

Tabel 4.3.b Perencanaan Batang Tekan Kuda-Kuda KA_1 78

Tabel 4.4.a Perencanaan Batang Tarik Kuda-Kuda KA_2 80

Tabel 4.4.b Perencanaan Batang Tekan Kuda-Kuda KA_2 81

Tabel 4.5.a Perencanaan Batang Tarik Kuda-Kuda KA_3 82

Tabel 4.5.b Perencanaan Batang Tekan Kuda-Kuda KA_3 84

Tabel 4.6.a Perencanaan Batang Tarik Kuda-Kuda KA_4 86

Tabel 4.6.b Perencanaan Batang Tekan Kuda-Kuda KA_4 88

Tabel 4.7 Penulangan Pelat 94

Tabel 4.8 Reaksi akibat beban rencana (SAP90) 97

Tabel 4.9 Interaksi Pn-Mn (Kolom 450/700) 121

Tabel 4.10.a Momen Rencana Balok Portal As 9 (K=1) 127

Tabel 4.10.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As 9 (K=1) 130

Tabel 4.10.c Momen Rencana Kolom Portal As 9 (K=1) 132

Tabel 4.10.d Gaya Geser Rencana Kolom Portal As 9 (K=1) 133

Tabel 4.11.a Momen Rencana Balok Portal As 9 (K=2) 139

Tabel 4.11.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As 9 (K=2) 141

Tabel 4.11.c Momen Rencana Kolom Portal As 9 (K=2) 142

Tabel 4.11.d Gaya Geser Rencana Kolom Portal As 9 (K=2) 143

Tabel 4.12.a Momen Rencana Balok Portal As 6 (K=1) 151

Tabel 4.12.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As 6 (K=1) 152

Tabel 4.12.c Momen Rencana Kolom Portal As 6 (K=1) 154

Tabel 4.12.d Gaya Geser Rencana Kolom Portal As 6 (K=1) 155

Tabel 4.13.a Momen Rencana Balok Portal As 6 (K=2) 156

Tabel 4.13.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As 6 (K=2) 158

Tabel 4.13.c Momen Rencana Kolom Portal As 6 (K=2) 160

Tabel 4.13.d Gaya Geser Rencana Kolom Portal As 6 (K=2) 161

Tabel 4.14.a Momen Rencana Balok Portal As A-D (K=1) 170

Tabel 4.14.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As A-D (K=1) 174

Tabel 4.14.c Momen Rencana Kolom Portal As A-D (K=1) 178

Tabel 4.14.d Gaya Geser Rencana Kolom Portal As A-D (K=1) 181

Tabel 4.15.a Momen Rencana Balok Portal As A-D (K=2) 184

Tabel 4.15.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As A-D (K=2) 188

Tabel 4.15.c Momen Rencana Kolom Portal As A-D (K=2) 192

Tabel 4.15.d Gaya Geser Rencana Kolom Portal As A-D (K=2) 195

Tabel 4.16.a Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Balok 400/800 Portal As 9 (K=1) 198

Tabel 4.16.b Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Balok 400/800 Portal As 9 (K=2) 198

Tabel 4.17.a Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Kolom 450/700 Portal As 9 (K=1) 199

Tabel 4.17.b Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Kolom 450/700 Portal As 9 (K=2) 199

Tabel 4.18.a Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Balok 400/800 Portal As 6 (K=1) 200

Tabel 4.18.b Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Balok 400/800 Portal As 6 (K=2) 200

Tabel 4.19.a Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Kolom 450/700 Portal As 6 (K=1) 201

Tabel 4.19.b Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Kolom 450/700 Portal As 6 (K=2) 201

Tabel 4.20.a Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Balok 400/800 Portal As A-D (K=1) 202

Tabel 4.20.b Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Balok 400/800 Portal As A-D (K=2) 202

Tabel 4.21.a Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Kolom 450/700 Portal As A-D (K=1) 203

Tabel 4.21.b Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Kolom 450/700 Portal As A-D (K=2) 203

Tabel 4.22.a Perbandingan Berat Tulangan Lentur Balok 400/800 Portal As 9 204

Tabel 4.22.b Perbandingan Berat Tulangan Lentur Balok 400/800 Portal As 6 204

Tabel 4.22.c Perbandingan Berat Tulangan Lentur Balok 400/800

Portal As A 204

Tabel 4.23.a Perbandingan Berat Tulangan Lentur Kolom 450/700

Portal As 9 205

Tabel 4.23.b Perbandingan Berat Tulangan Lentur Kolom 450/700

Portal As 6 205

Tabel 4.23.c Perbandingan Berat Tulangan Lentur Kolom 450/700

Portal As A 205

Tabel 4.24.a Perbandingan Berat Tulangan Geser Balok 400/800

Portal As 9 206

Tabel 4.24.b Perbandingan Berat Tulangan Geser Balok 400/800

Portal As 6 206

Tabel 4.24.c Perbandingan Berat Tulangan Geser Balok 400/800

Portal As A 206

Tabel 4.25.a Perbandingan Berat Tulangan Geser Kolom 450/700

Portal As 9 207

Tabel 4.25.b Perbandingan Berat Tulangan Geser Kolom 450/700

Portal As 6 207

Tabel 4.25.c Perbandingan Berat Tulangan Geser Kolom 450/700

Portal As A 207

Tabel 5.1 Momen Balok Teredistribusi Portal As 9 dengan

Daktilitas Penuh 214

Tabel 5.2 Momen Balok Teredistribusi Portal As 9 dengan

Daktilitas Terbatas 214

Tabel 5.3 Momen Balok Teredistribusi Portal As 6 dengan Daktilitas Penuh 215

Tabel 5.4 Momen Balok Teredistribusi Portal As 6 dengan Daktilitas Terbatas 215

Tabel 5.5 Momen Balok Teredistribusi Portal As A dengan Daktilitas Penuh 215

Tabel 5.6 Momen Balok Teredistribusi Portal As A dengan Daktilitas Terbatas 215

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Konsultasi

Lampiran 3 Data Input SAP90

Lampiran 9 Gambar Denah Blok-A

Lampiran 10 Gambar Denah Atap Blok-A

Lampiran 12 Gambar Denah Balok Blok-A

Lampiran 13 Gambar Denah Kolom Blok-A

Lampiran 14 Gambar Tampang Lentur dan Geser Terpasang Balok 400/800

Lampiran 20 Gambar Penulangan Lentur dan Geser Terpasang Kolom 450/700

ABSTRAKSI

Perencanaan gedung bertingkat yang pernah direncanakan masih terbatas pada bangunan dua lantai dan menggunakan beton bertulang biasa. Padahal perencanaan gedung bertingkat lebih dari dua lantai memerlukan pemahaman mengenai tingkat daktilitas struktur, agar gedung bertingkat yang direncanakan dengan tingkat daktilitas tertentu mampu menghasilkan struktur yang dapat berprilaku secara elastis maupun inelastis dalam menahan beban dari dalam maupun dari luar struktur terutama beban gempa.

Perencanaan akan membandingkan antara tingkat daktilitas penuh dan daktilitas terbatas dengan analisis beban gempa rencana adalah analisis beban statik ekivalen. Perencanaan dengan tingkat daktilitas terbatas mempunyai distribusi gaya gempa dasar dua kali lebih besar dibanding daktilitas penuh, sehingga momen rencana balok untuk daktilitas terbatas lebih besar daripada daktilitas penuh. Untuk daktilitas penuh tulangan geser mutlak ditahan oleh tulangan geser pada daerah sendi plastis, sedangkan daktilitas terbatas beton masih menyumbangkan setengahnya sepanjang d dari muka kolom. Pada daktilitas penuh momen aktual balok dikalikan faktor penambahan kekuatan yang bertujuan membentuk mekanisme *strong column weak beam*. Perencanaan gaya geser kolom untuk daktilitas penuh berasal dari momen kapasitas pada ujung-ujung balok sedangkan daktilitas terbatas berasal dari gaya geser akibat beban gravitasi dan gempa terfaktor. Perencanaan dengan konsep daktilitas terbentuknya sendi plastis pada ujung kolom sangat dihindari, maka pendistribusian momen perlu memperhatikan pengaruh beban dinamis dengan mengalikan faktor pembesaran dinamis.

Hasil perencanaan dengan membandingkan daktilitas penuh dan daktilitas terbatas tersebut, akan menunjukkan bahwa dengan menggunakan dimensi yang sama tulangan tranversal yang diperlukan pada daktilitas terbatas lebih banyak dibanding daktilitas penuh, akan tetapi tulangan longitudinalnya lebih sedikit. Secara keseluruhan juga dapat dilihat bahwa volume tulangan yang diperlukan pada daktilitas terbatas lebih banyak dibanding daktilitas penuh.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

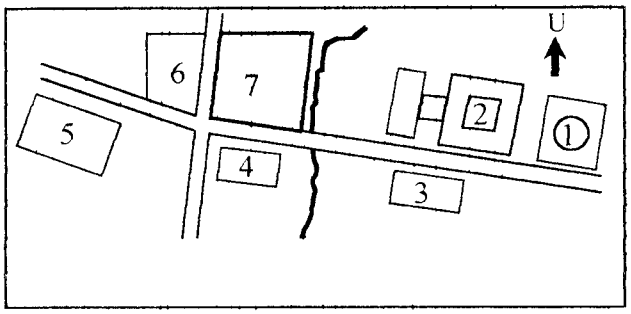
Perkembangan dunia rancang bangun gedung bertingkat telah banyak dirasakan manfaatnya. Berbagai penemuan teknologi dibidang rekayasa terus dikembangkan untuk mencari solusi desain terbaik. Dan hal itu tentunya merupakan tantangan nyata yang akan kita hadapi bersama.

Kemampuan dalam pemecahan masalah dan dampak pembangunan gedung bertingkat secara lebih baik menuntut pengetahuan yang lebih maju mengenai konsep-konsep perencanaan yang tepat untuk mengefisienkan aspek-aspek yang terkait dalam perencanaan suatu struktur, sehingga menghasilkan suatu struktur yang memenuhi persyaratan aman, nyaman dan ekonomis.

Dengan melihat kenyataan di atas, maka penulis mengambil judul "PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KAMPUS TERPADU UNIT VII BLOK–A UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA DENGAN DAKTILITAS PENUH DAN TERBATAS", sebagai wujud keikut sertaan kami dalam memahami konsep-konsep perencanaan yang tepat dan baik.

1.2 Lokasi Proyek

Proyek Pembangunan Gedung ini berlokasi di Desa Umbulmartani, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman, Yogyakarta.



Gambar 1.1 Peta Lokasi Proyek

Keterangan gambar :

1 = Unit Masjid
2 = Unit Fakultas Kedokteran
3 = Unit Perpustakaan Pusat
4 = Unit FMIPA
5 = Unit FTI
6 = Areal Parkir
7 = Lokasi Proyek Unit VII

1.3 Data Teknis

Gedung yang akan direncanakan adalah Blok–A terdiri dari lima lantai dengan luas bangunan ± 3.350 m^2, dengan rincian sebagai berikut :

1) Lantai Basement : R. Laboratorium Teknik Bahan, R. Laboratorium Jalan Raya dan Gudang.
2) Lantai I : R. Dosen dan Pengurus Jurusan Arsitektur
3) Lantai II : R. Pasca Sarjana dan R. Duduk
4) Lantai III : R. Sidang dan R. Duduk
5) Lantai IV : R. Galeri dan R. Studio Tugas Akhir

1.4 Permasalahan

Dalam penulisan ini akan dipelajari perencanaan struktur gedung bertingkat dengan tingkat daktilitas penuh dan terbatas sesuai dengan peraturan.

1.5 Tujuan

Membuat perbandingan perencanaan struktur gedung perkuliahan menggunakan daktilitas penuh dan daktilitas terbatas .

1.6 Manfaat

Manfaat yang bisa diambil dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1) Mengetahui lebih lanjut tentang tingkat daktilitas yang sesuai untuk perencanaan gedung bertingkat sehingga dapat menentukan tingkat kekakuan struktur untuk desain yang efektif.
2) Memberikan wawasan mengenai aspek-aspek penting dalam sebuah perencanaan gedung bertingkat.

1.7 Batasan Perencanaan

Batasan-batasan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1) Analisis perencanaan struktur bangunan berpedoman pada peraturan SK SNI-T-15-1991-03 dan LRFD Baja 2000.
2) Perhitungan mekanika menggunakan program komputer SAP 90.
3) Bangunan berada pada wilayah gempa 3, dengan kondisi tanah jelek.
4) Bangunan yang direncanakan adalah Blok-A terdiri dari 5 lantai.
5) Mutu beton : fc'=22,5 Mpa.
6) Baja tulangan yang digunakan BJTD-35 dengan ϕ_{10}-ϕ_{25} mm.
7) Tekanan tiup angin = 0,4 KN/m^2.
8) Perencanaan pondasi tidak diperhitungkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Ukuran daktilitas suatu struktur adalah faktor daktilitas simpangan yang didefinisikan sebagai perbandingan antara defleksi lateral pada akhir batas setelah elastis dan defleksi lateral pada luluh pertama (**Park Paulay,1975**).

Struktur dengan tingkat daktilitas terbatas mempunyai $\mu = 2$, dan faktor jenis struktur $K_{min} = 2$, sedangkan struktur dengan daktilitas penuh mempunyai $\mu = 4$ dan $K_{min} = 1$ (**Bambang Budiono, 1989**).

Struktur yang direncanakan dengan peraturan-peraturan pembebanan gempa dapat menahan gaya gempa lebih besar, karena struktur tersebut direncanakan dan didesain dengan baik agar dapat berdeformasi sampai keadaan inelastisnya tanpa menunjukkan keruntuhan **(Gideon HK,1993).**

Untuk mengendalikan prilaku elastoplastis dalam struktur pada waktu menahan gaya gempa merupakan dasar untuk pencadangan energi yang dipakai dalam perencanaan struktur daktail, dimana perilaku struktur setelah melampaui batas elastis harus tetap terjamin dengan baik, sehingga keruntuhan getas dapat dihindari, dengan menempatkan sendi-sendi plastis pada balok (*strong column-weak beam*) yang memungkinkan pemencaran energi berlangsung dibanyak tempat dan memperkecil bahaya ketidakstabilan struktur (**Istimawan Dipohusodo,1994**).

Perencanaan struktur dengan daktilitas menggunakan metode kekuatan batas dan beban kerja terfaktor sehingga struktur direncanakan pada suatu batas akhir keruntuhan **(SK SNI T-15-1991-03)**. Komponen struktur beton direncanakan sedemikian rupa sehinga tidak terjadi retak yang berlebihan pada penampang sewaktu mendukung beban kerja, dan masih mempunyai cukup keamanan serta cadangan kekuatan untuk menahan beban dan tegangan lebih lanjut tanpa mengalami keruntuhan (**Istimawan Dipohusodo,1994**).

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pendahuluan

Perencanaan tediri dari perencanaan atap berdasarkan Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung dengan metode LRFD 2000, dan perencanaan struktur beton bertulang dengan daktilitas penuh dan daktilitas terbatas menurut Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SK SNI T-15-1991-03.

Struktur rangka atap direncanakan untuk menghasilkan suatu struktur yang stabil, cukup kuat, mampu-layan, awet, ekonomis dan mudah dilaksanakan. Suatu struktur dikatakan stabil bila ia tidak mudah terguling atau tergeser, selama umur bangunan yang direncanakan. Suatu struktur dikatakan cukup kuat dan mampu-layan bila kemungkinan terjadi kegagalan-struktur dan kehilangan kemampuan layan selama umur bangunan yang direncanakan adalah kecil dan dalam batas yang direncanakan.

Perencanaan struktur beton bertulang dengan konsep daktilitas menetapkan suatu taraf perencanaan terhadap beban gempa yang menjamin struktur agar tidak rusak karena gempa kecil atau sedang, tetapi saat dilanda gempa kuat yang jarang terjadi struktur tersebut mampu berperilaku daktail dengan memencarkan energi gempa dan sekaligus membatasi beban gempa yang masuk kedalam struktur.

3.2 Beban-Beban Bekerja

Perencanaan suatu struktur untuk keadaan-keadaan stabil batas, kekuatan batas, dan kemampuan-layan batas harus memperhitungkan pengaruh-pengaruh dari aksi-aksi sebagai akibat dari beban-beban berikut ini menerut Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung:

1. Beban mati (W_D) ialah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap.
2. Beban hidup (W_L) ialah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung termasuk beban-beban yang berasal dari barang-barang yang berpindah-pindah. Khusus untuk atap beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan(W_R).
3. Beban angin (W_w) ialah semua beban yang bekerja pada gedung yang disababkan oleh selisih dari tekanan udara, yang nilainya dikalikan dengan koefisien angin (c). Untuk perencanaan dalam tugas akhir ini menggunakan atap segitiga majemuk dengan kriteria sebagai berikut:
   - Untuk bidang-bidang atap dipihak angin (c_1),

     $\alpha < 65°$ $(0{,}2\,\alpha - 0{,}4)$ (3.1a)

   - Untuk semua bidang atap dibelakang angin (c_2),

     untuk semua α -0,4 (3.1b)

     dengan c_1 adalah koefisien angin tiup, c_2 adalah koefisien angin hisap, α adalah sudut kemiringan atap
4. Beban gempa ialah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa.

3.3 Dasar Perencanaan.

Perencanaan bangunan ini menggunakan metode kekuatan batas dan beban kerja berfaktor sehingga diperoleh suatu beban pada batas akhir keruntuhan menurut SK SNI T-15-1991-03.

Faktor beban ditentukan sebagai berikut:

$$U = 1{,}2D + 1{,}6L \quad (3.2a)$$

$$U = 0{,}75(1{,}2D + 1{,}6L + 1{,}6W) \quad (3.2b)$$

$$U = 0{,}9D + 1{,}3W \quad (3.2c)$$

$$U = 1{,}05(D + L_R \pm E) \quad (3.2d)$$

$$U = 0{,}9(D \pm E) \quad (3.2e)$$

dengan U adalah kuat perlu, L_R adalah beban hidup terreduksi, D adalah beban mati, E adalah beban gempa, L adalah beban hidup, W adalah beban angin.

Dalam menggunakan kapasitas rencana suatu komponen struktur, kapasitas minimum direduksi dengan faktor reduksi seperti pada tabel berikut:

Tabel 3.3 Ketentuan faktor reduksi

Mekanisme	Faktor Reduksi (ϕ)
Lentur tanpa beban aksial	0,80
Geser dan puntir	0,60
Tarik aksial, tanpa dan dengan lentur	0,80
Tarik aksial, tanpa dan dengan lentur (sengkang)	0,65
Tekan aksial, tanpa dan dengan lentur (spiral)	0,70
Tumpuan pada beton	0,70

3.4 Perencanaan Rangka Atap

3.4.1 Komponen Struktur Lentur

Perencanaan komponen lentur menggunakan analisis elastis, dengan menganggap bahwa setiap komponen struktur tetap dalam keadaan elastis pada setiap kondisi beban terfaktor (LRFD 2000).

Untuk komponen struktur tak bergoyang tanpa gaya aksial atau dengan gaya aksial tarik, momen lentur terfaktor (M_u) dihitung sebagai berikut:

$$M_u = M_{ntu} \qquad (3.3)$$

dengan M_{ntu} adalah momen lentur terfaktor yang diakibatkan oleh beban-beban yang tidak menimbulkan goyangan.

a **Lentur Terhadap Sumbu Kuat Utama**

Suatu komponen struktur yang memikul lentur terhadap sumbu kuat (sumbu-x) harus memenuhi,

$$M_{ux} \leq \phi.M_n \qquad (3.4)$$

dengan M_{ux} adalah momen terfaktor arah sumbu x, ϕ_b adalah faktor reduksi kekuatan untuk komponen struktur lentur = 0,90, M_n adalah kuat nominal momen lentur penampang terhadap sumbu-x, yang nilainya,

$$M_n = f_y.S_x \qquad (3.5)$$

dengan S_x adalah modulus penampang elastis arah sumbu-x, f_y adalah tegangan leleh baja..

b **Lentur Terhadap Sumbu Lemah**

Suatu komponen struktur yang memikul lentur terhadap sumbu lemahnya (sumbu-y) harus memenuhi,

$$M_{uy} \leq \phi.M_n \tag{3.6}$$

dengan M_{uy} adalah momen terfaktor arah sumbu y, M_n adalah kuat nominal momen lentur penampang terhadap sumbu-y, yang nilainya,

$$M_n = f_y.S_y \tag{3.7}$$

dengan S_y adalah modulus penampang elastis arah sumbu-y.

c **Batas Kelendutan**

Batas lendutan untuk keadaan kemampuan-layan arah sumbu kuat ditentukan dari persamaan:

$$\delta_x = \frac{5}{384} W_{uy} \cdot \frac{L_y^4}{EI_y} \leq \frac{L_y}{360} \tag{3.8}$$

dengan δ_x adalah lendutan yang terjadi tegak lurus sumbu x, I_y adalah momen inersia sumbu y, L_y adalah panjang bentang arah sumbu y, W_{uy} adalah beban terfaktor arahsumbu y.

Batas lendutan untuk keadaan kemampuan-layan arah sumbu lemah ditentukan dari persamaan:

$$\delta_y = \frac{5}{384} W_{ux} \cdot \frac{L_x^4}{EI_x} \leq \frac{L_x}{360} \tag{3.9}$$

dengan δ_y adalah lendutan yang terjadi tegak lurus sumbu y, I_y adalah momen inersia sumbu y, W_{ux} adalah beban terfaktor arahsumbu x, L_x = panjang bentang arah sumbu x, E = modulus elastis baja (200.000 MPa).

3.4.2 Komponen Struktur Tekan

Suatu komponen struktur yang mengalami gaya tekan konsentris akibat beban terfaktor (N_u), harus memenuhi persyaratan berikut:

- **Menentukan Nn perlu**

  Kuat nominal penampang suatu struktur didapat dari persamaan:

$$Nn \geq \frac{Nu}{\phi} \tag{3.10}$$

  dengan Nn adalah kuat nominal penampang struktur, ϕ adalah faktor reduksi kekuatan, Nu adalah gaya tekan konsentris akibat beban terfaktor

- **Estimasi jarak kopel minimum**

$$L_1 = \frac{L}{n} \tag{3.11}$$

  dengan n adalah asumsi pembagian daerah pada panjang penampang, L_1 adalah panjang bentang yang dibatasi oleh dua penghubung.

- **Menentukan jari-jari minimum**

  Untuk elemen-elemen struktur yang direncanakan terhadap gaya tekan, angka perbandingan kelangsingan dibatasi sebesar 200, maka didapat persamaan,

$$i_{min} = \frac{L_1}{200} \tag{3.12a}$$

  dengan i_{min} adalah jari-jari girasi penampang minimum.

  Dengan demikian jari-jari girasi penampang yang akan digunakan dalam perencanaan harus mengikuti ketentuan berikut,

$$i_{perlu} \geq i_{min} \tag{3.12b}$$

  dengan i_{perlu} adalah jari-jari girasi penampang yang dibutuhkan.

- **Kontrol kestabilan elemen batang tunggal**

$$\lambda_1 = \frac{k.L_1}{i_{perlu}} < 50 \tag{3.13}$$

  dengan λ_1 adalah faktor kestabilan batang, k adalah faktor panjang tekuk.

- **Jari-jari inersia (kelembaman) batang ganda**

Jari-jari inersia batang ganda arah sumbu-x (I_x) didapat dari persamaan,

$$I_x = 2 \times I_{xi} \tag{3.14a}$$

dengan I_{xi} adalah inersia penampang ganda arah sumbu x untuk satu profil.

Dari persamaan 3.14a, dapat ditentukan jari-jari girasi penampang ganda (i_x) melalui persamaan,

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} \tag{3.14b}$$

dengan A_g adalah luas penampang ganda yang didapat dari persamaan,

$$A_g = 2 \times A_i \tag{3.14c}$$

dengan A_i adalah luas satu penampang.

Jari-jari inersia batang ganda arah sumbu-y (I_y) didapat dari persamaan:

$$I_y = 2.\left[I_{yi} + A_i\left(e_x + 0{,}5.t\right)^2\right] \tag{3.14d}$$

dengan I_{yi} adalah inersia satu penampang arah sumbu y, e_x adalah eksentrisitas penampang, t adalah tebal penampang.

Dari persamaan 3.14d, dapat diketahui,

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} \tag{3.14e}$$

dengan i_y adalah jari-jari penampang ganda sumbu y.

- **Kontrol batas kelangsingan dan batas kekompakan profil**

Kelangsingan sayap untuk profil siku ganda dengan pelat kopel pada penyokong, ditentukan dengan persamaan berikut (tabel 7.5-1 LRFD 2000):

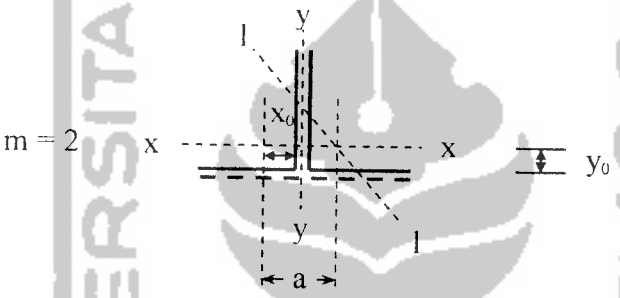
$$\lambda_r = \frac{b}{t} < \lambda_r = \frac{200}{\sqrt{f_y}} \tag{3.15}$$

dengan λ_f adalah faktor kelangsingan sayap, λ_r adalah batas maksimum untuk penampang tak-kompak, b adalah lebar penampang.

Apabila $\lambda_f > \lambda_r$, maka harus direncanakan dengan analisis yang dapat diterima.

- **Komponen struktur prismatis**

Komponen tersusun yang terdiri dari beberapa elemen yang dihubungkan pada tempat-tempat tertentu, kekuatannya harus dihitung terhadap sumbu bahan (x-x) dan sumbu bebas bahan (y-y), seperti ditunjukkan pada gambar 3.1:



Gambar 3.1 komponen struktur tersusun

Keterangan: l-l adalah sumbu minimum dari elemen komponen struktur

a adalah jarak antara dua pusat titik berat elemen struktur

x_o adalah koordinat pusat geser terhadap titik berat sumbu y

y_o adalah koordinat pusat geser terhadap titik berat sumbu x

m adalah konstanta dari modifikasi penampang tersusun

- **Kelangsingan arah sumbu bahan (sumbu x-x)**

$$\lambda_x = \frac{kL_x}{i_x} \qquad (3.16)$$

- **Kontrol kestabilan batang ganda**

$$\frac{\lambda_x}{\lambda_1} > 1{,}2 \qquad (3.17)$$

- **Kelangsingan arah sumbu bebas bahan (sumbu y-y)**

$$\lambda_y = \frac{kL_y}{i_y} \tag{3.18}$$

- **Kelangsingan ideal**

Untuk menjamin stabilitas komponen struktur yang tidak mempunyai sumbu bahan harus dihitung dengan persamaan,

$$\lambda_{iy} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2}\lambda_1^2} > 1{,}2.\lambda_1 \tag{3.19}$$

dengan λ_{iy} adalah kelangsingan ideal arah sumbu y.

Selanjutnya koefisien- koefisien tekuk struktur dapat ditentukan melalui persamaan-persamaan berikut:

bila tekuk terjadi pada sumbu bahan,

$$\lambda_{ex} = \frac{\lambda_x}{\pi}\sqrt{\frac{f_y}{E}} \tag{3.20}$$

untuk:

$$\lambda_c \le 0{,}25 \quad ; \quad \omega = 1 \tag{3.20a}$$

$$0{,}25 < \lambda_c < 1{,}2 \quad ; \quad \omega = \frac{1{,}43}{(1{,}6 - 0{,}67\lambda_c)} \tag{3.20b}$$

$$\lambda_c \ge 1{,}2 \quad ; \quad \omega = 1{,}25.\lambda_c^2 \tag{3.20c}$$

dengan: λ_{ex} adalah parameter kelansingan kolom, dan ω_x adalah koefisien tekuk sumbu x.

bila tekuk terjadi pada sumbu bebas bahan,

$$\lambda_{cy} = \frac{\lambda_{iy}}{\pi}\sqrt{\frac{f_y}{E}}\ ; \tag{3.21}$$

dengan λ_{cy} adalah parameter kelansingan kolom, dan ω_y adalah koefisien tekuk sumbu y yang nilai diambil dari Persamaan 3.20a sampai 3.20c.

- **Kapasitas gaya tekan**

Kuat tekan nominal diambil sebagai nilai yang terkecil dari persamaan berikut:

$$\phi N_{nx} = \phi A_g . \frac{f_y}{\omega_x} > N_u \qquad (3.22a)$$

$$\phi N_{ny} = \phi A_g . \frac{f_y}{\omega_x} > N_u \qquad (3.22b)$$

dengan ϕN_{nx} adalah kuat tekan nominal dikali faktor reduksi arah sumbu x, ϕN_{ny} adalah kuat tekan nominal dikali faktor reduksi arah sumbu y.

- **Kuat tekan akibat tekuk lentur-torsi**

Kuat tekan rencana akibat tekuk lentur-torsi ditentukan dengan tahapan-tahapan berikut:

Modulus geser penampang dapat dicari dengan persamaan,

$$G = \frac{E}{2.(1+\nu)} \qquad (3.23a)$$

atau nilainya dapat diambil sebesar 80.000 MPa, dengan G adalah modulus geser dan ν adalah angka poison (0,3).

Konstanta puntir torsi (J) didapat dengan persamaan:

$$J = 2.\sum \frac{1}{3} b.t^3 \qquad (3.23b)$$

Koordinat pusat geser terhadap titik berat penampang ditentukan dengan persamaan (lihat gambar 3.1),

$$y_0 = e_y - \frac{t}{2} \tag{3.23c}$$

$$x_0 = e_x - \frac{t}{2} \tag{3.23d}$$

Jari-jari girasi polar terhadap pusat geser (r_o) ditentukan dengan persamaan:

$$r_0^2 = \frac{I_x + I_y}{A} + x_0^2 + y_o^2 \tag{3.23e}$$

Kemudian didapat harga-harga berikut,

$$f_{crz} = \frac{GJ}{Ar_o^2} \tag{3.23f}$$

$$H = 1 - \left(\frac{x_0^2 + y_0^2}{r_0^2} \right) \tag{3.23g}$$

dengan f_{crz} adalah tegangan kritis untuk tekuk lentur, dan H adalah sebuah nilai yang didapat dari Persamaan 3.23g.

Tegangan kritis untuk tekuk lentur terhadap sumbu y (f_{cry}) ditentukan dengan persamaan berikut, dengan ω_y didapat dari Persamaan 3.21.

$$f_{cry} = \frac{f_y}{\omega_y} \tag{3.23h}$$

Tegangan akibat tekuk lentur torsi ditentukan dengan persamaan berikut,

$$f_{clt} = \left(\frac{f_{cry} + f_{crz}}{2H} \right) \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4.f_{cry}.f_{crz}.H}{(f_{cry} + f_{crz})^2}} \right] \tag{3.23i}$$

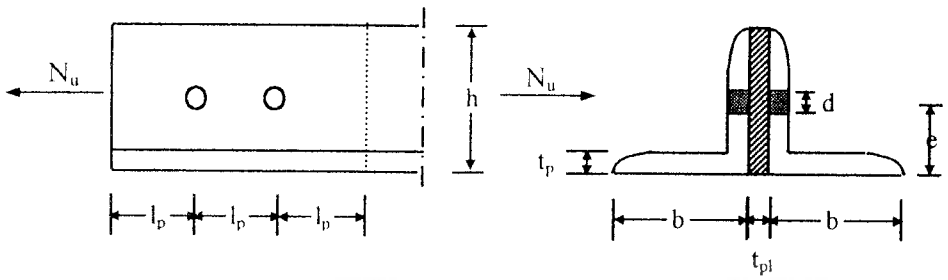
dengan f_{clt} adalah tegangan akibat tekuk lentur torsi.

Kuat tekan akibat tekuk lentur-torsi (N_{nlt}) dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\phi N_{nlt} = \phi_{lt}.A_g.f_{clt} > \quad N_u \tag{3.23j}$$

Kuat tekan yang dipakai dalam perencanaan diambil dari nilai yang terkecil antara Persamaan 3.22a, 3.22b dan 3.23j.

3.4.3 Komponen Struktur Tarik



Gambar 3.2 Penampang Tarik dengan Plat sambung

Urutan perhitungan btang tarik sama dengan batang desak, sampai pada perhitungan kestabilan batang ganda, lalu dilanjutkan dengan langkah-langkah berikut:

- **Luas penampang netto**

  Luas penampang netto (A_n) ditentukan dengan persamaan,

  $$A_n = A_g - n.d.t \qquad (3.24)$$

  dengan d adalah diameter tulangan baut, dan n adalah jumlah lubang dalam garis potongan penampang.

- **Luas penampang efektif (tarik murni)**

  Luas penampang efektif (A_e) komponen struktur yang mengalami gaya tarik ditentukan melalui persamaan,

  $$A_e = U.A_n = \left(1 - \frac{\bar{x}}{L}\right).A_n \qquad (3.25)$$

  dengan U adalah faktor reduksi, $\bar{x}$ adalah eksentrisitas sambungan antara titik berat komponen yang disambung dengan bidang sambung yang nilainya $\leq 0{,}9$, dan L adalah panjang sambungan dalam arah gaya tarik

- **Luas bidang geser (geser murni)**

$$A_{ns} = 2.(2.l_p)t \tag{3.26}$$

dengan:

A_{ns} = luas bidang geser penampang

l_p = jarak antara sumbu lubang pada arah sejajar sumbu komponen struktur

- **Luas bidang kombinasi geser + tarik pada blok ujung**

Luas netto daerah yang mengalami gaya tarik dihitung dengan persamaan,

$$A_{nt} = \left[(l_p - d) - \tfrac{1}{2}.d\right]t \tag{3.27a}$$

dengan A_{nt} adalah luasan netto daerah yang mengalami gaya tarik.

Luas bruto daerah yang mengalami gaya tarik dihitung dengan persamaan,

$$A_{gt} = (l_p - d)t \tag{3.27b}$$

dengan A_{gt} adalah luasan bruto daerah yang mengalami gaya tarik.

Luas netto daerah yang mengalami gaya geser dihitung dengan persamaan,

$$A_{nv} = (2.l_p - d.t_{dl})t \tag{3.27c}$$

dengan A_{nv} adalah luasan netto daerah yang mengalami gaya geser, t_{dl} adalah faktor pembesaran diameter lubang.

Luas bruto daerah yang mengalami gaya geser dihitung dengan persamaan,

$$A_{gv} = 2.l_p.t \tag{3.27d}$$

dengan A_{gv} adalah luasan bruto daerah yang mengalami gaya geser.

Dalam suatu potongan jumlah luas lubang tidak boleh melebihi 15% luas penampang utuh.

- **Kontrol kapasitas penampang**

  a Kriteria leleh (tarik murni)

  - Leleh: $\phi_t N_n = \phi_t . f_y . A_g$ (3.28a)

  - Fraktur: $\phi_t N_n = \phi_t . f_u . A_e$ (3.28b)

    Dengan f_u adalah kuat ijin baut, ϕ adalah faktor reduksi kekuatan.

  b Kriteria fraktur (geser murni)

  $$\phi_t N_n = \phi_t . (0{,}6 . f_u) . A_{ns} \quad (3.29)$$

  c Kombinasi geser + tarik blok ujung

  - Geser fraktur: $N_n = 0{,}6 . f_u . A_{nv}$ (3.30)

  - tarik fraktur: $N_n = f_u . A_{nt}$ (3.31)

- **Kapasitas satu penampang:**

  a Kriteria pelelehan geser-retakan tarik

  $$\phi_t . N = \phi_t \left(0{,}6 . f_y . A_{gs} + f_u . A_{nt}\right) \geq \frac{1}{2} N_u \quad (3.32)$$

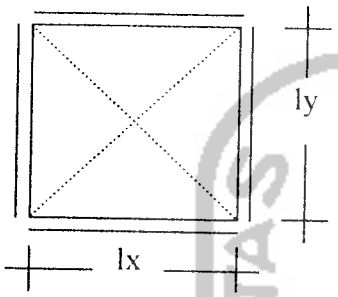
  b Kriteria retakan geser-pelelehan tarik

  $$\phi_t . N = \phi_t \left(f_y . A_{gt} + 0{,}6 . f_u . A_{ns}\right) \geq \frac{1}{2} N_u \quad (3.33)$$

3.5 Perencanaan Pelat Lantai

Pelat dua arah yang ditumpu keempat tepinya adalah struktur statis tak tentu. Untuk mempermudah analisis dan perencanaan digunakan tabel momen permeter lebar dalam jalur tengah pada pelat dua arah akibat beban terbagi merata dengan

penyaluran beban berdasarkan 'metode amplop', dengan anggapan bahwa retak pelat lantai terjadi pada sudut 45°. Skema salah satu bentuk penyaluran beban dengan keempat sisi terletak menerus pada tumpuan (**Gideon Kusuma, Tabel.14)**, seperti gambar 3.3:



$$M_{lx} = 0{,}001.W_u.L^2.x \qquad (3.34a)$$

$$M_{ly} = 0{,}001.W_u.L^2.x \qquad (3.34b)$$

$$M_{tx} = -0{,}001.W_u.L^2.x \qquad (3.34c)$$

$$M_{ty} = 0{,}001.W_u.L^2.x \qquad (3.34d)$$

gambar 3.3 Skema penyaluran beban

dengan M_{lx} adalah momen lapangan arah sumbu x, M_{ly} adalah momen lapangan arah sumbu y, M_{tx} adalah momen tumpuan arah sumbu x, M_{ty} adalah momen tumpuan arah sumbu y, x adalah konstanta perbandingan antara ly dan lx untuk masing-masing jenis momen, l_x adalah panjang pelat arah sumbu x, l_y adalah panjang pelat arah sumbu y.

3.5.1 Penulangan Pelat Lantai

- Ketebalan minimum pelat lantai dihitung dengan persamaan,

$$h_{min} = \frac{1}{24} l_n \left(0{,}4 + \frac{f_y}{700} \right) \qquad (3.35)$$

dengan h_{min} adalah tinggi minimum, l_n adalah panjang bentang netto balok

- Tinggi efektif pelat dihitung dengan persamaan,

$$d_x = h - P_b - \tfrac{1}{2}\phi_p \qquad (3.36a)$$

$$d_Y = h - P_b - \phi_{px} - \tfrac{1}{2}\phi_p \qquad (3.36b)$$

dengan d_x adalah tinggi efektif pelat arah sumbu-x, d_y adalah tinggi efektif pelat arah sumbu-y, P_b adalah tebal selimut pelat, ϕ_{px} adalah diameter tulangan arah sumbu-x, ϕ_p adalah diameter tulangan.

- Rasio penulangan dihitung dengan persamaan-persamaan,

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \tag{3.37}$$

dengan ρ_{min} adalah rasio penulangan minimum,

$$\rho_b = \frac{0,85.f_c'}{f_y}\beta_1\left(\frac{600}{600+f_y}\right) \tag{3.38}$$

dengan ρ_b adalah rasio tulangan yang memberikan kondisi regangan seimbang, β_1 adalah faktor reduksi kekuatan yang nilainya,

0,85 untuk $f_c' \leq 30$ Mpa

0,85-0,008.(f_c'-30) untuk $f_c' > 30$ Mpa

tidak boleh kurang dari 0,65,

$$\rho_{max} = 0,75\rho_b \tag{3.39}$$

dengan ρ_{max} adalah rasio tulangan maksimum.

- Luas tulangan perlu dihitung melalui persamaan-persamaan berikut:

$$R_u = \frac{M_u}{\phi.b.d^2} \tag{3.40}$$

dengan Rn adalah koefisien tahanan,

$$m = \frac{fy}{0,85.f_c'} \tag{3.41}$$

dengan m adalah faktor perbandingan antara kuat ijin baja dan kuat ijin beton tereduksi,

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{f_y}}\right) ; \qquad \rho_{min} \leq \rho_{perlu} \leq \rho_{max} \qquad (3.42)$$

dengan ρ_{perlu} adalah rasio tulangan yang dipakai dalam perencanaan.

- Tulangan pokok terpasang

  Luasan tulangan tarik dihitung dengan persamaan,

  $$A_s = \rho.b.d \qquad (3.43)$$

  Luasan tulangan tekan dihitung dengan persamaan,

  $$A_s' = \rho'.b.d_s \qquad (3.44)$$

- Luasan tulangan bagi dihitung dengan persamaan,

  $$A_{s\ bagi} = 0{,}0014.b.d \qquad (3.45)$$

3.6 Redistribusi Momen

Masalah-masalah yang timbul dalam perencanaan sebuah struktur seperti, tidak berimbangnya momen lentur tumpuan dan lapangan dapat menyebabkan tinggi balok tidak dimanfaatkan secara optimal untuk mendapatkan kuat lentur yang diperlukan. Momen tumpuan yang terlalu besar dan adanya perbedaan momen tumpuan dikiri dan kanan kolom interior dapat mengakibatkan diperlukannya tulangan lentur pada balok secara berlebihan dari yang sebenarnya dibutuhkan. Hal ini mengingat bahwa balok sebenarnya dapat meredistribusi momen melalui aksi inelastis. Tulangan lentur yang berlebihan membawa konsekuensi pada pembesaran momen rencana kolom dan pondasi.

Selain itu perlu pula diperhatikan pembatasan besar momen yang boleh diredistribusi, sebab redistribusi momen yang terlalu jauh berbeda dari hasil

analisa struktur dapat mengakibatkan retak yang berlebihan saat struktur dilanda gempa kecil dan sedang. SK SNI T-15-1991-03 menyatakan nilai maksimum redistribusi momen adalah sebesar,

$$30\left(1-\frac{4}{3}\frac{\rho-\rho'}{\rho_b}\right)\% \quad ; \qquad \rho - \rho' < 0.5\rho_b \tag{3.46}$$

dengan ρ adalah rasio tulangan tarik, ρ' adalah rasio tulangan tekan, ρ_b adalah rasio tulangan tarik dalam keadaan seimbang (*balance*)

3.7 Pengenalan Konsep Daktilitas

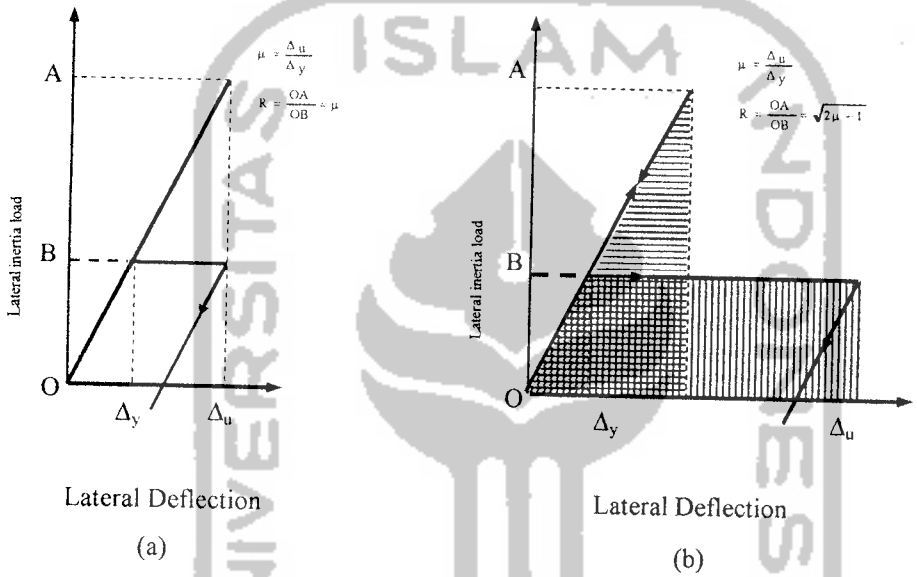
Struktur yang elastis mempunyai kemampuan mengembalikan seluruh energi potensial pada masing-masing siklus menjadi energi kinetik, sedangkan struktur yang elastoplastis hanya sebagian energi potensial yang dikembalikan. Oleh karena itu kebutuhan energi potensial pada struktur yang elastoplastis untuk masing-masing siklus tidak sebesar pada struktur yang elastis, dan simpangan maksimum pada struktur yang elastoplastis tidak lebih besar dari struktur elastis. Sejumlah analisis dinamik menunjukkan bahwa simpangan maksimum yang dicapai pada struktur elastis dan elastoplastis diperkirakan sama (Gambar 3.2.a).

Ukuran daktilitas suatu struktur adalah faktor daktilitas simpangan μ, yang didefinisikan sebagai rasio antara simpangan ultimit Δ_u dengan simpangan ketika luluh pertama dicapai Δ_y (Park Paulay,1975). Definisi di atas juga dapat dikatakan bahwa daktilitas simpangan setara dengan rasio antara beban elastis dengan beban non elastis atau beban disain (*Design Load*), rasio ini disebut faktor reduksi beban R (Gambar 3.2.a), yang nilainya adalah

$$R = \frac{1}{\mu} \tag{3.47}$$

Sedangkan menurut konsep energi sama (Gambar 3.4.b), menyatakan bahwa energi potensial yang tersimpan oleh sistem elastis pada simpangan maksimum adalah sama dengan yang tersimpan oleh sistem elastoplastis, sehingga nilai R adalah:

$$R = \frac{1}{\sqrt{2\mu - 1}} \tag{3.48}$$



Gambar 3.4 Asumsi respon dari struktur elastik dan elastoplastik. (a) Respon dengan defleksi sama. (b) Respon dengan energi potensial sama.

3.8 Tingkat Daktilitas

Pada perencanaan tingkat daktilitas terbatas menurut Istimawan,1994 adalah beton bertulang diproporsikan berdasarkan suatu ketentuan penyelesaian pendetailan khusus yang memungkinkan struktur memberikan respon inelastik terhadap beban siklis yang bekerja tanpa mengalami keruntuhan getas (μ=2, K_{min}=2).

$$V = 2.C.I.W_t \tag{3.49}$$

Sedangkan tingkat daktilitas penuh memungkinkan struktur memberikan respon inelastik terhadap beban siklis yang bekerja dan mampu menjamin pengembangan mekanisme terbentuknya sendi-sendi plastis dengan kapasitas perencanaan energi yang diperlukan tanpa mengalami keruntuhan (μ=4, K_{min}=1)

$$V = C.I.W_t \qquad (3.50)$$

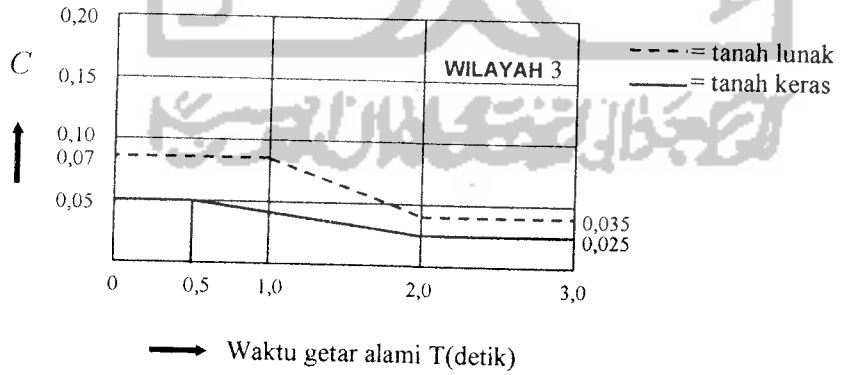
3.9 Gaya Geser Dasar

Analisis gaya-gaya dalam struktur dengan pembebanan gempa menurut PPKGURDG 1987 dihitung dengan persamaan,

$$V_b = C.I.K.Wt \qquad (3.51)$$

dengan V_b adalah gaya gempa dasar, C adalah koefisien gempa dasar, I adalah faktor keutamaan struktur = 1,5 (bangunan sekolah), K adalah faktor jenis struktur, Wt adalah berat kombinasi beban mati dan beban hidup yang direduksi.

Koefisien gempa dasar untuk wilayah gempa 3 ditentukan dengan menggunakan waktu getar alami struktur seperti pada gambar berikut:

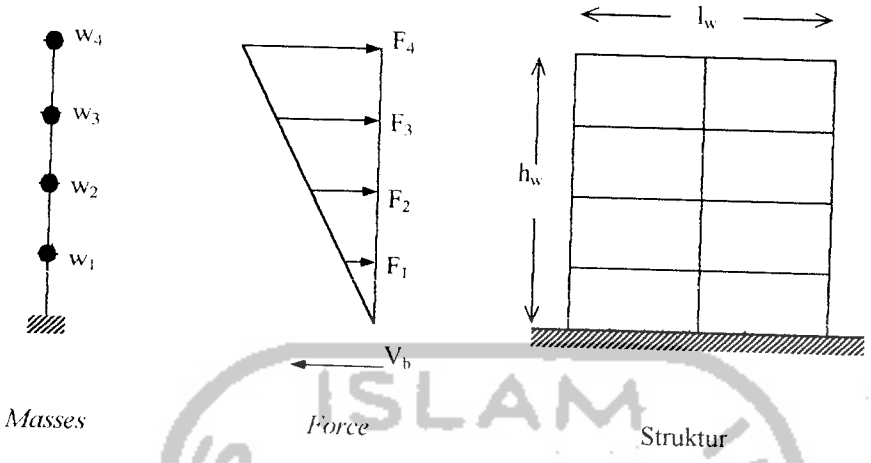


Gambar 3.5 Koefisien gempa dasar (C)

Waktu getar alami T untuk portal beton ditentukan dengan persamaan,

$$T = 0{,}06H^{\frac{3}{4}} \qquad (3.52)$$

dengan: H adalah tinggi struktur



Gambar 3.6 Pembebanan Gempa menurut PPKGURDG 1987

$$F_x = \frac{W_x h_x}{\sum W_x h_x} \times V_b \qquad ; \text{untuk } \frac{h_w}{l_w} < 3{,}0 \qquad (3.53a)$$

$$F_x = 0{,}9\frac{W_x h_x}{\sum W_x h_x} \times V_b + \left(0{,}1\, V_{b\ \text{dipuncak}}\right) \qquad ; \text{untuk } \frac{h_w}{l_w} \geq 3{,}0 \qquad (3.53b)$$

Uraian di atas memberikan gambaran bahwa tingkat daktilitas terbatas memberikan kekuatan geser dua kali lebih besar dibandingkan tingkat daktilitas penuh, dengan kepastian bahwa kekuatan lentur akan tercapai lebih dahulu daripada tegangan geser dan sebaliknya, dengan demikian perencanaan dengan tingkat daktilitas terbatas akan lebih banyak menggunakan tulangan longitudinal daripada tulangan transversal. Kemudian kenaikan nilai daktilitas sebanding dengan penurunan gaya geser rancang.

Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa kapasitas momen rencana (M_R) yang digunakan sama dengan momen ideal (M_n) dikalikan faktor reduksi.

$$M_R = \phi M_n \qquad (3.54)$$

3.9 Perencanaan Struktur Rangka

3.9.1 Perencanaan Struktur Rangka dengan Daktilitas Penuh

a. Perencanaan Balok Portal Terhadap Beban Lentur

Menurut Gideon HK,1993, kuat lentur perlu balok portal yang dinyatakan dengan $M_{u,b}$ harus ditentukan berdasarkan kombinasi pembebanan tanpa atau dengan beban gempa berpedoman pada SK SNI T-15-1991-03, sebagai berikut :

$$M_{u,b} = 1{,}2M_{D,b} + 1{,}6M_{L,bR} \tag{3.55}$$

$$M_{u,b} = 1{,}05\left(M_{D,b} + M_{E,bR} + M_{E,b}\right) \tag{3.56}$$

$$M_{u,b} = 0{,}9M_{D,b} + M_{E,b} \tag{3.57}$$

dengan $M_{D,b}$ adalah momen lentur balok portal akibat beban mati tak terfaktor, $M_{L,b}$ adalah momen lentur balok portal akibat beban hidup tak terfaktor dengan memperhitungkan reduksinya sehubungan dengan peluang terjadinya pada lantai tingkat yang ditinjau, sesuai dengan "Tata Cara Pembebanan untuk Rumah dan Gedung 1987", $M_{E,b}$ adalah momen lentur balok portal akibat beban gempa tak terfaktor.

Perencanaan kuat lentur nominal balok harus dihitung dengan persamaan,

$$\phi M_{nak,b} \geq M_{ub} \tag{3.58}$$

dengan $M_{nak,b}$ = kuat lentur nominal balok berdasarkan tulangan terpasang.

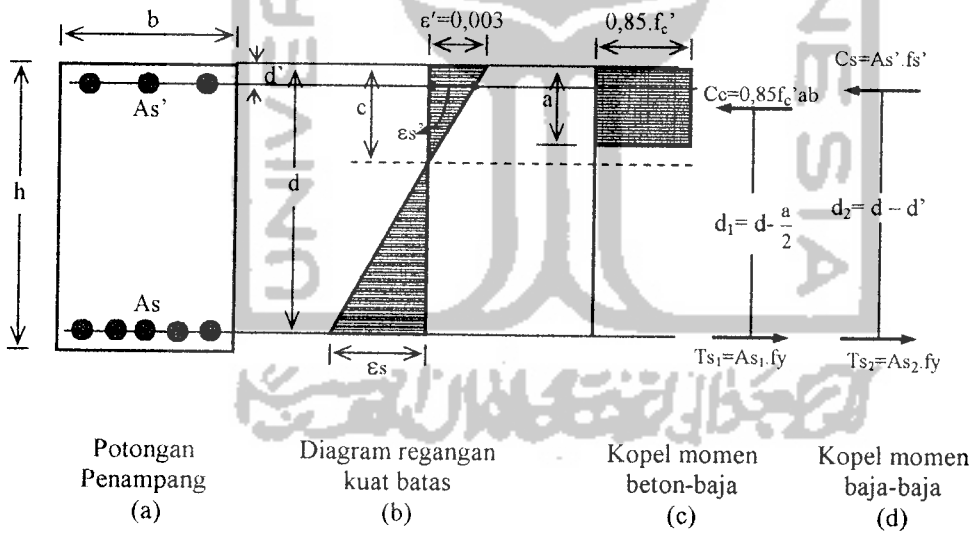
Khusus untuk portal dengan daktilitas penuh perlu dihitung kapasitas lentur sendi plastis balok yang besarnya ditentukan sebagai berikut :

$$M_{kap,b} = \phi_0 M_{nak,b} \tag{3.59a}$$

$$M'_{kap,b} = \phi_0 M'_{kap,b} \qquad (3.59b)$$

dengan $M_{kap,b}$ adalah kapasitas lentur aktual balok pada pusat pertemuan balok kolom dengan memperhitungkan luas tulangan tarik terpasang, $M'_{kap,b}$ adalah kapasitas lentur aktual balok pada pusat pertemuan balok kolom dengan memperhitungkan luas tulangan tekan terpasang, $M_{nak,b}$ adalah kuat lentur nominal balok berdasarkan luas tulangan tarik terpasang, $M'_{nak,b}$ adalah kuat lentur nominal balok berdasarkan luas tulangan tekan, ϕ_0 adalah faktor penambahan kekuatan sebesar 1,25 untuk $f_y < 400$ MPa dan 1,4 untuk $f_y > 400$ Mpa.

Kuat lentur nominal balok ditentukan dengan persamaan-persamaan berikut:



Gambar 3.7 Analisis balok bertulangan rangkap

Kuat gaya tekan balok dihitung dengan persamaan,

$$C_c = 0{,}85.f'_c.a.b \qquad (3.59c)$$

dengan a adalah tinggi blok tegangan tekan beton dan b adalah lebar penampang beton, f'_c adalah kuat tekan beton.

Dengan menganggap tulangan baja tekan sudah meluluh ($f_s' = f_y$), dapat ditentukan kuat tekan baja dengan persamaan,

$$C_s = A_s'.\left(f_y - 0{,}85.f_c'\right) \tag{3.59d}$$

dengan A_s' adalah luasan tulangan baja tekan, f_y adalah kuat leleh baja.

Dengan menganggap tulangan baja tarik sudah meluluh ($f_s = f_y$), dapat ditentukan kuat tarik baja melalui persamaan-persamaan berikut:

$$T = As.f_y \tag{3.59e}$$

dengan As adalah luasan total baja tulangan yang nilainya $As = As_1 + As_2$ (gambar 3.9.1.c dan d).

Keseimbangan gaya-gaya yang terjadi dibuat dalam persamaan berikut:

$T_1 + T_2 = C_c + C_s$ atau;

$$T = C_c + C_s \tag{3.59f}$$

Tinggi blok tegangan tekan persegi ekivalen dihitung dengan persamaan:

$$a = \frac{A_s.f_y - A_s'.\left(f_y - 0{,}85.f_c'\right)}{0{,}85.f_c'.b} \tag{3.59g}$$

Kuat momen lentur nominal balok ditentukan dari kopel momen antara desak beton dengan baja tarik dan kopel momen antara baja desak dengan baja tarik,

$M_{nak,b} = C_c.d_1 + C_s.d_2$ atau; (3.59h)

$$M_{nak,b} = A_{s1}.f_y.\left(d - \frac{a}{2}\right) + A_s'.f_y.(d - d') \tag{3.59i}$$

dengan d_1 adalah kopel momen antara desak beton dengan baja tarik dan d_2 adalah kopel momen antara baja desak dengan baja tarik

b. Perencanaan Balok Portal terhadap Beban Geser

Perencanaan kuat geser balok harus memenuhi ketentuan berikut,

$$\phi V_n \geq V_{u,b} \tag{3.60a}$$

dengan ϕV_n adalah kapaitas geser rencana balok.

Dengan konsep desain kapasitas, kuat geser balok portal dihitung dalam kondisi terjadi sendi-sendi plastis pada kedua ujung balok portal tersebut dengan ketentuan berikut,

$$V_{u,b} = 0{,}7\frac{M_{kap} + M'_{kap}}{l_n} + 1{,}05V_g \tag{3.60b}$$

dengan V_u adalah kuat geser terfaktor pada penampang yang ditinjau, M_{kap} adalah momen kapasitas balok berdasarkan tulangan yang sebenarnya terpasang pada salah satu ujung balok atau bidang muka kolom, M'_{kap} adalah momen kapasitas balok berdasarkan tulangan yang sebenarnya terpasang pada ujung balok atau bidang muka kolom yang lain.

namun tidak perlu lebih besar dari,

$$V_{u,b} = 1{,}0\phi\left(V_{D,b} + V_{L,b} + \frac{4}{K}V_{E,b}\right) \tag{3.60c}$$

dengan $V_{D,b}$ adalah gaya geser balok akibat beban mati, $V_{L,b}$ adalah gaya geser balok akibat beban hidup, $V_{E,b}$ adalah gaya geser balok akibat beban gempa, K adalah faktor jenis struktur ($K \geq 1{,}0$).

Gaya geser maksimum dihitung dengan ketentuan berikut,

$$V_{u,max} = \frac{V_{u,b}}{\phi} \tag{3.60d}$$

Gaya geser pada penampang kritis, sejauh d dari garis tengah kolom dihitung dengan ketentuan berikut,

$$V_u = \frac{l_n - d}{l_n} . V_{u,max} \qquad (3.60e)$$

dengan l_n adalah bentang bersih balok dan d adalah tinggi efektif penampang.

Kuat geser beton untuk komponen yang mengalami geser dan lentur,

$$\phi V_c = 0{,}6 . \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} . b_w . d \qquad (3.60f)$$

dengan bw adalah lebar penampang balok.

Kuat geser nominal (V_n) dihitung dengan ketentuan,

$$V_n = V_c + V_s \qquad (3.60g)$$

dengan b_w adalah lebar balok, V_s adalah kuat geser yang disediakan sengkang.

Kriteria perencanaan tulangan geser:

1. $V_u \le \frac{1}{2} . \phi . V_c$; maka tidak perlu tulangan geser, (3.60h)

   akan tetapi didalam perencanaan digunakan tulangan geser jarak maksimum.

2. $\frac{1}{2} . \phi . V_c \le V_u \le \phi V_c$; maka diperlukan tulangan geser minimum (3.60i)

   Luas tulangan geser minimum (sengkang vertikal) ditentukan dari,

$$A_v = \frac{1}{3} . \frac{b_w . s}{f_y} \quad \text{atau} \quad s = \frac{3 . A_v . f_y}{b_w} \qquad (3.60j)$$

$$V_s = \frac{A_v . f_y . d}{s} \qquad (3.60k)$$

   dengan A_v adalah luasan total tulangan geser, s adalah jarak pusat kepusat tulangan geser kearah sejajar tulangan longitudinal.

3. $\phi V_c \le V_u \le \phi \left(V_c + \frac{1}{3} . \sqrt{f_c'} . b_w . d \right)$; (3.60l)

maka diperlukan tulangan geser untuk menahan gaya geser kelebihan,

$$V_{s,perlu} = V_u - \phi V_c \qquad (3.60m)$$

dengan spasi,

$$s \le \frac{d}{2} \quad \text{atau} \quad s \le 600 \quad \text{mm} \qquad (3.60n)$$

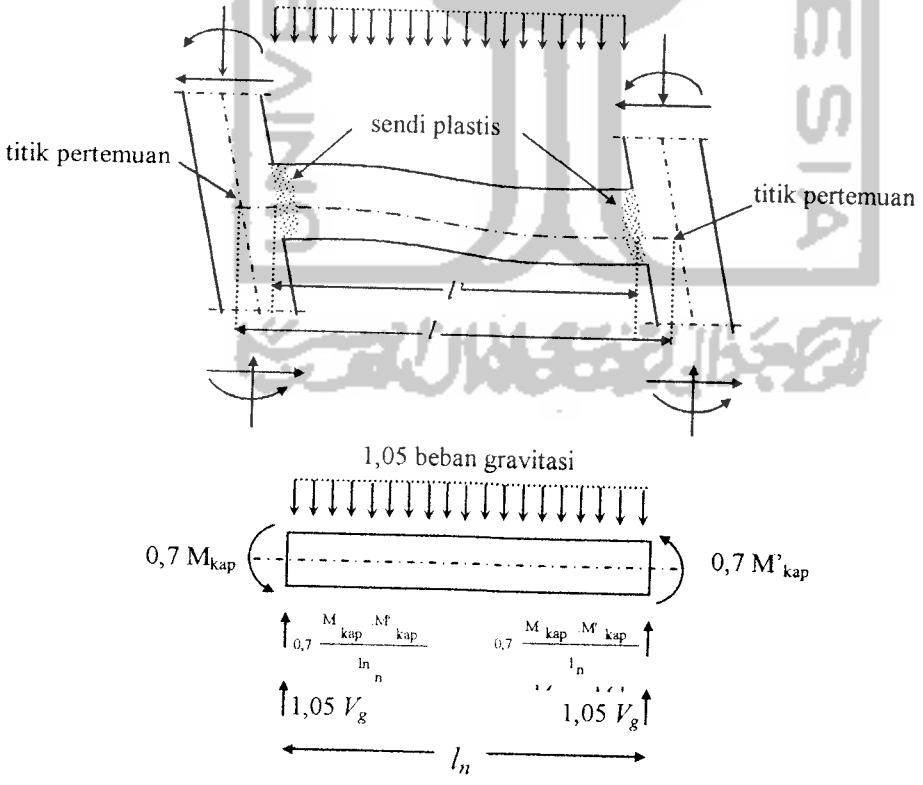
4. $\phi\left(V_c + \frac{1}{3}\sqrt{f'_c}.b_w.d\right) \le V_u \le \phi\left(V_c + \frac{2}{3}\sqrt{f'_c}.b_w.d\right);$ (3.60o)

maka diperlukan tulangan geser untuk menahan gaya geser kelebihan,

$$s \le \frac{d}{4} \quad \text{atau} \quad s \le 300 \quad \text{mm} \qquad (3.60p)$$

5. $V_u > \phi\left(V_c + \frac{2}{3}\sqrt{f'_c}.b_w.d\right);$ (3.60q)

pada kejadian ini penampang balok harus diperbesar.



Gambar 3.8 Balok Portal dengan Sendi Plastis pada Kedua Ujungnya

c. Perencanaan Kolom Portal Terhadap Beban Lentur dan Aksial

Perencanaan kuat lentur kolom menurut Gideon K, harus memenuhi,

$$\phi M_n \geq M_{u.k} \tag{3.61}$$

Kuat lentur kolom portal dengan daktilitas penuh yang ditentukan pada bidang muka balok $M_{u.k}$ harus dihitung berdasarkan terjadinya kapasitas lentur sendi plastis pada ujung balok yang bertemu dengan kolom dengan ketenyuan,

$$\sum M_{u.k} = \frac{h}{h_n} 0,7.\phi_o.\omega_d.\alpha_k \sum M_{kap.b} \tag{3.62a}$$

atau:

$$M_{u.k} = \frac{h}{h_n} 0,7.\phi_o.\omega_d.\alpha_k \left(\frac{l_{ki}}{l_{nki}} M_{kap.ki} + \frac{l_{ka}}{l_{nka}} M_{kap.ka} \right) \tag{3.62b}$$

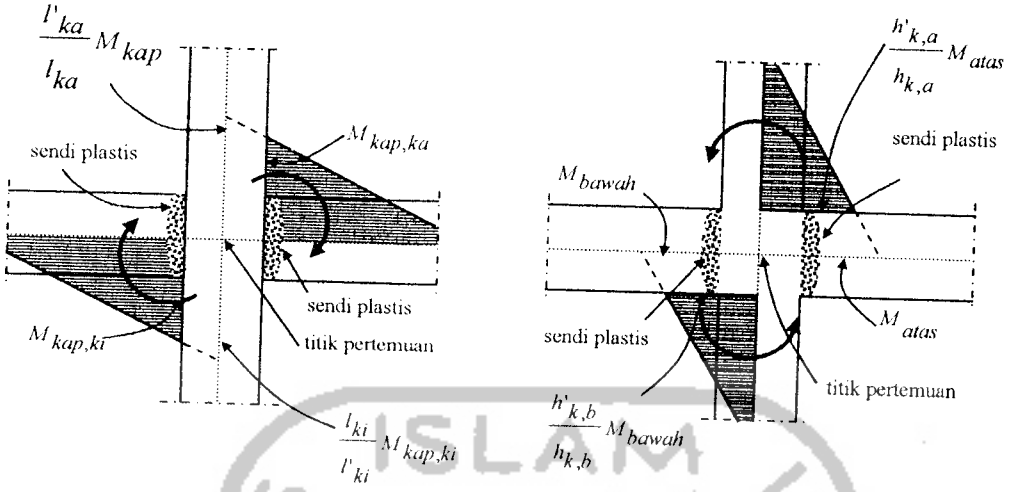
$$\alpha_k = \frac{k_{ka\ b}}{k_a + k_b} \tag{3.62c}$$

dengan $M_{kap.ki}$ adalah momen kapasitas lentur balok di sebelah kiri bidang muka kolom, $M_{kap.ka}$ adalah momen kapasitas lentur balok di sebelah kanan bidang muka kolom, ω_d adalah faktor pembesar dinamis yang memperhitungkan pengaruh terjadinya sendi plastis pada struktur secara keseluruhan (ω_d =1,3), α_k adalah faktor distribusi momen kolom portal sesuai dengan kakakuan relatif kolom atas dan kolom bawah, k adalah kekakuan relatif kolom,

namun dalam segala hal tidak perlu lebih besar dari,

$$M_{u.k} = 1,05\left(M_{D.k} + M_{L.k} + \frac{4}{K} M_{E.k} \right) \tag{3.63}$$

dengan $M_{D.k}$ adalah momen kolom akibat beban mati, $M_{L.k}$ adalah momen kolom akibat beban hidup, $M_{E.k}$ adalah momen kolom akibat beban gempa, K adalah faktor jenis struktur $(K \geq 1,0)$.



Gambar 3.9 Pertemuan Balok Kolom dengan Sendi Plastis pada ujung-ujungnya

Sedangkan beban aksial rencana, $N_{u,k}$ yang bekerja pada kolom portal dengan daktilitas penuh dihitung dari,

$$N_{u,k} = \frac{0{,}7R_n \sum M_{kap,b}}{l_b} + 1{,}05N_{g,k} \qquad (3.64a)$$

dengan $N_{g,k}$ adalah gaya aksial kolom akibat beban gravitasi, R_n adalah faktor reduksi yang ditentukan sebesar,

1,0	untuk $1 < n < 4$
1,1-0,025. n	untuk $4 < n < 20$
0,6	untuk $n > 20$

dan n adalah jumlah lantai di atas kolom yang ditinjau, l_b adalah bentang balok dari pusat ke pusat kolom

tetapi dalam segala hal tidak perlu lebih besar dari,

$$N_{u,k} = 1{,}05\left(N_{g,k} + \frac{4}{K} N_{E,k}\right) \qquad (3.64b)$$

dengan $N_{E,k}$ adalah gaya aksial kolom akibat beban gempa.

Perencanaan kuat tekan kolom perlu memperhatikan faktor kelangsingan kolom yang nilainya ditentukan dari,

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} \tag{3.65a}$$

dengan r adalah jari-jari putaran komponen struktur tekan, I adalah inersia penampang dan A adalah luas penampang total,

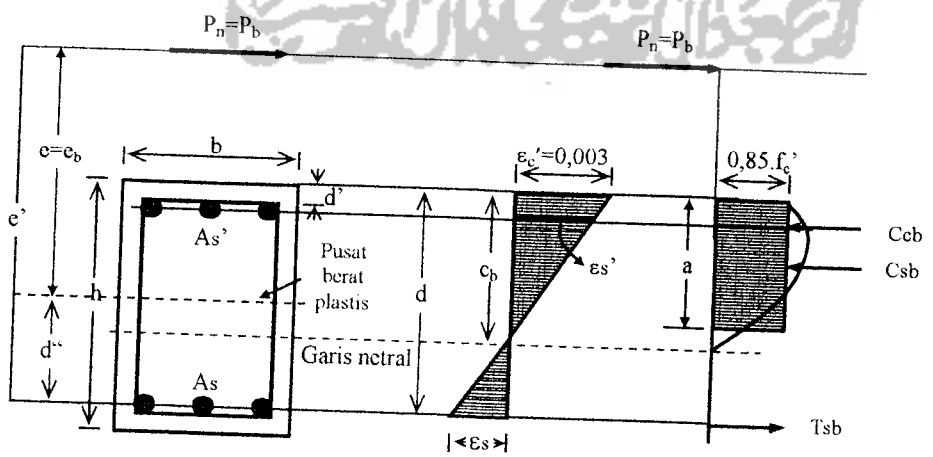
kelangsingan dapat diabaikan bila,

$$\frac{k.l_u}{r} < 34 - 12\left(\frac{M_{1b}}{M_{2b}}\right) \tag{3.65b}$$

$$\frac{k.l_u}{r} < 22 \tag{3.65c}$$

dengan l_u adalah panjang komponen struktur tekan yang tidak ditopang, k adalah faktor panjang efektif tahanan ujung (k=1,0), M_{1b} dan M_{2b} adalah momen-momen ujung berfaktor, $M_{1b} > M_{2b}$.

Perencanaan struktur kolom yang menahan gaya aksial dan momen dengan tinjauan terhadap kondisi seimbang, untuk luas tulangan 1% A_g dihitung menurut ketentuan- ketentuan berikut (Istimawan Dipohusodo):



Gambar 3.10 Keadaan keseimbangan tegangan kolom persegi

Luasan penampang bruto (A_g) ditentukan dari,

$$A_g = b.h \tag{3.65d}$$

Luasan baja tulangan total ditentukan dari,

$$A_{st} = 0{,}01.b.h \tag{3.65e}$$

Tinggi efektif penampang ditentukan dari,

$$d = h - d' \tag{3.65f}$$

Jarak serat tekan terluar kegaris netral pada kondisi seimbang (c_b) ditentukan dari,

$$c_b = \frac{600.d}{600 + f_y} \tag{3.65g}$$

Tinggi blok tekan ekivalen pada kondisi seimbang (a_b) ditentukan dari:

$$a_b = \beta.c_b \tag{3.65h}$$

dengan β adalah faktor reduksi tinggi blok tegangan tekan ekivalen beton (0,85).

Kuat desak baja tulangan ditentukan dari,

$$f_s' = E_s.\left[\varepsilon_c'.\left(\frac{c_b - d'}{c_b}\right)\right] \tag{3.65i}$$

bila $f_s' > f_y$, maka digunakan f_y, dengan anggapan bahwa baja desak telah luluh,

dengan ε_c' adalah regangan beton.

Kuat tarik baja tulangan ditentukan dari,

$$f_s = E_s.\left[\varepsilon_c'.\left(\frac{d - c_b}{c_b}\right)\right] \tag{3.65j}$$

bila $f_s > f_y$, maka digunakan f_y, dengan anggapan bahwa baja tarik telah luluh.

Gaya tekan beton pada kondisi seimbang ditentukan dari,

$$C_{cb} = 0{,}85.f_c'.a_b.b \tag{3.65k}$$

Gaya tekan baja pada kondisi seimbang ditentukan dari,

$$C_{sb} = A_s'.\left(f_y - 0{,}85.f_c'\right) \tag{3.65l}$$

dengan A_s' adalah luasan baja tulangan tekan.

Gaya tarik baja pada kondisi seimbang ditentukan dari,

$$T_{sb} = As.f_y \tag{3.65m}$$

dengan A_s adalah luasan baja tulangan tarik.

Kuat beban aksial nominal pada kondisi seimbang ditentukan dari,

$$P_{nb} = \phi\left(C_{cb} + C_{sb} - T_{sb}\right) \tag{3.65n}$$

Kuat momen nominal pada kondisi seimbang ditentukan dari,

$$M_{nb} = \phi\left[C_{cb}.\left(\frac{h-a_b}{2}\right) + C_{sb}.\left(\frac{h}{2} - d'\right) + T_{sb}.\left(d - \frac{h}{2}\right)\right] \tag{3.65o}$$

dengan eksentrisitas gaya pada kondisi seimbang,

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \tag{3.65p}$$

Tinjauan kolom terhadap kondisi patah desak untuk luas tulangan 1%.Ag diambil harga $c > c_b$, dengan urutan pengerjaan seperti pada kondisi seimbang.

Begitu pula untuk tinjauan terhadap kondisi patah tarik untuk luas tulangan 1%.Ag diambil harga $c < c_b$, dengan urutan pengerjaan seperti pada kondisi seimbang.

Perencanaan kolom untuk kondisi pembebanan tanpa eksentrisitas (aksial murni) ditentukan dengan,

$$P_o = 0{,}85.f_c'.\left(A_g - A_{st}\right) + A_{st}.f_y \tag{3.65q}$$

$$P_{no} = \phi P_o \tag{3.65r}$$

Perencanaan kolom untuk kondisi lentur tanpa beban aksial (lentur murni) ditentukan dengan menggunakan anggapan berikut:

Dengan menganggap tulangan tekan belum luluh, maka nilai c dicari dari,

$$0{,}85.f_c^{'}.\beta_1.c.b + \frac{x - d^{'}}{x} 600.A_s^{'} - A_s.f_y = 0$$

$$0{,}85.f_c^{'}.\beta_1.c^2.b + (c - d^{'})600.A_s^{'} - A_s.f_y = 0$$

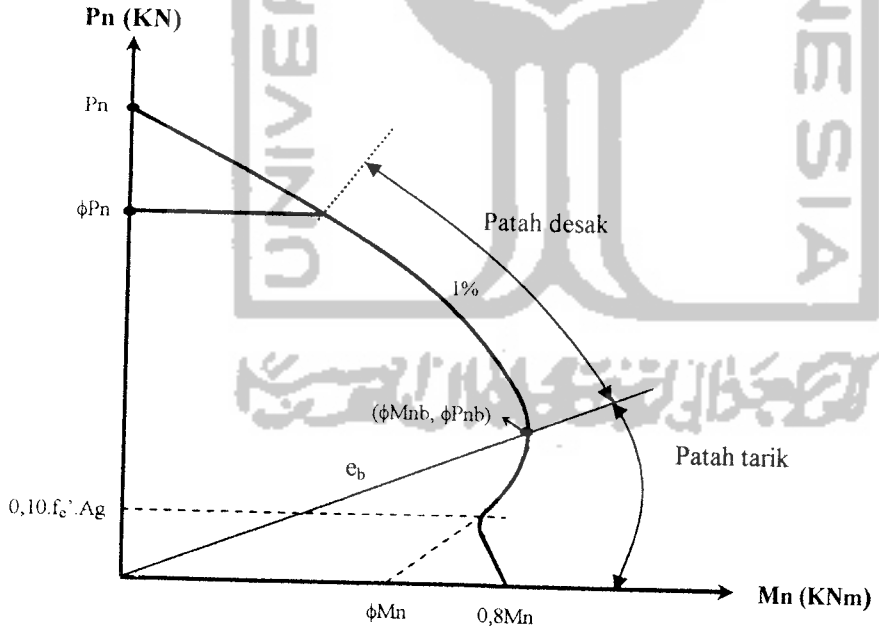
$$0{,}85.f_c^{'}.\beta_1.c^2.b + (600.A_s^{'} - A_s.f_y)c - 600.A_s^{'}.d^{'} = 0 \qquad (3.65s)$$

didapat harga: c, sehingga a = 0,85.c

$$M_0 = \left[0{,}85.f_c^{'}.\left(d - \frac{a}{2}\right) + As.fy.(d - d')\right] \qquad (3.65t)$$

$$M_{no} = \phi\, M_o \qquad (3.65u)$$

kemudian hasil-hasil perhitungan diplotkan kedalam diagram interaksi Pn-Mn sebagai berikut:



Gambar 3.11 Diagram interaksi P_n-M_n untuk luas tulangan 1%

Selanjutnya dilakukan perhitungan yang sama terhadap kondisi seimbang, patah desak dan patah tarik untuk luas tulangan 2%-6% Ag.

Kontrol kapasitas kolom terhadap keruntuhan tarik dengan keseimbangan momen diperhitungkan terhadap titik berat tulangan tarik, dengan demikian eksentrisitas diperhitungkan sebagai:

$$e' = \left[e + \left(d - \frac{h}{2} \right) \right] \tag{3.65v}$$

dengan e'adalah eksentrisitas gaya terhadap titik berat tulangan tarik, selanjutnya didapat hubungan sebagai berikut:

$$\left(1 - \frac{e'}{d} \right) = \frac{h - 2.e}{2.d} \tag{3.65w}$$

Kapasitas kolom terhadap keruntuhan tarik ditentukan dari,

$$P_n = \phi.0,85.f_c^{'}.b.d.\left[\left(1 - \frac{e'}{d} \right) + \sqrt{\left(1 - \frac{e'}{d} \right)^2 + 2.m..\rho.\left(1 - \frac{d'}{d} \right)} \right] > P_u \tag{3.65x}$$

Kontrol kapasitas kolom terhadap keruntuhan tekan ditentukan dengan cara,

$$P_o = \frac{A_s^{'}.f_y}{\frac{e}{(d - d')} + 0,05} + \frac{b.h.f_c^{'}}{\frac{3.h.e}{d^2} + 1,18} \tag{3.65y}$$

$$P_{no} = \phi.P_o > P_u \tag{3.65z}$$

dengan P_o adalah kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas nol.

d. Perencanaan Kolom Portal Terhadap Beban Geser

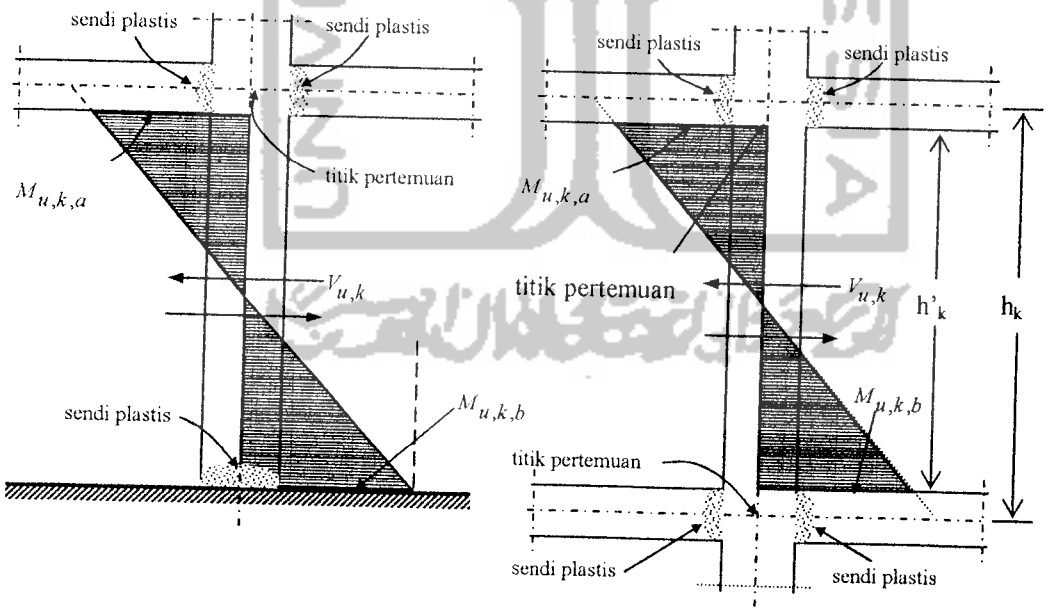
Kuat geser kolom portal dengan daktilitas penuh berdasarkan terjadinya sendi-sendi plastis pada ujung balok-balok yang bertemu pada kolom tersebut menurut Gideon K, dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$V_{u.k} = \frac{M_{u.k\ atas} + M_{u.k\ bawah}}{h'_k} \tag{3.66a}$$

dan dalam segala hal tidak perlu lebih besar dari :

$$V_{u,k} = 1{,}05\left(M_{D,k} + M_{L,k} + \frac{4}{K} V_{E,k} \right) \qquad (3.66b)$$

dengan $M_{u,k\,atas}$ adalah momen rencana kolom pada ujung atas dihitung pada muka balok, $M_{u,k\,bawah}$ adalah momen rencana kolom pada ujung bawah dihitung pada muka balok, $M_{kap,k\,bawah}$ adalah kapasitas lentur ujung dasar kolom lantai yang nilainya sama dengan $\phi_0 M_{nak,k}$ bawah, $M_{nak,k\,bawah}$ adalah kuat lentur nominal aktual ujung dasar kolom lantai dasar (berdasarkan luas tulangan aktual yang terpasang), h'_k adalah tinggi bersih kolom, $V_{D,k}$ adalah gaya geser kolom akibat beban mati, $V_{L,k}$ adalah gaya geser kolom akibat beban hidup, $V_{E,k}$ adalah gaya geser kolom akibat beban gempa.



(a) Kolom lantai dasar

(b) Kolom lantai atas

Gambar 3.12 Kolom Lantai Dasar dan Kolom Lantai Atas

Kuat geser yang disumbangkan beton untuk struktur yang dibebani tekan aksial diberikan dengan ketentuan,

$$V_c = 2.\left(1 + \frac{N_u}{14.A_g}\right).\left(\frac{1}{6}\sqrt{f_c'}\right)b_w.d \qquad (3.66c)$$

Spasi tulangan transversal kolom menurut SK SNI–15-1991-03 ayat 3.14.4 butir 4, yaitu:

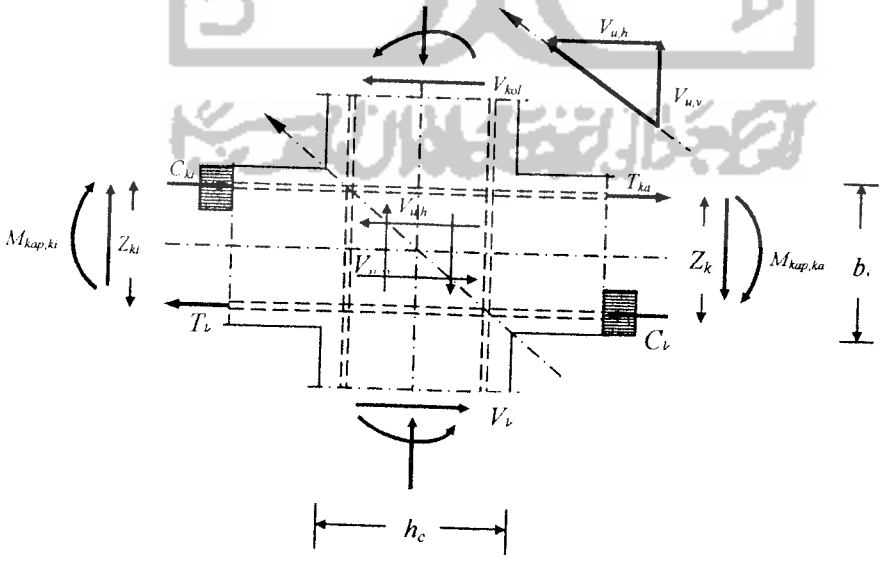
a. ≤ seperempat dari dimensi komponen struktur terkecil (3.66d)

b. ≤ delapan kali diameter tulangan memanjang (3.66e)

c. ≤ 100 mm (3.66f)

e. Perencanaan Panel Pertemuan Balok Kolom

Panel pertemuan balok kolom portal diproporsikan untuk dapat memenuhi persyaratan kuat geser horizontal perlu ($V_{u,h}$) dan kuat geser vertikal perlu ($V_{u,v}$) yang berkaitan dengan terjadinya momen kapasitas pada sendi plastis pada kedua ujung balok (**Gideon K.**), seperti gambar berikut:



Gambar 3.14 Panel pertemuan balok dan kolom portal

Gaya-gaya yang membentuk keseimbangan pada join rangka ditentukan dengan ketentuan sebagai berikut:

Gaya geser horizontal kolom pada join (V_{kol}) ditentukan dari,

$$V_{kol} = \frac{0,7\left(\frac{l_{ki}}{l'_{ki}} M_{kap,ki} + \frac{l_{ka}}{l'_{ka}} M_{kap,ka}\right)}{\frac{1}{2}\left(h_{k,a} + k_{k,b}\right)} \qquad (3.67a)$$

dengan l_{ki} adalah panjang bentang balok sebelah kiri join, l'_{ki} adalah panjang bentang netto balok sebelah kiri join, l_{ka} adalah panjang bentang balok sebelah kanan join, l'_{ka} adalah panjang bentang netto balok sebelah kanan join, h_{ka} adalah tinggi kolom atas, h_{kb} adalah tinggi kolom bawah.

Tegangan geser horizontal nominal (V_{jh}) dalam join adalah,

$$V_{jh} = C_{ki} + T_{ka} - V_{kol} \qquad (3.67b)$$

dengan C_{ki} adalah gaya desak beton dalam inti join, T_{ki} adalah gaya tarik baja dalam inti join yang nilainya ditentukan sebagai berikut:

$$C_{ki} = T_{ki} = 0,7\frac{M_{kap,ki}}{Z_{ki}} \qquad (3.67c)$$

$$T_{ka} = C_{ka} = 0,7\frac{M_{kap,ka}}{Z_{ka}} \qquad (3.67d)$$

dengan Z adalah kopel momen antara gaya desak beton dan gaya tarik baja dalam inti beton disebelah kiri dan kanan join.

Kontrol tegangan geser horizontal minimal ditentukan dari,

$$V_{j.h} = \frac{V_{j.h}}{b_j . h_c} \qquad (3.67e)$$

dengan b_j adalah tinggi balok dan h_c adalah tinggi pototngan penampang kolom dalam arah geser yang ditinjau,

dengan nilai V_{jh} tidak boleh melebihi ketentuan berikut:

$$V_{jh} \leq 1{,}5\sqrt{f_c'} \text{ (Mpa)} \qquad (3.67f)$$

Gaya geser horizontal V_{jh} ditahan oleh dua mekanisme kuat geser inti join, yaitu :

a. Strat beton diagonal yang melewati daerah tekan ujung join yang memikul gaya geser V_{ch}.

b. Mekanisme panel rangka yang terdiri dari sengkang horizontal dan strat beton diagonal daerah tarik join yang memikul gaya geser V_{sh}.

Besarnya V_{ch} harus diambil sama dengan nol kecuali bila:

a. Tegangan tekan rata-rata minimal pada penampang bruto kolom beton di atas join, termasuk tegangan prategang, apabila ada, melebihi nilai $0{,}1\ f_c'$, maka :

$$V_{ch} = \frac{2}{3}\left\{\sqrt{\left(\frac{N_{n,k}}{A_g} - 0{,}1f_c'\right)}\right\}b_j h_c \qquad (3.67g)$$

b. Balok diberi gaya prategang yang melewati join, maka :

$$V_{ch} = 0{,}7P_{cs} \qquad (3.67h)$$

dengan P_{cs} adalah gaya permanen dalam baja prategang yang terletak di sepertiga bagian tengah tinggi kolom.

c. Seluruh balok pada join dirancang sehingga penampang kritis sendi plastis terletak pada jarak yang lebih kecil dari tinggi penampang balok diukur dari muka kolom, maka:

$$V_{ch} = 0{,}5\left(\frac{A_s'}{A_s}\right)V_{jh}\left(1 + \frac{N_{n,k}}{0{,}4A_g f_c'}\right) \qquad (3.67i)$$

dimana rasio $\frac{A_s'}{A_s} \leq 1$.

Bila tegangan tekan rata-rata minimum pada penampang bruto kolom di atas join kurang dari $0{,}1f_c'(\rho_c < 0{,}1f_c')$ maka:

$$V_{sh} = V_{jh} - \frac{2}{3}\sqrt{\left(\frac{N_{u,k}}{A_g}\right)} - (0{,}1.f_c')b_{jh} \qquad (3.67j)$$

Pada join rangka dengan melakukan relokasi sendi plastis

$$V_{sh} = V_{jh} - 0{,}5\frac{A_s'}{A_s}V_{jh}\left(1 + \frac{N_{u,k}}{0{,}4A_g f_c'}\right) \qquad (3.67k)$$

Luas total efektif tulangan geser horizontal yang melewati bidang kritis diagonal dengan yang diletakkan didaerah tekan join efektif b_j tidak boleh kurang dari

$$A_{jh} = \frac{V_{jh}}{f_y} \qquad (3.67l)$$

Geser join vertikal V_{jv} dapat dihitung dari,

$$V_{jv} = V_{jh}\frac{h_c}{b_j} \qquad (3.67m)$$

Tulangan join geser vertikal didapat dari

$$V_{sv} = V_{jv} - V_{cv} \qquad (3.67n)$$

menjadi:

$$V_{cv} = A_{sc}'\frac{V_{sh}}{V_{sc}}\left(0{,}6 + \frac{N_{u,k}}{A_g f_c'}\right) \qquad (3.67o)$$

dengan A_{sc}' adalah luas tulangan longitudinal tekan, A_{sc} adalah luas tulangan longitudinal tarik

Luas tulangan join vertikal ditentukan dari

$$A_{jv} = \frac{V_{sv}}{f_y} \qquad (3.67p)$$

3.8.2 Perencanaan Struktur Rangka dengan Daktilitas Terbatas

a. Perencanaan Balok Portal Terhadap Beban Lentur

Kuat lentur perlu balok portal yang dinyatakan dengan $M_{u.b}$ dihitung dengan cara yang sama untuk balok portal dengan daktilitas penuh.

b. Perencanaan Balok Portal Terhadap Beban Geser

Gaya geser rencana balok portal dengan daktilitas terbatas menurut Gideon K, harus dihitung menurut persamaan berikut :

$$V_{u.b} = 1{,}05\left(V_{D.b} + V_{L.b} \pm \frac{4}{K} V_{E.k} \right) \qquad (3.68)$$

dengan $V_{D.b}$ adalah gaya geser balok akibat beban mati takterfaktor, $V_{L.b}$ adalah gaya geser balok akibat beban hidup takterfaktor, $V_{E.b}$ adalah gaya geser balok akibat beban gempa takterfaktor, K adalah faktor jenis struktur $(K \geq 2{,}0)$

c. Perencanaan Kolom Terhadap Beban Lentur dan Aksial

Kuat lentur kolom portal dengan daktilitas terbatas menurut Gideon K, harus memenuhi:

$$M_{u.k} = 1{,}05\left(M_{D.k} + M_{L.k} \pm \omega_d N_{E.k}\right) \qquad (3.69)$$

dengan $M_{D.k}$ adalah momen kolom akibat beban mati takterfaktor, $M_{L.k}$ adalah momen kolom akibat beban hidup takterfaktor, $M_{E.k}$ adalah momen kolom akibat beban gempa takterfaktor, ω_d adalah faktor pembesar dinamis = 1,3.

Gaya akibat rencana $N_{u.k}$ yang bekerja pada kolom portal dihitung dari :

$$N_{u.k} = 1{,}05\left(N_{D.k} + N_{L.k} \pm \omega_d N_{E.k}\right) \qquad (3.70)$$

dengan $N_{D,k}$ adalah gaya aksial kolom akibat beban mati takterfaktor, $N_{L,k}$ adalah gaya aksial kolom akibat beban hidup takterfaktor, $N_{E,k}$ adalah gaya aksial kolom akibat beban gempa takterfaktor, ω_d adalah faktor pembesar dinamis (1,3).

d. Perencanaan Kolom Terhadap Beban Geser

Kuat geser rencana kolom portal dengan daktilitas terbatas, $V_{u,k}$ menurut Gideon K, harus dihitung dari :

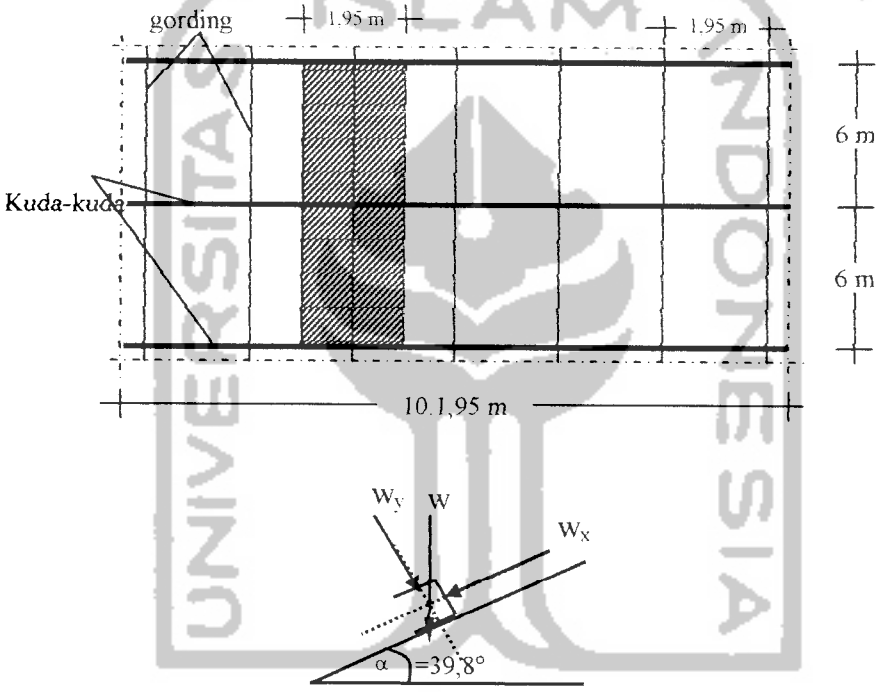
$$V_{u,k} = 1{,}05\left(V_{D,k} + V_{L,k} \pm \omega_d V_{E,k}\right) \qquad (3.71)$$

dengan $V_{D,k}$ adalah gaya geser kolom akibat beban mati takterfaktor, $V_{L,k}$ adalah gaya geser kolom akibat beban hidup takterfaktor, $V_{E,k}$ adalah gaya geser kolom akibat beban gempa takterfaktor, ω_d adalah faktor pembesar dinamis.

BAB IV

PERHITUNGAN STRUKTUR

4.1.Perencanaan Gording (untuk kuda-kuda KA_1, KA_2, KA_3, KA_4)



Gambar 4.1 Arah Pembebabanan Gording

4.1.1 Pembebanan Gording

a. Beban Mati, (Genting beton = 0,5 kN/m^2), (dari 3.1)

- Genting beton, reng, usuk : 0,5 x 1,95 = 0,975 kN/m
- Gording taksiran : = 0,15 kN/m

W_D = 1,125 kN/m

b. Beban Hidup, (L = 0,2 kN/m^2), (dari 3.2)

- Beban pekerja atap : W_L = 0,2 x 1,95 = 0,39 kN/m

c. Beban Air Hujan, (dari 3.3)

- Beban air hujan : W_R= (40-0,8α).0,0195 = 0,159 kN/m

d. Beban Angin (W = 0,4 kN/m^2), (dari 3.4)

- Tiup angin:

  c_1 = (0,02 α) – 0,4 = (0,02 x 39,8) - 0,4 = 0,396 (dari 3.4a)

  w_t = 0,396 x 0,4 x 1,95 = 0,309 kN/m

- Hisap angin

  c_2 = -0,4 (dari 3.4b)

  w_h = -0,4 . 0,4 . 1,95 = -0,312 kN/m

e. Momen arah sumbu x dan sumbu y, (dari 3.5)

- Sumbu x (satu sagrod)



- Sumbu y (dua sagrod)



Tabel 4.1 Pembebanan dan momen sumbu x dan sumbu y

No	Jenis pembebanan	Wx	Wy	Mx	My
		w.sin 39,8°	w.cos 39,8°	$M_x = \frac{1}{11}.w_y.L^2$	$M_y = \frac{1}{11}.w_x.L^2$
1	Beban mati (D)	0,720	0,864	0,262	2,828
2	Beban hidup (L)	0,250	0,300	0,091	0,981
3	Beban hujan (R)	0,102	0,122	0,037	0,399
4	Beban angin (W)				
	- Tiup angin	0	0,309	0	1,011
	- Hisap angin	0	-0,312	0	-1,021

Tabel 4.2 Kombinasi pembebanan LRFD

No	Kombinasi	Mu,x (kNm)	Mu,y (kNm)
1	1,4 MD	0,367	3,959
2	1,2 MD + 0,5 ML	0,460	3,672
3	1,2 MD + 0,5MR	0,333	3,381
4	1,2 MD + 1,6 ML + 0,8 MW_{tiup}	**0,460**	**5,772**
5	1,2 MD + 1,6 ML + 0,8 MW_{hisap}	0,460	3,934
6	1,2 MD +1,3 MW_{tiup} + 0,5 ML	0,339	4,986
7	1,2 MD +1,3 MW_{hisap} + 0,5 ML	0,339	2,345

4.1.2 Pendimensian Gording

a. Arah sumbu x

Mu,x = 0,440 kNm

Fy = 250 MPa,

Asumsi penampang kompak, kuat desain:

$$S_y \geq \frac{0{,}460 \times 10^6}{09 \times 250} = 1955{,}56 \quad mm^3 = 1{,}96 \quad cm^3 \qquad \text{(dari 3.6)}$$

Dipakai Profil $\lfloor_{250x50x20x4,0}$

$S_x = 83{,}7\ cm^3$; $S_y = 5{,}66\ cm^3$

$I_x = 1050\ cm^4$; $I_y = 23{,}3\ cm^4$

b. Arah sumbu y

Mu,y = 5,559 kNm

$$S_x = \frac{5{,}559 \times 10^6}{0{,}9 \times 250} = 24706{,}667 \quad mm^3$$

$= 24{,}707 \quad cm^3 < 83{,}7 \quad cm^3$

profil aman digunakan.

c. Kontrol Lendutan

- Lendutan sejajar gording

  E = 210.000 MPa

  L = 2000 mm (dipasang dua sagrod)

  $W_x = 1{,}2.0{,}720 + 1{,}6.0{,}250 + 0.8.0 = 1{,}264 \quad kN/m$

  dari persamaan 3.7a, didapat:

$$\delta_x = \frac{5}{384} x 1{,}264 x \frac{2000^4}{2.10^5 x 23{,}3.10^4} = 5{,}4 \quad mm < \frac{2000}{360} = 5{,}6 \quad mm$$

- Lendutan tegak lurus gording

  E = 210.000 MPa

  L = 6000 mm

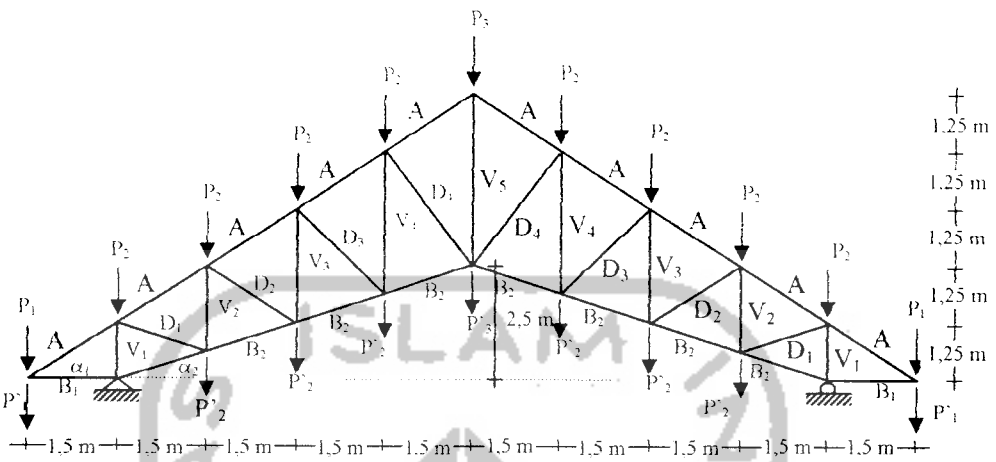
  $W_x = 1{,}2.0{,}864 + 1{,}6.0{,}300 + 0{,}8.0{,}309 = 1{,}764 \quad kN/m$

  dari persamaan 3.7b, didapat:

$$\delta_y = \frac{5}{384} x 1{,}764 x \frac{6000^4}{2.10^5 x 1050.10^4} = 14{,}175 \quad mm < \frac{6000}{360} = 16{,}67$$

4.2 Perencanaan Rangka Kuda-Kuda

4.2.1 Perencanaan Pembebanan Kuda-kuda KA_1



Gambar 4.2 Kuda-kuda baja KA_1

4.2.1.1 Beban Mati (dari 3.8)

P_1 = berat gording : 0,11 x 6 = 0,66 kN

berat genting : 0,5 x 6 x 0,5 x 1,95 = 2,93 kN

Berat total P_1 = 3,59 kN

P_2 = berat gording : 0,11 x 6 = 0,66 kN

berat genting : 0,5 x 6 x 1,95 = 5,86 kN

Berat total P_2 = 6,52 kN

P_3 = berat gording : 0,11 x 6 x 2 = 1,23 kN

berat genting : 0,5 x 6 x 1,95 = 5,86 kN

Berat total P_3 = 7,09 kN

P'_1 = berat eternit + penggantung : 0,18 x 6 x 0,5 x1,5 = 0,81 kN

berat taksiran kuda-kuda : 0,5 x 0,5 x 1,5 = 0,38 kN

Berat total P'_1 = 1,19 kN

P'_2 = berat eternit + penggantung = 0,18 x 6 x 1,625 = 1,76 kN

berat taksiran kuda-kuda = 0,5 x 1,625 = 0,81 kN

Berat total P'_2 = 2,57 kN

4.2.1.2 Beban Hidup, (dari 3.9)

P_1 = beban hidup = 0,2 x 6 x 0,5 x 1,95 = 1,17 kN

$P_2 = P_3$ = beban hidup = 0,2 x 6 x 1,95 = 2,34 kN

4.2.1.3 Beban Angin, (dari 3.9)

muatan angin = 0,4 kN/m^2

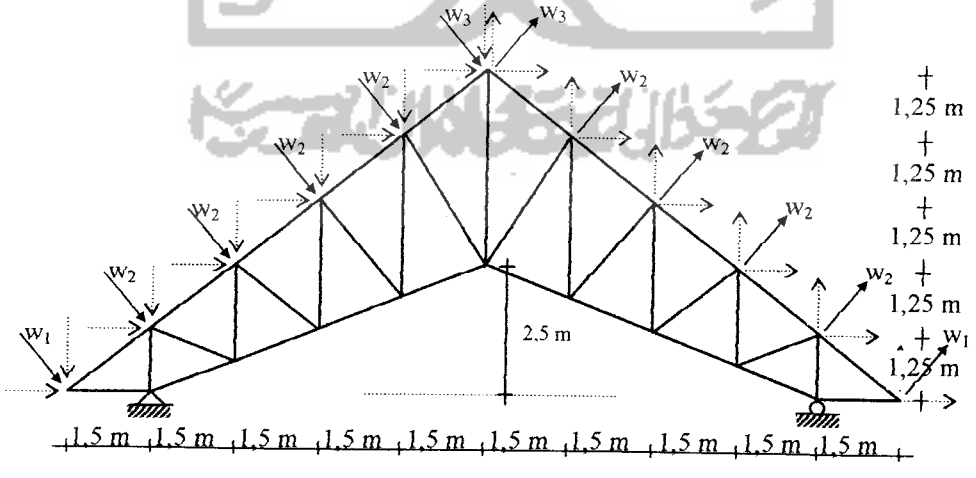
koefisien angin tekan, c_1 = (0,02 x α) - 0,4 = 0,02 (39,8) – 0,4 = 0,396

koefisien angin hisap, c_2 = -0,4

w_t = 0,396 x 0,4 = 0,16 kN/m^2

w_h = -0,4 x 0,4 = -0,16 kN/m^2

a. Angin Kiri



Gambar 4.3 Beban angin kiri pada kuda-kuda baja KA_1

- sisi kiri = angin tekan

$wt_1 = 0{,}16 \times 0{,}5 \times 1{,}95 \times 6 = 0{,}93$ kN

$wt_{x1} = 0{,}93 \times \sin 39{,}8 = 0{,}59$ kN

$wt_{y1} = 0{,}93 \times \cos 39{,}8 = 0{,}71$ kN

$wt_2 = 0{,}16 \times 1{,}95 \times 6 = 1{,}85$ kN

$wt_{x2} = 1{,}85 \times \sin 39{,}8 = 1{,}19$ kN

$wt_{y2} = 1{,}85 \times \cos 39{,}8 = 1{,}42$ kN

- sisi kanan = angin hisap

$wh_1 = -0{,}16 \times 0{,}5 \times 1{,}95 \times 6 = -0{,}93$ kN

$wh_{x1} = 0{,}93 \times \sin 39{,}8 = 0{,}59$ kN

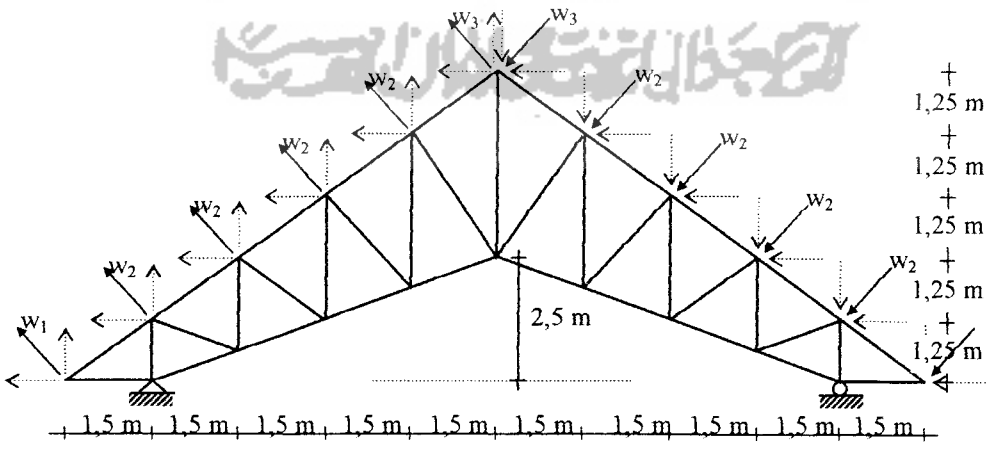
$wh_{y1} = 0{,}93 \times \cos 39{,}8 = 0{,}72$ kN

$wh_2 = -0{,}16 \times 1{,}95 \times 6 = -1{,}87$ kN

$wh_{x2} = 1{,}87 \times \sin 39{,}8 = 1{,}19$ kN

$wh_{y2} = 1{,}87 \times \cos 39{,}8 = 1{,}44$ kN

b. Angin Kanan



Gambar 4.4 Beban angin kanan pada kuda-kuda baja KA_1

- sisi kiri = hisap

wh_1 = -0,16 x 0,5 x 1,95 x 6 = -0,94 kN

wh_{x1} = 0,94 x sin 39,8 = 0,59 kN

wh_{y1} = 0,94 x cos 39,8 = 0,72 kN

wh_2 = -0,16 x 1,95 x 6 = -1,87 kN

wh_{x2} = 1,87 x sin 39,8 = 1,19 kN

wh_{y2} = 1,87 x cos 39,8 = 1,44 kN

- sisi kanan = tekan

wt_1 = 0,16 x 0,5 x 1,95 x 6 = 0,93 kN

wt_{x1} = 0,93 x sin 39,8 = 0,59 kN

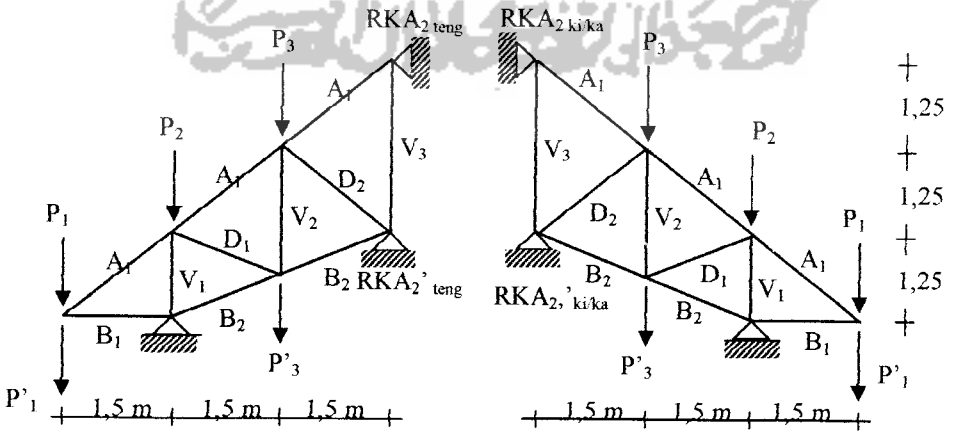
wt_{y1} = 0,93 x cos 39,8 = 0,71 kN

wt_2 = 0,16 x 1,95 x 6 = 1,85 kN

wt_{x2} = 1,85 x sin 39,8 = 1,19 kN

wt_{y2} = 1,85 x cos 39,8 = 1,42 kN

4.2.2 Perencanaan Pembebanan Kuda-Kuda KA_2



Gambar 4.5 Kuda-Kuda KA_2

4.2.2.1 Beban Mati

P_1 = berat gording : 0,11 x 6 = 0,66 kN

berat genting : 0,5 x $\left[\frac{(6+5,25)x0,98}{2}\right]$ = 2,75 kN

Berat total P_1 = 3,41 kN

P_2 = berat gording : 0,11 x 4,5 = 0,49 kN

berat genting : 0,5 x $\left[\frac{(5,25+3,75)x1,95}{2}\right]$ = 4,39 kN

Berat total P_2 = 4,88 kN

P_3 = berat gording : 0,11 x 3 = 0,33 kN

berat genting : 0,5 x $\left[\frac{(3,75+2,25)x1,95}{2}\right]$ = 2,93 kN

Berat total P_3 = 3,26 kN

P_4 = berat gording : 0,11 x 3 = 0,33 kN

berat genting : 0,5 $\left[\left(\frac{(2,25+0,75)x1,95}{2}\right)x2+\left(\frac{0,75}{2}x0,75x2\right)\right]$ = 3,21 kN

Berat total P_4 = 3,54 kN

P'_1 = berat eternit + penggantung : 0,18 x $\left[\frac{(6+5,25)x0,75}{2}\right]$ = 0,76 kN

berat taksiran kuda-kuda : 0,5 x 0,5 x 1,5 = 0,38 kN

Berat total P'_1 = 1,14 kN

P'_3 = berat eternit+penggantung = 0,18 x $\left[\frac{(3,75+2,25)x1,63}{2}\right]$ = 0,88 kN

berat taksiran kuda-kuda = 0,5 x 1,5 = 0,75 kN

Berat total P'_3 = 1,63 kN

P'_4 = berat eternit + penggantung :

$$0,18 \text{ x } \left[\left(\frac{(2,25+0,75)\text{x}1,63}{2}\right)\text{x}2+\left(\frac{0,75}{2}\text{x}0,75\text{x}2\right)\right] = 0,98 \text{ kN}$$

berat taksiran kuda-kuda : 0,5 x 2,25 = 1,13 kN

Berat total P'_4 = 2,11 kN

4.2.2.2 Beban Hidup

$$P_1 = 0,2 \text{ x } \left[\frac{(6+5,25)\text{x}0,98}{2}\right] = 1,09 \text{ kN}$$

$$P_2 = 0,2 \text{ x } \left[\frac{(5,25+3,75)\text{x}1,95}{2}\right] = 1,76 \text{ kN}$$

$$P_3 = 0,2 \text{ x } \left[\frac{(3,75+2,25)\text{x}1,95}{2}\right] = 1,17 \text{ kN}$$

$$P_4 = 0,2 \text{ x } \left[\left(\frac{(2,25+0,75)\text{x}1,95}{2}\right)\text{x}2+\left(\frac{0,75}{2}\text{x}0,75\text{x}2\right)\right] = 1,28 \text{ kN}$$

4.2.2.3 Beban Angin

muatan angin = 0,4 KN/m^2

koefisien angin tekan, $c_1 = (0,02 \text{ x } \alpha) - 0,4 = 0,02\ (39,8) - 0,4 = 0,396$

koefisien angin hisap, $c_2 = -0,4$

$w_t = 0,396 \text{ x } 0,4 = 0,16 \text{ kN/m}^2$

$w_h = -0,4 \text{ x } 0,4 = -0,16 \text{ kN/m}^2$

a. Angin Kiri

- sisi kiri = tekan

$$wt_1 = 0,16 \text{ x } \left[\frac{(6+5,25)\text{x}0,98}{2}\right] = 0,87 \text{ kN}$$

$$wt_2 = 0,16 \text{ x} \left[\frac{(5,25 + 3,75)\text{x}1,95}{2} \right] = 1,39 \text{ kN}$$

$$wt_3 = 0,16 \text{ x} \left[\frac{(3,75 + 2,25)\text{x}1,95}{2} \right] = 0,93 \text{ kN}$$

$$wt_4 = 0,16 \text{ x} \left[\left(\frac{(2,25 + 0,75)\text{x}1,95}{2} \right) + \left(\frac{0,75}{2} \text{x}0,75 \right) \right] = 0,508 \text{ kN}$$

- sisi kanan = hisap

$$wh_1 = -0,16 \text{ x} \left[\frac{(6 + 5,25)\text{x}0,98}{2} \right] = 0,88 \text{ kN}$$

$$wh_2 = -0,16 \text{ x} \left[\frac{(5,25 + 3,75)\text{x}1,95}{2} \right] = 1,41 \text{ kN}$$

$$wh_3 = -0,16 \text{ x} \left[\frac{(3,75 + 2,25)\text{x}1,95}{2} \right] = 0,94 \text{ kN}$$

$$wh_4 = -0,16 \text{ x} \left[\left(\frac{(2,25 + 0,75)\text{x}1,95}{2} \right) + \left(\frac{0,75}{2} \text{x}0,75 \right) \right] = 0,52 \text{ kN}$$

b. Angin Kanan

- sisi kiri = hisap

$$wh_1 = -0,16 \text{ x} \left[\frac{(6 + 5,25)\text{x}0,98}{2} \right] = 0,88 \text{ kN}$$

$$wh_2 = -0,16 \text{ x} \left[\frac{(5,25 + 3,75)\text{x}1,95}{2} \right] = 1,41 \text{ kN}$$

$$wh_3 = -0,16 \text{ x} \left[\frac{(3,75 + 2,25)\text{x}1,95}{2} \right] = 0,94 \text{ kN}$$

$$wh_4 = -0,16 \text{ x} \left[\left(\frac{(2,25 + 0,75)\text{x}1,95}{2} \right) + \left(\frac{0,75}{2} \text{x}0,75 \right) \right] = 0,52 \text{ kN}$$

- sisi kanan = tekan

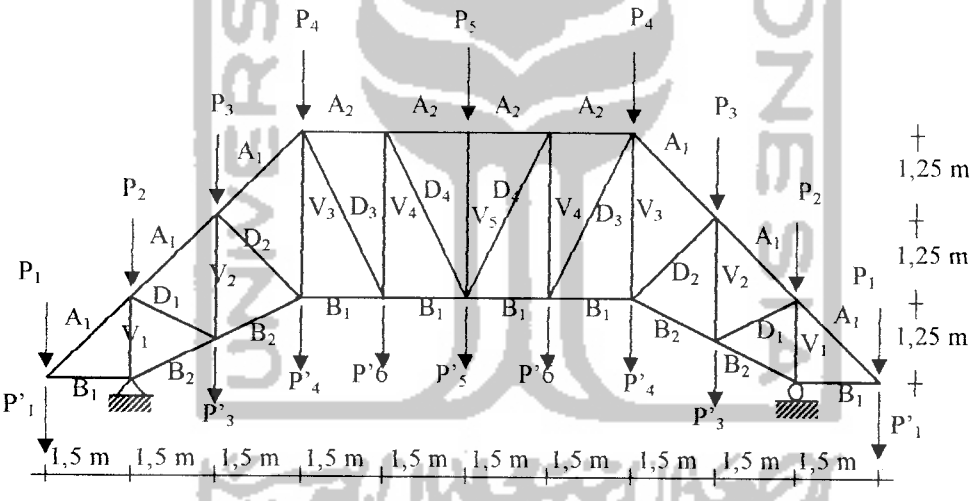
$$wt_1 = 0{,}16 \text{ x } \left[\frac{(6+5{,}25)\text{x}0{,}98}{2}\right] = 0{,}88 \text{ kN}$$

$$wt_2 = 0{,}16 \text{ x } \left[\frac{(5{,}25+3{,}75)\text{x}1{,}95}{2}\right] = 1{,}39 \text{ kN}$$

$$wt_3 = 0{,}16 \text{ x } \left[\frac{(3{,}75+2{,}25)\text{x}1{,}95}{2}\right] = 0{,}93 \text{ kN}$$

$$wt_4 = 0{,}16 \text{ x } \left[\left(\frac{(2{,}25+0{,}75)\text{x}1{,}95}{2}\right)+\left(\frac{0{,}75}{2}\text{x}0{,}75\right)\right] = 0{,}51\text{kN}$$

4.2.3 Perencanaan Pembebanan Kuda-kuda KA_3



Gambar 4.6 Kuda-Kuda KA_3

4.2.3.1 Beban Mati

P_1 = berat gording : 0,11 x 6 = 0,66 kN

berat genting : 0,5 x $\left[\frac{(6+5{,}25)\text{x}0{,}98}{2}\right]$ = 2,75 kN

Berat total P_1 = 3,41 kN

P_2 = berat gording : 0,11 x 4,5 = 0,49 kN

berat genting : 0,5 x $\left[\frac{(5,25+3,75)x1,95}{2}\right]$ = 4,39 kN

Berat total P_2 = 4,88 kN

P_3 = berat gording : 0,11 x 3 = 0,33 kN

berat genting : 0,5 x $\left[\frac{(3,75+2,25)x1,95}{2}\right]$ = 2,93 kN

Berat total P_3 = 3,26 kN

P_4 = berat gording : 0,11 x 3 = 0,33 kN

berat genting : 0,5 $\left[\left(\frac{(2,25+0,75)x1,95}{2}\right)x2+\left(\frac{0,75}{2}x0,75x2\right)\right]$ = 3,21 kN

$RKA_{2\ ki/ka}$: = 2,17 kN

Berat total P_4 = 5,71 kN

P_5 = berat gording : 0,11 x 3 = 0,33 kN

berat genting : 0,5 x 3 x 2,25 = 3,38 kN

$RKA_{2\ teng}$: = 2,61 kN

Berat total P_5 = 6,32 kN

P'_1 = berat eternit + penggantung : 0,18 x $\left[\frac{(6+5,25)x0,75}{2}\right]$ = 0,76 kN

berat taksiran kuda-kuda : 0,5 x 0,5 x 1,5 = 0,38 kN

Berat total P'_1 = 1,14 kN

P'_3 = eternit + penggantung = 0,18 x $\left[\frac{(3,75+2,25)x1,625}{2}\right]$ = 0,88 kN

berat taksiran kuda-kuda = 0,5 x 1,5 = 0,75 kN

Berat total P'_3 = 1,63 kN

P'_4 = berat eternit + penggantung :

$$0{,}18 \text{ x } \left[\left(\frac{(2{,}25+0{,}75)\text{x}1{,}63}{2}\right)\text{x}2+\left(\frac{0{,}75}{2}\text{x}0{,}75\text{x}2\right)\right] = 0{,}98 \text{ kN}$$

berat taksiran kuda-kuda : 0,5 x 2,25 = 1,13 kN

$RKA_2{}'_{ki/ka}$: = 0,26 kN

Berat total P'_4 = 4,07 kN

P'_5 = berat eternit + penggantung = 0,18 x 3 x 2,44 = 1,32 kN

berat taksiran kuda-kuda = 0,5 x 3 = 1,50 kN

$RKA_2{}'_{teng}$ = 1,69 kN

Berat total P'_5 = 4,51 kN

P'_6 = berat eternit + penggantung = 0,18 x 3 x 2,44 = 1,32 kN

berat taksiran kuda-kuda = 0,5 x 3 = 1,50 kN

Berat total P'_5 = 2,82 kN

4.2.3.2 Beban Hidup

$$P_1 = 0{,}2 \text{ x } \left[\frac{(6+5{,}25)\text{x}0{,}98}{2}\right] = 1{,}09 \text{ kN}$$

$$P_2 = 0{,}2 \text{ x } \left[\frac{(5{,}25+3{,}75)\text{x}1{,}95}{2}\right] = 1{,}76 \text{ kN}$$

$$P_3 = 0{,}2 \text{ x } \left[\frac{(3{,}75+2{,}25)\text{x}1{,}95}{2}\right] = 1{,}17 \text{ kN}$$

$$P_4 = 0{,}2 \text{ x } \left[\left(\frac{(2{,}25+0{,}75)\text{x}1{,}95}{2}\right)\text{x}2+\left(\frac{0{,}75}{2}\text{x}0{,}75\text{x}2\right)\right] + 0{,}66 = 1{,}94 \text{ kN}$$

$P_4' = RKA_2{}'_{ki/ka} = 0{,}04$ kN

$P_5 = 0{,}2 \text{ x } 3 \text{ x } 2{,}25 + 0{,}78 = 2{,}13$ kN

$P_5' = RKA_{2\,teng} = 0{,}44$ kN

4.2.3.3 Beban Angin

muatan angin = 0,4 kN/m^2

koefisien angin tekan, $c_1 = (0{,}02 \times \alpha) - 0{,}4 = 0{,}02\ (39{,}8) - 0{,}4 = 0{,}4$

koefisien angin hisap, $c_2 = -0{,}4$

$w_t = 0{,}4 \times 0{,}4 = 0{,}16$ kN/m^2

$w_h = -0{,}4 \times 0{,}4 = -0{,}16$ kN/m^2

a. Angin Kiri

- sisi kiri = tekan

$$wt_1 = 0{,}16 \times \left[\frac{(6 + 5{,}25) \times 0{,}98}{2}\right] = 0{,}87 \text{ kN}$$

$wt_{x1} = 0{,}87 \times \sin 39{,}8 = 0{,}56$ kN

$wt_{y1} = 0{,}87 \times \cos 39{,}8 = 0{,}67$ kN

$$wt_2 = 0{,}16 \times \left[\frac{(5{,}25 + 3{,}75) \times 1{,}95}{2}\right] = 1{,}39 \text{ kN}$$

$wt_{x2} = 1{,}39 \times \sin 39{,}8 = 0{,}89$ kN

$wt_{y2} = 1{,}39 \times \cos 39{,}8 = 1{,}07$ kN

$$wt_3 = 0{,}1584 \times \left[\frac{(3{,}75 + 2{,}25) \times 1{,}95}{2}\right] = 0{,}93 \text{ kN}$$

$wt_{x3} = 0{,}93 \times \sin 39{,}8 = 0{,}59$ kN

$wt_{y3} = 0{,}93 \times \cos 39{,}8 = 0{,}71$ kN

$$wt_4 = 0{,}16 \times \left[\left(\frac{(2{,}25 + 0{,}75) \times 1{,}95}{2}\right) + \left(\frac{0{,}75}{2} \times 0{,}75\right)\right] = 0{,}51 \text{ kN}$$

$wt_{x4} = 0{,}51 \times \sin 39{,}8 = 0{,}33$ kN

$wt_{y4} = 0{,}51 \times \cos 39{,}8 = 0{,}39$ kN

$P_4 = RKA_{2\ ki'ka} = -0{,}02$ kN $P_4' = RKA_{2'\ ki'ka} = 0{,}04$ kN

$P_5 = RKA_{2teng} = 0{,}16$ kN $P_5' = RKA_{2\ teng} = 0{,}62$ kN

- sisi kanan = hisap

$$wh_1 = -0{,}16 \times \left[\frac{(6+5{,}25)\times 0{,}98}{2}\right] = 0{,}88 \text{ kN}$$

$wh_{x1} = 0{,}88 \times \sin 39{,}8 = 0{,}56$ kN

$wh_{y1} = 0{,}88 \times \cos 39{,}8 = 0{,}68$ kN

$$wh_2 = -0{,}16 \times \left[\frac{(5{,}25+3{,}75)\times 1{,}95}{2}\right] = 1{,}41 \text{ kN}$$

$wh_{x2} = 1{,}41 \times \sin 39{,}8 = 0{,}90$ kN

$wh_{y2} = 1{,}41 \times \cos 39{,}8 = 1{,}08$ kN

$$wh_3 = -0{,}16 \times \left[\frac{(3{,}75+2{,}25)\times 1{,}95}{2}\right] = 0{,}94 \text{ kN}$$

$wh_{x3} = 0{,}94 \times \sin 39{,}8 = 0{,}60$ kN

$wh_{y3} = 0{,}94 \times \cos 39{,}8 = 0{,}72$ kN

$$wh_4 = -0{,}16 \times \left[\left(\frac{(2{,}25+0{,}75)\times 1{,}95}{2}\right) + \left(\frac{0{,}75}{2} \times 0{,}75\right)\right] = 0{,}51 \text{ kN}$$

$wh_{x4} = 0{,}51 \times \sin 39{,}8 = 0{,}33$ kN

$wh_{y4} = 0{,}51 \times \cos 39{,}8 = 0{,}39$ kN

b. Angin Kanan

- sisi kiri = hisap

$$wh_1 = -0{,}16 \times \left[\frac{(6+5{,}25)\times 0{,}98}{2}\right] = 0{,}88 \text{ kN}$$

$wh_{x1} = 0{,}88 \times \sin 39{,}8 = 0{,}56$ kN

$wh_{y1} = 0,88 \times \cos 39,8 = 0,66$ kN

$$wh_2 = -0,16 \times \left[\frac{(5,25+3,75)\times 1,95}{2}\right] = 1,41 \text{ kN}$$

$wh_{x2} = 1,41 \times \sin 39,8 = 0,90$ kN

$wh_{y2} = 1,41 \times \cos 39,8 = 1,08$ kN

$$wh_3 = -0,16 \times \left[\frac{(3,75+2,25)\times 1,95}{2}\right] = 0,94 \text{ kN}$$

$wh_{x3} = 0,94 \times \sin 39,8 = 0,60$ kN

$wh_{y3} = 0,94 \times \cos 39,8 = 0,72$ kN

$$wh_4 = -0,16 \times \left[\left(\frac{(2,25+0,75)\times 1,95}{2}\right)+\left(\frac{0,75}{2}\times 0,75\right)\right] = 0,51 \text{ kN}$$

$wh_{x4} = 0,51 \times \sin 39,8 = 0,33$ kN

$wh_{y4} = 0,51 \times \cos 39,8 = 0,39$ kN

$P_4 = RKA_{2\ ki/ka} = 0,02$ kN $P_4' = RKA_{2'\ ki/ka} = -0,04$ kN

$P_5 = RKA_{2teng} = -0,63$ kN $P_5' = RKA_{2\ teng} = -0,63$ kN

- sisi kanan = tekan

$$wt_1 = 0,16 \times \left[\frac{(6+5,25)\times 0,98}{2}\right] = 0,87 \text{ kN}$$

$wt_{x1} = 0,87 \times \sin 39,8 = 0,56$ kN

$wt_{y1} = 0,87 \times \cos 39,8 = 0,67$ kN

$$wt_2 = 0,16 \times \left[\frac{(5,25+3,75)\times 1,95}{2}\right] = 1,39 \text{ kN}$$

$wt_{x2} = 1,39 \times \sin 39,8 = 0,89$ kN

$wt_{y2} = 1,39 \times \cos 39,8 = 1,07$ kN

$$wt_3 = 0{,}16 \times \left[\frac{(3{,}75 + 2{,}25)\times 1{,}95}{2}\right] = 0{,}93 \text{ kN}$$

$$wt_{x3} = 0{,}93 \times \sin 39{,}8 = 0{,}59 \text{ kN}$$

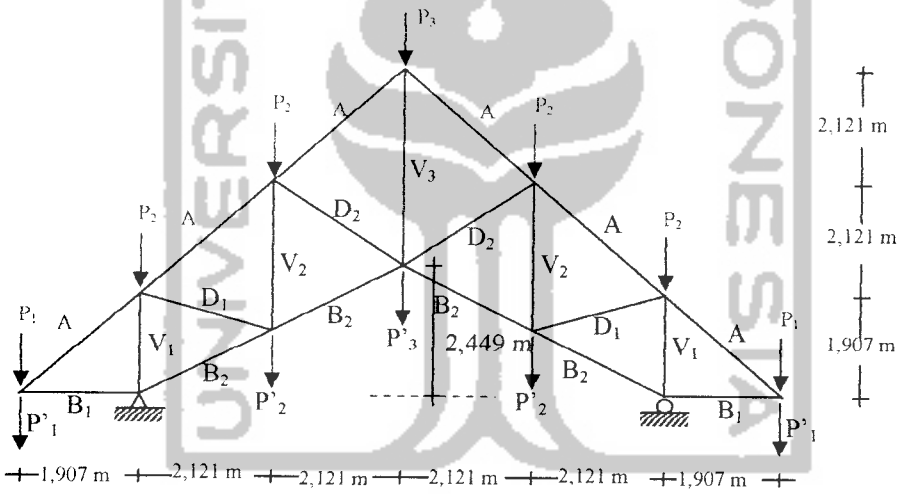
$$wt_{y3} = 0{,}93 \times \cos 39{,}8 = 0{,}71 \text{ kN}$$

$$wt_4 = 0{,}16 \times \left[\left(\frac{(2{,}25 + 0{,}75)\times 1{,}95}{2}\right) + \left(\frac{0{,}75}{2} \times 0{,}75\right)\right] = 0{,}51 \text{ kN}$$

$$wt_{x4} = 0{,}51 \times \sin 39{,}8 = 0{,}33 \text{ kN}$$

$$wt_{y4} = 0{,}51 \times \cos 39{,}8 = 0{,}39 \text{ kN}$$

4.2.4 Perencanaan Kuda-Kuda KA_4



Gambar 4.7 Kuda-Kuda KA_4

4.2.4.1 Beban Mati

P_1 = berat gording : 0,11 x 8,7 = 0,96 kN

berat genting : $0{,}5 \times \left[\left(\frac{(4{,}35 + 3{,}68)\times 0{,}95}{2}\right)\times 2\right] = 3{,}82$ kN

Berat total $P_1 = 4{,}78$ kN

P_2 = berat gording : 0,11 x 6 = 0,66 kN

berat genting : 0,5 x $\left[\left(\frac{(3,68+2,25)x2,01}{2}\right)x2\right]$ = 5,97 kN

Berat total P_2 = 6,63 kN

P_3 = berat gording : 0,11 x 3 = 0,33 kN

berat genting : 0,5 x $\left[\left(\frac{(2,25+0,75)x2,12}{2}\right)x2\right]$ = 3,18 kN

Berat total P_3 = 3,41 kN

P_4 = berat genting : 0,5.4. $\left[\left(\frac{(2,25+0,75)x1,95}{2}\right)2+\left(\frac{0,75}{2}x0,75\right)2\right]$ = 1,13 kN

P'_1 = berat eternit + penggantung: 0,18 $\left[\left(\frac{(4,35+3,68)0,675}{2}\right).2\right]$ = 0,98 kN

berat taksiran kuda-kuda : 0,5 x 0,5 x 1,91 = 0,48 kN

Berat total P'_1 = 1,46 kN

P'_3 = berat eternit + penggantung = 0,18. $\left[\left(\frac{(2,25+0,75)2,12}{2}\right).2\right]$ = 1,14 kN

berat taksiran kuda-kuda = 0,5 x 2,12 = 1,07 kN

Berat total P'_3 = 2,21 kN

P'_4 = berat eternit + penggantung : 0,18 x $\left[\frac{0,75}{2}x0,75x2\right]$ = 0,10 kN

berat taksiran kuda-kuda : 0,5 x 1,06 = 0,53 kN

Berat total P'_4 = 0,63 kN

P'_4 = 0,63 x 4 = 2,52 kN

4.2.4.2 Beban Hidup

$$P_1 = 0{,}2 \text{ x } \left[\left(\frac{(6+5{,}25)\text{x}0{,}98}{2}\right)\text{x}2\right] = 1{,}53 \text{ kN}$$

$$P_2 = 0{,}2 \text{ x } \left[\left(\frac{(5{,}25+3{,}75)\text{x}1{,}95}{2}\right)\text{x}2\right] = 2{,}39 \text{ kN}$$

$$P_3 = 0{,}2 \text{ x } \left[\left(\frac{(3{,}75+2{,}25)\text{x}1{,}95}{2}\right)\text{x}2\right] = 1{,}27 \text{ kN}$$

$$P_4 = 0{,}2 \text{ x } 4 \text{ x } \left[\frac{0{,}75}{2} x0{,}75x2\right] = 0{,}45 \text{ kN}$$

4.2.4.3 Beban Angin

muatan angin = 0,4 kN/m^2

sudut kemiringan α = 45°

koefisien angin tekan, $c_1 = (0{,}02 \text{ x } \alpha) - 0{,}4 = 0{,}02\ (45) - 0{,}4 = 0{,}5$

koefisien angin hisap, $c_2 = -0{,}4$

$w_t = 0{,}5 \text{ x } 0{,}4 = 0{,}20 \text{ kN/m}^2$

$w_h = -0{,}4 \text{ x } 0{,}4 = -0{,}16 \text{ kN/m}^2$

a. Angin Kiri

- sisi kiri = tekan

$$wt_1 = 0{,}2 \text{ x } \left[\frac{(4{,}35+3{,}68)\text{x}0{,}95}{2}\right] = 0{,}77 \text{ kN}$$

$$wt_{x1} = wt_{y1} = 0{,}77 \text{ x } \sin 45 = 0{,}54 \text{ kN}$$

$$wt_2 = 0{,}2 \text{ x } \left[\frac{(3{,}68+2{,}25)\text{x}2{,}01}{2}\right] = 1{,}19 \text{ kN}$$

$$wt_{x2} = wt_{y2} = 1{,}19 \text{ x } \sin 45 = 0{,}84 \text{ kN}$$

$$wt_3 = 0{,}2 \times \left[\frac{(2{,}25+0{,}75)x2{,}12}{2}\right] = 0{,}64 \text{ kN}$$

$$wt_{x3} = wt_{y3} = 0{,}64 \times \sin 45 = 0{,}45 \text{ kN}$$

$$wt_4 = 0{,}2 \times \left[\frac{0{,}75}{2} x 0{,}75\right] = 0{,}06 \text{ kN}$$

$$wt_{x4} = wt_{y4} = 2 \times (0{,}06 \times \sin 45) = 2 \times 0{,}04 = 0{,}08 \text{ kN}$$

- sisi kanan = hisap

$$wh_1 = -0{,}16 \times \left[\frac{(4{,}35+3{,}68)x0{,}95}{2}\right] = 0{,}61 \text{ kN}$$

$$wh_{x1} = wh_{y1} = 0{,}61 \times \sin 45 = 0{,}43 \text{ kN}$$

$$wh_2 = -0{,}16 \times \left[\frac{(3{,}68+2{,}25)x2{,}01}{2}\right] = 0{,}96 \text{ kN}$$

$$wh_{x2} = wh_{y2} = 0{,}96 \times \sin 45 = 0{,}68 \text{ kN}$$

$$wh_3 = -0{,}16 \times \left[\frac{(2{,}25+0{,}75)x2{,}12}{2}\right] = 0{,}51 \text{ kN}$$

$$wh_{x3} = wh_{y3} = 0{,}51 \times \sin 45 = 0{,}36 \text{ kN}$$

$$wh_4 = -0{,}16 \times \left[\frac{0{,}75}{2} x 0{,}75\right] = 0{,}05 \text{ kN}$$

$$wh_{x4} = wh_{y4} = 2 \times (0{,}05 \times \sin 45) = 0{,}06 \text{ kN}$$

b. Angin Kanan

- sisi kiri = hisap

$$wh_1 = -0{,}16 \times \left[\frac{(4{,}35+3{,}68)x0{,}95}{2}\right] = 0{,}61 \text{ kN}$$

$$wh_{x1} = wh_{y1} = 0{,}61 \times \sin 45 = 0{,}43 \text{ kN}$$

$$wh_2 = -0{,}16 \times \left[\frac{(3{,}68+2{,}25)x2{,}01}{2}\right] = 0{,}96 \text{ kN}$$

$$wh_{x2} = wh_{y2} = 0{,}96 \times \sin 45 = 0{,}68 \text{ kN}$$

$$wh_3 = -0{,}16 \times \left[\frac{(2{,}25+0{,}75)x2{,}12}{2}\right] = 0{,}51 \text{ kN}$$

$$wh_{x3} = wh_{y3} = 0{,}51 \times \sin 45 = 0{,}36 \text{ kN}$$

$$wh_4 = -0{,}16 \times \left[\frac{0{,}75}{2} x 0{,}75\right] = 0{,}05 \text{ kN}$$

$$wh_{x4} = wh_{y4} = 2 \times (0{,}05 \times \sin 45) = 0{,}06 \text{ kN}$$

- sisi kanan = tekan

$$wt_1 = 0{,}2 \times \left[\frac{(4{,}35+3{,}68)x0{,}95}{2}\right] = 0{,}77 \text{ kN}$$

$$wt_{x1} = wt_{y1} = 0{,}77 \times \sin 45 = 0{,}54 \text{ kN}$$

$$wt_2 = 0{,}2 \times \left[\frac{(3{,}68+2{,}25)x2{,}01}{2}\right] = 1{,}19 \text{ kN}$$

$$wt_{x2} = wt_{y2} = 1{,}19 \times \sin 45 = 0{,}84 \text{ kN}$$

$$wt_3 = 0{,}2 \times \left[\frac{(2{,}25+0{,}75)x2{,}12}{2}\right] = 0{,}64 \text{ kN}$$

$$wt_{x3} = wt_{y3} = 0{,}64 \times \sin 45 = 0{,}45 \text{ kN}$$

$$wt_4 = 0{,}2 \times \left[\frac{0{,}75}{2} x 0{,}75\right] = 0{,}06 \text{ kN}$$

$$wt_{x4} = wt_{y4} = 2 \times (0{,}06 \times \sin 45) = 0{,}08 \text{ kN}$$

$$wt_1 = 0{,}2 \times \left[\frac{(4{,}35+3{,}68)x0{,}95}{2}\right] = 0{,}77 \text{ kN}$$

$$wt_{x1} = wt_{y1} = 0{,}77 \times \sin 45 = 0{,}54 \text{ kN}$$

$$wt_2 = 0{,}2 \text{ x } \left[\frac{(3{,}68 + 2{,}25)\text{x}2{,}01}{2}\right] = 1{,}19 \text{ kN}$$

$$wt_{x2} = wt_{y2} = 1{,}19 \text{ x } \sin 45 = 0{,}84 \text{ kN}$$

$$wt_3 = 0{,}2 \text{ x } \left[\frac{(2{,}25 + 0{,}75)\text{x}2{,}12}{2}\right] = 0{,}64 \text{ kN}$$

$$wt_{x3} = wt_{y3} = 0{,}64 \text{ x } \sin 45 = 0{,}45 \text{ kN}$$

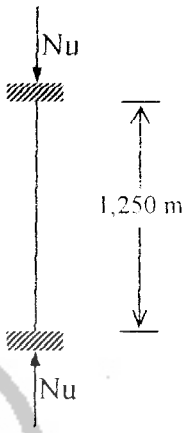
$$wt_4 = 0{,}2 \text{ x } \left[\frac{0{,}75}{2} x 0{,}75\right] = 0{,}06 \text{ kN}$$

$$wt_{x4} = wt_{y4} = 2 \text{ x } (0{,}06 \text{ x } \sin 45) = 2 \text{ x } 0{,}04 = 0{,}08 \text{ kN}$$

4.3 Pendimensian Rangka Kuda-Kuda

4.3.1 Dimensi Rangka Kuda-Kuda KA_1

a. Perhitungan Batang Desak Vertikal



Nu = -64,588 kN

L = 1,250 m

Fy = 250 MPa = $250 . 10^3$ kN/m^2

Menentukan Nn perlu

$$Nn = \frac{-64,588}{0,85} = -75,99 \quad kN \qquad \text{(dari 3.10)}$$

Estimasi jarak kopel minimum

$$L_1 = \frac{1250}{3} = 416,667 \text{ mm} \qquad \text{(dari 3.11)}$$

Menentukan i minimum perlu

$$i_{x\,min} = i_{y\,min} \; ; \qquad i_{min} = \frac{416,667}{200} = 2,083 \quad \text{mm} \qquad \text{(dari 3.12a)}$$

Dicoba profil 2 L 50.50.5

Ag = 480 mm^2 $i\eta$ = 9,8 mm

$I_x = I_y = 11.10^4$ mm^4

Kontrol kestabilan elemen batang

$$\lambda_1 = \frac{1x416,67}{9,8} = 42,52 < 50 \qquad \text{(dari 3.13)}$$

Jari-jari batang ganda

$$I_x = 2.11.10^4 = 22.10^4 \text{ mm}^4 \qquad \text{(dari 3.14a)}$$

$$i_x = \sqrt{\frac{22.10^4}{2.480}} = 15,1 \text{ mm} \qquad \text{(dari 3.14c)}$$

$$I_y = 2\left[110000 + 480(14 + 0{,}5x5)^2\right] = 481360\ mm^4 \qquad \text{(dari 3.14d)}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{481360}{960}} = 22{,}392 \qquad \text{(dari 3.14e)}$$

Kontrol batas kelangsingan dan batas kekompakan profil

$$\lambda_f = \frac{50}{5} = 10 < \lambda_r = \frac{200}{\sqrt{250}} = 12{,}65 \qquad \text{(dari 3.15)}$$

Kelangsingan arah sumbu bahan (sumbu x-x)

$$\lambda_x = \frac{1x1250}{30{,}2} = 82{,}781 \qquad \text{(dari 3.16)}$$

Kontrol kestabilan batang

$$\frac{\lambda_x}{\lambda_1} = \frac{82{,}781}{42{,}517} = 1{,}947 > 1{,}2 \qquad \text{(dari 3.17)}$$

Kelangsingan arah sumbu bebas bahan (sumbu y-y)

$$\lambda_y = \frac{1x1250}{22{,}392} = 55{,}823 \qquad \text{(dari 3.18)}$$

Kelangsingan ideal, (dari 3.19)

$$\lambda_{iy} = \sqrt{55{,}823^2 + \tfrac{2}{2}x42{,}517^2} = 70{,}170 > 1{,}2\lambda_1 = 1{,}2x42{,}517 = 51{,}02$$

Tekuk terjadi pada sumbu bahan

$$\lambda_{cx} = \frac{82{,}781}{\pi}\sqrt{\frac{250}{2x10^5}} = 0{,}932\ ;\ (0{,}25 < \lambda_c < 1{,}2) \qquad \text{(dari 3.20)}$$

$$\omega_x = \frac{1{,}43}{(1{,}6 - 0{,}67x0{,}932)} = 1{,}466 \qquad \text{(dari 3.20b)}$$

Tekuk terjadi pada sumbu bebas bahan

$$\lambda_{cy} = \frac{70{,}170}{\pi}\sqrt{\frac{250}{2x10^5}} = 0{,}789\ ;\ (0{,}25 < \lambda_c < 1{,}2) \qquad \text{(dari 3.21)}$$

$\omega_x = 1{,}3347$ (dari 3.20b)

Kapasitas gaya tekan, (dari 3.22a dan 22b)

$$\phi N_{nx} = 0{,}85x960x\frac{250}{1{,}466}x10^{-3} = 139{,}154 \text{ kN} > Nu = 64{,}5876 \text{ kN}$$

$$\phi N_{ny} = 0{,}85x960x\frac{250}{1{,}3347}x10^{-3} = 152{,}843 \text{ kN} > Nu = 64{,}5876 \text{ kN}$$

Kontrol tekuk lentur-torsi ($\nu = 0{,}3$)

$$G = \frac{2.10^5}{2(1+0{,}3)} = 76923{,}077 \text{ MPa} \quad \text{(dari 3.23a)}$$

$$J = \sum 2.\left[\tfrac{1}{3}x50x5^3 + \tfrac{1}{3}\left(50 - \tfrac{5}{2}\right)x5^3\right] = 8125 \text{ mm}^4 \quad \text{(dari 3.23b)}$$

$$y_o = 14 - \frac{5}{2} = 11{,}5 \text{ mm} \quad \text{(dari 3.23c)}$$

$$x_o = 0 \quad \text{(dari 3.23d)}$$

$$r_o^2 = \frac{110000 + 110000}{960} + 0 + 11{,}5^2 = 361{,}417 \text{ mm}^2 \quad \text{(dari 3.23e)}$$

$$f_{crz} = \frac{76923{,}077x8125}{960x361{,}417} = 1801{,}359 \text{ MPa} \quad \text{(dari 3.23f)}$$

$$H = 1 - \left(\frac{0 + 11{,}5^2}{361{,}417}\right) = 0{,}634 \quad \text{(dari 3.23g)}$$

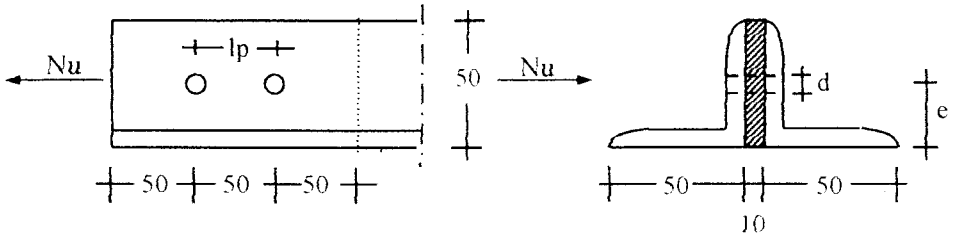
$$f_{cry} = \frac{250}{1{,}466} = 170{,}532 \text{ MPa} \quad \text{(dari 3.23h)}$$

$$f_{clt} = \left(\frac{170{,}532 + 1801{,}359}{2x0{,}634}\right)\left[1 - \sqrt{1 - \frac{4x170{,}532x1801{,}359x0{,}634}{(170{,}532 + 1801{,}359)^2}}\right]$$

$= 164{,}483$ MPa (dari 3.23i)

$\phi N_{nlt} = 134{,}218 \text{ kN} > Nu = 64{,}588 \text{ kN}$ (dari 3.23j)

b. Perencanaan Batang Tarik Bawah



Gambar 4.8 Gambar Batang Tarik Ganda

Nu = 60,023 kN

L = 1,625 m

Rumus yang digunakan dalam perhitungan batang tarik sama dengan perhitungan batang desak sampai pada perhitungan kestabilan batang ganda

Estimasi jarak kopel minimum

$$L_1 = \frac{1625}{3} = 541{,}67 \text{ mm}$$

Menentukan i minimum perlu

$$i_{x\,min} = i_{y\,min} \; ; \qquad i_{min} = \frac{541{,}67}{240} = 2{,}257 \text{ mm}$$

Menentukan luas (Ag) perlu

$$Ag = \frac{60{,}023.1000}{0{,}9.250} = 266{,}77 \text{ mm}^2$$

Menentukan luas efektif (Ae) perlu

$$Ag = \frac{60{,}023.1000}{0{,}75.310} = 258{,}164 \text{ mm}^2$$

Dicoba profil 2 ∟ 50.50.5

$Ag = 480\ mm^2$ $i\eta = 9,8\ mm > i_{min} = 2,257\ mm$

$I_x = I_y = 11.10^4\ mm^4$

Kestabilan batang ganda

$I_x = 2.11.10^4 = 22.10^4\ mm^4$

$$i_x = \sqrt{\frac{22.10^4}{2.480}} = 15,1\ mm$$

$$I_y = 2\left[110000 + 480(14 + 0,5x5)^2\right] = 481360\ mm^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{481360}{960}} = 22,392$$

$$\frac{L}{i_{min}} = \frac{1625}{15,1} = 107,6 < 240$$

Luas penampang netto

$A_n = 960 - 1x14x5 = 890\ mm^2$ (dari 3.24)

Luas penampang efektif (tarik murni)

$$A_e = \left(1 - \frac{14}{50}\right)890 = 640,8\ mm^2$$ (dari 3.25)

Luas bidang geser (geser murni)

$A_{ns} = 2(2x50)x5 = 1000\ mm^2$ (dari 3.26)

Luas bidang kombinasi geser + tarik pada blok ujung

$A_{nt} = \left[(50 - 14) - \frac{1}{2}x14\right]x5 = 145\ mm^2$ (dari 3.27a)

$A_{gt} = (50 - 14)x\ 5 = 180\ mm^2$ (dari 3.27b)

$A_{nv} = (100 - 14x1,5)\ x\ 5 = 395\ mm^2$ (dari 3.27c)

$A_{gv} = 100x5 = 500\ mm^2$ (dari 3.27d)

Kontrol kapasitas penampang

a. Tarik murni (kriteria leleh), (dari 3.28a dan 3.28b)

- Leleh ; $\phi_t N_n = 0{,}9x250x(2x480)x10^{-3} = 216$ kN
- Fraktur; $\phi_t N_n = 0{,}75x310x640{,}8x10^{-3} = 190{,}65$ kN

b. Geser murni (kriteria fraktur), (dari 3.28c)

$\phi_t N_n = 0{,}75\ (0{,}6x310)\ 500x10^{-3} = 69{,}75$ kN

c. Kombinasi geser + tarik (pada blok ujung), (dari 3.28d dan 3.28e)

- Geser fraktur; $N_n = 0{,}6x310x395x10^{-3} = 73{,}47$ kN
- Tarik fraktur; $N_n = 310x145x10^{-3} = 44{,}95$ kN

Kapasitas satu penampang adalah:

- Kriteria pelelehan geser – retakan tarik

$\phi_t N = 0{,}75(0{,}6x250x500 + 310x145)x10^{-3}$

$= 90{,}017$ kN > ½ Nu = 30,0116 kN (dari 3.29a)

- Kriteria retakan geser – pelelehan tarik

$\phi N = 0{,}75(250x180 + 0{,}6x310x395)x10^{-3}$

$= 88{,}852$ kN > ½ Nu = 30,0116 kN (dari 3.29b)

Untuk perhitungan rangka batang kuda-kuda yang lainnya ditabelkan dibawah ini

Tabel 4.3.a Perencanaan Batang Tarik Kuda-Kuda KA_1

Batang	Beban Rencana		L (mm)	Profil	Data Profil			Penamapng Perlu			Nn Leleh (kN)	Nn Fraktur (kN)	Cek Blok Geser		Aman/tdk aman Nn frak ≈ 190,65 kN Nn PGRT ≈ 89,9 kN
	Tarik (kN)	Tekan (kN)			Luas Ag mm^2	i min (mm)	Ae=U.An (mm^2)	Ag mm^2	I min (mm)	Ae (mm^2)			Nn PGRT	Nn RGPT	
A_1	11,1868	-	1953	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	49,179	8,138	47,69	216	190,65	146,94	89,9	Aman
A_2	-	- 44,4920	1953	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_2	-	-61,2392	1953	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_4	-	-62,4140	1953	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_5	-	-55,8012	1953	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_6	-	-55,8012	1953	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_7	-	-62,4140	1953	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_8	-	-61,2392	1953	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_9	-	- 44,4920	1953	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_{10}	11,1868		1953	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	49,179	8,138	47,69	216	190,65	146,94	89,9	Aman
B_1	-	-8,9299	1500	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_2	-	-22,3655	1625	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_3	48,7843	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	216,82	6,771	209,8	216	190,65	146,94	89,9	Aman
B_4	60,0232	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	266,77	6,771	258,2	216	190,65	146,94	89,9	Aman
B_5	59,0903	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	262,62	6,771	257,6	216	190,65	146,94	89,9	Aman
B_6	52,9049	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	235,13	6,771	227,5	216	190,65	146,94	89,9	Aman
B_7	50,9660	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	226,52	6,771	219,2	216	190,65	146,94	89,9	Aman
B_8	37,0284	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	164,57	6,771	159,3	216	190,65	146,94	89,9	Aman
B_9	-	-9,6749	1625	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{10}	-	-8,9299	1500	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Lanjutan Tabel 4.3.a Perencanaan Batang Tarik Kuda-Kuda KA_1

Batang	Beban Rencana		L (mm)	Profil	Data Profil			Penamapng Perlu			Nn Leleh (kN)	Nn Fraktur (kN)	Cek Blok Geser		Aman/tdk aman Nn frak ≈ 190,65 kN Nn PGRT = 89,9 kN
	Tarik (kN)	Tekan (kN)			Luas Ag mm^2	i min (mm)	Ae=U.An (mm^2)	Ag mm^2	i min (mm)	Ae (mm^2)			Nn PGRT	Nn RGPT	
V_1	-	-64,5876	1250	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_2	-	-32,5632	1875	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_3	-	-13,0000	2500	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_4	4,5174	-	3125	2L 50.50.5	960	9,8	1353,6	20,09	6,510	19,43	423	405,01	198,84	157,01	Aman
V_5	59,9688	-	3750	2L 50.50.5	960	9,8	2676,6	266,53	7,813	257,9	697,5	622,31	279,5	242,16	Aman
V_6	7,0992	-	3125	2L 50.50.5	960	9,8	1353,6	31,56	6,510	30,53	423	405,01	198,84	157,01	Aman
V_7	-	-13,5485	2500	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_8	-	-32,5632	1875	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_9	-	-64,5876	1250	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_1	46,3380	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	205,96	6,771	199,3	216	190,65	146,94	89,9	Aman
D_2	16,7468	-	1953	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	74,45	8,138	72,03	216	190,65	146,94	89,9	Aman
D_3	3,7960	-	2401	2L 50.50.5	960	9,8	1166,2	16,89	5,002	16,33	283,95	271,11	191,39	114,04	Aman
D_4	-	-12,5953	2915	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_5	-	-14,6025	2915	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_6	6,2764	-	2401	2L 50.50.5	960	9,8	1166,2	27,89	5,002	26,94	283,95	271,11	191,39	114,04	Aman
D_7	17,3171	-	1953	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	76,98	8,138	74,36	216	190,65	146,94	89,9	Aman
D_8	46,3380	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	205,96	6,771	198,9	216	190,65	146,94	89,9	Aman

Tabel 4.3.b Perencanaan Batang Tekan Kuda-Kuda KA_1

Btg	Beban Rencana		L (mm)	Profil	Data Profil		L_1	L_1/I min <50	Penampang perlu		$\chi=\frac{b}{t}$	λR	λcx	ωx	Nnx kN	λcy	ωy	Nny kN	Aman/ tdk aman Nnx&Nny > Nn perlu
	Tarik (kN)	Tekan (kN)			Ag mm^2	i min (mm)			Nn perlu (kN)	I min (mm)									
A_1	11,19	-	1953	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_2	-	- 44,49	1953	2L 50.50.5	960	9,8	448,25	45,73	-52,34	2,24	10	12,64	0,52	1,139	210,64	1,09	1,647	123,88	Aman
A_2	-	-61,24	1953	2L 50.50.5	960	9,8	448,25	45,73	-72,05	2,24	10	12,64	0,52	1,139	210,64	1,09	1,647	123,88	Aman
A_4	-	-62,41	1953	2L 50.50.5	960	9,8	448,25	45,73	-73,43	2,24	10	12,64	0,52	1,139	210,64	1,09	1,647	123,88	Aman
A_5	-	-55,80	1953	2L 50.50.5	960	9,8	448,25	45,73	-65.65	2,24	10	12,64	0,52	1,139	210,64	1,09	1,647	123,88	Aman
A_6	-	-55,80	1953	2L 50.50.5	960	9,8	448,25	45,73	-65.65	2,24	10	12,64	0,52	1,139	210,64	1,09	1,647	123,88	Aman
A_7	-	-62,41	1953	2L 50.50.5	960	9,8	448,25	45,73	-73,43	2,24	10	12,64	0,52	1,139	210,64	1,09	1,647	123,88	Aman
A_8	-	-61,24	1953	2L 50.50.5	960	9,8	448,25	45,73	-72,05	2,24	10	12,64	0,52	1,139	210,64	1,09	1,647	123,88	Aman
A_9	-	- 44,49	1953	2L 50.50.5	960	9,8	448,25	45,73	-52,35	2,24	10	12,64	0,52	1,139	210,64	1,09	1,647	123,88	Aman
A_{10}	11,19	-	1953	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_1	-	-8,93	1500	2L 50.50.5	960	9,8	375	38,27	-10,51	1,87	10	12,64	0,43	1,090	220,042	0,89	1,428	142,87	Aman
B_2	-	-22,37	1625	2L 50.50.5	960	9,8	406,25	41,45	-26,31	2,03	10	12,64	0,47	1,087	220,709	0,95	1,481	137,78	Aman
B_3	48,78	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_4	60,02	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_5	59,09	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_6	52,90	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_7	50,97	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_8	37,03	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_9	-	-9,68	1625	2L 50.50.5	960	9,8	406,25	41,45	-11,38	2,03	10	12,64	0,47	1,087	220,71	0,95	1,481	137,78	Aman
B_{10}	-	-8,93	1500	2L 50.50.5	960	9,8	375	38,27	-10,51	1,87	10	12,64	0,43	1,090	220,04	0,89	1,428	142,87	Aman

Lanjutan Tabel 4.3.b Perencanaan Batang Tekan Kuda-Kuda KA_1

Btg	Beban Rencana		L (mm)	Profil	Data Profil		L_1	L_1/I min <50	Penampang perlu		$\chi=\frac{b}{t}$	λ. R	λcx	ωx	Nnx kN	λcy	ωy	Nny kN	Aman/ tdk aman Nnx&Nny > Nn perlu
	Tarik (kN)	Tekan (kN)			$Ag\ mm^2$	i min (mm)			Nn perlu (kN)	i min (mm)									
V_1	-	-64,59	1250	2L 50.50.5	960	9,8	416,7	42,51	-75,99	2,08	10	12,64	0,47	1,087	220,71	0,79	1,34	152,84	Aman
V_2	-	-32,56	1875	2L 50.50.5	960	9,8	468,7	47,83	-38,31	2,34	10	12,64	0,43	1,090	220,04	1,05	1,60	127,24	Aman
V_3	-	-13,00	2500	2L 50.50.5	960	9,8	500	46,72	-15,29	2,50	9,17	12,64	0,53	1,146	275,26	1,34	2,26	90,35	Aman
V_4	4,52	-	3125	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_5	59,97	-	3750	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_6	7,09	-	3125	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_7	-	-13,55	2500	2L 50.50.5	960	9,8	500	46,72	-15,29	2,50	9,17	12,64	0,53	1,146	275,26	1,34	2,26	90,35	Aman
V_8	-	-32,56	1875	2L 50.50.5	960	9,8	468,7	47,83	-38,31	2,34	10	12,64	0,43	1,090	220,04	1,05	1,60	127,24	Aman
V_9	-	-64,59	1250	2L 50.50.5	960	9,8	416,7	42,51	-75,99	2,08	10	12,64	0,47	1,087	220,71	0,79	1,34	152,84	Aman
D_1	46,34	-	1625	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_2	16,75	-	1953	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_3	3,79	-	2401	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_4	-	-12,59	2915	2L 50.50.5	960	9,8	583	46,26	-14,82	2,92	9,28	12,64	0,52	1,143	380,58	1,54	0,37	75,32	Aman
D_5	-	-14,60	2915	2L 50.50.5	960	9,8	583	46,26	-17,18	2,92	9,28	12,64	0,52	1,143	380,58	1,54	0,37	75,32	Aman
D_6	6,28	-	2401	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_7	17,32	-	1953	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_8	46,34	-	1625	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 4.4.a Perencanaan Batang Tarik Kuda-Kuda KA_2

Batang	Beban Rencana		L (mm)	Profil	Data Profil			Penamapng Perlu			Nn Leleh (kN)	Nn Fraktur (kN)	Cek Blok Geser		Aman/tdk aman Nn frak = 190,65 kN Nn PGRT = 89,9 kN
	Tarik (kN)	Tekan (kN)			Luas Ag Mm^2	I min (mm)	Ae=U.An (mm^2)	Ag mm^2	i min (mm)	Ae (mm^2)			Nn PGRT	Nn RGPT	
A_1	10,5764	-	1952	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	49,179	8,133	47,51	216	190,65	146,94	89,9	Aman
A_2	4,1708	-	1952	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	18,537	8,133	17,91	216	190,65	146,94	89,9	Aman
A_2	6,8436	-	1952	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	30,416	8,133	29,38	216	190,65	146,94	89,9	Aman
B_{11}	-	-8,4437	1500	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{12}	-	-2,6666	1625	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{13}	2,6666	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	11,852	6,771	11,45	216	190,65	146,94	89,9	Aman
V_{21}	-	-14,504	1250	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{22}	-	-2,148	1874	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{23}	0	-	2499	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	0	5,206	0	216	190,65	146,94	89,9	Aman
D_{30}	5,3308	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	23,692	6,771	22,89	216	190,65	146,94	89,9	Aman
D_{31}	-	-3,4919	1952	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_8	5,7124	-	1952	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	25,388	8,133	24,53	216	190,65	146,94	89,9	Aman
A_9	3,4168	-	1952	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	15,186	8,133	14,67	216	190,65	146,94	89,9	Aman
A_{10}	10,5764	-	1952	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	47,006	8,133	45,41	216	190,65	146,94	89,9	Aman
B_{18}	-	-4,0999	1625	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{19}	-	-9,1472	1625	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{20}	-	-8,4437	1500	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{27}	0	-	2499	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	0	5,206	0	216	190,65	146,94	89,9	Aman
V_{28}	-	-2,632	1874	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{29}	-	-15,2284	1250	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{36}	-	-3,0634	1952	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{37}	5,9588	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	26,484	6,771	25,58	216	190,65	146,94	89,9	Aman

Tabel 4.4.b Perencanaan Batang Tekan Kuda-Kuda KA_2

Btg	Beban Rencana		L (mm)	Profil	Data Profil		L_1	L_1/I_{min} <50	Penampang perlu		$\chi=\frac{b}{t}$	λR	λcx	ωx	Nnx kN	λcy	ωy	Nny kN	Aman/ tdk aman Nnx&Nny > Nn perlu
	Tarik (kN)	Tekan (kN)			Ag mm^2	I min mm			Nn perlu (kN)	I min (mm)									
A_1	10,57	-	1952	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_2	4,17	-	1952	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_2	6,84	-	1952	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{11}	-	-8,44	1500	2L 50.50.5	960	9,8	375	38,26	-9,94	1,88	10	12,64	0,43	1,09	220,11	0,89	1,62	142,91	Aman
B_{12}	-	-2,66	1625	2L 50.50.5	960	9,8	406,3	41,45	-3,14	2,03	10	12,64	0,47	1,11	216,07	0,95	1,48	137,78	Aman
B_{13}	2,66	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{21}	-	-14,5	1250	2L 50.50.5	960	9,8	416,7	42,51	-17,06	2,08	10	12,64	0,48	0,96	248,46	0,79	1,34	152,77	Aman
V_{22}	-	-2,14	1874	2L 50.50.5	960	9,8	468,5	47,81	-2,53	2,34	10	12,64	0,54	1,15	208,03	1,06	1,60	127,24	Aman
V_{23}	0	-	2499	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{30}	5,33	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{31}	-	-3,49	1952	2L 50.50.5	960	9,8	488	49,79	-4,11	2,44	10	12,64	0,56	1,17	205,51	1,09	1,65	123,88	Aman
A_8	5,71	-	1952	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_9	3,41	-	1952	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_{10}	10,57	-	1952	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{18}	-	-4,09	1625	2L 50.50.5	960	9,8	406,3	41,45	-4,82	2,03	10	12,64	0,47	1,11	216,07	0,95	1,48	137,78	Aman
B_{19}	-	-9,14	1625	2L 50.50.5	960	9,8	406,3	41,45	-10,76	2,03	10	12,64	0,47	1,11	216,07	0,95	1,48	137,78	Aman
B_{20}	-	-8,44	1500	2L 50.50.5	960	9,8	416,7	42,51	-9,94	1,88	10	12,64	0,43	1,09	220,11	0,89	1,62	142,91	Aman
V_{27}	0	-	2499	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{28}	-	-2,63	1874	2L 50.50.5	960	9,8	406,3	41,45	-3,09	2,03	10	12,64	0,47	1,08	220,71	1,06	1,60	127,24	Aman
V_{29}	-	-15,22	1250	2L 50.50.5	960	9,8	416,7	42,51	-17,92	2,08	10	12,64	0,48	0,96	248,46	0,79	1,34	152,77	Aman
D_{36}	-	-3,06	1952	2L 50.50.5	960	9,8	488	49,79	-3,60	2,44	10	12,64	0,56	1,17	205,51	1,09	1,65	123,88	Aman
D_{37}	5,95	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 4.5.a Perencanaan Batang Tarik Kuda-Kuda KA_3

Batang	Beban Rencana		L (mm)	Profil	Data Profil			Penamapng Perlu			Nn Leleh (kN)	Nn Fraktur (kN)	Cek Blok Geser		Aman/tdk aman Nn frak = 190,65 kN Nn PGRT = 89,9 kN
	Tarik (kN)	Tekan (kN)			Luas Ag mm^2	i min (mm)	Ae=U.An (mm^2)	Ag mm^2	i min (mm)	Ae (mm^2)			Nn PGRT	Nn RGPT	
A_1	10,5764	-	1952	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	52,882	8,133	45,49	216	190,65	146,94	89,9	Aman
A_2	-	- 14,8380	1952	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_2	-	-21,6716	1952	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_4	-	-19,5812	1500	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_5	-	-22,5128	1500	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_6	-	-22,5128	1500	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_7	-	-19,5812	1500	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_8	-	-21,6716	1952	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_9	-	- 14,8380	1952	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_{10}	10,5764		1952	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	52,882	8,133	45,49	216	190,65	146,94	89,9	Aman
B_{11}	-	-8,4437	1500	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{12}	-	-12,0020	1625	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{13}	17,0004	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	85,002	6,771	73,12	216	190,65	146,94	89,9	Aman
B_{14}	19,9849	-	1500	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	99,925	6,25	85,96	216	190,65	146,94	89,9	Aman
B_{15}	21,4106	-	1500	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	95,158	6,25	92,09	216	190,65	146,94	89,9	Aman
B_{16}	10.4884	-	1500	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	46,615	6,25	45,11	216	190,65	146,94	89,9	Aman
B_{17}	17,3407	-	1500	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	77,069	6,25	74,58	216	190,65	146,94	89,9	Aman
B_{18}	12,7702	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	56,765	6,771	54,93	216	190,65	146,94	89,9	Aman
B_{19}	-	-9,1472	1625	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{20}	-	-8,4437	1500	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Lanjutan Tabel 4.5.a Perencanaan Batang Tarik Kuda-Kuda KA_3

Batang	Beban Rencana		L (mm)	Profil	Data Profil			Penamapng Perlu			Nn Leleh (kN)	Nn Fraktur (kN)	Cek Blok Geser		Aman/tdk aman Nn frak = 190,65 kN Nn PGRT = 89,9 kN
	Tarik (kN)	Tekan (kN)			Luas Ag mm^2	i min (mm)	Ae=U.An (mm^2)	Ag mm^2	i min (mm)	Ae (mm^2)			Nn PGRT	Nn RGPT	
V_{21}	-	-32,7524	1250	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{22}	-	-14,3144	1874	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{23}	5,4873	-	2499	2L 50.50.5	960	9,8	1211,5	31,56	5,206	30,53	283,95	281,67	194,98	113,62	Aman
V_{24}	-	-4,8840	2499	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{25}	-	-6,3888	2499	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{26}	-	-5,2426	2499	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{27}	3,3166	-	2499	2L 50.50.5	960	9,8	1764,2	14,74	5,206	14,23	283,95	281,67	194,98	113,62	Aman
V_{28}	-	-14,3144	1874	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{29}	-	-32,7524	1250	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{30}	21,1516	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	205,96	6,771	590,4	216	190,65	146,94	89,9	Aman
D_{31}	6,8324	-	1952	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	74,45	8,133	590,4	216	190,65	146,94	89,9	Aman
D_{32}	6,1143	-	2915	2L 50.50.5	960	9,8	1166,2	16,89	6,073	590,4	283,95	271,11	191,39	114,04	Aman
D_{33}	6,1143	-	2915	2L 50.50.5	960	9,8	1166,2	16,89	6,073	590,4	283,95	271,11	191,39	114,04	Aman
D_{34}	6,1143	-	2915	2L 50.50.5	960	9,8	1166,2	16,89	6,073	590,4	283,95	271,11	191,39	114,04	Aman
D_{35}	6,1143	-	2915	2L 50.50.5	960	9,8	1166,2	16,89	6,073	590,4	283,95	271,11	191,39	114,04	Aman
D_{36}	7,2263	-	1952	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	76,98	8,133	590,4	216	190,65	146,94	89,9	Aman
D_{37}	21,1516	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	205,96	6,771	590,4	216	190,65	146,94	89,9	Aman

Tabel 4.5.b Perencanaan Batang Tekan Kuda-Kuda KA_3

Btg	Beban Rencana		L (mm)	Profil	Data Profil		L_1	L_1/I_{min} <50	Penampang perlu		$\chi=\frac{b}{t}$	λR	λcx	ωx	Nnx kN	λcy	ωy	Nny kN	Aman/ tdk aman Nnx&Nny > Nn perlu
	Tarik (kN)	Tekan (kN)			Ag Mm^2	i min (mm)			Nn perlu (kN)	i min (mm)									
A_1	10,58	-	1952	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_2	-	- 14,84	1952	2L 50.50.5	960	9,8	448	49,79	-17,46	2,24	10	12,64	0,51	1,14	210,63	1,09	1,646	123,93	Aman
A_2	-	-21,67	1952	2L 50.50.5	960	9,8	448	49,79	-25,49	2,24	10	12,64	0,51	1,14	210,63	1,09	1,646	123,93	Aman
A_4	-	-19,58	1500	2L 50.50.5	960	9,8	375	38,26	-23,04	1,87	10	12,64	0,43	1,09	220,04	0,89	1,427	142,90	Aman
A_5	-	-22,51	1500	2L 50.50.5	960	9,8	375	38,26	-26,48	1,87	10	12,64	0,43	1,09	220,04	0,89	1,427	142,90	Aman
A_6	-	-22,51	1500	2L 50.50.5	960	9,8	375	38,26	-26,48	1,87	10	12,64	0,43	1,09	220,04	0,89	1,427	142,90	Aman
A_7	-	-19,58	1500	2L 50.50.5	960	9,8	375	38,26	-23,04	1,87	10	12,64	0,43	1,09	220,04	0,89	1,427	142,90	Aman
A_8	-	-21,67	1952	2L 50.50.5	960	9,8	448	49,79	-25,49	2,24	10	12,64	0,51	1,14	210,63	1,09	1,646	123,93	Aman
A_9	-	-14,84	1952	2L 50.50.5	960	9,8	448	49,79	-17,46	2,24	10	12,64	0,51	1,14	210,63	1,09	1,646	123,93	Aman
A_{10}	10,58	-	1952	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{11}	-	-8,44	1500	2L 50.50.5	960	9,8	375	38,26	-10,50	1,87	10	12,64	0,43	1,09	220,04	0,89	1,427	142,90	Aman
B_{12}	-	-12,00	1625	2L 50.50.5	960	9,8	406	41,45	-26,31	2,03	10	12,64	0,46	1,08	220,71	0,94	1,481	137,78	Aman
B_{13}	17,00	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{14}	19,98	-	1500	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{15}	21,41	-	1500	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{16}	10.48	-	1500	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{17}	17,34	-	1500	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{18}	12,77	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{19}	-	-9,15	1625	2L 50.50.5	960	9,8	406	41,45	-11,38	2,03	10	12,64	0,46	1,08	220,71	0,94	1,481	137,78	Aman
B_{20}	-	-8,45	1500	2L 50.50.5	960	9,8	375	38,26	-10,50	1,87	10	12,64	0,43	1,09	220,04	0,89	1,427	142,90	Aman

Lanjutan Tabel 4.5.b Perencanaan Batang Tekan Kuda-Kuda KA_3

Btg	Beban Rencana		L (mm)	Profil	Data Profil		L_1	L_1/I min <50	Penampang perlu		$\chi=\frac{b}{t}$	λR	λcx	ωx	Nnx kN	λcy	ωy	Nny kN	Aman/ tdk aman Nnx&Nny > Nn perlu
	Tarik (kN)	Tekan (kN)			Ag mm^2	i min (mm)			Nn perlu (kN)	i min (mm)									
V_{21}	-	-32,75	1250	2L 50.50.5	960	9,8	416,67	42,51	-38,53	2,08	10	12,64	0,46	1,08	220,70	0,79	1,33	152,83	Aman
V_{22}	-	-14,31	1874	2L 50.50.5	960	9,8	468,75	47,83	-16,84	2,34	10	12,64	0,43	1,09	220,04	1,05	1,60	127,23	Aman
V_{23}	5,48	-	2499	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{24}	-	-4,88	2499	2L 50.50.5	960	9,8	500	46,72	-15,29	2,50	9,17	12,64	0,52	1,14	275,25	1,34	2,25	90,34	Aman
V_{25}	-	-6,38	2499	2L 50.50.5	960	9,8	500	46,72	-15,29	2,50	9,17	12,64	0,52	1,14	275,25	1,34	2,25	90,34	Aman
V_{26}	-	-5,24	2499	2L 50.50.5	960	9,8	500	46,72	-15,29	2,50	9,17	12,64	0,52	1,14	275,25	1,34	2,25	90,34	Aman
V_{27}	3,31	-	2499	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{28}	-	-14,31	1874	2L 50.50.5	960	9,8	468,75	47,83	-38,30	2,34	10	12,64	0,43	1,09	220,04	1,05	1,60	127,23	Aman
V_{29}	-	-32,75	1250	2L 50.50.5	960	9,8	416,67	42,51	-75,98	2,08	10	12,64	0,46	1,08	220,70	0,79	1,33	152,83	Aman
D_{30}	21,15	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{31}	6,83	-	1952	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{32}	6,11	-	2915	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{33}	6,11	-	2915	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{34}	6,11	-	2915	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{35}	6,11	-	2915	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{36}	7,22	-	1952	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{37}	21,15	-	1625	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 4.6.a Perencanaan Batang Tarik Kuda-Kuda KA_4

Batang	Beban Rencana		L (mm)	Profil	Data Profil			Penamapng Perlu			Nn Leleh (kN)	Nn Fraktur (kN)	Cek Blok Geser		Aman/tdk aman Nn frak ≈ 190,65 kN Nn PGRT = 89,9 kN
	Tarik (kN)	Tekan (kN)			Luas Ag mm^2	i min (mm)	Ae=U.An (mm^2)	Ag mm^2	I min (mm)	Ae (mm^2)			Nn PGRT	Nn RGPT	
A_1	13,4108	-	2697	2L 50.50.5	960	9,8	1373,5	187,5	5,619	181,1	310,95	319,3	199,17	121,94	Aman
A_2	-	- 1,9206	3000	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_2	-	-2,7701	3000	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_4	-	-2,5057	3000	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_5	-	-2,1013	3000	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_6	13,4108	-	2697	2L 50.50.5	960	9,8	1373,5	187,5	5,619	181,1	310,95	319,3	199,17	121,94	Aman
B_7	-	-9,4832	1907	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_8	-	-14,1809	2449	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_9	4,7395	-	2449	2L 50.50.5	960	9,8	1764,2	31,56	5,102	30,53	283,95	281,67	194,98	113,62	Aman
B_{10}	2,9806		2449	2L 50.50.5	960	9,8	1764,2	31,56	5,102	30,53	283,95	281,67	194,98	113,62	Aman
B_{11}	-	-10,9508	2449	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{12}	-	-9,4832	1907	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{13}	-	-25,4940	1907	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{14}	-	-7,0516	2803	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{15}	5,3046	-	3700	2L 50.50.5	960	9,8	2041	95,158	7,708	92,09	553,5	474,71	276,36	144,97	Aman
V_{16}	-	-6,8948	2803	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{17}	-	-25,4940	1907	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{18}	11,3322	-	2228	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	56,765	4,642	54,93	216	190,65	146,94	89,9	Aman
D_{19}	1,6828	-	2644	2L 50.50.5	960	9,8	1373,5	187,5	5,508	181,1	310,95	319,3	199,17	121,94	Aman
D_{20}	1,4228	-	2644	2L 50.50.5	960	9,8	1373,5	187,5	5,508	181,1	310,95	319,3	199,17	121,94	Aman

Lanjutan Tabel 4.6.a Perencanaan Batang Tarik Kuda-Kuda KA_4

Batang	Beban Rencana		L (mm)	Profil	Data Profil			Penamapng Perlu			Nn Leleh (kN)	Nn Fraktur (kN)	Cek Blok Geser		Aman/tdk aman Nn frak ≈ 190,65 kN Nn PGRT = 89,9 kN
	Tarik (kN)	Tekan (kN)			Luas Ag mm^2	i min (mm)	Ae=U.An (mm^2)	Ag mm^2	I min (mm)	Ae (mm^2)			Nn PGRT	Nn RGPT	
D_{21}	11,1496	-	2228	2L 50.50.5	960	9,8	820	56,765	4,642	54,93	216	190,65	146,94	89,9	Aman
A_{22}	13,4108	-	2697	2L 50.50.5	960	9,8	1373,5	187,5	5,619	181,1	310,95	319,3	199,17	121,94	Aman
A_{23}	-	-1,9596	3000	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_{24}	-	-3,1861	3000	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_{25}	-	-3,1861	3000	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_{26}	-	-2,5355	3000	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_{27}	13,4108	-	2697	2L 50.50.5	960	9,8	1373,5	187,5	5,619	181,1	310,95	319,3	199,17	121,94	Aman
B_{28}	-	-9,4832	1907	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{29}	-	-13,9664	2449	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{30}	4,5497	-	2449	2L 50.50.5	960	9,8	1764,2	31,56	5,102	30,53	283,95	281,67	194,98	113,62	Aman
B_{31}	2,8636	-	2449	2L 50.50.5	960	9,8	1764,2	31,56	5,102	30,53	283,95	281,67	194,98	113,62	Aman
B_{32}	-	-10,9508	2449	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{33}	-	-9,4832	1907	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{34}	-	-25,4940	1907	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{35}	-	-7,2310	2803	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{36}	-	-6,8948	2803	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{37}	-	-25,4940	1907	2L 50.50.5	960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{38}	11,5428	-	2228	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	56,765	4,642	54,93	216	190,65	146,94	89,9	Aman
D_{39}	1,8115	-	2644	2L 50.50.5	960	9,8	1373,5	187,5	5,508	181,1	310,95	319,3	199,17	121,94	Aman
D_{40}	1,3565	-	2644	2L 50.50.5	960	9,8	1373,5	187,5	5,508	181,1	310,95	319,3	199,17	121,94	Aman
D_{41}	11,1496	-	2228	2L 50.50.5	960	9,8	640,8	56,765	4,642	54,93	216	190,65	146,94	89,9	Aman

Tabel 4.6.b Perencanaan Batang Tekan Kuda-Kuda KA_4

Btg	Beban Rencana		L (mm)	Profil	Data Profil		L_1	L_1/i min <50	Penampang perlu		$\chi = \frac{b}{t}$	λR	λcx	ωx	Nnx kN	λcy	ωy	Nny kN	Aman/tdk aman Nnx&Nny > Nn perlu
	Tarik (kN)	Tekan (kN)			Ag mm^2	i min mm			Nn perlu (kN)	i min (mm)									
A_1	13,41	-	2697	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_2	-	-1,92	3000	2L 50.50.5	960	9,8	600	47,6	-2,2295	3	9,28	12,64	0,53	1,15	377,47	1,58	0,35	71,49	Aman
A_2	-	-2,77	3000	2L 50.50.5	960	9,8	600	47,6	-3,2589	3	9,28	12,64	0,53	1,15	377,47	1,58	0,35	71,49	Aman
A_4	-	-2,50	3000	2L 50.50.5	960	9,8	600	47,6	-2,9479	3	9,28	12,64	0,53	1,15	377,47	1,58	0,35	71,49	Aman
A_5	-	-2,10	3000	2L 50.50.5	960	9,8	600	47,6	-2,4721	3	9,28	12,64	0,53	1,15	377,47	1,58	0,35	71,49	Aman
A_6	13,41	-	2697	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_7	-	-9,48	1907	2L 50.50.5	960	9,8	476,7	48,6	-11,1567	2,3	10	12,64	0,54	1,15	206,96	1,07	1,62	125,8	Aman
B_8	-	-14,18	2449	2L 50.50.5	960	9,8	489,8	45,7	-16,6834	2,4	9,16	12,64	0,51	1,13	276,84	1,34	2,25	90,34	Aman
B_9	4,73	-	2449	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{10}	2,98	-	2449	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{11}	-	-10,95	2449	2L 50.50.5	960	9,8	489,8	45,7	-12,8833	2,4	9,16	12,64	0,51	1,13	276,84	1,34	2,25	90,34	Aman
B_{12}	-	-9,48	1907	2L 50.50.5	960	9,8	476,7	48,6	-10,8038	2,3	10	12,64	0,54	1,15	206,96	1,07	1,62	125,8	Aman
V_{13}	-	-25,49	1907	2L 50.50.5	960	9,8	476,7	48,6	-29,9929	2,3	10	12,64	0,54	1,15	206,96	1,07	1,62	125,8	Aman
V_{14}	-	-7,05	2803	2L 50.50.5	960	9,8	560,6	47,9	-8,2960	2,8	10	12,64	0,53	1,15	299,28	1,48	2,76	73,72	Aman
V_{15}	5,30	-	3700	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V_{16}	-	-6,89	2803	2L 50.50.5	960	9,8	560,6	47,9	-8,1115	2,8	10	12,64	0,53	1,15	299,28	1,48	2,76	73,72	Aman
V_{17}	-	-25,49	1907	2L 50.50.5	960	9,8	476,7	48,6	-29,9929	2,3	10	12,64	0,54	1,15	206,96	1,07	1,62	125,8	Aman
D_{18}	11,33	-	2228	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{19}	1,68	-	2644	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{20}	1,42	-	2644	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
																			Aman

Lanjutan Tabel 4.6.b Perencanaan Batang Tekan Kuda-Kuda KA_4

Btg	Beban Rencana		L (mm)	Profil	Data Profil		L_1	L_1/I min <50	Penampang perlu		$\chi=\frac{b}{t}$	λR	λcx	ωx	Nnx kN	λcy	ωy	Nny kN	Aman/ tdk aman Nnx&Nny > Nn perlu
	Tarik (kN)	Tekan (kN)			Ag mm^2	i min mm			Nn perlu (kN)	i min (mm)									
D_{21}	11,14	-	2228	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_{22}	13,41	-	2697	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A_{23}	-	-1,95	3000	2L 50.50.5	960	9,8	600	47,619	-2,3054	3	9,28	12,64	0,53	1,15	377,47	1,58	0,35	71,49	Aman
A_{24}	-	-3,18	3000	2L 50.50.5	960	9,8	600	47,619	-3,7484	3	9,28	12,64	0,53	1,15	377,47	1,58	0,35	71,49	Aman
A_{25}	-	-3,18	3000	2L 50.50.5	960	9,8	600	47,619	-3,7484	3	9,28	12,64	0,53	1,15	377,47	1,58	0,35	71,49	Aman
A_{26}	-	-2,53	3000	2L 50.50.5	960	9,8	600	47,619	-2,9829	3	9,28	12,64	0,53	1,15	377,47	1,58	0,35	71,49	Aman
A_{27}	13,41	-	2697	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{28}	-	-9,48	1907	2L 50.50.5	960	9,8	476,7	48,648	-11,157	2,38	10	12,64	0,54	1,15	206,96	1,07	1,62	125,8	Aman
B_{29}	-	-13,96	2449	2L 50.50.5	960	9,8	489,8	45,775	-16,431	2,44	9,16	12,64	0,51	1,13	276,84	1,34	2,25	90,28	Aman
B_{30}	4,54	-	2449	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{31}	2,86	-	2449	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B_{32}	-	-10,95	2449	2L 50.50.5	960	9,8	489,8	45,775	-12,883	2,44	9,16	12,64	0,51	1,13	276,84	1,34	2,25	90,28	Aman
B_{33}	-	-9,48	1907	2L 50.50.5	960	9,8	476,7	48,648	-11,157	2,38	10	12,64	0,54	1,15	206,96	1,07	1,62	125,8	Aman
V_{34}	-	-25,49	1907	2L 50.50.5	960	9,8	476,7	48,648	-29,993	2,38	10	12,64	0,54	1,15	206,96	1,07	1,62	125,8	Aman
V_{35}	-	-7,23	2803	2L 50.50.5	960	9,8	560,6	47,915	-8,507	2,80	10	12,64	0,53	1,15	299,28	1,48	2,76	73,72	Aman
V_{36}	-	-6,89	2803	2L 50.50.5	960	9,8	560,6	47,915	-8,112	2,80	10	12,64	0,53	1,15	299,28	1,48	2,76	73,72	Aman
V_{37}	-	-25,49	1907	2L 50.50.5	960	9,8	476,7	48,648	-29,993	2,38	10	12,64	0,54	1,15	206,96	1,07	1,62	125,8	Aman
D_{38}	11,54	-	2228	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{39}	1,81	-	2644	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{40}	1,35	-	2644	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D_{41}	11,14	-	2228	2L 50.50.5	960	9,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4.4 Perencanaan Plat Lantai

4.4.1 Lantai ruang kuliah (plat 10)

a. Pembebanan plat per meter panjang

- Beban mati (dari 3.30a)

slab beton : $0{,}12 x 24 x 1 x 1 = 2{,}88$ kN/m

pasir : $0{,}04 x 18 x 1 x 1 = 0{,}72$ kN/m

speci : $0{,}02 x 21 x 1 x 1 = 0{,}42$ kN/m

tegel : $0{,}01 x 24 x 1 x 1 = 0{,}24$ kN/m

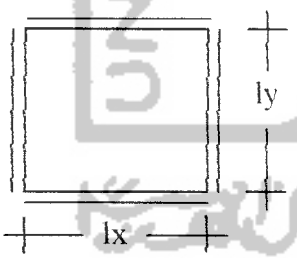
$W_D = 4{,}26$ kN/m

- Beban hidup ruang kuliah

$W_L = 2{,}5$ kN/m (dari 3.30b)

- Beban berfaktor yang bekerja adalah:

$W_U = 1{,}2x4{,}26 + 1{,}6x2{,}5 = 9{,}112$ kN/m (dari 3.30c)



$\frac{l_y}{l_x} = \frac{3}{3} = 1$

$f_c' = 22{,}5$ MPa

$fy = 350$ MPa

- Momen-momen yang bekerja

$M_{lx} = 0{,}025x9{,}112x3^2 = 1{,}953$ kNm (dari 3.31a)

$M_{ly} = 0{,}025x9{,}112x3^2 = 1{,}953$ kNm (dari 3.31b)

$M_{tx} = -0{,}051x9{,}112x3^2 = -3{,}9841$ kNm (dari 3.31c)

$M_{ty} = -0{,}051x9{,}112x3^2 = -3{,}9841$ kNm (dari 3.31d)

b. Penulangan Plat

- Tebal plat

$$h_{min} = \frac{1}{24} x3000\left(0,4 + \frac{350}{700}\right) = 112,5 \text{ mm} \qquad \text{(dari 3.32)}$$

dipakai h = 120 mm

- Tinggi efektif balok



selimut beton (p_b) = 20 mm

tulangan pokok polos (Øp) = 10 mm

tulangan bagi polos ($Ø_b$) = 8 mm

$$d_x = 120 - 20 - \tfrac{1}{2}10 = 95 \text{ mm} \qquad \text{(dari 3.33a)}$$

$$d_y = 120 - 20 - 10 - \tfrac{1}{2}10 = 85 \text{ mm} \qquad \text{(dari 3.33b)}$$

- Rasio penulangan

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{350} = 0,004 \qquad \text{(dari 3.34)}$$

$$\rho_b = \frac{0,85x22,5}{350} 0,85\left(\frac{600}{600+350}\right) = 0,0293 \qquad \text{(dari 3.35)}$$

$$\rho_{max} = 0,75x0,2608 = 0,022 \qquad \text{(dari 3.36)}$$

- Luas tulangan

✡ Tulangan lapangan arah x

$$R_n = \frac{1,953x10^6}{0,8x1000x95^2} = 0,2705 \qquad \text{(dari 3.37)}$$

$$m = \frac{350}{0{,}85x22{,}5} = 18{,}30 \qquad \text{(dari 3.38)}$$

Dari persamaan 3.39)

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{18{,}30}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2x18{,}30x0{,}2705}{350}}\right) = 0{,}00078 < \rho_{min} = 0{,}004$$

$$As_{perlu} = 0{,}004x1000x95 = 380 \text{ mm}^2 \qquad \text{(dari 3.40)}$$

dipakai tulangan : $Ø_{10\text{-}200}$

Seperti langkah - langkah perhitungan tulangan lapangan arah x, didapat:

- Tulangan lapangan arah y

$$R_n = \frac{1{,}953x10^6}{0{,}8x1000x85^2} = 0{,}2705$$

$$m = 18{,}30$$

$$\rho_{perlu} = 0{,}00078 < \rho_{min} = 0{,}004$$

$$As_{perlu} = 0{,}004x1000x85 = 340 \text{ mm}^2$$

dipakai tulangan : $Ø_{10\text{-}200}$

- Tulangan tumpuan arah x

$$R_n = \frac{3{,}9841x10^6}{0{,}8x1000x95^2} = 0{,}5518$$

$$m = 18{,}30$$

$$\rho_{perlu} = 0{,}0016 < \rho_{min} = 0{,}004$$

$$As_{perlu} = 0{,}004x1000x95 = 380 \text{ mm}^2$$

dipakai tulangan : $Ø_{10\text{-}200}$

- Tulangan tumpuan arah y

$$R_n = \frac{3{,}9841 \text{x} 10^6}{0{,}8 \text{x} 1000 \text{x} 85^2} = 0{,}5518$$

$$m = 18{,}30$$

$$\rho_{perlu} = 0{,}0016 < \rho_{min} = 0{,}004$$

$$As_{perlu} = 0{,}004 \text{x} 1000 \text{x} 85 = 340 \ mm^2$$

dipakai tulangan : $Ø_{10\text{-}200}$

- Tulangan bagi untuk tumpuan dan lapangan arah x

$As_{bagi} = 0{,}0014 \text{x} 1000 \text{x} 95 = 168 \ mm^2$ (dari 3.41)

dipakai tulangan : $Ø_{8\text{-}300}$

- Tulangan bagi untuk tumpuan dan lapangan arah y

$As_{bagi} = 0{,}0014 \text{x} 1000 \text{x} 85 = 119 \ mm^2$

dipakai tulangan : $Ø_{8\text{-}300}$

Tabel 4.7 Penulangan plat

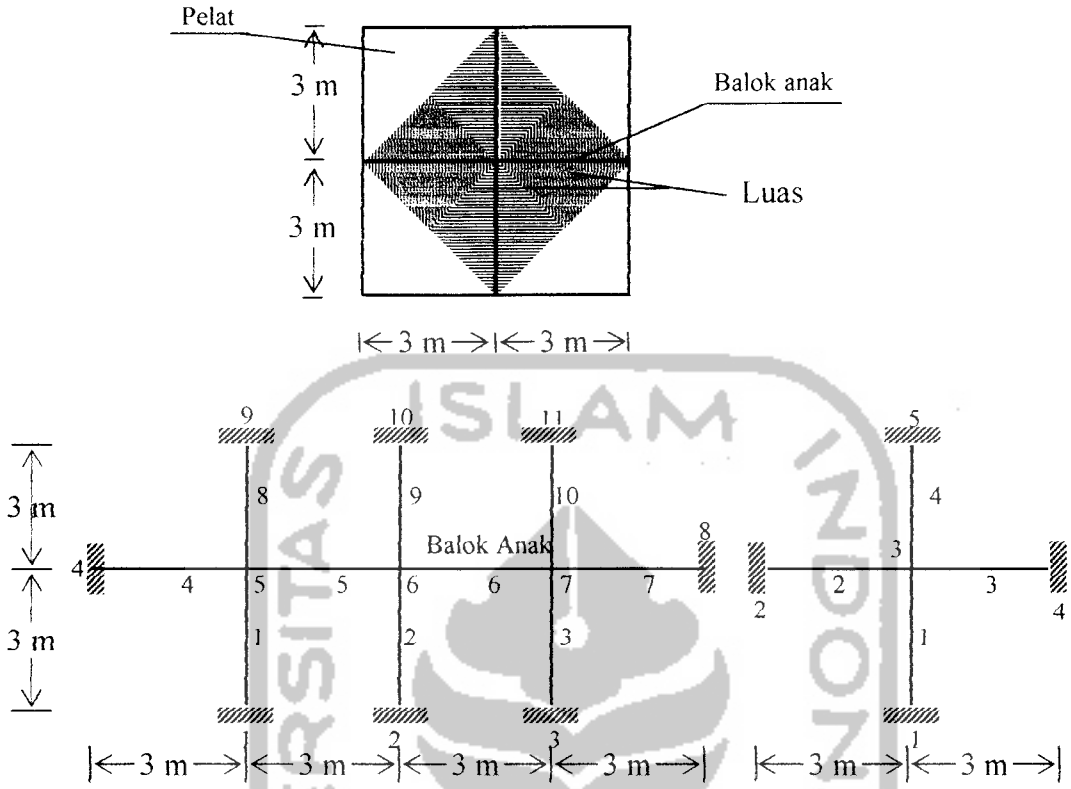
plat	tebal (mm)	tebal efektif (mm)	arah plat	$\frac{M}{\phi.b.d^2}$	Rasio tulangan ρmin = 0,004		tulangan pokok terpasang		tulangan bagi	
					ρ_{perlu}	ρ_{pasang}	As (mm^2)	Tulangan	As (mm^2)	tulangan pasang
1	120	95	M_{lx}	0,2705	0,0008	0,0066	628	ϕ10-115	251,3	ϕ8-200
		85	M_{ly}	0,2705	0,0008	-	-	-	251,3	ϕ8-200
		95	M_{tx}	0,5578	0,0016	0,0066	628	ϕ10-115	251,3	ϕ8-200
		85	M_{ty}	0,5578	0,0016	-	-	-	251,3	ϕ8-200
2	120	95	M_{lx}	1,0092	0,0029	0,0066	628	ϕ10-115	251,3	ϕ8-200
		85	M_{ly}	0,5971	0,0017	-	-	-	251,3	ϕ8-200
		95	M_{tx}	1,7926	0,0054	0,0066	628	ϕ10-115	251,3	ϕ8-200
		85	M_{ty}	1,8245	0,0055	-	-	-	251,3	ϕ8-200
3	120	95	M_{lx}	1,0092	0,0029	0,0066	628	ϕ10-115	-	-
		85	M_{ly}	0,5971	0,0017	0,0055	471	ϕ10-165	-	-
		95	M_{tx}	1,7926	0,0054	0,0066	628	ϕ10-115	-	-
		85	M_{ty}	1,8245	0,0055	0,0055	471	ϕ10-165	-	-
4	120	95	M_{lx}	1,0092	0,0029	0,0066	628	ϕ10-115	-	-
		85	M_{ly}	0,5971	0,0017	0,0055	471	ϕ10-165	-	-
		95	M_{tx}	1,7926	0,0054	0,0066	628	ϕ10-115	-	-
		85	M_{ty}	1,8245	0,0055	0,0055	471	ϕ10-165	-	-
5	120	95	M_{lx}	0,9029	0,0026	0,0066	628	ϕ10-115	-	-
		85	M_{ly}	0,7298	0,0021	0,0055	471	ϕ10-165	-	-
		95	M_{tx}	1,9121	0,0058	0,0066	628	ϕ10-115	-	-
		85	M_{ty}	1,7914	0,0054	0,0055	471	ϕ10-165	-	-
6	120	95	M_{lx}	1,0092	0,0029	0,0066	628	ϕ10-115	-	-
		85	M_{ly}	0,5971	0,0017	0,0055	471	ϕ10-165	-	-
		95	M_{tx}	1,7926	0,0054	0,0066	628	ϕ10-115	-	-
		85	M_{ty}	1,8245	0,0055	0,0055	471	ϕ10-165	-	-
7	120	95	M_{lx}	1,5403	0,0046	0,0066	628	ϕ10-115	-	-
		85	M_{ly}	0,4976	0,0015	0,0055	471	ϕ10-165	-	-
		95	M_{tx}	2,1776	0,0066	0,0066	628	ϕ10-115	-	-
		85	M_{ty}	1,7250	0,0052	0,0055	471	ϕ10-165	-	-

Lanjutan Tabel 4.7 Penulangan plat

plat	tebal (mm)	Tebal Efektif (mm)	arah plat	$\frac{M}{\phi.b.d^2}$	Rasio tulangan ρmin = 0,004		tulangan pokok terpasang		tulangan bagi	
					ρ_{perlu}	ρ_{pasang}	As (mm^2)	Tulangan	As (mm^2)	tulangan pasang
8	120	95	M_{lx}	1,0092	0,0029	0,0066	628	ϕ10-115	-	-
		85	M_{ly}	0,5971	0,0017	0,0055	471	ϕ10-165	-	-
		95	M_{tx}	1.7926	0.0054	0.0066	628	ϕ10-115	-	-
		85	M_{ty}	1,8245	0,0055	0,0055	471	ϕ10-165	-	-
9	120	95	M_{lx}	0,4112	0,0012	0,0066	628	ϕ10-115	-	-
		85	M_{ly}	0,2703	0,0008	0,0040	392,7	ϕ10-200	-	-
		95	M_{tx}	0,7358	0,0022	0,0066	628	ϕ10-115	-	-
		85	M_{ty}	0,7434	0,0022	0,0040	392,7	ϕ10-200	-	-
10	120	95	M_{lx}	0,2705	0,0008	0,0040	392,7	ϕ10-200	168	ϕ8-300
		85	M_{ly}	0,2705	0,0008	0,0040	392,7	ϕ10-200	168	ϕ8-300
		95	M_{tx}	0,5578	0,0016	0,0040	392,7	ϕ10-200	168	ϕ8-300
		85	M_{ty}	0,5578	0,0016	0,0040	392,7	ϕ10-200	168	ϕ8-300
11 & 12	120	95	M_{lx}	0,4972	0,0014	0,0040	392,7	ϕ10-200	168	ϕ8-300
		85	M_{ly}	0,4969	0,0014	0,0040	392,7	ϕ10-200	-	-
		95	M_{tx}	0,9447	0,0028	0,0040	392,7	ϕ10-200	168	ϕ8-300
		85	M_{ty}	1,09722	0,0032	0,0040	392,7	ϕ10-200	-	-
13 & 14	120	95	M_{lx}	0,3529	0,0010	0,0040	392,7	ϕ10-200	-	-
		85	M_{ly}	0,2255	0,0007	0,0040	392,7	ϕ10-200	-	-
		95	M_{tx}	0,5170	0,0015	0,0040	392,7	ϕ10-200	-	-
		85	M_{ty}	0,5536	0,0016	0,0040	392,7	ϕ10-200	-	-
15	120	95	M_{lx}	0,5088	0,0015	0,0040	392,7	ϕ10-200	168	ϕ8-300
		85	M_{ly}	0,1440	0,0004	0,0040	392,7	ϕ10-200	168	ϕ8-300
		95	M_{tx}	0,6811	0,0019	0,0040	392,7	ϕ10-200	168	ϕ8-300
		85	M_{ty}	0,5228	0,0015	0,0040	392,7	ϕ10-200	168	ϕ8-300
16	120	80	M_{lx}	2,367	0,0072	0,0096	769,3	ϕ10-100	168	ϕ8-300
		75	M_{ly}	0,666	0,0020	0,0068	509	ϕ10-150	168	ϕ8-300
		80	M_{tx}	3,069	0,0096	0,0096	769,3	ϕ10-100	168	ϕ8-300
		75	M_{ty}	2,23	0,0068	0,0068	509	ϕ10-150	168	ϕ8-300

Keterangan: plat 16 adalah plat atap (mangkok)

4.5 Perencanaan Balok Anak



4.5.1 Pembebanan Balok anak

Perhitungan pembebanan seperti perhitungan sebelumnya

- Beban plat

$$W_D = 4{,}26x\frac{4{,}5}{3} = 6{,}39 \quad KN/m$$

- Berat taksiran balok anak

$$W_{Do} = 3{,}0 \quad KN/m$$

- Beban mati total

$$W_D = 6{,}39 + 3 = 9{,}39 \quad KN/m$$

- Beban hidup

$$W_L = 2{,}5x\frac{4{,}5}{3} = 3{,}75 \quad KN/m$$

Tabel 4.8 Reaksi Akibat Beban Rencana (SAP 90)

El	L (m)	Akibat beban mati			Akibat beban hidup			1,4.D			1,2.D+1,2.L		
		Torsi (KNm)	Geser (KN)	Momen (KNm)	Torsi (KNm)	Geser (KN)	Momen (KNm)	Torsi (KNm)	Geser (KN)	Momen (KNm)	Torsi (KNm)	Geser (KN)	Momen (KNm)
1	0.0	**1,857**	35,361	-38,95	**0,744**	14,159	-15,599	2,598	49,505	-54,5384	**3,418**	65,0876	-71,705
	3.0	1,857	7,191	24,87	0,744	2,879	9,959	2,600	10,067	34,8194	3,418	13,2356	45,779
2	0.0	0,060	**43,157**	**-50,56**	0,023	**17,281**	**-20,282**	0,084	60,419	-70,7854	0,108	**79,438**	**-93,124**
	3.0	0,061	14,987	36,56	0,024	6,001	14,642	0,085	20,981	51,1924	0,111	27,586	67,306
3	0.0	0	42,861	-50,20	0	17,163	-20,104	0,000	60,005	-70,2884	0	78,894	-92,413
	3.0	0	14,691	36,12	0	5,883	14,464	0,000	20,567	50,5694	0	27,042	66,487
4	0.0	-0,060	43,157	-50,56	-0,023	17,281	-20,282	-0,084	60,419	-70,7854	-0,108	79,438	-93,124
	3.0	-0,060	14,987	36,56	-0,023	6,001	14,642	-0,084	20,981	51,1924	-0,108	27,586	67,306
5	0.0	-1,857	35,361	-38,95	-0,743	14,159	-15,599	-2,600	49,505	-54,5384	-3,417	65,0876	-71,705
	3.0	-1,857	7,191	24,87	-0,743	2,879	9,959	-2,600	10,067	34,8194	-3,417	13,2356	45,779
6	0.0	0	25,464	-29,05	0	10,169	-11,636	0,000	35,649	-40,6826	0	46,8272	-53,488
	3.0	0	-2,706	5,07	0	-1,084	2,033	0,000	-3,7884	7,1092	0	-4,9816	9,3464
7	0.0	0	11,675	1,36	0	4,675	0,547	0,000	16,345	1,9124	0	21,49	2,5144
	3.0	0	-16,495	-5,86	0	-6,605	-2,348	0,000	-23,093	-8,2082	0	-30,362	-10,792
8	0.0	0	13,479	-5,97	0	5,398	-2,394	0,000	18,870	-8,3706	0	24,8116	-11,005
	3.0	0	-14,691	-7,79	0	-5,883	-3,122	0,000	-1000,5	-10,9144	0	-17,9891	-14,350
9	0.0	0	14,691	-7,79	0	5,883	-3,122	0,000	20,567	-10,9144	0	27,042	-14,350
	3.0	0	-13,467	-5,97	0	-5,398	-2,394	0,000	-18,853	-8,3706	0	-24,7972	-11,005
10	0.0	0	16,495	-5,66	0	6,605	-2,348	0,000	23,093	-8,2062	0	30,362	-10,792
	3.0	0	-11,675	1,36	0	-4,675	0,547	0,000	-16,345	1,9124	0	-21,49	2,405
11	0.0	0	2,706	5,07	0	1,084	2,033	0,000	3,7884	7,1092	0	4,9816	9,3464
	3.0	0	-25,464	-29,05	0	-10,19	-11,636	0,000	-35,649	-40,6826	0	-46,8704	-53,488
12	0.0	-1,857	-7,191	24,87	-0,743	-2,879	9,959	-2,600	-10,067	34,8194	-3,417	-13,2356	45,779
	3.0	-1,857	-35,361	-38,95	-0,743	-14,15	-15,599	-2,600	-49,505	-54,5384	-3,417	-65,0876	-71,705
13	0.0	-0,060	-14,987	36,56	-0,023	-6,001	14,642	-0,084	-20,981	51,1924	-0,108	-27,586	67,306
	3.0	-0,060	-43,157	-50,56	-0,023	-17,28	-20,282	-0,084	-60,419	-70,7854	-0,108	-79,438	-93,124
14	0.0	0	-14,691	36,12	0	-5,883	14,464	0,000	-20,567	50,5694	0	-27,042	66,487
	3.0	0	-42,861	-50,20	0	-17,16	-20,104	0,000	-60,005	-70,2884	0	-78,894	-92,413
15	0.0	0,060	-14,987	36,56	0,023	-6,001	14,642	0,084	-20,981	51,1924	0,108	-27,586	67,306
	3.0	0,060	-43,157	-50,56	0,023	-17,28	-20,282	0,084	-60,419	-70,7854	0,108	-79,438	-93,124
16	0.0	1,856	-7,191	24,87	0,743	-2,879	9,959	2,598	-10,067	34,8194	3,416	-13,2356	45,779
	3.0	1,856	-35,361	-38,95	0,743	-14,15	-15,599	2,598	-49,505	-54,5384	3,416	-65,0876	-71,705

4.5.2 Dimensi balok anak

Langkah-langkah perencanaan penulangan balok anak (balok non struktural) sama seperti perencanaan penulangan pelat lantai

$M_u = 93,1244$ KNm

$f_c^{'} = 22,5$ MPa

$f_y = 350$ MPa

$\rho_{min} = 0,004$

$$\rho_b^{'} = \frac{0,85x22,5}{350} x0,85x\left\{\frac{600}{600+350}\right\} = 0,029335$$

$\rho_{max} = 0,75x0,029335 = 0,022$

dicoba $\rho = 0,0165$

$m = 18,3$

$$R_n = \rho.f_y\left(1-0,5.\rho.m\right) = 0,0165x350\left(1-0,5x0,0165x18,3\right) = 4,903$$

$$bd^2 = \frac{93,1244}{0,8x4,903} x10^6 = 23741688,76 \quad mm^3.$$

tabel dimensi balok berdasarkan lebar coba-coba

b (mm)	d (mm)
200	344,5
250	308,2

Diambil nilai b = 250mm ; h = 400 mm

- Kontrol berat sendiri balok

  $W = 0,25x0,4x24 = 2,4$ KN/m < 3 KN/m

- Dipakai ukuran balok 250/400 mm

$d' = 40 \quad mm^2$

$d = 400 - 40 = 360 \quad mm$

$$R_n = \frac{93{,}1244}{0{,}8x250x360^2} x10^6 = 3{,}6$$

$$\rho' = \frac{3{,}6}{4{,}903} x0{,}0165 = 0{,}012$$

$As = 0{,}012.250.360 = 1090{,}4 \quad mm^2$

- Kapasitas balok

$$M_n = \frac{93{,}1244}{0{,}8} = 116{,}406 \quad KNm$$

$$a = \frac{1090{,}4x350}{0{,}85x22{,}5x250} = 80 \quad mm$$

$$Mn = 1090{,}4x350\left(360 - \frac{80}{2}\right)x10^{-6}$$

$$= 122{,}16 \quad KNm > M_n = 116{,}406 \quad KNm$$

dipakai tulangan sebelah $4D_{20} = 1256{,}6\ mm^2 > A_s = 1090{,}4\ mm^2$.

- kontrol regangan yang terjadi

$$\varepsilon_y = \frac{350}{210.000} = 0{,}00167$$

$$c = \frac{80}{0{,}85} = 94 \quad mm$$

$$\varepsilon_s = \frac{360 - 94}{94}(0{,}003) = 0{,}0085 > \varepsilon_y$$

- kontrol tulangan torsi

$T = 3{,}4188 \quad KNm$

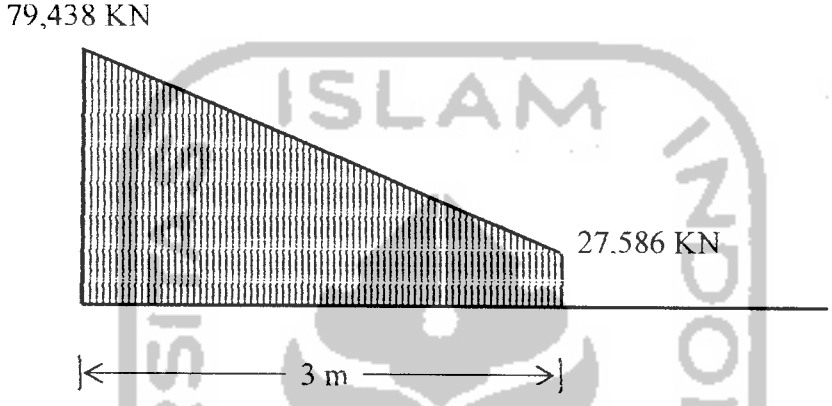
$$\Sigma x^2 y = 250^2(600) = 37500000 \quad mm^3$$

$$\phi \frac{1}{24} f_c' \Sigma x^2 y = 0{,}6 \frac{1}{24} x22{,}5x37500000x10^{-6}$$

$$= 21{,}09 \quad KNm > 3{,}4188 \quad KNm$$

efek torsi boleh diabaikan

- kontrol tulangan geser



$$Vu = \frac{3000 - 360}{3000} x79{,}438 = 69{,}905 \quad KN$$

$$Vn = \frac{69{,}905}{0{,}60} = 116{,}509 \quad KN$$

$$Vc = \left(1/6\sqrt{22{,}5}\right)x250x360x10^{-3} = 71{,}151 \quad KN < 116{,}509 \quad KN$$

$$\tfrac{1}{2} Vc = 35{,}5755 \quad KN$$

- Kuat geser tulangan geser

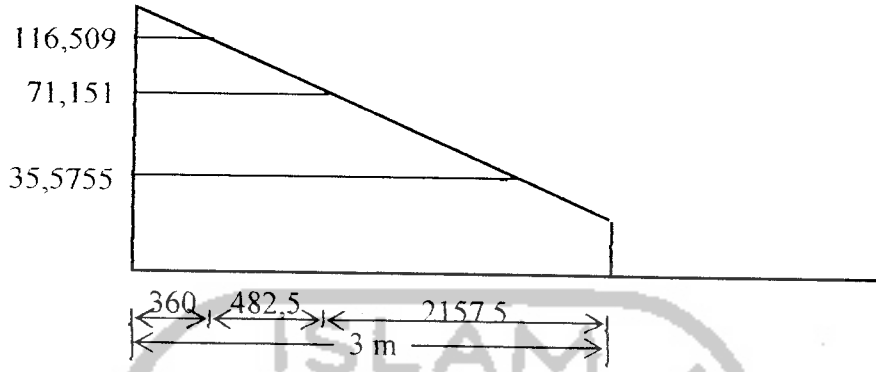
$$Vs_1 = \tfrac{1}{3}\sqrt{22{,}5}x250x360x10^{-3} = 142{,}302 \quad KN$$

$$Vc + Vs_1 = 71{,}151 + 142{,}302 = 213{,}453 \quad KN$$

$$Vc = 71{,}151 \text{ KN} < Vn = 116{,}509 \text{ KN} < Vc + Vs_1 = 213{,}453 \text{ KN}$$

Penampang memerlukan tulangan geser untuk menahan gaya geser yang terjadi.

Dipakai tulangan geser $2(\phi 10) = 157\ mm^2$



- Untuk semua daerah

  Jarak sengkang

  $$Vs = 116,509 - 71,151 = 45,358 \quad KN$$

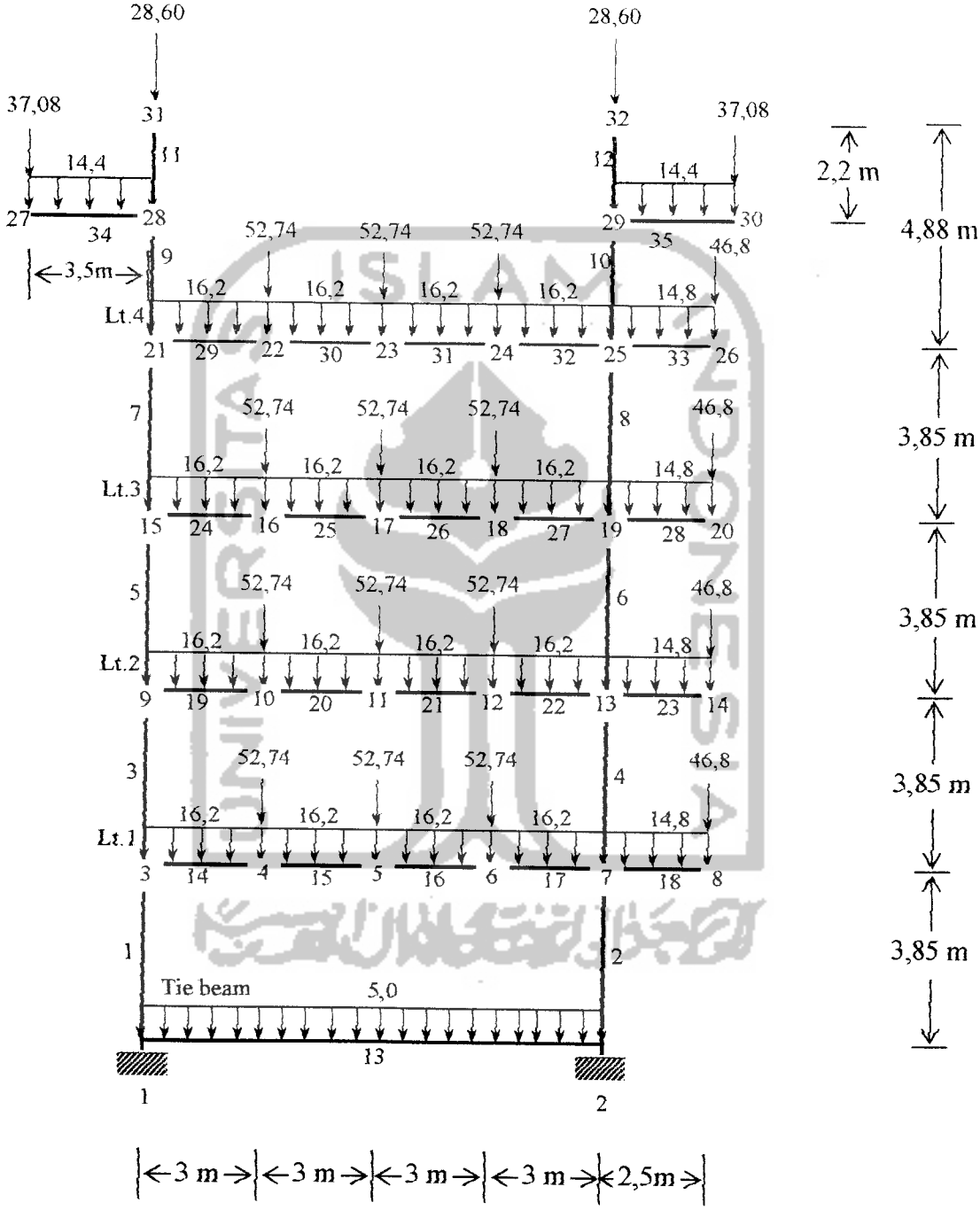
  $$s = \frac{157x350x360x10^{-3}}{45,358} = 436 \quad mm$$

  $$\frac{d}{2} = 180 \quad mm$$

  dipakai sengkang P10 – 180 mm

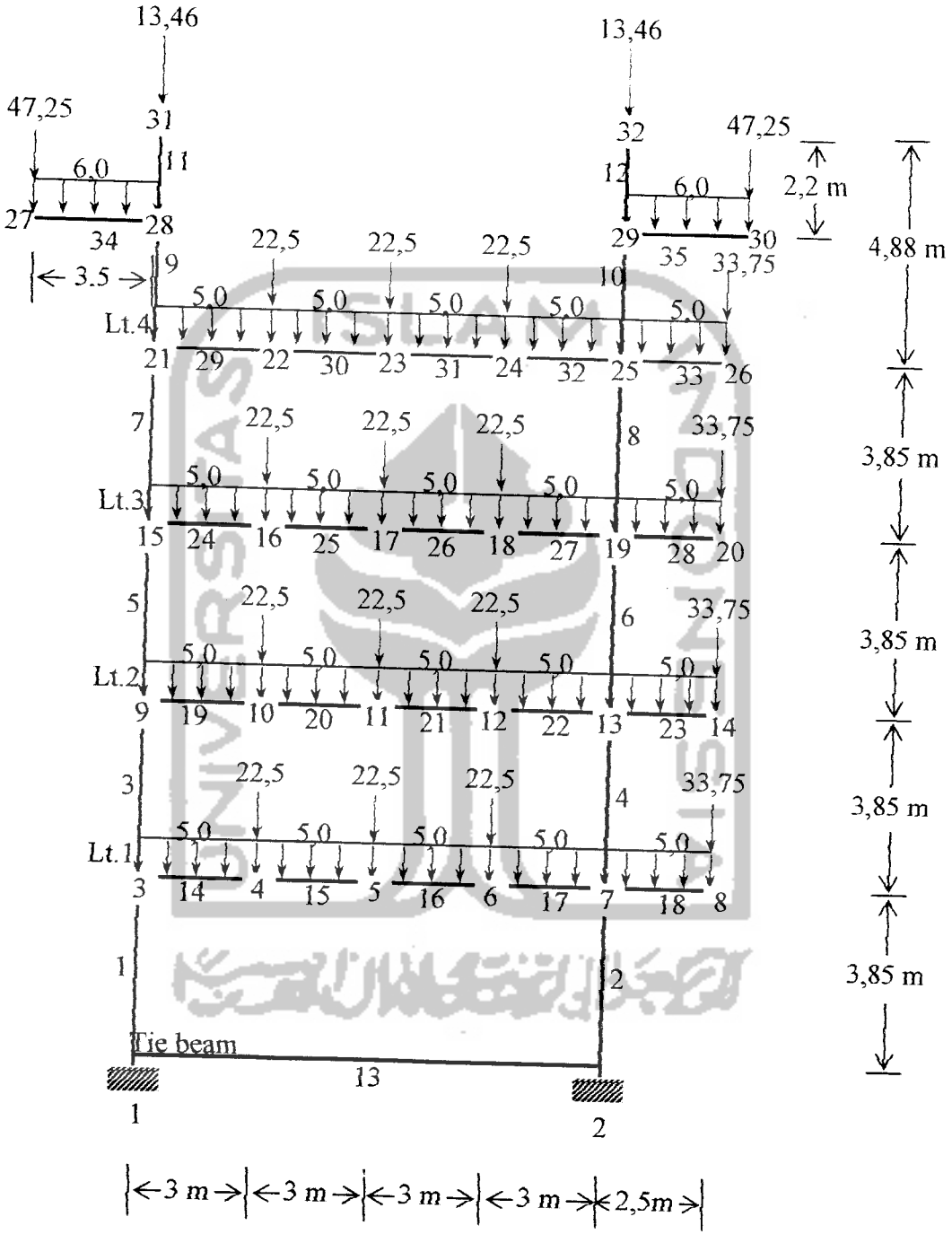
Pembebanan Portal As. 9 dan As 10

a. Beban mati



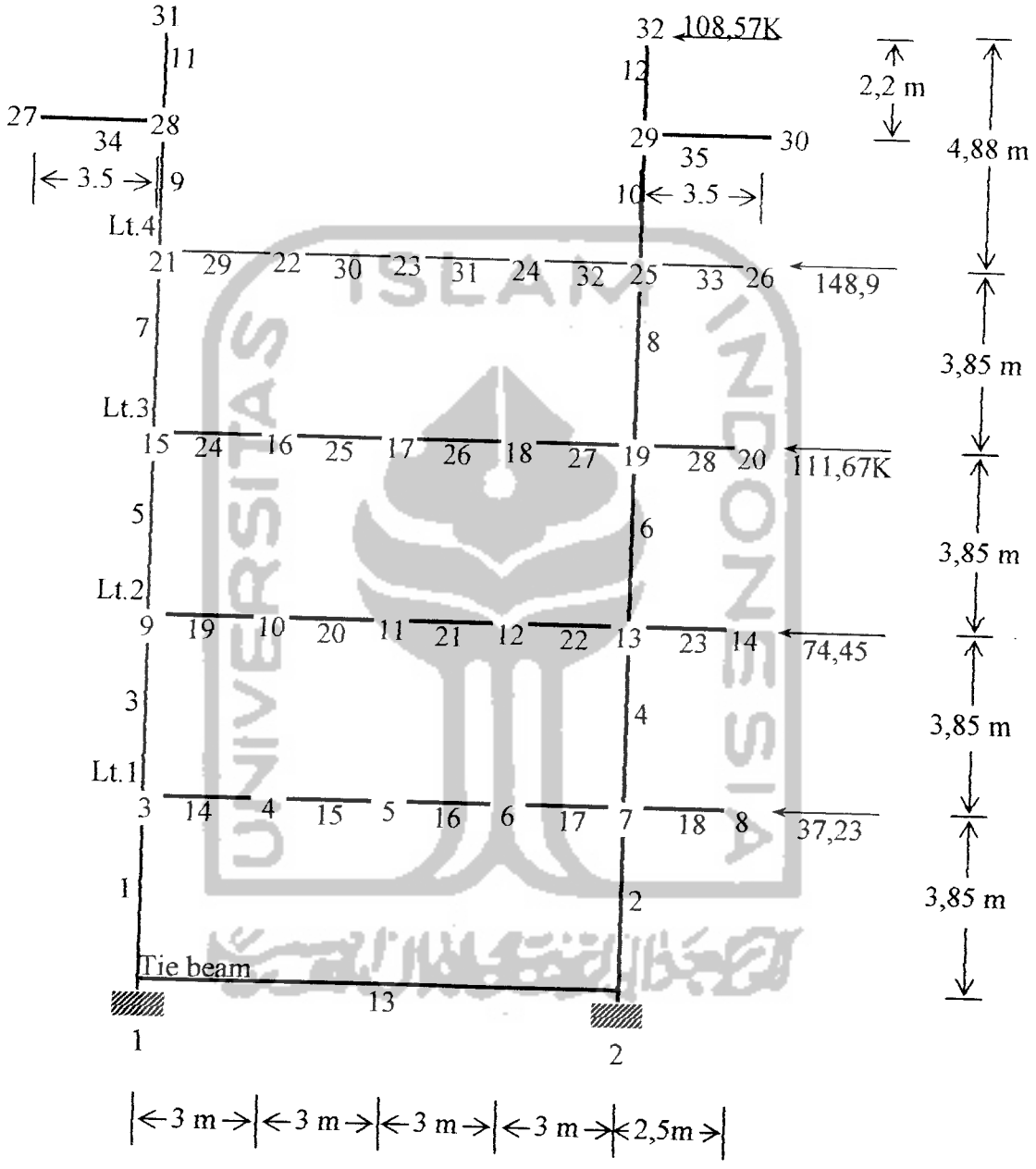
Gambar 4.9.a Pembebanan mati Portal As. 9 dan As 10

b. Beban hidup



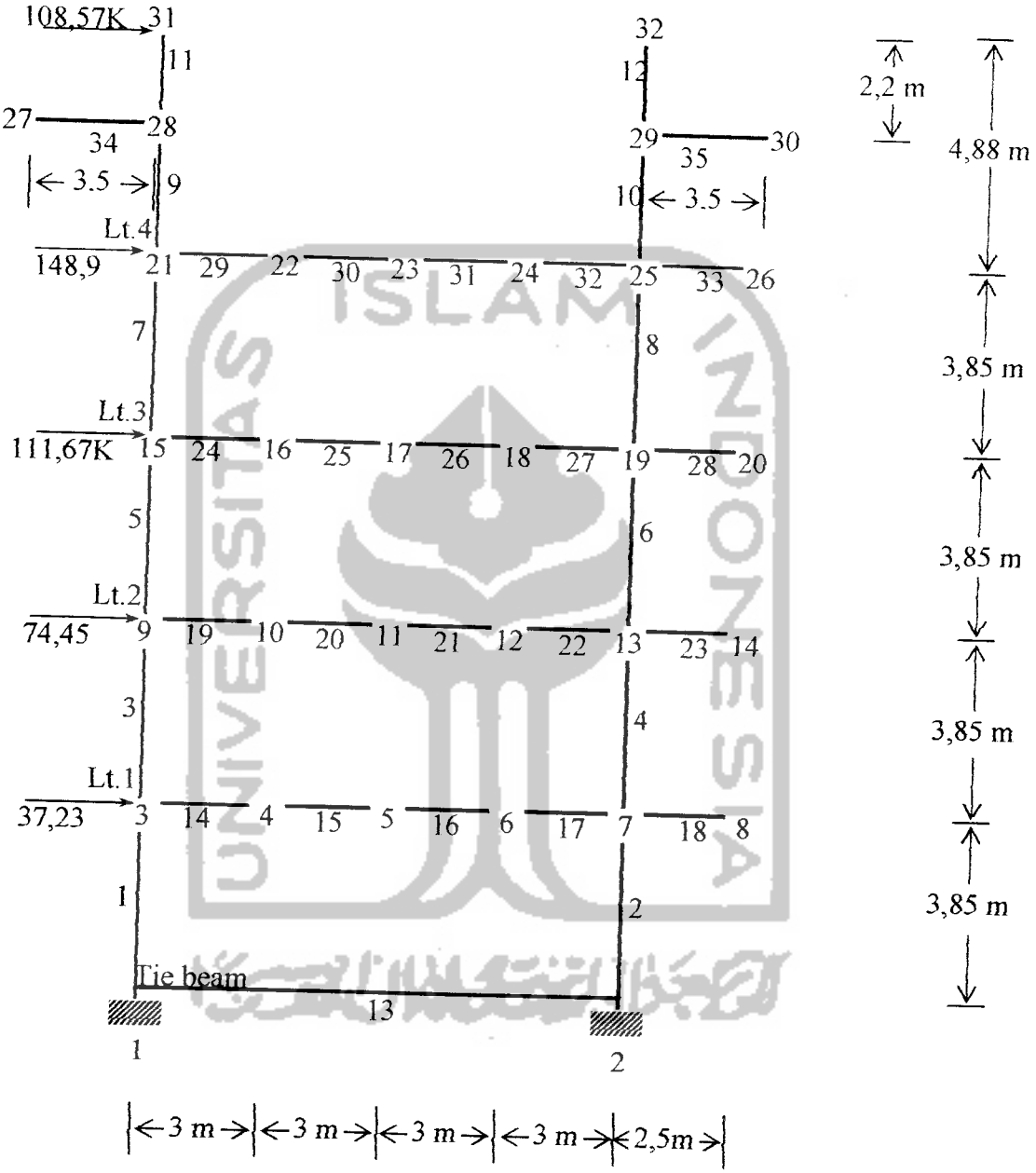
Gambar 4.9.b Pembebanan hidup Portal As. 9 dan As 10

c. Beban gempa kanan



Gambar 4.9.c Pembebanan gempa kanan Portal As. 9 dan As 10

d. Beban gempa kiri



Gambar 4.9.d Pembebanan gempa kiri Portal As. 9 dan As 10

a. Beban mati

- Beban terdistribusi merata elemen 14 s/d 17, 19 s/d 22, 24 s/d 27, 29 s/d 32

  Lantai : 2.2 / 3.1,5.4,26 = 8,52 KN/m

  Balok : 0,4.0,8.24 = 7,68 KN/m

  W_{D1} = 16,2 KN/m

- Beban terdistribusi merata elemen 18, 23, 28, 33

  Lantai : 2.2 / 3.1,25.4,26 = 7,10 KN/m

  Balok : 0,4.0,8.24 = 7,68 KN/m

  W_{D2} = 14,8 KN/m

- Beban terdistribusi merata elemen 34 & 35

  Lantai : 2.2 / 3.1,75.0,12.24 = 6,72 KN/m

  Balok : 0,4.0,8.24 = 7,68 KN/m

  W_{D3} = 14,40 KN/m

- Beban terpusat

  - Nodal 4 s/d 6, 10 s/d 12, 16 s/d 18, 22 s/d 24

    $P_{D1\ balok\ anak}$: 2.(2.1/2.3.1,5).4,26 + 0,25.0,4.24.6 = 52,74 KN

  - Nodal 31 & 32

    $P_{D2\ R\ perletakan\ atap}$ = 28,60 KN

  - Nodal 27 & 30

    $P_{D3\ penutup\ Lt\ 4}$: 1,75.(1,5 + 3).0,12.24 + 0,25.0,4.24,6 = 37,08 KN

  - Nodal 8, 14, 20, 26

    $P_{D4\ Lt\ selasar}$: 2.1,25.(1,5 + 3).0,12.24 + 0,25.0,4.24.6 = 46,8 KN

b. Beban hidup

- Beban terdistribusi merata elemen 14 s/d 17, 19 s/d 22, 24 s/d 27, 29 s/d 32

  W_{L1} = 2.2/3.1,5.2,5 = 5,0 KN/m

- Beban terdistribusi merata elemen 18, 23, 28, 33

  W_{L2} = 2.2/3.1,25.3 = 5,0 KN/m

- Beban terdistribusi merata elemen 34 & 35

  W_{L3} = 2.2/3.1,5.3 = 6,0 KN/m

- Beban terpusat

  - Nodal 4 s/d 6, 10 s/d 12, 16 s/d 18, 22 s/d 24

    $P_{L1\ R\ balok\ anak}$: 2.(2.1/2.3.1,5).2,5 = 22,50 KN

  - Nodal 31 & 32

    $P_{L2\ R\ perletakan\ atap}$: 7,166 + 6,304 = 13,46 KN

  - Nodal 27 & 30

    $P_{L3\ penutup\ Lt\ 4}$: 2.1,75.(1,5+3).3 = 47,25 KN

  - Nodal 8, 14, 20, 26

    $P_{L4\ Lt\ selasar}$: 2.1,25.(1,5+3).3 = 33,75 KN

c. Beban gempa

Reaksi atap	:	2. 28,6 = 57,20 KN
Plat penutup Lt.4	:	2.3,5.6.0,12.24 = 120,96 KN
Kolom	:	2.0,45.0,7.24.4,8 = 72,58 KN
Balok	:	2.0,4.0,8.24.12 = 184,38 KN
Balok	:	2.0,25.0,4.24.6 = 46,08 KN
Beban hidup tereduksi:		0,6.(2.3,5.6.3) = 75,60 KN
		Dibulatkan W_{atap} = 556,80 KN

- Berat lantai 4 (tipikal dengan lt. 3, 2,1)

Lantai	:	6.15.4,26 = 383,40 KN
Kolom	:	2.0,45.0,7.3,85.24 = 58,21 KN
Balok	:	2.0,4.0,8.24.12 = 184,32 KN
Balok	:	4.0,25.0,4.24.6 + 2.0,25.0,4.24.2,5 = 111,36 KN
Balok	:	2.0,25.0,4.24.12 = 92,16 KN
Tembok	:	2,5.3,85.12 = 115,50 KN
B.hidup tereduksi :		0,6(6.12.2,5 + 6.2,5.3) = 60,60 KN
		Dibulatkan W_4 = 1005,6 KN

W_{Total} : 556,8 + 4.1005,6 = 4579,2 KN

Gaya geser untuk tingkat daktilitas penuh (K=1)

$V = C.I.K.W_T$

$= 0{,}07.1{,}5.1{,}0.4579{,}2 = 480{,}82$ KN

distribusi gaya-gaya lateral akibat gempa

Tingkat	Wi (KN)	hi (m)	Wi hi (KNm)	Fi (KN)
Atap	556,8	20,28	11291,91	108,57
4	1005,6	15,40	15486,24	148,90
3	1005,6	11,55	11614,68	111,67
2	1005,6	7,70	7743,12	74,45
1	1005,6	3,85	3871,56	37,23
			50007,51	480,82

Gaya geser untuk tingkat daktilitas penuh (K=2)

$V = C.I.K.W_T$

$= 0{,}07.1{,}5.2{,}0.4579{,}2 = 961{,}64$ KN

distribusi gaya-gaya lateral akibat gempa

Tingkat	Wi (KN)	hi (m)	Wi hi (KNm)	Fi (KN)
Atap	556,8	20,28	11291,91	217,14
4	1005,6	15,40	15486,24	297,80
3	1005,6	11,55	11614,68	223,34
2	1005,6	7,70	7743,12	148,90
1	1005,6	3,85	3871,56	74,46
			50007,51	961,64

4.6 Perencanaan Penulangan Portal As 9 dan As 10 Daktilitas Penuh (K=1)

4.6.1 Penulangan lentur dan geser balok

tabel momen rencana balok didapat:

$M^{-}_{tumpuan}$ = 1196,13 KNm

$M^{+}_{tumpuan}$ = 397,08 KNm

$M_{lapangan}$ = 506,15 KNm

a. Pemeriksaan rasio tulangan apakah boleh dilakukan redistribusi momen

$$\rho_b = \frac{0,85.22,5}{350}.0,85.\left(\frac{600}{600+350}\right) = 0,0029 \qquad \text{(dari 3.3)}$$

$$R_n = \frac{1196,13.10^6}{0,8.400.750^2} = 5,316 \qquad \text{(dari 3.37)}$$

$$\rho = \frac{1}{18,3}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.5,316.18,3}{350}}\right) = 0,018 \qquad \text{(dari 3.39)}$$

$$R_n = \frac{397,08.10^6}{0,8.400.750^2} = 1,76$$

$$\rho' = \frac{1}{18,3}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.1,76.18,3}{350}}\right) = 0,0053$$

0,018-0,0053 = 0.0127 < 0,5.0,029 = 0,0145

maka redistribusi momen negatif boleh dilakukan

- faktor redistribusi maksimum

$$30.\left(1-\frac{4}{3}\frac{0,018-0,0053}{0,029}\right)\% = 12\ \% \qquad \text{(dari 3.3)}$$

- Redistribusi momen negatif pada pertemuan kolom tepi

∂M = 1196,13.12% = 143,06 KNm

- Momen balok rencana terredistribusi

$M^{-}_{tump} = 1196,13 - 143,06 = 1049,07$ KNm

$M^{+}_{tump} = 397,08 + 143,06 = 540,14$ KNm

$M_{lap} = 506,15 + 143,06 = 649,21$ KNm

- Perencanaan tulangan tumpuan negatif

$f'_c = 22,5$ MPa

$f_y = 350$ MPa

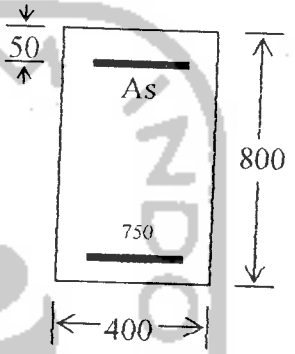
$d' = 50$ mm

$d = 800-50 = 750$ mm

$m = 18,3$

$\rho_{min} = 0,004$

$\rho_{max} = 0,022$



$$R_n = \frac{1049,07 \ .10^6}{0,8.400.750^2} = 4,66$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{18,3}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.4,66.18,3}{350}}\right) = 0,016$$

$As = 0,016.400.750 = 4721,90$ mm^2 (dari 3.40a)

$As' = 0,5.As = 0,5.\ 4721,90 = 2360,95$ mm^2 (dari 3.40b)

- Perencanaan tulangan tumpuan positif

$R_n = 2,40$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{18,3}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.2,40.18,3}{350}}\right) = 0,0074$$

$As' = 0,0074.400.750 = 2206,12$ mm^2

Tulangan tumpuan terpasang berdasarkan luasan maksimum

$As = 0{,}016.400.750 = 4721{,}90\ mm^2$

Dipakai tulangan 10D25 = $4909{,}0\ mm^2$

$As' = 0{,}5.As = 0{,}5.\ 4721{,}90 = 2360{,}95\ mm^2$

Dipakai tulangan 5D25 = $2454{,}5\ mm^2$

- Perencanaan tulangan lapangan

$Rn = 2{,}88$

$\rho_{perlu} = 0{,}0089$

$As = 0{,}008.400.750 = 2694{,}65\ mm^2$

Dipakai tulangan 6D25 = $2945{,}4\ mm^2$

b. Momen kapasitas balok berdasarkan tulangan tarik terpasang (akibat gempa kiri)

$C_c = 0{,}85.22{,}5.400.a = 7650.a \quad N$ (dari 3.59c)

$C_s = 2454{,}5.(350 - 0{,}85.22{,}5) = 812132{,}69 \quad N$ (dari 3. 59d)

$T = 4909{,}0.350 = 1718150 \quad N$ (dari 3. 59e)

$$a = \frac{1718150 - 812132{,}69}{7650} = 118 \quad mm$$ (dari 3. 59g)

$C_c = 7650.118 = 906017{,}31 \quad N$

dari persamaan 3. 59h, didapat nilai:

$$M_{n,ak.b} = \left[906017{,}31.\left(750 - \frac{142}{2}\right) + 812132{,}69.(750 - 50)\right].10^{-6}$$

$$= 626{,}06 + 568{,}49 = 1194{,}55 \quad KNm$$

$M_{kap.b} = 1{,}25.1194{,}55 = 1492{,}96 \quad KNm$ (dari 3. 59a)

c. Momen kapasitas balok berdasarkan tulangan tekan terpasang (gempa kanan)

Perencanaan menggunakan anggapan bahwa tulangan tarik dan tulangan tekan berjumlah sama yaitu berdasarkan tulangan tekan terpasang momen positif akibat gempa kanan (gambar 4.6.1.c), sehingga didapat:

$C_c = 0{,}85.22{,}5.400.a = 7650.a \quad N$

$C_s = 2454{,}5.(350 - 0{,}85.22{,}5) = 812132{,}69 \quad N$

$T = 2454{,}5.350 = 859075 \quad N$

$$a = \frac{859075 - 812132{,}69}{7650} = 6{,}2 \quad mm$$

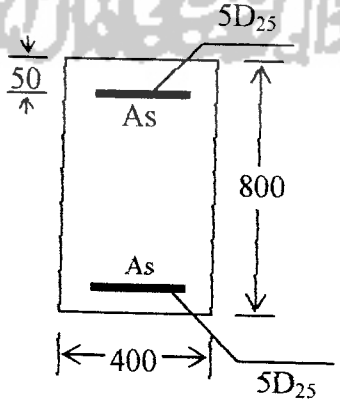
$C_c = 7650.6{,}2 = 46942{,}31 \quad N$

dari persamaan 3. 59h, didapat nilai:

$$M_{n,ak.b} = \left[46942{,}31.\left(750 - \frac{6{,}2}{2} \right) + 812132{,}69.(750 - 50) \right].10^{-6}$$

$$= 35{,}06 + 568{,}49 = 603{,}55 \quad KNm$$

$$M'_{kap.b} = 1{,}25.603{,}55 = 754{,}44 \quad KNm$$



Gambar 4.10 Anggapan penampang balok tulangan tekan terpasang

d. Tulangan geser balok

V_D = 188,58 KN

V_L = 71,30 KN

V_E = 112,54 KN

V_g = 188,58 + 71,30 = 259,88 KN

l_n = 12-0,70 =11,3 m

Gaya geser rencana:

$$V_{u,b} = 0,7.\left(\frac{192,96 + 754,44}{11,3}\right) + 1,05.229,92 = 425,74 \quad KN \qquad \text{(dari 3.60a)}$$

dari persamaan (dari 3.60) didapat gaya geser terpakai:

$$V_{u,b} = \left[229,92 - 0,7.\left(\frac{1492,96 + 754,44}{11,3}\right)\right] + \frac{11,3 - 0,7}{11,3}\left[425,74 - \left(229,92 - 0,7.\left(\frac{1492,96 + 754,44}{11,3}\right)\right)\right]$$

$$= 407,64 \quad KN$$

tidak perlu lebih dari

$$V_{u,b} = 1,05.\left(189.73 + 72.00 + \frac{4,0}{1}.91.71\right) = 626.59 \quad KN \qquad \text{(dari 3.60b)}$$

- Pada daerah sendi plastis ($V_c = 0$), (x = 2.750 = 1500 mm)

Vs = 407,64 /0,6 = 679,4 KN (dari 3.60m)

Dipakai sengkang 3D10 = 235,5 mm^2

$$s = \frac{235,5.350.750.10^{-3}}{679,4} = 90 \cdot mm \qquad \text{(dari 3.60j)}$$

$$s \le \frac{750}{4} = 187,5 \quad mm \qquad \text{(dari 3.60n)}$$

$s \leq 8.25 = 200 \quad mm$ (dari 3.60n)

$s \leq 24.10 = 240 \quad mm$

$$s \leq \frac{1600.350.157}{490,9.350} = 500 \quad mm$$

- Diluar daerah sendi plastis

$$V_u = \frac{6-1,5}{6}(396,79-184,20)+184,20 = 343,64 \quad KN$$

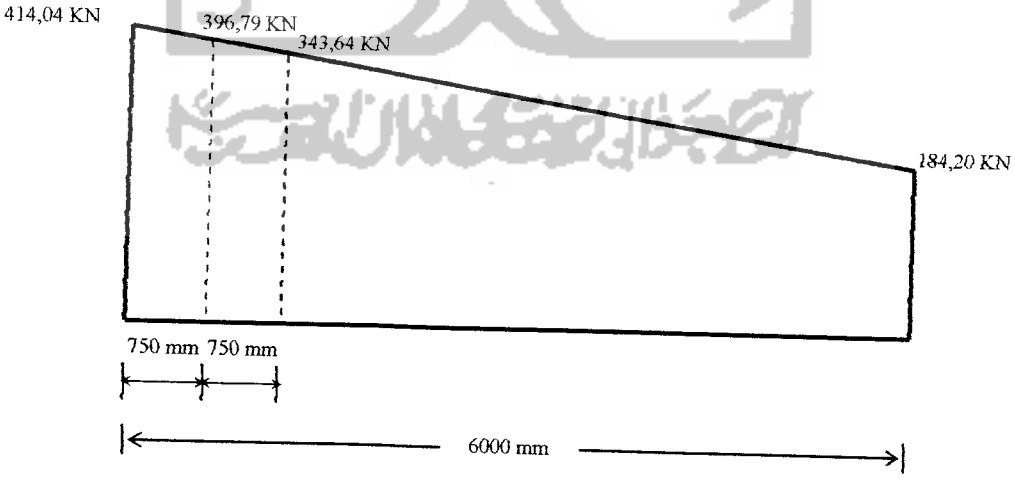
$V_c = .1/6.\sqrt{22,5}.400.750.10^{-3} = 237,17 \quad KN$ (dari 3.60e)

$V_s = 343,64/0,6 - 237,17 = 335,57\ KN$

$$s \leq \frac{235,5.350.750.10^{-3}}{335,57} = 150 \quad mm$$

$$s \leq \frac{750}{2} = 187,5 \quad mm$$

$s \leq 300 \quad mm$



4.6.2 Penulangan kolom akibat beban lentur dan aksial

$I_b = 1/12.0,40.0,8^3 = 0,0171\ m^4$

$I_k = 1/12.0,45.0,7^3 = 0,0141\ m^4$

$$K_{k.b} = \frac{E.I_k}{h_k} = \frac{E.0,0141}{3,85} = 0,003662.E \qquad \text{(dari 3.61c)}$$

$$K_{k.a} = \frac{E.I_k}{h_k} = \frac{E.0,0141}{3,85} = 0,003662.E$$

$$\Sigma K = K_{ka} + K_{kb} = 0,003662.E + 0,003662.E = 0,007324.E$$

$$\alpha_{ka} = \frac{K_k}{\Sigma K} = \frac{0,003662.E}{0,007324.E} = 0,5 \qquad \text{(dari 3.61d)}$$

a. Momen rencana kolom (dari 3.61b)

$$M_{u.k} = \frac{3,85}{3,05}.0,7.1,3.0,5.\left[\left(\frac{12}{11,3}.1492,96 + 0\right) + 0,3\left(\frac{6}{5,6}.310,82 + \frac{6}{5,6}.310,82\right)\right]$$

$$= 910,59 \quad \text{KNm}$$

tidak perlu lebih dari (pers. 3.62)

$$M_{u,k} = 1,05.(165,76 + 78,08 + 4/1.(346,96 + 0,3.185,78) = 1713,25 \quad \text{KNm}$$

b. Gaya aksial rencana kolom

n = 5 lantai

$R_v = 1,1 - 0,025.5 = 0,975$

$N_D = 662,88$ KN

$N_L = 318,05$ KN

Ng = 193,11 KN

$N_g = 662,88 + 318,05 = 980,93$ KN

dari persamaan 3.64a

$$N_{u.k} = 0,7.0,975\left[\left(\frac{910,59}{12} - 0\right) + 0,3\left(\frac{6}{5,6}.310,82 - \frac{6}{5,6}.310,82\right)\right] + 1,05.980,93$$
$$= 1081,76 \quad KN$$

tidak perlu lebih dari 3.64b

$$N_{u.k} = 1,05.(980,93 + 4,0/1.(193,11 + 0,3.73,38) = 1841,04 \quad KN$$

c. Perencanaan tulangan desak dan lentur kolom

Kontrol kelangsingan kolom

$$r = \sqrt{\frac{1,41.10^{10}}{3,15.10^{5}}} = 216,5 \quad mm = 0,22 \quad m \qquad \text{(dari 3.65a)}$$

$$\frac{kl}{r} = \frac{1,0.(3,85 - 0,8)}{0,22} = 14,1 < 22 \rightarrow \text{kolom} \quad \text{pendek} \qquad \text{(dari 3.65c)}$$

Tinjauan terhadap kondisi seimbang untuk luas tulangan 1% Ag

$$A_{st} = 0,01.450.700 = 3150 \text{ mm}^2 \qquad \text{(dari 3.65e)}$$

$$As = As' = 0,5.3150 = 1575 \text{ mm}^2$$

$$d = 700 - 50 = 650 \text{ mm}^2 \qquad \text{(dari 3.65f)}$$

$$c_b = \frac{600.650}{600 + 350} = 410 \quad mm \qquad \text{(dari 3.65g)}$$

$$a_b = 0,85.410 = 348 \quad mm \qquad \text{(dari 3.65h)}$$

$$f_s' = 200000.\left[0,003.\left(\frac{410 - 50}{410}\right)\right] = 526,8 \quad MPa > fy \qquad \text{(dari 3.65i)}$$

maka dianggap $f_s' = f_y$

$$f_s = 200000.\left[0,003.\left(\frac{650 - 410}{410}\right)\right] = 351,2 \quad MPa > fy \qquad \text{(dari 3.65j)}$$

maka dianggap fs = fy

$$C_{cb} = 0{,}85.22{,}5.348.450.10^{-3} = 2994{,}975 \quad KN \qquad \text{(dari 3.65k)}$$

$$C_{sb} = 1575.(350 - 0{,}85.22{,}5).10^{-3} = 521{,}128 \quad KN \qquad \text{(dari 3.65l)}$$

$$T_{sb} = 1575.350.10^{-3} = 551{,}25 \quad KN \qquad \text{(dari 3.65m)}$$

$$P_{nb} = (2994{,}975 + 521{,}128 - 551{,}25) = 2964{,}85 \quad KN$$

$$\phi P_{nb} = 0{,}65.2964{,}85 = 1927{,}15 \quad KN \qquad \text{(dari 3.65n)}$$

$$M_{nb} = \left[2994{,}975.\left(\frac{700-348}{2}\right) + 521{,}128(350-50) + 551{,}25(650-350)\right]10^{-3}$$

$$= 848{,}83 \quad KNm$$

$$\phi M_{nb} = 0{,}65.848{,}83 = 551{,}74 \quad KNm \qquad \text{(dari 3.65o)}$$

$$e_b = \frac{551{,}74}{1927{,}15}.10^3 = 286 \quad mm \qquad \text{(dari 3.65p)}$$

Dengan cara yang sama ditinjau kondisi patah desak

Diambil $c > c_b \rightarrow c = 500$ mm

$a = 0{,}85.500 = 425$ mm

$$f_s' = 200000.\left[0{,}003.\left(\frac{500-50}{500}\right)\right] = 529 \quad MPa > fy$$

maka dianggap $f_s' = f_y$

$$f_s = 200000.\left[0{,}003.\left(\frac{650-500}{500}\right)\right] = 240 \quad MPa < fy$$

maka digunakan f_s

$$C_c = 0{,}85.22{,}5.425.450.10^{-3} = 3657{,}66 \quad KN$$

$$C_s = 1575.(350 - 0{,}85.22{,}5).10^{-3} = 521{,}128 \quad KN$$

$$T_s = 1575.240.10^{-3} = 378 \quad KN$$

$$P_n = 3657{,}66 + 521{,}128 - 378 = 4556{,}79 \quad KN$$

$$\phi P_n = 0{,}65.4556{,}79 = 2961{,}91 \quad KN$$

$$M_n = \left[3657{,}66.\left(\frac{700-425}{2}\right) + 521{,}128.(350-50) + 378.(650-350)\right].10^{-3}$$

$$= 772{,}67 \quad KNm$$

$$\phi M_n = 0{,}65.772{,}67 = 502{,}24 \quad KNm$$

$$e = \frac{502{,}24}{2961{,}91}.10^3 = 170 \quad mm$$

Dengan cara yang sama ditinjau kondisi patah tarik

Diambil $c < c_b \rightarrow c = 300$ mm

$a = 0{,}85.300 = 255$ mm

$$f_s^{'} = 200000.\left[0{,}003.\left(\frac{300-50}{300}\right)\right] = 500 \quad MPa > fy$$

maka dianggap $f_s^{'} = f_y$

$$f_s = 200000.\left[0{,}003.\left(\frac{650-300}{300}\right)\right] = 800 \quad MPa > fy$$

maka dianggap $f_s = f_y$

$$C_c = 0{,}85.22{,}5.255.450.10^{-3} = 2194{,}59 \quad KN$$

$$C_s = 1575.(350 - 0{,}85.22{,}5).10^{-3} = 521{,}128 \quad KN$$

$$T_s = 1575.350.10^{-3} = 551{,}25 \quad KN$$

$$P_n = 2194,59 + 521,128 - 551,25 = 2164,47 \quad KN$$

$$\phi P_n = 0,65.2164,47 = 1406,91 \quad KN$$

$$M_n = \left[2194,59.\left(\frac{700-255}{2}\right) + 521,128.(350-50) + 551,25.(650-350) \right].10^{-3}$$

$$= 810,01 \quad KNm$$

$$\phi M_n = 0,65.810,01 = 526,51 \quad KNm$$

$$e = \frac{526,51}{1406,91} 10^3 = 374 \quad mm$$

Keruntuhan akibat beban sentris (aksial murni)

$$P_n = \{0,85.22,5.(315000 - 3150) + 3150.350\}.10^{-3}$$

$$= 7066,63 \text{ KN} \qquad \text{(dari 3.65q)}$$

$$\phi P_n = 0,65.\ 7066,63 = 4593,31 \text{ KN} \qquad \text{(dari 3.65r)}$$

Keruntuhan tanpa beban aksial (lentur murni)

Anggap tulangan baja desak belum luluh, keseimbangan gaya menjadi:

$$0,85.22,5.0.85_{,}.c^2.400 + (600.1575 - 1575.350)c - 600.1575.50 = 0$$

$$6502,5c^2 + 393750c - 47250000 = 0 \qquad \text{(dari 3.65s)}$$

didapat: c = 120 mm, a = 0,85.120 = 96 mm

$$M_n = [0,85.22,5.96.400.(650 - 96/2) + 1575.350.(650 - 50)]\,10^{-6}$$

$$= 830,93 \quad KNm$$

$$\phi M_n = 0,8.830,93 = 664,75 \text{ KN} \qquad \text{(dari 3.65u)}$$

Keruntuhan akibat beban sentris (aksial murni)

$$P_n = \{0,85.22,5.(315000 - 3150) + 3150.350\}.10^{-3}$$

$$= 7066,63 \text{ KN} \qquad \text{(dari 3.65q)}$$

$$\phi P_n = 0,65.\ 7066,63 = 4593,31 \text{ KN} \qquad \text{(dari 3.65r)}$$

Keruntuhan tanpa beban aksial (lentur murni)

Anggap tulangan baja desak belum luluh, keseimbangan gaya menjadi:

$$0,85.22,5.0.85_1.c^2.400 + (600.1575 - 1575.350)c - 600.1575.50 = 0$$

$$6502,5c^2 + 393750c - 47250000 = 0 \qquad \text{(dari 3.65s)}$$

didapat: c = 120 mm, a = 0,85.120 = 96 mm

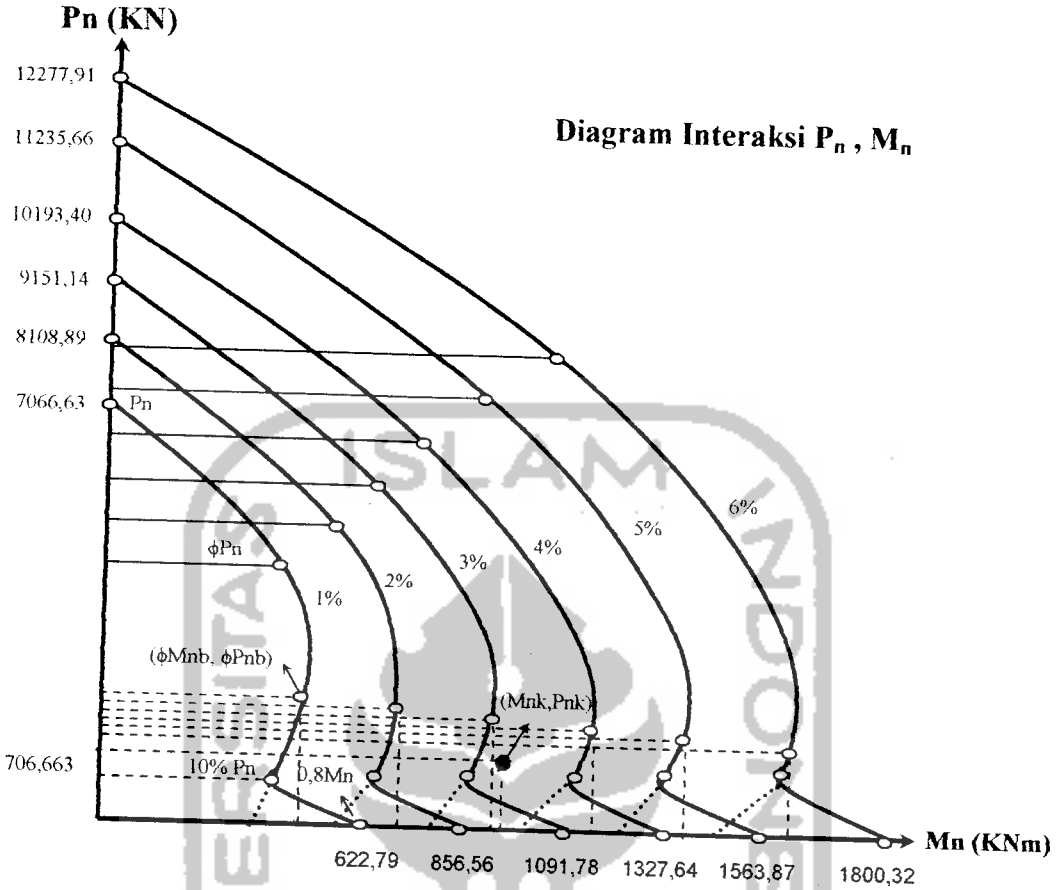
$$M_n = [0,85.22,5.96.400.(650 - 96/2) + 1575.350.(650 - 50)]\,10^{-6}$$
$$= 830,93 \text{ KNm}$$

$$\phi M_n = 0,8.830,93 = 664,75 \text{ KN} \qquad \text{(dari 3.65u)}$$

Dengan cara yang sama didapat diagram interaksi kolom 450/700 untuk luas tulangan 2%, 3%, 4%, 5%, 6%

Tabel 4.9 Interaksi Pn – Mn (kolom 450/700)

Luas tulangan	1%	2%	3%	4%	5%	6%
Ast	3150	6300	9450	12600	15750	18900
As = As'	1575	3150	4725	6300	7875	9450
$0.65.Pn_b$	1927.15	1907.58	1888.00	1868.42	1848.84	1829.26
$0.65.Mn_b$	551.74	760.85	969.97	1179.08	1388.19	1597.31
Pn	7066.63	8108.89	9151.14	10193.40	11235.66	12277.91
10%Pn	706.66	810.89	915.11	1019.34	1123.57	1227.79
0.65Pn	4593.31	5270.78	5948.24	6625.71	7303.18	7980.64
0.65Mn	506.02	695.96	**887.07**	**1078.71**	1270.64	1462.76
0.8Mn	622.79	856.56	1091.78	1327.64	1563.87	1800.32



Dari analisis momen dan aksial rencana kolom, didapat:

$M_{u.k} = 910,59$ KN

$N_{u.k} = 1081,76$ KN

$$e = \frac{910,59}{1081,76}.10^{-3} = 842 \text{ mm} > e_b = 286 \text{ mm (patah tarik)}$$

Rasio tulangan menurut diagram interaksi kolom, dilakukan interpolasi:

$$\rho = \frac{(0,04 - 0,03).(910,59 - 887.07)}{(1078.71 - 887.07)} + 0,03 = 0,031$$

$A_{st} = 3,1\%.Ag = 3,1\%.450.700 = 9836 \text{ mm}^2$

Dipakai tulangan 22D25 = 10799,8 mm^2

$As = 11.409,9 = 5399,9\ mm^2$

$As' = 11.409,9 = 5399,9\ mm^2$

Kontrol kapasitas kolom terhadap keruntuhan tarik

$m = 18,3$

$$\left(1-\frac{e'}{d}\right)=\frac{700-2.842}{2.650}=-0,757 \qquad \text{(dari 3.65w)}$$

$$\left(1-\frac{d'}{d}\right)=\left(1-\frac{50}{650}\right)=0,923$$

dari persamaan (dari 3.65x), didapat:

$$P_n = 0,85.22,5.450.650.\left[-0,757+\sqrt{(-0,757)^2+2.18,3.0,031.(0,923)}\right].10^{-3}$$

$$= 2885,99 \quad KN$$

$$\phi.P_n = 0,65.2885,99 = 1875,89 \quad KN > P_{n,k} = 1081,76 \quad KN$$

d. Perencanaan tulangan geser kolom

$M_{u,ka} = M_{u,kb} = 910,59\ KN$

$V_{D,k} = \quad 80,50\ KN$

$V_{L,k} = \quad 33,06\ KN$

$V_{E,k} = \ 201,14\ KN$

Gaya geser rencana kolom

$$V_{u,k}=\frac{910,59\ +910,59}{(3,85-0,8)}=597,11 \quad KN \qquad \text{(dari 3.66a)}$$

tidak perlu lebih dari

$$V_{u,k} = 1,05.(80,50+33,06+4/1.201,14) = 963,55 \quad KN \qquad \text{(dari 3.66b)}$$

Tulangan geser didaerah ujung kolom ($V_c = 0$)

$V_s = 597,11/0,6 - 0 = 995,18$ KN

Dipakai sengkang tertutup 4P10, $A_v = 314$ mm^2

$$s \le \frac{314.350.650.10^{-3}}{995,18} = 70 \quad \text{mm} \qquad \text{(dari 3.60k)}$$

$$s \le \frac{1}{4}.450 = 112,5 \quad \text{mm} \qquad \text{(dari 3.66d)}$$

$s \le 8.25 = 200$ mm (dari 3.66e)

$s \le 100$ mm (dari 3.66f)

Tulangan geser didaerah tengah bentang kolom

$$Vc = \left(1 + 1081,76/14.315000\right)\left(1/6.\sqrt{22,5}\right)450.650 10^{-3}$$

$= 232,24$ KN (dari 3.66c)

$Vs = 995,18 - 232,24 = 762,94$ KN

$$s = \frac{314.350.650.10^{-3}}{762,94} = 90 \quad \text{mm}$$

$s \le 100$ mm

Daerah-daerah yang berpotensi mengalami sendi plastis terletak sepanjang l_o dari muka yang ditinjau, dengan nilai l_o tidak boleh kurang dari:

h = 450 mm untuk $N_{u,k} < 0,3.A_g.f_c^{'}$

1,5.h untuk $N_{u,k} > 0,3.A_g.f_c^{'}$

1/6.l = 1/6.3050 = 508 mm

450 mm

4.6.3 Pertemuan balok kolom

$$V_{kol} = \frac{0,7.(12/11,3.1492,96)}{1/2.(3,85+3,85)} = 371,53 \quad KN \qquad \text{(dari 3.67a)}$$

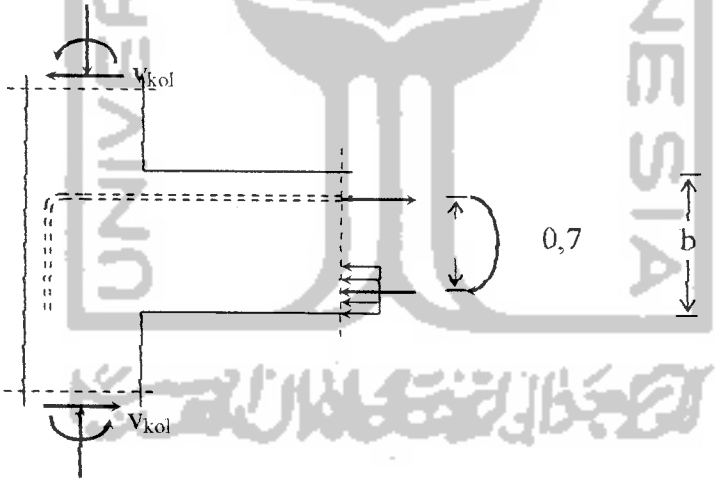
$$T = \frac{0,7.1492,96.10^3}{(650-348/2)} = 2195 \quad KN \qquad \text{(dari 3.67d)}$$

$$V_{j.h} = 2195 - 371,53 = 1423,47 \quad KN \qquad \text{(dari 3.67b)}$$

kontrol tegangan geser horizontal minimal

$$V_{j.h} = \frac{V_{j.h}}{b_j.h_c} = \frac{1423,47.10^3}{800.700} = 4,07 \quad MPa \qquad \text{(dari 3.67e)}$$

$$1,5.\sqrt{f_c'} = 1,5.\sqrt{22,5} = 7,12 \quad MPa > V_{j.h} = 4,07 \quad MPa \qquad \text{(dari 3.67f)}$$



Gambar 4.11 Join balok kolom

Penulangan geser horizontal (dari 3.67g)

$N_{u.k} = 1081,76$ KN

$$\frac{N_{uk}}{A_g} = \frac{1081,76 \ .10^3}{450.700} = 3,59 \quad MPa > 0,1.f_c' = 0,1.22,5 = 2,25 \quad MPa$$

maka sumbangan gaya geser beton horizonal adalah:

$$V_{c,h} = 2/3.\sqrt{\{(1130,95.10^3/450.700) - 0,1.22,5\}}.800.700.10^{-3}$$

$$= 563,25 \quad KN$$

sehingga:

$$V_{s,h} = 1423,47 - 563,25 = 860,22 \text{ KN} \qquad \text{(dari 3.67j)}$$

Luas tulangan geser horizontal

$$A_{j,h} = \frac{V_{s,h}}{fy} = \frac{860,22.10^3}{350} = 2457,77 \quad mm^2 \qquad \text{(dari 3.67l)}$$

luasan tersedia 2 sengkang tertutup P10 ($2A_v$) = 2.157 = 314 mm^2

jumlah lapis sengkang = 2457,77 /314 = 7,8 ≈ 8 lapis

Luas tulangan geser vertikal

$$A_s' = A_s$$

$$V_{c,v} = 6148,5.1423,47/6558,4.(0,6 + 1425,75/315.22,5)$$

$$= 1069,16 \quad KN \qquad \text{(dari 3.67o)}$$

$$V_{s,v} = 1423,47 - 1069,16 = 354.31 \quad KN \qquad \text{(dari 3.67n)}$$

$$A_{j,v} = \frac{354,3110^3}{350} = 1012,33 \quad mm^2 \qquad \text{(dari 3.67m)}$$

luasan tersedia 2 sengkang tertutup P10 ($2A_v$) = 2.157 = 314 mm^2

jumlah lapis sengkang = 1012,33/314 = 3,2 ≈ 4 lapis

Keperluan tulangan geser diatas sebenarnya sudah dapat ditahan oleh tulangan lentur balok maupun tulangan kolom terpasang.

Tabel 4.10.a Momen Rencana Balok Portal As 9-10 (K=1)

Elm	Jarak (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	M.GEMPA (KNm)		1.2MD + 1.6ML (KNm)	0.9(MD ± ME) (KNm)		1.05(MD+0.6ML ± ME) (KNm)		KET
				KIRI	KANAN		KIRI	KANAN	KIRI	KANAN	
14	0	-319.34	-104.77	577.40	-577.94	-550.83	232.25	-614.43	204.95	-782.85	
	1.5	-87.16	-23.34	432.98	-433.52	-141.93	311.24	-411.17	348.41	-494.40	blk. lt.1
	3	108.57	46.85	288.57	-289.10	205.24	357.42	-218.03	**446.51**	-224.85	
15	0	108.57	46.85	288.57	-289.10	205.24	357.42	-218.03	446.51	-224.85	
	1.5	188.74	72.00	144.15	-144.69	341.68	299.60	-65.42	394.89	-30.96	blk. lt.1
	3	232.46	85.90	-0.27	-0.27	416.38	208.97	77.07	297.92	144.03	
16	0	232.46	85.90	-0.27	-0.27	416.38	208.97	77.07	297.92	144.03	
	1.5	160.61	54.77	-144.69	144.15	280.36	14.33	179.03	51.23	243.37	blk. lt.1
	3	52.32	12.39	-289.10	288.57	82.6	-213.10	270.86	-240.81	323.81	
17	0	52.32	12.39	-289.10	288.57	82.6	-213.10	270.86	-240.81	323.81	
	1.5	-171.53	-75.03	-433.52	432.98	-325.88	-544.54	322.16	-682.57	328.58	blk. lt.1
	3	-431.83	-173.69	-577.94	577.40	-796.09	-908.79	**363.33**	**-1169.68**	314.47	
18	0	-163.25	-100.00	0	0	-355.9	-146.93	-90.00	-234.41	-168.00	
	1.25	-70.06	-46.09	0	0	-157.83	-63.05	-41.48	-102.60	-77.43	blk. lt.1
	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	0	-306.40	-96.54	677.01	-673.43	-522.14	333.54	-692.97	328.32	-869.28	
	1.5	-78.57	-17.77	508.20	-504.62	-122.72	386.67	-470.15	439.92	-559.70	blk. lt.2
	3	112.81	49.74	339.40	-335.82	214.96	406.98	-257.47	506.15	-269.04	
20	0	112.81	49.74	339.40	-335.82	214.96	406.98	-257.47	**506.15**	-269.04	
	1.5	188.63	72.23	170.60	-167.02	341.92	323.30	-85.31	422.69	-54.02	blk. lt.2
	3	228.00	83.46	1.79	1.79	407.14	206.81	76.73	293.86	142.09	
21	0	228.00	83.46	1.79	1.79	407.14	206.81	76.73	293.86	142.09	
	1.5	151.81	49.67	-167.02	170.60	261.64	-13.68	198.24	15.33	262.57	blk. lt.2
	3	39.17	4.63	-335.82	339.40	54.4	-266.98	309.62	-308.56	364.14	

Lanjutan Tabel 4.10.a Momen Rencana Balok Portal As 9-10 (K=1)

ELM	Jarak (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	M.GEMPA (KNm)		1.2MD + 1.6ML (KNm)	0.9(MD ± ME) (KNm)		1.05(MD+0.6ML ± ME) (KNm)		KET
				KIRI	KANAN		KIRI	KANAN	KIRI	KANAN	
22	0	39.17	4.63	-335.82	339.40	54.4	-266.98	309.62	-308.56	364.14	blk. lt.2
	1.5	-189.03	-85.45	-504.62	508.20	-363.55	-624.29	380.48	-782.17	390.05	
	3	-453.68	-186.77	-673.43	677.01	-843.26	-1014.39	333.54	**-1196.13**	**397.08**	
23	0	-163.25	-100.00	0	0	-355.9	-146.93	-90.00	-234.41	-168.00	blk. lt.2
	1.25	-70.06	-46.09	0	0	-157.83	-63.05	-41.48	-102.60	-77.43	
	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
24	0	-297.45	-87.02	600.28	-616.57	-496.17	272.55	-633.23	263.15	-793.59	blk. lt.3
	1.5	-70.95	-9.07	448.18	-464.46	-99.66	339.50	-426.18	390.37	-502.92	
	3	119.09	57.63	296.07	-312.36	235.11	373.64	-229.25	472.22	-231.15	
25	0	119.09	57.63	296.07	-312.36	235.11	373.64	-229.25	**472.22**	-231.15	blk. lt.3
	1.5	193.58	79.29	143.97	-160.25	359.16	303.79	-72.86	404.37	-35.06	
	3	231.61	89.71	-8.14	-8.14	421.47	201.12	73.41	291.16	142.17	
26	0	231.61	89.71	-8.14	-8.14	421.47	201.12	73.41	291.16	142.17	blk. lt.3
	1.5	154.09	55.10	-160.25	143.97	273.06	-5.54	179.16	28.25	243.73	
	3	40.11	9.24	-312.36	296.07	62.92	-245.02	274.78	-280.04	326.40	
27	0	40.11	9.24	-312.36	296.07	62.92	-245.02	274.78	-280.04	326.40	blk. lt.3
	1.5	-189.42	-81.65	-464.46	448.18	-357.96	-588.49	329.87	-738.01	333.41	
	3	-455.41	-183.80	-616.57	600.28	-840.57	-964.78	**324.83**	**-1141.37**	321.51	
28	0	-163.25	-100.00	0	0	-355.9	-146.93	-90.00	-234.41	-168.00	blk. lt.3
	1.25	-70.06	-46.09	0	0	-157.83	-63.05	-41.48	-102.60	-77.43	
	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	
29	0	-307.41	-111.97	585.88	-514.62	-548.04	250.62	-563.93	221.85	-728.46	blk. lt.4
	1.5	-81.29	-34.25	448.32	-377.06	-152.35	330.32	-370.18	363.80	-453.45	
	3	108.38	32.21	310.76	-239.50	181.6	377.22	-186.56	460.38	-197.36	
30	0	108.38	32.21	310.76	-239.50	181.6	377.22	-186.56	**460.38**	-197.36	blk. lt.4
	1.5	182.49	53.65	173.19	-101.94	304.83	320.11	-43.46	407.26	-16.90	
	3	220.15	63.84	35.63	35.63	366.31	230.20	89.52	308.79	144.66	

Lanjutan Tabel 4.10.a Momen Rencana Balok Portal As 9-10 (K=1)

ELM	Jarak (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	M.GEMPA (KNm)		1.2MD+1.6ML (KNm)	0.9(MD+ME) (KNm)		1.05(MD+0.6ML+ME) (KNm)		KET
				KIRI	KANAN		KIRI	KANAN	KIRI	KANAN	
31	0	220.15	63.84	-35.63	35.63	366.31	166.07	89.52	233.97	144.66	blk. lt.4
	1.5	142.24	29.00	-101.94	173.19	217.08	36.27	181.97	60.59	230.57	
	3	27.89	-17.10	-239.50	310.76	6.11	-190.44	264.29	-232.96	297.56	
32	0	27.89	-17.10	-239.50	310.76	6.11	-190.44	264.29	-232.96	297.56	blk. lt.4
	1.5	-202.02	-108.22	-377.06	448.32	-415.58	-521.17	306.09	-676.21	288.92	
	3	-468.39	-210.59	-514.62	585.88	-899.01	-884.71	**337.76**	**-1164.83**	261.38	
33	0	-163.25	-100.00	0	0	-355.9	-146.93	-90.00	-234.41	-168.00	blk. lt.4
	1.25	-70.06	-46.09	0	0	-157.83	-63.05	-41.48	-102.60	-77.43	
	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	blk. atap
	1.75	-86.94	-91.88	0	0	-251.33	-78.25	-82.69	-149.17	-154.36	
	3.5	-217.98	-202.13	0	0	**-584.98**	-196.18	-181.92	-356.22	-339.58	
35	0	-217.98	-202.13	0	0	-584.98	-196.18	-181.92	-356.22	-339.58	blk. atap
	1.75	-86.94	-91.88	0	0	-251.33	-78.25	-82.69	-149.17	-154.36	
	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabel 4.10.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As.9 dan As.10 (K=1)

Elm	Jarak (m)	$V_{D,B}$ (KN)	$V_{L,B}$ (KN)	$V_{E,B}$ (KN)	$V_{G,B}$ (KN)	$M_{KAP,B}$	$M'_{KAP,B}$	V_{UB}= 0,7($M_{KAP,B}$ + $M'_{KAP,B}$)/Ln+1,05$V_{G,B}$ (KN)	$V_{ub\ terpakai}$ (KN)	V_{UB}=1,05($V_{D,B}$ + $V_{L,B}$+4. $V_{E,B}$) (KN)	KETERANGAN
14	0	166.94	58.04	96.28	224.97	1492.96	754.44	387.26	369.28	640.59	BALOK LT.1
	1.5	142.64	50.54	96.28	193.17	1492.96	754.44	352.20	334.32	607.20	
	3	118.34	43.04	96.28	161.37	1492.96	754.44	317.14	299.37	573.81	
15	0	65.60	20.52	96.28	86.112	1492.96	754.44	234.17	216.64	494.79	BALOK LT.1
	1.5	41.30	13.02	96.28	54.312	1492.96	754.44	199.11	181.68	461.40	
	3	17.00	5.52	96.28	22.512	1492.96	754.44	164.05	146.73	428.01	
16	0	35.75	17.00	96.28	52.748	1492.96	754.44	197.38	179.96	459.75	BALOK LT.1
	1.5	60.05	24.50	96.28	84.548	1492.96	754.44	232.44	214.91	493.14	
	3	84.35	32.00	96.28	116.35	1492.96	754.44	267.50	249.87	526.53	
17	0	137.09	54.52	96.28	191.61	1492.96	754.44	350.47	332.60	605.56	BALOK LT.1
	1.5	161.39	62.02	96.28	223.41	1492.96	754.44	385.53	367.55	638.95	
	3	185.69	69.52	96.28	255.21	1492.96	754.44	420.59	**402.51**	672.34	
18	0	83.80	46.25	0	130.05	1492.96	754.44	282.60	264.93	136.55	BALOK LT.1
	1.25	65.30	40.00	0	105.3	1492.96	754.44	255.31	237.72	110.57	
	2.5	46.80	33.75	0	80.55	1492.96	754.44	228.03	210.52	84.58	
19	0	164.04	56.26	112.54	220.3	1492.96	754.44	382.10	364.14	703.96	BALOK LT.2
	1.5	139.74	48.76	112.54	212.8	1492.96	754.44	347.04	329.18	696.08	
	3	115.44	41.26	112.54	181	1492.96	754.44	311.98	294.22	662.69	
20	0	62.70	18.74	112.54	134.18	1492.96	754.44	229.01	211.49	613.53	BALOK LT.2
	1.5	38.40	11.24	112.54	73.936	1492.96	754.44	193.95	176.54	550.28	
	3	14.10	3.74	112.54	42.136	1492.96	754.44	158.89	141.58	516.89	
21	0	38.64	18.78	112.54	32.876	1492.96	754.44	202.53	185.09	507.17	BALOK LT.2
	1.5	62.94	26.28	112.54	64.924	1492.96	754.44	237.58	220.05	540.82	
	3	87.24	33.78	112.54	96.724	1492.96	754.44	272.64	255.00	574.21	
22	0	139.98	56.30	112.54	143.54	1492.96	754.44	355.62	337.73	623.37	BALOK LT.2
	1.5	164.28	63.80	112.54	203.78	1492.96	754.44	390.68	372.69	686.62	
	3	188.58	71.30	112.54	235.58	1492.96	754.44	425.74	**407.64**	720.01	
23	0	83.80	46.25	0	234.83	1492.96	754.44	282.60	264.93	246.58	BALOK LT.2
	1.25	65.30	40.00	0	123.8	1492.96	754.44	255.31	237.72	129.99	
	2.5	46.80	33.75	0	99.05	1492.96	754.44	228.03	210.52	104.00	
24	0	163.15	55.72	101.40	102.52	1492.96	754.44	380.52	362.56	533.54	BALOK LT.3
	1.5	138.85	48.22	101.40	211.36	1492.96	754.44	345.46	327.61	647.83	
	3	114.55	40.72	101.40	179.56	1492.96	754.44	310.40	292.65	614.44	
25	0	61.81	18.20	101.40	132.74	1492.96	754.44	387.26	**369.28**	565.27	BALOK LT.3
	1.5	37.51	10.70	101.40	72.501	1492.96	754.44	352.20	334.32	502.02	
	3	13.21	3.20	101.40	40.701	1492.96	754.44	317.14	299.37	468.63	
26	0	39.53	19.33	101.40	32.531	1492.96	754.44	234.17	216.64	460.05	BALOK LT.3
	1.5	63.83	26.83	101.40	66.359	1492.96	754.44	199.11	181.68	495.57	
	3	88.13	34.33	101.40	98.159	1492.96	754.44	164.05	146.73	528.96	

Lanjutan Tabel 4.10.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As.9 dan As.10 (K=1)

Elm	Jarak (m)	$V_{D,B}$ (KN)	$V_{L,B}$ (KN)	$V_{E,B}$ (KN)	$V_{G,B}$ (KN)	$M_{KAP,B}$	$M'_{KAP,B}$	V_{UB}= 0,7($M_{KAP,B}$ + $M'_{KAP,B}$)/Ln+1,05.$V_{G,B}$ (KN)	$V_{ub\ terpakai}$ (KN)	$V_{L,B}$=1,05($V_{D,B}$ + $V_{L,B}$+4. $V_{E,B}$) (KN)	KETERANGAN
27	0	140.87	56.85	101.40	144.98	1492.96	754.44	227.43	209.92	578.12	BALOK LT.3
	1.5	165.17	64.35	101.40	205.22	1492.96	754.44	192.37	174.97	641.38	
	3	189.47	71.85	101.40	237.02	1492.96	754.44	157.31	140.01	674.77	
28	0	83.80	46.25	0	235.72	1492.96	754.44	204.11	186.67	247.51	BALOK LT.3
	1.25	65.30	40.00	0	123.8	1492.96	754.44	239.17	221.63	129.99	
	2.5	46.80	33.75	0	99.05	1492.96	754.44	274.23	256.58	104.00	
29	0	162.90	55.56	91.71	102.36	1492.96	754.44	357.21	339.31	492.65	BALOK LT.4
	1.5	138.60	48.06	91.71	210.96	1492.96	754.44	392.27	374.27	606.68	
	3	114.30	40.56	91.71	179.16	1492.96	754.44	427.32	409.23	573 29	
30	0	61.56	18.04	91.71	132.34	1492.96	754.44	282.60	264.93	524 13	BALOK LT.4
	1.5	37.26	10.54	91.71	72.096	1492.96	754.44	255.31	237.72	460 87	
	3	12.96	3.04	91.71	40.296	1492.96	754.44	228.03	210.52	427 48	
31	0	39.79	19.48	91.71	32.434	1492.96	754.44	380.07	362.11	419 23	BALOK LT.4
	1.5	64.09	26.98	91.71	66.764	1492.96	754.44	345.01	327.16	455 28	
	3	88.39	34.48	91.71	98.564	1492.96	754.44	309.95	292.20	488.67	
32	0	141.13	57.00	91.71	145.38	1492.96	754.44	226.98	209.47	537.83	BALOK LT.4
	1.5	165.43	64.50	91.71	198.12	1492.96	754.44	191.92	174.52	593.20	
	3	189.73	72.00	91.71	229.92	1492.96	754.44	156.86	139.56	626.59	
33	0	83.80	46.25	0	261.72	1492.96	754.44	204.56	187.12	274.81	BALOK LT.4
	1.25	65.30	40.00	0	130.05	1492.96	754.44	239.62	222.08	136.55	
	2.5	46.80	33.75	0	105.3	1492.96	754.44	274.68	257.04	110.57	
34	0	37.08	47.25	0	0	0	0	357.66	339.77	84.58	BALOK ATAP
	1.75	62.28	57.75	0	0	0	0	392.72	374.72	88.55	
	3.5	87.48	68.25	0	0	0	0	427.78	409.68	126.03	
35	0	87.48	68.25	0	0	0	0	282.60	264.93	163.52	BALOK ATAP
	1.75	62.28	57.75	0	0	0	0	255.31	237.72	163.52	
	3.5	37.08	47.25	0	0	0	0	228.03	210.52	126.03	

Keterangan:

$$V_{u,b.terpakai} = \left[1{,}05.V_G - 0{,}7\left(\frac{M_{kap,b} + M'_{Kap,b}}{l_n}\right)\right] + \frac{ln - d}{ln}\left[V_{u,b} - \left[1{,}05.V_G - 0{,}7\left(\frac{M_{kap,b} + M'_{Kap,b}}{l_n}\right)\right]\right]$$

Tabel 4.10.c Momen Rencana Kolom Portal As.9 dan As.10 (K=1)

Elm	Jarak (m)	$M_{D,k}$ (KNm)	$M_{L,k}$ (KNm)	M_{Eki} (KNm)	M_{Eka} (KNm)	$M_{KAP,b\ kiri}$ (KNm)	$M_{KAP,b\ kanan}$ (KNm)	$M_{U,k} = \frac{h}{h_n}(0,7.\phi_d.0,5.(\frac{l}{l_n}M_{kap,b})$ (KNm)	$M_{U,k}$= $1.05(M_{D,k}+M_{L,k} \pm 4/1\ M_{E,k})$ (kiri) (KNm)	$M_{U,k}$= $1.05(M_{D,k}+M_{L,k} \pm 4/1.M_{E,k})$ (kanan) (KNm)	KETERANGAN
1	0	24.65	-3.37	-840.60	837.56	0	1492.96	910.59	-3508.18	3540.10	KOL BASEMEN
	1.925	-69.35	-32.87	-375.77	376.81	0	1492.96	910.59	-1685.57	1475.27	
	3.85	-163.35	-62.37	89.06	-83.94	0	1492.96	910.59	137.05	-589.55	
2	0	-98.92	-42.08	-837.56	840.60	1492.96	0	910.59	-3665.80	3382.47	KOL BASEMEN
	1.925	-4.92	-12.58	-376.81	375.77	1492.96	0	910.59	-1600.98	1559.86	
	3.85	89.07	16.92	83.94	-89.06	1492.96	0	910.59	463.84	-262.76	
3	0	155.99	42.40	-488.34	493.99	0	1492.96	910.59	-1842.72	2283.07	KOLOM LT.1
	1.925	-3.11	-2.46	-68.20	60.22	0	1492.96	910.59	-292.29	247.08	
	3.85	-162.21	-47.33	351.93	-373.56	0	1492.96	910.59	1258.09	-1788.97	
4	0	-179.51	-56.77	-493.99	488.34	1492.96	0	910.59	-2322.85	1802.93	KOLOM LT.1
	1.925	-20.41	-11.90	-60.22	68.20	1492.96	0	910.59	-286.85	252.51	
	3.85	138.69	32.96	373.56	-351.93	1492.96	0	910.59	1749.18	-1297.87	
5	0	144.18	49.21	-325.07	299.86	0	1492.96	910.59	-1162.23	1462.47	KOLOM LT.2
	1.925	-10.79	-14.43	62.11	-23.55	0	1492.96	910.59	234.38	-125.39	
	3.85	-165.76	-78.08	449.30	-346.96	0	1492.96	910.59	1631.03	-1713.26	
6	0	-151.74	-53.82	-299.86	325.07	1492.96	0	910.59	-1475.25	1149.46	KOLOM LT.2
	1.925	3.23	9.83	23.55	-62.11	1492.96	0	910.59	112.62	-247.15	
	3.85	158.20	73.48	346.96	-449.30	1492.96	0	910.59	1700.50	-1643.80	
7	0	131.69	8.94	-150.98	269.61	0	1492.96	910.59	-486.45	1280.02	KOLOM LT.3
	1.925	21.13	49.55	-47.46	-122.51	0	1492.96	910.59	-125.12	-440.33	
	3.85	-89.43	90.16	56.06	-514.62	0	1492.96	910.59	236.22	-2160.64	
8	0	-133.96	-10.32	-269.61	150.98	1492.96	0	910.59	-1283.86	482.62	KOLOM LT.3
	1.925	-23.40	-50.92	122.51	47.46	1492.96	0	910.59	436.51	121.30	
	3.85	87.16	-91.53	514.62	-56.06	1492.96	0	910.59	2156.82	-240.04	
9	0	217.98	202.13	-529.82	0.00	0	1492.96	910.59	-1784.13	441.12	KOLOM LT.4
	1.34	217.98	202.13	-384.34	0.00	0	1492.96	910.59	-1173.11	441.12	
	2.68	217.98	202.13	-238.85	0.00	0	1492.96	910.59	-562.05	441.12	
10	0	-217.98	-202.13	0	529.82	1492.96	0	910.59	-441.11	1996.37	KOLOM LT.4
	1.34	-217.98	-202.13	0	384.34	1492.96	0	910.59	-441.12	1784.13	
	2.68	-217.98	-202.13	0	238.85	1492.96	0	910.59	-441.12	1173.11	
11	0	0	0	-238.85	0	0	0	0	-1003.17	0	KOLOM LT.4
	1.1	0	0	-119.43	0	0	0	0	-501.61	0	
	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	238.85	0	0	0	0	1003.17	KOLOM LT.4
	1.1	0	0	0	119.43	0	0	0	0	501.61	
	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabel 4.10.d Gaya Geser Rencana Kolom As.9 dan As.10 (K=1)

Elm	Jarak (m)	$V_{D,k}$ (KN)	$V_{L,k}$ (KN)	$V_{E,k}$ (KN)	$M_{U,k}$ atas (KN)	$M_{U,k}$ bawah (KN)	$Vu,k = (M_{U,k}a + M_{U,k}b)/h'_k$ (KN)	$V_{U,max} = 1{,}05(V_{D,k} + V_{L,k} + 4.V_{E,k})$ (KN)	KETERANGAN
1	0	48.83	15.32	241.47	910.59	910.59	597.11	946.81	KOL.BASEMEN
	1.925	48.83	15.32	241.47	910.59	910.59	597.11	946.81	
	3.85	48.83	15.32	241.47	910.59	910.59	597.11	946.81	
2	0	48.83	15.32	239.35	910.59	910.59	597.11	1072.63	KOL.BASEMEN
	1.925	48.83	15.32	239.35	910.59	910.59	597.11	1072.63	
	3.85	48.83	15.32	239.35	910.59	910.59	597.11	1072.63	
3	0	82.65	23.31	218.25	910.59	910.59	597.11	805.40	KOLOM LT.1
	1.925	82.65	23.31	218.25	910.59	910.59	597.11	805.40	
	3.85	82.65	23.31	218.25	910.59	910.59	597.11	805.40	
4	0	82.65	23.31	225.34	910.59	910.59	597.11	1057.68	KOLOM LT.1
	1.925	82.65	23.31	225.34	910.59	910.59	597.11	1057.68	
	3.85	82.65	23.31	225.34	910.59	910.59	597.11	1057.68	
5	0	80.50	33.06	201.14	910.59	910.59	597.11	725.53	KOLOM LT.2
	1.925	80.50	33.06	201.14	910.59	910.59	597.11	725.53	
	3.85	80.50	33.06	201.14	910.59	910.59	597.11	725.53	
6	0	80.50	33.06	168.00	910.59	910.59	597.11	824.86	KOLOM LT.2
	1.925	80.50	33.06	168.00	910.59	910.59	597.11	824.86	
	3.85	80.50	33.06	168.00	910.59	910.59	597.11	824.86	
7	0	57.43	21.10	53.78	910.59	910.59	597.11	308.33	KOLOM LT.3
	1.925	57.43	21.10	53.78	910.59	910.59	597.11	308.33	
	3.85	57.43	21.10	53.78	910.59	910.59	597.11	308.33	
8	0	57.43	21.10	203.70	910.59	910.59	597.11	893.67	KOLOM LT.3
	1.925	57.43	21.10	203.70	910.59	910.59	597.11	893.67	
	3.85	57.43	21.10	203.70	910.59	910.59	597.11	893.67	
9	0	0	0	108.57	910.59	910.59	597.11	455.99	KOLOM LT.4
	1.34	0	0	108.57	910.59	910.59	597.11	455.99	
	2.68	0	0	108.57	910.59	910.59	597.11	455.99	
10	0	0	0	108.57	910.59	910.59	597.11	455.99	KOLOM LT.4
	1.34	0	0	108.57	910.59	910.59	597.11	455.99	
	2.68	0	0	108.57	910.59	910.59	597.11	455.99	
11	0	0	0	108.57	910.59	910.59	597.11	455.99	KOLOM LT.4
	1.1	0	0	108.57	910.59	910.59	597.11	455.99	
	2.2	0	0	108.57	910.59	910.59	597.11	455.99	
12	0	0	0	108.57	910.59	910.59	597.11	455.99	KOLOM LT.4
	1.1	0	0	108.57	910.59	910.59	597.11	455.99	
	2.2	0	0	108.57	910.59	910.59	597.11	455.99	

4.7 Perencanaan Penulangan Portal As.9-10 Daktilitas Terbatas (K=2)

4.7.1 Penulangan Lentur dan Geser Balok

Dari tabel momen rencana balok didapat:

$M^{-}_{tumpuan} = 1808,22$ KNm

$M^{+}_{tumpuan} = 939,17$ KNm

$M_{lapangan} = 862,52$ KNm

a. Pemeriksaan rasio tulangan apakah boleh dilakukan redistribusi momen

$\rho_b = 0,029$

$R_n = 8,0$

$\rho = 0,032$, dipakai $\rho_{maks} = 0,022$

$R_n = 4,17$

$\rho' = 0,013$

$0,022-0,013 = 0.009 \quad < \quad 0,5.0,029 = 0,0145$

maka redistribusi momen negatif tidak boleh dilakukan

- faktor redistribusi maksimum

$$30.\left(1-\frac{4\ 0,009}{3\ 0,029}\right)\% = 12\ \% \qquad \text{(dari 3.3)}$$

- Redistribusi momen negatif pada pertemuan kolom tepi, ($\partial = 15\%$)

$\partial M = 1808,22.12\% = 180,82$ KNm

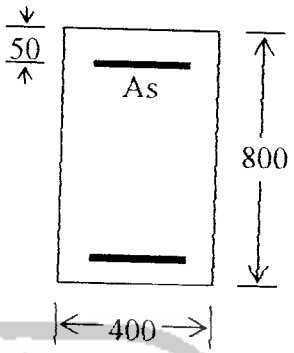
- Momen balok rencana terredistribusi

$M^{-}_{tump} = 1808,22 - 180,82 = 1627,40$ KNm

$M^{+}_{tump} = 939,17 + 180,82 = 1119,39$ KNm

$M_{lap} = 862,52 + 180,82 = 1042,74$ KNm

- Perencanaan tulangan tumpuan negatif



$f_c' = 22,5$ MPa

$f_y = 350$ MPa

d = 800-50 = 750 mm

m = 18,3

$\rho_{min} = 0,004$

$\rho_{perlu} = 0,022$

As = 0,020.400.750 = 6000 mm^2

As'= 0,5. 6000 = 3000 mm^2

- Perencanaan tulangan tumpuan positif

$R_n = 4,9\ 1119,39$

$\rho_{perlu} = 0,016$

As' = 0,016.400.750 = 4946,17 mm^2

Tulangan tumpuan terpasang berdasarkan luasan maksimum

As = 6000 mm^2

Dipakai tulangan 13D25 = 6381,7 mm^2

As'= 4946,17 mm^2

Dipakai tulangan 11D25 = 5399,9 mm^2

- Perencanaan tulangan lapangan

Rn = 4,63

$\rho_{perlu} = 0,015$

As = 0,015.400.750 = 4624,6 mm^2

Dipakai tulangan 10D25 = 4909 mm^2

b. Tulangan geser balok

V_D = 165.17KN

V_L = 64.35KN

V_E = 112,54 KN

V_g = 188,58 + 71,30 = 259,88 KN

l_n = 12-0,70 =11,3 m

$$V_{u.b} = 1{,}05.\left(165{,}17 + 72.0{,}0 + \frac{4{,}0}{2}.91{,}71\right) = 487{,}33 \quad KN$$

$$V_{u.b\ terpakai} = \frac{6-0{,}7}{6}.487{,}33 = 401{,}9 \quad KN$$

- Pada daerah sepanjang d = 700 mm

$$V_c = .1/6.\sqrt{22{,}5}.400.750.10^{-3} = 237{,}17 \quad KN$$

$½.V_c$ = 118,5 KN

Vs = 401,9 /0,6 – 118,5 = 551,3 KN

Dipakai sengkang 3D10 = 235,5 mm^2

$$s = \frac{235{,}5.350.750.10^{-3}}{551{,}3} = 110 \quad mm$$

$$s \le \frac{750}{4} = 187{,}5 \quad mm$$

- Diluar daerah d

V_s = 401,9/0,6 – 237,17 = 432,66 KN

$$s \le \frac{235{,}5.350.750.10^{-3}}{432{,}66} = 140 \quad mm$$

$$s \le \frac{750}{2} = 187{,}5 \quad mm$$

4.7.2 Penulangan kolom akibat beban lentur dan aksial

a. Momen rencana kolom

$$M_{u,k} = 1{,}05.(163{,}35 + 0{,}3.9{,}73 + 62{,}37 + 0{,}3.4{,}01 + 1{,}3.(83{,}94 + 0{,}3.357))$$

$$= 1291{,}32 \quad \text{KNm}$$

b. Gaya aksial rencana kolom

$$N_{u,k} = 1{,}05.(662{,}88 + 0{,}3.314{,}25 + 318{,}05 + 0{,}3.149{,}66 + 1{,}3.(1239{,}75 + 0{,}3.619{,}87))$$

$$= 2592{,}6 \quad \text{KN}$$

$$e = \frac{1291{,}32}{2592{,}6}.10^{-3} = 498 \quad \text{mm} > e_b = 286 \text{ mm} \quad \text{(patah tarik)}$$

Rasio tulangan menurut diagram interaksi kolom, dilakukan interpolasi:

$\rho = 0{,}04$

$A_{st} = 4\%.450.700 = 12600 \text{ mm}^2$

Dipakai tulangan 26D25 = 12763,4 mm^2

As = 13.409,9 = 6381,7 mm^2

As' = 13.409,9 = 6381,7 mm^2

Kontrol kapasitas kolom terhadap keruntuhan tarik

$$P_n = 0{,}85.22{,}5.450.650.\left[-0{,}227 + \sqrt{(-0{,}227)^2 + 2.18{,}3.0{,}04.(0{,}923)}\right].10^{-3}$$

$$= 5355{,}74 \quad \text{KN}$$

$$\phi.P_n = 0{,}65.5355{,}74 = 3481{,}2 \quad \text{KN} > P_{n,k} = 2592{,}6 \quad \text{KN}$$

c. Perencanaan tulangan geser kolom

$$V_{u,k} = 1{,}05.(82.65 + 23.31 + 1{,}3.225.34) = 418.85 \quad \text{KN} \qquad \text{(dari 3.66b)}$$

$$Vc = \left(1 + 2592{,}6 / 14.315000\right)\left(1/6.\sqrt{22{,}5}\right)450.650\,10^{-3} \qquad \text{(dari 3.66c)}$$

$$= 367{,}18 \quad KN$$

$$1/2.V_c = 183{,}59 \text{ KN}$$

Tulangan geser didaerah ujung kolom

$$V_s = 418{,}85/0{,}6 - 183{,}59 = 514{,}49 \text{ KN}$$

Dipakai sengkang tertutup 4P10, $A_v = 314 \text{ mm}^2$

$$s \le \frac{314.350.650.10^{-3}}{514{,}49} = 120 \quad \text{mm} \qquad \text{(dari 3.60k)}$$

$$s \le \frac{1}{4}.450 = 112{,}5 \quad \text{mm} \qquad \text{(dari 3.66d)}$$

$$s \le 8.25 = 200 \text{ mm} \qquad \text{(dari 3.66e)}$$

$$s \le 100 \text{ mm (menentukan)} \qquad \text{(dari 3.66f)}$$

Tulangan geser didaerah tengah bentang kolom

$$V_s = 418{,}85/0{,}6 - 367{,}18 = 330{,}9 \text{ KN}$$

$$s = \frac{314.350.650.10^{-3}}{330{,}9} = 210 \quad \text{mm}$$

$$s \le 200 \text{ mm (menentukan)}$$

Tabel 4.11.a Momen Rencana Balok Portal As 9-10 (K=2)

ELM	Jarak (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	M.GEMPA (KNm)		1.2MD + 1.6ML (KNm)	0.9(MD ± ME) (KNm)		1.05(MD+0.6ML ± ME) (KNm)		KET
				KIRI	KANAN		KIRI	KANAN	KIRI	KANAN	
14	0	-319.34	-104.77	1154.79	-1155.87	-550.83	751.91	-1327.68	**811.23**	-1614.96	blk. lt.1
	1.5	-87.16	-23.34	865.96	-867.03	-141.93	700.92	-858.77	803.04	-1016.60	
	3	108.57	46.85	577.13	-578.20	205.24	617.13	-422.67	749.50	-463.60	
15	0	108.57	46.85	577.13	-578.20	205.24	617.13	-422.67	749.50	-463.60	blk. lt.1
	1.5	188.74	72.00	288.30	-289.37	341.68	429.33	-90.57	546.24	-60.31	
	3	232.46	85.90	-0.54	-0.54	416.38	208.73	208.73	297.63	297.63	
16	0	232.46	85.90	-0.54	-0.54	416.38	208.73	208.73	297.63	297.63	blk. lt.1
	1.5	160.61	54.77	-289.37	288.30	280.36	-115.88	404.02	-100.69	505.86	
	3	52.32	12.39	-578.20	577.13	82.60	-473.29	566.51	-544.37	668.73	
17	0	52.32	12.39	-578.20	577.13	82.60	-473.29	566.51	-544.37	668.73	blk. lt.1
	1.5	-171.53	-75.03	-867.03	865.96	-325.88	-934.71	624.99	-1137.76	681.89	
	3	-431.83	-173.69	-1155.87	1154.79	-796.09	-1428.93	650.67	**-1676.50**	649.69	
18	0	-163.25	-100.00	0	0	-355.90	-146.93	-146.93	-234.41	-234.41	blk. lt.1
	1.25	-70.06	-46.09	0	0	-157.83	-63.06	-63.06	-102.61	-102.61	
	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	0	-306.40	-96.54	1354.01	-1346.85	-522.14	942.85	-1487.92	**939.17**	-1796.72	blk. lt.2
	1.5	-78.57	-17.77	1016.40	-1009.24	-122.72	844.05	-979.03	973.53	-1153.39	
	3	112.81	49.74	678.79	-671.63	214.96	712.44	-502.94	862.52	-555.42	
20	0	112.81	49.74	678.79	-671.63	214.96	712.44	-502.94	**862.52**	-555.42	blk. lt.2
	1.5	188.63	72.23	341.19	-334.03	341.92	476.84	-130.86	601.81	-107.16	
	3	226.00	83.46	3.58	3.58	407.14	206.42	206.42	295.74	295.74	
21	0	226.00	83.46	3.58	3.58	407.14	206.42	206.42	295.74	295.74	blk. lt.2
	1.5	151.81	49.67	-334.03	341.19	261.64	-164.00	443.70	-160.04	548.94	
	3	39.17	4.63	-671.63	678.79	54.40	-569.22	646.17	-661.17	756.77	
22	0	39.17	4.63	-671.63	678.79	54.40	-569.22	646.17	-661.17	756.77	blk. lt.2
	1.5	-189.03	-85.45	-1009.24	1016.40	-363.55	-1078.44	744.63	-1312.02	814.90	
	3	-453.68	-186.77	-1346.85	1354.01	-843.26	-1620.48	810.29	**-1808.22**	827.67	
23	0	-163.25	-100.00	0	0	-355.90	-146.93	-146.93	-234.41	-234.41	blk. lt.2
	1.25	-70.06	-46.09	0	0	-157.83	-63.06	-63.06	-102.61	-102.61	
	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	0	-297.45	-87.02	1200.56	-1233.13	-496.17	812.81	-1377.52	**893.45**	-1661.93	blk. lt.3
	1.5	-70.95	-9.07	896.35	-928.92	-99.66	742.86	-899.88	860.95	-1055.58	
	3	119.09	57.63	592.14	-624.71	235.11	640.11	-455.05	783.10	-494.59	
25	0	119.09	57.63	592.14	-624.71	235.11	640.11	-455.05	783.10	-494.59	blk. lt.3
	1.5	193.58	79.29	287.93	-320.50	359.16	433.36	-114.23	555.54	-83.31	
	3	231.61	89.71	-16.28	-16.28	421.47	193.80	193.80	282.61	282.61	
26	0	231.61	89.71	-16.28	-16.28	421.47	193.80	193.80	282.61	282.61	blk. lt.3
	1.5	154.09	55.10	-320.50	287.93	273.06	-149.77	397.81	-140.02	498.83	
	3	40.11	9.24	-624.71	592.14	62.92	-526.14	569.03	-608.00	669.68	
27	0	40.11	9.24	-624.71	592.14	62.92	-526.14	569.03	-608.00	669.68	blk. lt.3
	1.5	-189.42	-81.65	-928.92	896.35	-357.96	-1006.51	636.23	-1225.70	690.83	
	3	-455.41	-183.80	-1233.13	1200.56	-840.57	-1519.69	670.64	**-1788.76**	666.62	
28	0	-163.25	-100.00	0	0	-355.90	-146.93	-146.93	-234.41	-234.41	blk. lt.3
	1.25	-70.06	-46.09	0	0	-157.83	-63.06	-63.06	-102.61	-102.61	
	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29	0	-307.41	-111.97	1171.76	-1029.24	-548.04	777.92	-1202.98	**837.03**	-1474.02	blk. lt.4
	1.5	-81.29	-34.25	896.63	-754.12	-152.35	733.61	-751.86	834.53	-898.75	
	3	108.38	32.21	621.51	-478.99	181.60	656.90	-333.55	786.68	-368.85	

Lanjutan Tabel 4.11.a Momen Rencana Balok Portal As 9-10 (K=2)

ELM	Jarak (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	M.GEMPA (KNm)		1.2MD+1.6ML (KNm)	0.9(MD+ME) (KNm)		1.05(MD+0.6ML+ME) (KNm)		KET
				KIRI	KANAN		KIRI	KANAN	KIRI	KANAN	
30	0	108.38	32.21	621.51	-478.99	181.60	656.90	-333.55	786.68	-368.85	
	1.5	182.49	53.65	346.38	-203.87	304.83	475.98	-19.24	589.11	11.35	blk. lt.4
	3	220.15	63.84	71.26	71.26	366.31	262.26	262.26	346.19	346.19	
31	0	220.15	63.84	-71.26	71.26	366.31	134.00	262.26	196.55	346.19	
	1.5	142.24	29.00	-203.67	346.38	217.08	-55.46	439.76	-46.44	531.32	blk. lt.4
	3	27.89	-17.10	-478.99	621.51	6.11	-405.99	584.46	-484.43	671.10	
32	0	27.89	-17.10	-478.99	621.51	6.11	-405.99	584.46	-484.43	671.10	
	1.5	-202.02	-108.22	-754.12	896.63	-415.58	-860.52	625.15	-1072.12	661.16	blk. lt.4
	3	-468.39	-210.59	-1029.24	1171.76	-899.01	-1347.66	633.03	-1605.18	605.67	
33	0	-163.25	-100.00	0	0	-355.90	-146.93	-146.93	-234.41	-234.41	
	1.25	-70.06	-46.09	0	0	-157.83	-63.06	-63.06	-102.61	-102.61	blk. lt.4
	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1.75	-86.94	-91.88	0	0	-251.33	-78.25	-78.25	-149.17	-149.17	blk. atap
	3.5	-217.98	-202.13	0	0	-584.98	-196.18	-196.18	-356.22	-356.22	
35	0	-217.98	-202.13	0	0	-584.98	-196.18	-196.18	-356.22	-356.22	
	1.75	-86.94	-91.88	0	0	-251.33	-78.25	-78.25	-149.17	-149.17	blk. atap
	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabel 4.11.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As.9-10 (K=2)

Elm	Jarak (m)	$V_{D.B}$ (KN)	$V_{L.B}$ (KN)	$V_{E.B}$ (KN)	$V_{UB}=1,05(V_{D.B}+V_{L.B}+4/2.V_{E.B})$ (KN)	KET
14	0	166.94	58.04	96.28	405.03	Blk LT.1
	1.5	142.64	50.54	96.28	371.64	
	3	118.34	43.04	96.28	292.61	
15	0	65.60	20.52	96.28	259.22	Blk LT.1
	1.5	41.30	13.02	96.28	225.83	
	3	17.00	5.52	96.28	257.58	
16	0	35.75	17.00	96.28	290.97	Blk LT.1
	1.5	60.05	24.50	96.28	324.36	
	3	84.35	32.00	96.28	403.38	
17	0	137.09	54.52	96.28	436.77	Blk LT.1
	1.5	161.39	62.02	96.28	**470.16**	
	3	185.69	69.52	96.28	136.55	
18	0	83.80	46.25	0	110.57	Blk LT.1
	1.25	65.30	40.00	0	84.58	
	2.5	46.80	33.75	0	467.65	
19	0	164.04	56.26	112.54	434.26	Blk LT.2
	1.5	139.74	48.76	112.54	400.87	
	3	115.44	41.26	112.54	321.85	
20	0	62.70	18.74	112.54	288.46	Blk LT.2
	1.5	38.40	11.24	112.54	255.07	
	3	14.10	3.74	112.54	296.63	
21	0	38.64	18.78	112.54	330.02	Blk LT.2
	1.5	62.94	26.28	112.54	363.41	
	3	87.24	33.78	112.54	442.43	
22	0	139.98	56.30	112.54	**475.82**	Blk LT.2
	1.5	164.28	63.80	112.54	509.21	
	3	188.58	71.30	112.54	136.55	
23	0	83.80	46.25	0	110.57	Blk LT.2
	1.25	65.30	40.00	0	84.58	
	2.5	46.80	33.75	0	442.75	
24	0	163.15	55.72	101.40	409.36	Blk LT.3
	1.5	138.85	48.22	101.40	375.97	
	3	114.55	40.72	101.40	296.95	
25	0	61.81	18.20	101.40	263.56	Blk LT.3
	1.5	37.51	10.70	101.40	230.17	
	3	13.21	3.20	101.40	274.74	
26	0	39.53	19.33	101.40	308.13	Blk LT.3
	1.5	63.83	26.83	101.40	341.52	
	3	88.13	34.33	101.40	420.55	
27	0	140.87	56.85	101.40	453.94	Blk LT.3
	1.5	165.17	64.35	101.40	**487.33**	
	3	189.47	71.85	101.40	136.55	
28	0	83.80	46.25	0	110.57	Blk LT.3
	1.25	65.30	40.00	0	84.58	
	2.5	46.80	33.75	0	405.03	
29	0	162.90	55.56	91.71	421.97	Blk LT.4
	1.5	138.60	48.06	91.71	388.58	
	3	114.30	40.56	91.71	355.19	
30	0	61.56	18.04	91.71	276.17	Blk LT.4
	1.5	37.26	10.54	91.71	242.78	
	3	12.96	3.04	91.71	209.39	
31	0	39.79	19.48	91.71	254.82	Blk LT.4
	1.5	64.09	26.98	91.71	288.21	
	3	88.39	34.48	91.71	321.60	
32	0	141.13	57.00	91.71	400.63	Blk LT.4
	1.5	165.43	64.50	91.71	434.02	
	3	189.73	72.00	91.71	**467.41**	
33	0	83.80	46.25	0	136.55	Blk LT.4
	1.25	65.30	40.00	0	110.57	
	2.5	46.80	33.75	0	84.58	

Tabel 4.11.c Momen Rencana Kolom Portal As.9-10 (K=2)

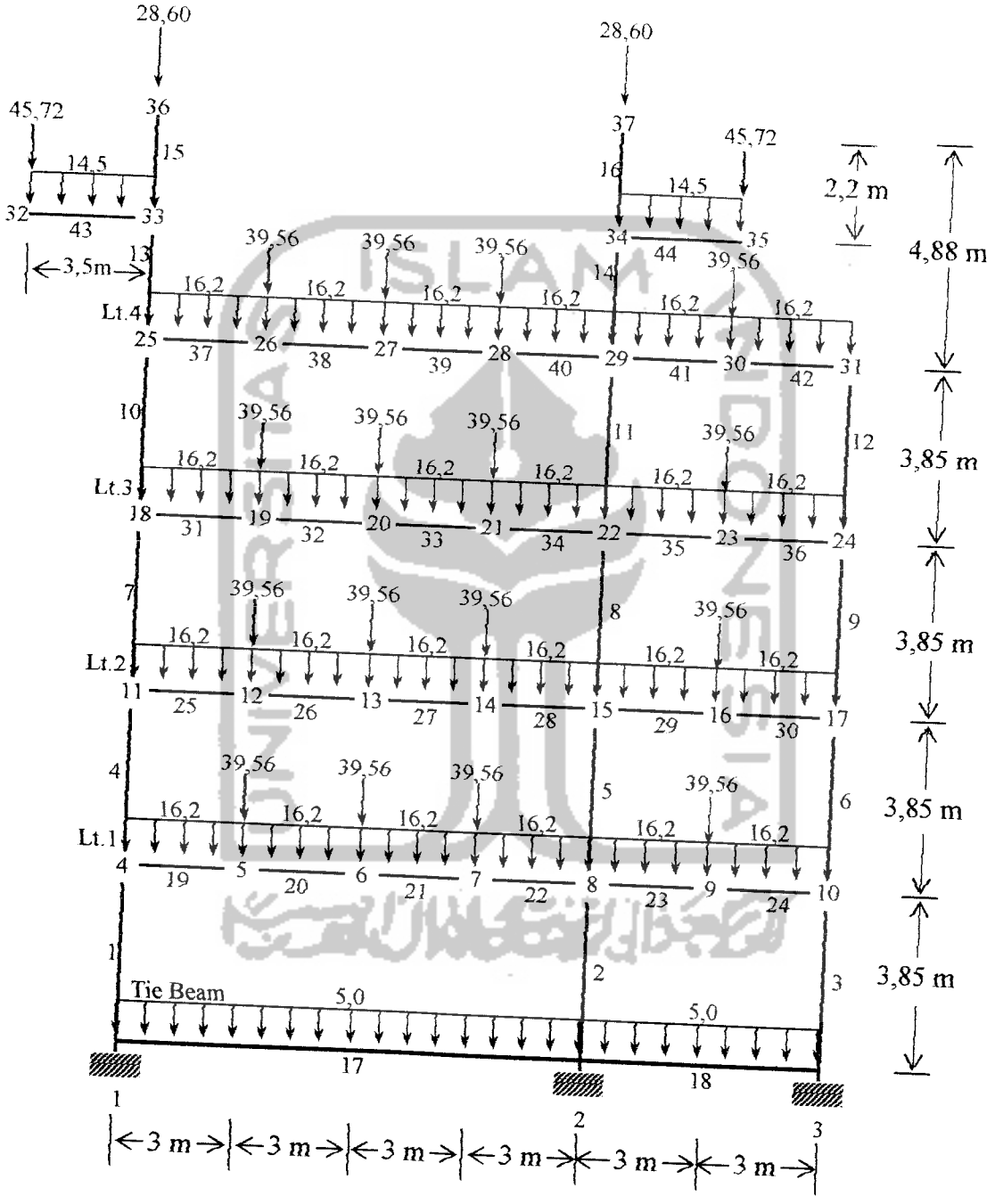
Elm	Jarak (m)	$M_{D,k}$ (KNm)	$M_{L,k}$ (KNm)	M_{Eki} (KNm)	M_{Eka} (KNm)	$M_{U,k}$= $1.05(M_{D,k}+M_{L,k} \pm \omega_d.M_{E,k})$ (KNm)	KETERANGAN
1	0	24.65	-3.37	-840.60	837.56	1165.61	KOL BASEMEN
	1.925	-69.35	-32.87	-375.77	376.81	407.01	
	3.85	-163.35	-62.37	89.06	-83.94	**-1291.32**	
2	0	-98.92	-42.08	-837.56	840.60	999.37	KOL BASEMEN
	1.925	-4.92	-12.58	-376.81	375.77	494.55	
	3.85	89.07	16.92	83.94	-89.06	-458.27	
3	0	155.99	42.40	-488.34	493.99	882.61	KOLOM LT.1
	1.925	-3.11	-2.46	-68.20	60.22	260.37	
	3.85	-162.21	-47.33	351.93	-373.56	-922.39	
4	0	-179.51	-56.77	-493.99	488.34	418.49	KOLOM LT.1
	1.925	-20.41	-11.90	-60.22	68.20	690.14	
	3.85	138.69	32.96	373.56	-351.93	-300.15	
5	0	144.18	49.21	-325.07	299.86	612.37	KOLOM LT.2
	1.925	-10.79	-14.43	62.11	-23.55	357.26	
	3.85	-165.76	-78.08	449.30	-346.96	-729.63	
6	0	-151.74	-53.82	-299.86	325.07	227.88	KOLOM LT.2
	1.925	3.23	9.83	23.55	-62.11	716.86	
	3.85	158.20	73.48	346.96	-449.30	-370.03	
7	0	131.69	8.94	-150.98	269.61	515.68	KOLOM LT.3
	1.925	21.13	49.55	-47.46	-122.51	-93.01	
	3.85	-89.43	90.16	56.06	-514.62	-701.69	
8	0	-133.96	-10.32	-269.61	150.98	89.19	KOLOM LT.3
	1.925	-23.40	-50.92	122.51	47.46	697.87	
	3.85	87.16	-91.53	514.62	-56.06	-282.09	
9	0	217.98	202.13	-529.82	0	441.12	KOLOM LT.4
	1.34	217.98	202.13	-384.34	0	441.12	
	2.68	217.98	202.13	-238.85	0	441.12	
10	0	-217.98	-202.13	0	529.82	282.09	KOLOM LT.4
	1.34	-217.98	-202.13	0	384.34	-441.12	
	2.68	-217.98	-202.13	0	238.85	-326.03	
11	0	0	0	-238.85	0	-163.02	KOLOM LT.4
	1.1	0	0	-119.43	0	0	
	2.2	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	238.85	326.03	KOLOM LT.4
	1.1	0	0	0	119.43	163.02	
	2.2	0	0	0	0	0	

Tabel 4.11.d Gaya Geser Rencana Kolom As.9-10 (K=2)

Elm	Jarak (m)	$V_{D,k}$ (KN)	$V_{L,k}$ (KN)	$V_{E,k}$ (KN)	$VU,k = 1,05(V_{D,k} + V_{L,k} + \omega_d . V_{E,k})$ (KN)	KET
1	0	-48.83	-15.32	241.47	262.25	KOL BASEMEN
	1.925	-48.83	-15.32	241.47	262.25	
	3.85	-48.83	-15.32	241.47	262.25	
2	0	48.83	15.32	239.35	394.07	KOL BASEMEN
	1.925	48.83	15.32	239.35	394.07	
	3.85	48.83	15.32	239.35	394.07	
3	0	-82.65	-23.31	218.25	186.65	KOLOM LT.1
	1.925	-82.65	-23.31	218.25	186.65	
	3.85	-82.65	-23.31	218.25	186.65	
4	0	82.65	23.31	225.34	418.85	KOLOM LT.1
	1.925	82.65	23.31	225.34	418.85	
	3.85	82.65	23.31	225.34	418.85	
5	0	-80.50	-33.06	201.14	155.32	KOLOM LT.2
	1.925	-80.50	-33.06	201.14	155.32	
	3.85	-80.50	-33.06	201.14	155.32	
6	0	80.50	33.06	168.00	348.56	KOLOM LT.2
	1.925	80.50	33.06	168.00	348.56	
	3.85	80.50	33.06	168.00	348.56	
7	0	-57.43	21.10	53.78	35.26	KOLOM LT.3
	1.925	-57.43	21.10	53.78	35.26	
	3.85	-57.43	21.10	53.78	35.26	
8	0	57.43	-21.10	203.70	316.20	KOLOM LT.3
	1.925	57.43	-21.10	203.70	316.20	
	3.85	57.43	-21.10	203.70	316.20	
9	0	0	0	108.57	148.20	KOLOM LT.4
	1.34	0	0	108.57	148.20	
	2.68	0	0	108.57	148.20	
10	0	0	0	0	0	KOLOM LT.4
	1.34	0	0	0	0	
	2.68	0	0	0	0	
11	0	0	0	0	0	KOLOM LT.4
	1.1	0	0	0	0	
	2.2	0	0	0	0	
12	0	0	0	108.57	148.20	KOLOM LT.4
	1.1	0	0	108.57	148.20	
	2.2	0	0	108.57	148.20	

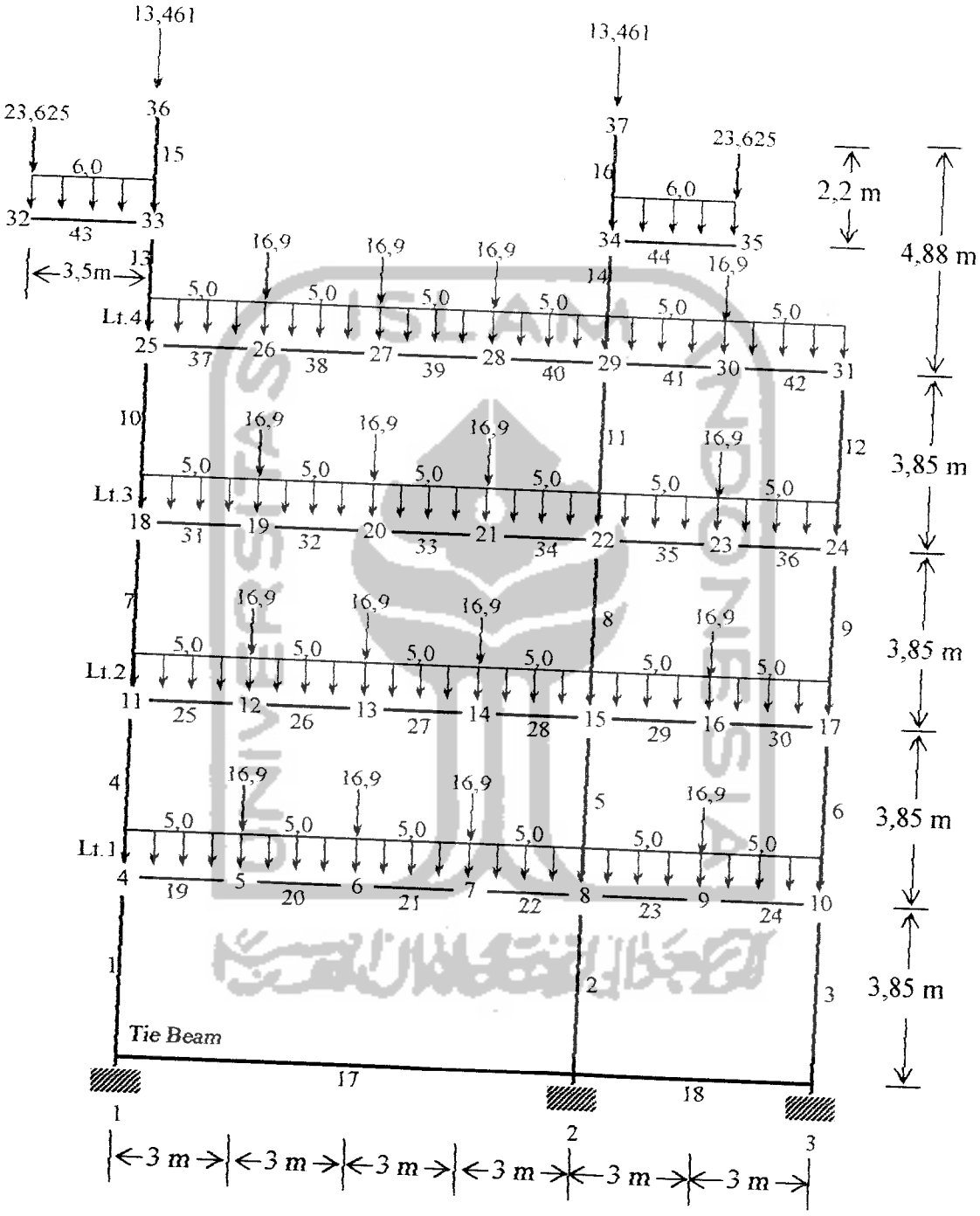
Pembebanan Portal As 6 dan As 7

a. Beban mati



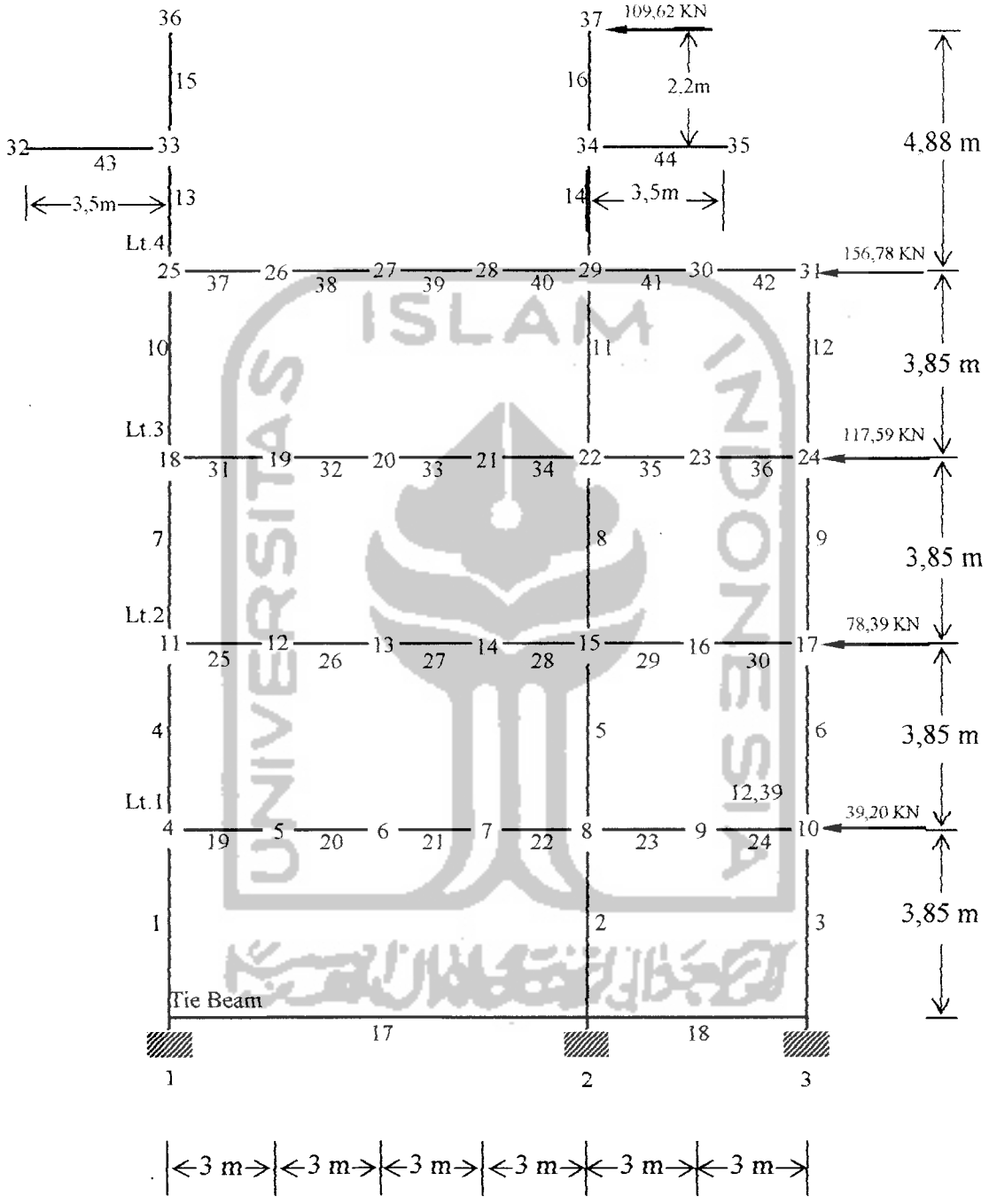
Gambar 4.12.a Pembebanan mati Portal As 6 dan As 7

b. Beban hidup



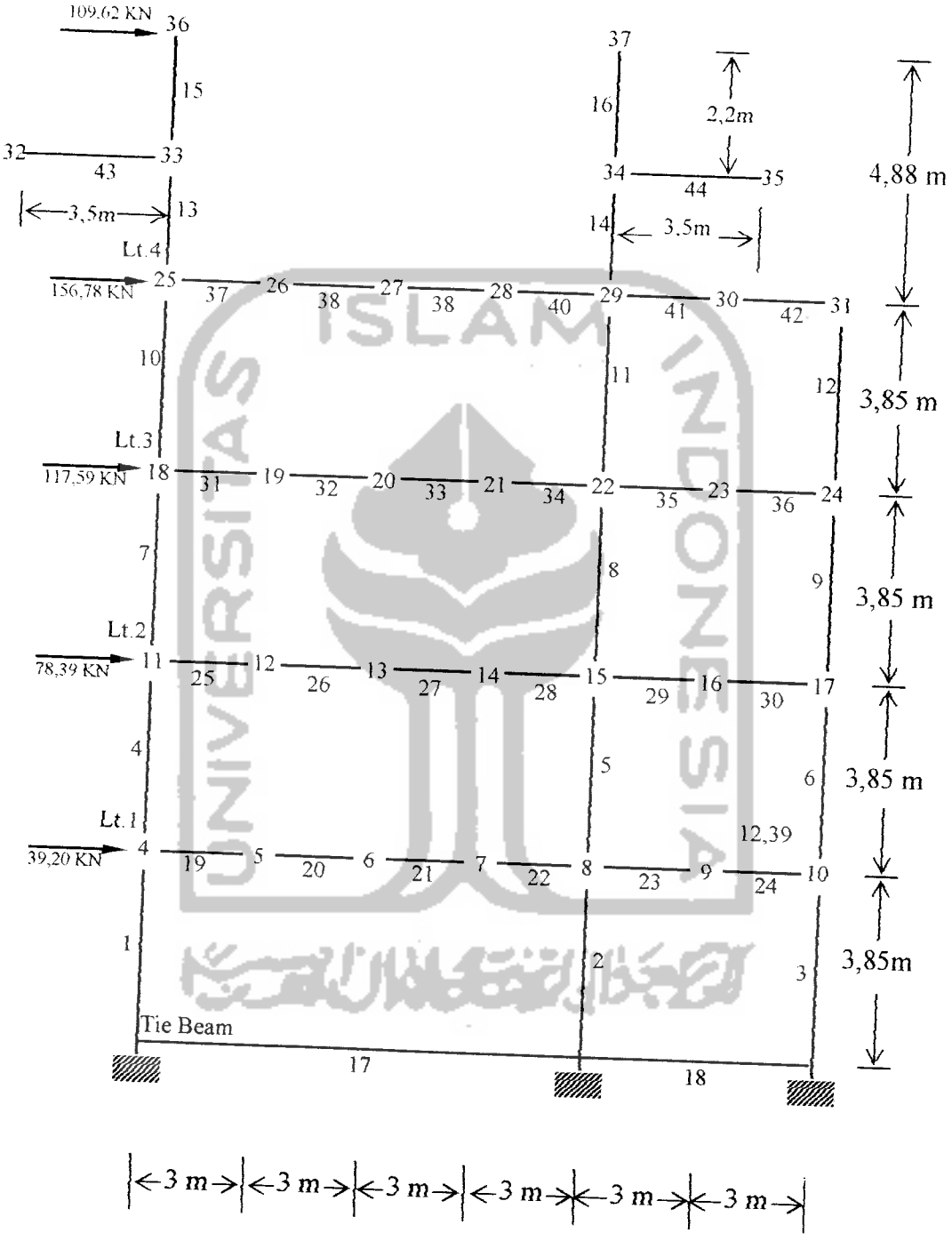
Gambar 4.12.b Pembebanan hidup Portal As 6 dan As 7

c. Beban gempa kanan



Gambar 4.12.c Pembebanan gempa kanan Portal As 6 dan As 7

d. Beban gempa kiri



Gambar 4.12.d Pembebanan gempa kiri Portal As 6 dan As 7

a Beban mati

- Beban terdistribusi merata elemen 19 s/d 42

  Lantai : 2.2/3.1,5.4,26 = 8,52 KN/m

  Balok : 0,4.0,8.24 = 7,68 KN/m

  W_{D1} = 16,2 KN/m

- Beban terdistribusi merata elemen 43 & 44

  Lantai : 2.2/3.1,75.0,12.24 = 5,86 KN/m

  Balok : 0,4.0,8.24 = 7,68 KN/m

  W_{D2} = 14,50 KN/m

- Beban terpusat nodal 5 s/d 30

  $P_{D1\ balok\ anak}$: 1,5.(2.1/2.3.1,5).4,26 + 0,25.0,40.24.4.5 = 39,56 KN

- Beban terpusat nodal 32 & 35

  $P_{D2\ R\ perletakan\ atap}$ = 28,60 KN

- Beban terpusat nodal 36 & 37

  $P_{D3\ penutup\ Lt\ 4}$: 1,75.(1,5+3).0,12.24 + 0,4.0,4.24,6 = 45,72 KN

b Beban hidup

- Beban terdistribusi merata elemen 19 s/d 42

  W_{L1} = 2.2/3.1,5.2,5 = 5,0 KN/m

- Beban terdistribusi merata elemen 43 & 44

  W_{L2} = 2.2/3.1,5.3 = 6,0 KN/m

- Beban terpusat 5 s/d 30

  $P_{L1\ R\ balok\ anak}$: 1,5.(2.1/2.3.1,5).2,5 = 10,622 KN

- Beban terpusat nodal 32 & 35

  $P_{1.2\ R\ perletakan\ atap}$: 7,166 + 6,304 = 13,461 KN

- Beban terpusat nodal 36 & 37

  $P_{1.3\ \ penutup\ Lt\ 4}$: 1,75.(1,5+3).3 = 23,625 KN

c Beban gempa

Reaksi atap : 2. 28,6 = 57,20 KN

Plat penutup Lt.4 : 2.3,5.6.0,12.24 = 120,96 KN

Kolom : 2.0,45.0,7.4,88.24 = 72,58 KN

Balok : 2.0,25.0,4.24.6 = 46,08 KN

Balok : 4.0,4.0,8.24.6 = 184,32 KN

Beban hidup tereduksi: 0,6.(2.3,5.6.3) = 75,60 KN

Dibulatkan W_{atap} = 559,74 KN

- Berat lantai 4 (tipikal dengan lt. 3, 2,1)

Lantai : 6.18.0,12.24 = 311,04 KN

Kolom : (2.0,45.0,7 + 0,45.0,45).3,85.24 = 76,92 KN

Balok : 11.0,25.0,4.24.6 = 158,40 KN

Balok : 0,4.0,8.24.30 = 230,40 KN

Tembok : 2,5.3,85.12 = 115,50 KN

B.hidup tereduksi : 0,6(6.18.2,5) = 162,00 KN

Dibulatkan W_4 = 1054,3 KN

W_{Total} : 559,74 + 4.1054,3 = 4776,94 KN

Gaya geser gempa untuk tingkat daktilitas penuh (K=1)

$V = C.I.K.W_T$

$= 0,07.1,5.1,0.4776,94 = 501,58$ KN

distribusi gaya-gaya lateral akibat gempa

Tingkat	Wi (KN)	hi (m)	Wi hi (KNm)	Fi (KN)
Atap	559,74	20,28	11351,53	109,62
4	1054,3	15,40	16236,22	156,78
3	1054,3	11,55	12177,17	117,59
2	1054,3	7,70	8118,11	78,39
1	1054,3	3,85	4059,06	39,20
			51942,08	501,58

Gaya geser gempa untuk tingkat daktilitas terbatas (K = 2)

$V = C.I.K.W_T$

$= 0,07.1,5.2,0.4887,4 = 1003,16$ KN

distribusi gaya-gaya lateral akibat gempa

Tingkat	Wi (KN)	hi (m)	Wi hi (KNm)	Fi (KN)
Atap	559,74	20,28	11351,53	219,14
4	1054,3	15,40	16236,22	313,56
3	1054,3	11,55	12177,17	235,18
2	1054,3	7,70	8118,11	156,78
1	1054,3	3,85	4059,06	78,40
			54128,59	1003,16

Tabel 4.12.a Momen Rencana Balok Portal As 6,7-8 (K=1)

Elm	Jarak (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	M.GEMPA (KNm)		1.2MD+1.6ML (KNm)	0.9.(MD ± ME) (KNm)		1.05.(MD+0.6ML ± ME) (KNm)		KET
				KIRI	KANAN		KIRI	KANAN	KIRI	KANAN	
19	0	-297.1	-98.40	202.10	-200.29	-513.97	-85.51	-447.66	-161.75	-625.59	
	1.5	-105.5	-35.30	151.90	-150.36	-183.16	41.71	-230.33	26.42	-305.78	blk. lt.1
	3	49.54	16.55	101.69	-100.42	85.92	136.11	-45.79	169.22	-36.05	
20	0	49.54	16.55	101.69	-100.42	85.92	136.11	-45.79	169.22	-36.05	
	1.5	125.06	41.21	51.48	-50.48	216.00	158.89	67.12	211.33	121.58	blk. lt.1
	3	164.12	54.62	1.27	-0.54	284.34	148.85	147.22	208.07	229.11	
21	0	164.12	54.62	1.27	-0.54	284.34	148.85	147.22	208.07	229.11	
	1.5	123.59	40.85	-48.94	49.40	213.67	67.19	155.69	104.13	224.53	blk. lt.1
	3	46.61	15.83	-99.14	99.33	81.27	-47.28	131.35	-45.18	169.87	
22	0	46.61	15.83	-99.14	99.33	81.27	-47.28	131.35	-45.18	169.87	
	1.5	-109.9	-36.37	-149.35	149.27	-190.14	-233.38	35.38	-295.19	3.09	blk. lt.1
	3	-302.9	-99.82	-199.56	199.21	-523.29	-452.29	-93.39	-590.55	-213.77	
23	0	-75.99	-24.79	271.02	-272.29	-130.85	175.53	-313.45	189.16	-391.72	
	1.5	6.78	2.80	159.91	-160.53	15.02	151.82	-136.57	178.89	-156.39	blk. lt.1
	2.5	57.11	19.14	48.81	-48.78	99.16	95.32	7.49	123.27	28.84	
24	0	57.11	19.14	48.81	-48.78	99.16	95.32	7.49	123.27	28.84	
	1.5	25.84	8.30	-62.30	62.98	44.29	-32.82	79.93	-33.06	101.97	blk. lt.1
	3	-41.88	-13.79	-173.41	174.73	-72.32	-193.76	119.57	-234.74	125.02	
25	0	-297.6	-98.82	273.97	-272.13	-515.26	-21.29	-512.78	-87.10	-702.00	
	1.5	-105.9	-35.60	205.81	-204.49	-184.11	89.87	-279.40	82.42	-363.35	blk. lt.2
	3	49.28	16.36	137.64	-136.84	85.30	168.23	-78.81	206.57	-74.77	
26	0	49.28	16.36	137.64	-136.84	85.31	168.23	-78.80	206.57	-74.76	
	1.5	124.92	41.13	69.48	-69.20	215.72	174.96	50.15	230.03	101.70	blk. lt.2
	3	164.11	54.66	1.31	-1.55	284.39	146.66	146.30	208.13	226.06	
27	0	164.11	54.66	1.31	-1.55	284.39	148.88	146.30	208.13	228.08	
	1.5	123.71	41.01	-66.86	66.10	214.06	51.17	170.83	85.53	242.35	blk. lt.2
	3	46.86	16.10	-135.02	133.74	81.99	-79.35	162.54	-82.43	206.53	
28	0	46.86	16.10	-135.02	133.74	81.99	-79.35	162.54	-82.43	206.53	
	1.5	-109.5	-35.99	-203.19	201.39	-189.08	-281.49	92.63	-351.08	58.61	blk. lt.2
	3	-302.4	-99.33	-271.36	269.03	-521.88	-516.45	-30.10	-665.10	-139.40	
29	0	-60.76	-20.31	366.99	-361.35	-105.41	275.60	-379.90	308.74	-464.54	
	1.5	17.00	5.31	214.81	-211.51	28.89	208.63	-175.06	246.75	-198.66	blk. lt.2
	3	58.32	19.67	62.63	-61.66	101.45	108.85	-3.01	139.38	17.14	
30	0	58.32	19.67	62.63	-61.66	101.45	108.85	-3.01	139.38	17.14	
	1.5	20.05	6.85	-89.55	88.18	35.02	-62.56	97.41	-68.67	120.83	blk. lt.2
	3	-54.68	-17.22	-241.74	238.03	-93.16	-266.76	165.02	-322.09	174.44	
31	0	-296.9	-99.01	284.81	-281.19	-514.71	-10.90	-520.30	-75.09	-710.97	
	1.5	-105.2	-35.64	213.86	-211.47	-183.32	97.75	-285.05	91.59	-369.98	blk. lt.3
	2.5	49.97	16.48	142.90	-141.74	86.33	179.58	-82.59	212.90	-79.06	
32	0	49.97	16.48	142.90	-141.74	86.33	173.58	-82.59	212.90	-79.06	
	1.5	125.60	41.41	71.95	-72.01	216.98	177.79	48.23	233.51	99.75	blk. lt.3
	3	164.78	55.09	0.99	-2.29	285.89	149.20	146.24	208.77	228.47	
33	0	164.78	55.09	0.99	-2.29	285.89	149.20	146.24	208.77	228.47	
	1.5	124.38	41.60	-69.96	67.44	215.81	48.98	172.64	83.34	245.08	blk. lt.3
	3	47.52	16.85	-140.91	137.17	83.97	-84.05	166.22	-87.45	211.61	
34	0	47.52	16.85	-140.91	137.17	83.97	-84.05	166.22	-87.45	211.61	
	1.5	-108.9	-35.09	-211.87	206.89	-186.86	-288.72	88.16	-358.95	66.02	blk. lt.3
	3	-301.8	-98.27	-282.82	276.62	-519.43	-526.19	-22.69	-575.79	-129.66	
35	0	-80.46	-18.19	379.66	-369.59	-125.66	269.28	-405.05	302.70	-491.66	
	1.5	19.87	6.14	220.97	-213.30	33.67	216.76	-174.09	256.75	-196.65	blk. lt.3
	3	83.75	19.23	62.29	-57.00	131.26	131.44	24.08	165.45	48.28	
36	0	83.75	19.23	62.29	-57.00	131.26	131.44	24.08	165.45	48.28	
	1.5	25.15	5.13	-96.40	99.30	36.36	-64.13	112.00	-71.59	136.05	blk. lt.3
	3	-69.91	-20.22	-255.09	255.60	-116.25	-292.50	167.12	-353.99	173.74	
37	0	-300.2	-101.7	303.86	-274.68	-523.12	3.22	-517.46	-60.34	-710.54	
	1.5	-108.6	-38.34	231.49	-204.75	-191.69	110.57	-282.03	104.85	-369.30	blk. lt.4
	3	46.58	13.81	159.09	-134.83	78.00	185.11	-79.42	224.66	-78.16	
38	0	46.58	13.81	159.09	-134.83	78.00	185.11	-79.42	224.66	-78.16	
	1.5	122.20	38.78	86.70	-64.91	208.68	188.01	51.56	243.78	100.87	blk. lt.4
	3	161.37	52.50	14.32	5.01	277.64	158.12	149.74	217.54	229.82	
39	0	161.37	52.50	14.32	5.01	277.64	158.12	149.74	217.54	229.82	
	1.5	120.95	39.03	-58.07	74.93	207.59	56.59	176.30	90.61	246.66	blk. lt.4
	2.5	44.08	14.32	-130.46	144.86	75.80	-77.74	170.04	-81.68	213.42	
40	0	44.08	14.32	-130.46	144.86	75.80	-77.74	170.04	-81.68	213.42	
	1.5	-112.3	-37.58	-202.85	214.78	-194.99	-283.71	92.16	-354.67	68.06	blk. lt.4
	3	-305.3	-100.7	-275.23	284.70	-527.53	-522.48	-18.54	-673.02	-127.40	
41	0	-47.77	-11.95	286.79	-337.93	-76.44	215.12	-347.13	243.44	-417.53	
	1.5	30.02	12.42	179.58	-215.36	55.89	188.64	-166.81	227.90	-181.57	blk. lt.4
	3	71.36	25.53	72.36	-92.79	126.48	129.35	-19.29	166.99	4.31	
42	0	71.36	25.53	72.36	-92.79	126.48	129.35	-19.29	166.99	4.31	
	1.5	33.11	11.47	-34.85	29.78	58.08	-1.57	56.60	5.40	78.07	blk. lt.4
	3	-41.59	-13.85	-142.06	152.35	-72.07	-165.29	99.68	-201.56	101.75	
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1.75	-102.2	-50.53	0	0	-203.50	-91.99	-91.99	-139.16	-160.38	blk. atap
	3.5	-248.8	-119.4	0	0	-489.70	-223.95	-223.95	-336.52	-386.68	
44	0	-248.8	-119.4	0	0	-489.70	-223.95	-223.95	-336.52	-386.68	
	1.75	-102.2	-50.53	0	0	-203.50	-91.99	-91.99	-139.16	-160.38	blk. atap
	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabel 4.12.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As.6,7-8 (K=1)

Elm	Jarak (m)	VD,B (KN)	VL,B (KN)	VE,B (KN)	VG,B (KN)	MKAP,B	M'KAP,B	V_{UB}= 0,7(MKAP,B+M'KAP,B) /Ln+ 1,05.VG,B (KN)	Vub terpakai	V_{UB} maks (KN)	KET
19	0	139.85	45.82	33.29	185.67	911.86	426.37	277.85	261.98	334.77	
	1.5	115.55	38.32	33.29	153.87	911.86	426.37	244.46	228.59	301.38	blk. lt.1
	3	91.25	30.82	33.29	122.07	911.86	426.37	211.07	195.20	268.00	
20	0	62.49	20.19	33.29	82.68	911.86	426.37	169.72	153.85	226.64	
	1.5	38.19	12.69	33.29	50.88	911.86	426.37	136.33	120.46	193.25	blk. lt.1
	3	13.89	5.19	33.29	19.08	911.86	426.37	102.94	87.07	159.86	
21	0	14.87	5.43	33.29	20.30	911.86	426.37	104.21	88.34	161.14	
	1.5	39.17	12.93	33.29	52.10	911.86	426.37	137.60	121.73	194.53	blk. lt.1
	3	63.47	20.43	33.29	83.90	911.86	426.37	170.99	155.12	227.92	
22	0	92.23	31.05	33.29	123.28	911.86	426.37	212.34	196.47	269.27	
	1.5	116.53	38.55	33.29	155.08	911.86	426.37	245.73	229.86	302.66	blk. lt.1
	3	140.83	46.05	33.29	186.88	911.86	426.37	**279.12**	263.25	336.05	
23	0	68.67	22.15	74.50	90.61	911.86	426.37	176.25	162.38	406.27	
	1.5	44.37	14.65	74.50	59.01	911.86	426.37	144.86	128.99	374.88	blk. lt.1
	3	20.07	7.14	74.50	27.21	911.86	426.37	111.47	95.60	341.49	
24	0	8.69	3.48	74.50	12.17	911.86	426.37	95.68	79.81	325.70	
	1.5	33.00	10.98	74.50	43.97	911.86	426.37	129.07	113.20	359.09	blk. lt.1
	3	57.30	18.48	74.50	75.77	911.86	426.37	162.46	146.59	392.48	
25	0	139.94	45.89	45.10	185.83	911.86	426.37	278.02	262.15	384.53	
	1.5	115.64	38.39	45.10	154.03	911.86	426.37	244.63	228.76	351.14	blk. lt.2
	3	91.34	30.89	45.10	122.23	911.86	426.37	211.24	195.37	317.74	
26	0	62.58	20.27	45.10	82.84	911.86	426.37	169.89	154.02	276.39	
	1.5	38.28	12.77	45.10	51.04	911.86	426.37	136.50	120.63	243.00	blk. lt.2
	3	13.98	5.27	45.10	19.24	911.86	426.37	103.11	87.24	209.61	
27	0	14.78	5.35	45.10	20.14	911.86	426.37	104.04	88.17	210.55	
	1.5	39.08	12.85	45.10	51.94	911.86	426.37	137.43	121.56	243.94	blk. lt.2
	3	63.38	20.35	45.10	83.74	911.86	426.37	170.82	154.95	277.33	
28	0	92.14	30.98	45.10	123.12	911.86	426.37	212.17	196.30	318.68	
	1.5	116.44	38.48	45.10	154.92	911.86	426.37	245.56	229.69	352.07	blk. lt.2
	3	140.74	45.98	45.10	186.72	911.86	426.37	***278.95***	263.08	385.46	
29	0	63.99	20.83	99.90	84.82	911.86	426.37	171.96	156.09	508.62	
	1.5	39.69	13.33	99.90	53.02	911.86	426.37	138.57	122.70	475.23	blk. lt.2
	3	15.39	5.83	99.90	21.22	911.86	426.37	105.18	89.31	441.84	
30	0	13.37	4.80	99.90	18.16	911.86	426.37	101.97	86.10	438.63	
	1.5	37.67	12.30	99.90	49.96	911.86	426.37	135.36	119.49	472.02	blk. lt.2
	3	61.97	19.80	99.90	81.76	911.86	426.37	168.75	152.88	505.41	
31	0	139.93	45.99	46.48	185.92	1061.95	568.49	***296.22***	276.88	390.45	
	1.5	115.63	38.49	46.48	154.12	1061.95	568.49	262.83	243.49	357.06	blk. lt.3
	3	91.33	30.99	46.48	122.33	1061.95	568.49	229.44	210.10	323.67	
32	0	62.57	20.37	46.48	82.94	1061.95	568.49	188.09	168.75	282.32	
	1.5	38.27	12.87	46.48	51.14	1061.95	568.49	154.70	135.36	248.93	blk. lt.3
	3	13.97	5.37	46.48	19.34	1061.95	568.49	121.31	101.97	215.54	
33	0	14.79	5.25	46.48	20.04	1061.95	568.49	122.04	102.70	216.27	
	1.5	39.09	12.75	46.48	51.84	1061.95	568.49	155.43	136.09	249.66	blk. lt.3
	3	63.39	20.25	46.48	83.64	1061.95	568.49	188.82	169.48	283.05	
34	0	92.15	30.87	46.48	123.02	1061.95	568.49	230.17	210.83	324.40	
	1.5	116.45	38.37	46.48	154.82	1061.95	568.49	263.56	244.22	357.80	blk. lt.3
	3	140.75	-45.87	46.48	94.88	1061.95	568.49	200.62	181.28	294.85	

Lanjutan Tabel 4.12.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As.6,7-8 (K=1)

Elm	Jarak (m)	VD,B (KN)	VL,B (KN)	VE,B (KN)	VG,B (KN)	MKAP,B	M'KAP,B	VUB= 0,7(MKAP,B + M'KAP,B) /Ln+ 1,05.VG,B (KN)	Vub terpakai	Vub maks (KN)	KET
35	0	79.04	19.97	104.20	99.01	1061.95	568.49	204.96	185.62	541.60	blk. lt.3
	1.5	54.74	12.47	104.20	67.21	1061.95	568.49	171.57	152.23	508.21	
	3	30.44	4.97	104.20	35.41	1061.95	568.49	138.18	118.84	474.82	
36	0	1.68	-5.65	104.20	-3.97	1061.95	568.49	96.83	77.49	433.47	blk. lt.3
	1.5	51.22	13.15	104.20	64.37	1061.95	568.49	168.59	149.25	505.23	
	3	75.52	20.65	104.20	96.17	1061.95	568.49	201.98	182.64	538.62	
37	0	168.52	46.02	46.62	214.54	1061.95	568.49	**326.26**	306.92	421.05	blk. lt.4
	1.5	115.62	38.52	46.62	154.14	1061.95	568.49	262.84	243.50	357.63	
	3	91.32	31.02	46.62	122.34	1061.95	568.49	229.46	210.12	324.24	
38	0	62.56	20.40	46.62	82.96	1061.95	568.49	188.11	168.77	282.89	blk. lt.4
	1.5	38.26	12.90	46.62	51.16	1061.95	568.49	154.72	135.38	249.50	
	3	13.96	5.40	46.62	19.36	1061.95	568.49	121.33	101.99	216.11	
39	0	14.80	5.23	46.62	9.57	1061.95	568.49	111.05	91.71	205.83	blk. lt.4
	1.5	39.10	12.73	46.62	51.83	1061.95	568.49	155.42	136.08	250.20	
	3	63.40	20.23	46.62	83.63	1061.95	568.49	188.61	169.47	283.59	
40	0	92.16	30.85	46.62	123.01	1061.95	568.49	230.16	210.62	324.94	blk. lt.4
	1.5	116.46	38.35	46.62	154.81	1061.95	568.49	263.55	244.21	358.33	
	3	140.76	45.85	46.62	186.61	1061.95	568.49	296.94	277.60	391.72	
41	0	64.01	19.99	81.71	84.00	1061.95	568.49	189.20	169.86	431.40	blk. lt.4
	1.5	39.71	12.49	81.71	52.20	1061.95	568.49	155.81	136.47	398.01	
	3	15.41	4.99	81.71	20.40	1061.95	568.49	122.43	103.09	364.62	
42	0	13.35	5.63	81.71	7.72	1061.95	568.49	109.11	89.77	351.30	blk. lt.4
	1.5	37.65	13.13	81.71	50.78	1061.95	568.49	154.32	134.98	396.51	
	3	61.95	20.63	81.71	82.58	1061.95	568.49	187.71	168.37	429.90	
43	0	45.72	23.63	0	69.35	0	0	72.81	72.81	72.81	blk. atap
	1.75	71.10	34.13	0	105.22	0	0	110.48	110.48	110.48	
	3.5	96.47	44.63	0	141.10	0	0	**148.15**	148.15	148.15	
44	0	96.47	44.63	0	141.10	0	0	148.15	148.15	148.15	blk. atap
	1.75	71.10	34.13	0	105.22	0	0	110.48	110.48	110.48	
	3.5	45.72	23.63	0	69.35	0	0	72.81	72.81	72.81	

Keterangan:

$$V_{u,b.terpakai} = \left[1{,}05.V_G - 0{,}7\left(\frac{M_{kap,b} + M'_{Kap,b}}{l_n}\right)\right] + \frac{ln - d}{ln}\left[V_{u,b} - \left[1{,}05.V_G - 0{,}7\left(\frac{M_{kap,b} + M'_{Kap,b}}{l_n}\right)\right]\right]$$

Tabel 4.12.c Momen Rencana Kolom Portal As.6,7-8 (K=1)

Elm	Jarak (m)	MD,k (KNm)	ML,k (KNm)	MEki (KNm)	MEka (KNm)	MKAP,b kiri (KNm)	MKAP,b kanan (KNm)	$M_{U,k}$	MU,k= 1.05 (MD,k+ML,k + 4/K.ME,k) (KNm)	KET
1	0	60.22	21.04	-1202.40	1177.00	0	911.86	556.16	5028.72	Kol.Basmen
	1.925	-45.85	-14.07	-799.38	786.14	0	911.86	556.16	3238.88	
	3.85	-151.91	-49.18	-396.40	395.29	0	911.86	556.16	1449.08	
2	0	-87.04	-27.92	-1272.30	1287.10	911.86	911.86	1112.33	-5464.37	Kol.Basmen
	1.925	5.89	2.87	-769.55	773.43	911.86	911.86	1112.33	3257.60	
	3.85	98.81	33.67	-266.75	259.77	911.86	911.86	1112.33	1230.14	
3	0	-9.48	-3.09	-65.02	66.40	911.86	0	556.16	265.66	Kol.Basmen
	1.925	3.66	1.22	-5.25	5.37	911.86	0	556.16	27.66	
	3.85	16.80	5.54	54.51	-55.67	911.86	0	556.16	252.39	
4	0	145.20	49.22	-598.50	595.58	0	911.86	556.16	2705.58	Kol Lt.1
	1.925	-4.05	-0.75	-281.17	288.22	0	911.86	556.16	1205.48	
	3.85	-153.30	-50.72	36.16	-19.13	0	911.86	556.16	-294.57	
5	0	-126.17	-41.36	-737.33	731.27	1061.95	1061.95	1295.42	-3274.60	Kol Lt.1
	1.925	-4.26	0.19	-280.33	264.59	1061.95	1061.95	1295.42	-1181.67	
	3.85	119.64	41.74	176.67	-202.09	1061.95	1061.95	1295.42	911.46	
6	0	-25.08	-8.25	-118.90	119.07	1061.95	0	647.71	-534.38	Kol Lt.1
	1.925	0.26	0.17	-3.15	3.02	1061.95	0	647.71	13.14	
	3.85	25.61	8.59	112.61	-113.03	1061.95	0	647.71	508.87	
7	0	144.33	48.09	-237.82	253.00	0	1061.95	647.71	1264.65	Kol Lt.2
	1.925	-12.00	-3.98	-40.34	41.15	0	1061.95	647.71	-186.21	
	3.85	-168.34	-56.06	157.14	-170.71	0	1061.95	647.71	-952.61	
8	0	-122.07	-37.28	-461.68	428.29	1061.95	1061.95	1295.42	1631.50	Kol Lt.2
	1.925	3.85	6.15	-47.73	23.88	1061.95	1061.95	1295.42	-189.96	
	3.85	129.77	49.57	366.23	-380.53	1061.95	1061.95	1295.42	1726.48	
9	0	-29.07	-8.63	-129.13	125.00	1061.95	0	647.71	-581.93	Kol Lt.2
	1.925	1.34	0.02	-1.38	2.09	1061.95	0	647.71	10.21	
	3.85	31.76	8.68	126.37	-120.82	1061.95	0	647.71	573.21	
10	0	128.58	42.94	-127.67	110.48	0	1061.95	647.71	644.11	Kol Lt..3
	1.925	38.57	30.32	-179.38	-82.10	0	1061.95	647.71	-681.07	
	3.85	-51.45	17.70	-231.08	-274.67	0	1061.95	647.71	-1189.06	
11	0	-91.60	-30.51	-296.26	265.68	1061.95	1061.95	1295.42	-1372.50	Kol Lt..3
	1.925	-41.45	-30.58	132.68	89.00	1061.95	1061.95	1295.42	482.46	
	3.85	8.69	-30.66	562.02	-87.68	1061.95	1061.95	1295.42	2337.42	
12	0	-38.15	-11.55	-128.71	134.77	1061.95	0	647.71	-592.76	Kol Lt..3
	1.925	1.72	1.15	6.68	-8.79	1061.95	0	647.71	-33.90	
	3.85	41.59	13.85	142.06	-152.35	1061.95	0	647.71	654.87	
13	0	248.83	119.44	-534.95	0	0	1061.95	647.71	-1860.11	Kol Lt.4
	1.14	248.83	119.44	-409.98	0	0	1061.95	647.71	-1335.23	
	2.28	248.83	119.44	-285.01	0	0	1061.95	647.71	-810.36	
14	0	-248.83	-119.44	0	534.94	1061.95	1061.95	1295.42	1860.06	Kol Lt.4
	1.14	-248.83	-119.44	0	409.98	1061.95	1061.95	1295.42	1335.23	
	2.28	-248.83	-119.44	0	285.02	1061.95	1061.95	1295.42	810.40	
15	0	0	0	-285.01	0	0	1061.95	647.71	-1197.04	Kol Lt.4
	1.3	0	0	-142.51	0	0	1061.95	647.71	-598.54	
	2.6	0	0	0	0	0	1061.95	647.71	0	
16	0	0	0	0	285.02	1061.95	1061.95	1295.42	1197.08	Kol Lt.4
	1.3	0	0	0	142.51	1061.95	1061.95	1295.42	598.54	
	2.6	0	0	0	0	1061.95	1061.95	1295.42	0	

Keterangan: $M_{U,k} = h / h_n \; 0{,}7.\omega_d \; .0{,}5(l_{ki} / l_{n.ki} . M_{kap,b.ki} + l_{ka} / l_{n.ka} . M_{kap,b.ka})$ KNm

Tabel 4.12.d Gaya Geser Rencana Kolom As.6,7-8 (K=1)

Elm	Jarak (m)	VD,k (KN)	VL,k (KN)	VE,k (KN)	MU, k bawah (KN)	MU,k atas (KN)	VU,k = (MU,k a + MU,k b)/ h_k (KN)	VU,k = 1,05(VD,k+ VL,k± 4/1 VE,k) (KN)	KET
1	0	55.10	18.24	209.34	911.86	911.89	597.95	956.23	Kol Basmen
	1.925	55.10	18.24	209.34	911.86	911.89	597.95	956.23	
	3.85	55.10	18.24	209.34	911.86	911.89	597.95	956.23	
2	0	48.27	16.00	261.19	911.86	911.89	597.95	1164.48	Kol Basmen
	1.925	48.27	16.00	261.19	911.86	911.89	597.95	1164.48	
	3.85	48.27	16.00	261.19	911.86	911.89	597.95	1164.48	
3	0	6.83	2.24	31.05	911.86	911.89	597.95	139.91	Kol Basmen
	1.925	6.83	2.24	31.05	911.86	911.89	597.95	139.91	
	3.85	6.83	2.24	31.05	911.86	911.89	597.95	139.91	
4	0	77.53	25.96	164.85	911.86	911.89	597.95	801.04	KOL LT.1
	1.925	77.53	25.96	164.85	911.86	911.89	597.95	801.04	
	3.85	77.53	25.96	164.85	911.86	911.89	597.95	801.04	
5	0	64.37	21.58	237.40	911.86	911.89	597.95	1087.33	KOL LT.1
	1.925	64.37	21.58	237.40	911.86	911.89	597.95	1087.33	
	3.85	64.37	21.58	237.40	911.86	911.89	597.95	1087.33	
6	0	13.17	4.38	60.13	911.86	911.89	597.95	270.98	KOL LT.1
	1.925	13.17	4.38	60.13	911.86	911.89	597.95	270.98	
	3.85	13.17	4.38	60.13	911.86	911.89	597.95	270.98	
7	0	81.21	27.05	102.59	911.86	1061.95	647.15	544.56	KOL LT.2
	1.925	81.21	27.05	102.59	911.86	1061.95	647.15	544.56	
	3.85	81.21	27.05	102.59	911.86	1061.95	647.15	544.56	
8	0	65.41	22.56	215.04	911.86	1061.95	647.15	995.54	KOL LT.2
	1.925	65.41	22.56	215.04	911.86	1061.95	647.15	995.54	
	3.85	65.41	22.56	215.04	911.86	1061.95	647.15	995.54	
9	0	15.80	4.49	66.36	911.86	1061.95	647.15	300.04	KOL LT.2
	1.925	15.80	4.49	66.36	911.86	1061.95	647.15	300.04	
	3.85	15.80	4.49	66.36	911.86	1061.95	647.15	300.04	
10	0	46.76	6.56	26.86	1061.95	1061.95	696.36	168.80	KOL LT.3
	1.925	46.76	6.56	26.86	1061.95	1061.95	696.36	168.80	
	3.85	46.76	6.56	26.86	1061.95	1061.95	696.36	168.80	
11	0	26.05	0.04	222.93	1061.95	1061.95	696.36	963.70	KOL LT.3
	1.925	26.05	0.04	222.93	1061.95	1061.95	696.36	963.70	
	3.85	26.05	0.04	222.93	1061.95	1061.95	696.36	963.70	
12	0	20.71	6.60	70.33	1061.95	1061.95	696.36	324.07	KOL LT.3
	1.925	20.71	6.60	70.33	1061.95	1061.95	696.36	324.07	
	3.85	20.71	6.60	70.33	1061.95	1061.95	696.36	324.07	
13	0	0	0	109.62	1061.95	1061.95	696.36	460.40	KOL LT.4
	1.925	0	0	109.62	1061.95	1061.95	696.36	460.40	
	3.85	0	0	109.62	1061.95	1061.95	696.36	460.40	
14	0	0	0	0	1061.95	1061.95	696.36	0	KOL LT.4
	1.925	0	0	0	1061.95	1061.95	696.36	0	
	3.85	0	0	0	1061.95	1061.95	696.36	0	
15	0	0	0	109.62	1061.95	1061.95	696.36	460.40	KOL LT.4
	1.925	0	0	109.62	1061.95	1061.95	696.36	460.40	
	3.85	0	0	109.62	1061.95	1061.95	696.36	460.40	
16	0	0	0	0	1061.95	1061.95	696.36	0	KOL LT.4
	1.925	0	0	0	1061.95	1061.95	696.36	0	
	3.85	0	0	0	1061.95	1061.95	696.36	0	

Tabel 4.13.a Momen Rencana Balok Portal As 6,7-8 (K=2)

Elm	Jarak (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	M.GEMPA (KNm)		1.2MD+1.6ML (KNm)	0.9.(MD ± ME) (KNm)		1.05(MD+0.6ML±ME) (KNm)		KET
				KIRI	KANAN		KIRI	KANAN	KIRI	KANAN	
19	0	-297.11	-98.40	404.16	-400.54	-513.97	96.35	-627.89	50.41	**-835.85**	
	1.5	-105.56	-35.30	303.76	-300.68	-183.16	178.38	-365.62	185.87	-463.62	blk. lt.1
	3	49.54	16.55	203.35	-200.81	85.92	227.60	-136.14	275.96	-141.46	
20	0	49.54	16.55	203.35	-200.81	85.92	227.60	-136.14	275.96	-141.46	
	1.5	125.06	41.21	102.95	-100.95	216.00	205.21	21.70	265.37	68.58	blk. lt.1
	3	164.12	54.62	2.54	-1.08	284.34	150.00	146.73	209.41	228.54	
21	0	164.12	54.62	2.54	-1.08	284.34	150.00	146.73	209.41	228.54	
	1.5	123.59	40.85	-97.86	98.78	213.67	23.16	200.13	52.75	276.38	blk. lt.1
	3	46.61	15.83	-198.26	198.64	81.27	-136.48	220.73	-149.26	274.14	
22	0	46.61	15.83	-198.26	198.64	81.27	-136.48	220.73	-149.26	274.14	
	1.5	-109.96	-36.37	-298.67	298.51	-190.14	-367.77	169.70	-451.97	159.79	blk. lt.1
	3	-302.98	-99.82	-399.07	398.37	-523.29	-631.85	85.85	-800.04	-4.65	
23	0	-75.99	-24.79	541.98	-544.52	-130.85	419.39	-558.46	**473.67**	-677.57	
	1.5	8.78	2.80	319.79	-321.03	15.02	295.71	-281.02	346.77	-324.92	blk. lt.1
	2.5	57.11	19.14	97.60	-97.55	99.16	139.23	-36.40	174.50	-22.36	
24	0	57.11	19.14	97.60	-97.55	99.16	139.23	-36.40	174.50	-22.36	
	1.5	25.64	8.30	-124.59	125.94	44.29	-88.88	136.60	-98.46	168.08	blk. lt.1
	3	-41.86	-13.79	-346.76	349.43	-72.32	-349.79	276.60	-416.78	308.45	
25	0	-297.63	-98.82	547.87	-544.19	-515.26	225.22	-757.64	200.50	**-987.67**	
	1.5	-105.95	-35.60	411.56	-408.92	-184.11	275.05	-463.38	298.46	-578.00	blk. lt.2
	3	49.28	16.36	275.24	-273.65	85.30	292.07	-201.93	351.05	-218.42	
26	0	49.28	16.36	275.24	-273.65	85.31	292.07	-201.93	351.05	-218.41	
	1.5	124.92	41.13	138.93	-138.37	215.72	237.47	-12.11	302.96	29.07	blk. lt.2
	3	164.11	54.66	2.62	-3.10	284.39	150.05	144.91	209.50	226.46	
27	0	164.11	54.66	2.62	-3.10	284.39	150.05	144.91	209.50	226.46	
	1.5	123.71	41.01	-133.70	132.17	214.06	-8.99	230.29	15.34	311.73	blk. lt.2
	3	46.86	16.10	-270.01	267.45	81.99	-200.84	282.88	-224.17	346.93	
28	0	46.86	16.10	-270.01	267.45	81.99	-200.84	282.88	-224.17	346.93	
	1.5	-109.58	-35.99	-406.32	402.72	-189.08	-464.31	263.83	-564.37	270.01	blk. lt.2
	3	-302.47	-99.33	-542.64	537.99	-521.88	-760.60	211.97	-949.94	143.00	
29	0	-60.76	-20.31	733.88	-722.60	-105.41	605.80	-705.03	***693.98***	-843.86	
	1.5	17.00	5.31	429.56	-422.95	28.89	401.91	-365.35	472.23	-420.67	blk. lt.2
	3	58.32	19.67	125.24	-123.31	101.45	165.20	-58.49	205.13	-47.59	
30	0	58.32	19.67	125.24	-123.31	101.45	165.20	-58.49	205.13	-47.59	
	1.5	20.05	6.85	-179.08	176.34	35.02	-143.13	176.75	-162.67	213.40	blk. lt.2
	3	-54.68	-17.22	-483.40	475.99	-93.16	-484.27	379.18	-575.83	424.30	
31	0	-296.92	-99.01	569.52	-562.28	-514.71	245.34	-773.28	223.86	**-1006.12**	
	1.5	-105.25	-35.64	427.63	-422.86	-183.32	290.14	-475.30	316.05	-591.94	blk. lt.3
	2.5	49.97	16.48	285.75	-283.43	86.33	302.15	-210.11	362.89	-227.83	
32	0	49.97	16.48	285.75	-283.43	86.33	302.15	-210.11	362.89	-227.83	
	1.5	125.60	41.41	143.87	-144.00	216.98	242.52	-16.56	309.03	24.16	blk. lt.3
	3	164.76	55.09	1.99	-4.57	285.89	150.09	144.19	209.81	226.07	

Lanjutan Tabel 4.13.a Momen Rencana Balok Portal As 6,7-8 (K=2)

Elm	Jarak (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	M.GEMPA (KNm)		1.2MD+1.6ML (KNm)	0.9.(MD ± ME) (KNm)		1.05(MD+0.6ML±ME) (KNm)		KET
				KIRI	KANAN		KIRI	KANAN	KIRI	KANAN	
33	0	164.78	55.09	1.99	-4.57	285.89	150.09	144.19	209.81	226.07	
	1.5	124.38	41.60	-139.90	134.86	215.81	-13.97	233.32	9.91	315.88	blk. lt.3
	3	47.52	16.85	-281.78	274.28	83.97	-210.84	289.62	-235.36	355.58	
34	0	47.52	16.85	121.79	274.28	83.97	152.38	289.62	188.39	355.58	
	1.5	-108.93	-35.09	-423.66	413.71	-186.86	-479.33	274.30	-581.32	283.18	blk. lt.3
	3	-301.83	-98.27	-565.54	553.14	-519.43	-780.63	226.18	-972.65	160.69	
35	0	-80.46	-18.19	759.18	-739.06	-125.66	610.85	-737.57	**701.19**	-879.60	
	1.5	19.87	6.14	441.86	-426.52	33.67	415.56	-365.98	488.69	-420.53	blk. lt.3
	3	83.75	19.23	124.55	-113.98	131.26	187.47	-27.20	230.83	-11.55	
36	0	83.75	19.23	124.55	-113.98	131.26	187.47	-27.20	230.83	-11.55	
	1.5	25.15	5.13	-192.77	198.56	38.38	-150.86	201.34	-172.77	240.27	blk. lt.3
	3	-69.91	-20.22	-510.08	511.10	-116.25	-521.99	397.07	-621.73	442.02	
37	0	-300.28	-101.74	607.58	-549.23	-523.12	276.57	-764.56	258.57	**-998.81**	
	1.5	-108.62	-38.34	462.84	-409.42	-191.69	318.80	-466.24	347.78	-584.20	blk. lt.4
	3	46.58	13.81	318.10	-269.61	78.00	328.22	-200.72	391.62	-219.68	
38	0	46.58	13.81	318.10	-269.61	78.00	328.22	-200.72	391.62	-219.68	
	1.5	122.20	38.78	173.36	-129.79	208.68	266.00	-6.83	334.77	32.75	blk. lt.4
	3	161.37	52.50	28.62	10.02	277.64	170.99	154.25	232.56	235.08	
39	0	161.37	52.50	28.62	10.02	277.64	170.99	154.25	232.56	235.08	
	1.5	120.95	39.03	-116.12	149.83	207.59	4.35	243.70	29.66	325.30	blk. lt.4
	2.5	44.08	14.32	-260.86	289.64	75.80	-195.10	300.35	-218.60	365.43	
40	0	44.08	14.32	-260.86	289.64	75.80	-195.10	300.35	-218.60	365.43	
	1.5	-112.38	-37.58	-405.60	429.46	-194.99	-466.18	285.37	-567.56	293.47	blk. lt.4
	3	-305.30	-100.73	-550.35	569.27	-527.53	-770.09	237.57	-961.89	171.40	
41	0	-47.77	-11.95	573.46	-675.69	-76.44	473.12	-651.11	**544.45**	-772.18	
	1.5	30.02	12.42	359.08	-430.61	55.89	350.19	-360.53	416.38	-407.58	blk. lt.4
	3	71.36	25.53	144.70	-185.53	126.48	194.45	-102.75	242.95	-93.07	
42	0	71.36	25.53	144.70	-185.53	126.48	194.45	-102.75	242.95	-93.07	
	1.5	33.11	11.47	-69.69	59.55	58.08	32.92	83.40	-31.18	109.33	blk. lt.4
	3	-41.59	-13.85	-284.07	304.63	-72.07	-293.09	236.74	-350.67	261.65	
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1.75	-102.21	-50.53	0	0	-203.50	-91.99	-91.99	-139.16	-160.38	blk. atap
	3.5	-248.83	-119.44	0	0	-489.70	-223.95	-223.95	-336.52	-386.68	
44	0	-248.83	-119.44	0	0	**-489.70**	-223.95	-223.95	-336.52	-386.68	
	1.75	-102.21	-50.53	0	0	-203.50	-91.99	-91.99	-139.16	-160.38	blk. atap
	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabel 4.13.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As.6,7-8 (K=2)

Elm	Jarak (m)	VD,B (KN)	VL,B (KN)	VE,B (KN)	VUB=1,05(VD,B + VL,B +1,3. VE,B) (KN)	KET
19	0	139.85	45.82	66.58	334.76	Blk LT.1
	1.5	115.55	38.32	66.58	301.37	
	3	91.25	30.82	66.58	267.98	
20	0	62.49	20.19	66.58	226.63	Blk LT.1
	1.5	38.19	12.69	66.58	193.24	
	3	13.89	5.19	66.58	159.85	
21	0	14.87	5.43	66.58	161.12	Blk LT.1
	1.5	39.17	12.93	66.58	194.51	
	3	63.47	20.43	66.58	227.90	
22	0	92.23	31.05	66.58	269.25	Blk LT.1
	1.5	116.53	38.55	66.58	302.64	
	3	140.83	46.05	66.58	336.03	
23	0	68.67	22.15	148.99	408.23	Blk LT.1
	1.25	44.37	14.65	148.99	374.84	
	2.5	20.07	7.14	148.99	341.45	
24	0	8.69	3.48	148.99	325.66	Blk LT.1
	1.5	33.00	10.96	148.99	359.05	
	3	57.30	18.48	148.99	392.44	
25	0	139.94	45.89	90.18	384.50	Blk LT.2
	1.5	115.64	38.39	90.18	351.11	
	3	91.34	30.89	90.18	317.72	
26	0	62.58	20.27	90.18	276.37	Blk LT.2
	1.5	38.28	12.77	90.18	242.98	
	3	13.98	5.27	90.18	209.59	
27	0	14.76	5.35	90.18	210.53	Blk LT.2
	1.5	39.08	12.85	90.18	243.92	
	3	63.38	20.35	90.18	277.31	
28	0	92.14	30.98	90.18	318.66	Blk LT.2
	1.25	116.44	38.48	90.18	352.04	
	2.5	140.74	45.98	90.18	385.43	
29	0	63.99	20.83	199.76	508.56	Blk LT.2
	1.5	39.69	13.33	199.76	475.17	
	3	15.39	5.83	199.76	441.78	
30	0	13.37	4.80	199.76	438.57	Blk LT.2
	1.5	37.67	12.30	199.76	471.96	
	3	61.97	19.80	199.76	505.35	
31	0	139.93	45.99	92.95	390.42	Blk LT.3
	1.5	115.63	38.49	92.95	357.03	
	3	91.33	30.99	92.95	323.64	
32	0	62.57	20.37	92.95	282.29	Blk LT.3
	1.5	38.27	12.87	92.95	248.90	
	3	13.97	5.37	92.95	215.51	
33	0	14.79	5.25	92.95	216.24	Blk LT.3
	1.5	39.09	12.75	92.95	249.63	
	3	63.39	20.25	92.95	283.02	
34	0	92.15	30.87	92.95	324.37	Blk LT.3
	1.5	116.45	38.37	92.95	357.76	
	3	140.75	-45.87	92.95	294.82	
35	0	79.04	19.97	208.36	541.52	Blk LT.3
	1.5	54.74	12.47	208.36	508.13	
	3	30.44	4.97	208.36	474.74	
36	0	1.68	-5.65	208.36	433.39	Blk LT.3
	1.5	51.22	13.15	208.36	505.15	
	3	75.52	20.65	208.36	538.54	

Lanjutan Tabel 4.13 Gaya Geser Rencana Balok Portal As.6,7-8

(K=2)

Elm	Jarak (m)	VD,B (KN)	VL,B (KN)	VE,B (KN)	VUB=1,05(VD,B + VL,B +1,3. VE,B) (KN)	KET
37	0	168.52	46.02	93.21	421.00	Blk LT.4
	1.25	115.62	38.52	93.21	357.58	
	2.5	91.32	31.02	93.21	324.19	
38	0	62.56	20.40	93.21	282.64	Blk LT.4
	1.5	38.26	12.90	93.21	249.45	
	3	13.96	5.40	93.21	216.06	
39	0	14.80	-5.23	93.21	205.79	Blk LT.4
	1.5	39.10	12.73	93.21	250.16	
	3	63.40	20.23	93.21	283.55	
40	0	92.16	30.85	93.21	324.90	Blk LT.4
	1.5	116.46	38.35	93.21	359.29	
	3	140.76	45.85	93.21	391.68	
41	0	64.01	19.99	163.39	431.32	Blk LT.4
	1.5	39.71	12.49	163.39	397.93	
	3	15.41	4.99	163.39	364.54	
42	0	13.35	-5.63	163.39	351.23	Blk LT.4
	1.25	37.65	13.13	163.39	396.44	
	2.5	61.95	20.63	163.39	429.83	
43	0	45.72	23.63	0	72.81	Blk atap
	1.75	71.10	34.13	0	110.48	
	3.5	96.47	44.63	0	148.15	
44	0	96.47	44.63	0	148.15	Blk atap
	1.75	71.10	34.13	0	110.48	
	3.5	45.72	23.63	0	72.81	

Tabel 4.13.c Momen Rencana Kolom Portal As.6,7-8 (K=2)

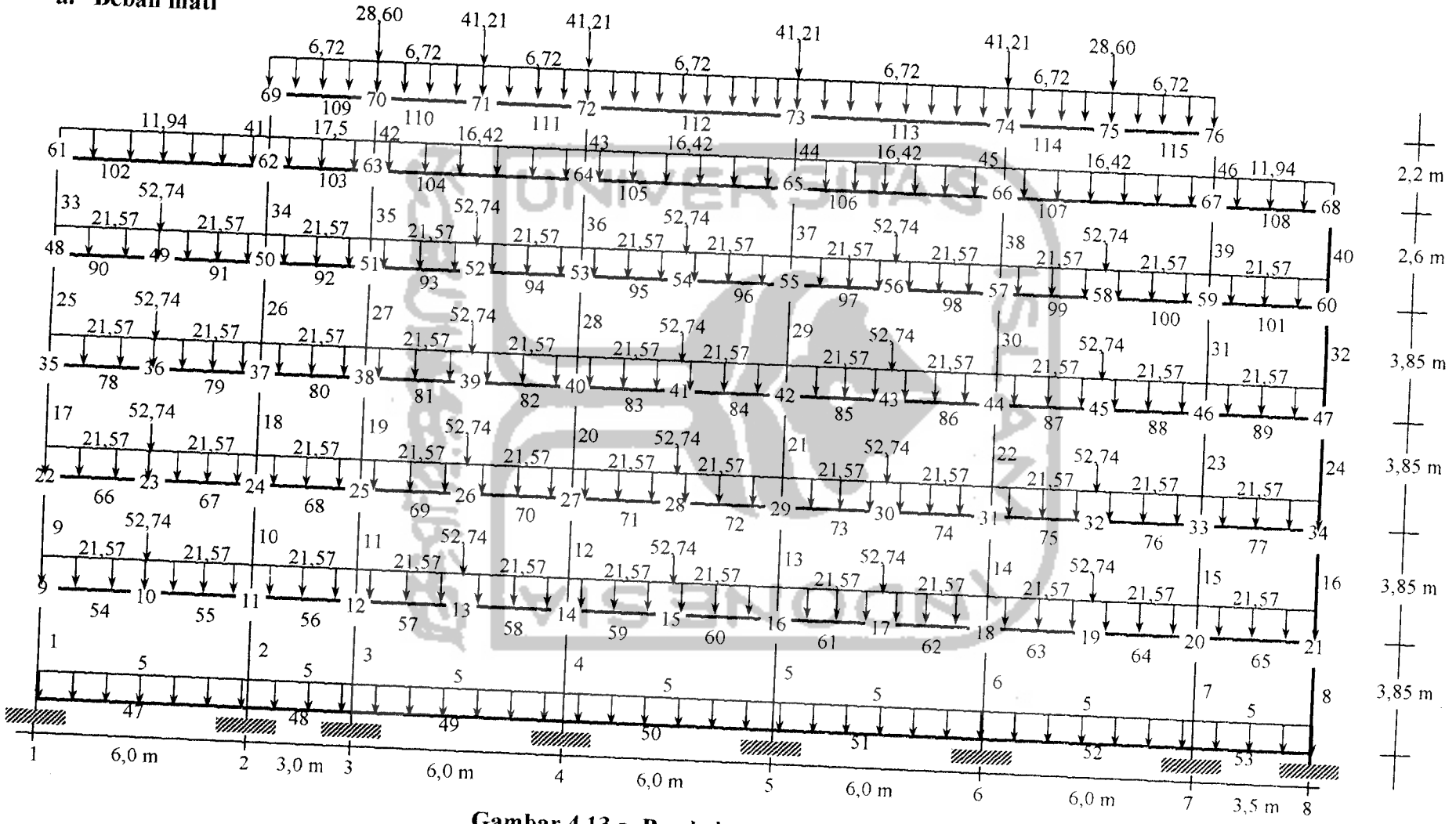
Elm	Jarak (m)	MD,k (KNm)	ML,k (KNm)	MEki (KNm)	MEka (KNm)	MU,k= 1.05(MD,k+ML,k+ωd ME,k) (KNm)	KETERANGAN
1	0	60.22	21.04	-961.562	956.403	1390.81	KOL BASEMEN
	1.92	-45.85	-14.07	-392.519	392.901	473.39	
	3.85	-151.91	-49.18	176.525	-170.601	-444.01	
2	0	-87.04	-27.92	-1132.06	1135.821	1429.69	KOL BASEMEN
	1.92	5.89	2.87	-302.961	301.335	420.52	
	3.85	98.81	33.67	526.141	-533.15	-588.65	
3	0	-9.48	-3.09	-727.672	728.626	981.38	KOL BASEMEN
	1.92	3.66	1.22	-194.928	195.723	272.29	
	3.85	16.80	5.54	337.817	-337.18	-436.79	
4	0	145.20	49.22	-382.788	388.417	734.33	KOLOM LT.1
	1.92	-4.05	-0.75	-23.622	11.903	11.21	
	3.85	-153.30	-50.72	335.545	-364.612	-711.92	
5	0	-128.17	-41.36	-890.199	878.91	1021.71	KOLOM LT.1
	1.92	-4.26	0.19	-19.981	29.487	35.98	
	3.85	119.64	41.74	850.238	-819.936	-949.76	
6	0	-25.08	-8.25	-565.603	566.237	737.92	KOLOM LT.1
	1.92	0.26	0.17	-15.017	12.204	17.11	
	3.85	25.61	8.59	535.569	-541.829	-703.69	
7	0	144.33	48.09	-258.813	222.428	505.66	KOLOM LT.2
	1.93	-12.00	-3.98	107.764	-52.349	-88.24	
	3.85	-168.34	-56.06	474.341	-327.125	-682.15	
8	0	-122.07	-37.28	-648.878	692.883	778.47	KOLOM LT.2
	1.93	3.85	6.15	20.347	-78.657	-96.87	
	3.85	129.77	49.57	689.572	-850.197	-972.21	
9	0	-29.07	-8.63	-420.94	414.449	526.14	KOLOM LT.2
	1.93	1.34	0.02	21.427	-17.403	-22.33	
	3.85	31.76	8.68	463.793	-449.256	-570.77	
10	0	128.58	42.94	0.867	166.231	407.00	KOLOM LT.3
	1.92	38.57	30.32	-220.013	-123.094	-95.69	
	3.65	-51.45	17.70	-440.893	-412.418	-598.39	
11	0	-91.60	-30.51	-650.02	358.288	360.85	KOLOM LT.3
	1.92	-41.45	-30.58	138.544	88.532	45.21	
	3.85	8.69	-30.66	927.107	-181.224	-270.44	
12	0	-38.15	-11.55	-395.678	363.061	443.39	KOLOM LT.3
	1.92	1.72	1.15	62.086	-103.305	-138.00	
	3.85	41.59	13.85	519.85	-569.672	-719.39	
13	0	248.83	119.44	-1069.4	1069.403	1846.42	KOLOM LT.4
	1.14	248.83	119.44	-775.756	775.756	1445.59	
	2.28	248.83	119.44	-482.108	482.108	1044.76	
14	0	-248.83	-119.44	0	0	-386.68	KOLOM LT.4
	1.14	-248.83	-119.44	0	0	-386.68	
	2.28	-248.83	-119.44	0	0	-386.68	
15	0	0	0	-482.108	482.108	658.08	KOLOM LT.4
	1.3	0	0	-241.054	241.054	329.04	
	2.6	0	0	0	0	0.00	
16	0	0	0	0	569.77	777.74	KOLOM LT.4
	1.3	0	0	0	284.88	388.86	
	2.6	0	0	0	0	0.00	

Tabel 4.13.d Gaya Geser Rencana Kolom Portal As.6,7-8 (K=2)

Elm	Jarak (m)	VD,k (KN)	VL,k (KN)	VE,k (KN)	VU,k = 1,05(VD,k+ VL,k+ ωd VE,k) (KN)	KETERANGAN
1	0	55.10	18.24	418.64	648.45	KOL BASEMEN
	1.92	55.10	18.24	418.64	648.45	
	3.85	55.10	18.24	418.64	648.45	
2	0	48.27	16.00	522.34	780.48	KOL BASEMEN
	1.92	48.27	16.00	522.34	780.48	
	3.85	48.27	16.00	522.34	780.48	
3	0	6.83	2.24	62.08	94.27	KOL BASEMEN
	1.92	6.83	2.24	62.08	94.27	
	3.85	6.83	2.24	62.08	94.27	
4	0	77.53	25.96	329.66	558.65	KOLOM LT.1
	1.92	77.53	25.96	329.66	558.65	
	3.85	77.53	25.96	329.66	558.65	
5	0	64.37	21.58	474.76	738.30	KOLOM LT.1
	1.92	64.37	21.58	474.76	738.30	
	3.85	64.37	21.58	474.76	738.30	
6	0	13.17	4.38	120.25	182.56	KOLOM LT.1
	1.92	13.17	4.38	120.25	182.56	
	3.85	13.17	4.38	120.25	182.56	
7	0	81.21	27.05	205.15	393.71	KOLOM LT.2
	1.93	81.21	27.05	205.15	393.71	
	3.85	81.21	27.05	205.15	393.71	
8	0	65.41	22.56	430.02	679.35	KOLOM LT.2
	1.93	65.41	22.56	430.02	679.35	
	3.85	65.41	22.56	430.02	679.35	
9	0	15.80	4.49	132.71	202.46	KOLOM LT.2
	1.93	15.80	4.49	132.71	202.46	
	3.85	15.80	4.49	132.71	202.46	
10	0	46.76	6.56	200.01	329.00	KOLOM LT.3
	1.92	46.76	6.56	200.01	329.00	
	3.85	46.76	6.56	200.01	329.00	
11	0	26.05	0.04	445.74	635.83	KOLOM LT.3
	1.92	26.05	0.04	445.74	635.83	
	3.85	26.05	0.04	445.74	635.83	
12	0	20.71	6.60	140.63	220.63	KOLOM LT.3
	1.92	20.71	6.60	140.63	220.63	
	3.85	20.71	6.60	140.63	220.63	
13	0	0	0	219.14	299.13	KOLOM LT.4
	1.14	0	0	219.14	299.13	
	2.28	0	0	219.14	299.13	
14	0	0	0	0	0	KOLOM LT.4
	1.14	0	0	0	0	
	2.28	0	0	0	0	
15	0	0	0	219.14	299.13	KOLOM LT.4
	1.3	0	0	219.14	299.13	
	2.6	0	0	219.14	299.13	
16	0	0	0	0	0	KOLOM LT.4
	1.3	0	0	0	0	
	2.6	0	0	0	0	

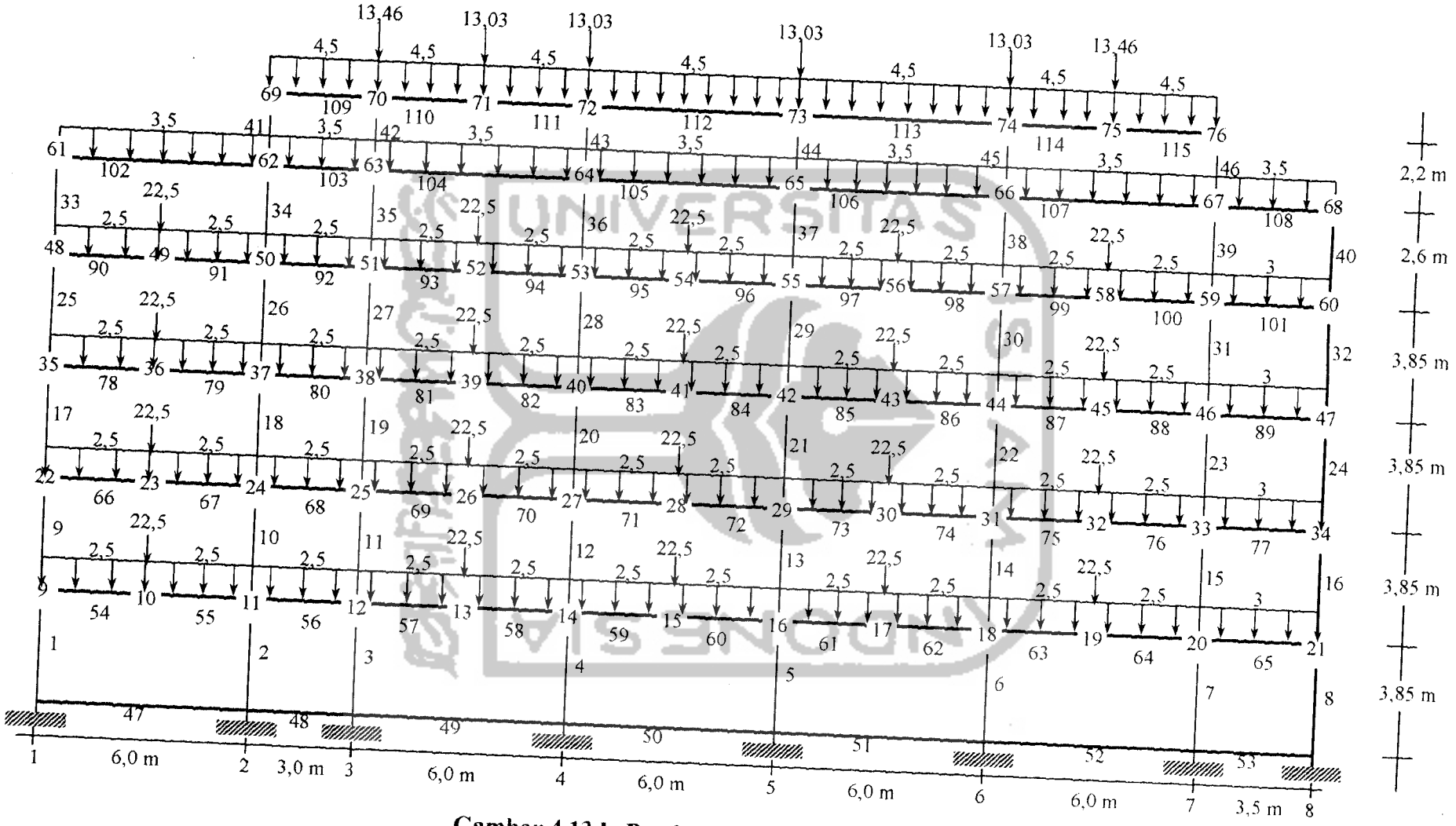
Pembebanan Poratal As A-D

a. Beban mati



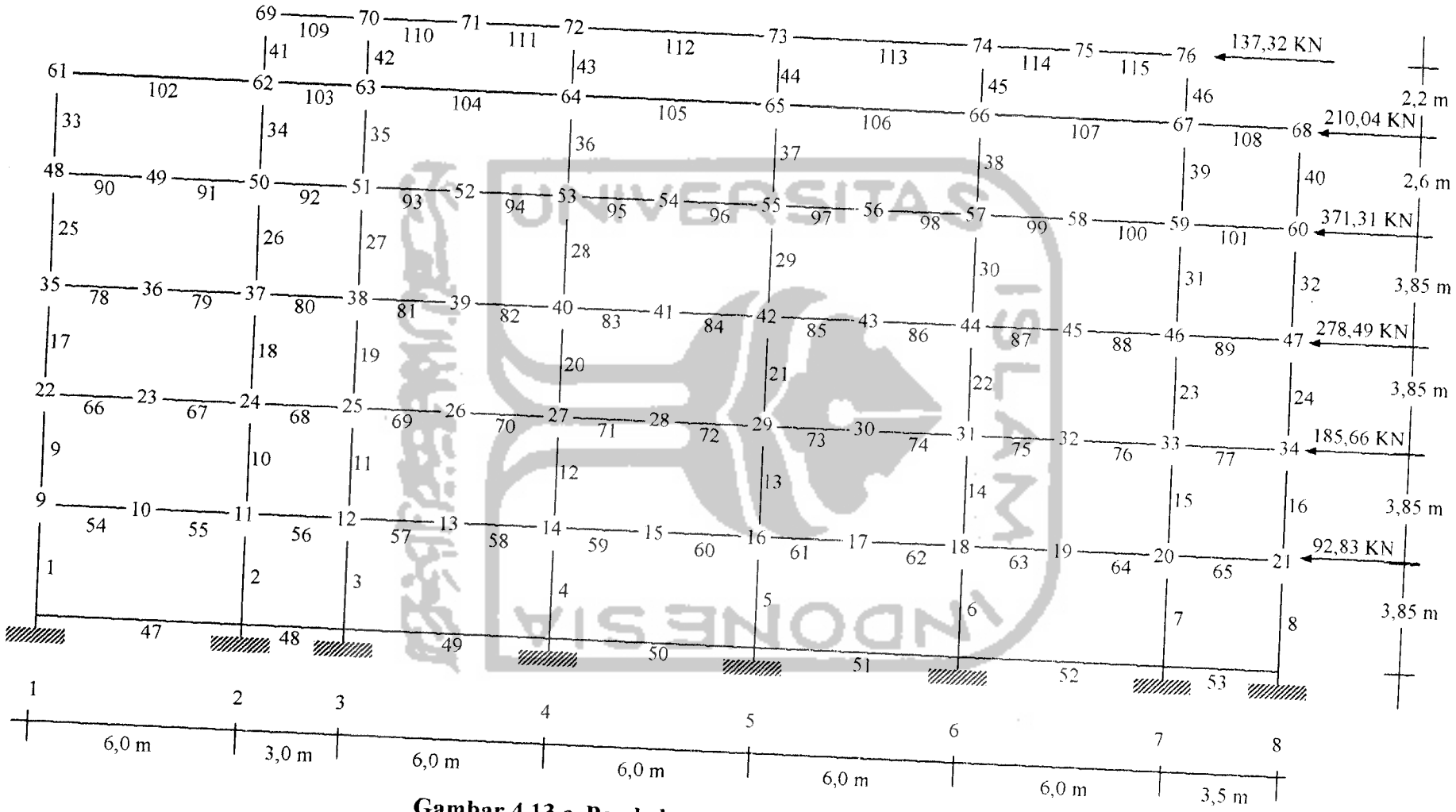
Gambar 4.13.a Pembebanan mati Poratal As A

b. Beban hidup



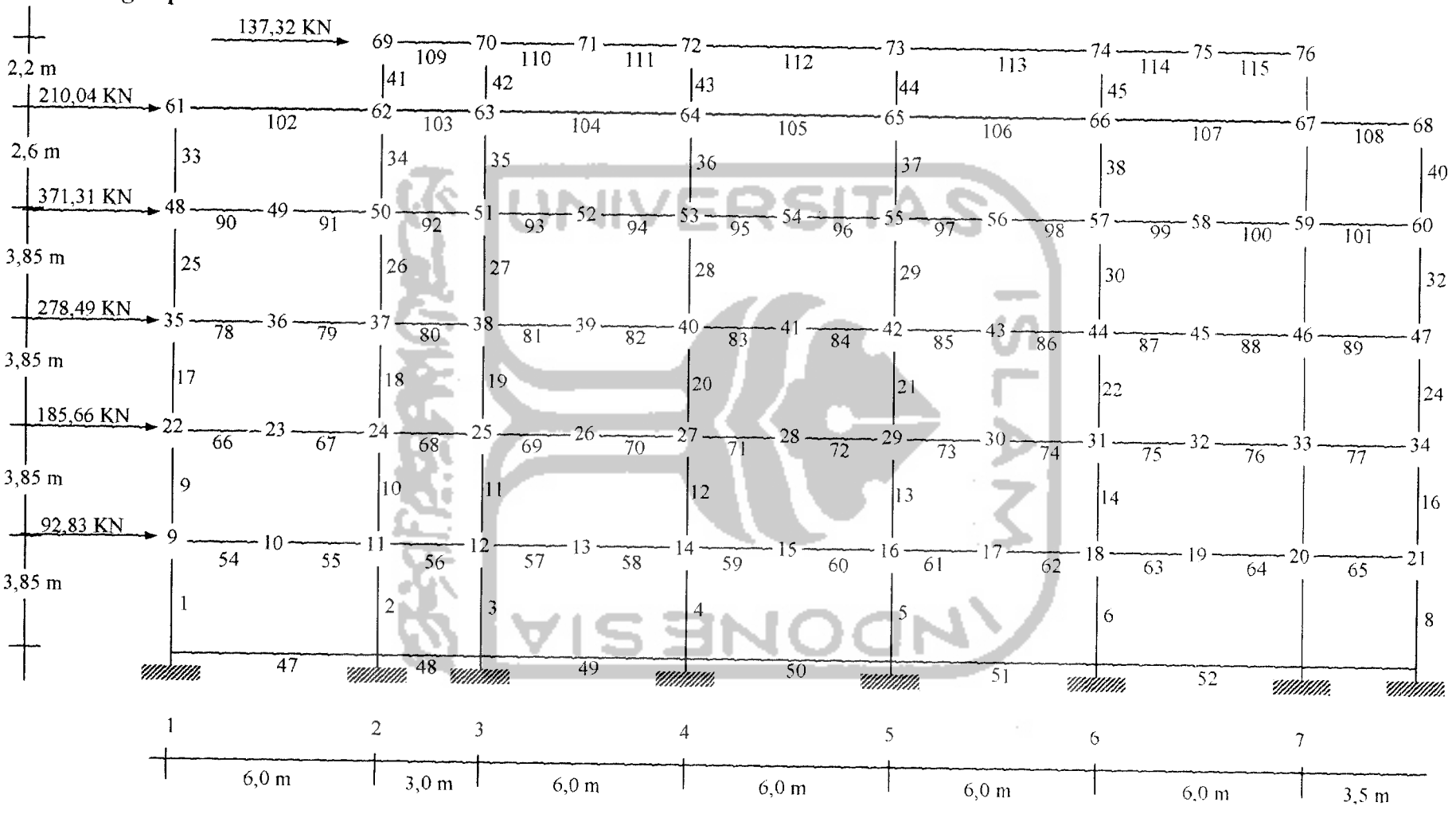
Gambar 4.13.b Pembebanan hidup Poratal As A

c. Beban gempa kanan



Gambar 4.13.c Pembebanan gempa kanan Poratal As A

d. Beban gempa kiri



Gambar 4.13.d Pembebanan gempa kiri Poratal As A

a. Beban mati

- Beban terdistribusi merata elemen 54 s/d 101

  Lantai : 2/3.1,5.4,26 = 4,26 KN/m

  Tembok: 2,5.3,85 = 9,63 KN/m

  Balok : 0,4.0,8.24 = 7,68 KN/m

  W_{D1} = 21,57 KN/m

- Beban terdistribusi merata elemen 102 & 108

  Lantai : 2/3.1,5.4,26 = 4,26 KN/m

  Balok : 0,4.0,8.24 = 7,68 KN/m

  W_{D2} = 11,94 KN/m

- Beban terdistribusi merata elemen 103 s/d 107

  Lantai : 2/3.1,5.4,26 = 4,26 KN/m

  Balok : 0,4.0,8.24 = 7,68 KN/m

  Tembok: 2,2.2,5 = 5,50 KN/m

  W_{D4} = 17,44 KN/m

- Beban terbagi merata elemen 109 s/d 115

  Lantai : 1,5.0,12.24 = 4,32 KN/m

  Balok : 0,25.0,4.24 = 2,40 KN/m

  W_{D5} = 6,72 KN/m

- Beban terpusat nodal 70, 75

  $P_{D1\ R\ KA3}$ = 28,5995 KN

- Beban terpusat nodal 71 s/d 74

  $P_{D2\ R\ KA1}$ = 41,2076 KN

- Beban terpusat nodal 10 s/d 19, 23 s/d 32, 36 s/d 45,49 s/d 56

  $P_{D3\ R\ balok\ anak}$ = 2.(2.1/2.3.1,5.4,26) + 0,25.0,4.24.6 = 52,74 KN

b. Beban hidup

- Beban terbagi merata elemen 54 s/d 64, 66 s/d 76, 78 s/d 88, 90 s/d 100

  W_{L1} = 2 / 3.1,5.2,5 = 2,5 KN/m

- Beban terbagi merata elemen 65, 77, 89, 101,

  W_{L2} = 2 / 3.1,5.3 = 3,0 KN/m

- Beban terbagi merata elemen 102 s/d 108

  W_{L3} = 2 / 3.1,75.3 = 3,5 KN/m

- Beban terbagi merata elemen 109 s/d 115

  W_{L4} = .1,5.3 = 4,5 KN/m

- Beban terpusat nodal 70, 75

  $P_{L1\ R\ KA3}$ = 13,4605 KN

- Beban terpusat nodal 71 s/d 74

  $P_{L2\ RKA1}$ = 13,0327 KN

- Beban terpusat nodal 10 s/d 19, 23 s/d 32, 36 s/d 45, 49 s/d 56

  $P_{L3\ R\ balok\ anak}$ = 2.(2.1/2.3.1,5.2,5) = 22,50 KN

c. Beban gempa

Reaksi atap : 4.41,2076 + 2.28,5995 = 222,03 KN

Plat atap : 1,5.27.0,12.24 = 116,64 KN

Balok ring : 0,4.0,8.9.3. 27 = 207,36 KN

Kolom : 6.0,45.0,7.2,6.24 = 99,79 KN

Beban hidup tereduksi: 0,6.(1,5.27.3) = 72,90 KN

Dibulatkan $W_{atap\ 1}$ = 718,72 KN

Plat atap (mangkok) : 3,5.36,5.0,12.24 = 367,92 KN

Kolom : 8.0,45.0,7.2,2.24 = 157,25 KN

Tembok : 2,5.2,6.30,5 = 198,25 KN

Balok ring : 0,4.0,8.36,5.24 = 280,32 KN

Beban hidup tereduksi: 0,6.(3,5.36,5.3) = 229,95 KN

Dibulatkan $W_{atap\ 2}$ = 1233,70 KN

- Berat lantai 4 (tipikal dengan lt. 3, 2,1)

Kolom : 8.0,45.0,7.3,85.24 = 232,85 KN

Lantai : 6.36,5.4,26 = 932,94 KN

Balok : 0,4.0,8.24.78,5 = 602,88 KN

Balok : 0,25.0,4.24.66 = 158,40 KN

Tembok : 2,5.3,85.30,5 = 293,56 KN

B.hidup tereduksi: 0,6(6.36,5.2,5) = 328,50 KN

. .

Dibulatkan W_4 = 2549,2 KN

W_{Total} : 718,72 + 1233,70 + 4.2549,20 = 12147,94 KN

Gaya geser untuk timgkat daktilitas penuh (K=1)

$V = C.I.K.W_T$

$= 0,07.1,5.1,0.12147,94 = 1275,64$ KN

distribusi gaya-gaya lateral akibat gempa

Tingkat	Wi (KN)	hi (m)	Wi hi (KNm)	Fi (KN)
Atap 1	718,72	20,20	14518,15	137,32
Atap 2	1233,70	18,00	22206,60	210,04
4	2549,20	15,40	39257,68	371,31
3	2549,20	11,55	29443,26	278,49
2	2549,20	7,70	19628,84	185,66
1	2549,20	3,85	9814,42	92,83
			134868,95	1275,64

Gaya geser untuk timgkat daktilitas terbatas (K=2)

$V = C.I.K.W_T$

$= 0,07.1,5.2,0.12147,94 = 2551,28$ KN

distribusi gaya-gaya lateral akibat gempa

Tingkat	Wi (KN)	hi (m)	Wi hi (KNm)	Fi (KN)
Atap 1	718,72	20,20	14518,15	274,44
Atap 2	1233,70	18,00	22206,60	420,08
4	2549,20	15,40	39257,68	742,62
3	2549,20	11,55	29443,26	556,98
2	2549,20	7,70	19628,84	371,32
1	2549,20	3,85	9814,42	185,66
			134868,95	2551,28

Tabel 4.14.a Momen Rencana Balok Portal As A - D (K=1)

ELM	Jarak (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	M.GEMPA (KNm)		1.2MD + 1.6ML (KNm)	0.9(MD ± ME) (KNm)		1.05(MD+0.6ML ± ME) (KNm)		KET
				KIRI	KANAN		KIRI	KANAN	KIRI	KANAN	
54	0	-45.96	-13.51	204.45	-202.00	-76.77	142.64	-223.16	157.90	-268.87	blk. lt.1
	1.5	10.47	2.95	108.92	-107.55	17.27	107.45	-87.37	127.21	-100.08	
	3	35.24	10.97	13.39	-13.09	59.83	43.77	19.93	57.97	30.16	
55	0	35.24	10.97	13.39	-13.09	59.83	43.77	19.93	57.97	30.16	blk. lt.1
	1.5	8.17	2.41	-82.14	81.36	13.65	-66.57	80.58	-76.15	95.53	
	3	-50.56	-14.59	-177.67	175.82	-84.01	-205.40	112.73	-248.83	122.33	
56	0	-24.47	-5.38	265.01	-262.92	-37.98	216.48	-258.65	**249.17**	-305.16	blk. lt.1
	1.5	0.91	-0.64	-1.06	1.14	0.06	-0.13	1.84	-0.56	1.74	
	3	-27.02	-4.34	-267.12	265.19	-39.36	-264.73	214.36	**-311.58**	247.35	
57	0	-72.96	-13.62	165.15	-164.31	-109.34	82.97	-213.55	88.22	-257.72	blk. lt.1
	1.5	14.33	2.53	80.41	-79.94	21.25	85.26	-59.05	101.07	-67.29	
	3	48.31	10.24	-4.34	4.44	74.36	39.58	47.48	52.62	61.84	
58	0	48.31	10.24	-4.34	4.44	74.36	39.58	47.48	52.62	61.84	*blk. lt.1*
	1.5	6.79	1.37	-89.08	88.82	12.75	-72.26	87.65	-83.44	103.36	
	2.5	-84.04	-15.93	-173.83	173.19	-126.33	-232.08	80.24	-280.79	83.58	
59	0	-80.93	-15.23	178.42	-178.26	-121.48	87.74	-233.27	92.77	-281.74	blk. lt.1
	1.5	8.94	1.44	89.36	-89.22	13.03	88.48	-72.25	104.13	-83.38	
	3	45.50	9.67	0.31	-0.18	70.07	41.23	40.79	54.19	53.68	
60	0	45.50	9.67	0.31	-0.18	70.07	41.23	40.79	54.19	53.68	blk. lt.1
	1.5	8.56	1.32	-88.75	88.86	12.38	-72.17	87.68	-83.36	103.12	
	3	-81.69	-15.47	-177.80	177.90	-122.78	-233.54	86.59	-282.21	91.27	
61	0	-80.54	-15.20	177.51	-178.12	-120.97	87.28	-232.79	92.25	-281.17	blk. lt.1
	1.5	9.15	1.46	88.68	-88.91	13.31	88.05	-71.78	103.64	-82.83	
	3	45.53	9.68	-0.16	0.29	70.12	40.83	41.24	53.73	54.21	
62	0	45.53	9.68	-0.16	0.29	70.12	40.83	41.24	53.73	54.21	blk. lt.1
	1.5	8.41	1.32	-89.00	89.50	12.21	-72.53	88.12	-83.79	103.64	
	3	-82.02	-15.48	-177.84	178.71	-123.18	-233.87	87.02	-282.60	91.77	
63	0	-82.28	-15.45	173.65	-174.96	-123.46	82.23	-231.52	86.20	-279.83	blk. lt.1
	1.25	9.52	1.60	88.52	-89.13	13.99	88.24	-71.64	103.95	-82.57	
	2.5	46.01	10.22	3.38	-3.29	73.96	46.26	40.25	60.40	53.39	
64	0	46.01	10.22	3.38	-3.29	73.96	46.26	40.25	60.40	53.39	*blk. lt.1*
	1.5	13.01	2.25	-81.75	82.54	19.21	-61.87	85.99	-70.76	101.74	
	3	-75.31	-14.15	-166.89	168.37	-113.02	-217.98	83.76	-263.22	88.80	
65	0	-31.58	-4.51	243.64	-246.49	-45.10	190.86	-250.26	219.83	-294.81	blk. lt.1
	1.5	8.81	0.73	-2.18	2.34	11.73	5.97	10.03	7.42	12.16	
	3	-15.22	-2.08	-248.00	251.16	-21.59	-236.89	212.35	-277.68	246.43	
66	0	-48.02	-14.11	206.41	-204.28	-80.19	142.55	-227.06	157.42	-273.80	blk. lt.2
	1.75	8.96	2.51	108.72	-107.54	14.76	105.91	-88.73	125.14	-101.94	
	3.5	34.27	10.69	11.03	-10.81	58.22	40.77	21.12	54.30	31.37	
67	0	34.27	10.69	11.03	-10.81	58.22	40.77	21.12	54.30	31.37	blk. lt.2
	1.5	7.74	2.29	-86.66	85.93	12.95	-71.03	84.31	-81.42	99.80	
	3	-50.44	-14.55	-184.35	182.67	-83.81	-211.31	119.00	-255.70	129.67	
68	0	-26.11	-5.40	266.49	-264.56	-39.98	216.34	-261.60	248.99	**-308.60**	blk. lt.2
	1.25	2.30	-0.28	-0.53	0.62	2.31	1.59	2.63	1.68	2.89	
	2.5	-22.61	-3.59	-267.55	265.80	-32.88	-261.15	218.87	-306.93	**253.09**	
69	0	-75.11	-14.10	174.55	-173.73	-112.69	89.49	-223.96	95.53	-270.17	blk. lt.2
	1.5	13.11	2.26	85.58	-85.12	19.34	88.82	-64.81	105.04	-74.19	
	3	48.02	10.17	-3.40	3.50	73.90	40.16	46.36	53.26	60.50	

Lanjutan Tabel 4.14.a Momen Rencana Balok Portal As A-D (K=1)

ELM	Jarak (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	M.GEMPA (KNm)		1.2MD + 1.6ML (KNm)	0.9(MD ± ME) (KNm)		1.05(MD+0.6ML ± ME) (KNm)		KET
				KIRI	KANAN		KIRI	KANAN	KIRI	KANAN	
70	0	48.02	10.17	-3.40	3.50	73.90	40.16	46.36	53.26	60.50	blk. lt.2
	1.5	9.43	1.51	-92.37	92.11	13.73	-74.65	91.38	-86.14	107.57	
	3	-82.48	-15.59	-181.35	180.72	-123.92	-237.44	88.42	-286.83	93.34	
71	0	-80.18	-15.07	182.30	-182.13	-120.34	91.91	-236.08	97.73	-284.93	blk. lt.2
	1.5	9.38	1.53	91.20	-91.05	13.70	90.52	-73.51	106.57	-84.80	
	3	45.63	9.69	0.09	0.03	70.26	41.14	41.09	54.11	54.04	
72	0	45.63	9.69	0.09	0.03	70.26	41.14	41.09	54.11	54.04	blk. lt.2
	1.5	8.38	1.28	-91.02	91.10	12.09	-74.38	89.53	-85.97	105.26	
	3	-82.19	-15.58	-182.12	182.18	-123.55	-237.88	90.00	-287.34	95.18	
73	0	-80.81	-15.31	181.89	-182.40	-121.47	90.97	-236.89	96.48	-286.01	blk. lt.2
	1.5	9.08	1.41	90.95	-91.15	13.15	90.03	-73.87	105.92	-85.29	
	3	45.64	9.70	0.02	0.10	70.30	41.10	41.17	54.06	54.14	
74	0	45.64	9.70	0.02	0.10	70.30	41.10	41.17	54.06	54.14	blk. lt.2
	1.5	8.72	1.41	-90.91	91.34	12.72	-73.97	90.05	-85.41	105.95	
	3	-81.53	-15.31	-181.84	182.59	-122.33	-237.03	90.96	-286.18	96.47	
75	0	-80.53	-14.99	180.37	-181.54	-120.61	89.86	-235.86	95.39	-284.61	blk. lt.2
	1.5	10.32	1.82	91.44	-91.97	15.30	91.58	-73.49	107.99	-84.59	
	3	47.86	10.18	2.50	-2.41	73.73	45.33	40.90	59.30	54.14	
76	0	47.86	10.18	2.50	-2.41	73.73	45.33	40.90	59.30	54.14	blk. lt.2
	1.5	11.90	1.97	-86.43	87.15	17.43	-67.08	89.15	-77.01	105.25	
	3	-77.38	-14.68	-175.36	176.72	-116.34	-227.46	89.41	-274.62	95.06	
77	0	-25.74	-3.26	241.89	-244.37	-36.11	194.54	-243.10	224.91	-265.67	blk. lt.2
	1.75	9.25	0.85	-2.53	2.67	12.46	6.05	10.73	7.59	13.05	
	3.5	-20.17	-3.08	-246.95	249.70	-29.12	-240.41	206.58	-282.42	239.07	
78	0	-48.63	-14.24	177.71	-175.40	-81.14	116.17	-201.63	126.56	-244.21	blk. lt.3
	1.5	8.70	2.46	93.56	-92.27	14.37	92.03	-75.21	108.92	-86.20	
	3	34.36	10.73	9.41	-9.13	58.40	39.39	22.71	52.72	33.25	
79	0	34.36	10.73	9.41	-9.13	58.40	39.39	22.71	52.72	33.25	blk. lt.3
	1.5	8.19	2.41	-74.74	74.01	13.69	-59.90	73.98	-68.36	87.83	
	3	-49.64	-14.34	-158.90	157.15	-82.51	-187.68	96.76	-226.00	103.65	
80	0	-29.64	-6.26	212.81	-211.03	-45.57	164.86	-216.60	188.39	-256.64	blk. lt.3
	1.5	1.93	-0.36	-0.55	0.63	1.73	1.24	2.30	1.22	2.45	
	3	-19.82	-2.91	-213.91	212.28	-28.44	-210.36	173.21	-247.25	**200.25**	
81	0	-75.73	-14.23	151.31	-150.51	-113.64	68.02	-203.62	70.40	-246.52	blk. lt.3
	1.5	12.90	2.21	74.43	-73.98	19.02	78.59	-54.97	93.09	-62.74	
	3	48.21	10.21	-2.46	2.56	74.20	41.18	45.69	54.48	59.74	
82	0	48.21	10.21	-2.46	2.56	74.20	41.18	45.69	54.48	59.74	blk. lt.3
	1.5	10.03	1.64	-79.34	79.09	14.66	-62.38	80.21	-71.74	94.61	
	3	-81.46	-15.38	-156.23	155.62	-122.36	-213.92	66.74	**-259.26**	68.18	
83	0	-79.99	-15.03	154.34	-154.19	-120.03	66.91	-210.76	68.60	-255.35	blk. lt.3
	1.5	9.47	1.55	77.17	-77.04	13.64	77.98	-60.81	91.95	-69.97	
	3	45.62	9.69	0.00	0.11	70.24	41.06	41.16	54.00	54.12	
84	0	45.62	9.69	0.00	0.11	70.24	41.06	41.16	54.00	54.12	blk. lt.3
	1.5	8.27	1.25	-77.16	77.26	11.91	-62.01	76.97	-71.56	90.59	
	3	-82.40	-15.63	-154.33	154.41	-123.89	-213.06	64.81	-258.41	65.76	
85	0	-80.88	-15.39	154.17	-154.72	-121.68	65.96	-212.04	67.26	-257.08	blk. lt.3
	1.5	9.04	1.38	77.12	-77.33	13.06	77.54	-61.46	91.33	-70.83	
	3	45.65	9.71	0.06	0.06	70.32	41.14	41.14	54.11	54.12	

Lanjutan Tabel 4.14.a Momen Rencana Balok Portal As A-D (K=1)

ELM	Jarak (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	M.GEMPA (KNm)		1.2MD + 1.6ML (KNm)	0.9(MD ± ME) (KNm)		1.05(MD+0.6ML ± ME) (KNm)		KET
				KIRI	KANAN		KIRI	KANAN	KIRI	KANAN	
86	0	45.65	9.71	0.06	0.06	70.32	41.14	41.14	54.11	54.12	blk. lt.3
	1.5	8.76	1.46	-77.00	77.45	12.86	-61.41	77.59	-70.72	91.45	
	3	-81.44	-15.22	-154.06	154.84	-122.08	-211.94	66.06	-256.86	67.48	
87	0	-79.12	-14.62	154.63	-155.84	-118.34	67.95	-211.46	70.07	-255.92	blk. lt.3
	1.5	11.11	2.02	78.19	-78.75	16.55	80.36	-60.88	95.03	-69.75	
	3	48.02	10.22	1.75	-1.66	73.97	44.79	41.73	58.69	55.12	
88	0	48.02	10.22	1.75	-1.66	73.97	44.79	41.73	58.69	55.12	blk. lt.3
	1.5	11.44	1.84	-74.69	75.43	16.67	-56.93	78.19	-65.26	92.37	
	3	-78.45	-14.98	-151.13	152.53	-118.11	-206.63	66.66	-250.50	68.34	
89	0	-22.68	-2.55	193.47	-196.01	-31.30	153.71	-196.83	177.72	-231.24	blk. lt.3
	1.75	9.27	0.86	-2.82	2.97	12.50	5.81	11.01	7.32	13.39	
	3.5	-23.19	-3.77	-199.10	201.95	-33.85	-200.06	160.88	-235.78	185.32	
90	0	-50.01	-14.77	113.89	-113.86	-83.65	57.49	-147.49	57.76	-181.37	blk. lt.4
	1.5	7.71	2.10	59.05	-59.04	12.61	60.06	-46.20	71.42	-52.57	
	3	33.77	10.54	4.22	-4.22	57.39	34.19	26.59	46.53	37.67	
91	0	33.77	10.54	4.22	-4.22	57.39	34.19	26.59	46.53	37.67	blk. lt.4
	1.5	7.99	2.40	-50.62	50.60	13.43	-38.37	52.73	-43.25	63.03	
	3	-49.45	-14.17	-105.45	105.43	-82.02	-139.41	50.38	-171.58	49.84	
92	0	-31.07	-6.72	124.13	-124.48	-48.03	83.76	-139.99	93.48	-167.55	blk. lt.4
	1.5	2.51	-0.27	-0.02	0.01	2.58	2.24	2.26	2.44	2.47	
	3	-17.23	-2.26	-124.18	124.50	-24.29	-127.27	96.54	-149.90	111.20	
93	0	-76.76	-14.38	103.67	-103.61	-115.12	24.22	-162.33	19.20	-198.44	blk. lt.4
	1.5	12.39	2.16	51.41	-51.37	18.32	57.42	-35.08	68.35	-39.57	
	3	48.23	10.25	-0.86	0.87	74.28	42.63	44.19	56.20	58.01	
94	0	48.23	10.25	-0.86	0.87	74.28	42.63	44.19	56.20	58.01	blk. lt.4
	1.5	10.56	1.78	-53.13	53.11	15.51	-38.31	57.31	-43.57	67.97	
	3	-80.42	-15.14	-105.39	105.35	-120.73	-167.22	22.44	-204.64	16.64	
95	0	-79.87	-15.06	100.40	-100.41	-119.95	18.47	-162.26	12.06	-198.79	blk. lt.4
	1.5	9.52	1.52	50.09	-50.10	13.86	53.66	-36.52	63.56	-41.65	
	3	45.61	9.67	-0.21	0.21	70.20	40.86	41.23	53.76	54.20	
96	0	45.61	9.67	-0.21	0.21	70.20	40.86	41.23	53.76	54.20	blk. lt.4
	1.5	8.19	1.24	-50.51	50.52	11.82	-38.09	52.84	-43.65	62.43	
	3	-82.54	-15.63	-100.81	100.83	-124.05	-165.02	16.46	-202.36	9.36	
97	0	-81.04	-15.43	100.91	-100.92	-121.93	17.88	-163.76	11.15	-200.77	blk. lt.4
	1.5	8.97	1.35	50.52	-50.53	12.92	53.54	-37.40	63.31	-42.79	
	3	45.66	9.69	0.14	-0.14	70.28	41.21	40.97	54.18	53.89	
98	0	45.66	9.69	0.14	-0.14	70.28	41.21	40.97	54.18	53.89	blk. lt.4
	1.5	8.85	1.44	-50.25	50.25	12.93	-37.26	53.19	-42.56	62.96	
	3	-81.27	-15.24	-100.63	100.64	-121.91	-163.72	17.43	-200.60	10.73	
99	0	-78.00	-14.24	103.88	-103.87	-116.38	23.29	-163.68	18.20	-199.93	blk. lt.4
	1.5	11.71	2.24	52.12	-52.12	17.64	57.45	-36.37	68.44	-41.02	
	3	48.11	10.29	0.37	-0.37	74.19	43.62	42.96	57.37	56.60	
100	0	48.11	10.29	0.37	-0.37	74.19	43.62	42.96	57.37	56.60	blk. lt.4
	1.5	11.00	1.75	-51.39	51.38	16.01	-36.35	56.14	-41.30	66.61	
	3	-79.41	-15.22	-103.15	103.13	-119.64	-164.30	21.34	-201.27	15.32	
101	0	-19.76	-1.85	112.29	-112.05	-26.67	83.28	-118.62	95.99	-139.56	blk. lt.4
	1.75	8.96	0.69	-2.15	2.19	11.85	6.13	10.03	7.59	12.14	
	3.5	-26.74	-4.81	-116.58	116.43	-39.78	-128.99	80.72	-153.51	91.14	

Lanjutan Tabel 4.14.a Momen Rencana Balok Portal As A-D (K=1)

ELM	Jarak (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	M.GEMPA (KNm)		1.2MD + 1.6ML (KNm)	0.9(MD ± ME) (KNm)		1.05(MD+0.6ML ± ME) (KNm)		KET
				KIRI	KANAN		KIRI	KANAN	KIRI	KANAN	
102	0	-28.52	-8.75	59.72	-61.01	-48.22	28.08	-80.57	27.25	-99.51	blk. nok
	3	18.76	5.79	0.59	-0.95	31.77	17.41	16.03	23.96	22.35	
	6	-32.25	-10.06	-58.55	59.11	-54.78	-81.71	24.18	-101.67	21.87	
103	0	-25.69	-7.79	47.82	-48.05	-43.30	19.92	-66.37	18.32	-82.34	blk. nok
	1.5	1.96	1.34	-0.58	0.60	4.51	1.25	2.31	2.30	3.54	
	3	2.61	0.36	-48.97	49.26	3.71	-41.72	46.69	-48.45	54.69	
104	0	-49.92	-10.69	63.26	-63.20	-77.00	12.01	-101.80	7.27	-125.50	blk. nok
	3	25.33	5.06	0.30	-0.29	38.49	23.06	22.54	30.09	29.48	
	6	-47.20	-9.57	-62.67	62.62	-71.95	-96.68	13.68	-121.39	10.16	
105	0	-46.18	-9.40	55.23	-55.23	-70.45	8.14	-91.27	3.58	-112.40	blk. nok
	3	25.19	5.22	-0.12	0.11	**39.58**	22.56	22.77	29.61	29.86	
	6	-51.22	-10.53	-55.46	55.46	-78.32	-96.02	3.81	-118.66	-2.19	
106	0	-50.78	-11.01	55.55	-55.54	-78.56	4.30	-95.69	-1.92	-118.57	blk. nok
	3	25.12	5.28	0.04	-0.05	38.58	22.64	22.56	29.74	29.65	
	6	-46.77	-8.81	-55.47	55.45	-70.22	-92.01	7.81	-112.90	3.57	
107	0	-45.04	-9.01	60.06	-60.06	-68.46	13.52	-94.58	10.10	-116.03	blk. nok
	3	25.16	4.92	-0.28	0.29	38.06	22.39	22.91	29.22	29.82	
	6	-52.43	-11.53	-60.62	60.64	-81.36	-101.74	7.39	**-125.96**	1.36	
108	0	-0.32	0.50	42.08	-41.21	0.42	37.59	-37.38	44.17	-43.29	blk. nok
	1.75	6.84	2.11	-1.68	1.30	11.58	4.65	7.33	6.75	9.88	
	3.5	-17.23	-4.32	-45.44	43.81	-27.60	-56.41	23.92	-68.53	25.19	
109	0	-9.56	-2.58	24.17	-23.04	-15.60	13.15	-29.34	13.71	-35.86	blk. atap
	1.5	0.03	0.19	5.23	-5.07	0.34	4.73	-4.53	5.64	-5.17	
	3	-19.00	-8.85	-13.71	12.91	-36.96	-29.44	-5.48	-39.92	-11.97	
110	0	-64.85	-23.37	37.74	-37.32	-115.20	-24.40	-91.94	-43.18	**-121.99**	blk. atap
	1.5	9.52	3.94	19.45	-19.22	17.74	26.08	-8.72	32.91	-7.69	
	3	55.27	19.44	1.17	-1.12	**97.43**	50.80	48.74	71.51	69.11	
111	0	55.27	19.44	1.17	-1.12	97.43	50.80	48.74	71.51	69.11	blk. atap
	1.5	10.59	3.58	-17.12	16.98	18.44	-5.68	24.81	-4.60	31.20	
	3	-62.72	-24.09	-35.40	35.08	-113.81	-88.30	-24.87	-118.20	-44.20	
112	0	-43.75	-17.96	26.77	-26.70	-81.23	-15.28	-63.40	-29.14	-85.28	blk. atap
	3	17.42	7.33	-0.37	0.42	32.63	15.35	16.06	22.52	23.35	
	6	-35.89	-14.64	-27.50	27.54	-66.49	-57.06	-7.51	-75.79	-17.99	
113	0	-36.74	-15.26	27.39	-27.65	-68.50	-8.41	-57.95	-19.43	-77.22	blk. atap
	3	18.02	7.28	0.40	-0.34	33.26	16.58	15.91	23.92	23.14	
	6	-41.70	-17.44	-26.59	26.96	-77.95	-61.47	-13.27	-82.70	-26.47	
114	0	-55.55	-25.29	33.69	-34.45	-107.14	-19.68	-81.00	-38.89	-110.44	blk. atap
	1.5	9.54	3.54	15.87	-16.17	17.11	22.87	-5.97	28.91	-4.73	
	3	46.02	20.55	-1.96	2.11	88.11	39.66	43.31	59.22	63.48	
115	0	46.02	20.55	-1.96	2.11	88.11	39.66	43.31	59.22	63.48	blk. atap
	1.5	10.98	5.57	-19.78	20.39	22.08	-7.92	28.23	-5.73	36.44	
	3	-52.69	-21.23	-37.60	38.67	-97.20	-81.26	-12.62	-108.18	-28.10	

Tabel 4.14.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As.A-D (K=1)

Elm	Jarak (m)	$V_{D,B}$ (KN)	$V_{L,B}$ (KN)	$V_{E,B}$ (KN)	$V_{G,B}$ (KN)	$M_{KAP,B}$	$M'_{KAP,B}$	V_{UB}= 0,7($M_{KAP,B}$ + $M'_{KAP,B}$) /Ln+1,05.$V_{G,B}$ (KN)	$V_{U,b}$ terpakai	V_{UB} maks (KN)	KET
54	0	48.17	13.78	62.97	61.96	459.96	284.25	111.16	102.33	329.52	blk. lt.1
	1.5	27.07	8.16	62.97	35.23	459.96	284.25	83.09	74.26	301.46	
	3	5.96	2.53	62.97	8.50	459.96	284.25	55.02	46.19	273.39	
55	0	7.49	2.89	62.97	10.39	459.96	284.25	57.01	48.18	275.38	blk. lt.1
	1.5	28.60	8.52	62.97	37.12	459.96	284.25	85.08	76.25	303.44	
	3	49.70	14.14	62.97	63.85	459.96	284.25	113.14	104.31	331.51	
56	0	34.69	5.97	176.04	40.67	459.96	284.25	88.80	79.97	782.06	blk. lt.1
	1.5	0.85	0.35	176.04	1.20	459.96	284.25	47.36	38.53	740.62	
	3	36.39	5.28	176.04	41.67	459.96	284.25	89.85	81.02	783.11	
57	0	75.97	13.58	56.25	89.55	459.96	284.25	140.12	131.29	330.28	blk. lt.1
	1.5	40.43	7.95	56.25	48.38	459.96	284.25	96.90	88.07	287.05	
	3	4.88	2.33	56.25	7.21	459.96	284.25	53.67	44.84	243.82	
58	0	6.57	3.10	56.25	11.67	459.96	284.25	58.36	49.53	248.51	blk. lt.1
	1.5	44.12	8.73	56.25	52.84	459.96	284.25	101.58	92.75	291.74	
	3	79.66	14.35	56.25	94.01	459.96	284.25	144.81	135.98	334.96	
59	0	77.69	13.92	59.36	91.61	459.96	284.25	142.29	133.46	345.50	blk. lt.1
	1.5	42.14	8.30	59.36	50.44	459.96	284.25	99.07	90.24	302.27	
	3	6.60	2.67	59.36	9.28	459.96	284.25	55.84	47.01	259.05	
60	0	6.86	2.75	59.36	9.61	459.96	284.25	56.19	47.36	259.40	blk. lt.1
	1.5	42.40	8.38	59.36	50.78	459.96	284.25	99.42	90.59	302.62	
	3	77.94	14.00	59.36	91.94	459.96	284.25	142.64	133.81	345.85	
61	0	77.57	13.92	59.47	91.48	459.96	284.25	142.16	133.33	345.84	blk. lt.1
	1.5	42.02	8.29	59.47	50.32	459.96	284.25	98.93	90.10	302.61	
	3	6.48	2.67	59.47	9.15	459.96	284.25	55.71	46.88	259.38	
62	0	6.97	2.76	59.47	9.73	459.96	284.25	56.32	47.49	260.00	blk. lt.1
	1.5	42.52	8.39	59.47	50.90	459.96	284.25	99.55	90.72	303.23	
	3	78.06	14.01	59.47	92.07	459.96	284.25	142.77	133.94	346.45	
63	0	78.97	14.18	57.22	93.15	459.96	284.25	143.91	135.08	338.14	blk. lt.1
	1.5	43.43	8.56	57.22	51.99	459.96	284.25	100.69	91.86	294.92	
	3	7.89	2.93	57.22	10.82	459.96	284.25	57.46	48.63	251.69	
64	0	5.57	2.50	57.22	8.06	459.96	284.25	54.57	45.74	248.80	blk. lt.1
	1.5	41.11	8.12	57.22	49.23	459.96	284.25	97.79	88.96	292.02	
	3	76.65	13.75	57.22	90.40	459.96	284.25	141.02	132.19	335.25	
65	0	41.48	5.29	142.19	46.77	459.96	284.25	95.21	86.38	646.29	blk. lt.1
	1.5	4.67	0.69	142.19	5.37	459.96	284.25	51.74	42.91	602.82	
	3	32.13	3.90	142.19	36.03	459.96	284.25	83.94	75.11	635.02	
66	0	48.53	13.89	64.49	62.42	610.58	426.37	129.78	117.48	336.41	blk. lt.2
	1.5	27.43	8.27	64.49	35.69	610.58	426.37	101.71	89.41	308.34	
	3	6.32	2.64	64.49	8.96	610.58	426.37	73.65	61.35	280.27	
67	0	7.13	2.79	64.49	9.92	610.58	426.37	74.65	62.35	281.28	blk. lt.2
	1.5	28.24	8.41	64.49	36.65	610.58	426.37	102.72	90.42	309.34	
	3	49.34	14.04	64.49	63.38	610.58	426.37	130.78	118.48	337.41	
68	0	36.71	6.23	176.79	42.94	610.58	426.37	109.32	97.02	787.58	blk. lt.2
	1.5	1.17	0.60	176.79	1.77	610.58	426.37	66.10	53.80	744.36	
	3	34.38	5.02	176.79	39.40	610.58	426.37	105.60	93.30	783.86	
69	0	76.59	13.72	59.08	90.30	610.58	426.37	159.05	146.75	342.93	blk. lt.2
	1.5	41.04	8.09	59.08	49.13	610.58	426.37	115.83	103.53	299.71	
	3	5.50	2.47	59.08	7.97	610.58	426.37	72.60	60.30	256.48	

Lanjutan Tabel 4.14.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As.A-D (K=1)

Elm	Jarak (m)	$V_{D,B}$ (KN)	$V_{L,B}$ (KN)	$V_{E,B}$ (KN)	$V_{G,B}$ (KN)	$M_{KAP,B}$	$M'_{KAP,B}$	V_{UB}= 0,7(MKAP,B + M'KAP,B) /Ln+1,05.VG,B (KN)	$V_{U,b}$ terpakai	V_{UB} maks (KN)	KET
70	0	7.96	2.96	59.08	10.92	610.58	426.37	75.70	63.40	259.58	blk. lt.2
	1.5	43.50	8.59	59.08	52.09	610.58	426.37	118.93	106.63	302.81	
	3	79.04	14.21	59.08	93.25	610.58	426.37	**162.15**	149.85	346.03	
71	0	77.48	13.88	60.72	91.36	610.58	426.37	160.16	147.86	350.95	blk. lt.2
	1.5	41.94	8.26	60.72	50.19	610.58	426.37	116.94	104.64	307.72	
	3	6.39	2.63	60.72	9.02	610.58	426.37	73.71	61.41	264.50	
72	0	7.06	2.80	60.72	9.86	610.58	426.37	74.59	62.29	265.37	blk. lt.2
	1.5	42.60	8.42	60.72	51.03	610.58	426.37	117.81	105.51	308.60	
	3	78.15	14.05	60.72	92.20	610.58	426.37	161.04	148.74	351.82	
73	0	77.69	13.96	60.83	91.66	610.58	426.37	160.48	148.18	351.73	blk. lt.2
	1.5	42.15	8.34	60.83	50.49	610.58	426.37	117.25	104.95	308.51	
	3	6.61	2.71	60.83	9.32	610.58	426.37	74.02	61.72	265.28	
74	0	6.85	2.71	60.83	9.56	610.58	426.37	74.27	61.97	265.53	blk. lt.2
	1.5	42.39	8.34	60.63	50.73	610.58	426.37	117.50	105.20	308.76	
	3	77.93	13.96	60.83	91.90	610.58	426.37	160.73	148.43	351.99	
75	0	78.34	14.02	59.71	92.35	610.58	426.37	161.21	148.91	347.75	blk. lt.2
	1.5	42.80	8.39	59.71	51.19	610.58	426.37	117.98	105.68	304.52	
	3	7.25	2.77	59.71	10.02	610.58	426.37	74.75	62.45	261.30	
76	0	6.20	2.66	59.71	8.87	610.58	426.37	73.55	61.25	260.09	blk. lt.2
	1.5	41.75	8.29	59.71	50.03	610.58	426.37	116.77	104.47	303.31	
	3	77.29	13.91	59.71	91.20	610.58	426.37	160.00	147.70	346.54	
77	0	38.40	4.65	141.16	43.05	610.58	426.37	109.43	97.13	638.09	blk. lt.2
	1.75	1.59	0.05	141.16	1.65	610.58	426.37	65.96	53.66	594.62	
	3.5	35.22	4.54	141.16	39.76	610.58	426.37	105.98	93.68	634.63	
78	0	48.77	13.95	55.43	62.72	459.96	284.25	111.95	103.12	298.64	blk. lt.3
	1.5	27.67	8.32	55.43	35.99	459.96	284.25	83.89	75.06	270.57	
	3	6.56	2.70	55.43	9.26	459.96	284.25	55.82	46.99	242.50	
79	0	6.90	2.73	55.43	9.63	459.96	284.25	56.21	47.38	242.89	blk. lt.3
	1.5	28.00	8.36	55.43	36.36	459.96	284.25	84.27	75.44	270.96	
	3	49.11	13.98	55.43	63.09	459.96	284.25	112.34	103.51	299.02	
80	0	38.81	6.74	141.10	45.56	459.96	284.25	93.94	85.11	640.46	blk. lt.3
	1.5	3.27	1.12	141.10	4.39	459.96	284.25	50.71	41.88	597.24	
	3	32.27	4.51	141.10	36.78	459.96	284.25	84.72	75.89	631.25	
81	0	76.86	13.77	51.02	90.63	459.96	284.25	141.26	132.43	309.46	blk. lt.3
	1.5	41.32	8.15	51.02	49.46	459.96	284.25	98.04	89.21	266.23	
	3	5.77	2.52	51.02	8.29	459.96	284.25	54.81	45.98	223.01	
82	0	7.68	2.91	51.02	10.59	459.96	284.25	57.22	48.39	225.42	blk. lt.3
	1.5	43.23	8.53	51.02	51.76	459.96	284.25	100.45	91.62	268.64	
	3	78.77	14.16	51.02	92.92	459.96	284.25	**143.67**	134.84	311.87	
83	0	77.41	13.86	51.43	91.27	459.96	284.25	141.94	133.11	311.86	blk. lt.3
	1.5	41.87	8.24	51.43	50.11	459.96	284.25	98.71	89.88	268.63	
	3	6.33	2.61	51.43	8.94	459.96	284.25	55.49	46.66	225.41	
84	0	7.13	2.82	51.43	9.95	459.96	284.25	56.54	47.71	226.47	blk. lt.3
	1.5	42.67	8.44	51.43	51.11	459.96	284.25	99.77	90.94	269.69	
	3	78.22	14.07	51.43	92.28	459.96	284.25	143.00	134.17	312.92	
85	0	77.72	13.99	51.59	91.71	459.96	284.25	142.40	133.57	312.99	blk. lt.3
	1.5	42.18	8.37	51.59	50.55	459.96	284.25	99.17	90.34	269.76	
	3	6.64	2.74	51.59	9.38	459.96	284.25	55.95	47.12	226.54	

Lanjutan Tabel 4.14.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As.A-D (K=1)

Elm	Jarak (m)	$V_{D,B}$ (KN)	$V_{L,B}$ (KN)	$V_{E,B}$ (KN)	$V_{G,B}$ (KN)	$M_{KAP,B}$	$M'_{KAP,B}$	V_{UB}= 0,7($M_{KAP,B}$ + $M'_{KAP,B}$) /Ln+1,05.$V_{G,B}$ (KN)	$V_{U,b}$ terpakai	V_{UB} maks (KN)	KET
86	0	6.82	2.69	51.59	9.51	459.96	284.25	56.08	47.25	226.67	blk. lt.3
	1.5	42.36	8.31	51.59	50.67	459.96	284.25	99.31	90.48	269.90	
	3	77.91	13.94	51.59	91.84	459.96	284.25	142.53	133.70	313.12	
87	0	77.93	13.90	51.39	91.83	459.96	284.25	142.52	133.69	312.28	blk. lt.3
	1.5	42.38	8.28	51.39	50.66	459.96	284.25	99.30	90.47	269.05	
	3	6.84	2.65	51.39	9.49	459.96	284.25	56.07	47.24	225.82	
88	0	6.62	2.77	51.39	9.39	459.96	284.25	55.96	47.13	225.71	blk. lt.3
	1.5	42.16	8.40	51.39	50.56	459.96	284.25	99.19	90.36	268.94	
	3	77.70	14.02	51.39	91.73	459.96	284.25	142.41	133.58	312.17	
89	0	36.66	4.25	113.70	40.91	459.96	284.25	89.05	80.22	520.51	blk. lt.3
	1.75	0.15	0.35	113.70	0.49	459.96	284.25	46.62	37.79	478.07	
	3.5	36.95	4.94	113.70	41.69	459.96	284.25	90.09	81.26	521.54	
90	0	49.03	14.06	36.55	63.10	310.82	284.25	103.11	96.05	219.75	blk. lt.4
	1.5	27.93	8.44	36.55	36.37	310.82	284.25	75.05	67.99	191.68	
	3	6.82	2.81	36.55	9.64	310.82	284.25	46.98	39.92	163.62	
91	0	6.63	2.61	36.55	9.25	310.82	284.25	46.57	39.51	163.21	blk. lt.4
	1.5	27.74	8.24	36.55	35.98	310.82	284.25	74.64	67.58	191.28	
	3	48.84	13.86	36.55	62.71	310.82	284.25	102.71	95.65	219.35	
92	0	40.15	7.11	82.99	47.27	310.82	284.25	86.49	79.43	398.19	blk. lt.4
	1.5	4.61	1.49	82.99	6.10	310.82	284.25	43.27	36.21	354.97	
	3	30.93	4.14	82.99	35.07	310.82	284.25	73.68	66.62	385.38	
93	0	77.20	13.84	34.83	91.04	310.82	284.25	132.45	125.39	241.87	blk. lt.4
	1.5	41.66	8.21	34.83	49.87	310.82	284.25	89.23	82.17	198.64	
	3	6.12	2.59	34.83	8.71	310.82	284.25	46.00	38.94	155.41	
94	0	7.34	2.84	34.83	10.18	310.82	284.25	47.55	40.49	156.96	blk. lt.4
	1.5	42.88	8.47	34.83	51.35	310.82	284.25	90.78	83.72	200.19	
	3	78.42	14.09	34.83	92.51	310.82	284.25	**134.00**	126.94	243.41	
95	0	77.37	13.87	33.54	91.24	310.82	284.25	132.66	125.60	236.67	blk. lt.4
	1.5	41.83	8.25	33.54	50.07	310.82	284.25	89.44	82.38	193.44	
	3	6.28	2.62	33.54	8.90	310.82	284.25	46.21	39.15	150.22	
96	0	7.17	2.81	33.54	9.98	310.82	284.25	47.34	40.28	151.35	blk. lt.4
	1.5	42.71	8.43	33.54	51.15	310.82	284.25	90.57	83.51	194.57	
	3	78.26	14.06	33.54	92.32	310.82	284.25	133.79	126.73	237.80	
97	0	77.77	14.00	33.59	91.77	310.82	284.25	133.22	126.16	237.45	blk. lt.4
	1.5	42.23	8.37	33.59	50.60	310.82	284.25	89.99	82.93	194.22	
	3	6.69	2.75	33.59	9.43	310.82	284.25	46.77	39.71	151.00	
98	0	6.77	2.68	33.59	9.45	310.82	284.25	46.79	39.73	151.01	blk. lt.4
	1.5	42.31	8.31	33.59	50.62	310.82	284.25	90.01	82.95	194.24	
	3	77.85	13.93	33.59	91.79	310.82	284.25	133.24	126.18	237.46	
99	0	77.58	13.80	34.50	91.36	310.82	284.25	132.81	125.75	240.84	blk. lt.4
	1.5	42.04	8.18	34.50	50.21	310.82	284.25	89.58	82.52	197.62	
	3	6.49	2.55	34.50	9.04	310.82	284.25	46.36	39.30	154.39	
100	0	6.96	2.88	34.50	9.84	310.82	284.25	47.19	40.13	155.23	blk. lt.4
	1.5	42.51	8.50	34.50	51.01	310.82	284.25	90.42	83.36	198.45	
	3	78.05	14.13	34.50	92.18	310.82	284.25	133.65	126.59	241.68	
101	0	34.81	3.75	65.28	38.56	310.82	284.25	77.35	70.29	314.65	blk. lt.4
	1.75	1.99	0.85	65.28	2.84	310.82	284.25	39.84	32.78	277.15	
	3.5	38.80	5.44	65.28	44.24	310.82	284.25	83.32	76.26	320.62	

Lanjutan Tabel 4.14.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As.A-D (K=1)

Elm	Jarak (m)	$V_{D,B}$ (KN)	$V_{L,B}$ (KN)	$V_{E,B}$ (KN)	$V_{G,B}$ (KN)	$M_{KAP,B}$	$M'_{KAP,B}$	V_{UB}= 0,7($M_{KAP,B}$ + $M'_{KAP,B}$) /Ln+1,05.$V_{G,B}$ (KN)	$V_{U,b}$ terpakai	V_{UB} maks (KN)	KET
102	0	32.14	9.91	20.02	42.05	310.82	284.25	81.01	73.95	128.23	blk. nok
	3	0.62	0.22	20.02	0.84	310.82	284.25	37.74	30.68	84.96	
	6	33.38	10.34	20.02	43.73	310.82	284.25	82.77	75.71	129.99	
103	0	27.43	9.47	32.44	36.90	310.82	284.25	75.61	68.55	174.99	blk. nok
	1.5	9.43	2.72	32.44	12.15	310.82	284.25	49.62	42.56	149.00	
	3	8.57	4.03	32.44	12.60	310.82	284.25	50.09	43.03	149.47	
104	0	49.71	10.31	20.97	60.02	310.82	284.25	99.89	92.83	151.10	blk. Nok
	3	0.45	0.19	20.97	0.64	310.82	284.25	37.53	30.47	88.74	
	6	48.81	9.94	20.97	58.75	310.82	284.25	98.55	91.49	149.76	
105	0	48.42	9.94	18.45	58.36	310.82	284.25	98.14	91.08	138.75	blk. Nok
	3	0.84	0.19	18.45	1.03	310.82	284.25	37.94	30.88	78.56	
	6	50.10	10.32	18.45	60.42	310.82	284.25	100.30	93.24	140.92	
106	0	49.93	10.49	18.50	60.42	310.82	284.25	100.30	93.24	141.14	blk. Nok
	3	0.67	0.37	18.50	1.04	310.82	284.25	37.95	30.89	78.78	
	6	48.59	9.76	18.50	58.35	310.82	284.25	98.13	91.07	138.96	
107	0	48.03	9.71	20.12	57.73	310.82	284.25	97.48	90.42	145.11	blk. Nok
	3	1.23	0.42	20.12	1.65	310.82	284.25	38.60	31.54	86.22	
	6	50.49	10.54	20.12	61.04	310.82	284.25	**100.95**	93.69	148.58	
108	0	13.02	3.22	24.29	16.23	310.82	284.25	53.91	46.85	119.08	blk. Nok
	1.75	4.83	1.38	24.29	6.21	310.82	284.25	43.38	36.32	108.55	
	3.5	22.68	5.97	24.29	28.66	310.82	284.25	66.95	59.89	132.12	
109	0	15.94	5.78	11.98	21.72	310.82	284.25	59.67	52.61	73.13	blk. atap
	1.5	3.15	2.09	11.98	5.24	310.82	284.25	42.36	35.30	55.82	
	3	22.23	9.97	11.98	32.19	310.82	284.25	70.66	63.60	84.12	
110	0	59.12	22.15	12.07	81.26	310.82	284.25	**122.19**	115.13	136.00	blk. Atap
	1.5	40.04	14.27	12.07	54.31	310.82	284.25	93.89	86.83	107.70	
	3	20.96	6.40	12.07	27.35	310.82	284.25	65.58	58.52	79.40	
111	0	20.25	6.64	12.07	26.89	310.82	284.25	65.09	58.03	78.91	blk. Atap
	1.5	39.33	14.51	12.07	53.84	310.82	284.25	93.40	86.34	107.21	
	3	58.41	22.39	12.07	80.80	310.82	284.25	121.70	114.64	135.51	
112	0	39.47	16.30	9.04	55.77	310.82	284.25	95.42	88.36	96.53	blk. Atap
	3	1.31	0.55	9.04	1.86	310.82	284.25	38.82	31.76	39.92	
	6	36.85	15.20	9.04	52.05	310.82	284.25	91.51	84.45	92.62	
113	0	37.33	15.39	9.10	52.72	310.82	284.25	92.22	85.16	93.58	blk. atap
	3	0.83	0.36	9.10	1.19	310.82	284.25	38.11	31.05	39.47	
	6	38.99	16.11	9.10	55.10	310.82	284.25	94.72	87.66	96.08	
114	0	52.94	23.16	12.19	76.10	310.82	284.25	116.76	109.70	131.08	blk. Atap
	1.5	33.86	15.28	12.19	49.14	310.82	284.25	88.46	81.40	102.78	
	3	14.78	7.41	12.19	22.19	310.82	284.25	60.16	53.10	74.48	
115	0	13.82	6.05	12.19	19.88	310.82	284.25	57.73	50.67	72.05	blk. atap
	1.5	32.90	13.93	12.19	46.83	310.82	284.25	86.03	78.97	100.35	
	3	51.98	21.80	12.19	73.79	310.82	284.25	114.34	107.28	128.66	

Tabel 4.14.c Momen Rencana Kolom Portal As.A-D (K=1)

Elm	Jarak (m)	MD,k (KNm)	ML,k (KNm)	MEki (KNm)	Meka (KNm)	MKAP,b kiri (KNm)	MKAP,b kanan (KNm)		MU,k= 1.05 (MD,k+ML,k ± 4/K.ME,k) (KNm)	KET
1	0	9.54	2.77	-242.34	238.62	0	459.96	280.54	1015.12	Kol.Basmen
	1.925	-5.23	-1.53	-75.28	74.29	0	459.96	280.54	304.90	
	3.85	-20.01	-5.83	91.77	-90.04	0	459.96	280.54	-405.31	
2	0	-5.40	-1.92	-290.32	287.37	459.96	459.96	561.08	1199.26	Kol.Basmen
	1.925	2.62	0.94	-49.28	48.87	459.96	459.96	561.08	208.98	
	3.85	10.63	3.79	191.76	-189.63	459.96	459.96	561.08	-781.31	
3	0	9.09	1.81	-287.91	285.74	459.96	459.96	561.08	1211.57	Kol.Basmen
	1.925	-5.13	-1.05	-50.31	49.97	459.96	459.96	561.08	203.39	
	3.85	-19.35	-3.91	187.30	-185.60	459.96	459.96	561.08	-804.79	
4	0	-0.99	-0.25	-271.04	270.35	459.96	459.96	561.08	1134.16	Kol.Basmen
	1.925	0.07	0.01	-58.73	58.59	459.96	459.96	561.08	246.17	
	3.85	1.13	0.27	153.58	-153.16	459.96	459.96	561.08	-641.83	
5	0	-0.81	-0.20	-271.40	272.08	459.96	459.96	561.08	1141.68	Kol.Basmen
	1.925	-0.19	-0.05	-58.13	58.25	459.96	459.96	561.08	244.38	
	3.85	0.43	0.11	155.14	-155.59	459.96	459.96	561.08	-652.92	
6	0	-0.75	-0.20	-270.34	272.39	459.96	459.96	561.08	1143.06	Kol.Basmen
	1.925	-0.39	-0.08	-58.45	58.82	459.96	459.96	561.08	246.53	
	3.85	-0.03	0.03	153.44	-154.76	459.96	459.96	561.08	-650.00	
7	0	-9.73	-2.16	-282.50	286.09	459.96	459.96	561.08	1189.11	Kol.Basmen
	1.925	4.24	0.93	-51.88	52.42	459.96	459.96	561.08	225.60	
	3.85	18.20	4.01	178.74	-181.25	459.96	459.96	561.08	-737.92	
8	0	-3.66	-0.55	-178.58	181.39	459.96	0	280.54	757.40	Kol.Basmen
	1.925	1.32	0.15	-34.94	35.40	459.96	0	280.54	150.23	
	3.85	6.29	0.65	108.71	-110.56	459.96	0	280.54	-456.95	
9	0	25.95	7.68	-112.68	111.96	0	610.58	372.41	505.53	KOL LT.1
	1.925	0.84	0.27	1.14	-0.98	0	610.58	372.41	-2.95	
	3.85	-24.27	-7.14	114.96	-113.92	0	610.58	372.41	-511.43	
10	0	-15.45	-5.42	-250.92	249.11	610.58	610.58	744.81	1024.33	KOL LT.1
	1.925	-1.04	-0.27	-3.45	3.46	610.58	610.58	744.81	13.15	
	3.85	13.38	4.89	244.01	-242.19	610.58	610.58	744.81	-998.03	
11	0	26.59	5.37	-244.98	243.71	610.58	610.58	744.81	1057.12	KOL LT.1
	1.925	0.31	0.09	-2.95	2.96	610.58	610.58	744.81	12.84	
	3.85	-25.98	-5.19	239.09	-237.79	610.58	610.58	744.81	-1031.45	
12	0	-1.98	-0.44	-198.67	198.29	610.58	610.58	744.81	830.26	KOL LT.1
	1.925	-0.26	-0.05	-1.12	1.13	610.58	610.58	744.81	4.40	
	3.85	1.46	0.34	196.43	-196.04	610.58	610.58	744.81	-821.46	
13	0	-0.72	-0.16	-200.18	200.42	610.58	610.58	744.81	840.86	KOL LT.1
	1.925	-0.02	0.00	-1.54	1.52	610.58	610.58	744.81	6.37	
	3.85	0.67	0.16	197.10	-197.38	610.58	610.58	744.81	-828.12	
14	0	0.24	0.00	-198.05	198.90	610.58	610.58	744.81	835.64	KOL LT.1
	1.925	0.19	0.05	-1.18	1.14	610.58	610.58	744.81	5.03	
	3.85	0.15	0.10	195.68	-196.63	610.58	610.58	744.81	-825.58	
15	0	-25.53	-5.64	-231.79	233.62	610.58	610.58	744.81	948.46	KOL LT.1
	1.925	-0.10	-0.01	-2.89	2.85	610.58	610.58	744.81	11.84	
	3.85	25.32	5.62	226.00	-227.92	610.58	610.58	744.81	-924.78	
16	0	-8.93	-1.23	-139.29	140.58	610.58	0	372.41	579.77	KOL LT.1
	1.925	0.26	0.08	-2.12	2.07	610.58	0	372.41	9.06	
	3.85	9.44	1.39	135.06	-136.44	610.58	0	372.41	-561.65	

Lanjutan Tabel 4.14.c Momen Rencana Kolom Portal As.A-D (K=1)

Elm	Jarak (m)	MD,k (KNm)	ML,k (KNm)	ME,ki (KNm)	ME,ka (KNm)	MKAP,b kiri (KNm)	MKAP,b kanan (KNm)	[illegible]	MU,k= 1.05 (MD,k+ML,k± 4/K ME,k) (KNm)	KET
17	0	23.75	6.97	-91.45	90.36	0	459.96	280.54	411.77	KOL LT 2
	1.925	-0.21	-0.06	10.58	-10.68	0	459.96	280.54	-45.12	
	3.85	-24.16	-7.10	112.61	-111.71	0	459.96	280.54	-502.02	
18	0	-10.96	-4.26	-206.82	205.03	459.96	459.96	561.08	845.15	KOL LT 2
	1.925	-0.02	0.01	7.44	-7.42	459.96	459.96	561.08	-31.18	
	3.85	10.91	4.28	221.70	-219.87	459.96	459.96	561.08	-907.51	
19	0	26.53	5.31	-203.02	201.74	459.96	459.96	561.08	860.74	KOL LT 2
	1.925	-0.38	-0.07	7.42	-7.42	459.96	459.96	561.08	-31.62	
	3.85	-27.29	-5.46	217.86	-216.57	459.96	459.96	561.08	-943.98	
20	0	-0.84	-0.17	-167.22	166.82	459.96	459.96	561.08	699.59	KOL LT 2
	1.925	0.00	0.01	9.25	-9.24	459.96	459.96	561.08	-38.81	
	3.85	0.84	0.19	185.72	-185.31	459.96	459.96	561.08	-777.21	
21	0	-0.71	-0.11	-166.91	167.21	459.96	459.96	561.08	701.40	KOL LT 2
	1.925	-0.02	0.00	9.08	-9.07	459.96	459.96	561.08	-38.13	
	3.85	0.68	0.11	185.08	-185.35	459.96	459.96	561.08	-777.66	
22	0	-0.85	-0.23	-166.53	167.50	459.96	459.96	561.08	702.36	KOL LT 2
	1.925	-0.01	0.02	9.16	-9.14	459.96	459.96	561.08	-38.38	
	3.85	0.84	0.26	184.84	-185.78	459.96	459.96	561.08	-779.12	
23	0	-26.32	-5.80	-191.25	193.17	459.96	459.96	561.08	777.57	KOL LT 2
	1.925	0.31	0.08	7.69	-7.68	459.96	459.96	561.08	-31.83	
	3.85	26.93	5.95	206.63	-208.52	459.96	459.96	561.08	-841.24	
24	0	-10.73	-1.69	-111.89	113.27	459.96	0	280.54	462.69	KOL LT 2
	1.925	0.21	0.06	4.74	-4.72	459.96	0	280.54	-19.52	
	3.85	11.14	1.81	121.37	-122.70	459.96	0	280.54	-501.74	
25	0	24.47	7.14	-65.10	63.69	0	310.82	189.58	300.70	KOL LT 3
	1.925	0.60	0.23	24.32	-23.39	0	310.82	189.58	-97.36	
	3.85	-23.27	-6.69	113.74	-110.47	0	310.82	189.58	-495.41	
26	0	-9.09	-3.81	-150.01	148.30	310.82	310.82	379.15	609.33	KOL LT 3
	1.925	-0.56	-0.13	14.24	-13.85	310.82	310.82	379.15	-58.90	
	3.85	7.97	3.56	176.49	-176.01	310.82	310.82	379.15	-727.13	
27	0	26.62	5.66	-147.36	146.22	310.82	310.82	379.15	650.33	KOL LT 3
	1.925	0.00	-0.04	14.75	-14.45	310.82	310.82	379.15	-60.73	
	3.85	-28.62	-5.94	176.86	-175.13	310.82	310.82	379.15	-771.80	
28	0	-0.64	-0.17	-124.84	124.51	310.82	310.82	379.15	522.09	KOL LT 3
	1.925	0.03	0.04	17.85	-17.73	310.82	310.82	379.15	-74.37	
	3.85	0.69	0.25	160.55	-159.96	310.82	310.82	379.15	-670.83	
29	0	-0.84	-0.14	-123.42	123.78	310.82	310.82	379.15	516.84	KOL LT 3
	1.925	0.01	0.01	17.44	-17.54	310.82	310.82	379.15	-73.64	
	3.85	0.86	0.16	158.30	-158.85	310.82	310.82	379.15	-666.12	
30	0	-1.48	-0.34	-123.85	124.90	310.82	310.82	379.15	522.67	KOL LT 3
	1.925	0.02	-0.04	17.59	-17.93	310.82	310.82	379.15	-75.31	
	3.85	1.51	0.25	159.03	-160.75	310.82	310.82	379.15	-673.29	
31	0	-28.84	-6.48	-137.97	140.02	310.82	310.82	379.15	551.00	KOL LT 3
	1.925	0.16	0.10	14.91	-15.43	310.82	310.82	379.15	-64.50	
	3.85	29.20	6.68	167.79	-170.88	310.82	310.82	379.15	-680.02	
32	0	-12.05	-1.96	-77.73	79.25	310.82	0	189.58	318.13	KOL LT 3
	1.925	-0.11	-0.06	10.07	-10.48	310.82	0	189.58	-44.21	
	3.85	11.83	1.83	97.87	-100.21	310.82	0	189.58	-406.55	

Lanjutan Tabel 4.14.c Momen Rencana Kolom Portal As.A-D (K=1)

Elm	Jarak (m)	MO.k (KNm)	ML.k (KNm)	Mek (KNm)	MEka (KNm)	MKAP.b kiri (KNm)	MKAP.b kanan (KNm)	[illegible]	MU.k= 1.05 (MD.k+ML.k ± 4/K ME.k) (KNm)	KET
33	0	26.74	6.09	-0.15	3.40	0	310.82	189.58	50.63	KOL LT 4
	1.34	-0.89	-0.33	29.79	-28.80	0	310.82	189.58	-122.26	
	2.68	-28.52	-8.75	59.72	-61.01	0	310.82	189.58	-295.35	
34	0	-10.42	-3.90	-51.09	53.90	310.82	310.82	379.15	211.34	KOL LT 4
	1.34	-1.45	-0.69	19.35	-19.40	310.82	310.82	379.15	-83.72	
	2.68	7.53	2.53	89.78	-92.70	310.82	310.82	379.15	-378.78	
35	0	30.91	6.19	-50.99	52.96	310.82	310.82	379.15	261.47	KOL LT 4
	1.34	4.08	1.23	16.55	-16.55	310.82	310.82	379.15	-72.33	
	2.68	-22.76	-3.73	88.10	-90.07	310.82	310.82	379.15	-406.12	
36	0	0.15	0.17	-45.24	45.81	310.82	310.82	379.15	192.73	KOL LT 4
	1.34	-1.36	-0.39	21.87	-21.88	310.82	310.82	379.15	-93.72	
	2.68	-2.87	-0.94	88.98	-89.56	310.82	310.82	379.15	-380.16	
37	0	-0.65	-0.04	-43.42	42.89	310.82	310.82	379.15	-183.07	KOL LT 4
	1.34	0.32	0.15	22.13	-22.15	310.82	310.82	379.15	93.46	
	2.68	1.29	0.34	87.69	-87.19	310.82	310.82	379.15	369.99	
38	0	-1.76	-0.74	-45.48	43.76	310.82	310.82	379.15	-193.65	KOL LT 4
	1.34	1.66	0.79	21.87	-21.88	310.82	310.82	379.15	94.41	
	2.68	5.08	2.32	89.22	-87.51	310.82	310.82	379.15	382.48	
39	0	-30.46	-6.69	-47.65	44.29	310.82	310.82	379.15	-239.13	KOL LT.4
	1.34	-3.92	-1.33	20.02	-19.98	310.82	310.82	379.15	78.55	
	2.68	22.61	4.02	87.68	-84.25	310.82	310.82	379.15	396.22	
40	0	-14.91	-2.98	-18.71	16.22	310.82	0	189.58	-97.35	KOL LT.4
	1.34	1.16	0.67	13.37	-13.80	310.82	0	189.58	58.07	
	2.68	17.23	4.32	45.44	-43.81	310.82	0	189.58	213.50	
41	0	0.97	0.26	-16.58	14.46	0	310.82	189.58	-68.33	KOL LT.4
	1.1	-4.30	-1.16	3.80	-4.29	0	310.82	189.58	10.22	
	2.2	-9.56	-2.58	24.17	-23.04	0	310.82	189.58	88.76	
42	0	29.77	7.32	-24.13	22.38	310.82	310.82	379.15	-62.40	KOL LT.4
	1.1	-8.04	-3.60	13.66	-13.92	310.82	310.82	379.15	45.15	
	2.2	-45.85	-14.52	51.45	-50.22	310.82	310.82	379.15	152.71	
43	0	-3.69	-1.12	-26.91	26.29	310.82	310.82	379.15	-126.66	KOL LT.4
	1.1	7.54	2.51	16.63	-16.74	310.82	310.82	379.15	60.39	
	2.2	18.97	6.13	62.17	-61.77	310.82	310.82	379.15	287.47	
44	0	0.85	0.82	-23.33	23.81	310.82	310.82	379.15	-96.25	KOL LT.4
	1.1	0.00	0.10	15.78	-15.69	310.82	310.82	379.15	66.38	
	2.2	-0.85	-0.62	54.89	-55.19	310.82	310.82	379.15	229.02	
45	0	3.35	2.53	-26.32	28.00	310.82	310.82	379.15	-104.36	KOL LT.4
	1.1	-5.25	-2.66	16.99	-16.70	310.82	310.82	379.15	63.03	
	2.2	-13.85	-7.85	60.29	-61.41	310.82	310.82	379.15	230.41	
46	0	-29.49	-8.01	-15.02	17.60	310.82	310.82	379.15	-102.48	KOL LT.4
	1.1	11.60	6.61	11.29	-10.53	310.82	310.82	379.15	66.53	
	2.2	52.69	21.23	37.60	-38.67	310.82	310.82	379.15	235.54	

Tabel Gaya 4.14.d Geser Rencana Kolom Portal As.A-D (K=1)

Elm	Jarak (m)	VD,k (KN)	VL,k (KN)	VE,k (KN)	MU, k bawah (KN)	MU,k atas (KN)	VU,k = (MU,k a + MU,k b)// h_k (KN)	VU,k = 1,05(VD,k+ VL,k± 4/1. VE,k) (KN)	KET
1	0	7.68	2.24	86.78	459.96	459.96	301.61	374.89	Kol Basmen
	1.925	7.68	2.24	86.78	459.96	459.96	301.61	374.89	
	3.85	7.68	2.24	86.78	459.96	459.96	301.61	374.89	
2	0	4.17	1.48	125.21	459.96	459.96	301.61	531.83	Kol Basmen
	1.925	4.17	1.48	125.21	459.96	459.96	301.61	531.83	
	3.85	4.17	1.48	125.21	459.96	459.96	301.61	531.83	
3	0	7.39	1.49	123.43	459.96	459.96	301.61	527.72	Kol Basmen
	1.925	7.39	1.49	123.43	459.96	459.96	301.61	527.72	
	3.85	7.39	1.49	123.43	459.96	459.96	301.61	527.72	
4	0	0.55	0.13	110.29	459.96	459.96	301.61	463.93	Kol Basmen
	1.925	0.55	0.13	110.29	459.96	459.96	301.61	463.93	
	3.85	0.55	0.13	110.29	459.96	459.96	301.61	463.93	
5	0	0.32	0.08	110.79	459.96	459.96	301.61	465.74	Kol Basmen
	1.925	0.32	0.08	110.79	459.96	459.96	301.61	465.74	
	3.85	0.32	0.08	110.79	459.96	459.96	301.61	465.74	
6	0	0.19	0.06	110.07	459.96	459.96	301.61	462.56	Kol Basmen
	1.925	0.19	0.06	110.07	459.96	459.96	301.61	462.56	
	3.85	0.19	0.06	110.07	459.96	459.96	301.61	462.56	
7	0	7.26	1.60	119.80	459.96	459.96	301.61	512.47	Kol Basmen
	1.925	7.26	1.60	119.80	459.96	459.96	301.61	512.47	
	3.85	7.26	1.60	119.80	459.96	459.96	301.61	512.47	
8	0	2.58	0.37	74.62	459.96	459.96	301.61	316.50	Kol Basmen
	1.925	2.58	0.37	74.62	459.96	459.96	301.61	316.50	
	3.85	2.58	0.37	74.62	459.96	459.96	301.61	316.50	
9	0	13.04	3.85	59.13	459.96	610.58	351.00	266.07	KOL LT.1
	1.925	13.04	3.85	59.13	459.96	610.58	351.00	266.07	
	3.85	13.04	3.85	59.13	459.96	610.58	351.00	266.07	
10	0	7.49	2.68	128.55	459.96	610.58	351.00	550.60	KOL LT.1
	1.925	7.49	2.68	128.55	459.96	610.58	351.00	550.60	
	3.85	7.49	2.68	128.55	459.96	610.58	351.00	550.60	
11	0	13.66	2.74	125.73	459.96	610.58	351.00	545.28	KOL LT.1
	1.925	13.66	2.74	125.73	459.96	610.58	351.00	545.28	
	3.85	13.66	2.74	125.73	459.96	610.58	351.00	545.28	
12	0	0.89	0.20	102.62	459.96	610.58	351.00	432.16	KOL LT.1
	1.925	0.89	0.20	102.62	459.96	610.58	351.00	432.16	
	3.85	0.89	0.20	102.62	459.96	610.58	351.00	432.16	
13	0	0.36	0.08	103.19	459.96	610.58	351.00	433.85	KOL LT.1
	1.925	0.36	0.08	103.19	459.96	610.58	351.00	433.85	
	3.85	0.36	0.08	103.19	459.96	610.58	351.00	433.85	
14	0	0.02	0.03	102.27	459.96	610.58	351.00	429.58	KOL LT.1
	1.925	0.02	0.03	102.27	459.96	610.58	351.00	429.58	
	3.85	0.02	0.03	102.27	459.96	610.58	351.00	429.58	
15	0	13.21	2.93	118.91	459.96	610.58	351.00	516.35	KOL LT.1
	1.925	13.21	2.93	118.91	459.96	610.58	351.00	516.35	
	3.85	13.21	2.93	118.91	459.96	610.58	351.00	516.35	
16	0	4.77	0.68	71.26	459.96	610.58	351.00	305.01	KOL LT.1
	1.925	4.77	0.68	71.26	459.96	610.58	351.00	305.01	
	3.85	4.77	0.68	71.26	459.96	610.58	351.00	305.01	

LanjutanTabel 4.14.d Gaya Geser Rencana Kolom Portal As.A-D (K=1)

Elm	Jarak (m)	VD,k (KN)	VL,k (KN)	VE,k (KN)	MU, k bawah (KN)	MU,k atas (KN)	VU,k = (MU,k a + MU,k b)// h_k (KN)	VU,k = 1.05(VD,k+ VL,k± 4/1. VE,k) (KN)	KET
17	0	12.44	3.66	53.00	459.96	610.58	351.00	239.51	Kol Basmen
	1.925	12.44	3.66	53.00	459.96	610.58	351.00	239.51	
	3.85	12.44	3.66	53.00	459.96	610.58	351.00	239.51	
18	0	5.68	2.22	111.30	459.96	610.58	351.00	475.77	Kol Basmen
	1.925	5.68	2.22	111.30	459.96	610.58	351.00	475.77	
	3.85	5.68	2.22	111.30	459.96	610.58	351.00	475.77	
19	0	13.98	2.60	109.32	459.96	610.58	351.00	476.76	Kol Basmen
	1.925	13.98	2.60	109.32	459.96	610.58	351.00	476.76	
	3.85	13.98	2.60	109.32	459.96	610.58	351.00	476.76	
20	0	0.44	0.09	91.67	459.96	610.58	351.00	385.58	Kol Basmen
	1.925	0.44	0.09	91.67	459.96	610.58	351.00	385.58	
	3.85	0.44	0.09	91.67	459.96	610.58	351.00	385.58	
21	0	0.36	0.06	91.43	459.96	610.58	351.00	384.42	Kol Basmen
	1.925	0.36	0.06	91.43	459.96	610.58	351.00	384.42	
	3.85	0.36	0.06	91.43	459.96	610.58	351.00	384.42	
22	0	0.44	0.13	91.26	459.96	610.58	351.00	383.90	Kol Basmen
	1.925	0.44	0.13	91.26	459.96	610.58	351.00	383.90	
	3.85	0.44	0.13	91.26	459.96	610.58	351.00	383.90	
23	0	13.83	3.05	103.35	459.96	610.58	351.00	451.78	Kol Basmen
	1.925	13.83	3.05	103.35	459.96	610.58	351.00	451.78	
	3.85	13.83	3.05	103.35	459.96	610.58	351.00	451.78	
24	0	5.68	0.91	60.59	459.96	610.58	351.00	261.38	Kol Basmen
	1.925	5.68	0.91	60.59	459.96	610.58	351.00	261.38	
	3.85	5.68	0.91	60.59	459.96	610.58	351.00	261.38	
25	0	12.40	3.59	46.45	610.58	459.96	351.00	211.89	KOL LT.1
	1.925	12.40	3.59	46.45	610.58	459.96	351.00	211.89	
	3.85	12.40	3.59	46.45	610.58	459.96	351.00	211.89	
26	0	4.43	1.91	85.33	610.58	459.96	351.00	365.03	KOL LT.1
	1.925	4.43	1.91	85.33	610.58	459.96	351.00	365.03	
	3.85	4.43	1.91	85.33	610.58	459.96	351.00	365.03	
27	0	14.67	3.07	84.21	610.58	459.96	351.00	372.51	KOL LT.1
	1.925	14.67	3.07	84.21	610.58	459.96	351.00	372.51	
	3.85	14.67	3.07	84.21	610.58	459.96	351.00	372.51	
28	0	0.34	0.11	74.13	610.58	459.96	351.00	311.81	KOL LT.1
	1.925	0.34	0.11	74.13	610.58	459.96	351.00	311.81	
	3.85	0.34	0.11	74.13	610.58	459.96	351.00	311.81	
29	0	0.44	0.08	73.18	610.58	459.96	351.00	307.88	KOL LT.1
	1.925	0.44	0.08	73.18	610.58	459.96	351.00	307.88	
	3.85	0.44	0.08	73.18	610.58	459.96	351.00	307.88	
30	0	0.78	0.15	73.47	610.58	459.96	351.00	309.57	KOL LT.1
	1.925	0.78	0.15	73.47	610.58	459.96	351.00	309.57	
	3.85	0.78	0.15	73.47	610.58	459.96	351.00	309.57	
31	0	15.07	3.42	79.42	610.58	459.96	351.00	352.97	KOL LT.1
	1.925	15.07	3.42	79.42	610.58	459.96	351.00	352.97	
	3.85	15.07	3.42	79.42	610.58	459.96	351.00	352.97	
32	0	6.20	0.99	45.61	610.58	459.96	351.00	199.12	KOL LT.1
	1.925	6.20	0.99	45.61	610.58	459.96	351.00	199.12	
	3.85	6.20	0.99	45.61	610.58	459.96	351.00	199.12	

Lanjutan Tabel 4.14.d Gaya Geser Rencana Kolom Portal As.A-D (K=1)

Elm	Jarak (m)	VD,k (KN)	VL,k (KN)	VE,k (KN)	MU, k bawah (KN)	MU,k atas (KN)	VU,k = (MU,k a + MU,k b)/ h_k (KN)	VU,k = 1,05(VD,k+ VL,k± 4/1. VE,k) (KN)	KET
33	0	21.25	6.48	23.03	459.96	310.82	252.71	125.83	Kol Basmen
	1.34	21.25	6.48	23.03	459.96	310.82	252.71	125.83	
	2.68	21.25	6.48	23.03	459.96	310.82	252.71	125.83	
34	0	6.90	2.47	54.18	459.96	310.82	252.71	237.40	Kol Basmen
	1.34	6.90	2.47	54.18	459.96	310.82	252.71	237.40	
	2.68	6.90	2.47	54.18	459.96	310.82	252.71	237.40	
35	0	20.64	3.81	53.50	459.96	310.82	252.71	250.36	Kol Basmen
	1.34	20.64	3.81	53.50	459.96	310.82	252.71	250.36	
	2.68	20.64	3.81	53.50	459.96	310.82	252.71	250.36	
36	0	1.16	0.43	51.62	459.96	310.82	252.71	218.48	Kol Basmen
	1.34	1.16	0.43	51.62	459.96	310.82	252.71	218.48	
	2.68	1.16	0.43	51.62	459.96	310.82	252.71	218.48	
37	0	0.75	0.15	50.42	459.96	310.82	252.71	212.72	Kol Basmen
	1.34	0.75	0.15	50.42	459.96	310.82	252.71	212.72	
	2.68	0.75	0.15	50.42	459.96	310.82	252.71	212.72	
38	0	2.63	1.18	51.81	459.96	310.82	252.71	221.59	Kol Basmen
	1.34	2.63	1.18	51.81	459.96	310.82	252.71	221.59	
	2.68	2.63	1.18	51.81	459.96	310.82	252.71	221.59	
39	0	20.41	4.12	52.05	459.96	310.82	252.71	244.37	Kol Basmen
	1.34	20.41	4.12	52.05	459.96	310.82	252.71	244.37	
	2.68	20.41	4.12	52.05	459.96	310.82	252.71	244.37	
40	0	12.37	2.81	24.67	459.96	310.82	252.71	119.56	Kol Basmen
	1.34	12.37	2.81	24.67	459.96	310.82	252.71	119.56	
	2.68	12.37	2.81	24.67	459.96	310.82	252.71	119.56	
41	0	4.79	1.29	18.52	310.82	310.82	203.82	84.17	KOL LT 1
	1.1	4.79	1.29	18.52	310.82	310.82	203.82	84.17	
	2.2	4.79	1.29	18.52	310.82	310.82	203.82	84.17	
42	0	34.37	9.92	34.35	310.82	310.82	203.82	190.80	KOL LT 1
	1.1	34.37	9.92	34.35	310.82	310.82	203.82	190.80	
	2.2	34.37	9.92	34.35	310.82	310.82	203.82	190.80	
43	0	10.39	3.30	41.40	310.82	310.82	203.82	188.25	KOL LT.1
	1.1	10.39	3.30	41.40	310.82	310.82	203.82	188.25	
	2.2	10.39	3.30	41.40	310.82	310.82	203.82	188.25	
44	0	0.77	0.65	35.56	310.82	310.82	203.82	150.83	KOL LT.1
	1.1	0.77	0.65	35.56	310.82	310.82	203.82	150.83	
	2.2	0.77	0.65	35.56	310.82	310.82	203.82	150.83	
45	0	7.82	4.72	39.36	310.82	310.82	203.82	176.49	KOL LT.1
	1.1	7.82	4.72	39.36	310.82	310.82	203.82	176.49	
	2.2	7.82	4.72	39.36	310.82	310.82	203.82	176.49	
46	0	37.35	13.29	23.92	310.82	310.82	203.82	153.65	KOL LT.1
	1.1	37.35	13.29	23.92	310.82	310.82	203.82	153.65	
	2.2	37.35	13.29	23.92	310.82	310.82	203.82	153.65	

Tabel 4.15.a Momen Rencana Balok Portal As A - D (K=2)

ELM	Jarak (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	M.GEMPA (KNm)		1.2MD + 1.6ML (KNm)	0.9(MD ± ME) (KNm)		1.05(MD+0.6ML ± ME) (KNm)		KET
				KIRI	KANAN		KIRI	KANAN	KIRI	KANAN	
54	0	-45.96	-13.51	408.90	-404.00	-76.77	326.65	-404.96	372.58	-480.97	blk. lt.1
	1.5	10.47	2.95	217.85	-215.09	17.27	205.48	-184.16	241.58	-213.00	
	3	35.24	10.97	26.79	-26.18	59.83	55.82	8.15	72.03	16.42	
55	0	35.24	10.97	26.79	-26.18	59.83	55.82	8.15	72.03	16.42	blk. lt.1
	1.5	8.17	2.41	-164.27	162.73	13.65	-140.49	153.81	-162.39	180.96	
	3	-50.56	-14.59	-355.33	351.63	-84.01	-365.30	270.97	-435.38	306.94	
56	0	-24.47	-5.38	530.02	-525.84	-37.98	454.99	-495.28	**527.43**	-581.22	blk. lt.1
	1.5	0.91	-0.64	-2.11	2.27	0.06	-1.08	2.86	-1.67	2.94	
	3	-27.02	-4.34	-534.24	530.39	-39.36	-505.14	453.03	**-592.06**	525.80	
57	0	-72.96	-13.62	330.30	-328.63	-109.34	231.61	-361.43	261.63	-430.25	blk. lt.1
	1.5	14.33	2.53	160.81	-159.87	21.25	157.63	-130.99	185.50	-151.22	
	3	48.31	10.24	-8.68	8.88	74.36	35.67	51.47	48.07	66.50	
58	0	48.31	10.24	-8.68	8.88	74.36	35.67	51.47	48.07	66.50	blk. lt.1
	1.5	8.79	1.37	-178.17	177.63	12.75	-152.44	167.79	-176.98	196.62	
	2.5	-84.04	-15.93	-347.66	346.39	-126.33	-388.52	236.12	-463.31	265.43	
59	0	-80.93	-15.23	356.84	-356.51	-121.48	248.32	-393.70	280.11	-468.91	blk. lt.1
	1.5	8.94	1.44	178.73	-178.44	13.03	168.90	-152.54	197.96	-177.06	
	3	45.50	9.67	0.62	-0.36	70.07	41.51	40.63	54.51	53.49	
60	0	45.50	9.67	0.62	-0.36	70.07	41.51	40.63	54.51	53.49	blk. lt.1
	1.5	8.56	1.32	-177.50	177.72	12.38	-152.04	167.65	-176.55	196.43	
	3	-81.69	-15.47	-355.61	355.80	-122.78	-393.57	246.70	-468.91	278.07	
61	0	-80.54	-15.20	355.03	-356.24	-120.97	247.04	-393.10	278.64	-468.19	blk. lt.1
	1.5	9.15	1.46	177.35	-177.82	13.31	167.85	-151.80	196.75	-176.19	
	3	45.53	9.68	-0.33	0.59	70.12	40.68	41.51	53.56	54.52	
62	0	45.53	9.68	-0.33	0.59	70.12	40.68	41.51	53.56	54.52	blk. lt.1
	1.5	8.41	1.32	-178.01	179.00	12.21	-152.63	168.67	-177.24	197.62	
	3	-82.02	-15.48	-355.68	357.41	-123.18	-393.93	247.85	-469.34	279.41	
63	0	-82.28	-15.45	347.30	-349.92	-123.46	238.52	-388.98	268.53	-463.54	blk. lt.1
	1.25	9.52	1.60	177.03	-178.25	13.99	167.90	-151.85	196.89	-176.15	
	2.5	48.01	10.22	6.77	-6.58	73.96	49.30	37.29	63.95	49.94	
64	0	48.01	10.22	6.77	-6.58	73.96	49.30	37.29	63.95	49.94	blk. lt.1
	1.5	13.01	2.25	-163.50	165.08	19.21	-135.44	160.28	-156.60	188.41	
	3	-75.31	-14.15	-333.77	336.75	-113.02	-368.17	235.29	-438.45	265.59	
65	0	-31.58	-4.51	487.28	-492.98	-45.10	410.13	-472.10	475.65	-553.62	blk. lt.1
	1.5	8.81	0.73	-4.36	4.67	11.73	4.01	12.13	5.13	14.61	
	3	-15.22	-2.08	-495.99	502.32	-21.59	-460.09	438.39	-538.08	510.15	
66	0	-48.02	-14.11	412.81	-408.56	-80.19	328.32	-410.92	374.15	-488.29	blk. lt.2
	1.75	8.96	2.51	217.43	-215.09	14.76	203.75	-185.52	239.29	-214.86	
	3.5	34.27	10.69	22.06	-21.61	58.22	50.69	11.39	65.87	20.02	
67	0	34.27	10.69	22.06	-21.61	58.22	50.69	11.39	65.87	20.02	blk. lt.2
	1.5	7.74	2.29	-173.32	171.86	12.95	-149.02	161.64	-172.42	190.03	
	3	-50.44	-14.55	-368.70	365.33	-83.81	-377.23	283.40	-449.27	321.47	
68	0	-26.11	-5.40	532.97	-529.11	-39.98	456.17	-499.70	**528.80**	-586.39	blk. lt.2
	1.25	2.30	-0.28	-1.07	1.24	2.31	1.11	3.19	1.11	3.54	
	2.5	-22.61	-3.59	-535.11	531.60	-32.88	-501.94	458.09	**-587.86**	532.17	
69	0	-75.11	-14.10	349.10	-347.46	-112.69	246.59	-380.32	278.81	-452.58	blk. lt.2
	1.5	13.11	2.26	171.15	-170.23	19.34	165.83	-141.41	194.89	-163.56	
	3	48.02	10.17	-6.60	6.99	73.90	37.10	49.51	49.69	64.17	

Lanjutan Tabel 4.15.a Momen Rencana Balok Portal As A-D (K=2)

ELM	Jarak (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	M.GEMPA (KNm)		1.2MD + 1.6ML (KNm)	0.9(MD ± ME) (KNm)		1.05(MD+0.6ML ± ME) (KNm)		KET
				KIRI	KANAN		KIRI	KANAN	KIRI	KANAN	
70	0	48.02	10.17	-6.80	6.99	73.90	37.10	49.51	49.69	64.17	blk. lt.2
	1.5	9.43	1.51	-184.74	184.22	13.73	-157.78	174.28	-183.13	204.28	
	3	-82.48	-15.59	-362.69	361.45	-123.92	-400.65	251.07	-477.25	283.10	
71	0	-80.18	-15.07	364.61	-364.27	-120.34	255.98	-400.00	289.15	-476.17	blk. lt.2
	1.5	9.38	1.53	182.39	-182.11	13.70	172.59	-155.46	202.32	-180.40	
	3	45.63	9.69	0.18	0.05	70.26	41.23	41.11	54.20	54.07	
72	0	45.63	9.69	0.18	0.05	70.26	41.23	41.11	54.20	54.07	blk. lt.2
	1.5	8.38	1.28	-182.03	182.21	12.09	-156.29	171.52	-181.54	200.92	
	3	-82.19	-15.58	-364.25	364.37	-123.55	-401.79	253.96	-478.57	286.47	
73	0	-80.61	-15.31	363.77	-364.60	-121.47	254.67	-401.05	287.46	-477.54	blk. lt.2
	1.5	9.08	1.41	181.91	-182.31	13.15	171.88	-155.91	201.42	-181.00	
	3	45.64	9.70	0.04	0.19	70.30	41.12	41.25	54.08	54.24	
74	0	45.64	9.70	0.04	0.19	70.30	41.12	41.25	54.08	54.24	blk. lt.2
	1.5	8.72	1.41	-181.82	182.69	12.72	-155.80	172.26	-180.87	201.86	
	3	-81.53	-15.31	-363.69	365.18	-122.33	-400.69	255.29	-477.12	288.19	
75	0	-80.53	-14.99	360.74	-363.08	-120.61	252.19	-399.24	284.78	-475.22	blk. lt.2
	1.5	10.32	1.82	182.87	-183.95	15.30	173.87	-156.26	204.00	-181.16	
	3	47.86	10.18	5.01	-4.82	73.73	47.58	38.74	61.93	51.61	
76	0	47.86	10.18	5.01	-4.82	73.73	47.58	38.74	61.93	51.61	blk. lt.2
	1.5	11.90	1.97	-172.86	174.31	17.43	-144.86	167.58	-167.77	196.76	
	3	-77.38	-14.68	-350.72	353.43	-116.34	-385.29	248.45	-458.75	280.61	
77	0	-25.74	-3.26	483.79	-488.74	-36.11	412.24	-463.03	478.90	-542.26	blk. lt.2
	1.75	9.25	0.85	-5.06	5.33	12.46	3.77	13.13	4.94	15.85	
	3.5	-20.17	-3.08	-493.91	499.41	-29.12	-462.67	431.32	-541.72	501.26	
78	0	-48.63	-14.24	355.43	-350.81	-81.14	276.12	-359.50	313.16	-428.38	blk. lt.3
	1.5	8.70	2.46	187.12	-184.53	14.37	176.23	-158.25	207.16	-183.08	
	3	34.36	10.73	16.82	-16.26	58.40	47.86	14.50	62.60	23.67	
79	0	34.36	10.73	16.82	-16.26	58.40	47.86	14.50	62.60	23.67	blk. lt.3
	1.5	8.19	2.41	-149.49	148.02	13.69	-127.17	140.59	-146.84	165.54	
	3	-49.64	-14.34	-317.79	314.29	-82.51	-330.69	238.19	-394.84	268.85	
80	0	-29.64	-6.26	425.62	-422.05	-45.57	356.39	-406.52	411.84	-478.22	blk. lt.3
	1.5	1.93	-0.36	-1.10	1.25	1.73	0.75	2.86	0.64	3.11	
	3	-19.82	-2.91	-427.81	424.56	-28.44	-402.87	364.26	-471.85	423.14	
81	0	-75.73	-14.23	302.63	-301.02	-113.64	204.21	-339.08	229.28	-404.55	blk. lt.3
	1.5	12.90	2.21	148.86	-147.96	19.02	145.58	-121.55	171.23	-140.42	
	3	48.21	10.21	-4.92	5.11	74.20	38.97	47.99	51.90	62.43	
82	0	48.21	10.21	-4.92	5.11	74.20	38.97	47.99	51.90	62.43	blk. lt.3
	1.5	10.03	1.64	-158.68	158.18	14.66	-133.79	151.39	-155.05	177.65	
	3	-81.46	-15.38	-312.45	311.25	-122.36	-354.53	206.81	-423.30	231.59	
83	0	-79.99	-15.03	308.67	-308.38	-120.03	205.82	-349.53	230.65	-417.25	blk. lt.3
	1.5	9.47	1.55	154.34	-154.08	13.84	147.43	-130.15	172.98	-150.86	
	3	45.62	9.69	0.01	0.22	70.24	41.06	41.26	54.01	54.23	
84	0	45.62	9.69	0.01	0.22	70.24	41.06	41.26	54.01	54.23	blk. lt.3
	1.5	8.27	1.25	-154.32	154.52	11.91	-131.45	146.51	-152.58	171.71	
	3	-82.40	-15.63	-308.66	308.83	-123.89	-351.95	203.78	-420.46	227.90	
85	0	-80.88	-15.39	308.34	-309.44	-121.68	204.71	-351.29	229.14	-419.53	blk. lt.3
	1.5	9.04	1.38	154.23	-154.66	13.06	146.94	-131.06	172.30	-152.03	
	3	45.65	9.71	0.12	0.12	70.32	41.19	41.19	54.17	54.18	

Lanjutan Tabel 4.15.a Momen Rencana Balok Portal As A-D (K=2)

ELM	Jarak (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	M.GEMPA (KNm)		1.2MD + 1.6ML (KNm)	0.9(MD ± ME) (KNm)		1.05(MD+0.6ML ± ME) (KNm)		KET
				KIRI	KANAN		KIRI	KANAN	KIRI	KANAN	
86	0	45.65	9.71	0.12	0.12	70.32	41.19	41.19	54.17	54.18	blk. lt.3
	1.5	8.76	1.46	-154.00	154.90	12.86	-130.71	147.30	-151.57	172.77	
	3	-81.44	-15.22	-308.11	309.68	-122.08	-350.59	205.42	-418.61	230.06	
87	0	-79.12	-14.62	309.26	-311.67	-118.34	207.12	-351.72	232.43	-419.55	blk. lt.3
	1.5	11.11	2.02	156.38	-157.49	16.55	150.73	-131.75	177.13	-152.44	
	3	48.02	10.22	3.50	-3.31	73.97	46.37	40.24	60.53	53.38	
88	0	48.02	10.22	3.50	-3.31	73.97	46.37	40.24	60.53	53.38	blk. lt.3
	1.5	11.44	1.84	-149.39	150.87	16.67	-124.15	146.08	-143.69	171.58	
	3	-78.45	-14.98	-302.27	305.05	-118.11	-342.65	203.94	-409.19	228.49	
89	0	-22.68	-2.55	386.94	-392.03	-31.30	327.63	-373.24	380.66	-437.05	blk. lt.3
	1.75	9.27	0.86	-5.63	5.93	12.50	3.28	13.68	4.37	16.51	
	3.5	-23.19	-3.77	-398.20	403.89	-33.85	-379.25	342.63	-444.83	397.37	
90	0	-50.01	-14.77	227.78	-227.73	-83.65	159.99	-249.96	177.35	-300.93	blk. lt.4
	1.5	7.71	2.10	118.11	-118.08	12.61	113.23	-99.34	133.43	-114.57	
	3	33.77	10.54	8.44	-8.44	57.39	37.98	22.80	50.96	33.24	
91	0	33.77	10.54	8.44	-8.44	57.39	37.98	22.80	50.96	33.24	blk. lt.4
	1.5	7.99	2.40	-101.23	101.21	13.43	-83.92	98.28	-96.39	116.17	
	3	-49.45	-14.17	-210.90	210.85	-82.02	-234.32	145.26	-282.30	160.54	
92	0	-31.07	-6.72	248.26	-248.96	-48.03	195.48	-252.02	223.82	-298.26	blk. lt.4
	1.5	2.51	-0.27	-0.05	0.02	2.58	2.21	2.27	2.41	2.48	
	3	-17.23	-2.26	-248.35	248.99	-24.29	-239.03	208.58	-280.29	241.92	
93	0	-76.76	-14.38	207.34	-207.22	-115.12	117.53	-255.58	128.06	-307.24	blk. lt.4
	1.5	12.39	2.16	102.81	-102.74	18.32	103.68	-81.31	122.32	-93.51	
	3	48.23	10.25	-1.72	1.74	74.28	41.86	44.97	55.29	58.93	
94	0	48.23	10.25	-1.72	1.74	74.28	41.86	44.97	55.29	58.93	blk. lt.4
	1.5	10.56	1.78	-106.25	106.22	15.51	-86.12	105.11	-99.35	123.74	
	3	-80.42	-15.14	-210.78	210.70	-120.73	-262.06	117.26	-315.30	127.26	
95	0	-79.87	-15.06	200.79	-200.82	-119.95	108.83	-252.63	117.48	-304.22	blk. lt.4
	1.5	9.52	1.52	100.19	-100.20	13.86	98.74	-81.61	116.15	-94.26	
	3	45.61	9.67	-0.42	0.42	70.20	40.67	41.42	53.54	54.42	
96	0	45.61	9.67	-0.42	0.42	70.20	40.67	41.42	53.54	54.42	blk. lt.4
	1.5	8.19	1.24	-101.02	101.04	11.82	-83.55	98.31	-96.69	115.47	
	3	-82.54	-15.63	-201.63	201.66	-124.05	-255.75	107.21	-308.22	115.23	
97	0	-81.04	-15.43	201.81	-201.83	-121.93	108.70	-254.58	117.10	-306.73	blk. lt.4
	1.5	8.97	1.35	101.04	-101.06	12.92	99.01	-82.88	116.36	-95.84	
	3	45.66	9.69	0.27	-0.28	70.28	41.34	40.84	54.33	53.75	
98	0	45.66	9.69	0.27	-0.28	70.28	41.34	40.84	54.33	53.75	blk. lt.4
	1.5	8.85	1.44	-100.50	100.50	12.93	-82.49	98.41	-95.32	115.72	
	3	-81.27	-15.24	-201.27	201.28	-121.91	-254.29	108.00	-306.27	116.41	
99	0	-78.00	-14.24	207.75	-207.73	-116.38	116.78	-257.16	127.27	-308.99	blk. lt.4
	1.5	11.71	2.24	104.24	-104.24	17.64	104.36	-83.27	123.16	-95.74	
	3	48.11	10.29	0.73	-0.74	74.19	43.95	42.63	57.76	56.22	
100	0	46.11	10.29	0.73	-0.74	74.19	43.95	42.63	57.76	56.22	blk. lt.4
	1.5	11.00	1.75	-102.78	102.76	16.01	-82.60	102.38	-95.26	120.55	
	3	-79.41	-15.22	-206.29	206.25	-119.64	-257.13	114.16	-309.57	123.60	
101	0	-19.76	-1.85	224.58	-224.09	-26.67	184.34	-219.46	213.90	-257.21	blk. lt.4
	1.75	8.96	0.69	-4.29	4.38	11.85	4.20	12.01	5.34	14.44	
	3.5	-26.74	-4.81	-233.16	232.85	-39.78	-233.91	185.50	-275.92	213.39	

Lanjutan Tabel 4.15.a Momen Rencana Balok Portal As A-D (K=2)

ELM	Jarak (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	M.GEMPA (KNm)		1.2MD + 1.6ML (KNm)	0.9(MD ± ME) (KNm)		1.05(MD+0.6ML ± ME) (KNm)		KET
				KIRI	KANAN		KIRI	KANAN	KIRI	KANAN	
102	0	-28.52	-8.75	119.44	-122.01	-48.22	81.83	-135.47	89.96	-163.56	blk. nok
	3	18.76	5.79	1.18	-1.90	31.77	17.94	15.18	24.58	21.35	
	6	-32.25	-10.06	-117.09	118.22	-54.78	-134.40	77.37	-163.14	83.94	
103	0	-25.69	-7.79	95.63	-96.11	-43.30	62.95	-109.62	68.53	-132.80	blk. nok
	1.5	1.96	1.34	-1.15	1.21	4.51	0.73	2.85	1.70	4.17	
	3	2.61	0.36	-97.94	98.52	3.71	-85.79	91.02	-99.87	**106.41**	
104	0	-49.92	-10.69	126.51	-126.40	-77.00	68.94	-158.68	73.69	**-191.86**	blk. nok
	3	25.33	5.06	0.59	-0.58	38.49	23.33	22.28	30.41	29.18	
	6	-47.20	-9.57	-125.33	125.25	-71.95	-155.28	70.24	-187.19	75.92	
105	0	-46.18	-9.40	110.46	-110.46	-70.45	57.85	-140.98	61.57	-170.39	blk. nok
	3	25.19	5.22	-0.24	0.23	38.58	22.46	22.87	29.49	29.98	
	6	-51.22	-10.53	-110.93	110.92	-78.32	-145.94	53.72	-176.89	56.04	
106	0	-50.78	-11.01	111.11	-111.08	-78.56	54.30	-145.67	56.41	-176.89	blk. nok
	3	25.12	5.28	0.09	-0.09	38.58	22.68	22.52	29.79	29.60	
	6	-46.77	-8.81	-110.94	110.90	-70.22	-141.93	57.72	-171.14	61.79	
107	0	-45.04	-9.01	120.12	-120.11	-68.46	67.58	-148.63	73.16	-179.09	blk. nok
	3	25.16	4.92	-0.56	0.58	38.06	22.14	23.17	28.93	30.13	
	6	-52.43	-11.53	-121.24	121.28	-81.36	-156.30	61.97	-189.61	65.03	
108	0	-0.32	0.50	84.17	-82.42	0.42	75.46	-74.47	88.36	-86.56	blk. nok
	1.75	6.84	2.11	-3.36	2.61	11.58	3.13	8.50	4.99	11.25	
	3.5	-17.23	-4.32	-90.89	87.63	-27.60	-97.31	63.36	-116.25	71.19	
109	0	-9.56	-2.58	48.34	-46.08	-15.60	34.90	-50.08	39.09	-60.05	blk. atap
	1.5	0.03	0.19	10.46	-10.13	0.34	9.44	-9.09	11.13	-10.49	
	3	-19.00	-8.85	-27.42	25.81	-36.96	-41.78	6.13	-54.32	1.58	
110	0	-64.85	-23.37	75.48	-74.63	-115.20	9.57	-125.53	-3.56	**-161.17**	blk. atap
	1.5	9.52	3.94	38.91	-38.43	17.74	43.59	-26.02	53.34	-27.87	
	3	55.27	19.44	2.34	-2.24	97.43	51.65	47.73	72.74	67.94	
111	0	55.27	19.44	2.34	-2.24	97.43	51.85	47.73	72.74	67.94	blk. atap
	1.5	10.59	3.58	-34.23	33.96	18.44	-21.28	40.09	-22.57	49.03	
	3	-62.72	-24.09	-70.80	70.16	-113.81	-120.16	6.70	-155.37	-7.36	
112	0	-43.75	-17.96	53.54	-53.39	-81.23	8.81	-87.43	-1.04	-113.31	blk. atap
	3	17.42	7.33	-0.74	0.85	32.63	15.02	16.44	22.13	23.80	
	6	-35.89	-14.64	-55.01	55.09	-66.49	-81.81	17.27	-104.67	10.93	
113	0	-36.74	-15.26	54.78	-55.29	-68.50	16.24	-82.83	9.33	-106.25	blk. atap
	3	18.02	7.28	0.80	-0.69	33.26	16.93	15.60	24.34	22.78	
	6	-41.70	-17.44	-53.19	53.92	-77.95	-85.40	10.99	-110.62	1.84	
114	0	-55.55	-25.29	67.38	-68.90	-107.14	10.65	-112.01	-3.52	-146.61	blk. atap
	1.5	9.54	3.54	31.74	-32.34	17.11	37.15	-20.52	45.57	-21.71	
	3	46.02	20.55	-3.91	4.22	88.11	37.90	45.21	57.16	65.70	
115	0	46.02	20.55	-3.91	4.22	88.11	37.90	45.21	57.16	65.70	blk. atap
	1.5	10.96	5.57	-39.56	40.77	22.08	-25.72	46.57	-26.50	57.64	
	3	-52.69	-21.23	-75.20	77.33	-97.20	-115.10	**22.18**	-147.66	12.50	

Tabel 4.15.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As.A-D (K=2)

Elm	Jarak (m)	VD,B (KN)	VL,B (KN)	VE,B (KN)	VG,B (KN)	VUB=1,05(VD,B + VL,B ± 4/2. VE,B) (KN)	KETERANGAN
54	0	48.17	13.78	127.37	61.96	332.54	blk. lt.1
	1.5	27.07	8.16	127.37	35.23	304.47	
	3	5.96	2.53	127.37	8.50	276.40	
55	0	7.49	2.89	127.37	10.39	278.39	blk. lt.1
	1.5	28.60	8.52	127.37	37.12	306.46	
	3	49.70	14.14	127.37	63.85	334.52	
56	0	34.69	5.97	354.76	40.67	787.69	blk. lt.1
	1.5	0.85	0.35	354.76	1.20	746.24	
	3	36.39	5.28	354.76	41.67	**788.74**	
57	0	75.97	13.58	112.99	89.55	331.31	blk. lt.1
	1.5	40.43	7.95	112.99	48.38	288.09	
	3	4.88	2.33	112.99	7.21	244.86	
58	0	8.57	3.10	112.99	11.67	249.54	blk. lt.1
	1.5	44.12	8.73	112.99	52.84	292.77	
	3	79.66	14.35	112.99	94.01	335.99	
59	0	77.69	13.92	118.74	91.61	345.55	blk. lt.1
	1.5	42.14	8.30	116.74	50.44	302.32	
	3	6.60	2.67	118.74	9.28	259.09	
60	0	6.86	2.75	118.74	9.61	259.45	blk. lt.1
	1.5	42.40	8.38	118.74	50.78	302.67	
	3	77.94	14.00	118.74	91.94	345.90	
61	0	77.57	13.92	118.74	91.48	345.41	blk. lt.1
	1.5	42.02	8.29	118.74	50.32	302.19	
	3	6.46	2.67	118.74	9.15	258.96	
62	0	6.97	2.76	118.74	9.73	259.58	blk. lt.1
	1.5	42.52	8.39	118.74	50.90	302.80	
	3	78.06	14.01	118.74	92.07	346.03	
63	0	78.97	14.18	113.51	93.15	336.18	blk. lt.1
	1.5	43.43	8.56	113.51	51.99	292.96	
	3	7.89	2.93	113.51	10.82	249.73	
64	0	5.57	2.50	113.51	8.06	246.84	blk. lt.1
	1.5	41.11	8.12	113.51	49.23	290.07	
	3	76.65	13.75	113.51	90.40	333.29	
65	0	41.48	5.29	280.94	46.77	639.07	blk. lt.1
	1.5	4.67	0.69	280.94	5.37	595.60	
	3	32.13	3.90	280.94	36.03	627.80	
66	0	48.53	13.89	130.25	62.42	339.08	blk. lt.2
	1.5	27.43	8.27	130.25	35.69	311.01	
	3	6.32	2.64	130.25	8.96	282.94	
67	0	7.13	2.79	130.25	9.92	283.95	blk. lt.2
	1.5	28.24	8.41	130.25	36.65	312.01	
	3	49.34	14.04	130.25	63.38	340.08	
68	0	36.71	6.23	356.03	42.94	**792.74**	blk. lt.2
	1.5	1.17	0.60	356.03	1.77	749.51	
	3	34.36	5.02	356.03	39.40	789.02	
69	0	76.59	13.72	118.63	90.30	343.94	blk. lt.2
	1.5	41.04	8.09	118.63	49.13	300.72	
	3	5.50	2.47	118.63	7.97	257.49	
70	0	7.96	2.96	118.63	10.92	260.59	blk. lt.2
	1.5	43.50	8.59	118.63	52.09	303.82	
	3	79.04	14.21	118.63	93.25	347.04	
71	0	77.48	13.88	121.48	91.36	351.02	blk. lt.2
	1.5	41.94	8.26	121.48	50.19	307.80	
	3	6.39	2.63	121.48	9.02	264.57	

Lanjutan Tabel 4.15.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As.A-D (K=2)

Elm	Jarak (m)	VD,B (KN)	VL,B (KN)	VE,B (KN)	VG,B (KN)	VUB=1,05(VD,B + VL,B ± 4/2. VE,B) (KN)	KETERANGAN
72	0	7.06	2.80	121.48	9.86	265.45	blk. lt.2
	1.5	42.60	8.42	121.48	51.03	308.68	
	3	78.15	14.05	121.48	92.20	351.90	
73	0	77.69	13.96	121.24	91.66	350.85	blk. lt.2
	1.5	42.15	8.34	121.24	50.49	307.62	
	3	6.61	2.71	121.24	9.32	264.40	
74	0	6.85	2.71	121.24	9.56	264.65	blk. lt.2
	1.5	42.39	8.34	121.24	50.73	307.88	
	3	77.93	13.96	121.24	91.90	351.10	
75	0	78.34	14.02	118.58	92.35	345.96	blk. lt.2
	1.5	42.80	8.39	118.58	51.19	302.75	
	3	7.25	2.77	118.58	10.02	259.53	
76	0	6.20	2.66	118.58	8.87	258.32	blk. lt.2
	1.5	41.75	8.29	118.58	50.03	301.54	
	3	77.29	13.91	118.58	91.20	344.77	
77	0	38.40	4.65	279.34	43.05	631.82	blk. lt.2
	1.75	1.59	0.05	279.34	1.65	588.35	
	3.5	35.22	4.54	279.34	39.76	628.36	
78	0	48.77	13.95	112.20	62.72	301.48	blk. lt.3
	1.5	27.67	8.32	112.20	35.99	273.41	
	3	6.56	2.70	112.20	9.26	245.35	
79	0	6.90	2.73	112.20	9.63	245.73	blk. lt.3
	1.5	28.00	8.36	112.20	36.36	273.80	
	3	49.11	13.98	112.20	63.09	301.87	
80	0	38.81	6.74	284.48	45.56	645.24	blk. lt.3
	1.5	3.27	1.12	284.48	4.39	602.01	
	3	32.27	4.51	284.48	36.78	636.02	
81	0	76.86	13.77	102.51	90.63	310.44	blk. lt.3
	1.5	41.32	8.15	102.51	49.46	267.21	
	3	5.77	2.52	102.51	8.29	223.99	
82	0	7.68	2.91	102.51	10.59	226.40	blk. lt.3
	1.5	43.23	8.53	102.51	51.76	269.62	
	3	78.77	14.16	102.51	92.92	312.85	
83	0	77.41	13.86	102.89	91.27	311.90	blk. lt.3
	1.5	41.87	8.24	102.89	50.11	268.68	
	3	6.33	2.61	102.89	8.94	225.45	
84	0	7.13	2.82	102.89	9.95	226.51	blk. lt.3
	1.5	42.67	8.44	102.89	51.11	269.73	
	3	78.22	14.07	102.89	92.28	312.96	
85	0	77.72	13.99	102.74	91.71	312.06	blk. lt.3
	1.5	42.18	8.37	102.74	50.55	268.83	
	3	6.64	2.74	102.74	9.38	225.60	
86	0	6.82	2.69	102.74	9.51	225.74	blk. lt.3
	1.5	42.36	8.31	102.74	50.67	268.96	
	3	77.91	13.94	102.74	91.84	312.19	
87	0	77.93	13.90	101.92	91.83	310.45	blk. lt.3
	1.5	42.38	8.28	101.92	50.66	267.23	
	3	6.84	2.65	101.92	9.49	224.00	
88	0	6.62	2.77	101.92	9.39	223.89	blk. lt.3
	1.5	42.16	8.40	101.92	50.56	267.12	
	3	77.70	14.02	101.92	91.73	310.35	
89	0	36.66	4.25	224.32	40.91	514.03	blk. lt.3
	1.75	0.15	0.35	224.32	0.49	471.60	
	3.5	36.95	4.94	224.32	41.89	515.07	

Lanjutan Tabel 4.15.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As.A-D (K=2)

Elm	Jarak (m)	VD,B (KN)	VL,B (KN)	VE,B (KN)	VG,B (KN)	VUB=1,05(VD,B + VL,B ± 4/2. VE,B) (KN)	KETERANGAN
90	0	49.03	14.06	73.11	63.10	219.79	blk. lt.4
	1.5	27.93	8.44	73.11	36.37	191.72	
	3	6.62	2.61	73.11	9.64	163.65	
91	0	6.63	2.61	73.11	9.25	163.25	blk. lt.4
	1.5	27.74	8.24	73.11	35.98	191.31	
	3	48.84	13.86	73.11	62.71	219.38	
92	0	40.15	7.11	165.54	47.27	397.26	blk. lt.4
	1.5	4.61	1.49	165.54	6.10	354.03	
	3	30.93	4.14	165.54	35.07	384.45	
93	0	77.20	13.64	69.69	91.04	241.93	blk. lt.4
	1.5	41.66	8.21	69.69	49.87	198.71	
	3	6.12	2.59	69.69	8.71	155.48	
94	0	7.34	2.84	69.69	10.18	157.03	blk. lt.4
	1.5	42.88	8.47	69.69	51.35	200.26	
	3	78.42	14.09	69.69	92.51	243.48	
95	0	77.37	13.87	67.07	91.24	236.65	blk. lt.4
	1.5	41.83	8.25	67.07	50.07	193.42	
	3	6.28	2.62	67.07	8.90	150.20	
96	0	7.17	2.81	67.07	9.98	151.33	blk. lt.4
	1.5	42.71	8.43	67.07	51.15	194.55	
	3	78.26	14.06	67.07	92.32	237.78	
97	0	77.77	14.00	67.18	91.77	237.44	blk. lt.4
	1.5	42.23	8.37	67.18	50.60	194.21	
	3	6.69	2.75	67.18	9.43	150.98	
98	0	6.77	2.68	67.18	9.45	151.00	blk. lt.4
	1.5	42.31	8.31	67.18	50.62	194.23	
	3	77.85	13.93	67.18	91.79	237.45	
99	0	77.58	13.80	69.01	91.38	240.86	blk. lt.4
	1.5	42.04	8.18	69.01	50.21	197.64	
	3	6.49	2.55	69.01	9.04	154.41	
100	0	6.96	2.88	69.01	9.84	155.25	blk. lt.4
	1.5	42.51	8.50	69.01	51.01	198.47	
	3	78.05	14.13	69.01	92.18	241.70	
101	0	34.81	3.75	130.78	38.56	315.13	blk. lt.4
	1.75	1.99	0.85	130.78	2.84	277.62	
	3.5	38.80	5.44	130.78	44.24	321.10	
102	0	32.14	9.91	39.42	42.05	126.93	blk. nok
	3	0.62	0.22	39.42	0.84	63.67	
	6	33.38	10.34	39.42	43.73	128.70	
103	0	27.43	9.47	64.53	36.90	174.25	blk. nok
	1.5	9.43	2.72	64.53	12.15	148.26	
	3	8.57	4.03	64.53	12.60	148.73	
104	0	49.71	10.31	41.97	60.02	151.17	blk. Nok
	3	0.45	0.19	41.97	0.64	88.81	
	6	48.81	9.94	41.97	58.75	149.83	
105	0	48.42	9.94	36.90	58.36	138.76	blk. Nok
	3	0.84	0.19	36.90	1.03	78.57	
	6	50.10	10.32	36.90	60.42	140.92	
106	0	49.93	10.49	37.01	60.42	141.16.	blk. Nok
	3	0.67	0.37	37.01	1.04	78.80	
	6	48.59	9.76	37.01	58.35	138.98	
107	0	48.03	9.71	40.23	57.73	145.10	blk. Nok
	3	1.23	0.42	40.23	1.65	86.21	
	6	50.49	10.54	40.23	61.04	148.56	

Lanjutan Tabel 4.15.b Gaya Geser Rencana Balok Portal As.A-D (K=2)

Elm	Jarak (m)	VD,B (KN)	VL,B (KN)	VE,B (KN)	VG,B (KN)	VUB=1,05(VD,B + VL,B ± 4/2. VE,B) (KN)	KETERANGAN
108	0	13.02	3.22	50.02	16.23	122.08	blk. Nok
	1.75	4.83	1.38	50.02	6.21	111.55	
	3.5	22.68	5.97	50.02	28.66	135.12	
109	0	15.94	5.78	25.26	21.72	75.84	blk. atap
	1.5	3.15	2.09	25.26	5.24	58.53	
	3	22.23	9.97	25.26	32.19	86.84	
110	0	59.12	22.15	24.38	81.26	136.52	blk. Atap
	1.5	40.04	14.27	24.38	54.31	108.22	
	3	20.96	6.40	24.38	27.35	79.92	
111	0	20.25	6.64	24.38	26.89	79.43	blk. Atap
	1.5	39.33	14.51	24.38	53.84	107.73	
	3	58.41	22.39	24.38	80.80	136.03	
112	0	39.47	16.30	18.09	55.77	96.55	blk. Atap
	3	1.31	0.55	18.09	1.86	39.95	
	6	36.85	15.20	18.09	52.05	92.64	
113	0	37.33	15.39	17.99	52.72	93.14	blk. atap
	3	0.83	0.36	17.99	1.19	39.04	
	6	38.99	16.11	17.99	55.10	95.64	
114	0	52.94	23.16	23.76	76.10	129.80	blk. Atap
	1.5	33.86	15.28	23.76	49.14	101.50	
	3	14.78	7.41	23.76	22.19	73.20	
115	0	13.82	6.05	23.76	19.88	70.77	blk. atap
	1.5	32.90	13.93	23.76	46.83	99.08	
	3	51.98	21.80	23.76	73.79	127.38	

Tabel 4.15.c Momen Rencana Kolom Portal As.A-D (K=2)

Elm	Jarak (m)	MD,k (KNm)	ML,k (KNm)	ME,k (KNm)	MU,k = 1.05(MD,k +ML,k ±ωd.ME,k) (KNm)	KET
1	0	9.54	2.77	-484.68	664.35	Kol.Basmen
	1.925	-5.23	-1.53	-150.57	195.70	
	3.85	-20.01	-5.83	183.55	-272.95	
2	0	-5.40	-1.92	-580.64	776.83	Kol.Basmen
	1.925	2.62	0.94	-98.56	137.14	
	3.85	10.63	3.79	383.52	-502.55	
3	0	9.09	1.81	-575.82	791.53	Kol.Basmen
	1.925	-5.13	-1.05	-100.61	129.93	
	3.85	-19.35	-3.91	374.60	-531.66	
4	0	-0.99	-0.25	-542.08	736.75	Kol.Basmen
	1.925	0.07	0.01	-117.46	160.04	
	3.85	1.13	0.27	307.16	-416.68	
5	0	-0.81	-0.20	-542.80	741.72	Kol.Basmen
	1.925	-0.19	-0.05	-116.26	159.76	
	3.85	0.43	0.11	310.28	-424.20	
6	0	-0.75	-0.20	-540.67	742.64	Kol.Basmen
	1.925	-0.39	-0.08	-116.90	160.07	
	3.85	-0.03	0.03	306.88	-422.50	
7	0	-9.73	-2.16	-565.00	768.55	Kol.Basmen
	1.925	4.24	0.93	-103.76	148.54	
	3.85	18.20	4.01	357.48	-471.48	
8	0	-3.66	-0.55	-357.16	490.76	Kol.Basmen
	1.925	1.32	0.15	-69.88	98.19	
	3.85	6.29	0.85	217.41	-294.39	
9	0	25.95	7.68	-225.36	340.96	KOL LT.1
	1.925	0.84	0.27	2.28	-1.51	
	3.85	-24.27	-7.14	229.92	-343.97	
10	0	-15.45	-5.42	-501.84	658.14	KOL LT.1
	1.925	-1.04	-0.27	-6.91	8.07	
	3.85	13.38	4.89	488.03	-642.01	
11	0	26.59	5.37	-489.95	698.87	KOL LT.1
	1.925	0.31	0.09	-5.89	8.49	
	3.85	-25.96	-5.19	478.17	-661.69	
12	0	-1.98	-0.44	-397.34	538.78	KOL LT.1
	1.925	-0.26	-0.05	-2.24	2.75	
	3.85	1.46	0.34	392.86	-533.29	
13	0	-0.72	-0.16	-400.36	546.24	KOL LT.1
	1.925	-0.02	0.00	-3.08	4.13	
	3.85	0.67	0.16	394.19	-537.97	
14	0	0.24	0.00	-396.10	543.26	KOL LT.1
	1.925	0.19	0.05	-2.37	3.36	
	3.85	0.15	0.10	391.37	-536.54	
15	0	-25.53	-5.64	-463.57	-659.58	KOL LT.1
	1.925	-0.10	-0.01	-5.78	-5.98	
	3.85	25.32	5.62	452.01	647.62	
16	0	-8.93	-1.23	-278.58	-389.64	KOL LT.1
	1.925	0.26	0.09	-4.23	-3.48	
	3.85	9.44	1.39	270.12	382.67	
17	0	23.75	6.97	-182.89	-224.71	KOL LT.2
	1.925	-0.21	-0.06	21.16	30.69	
	3.85	-24.16	-7.10	225.22	286.10	
18	0	-10.96	-4.26	-413.65	-576.14	KOL LT.2
	1.925	-0.02	0.01	14.88	22.31	
	3.85	10.91	4.28	443.40	620.74	
19	0	26.53	5.31	-406.03	-526.38	KOL LT.2
	1.925	-0.38	-0.07	14.85	21.89	
	3.85	-27.29	-5.46	435.73	570.16	

Lanjutan Tabel 4.15.c Momen Rencana Kolom Portal As.A-D (K=2)

Elm	Jarak (m)	MD,k (KNm)	ML,k (KNm)	ME,k (KNm)	MU,k= 1.05(MD,k +ML,k ± ωd.ME,k) (KNm)	KET
20	0	-0.84	-0.17	-334.44	-457.39	KOL LT.2
	1.925	0.00	0.01	18.50	27.27	
	3.85	0.84	0.19	371.44	511.94	
21	0	-0.71	-0.11	-333.82	-456.41	KOL LT.2
	1.925	-0.02	0.00	18.17	26.81	
	3.85	0.68	0.11	370.15	510.01	
22	0	-0.85	-0.23	-333.06	-455.52	KOL LT.2
	1.925	-0.01	0.02	18.31	27.01	
	3.85	0.84	0.26	369.68	509.53	
23	0	-26.32	-5.80	-382.50	-549.74	KOL LT.2
	1.925	0.31	0.08	15.38	23.34	
	3.85	26.93	5.95	413.26	596.42	
24	0	-10.73	-1.69	-223.79	-316.73	KOL LT.2
	1.925	0.21	0.06	9.47	15.17	
	3.85	11.14	1.81	242.73	347.07	
25	0	24.47	7.14	-130.21	-152.04	KOL LT.3
	1.925	0.60	0.23	48.64	69.04	
	3.85	-23.27	-6.69	227.48	290.12	
26	0	-9.09	-3.81	-300.02	-419.07	KOL LT.3
	1.925	-0.56	-0.13	28.48	40.31	
	3.85	7.97	3.56	356.99	499.70	
27	0	28.62	5.86	-294.71	-372.23	KOL LT.3
	1.925	0.00	-0.04	29.50	42.29	
	3.85	-28.62	-5.94	353.72	456.82	
28	0	-0.64	-0.17	-124.84	339.06	KOL LT.3
	1.925	0.03	0.04	17.85	-48.32	
	3.85	0.69	0.25	160.55	-435.69	
29	0	-0.84	-0.14	-123.42	336.69	KOL LT.3
	1.925	0.01	0.01	17.44	-47.86	
	3.85	0.86	0.16	158.30	-432.61	
30	0	-1.48	-0.34	-123.85	339.07	KOL LT.3
	1.925	0.02	-0.04	17.59	-48.96	
	3.85	1.51	0.25	159.03	-436.99	
31	0	-12.05	-1.96	-77.73	201.64	KOL LT.3
	1.925	-0.11	-0.06	10.07	-28.80	
	3.85	11.83	1.83	97.87	-259.24	
32	0	-12.05	-1.96	-77.73	201.64	KOL LT.3
	1.925	-0.11	-0.06	10.07	-28.80	
	3.85	11.83	1.83	97.87	-259.24	
33	0	26.74	8.09	-0.15	45.84	KOL LT.4
	1.34	-0.89	-0.33	29.79	-79.92	
	2.68	-28.52	-8.75	59.72	-205.67	
34	0	-10.42	-3.90	-51.09	132.11	KOL LT.4
	1.34	-1.45	-0.69	19.35	-55.20	
	2.68	7.53	2.53	89.78	-242.52	
35	0	30.91	6.19	-50.99	183.59	KOL LT.4
	1.34	4.08	1.23	18.55	-45.06	
	2.68	-22.76	-3.73	88.10	-273.71	
36	0	0.15	0.17	-45.24	125.39	KOL LT.4
	1.34	-1.36	-0.39	21.87	-61.56	
	2.68	-2.87	-0.94	88.98	-248.51	
37	0	-0.65	-0.04	-43.42	116.37	KOL LT.4
	1.34	0.32	0.15	22.13	-59.97	
	2.68	1.29	0.34	87.69	-236.31	
38	0	-1.76	-0.74	-45.48	116.82	KOL LT.4
	1.34	1.66	0.79	21.87	-57.15	
	2.68	5.08	2.32	89.22	-231.12	

Lanjutan Tabel 4.15.c Momen Rencana Kolom Portal As.A-D (K=2)

Elm	Jarak (m)	MD,k (KNm)	ML,k (KNm)	MEki (KNm)	MU,k= 1.05(MD,k +ML,k ± ωd.ME,k) (KNm)	KET
39	0	-30.46	-6.69	-47.65	81.92	KOL LT.4
	1.34	-3.92	-1.33	20.02	-60.05	
	2.68	22.61	4.02	87.68	-202.03	
40	0	-14.91	-2.98	-18.71	25.48	KOL LT.4
	1.34	1.16	0.67	13.37	-35.75	
	2.68	17.23	4.32	45.44	-96.98	
41	0	0.97	0.26	-16.58	40.78	KOL LT.4
	1.1	-4.30	-1.16	3.80	-17.43	
	2.2	-9.56	-2.58	24.17	-75.65	
42	0	29.77	7.32	-24.13	100.05	KOL LT.4
	1.1	-8.04	-3.60	13.66	-50.22	
	2.2	-45.85	-14.52	51.45	-200.49	
43	0	-3.89	-1.12	-28.91	71.98	KOL LT.4
	1.1	7.54	2.51	16.63	-35.15	
	2.2	18.97	6.13	62.17	-142.29	
44	0	0.85	0.82	-23.33	66.76	KOL LT.4
	1.1	0.00	0.10	15.78	-42.72	
	2.2	-0.85	-0.62	54.89	-152.21	
45	0	3.35	2.53	-26.32	82.61	KOL LT.4
	1.1	-5.25	-2.66	16.99	-53.91	
	2.2	-13.85	-7.85	60.29	-190.44	
46	0	-29.49	-8.01	-15.02	-51.47	KOL LT.4
	1.1	11.60	6.61	11.29	28.74	
	2.2	52.69	21.23	37.60	108.96	

Tabel 4.15.d Gaya Geser Kolom Portal As.A-D (K=2)

Elm	Jarak (m)	VD,k (KNm)	VL,k (KNm)	VE,k (KNm)	VU,k= 1.05.(VD,k +VL,k ± ωd.VE,k) (KNm)	KET
1	0	7.68	2.24	173.56	247.32	Kol.Basmen
	1.925	7.68	2.24	173.56	247.32	
	3.85	7.68	2.24	173.56	247.32	
2	0	4.17	1.48	250.43	347.76	Kol.Basmen
	1.925	4.17	1.48	250.43	347.76	
	3.85	4.17	1.48	250.43	347.76	
3	0	7.39	1.49	246.86	346.28	Kol.Basmen
	1.925	7.39	1.49	246.86	346.28	
	3.85	7.39	1.49	246.86	346.28	
4	0	0.55	0.13	220.58	301.81	Kol.Basmen
	1.925	0.55	0.13	220.58	301.81	
	3.85	0.55	0.13	220.58	301.81	
5	0	0.32	0.08	221.58	302.88	Kol.Basmen
	1.925	0.32	0.08	221.58	302.88	
	3.85	0.32	0.08	221.58	302.88	
6	0	0.19	0.06	220.14	300.75	Kol.Basmen
	1.925	0.19	0.06	220.14	300.75	
	3.85	0.19	0.06	220.14	300.75	
7	0	7.26	1.60	239.60	336.36	Kol.Basmen
	1.925	7.26	1.60	239.60	336.36	
	3.85	7.26	1.60	239.60	336.36	
8	0	2.58	0.37	149.24	206.81	Kol.Basmen
	1.925	2.58	0.37	149.24	206.81	
	3.85	2.58	0.37	149.24	206.81	
9	0	13.04	3.85	118.25	179.15	KOL LT.1
	1.925	13.04	3.85	118.25	179.15	
	3.85	13.04	3.85	118.25	179.15	
10	0	7.49	2.68	257.11	361.63	KOL LT.1
	1.925	7.49	2.68	257.11	361.63	
	3.85	7.49	2.68	257.11	361.63	
11	0	13.66	2.74	251.46	360.46	KOL LT.1
	1.925	13.66	2.74	251.46	360.46	
	3.85	13.66	2.74	251.46	360.46	
12	0	0.89	0.20	205.24	281.31	KOL LT.1
	1.925	0.89	0.20	205.24	281.31	
	3.85	0.89	0.20	205.24	281.31	
13	0	0.36	0.08	206.38	282.17	KOL LT.1
	1.925	0.36	0.08	206.38	282.17	
	3.85	0.36	0.08	206.38	282.17	
14	0	0.02	0.03	204.54	279.24	KOL LT.1
	1.925	0.02	0.03	204.54	279.24	
	3.85	0.02	0.03	204.54	279.24	
15	0	13.21	2.93	237.81	341.56	KOL LT.1
	1.925	13.21	2.93	237.81	341.56	
	3.85	13.21	2.93	237.81	341.56	
16	0	4.77	0.68	142.52	200.26	KOL LT.1
	1.925	4.77	0.68	142.52	200.26	
	3.85	4.77	0.68	142.52	200.26	
17	0	12.44	3.66	106.00	161.60	KOL LT.2
	1.925	12.44	3.66	106.00	161.60	
	3.85	12.44	3.66	106.00	161.60	
18	0	5.68	2.22	222.61	312.15	KOL LT.2
	1.925	5.68	2.22	222.61	312.15	
	3.85	5.68	2.22	222.61	312.15	
19	0	13.98	2.80	218.64	316.06	KOL LT.2
	1.925	13.98	2.80	218.64	316.06	
	3.85	13.98	2.80	218.64	316.06	

Lanjutan Tabel 4.15.d Gaya Geser Rencana Kolom Portal As.A-D (K=2)

Elm	Jarak (m)	VD,k (KNm)	VL,k (KNm)	VE,k (KNm)	VU,k= 1.05.(VD,k +VL,k ± ωd.VE,k) (KNm)	KET
20	0	0.44	0.09	183.35	250.82	KOL LT.2
	1.925	0.44	0.09	183.35	250.82	
	3.85	0.44	0.09	183.35	250.82	
21	0	0.36	0.06	182.85	250.03	KOL LT.2
	1.925	0.36	0.06	182.85	250.03	
	3.85	0.36	0.06	182.85	250.03	
22	0	0.44	0.13	182.53	249.74	KOL LT.2
	1.925	0.44	0.13	182.53	249.74	
	3.85	0.44	0.13	182.53	249.74	
23	0	13.83	3.05	206.69	299.86	KOL LT.2
	1.925	13.83	3.05	206.69	299.86	
	3.85	13.83	3.05	206.69	299.86	
24	0	5.68	0.91	121.17	172.32	KOL LT.2
	1.925	5.68	0.91	121.17	172.32	
	3.85	5.68	0.91	121.17	172.32	
25	0	12.40	3.59	92.91	143.61	KOL LT.3
	1.925	12.40	3.59	92.91	143.61	
	3.85	12.40	3.59	92.91	143.61	
26	0	4.43	1.91	170.65	239.60	KOL LT.3
	1.925	4.43	1.91	170.65	239.60	
	3.85	4.43	1.91	170.65	239.60	
27	0	14.87	3.07	168.42	248.72	KOL LT.3
	1.925	14.87	3.07	168.42	248.72	
	3.85	14.87	3.07	168.42	248.72	
28	0	-0.64	-0.17	-124.84	202.85	KOL LT.3
	1.925	0.03	0.04	17.85	202.85	
	3.85	0.69	0.25	160.55	202.85	
29	0	-0.84	-0.14	-123.42	200.31	KOL LT.3
	1.925	0.01	0.01	17.44	200.31	
	3.85	0.86	0.16	158.30	200.31	
30	0	-1.48	-0.34	-123.85	201.56	KOL LT.3
	1.925	0.02	-0.04	17.59	201.56	
	3.85	1.51	0.25	159.03	201.56	
31	0	-28.84	-6.48	-137.97	236.23	KOL LT.3
	1.925	0.18	0.10	14.91	236.23	
	3.85	29.20	6.68	167.79	236.23	
32	0	-12.05	-1.96	-77.73	132.06	KOL LT.3
	1.925	-0.11	-0.06	10.07	132.06	
	3.85	11.83	1.83	97.87	132.06	
33	0	26.74	8.09	-0.15	91.98	KOL LT.4
	1.34	-0.89	-0.33	29.79	91.98	
	2.68	-28.52	-8.75	59.72	91.98	
34	0	-10.42	-3.90	-51.09	157.75	KOL LT.4
	1.34	-1.45	-0.69	19.35	157.75	
	2.68	7.53	2.53	89.78	157.75	
35	0	30.91	6.19	-50.99	171.72	KOL LT.4
	1.34	4.08	1.23	16.55	171.72	
	2.68	-22.76	-3.73	88.10	171.72	
36	0	0.15	0.17	-45.24	142.60	KOL LT.4
	1.34	-1.36	-0.39	21.87	142.60	
	2.68	-2.87	-0.94	88.98	142.60	
37	0	-0.65	-0.04	-43.42	138.59	KOL LT.4
	1.34	0.32	0.15	22.13	138.59	
	2.68	1.29	0.34	87.69	138.59	
38	0	-1.76	-0.74	-45.48	145.43	KOL LT.4
	1.34	1.66	0.79	21.87	145.43	
	2.68	5.08	2.32	89.22	145.43	

Lanjutan Tabel 4.15.d Gaya Geser Rencana Kolom Portal As.A-D (K=2)

Elm	Jarak (m)	VD,k (KNm)	VL,k (KNm)	VE,k (KNm)	VU,k=1.05.(VD,k +VL,k ± ωd.VE,k) (KNm)	KET
39	0	-30.46	-6.69	-47.65	167.85	KOL LT.4
	1.34	-3.92	-1.33	20.02	167.85	
	2.68	22.61	4.02	87.68	167.85	
40	0	-14.91	-2.98	-18.71	83.29	KOL LT.4
	1.34	1.16	0.67	13.37	83.29	
	2.68	17.23	4.32	45.44	83.29	
41	0	0.97	0.26	-16.58	56.95	KOL LT.4
	1.1	-4.30	-1.16	3.80	56.95	
	2.2	-9.56	-2.58	24.17	56.95	
42	0	34.37	9.92	68.71	140.30	KOL LT.4
	1.1	34.37	9.92	68.71	140.30	
	2.2	34.37	9.92	68.71	140.30	
43	0	10.39	3.30	82.80	127.39	KOL LT.4
	1.1	10.39	3.30	82.80	127.39	
	2.2	10.39	3.30	82.80	127.39	
44	0	0.77	0.65	71.12	98.56	KOL LT.4
	1.1	0.77	0.65	71.12	98.56	
	2.2	0.77	0.65	71.12	98.56	
45	0	7.82	4.72	78.73	120.63	KOL LT.4
	1.1	7.82	4.72	78.73	120.63	
	2.2	7.82	4.72	78.73	120.63	
46	0	37.35	13.29	47.84	118.48	KOL LT.4
	1.1	37.35	13.29	47.84	118.48	
	2.2	37.35	13.29	47.84	118.48	

Tabel 4.16.a Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Balok 400/800 Portal As. 9-10 (K=1)

Lantai	Tulangan Tumpuan (mm^2)				Tulangan Lapangan (mm^2)				Jarak tulangan geser Av 3ϕ10 = 235,5 (mm^2)	
	Luas tulangan atas		Luas tulangan bawah		Luas tulangan atas		Luas tulangan bawah		Sendi plastis	Luar sendi plastis
	Perlu	Terpasang	Perlu	Terpasang	Perlu	Terpasang	Perlu	Terpasang		
1	5318.74	10D25 = 4909	2659.37	5D25 = 2454.8	1193.37	3D25 = 1472.7	1799.79	6D25 = 2945.2	ϕ10-90	ϕ10-150
2	5368.41	10D25 = 4909	2734.45	5D25 = 2454.8	1428.84	3D25 = 1472.7	2057.28	6D25 = 2945.2	ϕ10-90	ϕ10-150
3	5160.23	10D25 = 4909	2580.11	5D25 = 2454.8	1456.21	3D25 = 1472.7	1910.23	6D25 = 2945.2	ϕ10-90	ϕ10-150
4	5291.42	10D25 = 4909	2645.71	5D25 = 2454.8	1453.40	3D25 = 1472.7	1859.26	6D25 = 2945.2	ϕ10-90	ϕ10-150
Atap	2404.89	5D25 = 2454.8	-	2D25 = 981.80	-	-	-	-	ϕ10-200	ϕ10-300

Tabel 4.16.b Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Balok 400/800 Portal As. 9-10 (K=2)

Lantai	Tulangan Tumpuan (mm^2)				Tulangan Lapangan (mm^2)				Jarak tulangan geser Av 3ϕ10 = 235,5 (mm^2)	
	Luas tulangan atas		Luas tulangan bawah		Luas tulangan atas		Luas tulangan bawah		Di dalam Darah d	Di luar Darah d
	Perlu	Terpasang	Perlu	Terpasang	Perlu	Terpasang	Perlu	Terpasang		
1	6660.00	13D25 = 6381,7	3454.34	11D25 = 5399,9	2224.75	5D25 = 2454.8	3414.87	10D25 = 4909	ϕ10-110	ϕ10-140
2	6660.00	13D25 = 6381,7	3605.73	11D25 = 5399,9	2749.28	5D25 = 2454.8	4262.96	10D25 = 4909	ϕ10-110	ϕ10-140
3	6660.00	13D25 = 6381,7	3857.46	11D25 = 5399,9	2508.04	5D25 = 2454.8	3696.58	10D25 = 4909	ϕ10-110	ϕ10-140
4	6660.00	13D25 = 6381,7	3579.47	11D25 = 5399,9	1962.97	5D25 = 2454.8	3567.29	10D25 = 4909	ϕ10-110	ϕ10-140
Atap	2404.89	5D25 = 2454.8	-	2D25 = 981.80	-	-	-	-	ϕ10-200	ϕ10-300

Tabel 4.17.a Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Kolom 450/700 Portal As. 9-10 (K=1)

lt	kolom eksterior kiri								kolom eksterior kanan							
	Lentur						Geser 4P10		lentur						Geser 4P10	
	Mu,k (KNm)	Nu,k (KN)	e (mm)	As perlu (mm^2)	As pasang (mm^2)	ϕPn (KN)	Dalam d=450 mm	Tengah Bentang	Mu,k (KNm)	Nu,k (KN)	e (mm)	As perlu (mm^2)	As pasang (mm^2)	ϕPn (KN)	Dalam d=450 mm	Tengah Bentang
Bm	910.59	1081.76	841.77	9836	22D25=10799,8	1875.79	P10-70	P10-90	910.59	1081.76	841.77	9836	22D25=10799,8	1875.79	P10-70	P10-90
1	910.59	1081.76	841.77	9836	22D25=10799,8	1875.79	P10-70	P10-90	910.59	1081.76	841.77	9836	22D25=10799,8	1875.79	P10-70	P10-90
2	910.59	1081.76	841.77	9836	22D25=10799,8	1875.79	P10-70	P10-90	910.59	1081.76	841.77	9836	22D25=10799,8	1875.79	P10-70	P10-90
3	910.59	1081.76	841.77	9836	22D25=10799,8	1875.79	P10-70	P10-90	910.59	1081.76	841.77	9836	22D25=10799,8	1875.79	P10-70	P10-90
4	910.59	1081.76	841.77	9836	22D25=10799,8	1875.79	P10-70	P10-90	910.59	1081.76	841.77	9836	22D25=10799,8	1875.79	P10-70	P10-90

Tabel 4.17.b Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Kolom 450/700 Portal As. 9-10 (K=2)

lt	kolom eksterior kiri								kolom eksterior kanan							
	Lentur						Geser 4P10		lentur						Geser 4P10	
	Mu,k (KNm)	Nu,k (KN)	e (mm)	As perlu (mm^2)	As pasang (mm^2)	ϕPn (KN)	Dalam d=450 mm	Tengah Bentang	Mu,k (KNm)	Nu,k (KN)	e (mm)	As perlu (mm^2)	As pasang (mm^2)	ϕPn (KN)	Dalam d=450 mm	Tengah Bentang
Bm	1291,32	2592,6	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-60	P10-100	1291,32	2592,6	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-100	P10-200
1	1291,32	2592,6	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-60	P10-100	1291,32	2592,6	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-100	P10-200
2	1291,32	2592,6	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-60	P10-100	1291,32	2592,6	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-100	P10-200
3	1291,32	2592,6	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-60	P10-100	1291,32	2592,6	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-100	P10-200
4	1291,32	2592,6	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-60	P10-100	1291,32	2592,6	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-100	P10-200

Tabel 4.18.a Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Balok 400/800 Portal As. 6,7-8 (K=1)

Lantai	Tulangan Tumpuan (mm^2)				Tulangan Lapangan (mm^2)				Jarak tulangan geser Av 3ϕ10 = 235.5 (mm^2)	
	Luas tulangan atas		Luas tulangan bawah		Luas tulangan atas		Luas tulangan bawah		Sendi plastis	Luar sendi plastis
	Perlu	Terpasang	Perlu	Terpasang	Perlu	Terpasang	Perlu	Terpasang		
1	3012.63	8D25 = 3927.0	737.18	4D25 ≈ 1963.6	1193.37	3D25 ≈ 1472.7	1536.12	4D25 = 1963.6	ϕ10-100	ϕ10-200
2	3428.48	8D25 = 3927.0	1221.67	4D25 ≈ 1963.6	1428.84	3D25 ≈ 1472.7	1121.77	4D25 = 1963.6	ϕ10-100	ϕ10-200
3	3478.48	8D25 = 3927.0	1196.83	4D25 ≈ 1963.6	1456.21	3D25 ≈ 1472.7	981.86	4D25 = 1963.6	ϕ10-100	ϕ10-200
4	3478.18	8D25 = 3927.0	955.22	4D25 ≈ 1963.6	1453.40	3D25 ≈ 1472.7	1094.14	4D25 = 1963.6	ϕ10-100	ϕ10-200
Atap	2303.36	5D25 = 2454.8	-	2D25 ≈ 819.8	-	-	-	-	ϕ10-250	ϕ10-300

Tabel 4.18.b Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Balok 400/800 Portal As. 6,7-8 (K=2)

Lantai	Tulangan Tumpuan (mm^2)				Tulangan Lapangan (mm^2)				Jarak tulangan geser Av 3ϕ10 = 235.5 (mm^2)	
	Luas tulangan atas		Luas tulangan bawah		Luas tulangan atas		Luas tulangan bawah		Di dalam Darah d	Di luar Darah d
	Perlu	Terpasang	Perlu	Terpasang	Perlu	Terpasang	Perlu	Terpasang		
1	3573.72	10D25 = 4909.0	1916.48	6D25 ≈ 2945.2	1873.19	4D25 ≈ 1963.6	2121.57	6D25 = 2945.2	ϕ10-110	ϕ10-150
2	4335.97	10D25 = 4909.0	2900.29	6D25 ≈ 2945.2	877.46	4D25 ≈ 1963.6	2379.70	6D25 = 2945.2	ϕ10-110	ϕ10-150
3	4431.92	10D25 = 4909.0	2933.70	6D25 ≈ 2945.2	922.57	4D25 ≈ 1963.6	2446.23	6D25 = 2945.2	ϕ10-110	ϕ10-150
4	4393.81	10D25 = 4909.0	2225.10	6D25 ≈ 2945.2	859.40	4D25 ≈ 1963.6	2566.75	6D25 = 2945.2	ϕ10-110	ϕ10-150
Atap	1985.80	5D25 = 2454.8	-	2D25 ≈ 819.8	-	-	-	-	ϕ10-250	ϕ10-300

Tabel 4.19.a Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Kolom 450/700 Portal As. 6,7-8 (K=1)

lt	kolom eksterior kiri dan kanan								kolom interior							
	Lentur						Geser 4P10		lentur						Geser 4P10	
	Mu,k (KNm)	Nu,k (KN)	e (mm)	As perlu (mm^2)	As pasang (mm^2)	ϕPn (KN)	Dalam d=450 mm	Tengah Bentang	Mu,k (KNm)	Nu,k (KN)	e (mm)	As perlu (mm^2)	As pasang (mm^2)	ϕPn (KN)	Dalam d=450 mm	Tengah Bentang
Bm	819.06	1127.20	575	6300	14D25=6872.6	1984.91	P10-70	P10-90	1295.42	2957.36	440	10080	22D25=10799,8	3308.78	P10-70	P10-90
1	819.06	1127.20	575	6300	14D25=6872.6	1984.91	P10-70	P10-90	1295.42	2957.36	440	10080	22D25=10799,8	3308.78	P10-70	P10-90
2	819.06	1127.20	575	6300	14D25=6872.6	1984.91	P10-70	P10-90	1295.42	2957.36	440	10080	22D25=10799,8	3308.78	P10-70	P10-90
3	819.06	1127.20	575	6300	14D25=6872.6	1984.91	P10-70	P10-90	1295.42	2957.36	440	10080	22D25=10799,8	3308.78	P10-70	P10-90
4	819.06	1127.20	575	6300	14D25=6872.6	1984.91	P10-70	P10-90	1295.42	2957.36	440	10080	22D25=10799,8	3308.78	P10-70	P10-90

Tabel 4.19.b Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Kolom 450/700 Portal As. 6,7-8 (K=2)

lt	kolom eksterior kiri dan kanan								kolom interior							
	Lentur						Geser 4P10		lentur						Geser 4P10	
	Mu,k (KNm)	Nu,k (KN)	e (mm)	As perlu (mm^2)	As pasang (mm^2)	ϕPn (KN)	Dalam d=450 mm	Tengah Bentang	Mu,k (KNm)	Nu,k (KN)	e (mm)	As perlu (mm^2)	As pasang (mm^2)	ϕPn (KN)	Dalam d=450 mm	Tengah Bentang
Bm	1390.81	1683.93	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-60	P10-100	1429.69	3213.25	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-100	P10-200
1	1390.81	1683.93	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-60	P10-100	1429.69	3213.25	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-100	P10-200
2	1390.81	1683.93	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-60	P10-100	1429.69	3213.25	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-100	P10-200
3	1390.81	1683.93	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-60	P10-100	1429.69	3213.25	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-100	P10-200
4	1390.81	1683.93	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-60	P10-100	1429.69	3213.25	841.77	12600	26D25=12763,4	3481,2	P10-100	P10-200

Tabel 4.20.a Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Balok 400/800 Portal As. A-D (K=1)

Lantai	Tulangan Tumpuan (mm^2)				Tulangan Lapangan (mm^2)				Jarak tulangan geser Av 3ϕ10 = 235.5 (mm^2)	
	Luas tulangan atas		Luas tulangan bawah		Luas tulangan atas		Luas tulangan bawah		Sendi plastis	Luar sendi plastis
	Perlu	Terpasang	Perlu	Terpasang	Perlu	Terpasang	Perlu	Terpasang		
1	1200.00	4D22 = 1520.4	1233.37	4D22 = 1520.4	225.05	2D22 = 760.2	491.99	2D22 = 760.2	ϕ10-100	ϕ10-250
2	1200.00	4D22 = 1520.4	1221.10	4D22 = 1520.4	229.28	2D22 = 760.2	483.86	2D22 = 760.2	ϕ10-100	ϕ10-250
3	1200.00	4D22 = 1520.4	1200.00	4D22 = 1520.4	193.51	2D22 = 760.2	420.32	2D22 = 760.2	ϕ10-100	ϕ10-250
4	1200.00	4D22 = 1520.4	1200.00	4D22 = 1520.4	117.54	2D22 = 760.2	274.37	2D22 = 760.2	ϕ10-100	ϕ10-250
Nok	1200.00	4D22 = 1520.4	1200.00	4D22 = 1520.4	-	2D22 = 760.2	147.64	2D22 = 760.2	ϕ10-200	ϕ10-300
Atap	1200.00	4D22 = 1520.4	1200.00	4D22 = 1520.4	62.14	2D22 = 760.2	375.46	2D22 = 760.2	ϕ10-200	ϕ10-300

Tabel 4.20.b Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Balok 400/800 Portal As. A-D (K=2)

Lantai	Tulangan Tumpuan (mm^2)				Tulangan Lapangan (mm^2)				Jarak tulangan geser Av 3ϕ10 = 235.5(mm^2)	
	Luas tulangan atas		Luas tulangan bawah		Luas tulangan atas		Luas tulangan bawah		Di dalam Darah d	Di luar Darah d
	Perlu	Terpasang	Perlu	Terpasang	Perlu	Terpasang	Perlu	Terpasang		
1	2436.54	7D22 = 2660.7	2150.28	6D22 = 2280.6	485.67	2D22 = 760.2	947.70	4D22 = 1520.4	ϕ10-110	ϕ10-180
2	2417.76	7D22 = 2660.7	2156.29	6D22 = 2280.6	490.02	2D22 = 760.2	938.44	4D22 = 1520.4	ϕ10-110	ϕ10-180
3	1936.12	7D22 = 2660.7	1652.17	6D22 = 2280.6	415.89	2D22 = 760.2	809.15	4D22 = 1520.4	ϕ10-110	ϕ10-180
4	1248.70	7D22 = 2660.7	949.07	6D22 = 2280.6	258.08	2D22 = 760.2	516.44	4D22 = 1520.4	ϕ10-110	ϕ10-180
Nok	747.96	4D22 = 1520.4	410.51	4D22 = 1520.4	-	2D22 = 760.2	147.64	4D22 = 1520.4	ϕ10-200	ϕ10-300
Atap	625.93	4D22 = 1520.4	149.60	4D22 = 1520.4	62.14	2D22 = 760.2	375.46	4D22 = 1520.4	ϕ10-200	ϕ10-300

Tabel 4.21.a Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Kolom 450/700 Portal As. A-D (K=1)

lt	kolom eksterior kiri dan kanan								kolom interior							
	Lentur						geser		lentur						geser	
	Mu,k (KNm)	Nu,k (KN)	e (mm)	As perlu (mm^2)	As pasang (mm^2)	ϕPn (KN)	Dalam d=450 mm	Tengah Bentang	Mu,k (KNm)	Nu,k (KN)	e (mm)	As perlu (mm^2)	As pasang (mm^2)	ϕPn (KN)	Dalam d=450 mm	Tengah Bentang
Bm	372.41	370.23	1005	3150	8D25=3927.2	568.39	P10-70	P10-90	744.61	1931.84	385	6300	14D25=6872.6	2289.56	P10-70	P10-90
1	372.41	370.23	1005	3150	8D25=3927.2	568.39	P10-70	P10-90	744.61	1931.84	385	6300	14D25=6872.6	2289.56	P10-70	P10-90
2	372.41	370.23	1005	3150	8D25=3927.2	568.39	P10-70	P10-90	744.61	1931.84	385	6300	14D25=6872.6	2289.56	P10-70	P10-90
3	372.41	370.23	1005	3150	8D25=3927.2	568.39	P10-70	P10-90	744.61	1931.84	385	6300	14D25=6872.6	2289.56	P10-70	P10-90
4	372.41	370.23	1005	3150	8D25=3927.2	568.39	P10-70	P10-90	744.61	1931.84	385	6300	14D25=6872.6	2289.56	P10-70	P10-90

Tabel 4.21.b Tulangan Lentur dan Geser Terpasang Kolom 450/700 Portal As. A-D (K=2)

lt	kolom eksterior kiri dan kanan								kolom interior							
	Lentur						Geser 4P10		lentur						Geser 4P10	
	Mu,k (KNm)	Nu,k (KN)	e (mm)	As perlu (mm^2)	As pasang (mm^2)	ϕPn (KN)	Dalam d=450 mm	Tengah Bentang	Mu,k (KNm)	Nu,k (KN)	e (mm)	As perlu (mm^2)	As pasang (mm^2)	ϕPn (KN)	Dalam d=450 mm	Tengah Bentang
Bm	863.62	1245.31	453	6750	14D25=6872.6	1547.6	P10-60	P10-100	891.76	2709.18	330	6750	14D25=6872.6	3081,2	P10-100	P10-200
1	863.62	1245.31	453	6750	14D25=6872.6	1547.6	P10-60	P10-100	891.76	2709.18	330	6750	14D25=6872.6	3081,2	P10-100	P10-200
2	863.62	1245.31	453	6750	14D25=6872.6	1547.6	P10-60	P10-100	891.76	2709.18	330	6750	14D25=6872.6	3081,2	P10-100	P10-200
3	863.62	1245.31	453	6750	14D25=6872.6	1547.6	P10-60	P10-100	891.76	2709.18	330	6750	14D25=6872.6	3081,2	P10-100	P10-200
4	863.62	1245.31	453	6750	14D25=6872.6	1547.6	P10-60	P10-100	891.76	2709.18	330	6750	14D25=6872.6	3081,2	P10-100	P10-200

Tabel 4.22.a Perbandingn Berat Tulangan Lentur Balok 400/800 Portal As.9-10

Lt	Tulangan Tumpauan										Tulangan Lapangan									
	Daktilitas Penuh (K=1)					Daktilitas Terbatas (K=2)					Daktilitas Penuh (K=1)					Daktilitas Terbatas (K=2)				
	Atas	Bawah	BS (kg/m)	L (m)	Berat (kg)	Atas	Bawah	BS (kg/m)	L (m)	Berat (kg)	Atas	Bawah	BS (kg/m)	L (m)	Berat (kg)	Atas	Bawah	BS (kg/m)	L (m)	Berat (kg)
1	10D25	5D25	3.85	4.88	281.53	13D25	11D25	3.85	4.88	450.45	3D25	6D25	3.85	8.75	303.19	5D25	10D25	3.85	8.75	505.31
2	10D25	5D25	3.85	4.88	281.53	13D25	11D25	3.85	4.88	450.45	3D25	6D25	3.85	8.75	303.19	5D25	10D25	3.85	8.75	505.31
3	10D25	5D25	3.85	4.88	281.53	13D25	11D25	3.85	4.88	450.45	3D25	6D25	3.85	8.75	303.19	5D25	10D25	3.85	8.75	505.31
4	10D25	5D25	3.85	4.88	281.53	13D25	11D25	3.85	4.88	450.45	3D25	6D25	3.85	8.75	303.19	5D25	10D25	3.85	8.75	505.31
Atap	5D25	2D25	3.85	3.25	87.59	5D25	2D25	3.85	3.25	87.59	-	-	3.85	-	-	-	-	3.85	-	-
Jumlah					1213.71	Jumlah				1889.39	Jumlah				1212.75	Jumlah				2021.25
Perbandingan					1.00	Perbandingan				1.56	Perbandingan				1.00	Perbandingan				1.67

Tabel 4.22.b Perbandingn Berat Tulangan Lentur Balok 400/800 Portal As.6,7,8

Lt	Tulangan Tumpauan										Tulangan Lapangan									
	Daktilitas Penuh (K=1)					Daktilitas Terbatas (K=2)					Daktilitas Penuh (K=1)					Daktilitas Terbatas (K=2)				
	Atas	Bawah	BS (kg/m)	L (m)	Berat (kg)	Atas	Bawah	BS (kg/m)	L (m)	Berat (kg)	Atas	Bawah	BS (kg/m)	L (m)	Berat (kg)	Atas	Bawah	BS (kg/m)	L (m)	Berat (kg)
1	8D25	4D25	3.85	6.5	300.3	10D25	6D25	3.85	6.5	400.4	3D25	4D25	3.85	11.5	309.93	4D25	6D25	3.85	11.5	442.75
2	8D25	4D25	3.85	6.5	300.3	10D26	6D26	3.85	6.5	400.4	3D25	4D25	3.85	11.5	309.93	4D25	6D25	3.85	11.5	442.75
3	8D25	4D25	3.85	6.5	300.3	10D27	6D27	3.85	6.5	400.4	3D25	4D25	3.85	11.5	309.93	4D25	6D25	3.85	11.5	442.75
4	8D25	4D25	3.85	6.5	300.3	10D28	6D28	3.85	6.5	400.4	3D25	4D25	3.85	11.5	309.93	4D25	6D25	3.85	11.5	442.75
Atap	5D25	2D25	3.85	3.25	87.58	5D25	2D25	3.85	3.25	87.59	-	-	3.85	-	-	-	-	3.85	-	-
Jumlah					1288.79	Jumlah				1689.19	Jumlah				1239.7	Jumlah				1771.0
Perbandingan					1	Perbandingan				1.31	Perbandingan				1	Perbandingan				1.43

Tabel 4.22.c Perbandingn Berat Tulangan Lentur Balok 250/400 Portal As.A-D

Lt	Tulangan Tumpauan										Tulangan Lapangan									
	Daktilitas Penuh (K=1)					Daktilitas Terbatas (K=2)					Daktilitas Penuh (K=1)					Daktilitas Terbatas (K=2)				
	Atas	Bawah	BS (kg/m)	L (m)	Berat (kg)	Atas	Bawah	BS (kg/m)	L (m)	Berat (kg)	Atas	Bawah	BS (kg/m)	L (m)	Berat (kg)	Atas	Bawah	BS (kg/m)	L (m)	Berat (kg)
1	4D22	4D22	2.98	11.2	267.01	7D22	6D22	2.98	11.2	433.89	2D22	2D22	2.98	25.3	301.58	2D22	4D22	2.98	25.3	452.36
2	4D22	4D22	2.98	11.2	267.01	7D22	6D22	2.98	11.2	433.89	2D22	2D22	2.98	25.3	301.58	2D22	4D22	2.98	25.3	452.36
3	4D22	4D22	2.98	11.2	267.01	7D22	6D22	2.98	11.2	433.89	2D22	2D22	2.98	25.3	301.58	2D22	4D22	2.98	25.3	452.36
4	4D22	4D22	2.98	11.2	267.01	7D22	6D22	2.98	11.2	433.89	2D22	2D22	2.98	25.3	301.58	2D22	4D22	2.98	25.3	452.36
Nok	4D22	4D22	2.98	11.2	267.01	4D22	4D22	2.98	11.2	267.01	2D22	2D22	2.98	25.3	301.58	2D22	4D22	2.98	25.3	452.36
Atap	4D22	4D22	2.98	8	190.72	4D22	4D22	2.98	8	190.72	2D22	2D22	2.98	19	226.48	2D22	4D22	2.98	19	339.72
Jumlah					1525.76	Jumlah				2193.28	Jumlah				2599.56	Jumlah				2601.54
Perbandingan					1	Perbandingan				1.438	Perbandingan				1	Perbandingan				1.5

Tabel 4.23.a Perbandingn Berat Tulangan Lentur Kolom 450/700 Portal As.9-10

Lt	Tinggi (m)	Daktilitas Penuh (K=1)				Daktilitas Terbatas (K=2)			
		Kol ekst kiri		Kol ekst kanan	Berat (kg)	Kol ekst kiri		Kol ekstr kanan	Berat (kg)
		tulangan	BS (kg/m)	tulangan		tulangan	BS (kg/m)	tulangan	
Bm	3.85	22D25	3.85	22D25	326.10	26D25	3.85	26D25	385.39
1	3.85	22D25	3.85	22D25	326.10	26D25	3.85	26D25	385.39
2	3.85	22D25	3.85	22D25	326.10	26D25	3.85	26D25	385.39
3	3.85	22D25	3.85	22D25	326.10	26D25	3.85	26D25	385.39
4	4.88	22D25	3.85	22D25	413.34	26D25	3.85	26D25	488.49
Jumlah					1717.72	Jumlah			2030.03
Perbandingan					1.00	Perbandingan			1.18

Tabel 4.23.b Perbandingn Berat Tulangan Lentur Kolom 450/700 Portal As.6,7,8

Lt	Tinggi (m)	Daktilitas Penuh (K=1)					Daktilitas Terbatas (K=2)				
		eksterior kiri		Eksterior kanan	interior	Berat (kg)	Eksterior kiri		Eksterior kanan	interior	Berat (kg)
		tulangan	BS (kg/m)	tulangan	tulangan		tulangan	BS (kg/m)	tulangan	tulangan	
Bm	3.85	14D25	3.85	14D25	22D25	741.13	26D25	3.85	26D25	26D25	1156.16
1	3.85	14D25	3.85	14D25	22D25	741.13	26D25	3.85	26D25	26D25	1156.16
2	3.85	14D25	3.85	14D25	22D25	741.13	26D25	3.85	26D25	26D25	1156.16
3	3.85	14D25	3.85	14D25	22D25	741.13	26D25	3.85	26D25	26D25	1156.16
4	4.88	14D25	3.85	14D25	22D25	939.40	26D25	3.85	26D25	26D25	1465.46
Jumlah						3903.9	Jumlah				6090.1
Perbandingan						1	Perbandingan				1.56

Tabel 4.23.c Perbandingn Berat Tulangan Lentur Kolom 450/700 Portal As.A-D

Lt	tinggi (m)	Daktilitas Penuh (K=1)					Daktilitas Terbatas (K=2)				
		eksterior kiri		Eksterior kanan	interior	Berat (kg)	eksterior kiri		Eksterior kanan	interior	Berat (kg)
		tulangan	BS (kg/m)	tulangan	tulangan		tulangan	BS (kg/m)	tulangan	tulangan	
Bmt	3.85	8D25	3.85	8D25	14D25	1482.25	14D25	3.85	14D25	14D25	1660.12
1	3.85	8D25	3.85	8D25	14D25	1482.25	14D25	3.85	14D25	14D25	1660.12
2	3.85	8D25	3.85	8D25	14D25	1482.25	14D25	3.85	14D25	14D25	1660.12
3	3.85	8D25	3.85	8D25	14D25	1482.25	14D25	3.85	14D25	14D25	1660.12
4	4.88	8D25	3.85	8D25	14D25	1878.80	14D25	3.85	14D25	14D25	2104.26
Jumlah						7807.8	Jumlah				8744.74
Perbandingan						1	Perbandingan				1.12

Tabel 4.24.a Perbandingn Berat Tulangan Geser Balok 400/800 Portal As.9-10

Lt	Daktilitas Penuh (K=1)				Daktilitas Terbatas (K=2)			
	Sendi plastis	diluar sendi plastis	BS (kg/m)	Berat (kg)	Sendi plastis	diluar sendi plastis	BS (kg/m)	Berat (kg)
1	3P10-90	3P10-150	0.617	184.76	3P10-110	3P10-140	0.617	174.95
2	3P10-90	3P10-150	0.617	184.76	3P10-110	3P10-140	0.617	174.95
3	3P10-90	3P10-150	0.617	184.76	3P10-110	3P10-140	0.617	174.95
4	3P10-90	3P10-150	0.617	184.76	3P10-110	3P10-140	0.617	174.95
Atap	3P10-200	3P10-300	0.617	47.42	3P10-200	3P10-300	0.617	47.42
Jumlah				**786.46**	*Jumlah*			**747.22**
Perbandingan				**1.0525**	*Perbandingan*			**1**

Tabel 4.24.b Perbandingn Berat Tulangan Geser Balok 400/800 Portal As.6,7,8

Lt	Daktilitas Penuh (K=1)				Daktilitas Terbatas (K=2)			
	Sendi Plastis	Diluar sendi plastis	BS (kg/m)	Berat (kg)	Sendi plastis	Diluar sendi plastis	BS (kg/m)	Berat (kg)
1	3P10-100	3P10-200	0.617	199.48	3P10-110	3P10-150	0.617	217.46
2	3P10-100	3P10-200	0.617	199.48	3P10-110	3P10-150	0.617	217.46
3	3P10-100	3P10-200	0.617	199.48	3P10-110	3P10-150	0.617	217.46
4	3P10-100	3P10-200	0.617	199.48	3P10-110	3P10-150	0.617	217.46
Atap	3P10-250	3P10-300	0.617	42.51	3P10-250	3P10-300	0.617	42.51
Jumlah				**840.42**	*Jumlah*			**912.35**
Perbandingan				**1**	*Perbandingan*			**1.086**

Tabel 4.24.c Perbandingn Berat Tulangan Geser Balok 250/400 Portal As.A-D

Lt	Daktilitas Penuh (K=1)				Daktilitas Terbatas (K=2)			
	Sendi Plastis	Diluar sendi plastis	BS (kg/m)	Berat (kg)	Sendi plastis	Diluar sendi plastis	BS (kg/m)	Berat (kg)
1	3P10-100	3P10-250	0.617	349.90	3P10-110	3P10-180	0.617	397.32
2	3P10-100	3P10-250	0.617	349.90	3P10-110	3P10-180	0.617	397.32
3	3P10-100	3P10-250	0.617	349.90	3P10-110	3P10-180	0.617	397.32
4	3P10-100	3P10-250	0.617	349.90	3P10-110	3P10-180	0.617	397.32
Nok	3P10-200	3P10-300	0.617	230.54	3P10-200	3P10-300	0.617	230.54
Atap	3P10-200	3P10-300	0.617	170.05	3P10-200	3P10-300	0.617	170.05
Jumlah				1800.19	Jumlah			1989.96
Perbandingan				1	Perbandingan			1.109

Tabel 4.25.a Perbandingn Berat Tulangan Geser Kolom 450/700 Portal As.9-10

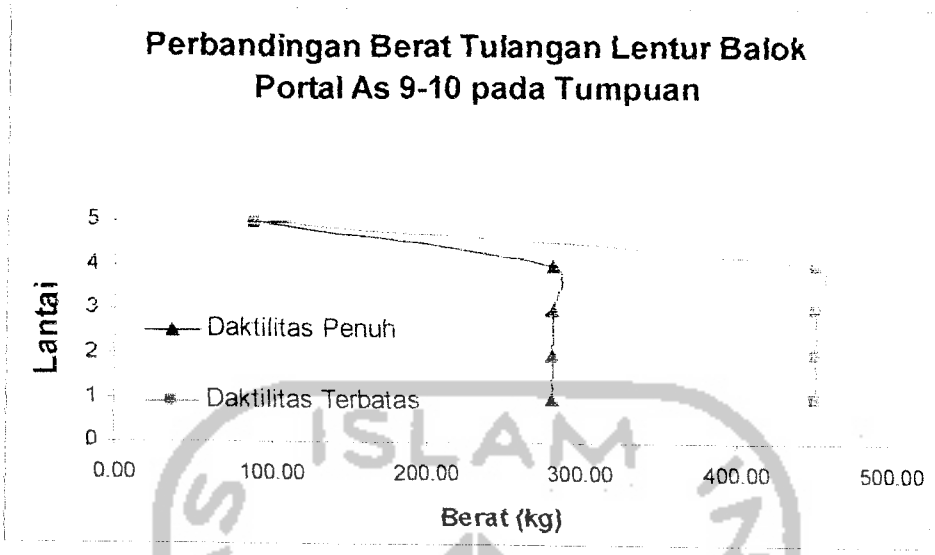
Lantai	Daktilitas Penuh (K=1)				Daktilitas Terbatas (K=2)			
	Ujung kolom	Tengah kolom	BS (kg/m)	Berat (kg)	Ujung kolom	Tengah kolom	BS (kg/m)	Berat Kg)
bm	4P10-70	4P10-90	0.617	214.85	4P10-100	4P10-200	0.617	112.10
1	4P10-70	4P10-90	0.617	214.85	4P10-100	4P10-200	0.617	112.10
2	4P10-70	4P10-90	0.617	214.85	4P10-100	4P10-200	0.617	112.10
3	4P10-70	4P10-90	0.617	214.85	4P10-100	4P10-200	0.617	112.10
4	4P10-70	4P10-90	0.617	270.90	4P10-100	4P10-200	0.617	135.45
Jumlah				1130.31	Jumlah			583.54
Perbandingan				1.936	Perbandingan			1

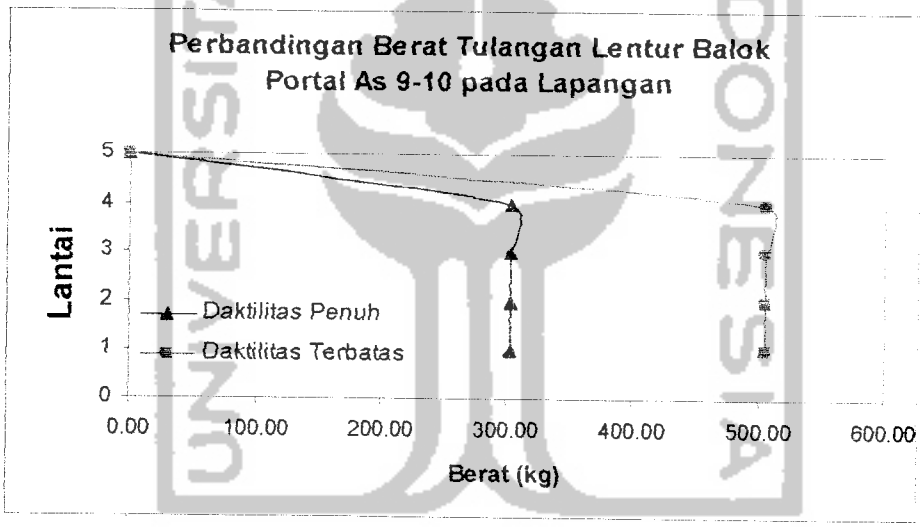
Tabel 4.25.b Perbandingn Berat Tulangan Geser Kolom 450/700 Portal As.6,7,8

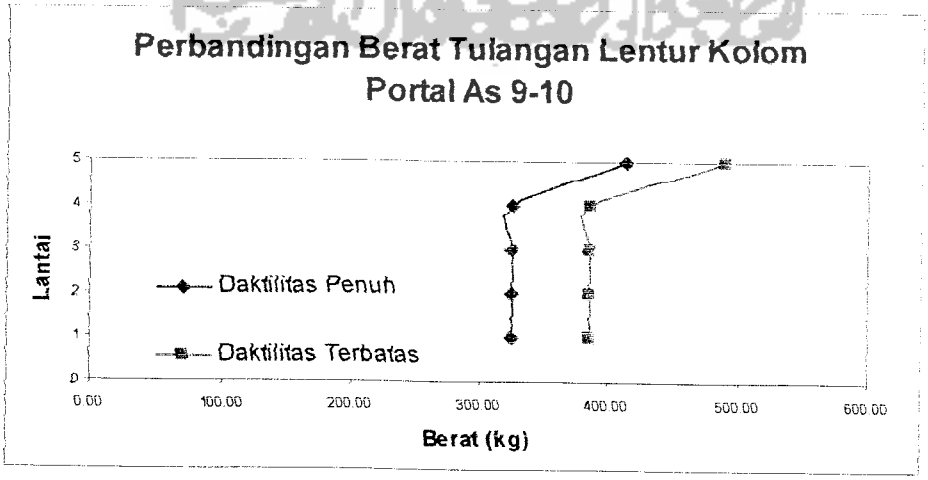
Lt	Daktilitas Penuh (K=1)								Daktilitas Terbatas (K=2)							
	eksterior kiri		eksterior kanan		interior		BS kg/m)	Berat (kg)	eksterior kiri		eksterior kanan		interior		BS (kg/m)	Berat (kg)
	Ujung kolom	Tengah kolom	ujung kolom	Tengah kolom	Ujung kolom	Tengah kolom			Ujung kolom	Tengah kolom	Ujung kolom	Tengah kolom	Ujung kolom	Tengah kolom		
Bm	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	0.617	322.28	4P10-60	4P10-100	4P10-60	4P10-100	4P10-100	4P10-200	0.617	266.23
1	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	0.617	322.28	4P10-60	4P10-100	4P10-60	4P10-100	4P10-100	4P10-200	0.617	266.23
2	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	0.617	322.28	4P10-60	4P10-100	4P10-60	4P10-100	4P10-100	4P10-200	0.617	266.23
3	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	0.617	322.28	4P10-60	4P10-100	4P10-60	4P10-100	4P10-100	4P10-200	0.617	266.23
4	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	0.617	406.35	4P10-60	4P10-100	4P10-60	4P10-100	4P10-100	4P10-200	0.617	324.61
Jumlah								1695.46	Jumlah							1389.53
Perbandingan								1.220	Perbandingan							1

Tabel 4.25.c Perbandingn Berat Tulangan Geser Kolom 450/700 Portal As.A-D

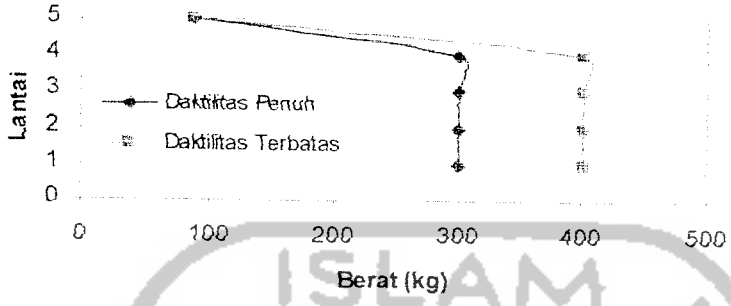
Lantai	Daktilitas Penuh (K=1)								Daktilitas Terbatas (K=2)							
	eksterior kiri		eksterior kanan		interior		BS (kg/m)	Berat (kg)	eksterior kiri		eksterior kanan		interior		BS (kg/m)	Berat (kg)
	Ujung kolom	Tengah kolom	Ujung kolom	Tengah kolom	Ujung kolom	Tengah kolom			Ujung kolom	Tengah kolom	Ujung kolom	Tengah kolom	Ujung kolom	Tengah kolom		
Bm	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	0.617	859.41	4P10-60	4P10-100	4P10-60	4P10-100	4P10-100	4P10-200	0.617	546.47
1	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	0.617	859.41	4P10-60	4P10-100	4P10-60	4P10-100	4P10-100	4P10-200	0.617	546.47
2	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	0.617	859.41	4P10-60	4P10-100	4P10-60	4P10-100	4P10-100	4P10-200	0.617	546.47
3	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	0.617	859.41	4P10-60	4P10-100	4P10-60	4P10-100	4P10-100	4P10-200	0.617	546.47
4	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	0.617	597.85	4P10-60	4P10-100	4P10-60	4P10-100	4P10-100	4P10-200	0.617	401.68
Atap	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	4P10-70	4P10-90	0.617	523.12	4P10-60	4P10-100	4P10-60	4P10-100	4P10-100	4P10-200	0.617	354.97
Jumlah								4035.48	Jumlah							2587.56
Perbandingan								1.560	Perbandingan							1


Perbandingan Berat Tulangan Lentur Balok
Portal As 9-10 pada Tumpuan
Lantai
5
4
3
2
1
0
Daktilitas Penuh
Daktilitas Terbatas
0.00
100.00
200.00
300.00
400.00
500.00
Berat (kg)

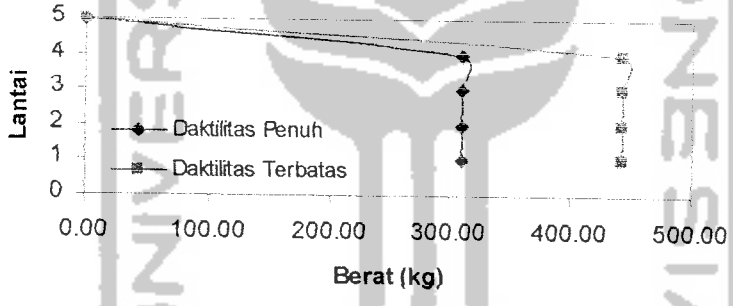

Perbandingan Berat Tulangan Lentur Balok
Portal As 9-10 pada Lapangan
Lantai
5
4
3
2
1
0
Daktilitas Penuh
Daktilitas Terbatas
0.00
100.00
200.00
300.00
400.00
500.00
600.00
Berat (kg)


Perbandingan Berat Tulangan Lentur Kolom
Portal As 9-10
Lantai
5
4
3
2
1
0
Daktilitas Penuh
Daktilitas Terbatas
0.00
100.00
200.00
300.00
400.00
500.00
600.00
Berat (kg)

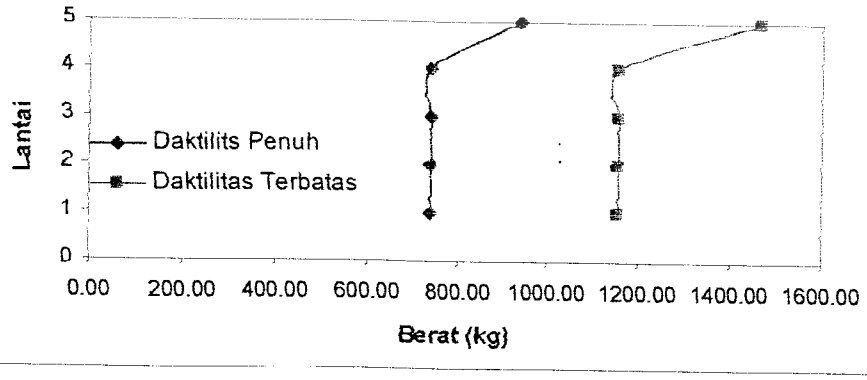
Perbandingan Berat Tulangan Lentur Balok Portal As 6,7,8 pada Tumpuan

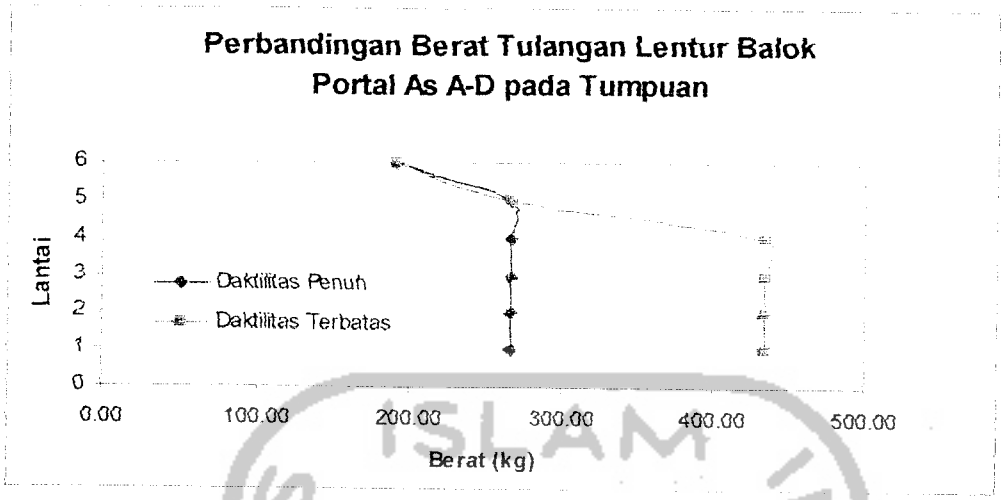


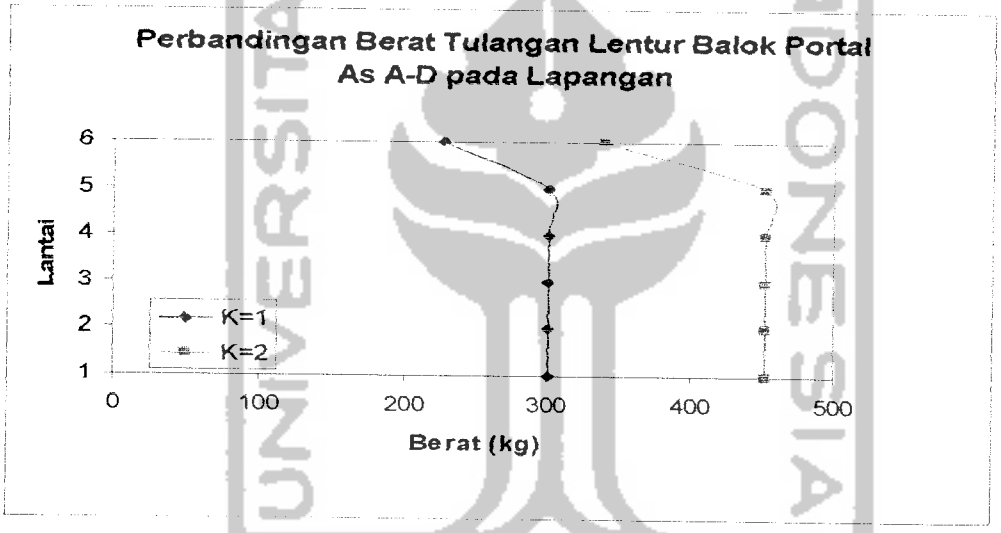
Perbandingan Volume Tulangan Lentur Balok Portal As 6,7,8 pada Lapangan

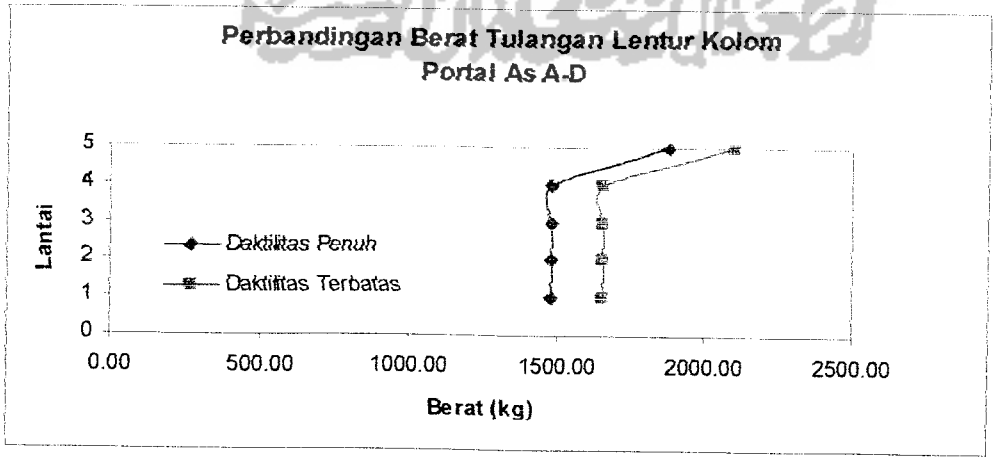


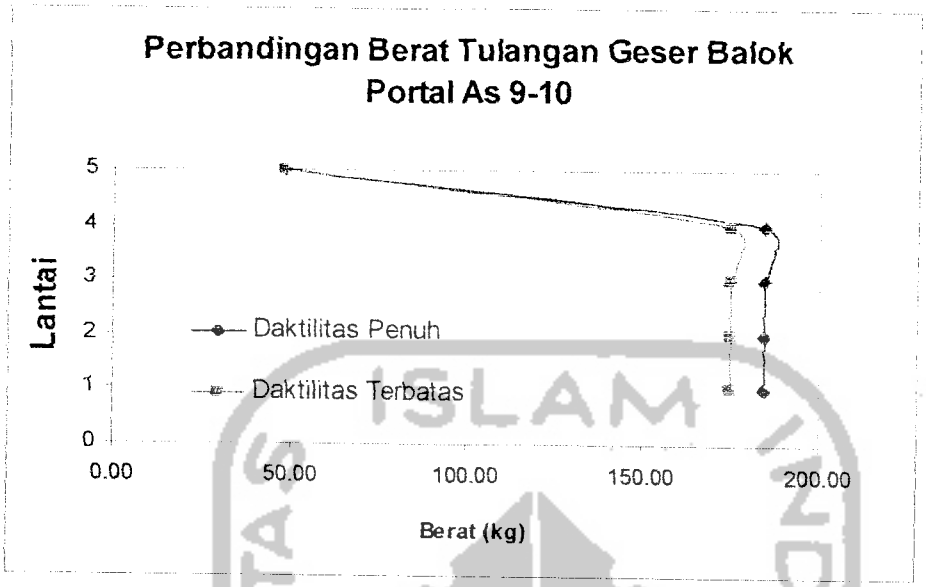
Perbandingan Berat Tulangan Lentur Kolom Portal As 6,7,8

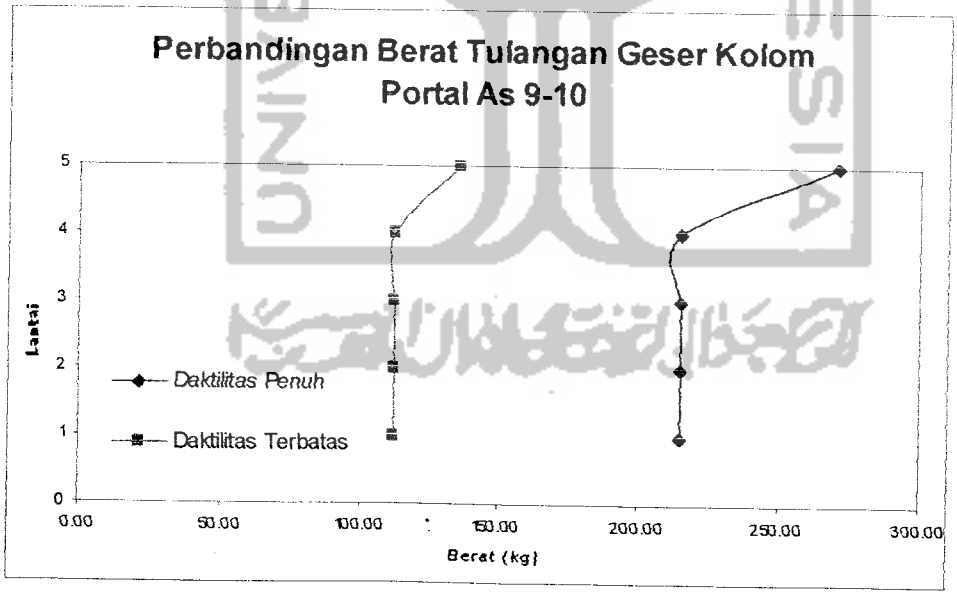


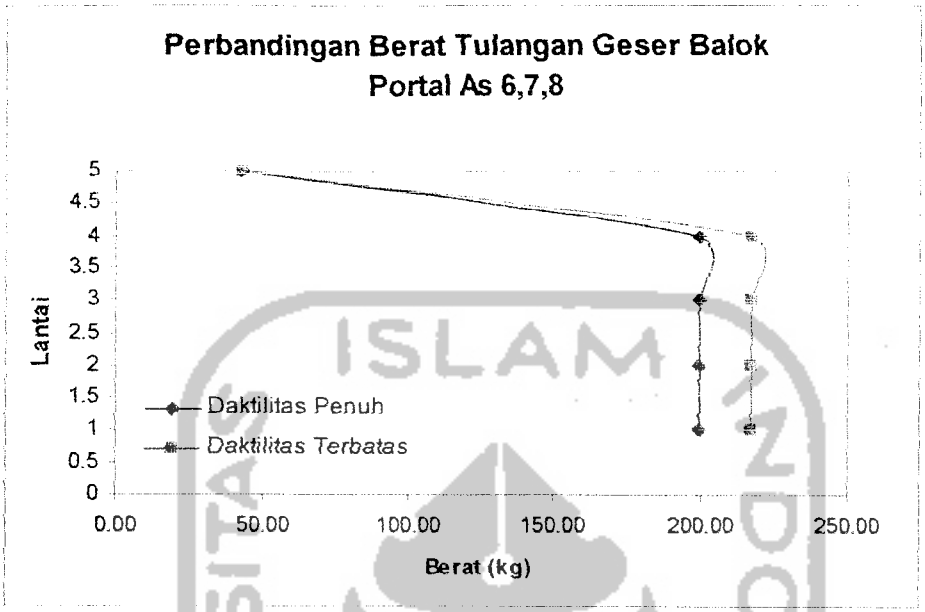

Perbandingan Berat Tulangan Lentur Balok
Portal As A-D pada Tumpuan
Lantai
Daktilitas Penuh
Daktilitas Terbatas
0.00
100.00
200.00
300.00
400.00
500.00
Berat (kg)

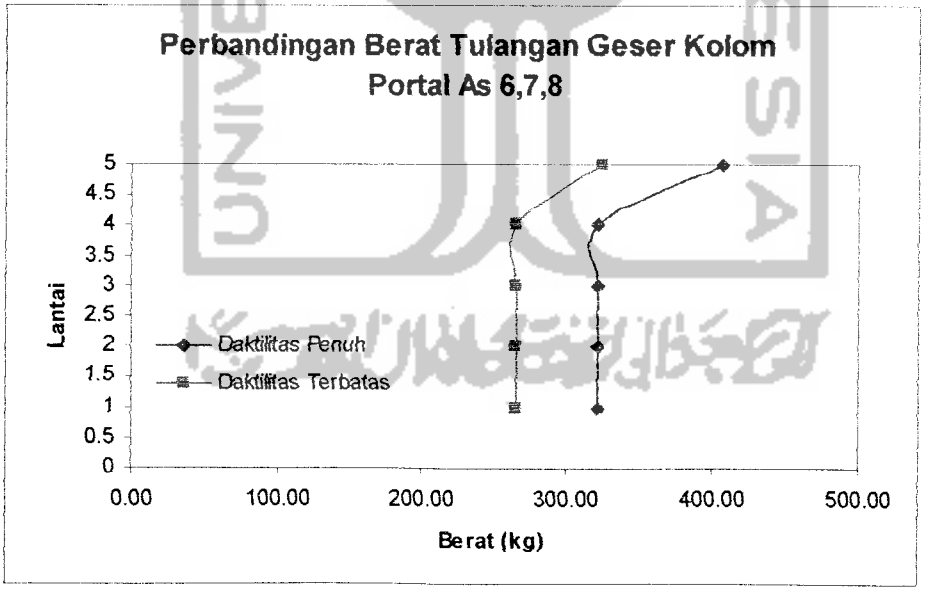

Perbandingan Berat Tulangan Lentur Balok Portal
As A-D pada Lapangan
Lantai
K=1
K=2
0
100
200
300
400
500
Berat (kg)

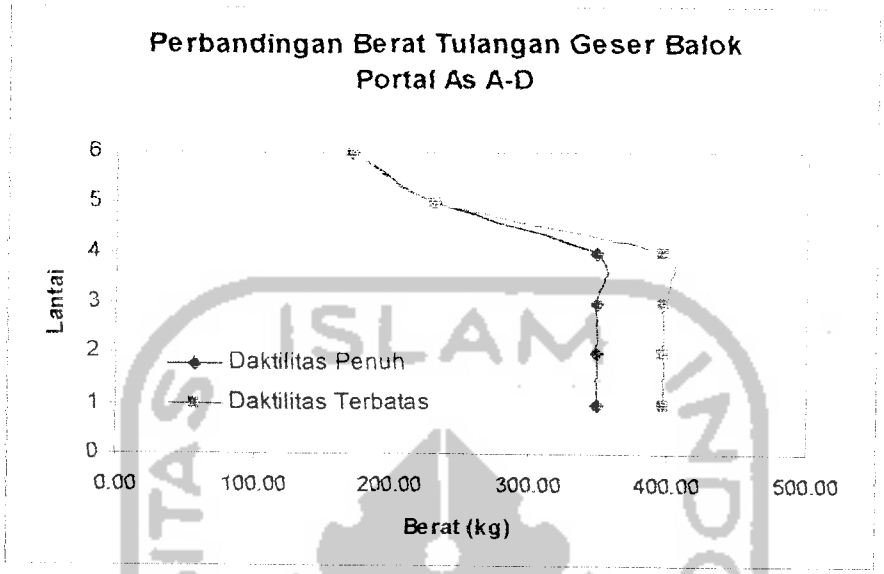

Perbandingan Berat Tulangan Lentur Kolom
Portal As A-D
Lantai
Daktilitas Penuh
Daktilitas Terbatas
0.00
500.00
1000.00
1500.00
2000.00
2500.00
Berat (kg)

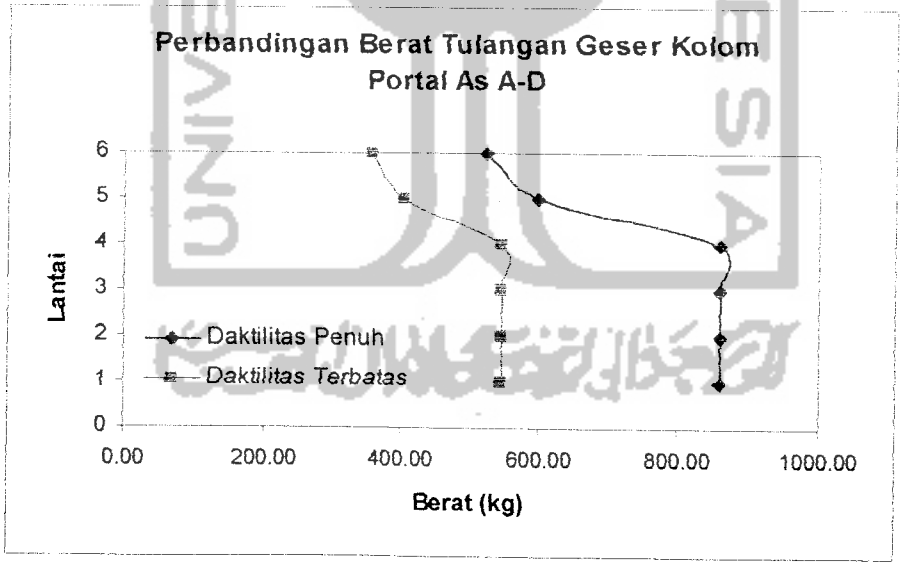

Perbandingan Berat Tulangan Geser Balok
Portal As 9-10
Lantai
5
4
3
2
1
0
Daktilitas Penuh
Daktilitas Terbatas
0.00
50.00
100.00
150.00
200.00
Berat (kg)


Perbandingan Berat Tulangan Geser Kolom
Portal As 9-10
Lantai
5
4
3
2
1
0
Daktilitas Penuh
Daktilitas Terbatas
0.00
50.00
100.00
150.00
200.00
250.00
300.00
Berat (kg)


Perbandingan Berat Tulangan Geser Balok
Portal As 6,7,8
Lantai
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
Daktilitas Penuh
Daktilitas Terbatas
0.00
50.00
100.00
150.00
200.00
250.00
Berat (kg)


Perbandingan Berat Tulangan Geser Kolom
Portal As 6,7,8
Lantai
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
Daktilitas Penuh
Daktilitas Terbatas
0.00
100.00
200.00
300.00
400.00
500.00
Berat (kg)


Perbandingan Berat Tulangan Geser Balok
Portal As A-D
Lantai
Berat (kg)
Daktilitas Penuh
Daktilitas Terbatas
0
1
2
3
4
5
6
0.00
100.00
200.00
300.00
400.00
500.00


Perbandingan Berat Tulangan Geser Kolom
Portal As A-D
Lantai
Berat (kg)
Daktilitas Penuh
Daktilitas Terbatas
0
1
2
3
4
5
6
0.00
200.00
400.00
600.00
800.00
1000.00

BAB V

PEMBAHASAN

Dari perhitungan struktur dengan dimensi yang sama pada bab IV, diperlihatkan perbedaan-perbedaan antara daktilitas terbatas (K=2) dan daktilitas penuh (K=1) yang akan dibahas berikut ini:

5.1 Desain Lentur Balok

Momen yang dihasilkan dari perhitungan mekanika struktur sering memberikan perbedaan yang besar antara momen tumpuan dan lapangan, sehingga perlu dilakukan distribusi momen. Dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut:

Tabel 5.1 Momen Balok Teredistribusi Portal As 9-10 dengan Daktilitas Penuh

Lt	Momen Tumpuan		Momen Lapangan	Momen Tumpuan Teredistribusi		Momen Lapangan Teredistribusi
	positif	negatif		Positif	Negatif	
1	363.33	1169.68	446.51	480.29	1052.71	563.48
2	397.08	1196.13	506.15	540.14	1049.07	649.21
3	324.83	1141.37	472.22	438.97	1027.23	586.35
4	337.76	1164.83	460.38	454.24	1048.34	576.86

Tabel 5.2 Momen Balok Teredistribusi Portal As 9-10 dengan Daktilitas Terbatas

Lt	Momen Tumpuan		Momen Lapangan	Momen Tumpuan Teredistribusi		Momen Lapangan Teredistribusi
	positif	negatif		Positif	Negatif	
1	811.23	1676.50	803.04	643.58	1844.15	635.39
2	939.17	1808.22	973.53	758.34	1989.04	792.70
3	893.45	1788.76	860.95	714.57	1967.63	682.07
4	837.03	1605.18	834.53	676.51	1765.69	674.01

Tabel 5.3 Momen Balok Teredistribusi Portal As 6,7,8 dengan Daktilitas Penuh

Lt	Momen Tumpuan		Momen Lapangan	Momen Tumpuan Teredistribusi		Momen Lapangan Teredistribusi
	positif	negatif		Positif	Negatif	
1	189.16	625.59	284.34	308.96	505.78	404.14
2	308.00	702.00	284.39	447.14	562.85	423.53
3	302.70	710.97	245.08	440.9	572.74	383.30
4	243.44	710.54	277.64	371.74	582.25	405.94

Tabel 5.4 Momen Balok Teredistribusi Portal As 6,7,8 dengan Daktilitas Terbatas

Lt	Momen Tumpuan		Momen Lapangan	Momen Tumpuan Teredistribusi		Momen Lapangan Teredistribusi
	positif	negatif		Positif	Negatif	
1	473.67	835.85	284.34	640.88	668.64	451.55
2	693.98	987.67	346.93	902.19	779.46	555.14
3	701.19	1006.12	362.89	909.13	798.18	570.83
4	544.45	998.81	391.62	710.88	832.38	558.05

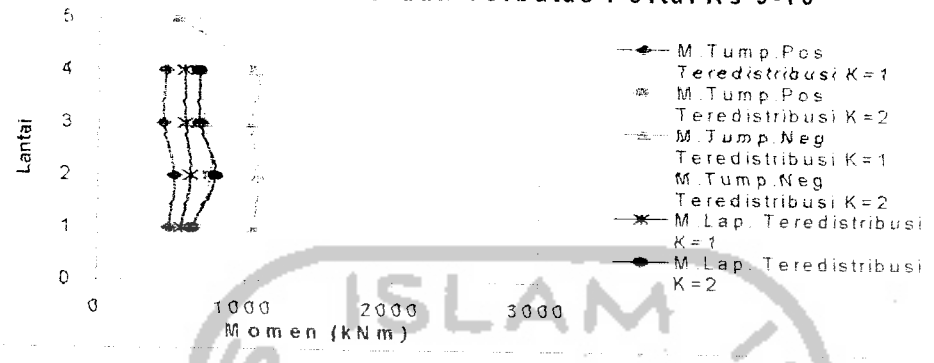
Tabel 5.5 Momen Balok Teredistribusi Portal As A-D dengan Daktilitas Penuh

Lt	Momen Tumpuan		Momen Lapangan	Momen Tumpuan Teredistribusi		Momen Lapangan Teredistribusi
	positif	negatif		Positif	Negatif	
1	249.17	311.58	127.21	338.04	222.70	216.08
2	253.09	308.60	125.14	341.61	220.07	213.67
3	200.25	259.26	108.92	274.47	185.03	183.14
4	111.2	204.64	71.42	168.24	147.59	128.47
Nok	54.69	125.96	38.58	90.48	90.16	74.37

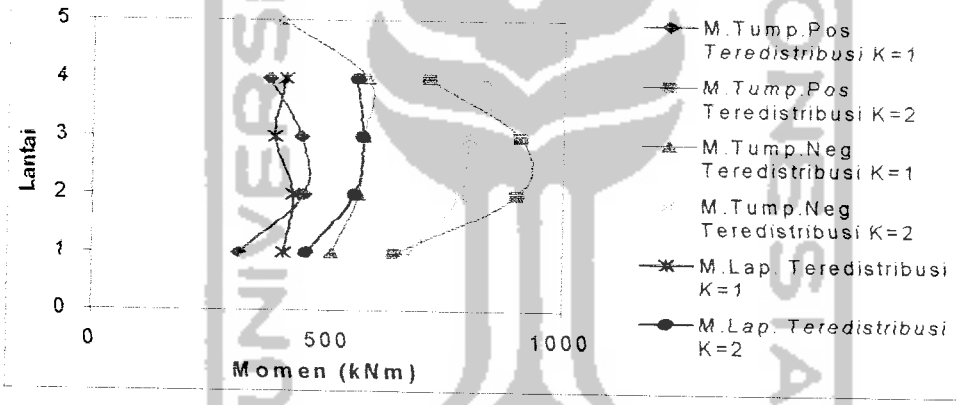
Tabel 5.6 Momen Balok Teredistribusi Portal As A-D dengan Daktilitas Terbatas

Lt	Momen Tumpuan		Momen Lapangan	Momen Tumpuan Teredistribusi		Momen Lapangan Teredistribusi
	positif	negatif		Positif	Negatif	
1	527.43	592.06	241.58	694.96	424.52	409.11
2	528.8	587.86	239.29	696.01	420.64	406.50
3	411.84	478.22	207.16	547.32	342.73	342.64
4	241.92	315.3	133.43	331.03	226.18	222.54
Nok	106.41	191.86	38.58	160.25	138.01	92.42

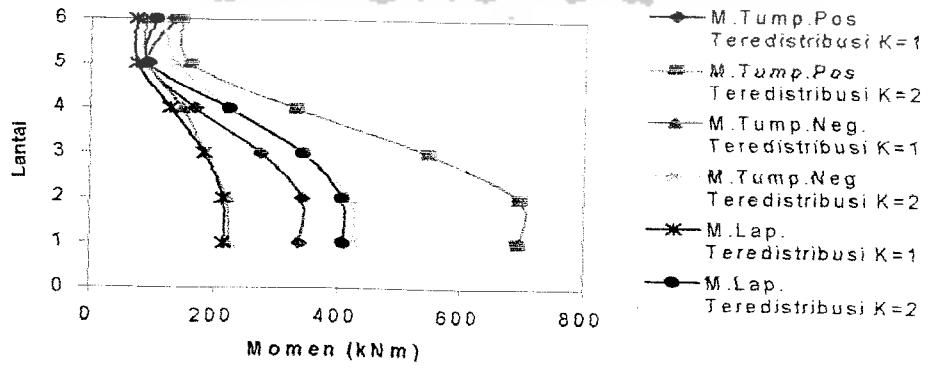
Perbandingan Momen Balok Teredistribusi Daktilitas Penuh dan Terbatas Portal As 9-10



Perbandingan Momen BalokTeredistribusi Daktilitas Penuh dan Terbatas Portal As 6,7,8



Perbandingan Momen Balok Teredistribusi Daktilitas Penuh dan Terbatas Portal As A-D



Dari Tabel 5.1 sampai dengan Tabel 5.6 dan gambar grafik perbandingan momen teredistribusi antara daktilitas penuh dan daktilitas terbatas menunjukkan bahwa daktilitas terbatas menghasilkan momen teredistribusi yang lebih besar daripada daktilitas penuh, hal ini disebabkan karena daktilitas terbatas memiliki nilai K=2, sedangkan daktilitas penuh K=1. Tulangan longitudinal antara daktilitas terbatas dan penuh memiliki perbandingan berat total 1:1,34 seperti terlihat pada tabel 4.22.a, 4.22.b, 4.22.c perbandingan berat tulangan lentur balok halaman 204.

5.2 Desain Geser Balok

Meskipun gaya geser yang dihasilkan dari daktilitas terbatas lebih besar dibandingkan daktilitas penuh, namun pada perencanaan tulangan geser daktilitas penuh, terutama pada daerah sendi plastis sepanjang 2h dari muka kolom beton dianggap tidak memberikan sumbangan tahanan ($V_c = 0$), sehingga beban geser mutlak ditahan oleh tulangan geser, sedangkan daktilitas terbatas pada daerah sepanjang d dari muka kolom gaya geser yang disumbangkan beton dihitung setelahnya (½ V_c).Tulangan tranversal antara daktilitas penuh dan terbatas memiliki perbandingan berat total 1:1,29 seperti terlihat pada tabel 4.24.a, 4.24.b, 4.24.c perbandingan berat tulangan tranversal balok halaman 206.

5.3 Desain Lentur Kolom

Momen rencana kolom daktilitas penuh diperoleh dari momen kapasitas balok yang nilainya sebanding dengan momen aktual balok dikalikan faktor penambahan kekuatan (*over strength factor*), bertujuan untuk mengantisipasi adanya peningkatan kuat lentur balok sehingga terbentuk mekanisme *strong*

column weak beam. Pada perencanaan daktilitas terbatas momen rencana kolom tidak menggunakan momen kapasitas balok. Hal ini mengakibatkan jumlah tulangan longitudinal untuk perencanaan dengan daktilitas penuh lebih sedikit daripada perencanaan dengan daktilitas terbatas.

Perencanaan menggunakan konsep daktilitas tidak menginginkan terjadinya sendi-sendi plastis pada ujung-ujung kolom, maka pendistribusian momen perlu memperhatikan pengaruh beban dinamis dengan mengalikan faktor pembesaran dinamis. Tulangan longitudinal antara daktilitas terbatas dan penuh memiliki perbandingan berat berkisar antara 1:1,06 seperti terlihat pada tabel 4.23.a, 4.23.b, 4.23.c perbandingan berat tulangan lentur kolom halaman 205.

5.4 Desain Geser Kolom

Hasil perhitungan gaya geser rencana kolom untuk daktilitas terbatas lebih kecil daripada daktilitas penuh hal ini disebabkan karena perencanaan geser kolom untuk daktilitas penuh ditentukan berdasarkan momen kapasitas pada ujung-ujung balok sedangkan perencanaan dengan daktilitas terbatas kuat geser kolom ditentukan berdasarkan gaya geser akibat beban gravitasi dan gempa terfaktor.

Pada daktilitas terbatas beton menyumbangkan gaya geser sebesar ½ V_c pada daerah ujung kolom, sedangkan untuk daktilitas penuh pada daerah ujung kolom kemampuan geser beton diabaikan, dan semuanya ditahan oleh tulangan geser, dengan demikian jumlah tulangan geser untuk perencanaan daktilitas penuh lebih banyak daripada daktilitas terbatas, sedangkan pada daerah tengah bentang kontribusi geser beton tetap diperhitungkan. Tulangan tranversal antara daktilitas

terbatas dan penuh memiliki perbandingan berat total 1:1,57 seperti terlihat pada tabel 4.25.a, 4.25.b, 4.25.c perbandingan berat tulangan tranversal kolom halaman 207.

5.5 Pertemuan Balok Kolom

Ada dua macam jenis keruntuhan yang perlu diperiksa, yaitu yang berhubungan dengan keruntuhan geser. Gaya geser yang didapat dari perencanaan kapasitas besarnya dapat mencapai 4 sampai 5 kali lebih besar dari gaya geser yang terjadi pada kolom yang berdekatan dan gaya ini dapat menyebabkan keruntuhan diagonal tarik, bila didalam join tidak terdapat penulangan geser yang cukup. Keruntuhan ini dapat terjadi sebelum daktilitas didalam sendi-sendi plastis balok struktur rangka tercapai.

Keruntuhan berikutnya adalah keruntuhan ikatan (*bond*). Suatu pemeriksaan menunjukkan bahwa tegangan lekat pada penulangan yang melewati join dalam, besarnya mencapai 4 sampai 5 kali lebih besar daripada yang disyaratkan. Slip tulangan yang lewat inti join balok terjadi dan mengakibatkan penurunan kekuatan yang cukup drastis dan berkurangnya kemampuan struktur rangka beton bertulang untuk memancarkan energi. Keruntuhan penjangkaran akibat penarikan tulangan pada join luar dapat mengakibatkan keruntuhan total.

Kuat geser join balok kolom sangat ditentukan oleh interaksi dua fungsi mekanisme, yaitu:

1. Beban tekan lentur yang bekerja pada sejumlah komponen struktur yang berdekatan secara bersama-sama membentuk strat diagonal sepanjang join. Apabila sendi-sendi plastis dibatasi terjadinya pada balok-balok yang

tegangan-tegangan diagonal tekan pada inti join tidak terlalu besar dan masih dapat ditahan.

2. Untuk mengimbangi jumlah gaya lekat yang harus disalurkan oleh tulangan balok dan kolom kepada beton pada inti join. Strat-strat diagonal akan memikul tegangan-tegangan tekan apabila gaya-gaya kekang vertikal dan horizontal dapat dijamin bekerja. Untuk itu diperlukan tulangan geser horizontal untuk menjamin adanya gaya kekang horizontal pada tepi join. Sementara gaya kekang vertikal pada join dijamin oleh adanya gaya tekan kolom. Tulangan geser vertikal diperlukan bila pada join tidak ada gaya tekan kolom yang berarti. Terjadinya sendi-sendi plastis pada balok tepat dimuka kolom dapat mengakibatkan tidak terjadinya mekanisme pertama, yang mengakibatkan diperlukan semakin banyak tulangan geser horizontal pada join.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan struktur tahan gempa dengan dimensi sama menggunakan prinsip daktilitas penuh dan daktilitas terbatas, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Daktilitas penuh memerlukan tulangan lentur terpasang yang lebih sedikit. Ini membuktikan bahwa daktilitas penuh memiliki kekuatan lentur yang lebih besar dibanding daktilitas terbatas.
2. Jumlah tulangan geser terpasang lebih besar dihasilkan oleh perhitungan daktilitas penuh dibanding daktilitas terbatas, oleh karena itu pada pemasangan tulangan geser memerlukan pendetailan yang lebih rumit, terutama didaerah yang memungkinkan terjadi sendi-sendi plastis, untuk pemasangan tulangan geser daerah tengah bentang daktilitas terbatas lebih rapat akan tetapi perbedaannya tidak terlalu besar.
3. Volume tulangan yang diperlukan pada daktilitas terbatas lebih banyak dibanding daktilitas penuh, sehingga pada perencanaan struktur dengan dimensi yang sama daktilitas penuh lebih ekonomis.

6.2 Saran

Perencanaan struktur gedung tahan gempa menggunakan prinsip daktilitas sangat berbeda dengan perhitungan struktur gedung konfensional. Banyak faktor yang harus diperhatikan, antara lain seperti perbedaan wilayah gempa, keutamaan struktur, perbedaan tingkat daktilitas, yang kesemuanya itu harus ditetapkan secara akurat agar struktur yang akan direncanakan dapat secara optimal dari segi ketahanan dan ekonomis.

Pemahaman dasar mengenai konsep perhitungan, dan langkah-langkah penyelesaian secara teliti merupakan modal sukses dalam merencanakan suatu struktur bangunan tahan gempa. Untuk itu kami sangat mengharapkan agar para pembaca untuk benar-benar memahami apa itu daktilitas dan sangat berhati-hati dalam melakukan perencanaan.

Akhir kata selamat mencoba dan semoga sukses. Amin.

DAFTAR PUSTAKA

Bambang Budiono, Ir., ME., 1989, Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Beban Seismik Menurut Pedoman Beton 1989, Makalah Seminar, Bandung.

Departemen Pekerjaan Umum, 1987,"Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung SKBI 1.3.53.1987.

Departemen Pekerjaan Umum, 1983,"Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung, Yayasan LPMB, Bandung.

Departemen Pekerjaan Umum, 1991,"Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung" (SK SNI T-16-1991-03), Yayasan LPMB, Bandung.

Dipohusodo, I., 1994, " Struktur Beton Bertulang", Gramedia, Jakarta.

Kusuma, G., Andriono, T., 1993, Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa, Erlangga, Jakarta.

M. Agus Subandi, dan Taufan Hastanto, 2000, Analisis Dan Desain Bangunan Bertingkat Tahan Gempa Dengan Variabel Tingkat Daktilitas, Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII.

Park Paulay,1975, Reinforced Concrete Stuctures, Jhon Wiley & Sons, Hal 545-552.

Sri Achyu Rachmanuwati, 2000, Stusi Komparasi Tulangan Geser Pada Kolom Struktur Berlantai 10 Sesuai Zona Wilayah Gempa Indonesia, Tugas Akhir S-1, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII.

Tjokrodimuljo, K., 1993, Buku Ajar Teknik Gempa, Jurusan Teknik Sipil, UGM.

_____ , 2000, Tata Cara Perencanaan Struktur Bja Untuk Bangunan Gedung : Dengan Metoda LRFD 2000, Pusat Penelitian Antar Universitas Ilmu Rekayasa Institut Teknologi Bandung, Bandung.

_____ , Data Perencanaan Proyek Pembangunan Gedung Kampus Terpadu Unit VII Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

LAMPIRAN

1.INPUT SAP90 PORTAL As-6

1.a. Akibat Beban Mati

```
ANALISIS PORTAL AS-6
SATUAN KN-M
SYSTEM
L=1 : BEBAN MATI
JOINTS
 1 X=3.5  Y=0 Z=0
 2 X=15.5 Y=0
 3 X=21.5 Y=0
 4 X=3.5  Y=3.85
25 X=3.5  Y=15.4 G=4,25,7
 5 X=6.5  Y=3.85
26 X=6.5  Y=15.4 G=5,26,7
 6 X=9.5  Y=3.85
27 X=9.5  Y=15.4 G=6,27,7
 7 X=12.5 Y=3.85
28 X=12.5 Y=15.4 G=7,28,7
 8 X=15.5 Y=3.85
29 X=15.5 Y=15.4 G=8,29,7
 9 X=18.5 Y=3.85
30 X=18.5 Y=15.4 G=9,30,7
10 X=21.5 Y=3.85
31 X=21.5 Y=15.4 G=10,31,7
32 X=0    Y=18.08
33 X=3.5  Y=18.08
34 X=15.5 Y=18.08
35 X=19   Y=18.08
36 X=3.5  Y=20.28
37 X=15.5 Y=20.28

RESTRAINTS
1 3 1 R=1,1,1,1,1,1

FRAME
NM=5 NL=3 NSEC=3
C MATERIAL PROPERTY
1 SH=R T=0.2,0.3   E=2.23E7 W=0.2*0.3*24
2 SH=R T=0.3,0.4   E=2.23E7 W=0.3*0.4*24
3 SH=R T=0.45,0.45 E=2.23E7 W=0.45*0.45*24
4 SH=R T=0.45,0.7  E=2.23E7 W=0.45*0.7*24
5 SH=R T=0.40,0.8  E=2.23E7 W=0.4*0.8*24
C SPAN LOADING
1 WL=0,-16.2,0
2 WL=0,-14.5,0
3 WL=0,-5.0,0
C ELEMENT LOCATION
 1 1 4   M=4 LP=1,0
 2 2 8   M=4 LP=1,0
 3 3 10  M=3 LP=1,0 G=3,3,7,7
 4 4 11  M=4 LP=1,0 G=2,3,7,7
 5 8 15  M=4 LP=1,0 G=2,3,7,7
13 25 33 M=4 LP=1,0
14 29 34 M=4 LP=1,0
15 33 36 M=4 LP=1,0
16 34 37 M=4 LP=1,0
17 1 2   M=2 LP=1,0 NSL=3
18 2 3   M=1 LP=1,0 NSL=3
19 4 5   M=5 LP=1,0 NSL=1 G=3,6,7,7
20 5 6   M=5 LP=1,0 NSL=1 G=3,6,7,7
21 6 7   M=5 LP=1,0 NSL=1 G=3,6,7,7
22 7 8   M=5 LP=1,0 NSL=1 G=3,6,7,7
23 8 9   M=5 LP=1,0 NSL=1 G=3,6,7,7
24 9 10  M=5 LP=1,0 NSL=1 G=3,6,7,7
43 32 33 M=5 LP=1,0 NSL=2
44 34 35 M=5 LP=1,0 NSL=2

LOADS
```

```
  5 26 7 L=1 F=0,-39.56,0
  6 27 7 L=1 F=0,-39.56,0
  7 28 7 L=1 F=0,-39.56,0
  9 30 7 L=1 F=0,-39.56,0
 32      L=1 F=0,-45.72,0
 35      L=1 F=0,-45.72,0
 36      L=1 F=0,-28.60,0
 37      L=1 F=0,-28.60,0

COMBO
1 C=1
```

1.b. Akibat Beban Gempa Kanan

```
ANALISIS PORTAL AS-6 (K=1)
SATUAN KN-M
SYSTEM
L=1 : BEBAN GEMPA KANAN
JOINTS
 1 X=3.5   Y=0 Z=0
 2 X=15.5 Y=0
 3 X=21.5 Y=0
 4 X=3.5   Y=3.85
25 X=3.5   Y=15.4 G=4,25,7
 5 X=6.5   Y=3.85
26 X=6.5   Y=15.4 G=5,26,7
 6 X=9.5   Y=3.85
27 X=9.5   Y=15.4 G=6,27,7
 7 X=12.5 Y=3.85
28 X=12.5 Y=15.4 G=7,28,7
 8 X=15.5 Y=3.85
29 X=15.5 Y=15.4 G=8,29,7
 9 X=18.5 Y=3.85
30 X=18.5 Y=15.4 G=9,30,7
10 X=21.5 Y=3.85
31 X=21.5 Y=15.4 G=10,31,7
32 X=0     Y=18.08
33 X=3.5   Y=18.08
34 X=15.5 Y=18.08
35 X=19    Y=18.08
36 X=3.5   Y=20.28
37 X=15.5 Y=20.28

RESTRAINTS
1 3 1 R=1,1,1,1,1,1

FRAME
NM=5 NSEC=3
C MATERIAL PROPERTY
1 SH=R T=0.2,0.3    E=2.23E7 W=0.2*0.3*24
2 SH=R T=0.3,0.4    E=2.23E7 W=0.3*0.4*24
3 SH=R T=0.45,0.45 E=2.23E7 W=0.45*0.45*24
4 SH=R T=0.45,0.7   E=2.23E7 W=0.45*0.7*24
5 SH=R T=0.4,0.8    E=2.23E7 W=0.4*0.8*24
C ELEMENT LOCATION
 1 1 4    M=4 LP=1,0
 2 2 8    M=4 LP=1,0
 3 3 10   M=3 LP=1,0 G=3,3,7,7
 4 4 11   M=4 LP=1,0 G=2,3,7,7
 5 8 15   M=4 LP=1,0 G=2,3,7,7
13 25 33 M=4 LP=1,0
14 29 34 M=4 LP=1,0
15 33 36 M=4 LP=1,0
16 34 37 M=4 LP=1,0
17 1 2    M=2 LP=1,0
18 2 3    M=1 LP=1,0
19 4 5    M=5 LP=1,0 G=3,6,7,7
20 5 6    M=5 LP=1,0 G=3,6,7,7
21 6 7    M=5 LP=1,0 G=3,6,7,7
22 7 8    M=5 LP=1,0 G=3,6,7,7
```

```
 23 8 9    M=5 LP=1,0 G=3,6,7,7
 24 9 10   M=5 LP=1,0 G=3,6,7,7
 43 32 33 M=5 LP=1,0
 44 34 35 M=5 LP=1,0

LOADS
 10 L=1 F=-39.20,0,0
 17 L=1 F=-78.39,0,0
 24 L=1 F=-117.59,0,0
 31 L=1 F=-156.78,0,0
 37 L=1 F=-109.62,0,0

COMBO
1 C=1
```

2.INPUT SAP90 As-9

```
ANALISIS PORTAL AS-9
SATUAN KN-M
SYSTEM
L=1 : BEBAN MATI
JOINTS
 1 X=3.5  Y=0 Z=0
 2 X=15.5 Y=0
 3 X=3.5  Y=3.85
21 X=3.5  Y=15.4 G=3,21,6
 4 X=6.5  Y=3.85
22 X=6.5  Y=15.4 G=4,22,6
 5 X=9.5  Y=3.85
23 X=9.5  Y=15.4 G=5,23,6
 6 X=12.5 Y=3.85
24 X=12.5 Y=15.4 G=6,24,6
 7 X=15.5 Y=3.85
25 X=15.5 Y=15.4 G=7,25,6
 8 X=18   Y=3.85
26 X=18   Y=15.4 G=8,26,6
27 X=0    Y=18.08
28 X=3.5  Y=18.08
29 X=15.5 Y=18.08
30 X=19   Y=18.08
31 X=3.5  Y=20.28
32 X=15.5 Y=20.28

RESTRAINTS
1 32 1 R=0,0,1,1,1,0
1 2 1  R=1,1,1,1,1,1

FRAME
NM=4 NL=4 NSEC=3
C MATERIAL PROPERTY
1 SH=R T=0.4,0.8  E=2.23E7 W=0.4*0.8*24
2 SH=R T=0.4,0.4  E=2.23E7 W=0.4*0.4*24
3 SH=R T=0.3,0.4  E=2.23E7 W=0.3*0.4*24
4 SH=R T=0.45,0.7 E=2.23E7 W=0.45*0.7*24
C SPAN LOADING
1 WL=0,-16.2,0
2 WL=0,-5,0
3 WL=0,-14.8,0
4 WL=0,-14.4,0
C ELEMENT LOCATION
 1 1 3   M=4 LP=1,0
 2 2 7   M=4 LP=1,0
 3 3 9   M=4 LP=1,0 G=2,2,6,6
 4 7 13  M=4 LP=1,0 G=2,2,6,6
 9 21 28 M=4 LP=1,0
10 25 29 M=4 LP=1,0
11 28 31 M=4 LP=1,0
12 29 32 M=4 LP=1,0
13 1 2   M=3 LP=1,0 NSL=2
```

```
 14  3  4    M=1 LP=1,0 NSL=1 G=3,5,6,6
 15  4  5    M=1 LP=1,0 NSL=1 G=3,5,6,6
 16  5  6    M=1 LP=1,0 NSL=1 G=3,5,6,6
 17  6  7    M=1 LP=1,0 NSL=1 G=3,5,6,6
 18  7  8    M=2 LP=1,0 NSL=3 G=3,5,6,6
 34 27 28 M=2 LP=1,0 NSL=4
 35 29 30 M=2 LP=1,0 NSL=4

LOADS
  4 22  6 L=1 F=0,-52.74,0
  5 23  6 L=1 F=0,-52.74,0
  6 24  6 L=1 F=0,-52.74,0
  8 26  6 L=1 F=0,-46.8,0
 27       L=1 F=0,-37.08,0
 30       L=1 F=0,-37.08,0
 31       L=1 F=0,-28.6,0
 32       L=1 F=0,-28.6,0

COMBO
1 C=1
```

3.INPUT SAP90 As-A

```
ANALISIS PORTAL AS-A
SATUAN KN-M
SYSTEM
L=1 : BEBAN MATI
JOINTS
 1 X=0     Y=0 Z=0
 2 X=6     Y=0
 3 X=9     Y=0
 4 X=15    Y=0
 5 X=21    Y=0
 6 X=27    Y=0
 7 X=33    Y=0
 8 X=36.5  Y=0
 9 X=0     Y=3.85
48 X=0     Y=15.4 G=9,48,13
10 X=3     Y=3.85
49 X=3     Y=15.4 G=10,49,13
11 X=6     Y=3.85
50 X=6     Y=15.4 G=11,50,13
12 X=9     Y=3.85
51 X=9     Y=15.4 G=12,51,13
13 X=12    Y=3.85
52 X=12    Y=15.4 G=13,52,13
14 X=15    Y=3.85
53 X=15    Y=15.4 G=14,53,13
15 X=18    Y=3.85
54 X=18    Y=15.4 G=15,54,13
16 X=21    Y=3.85
55 X=21    Y=15.4 G=16,55,13
17 X=24    Y=3.85
56 X=24    Y=15.4 G=17,56,13
18 X=27    Y=3.85
57 X=27    Y=15.4 G=18,57,13
19 X=30    Y=3.85
58 X=30    Y=15.4 G=19,58,13
20 X=33    Y=3.85
59 X=33    Y=15.4 G=20,59,13
21 X=36.5  Y=3.85
60 X=36.5  Y=15.4 G=21,60,13
61 X=0     Y=18
62 X=6     Y=18
63 X=9     Y=18
64 X=15    Y=18
65 X=21    Y=18
66 X=27    Y=18
67 X=33    Y=18
```

```
68 X=36.5 Y=18
69 X=6    Y=20.2
70 X=9    Y=20.2
71 X=12   Y=20.2
72 X=15   Y=20.2
73 X=21   Y=20.2
74 X=27   Y=20.2
75 X=30   Y=20.2
76 X=33   Y=20.2

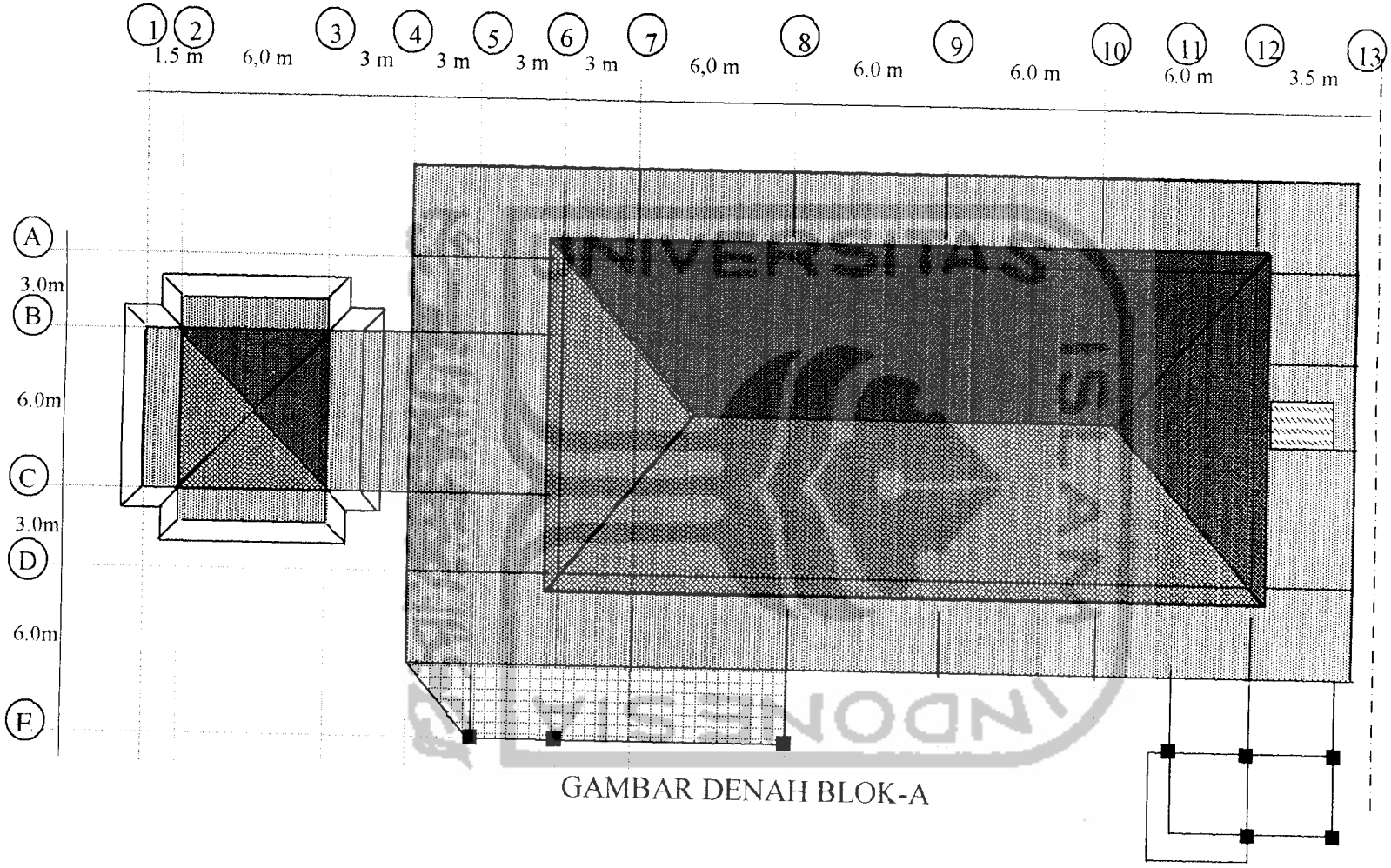
RESTRAINTS
1 76 1 R=0,0,1,1,1,0
1 8 1  R=1,1,1,1,1,1

FRAME
NM=5 NL=9 NSEC=3
C MATERIAL PROPERTY
1 SH=R T=0.45,0.70 E=2.23E7 W=0.45*0.70*24
2 SH=R T=0.45,0.45 E=2.23E7 W=0.45*0.45*24
3 SH=R T=0.20,0.30 E=2.23E7 W=0.20*0.30*24
4 SH=R T=0.12,0.20 E=2.23E7 W=0.12*0.20*24
5 SH=R T=0.40,0.80 E=2.23E7 W=0.40*0.80*24
C SPAN LOADING
1 WL=0,-12.72,0
2 WL=0,-10.92,0
3 WL=0,-12,0
4 WL=0,-10.2,0
5 WL=0,-14.07,0
6 WL=0,-21.0325,0
7 WL=0,-23.695,0
8 WL=0,-14.425,0
9 WL=0,-16.42,0
C ELEMENT LOCATION
  1 1 9   M=1 LP=1,0
  2 2 11  M=1 LP=1,0
  3 3 12  M=1 LP=1,0
  4 4 14  M=1 LP=1,0
  5 5 16  M=1 LP=1,0
  6 6 18  M=1 LP=1,0
  7 7 20  M=1 LP=1,0
  8 8 21  M=2 LP=1,0
  9 9 22  M=1 LP=1,0 G=3,8,13,13
 10 11 24 M=1 LP=1,0 G=2,8,13,13
 11 12 25 M=1 LP=1,0 G=2,8,13,13
 12 14 27 M=1 LP=1,0 G=2,8,13,13
 13 16 29 M=1 LP=1,0 G=2,8,13,13
 14 18 31 M=1 LP=1,0 G=2,8,13,13
 15 20 33 M=1 LP=1,0 G=2,8,13,13
 16 21 34 M=2 LP=1,0 G=2,8,13,13
 34 50 62 M=1 LP=1,0
 35 51 63 M=1 LP=1,0
 36 53 64 M=1 LP=1,0
 37 55 65 M=1 LP=1,0
 38 57 66 M=1 LP=1,0
 39 59 67 M=1 LP=1,0
 40 60 68 M=2 LP=1,0
 41 62 69 M=1 LP=1,0
 42 63 70 M=1 LP=1,0
 43 64 72 M=1 LP=1,0
 44 65 73 M=1 LP=1,0
 45 66 74 M=1 LP=1,0
 46 67 76 M=1 LP=1,0
 47 1 2   M=3 LP=1,0 NSL=8
 48 2 3   M=3 LP=1,0 NSL=8
 49 3 4   M=3 LP=1,0 NSL=8
 50 4 5   M=3 LP=1,0 NSL=8
 51 5 6   M=3 LP=1,0 NSL=8
 52 6 7   M=3 LP=1,0 NSL=8
 53 7 8   M=4 LP=1,0 NSL=8
 54 9 10  M=5 LP=1,0 NSL=5 G=3,12,13,13
 55 10 11 M=5 LP=1,0 NSL=5 G=3,12,13,13
```

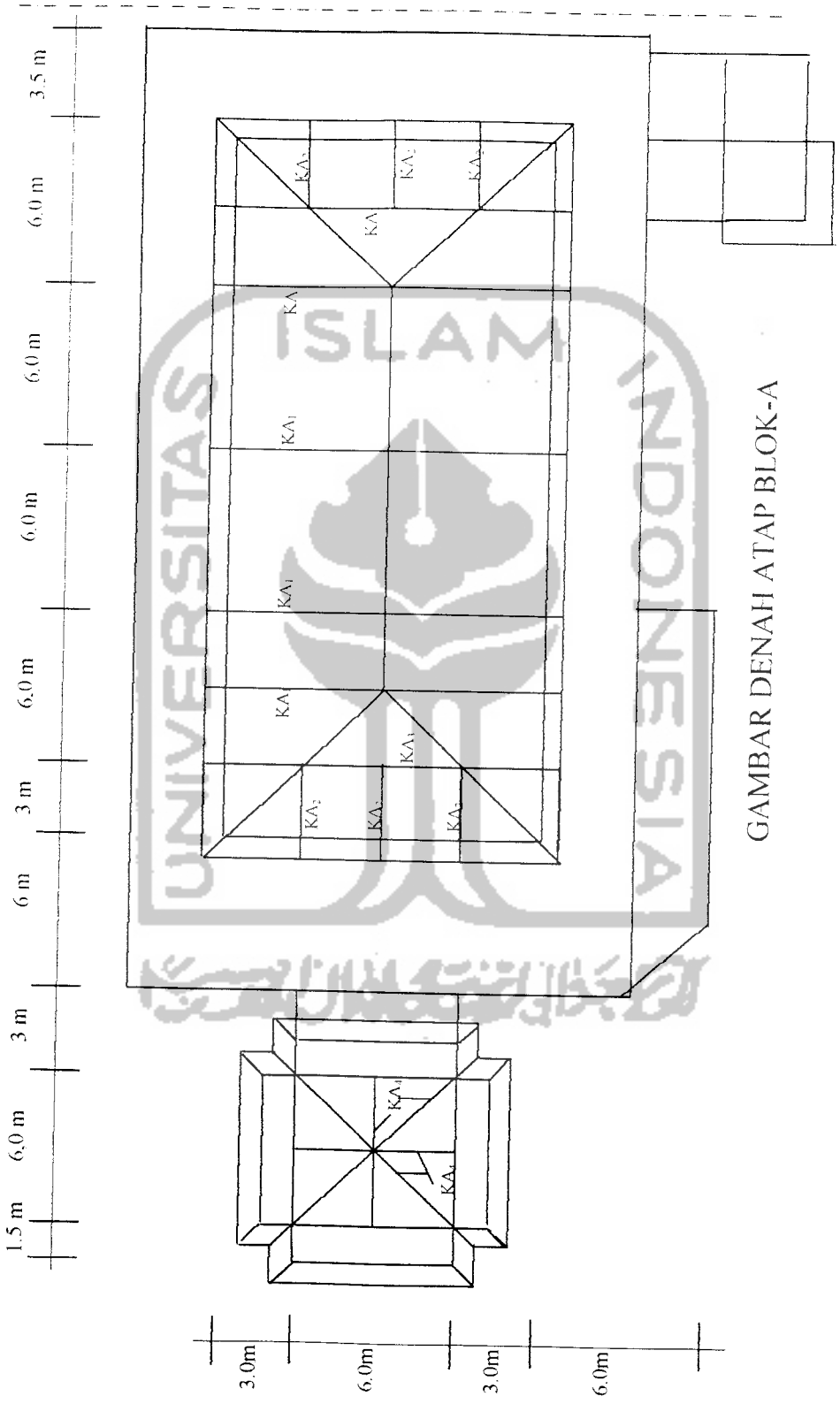
```
 56 11 12 M=5 LP=1,0 NSL=7 G=3,12,13,13
 57 12 13 M=5 LP=1,0 NSL=7 G=3,12,13,13
 58 13 14 M=5 LP=1,0 NSL=7 G=3,12,13,13
 59 14 15 M=5 LP=1,0 NSL=7 G=3,12,13,13
 60 15 16 M=5 LP=1,0 NSL=7 G=3,12,13,13
 61 16 17 M=5 LP=1,0 NSL=7 G=3,12,13,13
 62 17 18 M=5 LP=1,0 NSL=7 G=3,12,13,13
 63 18 19 M=5 LP=1,0 NSL=7 G=3,12,13,13
 64 19 20 M=5 LP=1,0 NSL=7 G=3,12,13,13
 65 20 21 M=5 LP=1,0 NSL=6 G=3,12,13,13
102 61 62 M=5 LP=1,0 NSL=2
103 62 63 M=5 LP=1,0 NSL=3
104 63 64 M=5 LP=1,0 NSL=9
105 64 65 M=5 LP=1,0 NSL=9
106 65 66 M=5 LP=1,0 NSL=9
107 66 67 M=5 LP=1,0 NSL=9
108 67 68 M=5 LP=1,0 NSL=4
109 69 70 M=5 LP=1,0 NSL=1
110 70 71 M=5 LP=1,0 NSL=1
111 71 72 M=5 LP=1,0 NSL=1
112 72 73 M=5 LP=1,0 NSL=1
113 73 74 M=5 LP=1,0 NSL=1
114 74 75 M=5 LP=1,0 NSL=1
115 75 76 M=5 LP=1,0 NSL=1

LOADS
10       L=1 F=0,-13.4553,0
13 19 2 L=1 F=0,-13.4553,0
23       L=1 F=0,-13.4553,0
26 32 2 L=1 F=0,-13.4553,0
36       L=1 F=0,-13.4555,0
39 45 2 L=1 F=0,-13.4553,0
49       L=1 F=0,-13.4553,0
52 58 2 L=1 F=0,-13.4553,0
70       L=1 F=0,-28.5995,0
71 74 1 L=1 F=0,-41.2076,0
75       L=1 F=0,-28.5995,0

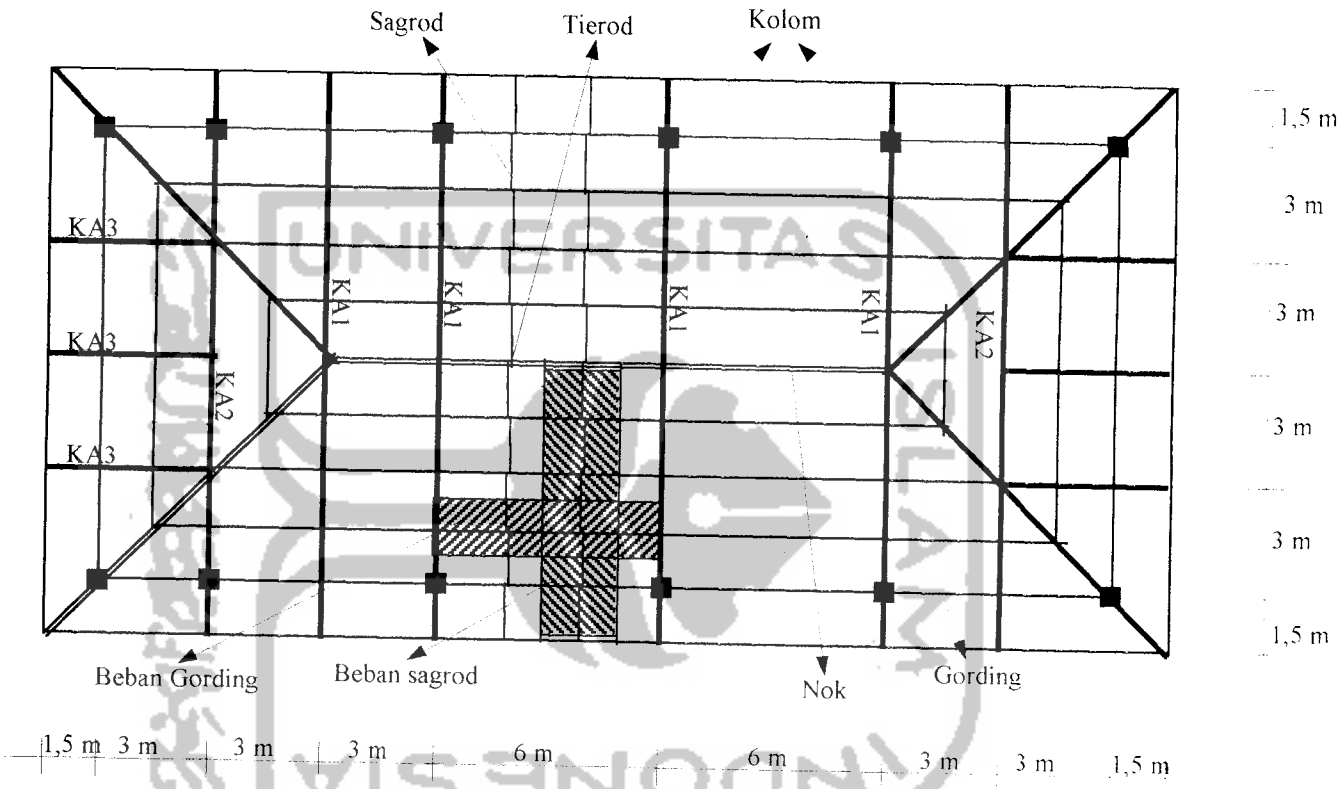
COMBO
1 C=1
```



GAMBAR DENAH BLOK-A



GAMBAR DENAH ATAP BLOK-A



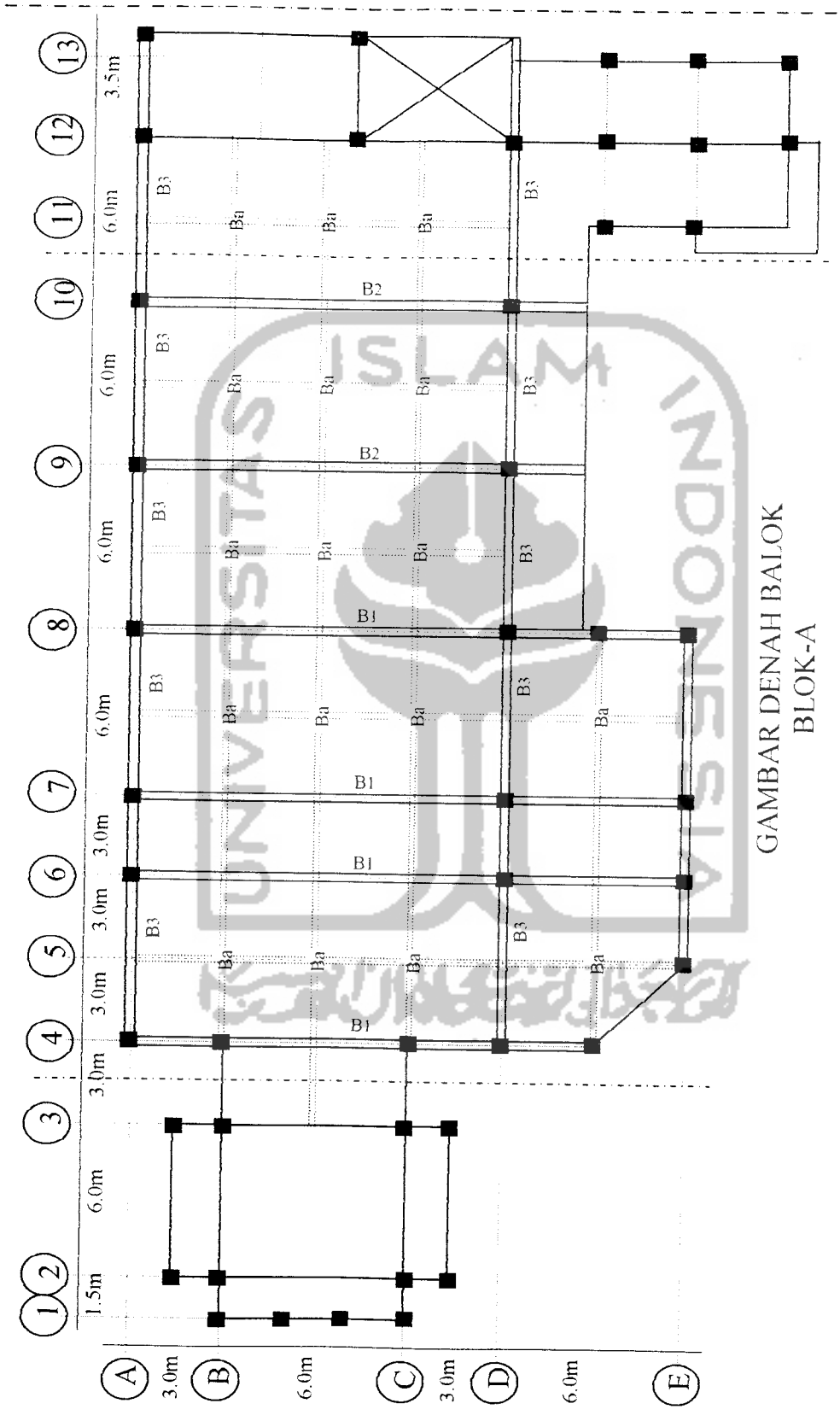
Keterangan :

KA1 = Kuda-Kuda A1

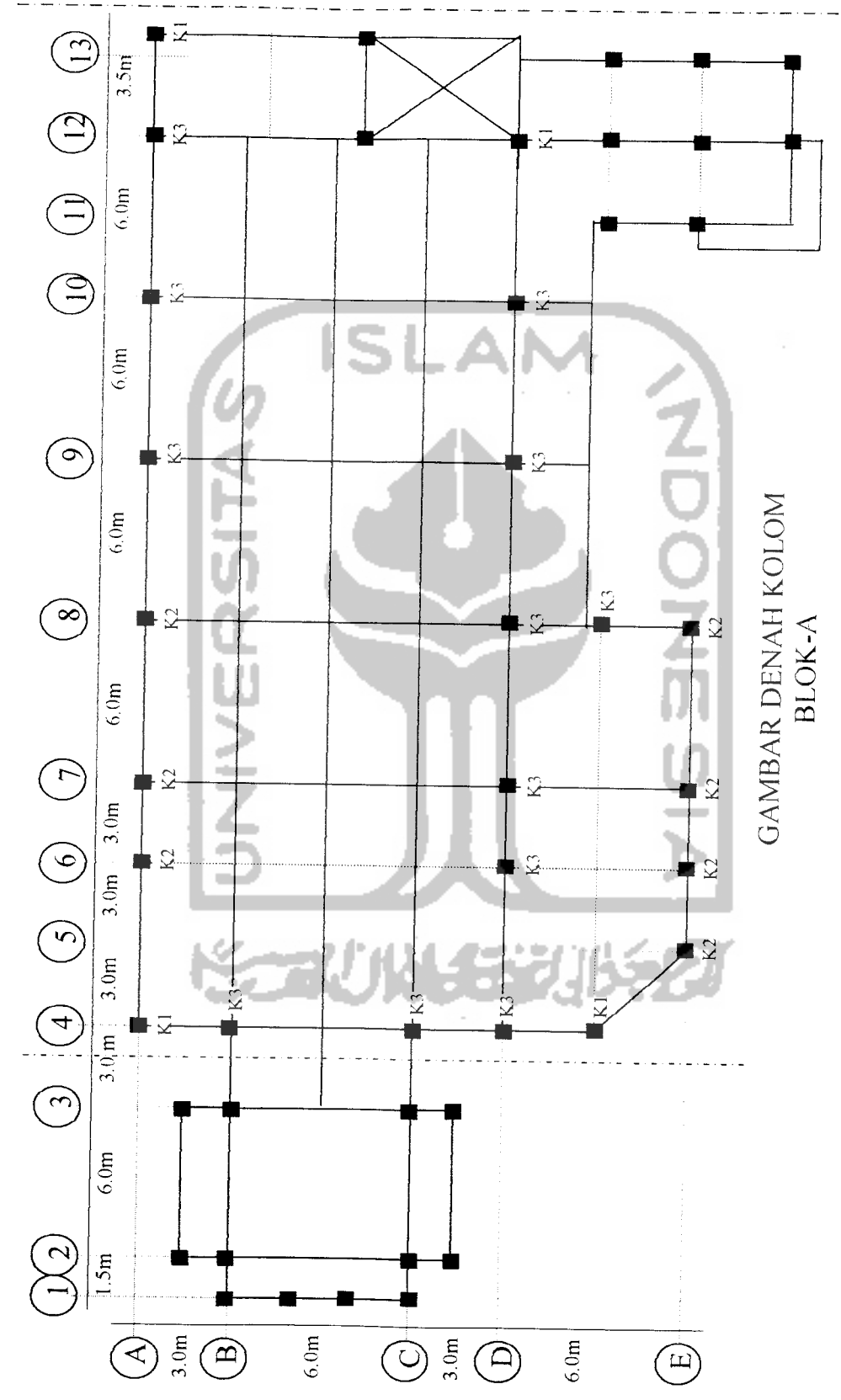
KA2 = Kuda-Kuda A2

KA3 = Kuda-Kuda A3

Gambar Denah Atap Blok - A



GAMBAR DENAH BALOK
BLOK-A



GAMBAR DENAH KOLOM
BLOK-A