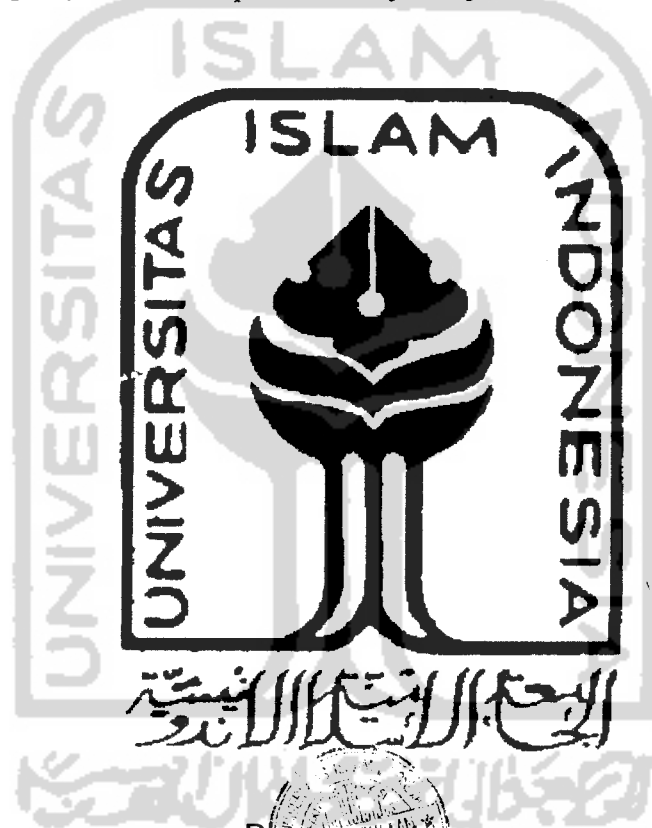


PERPUSTAKAAN FTSP UI	
HADIAH/SELI	
TGL TERIMA :	30-11-2007
NO. JUDUL :	2636
NO. INV. :	5120002636001
NO. INDUK :	002636

TUGAS AKHIR

Analisis Pengaruh Gempa Terhadap Gedung Bertingkat Berdasarkan PPKGRG 1987 dan TCPKGUBG 2002

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana Teknik Sipil



Disusun oleh:

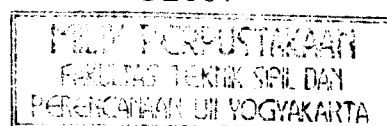
ABDA YANUAR AKHSAN
01511085

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

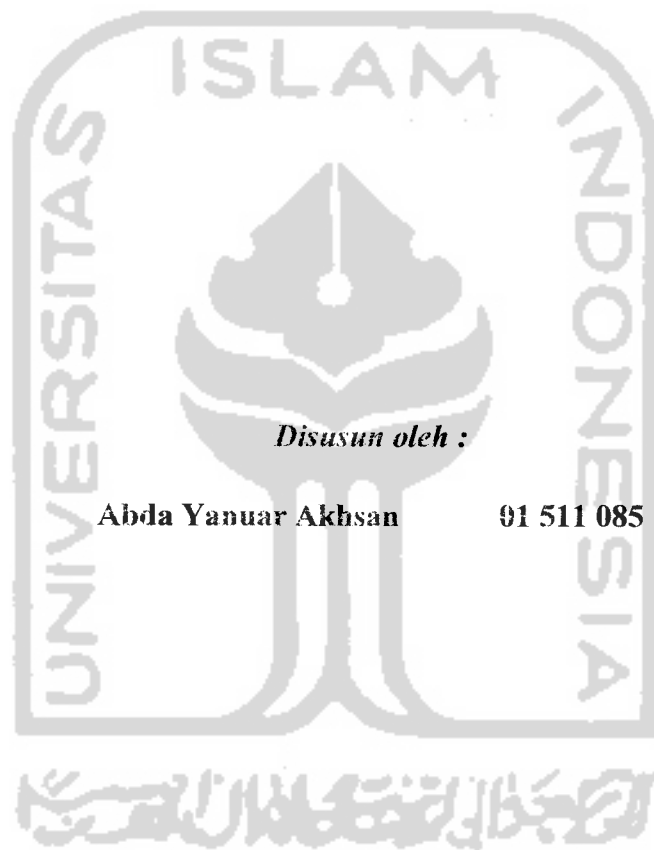
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

©2007



HALAMAN PENGESAHAN

Analisis Pengaruh Gempa Terhadap Gedung Bertingkat Berdasarkan PPKGRG 1987 dan TCPKGUBG 2002



Disusun oleh :

Abda Yanuar Akhsan

91 511 085

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Prof.Ir. Sarwidi, MSCE, Ph.D, IP-U

Tanggal : 20/05/2007

Dosen Pembimbing II

Ir. A. Kadir Aboe, MS

Tanggal : 09/05/2007

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- “ Selalu berusaha mempersembahkan yang terbaik “
- “Belajar dari kesalahan dan berusaha untuk memperbaiki”
- “ Sampaikanlah walaupun satu ayat”
- “Kesuksesan dapat diraih dengan berusaha dan berdoa”
- “ Hendaklah ada diantaramu kelompok yang selalu mengajak kepada kebajikan, memerintahkan kepada yang makruf dan mencegah dari kemungkaran, mereka itulah orang-orang yang bakal mencapai kebahagiaan”. (QS. Ali Imran : 104)
- “ Dan janganlah sebagian kamu memakan harta sebagian yang lain di antara kamu dengan jalan yang bathil”. (QS. Al Baqarah : 188)
- “Alloh tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
- (QS. Al Baqarah : 286)

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kupersembahkan buat,

1. Ibu Bapak yang tercinta.
2. Adik-adikku dan kakak-kakakku tersayang.
3. Sahabat-sahabat setiaku.
4. Para pembaca sekalian.

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Lembar Konsultasi
- Lampiran 2 Pembagian Wilayah Gempa Di Indonesia
- Lampiran 3 Gambar Gedung 4 Lantai TCPKGUBG 2002 dan PPKGRG 1987 serta Gedung 8 Lantai TCPKGUBG 2002 dan PPKGRG 1987
- Lampiran 4 Gambar Momen, Gaya Geser, Gaya Aksial Gedung TCPKGUBG 2002 dan PPKGRG 1987
- Lampiran 5 Gambar Gaya Gempl Gedung TCPKGUBG 2002 dan PPKGRG 1987
- Lampiran 6 Output Momen Kolom Gedung 4 Lantai dan 8 Lantai TCPKGUBG 2002
- Lampiran 7 Tabel Output Displacement
- Lampiran 8 Grafik Perhitungan Kolom
- Lampiran 9 Tabel Output Momen, Gaya Geser, Gaya Aksial Gedung TCPKGUBG 2002 dan PPKGRG 1987
- Lampiran 10 Tabel Perbandingan Momen, Gaya Geser Balok Arah X.

Abstrak

Indonesia merupakan daerah wilayah rawan gempa. Di tahun 2002 telah diterbitkan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung 2002 (TCPKGUBG 2002) untuk menggantikan Peraturan Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung 1987 (PPKGRG 1987). Dalam hal ini terdapat perbedaan yang sangat signifikan.

Dalam tugas akhir ini membahas tentang bangunan gedung bertingkat 4 lantai dan 8 lantai tahan gempa. Dari analisis yang dilakukan terhadap gedung bertingkat 4 lantai dan 8 lantai tahan gempa yang dirancang dengan ” Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung 2002 (TCPKGUBG 2002) dan gedung bertingkat 4 lantai dan 8 lantai tahan gempa yang dirancang dengan Peraturan Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung 1987 (PPKGRG 1987) ternyata untuk gedung bertingkat 4 lantai yang dirancang dengan TCPKGUBG 2002 mengalami penambahan jumlah tulangan longitudinal kolom dan tulangan transversal kolom, sedangkan gedung 8 lantai yang dirancang dengan TCPKGUBG 2002 mengalami penambahan jumlah tulangan longitudinal kolom dan tulangan transversal kolom.

Kata Kunci : Wilayah rawan gempa, TCPKGUBG 2002, PPKGRG 1987, Bangunan Tahan Gempa

BAB III. LANDASAN TEORI.....	16
3.1. Balok Dengan Dominasi Beban Gempa.....	16
3.2. Balok Dengan Dominasi Beban Gravitasi.....	16
3.3. Beban Gempa Berdasarkan PPKGRG 1987.....	17
3.4. Beban Gempa Berdasarkan TCPKGUBG 2002.....	23
3.5. Perencanaan Balok.....	28
3.6. Perencanaan Kolom.....	36
3.7. Hubungan Balok Kolom.....	41
3.8. Kuat Rencana.....	45
BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN.....	47
4.1 Lokasi Penelitian dan Fungsi Gedung.....	47
4.2 Pengumpulan Data.....	47
4.3 Model Struktur.....	47
4.4 Tahapan Analisis.....	48
4.5 Jadwal Penelitian.....	50
BAB V. VERIFIKASI HITUNGAN STRUKTUR.....	51
5.1. Estimasi Struktur.....	51
5.1.1. Pembebanan Struktur.....	51
5.1.2. Analisis Beban Gempa.....	76
5.1.2.1. Perencanaan gedung 4 lantai PPKGRG 1987.....	76

5.1.2.2. Perencanaan gedung 4 lantai TCPKGUBG 2002.....	84
5.1.2.3. Perencanaan gedung 8 lantai PPKGRG 1987.....	92
5.1.2.4. Perencanaan gedung 8 lantai TCPKGUBG 2002.....	104
5.1.3. Desain Struktur Secara Manual.....	116
5.1.3.1. Perencanaan Balok Gedung dengan PPKGRG 1987.....	116
5.1.3.2. Perencanaan Balok Gedung dengan TCPKGUBG 2002.....	140
5.1.3.3. Perencanaan kolom Gedung dengan PPKGRG 1987.....	165
5.1.3.4. Perencanaan kolom Gedung dengan TCPKGUBG 2002.....	183
BAB VI. PEMBAHASAN.....	209
6.1. Analisis Perbandingan Gedung Bertingkat PPKGRG 1987 dan Gedung Bertingkat TCPKGUBG 2002.....	209
6.2 Hasil Perbandingan Koefisien Gempa dan Gya Geser Gempa.....	209
6.3 Analisis Hasil Perbandingan Komponen Struktur Akibat Beban Gempa.....	213
6.4. Perbandingan Balok Gedung 4 Lantai.....	214
6.4.1 Hasil Perbandingan Momen Balok Gedung 4 Lantai.....	214
6.4.2 Hasil Perbandingan Gaya Geser Balok Gedung 4 Lantai.....	216
6.5. Perbandingan Balok Gedung 8 Lantai.....	217
6.5.1 Hasil Perbandingan Momen Balok Gedung 8 Lantai.....	217
6.5.2 Hasil Perbandingan Gaya Geser Balok Gedung 4 Lantai.....	220
6.6. Perbandingan Kolom Gedung 4 Lantai.....	222
6.6.1 Hasil Perbandingan Gaya Aksial Kolom.....	222

6.6.2 Hasil Perbandingan Momen Kolom.....	223
6.6.3 Hasil Perbandingan Gaya Geser Kolom.....	223
6.7 Perbandingan Kolom Gedung 8 Lantai.....	224
6.7.1. Hasil Perbandingan Gaya Aksial Kolom.....	224
6.7.2. Hasil Perbandingan Momen Kolom.....	225
6.7.3. Hasil Perbandingan Gaya Geser Kolom.....	227
6.8 Hasil Desain Struktur Gedung yang Dirancang.....	227
6.9 Hasil Desain Balok Struktur Gedung 4 Lantai.....	227
6.9.1 Hasil Perbandingan Tulangan Lentur Balok 4 lantai.....	228
6.9.2 Hasil Perbandingan Tulangan Geser Balok 4 lantai.....	229
6.10 Hasil Desain Balok Struktur Gedung 8 Lantai.....	230
6.10.1 Hasil Perbandingan Tulangan Lentur Balok 8 lantai.....	230
6.10.2 Hasil Perbandingan Tulangan Geser Balok 8 lantai.....	232
6.11 Hasil Desain Kolom Struktur Gedung 4 Lantai.....	233
6.11.1 Hasil Perbandingan Tulangan Lentur Kolom 4 lantai.....	234
6.11.2 Hasil Perbandingan Tulangan Geser Kolom 4 lantai.....	234
6.12 Hasil Desain Kolom Struktur Gedung 4 Lantai.....	235
6.12.1 Hasil Perbandingan Tulangan Lentur Kolom 8 lantai.....	235
6.12.2 Hasil Perbandingan Tulangan Geser Kolom 8 lantai.....	236

BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN.....237

7.1. Kesimpulan.....	237
----------------------	-----

7.2. Saran.....	238
DAFTAR PUSTAKA.....	239
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	



BAB I

PENDAHULUAN

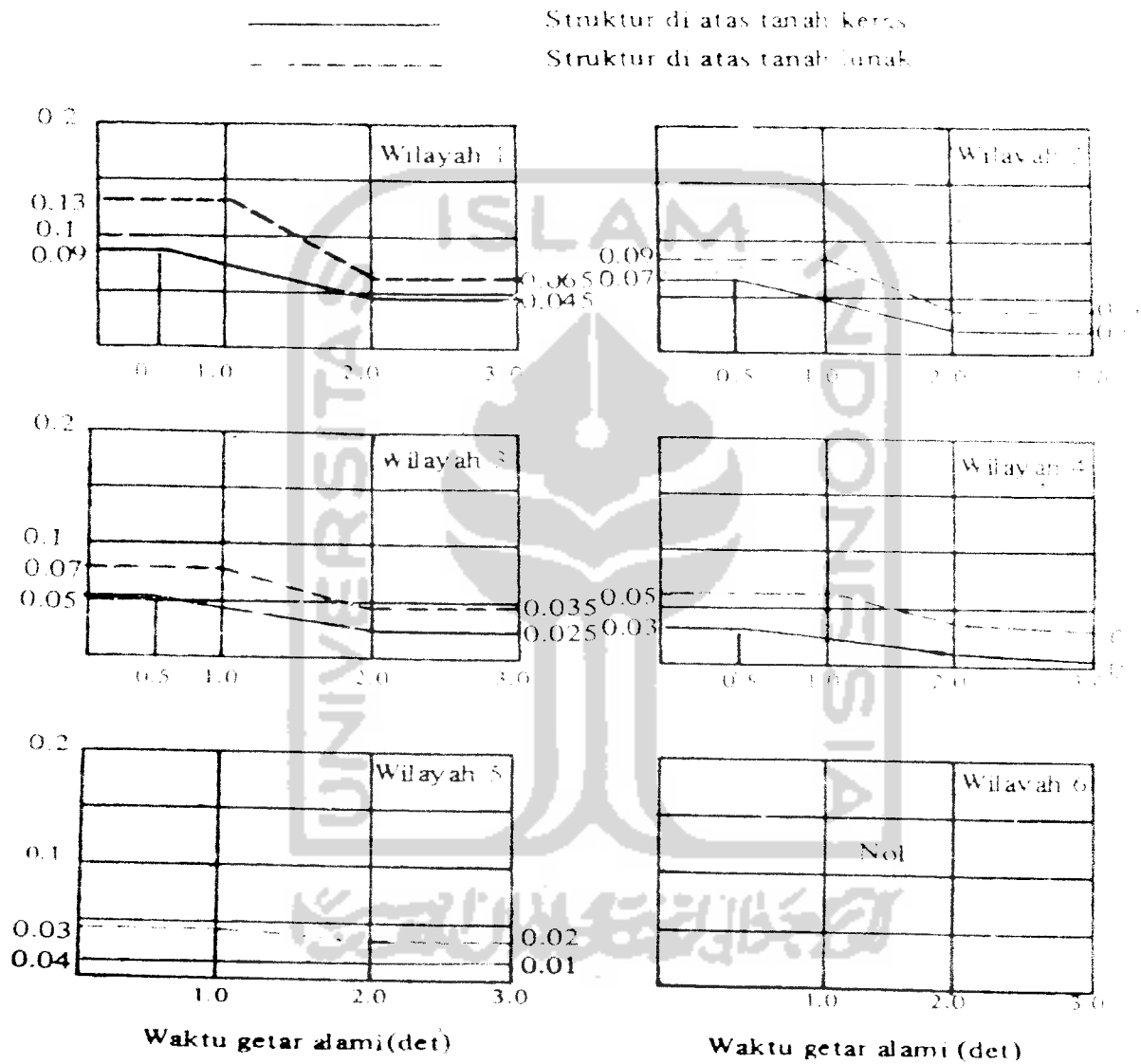
1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan daerah yang sangat potensial untuk terjadinya gempa. Dalam Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung 1987 (PPKGRG 1987) wilayah Indonesia dibagi dalam enam wilayah gempa dan kriteria lapisan tanah di Indonesia di bagi menjadi dua lapisan tanah yaitu lapisan tanah keras dan lapisan tanah lunak. Dalam perancangan selama ini, biasanya perencanaan gedung yang berbentuk sederhana, simetris, dan tinggi bangunan tersebut kurang dari 40 meter dalam menghitung gaya-gaya gempa menggunakan metode statik ekuivalen.

Beban statik ekuivalen adalah suatu representasi dari beban gempa setelah disederhanakan yaitu gaya-gaya inersia yang bekerja pada massa akibat gempa disederhanakan menjadi ekuivalen beban statik yang merupakan beban yang *equivalent* dengan beban gempa yang membebani bangunan dalam batas-batas tertentu sehingga tidak terjadi *overstress* pada bangunan gedung tersebut.

Bergetarnya bangunan gedung akibat gempa tersebut diasumsikan dengan gaya-gaya horisontal yang bekerja pada massa bangunan tersebut. Sesuai dengan prinsip keseimbangan maka dianalogikan seperti adanya gaya horisontal yang bekerja pada dasar bangunan yang kemudian disebut Gaya Geser Dasar (V) yang mempunyai nilai $V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t$ yangmana C merupakan koefisien gaya geser

dasar, I merupakan faktor keutamaan bangunan, K merupakan jenis struktur dan Wt adalah berat bangunan. Koefisien Gempa PPKGRG 1987 seperti gambar 1.1 :



Koefisien gempa dasar untuk berbagai wilayah gempa

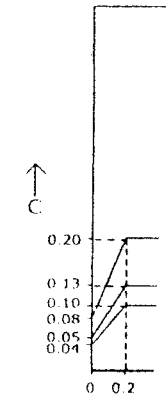
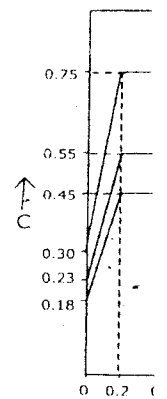
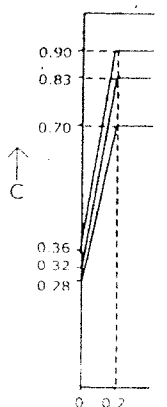
Gambar 1.1 Koefisien Gempa Dasar Wilayah Gempa di Indonesia Tahun 1987

(Sumber : PPKGRG 1987 Halaman 17)

Pada tahun 2002 telah diterbitkan Peraturan baru yang disebut “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung 2002 (TCPKGUBG 2002) yang membagi wilayah Indonesia menjadi enam wilayah dan kriteria lapisan tanah menjadi tiga lapisan tanah yaitu lapisan tanah keras, lapisan tanah sedang dan lapisan tanah lunak serta mempunyai nilai gaya geser dasar $V = \frac{C}{R} \cdot I \cdot W_t$ yangmana C merupakan koefisien gaya geser dasar, I merupakan faktor keutamaan bangunan, R merupakan factor reduksi dan W_t adalah berat bangunan.

Jika dilihat dari wilayah daerah yang ada di Indonesia antara Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung 2002 (TCPKGUBG 2002) dan Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung 1987 (PPKGRG 1987) terdapat perbedaan yang signifikan dalam kriteria lapisan tanah, yangmana untuk TCPKGUBG 2002 lapisan tanah menjadi tiga jenis lapisan tanah , sedangkan untuk PPKGRG 1987 lapisan tanah menjadi dua lapisan tanah dan untuk TCPKGUBG 2002 terdapat factor reduksi R dan untuk PPKGRG 1987 dalam perhitungan gaya geser dasar gempa V menggunakan jenis struktur K

Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung 2002 (TCPKGUBG 2002) dalam pembagian wilayah daerah gempa dan kriteria jumlah lapisan tanah untuk perancangan bangunan gedung bertingkat tahan gempa seperti gambar 1.2 :



Ga

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut diatas maka terdapat perbedaan- perbedaan yang signifikan antara kedua Peraturan tersebut, khususnya untuk besarnya nilai gaya geser dasar V dan kriteria lapisan tanah. Dalam hal tugas akhir ini perbandingan terhadap koefisien gaya geser dasar C dilakukan dengan mempertimbangkan model bangunan biasa (faktor keutamaan $I = 1$) yang dirancang dengan menggunakan konsep daktilitas penuh (faktor jenis struktur $K = 1$ untuk peraturan gempa PPKGRG 1987 dan faktor reduksi $R = 8,5$ untuk peraturan gempa TCPKGUBG 2002) dan terletak pada lapisan tanah transisi yang mana dalam peraturan gempa PPKGRG 1987 belum ada serta bangunan gedung tersebut terletak di wilayah gempa 3.

1.3 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini membatasi topik agar dapat menyederhanakan analisis terhadap masalah dengan batasan sebagai berikut :

1. Reka desain hanya pada portal balok dan portal kolom yang menahan beban terbesar.
2. Reka desain kolom dilakukan pada kolom yang menerima momen terbesar.
3. Reka desain balok dilakukan pada balok yang dipikul oleh kolom yang di reka desain (point 2)
4. Gedung yang dianalisis dengan daktilitas penuh dan dirancang dengan beton bertulang.

5. Analisis pembebanan mencakup beban mati (DL), beban hidup (LL), dan Gempa (E), dan kombinasi yang terbesar balok dan kolom dari beban-beban tersebut :

a. $1,2 DL + 1,6 LL$

b. $0,9 (DL + E)$

c. $0,9 (DL - E)$

d. $1,05 (D + Lr + E)$

e. $1,05 (D + Lr - E)$

dimana, D = beban mati

L = beban hidup

Lr = beban hidup yang direduksi

E = beban gempa

6. Metode yang dipakai untuk analisis beban gempa adalah metode Statik Ekuivalen dengan bantuan program ETABS Versi 7.00.
7. Elemen struktur yang dirancang adalah balok dan kolom.
8. Dalam perhitungan kolom untuk peraturan gempa PPKGRG 1987 menggunakan SK SNI 1991 dan untuk peraturan gempa TCPKGUBG 2002 menggunakan SK SNI 2002
9. Fondasi struktur dianggap jepit.

1.4 Data Teknis

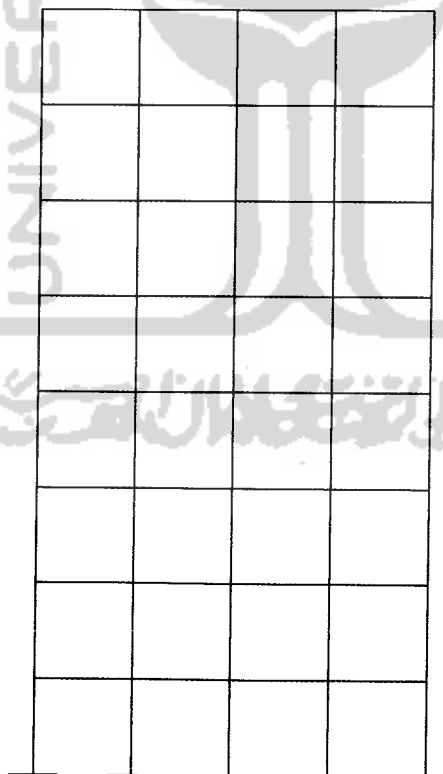
1. Spesifikasi Gedung :
- a. Fungsi gedung untuk kantor.

- b. Lokasi di Yogyakarta.
- c. Gedung dibangun di wilayah 3.
- d. Struktur dibangun di atas tanah Transisi.

2. Mutu Bahan

- a. Mutu beton $f'_c = 25$ MPa.
- b. Mutu baja tulangan : D < 8 BJTP 24, $f_y = 240$ MPa
D < 8 BJTD 40, $f_y = 400$ MPa
- c. Tulangan longitudinal yang dipakai untuk Kolom dan Balok adalah D25.
- d. Tulangan transversal yang dipakai untuk Kolom dan Balok P10.

3. Gambar Struktur.



Gambar 1.3 Bangunan Gedung 8 Tingkat

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Gempa bumi merupakan getaran yang terjadi di dalam tanah, getaran tanah akibat gempa ditunjukkan oleh adanya simpangan, kecepatan, dan percepatan tanah. Bangunan yang memiliki masa dengan percepatan akan menghasilkan gaya gempa efektif, karena menurut hukum Newton, produk antara massa dengan percepatan akan menghasilkan gaya (*force*), (Widodo, 2001)

Struktur portal merupakan hubungan antara balok dan kolom yang saling menyambung sedemikian hingga membuat grid-grid atau membentuk suatu struktur portal bertingkat. Suatu hal yang sangat penting yang harus diperhatikan pada struktur portal adalah titik simpul atau titik join yaitu sambungan antara balok dan kolom. Sebagaimana asumsi yang umum dipakai dalam analisis struktur elastik maupun inelastik bahwa titik join tersebut dapat saja berotasi tetapi antara balok dan kolom harus tetap siku-siku, (Widodo, 2001)

Menurut SK SNI T-15-1991-03, beton bertulang adalah beton yang diberi tulangan dengan luas dan jumlah yang tidak kurang dari nilai minimum yang disyaratkan dengan atau tanpa prategang dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja.

Beton ditujukan untuk menahan tekan dan baja tulangan ditujukan untuk menahan tarik, sedangkan kuat tarik beton diabaikan. Kekuatan geser dapat terdiri

dari beton dan baja tulangan atau baja tulangan saja. Dalam perencanaan bangunan tahan gempa direncanakan agar terjadi sendi plastis pada daerah tertentu. Pada daerah yang dimungkinkan terjadi sendi plastis, maka kuat geser beton diabaikan dan hanya baja tulangan saja yang diperhitungkan untuk menahan geser. **(Park and Paulay, 1975)**

Bangunan kategori *Gravity Load Dominated (GLD)* tidak perlu disediakan sifat daktilitas secara penuh. Bangunan kategori *GLD* dapat didisain menurut prinsip “*Limited Ductility*” atau daktilitas terbatas dan struktur harus didisain dengan kekuatan yang lebih besar, **(Paulay and Priestley, 1991)**

Menurut Chu Kia Wang, beton bertulang merupakan gabungan antara dua jenis bahan beton polos yang memiliki kekuatan tekan yang tinggi akan tetapi memiliki kekuatan tarik yang rendah dan baja tulangan yang ditanamkan di dalam beton dapat memberikan kekuatan tarik yang diperlukan. **(Hariandja, 1985)**

Menurut Schodek (1991), balok adalah elemen struktur yang memikul beban yang bekerja dan mentransfer beban tersebut ke kolom vertikal yang menumpunya, sedangkan kolom hanya menerima beban aksial diujungnya akibat transfer beban dari balok dan tidak ada beban transversal. Pada struktur bangunan yang memiliki balok bentang sederhana yang kemudian menahan beban dan mengakibatkan terjadinya momen lentur, maka akan terjadi deformasi (regangan) lentur didalam balok tersebut. Apabila momen lentur yang terjadi adalah momen lentur positif maka regangan tekan akan terjadi pada bagian atas dan regangan tarik akan terjadi pada bagian bawah dari penampang balok.

kali dimensi lateral terkecil sesuai dengan definisi yang diberikan oleh SK SNI T-15-1991-03. Pada pelaksanaannya di lapangan sangat jarang ditemui kolom yang hanya menahan beban aksial, namun kolom umumnya juga memikul momen lentur yang dapat terjadi akibat kekangan ujung pada hubungan monolit antara kolom dan balok, beban lantai yang tidak seimbang, atau beban lateral seperti beban angin dan beban gempa.

Kolom yang kita ketahui dapat dibedakan menjadi 3, yaitu :

1. kolom dengan pengikat lateral yang berupa sengkang,
2. kolom dengan pengikat spiral,
3. kolom komposit, yaitu kolom yang menggunakan profil baja struktur atau pipa dengan atau tanpa tulangan memanjang tambahan.

2.2 Konsep desain Kapasitas

Beton kuat terhadap tekan tetapi lemah terhadap tarik. Oleh karena itu, perlu tulangan untuk menahan gaya tarik untuk memikul beban-beban yang bekerja pada beton. Adanya tulangan ini sering kali digunakan untuk memperkuat daerah tarik pada penampang balok (Nawy, 1990).

Jenis rangka portal yang digunakan dalam perencanaan ini adalah open frame, yaitu struktur bangunan yang terdiri dari rangka-rangka portal kaku sebagai pendukung utama bangunan. Elemen struktur tersebut meliputi kolom, balok dan pelat. Sedangkan bagian lain dari bangunan dianggap sebagai beban serta tidak memiliki daya dukung terhadap struktur. Pada struktur beton rangka terbuka

persyaratan dasar perencanaan di daerah gempa adalah batang-batang horisontal (balok-balok) harus runtuh lebih dahulu sebelum terjadi kerusakan-kerusakan pada batang-batang vertikal (kolom-kolom). Dengan mengikuti persyaratan dasar ini, maka struktur beton dapat menunda keruntuhan total.

2.3 Analisis Beban

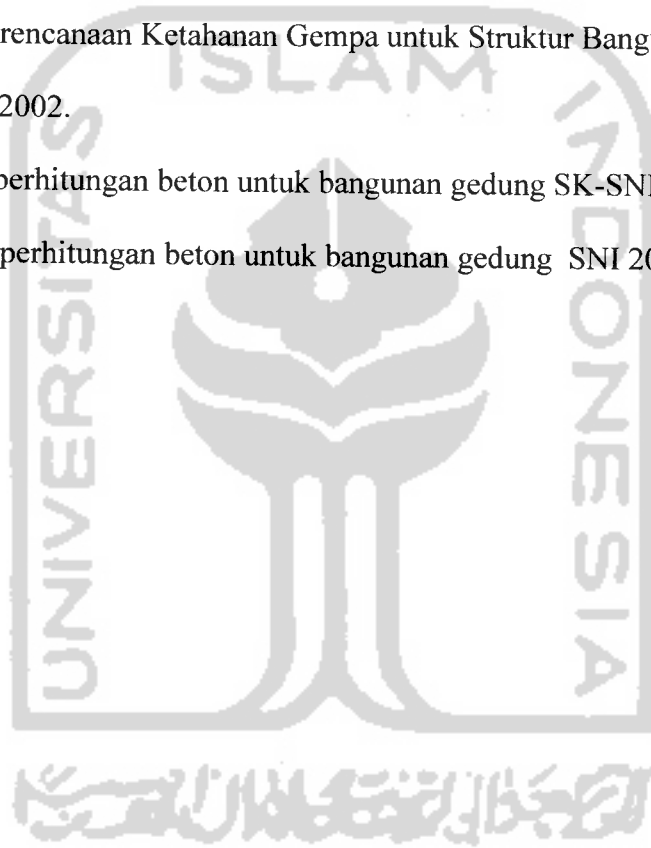
Perencanaan struktur terutama struktur beton agar aman harus memenuhi ketentuan yang tercantum dalam SK SNI T-15-1991-03(1991). Menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 (PPIG 1983), pengertian dari beban mati, beban hidup dan beban gempa adalah sebagai berikut ini:

1. Beban mati adalah berat dari semua bagian struktur gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung itu.
2. Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut.
3. Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu.

2.4 Peraturan Standar yang Digunakan

Peraturan – peraturan standar yang digunakan adalah sebagai berikut ini:

1. Pembebanan mengacu pada Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1987.
2. Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung 1987
3. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung SNI-1726-2002.
4. Tata Cara perhitungan beton untuk bangunan gedung SK-SNI T-15-1991-03
5. Tata Cara perhitungan beton untuk bangunan gedung SNI 2002.

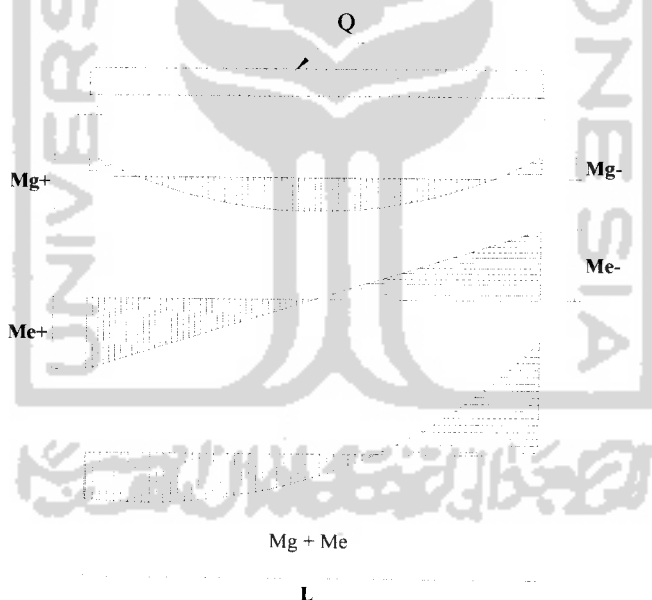


BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Balok Dengan Dominasi Beban Gempa

Pada saat balok mengalami dominasi beban gempa, sendi plastis cenderung terbentuk pada daerah ujung bentang. Dominasi beban gempa memiliki kecenderungan terjadi pada struktur bertingkat banyak dan dengan bentang elemen horizontal struktur yang relatif pendek. Hal ini dikarenakan momen akibat beban gempa jauh lebih besar daripada momen akibat gravitasi sehingga beban gempa menjadi lebih dominan (*earthquake load dominated*), seperti terlihat dalam ilustrasi gambar 3.1:



Gambar 3.1 Balok Dengan Dominasi Beban Gempa

3.2 Balok Dengan Dominasi Beban Gravitasi

Pada saat balok mengalami dominasi beban gravitasi (*gravity load dominated*), sendi plastis cenderung tidak terbentuk pada daerah ujung bentang. Kecenderungan ini terjadi pada struktur yang memiliki karakteristik yang

Untuk analisis waktu getar alami struktur gedung (T) dalam detik untuk portal beton adalah : $T = 0,06 \times H^{3/4}$

Dengan : T = waktu getar

H = tinggi gedung

Beban geser akibat gempa (V) yang dibagikan sepanjang tinggi gedung menjadi beban-beban horisontal terpusat (F_i) yang bekerja pada lantai menggunakan rumus :

$$F_i = \frac{W_i \times h_i}{\sum W_i \times h_i} \times V \dots \dots \dots (1.2)$$

Dengan : F_i = beban gempa horisontal pada lantai

W_i = berat lantai

H_i = tinggi lantai

V = beban geser akibat gempa

Waktu getar alami struktur setelah direncanakan dengan pasti harus ditentukan dengan rumus :

$$T' = 6,3 \times \sqrt{\frac{W_i \times d_i^2}{g \times \sum F_i \times d_i}} \dots \dots \dots (1.3)$$

Dengan T' = kontrol waktu getar

g = gravitasi

Syarat $T' > 80\% T$

Beban geser gempa dengan analisis ragam spectrum respon (spectral modal analysis) V' nilainya tidak boleh kurang dari beban geser dasar:

$$V' > 0,9 V \dots\dots\dots(1.4)$$

dengan: V' = beban dinamik

V = beban statik

Kriteria dasar kuat rencana dapat diungkapkan sebagai berikut: Kekuatan yang tersedia $\geq$ kekuatan yang dibutuhkan (Dipohusodo, I, 1999).

Kekuatan semua penampang komponen struktur dari gedung direncanakan sesuai dengan kriteria dasar di atas. Kekuatan yang diperlukan disebut kuat perlu dan diberi simbol U menurut SK SNI-15-1991-03 adalah sebagai berikut:

1. Kuat perlu U untuk menahan beban mati (D) dan beban hidup (L):

$$U = 1,2 D + 1,6 L \dots\dots\dots(1-1)$$

2. Apabila beban angin (W) diperhitungkan, maka dipilih nilai U terbesar

$$\text{antara: } U = 0,75 (1,2 D + 1,6 L + 1,6 W) \text{ atau } \dots\dots\dots(2-1)$$

$$U = 0,9 D + 1,3 W \dots\dots\dots(2-2)$$

Kedua nilai diatas harus lebih besar dari $U = 1,2 D + 1,6 L$

3. Bila ketahanan struktur terhadap gempa (E) harus diperhitungkan, maka nilai U adalah sebagai berikut:

$$U = 1,05 (D + LR + E) \text{ atau } \dots\dots\dots(3-1)$$

$$U = 0,9 (D + E) \dots\dots\dots(3-2)$$

dengan: U = kuat perlu,

D = beban mati,

L = beban hidup,

E = beban gempa,

L_R = beban hidup tereduksi.

3.4 Beban Gempa Berdasarkan TCPKGUBG 2002

Untuk struktur gedung beraturan, pengaruh Gempa Rencana dapat ditinjau sebagai pengaruh gempa statik ekuivalen sehingga untuk menghitung gaya geser dasar horisontal total akibat beban gempa dicari dengan Persamaan (1.5) berikut.

$$V = \frac{C_1}{R} \cdot I \cdot W_t \dots \dots \dots (1.5)$$

dimana : V = gaya geser dasar horizontal total akibat gempa,

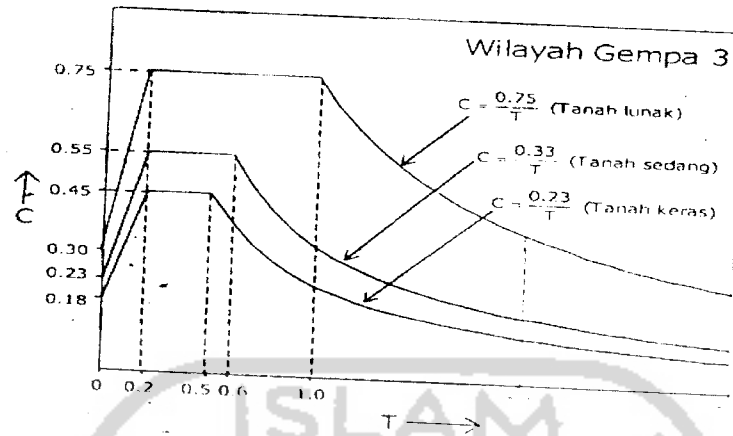
C = koefesien gaya gempa dasar, ditetapkan berdasarkan waktu alami T_1 dan gempa peta zone gempa,

I = faktor keutamaan bangunan

R = faktor reduksi gempa (8,5)

W_t = berat beban gravitasi total dari bangunan.

Dalam Tugas Akhir ini bangunan gedung bertingkat untuk struktur gedung beraturan dengan menggunakan peraturan gempa Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung 2002 (TCPKGUBG 2002) di Wilayah 3 daerah di Indonesia seperti cambar 3.4 dibawah ini:



Gambar 3.4 Koefisien Gempa Dasar untuk Berbagai Wilayah Gempa 3 Tanah Transisi TCPKGUBG 2002 (Sumber : TCPKGUBG 2002 Halaman 22)

Gaya geser dasar akibat gempa (V), harus didistribusikan sepanjang tinggi struktur menjadi gaya horizontal terpusat F_i yang bekerja pada masing-masing tingkat atau sumbu horizontal lantai tingkat. F_i dihitung dengan Persamaan (1.6) berikut:

$$F_i = \frac{W_i h_i}{\sum (W_i h_i)} \cdot V \dots \dots \dots (1.6)$$

dimana : F_i = gaya geser dasar horisontal tingkat i ,

W_i = Berat Lantai i

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel, maka nilai T_1 dari struktur gedung harus dibatasi, bergantung pada koefisien ζ untuk wilayah gempa tempat struktur gedung berada dan jumlah tingkatnya (n) menurut Tabel 3.3 dan Persamaan (1.7) berikut:

$$T_1 < \zeta n \dots \dots \dots (1.7)$$

Tabel 3.3 Koefisien ζ yang Membatasi Waktu Getar Alami

Fundamental Struktur Gedung

Wilayah Gempa	ζ
1	0,20
2	0,19
3	0,18
4	0,17
5	0,16
6	0,15

Penentuan faktor keutamaan suatu struktur terhadap bahaya gempa dapat berbeda-beda bergantung pada fungsinya, semakin penting struktur tersebut semakin besar perlindungan yang harus diberikan. Faktor keutamaan (I) dipakai untuk memperbesar beban gempa rencana agar struktur mampu memikul beban gempa dengan periode ulang yang lebih panjang atau dengan kata lain dengan tingkat kerusakan yang lebih kecil. Untuk menghitung nilai keutamaan gedung (I) berdasarkan Persamaan (1.8) berikut:

$$I = I_1 I_2 \dots \dots \dots (1.8)$$

di mana I_1 adalah faktor keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama

umur gedung, sedangkan I_2 adalah Faktor Keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian umur gedung tersebut.

Faktor-faktor keutamaan I_1 , I_2 dan I ditetapkan menurut Tabel 3.4:

Tabel 3.4 Faktor Keutamaan I untuk Berbagai Kategori Gedung dan Bangunan

Kategori gedung	Faktor Keutamaan		
	I_1	I_2	I
Gedung umum seperti untuk penghunian, perniagaan dan perkantoran	1,0	1,0	1,0
Monumen dan bangunan monumental	1,0	1,6	1,6
Gedung penting pasca gempa seperti rumah sakit, instalasi air bersih, pembangkit tenaga listrik, pusat penyelamatan dalam keadaan darurat, fasilitas radio dan televisi.	1,4	1,0	1,4
Gedung untuk menyimpan bahan berbahaya seperti gas, produk minyak bumi, asam, bahan beracun.	1,6	1,0	1,6
Cerobong, tangki di atas menara	1,5	1,0	1,5

Faktor reduksi gempa (R) dapat dicari dengan perkalian faktor daktilitas struktur gedung (μ) dengan faktor kuat lebih beban dan bahan yang terkandung di

dalam struktur gedung ($f_l = 1.6$). Nilai R dan nilai μ dapat dilihat pada Tabel 3.5 dibawah ini :

Tabel 3.5 Parameter Daktilitas Struktur Gedung

Taraf kinerja struktur gedung	μ	R
Elastik penuh	1,0	1,6
Daktail parsial	1,5	2,4
	2,0	3,2
	2,5	4,0
	3,0	4,8
	3,5	5,6
	4,0	6,4
Daktail penuh	4,5	7,2
	5,0	8,0
	5,3	8,5

Kekuatan semua penampang komponen struktur dari gedung direncanakan sesuai dengan kriteria dasar di atas. Kekuatan yang diperlukan disebut kuat perlu dan diberi simbol (U) menurut SK SNI 03-1726-2002 adalah sebagai berikut ini:

1. Kuat perlu (U) untuk menahan beban mati (D) dan beban hidup (L):

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A \text{ atau } R) \dots \dots \dots (1-1)$$

2. Bila ketahanan struktur terhadap gempa (E) harus diperhitungkan, maka nilai

U adalah sebagai berikut:

$$U = 1,2 D + 1,0 L \pm 1,6 E \text{ atau } \dots\dots\dots (2-1)$$

$$U = 0,9 D \pm 1,0 E \dots\dots\dots (2-2)$$

dengan: U = kuat perlu,

D = beban mati,

L = beban hidup,

E = beban gempa,

A = beban atap

R = beban angin

Ketidakpastian kekuatan bahan terhadap pembebanan dianggap sebagai faktor kekuatan ϕ . Dalam SK SNI 03-1726-2002 faktor reduksi (ϕ) diatur sebagai berikut ini:

1. Reduksi kekuatan lentur, tanpa beban aksial ($\phi = 0,8$).
2. Reduksi beban aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur ($\phi = 0,8$).
3. Reduksi beban aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur ($\phi = 0,7$)

Komponen struktru dengan tulangan spiral / sengan ikat ($\phi = 0,7$)

Komponen strutur lainnya ($\phi = 0,65$)

4. Reduksi untuk geser dan torsi ($\phi = 0,75$).

3.5 Perencanaan Balok

Dalam perencanaan balok langkah pertama ditentukan dengan balok tersebut berperilaku sebagai balok persegi atau balok T.

Standar SK SNI T-15-1991-03 memberikan pembatasan lebar *flens* efektif pada balok T sebagai berikut:

1. Lebar *flens* efektif yang di perhitungkan tidak lebih dari seperempat bentang balok dan lebar efektif *flens* pada tiap sisi badan balok tidak lebih dari :
 - a. delapan kali tebal pelat,
 - b. setengah jarak bersih dari badan balok yang bersebelahan.
2. Untuk balok yang mempunyai pelat hanya pada satu sisi dan lebar efektif *flens* tidak boleh lebih dari :
 - a. seperduabelas dari bentang balok,
 - b. enam kali tebal pelat, *dan*
 - c. setengah jarak bersih dari badan balok yang bersebelahan.
3. Balok tunggal yang balok T- nya di perlukan untuk menambah luas daerah tekan harus mempunyai ketebalan *flens* tidak kurang dari setengah lebar badan balok dan lebar efektif *flens* tidak lebih dari empat kali lebar badan balok.

Langkah-langkah perencanaan balok adalah.:

1. Menentukan dimensi balok.
2. Dihitung momen rencana total (M_{ub}).

Kuat lentur perlu balok portal yang dinyatakan dengan $M_{u,b}$ harus ditentukan berdasarkan kombinasi pembebanan tanpa atau dengan beban, sebagai berikut ini.

$$M_{u,b} = 1,2 M_{D,b} + 1,6 M_{L,b} \dots\dots\dots(2-1)$$

$$M_{u,b} = 1,05 (M_{D,b} + M_{L,b,R} \pm M_{E,b}) \dots\dots\dots(2-2)$$

dengan: $M_{D,b}$ = momen lentur balok portal akibat beban-mati tak terfaktor,

$M_{L,b}$ = momen lentur balok portal akibat beban-hidup tak terfaktor,

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

1. Tentukan rasio penulangan (ρ).

Syarat rasio penulangan untuk komponen lentur :

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots(1-1)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_b \dots\dots\dots(1-2)$$

$$\rho_b = \frac{0,85.f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \frac{600}{600+f_y} \dots\dots\dots(1-3)$$

$$k = \frac{M_n}{b.d^2} = \frac{M_{u,b}}{\phi.b.d^2} \dots\dots\dots(1-4)$$

$$\rho = \frac{0,85.f'_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2.k}{0,85.f'_c}} \right] \dots\dots\dots(1-5)$$

Bila : $\rho < \rho_{maks}$, maka digunakan tulangan tunggal.

$\rho > \rho_{maks}$, maka digunakan tulangan rangkap

2. Tentukan jenis penulangan rangkap atau tunggal.

Untuk balok bertulangan tunggal, Luas tulangan (A_s) = $\rho.b.d$... (2-1)

Tentukan diameter dan jumlah baja tulangan.

3. Hitung M_n .

$$\text{Gaya desak beton} \rightarrow C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a \dots\dots\dots(3-1)$$

$$\text{Gaya tarik baja} \rightarrow T = A_s \cdot f_y \dots\dots\dots(3-2)$$

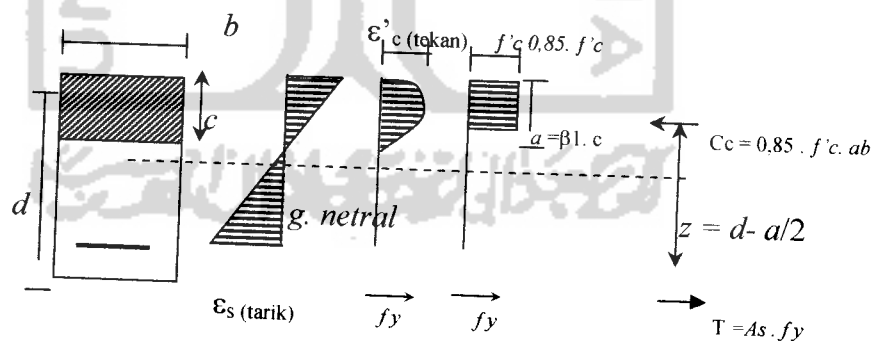
$$\text{Keseimbangan gaya} \rightarrow C_c = T \quad a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \dots\dots\dots(3-3)$$

$$\text{Momen Nominal (} M_n) \rightarrow M_n = C_c \cdot Z \rightarrow 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a \cdot (d - a/2) \dots\dots(3-4)$$

atau

$$M_n = T \cdot Z \rightarrow A_s \cdot f_y (d - a/2) \dots\dots\dots(3-5)$$

Sehingga akan memperoleh gambar distribusi tegangan regangan balok sebagai dasar perhitungan struktur beton bertulang dalam suatu perencanaan gedung bertingkat dan bangunan rumah tinggal. Gambar distribusi tegangan regangan balok seperti gambar 3.5 :



Gambar 3.5 Distribusi Tegangan Regangan Balok

(Sumber : Istimawan Dipohusodo, 1999.)

Bila $M_u \leq \phi.M_n$ hasil rancangan aman, tetapi bila $M_u > \phi.M_n$ hasil rancangan tidak aman dan perhitungan harus direncanakan sebagai balok bertulang rangkap:

1. Bila harus direncanakan sebagai balok bertulang rangkap.

$$A_{s1} = 0,9. \rho_{maks}. b. d \dots\dots\dots(1-1)$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}, A_{s2} = 0,0018. b. d \dots\dots\dots(1-2)$$

$$M_{n1} = A_{s1}. f_y. \left(d - \frac{a}{2} \right) \dots\dots\dots(1-3)$$

$$M_{n2} = \frac{M_u}{\phi} - M_{n1} \dots\dots\dots(1-4)$$

2. Kontrol tegangan baja desak (f'_s).

$$c = \frac{a}{\beta_1} \dots\dots\dots(2-1)$$

$$d_s' \text{ (asumsi)} = 65 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s' = \left(\frac{c - d_s'}{c} \right). 0,003 \dots\dots\dots(2-2)$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} \dots\dots\dots(2-3)$$

Apabila:

$$\epsilon_s' < \epsilon_y, \text{ baja desak belum luluh, maka } f'_s = E_s. \epsilon_s'$$

Sehingga:

$$As' = \frac{Mn_2}{f's.(d - ds')} \dots\dots\dots(2-4)$$

$$As_2 = \frac{As'.f's}{fy} \dots\dots\dots(2-5)$$

$$As = As_1 + As_2 \dots\dots\dots(2-6)$$

$\epsilon s' \geq \epsilon y$, baja desak sudah luluh, $f's = fy$

Sehingga:

$$As_2 = As' \dots\dots\dots(2-7)$$

$$As_1 = As - As_2 = As - As' \dots\dots\dots(2-8)$$

Dengan: ρ = rasio tulangan tarik,

f'_c = kuat tekan beton (MPa),

f_y = tegangan luluh baja (MPa) ,

ρ_{maks} = rasio tulangan maksimum,

Cc = gaya desak beton,

Ts = gaya tarik baja,

Mn = momen nominal,

D = tinggi efektif balok,

a = kedalaman blok tegangan beton tekan,

As = luas tulangan,

ρ_b = rasio penulangan dalam keadaan seimbang,

$\beta_1 = 0,85$ untuk f'_c hingga atau sama dengan 30 Mpa,

Gaya geser rencana ($V_{a,b}$) pada balok portal berdaktilitas penuh dalam SK SNI T-15-1991-03 diatur:

$$V_{a,b} = 0,7 \cdot \frac{M_{kap} + M_{kap}'}{l_n} + 1,05 V_g \dots\dots\dots (2-9)$$

Dan tidak lebih dari :

$$V_{u,b} = 1,05 \left(V_{D,b} + V_{L,b} + \frac{4,0}{K} + V_{E,b} \right) \dots\dots\dots (2-10)$$

Dengan :

M_{kap} = momen nominal aktual pada ujung komponen dengan memperhitungkan kombinasi momen positif dan momen negatif,

M_{kap}' = momen kapasitas balok di sendi plastis pada bidang muka kolom di sebelahnya,

l_n = bentang bersih balok,

V_g = gaya geser akibat beban gravitasi,

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

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

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

K = faktor jenis struktur.

Sedangkan menurut SK SNI T-15-1991-03 ayat 3.4.1 butir 1 Penulangan geser balok harus memenuhi syarat :

$$V_u \leq \Phi V_n \dots\dots\dots(2-11)$$

$$V_n = V_c + V_s \dots\dots\dots(2-12)$$

Dimana: V_n = kuat geser nominal,

V_u = kuat geser terfaktor,

V_c = kuat geser nominal beton,

V_s = kuat geser nominal tulangan geser.

Komponen struktur yang hanya dibebani oleh geser dan lentur saja,

$$V_c = \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot b_w \cdot d \dots\dots\dots(2-13)$$

Sedangkan untuk perencanaan tulangan geser adalah

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \dots\dots\dots(2-14)$$

Dengan, A_v = luas tulangan geser dalam jarak s ,

s = jarak antar sengkang,

b_w = lebar balok.

Menurut SK SNI T-15-1991-03 ayat 3.14.3 butir 3, jarak spasi maksimum dari sengkang di dalam daerah sendi plastis tidak boleh lebih besar dari :

1. $d / 4$,
2. delapan kali diameter tulangan longitudinal terkecil,
3. 24 kali diameter batang sengkang,
4. 200 mm.

Spasi dari tulangan geser di luar daerah sendi plastis yang dipasang tegak lurus terhadap sumbu aksial komponen struktur harus sesuai dengan SK SNI T-15-1991-03 ayat 3.4.5 butir 4, yang tidak lebih dari :

1. $d/2$,
2. 600 mm.

3.6 Perencanaan Kolom

a. Tulangan longitudinal

Perencanaan tulangan longitudinal kolom dilakukan secara biaksial dengan meninjau dua arah momen terjadi secara bersamaan. Mengikuti prosedur disain manual yang diberikan dalam Notes on ACI 318-95 halaman 12-12 (PCI, 1996) langkah – langkah perencanaan kolom secara biaksial adalah sebagai berikut :

1. Pilih nilai konstanta β dimana untuk perancangan biasa diambil 0,65
2. Menghitung gaya aksial dan momen dua arah nominal, yaitu

$$a. P_n = \frac{P_u}{\phi} \dots\dots\dots (2-1)$$

$$b. M_{nx} = \frac{M_{ux}}{\phi} \dots\dots\dots (2-2)$$

$$c. M_{ny} = \frac{M_{uy}}{\phi} \dots\dots\dots (2-3)$$

3. Menghitung nilai perkiraan kuat momen uniaksial ekuivalen sebagai berikut

$$a. \text{ Untuk } \frac{M_{ny}}{M_{nx}} > \frac{b}{h} \text{ digunakan rumus } \dots\dots\dots (3-1)$$

$$M_{noy} = M_{nx} \cdot \frac{b}{h} \left[\frac{1 - \beta}{\beta} \right] + M_{ny} \dots\dots\dots (3-2)$$

b. Untuk $\frac{M_{ny}}{M_{nx}} < \frac{b}{h}$ digunakan rumus (3-3)

$$M_{nox} = M_{nx} + M_{nx} \cdot \frac{h}{b} \left[\frac{1 - \beta}{\beta} \right] \dots\dots\dots (3-4)$$

4. Berdasarkan nilai P_n dan M_{ny} atau M_{nox} yang ada kolom dirancang secara uniaksial menggunakan diagram biaksial yang ada.
5. Analisis kekuatan tampang kolom biaksial berdasarkan metode *Besler Reciprocal Load Method*

a. *Besler Reciprocal Load Method*

Digunakan untuk $P_n \geq 0,1 \cdot f'_c \cdot A_g$

Syarat yang harus terpenuhi adalah :

$$P_n \leq \frac{1}{\frac{1}{P_{ox}} + \frac{1}{P_{oy}} + \frac{1}{P_o}} \dots\dots\dots (5-1)$$

Dengan :

P_{ox} = kuat beban uniaksial maksimum kolom dengan momen M_{nx}

$$= P_n \cdot e_y$$

P_{oy} = kuat beban uniaksial maksimum kolom dengan momen M_{ny}

$$= P_n \cdot e_y$$

P_o = kuat beban uniaksial maksimum tanpa da momen yang bekerja.

$$P_o = 0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y \dots\dots\dots (5-2)$$

b. *Besler Load contour method*

Digunakan untuk $P_n < 0,1 \cdot f'_c \cdot A_g$

Syarat yang harus terpenuhi adalah

$$\frac{M_{nx}}{M_{nox}} + \frac{M_{ny}}{M_{noy}} \leq 1 \dots\dots\dots (5-3)$$

Kuat kolom portal dengan daktilitas penuh harus memenuhi :

$$\sum M_e \geq \frac{6}{5} \sum M_g \dots\dots\dots (5-4)$$

dengan:

$\sum M_e$ = jumlah momen pada pusat hubungan balok-kolom sehubungan dengan kuat lentur nominal kolom yang merangka pada hubungan balok-kolom tersebut.

$\sum M_g$ = jumlah momen pada pusat hubungan balok-kolom sehubungan dengan kuat lentur nominal balok-balok yang merangka pada hubungan balok-kolom tersebut.

Adapun batasan rasio tulangan kolom sesuai SK-SNI 2002 pasal 23.4 ayat 3.1 halaman 213 adalah tidak kurang dari 0,01 dan tidak lebih dari 0,06

b. Tulangan Transversal

Menurut SKSNI pasal 23.4 ayat 4.1 tulangan transversal berbentuk persegi sebagai tulangan pengikat dan geser tidak boleh kurang dari :

$$A_{sh_1} = 0,3 \left(s.h.c. \frac{f'_c}{f_{yh}} \right) \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \dots\dots\dots (5-5)$$

$$A_{sh_2} = 0,09 \left(s.h.c. \frac{f'_c}{f_{yh}} \right) \dots\dots\dots (5-6)$$

dimana

A_g = luas bruto penampang

A_{ch} = luas penampang dari sisi luar ke sisi luar tulangan transversal

s = spasi tulangan transversal

h_c = dimensi penampang inti kolom diukur dari sumbu ke sumbu tulangan pengekan

f'_c = kuat tekan beton

f_y = kuat leleh tulangan transversal

Sesuai SKSNI pasal 23.4 ayat 4.2 tulangan transversal dipasang sepanjang λ_o dari setiap muka hubungan balok kolom dengan spasi tidak lebih dari pada :

1. satu per empat dimensi terkecil komponen struktur.
2. enam kali diameter tulangan longitudinal

3. $s_x = 100 + \frac{350 - h_x}{3}$

s_x tidak perlu lebih besar daripada 150 mm dan tidak perlu lebih kecil dari 100 mm, h_x adalah spasi maksimum horizontal untuk kaki – kaki sengkang tertutup atau sengkang ikat pada semua muka kolom. Panjang λ_o sesuai SK-SNI 2002 pasal 23.4 ayat 4.4 ditentukan tidak kurang daripada :

1. tinggi penampang komponen struktur pada muka hubungan balok kolom atau pada segmen yang berpotensi membentuk leleh lentur.
2. 1/6 bentang bersih.
3. 500 mm

Sesuai SK-SNI 2002 pasal 23 ayat 4.6 bila tulangan transversal tidak dipasang diseluruh panjang kolom maka pada daerah sisanya harus dipasang tulanga spiral atau sengkang tertutup dengan spasi sumbu ke sumbu tidak lebih dari nilai terkecil:

1. 6 x diameter tulngan longitudinal kolom
2. 150 mm

Menurut SKSNI pasal 23.4 ayat 5.1 gaya geser rencana V_e ditentukan dengan memperhitungkan gaya-gaya maksimum yang dapat terjadi pada muka hubungan balok kolom pada setiap ujung komponen struktur.

Gaya- gaya tersebut harus ditentukan menggunakan kut momen maksimum M_{pr} dari komponen struktur yang terkait dengan rentang beban-beban aksial terfaktor yang bekerja. Besar gaya geser rencana adalah :

$$V_{u,k} = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{H} \dots\dots\dots (5-7)$$

dengan :

$V_{u,k}$ = gaya geser rencana kolom

M_{pr1} = kuat momen lentur 1

M_{pr2} = kuat momen lentur 2

H = tinggi kolom

Momen-momen ujung M_{pr} untuk kolom tidak perlu lebih besas daripada momen yang dihasilkan oleh M_{pr} balok yang merangka pada hubungan balok kolom. V_{uk} tidak boleh lebih kecil daripada nilai yang dibutuhkan berdasarkan hasil analisis struktur. Perencanaan penampang terhadap geser harus didasarkan pada:

$$\phi.V_n \geq V_n + V_c \dots\dots\dots (5-8)$$

Sesuai SK-SNI pasal 13.3 ayat 1.2 komponen struktur yang dibebani tekan aksial berlaku :

$$V_c = \left(1 + \frac{Nu}{14.A_g} \right) \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) . b_w . d \dots\dots\dots (5-9)$$

Pada daerah sepanjang sendi plastis (sepanjang λ_o) SKSNI 2002 mensyaratkan untuk tetap meninjau V_c gaya tekan aksial termasuk akibat pengaruh gempa melebihi $A_g . f_c' . / 20$. Sehingga V_c pada daerah sendi plastis bisa tetap diabaikan ($V_c = 0$), hal ini karena meskipun peningkatan gaya aksial meningkatkan nilai V_c , tetapi juga meningkatkan penurunan ketahanan geser.

3.7 Hubungan Balok Kolom

Gaya-gaya pada tulangan longitudinal balok di muka hubungan balok kolom harus ditentukan dengan menganggap bahwa tegangan pada tulangan tarik lentur adalah $1,25 . f_y$

Sesuai SK-SNI 2002 pasal 23.5 ayat 2.2 pada hubungan balok kolom dimana balok-balok, dengan lebar setidaknya sebesar $\frac{3}{4}$ lebar kolom, merangka pada keempat sisinya, harus dipasang tulangan transversal setidaknya sejumlah setengah dari yang ditentukan dalam persamaan 3.58 dan 3.59 Pada daerah tersebut spasi yang digunakan tidak lebih dari pada :

1. $\frac{1}{4}$ dimensi terkecil komponen struktur
2. 150 mm.

$$3. \quad s_x = 100 + \frac{350 - h_x}{3}$$

s_x tidak perlu lebih besar daripada 150 mm dan tidak perlu lebih kecil dari 100 mm, h_x adalah spasi maksimum horizontal untuk kaki-kaki sengkang tertutup atau sengkang ikat pada semua muka kolom. Sesuai SK-SNI 2002 pasal 23.5 ayat 3.1 halaman 216, kuat geser nominal hubungan balok kolom tidak boleh diambil lebih besar daripada ketentuan berikut ini untuk beton berat normal :

1. Untuk hubungan balok kolom yang terkekang keempat sisinya:

$$1,7 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot A_j \dots\dots\dots (1-1)$$

2. Untuk hubungan yang terkekang pada ketiga sisinya atau dua sisi yang berlawanan: :

$$1,25 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot A_j \dots\dots\dots (2-1)$$

3. Untuk hubungan lainnya : $1,0 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot A_j \dots\dots\dots (3-1)$

Untuk ketiga syarat diatas A_j adalah luas efektif hubungan balok kolom.

Kuat lentur perlu kolom portal pada bidang muka balok harus dihitung berdasarkan terjadinya sendi plastis pada ujung-ujung balok yang bertemu dengan kolom tersebut.

$$M_{u,k} = \frac{hk'}{hk} 0,7 \cdot \omega_D \cdot a_D \cdot \left(\frac{L_{ki}}{L_{ki}'} M_{kap,ki} + \frac{L_{ka}}{L_{ka}'} M_{kap,ka} \right) \dots\dots\dots (3-2)$$

Dengan :

hk = tinggi kolom dari titik pertemuan ke titik pertemuan,

hk' = tinggi kolom bersih,

Lk = bentang balok dari pertemuan ke titik pertemuan,

Lk' = bentang bersih kolom,

ω_D = faktor pembesar dinamik = 1,3 kecuali di tingkat bawah = 1,0

a_D = faktor distribusi dari kolom,

$M_{kap,ki}$ = momen kapasitas balok disebelah kiri bidang muka kolom,

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

Tetapi tidak perlu lebih dari:

$$M_{u,k} = 1,05 M_{D,K} + M_{L,K} + \frac{4,0}{K} M_{E,K} \dots\dots\dots(3-3)$$

Dengan :

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

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

$M_{E,K}$ = momen pada kolom akibat beban gempa dasar,

K = faktor jenis struktur.

A. Hitung gaya aksial maksimum kolom.

Beban aksial rencana (N_{uk}) pada kolom portal berdaktilitas sesuai SK SNI

T-15-1991-03 adalah :

1. Hitung Gaya Aksial :

$$N_{u,k} = \frac{0,7.R_n \cdot \sum M_{kap,b}}{l_b} + 1,05.N_{g,k} \dots\dots\dots(1-1)$$

Tetapi tidak boleh lebih dari :

$$N_{u,k} = 1,05 \cdot \left(N_{g,k} + \frac{4,0}{K} N_{E,k} \right) \dots\dots\dots(1-2)$$

Dengan :

$$R_n = \text{faktor reduksi,}$$

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

l_b = bentang balok dari pusat ke pusat kolom,

N = jumlah lantai di atas kolom yang ditinjau,

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

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

B. Penulangan kolom

Penulangan pokok kolom dilakukan dengan terlebih dahulu mencari rasio tulangan baja terhadap luas tampang kotor kolom (r). Tulangan kolom direncanakan pada keempat sisi kolom dan dapat digunakan grafik Gideon Kusuma seri beton 4 untuk mencari nilai r yang diperoleh dengan memasangkan nilai Mu' pada sumbu horisontal dan Nu' pada sumbu vertikal.

1. Hitung Tulangan Kolom:

$$Nu' = \frac{Nu}{\phi_o.Ag.0,85.fc'} \dots\dots\dots(1-1)$$

$$Mu' = \frac{Mu}{\phi_o.Ag.0,85.fc'.h} \dots\dots\dots(1-2)$$



Dengan:

$$\Phi_o = 0,65 \text{ untuk } Nu > (0,10.Ag.fc')$$

$$0,85 \text{ untuk } Nu < (0,10.Ag.fc')$$

$$Ag = \text{luas tampang bruto kolom}$$

$$fc' = \text{kuat tekan kolom}$$

Nu diambil dari Nu terpakai

Mu diambil dari Mu terpakai

Rasio tulangan kolom:

$$\rho = r \cdot \beta \dots\dots\dots(1-3)$$

Menurut SK SNI T 15-1991-03 pasal 3.14.4 ayat 3.1., rasio penulangan ρ tidak boleh kurang dari 0,01 dan tidak lebih dari 0,06

$$As = \rho \cdot Ag \dots\dots\dots(1-4)$$

Menurut SK SNI T-15-1991-03 ayat 3.14.4 butir 4, jarak spasi maksimum dari sengkang di dalam daerah sendi plastis tidak boleh lebih besar dari :

1. $d/4$,
2. delapan kali diameter tulangan longitudinal terkecil,
3. 100 mm.

3.8. Kuat Rencana

Dalam merencanakan beton bertulang diharapkan agar diperoleh struktur yang daktail, yaitu struktur yang dapat menahan beban statik maupun dinamis tanpa terjadi perubahan bentuk sampai derajat tertentu tanpa diikuti oleh keruntuhan struktur tersebut.

Struktur yang daktil dapat dicapai menurut ketentuan *capacity design*, yang diasumsikan kolom kuat balok lemah sehingga bila terjadi mekanisme keruntuhan maka keruntuhan terjadi pada balok kemudian kolom.

Ketidakpastian kekuatan bahan terhadap pembebanan dianggap sebagai faktor kekuatan ϕ . Dalam SK-SNI T-15-1991-03 ayat 3.2.3 butir 2 faktor reduksi (ϕ) diatur sebagai berikut:

1. Reduksi kekuatan lentur tanpa beban aksial ($\phi = 0,8$)
2. Reduksi beban aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur ($\phi = 0,8$)
3. Reduksi beban aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur:
 - a. dengan tulangan spiral maupun sengkang ikat ($\phi = 0,7$),
 - b. dengan tulangan sengkang biasa ($\phi = 0,65$).
4. Reduksi untuk geser dan torsi ($\phi = 0,6$)
5. Tumpuan pada beton ($\phi = 0,7$).

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian dan Fungsi Gedung.

Lokasi objek penelitian direncanakan berada pada daerah gempa III yang terletak di atas lapisan tanah Transisi (SNI 03-1726-2002) dan gedung berfungsi untuk kantor.

4.2 Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan dalam tugas akhir ini meliputi data struktur dan data beban gempa. Data struktur yang diperoleh dari pemodelan pada program Bantu analisis struktur (Etabs versi 7) , suatu struktur beton bertulang tahan gempa dengan struktur beton bertulang tahan gempa. Baban gempa dihitung berdasarkan metode pendekatan static ekuivalen.

4.3 Model Struktur

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

- 1) Variasi tingkat terdapat dua jenis variasi, yaitu :
 - a) Struktur beton bertulang bertingkat 4 lantai untuk PPKGRG 1987,
 - b) Struktur beton bertulang bertingkat 8 Lantai untuk PPKGRG 1987,
 - c) Struktur beton bertulang bertingkat 4 Lantai untuk TCPKGUBG 2002,
 - d) Struktur beton bertulang bertingkat 4 Lantai untuk TCPKGUBG 2002,

Pada penjelasan bab I tentang latar belakang diatas cukup jelas bahwa yang akan dibandingkan adalah gaya geser dasar nominal (V), gaya geser gempa horisontal (F) dan koefisien dasar gaya gempa (C) serta hasil desain bangunan struktur. Dengan demikian model bangunan yang dipakai adalah bangunan umum yang mana nilai $I = 1$ dan bangunan tersebut sama-sama didisain dengan daktilitas penuh $R = 8,5$.

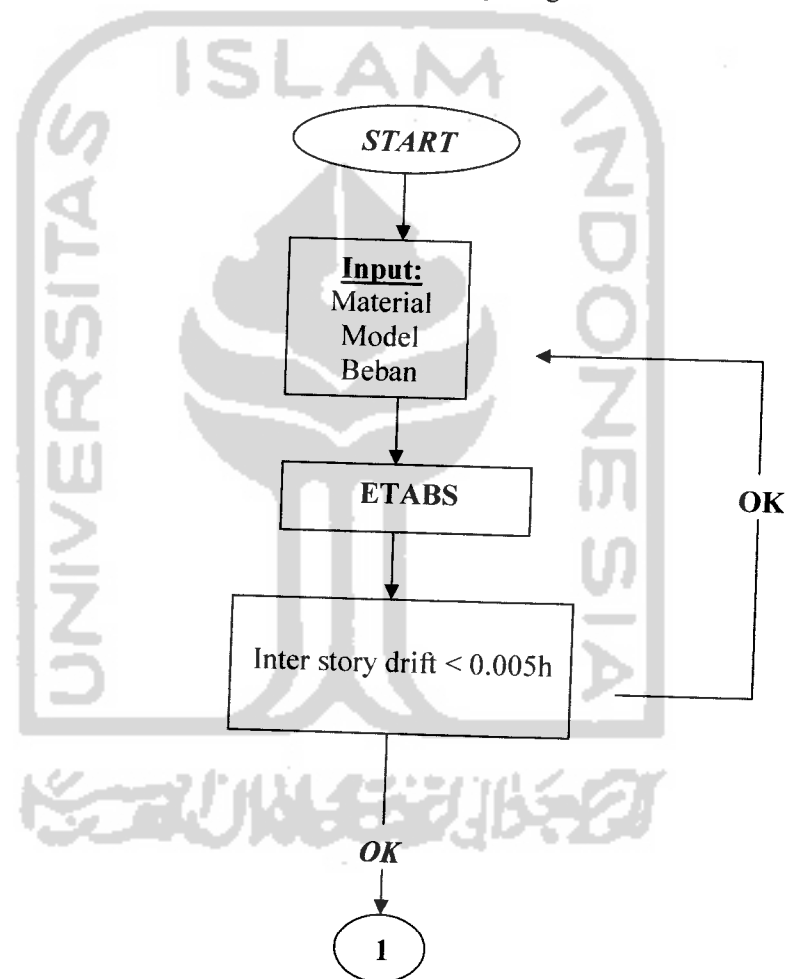
4.4 Tahapan Analisis

Pada model bangunan yang ditinjau maka bangunan tersebut akan mempunyai periode getar T tertentu. Bangunan terletak diatas tanah transisi maka dengan periode getar bangunan sebesar T dapat diperoleh nilai koefisien C melalui spektrum respon menurut PPKGRG 1987. Dengan bangunan yang sama maka koefisien C dapat diketahui dengan menggunakan spektrum respon TCPKGUBG 2002. Dengan demikian $C1$ (PPKGRG 1987) dan $C2$ (TCPKGUBG 2002) sudah dapat diketahui sehingga gaya geser dasar nominal (V) dan gaya geser gempa horisontal (F) dapat dicari.

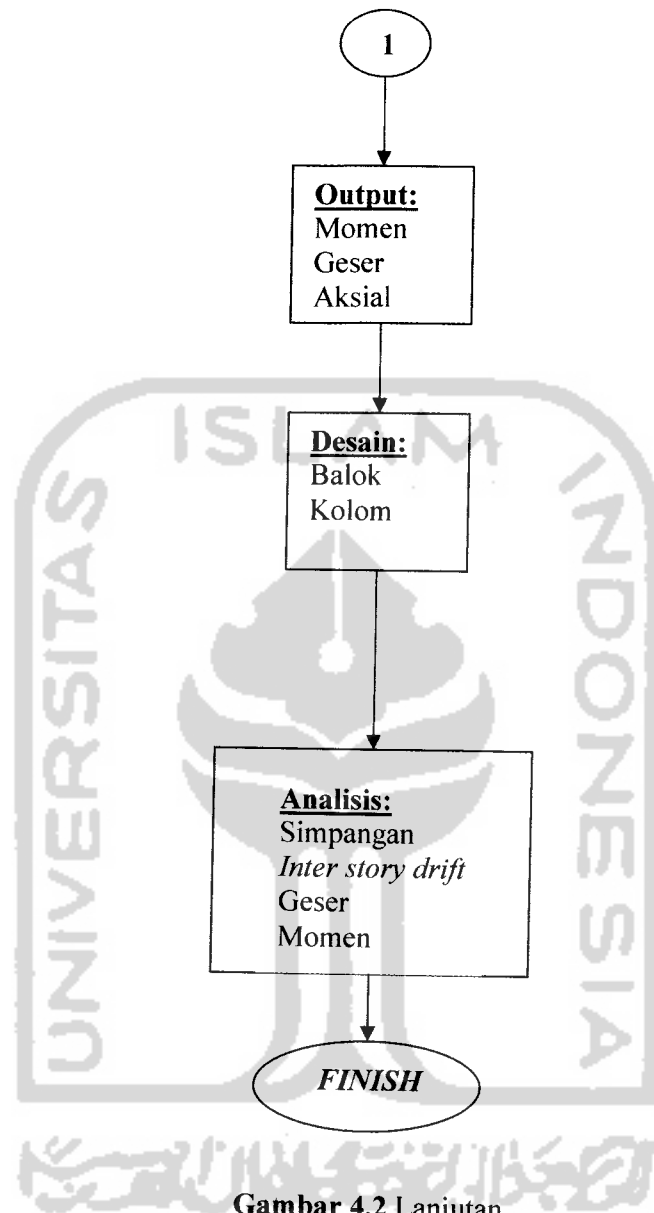
Untuk membandingkan kekuatan struktur berdasarkan kedua peraturan gempa tersebut, maka koefisien $C1$ (PPKGRG 1987) dan $C2$ (TCPKGUBG 2002) dinormalisasikan terhadap $C1$ atau $Cs = C2/C1$. Apabila $Cs < 1$, maka kekuatan struktur (TCPKGUBG 2002) lebih kecil dari PPKGRG 1987 dan apabila $Cs > 1$, maka kekuatan struktur (TCPKGUBG 2002) lebih besar dari PPKGRG 1987 begitu juga dengan $F2$ (PPKGRG 1987) dan $F2$ (TCPKGUBG 2002) dinormalisasikan terhadap $F1$ atau $Fs = F2/ F2$. Apabila $Fs < 1$, maka kekuatan

struktur (TCPKGUBG 2002) lebih kecil dari PPKGRG 1987 dan apabila $F_s > 1$, maka kekuatan struktur (TCPKGUBG 2002) lebih besar dari PPKGRG 1987 juga untuk perbandingan momen (TCPKGUBG 2002) dan momen (PPKGRG 1987) serta gaya geser (TCPKGUBG 2002) dan gaya geser (PPKGRG 1987).

Pengolahan data dilakukan dengan langkah-langkah sesuai analisis menggunakan ETABS dengan pendekatan 3D seperti gambar 4.1 :



Gambar 4.1 Flow Chart Tahapan Tahapan Analisis dan Desain



Gambar 4.2 Lanjutan

4.5. Jadwal penelitian

Jadwal penelitian ini meliputi 8 bulan efektif , yang apabila disusun adalah seperti tabel 4.1 :

Tabel 4.1 Waktu Penelitian

No	Kegiatan	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agt	Sept.	Okt.
1	Penyelesaian proposal								
2	Pengumpulan Data								
3	Pengolahan Data								
4	Pelaporan								
5	Evaluasi								
6	Seminar								



BAB V

VERIFIKASI DAN ANALISIS STRUKTUR

5.1 Estimasi Struktur

Estimasi awal ukuran elemen struktur merupakan salah satu syarat mutlak sebelum melakukan analisis struktur untuk menentukan dimensi elemen struktur yang akan digunakan dalam perencanaan. Estimasi awal ini berguna untuk menghemat waktu desain, perkiraan biaya, dan menghindari penentuan dimensi elemen yang berulang – ulang karena dimensi yang digunakan tidak memenuhi kebutuhan struktur. Estimasi dilakukan dengan menggunakan perhitungan awal sederhana yang bersifat pendekatan yang meliputi perencanaan tebal pelat, balok, dan kolom. Pada pemilihan ukuran elemen struktur ini harus diperhatikan syarat – syarat minimum dari elemen struktur yang akan ditinjau.

5.1.1 Pembebanan Struktur

Pembebanan struktur dilakukan dengan menganalisis beban mati, beban hidup dan beban gempa yang memikul struktur gedung bertingkat dengan membuat perencanaan estimasi dimensi balok dan kolom.

A. Estimasi Dimensi Balok

Menurut Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang yang berdasarkan SK SNI 03-1726-2002 menetapkan syarat-syarat untuk menentukan ukuran balok.

1. Balok induk bentang 5000 mm

a. Tinggi Balok (h)

Tinggi maksimum balok induk (h) = $1/16 \cdot L$

Maka untuk bentang $L = 5000$ mm

h maksimum = $1/16 \cdot 5000 = 312,5$ mm.

Tinggi balok induk yang dipakai 500 mm

b. Lebar Balok

Lebar maksimum balok (b) = $2/3 \cdot h$.

Lebar minimum balok = $1/2 \cdot h$.

Maka untuk $h = 500$ mm.

b maksimum = $2/3 \cdot 500 = 333,33$ mm

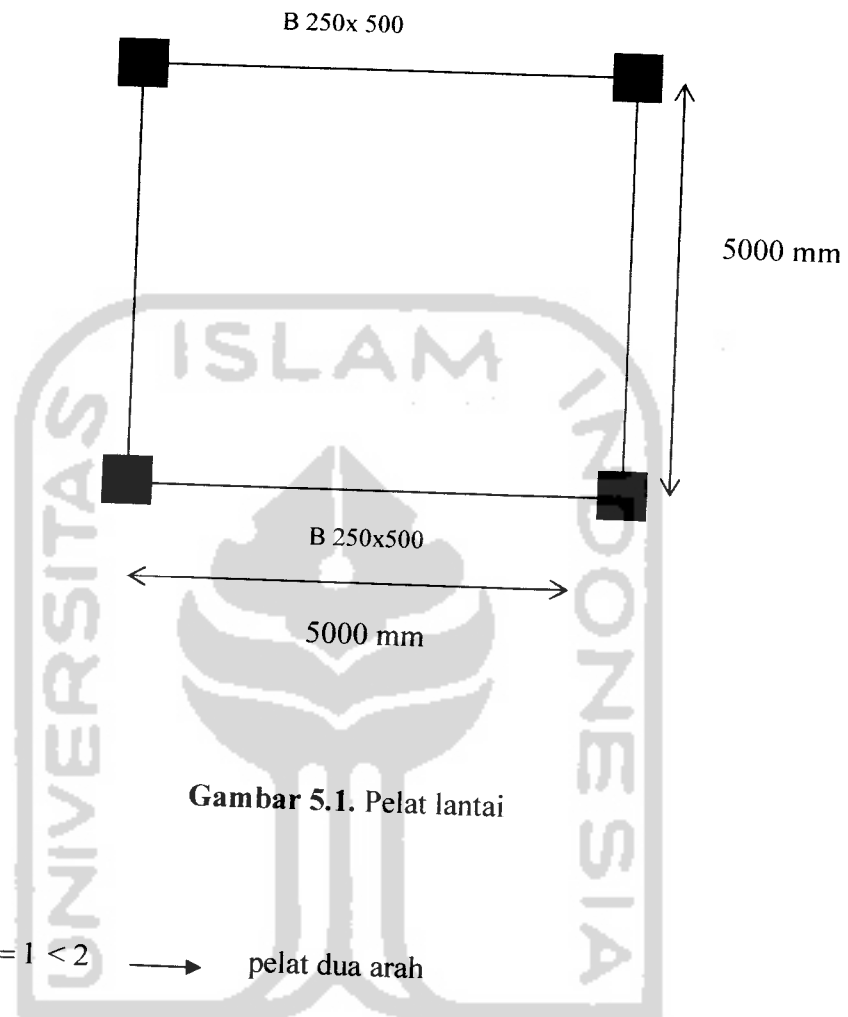
b minimum = $1/2 \cdot 500 = 250$ mm

Lebar balok induk dipakai 250 mm.

Digunakan balok induk dengan ukuran 250/500 (mm)

B. Estimasi Tebal Pelat

Perencanaan dimensi awal pelat lantai menggunakan persyaratan tebal pelat minimum pada SK-SNI 03-1726-2002 untuk konstruksi pelat dua arah (non-pratekan). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Rumah dan Gedung, memberikan tabel minimum pelat bila lendutan tidak dihitung. Tabel dibawah ini adalah nilai-nilai batas yang diberikan untuk $f_y = 240$ MPa, untuk $f_y = 400$ MPa harus dikalikan faktor tertentu sesuai yang diisyaratkan. Dalam menentukan tebal pelat minimum akan digunakan tebal pelat yang dapat mewakili pada seluruh lokasi pelat seperti gambar 5.1:



$$\beta = \frac{l_y}{l_x} = \frac{5000}{5000} = 1 < 2 \rightarrow \text{pelat dua arah}$$

$$l_n \text{ arah memanjang} = 5000 - 250 - 250 = 4500 \text{ mm} = 4,5 \text{ m}$$

$$l_n \text{ arah melintang} = 5000 - 250 - 250 = 4500 \text{ mm} = 4,5 \text{ m}$$

$$\beta \text{ (bentang bersih)} = \frac{4,5}{4,5} = 1$$

syarat tebal pelat :

$$h = \frac{\ln \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 9\beta}$$

$$h = \frac{4500 \left(0,8 + \frac{240}{1500} \right)}{36 + (9 \times 1)} = 96 \text{ mm}$$

Tetapi tidak lebih dari :

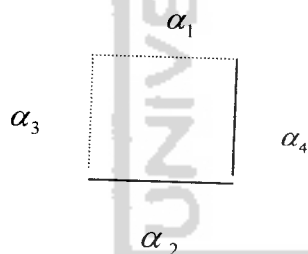
$$h = \frac{\ln \left(0,8 + \frac{fy}{1500} \right)}{36}$$

$$h = \frac{4500 \left(0,8 + \frac{240}{1500} \right)}{36} = 120 \text{ mm}$$

Tebal plat minimal adalah 9,6 cm

Maka digunakan tebal pelat 120 mm = 12 cm

Pemeriksaan tebal pelat berdasarkan syarat lendutan



Gambar 5.2 Pelat

$$lb_1 = lb_2 = lb_3 = lb_4 = \frac{1}{12} \times 25 \times 50^3 = 540000 \text{ cm}^4$$

$$ls_1 = ls_2 = ls_3 = ls_4 = \frac{1}{12} \times 450 \times 12^3 = 116048,33 \text{ cm}^4$$

$$\alpha_1 = \frac{Elb_1}{Els_1} = \frac{540000}{116048,33} = 4,653$$

$$\alpha_2 = \frac{Elb_1}{Els_1} = \frac{540000}{116048,33} = 4,653$$

$$\alpha_3 \frac{Elb_1}{El_{s_1}} = \frac{540000}{116048,33} = 4,653$$

$$\alpha_4 = \frac{Elb_1}{El_{s_1}} = \frac{540000}{116048,33} = 4,653$$

$$\alpha_m = \frac{1}{4}(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) = \frac{1}{4}(4,653 + 4,653 + 4,653 + 4,653) = 4,653$$

maka :

$$h = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36 + 5\beta\left[\alpha_m - 0,12\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)\right]}$$

$$h = \frac{4500\left(0,8 + \frac{240}{1500}\right)}{36 + [5 \times 1] \left[4,653 - 0,12\left(1 + \frac{1}{1}\right)\right]} = 0,092 \text{ mm} = 0,92 \text{ cm}$$

0,92 cm < 12 cm.....ok !!!

C. Estimasi beban rencana tiap lantai

1. Beban Mati :

a. Beban mati pada atap (lantai 4 dan lantai 8)

$$\text{Pelat atap (14cm)} = 0,12 \cdot 24 = 2,88 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Finishing (spesi + water proofing)} = 0,35 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Plafon dan Penggantung} = 0,18 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{ME dan AC} = 0,3 \text{ KN/m}^2$$

$$\hline Qd \text{ atap} = 3,88 \text{ KN/m}^2 \quad +$$

b. Beban mati pada plat lantai 1 – 3 dan lantai 1-7 :

Beban mati tiap lantai :

$$\text{Plat lantai (14 cm)} = 0,12 \cdot 24 = 2,28 \text{ KN/m}^2$$

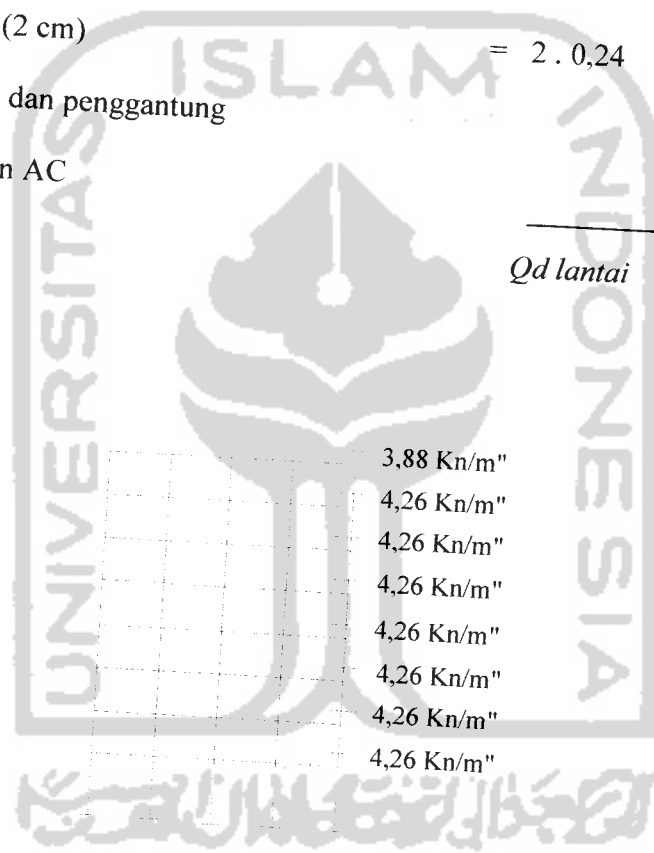
Pasir urug (3 cm) $= 0,03 \cdot 18 = 0,54 \text{ KN/m}^2$

$$= 2 \cdot 0,21 = 0,42 \text{ KN/m}^2$$
$$\text{Tegel (2 cm)} = 2 \cdot 0,24 = 0,48 \text{ KN/m}^2$$

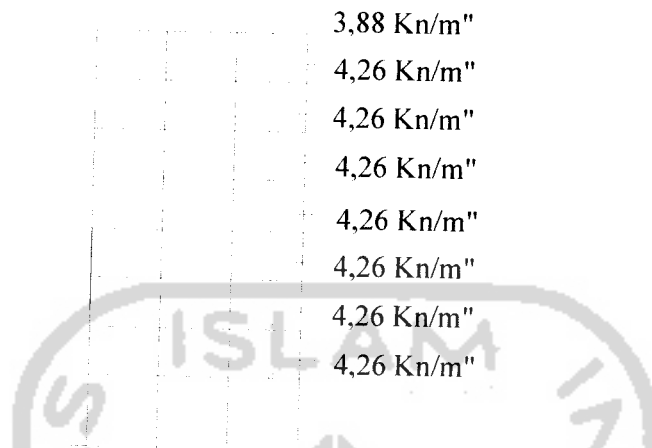
Plafon dan penggantung $= 0,18 \text{ KN/m}^2$

ME dan AC

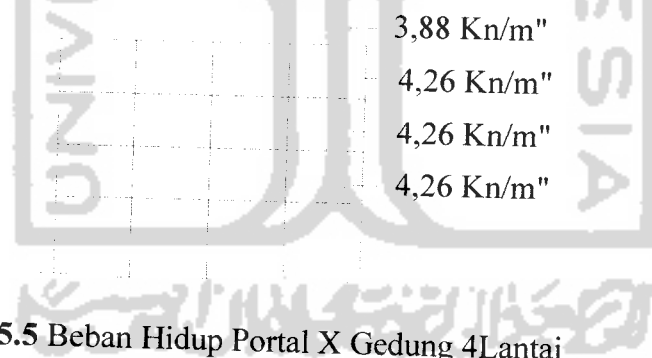
$$Qd \text{ lantai} = 4,26 \text{ KN/m}^2$$



Gambar 5.3 Beban Hidup Portal X Gedung 8 Lantai



Gambar 5.4 Beban Hidup Portal Y Gedung 8 Lantai



Gambar 5.5 Beban Hidup Portal X Gedung 4 Lantai



	3,88 Kn/m
	4,26 Kn/m
	4,26 Kn/m
	4,26 Kn/m

Gambar 5.6 Beban Hidup Portal Y Gedung 4 Lantai

2. Beban Hidup

a. Beban hidup pada plat atap

Beban hidup pelat atap : $q_l \text{ atap} = 1 \text{ KN/m}^2$

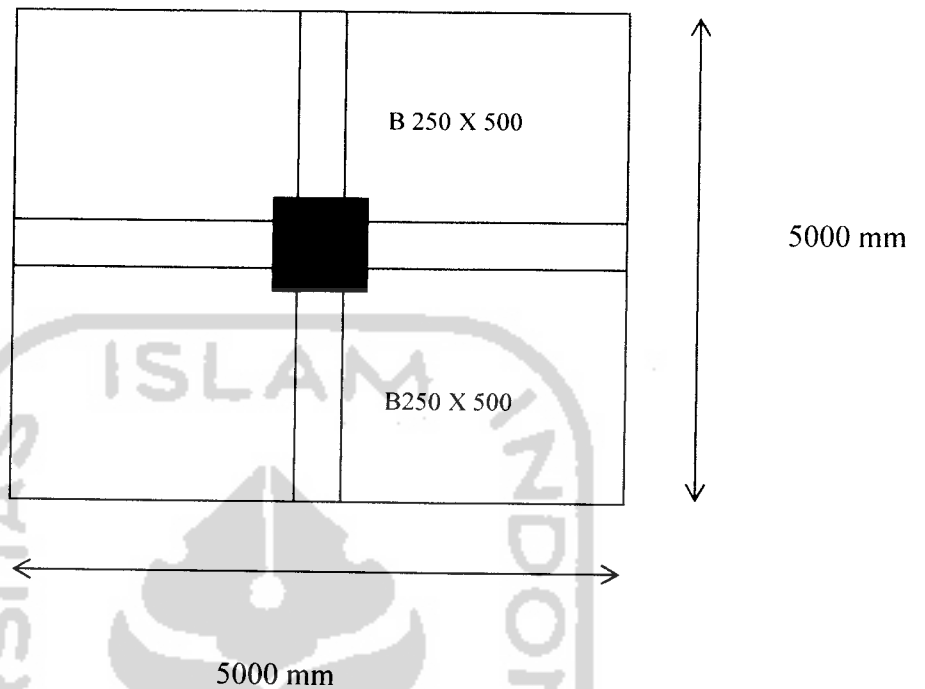
Beban hidup air hujan $= 0,3 \text{ KN/m}^2$

b. Beban pada plat lantai

Beban hidup pada tiap lantai : $q_l \text{ lantai} = 2,5 \text{ KN/m}^2$

D. Estimasi Dimensi Kolom

Estimasi yang dilakukan pada kolom ini sifatnya hanya pendekatan. Estimasi kolom ini dilakukan hanya memperhitungkan beban aksial, sedangkan bebannya diambil dari beban hidup dan beban mati yang membebani kolom. Estimasi ini dilakukan dengan mengambil kolom yang mendukung luasan pelat lantai yang terbesar pada gambar 5.7 :



Gambar 5.7 Luasan lantai 7 – 8 yang diDukung Kolom

1. Perencanaan Awal Dimensi Kolom 8 Lantai

1. lantai atap :

a. Beban mati:

$$\text{Plat atap} = (5 \times 5) \times 3,88 = 97 \text{ KN}$$

$$\text{Balok induk (250/500)} = 0,25 \times 0,5 \times 24 \times 10 = 30 \text{ KN}$$

$$\text{Balok induk (250/500)} = 0,25 \times 0,5 \times 24 \times 10 = 30 \text{ KN}$$

$$N_D \text{ atap} = 157 \text{ KN} \quad +$$

b. Beban hidup:

$$q_l \text{ atap} = 1,3 \text{ KN/m}^2$$

$$N_L \text{ atap} = (5 \times 5) \times 1,3 = 32,5 \text{ KN}$$

$$P_u = (1,2 \times 157) + (1,6 \times 32,5) = 240,4 \text{ KN}$$

$$\text{Gunakan } A_{st} = 1\% \cdot A_g = 0,01 \cdot A_g$$

$$\Phi P_n = 0,8 \cdot \Phi \cdot P_o$$

$$P_n = \frac{P_u}{0,65} = \frac{240,4}{0,65} = 369,846 \text{ KN}$$

$$P_n = 0,8 \cdot P_o$$

$$P_n = 0,8 \{0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + (f_y \cdot A_{st})\}$$

$$369,846 \cdot 10^3 = 0,8 \{0,85 \cdot 25 \cdot (A_g - 0,01 A_g) + (400 \cdot 0,01 A_g)\}$$

$$A_g = 16059,31$$

$$b = h = \sqrt{A_g} = \sqrt{16059,31} = 126,725 \text{ mm} = 12,6725 \text{ cm}$$

2. Lantai 7:

a. Beban mati:

$$\text{Plat atap} = (5 \times 5) \times 4,26 = 106,5 \text{ KN}$$

$$\text{Balok induk (250/500)} = 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10 = 30 \text{ KN}$$

$$\text{Balok induk (250/500)} = 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10 = 30 \text{ KN}$$

$$\text{Beban lantai di atasnya} = 157 \text{ KN}$$

$$\text{Taksiran berat kolom} = 100 \text{ KN}$$

$$N_D \text{ lantai 7} = 423,5 \text{ KN} +$$

b. Beban hidup:

$$ql = 2,5 \text{ KN/m}^2$$

$$N_L \text{ lantai} = (5 \times 5 \times 2,5) + N_L \text{ lantai atap} = 62,5 + 32,5 = 95 \text{ KN}$$

$$Pu = (1,2 \times 423,5) + (1,6 \times 95) = 608,2 \text{ KN}$$

$$\text{Gunakan } Ast = 1\% \cdot Ag = 0,01 \cdot Ag$$

$$\Phi Pn = 0,8 \cdot \Phi \cdot Po$$

$$Pn = \frac{Pu}{0,65} = \frac{608,2}{0,65} = 935,692 \text{ KN}$$

$$Pn = 0,8 \cdot Po$$

$$Pn = 0,8 \{ 0,85 \cdot f'c \cdot (Ag - Ast) + (fy \cdot Ast) \}$$

$$935,692 \cdot 10^3 = 0,8 \{ 0,85 \cdot 25 \cdot (Ag - 0,01 Ag) + (400 \cdot 0,01 Ag) \}$$

$$Ag = 40629,27$$

$$b = h = \sqrt{Ag} = \sqrt{40629,27} = 201,567 \text{ mm} = 20,1567 \text{ cm}$$

3. Lantai 6:

a. Beban mati:

$$\begin{array}{lcl} \text{Plat atap} & = (5 \times 5) \times 4,26 & = 106,5 \text{ KN} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Balok induk (250/500)} & = 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10 & = 30 \text{ KN} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Balok induk (250/500)} & = 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10 & = 30 \text{ KN} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Beban lantai di atasnya} & & = 423,5 \text{ KN} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Taksiran berat kolom} & & = 100 \text{ KN} \end{array}$$

$$N_D \text{ lantai 6} = 690 \text{ KN}$$

b. Beban hidup:

$$q_l = 2,5 \text{ KN/m}^2$$

$$N_L \text{ lantai} = (5 \times 5 \times 2,5) + N_L \text{ lantai atap} = 62,5 + 95 = 157,5 \text{ KN}$$

$$P_u = (1,2 \times 690) + (1,6 \times 157,5) = 1080 \text{ KN}$$

$$\text{Gunakan } A_{st} = 1\% \cdot A_g = 0,01 \cdot A_g$$

$$\Phi P_n = 0,8 \cdot \Phi \cdot P_o$$

$$P_n = \frac{P_u}{0,65} = \frac{1080}{0,65} = 1661,538 \text{ KN}$$

$$P_n = 0,8 \cdot P_o$$

$$P_n = 0,8 \{ 0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + (f_y \cdot A_{st}) \}$$

$$1661,538 \cdot 10^3 = 0,8 \{ 0,85 \cdot 25 \cdot (A_g - 0,01 A_g) + (400 \cdot 0,01 A_g) \}$$

$$A_g = 72146,68$$

$$b = h = \sqrt{A_g} = \sqrt{72146,68} = 268,6013 \text{ mm} = 26,86013 \text{ cm}$$

4. Lantai 5:

a. Beban mati:

$$\text{Plat atap} = (5 \times 5) \times 4,26 = 106,5 \text{ KN}$$

$$\text{Balok induk (250/500)} = 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10 = 30 \text{ KN}$$

$$\text{Balok induk (250/500)} = 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10 = 30 \text{ KN}$$

$$\text{Beban lantai diatasnya} = 690 \text{ KN}$$

$$\text{Taksiran berat kolom} = 100 \text{ KN}$$

$$N_D \text{ lantai 5} = 956,5 \text{ KN}$$

+

b. Beban hidup:

$$q_l = 2,5 \text{ KN/m}^2$$

$$N_L \text{ lantai} = (5 \times 5 \times 2,5) + N_L \text{ lantai atap} = 62,5 + 157,5 = 220 \text{ KN}$$

$$P_u = (1,2 \times 956,5) + (1,6 \times 220) = 1499,8 \text{ KN}$$

$$\text{Gunakan } A_{st} = 1\% \cdot A_g = 0,01 \cdot A_g$$

$$\Phi P_n = 0,8 \cdot \Phi \cdot P_o$$

$$P_n = \frac{P_u}{0,65} = \frac{1499,8}{0,65} = 2307,385 \text{ KN}$$

$$P_n = 0,8 \cdot P_o$$

$$P_n = 0,8 \{ 0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + (f_y \cdot A_{st}) \}$$

$$2307,385 \cdot 10^3 = 0,8 \{ 0,85 \cdot 25 \cdot (A_g - 0,01 A_g) + (400 \cdot 0,01 A_g) \}$$

$$A_g = 100190,4$$

$$b = h = \sqrt{A_g} = \sqrt{100190,4} = 316,528 \text{ mm} = 31,6528 \text{ cm}$$

5. Lantai 4:

a. Beban mati:

$$\text{Plat atap} = (5 \times 5) \times 4,26 = 106,5 \text{ KN}$$

$$\text{Balok induk (250/500)} = 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10 = 30 \text{ KN}$$

$$\text{Balok induk (250/500)} = 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10 = 30 \text{ KN}$$

$$\text{Beban lantai di atasnya} = 956,5 \text{ KN}$$

$$\text{Taksiran berat kolom} = 100 \text{ KN}$$

$$N_D \text{ lantai 4} = 1223 \text{ KN}$$

+

b. Beban hidup:

$$q_l = 2,5 \text{ KN/m}^2$$

$$N_L \text{ lantai} = (5 \times 5 \times 2,5) + N_L \text{ lantai atap} = 62,5 + 220 = 282,5 \text{ KN}$$

$$P_u = (1,2 \times 1223) + (1,6 \times 282,5) = 1919,6 \text{ KN}$$

$$\text{Gunakan } A_{st} = 1\% \cdot A_g = 0,01 \cdot A_g$$

$$\Phi P_n = 0,8 \cdot \Phi \cdot P_o$$

$$P_n = \frac{P_u}{0,65} = \frac{1919,6}{0,65} = 2953,231 \text{ KN}$$

$$P_n = 0,8 \cdot P_o$$

$$P_n = 0,8 \{ 0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + (f_y \cdot A_{st}) \}$$

$$2953,231 \cdot 10^3 = 0,8 \{ 0,85 \cdot 25 \cdot (A_g - 0,01 A_g) + (400 \cdot 0,01 A_g) \}$$

$$A_g = 128364,4$$

$$b = h = \sqrt{A_g} = \sqrt{128364,4} = 358,279 \text{ mm} = 35,8279 \text{ cm}$$

6. Lantai 3:

a. Beban mati:

$$\text{Plat atap} = (5 \times 5) \times 4,26 = 106,5 \text{ KN}$$

$$\text{Balok induk (250/500)} = 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10 = 30 \text{ KN}$$

$$\text{Balok induk (250/500)} = 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10 = 30 \text{ KN}$$

$$\text{Beban lantai di atasnya} = 1223 \text{ KN}$$

$$\text{Taksiran berat kolom} = 100 \text{ KN}$$

$$N_D \text{ lantai 3} = 1489,5 \text{ KN}$$

+

b. Beban hidup:

$$q_l = 2,5 \text{ KN/m}^2$$

$$N_L \text{ lantai} = (5 \times 5 \times 2,5) + N_L \text{ lantai atap} = 62,5 + 282,5 = 345 \text{ KN}$$

$$P_u = (1,2 \times 1489,5) + (1,6 \times 345) = 2339,4 \text{ KN}$$

$$\text{Gunakan } A_{st} = 1\% \cdot A_g = 0,01 \cdot A_g$$

$$\Phi P_n = 0,8 \cdot \Phi P_o$$

$$P_n = \frac{P_u}{0,65} = \frac{2339,4}{0,65} = 3599,077 \text{ KN}$$

$$P_n = 0,8 \cdot P_o$$

$$P_n = 0,8 \{ 0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + (f_y \cdot A_{st}) \}$$

$$3599,077 \cdot 10^3 = 0,8 \{ 0,85 \cdot 25 \cdot (A_g - 0,01 A_g) + (400 \cdot 0,01 A_g) \}$$

$$A_g = 156277,8$$

$$b = h = \sqrt{A_g} = \sqrt{156277,8} = 395,319 \text{ mm} = 39,5319 \text{ cm}$$

7. Lantai 2:

a. Beban mati:

$$\text{Plat atap} = (5 \times 5) \times 4,26 = 106,5 \text{ KN}$$

$$\text{Balok induk (250/500)} = 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10 = 30 \text{ KN}$$

$$\text{Balok induk (250/500)} = 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10 = 30 \text{ KN}$$

$$\text{Beban lantai di atasnya} = 1489,5 \text{ KN}$$

$$\text{Taksiran berat kolom} = 100 \text{ KN}$$

$$N_D \text{ lantai 2} = 1756 \text{ KN}$$

+

b. Beban hidup:

$$q_l = 2,5 \text{ KN/m}^2$$

$$N_L \text{ lantai} = (5 \times 5 \times 2,5) + N_L \text{ lantai atap} = 62,5 + 345 = 407,5 \text{ KN}$$

$$P_u = (1,2 \times 1756) + (1,6 \times 407,5) = 2759,2 \text{ KN}$$

$$\text{Gunakan } A_{st} = 1\% \cdot A_g = 0,01 \cdot A_g$$

$$\Phi P_n = 0,8 \cdot \Phi \cdot P_o$$

$$P_n = \frac{P_u}{0,65} = \frac{2759,2}{0,65} = 4244,923 \text{ KN}$$

$$P_n = 0,8 \cdot P_o$$

$$P_n = 0,8 \{ 0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + (f_y \cdot A_{st}) \}$$

$$4244,923 \cdot 10^3 = 0,8 \{ 0,85 \cdot 25 \cdot (A_g - 0,01 A_g) + (400 \cdot 0,01 A_g) \}$$

$$A_g = 184321,5$$

$$b = h = \sqrt{A_g} = \sqrt{184321,5} = 429,326 \text{ mm} = 42,9326 \text{ cm}$$

8. Lantai 1:

a. Beban mati:

$$\text{Plat atap} = (5 \times 5) \times 4,26 = 106,5 \text{ KN}$$

$$\text{Balok induk (250/500)} = 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10 = 30 \text{ KN}$$

$$\text{Balok induk (250/500)} = 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10 = 30 \text{ KN}$$

$$\text{Beban lantai di atasnya} = 1756 \text{ KN}$$

$$\text{Taksiran berat kolom} = 100 \text{ KN}$$

$$N_D \text{ lantai 1} = 2022,5 \text{ KN}$$

b. Beban hidup:

$$q_l = 2,5 \text{ KN/m}^2$$

$$N_L \text{ lantai} = (5 \times 5 \times 2,5) + N_L \text{ lantai atap} = 62,5 + 407,5 = 470 \text{ KN}$$

$$P_u = (1,2 \times 2022,5) + (1,6 \times 470) = 3179 \text{ KN}$$

$$\text{Gunakan } A_{st} = 1\% \cdot A_g = 0,01 \cdot A_g$$

$$\Phi P_n = 0,8 \cdot \Phi \cdot P_o$$

$$P_n = \frac{P_u}{0,65} = \frac{3179}{0,65} = 4890,769 \text{ KN}$$

$$P_n = 0,8 \cdot P_o$$

$$P_n = 0,8 \{ 0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + (f_y \cdot A_{st}) \}$$

$$4890,769 \cdot 10^3 = 0,8 \{ 0,85 \cdot 25 \cdot (A_g - 0,01 A_g) + (400 \cdot 0,01 A_g) \}$$

$$A_g = 212365,1$$

$$b = h = \sqrt{A_g} = \sqrt{212365,1} = 460,830 \text{ mm} = 46,0830 \text{ cm}$$

Tabel 5.1 Estimasi Dimensi Kolom Tiap Lantai

Lantai	ND (KN)	NL (KN)	PU (KN)	h (KN)	Dipakai (cm)
Atap	157	32,5	240,4	12,6725	60 x 60
7	423,5	95	608,2	20,1567	60 x 60
6	690	157,5	1080	26,8601	70 x 70
5	956,5	220	1499,8	31,6528	70 x 70
4	1223	282,5	1919,6	35,8279	70 x 70
3	1489,5	345	2339,4	39,5319	80 x 80
2	1756	407,5	2759,2	42,9326	80 x 80
1	2022,5	470	3179	46,0830	80 x 80

2. Perencanaan Awal Dimensi Kolom 4 Lantai

1. lantai atap :

a. Beban mati:

$$\text{Plat atap} = (5 \times 5) \times 3,88 = 97 \text{ KN}$$

$$\text{Balok induk (250/500)} = 0,25 \times 0,5 \times 24 \times 10 = 30 \text{ KN}$$

$$\text{Balok induk (250/500)} = 0,25 \times 0,5 \times 24 \times 10 = 30 \text{ KN}$$

$$N_D \text{ atap} = 157 \text{ KN} +$$

b. Beban hidup:

$$q_l \text{ atap} = 1,3 \text{ KN/m}^2$$

$$N_L \text{ atap} = (5 \times 5) \times 1,3 = 32,5 \text{ KN}$$

$$P_u = (1,2 \times 157) + (1,6 \times 32,5) = 240,4 \text{ KN}$$

$$\text{Gunakan } A_{st} = 1\% \cdot A_g = 0,01 \cdot A_g$$

$$\Phi P_n = 0,8 \cdot \Phi \cdot P_o$$

$$P_n = \frac{P_u}{0,65} = \frac{240,4}{0,65} = 369,846 \text{ KN}$$

$$P_n = 0,8 \cdot P_o$$

$$P_n = 0,8 \{0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + (f_y \cdot A_{st})\}$$

$$369,846 \cdot 10^3 = 0,8 \{0,85 \cdot 25 \cdot (A_g - 0,01 A_g) + (400 \cdot 0,01 A_g)\}$$

$$A_g = 16059,31$$

$$b = h = \sqrt{A_g} = \sqrt{16059,31} = 126,725 \text{ mm} = 12,6725 \text{ cm}$$

2. Lantai 3:

a. Beban mati:

Plat atap	$= (5 \times 5) \times 4,26$	$= 106,5 \text{ KN}$
Balok induk (250/500)	$= 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10$	$= 30 \text{ KN}$
Balok induk (250/500)	$= 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10$	$= 30 \text{ KN}$
Beban lantai diatasnya		$= 157 \text{ KN}$
Taksiran berat kolom		$= 100 \text{ KN}$
		<hr/>
	$N_D \text{ lantai } 3$	$= 423,5 \text{ KN}$

b. Beban hidup:

$$ql = 2,5 \text{ KN/m}^2$$

$$N_L \text{ lantai} = (5 \times 5 \times 2,5) + N_L \text{ lantai atap} = 62,5 + 32,5 = 95 \text{ KN}$$

$$Pu = (1,2 \times 423,5) + (1,6 \times 95) = 608,2 \text{ KN}$$

$$\text{Gunakan } Ast = 1\% \cdot Ag = 0,01 \cdot Ag$$

$$\Phi Pn = 0,8 \cdot \Phi \cdot Po$$

$$Pn = \frac{Pu}{0,65} = \frac{608,2}{0,65} = 935,692 \text{ KN}$$

$$Pn = 0,8 \cdot Po$$

$$Pn = 0,8 \{0,85 \cdot f'c \cdot (Ag - Ast) + (fy \cdot Ast)\}$$

$$935,692 \cdot 10^3 = 0,8 \{0,85 \cdot 25 \cdot (Ag - 0,01 Ag) + (400 \cdot 0,01 Ag)\}$$

$$Ag = 40629,27$$

$$b = h = \sqrt{Ag} = \sqrt{40629,27} = 201,567 \text{ mm} = 20,1567 \text{ cm}$$

3. Lantai 2:

a. Beban mati:

Plat atap	$= (5 \times 5) \times 4,26$	$= 106,5 \text{ KN}$
Balok induk (250/500)	$= 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10$	$= 30 \text{ KN}$
Balok induk (250/500)	$= 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10$	$= 30 \text{ KN}$
Beban lantai diatasnya		$= 423,5 \text{ KN}$
Taksiran berat kolom		$= 100 \text{ KN}$
		<hr/>
$N_D \text{ lantai } 2$		$= 690 \text{ KN}$

b. Beban hidup:

$$q_l = 2,5 \text{ KN/m}^2$$

$$N_L \text{ lantai} = (5 \times 5 \times 2,5) + N_L \text{ lantai atap} = 62,5 + 95 = 157,5 \text{ KN}$$

$$P_u = (1,2 \times 690) + (1,6 \times 157,5) = 1080 \text{ KN}$$

$$\text{Gunakan } A_{st} = 1\% \cdot A_g = 0,01 \cdot A_g$$

$$\Phi P_n = 0,8 \cdot \Phi \cdot P_o$$

$$P_n = \frac{P_u}{0,65} = \frac{1080}{0,65} = 1661,538 \text{ KN}$$

$$P_n = 0,8 \cdot P_o$$

$$P_n = 0,8 \{ 0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + (f_y \cdot A_{st}) \}$$

$$1661,538 \cdot 10^3 = 0,8 \{ 0,85 \cdot 25 \cdot (A_g - 0,01 A_g) + (400 \cdot 0,01 A_g) \}$$

$$A_g = 72146,68$$

$$b = h = \sqrt{A_g} = \sqrt{72146,68} = 268,6013 \text{ mm} = 26,86013 \text{ cm}$$

4. Lantai 1:

a. Beban mati:

$$\text{Plat atap} = (5 \times 5) \times 4,26 = 106,5 \text{ KN}$$

Balok induk (250/500)	$= 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10$	$= 30 \text{ KN}$	
Balok induk (250/500)	$= 0,5 \times 0,25 \times 24 \times 10$	$= 30 \text{ KN}$	
Beban lantai diatasnya		$= 690 \text{ KN}$	
Taksiran berat kolom		$= 100 \text{ KN}$	
		<hr/>	+
$N_D \text{ lantai } 1$		$= 956,5 \text{ KN}$	

b. Beban hidup:

$$q_l = 2,5 \text{ KN/m}^2$$

$$N_L \text{ lantai} = (5 \times 5 \times 2,5) + N_L \text{ lantai atap} = 62,5 + 157,5 = 220 \text{ KN}$$

$$P_u = (1,2 \times 956,5) + (1,6 \times 220) = 1499,8 \text{ KN}$$

$$\text{Gunakan } A_{st} = 1\% \cdot A_g = 0,01 \cdot A_g$$

$$\Phi P_n = 0,8 \cdot \Phi \cdot P_o$$

$$P_n = \frac{P_u}{0,65} = \frac{1499,8}{0,65} = 2307,385 \text{ KN}$$

$$P_n = 0,8 \cdot P_o$$

$$P_n = 0,8 \{ 0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + (f_y \cdot A_{st}) \}$$

$$2307,385 \cdot 10^3 = 0,8 \{ 0,85 \cdot 25 \cdot (A_g - 0,01 A_g) + (400 \cdot 0,01 A_g) \}$$

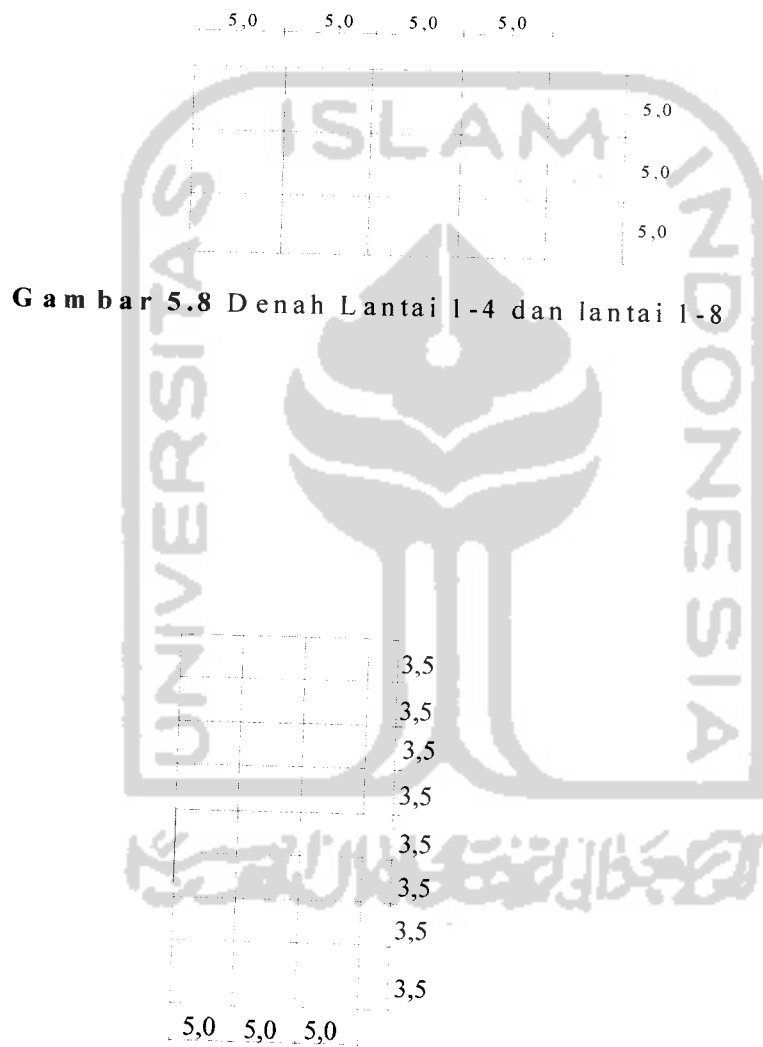
$$A_g = 100190,4$$

$$b = h = \sqrt{A_g} = \sqrt{100190,4} = 316,528 \text{ mm} = 31,6528 \text{ cm}$$

Tabel 5.2 Estimasi Dimensi Kolom Tiap Lantai

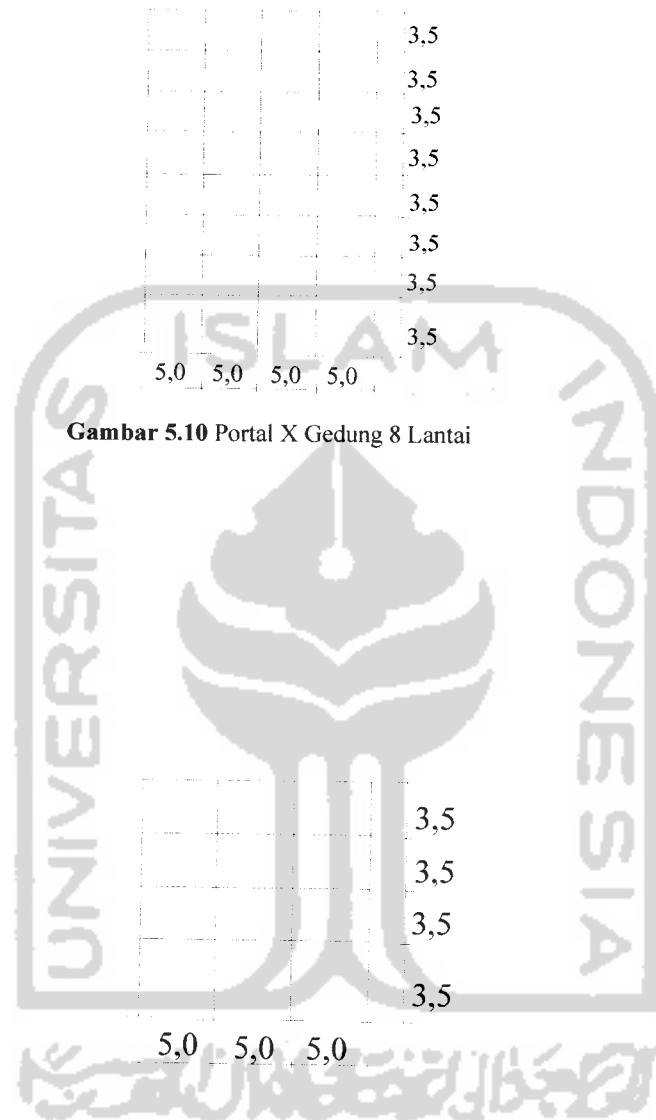
Lantai	ND (KN)	NL (KN)	PU (KN)	h (KN)	Dipakai (cm)
Atap	157	32,5	240,4	12,6725	50 x 50
3	423,5	95	608,2	20,1567	50 x 50

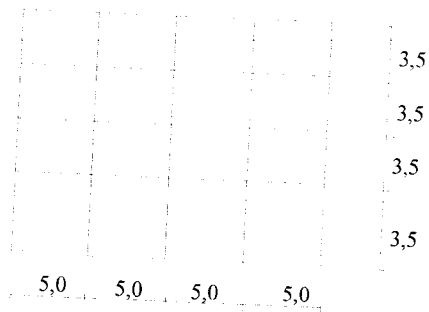
2	690	157,5	1080	26,8601	60 x 60
1	956,5	220	1499,8	31,6528	60 x 60



Gambar 5.8 Denah Lantai 1-4 dan lantai 1-8

Gambar 5.9 Portal Y Gedung 8 Lantai





Gambar 5.12 Portal X Gedung 4 Lantai



5.1.2 Analisis Beban Gempa

Dalam menganalisis beban gempa untuk gedung bertingkat 4 lantai dan 8 lantai menggunakan dua peraturan gempa supaya dapat diperoleh perbandingan antara gedung bertingkat 4 menggunakan peraturan gempa PPKGRG 1987 dan TCPKGUBG 2002 serta gedung bertingkat 8 lantai menggunakan peraturan gempa PPKGRG 1987 dan TCPKGUBG 2002.

5.1.2.1 Perencanaan Lantai 4 dengan PPKGRG 1987

Perencanaan bangunan gedung bertingkat 4 lantai dipakai untuk kantor yang mempunyai factor keutamaan satu ($I=1$) dan koefisien reduksi beban hidup 0,3. Bangunan dibuat dari struktur beton bertulang faktor jenis struktur satu ($K=1$). Mutu beton yang dipakai adalah $f_c = 25$ MPa. Bangunan gedung tersebut terletak di daerah gempa 3 dan terletak diatas tanah transisi. Ukuran kolom yang direncanakan K50 x 50 cm untuk lantai 1 dan lantai 2, sedangkan untuk lantai 3 dan lantai 4 adalah K40 x 40 cm dan ukuran balok yang direncanakan B25 x 50 cm.

A. Berat Bangunan

1). W Lantai atap

Beban mati Pelat	=	$15 \times 20 \times 388$	=	116400 kg
Beban hidup Pelat	=	$15 \times 20 \times (0.3 \times 150)$	=	13500 kg
Balok B 25 x 50	=	$(0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400$	=	46500 kg
Kolom K40 x40	=	$(0.4 \times 0.4 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400$	=	<u>13440 kg</u>

$$Total\ W\ atap = 189840\ kg$$

2). W Lantai 3

$$Beban\ mati\ Pelat = ((15 \times 20) - 25) \times 426 = 117150\ kg$$

$$Beban\ hidup\ Pelat = ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) = 20625\ kg$$

$$Balok\ B\ 25 \times 50 = (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 = 46500\ kg$$

$$Kolom\ K\ 40 \times 40 = (0.4 \times 0.4 \times 3.5 \times 20\ buah) \times 2400 = 26880\ kg$$

$$Tembok = (3.5\ m \times 250 \times 135) = \underline{118125\ kg}$$

$$Total\ W\ Lantai\ 3 = 329280\ kg$$

3). W Lantai 2

$$Beban\ mati\ Pelat = ((15 \times 20) - 25) \times 426 = 117150\ kg$$

$$Beban\ hidup\ Pelat = ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) = 20625\ kg$$

$$Balok\ B\ 25 \times 50 = (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 = 46500\ kg$$

$$Kolom\ K\ 40 \times 40 = (0.4 \times 0.4 \times 1.75 \times 20\ buah) \times 2400 = 13440\ kg$$

$$Kolom\ K\ 50 \times 50 = (0.5 \times 0.5 \times 1.75 \times 20\ buah) \times 2400 = 21000\ kg$$

$$Tembok = (3.5 \times 250 \times 135) = \underline{118125\ kg}$$

$$Total\ W\ Lantai\ 2 = 336840\ kg$$

4). W Lantai 1

$$\text{Beban mati Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times 426 = 117150 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) = 20625 \text{ kg}$$

$$\text{Balok B } 25 \times 50 = (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 = 46500 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 40 \times 40 = (0.5 \times 0.5 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 21000 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 50 \times 50 = (0.5 \times 0.5 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 21000 \text{ kg}$$

$$\text{Tembok} = (3.5 \times 250 \times 135) = \underline{118125 \text{ kg}}$$

$$\text{Total W Lantai 1} = 344400 \text{ kg}$$

Jadi total berat bangunan :

$$1. \text{ W atap} = 189840 \text{ kg}$$

$$2. \text{ W lantai 3} = 329280 \text{ kg}$$

$$3. \text{ W lantai 2} = 336840 \text{ kg}$$

$$4. \text{ W lantai 1} = \underline{344400 \text{ kg}} +$$

$$\text{W total} = 1200360 \text{ kg}$$

B. Waktu getar bangunan (T)

dengan rumus empiris :

$$T = 0,06 \times H^{3/4}$$

$$H = 3,5 \times 4 = 14 \text{ m}$$

$$T = 0,06 \times 14^{3/4}$$

$$= 0,4343 \text{ detik}$$

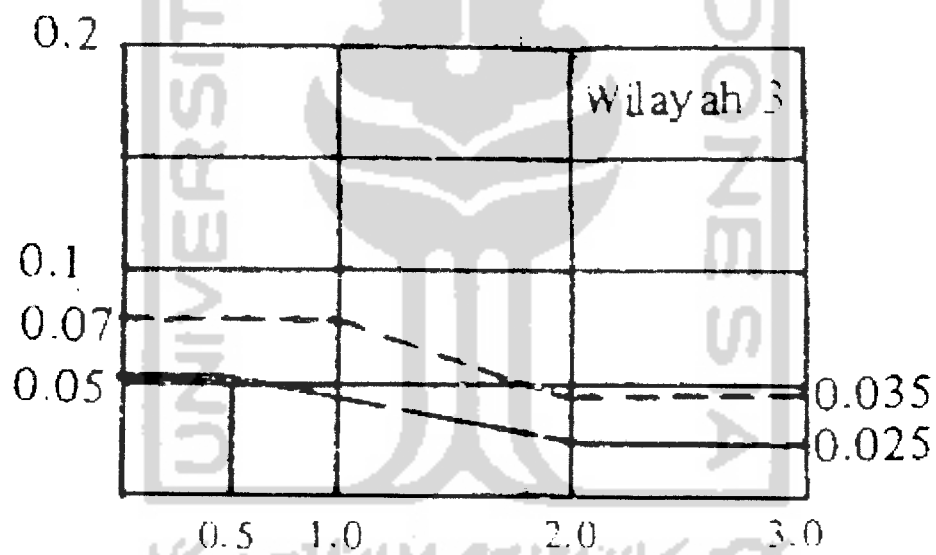
C. Gaya geser dasar total akibat gempa (V)

$$V = C.I.K. W_{total}$$

$$= 0,06 . 1.1.1200360$$

$$= 72022$$

D. Faktor koefisien gempa dasar (C)



Gambar 5.13 Koefisien Gempa Dasar Wilayah 3 Tahun 1987

Dari data diatas di dapat $T = 0,4343$ detik diplotkan ke gambar koefisien gempa diatas didapat $C = 0,06$

E. Distribusi gaya geser horizontal total di seluruh gedung

$$F_i = \frac{W_i \times h_i}{\sum W_i \times h_i} \times V$$

dengan :

F_i = beban gempa horizontal pada lantai

W_i = berat lantai

H = tinggi lantai

V = beban geser akibat gempa

Tabel 5.3 Gaya Geser Horizontal Gempa

Lantai	W_i (kg)	h_i (m)	$W_i \times h_i$ (kgm)	F_i (kg)
atap	189840	14	2657760	19777.499
lantai 3	329280	10.5	3457440	25728.251
lantai 2	336840	7	2357880	17545.967
lantai 1	344400	3.5	1205400	8969.8834
$\sum W_i \times h_i =$			9678480	

Dalam perencanaan ini portal arah y sebanyak 5 portal dan arah x 4 portal sehingga gaya gempa horizontal untuk tiap portal sebagai berikut :

Tabel 5.4 Gaya Geser Horizontal Gempa Untuk Tiap Portal

Lantai	F _{x,y} (Kg)	Untuk tiap portal	
		1/4 F _y	1/5F _x
Atap	19777.5	4944.38	3955.5
Lantai 3	25728.3	6432.08	5145.66
Lantai 2	17546	4386.5	3509.2
Lantai 1	8969.88	2242.47	1793.98

3955,50 Kg

5145,66 Kg

3509,20 Kg

1793,98 Kg

Gambar 5.14 Distribusi Beban Gempa Portal Arah X

4944,38 Kg
 6432,08 Kg
 4386,50 Kg
 2242,47 Kg

Gambar 5.15 Distribusi Beban Gempa Portal Arah Y

F. Waktu getar struktur dengan cara T Rayleig

Waktu getar alami struktur setelah direncanakan ditentukan dengan rumus :

$$T' = 6,3 \times \sqrt{\frac{W_i \times d_i^2}{g \times \sum F_i \times d_i}}, \text{ dimana syarat } T' > 80\% T.$$

Dari lampiran 3 diperoleh DI (displacement) output Etabs sehingga T Rayleignya sebagai berikut dalam tabel 5.5 :

Tabel 5.5 T Rayleigh Arah X

Lantai	Wi(Kg)	Hi (m)	Wi x hi	Fi(Kg)	Di(mm)	Wi di^2	Fi. di
Lt 4	189840	14	2657760	19777.5	12.2421	28451133	242118.1
Lt 3	329280	10.5	3457440	25728.25	10.2453	34563261	263593.6
Lt 2	336840	7	2357880	17545.97	6.2621	13208809	109874.6
Lt 1	344400	3.5	1205400	8969.883	2.4903	2135829	22337.7
	1200360.00	Σ Wi. Hi	= 9678480	72021.6		78359032	637924.1

$$\text{Maka } T' = 6,3 \times \sqrt{\frac{78359032}{9810 \times \sum 637924}} = 0,704963 \text{ detik}$$

Nilai T yang diizinkan = $0,704963 - 0,2 \times 0,704963 = 0,56397$ detik

Nilai T yang diizinkan = $0,704963 + 0,2 \times 0,704963 = 0,845955$ detik

syarat $T' > 80\% T \dots OK$

Tabel 5.6 T Rayleigh Arah Y

Lantai	Wi (Kg)	hi (m)	Wi x hi	Fi (Kg)	di(mm)	Wi di ²	Fi di
Lt 4	189840	14	2657760	19777.5	12.7675	30945639	242118.1
Lt 3	329280	10.5	3457440	25728.25	10.6706	37492382	263593.6
Lt 2	336840	7	2357880	17545.97	6.5195	14317007	109874.6
Lt 1	344400	3.5	1205400	8969.883	2.5711	2276675.2	22337.7
jumlah	1200360.00		9678480	72021.6		78359032	637924.1

$$\text{Maka } T' = 6,3 \times \sqrt{\frac{78359032}{9810 \times \sum 637924}} = 0,704963 \text{ detik}$$

Nilai T yang diizinkan = $0,704963 - 0,2 \times 0,704963 = 0,56397$ detik

Nilai T yang diizinkan = $0,704963 + 0,2 \times 0,704963 = 0,845955$ detik

syarat $T' > 80\% T \dots OK$

5.1.2.2 Perencanaan 4 Lantai Dengan TCPKGUBG 2002

Perencanaan bangunan gedung bertingkat 4 lantai dipakai untuk kantor yang mempunyai factor keutamaan satu ($I=1$) dan koefisien reduksi beban hidup 0,3. Bangunan dibuat daktilitas penuh dengan factor reduksi 8,5 ($R = 8,5$). Mutu beton yang dipakai adalah $f_c = 25$ MPa. Bangunan gedung tersebut terletak di daerah gempa 3 dan terletak diatas tanah transisi. Ukuran kolom yang direncanakan K50 x 50 cm untuk lantai 1 dan lantai 2, sedangkan untuk lantai 3 dan lantai 4 adalah K40 x 40 cm dan ukuran balok yang direncanakan B25 x 50 cm. Perhitungan distribusi gaya horisontal yang bekerja pada masing- masing tingkat dan control periode getar menurut Rayleigh sebagai berikut :

A. Berat bangunan

1). W Lantai atap

Beban mati Pelat	=	$15 \times 20 \times 388$	=	116400	kg	
Beban hidup Pelat	=	$15 \times 20 \times (0.3 \times 150)$	=	13500	kg	
Balok B 25 x 50	=	$(0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400$	=	46500	kg	
Kolom K40 x40	=	$(0.4 \times 0.4 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400$	=	13440	kg	
<i>Total W atap</i>				=	189840	kg

2). W Lantai 3

Beban mati Pelat	=	$((15 \times 20) - 25) \times 426$	=	117150	kg
Beban hidup Pelat	=	$((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250)$	=	20625	kg

$$\begin{aligned}
 \text{Balok B } 25 \times 50 &= (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 &= 46500 \text{ kg} \\
 \text{Kolom K } 40 \times 40 &= (0.4 \times 0.4 \times 3.5 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 &= 26880 \text{ kg} \\
 \text{Tembok} &= (3.5 \text{ m} \times 250 \times 135) &= \underline{118125 \text{ kg}}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total W Lantai 3} = 329280 \text{ kg}$$

3). W Lantai 2

$$\begin{aligned}
 \text{Beban mati Pelat} &= ((15 \times 20) - 25) \times 426 &= 117150 \text{ kg} \\
 \text{Beban hidup Pelat} &= ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) &= 20625 \text{ kg} \\
 \text{Balok B } 25 \times 50 &= (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 &= 46500 \text{ kg} \\
 \text{Kolom K } 40 \times 40 &= (0.4 \times 0.4 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 &= 13440 \text{ kg} \\
 \text{Kolom K } 50 \times 50 &= (0.5 \times 0.5 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 &= 21000 \text{ kg} \\
 \text{Tembok} &= (3.5 \times 250 \times 135) &= \underline{118125 \text{ kg}}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total W Lantai 2} = 336840 \text{ kg}$$

4). W Lantai 1

$$\begin{aligned}
 \text{Beban mati Pelat} &= ((15 \times 20) - 25) \times 426 &= 117150 \text{ kg} \\
 \text{Beban hidup Pelat} &= ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) &= 20625 \text{ kg} \\
 \text{Balok B } 25 \times 50 &= (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 &= 46500 \text{ kg} \\
 \text{Kolom K } 40 \times 40 &= (0.5 \times 0.5 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 &= 21000 \text{ kg} \\
 \text{Kolom K } 50 \times 50 &= (0.5 \times 0.5 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 &= 21000 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\text{Tembok} = (3.5 \times 250 \times 135) = \underline{118125 \text{ kg}}$$

$$\text{Total } W \text{ Lantai 1} = 344400 \text{ kg}$$

Jadi total berat bangunan :

$$1. W \text{ atap} = 189840 \text{ kg}$$

$$2. W \text{ lantai 3} = 329280 \text{ kg}$$

$$3. W \text{ lantai 2} = 336840 \text{ kg}$$

$$4. W \text{ lantai 1} = 344400 \text{ kg} +$$

$$W \text{ total} = 1200360 \text{ kg}$$

B. Waktu getar bangunan (T)

dengan rumus empiris :

$$T = 0,06 \times H^{3/4}$$

$$H = 3,5 \times 4 = 14 \text{ m}$$

$$T = 0,06 \times 14^{3/4}$$

$$= 0,4343 \text{ detik}$$

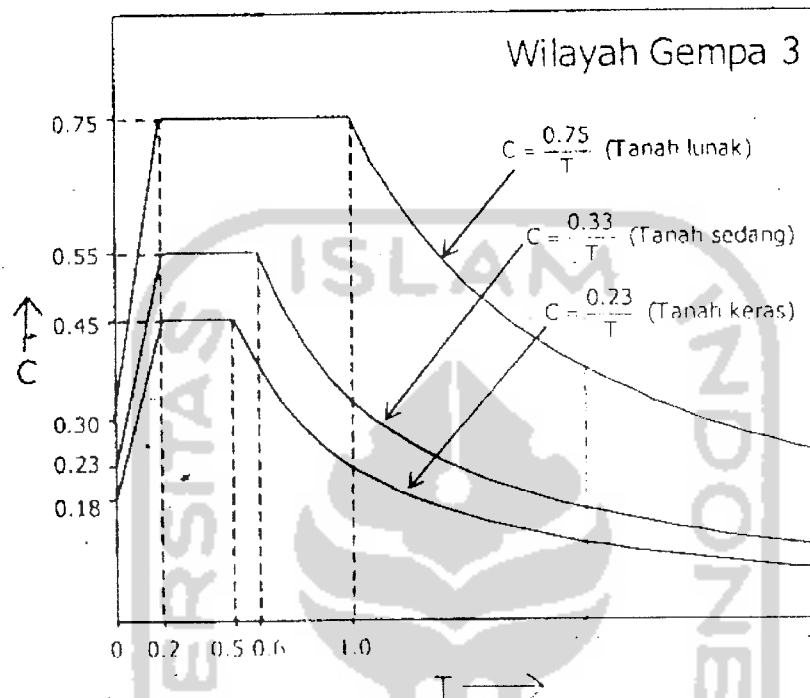
C. Gaya geser dasar total akibat gempa (V)

$$V = \frac{C.I}{R} \cdot W_{\text{total}}$$

$$= \frac{0,55}{8,5} \cdot 1.1200360$$

$$= 77670,35$$

D. Faktor koefisien gempa dasar (C)



Gambar 5.16 Koefisien Gempa Dasar Wilayah 3 Tahun 2002

Dari data diatas di dapat $T = 0,4343$ detik diplotkan ke gambar koefisien gempa diatas didapat $C = 0,55$

E. Distribusi gaya geser horizontal total di seluruh gedung

$$F_i = \frac{W_i \times h_i}{\sum W_i \times h_i} \times V$$

dengan :

F_i = beban gempa horisontal pada lantai

W_i = berat lantai

H = tinggi lantai

V = beban geser akibat gempa

Tabel 5.7 Gaya Geser Horisontal Gempa

Lantai	W_i (kg)	h_i (m)	$W_i \times h_i$ (kgm)	F_i (kg)
atap	189840	14	2657760	21328.675
lantai 3	329280	10.5	3457440	27746.153
lantai 2	336840	7	2357880	18922.121
lantai 1	344400	3.5	1205400	9673.4036
	$\sum W_i \times h_i =$		9678480	

Dalam perencanaan ini portal arah Y sebanyak 5 portal dan arah X ada 4 portal sehingga gaya gempa horizontal untuk tiap portal sebagai berikut :

Tabel 5.8 Gaya Geser Horisontal Gempa Untuk Tiap Portal

Lantai	$F_{x,y}$ (Kg)	Untuk tiap portal	
		$1/4 F_x$	$1/5 F_y$
Atap	21328.7	5332.18	4265.74
Lantai 3	27746.2	6936.55	5549.24
Lantai 2	18922.1	4730.53	3784.42
Lantai 1	9673.4	2418.35	1934.68

5335,18 Kg

6936,55 Kg

4730,53 Kg

2418,35 Kg

Gambar 5.17 Distribusi Beban Gempa Untuk Portal Arah X

4265,74 Kg

5549,24 Kg

3784,42 Kg

1934,68 Kg

Gambar 5.18 Distribusi Beban Gempa Untuk Portal Arah Y

F. Hitungan T Rayleigh

Waktu getar alami struktur setelah direncanakan dengan ditentukan dengan rumus :

$$T' = 6,3 \times \sqrt{\frac{W_i \times d_i^2}{g \times \sum F_i \times d_i}}, \text{ dimana syarat } T' > 80\% T$$

Dari lampiran 3 diperoleh DI (displacement) output Etabs sehingga T Rayleighnya sebagai berikut dalam tabel 5.9 dan table 5.10 :

Tabel 5.9 T Rayleigh Arah X

Lantai	W _i (Kg)	h _i (m)	W _i x h _i	F _i (Kg)	d _i (mm)	W _i d _i ²	F _i . d _i
Lt 4	189840.00	14	2657760	21328.68	13.202	33089249.7	281587.6
Lt 3	329280.00	10.5	3457440	27746.15	11.049	40197179.2	306561.7
Lt 2	336840.00	7	2357880	18922.12	6.753	15361827.4	127784.9
Lt 1	344400.00	3.5	1205400	9673.404	2.686	2484151.86	25979.86

$$\sum W_i \cdot d_i^2 = 91132408.2$$

$$\sum F_i \cdot d_i = 741914$$

$$\text{Maka } T' = 6,3 \times \sqrt{\frac{91132408,2}{9810 \times \sum 741914}} = 0,705 \text{ detik}$$

$$\text{Nilai T yang diizinkan} = 0,705 - 0,2 \times 0,705 = 0,690863 \text{ detik}$$

$$\text{Nilai T yang diizinkan} = 0,705 + 0,2 \times 0,705 = 0,719061 \text{ detik}$$

syarat $T' > 80\% T$... OK

Tabel 5.10 Arah T Rayleigh Y

Lantai	Wi (Kg)	hi (m)	Wi x hi	Fi (Kg)	di (mm)	Wi di^2	Fi. di
Lt 4	189840.00	14	2657760	21328.68	13.769	35990362.2	293672.4
Lt 3	329280.00	10.5	3457440	27746.15	11.508	43604099.3	319288.9
Lt 2	336840.00	7	2357880	18922.12	7.031	16650724.9	133037.6
Lt 1	344400.00	3.5	1205400	9673.404	2.773	2647700.81	26821.45
Jumlah			9678480			98892887.2	772820.3

Maka $T' = 6,3 \times \sqrt{\frac{91132408,2}{9810 \times \sum 741914}} = 0,720$ detik

Nilai T yang diizinkan = $0,720 - 0,2 \times 0,720 = 0,705$ detik

Nilai T yang diizinkan = $0,720 + 0,2 \times 0,720 = 0,733$ detik

syarat $T' > 80\% T \dots OK$

5.1.2.3 Perencanaan Gedung Bertingkat 8 Lantai PPKGRG 1987

Perencanaan bangunan gedung bertingkat 8 lantai dipakai untuk kantor yang mempunyai factor keutamaan satu ($I = 1$) dan koefisien reduksi beban hidup 0,3. Bangunan dengan daktilitas penuh karena merupakan bangunan umum ($K = 1$). Mutu beton yang dipakai adalah $f_c = 25$ MPa. Bangunan gedung tersebut terletak di daerah gempa 3 dan terletak diatas tanah transisi. Ukuran kolom yang direncanakan K60 x 60 cm untuk lantai 8-7 dan lantai 6- 4 dengan K70 x 70 , sedangkan untuk lantai 3-1 adalah K80 x 80 cm dan ukuran balok yang direncanakan B25 x 50 cm. Perhitungan distribusi gaya horisontal yang bekerja pada masing- masing tingkat dan perhitungan kontrol periode getar menurut Rayleigh dengan syarat $T' > 80\% T$ dimana $T' =$ Periode getar Rayleigh dengan rumus :

$$T' = 6,3 \times \sqrt{\frac{W_i \times d_i^2}{g \times \sum F_i \times d_i}}$$

W_i = Berat Struktur Bangunana

d_i = displacement

dan T = Waktu getar empiris dengan rumus:

$$T = 0,06 \times H^{3/4}$$

H = Tinggi Gedung

Sehingga analisis bangunan gedung bertingkat 8 lantai dalam perhitungan gempa sebagai berikut :

A. Berat Bangunan Gedung Bertingkat 8 Lantai PPKGRG 1987 (W_t)

1). W atap

$$\text{Beban mati Pelat} = 15 \times 20 \times 388 = 116400 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup Pelat} = 15 \times 20 \times (0.3 \times 150) = 13500 \text{ kg}$$

$$\text{Balok B } 25 \times 50 = (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 = 46500 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 60 \times 60 = (0.6 \times 0.6 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = \underline{30240 \text{ kg}}$$

$$\text{Total W atap} = 206640 \text{ kg}$$

2). W Lantai 7

$$\text{Beban mati Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times 426 = 117150 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) = 20625 \text{ kg}$$

$$\text{Balok B } 25 \times 50 = (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 = 46500 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 60 \times 60 = (0.6 \times 0.6 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 30240 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 60 \times 60 = (0.6 \times 0.6 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 30240 \text{ kg}$$

$$\text{Tembok} = (3.5 \times 250 \times 135) = \underline{118125 \text{ kg}}$$

$$\text{Total W Lantai 7} = 362880 \text{ kg}$$

3). W Lantai 6

$$\text{Beban mati Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times 426 = 117150 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) = 20625 \text{ kg}$$

$$\text{Balok B } 25 \times 50 = (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 = 46500 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 60 \times 60 = (0.6 \times 0.6 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 30240 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 70 \times 70 = (0.7 \times 0.7 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 41160 \text{ kg}$$

$$\text{Tembok} = (3.5 \times 250 \times 135) = \underline{118125 \text{ kg}}$$

$$\text{Total W Lantai 6} = 373800 \text{ kg}$$

4). W Lantai 5

$$\text{Beban mati Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times 426 = 117150 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) = 20625 \text{ kg}$$

$$\text{Balok B } 25 \times 50 = (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 = 46500 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 70 \times 70 = (0.7 \times 0.7 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 41160 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 70 \times 70 = (0.7 \times 0.7 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 41160 \text{ kg}$$

$$\text{Tembok} = (3.5 \times 250 \times 135) = \underline{118125 \text{ kg}}$$

$$\text{Total } W \text{ Lantai 5} = 384720 \text{ kg}$$

5). W Lantai 4

$$\text{Beban mati Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times 426 = 117150 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) = 20625 \text{ kg}$$

$$\text{Balok B } 25 \times 50 = (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 = 46500 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 70 \times 70 = (0.7 \times 0.7 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 41160 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 70 \times 70 = (0.7 \times 0.7 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 41160 \text{ kg}$$

$$\text{Tembok} = (3.5 \times 250 \times 135) = \underline{118125 \text{ kg}}$$

$$\text{Total } W \text{ Lantai 4} = 384720 \text{ kg}$$

6). W Lantai 3

$$\text{Beban mati Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times 426 = 117150 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) = 20625 \text{ kg}$$

$$\text{Balok B } 25 \times 50 = (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 = 46500 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 70 \times 70 = (0.7 \times 0.7 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 41160 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 80 \times 80 = (0.8 \times 0.8 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 53760 \text{ kg}$$

$$\text{Tembok} = (3.5 \times 250 \times 135) = \underline{118125 \text{ kg}}$$

$$\text{Total W Lantai 3} = 397320 \text{ kg}$$

7). W Lantai 2

$$\text{Beban mati Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times 426 = 117150 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) = 20625 \text{ kg}$$

$$\text{Balok B } 25 \times 50 = (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 = 46500 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 80 \times 80 = (0.8 \times 0.8 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 53760 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 80 \times 80 = (0.8 \times 0.8 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 53760 \text{ kg}$$

$$\text{Tembok} = (3.5 \times 250 \times 135) = \underline{118125 \text{ kg}}$$

$$\text{Total W Lantai 2} = 409920 \text{ kg}$$

8). W Lantai 1

$$\text{Beban mati Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times 426 = 117150 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) = 20625 \text{ kg}$$

$$\text{Balok B } 25 \times 50 = (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 = 46500 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 80 \times 80 = (0.8 \times 0.8 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 53760 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 80 \times 80 = (0.8 \times 0.8 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 53760 \text{ kg}$$

$$\text{Tembok} = (3.5 \times 250 \times 135) = 118125 \text{ kg}$$

$$\text{Total } W \text{ Lantai 1} = 409920 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{total bangunan}} (W_t) &= 409920 + 409920 + 397320 + 384720 + 384720 + 373800 \\ &+ 362880 + 206640 = 2929920 \text{ Kg} \end{aligned}$$

B. Waktu getar bangunan (T)

dengan rumus empiris :

$$T = 0,06 \times H^{3/4}$$

$$H = 3,5 \times 8 = 28 \text{ m}$$

$$T = 0,06 \times 28^{3/4}$$

$$= 0,7303 \text{ detik}$$

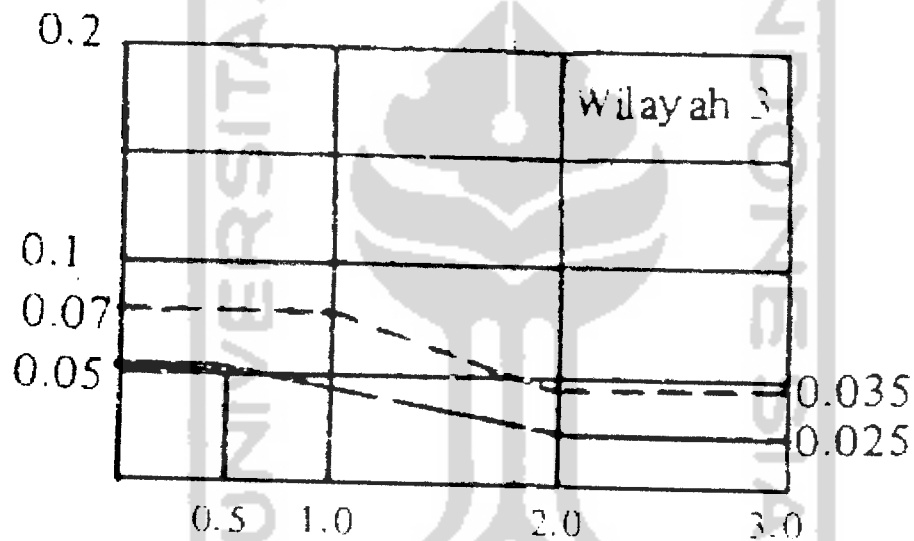
C. Gaya geser dasar total akibat gempa (V)

$$V = C.I.K.W_{\text{total}}$$

$$= 0,06.1.1. 2929920$$

$$= 175795,2$$

D. Faktor koefisien gempa dasar (C)



Gambar 5.19 Koefisien Gempa Wilayah 3 Tahun 1987

Dari waktu periode yang diperoleh $T = 0,7303$ detik maka $C = 0,06$

E. Distribusi gaya geser horizontal total di seluruh gedung

$$F_i = \frac{W_i \times h_i}{\sum W_i \times h_i} \times V$$

dengan :

F_i = beban gempa horisontal pada lantai

W_i = berat lantai

H = tinggi lantai

V = beban geser akibat gempa

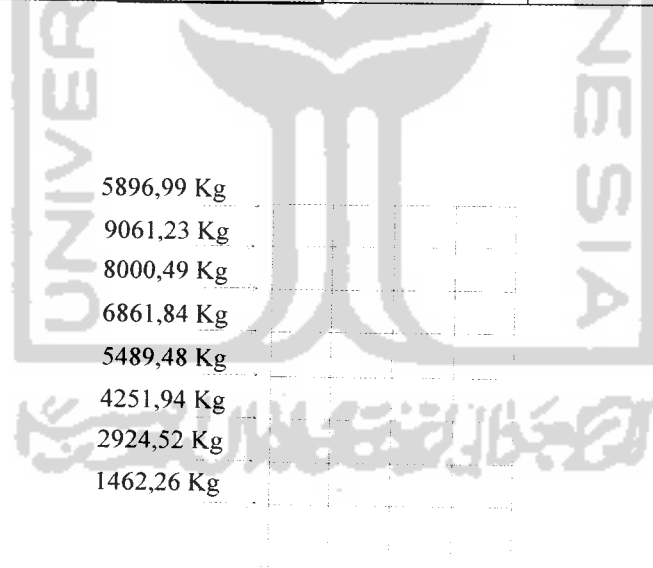
Tabel 5.11 Gaya Geser Horisontal Gempa

Lantai	W_i (Kg)	h_i (m)	$W_i \times h_i$	F_i (Kgm)
W atap	206640	28	5785920	23587.983
W lantai 7	362880	24.5	8890560	36244.95
W lantai 6	373800	21	7849800	32001.99
W lantai 5	384720	17.5	6732600	27447.399
W lantai 4	384720	14	5386080	21957.92
W lantai 3	397320	10.5	4171860	17007.799
W lantai 2	409920	7	2869440	11698.106
W lantai 1	409920	3.5	1434720	5849.0528

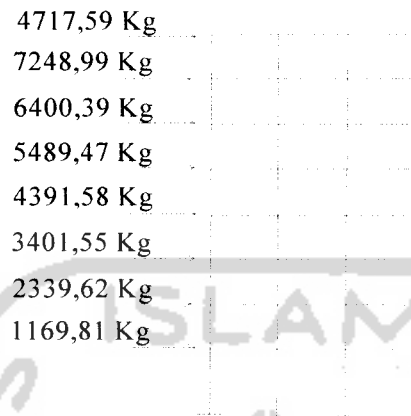
Dalam perencanaan tugas akhir ini portal arah Y sebanyak 5 portal dan portal arah X ada 4 portal sehingga gaya horisontal untuk tiap portal sebagai berikut :

Tabel 5.12 Gaya Geser Horizontal Gempa Untuk Tiap Portal

Lantai	Fx,y (Kg)	Untuk tiap portal	
		1/4 Fx	1/5 Fy
Atap	23587.983	5896.9958	4717.5966
Lantai 7	36244.95	9061.2375	7248.99
Lantai 6	32001.99	8000.4975	6400.398
Lantai 5	27447.399	6861.8498	5489.4798
Lantai 4	21957.92	5489.48	4391.584
Lantai 3	17007.799	4251.9498	3401.5598
Lantai 2	11698.106	2924.5265	2339.6212
Lantai 1	5849.0528	1462.2632	1169.8106



Gambar 5.20 Distribusi Beban Gempa Untuk Portal Arah X



Gambar 5.21 Distribusi Beban Gempa Untuk Portal Arah Y

F. Waktu getar struktur dengan cara T Rayleigh

Perhitungan distribusi gaya horisontal yang bekerja pada masing- masing tingkat dan perhitungan kontrol periode getar menurut Rayleigh dengan syarat $T' > 80\% T$ dimana T' = Periode getar Rayleigh dengan rumus :

$$T' = 6,3 \times \sqrt{\frac{W_i \times d_i^2}{g \times \sum F_i \times d_i}}$$

W_i = Berat Struktur Bangunana

d_i = displacement

dan T = Waktu getar empiris dengan rumus:

$$T = 0,06 \times H^{3/4}$$

H = Tinggi Gedung

Tabel 5.13 T Rayleigh arah Y

Lantai	Wi (Kg)	hi (m)	Wi x hi	Fi(Kg)	di(mm)	Wi di^2	Fi. di
Lantai 8	206640.00	28	5785920	23587.98	42.0096	364679614	990921.8
Lantai 7	362880.00	24.5	8890560	36244.95	39.5846	568611389	1434742
Lantai 6	373800.00	21	7849800	32001.99	35.3519	467159104	1131331
Lantai 5	384720.00	17.5	6732600	27447.4	29.7341	340137378	816123.7
Lantai 4	384720.00	14	5386080	21957.92	22.9888	203318721	504786.2
Lantai 3	397320.00	10.5	4171860	17007.8	15.5704	96325210	264818.2
Lantai 2	409920.00	7	2869440	11698.11	8.4984	29605571	99415.18
Lantai 1	409920.00	3.5	1434720	5849.053	2.6607	2901956.7	15562.57
	2929920.00		43120980	175795.2		2.073E+09	5257701

Maka $T' = 6,3 \times \sqrt{\frac{2073000000000}{9810 \times \sum 5257701}} = 1,262933$ detik

Nilai T yang diizinkan = $1,262933 - 0,2 \times 1,262933 = 1,010347$ detik

Nilai T yang diizinkan = $1,262933 + 0,2 \times 1,262933 = 1,51552$ detik

syarat $T' > 80\% T \dots OK$

Tabel 5.14 T Rayleigh arah X

Lantai	Wi (Kg)	hi (m)	Wi x hi	Fi (Kg)	di (mm)	Wi di^2	Fi. di
Lt 8	206640.00	28	5785920	17090.28	39.7592	326655269	541866
Lt 7	362880.00	24.5	8890560	26260.67	37.5172	510768223	788508.1
Lt 6	373800.00	21	7849800	23186.5	33.5685	421214359	633608.3
Lt 5	384720.00	17.5	6732600	19886.55	28.3014	308148887	468427.7
Lt 4	384720.00	14	5386080	15909.24	21.9401	185191892	298694.4
Lt 3	397320.00	10.5	4171860	12322.72	14.9035	88250459	166683.2
Lt 2	409920.00	7	2869440	8475.666	8.1669	27340949	68873.26
Lt 1	409920.00	3.5	1434720	4237.833	2.5706	2708744.9	13748.8
	2929920.00		43120980	127369.5		1.87E+09	2980410

Maka $T' = 6,3 \times \sqrt{\frac{187000000000}{9810 \times \sum 2980410}} = 1,311554 \text{ detik}$

Nilai T yang diizinkan = $1,262934 - 0,2 \times 1,262934 = 1,049243 \text{ detik}$

Nilai T yang diizinkan = $1,262934 + 0,2 \times 1,262934 = 1,573865 \text{ detik}$

syarat $T' > 80\% T \dots OK$

5.1.2.4 Perencanaan Gedung Bertingkat 8 Lantai TCPKGUBG 2002

Perencanaan bangunan gedung bertingkat 8 lantai dipakai untuk kantor yang mempunyai factor keutamaan satu ($I = 1$) dan koefisien reduksi beban hidup 0,3. Bangunan dengan daktilitas penuh karena merupakan bangunan umum ($R = 8,5$). Mutu beton yang dipakai adalah $f_c = 25$ MPa. Bangunan gedung tersebut terletak di daerah gempa 3 dan terletak diatas tanah transisi. Ukuran kolom yang direncanakan K60 x 60 cm untuk lantai 8-7 dan lantai 6- 4 dengan K70 x 70 , sedangkan untuk lantai 3-1 adalah K80 x 80 cm dan ukuran balok yang direncanakan B25 x 50 cm. Perhitungan distribusi gaya horisontal yang bekerja pada masing- masing tingkat dan perhitungan kontrol periode getar menurut Rayleigh dengan syarat $T' > 80\% T$ dimana $T' =$ Periode getar Rayleigh dengan rumus :

$$T' = 6,3 \times \sqrt{\frac{W_i \times d_i^2}{g \times \sum F_i \times d_i}}$$

W_i = Berat Struktur Bangunana

d_i = displacement

dan T = Waktu getar empiris dengan rumus:

$$T = 0,06 \times H^{3/4}$$

H = Tinggi Gedung

Sehingga analisis bangunan gedung bertingkat 8 lantai dalam perhitungan gempa sebagai berikut :

A. Berat Bangunan Gedung Bertingkat 8 Lantai TCPKGUBG 2002 (W_t)

1). W atap

$$\text{Beban mati Pelat} = 15 \times 20 \times 388 = 116400 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup Pelat} = 15 \times 20 \times (0.3 \times 150) = 13500 \text{ kg}$$

$$\text{Balok B } 25 \times 50 = (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 = 46500 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 60 \times 60 = (0.6 \times 0.6 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 30240 \text{ kg}$$

$$\text{Total W atap} = 206640 \text{ kg}$$

2). W Lantai 7

$$\text{Beban mati Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times 426 = 117150 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) = 20625 \text{ kg}$$

$$\text{Balok B } 25 \times 50 = (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 = 46500 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 60 \times 60 = (0.6 \times 0.6 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 30240 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 60 \times 60 = (0.6 \times 0.6 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 30240 \text{ kg}$$

$$\text{Tembok} = (3.5 \times 250 \times 135) = 118125 \text{ kg}$$

$$\text{Total W Lantai 7} = 362880 \text{ kg}$$

3). W Lantai 6

$$\text{Beban mati Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times 426 = 117150 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) = 20625 \text{ kg}$$

$$\text{Balok B } 25 \times 50 = (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 = 46500 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 60 \times 60 = (0.6 \times 0.6 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 30240 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 70 \times 70 = (0.7 \times 0.7 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 41160 \text{ kg}$$

$$\text{Tembok} = (3.5 \times 250 \times 135) = \underline{118125 \text{ kg}}$$

$$\text{Total W Lantai 6} = 373800 \text{ kg}$$

4). W Lantai 5

$$\text{Beban mati Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times 426 = 117150 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) = 20625 \text{ kg}$$

$$\text{Balok B } 25 \times 50 = (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 = 46500 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 70 \times 70 = (0.7 \times 0.7 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 41160 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 70 \times 70 = (0.7 \times 0.7 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 41160 \text{ kg}$$

$$\text{Tembok} = (3.5 \times 250 \times 135) = \underline{118125 \text{ kg}}$$

$$\text{Total } W \text{ Lantai 5} = 384720 \text{ kg}$$

5). W Lantai 4

$$\text{Beban mati Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times 426 = 117150 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) = 20625 \text{ kg}$$

$$\text{Balok B } 25 \times 50 = (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 = 46500 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 70 \times 70 = (0.7 \times 0.7 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 41160 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 70 \times 70 = (0.7 \times 0.7 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 41160 \text{ kg}$$

$$\text{Tembok} = (3.5 \times 250 \times 135) = \underline{118125 \text{ kg}}$$

$$\text{Total } W \text{ Lantai 4} = 384720 \text{ kg}$$

6). W Lantai 3

$$\text{Beban mati Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times 426 = 117150 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) = 20625 \text{ kg}$$

$$\text{Balok B } 25 \times 50 = (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 = 46500 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 70 \times 70 = (0.7 \times 0.7 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 41160 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 80 \times 80 = (0.8 \times 0.8 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 53760 \text{ kg}$$

$$\text{Tembok} = (3.5 \times 250 \times 135) = \underline{118125 \text{ kg}}$$

7). W Lantai 2

$$\text{Total W Lantai 3} = 397320 \text{ kg}$$

$$\text{Beban mati Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times 426 = 117150 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) = 20625 \text{ kg}$$

$$\text{Balok B } 25 \times 50 = (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 = 46500 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 80 \times 80 = (0.8 \times 0.8 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 53760 \text{ kg}$$

$$\text{Kolom K } 80 \times 80 = (0.8 \times 0.8 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 = 53760 \text{ kg}$$

$$\text{Tembok} = (3.5 \times 250 \times 135) = \underline{118125 \text{ kg}}$$

$$\text{Total W Lantai 2} = 409920 \text{ kg}$$

8). W Lantai 1

$$\text{Beban mati Pelat} = ((15 \times 20) - 25) \times 426 = 117150 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban hidup Pelat} &= ((15 \times 20) - 25) \times (0.3 \times 250) &= 20625 \text{ kg} \\
 \text{Balok B } 25 \times 50 &= (0.25 \times 0.5 \times ((15 \times 5) + (20 \times 40))) \times 2400 &= 46500 \text{ kg} \\
 \text{Kolom K } 80 \times 80 &= (0.8 \times 0.8 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 &= 53760 \text{ kg} \\
 \text{Kolom K } 80 \times 80 &= (0.8 \times 0.8 \times 1.75 \times 20 \text{ buah}) \times 2400 &= 53760 \text{ kg} \\
 \text{Tembok} &= (3.5 \times 250 \times 135) &= 118125 \text{ kg} \\
 \text{Total W Lantai 1} &= 409920 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_{\text{total bangunan}} (W_t) &= 409920 + 409920 + 397320 + 384720 + 384720 + 373800 \\
 &\quad + 362880 + 206640 = 2929920 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

B. Waktu getar bangunan (T)

dengan rumus empiris :

$$T = 0,06 \times H^{3/4}$$

$$H = 3,5 \times 8 = 28 \text{ m}$$

$$T = 0,06 \times 28^{3/4}$$

$$= 0,7303 \text{ detik}$$

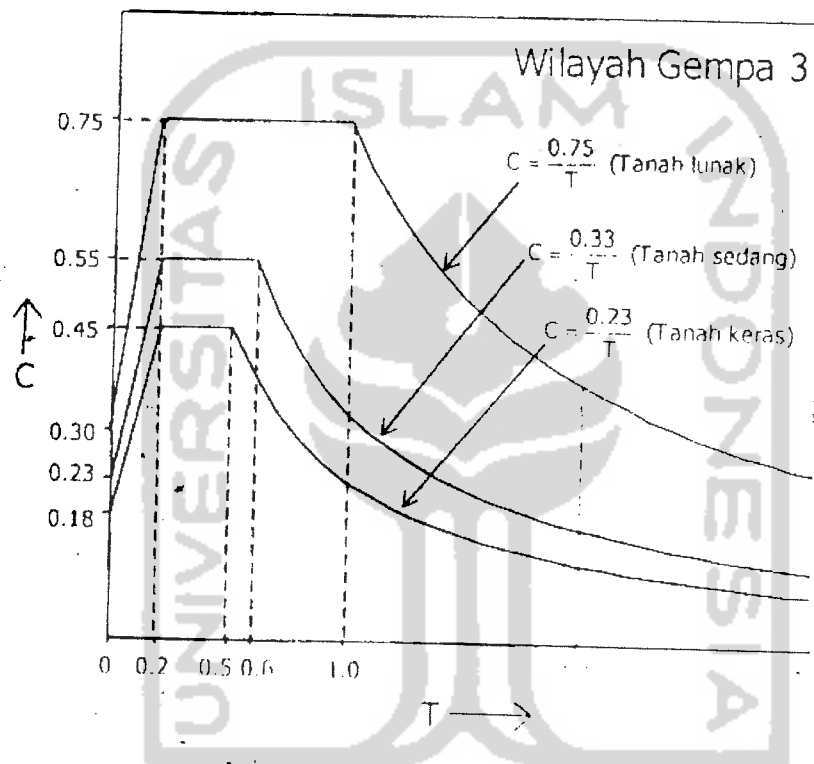
C. Gaya geser dasar total akibat gempa (V)

$$V = \frac{C.I}{R} \cdot W_{\text{total}}$$

$$= \frac{0,4518.1}{8,5} \cdot 2929920$$

$$= 155751,1$$

D. Faktor koefisien gempa dasar (C)



Gambar 5.22 Koefisien Gempa Wilayah 3 Tahun 2002

Dari waktu periode yang diperoleh $T = 0,7303$ detik maka C didapat $C =$

$$\frac{0,33}{0,7303} = 0,4518 \text{ detik}$$

E. Distribusi gaya geser horizontal total di seluruh gedung

$$F_i = \frac{W_i \times h_i}{\sum W_i \times h_i} \times V$$

dengan :

F_i = beban gempa horisontal pada lantai

W_i = berat lantai

H = tinggi lantai

V = beban geser akibat gempa

Tabel 5.15 Gaya Gempa Horisontal

Lantai	W_i (kg)	h_i (m)	$W_i \times h_i$ (kgm)	F_i (kg)
W atap	206640	28	5785920	20898.485
W lantai 7	362880	24.5	8890560	32112.306
W lantai 6	373800	21	7849800	28353.128
W lantai 5	384720	17.5	6732600	24317.851
W lantai 4	384720	14	5386080	19454.281
W lantai 3	397320	10.5	4171860	15068.572
W lantai 2	409920	7	2869440	10364.289
W lantai 1	409920	3.5	1434720	5182.1447
$\Sigma W_i \times h_i =$			43120980	

Tabel 5.16 Gaya Gempa Horizontal Untuk Tiap Portal

Lantai	Fx,y (Kg)	Untuk tiap portal	
		1/4 Fx	1/5 Fy
Atap	20898.485	5224.6213	4179.697
Lantai 7	32112.306	8028.0765	6422.4612
Lantai 6	28353.128	7088.282	5670.6256
Lantai 5	24317.851	6079.4628	4863.5702
Lantai 4	19454.281	4863.5703	3890.8562
Lantai 3	15068.572	3767.143	3013.7144
Lantai 2	10364.289	2591.0723	2072.8578
Lantai 1	5182.1447	1295.5362	1036.4289

5224,62 Kg

8028,07 Kg

7088,28 Kg

6079,46 Kg

4863,57 Kg

3767,14 Kg

2591,07 Kg

1295,53 Kg

Gambar 5.23 Distribusi Beban Gempa Untuk Portal Arah X

4179,69 Kg
 6422,46 Kg
 5670,62 Kg
 4863,57 Kg
 3890,85 Kg
 3013,71 Kg
 2072,85 Kg
 1036,42 Kg

Gambar 5.24 Distribusi Beban Gempa Untuk Portal Arah Y

F. Waktu getar struktur dengan cara T Rayleigh

Perhitungan distribusi gaya horisontal yang bekerja pada masing- masing tingkat dan perhitungan kontrol periode getar menurut Rayleigh dengan syarat $T' > 80\% T$ dimana T' = Periode getar Rayleigh dengan rumus :

$$T' = 6,3 \times \sqrt{\frac{W_i \times d_i^2}{g \times \sum F_i \times d_i}}$$

W_i = Berat Struktur Bangunana

d_i = displacement

dan T = Waktu getar empiris dengan rumus:

$$T = 0,06 \times H^{3/4}$$

H = Tinggi Gedung

G. Untuk displacemen (di) didiperoleh dari output Etabs yang terdapat pada Lampiran 5. Maka perhitungan T Rayleigh sebagai berikut :

Tabel 5.17 T Rayleigh Arah X

Lantai	Wi (Kg)	hi (m)	Wi x hi	Fi (Kg)	di(mm)	Wi di^2	Fi. di
Atap	206640.00	28	5785920	20898.49	35.226	256410688	736165.9
Lantai 7	362880.00	24.5	8890560	32112.31	33.240	400933179	1067397
Lantai 6	373800.00	21	7849800	28353.13	29.741	330636223	843250.4
Lantai 5	384720.00	17.5	6732600	24317.85	25.075	241885217	609758
Lantai 4	384720.00	14	5386080	19454.28	19.439	145368484	378162
Lantai 3	397320.00	10.5	4171860	15068.57	13.204	69273099	198968.4
Lantai 2	409920.00	7	2869440	10364.29	7.236	21461507	74992.89
Lantai 1	409920.00	3.5	1434720	5182.145	2.278	2126257.6	11802.33
Jumlah	2929920.00		43120980	155751.1		1.468E+09	3920497

$$\text{Maka } T' = 6,3 \times \sqrt{\frac{1468000000000}{9810 \times \sum 3920497}} = 1,230871 \text{ detik}$$

Nilai T yang diizinkan = $1,230871 - 0,2 \times 1,230871 = 0,984697$ detik

Nilai T yang diizinkan = $1,230871 + 0,2 \times 1,230871 = 1,477045$ detik

syarat $T' > 80\% T \dots OK$

Tabel 5.18 T Rayleigh arah Y

Lantai	Wi (Kg)	hi (m)	Wi x hi	Fi (Kg)	di (mm)	Wi di ²	Fi. di
Atap	206640.00	28	5785920	20898.49	37.220	286259646	777835.3
Lantai 7	362880.00	24.5	8890560	32112.31	35.071	446338434	1126217
Lantai 6	373800.00	21	7849800	28353.13	31.321	366702026	888051.1
Lantai 5	384720.00	17.5	6732600	24317.85	26.344	266994064	640624.6
Lantai 4	384720.00	14	5386080	19454.28	20.368	159596910	396237
Lantai 3	397320.00	10.5	4171860	15068.57	13.795	75611897	207872.5
Lantai 2	409920.00	7	2869440	10364.29	7.529	23239129	78036.88
Lantai 1	409920.00	3.5	1434720	5182.145	2.357	2277869.4	12215.87
Jumlah	2929920.00		43120980	155751.1		1.627E+09	4127090

Maka $T' = 6,3 \times \sqrt{\frac{1627000000000}{9810 \times \sum 4127090}} = 1,262934$ detik

Nilai T yang diizinkan = $1,262934 - 0.02 \times 1,262934 = 1,010347$ detik

Nilai T yang diizinkan = $1,262934 + 0.02 \times 1,262934 = 1,51552$ detik

syarat $T' > 80\% T \dots OK$

5.1.3 Desain Struktur Secara Manual

Desain struktur untuk gedung PPKGRG 1987 dengan perhitungan SNI 1992
sedang gedung TCPKGUBG 2002 dengan perhitungan SNI 2002

5.1.3.1. Perencanaan Balok Gedung Bertingkat 4 Lantai PPKGRG 1987

Sebagai contoh perhitungan lentur diambil balok no 9 lantai 1 pada arah Y.
dimensi balok 250/500, tulangan yang digunakan D25, selimut beton 40 mm,
diameter sengkang 10 mm.

- 1) M^- tumpuan = 101,452 kNm
- 2) M^+ lap = 52,87 kNm
- 3) M^+ tumpuan = 50,726 kNm

A. Perencanaan Tulangan Akibat Lentur

Perhitungan balok diambil contoh pada balok balok 9 lantai 1 pada arah Y.

1). Tumpuan Negatif

$$M_u^- = 101,452 \text{ kNm} = 101,452 \cdot 10^6 \text{ Nm}$$

$$\text{Dimensi balok } b = 250 \text{ mm} \quad h = 500 \text{ mm}$$

Digunakan selimut beton 40 mm

Dipakai $\emptyset$ tulangan 25 mm dan $\emptyset$ sengkang 10 mm

$$\text{Tinggi efektif } d = 500 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 25 = 437,5 \text{ mm}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \cdot \frac{600}{600 + 400} = 0,02709$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,02709 = 0,02032$$

Untuk perencanaan gempa:

$$\rho_{max} = 0,02032$$

$$Rn = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{101,452 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 250 \cdot 437,5^2} = 1,17349$$

$$\rho = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Rn}{0,85 \cdot f'_c}} \right] = \frac{0,85 \cdot 25}{400} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 1,17349}{0,85 \cdot 25}} \right] = 0,00302$$

$$\rho = 0,00302 < \rho_{min} = 0,0035 < \rho_{max} = 0,02032$$

$$As = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 250 \cdot 437,5 = 382,8125 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan tarik 2D25 ($As = 982,14 \text{ mm}^2$)

2). Tulangan Lapangan.

Pada sembarang penampang dari komponen struktur tersebut, kuat momen positif maupun kuat momen negatifnya tidak boleh kurang dari seperempat kuat momen maksimum yang terdapat pada kedua ujung join digunakan nilai $M_{ulap} = 52,87 \text{ kNm} = 52,87 \cdot 10^6 \text{ Nm} > \frac{1}{4} \cdot M_u^+ = \frac{1}{4} \cdot 101,452 = 25,363 \text{ kN}$

$$\text{Tinggi efektif } d = 500 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 25 = 437,5 \text{ mm}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \cdot \frac{600}{600 + 400} = 0,02709$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,02709 = 0,02032$$

Untuk perencanaan gempa:

$$\rho_{max} = 0,02032$$

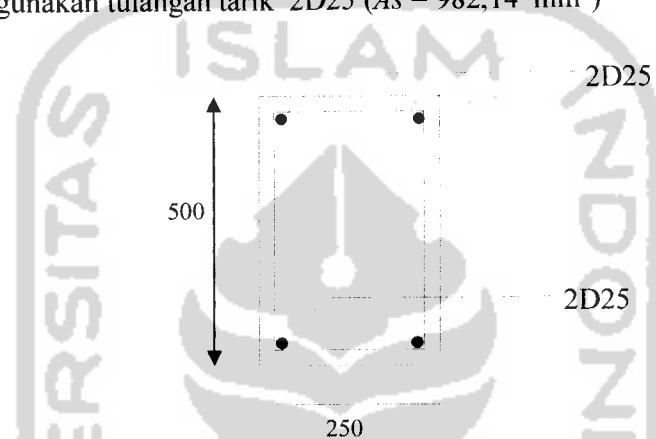
$$Rn = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{52,87 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 250 \cdot 437,5^2} = 1,3810$$

$$\rho = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Rn}{0,85 \cdot f'_c}} \right] = \frac{0,85 \cdot 25}{400} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 1,3810}{0,85 \cdot 25}} \right] = 0,00357$$

$$\rho_{min} = 0,0035 < \rho = 0,00357 < \rho_{max} = 0,02032$$

$$As = \rho \cdot b \cdot d = 0,00357 \cdot 250 \cdot 437,5 = 390,783 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan tarik 2D25 ($As = 982,14 \text{ mm}^2$)



Gambar 5.25 Penampang Balok Daerah Tumpuan Kiri

3). Tumpuan Positif.

Kuat lentur positif komponen struktur lentur pada muka kolom tidak boleh lebih kecil dari setengah kuat lentur negatifnya pada muka tersebut.

$$M^+ = 50,726 \text{ kNm.}$$

$$\text{Tinggi efektif } d = 500 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 25 = 437,5 \text{ mm}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \cdot \frac{600}{600 + 400} = 0,02709$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,02709 = 0,02032$$

Untuk perencanaan gempa:

$$\rho_{max} = 0,02032$$

$$Rn = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{50,726 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 250 \cdot 437,5^2} = 1,3250$$

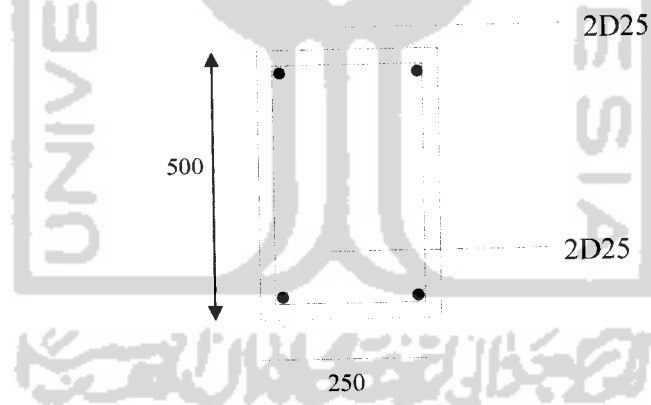
$$\rho = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Rn}{0,85 \cdot f'_c}} \right] = \frac{0,85 \cdot 25}{400} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 1,3250}{0,85 \cdot 25}} \right] = 0,0034$$

$$\rho = 0,0034 < \rho_{min} = 0,0035 < \rho_{max} = 0,02032$$

karena $\rho < \rho_{min}$ maka digunakan $\rho_{min} = 0,0035$

$$As = \rho_{min} \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 250 \cdot 437,5 = 382,8125 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan tarik 2D25 ($As = 982,14 \text{ mm}^2$)



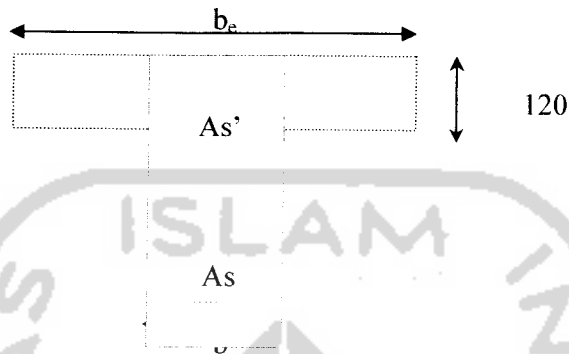
Gambar 5.26 Penampang Balok Daerah Lapangan

B. Perhitungan Momen Nominal Balok

Perhitungan momen nominal balok terdiri dari Perhitungan momen nominal balok positif dan Perhitungan momen nominal balok negatif tujuannya

untuk mendapatkan momen kapasitas balok dalam merancang struktur gedung bertingkat 4 lantai.

1) Momen Nominal Aktual Positif



Gambar 5.27 Penampang Balok

Balok arah Y

Balok (250 / 500) (B9-Lantai 1)

Dianggap sebagai balok T

$$b_e \leq 1/4 \cdot L = 1/4 \cdot 5000 = 1250 \text{ mm}$$

$$b_e \leq b_w + 16 \cdot h_f = 300 + 16 \cdot 120 = 2220 \text{ mm}$$

$$b_e \leq \text{Jarak bersih antar balok} = 5000 \text{ mm}$$

Digunakan b_e = lebar efektif balok = 1250 mm

digunakan sengkang Ø10 mm

$$d' = 40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 25 = 62,5 \text{ mm}$$

$$d = 500 - 62,5 = 437,5 \text{ mm}$$

tulangan terpasang :

$$A_{s \text{ atas}} = 982,14 \text{ mm}^2 (2D25)$$

$$A_{s \text{ bawah}} = 982,14 \text{ mm}^2 (2D25)$$

Kontrol apakah $a > h_f$ atau $a < h_f$

$$a = h_f$$

$$C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot H_f \cdot b_e = 0,85 \cdot 25 \cdot 120 \cdot 1250 = 3187500 \text{ N}$$

$$f'_s = 600 \cdot \{1 - \beta \cdot (d' / a)\} = 600 \cdot \{1 - 0,85 \{62,5 / 36,2722\}\} = -433,849 \text{ MPa}$$

$$C'_s = A'_s \cdot f'_s = 982,14 \cdot 433,849 = 426100,5 \text{ N}$$

$$C_a = C_c + C'_s = 3187500 + 426100,5 = 3613601 \text{ N}$$

$$T = A_s \cdot f_y = 982,14 \cdot 400 = 392856 \text{ N}$$

$C_a > T \rightarrow$ berarti $a < h_f \rightarrow$ berlaku sebagai balok empat persegi panjang.

Diasumsikan tulangan desak belum luluh

$$\begin{aligned} A &= 0,85 \cdot f'_c \cdot \beta \cdot b \\ &= 0,85 \cdot 25 \cdot 0,85 \cdot 1250 = 22578,13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= 600 \cdot A'_s - A_s \cdot f_y \\ &= 600 \cdot 982,14 - 982,14 \cdot 400 = 196428,571 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_0 &= 600 \cdot A'_s \cdot d' \\ &= 600 \cdot 982,14 \cdot 62,5 = 36830357,14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c &= \frac{-B + \sqrt{B^2 + 4 \cdot A \cdot C_0}}{2 \cdot A} = \frac{-196428,571 + \sqrt{196428,571^2 + 4 \cdot 22578,13 \cdot 36830357,14}}{2 \cdot 22578,13} \\ &= 36,2722 \text{ mm} < d' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= \beta \cdot c \\ &= 0,85 \cdot 36,2722 = 30,8313 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$f'_s = 600 \left(1 - \frac{d'}{c} \right) = 600 \left(1 - \frac{62,5}{36,2722} \right) = -433,849 \text{ MPa}$$

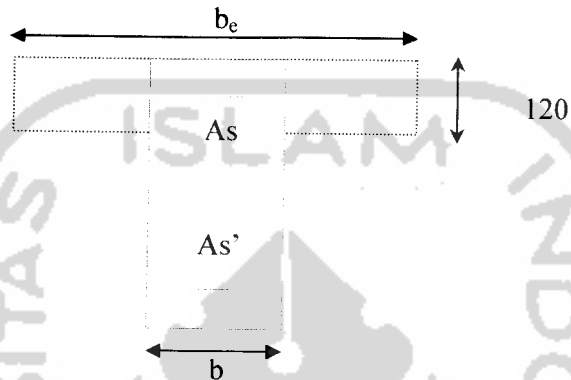
$$\begin{aligned} Mn &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot (d - a/2) + A'_s \cdot f'_s \cdot (d - d') \\ &= 0,85 \cdot 25 \cdot 30,8313 \cdot 1250 \cdot (437,5 - 30,8313/2) + 982,14 \cdot -433,849 \cdot \end{aligned}$$

$$(437,5 - 62,5)$$

$$Mn+ = 185,8815 \text{ kNm}$$

$$Mpr_l = 1,25 \cdot Mn+ = 1,25 \cdot 185,8815 = 232,3519 \text{ kNm}$$

2). Momen Nominal Aktual Negative



Gambar 5.28 Penampang Balok T

digunakan sengkang Ø10 mm

$$d' = 40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 25 = 62,5 \text{ mm}$$

$$d = 500 - 62,5 = 437,5 \text{ mm}$$

tulangan terpasang :

$$A_s = 982,14 \text{ mm}^2 \text{ (4D25)}$$

$$A_s' = 982,14 \text{ mm}^2 \text{ (2D25)}$$

Cek tulangan desak

$$A = 0,85 \cdot f'c \cdot \beta \cdot b$$

$$= 0,85 \cdot 25 \cdot 0,85 \cdot 250 = 4515,625$$

$$B = 600 \cdot A_s' - A_s \cdot f_y$$

$$= 600 \cdot 982,14 - 982,14 \cdot 400 = 196428,6$$

$$Co = 600 \cdot A_s' \cdot d'$$

$$= 600 \cdot 982,14 \cdot 62,5 = 36830357,14$$

$$c = \frac{-B + \sqrt{B^2 + 4 \cdot A \cdot C_0}}{2 \cdot A} = \frac{196428,6 + \sqrt{-196428,6^2 + 4 \cdot 4515,625 \cdot 36830357,14}}{2 \cdot 4515,625}$$

$$= 71,1439 \text{ mm}$$

$$a = \beta \cdot c = 0,85 \cdot 71,1439 = 60,4723 \text{ mm}$$

$$f'_s = 600 \left(1 - \frac{d'}{c} \right) = 600 \left(1 - \frac{62,5}{60,4723} \right)$$

$$= 72,8995 \text{ MPa} < f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$M_n = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot (d - a/2) + A_s' \cdot f'_s \cdot (d - d')$$

$$= 0,85 \cdot 25 \cdot 60,4723 \cdot 250 \cdot (437,5 - 60,4723 / 2) + 982,14 \cdot 72,8995 \cdot (437,5 - 62,5)$$

$$M_n = 157,6865 \text{ kNm}$$

$$M_{pr2} = 1,25 \cdot M_n = 1,25 \cdot 157,6865 = 197,1081 \text{ kNm}$$

C. Perencanaan Penulangan Geser Balok

1). Pada balok 250/500

Spasi maksimum tulangan sengkang pada daerah sendi plastis tidak boleh melebihi :

$$1. \frac{1}{4} \cdot d = \frac{1}{4} \cdot 437,5 = 109,375 \text{ mm}$$

$$2. 8 \text{ kali diameter tulangan longitudinal terkecil} = 8 \cdot 25 = 200 \text{ mm}$$

$$3. 24 \text{ kali diameter sengkang} = 24 \cdot 10 = 240 \text{ mm}$$

$$4. 300 \text{ mm}$$

Sehingga spasi maksimum pada daerah sendi plastis adalah 100 mm

Untuk spasi maksimum tulangan sengkang di luar sendi plastis tidak boleh melebihi :

$$1. \frac{1}{2} \cdot d = \frac{1}{2} \cdot 437,5 = 218,75 \text{ mm}$$

$$2. 600 \text{ mm}$$

Maka spasi maksimum di luar sendi plastis digunakan 200 mm.

Sebagai contoh perhitungan dari penulangan balok akibat geser diambil contoh balok B9 lantai 1 arah Y.

Output analisis Etabs

$$V_{DL,b} = 52,24 \text{ kN}$$

$$V_{LL,b} = 15,38 \text{ kN}$$

$$V_{E,b} = 23,83 \text{ kN}$$

$$M_{pr1} = 232,352 \text{ kNm}$$

$$M_{pr2} = 197,108 \text{ kNm}$$

$$l_n = 5 - 0,50 = 4,5 \text{ m}$$

Beban gravitasi terfaktor :

$$\begin{aligned} w_u &= 1,2 \cdot V_{DL} + 1 \cdot V_{LL} \\ &= 1,2 \cdot 52,24 + 1 \cdot 15,38 \\ &= 78,068 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{u.b} &= 0,7 \times \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_n} \times 1000 \\ &= 0,7 \times \frac{232,352 + 197,108}{4,5} \times 1000 = 66,805 \end{aligned}$$

$$V_{g.1,05} = 1,05 \times (52,24 + (0,8 \times 15,38)) = 67,771$$

$$V_{ub,kiri} = 66,805 + 67,771 = 134,576 \text{ kN}$$

$$V_{ub,kanan} = 66,805 - 67,771 = -0,966 \text{ kN}$$

2). Pada Sendi Plastis

$$V_{u,b \text{ terpakai}} = \frac{(l - d)x(V_{ub \text{ kiri}} - V_{ub \text{ kanan}})}{l} + V_{ub \text{ kanan}}$$

$$= \frac{(4,5 - 0,4375)(134,576 - (-0,966))}{4,5} + (-0,966) = 121,398 \text{ kN}$$

karena di daerah sendi plastis gaya geser dipikul seluruhnya oleh tulangan geser maka : $V_c = 0$

$$V_s = \frac{V_{ub \text{ terpakai}}}{0,6} - V_c$$

$$V_s = \frac{121,398}{0,6} - 0 = 202,3306 \text{ kN}$$

Digunakan sengkang 2 kaki P10, $f_y = 240 \text{ Mpa}$

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

$$s = \frac{2,025 \cdot \pi \cdot 10^2 \cdot 240 \cdot 437,5}{202,3306 \cdot 10^3} = 81,5497 \text{ mm} < 100 \text{ mm (syarat spasi maks)}$$

Digunakan sengkang 2P10 – 80 mm di daerah sendi plastis sampai dengan 2h dari muka kolom.

3). Diluar Sendi Plastis

$$V_{u,b \text{ terpakai}} = \frac{(l - 2h)x(V_{ub \text{ kiri}} - V_{ub \text{ kanan}})}{l} + V_{ub \text{ kanan}}$$

$$= \frac{(4,5 - (2 \times 5))(134,576 - (-0,966))}{4,5} + (-0,966) = 104,456 \text{ kN}$$

$$V_c = \frac{\sqrt{f'_c}}{6} b_w \cdot d$$

$$= \left(\frac{\sqrt{25}}{6} 250.437,5 \right) \cdot 10^{-3} = 91,1458 \text{ kN}$$

$$V_s = \frac{V_{u, \text{terpakai}}}{\phi} - V_c$$

$$V_s = \frac{104,456}{0,6} - 91,1458 = 82,9467 \text{ kN}$$

Digunakan sengkang 2 kaki P10, $f_y = 240 \text{ MPa}$

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

$$s = \frac{2.0,25 \cdot \pi \cdot 10^2 \cdot 240.437,5}{82,9467 \cdot 10^3} = 198,9227 \text{ mm} < 300 \text{ mm (syarat spasi maks)}$$

Digunakan sengkang 2P – 150 mm di luar sendi plastis.

Untuk selanjutnya ditampilkan dengan Tabel:

A). Tabel Perencanaan Penulangan Balok Gedung Bertingkat 4 Lantai dengan PPKGRG 1987

Lantai	Balok	b (mm)	d (mm)	Mu (kNm)	Rn Lap	ρ	pmin	pmax	As (mm ²)	As digunakan	As'	Tulangan terpasang	
												As	As'
Lantai 4	B7	250	437.5	44.923	1.173499	0.00302	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	36.255	0.947069	0.002423	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	22.4615	0.586749	0.001488	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25 2
Lantai 4	B8	250	437.5	43.19	1.128229	0.0029	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	31.309	0.817868	0.002086	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	21.595	0.564114	0.00143	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25 2
Lantai 4	B9	250	437.5	44.964	1.17457	0.003022	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	36.297	0.948167	0.002426	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	22.482	0.587285	0.001489	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25 2
Lantai 3	B38	250	437.5	82.502	2.155154	0.005693	0.0035	0.02032	622.6625	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	56.876	1.48574	0.003854	0.0035	0.02032	421.5486	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	41.251	1.077577	0.002766	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25 2
Lantai 3	B39	250	437.5	71.313	1.86287	0.004881	0.0035	0.02032	533.9079	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	35.648	0.931213	0.002381	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	35.6565	0.931435	0.002382	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25 2
Lantai 3	B40	250	437.5	82.724	2.160953	0.005709	0.0035	0.02032	624.4388	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	56.772	1.483024	0.003847	0.0035	0.02032	420.7477	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	41.362	1.080477	0.002774	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25 2
Lantai 2	B7	250	437.5	103.16	2.694792	0.007229	0.0035	0.02032	790.6496	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	53.405	1.395069	0.00361	0.0035	0.02032	394.8823	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	51.58	1.347396	0.003483	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25 2
Lantai 2	B8	250	437.5	87.282	2.28002	0.006044	0.0035	0.02032	661.0452	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	37.271	0.97361	0.002492	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	43.641	1.14001	0.002931	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25 2
Lantai 2	B9	250	437.5	103.351	2.699781	0.007243	0.0035	0.02032	792.229	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	53.38	1.394416	0.003609	0.0035	0.02032	394.6907	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	51.6755	1.349891	0.003489	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25 2
Lantai 1	B9	250	437.5	101.323	2.646805	0.00709	0.0035	0.02032	775.4844	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5									2	D25 2

	250	437.5	52.891	1.381642	0.003574	0.0035	0.02032	390.9446	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
	250	437.5	50.6615	1.323402	0.003418	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
Lantai 1	B8	250	437.5	87.281	2.279993	0.006044	0.02032	661.0372	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
	250	437.5	37.188	0.971442	0.002487	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
	250	437.5	43.6405	1.139997	0.002931	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
Lantai 1	B9	250	437.5	101.452	2.650175	0.0071	0.02032	776.5478	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
	250	437.5	52.87	1.381094	0.003573	0.0035	0.02032	390.7838	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
	250	437.5	50.726	1.325087	0.003423	0.0035	0.02032	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25

Tabel 5.20 Momen Kapasitas Negatif Balok Arah Y

Lantai	Balok	b (mm)	be (mm)	As' (mm ²)	As (mm ²)	d (mm)	d' (mm)	A	B	C1	c (mm)	a (mm)	fs' (MPa)	Mn+ (kNm)	Mpr2+ (kNm)
Lantai 4	B7	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.83	-433.849	185.882	232.352
Lantai 4	B8	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.83	-433.849	185.882	232.352
Lantai 4	B9	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.83	-433.849	185.882	232.352
Lantai 3	B38	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.83	-433.849	185.882	232.352
Lantai 3	B39	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.83	-433.849	185.882	232.352
Lantai 3	B40	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.83	-433.849	185.882	232.352
Lantai 2	B7	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.83	-433.849	185.882	232.352
Lantai 2	B8	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.83	-433.849	185.882	232.352
Lantai 2	B9	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.83	-433.849	185.882	232.352
Lantai 1	B9	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.83	-433.849	185.882	232.352
Lantai 1	B8	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.83	-433.849	185.882	232.352
Lantai 1	B9	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.83	-433.849	185.882	232.352



Tabel 5.21 Momen Kapasitas Positif Balok Arah Y

Lantai	Balok	b (mm)	be (mm)	As' (mm ²)	As (mm ²)	d (mm)	d' (mm)	A	B	C1	c (mm)	a (mm)	fs' (MPa)	Mn+ (kNm)	Mpr2+ (kNm)
Lantai 4	B7	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.8314	433.849	185.88	232.352
Lantai 4	B8	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.8314	433.849	185.88	232.352
Lantai 4	B9	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.8314	433.849	185.88	232.352
Lantai 3	B38	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.8314	433.849	185.88	232.352
Lantai 3	B39	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.8314	433.849	185.88	232.352
Lantai 3	B40	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.8314	433.849	185.88	232.352
Lantai 2	B7	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.8314	433.849	185.88	232.352
Lantai 2	B8	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.8314	433.849	185.88	232.352
Lantai 2	B9	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.8314	433.849	185.88	232.352
Lantai 1	B9	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	22578.1	196429	36830357	36.2722	30.8314	433.849	185.88	232.352

Tabel 5.22 Gaya Geser Rencana Balok Arah Y

Lantai	No. Elemen	Dimensi			d (mm)	Ln (mm)	VD,b (kN)	VL,b (kN)	VE,b (kN)	Mkap,b+ (kNm)	Mkap,b- (kNm)
		b(mm)	h(mm)	h(mm)							
Lantai 4	B7	250	500	500	437.5	4600	32.18	9.47	6.03	232.352	197.108
Lantai 4	B8	250	500	500	437.5	4600	30.4	9.14	6.03	232.352	197.108
Lantai 4	B9	250	500	500	437.5	4600	32.2	9.49	5.3	232.352	197.108
Lantai 3	B38	250	500	500	437.5	4600	53.14	15.6	15.51	232.352	197.108
Lantai 3	B39	250	500	500	437.5	4600	32.72	15.23	13.47	232.352	197.108
Lantai 3	B40	250	500	500	437.5	4600	53.09	15.58	15.51	232.352	197.108
Lantai 2	B7	250	500	500	437.5	4500	52.05	15.29	24.23	232.352	197.108
Lantai 2	B8	250	500	500	437.5	4500	32.48	15.18	22.04	232.352	197.108
Lantai 2	B9	250	500	500	437.5	4500	51.99	15.26	24.23	232.352	197.108
Lantai 1	B7	250	500	500	437.5	4500	52.28	15.4	23.83	232.352	197.108
Lantai 1	B8	250	500	500	437.5	4500	32.48	15.18	22.04	232.352	197.108
Lantai 1	B9	250	500	500	437.5	4500	52.24	15.38	23.83	232.352	197.108

Vu,b (kN)	Vub max (kN)	1,05.Vg (kN)	Vu,b ki (kN)	Vu,b ka (kN)	Vu,b (kN)	
					pada s.p	diluar s.p
65.353	69.059	41.744	107.096	23.609	99.156	88.947
65.353	66.843	39.598	104.950	25.755	97.418	87.734
65.353	66.035	41.782	107.134	23.571	99.187	88.968
65.353	137.319	68.901	134.254	-3.548	121.147	104.297
65.353	106.922	47.149	112.502	18.203	103.533	92.002
65.353	137.246	68.832	134.184	-3.479	121.091	104.257
66.805	172.473	67.496	134.301	-0.691	121.177	104.303
66.805	142.611	46.855	113.660	19.950	104.549	92.836
66.805	172.379	67.408	134.213	-0.603	121.106	104.254
66.805	171.150	67.830	134.635	-1.025	121.446	104.488
66.805	142.611	46.855	113.660	19.950	104.549	92.836
66.805	171.087	67.771	134.576	-0.966	121.398	104.456

Tabel 5.23 Penulangan Geser Balok Arah Y

Lantai	No.	Dimensi		d (mm)	Vu,b terpakai (kN)		Vc (kN)		Vs	s (mm)		Tulangan Geser	
		b(mm)	h(mm)		pada s.p	diluar s.p	pada s.p	diluar s.p		pada s.p	diluar s.p	pada s.p	diluar s.p
Lantai4	B7	250	500	437.5	99.1560	88.946934	0	91.14583	165.26	99.842657	288.9715	2P10-90	2P10-150
Lantai4	B8	250	500	437.5	97.418	87.733864	0	91.14583	162.3634	101.62387	299.5791	2P10-100	2P10-150
Lantai4	B9	250	500	437.5	99.1866	88.968299	0	91.14583	165.311	99.811844	288.7914	2P10-90	2P10-150
Lantai3	B38	250	500	437.5	121.1474	104.296666	0	91.14583	201.9124	81.718604	199.55994	2P10-80	2P10-150
Lantai3	B39	250	500	437.5	103.5332	92.00216	0	91.14583	172.5554	95.621488	265.31127	2P10-90	2P10-150
Lantai3	B40	250	500	437.5	121.09133	104.25749	0	91.14583	201.8189	81.756475	199.71763	2P10-80	2P10-150
Lantai2	B7	250	500	437.5	121.17675	104.30273	0	91.14583	201.9613	81.69884	199.53552	2P10-80	2P10-150

Lantai2	B8		250	500	437.5	104.54936	92.835559	0	91.14583	174.2489	63.5801	94.692116	259.51517	2P10-90	2P10-150
Lantai2	B9		250	500	437.5	121.1057	104.25373	0	91.14583	201.8428	82.61038	81.746771	199.73278	2P10-80	2P10-150
Lantai1	B7		250	500	437.5	121.44573	104.48823	0	91.14583	202.4095	83.00121	81.517896	198.79228	2P10-80	2P10-150
Lantai1	B8		250	500	437.5	104.54936	92.835559	0	91.14583	174.2489	63.5801	94.692116	259.51517	2P10-90	2P10-150
Lantai1	B9		250	500	437.5	121.39836	104.45556	0	91.14583	202.3306	82.94677	81.549702	198.92277	2P10-80	2P10-150



B). Tabel Perencanaan Penulangan Balok Gedung Bertingkat 8 Lantai PPKGRG 1987

Tabel 5.24 Penulangan Lentur Balok Arah Y

Lantai	Balok	b (mm)	d (mm)	Mu (kNm)	Rn Lap	ρ	pmin	pmax	As (mm ²)	As digunakan	As' digunakan	Tulangan terpasang As	As'
Lantai 8	B12	250	437.5	29.7095	0.776085	0.001883	0.0035	0.018973	382.812	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	32.153	0.839915	0.002041	0.0035	0.018973	382.812	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	59.419	1.55217	0.003841	0.0035	0.018973	420.161	982.1429	982.1429	2	D25 2
Lantai 8	B30	250	437.5	27.732	0.724428	0.001755	0.0035	0.018973	382.812	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	31.703	0.82816	0.002012	0.0035	0.018973	382.812	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	55.464	1.448856	0.003576	0.0035	0.018973	391.128	982.1429	982.1429	2	D25 2
Lantai 8	B48	250	437.5	29.38	0.767478	0.001862	0.0035	0.018973	382.812	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	32.175	0.84049	0.002042	0.0035	0.018973	382.812	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	58.76	1.534955	0.003797	0.0035	0.018973	415.312	982.1429	982.1429	2	D25 2
Lantai 7	B12	250	437.5	50.63	1.32258	0.003254	0.0035	0.018973	382.812	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	51.033	1.333107	0.00328	0.0035	0.018973	382.812	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	101.26	2.645159	0.006748	0.0035	0.018973	738.062	982.1429	982.1429	2	D25 2
Lantai 7	B30	250	437.5	42.462	1.109211	0.002714	0.0035	0.018973	382.812	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	38.026	0.993332	0.002423	0.0035	0.018973	382.812	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	84.924	2.218423	0.005591	0.0035	0.018973	611.500	982.1429	982.1429	2	D25 2
Lantai 7	B48	250	437.5	50.2845	1.313554	0.003231	0.0035	0.018973	382.812	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	51.034	1.333133	0.00328	0.0035	0.018973	382.812	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	100.569	2.627109	0.006698	0.0035	0.018973	732.641	982.1429	982.1429	2	D25 2
Lantai 6	B12	250	437.5	64.9085	1.695569	0.004212	0.0035	0.018973	460.734	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	50.46	1.318139	0.003242	0.0035	0.018973	382.812	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	129.817	3.391138	0.008848	0.0035	0.018973	967.723	982.1429	982.1429	2	D25 2
Lantai 6	B30	250	437.5	56.5365	1.476872	0.003648	0.0035	0.018973	398.985	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	38.415	1.003494	0.002449	0.0035	0.018973	382.812	982.1429	982.1429	2	D25 2
		250	437.5	113.073	2.953744	0.007604	0.0035	0.018973	831.704	982.1429	982.1429	2	D25 2

Lantai 8	B48	250	437.5	64.6005	1.687523	0.004192	0.0035	0.018973	458.449	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	50.465	1.318269	0.003243	0.0035	0.018973	382.812	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	129.201	3.375047	0.008801	0.0035	0.018973	962.647	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
Lantai 5	B12	250	437.5	75.3745	1.968967	0.004928	0.0035	0.018973	539.001	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	50.138	1.309727	0.003221	0.0035	0.018973	382.812	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	150.749	3.937933	0.010457	0.0035	0.018973	1143.68	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
Lantai 5	B30	250	437.5	74.653	1.950119	0.004878	0.0035	0.018973	533.566	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	38.414	1.003468	0.002448	0.0035	0.018973	382.812	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	134.303	3.508323	0.009187	0.0035	0.018973	1004.85	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25

Lantai	Balok	b (mm)	d (mm)	Mu (kNm)	Rn Lap	ρ	pmin	pmax	As (mm ²)	As digunakan	As' digunakan	Tulangan terpasang			
												As	As'		
Lantai 5	B48	250	437.5	75.0835	1.961365	0.004908	0.0035	0.018973	536.8085	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	50.141	1.309806	0.003221	0.0035	0.018973	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	150.167	3.92273	0.010411	0.0035	0.018973	1138.699	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
Lantai 4	B12	250	437.5	83.379	2.178064	0.005483	0.0035	0.018973	599.6985	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	50.271	1.313202	0.00323	0.0035	0.018973	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	166.609	4.352235	0.01172	0.0035	0.018973	1281.859	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
Lantai 4	B30	250	437.5	90.244	2.357394	0.005964	0.0035	0.018973	652.3561	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	38.359	1.002031	0.002445	0.0035	0.018973	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	149.985	3.917976	0.010397	0.0035	0.018973	1137.14	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
Lantai 4	B48	250	437.5	83.0655	2.169874	0.005461	0.0035	0.018973	597.3072	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	50.274	1.31328	0.00323	0.0035	0.018973	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	166.131	4.339749	0.011681	0.0035	0.018973	1277.629	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
Lantai 3	B13	250	437.5	88.118	2.301858	0.005815	0.0035	0.018973	635.9882	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	49.995	1.305992	0.003211	0.0035	0.018973	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	164.919	4.308088	0.011583	0.0035	0.018973	1266.923	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
Lantai 3	B31	250	437.5	95.218	2.487327	0.006316	0.0035	0.018973	690.8667	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	38.397	1.003024	0.002447	0.0035	0.018973	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25

Lantai 3	B49	250	437.5	150.588	3.933727	0.010444	0.0035	0.018973	1142.306	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
		250	437.5	87.774	2.292872	0.005791	0.0035	0.018973	633.3449	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	49.997	1.306044	0.003212	0.0035	0.018973	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
Lantai 2	B12	250	437.5	164.573	4.29905	0.011555	0.0035	0.018973	1263.871	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
		250	437.5	77.437	2.022844	0.00507	0.0035	0.018973	554.5702	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	49.798	1.300846	0.003198	0.0035	0.018973	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	153.985	4.022465	0.010711	0.0035	0.018973	1171.523	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
Lantai 2	B30	250	437.5	85.502	2.233522	0.005631	0.0035	0.018973	615.9226	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	38.438	1.004095	0.00245	0.0035	0.018973	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	140.786	3.677675	0.009683	0.0035	0.018973	1059.07	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
Lantai 2	B48	250	437.5	77.191	2.016418	0.005053	0.0035	0.018973	552.7107	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	49.799	1.300872	0.003198	0.0035	0.018973	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	153.738	4.016013	0.010692	0.0035	0.018973	1169.392	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
Lantai 1	B12	250	437.5	58.924	1.539239	0.003808	0.0035	0.018973	416.5187	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	49.99	1.305861	0.003211	0.0035	0.018973	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	117.848	3.078478	0.007955	0.0035	0.018973	870.0892	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
Lantai 1	B30	250	437.5	53.0815	1.386619	0.003417	0.0035	0.018973	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	38.337	1.001456	0.002443	0.0035	0.018973	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	106.163	2.773238	0.007101	0.0035	0.018973	776.7045	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
Lantai 1	B48	250	437.5	58.8625	1.537633	0.003804	0.0035	0.018973	416.0663	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	49.99	1.305861	0.003211	0.0035	0.018973	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	117.725	3.075265	0.007946	0.0035	0.018973	869.0965	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25

Tabel 5.25 Momen Kapasitas Negatif Balok Arah Y

Lantai	Balok	b (mm)	be (mm)	As' (mm ²)	As (mm ²)	d (mm)	d' (mm)	A	B	C1	c (mm)	a (mm)	fs' (MPa)	Mn- (kNm)	Mpr2- (kNm)
Lantai 8	B12	250	250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.6518	199.5647
Lantai 8	B30	250	250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.6518	199.5647

Lantai 8	B48	250	250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.6518	199.5647
Lantai 7	B12	250	250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.6518	199.5647
Lantai 7	B30	250	250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.6518	199.5647
Lantai 7	B48	250	250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.6518	199.5647
Lantai 6	B12	250	250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.6518	199.5647
Lantai 6	B30	250	250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.6518	199.5647
Lantai 6	B48	250	250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.6518	199.5647
Lantai 5	B12	250	250	982.1429	1473.214	437.5	62.5	5418.75	0	36830357	82.44293	70.07649	145.1399	233.2503	291.5629
Lantai 5	B30	250	250	982.1429	1473.214	437.5	62.5	5418.75	0	36830357	82.44293	70.07649	145.1399	233.2503	291.5629
Lantai 5	B48	250	250	982.1429	1473.214	437.5	62.5	5418.75	0	36830357	82.44293	70.07649	145.1399	233.2503	291.5629
Lantai 4	B12	250	250	982.1429	1473.214	437.5	62.5	5418.75	0	36830357	82.44293	70.07649	145.1399	233.2503	291.5629
Lantai 4	B30	250	250	982.1429	1473.214	437.5	62.5	5418.75	0	36830357	82.44293	70.07649	145.1399	233.2503	291.5629
Lantai 4	B48	250	250	982.1429	1473.214	437.5	62.5	5418.75	0	36830357	82.44293	70.07649	145.1399	233.2503	291.5629
Lantai 3	B13	250	250	982.1429	1473.214	437.5	62.5	5418.75	0	36830357	82.44293	70.07649	145.1399	233.2503	291.5629
Lantai 3	B31	250	250	982.1429	1473.214	437.5	62.5	5418.75	0	36830357	82.44293	70.07649	145.1399	233.2503	291.5629
Lantai 3	B49	250	250	982.1429	1473.214	437.5	62.5	5418.75	0	36830357	82.44293	70.07649	145.1399	233.2503	291.5629
Lantai 2	B12	250	250	982.1429	1473.214	437.5	62.5	5418.75	0	36830357	82.44293	70.07649	145.1399	233.2503	291.5629
Lantai 2	B30	250	250	982.1429	1473.214	437.5	62.5	5418.75	0	36830357	82.44293	70.07649	145.1399	233.2503	291.5629
Lantai 2	B48	250	250	982.1429	1473.214	437.5	62.5	5418.75	0	36830357	82.44293	70.07649	145.1399	233.2503	291.5629
Lantai 1	B12	250	250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.6518	199.5647
Lantai 1	B30	250	250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.6518	199.5647
Lantai 1	B48	250	250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.6518	199.5647

Tabel 5.26 Momen Kapasitas Positif Balok Arah Y

Lantai	Balok	b (mm)	be (mm)	As' (mm ²)	As (mm ²)	d (mm)	d' (mm)	A	B	C1	c (mm)	a (mm)	fs' (MPa)	Mn- (kNm)	Mpr2- (kNm)
Lantai 8	B12	250	1250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.4090	-522.002	191.0548	238.8185
Lantai 8	B30	250	1250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.4090	-522.002	191.0548	238.8185

Lantai 8	B48	250	1250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.4090	-522.002	191.0548	238.8185
Lantai 7	B12	250	1250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.4090	-522.002	191.0548	238.8185
Lantai 7	B30	250	1250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.4090	-522.002	191.0548	238.8185
Lantai 7	B48	250	1250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.4090	-522.002	191.0548	238.8185
Lantai 6	B12	250	1250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.4090	-522.002	191.0548	238.8185
Lantai 6	B30	250	1250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.4090	-522.002	191.0548	238.8185
Lantai 6	B48	250	1250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.4090	-522.002	191.0548	238.8185
Lantai 5	B12	250	1250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.4090	-522.002	191.0548	238.8185
Lantai 5	B30	250	1250	1473.214	982.1429	437.5	62.5	27093.75	491071.4	55245536	36.99381	31.4447	-413.683	194.2067	242.7584
Lantai 5	B48	250	1250	1473.214	982.1429	437.5	62.5	27093.75	491071.4	55245536	36.99381	31.4447	-413.683	194.2067	242.7584
Lantai 4	B12	250	1250	1473.214	982.1429	437.5	62.5	27093.75	491071.4	55245536	36.99381	31.4447	-413.683	194.2067	242.7584
Lantai 4	B30	250	1250	1473.214	982.1429	437.5	62.5	27093.75	491071.4	55245536	36.99381	31.4447	-413.683	194.2067	242.7584
Lantai 4	B48	250	1250	1473.214	982.1429	437.5	62.5	27093.75	491071.4	55245536	36.99381	31.4447	-413.683	194.2067	242.7584
Lantai 3	B13	250	1250	1473.214	982.1429	437.5	62.5	27093.75	491071.4	55245536	36.99381	31.4447	-413.683	194.2067	242.7584
Lantai 3	B31	250	1250	1473.214	982.1429	437.5	62.5	27093.75	491071.4	55245536	36.99381	31.4447	-413.683	194.2067	242.7584
Lantai 3	B49	250	1250	1473.214	982.1429	437.5	62.5	27093.75	491071.4	55245536	36.99381	31.4447	-413.683	194.2067	242.7584
Lantai 2	B12	250	1250	1473.214	982.1429	437.5	62.5	27093.75	491071.4	55245536	36.99381	31.4447	-413.683	194.2067	242.7584
Lantai 2	B30	250	1250	1473.214	982.1429	437.5	62.5	27093.75	491071.4	55245536	36.99381	31.4447	-413.683	194.2067	242.7584
Lantai 2	B48	250	1250	1473.214	982.1429	437.5	62.5	27093.75	491071.4	55245536	36.99381	31.4447	-413.683	194.2067	242.7584
Lantai 1	B12	250	1250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.4090	-522.002	191.0548	238.8185
Lantai 1	B30	250	1250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.4090	-522.002	191.0548	238.8185
Lantai 1	B48	250	1250	982.1429	982.1429	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.4090	-522.002	191.0548	238.8185

Tabel 5.27 Gaya Geser Rencana Balok Arah Y

Lantai	No. Elemen	Dimensi		d (mm)	Ln (mm)	VD,b (kN)	VL,b (kN)	VE,b (kN)	Mkap.b+ (kNm)	Mkap.b- (kNm)
		b(mm)	h(mm)							
Lantai 8	B12	250	500	437.5	4400	31.43	10	11.92	238.8185	199.5647
Lantai 8	B30	250	500	437.5	4400	29.95	9.1	12.53	238.8185	199.5647

Lantai 8	B48	250	500	437.5	4400	31.22	9.89	11.92	238.8185	199.5647
Lantai 7	B12	250	500	437.5	4400	53.47	16.21	21.87	238.8185	199.5647
Lantai 7	B30	250	500	437.5	4400	32.26	15.15	22.68	238.8185	199.5647
Lantai 7	B48	250	500	437.5	4400	53.24	16.09	21.87	238.8185	199.5647
Lantai 6	B12	250	500	437.5	4300	52.56	16.1	36.37	238.8185	199.5647
Lantai 6	B30	250	500	437.5	4300	31.97	15.06	36.79	242.7584	291.5629
Lantai 6	B48	250	500	437.5	4300	52.36	15.99	36.37	242.7584	291.5629
Lantai 5	B12	250	500	437.5	4300	52.48	16.05	45.72	242.7584	291.5629
Lantai 5	B30	250	500	437.5	4300	31.98	15.06	46.21	242.7584	291.5629
Lantai 5	B48	250	500	437.5	4300	52.28	15.95	45.72	242.7584	291.5629
Lantai 4	B12	250	500	437.5	4300	52.03	15.85	53.21	242.7584	291.5629
Lantai 4	B30	250	500	437.5	4300	31.97	15.06	53.14	242.7584	291.5629
Lantai 4	B48	250	500	437.5	4300	51.88	15.76	53.21	242.7584	291.5629
Lantai 3	B13	250	500	437.5	4200	50.95	15.58	55.68	242.7584	291.5629
Lantai 3	B31	250	500	437.5	4200	31.65	14.95	55.69	242.7584	291.5629
Lantai 3	B49	250	500	437.5	4200	50.83	15.52	55.68	242.7584	291.5629
Lantai 2	B12	250	500	437.5	4200	50.59	15.4	51.25	242.7584	291.5629
Lantai 2	B30	250	500	437.5	4200	31.64	14.95	51.28	242.7584	291.5629
Lantai 2	B48	250	500	437.5	4200	50.5	15.36	51.25	242.7584	291.5629
Lantai 1	B12	250	500	437.5	4200	50	15.11	35.74	238.8185	199.5647
Lantai 1	B30	250	500	437.5	4200	31.63	14.94	35.56	238.8185	199.5647
Lantai 1	B48	250	500	437.5	4200	49.95	15.09	35.74	238.8185	199.5647

Vu,b (kN)	Vub max (kN)	1,05.Vg (kN)	Vu,b ki (kN)	Vu,b ka (kN)	Vu,b terpakai (kN)	
					pada s.p	diluar s.p
69.74279	93.5655	41.4015	111.1443	28.34129	102.911	92.32543
69.74279	93.6285	39.0915	108.8343	30.65129	101.0604	91.06543

69.74279	93.2295	41.0886	110.8314	28.65419	102.6604	92.15476
69.74279	165.018	69.7599	139.5027	-0.01711	125.63	107.7936
69.74279	145.0365	46.599	116.3418	23.14379	107.0749	95.16043
69.74279	164.6505	69.4176	139.1604	0.325194	125.3558	107.6069
71.36472	224.847	68.712	140.0767	2.652719	126.0946	108.1176
86.98254	203.8995	46.2189	133.2014	40.76364	123.7964	111.7043
86.98254	224.5215	68.4096	155.3921	18.57294	141.4716	123.5737
86.98254	263.9805	68.586	155.5685	18.39654	141.6121	123.6681
86.98254	243.474	46.2294	133.2119	40.75314	123.8048	111.7099
86.98254	263.6655	68.292	155.2745	18.69054	141.3779	123.5108
86.98254	294.756	67.9455	154.928	19.03704	141.1019	123.3255
86.98254	272.5695	46.2189	133.2014	40.76364	123.7964	111.7043
86.98254	294.504	67.7124	154.6949	19.27014	140.9163	123.2008
89.05355	303.7125	66.5847	155.6382	22.46885	141.7664	123.9312
89.05355	282.828	45.7905	134.844	43.26305	125.3044	113.039
89.05355	303.5235	66.4083	155.4618	22.64525	141.6268	123.8388
89.05355	284.5395	66.0555	155.109	22.99805	141.3475	123.654
89.05355	264.2955	45.78	134.8335	43.27355	125.296	113.0335
89.05355	284.403	65.9274	154.9809	23.12615	141.2461	123.5869
73.06388	218.4735	65.1924	138.2563	7.871479	124.6745	107.2123
73.06388	198.2505	45.7611	118.825	27.30278	109.2914	97.03398
73.06388	218.4	65.1231	138.187	7.940779	124.6197	107.176

Tabel 5.28 Penulangan Geser Balok Arah Y

Lantai	No. Elemen	Dimensi			Vu,b terpakai (kN)		Vc (kN)		Vs		s (mm)		Tulangan Geser	
		b(mm)	h(mm)	d (mm)	pada s.p	diluar s.p	pada s.p	diluar s.p	pada s.p	diluar s.p	pada s.p	diluar s.p	pada s.p	diluar s.p
Lantai 8	B12	250	500	437.5	102.911	92.32543	0	91.14583	171.5184	62.729884	96.19959	263.033	2P10-90	2P10-150

Lantai 8	B30	250	500	437.5	101.06	91.06543	0	91.14583	168.434	60.629884	97.961204	272.143	2P10-90	2P10-150
Lantai 8	B48	250	500	437.5	102.66	92.154758	0	91.14583	171.1006	62.445429	96.43449	264.231	2P10-90	2P10-150
Lantai 7	B12	250	500	437.5	125.63	107.79365	0	91.14583	209.3833	88.510248	78.802842	186.419	2P10-70	2P10-150
Lantai 7	B30	250	500	437.5	107.075	95.16043	0	91.14583	178.4582	67.454884	92.458603	244.608	2P10-90	2P10-150
Lantai 7	B48	250	500	437.5	125.356	107.60694	0	91.14583	208.9263	88.199066	78.975232	187.077	2P10-70	2P10-150
Lantai 6	B12	250	500	437.5	126.095	108.11765	0	91.14583	210.1577	89.050249	78.512465	185.289	2P10-70	2P10-150
Lantai 6	B30	250	500	437.5	123.796	111.70427	0	91.14583	206.3274	95.027957	79.969997	173.633	2P10-70	2P10-150
Lantai 6	B48	250	500	437.5	141.472	123.57372	0	91.14583	235.786	114.81036	69.97872	143.715	2P10-60	2P10-140
Lantai 5	B12	250	500	437.5	141.612	123.66807	0	91.14583	236.0201	114.96762	69.909289	143.519	2P10-60	2P10-140
Lantai 5	B30	250	500	437.5	123.805	111.70989	0	91.14583	206.3413	95.037317	79.964595	173.616	2P10-70	2P10-150
Lantai 5	B48	250	500	437.5	141.378	123.51082	0	91.14583	235.6298	114.70553	70.025084	143.847	2P10-70	2P10-140
Lantai 4	B12	250	500	437.5	141.102	123.32548	0	91.14583	235.1699	114.39663	70.162051	144.235	2P10-70	2P10-140
Lantai 4	B30	250	500	437.5	123.796	111.70427	0	91.14583	206.3274	95.027957	79.969997	173.633	2P10-70	2P10-150
Lantai 4	B48	250	500	437.5	140.916	123.2008	0	91.14583	234.8604	114.18883	70.254495	144.497	2P10-60	2P10-140
Lantai 3	B13	250	500	437.5	141.766	123.93125	0	91.14583	236.2774	115.40625	69.833172	142.973	2P10-70	2P10-140
Lantai 3	B31	250	500	437.5	125.304	113.03905	0	91.14583	208.8406	97.252583	79.007625	169.661	2P10-70	2P10-150
Lantai 3	B49	250	500	437.5	141.627	123.83885	0	91.14583	236.0446	115.25225	69.902031	143.164	2P10-60	2P10-140
Lantai 2	B12	250	500	437.5	141.347	123.65405	0	91.14583	235.5791	114.94425	70.040156	143.548	2P10-70	2P10-140
Lantai 2	B30	250	500	437.5	125.296	113.03355	0	91.14583	208.8267	97.243416	79.012866	169.677	2P10-70	2P10-150
Lantai 2	B48	250	500	437.5	141.246	123.58695	0	91.14583	235.4101	114.83242	70.090443	143.688	2P10-70	2P10-140
Lantai 1	B12	250	500	437.5	124.675	107.21228	0	91.14583	207.7909	87.541299	79.406757	188.482	2P10-70	2P10-150
Lantai 1	B30	250	500	437.5	109.291	97.033979	0	91.14583	182.1524	70.577466	90.583509	233.786	2P10-90	2P10-150
Lantai 1	B48	250	500	437.5	124.62	107.17598	0	91.14583	207.6994	87.480799	79.441715	188.613	2P10-70	2P10-150

5.1.3.2 Perencanaan Balok Gedung Bertingkat 4 Lantai TCPKGUBG 2002

Sebagai contoh perhitungan lentur diambil balok no 9 lantai 1 pada arah Y. dimensi balok 250/500, tulangan yang digunakan D25, selimut beton 40 mm, diameter sengkang 10 mm.

$$1) M_{tumpuan} = 112,327 \text{ kNm}$$

$$2) M_{lap} = 52,87 \text{ kNm}$$

$$3) M_{tumpuan} = 56,1635 \text{ kNm}$$

A. Perencanaan Tulangan Akibat Lentur

Perhitungan balok diambil contoh pada balok balok 9 lantai 1 pada arah Y.

1). Tumpuan Negatif

$$M_u = 112,327 \text{ kNm} = 112,327 \cdot 10^6 \text{ Nm}$$

$$\text{Dimensi balok } b = 250 \text{ mm} \quad h = 500 \text{ mm}$$

Digunakan selimut beton 40 mm

Dipakai $\emptyset$ tulangan 25 mm dan $\emptyset$ sengkang 10 mm

$$\text{Tinggi efektif } d = 500 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 25 = 437,5 \text{ mm}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \cdot \frac{600}{600 + 400} = 0,02709$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,02709 = 0,02032$$

Untuk perencanaan gempa:

$$\rho_{max} = 0,02032$$

$$Rn = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{112,327 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 250 \cdot 437,5^2} = 2,9342$$

$$\rho = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Rn}{0,85 \cdot f'_c}} \right] = \frac{0,85 \cdot 25}{400} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 2,9342}{0,85 \cdot 25}} \right] = 0,0079$$

$$\rho_{min} = 0,0035 < \rho = 0,0079 < \rho_{max} = 0,02032$$

$$As = \rho \cdot b \cdot d = 0,0079 \cdot 250 \cdot 437,5 = 867,02 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan tarik 2D25 ($As = 982,14 \text{ mm}^2$)

2). Tulangan Lapangan.

Pada sembarang penampang dari komponen struktur tersebut, kuat momen positif maupun kuat momen negatifnya tidak boleh kurang dari seperempat kuat momen maksimum yang terdapat pada kedua ujung join digunakan nilai $Mu_{lap} = 52,87 \text{ kNm} = 52,87 \cdot 10^6 \text{ Nm} > \frac{1}{4} \cdot Mu = \frac{1}{4} \cdot 112,327 = 28,0817 \text{ kN}$

$$\text{Tinggi efektif } d = 500 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 25 = 437,5 \text{ mm}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \cdot \frac{600}{600 + 400} = 0,02709$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,02709 = 0,02032$$

Untuk perencanaan gempa:

$$\rho_{max} = 0,02032$$

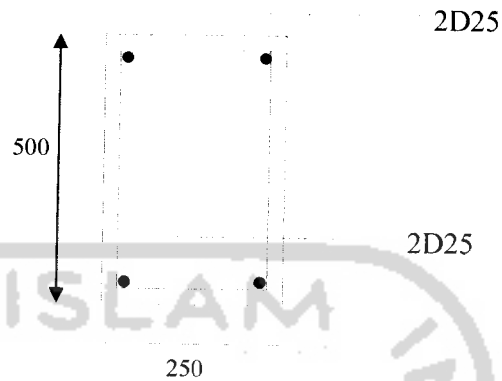
$$Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{52,87 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 250 \cdot 437,5^2} = 1,3810$$

$$\rho = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Rn}{0,85 \cdot f'_c}} \right] = \frac{0,85 \cdot 25}{400} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 1,3810}{0,85 \cdot 25}} \right] = 0,00357$$

$$\rho_{min} = 0,0035 < \rho = 0,00357 < \rho_{max} = 0,02032$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,00357 \cdot 250 \cdot 437,5 = 390,783 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan tarik 2D25 ($A_s = 982,14 \text{ mm}^2$)



Gambar 5.29 Penampang Balok Tulangan Lapangan

3). Tumpuan Positif.

Kuat lentur positif komponen struktur lentur pada muka kolom tidak boleh lebih kecil dari setengah kuat lentur negatifnya pada muka tersebut.

$$M^+ = 56,1635 \text{ kNm.}$$

$$\text{Tinggi efektif } d = 500 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 25 = 437,5 \text{ mm}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \cdot \frac{600}{600 + 400} = 0,02709$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,02709 = 0,02032$$

Untuk perencanaan gempa:

$$\rho_{max} = 0,02032$$

$$Rn = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{56,1635 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 250 \cdot 437,5^2} = 1,4671$$

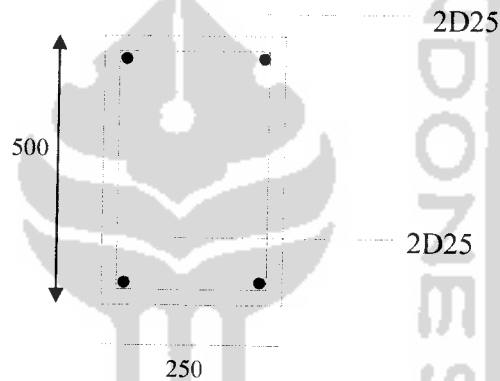
$$\rho = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Rn}{0,85 \cdot f'_c}} \right] = \frac{0,85 \cdot 25}{400} \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 1,4671}{0,85 \cdot 25}} \right] = 0,0038$$

$$\rho_{min} = 0,0035 < \rho = 0,0038 < \rho_{max} = 0,02032$$

maka digunakan $\rho = 0,0038$

$$As = \rho_{min} \cdot b \cdot d = 0,0038 \cdot 250 \cdot 437,5 = 416,06 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan tarik 2D25 ($As = 982,14 \text{ mm}^2$)

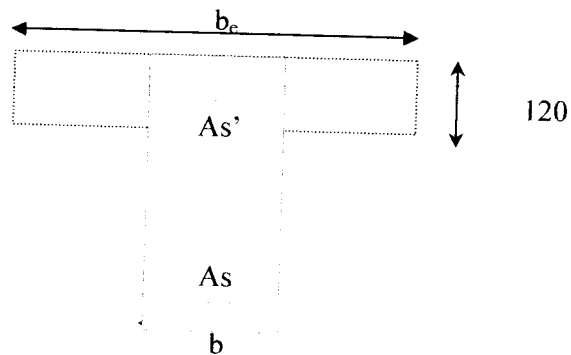


Gambar 5.30 Penampang Balok Daerah Tumpuan Positif

B. Perhitungan Momen Nominal Balok

Perhitungan momen nominal balok terdiri dari Perhitungan momen nominal balok positif dan Perhitungan momen nominal balok negatif tujuannya untuk mendapatkan momen kapasitas balok dalam merancang struktur gedung bertingkat 4 lantai.

1) Momen Nominal Aktual Positif



Gambar 5.31 Penampang Balok

Balok arah Y

Balok (250 / 500) (B9-Lantai 1)

Dianggap sebagai balok T

$$b_e \leq 1/4 \cdot L = 1/4 \cdot 5000 = 1250 \text{ mm}$$

$$b_e \leq b_w + 16 \cdot h_f = 300 + 16 \cdot 120 = 2220 \text{ mm}$$

$$b_e \leq \text{Jarak bersih antar balok} = 5000 \text{ mm}$$

$$\text{Digunakan } b_e = \text{lebar efektif balok} = 1250 \text{ mm}$$

digunakan sengkang Ø10 mm

$$d' = 40 + 10 + 1/2 \cdot 25 = 62,5 \text{ mm}$$

$$d = 500 - 62,5 = 437,5 \text{ mm}$$

tulangan terpasang :

$$A_{s \text{ atas}} = 982,14 \text{ mm}^2 (2D25)$$

$$A_{s \text{ bawah}} = 982,14 \text{ mm}^2 (2D25)$$

Kontrol apakah $a > h_f$ atau $a < h_f$

$$a = h_f$$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c \cdot H_f \cdot b_e = 0,85 \cdot 25 \cdot 120 \cdot 1250 = 3187500 \text{ N}$$

$$f's = 600 \cdot \{1 - \beta \cdot (d' / a)\} = 600 \cdot \{1 - 0,85 \{62,5 / 36,2722\}\} = -433,849 \text{ MPa}$$

$$C'_s = A's \cdot f's = 982,14 \cdot 433,849 = 426100,5 \text{ N}$$

$$C_a = C_c + C'_s = 3187500 + 426100,5 = 3613601 \text{ N}$$

$$T = A_s \cdot f_y = 982,14 \cdot 400 = 392856 \text{ N}$$

$C_a > T \rightarrow$ berarti $a < h_f \rightarrow$ berlaku sebagai balok empat persegi panjang.

Diasumsikan tulangan desak belum luluh

$$\begin{aligned} A &= 0,85 \cdot f'_c \cdot \beta \cdot b \\ &= 0,85 \cdot 25 \cdot 0,85 \cdot 1250 = 22578,13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= 600 \cdot A_s' - A_s \cdot f_y \\ &= 600 \cdot 982,14 - 982,14 \cdot 400 = 196428,571 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_0 &= 600 \cdot A_s' \cdot d' \\ &= 600 \cdot 982,14 \cdot 62,5 = 36830357,14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c &= \frac{-B + \sqrt{B^2 + 4 \cdot A \cdot C_0}}{2 \cdot A} = \frac{-196428,571 + \sqrt{196428,571^2 + 4 \cdot 22578,13 \cdot 36830357,14}}{2 \cdot 22578,13} \\ &= 36,2722 \text{ mm} < d' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= \beta \cdot c \\ &= 0,85 \cdot 36,2722 = 30,8313 \text{ mm} \end{aligned}$$

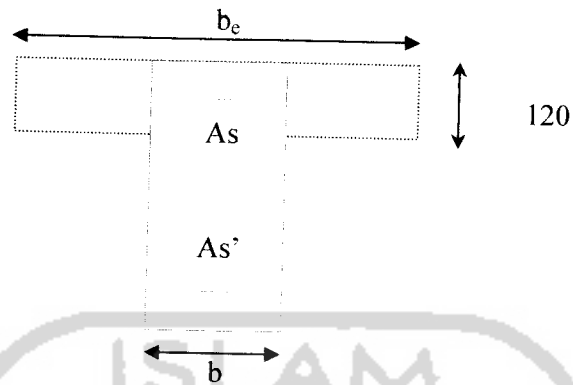
$$f's = 600 \left(1 - \frac{d'}{c} \right) = 600 \left(1 - \frac{62,5}{36,2722} \right) = -433,849 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} Mn &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot (d - a/2) + A_s' \cdot f's \cdot (d - d') \\ &= 0,85 \cdot 25 \cdot 30,8313 \cdot 1250 \cdot (437,5 - 30,8313/2) + 982,14 \cdot -433,849 \cdot \\ &\quad (437,5 - 62,5) \end{aligned}$$

$$Mn+ = 185,8815 \text{ kNm}$$

$$Mpr_1 = 1,25 \cdot Mn+ = 1,25 \cdot 185,8815 = 232,3519 \text{ kNm}$$

2). Momen Nominal Aktual Negative



Gambar 5.32 Penampang Balok T

digunakan sengkang Ø10 mm

$$d' = 40 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 25 = 62,5 \text{ mm}$$

$$d = 500 - 62,5 = 437,5 \text{ mm}$$

tulangan terpasang :

$$A_s = 982,14 \text{ mm}^2 (4D25)$$

$$A_s' = 982,14 \text{ mm}^2 (2D25)$$

Cek tulangan desak

$$\begin{aligned} A &= 0,85 \cdot f_c' \cdot \beta \cdot b \\ &= 0,85 \cdot 25 \cdot 0,85 \cdot 250 = 4515,625 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= 600 \cdot A_s' - A_s \cdot f_y \\ &= 600 \cdot 982,14 - 982,14 \cdot 400 = 196428,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_0 &= 600 \cdot A_s' \cdot d' \\ &= 600 \cdot 982,14 \cdot 62,5 = 36830357,14 \end{aligned}$$

$$c = \frac{-B + \sqrt{B^2 + 4 \cdot A \cdot C_0}}{2 \cdot A} = \frac{196428,6 + \sqrt{-196428,6^2 + 4 \cdot 4515,625 \cdot 36830357,14}}{2 \cdot 4515,625}$$

$$= 71,1439 \text{ mm}$$

$$a = \beta \cdot c = 0,85 \cdot 71,1439 = 60,4723 \text{ mm}$$

$$f's = 600 \left(1 - \frac{d'}{c} \right) = 600 \left(1 - \frac{62,5}{60,4723} \right)$$

$$= 72,8995 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$M_n = 0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b \cdot (d - a/2) + A_s' \cdot f's \cdot (d - d')$$

$$= 0,85 \cdot 25 \cdot 60,4723 \cdot 250 \cdot (437,5 - 60,4723 / 2) + 982,14 \cdot 72,8995 \cdot (437,5 - 62,5)$$

$$M_n = 157,6865 \text{ kNm}$$

$$M_{pr2} = 1,25 \cdot M_n = 1,25 \cdot 157,6865 = 197,1081 \text{ kNm}$$

C. Perencanaan Penulangan Geser Balok

1). Pada balok 250/500

Spasi maksimum tulangan sengkang pada daerah sendi plastis tidak boleh melebihi :

1. $\frac{1}{4} \cdot d = \frac{1}{4} \cdot 437,5 = 109,375 \text{ mm}$
2. 8 kali diameter tulangan longitudinal terkecil = $8 \cdot 25 = 200 \text{ mm}$
3. 24 kali diameter sengkang = $24 \cdot 10 = 240 \text{ mm}$
4. 300 mm

Sehingga spasi maksimum pada daerah sendi plastis adalah 100 mm

Untuk spasi maksimum tulangan sengkang di luar sendi plastis tidak boleh melebihi :

1. $\frac{1}{2} \cdot d = \frac{1}{2} \cdot 437,5 = 218,75 \text{ mm}$

2. 600 mm

Maka spasi maksimum di luar sendi plastis digunakan 200 mm.

Sebagai contoh perhitungan dari penulangan balok akibat geser diambil contoh balok B9 lantai 1 arah Y.

Output analisis Etabs

$$V_{DL,b} = 52,24 \text{ kN}$$

$$V_{LL,b} = 15,38 \text{ kN}$$

$$V_{E,b} = 25,7 \text{ kN}$$

$$Mpr_1 = 232,352 \text{ kNm}$$

$$Mpr_2 = 197,108 \text{ kNm}$$

$$l_n = 5 - 0,50 = 4,5 \text{ m}$$

Beban gravitasi terfaktor :

$$\begin{aligned} wu &= 1,2 \cdot V_{DL} + 1 \cdot V_{LL} \\ &= 1,2 \cdot 52,24 + 1 \cdot 15,38 \\ &= 78,068 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{u,b} &= \frac{Mpr_1 + Mpr_2}{l_n} \times 1000 \\ &= \frac{232,352 + 197,108}{4,5} \times 1000 = 95,436 \end{aligned}$$

$$\frac{W_u}{2} = ((1,2 \times 52,24) + (1 \times 15,38))/2 = 39,034$$

$$V_{ub,kiri} = 95,436 + 39,034 = 134,470 \text{ kN}$$

$$V_{ub,kanan} = 95,436 - 39,034 = 56,402 \text{ kN}$$

2). Pada sendi plastis

$$V_{u,b \text{ terpakai}} = \frac{(l - d)(V_{ub \text{ kiri}} - V_{ub \text{ kanan}})}{l} + V_{ub \text{ kanan}}$$

$$= \frac{(4,5 - 0,4375)(134,470 - 56,402)}{4,5} + (56,402) = 126,880 \text{ kN}$$

karena di daerah sendi plastis gaya geser dipikul seluruhnya oleh tulangan geser maka : $V_c = 0$

$$V_s = \frac{V_{ub \text{ terpakai}}}{0,6} - V_c$$

$$V_s = \frac{126,880}{0,6} - 0 = 211,47 \text{ kN}$$

Digunakan sengkang 2 kaki P10, $f_y = 240 \text{ Mpa}$

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

$$s = \frac{2 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot 10^2 \cdot 240 \cdot 437,5}{211,47 \cdot 10^3} = 78,00 \text{ mm} < 100 \text{ mm (syarat spasi maks)}$$

Digunakan sengkang 2P10 – 70 mm di daerah sendi plastis sampai dengan 2h dari muka kolom.

3). Diluar sendi plastis

$$V_{u,b \text{ terpakai}} = \frac{(l - 2h)(V_{ub \text{ kiri}} - V_{ub \text{ kanan}})}{l} + V_{ub \text{ kanan}}$$

$$= \frac{(4,5 - (2 \times 5))(134,470 - 56,402)}{4,5} + (56,402) = 117,121 \text{ kN}$$

$$V_c = \frac{\sqrt{f'_c}}{6} b_w \cdot d$$

$$= \left(\frac{\sqrt{25}}{6} 250.437,5 \right) \cdot 10^{-3} = 91,1458 \text{ kN}$$

$$V_s = \frac{V_{u, \text{terpakai}}}{\phi} - V_c$$

$$V_s = \frac{117,121}{0,6} - 91,1458 = 104,06 \text{ kN}$$

Digunakan sengkang 2 kaki P10, $f_y = 240 \text{ MPa}$

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

$$s = \frac{2.0,25 \cdot \pi \cdot 10^2 \cdot 240.437,5}{104,06 \cdot 10^3} = 158,50 \text{ mm} < 300 \text{ mm (syarat spasi maks)}$$

Digunakan sengkang 2P – 150 mm di luar sendi plastis.

Untuk Selanjutnya Ditampilkan di tabel:

A). Tabel Penulangan Balok Gedung Bertingkat 4 Lantai dengan TCPKGUBG 2002

Tabel 5.29 Penulangan Lentur Balok Arah Y

Lantai	Balok	b (mm)	d	Mu (kNm)	Rn Lap	p	pmin	pmax	As (mm ²)	As digunakan	As' digunakan	Tulangan terpasang	
												As	As'
Lantai 4	B7	250	437.5	25.939	0.67759	0.0017	0.0035	0.0244	382.81	982.14	982.143	2	D25 2
		250	437.5	36.255	0.947069	0.0024	0.0035	0.0244	382.81	982.14	982.143	2	D25 2
		250	437.5	51.878	1.35518	0.0035	0.0035	0.0244	382.81	982.14	982.143	2	D25 2
Lantai 4	B8	250	437.5	25.014	0.653427	0.0017	0.0035	0.0244	382.81	982.14	982.143	2	D25 2
		250	437.5	31.309	0.817868	0.0021	0.0035	0.0244	382.81	982.14	982.143	2	D25 2
		250	437.5	50.028	1.306854	0.0034	0.0035	0.0244	382.81	982.14	982.143	2	D25 2
Lantai 4	B9	250	437.5	25.966	0.678296	0.0017	0.0035	0.0244	382.81	982.14	982.143	2	D25 2
		250	437.5	36.297	0.948167	0.0024	0.0035	0.0244	382.81	982.14	982.143	2	D25 2
		250	437.5	51.932	1.356591	0.0035	0.0035	0.0244	382.81	982.14	982.143	2	D25 2
Lantai 3	B38	250	437.5	46.637	1.21826	0.0031	0.0035	0.0244	382.81	982.14	982.143	2	D25 2
		250	437.5	56.876	1.48574	0.0038	0.0035	0.0244	418.84	982.14	982.143	2	D25 2
		250	437.5	93.273	2.436519	0.0064	0.0035	0.0244	701.53	982.14	982.143	2	D25 2
Lantai 3	B39	250	437.5	40.673	1.062465	0.0027	0.0035	0.0244	382.81	982.14	982.143	2	D25 2
		250	437.5	35.648	0.931213	0.0024	0.0035	0.0244	382.81	982.14	982.143	2	D25 2
		250	437.5	81.345	2.124931	0.0056	0.0035	0.0244	607.50	982.14	982.143	2	D25 2
Lantai 3	B40	250	437.5	46.587	1.216967	0.0031	0.0035	0.0244	382.81	982.14	982.143	2	D25 2
		250	437.5	56.772	1.483024	0.0038	0.0035	0.0244	418.05	982.14	982.143	2	D25 2
		250	437.5	93.174	2.433933	0.0064	0.0035	0.0244	700.74	982.14	982.143	2	D25 2
Lantai 2	B7	250	437.5	57.069	1.490769	0.0038	0.0035	0.0244	420.30	982.14	982.143	2	D25 2
		250	437.5	53.405	1.395069	0.0036	0.0035	0.0244	392.51	982.14	982.143	2	D25 2
		250	437.5	114.14	2.981538	0.0079	0.0035	0.0244	869.48	982.14	982.143	2	D25 2
Lantai 2	B8	250	437.5	48.558	1.268454	0.0033	0.0035	0.0244	382.81	982.14	982.143	2	D25 2
		250	437.5	37.271	0.97361	0.0025	0.0035	0.0244	382.81	982.14	982.143	2	D25 2
		250	437.5	97.116	2.536908	0.0067	0.0035	0.0244	732.12	982.14	982.143	2	D25 2
Lantai 2	B9	250	437.5	57.188	1.493891	0.0039	0.0035	0.0244	421.21	982.14	982.143	2	D25 2

		250	437.5	53.38	1.394416	0.0036	0.0035	0.0244	392.32	982.14	982.143	2	D25	2	D25
		250	437.5	114.38	2.987781	0.0080	0.0035	0.0244	871.43	982.14	982.143	2	D25	2	D25
Lantai 1	B7	250	437.5	56.083	1.465025	0.0038	0.0035	0.0244	412.81	982.14	982.143	2	D25	2	D25
		250	437.5	52.891	1.381642	0.0036	0.0035	0.0244	388.62	982.14	982.143	2	D25	2	D25
		250	437.5	112.17	2.930051	0.0078	0.0035	0.0244	853.41	982.14	982.143	2	D25	2	D25
Lantai 1	B8	250	437.5	48.565	1.268624	0.0033	0.0035	0.0244	382.81	982.14	982.143	2	D25	2	D25
		250	437.5	37.188	0.971442	0.0025	0.0035	0.0244	382.81	982.14	982.143	2	D25	2	D25
		250	437.5	97.129	2.537247	0.0067	0.0035	0.0244	732.23	982.14	982.143	2	D25	2	D25
Lantai 1	B9	250	437.5	56.164	1.467128	0.0038	0.0035	0.0244	413.42	982.14	982.143	2	D25	2	D25
		250	437.5	52.87	1.381094	0.0036	0.0035	0.0244	388.46	982.14	982.143	2	D25	2	D25
		250	437.5	112.33	2.934256	0.0078	0.0035	0.0244	854.72	982.14	982.143	2	D25	2	D25

Tabel 5.30 Momen Kapasitas Negatif Balok Arah Y

Lantai	Balok	b (mm)	be (mm)	As' (mm ²)	As (mm ²)	d (mm)	d' (mm)	A	B	C1	c (mm)	a (mm)	fs' (MPa)	Mn- (kNm)	Mpr2- (kNm)
Lantai4	B7	250	250	982.14	982.14	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.65	199.56
		250	250	982.14	982.14	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.65	199.56
		250	250	982.14	982.14	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.65	199.56
Lantai4	B8	250	250	982.14	982.14	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.65	199.56
		250	250	982.14	982.14	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.65	199.56
		250	250	982.14	982.14	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.65	199.56
Lantai4	B9	250	250	982.14	982.14	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.65	199.56
		250	250	982.14	982.14	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.65	199.56
		250	250	982.14	982.14	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.65	199.56
Lantai3	B38	250	250	982.14	982.14	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.65	199.56
		250	250	982.14	982.14	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.65	199.56
		250	250	982.14	982.14	437.5	62.5	5418.75	196428.6	36830357	66.28688	56.34385	34.2772	159.65	199.56

Tabel 5.31 Momen Kapasitas Positif Balok Arah Y

Lantai	Balok	b (mm)	be (mm)	As' (mm ²)	As (mm ²)	d (mm)	d' (mm)	A	B	C1	c (mm)	a (mm)	fs' (MPa)	Mn+ (kNm)	Mpr2+ (kNm)
Lantai4	B7	250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
Lantai4	B8	250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
Lantai4	B9	250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
Lantai3	B38	250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
Lantai3	B39	250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
Lantai3	B40	250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
Lantai2	B7	250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
Lantai2	B8	250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
Lantai2	B9	250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82

		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
Lantai1	B7	250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
Lantai1	B8	250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
Lantai1	B9	250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82
		250	1250	982.14	982.14	437.5	62.5	27093.75	196428.6	36830357	33.42239	28.40903	-522	191.05	238.82

Tabel 5.32 Gaya Geser Rencana Balok Arah Y

Lantai	Balok	L	Dimensi		d (mm)	Ln (mm)	VD.b (kN)	VL.b (kN)	VE.b (kN)	Mpr1+ (kNm)	Mpr2- (kNm)	Vu.b (kN)	Wu/2 (kN)	Vu.b ki (kN)	Vu.b ka (kN)	Vu.b terpakai (kN)	
			b(mm)	h(mm)												pada s.p	diluar s.p
Lantai4	B7	5000	250	500	437.5	4600	32.18	9.47	6.50	238.82	199.565	95.301	24.043	119.344	71.258	114.770	108.890
Lantai4	B8	5000	250	500	437.5	4600	30.40	9.14	5.72	238.82	199.565	95.301	22.810	118.111	72.491	113.772	108.193
Lantai4	B9	5000	250	500	437.5	4600	32.20	9.49	6.50	238.82	199.565	95.301	24.065	119.366	71.236	114.788	108.903
Lantai3	B38	5000	250	500	437.5	4600	53.14	15.60	16.72	238.82	199.565	95.301	39.684	134.985	55.617	127.436	117.731
Lantai3	B39	5000	250	500	437.5	4600	32.72	15.23	14.52	238.82	199.565	95.301	27.247	122.548	68.054	117.365	110.701
Lantai3	B40	5000	250	500	437.5	4600	53.09	15.58	16.72	238.82	199.565	95.301	39.644	134.945	55.657	127.404	117.708
Lantai2	B7	5000	250	500	437.5	4500	52.05	15.29	26.13	238.82	199.565	97.419	38.875	136.294	58.544	128.734	119.016
Lantai2	B8	5000	250	500	437.5	4500	32.48	15.18	23.77	238.82	199.565	97.419	27.078	124.497	70.341	119.231	112.462
Lantai2	B9	5000	250	500	437.5	4500	51.99	15.26	26.13	238.82	199.565	97.419	38.824	136.243	58.595	128.693	118.987
Lantai1	B7	5000	250	500	437.5	4500	52.28	15.40	25.70	238.82	199.565	97.419	39.068	136.487	58.351	128.890	119.123
Lantai1	B8	5000	250	500	437.5	4500	32.48	15.18	23.76	238.82	199.565	97.419	27.078	124.497	70.341	119.231	112.462
Lantai1	B9	5000	250	500	437.5	4500	52.24	15.38	25.7	238.82	199.565	97.419	39.034	136.453	58.385	128.863	119.104

Tabel 5.33 Penulangan Geser Balok Arah Y

Lantai	No. Elemen	Dimensi (mm)		d (mm)	Vu,b terpakai (kN)		Vc (kN)		Vs (kN)		s (mm)		Tulangan geser	
		b	h		pada s.p.	di luar s.p.	pada s.p.	di luar s.p.	pada s.p.	di luar s.p.	pada s.p.	di luar s.p.	pada s.p.	di luar s.p.
Lantai4	B7	250	500	437.5	114.77	108.89	0	99.85	191.28	81.64	86.22	202.03	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai4	B8	250	500	437.5	113.772	108.19	0	99.85	189.62	80.48	86.98	204.95	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai4	B9	250	500	437.5	114.788	108.9	0	99.85	191.31	81.66	86.21	201.98	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai3	B38	250	500	437.5	127.436	117.73	0	99.85	212.39	96.37	77.65	171.14	2P10 - 70	2P10 - 150
Lantai3	B39	250	500	437.5	117.365	110.7	0	99.85	195.61	84.66	84.32	194.83	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai3	B40	250	500	437.5	127.404	117.71	0	99.85	212.34	96.34	77.67	171.21	2P10 - 70	2P10 - 150
Lantai2	B7	250	500	437.5	128.734	119.02	0	99.85	214.56	98.51	76.87	167.42	2P10 - 70	2P10 - 150
Lantai2	B8	250	500	437.5	119.231	112.46	0	99.85	198.72	87.59	83.00	188.30	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai2	B9	250	500	437.5	128.693	118.99	0	99.85	214.49	98.47	76.90	167.50	2P10 - 70	2P10 - 150
Lantai1	B7	250	500	437.5	128.89	119.12	0	99.85	214.82	98.69	76.78	167.12	2P10 - 70	2P10 - 150
Lantai1	B8	250	500	437.5	119.231	112.46	0	99.85	198.72	87.59	83.00	188.30	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai1	B9	250	500	437.5	128.863	119.1	0	99.85	214.77	98.66	76.80	167.17	2P10 - 70	2P10 - 150

B). Tabel Penulangan Balok Perencanaan Gedung Bertingkat 8 Lantai TCPKGUBG 2002

Tabel 5.34 Penulangan Lentur Balok Arah Y

Lantai	Balok	b (mm)	d (mm)	Mu (kNm)	Rn Lap	ρ	pmin	pmax	As (mm ²)	As digunakan	As' digunakan	Tulangan terpasang	
												As	As'
Lantai 8	B12	250	437.5	30.88	0.806661	0.002	0.0035	0.02438	382.81	982.14	982.14	2	D25
		250	437.5	32.15	0.839915	0.0021	0.0035	0.02438	382.81	982.14	982.14	2	D25
		250	437.5	61.76	1.613322	0.0042	0.0035	0.02438	456.06	982.14	982.14	2	D25
Lantai 8	B30	250	437.5	28.30	0.739161	0.0019	0.0035	0.02438	382.81	982.14	982.14	2	D25
		250	437.5	31.70	0.82816	0.0021	0.0035	0.02438	382.81	982.14	982.14	2	D25
		250	437.5	56.59	1.478322	0.0038	0.0035	0.02438	416.68	982.14	982.14	2	D25
Lantai 8	B48	250	437.5	30.47	0.795873	0.002	0.0035	0.02438	382.81	982.14	982.14	2	D25
		250	437.5	32.18	0.84049	0.0021	0.0035	0.02438	382.81	982.14	982.14	2	D25
		250	437.5	60.93	1.591745	0.0041	0.0035	0.02438	449.75	982.14	982.14	2	D25
Lantai 7	B12	250	437.5	52.07	1.360104	0.0035	0.0035	0.02438	382.81	982.14	982.14	2	D25
		250	437.5	51.03	1.333107	0.0034	0.0035	0.02438	382.81	982.14	982.14	2	D25
		250	437.5	104.13	2.720209	0.0072	0.0035	0.02438	788.38	982.14	982.14	2	D25
Lantai 7	B30	250	437.5	42.27	1.104157	0.0028	0.0035	0.02438	382.81	982.14	982.14	2	D25
		250	437.5	38.03	0.993332	0.0025	0.0035	0.02438	382.81	982.14	982.14	2	D25
		250	437.5	84.54	2.208313	0.0058	0.0035	0.02438	632.53	982.14	982.14	2	D25
Lantai 7	B48	250	437.5	51.63	1.348807	0.0035	0.0035	0.02438	382.81	982.14	982.14	2	D25
		250	437.5	51.03	1.333133	0.0034	0.0035	0.02438	382.81	982.14	982.14	2	D25
		250	437.5	103.27	2.697613	0.0071	0.0035	0.02438	781.41	982.14	982.14	2	D25
Lantai 6	B12	250	437.5	63.49	1.658475	0.0043	0.0035	0.02438	469.28	982.14	982.14	2	D25
		250	437.5	50.46	1.318139	0.0034	0.0035	0.02438	382.81	982.14	982.14	2	D25
		250	437.5	126.98	3.31695	0.0089	0.0035	0.02438	975.17	982.14	982.14	2	D25
Lantai 6	B30	250	437.5	53.65	1.401365	0.0036	0.0035	0.02438	394.34	982.14	982.14	2	D25
		250	437.5	38.42	1.003494	0.0026	0.0035	0.02438	382.81	982.14	982.14	2	D25
		250	437.5	107.29	2.80273	0.0074	0.0035	0.02438	813.87	982.14	982.14	2	D25
Lantai 6	B48	250	437.5	63.10	1.648431	0.0043	0.0035	0.02438	466.34	982.14	982.14	2	D25
		250	437.5	63.10	1.648431	0.0043	0.0035	0.02438	466.34	982.14	982.14	2	D25
		250	437.5	63.10	1.648431	0.0043	0.0035	0.02438	466.34	982.14	982.14	2	D25

		250	437.5	50.47	1.318269	0.0034	0.0035	0.02438	382.81	982.14	982.14	2	D25	2	D25
		250	437.5	126.21	3.296862	0.0089	0.0035	0.02438	968.79	982.14	982.14	2	D25	2	D25
Lantai 5	B12	250	437.5	72.30	1.888705	0.0049	0.0035	0.02438	537.13	982.14	982.14	2	D25	2	D25
		250	437.5	50.14	1.309727	0.0034	0.0035	0.02438	382.81	982.14	982.14	2	D25	2	D25
		250	437.5	144.60	3.777411	0.0103	0.0035	0.02438	1123.38	1473.21	982.14	3	D25	2	D25
Lantai 5	B30	250	437.5	68.17	1.780846	0.0046	0.0035	0.02438	505.26	982.14	982.14	2	D25	2	D25
		250	437.5	38.41	1.003468	0.0026	0.0035	0.02438	382.81	982.14	982.14	2	D25	2	D25
		250	437.5	125.19	3.270191	0.0088	0.0035	0.02438	960.32	982.14	982.14	2	D25	2	D25

	Balok	b (mm)	d (mm)	Mu (kNm)	Rn Lap	ρ	pmin	pmax	As (mm ²)	As		Tulangan terpasang			
										As digunakan	As' digunakan	As	As'		
Lantai 5	B48	250	437.5	71.94	1.879197	0.0049	0.0035	0.02438	534.3152	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	50.14	1.309806	0.0034	0.0035	0.02438	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	143.88	3.758393	0.0102	0.0035	0.02438	1117.186	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
Lantai 4	B12	250	437.5	78.71	2.056176	0.0054	0.0035	0.02438	586.9392	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	50.27	1.313202	0.0034	0.0035	0.02438	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	157.43	4.112353	0.0113	0.0035	0.02438	1233.595	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
Lantai 4	B30	250	437.5	81.32	2.12433	0.0056	0.0035	0.02438	607.3203	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	38.36	1.002031	0.0026	0.0035	0.02438	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	138.41	3.615504	0.0098	0.0035	0.02438	1070.843	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
Lantai 4	B48	250	437.5	78.41	2.048366	0.0053	0.0035	0.02438	584.6076	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	50.27	1.31328	0.0034	0.0035	0.02438	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	156.83	4.096731	0.0112	0.0035	0.02438	1228.407	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
Lantai 3	B13	250	437.5	78.34	2.046302	0.0053	0.0035	0.02438	583.9917	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	50.00	1.305992	0.0034	0.0035	0.02438	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	154.49	4.035657	0.011	0.0035	0.02438	1208.172	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
Lantai 3	B31	250	437.5	85.16	2.224588	0.0058	0.0035	0.02438	637.4214	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	38.40	1.003024	0.0026	0.0035	0.02438	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	138.04	3.605864	0.0098	0.0035	0.02438	1067.73	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
Lantai 3	B49	250	437.5	78.11	2.040451	0.0053	0.0035	0.02438	582.2457	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25

		250	437.5	50.00	1.306044	0.0034	0.0035	0.02438	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
Lantai 2	B12	250	437.5	154.06	4.024346	0.011	0.0035	0.02438	1204.432	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
		250	437.5	72.46	1.892715	0.0049	0.0035	0.02438	538.3196	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	49.80	1.300846	0.0033	0.0035	0.02438	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
Lantai 2	B30	250	437.5	144.91	3.78543	0.0103	0.0035	0.02438	1125.996	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
		250	437.5	76.98	2.010984	0.0052	0.0035	0.02438	573.4605	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	38.44	1.004095	0.0026	0.0035	0.02438	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
Lantai 2	B48	250	437.5	129.75	3.38944	0.0091	0.0035	0.02438	998.2592	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
		250	437.5	72.30	1.888679	0.0049	0.0035	0.02438	537.1238	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	49.80	1.300872	0.0033	0.0035	0.02438	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
Lantai 1	B12	250	437.5	144.60	3.777358	0.0103	0.0035	0.02438	1123.364	1473.214	982.1429	3	D25	2	D25
		250	437.5	56.86	1.485375	0.0038	0.0035	0.02438	418.7302	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	49.99	1.305861	0.0034	0.0035	0.02438	382.8125	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25
		250	437.5	113.72	2.970749	0.0079	0.0035	0.02438	866.1058	982.1429	982.1429	2	D25	2	D25

Lantai	Balok	b (mm)	d (mm)	Mu (kNm)	Rn Lap	p	pmin	pmax	As (mm ²)	As digunakan	As' digunakan	Tulangan terpasang		
Lantai 1	B30	250	437.5	50.29	1.313698	0.0034	0.0035	0.02438	382.81	982.1429	982.1429	As	As'	
		250	437.5	38.34	1.001456	0.0026	0.0035	0.02438	382.81	982.1429	982.1429	2	D25	2
		250	437.5	100.58	2.627396	0.0069	0.0035	0.02438	759.83	982.1429	982.1429	2	D25	2
Lantai 1	B48	250	437.5	56.79	1.483363	0.0038	0.0035	0.02438	418.15	982.1429	982.1429	2	D25	2
		250	437.5	49.99	1.305861	0.0034	0.0035	0.02438	382.81	982.1429	982.1429	2	D25	2
		250	437.5	113.57	2.966727	0.0079	0.0035	0.02438	864.85	982.1429	982.1429	2	D25	2

Tabel 5.35 Momen Kapasitas Negatif Balok Arah Y

Lantai	Balok	b (mm)	be (mm)	As' (mm ²)	As (mm ²)	d (mm)	d' (mm)	A	B	C1	c (mm)	a (mm)	fs' (MPa)	Mn- (kNm)	Mpr2- (kNm)
Lantai 8	B12	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	196429	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 8	B30	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	196429	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 8	B48	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	196429	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 7	B12	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	196429	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 7	B30	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	196429	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 7	B48	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	196429	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 6	B12	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	196429	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 6	B30	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	196429	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 6	B48	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	196429	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 5	B12	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	196429	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 5	B30	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	0	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 5	B48	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	196429	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 4	B12	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	0	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 4	B30	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	0	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 4	B48	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	0	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 3	B13	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	0	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 3	B31	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	0	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 3	B49	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	0	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 2	B12	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	0	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 2	B30	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	0	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 2	B48	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	0	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 1	B12	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	0	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 1	B30	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	196429	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56
Lantai 1	B48	250	250	982.143	982.143	437.5	62.5	5418.75	196429	36830357.14	66.29	56.34	34.2772	159.652	199.56

Tabel 5.36 Momen Kapasitas Positif Balok Arah Y

Lantai	Balok	b (mm)	be (mm)	As' (mm ²)	As (mm ²)	d (mm)	d' (mm)	A	B	C1	c (mm)	a (mm)	fs' (MPa)	Mn+ (kNm)	Mpr1 (kNm)
Lantai 8	B12	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	36830357.14	33.422	28.409	-522.0023	191.0548	238.82
Lantai 8	B30	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	36830357.14	33.422	28.409	-522.0023	191.0548	238.82
Lantai 8	B48	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	36830357.14	33.422	28.409	-522.0023	191.0548	238.82
Lantai 7	B12	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	36830357.14	33.422	28.409	-522.0023	191.0548	238.82
Lantai 7	B30	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	36830357.14	33.422	28.409	-522.0023	191.0548	238.82
Lantai 7	B48	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	36830357.14	33.422	28.409	-522.0023	191.0548	238.82
Lantai 6	B12	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	36830357.14	33.422	28.409	-522.0023	191.0548	238.82
Lantai 6	B30	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	36830357.14	33.422	28.409	-522.0023	191.0548	238.82
Lantai 6	B48	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	36830357.14	33.422	28.409	-522.0023	191.0548	238.82
Lantai 5	B12	250	1250	1473.21	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	55245535.71	36.994	31.445	-413.6831	194.2066	242.76
Lantai 5	B30	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	36830357.14	33.422	28.409	-522.0023	191.0548	238.82
Lantai 5	B48	250	1250	1473.21	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	55245535.71	36.994	31.445	-413.6831	194.2066	242.76
Lantai 4	B12	250	1250	1473.21	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	55245535.71	36.994	31.445	-413.6831	194.2066	242.76
Lantai 4	B30	250	1250	1473.21	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	55245535.71	36.994	31.445	-413.6831	194.2066	242.76
Lantai 4	B48	250	1250	1473.21	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	55245535.71	36.994	31.445	-413.6831	194.2066	242.76
Lantai 3	B13	250	1250	1473.21	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	55245535.71	36.994	31.445	-413.6831	194.2066	242.76
Lantai 3	B31	250	1250	1473.21	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	55245535.71	36.994	31.445	-413.6831	194.2066	242.76
Lantai 3	B49	250	1250	1473.21	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	55245535.71	36.994	31.445	-413.6831	194.2066	242.76
Lantai 2	B12	250	1250	1473.21	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	55245535.71	36.994	31.445	-413.6831	194.2066	242.76
Lantai 2	B30	250	1250	1473.21	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	55245535.71	36.994	31.445	-413.6831	194.2066	242.76
Lantai 2	B48	250	1250	1473.21	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	55245535.71	36.994	31.445	-413.6831	194.2066	242.76
Lantai 1	B12	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	36830357.14	33.422	28.409	-522.0023	191.0548	238.82
Lantai 1	B30	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	36830357.14	33.422	28.409	-522.0023	191.0548	238.82
Lantai 1	B48	250	1250	982.143	982.143	437.5	62.5	27093.75	196428.571	36830357.14	33.422	28.409	-522.0023	191.0548	238.82

Tabel 5.37 Gaya Geser Rencana Balok Arah Y

Lantai	Balok	L	Dimensi		d (mm)	Ln (mm)	VD,b (kN)	VL,b (kN)	VE,b (kN)	Mpr1+ (kNm)	Mpr2- (kNm)
			b(mm)	h(mm)							
Lantai 8	B12	5000	450	600	537.5	4400	31.43	10.00	10.57	238.819	199.565
Lantai 8	B30	5000	450	600	537.5	4400	29.95	9.10	11.11	238.819	199.565
Lantai 8	B48	5000	450	600	537.5	4400	31.22	9.89	10.57	238.819	199.565
Lantai 7	B12	5000	450	600	537.5	4400	53.47	16.21	19.39	238.819	199.565
Lantai 7	B30	5000	450	600	537.5	4400	32.26	15.15	20.11	238.819	199.565
Lantai 7	B48	5000	450	600	537.5	4400	53.24	16.09	19.39	238.819	199.565
Lantai 6	B12	5000	450	600	537.5	4300	52.56	16.10	32.25	238.819	199.565
Lantai 6	B30	5000	450	600	537.5	4300	31.97	15.06	32.62	238.819	199.565
Lantai 6	B48	5000	450	600	537.5	4300	52.36	15.99	32.25	238.819	199.565
Lantai 5	B12	5000	450	600	537.5	4300	52.48	16.05	40.54	242.758	291.563
Lantai 5	B30	5000	450	600	537.5	4300	31.98	15.06	40.97	238.819	199.565
Lantai 5	B48	5000	450	600	537.5	4300	52.28	15.95	40.54	242.758	291.563
Lantai 4	B12	5000	450	600	537.5	4300	52.03	15.85	47.18	242.758	291.5629
Lantai 4	B30	5000	450	600	537.5	4300	31.97	15.06	47.12	242.758	291.5629
Lantai 4	B48	5000	450	600	537.5	4300	51.88	15.76	47.18	242.758	291.5629
Lantai 3	B13	5000	450	600	537.5	4200	50.95	15.58	49.37	242.758	291.5629
Lantai 3	B31	5000	450	600	537.5	4200	31.65	14.95	49.38	242.758	291.5629
Lantai 3	B49	5000	450	600	537.5	4200	50.83	15.52	49.37	242.758	291.5629
Lantai 2	B12	5000	450	600	537.5	4200	50.59	15.4	45.44	242.758	291.5629
Lantai 2	B30	5000	450	600	537.5	4200	31.64	14.95	45.47	242.758	291.5629
Lantai 2	B48	5000	450	600	537.5	4200	50.5	15.36	45.44	242.758	291.5629
Lantai 1	B12	5000	450	600	537.5	4200	50	15.11	31.69	238.819	199.5647
Lantai 1	B30	5000	450	600	537.5	4200	31.63	14.94	31.53	238.819	199.5647
Lantai 1	B48	5000	450	600	537.5	4200	49.95	15.09	31.69	238.819	199.5647

Vu,b (kN)	Wu/2 (kN)	Vu,b ki (kN)	Vu,b ka (kN)	Vu,b terpakai (kN)	
				pada s.p	diluar s.p
99.633	23.858	123.491	75.775	117.662	110.477
99.633	22.520	122.153	77.113	116.651	109.869
99.633	23.677	123.310	75.956	117.525	110.395
99.633	40.187	139.820	59.446	130.001	117.899
99.633	26.931	126.564	72.702	119.984	111.874
99.633	39.989	139.622	59.644	129.852	117.809
101.950	39.586	141.536	62.364	131.639	119.441
101.950	26.712	128.662	75.238	121.984	113.753
101.950	39.411	141.361	62.539	131.508	119.364
124.261	39.513	163.774	84.748	153.896	141.720
101.950	26.718	128.668	75.232	121.988	113.755
124.261	39.343	163.604	84.918	153.768	141.645
124.261	39.143	163.404	85.118	153.618	141.557
124.261	26.712	150.973	97.549	144.295	136.064
124.261	39.008	163.269	85.253	153.517	141.497
127.219	38.360	165.579	88.859	155.761	143.659
127.219	26.465	153.684	100.754	146.911	138.561
127.219	38.258	165.477	88.961	155.685	143.616
127.219	38.054	165.273	89.165	155.533	143.528
127.219	26.459	153.678	100.760	146.906	138.559
127.219	37.980	165.199	89.239	155.478	143.496
104.377	37.555	141.932	66.822	132.320	120.472
104.377	26.448	130.825	77.929	124.056	115.712
104.377	37.515	141.892	66.862	132.290	120.455

Tabel 5.38 Penulangan Geser Balok Arah Y

Lantai	No. Elemen	Dimensi (mm)		d (mm)	Vu,b terpakai (kN)		Vc (kN)		Vs (kN)		s (mm)		Tulangan geser	
		b	h		pada s.p.	di luar s.p.	pada s.p.	di luar s.p.	pada s.p.	di luar s.p.	pada s.p.	di luar s.p.	pada s.p.	di luar s.p.
Lantai 8	B12	250	500	437.5	117.66	110.48	0	99.85	196.10	84.28	84.11	195.69	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai 8	B30	250	500	437.5	116.65	109.87	0	99.85	194.42	83.27	84.83	198.07	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai 8	B48	250	500	437.5	117.52	110.39	0	99.85	195.87	84.15	84.20	196.01	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai 7	B12	250	500	437.5	130.00	117.90	0	99.85	216.67	96.65	76.12	170.64	2P10 - 70	2P10 - 150
Lantai 7	B30	250	500	437.5	119.98	111.87	0	99.85	199.97	86.61	82.48	190.43	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai 7	B48	250	500	437.5	129.85	117.81	0	99.85	216.42	96.50	76.21	170.91	2P10 - 70	2P10 - 150
Lantai 6	B12	250	500	437.5	131.64	119.44	0	99.85	219.40	99.22	75.18	166.22	2P10 - 70	2P10 - 150
Lantai 6	B30	250	500	437.5	121.98	113.75	0	99.85	203.31	89.74	81.13	183.79	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai 6	B48	250	500	437.5	131.51	119.36	0	99.85	219.18	99.09	75.25	166.44	2P10 - 70	2P10 - 150
Lantai 5	B12	250	500	437.5	153.90	141.72	0	99.85	256.49	136.35	64.30	120.96	2P10 - 60	2P10 - 120
Lantai 5	B30	250	500	437.5	121.99	113.76	0	99.85	203.31	89.75	81.12	183.78	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai 5	B48	250	500	437.5	153.77	141.64	0	99.85	256.28	136.23	64.36	121.07	2P10 - 60	2P10 - 120
Lantai 4	B12	250	500	437.5	153.62	141.56	0	99.85	256.03	136.08	64.42	121.20	2P10 - 60	2P10 - 120
Lantai 4	B30	250	500	437.5	144.29	136.06	0	99.85	240.49	126.93	68.58	129.94	2P10 - 60	2P10 - 120
Lantai 4	B48	250	500	437.5	153.52	141.50	0	99.85	255.86	135.98	64.46	121.29	2P10 - 60	2P10 - 120
Lantai 3	B13	250	500	437.5	155.76	143.66	0	99.85	259.60	139.59	63.53	118.16	2P10 - 60	2P10 - 100
Lantai 3	B31	250	500	437.5	146.91	138.56	0	99.85	244.85	131.09	67.36	125.82	2P10 - 60	2P10 - 120
Lantai 3	B49	250	500	437.5	155.69	143.62	0	99.85	259.48	139.51	63.56	118.22	2P10 - 60	2P10 - 100
Lantai 2	B12	250	500	437.5	155.53	143.53	0	99.85	259.22	139.37	63.63	118.34	2P10 - 60	2P10 - 100
Lantai 2	B30	250	500	437.5	146.91	138.56	0	99.85	244.84	131.09	67.36	125.82	2P10 - 60	2P10 - 120
Lantai 2	B48	250	500	437.5	155.48	143.50	0	99.85	259.13	139.32	63.65	118.39	2P10 - 60	2P10 - 100
Lantai 1	B12	250	500	437.5	132.32	120.47	0	99.85	220.53	100.94	74.79	163.40	2P10 - 70	2P10 - 150
Lantai 1	B30	250	500	437.5	124.06	115.71	0	99.85	206.76	93.01	79.77	177.33	2P10 - 70	2P10 - 150
Lantai 1	B48	250	500	437.5	132.29	120.45	0	99.85	220.48	100.91	74.81	163.44	2P10 - 70	2P10 - 150

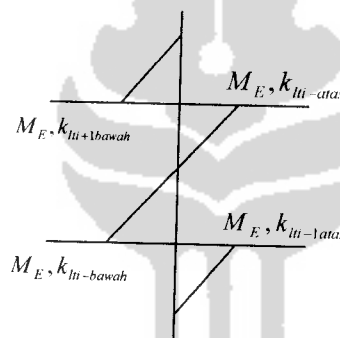
5.1.3.1 Perhitungan Manual Perencanaan Kolom Gedung PPKGRG 1987

Momen rencana kolom harus diperhitungkan terhadap 30% arah tegak lurus sehingga menghitung momen rencana harus dijumlah antara 100% momen arah x ditambah 30% momen rencana arah y, untuk menghitung momen rencana arah y, 100% momen rencana arah y ditambah 30% momen rencana arah x.

A. Perencanaan Kolom Portal Terhadap Beban Lentur dan Aksial

Dalam hal ini mengambil contoh perhitungan kolom lantai 1 nomor 10 gedung bertingkat 4 lantai.

1. Momen Rencana Kolom



Gambar 5.33 Distribusi Momen Pada Kolom Lantai 1 nomor 10

a. Kolom lantai 1 nomor C10 Arah Y:

$$M_{E, k_{li-atas}} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_{E, k_{li+1bawah}} = 70,719 \text{ kNm}$$

$$M_{E, k_{li(atas)}} = 22,41 \text{ kNm}$$

$$M_{E, k_{li(bawah)}} = 96,01 \text{ kNm}$$

$$\alpha k_a = \frac{M_{E, k_{li(atas)}}}{M_{E, k_{li(atas)}} + M_{E, k_{li+1bawah}}} = \frac{22,41}{22,41 + 70,719} = 0,2406$$

$$\alpha k_b = \frac{M_E, k_{lt(bawah)}}{M_E, k_{lt(bawah)} + M_E, k_{lt=atas}} = \frac{96,01}{96,01 + 0} = 1$$

$$M_{kap}^-, ki - x = 197,108 \text{ kNm}$$

$$M_{kap}^+, ka - x = 232,352 \text{ kNm}$$

$$M_{kap}^-, ki - y = 197,108 \text{ kNm}$$

$$M_{kap}^+, ka - y = 232,352 \text{ kNm}$$

$$M_u, kx = \frac{hk'}{hk} 0,7 \omega_D \cdot a_k \cdot \left(\frac{L_{ki}}{L_{ki}} M_{kap, bx} + 0,3 \cdot \frac{L_{ka}}{L_{ka}} M_{kap, by} \right)$$

$$\left(\frac{L_{ki}}{L_{ki}} M_{kap, ki} + \frac{L_{ka}}{L_{ka}} M_{kap, ka} \right) x = \left[\frac{5}{4,5} \cdot 197,108 + \frac{5}{4,5} \cdot 232,352 \right] x$$

$$= 477,178 \text{ kNm}$$

$$\left(\frac{L_{ki}}{L_{ki}} M_{kap, ki} + \frac{L_{ka}}{L_{ka}} M_{kap, ka} \right) y = \left[\frac{5}{4,5} \cdot 197,108 + \frac{5}{4,5} \cdot 232,352 \right] y$$

$$= 477,178 \text{ kNm}$$

$$M_u, ky_{atas} = \frac{5}{4,5} \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 2406 \cdot [477,178 + 0,3 \cdot 477,178] = 124,377 \text{ kNm}$$

$$M_u, ky_{bawah} = \frac{5}{4,5} \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot [477,178 + 0,3 \cdot 477,178] = 516,9426 \text{ kNm}$$

b. Kolom lantai 1 nomor C10 Arah X:

$$M_E, k_{lt=atas} = 0 \text{ kNm}$$

$$M_E, k_{lt+1bawah} = 65,90 \text{ kNm}$$

$$M_E, k_{lt(atas)} = 21,81 \text{ kNm}$$

$$M_E, k_{lt(bawah)} = 93,49 \text{ kNm}$$

$$\alpha k_a = \frac{M_E, k_{li(atas)}}{M_E, k_{li(atas)} + M_E, k_{li(bawah)}} = \frac{21,81}{21,81 + 65,90} = 0,25$$

$$\alpha k_b = \frac{M_E, k_{li(bawah)}}{M_E, k_{li(bawah)} + M_E, k_{li(atas)}} = \frac{93,49}{93,49 + 0} = 1$$

$$M_{kap}^-, ki - x = 197,108 \text{ kNm}$$

$$M_{kap}^+, ka - x = 232,352 \text{ kNm}$$

$$M_{kap}^-, ki - y = 197,108 \text{ kNm}$$

$$M_{kap}^+, ka - y = 232,352 \text{ kNm}$$

$$M_u, kx = \frac{hk'}{hk} 0,7 \omega_D a_k \left(\frac{L_{ki}}{L_{ki}} M_{kap, bx} + 0,3 \cdot \frac{L_{ka}}{L_{ka}} M_{kap, by} \right)$$

$$\left(\frac{L_{ki}}{L_{ki}} M_{kap, ki} + \frac{L_{ka}}{L_{ka}} M_{kap, ka} \right) x = \left[\frac{5}{4,5} \cdot 197,108 + \frac{5}{4,5} \cdot 232,352 \right] x$$

$$= 477,178 \text{ kNm}$$

$$\left(\frac{L_{ki}}{L_{ki}} M_{kap, ki} + \frac{L_{ka}}{L_{ka}} M_{kap, ka} \right) y = \left[\frac{5}{4,5} \cdot 197,108 + \frac{5}{4,5} \cdot 232,352 \right] y$$

$$= 477,178 \text{ kNm}$$

$$M_u, kx_{atas} = \frac{5}{4,5} \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,25 \cdot [477,178 + 0,3 \cdot 477,178] = 128,527 \text{ kNm}$$

$$M_u, kx_{bawah} = \frac{5}{4,5} \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot [477,178 + 0,3 \cdot 477,178] = 516,9426 \text{ kNm}$$

2 Momen Maksimal Kolom

$$M_{D,kx\ atas} = 4,99 \text{ kNm}, \quad M_{L,kx\ atas} = 0,053 \text{ kNm}, \quad M_{E,kx\ atas} = 21,81 \text{ kNm}$$

$$M_{D,kx\ bwh} = 3,08 \text{ kNm}, \quad M_{L,kx\ bwh} = 0,060 \text{ kNm}, \quad M_{E,kx\ bwh} = 93,49 \text{ kNm}$$

$$M_{D,ky\ atas} = 0,01 \text{ kNm}, \quad M_{L,ky\ atas} = 0,003 \text{ kNm}, \quad M_{E,ky\ atas} = 22,41 \text{ kNm}$$

$$M_{D,ky\ bwh} = 0,10 \text{ kNm}, \quad M_{L,ky\ bwh} = 0,032 \text{ kNm}, \quad M_{E,ky\ bwh} = 96,01 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} \mu_{u,kx-atas} &= 1,05 \cdot \left\{ M_{D,kx} + M_{L,kx} + \frac{4}{K} \cdot (M_{E,kx} + 0,3 \cdot M_{E,ky}) \right\} \\ &= 1,05 \cdot \left\{ 4,99 + 0,053 + \frac{4}{1} \cdot (21,81 + 0,3 \cdot 22,41) \right\} = 125,11 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{u,kx-bawah} &= 1,05 \cdot \left\{ M_{D,kx} + M_{L,kx} + \frac{4}{K} \cdot (M_{E,kx} + 0,3 \cdot M_{E,ky}) \right\} \\ &= 1,05 \cdot \left\{ 3,08 + 0,060 + \frac{4}{1} \cdot (93,49 + 0,3 \cdot 96,01) \right\} = 516,94 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{u,ky-atas} &= 1,05 \cdot \left\{ M_{D,ky} + M_{L,ky} + \frac{4}{K} \cdot (0,3 \cdot M_{E,kx} + M_{E,ky}) \right\} \\ &= 1,05 \cdot \left\{ 0,01 + 0,003 + \frac{4}{1} \cdot (0,3 \cdot 21,81 + 22,41) \right\} = 121,59 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{u,ky-bawah} &= 1,05 \cdot \left\{ M_{D,ky} + M_{L,ky} + \frac{4}{K} \cdot (0,3 \cdot M_{E,kx} + M_{E,ky}) \right\} \\ &= 1,05 \cdot \left\{ 0,01 + 0,032 + \frac{4}{1} \cdot (0,3 \cdot 93,49 + 96,01) \right\} = 521,17 \text{ kNm} \end{aligned}$$

3. Gaya Aksial Maksimum Kolom

Hasil analisis *Output ETABS non linier*.

$$N_{DL,k} = 789,96 \text{ kN}$$

$$N_{LL,k} = 221,87 \text{ kN}$$

$$N_{E,k_y} = 6,75 \text{ kN}$$

$$N_{g,k} = N_{DL} + N_{LL} = 789,96 + 221,87 = 1011,830 \text{ kN}$$

$$N_{u,k} = 1,05 \cdot \left\{ N_{g,k} + \frac{4}{K} (N_{E,kx} + 0,3 \cdot N_{E,ky}) \right\}$$

$$N_{u,kx_{maks}} = 1,05 \cdot \left\{ 1011,830 + \frac{4}{1} \cdot (0 + 0,3 \cdot 6,75) \right\} = 1070,927 \text{ kN}$$

$$N_{u,kx_{min}} = 1,05 \cdot \left\{ 1011,830 - \frac{4}{1} \cdot (0 + 0,3 \cdot 6,75) \right\} = 1053,917 \text{ kN}$$

$$N_{u,ky_{maks}} = 1,05 \cdot \left\{ 1011,830 + \frac{4}{1} \cdot (6,72 + 0,3 \cdot 0) \right\} = 1090,772 \text{ kN}$$

$$N_{u,ky_{min}} = 1,05 \cdot \left\{ 1011,830 - \frac{4}{1} \cdot (6,75 + 0,3 \cdot 0) \right\} = 1034,072 \text{ kN}$$

4. Gaya Aksial Rencana Kolom

Untuk $n = 1$, maka nilai $R_v = 1,1 - 0,025 \cdot 3 = 1,025$

$$M_{kap}^-, ki - x = 197,108 \text{ kNm}$$

$$M_{kap}^+, ka - x = 232,352 \text{ kNm}$$

$$M_{kap}^-, ki - y = 197,108 \text{ kNm}$$

$$M_{kap}^+, ka - y = 232,352 \text{ kNm}$$

$$M_{kap}^-, ki - x + M_{kap}^+, ka - x = 197,108 + 232,352 = 429,460 \text{ kNm}$$

$$M_{kap}^-, ki - y + M_{kap}^+, ka - y = 197,108 + 232,352 = 429,460 \text{ kNm}$$

$$N_{u,k} = \frac{0,7 \cdot R_v \cdot \sum M_{kap,b}}{l_b} + 1,05 \cdot N_{g,k}$$

a. Arah X:

$$N_{u,kx_{maks}} = \left(0,7 \times 1,025 \times \frac{429,460}{5} + \frac{0,3 \times 429,460}{5} \right) + (1,05 \cdot 1011,830) = 1149,817 \text{ kN}$$

$$N_{u,kx_{min}} = - \left(0,7 \times 1,025 \times \frac{429,460}{5} + \frac{0,3 \times 429,460}{5} \right) + (1,05 \cdot 1011,830) = 975,026 \text{ kN}$$

b. Arah Y :

$$N_{u,ky_{maks}} = \left(0,7 \times 1,025 \times \frac{0,3 \times 429,460}{5} + \frac{429,460}{5} \right) + (1,05 \cdot 1011,830) = 1166,802 \text{ kN}$$

$$N_{u,ky_{min}} = - \left(0,7 \times 1,025 \times \frac{0,3 \times 429,460}{5} + \frac{429,460}{5} \right) + (1,05 \cdot 1011,830) = 958,041 \text{ kN}$$

B. Penulangan Kolom

Penulangan pokok kolom dilakukan dengan terlebih dahulu mencari rasio tulangan baja terhadap luas tampang kotor kolom. Rasio tersebut dapat dicari dengan bantuan grafik tulangan pada buku Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang, oleh WC.Vis dan Gideon Kusuma.

Tulangan kolom direncanakan pada keempat sisi kolom.

Ditetapkan : P (tebal selimut beton) = 40 mm

$\emptyset$ tulangan sengkang = 10 mm

$\emptyset$ tulangan pokok = 25 mm

$$d' = P + \emptyset_{tul \text{ sengkang}} + 0,5 \cdot \emptyset_{tul \text{ pokok}} = 40 + 10 + 0,5 \cdot 25 = 62,5 \text{ mm}$$

$$\frac{d'}{h} = \frac{62,5}{500} = 0,125 \text{ dan } f_y = 400 \text{ MPa}$$

1. Penulangan Kolom Arah X :

$$N_{u,kx \text{ maks}} = 1149,8166 \text{ kN}$$

$$M_{u,kx} = 516,9426 \text{ kNm}$$

$$e = \frac{M_{u,k}}{N_{u,k}} = \frac{516,9426}{1149,8166} = 0,4496 \text{ m} = 449,6 \text{ mm}$$

$$0,1 \cdot A_g \cdot f_c' = 0,1 \cdot 500 \cdot 500 \cdot 25 = 625000 \text{ N} = 625 \text{ kN}$$

Karena $N_u > 0,1 \cdot A_g \cdot F_c'$, maka dipakai $\phi = 0,65$

$$N_{u'} = \frac{N_{u,kx}}{\phi \cdot A_g \cdot 0,85 \cdot f_c'} = \frac{1149,8166 \cdot 10^3}{0,65 \cdot 500 \cdot 500 \cdot 0,85 \cdot 25} = 0,3330$$

$$M_{u'} = \frac{M_{u,kx}}{\phi \cdot A_g \cdot 0,85 \cdot f_c'} \cdot \frac{e}{h} = \frac{516,9426 \cdot 10^3}{0,65 \cdot 500 \cdot 500 \cdot 0,85 \cdot 25} \cdot \frac{590}{500} = 0,2994$$

Dari grafik Gideon Kusuma seri beton 4 diperoleh

$$r = 0,04 \rightarrow \rho = r \cdot \beta = 0,04 \cdot 1 = 0,04$$

Menurut SK SNI T 15-1991-03 pasal 3.14.4 ayat 3.1., rasio penulangan ρ tidak boleh kurang dari 0,01 dan tidak lebih dari 0,06, sehingga

$$A_s = \rho \cdot A_g = 0,04 \cdot 500 \cdot 500$$

$$= 10000 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan 24D25 ($A_s = 11785,71 \text{ mm}^2$)

2. Penulangan Kolom Arah Y:

$$N_{u,kx \text{ maks}} = 1149,8166 \text{ kN}$$

$$M_{u,kx} = 516,9426 \text{ kNm}$$

$$e = \frac{Mu, k}{Nu, k} = \frac{516,9426}{1149,8166} = 0,4496 \text{ m} = 449,6 \text{ mm}$$

$$0,1.Ag.f_c' = 0,1. 500. 500. 25 = 625000 \text{ N} = 625 \text{ kN}$$

Karena $N_u > 0,1. Ag. F_c'$, maka dipakai $\phi = 0,65$

$$Nu' = \frac{N_{u, kx}}{\phi.Ag.0,85.f_c'} = \frac{1149,8166.10^3}{0,65.500.500.0,85.25} = 0,3330$$

$$Mu' = \frac{M_{u, kx}}{\phi.Ag.0,85.f_c'} \cdot \frac{e}{h} = \frac{516,9426.10^3}{0,65.500.500.0,85.25} \cdot \frac{590}{500} = 0,2994$$

Dari grafik Gideon Kusuma seri beton 4 diperoleh

$$r = 0,04 \rightarrow \rho = r. \beta = 0,04.1 = 0,04$$

Menurut SK SNI T 15-1991-03 pasal 3.14.4 ayat 3.1., rasio penulangan ρ tidak boleh kurang dari 0,01 dan tidak lebih dari 0,06, sehingga

$$\begin{aligned} As &= \rho. Ag = 0,04.500.500 \\ &= 10000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan 24D25 ($As = 11785,71 \text{ mm}^2$)

3. Gaya Geser Rencana Kolom

$$Mu, kx_{atas} = 128,527 \text{ kNm}$$

$$Mu, kx_{bawah} = 516,943 \text{ kNm}$$

$$Mu, ky_{atas} = 124,377 \text{ kNm}$$

$$Mu, ky_{bawah} = 516,943 \text{ kNm}$$

$$Vu, k = \left(\frac{Mu, k_{atas} + Mu, k_{bawah}}{hk} \right)$$

$$Vu, kx = \left(\frac{128,527 + 516,943}{3} \right) = 215,157 \text{ kN}$$

$$Vu, ky = \left(\frac{124,377 + 516,943}{3} \right) = 213,773 \text{ kN}$$

dari hasil analisis ETABS diperoleh:

$$V_D, kx = 0,01 \text{ kN}$$

$$V_L, kx = 0,01 \text{ kN}$$

$$V_E, kx = 92,13 \text{ kN}$$

$$V_D, ky = 2,95 \text{ kN}$$

$$V_L, ky = 0,08 \text{ kN}$$

$$V_E, ky = 93,32 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} Vu, kx_{maks} &= 1,05 \left[V_D, kx + V_L, kx + \frac{4}{K} (V_E, kx + 0,3 V_E, ky) \right] \\ &= 1,05 \left[0,01 + 0,01 + \frac{4}{1} (92,13 + 0,3 \cdot 93,32) \right] = 504,550 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Vu, ky_{maks} &= 1,05 \left[V_D, ky + V_L, ky + \frac{4}{K} (0,3 V_E, kx + V_E, ky) \right] \\ &= 1,05 \left[2,95 + 0,08 + \frac{4}{1} (0,3 \cdot 92,13 + 93,32) \right] = 511,209 \text{ kN} \end{aligned}$$

Vu, k terpakai = 213,773 kN (diambil Vu, k terkecil)

4. Penulangan Geser Kolom

Vu, k terpakai = 213,773 kN

N_u, k = 1149,8166 kN

A). Tabel Perencanaan Kolom Gedung Bertingkat 4 Lantai PPKGRG 1987

Tabel 5.39 Momen Rencana Portal Arah X

Lantai	Kolom	ME _{Iti}		ME _{It-1}	ME _{It+1}	ak x		Mkap balok x		Mkap balok y		A		B		Mu,kx (kNm)	
		Atas	Bawah			Atas	Bawah	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	x	y	x	y	Atas	Bawah
Lantai 4	C10	19.14	16.93	35.87	0.00	1.00	0.32	197.108	232.352	197.108	232.352	290.176	391.3499	290.176	391.3499	356.633	114.3641
Lantai 3	C10	35.87	40.40	47.23	16.93	0.68	0.46	197.108	232.352	197.108	232.352	290.176	391.3499	290.176	391.3499	314.95	213.73
Lantai 2	C10	47.23	65.90	21.81	40.40	0.54	0.75	197.108	232.352	197.108	232.352	477.178	487.1074	477.178	487.1074	352.763	491.754
Lantai 1	C10	21.81	93.49	0.00	65.90	0.25	1.00	197.108	232.352	197.108	232.352	511.262	511.2619	511.262	511.2619	128.527	516.9426

Tabel 5.40 Momen Rencana Portal Arah Y

Lantai	Kolom	ME _{Iti}		ME _{It-1}	ME _{It+1}	ak y		Mkap balok x		Mkap balok y		A		B		Mu,ky (kNm)	
		Atas	Bawah			Atas	Bawah	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan	x	y	x	y	Atas	Bawah
Lantai 4	C10	20.53	18.90	37.814	0	1	0.3331923	197.108	232.352	197.108	232.352	384.372	391.3499	384.372	391.3499	425.596	141.8052
Lantai 3	C10	37.81	42.58	50.57	18.895	0.6668077	0.4570965	197.108	232.352	197.108	232.352	384.372	391.3499	384.372	391.3499	368.928	252.8999
Lantai 2	C10	50.57	70.72	22.406	42.579	0.5429035	0.7593987	197.108	232.352	197.108	232.352	477.178	487.1074	477.178	487.1074	350.297	489.9863
Lantai 1	C10	22.41	96.01	0	70.719	0.2406013	1	197.108	232.352	197.108	232.352	511.262	511.2619	511.262	511.2619	124.377	516.9426

Tabel 5.41 Momen Maksimum Kolom

Lantai	Kolom	MD Kx (kNm)		ML Kx (kNm)		ME Kx (kNm)		MD Ky (kNm)		ML Ky (kNm)		ME Ky (kNm)		Mu,Kx maks (kNm)		Mu,Kymaks (kNm)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
Lantai 4	C10	0.80	5.20	0.139	0.133	19.14	16.93	0.03	0.05	0.002	0.030	20.53	18.90	107.23	100.53	110.35	100.78
Lantai 3	C10	5.26	5.47	0.016	0.07	35.87	40.40	0.09	0.13	0.032	0.042	37.81	42.58	203.86	229.13	204.15	229.91
Lantai 2	C10	6.70	9.40	0.148	0.02	47.23	65.90	0.06	0.11	0.014	0.030	50.57	70.72	269.28	375.77	271.99	380.20
Lantai 1	C10	4.99	3.08	0.053	0.060	21.81	93.49	0.01	0.10	0.003	0.032	22.41	96.01	125.11	516.94	121.59	521.17

Tabel 5.42 Gaya Aksial Rencana Kolom Akibat Beban Gravitasi

Lantai	Kolom	ND,kx	ND,ky	NL,kx	NL,ky	Ng,kx	Ng,ky
Lantai 4	C10	139.5	139.5	37.19	37.19	176.690	176.690
Lantai 3	C10	351.55	351.55	98.89	98.89	450.440	450.440
Lantai 2	C10	570.7	570.7	160.35	160.35	731.050	731.050
Lantai 1	C10	789.96	789.96	221.87	221.87	1011.830	1011.830

Tabel 5.43 Gaya Aksial Rencana Kolom

Lantai	Kolom	Rv	Ng,k	Mkap, kx		Mkap, ky		Nu, kx		Nu, ky	
				negatif	positif	negatif	positif	Maks	Min	Maks	Min
Lantai 4	C10	1	176.690	197.108	232.352	197.108	232.352	271.417	99.632	289.454	81.595
Lantai 3	C10	1.075	450.440	197.108	232.352	197.108	232.352	563.363	382.561	578.244	367.680
Lantai 2	C10	1.050	731.050	197.108	232.352	197.108	232.352	856.501	678.704	872.434	662.771
Lantai 1	C10	1.025	1011.830	197.108	232.352	197.108	232.352	1149.817	975.026	1166.802	958.041

Tabel 5.44 Gaya Aksial Maksimum Kolom

Lantai	Kolom	Ng,k	NE,kx (kN)		NE,ky (kN)		Nu,kx (kN)		Nu,ky (kN)	
			max	min	max	min	max	min	max	min
Lantai 4	C10	176.690	0	0.73	186.444	184.605	188.591	182.459	182.459	182.459
Lantai 3	C10	450.440	0	2.77	476.452	469.472	484.596	461.328	461.328	461.328
Lantai 2	C10	731.050	0	4.96	773.852	761.353	788.435	746.771	746.771	746.771
Lantai 1	C10	1011.830	0	6.75	1070.927	1053.917	1090.772	1034.072	1034.072	1034.072

$$d' = 40 + 10 + 0,5.25 = 62,5 \text{ mm}$$

$$d = 500 - 62,5 = 437,5 \text{ mm}$$

$$V_c = \left(1 + \left(\frac{Nu, k}{14.Agt} \right) \right) \cdot \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot bw \cdot d$$

$$= \left(1 + \left(\frac{1149,8166.10^3}{14.500.500} \right) \right) \cdot \frac{\sqrt{25}}{6} \cdot 500.437,5.10^{-3} = 241,0708 \text{ kN}$$

$$V_s = \frac{Vu, k}{\phi} - V_c = \frac{213,773}{0,6} - 241,0708 = 115,2179 \text{ kN}$$

$$s = \frac{Av.f_y.d}{V_s} = \frac{(2,0,25.\pi.12^2)240.437,5}{115,2179.10^3} = 237,5871 \text{ mm}$$

Ini menunjukkan bahwa sebenarnya beton sendiri sudah mampu menahan gaya geser yang terjadi. Menurut SK SNI T-15-1991-03 ayat 3.4.5 butir 4 spasi dari tulangan geser di luar daerah sendi plastis yang dipasang tegak lurus terhadap sumbu aksial komponen struktur tidak boleh melebihi $d/2$, sehingga:

$$s_{\max} = d/2 = 437,5/2 = 218,75 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan 2P10-100

Selanjutnya ditampilkan dengan tabel:

B). Tabel Perencanaan Kolom Gedung 8 Lantai PPKGRG 1987

Tabel 5.48 Momen Rencana Portal Arah X

Lantai	Kolom	ME _{Iti}		ME _{It-1}	ME _{It+1}	dk x		Mkap balok x		Mkap balok y		A	B		Mu _{kx} (kNm)	
		Atas	Bawah			Atas	Bawah	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan		x	y	Atas	Bawah
Lantai 8	C8	47.55	7.34	79.69	0.00	1.00	0.08	199.56	238.82	199.56	238.82	296.205	400.195	400.195	364.23	30.7142
Lantai 7	C8	79.69	28.87	115.06	7.34	0.92	0.20	199.56	238.82	199.56	238.82	296.205	400.195	400.195	433.571	94.96377
Lantai 6	C8	115.06	58.92	123.02	28.87	0.80	0.32	291.56	242.76	199.56	238.82	585.558	489.0617	489.0617	614.683	248.9884
Lantai 5	C8	123.02	94.36	116.67	58.92	0.68	0.45	291.56	242.76	291.56	242.76	585.558	594.3418	594.3418	542.325	358.645
Lantai 4	C8	116.67	132.94	85.98	94.36	0.55	0.61	291.56	242.76	291.56	242.76	585.558	594.3418	594.3418	443.408	487.0587
Lantai 3	C8	85.98	197.13	1.04	132.94	0.39	0.99	291.56	242.76	291.56	242.76	593.69	604.0646	604.0646	319.551	809.4015
Lantai 2	C8	1.04	287.04	161.06	197.13	0.01	0.64	291.56	242.76	291.56	242.76	593.69	604.0646	604.0646	4.2537	521.2091
Lantai 1	C8	161.06	437.46	0.00	287.04	0.36	1.00	199.56	238.82	199.56	238.82	521.885	521.8849	521.8849	189.661	527.6836

Tabel 5.49 Momen Rencana Portal Arah Y

Lantai	Kolom	ME _{Iti}		ME _{It-1}	ME _{It+1}	dk y		Mkap balok x		Mkap balok y		A	B		Mu _{ky} (kNm)	
		Atas	Bawah			Atas	Bawah	Kiri	Kanan	Kiri	Kanan		x	y	Atas	Bawah
Lantai 8	C8	50.33	8.61	83.089	0	1	0.0938645	199.56	238.82	199.56	238.82	393.023	400.195	400.195	435.206	40.85036
Lantai 7	C8	83.09	30.32	120.896	8.607	0.9061355	0.2005185	199.56	238.82	199.56	238.82	393.023	400.195	400.195	512.662	113.4468
Lantai 6	C8	120.90	63.06	127.791	30.322	0.7994815	0.3304148	291.56	242.76	199.56	238.82	585.558	489.0617	489.0617	544.06	224.8527
Lantai 5	C8	127.79	100.64	120.591	63.060	0.6695852	0.4549116	291.56	242.76	291.56	242.76	585.558	594.3418	594.3418	527.832	358.6053
Lantai 4	C8	120.59	140.15	87.992	100.641	0.5450884	0.6143155	291.56	242.76	291.56	242.76	585.558	594.3418	594.3418	429.691	484.2629
Lantai 3	C8	87.99	208.33	2.245	140.153	0.3856845	0.9893386	291.56	242.76	291.56	242.76	593.69	604.0646	604.0646	308.836	792.2112
Lantai 2	C8	2.25	299.86	168.781	208.327	0.0106614	0.6398501	291.56	242.76	291.56	242.76	593.69	604.0646	604.0646	8.53713	512.3589
Lantai 1	C8	168.78	448.74	0	299.860	0.3601499	1	199.56	238.82	199.56	238.82	521.885	521.8849	521.8849	190.045	527.6836

Tabel 5.50 Momen Maksimum Kolom

Lantai	Kolom	MD Kx (kNm)		ML Kx (kNm)		ME Kx (kNm)		MD Ky (kNm)		ML Ky (kNm)		ME Ky (kNm)		Mu, Kx maks (kNm)		Mu, Kymaks (kNm)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
Lantai 8	C8	3.89	2.82	1.92	1.89	47.55	7.34	0.33	0.43	0.16	0.20	50.33	8.61	269.20	46.61	271.80	46.05
Lantai 7	C8	5.50	5.24	0.83	1.15	79.69	28.87	0.08	0.20	0.04	0.10	83.09	30.32	446.04	166.15	449.52	164.04
Lantai 6	C8	4.40	5.74	1.28	1.54	115.06	58.92	0.19	0.35	0.09	0.16	120.90	63.06	641.56	334.55	653.04	339.63
Lantai 5	C8	4.27	6.33	0.86	1.27	123.02	94.36	0.06	0.34	0.03	0.16	127.79	100.64	683.10	531.12	691.83	542.11
Lantai 4	C8	4.71	5.67	0.70	0.89	116.67	132.94	0.00	0.30	0.01	0.14	120.59	140.15	647.62	741.83	653.49	756.60
Lantai 3	C8	6.04	7.10	0.63	0.86	85.98	197.13	0.05	0.34	0.02	0.16	87.99	208.33	478.97	1098.81	477.97	1123.89
Lantai 2	C8	5.49	8.99	0.29	0.48	1.04	287.04	0.16	0.30	0.07	0.14	2.25	299.86	13.25	1593.36	10.97	1621.54
Lantai 1	C8	5.84	3.01	0.05	0.18	161.06	437.46	0.20	0.23	0.09	0.11	168.78	448.74	895.29	2406.09	912.11	2436.27

Tabel 5.51 Gaya Aksial Rencana Kolom Akibat Beban Gravitasi

Lantai	Kolom	ND,kx	ND,ky	NL,kx	NL,ky	Ng,kx	Ng,ky
Lantai 8	C8	152.87	152.87	35.95	35.95	188.820	188.820
Lantai 7	C8	378.34	378.34	96.16	96.16	474.500	474.500
Lantai 6	C8	614.72	614.72	156.38	156.38	771.100	771.100
Lantai 5	C8	851.15	851.15	216.65	216.65	1067.800	1067.800
Lantai 4	C8	1088.05	1088.05	277.12	277.12	1365.170	1365.170
Lantai 3	C8	1337.65	1337.65	337.76	337.76	1675.410	1675.410
Lantai 2	C8	1587.61	1587.61	398.57	398.57	1986.180	1986.180
Lantai 1	C8	1838.18	1838.18	459.68	459.68	2297.860	2297.860

Tabel 5.52 Gaya Aksial Rencana Kolom

Lantai	Kolom	Rv	Ng,k	Mkap, kx		Mkap, ky		Nu, kx		Nu, ky	
				negatif	positif	negatif	positif	Maks	Min	Maks	Min
Lantai 8	C8	1	188.820	199.5647	238.8185	199.5647	238.8185	285.938	110.584	304.350	92.172
Lantai 7	C8	1	474.500	199.5647	238.8185	199.5647	238.8185	585.902	410.548	604.314	392.136
Lantai 6	C8	1	771.100	291.5629	242.7584	199.5647	238.8185	910.763	708.547	919.773	699.537
Lantai 5	C8	1	1067.800	291.5629	242.7584	291.5629	242.7584	1228.054	1014.326	1250.496	991.884
Lantai 4	C8	1	1365.170	291.5629	242.7584	291.5629	242.7584	1540.293	1326.564	1562.734	1304.123
Lantai 3	C8	0.975	1675.410	291.5629	242.7584	291.5629	242.7584	1864.175	1654.186	1887.925	1630.436
Lantai 2	C8	0.950	1986.180	291.5629	242.7584	291.5629	242.7584	2188.613	1982.365	2213.673	1957.305
Lantai 1	C8	0.925	2297.860	199.5647	238.8185	199.5647	238.8185	2495.827	2329.679	2517.461	2308.045

Tabel 5.53 Gaya Aksial Maksimum Kolom

Lantai	Kolom	Ng,k	NE,kx (kN)	NE,ky (kN)	Nu, kx (kN)		Nu, ky (kN)	
					max	min	max	min
Lantai 8	C8	188.820	0	0.61	199.030	197.492	200.823	195.699
Lantai 7	C8	474.500	0	1.42	500.014	496.436	504.189	492.261
Lantai 6	C8	771.100	0	1.84	811.973	807.337	817.383	801.927
Lantai 5	C8	1067.800	0	2.33	1124.126	1118.254	1130.976	1111.404
Lantai 4	C8	1365.170	0	2.26	1436.276	1430.581	1442.921	1423.937
Lantai 3	C8	1675.410	0	2.28	1762.053	1756.308	1768.757	1749.605
Lantai 2	C8	1986.180	0	2.31	2088.400	2082.578	2095.191	2075.787
Lantai 1	C8	2297.860	0	2.12	2415.424	2410.082	2421.657	2403.849

Tabel 5.54 Penulangan Kolom Arah Y

Lantai	Kolom	Dimensi kolom		Nu terpakai (kN)	Mu terpakai (kNm)	Nu'	Mu'	ρ	As perlu (mm ²)	Digunakan	
		b (mm)	h (mm)							Tul	As (mm ²)
Lantai 8	C8	600	600	200.8230	271.7957	0.0337	0.0759	0.0100	3600	8D25	3928.57
Lantai 7	C8	600	600	504.1890	449.5170	0.0845	0.1256	0.0140	5040	12D25	5892.86
Lantai 6	C8	700	700	817.3830	544.0602	0.1006	0.0957	0.0100	4900	12D25	5892.86
Lantai 5	C8	700	700	1130.9760	527.8319	0.1393	0.0928	0.0100	4900	12D25	5892.86
Lantai 4	C8	700	700	1442.9205	484.2629	0.1777	0.0852	0.0100	4900	12D25	5892.86
Lantai 3	C8	800	800	1768.7565	792.2112	0.1667	0.0934	0.0100	6400	16D25	7857.14
Lantai 2	C8	800	800	2095.1910	512.3589	0.1975	0.0604	0.0100	6400	16D25	7857.14
Lantai 1	C8	800	800	2421.6570	527.6836	0.2283	0.0622	0.0100	6400	16D25	7857.14

Tabel 5.55 Gaya Geser Rencana Kolom

Lantai	Kolom	hn	Mu, kx (kNm)		Mu, ky (kNm)		VD, kx (kN)	VD, ky (kN)	VL, kx (kN)	VL, ky (kN)	VE, kx (kN)	VE, ky (kN)	Vu, kx (kN)	Vu, ky (kN)	Vu, kx max (kN)	Vu, ky max (kN)
			atas	bawah	atas	bawah										
Lantai 8	C8	3	364.230	30.714	435.206	40.850	0.25	0.36	0.12	1.27	18.29	19.64	131.648	158.685	101.953	107.245
Lantai 7	C8	3	433.571	94.964	512.662	113.447	0.09	3.58	0.05	0.66	36.19	37.8	176.178	208.703	199.773	208.811
Lantai 6	C8	3	614.683	248.988	544.060	224.853	0.18	3.38	0.09	0.94	57.99	61.32	287.891	256.304	321.105	335.147
Lantai 5	C8	3	542.325	358.645	527.832	358.605	0.13	3.53	0.06	0.71	72.46	76.14	300.324	295.479	400.468	415.540
Lantai 4	C8	3	443.408	487.059	429.691	484.263	0.10	3.46	0.05	0.53	83.2	86.91	310.156	304.651	459.104	474.044
Lantai 3	C8	3	319.551	809.402	308.836	792.211	0.10	4.38	0.05	0.5	94.37	98.77	376.317	367.016	520.962	538.864
Lantai 2	C8	3	4.254	521.209	8.537	512.359	0.05	4.83	0.02	0.26	96.03	99.2	175.154	173.632	528.392	542.982
Lantai 1	C8	3	189.661	527.684	190.045	527.684	0.01	2.95	0.01	0.08	92.13	93.32	239.115	239.243	504.550	511.209

Tabel 5.56 Tabel Penulangan Geser Kolom

Lantai	Kolom	Vu,k terpakai (kN)	Nu,k (kN)	Vc (kN)	Vs (kN)	s (mm)	Tulangan tepakai
Lantai 8	C8	101.9529	199.0296	278.3234	-108.4019	-310.5110	2P10-100
Lantai 7	C8	199.7730	500.0142	294.3133	38.6417	871.0787	2P10-100
Lantai 6	C8	321.1047	811.9734	414.5867	120.5878	331.2582	2P10-100
Lantai 5	C8	400.4679	1124.1258	431.4551	235.9914	169.2677	2P10-100
Lantai 4	C8	459.1041	1436.2761	448.3234	316.8501	126.0713	2P10-100
Lantai 3	C8	520.9617	1762.0533	586.7612	281.5083	164.2276	2P10-100
Lantai 2	C8	528.3915	2088.3996	604.6204	276.0321	167.4857	2P10-100
Lantai 1	C8	504.5502	2415.4242	622.5167	218.4003	211.6821	2P10-100

5.1.3.4. Perhitungan Manual Perencanaan Kolom Untuk TCPKGUBG 2002

1). Menentukan Kelangsingan Kolom

Data kolom lantai 1 nomor 10:

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{f'_c} = 4700 \cdot \sqrt{25} = 23500$$

Kolom lantai 1

$$I_x = I_y = 0,7 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 500 \cdot 500^3 \right) = 3,645833333 \cdot 10^9$$

$$E_c \cdot I = 23500 \cdot 3,645833333 \cdot 10^9 = 8,56771 \cdot 10^{13}$$

Panjang kolom $\lambda_c = 3500$ mm

Panjang bersih kolom $\lambda_u =$ panjang kolom – tinggi penampang balok
 $= 3500 - 500 = 3000$ mm

Data balok di kanan kiri kolom :

$$I_x = 0,35 \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 250 \cdot 500^3 \right) = 9114,5833 \cdot 10^5$$

$$E_c \cdot I = 23500 \cdot 9114,5833 \cdot 10^5 = 2,81564 \cdot 10^{13}$$

Panjang balok $\lambda = 5000$ mm

Menghitung faktor kekangan ujung kolom ψ sebagai berikut :

Kekangan ujung atas kolom :

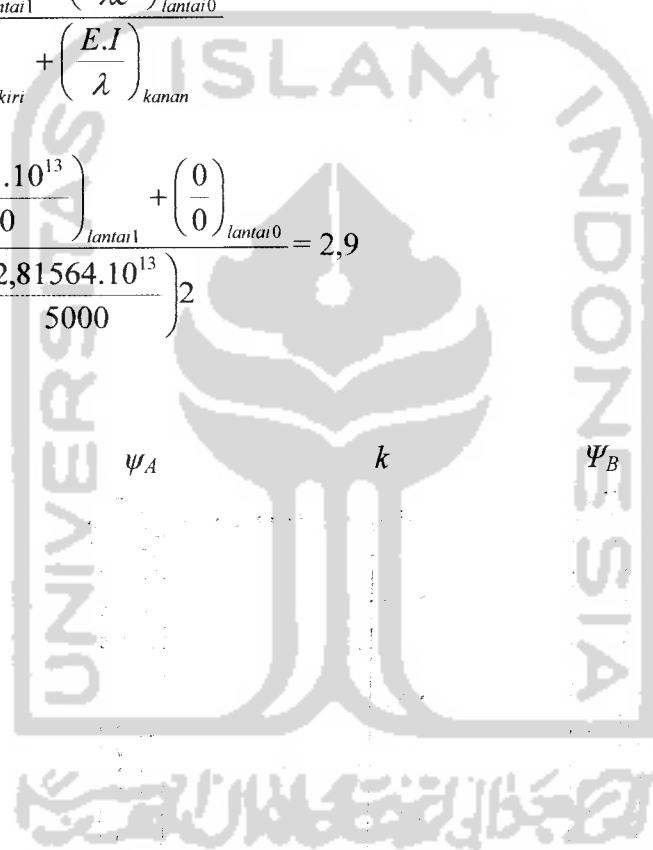
$$\psi_A = \frac{\left(\frac{E \cdot I_c}{\lambda_c} \right)_{lantai 2} + \left(\frac{E \cdot I_c}{\lambda_c} \right)_{lantai 1}}{\left(\frac{E \cdot I}{\lambda} \right)_{kiri} + \left(\frac{E \cdot I}{\lambda} \right)_{kanan}}$$

$$\psi_A = \frac{\left(\frac{8,56771 \cdot 10^{13}}{3500} \right)_{lantai2} + \left(\frac{8,56771 \cdot 10^{14}}{3500} \right)_{lantai1}}{\left(\frac{2,81564 \cdot 10^{13}}{5000} \right)^2} = 5,7$$

kekangan ujung bawah kolom :

$$\psi_B = \frac{\left(\frac{E.Ic}{\lambda c} \right)_{lantai1} + \left(\frac{E.Ic}{\lambda c} \right)_{lantai0}}{\left(\frac{E.I}{\lambda} \right)_{kiri} + \left(\frac{E.I}{\lambda} \right)_{kanan}}$$

$$\psi_B = \frac{\left(\frac{8,56771 \cdot 10^{13}}{3500} \right)_{lantai1} + \left(\frac{0}{0} \right)_{lantai0}}{\left(\frac{2,81564 \cdot 10^{13}}{5000} \right)^2} = 2,9$$



Gambar 5.34 Nomogram Portal Tak Brgoyang

Dari nomogram RSNI 2002 untuk ψ_A dan ψ_B didapat $k = 0,91$

Untuk radius girasi $r = 0,3 \cdot h = 0,3 \cdot 500 = 150$

$$\frac{k \cdot \lambda u}{r} = \frac{0,91 \cdot 3500}{150} = 18,2$$

karena $18,2 < 22$, maka pengaruh kelangsingan diabaikan.

A. Perencanaan Kolom

Momen rencana kolom harus diperhitungkan terhadap 30% arah tegak lurus sehingga menghitung momen rencana harus dijumlah antara 100% momen arah x ditambah 30% momen rencana arah y, demikian juga untuk menghitung momen rencana arah y, 100% momen rencana arah y ditambah 30% momen rencana arah x. Untuk kolom dikelompokkan menjadi tiga tipe kolom, yaitu kolom tepi, kolom sudut, dan kolom tengah.

1). Perencanaan Kolom Portal Terhadap Beban Lentur dan Aksial

Seperti contoh perhitungan diambil kolom agak ujung lantai 1, dengan data-data sebagai berikut :

- 1). $b = h = 500 \text{ mm}$
- 2). $f'_c = 25 \text{ MPa}$
- 3). $f_y = 400 \text{ MPa}$.
- 4.) Diameter tulangan longitudinal (pokok) 25 mm
- 5). Diameter tulangan transversal (sengkang) 10 mm

Untuk perencanaan penulangan diambil nilai P_u dan M_u yang maksimal dari semua kombinasi beban luar yang ada, Data output ETABS didapat :

$$M_x = 107,291 \text{ kNm}$$

$$3). M_{nox} = M_{ny} \frac{b}{h} \left(\frac{1-\beta}{\beta} \right) + M_{nx}$$

$$M_{nox} = 155,726 \cdot \frac{500}{500} \left(\frac{1-0,65}{0,65} \right) + 165,063$$

$$M_{ox} = 248,9156 \text{ kNm}$$

Untuk $M_{ox} = 248,9156 \text{ kNm}$ dan $P_n = 2004,523 \text{ kN}$

Sehingga kolom dirancang menggunakan kolom uniaksial :

$$k_m = \frac{m_{ox}}{f'_c \cdot b \cdot h^2} = \frac{248,9156 \cdot 10^6}{25 \cdot 500 \cdot 500^2} = 0,08$$

$$k_p = \frac{P_n}{f'_c \cdot b \cdot h^2} = \frac{2004,523 \cdot 10^6}{25 \cdot 500 \cdot 500^2} = 0,32$$

Dari diagram interaksi kolom untuk $f'_c = 25 \text{ MPa}$ dan $f_y = 400 \text{ MPa}$

Didapat $\rho_s = 4 \%$ dari table diagram interaksi SNI 2002:

$$A_{st} = 3,5 \% \cdot 500 \cdot 500 = 8750 \text{ mm}^2$$

Untuk analisis kemampuan tampang :

$$A_g = 500 \cdot 500 = 250000 \text{ mm}^2$$

$$P_n \geq 0,1 \cdot f'_c \cdot A_g$$

$$2004,523 \geq 0,35 \cdot 25 \cdot 500 \cdot 500 \cdot 10^{-3}$$

$$2004,523 \geq 2187,5 \dots \dots \dots \text{OK}$$

Maka untuk analisis kemampuan tampang Rescriprocal Load Method dapat digunakan :

$$P_o = 0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y$$

$$= (0,85 \cdot 25 (250000 - 8750) + 8750 \cdot 400) \cdot 10^{-3}$$

$$P_o = 8626,5625 \text{ kN}$$

B. Arah Y Gempa Dari Kiri :

Nilai $P_u = 1177,09$ kN

$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{1177,09}{0,65} = 1810,9076 \text{ kN}$$

$$k_p = \frac{P_n}{f'_c \cdot b \cdot h} = \frac{1810,9076 \cdot 10^3}{25 \cdot 500 \cdot 500} = 0,29$$

Dari diagram interaksi dengan $\rho = 3,5 \%$ maka didapat nilai $k_m = 0,23$

$$M_{e1} = k_m \cdot f'_c \cdot b \cdot h^2 = (0,23 \cdot 25 \cdot 500 \cdot 500^2) \cdot 10^{-6} = 718,75 \text{ kNm}$$

Ditinjau diatas kolom C10 lantai 2 :

Nilai $P_u = 850,54$ kN

$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{850,54}{0,65} = 1308,5230 \text{ kN}$$

$$k_p = \frac{P_n}{f'_c \cdot b \cdot h} = \frac{1308,5230 \cdot 10^3}{25 \cdot 500 \cdot 500} = 0,21$$

Dari diagram interaksi dengan $\rho = 3,5 \%$ maka didapat nilai $k_m = 0,229$

$$M_{e2} = k_m \cdot f'_c \cdot b \cdot h^2 = (0,229 \cdot 25 \cdot 500 \cdot 500^2) \cdot 10^{-6} = 715,625 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_e = M_{e1} + M_{e2} = 718,75 + 715,625 = 1434,38 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_e}{0,65} = \frac{1434,38}{0,65} = 2206,73 \text{ kNm}$$

C. Arah X Gempa Dari Kanan :

Nilai $P_u = 1172$ kN

$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{1172}{0,65} = 1803,0769 \text{ kN}$$

$$k_p = \frac{P_n}{f'_c \cdot b \cdot h} = \frac{1803,0769 \cdot 10^3}{25 \cdot 500 \cdot 500} = 0,29$$

Dari diagram interaksi dengan $\rho = 3,5 \%$ maka didapat nilai $k_m = 0,23$

$$M_{e1} = k_m \cdot f'_c \cdot b \cdot h^2 = (0,23 \cdot 25 \cdot 500 \cdot 500^2) \cdot 10^{-6} = 718,75 \text{ kNm}$$

Ditinjau diatas kolom C10 lantai 2:

Nilai $P_u = 846,8 \text{ kN}$

$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{846,8}{0,65} = 1302,7692 \text{ kN}$$

$$k_p = \frac{P_n}{f'_c \cdot b \cdot h} = \frac{1302,7692 \cdot 10^3}{30 \cdot 650 \cdot 650} = 0,21$$

Dari diagram interaksi dengan $\rho = 3,5 \%$ maka didapat nilai $k_m = 0,229$

$$M_{e2} = k_m \cdot f'_c \cdot b \cdot h^2 = (0,229 \cdot 25 \cdot 500 \cdot 500^2) \cdot 10^{-6} = 715,625 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_e = M_{e1} + M_{e2} = 718,75 + 715,625 = 1434,38 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_e}{0,65} = \frac{1434,38}{0,65} = 2206,73 \text{ kNm}$$

D. Arah Y Gempa Dari Kanan

Nilai $P_u = 1162,54 \text{ kN}$

$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{1162,54}{0,65} = 1788,5230 \text{ kN}$$

$$k_p = \frac{P_n}{f'_c \cdot b \cdot h} = \frac{1788,5230 \cdot 10^3}{25 \cdot 500 \cdot 500} = 0,29$$

Dari diagram interaksi dengan $\rho = 3,5 \%$ maka didapat nilai $k_m = 0,23$

$$M_{e1} = k_m \cdot f'_c \cdot b \cdot h^2 = (0,23 \cdot 25 \cdot 500 \cdot 500^2) \cdot 10^{-6} = 718,75 \text{ kNm}$$

Dari nomogram RSNI 2002 untuk ψ_A dan ψ_B didapat $k = 0,91$

Untuk radius girasi $r = 0,3 \cdot h = 0,3 \cdot 500 = 150$

$$\frac{k \cdot \lambda u}{r} = \frac{0,91 \cdot 3500}{150} = 18,2$$

karena $18,2 < 22$, maka pengaruh kelangsingan diabaikan.

A. Perencanaan Kolom

Momen rencana kolom harus diperhitungkan terhadap 30% arah tegak lurus sehingga menghitung momen rencana harus dijumlah antara 100% momen arah x ditambah 30% momen rencana arah y, demikian juga untuk menghitung momen rencana arah y, 100% momen rencana arah y ditambah 30% momen rencana arah x. Untuk kolom dikelompokkan menjadi tiga tipe kolom, yaitu kolom tepi, kolom sudut, dan kolom tengah.

1). Perencanaan Kolom Portal Terhadap Beban Lentur dan Aksial

Seperti contoh perhitungan diambil kolom agak ujung lantai 1, dengan data-data sebagai berikut :

1). $b = h = 500 \text{ mm}$

2). $f'_c = 25 \text{ MPa}$

3). $f_y = 400 \text{ MPa}$.

4.) Diameter tulangan longitudinal (pokok) 25 mm

5). Diameter tulangan transversal (sengkang) 10 mm

Untuk perencanaan penulangan diambil nilai P_u dan M_u yang maksimal dari semua kombinasi beban luar yang ada, Data output ETABS didapat :

$$M_x = 107,291 \text{ kNm}$$

$$M_y = 101,222 \text{ kNm}$$

$$P_u = 1302,94 \text{ kNm}$$

Persyaratan agar elemen tegak tersebut dapat dirancang sebagai kolom adalah :

$$1). b = 500 \text{ mm}$$

$$2). h = 500 \text{ mm}$$

Maka $b/h = 1$ sehingga kolom tersebut dapat dirancang dengan faktor reduksi 0,65.

$$1) M_{ux} = 107,291 \text{ kNm}$$

$$M_{nx} = \frac{M_{ux}}{\Phi} = \frac{107,291}{0,65} = 165,063 \text{ kNm}$$

$$M_{uy} = 101,222 \text{ kNm}$$

$$M_{ny} = \frac{M_{uy}}{\Phi} = \frac{101,222}{0,65} = 155,726 \text{ kNm}$$

$$2) P_{ux} = 1302,94 \text{ kN}$$

$$P_n = \frac{P_{ux}}{\Phi} = \frac{1302,94}{0,65} = 2004,523 \text{ kN}$$

Kolom dirancang menggunakan kolom biaksial :

$$b = 500 \text{ mm dan } h = 500 \text{ mm}$$

$$\beta = 0,65$$

$$\frac{M_{ny}}{M_{nx}} = \frac{155,726}{165,063} = 0,943 < 1$$

$$\frac{b}{h} = \frac{500}{500} = 1$$

Karena $0,943 < 1$

Maka :

B. Arah Y Gempa Dari Kiri :

Nilai $P_u = 1177,09$ kN

$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{1177,09}{0,65} = 1810,9076 \text{ kN}$$

$$k_p = \frac{P_n}{f'_c \cdot b \cdot h} = \frac{1810,9076 \cdot 10^3}{25 \cdot 500 \cdot 500} = 0,29$$

Dari diagram interaksi dengan $\rho = 3,5 \%$ maka didapat nilai $k_m = 0,23$

$$M_{e1} = k_m \cdot f'_c \cdot b \cdot h^2 = (0,23 \cdot 25 \cdot 500 \cdot 500^2) \cdot 10^{-6} = 718,75 \text{ kNm}$$

Ditinjau diatas kolom C10 lantai 2 :

Nilai $P_u = 850,54$ kN

$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{850,54}{0,65} = 1308,5230 \text{ kN}$$

$$k_p = \frac{P_n}{f'_c \cdot b \cdot h} = \frac{1308,5230 \cdot 10^3}{25 \cdot 500 \cdot 500} = 0,21$$

Dari diagram interaksi dengan $\rho = 3,5 \%$ maka didapat nilai $k_m = 0,229$

$$M_{e2} = k_m \cdot f'_c \cdot b \cdot h^2 = (0,229 \cdot 25 \cdot 500 \cdot 500^2) \cdot 10^{-6} = 715,625 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_e = M_{e1} + M_{e2} = 718,75 + 715,625 = 1434,38 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_e}{0,65} = \frac{1434,38}{0,65} = 2206,73 \text{ kNm}$$

C. Arah X Gempa Dari Kanan :

Nilai $P_u = 1172$ kN

$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{1172}{0,65} = 1803,0769 \text{ kN}$$

$$3). M_{nox} = M_{ny} \frac{b}{h} \left(\frac{1 - \beta}{\beta} \right) + M_{nx}$$

$$M_{nox} = 155,726 \cdot \frac{500}{500} \left(\frac{1 - 0,65}{0,65} \right) + 165,063$$

$$M_{ox} = 248,9156 \text{ kNm}$$

Untuk $M_{ox} = 248,9156 \text{ kNm}$ dan $P_n = 2004,523 \text{ kN}$

Sehingga kolom dirancang menggunakan kolom uniaksial :

$$k_m = \frac{m_{ox}}{f'_c \cdot b \cdot h^2} = \frac{248,9156 \cdot 10^6}{25 \cdot 500 \cdot 500^2} = 0,08$$

$$k_p = \frac{P_n}{f'_c \cdot b \cdot h^2} = \frac{2004,523 \cdot 10^6}{25 \cdot 500 \cdot 500^2} = 0,32$$

Dari diagram interaksi kolom untuk $f'_c = 25 \text{ MPa}$ dan $f_y = 400 \text{ MPa}$

Didapat $\rho_s = 4 \%$ dari table diagram interaksi SNI 2002:

$$A_{st} = 3,5 \% \cdot 500 \cdot 500 = 8750 \text{ mm}^2$$

Untuk analisis kemampuan tampang :

$$A_g = 500 \cdot 500 = 250000 \text{ mm}^2$$

$$P_n \geq 0,1 \cdot f'_c \cdot A_g$$

$$2004,523 \geq 0,35 \cdot 25 \cdot 500 \cdot 500 \cdot 10^{-3}$$

$$2004,523 \geq 2187,5 \dots \dots \dots \text{OK}$$

Maka untuk analisis kemampuan tampang Rescriprocal Load Method dapat digunakan :

$$\begin{aligned} P_o &= 0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y \\ &= (0,85 \cdot 25 (250000 - 8750) + 8750 \cdot 400) \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

$$P_o = 8626,5625 \text{ kN}$$

2). Mencari Nilai P_{ox}

P_{ox} = kuat beban kolom uniaksial maksimum dengan $M_{nx} = P_n \cdot e_y$

$$M_{nx} = 165,063 \text{ kNm}$$

$$k_m = \frac{M_n}{f'_c \cdot b \cdot h^2} = \frac{165,063 \cdot 10^6}{25 \cdot 500 \cdot 500^2} = 0,05$$

Dari diagram interaksi didapat $k_p = 1,25$

$$P_{ox} = k_p \cdot f'_c \cdot b \cdot h = (1,25 \cdot 25 \cdot 500 \cdot 500) \cdot 10^{-3} = 7812,5 \text{ kN}$$

3). Mencari P_{oy} = kuat beban kolom uniaksial maksimum dengan $M_{ny} = P_n \cdot e_x$

$$M_{ny} = 197,063 \text{ kNm}$$

$$k_m = \frac{M_n}{f'_c \cdot b \cdot h^2} = \frac{197,063 \cdot 10^6}{25 \cdot 500 \cdot 500^2} = 0,05$$

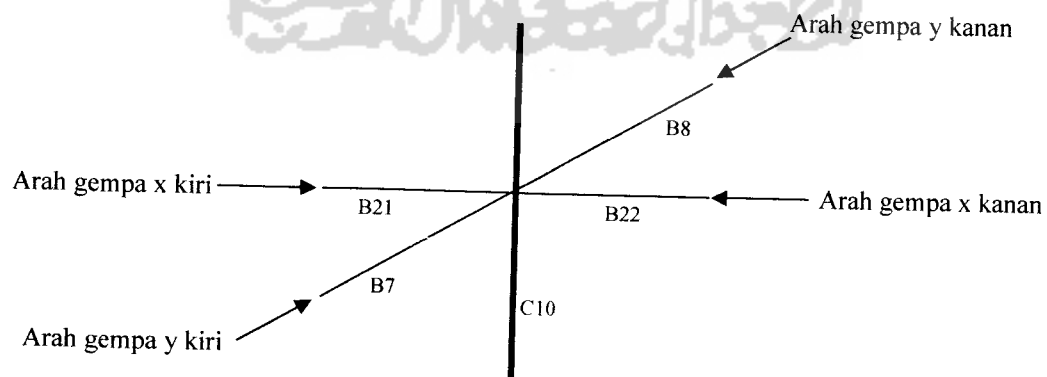
Dari diagram interaksi didapat $k_p = 1,25$

$$P_{oy} = k_p \cdot f'_c \cdot b \cdot h = (1,25 \cdot 25 \cdot 500 \cdot 500) \cdot 10^{-3} = 7812,5 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{\frac{1}{P_{ox}} + \frac{1}{P_{oy}} - \frac{1}{P_o}} = \frac{1}{\frac{1}{7812,5} + \frac{1}{7812,5} - \frac{1}{8626,5625}} = 7138,8302$$

$$P_n (2004,523) < 7138,8302 \dots \dots \dots \text{OK!}$$

2. Mencari ΣM_e



Gambar 5.35 Arah-Arah Gempa

Dari output dipilih nilai P_u yang menghasilkan momen terbesar dan disesuaikan dengan semua arah gempa yang terjadi.

Untuk kolom C 10 Lantai 1:

A. Arah X Gempa Dari Kiri :

Nilai $P_u = 1172 \text{ kN}$

$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{1172}{0,65} = 1803,0769 \text{ kN}$$

$$k_p = \frac{P_n}{f'_c \cdot b \cdot h} = \frac{1803,0769 \cdot 10^3}{25 \cdot 500 \cdot 500} = 0,29$$

Dari diagram interaksi dengan $\rho = 3,5 \%$ maka didapat nilai $k_m = 0,23$

$$M_{e1} = k_m \cdot f'_c \cdot b \cdot h^2 = (0,23 \cdot 25 \cdot 500 \cdot 500^2) \cdot 10^{-6} = 718,75 \text{ kNm}$$

Ditinjau diatas kolom C10 lantai 2:

Nilai $P_u = 846,8 \text{ kN}$

$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{846,8}{0,65} = 1302,7692 \text{ kN}$$

$$k_p = \frac{P_n}{f'_c \cdot b \cdot h} = \frac{1302,7692 \cdot 10^3}{30 \cdot 650 \cdot 650} = 0,21$$

Dari diagram interaksi dengan $\rho = 3,5 \%$ maka didapat nilai $k_m = 0,229$

$$M_{e2} = k_m \cdot f'_c \cdot b \cdot h^2 = (0,229 \cdot 25 \cdot 500 \cdot 500^2) \cdot 10^{-6} = 715,625 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_e = M_{e1} + M_{e2} = 718,75 + 715,625 = 1434,38 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_e}{0,65} = \frac{1434,38}{0,65} = 2206,73 \text{ kNm}$$

Ditinjau diatas kolom C10 lantai 2:

Nilai $P_u = 839,84 \text{ kN}$

$$P_n = \frac{P_u}{\Phi} = \frac{839,84}{0,65} = 1292,0615 \text{ kN}$$

$$k_p = \frac{P_n}{f'_c \cdot b \cdot h} = \frac{1292,0615 \cdot 10^3}{25 \cdot 500 \cdot 500} = 0,21$$

Dari diagram interaksi dengan $\rho = 3,5 \%$ maka didapat nilai $k_m = 0,229$

$$M_{e2} = k_m \cdot f'_c \cdot b \cdot h^2 = (0,229 \cdot 25 \cdot 500 \cdot 500^2) \cdot 10^{-6} = 715,625 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_e = M_{e1} + M_{e2} = 718,75 + 715,625 = 1434,38 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_e}{0,65} = \frac{1434,38}{0,65} = 2206,73 \text{ kNm}$$

3. Mencari ΣM_g

Untuk mencari momen kapasitas balok dikanan dan dikiri kolom ditinjau gempa dari semua arah :

A. Arah X Akibat Gempa Dari Kiri :

Balok kiri (B21) = Momen Kapasitas negatif = 157,686 kNm

Balok kanan (B22) = Momen Kapasitas positif = 185,88 kNm

$$M_g = M_{kap_{ki}}^- + M_{kap_{ka}}^+$$

$$= 157,686 + 185,88 = 343,5680 \text{ kNm}$$

$$\frac{6}{5} \Sigma M_g = \frac{6}{5} \cdot 343,5680 = 412,2816 \text{ kNm}$$

$$= \frac{412,2816}{0,8} = 515,352 \text{ kNm}$$

B. Arah Y Akibat Gempa Dari Kiri :

Balok kiri (B7) = Momen Kapasitas negatif = 157,686 kNm

Balok kanan (B8) = Momen Kapasitas positif = 185,88 kNm

$$M_g = M_{kap_{ki}}^- + M_{kap_{ka}}^+$$

$$= 157,686 + 185,88 = 343,5680 \text{ kNm}$$

$$\frac{6}{5} \sum M_g = \frac{6}{5} \cdot 343,5680 = 412,2816 \text{ kNm}$$

$$= \frac{412,2816}{0,8} = 515,352 \text{ kNm}$$

C. Arah X Akibat Gempa Dari Kanan :

Balok kiri (B21) = Momen Kapasitas negatif = 157,686 kNm

Balok kanan (B22) = Momen Kapasitas positif = 185,88 kNm

$$M_g = M_{kap_{ki}}^- + M_{kap_{ka}}^+$$

$$= 157,686 + 185,88 = 343,5680 \text{ kNm}$$

$$\frac{6}{5} \sum M_g = \frac{6}{5} \cdot 343,5680 = 412,2816 \text{ kNm}$$

$$= \frac{412,2816}{0,8} = 515,352 \text{ kNm}$$

D. Arah Y Akibat Gempa Dari Kanan :

Balok kiri (B7) = Momen Kapasitas negatif = 157,686 kNm

Balok kanan (B8) = Momen Kapasitas positif = 185,88 kNm

$$M_g = M_{kap_{ki}}^- + M_{kap_{ka}}^+$$

$$= 157,686 + 185,88 = 343,5680 \text{ kNm}$$

$$\frac{6}{5} \sum Mg = \frac{6}{5} \cdot 343,5680 = 412,2816 \text{ kNm}$$

$$= \frac{412,2816}{0,8} = 515,352 \text{ kNm}$$

Sesuai dengan persyaratan kuat lentur kolom (SK SNI 03-2847-2002, Pasal 23.4.2.(2),hal 213)

$$\sum Me \geq \left[\frac{6}{5} \right] \sum Mg$$

maka untuk :

$$\text{Arah x gempa kiri} \quad \sum Me = 2206,73 \geq \frac{6}{5} \sum Mg = 515,352 \text{ok}$$

$$\text{Arah y gempa kiri} \quad \sum Me = 2206,73 \geq \frac{6}{5} \sum Mg = 515,352 \text{ok}$$

$$\text{Arah x gempa kanan} \quad \sum Me = 2206,73 \geq \frac{6}{5} \sum Mg = 515,352 \text{ok}$$

$$\text{Arah y gempa kanan} \quad \sum Me = 2206,73 \geq \frac{6}{5} \sum Mg = 515,352 \text{ok}$$

Dengan demikian rasio tulangan yang digunakan adalah 3,5 %

$$As = 3,5 \% \cdot 500 \cdot 500 = 8750 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan yang dibutuhkan : } \frac{As}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2} = \frac{8750}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 25^2} = 17,81 \approx 20$$

Tulangan yang digunakan 20D25 ($As = 9821 \text{ mm}^2$)

4. Tulangan Geser

Tulangan geser dipasang sepanjang ℓ_o dari setiap muka hubungan balok kolom. Berdasarkan RSNI halaman 215, ℓ_o ditentukan dari :

$$\geq \text{tinggi penampang kolom pada muka hubungan balok-kolom} = 500 \text{ mm}$$

$$\geq \frac{1}{6} \cdot \text{bentang bersih komponen struktur} = \frac{1}{6} \cdot (3500 - 500) = 500 \text{ mm}$$

$$\geq 500 \text{ mm}$$

Diambil panjang $\ell_o = 500 \text{ mm}$

Spasi maksimal diambil nilai terkecil dari :

$$\leq \frac{1}{4} \cdot \text{dimensi terkecil kolom} = \frac{1}{4} \cdot 500 = 125 \text{ mm}$$

$$\leq 6 \cdot \text{diameter tulangan longitudinal} = 6 \cdot 25 = 150 \text{ mm}$$

$$\leq s_x = 100 + \frac{350 - h_x}{3} = 100 + \frac{350 - 262,5}{3} = 154,16 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} h_x &= \text{spasi horisontal maksimum untuk kaki-kaki sengkang} \\ &= \frac{b - 2 \cdot d'}{2} = \frac{500 - 2 \cdot (40 + 10 + 0,5 \cdot 25)}{2} = 187,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Karena s_x harus memenuhi $100 \text{ mm} \leq s_x \leq 150 \text{ mm}$, dipakai $s_x = 100 \text{ mm}$

Spasi maksimum = 100 mm

1). Daerah diluar ℓ_o

Spasi maksimal diambil nilai terkecil dari :

$$\leq 6 \cdot \text{diameter tulangan longitudinal} = 6 \cdot 25 = 150 \text{ mm}$$

$$\leq 150 \text{ mm}$$

Diambil spasi maksimal 150 mm

Untuk menghitung tulangan geser digunakan P_u yang menghasilkan momen kapasitas kolom terbesar dari semua kombinasi, yaitu yang terjadi akibat kombinasi 1.

$$P_u = P_{pr} = 1302,94 \text{ kN}$$

dengan nilai P_u diatas, pada diagram interaksi kolom didapatkan nilai :

$$k_p = \frac{P_{pr}}{f'_c b h} = \frac{1302,94 \cdot 10^3}{25 \cdot 500 \cdot 500} = 0,2084$$

$$k_m = 0,225$$

$$\text{maka } M_{pr} = M_{op} \cdot (f'_c b h^2) = 0,225 \cdot (25 \cdot 500 \cdot 500^2) = 703,125 \text{ kNm}$$

Gaya geser kolom :

$$V_{e1} = \frac{M_{pr_{ujung\ kolom\ atas}} + M_{pr_{ujung\ kolom\ bawah}}}{l_c}$$

$$V_{e1} = \frac{703,125 + 703,125}{3 \times 10^3} = 468,75 \text{ kN}$$

Menghitung kemungkinan terjadinya gaya geser akibat momen kapasitas balok yang merangkai kolom, didapat dari mencari kemungkinan nilai momen kapasitas balok yang terbesar. Pada tugas akhir ini momen kapasitas maksimum terjadi pada arah x. Faktor distribusi momen untuk kolom adalah :

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{f'_c} = 4700 \cdot \sqrt{25} = 23500$$

$$\begin{aligned} DF_{ujung\ atas} &= \frac{E_c I_{kolom\ bawah}}{E_c I_{kolom\ atas} + E_c I_{kolom\ bawah}} \\ &= \frac{23500 \cdot \frac{1}{12} \cdot 500 \cdot 500^3}{23500 \cdot \frac{1}{12} \cdot 500 \cdot 500^3 + 23500 \cdot \frac{1}{12} \cdot 500 \cdot 500^3} = 0,5 \end{aligned}$$

$$DF_{ujung\ bawah} = \frac{Ec.I_{kolom\ bawah}}{Ec.I_{kolom\ atas} + Ec.I_{kolom\ bawah}}$$

$$= \frac{0}{0+0} = 0$$

Ujung bawah kolom Balok yang merangkai kolom adalah balok pada lantai 1:

Balok kiri (B21) = Momen Kapasitas negatif = 157,686 kNm

Balok kanan (B22) = Momen Kapasitas positif = 185,88 kNm

$$Mpr_{bawah} = (157,686 + 185,88)$$

$$= 429,46 \text{ kNm}$$

$$Ve_2 = \frac{DF_{ujung\ atas} \cdot Mpr_{atas} + DF_{ujung\ bawah} \cdot Mpr_{bawah}}{lc}$$

$$= \frac{0,5 \cdot 429,46 + 0,5 \cdot 0}{(3 \times 10^{-3})} = 214,73 \text{ kN}$$

dari hasil analisis struktur didapat $Ve_3 = 45,83 \text{ kN}$ (dari V2 atau V3 ETABS combo 1 – 18 dipilih yang terbesar)

Berdasarkan RSNI 2002 halaman 212, bahwa nilai Ve_1 tidak perlu lebih besar dari Ve_2 , tetapi nilai Ve terpakai harus lebih besar dari hasil analisis struktur, maka digunakan :

$$Ve = Ve_2 = 214,73 \text{ kN}$$

Daerah sepanjang $\ell_o = 500 \text{ mm}$

$$Ve = 214,73 \text{ kN}$$

$$Vc = 0$$

$$Vs = \frac{Ve}{\Phi} = \frac{214,73}{0,75} = 286,306 \text{ kN}$$

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{(2.0,25 \cdot \pi \cdot 10^2) \cdot 240 \cdot (500 - 62,5)}{286,306 \cdot 10^3} = 57,6305 \text{ mm}$$

digunakan sengkang tertutup 2P10-50.

2). Daerah di luar lo

$$V_e = 214,73 \text{ kN}$$

Gaya aksial terfaktor diambil dari nilai terkecil akibat semua kombinasi, yang terjadi $N_u = 1302,94 \text{ kN}$.

$$V_c = \left(1 + \frac{N_u}{14 \cdot A_g} \right) \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{6} \right) b_w \cdot d$$

$$V_c = \left(1 + \frac{1302,94 \cdot 10^3}{14 \cdot 500 \cdot 500} \right) \left(\frac{\sqrt{25}}{6} \right) 500 \cdot (500 - 62,5)$$

$$= 182359,5281 \text{ N} = 182,3595 \text{ kN}$$

$$V_s = \frac{V_e}{\Phi} - V_c = \frac{214,73}{0,75} - 182,3595 \text{ kN} = 103,9471 \text{ kN}$$

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{(2.0,25 \cdot \pi \cdot 10^2) \cdot 240 \cdot (500 - 62,5)}{103,9471 \cdot 10^3} = 158,73 \text{ mm}$$

digunakan sengkang tertutup 2P10-100

Tabel 5.57 Syarat Perancangan Tulangan Kolom

Tingkat	No Kolom	b	h	Pu	Mux	Muy	$Pu > 0,1 \cdot Ag \cdot f_c$	Ph	Mnx	Mny
4	C10	400	400	226.89	22.96	20.687	0.65	349.0615	35.32308	31.82615
3	C10	400	400	580.1	52.417	43.526	0.65	892.4615	80.64154	66.96308
2	C10	500	500	941.4	87.533	71.389	0.65	1448.308	134.6662	109.8292
1	C10	500	500	1302.94	107.291	101.222	0.65	2004.523	165.0631	155.7262

Tabel 5.58 Syarat Perancangan Tulangan Kolom

Tingkat	No Kolom	Mny/Mnx	b/h	Mno	km	kp	r	fc	fy
4	C10	0.9010	1	52.4602	0.0273	0.1818	4.00%	25	400
3	C10	0.8304	1	116.6986	0.0608	0.4648	4.00%	25	400
2	C10	0.8156	1	193.8050	0.0517	0.3862	3.50%	25	400
1	C10	0.9434	1	248.9156	0.0664	0.5345	3.50%	25	400

Tabel 5.59 (lanjutan) Syarat Perancangan Tulangan Kolom

Metode Resiprocal										
Tingkat	No Kolom	Po			Pox			Poy		
		Ast	Ag	Po	km	kp	Pox	km	kp	Poy
4	C10	6400	160000	5824	0.0221	1.4	5600	0.0221	1.4	30345
3	C10	6400	160000	5824	0.0504	1.35	5400	0.0419	1.32	28611
2	C10	10000	250000	9100	0.0431	1.27	7937.5	0.0351	1.31	27527
1	C10	10000	250000	9100	0.0528	1.34	8375	0.0528	1.34	29044.5

Tabel 5.60 Momen Lanjutan

Tingkat	No Kolom	km				Me			
		Ex	(-)Ex	Ey	(-)Ey	Ex	(-)Ex	Ey	(-)Ey
1	C10	0.215	0.215	0.215	0.215	529.230769	529.2308	529.2308	529.2308
2	C10	0.231	0.231	0.231	0.231	2115.38462	2115.385	2115.385	2115.385
3	C10	0.23	0.23	0.23	0.23	2235.58	2235.58	2235.58	2235.58
4	C10	0.243	0.243	0.243	0.243	2274.03846	2274.038	2274.038	2274.038

Tabel 5.61 Momen Kapasitas Balok Untuk Perancangan
Kolom arah x

Tingkat	No Kolom	Balok Arah X							
		Gempa Kiri (EX)				Gempa Kanan (-EX)			
		ki ; Mn-	ka ; Mn+	Mg	6/5 Mg	ki ; Mn+	ka ; Mn-	Mg	6/5 Mg
4	C10	157.6865	185.8815	412.2816	515.3520	157.6865	185.8815	412.2816	515.3520
3	C10	157.6865	185.8815	412.2816	515.3520	157.6865	185.8815	412.2816	515.3520
2	C10	157.6865	185.8815	412.2816	515.3520	157.6865	185.8815	412.2816	515.3520
1	C10	157.6865	185.8815	412.2816	515.3520	157.6865	185.8815	412.2816	515.3520

5.62 Momen Kapasitas Balok Untuk Perancangan Kolom

arah y

Tingkat	No Kolom	Balok Arah Y					
		Gempa Kiri (EY)			Gempa Kanan (-EY)		
		ki ; Mn-	ka ; Mn+	Mg	ki ; Mn-	ka ; Mn+	Mg
4	C10	157.6865	185.8815	412.2816	157.6865	185.8815	412.2816
3	C10	157.6865	185.8815	412.2816	157.6865	185.8815	412.2816
2	C10	157.6865	185.8815	412.2816	157.6865	185.8815	412.2816
1	C10	157.6865	185.8815	412.2816	157.6865	185.8815	412.2816

Tabel 5.63 Syarat Perancangan Kolom

Tingkat	No Kolom	Ex			(-) Ex			Ey			(-) Ey		
		Me	(6/5) Mg	Syarat	Me	515.352	Syarat	Me	(6/5) Mg	Syarat	Me	(6/5) Mg	Syarat
4	C10	529.23077	515.352	ok	529.2308	515.352	ok	529.2308	515.352	ok	529.2308	515.352	ok
3	C10	2115.3846	515.352	ok	2115.385	515.352	ok	2115.385	515.352	ok	2115.385	515.352	ok
2	C10	2235.58	515.352	ok	2235.58	515.352	ok	2235.58	515.352	ok	2235.58	515.352	ok
1	C10	2274.0385	515.352	ok	2274.038	685.5228	ok	2274.038	515.352	ok	2274.038	515.352	ok

Tabel 5.64 Perancangan Tulangan Kolom

Tingkat	No Kolom	b	h	p	Ast butuh	Jumlah Tulangan	Ast Terpakai
4	C10	400	400	4%	6400	16 D 25	7857
3	C10	400	400	4%	6400	16 D 25	7857
2	C10	500	500	3.5%	8750	20 D 25	9821
1	C10	500	500	3.5%	8750	20 D 25	9821

Tabel 5.65 Gaya - Gaya Momen Me

Tingkat	No Kolom	P				kp				Pn			
		Ex	(-)Ex	Ey	(-)Ey	Ex	(-)Ex	Ey	(-)Ey	Ex	(-)Ex	Ey	(-)Ey
4	C10	204.82	204.82	205.37	203.8	0.0788	0.0788	0.0790	0.0784	315.1077	315.1077	315.9538	313.5385
3	C10	521.66	521.66	523.75	517.77	0.2006	0.2006	0.2014	0.1991	802.5538	802.5538	805.7692	796.5692
2	C10	846.8	846.8	850.54	839.84	0.2084	0.2084	0.2094	0.2067	1302.769	1302.769	1308.523	1292.062
1	C10	1172	1172	1177.09	1162.54	0.2885	0.2885	0.2897	0.2862	1803.077	1803.077	1810.908	1788.523

Tabel 5.67 Gaya Geser Kolom

Tingkat	No Kolom	h (m)	Mpr Kolom atas		Mpr Kolom bawah		Mpr balok atas		Mpr balok bawah		Ve kolom		Ve balok		Ve output		Ve pakai (kN)
			(kNm)		(kNm)		(kNm)		(kNm)		(kN)		(kN)		(kN)		
4	C10	3	429.46		429.46		232.35		197.11		260.28		65.0697		16.48		49.29523
3	C10	3	401.6		401.6		232.35		197.11		243.39		65.0697		33.17		46.73692
2	C10	3	684.375		684.375		232.35		197.11		414.77		65.0697		49.99		72.7034
1	C10	3	759.375		759.375		232.35		197.11		460.23		65.0697		45.83		79.59045

Tabel 5.68 Gaya Geser Kolom

Tingkat	No Kolom	d	Av	Ve pakai		Sepanjang lo		Diluar lo
						Vs	s	
4	C10	337.5	157.1428571	214.7300115	286.3066821	74.09636954	4P10-100	4P10-100
3	C10	337.5	157.1428571	173.1296506	230.8395342	91.90057409	4P10-100	4P10-100
2	C10	437.5	157.1428571	173.1296506	230.8395342	119.1303738	4P10-100	4P10-100
1	C10	437.5	157.1428571	71.57667051	95.43556068	288.1525482	4P10-100	4P10-100

B. Tabel Perencanaan Kolom Gedung 8 Lantai TCPKGUBG

Tabel 5.69 Syarat Perancangan Tulangan Kolom

Lantai	Nomor Kolom	b	h	Pu	Mux	Muy	$P_u < 0,1 \cdot A_g \cdot f_c$	Pn	Mnx	Mny
8	C38	600	600	240.96	51.212	42.767	0.65	370.7077	78.78769	65.79538
7	C38	600	600	607.86	79.439	70.956	0.65	935.1692	122.2138	109.1631
6	C38	700	700	987.87	111.194	102.586	0.65	1519.8	171.0677	157.8246
5	C38	700	700	1368.02	117.568	109.452	0.65	2104.646	180.8738	168.3877
4	C38	700	700	1749.05	130.18	118.634	0.65	2690.846	200.2769	182.5138
3	C38	800	800	2145.59	192.375	175.75	0.65	3300.908	295.9615	270.3846
2	C38	800	800	2542.85	276.184	255.589	0.65	3912.077	424.8985	393.2138
1	C38	800	800	2941.3	401.321	389.198	0.65	4525.077	617.4169	598.7662

Tabel 5.70 Syarat Perancangan Tulangan Kolom

Lantai	Jenis Kolom	Mny/Mnx	b/h	Mno	km	kp	r	f'c	fy
8	C38	0.835097243	1	114.21598	0.017626	0.057208	0.01	25	400
7	C38	0.893213661	1	180.99396	0.027931	0.144316	0.01	25	400
6	C38	0.922585751	1	256.05018	0.024883	0.147697	0.01	25	400
5	C38	0.93096761	1	271.54414	0.026389	0.204533	0.01	25	400
4	C38	0.91130742	1	298.55361	0.029014	0.261501	0.01	25	400
3	C38	0.913580247	1	441.55325	0.028747	0.214903	0.01	25	400
2	C38	0.925430148	1	636.62899	0.041447	0.254693	0.01	25	400
1	C38	0.969792261	1	939.82947	0.061187	0.294601	0.01	25	400

Tabel 5.71 Syarat Perancangan Tulangan Kolom

		Metode Resiprocal									
Lantai	Jenis Kolom	Po			Pox			Poy			
		Ast	Ag	Po	km	kp	Pox	km	kp	Poy	
8	C38	3600	360000	9013.5	0.01459	0.9	8100	0.01459	0.9	Poy	
7	C38	3600	360000	9013.5	0.022632	0.97	8730	0.02	0.96	19507.5	
6	C38	4900	490000	12268.38	0.01995	0.96	11760	0.018	0.94	20808	
5	C38	4900	490000	12268.38	0.021093	0.96	11760	0.2	0.96	20374.5	
4	C38	4900	490000	12268.38	0.023356	0.95	11637.5	0.021	0.945	20808	
3	C38	6400	640000	16024	0.023122	0.99	15840	0.021124	0.985	20482.875	
2	C38	6400	640000	16024	0.033195	0.98	15680	0.03072	0.985	21349.875	
1	C38	6400	640000	16024	0.048236	0.85	13600	0.048236	0.976	21154.8	
									0.85	15290.3357	

Tabel 5.72 Momen Kolom

Tabel 5.72 Momen Kolom									
Lantai	Jenis Kolom	km				Me			
		Ex	(-)Ex	Ey	(-)Ey	Ex	(-)Ex	Ey	(-)Ey
8	C38	0.07	0.07	0.07	0.07	581.538	581.538	581.538	581.538
7	C38	0.075	0.075	0.075	0.075	1204.62	1204.62	1204.62	1204.62
6	C38	0.078	0.078	0.078	0.078	1833.73	1833.73	1833.73	1833.73
5	C38	0.085	0.085	0.085	0.085	2044.81	2044.81	2044.81	2044.81
4	C38	0.088	0.088	0.088	0.088	2282.27	2282.27	2282.27	2282.27
3	C38	0.087	0.087	0.087	0.087	3387.08	3387.08	3387.08	3387.08
2	C38	0.095	0.095	0.095	0.095	3584	3584	3584	3584
1	C38	0.09	0.09	0.09	0.09	4233.85	4233.85	4233.85	4233.85

Tabel 5.73 Momen Kapasitas Balok Untuk Perancangan Kolom Arah X

Lantai	Jenis Kolom	Balok Arah X						
		Gempa Kiri (EX)		Mg	Gempa Kanan (-EX)		Mg	6/5 Mg
		ki ; Mn-	ka ; Mn+		ki ; Mn+	ka ; Mn-		
8	C38	159.6518	191.05482	420.8479	191.05482	159.6518	420.8479	526.0599
7	C38	159.6518	191.05482	420.8479	191.05482	159.6518	420.8479	526.0599
6	C38	159.6518	191.05482	420.8479	191.05482	159.6518	420.8479	526.0599
5	C38	233.25	194.2067	512.9480	191.05482	159.6518	420.8479	526.0599
4	C38	233.25	194.2067	512.9480	194.2067	233.2500	512.9480	641.1851
3	C38	233.25	194.2067	512.9480	194.2067	233.2500	512.9480	641.1851
2	C38	194.2067	233.2500	512.9480	194.2067	233.2500	512.9480	641.1851
1	C38	201.1590	230.3405	517.7994	230.3405	201.1590	517.7994	647.2493

Tabel 5.74 Momen Kapasitas Balok Untuk Perancangan Kolom Arah Y

Lantai	Jenis Kolom	Balok Arah Y						
		Gempa Kiri (EY)		Mg	Gempa Kanan (-EY)		Mg	6/5 Mg
		ki ; Mn-	ka ; Mn+		ki ; Mn+	ka ; Mn-		
8	C38	159.6518	191.05482	420.8479	191.05482	159.6518	420.8479	526.0599
7	C38	159.6518	191.05482	420.8479	191.05482	159.6518	420.8479	526.0599
6	C38	159.6518	191.05482	420.8479	191.05482	159.6518	420.8479	526.0599
5	C38	233.2500	194.2067	512.9480	191.05482	159.6518	420.8479	526.0599
4	C38	233.2500	194.2067	512.9480	194.2067	233.2500	512.9480	641.1851
3	C38	233.2500	194.2067	512.9480	194.2067	233.2500	512.9480	641.1851
2	C38	194.2067	233.2500	512.9480	194.2067	233.2500	512.9480	641.1851
1	C38	201.1590	230.3405	517.7994	230.3405	201.1590	517.7994	647.2493

Tabel 5.75 Syarat Perancangan Kolom

Lantai	Ex			(-) Ex			Ey			(-) Ey		
	Me	(6/5) Mg	Syarat	Me	(6/5) Mg	Syarat	Me	(6/5) Mg	Syarat	Me	(6/5) Mg	Syarat
8	1%	581.54	526.0599	ok	581.5385	526.0599	ok	581.5385	526.0599	ok	581.5385	526.0599
7	1%	1204.6	526.0599	ok	1204.615	526.0599	ok	1204.615	526.0599	ok	1204.615	526.0599
6	1%	1833.7	526.0599	ok	1833.731	526.0599	ok	1833.731	526.0599	ok	1833.731	526.0599
5	1%	2044.8	641.1851	ok	2044.808	641.1851	ok	2044.808	641.1851	ok	2044.808	641.1851
4	1%	2282.3	641.1851	ok	2282.269	641.1851	ok	2282.269	641.1851	ok	2282.269	641.1851
3	1%	3387.1	641.1851	ok	3387.077	641.1851	ok	3387.077	641.1851	ok	3387.077	641.1851
2	1%	3584	641.1851	ok	3584	641.1851	ok	3584	641.1851	ok	3584	641.1851
1	1%	4233.8	647.2493	ok	4233.846	647.2493	ok	4233.846	647.2493	ok	4233.846	647.2493

Tabel 5.76 Perancangan Tulangan Kolom

Lantai	Label Kolom	b	h	p	Ast butuh	Jumlah Tulangan	Ast Terpakai
8	C38	600	600	1%	3600	8 D 25	3929
7	C38	600	600	1%	3600	8 D 25	3929
6	C38	700	700	1%	4900	12 D 25	5893
5	C38	700	700	1%	4900	12 D 25	5893
4	C38	700	700	1%	4900	12 D 25	5893
3	C38	800	800	1%	6400	16 D 25	7857
2	C38	800	800	1%	6400	16 D 25	7857
1	C38	800	800	1%	6400	16 D 25	7857

Tabel 5.77 Gaya - Gaya Momen Me

Lantai	P				kp				Pn			
	219.56	219.56	218.85	219.94	0.019579	0.019579	0.019579	0.019579	337.7846	337.7846	336.6923	338.3692
8	219.56	219.56	218.85	219.94	0.019579	0.019579	0.019579	0.019579	337.7846	337.7846	336.6923	338.3692
7	550.55	550.55	548.91	551.43	0.075	0.075	0.075	0.075	847	847	844.4769	848.3538
6	894.53	894.53	892.41	895.68	0.065776	0.065776	0.065776	0.065776	1376.2	1376.2	1372.938	1377.969
5	1238.65	1238.65	1235.96	1240.1	0.092555	0.092555	0.092555	0.092555	1905.615	1905.615	1901.477	1907.846
4	1583.38	1583.38	1580.77	1584.78	0.092217	0.092217	0.092217	0.092217	2435.969	2435.969	2431.954	2438.123
3	1943.54	1943.54	1940.91	1944.95	0.111789	0.111789	0.111789	0.111789	2990.062	2990.062	2986.015	2992.231
2	2304.32	2304.32	2301.66	2305.75	0.13342	0.13342	0.13342	0.13342	3545.108	3545.108	3541.015	3547.308
1	2391.41	2391.41	2391.41	2391.41	0.133431	0.133431	0.133431	0.133431	3679.092	3679.092	3679.092	3679.092

Tabel 5.78 Gaya Geser Kolom

Lantai	Jenis Kolom	h (m)	Mpr Kolom atas (kNm)	Mpr Kolom bawah (kNm)	Mpr balok atas (kNm)	Mpr balok bawah (kNm)	Ve kolom (kN)	Ve balok (kN)	Ve output (kN)	Ve pakai (kN)
8	C38	3	383.4	383.4	438.3833	438.3833	255.6	219.1916	19.12	219.1916
7	C38	3	410.4	410.4	438.3833	438.3833	273.6	168.0469	37.16	66.9162
6	C38	3	651.7	651.7	438.3833	438.3833	434.46667	168.0469	51.33	91.2899
5	C38	3	737.45	737.45	534.3230	534.3230	491.63333	178.1077	71.04	101.4759
4	C38	3	780.325	780.325	534.3230	534.3230	520.21667	201.2617	80.68	109.3149
3	C38	3	947.2	947.2	534.3230	534.3230	631.46667	201.2617	92.34	126.171
2	C38	3	1254.4	1254.4	534.3209	534.3209	836.26667	178.107	93.5	153.693
1	C38	3	1792	1792	534.3209	534.3209	1194.6667	89.05348	40.77	194.5031

Tabel 5.79 Gaya Geser Kolom

Lantai	Jenis Kolom	d	Av	Ve pakai	Vs	Sepanjang lo	Diluar lo
						s	Tulangan
8	C38	537.5	157.1429	219.1916	292.2555	115.6033	2P10-100
7	C38	537.5	157.1429	66.9162	89.2216	378.6719	2P10-100
6	C38	637.5	157.1429	91.2899	121.7199	329.2101	2P10-100
5	C38	637.5	157.1429	101.4759	135.3012	296.1646	2P10-100
4	C38	637.5	157.1429	109.3149	145.7532	274.9266	2P10-100
3	C38	737.5	157.1429	126.171	168.2279	275.5615	2P10-100
2	C38	737.5	157.1429	153.693	204.924	226.2163	2P10-100
1	C38	737.5	157.1429	194.5031	259.3374	178.7522	2P10-100

BAB VI

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

6.1 Analisis Perbandingan Gedung Bertingkat PPKGRG 1987 dan TCPKGUBG 2002

Analisis yang akan di bandingkan antara gedung bertingkat 4 lantai dengan PPKGRG 1987 dan TCPKGUBG 2002 serta antara gedung bertingkat 8 lantai dengan PPKGRG 1987 dan TCPKGUBG 2002 adalah Koefisien Dasar Gempa, Gaya Geser Dasar Gempa, Momen Balok, Momen Kolom, Gaya Geser Balok, Gaya Geser Kolom, Jumlah Tulangan Longitudinal Balok, Jumlah Tulangan Longitudinal Kolom, Jumlah Tulangan Transversal Balok dan Jumlah Tulangan Transversal Kolom.

6.2 Hasil Perbandingan Koefisien Dasar Gempa dan Gaya Geser Dasar Gempa

Perencanaan gedung bertingkat 4 lantai dan gedung bertingkat 8 lantai dalam hal ini menggunakan dua peraturan gempa yaitu "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung 2002 (TCPKGUBG 2002) dan Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung (PPKGRG 1987). Dari hasil analisis bab 5 untuk perhitungan gempa diperoleh hasil perbandingan koefisien dasar gempa dan gaya geser dasar gempa. Dalam hal ini analisis hasil perbandingan koefisien dasar gempa TCPKGUBG 2002 (C_{2002}) harus dibagi faktor reduksi R karena dalam batasan masalah, gedung dirancang dengan daktilitas penuh sehingga $R = 8.5$. Hal ini dipengaruhi oleh

periode ulang gempa TCPKGUBG 2002 dirancang dalam 500 tahun sedangkan untuk periode ulang gempa PPKGRG 1987 dirancang dalam 20 tahun sehingga gaya geser dasar gempa TCPKGUBG 2002 ($V = \frac{C}{R} . I . W_i$) berbeda dengan gaya geser dasar gempa PPKGRG 1987 ($V = C . I . K . W_i$). Hasil analisis perbandingan koefisien dasar gempa dapat ditunjukkan pada tabel 6.1 untuk gedung 4 lantai dan tabel 6.2 untuk gedung 8 lantai :

Tabel 6.1 Koefisien Gaya Dasar Gempa (C) untuk Gedung Bertingkat 4 Lantai

No	Keterangan	Koefisien Gaya Dasar Gempa (C)	Rasio (C ₂₀₀₂ : C ₁₉₈₇)
1	Gedung bertingkat 4 lantai dengan PPKGRG 1987	0.06	1.083
2	Gedung bertingkat 4 lantai dengan TCPKGUBG 2002	0.065	

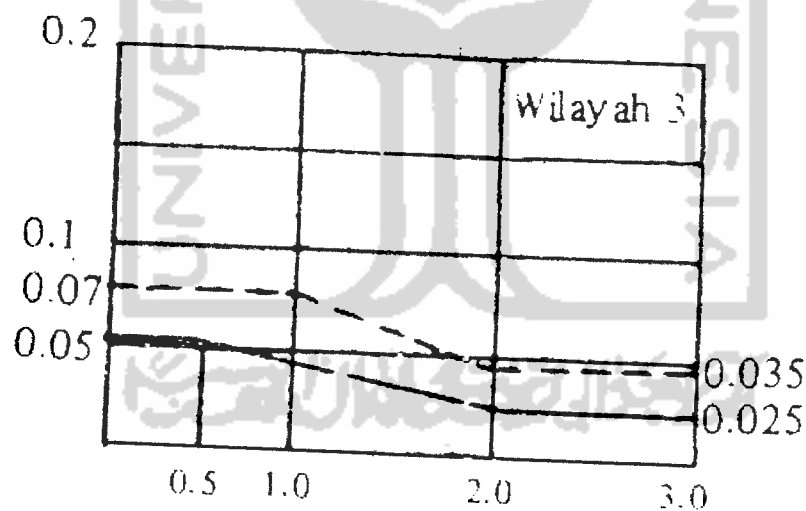
Tabel 6.2 Koefisien Gaya Dasar Gempa (C) untuk Gedung Bertingkat 8 Lantai

No	Keterangan	Koefisien Gaya Dasar Gempa (C)	Rasio (C ₂₀₀₂ : C ₁₉₈₇)
1	Gedung bertingkat 8 lantai dengan PPKGRG 1987	0.06	0.883
2	Gedung bertingkat 8 lantai dengan TCPKGUBG 2002	0.053	

Dari tabel diatas diperoleh bahwa koefisien gaya dasar gempa (C) untuk gedung bertingkat 4 lantai dengan TCPKGUBG 2002 lebih besar dari koefisien gaya dasar gempa (C) untuk gedung bertingkat 4 lantai dengan PPKGRG 1987 dan koefisien gaya dasar gempa (C) untuk gedung bertingkat 8 lantai dengan TCPKGUBG 2002 lebih besar dari koefisien gaya dasar gempa (C) untuk gedung bertingkat 8 lantai dengan PPKGRG 1987.

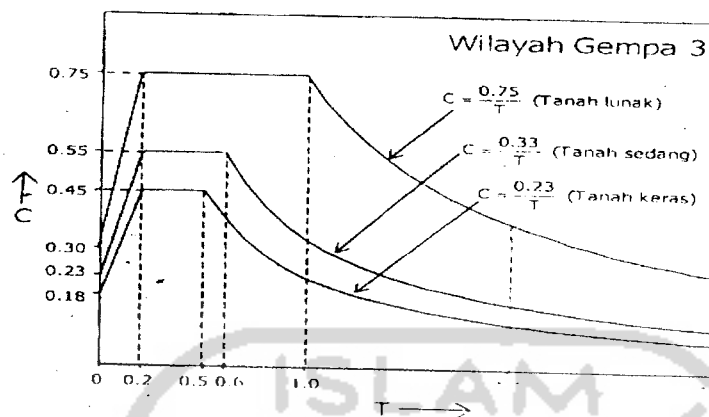
Pada dasarnya koefisien gaya dasar gempa (C) dipengaruhi oleh periode getar struktur (T), daerah wilayah gempa dan jenis lapisan tanah. Dalam hal ini wilayah gempa, jenis tanah serta periode getar struktur adalah sama. Wilayah gempa terletak pada wilayah gempa 3 dan jenis tanahnya transisi. akan tetapi spektrum respon gempa PPKGRG 1987 dan TCPKGUBG 2002 berbeda sehingga mempengaruhi koefisien gaya dasar gempa (C).

Di dalam spektrum respon gempa PPKGRG 1987 tidak terdapat kurva dalam mencari koefisien gaya dasar gempa (C) sedang spektrum respon gempa TCPKGUBG 2002 terdapat kurva sehingga nilai koefisien gaya dasar gempa (C) TCPKGUBG 2002 dicari dengan rumus $C = \frac{0.33}{T}$ (tanah transisi wilayah gempa 3).



Gambar 6.1 Koefisien Gempa Dasar untuk Wilayah Gempa 3 PPKGRG 1987

(Sumber : PPKGRG 1987 Halaman 17)



Gambar 6.2 Koefisien Gempa Dasar untuk Berbagai Wilayah Gempa 3 Tanah Transisi TCPKGUBG 2002 (Sumber : TCPKGUBG 2002 Halaman 22)

Dalam hal ini gaya geser dasar gempa (V) untuk gedung bertingkat 4 lantai dengan TCPKGUBG 2002 lebih besar dari gaya geser dasar gempa (V) untuk gedung bertingkat 4 lantai dengan PPKGRG 1987, akan tetapi gaya geser dasar gempa (V) untuk gedung bertingkat 8 lantai dengan TCPKGUBG 2002 lebih kecil dari gaya geser dasar gempa (V) untuk gedung bertingkat 8 lantai dengan PPKGRG 1987. Hasil analisis dapat ditunjukkan pada tabel 6.3:

Tabel 6.3 Gaya Geser Dasar Gempa untuk Gedung Bertingkat 4 Lantai

No	Keterangan	Gaya Geser Dasar Gempa (V)	Rasio ($V_{2002} : V_{1987}$)
1	Gedung bertingkat 4 lantai dengan PPKGRG 1987	72021.6	1.078
2	Gedung bertingkat 4 lantai dengan TCPKGUBG 2002	77670.3	

Tabel 6.4 Gaya Geser Dasar Gempa untuk Gedung Bertingkat 8 Lantai

No	Keterangan	Gaya Geser Dasar Gempa (V)	Rasio (V ₂₀₀₂ : V ₁₉₈₇)
1	Gedung bertingkat 8 lantai dengan PPKGRG 1987	175795.2	0.886
2	Gedung bertingkat 8 lantai dengan TCPKGUBG 2002	155751.057	

Dari dua tabel diatas gaya geser dasar gempa untuk gedung bertingkat 8 lantai dengan TCPKGUBG 2002 lebih kecil dari gaya geser dasar gempa untuk gedung bertingkat 8 lantai dengan PPKGRG 1987. Hal ini dipengaruhi adanya rumus koefisien gaya dasar gempa TCPKGUBG 2002 $C = \frac{0.33}{T}$ (tanah transisi wilayah gempa 3) dan gaya geser dasar gempa TCPKGUBG 2002 $V = \frac{C}{R} . I . W_i$ dan koefisien gaya dasar gempa (C) untuk gedung bertingkat 8 lantai dengan TCPKGUBG 2002 lebih kecil dari koefisien gaya dasar gempa (C) untuk gedung bertingkat 4 lantai dengan TCPKGUBG 2002 dan periode (T) untuk gedung bertingkat 8 lantai dengan TCPKGUBG 2002 lebih besar dari koefisien gaya dasar gempa (C) untuk gedung bertingkat 4 lantai dengan TCPKGUBG 2002

6.3 Analisis Hasil Perbandingan Komponen Struktur Akibat Beban Gempa

Dalam Bab 1 telah dijelaskan tujuan dari tugas akhir ini diantaranya untuk membandingkan momen yang terjadi akibat beban gempa dan gaya geser balok akibat beban gempa pada balok dan kolom serta hasil desain struktur yang dirancang.

6.4 Perbandingan Balok Gedung 4 Lantai

Analisis perbandingan balok meliputi perbandingan momen yang terjadi akibat beban gempa dan gaya geser balok akibat beban gempa pada balok gedung 4 lantai.

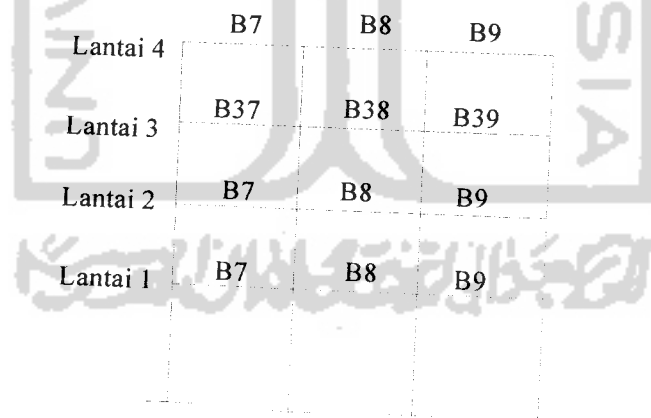
6.4.1 Hasil Perbandingan Momen Balok Gedung 4 Lantai

Tabel 6.5 Hasil Perbandingan Momen Balok Gedung 4 Lantai Arah Y

Lantai	no		Momen PPKGRG 1987	MomenTCPKGUBG 2002	Rasio (μ_{2002}/μ_{1987})
lantai 4	B7	Mtump	44.923	25.939	0.577
		Mlap	36.255	36.255	1
		Mtump	22.461	51.878	2.309
lantai 4	B8	Mtump	43.19	25.014	0.579
		Mlap	31.309	31.309	1
		Mtump	21.595	50.028	2.316
lantai 4	B9	Mtump	44.964	25.966	0.577
		Mlap	36.297	36.297	1
		Mtump	22.482	51.932	2.309
lantai 3	B38	Mtump	82.502	46.6365	0.565
		Mlap	56.876	56.876	1
		Mtump	41.251	93.273	2.261
lantai 3	B39	Mtump	71.313	40.6725	0.570
		Mlap	35.648	35.648	1
		Mtump	35.6565	81.345	2.281
lantai 3	B40	Mtump	82.724	46.587	0.563
		Mlap	56.772	56.772	1
		Mtump	41.362	93.174	2.252
lantai 2	B7	Mtump	103.16	57.0685	0.553
		Mlap	53.405	53.405	1
		Mtump	51.58	114.137	2.212
lantai 2	B8	Mtump	87.282	48.558	0.556
		Mlap	37.271	37.271	1
		Mtump	43.641	97.116	2.225
lantai 2	B9	Mtump	103.351	57.188	0.553
		Mlap	53.38	53.38	1

lantai 1	B7	Mtump	51.6755	114.376	2.213
		Mtump	101.323	56.083	0.553
		Mlap	52.891	52.891	1
		Mtump	50.6615	112.166	2.214
lantai 1	B8	Mtump	87.281	48.5645	0.556
		Mlap	37.188	37.188	1
		Mtump	43.6405	97.129	2.225
		Mtump	101.452	56.1635	0.553
lantai 1	B9	Mlap	52.87	52.87	1
		Mtump	50.726	112.327	2.214

Dari tabel diatas diperoleh perbandingan bahwa momen tumpuan negatif gedung bertingkat 4 lantai yang direncanakan dengan TCPKGUBG 2002 lebih besar, akan tetapi momen tumpuan positifnya lebih kecil. Hal ini dipengaruhi perbedaan spectrum respon gempa yangmana gaya gempa / gaya horizontal terhadap gedung untuk TCPKGUBG 2002 lebih besar.



Gambar 6.1 Gedung 4 Lantai Portal Arah Y

6.4.2 Hasil Perbandingan Gaya Geser 4 Balok Lantai Arah Y

Tabel 6.6 Hasil Perbandingan Gaya Geser Balok 4 Lantai Arah Y

Lantai	No.	PPKGRG 1987		TCPKGUBG 2002		Rasio (V_{u2002}/V_{u1987})	
		$V_{u,b}$ terpakai (kN)		$V_{u,b}$ terpakai (kN)		$V_{u,b}$ terpakai (kN)	
		pada s.p	diluar s.p	pada s.p	diluar s.p	pada s.p	diluar s.p
lantai 4	B7	99.16	88.95	112.83	106.95	1.14	1.20
lantai 4	B8	97.42	87.73	111.83	106.25	1.15	1.21
lantai 4	B9	99.19	88.97	112.85	106.96	1.14	1.20
lantai 3	B38	121.15	104.30	125.50	115.79	1.04	1.11
lantai 3	B39	103.53	92.00	115.43	108.76	1.11	1.18
lantai 3	B40	121.09	104.26	125.46	115.77	1.04	1.11
lantai 2	B7	121.18	104.30	126.75	117.03	1.05	1.12
lantai 2	B8	104.55	92.84	117.25	110.48	1.12	1.19
lantai 2	B9	121.11	104.25	126.71	117.00	1.05	1.12
lantai 1	B7	121.45	104.49	126.91	117.14	1.04	1.12
lantai 1	B8	104.55	92.84	117.25	110.48	1.12	1.19
lantai 1	B9	121.40	104.46	126.88	117.12	1.05	1.12

Dari tabel diatas diperoleh gaya geser gedung bertingkat 4 lantai yang direncanakan dengan TCPKGUBG 2002 lebih besar sehingga mengakibatkan jarak tulangan transversal semakin rapat. Hal ini dipengaruhi oleh gaya geser balok akibat beban gempa (V_e) yang dihasilkan TCPKGUBG 2002 lebih besar. Hal ini dipengaruhi oleh nilai gaya geser rencana (V_{ub}) untuk SNI 1991 yang mempunyai nilai $V_{u,b} = 0,7 \cdot \frac{M_{kap} + M_{kap}'}{l_n} + 1,05 \cdot V_g$, dimana

$V_g = (V_{D,b} + V_{L,b})$, sedang untuk TCPKGUBG 2002 menggunakan SNI 2002 yang

mempunyai nilai gaya geser rencana $V_{a,b} = 0,7 \cdot \frac{M_{kap} + M_{kap}'}{l_n} + \frac{W_u}{2}$, dimana nilai

$$W_u = (1,2 \times V_{D,b} + V_{L,b}).$$

6.5 Perbandingan Balok Gedung 4 Lantai

Analisis perbandingan balok meliputi perbandingan momen yang terjadi akibat beban gempa dan gaya geser balok akibat beban gempa pada balok gedung 8 lantai.

6.5.1 Hasil Perbandingan Momen Balok Gedung 8 Lantai

Tabel 6.7 Hasil Perbandingan Momen Balok Gedung 8 Lantai Arah Y

Lantai	Balok	Keterangan	PPKGRG 1987	TCPKGUBG 2002	Rasio (μ_{2002}/μ_{1987})
			M3	M3	
Lantai 8	B12	Mtump+	29.7095	30.88	1.039
		Mlap	32.153	32.15	1
		Mtump -	59.419	61.76	1.039
Lantai 8	B30	Mtump+	27.732	28.30	1.020
		Mlap	31.703	31.70	1
		Mtump -	55.464	56.59	1.020
Lantai 8	B48	Mtump+	29.38	30.47	1.036
		Mlap	32.175	32.18	1
		Mtump -	58.76	60.93	1.036
Lantai 7	B12	Mtump+	50.63	52.07	1.028
		Mlap	51.033	51.03	1
		Mtump -	101.26	104.13	1.028
Lantai 7	B30	Mtump+	42.462	42.27	0.995
		Mlap	38.026	38.03	1
		Mtump -	84.924	84.54	0.995

Lantai 7	B48	Mtump+	50.2845	51.63	1.026
		Mlap	51.034	51.03	1
		Mtump -	100.569	103.27	1.026
Lantai 6	B12	Mtump+	64.9085	63.49	0.978
		Mlap	50.46	50.46	1
		Mtump -	129.817	126.98	0.978
Lantai 6	B30	Mtump+	56.5365	53.65	0.948
		Mlap	38.415	38.42	1
		Mtump -	113.073	107.29	0.948
Lantai 6	B48	Mtump+	64.6005	63.10	0.976
		Mlap	50.465	50.47	1
		Mtump -	129.201	126.21	0.976
Lantai 5	B12	Mtump+	75.3745	72.30	0.959
		Mlap	50.138	50.14	1
		Mtump -	150.749	144.60	0.959
Lantai 5	B30	Mtump+	74.653	68.17	0.913
		Mlap	38.414	38.41	1
		Mtump -	134.303	125.19	0.932
Lantai 5	B48	Mtump+	75.0835	71.94	0.958
		Mlap	50.141	50.14	1
		Mtump -	150.167	143.88	0.958
Lantai 4	B12	Mtump+	83.379	78.71	0.944
		Mlap	50.271	50.27	1
		Mtump -	166.609	157.43	0.944
Lantai 4	B30	Mtump+	90.244	81.32	0.901
		Mlap	38.359	38.36	1
		Mtump -	149.985	138.41	0.922
Lantai 4	B48	Mtump+	83.0655	78.41	0.944
		Mlap	50.274	50.27	1
		Mtump -	166.131	156.83	0.944
Lantai 3	B13	Mtump+	88.118	78.34	0.888
		Mlap	49.995	50.00	1
		Mtump -	164.919	154.49	0.936
Lantai 3	B31	Mtump+	95.218	85.16	0.894
		Mlap	38.397	38.40	1
		Mtump -	150.588	138.04	0.916
Lantai 3	B49	Mtump+	87.774	78.11	0.889
		Mlap	49.997	50.00	1
		Mtump -	164.573	154.06	0.936

Lantai 2	B12	Mtump+	77.437	72.46	0.935
		Mlap	49.798	49.80	1
		Mtump -	153.985	144.91	0.941
Lantai 2	B30	Mtump+	85.502	76.98	0.900
		Mlap	38.438	38.44	1
		Mtump -	140.786	129.75	0.921
Lantai 2	B48	Mtump+	77.191	72.30	0.936
		Mlap	49.799	49.80	1
		Mtump -	153.738	144.60	0.940
Lantai 1	B12	Mtump+	58.924	56.86	0.965
		Mlap	49.99	49.99	1
		Mtump -	117.848	113.72	0.965
Lantai 1	B30	Mtump+	53.0815	50.29	0.947
		Mlap	38.337	38.34	1
		Mtump -	106.163	100.58	0.947
Lantai 1	B48	Mtump+	58.8625	56.79	0.964
		Mlap	49.99	49.99	1
		Mtump -	117.725	113.57	0.964

Dari tabel diatas diperoleh perbandingan bahwa momen tumpuan negatif, momen tumpuan positif dan momen lapangan relatif sama. Hal ini karena untuk gedung bertingkat 8 lantai tidak terpengaruh oleh spectrum respon gempa TCPKGUBG 2002 yangmana gaya gempa / gaya horizontal terhadap gedung untuk TCPKGUBG 2002 lebih kecil karena koefisien gaya geser gempa (V) untuk gedung bertingkat 8 lantai TCPKGUBG 2002 lebih kecil dari koefisien gaya geser gempa (V) untuk gedung bertingkat 8 lantai PPKGRG 1987.



Lantai 8	B12	B30	B48
Lantai 7	B12	B30	B48
Lantai 6	B12	B30	B48
Lantai 5	B12	B30	B48
Lantai 4	B12	B30	B48
Lantai 3	B13	B31	B49
Lantai 2	B12	B30	B48
Lantai 1	B12	B30	B48

Gambar 6.2 Gedung 8 Lantai Portal Arah Y

6.5.2 Hasil Perbandingan Gaya Geser Balok Gedung Bertingkat 8 Lantai

Tabel 6.8 Hasil Perbandingan Gaya Geser Balok 8 Lantai Arah Y

Lantai	Balok	PPKGRG 1987		TCPKGUBG 2002		Rasio ($Vu_{2002}:Vu_{1987}$)	
		Vu,b terpakai (kN)		Vu,b terpakai (kN)			
		pada s.p	diluar s.p	pada s.p	diluar s.p	pada s.p	diluar s.p
Lantai 8	B12	101.491	90.906	115.634	108.449	1.1393	1.1930
Lantai 8	B30	99.641	89.646	114.623	107.841	1.1504	1.2030
Lantai 8	B48	101.241	90.735	115.497	108.367	1.1408	1.1943
Lantai 7	B12	124.210	106.374	127.973	115.871	1.0303	1.0893

Lantai 7	B30	105.655	93.741	117.956	109.846	1.1164	1.1718
Lantai 7	B48	123.936	106.187	127.824	115.781	1.0314	1.0904
Lantai 6	B12	124.642	106.665	129.564	117.366	1.0395	1.1003
Lantai 6	B30	106.726	94.634	119.908	111.677	1.1235	1.1801
Lantai 6	B48	124.401	106.503	129.433	117.289	1.0404	1.1013
Lantai 5	B12	139.908	121.964	151.462	139.286	1.0826	1.1420
Lantai 5	B30	122.101	110.006	119.913	111.680	0.9821	1.0152
Lantai 5	B48	139.674	121.807	151.334	139.211	1.0835	1.1429
Lantai 4	B12	139.398	121.622	151.184	139.123	1.0845	1.1439
Lantai 4	B30	122.093	110.000	141.861	133.630	1.1619	1.2148
Lantai 4	B48	139.212	121.497	151.083	139.063	1.0853	1.1446
Lantai 3	B13	140.022	122.187	153.269	141.167	1.0946	1.1553
Lantai 3	B31	123.560	111.295	144.419	136.070	1.1688	1.2226
Lantai 3	B49	139.882	122.094	153.193	141.124	1.0952	1.1559
Lantai 2	B12	139.603	121.910	153.041	141.036	1.0963	1.1569
Lantai 2	B30	123.552	111.289	144.414	136.067	1.1689	1.2226
Lantai 2	B48	139.502	121.843	152.986	141.005	1.0967	1.1573
Lantai 1	B12	123.187	105.725	130.195	118.347	1.0569	1.1194
Lantai 1	B30	107.804	95.547	121.931	113.587	1.1310	1.1888
Lantai 1	B48	123.132	105.689	130.165	118.330	1.0571	1.1196

Dari tabel diatas diperoleh gaya geser gedung bertingkat 8 lantai yang direncanakan dengan TCPKGUBG 2002 lebih besar sehingga mengakibatkan jarak tulangan tranversal semakin rapat. Hal ini dipengaruhi oleh gaya geser balok akibat beban gempa (V_e) yang dihasilkan TCPKGUBG 2002 lebih besar. Hal ini dipengaruhi oleh nilai gaya geser rencana (V_{ub}) untuk SNI 1991 yang mempunyai nilai $V_{a,b} = 0,7 \cdot \frac{M_{kap} + M_{kap}'}{l_n} + 1,05 \cdot V_g$, dimana $V_g = (V_{D,b} + V_{L,b})$, sedang untuk TCPKGUBG 2002 menggunakan SNI 2002 yang

mempunyai nilai gaya geser rencana $V_{a,b} = 0,7 \cdot \frac{M_{kap} + M_{kap}'}{l_n} + \frac{Wu}{2}$, dimana nilai

$$Wu = (1.2 \times V_{D,b} + V_{L,b}).$$

6.6 Perbandingan Kolom Gedung 4 Lantai

Dalam hal ini perencanaan gedung bertingkat menggunakan dua peraturan gempa "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung 2002 (TCPKGUBG 2002) dan Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung (PPKGRG 1987) sehingga diperoleh perbandingan komponen struktur kolom meliputi gaya aksial kolom, momen kolom yang terjadi akibat gempa dan gaya geser kolom akibat gempa.

6.6.1 Hasil Gaya Aksial Kolom

Tabel 6.10 Hasil Perbandingan Gaya Aksial 4 Lantai

Tingkat	Jenis Kolom	PPKGRG 1987	TCPKGUBG 2002	Rasio ($Pu_{2002}:Pu_{1987}$)
		Pu	Pu	
Lantai 4	C10	226.89	226.89	1
Lantai 3	C10	580.1	580.1	1
Lantai 2	C10	941.4	941.4	1
Lantai 1	C10	1302.94	1302.94	1

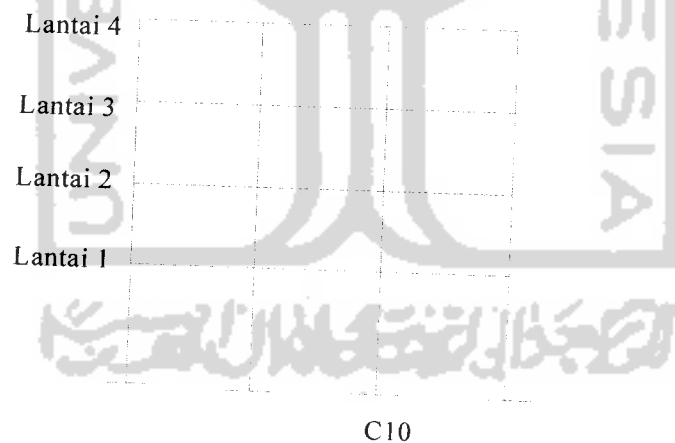
Dari table diatas gaya aksial gedung bertingkat 4 lantai yang direncanakan dengan TCPKGUBG 2002 dan PPKGRG 1987 sama besarnya. Hal ini karena beban hidup dan beban mati yang memikul struktur gedung yang dirancang sama.

6.6.2 Hasil Momen Kolom 4 Lantai

Tabel 6.11 Hasil Perbandingan Momen Kolom 4 Lantai

Tingkat	Jenis Kolom	PPKGRG 1987		TCPKGUBG 2002		Rasio (μ_{2002}/μ_{1987})	
		Mux	Muy	Mux	Muy	Mux	Muy
Lantai 4	C10	19.14	20.53	22.96	20.687	1.1998	1.0079
Lantai 3	C10	40.40	42.58	52.417	43.526	1.2976	1.0222
Lantai 2	C10	65.90	70.72	87.533	71.389	1.3283	1.0095
Lantai 1	C10	93.49	96.01	107.291	101.222	1.1476	1.0543

Dari tabel diatas momen kolom gedung bertingkat 4 lantai yang direncanakan dengan TCPKGUBG 2002 lebih besar dari. gedung bertingkat 4 lantai yang direncanakan dengan PPKGRG 1987. Hal ini dipengaruhi perbedaan spectrum respon gempa yangmana gaya gempa / gaya horizontal terhadap gedung untuk TCPKGUBG 2002 lebih besar.



Gambar 6.3 Gedung 4 Lantai Portal Arah Y

6.6.3 Hasil Gaya Geser Kolom 4 Lantai

Tabel 6.12 Hasil Perbandingan Gaya Geser Kolom 4 Lantai

Tingkat	Jenis Kolom	PPKGGRG 1987	TCPKGUBG 2002	Rasio ($V_{uk\ 2002} : V_{uk\ 1987}$)
		Vuk	Vuk	
Lantai 4	C10	156.99	49.2952	0.3140
Lantai 3	C10	176.22	46.7369	0.2652
Lantai 2	C10	280.09	72.7034	0.2596
Lantai 1	C10	213.77	79.5905	0.3723

Dari tabel diatas gaya geser kolom gedung bertingkat 4 lantai yang direncanakan dengan TCPKGUBG 2002 lebih kecil dari. gedung bertingkat 4 lantai yang direncanakan dengan PPKGGRG 1987. Hal ini dipengaruhi oleh momen yang membebani struktur gedung 4 lantai untuk TCPKGUBG 2002 lebih besar.

6.7 Perbandingan Kolom Gedung 8 Lantai

Perencanaan gedung bertingkat 8 lantai menggunakan dua peraturan gempa "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung 2002 (TCPKGUBG 2002) dan Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung (PPKGGRG 1987) sehingga diperoleh perbandingan komponen struktur kolom meliputi gaya aksial kolom, momen kolom yang terjadi akibat gempa dan gaya geser kolom akibat gempa.

6.7.1 Hasil Gaya Aksial Kolom 8 Lantai

Tabel 6.13 Hasil Perbandingan Gaya Aksial 8 Lantai

Tingkat	Jenis Kolom	PPKGRG 1987	TCPKGUBG 2000	Rasio ($Pu_{2002}:Pu_{1987}$)
		Pu	Pu	
Lantai 8	C38	240.96	240.96	1
Lantai7	C38	607.86	607.86	1
Lantai6	C38	987.87	987.87	1
Lantai5	C38	1368.02	1368.02	1
Lantai4	C38	1749.05	1749.05	1
Lantai3	C38	2145.59	2145.59	1
Lantai2	C38	2542.85	2542.85	1
Lantai1	C38	2941.3	2941.3	1

Dari table diatas gaya aksial gedung bertingkat 8 lantai yang direncanakan dengan TCPKGUBG 2002 dan PPKGRG 1987 sama besarnya. Hal ini karena beban hidup dan beban mati yang memikul struktur sama.

6.7.2 Hasil Perbandingan Momen Kolom 8 Lantai

Tabel 6.14 Hasil Perbandingan Momen Kolom 8 Lantai

Tingkat	Jenis Kolom	PPKGRG 1987		TCPKGUBG 2005		Rasio ($M_{2002}:M_{1987}$)	
		Mux	Muy	Mux	Muy	Mux	Muy
Lantai 8	C38	47.55	50.327	51.212	42.767	1.0771	0.8498
Lantai7	C38	79.69	83.089	79.439	70.956	0.9968	0.8540
Lantai6	C38	115.06	120.896	111.194	102.586	0.9664	0.8485
Lantai5	C38	123.02	127.791	117.568	109.452	0.9557	0.8565
Lantai4	C38	132.94	140.153	130.18	118.634	0.9792	0.8465
Lantai3	C38	197.13	208.327	192.375	175.75	0.9759	0.8436
Lantai2	C38	287.04	299.86	276.184	255.589	0.9622	0.8524
Lantai1	C38	437.46	448.744	401.321	389.198	0.9174	0.8673

Dari tabel diatas momen kolom gedung bertingkat 8 lantai yang direncanakan dengan TCPKGUBG 2002 lebih kecil dari gedung bertingkat 8 lantai yang direncanakan dengan PPKGRG 1987. Hal ini dipengaruhi perbedaan spectrum respon gempa yangmana gaya gempa / gaya horizontal terhadap gedung untuk PPKGRG 1987 lebih besar.



C38

Gambar 6.4 Gedung 8 Lantai Portal Arah y

6.7.3 Hasil Gaya Geser Kolom 8 Lantai

Tabel 6.15 Hasil Perbandingan Gaya Geser Kolom 8 Lantai

Tingkat	Jenis Kolom	PPKGRG 1987	TCPKGUBG 2002	Rasio ($V_{e2002}:V_{e1987}$)
		V_e (Kn)	V_e (Kn)	
Lantai 8	C38	101.953	219.192	2.14993
Lantai 7	C38	199.773	66.916	0.33496
Lantai 6	C38	321.105	91.290	0.28430
Lantai 5	C38	400.468	101.476	0.25339
Lantai 4	C38	459.104	109.315	0.23810
Lantai 3	C38	520.962	126.171	0.24219
Lantai 2	C38	528.392	153.693	0.29087
Lantai 1	C38	504.550	194.503	0.38550

Dari tabel diatas gaya geser kolom gedung bertingkat 8 lantai yang direncanakan dengan TCPKGUBG 2002 lebih kecil dari. gedung bertingkat 8 lantai yang direncanakan dengan PPKGRG 1987. Hal ini dipengaruhi oleh momen yang membebani struktur gedung 4 lantai untuk PPKGRG 1987 lebih besar.

6.8 Hasil Desain Struktur Gedung yang Dirancang

Stuktur gedung yang dirancang meliputi gedung bertingkat 4 lantai dan 8 lantai yang masing – masing dibandingkan karena menggunakan dua peraturan gempa yang berbeda yaitu TCPKGUBG 2002 dan PPKGRG 1987.

6.9 Hasil Desain Balok Struktur Gedung 4 Lantai.

Hasil desain struktur gedung 4 lantai meliputi desain tulangan longitudinal/ lentur dan tulangan transversal / geser balok.

6.9.1 Hasil Perbandingan Tulangan Lentur Balok 4 Lantai

Tabel 6.16 Hasil Perbandingan Tulangan Lentur Balok 4 Lantai Arah Y

Lantai	no		PPKGRG 1987					TCPKGUBG 2002				
			As (mm2)	Tulangan terpasang				As (mm2)	Tulangan terpasang			
				As		As'			As		As'	
lantai 4	B7	Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mlap	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	383.1925	2	D25	2	D25
lantai 4	B8	Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mlap	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
lantai 4	B9	Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mlap	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	383.6054	2	D25	2	D25
lantai 3	B38	Mtump	622.6625	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mlap	421.5486	2	D25	2	D25	421.5486	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	709.560	2	D25	2	D25
lantai 3	B39	Mtump	533.9079	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mlap	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	613.4145	2	D25	2	D25
lantai 3	B40	Mtump	624.4388	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mlap	420.7477	2	D25	2	D25	420.7477	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	708.7545	2	D25	2	D25
lantai 2	B7	Mtump	790.6496	2	D25	2	D25	423.0313	2	D25	2	D25
		Mlap	394.8823	2	D25	2	D25	394.8823	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	882.2417	2	D25	2	D25
lantai 2	B8	Mtump	661.0452	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mlap	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	740.9248	2	D25	2	D25
lantai 2	B9	Mtump	792.229	2	D25	2	D25	423.952	2	D25	2	D25
		Mlap	394.6907	2	D25	2	D25	394.6907	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	884.2548	2	D25	2	D25
lantai 1	B7	Mtump	775.4844	2	D25	2	D25	415.4447	2	D25	2	D25
		Mlap	390.9446	2	D25	2	D25	390.9446	2	D25	2	D25

		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	865.6707	2	D25	2	D25
lantai 1	B8	Mtump	661.0372	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mlap	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	741.0312	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	867.0222	2	D25	2	D25
lantai 1	B9	Mtump	776.5478	2	D25	2	D25	416.064	2	D25	2	D25
		Mlap	390.7838	2	D25	2	D25	390.7838	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	867.0222	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	867.0222	2	D25	2	D25

Dari tabel diatas diperoleh perbandingan bahwa tulangan lentur gedung bertingkat 4 lantai yang direncanakan dengan TCPKGUBG 2002 jumlahnya sama dengan gedung bertingkat 4 lantai yang direncanakan dengan PPKGRG 1987. Hal ini diakibatkan tulangan yang direncanakan berdiameter sama D25 (D25 dari data teknis bab 1)

6.9.2 Hasil Perbandingan Tulangan Geser Balok 4 Lantai

Tabel 6.17 Hasil Perbandingan Tulangan Geser Balok 4 Lantai Arah Y

Lantai	No.	PPKGRG 1987		TCPKGUBG 2002	
		Tulangan Geser		Tulangan Geser	
		pada s.p	diluar s.p	pada s.p	diluar s.p
lantai 4	B7	2P10-90	2P10-150	2P10 - 80	2P10 - 150
lantai 4	B8	2P10-100	2P10-150	2P10 - 80	2P10 - 150
lantai 4	B9	2P10-90	2P10-150	2P10 - 80	2P10 - 150
lantai 3	B38	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
lantai 3	B39	2P10-90	2P10-150	2P10 - 80	2P10 - 150
lantai 3	B40	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
lantai 2	B7	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
lantai 2	B8	2P10-90	2P10-150	2P10 - 80	2P10 - 150
lantai 2	B9	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
lantai 1	B7	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
lantai 1	B8	2P10-90	2P10-150	2P10 - 80	2P10 - 150
lantai 1	B9	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150

Dari tabel diatas diperoleh tulangan geser gedung bertingkat 4 lantai yang direncanakan dengan TCPKGUBG 2002 jaraknya lebih rapat karena gaya gesernya lebih rapat karena gaya geser (V_{ub}) lebih besar.

6.10 Hasil Desain Balok Struktur Gedung 8 Lantai.

Hasil desain struktur gedung 8 lantai meliputi desain tulangan longitudinal/ lentur dan tulangan transversal / geser balok dan kolom.

6.10.1 Hasil Tulangan Lentur Balok Gedung Bertingkat 8 Lantai

Tabel 6.18 Hasil Perbandingan Tulangan Lentur Balok 8 Lantai Arah Y

Lantai	Balok	PPKGRG 1987					TCPKGUBG 2002				
		As	Tulangan terpasang				As	Tulangan terpasang			
			As	D25	As'	D25		As	D25	As'	D25
Lantai 8	B12	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		441.1695	2	D25	2	D25	459.2954	2	D25	2	D25
Lantai 8	B30	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		410.6849	2	D25	2	D25	419.3618	2	D25	2	D25
Lantai 8	B48	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		436.078	2	D25	2	D25	452.8928	2	D25	2	D25
Lantai 7	B12	382.8125	2	D25	2	D25	384.6342	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		774.9651	2	D25	2	D25	798.7007	2	D25	2	D25
Lantai 7	B30	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		642.0752	2	D25	2	D25	638.9684	2	D25	2	D25
Lantai 7	B48	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25

		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		769.273	2	D25	2	D25	791.5426	2	D25	2	D25
Lantai 6	B12	483.7709	2	D25	2	D25	472.7183	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		1016.109	2	D25	2	D25	991.5872	2	D25	2	D25
Lantai 6	B30	418.9345	2	D25	2	D25	396.7296	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		873.2893	2	D25	2	D25	824.9295	2	D25	2	D25
Lantai 6	B48	481.3716	2	D25	2	D25	469.7295	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		1010.78	2	D25	2	D25	984.9687	2	D25	2	D25
Lantai 5	B12	565.9513	2	D25	2	D25	541.6927	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		1200.871	3	D25	2	D25	1145.872	3	D25	2	D25
Lantai 5	B30	560.2447	2	D25	2	D25	509.2675	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		1055.102	3	D25	2	D25	976.1952	2	D25	2	D25
Lantai 5	B48	563.6489	2	D25	2	D25	538.8262	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		1195.634	3	D25	2	D25	1139.399	3	D25	2	D25
Lantai 4	B12	629.6834	2	D25	2	D25	592.4379	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		1345.952	3	D25	2	D25	1261.386	3	D25	2	D25
Lantai 4	B30	684.9739	2	D25	2	D25	613.2309	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		1193.997	3	D25	2	D25	1091.047	3	D25	2	D25
Lantai 4	B48	627.1725	2	D25	2	D25	590.0603	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		1341.511	3	D25	2	D25	1255.933	3	D25	2	D25
Lantai 3	B13	667.7876	2	D25	2	D25	589.4322	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		1330.269	3	D25	2	D25	1234.678	3	D25	2	D25
Lantai 3	B31	725.41	2	D25	2	D25	643.9707	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		1199.422	3	D25	2	D25	1087.803	3	D25	2	D25
Lantai 3	B49	665.0122	2	D25	2	D25	587.6519	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		1327.065	3	D25	2	D25	1230.752	3	D25	2	D25
Lantai 2	B12	582.2987	2	D25	2	D25	542.902	2	D25	2	D25

		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		1230.1	3	D25	2	D25	1148.604	3	D25	2	D25
Lantai 2	B30	646.7187	2	D25	2	D25	578.6959	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		1112.024	3	D25	2	D25	1015.547	3	D25	2	D25
Lantai 2	B48	580.3462	2	D25	2	D25	541.6848	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		1227.862	3	D25	2	D25	1145.854	3	D25	2	D25
Lantai 1	B12	437.3446	2	D25	2	D25	421.4408	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		913.5937	2	D25	2	D25	878.7648	2	D25	2	D25
Lantai 1	B30	392.4037	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		815.5397	2	D25	2	D25	769.3636	2	D25	2	D25
Lantai 1	B48	436.8696	2	D25	2	D25	420.8478	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		912.5513	2	D25	2	D25	877.469	2	D25	2	D25

Dari tabel diatas diperoleh perbandingan bahwa tulangan lentur gedung bertingkat 8 lantai yang direncanakan dengan TCPKGUBG 2002 jumlahnya sama dengan gedung bertingkat 8 lantai yang direncanakan dengan PPKGRG 1987. Hal ini diakibatkan tulangan yang direncanakan berdiameter sama D25.

6.10.2 Hasil Perbandingan Tulangan Tulangan Geser

Tabel 6.19 Hasil Perbandingan Tulangan Geser 8 Lantai Arah Y

Lantai	No.	PPKGRG 1987		TCPKGUBG 2002	
		Tulangan geser		Tulangan geser	
		pada s.p.	di luar s.p.	pada s.p.	di luar s.p.
Lantai 8	B12	2P10-90	2P10-150	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai 8	B30	2P10-90	2P10-150	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai 8	B48	2P10-90	2P10-150	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai 7	B12	2P10-70	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150

Lantai 7	B30	2P10-90	2P10-150	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai 7	B48	2P10-70	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
Lantai 6	B12	2P10-70	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
Lantai 6	B30	2P10-90	2P10-150	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai 6	B48	2P10-70	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
Lantai 5	B12	2P10-70	2P10-140	2P10 - 60	2P10 - 120
Lantai 5	B30	2P10-80	2P10-150	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai 5	B48	2P10-70	2P10-140	2P10 - 60	2P10 - 120
Lantai 4	B12	2P10-70	2P10-140	2P10 - 60	2P10 - 120
Lantai 4	B30	2P10-80	2P10-150	2P10 - 60	2P10 - 120
Lantai 4	B48	2P10-70	2P10-140	2P10 - 60	2P10 - 120
Lantai 3	B13	2P10-70	2P10-140	2P10 - 60	2P10 - 100
Lantai 3	B31	2P10-80	2P10-150	2P10 - 60	2P10 - 120
Lantai 3	B49	2P10-70	2P10-140	2P10 - 60	2P10 - 100
Lantai 2	B12	2P10-70	2P10-140	2P10 - 60	2P10 - 100
Lantai 2	B30	2P10-80	2P10-150	2P10 - 60	2P10 - 120
Lantai 2	B48	2P10-70	2P10-140	2P10 - 60	2P10 - 100
Lantai 1	B12	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
Lantai 1	B30	2P10-90	2P10-150	2P10 - 80	2P10 - 150
Lantai 1	B48	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150

Dari tabel diatas diperoleh tulangan geser gedung bertingkat 8 lantai yang direncanakan dengan TCPKGUBG 2002 jaraknya lebih rapat karena gaya gesernya (V_u) lebih besar .

6.11 Hasil Desain Kolom Struktur Gedung 4 Lantai.

Hasil desain struktur gedung 4 lantai meliputi desain tulangan longitudinal/ lentur dan tulangan tranversal / geser kolom.

6.11.1 Hasil Tulangan Lentur Kolom 4 Lantai

Tabel 6.20 Hasil Perbandingan Tulangan Lentur Kolom 4 Lantai

Tingkat	Jenis Kolom	PPKGRG 1987				TCPKGUBG 2002			
		p	As perlu	Digunakan		p	As perlu	Digunakan	
				Tul	As (mm ²)			Tul	As (mm ²)
Lantai 4	C10	0.06	9600	20D25	9821.43	0.04	6400	16 D 25	7857.143
Lantai 3	C10	0.05	8000	20D25	9821.43	0.04	6400	16 D 25	7857.143
Lantai 2	C10	0.04	10000	24D25	11785.71	0.035	8750	20 D 25	9821.429
Lantai 1	C10	0.04	10000	24D25	11785.71	0.035	8750	20 D 25	9821.429

Dari tabel diatas tulangan lentur kolom gedung bertingkat 4 lantai yang direncanakan dengan TCPKGUBG 2002 lebih sedikit dari. gedung bertingkat 4 lantai yang direncanakan dengan PPKGRG 1987. Hal ini dipengaruhi oleh rasio antara tulangan dan luas penampang (p) gedung 4 lantai untuk PPKGRG 1987 prosentasinya lebih besar yangmana nilai untuk luas tulangan lentur kolom yaitu $As = p \times b \times d$.

6.11.2 Hasil Tulangan Geser Kolom 4 Lantai

Tabel 6.21 Hasil Perbandingan Tulangan Geser Kolom 4 Lantai

Tingkat	Jenis Kolom	PPKGRG 1987	TCPKGUBG 2002
		Tulangan Geser	Tulangan Geser
Lantai 4	C10	2P10-100	2P10-70
Lantai 3	C10	2P10-100	2P10-90
Lantai 2	C10	2P10-100	2P10-100

Lantai 1	C10	2P10-100	2P10-100
----------	-----	----------	----------

Dari tabel diatas tulangan geser kolom gedung bertingkat 4 lantai yang direncanakan dengan TCPKGUBG 2002 lebih rapat di lantai 4 dan lantai 3 dari. gedung bertingkat 4 lantai yang direncanakan dengan PPKGRG 1987 karena dipengaruhi gaya geser dasar gempa / jumlah gaya gempa horisontal TCPKGUBG 2002 lebih besar seperti yang ditunjukkan pada tabel 6.3

6.12 Hasil Desain Kolom Struktur Gedung 8 Lantai.

Hasil desain struktur gedung 8 lantai meliputi desain tulangan longitudinal/ lentur dan tulangan transversal / geser kolom.

6.12.1 Hasil Tulangan Lentur Kolom 8 Lantai

Tabel 6.22 Hasil Perbandingan Tulangan Lentur Kolom 8 Lantai

Tingkat	Jenis Kolom	PPKGRG 1987				TCPKGUBG 2002			
		p	As perlu	Digunakan		p	As perlu	Digunakan	
				Tul	As (mm ²)			Tul	As (mm ²)
Lantai 8	C38	0.01	3600	8D25	3928.571	0.01	3600	8D25	3928.571
Lantai7	C38	0.01	3600	8D25	3928.571	0.01	3600	8D25	3928.571
Lantai6	C38	0.01	4900	12D25	5892.857	0.01	4900	12D25	5892.857
Lantai5	C38	0.01	4900	12D25	5892.857	0.01	4900	12D25	5892.857
Lantai4	C38	0.01	4900	12D25	5892.857	0.01	4900	12D25	5892.857
Lantai3	C38	0.01	6400	16D25	7857.143	0.01	6400	16D25	7857.143
Lantai2	C38	0.01	6400	16D25	7857.143	0.01	6400	16D25	7857.143
Lantai1	C38	0.01	6400	16D25	7857.143	0.01	6400	16D25	7857.143

Dari tabel diatas tulangan lentur kolom gedung bertingkat 8 lantai yang direncanakan dengan TCPKGUBG 2002 jumlahnya sama dengan gedung bertingkat 8 lantai yang direncanakan dengan PPKGRG 1987. Hal ini dipengaruhi oleh rasio antara tulangan dan luas penampang (p) gedung 8 lantai antara PPKGRG 1987 dan TCPKGUBG 2002 prosentasinya lebih sama.

6.12.2 Hasil Perbandingan Tulangan Geser Kolom 8 Lantai

Tabel 6.23 Hasil Perbandingan Tulangan Geser Kolom 8 Lantai

Tingkat	Jenis Kolom	PPKGRG 1987 Tulangan Geser	TCPKGUBG 2002 Tulangan Geser
Lantai 8	C38	2P10-100	2P10-100
Lantai7	C38	2P10-100	2P10-100
Lantai6	C38	2P10-100	2P10-100
Lantai5	C38	2P10-100	2P10-100
Lantai4	C38	2P10-100	2P10-100
Lantai3	C38	2P10-100	2P10-100
Lantai2	C38	2P10-100	2P10-100
Lantai1	C38	2P10-100	2P10-100

Dari tabel diatas tulangan geser kolom gedung bertingkat 8 lantai yang direncanakan dengan TCPKGUBG 2002 jumlahnya sama dengan gedung bertingkat 8 lantai yang direncanakan dengan PPKGRG 1987 karena spectrum respon gempa TCPKGUBG 2002 tidak berpengaruh terhadap gedung bertingkat 8 lantai yang direncanakan dengan TCPKGUBG 2002.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan desain yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perbedaan gaya-gaya dalam yang terjadi (momen tumpuan) antara struktur yang menggunakan TCPKGUBG 2002 dengan struktur yang menggunakan PPKGRG 1987 gedung 4 lantai sangat besar perbedaan nilainya. Struktur dengan TCPKGUBG 2002 lebih besar momen tumpuannya daripada struktur yang menggunakan PPKGRG 1987 sedang untuk gedung 8 lantai tidak terlalu besar.
2. Perbedaan jumlah tulangan geser balok antara struktur yang menggunakan TCPKGUBG 2002 dengan struktur yang menggunakan PPKGRG 1987 tidak terlalu jauh perbedaan nilainya.
3. Jumlah tulangan lentur balok antara struktur yang menggunakan TCPKGUBG 2002 dengan struktur yang menggunakan PPKGRG 1987 sama untuk 4 lantai dan 8 lantai.
4. Perbedaan jumlah tulangan lentur kolom struktur untuk 4 lantai cukup besar sedangkan struktur untuk 8 lantai tidak ada perbedaan.
5. Perbedaan jumlah tulangan geser kolom antara struktur yang menggunakan TCPKGUBG 2002 dengan struktur yang menggunakan PPKGRG 1987 tidak

terlalu jauh perbedaan nilainya. Baik struktur untuk 4 lantai dan struktur untuk 8 lantai.

6. Bangunan gedung bertingkat 4 lantai yang dibangun di wilayah gempa 3 berada diatas tanah transisi menurut Code baru TCPKGUBG 2002 ternyata mempunyai gaya geser F lebih besar 77670.35 KN dari Code lama PPKGRG 1987 yaitu 72022 KN karena adanya pengaruh spectrum respon gempa TCPKGUBG 2002.
7. Bangunan gedung bertingkat 8 lantai yang dibangun di wilayah gempa 3 berada diatas tanah transisi menurut Code baru TCPKGUBG 2002 ternyata mempunyai gaya geser F lebih kecil 155751,2 KN dari Code lama PPKGRG 1987 yaitu 175795,2 KN karena spectrum respon gempa TCPKGUBG 2002 tidak berpengaruh terhadap gedung bertingkat 8.

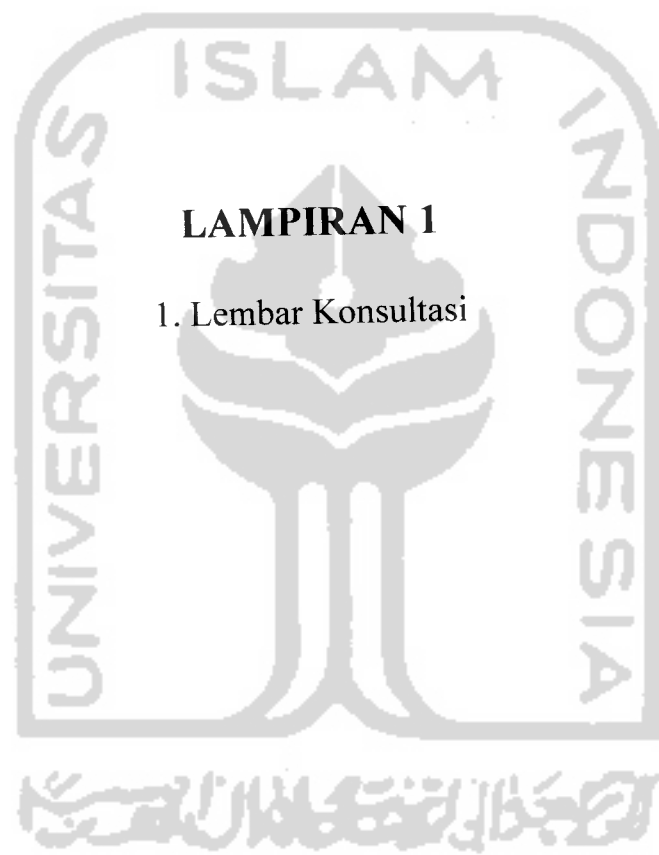
7.2 Saran

1. Untuk perencanaan gedung dengan menggunakan peraturan gempa Code baru TCPKGUBG 2002 lebih baik digunakan untuk bangunan gedung bertingkat lebih dari 5 lantai.
2. Dalam hal ini analisis hanya pada balok dan kolom. Oleh karena itu pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menganalisis pelat serta pondasi.
3. Dalam hal ini analisis hanya pada jenis tanah transisi wilayah gempa 3 di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

-,1983,“*Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIG) 1983*”. Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
-,1987,“*Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPRG)*” SKBI-1.3.53.1987. Departemen Pekerjaan Umum, Bandung
-,1987, “*Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung (PPKGRG)*” SKBI-1.3.53.1987. Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
-,1991, “*Tata Cara Penghitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*” SK-SNI T-15-1991-03 “. Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
-,2002, “*Tata Cara Penghitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*” SNI 03-2847-2002”. Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
-,2002, “*Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (TCPKGUBG)*” SNI 03-1726-2002. Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Edward G. Nawy, 1999,“*Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*”, Eresco, Bandung

- Gideon K & W.C Vis, 1993, "*Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*", Erlangga, Jakarta.
- Gideon K & W.C Vis, 1993, "*Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa*", Erlangga, Jakarta.
- Gideon K & W.C Vis, 1993, "*Grafik dan Tabel Perhitungan Beton bertulang*", Erlangga, Jakarta.
- Handi P, 2001, "*ETABS VERSI 7 untuk Struktur 2D dan 3D*", Maxikom.
- Hariandja, Wang dan Salmon, 1985, "*Desain Beton Bertulang*", Erlangga, Jakarta.
- Istimawan D, 1999, "*Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03*", Departemen Pekerjaan Umum RI.
- Park, R. And Paulay, T, 1975, "*Reinforced Concrete Struktur* " , John Wiley and Sons, hal 552-568.
- Paulay and Priestley, 1991, "*Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings* " John and Sons, INC, 1991.
- Rachmat Purwono, 2005, "*Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*", ITS Press, Surabaya.
- Sarwidi, 2006, "*Dasar-dasar Kegempaan dan Respon Bangunan Akibat Gempa*", Ceededs UII, Yogyakarta.
- Schodek, D.L , 1991, "*Struktur*", Erlangga, Jakarta.
- Widodo, 2001, "*Respon Dinamik Struktur Elastik*", UII Press, Yogyakarta.



LAMPIRAN 1

1. Lembar Konsultasi



UNTUK DOSEN

**KARTU PRESENSI KONSULTASI
TUGAS AKHIR MAHASISWA**

PERIODE KE	: III (Mar 06 - Agst 06)
TAHUN	: 2005 - 2006
Sampai Akhir Agustus 2006	

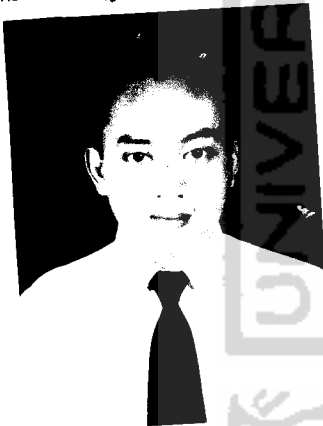
NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Abda Yanuar Akhsan	01 511 085	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

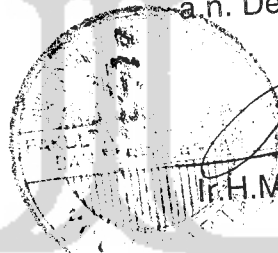
Analisis Pengaruh Gempa Terhadap Gedung Bertingkat Berdasarkan PPTGIUG 1987 Dan TCPK GUBG
002

Dosen Pembimbing I : Sarwidi,Ir,H,MSCE,Ph.D

Dosen Pembimbing II : A Kadir Aboe,Ir,H,MS



Jogjakarta , 29-Mar-06
a.n. Dekan



[Signature]
Ir.H.Munadhir, MS

Catatan	:
seminar	:
dang	:
pendadaran	:



UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Abda Yanuar Akhsan	01 511 085	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Analisis Pengaruh Gempa Terhadap Gedung Bertingkat Berdasarkan PPTGIUG 1987 Dan TCPK GUBG 2002

PERIODE KE : III (Mar 06 - Agst 06)

TAHUN : 2005 - 2006

Sampai Akhir Agustus 2006

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		MAR.	APR.	MEI.	JUN.	JUL.	AGT.
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Sarwidi,Ir,H,MSCE,Ph.D

Dosen Pembimbing II : A Kadir Aboe,Ir,H,MS

Foto
4 x 6

Jogyakarta , 29-Mar-06
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

atatan	:
eminar	:
lang	:
ndadaran	:

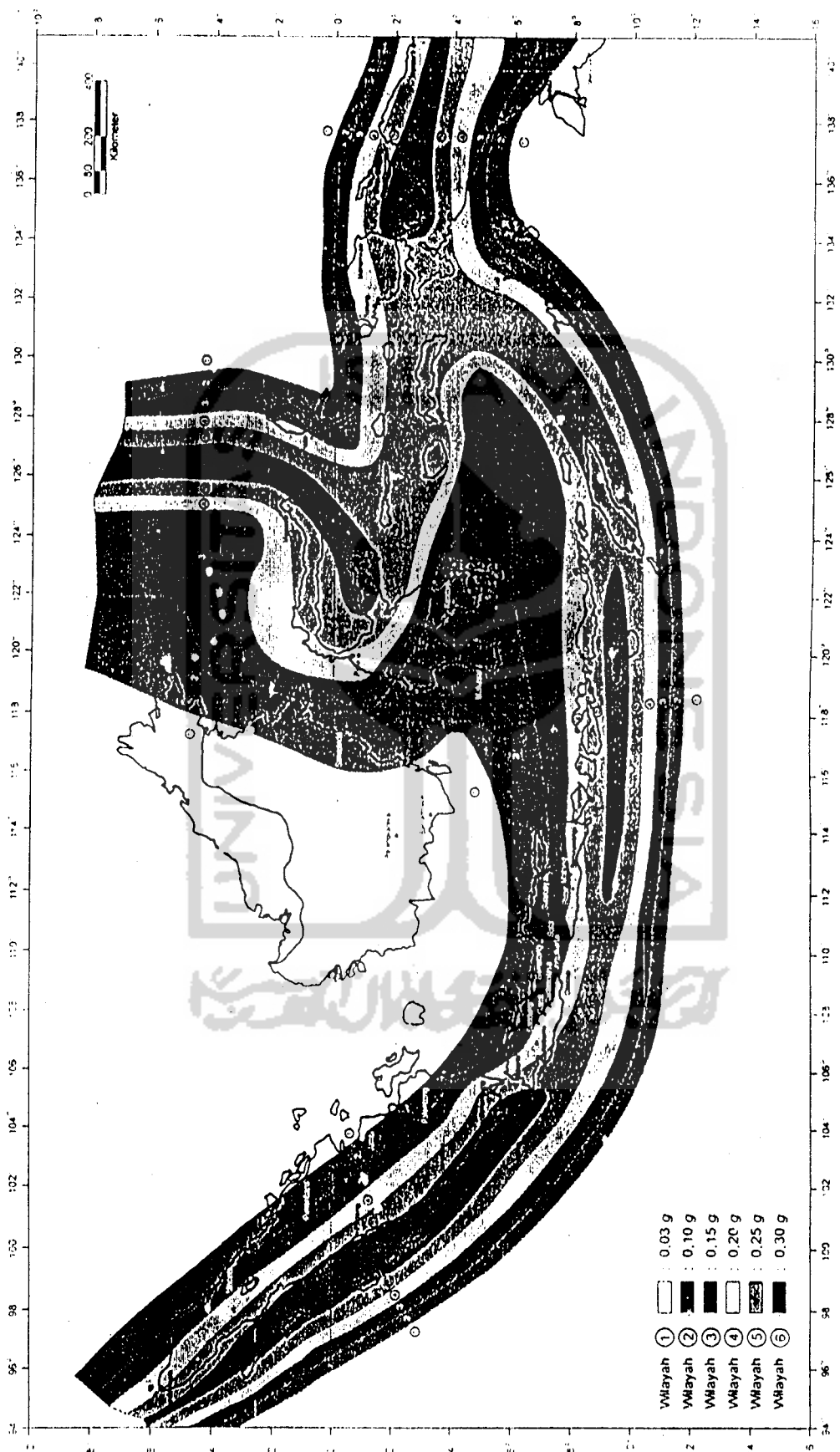
CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TA TAN
1	<p>20/-06</p> <p>29/03/2021</p> <p>07/06/2021</p> <p>25/09/2021</p>	<p>- publikasi & terakreditasi</p> <p>- Proposal HCE.</p> <p>→ hasil & pengisian dari sumber sumber & awal.</p> <p>→ data yang harus sudah di aba dente</p> <p>- publikasi publikasi</p>	<p>(</p> <p>(</p> <p>(</p> <p>(</p>

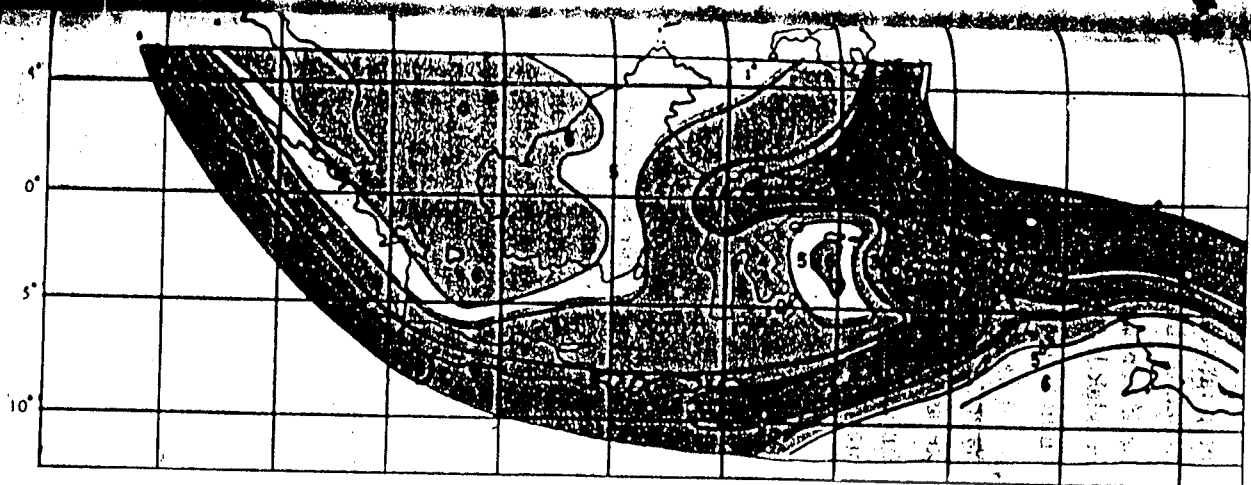


LAMPIRAN 2

1. Pembagian Wilayah Gempa Di Indonesia



Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun

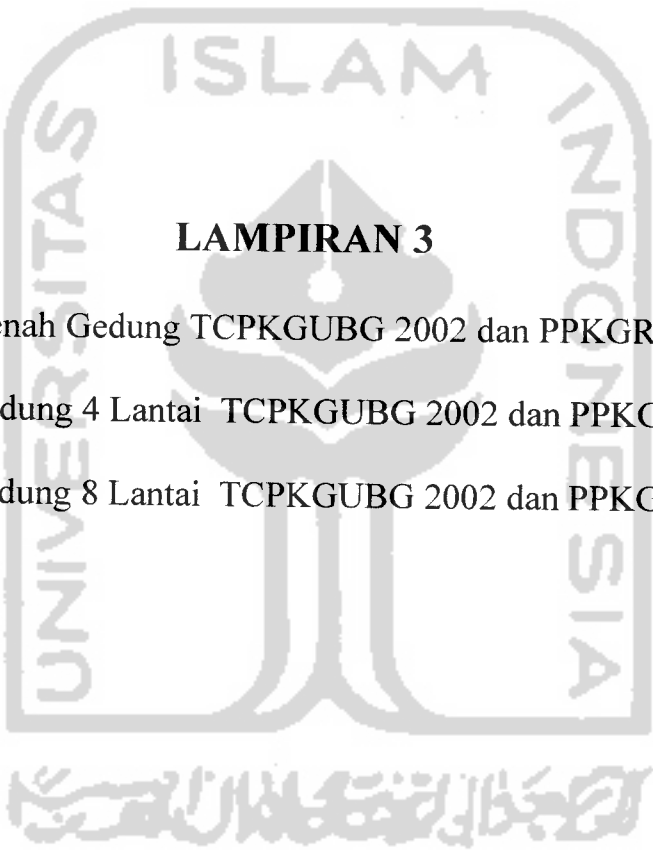


 Wilayah Gempa — 1
 Wilayah Gempa — 2
 Wilayah Gempa — 3

 Wilayah Gempa — 4
 Wilayah Gempa — 5
 Wilayah Gempa — 6

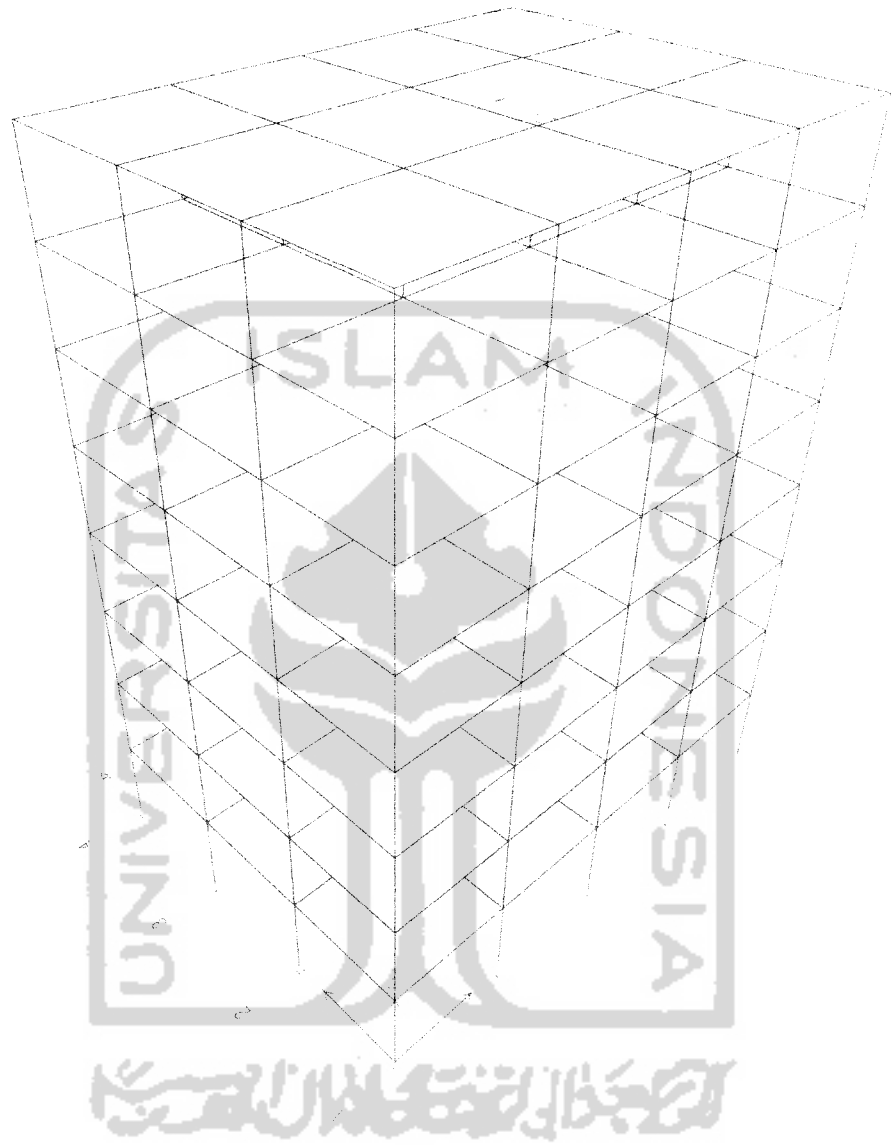
Pembagian wilayah gempa untuk Indonesia



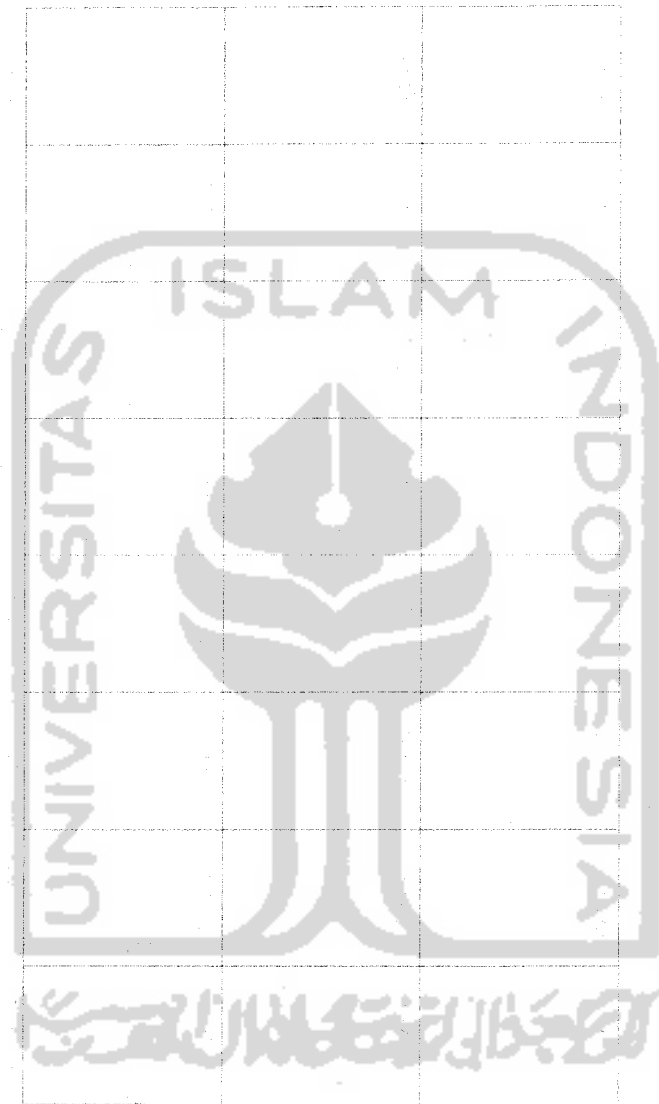
The background of the page features a large, light gray watermark of the Universitas Islam Indonesia logo. The logo is a shield-shaped emblem. At the top, the word "ISLAM" is written in a bold, sans-serif font. Below it is a stylized green and white symbol resembling a flame or a flower. The words "UNIVERSITAS" and "INDONESIA" are written vertically on the left and right sides of the shield, respectively. At the bottom of the shield, there is a line of Arabic calligraphy.

LAMPIRAN 3

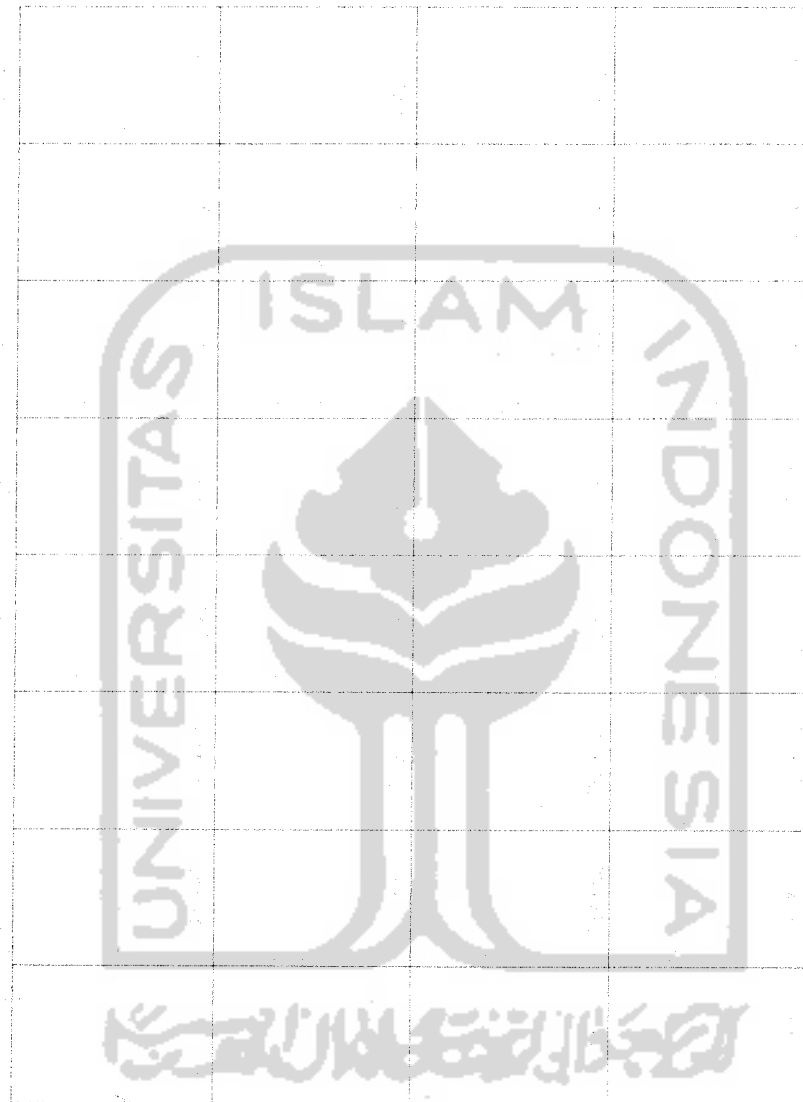
1. Gambar Denah Gedung TCPKGUBG 2002 dan PPKGRG 1987
2. Gambar Gedung 4 Lantai TCPKGUBG 2002 dan PPKGRG 1987
3. Gambar Gedung 8 Lantai TCPKGUBG 2002 dan PPKGRG 1987

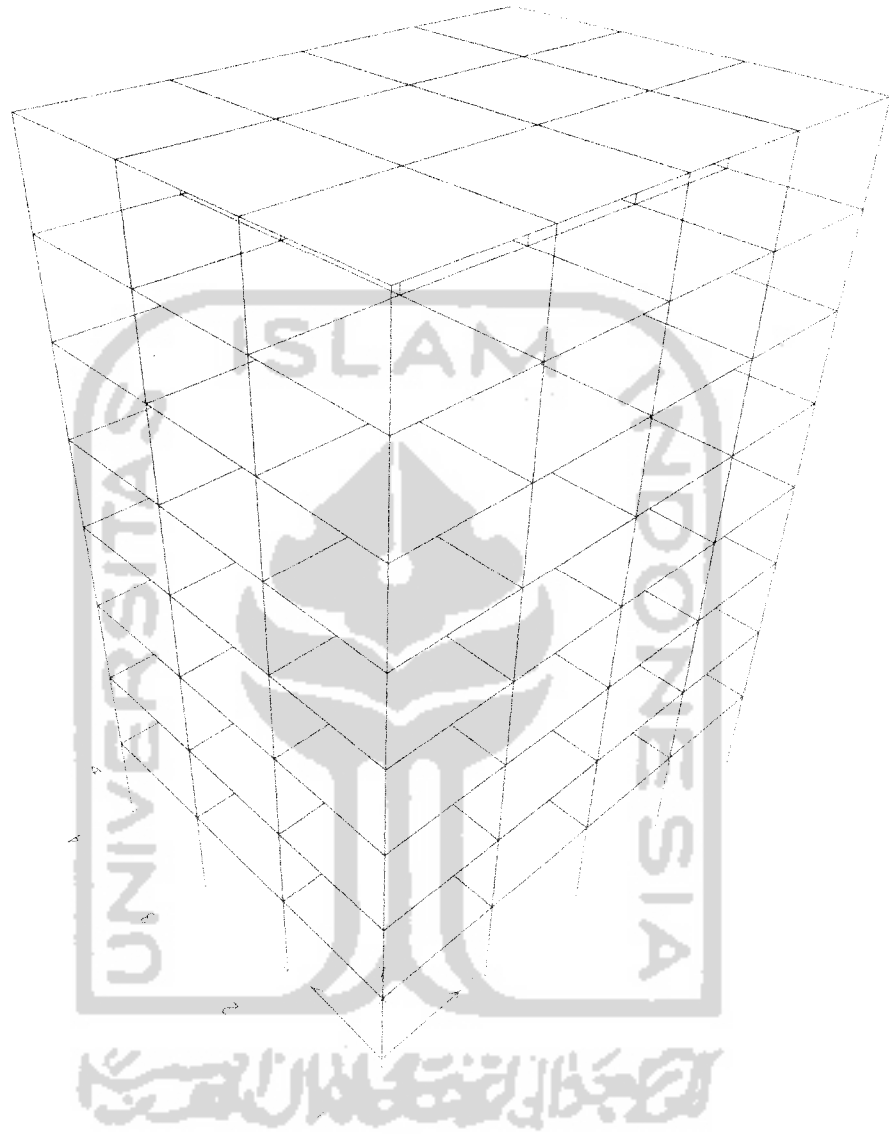


1	2	3	4
0	0	0	0

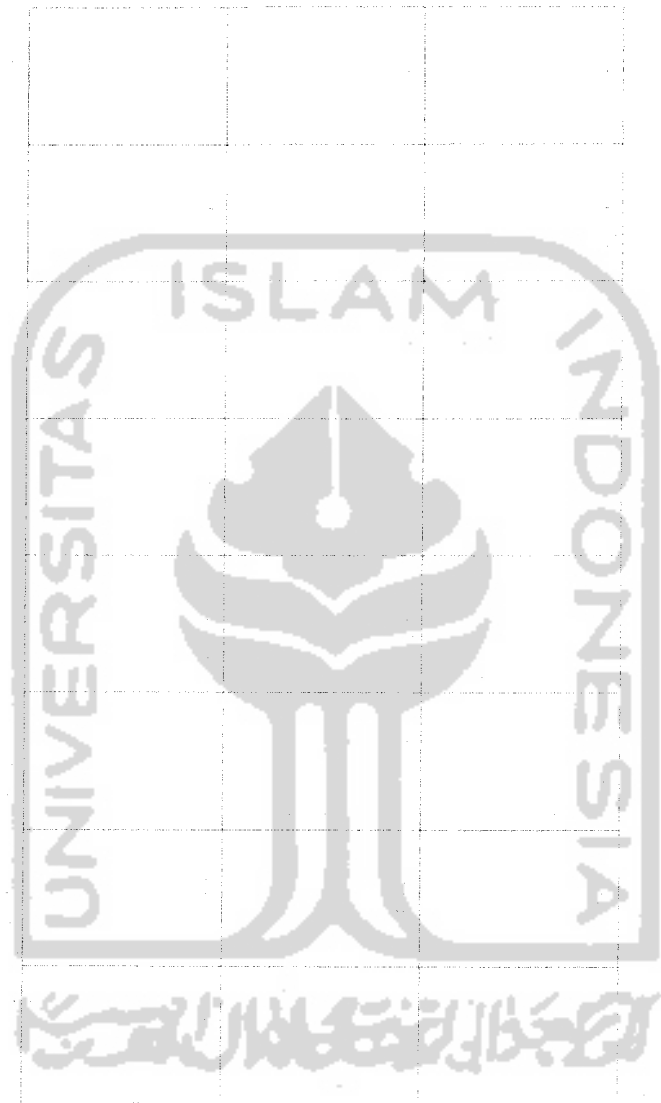


2	2	2	2	2
A	B	C	D	E

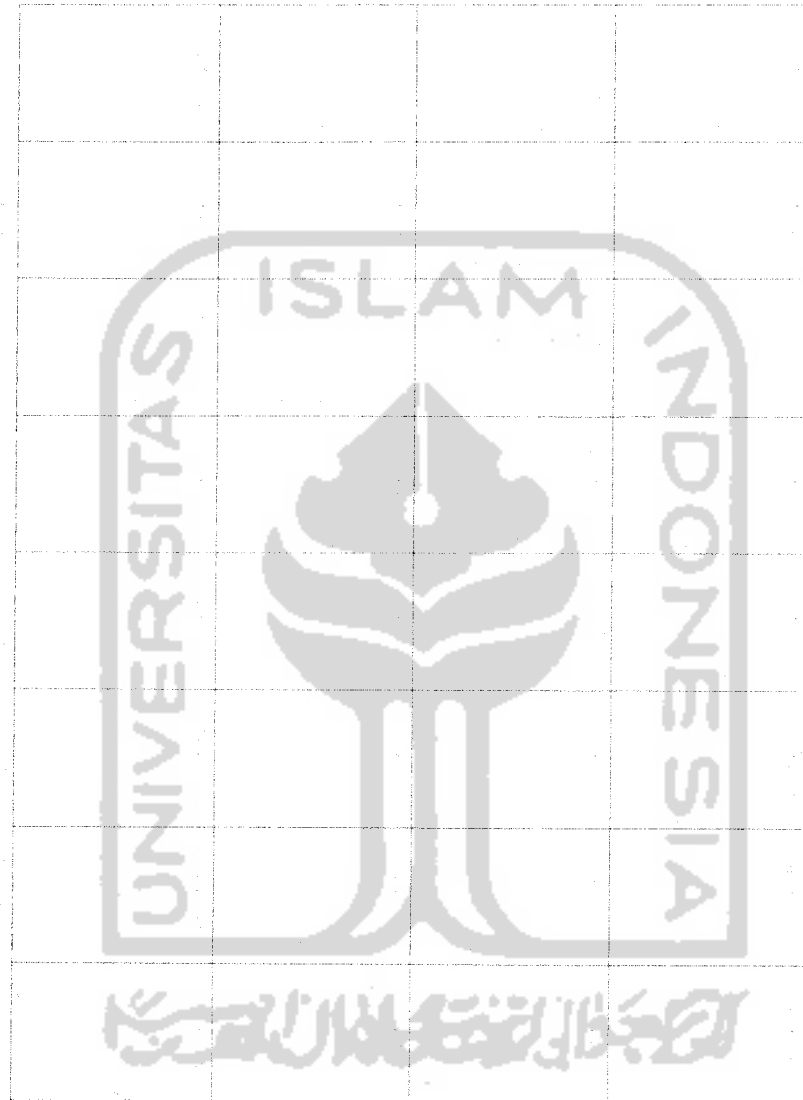


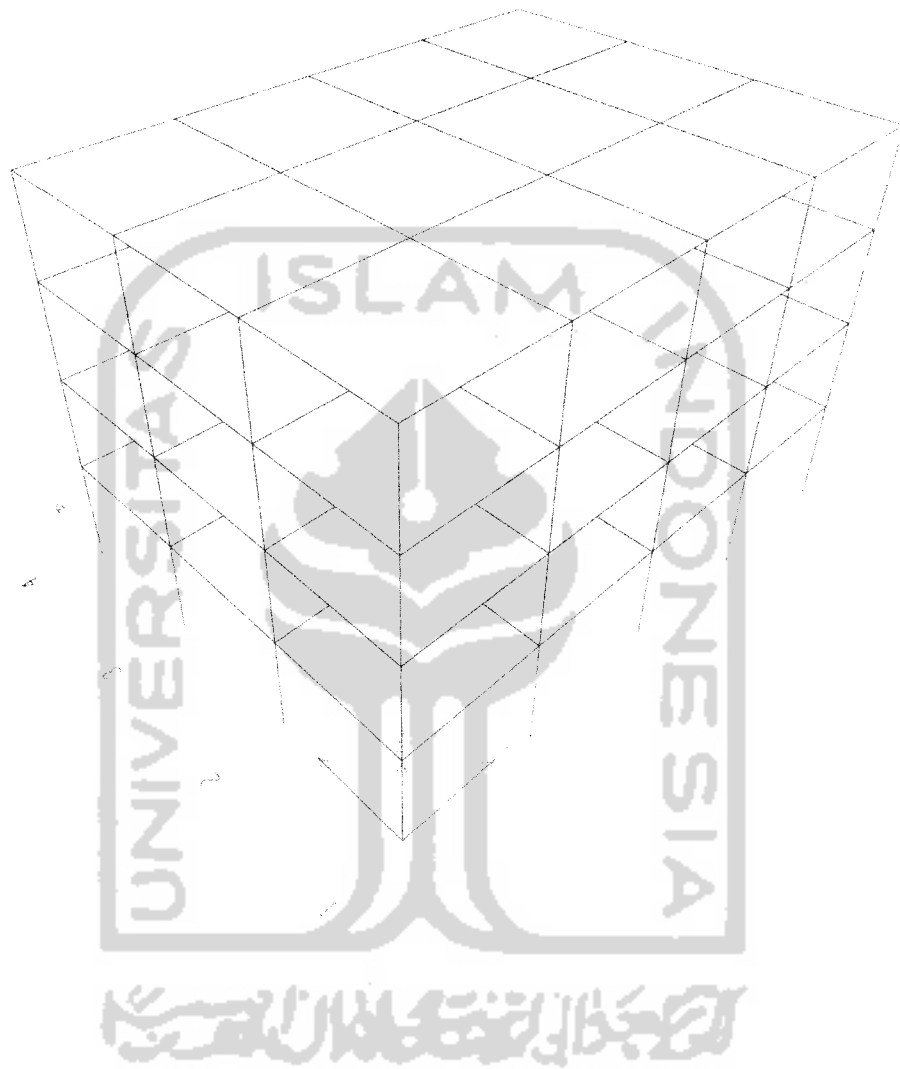


1	2	3	4
0	0	0	0

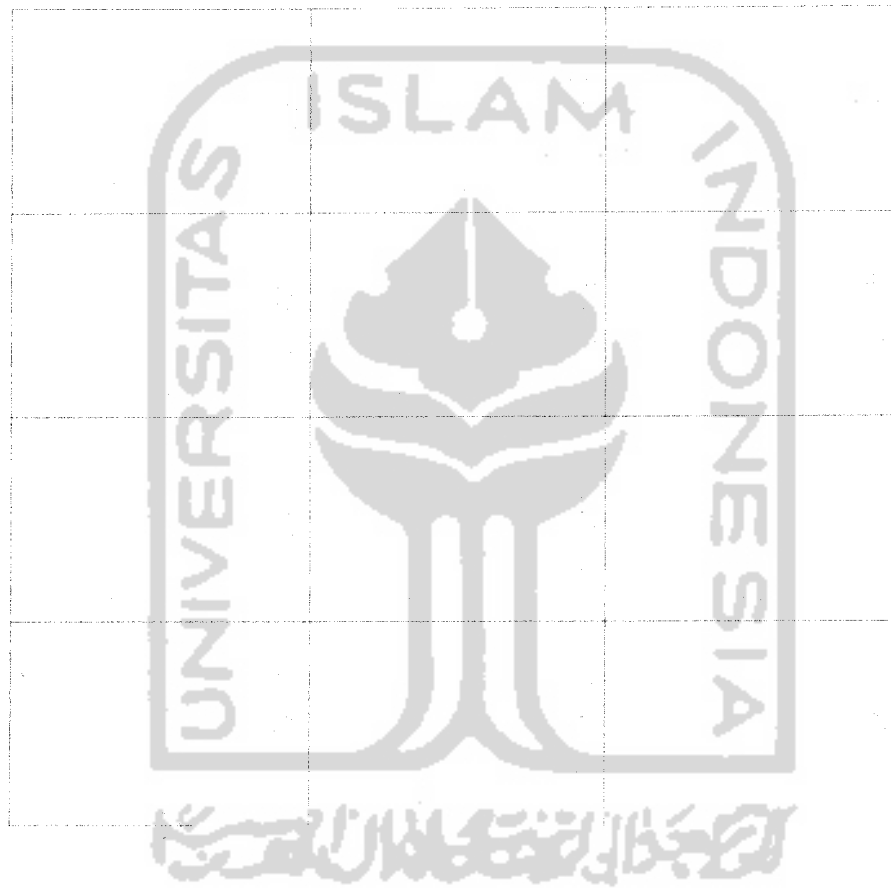


2	2	2	2	2
A	B	C	D	E

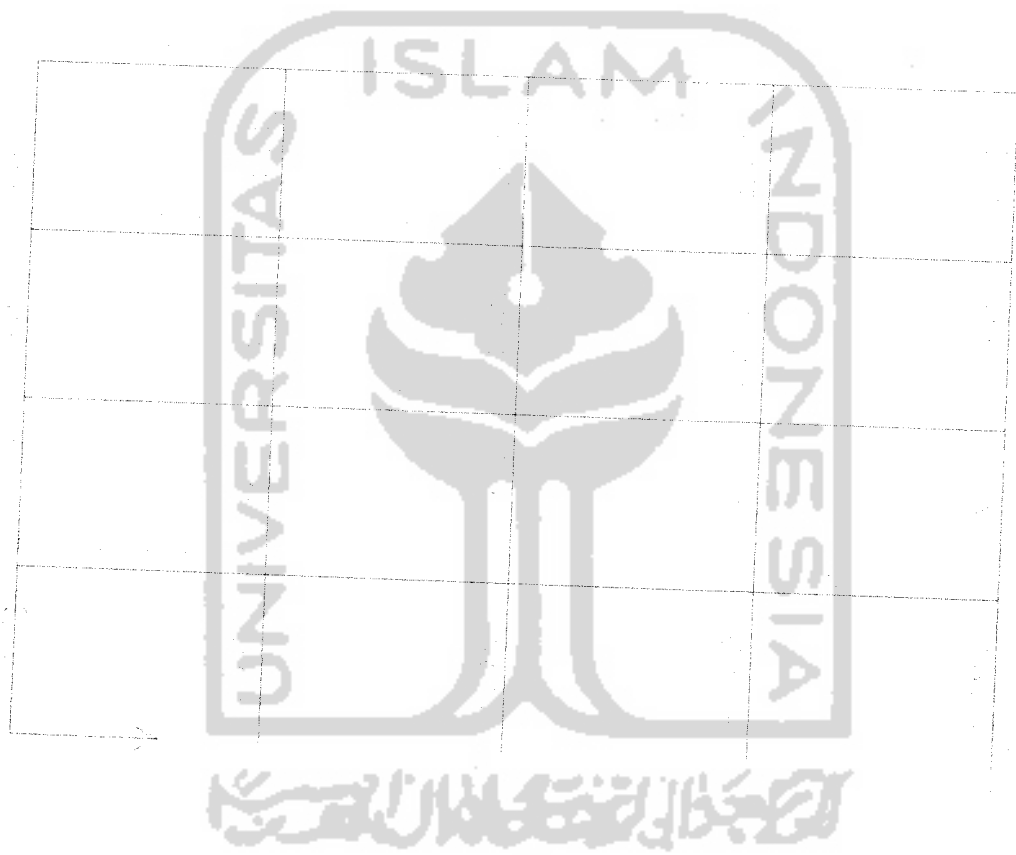


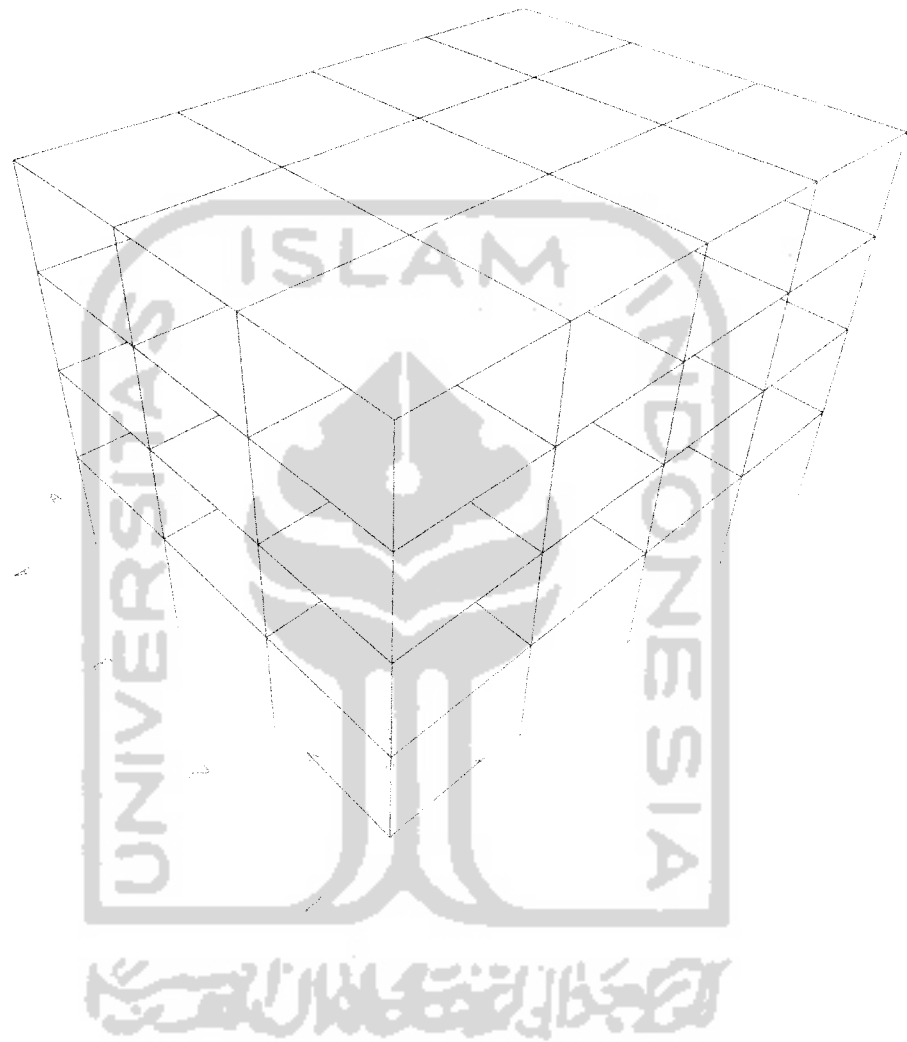


1	2	3	4
0	0	0	0

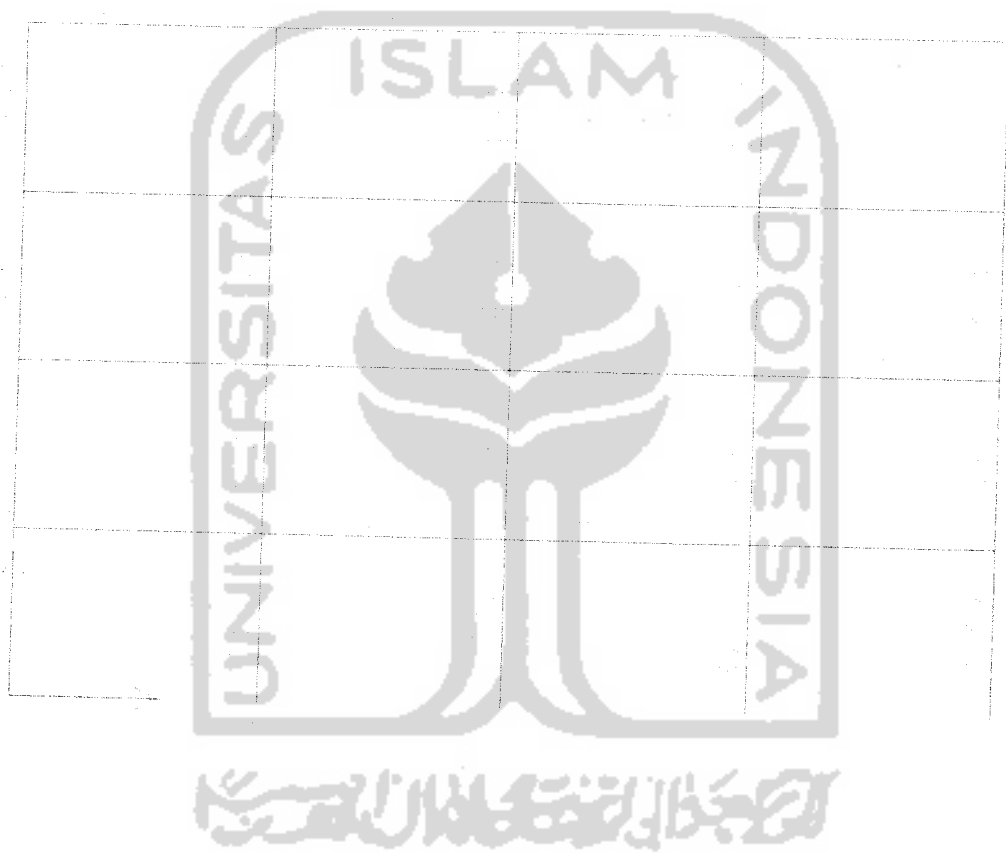


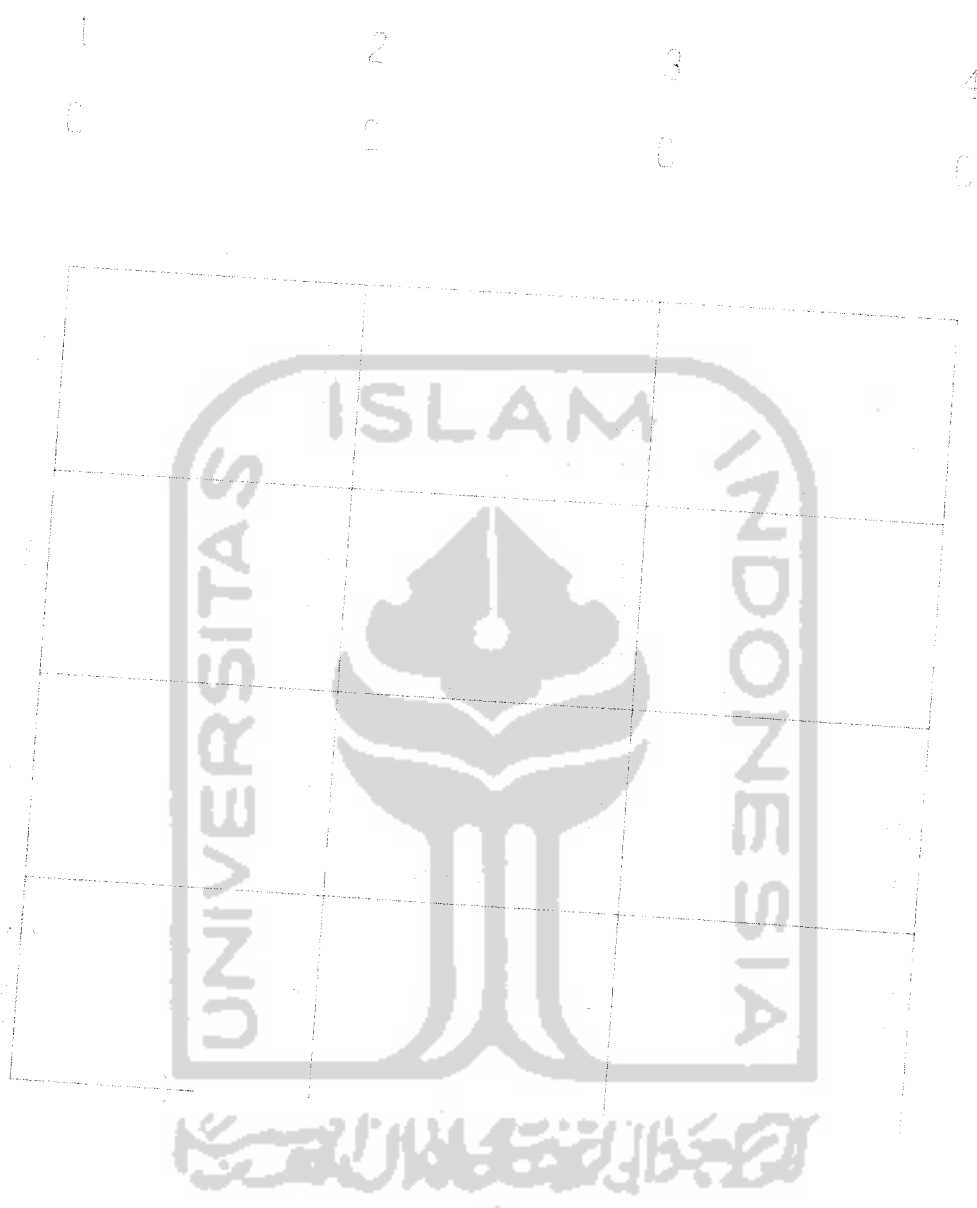
2	2	2	2	2
A	B	C	D	E

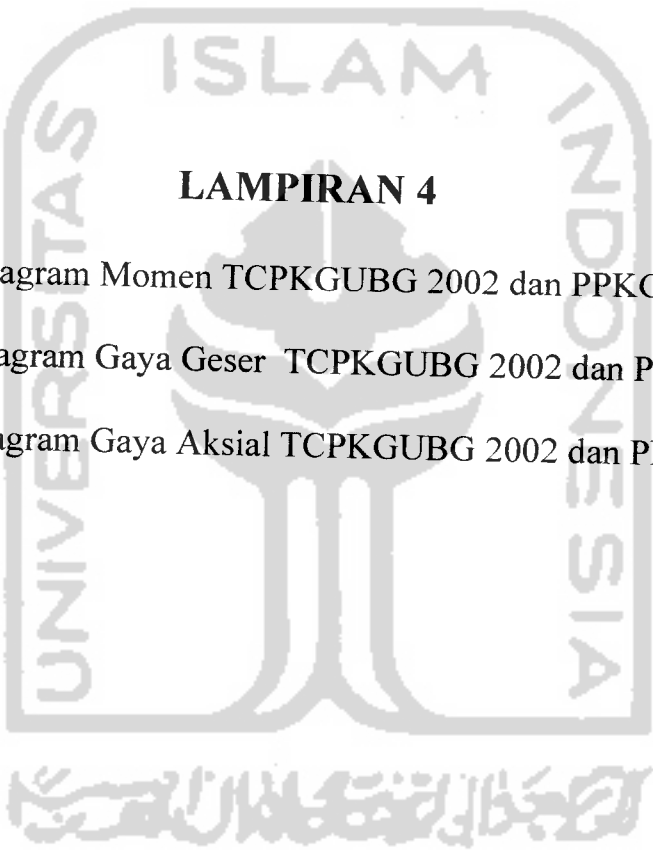




2	2	2	2	2
A	B	C	D	E

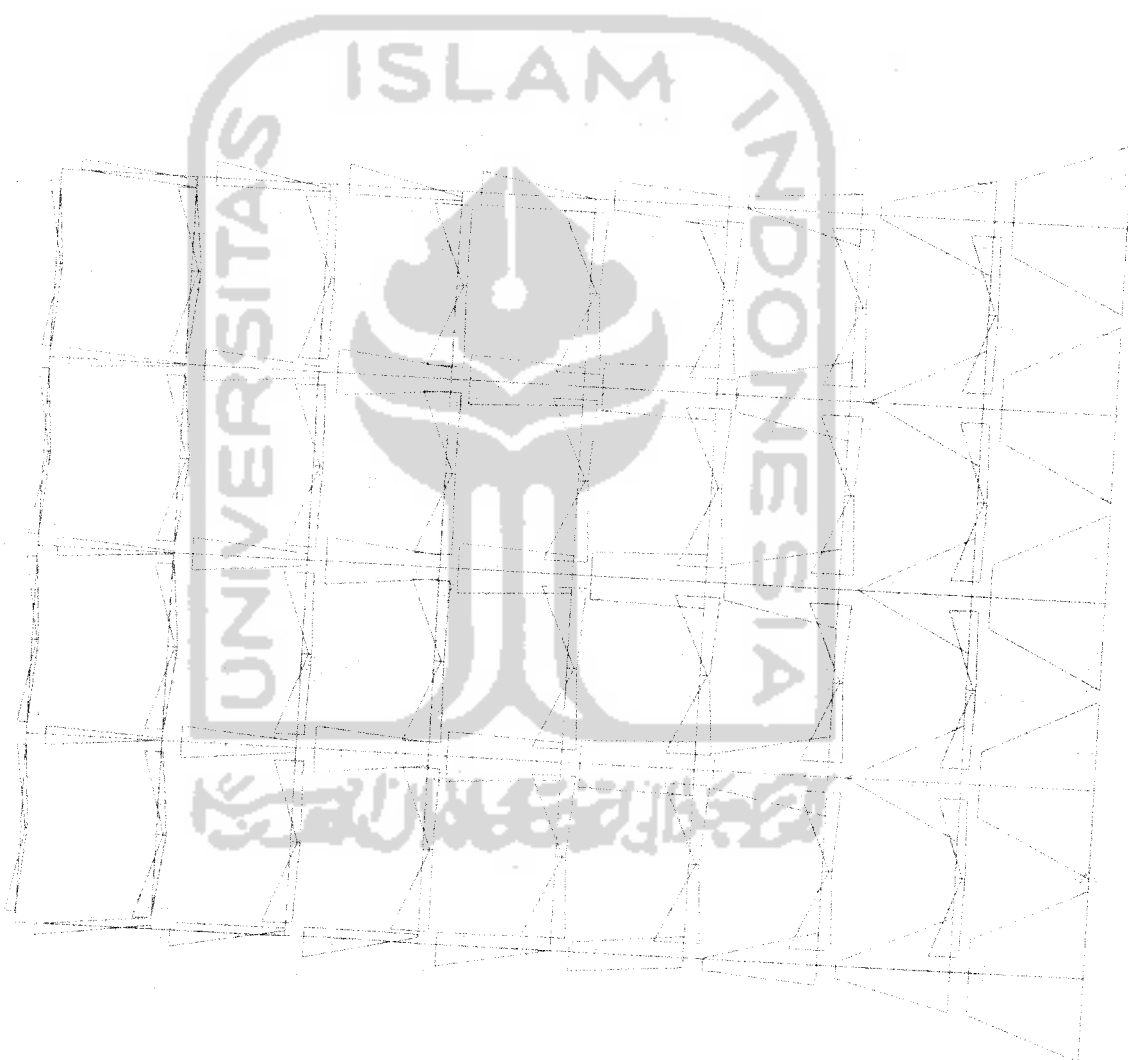




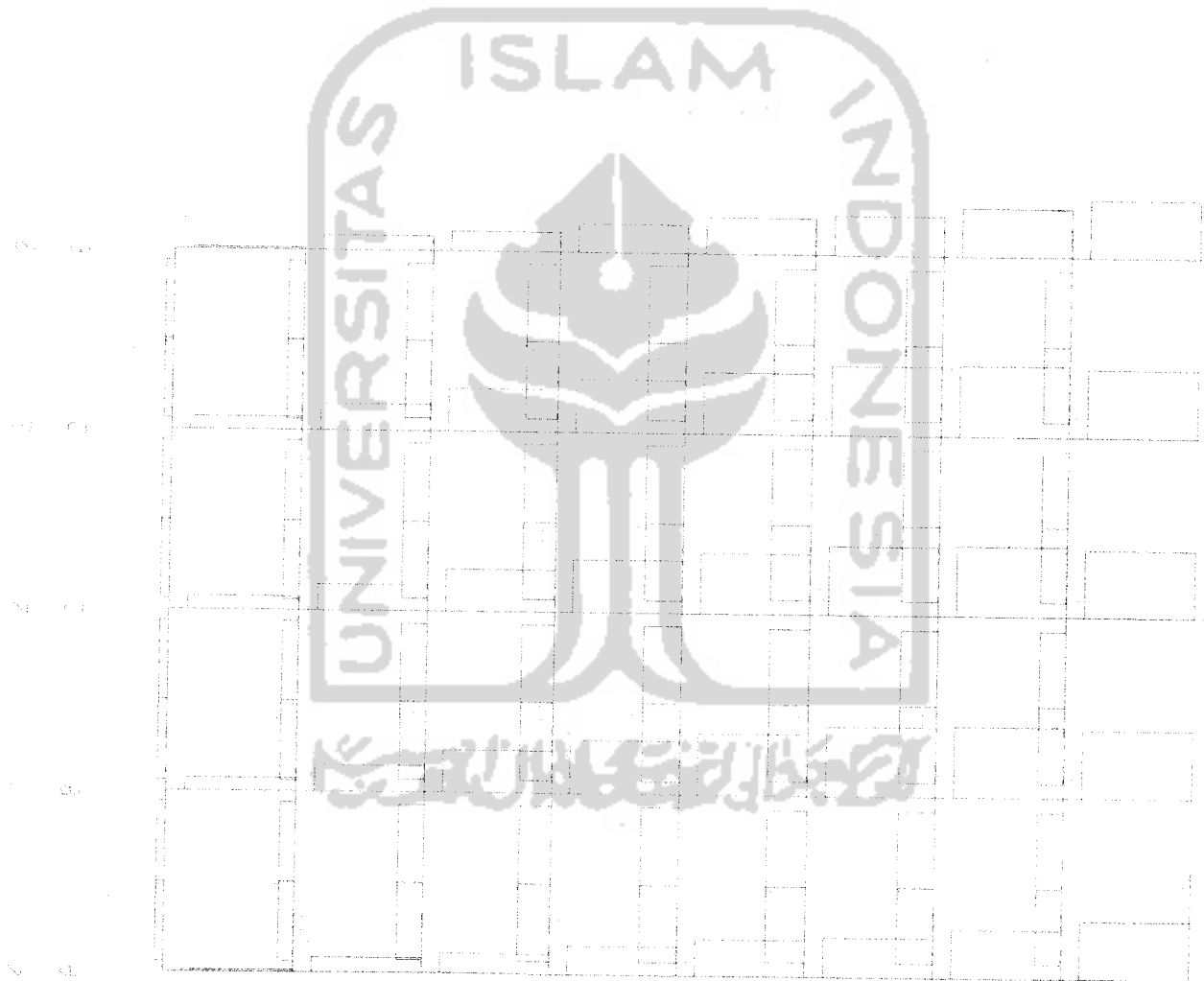


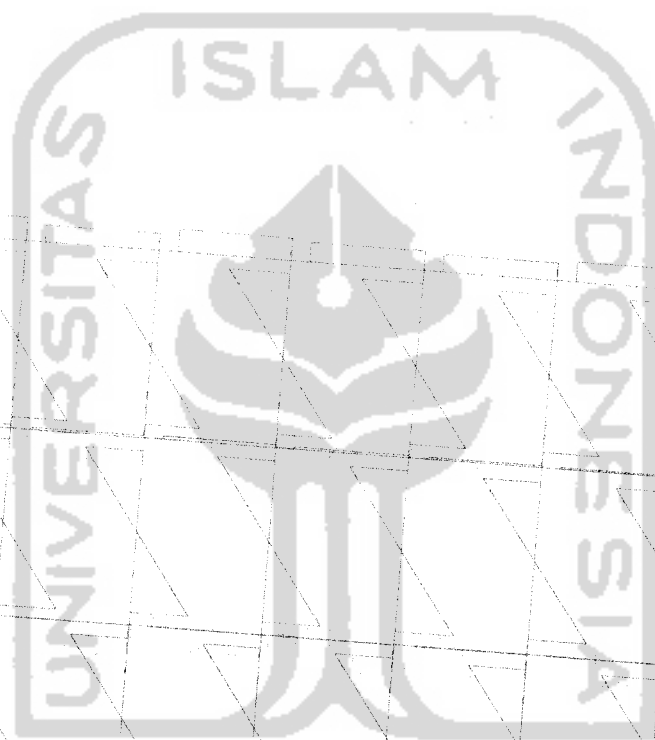
LAMPIRAN 4

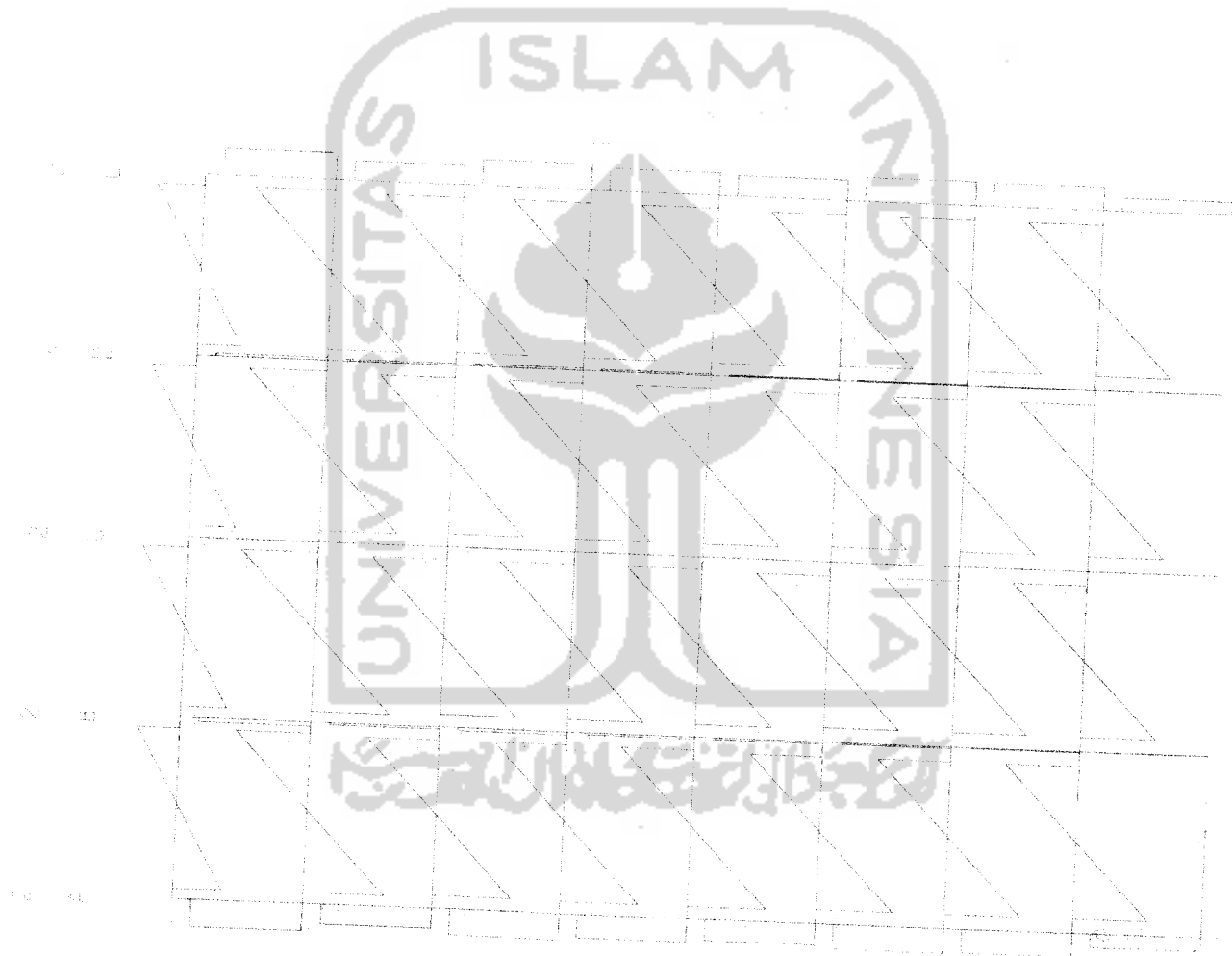
1. Gambar Diagram Momen TCPKGUBG 2002 dan PPKGRG 1987
2. Gambar Diagram Gaya Geser TCPKGUBG 2002 dan PPKGRG 1987
3. Gambar Diagram Gaya Aksial TCPKGUBG 2002 dan PPKGRG 1987

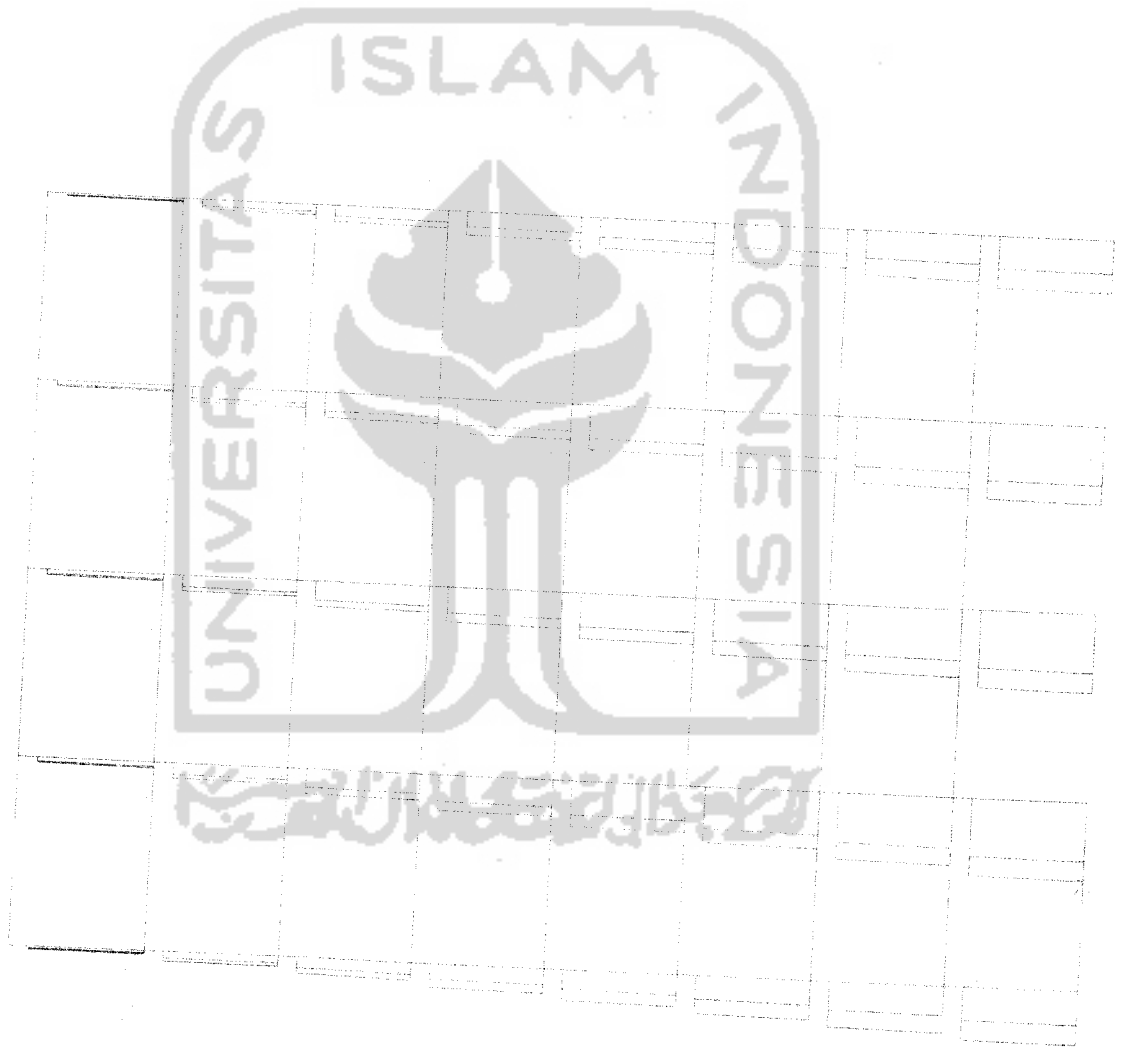


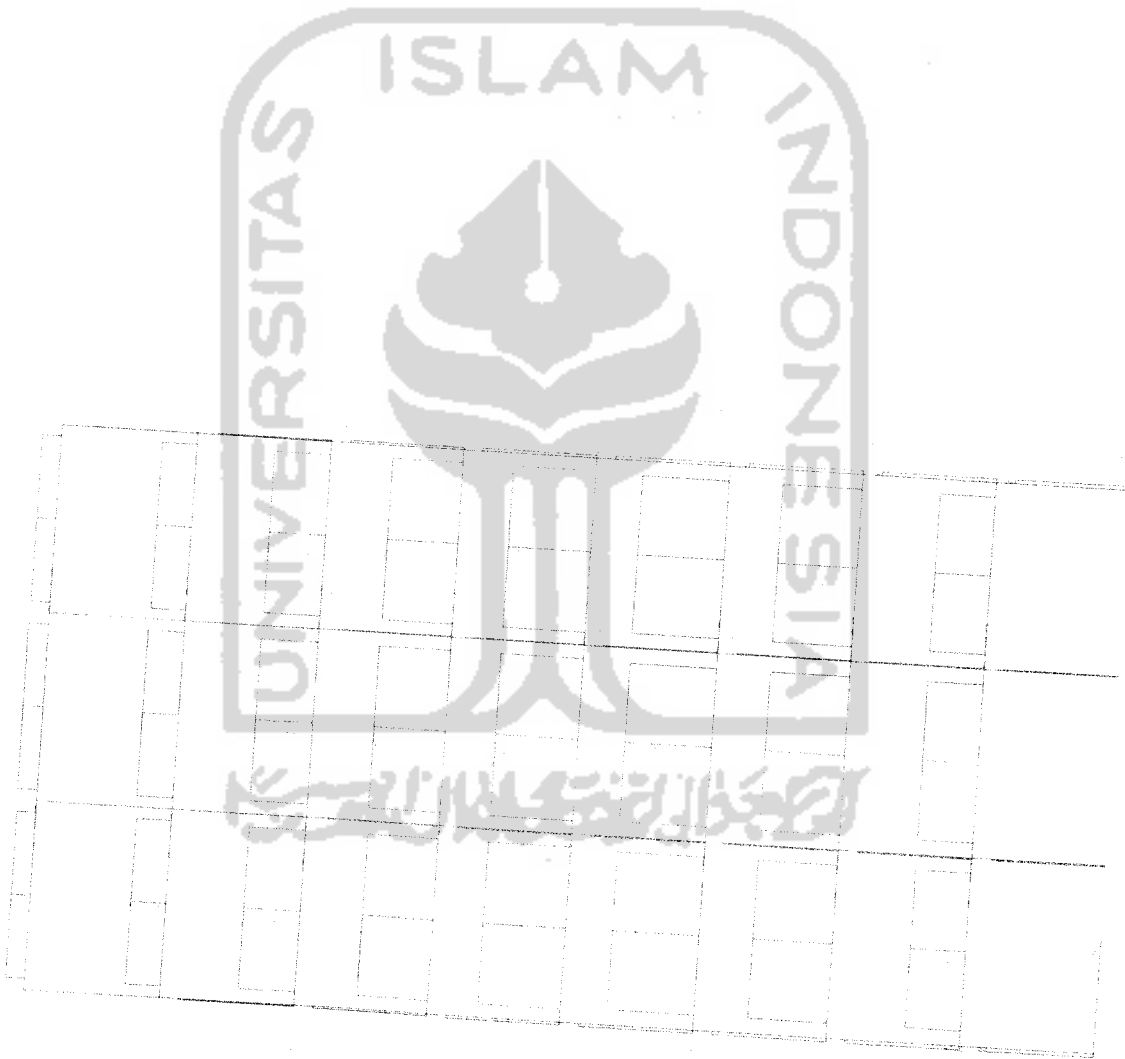
ETABS

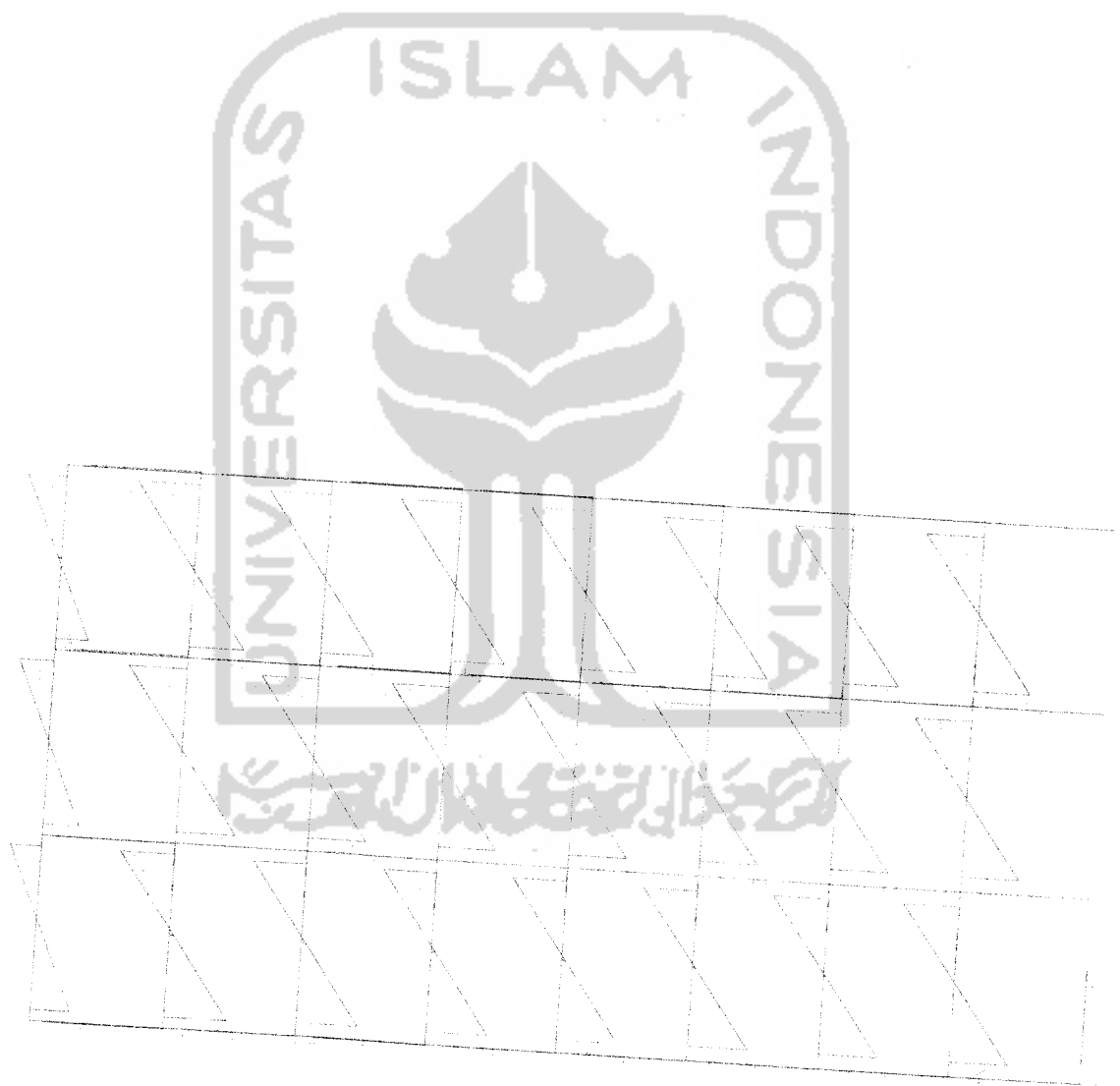


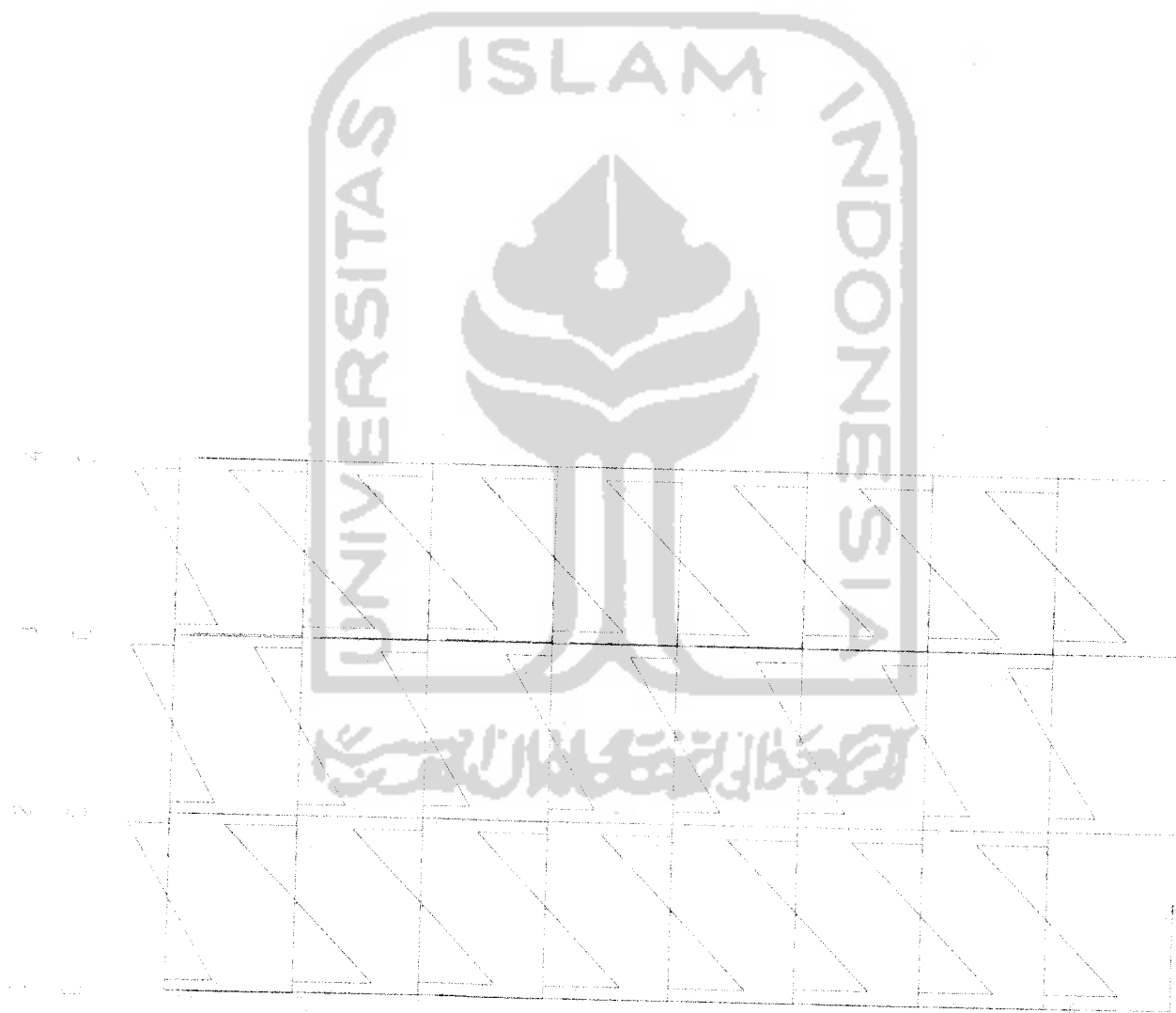


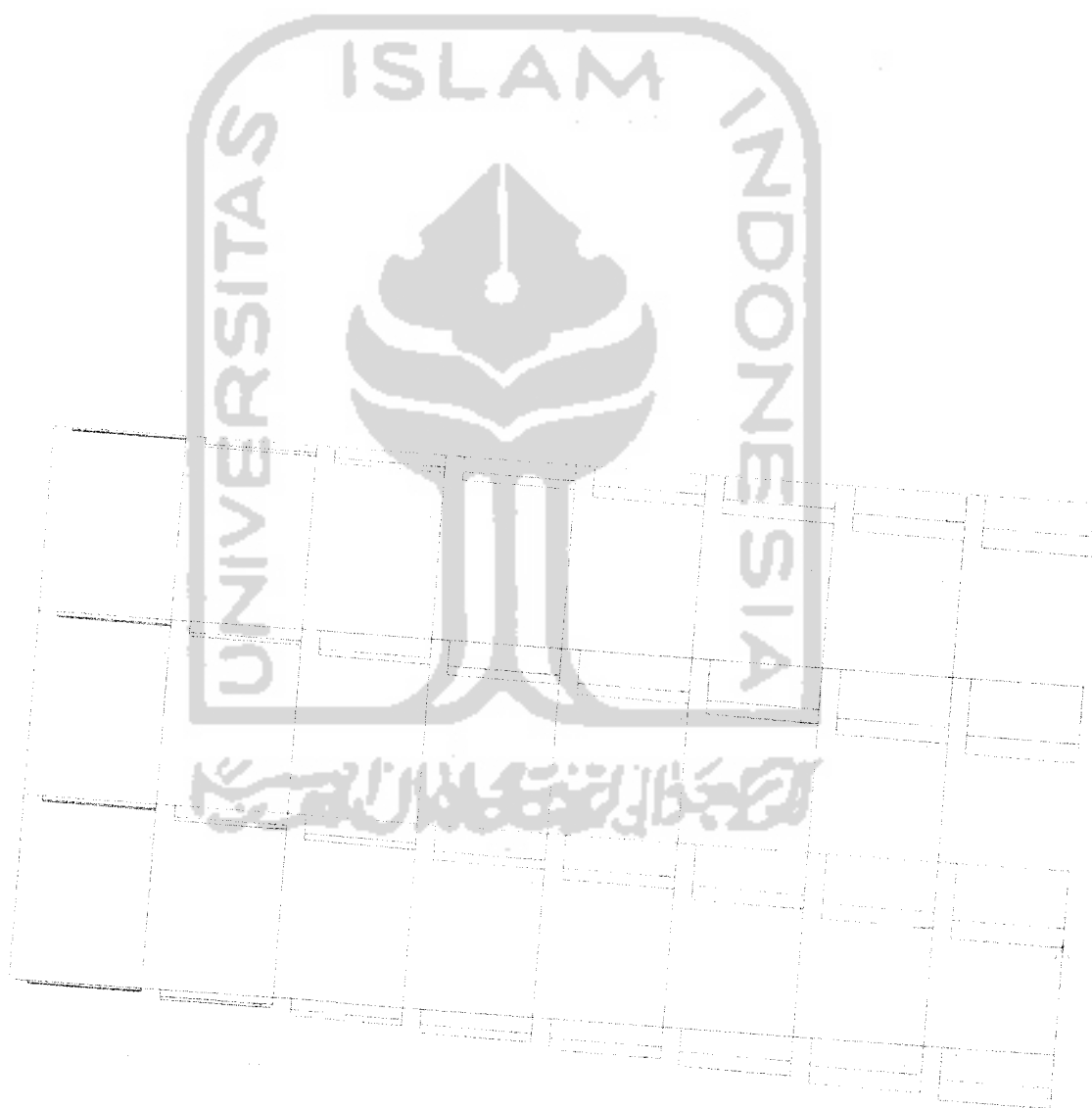


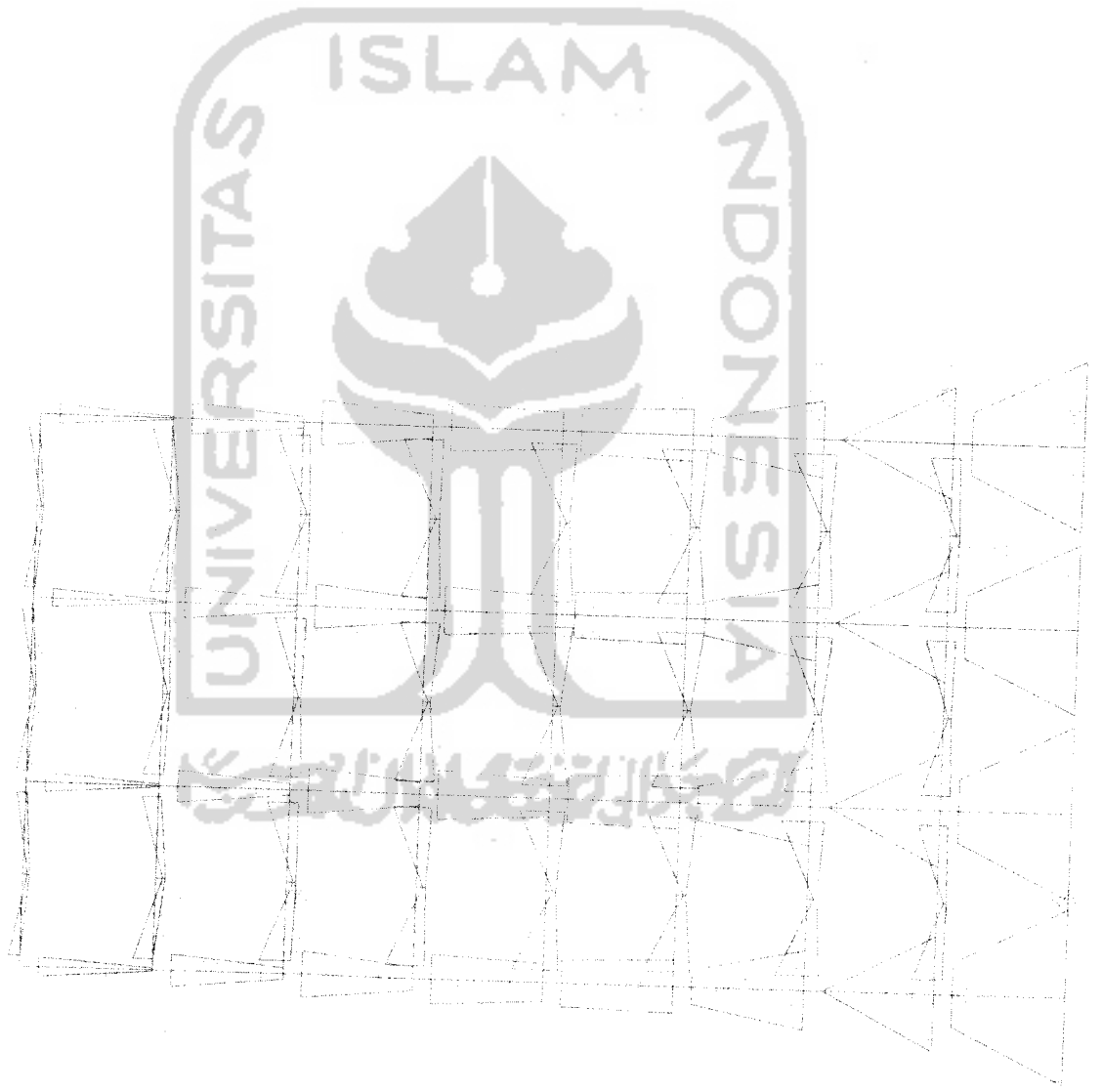


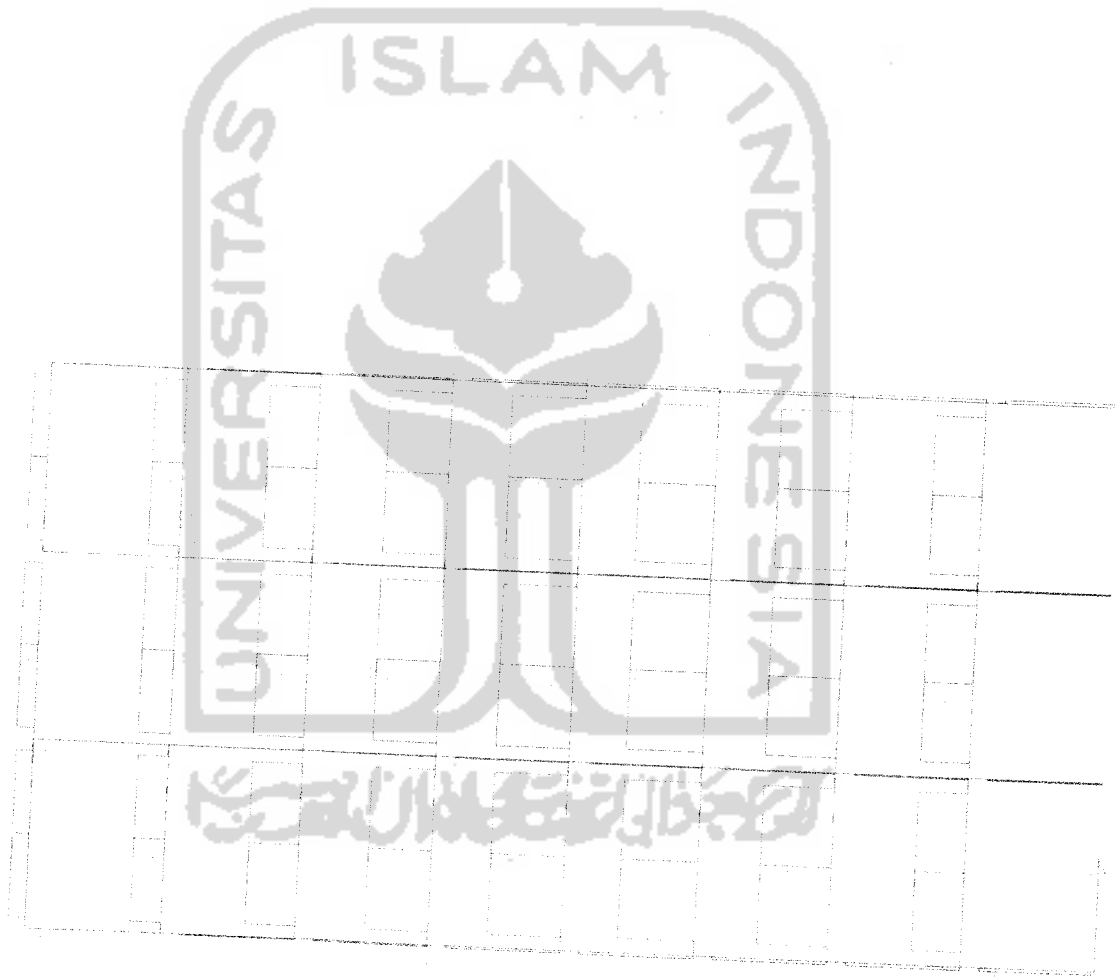


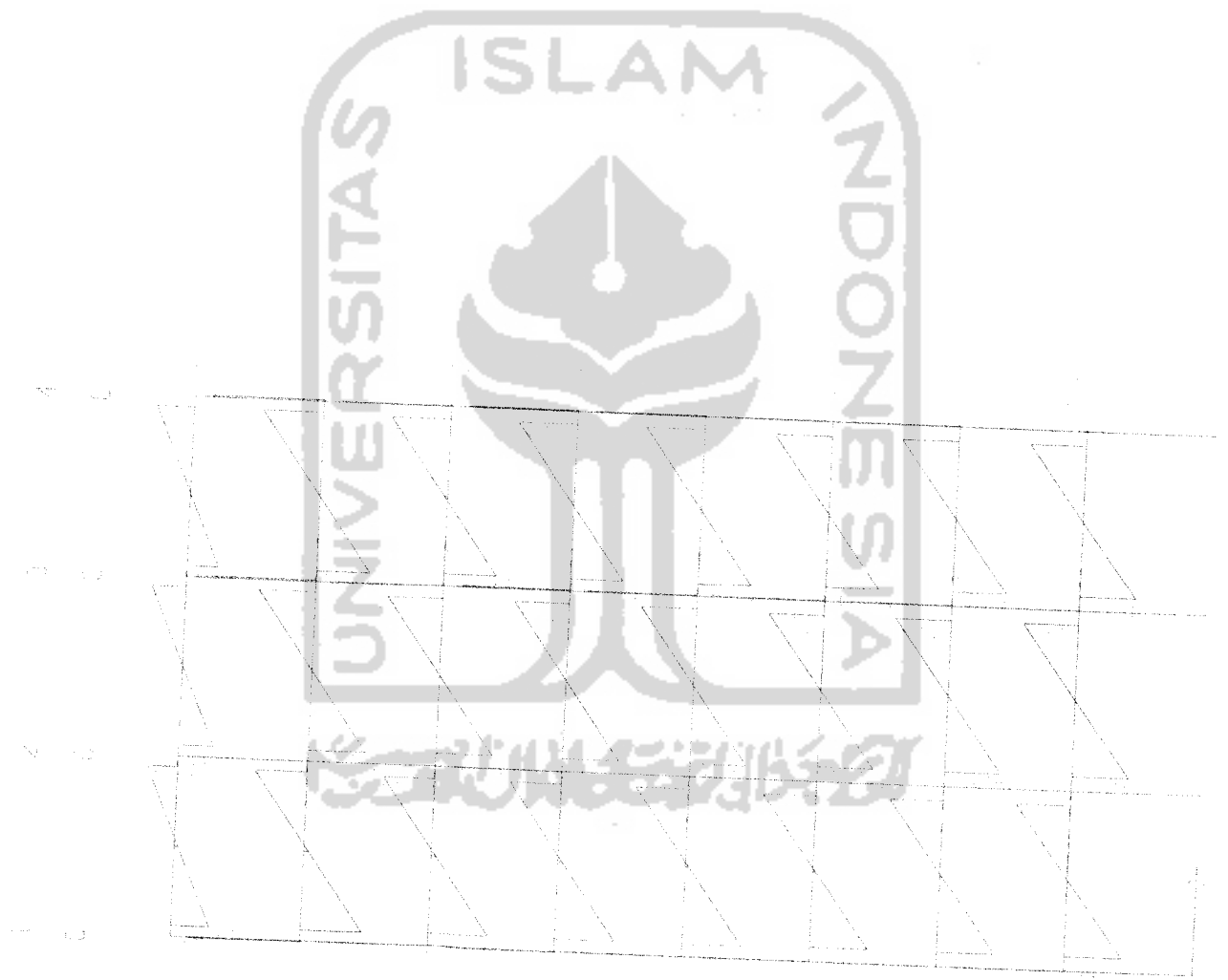


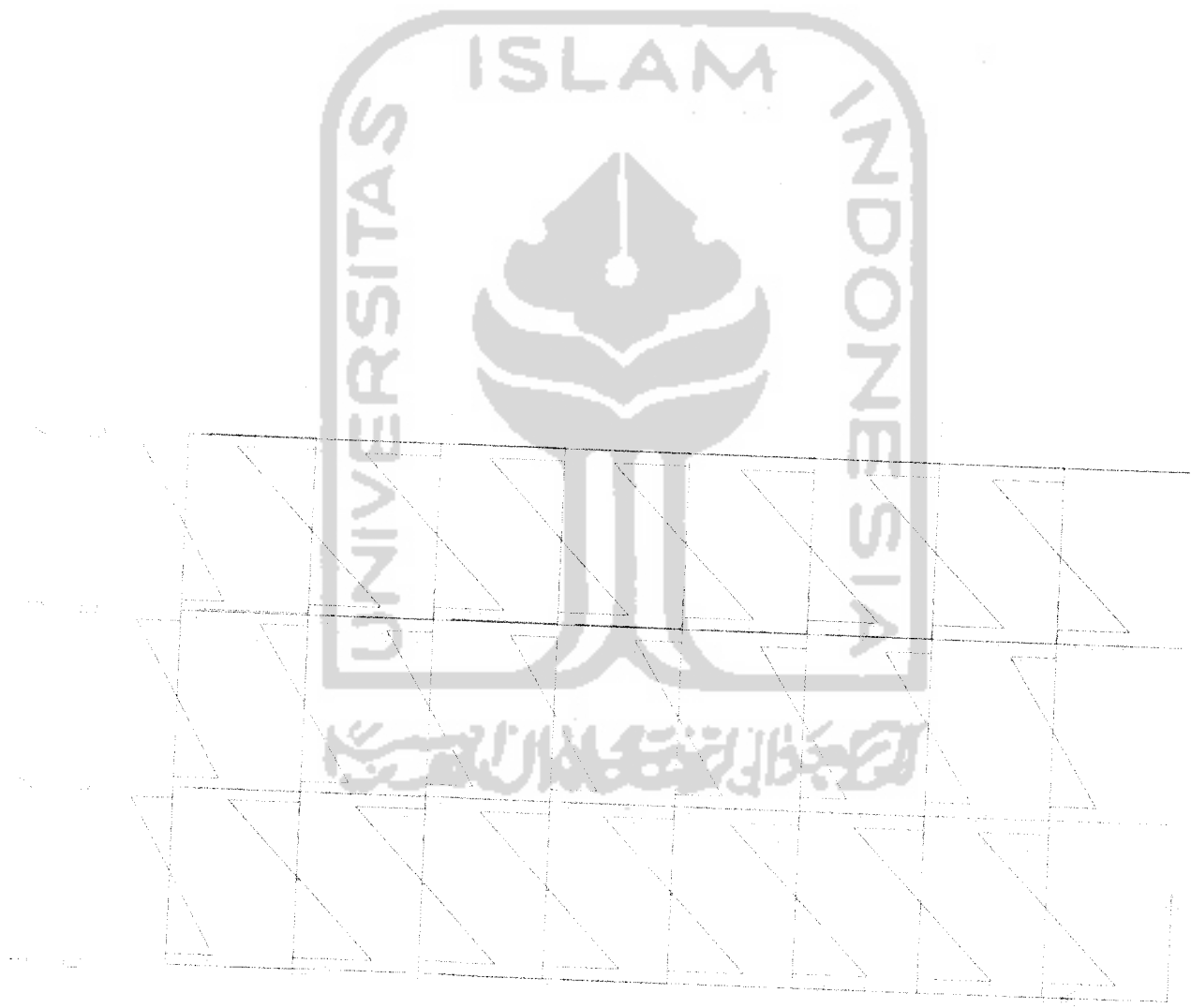


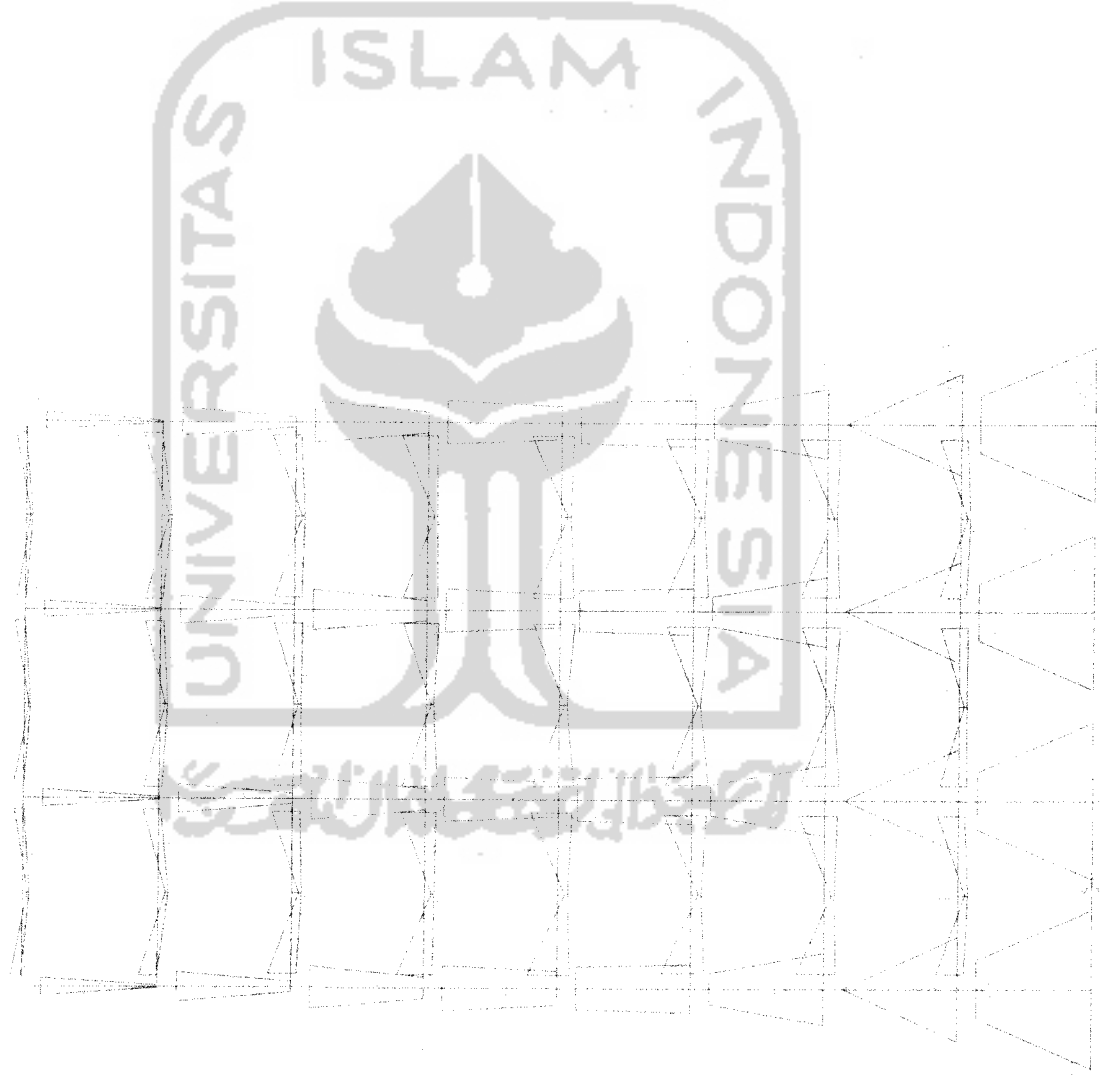


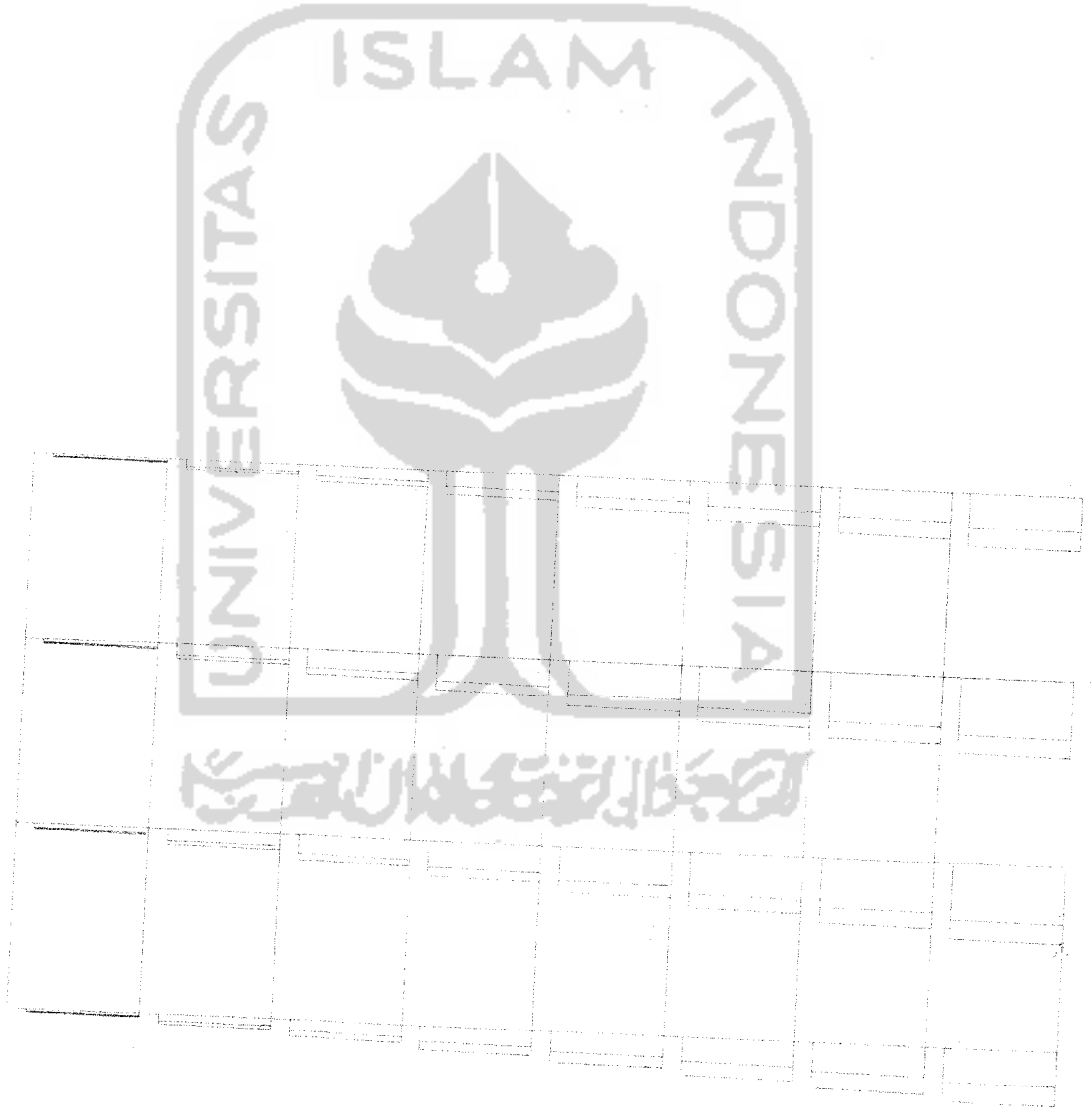




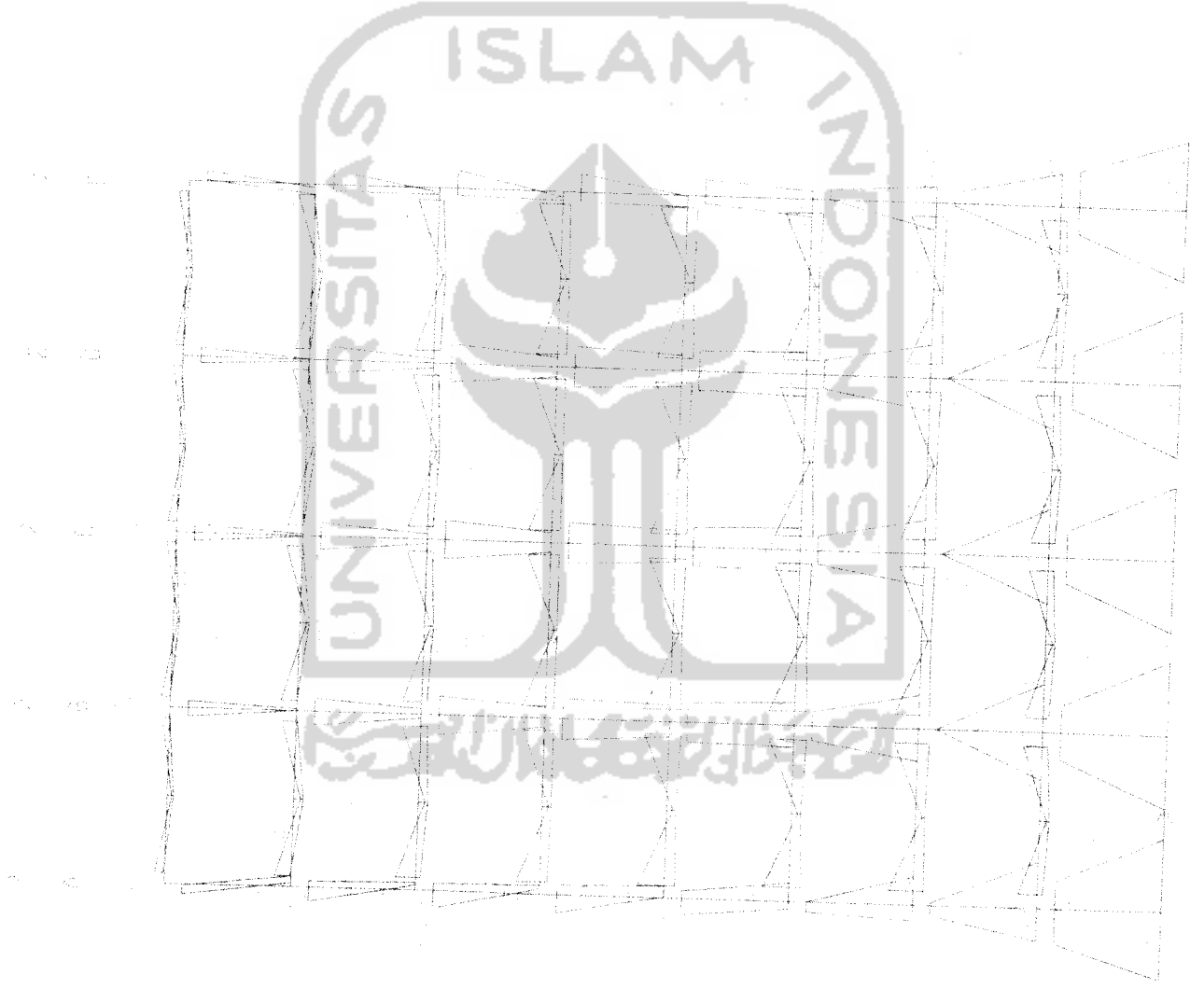


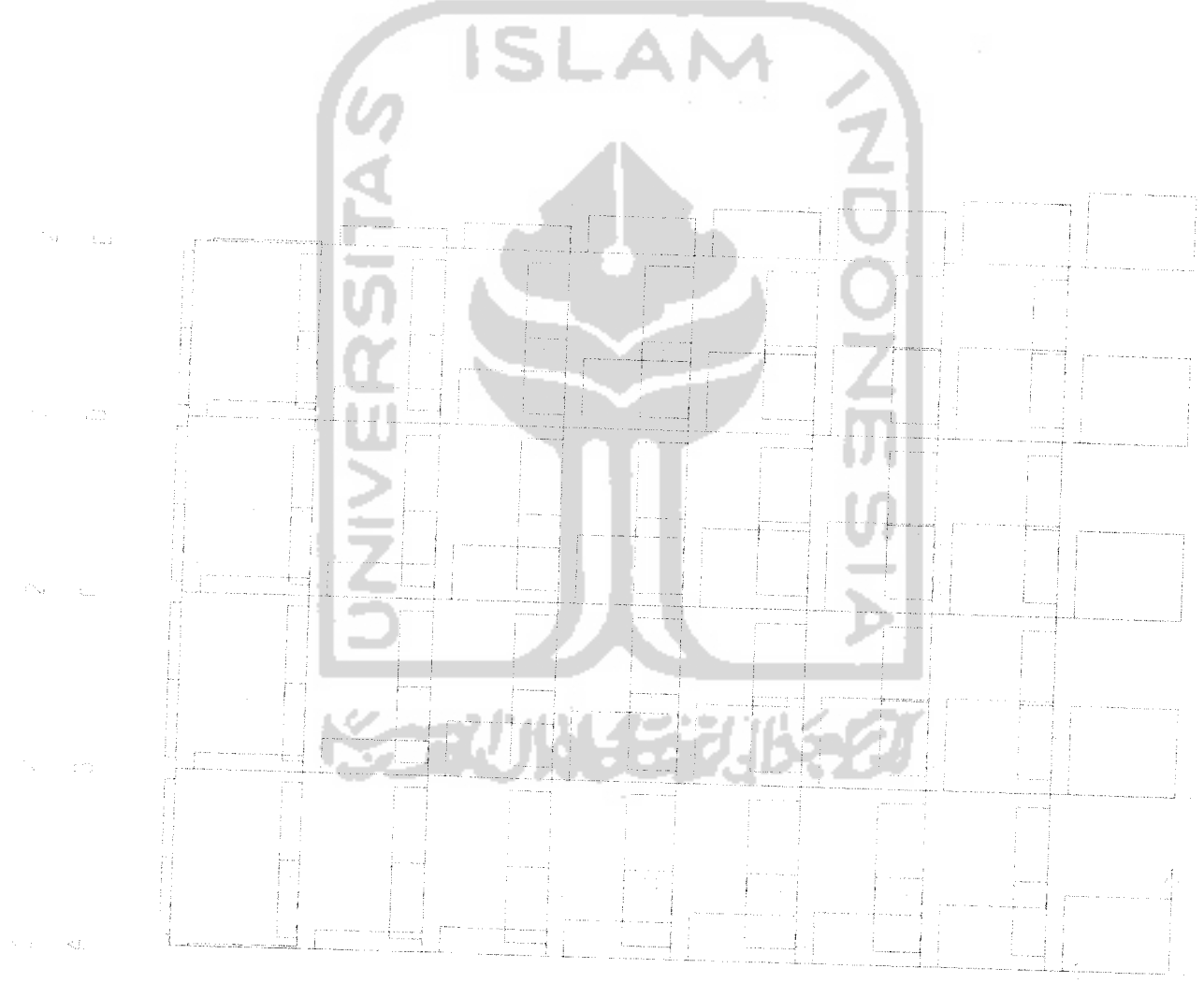


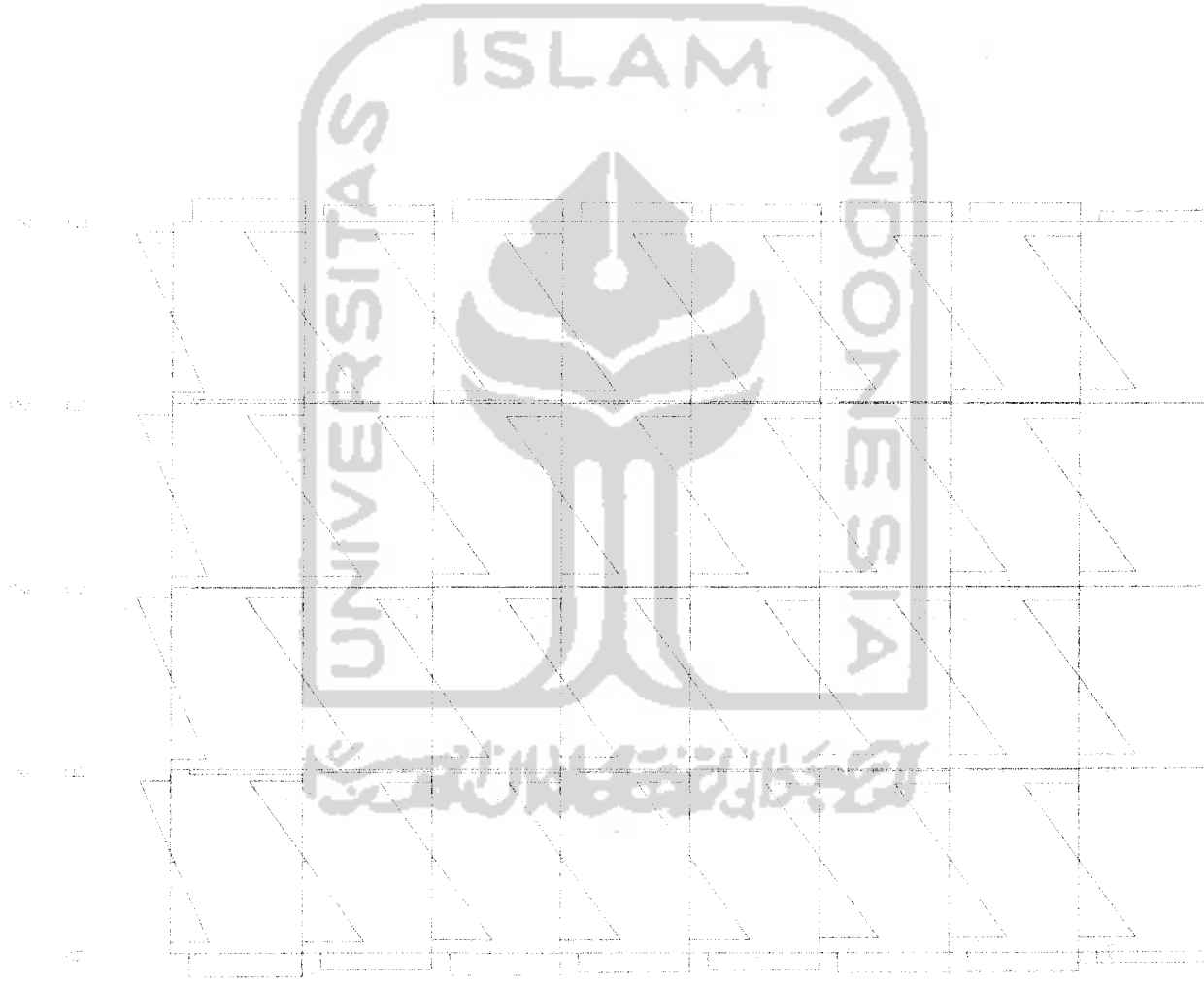


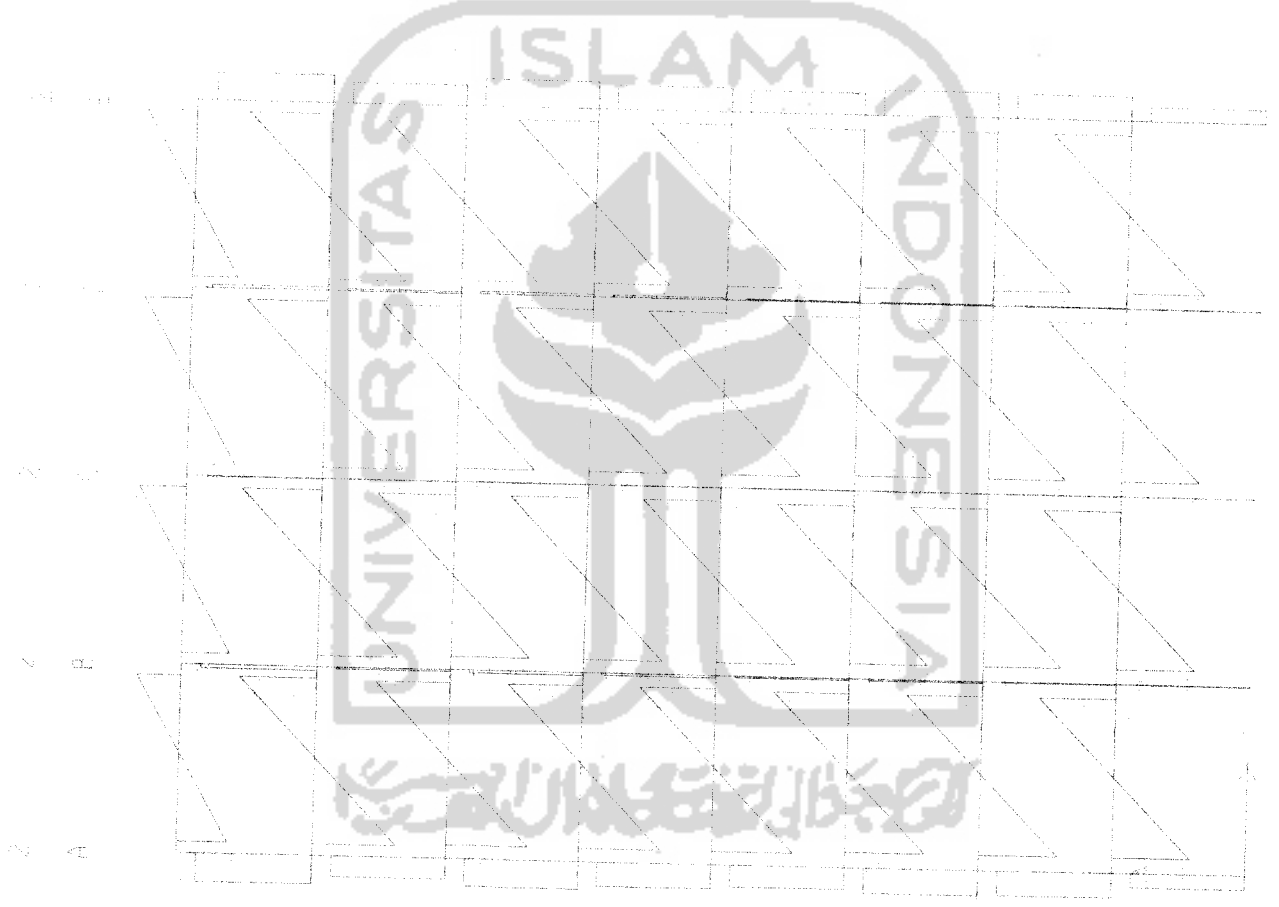


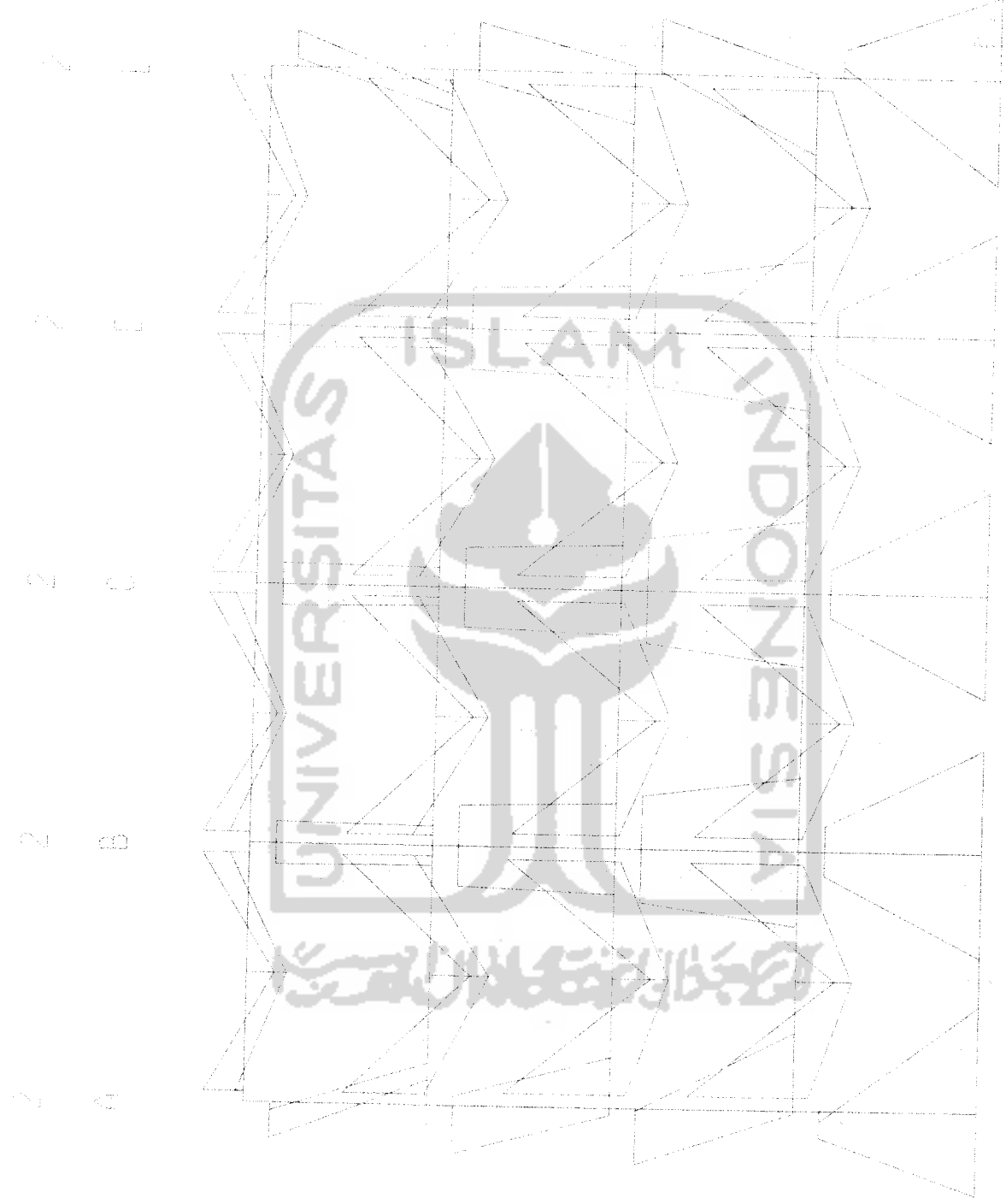


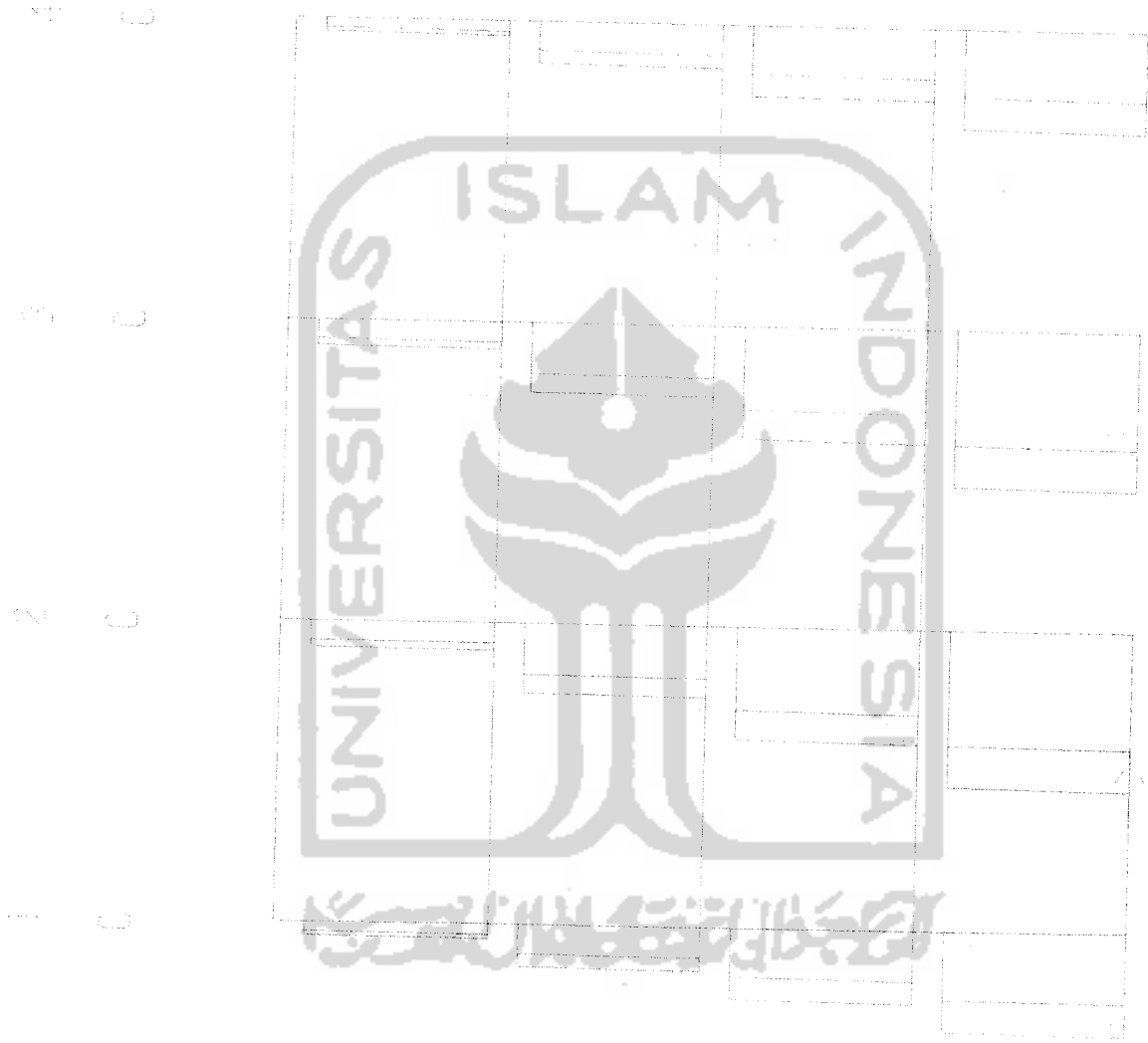




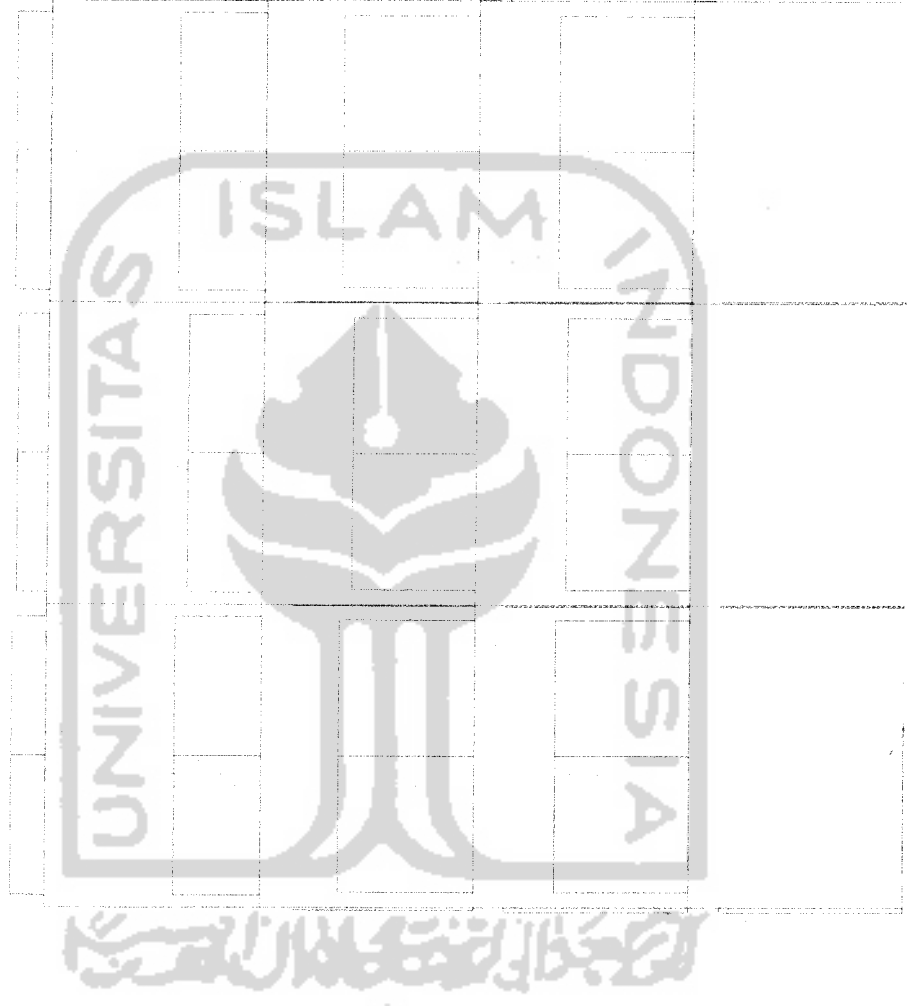


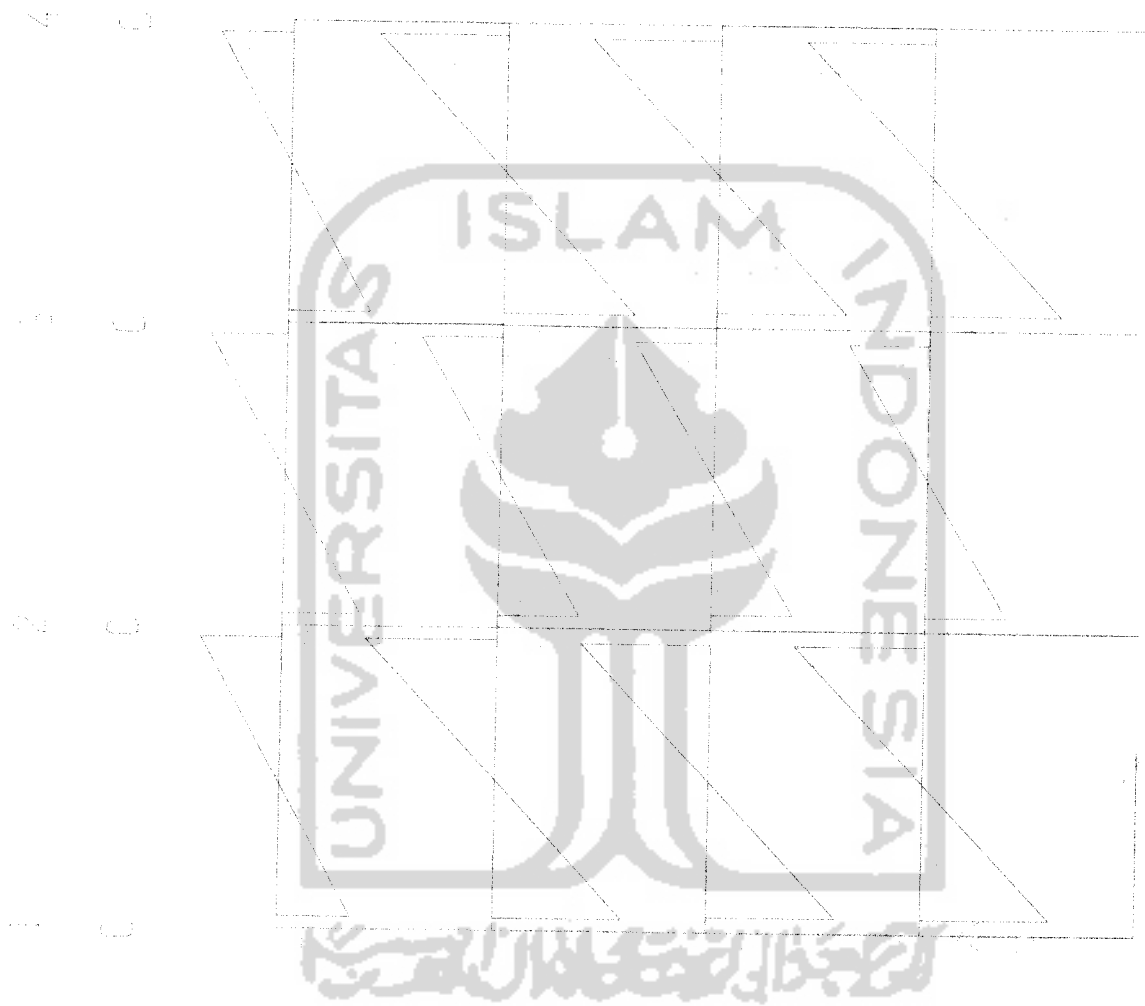


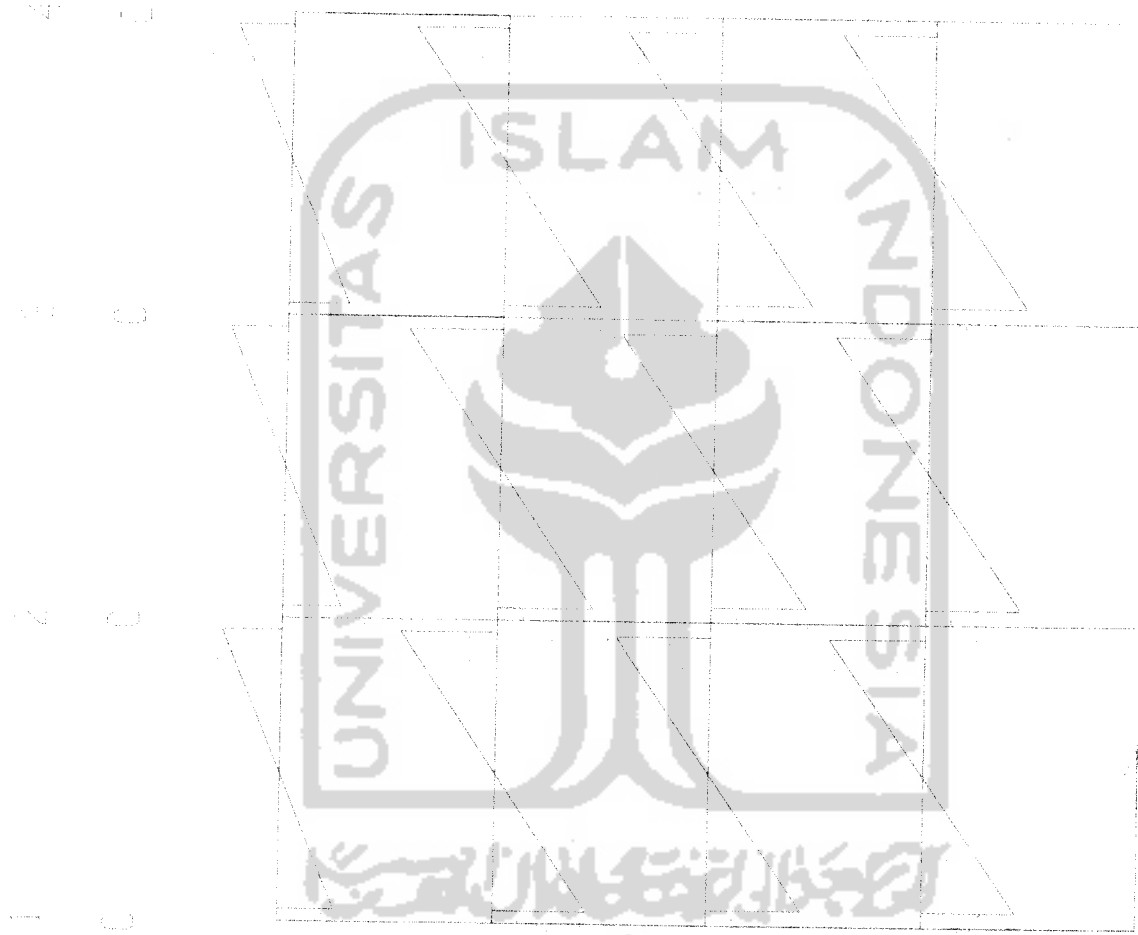


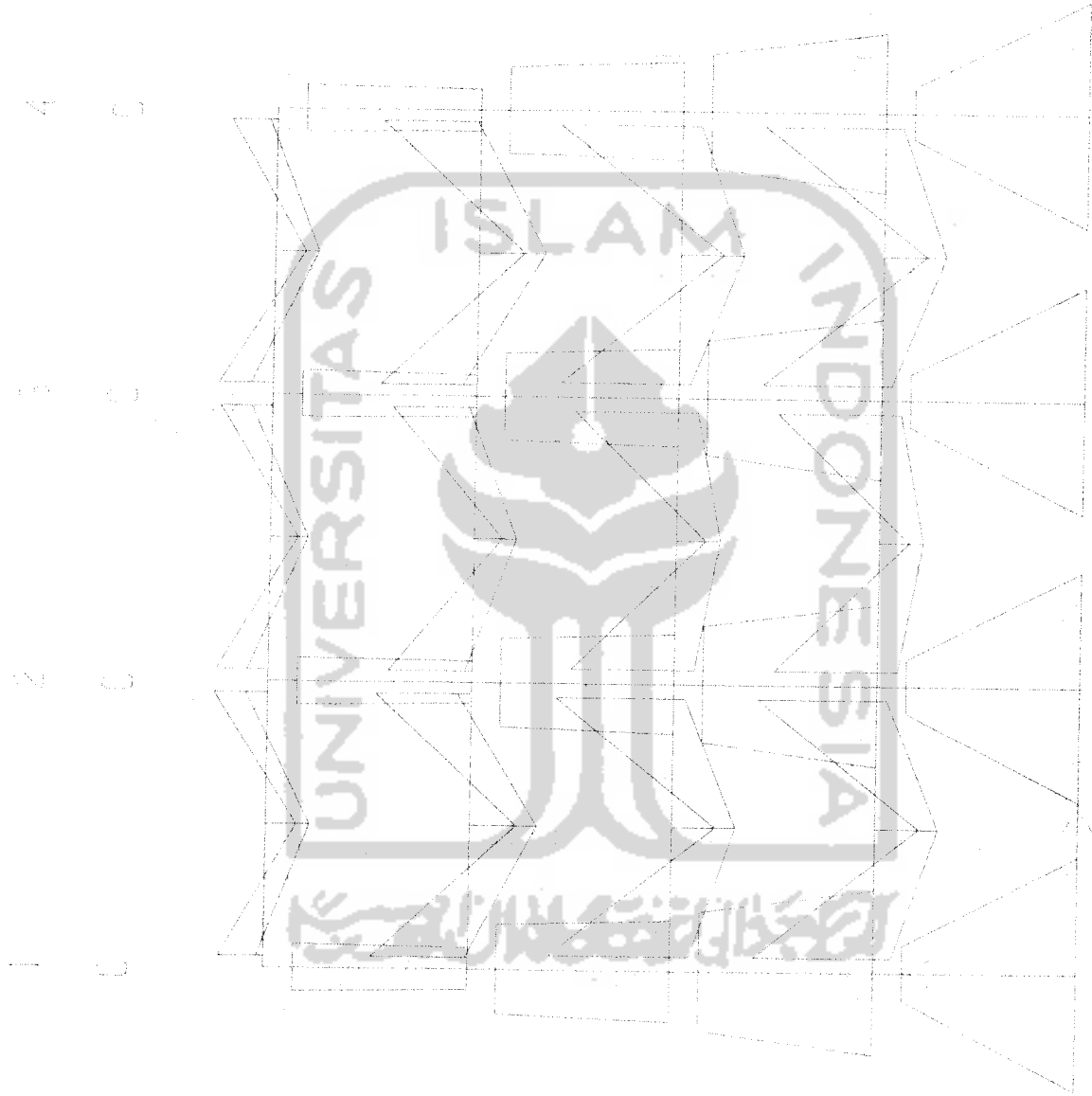


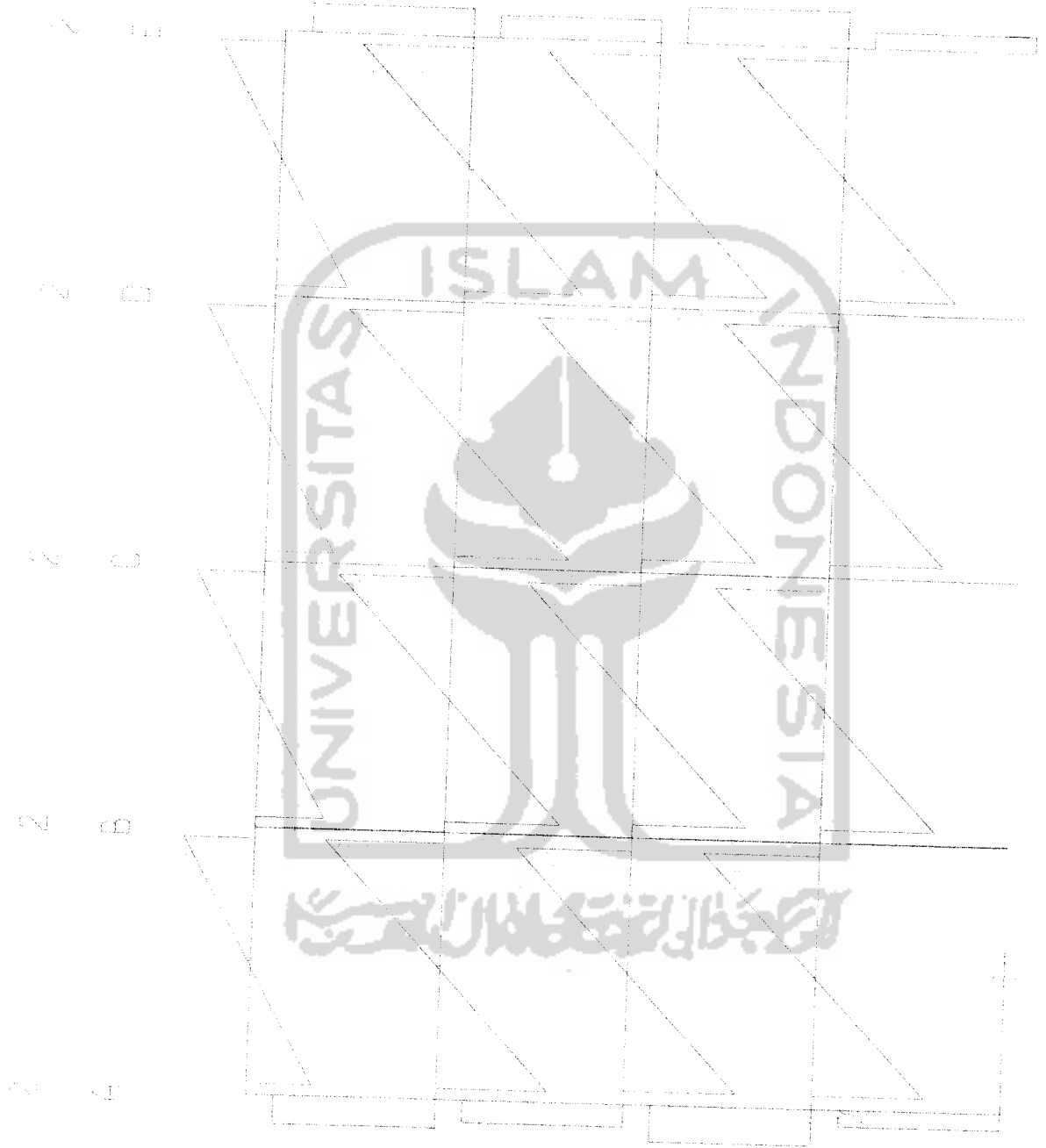
1 2 3 4

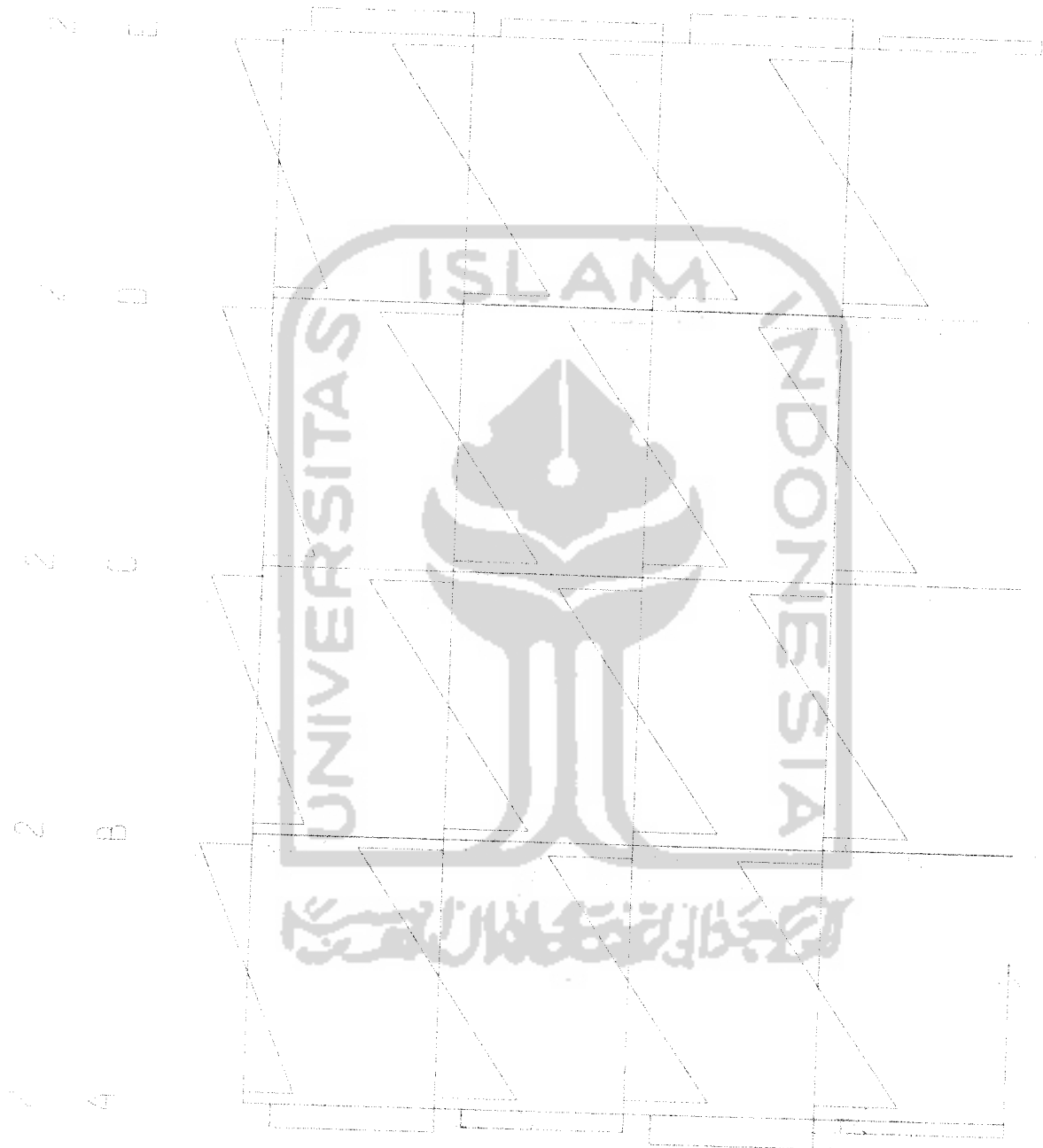












2

2

2

2

2

1

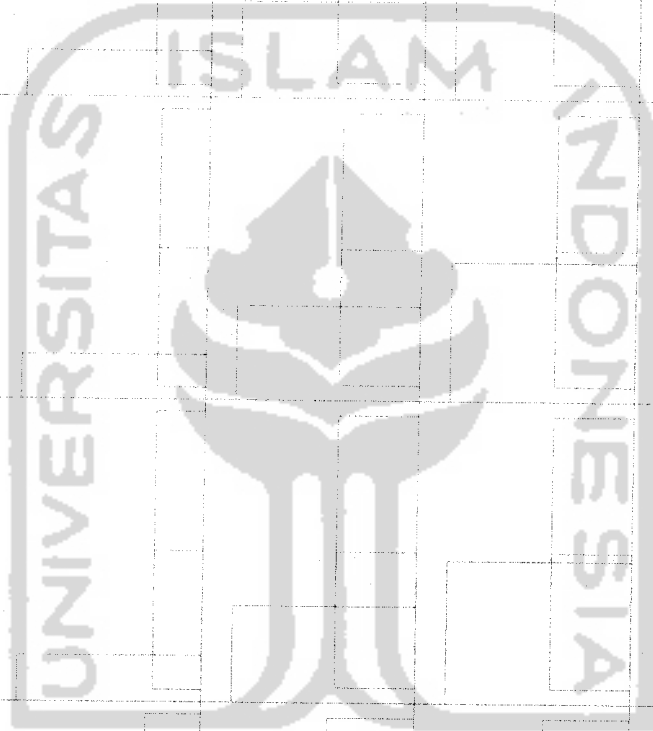
0

0

0

0

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



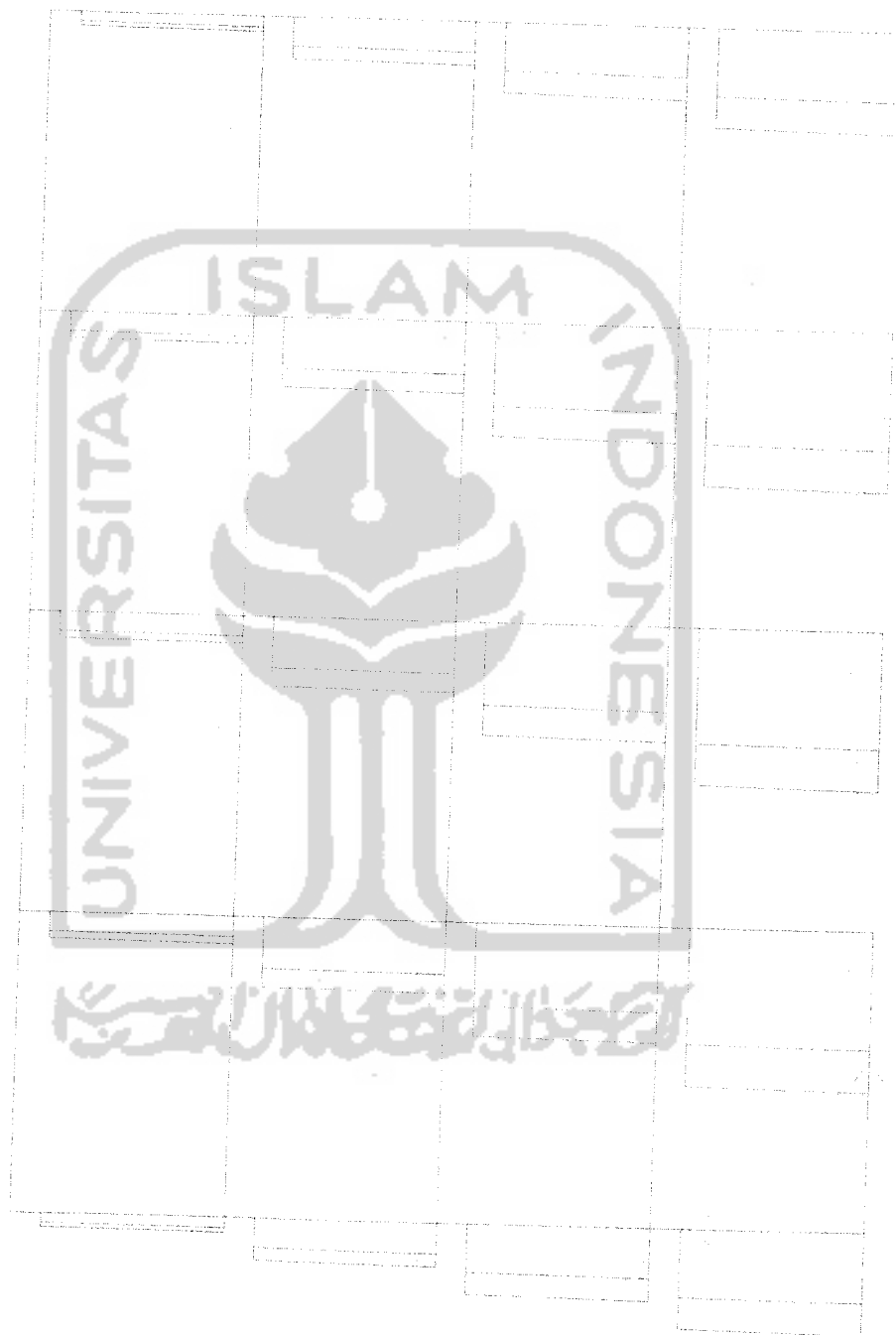
2 A

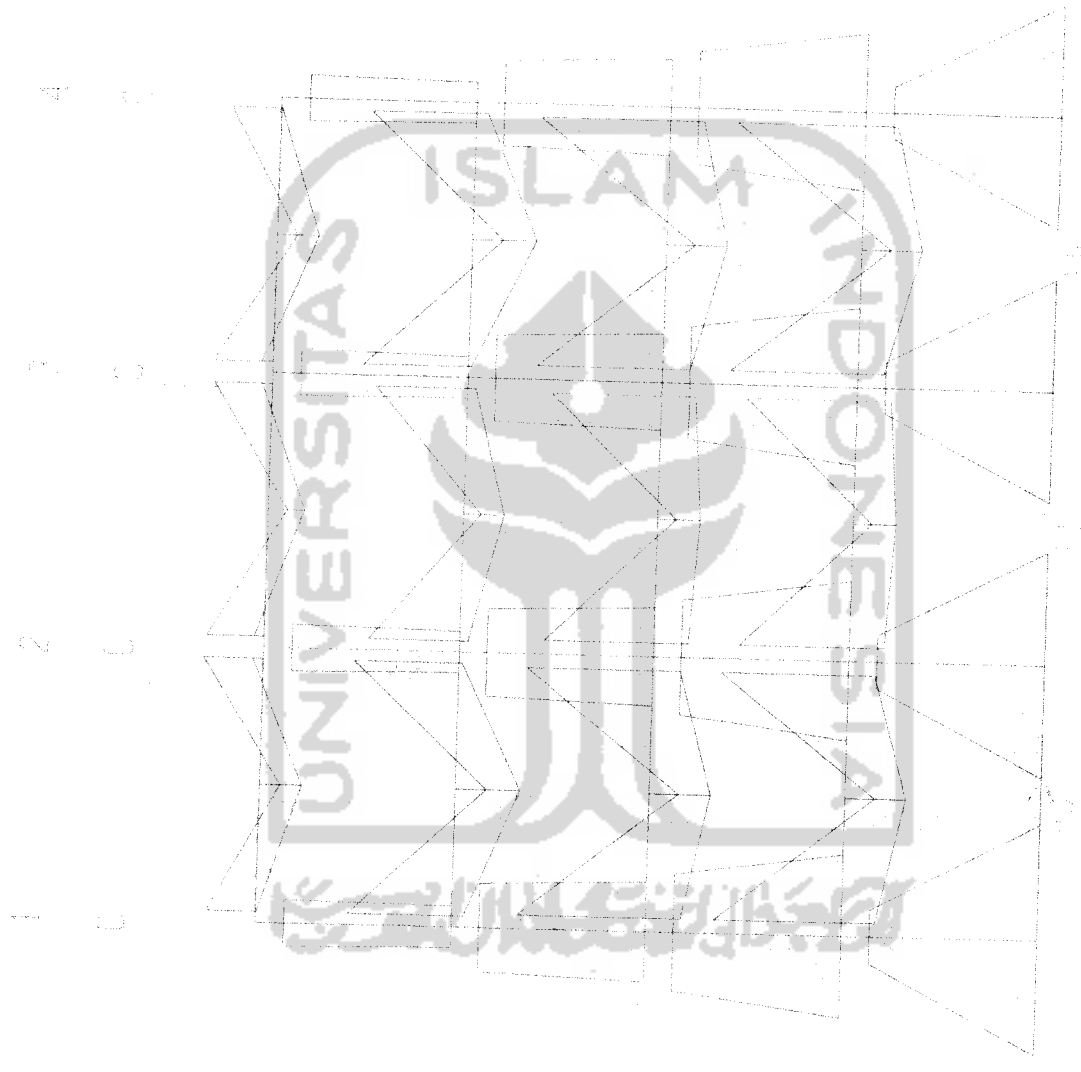
2 B

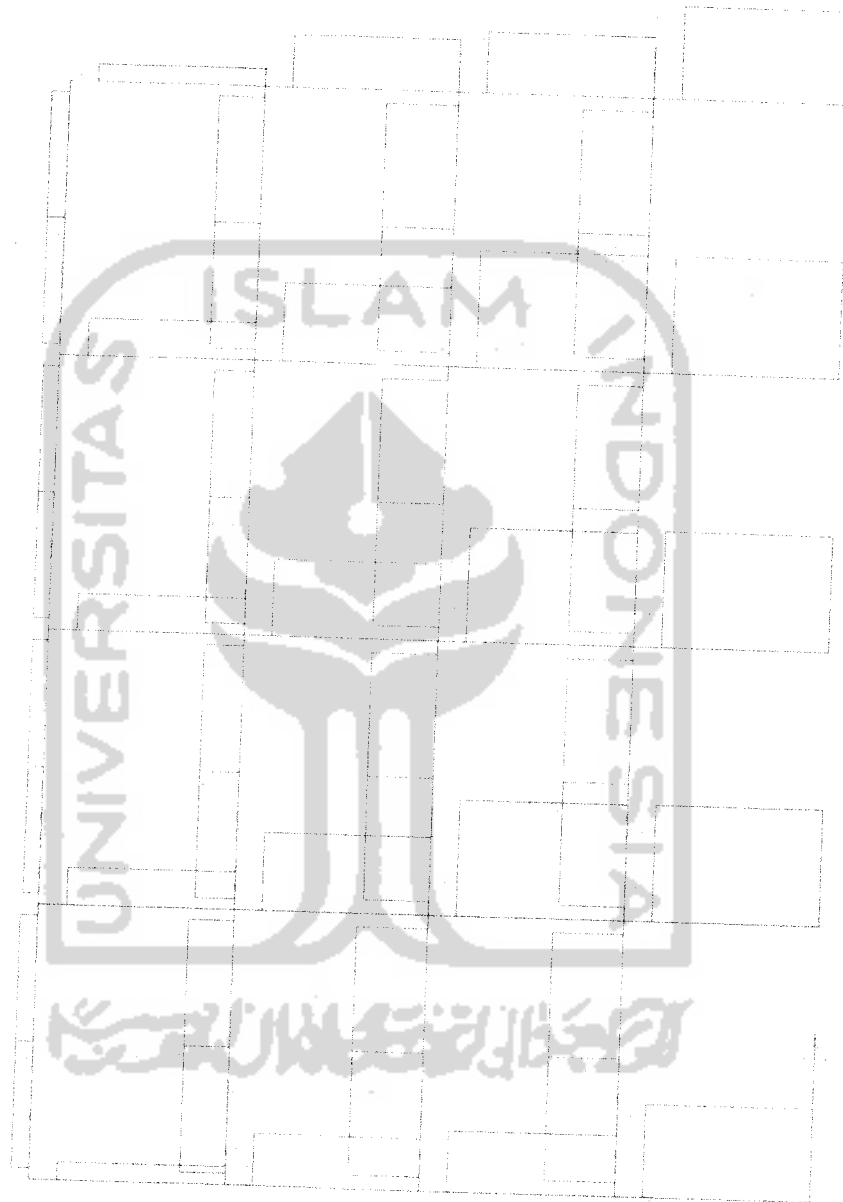
2 C

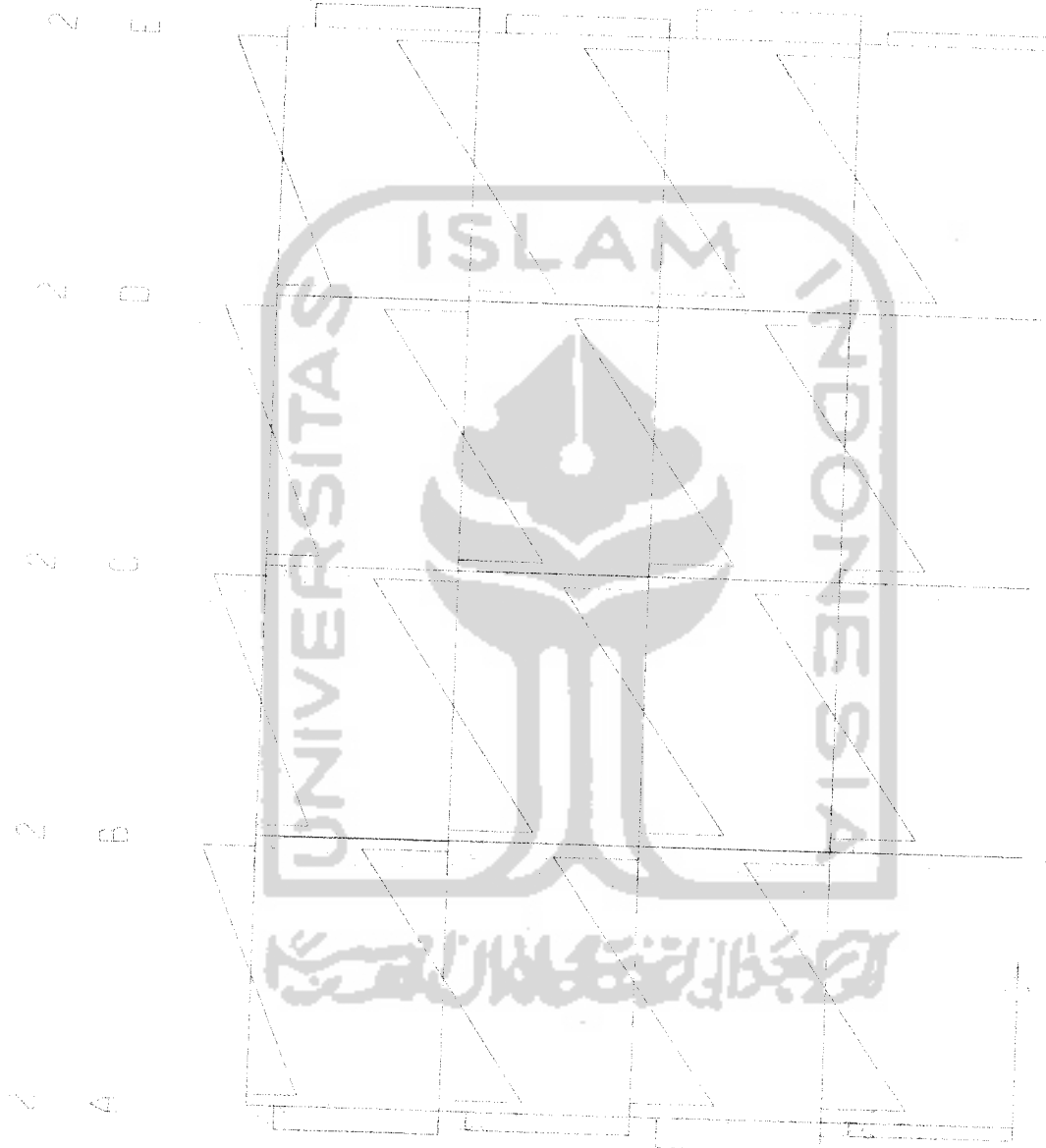
2 D

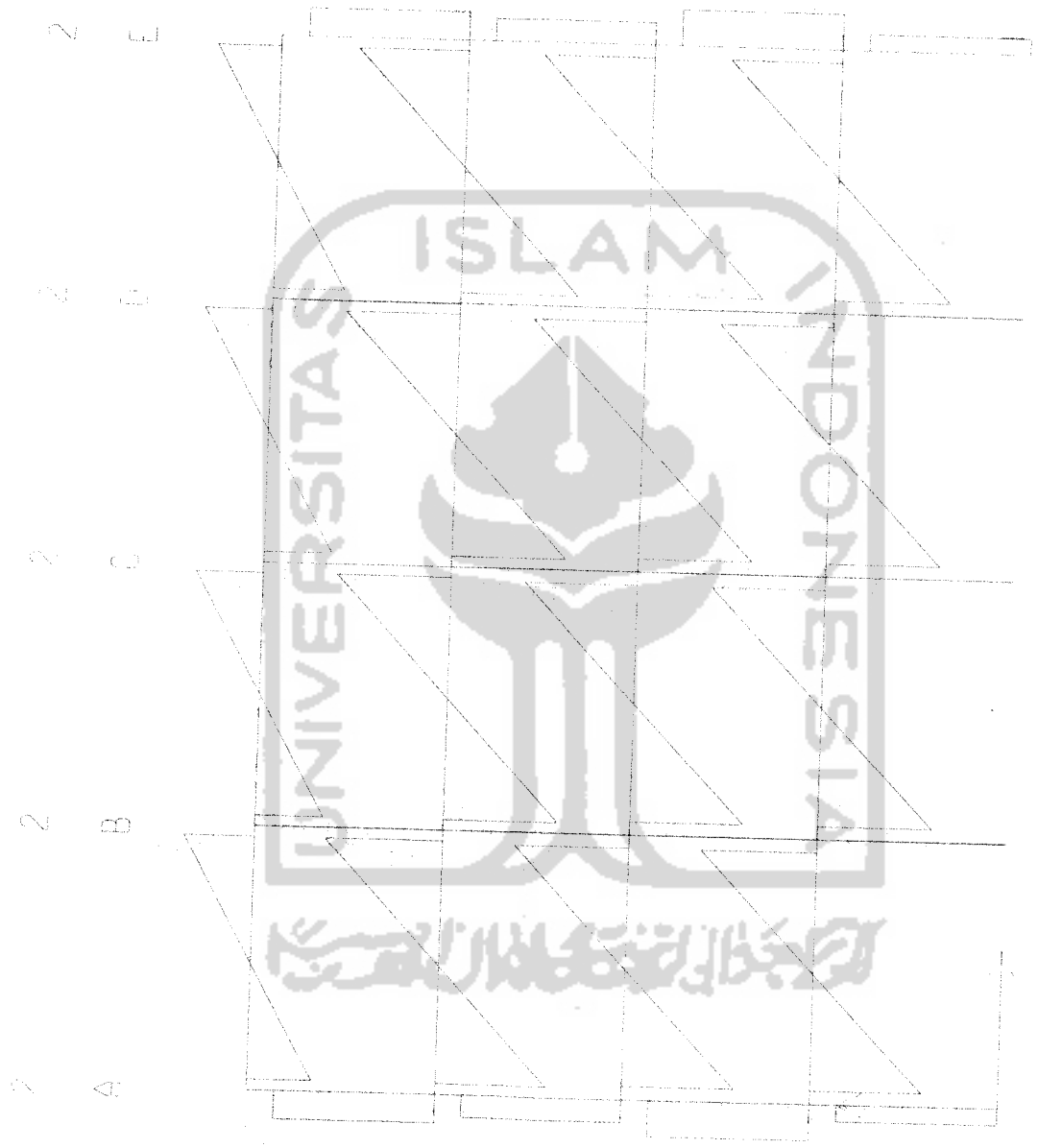
2 E

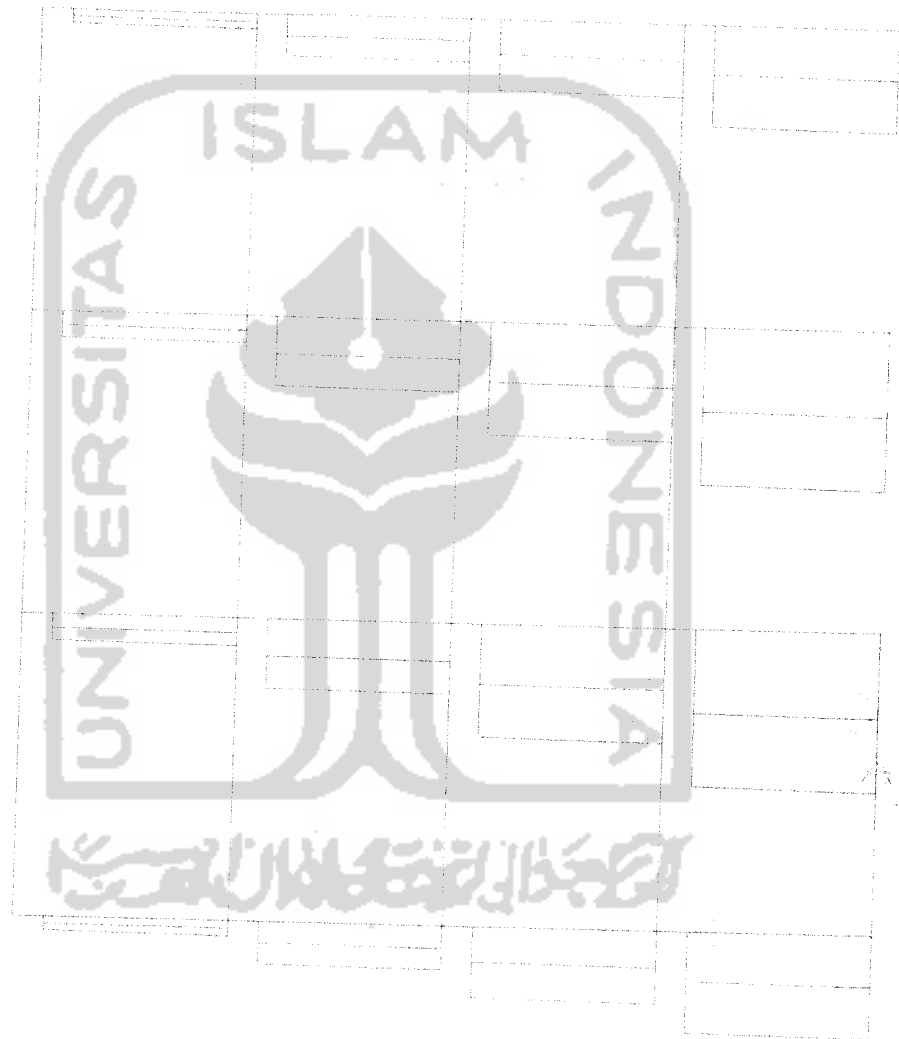




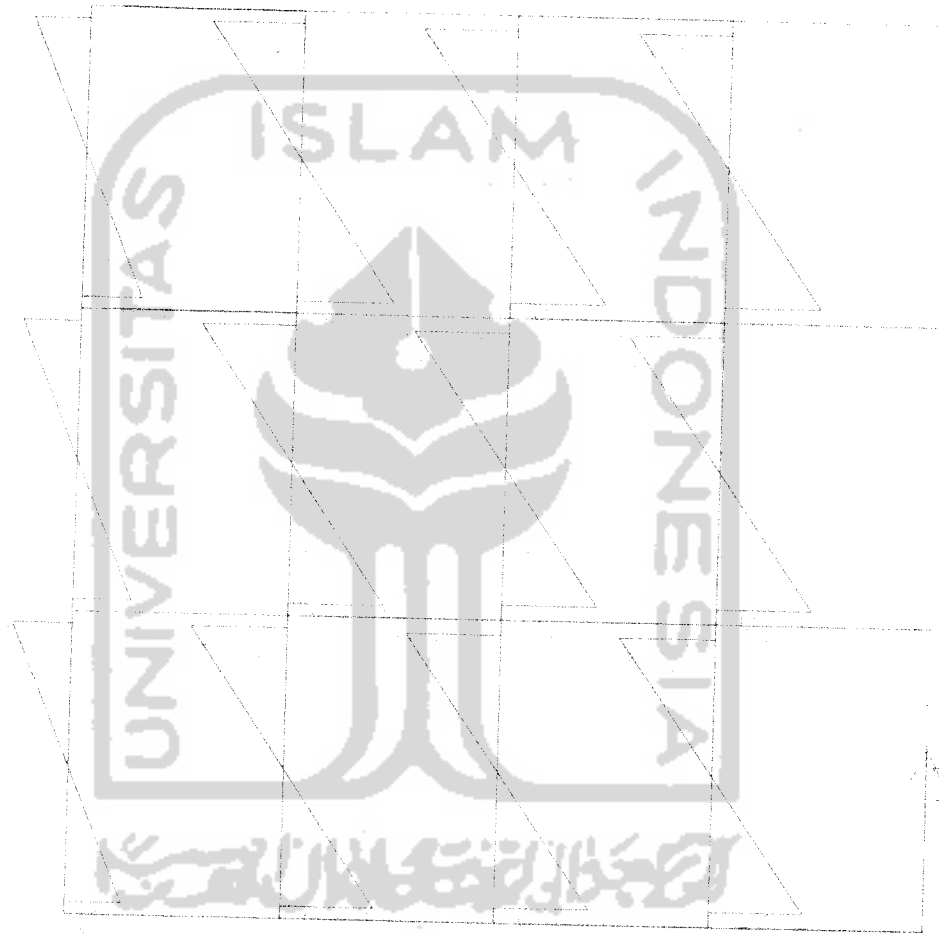




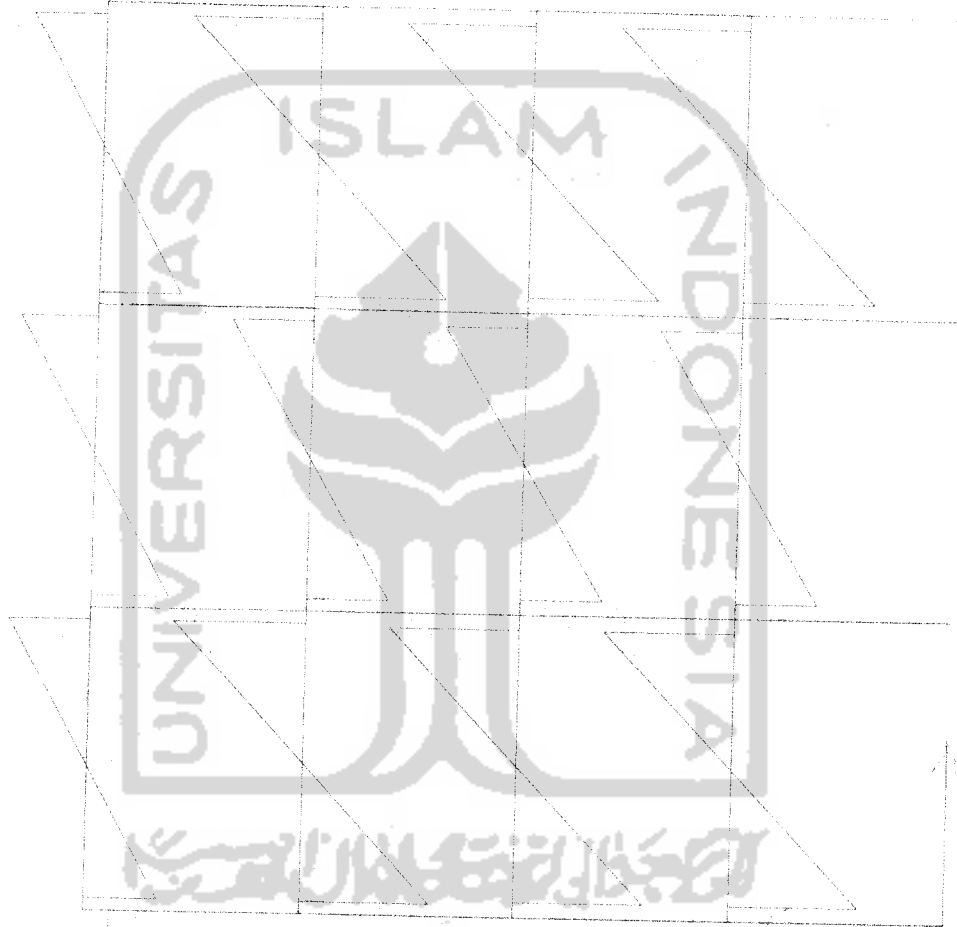


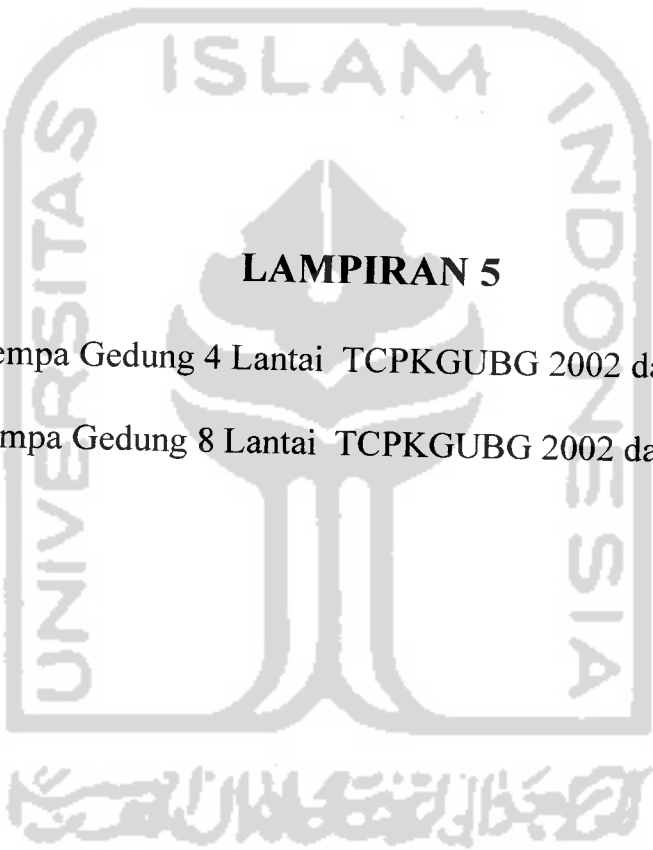


1 2 3 4



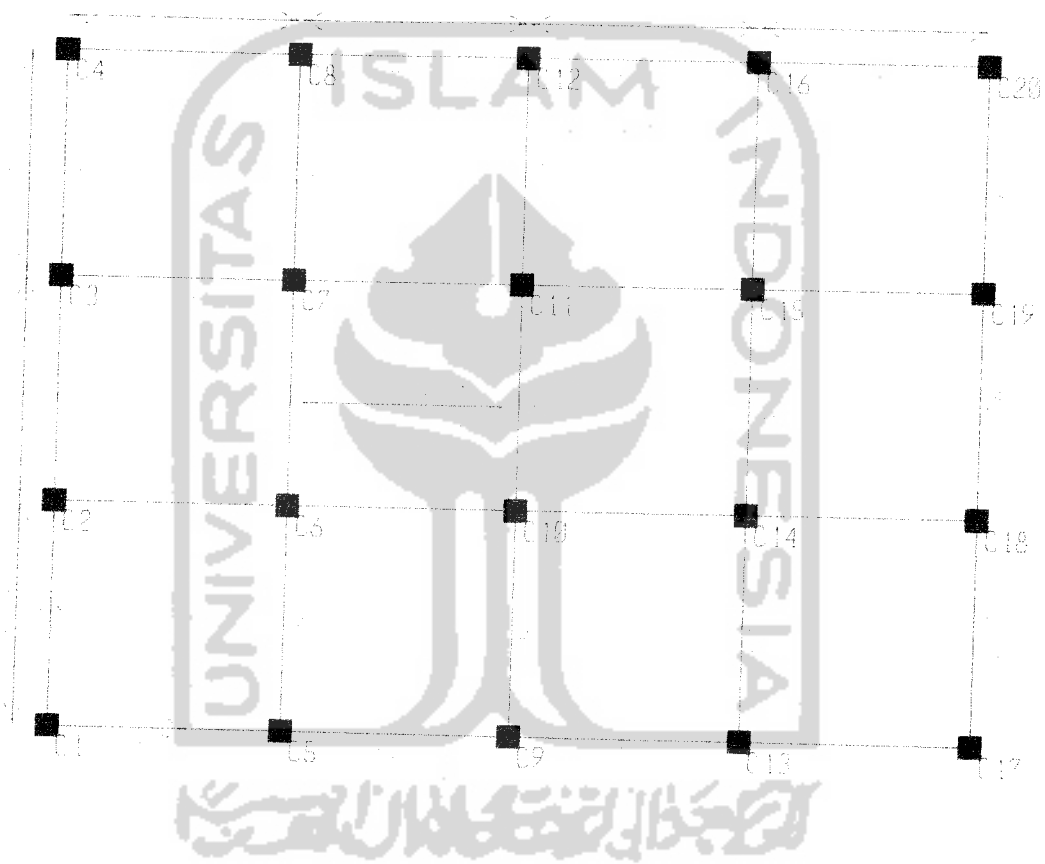
1 2 3 4

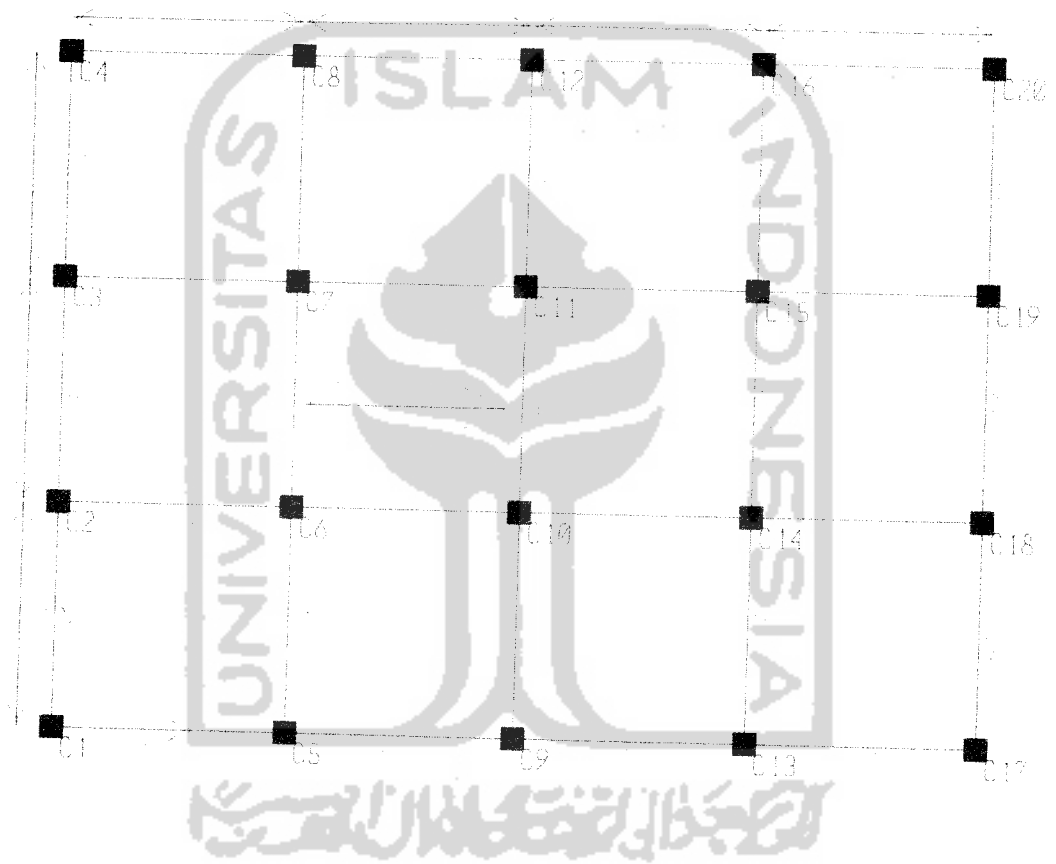


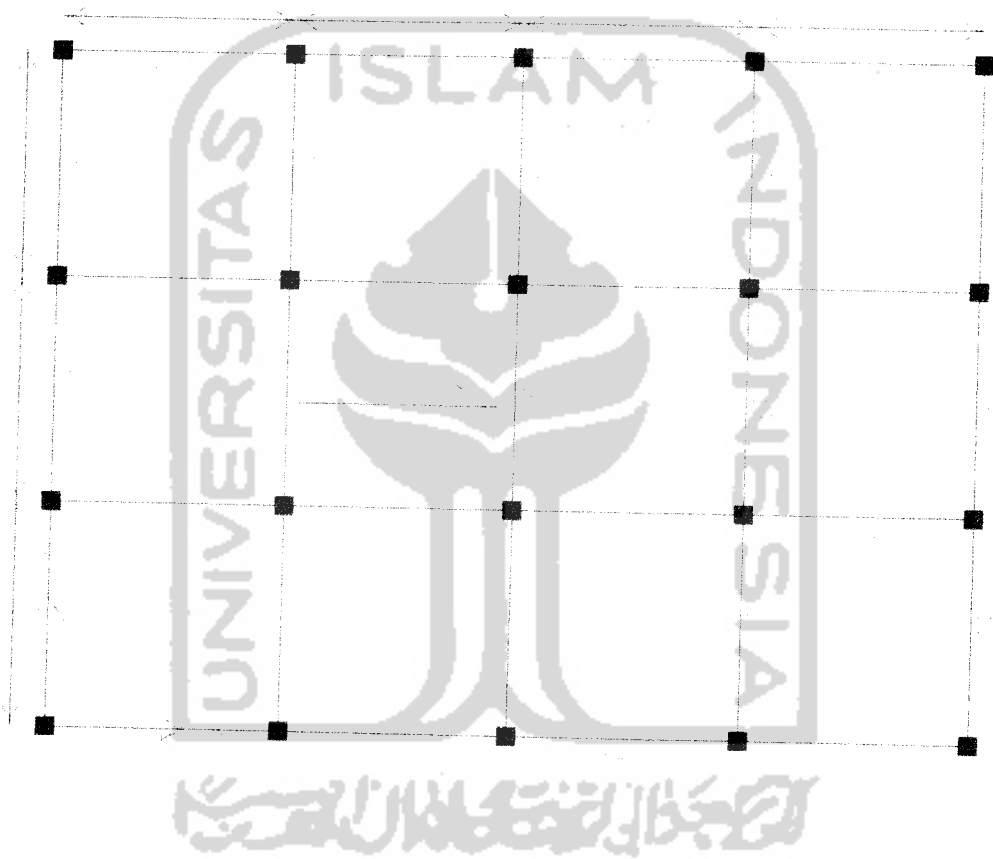
The background of the page features a large, light gray watermark of the Universitas Islam Indonesia logo. The logo is a shield-shaped emblem with the word "ISLAM" at the top, "UNIVERSITAS" on the left, and "INDONESIA" on the right. In the center is a stylized tree or plant. Below the shield is a line of Arabic calligraphy.

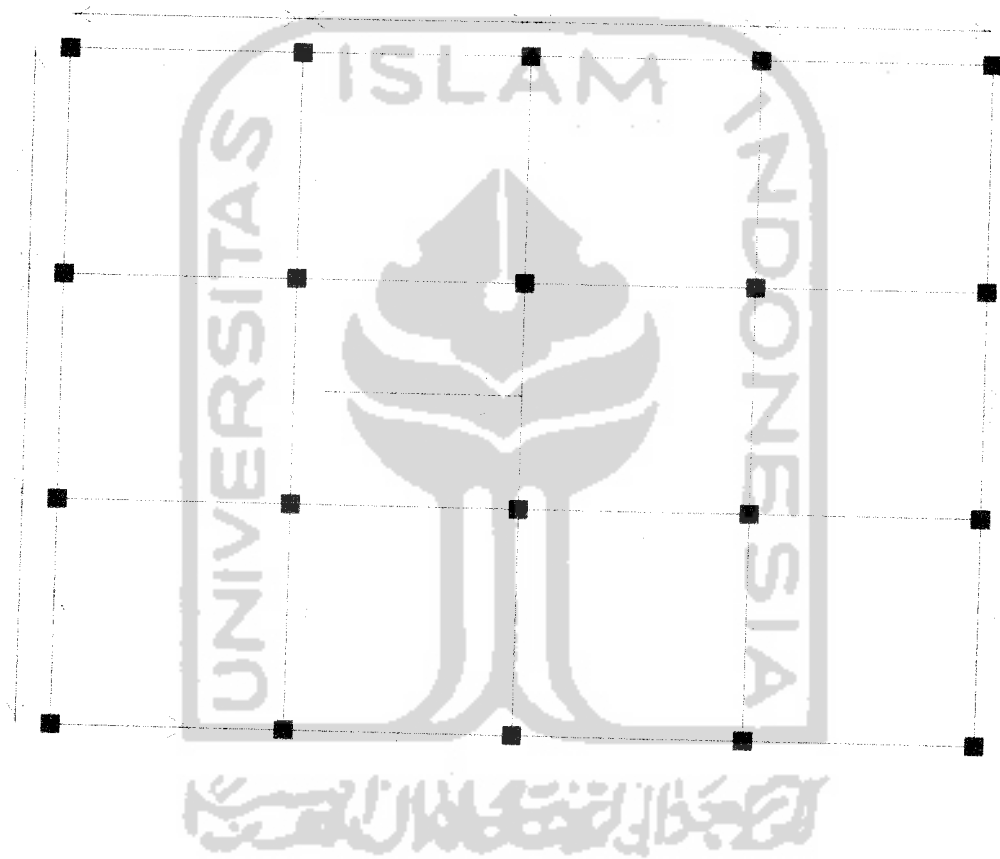
LAMPIRAN 5

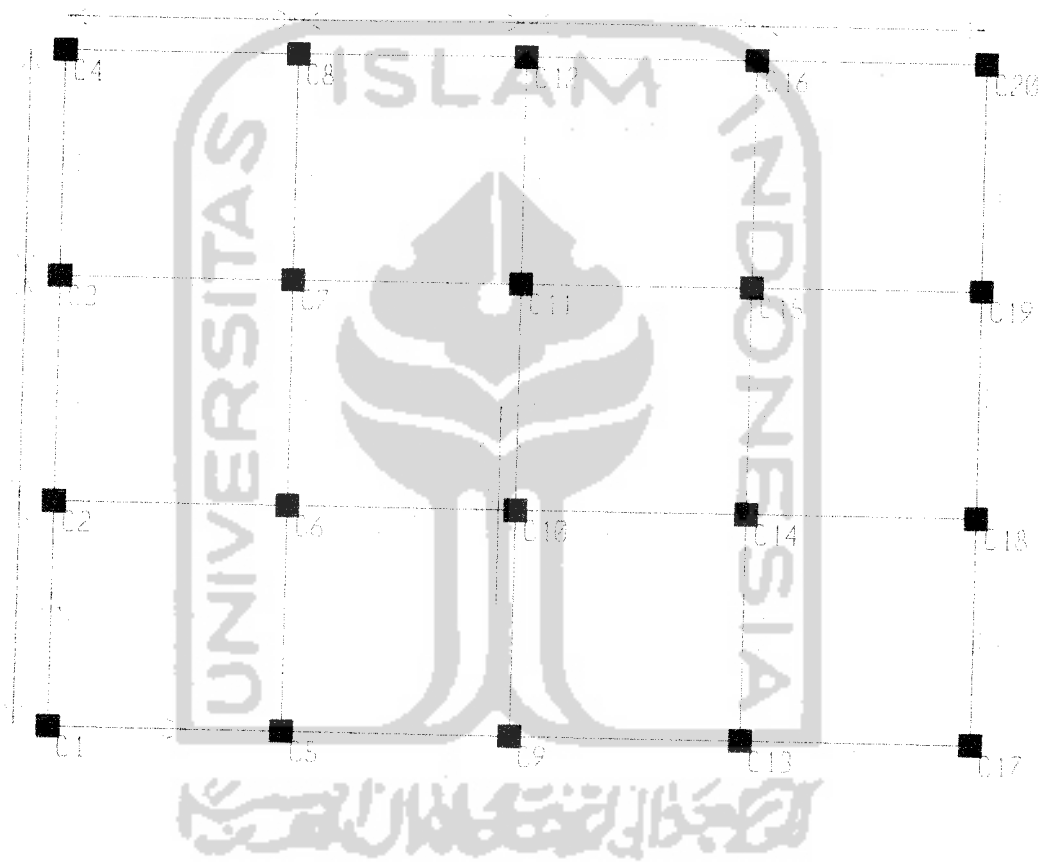
1. Gambar Gaya Gempa Gedung 4 Lantai TCPKGUBG 2002 dan PPKGRG 1987
2. Gambar Gaya Gempa Gedung 8 Lantai TCPKGUBG 2002 dan PPKGRG 1987

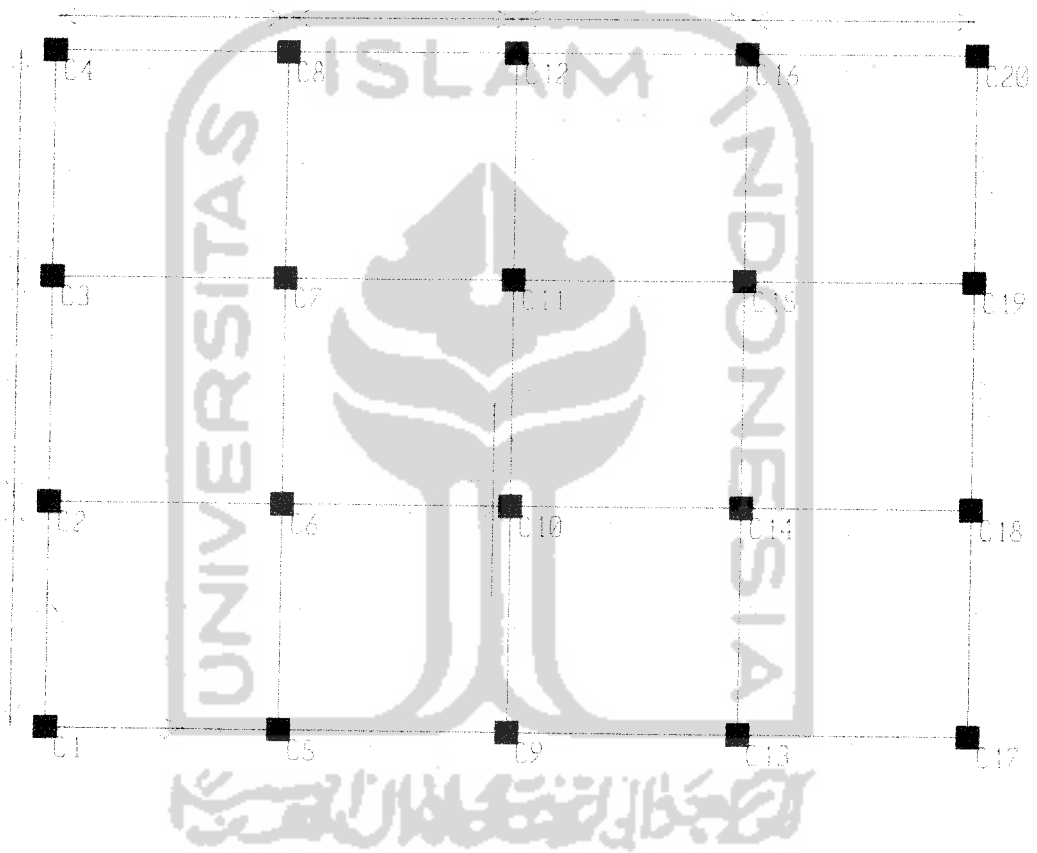


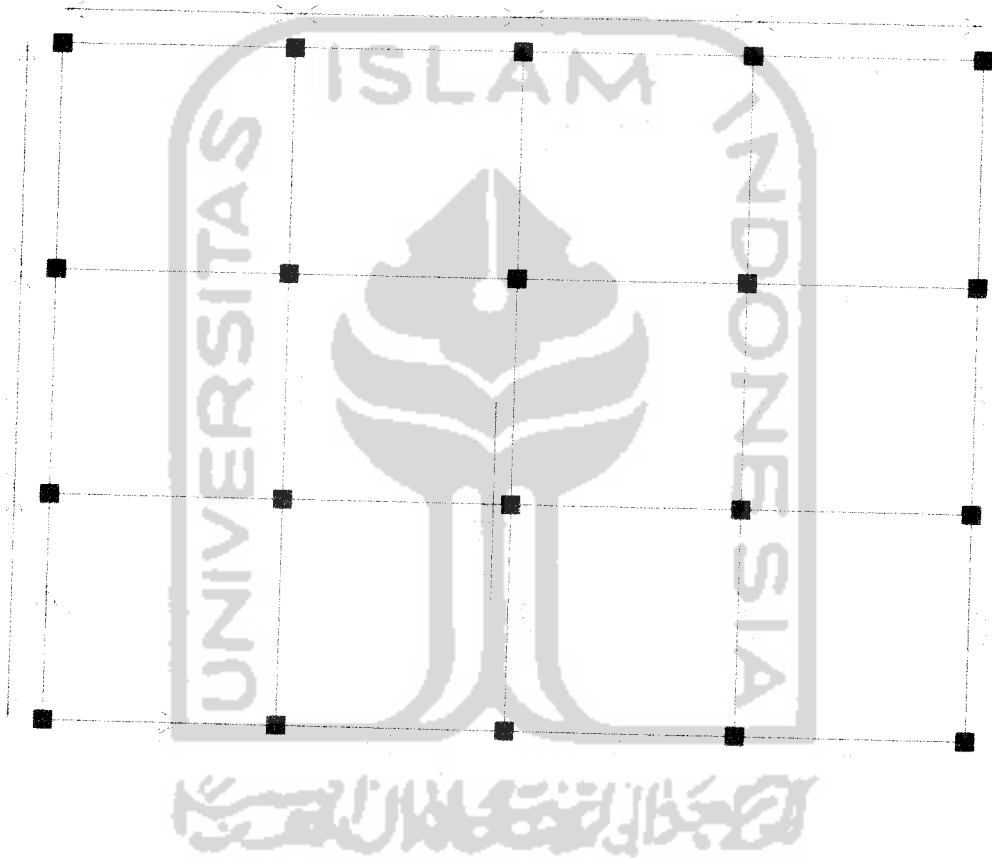


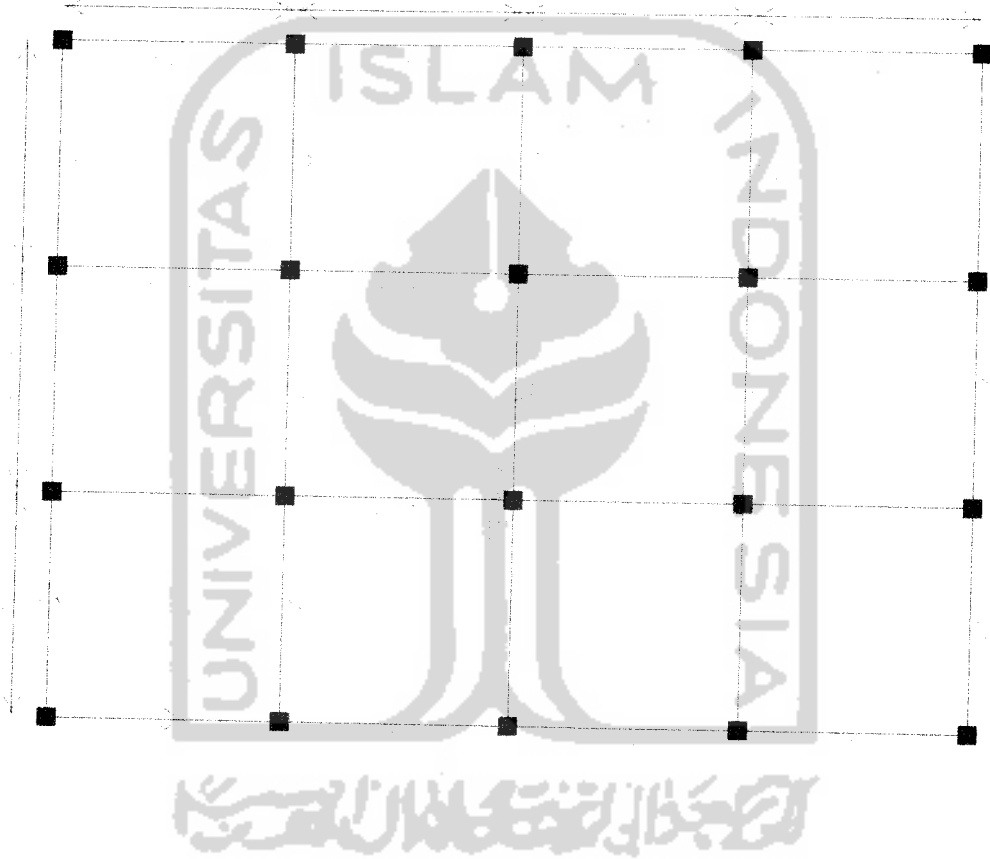


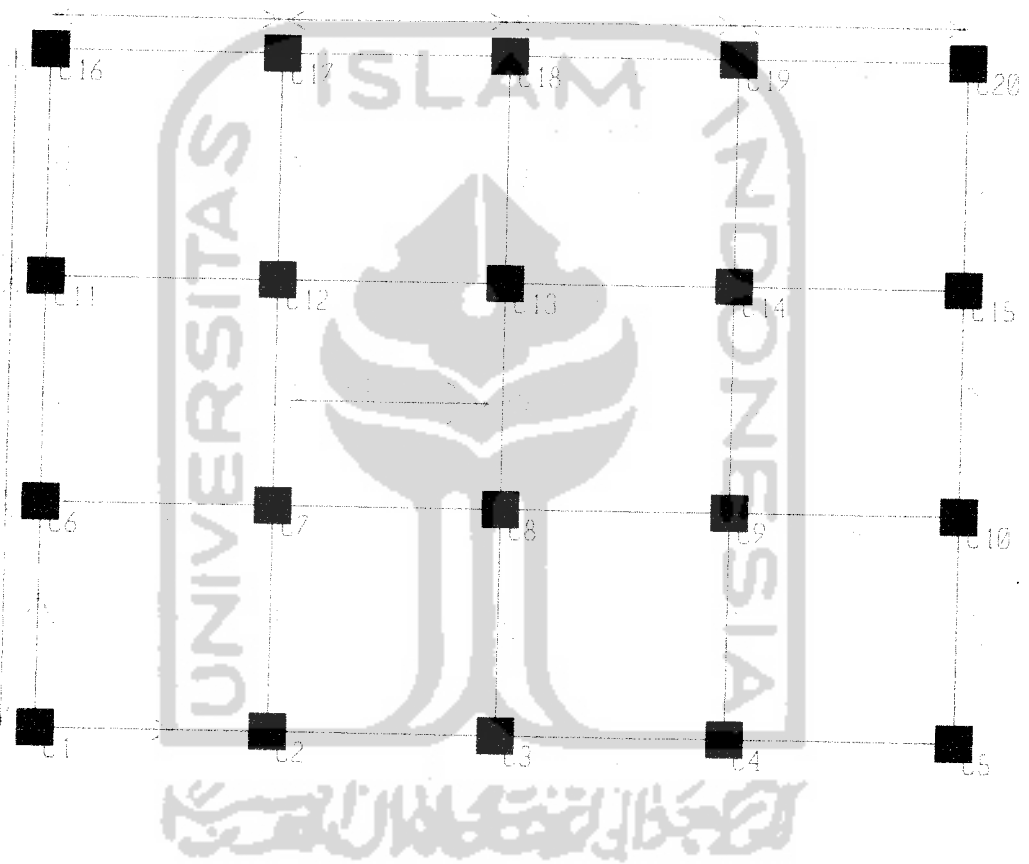


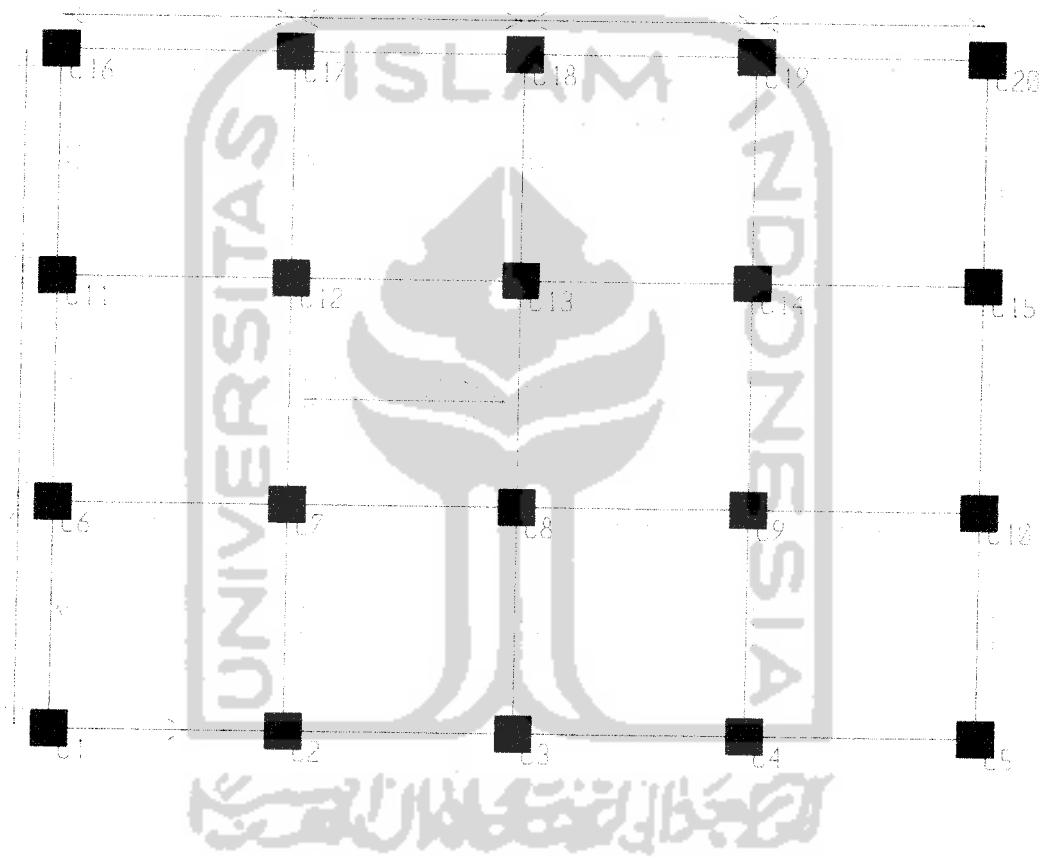


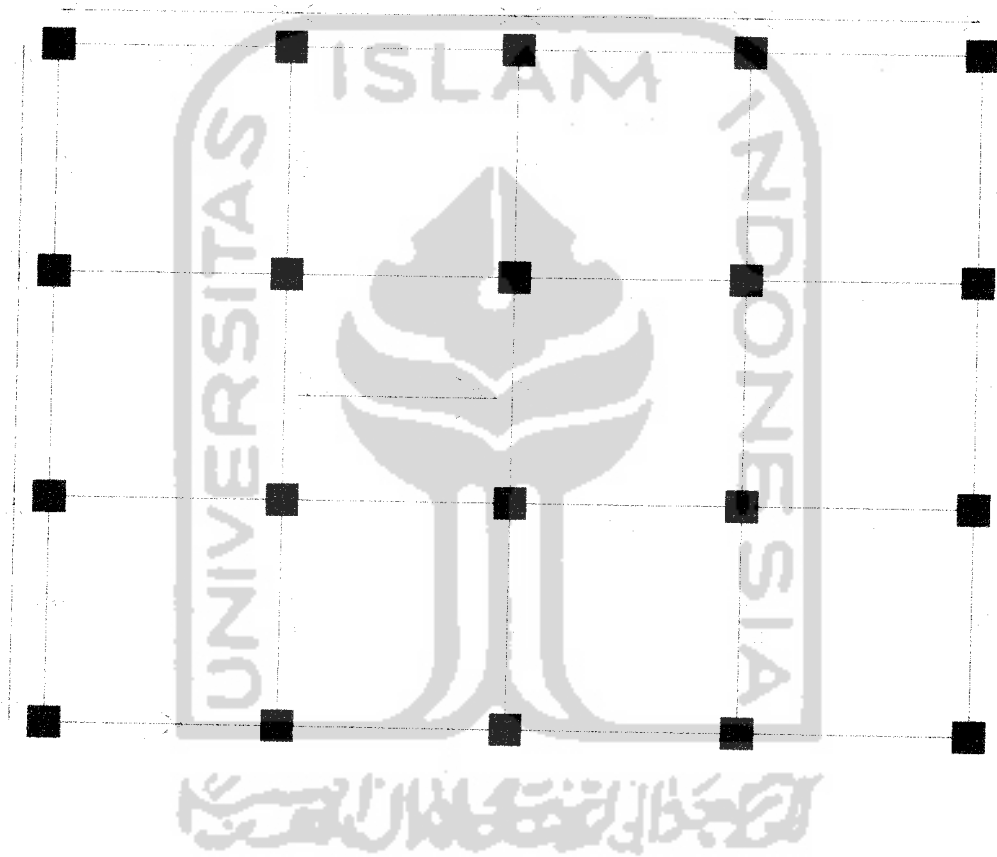


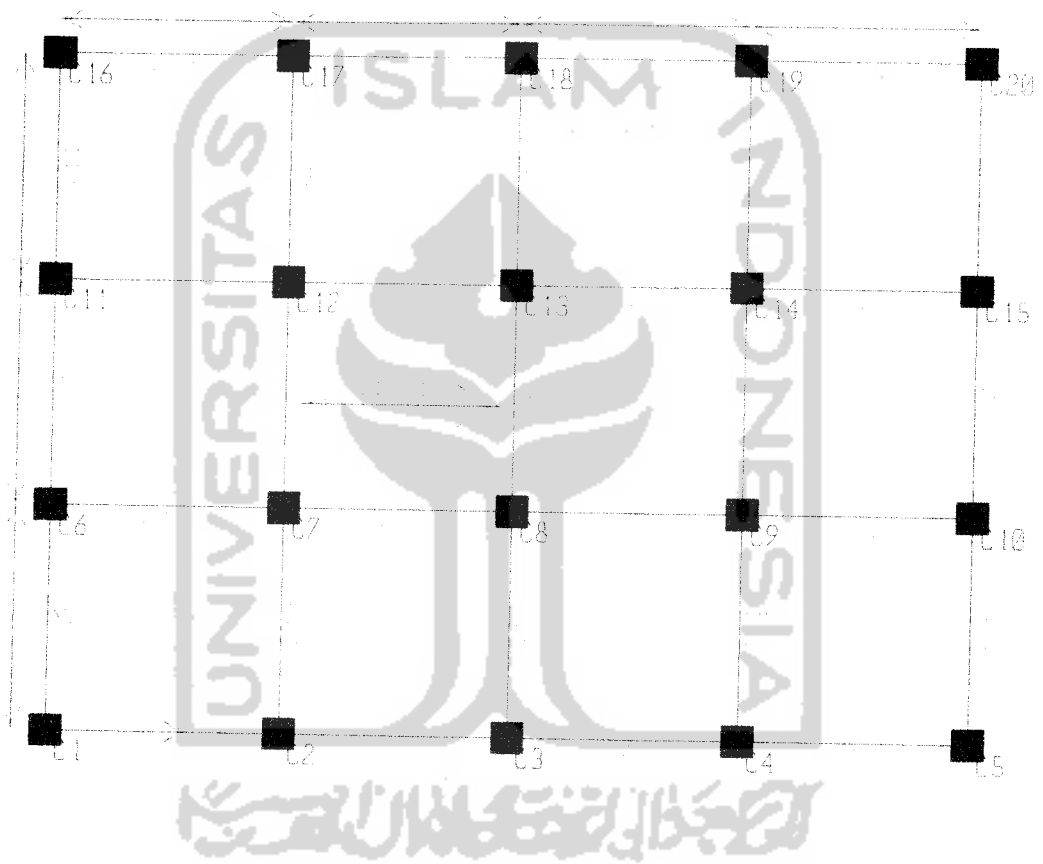


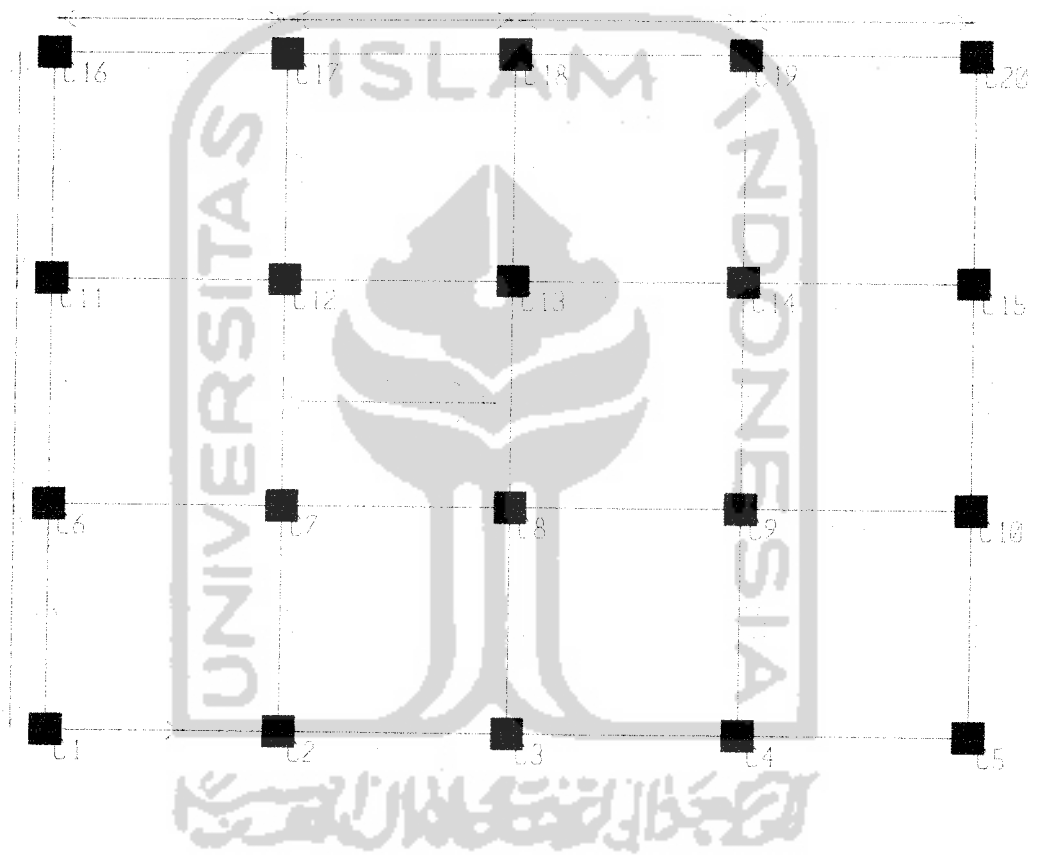


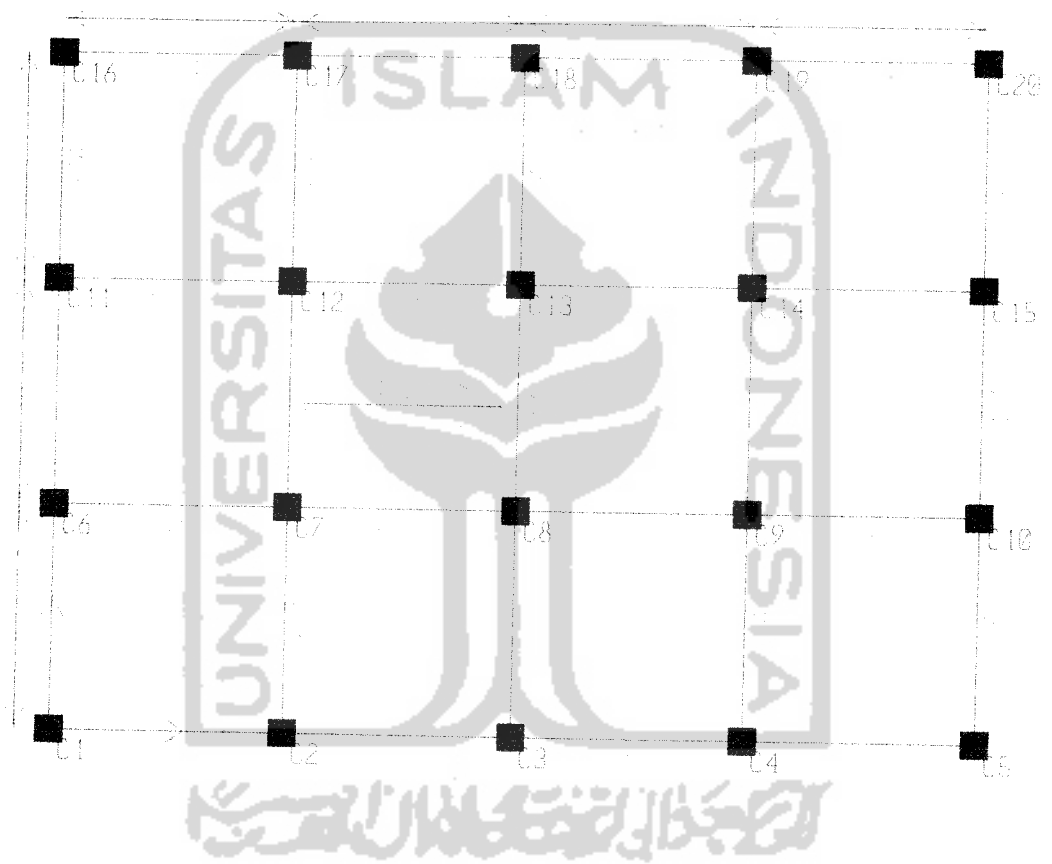


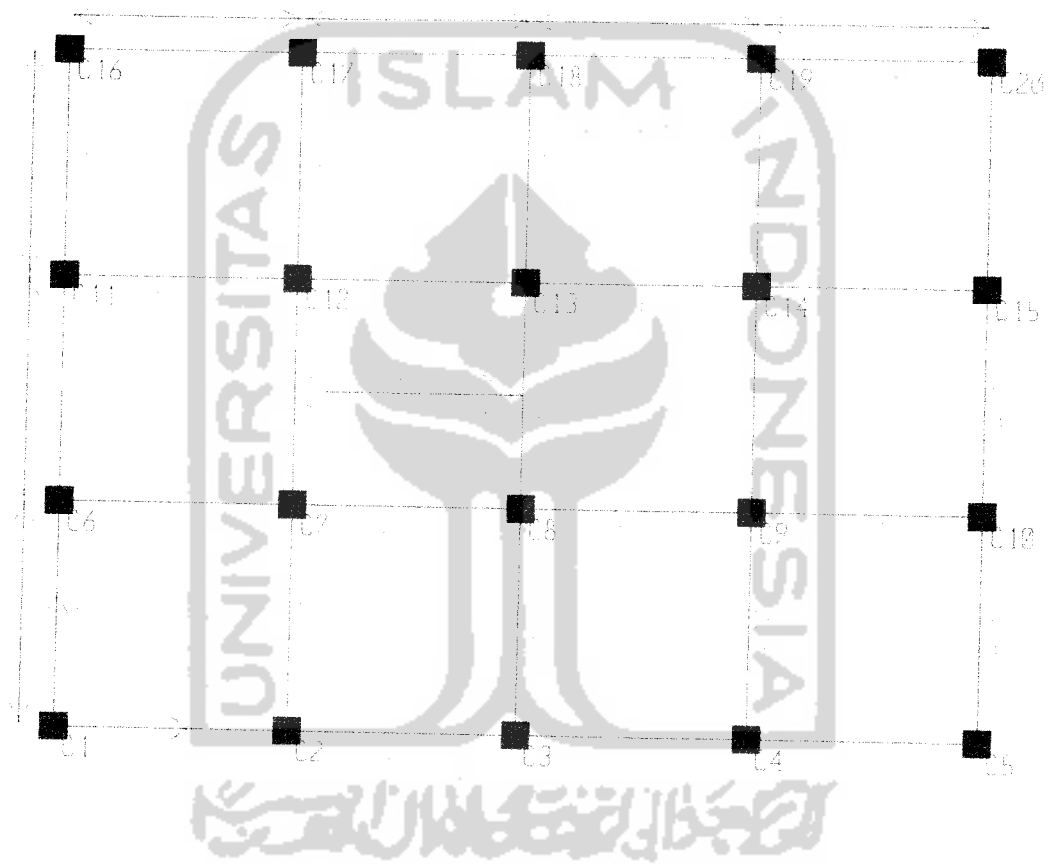


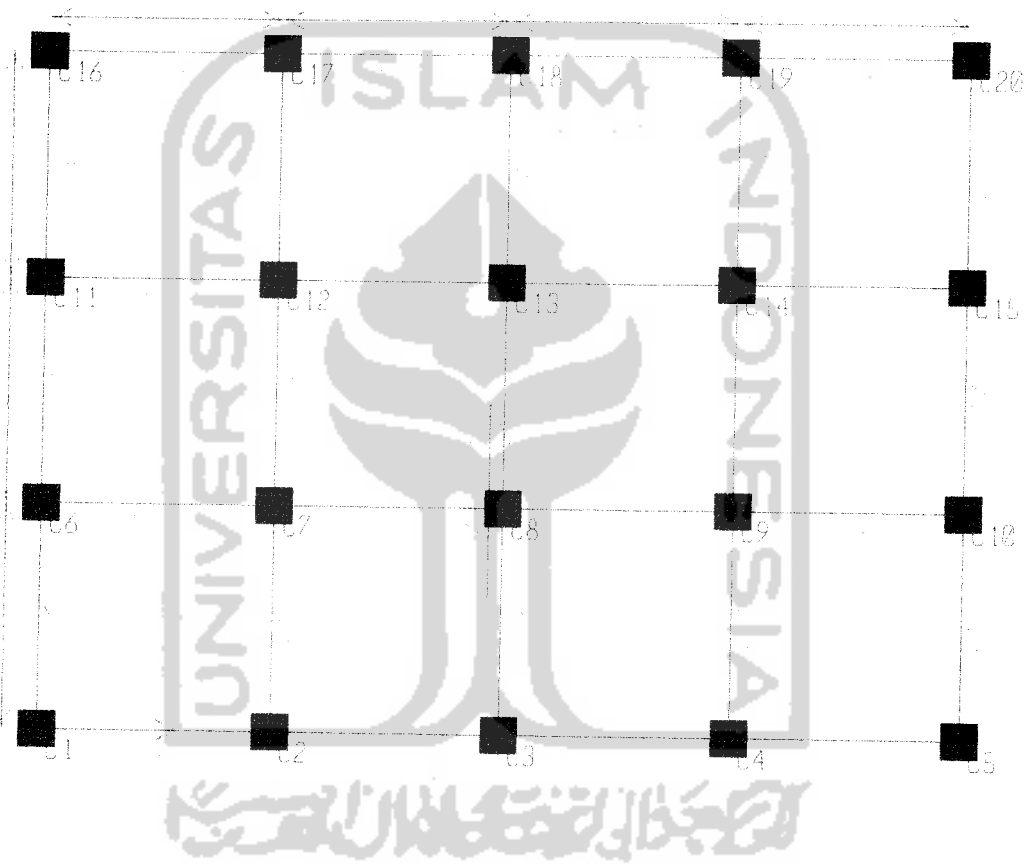


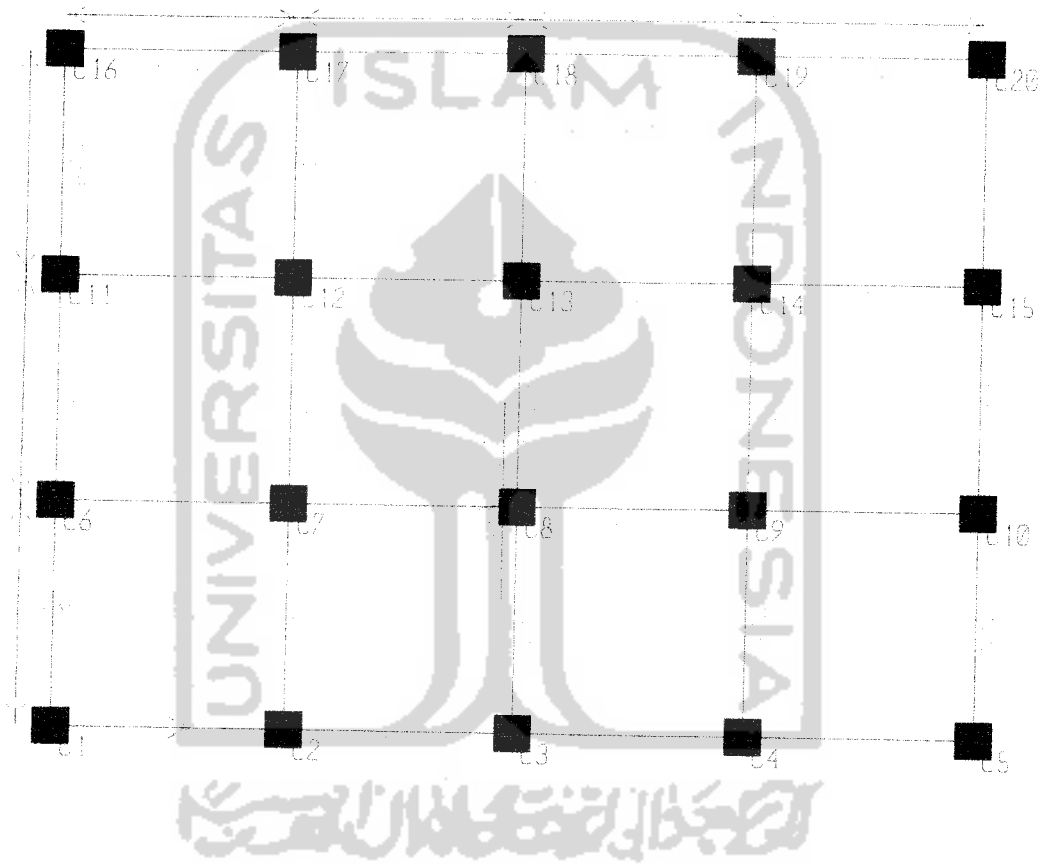


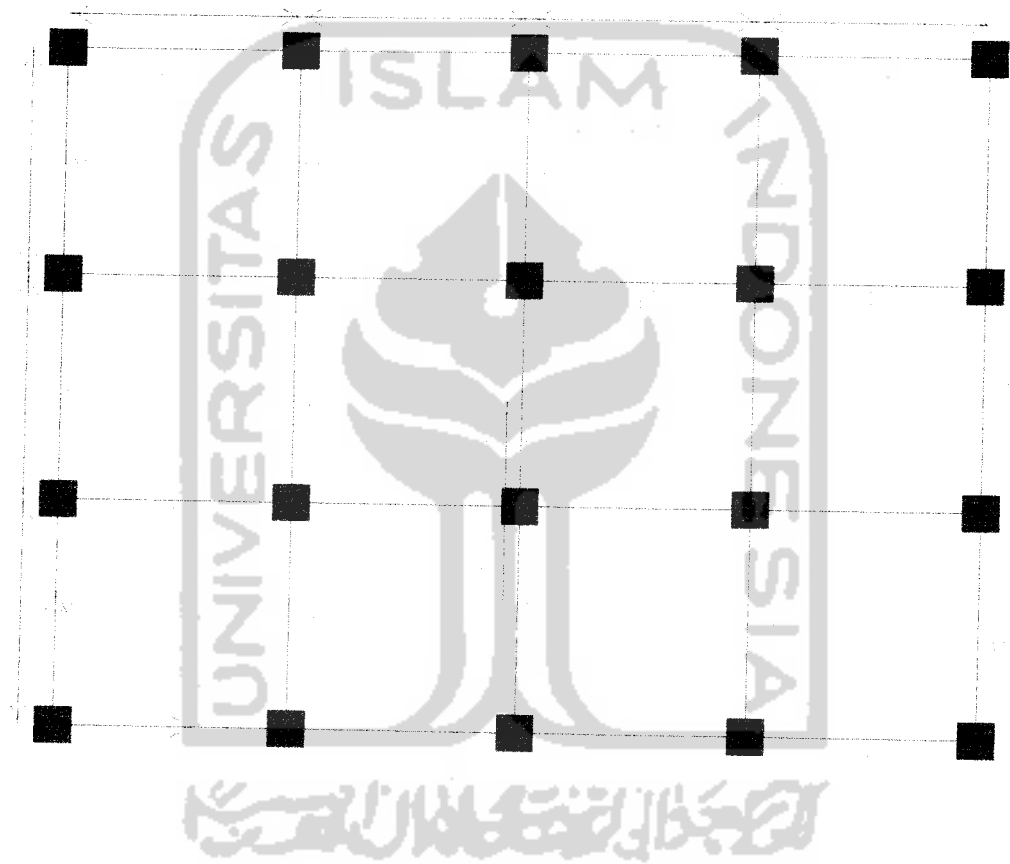


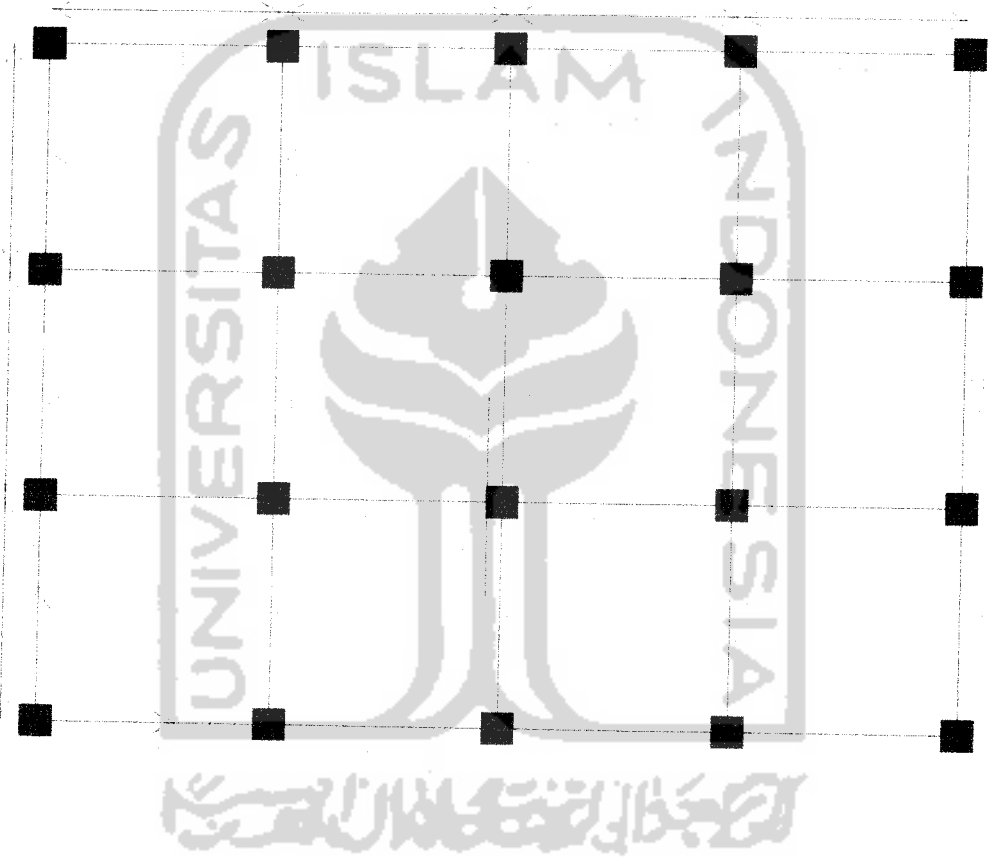


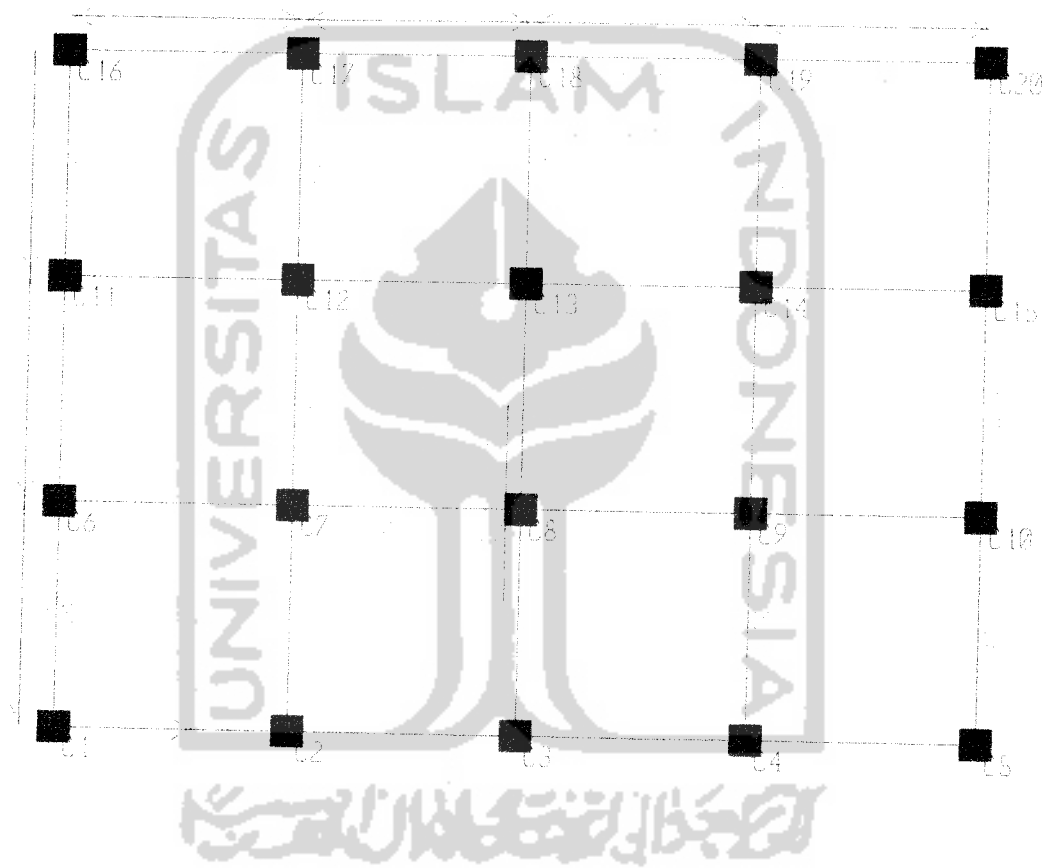


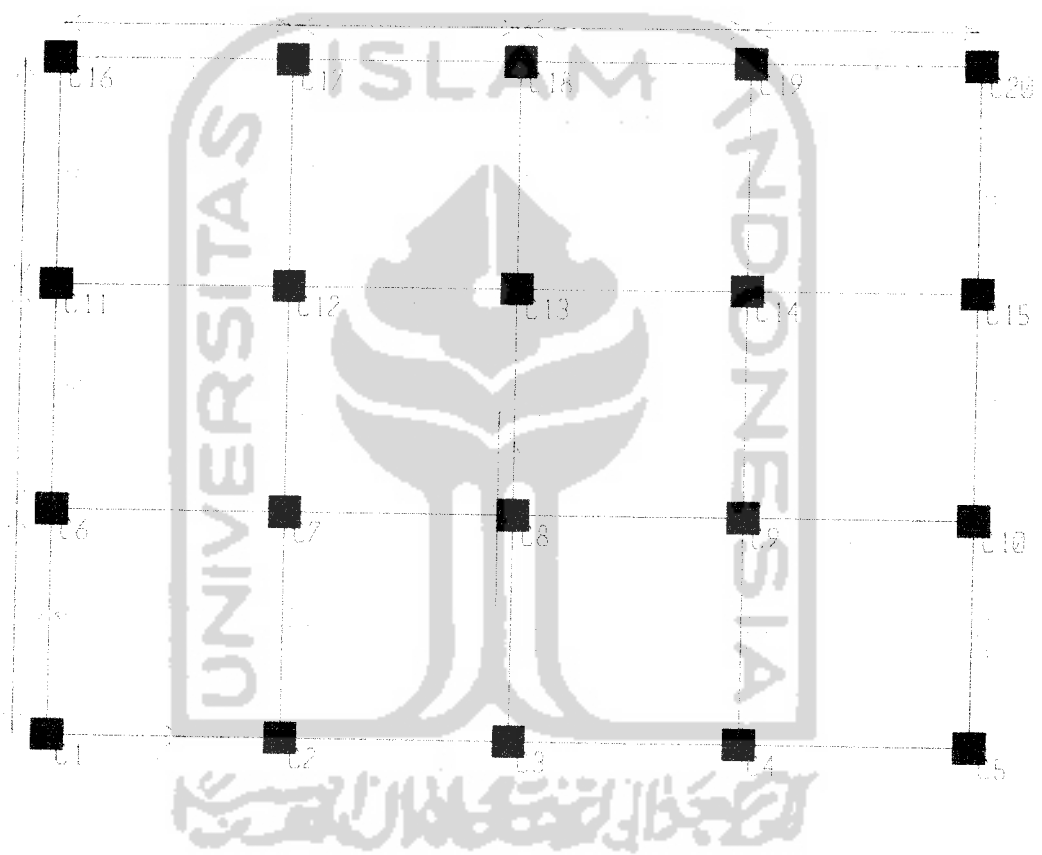


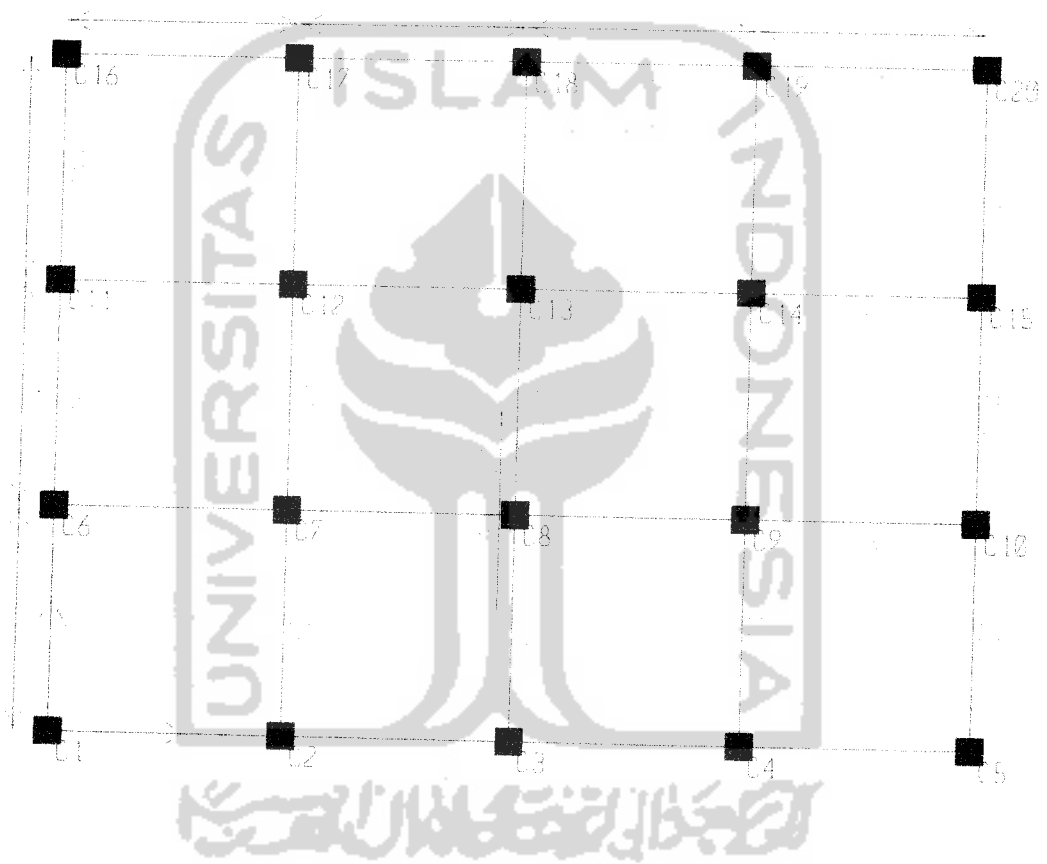


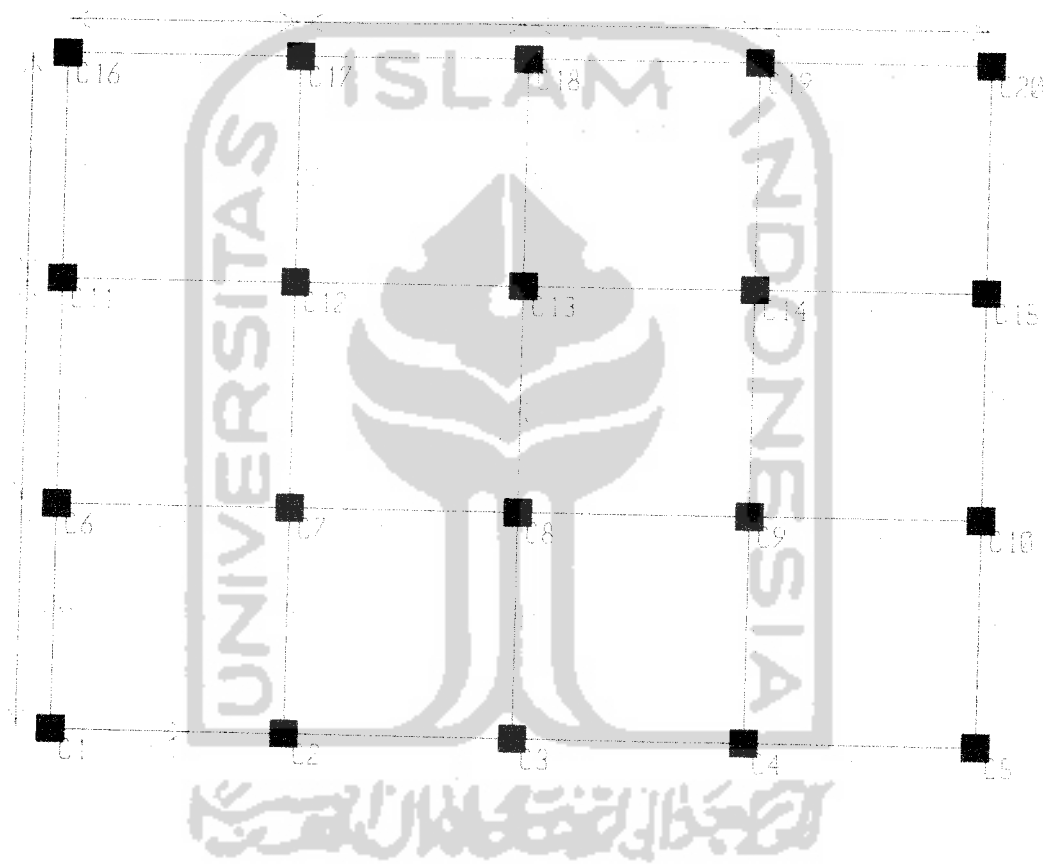


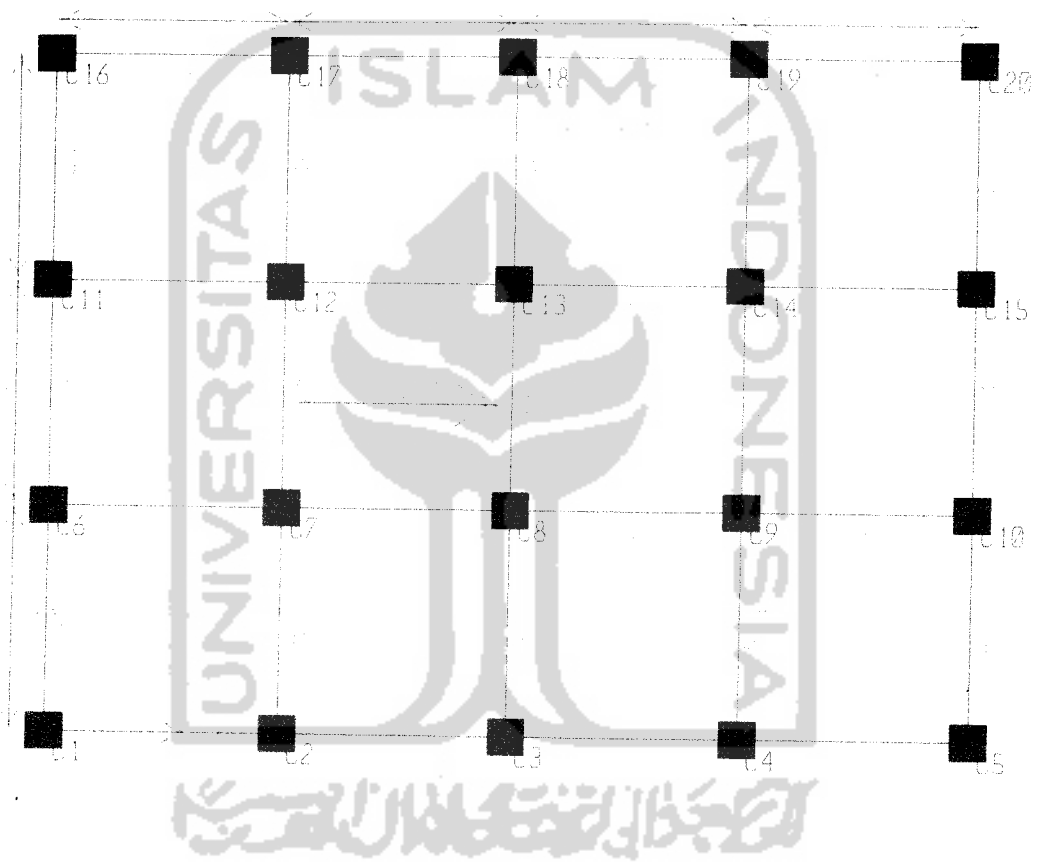


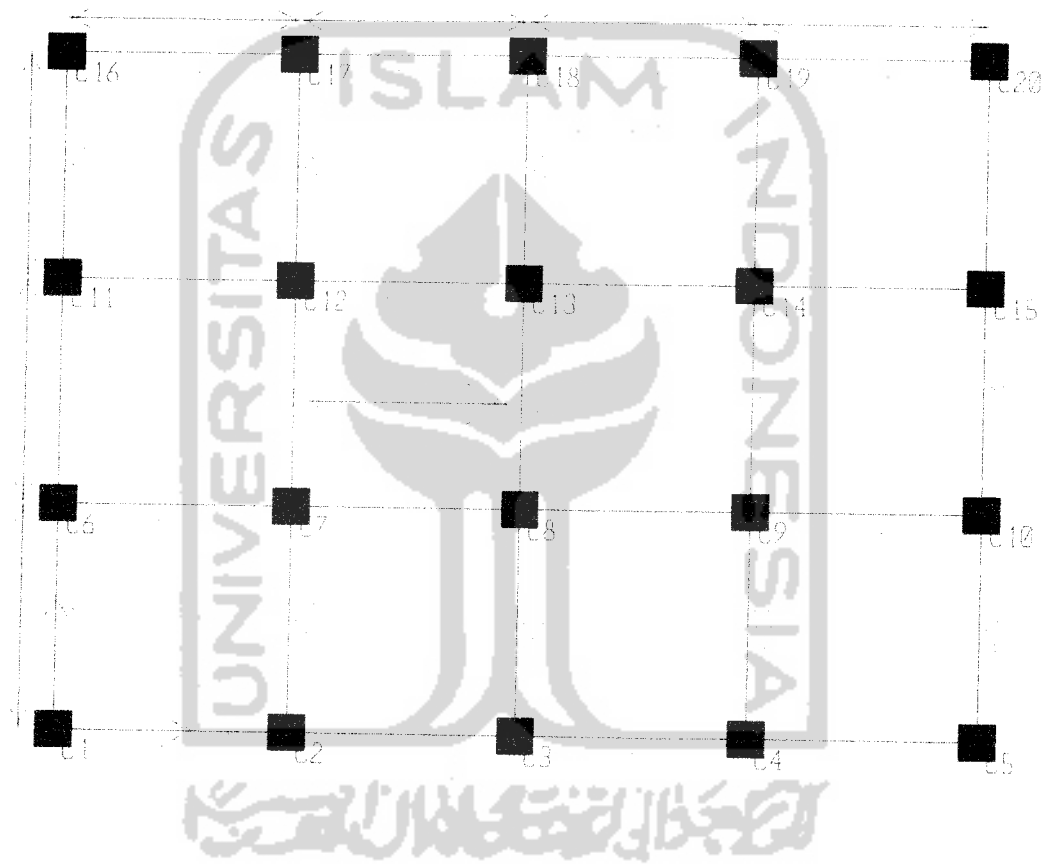


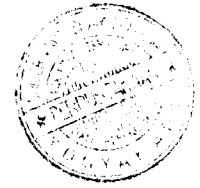
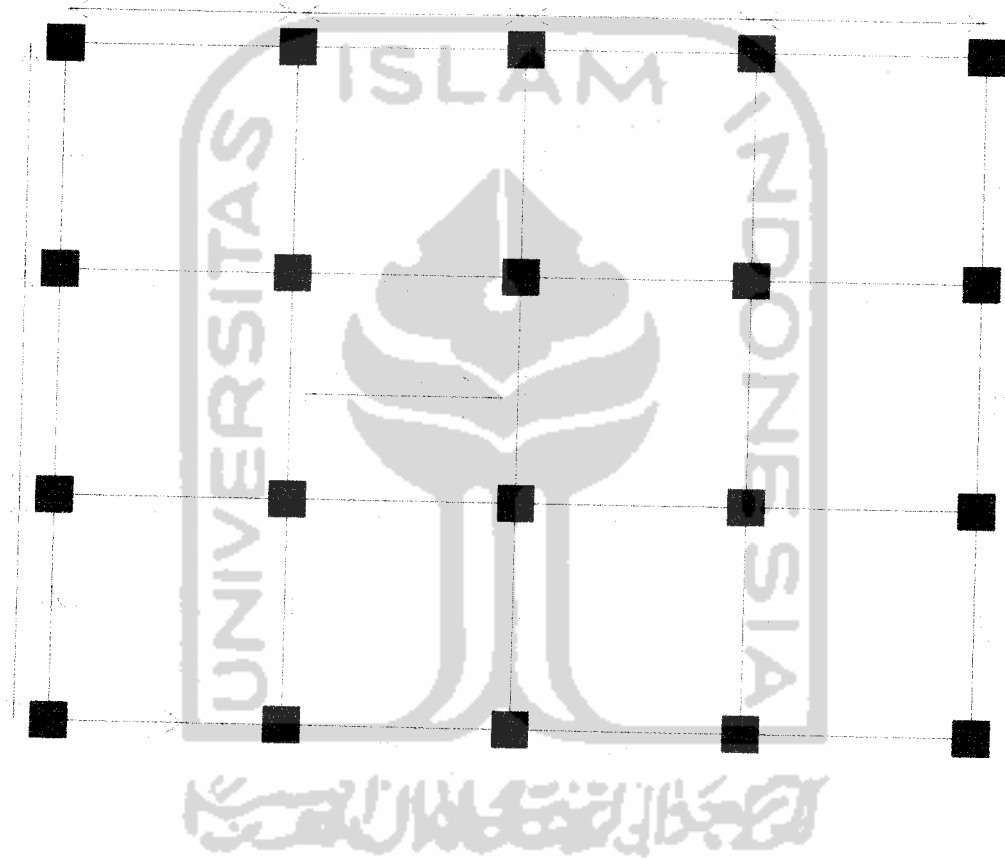


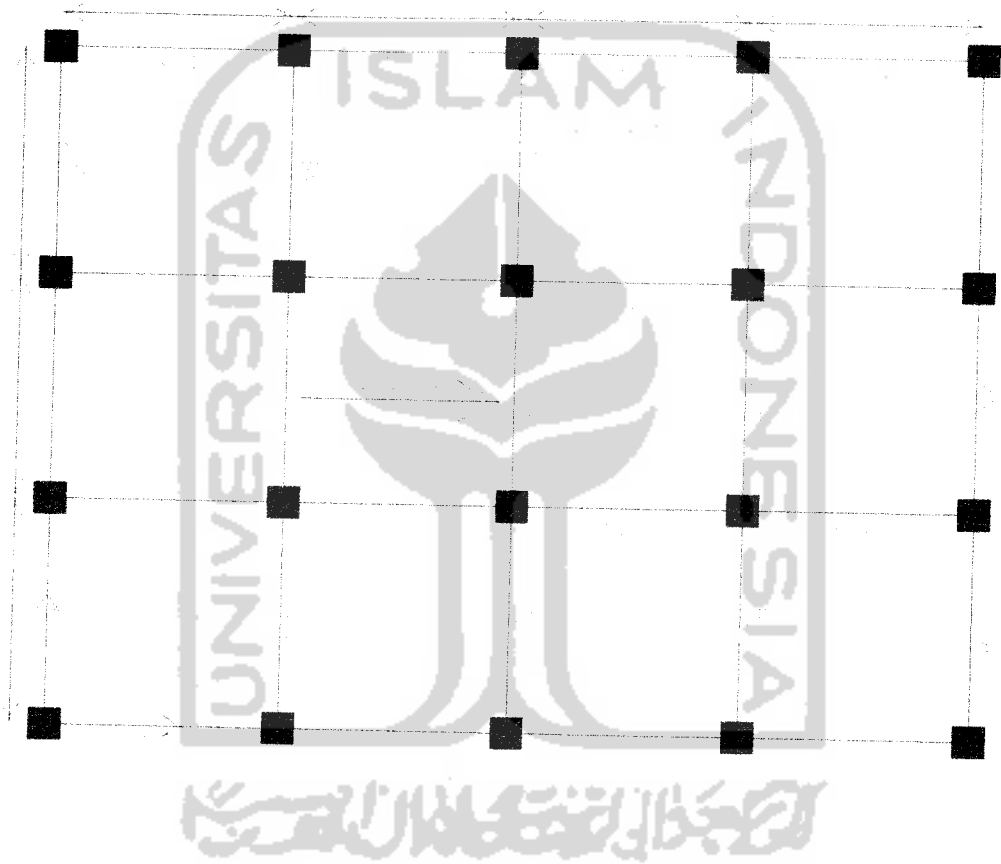


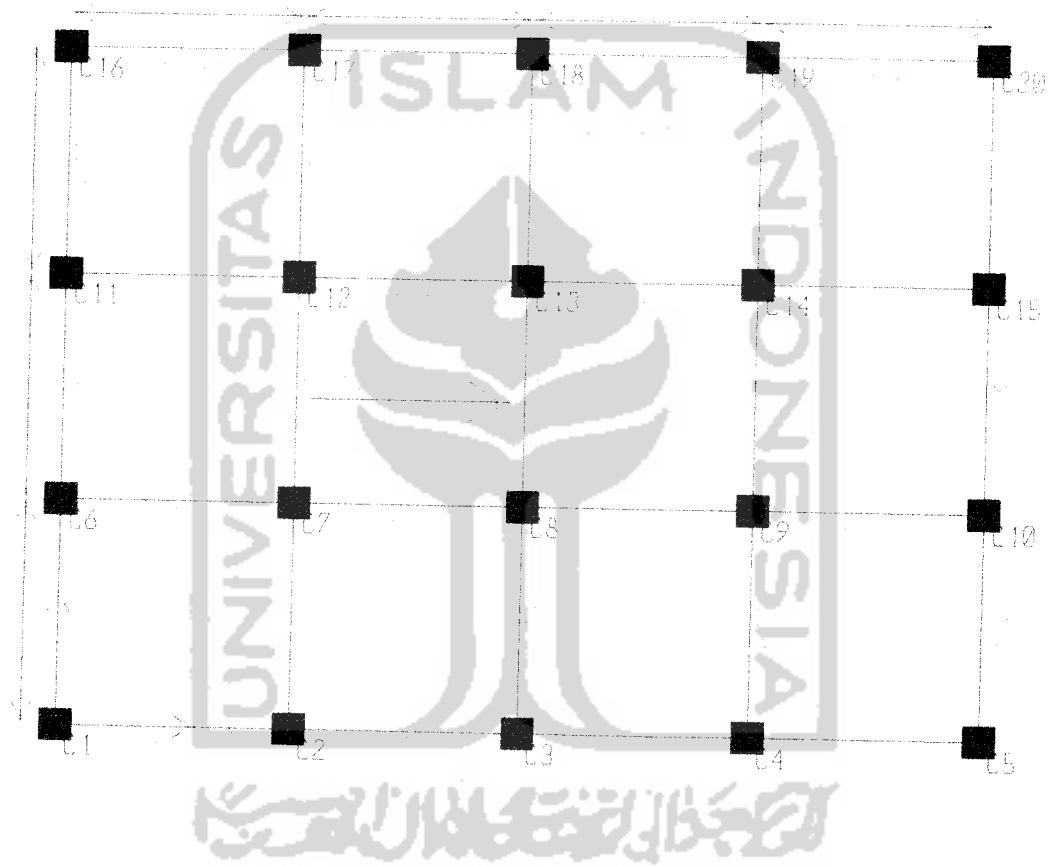


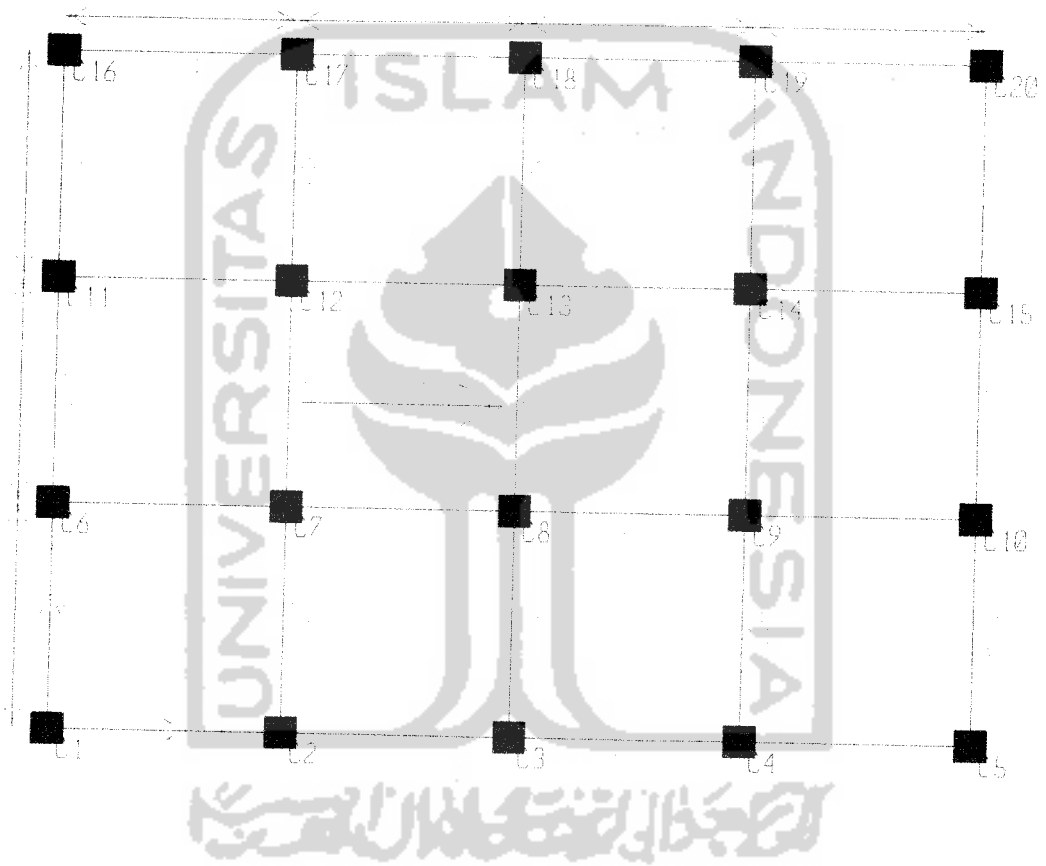


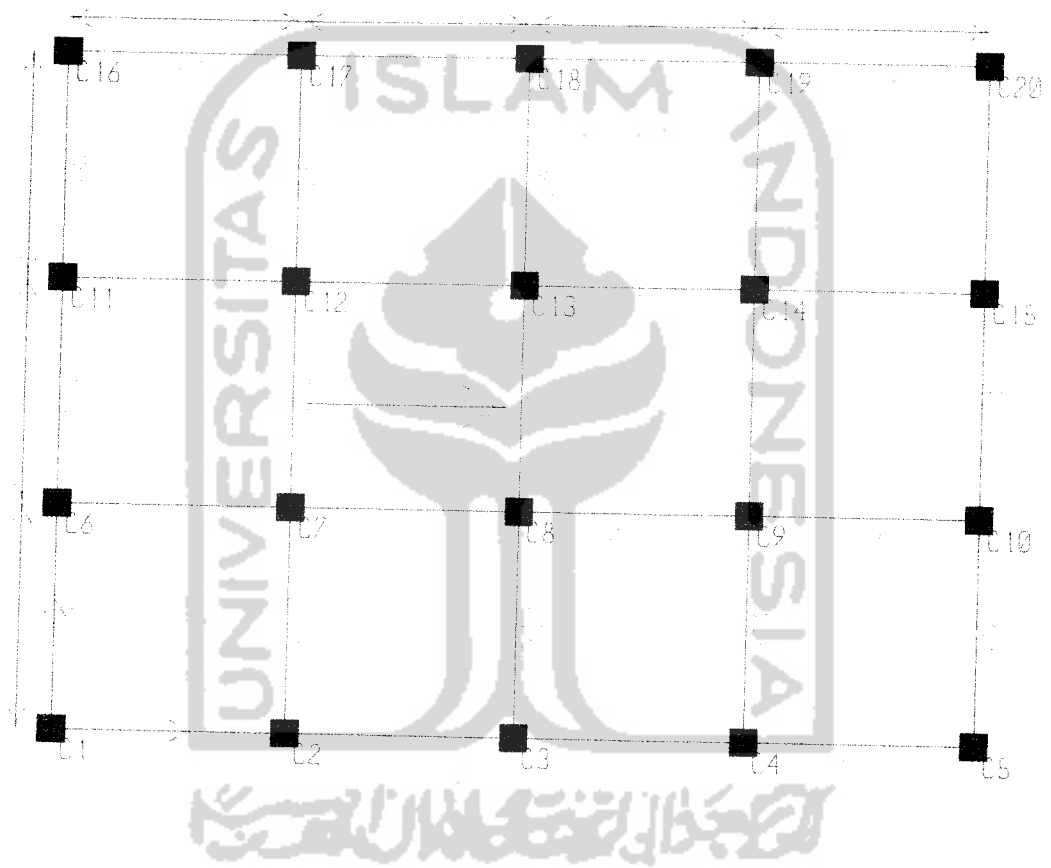


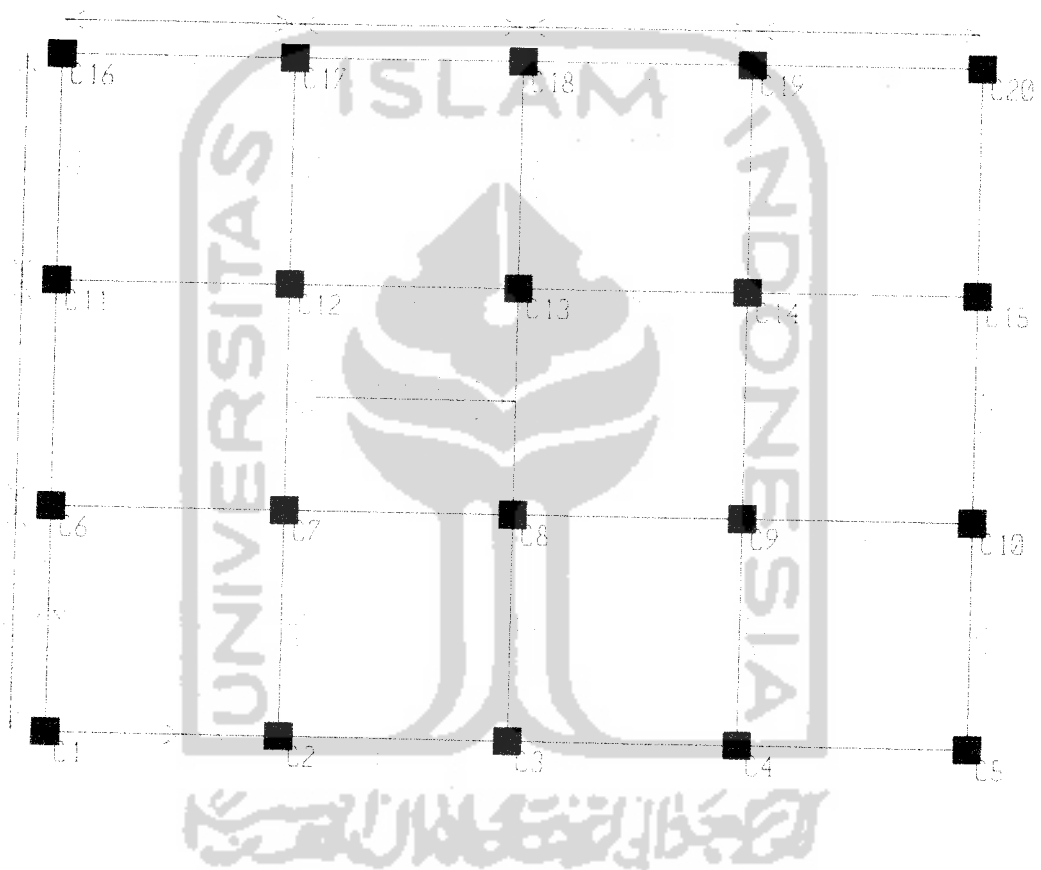


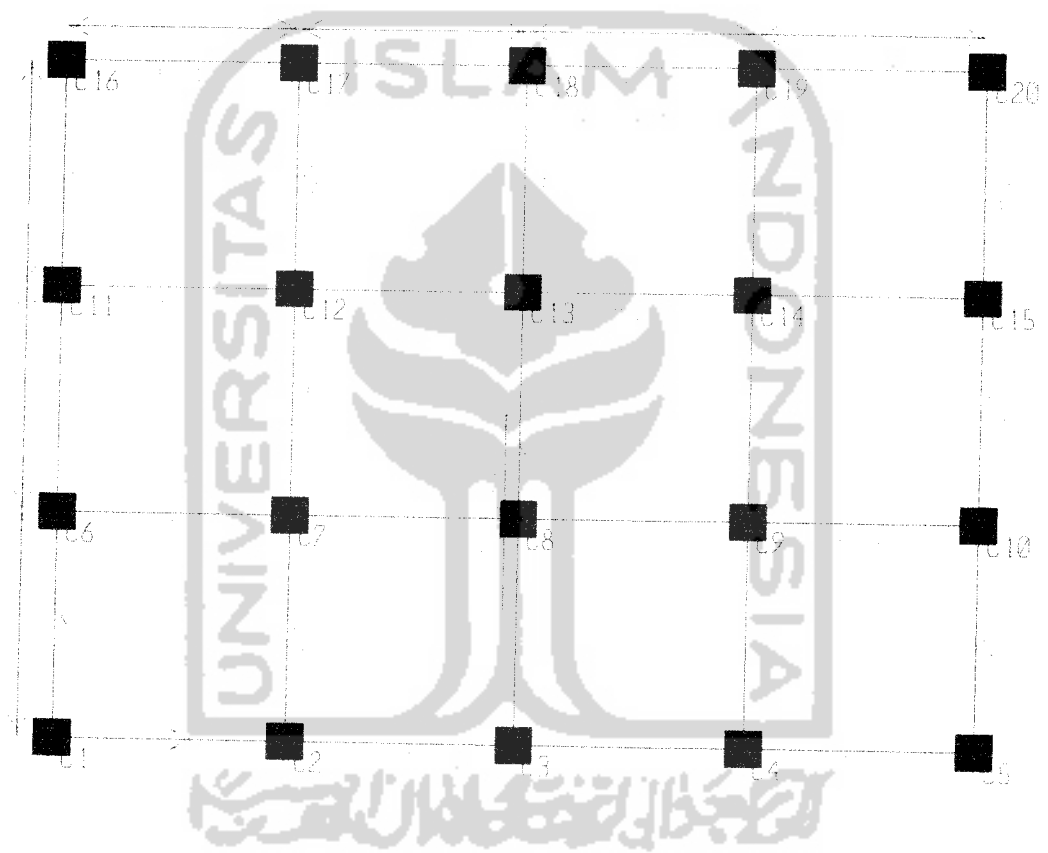


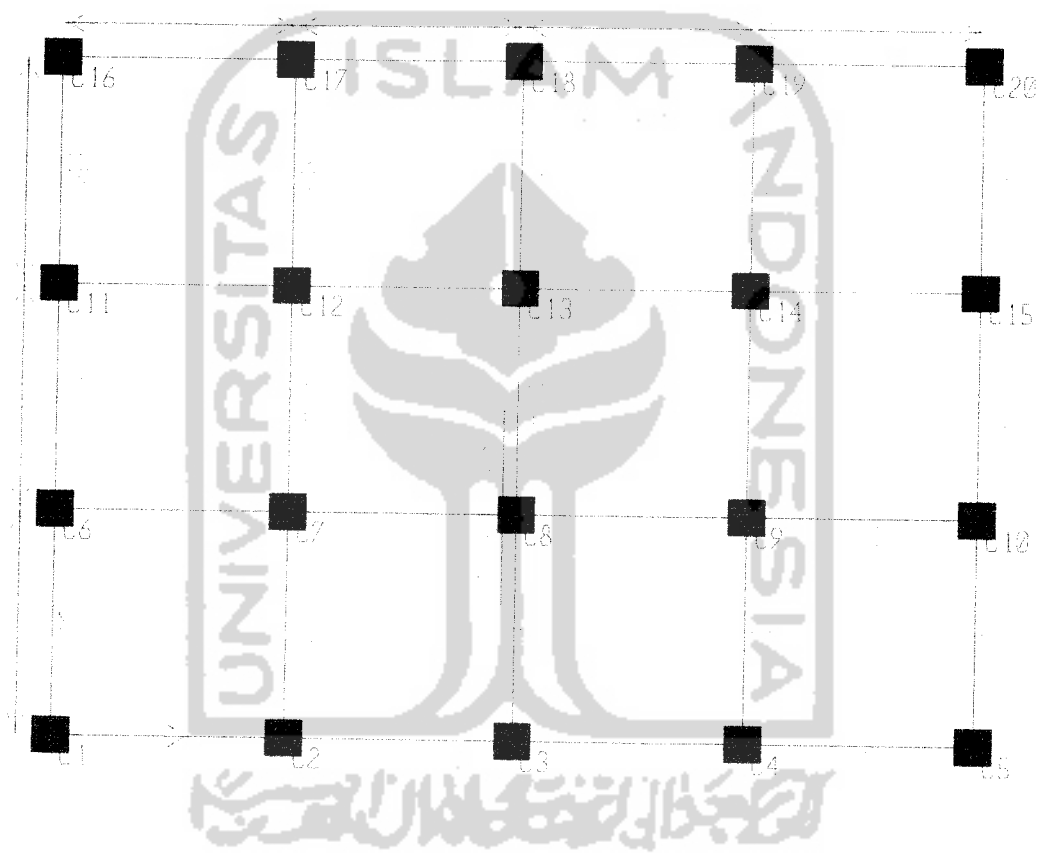


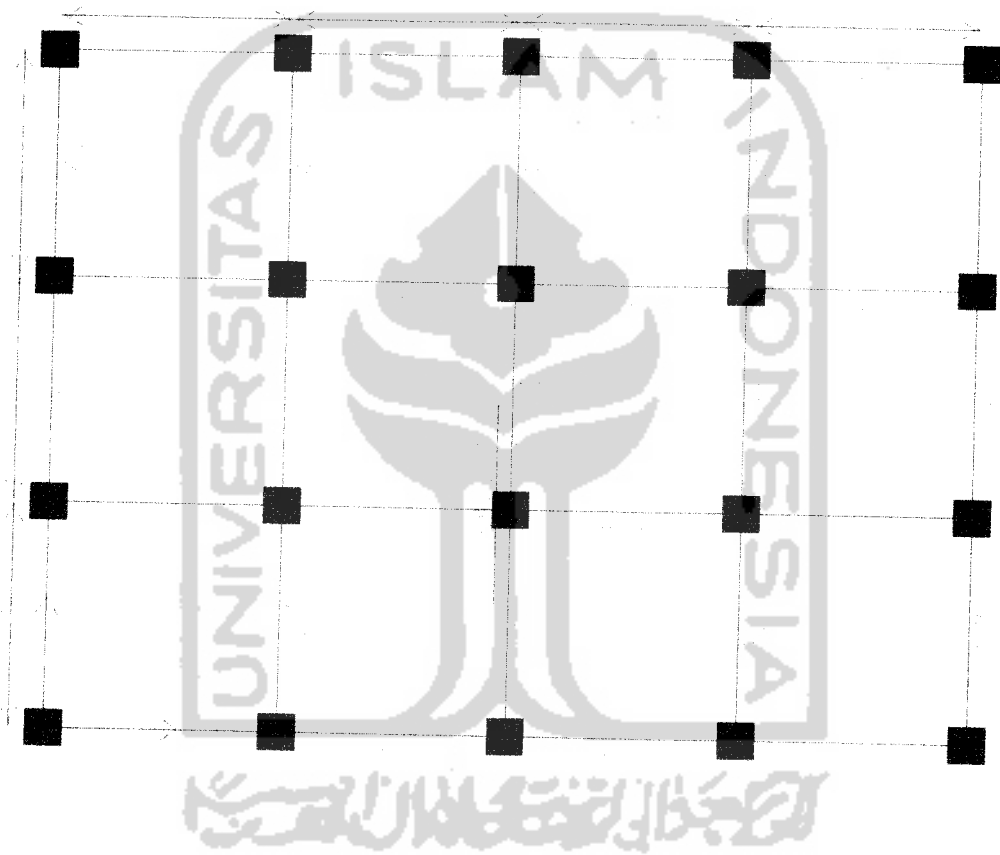


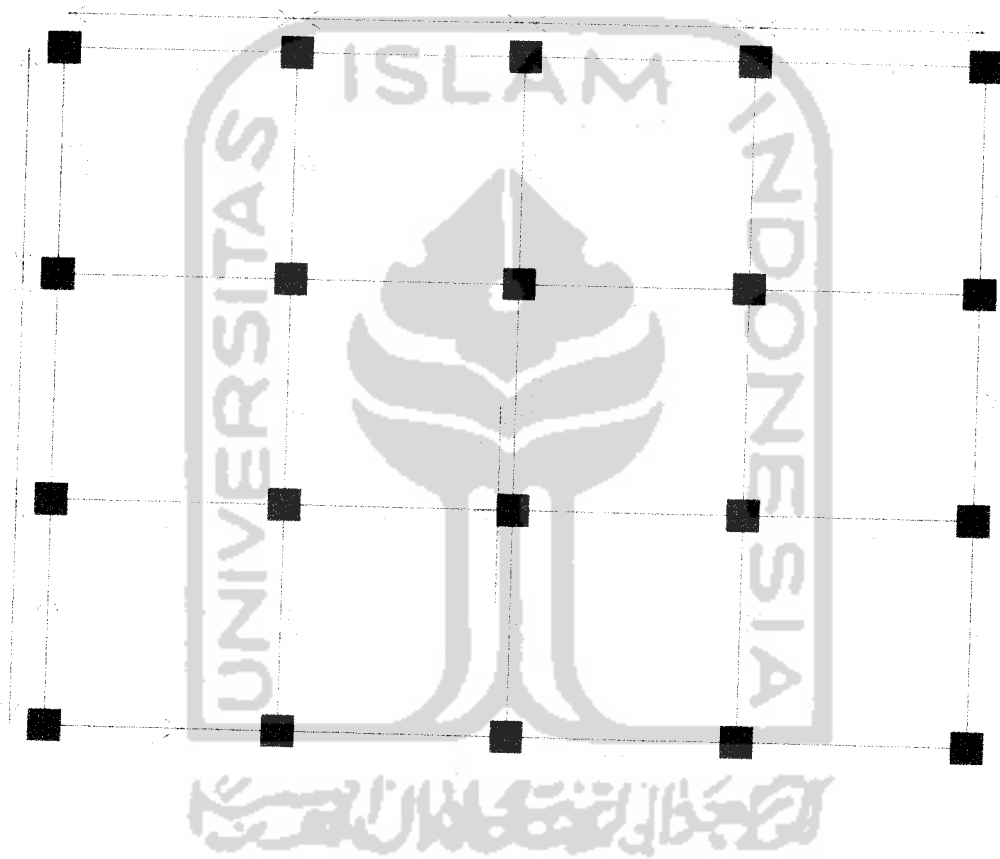


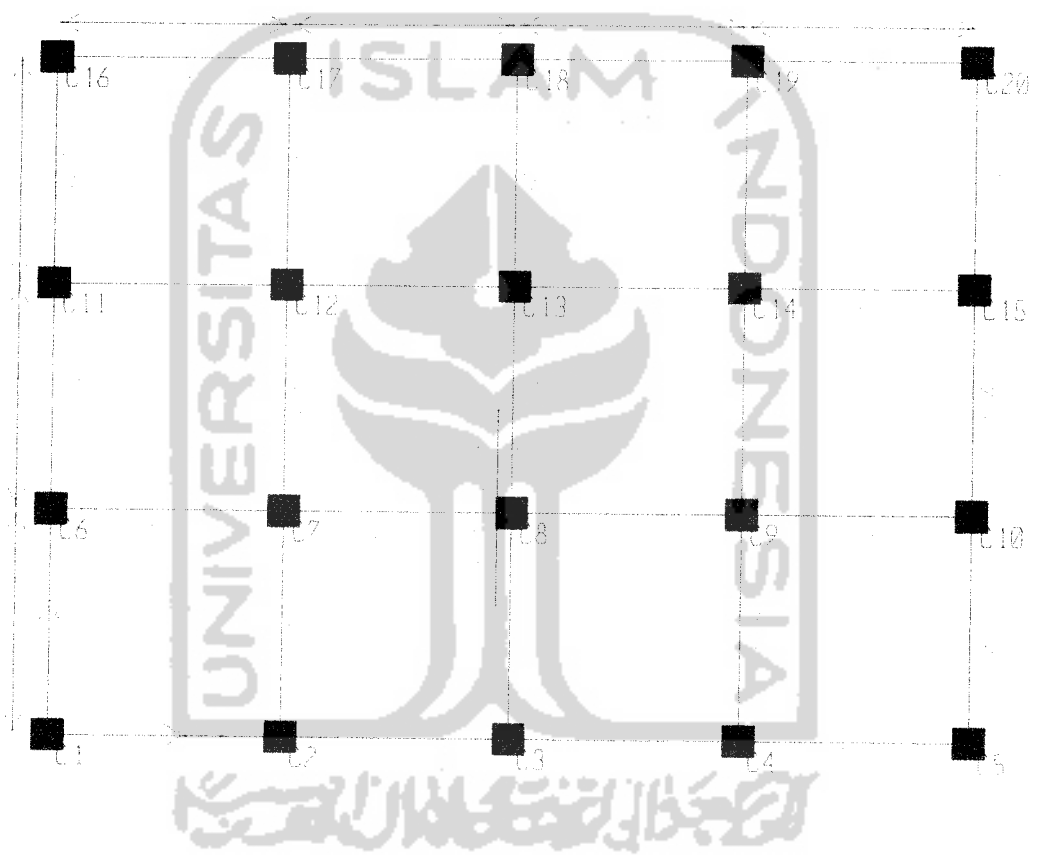


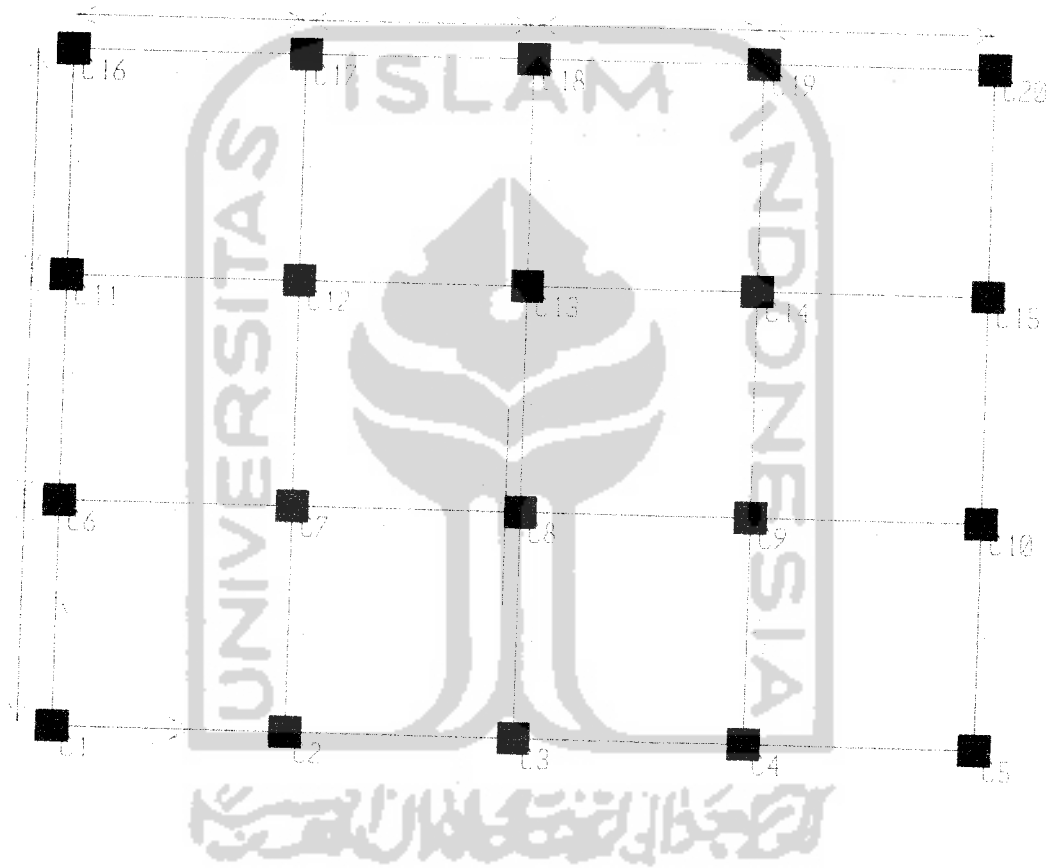


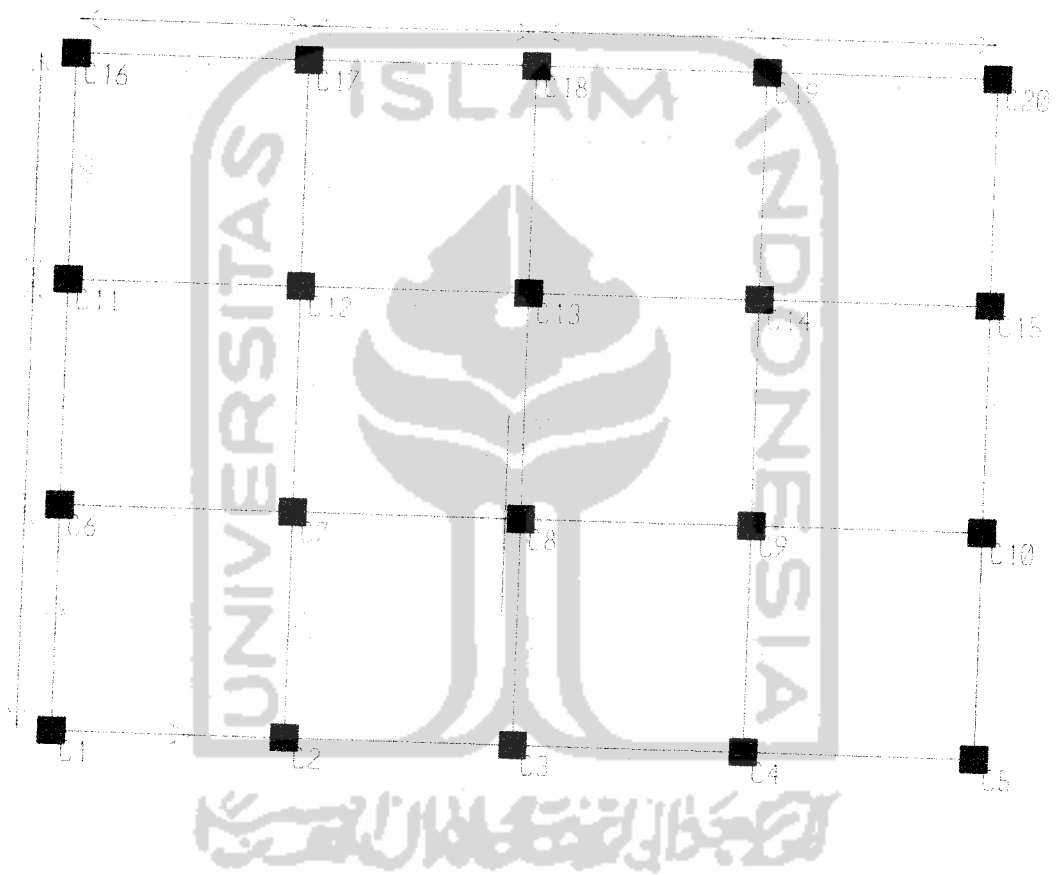


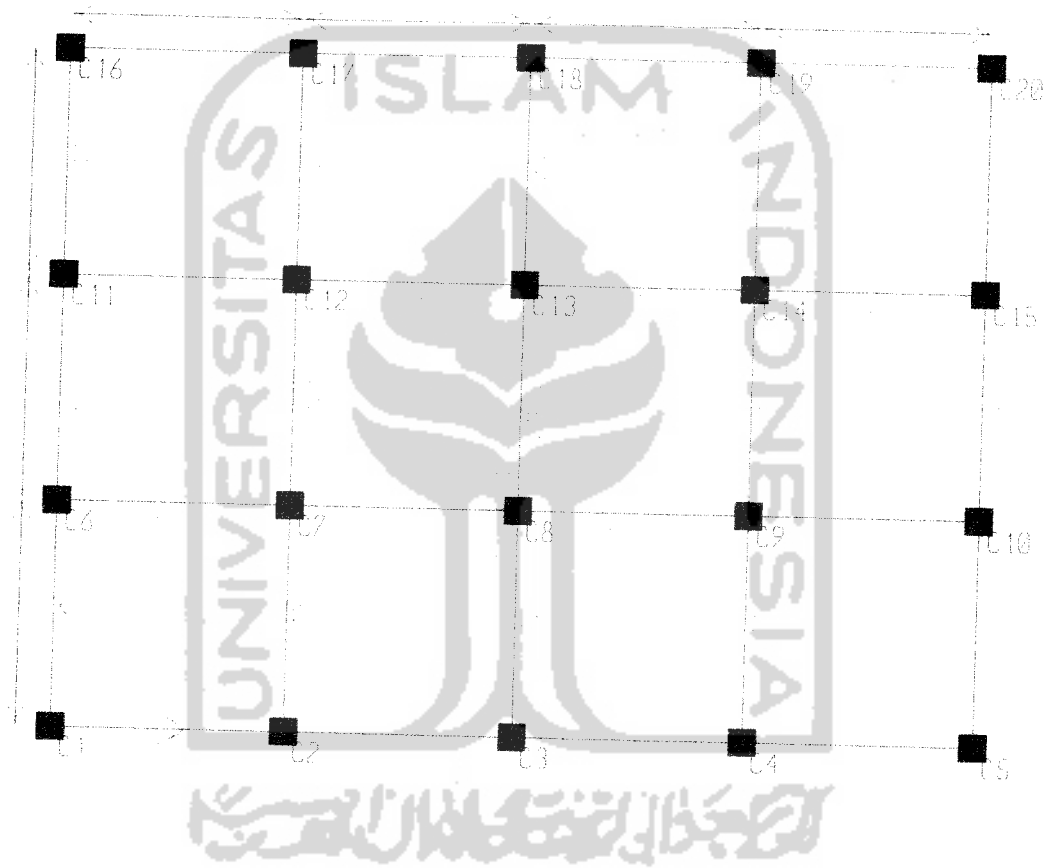






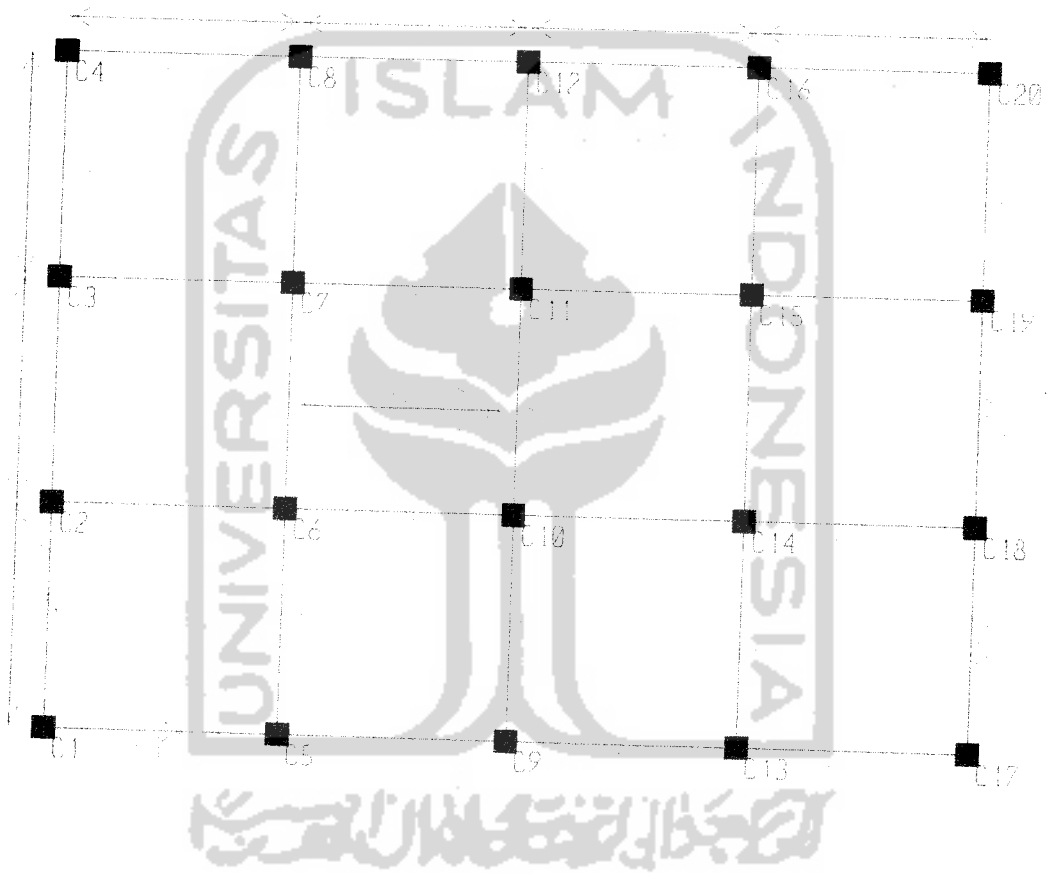




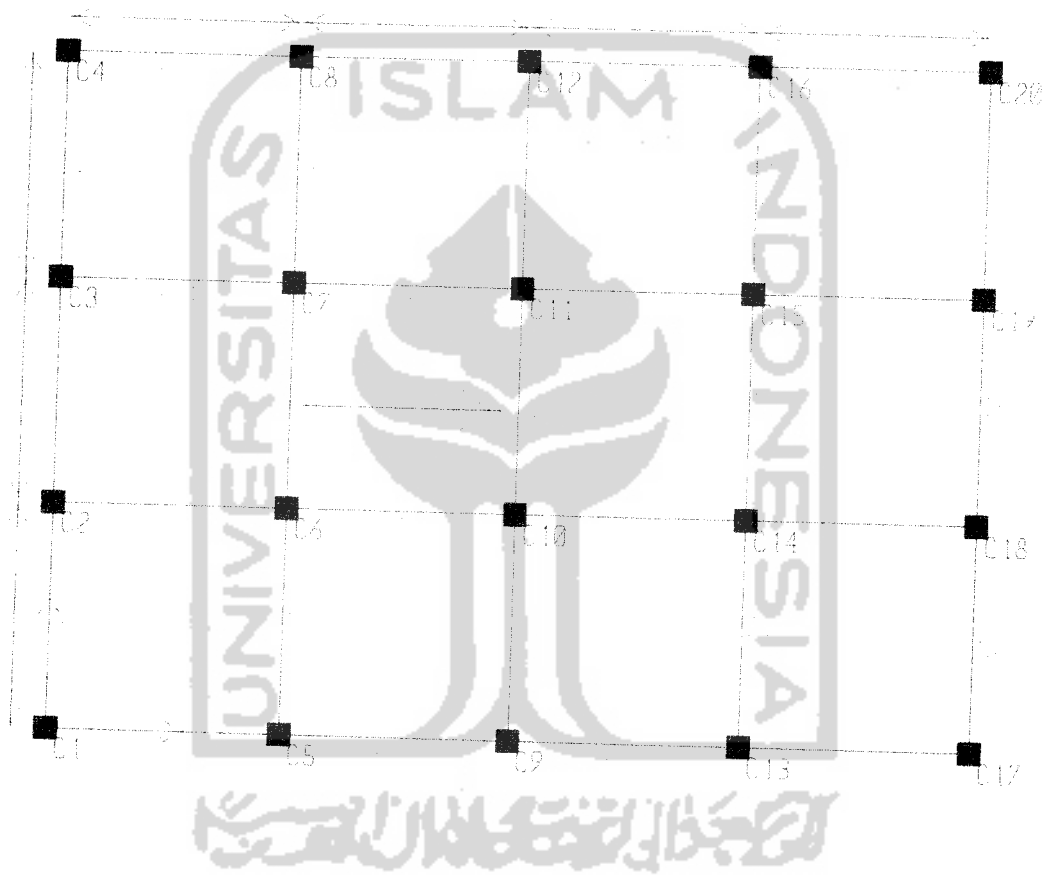


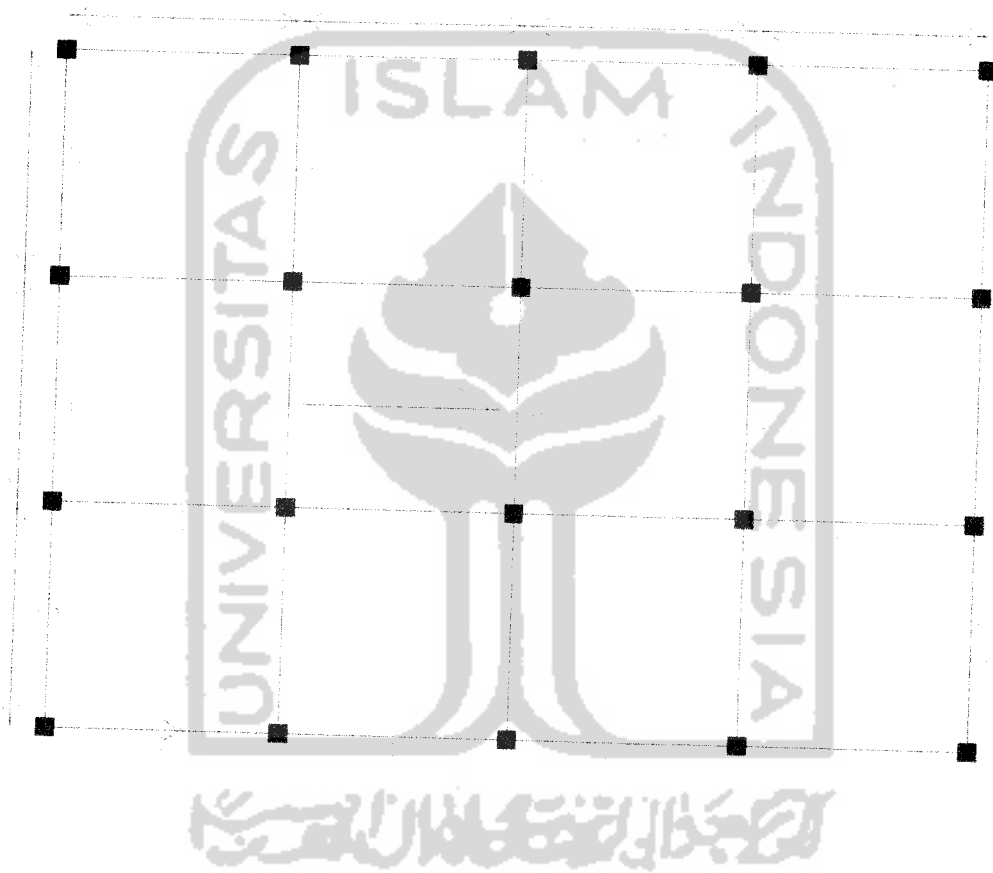
Masukkan
Loadpoint!

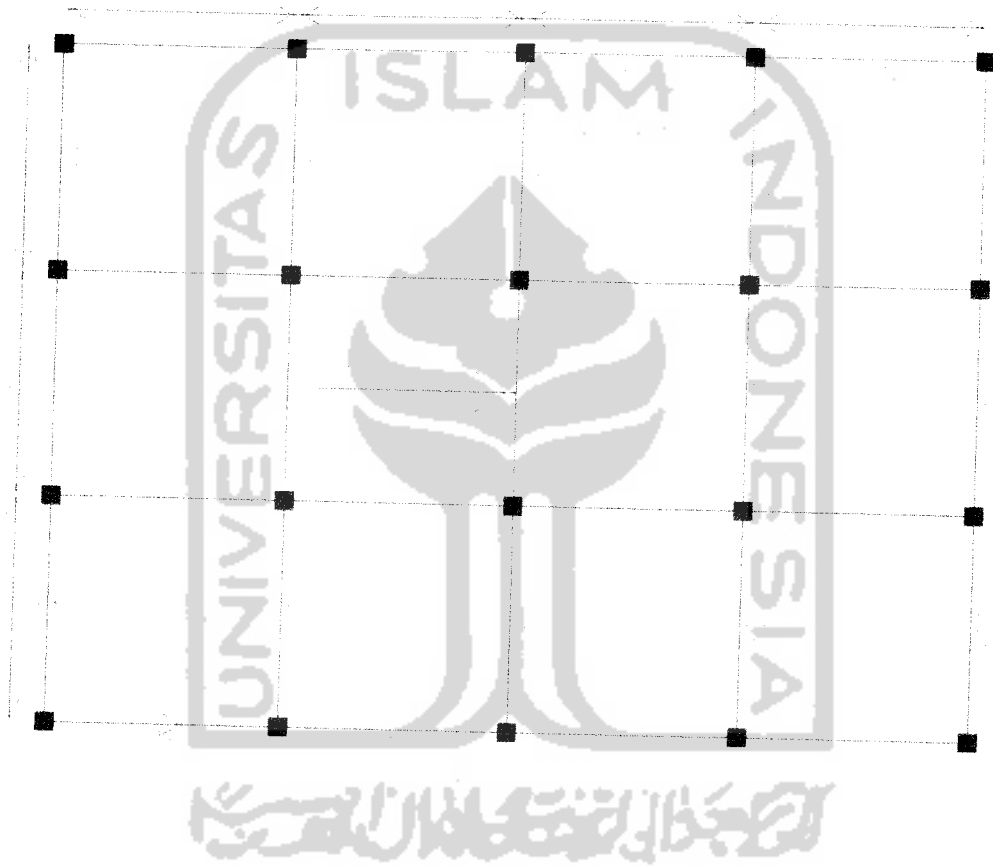
Lapiran 10 --

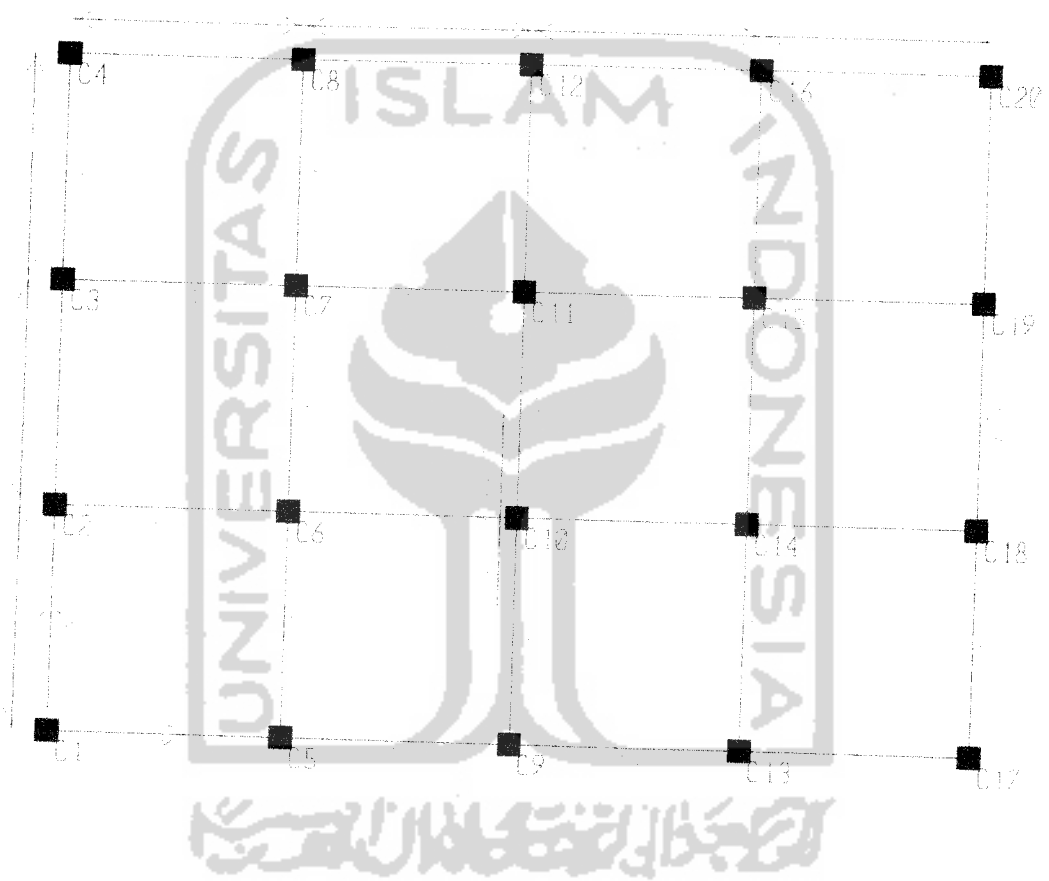


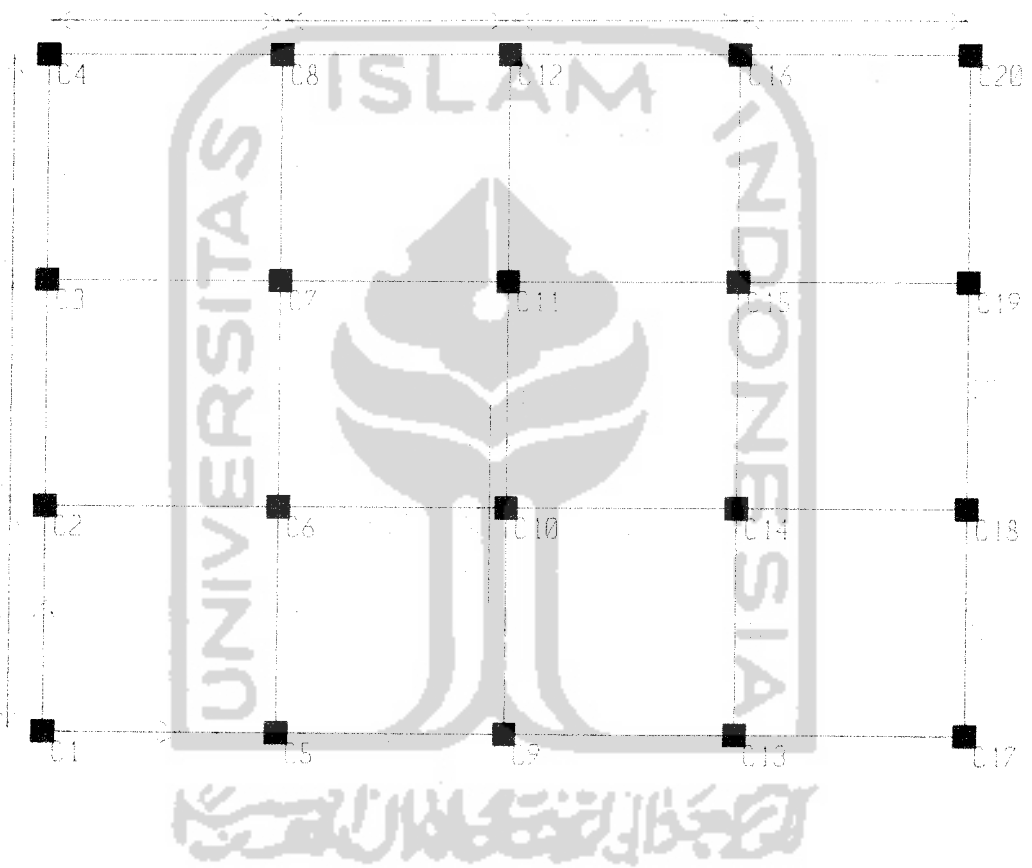
Corporation no. ---?

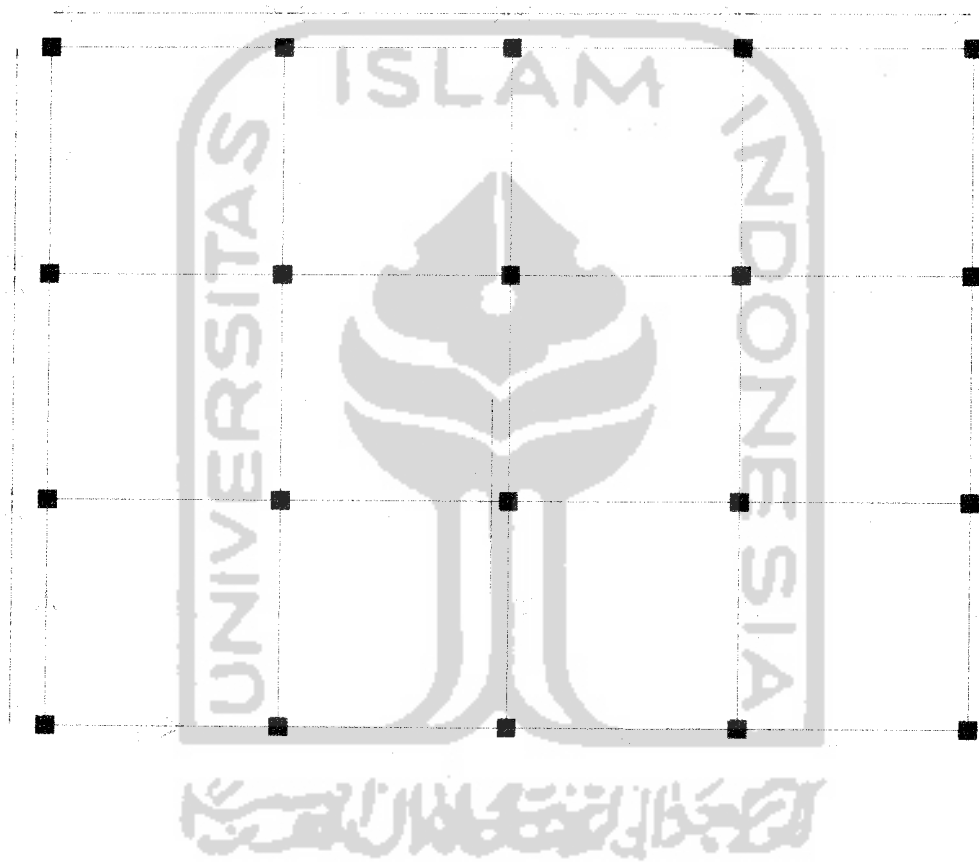


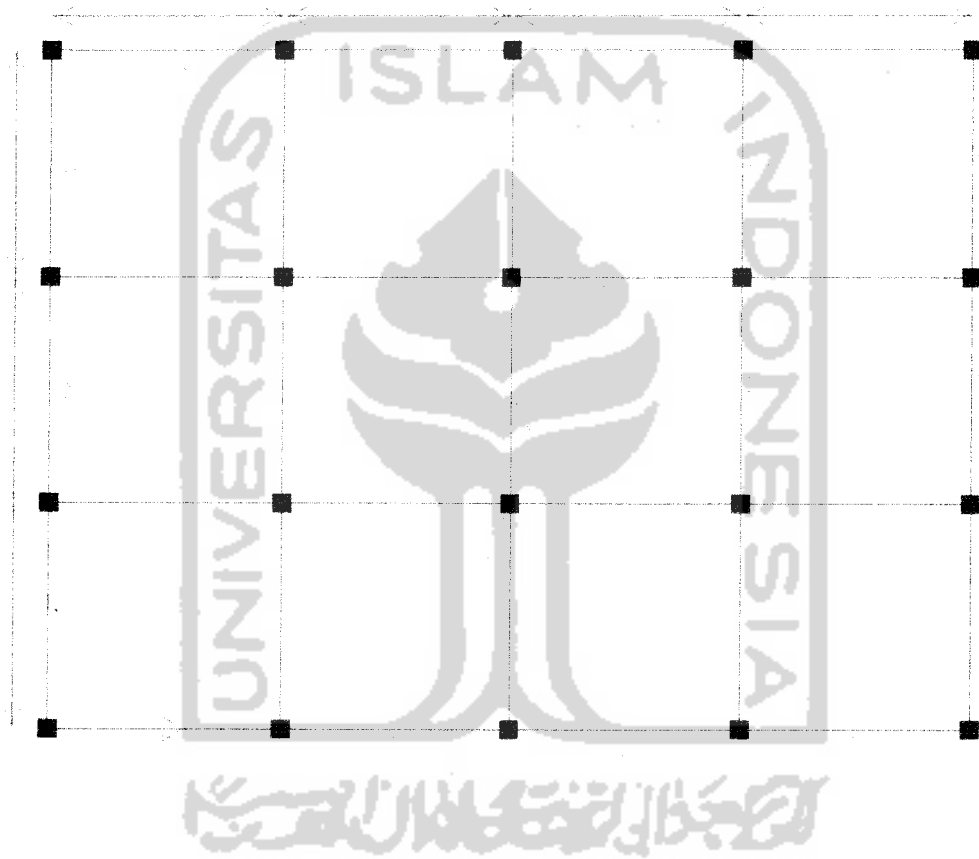














LAMPIRAN 6

1. Output Momen Kolom Gedung 4 lantai dan 8 Lantai dengan Menggunakan TCPKGUBG 2002 dengan SNI 2002

MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

COMB1	ADD	DEAD	Static	1.4000
COMB2	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.6000
COMB3	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	1.0000
		EY	Static	0.3000
COMB4	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	-1.0000
		EY	Static	0.3000
COMB5	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	1.0000
		EY	Static	-0.3000
COMB6	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	-1.0000
		EY	Static	-0.3000
COMB7	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	0.3000
		EY	Static	1.0000
COMB8	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	-0.3000
		EY	Static	1.0000
COMB9	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	0.3000
		EY	Static	-1.0000
COMB10	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	-0.3000
		EY	Static	-1.0000
COMB11	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	1.0000

		EY	Static	0.3000
COMB12	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	-1.0000
		EY	Static	0.3000
COMB13	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	1.0000
		EY	Static	-0.3000
COMB14	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	-1.0000
		EY	Static	-0.3000
COMB15	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	0.3000
		EY	Static	1.0000
COMB16	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	-0.3000
		EY	Static	1.0000
COMB17	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	0.3000
		EY	Static	-1.0000
COMB18	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	-0.3000
		EY	Static	-1.0000

ETABS v7.10 File: 3DGEMPASTATIS 4 LANTAI GEMPA 2002 WIL 3 TANAH SEDANG TABEL
KN-m Units PAGE 2

February 3, 2007 3:41

MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

C O L U M N F O R C E E N V E L O P E S

STORY	COLUMN	ITEM	P	V2	V3	T	M2	M3
STORY4	-10	Min Value	-226.89	-12.99	-12.37	-0.025	-22.960	-20.687
		Min Case	COMB2	COMB4	COMB18	COMB16	COMB7	COMB5
		Max Value	-114.59	12.96	16.48	0.026	26.482	20.620
		Max Case	COMB18	COMB13	COMB7	COMB9	COMB7	COMB12
STORY3	-30	Min Value	-580.10	-27.40	-25.68	-0.131	-47.079	-43.526
		Min Case	COMB2	COMB12	COMB18	COMB16	COMB7	COMB12
		Max Value	-303.25	27.58	33.17	0.133	52.417	43.841
		Max Case	COMB18	COMB5	COMB7	COMB9	COMB7	COMB5
STORY2	C10	Min Value	-941.40	-40.71	-38.77	-0.363	-67.802	-71.132
		Min Case	COMB2	COMB12	COMB18	COMB16	COMB18	COMB12
		Max Value	-492.40	40.84	49.99	0.365	87.533	71.389
		Max Case	COMB18	COMB5	COMB7	COMB9	COMB7	COMB5

STORY1	C10	Min Value	-1302.94	-41.52	-40.15	-0.252	-100.767	-100.987
	Min Case	COMB2	COMB12	COMB18	COMB16	COMB18	COMB12	
	Max Value	-687.80	41.60	45.83	0.254	107.291	101.222	
	Max Case	COMB18	COMB5	COMB7	COMB9	COMB7	COMB5	



ETABS v7.10 File: 3DGEMPASTATIS 4 LANTAI GEMPA 2002 WIL 3 TANAH SEDANG TABEL
KN-m Units PAGE 1
February 3, 2007 3:49

MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

COMB9	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	0.3000
		EY	Static	-1.0000
COMB10	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	-0.3000
		EY	Static	-1.0000
COMB17	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	0.3000
		EY	Static	-1.0000
COMB18	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	-0.3000
		EY	Static	-1.0000

ETABS v7.10 File: 3DGEMPASTATIS 4 LANTAI GEMPA 2002 WIL 3 TANAH SEDANG TABEL
KN-m Units PAGE 2
February 3, 2007 3:49

MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

C O L U M N F O R C E E N V E L O P E S

STORY	COLUMN	ITEM	P	V2	V3	T	M2	M3
STORY4	-10	Min Value	-203.80	-3.90	-12.37	0.019	-15.698	-6.270
		Min Case	COMB10	COMB10	COMB18	COMB18	COMB18	COMB9
		Max Value	-114.59	3.89	-11.86	0.026	21.412	6.121
		Max Case	COMB18	COMB17	COMB9	COMB9	COMB18	COMB18
STORY3	-30	Min Value	-517.77	-7.98	-25.68	0.093	-40.994	-12.689
		Min Case	COMB10	COMB18	COMB18	COMB18	COMB18	COMB18
		Max Value	-303.25	8.52	-24.63	0.133	36.042	13.530
		Max Case	COMB18	COMB9	COMB9	COMB9	COMB18	COMB9
STORY2	C10	Min Value	-839.84	-11.83	-38.77	0.256	-67.802	-20.685
		Min Case	COMB10	COMB18	COMB18	COMB18	COMB18	COMB18
		Max Value	-492.40	12.60	-37.21	0.365	48.508	22.018
		Max Case	COMB18	COMB9	COMB9	COMB9	COMB18	COMB9
STORY1	C10	Min Value	-1162.54	-12.06	-40.15	0.178	-100.767	-29.335

Min Case	COMB10	COMB18	COMB18	COMB18	COMB18	COMB18
Max Value	-687.80	12.83	-39.30	0.254	19.671	31.222
Max Case	COMB18	COMB9	COMB9	COMB9	COMB18	COMB9



ETABS v7.10 File: 3DGEMPASTATIS 4 LANTAI GEMPA 2002 WIL 3 TANAH SEDANG TABEL
 KN-m Units PAGE 1
 February 3, 2007 3:48

MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

COMB4	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	-1.0000
		EY	Static	0.3000
COMB6	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	-1.0000
		EY	Static	-0.3000
COMB12	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	-1.0000
		EY	Static	0.3000
COMB14	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	-1.0000
		EY	Static	-0.3000

ETABS v7.10 File: 3DGEMPASTATIS 4 LANTAI GEMPA 2002 WIL 3 TANAH SEDANG TABEL
 KN-m Units PAGE 2
 February 3, 2007 3:48

MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

C O L U M N F O R C E E N V E L O P E S

STORY	COLUMN	ITEM	P	V2	V3	T	M2	M3
STORY4	-10	Min Value	-204.82	-12.99	-2.45	-0.019	-7.465	-18.357
		Min Case	COMB4	COMB4	COMB14	COMB12	COMB4	COMB6
		Max Value	-115.14	-12.97	6.56	-0.006	12.218	20.620
		Max Case	COMB14	COMB14	COMB4	COMB6	COMB4	COMB12
STORY3	-30	Min Value	-521.66	-27.40	-5.45	-0.098	-18.534	-43.526
		Min Case	COMB4	COMB12	COMB14	COMB12	COMB4	COMB12
		Max Value	-305.34	-27.25	12.94	-0.030	20.274	38.685
		Max Case	COMB14	COMB6	COMB4	COMB6	COMB4	COMB12
STORY2	C10	Min Value	-846.80	-40.71	-8.25	-0.272	-24.256	-71.132
		Min Case	COMB4	COMB12	COMB14	COMB12	COMB4	COMB12
		Max Value	-496.14	-40.49	19.47	-0.085	34.148	51.010
		Max Case	COMB14	COMB6	COMB4	COMB6	COMB4	COMB12
STORY1	C10	Min Value	-1172.00	-41.52	-10.35	-0.189	-28.291	-100.987

Min Case	COMB4	COMB12	COMB14	COMB12	COMB14	COMB12
Max Value	-692.89	-41.29	16.04	-0.059	34.815	23.571
Max Case	COMB14	COMB6	COMB4	COMB6	COMB4	COMB12



ETABS v7.10 File: 3DGEMPASTATIS 4 LANTAI GEMPA 2002 WIL 3 TANAH SEDANG TABEL
KN-m Units PAGE 1
February 3, 2007 3:48

MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

COMB3	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	1.0000
		EY	Static	0.3000
COMB5	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	1.0000
		EY	Static	-0.3000
COMB11	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	1.0000
		EY	Static	0.3000
COMB13	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	1.0000
		EY	Static	-0.3000

ETABS v7.10 File: 3DGEMPASTATIS 4 LANTAI GEMPA 2002 WIL 3 TANAH SEDANG TABEL
KN-m Units PAGE 2
February 3, 2007 3:48

MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

C O L U M N F O R C E E N V E L O P E S

STORY	COLUMN	ITEM	P	V2	V3	T	M2	M3
STORY4	-10	Min Value	-204.82	12.95	-2.45	0.007	-7.465	-20.687
		Min Case	COMB3	COMB3	COMB13	COMB11	COMB3	COMB5
		Max Value	-115.14	12.96	6.56	0.020	12.218	18.223
		Max Case	COMB13	COMB13	COMB3	COMB5	COMB3	COMB11
STORY3	-30	Min Value	-521.66	27.43	-5.45	0.032	-18.534	-38.911
		Min Case	COMB3	COMB11	COMB13	COMB11	COMB3	COMB5
		Max Value	-305.34	27.58	12.94	0.100	20.274	43.841
		Max Case	COMB13	COMB5	COMB3	COMB5	COMB3	COMB5
STORY2	C10	Min Value	-846.80	40.62	-8.25	0.087	-24.256	-51.141
		Min Case	COMB3	COMB11	COMB13	COMB11	COMB3	COMB5
		Max Value	-496.14	40.84	19.47	0.274	34.148	71.389
		Max Case	COMB13	COMB5	COMB3	COMB5	COMB3	COMB5
STORY1	C10	Min Value	-1172.00	41.38	-10.35	0.061	-28.291	-23.590

Min Case	COMB3	COMB11	COMB13	COMB11	COMB13	COMB5
Max Value	-692.89	41.60	16.04	0.190	34.815	101.222
Max Case	COMB13	COMB5	COMB3	COMB5	COMB3	COMB5



ETABS v7.10 File: 3DGEMPASTATIS 4 LANTAI GEMPA 2002 WIL 3 TANAH SEDANG TABEL
KN-m Units PAGE 1
February 3, 2007 3:49

MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

COMB7	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	0.3000
		EY	Static	1.0000
COMB8	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	-0.3000
		EY	Static	1.0000
COMB15	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	0.3000
		EY	Static	1.0000
COMB16	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	-0.3000
		EY	Static	1.0000

ETABS v7.10 File: 3DGEMPASTATIS 4 LANTAI GEMPA 2002 WIL 3 TANAH SEDANG TABEL
KN-m Units PAGE 2
February 3, 2007 3:49

MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

C O L U M N F O R C E E N V E L O P E S

STORY	COLUMN	ITEM	P	V2	V3	T	M2	M3
STORY4	-10	Min Value	-205.37	-3.92	15.97	-0.025	-22.960	-6.188
		Min Case	COMB8	COMB8	COMB16	COMB16	COMB7	COMB7
		Max Value	-116.17	3.88	16.48	-0.017	26.482	6.203
		Max Case	COMB16	COMB15	COMB7	COMB7	COMB7	COMB16
STORY3	-30	Min Value	-523.75	-8.34	32.12	-0.131	-47.079	-13.215
		Min Case	COMB8	COMB16	COMB16	COMB16	COMB7	COMB16
		Max Value	-309.22	8.16	33.17	-0.091	52.417	13.004
		Max Case	COMB16	COMB7	COMB7	COMB7	COMB7	COMB7
STORY2	C10	Min Value	-850.54	-12.47	48.43	-0.363	-62.433	-21.761
		Min Case	COMB8	COMB16	COMB16	COMB16	COMB7	COMB16
		Max Value	-503.09	11.96	49.99	-0.253	87.533	20.942
		Max Case	COMB16	COMB7	COMB7	COMB7	COMB7	COMB7
STORY1	C10	Min Value	-1177.09	-12.75	44.99	-0.252	-30.205	-30.986

Min Case	COMB8	COMB16	COMB16	COMB16	COMB7	COMB16
Max Value	-702.35	12.14	45.83	-0.177	107.291	29.571
Max Case	COMB16	COMB7	COMB7	COMB7	COMB7	COMB7



MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

COMB1	ADD	DEAD	Static	1.4000
COMB2	ADD LIVE	DEAD Static	Static 1.6000	1.2000
COMB3	ADD LIVE EX EY	DEAD Static Static Static	Static 1.0000 1.0000 0.3000	1.2000
COMB4	ADD LIVE EX EY	DEAD Static Static Static	Static 1.0000 -1.0000 0.3000	1.2000
COMB5	ADD LIVE EX EY	DEAD Static Static Static	Static 1.0000 1.0000 -0.3000	1.2000
COMB6	ADD LIVE EX EY	DEAD Static Static Static	Static 1.0000 -1.0000 -0.3000	1.2000
COMB7	ADD LIVE EX EY	DEAD Static Static Static	Static 1.0000 0.3000 1.0000	1.2000
COMB8	ADD LIVE EX EY	DEAD Static Static Static	Static 1.0000 -0.3000 1.0000	1.2000
COMB9	ADD LIVE EX EY	DEAD Static Static Static	Static 1.0000 0.3000 -1.0000	1.2000
COMB10	ADD LIVE EX EY	DEAD Static Static Static	Static 1.0000 -0.3000 -1.0000	1.2000
COMB11	ADD EX EY	DEAD Static Static	Static 1.0000 0.3000	0.9000
COMB12	ADD EX EY	DEAD Static Static	Static -1.0000 0.3000	0.9000
COMB13	ADD EX EY	DEAD Static Static	Static 1.0000 -0.3000	0.9000
COMB14	ADD EX EY	DEAD Static Static	Static -1.0000 -0.3000	0.9000

COMB15	ADD	DEAD	Static	0.9000
	EX	Static	0.3000	
	EY	Static	1.0000	
COMB16	ADD	DEAD	Static	0.9000
	EX	Static	-0.3000	
	EY	Static	1.0000	
COMB17	ADD	DEAD	Static	0.9000
	EX	Static	0.3000	
	EY	Static	-1.0000	
COMB18	ADD	DEAD	Static	0.9000
	EX	Static	-0.3000	
	EY	Static	-1.0000	

ETABS v7.10 File: 3DGEMPASTATIS 8 LANTAI GEMPA 2002 WIL 3 TANAH SEDANG TABEL BARU KN-m Units PAGE 2
August 30, 2005 6:29

MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

COLUMN FORCE ENVELOPES

STORY	COLUMN	ITEM	P	V2	V3	T	M2	M3
STORY8	C8	Min Value	-240.96	-16.65	-19.12	-0.234	-41.123	-41.915
		Min Case	COMB2	COMB4	COMB10	COMB8	COMB15	COMB13
		Max Value	-114.16	16.00	17.10	0.195	51.212	42.767
		Max Case	COMB16	COMB13	COMB15	COMB17	COMB10	COMB4
STORY7	C8	Min Value	-607.86	-32.30	-30.30	-0.545	-79.439	-70.743
		Min Case	COMB2	COMB4	COMB18	COMB8	COMB7	COMB13
		Max Value	-316.37	32.06	37.16	0.508	68.726	70.956
		Max Case	COMB16	COMB13	COMB7	COMB17	COMB18	COMB4
STORY6	C8	Min Value	-987.87	-51.83	-51.33	-1.503	-111.194	-102.086
		Min Case	COMB2	COMB4	COMB18	COMB8	COMB7	COMB13
		Max Value	-520.47	51.37	57.48	1.440	103.234	102.586
		Max Case	COMB16	COMB13	COMB7	COMB17	COMB18	COMB4
STORY5	C8	Min Value	-1368.02	-64.62	-64.34	-1.900	-117.568	-109.288
		Min Case	COMB2	COMB4	COMB18	COMB8	COMB7	COMB13
		Max Value	-732.83	64.27	71.04	1.845	109.470	109.452
		Max Case	COMB16	COMB13	COMB7	COMB17	COMB18	COMB4
STORY4	C8-1	Min Value	-1749.05	-74.11	-73.95	-2.150	-119.167	-118.634
		Min Case	COMB2	COMB4	COMB18	COMB8	COMB18	COMB4
		Max Value	-946.10	73.85	80.68	2.107	130.180	117.874
		Max Case	COMB16	COMB13	COMB7	COMB17	COMB7	COMB13
STORY3	C8-2	Min Value	-2145.59	-84.03	-83.64	-3.532	-178.325	-175.750
		Min Case	COMB2	COMB4	COMB18	COMB8	COMB18	COMB4
		Max Value	-1161.19	83.78	92.34	3.480	192.375	174.871
		Max Case	COMB16	COMB13	COMB7	COMB17	COMB7	COMB13
STORY2	C8	Min Value	-2542.85	-85.42	-83.62	-2.972	-257.781	-255.589
		Min Case	COMB2	COMB4	COMB18	COMB8	COMB18	COMB4
		Max Value	-1386.13	85.30	93.50	2.939	276.184	254.828
		Max Case	COMB16	COMB13	COMB7	COMB17	COMB7	COMB13
STORY1	C8	Min Value	-2941.30	-81.91	-80.09	-1.393	-395.175	-389.198
		Min Case	COMB2	COMB4	COMB18	COMB8	COMB18	COMB4
		Max Value	-1611.81	81.89	86.21	1.382	401.321	388.610
		Max Case	COMB16	COMB13	COMB7	COMB17	COMB7	COMB13

ETABS v7.10 File: 3DGEMPASTATIS 8 LANTAI GEMPA 2002 WIL 3 TANAH SEDANG TABEL
 BARU KN-m Units PAGE 1
 August 30, 2005 6:34

MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

COMB9	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	0.3000
		EY	Static	-1.0000
COMB10	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	-0.3000
		EY	Static	-1.0000
COMB17	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	0.3000
		EY	Static	-1.0000
COMB18	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	-0.3000
		EY	Static	-1.0000

ETABS v7.10 File: 3DGEMPASTATIS 8 LANTAI GEMPA 2002 WIL 3 TANAH SEDANG TABEL
 BARU KN-m Units PAGE 2
 August 30, 2005 6:34

MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

COLUMN FORCE ENVELOPES

STORY	COLUMN	ITEM	P	V2	V3	T	M2	M3
STORY8	C8	Min Value	-219.94	-5.27	-19.12	0.117	-6.135	-12.531
		Min Case	COMB10	COMB10	COMB10	COMB10	COMB10	COMB17
		Max Value	-115.25	4.66	-17.74	0.195	51.212	13.023
		Max Case	COMB18	COMB17	COMB17	COMB17	COMB10	COMB10
STORY7	C8	Min Value	-551.43	-9.59	-30.30	0.339	-22.165	-21.642
		Min Case	COMB10	COMB10	COMB18	COMB10	COMB18	COMB17
		Max Value	-318.89	9.73	-29.88	0.508	68.726	20.822
		Max Case	COMB18	COMB17	COMB9	COMB17	COMB18	COMB10
STORY6	C8	Min Value	-895.68	-15.37	-51.33	0.982	-50.749	-31.224
		Min Case	COMB10	COMB10	COMB18	COMB10	COMB18	COMB17
		Max Value	-523.74	15.62	-51.25	1.440	103.234	30.141
		Max Case	COMB18	COMB17	COMB9	COMB17	COMB18	COMB10
STORY5	C8	Min Value	-1240.10	-19.02	-64.34	1.271	-83.536	-33.543
		Min Case	COMB10	COMB10	COMB18	COMB10	COMB18	COMB17
		Max Value	-736.97	19.01	-63.90	1.810	103.111	31.850
		Max Case	COMB18	COMB17	COMB9	COMB17	COMB18	COMB10
STORY4	C8	Min Value	-551.73	-01.73	-73.05	1.161	-119.167	-34.964
		Max Case	COMB18	COMB17	COMB18	COMB10	COMB18	COMB10

		Max Value	-950.11	22.62	-73.44	2.107	102.685	35.987	
		Max Case	COMB18	COMB17	COMB9	COMB17	COMB18	COMB17	
STORY3	C8-2	Min Value	-1944.95	-24.63	-83.64	2.422	-178.325	-51.708	
		Min Case	COMB10	COMB10	COMB18	COMB10	COMB18	COMB10	
		Max Value	-1165.23	25.65	-82.82	3.480	72.580	53.426	
		Max Case	COMB18	COMB17	COMB9	COMB17	COMB18	COMB17	
STORY2	C8	Min Value	-2305.75	-24.95	-83.62	2.052	-257.781	-74.901	
		Min Case	COMB10	COMB10	COMB18	COMB10	COMB18	COMB10	
		Max Value	-1390.23	26.17	-82.43	2.939	-6.931	78.031	
		Max Case	COMB18	COMB17	COMB9	COMB17	COMB17	COMB17	
STORY1	C8	Min Value	-2667.37	-23.84	-80.09	0.967	-395.175	-113.614	
		Min Case	COMB10	COMB10	COMB18	COMB10	COMB18	COMB10	
		Max Value	-1615.57	25.18	-79.28	1.382	-154.910	119.287	
		Max Case	COMB18	COMB17	COMB9	COMB17	COMB17	COMB17	



ETABS v7.10 File: 3DGEMPASTATIS 8 LANTAI GEMPA 2002 WIL 3 TANAH SEDANG TABEL
 BARU KN-m Units PAGE 1
 August 30, 2005 6:33

MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

COMB4	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	-1.0000
		EY	Static	0.3000
COMB6	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	-1.0000
		EY	Static	-0.3000
COMB12	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	-1.0000
		EY	Static	0.3000
COMB14	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	-1.0000
		EY	Static	-0.3000

ETABS v7.10 File: 3DGEMPASTATIS 8 LANTAI GEMPA 2002 WIL 3 TANAH SEDANG TABEL
 BARU KN-m Units PAGE 2
 August 30, 2005 6:33

MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

COLUMN FORCE ENVELOPES

STORY	COLUMN	ITEM	P	V2	V3	T	M2	M3
STORY8	C8	Min Value	-219.56	-16.65	-6.92	-0.183	-9.887	-7.252
		Min Case	COMB6	COMB4	COMB6	COMB4	COMB12	COMB6
		Max Value	-114.54	-16.44	4.90	-0.061	19.975	42.767
		Max Case	COMB12	COMB14	COMB12	COMB14	COMB6	COMB4
STORY7	C8	Min Value	-550.55	-32.30	-6.83	-0.415	-27.868	-25.955
		Min Case	COMB6	COMB4	COMB14	COMB4	COMB4	COMB4
		Max Value	-317.25	-32.11	13.69	-0.135	17.156	70.956
		Max Case	COMB12	COMB14	COMB4	COMB14	COMB14	COMB4
STORY 6	C8	Min Value	-894.53	-51.83	-13.27	-1.138	-36.158	-52.907
		Min Case	COMB6	COMB4	COMB14	COMB4	COMB4	COMB4
		Max Value	-521.62	-51.48	19.43	-0.367	28.198	102.586
		Max Case	COMB12	COMB14	COMB4	COMB14	COMB14	COMB4
STORY5	C8	Min Value	-1238.65	-64.62	-17.08	-1.435	-38.252	-84.402
		Min Case	COMB6	COMB4	COMB14	COMB4	COMB4	COMB4
		Max Value	-734.28	-64.23	23.78	-0.461	33.096	109.452
		Max Case	COMB12	COMB14	COMB4	COMB14	COMB4	COMB4
STORY4	C8-1	Min Value	-1583.38	-74.11	-20.01	-1.620	-37.029	-118.634
		Min Case	COMB6	COMB4	COMB14	COMB4	COMB4	COMB4

		Max Value	-947.50	-73.69	26.74	-0.519	43.191	103.701	
		Max Case	COMB12	COMB14	COMB4	COMB14	COMB4	COMB4	COMB4
STORY3	C8-2	Min Value	-1943.54	-84.03	-22.33	-2.657	-49.024	-175.750	
		Min Case	COMB6	COMB4	COMB14	COMB4	COMB14	COMB4	
		Max Value	-1162.61	-83.57	31.04	-0.851	63.074	76.364	
		Max Case	COMB12	COMB14	COMB4	COMB14	COMB4	COMB12	
STORY2	C8	Min Value	-2304.32	-85.42	-22.04	-2.234	-71.668	-255.589	
		Min Case	COMB6	COMB4	COMB14	COMB4	COMB14	COMB4	
		Max Value	-1387.57	-84.99	31.92	-0.714	90.071	0.794	
		Max Case	COMB12	COMB14	COMB4	COMB14	COMB4	COMB12	
STORY1	C8	Min Value	-2666.05	-81.91	-22.17	-1.046	-116.654	-389.198	
		Min Case	COMB6	COMB4	COMB14	COMB4	COMB14	COMB4	
		Max Value	-1613.12	-81.50	28.29	-0.334	122.800	-142.659	
		Max Case	COMB12	COMB14	COMB4	COMB14	COMB4	COMB14	



ETABS v7.10 File: 3DGEMPASTATIS 8 LANTAI GEMPA 2002 WIL 3 TANAH SEDANG TABEL
 BARU KN-m Units PAGE 1
 August 30, 2005 6:32

MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

COMB3	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	1.0000
		EY	Static	0.3000
COMB5	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	1.0000
		EY	Static	-0.3000
COMB11	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	1.0000
		EY	Static	0.3000
COMB13	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	1.0000
		EY	Static	-0.3000

ETABS v7.10 File: 3DGEMPASTATIS 8 LANTAI GEMPA 2002 WIL 3 TANAH SEDANG TABEL
 BARU KN-m Units PAGE 2
 August 30, 2005 6:32

MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

C O L U M N F O R C E E N V E L O P E S

STORY	COLUMN	ITEM	P	V2	V3	T	M2	M3
STORY8	C8	Min Value	-219.56	15.79	-6.92	0.021	-9.887	-41.915
		Min Case	COMB5	COMB3	COMB5	COMB3	COMB11	COMB13
		Max Value	-114.54	16.00	4.90	0.143	19.975	6.160
		Max Case	COMB11	COMB13	COMB11	COMB13	COMB5	COMB11
STORY7	C8	Min Value	-550.55	31.87	-6.83	0.098	-27.868	-70.743
		Min Case	COMB5	COMB3	COMB13	COMB3	COMB3	COMB13
		Max Value	-317.25	32.06	13.69	0.378	17.156	25.433
		Max Case	COMB11	COMB13	COMB3	COMB13	COMB13	COMB13
STORY6	C8	Min Value	-894.53	51.01	-13.27	0.304	-36.158	-102.086
		Min Case	COMB5	COMB3	COMB13	COMB3	COMB3	COMB13
		Max Value	-521.62	51.37	19.43	1.075	28.198	52.013
		Max Case	COMB11	COMB13	COMB3	COMB13	COMB13	COMB13
STORY5	C8	Min Value	-1238.65	63.88	-17.08	0.406	-38.252	-109.288
		Min Case	COMB5	COMB3	COMB13	COMB3	COMB3	COMB13
		Max Value	-734.28	64.27	23.78	1.380	33.096	83.535
		Max Case	COMB11	COMB13	COMB3	COMB13	COMB3	COMB13
STORY4	C8-1	Min Value	-1583.38	73.43	-20.01	0.476	-37.029	-103.691

MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

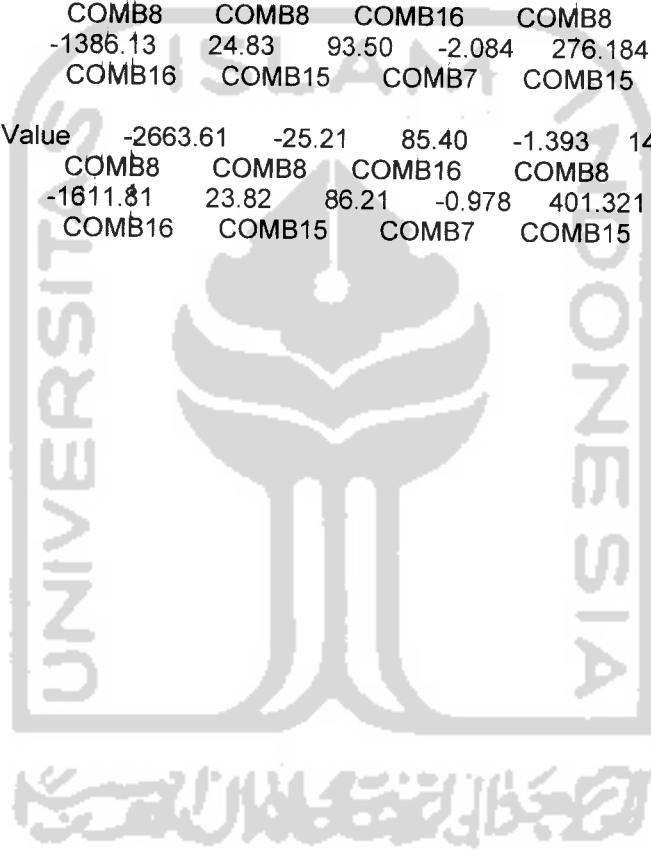
COMB7	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	0.3000
		EY	Static	1.0000
COMB8	ADD	DEAD	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		EX	Static	-0.3000
		EY	Static	1.0000
COMB15	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	0.3000
		EY	Static	1.0000
COMB16	ADD	DEAD	Static	0.9000
		EX	Static	-0.3000
		EY	Static	1.0000

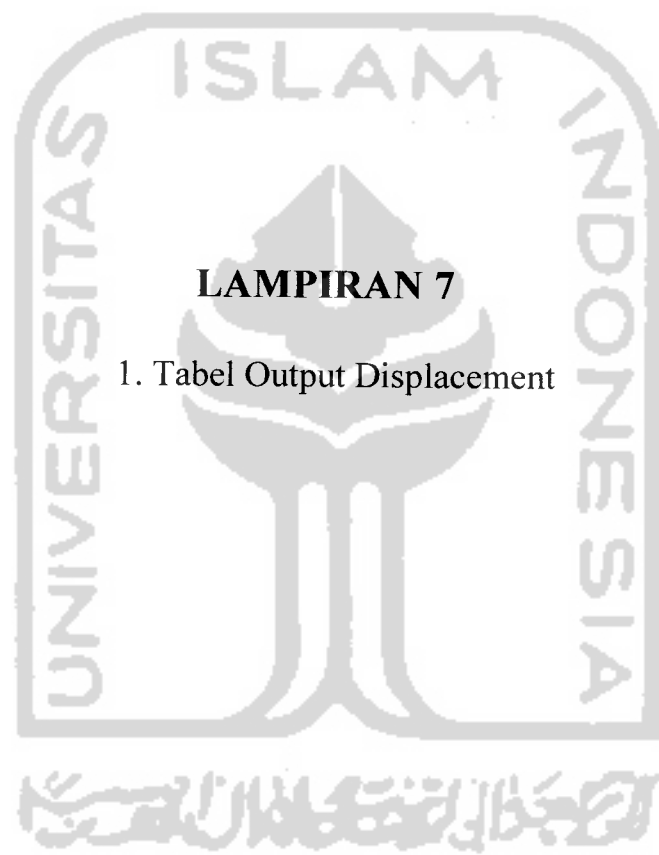
MOMEN BEBAN HIDUP KASUS 1

COLUMN FORCE ENVELOPES

STORY	COLUMN	ITEM	P	V2	V3	T	M2	M3
STORY8	C8	Min Value	-218.85	-5.31	15.72	-0.234	-41.123	-12.171
		Min Case	COMB8	COMB8	COMB8	COMB8	COMB15	COMB15
		Max Value	-114.16	4.62	17.10	-0.156	10.167	13.383
		Max Case	COMB16	COMB15	COMB15	COMB15	COMB15	COMB8
STORY7	C8	Min Value	-548.91	-9.98	36.74	-0.545	-79.439	-20.609
		Min Case	COMB8	COMB8	COMB16	COMB8	COMB7	COMB15
		Max Value	-316.37	9.35	37.16	-0.376	32.033	21.856
		Max Case	COMB16	COMB15	COMB7	COMB15	COMB7	COMB8
STORY 6	C8	Min Value	-892.41	-16.09	57.41	-1.503	-111.194	-29.640
		Min Case	COMB8	COMB8	COMB16	COMB8	COMB7	COMB15
		Max Value	-520.47	14.91	57.48	-1.045	61.259	31.725
		Max Case	COMB16	COMB15	COMB7	COMB15	COMB7	COMB8
STORY5	C8	Min Value	-1235.96	-19.98	70.69	-1.900	-117.568	-31.794

		Min Case	COMB8	COMB8	COMB16	COMB8	COMB7	COMB15
		Max Value	-732.83	18.67	71.04	-1.326	95.561	33.707
		Max Case	COMB16	COMB15	COMB7	COMB15	COMB7	COMB8
STORY4	C8-1	Min Value	-1580.77	-22.87	80.18	-2.150	-111.875	-36.747
		Min Case	COMB8	COMB8	COMB16	COMB8	COMB7	COMB8
		Max Value	-946.10	21.47	80.68	-1.504	130.180	34.203
		Max Case	COMB16	COMB15	COMB7	COMB15	COMB7	COMB15
STORY3	C8-2	Min Value	-1940.91	-25.90	91.52	-3.532	-84.648	-54.305
		Min Case	COMB8	COMB8	COMB16	COMB8	COMB7	COMB8
		Max Value	-1161.19	24.38	92.34	-2.475	192.375	50.829
		Max Case	COMB16	COMB15	COMB7	COMB15	COMB7	COMB15
STORY2	C8	Min Value	-2301.66	-26.29	92.31	-2.972	-4.306	-78.793
		Min Case	COMB8	COMB8	COMB16	COMB8	COMB8	COMB8
		Max Value	-1386.13	24.83	93.50	-2.084	276.184	74.140
		Max Case	COMB16	COMB15	COMB7	COMB15	COMB7	COMB15
STORY1	C8	Min Value	-2663.61	-25.21	85.40	-1.393	142.691	-119.875
		Min Case	COMB8	COMB8	COMB16	COMB8	COMB8	COMB8
		Max Value	-1611.81	23.82	86.21	-0.978	401.321	113.026
		Max Case	COMB16	COMB15	COMB7	COMB15	COMB7	COMB15





LAMPIRAN 7

1. Tabel Output Displacement

A. Untuk Arah X didapat dari output Etabs displacement 8 Lantai :

Tabel Arah Displacement X

Story	Diaphragm	Load	UX	UY
STORY8	D8	EX	35.2258	0
STORY7	D7	EX	33.2395	-0.02
STORY 6	D6	EX	29.741	-0.0178
STORY5	D5	EX	25.0745	-0.0147
STORY4	D4	EX	19.4385	-0.0115
STORY3	D3	EX	13.2042	-0.0076
STORY2	D2	EX	7.2357	-0.0041
STORY1	D1	EX	2.2775	-0.0013

B. Untuk Arah Y didapat dari output Etabs displacement 8 Lantai:

Tabel Arah Displacement Y

Story	Diaphragm	Load	UX	UY
STORY8	D8	EY	0	37.2197
STORY7	D7	EY	-0.02	35.0712
STORY 6	D6	EY	-0.0178	31.3211
STORY5	D5	EY	-0.0147	26.3438
STORY4	D4	EY	-0.0115	20.3676
STORY3	D3	EY	-0.0076	13.7951
STORY2	D2	EY	-0.0041	7.5294
STORY1	D1	EY	-0.0013	2.3573

C. Untuk Arah X didapat dari output Etabs displacement 4 Lantai:

Tabel Arah Displacement X

Story	Diaphragm	Load	UX	UY
STORY4	D4	EX	12.2421	0
STORY3	D3	EX	10.2453	-0.0067
STORY2	D2	EX	6.2621	-0.0043
STORY1	D1	EX	2.4903	-0.0017

D. Untuk Arah Y didapat dari output Etabs displacement 4 Lantai:

Tabel Displacement Arah Y

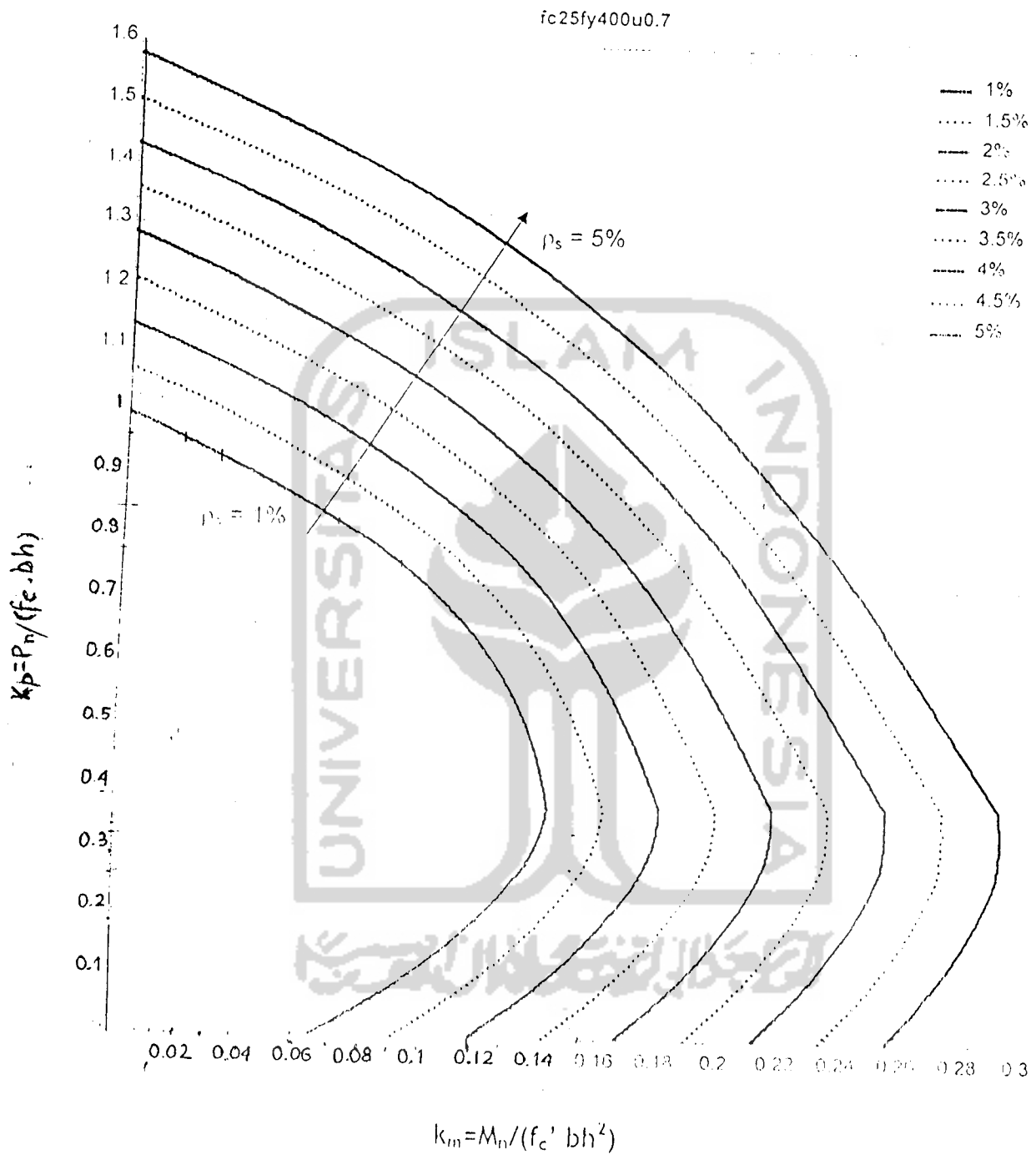
Story	Diaphragm	Load	UX	UY
STORY4	D4	EY	0	12.7675
STORY3	D3	EY	-0.0067	10.6706
STORY2	D2	EY	-0.0043	6.5195
STORY1	D1	EY	-0.0017	2.5711



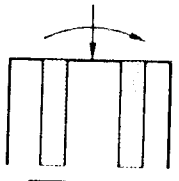
LAMPIRAN 8

1. Grafik untuk Perhitungan Kolom

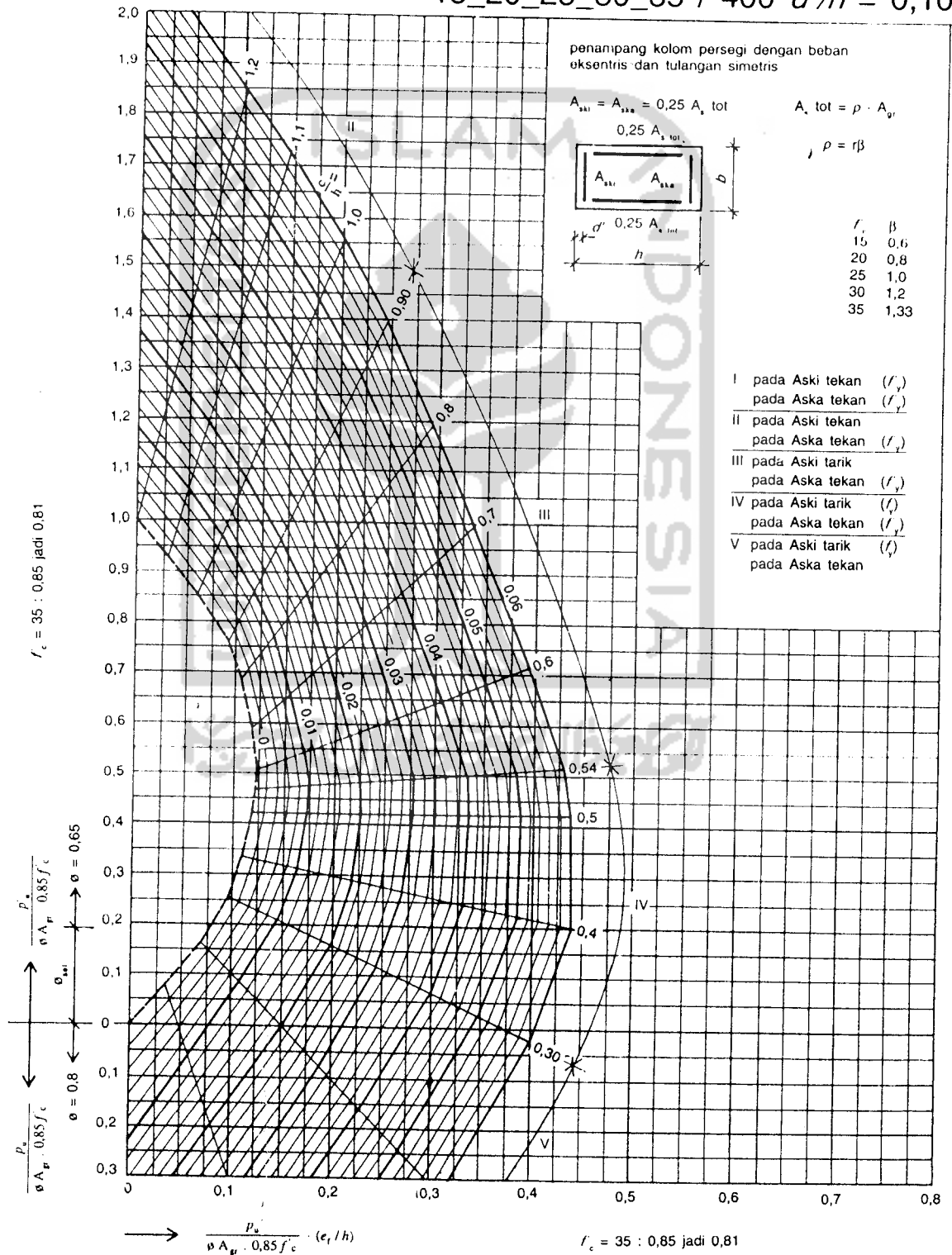
Non-dimensional Interaction Diagram
Four Faces



Catatan: "Displaced concrete" diabaikan (tidak diperhitungkan)



15_20_25_30_35 / 400 $d'/h = 0,10$



Gambar 6.2.d

The background of the page features a large, light gray watermark of the Universitas Islam Indonesia logo. The logo is a shield-shaped emblem with the word "ISLAM" at the top, "UNIVERSITAS" on the left, and "INDONESIA" on the right. In the center is a stylized tree or plant. Below the shield is a line of Arabic calligraphy.

LAMPIRAN 9

1. Tabel Output Momen Gedung 4 Lantai TCPKGUBG 2002 dan PPKGRG 1987
2. Tabel Output Momen Gedung 8 Lantai TCPKGUBG 2002 dan PPKGRG 1987

1. Gedung Bertingkat 4 Lantai PPKGRG 1987

Tabel Momen X Untuk Desain Beton Bertulang

STORY4	B20	Mtump+	43.289
		Mlap	36.608
		Mtump	21.6445
STORY4	B21	Mtump+	43.052
		Mlap	30.74
		Mtump	21.526
STORY4	B22	Mtump+	43.115
		Mlap	30.652
		Mtump	21.5575
STORY4	B23	Mtump+	43.315
		Mlap	36.731
		Mtump	21.6575
STORY3	B51	Mtump+	84.762
		Mlap	55.244
		Mtump	42.381
STORY3	B52	Mtump+	82.409
		Mlap	49.208
		Mtump	41.2045
STORY3	B53	Mtump+	82.282
		Mlap	49.313
		Mtump	41.141
STORY3	B54	Mtump+	84.709
		Mlap	55.042
		Mtump	42.3545
STORY2	B20	Mtump+	100.044
		Mlap	52.669
		Mtump	50.022
STORY2	B21	Mtump+	98.059
		Mlap	49.348
		Mtump	49.0295
STORY2	B22	Mtump+	97.826
		Mlap	49.358
		Mtump	48.913
STORY2	B23	Mtump+	100.334
		Mlap	52.63
		Mtump	50.167
STORY1	B20	Mtump+	100.885
		Mlap	52.199
		Mtump	50.4425
STORY1	B21	Mtump+	98.102
		Mlap	49.252

		Mtump	49.051
STORY1	B22	Mtump+	98.058
		Mlap	49.269
		Mtump	49.029
STORY1	B23	Mtump+	100.741
		Mlap	52.161
		Mtump	50.3705

Tabel Momen Y Untuk Desain Beton Bertulang

STORY4	B7	Mtump+	44.923
		Mlap	36.255
		Mtump -	22.4615
STORY4	B8	Mtump+	43.19
		Mlap	31.309
		Mtump -	21.595
STORY4	B9	Mtump+	44.964
		Mlap	36.297
		Mtump -	22.482
STORY3	B38	Mtump+	82.502
		Mlap	56.876
		Mtump -	41.251
STORY3	B39	Mtump+	71.313
		Mlap	35.648
		Mtump -	35.6565
STORY3	B40	Mtump+	82.724
		Mlap	56.772
		Mtump -	41.362
STORY2	B7	Mtump+	103.16
		Mlap	53.405
		Mtump -	51.58
STORY2	B8	Mtump+	87.282
		Mlap	37.271
		Mtump -	43.641
STORY2	B9	Mtump+	103.351
		Mlap	53.38
		Mtump -	51.6755
STORY1	B9	Mtump+	101.323
		Mlap	52.891
		Mtump -	50.6615
STORY1	B8	Mtump+	87.281
		Mlap	37.188
		Mtump -	43.6405

STORY1	B9	Mtump+	101.452
		Mlap	52.87
		Mtump -	50.726

Tabel Gaya Geser VD Arah X Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY4	B20	DEAD	4.8	31.94
STORY4	B21	DEAD	0.2	-30.4
STORY4	B22	DEAD	4.8	30.41
STORY4	B23	DEAD	0.2	-31.98
STORY3	B51	DEAD	4.8	54.26
STORY3	B52	DEAD	0.2	-52.46
STORY3	B53	DEAD	4.8	52.48
STORY3	B54	DEAD	0.2	-54.18
STORY2	B20	DEAD	4.75	52.69
STORY2	B21	DEAD	4.75	51.86
STORY2	B22	DEAD	4.75	51.78
STORY2	B23	DEAD	0.25	-52.59
STORY1	B20	DEAD	4.75	52.87
STORY1	B21	DEAD	4.75	51.78
STORY1	B22	DEAD	4.75	51.83
STORY1	B23	DEAD	0.25	-52.8

Tabel Gaya Geser VL Arah X Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY4	B20	LIVE	4.8	9.45
STORY4	B21	LIVE	4.8	9.17
STORY4	B22	LIVE	0.2	-9.18
STORY4	B23	LIVE	0.2	-9.46
STORY3	B51	LIVE	4.8	15.58
STORY3	B52	LIVE	4.8	15.25
STORY3	B53	LIVE	0.2	-15.24
STORY3	B54	LIVE	0.2	-15.56
STORY2	B20	LIVE	4.75	15.29
STORY2	B21	LIVE	4.75	15.21
STORY2	B22	LIVE	0.25	-15.18
STORY2	B23	LIVE	0.25	-15.26
STORY1	B20	LIVE	4.75	15.4
STORY1	B21	LIVE	4.75	15.18

STORY1	B22	LIVE	4.75	15.18
STORY1	B23	LIVE	4.75	14.96

Tabel Gaya Geser VE Arah X Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY4	B20	EX	0.2	5.71
STORY4	B21	EX	0.2	5.02
STORY4	B22	EX	0.2	5.02
STORY4	B23	EX	0.2	5.71
STORY3	B51	EX	0.2	14.87
STORY3	B52	EX	0.2	13.04
STORY3	B53	EX	0.2	13.04
STORY3	B54	EX	0.2	14.87
STORY2	B20	EX	0.25	23.27
STORY2	B21	EX	0.25	21.25
STORY2	B22	EX	0.25	21.25
STORY2	B23	EX	0.25	23.27
STORY1	B20	EX	0.25	23.03
STORY1	B21	EX	0.25	21.35
STORY1	B22	EX	0.25	21.35
STORY1	B23	EX	0.25	23.03

Tabel Gaya Geser VD Arah Y Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY4	B7	DEAD	4.8	32.18
STORY4	B8	DEAD	4.8	30.4
STORY4	B9	DEAD	0.2	-32.2
STORY3	B38	DEAD	4.8	53.14
STORY3	B39	DEAD	0.2	-32.72
STORY3	B40	DEAD	0.2	-53.09
STORY2	B7	DEAD	4.75	52.05
STORY2	B8	DEAD	4.75	32.48
STORY2	B9	DEAD	0.25	-51.99
STORY1	B7	DEAD	4.75	52.28
STORY1	B8	DEAD	4.75	32.48
STORY1	B9	DEAD	0.25	-52.24

Tabel Gaya Geser VL Arah Y Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY4	B7	LIVE	4.8	9.47
STORY4	B8	LIVE	4.8	9.14
STORY4	B9	LIVE	0.2	-9.49
STORY3	B38	LIVE	4.8	15.6
STORY3	B39	LIVE	0.2	-15.23
STORY3	B40	LIVE	0.2	-15.58
STORY2	B7	LIVE	4.75	15.29
STORY2	B8	LIVE	4.75	15.18
STORY2	B9	LIVE	0.25	-15.26
STORY1	B7	LIVE	4.75	15.4
STORY1	B8	LIVE	4.75	15.18
STORY1	B9	LIVE	0.25	-15.38

Tabel Gaya Geser VE Arah Y Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY4	B7	EY	0.2	6.03
STORY4	B9	EY	0.2	6.03
STORY4	B8	EY	0.2	5.3
STORY3	B38	EY	0.2	15.51
STORY3	B39	EY	0.2	13.47
STORY3	B40	EY	0.2	15.51
STORY2	B7	EY	0.25	24.23
STORY2	B8	EY	0.25	22.04
STORY2	B9	EY	0.25	24.23
STORY1	B7	EY	0.25	23.83
STORY1	B8	EY	0.25	22.04
STORY1	B9	EY	0.25	23.83

2. Gedung Bertingkat 4 Lantai TCPKGUBG 2002

Tabel Momen X Untuk Desain Beton Bertulang

STORY4	B20	Mtump+	25.0405
		Mlap	36.608
		Mtump	50.081
STORY4	B21	Mtump+	24.988
		Mlap	30.74
		Mtump	49.976
STORY4	B22	Mtump+	25.028
		Mlap	30.652
		Mtump	50.056
STORY4	B23	Mtump+	25.057
		Mlap	36.731
		Mtump	50.114
STORY3	B51	Mtump+	48.259
		Mlap	55.244
		Mtump	96.518
STORY3	B52	Mtump+	47.068
		Mlap	49.208
		Mtump	94.136
STORY3	B53	Mtump+	46.993
		Mlap	49.313
		Mtump	93.986
STORY3	B54	Mtump+	48.2275
		Mlap	55.042
		Mtump	96.455
STORY2	B20	Mtump+	55.7395
		Mlap	52.669
		Mtump	111.479
STORY2	B21	Mtump+	54.8235
		Mlap	49.348
		Mtump	109.647
STORY2	B22	Mtump+	54.6825
		Mlap	49.358
		Mtump	109.365
STORY2	B23	Mtump+	55.599
		Mlap	52.63
		Mtump	111.198
STORY1	B20	Mtump+	56.2965
		Mlap	52.199
		Mtump	112.593
STORY1	B21	Mtump+	54.829

		Mlap	49.252
		Mtump	109.658
STORY1	B22	Mtump+	54.814
		Mlap	49.269
		Mtump	109.628
STORY1	B23	Mtump+	56.209
		Mlap	52.161
		Mtump	112.418

Tabel Momen Y Untuk Desain Beton Bertulang

STORY4	B7	Mtump+	25.939
		Mlap	36.255
		Mtump	51.878
STORY4	B8	Mtump+	25.014
		Mlap	31.309
		Mtump	50.028
STORY4	B9	Mtump+	25.966
		Mlap	36.297
		Mtump	51.932
STORY3	B38	Mtump+	46.6365
		Mlap	56.876
		Mtump	93.273
STORY3	B39	Mtump+	40.6725
		Mlap	35.648
		Mtump	81.345
STORY3	B40	Mtump+	46.587
		Mlap	56.772
		Mtump	93.174
STORY2	B7	Mtump+	57.0685
		Mlap	53.405
		Mtump	114.137
STORY2	B8	Mtump+	48.558
		Mlap	37.271
		Mtump	97.116
STORY2	B9	Mtump+	57.188
		Mlap	53.38
		Mtump	114.376
STORY1	B7	Mtump+	56.083
		Mlap	52.891
		Mtump	112.166
STORY1	B8	Mtump+	48.5645
		Mlap	37.188

		Mtump	97.129
STORY1	B9	Mtump+	56.1635
		Mlap	52.87
		Mtump	112.327

Tabel Gaya Geser VD Arah X Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY4	B20	DEAD	4.8	31.94
STORY4	B21	DEAD	0.2	30.4
STORY4	B22	DEAD	4.8	30.41
STORY4	B23	DEAD	0.2	31.98
STORY3	B51	DEAD	4.8	54.26
STORY3	B52	DEAD	0.2	52.46
STORY3	B53	DEAD	4.8	52.48
STORY3	B54	DEAD	0.2	54.18
STORY2	B20	DEAD	4.75	52.69
STORY2	B21	DEAD	4.75	51.86
STORY2	B22	DEAD	4.75	51.78
STORY2	B23	DEAD	0.25	52.59
STORY1	B20	DEAD	4.75	52.87
STORY1	B21	DEAD	4.75	51.78
STORY1	B22	DEAD	4.75	51.83
STORY1	B23	DEAD	0.25	52.8

Tabel Gaya Geser VL Arah X Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY4	B20	LIVE	4.8	9.45
STORY4	B21	LIVE	4.8	9.17
STORY4	B22	LIVE	0.2	9.18
STORY4	B23	LIVE	0.2	9.46
STORY3	B51	LIVE	4.8	15.58
STORY3	B52	LIVE	4.8	15.25
STORY3	B53	LIVE	0.2	15.24
STORY3	B54	LIVE	0.2	15.56
STORY2	B20	LIVE	4.75	15.29
STORY2	B21	LIVE	4.75	15.21
STORY2	B22	LIVE	0.25	15.18
STORY2	B23	LIVE	0.25	15.26
STORY1	B20	LIVE	4.75	15.4

STORY1	B21	LIVE	4.75	15.18
STORY1	B22	LIVE	4.75	15.18
STORY1	B23	LIVE	0.25	15.38

Tabel Gaya Geser VE Arah X Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	P	V2
STORY4	B20	EX	0.2	0	6.16
STORY4	B21	EX	0.2	0	5.41
STORY4	B22	EX	4.8	0	5.41
STORY4	B23	EX	0.2	0	6.16
STORY3	B51	EX	4.8	0	16.04
STORY3	B52	EX	0.2	0	14.06
STORY3	B53	EX	4.8	0	14.06
STORY3	B54	EX	0.2	0	16.04
STORY2	B20	EX	4.75	0	25.09
STORY2	B21	EX	0.25	0	22.92
STORY2	B22	EX	4.75	0	22.92
STORY2	B23	EX	0.25	0	25.09
STORY1	B20	EX	4.75	0	24.84
STORY1	B21	EX	0.25	0	23.03
STORY1	B22	EX	4.75	0	23.03
STORY1	B23	EX	0.25	0	24.84

Tabel Gaya Geser VD Arah Y Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	P	V2
STORY4	B7	DEAD	4.8	0	32.18
STORY4	B8	DEAD	4.8	0	30.4
STORY4	B9	DEAD	0.2	0	32.2
STORY3	B38	DEAD	4.8	0	53.14
STORY3	B39	DEAD	0.2	0	32.72
STORY3	B40	DEAD	0.2	0	53.09
STORY2	B7	DEAD	4.75	0	52.05
STORY2	B8	DEAD	4.75	0	32.48
STORY2	B9	DEAD	0.25	0	51.99
STORY1	B7	DEAD	4.75	0	52.28
STORY1	B8	DEAD	4.75	0	32.48
STORY1	B9	DEAD	0.25	0	52.24

Tabel Gaya Geser VL Arah Y Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	P	V2
STORY4	B7	LIVE	4.8	0	9.47
STORY4	B8	LIVE	4.8	0	9.14
STORY4	B9	LIVE	0.2	0	9.49
STORY3	B38	LIVE	4.8	0	15.6
STORY3	B39	LIVE	0.2	0	15.23
STORY3	B40	LIVE	0.2	0	15.58
STORY2	B7	LIVE	4.75	0	15.29
STORY2	B8	LIVE	4.75	0	15.18
STORY2	B9	LIVE	0.25	0	15.26
STORY1	B7	LIVE	4.75	0	15.4
STORY1	B8	LIVE	4.75	0	15.18
STORY1	B9	LIVE	0.25	0	15.38

Tabel Gaya Geser VL Arah Y Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	P	V2
STORY4	B7	EY	0.2	0	6.5
STORY4	B8	EY	4.8	0	5.72
STORY4	B9	EY	4.8	0	6.5
STORY3	B38	EY	4.8	0	16.72
STORY3	B39	EY	4.8	0	14.52
STORY3	B40	EY	4.8	0	16.72
STORY2	B7	EY	0.25	0	26.13
STORY2	B8	EY	0.25	0	23.77
STORY2	B9	EY	0.25	0	26.13
STORY1	B7	EY	0.25	0	25.7
STORY1	B8	EY	0.25	0	23.76
STORY1	B9	EY	0.25	0	25.7

3. Gedung Bertingkat 8 Lantai PPKGRG 1987

Tabel Momen X Untuk Desain Beton Bertulang

STORY8	B18	Mtump+	28.5195
		Mlap	32.359
		Mtump	57.039
STORY8	B20	Mtump+	48.586
		Mlap	50.589
		Mtump	97.172
STORY8	B22	Mtump+	48.586
		Mlap	50.589
		Mtump	97.172
STORY8	B24	Mtump+	48.586
		Mlap	50.589
		Mtump	97.172
STORY7	B18	Mtump+	48.586
		Mlap	50.589
		Mtump	97.172
STORY7	B20	Mtump+	62.3915
		Mlap	50.588
		Mtump	124.783
STORY7	B22	Mtump+	62.3915
		Mlap	50.588
		Mtump	124.783
STORY7	B24	Mtump+	62.3915
		Mlap	50.588
		Mtump	124.783
STORY6	B18	Mtump+	62.3915
		Mlap	50.256
		Mtump	124.783
STORY6	B20	Mtump+	72.517
		Mlap	50.256
		Mtump	145.034
STORY6	B22	Mtump+	72.517
		Mlap	50.256
		Mtump	145.034
STORY6	B24	Mtump+	72.517
		Mlap	50.256
		Mtump	145.034
STORY5	B18	Mtump+	72.517
		Mlap	49.973
		Mtump	145.034
STORY5	B20	Mtump+	80.3555

		Mlap	50.081
		Mtump	160.711
STORY5	B22	Mtump+	80.3555
		Mlap	50.081
		Mtump	160.711
STORY5	B24	Mtump+	80.3555
		Mlap	50.081
		Mtump	160.711
STORY4	B18	Mtump+	80.3555
		Mlap	50.085
		Mtump	160.711
STORY4	B20	Mtump+	82.628
		Mlap	50.085
		Mtump	160.154
STORY4	B22	Mtump+	82.628
		Mlap	50.085
		Mtump	160.154
STORY4	B24	Mtump+	82.628
		Mlap	50.085
		Mtump	160.154
STORY3	B19	Mtump+	82.628
		Mlap	49.861
		Mtump	159.59
STORY3	B21	Mtump+	82.228
		Mlap	49.861
		Mtump	159.187
STORY3	B23	Mtump+	82.228
		Mlap	49.861
		Mtump	159.187
STORY3	B25	Mtump+	82.228
		Mlap	49.861
		Mtump	159.187
STORY2	B18	Mtump+	74.817
		Mlap	49.702
		Mtump	149.634
STORY2	B20	Mtump+	74.674
		Mlap	49.856
		Mtump	149.348
STORY2	B22	Mtump+	74.674
		Mlap	49.856
		Mtump	149.348
STORY2	B24	Mtump+	74.674
		Mlap	49.856
		Mtump	149.348
STORY1	B18	Mtump+	57.6685

		Mlap	49.856
		Mtump	115.337
STORY1	B20	Mtump+	57.598
		Mlap	49.856
		Mtump	115.196
STORY1	B22	Mtump+	57.598
		Mlap	49.856
		Mtump	115.196
STORY1	B24	Mtump+	57.598
		Mlap	49.856
		Mtump	115.196

Tabel Momen Y Untuk Desain Beton Bertulang

STORY8	B12	Mtump+	29.7095
		Mlap	32.153
		Mtump	59.419
STORY8	B30	Mtump+	27.732
		Mlap	31.703
		Mtump	55.464
STORY8	B48	Mtump+	29.38
		Mlap	32.175
		Mtump	58.76
STORY7	B12	Mtump+	50.63
		Mlap	51.033
		Mtump	101.26
STORY7	B30	Mtump+	42.462
		Mlap	38.026
		Mtump	84.924
STORY7	B48	Mtump+	50.2845
		Mlap	51.034
		Mtump	100.569
STORY6	B12	Mtump+	64.9085
		Mlap	50.46
		Mtump	129.817
STORY6	B30	Mtump+	56.5365
		Mlap	38.415
		Mtump	113.073
STORY6	B48	Mtump+	64.6005
		Mlap	50.465
		Mtump	129.201
STORY5	B12	Mtump+	75.3745

		Mlap	50.138
		Mtump	150.749
STORY5	B30	Mtump+	74.653
		Mlap	38.414
		Mtump	134.303
STORY5	B48	Mtump+	75.0835
		Mlap	50.141
		Mtump	150.167
STORY4	B12	Mtump+	83.379
		Mlap	50.271
		Mtump	166.609
STORY4	B30	Mtump+	90.244
		Mlap	38.359
		Mtump	149.985
STORY4	B48	Mtump+	83.0655
		Mlap	50.274
		Mtump	166.131
STORY3	B13	Mtump+	88.118
		Mlap	49.995
		Mtump	164.919
STORY3	B31	Mtump+	95.218
		Mlap	38.397
		Mtump	150.588
STORY3	B49	Mtump+	87.774
		Mlap	49.997
		Mtump	164.573
STORY2	B12	Mtump+	77.437
		Mlap	49.798
		Mtump	153.985
STORY2	B30	Mtump+	85.502
		Mlap	38.438
		Mtump	140.786
STORY2	B48	Mtump+	77.191
		Mlap	49.799
		Mtump	153.738
STORY1	B12	Mtump+	58.924
		Mlap	49.99
		Mtump	117.848
STORY1	B30	Mtump+	53.0815
		Mlap	38.337
		Mtump	106.163
STORY1	B48	Mtump+	58.8625
		Mlap	49.99
		Mtump	117.725

Tabel Gaya Geser VD Arah X Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY8	B18	DEAD	0.3	31.6
STORY8	B20	DEAD	0.3	29.94
STORY8	B22	DEAD	0.3	30.08
STORY8	B24	DEAD	4.7	31.34
STORY7	B18	DEAD	0.3	53.12
STORY7	B20	DEAD	0.3	51.23
STORY7	B22	DEAD	0.3	51.16
STORY7	B24	DEAD	4.7	52.85
STORY6	B18	DEAD	0.35	52.4
STORY6	B20	DEAD	0.35	50.51
STORY6	B22	DEAD	0.35	50.44
STORY6	B24	DEAD	4.65	52.15
STORY5	B18	DEAD	0.35	52.35
STORY5	B20	DEAD	0.35	50.51
STORY5	B22	DEAD	0.35	50.42
STORY5	B24	DEAD	4.65	52.12
STORY4	B18	DEAD	0.35	51.89
STORY4	B20	DEAD	0.35	50.48
STORY4	B22	DEAD	0.35	50.42
STORY4	B24	DEAD	4.65	51.69
STORY3	B19	DEAD	0.4	50.84
STORY3	B21	DEAD	0.4	49.73
STORY3	B23	DEAD	0.4	49.67
STORY3	B25	DEAD	4.6	50.7
STORY2	B18	DEAD	0.4	50.51
STORY2	B20	DEAD	0.4	49.71
STORY2	B22	DEAD	0.4	49.66
STORY2	B24	DEAD	4.6	50.41
STORY1	B18	DEAD	0.4	49.88
STORY1	B20	DEAD	0.4	49.68
STORY1	B22	DEAD	0.4	49.65
STORY1	B24	DEAD	4.6	49.83

Tabel Gaya Geser VL Arah X Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY8	B18	LIVE	0.3	9.99
STORY8	B20	LIVE	0.3	9.07

STORY8	B22	LIVE	0.3	9.15
STORY8	B24	LIVE	4.7	9.88
STORY7	B18	LIVE	0.3	16.19
STORY7	B20	LIVE	0.3	15.17
STORY7	B22	LIVE	0.3	15.14
STORY7	B24	LIVE	4.7	16.07
STORY6	B18	LIVE	0.35	16.08
STORY6	B20	LIVE	0.35	15.08
STORY6	B22	LIVE	0.35	15.06
STORY6	B24	LIVE	4.65	15.97
STORY5	B18	LIVE	0.35	16.04
STORY5	B20	LIVE	0.35	15.09
STORY5	B22	LIVE	0.35	15.05
STORY5	B24	LIVE	4.65	15.93
STORY4	B18	LIVE	0.35	15.83
STORY4	B20	LIVE	0.35	15.07
STORY4	B22	LIVE	0.35	15.05
STORY4	B24	LIVE	4.65	15.75
STORY3	B19	LIVE	0.4	15.57
STORY3	B21	LIVE	0.4	14.97
STORY3	B23	LIVE	0.4	14.95
STORY3	B25	LIVE	4.6	15.51
STORY2	B18	LIVE	0.4	15.4
STORY2	B20	LIVE	0.4	14.96
STORY2	B22	LIVE	0.4	14.94
STORY2	B24	LIVE	4.6	15.35
STORY1	B18	LIVE	0.4	15.11
STORY1	B20	LIVE	0.4	14.95
STORY1	B22	LIVE	0.4	14.93
STORY1	B24	LIVE	4.6	15.09

Tabel Gaya Geser VE Arah X Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY8	B18	EX	0.3	10.81
STORY8	B20	EX	0.3	11.37
STORY8	B22	EX	0.3	11.37
STORY8	B24	EX	0.3	10.81
STORY7	B18	EX	0.3	20.28
STORY7	B20	EX	0.3	21.04
STORY7	B22	EX	0.3	21.04
STORY7	B24	EX	0.3	20.28
STORY6	B18	EX	0.35	34.19
STORY6	B20	EX	0.35	34.59

STORY6	B22	EX	0.35	34.59
STORY6	B24	EX	0.35	34.19
STORY5	B18	EX	0.35	43.19
STORY5	B20	EX	0.35	43.64
STORY5	B22	EX	0.35	43.64
STORY5	B24	EX	0.35	43.19
STORY4	B18	EX	0.35	50.59
STORY4	B20	EX	0.35	50.53
STORY4	B22	EX	0.35	50.53
STORY4	B24	EX	0.35	50.59
STORY3	B19	EX	4.6	53.22
STORY3	B21	EX	0.4	53.22
STORY3	B23	EX	0.4	53.22
STORY3	B25	EX	0.4	53.22
STORY2	B18	EX	0.4	49.21
STORY2	B20	EX	0.4	49.24
STORY2	B22	EX	0.4	49.24
STORY2	B24	EX	0.4	49.21
STORY1	B18	EX	0.4	34.6
STORY1	B20	EX	0.4	34.41
STORY1	B22	EX	0.4	34.41
STORY1	B24	EX	0.4	34.6

Tabel Gaya Geser VD Arah Y Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY8	B12	DEAD	0.3	31.43
STORY8	B30	DEAD	0.3	29.95
STORY8	B48	DEAD	4.7	31.22
STORY7	B12	DEAD	0.3	53.47
STORY7	B30	DEAD	0.3	32.26
STORY7	B48	DEAD	4.7	53.24
STORY6	B12	DEAD	0.35	52.56
STORY6	B30	DEAD	0.35	31.97
STORY6	B48	DEAD	4.65	52.36
STORY5	B12	DEAD	0.35	52.48
STORY5	B30	DEAD	0.35	31.98
STORY5	B48	DEAD	4.65	52.28
STORY4	B12	DEAD	0.35	52.03
STORY4	B30	DEAD	0.35	31.97
STORY4	B48	DEAD	4.65	51.88
STORY3	B13	DEAD	0.4	50.95
STORY3	B31	DEAD	0.4	31.65
STORY3	B49	DEAD	4.6	50.83

STORY2	B12	DEAD	0.4	50.59
STORY2	B30	DEAD	0.4	31.64
STORY2	B48	DEAD	4.6	50.5
STORY1	B12	DEAD	0.4	50
STORY1	B30	DEAD	0.4	31.63
STORY1	B48	DEAD	4.6	49.95

Tabel Gaya Geser VL Arah Y Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY8	B12	LIVE	0.3	10
STORY8	B30	LIVE	0.3	9.1
STORY8	B48	LIVE	4.7	9.89
STORY7	B12	LIVE	0.3	16.21
STORY7	B30	LIVE	0.3	15.15
STORY7	B48	LIVE	4.7	16.09
STORY6	B12	LIVE	0.35	16.1
STORY6	B30	LIVE	0.35	15.06
STORY6	B48	LIVE	4.65	15.99
STORY5	B12	LIVE	0.35	16.05
STORY5	B30	LIVE	0.35	15.06
STORY5	B48	LIVE	4.65	15.95
STORY4	B12	LIVE	0.35	15.85
STORY4	B30	LIVE	0.35	15.06
STORY4	B48	LIVE	4.65	15.76
STORY3	B13	LIVE	0.4	15.58
STORY3	B31	LIVE	0.4	14.95
STORY3	B49	LIVE	4.6	15.52
STORY2	B12	LIVE	0.4	15.4
STORY2	B30	LIVE	0.4	14.95
STORY2	B48	LIVE	4.6	15.36
STORY1	B12	LIVE	0.4	15.11
STORY1	B30	LIVE	0.4	14.94
STORY1	B48	LIVE	4.6	15.09

Tabel Gaya Geser VE Arah Y Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY8	B12	EY	0.3	11.92
STORY8	B30	EY	0.3	12.53
STORY8	B48	EY	0.3	11.92
STORY7	B12	EY	0.3	21.87

STORY7	B30	EY	0.3	22.68
STORY7	B48	EY	0.3	21.87
STORY6	B12	EY	0.35	36.37
STORY6	B30	EY	0.35	36.79
STORY6	B48	EY	0.35	36.37
STORY5	B12	EY	0.35	45.72
STORY5	B30	EY	0.35	46.21
STORY5	B48	EY	0.35	45.72
STORY4	B12	EY	0.35	53.21
STORY4	B30	EY	0.35	53.14
STORY4	B48	EY	0.35	53.21
STORY3	B13	EY	0.4	55.68
STORY3	B31	EY	0.4	55.69
STORY3	B49	EY	0.4	55.68
STORY2	B12	EY	0.4	51.25
STORY2	B30	EY	0.4	51.28
STORY2	B48	EY	0.4	51.25
STORY1	B12	EY	0.4	35.74
STORY1	B30	EY	0.4	35.56
STORY1	B48	EY	0.4	35.74

4. Gedung Bertingkat 8 Lantai TCPKGUBG 2002

Tabel Momen X Untuk Desain Beton Bertulang

STORY8	B18	Mtump+	29.909
		Mlap	32.313
		Mtump	59.818
STORY8	B20	Mtump+	27.455
		Mlap	31.054
		Mtump	54.91
STORY8	B22	Mtump+	27.6775
		Mlap	31.035
		Mtump	55.355
STORY8	B24	Mtump+	29.418
		Mlap	32.359
		Mtump	58.836
STORY7	B18	Mtump+	50.272
		Mlap	50.589
		Mtump	100.544
STORY7	B20	Mtump+	47.6
		Mlap	49.45
		Mtump	95.2

STORY7	B22	Mtump+	47.449
		Mlap	49.455
		Mtump	94.898
STORY7	B24	Mtump+	49.77
		Mlap	50.588
		Mtump	99.54
STORY6	B18	Mtump+	61.3315
		Mlap	50.247
		Mtump	122.663
STORY6	B20	Mtump+	58.1365
		Mlap	49.433
		Mtump	116.273
STORY6	B22	Mtump+	58.0035
		Mlap	49.431
		Mtump	116.007
STORY6	B24	Mtump+	60.8895
		Mlap	50.256
		Mtump	121.779
STORY5	B18	Mtump+	69.8655
		Mlap	49.967
		Mtump	139.731
STORY5	B20	Mtump+	66.802
		Mlap	49.391
		Mtump	133.604
STORY5	B22	Mtump+	66.628
		Mlap	49.391
		Mtump	133.256
STORY5	B24	Mtump+	69.446
		Mlap	49.973
		Mtump	138.892
STORY4	B18	Mtump+	76.1955
		Mlap	50.081
		Mtump	152.391
STORY4	B20	Mtump+	73.3185
		Mlap	49.383
		Mtump	146.637
STORY4	B22	Mtump+	73.197
		Mlap	49.382
		Mtump	146.394
STORY4	B24	Mtump+	75.8515
		Mlap	50.085
		Mtump	151.703
STORY3	B19	Mtump+	74.9765
		Mlap	49.858
		Mtump	149.953

STORY3	B21	Mtump+	72.8055
		Mlap	49.35
		Mtump	145.611
STORY3	B23	Mtump+	72.6915
		Mlap	49.35
		Mtump	145.383
STORY3	B25	Mtump+	74.727
		Mlap	49.861
		Mtump	149.454
STORY2	B18	Mtump+	70.6055
		Mlap	49.7
		Mtump	141.211
STORY2	B20	Mtump+	69.0595
		Mlap	49.333
		Mtump	138.119
STORY2	B22	Mtump+	68.9725
		Mlap	49.333
		Mtump	137.945
STORY2	B24	Mtump+	70.4285
		Mlap	49.702
		Mtump	140.857
STORY1	B20	Mtump+	55.2
		Mlap	49.318
		Mtump	110.4
STORY1	B22	Mtump+	55.1515
		Mlap	49.318
		Mtump	110.303
STORY1	B18	Mtump+	55.78
		Mlap	49.856
		Mtump	111.56
STORY1	B24	Mtump+	55.693
		Mlap	49.856
		Mtump	111.386

Tabel Momen Y Untuk Desain Beton Bertulang

STORY8	B12	Mtump+	30.88
		Mlap	32.153
		Mtump	61.76
STORY8	B30	Mtump+	28.296
		Mlap	31.703
		Mtump	56.592
STORY8	B48	Mtump+	30.467

		Mlap	32.175
		Mtump	60.934
STORY7	B12	Mtump+	52.0665
		Mlap	51.033
		Mtump	104.133
STORY7	B30	Mtump+	42.2685
		Mlap	38.026
		Mtump	84.537
STORY7	B48	Mtump+	51.634
		Mlap	51.034
		Mtump	103.268
STORY6	B12	Mtump+	63.4885
		Mlap	50.46
		Mtump	126.977
STORY6	B30	Mtump+	53.646
		Mlap	38.415
		Mtump	107.292
STORY6	B48	Mtump+	63.104
		Mlap	50.465
		Mtump	126.208
STORY5	B12	Mtump+	72.302
		Mlap	50.138
		Mtump	144.604
STORY5	B30	Mtump+	68.173
		Mlap	38.414
		Mtump	125.187
STORY5	B48	Mtump+	71.938
		Mlap	50.141
		Mtump	143.876
STORY4	B12	Mtump+	78.713
		Mlap	50.271
		Mtump	157.426
STORY4	B30	Mtump+	81.322
		Mlap	38.359
		Mtump	138.406
STORY4	B48	Mtump+	78.414
		Mlap	50.274
		Mtump	156.828
STORY3	B13	Mtump+	78.335
		Mlap	49.995
		Mtump	154.49
STORY3	B31	Mtump+	85.16
		Mlap	38.397
		Mtump	138.037
STORY3	B49	Mtump+	78.111

		Mlap	49.997
		Mtump	154.057
STORY2	B12	Mtump+	72.4555
		Mlap	49.798
		Mtump	144.911
STORY2	B30	Mtump+	76.983
		Mlap	38.438
		Mtump	129.752
STORY2	B48	Mtump+	72.301
		Mlap	49.799
		Mtump	144.602
STORY1	B12	Mtump+	56.862
		Mlap	49.99
		Mtump	113.724
STORY1	B30	Mtump+	50.29
		Mlap	38.337
		Mtump	100.58
STORY1	B48	Mtump+	56.785
		Mlap	49.99
		Mtump	113.57

Tabel Gaya Geser VD Arah X Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY8	B18	DEAD	0.3	31.6
STORY8	B20	DEAD	0.3	29.94
STORY8	B22	DEAD	0.3	30.08
STORY8	B24	DEAD	4.7	31.34
STORY7	B18	DEAD	0.3	53.12
STORY7	B20	DEAD	0.3	51.23
STORY7	B22	DEAD	0.3	51.16
STORY7	B24	DEAD	4.7	52.85
STORY6	B18	DEAD	0.35	52.4
STORY6	B20	DEAD	0.35	50.51
STORY6	B22	DEAD	0.35	50.44
STORY6	B24	DEAD	4.65	52.15
STORY5	B18	DEAD	0.35	52.35
STORY5	B20	DEAD	0.35	50.51
STORY5	B22	DEAD	0.35	50.42
STORY5	B24	DEAD	4.65	52.12
STORY4	B18	DEAD	0.35	51.89
STORY4	B20	DEAD	0.35	50.48
STORY4	B22	DEAD	0.35	50.42

STORY4	B24	DEAD	4.65	51.69
STORY3	B19	DEAD	0.4	50.84
STORY3	B21	DEAD	0.4	49.73
STORY3	B23	DEAD	0.4	49.67
STORY3	B25	DEAD	4.6	50.7
STORY2	B18	DEAD	0.4	50.51
STORY2	B20	DEAD	0.4	49.71
STORY2	B22	DEAD	0.4	49.66
STORY2	B24	DEAD	4.6	50.41
STORY1	B18	DEAD	0.4	49.88
STORY1	B20	DEAD	0.4	49.68
STORY1	B22	DEAD	0.4	49.65
STORY1	B24	DEAD	4.6	49.83

Tabel Gaya Geser VL Arah X Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY8	B18	LIVE	0.3	9.99
STORY8	B20	LIVE	0.3	9.07
STORY8	B22	LIVE	0.3	9.15
STORY8	B24	LIVE	4.7	9.88
STORY7	B18	LIVE	0.3	16.19
STORY7	B20	LIVE	0.3	15.17
STORY7	B22	LIVE	0.3	15.14
STORY7	B24	LIVE	4.7	16.07
STORY6	B18	LIVE	0.35	16.08
STORY6	B20	LIVE	0.35	15.08
STORY6	B22	LIVE	0.35	15.06
STORY6	B24	LIVE	4.65	15.97
STORY5	B18	LIVE	0.35	16.04
STORY5	B20	LIVE	0.35	15.09
STORY5	B22	LIVE	0.35	15.05
STORY5	B24	LIVE	4.65	15.93
STORY4	B18	LIVE	0.35	15.83
STORY4	B20	LIVE	0.35	15.07
STORY4	B22	LIVE	0.35	15.05
STORY4	B24	LIVE	4.65	15.75
STORY3	B19	LIVE	0.4	15.57
STORY3	B21	LIVE	0.4	14.97
STORY3	B23	LIVE	0.4	14.95
STORY3	B25	LIVE	4.6	15.51
STORY2	B18	LIVE	0.4	15.4
STORY2	B20	LIVE	0.4	14.96
STORY2	B22	LIVE	0.4	14.94

STORY2	B24	LIVE	4.6	15.35
STORY1	B18	LIVE	0.4	15.11
STORY1	B20	LIVE	0.4	14.95
STORY1	B22	LIVE	4.6	14.93
STORY1	B24	LIVE	4.6	15.09

Tabel Gaya Geser VE Arah X Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY8	B18	EX	0.3	9.58
STORY8	B20	EX	4.7	10.07
STORY8	B22	EX	4.7	10.07
STORY8	B24	EX	0.3	9.58
STORY7	B18	EX	4.7	17.97
STORY7	B20	EX	4.7	18.64
STORY7	B22	EX	4.7	18.64
STORY7	B24	EX	0.3	17.97
STORY6	B18	EX	0.35	30.3
STORY6	B20	EX	4.65	30.65
STORY6	B22	EX	4.65	30.65
STORY6	B24	EX	0.35	30.3
STORY5	B18	EX	0.35	38.26
STORY5	B20	EX	4.65	38.67
STORY5	B22	EX	4.65	38.67
STORY5	B24	EX	4.65	38.26
STORY4	B18	EX	0.35	44.83
STORY4	B20	EX	4.65	44.77
STORY4	B22	EX	4.65	44.77
STORY4	B24	EX	4.65	44.83
STORY3	B19	EX	4.6	47.15
STORY3	B21	EX	4.6	47.15
STORY3	B23	EX	0.4	47.15
STORY3	B25	EX	0.4	47.15
STORY2	B18	EX	0.4	43.6
STORY2	B20	EX	4.6	43.62
STORY2	B22	EX	0.4	43.62
STORY2	B24	EX	4.6	43.6
STORY1	B18	EX	0.4	30.65
STORY1	B20	EX	4.6	30.49
STORY1	B22	EX	0.4	30.49
STORY1	B24	EX	0.4	30.65

Tabel Gaya Geser VD Arah Y Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY8	B12	DEAD	0.3	31.43
STORY8	B30	DEAD	0.3	29.95
STORY8	B48	DEAD	4.7	31.22
STORY7	B12	DEAD	0.3	53.47
STORY7	B30	DEAD	0.3	32.26
STORY7	B48	DEAD	4.7	53.24
STORY6	B12	DEAD	0.35	52.56
STORY6	B30	DEAD	0.35	31.97
STORY6	B48	DEAD	4.65	52.36
STORY5	B12	DEAD	0.35	52.48
STORY5	B30	DEAD	0.35	31.98
STORY5	B48	DEAD	4.65	52.28
STORY4	B12	DEAD	0.35	52.03
STORY4	B30	DEAD	0.35	31.97
STORY4	B48	DEAD	4.65	51.88
STORY3	B13	DEAD	0.4	50.95
STORY3	B31	DEAD	0.4	31.65
STORY3	B49	DEAD	4.6	50.83
STORY2	B12	DEAD	0.4	50.59
STORY2	B30	DEAD	0.4	31.64
STORY2	B48	DEAD	4.6	50.5
STORY1	B12	DEAD	0.4	50
STORY1	B30	DEAD	0.4	31.63
STORY1	B48	DEAD	4.6	49.95

Tabel Gaya Geser VL Arah Y Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY8	B12	LIVE	0.3	10
STORY8	B30	LIVE	0.3	9.1
STORY8	B48	LIVE	4.7	9.89
STORY7	B12	LIVE	0.3	16.21
STORY7	B30	LIVE	0.3	15.15
STORY7	B48	LIVE	4.7	16.09
STORY6	B12	LIVE	0.35	16.1
STORY6	B30	LIVE	0.35	15.06
STORY6	B48	LIVE	4.65	15.99
STORY5	B12	LIVE	0.35	16.05
STORY5	B30	LIVE	0.35	15.06
STORY5	B48	LIVE	4.65	15.95
STORY4	B12	LIVE	0.35	15.85

STORY4	B30	LIVE	0.35	15.06
STORY4	B48	LIVE	4.65	15.76
STORY3	B13	LIVE	0.4	15.58
STORY3	B31	LIVE	0.4	14.95
STORY3	B49	LIVE	4.6	15.52
STORY2	B12	LIVE	0.4	15.4
STORY2	B30	LIVE	0.4	14.95
STORY2	B48	LIVE	4.6	15.36
STORY1	B12	LIVE	0.4	15.11
STORY1	B30	LIVE	0.4	14.94
STORY1	B48	LIVE	4.6	15.09

Tabel Gaya Geser VE Arah Y Untuk Desain Beton Bertulang

Story	Beam	Load	Loc	V2
STORY8	B12	EY	0.3	10.57
STORY8	B30	EY	0.3	11.11
STORY8	B48	EY	0.3	10.57
STORY7	B12	EY	4.7	19.39
STORY7	B30	EY	4.7	20.11
STORY7	B48	EY	4.7	19.39
STORY6	B12	EY	4.65	32.25
STORY6	B30	EY	4.65	32.62
STORY6	B48	EY	4.65	32.25
STORY5	B12	EY	4.65	40.54
STORY5	B30	EY	0.35	40.97
STORY5	B48	EY	4.65	40.54
STORY4	B12	EY	4.65	47.18
STORY4	B30	EY	0.35	47.12
STORY4	B48	EY	4.65	47.18
STORY3	B13	EY	0.4	49.37
STORY3	B31	EY	4.6	49.38
STORY3	B49	EY	4.6	49.37
STORY2	B12	EY	0.4	45.44
STORY2	B30	EY	4.6	45.47
STORY2	B48	EY	4.6	45.44
STORY1	B12	EY	0.4	31.69
STORY1	B30	EY	4.6	31.53
STORY1	B48	EY	4.6	31.69

The background of the page features a large, light gray watermark of the Universitas Islam Indonesia logo. The logo is a shield-shaped emblem with a stylized tree or plant in the center. The word "ISLAM" is at the top, "INDONESIA" is on the right, and "UNIVERSITAS" is on the left. Below the emblem is a line of Arabic calligraphy.

LAMPIRAN 10

1. Tabel Perbandingan Momen Balok dan Gaya Geser Balok untuk Arah X
Gedung 4 Lantai dan 8 LANTAI

Tabel Perbandingan Momen Gedung 4 Lantai Arah X

Lantai	no		Momen PPKRGR 1987	Momen TCPKGUBG 2002	Rasio = (m2:m1)
STORY4	B20	Mtump+	43.289	25.04	0.578449491
		Mlap	36.608	36.61	1
		Mtump	21.6445	50.08	2.313797963
STORY4	B21	Mtump+	43.052	24.99	0.580414383
		Mlap	30.74	30.74	1
		Mtump	21.526	49.98	2.32165753
STORY4	B22	Mtump+	43.115	25.03	0.580494028
		Mlap	30.652	30.65	1
		Mtump	21.5575	50.06	2.32197611
STORY4	B23	Mtump+	43.315	25.06	0.578483204
		Mlap	36.731	36.73	1
		Mtump	21.6575	50.11	2.313932818
STORY3	B51	Mtump+	84.762	48.26	0.569347113
		Mlap	55.244	55.24	1
		Mtump	42.381	96.52	2.277388452
STORY3	B52	Mtump+	82.409	47.07	0.571151209
		Mlap	49.208	49.21	1
		Mtump	41.2045	94.14	2.284604837
STORY3	B53	Mtump+	82.282	46.99	0.571121266
		Mlap	49.313	49.31	1
		Mtump	41.141	93.99	2.284485064
STORY3	B54	Mtump+	84.709	48.23	0.569331476
		Mlap	55.042	55.04	1
		Mtump	42.3545	96.46	2.277325904
STORY2	B20	Mtump+	100.044	55.74	0.557149854
		Mlap	52.669	52.67	1
		Mtump	50.022	111.48	2.228599416
STORY2	B21	Mtump+	98.059	54.82	0.559086876
		Mlap	49.348	49.35	1
		Mtump	49.0295	109.65	2.236347505
STORY2	B22	Mtump+	97.826	54.68	0.558977164
		Mlap	49.358	49.36	1
		Mtump	48.913	109.37	2.235908654
STORY2	B23	Mtump+	100.334	55.60	0.554139175
		Mlap	52.63	52.63	1
		Mtump	50.167	111.20	2.216556701
STORY1	B20	Mtump+	100.885	56.30	0.558026466
		Mlap	52.199	52.20	1
		Mtump	50.4425	112.59	2.232105863
STORY1	B21	Mtump+	98.102	54.83	0.558897882
		Mlap	49.252	49.25	1

		Mtump	49.051	109.66	2.235591527
STORY1	B22	Mtump+	98.058	54.81	0.558995696
		Mlap	49.269	49.27	1
		Mtump	49.029	109.63	2.235982786
STORY1	B23	Mtump+	100.741	56.21	0.557955549
		Mlap	52.161	52.16	1
		Mtump	50.3705	112.42	2.231822198

Tabel Perbandingan Gaya Geser 4 Lantai Arah X

Lantai	No.	PPKGRG 1987		TCPKGUBG 2002		Rasio (V_{u2002}/V_{u1987})	
		Vu,b terpakai (kN)		Vu,b terpakai (kN)		Vu,b terpakai (kN)	
		pada s.p	diluar s.p	pada s.p	diluar s.p	pada s.p	diluar s.p
STORY4	B20	98.9383	88.7950	112.7058	106.8634	1.1392	1.2035
STORY4	B21	97.4385	87.7481	111.8442	106.2620	1.1478	1.2110
STORY4	B22	97.4538	87.7588	111.8531	106.2682	1.1478	1.2109
STORY4	B23	98.9792	88.8235	112.7293	106.8797	1.1389	1.2033
STORY3	B51	122.0861	104.9519	126.0324	116.1651	1.0323	1.1068
STORY3	B52	120.3312	103.7269	125.0242	115.4614	1.0390	1.1131
STORY3	B53	120.3414	103.7340	125.0290	115.4654	1.0390	1.1131
STORY3	B54	122.0045	104.8949	125.9854	116.1324	1.0326	1.1071
STORY2	B20	121.7181	104.6761	127.0609	117.2461	1.0439	1.1201
STORY2	B21	120.9619	104.1546	126.6275	116.9472	1.0468	1.1228
STORY2	B22	120.8739	104.0939	126.5767	116.9122	1.0472	1.1231
STORY2	B23	121.6132	104.6037	127.0004	117.2044	1.0443	1.1205
STORY1	B20	121.9448	104.8324	127.1922	117.3367	1.0430	1.1193
STORY1	B21	120.8739	104.0939	126.5767	116.9122	1.0472	1.1231
STORY1	B22	120.9162	104.1231	126.6009	116.9289	1.0470	1.1230
STORY1	B23	121.5878	104.5862	127.1503	117.3078	1.0457	1.1216

Tabel Perbandingan Tulangan Lentur 4 Lantai Arah X

Lantai	no		PPKGRG 1987					TCPKGUBG 2002				
			As		Tulangan terpasang			As		Tulangan terpasang		
			(mm2)	As	As'	(mm2)	As	As'				
STORY4	B20	Mtump+	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mlap	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
STORY4	B21	Mtump+	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25

		Mlap	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
STORY4	B22	Mtump+	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mlap	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
STORY4	B23	Mtump+	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mlap	382.8125	2	D25	0	D25	382.8125	2	D25	0	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
STORY3	B51	Mtump+	640.7745	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mlap	408.9942	2	D25	2	D25	408.9942	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	736.0314	2	D25	2	D25
STORY3	B52	Mtump+	621.9185	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mlap	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	716.5866	2	D25	2	D25
STORY3	B53	Mtump+	620.9027	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mlap	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	715.3646	2	D25	2	D25
STORY3	B54	Mtump+	640.349	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mlap	407.4423	2	D25	2	D25	407.4423	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	735.5162	2	D25	2	D25
STORY2	B20	Mtump+	764.9526	2	D25	2	D25	412.8028	2	D25	2	D25
		Mlap	389.2448	2	D25	2	D25	389.2448	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	859.9078	2	D25	2	D25
STORY2	B21	Mtump+	748.6508	2	D25	2	D25	405.7642	2	D25	2	D25
		Mlap	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	844.5729	2	D25	2	D25
STORY2	B22	Mtump+	746.7407	2	D25	2	D25	404.6815	2	D25	2	D25
		Mlap	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	842.2166	2	D25	2	D25
STORY2	B23	Mtump+	767.3387	2	D25	2	D25	411.7226	2	D25	2	D25
		Mlap	388.9462	2	D25	2	D25	388.9462	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	857.5526	2	D25	2	D25
STORY1	B20	Mtump+	771.8752	2	D25	2	D25	417.0873	2	D25	2	D25
		Mlap	385.6478	2	D25	2	D25	385.6478	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	869.2559	2	D25	2	D25
STORY1	B21	Mtump+	749.0034	2	D25	2	D25	405.8064	2	D25	2	D25
		Mlap	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	844.6649	2	D25	2	D25
STORY1	B22	Mtump+	748.6426	2	D25	2	D25	405.6912	2	D25	2	D25
		Mlap	382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	844.4141	2	D25	2	D25
STORY1	B23	Mtump+	770.6892	2	D25	2	D25	416.4141	2	D25	2	D25
		Mlap	385.3571	2	D25	2	D25	385.3571	2	D25	2	D25
		Mtump	382.8125	2	D25	2	D25	867.7862	2	D25	2	D25

Tabel Perbandingan Tulangan Geser 4 Lantai Arah X

Lantai	No.	PPKGRG 1987		TCPKGUBG 2002	
		Tulangan Geser		Tulangan Geser	
		pada s.p	diluar s.p	pada s.p	diluar s.p
STORY4	B20	2P10-100	2P10-150	2P10 -80	2P10 - 150
STORY4	B21	2P10-100	2P10-150	2P10 -80	2P10 - 150
STORY4	B22	2P10-100	2P10-150	2P10 -80	2P10 - 150
STORY4	B23	2P10-100	2P10-150	2P10 -80	2P10 - 150
STORY3	B51	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY3	B52	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY3	B53	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY3	B54	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY2	B20	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY2	B21	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY2	B22	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY2	B23	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY1	B20	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY1	B21	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY1	B22	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY1	B23	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150

Perbandingan Balok Gedung 8 Lantai

Tabel Perbandingan Momen Gedung 8 Lantai Arah X

Lantai	Balok	Keterangan	PPKGRG 1987	TCPKGUBG 2002	Rasio (M2002:M1987)
			M3	M3	
STORY8	B18	Mtump+	57.04	29.91	0.524360525
		Mlap	32.31	32.31	1
		Mtump -	28.52	59.82	2.097442101
STORY8	B20	Mtump+	53.31	27.46	0.514977585
		Mlap	31.05	31.05	1
		Mtump -	26.66	54.91	2.059910341
STORY8	B22	Mtump+	53.62	27.68	0.516217174
		Mlap	31.04	31.04	1
		Mtump -	26.81	55.36	2.064868696
STORY8	B24	Mtump+	56.24	29.42	0.523042458
		Mlap	32.36	32.36	1

		Mtump -	28.12	58.84	2.092169831
STORY7	B18	Mtump+	97.17	50.27	0.517350677
		Mlap	50.59	50.59	1
		Mtump -	48.59	100.54	2.069402709
STORY7	B20	Mtump+	93.27	47.60	0.510346306
		Mlap	49.45	49.45	1
		Mtump -	46.64	95.20	2.041385226
STORY7	B22	Mtump+	93.00	47.45	0.510198815
		Mlap	49.46	49.46	1
		Mtump -	46.50	94.90	2.04079526
STORY7	B24	Mtump+	96.36	49.77	0.516495263
		Mlap	50.59	50.59	1
		Mtump -	48.18	99.54	2.06598105
STORY6	B18	Mtump+	124.78	61.33	0.491505253
		Mlap	50.25	50.25	1
		Mtump -	62.39	122.66	1.966021012
STORY6	B20	Mtump+	119.66	58.14	0.485863642
		Mlap	49.43	49.43	1
		Mtump -	59.83	116.27	1.94345457
STORY6	B22	Mtump+	119.43	58.00	0.485685697
		Mlap	49.43	49.43	1
		Mtump -	59.71	116.01	1.942742786
STORY6	B24	Mtump+	124.07	60.89	0.490771264
		Mlap	50.26	50.26	1
		Mtump -	62.03	121.78	1.963085058
STORY5	B18	Mtump+	145.03	69.87	0.48171808
		Mlap	49.97	49.97	1
		Mtump -	72.52	139.73	1.92687232
STORY5	B20	Mtump+	140.19	66.80	0.476507051
		Mlap	49.39	49.39	1
		Mtump -	70.10	133.60	1.906028204
STORY5	B22	Mtump+	139.90	66.63	0.476261276
		Mlap	49.39	49.39	1
		Mtump -	69.95	133.26	1.905045104
STORY5	B24	Mtump+	144.36	69.45	0.481077898
		Mlap	49.97	49.97	1
		Mtump -	72.18	138.89	1.924311593
STORY4	B18	Mtump+	160.71	76.20	0.474115026
		Mlap	50.08	50.08	1
		Mtump -	80.36	152.39	1.896460105
STORY4	B20	Mtump+	155.69	73.32	0.470923175
		Mlap	49.38	49.38	1
		Mtump -	77.85	146.64	1.883692699
STORY4	B22	Mtump+	155.49	73.20	0.470750531
		Mlap	49.38	49.38	1

		Mtump -	77.75	146.39	1.883002122
STORY4	B24	Mtump+	160.15	75.85	0.47361602
		Mlap	50.09	50.09	1
		Mtump -	80.08	151.70	1.894464078
STORY3	B19	Mtump+	159.59	74.98	0.469807005
		Mlap	49.86	49.86	1
		Mtump -	82.63	149.95	1.814796437
STORY3	B21	Mtump+	155.85	72.81	0.467160099
		Mlap	49.35	49.35	1
		Mtump -	79.92	145.61	1.822050653
STORY3	B23	Mtump+	155.66	72.69	0.46699195
		Mlap	49.35	49.35	1
		Mtump -	79.75	145.38	1.822961468
STORY3	B25	Mtump+	159.19	74.73	0.469429036
		Mlap	49.86	49.86	1
		Mtump -	82.23	149.45	1.817556064
STORY2	B18	Mtump+	149.63	70.61	0.471854659
		Mlap	49.70	49.70	1
		Mtump -	74.82	141.21	1.887418635
STORY2	B20	Mtump+	146.99	69.06	0.46984046
		Mlap	49.33	49.33	1
		Mtump -	73.49	138.12	1.87936184
STORY2	B22	Mtump+	146.84	68.97	0.469705534
		Mlap	49.33	49.33	1
		Mtump -	73.42	137.95	1.878822135
STORY2	B24	Mtump+	149.35	70.43	0.471573104
		Mlap	49.70	49.70	1
		Mtump -	74.67	140.86	1.886292418
STORY1	B18	Mtump+	115.34	55.20	0.478597501
		Mlap	49.86	49.32	0.989208922
		Mtump -	57.67	110.40	1.914390005
STORY1	B20	Mtump+	114.14	55.15	0.483212862
		Mlap	49.32	49.32	1
		Mtump -	57.07	110.30	1.932851448
STORY1	B22	Mtump+	114.06	55.78	0.489053719
		Mlap	49.32	49.86	1.010908796
		Mtump -	57.03	111.56	1.956214875
STORY1	B24	Mtump+	115.20	55.69	0.483462967
		Mlap	49.86	49.86	1
		Mtump -	57.60	111.39	1.93385187

Tabel Perbandingan Gaya Geser 8 Lantai Arah X

Lantai	Balok	PPKGRG 1987		TCPKGUBG 2002		Rasio (Vu ₂₀₀₂ :Vu ₁₉₈₇)	
		Vu,b terpakai (kN)		Vu,b terpakai (kN)			
		pada s.p	diluar s.p	pada s.p	diluar s.p	pada s.p	diluar s.p
STORY8	B18	101.628	90.999	116.7958	110.6709	1.1493	1.2162
STORY8	B20	99.612	89.626	115.6293	109.8767	1.1608	1.2259
STORY8	B22	99.784	89.743	115.7287	109.9444	1.1598	1.2251
STORY8	B24	101.335	90.799	116.6267	110.5558	1.1509	1.2176
STORY7	B18	123.903	106.164	129.6236	119.4047	1.0462	1.1247
STORY7	B20	121.626	104.615	128.3065	118.5080	1.0549	1.1328
STORY7	B22	121.547	104.561	128.2608	118.4769	1.0552	1.1331
STORY7	B24	123.595	105.955	129.4457	119.2836	1.0473	1.1258
STORY6	B18	124.495	106.566	129.2334	119.1391	1.0381	1.1180
STORY6	B20	137.612	120.422	130.0192	120.1176	0.9448	0.9975
STORY6	B22	137.540	120.374	129.9778	120.0898	0.9450	0.9976
STORY6	B24	139.579	121.743	131.1574	120.8820	0.9397	0.9929
STORY5	B18	139.793	121.887	153.2332	142.9172	1.0961	1.1725
STORY5	B20	137.618	120.427	151.9755	142.0727	1.1043	1.1797
STORY5	B22	137.516	120.358	151.9166	142.0331	1.1047	1.1801
STORY5	B24	139.527	121.708	153.0795	142.8140	1.0971	1.1734
STORY4	B18	139.268	121.534	152.9298	142.7134	1.0981	1.1743
STORY4	B20	137.580	120.401	151.9532	142.0577	1.1045	1.1799
STORY4	B22	137.516	120.358	151.9166	142.0331	1.1047	1.1801
STORY4	B24	139.047	121.386	152.8023	142.6279	1.0989	1.1750
STORY3	B19	139.924	122.122	152.3244	142.3069	1.0886	1.1653
STORY3	B21	138.602	121.247	154.2748	144.2776	1.1131	1.1899
STORY3	B23	138.539	121.206	154.2384	144.2535	1.1133	1.1902
STORY3	B25	139.768	122.019	154.9493	144.7238	1.1086	1.1861
STORY2	B18	139.537	121.866	154.8155	144.6353	1.1095	1.1868
STORY2	B20	138.579	121.232	154.2613	144.2686	1.1132	1.1900
STORY2	B22	138.524	121.196	154.2297	144.2477	1.1134	1.1902
STORY2	B24	139.420	121.789	154.7482	144.5908	1.1099	1.1872
STORY1	B18	123.088	105.659	131.9264	121.8863	1.0718	1.1536
STORY1	B20	122.815	105.479	131.7681	121.7816	1.0729	1.1546
STORY1	B22	122.777	105.453	131.7459	121.7669	1.0731	1.1547
STORY1	B24	123.033	105.623	131.8948	121.8654	1.0720	1.1538

Tabel Perbandingan Tulangan Lentur 8 Lantai Arah X

Lantai	Balok	PPKGRG 1987						TCPKGUBG 2002					
		As	Tulangan terpasang				As	Tulangan terpasang					
			As		As'			As		As'			
STORY8	B18	422.8041	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	444.2545	2	D25	2	D25		
STORY8	B20	394.1773	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	406.4284	2	D25	2	D25		
STORY8	B22	396.4996	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	409.8471	2	D25	2	D25		
STORY8	B24	416.6834	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	436.6649	2	D25	2	D25		
STORY7	B18	741.3833	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	769.0672	2	D25	2	D25		
STORY7	B20	709.5356	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	725.2631	2	D25	2	D25		
STORY7	B22	707.3473	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	722.7989	2	D25	2	D25		
STORY7	B24	734.7475	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	760.8085	2	D25	2	D25		
STORY6	B18	972.7280	2	D25	2	D25	455.973	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		464.1955	2	D25	2	D25	954.5745	2	D25	2	D25		
STORY6	B20	928.9414	2	D25	2	D25	431.2652	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		444.3319	2	D25	2	D25	900.263	2	D25	2	D25		
STORY6	B22	926.9863	2	D25	2	D25	430.2391	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		443.4425	2	D25	2	D25	898.0152	2	D25	2	D25		
STORY6	B24	966.6065	2	D25	2	D25	452.5481	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		461.4248	2	D25	2	D25	947.0248	2	D25	2	D25		
STORY5	B18	1149.699	3	D25	2	D25	522.5347	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		

		543.3866	2	D25	2	D25	1102.71						
STORY5	B20	1106.771	3	D25	2	D25	498.5447						
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2					
		524.3402	2	D25	2	D25	1049.005	3					
STORY5	B22	1104.186	3	D25	2	D25	497.1854	2	L				
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D2				
		523.1901	2	D25	2	D25	1045.973	3	D25				
STORY5	B24	1143.657	3	D25	2	D25	519.2432	2	D25	2			
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2			
		540.7121	2	D25	2	D25	1095.323	3	D25	2	L		
STORY4	B18	1291.456	3	D25	2	D25	572.4524	2	D25	2	D2		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		605.5185	2	D25	2	D25	1215.679	3	D25	2	D25		
STORY4	B20	1245.584	3	D25	2	D25	549.706	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		585.5425	2	D25	2	D25	1163.996	3	D25	2	D25		
STORY4	B22	1243.757	3	D25	2	D25	548.7476	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		584.7443	2	D25	2	D25	1161.826	3	D25	2	D25		
STORY4	B24	1286.343	3	D25	2	D25	569.7275	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		603.2982	2	D25	2	D25	1209.469	3	D25	2	D25		
STORY3	B19	1281.172	3	D25	2	D25	562.8026	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		623.6706	2	D25	2	D25	1193.71	3	D25	2	D25		
STORY3	B21	1247.003	3	D25	2	D25	545.6604	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		602.0152	2	D25	2	D25	1154.84	3	D25	2	D25		
STORY3	B23	1245.293	3	D25	2	D25	544.7618	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		600.7005	2	D25	2	D25	1152.808	3	D25	2	D25		
STORY3	B25	1277.481	3	D25	2	D25	560.8297	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		620.4709	2	D25	2	D25	1189.226	3	D25	2	D25		
STORY2	B18	1190.843	3	D25	2	D25	528.3459	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		561.5413	2	D25	2	D25	1115.78	3	D25	2	D25		
STORY2	B20	1167.105	3	D25	2	D25	516.2125	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		551.0789	2	D25	2	D25	1088.524	3	D25	2	D25		
STORY2	B22	1165.827	3	D25	2	D25	515.5305	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		
		550.5147	2	D25	2	D25	1086.995	3	D25	2	D25		
STORY2	B24	1188.274	3	D25	2	D25	526.9554	2	D25	2	D25		
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25		

		560.4107	2	D25	2	D25	1112.651	3	D25	2	D25
STORY1	B18	892.3579	2	D25	2	D25	408.6561	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		427.6556	2	D25	2	D25	850.8702	2	D25	2	D25
STORY1	B20	882.2248	2	D25	2	D25	408.2835	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		423.0236	2	D25	2	D25	850.0586	2	D25	2	D25
STORY1	B22	881.568	2	D25	2	D25	413.1142	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		422.7232	2	D25	2	D25	860.5869	2	D25	2	D25
STORY1	B24	891.1682	2	D25	2	D25	412.4453	2	D25	2	D25
		382.8125	2	D25	2	D25	382.8125	2	D25	2	D25
		427.112	2	D25	2	D25	859.1282	2	D25	2	D25

Tabel Perbandingan Tulangan Geser 8 Lantai Arah X

Lantai	No.	PPKGRG 1987		TCPKGUBG 2002	
		Tulangan geser		Tulangan geser	
		pada s.p.	di luar s.p.	pada s.p.	di luar s.p.
STORY8	B18	2P10-90	2P10-150	2P10 - 80	2P10 - 150
STORY8	B20	2P10-90	2P10-150	2P10 - 80	2P10 - 150
STORY8	B22	2P10-90	2P10-150	2P10 - 80	2P10 - 150
STORY8	B24	2P10-90	2P10-150	2P10 - 80	2P10 - 150
STORY7	B18	2P10-70	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY7	B20	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY7	B22	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY7	B24	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY6	B18	2P10-70	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY6	B20	2P10-70	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY6	B22	2P10-70	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY6	B24	2P10-70	2P10-140	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY5	B18	2P10-70	2P10-140	2P10 - 60	2P10 - 100
STORY5	B20	2P10-70	2P10-150	2P10 - 60	2P10 - 100
STORY5	B22	2P10-70	2P10-150	2P10 - 60	2P10 - 100
STORY5	B24	2P10-70	2P10-140	2P10 - 60	2P10 - 100
STORY4	B18	2P10-70	2P10-140	2P10 - 60	2P10 - 100
STORY4	B20	2P10-70	2P10-150	2P10 - 60	2P10 - 100
STORY4	B22	2P10-70	2P10-150	2P10 - 60	2P10 - 100
STORY4	B24	2P10-70	2P10-140	2P10 - 60	2P10 - 100
STORY3	B19	2P10-70	2P10-140	2P10 - 60	2P10 - 100
STORY3	B21	2P10-70	2P10-140	2P10 - 60	2P10 - 100
STORY3	B23	2P10-70	2P10-140	2P10 - 60	2P10 - 100
STORY3	B25	2P10-70	2P10-140	2P10 - 60	2P10 - 100
STORY2	B18	2P10-70	2P10-140	2P10 - 60	2P10 - 100
STORY2	B20	2P10-70	2P10-140	2P10 - 60	2P10 - 100

STORY2	B22	2P10-70	2P10-140	2P10 -60	2P10 - 100
STORY2	B24	2P10-70	2P10-140	2P10 -60	2P10 - 100
STORY1	B18	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY1	B20	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY1	B22	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150
STORY1	B24	2P10-80	2P10-150	2P10 - 70	2P10 - 150

