ABSTRAK

STUDI BANDING EFISIENSI PENGGUNAAN TULANGAN DENGAN METODE DAKTILITAS PENUH DAN TERBATAS PADA ZONE GEMPA 3 DAN 4

Tulangan merupakan salah satu dari bahan bangunan yang harganya cukup mahal..Untuk itu diperlukan suatu metode agar terjadi suatu penggunaan tulangan yang efisien. Untuk tujuan itu ,maka dibandingkan metode daktilitas terbatas dan daktilitas penuh ,yang merupakan metode perencanaan struktur yang paling umum. Daktilitas adalah kemampuan suatu gedung atau unsur struktur untyuk mengalami simpangan-simpangan plastis secara berulang dan bolak-balik di atas titik leleh pertama sambil mempertahankan sebagian besar kemempuan awalnya dalam memikul beban.Suatu ukuran bagi suatu struktur untuk membatasi dan memancarkan energi adalah perbandingan antara simpangan maksimumnya (Δu) dengan simpangan pada saat leleh pertama (Δ y) , yang disebut sebagai faktor daktilitas (u) . Perencanaan struktur tahan gempa sebelum ini memberikan syarat, bahwa struktur harus berkemampuan untuk menyimpang minimal 4 kali dari simpangannya pada saat leleh pertama, yang berarti faktor daktilitas struktur dituntut minimal sebesar 4. Struktur dengan kemampuan demikian dikenal sebagai struktur berdaktilitas penuh.Metode perencanaannya disebut perencanaan kapasitas (Capacity Design) dengan prinsip Strong Column Weak Beam, yaitu keruntuhan balok harus bersifat daktail dan kolom harus direncanakan lebih kuat daripada balok dengan memperhitungkan pengaruh terbentuknya sendi plastis pada ujung-ujung balok di kiri dan kanan kolom ,Adapun dalam metode daktilitas terbatas struktur beton diproporsikan sedemikian hingga penyelesaian detail khusus yang memungkinkan struktur memberikan respon inelastis terhadap beban siklis yang bekerja tanpa mengalami keruntuhan getas.Untuk daktilitas terbatas dituntut memiliki faktor daktilitas sebesar 2,yang berarti struktur dengan daktilitas terbatas harus mampu untuk menyimpang minimal 2 kali dari simpangannya pada saat leleh pertama Hal ini berarti daktilitas terbatas mempunyai tuntutan daktilitas yang lebih rendah dibandingkan daktilitas penuh.

DAFTAR SIMBOL

a	tinggi blok persegi tegangan tekan ekivalen
ab	luas penampang satu batang tulangan .
as	luas tulangan tarik non-pratekan .
Ag	luas bruto penampang .
Al	luas total dari tulangan longitudinal yang menahan torsi .
As	luas tulangan tarik .
A's	luas tulangan tekan.
Ast	luas total tulangan memanjang dalam kolom .
At	luas satu kaki dari sengakang tertutup dengan suatu jarak s yang menahan torsi .
Av	luas dari tulangan geser dalam suatu jarak s, atau luas dari tulangan geser yang tegak lurus terhadap tulangan geser yang tegak lurus terhadp tulangan lentur tarik dalam suatu jarak s pada komponen struktur lentur tinggi .
Avh	luas dari tulangan geser yang pararel dengan tulangan lentur tarik dalam suatu jarak s2.
b	lebar dari muka komponen struktur yang tertekan, mm
bE	lebar efektif flens untuk flens penampang T.
bw	lebar badan tembok, atau diameter dari penampang bulat, mm .
c	jarak dari serat tekan terluar ke garis netral, mm

Cb	gaya tekan dalam keadaan regangan berimbang .
Cc	gaya tekan dalam beton tanpa adanya tulangan tekan.
Cm	suatu faktor yang menghubungkan diagram momen aktual dengan suatu diagram momen merata ekuivalen
Ct	faktor yang berhubungan dengan sifat khusus tegangan geser dan torsi
d	jarak dari serat tekan terluar ke titik berat tulangan tarik non-praktekan, mm
d'	jarak dari serat tekan terluar ke titik berat tulangan tekan, mm
db	garis tengah nominal tulangan .
D	beban mati, atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan beban tersebut
dc	tebal selimut beton diukur dari serat tarik terluar ke pusat batang tulangan atau kawat yang terdekat, mm
ds	faktor pembesar momen untuk kerangka yang tidak di tahan terhadap goyangan kesamping, untuk menggambarkan penyimpangan lateral akibat beban lateral dan gravitasi
d	jarak dari serat tekan terluar terhadap titik berat dari tulangan tarik longitudinal, tapi tidak perlu kurang dari 0,80h umtuk elemen praktekan, mm. (untuk penampang bulat, d tidak perlu lebih kecil dari jarak serat tekan terluar

	terhadap pusat dari tulangan tarik yang berada pada setengah bagian lain dari penampang yang ditinjau)
e	eksentrisitas dari beban tekan pada kolom ; ex (diukur sepanjang sumbu x) ; ey (diukur sepanjang sumbu y).
emin	eksentrisitas minimum untuk perencanaan batang tekan.
Ecb	modulus elastis balok beton
Ecc	modulus elastis kolom beton
Ecs	modulus elastis pelat beton
Ec	modulus elastisitas beton, MPa
Es	modulus elastisitas tulangan, MPa
fc	tegangan beton pada serat tekan terluar pada kondisi beban kerja .
f'c	kekuatan tekan beton diukur pada 28 hari setelah dicor .
fd	tegangan akibat beban mati tidak terfaktor, pada serat terluar dari penampang dimana tegangan tarik disebabkan oleh bekerjanya beban luar, MPa
fs	tegangan dalam tulangan yang dihitung pada beban kerja
fr	modulus keruntuhan lentur beton, MPa
fy	tegangan leleh yang diisyaratkan untuk tulangan non-prak-tekan, MPa
h	tinggi total tebal pelat, mm
h	tebal total komponen struktur, mm
hw	tinggi total dari dinding diukur dari dasar ke puncak, mm
Ib	momen inersia terhadap sumbu titik pusat penampang

	bruto balok.
Ic	momen inersia penampang bruto kolom.
Icr	momen inersia dari penampang transformasi retak.
Ie	momen inersia efektif.
Ig	momen inersia bruto (penampang tak retak).
Ise	momen inersia tulangan terhadap sumbu pusat penampang komponen struktur
It	momen inersia saja struktural profit, pipa atau tabung terhadap sumbu penampang komponen struktur komposit
I	momen inersia dari penampang yang menahan beban luar terfaktor yang bekerja.
Is	momen inersia terhadap sumbu titik pusat bruto pelat.
Ix	momen inersia terhadap sumbu x.
k	faktor panjang efektif komponen struktur tekan.
K	kekakuan lentur (4EI/L untuk batang prismatik).
lu	panjang komponen struktur tekan yang tidak ditopang.
La	panjang penanaman lurus yang diberikan di luar titik balik atau di luar pusat tumpuan dari tumpuan pada tumpuan yang sederhana.
Lc	jarak vertikal antara dua tumpuan , mm
Ld	panjang penyaluran untuk tulangan lurus ; jarak tulangan harus ditanam untuk menambah kekuatan tarik nominal.
Ldb	panjang pengembangan dasar , mm

L_{dh}	panjang pengembangan kait standart tarik , yang diukur dari penampang kritis sampai ujung luar kait (panjang pengembangan yang lurus antara penampang kritis dan titik mula kait ditambah jari-jari dan satu diameter dari tulangan) , mm
L_{hb}	panjang pengembangan dasar dari kait standar tarik , mm.
L_n	panjang bentang bersih yang diukur dari muka ke muka tumpuan.
L_u	panjang bebas (tekuk) dari batang tekan .
M_c	momen terfaktor untuk perencanaan komponen struktur . tekan.
M_{1b}	momen primair yang lebih kecil di ujung batang dalam portal dengan pengaku .
M_{2b}	momen primair yang lebih besar di ujung batang dalam portal dengan pengaku.
M_{1s}	momen primair yang lebih kecil di ujung batang dalam portal tanpa pengaku.
M_{2s}	momen primair yang lebih besar di ujung batang dalam portal tanpa pengaku.
M_c	momen berfaktor pertambahan untuk dipakai dalam perencanaan dari batang tekan .
M_{cr}	momen yang menyebabkan terjadinya retak lentur pada penampang akibat beban luar.
M_D	momen beban mati.

Md+l	momen beban mati dan beban hidup.
Mmax	momen terfaktor maksimum pada penampang akibat beban luar.
Mn	kekuatan momen nominal.
Mu	momen terfaktor pada penampang.
Nn	kuat aksial nominal , positif (tekan) dan negatif (tarik).
Nu	gaya aksial terfaktor terhadap penampang .
Pc	beban tekuk Euler.
Pn	beban kuat aksial nominal .
Pn(max)	kuat tekan nominal maksimum yang diijinkan untuk di-pakai .
Po	kuat aksial nominal pada eksentrisitas nol .
Pu	gaya aksial terfaktor .
r	radius girasi suatu penampang komponen struktur tekan
s	spasi tulangan geser atau torsi dalam arah yang pararel dengan tulangan longitudinal , mm .
t	tebal pelat.
T	gaya tarik ; gaya puntir .
Tc	kuat momen torsi nominal yang disumbangkan beton.
Tn	kuat torsi nominal.
Ts	kuat torsi nominal yang disumbang tulangan torsi .
Tu	momen torsi terfaktor pada penampang .
U	faktor peraturan untuk keamanan sehubungan dengan beban lebih; beban berfaktor; momen berfaktor; geser

	berfaktor ; gaya aksial berfaktor.
Vc	kuat geser nominal yang disumbang oleh beton .
Vc	tegangan geser ijin beton , MPa.
Vci	kuat geser nominal yang disumbang oleh beton pada saat terjadi keretakan diagonal akibat kombinasi momen dan geser.
Vcw	kuat geser nominal yang disumbang oleh beton pada saat terjadi keretakan diagonal sebagai akibat tegangan tarik utama yang berlebihan di dalam badan .
Vd	gaya geser pada penampang akibat beban mati tidak ter faktor .
Vi	gaya geser terfaktor pada penampang akibat beban luar yang terjadi bersamaan dengan tercapainya Mmax.
Vn	kuat geser nominal .
Vs	kuat geser nominal yang disumbang oleh tulangan geser
Vu	gaya geser terfaktor pada penampang .
wc	kepadatan beton (untuk perhitungan Ec).
WD	beban mati kerja per satuan panjang atau luas.
WL	beban hidup kerja per satuan panjang atau luas.
wu	beban terfaktor per unit panjang dari balok atau per unit luas pelat .
x	dimensi yang pendek dari bagian persegi penampang
x1	ukuran sempit dari inti dari penampang yang dibebani puntir.

x_2	ukuran sempit pusat ke pusat dari tulangan memanjang dari suatu penampang yang dibebani ountir.
xb	jarak sumbu netral untuk kondisi regangan berimbang.
y	ukuran yang panjang dari bagian persegi penampang yang dipakai dalam perhitungan sifat puntir.
y_1	ukuran memanjang inti suatu penampang yang dibebani puntir.
y_2	ukuran memanjang pusat ke pusat tulangan memanjang dari suatu penampang yang dibebani oleh puntir.
yt	jarak dari sumbu netral ke serat terluar dari beton tarik.
z	faktor kode ACI sehubungan dengan lebar retak .
β	perbandingan dari sisi panjang dengan sisi pendek dari pelat kaki persegi.
β_1	perbandingan a/x; tinggi distribusi tegangan persegi dengan tinggi sampai sumbu netral.
βc	nilai banding sisi panjang dengan sisi pendek dari suatu beban terpusat .
βd	proporsi momen berfaktor yang ditahan pada kolom.
βs	perbandingan dari panjang sisi menerus dengan keliling total dari panel pelat.
δ	faktor pembesar.
δb	faktor pembesar di portal dengan pengaku batang tekan.
δs	faktor pembesar pada portal bebas dengan batang tekan untuk menghitung pengaruh P-Δ .

Δ	lendutan .
$\Delta cp+sh$	lendutan gabungan rangkak dan penyusutan .
Δcp	lendutan akibat rangkak saja .
Δi	lendutan seketika atau dalam waktu pendek .
$(\Delta i)_D$	lendutan seketika akibat beban mati .
$(\Delta i)_{D+L}$	lendutan seketika akibat beban mati dan hidup .
$(\Delta i)_L$	lendutan seketika akibat beban hidup .
Δs	lendutan lateral akibat beban lateral .
Δsh	lendutan akibat penyusutan saja .
ε	regangan .
εc	regangan dalam beton .
εcu	regangan beton maksimal di mana terjadi retak.
εcp	regangan dalam beton akibat rangkak .
εs	regangan pada baja tarik .
$\varepsilon's$	regangan pada baja tekan .
εsh	regangan susut .
εy	regangan waktu baja baru saja mencapai tegangan leleh .
λ	perkalian untuk rangkak dan susut .
ϕ	faktor reduksi kekuatan .
ξ	faktor perkalian tergantung waktu untuk lendutan jangka panjang .

B A B I I

D A S A R - D A S A R P E R E N C A N A A N

II.1. DATA - DATA BANGUNAN

II.1.1. Data Umum Bangunan

Data-data bangunan yang digunakan untuk tugas akhir ini adalah :

* Fungsi Bangunan : Perkantoran
* Jumlah lantai : 8 lantai
* Luas per lantai : 576 m^2
* Tinggi gedung : 24,00 meter

II.1.2. Data Tanah

Kondisi tanah di bawah gedung tersebut diasumsikan merupakan tanah lunak , yang berupa tanah lempung.

II.2. PENYEDERHANAAN STRUKTUR

Di dalam Tugas Akhir ini, penulis hanya mencoba merencanakan struktur atas gedungnya saja, sedangkan struktur bawahnya tidak ditinjau. Di samping itu , penulis juga melakukan beberapa penyederhanaan struktur di dalam tugas akhir ini antara lain :

a. Perencanaan disini hanya ditinjau dari segi teknisnya saja tanpa meninjau segi estetisnya.

b. Pelat dianggap sebagai diafragma yang sangat kaku untuk mendistribusikan beban gempa kepada kolom portal.

c. Balok anak hanyalah bersifat membebani Struktur Utama yang berupa beban terpusat, tapi tidak mempengaruhi perilaku Struktur Utama.

d. Balok anak selain balok anak tepi yaitu yang terletak pada tepi pelat yang tidak menerus, direncanakan tidak menerima torsi sehingga tulangan torsi pada balok anak hanya dipasang minimum.

II.3. DIMENSI GEDUNG

Dimensi gedung yang akan direncanakan strukturnya adalah sebagai berikut :

- Jumlah lantai : 6 lantai
- Panjang : 24 m
- Lebar : 24 m
- Tinggi bangunan : 24m
- Tinggi tiap lantai : 4 m
- Bahan struktur : Beton bertulang

II.4. PERATURAN - PERATURAN YANG DIPAKAI

Di dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis memakai pedoman dari beberapa peraturan yang ada antara lain :

- Peraturan Beton Indonesia 1971 (PBI '71)
- Pedoman Beton 1989 (PB '89)
- Standard Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SKSNI T-15-1991-03)
- Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 (PPI '83)
- Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia untuk Gedung 1983 (PPTGIUG '83)
- ACI 318 - 83 M
- Peraturan Perencanaan untuk Struktur Beton Bertulang dan Struktur Tembok Bertulang untuk Gedung 1983
- Peraturan - peraturan penunjang lainnya.

II.5 PEMBEBANAN

Jenis pembebanan yang harus diperhitungkan dalam perencanaan gedung ini adalah :

1. Beban Mati (PPI '83 = 1.2.1)

   - Mencakup semua beban yang disebabkan oleh berat sendiri struktur yang bersifat tetap dan bagian lain yang tak terpisahkan dari gedung,yaitu :

- Berat sendiri beton bertulang = 2400 kg/m^3
- Spesi + Tegel = 45 kg/m^2
- Tembok 1/2 bata = 250 kg/m^2
- Plafon + penggantung = 18 kg/m^2
- Dinding partisi = 50 kg/m^2

2. Beban hidup (PPI '83 = 3.1 & 3.2)

- Mencakup semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan gedung sesuai dengan PPI '83, termasuk barang barang pada ruangan yang tidak permanen.

Menurut PPI '83 pasal 3.1 & 3.2, besarnya beban hidup yang bekerja tergantung dari tingkat fungsional ruang itu sendiri.

Adapun beban hidup tersebut adalah :

- lantai perkantoran = 250 kg/m^2
- atap = 150 kg/m^2
- tangga dan bordes = 300 kg/m^2

3. Beban Angin

Untuk struktur bangunan ini . beban angin tidak terlalu menentukan dibandingkan dengan beban gempa.

4. Beban Gempa

- Beban gempa ini didasarkan pada PPTGIUG '83

II.6. METODE ANALISA DAN PERHITUNGAN

Untuk analisa struktur pada gedung ini ada beberapa cara yang di gunakan antara lain :

- Pada perhitungan gaya-gaya dalam pelat lantai dan pelat atap yang berbentuk persegi digunakan koefisien momen dari PBI '71 pasal 13.3 dan tabel 13.3.2.

- Untuk analisa statis pada beberapa unsur sekunder digunakan bantuan paket program SAP '90.

- Untuk mendapatkan gaya-gaya dalam dari balok anak, digunakan ikhtisar momen dan gaya lintang dari PB '71 pasal 13.2 serta program bantu SAP 90 dengan memodelkan balok anak sebagai balok yang terletak pada beberapa tumpuan (2D Beam Model) dengan menganggap tumpuan tengah sebagai sendi dan tumpuan tepi sebagai jepit penuh, sedangkan penulangannya berdasarkan SKSNI '91.

- Untuk analisa statis ekivalen pada struktur utama digunakan analisa 3 (tiga) dimensi dengan bantuan paket Program SAP'90. Struktur utama ini dimodelkan sebagai struktur Open Frame 3 dimensi (Space Frame).

II.7. PERENCANAAN TERHADAP GEMPA

Konfigurasi denah struktur bangunan ini simetri berbentuk seperti persegi empat. Karena bentuk itulah maka penulis harus melakukan suatu analisa statis yang didasarkan atas perilaku struktur yang bersifat elastik penuh terhadap beban gempa.

II.7.1. Pengertian Daktilitas

Sesuai dengan filosofi perencanaan bangunan tahan gempa di Indonesia menurut PPTGIUG '83 bahwa perencanaan dari suatu struktur gedung pada daerah gempa haruslah menjamin struktur bangunan tersebut agar tidak rusak/runtuh oleh gempa kecil atau sedang, tetapi oleh gempa yang kuat struktur utama boleh rusak tapi tidak boleh sampai terjadi suatu keruntuhan gedung.

Hal ini dapat dicapai jika struktur gedung tersebut mampu melakukan perubahan bentuk secara daktail, dengan caramemencarkan energi gempa serta membatasi gaya gempa yang bekerja padanya.

Melelehnya elemen-elemen struktur akibat gempa kuat, ditandai dengan terbentuknya sejumlah sendi plastis. Jadi sesungguhnya pada fase ini prilaku struktur tidak linier.

Suatu ukuran bagi kemampuan struktur untuk menyimpan dan memencarkan energi adalah perbandingan antara simpangan

maximum (Δu) dan simpangan awal pada suatu kelelehan pertama (Δy) yang disebut sebagai faktor daktilitas (μ).

Untuk menjamin tersedianya daktilitas yang cukup dalam struktur tersebut harus dipenuhi syarat-syarat pendetailan yang diatur dalam buku Pedoman Perencanaan Tahan Gempa untuk Gedung 1983.

II.7.3. Tingkatan Daktilitas

Mengenai tingkatan daktilitas ini, SKSNI '91 psl 3.14.1. mengklasifikasikan tingkat daktilitas sebagai berikut :

a. Tingkat Daktilitas 1

- Struktur beton diproporsikan sedemikian rupa sehingga penyelesaian detail pada struktur bangunan sangat sedikit (struktur sepenuhnya elastis). Beban rancang lateral dasar harus dikalikan dengan suatu faktor Type Struktur (K) sebesar 4.

b. Tingkat Daktilitas 2

- Struktur beton diproporsikan sedemikian rupa sehingga penyelesaian detail khusus akan memungkinkan struktur memberikan respons inelastis terhadap beban siklis yang bekerja tanpa mengalami keruntuhan getas. Beban rancang lateral harus dikalikan 2.

c. Tingkat Daktilitas 3

- Struktur beton diproporsikan sedemikian rupa sehingga penyelesaian detail khusus akan memungkinkan struktur memberikan respons inelastis terhadap beban siklis yang bekerja dan mampu menjamin pengembangan mekanisme sendi plastis dengan kapasitas disipasi energi yang diperlukan tanpa mengalami keruntuhan. Beban rancang lateral dikalikan 1.

II.7.3. ZONE GEMPA DI INDONESIA

Indonesia termasuk daerah dengan tingkat resiko gempa yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena wilayah Indonesia berada di antara empat sistem tektonik yang aktif , yaitu tapal batas lempeng Eurasia , lempeng Indo-Australia , lempeng Filipina dan lempeng Pasifik.

Dalam wilayah Indonesia terdapat beberapa daerah dengan perbedaan tingkat resiko gempa yang cukup berarti . Hal ini menyebabkan perlunya penentuan taraf pembebanan yang berbeda-beda pula antara daerah yang satu dengan daerah yang lainnya, tergantung dari kondisi seismotektonik , geografis dan geologis daerah setempat. Untuk itulah zone gempa itu dibuat , agar dapat direncanakan besarnya suatu taraf pembebanan yang diakibatkan oleh gempa pada daerah tertentu.

Zone gempa di Indonesia terdiri atas 6 zone gempa, di mana zone gempa 1 itu merupakan zone gempa yang paling ber-

bahaya . Sedangkan zone gempa 6 merupakan wilayah yang paling aman (jarang sekali terjadi gempa di daerah itu).

II.7.4. Dasar Pemilihan Tingkat Daktilitas

Bila suatu gedung direncanakan dengan tingkat daktilitas 1, maka beban gempa yang direncanakan adalah 4 kali beban gempa yang dihitung sesuai dengan analisa respons spektrum. Karena besarnya beban gempa tersebut, maka ukuran penampang menjadi sangat besar, sehingga perencanaan bangunan menjadi tidak ekonomis lagi.

Perencanaan dengan tingkat daktilitas 3 (daktilitas penuh) akan memerlukan prosedur design yang lebih kompleks dan rumit karena harus menghitung kapasitas dari struktur tersebut (metode design kapasitas). Selain itu , untuk mencapai nilai daktilitas yang disyaratkan, dibutuhkan pengaturan pemasangan penulangan yang cukup rumit pada tempat-tempat sendi plastis yang diharapkan akan terjadi.

Pada struktur dengan daktilitas dua (terbatas), faktor daktilitasnya adalah 2 . Artinya beban gempa hanya dikalikan 2 sehingga tuntutan daktilitas untuk mengatasi gempa-gempa kuat yang melampaui taraf gempa rencana tidak setinggi perencanaan pada struktur dengan daktilitas penuh.

Dengan kata lain syarat-syarat pendetailan yang dituntut akan menjadi lebih longgar. Tetapi sebagai

konsekwensinya , faktor jenis struktur untuk menghitung gaya geser dasar menjadi lebih besar.

Sedangkan mengenai pemakaian tingkat daktilitas yang paling tepat (daktilitas 2 atau daktilitaa 3) tergantung pada daerah zone gempa gedung itu dibangun.

II.7.5. Perencanaan dengan Tingkat Daktilitas 2

Perencanaan struktur dengan tingkat daktilitaa 2 diatur dalam pal 3.14.9. SKSNI '91 dengan memenuhi bab - bab sebelumnya.

Persyaratan Umum

- Gaya tekan aksial berfaktor yang bekerja pada komponen struktur tidak boleh melebihi $\frac{1}{10}$ Ag fc'.
- Bentang bersih dari komponen struktur rangka terbuka tidak boleh kurang dari 4 kali tinggi efektifnya.
- Rasio lebar dan tinggi balok tidak boleh kurang dari 0,25.
- Lebar balok tidak boleh kurang dari 200 mm.
- Rasio tinggi antar kolom terhadap dimensi terpendek kolom tidak boleh lebih besar dari 25.
- Faktor type struktur yang dipakai harus diambil sama dengan 2 (K = 2).

Persyaratan Khusus

- Rasio tulangan longitudinal total tidak boleh kurang dari 1 % dan tidak boleh lebih dari 6 % .

- Pada seluruh tinggi kolom harus dipasang tulangan transversal dari sengkang tertutup tunggal ataupun majemuk.

- Spasi maksimum dari sengkang tertutup pada balok tidak boleh lebih dari d/4, sepuluh kali diameter tulangan longitudinal terkecil, 24 kali diameter sengkang, dan 300 mm.
- Pada daerah yang tidak memerlukan sengkang tertutup, sengkang harus dipasang dengan spasi tidak lebih dari d/2 pada seluruh panjang komponen struktur tersebut.
- Spasi tulangan transversal tidak boleh melebihi 1/2 dimensi terkecil dari suatu komponen struktur yang menerima lentur, atau 10 kali diameter tulangan memanjang dan harus lebih kecil dari 200 mm.
- Pada daerah sejarak **d** dari muka kolom, kuat geser yang disumbangkan oleh beton (Vc) harus diambil sebesar setengah dari yang disyaratkan dalam pasal 3.4 SKSNI 91.

II.7.6. PERENCANAAN DENGAN TINGKAT DAKTILITAS 3

Perencanaan struktur dengan tingkat daktilitas 3 ini diatur dalam psl.3.14.2. sampai dengan psl.3.14.8 SKSNI '91

Persyaratan umum

- Gaya tekan aksial terfaktor yang bekerja pada komponen struktur tersebut tidak melebihi $1/10\ A_g.f_c'$
- Bentang bersih komponen struktur rangka terbuka tidak boleh kurang dari 4 kali tinggi efektifnya.
- Rasio lebar balok terhadap tingginya tidak boleh kurang dari 0,3.
- Lebar balok tidak boleh kurang dari 250 mm.
- Rasio tinggi antar kolom terhadap dimensi penampang kolom terpendek tidak boleh lebih besar dari 25. Untuk kolom yang mengalami momen yang dapat berbalik arah ; rasionya tidak boleh lebih besar dari 16.
- Faktor type struktur yang dipakai harus sama dengan 1 (K=1).

Persyaratan Khusus

- Rasio tulangan longitudinal total tidak boleh kurang dari 1 % dan tidak boleh lebih dari 6 %.
- Pada seluruh tinggi kolom harus dipasang tulangan transversal dari sengkang tertutup tunggal atau majemuk atau menggunakan kait silang penutup dengan diameter dan spasi yang sama untuk sengkang.

- Spasi maksimum sengkang untuk balok tersebut tidak boleh melebihi d/4, sepuluh kali diameter tulangan longitudinal terkecil,24 kali diameter batang sengkang, atau 300 mm.
- Di daerah yang tidak memerlukan sengkang tertutup ,sengkang harus dipasang dengan spasi tidak lebih dari d/2 pada seluruh panjang komponen struktur tersebut.
- Tulangan transversal pada kolom harus dipasang dengan spasi tidak melebihi 1/4 dimensi komponen struktur terkecil , lebih kecil atau sama dengan 8 kali diameter tulangan memanjang dan lebih kecil atau sama dengan 100 mm .

B A B I I I

P E R E N C A N A A N P E L A T

Perencanaan pelat direncanakan akan menerima beban mati (DL), yang merupakan berat sendi r i pelat dan beban hidup (LL), seperti yang telah diatur dalam Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung Tahun 1983 (PPI '83) berdasarkan fungsi lantai pada gedung tersebut.

Pelat-pelat yang dibahas di sini meliputi pelat atap dan pelat lantai 1 sampai 6.

Kombinasi pembebanan yang dipakai sesuai dengan SKSNI '91 adalah :

$$U = 1{,}2\ DL + 1{,}6\ LL \quad \ldots\ (\text{SKSNI '91 psl 3.2.2.1})$$

III.1. DATA PERENCANAAN

- *Mutu beton* : K.350

$f_{ck}' = 350\ kg/cm^2 = 35\ Mpa$

Berdasarkan psl 4.1.2.1. PB '89 :

$$f_c' = [\ 0{,}76 + 0{,}2 \log (\ f_{ck}'/15\ )\ ]\ f_{ck}'$$
$$= [\ 0{,}76 + 0{,}2 \log (\ 35 / 15\ )\ ]\ 35$$
$$= 29{,}176\ Mpa$$

- *Mutu baja* : U 32

$$fy = 3200 \text{ kg/cm}^2 = 320 \text{ Mpa}$$

III.2. PRELIMINARY DESIGN PELAT

Agar dalam perencanaan pelat, besar lendutan tidak perlu dikontrol, maka SKSNI psl 3.2.5.3 mensyaratkan suatu rumus sebagai berikut :

$$h_1 = \frac{Ln\ (800 + fy/1.5)}{36000 + 5000\ \beta\ [\alpha m - 0.12(1+1/\beta)]} \quad \ldots (1)$$

tetapi tidak kurang dari :

$$h_2 = \frac{Ln\ (800 + fy/1.5)}{36000 + 9000\ \beta} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

dan tidak perlu lebih dari :

$$h_3 = \frac{Ln\ (800 + fy/1.5)}{36000} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

Dimana harga αm, βs dan β dapat dicari sesuai dengan dimensi balok sebagai tumpuan dari pelat.

Di luar tiga ketentuan di atas SKSNI '91 mensyaratkan bahwa tebal minimum pelat tidak boleh kurang dari 90 mm.

Dari ketiga rumus di atas ternyata hasil dari batasan tebal minimum pelat yang di hitung dengan persamaan (1) hasilnya jauh lebih kecil dibandingkan persamaan (2), sehingga untuk selanjutnya, perhitungan tebal minimum pelat cukup digunakan batasan seperti persamaan (2).

III.2.1. RENCANA DIMENSI BALOK

Dimensi balok rencana diambil sekitar :

- tinggi balok (h) = (1/10 - 1/14) Lu
- lebar balok (b) = (0,50 - 0,67) h (Salmon-Wang)

1. Balok anak B.1 :

Lu = 800 cm

h = 1/14 x 800 = 57,14 cm ≈ 60 cm

b = 0,60 x 60 = 36 cm ≈ 40 cm

Jadi dimensi balok anak B.1 = 40 x 60 cm^2

2. Balok anak B.2 :

Lu = 400 cm

h = 1/14 x 400 = 28,57 cm = 30 cm

b = 0,60 x 30 = 18 cm = 20 cm

Jadi dimensi balok anak B.2 = 20 x 30 cm^2

3. Balok induk :

Lu = 800 cm

h = 1/11 x 800 = 72,73 cm ≈ 80 cm

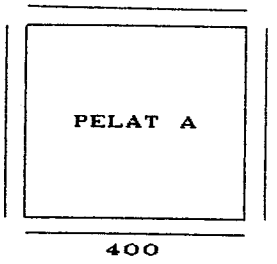
b = 0,60 x 80 = 48,00 cm ≈ 50 cm

Jadi dimensi balok induk = 50 x 80 cm^2

III.2.2. DIMENSI DAN BENTUK PELAT

Model-model pelat yang digunakan pada gedung ini adalah dengan bentuk-bentuk dibawah ini :

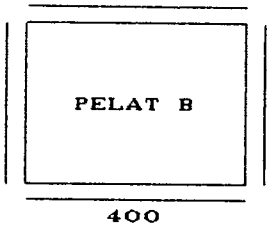
1. Pelat type A



Sn = 400 cm
Ln = 800 cm

GAMBAR 3.1 PELAT TYPE A

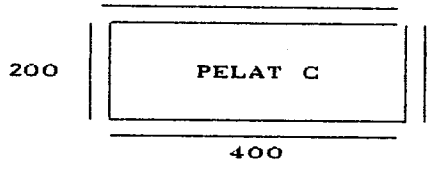
2. Pelat type B



Sn = 400 cm
Ln = 400 cm

GAMBAR 3.2 PELAT TYPE B

3. Pelat type C



Sn = 200 cm
Ln = 400 cm

GAMBAR 3.3 PELAT TYPE C

Hasil perhitungan tebal minimum (h2) dan (h3) untuk pelat 2 arah (B & C) ditabelkan sebagai berikut :

Type Pelat	Sn (mm)	Ln (mm)	ß	h_2 (mm)	h_3 (mm)
A	4000	8000	2,00	150,123	225,185
B	4000	4000	1,00	90,074	112,593
C	2000	4000	2,00	75,060	112,800

TABEL 3.1. TABEL PELAT MINIMUM

Dari hasil perhitungan tebal pelat minimum untuk berbagai model pelat yang ada, maka diambil tebal pelat sebagai berikut :

- Tebal pelat lantai = 140 mm
- Tebal pelat atap = 130 mm

Karena tebal pelat yang diambil lebih kecil daripada h_{min} =150,123 mm , maka dilakukan kontrol terhadap lendutan dan kontrol retak.

III.3. PEMBEBANAN PADA PELAT

Pembebanan pelat dilakukan berdasarkan pada peraturan pembebanan Indonesia untuk Gedung Tahun 1983.

Adapun beban-beban yang bekerja adalah :

III.3.1. Pembebanan pelat atap :

1. BEBAN MATI :

- berat sendiri pelat	= 0,13 x 2400	=	312 kg/m^2
- plafond + penggantung	= 11 + 7	=	18 kg/m^2
- finishing (1 cm)	= 0,01 x 2200	=	22 kg/m^2
- Ducting AC + pipa-pipa		=	40 kg/m^2
- aspal	= 1 x 14	=	14 kg/m^2
- pasir penutup	= 0,01 x 1600	=	16 kg/m^2
			+
		DL	= 422 kg/m^2

2. BEBAN HIDUP :

- PPI '83 psl 3.2 LL= 150 kg/m^2

q_u = 1,2 DL + 1,6 LL

= 1,2 x 422 + 1,6 x 150

= 746,4 kg/m^2

III.3.2. Pembebanan pelat lantai :

1. BEBAN MATI :

- berat sendiri pelat	= 0,14 x 2400	=	336 kg/m^2
- plafond + penggantung	= 11 + 7	=	18 kg/m^2
- tegel + spesi (3 cm)	= 3 x 45	=	135 kg/m^2
- ducting AC + pipa-pipa	=	=	40 kg/m^2
			+
		DL	= 529 kg/m^2

2. BEBAN HIDUP :

- PPI '83 tabel 3.1 $\longrightarrow$ LL = 250 kg/m^2

q_u = 1,2 DL + 1,6 LL

= 1,2 x 529 + 1,6 x 250

= 1034,8 kg/m^2

III.4. PERMODELAN DAN ANALISA MOMEN PADA PELAT

Pemodelan jenis pelat di dalam tugas akhir ini, pelat dianggap terjepit elastis pada keempat sisinya. Hal ini dikarenakan bahwa pada tepi-tepi pelat (baik yang menerus maupun yang tidak menerus) pasti terjadi perputaran sudut (rotasi).

Pertimbangan lain permodelan ini adalah bila pelat dianggap terjepit penuh pada keempat sisinya maka dianggap momen-momen yang terjadi sebagian besar akan diterima oleh tumpuannya sehingga nilai momen lapangan akan selalu lebih kecil. Padahal pada keadaan sesungguhnya tepi pelat dapat berputar.

Lain halnya jika pelat dimodelkan terjepit elastis pada keempat sisinya. Pada permodelan jepit elastis maka besarnya momen pada lapangan akan mendekati momen tumpuannya (khusus untuk pelat yang ditumpu pada keempat sisinya) sehingga permodelan struktur lebih aman.

Momen-momen yang terjadi pada pelat dihitung dengan menggunakan Tabel 13.3.2 PBI '71.

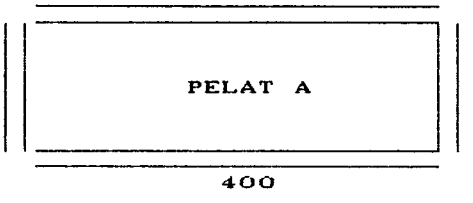
Hasil perhitungan momen pelat ditabelkan pada bab lampiran, Tabel 3.1. dan 3.2.

III.5. PERENCANAAN PENULANGAN PELAT

Untuk mempermudah pelaksanaan di lapangan, jarak penulangan pelat diusahakan sedapat mungkin seragam. Oleh karena itu pada perhitungan penulangan pelat ini, hanya bagian-bagian yang dianggap cukup menentukan saja yang diperhitungkan.

Sebagai contoh cara menghitung penulangan pelat dua arah, diambil pelat lantai type A.

III.5.1. CONTOH PERHITUNGAN PELAT LANTAI TYPE A



β = 2,00
Lx = 400 cm
Ly = 800 cm
fy = 320 Mpa
fc' = 29,176 Mpa

III.5.2. LANGKAH - LANGKAH PERHITUNGAN

1. PERENCANAAN PELAT LANTAI

- tebal pelat = 14 cm
- decking = 2 cm (PB '89 psl 7.7.1.c)
- tulangan arah x = D.10

- tulangan arah y = D.10
- koefisien reduksi penampang = 0,8 (SKSNI 3.2.3)

2. PERHITUNGAN MOMEN - MOMEN YANG BEKERJA PADA PELAT LANTAI

Momen-momen dari pelat diambil dari PBI'71 tabel 13.3.2. (anggapan jepit elastis)

$$q_u = 1,2\ DL + 1,6\ LL$$
$$= 1,2 \times 529 + 1,6 \times 250$$
$$= 1034,8\ kg/m^2$$

$$\frac{Ly}{Lx} = \beta = 2,00 < 2,5 \longrightarrow Cx = 62$$

(Pelat 2 arah !) $Cy = 35$

$$Mlx = -Mtx = 0,001\ qu\ Lx^2\ Cx$$
$$= 0,001 \times 1034,8 \times 4^2 \times 62$$
$$= 1026,522\ kgm$$

$$Mly = -Mty = 0,001\ qu\ Lx^2\ Cy$$
$$= 0,001 \times 1034,8 \times 4^2 \times 35$$
$$= 579,488\ kgm$$

$fc' = 29,176\ MPa < 30\ MPa$, maka $\beta_1 = 0,85$

3. PERHITUNGAN ρ_b , ρ_{max} , DAN ρ_{min} .

$$\rho_b = \frac{0,85\ fc'\ \beta_1}{fy} \left(\frac{600}{600 + fy} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times 29,176 \times 0,85}{320} \left(\frac{600}{600 + 320} \right)$$

$$= 0,043$$

$$\rho_{max} = 0.75\ \rho_b \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{ PB '89 psl 10.3.3.}$$

$$= 0,75 \times 0,043$$

$$= 0,0322$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{fy} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{ PB '89 psl 10.5.1.}$$

$$= \frac{1,4}{320} = 0,004375$$

4. PERHITUNGAN TULANGAN YANG DIBUTUHKAN (As)

*** Penulangan arah x**

b = 1000 mm

d = 140 - 20 - 0,5 x 10 = 115 mm

Mlx = - Mtx = 1026,522 kgm = 1026,522 e4 Nmm

$$Rn = \frac{Mu}{\phi\ b\ d^2} = \frac{1026.522\ e4}{0,8 \times 1000 \times 115^2} = 0,97$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \times fc'} = \frac{320}{0,85 \times 29,176}$$

$$= 12,9$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ m\ Rn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{12,9} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12,9 \times 0,97}{320}} \right)$$

$$= 0,0031 \ < \rho_{min} = 0,004375 \longrightarrow \text{pakai } \rho_{min} \text{ !}$$

Sehingga tulangan yang dibutuhkan :

$A_{perlu} = \rho \; b \; d = 0{,}004375 \times 100 \times 11{,}5 = 5{,}03 \; cm^2$

Dipakai tulangan D.10 - 14 cm (As = 5,50 cm^2).

5. KONTROL SPASI MAKSIMUM (PB '89 psl 13.4.2)

s max = 2 x t

= 2 x 14 = 28 cm

s terpasang = 14 cm < S max = 28 cm ..... **Ok !**

6. TULANGAN SUSUT DAN SUHU (PB '89 psl 7.12.2)

Tulangan susut dan suhu hanya disediakan untuk pelat-pelat dimana tulangan lenturnya memanjang dalam satu arah saja (pelat satu arah) dan pelat-pelat yang berhubungan secara langsung dengan sinar matahari (pelat atap).

Tulangan susut dan suhu dipasang tegak lurus dengan arah tulangan memanjang dengan spasi tidak boleh lebih dari lima kali tebal pelat atau 500 mm (PB ,89 psl 7.12.2.2)

Rasio tulangan susut dan suhu harus diambil sebesar 0,002 (0,2 %) untuk pelat yang menggunakan tulangan deform mutu 300 ≈ U.32.

*** Penulangan arah y**

b = 1000 mm

d = 140 - 20 - 0,5 x 10 - 10 = 105 mm

Mly = - Mty = 579,488 kgm = 579,488 e4 Nmm

$$Rn = \frac{Mu}{\phi\ b\ d^2} = \frac{579,488\ e4}{0,8 \times 1000 \times 105^2} = 0,657$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \times fc'} = \frac{320}{0,85 \times 29,176}$$

$$= 12,9$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ m\ Rn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{12,9} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12,9 \times 0,657}{320}} \right)$$

$$= 0,00210 < \rho_{min} = 0,004375$$

$\longrightarrow$ pakai ρ_{min} !

Sehingga tulangan yang dibutuhkan :

$$As_{perlu} = \rho\ b\ d = 0,004375 \times 100 \times 10,5 = 4,59\ cm^2$$

Dipakai tulangan D.10 - 16 cm (As = 4,71 cm^2).

s max = 2 x t

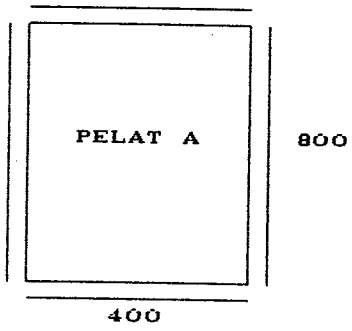
= 2 x 14 = 28 cm

s terpasang = 16 cm < S max = 28 cm ..... **Ok !**

Untuk penulangan pelat type lainnya dapat dilihat pada tabel penulangan pelat, tabel 3.1. & 3.2. pada Bab lampiran.

III.6. KONTROL LENDUTAN

Karena tebal pelat lebih kecil daripada tebal minimum seperti yang disyaratkan pada rumusan di pasal 3.2.5.3 SKSNI '91, maka perlu dilakukan kontrol lendutan.
Untuk itu pelat type A dengan h min =150,123 akan dilakukan kontrol lendutan.



Lx = 400 cm
Ly = 800 cm
$\frac{Ly}{Lx} = 2$ (pelat 2 arah)

Lendutan ijin menurut SKSNI'91 tabel 3.2.5 (b) untuk lantai/atap yang memikul atau berhubungan dengan komponen non struktural yang cenderung rusak oleh lendutan besar :

$$\frac{L}{480} = \frac{8000}{480} = 16,67 \text{ mm}$$

Sedangkan lendutan yang terjadi :

$$= \frac{5 \ ML^2}{48 \ EIc}$$

dimana : $Ec = 4700 \sqrt{f_c'}$

$= 4700 \sqrt{29,176}$

$= 25386,962$ MPa

$$Ig = \frac{1}{12} b h^3$$

$$= \frac{1}{12} 1000 \times 140^3$$

$$= 228666666,7 \text{ mm}^4$$

$$fr = 0,7 \sqrt{fc'}$$

$$= 3,781 \text{ MPa}$$

$$Mcr = fr \frac{Ig}{yt}$$

$$= 12514600 \text{ Nmm}$$

Untuk beban mati :

$$\frac{Mcr}{Mmax} = \frac{12514600}{6297216} = 1,987 \qquad > 1 \longrightarrow Ic=Ig$$

Untuk beban mati dan hidup :

$$\frac{Mcr}{Mmax} = \frac{12514600}{10265216} = 1,22 \qquad > 1 \longrightarrow Ic=Ig$$

Maka lendutan yang terjadi akibat beban hidup adalah :

$$\Delta L = \Delta D+L - \Delta D$$

$$\Delta D+L = \frac{5 \ ML^2}{48 \ EIc}$$

$$= \frac{5 \ 10265216 \ x \ 8000^2}{48 \ 25386,962 \ x \ 228666666,7}$$

$$= 11,80 \text{ mm}$$

$$\Delta D = \frac{5 \ 6297216 \ x \ 8000^2}{48 \ 25386,962 \ x \ 228666666,7}$$

$$= 7,23 \text{ mm}$$

Δ_L = 11,80 - 7,23 = 4,57 mm

Untuk lendutan total = (Δ_L) + Δ_{cp+sh} < $\frac{L}{480}$

$$\Delta_{cp+sh} = \lambda\ (\Delta_D) = \frac{\xi}{1 + 50\rho'}\ (\Delta_D) \longrightarrow \text{SKSNI ps 1.3.2.5.2(5)}$$

$$\lambda = \frac{\xi}{1 + 50\ \rho'} = \frac{2}{1 + 50(0,00449)}$$

$$= 1,633$$

$$\text{Dimana } \rho' = \frac{As'}{b\ d} = \frac{4,72}{100 \times 10,5} = 0,00449$$

$$\Delta_{cp+sh} = \lambda\ (\Delta_D) = 1,633 \times 7,23 = 11,81 \text{ mm}$$

Sehingga lendutan total yang terjadi = 4,57 + 11,81

= 16,38 mm < $\bar{\Delta}$ = 16,67 mm

Jadi tebal pelat yang ada memenuhi syarat dan dapat dipakai.

III.7. KONTROL RETAK

Kontrol retak hanya perlu dilakukan jika menggunakan tulangan dengan mutu fy > 60000 psi (413,7 MPa), (menurut Chu Kia Wangdan Charles G Salmon dalam 'Reinforced Concrete Design)

Sedangkan mutu tulangan yang digunakan pada pelat lantai dan atap untuk struktur gedung ini adalah fy= 320 MPa , sehingga tidak perlu melakukan kontrol retak.

B A B I V

P E R E N C A N A A N T A N G G A

IV.1. PERENCANAAN TANGGA

Model tangga-tangga pada gedung ini terdiri dari satu macam tangga yang dimodelkan sebagai sistem tangga yang tertumpu pada dua sisinya yaitu tertumpu rol pada balok bordes dan tertumpu jepit pada balok lantai bawah atau lantai atas dengan pemisahan antara tangga kiri dan tangga kanan dengan suatu siar dilatasi sebesar ± 1 cm pada tengah bordes yang nantinya diisi dengan aspal.

Hal ini sesuai dengan peraturan gempa mengenai pemisahan struktur sekunder terhadap struktur utamanya, sehingga struktur sekunder hanya bersifat membebani struktur utama tanpa mempengaruhi kekakuannya.

Gaya-gaya dalam dari tangga ini dianalisa dengan bantuan SAP '90 dengan memisalkan struktur tangga sebagai element frame tertentu yang tertumpu pada kedua ujungnya.

IV.2.1. DATA PERENCANAAN

→ mutu beton = K.350 ⟶ fc' = 29,176 Mpa

→ mutu baja = U.32 ⟶ fy = 320 Mpa

→ tebal pelat tangga = 16 cm

→ tebal pelat bordes = 16 cm

→ tinggi antar lantai = 4 m

→ tinggi injakan (t) = 18 cm

→ lebar injakan (i) = 25 cm

→ jumlah anak tangga = 200/18 = 11,1 ≈ 11 buah

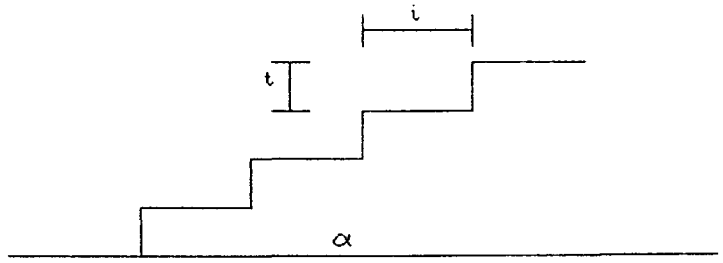
direncanakan 9 buah anak tangga dengan t = 18 cm dan 2 buah anak tangga dengan t = 19 cm pada ujung - ujungnya.

kontrol : 9 x 18 + 2 x 19 = 200 cm (OK)

→ panjang pelat tangga = (11-1) x 25 = 250 cm

→ sudut kemiringan tangga (α) = arc Tg ($\frac{200}{250}$)

= 38,66°

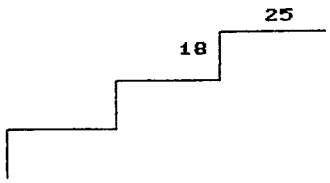


GAMBAR 4.3. DIMENSI ANAK TANGGA

IV.2.2. PEMBEBANAN TANGGA

Beban-beban yang bekerja pada tangga meliputi berat sendiri tangga ditambah beban hidup merata di atasnya.

1. Perhitungan Tebal Rata-Rata Pelat Tangga



GAMBAR 4.4. TEBAL RATA-RATA PELAT TANGGA

→ kemiringan tangga (α) = $38,66^{\circ}$

→ tebal pelat rata - rata anak tangga :

$$a = \sqrt{(t/2)^2 + (i/2)^2}$$

$$= \sqrt{(18 / 2)^2 + (25 / 2)^2}$$

$$= 15,4 \text{ cm}$$

→ luas segitiga = 1/2 x a x tr

1/2 x 15,4 x tr = 1/2 x 25/2 x 18/2

tr = 7,3 cm

→ tebal plat rata - rata = tebal pelat tangga + tr

= 16 + 7,3

= 23,3 cm

2. Pembebanan Pada Pelat Tangga

2.1. Beban Mati :

→ plat tangga = $\frac{0,233}{\cos 38,66}$ x 2400 = 716,13 kg/m

→ spesi + tegel = 3 (21 + 24) = 135 kg/m^2

→ sandaran = 50 kg/m^2

\+

DL = 901,130 kg/m^2

2.2. Beban Hidup

LL = 300 kg/m^2

qu = 1,2 DL + 1,6 LL

= 1,2 x 901,130 + 1,6 x 300

= 1561,356 kg/m^2

3. Pembebanan Pada Pelat Bordes

3.1. Beban Mati :

→ plat tangga = 0,16 x 2400 = 384 kg/m

→ spesi + tegel = 3 (21 + 24) = 135 kg/m^2

→ sandaran = 50 kg/m^2

\+

DL = 569 kg/m^2

3.2. Beban Hidup

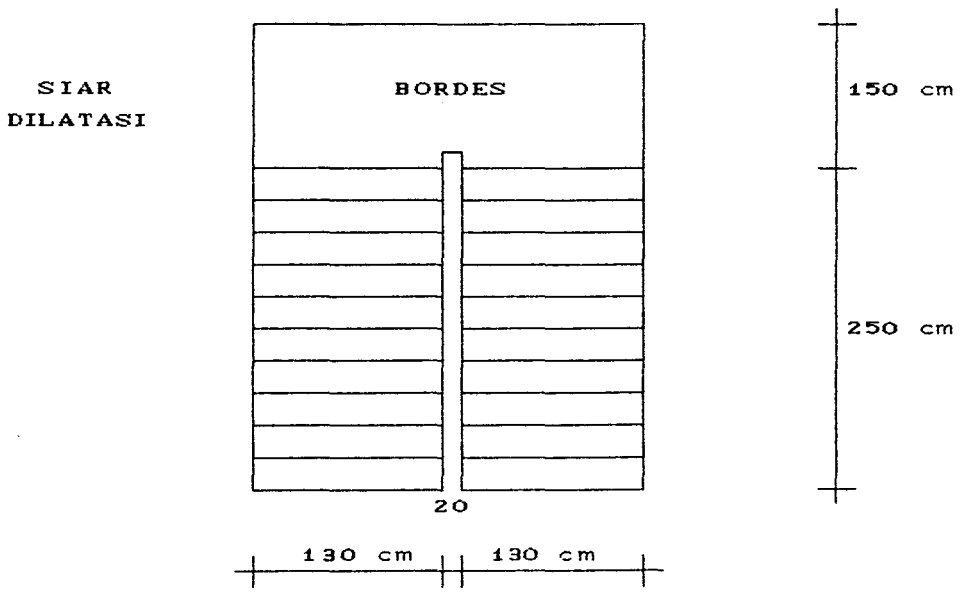
LL = 300 kg/m^2

$$qu = 1,2\ DL + 1,6\ LL$$
$$= 1,2 \times 569 + 1,6 \times 300$$
$$= 1162,8\ kg/m^2$$

IV.2.3. ANALISA GAYA - GAYA DALAM TANGGA

Gaya-gaya dalam dari tangga ini dianalisa dengan bantuan SAP '90 dengan memisalkan struktur tangga sebagai element frame yang tertumpu pada kedua ujungnya.

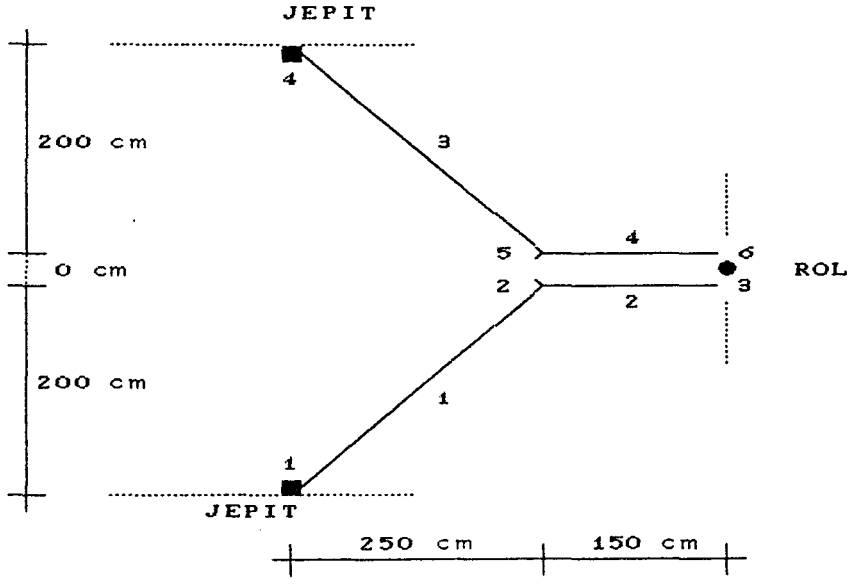
1. Type Tangga



GAMBAR 4.5. TANGGA

- tinggi antar lantai = 400 cm
- lebar tangga = 130 cm
- panjang tangga = 250 cm
- lebar bordes = 150 cm

- kemiringan tangga = 38,66°
- tebal pelat tangga = 16 cm
- tebal pelat bordes = 16 cm
- tinggi anak tangga (t) = 18 cm
- lebar anak tangga (i) = 25 cm



GAMBAR 4.6. PERMODELAN TANGGA

IV.2.4. PERHITUNGAN PENULANGAN TANGGA

Pada penulangan lentur element tangga, gaya aksial tekan dapat diabaikan sedangkan gaya aksial tarik dihitung secara tersendiri kemudian ditambahkan pada tulangan tekan.

Cara perhitungan tulangan pada tangga adalah sama seperti perhitungan tulangan pada pelat satu arah dengan menganggap lebar = 1 meter.

1. Contoh Perhitungan :

Sebagai contoh perhitungan penulangan tangga, diambil dari contoh tangga pada element 3 (lihat gambar 4.8).

DATA UMUM BAHAN :

- tebal pelat = 16 cm
- decking = 2 cm (PB '89 psl 7.7.1.c)
- ϕ tulangan = D.16
- mutu beton = K.350 fc' = 29,176 Mpa
- mutu baja = U.32 fy = 320 Mpa
- ρmax = 0,0322
- ρmin = 0,004375
- As min = 0,004375 x 100 x 13,2
  = 5,775 cm^2

1.1. PENULANGAN LENTUR

A. Penulangan pada tumpuan kiri (joint 4)

Hasil dari perhitungan SAP 90 :

- Nu = 0 kg
- Mu = -4313,59 kgm $\approx$ -4313,59 e4 Nmm
- Vu = 4601,34 kg
- b = 1000 mm

- d = 160 - 20 - 0,5 x 16 = 132 mm

$$Rn = \frac{Mu}{\phi\ b\ d^2} = \frac{4313,59\ e4}{0,8 \times 1000 \times 132^2} = 3,095$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \times fc'} = \frac{320}{0,85 \times 29,176}$$

$$= 12,9$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ m\ Rn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{12,9} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12,9 \times 3,095}{320}} \right)$$

$$= 0,01036$$

As = ρ b d = 0,01036 x 100 x 13,2 = 13,680 cm^2

Dipakai tulangan D.16 - 14 (As = 14,07 cm^2).

Kontrol spasi maksimum (PB '89 psl 13.4.2)

s max = 2 x t

= 2 x 16 = 32 cm

s terpasang = 10 cm < S max = 32 cm ..... **Ok !**

B. Penulangan pada Lapangan

- Dari analisa gaya-gaya dalam dengan SAP 90 diperoleh momen pada lapangan sangat kecil sehingga tulangan dipasang praktis **As = D.16 - 25.**

C. Penulangan pada tumpuan kanan (joint 5)

- Nu = 0 kg
- Mu = 2417,77 kgm ≈ 2417,77 e4 Nmm
- Vu = -396,29 kg
- b = 1000 mm
- d = 160 - 20 - 0,5 x 16 = 132 mm

Cara perhitungan penulangannya sama dengan perhitungan penulangan pada tumpuan kiri, dan karena Mu-nya lebih kecil dari tumpuan kiri, maka :

Tulangan yang dipakai D.16 - 20 cm (As = 10,053 cm^2)

1.2. PENULANGAN GESER

- Vu joint 4 = 4601,34 kg
- Vu joint 5 = -396,29 kg

Sumbangan Kekuatan Geser Beton (Vc) menurut SKSNI '91

$$Vc = \left[1 + \frac{Nu}{14\ Ag} \right] 1/6 \sqrt{fc'}\ bw\ d$$

dimana :

- besaran Nu/Ag dalam Mpa
- nilai Nu adalah positif untuk aksial tekan dan negatif untuk aksial tarik

$$\phi\ Vc = \phi\ 1/6\ \sqrt{fc'}\ bw\ d \left[1 + \frac{Nu}{14\ Ag} \right]$$

$$= 0{,}6 \times 1/6 \times \sqrt{29{,}176} \times 1000 \times 132 \left[1 - \frac{0}{14\ Ag} \right]$$

$$= 71299{,}55\ N = 7129{,}955\ kg$$

$Vu < \phi\ Vc \longrightarrow$ Tidak Perlu Tulangan Geser !

Untuk keseluruhan elemen - elemen pada tangga yang telah dianalisa didapatkan bahwa gaya geser yang terjadi adalah di bawah kekuatan geser beton sehingga tidak diperlukan tulangan geser untuk menambah kekuatan.

Tulangan geser hanya dipasang praktis bersama-sama tulangan pembagi yang berupa tulangan arah melintang (tegak lurus tulangan memanjang) pada tepi atas dan bawah pelat tangga.

Pasang tulangan melintang D.12 - 20 cm

Hasil perhitungan penulangan elemen-elemen tangga lainnya akan ditabelkan pada tabel 4.B.1. bab Lampiran.

B A B V

P E R E N C A N A A N B A L O K A N A K

Dalam perencanaan ini, balok anak dimodelkan sebagai balok yang terletak pada beberapa tumpuan dengan menganggap pada tumpuan tengah sebagai sendi dan pada tumpuan tepi sebagai jepit penuh sedangkan gaya-gaya dalamnya dihitung dengan ikhtisar momen dan gaya lintang pada PB '71 serta program bantu SAP '90.

* **DATA PERENCANAAN :**

- Mutu beton = K300 ⟶ f_c' = 29,176 Mpa
- Modulus Elastisitas Beton (Ec)

  = $4700 \sqrt{f_c'}$

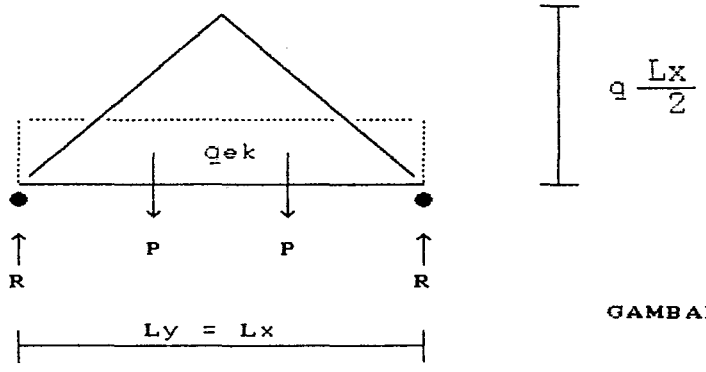
  = $4700 \sqrt{29,176}$ = 25387 MPa
- Mutu baja = U.32 ⟶ fy = 320 MPa

V.1. TYPE - TYPE PEMBEBANAN

Beban-beban yang bekerja pada balok anak adalah berat sendiri balok anak tersebut dan semua beban merata pada pelat (termasuk berat sendiri pelat dan beban hidup merata di atasnya). Distribusi bebannya didasarkan pada cara Tributary Area yaitu beban pelat dinyatakan dalam bentuk trapesium maupun segitiga.

Variasi pembebanan dan beban ekivalen yang terjadi pada perhitungan balok anak ini antara lain :

1. Beban ekivalen segi tiga

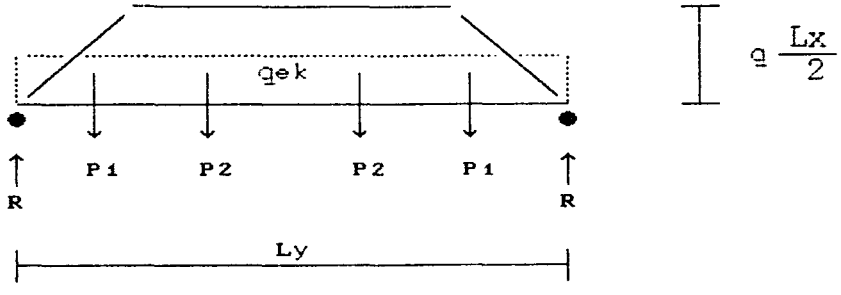


GAMBAR 5.1.

qek SEGITIGA

$$qek = \frac{1}{3} q\ Lx$$

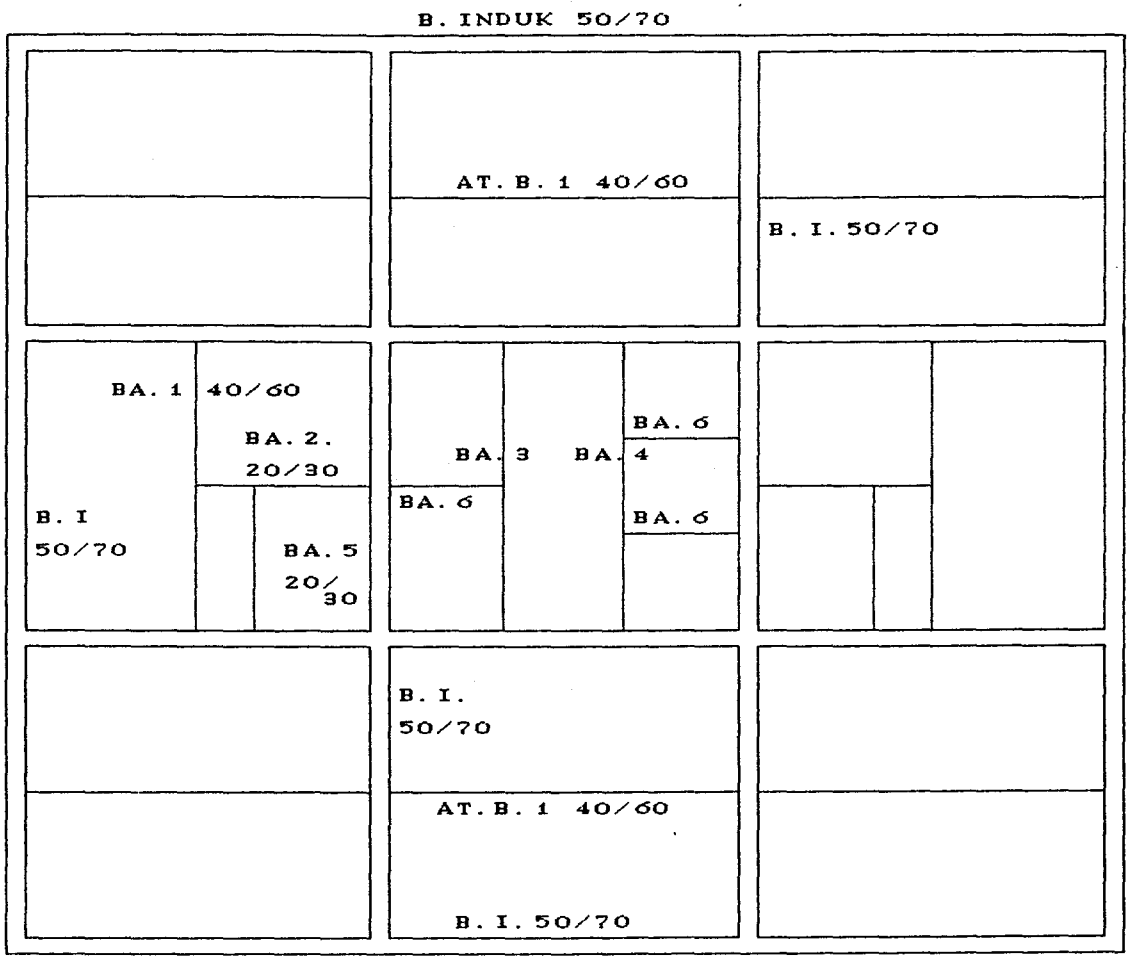
2. Beban ekivalen trapesium



$$qek = \frac{1}{2} q\ Lx \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{Lx}{Ly} \right)^2 \right]$$

GAMBAR 5.2. qek TRAPESIUM

Secara global sistem balok anak dari struktur gedung ini ada beberapa macam seperti yang dijelaskan sbb :



DENAH BALOK INDUK DAN BALOK ANAK

- Balok anak BA.1.ditumpu pada balok induk B.I. dan menerima menerima beban trapesium dan beban segitiga dan beban terpusat dari balok anak BA.2
- Balok anak BA.2.ditumpu oleh balok induk B.I.dan Balok anak BA.1 dan menerima dua beban segi tiga serta beban terpusat dari balok anak BA.5.

- Balok anak AT.B.1. ditumpu oleh balok induk B.I. dan akan menerima beban dua trapesium.
- Balok anak BA.3 dan BA.4 ditumpu oleh balok induk B.I. dan menerima beban trapesium serta beban terpusat dari balok anak BA.6.
- Balok anak BA.5 ditumpu oleh balok induk B.I.dan balok anak BA.2 dan menerima beban trapesium.
- Balok anak BA.6 ditumpu oleh balok induk B.I.dan balok anak BA.3 atau BA.4 dan menerima beban segitiga.

Hasil pembebanan merata pada balok anak ini dapat dilihat pada tabel 5.1.

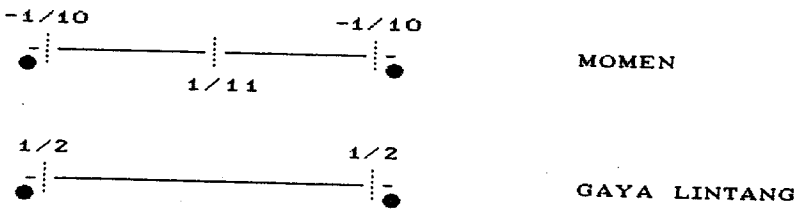
V.3. LAJUR MENERUS BALOK ANAK

Balok anak dianalisa tiap lajur menerus balok dengan dua metode penyelesaian.

V.3.1. Dengan PB'71 :

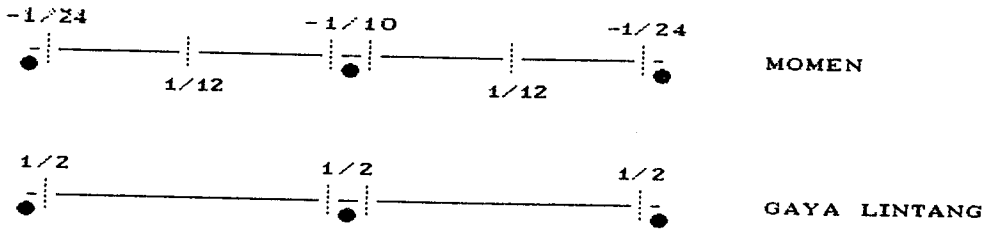
Momen	= koef x q_{ek} L^2
Gaya Lintang	= koef x q_{ek} L

1. Lajur Menerus Satu Bentang
   - untuk balok anak BA.5 dan BA.6



GAMBAR 5.4.

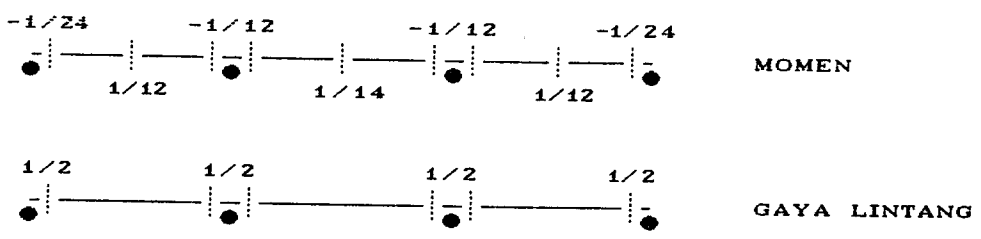
2. Lajur Menerus Dua Bentang



GAMBAR 5.5..

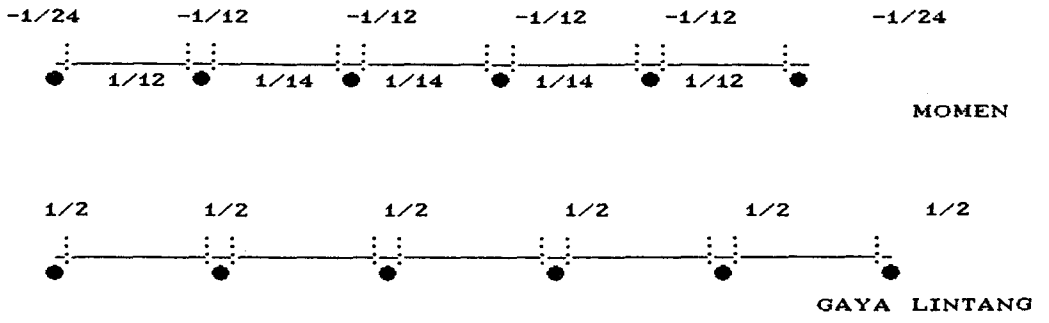
3. Lajur Menerus Tiga Bentang

- untuk balok anak AT.B.1.



GAMBAR 5.6.

4. Lajur menerus Lima bentang

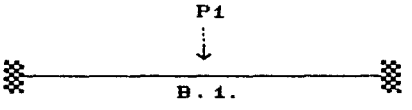


GAMBAR 5.7.

V.2.2. Dengan Analisa SAP 90 :

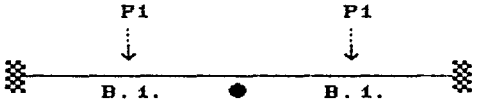
1. Lajur Menerus Satu Bentang

   - untuk balok anak BA.1 , BA.2 dan BA.3



GAMBAR 5.8.

2. Lajur Menerus Dua Bentang



GAMBAR 5.9.

Input data SAP 90 untuk balok anak BA.1,BA.2,BA.3 dapat dilihat pada lampiran A.

V.3. PERHITUNGAN PENULANGAN BALOK ANAK

Penulangan balok anak meliputi penulangan lentur, penulangan geser, kontrol retak, dan kontrol lendutan, sedangkan tulangan torsi hanya dipasang minimum dengan anggapan bahwa balok anak tengah tidak menerima torsi.

V.3.1. PENULANGAN LENTUR BALOK ANAK

V.3.1.1. Asumsi Perencanaan :

Penulangan lentur untuk momen negatif pada daerah tumpuan dihitung dengan menganggap penampang balok adalah penampang persegi, sedangkan perhitungan lentur pada daerah lapangan, apabila balok dicor monolit dengan pelat adalah memakai prosedur disain konstruksi balok T dengan penentuan lebar flens menurut pasal 8.10. PB '89.

Kekuatan nominal dari suatu komponen struktur untuk memikul beban lentur dan aksial didasarkan pada asumsi yang diberikan dalam PB'89 yaitu :

1. Regangan dalam tulangan dan beton harus diasumsikan berbanding linier secara langsung dengan jarak dari sumbu netral (PB'89 psl 10.2.2.).

2. Regangan berguna maksimum pada serat terluar beton yang tertekan harus diasumsikan sama dengan 0,003 (PB '89 psl 10.2.3).

3. Tegangan yang terjadi pada tulangan di bawah kuat leleh yang disyaratkan (fy) untuk mutu tulangan yang digunakan, harus diambil sebesar Es dikalikan regangan baja ($f_s = E_s \times \varepsilon_s$). Untuk regangan yang lebih besar dari regangan yang memberikan fy, tegangan pada tulangan harus dianggap tidak tergantung pada regangan dan diambil sama dengan fy (PB '89 psl 10.2.4).

   - bila $\varepsilon_s \leq \varepsilon_y$, maka :
     $f_s = E_s \varepsilon_s$ (Es = 200000 MPa)
   - bila $\varepsilon_s \geq \varepsilon_y$, maka :
     $f_s = f_y$

4. Dalam perhitungan lentur selain pada beton pratekan, maka kuat tarik beton harus diabaikan (PB '89 psl 10.2.5).

5. Hubungan antara distribusi tegangan tekan beton dan regangan beton boleh diasumsikan berbentuk persegi, trapesium, parabola, atau bentuk lainnya yang menghasilkan perkiraan kekuatan yang cukup baik bila dibandingkan dengan hasil pengujian yang lebih menyeluruh (PB '89 psl 10.2.6).

6. Persyaratan dari PB '89 psl 10.2.6 boleh dianggap dipenuhi oleh suatu distribusi tegangan beton persegi ekivalen yang didefinisikan sebagai berikut (PB '89 psl 10.2.7.) :

- Tegangan beton sebesar 0,85 fc' harus diasumsikan terdistribusi secara merata pada daerah tekan ekivalen beton yang dibatasi oleh tepi penampang dan suatu garis lurus yang sejajar dengan sumbu netral sejarak a = β_1 c dari serat dengan regangan tekan maksimum (PB '89 psl 10.2.7.1)

- Jarak c dari serat dengan regangan maksimum ke sumbu netral harus diukur dalam arah tegak lurus terhadap sumbu tersebut (PB '89 psl 10.2.7.2)

- Faktor β_1 harus diambil sebesar 0,85 untuk kuat tekan beton fc' hingga atau sama dengan 30 Mpa, sedangkan untuk kekuatan diatas 30 Mpa, β_1 harus direduksi secara menerus sebesar 0,008 untuk setiap kelebihan 1 Mpa diatas 30 Mpa, tetapi β_1 tidak boleh diambil kurang dari 0,65 (PB '89 psl 10.2.7.3)

Untuk $fc' \leq 30$ Mpa $\longrightarrow \beta_1 = 0,85$

Untuk $fc' > 30$ MPa

$\longrightarrow \beta_1 = 0,85 - 0,008 (fc' - 30) \geq 0,65$

V.3.1.2. Kondisi Regangan Berimbang & Batas Rasio Penulangan

Definisi regangan berimbang pada suatu penampang adalah suatu kondisi dimana tulangan tarik mencapai tegangan leleh yang disyaratkan (fy) pada saat yang bersamaan dengan bagian beton yang tertekan mencapai regangan batas sebesar 0,003.

Sebaliknya diusahakan bahwa pola keruntuhan beton harus secara daktail yaitu beton harus menunjukkan deformasi ang cukup besar sebelum tercapai kekuatan runtuhnya sehingga secara dini akan tampak bahwa komponen struktur tersebut sudah membahayakan.

Untuk menjamin bahwa pola keruntuhan secara daktail dapat tercapai, maka diadakanlah batasan maksimum rasio tulangan sebesar 0,75 dari ρ balance.

$$\rho b = \frac{0,85\ fc'}{fy}\beta_1 \left(\frac{600}{600 + fy} \right)$$

$$\rho maks = 0,75\ \rho b$$

$$\rho min = 1,4 / fy$$

Batasan penulangan minimum di atas diberikan untuk pertimbangan ekonomis beton. Jika tulangan terpasang lebih kecil dari tulangan minimum yang disyaratkan, maka pada saat tercapainya kekuatan nominal dari suatu komponen struktur beton, otomatis tegangan tekan yang terjadi pada beton sangat kecil dibandingkan dengan kekuatan hancur beton sehingga kekuatan beton seolah-olah tidak dimanfaatkan untuk menunjang kekuatan komponen struktur tersebut.

V.3.1.3. Balok Dengan Penampang Persegi Empat

Penampang persegi direncanakan hanya menggunakan tulangan tulangan tarik saja. penambahan tulangan tekan baru

diperhitungkan bila rasio tulangan tarik yang diperlukan melebihi rasio tulangan max yang disyaratkan atau dengan kata lain tulangan tekan dibutuhkan bila momen yang terjadi melebihi kapasitas momen yang dapat ditahan oleh tulangan tarik saja.

Dalam buku referensi yang berjudul 'Reinforced Concrete Design' karangan Chu Kia Wang dan Charles J. Salmon, dikatakan bahwa :

- Keperluan akan penggunaan tulangan tekan untuk menambah kekuatan nominal adalah jarang.

- Alasan utama di dalam penggunaan tulangan tekan adalah untuk mengurangi lendutan jangka panjang akibat rangkak dan susut saja.

- Prosedur yang logis untuk perencanaan tulangan tekan adalah dengan menentukan apakah tulangan tekan diperlukan untuk kekuatan apa tidak . ini dapat dilakukan dengan membandingkan kapasitas momen yang dapat dipikul oleh tulangan tarik saja terhadap momen yang terjadi. Apabila momen yang terjadi lebih kecil dari kapasitas momen yang mampu dipikul oleh tulangan tarik saja, maka praktis tulangan tekan tidak dibutuhkan untuk tambahan kekuatan.

V.3.1.4. Konstruksi Balok T

Bentuk balok T diperoleh dari pengecoran monolit antara balok dan pelat pada sisi atasnya, sehingga pada daerah momen positif balok, luas penampang pelat akan menambah luas daerah tekan pada balok sedangkan pada daerah momen negatif, balok tetap dianggap sebagai penampang persegi.

Perencanaan untuk balok T adalah seperti perencanaan balok berpenampang persegi dengan tulangan tunggal, hal ini mengingat bahwa luas daerah tekan beton pada balok T mendapat tambahan dari pelat di atasnya sehingga pemakaian tulangan tekan dapat diabaikan.

Persyaratan balok T menurut SKSNI pal 3.1.10 adalah :

1. Lebar pelat yang secara efektif bekerja sebagai suatu flens dari balok T tidak boleh melebihi :

   - seperempat bentang dari balok.

   Lebar efektif flens yang membentang pada tiap sisi badan balok yang bersebelahan tidak boleh melebihi :

   - delapan kali tebal pelat, dan
   - setengah jarak bersih dari badan balok yang bersebelahan.

2. Untuk balok dengan pelat hanya pada satu sisi (Balok L) lebar efektif flens yang membentang tidak boleh lebih dari :

- seperduabelas dari bentang balok,
- enam kali tebal pelat, dan
- setengah jarak bersih dari badan balok yang berse-belahan.

Untuk perhitungan kekuatan nominal dari balok T, maka harus diperiksa dulu apakah balok T tersebut asli atau palsu , prosedurnya adalah sebagai berikut :

a. Bila tinggi a dari blok tegangan persegi adalah sama atau lebih kecil dari t, maka balok T dihitung sama dengan balok empat persegi panjang (balok T palsu) dengan lebar b_E.

b. Bila tinggi a lebih besar dari t, maka dihitung secara balok T murni dengan :

$$Mn = C_1 (d - a/2) + C_2 (d - t/2)$$

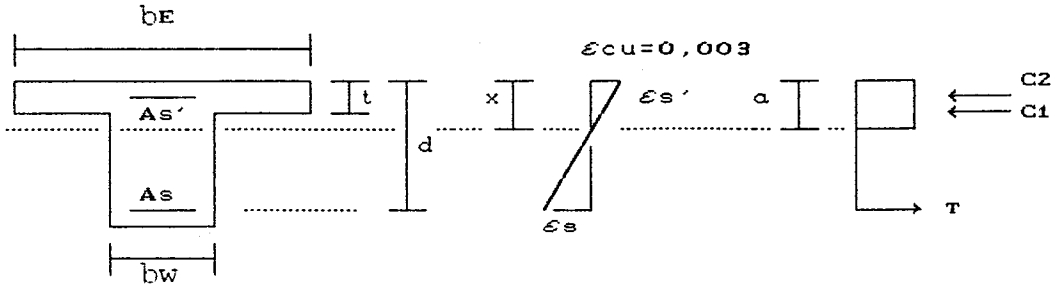
dimana :

$$C_1 = 0,85\ fc'\ bw\ a$$

$$C_2 = 0,85\ fc'\ (b_E - bw)\ t$$

$$a = \frac{T - C_2}{0,85\ fc'\ b_E}$$

$$T = As\ fy$$



Gambar 5.10. Balok T Murni

* **Langkah-Langkah Perencanaan Lentur Balok Anak :**

1. Tentukan dimensi balok meliputi :
   - lebar balok (b)
   - tinggi balok (h)
   - penutup beton (dc)
2. Hitung Momen yang terjadi pada balok (dari hasil analisa PB '71 & SAP 90).
3. Hitung Rn dengan rumus :

$$Rn = \frac{Mu}{\phi \; b \; d^2}$$

4. Hitung ρ yang dibutuhkan dengan rumus :

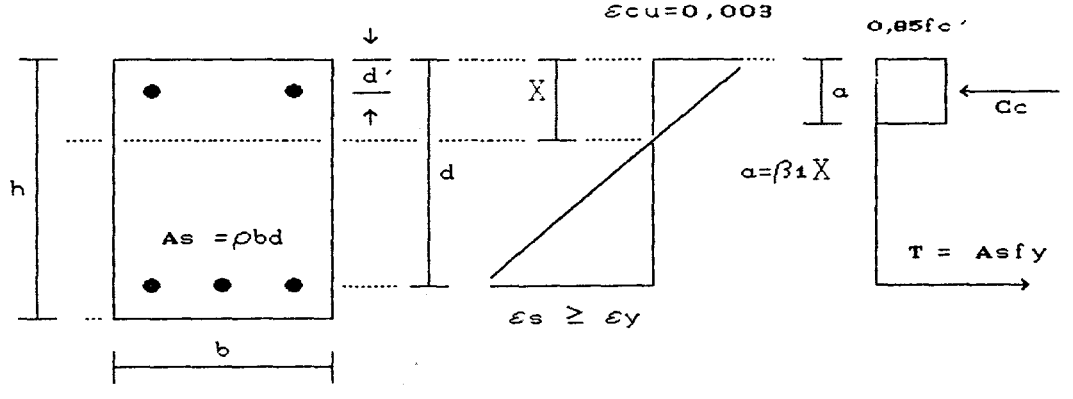
$$\rho = \frac{0{,}85 \; fc'}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \; Rn}{0{,}85 \; fc'}} \right]$$

5. Cek ρ yang diperoleh terhadap ρ_{max} dan ρ_{min}.

   - Apabila ρ yang didapat > ρ_{max}, maka diperlukan tulangan tekan.
   - Apabila ρ yang didapat < ρ_{min}, maka praktis tulangan tekan tidak dibutuhkan, sehingga dihitung berdasarkan tulangan tunggal saja.

4. Cek nilai a terhadap tebal pelat (t) pada daerah lapangan.

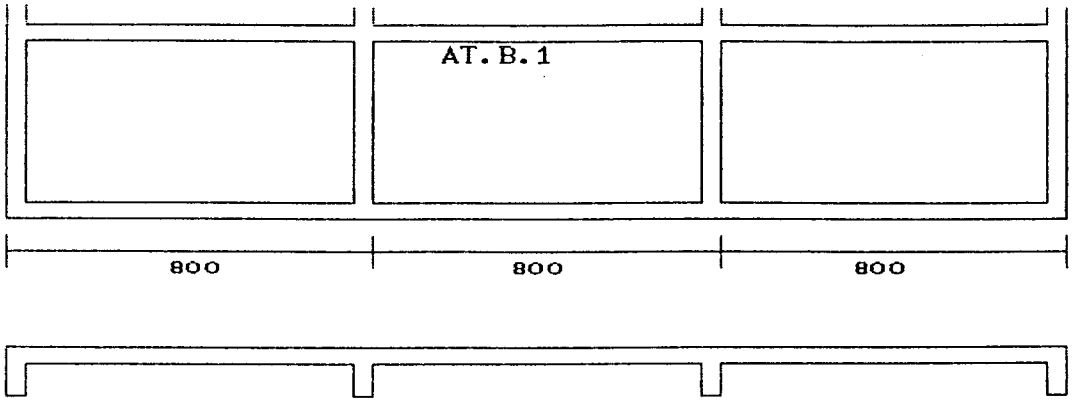
   - Apabila nilai a < t , maka prosedur perhitungan di atas sudah benar yaitu sebagai balok T palsu (balok berpenampang persegi).
   - Apabila nilai a > t , maka harus dilakukan prosedur perhitungan balok T murni seperti yang telah diuraikan sebelumnya.



Gambar 5.11. Penampang Persegi Empat

V.3.1.5. Contoh Perhitungan :

Sebagai contoh perhitungan tulangan lentur balok anak , diambil balok anak AT.B.1. :



* *Perencanaan Umum Balok*

- tinggi balok (h) = 60 cm
- lebar balok (b) = 40 cm
- bentang (Lu) = 8 m
- beton decking = 4 cm
- sengkang = ϕ 10
- tulangan utama = D.25
- Mutu beton (fc') = 29.176 MPa
- Mutu baja (fy) = 320 MPa
- ρmax = 0.0322
- ρmin = 0.004375

** Perhitungan Momen dan Gaya Lintang (PB '71)*

- qu = 4725,47 kg/m
- Mut = $-1/12\ qu\ Lu^2$
  = $-1/12 \times 4725,47 \times 8^2$
  = -25202,51 kgm = -252025100 Nmm
- Mul = $1/14\ qu\ Lu^2$
  = $1/14 \times 4725,47 \times 8^2$
  = 21602,15 kgm = 216021500 Nmm
- Vut = 1/2 qu Lu
  = 1/2 x 4725,47 x 8
  = 18901,88 kg
- Vul = 0 (Nol)

** Perhitungan Penulangan Utama Balok Anak*

a. Pada Tumpuan (pada jarak 0 m dari i)

Mu = -252025100 Nmm

d = 600 - 40 - 25/2 = 547,5 mm

$$Rn = \frac{Mu}{\phi\ b\ d^2} = \frac{252025100}{0,80 \times 400 \times 547,5^2}$$

= 2,627 Mpa

$$\rho = \frac{0,85\ fc'}{fy}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{2\ Rn}{0,85\ fc'}}\right]$$

$$\rho = \frac{0,85 \times 29,176}{320}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2,627}{0,85 \times 29,176}}\right]$$

$= 0,00870 < \rho_{max} = 0,0322 \longrightarrow$ **Tulangan Tunggal**

$As = \rho\ b\ d = 0,00870 \times 40 \times 54,75 = 19,05\ cm^2$

Pakai Tulangan 4 D25 (As ada = 19,63 cm^2)

Note : luas tulangan ini nantinya akan ditambah dengan luas tulangan memanjang akibat torsi (Al).

b. Pada lapangan (pada jarak 2 m dari i)

Mu = 216021500 Nmm

d = 600 - 40 - 25/2 = 547,5 mm

$$Rn = \frac{Mu}{\phi\ b\ d^2} = \frac{216021500}{0,80 \times 400 \times 547,5^2}$$

$= 2,252$ Mpa

$$\rho = \frac{0,85\ fc'}{fy}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{2\ Rn}{0,85\ fc'}}\right]$$

$$\rho = \frac{0,85 \times 29,176}{320}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 2,252}{0,85 \times 29,176}}\right]$$

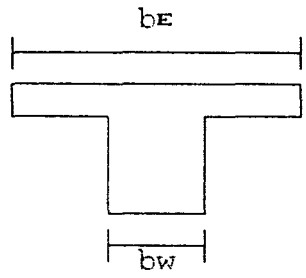
$= 0,00739 < \rho_{max} = 0,0322 \longrightarrow$ **Tulangan Tunggal**

$As = \rho\ b\ d = 0,00739 \times 40 \times 54,75 = 16,18\ cm^2$

Pakai Tulangan 4 D25 (As ada = 19,63 cm^2)

Note : luas tulangan ini nantinya akan ditambah dengan luas tulangan memanjang akibat torsi (Al).

Kontrol Balok T :



- $b_E = L/4$

  $= 800/4 = 200$ cm

- $b_E = bw + 16\ t$

  $= 40 + 16 \times 14 = 264$ cm

- $b_E = bw + Ln$

  $= 30 + 800 = 830$ cm

diambil terkecil b_E = 200 cm

$$a = \frac{As\ fy}{0.85 fc' b_E} = \frac{1963 \times 320}{0,85 \times 29,176 \times 2000}$$

$= 12,665$ mm $< t = 140$ mm $\longrightarrow$ **Balok T Palsu**

Selanjutnya untuk hasil perhitungan penulangan lentur balok anak yang lain dapat dilihat pada lampiran A Tabel 5.1. , 5.2. , 5.3.

V.3.2. PENULANGAN GESER DAN TORSI

Desain pada suatu penampang beton yang menerima geser harus didasarkan pada :

$$Vu \leq \varphi\ Vn$$

dimana :

- Vu merupakan gaya geser berfaktor akibat beban luar yang ditinjau pada penampang, dan

- Vn merupakan kuat geser nominal suatu komponen struktur yang didapat dari sumbangan kekuatan beton (Vc) dan kekuatan tulangan geser (Vs) : Vn = Vc + Vs

Besarnya Vc bervariasi tergantung dari dimensi balok dan mutu beton yang digunakan, sedangkan besarnya Vs tergantung dari diameter tulangan geser, mutu baja, dan jarak pemasangannya.

V.3.2.1. Sumbangan Kekuatan Geser Beton (Vc)

- Untuk struktur yang hanya dibebani oleh geser dan lentur saja, berlaku rumus :

$$Vc = 1/6 \sqrt{fc'}\ bw\ d \quad .....(\text{ SKSNI psl 3.4.3-1.1 })$$

- Untuk komponen struktur yang dibebani tekan aksial :

$$Vc = \left[1 + \frac{Nu}{14\ Ag} \right] 1/6 \sqrt{fc'}\ bw\ d$$

$$.....(\text{ SKSNI psl 3.4.3-1.2 })$$

besaran Nu/Ag dalam Mpa

- Untuk komponen struktur yang dibebani gaya tarik aksial yang cukup besar :

Vc = 0 (Nol)

V.3.2.2. Kriteria Design Geser & Lentur Saja

Kategori design kekuatan geser dan lentur saja menurut PB '89 adalah sebagai berikut :

1. Jika Vu < 1/2 ϕ Vc maka tulangan geser tidak diperlukan dan hanya dipasang praktis (PB '89 psl 11.5.5.1).

2. Jika 1/2 ϕ Vc < Vu < ϕ Vc, maka hanya dipasang tulangan geser minimum saja.

$$Av = \frac{bw\ s}{3\ fy}$$ (PB '89 psl 11.5.5.3)

3. Jika Vu > ϕ Vc, maka dipasang tulangan geser dengan luas tulangan :

$$Av = \frac{(Vu - \phi\ Vc)\ s}{\phi\ fy\ d}$$ (PB '89 psl 11.5.5.1)

V.3.2.3. Tulangan Torsi Minimum

Pada perencanaan balok anak ini, torsi relatif kecil sehingga tulangan torsi hanya dipasang minimum dengan :

Tulangan Melintang

$$Av + 2\ At = \frac{bw\ s}{3\ fy}$$ (PB '89 psl 11.5.5.5)

Av harus dianggap sama dengan 0 (Nol) karena tulangan geser dihitung secara tersendiri, sehingga rumus di atas menjadi :

$$2\ At = \frac{bw\ s}{3\ fy}$$

dimana At merupakan luas satu kaki sengkang tertutup dalam daerah sejarak s yang menahan torsi.

Tulangan melintang ini dapat diabaikan bila perhitungan luas tulangan geser lebih besar atau sama dengan luas tulangan geser minimum.

Tulangan Memanjang (Longitudinal)

$$Al = 2 \frac{At}{s} (x_1 + y_1) \qquad (PB '89 \text{ pers } 11\text{-}24)$$

Dengan mensubstitusikan 2At = bw s/3 fy ke dalam persamaan di atas maka didapat :

$$Al = \frac{bw}{3\ fy} (x_1 + y_1)$$

dimana :

- x_1 = jarak pusat ke pusat terpendek dari suatu sengkang tertutup
- y_1 = jarak pusat ke pusat terpanjang dari suatu sengkang tertutup

Tulangan longitudinal ini dikombinasikan dengan tulangan memanjang lainnya.

V.3.2.4. Cpntoh Perhitungan :

Sebagai contoh perhitungan penulangan geser dan torsi diambil balok B.A.1 pada daerah tumpuan sebagai kelanjutan perhitungan penulangan lentur sebelumnya :

✱ Penulangan Geser

- Gaya geser berfaktor pada tumpuan Vut = 18901,88 kg
- Tulangan geser = ϕ 10
- Av ada = $2\pi/4\ 10^2$ = 157,1 mm^2

Sumbangan Kekuatan Geser Beton

$$\phi Vc = \phi\ 1/6\ \sqrt{fc'}\ bw\ d$$

$$= 0.6 \times 1/6 \times \sqrt{29,176} \times 400 \times 547,5$$

$$= 118292,44\ N = 11829,24\ kg$$

$Vu > \phi Vc \longrightarrow$ Butuh Tulangan Geser !

Gaya Geser yang Harus Diterima oleh Tulangan Geser

$$\phi Vs = Vu - \phi Vc$$

$$= 18901,88 - 11829,244$$

$$= 7072,636\ kg$$

Jarak Tulangan Geser yang Dibutuhkan

$$s = \frac{\phi\ Av\ fy\ d}{\phi\ Vs} = \frac{0,6 \times 157,1 \times 320 \times 547,5}{70726,36}$$

$$= 233,50\ mm = 23\ cm$$

Pasang Tulangan Geser ϕ 10 - 200 mm

✱ Penulangan Torsi

Tulangan Melintang (Transversal)

$$Av\ min = \frac{bw\ s}{3\ fy} = \frac{400 \times 200}{3 \times 320} = 83,30\ mm^2$$

Av ada = 157,1 mm^2 > 83,30 mm^2 ⟶ Tulangan Melintang

Torsi dapat diabaikan !

Tulangan Memanjang (Longitudinal)

$x_1 = 400 - 2 \times 40 - 10 = 310$ mm

$y_1 = 600 - 2 \times 40 - 10 = 510$ mm

$$Al = \frac{bw}{3\ fy} \left(x_1 + y_1 \right)$$

$$= \frac{400}{3 \times 320} \left(310 + 510 \right)$$

$= 341,67\ mm^2 = 3,417\ cm^2$

Tulangan Longitudinal ini disebarkan pada ketiga bagian penampang balok yaitu pada tulangan atas, tulangan tengah, dan tulangan bawah dan ditambahkan pada tulangan akibat lentur.

Masing-masing sisi dipasang 1/3 Al = 3,417 / 3

$= 1,140\ cm^2$

Design Akhir Balok Anak

- Tulangan Atas

  As total = As lentur + Al

  $= 19,05 + 1,140 = 20.190\ cm^2$

  Dipasang Tulangan 5 D25 (As ada = 24,54 cm^2)

- Tulangan Tengah

  As perlu = Al = 1,140 cm^2

  Dipasang Tulangan Praktis 2 D25 (As ada = 9,81 cm^2)

- Tulangan Bawah

As perlu = Al = 1,140 cm^2

Dipasang Tulangan Praktis 2 D25 (As ada = 9,81 cm^2)

Untuk penulangan geser dan torsi balok anak lainnya dapat dilihat pada Tabel 5.3.

V.4. KONTROL LENDUTAN

Tabel 3.2.5(a) SKSNI '91 menyajikan batasan-batasan tebal balok minimum dengan berbagai kondisi perletakan ; dimana bila tebal balok lebih besar dari pada tebal minimum seperti yang disyaratkan tersebut , maka lendutan tidak perlu dihitung.

Syarat tebal minimum untuk balok atau pelat satu arah menurut SKSNI '91 Tabel 3.2.5.(a) adalah sbb :

a. Balok di atas dua tumpuan :

$$h_{min} = \frac{Lu}{16}\left(0,4 + \frac{fy}{700}\right) \qquad \text{fy dalam Mpa}$$

$$= \frac{Lu}{16} \times 0,857$$

b. Balok dengan satu ujung menerus :

$$h_{min} = \frac{Lu}{18,5}\left(0,4 + \frac{fy}{700}\right) \qquad \text{fy dalam Mpa}$$

$$= \frac{Lu}{18,5} \times 0,857$$

c. Balok dengan ujung menerus dikedua tepinya :

$$h_{min} = \frac{Lu}{21}\left[\,0{,}4 + \frac{fy}{700}\,\right] \qquad \text{fy dalam Mpa}$$

$$= \frac{Lu}{21} \times 0{,}857$$

Dari preliminary design untuk balok anak, tinggi balok (h) diambil sekitar 1/10 sampai 1/14 Lu, sehingga praktis lendutan tidak perlu dihitung karena tinggi balok yang ada lebih besar dari tinggi minimum balok sebagai syarat kontrol lendutan.

V.5. KONTROL RETAK

Bila tegangan leleh rancang fy untuk tulangan tarik melebihi 300 MPa, penampang dengan momen negatif dan positif maksimum harus diproporsikan sedemikian sehingga nilai z yang diberikan oleh :

** Balok dalam ruangan*

$$z = fs \sqrt[3]{dc\ A}$$

dimana :

$fs = 0{,}6\ fy = 0{,}6 \times 320 = 192$ MPa

$dc = 40 + 0{,}5 \times 25 = 52{,}5$ mm

$A = 2\ dc\ bw$ / jumlah tulangan

$= 2 \times 52{,}5 \times 400 / 2 = 21000\ mm^2$

$$z = fs \sqrt[3]{dc\ A}$$

$$= 192 \sqrt[3]{52,5 \times 21000}$$

$$= 19,83\ MN/m \quad < \quad 30\ MN/m \qquad (\ Ok\ )$$

Jadi Retak pada beton tidak perlu diperiksa.

V.6. PANJANG PENYALURAN

Penulangan memanjang dan penulangan geser sepanjang balok tidak akan berfungsi jika tidak terjadi kerjasama antara baja tulangan dan beton. Tulangan dapat dianggap berperan dalam suatu struktur beton bertulang jika terjadi aksi lekatan antara baja tulangan dan beton di sekelilingnya.

Lekatan antara baja tulangan dan beton ini harus cukup untuk mengembangkan kapasitas tarik atau kapasitas tekan dari baja tulangan hingga mencapai tegangan lelehnya tanpa terjadinya slip. Apabila terjadi slip di bawah beban kerja, maka keruntuhan struktur dapat terjadi.

Untuk menjamin bahwa tidak akan terjadi slip antara beton dan baja tulangan, maka dibutuhkan suatu panjang penanaman tertentu yang dikenal dengan nama panjang penyaluran.

Syarat-syarat tentang panjang penyaluran dan penyambungan tulangan diatur dalam SKSNI '91 pasal 3.5.

a. Panjang Penyaluran Tulangan Tarik

Panjang penyaluran dasar tulangan tarik untuk Baja Tulangan Deform D25 adalah sebagai berikut :

$$ldb = 0,02\ Ab\ fy\ /\ \sqrt{fc'} \qquad (\text{SKSNI psl } 3.5.2.2)$$

$$= 0,02 \times 490,87 \times 320\ /\ \sqrt{29,176}$$

$$= 581,6 \text{ mm} \approx 60 \text{ cm}$$

dan tidak boleh kurang dari :

$$ldb = 0,06\ db\ fy$$

$$= 0,06 \times 25 \times 320$$

$$= 480 \text{ mm} = 48 \text{ cm}$$

Akibat top bar effect (tulangan atas) :

$$ld = 1,4 \times ldb = 1,4 \times 480 = 672 \text{ mm} \approx 70 \text{ cm}$$

b. Panjang Penyalura Tulangan Tekan

Panjang penyaluran dasar untuk tulangan D.25 adalah :

$$ldb = \frac{db\ fy}{4\ \sqrt{fc'}} \qquad (\text{SKSNI psl } 3.5.3.2)$$

$$= \frac{25 \times 320}{4 \times \sqrt{29,176}} = 370 \text{ mm} = 37 \text{ cm}$$

tetapi tidak boleh kurang dari :

$$ldb = 0,04\ db\ fy$$

$$= 0,04 \times 25 \times 320 = 320 \text{ mm} = 32 \text{ cm}$$

c. Panjang Penyaluran Kait Standar Dalam Tarik

Panjang penyaluran dasar kait standar (hook) dari tulangan D.25 adalah :

$$lhb = 100\ db / \sqrt{fc'} \qquad \text{(SKSNI psl 3.5.5.2)}$$

$$= 100 \times 25 / \sqrt{29,176} = 463 \text{ mm} = 47 \text{ cm}$$

Panjang penyaluran hook :

$$ldh = lhb \left(\frac{fy}{400} \right).(0,7)$$

$$= 470 \times \left(\frac{320}{400} \right) \times 0,7 = 263,2 \text{ mm} = 27 \text{ cm}$$

tetapi tidak boleh kurang dari :

$$ldh = 8\ db = 8 \times 25 = 200 \text{ mm} = 20 \text{ cm}$$

d. Panjang Penyaluran Dari Tulangan Momen Positif

Paling sedikit sepertiga dari tulangan momen positif pada komponen struktur yang tertumpu pada dua tumpuan dan seperempat dari tulangan momen positif pada komponen struktur yang menerus harus diteruskan ke dalam tumpuan paling sedikit sepanjang : (SKSNI psl 3.5.11)

- 150 mm = 15 cm
- d = 547,5 mm ≈ 55 cm (menentukan)
- 12 db = 12 x 25 = 300 mm = 30 cm

e. Panjang Penyaluran Dari Tulangan Momen Negatif

Sepertiga dari tulangan tarik pada momen negatif diteruskan pada jarak terbesar antara : (SKSNI psl 3.5.12)

- d = 547,5 mm ≈ 55 cm (menentukan)
- 12 db = 12 x 25 = 300 mm = 30 cm
- ln / 16 = 800 / 16 = 50 cm

B A B V I

A N A L I S A S T R U K T U R U T A M A

Analisa struktur utama dari gedung ini meliputi, balok-balok induk dan kolom-kolom sebagai elemen utama dari gedumg dimana struktur utama tersebut direncanakan untuk menerima beban gravitasi dan beban lateral akibat gempa. Balok anak beserta beban pelat yang dipikulnya dianggap hanya membebani balok induk berupa beban terpusat.

Gaya-gaya dalam dari struktur utama gedung ini akan dianalisa secara statis dan dinamis dengan bantuan software SAP 90 ver 5.2.

Segala sesuatu yang dibutuhkan oleh program SAP 90 tersebut seperti data satuan dan material, data pembebanan, dan data pemodelan struktur, akan diuraikan dalam subbab-subbab berikut ini.

Referensi yang digunakan adalah " SAP 90 , *A Series of Computer Programs for Static and Dynamic Finite Element Analysis of Structures* , USERS MANUAL " by Edward L. Wilson and Ashraf Habibullah, july 1989.

VI.1. DATA SATUAN DAN DATA MATERIAL

Seluruh satuan yang dipakai dalam analisa struktur utama ini adalah :

- dimensi gaya : kN
- dimensi panjang : M (meter)
- dimensi waktu : detik

Material yang dipakai dalam analisa struktur utama gedung ini adalah :

- Jenis bahan : Beton bertulang
- Berat volume : 2400 kg/m^3
- Mutu kolom : K 350 (fc' = 29,176 Mpa)
- Mutu balok : K 350 (fc' = 29,176 Mpa)
- Mutu tulangan kolom : U 39 (fy = 3900 kg/cm^2)
- Mutu tulangan balok : U 32 (fy = 3200 kg/cm^2)

VI.2. PEMBEBANAN STRUKTUR UTAMA

Beban-beban yang bekerja pada struktur utama meliputi :

- Beban Mati (D), yang terdiri dari beban mati pelat, balok anak, tangga dan berat tembok.
- Beban Hidup (L), yang terdiri dari beban hidup pelat dan tangga.
- Beban Gempa (E), dianalisa dengan SAP 90.

Kombinasi pembebanan yang dipergunakan , didasarkan pada PB '89 pasal 9.2 , yaitu :

1. Kuat perlu (U) yang menahan beban mati D dan beban hidup L paling tidak harus sama dengan :

   $$U = 1{,}2\ D + 1{,}6\ L \qquad (\text{PB '89 psl } 9.2.1)$$

2. Bila ketahanan struktur terhadap beban gempa (E) harus diperhitungkan dalam perancangan, maka nilai U diambil sebesar:

   $$U = 1{,}05\ (D + L_R + 2E) \qquad (\text{PB '89 psl } 9.2.3)$$

   dimana

   - L_R adalah beban hidup yang telah direduksi sesuai dengan persyaratan PPIUG '83 tabel 3.3 yang menyebutkan bahwa untuk peninjauan gempa maka beban hidup boleh direduksi dengan koefisien reduksi 0,3 untuk apartemen.

   - beban gempa (E) di atas harus dikalikan dengan faktor jenis struktur (K) yang sesuai. Untuk tingkat daktilitas dua , nilai K = 2 , sedang untuk tingkat daktilitas tiga , nilai K = 1 .

VI.3. PERMODELAN STRUKTUR

Struktur utama dari gedung ini dimodelkan sebagai portal terbuka (open frame) dengan perletakan jepit pada dasar kolom.

Struktur utama dianalisa secara tiga dimensi dengan analisa statis dan dinamis yang dilakukan serentak dengan kombinasi pembebanan yang disyaratkan dalam PB '89.

Untuk menyalurkan gaya lateral ke kolom-kolom, maka lantai dianggap sebagai diafragma yang kaku (rigid floor diafragma). Jadi seluruh joint (pertemuan elemen-elemen frame) dalam satu bidang lantai dianggap tidak dapat bergerak relatif satu terhadap lainnya.

Displacement dari joint-joint tersebut (dependent joints) bergantung pada displacement dari Master Joint, yaitu suatu joint yang menggambarkan atau mewakili tingkah laku suatu diafragma dimana letak Master Joints ini ditentukan berdasarkan perhitungan pusat massa dari tiap-tiap lantai.

VI.4. INPUT DATA SAP 90

Berikut ini akan dijelaskan secara singkat mengenai input data struktur utama yang dibuat berdasarkan buku

petunjuk (manual) dan contoh-contoh SAP 90 yang berhubungan dengan analisa struktur ini.

a. TITLE LINE

Berisi satu baris kalimat maksimal 70 karakter sebagai identifikasi dari input data SAP 90.

b. SYSTEM Data Block

Blok data ini menjelasakan tentang control informasi yang berhubungan dengan struktur yang akan dianalisa.

L : menyatakan jumlah Load Condition

V : menyatakan jumlah Eigen Value, yaitu jumlah dari mode shape yang akan dihitung pada analisa eigenvalue dan kemudian dimasukkan ke analisa ragam spektrum

T : menyatakan toleransi konvergen dari eigen analysis default T = 0,0001

PPTGIUG '83 bab 2.5.2.1 menyatakan bahwa untuk analisa ragam spektrum respon dari struktur-struktur gedung dengan bentuk yang tidak beraturan jumlah ragam yang ditinjau tidak kurang dari 5, tetapi sebagai pedoman ,jumlah ragam spektrum respons yang ditinjau tidak perlu lebih dari tingkatnya.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka nilai eigen value (V) pada analisa ini diambil sebesar 6. Jadi kita akan mendapatkan 6 buah mode shape yang berbeda.

c. JOINTS Data Block

Memuat informasi tentang letak koordinat titik-titik pada struktur dalam sumbu global X , Y , Z. Pendefinisian joints ini bertujuan untuk membuat geometri dari struktur yang akan dianalisa.

Adapun sistem penomoran dari joint ini yaitu :

- Dimulai dari pojok kiri depan .
- Penomoran dari sebelah kiri lalu ke arah kanan.
- Setelah penomoran joint untuk portal didepan selesai ; lalu diteruskan dengan portal di belakangnya.

Adapun untuk penggenaralan joint menggunakan metode GENERATION QUADRILATERAL.

dimana : Q = g1,g2,g3,g4,in,jn.

g1 = Nomor joint Generation Quadrilateral ujung-i

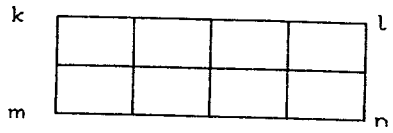
g2 = Nomor joint Generation Quadrilateral ujung-j

g3 = Nomor joint Generation Quadrilateral ujung-k

g4 = Nomor joint Generation Quadrilateral ujung-l

in = Penambahan nomor joint ke kanan

jn = Penambahan nomor joint ke depan



d. RESTRAINTS Data Block

Memuat informasi mengenai derajat kebebasan (DOF) tiap-tiap joints apakah dilepas (nilai 0) atau dikekang (nilai 1).

- Perletakan jepit R = 1,1,1,1,1,1
- Dependent joints R = 1,1,0,0,0,1
- Master Joints R = 0,0,1,1,1,0

e. MASSES Data Block

Memuat informasi mengenai massa dan momen inersia massa (MMI) dari tiap-tiap lantai yang dinyatakan dalam bentuk M = mx,my,mz,mrx,mry,mrz.

Momen inersia massa tiap lantai dapat dihitung dengan rumus :

$$MMI = M/A \ (Ix + Iy)$$

dimana :

M = Massa total diafragma.

A = luas diafragma.

Ix = Momen inersia daerah x.

Iy = Momen inersia daerah y.

Langkah-langkah perhitungan untuk mendapatkan massa, titik pusat massa, dan massa moment inersia dari tiap-tiap lantai adalah sebagai berikut :

- Hitung massa total dari tiap lantai yang meliputi massa pelat, balok, kolom, beban tembok, beban hidup, dan beban-beban lain yang berhubungan. (satuan W/g)

- Hitung letak titik pusat massa, dengan cara mengambil suatu titik referensi, kemudian baru dihitung statis moment terhadap titik referensi tersebut.

- Bagi statis moment tersebut dengan massa total dari lantai tersebut, sekarang kita telah mendapatkan letak pusat massa dari lantai tersebut.

- Hitung moment inersia massa dari setiap element-element lantai tersebut terhadap titik pusat massa dengan rumus :

$$MMI = M/A \ (Ix + Iy)$$

f. FRAME Data Block

Memuat informasi mengenai data-data dari elemen-elemen batang (frame) tiga dimensi pada struktur yang dianalisa meliputi lokasi, property, dan beban yang bekerja pada setiap elemen.

NM : Number of Material, menyatakan jumlah material yang digunakan dalam analisa struktur

NL : Number of Load identification, menyatakan jumlah macam beban yang ada pada struktur

Untuk sistem penomoran elemen Frame hampir sama dengan sistem penomoran joint , yaitu :

- Penomoran dimulai dari elemen Balok lalu ke elemen kolom.
- Penomoran dimulai dari kiri ke kanan , setelah elemen sebelah depan selesai diteruskan dengan elemen di belakangnya.

Adapun penomoran elemen Frame adalah sebagai berikut :

* Lantai dasar : - Balok Induk : No. 1 sampai 12 (sb X)
  No.13 sampai 24 (sb Y)
  - Kolom : No. 25 sampai 40
* Lantai 1 : - Balok Induk : No.101 sampai 112 (sb X)
  No.113 sampai 124 (sb Y)
  - Kolom : No.125 sampai 140 dan seterusnya.

Penulisan macam pembebanan dibedakan antara beban mati dan beban hidup yang nantinya akan dikombinasikan dalam blok data COMBO.

Beban-beban merata yang ada didapat dari beban ekivalen yang dihitung seperti pada BAB V.

g. LOADS Data Block

Memuat informasi mengenai beban-beban pada joints yang berasal dari beban terpusat balok anak.

h. SPEC Data Block

Memuat informasi mengenai data-data yang berhubungan dengan analisa dinamis yang menggunakan analisa response spectrum.

A = Sudut eksitasi (satuan derajat)
= 0 yaitu searah dengan sumbu global X

G = Faktor skala response spectrum
= 9,81 m/s^2 (default)

D = Damping Ratio
= 5 % = 0,05 (untuk gedung beton bertulang)

Untuk data response spectrum pada zone 4 tanah lunak, diambil dari PPTGIUG '83 gambar 3.3.

i. COMBO Data Block

Memuat informasi mengenai kombinasi pembebanan yang digunakan pada analisa struktur utama, yang didasarkan pada PB '89 pasal 9.2 terbagi atas :

a) Untuk Tingkat Daktilitas Dua

1. 1,2 DL + 1,6 LL

   (akibat beban mati dan beban hidup)

2. 1,05 (DL + 0.5 LL + 2 E)

   (akibat beban mati + beban hidup + gempa kiri)

3. 1,05 (DL + 0.5 LL - 2 E)

   (akibat beban mati + beban hidup + gempa kanan)

4. 1,05 x 2 E

   (akibat beban yang menimbulkan goyangan ke samping kanan / gempa kiri)

Kombinasi pembebanan nomor empat (4) hanya diperlukan pada perhitungan kolom sebagai beban sideway (beban berfaktor yang dapat menyebabkan goyangan ke samping).

b) Untuk Tingkat Daktilitas Tiga

1) DL

   (akibat beban mati saja)

2) LL

   (akibat beban hidup saja)

3) E

   (akibat beban gempa saja)

B A B V I I

P E R E N C A N A A N B A L O K I N D U K

Bab ini membahas tentang perencanaan penulangan balok induk selengkapnya, yang meliputi perencanaan penulangan lentur, penulangan geser - torsi dengan ketentuan tingkat daktilitas dua dan tiga , kontrol lendutan , kontrol retak dan perhitungan panjang penyaluran.

VII.1. PENULANGAN LENTUR BALOK INDUK DENGAN DAKTILITAS DUA

Prinsip perhitungan untuk penulangan balok induk adalah sama dengan penulangan lentur balok anak, hanya pada penulangan lentur balok induk, banyak dijumpai momen yang berbalik arah akibat beban gempa. Jadi momen pada tumpuan bisa berharga negatif (akibat beban gravitasi) maupun positif (akibat beban gempa yang cukup besar), sehingga penulangannya berdasarkan masing-masing arah momen yang terjadi.

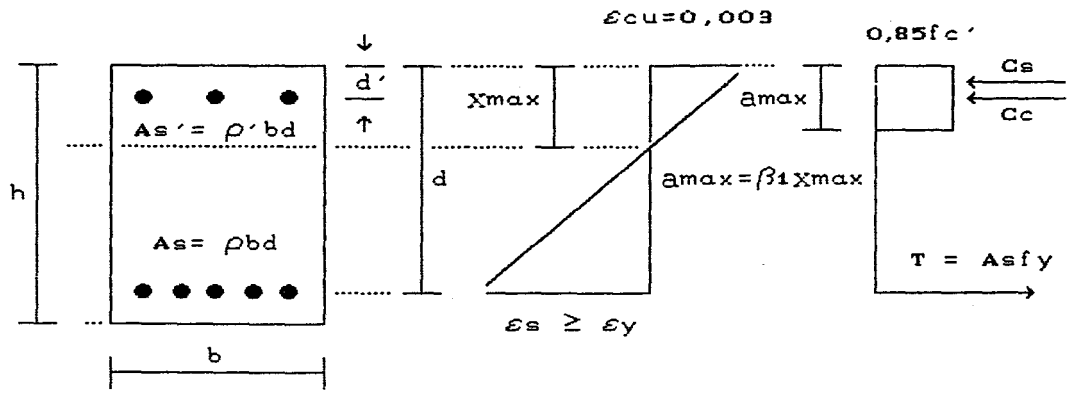
Untuk kondisi pembebanan seperti ini, maka secara praktis perhitungan penulangan yang dipakai adalah tulangan tunggal. Tulangan tekan otomatis akan terpasang pada kondisi momen yang berbalik arah, sedangkan untuk momen tunggal, ada dua kondisi sistim penulangan :

1. Apabila $\rho_{perlu} < \rho_{max}$, maka tulangan tekan hanya

dipasang praktis saja.

2. Apabila $\rho perlu \geq \rho max$, maka tulangan tekan dibutuhkan untuk menambah kekuatan.

VII.1.1. Balok Persegi Dengan Tulangan Ganda



Gambar 7.1. Penampang Persegi Dengan Tulangan Rangkap

Langkah - langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Hitung d , d'

   d = h - dc - ϕ sengkang - ϕ tul utama/2

   d' = dc + ϕ sengkang + ϕ tul utama/2

2. Hitung Rn

$$Rn = \frac{Mu}{\varphi \; b \; d^2}$$

3. Hitung ρ

$$\rho = \frac{0,85\ fc'}{fy}\left[\ 1 - \sqrt{1 - \frac{2\ Rn}{0,85\ fc'}}\ \right]$$

4. Cek terhadap ρmax

bila $\rho \geq \rho max \longrightarrow$ perlu tulangan tekan !

5. Hitung x_b , x_{max} , a_{max}

$$x_b = \frac{600}{600 + fy}\ d$$

$$x_{max} = 0,75\ x_b$$

$$a_{max} = 0,85\ x_{max}$$

6. Hitung Cc max , Mn max

$$Cc_{max} = 0,85\ fc'\ a_{max}\ b$$

$$Mn_{max} = Cc_{max}\ (\ d - a_{max} / 2\ )$$

7. Hitung momen sisa yang harus dipikul oleh tulangan tekan

$$Mn_s = Mn_{perlu} - Mn_{max}$$

8. Hitung gaya yang harus ditahan tulangan tekan akibat memen sisa tersebut

$$Cs_{perlu} = \frac{Mn_s}{d - d'}$$

9. Periksa keadaan tulangan tekan leleh

$$\varepsilon_s' = \frac{x_{max} - d'}{x_{max}} 0{,}003 \geq \varepsilon_y \longrightarrow \varepsilon_y = \frac{fy}{Es}$$

10. Hitung luas tulangan tekan dan tarik sesuai keadaan tulangan tekan di atas

a. Tulangan tekan leleh :

$$As' = \frac{Cs\ perlu}{fy - 0{,}85\ fc'}$$

$$As = \frac{Cc_{max}}{fy} + As'$$

b. Tulangan tekan belum leleh :

$$As' = \frac{Cs\ perlu}{fs' - 0{,}85\ fc'} \longrightarrow fs' = Es\ \varepsilon_s'$$

$$As = \frac{Cc_{max}}{fy} + As' \frac{fs'}{fy}$$

Buku referensi yang digunakan pada bab ini adalah diktat ' Reinforced Concrete Design ' oleh Charles J. Salmon dan Chu Kia Wang.

VII.1.1.1. Contoh Perhitungan :

Sebagai contoh perhitungan penulangan lentur balok induk diambil balok induk lantai 1 pada zone gempa 3 , yaitu pada Type BI.4 :

- ukuran balok = 50 x 70 cm
- mutu beton (fc') = 29.176 MPa
- mutu baja (fy) = 320 MPa
- ρmax = 0,0322
- ρmin = 0,004375
- decking = 4 cm
- sengkang = D.12
- tulangan utama = D.25

a. Penulangan pada tumpuan kiri

- Mu - = -9,38 e8 Nmm
- Mu + = 5,803 e8 Nmm
- b = 500 mm
- d = 700 - 40 - 12 - 0,5 x 25 = 635,5 mm

Tulangan Atas (Momen Negatif)

$$Rn = \frac{Mu}{\phi\ b\ d^2} = \frac{9,38\ e8}{0,8 \times 500 \times 635,5^2} = 5,806$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \times fc'} = \frac{320}{0,85 \times 29,176} = 12,82$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ m\ Rn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{12,903} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12,903 \times 5,806}{320}} \right)$$

$$= 0,0209 < \rho max = 0,0322$$

$A_{sperlu} = \rho\ b\ d = 0,0209 \times 50 \times 63,55 = 66,41\ cm^2$

Dipakai tulangan 14 D.25 (As = 68,72 cm^2).

Note : Tulangan perlu ini nantinya akan ditambah tulangan torsi !

Tulangan Bawah (Momen Positif)

$$Rn = \frac{Mu}{\phi\ b\ d^2} = \frac{5,80\ e8}{0,8 \times 500 \times 635,5^2} = 3,590$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \times fc'} = \frac{320}{0,85 \times 29,176}$$

$$= 12,903$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ m\ Rn}{fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{12,903} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12,903 \times 3,590}{320}}\right)$$

$$= 0,0122 > \rho_{min} = 0,004375$$

$A_{sperlu} = \rho\ b\ d = 0,0122 \times 50 \times 63,55 = 38,77\ cm^2$

Dipakai tulangan 8 D.25 (As = 39,270 cm^2).

Note : Tulangan perlu ini nantinya akan ditambah tulangan torsi !

b. Penulangan pada lapangan

- Mu + = 3,53 e8 Nmm

- b = 500 mm
- d = 700 - 40 - 12 - 0,5 x 25 = 635,5 mm

$$Rn = \frac{Mu}{\phi\ b\ d^2} = \frac{3,53\ e8}{0,8 \times 500 \times 635,5^2} = 2,185$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \times fc'} = \frac{320}{0,85 \times 29,176}$$

$$= 12,903$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ m\ Rn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{12,903} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12,903 \times 2,185}{320}} \right)$$

$$= 0,00716 < \rho_{max} \longrightarrow \text{Tul Tunggal !}$$

$$As_{perlu} = \rho\ b\ d = 0,00716 \times 50 \times 63,55 = 22,75\ cm^2$$

Dipakai tulangan 5 D.25 (As = 24,543 cm^2).

Note : Tulangan perlu ini nantinya akan ditambah tulangan torsi !

c. Penulangan pada tumpuan kanan

- Mu - = -9,61 e8 Nmm
- Mu + = 5,81 e8 Nmm
- b = 500 mm
- d = 700 - 40 - 12 - 0,5 x 25 = 635,5 mm

Tulangan Atas (Momen Negatif)

$$Rn = \frac{Mu}{\phi\ b\ d^2} = \frac{9{,}61\ e8}{0{,}8 \times 500 \times 635{,}5^2} = 5{,}954$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85 \times fc'} = \frac{320}{0{,}85 \times 29{,}176}$$

$$= 12{,}903$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ m\ Rn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{12{,}903} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12{,}903 \times 5{,}954}{320}} \right)$$

$$= 0{,}0216 \quad < \quad \rho_{max} = 0{,}0322$$

$$As_{perlu} = \rho\ b\ d = 0{,}0216 \times 50 \times 63{,}55 = 68{,}71\ cm^2$$

Dipakai tulangan 14 D.25 (As = 68,722 cm^2).

Note : Tulangan perlu ini nantinya akan ditambah tulangan torsi !

Tulangan Bawah (Momen Positif)

$$Rn = \frac{Mu}{\phi\ b\ d^2} = \frac{5{,}81\ e8}{0{,}8 \times 500 \times 635{,}5^2} = 3{,}597$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85 \times fc'} = \frac{320}{0{,}85 \times 29{,}176}$$

$$= 12{,}903$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ m\ Rn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{12,903} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12,903 \times 3,597}{320}} \right)$$

$$= 0,0122 \quad > \quad \rho_{min} = 0,004375$$

$A_{sperlu} = \rho \; b \; d = 0,0122 \times 50 \times 63,55 = 38,763 \; cm^2$

Dipakai tulangan 8 D.25 (As = 39,270 cm^2).

Note : Tulangan perlu ini nantinya akan ditambah tulangan torsi !

Selanjutnya untuk penulangan lentur balok induk lainnya dapat dilihat pada tabel 7.1.

VII.1.2. PENULANGAN GESER - TORSI BALOK INDUK

Penampang persegi yang mengalami kombinasi dari geser, lentur, dan torsi harus diperhitungkan terhadap model keruntuhan suatu komponen struktur oleh puntiran.

Torsi yang terjadi pada suatu komponen struktur bisa dibedakan menjadi dua macam :

1. Torsi Statis Tertentu (Torsi Keseimbangan)
   - torsi ditentukan dari statika saja sedangkan pengaruh kekakuan struktur tidak diperhitungkan
2. Torsi Statis Tak Tentu (Torsi Kompabilitas)

- torsi yang harus dipikul tergantung dari pengaruh kekakuan komponen struktur tersebut dan komponen lain yang berhubungan dengannya

Untuk torsi kompabilitas, apabila terjadi pengurangan dari momen torsi akibat redistribusi gaya-gaya dalam, maka momen torsi terfaktor maksimum dapat direduksi menjadi

$Tu = \varphi [(\sqrt{fc'}/9) \Sigma x^2 y /3]$ ..... SKSNI Psl 3.4.6.3.

Di dalam perhitungan penulangan geser torsi ini, penulis menganggap torsi yang terjadi adalah torsi kompabilitas karena struktur adalah statis tak tentu sehingga pengaruh kekakuan dari unsur-unsur lain yang mempengaruhinya harus diperhitungkan.

Pada perencanaan struktur dengan daktilitas dua, harus diperhatikan daerah ujung yang memiliki potensi menjadi sendi plastis. Dalam PB 1989 Appendiks A.9.4, daerah ujung untuk balok adalah daerah yang diukur dari muka kolom sebesar tinggi total balok (h) yang harus dicegah keruntuhan tiba-tiba akibat geser pada waktu terbentuk sendi plastis.

Oleh karena itu, kekuatan geser nominal yang dipikul oleh beton harus diambil 1/2 kalinya atau 1/2 φ Vc (PB '89 Appendiks A.9.6.2.1).

VII.1.2.1. Langkah - Langkah Perhitungan Penulangan Geser Dan Torsi Adalah sbb :

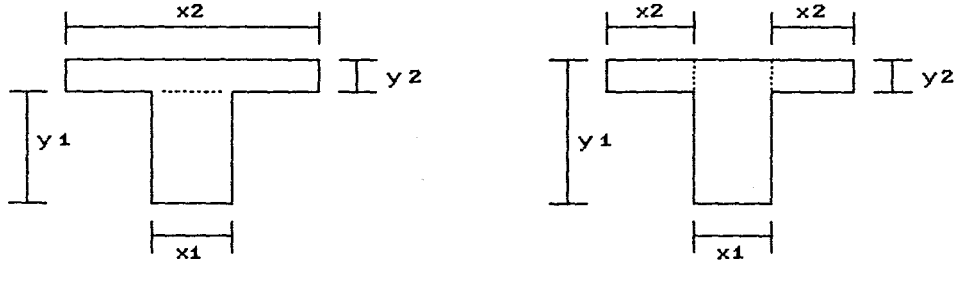
1. Hitung Batas Torsi (Tu) yang tidak memerlukan tulangan torsi (khusus untuk torsi keseimbangan)

$$\text{Batas Tu} = \varphi \left(\sqrt{f_c'} / 20 \sum x^2 y \right) \quad \text{SKSNI 3.4.6.1.}$$

dimana :

φ = 0,6

$\sum x^2 y$ = dipilih terbesar dari kedua keadaan berikut ini



$$\sum x^2 y = x_1^2 y_1 + x_2^2 y_2 \qquad \sum x^2 y = x_1^2 y_1 + 2x_2^2 y_2$$

GAMBAR 7.2.

2. Hitung kuat nominal torsi yang mampu dipikul beton

$$\varphi Tc = \frac{\varphi \; 1/15 \sqrt{f_c'} \sum x^2 y}{\sqrt{1 + \left[\frac{0,4 \; Vu}{Ct \; Tu} \right]^2}} \left[1 + 0,3 \; \frac{Nu}{Ag} \right]$$

dimana : $Ct = \dfrac{bw\ d}{\Sigma\ x^2 y}$

Nu < 1 ⟶ tarik

Nu = 0 ⟶ tekan

Jika Tu < φ Tc ⟶ pakai tulangan torsi minimum !

Jika Tu > φ Tc ⟶ hitung tulangan torsi !

Jika Tu > 5 φ Tc ⟶ penampang harus diperbesar !

3. Hitung tulangan torsi yang dibutuhkan

$$\varphi\ Ts = Tu - \varphi\ Tc$$

4.Hitung tulangan transversal torsi

$$\frac{At}{s} = \frac{\varphi\ Ts}{\varphi\ \alpha t\ x_1\ y_1\ fy}$$

dimana :

x_1 = b - 2 (decking + 1/2 dia sengkang)

y_1 = h - 2 (decking + 1/2 dia sengkang)

$\alpha t = 1/3 \left(2 + \dfrac{y_1}{x_1} \right) \leq 1{,}5$

At = luas satu kaki sengkang

5. Hitung kuat nominal geser yang mampu dipikul beton

$$\varphi\ Vc = 1/2\ \frac{\varphi\ 1/6\ \sqrt{fc'}\ bw\ d}{\sqrt{1 + \left[2{,}5\ Ct \dfrac{Tu}{Vu} \right]^2}} \left[1 + 0{,}3\ \frac{Nu}{Ag} \right]$$

6. Hitung tulangan geser yang diperlukan

$$\frac{Av}{s} = \frac{\varphi\ Vs}{\varphi\ fy\ d} \longrightarrow \varphi\ Vs = Vu - \varphi\ Vc$$

7. Hitung tulangan total sengkang gabungan torsi dan geser

$$\frac{Avt}{s} = \frac{Av}{s} + \frac{2\ At}{s} \longrightarrow \min \frac{Avt}{s} = \frac{bw}{3\ fy}$$

8. Kontrol spasi maksimum tulangan transversal total

$$s\ max = \frac{(\ x_1 + y_1\ )}{4} \leq 300\ mm$$

9. Hitung tulangan longitudinal yang diperlukan dan aturlah pemasangannya.

$$Al_1 = 2\ \frac{At}{s}\ (\ x_1 + y_1\ )$$

$$Al_2 = \left(\frac{2{,}8 \times s}{fy} \left[\frac{Tu}{Tu + \frac{Vu}{3\ Ct}} \right] - 2At \right) \left(\frac{x_1 + y_1}{s} \right)$$

Al diambil yang terbesar dan tidak perlu melebihi :

$$Al = \left(\frac{2{,}8 \times s}{fy} \left[\frac{Tu}{Tu + \frac{Vu}{3\ Ct}} \right] - \frac{bw\ s}{3\ fy} \right) \left(\frac{x_1 + y_1}{s} \right)$$

Tulangan Al harus dipasang dengan jarak ≤ 30 cm sehingga tulangan Al disebarkan pada 4 bagian yaitu : *atas, 1/3 h, 2/3 h. dan bawah* masing-masing sebesar 1/4 Al.

VII.1.2.2. Contoh Perhitungan :

Sebagai contoh perhitungan penulangan geser dan torsi

diambil balok lantai 1 (zone gempa 3) Type BI.4. :

- ukuran balok = 50 x 70 cm
- mutu beton (fc´) = 29,176 MPa
- mutu baja (fy) = 320 MPa
- ρmax = 0,0322
- ρmin = 0,004375
- decking = 4 cm
- sengkang = D.12
- tulangan utama = D.25

Penulangan pada daerah ujung kiri (tumpuan kiri)

- Vu = 40980 kg = 4,098 e5 N
- Tu = φ ($\sqrt{fc'}$ / 9) Σx^2y / 3 (Tu Kompabilitas)

  = 0,6 $\sqrt{29,176}$/ 27 x 1,75 e8

  = 2100,5761 e4 Nmm = 2100,576 kgm

dimana :

$\Sigma x^2y = 500^2 \times 700 = 1,75$ e8 mm^3

(Untuk Tu Kompabilitas, nilai x dan y boleh diambil sebesar lebar dan tinggi balok)

- Batas Torsi = φ ($\sqrt{fc'}$ / 20 Σx^2y)

  = 0,6 $\sqrt{29,176}$ / 20 x 1,75 e8

  = 2835,777 e4 Nmm = 2835,777 kgm

(Untuk Tu Kompabilitas, batas Tu tidak boleh dipakai

sebagai patokan, Tu kompabilitas tetap dipakai walaupun nilainya < Batas Tu)

* *Kuat nominal torsi yang mampu dipikul beton*

$$\varphi\ Tc = \frac{\varphi\ 1/15\ \sqrt{fc'}\ \Sigma\ x^2 y}{\sqrt{1 + \left[\frac{0,4\ Vu}{Ct\ Tu}\right]^2}} \left[\ 1 + 0,3\ \frac{Nu}{Ag}\ \right]$$

dimana :

$$Ct = \frac{bw\ d}{\Sigma\ x^2 y} = \frac{500 \times 635,5}{1,75\ e8} = 0,00182\ mm^{-1}$$

$$\varphi\ Tc = \frac{0,6/15\ \sqrt{29,176} \times 1,75\ e8}{\sqrt{1 + \left[\frac{0,4 \times 4,098\ e5}{0,0018 \times 2100,576\ e4}\right]^2}}$$

$$= 849,6\ e4\ Nmm$$

$$\varphi\ Ts = Tu - \varphi\ Tc = (\ 2100,576 - 849,6\ )\ e4$$

$$= 1250,976\ e4\ Nmm$$

* *Hitung tulangan transversal (At) :*

$$\frac{At}{s} = \frac{\varphi\ Ts}{\alpha t\ x_1\ y_1\ fy}$$

dimana :

- $x_1 = 500 - 2\ (\ 40 + 6\ ) = 408\ mm$

- $y_1 = 700 - 2 (40 + 6) = 608$ mm

- $\alpha t = 1/3 (2 + \frac{y_1}{x_1}) = 1/3 (2 + \frac{608}{408})$

$= 1,163 < 1,5$ ..... (Ok !)

$$\frac{At}{s} = \frac{1250,976\ e4}{0,6 \times 1,163 \times 408 \times 608 \times 320}$$

$= 0,226$ mm^2/mm $= 0,0226$ cm^2/cm

* *Kuat nominal geser yang mampu dipikul beton*

$$\varphi Vc = 1/2 \frac{\varphi\ 1/6 \sqrt{fc'}\ bw\ d}{\sqrt{1 + \left[2,5\ Ct \frac{Tu}{Vu} \right]^2}} \left[1 + 0,3 \frac{Nu}{Ag} \right]$$

$$= 1/2 \frac{0,6 / 6 \times \sqrt{29,176} \times 500 \times 635,5}{\sqrt{1 + \left(2,5 \times 0,0018 \times \frac{2100,576}{40,98} \right)^2}}$$

$= 83550,25$ N

$\varphi Vs = Vu - \varphi Vc = 409800 - 83550,25$

$= 3,263\ e5$ N

* *Hitung tulangan geser (Av) :*

$$\frac{Av}{s} = \frac{\varphi Vs}{\varphi fy\ d} = \frac{3,263\ e5}{0,6 \times 320 \times 635,5}$$

$= 2,674$ mm^2/mm $= 0,2674$ cm^2/cm

* *Hitung tulangan transversal total yang dibutuhkan*

$$\frac{Avt}{s} = \frac{Av}{s} + \frac{2\ At}{s} = 0,2674 + 2 \times 0,0226$$

$$= 0,3126\ cm^2/cm$$

Dipakai sengkang D.12 $\longrightarrow$ Avt ada = luas dua kaki

$$= 2,26\ cm^2$$

Jarak sengkang :

$$s = 2,26 / 0,3126 = 7,230\ cm$$

Dipasang D.12 - 10 cm

Kontrol : $s\ max = \frac{(x_1 + y_1)}{4} = \frac{40,8 + 60.8}{4}$

$= 25,4\ cm > s$ ..... (**Ok !**)

* *Hitung tulangan memanjang torsi*

$$Al_1 = 2\ \frac{At}{s}\ (x_1 + y_1)$$

$$= 2 \times 0,0226\ (40,8 + 60,8)$$

$$= 4,592\ cm^2$$

$$Al_2 = \left[\frac{2,8 \times s}{fy} \left[\frac{Tu}{Tu + \frac{Vu}{3\ Ct}} \right] - 2\ At \right] \left[\frac{x_1 + y_1}{s} \right]$$

$$= \left[\frac{2,8 \times 500 \times 100}{320} \left[\frac{21,01\ e6}{21,01\ e6 + \frac{4,098\ e5}{3 \times 0,00182}} \right] \right.$$

$$\left. - 2 \times 0,0226 \times 100 \right] \left[\frac{408 + 608}{100} \right]$$

$$= 9,262\ cm^2$$

Al dipilih yang terbesar tapi tidak perlu lebih besar dari :

$$Al = \left[\frac{2,8 \times s}{fy} \left[\frac{Tu}{Tu + \frac{Vu}{3\,Ct}} \right] - \frac{bw\ s}{3\ fy} \right] \left[\frac{x_1 + y_1}{s} \right]$$

$$= \left[\frac{2,8 \times 500 \times 100}{320} \left[\frac{21,01\ e6}{21,01\ e6 + \frac{4,098\ e5}{3 \times 0,00182}} \right] - \frac{500 \times 100}{3 \times 320} \right] \left[\frac{408 + 608}{100} \right]$$

$= 4,43\ cm^2$ (menentukan)

Jadi Al perlu $= 4,43\ cm^2$

Tulangan torsi longitudinal Al disebarkan pada empat bagian balok (sisi atas, 2 x sisi tengah, dan sisi bawah) sebesar **1/4 Al = 1,108 cm^2** .

* *Design Akhir Balok Induk pada tumpuan kiri*

- Tulangan Atas

  As total = As lentur + 1/4 Al

  = 68,722 + 1,108 = 69,830 cm^2

  Dipasang Tulangan 15 D.25 (As ada = 73,631 cm^2)

- Tulangan Tengah

  As perlu = 1/2 Al = 2 x 1,108 cm^2 = 2,216 cm^2

  Dipasang Tulangan Praktis 2 D.12 (As ada = 2,26 cm^2)

- Tulangan Bawah

  As perlu = As lentur + 1/4 Al

$= 39,270 + 1,108 = 40,378 \text{ cm}^2$

Dipasang Tulangan 9 D.25 (As ada = 44,179 cm^2)

Selanjutnya untuk penulangan geser - torsi pada balok induk dapat dilihat pada tabel 7.2.

VII.1.3 KONTROL LENDUTAN DAN RETAK

Kontrol lendutan dan kontrol retak pada balok induk adalah sama caranya dengan kontrol lendutan dan retak pada balok anak *(lihat pada bab V pasal 5.5 dan 5.6).*

* **Kontrol Lendutan**

SKSNI 91 menyatakan bahwa bila tinggi balok lebih besar dari pada tinggi minimum seperti yang disyaratkan dalam tabel 3.2.5(a), maka lendutan tidak perlu dihitung.

Tinggi balok induk diambil sebesar L/11 = 70 cm (lihat preliminary design untuk balok pada bab III) ⟶ lebih besar dari tinggi minimum balok yang disyaratkan SKSNI 91, jadi lendutan tidak perlu dihitung.

* **Kontrol Retak**

SKSNI 91 psl 3.3.6.4 menyebutkan bahwa apabila tegangan leleh rancang (fy) untuk tulangan tarik melebihi 300 MPa, penampang dengan momen negatif dan positif maksimum harus diproporsikan sedemikian sehingga nilai z yang diberikan

oleh :

$$z = fs \sqrt[3]{dc\ A} \qquad \text{..... SKSNI 91 pers 3.3.4}$$

tidak melebihi 30 MN/m untuk penampang di dalam ruangan dan 25 MN/m untuk penampang yang dipengaruhi cuaca luar, dimana fs boleh diambil sebesar 60% dari kuat leleh yang disyaratkan, fy.

$fs = 0,6\ fy = 0,6 \times 320 = 192$ MPa

$dc = 40 + 0,5 \times 25 = 52,5$ mm

A = 2 dc bw / jumlah tulangan

$= 2 \times 52,5 \times 500 / 9 = 5833\ mm^2$

$z = 192 \times \sqrt[3]{52,5 \times 58330}$

$= 12,942$ MN/m < 30 MN/m (ok)

Jadi Retak pada beton tidak perlu diperiksa.

VII.1.4 PANJANG PENYALURAN BALOK INDUK

VII.1.4.1. PANJANG PENYALURAN TULANGAN TARIK

Panjang penyaluran ,ldh dari suatu batang tulangan tarik dengan kait standar 90 derajat adalah

$ldh > 8\ db = 8 \times 25 = 200$ mm

> 150 mm

Dalam hal ini lhb dihitung dengan persamaan :

$lhb = 100\ db / \sqrt{fc'}$, untuk D-10 $\leq$ db $\leq$ D-35

Kait 90 derajat tersebut harus terletak didalam inti yang

terdekat dari suatu kolom atau komponen struktur pembatas.

Sedangkan faktor modifikasi untuk panjang penyaluran ld :

1). Batang dengan fy yang lain dari 400 Mpa — fy/400

2). Untuk batang D-36 dan yang lebih kecil dengan tebal selimut samping > 60 mm , dan untuk kait 90 derajat dengan selimut pada perpanjangan kaitan > 50 mm — 0,7

3). Untuk batang D-36 dan yang lebih kecil dengan kait yang secara vertikal atau horizontal tercakup di dalam sengkang atau tidak , sengkang ikat yang dipasang sepanjang ldh dengan spasi > 3 d_b , d_b adalah diameter batang kait — 0,8

4).Kelebihan tulangan — A_{sperlu}/A_{sada}

5).Beton agregat ringan — 1,3

★ CONTOH PERHITUNGAN

$$lhb = 100\ db\ /\ \sqrt{fc'} > 8\ db = 200\ mm$$

$$= 100 \times 25 \times / \sqrt{29,176}$$

$$= 463\ mm$$

$$ldh = fy/400 \times 0,8 \times \frac{A_{sperlu}}{A_{sada}} \times lhb > 200\ mm$$

$$= 320/400 \times 0,8 \times \frac{69,8}{73,63} \times 463$$

$$= 281\ mm > 200\ mm$$

VII.1.4.2. PANJANG PENYALURAN TULANGAN TEKAN

Panjang penyaluran tekan, ld untuk struktur daktail

✱ **CONTOH PERHITUNGAN**

$$lhb = 100\ db / \sqrt{fc'} > 8\ db = 200\ mm$$

$$= 100 \times 25 \times / \sqrt{29,176}$$

$$= 463\ mm$$

$$ldh = fy/400 \times 0,8 \times \frac{Asperlu}{Asada} \times lhb > 200\ mm$$

$$= 320/400 \times 0,8 \times \frac{69,8}{73,63} \times 463$$

$$= 281\ mm > 200\ mm$$

VII.1.4.2. PANJANG PENYALURAN TULANGAN TEKAN

Panjang penyaluran tekan, ld untuk struktur daktail terbatas adalah : $ldb = db\ fy/4\ \sqrt{fc'}$

ld = ldb x faktor modifikasi (Fm)

dimana nilai faktor modifikasi itu dihitung menurut SKSNI 3.5.3.3 , yaitu :

1).Kelebihan tulangan Asperlu/Asada

2).tulangan dalam spiral dimana diameternya > 5mm

dan jarak lilitannya < 100 mm 0,75

✱ **CONTOH PERHITUNGAN**

$$ldb = db\ fy\ /4\ \sqrt{fc'} > 0,04\ db\ fy$$

$$= 25 \times 320\ /4\ \sqrt{29,176} > 0,04 \times 25 \times 320$$

$$= 370\ mm > 320\ mm$$

$$ld = \frac{Asperlu}{Asada} \times ldh > 200\ mm$$

$$= \frac{40,18}{44,38} \times 370 = 338\ mm > 200\ mm\ (\ OK\ )$$

VII.2 KOMPONEN STRUKTUR UNTUK DAKTILITAS TIGA

VII.2.1 MOMEN LENTUR RENCANA

Momen lentur perlu balok $M_{u,b}$ untuk menahan beban mati , beban hidup dan beban gempa harus memenuhi SKSNI 3.2.2-1 dan SKSNI 3.2.3-3 yaitu sebagai berikut :

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

$$M_{u,b} = 0,75\ (\ 1,2M_{D,b} + 1,2M_{T,b} + 1,6_{L,b}\ )$$

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

$$M_{u,b} = 0,9\ (\ M_{D,b} \pm M_{E,b}\ )$$

Dalam hal ini $M_{L,b}$ dapat direduksikan sehubungan dengan peluang terjadinya pada lantai tingkat yang ditinjau, sesuai dengan " *Tata Cara Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung - SNI 1727-1989 F* "

Setelah menentukan jumlah tulangan lentur balok yang terpasang, maka harus dihitung kapasitas lentur balok $M_{kap,b}$ sesuai dengan SKSNI 3.14.4-2.2 yaitu :

$$M_{kap,b} = \phi_o\ M_{nak,b}$$

dimana " *overstrength factor* " ϕ_o = 1,25 untuk fy $\leq$ 400 MPa. Nilai $M_{kap,b}$ diperlukan dalam desain tulangan geser balok dan tulangan longitudinal kolom sesuai konsep desain kapasitas.

VII.2.2 RASIO PENULANGAN MENURUT SKSNI T-15-1991-03

Semua komponen struktur harus direncanakan dengan suatu penampang " *under-reinforced* " untuk menjamin suatu ragam keruntuhan daktil .

Dalam SKSNI 3.14.3-2 disyaratkan bahwa :

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{fy}$$

Nilai ρ_{min} untuk menjamin agar momen ultimit penampang itu selalu lebih besar dari pada momen retak .

$$\rho_{max} = \frac{7}{fy}$$

Nilai ρ_{max} dimaksudkan untuk menjamin suatu " *curvature ductility* " yang cukup . Untuk pemakaian tulangan BJTD-32, fy = 320 MPa dapat ditulis :

$$0,004375 \leq \rho \leq 0,021875$$

Kuat momen positif pada sisi muka dari join tidak boleh kurang dari setengah kuat momen negatif harus disediakan di sisi muka join tersebut. Sehingga penulangan di kedua ujung balok harus memenuhi :

$M^{(-)} = M_{kap,b} \longrightarrow \rho_{end}$ sebagai rasio tulangan tarik.

$M^{(+)} \geq 0,5\ M^{(-)}$

$\rho'_{end} \geq 0,5\ \rho_{end}$

Ini berarti bahwa desain penulangan pada kedua ujung balok tersebut harus dianalisis sebagai penampang yang ber - tulangan rangkap . Pada sembarang penampang dari komponen di struktur tersebut disyaratkan kuat momen positif maupun kuat momen negatifnya tidak boleh kurang dari seperempat dari kuat momen maksimum yang terdapat pada kedua ujung join (SKSNI 3.14.3-2). Ini berarti bahwa rasio penulangan pada lapangan (mid span) harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

$$M^{(+)} \text{atau } M^{(-)} > 0{,}25\ M_{max,end}$$

$$\rho \text{ atau } \rho' > 0{,}25\ \rho_{end}$$

Persyaratan kuat momen di atas diperlukan untuk kuat lentur yang cukup terhadap beban siklis atau beban berbalik .

VII.2.3 ANALISIS MOMEN KAPASITAS SENDI PLASTIS

Nilai momen kapasitas pada balok di daerah sendi plastis (pada sisi muka dari join) sangat diperlukan , terutama untuk desain penulangan geser dari balok tersebut dan juga untuk menghitung kuat lentur kolom .

Analisa momen kapasitas balok dapat dilakukan atas dasar distribusi tegangan rectangular dari Whitney.Untuk menganalisa kapasitas momen positif maupun momen negatif dapat dilakukan dengan cara yang hampir sama. Perhitungan momen kapasitas ini berdasarkan luas tulangan yang sebenarnya terpasang pada penampang balok yang ditinjau. Termasuk kontribusi tulangan longitudinal pelat dibagian flens pada penampang tersebut . Berdasarkan SKSNI 3.14.4 besarnya momen kapasitas balok di daerah sendi plastis adalah :

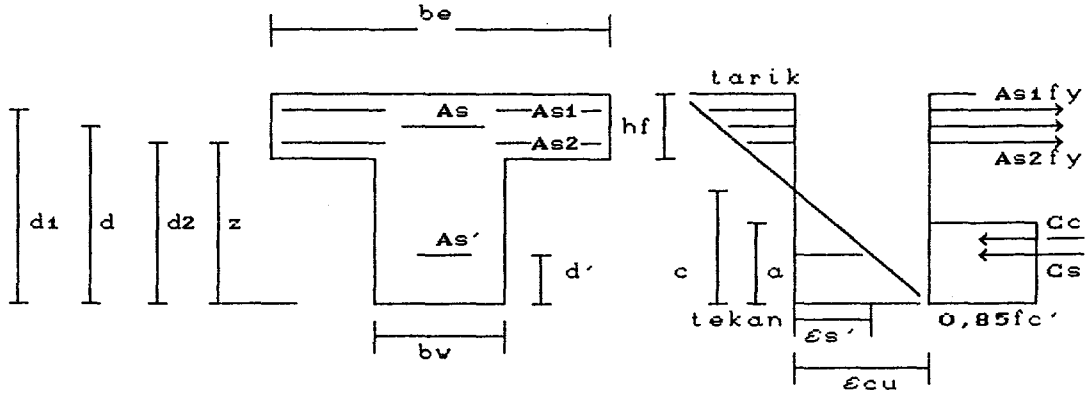
$$M_{kap,b} = \phi_o\ M_{nak,b}$$

VII.2.3.1 MOMEN KAPASITAS NEGATIF

$$M_{kap,b}^{(-)} = \phi_o \, M_{nak,b}^{(-)}$$

dimana " *over-strength factor* " ϕ_o = 1,25 untuk fy = 400 MPa

Perhitungan nilai $M_{nak,b}^{(-)}$ di daerah sendi plastis untuk suatu balok interior dapat dilakukan dengan menggunakan suatu diagram



Gambar 7.1. Diagram Analisis Momen Kapasitas Negatif Penampang berflens.

$$\Sigma H = 0$$

$$T = Cc + Cs$$

Dari analisis desain balok telah diketahui bahwa semua tulangan atas akan mengalami tegangan tarik mencapai tegangan leleh baja . Sehingga dapat ditulis :

$$T = (As + As_1 + As_2) \, fy$$

Sedangkan C dan c di bagian bawah adalah :

$$C = 0{,}85 \, fc' \beta \, c \, b_w - 0{,}85 \, fc' As$$

$$C = As' fs' - 0{,}85 \, fc' As'$$

Dengan asumsi tulangan tekan leleh , maka :

$$C = As' fy$$

Sehingga posisi garis netral c adalah

$$c = \frac{(As + As_1 + As_2 - As') fy + 0,85 fc' As'}{0,85 \beta_1 fc' bw}$$

Tinggi balok tekanan beton , a adalah :

$$a = c \beta_1 \quad , \text{ dimana } \beta_1 = 0,85$$

Dan terakhir adalah menghitung besarnya besarnya momen kapasitas negatif dengan persamaan :

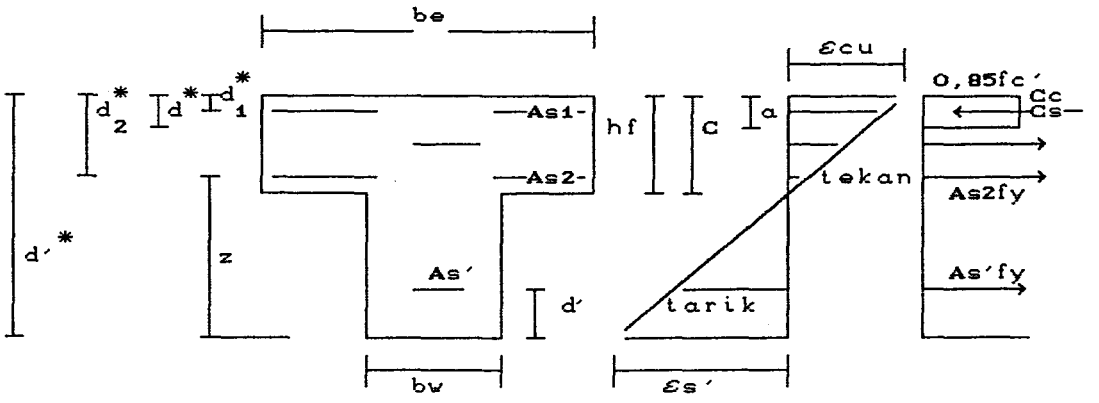
$$M_{kap,b(-)} = Cc \left(Z - \frac{a}{2}\right) + Cs (Z - d')$$

dimana Z adalah titik berat semua tulangan tarik yang dihitung dari serat tekan ekstrim. Berdasarkan statis momen didapat :

$$Z = \frac{As\ d + As_1\ d_1 + As_2\ d_2}{As + As_1 + As_2}$$

VII.2.3.2 MOMEN KAPASITAS POSITIF

$$Mkap,b^{(+)} = \phi \, Mnak,b^{(+)} \quad , \text{ dimana } \phi = 1_{0}25$$



Gambar 7.1. Diagram Analisis Momen Kapasitas positif Penampang berflens.

Dalam hal ini analisis perhitungannya hampir sama untuk analisis balok T dan L karena beton pada bagian flens turut memberikan kontribusi gaya tekan. Dan karena jumlah tulangan tekan lebih besar dari pada jumlah tulangan tarik, maka hampir pasti bahwa tulangan tekan tersebut tidak leleh.

Analisis dapat dilakukan dengan asumsi awal posisi garis netral terletak diantara As dan As1 , dan diasumsikan juga tegangan bahwa fs1 merupakan tegangan pada tulangan tekan yang belum leleh.

Dengan prinsip kompatibilitas tegangan-regangan didapat

$$fs' = Es \, \xi s = Es \frac{0{,}003 \, (d^{*} - c)}{c} \leq f y$$

$$fs = Es \, \xi s' = Es \frac{0{,}003 \, (d'^{*} - c)}{c} \leq fy$$

$$fs1 = Es \, \xi s1 = Es \frac{0{,}003 \, (c - d1'^{*})}{c} \leq fy$$

$$fs2 = Es \, \xi s2 = Es \frac{0{,}003 \, (d2'^{*} - c)}{c} \leq fy$$

dimana : - c adalah posisi garis netral yang diukur dari serat tekan ekstrim.

- Es = 200.000 MPa

Dengan kondisi keseimbangan gaya T = Cc + Cs , maka :

$\longrightarrow$ As´fy + As2 fy + As fs = 0,85fc´(β_1 c b) + As1 (fs1- 0,85 fc´)

Lalu nilai variabel tegangan pada semua persamaan diatas dimasukkan, maka didapat suatu persamaan kuadrat sebagai berikut :

$$A\,c^2 + B\,c - C = 0$$

$$c_{1,2} = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4\,A\,C}}{2\,A}$$

- A = 0,85 fc´ β1 be
- B = fy (As´+As2) + 600(As1-As) - 0,85 fc´As´
- C = 600 (As´d + As2 d2 + As d´ + As1 d1´)
- d ; d´ ; d1´ ; d2´ masing-masing adalah titik berat tulangan As´;As ;As1 ;As2 yang diukur dari serat tekan ekstrim .

Setelah posisi garis netral , c diketahui maka dapat ditentukan sifat tarik atau tekan dari tulangan As, As1 dan As2. Dan juga dapat dihitung berapa besarnya tegangan pada masing-masing tulangan itu. Dalam hal ini semua tulangan yang terletak dibawah garis netral akan bersifat sebagai tulangan tarik, demikian pula sebaliknya.

Untuk menghitung Mnak,b (+) harus ditentukan terlebih dahulu jarak titik berat dari semua tulangan tarik terhadap serat tekan ekstrim, x :

$$x = \frac{As' \; d'^{*} + As2 \;\; d2^{*} + As \;\; d^{*}}{As' + As2 + As}$$

dimana d_1^{*}, d_2^{*}, d'^{*} masing-masing adalah jarak titik berat tulangan As_1, As_2 dan As' dari serat tekan ekstrim. Apabila nilai x telah diketahui, maka besarnya $M_{nak,b}(+)$ adalah :

$$M_{nak,b}(+) = Cc\left(x - \frac{a}{2} \right) + Cs \; (x - d_1)$$

dimana :

- $Cc = 0{,}85 \; fc' \; (\beta_1 \; c \; b - As_1)$
- $Cs = As_1 \; fs_1$
- $a = \beta_1 \; c$

VII.2.3.3. Contoh Perhitungan :

Sebagai contoh perhitungan penulangan lentur balok induk diambil balok induk lantai 1 (zone gempa 3) ,yaitu pada Type BI.4 :

- ukuran balok = 50 x 80 cm
- mutu beton (fc') = 29.176 MPa
- mutu baja (fy) = 320 MPa
- ρ_{max} = 0,0322
- ρ_{min} = 0,004375
- decking = 4 cm
- sengkang = D.12
- tulangan utama = D.25

a. Penulangan pada tumpuan

- Mu - = -6,16 e8 Nmm
- b = 500 mm
- d = 700 - 40 - 12 - 0,5 x 25 = 635,5 mm

Tulangan Tumpuan Negatif (Mu = - 6,16 e8 Nmm)

diambil $\delta = 0,5$

$$Rn = \frac{0.5\ Mu}{\phi\ b\ d^2} = \frac{0.5 \times 6.16\ e8}{0,8 \times 500 \times 635,5^2} = 1,91$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'} = \frac{320}{0,85 \times 29,176} = 12,903$$

$$\rho_\delta = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ m\ Rn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{12,903} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12,903 \times 1,91}{320}} \right)$$

$$= 0,006216 < \rho max = 0,0322$$

$$\rho' = \frac{\delta\ Mu}{\phi\ fy\ b\ d\ (d - d')}$$

$$= \frac{0.5 \times 6.17\ e8}{0,8 \times 320 \times 500 \times 635,5 \times (635,5 - 64,5)}$$

$$= 0,007199$$

$$\rho = \rho_\delta + \rho' = 0,013415 > \rho min = 0,004375$$

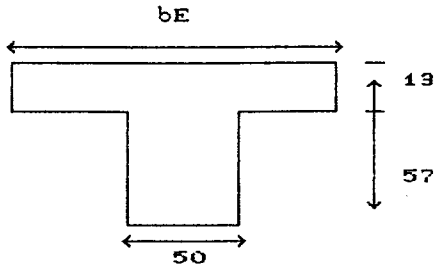
$As perlu = \rho\ b\ d = 0.013415 \times 50 \times 63,55 = 42,63\ cm^2$

⟶ **Dipakai tulangan 9 D.25 (As = 44,181 cm²).**

$As' perlu = \rho' b\ d = 0.007199 \times 50 \times 63,55 = 23,87\ cm^2$

⟶ **Dipakai tulangan 5 D.25 (As = 24,545 cm²).**

b. Penulangan pada lapangan



bE < L/4
< 800/4 = 200
bE < bw + 16 t
< 50 + 16.14
< 274 cm
bE < Lu = 730 cm

pilih yang terkecil ,bE = 200 cm

- Mu + = 3,86 e8 Nmm
- b = 500 mm
- d = 700 - 40 - 12 - 0,5 x 25 = 635,5 mm

$$Rn = \frac{0,5\ Mu}{\phi\ b\ d^2} = \frac{0,5 \times 3,86\ e8}{0,8 \times 500 \times 635,5^2} = 1,195$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'} = \frac{320}{0,85 \times 29,176} = 12,903$$

$$\rho_\delta = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ m\ Rn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{12,903} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12,903 \times 1,195}{320}} \right)$$

$$= 0,00383 < \rho min = 0,004375$$

$$\rho' = \frac{\delta\ Mu}{\phi\ fy\ b\ d\ (\ d - d'\ )}$$

$$= \frac{0.5 \times 3.86\ e8}{0.8 \times 320 \times 500 \times 635,5 \times (\ 635,5 - 64,5\ )}$$

$$= 0,004155$$

$$\rho = \rho_\delta + \rho' = 0,007985 > \rho min = 0,004375$$

$A_{sperlu} = \rho\ b\ d = 0{,}007985 \times 50 \times 63{,}55 = 25{,}373\ cm^2$

⟶ **Dipakai tulangan 6 D.25 (As = 29,454 cm^2).**

$A_s'_{perlu} = \rho' b\ d = 0.004375 \times 50 \times 63{,}55 = 13{,}902\ cm^2$

⟶ **Dipakai tulangan 3 D.25 (As = 14,726 cm^2).**

* Cek Balok T

$$a = \frac{\rho\ fy\ d}{0{,}85\ fc'} = \frac{0.00798 \times 320 \times 635.5}{0.85 \times 29{,}176}$$

$$= 65.44\ mm < t_{pelat} = 140\ mm \quad (\text{balok T palsu})$$

$$Rn = \frac{0.5\ Mu}{\phi\ b\ d^2} = \frac{0{,}5 \times 3{,}86\ e8}{0.8 \times 2000 \times 635{,}5^2} = 0{,}299$$

$$m = \frac{fy}{0.85 \times fc'} = \frac{320}{0.85 \times 29{,}176} = 12{,}903$$

$$\rho_\delta = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\ m\ Rn}{fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{12{,}903} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12{,}903 \times 0{,}299}{320}}\right)$$

$$= 0{,}00094 < \rho_{min} = 0{,}004375$$

$$\rho' = \frac{\delta\ Mu}{\phi\ fy\ b\ d\ (d - d')}$$

$$= \frac{0{,}5 \times 3.86\ e8}{0.8 \times 320 \times 2000 \times 635.5 \times (635{,}5 - 64{,}5)}$$

$$= 0{,}00104$$

$$\rho = \rho_\delta + \rho' = 0{,}001978 < \rho_{min} = 0{,}004375$$

$A_{sperlu} = \rho\ b\ d = 0{,}004375 \times 50 \times 63{,}55 = 13{,}902 \ cm^2$

⟶ **Dipakai tulangan 3 D.25 (As = 14,726 cm^2).**

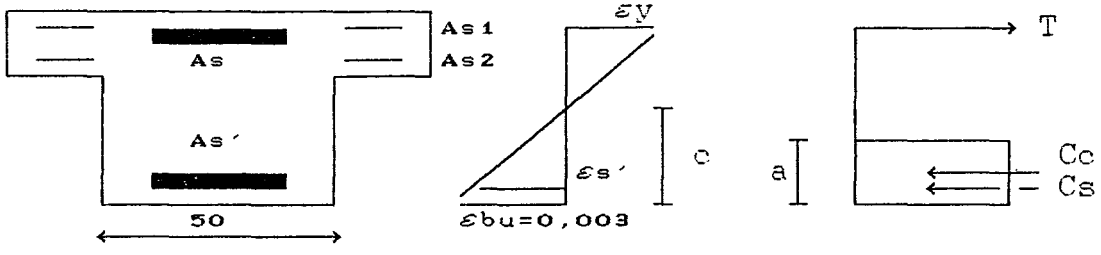
$A_s'_{perlu} = \rho' b\ d = 0.004375 \times 50 \times 63{,}55 = 13{,}902 \ cm^2$

⟶ **Dipakai tulangan 3 D.25 (As = 14,726 cm^2).**

VII.2.4. MOMEN KAPASITAS BALOK

VII.2.4.1. *MOMEN KAPASITAS BALOK DI TUMPUAN*

a). Momen kapasitas negatif



$A_s = 9$ D-25 $= 4418{,}1 \ mm^2$ $\quad A_{s1} = 471.24 \ mm^2$

$A_s' = 5$ D-25 $= 2454{,}5 \ mm^2$ $\quad A_{s2} = 549{,}78 \ mm^2$

✱ Asumsi tulangan tarik leleh dan tulangan tekan belum leleh.

$\varepsilon_y = \dfrac{320}{200000} = 0{,}0016$ dan $a = \beta\ c = 0{,}85\ c$

$C_c = 0.85\ f_c'\ b\ a = 0.85 \times 29{,}176 \times 500 \times a$

$= 12399{,}8\ a \ N = 10539{,}83\ c \ N$

$C_s = A_s' (f_s' - 0.85\ f_c')$

dimana $f_s' = E_s\ \varepsilon_s' = 600 \left(1 - \dfrac{64{,}5}{c} \right)$

$= 2454{,}5 \left[600 \left(1 - \dfrac{64{,}5}{c} \right) - 0{,}85 \times 29{,}176 \right)$

$= 1472700 - \dfrac{94989150}{c} - 60870{,}618$

$$= 1411829,38 - \frac{94989150}{c}$$

$$T = (As + As_1 + As_2) fy = 5438,92 \times 320 = 1740454,4 \text{ N}$$

$$\Sigma H = 0 \longrightarrow Cs + Cc - T = 0$$

$$1411829,38 - \frac{94989150}{c} + 10539,83\ c - 1740454,4 = 0$$

$$10539,83\ c^2 - 328625,02\ c - 94989150 = 0$$

$$\longrightarrow c = 111,7985 \text{ mm}$$

Cek :

$\varepsilon_s' = 0,003 \left[1 - \frac{64,5}{c} \right]$, dimana $a = \beta\ c = 0,85\ c$

$= 0,00127 < \varepsilon_y \longrightarrow$ belum leleh (OK)

$Cc = 0,85\ fc'\ b\ a = 0,85 \times 29,176 \times 500 \times 0,85 \times 111,7985$

$= 1178337,184$ N

$Cs = As' (\varepsilon_s' Es - 0,85\ fc')$

$= 2454.5 (0.00127 \times 2\ e5 - 0.85 \times 29,176)$

$= 562572,382$ Nmm

$$Z = \frac{As\ d + As_1\ d_1 + As_2\ d_2}{As + As_1 + As_2} = 634,22 \text{ mm}$$

$$M_{nak,b} = Cc (Z - a/2) + Cs (Z - d')$$

$= 1178337.184 (634,22 - 95.02/2) +$

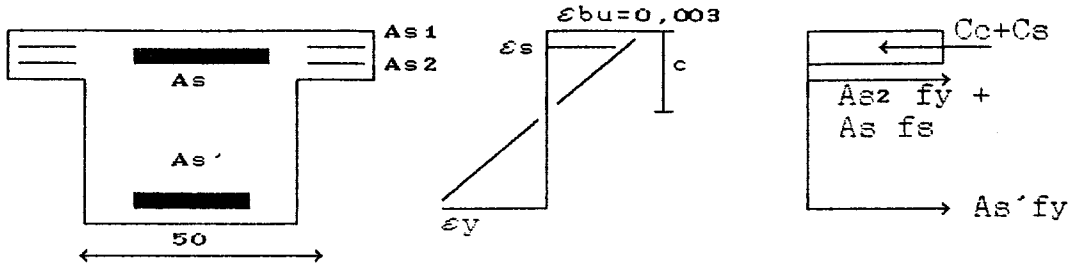
$562572,382 (634,22 - 64,5)$

$= 691342209.2 + 320508737.5 = 1011,85$ kNm

$$M_{kap,b} = 1,25\ M_{nak,b}$$

$= 1,25 \times 1011.85 = 1264,81$ kNm

b). Momen kapasitas positif



$As = 9\ D\text{-}25 = 4418{,}1\ mm^2$ $\quad As_1 = 471{,}24\ mm^2$

$As' = 5\ D\text{-}25 = 2454{,}5\ mm^2$ $\quad As_2 = 549{,}78\ mm^2$

Anggap tulangan tarik leleh dan tulangan tekan belum leleh.

$$\varepsilon_y = \frac{320}{200000} = 0{,}0016$$

$$\varepsilon_{s1} = 0{,}003 \left[1 - \frac{25}{c} \right] < \varepsilon_y$$

$$Cc = 0.85\ fc'\ b\ a = 0{,}85 \times 29{,}176 \times 2000 \times 0{,}85 \times c$$

$$= 42159{,}32\ c$$

$$Cs = As_1 \left(\varepsilon_{s1} E_{s1} - 0{,}85\ fc' \right)$$

$$= 471{,}24 \left[600 \left(1 - \frac{25}{c} \right) - 0{,}85 \times 29{,}176 \right]$$

$$= 271057{,}4 - \frac{7068600}{c}$$

$$T = (As' + As_2)\ fy + As\ fs$$

$$= (3004{,}28 \times 320) + 4418{,}1 \left[600 \left(\frac{64{,}5}{c} - 1 \right) \right.$$

$$= \frac{170980470}{c} - 1689490{,}4$$

$$\Sigma H = 0 \longrightarrow Cs + Cc - T = 0$$

$$\left[1960547{,}8 - \frac{178049070}{c} \right] + 42159{,}32\ c = 0$$

$$c^2 + 46{,}50\ c - 4223{,}24 = 0$$

$$\longrightarrow c = 45{,}77\ mm$$

$$a = 0.85\ c = 38{,}90\ mm$$

Cek :

$$\varepsilon_s = 0{,}003 \left[\frac{64{,}5}{c} - 1 \right] < \varepsilon_y$$

$= 0{,}001227 < \varepsilon_y \longrightarrow$ belum leleh (OK)

$$\varepsilon_{s1} = 0{,}003 \left[1 - \frac{25}{c} \right]$$

$= 0{,}00136 < \varepsilon_y \longrightarrow$ belum leleh (OK)

$Cc = 0{,}85\ fc'\ be\ a = 42159{,}32\ c$

$= 42159{,}32 \times 45{,}77 = 1929632{,}076$ N

$Cs = As_1 (\varepsilon_{s1} Es - 0{,}85\ fc')$

$$= 271057{,}4 - \frac{7068600}{c}$$

$$= 271057{,}4 - \frac{7068600}{45{,}77} = 116620 \text{ N}$$

$$Z = \frac{As'\ d' + As_2\ d_2' + As\ d}{As' + As_2 + As}$$

$$= \frac{2454{,}5 \times 635{,}5 + 549{,}78 \times 115 + 4418{,}1 \times 64{,}5}{2454{,}5 + 549{,}78 + 4418{,}1}$$

$= 257{,}064$ mm

$M_{nak,b} = Cc (Z - a/2) + Cs (Z - d')$

$= 1929632{,}076 (257{,}064 - 45{,}77/2) + 116620$

$(257{,}064 - 25)$

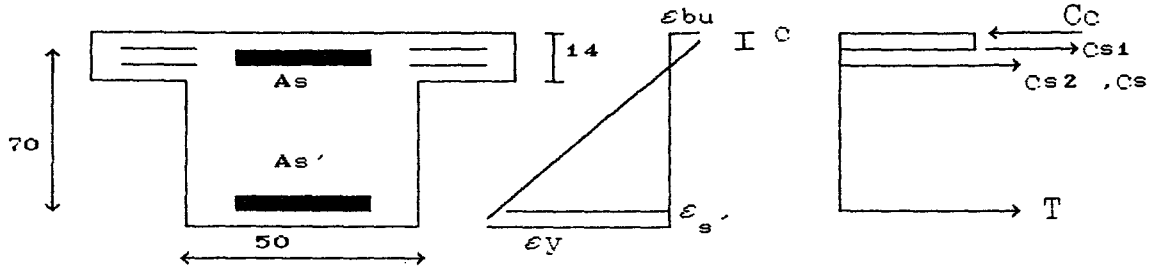
$= 451879310 + 3739303{,}68 = 455{,}62$ kNm

$M_{kap,b} = 1{,}25\ M_{nak,b}$

$= 569{,}52$ kNm

VII.2.4.2. *MOMEN KAPASITAS BALOK DI LAPANGAN*

✱ Momen kapasitas positif



As_1 = 6 D-10 = 471,24 mm^2

As_2 = 7 D-10 = 549,78 mm^2

As = 3 D-25 = 1472,6 mm^2

As' = 3 D-25 = 1472,6 mm^2

Anggap As' , As_2 , As leleh sedang As_1 belum leleh

$$\varepsilon_y = \frac{320}{200000} = 0{,}0016$$

$$\varepsilon_{s1} = 0{,}003 \left[\frac{25}{c} - 1 \right] < \varepsilon_y$$

$$\varepsilon_s = 0{,}003 \left[\frac{64.5}{c} - 1 \right] > \varepsilon_y$$

$$\varepsilon_{s2} = 0{,}003 \left[\frac{115}{c} - 1 \right] > \varepsilon_y$$

$$Cc = 0{,}85\ fc'\ b_E\ a = 0{,}85 \times 29{,}176 \times 2000 \times 0{,}85 \times c$$

$$= 42159{,}32\ c\ N$$

$$Cs = As_1 (Es\ \varepsilon_{s1} - 0{,}85\ fc')$$

$$= 471{,}24 \left[600 \left(1 - \frac{25}{c} \right) - 0{,}85\ 29{,}176 \right]$$

$$= 271057{,}44 - \frac{7068600}{c}$$

$$T = (As' + As_2 + As)\ fy$$

$$= (1472{,}6 + 549{,}78 + 1472{,}6)$$

$$= 1118393{,}6\ N$$

$$\Sigma H = 0 \longrightarrow Cc + Cs = T$$

$$42159.32\ c + 271057,44 - \frac{7068600}{c} = 1118393,6$$

$$c^2 - 20,098\ c - 167,66 = 0$$

$$\longrightarrow c = 26,44 \text{ mm}$$

$$a = 0,85\ c = 22,5 \text{ mm}$$

Cek :

$$\varepsilon_{s1} = 0,003 \left[1 - \frac{25}{c} \right]$$

$$= 0,00016 < \varepsilon_y \longrightarrow \text{belum leleh [ok]}$$

$$\varepsilon_{s2} = 0,003 \left[\frac{64,5}{c} - 1 \right]$$

$$= 0,0043 > \varepsilon_y \longrightarrow \text{leleh [ok]}$$

$$\varepsilon_{s3} = 0,003 \left[\frac{115}{c} - 1 \right]$$

$$= 0,0101 > \varepsilon_y \longrightarrow \text{leleh [ok]}$$

$$Cc = 0,85\ fc'\ b\ a = 42159,32\ c$$

$$= 42159,32 \times 26.44 = 1114692,42 \text{ N}$$

$$Cs_1 = As_1 \left(\varepsilon_{s1} Es_1 \right)$$

$$= 471,24 \left[600 \left(1 - \frac{25}{26.44} \right) - 0,85 \times 29,176 \right]$$

$$= 3712,505 \text{ N}$$

$$Cs_2 = As_2\ fy$$

$$= 549,78 \times 320 = 175929,6 \text{ N}$$

$$Cs = As\ fy$$

$$= 1472,6 \times 320 = 471232 \text{ N}$$

$$Z = \frac{As' \times d' + As_2\ d_2 + As\ d}{As' + As_2 + As}$$

$$= \frac{1472.6 \times 635,5 + 549,78 \times 115 + 1472,6 \times 64,5}{1472.6 + 549.78 + 1472,6}$$

$$= 313,033 \text{ mm}$$

$M_{nak,b}$ = Cc (Z - a/2) - Cs1 (Z - dp1´) - Cs2 (Z - dp2´)
- Cs (Z - d´)
= 1114692(313,033 - 22,5/2) - 3712,505(313,033 - 25)
- 175929 (313,033 - 115) - 471232 (313,033 - 64,5)
= 183,39 kNm

$M_{kap,b}$ = 1,25 $M_{nak,b}$
= 229,238 kNm

VII.2.5 KEKUATAN GESER DAN TORSI

Semua komponen struktur beton harus direncanakan agar mampu menahan gaya dalam yang bekerja pada komponen struktur tersebut,seperti momen lentur , gaya aksial , gaya geser dan momen torsi , serta kemungkinan kombinasi gaya-gaya dalam tersebut.

VII.2.5.1 GAYA GESER RENCANA

VII.2.5.1.1. Komponen struktur yang dibebani lentur

Untuk komponen struktur yang dibebani lentur (terutama balok) disyaratkan bahwa pada kondisi kapasitas tidak boleh terjadi keruntuhan geser.Untuk menentukan gaya geser rencana

harus memperhitungkan juga gaya geser terfaktor akibat beban gravitasi yang terletak diantara sisi muka join. Dalam hal ini gaya geser rencana dihitung sebagai berikut :

$$Vu,b = 0,7 \left(\frac{Mkap + Mkap'}{Ln}\right) + 1,05\ Vg$$

tetapi tidak perlu lebih besar dari :

$$Vu,b = 1,05 \left(VD,b + VL,b + \frac{4,0}{K} VE,b \right)$$

Dalam hal ini nilai momen kapasitas balok harus diperhitungkan baik untuk kondisi positif di ujung kiri dan negatif di ujung kanan atau sebaliknya. Dan harus diambil nilai yang terbesr dari kedua kombinasi momen kapasitas tersebut untuk menghitung gaya geser rencana.

VII.2.5.1.2. KEKUATAN GESER PENAMPANG

Besarnya kuat geser beton tergantung sifat beban yang bekerja pada komponen struktur. Untuk komponen struktur yang hanya dibebani oleh gaya geser dan momen lentur saja berlaku persamaan :

$$Vc = \frac{\sqrt{fc'}}{6} bw\ d$$

Apabila komponen struktur tersebut juga dibebani gaya tekan aksial, maka kuat geser beton akan meningkat menjadi :

$$Vc = 2 \left(1 + \frac{Nu}{14\ Ag} \right) \frac{\sqrt{fc'}}{6} bw\ d$$

Sedangkan apabila dibebani tarik aksial, maka kuat geser beton dapat diabaikan, sehingga gaya geser total yang terjadi hanya ditahan oleh tegangan geser saja

Dalam SKSNI 3.4.3-4 dinyatakan bahwa pada penampang dimana momen torsi yang terfaktor diperhitungkan bila nilai Tu > Tu minimum, maka kuat geser beton adalah :

$$Vc = \frac{1/6 \sqrt{fc'}\ bw\ d}{1 + (2,5\ c_t \frac{Tu}{Vu})^2}$$

dimana :

$$Tu\ min = \phi \frac{\sqrt{fc'}}{24} \Sigma X^2\ Y$$

Dalam hal ini kuat geser beton dapat juga dihitung dengan persamaan yang lebih rinci seperti uraian di bawah ini :

- Untuk komponen yang banyak dibebani oleh gaya geser dan momen lentur :

  $$Vc = (\sqrt{fc'} + 120\ \rho w \frac{Vu}{Mu}) \frac{bw\ d}{7}$$

  dimana

  $$Vc \leq 0,3 \sqrt{fc'}\ bw\ d$$

  dan juga

  $$\frac{Vu\ d}{Mu} \leq 1,0$$

- Apabila komponen struktur tersebut mengalami gaya aksial yang berarti , maka :

  $$Vc = 2(1 + \frac{0,3\ Nu}{Ag}) \frac{\sqrt{fc'}}{6} bw\ d$$ (tarik aksial)

  dimana Nu bernilai negatif untuk gaya tarik aksial

  $$Vc = 0,3 \sqrt{fc'}\ bw\ d\ [\ 1 + \frac{0,3\ Nu}{Ag}]^{1/2}$$ (tekan aksial)

Adapun besarnya kekuatan geser Vs dan penulangan geser tergantung dari jenis tulangan transversal. Jika tulangan transversal berupa sengkang yang tegak lurus terhadap sumbu aksial komponen struktur maka besarnya Vs adalah :

$$Vs = \frac{Av\ fy\ d}{s}$$

Di daerah sendi plastis pada ujung-ujung balok dapat diasumsikan nilai Vc = 0, sehingga :

$$Vu,b = \phi \frac{Av\ fy\ d}{s}$$

Di mana besarnya faktor reduksi kekuatan, ϕ = 0,6. Dan spasi maksimum tulangan geser di daerah sendi plastis balok tidak boleh melebihi nilai di bawah ini, sesuai dengan ketentuan dalam SKSNI 3.14.3-3.2 yaitu :

- $s \leq d/4$
- $s \leq$ 8 x diameter tulangan longitudinal terkecil
- $s \leq$ 24 x diameter sengkang
- $s \leq$ 200 mm
- $s \leq \frac{1600\ fy\ As,l}{(\ As,a + As,b\ )\ fy}$

Tulangan geser di daerah sendi plastis itu harus berupa sengkang tertutup yang harus dipasang pada daerah sepanjang h/2 yang diukur dari sisi muka tumpuan.Dan sengkang tertutup yang pertama harus dipasang pada jarak tidak lebih dari 50 mm dari sisi muka tumpuan .

Sedangkan untuk daerah di luar sendi plastis kontribusi kuat geser beton tetap diperhitungkanseperti uraian diatas. Untuk desain penulangan geser di luar sendi plastis, besarnya gaya geser rencana dapat dihitung dengan metode interpolasi linier berdasarkan nilai gaya geser rencana di muka join. Berdasarkan besarnya gaya geser rencana pada penampang di luar sendi plastis, maka dasar analisis geser dibagi atas beberapa kategori sebagai berikut :

1). $Vu \leq 0{,}5\ \phi\ Vc$

Untuk kategori ini tidak diperlukan tulangan geser , tetapi disarankan delalu dipasang tulangan geser minimum.

2). $0{,}5\ \phi\ Vc \leq Vu \leq \phi\ Vc$

Untuk kategori ini diperlukan penulangan geser minimum .Jadi :

$$Av\ min = \frac{bw\ s}{3\ fy} \quad (MPa)$$

Dimana jarak sengkang bagi maksimum untuk komponen struktur dengan Tingkat Daktilitas = 3 adalah nilai terkecil dari :

$$Smaks \leq 600\ mm$$

$$\leq \frac{d}{2}$$

3). $\phi\ Vc < Vu < \phi\ (Vc + Vs,min)$

Semua unsur lentur termasuk yang dikecualikan di kategori kedua harus diberikan penulangan geser minimum.

4). ϕ (Vc + Vs,min) < Vu < ϕ (Vc + 1/3 $\sqrt{fc'}$ bw d)

Untuk kategori ini perhitungan geser harus dihitung menurut persamaan sebagai berikut :

ϕVs,perlu = Vu - ϕVc

ϕVs,ada $\geq$ ϕ Vs,perlu dimana untuk sengkang yang vertikal ($\alpha = 90^{o}$) ;

$$\phi Vs,ada = \phi \frac{Av\ fy\ d}{s}$$

$$smaks \leq 600\ mm$$

$$\leq \frac{d}{2}$$

5). ϕ(Vc + 4 $\sqrt{fc'}$ bw d) $\leq$ Vu $\leq$ ϕ(Vc + 8 $\sqrt{fc'}$ bw d)

Perbedaan antara kategori keempat dan kelima adalah bahwa untuk semua bentang dari balok dengan tegangan nominal yang harus dipikul oleh tulangan geser adalah antara 4 $\sqrt{fc'}$ hingga 8 $\sqrt{fc'}$, sehingga untuk $\alpha = 90^{o}$

ϕVs,perlu = Vu - ϕ Vc

$$\phi Vs,ada = \phi \frac{Av\ fy\ d}{s}$$

dimana :

$$smaks \leq 600\ mm$$

$$\leq \frac{d}{2}$$

VII.2.6. KEKUATAN MOMEN TORSI PENAMPANG

Pengaruh momen torsi itu pada suatu penampang struktur dapat mengurangi kapasitas dan kekuatan geser beton pada penampang tersebut.Pengaruh momen torsi harus diperhitungkan secara simultan dengan gaya geser dan atau momen lentur,

apabila momen torsi terfaktor, Tu melebihi kuat momen torsi minimum .

$$Tu,min = \phi \left(\frac{1}{20} \sqrt{fc'} \; \Sigma X^2 Y \right)$$

Tu,min ini adalah kontribusi kekuatan beton menahan momen torsi yang ada.

Namun apabila Tu < Tu,min maka pengaruh momen torsi tersebut dapat diabaikan. Untuk menjamin agar penampang sanggup menerima beban momen torsi terfaktor, maka kuat momen torsi nominal dari penampang tersebut harus lebih besar dari beban momen torsi terfaktor yang ada.

$$Tu \leq \phi \, Tn$$

Di mana momen torsi nominal, Tn adalah jumlah dari kuat momen torsi beton dan kuat momen torsi tulangan, jadi :

$$Tn = Tc + Ts$$

Kuat momen torsi beton dapat berkurang akibat gaya geser :

$$Tc = \frac{1/15 \sqrt{fc'} \; \Sigma x^2 y}{\sqrt{1 + \left[\frac{0,4 \; Vu}{Ct \; Tu} \right]^2}} \left[1 + 0,3 \frac{Nu}{Ag} \right]$$

dimana : $Ct = \dfrac{bw \; d}{\Sigma x^2 y}$

Nu < 1 ⟶ tarik

Nu = 0 ⟶ tekan

Jika Tu < φ Tc ⟶ pakai tulangan torsi minimum !

Jika Tu > φ Tc ⟶ hitung tulangan torsi !

Besarnya kekuatan momen torsi tulangan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\varphi \, Ts = Tu - \varphi \, Tc$$

$$\frac{At}{s} = \frac{Ts}{\alpha t \; x_1 \; y_1 \; fy}$$

dimana :

x_1 = b - 2 (decking + 1/2 dia sengkang)

y_1 = h - 2 (decking + 1/2 dia sengkang)

$\alpha t = 1/3 \left(2 + \frac{y_1}{x_1} \right) \leq 1{,}5$

At = luas satu kaki sengkang

Pada kondisi ini harus disediakan tulangan longitudinal , At yang didistribusikan disekeliling perimeter sengkang tertutup Adapun luas perlu dari tulangan longitudinal , At tersebut harus dihitung sebagai nilai yang lebih besar antara :

$$Al_1 = 2 \frac{At}{s} (x_1 + y_1) \quad \text{dan}$$

$$Al_2 = \left(\frac{2{,}8 \times s}{fy} \left[\frac{Tu}{Tu + \frac{Vu}{3 \, Ct}} \right] - 2At \right) \left(\frac{x_1 + y_1}{s} \right)$$

Al diambil yang terbesar dan tidak perlu melebihi :

$$Al = \left(\frac{2{,}8 \times s}{fy} \left[\frac{Tu}{Tu + \frac{Vu}{3 \, Ct}} \right] - \frac{bw \; s}{3 \; fy} \right) \left(\frac{x_1 + y_1}{s} \right)$$

Pada kondisi dimana gaya geser dan momen torsi bekerja simultan, maka desain dari tulangan transversal total dihitung sebagai berikut :

$$\frac{Avt}{s} = \frac{Av}{s} + \frac{2\ At}{s}$$

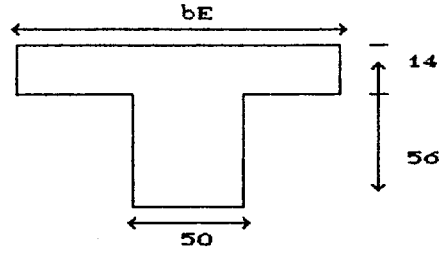
dimana $\frac{Av}{s}$ didapat dari hasil analisa geser, sedangkan $\frac{2\ At}{s}$ dihitung berdasarkan kuat torsi tulangan yang dibutuhkan sehingga spasi tulangan transversal dapat dihitung dengan :

$$S = \frac{\text{luas total kaki tulangan transversal}}{\left(\frac{2\ At}{s}\right)}$$

di mana $S\ max = \frac{(x_1 + y_1)}{4} \leq 300\ mm$

VII.2.6.1. Contoh Perhitungan :

Sebagai contoh perhitungan penulangan geser dan torsi diambil balok lantai 1 (zone gempa 3) Type BI.4. :



- ukuran balok = 50 x 70 cm
- mutu beton (fc') = 29,176 MPa
- mutu baja (fy) = 320 MPa
- ρmax = 0,0322

- ρ_{min} = 0,004375
- decking = 4 cm
- sengkang = D.12
- tulangan utama = D.25

Penulangan geser dan torsi

- Vu = 404,902 kN
- Tu = 4,89 kNm
- Vg = 251,485 kN

dimana :

$$\Sigma x^2y = 14^2 \times 200 + 50^2 \times 56 = 1{,}792\ e5\ cm^3$$

$$\Sigma x^2y = 50^2 \times 70 + 2\ (\ 14^2 \times 75\ ) = 2{,}044\ e5\ cm^3$$

$\longrightarrow$ ambil yang terbesar $\Sigma x^2y = 2{,}044\ e5\ cm^3$

- Batas Torsi = $\varphi\ (\ \sqrt{f_c'}\ )\ \Sigma x^2y\ /\ 20$

$= 0.6\ (\ \sqrt{29.176}\ )\ x\ 2{,}044\ e8\ /\ 20$

$= 33{,}15$ kNm $>$ Tu = 4,89 kNm

$\longrightarrow$ Torsi boleh diabaikan

$$Ct = \frac{bw\ d}{\Sigma x^2y} = \frac{500 \times 635{,}5}{2{,}044\ e8} = 0{,}00155\ mm^{-1}$$

* *Kuat nominal geser yang mampu dipikul beton*

$$\varphi Vc = \frac{\varphi \; 1/6 \sqrt{fc'} \; bw \; d}{\sqrt{1 + \left[2{,}5 \; Ct \frac{Tu}{Vu} \right]^2}} \left[1 + 0{,}3 \; \frac{Nu}{Ag} \right]$$

$$= \frac{0{,}6 \; / \; 6 \; x \sqrt{29{,}176} \; x \; 500 \; x \; 635{,}5}{\sqrt{1 + \left(2{,}5 \; x \; 0{,}00155 \; x \; \frac{4890 \; e3}{404{,}9 \; e3} \right)^2}}$$

$$= 162{,}471 \text{ kN}$$

* *Gaya geser rencana balok :*

$$Vu,b = 0{,}7 \frac{\Sigma Mkap,b}{lu} + 1{,}05 \; Vg$$

$$= 0{,}7 \frac{(1264{,}75 + 598{,}15)}{7{,}4} + 251{,}458$$

$$= 414{,}490 \text{ kN}$$

$$Vmaks = 565.405 \text{ kN}$$

$\longrightarrow$ **Diambil Vu,b = 414,490 kN**

Pada daerah 2d dari muka tumpuan kekuatan beton dalam memikul geser tidak boleh diperhitungkan (Vc = 0) , untuk menjamin terbentuknya sendi plastis di daerah itu.Gaya geser rencana yang dipakai adalah gaya geser pada penampang kritis sejauh d .

* Dalam daerah sendi plastis

$$Vu,b \text{ terpakai} = Vu,t \frac{ln - d}{ln} = 414{,}49 \frac{7{,}4 - 0{,}6355}{7{,}4}$$

$$= 340{,}573 \text{ kN}$$

$$Vc = 0$$

$$Vs = Vu,b \; / \; \phi = 340{,}57 \; / \; 0{,}6 = 567{,}62 \text{ kN}$$

$$S = \frac{Av \; fy \; d}{Vs} \longrightarrow \text{SKSNI 3.4.5-6.2}$$

Dipakai sengkang ϕ 12 mm (Ast = 113,1 mm^2)

$$S = \frac{2 \times 113,1 \times 320 \times 635,5}{567,622\ e3} = 80,997 \text{ mm}$$

Kontrol spasi maksimum

Smaks $\leq$ d/4 = 635,5/4 = 158,875 mm

$\leq$ 8 x diameter tulangan longitudinal = 200 mm

$\leq$ 24 x diameter sengkang = 288 mm

$\leq$ 200 mm

$\longrightarrow$ **Diambil S = 80 < Smaks = 158 mm**

* Dalam daerah di luar sendi plastis

$$V_{u,b} \text{ terpakai} = 278,176 + (414,49 - 278,176)\ \frac{3,7 - 2 \times 0,7}{3,7}$$

$$= 363,6 \text{ kN}$$

$$\varphi V_c = 162,471 \text{ kN}$$

$V_{u,b}$ terpakai > φ Vc , dipakai diharuskan memakai tulangan geser

$$\phi V_s = V_u - \phi V_c$$

$$= 363,6 - 162,471 = 201,129 \text{ kN}$$

$$S = \frac{Av\ fy\ d}{Vs} \longrightarrow \text{SKSNI 3.4.5-6.2}$$

Dipakai sengkang ϕ 12 mm (Ast = 113,1 mm^2)

$$S = \frac{2 \times 113,1 \times 320 \times 635,5}{201,129\ e3\ /0,6} = 137,10 \text{ mm}$$

< d/2 = 317,75 mm

Jadi tulangan geser yang dipasang adalah :

pada daerah sendi plastis $\longrightarrow \phi$ 10 - 80 mm

di luar daerah sendi plastis $\longrightarrow \phi$ 10 - 130 mm

VII.2.7. KONTROL LENDUTAN DAN RETAK

Kontrol lendutan dan kontrol retak pada balok induk adalah sama caranya dengan kontrol lendutan dan retak pada balok anak *(lihat pada bab V)*.

* **Kontrol Lendutan**

SKSNI 91 menyatakan bahwa bila tinggi balok lebih besar dari pada tinggi minimum seperti yang disyaratkan dalam tabel 3.2.5(a), maka lendutan tidak perlu dihitung.

Tinggi balok induk diambil sebesar L/11 = 80 cm (lihat preliminary design untuk balok pada bab III) ⟶ lebih besar dari tinggi minimum balok yang disyaratkan SKSNI 91; jadi lendutan tidak perlu dihitung.

* **Kontrol Retak**

SKSNI 91 psl 3.3.6.4 menyebutkan bahwa apabila tegangan leleh rancang (fy) untuk tulangan tarik melebihi 300 MPa, penampang dengan momen negatif dan positif maksimum harus diproporsikan sedemikian sehingga nilai z yang diberikan oleh :

$$z = fs \sqrt[3]{dc\ A} \qquad \text{..... SKSNI 91 pers 3.3.4}$$

tidak melebihi 30 MN/m untuk penampang di dalam ruangan dan 25 MN/m untuk penampang yang dipengaruhi cuaca luar; dimana fs boleh diambil sebesar 60% dari kuat leleh yang disyaratkan, fy.

$$fs = 0,6\ fy = 0,6 \times 320 = 192\ MPa$$

$$dc = 40 + 0,5 \times 25 = 52,5\ mm$$

$$A = 2\ dc\ bw\ /\ jumlah\ tulangan$$

$$= 2 \times 52,5 \times 500\ /\ 3 = 17500\ mm^2$$

$$z = 192 \times \sqrt[3]{52,5 \times 17500}$$

$$= 18,665\ MN/m \ < \ 30\ MN/m \quad (\ ok\ )$$

Jadi Retak pada beton tidak perlu diperiksa.

VII.2.8. PANJANG PENYALURAN TULANGAN TARIK

Panjang penyaluran ,ldh dari suatu batang tulangan tarik dengan kait standar 90 derajat adalah

$$ldh > 8\ db = 8 \times 25 = 200\ mm$$

$$> 150\ mm$$

Dalam hal ini ldh dihitung dengan persamaan :

$$ldh = fy\ db\ /5,4\sqrt{fc'}\ ,\ untuk\ D\text{-}10 \leq db \leq D\text{-}35$$

Kait 90 derajat tersebut harus terletak didalam inti yang terdekat dari suatu kolom atau komponen struktur pembatas.

Sedangkan untuk tulangan lurus yang mempunyai ukuran diameter D-10< db <D-35, panjang penyaluran ld adalah :

1). Bila tinggi dari beton yang dituang dalam satu kali penuangan dibawah tulangan tersebut tidak lebih dari 300 mm, maka :

$$ld \geq 2,5\ ldh$$

2). Bila tinggi dari beton yang dituang dalam satu kali penuangan dibawah tulangan tersebut melebihi 300 mm,maka:

$$ld \geq 3{,}5\ ldh$$

dimana ldh adalah panjang penyaluran perlu .

Khusus untuk batang tulangan lurus yang berakhir pada suatu join, maka tulangan itu harus menembus inti terkekang dari suatu kolom atau suatu komponen struktur pembatas.Setiap bagian dari panjang penampang lurus yang tidak terletak di dalam inti yang terkekang harus ditingkatkan dengan suatu faktor sebesar 1,60.

*** CONTOH PERHITUNGAN**

$$ldh = fy\ db\ /\ 5{,}4\ \sqrt{fc'} > 8\ db = 200\ mm$$

$$= 320 \times 25 \times /5{,}4\ \sqrt{29{,}176} = 274\ mm$$

$$ld = 2{,}5\ ldh = 2{,}5 \times 274 = 685\ mm$$

VII.2.9 . PANJANG PENYALURAN TULANGAN TEKAN

Panjang penyaluran tekan, ld untuk struktur daktail penuh adalah :

$$ld = ldb \times \text{faktor modifikasi (Fm)}$$

dimana nilai faktor modifikasi itu dihitung menurut SKSNI 3.5.3.3

*** CONTOH PERHITUNGAN**

$$ldb = db\ fy\ /4\ \sqrt{fc'} > 0{,}04\ db\ fy$$

$$= 25 \times 320\ /4\ \sqrt{29{,}176} > 0{,}04 \times 25 \times 320$$

$$= 370\ mm \quad > 320\ mm$$

$$ld = \frac{Asperlu}{Asada} \times ldh = \frac{23{,}87}{24{,}54} \times 370 = 360\ mm$$

B A B V I I I

P E R E N C A N A A N K O L O M

VIII.1. DATA-DATA PERENCANAAN

Digunakan Kolom persegi :

Dengan ukuran penampang

lantai 1 s/d lantai 6 : 60 x 60 cm^2

Mutu baja : fc = 29,176 MPa = 30 Mpa

Mutu beton : fy = 390 MPa

Tinggi : 4 m

Bab ini membahas perencanaan penulangan lentur kolom, pengecekan biaksial bending pada kolom dengan Bresler Reciprocal Method, penulangan geser kolom, dan perencanaan pertemuan balok dan kolom.

VIII.2. DASAR TEORI

Suatu komponen struktur yang menerima momen lentur dan aksial tekan secara serentak harus diperhitungkan sebagai beam column dengan mempertimbangkan pengaruh tekuk yang terjadi akibat kelangsingan komponen struktur tersebut.

Dengan adanya faktor tekuk akibat pengaruh kelangsingan ini, pada komponen struktur tekan dan lentur akan terjadi momen tambahan sebesar : **Mo = P . Δ** , sehingga untuk suatu komponen struktur tekan dan lentur langsing, momen-momen

pada ujung kolom harus diperbesar dengan suatu faktor pembesaran yang akan diuraikan pada pasal-pasal di bawah ini.

VIII.2.1. Panjang Tekuk Kolom

Panjang tekuk kolom adalah panjang bersih kolom antara pelat lantai atau balok diujung-ujungnya yang dikalikan dengan suatu faktor tekuk (k) yang besarnya :

$k \geq 1$ untuk kolom tanpa pengaku samping (unbraced)

$k \leq 1$ untuk kolom dengan pengaku samping (braced)

Faktor tekuk (k) merupakan fungsi dari tingkat penjepitan ujung atas (μ_A) dan tingkat penjepitan ujung bawah (μ_B) dimana tingkat penjepitan ujung kolom tersebut dihitung dengan persamaan :

$$\mu = \frac{\sum EI \ / \ Lu \text{ kolom}}{\sum EI \ / \ Lu \text{ balok}}$$

dimana :

μ = Tingkat penjepitan ujung kolom

EI / Lu = Faktor kekakuan kolom atau balok yang ditinjau

Grafik alignment dapat dilihat pada nomogram 8.1 akhir dari bab ini.

VIII.2.2. EKSENTRISITAS BEBAN

Dalam analisis desain kolom harus selalu memperhitungkan besarnya eksentrisitas beban . Dan disyaratkan suatu eksentrisitas minimum untuk semua kolom , walaupun secara teoritis tidak terdapat eksentrisitas beban pada kolom tersebut. Adapun besarnya eksentrisitas minimum menurut ACI - Code dan SKSNI 3.3.11-5 adalah :

a. *Kolom Pendek*

- Kolom bersengkang , e min = 0,10 h
- Kolom berspiral , e min = 0,05 h

b. *Kolom Panjang*

- e min = 1,5 + 0,03 h

dimana h adalah tinggi atau diameter penampang kolom , yang dihitung dalam satuan mm.

Adapun besarnya eksentrisitas aktual dari suatu kolom dapat dihitung sebagai perbandingan antara momen dan gaya aksial kolom :

$$e = \frac{Mu,k}{Nu,k}$$

VIII.2.3. Kolom Pendek

Suatu unsur tekan pendek bila dibebani gaya aksial yang lebih besar dari kapasitasnya , maka akan mengalami keruntuhan bahan (runtuhnya beton) sebelum mencapai ragam keruntuhan tekuknya. Oleh sebab itu untuk perencanaan struktur tekan pendek, bahaya akibat tekuk tidak perlu diperhitungkan.

Suatu komponen struktur tekan dikatakan pendek apabila perbandingan kelangsingan yaitu perbandingan panjang tekuk kolom (k Ln) terhadap radius girasi (r) :

$$\frac{k\ Ln}{r} < 34 - 12\ \frac{M_{1b}}{M_{2b}} \qquad M_2 > M_1$$

dimana :

- nilai $\frac{M_{1b}}{M_{2b}} = 1$ (untuk unbraced frame)
- nilai r dapat diambil sebesar $\sqrt{I/A}$ atau :

  0,3 h dalam arah momen yang ditinjau untuk kolom persegi, atau

  0,25 d untuk kolom bulat (d = diameter kolom)

VIII.2.3.1 Kolom pendek konsentris

Kolom konsentris adalah kolom yang mempunyai nilai eksentrisitas beban e < e min . Pada kondisi tersebut baik beton pada seluruh penampang maupun seluruh baja tulangan akan mengalami keruntuhan tekan. Persamaan keseimbangan gaya pada keadaan runtuh adalah :

$$\frac{Nu,k}{\phi} < Pn$$

$$Pn = C + T$$

dimana ,

$$C = 0{,}85\ fc'(\ Ag - Ast\ )$$

$$T = Ast\ fy$$

Dalam hal ini besarnya eksentrisitas tidak perlu diperhitungkan secara eksplisit, namun disyaratkan dalam SKSNI 3.3.3-5 untuk mereduksi gaya aksial sebesar 20 % untuk kolom bersengkang dan 15 % untuk kolom spiral. Sehingga kapasitas gaya aksial nominal maksimum dari setiap jenis kolom tidak boleh diambil lebih dari nilai sebagai berikut :

- *Untuk kolom bersengkang :*

$$P_{n(max)} = 0{,}8 \left[0{,}85\ f_c'(A_g - A_{st}) + A_{st}\ f_y \right]$$

- *Untuk kolom spiral :*

$$P_{n(max)} = 0{,}85 \left[0{,}85\ f_c' (A_g - A_{st}) + A_{st}\ f_y \right]$$

Adapun faktor reduksi dari kekuatan, ϕ dapat ditentukan berdasarkan persyaratan dalam SKSNI 3.2.3-2 yang sesuai ACI-9.3.2. yaitu :

- *Untuk kolom bersengkang :*

$$\phi = 0{,}80 - \frac{2\ N_{u,k}}{f_c'\ A_g} \geq 0{,}65$$

- *Untuk kolom berspiral :*

$$\phi = 0{,}80 - \frac{1{,}5\ N_{u,k}}{f_c'\ A_g} \geq 0{,}70$$

Untuk menghitung jumlah tulangan pada kolom konsentris dapat dilakukan dengan cara coba-coba,yaitu menentukan nilai Ast yang sesuai agar memenuhi kapasitas gaya aksial nominal yang direncanakan. Metode yang lebih praktis adalah dengan menggunakan *Diagram Kekuatan Non-Dimensi* , dengan asumsi :

$$e = e\ min$$

untuk semua kondisi kolom dengan eksentrisitas untuk beban $e \leq e\ min$

VIII.2.3.2 Kolom Pendek Eksentris

Kolom eksentris adalah kolom yang mempunyai nilai eksentrisitas beban e > e min . Pada kondisi ini kapasitas gaya aksial nominal kolom ditentukan oleh kekuatan tulangan tarik dan tulangan tekan serta kekuatan beton. Dalam hal ini perlu ditinjau pengaruh eksentrisitas beban pada kedua arah x dan y yang saling tegak lurus , sehingga harus dianalisa berdasarkan kombinasi gaya aksial dan lentur biaksial

Dalan skripsi ini diterapkan *Metode Beban Berlawanan* dari Boris Bresler (ACI-Journal Proceeding. '-57).

VIII.2.4. Kolom Panjang

Apabila nilai perbandingan kelangsingan untuk kolom pendek di atas tidak terpenuhi, maka suatu komponen struktur tekan boleh dikatakan kolom panjang.

Kolom dengan perbandingan kelangsingan besar akan menimbulkan lendutan ke samping (menekuk) akibat momen sekunder yang terjadi, sehingga mengurangi kekuatan nominal dari kolom panjang tersebut. Untuk itu dalam perhitungan kolom panjang diperlukan suatu faktor pembesaran momen yang harus diperhitungkan terhadap panjang tekuk kolom.

VIII.2.4.1. Faktor Pembesaran Momen Untuk Kolom Panjang

Di dalam peraturan ACI, perhitungan dari pengaruh kelangsingan dapat didekati dengan menggunakan cara

pembesaran moment, dimana jumlah dari moment primer dan sekunder dikalikan dengan suatu faktor pembesaran δ.

SKSNI '91 psl 3.3.11-5 menyebutkan bahwa apabila suatu kolom adalah kolom panjang, maka momen yang terjadi harus diperbesar dengan suatu faktor pembesaran menjadi :

$$Mc = \delta_b \, M_{2b} + \delta_s \, M_{2s} \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{SKSNI pers 3.3-6}$$

dimana :

- Mc = Momen rencana kolom setelah diperbesar
- M_{2b} = Momen berfaktor terbesar pada ujung kolom akibat beban gravitasi
- M_{2s} = Momen berfaktor terbesar pada ujung kolom akibat beban yang menimbulkan goyangan ke samping seperti beban gempa, dsb

- $\delta_b = \dfrac{Cm}{1 - Pu \,/\, \varphi \, Pc} \geq 1$ (SKSNI pers 3.3-7)

- $\delta_s = \dfrac{Cm}{1 - \sum Pu \,/\, \varphi \sum Pc} \geq 1$ (SKSNI pers 3.3-8)

- $Cm = 0{,}6 + 0{,}4 \, M_{1b} \,/\, M_{2b} > 0{,}4$ (SKSNI pers 3.3-12)

  nilai M_{1b}/M_{2b} negatif untuk momen double curvature

  untuk unbraced frame $\longrightarrow$ Cm = 1

- $Pc = \dfrac{\pi^2 \, E \, I}{(k \, Ln)^2}$ (SKSNI pers 3.3-9)

- $EI = \frac{0{,}2\ Ec\ Ig + Es\ Is}{1 + \beta d}$ (SKSNI pers 3.3-10)

  $\approx$ 0,3 Ec Ig (pendekatan)

- φ = Faktor reduksi kekuatan

  = 0,65 (untuk komponen kolom dengan tulangan spiral maupun sengkang ikat)

Perlu dijelaskan disini, bahwa nilai M yang dipakai untuk desain penulangan kolom adalah nilai terbesar antara M ujung atas dan M ujung bawah untuk masing-masing arah x dan y pada kolom yang ditinjau . Demikian pula nilai Nu,k adalah juga diambil nilai terbesar antara Nu,k ujung atas dan Nu,k ujung bawah untuk masing-masing arah x dan y . Nilai Σ Mu,k dan Nu,k di atas adalah hasil dari perhitungan berdasarkan persyaratan daktilitas yang dipakai .

Dalam perencanaan gedung ini, kolom dirancang sebagai Unbraced Frame , karena tidak ada pengekangan goyangan ke samping struktur.

VIII.2.5. PENULANGAN LENTUR KOLOM

Dari perhitungan pembesaran momen untuk kolom panjang di atas, maka penulangan lentur kolom dapat dicari dengan bantuan diagram interaksi M - N non dimensi dari ACI (American Concrete Institute) 7.4.3.

Diagram interaksi M - N tersebut dibuat berdasarkan bermacam-macam mutu beton dan mutu baja tulangan, sumbu ordinatnya menyatakan Pn dan sumbu absisnya menyatakan Mn

dengan rumus :

$\frac{\text{Ø Pn}}{\text{Ag}}$, ksi untuk sumbu ordinat (y)

$\frac{\text{Ø Mu}}{\text{Ag h}}$, ksi untuk sumbu absis (x)

Dengan menarik garis vertikal sejajar sumbu y dari nilai X dan garis horisontal sejajar sumbu x dari nilai Y, dapat diperoleh nilai ρ dengan menginterpolasi nilai-nilai yang sudah tersedia pada garis lengkung.

Diagram interaksi M - N ini dapat dilihat pada Diagram 8.1. pada akhir bab ini.

VIII.2.6. CHEK DENGAN BRESLER RECIPROCAL METHOD

Bresler Reciprocal Method merupakan salah satu teori dalam pengecekan kolom yang mengalami moment dari dua arah (biaksial bending).

Prosedur perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Penulangan kolom dihitung dengan menggunakan momen satu arah yang terbesar (setelah diperbesar dengan faktor pembesaran moment).

2. Tulangan hasil perhitungan pada langkah 1 dicek terhadap biaksial bending dengan Bresler Reciprocal Method dengan memasukkan momen-momen terbesar pada kedua arah setelah diperbesar dengan faktor pembesaran momen (δ).

Kekuatan penampang tekan yang memperoleh gaya aksial dan momen lentur dalam dua arah sumbu utamanya (momen biaksial) dapat dirumuskan sbb :

$$\frac{1}{Pnb} = \frac{1}{Pox} + \frac{1}{Poy} - \frac{1}{Po}$$

dimana :

- Pnb = kekuatan nominal kolom akibat momen dua arah
- Pox = kekuatan nominal kolom arah x
- Poy = kekuatan nominal kolom arah y
- Po = kekuatan nominal kolom akibat beban aksial konsentris

  $= 0{,}8\ \varphi\ [\ 0{,}85\ fc'\ (\ Ag - As\ )\ +\ As\ fy\ ]$

  ..... SKSNI '91 pers 3.1-1

Dengan harga ex/h, ey/h, dan ρ yang telah terpasang, maka nilai Pox dan Poy dapat dicari dengan diagram interaksi M - N (diagram 8.1) dari ACI dengan rumus :

$$Pox = kx \times Ag / \varphi$$

$$Poy = ky \times Ag / \varphi$$

dimana : kx dan ky adalah konstanta yang didapat pada sumbu ordinat diagram interaksi M - N untuk Pox dan Poy

Nilai kekuatan tekan nominal biaksial (Pnb) harus lebih besar daripada beban aksial perlu (Pn).

VIII.3. PERENCANAAN KOLOM DENGAN DAKTILITAS 2

VIII.3.1 DIMENSI PENAMPANG

Kolom yang direncanakan dengan Tingkat Daktilitas-2 harus memenuhi persyaratan dimensi sebagai berikut :

- $\frac{bc}{hc} \geq 0,4$, dimana $bc \geq 250$ mm
- $\frac{lcn}{bc} \leq 25$, untuk kolom yang mengalami momen bolak-balik

dimana : - bc = lebar penampang kolom
- hc = tinggi penampang kolom
- lcn = tinggi bersih kolom yang diukur di muka join

VIII.3.2. Pembatasan Penulangan Kolom

SKSNI psl 3.3.9-1 menyebutkan bahwa rasio penulangan kolom disyaratkan untuk tidak kurang dari 1 % tetapi tidak lebih dari 8 % dari luas bruto penampang kolom.

$$0,01 \leq \rho \leq 0,08$$

Pembatasan rasio tulangan minimum ini ditujukan untuk mencegah terjadinya retak akibat rangkak (creep) yang terjadi pada beton sedangkan pembatasan rasio tulangan maksimum didasarkan atas pertimbangan kesulitan pemasangan di lapangan.

Jumlah minimum batang tulangan memanjang kolom adalah 4 buah untuk kolom dengan sengkang pengikat segi empat dan 6 buah untuk kolom dengan pengikat spiral.

VIII.3.3 KEKUATAN RENCANA KOLOM

VIII.3.3.1 KEKUATAN LENTUR DAN AKSIAL RENCANA

Kuat lentur kolom portal dengan daktilitas terbatas harus memenuhi :

$$* M_{u,k} = 1,05 \left(M_{D,k} + M_{L,k} \pm \omega d \; K \; M_{E,k} \right)$$

dimana :

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

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

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

ωd = faktor pembesar dinamis

= 1,3

Sedangkan gaya aksial reancana yang bekerja pada kolom portal dengan daktilitas terbatas dihitung dari :

$$* N_{u,k} = 1,05 \left(N_{D,k} + N_{L,k} + \omega d \; K \; N_{E,k} \right)$$

dimana :

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

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

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

ωd = faktor pembesar dinamis

= 1,3

VIII.3.3.2 KEKUATAN GESER RENCANA

Kuat geser rencana kolom portal dengan daktilitas terbatas harus dihitung dari

$$* V_{u,k} = 1{,}05 \left(V_{D,k} + V_{L,k} \pm \omega d \; K \; V_{E,k} \right)$$

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

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

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

ωd = faktor pembesar dinamis

= 1.3

VIII.3.4. PENULANGAN GESER TORSI KOLOM

Penulangan geser dan torsi pada kolom pada hakekatnya adalah sama dengan penulangan geser - torsi pada balok, hanya pada kolom daerah ujung-ujung kolom harus mendapat perhatian khusus sebagai syarat bagi suatu struktur bangunan beton bertulang yang tahan gempa (diatur pada PBI '89 Appendiks A).

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam merencanakan tulangan geser - torsi pada kolom adalah sbb :

- Rasio tinggi antar kolom terhadap dimensi terkecil kolom tidak boleh lebih besar dari 25.
- Pada seluruh tinggi kolom harus dipasang tulangan transversal dari sengkang tertutup maupun sengkang majemuk.
- Spasi maksimum dari sengkang tertutup pada kolom tidak boleh lebih dari d/4 . sepuluh kali diameter tulangan

longitudinal terkecil, 24 kali diameter sengkang, dan 300 mm.

- Pada daerah yang tidak memerlukan sengkang tertutup, sengkang harus dipasang dengan spasi tidak lebih dari d/2 pada seluruh panjang komponen struktur tersebut.
- Pada daerah ujung sejarak **d** dari muka kolom, kuat geser yang disumbangkan oleh beton (φ Vc) harus diambil sebesar setengah dari yang disyaratkan dalam pasal 3.4 SKSNI '91.

Selanjutnya untuk langkah-langkah perhitungan penulangan geser - torsi pada kolom dapat dilihat pada BAB VII PERENCANAAN BALOK INDUK.

*** CONTOH PERHITUNGAN PENULANGAN LENTUR :**

Sebagai contoh perhitungan diambil kolom lantai K.1.C. (zone gempa 3) dengan data perencanaan sebagai berikut :

- Ukuran kolom = 60 x 60 cm
- Mutu beton = K.350 ⟶ fc' = 29.176 Mpa
- Mutu baja tulangan = U.39 ⟶ fy = 390 Mpa
- Decking (dc) = 5 cm
- Tulangan utama = D.25
- Begel = ϕ 12
- Jari^2 girasi (r) = 0,3 h = 0,3 x 60 = 18 cm
- Ukuran balok = 50 x 70 cm , fc' = 30 Mpa
- EI balok (EIb) = $0{,}5.4700\sqrt{29{,}176} \times 500 \times 700^3 / 12$
  = $1{,}815 \text{ e } 14 \text{ Nmm}^2$

- EI kolom (EIc) = 0,4 Ec Ig

  = 0,4 4700 $\sqrt{29,176}$ x 600 ^{4} / 12

  = 1,10 e14 Nmm^2

Dari analisa SAP 90 didapat gaya-gaya dalam pada kolom sebagai berikut :

- Muz total arah x (Mut x) = 9,087 e8 Nmm
- Muz total arah y (Mut y) = 8,162 e8 Nmm
- Muz gravitasi arah x (Mug x) = -3,276 e7 Nmm
- Muz gravitasi arah y (Mug y) = -5,685 e7 Nmm
- Aksial tekan terfakor (Nu) = 2,818 e6 N
- Gaya geser terfaktor (Vu) = 4,671 e5 N
- Momen torsi terfaktor (Tu) = 2,593 e7 Nmm

* *Gaya-gaya yang terjadi :*

Mn = Mut / φ

= 9,087 e8 / 0,65

= 1,398 e9 Nmm

Pn = Pu / φ = 2,818 e6 / 0,65

= 4,336 e6 N

a) *Kontrol kelangsingan kolom*

Dalam perencanaan ini, kolom dianggap sebagai kolom tanpa pengaku samping (unbraced frame).

- faktor jepitan atas $\mu_A = \dfrac{\Sigma\ EI\ /\ Lu\ kolom}{\Sigma\ EI\ /\ Lu\ balok\ atas}$

$$= \frac{2 \times 1{,}10\ e14\ /\ 4000}{3 \times 1{,}815\ e14\ /\ 8000}$$

$$= 0{,}808 \quad (\text{ exterior })$$

$$\mu_A = \frac{2 \times 1{,}10\ e14\ /\ 4000}{4 \times 1{,}815\ e14\ /\ 8000}$$

$$= 0{,}606 \quad (\text{ interior })$$

- faktor jepitan bawah $\mu_B = 1{,}0$ (jepit)

Dari nomogram 8.1. untuk nilai μ_A dan μ_B di atas, didapat :

- faktor tekuk $k_{ex} = 0{,}76$ (braced frame)

$= 1{,}29$ (unbraced frame)

$k_{in} = 1{,}25$ (unbraced frame)

- nilai kelangsingan $\dfrac{k\ ln}{r} = \dfrac{1{,}29 \times 330}{18}$

$$= 24 > 22$$

jadi pengaruh tekuk harus diperhitungkan.

b) *Perhitungan* δb & δs

* $\delta b = \dfrac{Cm}{1 - \dfrac{Pu}{\phi\ Pc}}$

$$Cm = 0{,}6 + 0{,}4\ \frac{M_{1b}}{M_{2b}} \geq 0{,}4$$

$$= 0,6 - 0,4 \frac{32,76}{56,85} = 0,42$$

$$Pc = \frac{\Pi^2 \, EI}{(k \, Lu)^2}$$

$$EI = \frac{(EI)_{KOLOM}}{1 + \beta d}$$

$$\beta d = \frac{MuD}{MuD + MuL} = \frac{32,76}{908,70} = 0,04$$

$$EI = \frac{1,10 \; e14}{1 + 0,04} = 1,06 \; e14 \; Nmm^2$$

$$Pc = \frac{\Pi^2 \; 1,06 \; e14}{(0,76 \times 3300)^2} = 1,7 \; e8 \; N$$

$$\delta b = \frac{0.42}{1 - \frac{2,82 \; e6}{0,65 \times 1,7 \; e8}} = 0,43 \quad , \text{ diambil } \delta b = 1,0$$

* $$\delta s = \frac{1}{1 - \frac{\Sigma \, Pu}{\Sigma \, \phi \, Pc}}$$

* Pc kolom luar $= \frac{\Pi^2 \times 1,10 \; e14}{(1,29 \times 3300)^2}$

$= 6,0 \; e7 \; N$

* Pc kolom dalam $= \frac{\Pi^2 \times 1,10 \; e14}{(1,25 \times 3300)^2}$

$= 6,38 \; e7 \; N$

- Σ Pc untuk lantai pertama

$= 12 \; (\; 6,0 \; e7 \;) + 4 \; (\; 6,38 \; e7 \;)$

$= 1,8 \; e9 \; N$

- Σ Pu dari hasil SAP90

$$\Sigma Pu = 76218{,}432 \text{ kN}$$

$$\delta s = \frac{1}{1 - \dfrac{7{,}62\ e7}{0{,}65 \times 1{,}8\ e9}} = 1{,}07$$

c) *Perhitungan Pn dan Mc*

$$Mc = \delta b\ Mzb + \delta s\ Mzs$$

$$= 1{,}04 \times (-32{,}76) + 1{,}07 \times 941{,}4$$

$$= 974{,}538 \text{ kNm}$$

$$Pn = \frac{2{,}82\ e6}{0.65} = 4336{,}47 \text{ kN}$$

* *Perhitungan titik absis dan ordinat pada diagram M - N*

- $Kx = \dfrac{\varphi\ Mc}{Ag\ h}$, ksi

$$= \frac{0.65 \times 9.74\ e8}{360000 \times 600} = 2{,}931 \times 0{,}145 = 0{,}425$$

- $Ky = \dfrac{\varphi\ Pn}{Ag}$, ksi

$$= \frac{0{,}65 \times 4{,}33\ e6}{360000} = 7{,}831 \times 0{,}145 = 1{,}135$$

Dari diagram M - N non dimensi (diagram 8.1) untuk nilai Kx dan Ky yang sesuai , didapatkan :

- $\rho = 0{,}06 > \rho_{min} = 0{,}01$
- $As = \rho\ Ag = 0{,}06 \times 360000 = 216\ cm^2$

Dipakai tulangan 38 D.25 (As = 216 cm^2)

* *Cek biaksial bending momen dengan Bresler Reciprocal Method*

- Mn x $= \dfrac{9,745\ e8}{0,65}$

  $= 1,5\ e9$ Nmm

- Mn y $= 1,26\ e9$ Nmm

- Pn $= 4,336\ e6$ N

$ex/h = 1,5\ e9 / (4,336\ e6 \times 600) = 0,576$

$ey/h = 1,26\ e9 / (4,336\ e6 \times 600) = 0,483$

$r = As\ ada / Ag$

$= 216 / 60^2 = 0,06$

Dari diagram 8.1 untuk nilai ex/h, ey/h, dan r, maka didapat nilai Kx dan Ky :

$Kx = 1,64 \longrightarrow Pox = kx\ Ag / \varphi$

$= 1,64 \times 600^2 / (0,65 \times 0,145)$

$= 6,364\ e6$ N

$Ky = 1,76 \longrightarrow Poy = ky\ Ag / \varphi$

$= 1,76 \times 600^2 / (0,65 \times 0,145)$

$= 6,722\ e6$ N

$Po = 0,8\ \varphi\ [\ 0,85\ fc'\ (\ Ag - As\ ) + As\ fy\ ]$

$= 0,8\ 0,65\ (\ 0,85\ 29,176\ (600^2 - 21600) + 21600 \times 390\ )$

$= 8,744\ e6$ N

Kontrol ! $\quad \frac{1}{Pnb} = \frac{1}{Pox} + \frac{1}{Poy} - \frac{1}{Po}$

$$Pnb = \left(\frac{1}{Pox} + \frac{1}{Poy} - \frac{1}{Po} \right)^{-1}$$

$$= \left(\frac{1}{6,264\ e6} + \frac{1}{6,722\ e6} - \frac{1}{8,744\ e6} \right)^{-1}$$

$= 4,344\ e6\ N \quad > \quad Pn = 4,336\ e6\ N$ ..... Ok !

*** CONTOH PERHITUNGAN TERHADAP BEBAN GESER DAN TORSI**

- Vu = 4,671 e5 N Nu = 2,818 e6 N
- Tu = 2,592 e7 Nmm
- d = h - d' = 60 - 5 - 1,2 - 1,25 = 52,55 cm
- Tulangan geser = ϕ 12 $\longrightarrow$ fy = 320 Mpa
- Av ada = 2 x π/4 12^2 = 226 mm^2
- Batas Tu = φ 1/20 $\sqrt{fc'}\ \Sigma\ x^2y$
  = 1/20 x 0,6 $\sqrt{29,176}$ x 600^3
  = 3,55 e7 >> Tu $\longrightarrow$ Torsi Min !

Tulangan Torsi Minimum

$x_1 = 600 - 2 \times 50 - 12 = 488$ mm

$y_1 = 600 - 2 \times 50 - 12 = 488$ mm

$$Al\ min = \frac{bw}{3\ fy} (x_1 + y_1)$$

$$= \frac{600}{3 \times 320} (488 + 488)$$

$= 610\ mm^2 = 6,1\ cm^2$

(diambilkan dari kelebihan tulangan utama)

Sumbangan Kekuatan Geser Beton (pada daerah ujung)

$$\varphi Vc = 0{,}5\ \varphi\ 1/6\ \sqrt{fc'}\ bw\ d \left(1 + \frac{Nu}{14\ Ag} \right)$$

$$= 0{,}5 \times 0{,}6 \times 1/6 \times \sqrt{29{,}176} \times 600 \times 525{,}5 \times 1{,}56$$

$$= 1{,}326\ e5\ N$$

$Vu > \varphi Vc \longrightarrow$ Perlu Tulangan Geser !

$\phi Vs = Vu - \phi Vc$

$= 4{,}67\ e5 - 1{,}326\ e5 = 3{,}3435\ e5\ N$

$$\frac{Av}{s} = \frac{\phi\ Vs}{\phi\ fy\ d} = \frac{3{,}3435\ e5}{0{,}6 \times 320 \times 525{,}5}$$

$= 3{,}3175\ mm^2 / mm$

Jarak sengkang (s)

$$s = \frac{Av}{0{,}298} = \frac{2{,}260}{0{,}33175} = 6{,}81\ cm$$

Spasi maks :

a. $s = (x_1 + y_1) / 4$

$= (488 + 488) / 4$

$= 244\ mm = 24{,}4\ mm$

b. $s = 10 \times$ diameter tul utama

$= 10 \times 2{,}5 = 25\ cm$

c. $s = 24 \times$ diameter begel

$= 24 \times 1{,}2 = 28{,}8\ cm$

d. $s = d / 4 = 52,55 / 4$

$= 13,138$ cm (menentukan)

e. $s < 30$ cm

Pasang Tulangan Geser ϕ 12 - 60 mm

Untuk bagian di luar daerah ujung kolom, tulangan geser dipasang **ϕ 12 - 120 mm.**

VIII.3.5. PERTEMUAN BALOK DAN KOLOM

Pertemuan balok dan kolom merupakan daerah dimana terjadi interaksi tegangan yang sangat tinggi, karena adanya momen berbalik arah pada pada balok-balok di sisinya akibat beban gempa yang cukup besar.

Faktor yang kritis dalam perencanaan pertemuan balok dan kolom adalah pemindahan gaya-gaya yang bekerja pada suatu elemen struktur kepada elemen strukur lainnya melalui suau pertemuan. Bila tidak direncanakan dengan tepat justru di daerah pertemuan ini akan terjadi retak diagonal akibat gaya geser horisonal yang bekerja.

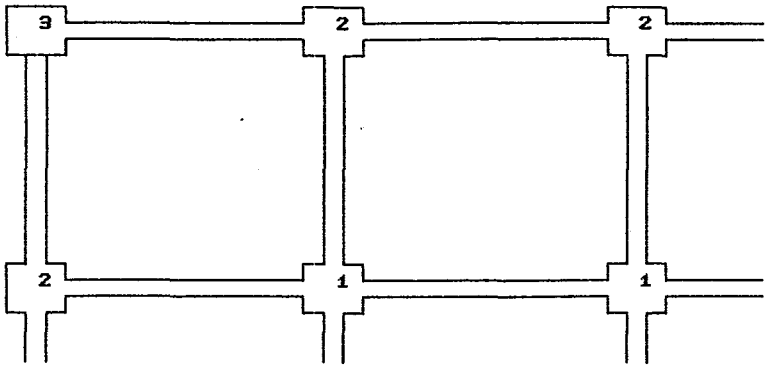
Perhitungan pertemuan balok dan kolom ini direncanakan dengan metode-metode yang sesuai dengan peraturan beton yang berlaku yaitu PB '89 dan buku peraturan penunjang lainnya.

PB '89 menyebutkan bahwa momen lentur, gaya geser kolom, gaya geser horisontal V_{jh}, dan gaya geser vertikal V_{jv} yang melewati inti suatu pertemuan balok kolom harus

Secara garis besar type pertemuan balok dan kolom dibagi menjadi 3 yaitu :

1. Interior Joint
2. Exterior Joint
3. Corner Joint

→ Lihat Gambar 8.1.



GAMBAR 8.1. MACAM PERTEMUAN BALOK DAN KOLOM

VII.3.5.1. Langkah - langkah perhitungan pertemuan balok kolom

1. Hitung gaya geser horisontal yang harus dipikul oleh pertemuan balok dan kolom.

   a. untuk interior joint

   $$V_{jh} = 1{,}25 \left(As + As' \right) fy - V_{kol} \quad \text{(PB '89 A-6.1.1)}$$

   b. untuk exterior dan corner joint

   $$V_{jh} = 1{,}25\ As\ fy - V_{kol}$$
   $$V_{jh} = 1{,}25\ As'\ fy - V_{kol}$$
   $$\longrightarrow \text{ pilih yang terbesar !}$$

   dimana :

   - V_{jh} = gaya geser horisontal yang bekerja pada joint
   - As = tulangan atas balok
   - As' = tulangan bawah balok
   - V_{kol} = gaya geser kolom yang dihitung dengan rumus :

   $$V_{kol} = \frac{\left(\frac{Lub_{ki}}{Lnb_{ki}} Mkap_{ki} + \frac{Lub_{ka}}{Lnb_{ka}} Mkap_{ka} \right)}{1/2 \left(Lka + lkb \right)}$$

   - $Lub_{ki,ka}$ = jarak as ke as balok kiri dan kanan joint yang ditinjau
   - $Lnb_{ki,ka}$ = bentang bersih balok kiri dan kanan joint yang ditinjau
   - Lka , Lkb = jarak as ke as kolom atas dan bawah joint yang ditinjau

- $M_{kap\ ki,ka}$ = momen kapasitas balok kiri dan kanan berdasarkan keadaan tarik dalam tulangan

$$M_{kap} = 1{,}25\ As\ fy\ \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$a = \frac{1{,}25\ As\ fy}{0{,}85\ fc'\ b}$$

2. Hitung tegangan geser nominal yang terjadi dalam joint

$$\upsilon_{jh} = \frac{Vjh}{bj\ hk} \leq 1{,}5 \sqrt{fc'} \qquad (\text{PB '89 A-6.1.2})$$

dimana : (lihat gambar 8.2)

- bj = lebar efektif joint (mm) yang dicari dengan cara sebagai berikut :

a. bila $bk > bb$

$bj = bk$

$bj = bb + 0{,}5\ hk$ ⟶ pilih yang terkecil

b. bila $bk \leq bb$

$bj = bb$

$bj = bk + 0{,}5\ hk$ ⟶ pilih yang terkecil

- hk = tinggi total penampang kolom dalam arah geser yang ditinjau (mm)

3. Hitung tegangan geser yang mampu dipikul oleh beton

$$\upsilon_{ch} = 2/3 \sqrt{\frac{Pu}{Ag} - 0{,}1\ fc'} \qquad (\text{PB '89 A-6.1.4.a})$$

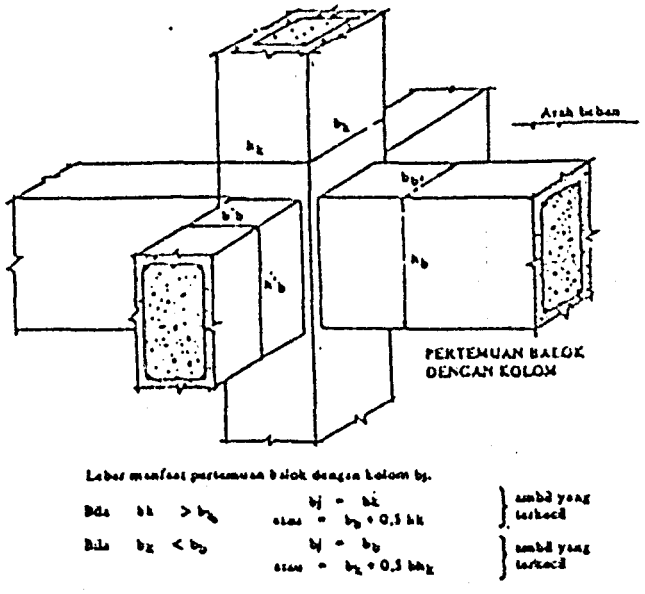
4. Rencanakan tulangan geser pada joint sbb :

a. bila $\upsilon_{jh} \leq \upsilon_{ch} \longrightarrow$ pasang tulangan geser min !

b. bila $\upsilon_{jh} \geq \upsilon_{ch} \longrightarrow$ perlu tulangan geser !

$$A_{sh} = \frac{(\upsilon_{jh} - \upsilon_{ch}) \, bj \, s}{fy} \quad , \quad s = \text{spasi (mm)}$$

Note ! : Perencanaan tulangan geser pada pertemuan balok dan kolom, exterior, interior, maupun corner, harus ditinjau pada masing-masing arah gaya terhadap sumbu kolom. Jumlah tulangan geser yang menentukan adalah yang dipasang



GAMBAR 8.2. PERTEMUAN BALOK KOLOM

——— Tinjau arah Y ! ——— (lihat gambar 8.3)

Hitung momen kapasitas balok dalam tarik

$$a_1 = \frac{1,25\ As\ fy}{0,85\ fc'\ b} = \frac{1,25 \times 7399 \times 320}{0,85 \times 29,17 \times 500}$$

$$= 237 \text{ cm}$$

$$a_2 = \frac{1,25\ As\ fy}{0,85\ fc'\ b} = \frac{1,25 \times 5399 \times 320}{0,85 \times 29,17 \times 500}$$

$$= 174,2 \text{ mm}$$

$$Mkap_1 = 1,25\ As\ fy\ (\ d - a/2\ )$$

$$= 1,25 \times 7363 \times 320\ (\ 635,5 - 237/2\ )$$

$$= 1,52\ e9\ Nmm$$

$$Mkap_2 = 1,25\ As\ fy\ (\ d - a/2\ )$$

$$= 1,25 \times 5399 \times 320\ (\ 635,5 - 174,2/2\ )$$

$$= 1,185\ e9\ Nmm$$

Hitung gaya geser kolom yang bekerja pada joint

$$Vkol = \frac{\left(\frac{Lub\ ki}{Lnb\ ki}\ Mkap\ ki + \frac{Lub\ ka}{Lnb\ ka}\ Mkap\ ka \right)}{1/2\ (\ Lka + lkb\ )}$$

$$Vkol = \frac{\left(\frac{800}{740} \times 1,52\ e9 + \frac{800}{740} \times 1,185\ e9 \right)}{1/2\ (\ 4000 + 4000\ )}$$

$$= 7,33\ e\ 5\ N$$

Gaya geser dan tegangan geser horisontal yang bekerja :

$$Vjh = 1{,}25\ As\ fy - Vkol$$

$$= 1{,}25 \times 7363 \times 390 - 7{,}33\ e5$$

$$= 2{,}21\ e6\ N$$

$$\upsilon jh = \frac{Vjh}{bj\ hk}$$

- mencari lebar efektif joint bj :

bk > bb ⟶ bj = bk = 60 cm (dipakai)

bj = bb + 0,5 hk = 50 + 60/2 = 80 cm

$$\upsilon jh = \frac{2{,}21\ e6}{600 \times 600} = 6{,}14\ Mpa \leq 1{,}5\sqrt{fc'} \ldots (\ Ok\ )$$

$$6{,}14\ Mpa < 1{,}5\sqrt{30} = 8{,}22\ Mpa$$

——— **Tinjau arah X !** ——— (lihat gambar 8.3)

Hitung momen kapasitas balok dalam tarik

$$a = \frac{1{,}25\ As\ fy}{0{,}85\ fc'\ b} = \frac{1{,}25 \times 6872 \times 320}{0{,}85 \times 29{,}17 \times 500}$$

$$= 222\ mm$$

$$Mkap\ ki = Mkap\ ka = 1{,}25\ As\ fy\ (\ d - a/2\ )$$

$$= 1{,}25 \times 6872 \times 320\ (\ 635{,}5 - 222/2\ )$$

$$= 1{,}44\ e9\ Nmm$$

Hitung gaya geser kolom yang bekerja pada joint

$$Vkol = \frac{\left(\frac{Lub\ ki}{Lnb\ ki}\ Mkap\ ki + \frac{Lub\ ka}{Lnb\ ka}\ Mkap\ ka \right)}{1/2\ (\ Lka + lkb\ )}$$

$$Vkol = \frac{\left(\frac{800}{740}\ x\ 1{,}44\ e9\ \right)}{4000} = 3{,}9\ e5\ N$$

Gaya geser dan tegangan geser horisontal yang bekerja :

$$Vjh = 1{,}25\ As\ fy - Vkol$$

$$= 1{,}25 \times 6872 \times 320 - 3{,}9\ e5$$

$$= 2{,}35\ e6\ N$$

$$\upsilon jh = \frac{Vjh}{bj\ hk}$$

- mencari lebar efektif joint bj :

$bk > bb \longrightarrow bj = bk = 60$ cm (dipakai)

$bj = bb + 0{,}5\ hk = 50 + 60/2 = 80$ cm

$$\upsilon jh = \frac{2{,}35\ e6}{600 \times 600} = 6{,}55\ Mpa \leq 1{,}5\ \sqrt{fc'}\ \ldots\ (\ Ok\ )$$

$$6{,}55\ Mpa < 1{,}5\ \sqrt{30} = 8{,}22\ Mpa$$

Dari tinjauan arah x dan arah y di atas, maka arah x lebih menentukan !

Tegangan geser yang dipikul beton

$$\upsilon_{ch} = 2/3 \sqrt{\frac{Pu}{Ag} - 0{,}1\ fc'}$$

$$= 2/3 \sqrt{\frac{4{,}33\ e6}{600 \times 600} - 0{,}1 \times 30}$$

$$= 2{,}02 \text{ Mpa} < \upsilon_{jh} \longrightarrow \textbf{perlu tulangan geser !}$$

Sisa tegangan yang harus dipikul tulangan geser

$$\upsilon_{sh} = \upsilon_{jh} - \upsilon_{ch}$$

$$= 6{,}55 - 2{,}02 = 4{,}53 \text{ Mpa}$$

Hitung tulangan geser horisontal yang diperlukan

$$Ash = \frac{(\upsilon_{jh} - \upsilon_{ch})\ bj\ s}{fy} \longrightarrow s\ max = \frac{Ash\ ada\ .\ fy}{\upsilon_{sh}\ bj}$$

$$s\ max = \frac{2 \times 226 \times 320}{4{,}52 \times 600} = 53{,}13 \text{ mm} \approx 5{,}3 \text{ cm}$$

Dipasang begel rangkap $2\ \phi\ 12 - 50$ mm

VIII.4. PERENCANAAN KOLOM DENGAN DAKTILITAS 3

VIII.4.1. KOMPONEN STRUKTUR KOLOM

Kolom merupakan suatu komponen struktur rangka yang mengalami kombinasi beban lentur dan gaya aksial , khususnya gaya tekan aksial terfaktor yang besarnya melebihi nilai (0,1 Ag fc').Sedangkan apabila besarnya gaya tekan aksial terfaktor kurang dari (0,1 Ag fc'), maka kolom itu dapat direncanakan seperti balok biasa.

Berdasarkan posisi beban terhadap penampang melintang kolom dapat dibagi atas kolom dengan beban sentris dan kolom dengan beban eksentris. Namun dalam praktek hendaknya semua kolom direncanakan terhadap eksentrisitas yang diakibatkan oleh hal-hal tak terduga, seperti tidak tepatnya pembuatan acuan beton dan sebagainya.

VIII.4.2 DIMENSI PENAMPANG

Kolm yang direncanakan dengan Tingkat Daktilitas-3 harus memenuhi persyaratan dimensi sebagai berikut :

- $\frac{bc}{hc} \geq 0,4$, dimana $bc \geq 300$ mm
- $\frac{lcn}{bc} \leq 16$, untuk kolom yang mengalami momen bolak-balik
- $\frac{lcn}{bc} \leq 10$, untuk kolom kantilever
- $\frac{lcn}{bc} \leq 25$, untuk kolom yang tidak termasuk dua kategori diatas.

dimana :
- bc = lebar penampang kolom
- hc = tinggi penampang kolom
- lcn = tinggi bersih kolom diukur di muka join.

VIII.4. PERENCANAAN KOLOM DENGAN DAKTILITAS 3

VIII.4.1. KOMPONEN STRUKTUR KOLOM

Kolom merupakan suatu komponen struktur rangka yang mengalami kombinasi beban lentur dan gaya aksial , khususnya gaya tekan aksial terfaktor yang besarnya melebihi nilai (0,1 Ag fc').Sedangkan apabila besarnya gaya tekan aksial terfaktor kurang dari (0,1 Ag fc'), maka kolom itu dapat direncanakan seperti balok biasa.

Berdasarkan posisi beban terhadap penampang melintang kolom dapat dibagi atas kolom dengan beban sentris dan kolom dengan beban eksentris. Namun dalam praktek hendaknya semua kolom direncanakan terhadap eksentrisitas yang diakibatkan oleh hal-hal tak terduga, seperti tidak tepatnya pembuatan acuan beton dan sebagainya.

VIII.4.2 DIMENSI PENAMPANG

Kolm yang direncanakan dengan Tingkat Daktilitas-3 harus memenuhi persyaratan dimensi sebagai berikut :

- $\frac{bc}{hc} \geq 0,4$, dimana $bc \geq 300$ mm
- $\frac{lcn}{bc} \leq 16$, untuk kolom yang mengalami momen bolak-balik
- $\frac{lcn}{bc} \leq 10$, untuk kolom kantilever
- $\frac{lcn}{bc} \leq 25$, untuk kolom yang tidak termasuk dua kategori diatas.

dimana :
- bc = lebar penampang kolom
- hc = tinggi penampang kolom
- lcn = tinggi bersih kolom diukur di muka join.

VIII.4.3 KEKUATAN RENCANA KOLOM

Untuk menjamin terjadinya mekanisme disipasi energi yang maksimum, kolom harus direncanakan lebih kuat dari pada balok. Dalam hal ini diusahakan agar pada waktu terbentuk sendi plastis pada balok di muka join, tegangan yang terjadi tidak boleh melebihi tegangan leleh fy. Untuk mencapai kondisi ini maka ditetapkan persyaratan kekuatan lentur dan gaya aksial rencana dari kolom.

VIII.4.3.1 KEKUATAN LENTUR RENCANA

Kuat lentur kolom tersebut dapat dihitung berdasarkan kapasitas lentur sendi plastis pada kedua ujung balok, yang bertemu dengan kolom tersebut untuk masing-masing arah bidang vertikal dari rangka struktur. Dalam hal ini kekuatan lentur dan gaya untuk dua arah yang saling tegak lurus , hal tersebut sesuai dengan pedoman perencanaan ketahanan gempa untuk rumah dan gedung, 1983. Jadi untuk masing-masing arah x dan y yang saling tegak lurus dihitung sebagai berikut :

$$\Sigma M_{u,k} \geq 0,7\ \omega_d \Sigma M_{kap,b}$$

tetapi dalam segala hal

$$\Sigma M_{u,k} \leq 1,05 \left(M_{D,k} + M_{L,k} + \frac{4,0}{K} M_{E,k} \right)$$

Di mana ω_d adalah koefisien pembesar dinamis yang memperhitungkan pengaruh dari terjadinya sendi plastis pada struktur secara keseluruhan. Dan dapat diambil nilai ω_d = 1.3 . kecuali untuk kolom lantai dasar dan lantai paling

atas yang mengijinkan terjadinya sendi plastis pada kolom dengan nilai $\omega_d = 1,0$. Adapun besarnya nilai $M_{kap,b}$ untuk masing-masing arah x dan y adalah sesuai dengan uraian pada pasal 3.2.11 , yaitu :

$$M_{kap,b} = \phi \, M_{nak,b}$$

nilai $\Sigma M_{kap,b}$ harus merupakan nilai terbesar dari kombinasi $M_{kap,b}$ (+) dan $M_{kap,b}$ (+) di kiri dan kanan join yang di - hitung bolak-balik untuk arah x maupun arah y . Dalam hal ini dilakukan ekstrapolasi linier terlebih dahulu untuk menentukan nilai momen kapasitas balok pada pusat join itu yang dihitung darimuka join sebelah kiri maupun kanan.

$M_{kap,b}$ (+) pusat join $= \frac{Lb}{Lnb} M_{kap,b}$ (+) muka join

$M_{kap,b}$ (-) pusat join $= \frac{Lb}{Lnb} M_{kap,b}$ (-) muka join

Di mana Lb dan Lnb masing-masing adalah bentang balok dari as ke as dan bentang bersih dari balok , yang berada di sebelah kiri maupun kanan dari join yang ditinjau . Jadi nilai $\Sigma M_{kap,b}$ disetiap join pada lantai - i adalah :

$\Sigma M_{kap,b} = \Sigma M_{kap,b}$ yang terbesar pada pusat join.

$\Sigma M_{kap,b} = \Sigma (M_{kap,b}^{(+)} + M_{kap,b}^{(-)})$ pusat join.

Apabila kekakuan relatif dari unsur-unsur yang bertemu di-setiap join diperhitungkan , maka besarnya nilai $\Sigma M_{u,k}$ di atas dan ujung bawah kolom pada setiap lantai - i untuk masing-masing arah x dan y adalah :

- ujung atas kolom lantai - i :

$$\Sigma M_{u,k} \geq 0{,}7\ \omega_d \frac{h}{hn} \alpha_{ka} \Sigma M_{kap,b\ (i+1)}$$

- ujung bawah kolom lantai - i :

$$\Sigma M_{u,k} \geq 0{,}7\ \omega_d \frac{h}{hn} \alpha_{kb} \Sigma M_{kap,b\ (i)}$$

Nilai faktor distribusi momen dari kolom yang ditinjau ,α_k adalah :

$$\alpha ka = \frac{ME,k(i+1)\ atas}{ME,k(i)bawah + ME,k\ (i+1)atas}$$

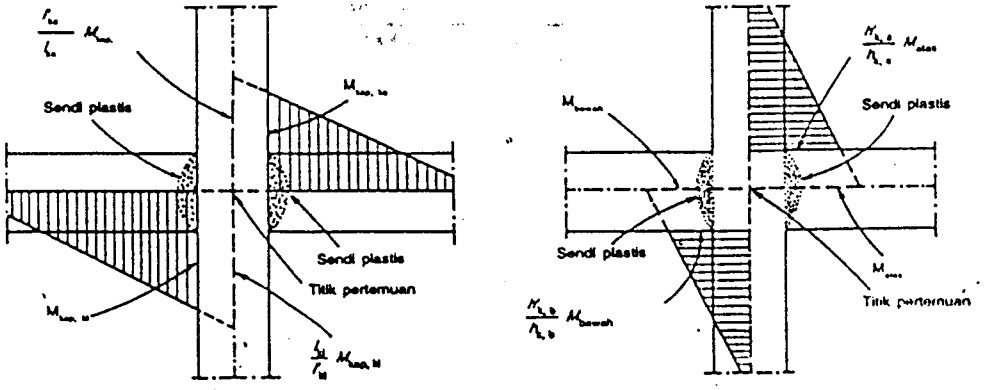
$$\alpha kb = \frac{ME,k(i)\ bawah}{ME,k(i)bawah + ME,k\ (i+1)atas}$$

Di mana :

h = tinggi kolom diukur dari as ke as

hn = tinggi bersih kolom tersebut

Nilai h/hn diperlukan untuk menentukan $M_{E,k}$ pada pusat join dengan cara ekstrapolasi linier.



Gambar 4.1 Pertemuan Balok Kolom dengan sendi Plastis pada Ujung Balok di sebelah kiri dan kanan

VIII.4.3.2 GAYA AKSIAL RENCANA

Kolom untuk struktur daktail penuh harus direncanakan dengan gaya aksial rencana $N_{u,k}$ sebagai berikut :

$$N_{u,k} = \frac{0,7\ Rv\ \Sigma\ Mkap,b}{L} + 1,05\ N_{g,k}$$

di mana :

Rv = faktor reduksi yang dihitung dari :

Rv = 1,0 untuk $1 < n < 4$

Rv = 1,1 - 0,025 n untuk $4 < n \leq 20$

Rv = 0,6 untuk $n > 20$

Dalam hal ini n adalah jumlah lantai tingkat di atas kolom yang ditinjau. Tetapi dalam segala hal tidak perlu lebih besar dari :

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

Nilai faktor reduksi Rv dipakai karena momen kapasitas balok tidak mungkin terjadi secara menyeluruh dan pada saat yang bersamaan .

VIII.4.4. BATAS RASIO TULANGAN

Dalam SKSNI 3.14.4-3 disyaratkan batas rasio tulangan longitudinal kolom, ρ untuk suatu struktur dengan Tingkat Daktilitas - 3 adalah :

$$0,01 \leq \rho \leq 0,06$$

pada daerah sambungan tulangan :

$$0,01 \leq \rho \leq 0,08$$

di mana :

$$\rho = \frac{Ast}{Ag}$$

Dalam hal ini juga telah ditetapkan jumlah minimum batang tulangan longitudinal kolom adalah 4 batang tulangan untuk kolom dengan sengkang segi empat atau sengkang bulat. Sedangkan untuk kolom dengan sengkang spiral minimum harus ada 6 batang tulangan longitudinal.

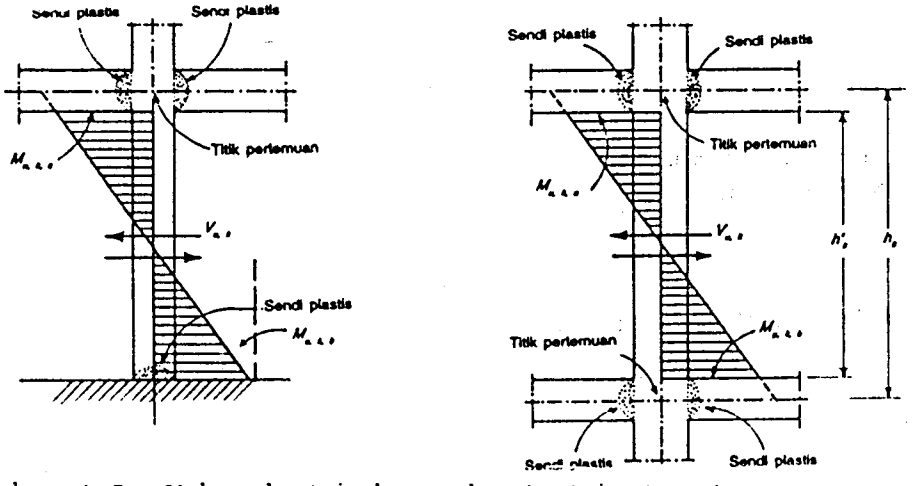
VIII.4.5. PENULANGAN GESER TORSI KOLOM

Kuat geser kolom harus ditentukan berdasarkan terjadinya sendi plastis pada ujung balok-balok yang bertemu dengan kolom tersebut, dan dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$Vu,k = \frac{Mu,k,a + Mu,k,b}{hn}$$

tetapi tidak boleh lebih besar dari :

$$Vu,k = 1,05 \left(V_{D,k} + V_{L,k} + \frac{4,0}{K} V_{E,k} \right)$$



Gambar 4.2. Kolom lantai dasar dan lantai atas dengan Mu,k berdasarkan kapasitas sendi plastis.

$M_{u,k,a}$ dan $M_{u,k,b}$ adalah kuat lentur kolom di muka join pada ujung atas dan ujung bawah kolom yang ditinjau, dan dihitung sesuai dengan uraian pada pasal di atas . Kuat geser rencana kolom ini harus ditentukan berdasarkan nilai yang terbesar antara kuat geser rencana pada sumbu x dan sumbu y .

Untuk kolom struktur dengan Daktilitas - 3 itu tulangan transversal harus dipasang pada daerah sepanjang Lo yang di-ukur dari sisi muka join. Panjang Lo adalah :

- jika $Nu,k \leq 0,30\ Ag\ fc'$ maka :

  $Lo \geq h$ dimana ($Ag = b\ h$)

- jika $Nu,k \leq 0,30\ Ag\ fc'$ maka :

  $Lo \geq 1,5\ h$

- $Lo \geq 1/6\ hn$

dimana hn adalah panjang bersih dari kolom yang ditinjau.

- $Lo \geq 450$ mm

Dan jarak maksimum penulangan geser pada kolom adalah :

- $S\ maks \leq 1/4\ b$
- S maks ≤ 8 x diameter tulangan longitudinal kolom terkecil
- $Smaks \leq 100$ mm

*** CONTOH PERHITUNGAN PENULANGAN LENTUR :**

Sebagai contoh perhitungan diambil kolom lantai K.1.C. (zone gempa 3) dengan data perencanaan sebagai berikut :

- Ukuran kolom = 60 x 60 cm
- Mutu beton = K.350 ⟶ f_c' = 29.176 Mpa
- Mutu baja tulangan = U.39 ⟶ f_y = 390 Mpa
- Decking (dc) = 5 cm
- Tulangan utama = D.25
- Begel = ϕ 12
- Jari^2 girasi (r) = 0,3 h = 0,3 x 60 = 18 cm
- Ukuran balok = 50 x 70 cm , f_c' = 30 Mpa
- EI balok (EIb) = $0,5.4700\sqrt{29,176} \times 500 \times 700^3 / 12$
  = 1,815 e 14 Nmm^2
- EI kolom (EIc) = 0,4 Ec Ig
  = $0.4\ 4700\sqrt{29,176} \times 600^4 / 12$
  = 1,10 e14 Nmm^2

Dari analisa SAP 90 didapat gaya-gaya dalam pada kolom sebagai berikut :

- h = 4,0 m
- hu = 3,3 m
- Nmax = 5690,7 kN
- 1,05 Ng = 3271,62 kN
- Vmax = 903,21 kN

Arah x		Arah y	
$l_{ki,b}$	= 8 m	$l_{ki,b}$	= 8 m
$lu_{ki,b}$	= 7,4 m	$lu_{ki,b}$	= 7,4 m
$l_{ka,b}$	= 8 m	$l_{ka,b}$	= 8 m
$lu_{ka,b}$	= 7,4 m	$lu_{ka,b}$	= 7,4 m
$M_{kap,ki,b}^{-}$	= -	$M_{kap,ki,b}^{-}$	= 1264,74 kNm
$M_{kap,ki,b}^{+}$	= -	$M_{kap,ki,b}^{+}$	= 703,43 kNm
$M_{kap,ka,b}^{-}$	= 1264,64 kNm	$M_{kap,ka,b}^{-}$	= 1044,1 kNm
$M_{kap,ka,b}^{+}$	= 601,82 kNm	$M_{kap,ka,b}^{+}$	= 579,71 kNm
$M_{maks,k}$	= 1286,4 kNm	$M_{maks,k}$	= 1850 kNm
$M_{ka,k_{(i+1)}}$	= 169,16 kNm	$M_{ka,k_{(i+1)}}$	= 303,2 kNm
$M_{kb,k}$	= 309,1 kNm	$M_{kb,k}$	= 355,57 kNm

Momen rencana kolom atas

$$\Sigma M_{kap,b} = \frac{l_{ki}}{lu_{ki}} \left(M_{kap,bx} + 0.3\, M_{kap,by} \right)$$

$$M_{u,k} = 0,7 \frac{h}{hu} \omega_d \alpha_k \Sigma Mkap,b$$

$$\alpha ka,x = \frac{169.2}{169.2 + 309.1} = 0.354. \quad \alpha ka,y = \frac{303.2}{303.2+355.57} = 0.46$$

$$\alpha kb,x = 0 \qquad \alpha kb,y = 0$$

* $\Sigma M_{kap,bx} = \frac{8}{7,4}\ 1264,64 + 0 = 1367,2$ kNm
* $M_{u,kx} = 0,7 \frac{4}{3,3}\ 1\ 0,354\ (\ 1367,2 + 0,3\ 1635,5\ ) = 634,9$ kNm
* $\Sigma M_{kap,by} = \frac{8}{7,4}\ 1264,74 + \frac{8}{7,4}\ 1044,1 = 1635,46$ kNm
* $M_{u,ky} = 0,7 \frac{4}{3,3}\ 1\ 0,46\ (\ 1635,46 + 0,3\ 1367,2\ ) = 1134,6$ kNm

Momen lentur yang terjadi pada kolom tidak perlu lebih besar dari $M_{u,k} = 1,05 \left[M_{D,k} + M_{L,k} + \frac{4,0}{K} M_{E,k} \right]$

$= 1850 \text{ kNm} > 1134,6 \text{ kNm}$

Gaya aksial rencana kolom

$$N_{u,k} = \frac{0,7 \; Rv \; \Sigma \; Mkap,b}{Lu,b} + 1,05 \; N_{g,k}$$

$$\frac{\Sigma Mkap,b}{Lu,b} = \frac{Mkap,ki^{-} + Mkap,ki^{+}}{Lu,ki}$$

$$= \frac{1264,74 + 601,82}{7,4}$$

$$= 252,24 \text{ kN}$$

$$Rv = 1,1 - 0,025 \; n$$

$$= 1,1 - 0,025 \; 5 = 0,975$$

$$Nu,k = 0,7 \; . \; 0,975 \; . \; 474,67 + -3596 = 3603,9 \text{ kN}$$

a) *Kontrol kelangsingan kolom*

Dalam perencanaan ini, kolom dianggap sebagai kolom tanpa pengaku samping (unbraced frame).

- faktor jepitan atas $\mu_A = \dfrac{\Sigma \text{ EI / Lu kolom}}{\Sigma \text{ EI / Lu balok atas}}$

$$= \frac{2 \text{ x } 1,02 \text{ e14 / } 4000}{3 \text{ X } 1,815 \text{ e14 / } 8000}$$

$= 0,75$ (exterior)

$$= \frac{2 \text{ x } 1,02 \text{ e14 / } 4000}{4 \text{ X } 1,815 \text{ e14 / } 8000}$$

$= 0,56$ (interior)

- faktor jepitan bawah $\mu_B = 1,0$ (jepit)

Dari nomogram 8.1. untuk nilai μ_A dan μ_B di atas, didapat :

- faktor tekuk $k_{ex} = 0,75$ (braced frame)

$= 1,28$ (unbraced frame)

$k_{in} = 1,25$ (unbraced frame)

- nilai kelangsingan $\frac{k\ ln}{r} = \frac{1,28 \times 330}{18}$

$= 23,4 > 22$

jadi pengaruh tekuk harus diperhitungkan.

b) *Perhitungan* δb & δs

* $\delta b = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{\phi\ Pc}}$

$Cm = 0,6 + 0,4 \frac{M_{1b}}{M_{2b}} \geq 0,4$

$Cm < 0,4$ diambil $Cm = 0,4$

$Pc = \frac{\Pi^2\ EI}{(\ k\ Lu\ )^2}$

$EI = \frac{(EI)_{KOLOM}}{1 + \beta d}$

$\beta d = \frac{MuD}{MuD + MuL} = \frac{32,76}{802,1}$

$= 0,041$

$EI = \frac{1,10\ e14}{1 + 0,041} = 1,05\ e14\ Nmm^2$

$Pc = \frac{\Pi^2\ 1,05\ e13}{(\ 0,75 \times 3300\ )^2} = 1,6\ e8\ N$

$$\delta b = \frac{1,0}{1 - \frac{3,59\ e6}{0,65 \times 1,6\ e8}} = 1,03$$

* $$\delta s = \frac{1}{1 - \frac{\Sigma\ Pu}{\Sigma\ \phi\ Pc}}$$

$$\text{Pc kolom luar} = \frac{\Pi^2 \times 1,10\ e14}{(\ 1,28 \times 3300\ )^2}$$

$$= 6,08\ e7\ N$$

$$\text{Pc kolom dalam} = \frac{\Pi^2 \times 1,10\ e14}{(\ 1,25 \times 3300\ )^2}$$

$$= 6,38\ e7\ N$$

- Σ Pc untuk lantai pertama

$$= 12\ (\ 6,08\ e7\ ) + 4\ (\ 6,38\ e7\ )$$

$$= 9,85\ e8\ N$$

- Σ Pu dari hasil SAP90

$$\Sigma\ Pu = 75326,64\ kN$$

$$\delta s = \frac{1}{1 - \frac{7,53\ e7}{0,65 \times 9,85\ e8}} = 1,12$$

c) *Perhitungan Pn dan Mc*

$$Mc = \delta b\ Mzb + \delta s\ Mzs$$

$$= 1,03 \times (-32,76) + 1,12 \times 760,56$$

$$= 802,1\ kNm$$

$$Pn = \frac{3,59\ e6}{0,65} = 5530,46\ kN$$

d) *Perhitungan titik absis dan ordinat pada diagram M - N*

$$- Kx = \frac{\phi\ Mc}{Ag\ h}$$

$$= \frac{0,65 \times 802,1\ e6}{600^3} = 2,41 \times 0,145 = 0,35$$

- $Ky = \frac{\phi\ Pn}{Ag}$

$= \frac{0,65 \times 5530,46\ e3}{600^2} = 10,21 \times 0,145 = 1,48$

Dari Diagram interaksi M - N non dimensi , untuk nilai Kx dan Ky diatas , didapatkan :

- $\rho = 0,02$
- $As = \rho\ Ag = 0,02 \times 60^2 = 72\ cm^2$

Dipakai Tulangan 16 D 25 (As = 78,5 cm^2)

* *Cek biaksial bending momen dengan Bresler Reciprocal Method*

- $Mn\ x = \frac{4,67\ e8}{0,65}$

$= 7,18\ e8$ Nmm

- $Mn\ y = 8,01\ e8$ Nmm
- $Pn = 5,530\ e6$ N

$ex/h = 7,18\ e8 / (5,530\ e6 \times 600) = 0,216$

$ey/h = 8,01\ e8 / (5,530\ e6 \times 600) = 0,241$

$r = As\ ada / Ag$

$= 78,5 / 60^2 = 0,02$

Dari diagram 8.1 untuk nilai ex/h, ey/h, dan r, maka didapat nilai Kx dan Ky :

$Kx = 1,8 \longrightarrow Pox = kx\ Ag / \varphi$

$= 1,8 \times 600^2 / (0,65 \times 0,145)$

$= 6,875\ e6$ N

Ky = 1,75 $\longrightarrow$ Poy = ky Ag / φ

= 1,75 x 600^2 / (0,65 x 0,145)

= 6,684 e6 N

Po = 0,8 φ [0,85 fc' (Ag - As) + As fy]

= 0,8 0,65 (0,85 29,176 (600^2 - 7850) + 7850 x 390)

= 6,133 e6

Kontrol ! $\quad \frac{1}{Pnb} = \frac{1}{Pox} + \frac{1}{Poy} - \frac{1}{Po}$

$$Pnb = \left(\frac{1}{Pox} + \frac{1}{Poy} - \frac{1}{Po} \right)^{-1}$$

$$= \left(\frac{1}{6,875\ e6} + \frac{1}{6,684\ e6} - \frac{1}{6,133\ e6} \right)^{-1}$$

= 7,575 e6 N > Pn = 5,530 e6 N .. **Ok !**

★ **CONTOH PERHITUNGAN PENULANGAN GESER & TORSI**

(Elemen kolom 29)

- Nu,k = 3,603 e6 N
- d = h - d' = 60 - 5 - 1,2 - 1,25 = 52,55 cm
- Tulangan geser = ϕ 12 $\longrightarrow$ fy = 320 Mpa
- Av ada = 2 x π/4 12^2 = 226 mm^2
- Batas Tu = φ 1/20 $\sqrt{fc'}$ Σ x^2y

  = 1/20 x 0,6 $\sqrt{29,176}$ x 600^3

  = 3,55 e7 >> Tu $\longrightarrow$ Torsi Min !

- Arah x : *Mu,ka = 634,93 kNm * Mu,kb = 0 kNm
- Arah y : *Mu,ka = 1134,6 kNm * Mu,kb = 0 kNm

* *Gaya geser rencana kolom*

$$Vu,k = \frac{Mu,ka + Mu,kb}{hu} = \frac{1134,6 + 0}{3,3}$$

$$= 343,8 \text{ kN} < \text{Vmaks} (903 \text{ kN})$$

$$\frac{Vu,k}{\phi} = \frac{343,8}{0,65} = 528,94 \text{ kN}$$

Sumbangan Kekuatan Geser Beton (pada daerah ujung)

$$Vc = 1/6 \sqrt{fc'}\ bw\ d \left(1 + \frac{Nu}{14\ Ag} \right)$$

$$= 0$$

$$Vu > \varphi\ Vc \longrightarrow \text{Perlu Tulangan Geser !}$$

$$\phi\ Vs = Vu - \phi\ Vc$$

$$= 3,43\ e5 - 0 = 3,43\ e5\ N$$

$$\frac{Av}{s} = \frac{\phi\ Vs}{\phi\ fy\ d} = \frac{3,43\ e5}{0,6 \times 320 \times 525,5}$$

$$= 3,410\ mm^2 / mm$$

Jarak sengkang (s)

$$s = \frac{Av}{0,341} = \frac{2,260}{0,341} = 7,185 \text{ cm}$$

Spasi maks :

a. s = dimensi terkecil / 4

= 500 / 4

= 125 mm = 12,5 mm

b. s = 8 x diameter tul utama

= 8 x 2,5 = 20 cm

c. s < 100 mm

Pasang Tulangan Geser ϕ 12 - 70 mm

Untuk bagian di luar daerah ujung kolom, tulangan geser dipasang **ϕ 12 - 100 mm.**

VIII.4.6.1 PERENCANAAN JOIN STRUKTUR

Join struktur yang merupakan pertemuan balok dan kolom harus diproporsikan sedemikian rupa, sehingga memenuhi persyaratan kuat geser horisontal perlu Vuh dan kuat geser vertikal perlu Vuv yang berkaitan dengan terjadinya momen kapasitas pada sendi plastis pada kedua ujung balok yang bertemu pada kolom itu .

Gaya geser horisontal Vjh yang melalui join sebelah dalam (join interior) adalah :

$$Vjh = Cki + Tka - Vkol$$

$$< 1{,}5 \sqrt{fc'}$$

dengan :

$$Cki = Tki = 0{,}70 \frac{Mkap,ki}{Zki}$$

$$Cka = Tka = 0{,}70 \frac{Mkap,ka}{Zka}$$

$$Vkol = \frac{0{,}7\left(\frac{Iki,c}{Iki,n} Mkap,b\ ki + \frac{Ika,c}{Ika,n} Mkap,b\ ka\right)}{0{,}5\ (\ h_{k,a} + h_{k,b}\ )}$$

Dalam hal ini diasumsikan bahwa tegangan di dalam tulangan tarik lentur adalah 1,25 fy ,ditulis :

$$T = 1{,}25\ As\ fy$$

sedangkan gaya geser vertikal Vjv dihitung sebagai berikut :

$$Vjv = \left(\frac{bj}{hc}\right) Vjh$$

Tegangan geser horisontal nominal dalam join adalah

$$vjh = \frac{Vjh}{bj\ hc}$$

Dalam hal ini efektif join bj harus dihitung sebagai berikut:

1). Apabila $bc \geq bb$ maka :

$$bj \leq bc$$

$\leq$ bb + 1/2 hc

bj harus diambil nilai yang terkecil

2). Apabila bc < bb maka :

bj $\leq$ bb

$\leq$ bb + 1/2 hc

Dalam hal perhitungan di atas nilai Vjh tidak boleh melebihi 1,5 $\sqrt{fc'}$ sehingga tidak terjadi kerumtuhan tekan beton di dalam inti join.

Gaya geser horisontal Vjh diteruskan melewati join dengan dua jenis mekanisme inti join yaitu :

1). Strat beton diagonal yang melewati daerah tekan ujung join yang memikul geser Vch.

2). Mekanisme panel rangka (*panel truss action*) dari sengkang horisontal dan strat diagonal daerah tarik join yang memikul geser Vsh , sehingga :

Vsh + Vch = Vjh

Dalam perhitungan di atas, nilai kuat geser Vch yang dipikul oleh strat beton harus diambil sama dengan nol, kecuali :

1). Tegangan tekan rata-rata minimum pada penampang bruto kolom beton di atas join melebihi nilai (0,10 fc'), sehingga :

$$Vch = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{Nu,k}{Ag}} - 0,1\ fc'\ bj\ hc$$

2). Seluruh balok pada join dirancang sehingga penampang kritis dari sendi plastis terletak pada suatu jarak yang lebih kecil dari pada tinggi penampang balok yang diukur

dari muka kolom , sehingga :

$$Vch = 0{,}50\frac{As'}{As} Vj,h \left(1 + \frac{Nu,k}{0{,}4\ Ag\ fc'} \right)$$

di mana $\frac{As'}{As} \leq 1{,}0$

Apabila gaya aksial tarik pada kolom melebihi nilai (0,20 fc') maka seluruh kuat geser join harus ditahan oleh tulangan . Sedangkan untuk gaya aksial tarik yang lebih kecil dari pada (0,20 fc') maka nilai Vch didapat dari interpolasi linier antara nol sampai dengan nilai yang diberikan oleh persamaan di atas , dengan diasumsikan bahwa nilai Nn,k sama dengan nol. Adapun nilai Nn,k pada persamaan di atas dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Nn,k = \frac{Nu,k}{\phi}$$

dimana ϕ adalah faktor reduksi kekuatan .

Untuk menentukan luas total efektif dari tulangan geser horisontal yang melewati bidang kritis diagonal dan yang diletakkan di daerah lebar join efektif bj adalah :

$$Ajh = \frac{Vjh}{fy}$$

dimana ,

$$Vsh = Vjh - Vch$$

Tulangan geser join horisontal Ajh ini merupakan sengkang-sengkang horisontal yang harus didistribusikan secara merata di antara tulangan balok longitudinal atas dan bawah.

Sedangkan untuk tulangan geser vertikal dapat ditentukan dengan cara yang hampir sama ,yaitu :

$$Ajv = \frac{Vsv}{fy}$$

dimana,

$$Vsv = Vjv - Vcv$$

dan

$$Vjv = Vjh \frac{hc}{bj}$$

Adapun bagi kuat geser vertikal yang dipikul oleh beton dapat dihitung sebagai berikut :

$$Vcv = Asc' \frac{Vsh}{Vsc} \left(0,6 + \frac{Nn,k}{Ag\ fc'} \right)$$

Apabila terdapat tegangan aksial tarik pada seluruh penampang kolom yang bernilai kurang atau sama dengan (0,2fc') maka nilai Vcv harus diinterpolasi linier antara nilai yang diberikan pada persamaan di atas sampai dengan nilai nol, dan nilai Nn,k diambil sama dengan nol.

Sedangkan apabila diinginkan terjadi sendi plastis pada kolom di atas dan di bawah join sebagai bagian dari mekanisme disipasi energi, maka nilai Vcv harus diambil sama dengan nol untuk seluruh nilai gaya aksial yang bekerja pada kolom itu.

Tulangan geser join vertikal ini harus terdiri dari *tulangan kolom antara (intermediate bars)* yang terletak pada bidang lentur antara ujung tulangan sisi luar atau terdiri dari sengkang pengikat vertikal atau tulangan vertikal khusus yang diletakkan pada kolom dan harus dijangkarkan secukupnya untuk meneruskan gaya tarik yang disyaratkan ke dalam join. Jarak antara tulangan join vertikal pada tiap bidang balok yang menuju ke join tidak boleh melebihi 200 mm, dan minimum terdapat satu batang tulangan kolom antara pada setiap sisi dari kolom tersebut (syarat-syarat tulangan geser dari join

vertikal dapat dilihat dalam *SKSNI T-15-1991-03* pada pasal 3.14.6.6)

Sedangkan tulangan longitudinal balok yang berakhir di dalam suatu kolom harus diteruskan hingga sisi muka terjauh dari inti kolom terkekang dan mempunyai panjang penyaluran yang cukup.

*** contoh perhitungan**

- Data balok

  * arah x : Mkap,ki = - Mkap,ka = 1264,64 kNm

  Lki = 8,0 m Lka = 8,0 m

  Lu,ki = 7,4 m Lu,ka = 7,4 m

  * arah y : Mkap,ki = 1264,7 kNm Mkap,ka = 1044,1 kNm

  Lki = 8,0 m Lka = 8,0 m

  Lu,ki = 7,4 m Lu,ka = 7,4 m

- Data kolom

  hka = 4,0 m

  hkb = 4,0 m

  Nmin = 3594,56 kN

VIII.6.1.1 *Perhitungan gaya-gaya dalam*

\# Gaya geser horisontal

$$Vkol = \frac{0,7\ (\frac{Ik_{i,c}}{Ik_{i,n}}\ Mkap,b\ ki + \frac{Ik_{a,c}}{Ik_{a,n}}\ Mkap,b\ ka\ )}{0,5\ (\ h_{k,a} + h_{k,b}\ )}$$

$$Vkol,x = \frac{0,7(\frac{8,0}{7,4}\ 1264 + \frac{8,0}{7,4}\ 0\ )}{0,5\ (\ 4,0\ +4,0\ )}$$

$= 239,256$ kN

* Untuk join sebelah luar (exterior)

$$T = 0,70 \frac{Mkap,b}{Z}$$

$$T = 0,70 \frac{1264,64}{0,546}$$

$= 1621,33$ kN

$$Vjh,x = T - Vkol$$

$= 1621,33 - 239,256 = 1382,08$ kN

* Untuk join sebelah luar (ekaterior)

$$Vkol,y = \frac{0,7(\frac{8,0}{7,4}\ 1264,7 + \frac{8,0}{7,4}\ 1044,1\ )}{0,5\ (\ 4,0 + 4,0\ )}$$

$= 436,781$ kN

$$Cki = 0,70 \frac{Mkap,ki}{Zki}$$

$$Cki = 0,70 \frac{1264,70}{0,546}$$

$= 1623,41$ kN

$$Tka = 0,70 \frac{Mkap,b}{Zk}$$

$$Tka = 0,70 \frac{1044,1}{0,546}$$

$= 1338,46$ kN

$$Vjh,y = Cki + Tka - Vkol$$

$= 1623,41 + 1338,46 - 436,78 = 2523,10$ kN

Karena Vjh,y (2523,10 kN) > Vjh,x(1382,08 kN) maka yang mementukan adalah arah y

$$Vjv = (\frac{bj}{hc}\ )\ Vjh$$

$$= (\frac{600}{600}\ )\ 2523,10 = 2523,10 \text{ kN}$$

VIII.6.1.2 *Kontrol tegangan geser horisontal nominal*

Tegangan geser horisontal nominal dalam join adalah

$$v_{jh} = \frac{V_{jh}}{b_j\ h_c}$$

Dengan lebar efektif pertemuan (bj) diambil sebagai berikut :

$b_c > b_b \longrightarrow b_j = b_c = 600$ mm

$b_j = b_b + 0{,}5\ h_c$

$= 500 + 0{,}5\ 600 = 800$ mm

diambil yang terkecil yaitu bj = 600 mm , sehingga

$$v_{jh} = \frac{2523{,}10\ e3}{600 \times 600} = 7{,}008 \text{ MPa} < 1{,}5\sqrt{f_c'}$$

$1{,}5\sqrt{f_c'} = 1{,}5\sqrt{29{,}176}$

$= 8{,}10$ MPa $> v_{jh}$

VIII.6.1.3. *Penulangan geser horisontal*

Nu = 3594,56 kN

$$\frac{Nu}{Ag} = \frac{3594{,}45\ e3}{600 \times 600}$$

$= 9{,}984$ MPa $>$ $0{,}1\ f_c' = 2{,}92$ MPa

jadi Vch dihitung menurut

$$V_{ch} = \frac{2}{3}\sqrt{\left[\frac{Nu,k}{Ag} - 0{,}1\ f_c'\right]}\ b_j\ h_c$$

$$V_{ch} = \frac{2}{3}\sqrt{\left[\frac{3594{,}56\ e3}{600 \times 600} - 0{,}1 \times 29{,}176\right]}\ 600 \times 600$$

$= 638{,}10$ kN

$V_{sh} = V_{jh} - V_{ch}$

$= 2523{,}10 - 638{,}10 = 1885$ kN

$$A_{jh} = \frac{V_{sh}}{f_y}$$

$$= \frac{1885\ e3}{320} = 5890{,}6 \text{ mm}^2$$

digunakan sengkang rangkap ϕ 12 mm

luas sengkang yang tersedia = $4 \cdot 0{,}25\ \pi \cdot 12^2 = 452{,}39$ mm^2

jumlah lapis sengkang = $\frac{5890,6}{452,39}$

= 13,02 ⟶ 14 lapis

VIII.6.1.4 *Penulangan geser vertikal*

Kuat geser vertikal yang dipikul oleh beton adalah :

$$Vcv = Asc \cdot \frac{Vsh}{Vsc} \left(0,6 + \frac{Nn,k}{Ag\ fc} \right)$$

$$= 18654 \ \frac{2532,10}{18654} \left[0,6 + \frac{3594,56\ e3}{600 \times 600 \times 29,2} \right]$$

$$= 2377,804 \ \text{kN}$$

$$Vjv = 2532,10 \ \text{kN}$$

$$Vsv = Vjv - Vcv$$

$$= 2532,10 - 2377,804 = 145,286 \ \text{kN}$$

$$Ajv = \frac{Vsv}{fy}$$

$$= \frac{145,3\ e3}{320} = 454,03 \ \text{mm}^2$$

Tulangan kolom terpasang **2D-25 (As = 981,8 mm^2) > 454 mm^2**

VIII.4.4.4 *Kontrol jarak tulangan terpasang*

3 s = 600 - 2 (40 + 12 + 0,5 . 25) = 493,5 mm

s = 164,5 mm < 200 mm [OK]

BAB IX

KESIMPULAN

Setelah selesai mengerjakan tugas akhir ini , maka **khusus berlaku untuk struktur yang digunakan oleh penulis ini** kami berkesimpulan bahwa :

1). Pada Tulangan Lentur Balok yang lebih sedikit dalam menggunakan tulangan adalah metode Daktilitas Penuh. Hal ini dapat dilihat pada Lampiran D (hal 442-445).

2). Pada Tulangan Geser Balok yang lebih sedikit dalam menggunakan tulangan adalah Daktilitas Terbatas. Hal ini dapat dilihat pada Lampiran D (hal 446-453).

3). Pada Tulangan Lentur Kolom yang lebih sedikit dalam menggunakan tulangan adalah Daktilitas Terbatas. Hal ini dapat dilihat pada Lampiran D (hal 442-445).

4). Pada Tulangan Geser Kolom yang lebih sedikit dalam menggunakan tulangan adalah Daktilitas Terbatas. Hal ini dapat dilihat pada Lampiran D (hal 446-453).

5). Pada Beam column yang lebih sedikit dalam pemakaian tulangan adalah metode Daktilitas Terbatas. Hal ini terlihat pada Lampiran B dan C (hal 281-282, 323-324 , 384-386 dan hal 438-440).

Jika dilihat secara keseluruhan , maka Daktilitas Terbatas lebih sedikit menggunakan tulangan , selain itu metode ini tidak memerlukan pendetailan yang rumit .

LAMPIRAN A

TABEL 3.1 PERHITUNGAN MOMEN PELAT LANTAI & ATAP

TYPE PELAT	Lx {m}	Ly {m}	qDL kg/ m^2	qLL kg/ m^2	qu kg/ m^2	Ly/Lx	Area	C	Mu {kgm}	Mu {Nmm}
PELAT LANTAI										
A	4	8	456	250	947.2	2	tum-x	-62	-939.6224	-9396224
	4	8	456	250	947.2	2	lap-x	62	939.6224	9396224
	4	8	456	250	947.2	2	tum-y	-35	-530.432	-5304320
	4	8	456	250	947.2	2	lap-y	35	530.432	5304320
C	3	4	456	250	947.2	1.3333	tum-x	-56	-477.3888	-4773888
	3	4	456	250	947.2	1.3333	lap-x	56	477.3888	4773888
	3	4	456	250	947.2	1.3333	tum-y	-37	-315.4176	-3154176
	3	4	456	250	947.2	1.3333	lap-y	37	315.4176	3154176
D	2	8	456	250	947.2	4	tum-x	-63	-238.6944	-2386944
	2	8	456	250	947.2	4	lap-x	63	238.6944	2386944
	2	8	456	250	947.2	4	tum-y	-38	-143.9744	-1439744
	2	8	456	250	947.2	4	lap-y	38	143.9744	1439744
PELAT ATAP										
E	4	8	378	100	613.6	2	tum-x	-62	-608.6912	-6086912
	4	8	378	100	613.6	2	lap-x	62	608.6912	6086912
	4	8	378	100	613.6	2	tum-y	-35	-343.616	-3436160
	4	8	378	100	613.6	2	lap-y	35	343.616	3436160

TABEL 3.2 PERHITUNGAN PENULANGAN PELAT LANTAI & ATAP

fc = 29.176 Mpa
fy = 320 Mpa **Rho max = 0.0322**
Tebal Pelat Lantai = 140 mm **Rho min = 0.004375**
Tebal Pelat Atap = 130 mm
Penutup Beton = 20 mm

TYPE PELAT	Panjang (cm)	Area	d (mm)	Mu (Nmm)	Rn	M	Rho	Rho pakai	As perlu cm^2	pakai Tulangan	As ada cm^2
PELAT LANTAI											
A	Lx = 400	tum-x	115	10265216	0.970247	12.9	0.003	0.004375	5.03125	D.10 - 14	5.49
	Ly = 800	lap-x	115	10265216	0.970247	12.9	0.003	0.004375	5.03125	D.10 - 14	5.49
		tum-y	105	5794880	0.657016	12.9	0.002	0.004375	4.59375	D.10 - 16	4.71
		lap-y	105	5794880	0.657016	12.9	0.002	0.004375	4.59375	D.10 - 16	4.71
B	Lx = 400	tum-x	115	7450560	0.704212	12.9	0.002	0.004375	5.03125	D.10 - 14	5.49
	Ly = 400	lap-x	115	7450560	0.704212	12.9	0.002	0.004375	5.03125	D.10 - 14	5.49
		tum-y	105	5960448	0.675788	12.9	0.002	0.004375	4.59375	D.10 - 16	4.71
		lap-y	105	5960448	0.675788	12.9	0.002	0.004375	4.59375	D.10 - 16	4.71
C	Lx = 200	tum-x	115	2566304	0.242562	12.9	0.001	0.004375	5.03125	D.10 - 14	5.49
	Ly = 400	lap-x	115	2566304	0.242562	12.9	0.001	0.004375	5.03125	D.10 - 14	5.49
		tum-y	105	1448720	0.164254	12.9	0.003	0.004375	4.59375	D.10 - 16	4.71
		lap-y	105	1448720	0.164254	12.9	0.003	0.004375	4.59375	D.10 - 16	4.71
PELAT ATAP											
E	Lx = 400	tum-x	85	7408256	1.281705	12.9	0.004	0.004375	3.71875	D.10 - 20	3.925
	Ly = 800	lap-x	85	7408256	1.281705	12.9	0.004	0.004375	3.71875	D.10 - 20	3.925
		tum-y	75	4182080	0.929351	12.9	0.005	0.0052448	3.9336	D.10 - 16	4.71
		lap-y	75	4182080	0.929351	12.9	0.005	0.0052448	3.9336	D.10 - 16	4.71

Note = - Rho perlu ditambah 0.002 akibat susut dan suhu pada pelat satu arah dan pelat atap

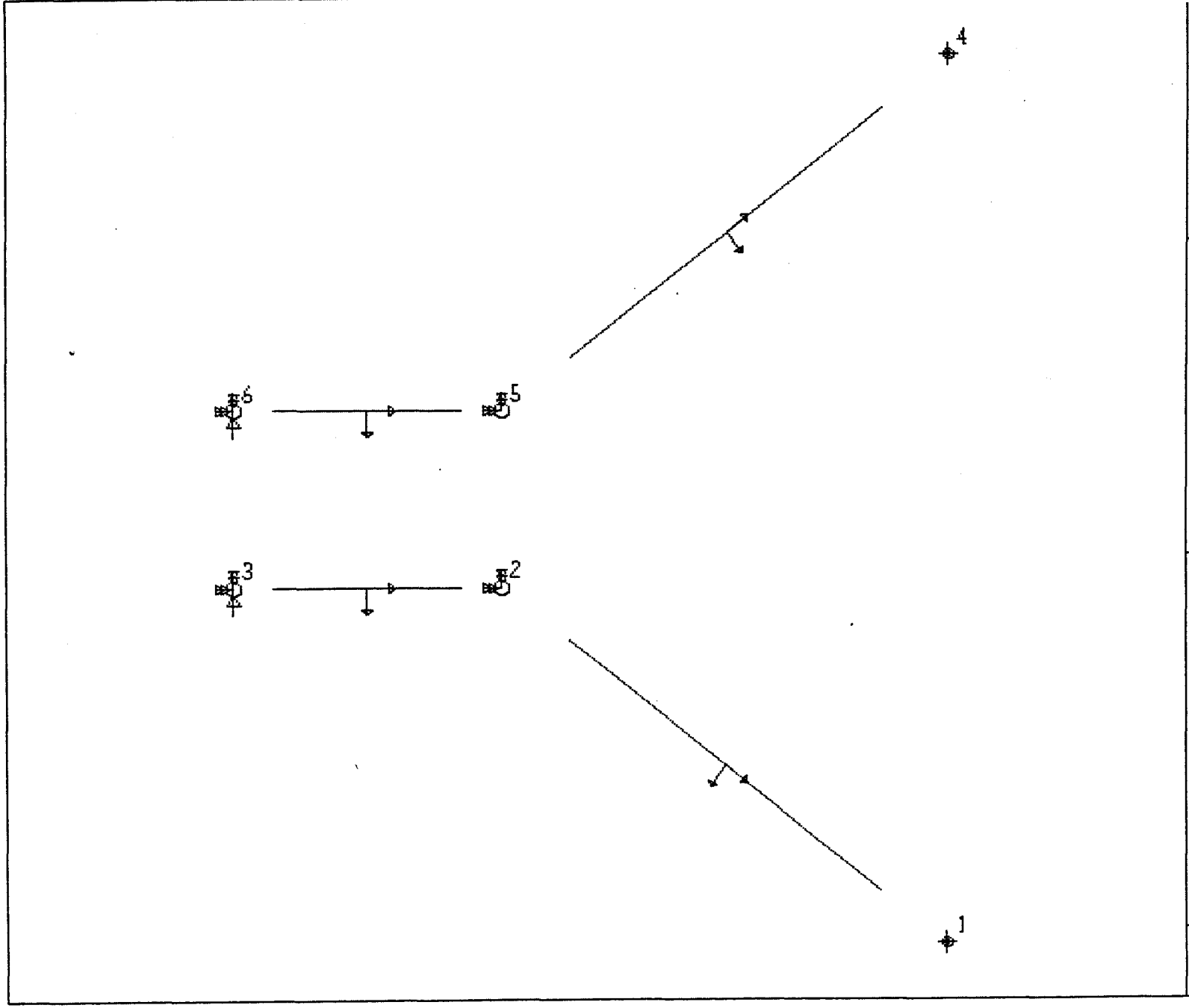
(dipasang hanya pada arah y)

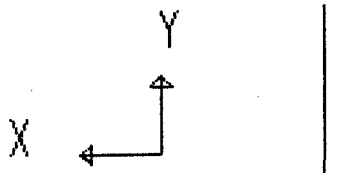
```
ALISA TANGGA [KG-M]
STEM
CONTROL INFORMATION
2
INTS
  X=0      Y=0
  X=2.5    Y=2.0
  X=4.0    Y=2.0
  X=0      Y=5.0
  X=2.5    Y=3.0
  X=4.0    Y=3.0

STRAINTS
RESTRAINT DATA
6,1   R=0,0,1,1,1,0
4,3   R=1,1,1,1,1,1
6,3   R=0,1,1,1,1,0

AME
FRAME CONTROL INFORMATION
=2    NL=3   NSEC=3
SH=R T=0.233,1  E=2.53E9
SH=R T=0.16,1   E=2.53E9
SPAN LOADING DATA
  WG=0,-1081.36,0  : BEBAN MATI
  WG=0,-480.0      : BEBAN HIDUP
  WG=0,-682.8,0    : BEBAN MATI
FRAME MEMBER LOCATION DATA
2,1  M=1   LP=1,0  NSL=1,2    G=1,2,3,3
3,2  M=2   LP=1,0  NSL=3,2    G=1,2,3,3

MBO
C=1,1
C=1,0
C=0,1
```





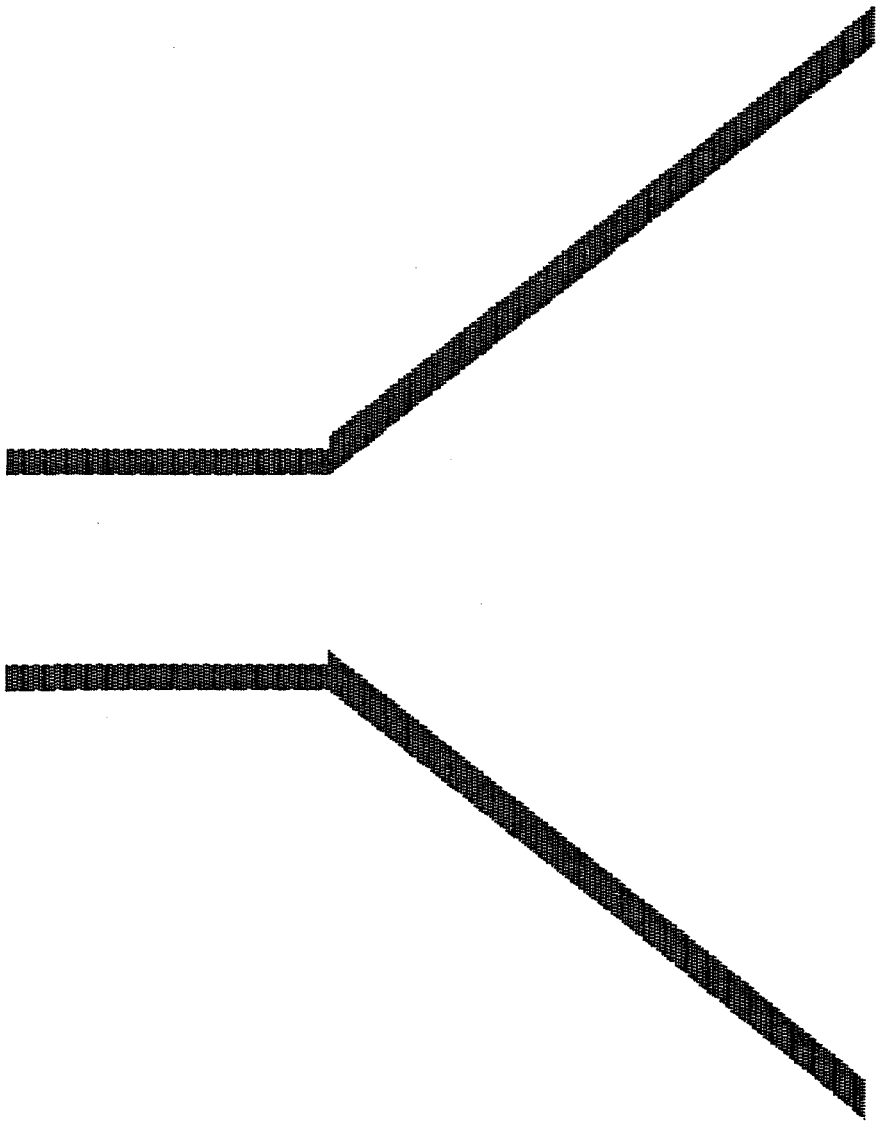
tang

UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS

JOINT IDS
RESTRAINTS
SHRUNKEN
LOCAL AXES
WIRE FRAME

SAP90



Y
X

tang

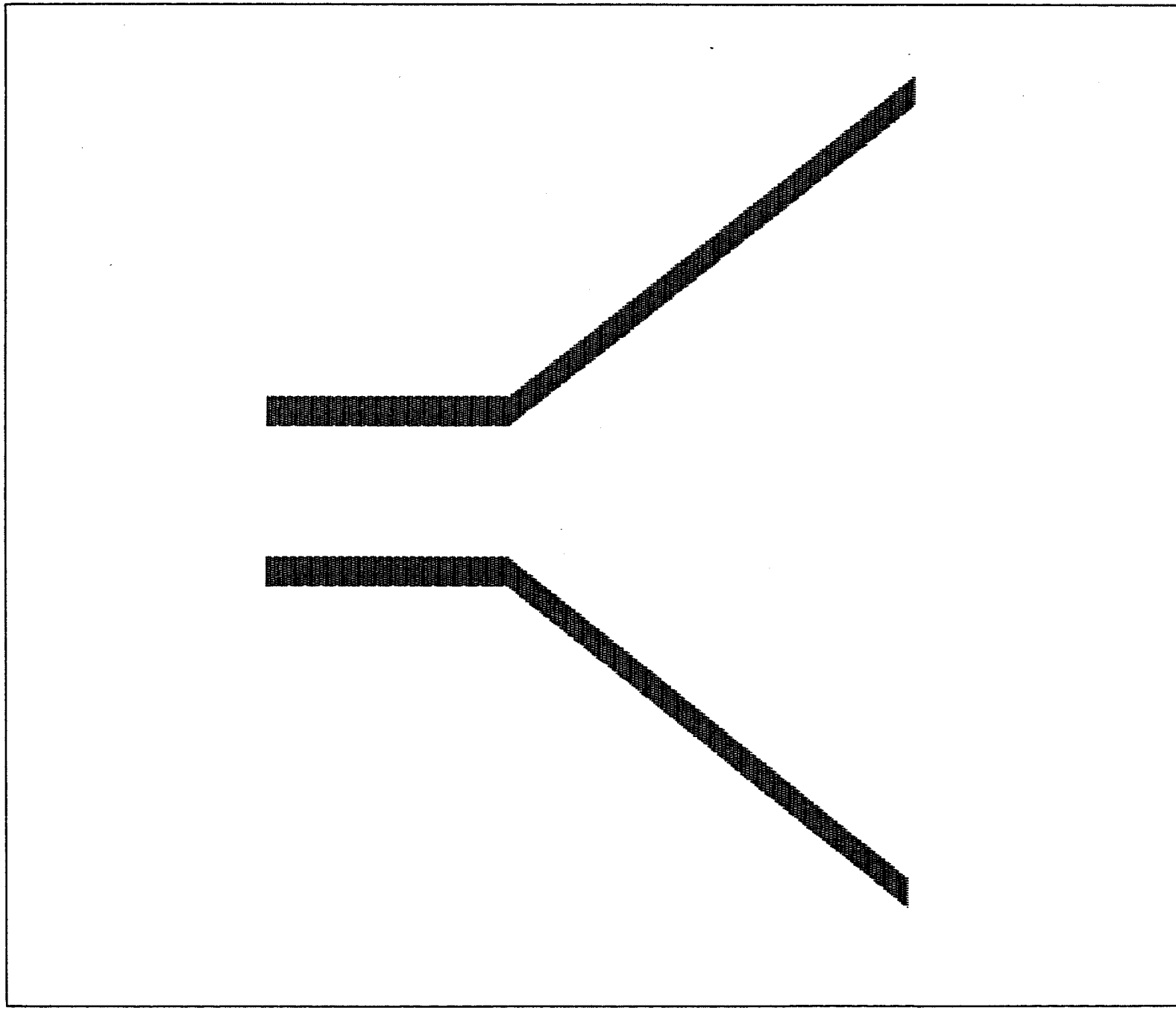
FRAME
LOADS

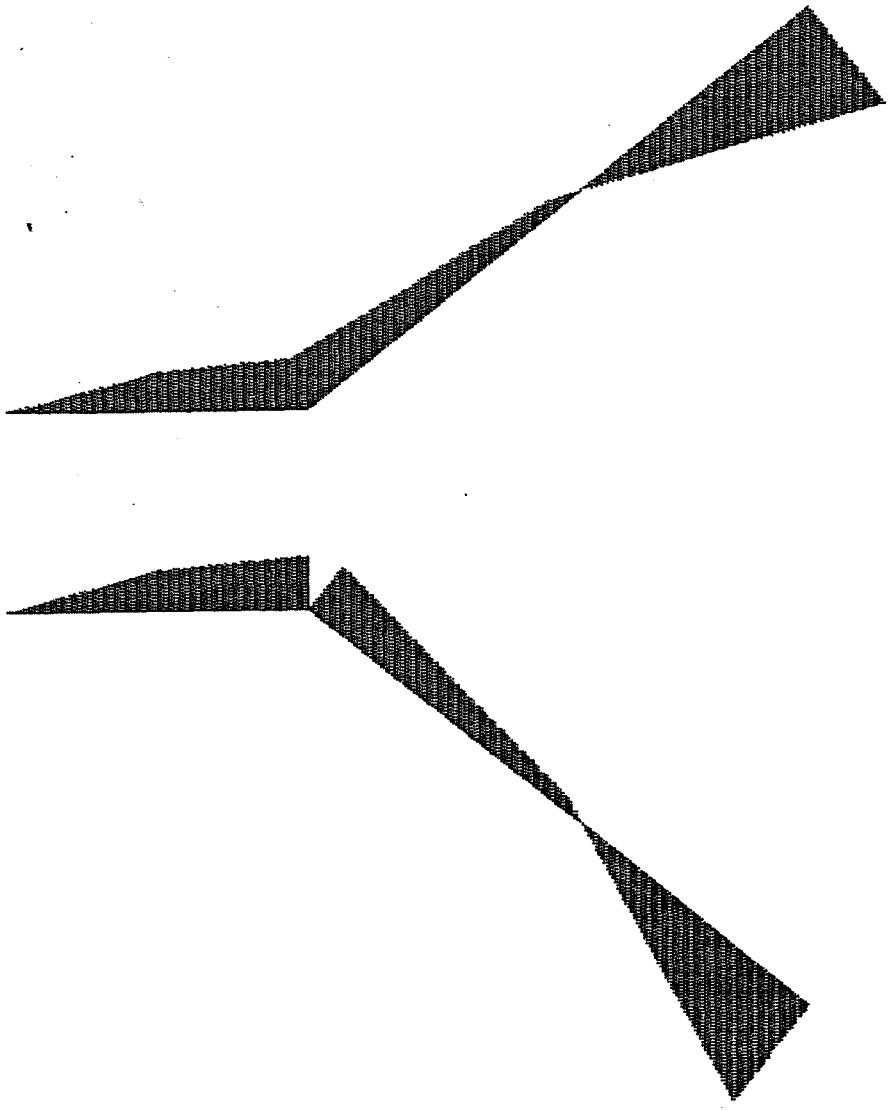
LOAD 1

MINIMA
w -.1081E+04
P .0000E+00
MAXIMA
w -.6828E+03
P .0000E+00

SAP90

198


Y
X
tang
FRAME
LOADS
LOAD 2
MINIMA
w -.4800E+03
P .0000E+00
MAXIMA
w -.4800E+03
P .0000E+00
SAP90



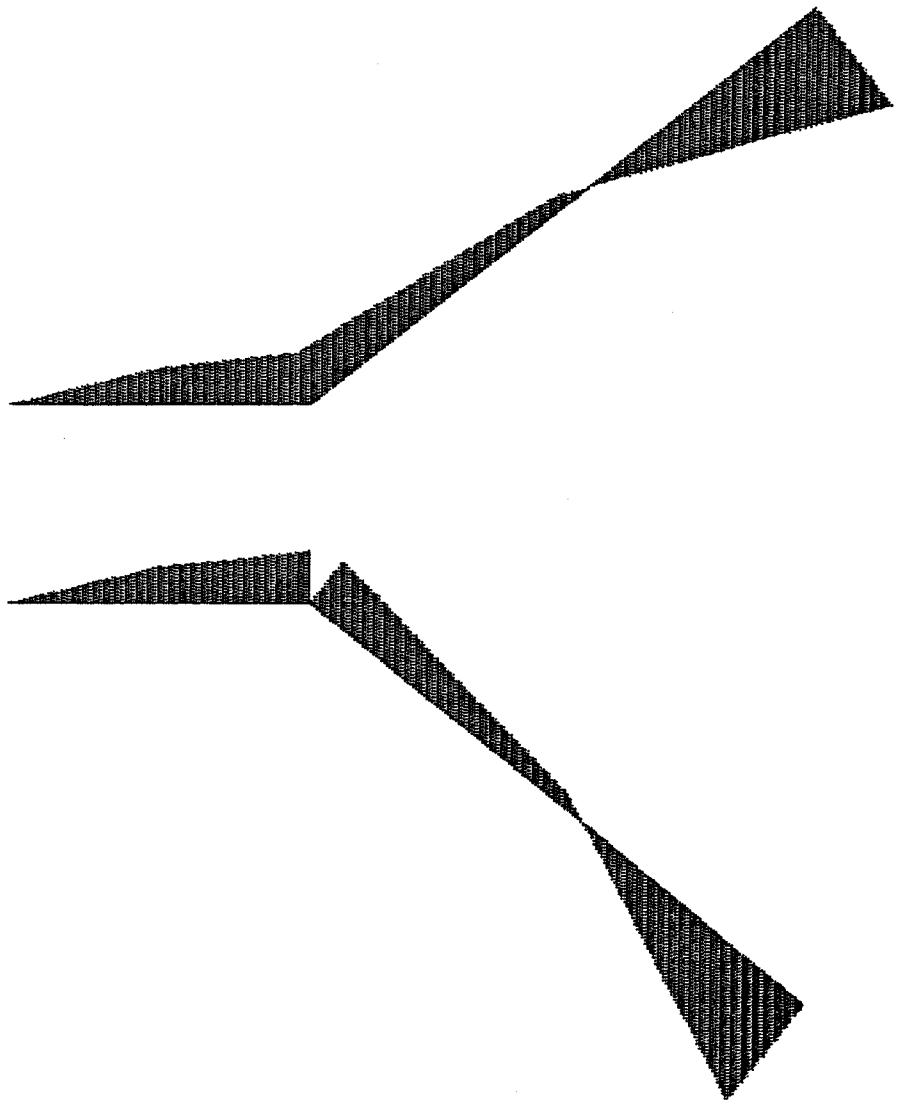
Y
X

tang

FRAME
OUTPUT M33
LOAD 1

ENVELOPES
MIN < 1>
-.1426E+04
AT .00
MAX < 1>
.3257E+04
AT 3.20

SAP90



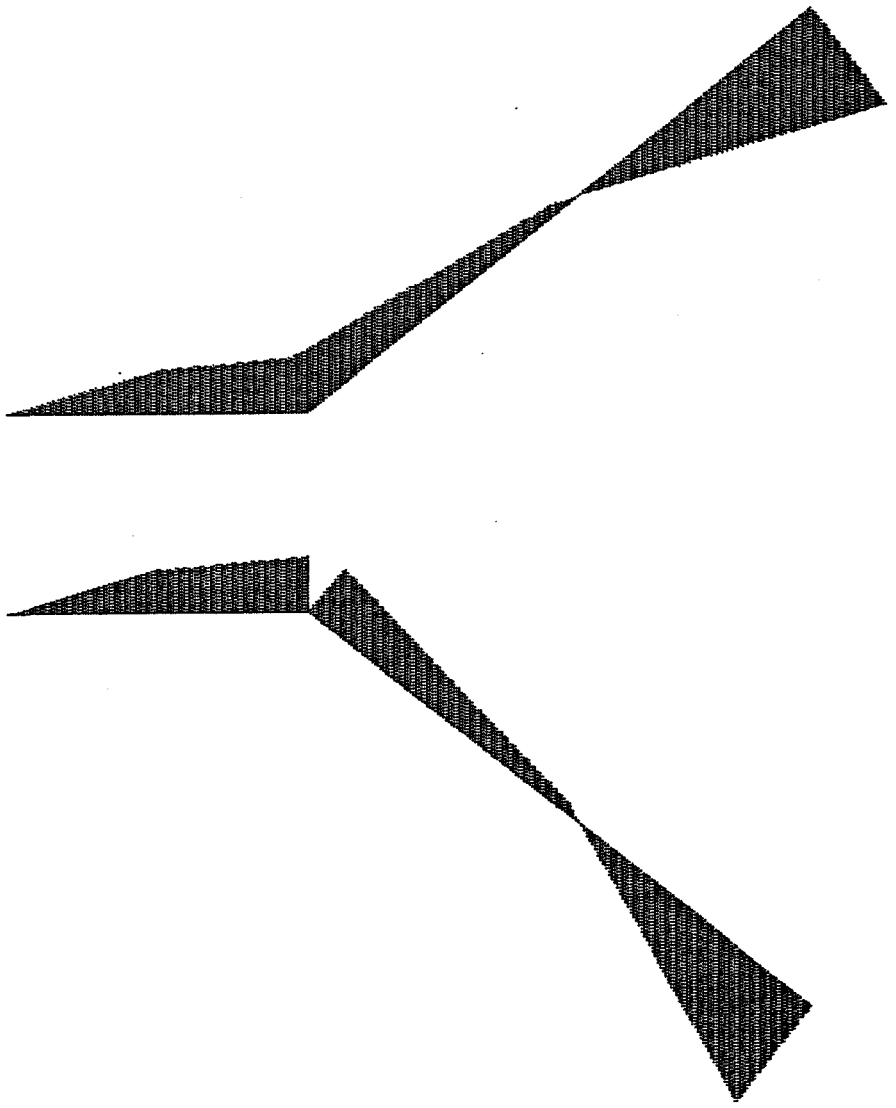
Y
X

tang

FRAME
OUTPUT M33
LOAD 2

ENVELOPES
MIN < I>
-.9320E+03
AT .00
MAX < I>
.2174E+04
AT 3.20

SAP90



X

tang

FRAME

OUTPUT M33

LOAD 3

ENVELOPES

MIN < I>

-.4938E+03

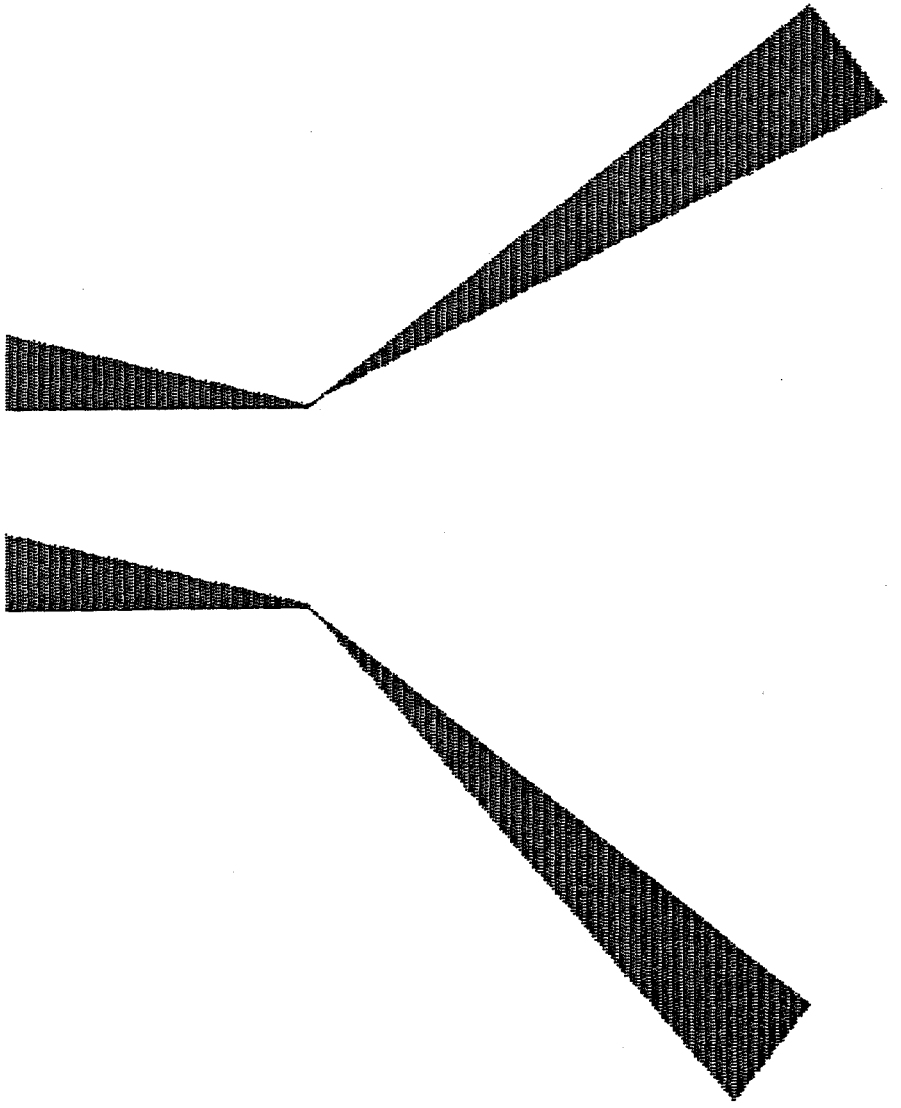
AT .00

MAX < I>

.1083E+04

AT 3.20

SAP90



X

tang

FRAME

OUTPUT V22

LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 2>

-.1823E+04

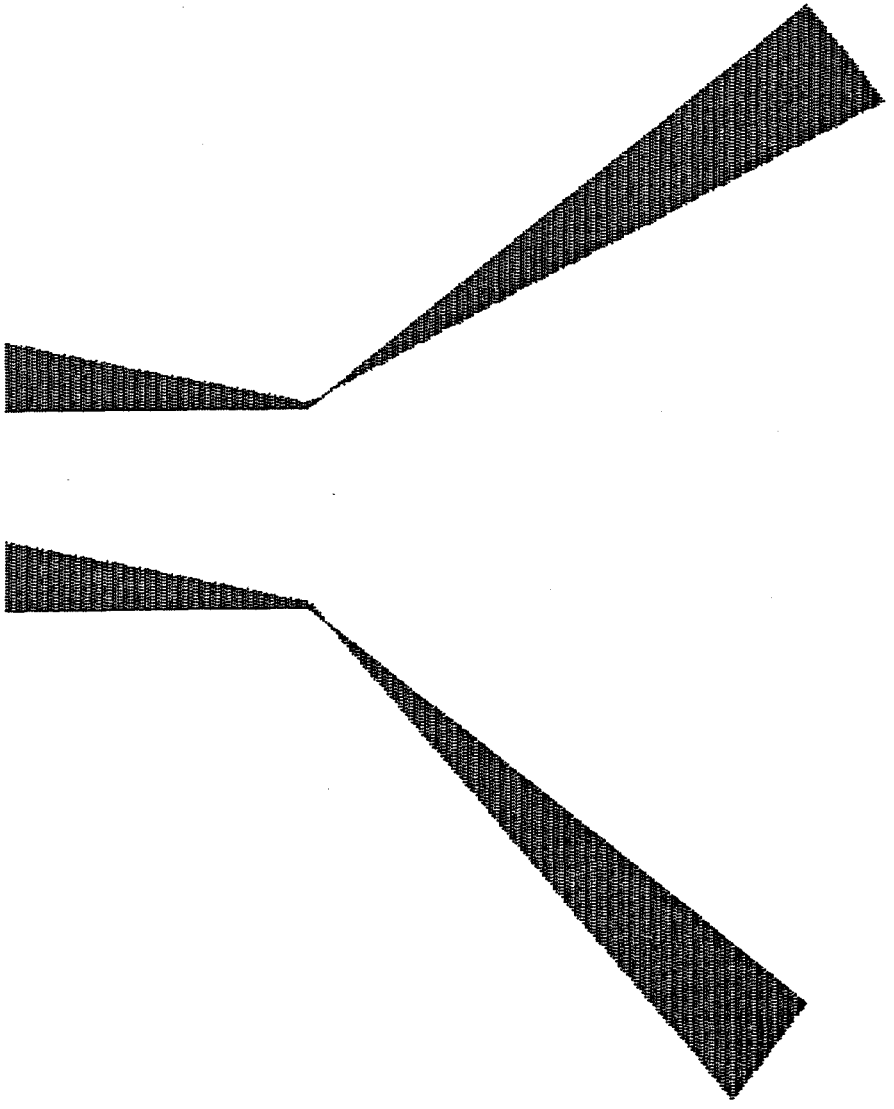
AT .00

MAX < 1>

.2987E+04

AT 3.20

SAP90



X

tang

FRAME

OUTPUT V22

LOAD 2

ENVELOPES

MIN < 2>

-.1133E+04

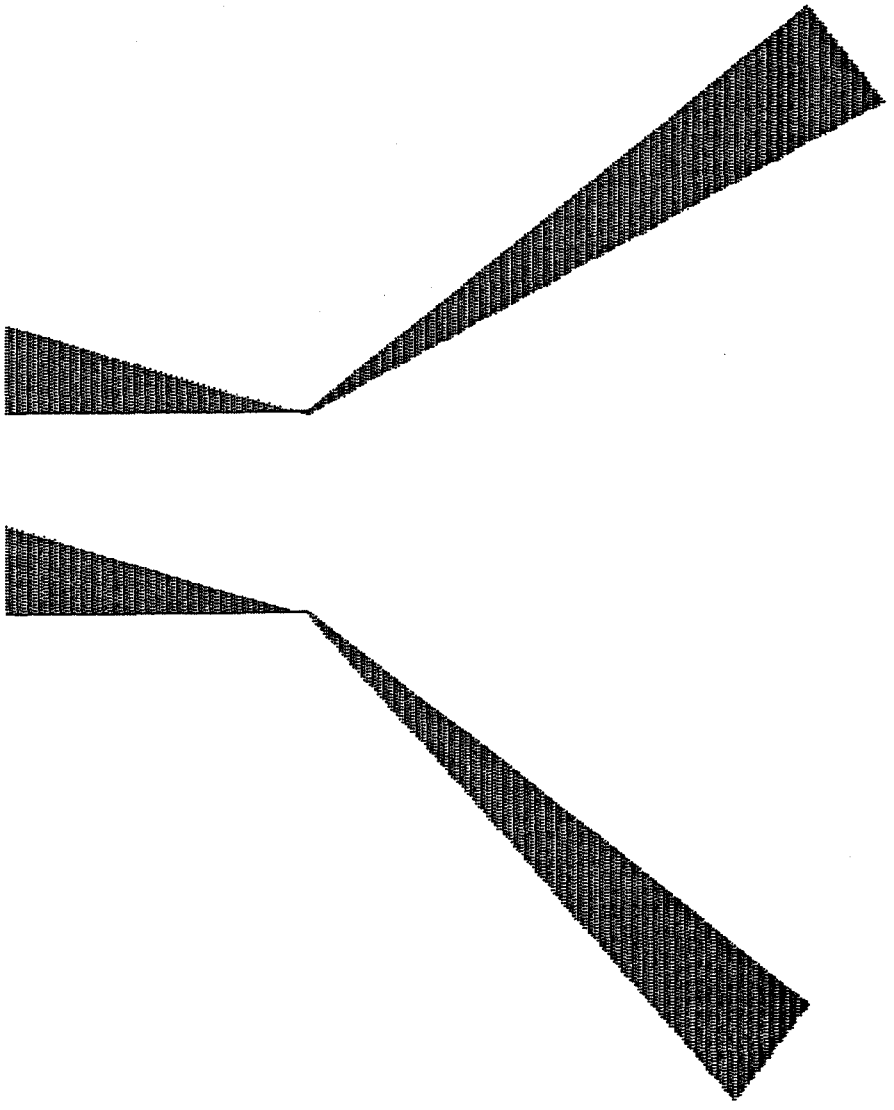
AT .00

MAX < 1>

.2026E+04

AT 3.20

SAP90



Y
X

tang

FRAME

OUTPUT V22

LOAD 3

ENVELOPES

MIN < 2>
-.6892E+03
AT .00
MAX < 1>
.9611E+03
AT 3.20

SAP90

TABEL 4.B.1. PENULANGAN PELAT TANGGA

fc' = 29.176 Mpa M = 15.3 Tulangan Utama = D.16
fy = 320 Mpa Rho max = 0.0322 Decking = 20 mm
hf = 160 mm Rho min = 0.004375 d = 132 mm

Nomor Batang	Area	Area dari i {m}	Vu {kg}	Nu {kg}	Mu {Nmm}	Rn {Mpa}	Rho	Rho pakai	As perlu cm^ 2	pakai Tulangan	As ada cm^ 2	
1	tump -	0	4601.34	-	-43135900	3.094575	0.0103633	0.0103633	13.679501	D.16 - 14	14.074	*
	lap +	1.6	2102.53		10521200	0.75478	0.002396	0.004375	5.775	D.16 - 25	8.042	
	tump +	3.2	-396.29	-	24177700	1.734511	0.0056244	0.0056244	10.0238	D.16 - 20	10.055	
2	tump -	0	-396.29	-	19016900	1.364275	0.0043875	0.0043875	5.7915314	D.16 - 25	8.042	
	tump +	2	-2139.3	-	0	0	0	0.004375	5.775	D.16 - 25	8.042	
3	tump -	0	4601.34	-	-43135900	3.094575	0.0103633	0.0103633	13.679501	D.16 - 14	14.074	*
	lap +	1.6	2102.53		10521200	0.75478	0.002396	0.004375	5.775	D.16 - 25	8.042	
	tump +	3.2	-396.29	-	24177700	1.734511	0.0056244	0.0056244	10.0238	D.16 - 20	10.055	
4	tump -	0	-396.29	-	19016900	1.364275	0.0043875	0.0043875	5.7915314	D.16 - 25	8.042	
	tump +	2	-2139.3	-	0	0	0	0.004375	5.775	D.16 - 25	8.042	

Note = - Kekuatan geser beton = 7199,9 kg > Vu (tak perlu tulangan geser)
Dipasang tulangan praktis D.10 - 25

TABEL 5.1 PERHITUNGAN PEMBEBANAN BALOK ANAK LANTAI 1 - 5 DAN LANTAI ATAP

BALOK ANAK	Ukuran b x h (m)	Ly (m)	Lx (m)	qD kg/m	qL kg/m	qekD kg/m	qekL kg/m	B.S. kg/m	B.T. kg/m	quD kg/m	quL kg/m	qu kg/m	P1 kg
Lantai 1 - 7													
AT.B.1	0.4x0.6	8	4	529	250	1939.670	916.6700	576	200	3258.8	1466.67	4725.47	
B.A.1.	0.4x0.6	8	4	529	250	1983.010	937.1700	576	200	2619.6	1499.47	4119.98	1452
B.A.2.	0.2x0.3	4	4	529	250	1498.580	433.3333	144	0	1798.3	693.28	2491.96	388
B.A.3	0.4x0.6	8	4	529	250	1906,601	901.0400	576	1000	3487.9	1441.66	4929.58	1144
B.A.4	0.4x0.6	8	4	529	250	756,3100	357.4210	576	1000	1892.1	571.87	2463	1144
B.A.5	0.2x0.3	4	1.2	529	250	307,8810	145.5110	144	0	542.3	232.81	775.11	
B.A.6	0.2x0.3	4	2.5	529	250	881.6210	416.6701	144	1000	2430.7	666.67	3097.41	
Lantai Atap													
AT.B.1	0.4x0.6	8	4	422	150	1547.333	550	576	0	2548	880	3428	
B.A.1	0.4x0.6	8	4	422	150	1547.333	550	576	0	2548	880	3428	

B.S. = Berat Sendiri Balok Anak **B.T. = Berat Tembok/Partisi**

TABEL 5.2 PERHITUNGAN MOMEN DAN GAYA LINTANG BALOK ANAK LANTAI 1 - 5 DAN LANTAI ATAP

fc = 29.176 Mpa

fy = 320 Mpa **Rho max = 0.0322** **Tulangan Utama = D.25**

Tebal Pelat lantai = 140 mm **Rho min = 0.004375** **Begel = D.10**

Tebal Pelat Atap = 130 mm

Penutup Beton = 40 mm

BALOK ANAK	Ukuran Balok (cm)	Lu Balok (cm)	Area	jarak dari i (m)	qu kg/m	Cm	Cv	Mu (Nmm)	Vu (kg)
Lantai 1 - 5									
AT.B.1	40x60	800	tump	0	4725.47	-0.083	0.5	-251016966	18901.88
			lap	4		0.071	0	214725357	0
			tump	8		-0.083	0.5	-251016966	18901.88
B.A.1.	40X60	800	tump	0	...	...	..	-62613300	9392
			lap	4				-62613300	9392
			tump					-62613300	9392
B.A.2.	20X30	400	tump	0	...	...	..	-9891900	2886.2
			lap	2				-9543800	2773.8
			tump	4				-8786700	2636
B.A.3.	40X60	800	tump	0	—	—	—	-73408000	11011.2
			lap	4				-73408000	11011.2
			tump	8				-73408000	11011.2
B.A.4.	40X60	800	tump	0	—	—	—	-18014800	4053.33
			lap	4				9007400	0
			tump	8				-18014800	4053.33
B.A.5.	20X30	400	tump	0	775.1	-0.1	0.5	-12401600	1550.2
			lap	2		0.091	0	11285456	0
			tump	4		-0.1	0.5	-12401600	1550.2
B.A.6.	20X30	250	tump	0	3097.4	-0.1	0.5	-19358750	3871.75
			lap	1.25		0.091	0	17616462.5	0
			tump	2.5		-0.1	0.5	-19358750	3871.75
Lantai Atap									
AT.B.1	40X60	800	tump	0	3428	-0.083	0.5	-182095360	13712
			lap	4		0.071	0	155768320	0
			tump	8		-0.083	0.5	-182095360	13712
AT.B.1	40X60	800	tump	0	3428	-0.1	0.5	-219392000	13712
			lap	4		-0.091	0	-199646720	0
			tump	8		-0.1	0.5	-219392000	13712

TABEL 5.3. PERHITUNGAN TULANGAN UTAMA BALOK ANAK LANTAI 1 - 5 DAN LANTAI ATAP

fc = 29.176 Mpa
fy = 320 Mpa Rho max = 0.0322 Tulangan Utama = D.25
Tebal Pelat lantai = 140 mm Rho min = 0.004375 Begel = D.10
Tebal Pelat Atap = 130 mm
Penutup Beton = 40 mm As Total sudah termasuk tulangan torsi

BALOK ANAK	Ukuran Balok {cm}	Area	jarak dari i {m}	d {mm}	be {mm	Mu {Nmm}	Rn	Rho perlu	Rho pakai	As perlu cm ^ 2	Al perlu cm ^ 2	As Total cm ^ 2	pakai Tulangan	As ada cm ^ 2	Kontrol Balok T a {mm}
Lantai 1 - 5															
A.T.B.1	400X60	tump	0	547.5	400	-2.5E+08	2.627	0.008697	0.008697	19.05	1.14	20.19	5 D.25	24.54	
		lap	4	547.5	2000	214725357	2.252	0.00739	0.00739	16.18	1.14	17.32	4 D.25	19.63	12.665
		tump	8	547.5	400	-2.5E+08	2.627	0.008697	0.008697	19.05	1.14	20.19	5 D.25	24.54	
B.A.1.	400X60	tump	0	547.5	400	-62100000	0.65	0.0021	0.004375	9.592	1.14	10.73	3 D.25	14.72	
		lap	4	547.5	2000	-62000000	0.65	0.0021	0.004375	9.562	1.14	10.73	3 D.25	14.72	9.497
		tump	8	547.5	400	-62000000	0.65	0.0021	0.004375	9.562	1.14	10.73	3 D.25	14.72	
B.A.2.	200X30	tump	0	247.5	200	-9891900	1.009	0.00322	0.004375	2.17	0.23	2.4	2 D.25	9.817	
		lap	2	247.5	1000	-8786700	0.092	0.000288	0.004375	2.17	0.23	2.4	2 D.25	9.817	12.667
		tump	4	247.5	200	-8786700	0.092	0.000288	0.004375	2.17	0.23	2.4	2 D.25	9.817	
B.A.3.	400X60	tump	0	547.5	400	-73408000	0.774	0.00246	0.00438	9.5922	1.14	10.73	3 D.25	14.73	
		lap	4	547.5	2000	-73000000	0.774	0.00246	0.00438	9.5922	1.14	10.73	3 D.25	14.73	9.467
		tump	8	547.5	400	-73000000	0.774	0.00246	0.00438	9.5922	1.14	10.73	3 D.25	14.73	
B.A.4.	400X60	tump	0	547.5	400	-1801 4800	0.19	0.0018	0.00438	9.5922	1.14	10.73	3 D.25	14.73	
		lap	4	547.5	2000	9007400	0.09	0.0001	0.00438	9.5922	1.14	10.73	3 D.25	14.73	9.467
		tump	8	547.5	400	-1801 4800	0.19	0.0018	0.00438	9.5922	1.14	10.73	3 D.25	14.73	
B.A.5.	200X30	tump	0	247.5	200	-12400000	1.265	0.00406	0.00438	2.17	0.23	2.4	2 D.25	9.817	
		lap	2	247.5	1000	11285456	1.151	0.00368	0.00438	2.17	0.23	2.4	2 D.25	9.817	12.667
		tump	4	247.5	200	-12400000	1.265	0.00406	0.00438	2.17	0.23	2.4	2 D.25	9.817	
B.A.6.	200X30	tump	0	247.5	200	-19358750	1.975	0.00644	0.00644	3.188	0.23	3.418	2 D.25	9.817	
		lap	1.25	247.5	625	17616463	1.797	0.00584	0.00584	2.891	0.23	3.121	2 D.25	9.817	20.27
		tump	2.5	247.5	200	-19358750	1.975	0.00644	0.00644	3.188	0.23	3.418	2 D.25	9.817	
Lantai Atap															
A.T.B.1	400X60	tump	0	547.5	400	-1.8E+08	1.9	0.00618	0.00618	13.534	1.14	14.67	3 D.25	14.73	
		lap	4	547.5	2000	155768320	1.62	0.00524	0.00524	11.476	1.14	12.62	3 D.25	14.73	9.497
		tump	8	547.5	400	-1.8E+08	1.9	0.00618	0.00618	13.534	1.14	14.67	3 D.25	14.73	
B.A.1	400X60	tump	0	547.5	400	-2.19E+08	2.287	0.00751	0.00751	13.534	1.14	17.59	4 D.25	19.64	
		lap	4	547.5	2000	199646720	2.08	0.0068	0.0068	11.476	1.14	16.03	4 D.25	19.64	12.668
		tump	8	547.5	400	-2.19E+08	2.287	0.00751	0.00751	13.534	1.14	17.59	4 D.25	19.64	

TABEL 5.4. PERHITUNGAN TORSI MINIMUM DAN GESER BALOK ANAK LANTAI 1 - 5 DAN LANTAI ATAP

fc = 29.176 Mpa
fy = 320 Mpa

Begel = D.10
Av ada = 1.57 cm ^ 2
dc = 40 mm

X1 = bw - 2 dc - diameter begel
Y1 = h - 2 dc - diameter begel

BALOK ANAK	Ukuran Balok {cm}	Lu Balok {cm}	Area	jarak dari i {m}	d {mm}	Vu {Kg}	phi Vc {kg}	phi Vs {kg}	S perlu {mm}	S pasang {cm}	X1 {cm}	Y1 {cm}	Al min perlu cm ^ 2
Lantai 1 - 7													
			tump	0	547.5	18902	11829	7073	230	20	31	51	3.416
A.T.B.1.	40X60	800	lap	4	547.5	0	11829	0	273.75	25	31	51	3.416
			tump	8	547.5	18902	11829	7073	230	20	31	51	3.416
			tump	0	547.5	9392	11829	-2437	273.75	25	31	51	3.416
B.A.1.	40X60	800	lap	4	547.5	9392	11829	-2437	273.75	25	31	51	3.416
			tump	8	547.5	9392	11829	-2437	273.75	25	31	51	3.416
			tump	0	247.5	2686.2	2673.7	212.5	351.31	10	11	21	0.667
B.A.2	20X30	400	lap	2	247.5	2773.8	2673.7	100.1	745.79	10	11	21	0.667
			tump	4	247.5	2636	2673.7	-37.7	123.75	10	11	21	0.667
			tump	0	547.5	11011.2	11829	-817.8	273.75	25	31	51	3.416
B.A.3.	40X60	800	lap	4	547.5	11011.2	11829	-817.8	273.75	25	31	51	3.416
			tump	8	547.5	11011.2	11829	-817.8	273.75	25	31	51	3.416
			tump	0	547.5	4053.33	11829	-7775.7	270	25	31	51	3.416
B.A.4.	40X60	800	lap	4	547.5	0	11829	0	273.75	25	31	51	3.416
			tump	8	547.5	4053.33	11829	-7775.7	270	25	31	51	3.416
			tump	0	247.5	1550.2	2673.7	-1123.5	123.75	10	11	21	0.667
B.A.5.	20X30	400	lap	2	247.5	0	2673.7	0	123.75	10	11	21	0.667
			tump	4	247.5	1550.2	2673.7	-1124	123.75	10	11	21	0.667
			tump	0	247.5	3871.75	2673.7	1198.05	1378.5	10	11	21	0.667
B.A.6.	20X30	250	lap	1.25	247.5	0	2673.7	0	123.75	10	11	21	0.667
			tump	2.5	247.5	3871.75	2673.7	1198.05	1378.5	10	11	21	0.667
Lantai Atap													
			tump	0	547.5	13712	11829	1883	877.1	25	31	51	3.416
A.T.B.1	40X60	800	lap	4	547.5	0	11829	0	273	25	31	51	3.416
			tump	8	547.5	13712	11829	1883	877.1	25	31	51	3.416
			tump	0	547.5	13712	11829	1883	877.1	25	31	51	3.416
B.A.1	40X60	800	lap	4	547.5	0	11829	0	273	25	31	51	3.416
			tump	8	547.5	13712	11829	1883	877.1	25	31	51	3.416

LAMPIRAN B

TABEL 6.1 PERHITUNGAN PEMBEBANAN BALOK INDUK LANTAI 1 - 5 DAN LANTAI ATAP

BALOK INDUK	Ukuran b x h (m)	Ly (m)	Lx (m)	qD kg/m	qL kg/m	qekD kg/m	qekL kg/m		B.T. kg/m	quD kg/m	quL kg/m	P1D\P2D kg	P1L\P2L
Lantai 1													
A	0.50x0.70	8	4	529	250	969.833	438		1000	1969.833	275		
B	0.50x0.70	8	4	529	250	1886.76	534.9		0	1886.76	320.94	1085\12578	466\7151
C	0.50x0.70	8	4	529	250	1851.6	875		1000	2851.6	525	4828\15774	3288\6267
D	0.50x0.70	8	4	529	250	1410.66	666.66		1000	2410.66	399.97	13040	5867
E	0.50x0.70	8	4	529	250	705.33	333.33		1000	1705.33	219.47	3646.1	1001
F	0.50x0.70	8	4	529	250	1994.78	942.71		1000	2994.78	565	7001	2931
G	0.50x0.70	8	4	529	250	2380.5	1124.99		0	2380.5	675	12578	7151
H	0.50x0.70	8	4	529	250	2821.33	1333.33		0	2821.33	1099.99	26080	11724

Lantai Atap													
AT.A	0.50x0.70	8	4	422	150	773.67	275		0	773.67	165		
AT.B	0.50x0.70	8	4	422	150	1125.34	460		0	1125.34	240	10192	3520
AT.C	0.50x0.70	8	4	422	150	1899.67	675		0	1899.67	405	6189.3	1320
AT.D	0.50x0.70	8	4	422	150	2250.68	800		0	2250.68	480	20384	7040
AT.E	0.50x0.70	8	4	422	150	1547.34	550		0	1547.34	330		
AT.F	0.50x0.70	8	4	422	150	1547.34	1191.67		1000	2547.34	1191.67	3000	
AT.G	0.50x0.70	8	4	422	150	1899.1	1141.67		1000	2899.1	1141.67	11301.4	3181.7

TABEL 6.3 PERHITUNGAN MASSA & STATIS MOMEN LANTAI 1 - 5

MODEL	Keterangan	Berat {W} {Kg}	X {m}	Y {m}	WX {Kgm}	WY {Kgm}
TYPE PELAT						
1	{529+250}X8X8	49856	4	4	199424	199424
2	{529+250}X8X8	49856	12	4	598272	199424
3	{529+250}X8X8	49856	20	4	997120	199424
4	{529+250}X8X4	24928	2	12	49856	299136
5	{529+250}X{(4X4)+(4X1.2)	16203.2	5.68	13.08	92034.176	211937.86
6	{529+250}X8X8	49856	4	20	199424	997120
7	{529+250}X8X8	49856	12	20	598272	997120
8	{529+250}X8X8	49856	20	20	997120	997120
9	{529+250}X8X4	24928	22	12	548416	299136
10	{529+250}X8X8	49856	12	12	598272	598272
11	{529+250}X{(4X4)+(4X1.2)	16203.2	18.32	13.08	296842.62	211937.86
TYPE BALOK ANAK 20/30						
1	{0.2X(0.3-0.14)X4X2400	307.2	5.2	10	1597.44	3072
2	{0.2X(0.3-0.14)X4X2400	307.2	18.8	10	5775.36	3072
3	{0.2X(0.3-0.14)X4X2400	307.2	6	12	1843.2	3686.4
4	{0.2X(0.3-0.14)X4X2400	307.2	18	12	5529.6	3686.4
5	{0.2X(0.3-0.14)X3X2400	230.4	9.5	12	2188.8	2764.8
6	{0.2X(0.3-0.14)X3X2400	230.4	14.5	10.75	3340.8	2476.8
7	{0.2X(0.3-0.14)X3X2400	230.4	14.5	13.25	3340.8	3052.8
TYPE BALOK ANAK 40/60						
1	{0.4x(0.6-0.14)x24x2400}	3686.4	12	4	44236.8	14745.6
2	{0.4x(0.6-0.14)x24x2400}	3686.4	12	20	44236.8	73728
3	{0.4x(0.6-0.14)x8x2400}	3686.4	4	12	14745.6	44236.8
4	{0.4x(0.6-0.14)x8x2400}	3686.4	20	12	73728	44236.8
5	{0.4x(0.6-0.14)x8x2400}	3686.4	11	12	40550.4	44236.8
6	{0.4x(0.6-0.14)x8x2400}	3686.4	13	12	47923.2	44236.8
					Wx	Wy
		455292.8			5484089.6	5497283.7

MODEL	Keterangan	Berat {W} {Kg}	X {m}	Y {m}	WX {Kgm}	WY {Kgm}
BALOK INDUK 50/70						
1	{0.50X(0.70-0.14)X24X2400}	16128	12	0	193536	0
2	{0.50X(0.70-0.14)X24X2400}	16128	12	8	193536	129024
3	{0.50X(0.70-0.14)X24X2400}	16128	12	16	193536	258048
4	{0.50X(0.70-0.14)X24X2400}	16128	12	24	193536	387072
5	{0.50X(0.70-0.14)X24X2400}	16128	0	12	0	193536
6	{0.50X(0.70-0.14)X24X2400}	16128	8	12	129024	193536
7	{0.50X(0.70-0.14)X24X2400}	16128	16	12	258048	193536
8	{0.50X(0.70-0.14)X24X2400}	16128	24	12	387072	193536

MODEL	Keterangan	Berat {W} {Kg}	X {m}	Y {m}	WX {Kgm}	WY {Kgm}
KOLOM 60/60						
1	{0.6X0.6X4X2400}	3456	0	0	0	0
2	{0.6X0.6X4X2400}	3456	0	8	0	27648
3	{0.6X0.6X4X2400}	3456	0	16	0	55296
4	{0.6X0.6X4X2400}	3456	0	24	0	82944
5	{0.6X0.6X4X2400}	3456	8	0	27648	0
6	{0.6X0.6X4X2400}	3456	8	8	27648	27648
7	{0.6X0.6X4X2400}	3456	8	16	27648	55296
8	{0.6X0.6X4X2400}	3456	8	24	27648	82944
9	{0.6X0.6X4X2400}	3456	16	0	55296	0
10	{0.6X0.6X4X2400}	3456	16	8	55296	27648
11	{0.6X0.6X4X2400}	3456	16	16	55296	55296
12	{0.6X0.6X4X2400}	3456	16	24	55296	82944
13	{0.6X0.6X4X2400}	3456	24	0	82944	0
14	{0.6X0.6X4X2400}	3456	24	8	82944	27648
15	{0.6X0.6X4X2400}	3456	24	16	82944	55296
16	{0.6X0.6X4X2400}	3456	3	24	10368	82944
					Wx	Wy
		184320			2139264	2211840

MODEL	Keterangan	Berat {W} {Kg}	X {m}	Y {m}	WX {Kgm}	WY {Kgm}
TEMBOK						
	{250}X4X8	8000	4	0	32000	0
	{250}X4X8	8000	12	0	96000	0
	{250}X4X8	8000	20	0	160000	0
	{250}X4X8	8000	4	24	32000	192000
	{250}X4X8	8000	12	24	96000	192000
	{250}X4X8	8000	20	24	160000	192000
	{250}X4X8	8000	0	4	0	32000
	{250}X4X8	8000	0	16	0	128000
	{250}X4X8	8000	0	20	0	160000
	{250}X4X8	8000	24	4	192000	32000
	{250}X4X8	8000	24	12	192000	96000
	{250}X4X8	8000	24	20	192000	160000
	{250}X4X8	8000	8	12	64000	96000
	{250}X4X8	8000	11	12	88000	96000
	{250}X4X8	8000	13	12	104000	96000
	{250}X4X8	8000	16	12	128000	96000

MODEL	Keterangan	Berat {W} {Kg}	X {m}	Y {m}	WX {Kgm}	WY {Kgm}
TEMBOK						
	{250)X4X3	3000	9.5	8	28500	24000
	{250)X4X3	3000	14.5	8	43500	24000
	{250)X4X3	3000	9.5	16	28500	48000
	{250)X4X3	3000	14.5	16	43500	48000
	{250)X4X3	3000	9.5	12	28500	36000
	{250)X4X3	3000	14.5	10.75	43500	32250
	{250)X4X3	3000	14.5	13.25	43500	39750
					Wx	Wy
		149000			1795500	1820000

TOTAL BERAT	788612.8	PUSAT MASSA X	11.9182
TOTAL Wx	9398853.6	PUSAT MASSA Y	12.0834
TOTAL Wy	9529123.7		

TOTAL BERAT	768812.8	PUSAT MASSA X	11.9182
TOTAL Wx	9398853.6	PUSAT MASSA Y	12.0834
TOTAL Wy	9529123.7		
TOTAL MASSA	80388.685		

TABEL 6.3 PERHITUNGAN MASSA & STATIS MOMEN LANTAI ATAP

MODE	Keterangan	Berat {W {Kg}	X {m}	Y {m}	WX {Kgm}	WY {Kgm}
TYPE PELAT						
1	(422+150)X8X8	36608	4	4	146432	146432
2	(422+150)X8X8	36608	12	4	439296	146432
3	(422+150)X8X8	36608	20	4	732160	146432
4	(422+150)X8X8	36608	4	12	146432	439296
5	(422+150)X8X4	18304	10	12	183040	219648
6	(422+150)X8X8	36608	20	12	732160	439296
7	(422+150)X8X8	36608	4	20	146432	732160
8	(422+150)X8X8	36608	12	20	439296	732160
9	(422+500)X8X4	29504	14	12	413056	354048
10	(422+150)X8X8	36608	20	20	732160	732160
TYPE BALOK ANAK 40/60						
1	{0.4x(0.6-0.13)x24x2400}	10829	12	4	129948	43316
2	{0.4x(0.6-0.13)x24x2400}	10829	12	20	129948	216580
3	{0.4x(0.6-0.13)x8x2400}	3610	4	12	14440	43320
4	{0.4x(0.6-0.13)x8x2400}	3610	12	12	43320	43320
5	{0.4x(0.6-0.13)x8x2400}	3610	20	12	72200	43320
					Wx	Wy
		373160			4500320	4477920

MODE	Keterangan	Berat {W {Kg}	X {m}	Y {m}	WX {Kgm}	WY {Kgm}
BALOK INDUK 50/70						
1	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	4	0	21888	0
2	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	12	0	65664	0
3	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	20	0	109440	0
4	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	4	8	21888	43776
5	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	12	8	65664	43776
6	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	20	8	109440	43776
7	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	4	16	21888	87552
8	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	12	16	65664	87552
9	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	20	16	109440	87552
10	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	4	24	21888	131328
11	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	12	24	65664	131328
12	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	20	24	109440	131328
13	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	0	4	0	21888
14	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	0	12	0	65664
15	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	0	20	0	109440
16	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	8	4	43776	21888
17	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	8	12	43776	65664
18	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	8	20	43776	109440
19	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	16	4	87552	21888
20	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	16	12	87552	65664
21	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	16	20	87552	109440
22	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	24	4	131328	21888
23	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	24	12	131328	65664
24	{0.50X(0.70-0.13)X8X2400}	5472	24	20	131328	109440

MODE	Keterangan	Berat {W {Kg}	X {m}	Y {m}	WX {Kgm}	WY {Kgm}
KOLOM 60/60						
1	{0.6X0.6X4X2400}	3456	0	0	0	0
2	{0.6X0.6X4X2400}	3456	0	8	0	27648
3	{0.6X0.6X4X2400}	3456	0	16	0	55296
4	{0.6X0.6X4X2400}	3456	0	24	0	82944
5	{0.6X0.6X4X2400}	3456	8	0	27648	0
6	{0.6X0.6X4X2400}	3456	8	8	27648	27648
7	{0.6X0.6X4X2400}	3456	8	16	27648	55296
8	{0.6X0.6X4X2400}	3456	8	24	27648	82944
9	{0.6X0.6X4X2400}	3456	16	0	55296	0
10	{0.6X0.6X4X2400}	3456	16	8	55296	27648
11	{0.6X0.6X4X2400}	3456	16	16	55296	55296
12	{0.6X0.6X4X2400}	3456	16	24	55296	82944
13	{0.6X0.6X4X2400}	3456	24	0	82944	0
14	{0.6X0.6X4X2400}	3456	24	8	82944	27648
15	{0.6X0.6X4X2400}	3456	24	16	82944	55296
16	{0.6X0.6X4X2400}	3456	24	24	82944	82944
					Wx	Wy
		186624			2239488	2239488

MODE	KETERANGAN	BERAT({kg}	X (m)	Y (m)	Wx (kgm)	Wy (kgm)
	(250X2X8)	4000	4	0	16000	0
	(250X2X8)	4000	12	0	48000	0
	(250X2X8)	4000	20	0	80000	0
	(250X2X8)	4000	4	24	16000	96000
	(250X2X8)	4000	12	24	48000	96000
	(250X2X8)	4000	20	24	80000	96000
	(250X2X8)	4000	0	4	0	16000
	(250X2X8)	4000	0	12	0	48000
	(250X2X8)	4000	0	20	0	80000
	(250X2X8)	4000	24	4	96000	16000
	(250X2X8)	4000	24	12	96000	48000
	(250X2X8)	4000	24	20	96000	80000
	(250X2X8)	4000	11	12	44000	48000
	(250X2X8)	4000	13	12	52000	48000

MODE	KETERANGAN	BERAT({kg}	X (m)	Y (m)	Wx (kgm)	Wy (kgm)
	(250X2X3)	1500	9.5	8	14250	12000
	(250X2X3)	1500	9.5	12	14250	18000
	(250X2X3)	1500	9.5	16	14250	24000
	(250X2X3)	1500	14.5	8	21750	12000
	(250X2X3)	1500	14.5	10.75	21750	16125
	(250X2X3)	1500	14.5	13.25	21750	19875
	(250X2X3)	1500	14.5	16	21750	24000
		66500			801750	798000

TOTAL BERAT	615084	PUSAT MASSA X	12.26102
TOTAL Wx	7541558	PUSAT MASSA Y	12.21851
TOTAL Wy	7515408		
TOTAL MASSA	62699.7		

TABEL 6.3 PERHITUNGAN MASSA & STATIS MOMEN LANTAI 1-5

MODE	Lebar {b} {cm}	Tinggi {h} {cm}	Luas {cm^2}	X {cm}	Y {cm}	Ix {cm^4}	Iy {cm^4}
TYPE PELAT							
1	800	800	640000	400	400	4.52E+11	9.43E+11
2	800	800	640000	1200	400	4.52E+11	3.42E+10
3	800	800	640000	2000	400	4.52E+11	4.52E+11
4	800	800	640000	400	2000	4.35E+11	4.36E+11
5	800	800	640000	1200	2000	4.35E+11	3.42E+10
6	800	800	640000	2000	2000	4.35E+11	4.52E+11
7	800	400	320000	200	1200	4.29E+09	3.32E+11
8	800	400	320000	2200	1200	4.29E+09	3.42E+11
9	800	500	400000	1050	1200	8.36E+09	2.94E+10
10	400	400	160000	600	1400	8.01E+09	5.82E+10
11	400	400	160000	1800	1400	8.01E+09	6.13E+10
12	400	120	48000	460	1000	2.14E+09	2.64E+10
13	400	120	48000	1940	1000	2.14E+09	2.75E+10
TYPE BALOK ANAK 20/30							
1	20	400	8000	600	1200	1.07E+08	2.8E+09
2	20	400	8000	1800	1200	1.07E+08	2.96E+09
3	20	400	8000	520	1000	4.54E+08	3.61E+09
4	20	400	8000	1880	1000	4.54E+08	3.79E+09
5	20	300	6000	950	1200	45413340	3.52E+08
6	20	300	6000	1450	1075	1.52E+08	4E+08
7	20	300	6000	1450	1325	1.27E+08	4E+08
TYPE BALOK ANAK 40/60							
1	40	2400	96000	1200	400	1.09E+11	18944000
2	40	2400	96000	1200	2000	1.06E+11	18944000
3	40	800	32000	400	1200	1.71E+09	2.01E+10
4	40	800	32000	2000	1200	1.71E+09	2.09E+10
5	40	800	32000	1100	1200	1.71E+09	2.75E+08
6	40	800	32000	1300	1200	1.71E+09	3.78E+08
			5666000			2.92E+12	3.28E+12

MODEL	Lebar {b} {cm}	Tinggi {h} {cm}	Luas {cm ^ 2}	X {cm}	Y {cm}	Ix {cm ^ 4}	Iy {cm ^ 4}
BALOK INDUK 50/70							
1	50	2400	120000	1200	0	2.326E+11	32660000
2	50	2400	120000	2000	0	2.327E+11	7.837E+10
3	50	2400	120000	400	800	7.758E+10	7.53E+10
4	50	2400	120000	1200	800	7.758E+10	32660000
5	50	2400	120000	2000	800	7.758E+10	7.837E+10
6	50	2400	120000	400	1600	7.604E+10	7.53E+10
7	50	2400	120000	1200	1600	7.604E+10	32660000
8	50	2400	120000	2000	1600	7.604E+10	7.837E+10

MODEL	Lebar {b} {cm}	Tinggi {h} {cm}	Luas {cm ^ 2}	X {cm}	Y {cm}	Ix {cm ^ 4}	Iy {cm ^ 4}
KOLOM 60/60							
1	60	60	3600	0	0	5.254E+09	5.116E+09
2	60	60	3600	800	0	5.254E+09	554270400
3	60	60	3600	1600	0	5.254E+09	600350400
4	60	60	3600	2400	0	5.254E+09	5.254E+09
5	60	60	3600	0	800	600350400	5.116E+09
6	60	60	3600	800	800	600350400	554270400
7	60	60	3600	1600	800	600350400	600350400
8	60	60	3600	2400	800	600350400	5.254E+09
9	60	60	3600	0	1600	554270400	5.116E+09
10	60	60	3600	800	1600	554270400	554270400
11	60	60	3600	1600	1600	554270400	600350400
12	60	60	3600	2400	1600	554270400	5.254E+09
13	60	60	3600	0	2400	5.116E+09	5.116E+09
14	60	60	3600	800	2400	5.116E+09	554270400
15	60	60	3600	1600	2400	5.116E+09	600350400
16	60	60	3600	2400	2400	5.116E+09	5.254E+09
			1017600			9.724E+11	4.319E+11

Ix total: 3.88586E+12 Massa : 803.887 Kg dt ^ 2/cm

Iy total: 3.71614E+12 Luas : 6883600 cm ^ 2

Mrz : {803.887/6883600X(3.8957E12+3.7161E12)} = 915528817 Kg cm dt ^ 2

TABEL 6.3 PERHITUNGAN MASSA & STATIS MOMEN LANTAI ATAP

MODE	Lebar {b {cm}	Tinggi {h} {cm}	Luas {cm^2	X {cm}	Y {cm}	Ix {cm^4}	Iy {cm^4}
TYPE PELAT							
1	8	8	64	4	4	4437.333	4443.48
2	8	8	64	12	4	4437.333	341.3356
3	8	8	64	20	4	4437.333	4431.192
4	8	8	64	4	12	341.3333	4443.48
5	8	8	64	12	12	341.3333	341.3356
6	8	8	64	20	12	341.3333	4431.192
7	8	8	64	4	20	4437.333	4443.48
8	8	8	64	12	20	4437.333	341.3356
9	8	8	64	20	20	4437.333	4431.192
TYPE BALOK ANAK 40/60							
1	0.4	24	9.6	12	4	1075.2	0.128346
2	0.4	24	9.6	12	20	1075.2	0.128346
3	0.4	8	3.2	4	12	17.06667	205.15
4	0.4	8	3.2	20	12	17.06667	204.5356
5	0.4	8	3.2	12	12	17.06667	0.042782
			A=			Ix	Iy
			604.8			29849.6	28058.01

MODE	Lebar {b} {m}	Tinggi {h} {m}	Luas {m^2}	X {m}	Y {m}	Ix {m^4}	Iy {m^4}
BALOK INDUK 50/70							
1	0.5	8	4	4	0	597.33333	256.46748
2	0.5	8	4	12	0	597.33333	0.0834773
3	0.5	8	4	20	0	597.33333	255.69948
4	0.5	8	4	4	8	85.333333	256.46748
5	0.5	8	4	12	8	85.333333	0.0834773
6	0.5	8	4	20	8	85.333333	255.69948
7	0.5	8	4	4	16	85.333333	256.46748
8	0.5	8	4	12	16	85.333333	0.0834773
9	0.5	8	4	20	16	85.333333	255.69948
10	0.5	8	4	4	24	597.33333	256.46748
11	0.5	8	4	12	24	597.33333	0.0834773
12	0.5	8	4	20	24	597.33333	255.69948
13	0.5	8	4	0	4	277.33333	576.65948
14	0.5	8	4	0	12	21.333333	576.65948
15	0.5	8	4	0	20	277.33333	576.65948
16	0.5	8	4	8	4	277.33333	64.275477
17	0.5	8	4	8	12	21.333333	64.275477
18	0.5	8	4	8	20	277.33333	64.275477
19	0.5	8	4	16	4	277.33333	63.891477
20	0.5	8	4	16	12	21.333333	63.891477
21	0.5	8	4	16	20	277.33333	63.891477
22	0.5	8	4	24	4	277.33333	575.50748
23	0.5	8	4	24	12	21.333333	575.50748
24	0.5	8	4	24	20	277.33333	575.50748

MODE	Lebar {b {m}	Tinggi {h} {m}	Luas {m^2}	X {m}	Y {m}	Ix {m^4}	Iy {m^4}
KOLOM 60/60							
1	0.6	0.6	0.36	0	0	51.8508	51.902653
2	0.6	0.6	0.36	0	8	5.7708	51.902653
3	0.6	0.6	0.36	0	16	5.7708	51.902653
4	0.6	0.6	0.36	0	24	51.8508	51.902653
5	0.6	0.6	0.36	8	0	51.8508	5.788093
6	0.6	0.6	0.36	8	8	5.7708	5.788093
7	0.6	0.6	0.36	8	16	5.7708	5.788093
8	0.6	0.6	0.36	8	24	51.8508	5.788093
9	0.6	0.6	0.36	16	0	51.8508	5.753533
10	0.6	0.6	0.36	16	8	5.7708	5.753533
11	0.6	0.6	0.36	16	16	5.7708	5.753533
12	0.6	0.6	0.36	16	24	51.8508	5.753533
13	0.6	0.6	0.36	24	0	51.8508	51.798973
14	0.6	0.6	0.36	24	8	5.7708	51.798973
15	0.6	0.6	0.36	24	16	5.7708	51.798973
16	0.6	0.6	0.36	24	24	51.8508	51.798973
			A=			Ix	Iy
			101.76			6860.973	6350.976

Ix total : 36710.5728 **Massa :** 62699.69 Kg dt^2/m

Iy total : 34408.9822 **Luas** 706.6 m^2

Mrz : {62699.69/706.56X(36710.5728+34408.98224)} = 6311104.583

```
C THREE DIMENSIONAL STRUCTURAL AND EARTHQUAKE ANALYSIS
C PROGRAMMED BY HENDRATNO - NRP.3903100865
C CIVIL DEPARTMENT - ITS / SURABAYA
C CALCULATION IN MKS-UNITS ( KN-M-CELCIUS-SECOND )
C GRAVITATION ACC. = 9.81 M/S^2
SYSTEM
L=2  V=6   T=0.0001
:
JOINTS
C ########## LANTAI DASAR ---- ELEVASI = 0 M
1     X=0    Y=0    Z=0
4     X=24   Y=0    Z=0
13    X=0    Y=24   Z=0
16    X=24   Y=24   Z=0   Q=1,4,13,16,1,4
C ########## LANTAI 1 ---- ELEVASI = 4 M
101   X=0    Y=0    Z=4
104   X=24   Y=0    Z=4
113   X=0    Y=24   Z=4
116   X=24   Y=24   Z=4   Q=101,104,113,116,1,4
117   X=0    Y=4    Z=4
118   X=24   Y=4    Z=4
119   X=0    Y=20   Z=4
120   X=24   Y=20   Z=4
121   X=8    Y=4    Z=4
122   X=16   Y=4    Z=4
123   X=8    Y=20   Z=4
124   X=16   Y=20   Z=4
125   X=4    Y=8    Z=4
126   X=20   Y=8    Z=4
127   X=4    Y=16   Z=4
128   X=20   Y=16   Z=4
129   X=5.2  Y=8    Z=4
130   X=18.8 Y=8    Z=4
131   X=11   Y=8    Z=4
132   X=13   Y=8    Z=4
133   X=11   Y=16   Z=4
134   X=13   Y=16   Z=4
135   X=8    Y=12   Z=4
136   X=16   Y=10.75  Z=4
137   X=16   Y=13.25  Z=4
138   X=16   Y=16     Z=4
C ########## LANTAI 2 ---- ELEVASI = 8 M
201   X=0    Y=0    Z=8
204   X=24   Y=0    Z=8
213   X=0    Y=24   Z=8
216   X=24   Y=24   Z=8   Q=201.204.213,216,1,4
217   X=0    Y=4    Z=8
218   X=24   Y=4    Z=8
219   X=0    Y=20   Z=8
220   X=24   Y=20   Z=8
221   X=8    Y=4    Z=8
222   X=16   Y=4    Z=8
223   X=8    Y=20   Z=8
224   X=16   Y=20   Z=8
225   X=4    Y=8    Z=8
```

```
226   X=20   Y=8    Z=8
227   X=4    Y=16   Z=8
228   X=20   Y=16   Z=8
229   X=5.2  Y=8    Z=8
230   X=18.8 Y=8    Z=8
231   X=11   Y=8    Z=8
232   X=13   Y=8    Z=8
233   X=11   Y=16   Z=8
234   X=13   Y=16   Z=8
235   X=8    Y=12   Z=8
236   X=16   Y=10.75 Z=8
237   X=16   Y=13.25 Z=8
238   X=16   Y=16    Z=8
C ########## LANTAI 3 ---- ELEVASI = 12 M
301   X=0    Y=0    Z=12
304   X=24   Y=0    Z=12
313   X=0    Y=24   Z=12
316   X=24   Y=24   Z=12  Q=301,304,313,316,1,4
317   X=0    Y=4    Z=12
318   X=24   Y=4    Z=12
319   X=0    Y=20   Z=12
320   X=24   Y=20   Z=12
321   X=8    Y=4    Z=12
322   X=16   Y=4    Z=12
323   X=8    Y=20   Z=12
324   X=16   Y=20   Z=12
325   X=4    Y=8    Z=12
326   X=20   Y=8    Z=12
327   X=4    Y=16   Z=12
328   X=20   Y=16   Z=12
329   X=5.2  Y=8    Z=12
330   X=18.8 Y=8    Z=12
331   X=11   Y=8    Z=12
332   X=13   Y=8    Z=12
333   X=11   Y=16   Z=12
334   X=13   Y=16   Z=12
335   X=8    Y=12   Z=12
336   X=16   Y=10.75 Z=12
337   X=16   Y=13.25 Z=12
338   X=16   Y=16    Z=12
C ########## LANTAI 4 ---- ELEVASI = 16 M
401   X=0    Y=0    Z=16
404   X=24   Y=0    Z=16
413   X=0    Y=24   Z=16
416   X=24   Y=24   Z=16  Q=401,404,413,416,1,4
417   X=0    Y=4    Z=16
418   X=24   Y=4    Z=16
419   X=0    Y=20   Z=16
420   X=24   Y=20   Z=16
421   X=8    Y=4    Z=16
422   X=16   Y=4    Z=16
423   X=8    Y=20   Z=16
424   X=16   Y=20   Z=16
425   X=4    Y=8    Z=16
426   X=20   Y=8    Z=16
```

```
427   X=4    Y=16   Z=16
428   X=20   Y=16   Z=16
429   X=5.2  Y=8    Z=16
430   X=18.8 Y=8    Z=16
431   X=11   Y=8    Z=16
432   X=13   Y=8    Z=16
433   X=11   Y=16   Z=16
434   X=13   Y=16   Z=16
435   X=8    Y=12   Z=16
436   X=16   Y=10.75 Z=16
437   X=16   Y=13.25 Z=16
438   X=16   Y=16    Z=16
C ********** LANTAI 5 ---- ELEVASI = 20 M
501   X=0    Y=0    Z=20
504   X=24   Y=0    Z=20
513   X=0    Y=24   Z=20
516   X=24   Y=24   Z=20  Q=501,504,513,516,1,4
517   X=0    Y=4    Z=20
518   X=24   Y=4    Z=20
519   X=0    Y=20   Z=20
520   X=24   Y=20   Z=20
521   X=8    Y=4    Z=20
522   X=16   Y=4    Z=20
523   X=8    Y=20   Z=20
524   X=16   Y=20   Z=20
525   X=4    Y=8    Z=20
526   X=20   Y=8    Z=20
527   X=4    Y=16   Z=20
528   X=20   Y=16   Z=20
529   X=5.2  Y=8    Z=20
530   X=18.8 Y=8    Z=20
531   X=11   Y=8    Z=20
532   X=13   Y=8    Z=20
533   X=11   Y=16   Z=20
534   X=13   Y=16   Z=20
535   X=8    Y=12   Z=20
536   X=16   Y=10.75 Z=20
537   X=16   Y=13.25 Z=20
538   X=16   Y=16    Z=20
C ********** LANTAI 6 ---- ELEVASI = 24 M
601   X=0    Y=0    Z=24
604   X=24   Y=0    Z=24
613   X=0    Y=24   Z=24
616   X=24   Y=24   Z=24  Q=601,604,613,616,1,4
617   X=0    Y=4    Z=24
618   X=24   Y=4    Z=24
619   X=0    Y=20   Z=24
620   X=24   Y=20   Z=24
621   X=8    Y=4    Z=24
622   X=16   Y=4    Z=24
623   X=8    Y=20   Z=24
624   X=16   Y=20   Z=24
625   X=4    Y=8    Z=24
626   X=20   Y=8    Z=24
627   X=4    Y=16   Z=24
```

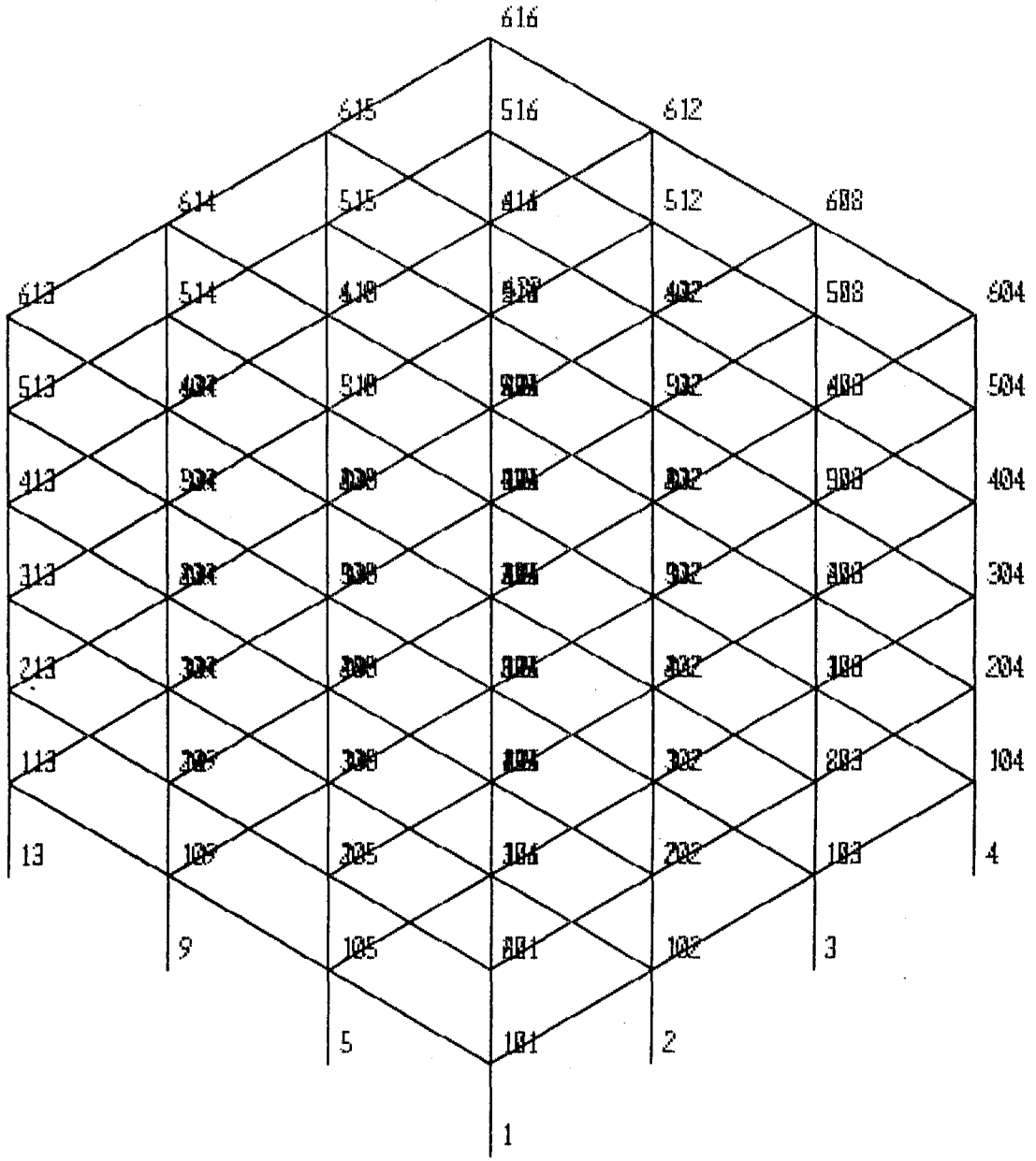
```
 628   X=20   Y=16   Z=24
 629   X=12   Y=8    Z=24
 630   X=12   Y=16   Z=24
 631   X=16   Y=9.33  Z=24
 632   X=16   Y=12    Z=24
 633   X=16   Y=14.67 Z=24
 C ********** MASTER JOINTS ************
 139   X=11.918   Y=12.083   Z=4  : LANTAI 1
 239   X=11.918   Y=12.083   Z=8  : LANTAI 2
 339   X=11.918   Y=12.083   Z=12 : LANTAI 3
 439   X=11.918   Y=12.083   Z=16 : LANTAI 4
 539   X=11.918   Y=12.083   Z=20 : LANTAI 5
 639   X=12.261   Y=12.218   Z=24 : ATAP
 :
 RESTRAINTS
 C FIXED JOINTS
 1,16,1      R=1,1,1,1,1,1
 C DEPENDENT JOINTS
 101,138,1   R=1,1,0,0,0,1
 201,238,1   R=1,1,0,0,0,1
 301,338,1   R=1,1,0,0,0,1
 401,438,1   R=1,1,0,0,0,1
 501,538,1   R=1,1,0,0,0,1
 601,638,1   R=1,1,0,0,0,1
C MASTER JOINTS
139,639,100 R=0,0,1,1,1,0
:
FRAME
NM=2  NL=34  NSEC=3  Z=-1
1  SH=R  T=0.7,0.5  W=8.4  E=2.53E7 : BALOK INDUK 50/70
2  SH=R  T=0.6,0.6  W=8.64 E=2.53E7 : KOLOM 60/60
C SPAN LOADING DATA
1  WG=0,0,-19.70
2  WG=0,0,-2.75
3  WG=0,0,-24.106     PLD=4.0,-130.4
4  WG=0,0,-4.00       PLD=4.0,-58.67
5  WG=0,0,-18.868     PLD=2.8,-10.85,0,4.0,-125.78
6  WG=0,0,-5.35       PLD=2.8,-4.66,0,4.0,-71.51
7  WG=0,0,-18.868     PLD=4.0,-125.78,0,5.2,-10.85
8  WG=0,0,-5.35       PLD=4.0,-71.51,0,5.2,-4.66
9  WG=0,0,-28.213     PLD=4.0,-260.8
0 WG=0,0,-11.00       PLD=4.0,-117.24
1 WG=0,0,-28.515      PLD=3.0,-48.28,0,5.0,-157.74
2 WG=0,0,-5.25        PLD=3.0,-32.88,0,5.0,-62.67
3 WG=0,0,-29.948      PLD=4.0,-70.01
4 WG=0,0,-5.66        PLD=4.0,-29.31
5 WG=0,0,-17.053      PLD=2.75,-36.461,0,5.25,-36.461
6 WG=0,0,-2.00        PLD=2.75,-10.01,0,5.25,-10.01
7 WG=0,0,-23.805      PLD=4.0,-125.78
8 WG=0,0,-6.75        PLD=4.0,-71.51
9 WG=0,0,-7.737
0 WG=0,0,-1.65
. WG=0,0,-11.253      PLD=4.0,-101.92
  WG=0,0,-2.40        PLD=4.0,-35.20
  WG=0,0,-18.991      PLD=4.0,-61.893
```

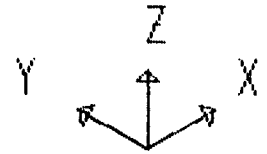
```
 24 WG=0,0,-4.05        PLD=4.0,-13.20
 25 WG=0,0,-22.507      PLD=4.0,-203.84
 26 WG=0,0,-4.80        PLD=4.0,-70.40
 27 WG=0,0,-15.473
 28 WG=0,0,-3.30
 29 WG=0,0,-25.473      PLD=1.33,-30,0,4.00,-30,0,6.67,-30,0
 30 WG=0,0,-11.917
 31 WG=0,0,-28.991      PLD=4.0,113.014
 32 WG=0,0,-11.417      PLD=4.0,31.817
 33 WG=0,0,-28.991      PLD=4.0,-113.014
 34 WG=0,0,-11.417      PLD=4.0,-31.817
C BEAM ELEMENT LEVEL-1
1,102,101    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
4,106,105    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
5,107,106    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
6,108,107    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
7,110,109    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
8,111,110    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
10,114,113   M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
13,101,105   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
14,102,106   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
17,105,109   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
18,106,110   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
19,107,111   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
21,109,113   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
22,110,114   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-2
101,202,201  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
104,206,205  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
105,207,206  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
106,208,207  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
107,210,209  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
108,211,210  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
110,214,213  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
113,201,205  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
114,202,206  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
117,205,209  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
118,206,210  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
119,207,211  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
121,209,213  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
122,210,214  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-3
201,302,301  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
204,306,305  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
205,307,306  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
206,308,307  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
207,310,309  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
208,311,310  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
210,314,313  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
213,301,305  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
214,302,306  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
217,305,309  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
218,306,310  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.4
219,307,311  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
221,309,313  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
```

```
222,310,314  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-4
301,402,401  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
304,406,405  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
305,407,406  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
306,408,407  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
307,410,409  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
308,411,410  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
310,414,413  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
313,401,405  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
314,402,406  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
317,405,409  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
318,406,410  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
319,407,411  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
321,409,413  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
322,410,414  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-5
401,502,501  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
404,506,505  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
405,507,506  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
406,508,507  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
407,510,509  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
408,511,510  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
410,514,513  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
413,501,505  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
414,502,506  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
417,505,509  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
418,506,510  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
419,507,511  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
421,509,513  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
422,510,514  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-TOP ( ATAP )
501,602,601  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=19,20 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
504,606,605  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=23,24 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
505,607,606  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=31,32 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
507,610,609  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=23,24 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
508,611,610  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=33,34 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
510,614,613  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=19,20 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
513,601,605  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=21,22 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
514,602,606  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=25,26 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
517,605,609  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=19,20 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
518,606,610  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=27,28 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
519,607,611  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=29,30 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
521,609,613  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=21,22 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
522,610,614  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=25,26 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 0-1
25,1,101     M=2 LP=3,0  MS=0,139   NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 1-2
.25,101,201  M=2 LP=3,0  MS=139,239 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 2-3
225,201,301  M=2 LP=3,0  MS=239,339 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 3-4
225,301,401  M=2 LP=3,0  MS=339,439 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 4-5
25,401,501   M=2 LP=3,0  MS=439,539 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
```

```
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 5-6
525,501,601  M=2 LP=3,0  MS=539,639 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
:
LOADS
C LOADS IN KN-M  UNITS
117,517,100  L=1  F=0,0,0,0,86.90,0
117,517,100  L=2  F=0,0,0,0,39.11,0
118,518,100  L=1  F=0,0,0,0,86.90,0
118,518,100  L=2  F=0,0,0,0,39.11,0
119,519,100  L=1  F=0,0,0,0,86.90,0
119,519,100  L=2  F=0,0,0,0,39.11,0
120,520,100  L=1  F=0,0,0,0,86.90,0
120,520,100  L=2  F=0,0,0,0,39.11,0
121,521,100  L=1  F=0,0,0,0,173.81,0
121,521,100  L=2  F=0,0,0,0,78.22,0
122,522,100  L=1  F=0,0,0,0,173.81,0
122,522,100  L=2  F=0,0,0,0,78.22,0
123,523,100  L=1  F=0,0,0,0,173.81,0
123,523,100  L=2  F=0,0,0,0,78.22,0
124,524,100  L=1  F=0,0,0,0,173.81,0
124,524,100  L=2  F=0,0,0,0,78.22,0
125,525,100  L=1  F=0,0,0,181.69,0,0
125,525,100  L=2  F=0,0,0,103.02,0,0
126,526,100  L=1  F=0,0,0,181.69,0,0
126,526,100  L=2  F=0,0,0,103.02,0,0
127,527,100  L=1  F=0,0,0,181.69,0,0
127,527,100  L=2  F=0,0,0,103.02,0,0
128,528,100  L=1  F=0,0,0,181.69,0,0
128,528,100  L=2  F=0,0,0,103.02,0,0
129,529,100  L=1  F=0,0,0,8.6768,0,0
129,529,100  L=2  F=0,0,0,3.7249,0,0
130,530,100  L=1  F=0,0,0,8.6768,0,0
130,530,100  L=2  F=0,0,0,3.7249,0,0
131,531,100  L=1  F=0,0,0,222.47,0,0
131,531,100  L=2  F=0,0,0,86.889,0,0
133,533,100  L=1  F=0,0,0,222.47,0,0
133,533,100  L=2  F=0,0,0,86.889,0,0
132,532,100  L=1  F=0,0,0,167.73,0,0
132,532,100  L=2  F=0,0,0,112.14,0,0
134,534,100  L=1  F=0,0,0,167.73,0,0
134,534,100  L=2  F=0,0,0,112.14,0,0
135,535,100  L=1  F=0,0,0,0,48.83,0
135,535,100  L=2  F=0,0,0,0,21.02,0
136,536,100  L=1  F=0,0,0,0,21.87,0
136,536,100  L=2  F=0,0,0,0,6.003,0
138,538,100  L=1  F=0,0,0,0,21.87,0
138,538,100  L=2  F=0,0,0,0,6.003,0
137,537,100  L=1  F=0,0,0,0,26.95,0
137,537,100  L=2  F=0,0,0,0,15.02,0
617,620,1    L=1  F=0,0,0,0,67.95,0
617,620,1    L=2  F=0,0,0,0,23.47,0
621,624,1    L=1  F=0,0,0,0,135.89,0
621,624,1    L=2  F=0,0,0,0,46.93,0
625,628,1    L=1  F=0,0,0,-99.029,0,0
625,628,1    L=2  F=0,0,0,-21.12,0,0
```

```
629,630,1    L=1  F=0,0,0,26.287,0,0
629,630,1    L=2  F=0,0,0,10.699,0,0
631,633,1    L=1  F=0,0,0,0,30,0
:
MASSES
139,139,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
239,239,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
339,339,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
439,439,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
539,539,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
639,639,0  M=626.997,626.997,0,0,0,63111.046
:
SPEC
C SPECTRUM ANALYSIS
C SUDUT EKSUTASI 0 DERAJAT ( TEGAK LURUS SUMBU - X )
C FAKTOR REDAMAN 5%
C PERCEPATAN GRAVITASI 9.81 M/S^2
A=0    S=9.81     D=0.05
C ZONE GEMPA 3
C ASUMSI KONDISI TANAH LUNAK
C NILAI T DAN C MENURUT PPTGIUG-1983
0    0.07    0.07
0.5  0.07    0.07
1    0.07    0.07
2    0.035   0.035
3    0.035   0.035
:
COMBO
1 C=1.2,1.6                      : 1.2DL + 1.6LL
2 C=1.05,0.3#1.05  D=2#1.05      : 1.05( DL+0.3LL+2E )
3 C=1.05,0.3#1.05  D=-2#1.05     : 1.05( DL+0.3LL-2E )
4 C=0              D=2#1.05      : 2E
:
C TUGAS AKHIR S-1 PROGRAM STUDI KONSTRUKSI
C DAKTILITAS DUA PADA ZONE GEMPA-3
C TEKNIK SIPIL - FTSP ITS / SURABAYA 1995
:
```





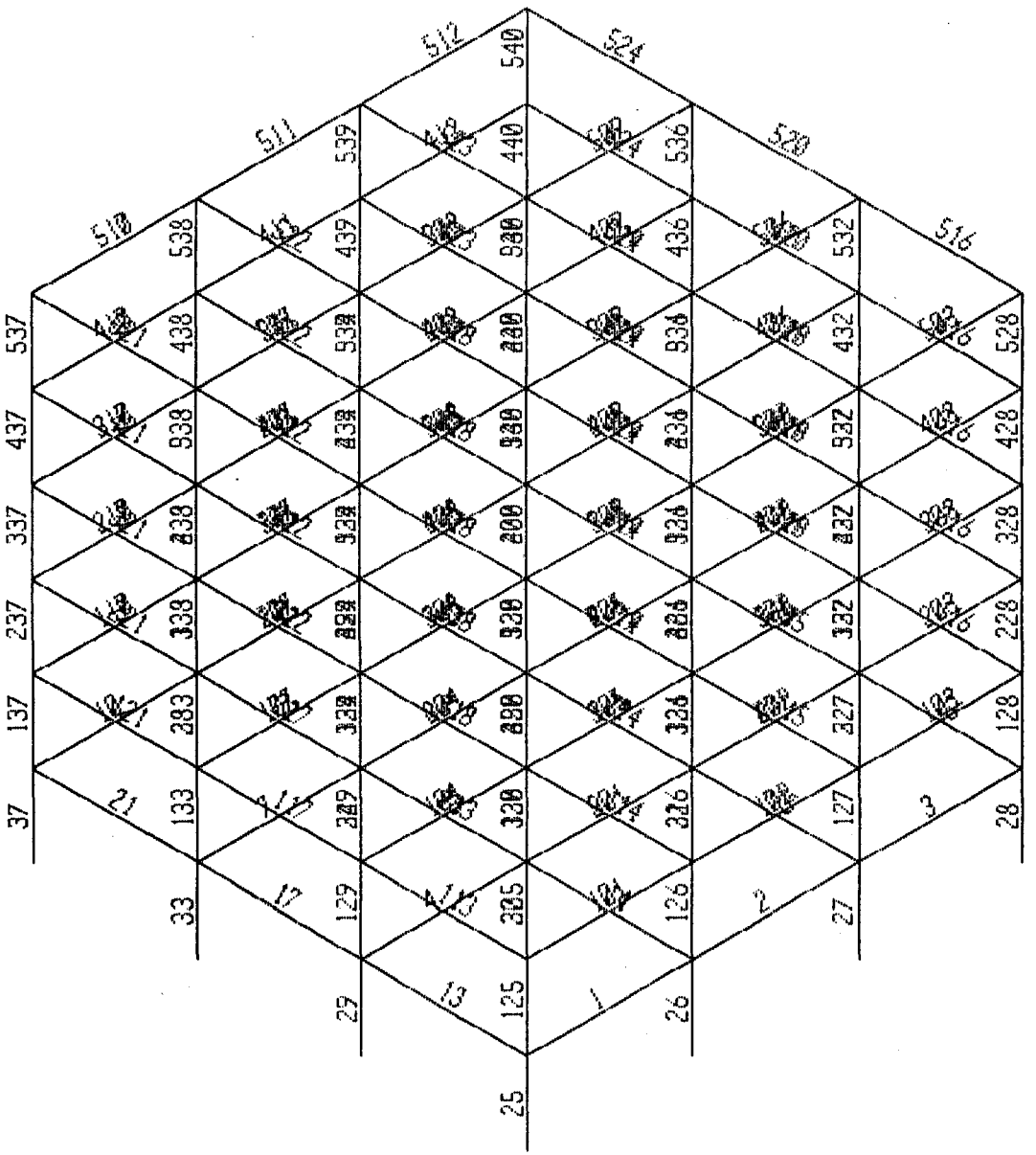
PORTAL3T

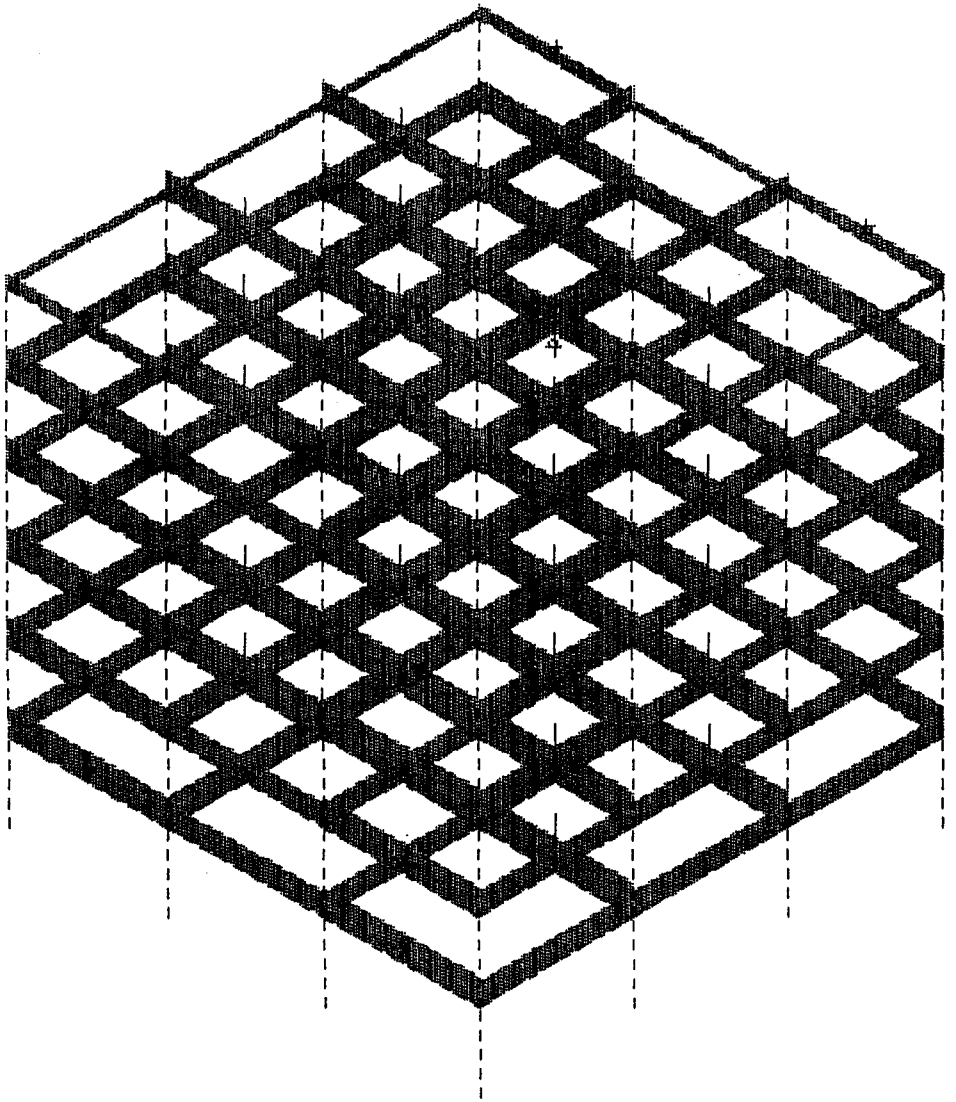
UNDEFORMED SHAPE

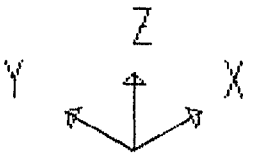
OPTIONS

JOINT IDS
WIRE FRAME

SAP90


Z
Y
X
PORTAL3T
UNDEFORMED
SHAPE
OPTIONS
ELEMENT IDS
WIRE FRAME
SAP90





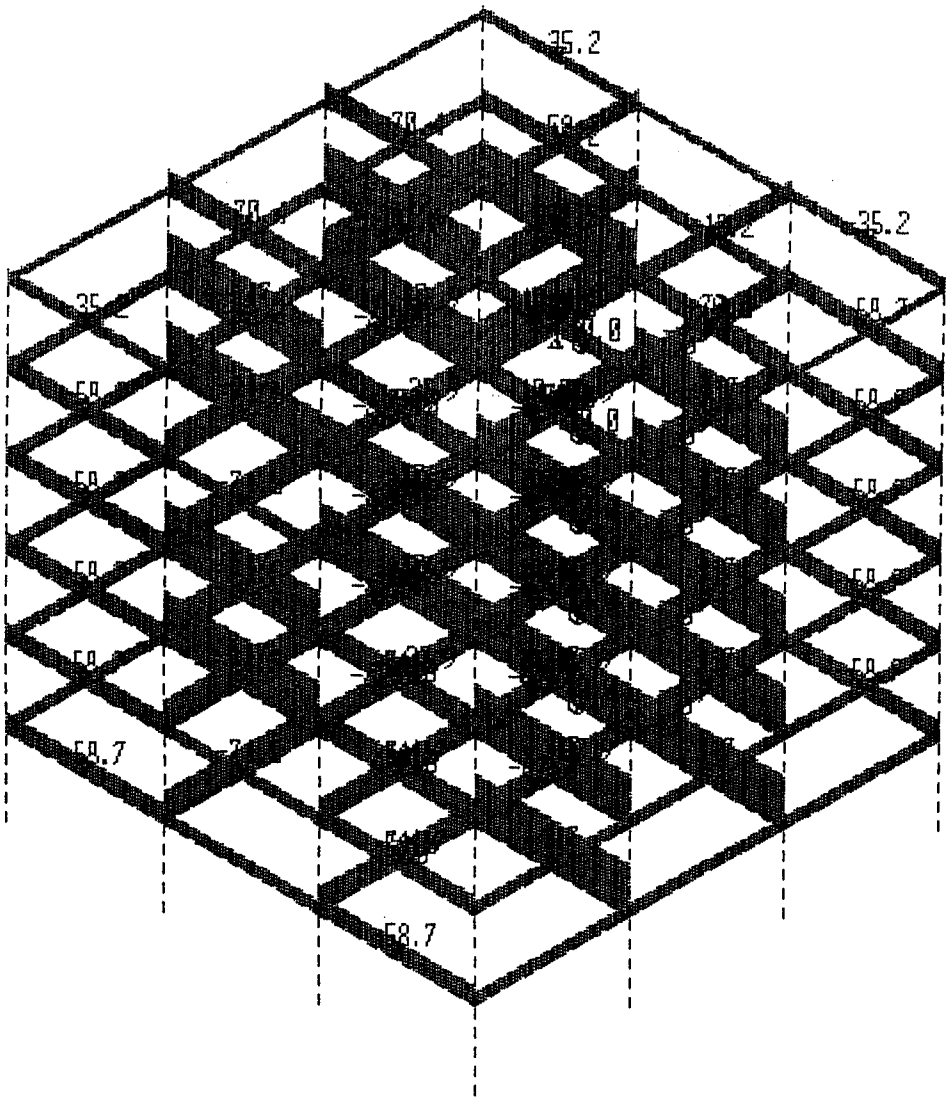
PORTAL3T

FRAME
LOADS

LOAD 1

MINIMA
w -.2995E+02
P -.2608E+03
MAXIMA
w -.7737E+01
P .1130E+03

SAP90



Z
Y X

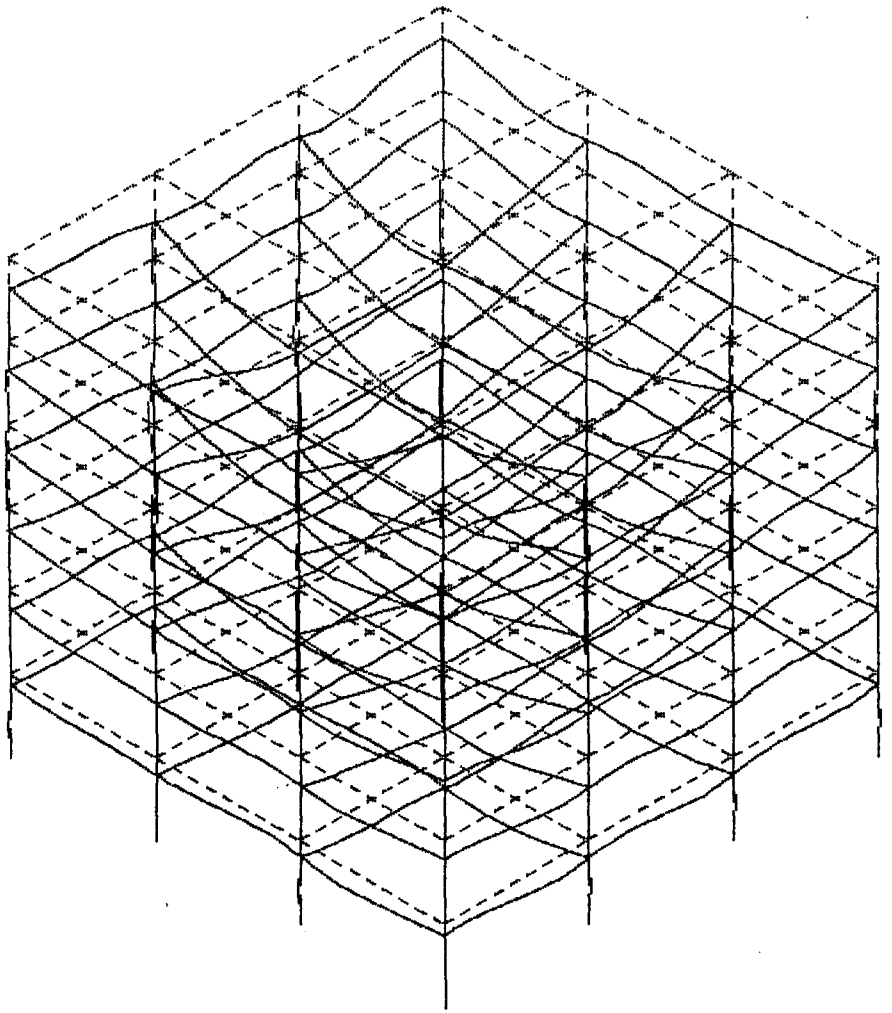
PORTAL3T

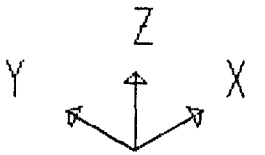
FRAME
LOADS

LOAD 2

MINIMA
w -.1192E+02
P -.1172E+03
MAXIMA
w -.1650E+01
P .3182E+02

SAP90





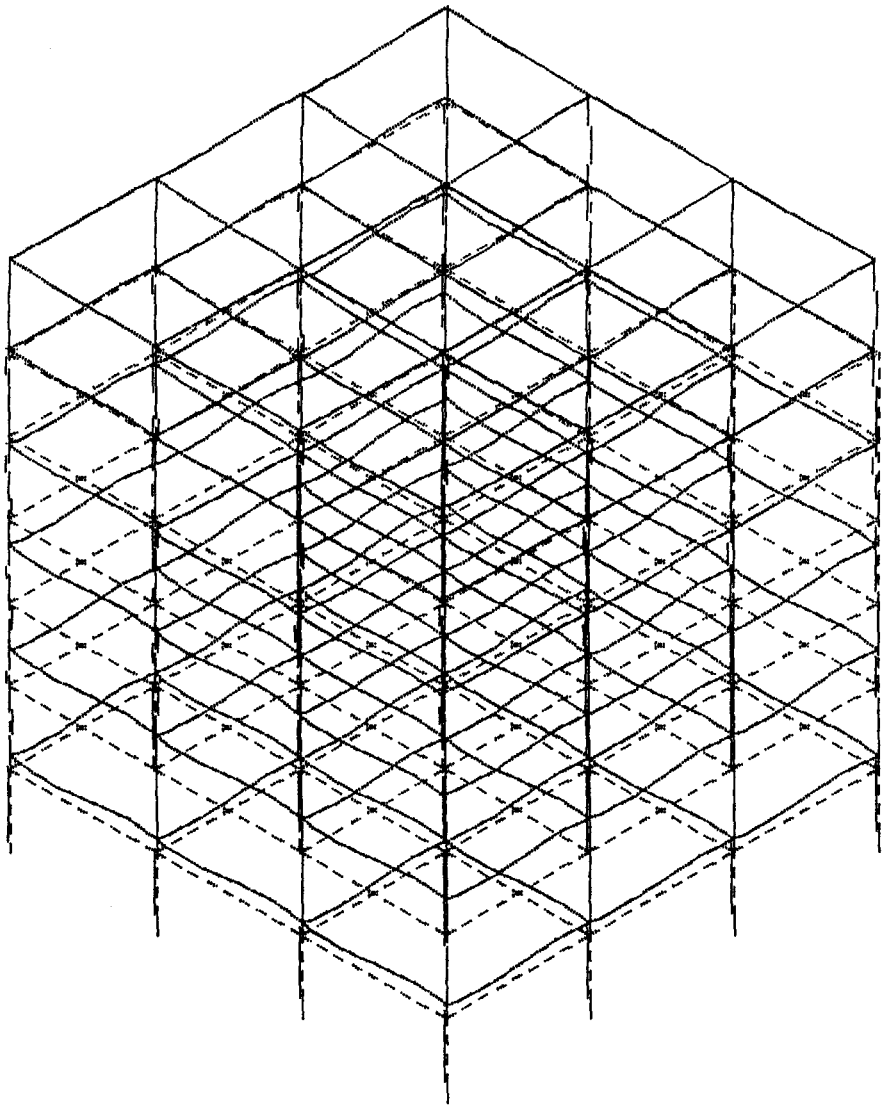
PORTAL3T

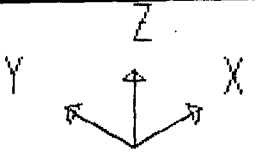
DEFORMED
SHAPE

LOAD 1

MINIMA
X .0000E+00
Y -.1259E-04
Z -.1238E-01
MAXIMA
X .4832E-03
Y .5169E-03
Z .0000E+00

SAP90





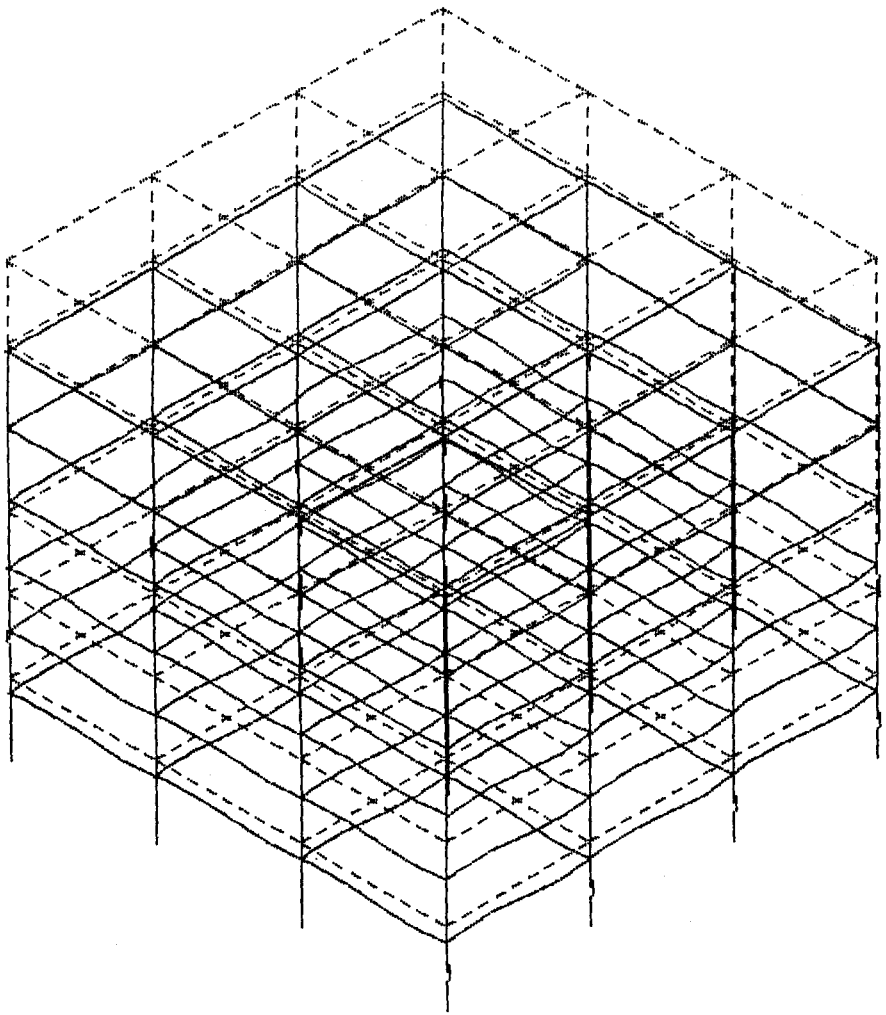
PORTAL3T

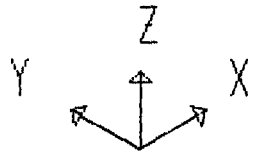
DEFORMED SHAPE

LOAD 2

MINIMA
X .0000E+00
Y .0000E+00
Z -.8554E-02
MAXIMA
X .6357E-01
Y .6369E-01
Z .0000E+00

SAP90





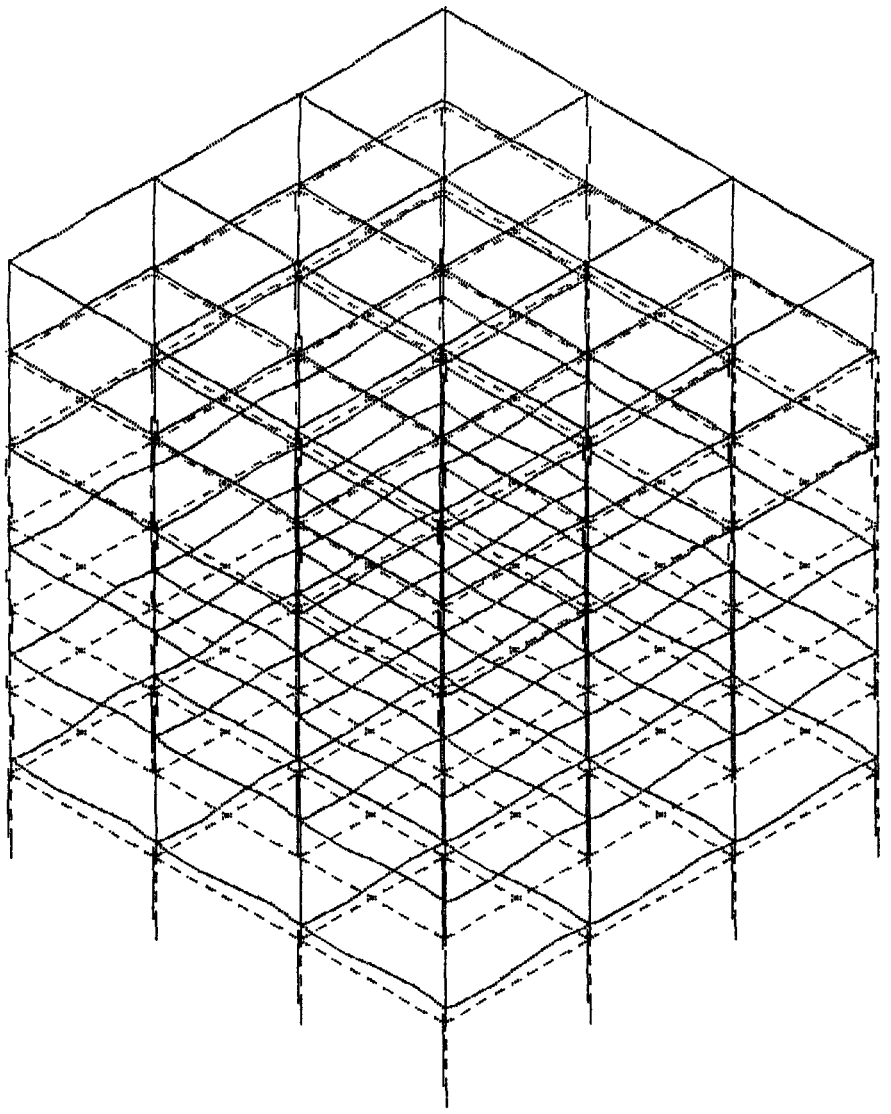
PORTAL3T

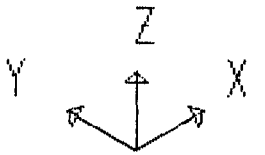
DEFORMED SHAPE

LOAD 3

MINIMA
X -.6290E-01
Y -.6316E-01
Z -.8817E-02
MAXIMA
X .0000E+00
Y .0000E+00
Z .0000E+00

SAP90





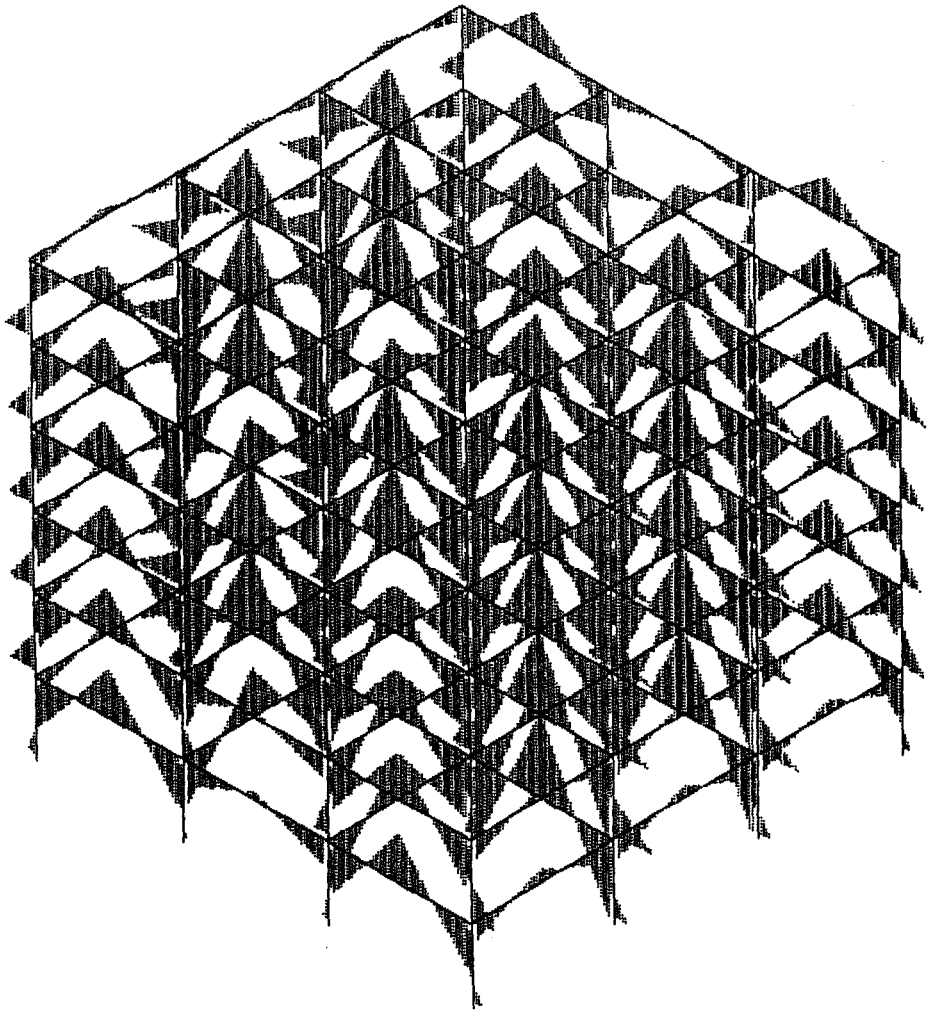
PORTAL3T

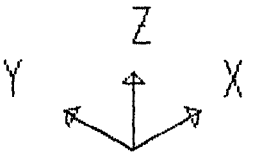
DEFORMED SHAPE

LOAD 4

MINIMA
X .0000E+00
Y .0000E+00
Z .0000E+00
MAXIMA
X .6323E-01
Y .6342E-01
Z .1280E-02

SAP90





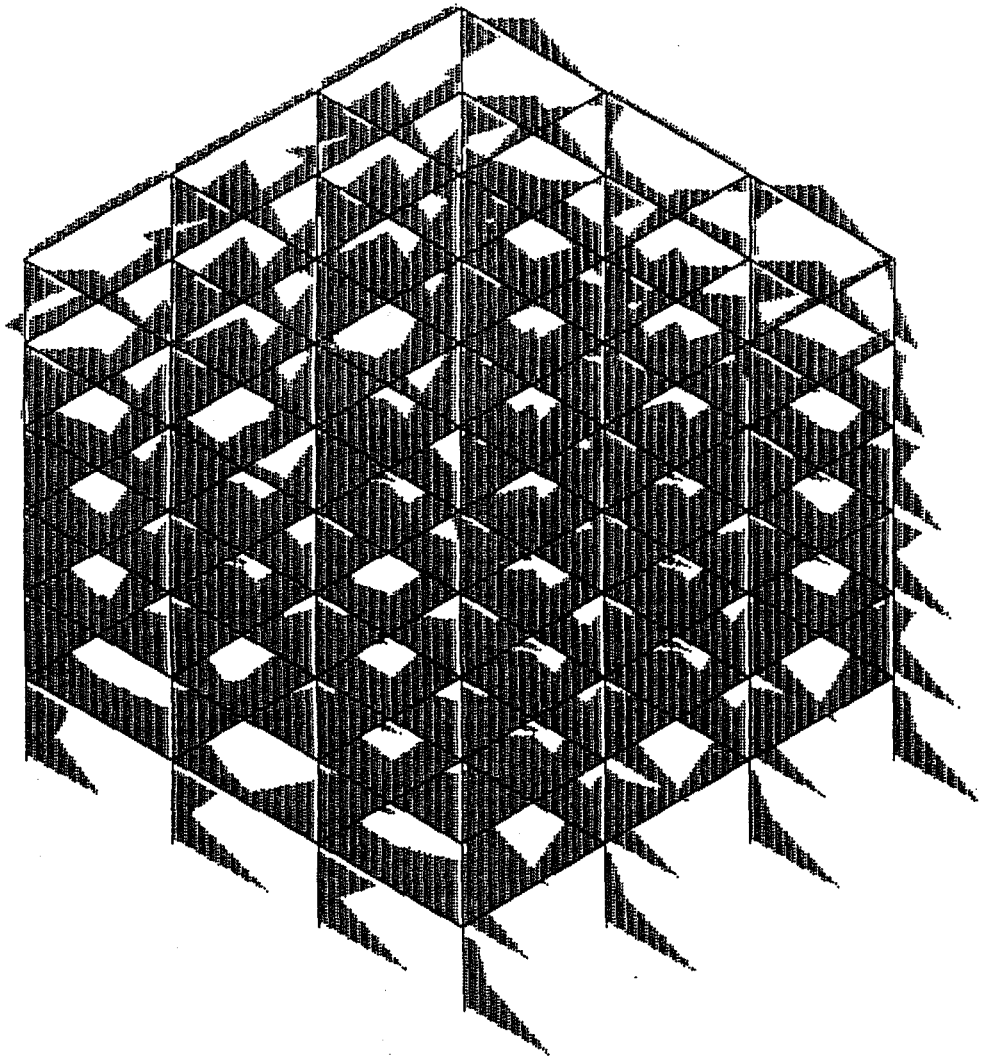
PORTAL3T

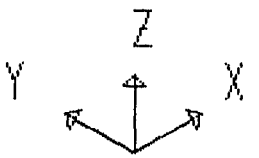
FRAME
OUTPUT M33
LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 422>
-.7836E+03
AT 7.70
MAX < 323>
.7185E+03
AT 4.00

SAP90





PORTAL3T

FRAME

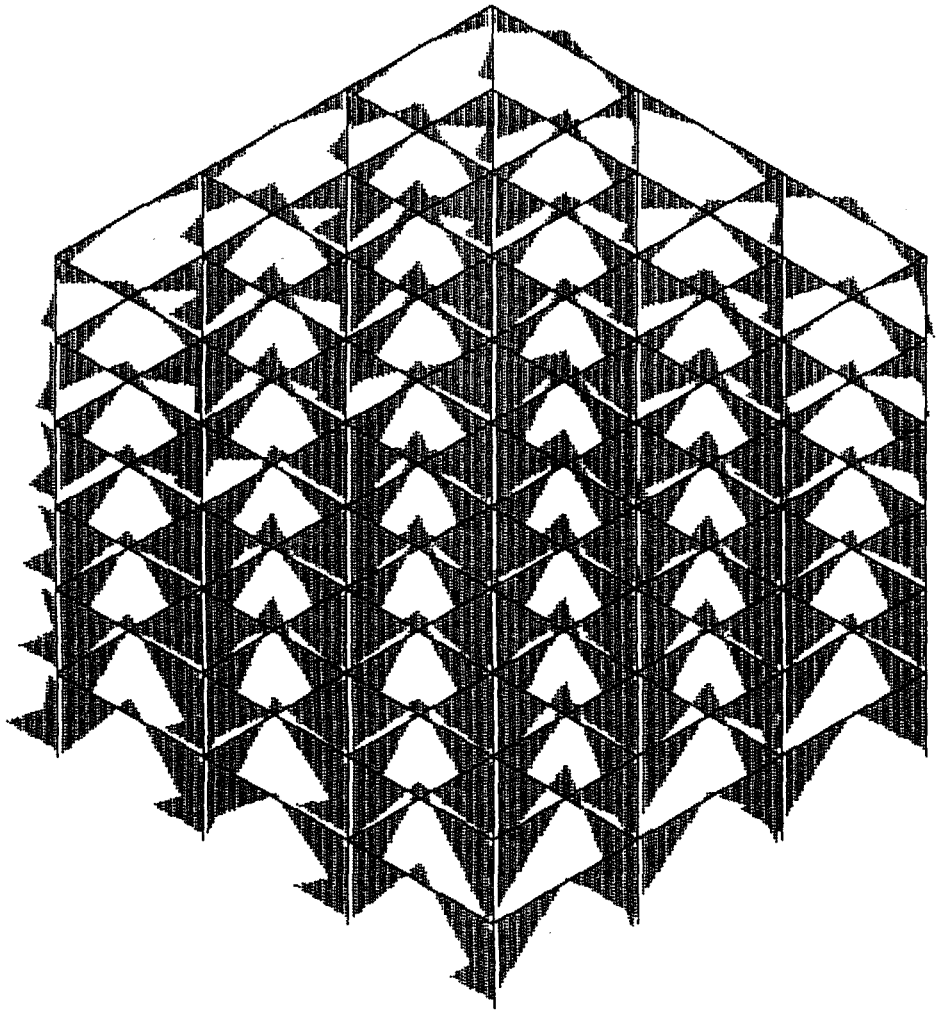
OUTPUT M33

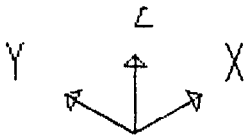
LOAD 2

ENVELOPES

MIN < 538>
-.2358E+03
AT .35
MAX < 35>
.7716E+03
AT .35

SAP90





PORTAL3T

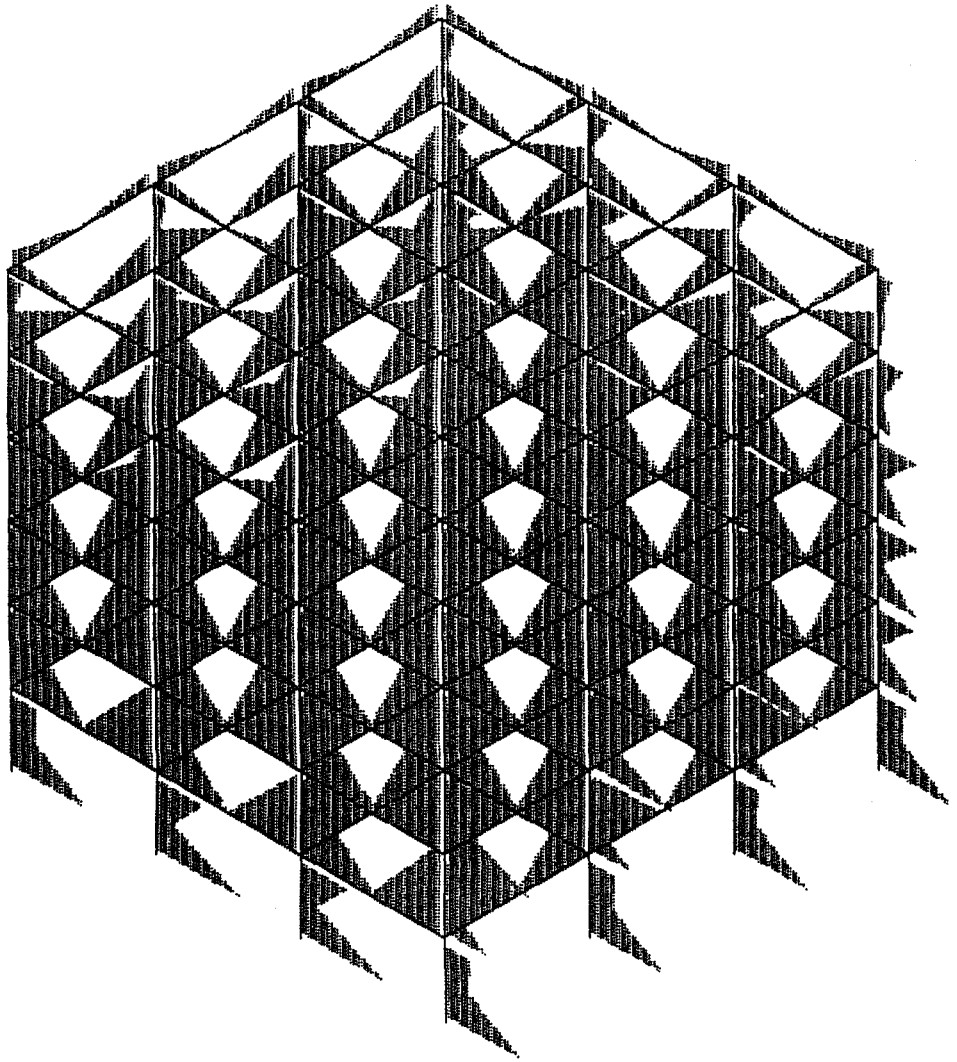
FRAME
OUTPUT M33

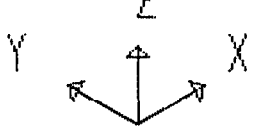
LOAD 3

ENVELOPES

MIN < 114>
-.1179E+04
AT .30
MAX < 323>
.4415E+03
AT 4.00

SAP90





PORTAL3T

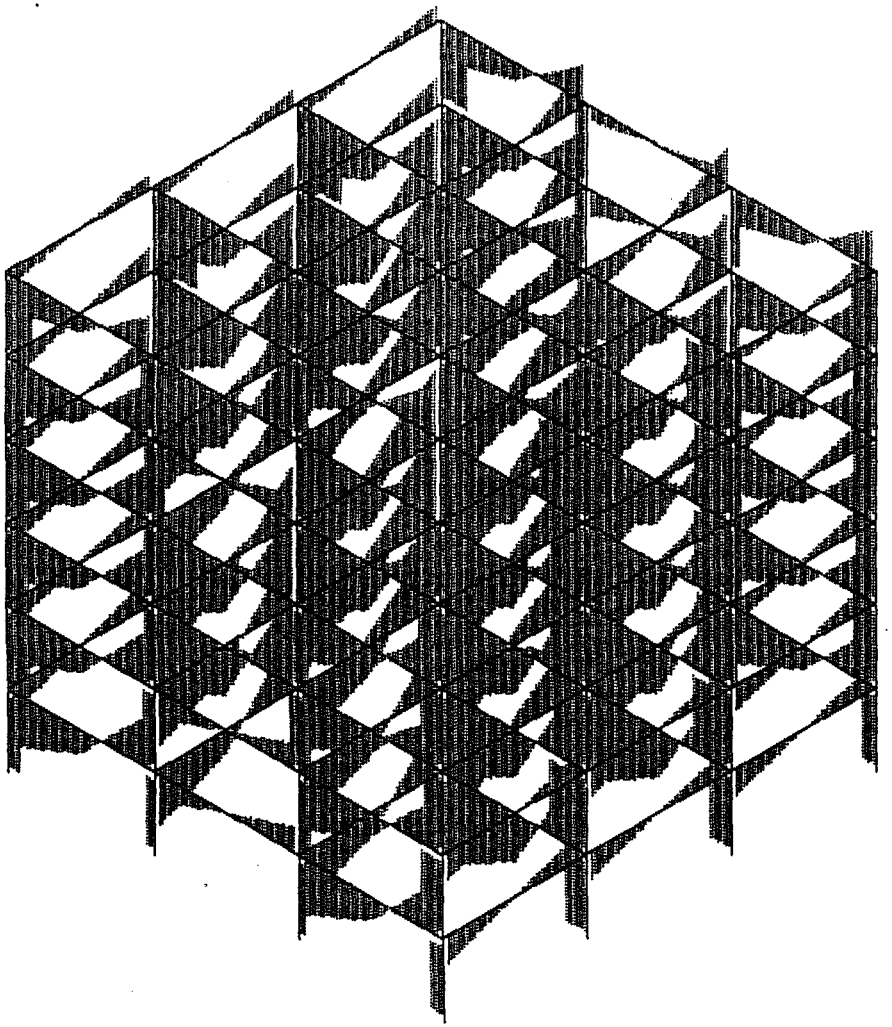
FRAME
OUTPUT M33

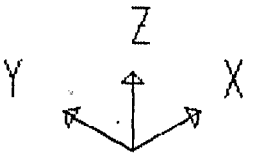
LOAD 4

ENVELOPES

MIN < 2>
.9310E-04
AT 4.00
MAX < 115>
.7348E+03
AT .30

SAP90





PORTAL3T

FRAME

OUTPUT V22

LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 423>

-.5098E+03

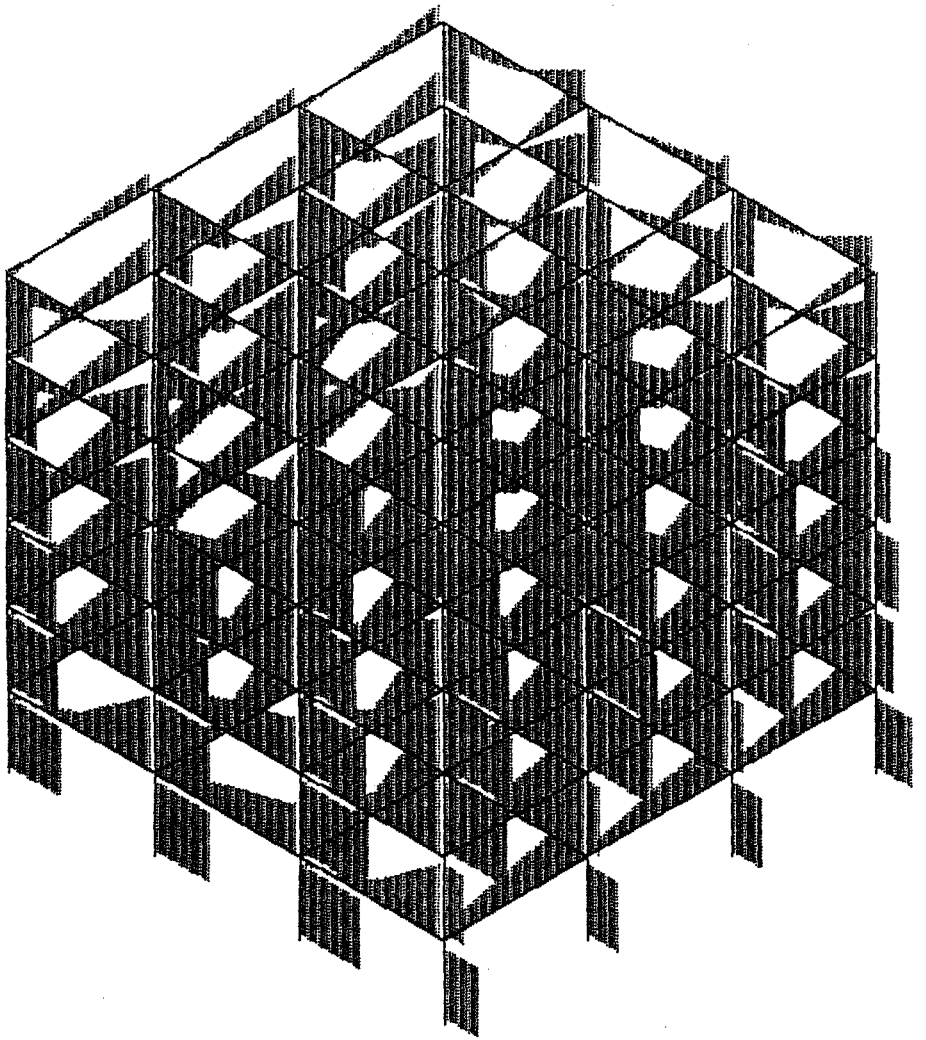
AT 7.70

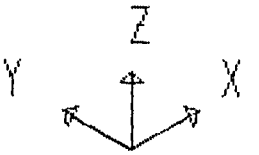
MAX < 415>

.5062E+03

AT .30

SAP90





PORTAL3T

FRAME

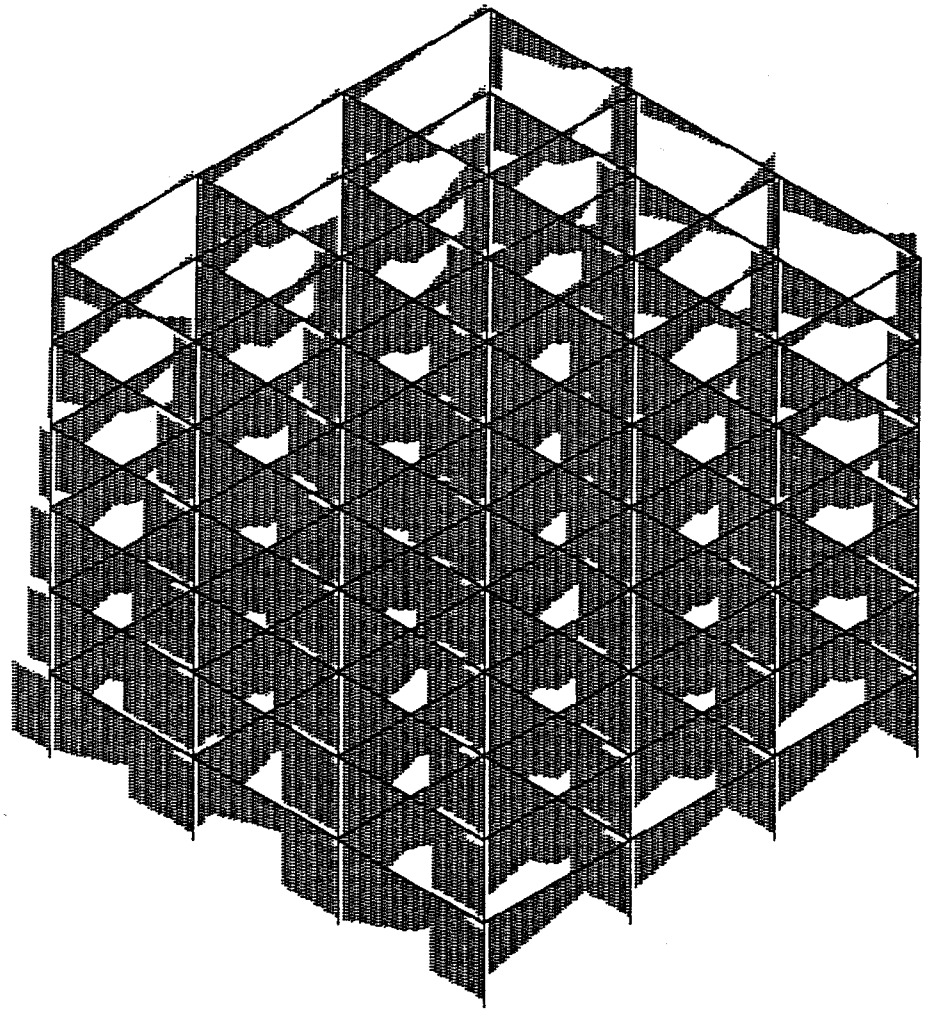
OUTPUT V22

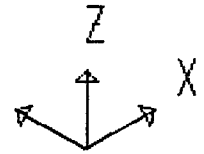
LOAD 2

ENVELOPES

MIN < 423>
-.2530E+03
AT 7.70
MAX < 115>
.5067E+03
AT .30

SAP90





portal3t

FRAME

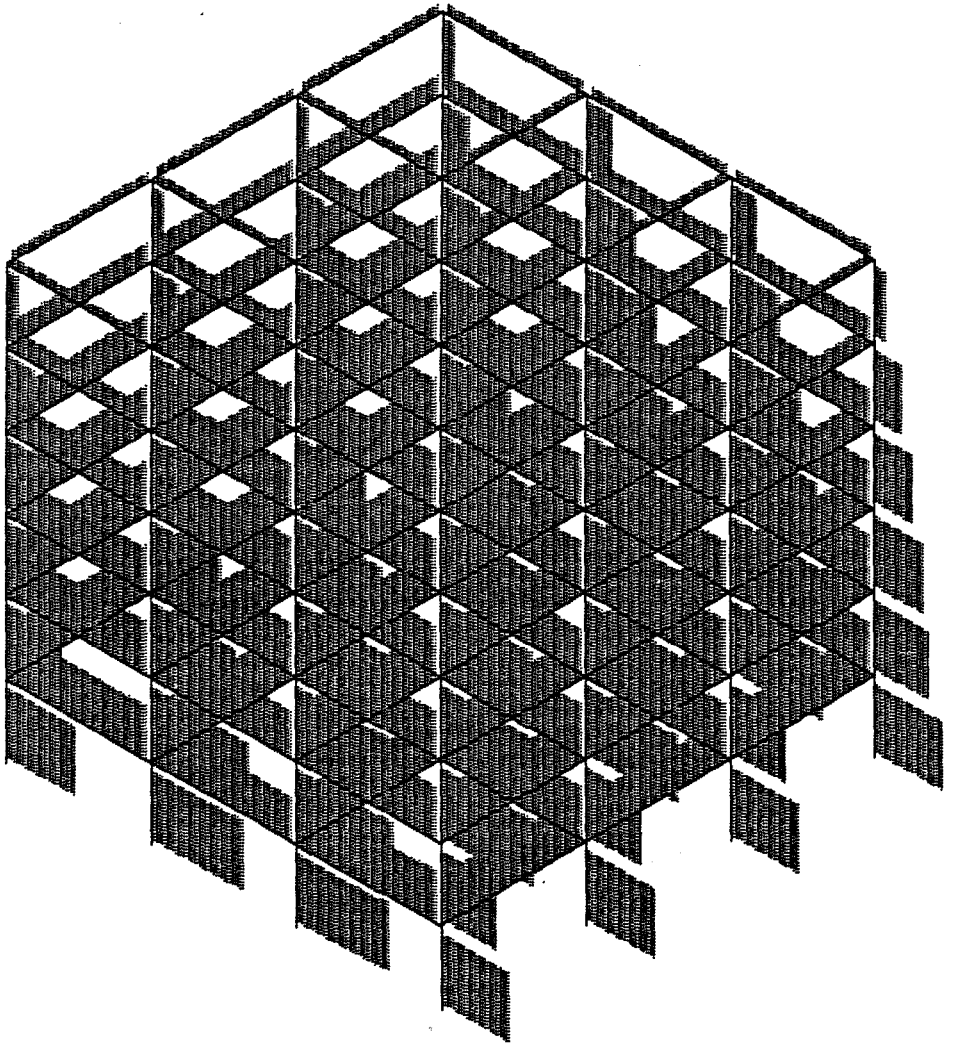
OUTPUT V22

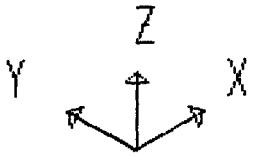
LOAD 3

ENVELOPES

MIN < 123>
-.5028E+03
AT 7.70
MAX < 415>
.2545E+03
AT .30

SAP90



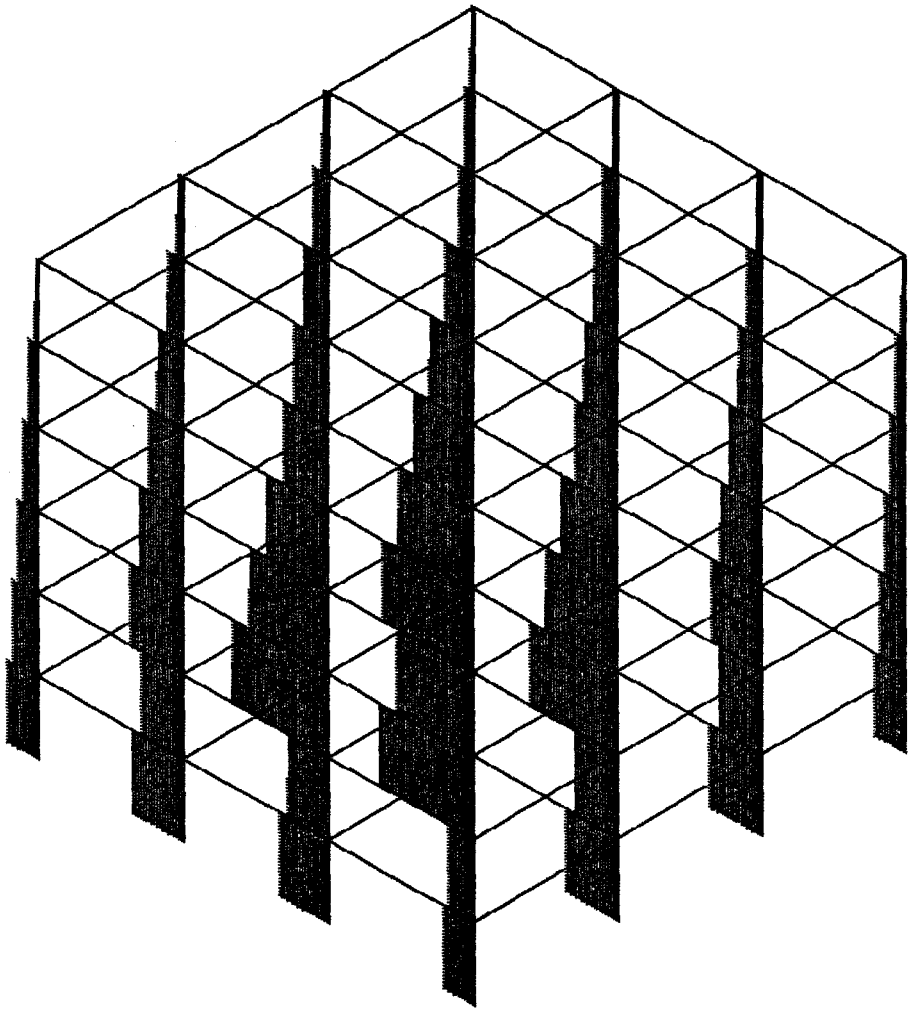


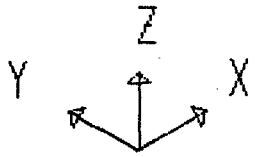
portal3t

FRAME
OUTPUT V22
LOAD 4

ENVELOPES
MIN < 501>
.2901E+02
AT .30
MAX < 132>
.3796E+03
AT .35

SAP90





portal3t

FRAME

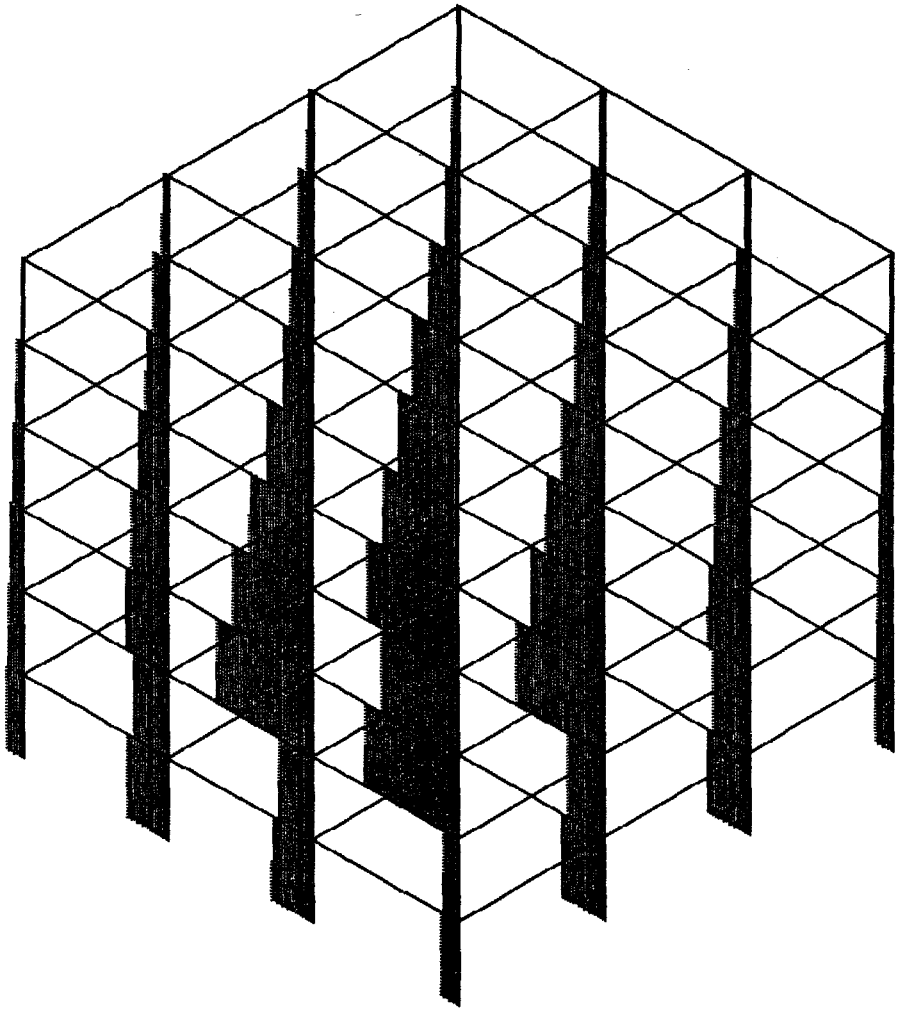
OUTPUT P

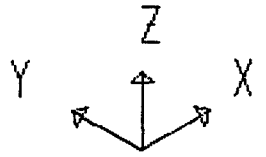
LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 34>
-.8872E+04
AT .00
MAX < 510>
.4120E-13
AT .00

SAP90





portal3t

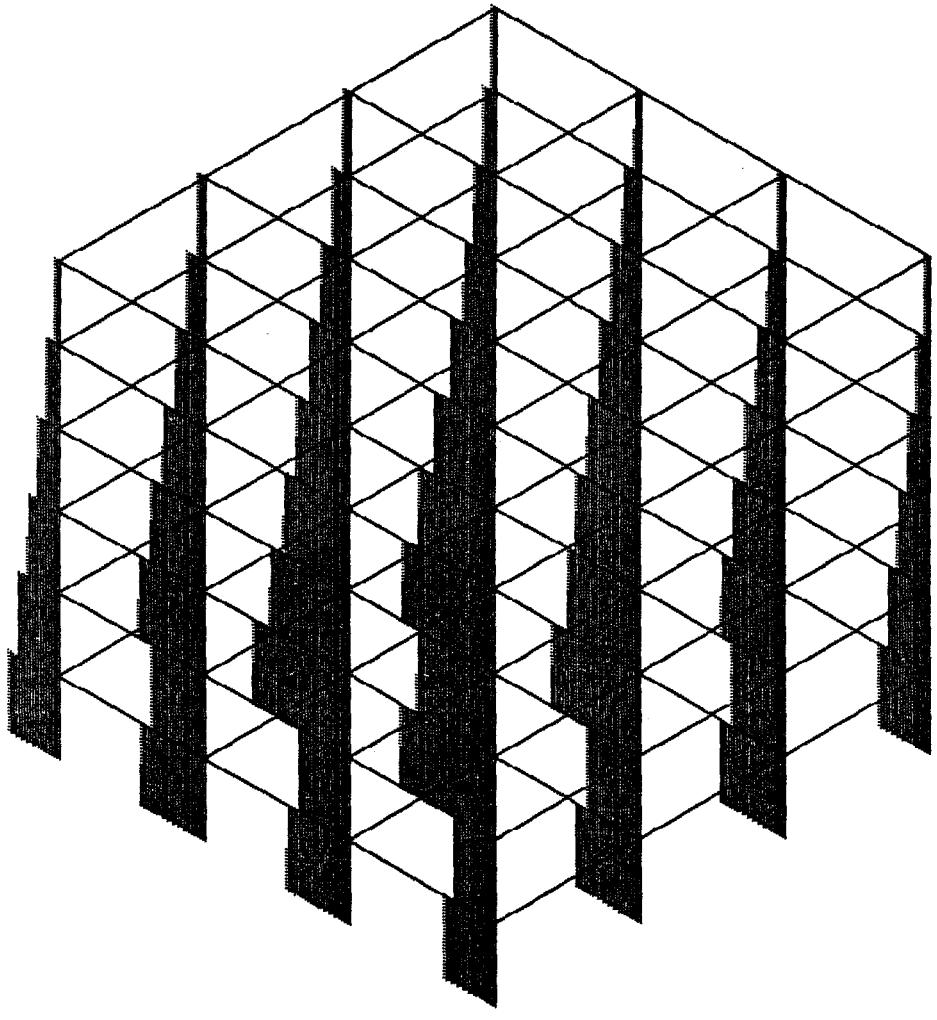
FRAME
OUTPUT P

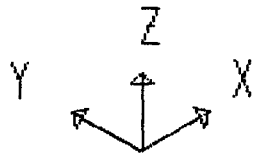
LOAD 2

ENVELOPES

MIN < 34>
-.6069E+04
AT .00
MAX < 413>
.8016E-11
AT .00

SAP90





portal3t

FRAME

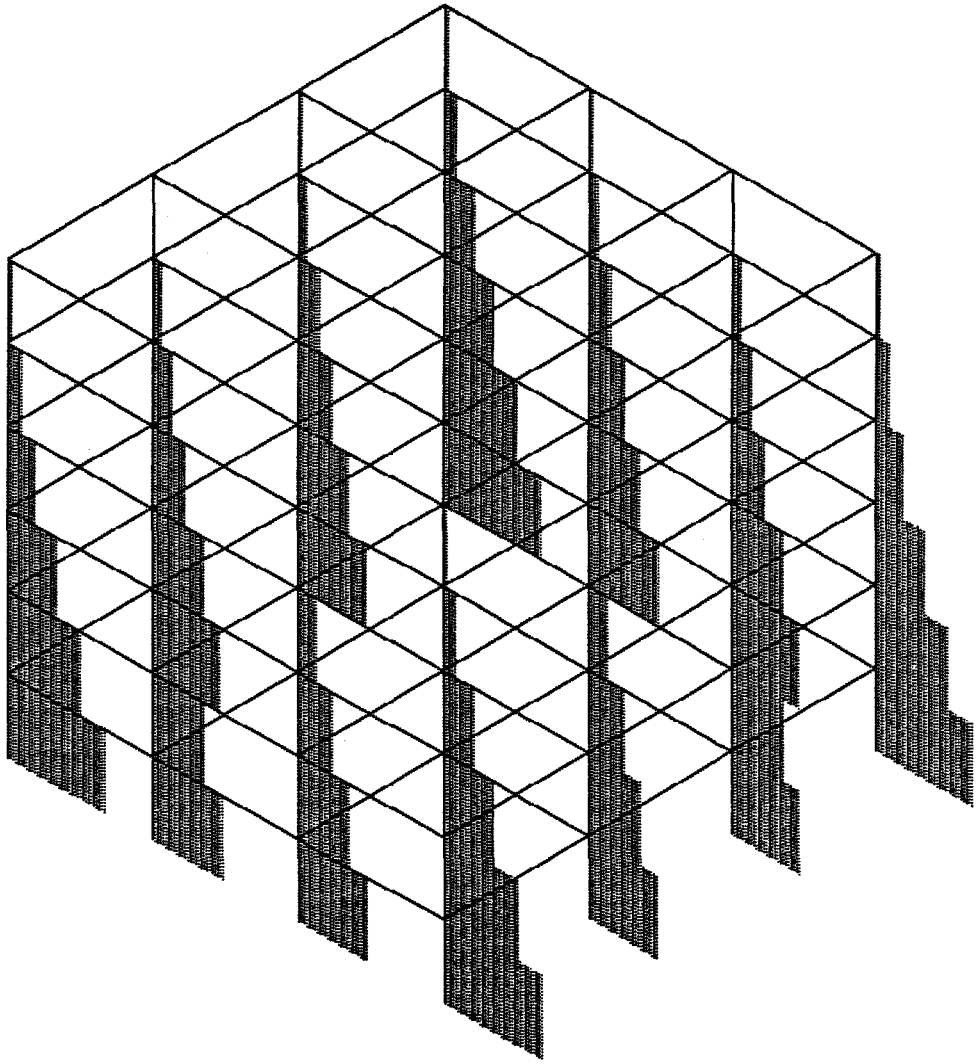
OUTPUT P

LOAD 3

ENVELOPES

MIN < 34>
-.6221E+04
AT .00
MAX < 15>
-.7537E-13
AT .00

SAP90



Z
Y X

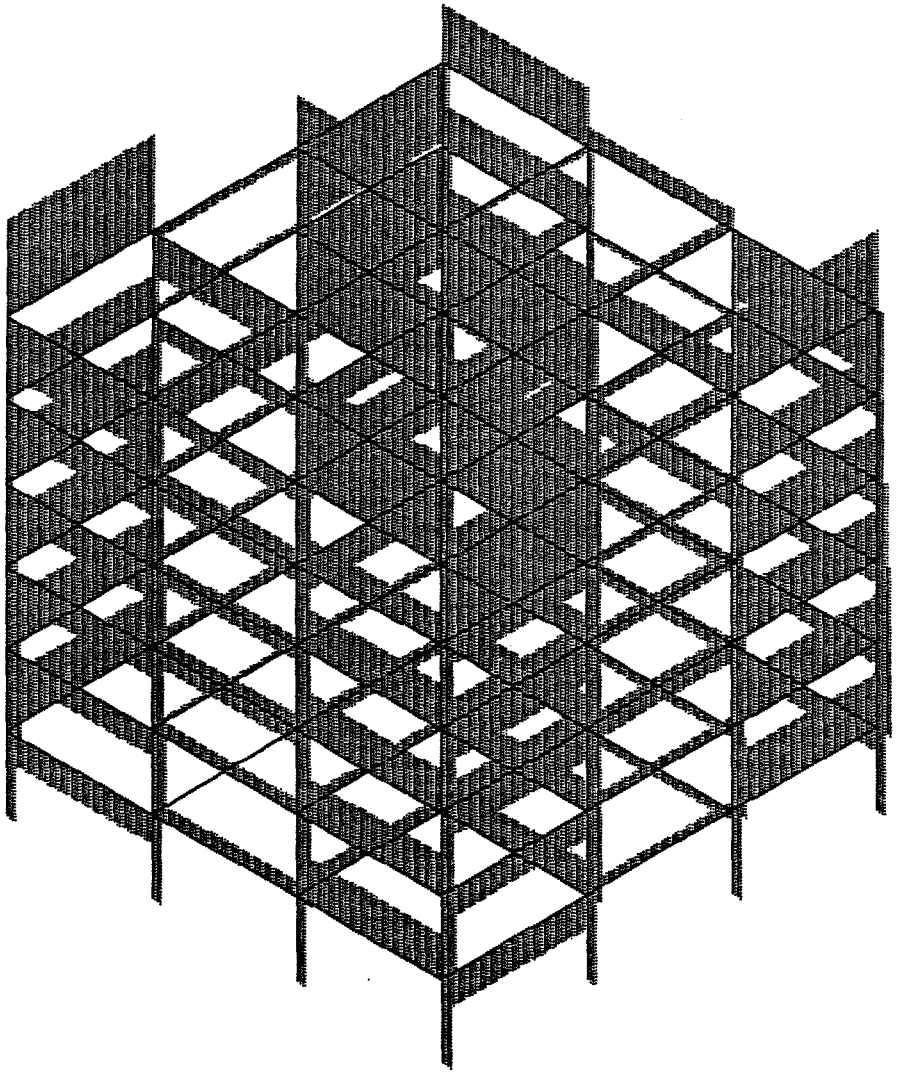
portal3t

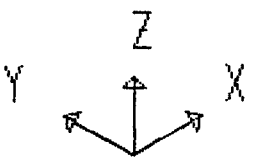
FRAME
OUTPUT P
LOAD 4

ENVELOPES

MIN < 15>
.7538E-13
AT .00
MAX < 40>
.1048E+04
AT .00

SAP90





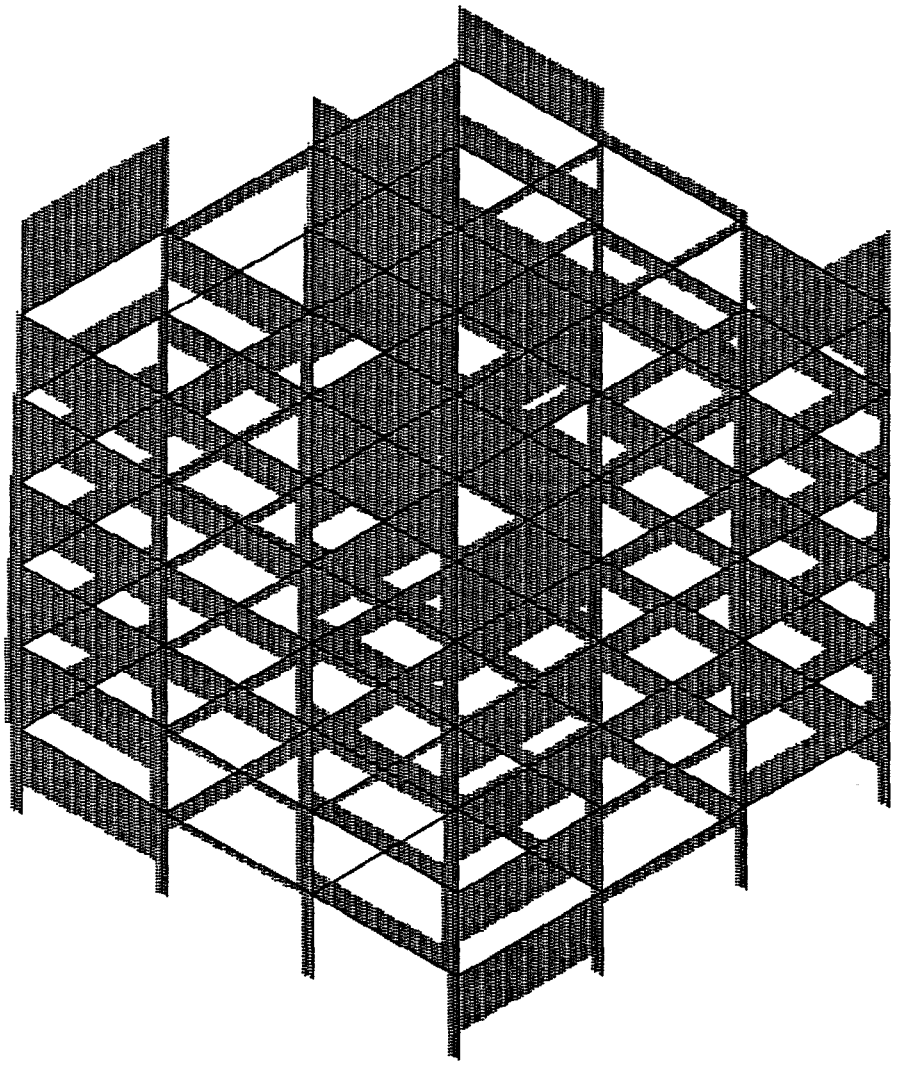
portal3t

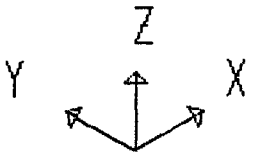
FRAME
OUTPUT T
LOAD 2

ENVELOPES

MIN < 519>
-.8741E+01
AT .00
MAX < 510>
.9424E+01
AT .00

SAP90





portal3t

FRAME

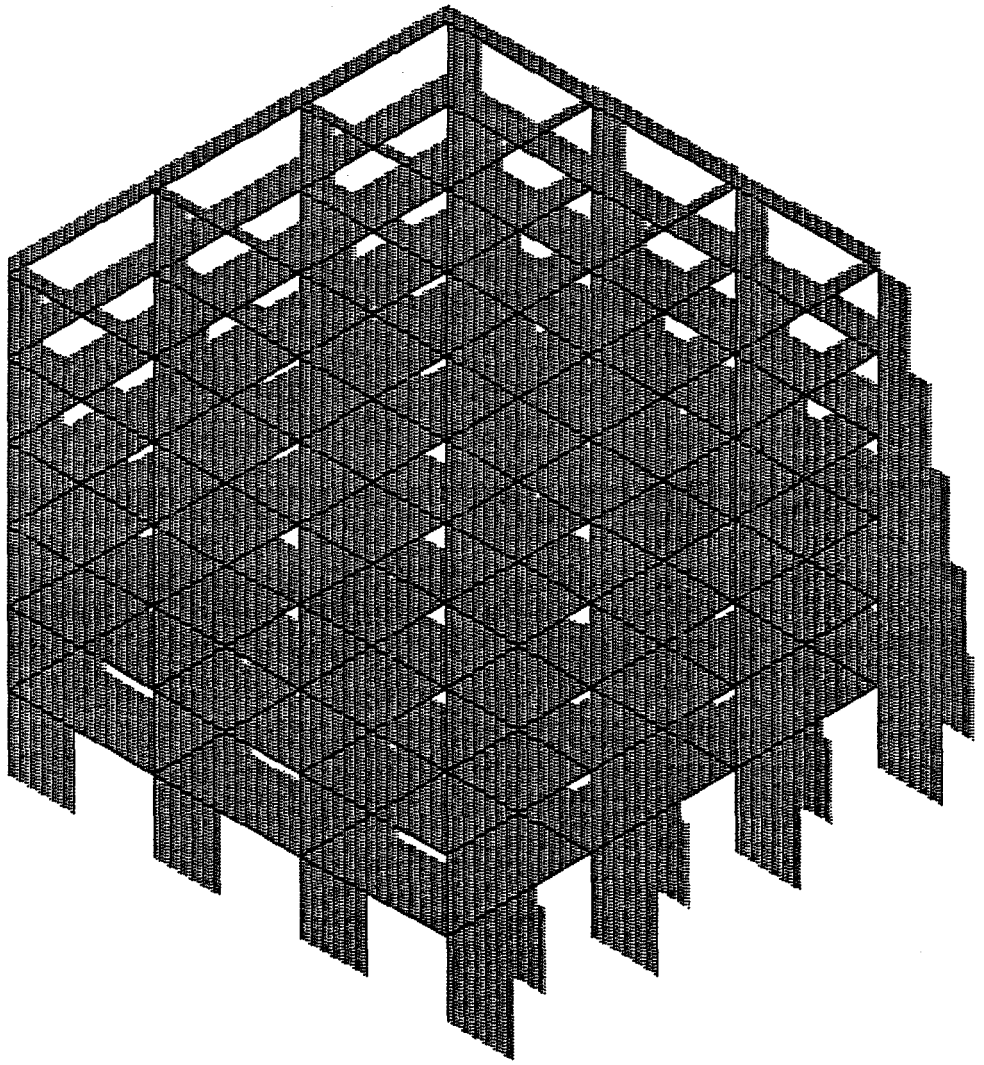
OUTPUT T

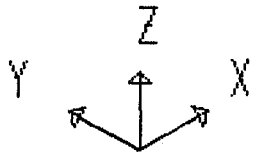
LOAD 3

ENVELOPES

MIN < 519>
-.9110E+01
AT .00
MAX < 510>
.8933E+01
AT .00

SAP90





portal3t

FRAME

OUTPUT T

LOAD 4

ENVELOPES

MIN < 515>
.1527E+00
AT .00
MAX < 125>
.1597E+01
AT .00

SAP90

TABEL 7.1. PERHITUNGAN TULANGAN UTAMA BALOK INDUK LANTAI 1 - 6(ARAH X)ZONE GEMPA 3)

fc = 29.176 Mpa Rho max = 0.0322 Dia Tul Utama = 25 mm
fy = 320 Mpa Rho min = 0.004375 Dia Tul Begel = 12 mm
d = 635.5 mm dc = 40 mm

BALOK INDUK	Ukuran Balok (cm)	Area	jarak dari i (m)	d (mm)	be (mm	Mu (Nmm)	Rn	Rho perlu	Rho pakai	As perlu cm^2	Al perlu cm^2	As Total cm^2	pakai Tulangan	As ada cm^2	Kontrol Balok T a (mm
Lantai 1 - 2															
Bl.4.	50X70	tump -	0	635.5	500	-9.3E+08	5.77	0.02083	0.02083	66.183	1.2	67.38	14 D.25	68.722	
		tump +		635.5	500	6.96E+08	4.31	0.0149	0.0149	47.347	1.2	48.55	10 D.25	49.087	
		lap +	4	635.5	2000	3.86E+08	2.387	0.00786	0.00786	24.964	2.984	27.95	6 D.25	29.452	19.002
Bl.5.	50X70	tump -	0	635.5	500	-9.6E+08	5.948	0.0216	0.0216	68.625	0.902	69.53	15 D.25	73.631	
		tump +		635.5	500	5.8E+08	3.592	0.01218	0.01218	38.712	0.902	39.61	9 D.25	44.178	
		lap +	4	635.5	2000	3.54E+08	2.19	0.00717	0.00717	22.797	2.708	25.5	6 D.25	29.452	19.002
Bl.6.	50X70	tump -	0	635.5	500	-9.4E+08	5.792	0.02092	0.02092	66.484	1.207	67.69	14 D.25	68.722	
		tump +		635.5	500	6.96E+08	4.31	0.0149	0.0149	47.347	1.207	48.55	10 D.25	49.087	
		lap +	4	635.5	2000	3.88E+08	2.403	0.00791	0.00791	25.145	2.984	28.13	6 D.25	29.452	19.002
Bl.104.	50X70	tump -	0	635.5	500	-9.9E+08	6.098	0.02225	0.02225	70.695	1.222	71.92	15 D.25	73.631	
		tump +		635.5	500	7.11E+08	4.403	0.01526	0.01526	48.498	1.222	49.72	11 D.25	53.996	
		lap +	4	635.5	2000	3.81E+08	2.361	0.00777	0.00777	24.682	2.906	27.59	6 D.25	29.452	19.002
Bl.105.	50X70	tump -	0	635.5	500	-1E+09	6.173	0.02258	0.02258	71.745	0.877	72.62	15 D.25	73.631	
		tump +		635.5	500	6.21E+08	3.847	0.01313	0.01313	41.731	0.877	42.61	9 D.25	44.178	
		lap +	4	635.5	2000	3.57E+08	2.207	0.00724	0.00724	22.992	2.559	25.55	6 D.25	29.452	19.002
Bl.106.	50X70	tump -	0	635.5	500	-9.9E+08	6.107	0.02229	0.02229	70.824	1.226	72.05	15 D.25	73.631	
		tump +		635.5	500	7.11E+08	4.403	0.01526	0.01526	48.498	1.226	49.72	11 D.25	53.996	
		lap +	4	635.5	2000	3.83E+08	2.37	0.0078	0.0078	24.779	2.908	27.69	6 D.25	29.452	19.002

TABEL 7.1. PERHITUNGAN TULANGAN UTAMA BALOK INDUK LANTAI 1 - 6 (ARAH X/ZONE GEMPA 3)

fc = 29.176 Mpa Rho max = 0.0322 Dia Tul Utama = 25 mm
fy = 320 Mpa Rho min = 0.004375 Dia Tul Begel = 12 mm
d = 635.5 mm dc = 40 mm

BALOK INDUK	Ukuran Balok (cm)	Area	jarak dari i (m)	d (mm)	be (mm	Mu (Nmm)	Rn	Rho perlu	Rho pakai	As perlu cm^2	Al perlu cm^2	As Total cm^2	pakai Tulangan	As ada cm^2	Kontrol Balok T a (mm
Lantai 3 - 4															
		tump -	0	635.5	500	-9E+08	5.578	0.02002	0.02002	63.601	1.355	64.96	14 D.25	68.722	
BI.204	50X70	tump +		635.5	500	6.1E+08	3.779	0.01288	0.01288	40.922	1.355	42.28	9 D.25	44.178	
		lap +	4	635.5	2000	3.82E+08	2.367	0.00779	0.00779	24.752	3.321	28.07	6 D.25	29.452	19.002
		tump -	0	635.5	500	-9.1E+08	5.64	0.02026	0.02026	64.434	0.93	65.36	14 D.25	68.722	
BI.205	50X70	tump +		635.5	500	5.4E+08	3.342	0.01126	0.01126	35.781	0.93	36.71	8 D.25	39.269	
		lap +	4	635.5	2000	3.59E+08	2.224	0.00729	0.00729	23.177	2.825	26	6 D.25	29.452	19.002
		tump -	0	635.5	500	-9E+08	5.574	0.02	0.02	63.547	1.355	64.9	14 D.25	68.722	
BI.206	50X70	tump +		635.5	500	6.1E+08	3.779	0.01288	0.01288	40.922	1.355	42.28	9 D.25	44.178	
		lap +	4	635.5	2000	3.83E+08	2.37	0.0078	0.0078	24.783	3.321	28.1	6 D.25	29.452	19.002
		tump -	0	635.5	500	-7.6E+08	4.734	0.01657	0.01657	52.635	1.57	54.21	12 D.25	58.904	
BI.304.	50X70	tump +		635.5	500	4.62E+08	2.859	0.00952	0.00952	30.243	1.57	31.81	7 D.25	34.361	
		lap +	4	635.5	2000	3.84E+08	2.378	0.00783	0.00783	24.865	4.901	29.77	7 D.25	34.361	22.169
		tump -	0	635.5	500	-7.9E+08	4.877	0.01714	0.01714	54.447	1.035	55.48	12 D.25	58.904	
BI.305.	50X70	tump +		635.5	500	4.17E+08	2.581	0.00854	0.00854	27.126	1.035	28.16	6 D.25	29.452	
		lap +	4	635.5	2000	3.6E+08	2.226	0.0073	0.0073	23.197	3.341	26.54	6 D.25	29.452	19.002
		tump -	0	635.5	500	-7.6E+08	4.725	0.01653	0.01653	52.523	1.57	54.09	12 D.25	58.904	
BI.306.	50X70	tump +		635.5	500	4.62E+08	2.859	0.00952	0.00952	30.243	1.57	31.81	7 D.25	34.361	
		lap +	4	635.5	2000	3.85E+08	2.383	0.00784	0.00784	24.925	4.901	29.83	7 D.25	34.361	22.169

TABEL 7.1. PERHITUNGAN TULANGAN UTAMA BALOK INDUK LANTAI 1 - 6 (ZONE GEMPA 3)

fc = 29.176 Mpa
fy = 320 Mpa
d = 635.5 mm

Rho max = 0.0322
Rho min = 0.004375
dc = 40 mm

Dia Tul Utama = 25 mm
Dia Tul Begel = 12 mm

BALOK INDUK	Ukuran Balok (cm)	Area	jarak dari i (m)	d (mm)	be (mm	Mu (Nmm)	Rn	Rho perlu	Rho pakai	As perlu cm^2	Al perlu cm^2	As Total cm^2	pakai Tulangan	As ada cm^2	Kontrol Balok T a (mm
Lantai 5 - 6															
Bl.404.	50X70	tump -	0	635.5	500	-6E +08	3.699	0.01258	0.01258	39.976	1.653	41.63	9 D.25	44.178	
		tump +		635.5	500	2.8E +08	1.73	0.00561	0.00561	17.826	1.653	19.48	4 D.25	19.635	
		lap +	4	635.5	2000	3.76E +08	2.328	0.00765	0.00765	24.312	5.451	29.76	7 D.25	34.361	22.169
Bl.405.	50X70	tump -	0	635.5	500	-6.2E +08	3.856	0.01317	0.01317	41.849	1.038	42.89	9 D.25	44.178	
		tump +		635.5	500	2.69E +08	1.662	0.00538	0.00538	17.098	1.038	18.14	4 D.25	19.635	
		lap +	4	635.5	2000	3.69E +08	2.283	0.0075	0.0075	23.817	4.151	27.97	6 D.25	29.452	19.002
Bl.406.	50X70	tump -	0	635.5	500	-5.9E +08	3.682	0.01252	0.01252	39.768	1.653	41.42	9 D.25	44.178	
		tump +		635.5	500	2.8E +08	1.73	0.00561	0.00561	17.826	1.653	19.48	4 D.25	19.635	
		lap +	4	635.5	2000	3.78E +08	2.342	0.0077	0.0077	24.466	5.451	29.92	7 D.25	34.361	22.169
Bl.504.	50X70	tump -	0	635.5	500	-3.6E +08	2.203	0.00722	0.00722	22.945	2.466	25.41	6 D.25	29.452	
		tump +		635.5	500	1.19E +08	0.735	0.00233	0.00438	13.902	2.466	16.37	4 D.25	19.635	
		lap +	4	635.5	2000	2.36E +08	1.459	0.0047	0.0047	14.941	7.475	22.42	5 D.25	24.544	15.835
Bl.505.	50X70	tump -	0	635.5	500	-2.1E +08	1.313	0.00422	0.00438	13.902	3.582	17.48	4 D.25	19.635	
		tump +		635.5	500	1.16E +08	0.72	0.00229	0.00438	13.917	3.582	17.5	4 D.25	19.635	
		lap +	4	635.5	2000	35480000	0.22	0.00069	0.00438	13.917	4.637	18.55	4 D.25	19.635	12.668
Bl.506.	50X70	tump -	0	635.5	500	-3.3E +08	2.037	0.00665	0.00665	21.129	2.51	23.64	5 D.25	24.544	
		tump +		635.5	500	1.16E +08	0.72	0.00229	0.00438	13.917	2.51	16.43	4 D.25	19.635	
		lap +	4	635.5	2000	2.32E +08	1.436	0.00462	0.00462	14.695	7.425	22.12	5 D.25	24.544	15.835

TABEL 7.2. PERHITUNGAN TORSI MINIMUM DAN GESER BALOK INDUK LANTAI 1 - 5 DAN LANTAI ATAP(ARAH X/ZONE GEMPA 3)

fc= 29.176 Mpa	Begel = D.12	x1 = 408 mm	Batas Tu	= 2835 kgm
fy = 320 Mpa	Av ada = 2.27 cm^2	y1 = 608 mm	Tu Kompabilitas	= 2100 kgm
do = 40 mm	Ct = 0.0018 mm^-1	x^2 y = 175000 cm^3	Spasi max	= 254 mm

BALOK ANAK	Ukuran Balok (cm)	Area	jarak dari i (m)	Vu (N)	Tu (N m)	phi Vc (N)	phi Tc (N m)	At/s cm2/c	Av/s cm2/c	Avt/s cm2/c	S perlu (cm)	S pasang (cm)	Al1 cm^2	Al2 cm^2	Al max cm^2	Al pakai cm^2
Lantai 1 - 2																
Bl.4.	50X70	tump -	0	386150	2.1E+0	83355	9E+06	0.0217	0.2482	0.2915	7.7518	7	4.408	10.09	4.8008	4.8008
		tump +														
		lap +	4	179250	2.1E+0	75908	1.8E+0	0.0061	0.0847	0.0969	23.333	20	1.236	17.23	11.935	11.935
Bl.5.	50X70	tump -	0	449360	2.1E+0	83978	7.8E+0	0.0239	0.2995	0.3472	6.5093	6	4.851	8.959	3.6673	3.6673
		tump +														
		lap +	4	199210	2.1E+0	77531	1.6E+0	0.0087	0.0997	0.117	19.309	15	1.76	16.13	10.835	10.835
Bl.6.	50X70	tump -	0	384680	2.1E+0	83337	9E+06	0.0216	0.247	0.2902	7.7867	7	4.396	10.12	4.8306	4.8306
		tump +														
		lap +	4	179250	2.1E+0	75908	1.8E+0	0.0061	0.0847	0.0969	23.333	20	1.236	17.23	11.935	11.935
Bl.104.	50X70	tump -	0	381750	2.1E+0	83300	9.1E+0	0.0215	0.2446	0.2876	7.8573	7	4.372	10.18	4.8905	4.8905
		tump +														
		lap +	4	184440	2.1E+0	76370	1.7E+0	0	0.0886	0.0886	25.517	25	0	16.93	11.635	11.635
Bl.105.	50X70	tump -	0	459580	2.1E+0	84056	7.6E+0	0.0242	0.3078	0.3561	6.3464	6	4.911	8.799	3.5075	3.5075
		tump +														
		lap +	4	211210	2.1E+0	78329	1.5E+0	0	0.1089	0.1089	20.752	20	0	15.53	10.239	10.239
Bl.106.	50X70	tump -	0	381080	2.1E+0	83292	9.1E+0	0.0215	0.2441	0.287	7.8736	7	4.366	10.2	4.9043	4.9045
		tump +														
		lap +	4	184440	2.1E+0	76370	1.7E+0	0	0.0886	0.0886	25.517	25	0	16.93	11.635	11.635

TABEL 7.2. PERHITUNGAN TORSI MINIMUM DAN GESER BALOK INDUK LANTAI 1 - 5 DAN LANTAI ATAP (ARAH X/ZONE GEMPA 3)

fc= 29.176 Mpa	Begel = D.12	x1 = 408 mm	Batas Tu	= 2835 kgm
fy = 320 Mpa	Av ada = 2.27 cm^2	y1 = 608 mm	Tu Kompabilitas	= 2100 kgm
dc = 40 mm	Ct = 0.0018 mm^-1	x^2 y = 175000 cm^3	Spasi max	= 254 mm

BALOK ANAK	Ukuran Balok {cm}	Area	jarak dari i {m}	Vu {N}	Tu {N m}	phi Vc {N}	phi Tc {N m}	At/s cm2/c	Av/s cm2/c	Avt/s cm2/c	S perlu {cm}	S pasang {cm}	Al1 cm^2	Al2 cm^2	Al max cm^2	Al pakai cm^2
Lantai 3 - 4																
Bl.204.	50X70	tump -	0	357270	2.1E+0	82961	9.7E+0	0.0205	0.2248	0.2657	8.5046	8	4.158	10.71	5.42	5.42
		tump +														
		lap +	4	158060	2.1E+0	73650	1.9E+0	0	0.0692	0.0692	32.669	25	0	18.57	13.28	13.28
Bl.205.	50X70	tump -	0	436850	2.1E+0	83875	8E+06	0.0235	0.2893	0.3363	6.721	6	4.772	9.163	3.8709	3.8709
		tump +														
		lap +	4	189850	2.1E+0	76821	1.7E+0	0	0.0926	0.0926	24.397	20	0	16.62	11.333	11.333
Bl.206.	50X70	tump -	0	357340	2.1E+0	82962	9.7E+0	0.0205	0.2249	0.2658	8.5026	8	4.159	10.71	5.4184	5.4184
		tump +														
		lap +	4	158060	2.1E+0	73650	1.9E+0	0	0.0692	0.0692	32.669	25	0	18.57	13.28	13.28
Bl.304.	50X70	tump -	0	322400	2.1E+0	82349	1.1E+0	0.0187	0.1967	0.2342	9.6511	9	3.803	11.57	6.2771	6.277
		tump +														
		lap +	4	119440	2.1E+0	67292	2.3E+0	0	0.0427	0.0427	52.88	25	0	21.65	16.36	16.36
Bl.305.	50X70	tump -	0	420870	2.1E+0	83730	8.3E+0	0.023	0.2763	0.3222	7.0135	7	4.666	9.437	4.145	4.145
		tump +														
		lap +	4	156840	2.1E+0	73499	2E+07	0	0.0683	0.0683	33.088	25	0	18.66	13.364	13.364
Bl.306.	50X70	tump -	0	322180	2.1E+0	82345	1.1E+0	0.0187	0.1966	0.234	9.6593	9	3.801	11.57	6.2829	6.2829
		tump +														
		lap +	4	119440	2.1E+0	67292	2.3E+0	0	0.0427	0.0427	52.88	25	0	21.65	16.36	16.36

TABEL 7.2. PERHITUNGAN TORSI MINIMUM DAN GESER BALOK INDUK LANTAI 1 - 5 DAN LANTAI ATAP (ARAH X)ZONE GEMPA 3)

fc= 29.176 Mpa	Begel = D.12	x1 = 408 mm	Batas Tu = 2835 kgm
fy = 320 Mpa	Av sda = 2.27 cm ^ 2	y1 = 608 mm	Tu Kompabilitas = 2100 kgm
dc = 40 mm	Ct = 0.0018 mm ^ -1	x ^ 2 y = 175000 cm ^ 3	Spasi max = 254 mm

BALOK ANAK	Ukuran Balok {cm}	Area	jarak dari i {m}	Vu {N}	Tu {N m}	phi Vc {N}	phi Tc {N m}	At/s cm2/cm	Av/s cm2/cm	Avt/s cm2/cm	S perlu {cm}	S pasang {cm}	Al1 cm ^ 2	Al2 cm ^ 2	Al max cm ^ 2	Al pakai cm ^ 2
Lantai 5 - 6																
BI.404.	50X70	tump -	0	309970	2.1E+07	82084	1.1E+07	0.01801	0.18677	0.22279	10.1441	10	3.6599	11.908	6.61669	6.6167
		tump +														
		lap +	4	72420	2.1E+07	52191	3E+07	0	0.01658	0.01658	136.314	25	0	27.129	21.8376	21.838
BI.405.	50X70	tump -	0	420640	2.1E+07	83728	8289980	0.02296	0.27612	0.32203	7.01791	7	4.6647	9.4407	4.14905	4.149
		tump +														
		lap +	4	116880	2.1E+07	66726	2.4E+07	0	0.0411	0.0411	54.9814	25	0	21.892	16.6005	16.601
BI.406.	50X70	tump -	0	309390	2.1E+07	82071	1.1E+07	0.01798	0.1863	0.22226	10.1684	10	3.653	11.925	6.63303	6.633
		tump +														
		lap +	4	72420	2.1E+07	52191	3E+07	0	0.01658	0.01658	136.314	25	0	27.129	21.8376	21.838
BI.504.	50X70	tump -	0	219210	2.1E+07	78802	1.5E+07	0.01089	0.11507	0.13686	16.5131	15	2.2136	15.158	9.86585	9.8658
		tump +														
		lap +	4	29560	2.1E+07	25613	3.6E+07	0	0.00323	0.00323	698.661	25	0	35.261	29.9694	29.969
BI.505.	50X70	tump -	0	143550	2.1E+07	71673	2.1E+07	0.00038	0.05891	0.05967	37.8739	25	0.0776	19.62	14.3285	14.329
		tump +														
		lap +	4	98080	2.1E+07	61790	2.6E+07	0	0.02974	0.02974	75.9875	25	0	23.838	18.5464	18.546
BI.506.	50X70	tump -	0	215830	2.1E+07	78603	1.5E+07	0.01054	0.11246	0.13354	16.924	15	2.1413	15.313	10.0214	10.021
		tump +														
		lap +	4	29560	2.1E+07	25613	3.6E+07	0	0.00323	0.00323	698.661	25	0	35.261	29.9694	29.969

TABEL 8.1.A. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI DASAR(ARAH X)ZONE GEMPA 3)

f'c =	29.2 Mpa	El b =	1.82E+14 Nmm^2	decking =	5 cm	Rho max=	0.08
fy =	390 Mpa	El c =	1.1E+14 Nmm^2	sengkang=	12 mm	Rho min=	0.01
Lu =	400 cm	tul pokok=	25 mm	Total Pu =	7.6E+07 N		
r =	18 cm	sisikolom=	60 cm	Total Pc =	1.8E+09 N		

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu {N}	Pc {N}	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn {N}	Kx {sb x} Ksi	Ky {sb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm^2	pakai tulangan	As ada cm^2
KOLOM EXTERIOR																		
K.29.	0.808	1	1.29	YA	908657400 816230000	-32760000 -56850000	2818710	16631 0480	1	1.07	1397934462 1255738462	4336476.9	0.549	1.135	0.05	180	38 D-25	186.5
K.32.	0.808	1	1.29	YA	924974000 948770000	-43648500 -15780000	693 1070	16631 0480	1	1.07	1423036923 1459646 154	10663 185	0.621	2.792	0.03	108	22 D-25	108
KOLOM INTERIOR																		
K.30.	0.606	1	1.25	YA	911230000 978200000	-57404000 -13640000	6486990	17046 1632	1	1.07	1401892308 1504923077	9979984.6	0.612	2.613	0.03	108	22 D-25	108
K.31.	0.606	1	1.25	YA	907126500 933800000	-33040000 -6071 1000	2817838	17542 17 18	1	1.07	1395579231 14366 15385	4335 135.4	0.609	1.135	0.05	180	38 D-25	186.5

TABEL 6.2.A. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI DASAR(ARAH X)

f'_c = 29.176 Mpa

f_y = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Kei	Ky Kei	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.29.	1397934462	1255738462	4336476.9	0.5373	0.4826	0.0518	1.5	1.53	5729443	5844031.8	8184198.6	4474971.6	OK
K.32.	1423036923	1459646154	10663185	0.2224	0.2281	0.03	2.16	2.15	8250397.9	8212201.6	6693450.6	10686441	OK
KOLOM INTERIOR													
K.30.	1401892308	1504923077	9979984.6	0.2341	0.2513	0.03	2.13	2.1	8135809	8021220.2	6693450.6	10185068	OK
K.31.	1395579231	1436615385	4335135.4	0.5365	0.5523	0.0518	1.51	1.46	5767639.3	5576657.8	8184198.6	4338143.3	OK

TABEL 8.3.A. PENULANGAN GESER & TORSI MINIMUM KOLOM LANTAI DASAR(ARAH X/ZONE GEMPA 3)

f'c =	29.176	MPa	BataseTu =	35001599	Nmm	Dia Begel =	12	mm	S max = (x1 + y1)/4
fy =	320	MPa (Begel)	x1 = y1 =	488	mm	Tul pokok =	25	mm	S max = d/2
b= h =	60	cm	d =	525.5	mm	Av ada =	2.26	cm^2	

KOLOM	Daerah	x (m)	Nu (N)	Vu (N)	Tu (Nm)	phi Vc (N)	phi Vs (N)	S perlu (cm)	S max (cm)	S pakai (cm)	Al min cm^2	Ket
KOLOM EXTERIOR												
K.29.	tump	0	2818710	467132	25927110.1	132778.445	334353.5555	7.390416	24.4	7	6.1	OK
	tump	4	2818710	467132	25927110.1	132778.445	334353.5555	7.390416	24.4	7	6.1	OK
K.32.	tump	0	6931070	503599	25927110.1	202259.665	301339.3348	8.200097	24.4	8	6.1	OK
	tump	4	6931070	503599	25927110.1	202259.665	301339.3348	8.200097	24.4	8	6.1	OK
KOLOM INTERIOR												
K.30.	tump	0	6486990	516692	25927110.1	194756.621	321935.3794	7.67549	24.4	7	6.1	OK
	tump	4	6486990	516692	25927110.1	194756.621	321935.3794	7.67549	24.4	7	6.1	OK
K.31.	tump	0	2817838	467353	25927110.1	132763.711	334589.2885	7.385209	24.4	7	6.1	OK
	tump	4	2817838	467353	25927110.1	132763.711	334589.2885	7.385209	24.4	7	6.1	OK

TABEL 8.1.B. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 1 - 2(ARAH X)ZONE GEMPA 3)

fc' =	29.2	Mpa	El b =	1.82E+14	Nmm ^ 2	decking =	5	cm	Rho max=	0.08
fy =	390	Mpa	El c =	1.1E+14	Nmm ^ 2	sengkang=	12	mm	Rho min=	0.01
Lu =	400	cm	tul pokok=	25	mm	Total Pu =	6.1E+07	N		
r =	18	cm	sisi kolom=	60	cm	Total Pc =	2.7E+09	N		

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu { N }	Pc { N }	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn { N }	Kx {sb x} Ksi	Ky {sb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm ^ 2	pakai tulangan	As ada cm ^ 2
KOLOM EXTERIOR																		
K.129.	0.808	0.808	1.25	YA	10162770000 860170000	810290000 168740000	2103220	164819596	1	1.04	1563503077 1323338462	3235723.1	0.577	0.847	0.055	198	40 D-25	196.4
K.132.	0.808	0.808	1.25	YA	1140769000 1092074000	103660000 58830000	5201740	164175770	1	1.04	1755029231 1680113846	8002676.9	0.766	2.095	0.06	216	44 D-25	216
KOLOM INTERIOR																		
K.130.	0.606	0.606	1.19	YA	988100000 976300000	142359000 42980000	5255950	177286584	1	1.04	1520153846 1502000000	8086076.9	0.663	2.117	0.05	180	38 D-25	186.5
K.131.	0.606	0.606	1.19	YA	988100000 976300000	81680000 179470000	2007335	183195538	1	1.04	1520153846 1502000000	3088207.7	0.663	0.809	0.06	216	44 D-25	216

TABEL 8.2.B. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 1 - 2(ARAH X)

fc' = 29.176 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Ksi	Ky Ksi	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.129.	1500000000	1300000000	3235723.1	0.7726	0.6696	0.0546	1.2	1.25	4583554.4	4774535.8	8372203.8	3244931.9	OK
K.132.	1700000000	1600000000	8002676.9	0.354	0.3332	0.06	2.16	2.23	8250397.9	8517771.9	8744416	8048343.1	OK
KOLOM INTERIOR													
K.130.	1500000000	1502000000	8086076.9	0.3092	0.3096	0.0518	2.15	2.15	8212201.6	8212201.6	8184198.6	8240396.9	OK
K.131.	1500000000	1502000000	3088207.7	0.8095	0.8106	0.06	1.21	1.19	4621750.7	4545358.1	8744416	3105453.1	OK

TABEL 8.3.B. PENULANGAN GESER & TORSI MINIMUM KOLOM LANTAI 1 - 2(ARAH X/ZONE GEMPA 3)

fc' = 29.176 MPa | BatasTu = 35001599 Nmm | Dia Begel = 12 mm | S max = (x1 + y1)/4
fy = 320 MPa (Begel) | x1 = y1 = 488 mm | Tul pokok = 25 mm | S max = d/4

KOLOM	Daerah	x {m}	Nu { N }	Vu { N }	Tu { Nm }	phi Vc { N }	phi Vs { N }	S perlu { cm }	S max { cm }	S pakai { cm }	Al min cm^2	Ket
KOLOM EXTERIOR												
K.129.	tump	0	2173220	628732	25927110.1	121872.436	506859.564	4.875141	13	4	6.1	OK
	tump	4	2173220	628732	25927110.1	121872.436	506859.564	4.875141	13	4	6.1	OK
K.132.	tump	0	5657740	707860	25927110.1	180745.857	527114.1426	4.687811	13	4	6.1	OK
	tump	4	5657740	707860	25927110.1	180745.857	527114.1426	4.687811	13	4	6.1	OK
KOLOM INTERIOR												
K.130.	tump	0	5335950	732430	25927110.1	175308.989	557121.0114	4.435323	13	4	6.1	OK
	tump	4	5335950	732430	25927110.1	175308.989	557121.0114	4.435323	13	4	6.1	OK
K.131.	tump	0	2067335	629545	25927110.1	120083.434	509461.5657	4.850242	13	4	6.1	OK
	tump	4	2067335	629545	25927110.1	120083.434	509461.5657	4.850242	13	4	6.1	OK

BEL 8.1.C. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 2 - 3(ARAH X)ZONE GEMPA 3)

cf =	29.2	Mpa	El b =	1.82E+14	Nmm ^ 2	decking =	5	cm	Rho max=	0.08
yf =	390	Mpa	El c =	1.1E+14	Nmm ^ 2	sengkang=	12	mm	Rho min=	0.01
L =	400	cm	tul pokok=	25	mm	Total Pu =	4.9E+07	N		
r =	18	cm	sisikolom=	60	cm	Total Pc =	2.7E+09	N		

KOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu { N }	Pc { N }	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn { N }	Kx {sb x} Ksi	Ky {sb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm ^ 2	pakai tulangan	As ada cm ^ 2
KOM EXTERIOR																		
29.	0.808	0.808	1.25	YA	950440000 837250000	71550000 172200000	1816650	1648 19596	1	1.03	14622 15385 1288076923	2794846.2	0.562	0.732	0.05	180	38 D-25	186.5
82.	0.808	0.808	1.25	YA	1058960000 1034490000	85386000 67494000	4021770	164 175770	1	1.03	1629 169231 159 1523077	6187338.5	0.711	1.62	0.06	216	44 D-25	216
KOM INTERIOR																		
80.	0.606	0.606	1.19	YA	1095440000 94438 1000	125465000 54250000	40 18000	177286584	1	1.03	1685292308 1452893846	6181538.5	0.735	1.618	0.06	216	44 D-25	216
81.	0.606	0.606	1.19	YA	952520000 745000000	72345000 167350000	1815000	183 195538	1	1.03	1465415385 1146 153846	2792307.7	0.639	0.731	0.05	180	38 D-25	186.5

TABEL 8.2.C. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 2 - 3(ARAH X)

$f'c$ = 29.176 Mpa

f_y = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Kei	Ky Kei	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.229.	1462215385	1288076923	2794846.2	0.872	0.7681	0.0518	1.1	1.3	4201591.5	4965517.2	8184198.6	3152512.9	OK
K.232.	1629169231	1591523077	6187338.5	0.4388	0.4287	0.06	1.9	1.9	7257294.4	7257294.4	8744416	6202469.7	OK
KOLOM INTERIOR													
K.230.	1695292308	1452893846	6181538.5	0.4544	0.3917	0.06	1.85	1.95	7066313	7448275.9	8744416	6195131.2	OK
K.231.	1465415385	1146153846	2792307.7	0.8747	0.6841	0.0518	1.1	1.3	4201591.5	4965517.2	8184198.6	3152512.9	OK

TABEL 8.3.C. PENULANGAN GESER & TORSI MINIMUM KOLOM LANTAI 2 - 3(ARAH X/ZONE GEMPA 3)

fc' =	29.176	MPa	BatasTu =	35001599	Nmm	Dia Begel =	12	mm	S max = (x1 + y1)/4
fy =	320	MPa (Begel)	x1 = y1 =	488	mm	Tul pokok =	25	mm	S max = d/2
b = h =	60	cm	d =	525.5	mm	Av ada =	2.26	cm^2	

KOLOM	Daerah	x {m}	Nu { N }	Vu { N }	Tu { Nm }	phi Vc { N }	phi Vs { N }	S perlu { cm }	S max { cm }	S pakai { cm }	Al min cm^2	Ket
KOLOM EXTERIOR												
K.229.	tump	0	1816650	551052	25927110.1	115847.935	435204.0655	5.677823	24.4	5	6.1	OK
	tump	4	1816650	551052	25927110.1	115847.935	435204.0655	5.677823	24.4	5	6.1	OK
K.232.	tump	0	4421770	617979	25927110.1	159863.273	458115.7269	5.393859	24.4	5	6.1	OK
	tump	4	4421770	617979	25927110.1	159863.273	458115.7269	5.393859	24.4	5	6.1	OK
KOLOM INTERIOR												
K.230.	tump	0	4218450	640415	25927110.1	156428.038	483986.9616	5.105534	24.4	5	6.1	OK
	tump	4	4218450	640415	25927110.1	156428.038	483986.9616	5.105534	24.4	5	6.1	OK
K.231.	tump	0	1815420	552500	25927110.1	115827.153	436672.8472	5.658725	24.4	5	6.1	OK
	tump	4	1815420	552500	25927110.1	115827.153	436672.8472	5.658725	24.4	5	6.1	OK

TABEL 6.1.D. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 3 - 4(ARAH X)ZONE GEMPA 3)

fc' =	29.2	Mpa	El b =	1.82E+14	Nmm ^ 2	decking =	5	cm	Rho max=	0.08
fy =	390	Mpa	El c =	1.1E+14	Nmm ^ 2	sengkang=	12	mm	Rho min=	0.01
Lu =	400	cm	tul pokok=	25	mm	Total Pu =	3.6E+07	N		
r =	18	cm	sisi kolom=	60	cm	Total Pc =	2.7E+09	N		

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu {N}	Pc {N}	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn {N}	Kx {sb x} Ksi	Ky {sb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm ^ 2	pakai tulangan	As ada cm ^ 2
KOLOM EXTERIOR																		
K.329.	0.808	0.808	1.25	YA	811189000 751850000	70360000 186830000	1414000	160956637	1	1.02	1247983077 1156692308	2175384.6	0.505	0.57	0.045	162	34 D-25	167
K.332.	0.808	0.808	1.25	YA	900055000 881620000	83360000 70320000	3182000	160956637	1	1.02	1384700000 1356338462	4895384.6	0.604	1.282	0.06	216	44 D-25	216
KOLOM INTERIOR																		
K.330.	0.606	0.606	1.19	YA	935654000 761400000	119395000 61410000	3097000	175113382	1	1.02	1439467692 1171384615	4764615.4	0.628	1.247	0.05	180	38 D-25	186.5
K.331.	0.606	0.606	1.19	YA	814507000 614810000	68572000 181580000	1416600	181399503	1	1.02	1253087692 945861538	2179384.6	0.547	0.671	0.04	144	30 D-25	147

TABEL 8.2.D. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 3 - 4(ARAH X)

fc' = 29.176 Mpa

fy = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Ksi	Ky Ksi	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.329.	1247983077	1156692308	2175384.62	0.95614	0.8862	0.04639	0.85	0.94	3246684.35	3590450.93	7813885.39	2180807.34	OK
K.332.	1384700000	1356338462	4895384.62	0.47143	0.46177	0.06	1.63	1.68	6225994.69	6416976.13	8744416.01	4948171.59	OK
KOLOM INTERIOR													
K.330.	1439467692	1171384615	4764615.38	0.50353	0.40975	0.05181	1.48	1.75	5653050.4	6684350.13	8184198.6	4894471.59	OK
K.331.	1253087692	945861538.5	2179384.62	0.95829	0.72334	0.04083	0.79	1	3017506.63	3819628.65	7434076.98	2180124.97	OK

TABEL 8.3.D. PENULANGAN GESER & TORSI MINIMUM KOLOM LANTAI 3 - 4(ARAH X/ZONE GEMPA 3)

fc' =	29.176	MPa	BatasTu =	35001599	Nmm	Dia Begel =	12	mm	S max = (x1 + y1)/4
fy =	320	MPa (Begel)	x1 = y1 =	488	mm	Tul pokok =	25	mm	S max = d/2
b = h =	60	cm	d =	525.5	mm	Av ada =	2.26	cm^2	

KOLOM	Daerah	x {m}	Nu { N }	Vu { N }	Tu { Nm }	phi Vc { N }	phi Vs { N }	S perlu { cm }	S max { cm }	S pakai { cm }	Al min cm^2	Ket.
KOLOM EXTERIOR												
K.329.	tump	0	1413760	433460	25927110.1	109040.824	324419.176	7.616725	24.4	7	6.1	OK
	tump	4	1413760	433460	25927110.1	109040.824	324419.176	7.616725	24.4	7	6.1	OK
K.332.	tump	0	3182624	511967	25927110.1	138927.028	373039.972	6.623986	24.4	6	6.1	OK
	tump	4	3182624	511967	25927110.1	138927.028	373039.972	6.623986	24.4	6	6.1	OK
KOLOM INTERIOR												
K.330.	tump	0	3097270	780885	25927110.1	137484.912	643400.0879	3.840552	13	3	6.1	OK
	tump	4	3097270	780885	25927110.1	137484.912	643400.0879	3.840552	13	3	6.1	OK
K.331.	tump	0	1416600	457451	25927110.1	109088.808	348362.1922	7.093226	24.4	7	6.1	OK
	tump	4	1416600	457451	25927110.1	109088.808	348362.1922	7.093226	24.4	7	6.1	OK

ABEL 8.1.E. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 4 - 5(ARAH X)ZONE GEMPA 3)

cf =	29.2	Mpa	El b =	1.82E+14	Nmm ^ 2	decking =	5	cm	Rho max=	0.08
yf =	390	Mpa	El c =	1.1E+14	Nmm ^ 2	sengkang=	12	mm	Rho min=	0.01
lL =	400	cm	tul pokok=	25	mm	Total Pu =	2.3E+07	N		
r =	10	cm	sisikolom=	60	cm	Total Pc =	2.6E+09	N		

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu { N }	Pc { N }	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn { N }	Kx {sb x} Ksi	Ky {sb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm ^ 2	pakai tulangan	As ada cm ^ 2
KOLOM EXTERIOR																		
C129.	0.808	0.808	1.25	YA	609100000 605900000	59050000 173530000	944190	136813142	1	1.014	937076923 932153846	1452600	0.407	0.38	0.035	126	26 D-25	127.6
C132.	0.808	0.808	1.25	YA	657387000 689460000	60795000 95730000	1932000	154518372	1	1.014	1011364615 1060707692	2972307.7	0.441	0.778	0.04	144	30 D-25	147.3
KOLOM INTERIOR																		
C130.	0.606	0.606	1.19	YA	716150000 531390000	118912000 72260000	196 1530	168827260	1	1.014	1101769231 817523077	3017738.5	0.481	0.79	0.04	144	30 D-25	147.3
C131.	0.606	0.606	1.19	YA	615561000 448150000	63851000 182520000	941340	177807434	1	1.014	947016923 689461538	1448215.4	0.413	0.379	0.03	108	22 D-25	108

TABEL 8.2.E. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 4 - 5(ARAH X)

fc' = 29.176 Mpa

fy = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Kei	Ky Kei	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.429.	937076923	932153846	1452600	1.0752	1.0695	0.0354	0.63	0.65	2406366	2482758.6	7065662.8	1477513.8	OK
K.432.	1011364615	1060707692	2972307.7	0.5671	0.5948	0.0409	1.2	1.1	4583554.4	4201591.5	7439774.1	3107871.1	OK
KOLOM INTERIOR													
K.430.	1101769231	817523077	3017738.5	0.6085	0.4515	0.0409	1.1	1.4	4201591.5	5347480.1	7439774.1	3441199.6	OK
K.431.	947016923	669461538	1448215.4	1.0899	0.7935	0.03	0.55	0.73	2100795.8	2788328.9	6693450.6	1459325.5	OK

TABEL 8.3.E. PENULANGAN GESER & TORSI MINIMUM KOLOM LANTAI 4 - 5(ARAH X/ZONE GEMPA 3)

fc' =	29.176	MPa	BatasTu =	35001599	Nmm	Dia Begel =	12 mm	S max = (x1 + y1)/4
fy =	320	MPa (Begel)	x1 = y1 =	488	mm	Tul pokok =	25 mm	S max = d/2
b = h =	60	cm	d =	525.5	mm	Av ada =	2.26 cm^2	

KOLOM	Daerah	x {m}	Nu { N }	Vu { N }	Tu { Nm }	phi Vc { N }	phi Vs { N }	S perlu { cm }	S max { cm }	S pakai { cm }	Al min cm^2	Ket
KOLOM EXTERIOR												
K.429.	tump	0	944190	325700	25927110.1	101107.108	224592.8921	11.00218	24.4	11	6.1	OK
	tump	4	944190	325700	25927110.1	101107.108	224592.8921	11.00218	24.4	11	6.1	OK
K.432.	tump	0	1932640	360427	25927110.1	117807.667	242619.3327	10.18473	24.4	10	6.1	OK
	tump	4	1932640	360427	25927110.1	117807.667	242619.3327	10.18473	24.4	10	6.1	OK
KOLOM INTERIOR												
K.430.	tump	0	1961530	392872	25927110.1	118295.784	274576.2157	8.999365	24.4	8	6.1	OK
	tump	4	1961530	392872	25927110.1	118295.784	274576.2157	8.999365	24.4	8	6.1	OK
K.431.	tump	0	941340	329650	25927110.1	101058.955	228591.0449	10.80975	24.4	10	6.1	OK
	tump	4	941340	329650	25927110.1	101058.955	228591.0449	10.80975	24.4	10	6.1	OK

TABEL 8.1.F. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 5 - 6(ARAH X)ZONE GEMPA 3)

fc'	=	29.2	Mpa	Ec b	=	1.82E+14	Nmm^2	decking	=	5 cm
fy	=	390	Mpa	Ec c	=	1.1E+14	Nmm^2	sengkang	=	12 mm
Lu	=	400	cm	tul pokok	=	25	mm	Total Pu	=	1E+07 N
r	=	18	cm	sisi kolom	=	60	cm	Total Pc	=	1.8E+09 N

Rho max	=	0.08
Rho min	=	0.01

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu {N}	Pc {N}	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn {N}	Kx {sb x} Ksi	Ky {sb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm^2	pakai tulangan	As ada cm^2
KOLOM EXTERIOR																		
K.529.	0.404	0.808	1.19	NO	314340000 422290000	80920000 248560000	388036	126046753	1	1	483600000 649676923	596978.46	0.283	0.156	0.02	72	16 D-25	78.54
K.532.	0.404	0.808	1.19	NO	395670000 255250000	133970000 59430000	688422	1.764E-05	1	1	608723077 392692308	1059110.8	0.266	0.277	0.02	72	16 D-25	78.54
KOLOM INTERIOR																		
K.530.	0.303	0.606	1.15	NO	335805000 260760000	72083000 112 10000	833330	183536820	1	1	5 16623077 401169231	1282046.2	0.225	0.336	0.01	36	8 D-25	39.3
K.531.	0.303	0.606	1.15	NO	310350000 410790000	76890000 20 18 10000	680723	149249722	1	1	47746 1538 63 19846 15	1047266.2	0.208	0.274	0.02	72	16 D-25	78.54

TABEL 6.2.F. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 5 - 6(ARAH X)

f'c = 29.176 Mpa

fy = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Kei	Ky Kei	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.529.	483600000	649676923	596978.46	1.3501	1.8138	0.0218	0.35	0.25	1336870	954907.16	6133992.8	612665.46	OK
K.532.	608723077	392692308	1059110.8	0.9579	0.618	0.0218	0.4	0.7	1527851.5	2673740.1	6133992.8	1155407	OK
KOLOM INTERIOR													
K.530.	516623077	401169231	1282046.2	0.6716	0.5215	0.0109	0.5	0.7	1909814.3	2673740.1	5388808.7	1404397.2	OK
K.531.	477461538	631984615	1047266.2	0.7599	1.0058	0.0218	0.62	0.4	2368169.8	1527851.5	6133992.8	1094385.3	OK

TABEL 6.3.F. PENULANGAN GESER & TORSI MINIMUM KOLOM LANTAI 5 - 6(ARAH X/ZONE GEMPA 3)

fc' =	29.176	MPa	BatasTu =	35001599	Nmm	Dia Begel =	12	mm	S max = (x1 + y1)/4
fy =	320	MPa (Begel)	x1 = y1 =	488	mm	Tul pokok =	25	mm	S max = d/2
b = h =	60	cm	d =	525.5	mm	Av ada =	2.26	cm^2	

KOLOM	Daerah	x {m}	Nu { N }	Vu { N }	Tu { Nm }	phi Vc { N }	phi Vs { N }	S perlu { cm }	S max { cm }	S pakai { cm }	Al min cm^2	Ket
KOLOM EXTERIOR												
K.529.	tump	0	388036	153560	25927110.1	91710.4941	61849.50593	39.952	24.4	20	6.1	OK
	tump	4	388036	153560	25927110.1	91710.4941	61849.50593	39.952	24.4	20	6.1	OK
K.532.	tump	0	688422	193500	25927110.1	96785.7273	96714.27274	25.54961	24.4	20	6.1	OK
	tump	4	688422	193500	25927110.1	96785.7273	96714.27274	25.54961	24.4	20	6.1	OK
KOLOM INTERIOR												
K.530.	tump	0	833330	178410	25927110.1	99234.0501	79175.94994	31.20912	24.4	20	6.1	OK
	tump	4	833330	178410	25927110.1	99234.0501	79175.94994	31.20912	24.4	20	6.1	OK
K.531.	tump	0	680723	157500	25927110.1	96655.6472	60844.35277	40.61201	24.4	20	6.1	OK
	tump	4	680723	157500	25927110.1	96655.6472	60844.35277	40.61201	24.4	20	6.1	OK

6.3.2. ANALISA TEGANGAN GESER PADA JOINT PORTAL C

(ZONE GEMPA 3) 1.5 Vfc' = (MPa)

Lantai	JOINTS	As1 (mm^ 2	As'1 (mm^ 2	As2 (mm^ 2	As'2 (mm^ 2	a1 (mm	a2 (mm)	M kap,b1 (Nmm)	M kap,b2 (Nmm)	V kolom (N)	GAYA GESER Vj,h (N)	GAYA GESER vjh (N)
1	105	6872	4909	0	0	221.681	0	1.44E+09	0	389779.5	2359021	6.5528348
	106	7363	4909	5891	4418	237.52	190.035323	1.52E+09	1.27E+09	755539.3	4153261	11.5368354
	107	7363	4909	5891	4418	237.52	190.035323	1.52E+09	1.27E+09	755539.3	4153261	11.5368354
	108	3872	4909	0	0	124.9052	0	8.88E+08	0	239874.5	1308925	3.63590407
2	205	7363	5399	0	0	237.52	0	1.52E+09	0	411325.1	2533875	7.03854151
	206	7854	5399	6391	4418	253.3589	206.164616	1.6E+09	1.36E+09	799887.3	4501313	12.5036463
	207	7854	5399	6391	4418	253.3589	206.164616	1.6E+09	1.36E+09	799887.3	4501313	12.5036463
	208	7363	5399	0	0	237.52	0	1.52E+09	0	411325.1	2533875	7.03854151
3	305	6872	4418	0	0	221.681	0	1.44E+09	0	389779.5	2359021	6.5528348
	306	7363	4418	5399	3927	237.52	174.164099	1.52E+09	1.18E+09	731423.3	3980977	11.0582687
	307	7363	4418	5399	3927	237.52	174.164099	1.52E+09	1.18E+09	731423.3	3980977	11.0582687
	308	6872	4418	0	0	221.681	0	1.44E+09	0	389779.5	2359021	6.5528348
4	405	5891	3436	0	0	190.0353	0	1.27E+09	0	344214.2	2012186	5.58940497
	406	6381	3436	4418	2945	205.842	142.518428	1.36E+09	9.97E+08	636886.7	3289913	9.13864796
	407	6381	3436	4418	2945	205.842	142.518428	1.36E+09	9.97E+08	636886.7	3289913	9.13864796
	408	5891	3436	0	0	190.0353	0	1.27E+09	0	344214.2	2012186	5.58940497
5	505	4418	1963	0	0	142.5184	0	9.97E+08	0	269493.6	1497706	4.16029556
	506	5891	1963	3436	1963	190.0353	110.840497	1.27E+09	7.97E+08	559690.3	2581910	7.17197133
	507	5891	1963	3436	1963	190.0353	110.840497	1.27E+09	7.97E+08	559690.3	2581910	7.17197133
	508	4418	1963	0	0	142.5184	0	9.97E+08	0	269493.6	1497706	4.16029556
6	605	2945	1963	0	0	95.00153	0	6.93E+08	0	187206.2	990793.8	2.75220488
	606	2945	1963	1963	1963	95.00153	63.323602	6.93E+08	4.74E+08	315350.5	1647849	4.57735972
	607	2454	1963	1963	1963	79.16257	63.323602	5.85E+08	4.74E+08	286239.9	1480560	4.11266699
	608	2454	1963	0	0	79.16257	0	5.85E+08	0	158095.6	823504.4	2.28751215

.3.2. ANALISA TEGANGAN GESER INTI JOINT PORTAL C
ZONE GEMPA 3)

antai	JOINTS	Nu (N)	Vch (MPa)	Vsh (MPa)	Smax (mm)	Jumlah lapisan
1	105	2818710	2.015198	4.537637	53.12604	11.2939
	106	6931070	3.446677	8.090158	29.79752	20.1359
	107	6486990	3.32194	8.214895	29.34507	20.4464
	108	2817838	2.014786	1.621118	148.704	4.03486
2	205	2173220	1.683388	5.355154	45.01582	13.3286
	206	5657740	3.075498	9.428149	25.56882	23.4661
	207	5335950	2.974372	9.529275	25.29748	23.7178
	208	2067335	1.622492	5.416049	44.50969	13.4802
3	305	1816650	1.468288	5.084547	47.41164	12.6551
	306	4421770	2.666236	8.392032	28.72566	20.8872
	307	4218450	2.592732	8.465537	28.47624	21.0702
	308	1815420	1.467492	5.085343	47.40421	12.6571
4	405	1413760	1.178933	4.410472	54.65779	10.9774
	406	3182024	2.179855	6.958793	34.64202	17.32
	407	3097270	2.142576	6.996072	34.45743	17.4128
	408	1416600	1.18122	4.408185	54.68615	10.9717
5	505	944190	0.705067	3.455229	69.76865	8.59985
	506	1932640	1.541556	5.630415	42.81508	14.0138
	507	1961530	1.55927	5.612702	42.9502	13.9697
	508	941340	0.701214	3.459082	69.69094	8.60944
6	605	388036	0	2.752205	87.59038	6.85007
	606	688422	0.104134	4.473226	53.89101	11.1336
	607	833330	0.535115	3.577552	67.38313	8.90431
	608	680723	0	2.287512	105.3838	5.69348

```
C THREE DIMENSIONAL STRUCTURAL AND EARTHQUAKE ANALYSIS
C PROGRAMMED BY HENDRATNO - NRP.3903100865
C CIVIL DEPARTMENT - ITS / SURABAYA
C CALCULATION IN MKS-UNITS ( KN-M-CELCIUS-SECOND )
C GRAVITATION ACC. = 9.81 M/S^2
SYSTEM
L=2  V=6  T=0.0001
:
JOINTS
C ########## LANTAI DASAR ---- ELEVASI = 0 M
1     X=0     Y=0     Z=0
4     X=24    Y=0     Z=0
13    X=0     Y=24    Z=0
16    X=24    Y=24    Z=0    @=1,4,13,16,1,4
C ########## LANTAI 1 ---- ELEVASI = 4 M
101   X=0     Y=0     Z=4
104   X=24    Y=0     Z=4
113   X=0     Y=24    Z=4
116   X=24    Y=24    Z=4    @=101,104,113,116,1,4
117   X=0     Y=4     Z=4
118   X=24    Y=4     Z=4
119   X=0     Y=20    Z=4
120   X=24    Y=20    Z=4
121   X=8     Y=4     Z=4
122   X=16    Y=4     Z=4
123   X=8     Y=20    Z=4
124   X=16    Y=20    Z=4
125   X=4     Y=8     Z=4
126   X=20    Y=8     Z=4
127   X=4     Y=16    Z=4
128   X=20    Y=16    Z=4
129   X=5.2   Y=8     Z=4
130   X=18.8  Y=8     Z=4
131   X=11    Y=8     Z=4
132   X=13    Y=8     Z=4
133   X=11    Y=16    Z=4
134   X=13    Y=16    Z=4
135   X=8     Y=12    Z=4
136   X=16    Y=10.75 Z=4
137   X=16    Y=13.25 Z=4
138   X=16    Y=16    Z=4
C ########## LANTAI 2 ---- ELEVASI = 8 M
201   X=0     Y=0     Z=8
204   X=24    Y=0     Z=8
213   X=0     Y=24    Z=8
216   X=24    Y=24    Z=8    @=201,204,213,216,1,4
217   X=0     Y=4     Z=8
218   X=24    Y=4     Z=8
219   X=0     Y=20    Z=8
220   X=24    Y=20    Z=8
221   X=8     Y=4     Z=8
222   X=16    Y=4     Z=8
223   X=8     Y=20    Z=8
224   X=16    Y=20    Z=8
225   X=4     Y=8     Z=8
```

```
226   X=20   Y=8    Z=8
227   X=4    Y=16   Z=8
228   X=20   Y=16   Z=8
229   X=5.2  Y=8    Z=8
230   X=18.8 Y=8    Z=8
231   X=11   Y=8    Z=8
232   X=13   Y=8    Z=8
233   X=11   Y=16   Z=8
234   X=13   Y=16   Z=8
235   X=8    Y=12   Z=8
236   X=16   Y=10.75 Z=8
237   X=16   Y=13.25 Z=8
238   X=16   Y=16    Z=8
C ********** LANTAI 3 ---- ELEVASI = 12 M
301   X=0    Y=0    Z=12
304   X=24   Y=0    Z=12
313   X=0    Y=24   Z=12
316   X=24   Y=24   Z=12  Q=301,304,313,316,1,4
317   X=0    Y=4    Z=12
318   X=24   Y=4    Z=12
319   X=0    Y=20   Z=12
320   X=24   Y=20   Z=12
321   X=8    Y=4    Z=12
322   X=16   Y=4    Z=12
323   X=8    Y=20   Z=12
324   X=16   Y=20   Z=12
325   X=4    Y=8    Z=12
326   X=20   Y=8    Z=12
327   X=4    Y=16   Z=12
328   X=20   Y=16   Z=12
329   X=5.2  Y=8    Z=12
330   X=18.8 Y=8    Z=12
331   X=11   Y=8    Z=12
332   X=13   Y=8    Z=12
333   X=11   Y=16   Z=12
334   X=13   Y=16   Z=12
335   X=8    Y=12   Z=12
336   X=16   Y=10.75 Z=12
337   X=16   Y=13.25 Z=12
338   X=16   Y=16    Z=12
C ********** LANTAI 4 ---- ELEVASI = 16 M
401   X=0    Y=0    Z=16
404   X=24   Y=0    Z=16
413   X=0    Y=24   Z=16
416   X=24   Y=24   Z=16  Q=401,404,413,416,1,4
417   X=0    Y=4    Z=16
418   X=24   Y=4    Z=16
419   X=0    Y=20   Z=16
420   X=24   Y=20   Z=16
421   X=8    Y=4    Z=16
422   X=16   Y=4    Z=16
423   X=8    Y=20   Z=16
424   X=16   Y=20   Z=16
425   X=4    Y=8    Z=16
426   X=20   Y=8    Z=16
```

```
427   X=4     Y=16    Z=16
428   X=20    Y=16    Z=16
429   X=5.2   Y=8     Z=16
430   X=18.8  Y=8     Z=16
431   X=11    Y=8     Z=16
432   X=13    Y=8     Z=16
433   X=11    Y=16    Z=16
434   X=13    Y=16    Z=16
435   X=8     Y=12    Z=16
436   X=16    Y=10.75 Z=16
437   X=16    Y=13.25 Z=16
438   X=16    Y=16     Z=16
C ********** LANTAI 5 ---- ELEVASI = 20 M
501   X=0     Y=0     Z=20
504   X=24    Y=0     Z=20
513   X=0     Y=24    Z=20
516   X=24    Y=24    Z=20  Q=501,504,513,516,1,4
517   X=0     Y=4     Z=20
518   X=24    Y=4     Z=20
519   X=0     Y=20    Z=20
520   X=24    Y=20    Z=20
521   X=8     Y=4     Z=20
522   X=16    Y=4     Z=20
523   X=8     Y=20    Z=20
524   X=16    Y=20    Z=20
525   X=4     Y=8     Z=20
526   X=20    Y=8     Z=20
527   X=4     Y=16    Z=20
528   X=20    Y=16    Z=20
529   X=5.2   Y=8     Z=20
530   X=18.8  Y=8     Z=20
531   X=11    Y=8     Z=20
532   X=13    Y=8     Z=20
533   X=11    Y=16    Z=20
534   X=13    Y=16    Z=20
535   X=8     Y=12    Z=20
536   X=16    Y=10.75 Z=20
537   X=16    Y=13.25 Z=20
538   X=16    Y=16     Z=20
C ********** LANTAI 6 ---- ELEVASI = 24 M
601   X=0     Y=0     Z=24
604   X=24    Y=0     Z=24
613   X=0     Y=24    Z=24
616   X=24    Y=24    Z=24  Q=601,604,613,616,1,4
617   X=0     Y=4     Z=24
618   X=24    Y=4     Z=24
619   X=0     Y=20    Z=24
620   X=24    Y=20    Z=24
621   X=8     Y=4     Z=24
622   X=16    Y=4     Z=24
623   X=8     Y=20    Z=24
624   X=16    Y=20    Z=24
625   X=4     Y=8     Z=24
626   X=20    Y=8     Z=24
627   X=4     Y=16    Z=24
```

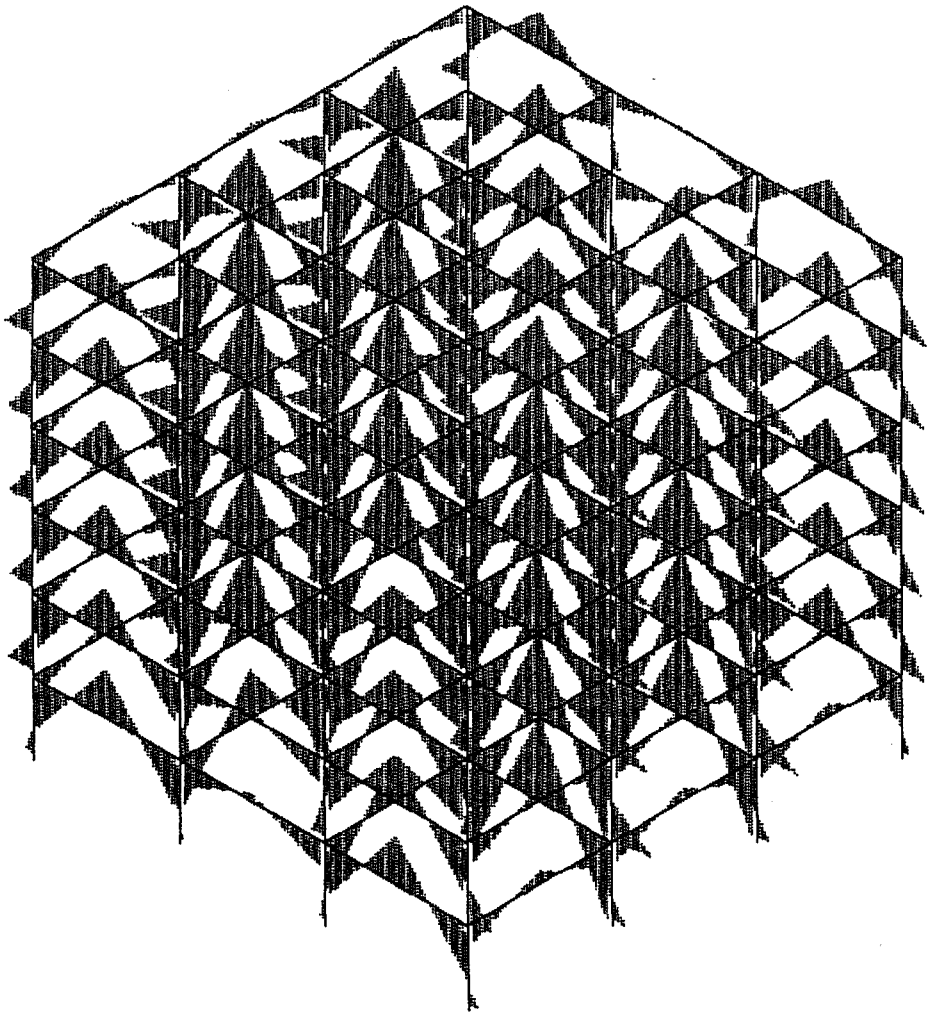
```
627   X=4    Y=16   Z=24
628   X=20   Y=16   Z=24
629   X=12   Y=8    Z=24
630   X=12   Y=16   Z=24
631   X=16   Y=9.5  Z=24
632   X=16   Y=12   Z=24
633   X=16   Y=14.5 Z=24
C ********** MASTER JOINTS ***********
139   X=11.918   Y=12.083   Z=4  : LANTAI 1
239   X=11.918   Y=12.083   Z=8  : LANTAI 2
339   X=11.918   Y=12.083   Z=12 : LANTAI 3
439   X=11.918   Y=12.083   Z=16 : LANTAI 4
539   X=11.918   Y=12.083   Z=20 : LANTAI 5
639   X=12.261   Y=12.218   Z=24 : ATAP
:
RESTRAINTS
C FIXED JOINTS
1,16,1      R=1,1,1,1,1,1
C DEPENDENT JOINTS
101,138,1   R=1,1,0,0,0,1
201,238,1   R=1,1,0,0,0,1
301,338,1   R=1,1,0,0,0,1
401,438,1   R=1,1,0,0,0,1
501,538,1   R=1,1,0,0,0,1
601,638,1   R=1,1,0,0,0,1
C MASTER JOINTS
139,639,100 R=0,0,1,1,1,0
:
FRAME
NM=2  NL=34  NSEC=3  Z=-1
1  SH=R  T=0.7,0.5  W=8.4  E=2.53E7 : BALOK INDUK 50/70
2  SH=R  T=0.6,0.6  W=8.64 E=2.53E7 : KOLOM 60/60
C SPAN LOADING DATA
1  WG=0,0,-19.70
2  WG=0,0,-2.75
3  WG=0,0,-24.106     PLD=4.0,-130.4
4  WG=0,0,-4.00       PLD=4.0,-58.67
5  WG=0,0,-18.868     PLD=2.8,-10.85,0,4.0,-125.78
6  WG=0,0,-5.35       PLD=2.8,-4.66,0,4.0,-71.51
7  WG=0,0,-18.868     PLD=4.0,-125.78,0,5.2,-10.85
8  WG=0,0,-5.35       PLD=4.0,-71.51,0,5.2,-4.66
9  WG=0,0,-28.223     PLD=4.0,-260.8
10 WG=0,0,-11.00      PLD=4.0,-117.24
11 WG=0,0,-28.515     PLD=3.0,-48.28,0,5.0,-157.74
12 WG=0,0,-5.25       PLD=3.0,-32.88,0,5.0,-62.67
13 WG=0,0,-29.948     PLD=4.0,-70.01
14 WG=0,0,-5.66       PLD=4.0,-29.31
15 WG=0,0,-17.053     PLD=2.75,-36.461,0,5.25,-36.461
16 WG=0,0,-2.00       PLD=2.75,-10.01,0,5.25,-10.01
17 WG=0,0,-23.805     PLD=4.0,-125.78
18 WG=0,0,-6.75       PLD=4.0,-71.51
19 WG=0,0,-7.737
20 WG=0,0,-1.65
21 WG=0,0,-11.253     PLD=4.0,-101.92
22 WG=0,0,-2.40       PLD=4.0,-35.20
```

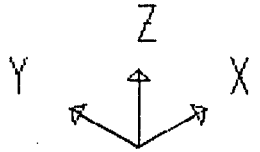
```
24 WG=0,0,-4.05       PLD=4.0,-13.20
25 WG=0,0,-22.507     PLD=4.0,-203.84
26 WG=0,0,-4.80       PLD=4.0,-70.40
27 WG=0,0,-15.473
28 WG=0,0,-3.30
29 WG=0,0,-25.473     PLD=1.33,-30,0,4.00,-30,0,6.67,-30,0
30 WG=0,0,-11.917
31 WG=0,0,-28.991     PLD=4.0,113.014
32 WG=0,0,-11.417     PLD=4.0,31.817
33 WG=0,0,-28.991     PLD=4.0,-113.014
34 WG=0,0,-11.417     PLD=4.0,-31.817
C BEAM ELEMENT LEVEL-1
1,102,101    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
4,106,105    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
5,107,106    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
6,108,107    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
7,110,109    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
8,111,110    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
10,114,113   M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
13,101,105   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
14,102,106   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
17,105,109   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
18,106,110   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
19,107,111   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
21,109,113   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
22,110,114   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-2
101,202,201  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
104,206,205  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
105,207,206  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
106,208,207  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
107,210,209  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
108,211,210  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
110,214,213  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
113,201,205  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
114,202,206  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
117,205,209  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
118,206,210  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
119,207,211  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
121,209,213  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
122,210,214  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-3
201,302,301  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
204,306,305  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
205,307,306  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
206,308,307  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
207,310,309  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
208,311,310  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
210,314,313  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
213,301,305  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
214,302,306  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
217,305,309  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
218,306,310  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.4
219,307,311  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
221,309,313  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
```

```
221,309,313  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
222,310,314  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-4
301,402,401  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
304,406,405  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
305,407,406  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
306,408,407  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
307,410,409  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
308,411,410  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
310,414,413  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
313,401,405  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
314,402,406  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
317,405,409  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
318,406,410  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
319,407,411  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
321,409,413  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
322,410,414  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-5
401,502,501  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
404,506,505  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
405,507,506  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
406,508,507  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
407,510,509  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
408,511,510  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
410,514,513  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
413,501,505  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
414,502,506  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
417,505,509  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
418,506,510  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
419,507,511  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
421,509,513  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
422,510,514  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-TOP ( ATAP )
501,602,601  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=19,20 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
504,606,605  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=23,24 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
505,607,606  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=31,32 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
507,610,609  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=23,24 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
508,611,610  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=33,34 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
510,614,613  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=19,20 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
513,601,605  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=21,22 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
514,602,606  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=25,26 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
517,605,609  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=19,20 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
518,606,610  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=27,28 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
519,607,611  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=29,30 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
521,609,613  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=21,22 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
522,610,614  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=25,26 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
 COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 0-1
5,1,101     M=2 LP=3,0  MS=0,139   NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
 COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 1-2
25,101,201  M=2 LP=3,0  MS=139,239 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
 COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 2-3
25,201,301  M=2 LP=3,0  MS=239,339 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
 COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 3-4
25,301,401  M=2 LP=3,0  MS=339,439 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
 COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 4-5
```

```
425,401,501  M=2 LP=3,0  MS=439,539 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 5-6
525,501,601  M=2 LP=3,0  MS=539,639 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
:
LOADS
C LOADS IN KN-M  UNITS
117,517,100  L=1  F=0,0,0,0,86.90,0
117,517,100  L=2  F=0,0,0,0,39.11,0
118,518,100  L=1  F=0,0,0,0,86.90,0
118,518,100  L=2  F=0,0,0,0,39.11,0
119,519,100  L=1  F=0,0,0,0,86.90,0
119,519,100  L=2  F=0,0,0,0,39.11,0
120,520,100  L=1  F=0,0,0,0,86.90,0
120,520,100  L=2  F=0,0,0,0,39.11,0
121,521,100  L=1  F=0,0,0,0,173.81,0
121,521,100  L=2  F=0,0,0,0,78.22,0
122,522,100  L=1  F=0,0,0,0,173.81,0
122,522,100  L=2  F=0,0,0,0,78.22,0
123,523,100  L=1  F=0,0,0,0,173.81,0
123,523,100  L=2  F=0,0,0,0,78.22,0
124,524,100  L=1  F=0,0,0,0,173.81,0
124,524,100  L=2  F=0,0,0,0,78.22,0
125,525,100  L=1  F=0,0,0,181.69,0,0
125,525,100  L=2  F=0,0,0,103.02,0,0
126,526,100  L=1  F=0,0,0,181.69,0,0
126,526,100  L=2  F=0,0,0,103.02,0,0
127,527,100  L=1  F=0,0,0,181.69,0,0
127,527,100  L=2  F=0,0,0,103.02,0,0
128,528,100  L=1  F=0,0,0,181.69,0,0
128,528,100  L=2  F=0,0,0,103.02,0,0
129,529,100  L=1  F=0,0,0,8.6768,0,0
129,529,100  L=2  F=0,0,0,3.7249,0,0
130,530,100  L=1  F=0,0,0,8.6768,0,0
130,530,100  L=2  F=0,0,0,3.7249,0,0
131,531,100  L=1  F=0,0,0,222.47,0,0
131,531,100  L=2  F=0,0,0,86.889,0,0
133,533,100  L=1  F=0,0,0,222.47,0,0
133,533,100  L=2  F=0,0,0,86.889,0,0
132,532,100  L=1  F=0,0,0,167.73,0,0
132,532,100  L=2  F=0,0,0,112.14,0,0
134,534,100  L=1  F=0,0,0,167.73,0,0
134,534,100  L=2  F=0,0,0,112.14,0,0
135,535,100  L=1  F=0,0,0,0,48.83,0
135,535,100  L=2  F=0,0,0,0,21.02,0
136,536,100  L=1  F=0,0,0,0,21.87,0
136,536,100  L=2  F=0,0,0,0,6.003,0
138,538,100  L=1  F=0,0,0,0,21.87,0
138,538,100  L=2  F=0,0,0,0,6.003,0
137,537,100  L=1  F=0,0,0,0,26.95,0
137,537,100  L=2  F=0,0,0,0,15.02,0
617,620,1    L=1  F=0,0,0,0,67.95,0
617,620,1    L=2  F=0,0,0,0,23.47,0
621,624,1    L=1  F=0,0,0,0,135.89,0
621,624,1    L=2  F=0,0,0,0,46.93,0
625,628,1    L=1  F=0,0,0,-99.029,0,0
```

```
629,630,1    L=1  F=0,0,0,26.287,0,0
629,630,1    L=2  F=0,0,0,10.699,0,0
631,633,1    L=1  F=0,0,0,0,30,0
:
MASSES
139,139,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
239,239,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
339,339,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
439,439,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
539.539.0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
639,639,0  M=626.997,626.997,0,0,0,63111.046
:
SPEC
C SPECTRUM ANALYSIS
C SUDUT EKSUTASI 0 DERAJAT ( TEGAK LURUS SUMBU - X )
C FAKTOR REDAMAN 5%
C PERCEPATAN GRAVITASI 9.81 M/S^2
A=0    S=9.81     D=0.05
C ZONE GEMPA 4
C ASUMSI KONDISI TANAH LUNAK
C NILAI T DAN C MENURUT PPTGIUG-1983
0    0.05    0.05
0.5  0.05    0.05
1    0.05    0.05
2    0.0325  0.0325
3    0.025   0.025
:
COMBO
1 C=1.2,1.6                      : 1.2DL + 1.6LL
2 C=1.05,0.3*1.05  D=2*1.05      : 1.05( DL+0.3LL+2E )
3 C=1.05,0.3*1.05  D=-2*1.05     : 1.05( DL+0.3LL-2E )
4 C=0              D=2*1.05      : 2E
:
C TUGAS AKHIR S-1 PROGRAM STUDI KONSTRUKSI
C DAKTILITAS DUA PADA ZONE GEMPA-4
C TEKNIK SIPIL - FTSP ITS / SURABAYA 1995
:
```





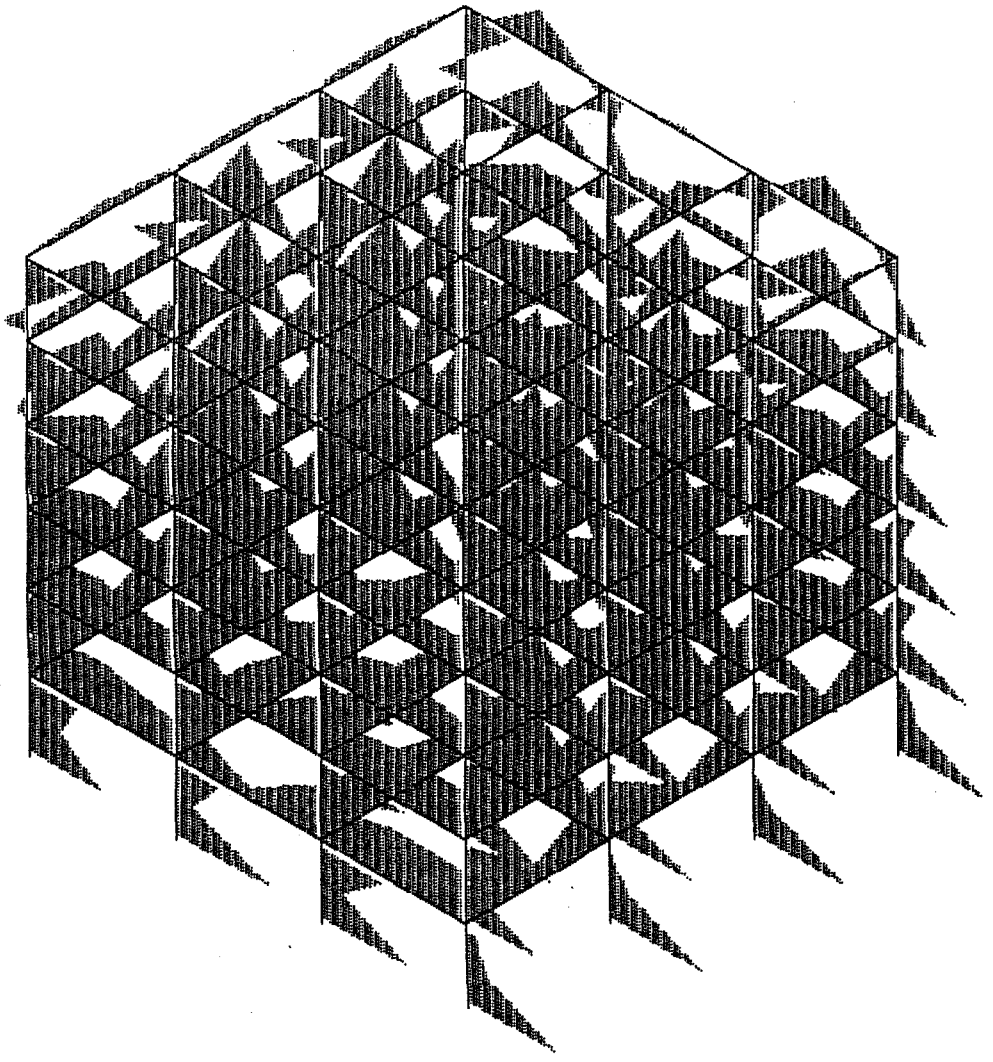
PORTAL4T

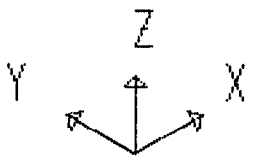
FRAME
OUTPUT M33
LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 422>
-.7751E+03
AT 7.70
MAX < 23>
.7065E+03
AT 4.00

SAP90





PORTAL4T

FRAME

OUTPUT M33

LOAD 2

ENVELOPES

MIN < 422>

-.2949E+03

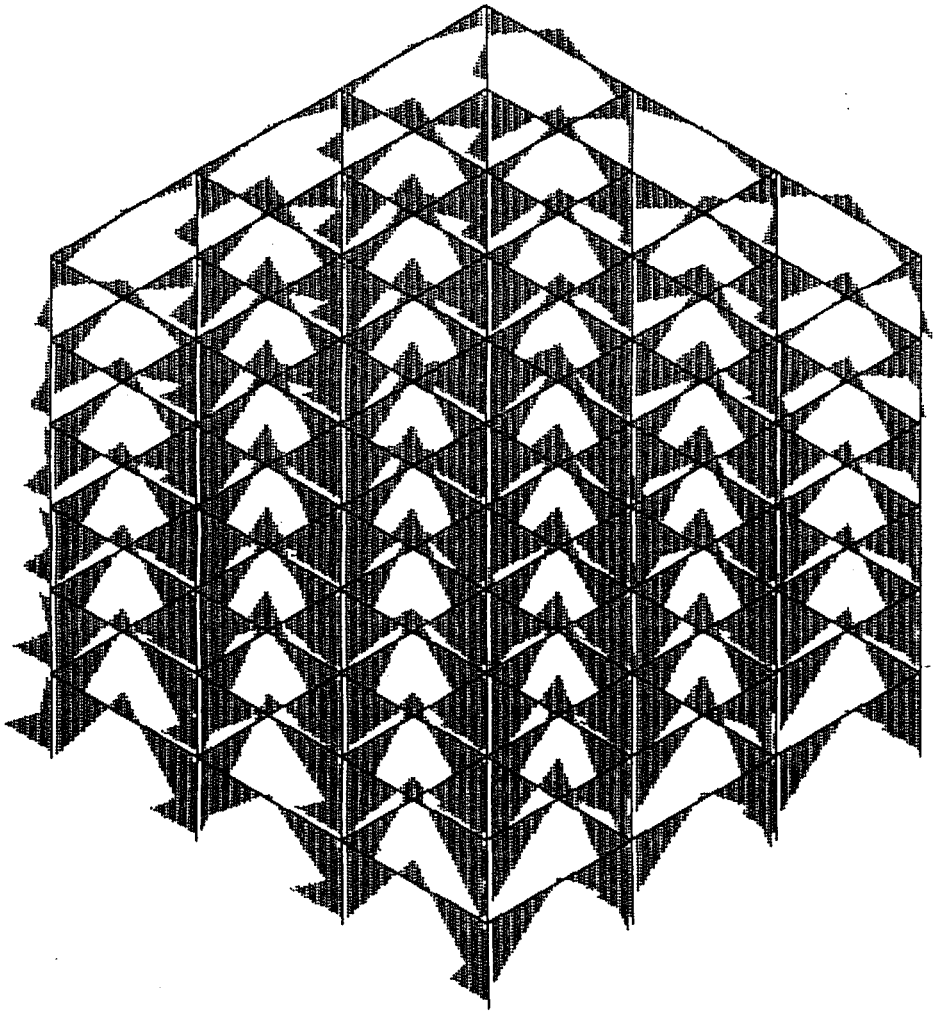
AT 7.70

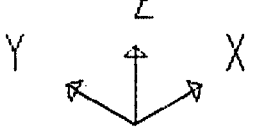
MAX < 35>

.5952E+03

AT .35

SAP90





PORTAL4T

FRAME

OUTPUT M33

LOAD 3

ENVELOPES

MIN < 122>

-.9806E+03

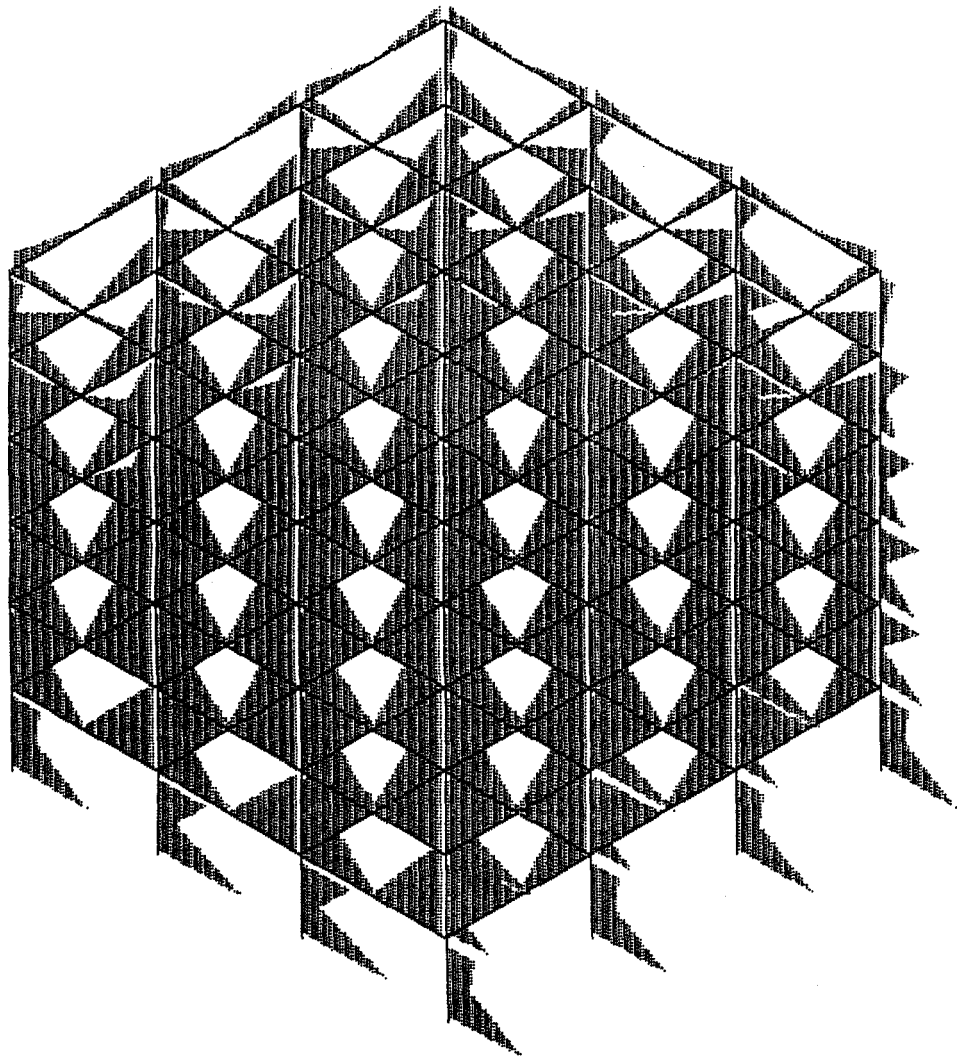
AT 7.70

MAX < 423>

.4279E+03

AT 4.00

SAP90



Z
Y X

PORTAL4T

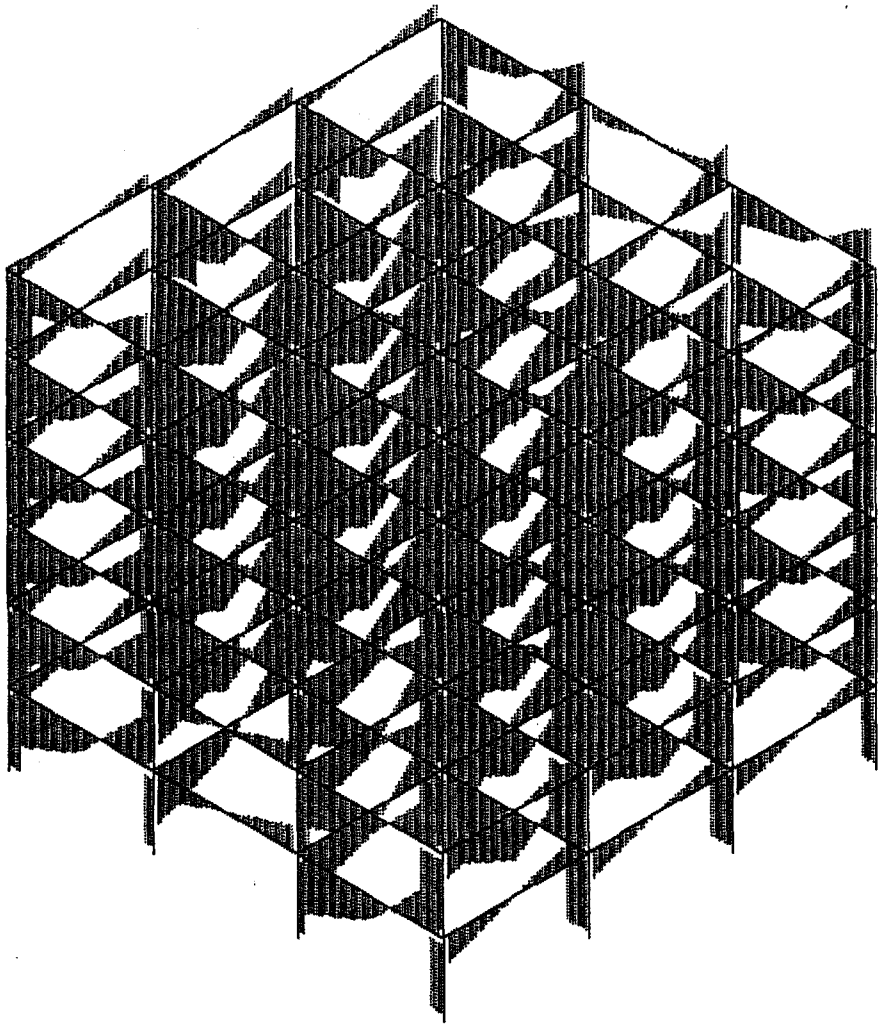
FRAME
OUTPUT M33

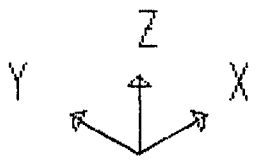
LOAD 4

ENVELOPES

MIN < 219>
.5241E-15
AT 4.00
MAX < 32>
.5522E+03
AT .35

SAP90





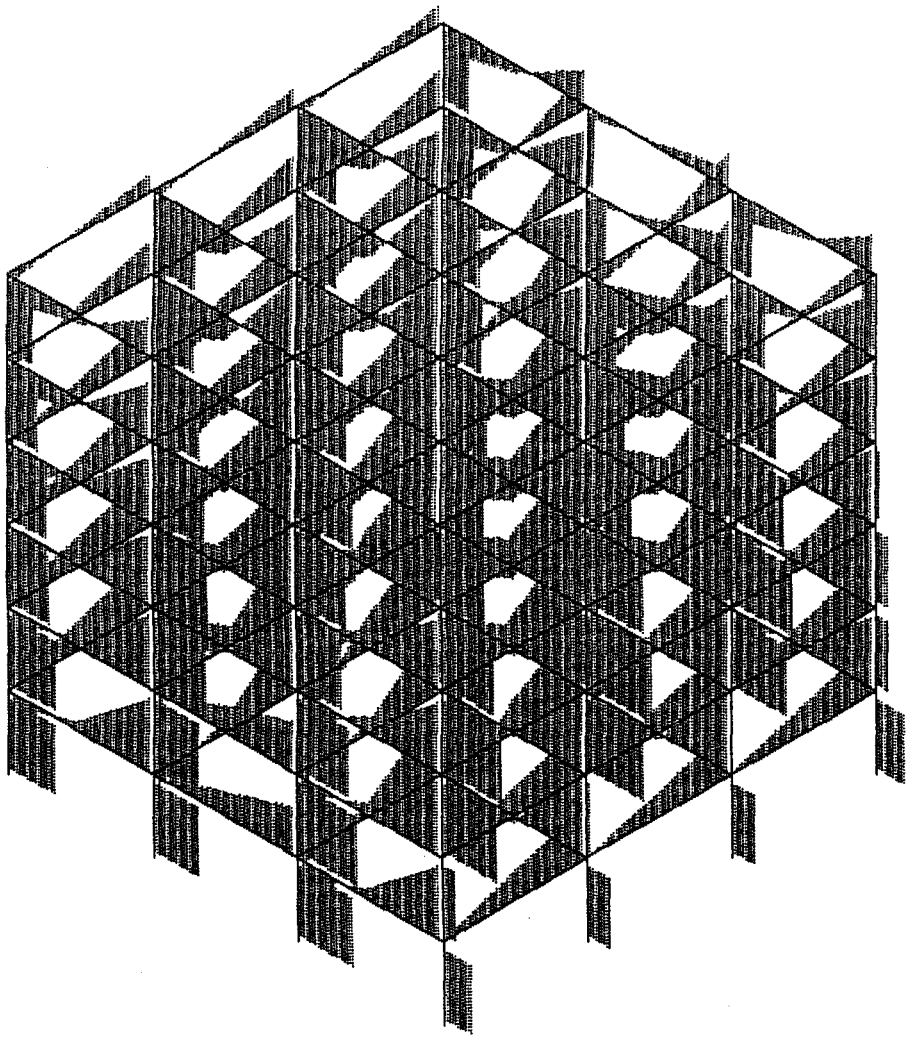
PORTAL4T

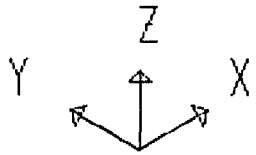
FRAME
OUTPUT V22
LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 423>
-.5092E+03
AT 7.70
MAX < 415>
.5052E+03
AT .30

SAP90





PORTAL4T

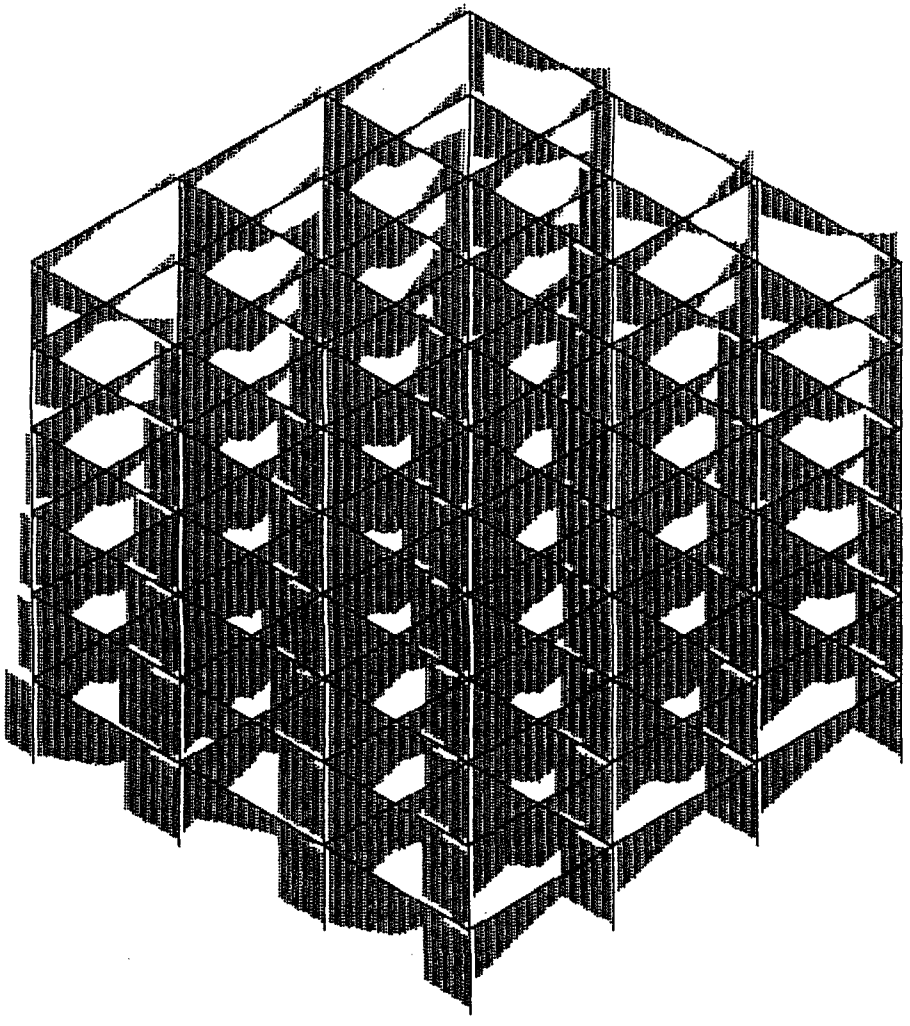
FRAME
OUTPUT V22

LOAD 2

ENVELOPES

MIN < 423>
-.2765E+03
AT 7.70
MAX < 115>
.4533E+03
AT .30

SAP90



Z
Y X

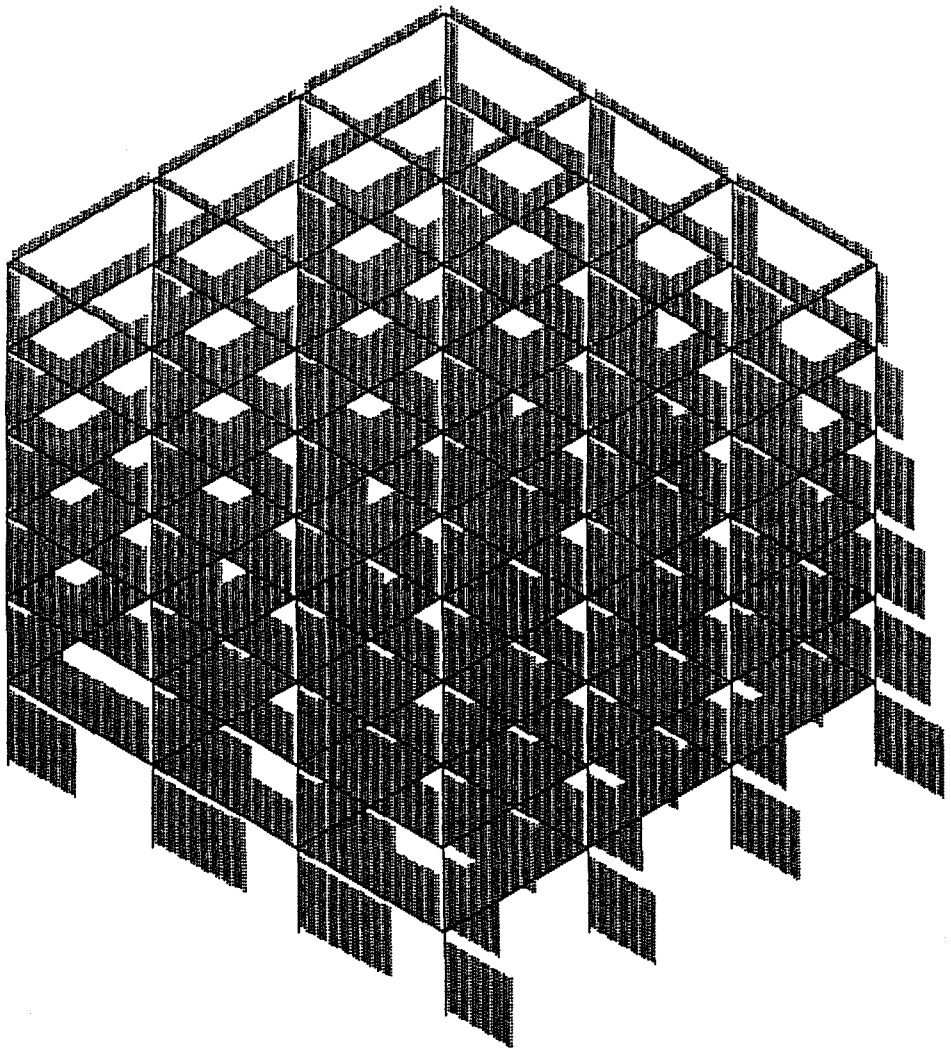
PORTAL4T

FRAME
OUTPUT V22
LOAD 3

ENVELOPES

MIN < 123>
-.4545E+03
AT 7.70
MAX < 415>
.2737E+03
AT .30

SAP90



Z
Y X

PORTAL4T

FRAME
OUTPUT V22
LOAD 4

ENVELOPES
MIN < 501>
.2137E+02
AT .30
MAX < 132>
.2808E+03
AT .35

SAP90

TABEL 7.1. PERHITUNGAN TULANGAN UTAMA BALOK INDUK LANTAI 1 - 6(PORTAL C/ZONE GEMPA 4)

fc = 29.176 Mpa Rho max = 0.0322 Dia Tul Utama = 25 mm
fy = 320 Mpa Rho min = 0.004375 Dia Tul Begel = 12 mm
d = 635.5 mm dc = 40 mm

BALOK INDUK	Ukuran Balok (cm)	Area	jarak dari i (m)	d (mm)	be (mm	Mu (Nmm)	Rn	Rho perlu	Rho pakai	As perlu cm^2	Al perlu cm^2	As Total cm^2	pakai Tulangan	As ada cm^2	Kontrol Balok T a (mm
Lantai 1 - 2															
Bl.4.	50X70	tump -	0	635.5	500	-7.7E +08	4.753	0.01664	0.01664	52.875	1.461	54.34	12 D.25	58.904	
		tump +		635.5	500	5.15E +08	3.187	0.0107	0.0107	33.995	1.461	35.46	8 D.25	39.269	
		lap +	4	635.5	2000	3.86E +08	2.387	0.00786	0.00786	24.964	2.661	27.63	6 D.25	29.452	19.002
Bl.5.	50X70	tump -	0	635.5	500	-8.1E +08	5.013	0.01768	0.01768	56.183	1.025	57.21	12 D.25	58.904	
		tump +		635.5	500	4.29E +08	2.657	0.0088	0.0088	27.976	1.025	29	6 D.25	29.452	
		lap +	4	635.5	2000	3.54E +08	2.19	0.00717	0.00717	22.797	3.31	26.11	6 D.25	29.452	19.002
Bl.6.	50X70	tump -	0	635.5	500	-7.6E +08	4.709	0.01646	0.01646	52.308	1.469	53.78	11 D.25	53.996	
		tump +		635.5	500	5.14E +08	3.183	0.01068	0.01068	33.948	1.469	35.42	8 D.25	39.269	
		lap +	4	635.5	2000	3.88E +08	2.403	0.00791	0.00791	25.145	2.544	27.69	6 D.25	29.452	19.002
Bl.104.	50X70	tump -	0	635.5	500	-8E +08	4.946	0.01741	0.01741	55.331	1.495	56.83	12 D.25	56.904	
		tump +		635.5	500	5.26E +08	3.258	0.01096	0.01096	34.811	1.495	36.31	8 D.25	39.269	
		lap +	4	635.5	2000	3.81E +08	2.361	0.00777	0.00777	24.682	2.071	26.75	6 D.25	29.452	19.002
Bl.105.	50X70	tump -	0	635.5	500	-8.4E +08	5.17	0.01832	0.01832	58.218	1.059	59.28	13 D.25	63.813	
		tump +		635.5	500	4.59E +08	2.844	0.00946	0.00946	30.074	1.059	31.13	7 D.25	34.361	
		lap +	4	635.5	2000	3.57E +08	2.207	0.00724	0.00724	22.992	3.163	26.15	6 D.25	29.452	19.002
Bl.106.	50X70	tump -	0	635.5	500	-8E +08	4.962	0.01748	0.01748	55.528	1.501	57.03	11 D.25	53.996	
		tump +		635.5	500	5.26E +08	3.258	0.01096	0.01096	34.811	1.501	36.31	8 D.25	39.269	
		lap +	4	635.5	2000	3.83E +08	2.37	0.0078	0.0078	24.779	3.715	28.49	6 D.25	29.452	19.002

TABEL 7.1. PERHITUNGAN TULANGAN UTAMA BALOK INDUK LANTAI 1 - 6 (PORTAL C/ZONE GEMPA 4)

fc = 29.176 Mpa
fy = 320 Mpa
d = 635.5 mm

Rho max = 0.0322
Rho min = 0.004375
dc = 40 mm

Dia Tul Utama = 25 mm
Dia Tul Begel = 12 mm

BALOK INDUK	Ukuran Balok (cm)	Area	jarak dari i (m)	d (mm)	be (mm	Mu (Nmm)	Rn	Rho perlu	Rho pakai	As perlu cm^2	Al perlu cm^2	As Total cm^2	pakai Tulangan	As ada cm^2	Kontrol Balok T a (mm
Lantai 3 - 4															
Bl.204.	50X70	tump -	0	635.5	500	-7.4E+08	4.594	0.01601	0.01601	50.869	1.373	52.24	11 D.25	53.996	
		tump +		635.5	500	4.51E+08	2.795	0.00929	0.00929	29.518	1.373	30.89	7 D.25	34.361	
		lap +	4	635.5	2000	3.82E+08	2.367	0.00779	0.00779	24.752	2.659	27.41	6 D.25	29.452	19.002
Bl.205.	50X70	tump -	0	635.5	500	-7.7E+08	4.767	0.0167	0.0167	53.052	1.033	54.08	12 D.25	58.904	
		tump +		635.5	500	4E+08	2.475	0.00816	0.00816	25.943	1.033	26.98	6 D.25	29.452	
		lap +	4	635.5	2000	3.59E+08	2.224	0.00729	0.00729	23.177	3.425	26.6	6 D.25	29.452	19.002
Bl.206.	50X70	tump -	0	635.5	500	-7.4E+08	4.591	0.016	0.016	50.828	1.611	52.44	11 D.25	53.996	
		tump +		635.5	500	4.52E+08	2.795	0.00929	0.00929	29.526	1.611	31.14	7 D.25	34.361	
		lap +	4	635.5	2000	3.84E+08	2.376	0.00782	0.00782	24.851	2.911	27.76	6 D.25	29.452	19.002
Bl.304.	50X70	tump -	0	635.5	500	-6.4E+08	3.991	0.01368	0.01368	43.471	1.673	45.14	10 D.25	49.087	
		tump +		635.5	500	3.42E+08	2.116	0.00692	0.00692	21.992	1.673	23.67	5 D.25	24.544	
		lap +	4	635.5	2000	3.84E+08	2.378	0.00783	0.00783	24.865	2.975	27.84	6 D.25	29.452	19.002
Bl.305.	50X70	tump -	0	635.5	500	-6.8E+08	4.209	0.01451	0.01451	46.105	1.036	47.14	10 D.25	49.087	
		tump +		635.5	500	3.08E+08	1.907	0.00621	0.00621	19.722	1.036	20.76	5 D.25	24.544	
		lap +	4	635.5	2000	3.6E+08	2.226	0.0073	0.0073	23.197	3.911	27.11	6 D.25	29.452	19.002
Bl.306.	50X70	tump -	0	635.5	500	-6.4E+08	3.976	0.01362	0.01362	43.289	1.676	44.96	10 D.25	49.087	
		tump +		635.5	500	3.42E+08	2.116	0.00692	0.00692	21.992	1.676	23.67	5 D.25	24.544	
		lap +	4	635.5	2000	3.85E+08	2.383	0.00784	0.00784	24.925	3.418	28.34	6 D.25	29.452	19.002

TABEL 7.1. PERHITUNGAN TULANGAN UTAMA BALOK INDUK LANTAI 1 - 6 (ZONE GEMPA 4)

fc = 29.176 Mpa Rho max = 0.0322 Dia Tul Utama = 25 mm
fy = 320 Mpa Rho min = 0.004375 Dia Tul Begel = 12 mm
d = 635.5 mm dc = 40 mm

BALOK INDUK	Ukuran Balok (cm)	Area	jarak dari i (m)	d (mm)	be (mm	Mu (Nmm)	Rn	Rho perlu	Rho pakai	As perlu cm^2	Al perlu cm^2	As Total cm^2	pakai Tulangan	As ada cm^2	Kontrol Balok T a (mm
Lantai 5 - 6															
		tump -	0	635.5	500	-5.2E+08	3.244	0.0109	0.0109	34.646	1.654	36.3	8 D.25	39.269	
BI.404.	50X70	tump +		635.5	500	2.07E+08	1.278	0.0041	0.0041	13.039	1.654	14.69	3 D.25	14.726	
		lap +	4	635.5	2000	3.76E+08	2.328	0.00765	0.00765	24.312	3.331	27.64	6 D.25	29.452	19.002
		tump -	0	635.5	500	-5.6E+08	3.473	0.01174	0.01174	37.308	1.037	38.34	8 D.25	39.269	
BI.405.	50X70	tump +		635.5	500	1.99E+08	1.229	0.00394	0.00394	12.52	1.037	13.56	3 D.25	14.726	
		lap +	4	635.5	2000	3.69E+08	2.283	0.0075	0.0075	23.817	4.643	28.46	6 D.25	29.452	19.002
		tump -	0	635.5	500	-5.2E+08	3.23	0.01085	0.01085	34.484	1.658	36.14	8 D.25	39.269	
BI.406.	50X70	tump +		635.5	500	2.07E+08	1.278	0.0041	0.0041	13.039	1.658	14.7	3 D.25	14.726	
		lap +	4	635.5	2000	3.78E+08	2.342	0.0077	0.0077	24.466	4.185	28.65	6 D.25	29.452	19.002
		tump -	0	635.5	500	-3E+08	1.887	0.00614	0.00614	19.514	2.466	21.98	5 D.25	24.544	
BI.504.	50X70	tump +		635.5	500	2.36E+08	1.459	0.0047	0.0047	14.94	2.466	17.41	4 D.25	19.635	
		lap +	4	635.5	2000	87700000	0.543	0.00172	0.00172	5.451	5.291	10.74	3 D.25	14.726	9.5008
		tump -	0	635.5	500	-2.2E+08	1.332	0.00428	0.00428	13.597	3.582	17.18	4 D.25	19.635	
BI.505.	50X70	tump +		635.5	500	1.84E+08	1.14	0.00365	0.00365	11.593	3.582	15.17	4 D.25	19.635	
		lap +	4	635.5	2000	35480000	0.22	0.00069	0.00069	2.1906	4.629	6.82	3 D.25	14.726	9.5008
		tump -	0	635.5	500	-3E+08	1.845	0.006	0.006	19.054	2.715	21.77	5 D.25	24.544	
BI.506.	50X70	tump +		635.5	500	87450000	0.541	0.00171	0.00171	5.4353	2.715	8.15	3 D.25	14.726	
		lap +	4	635.5	2000	2.31E+08	1.433	0.00462	0.00462	14.665	6.777	21.44	5 D.25	24.544	15.835

TABEL 7.2. PERHITUNGAN TORSI MINIMUM DAN GESER BALOK INDUK LANTAI 1 - 5 DAN LANTAI ATAP(ARAH X)ZONE GEMPA 4)

fc= 29.176 Mpa	Begel = D.12	x1 = 408 mm	Batas Tu = 2835 kgm
fy = 320 Mpa	Av ada = 2.27 cm^2	y1 = 608 mm	Tu Kompabilitas = 2100 kgm
dc = 40 mm	Ct = 0.0018 mm^-1	x^2 y = 175000 cm^3	Spasi max = 254 mm

BALOK INDUK	Ukuran Balok (cm)	Area	jarak dari i (m)	Vu (N)	Tu (N m)	phi Vc (N)	phi Tc (N m)	At/s cm2/c	Av/s cm2/c	Avt/s cm2/c	S perlu (cm)	S pasang (cm)	Al1 cm^2	Al2 cm^2	Al max cm^2	Al pakai cm^2
Lantai 1 - 2																
Bl.4.	50X70	tump -	0	339460	2.1E+0	82671	1E+07	0.0196	0.2105	0.2497	9.0517	9	3.985	11.13	5.8413	5.8413
		tump +														
		lap +	4	203000	2.1E+0	77795	1.6E+0	0.0091	0.1026	0.1208	18.704	15	1.851	15.93	10.642	10.642
Bl.5.	50X70	tump -	0	423450	2.1E+0	83755	8.2E+0	0.0231	0.2784	0.3245	6.9645	6	4.684	9.391	4.0996	4.0996
		tump +														
		lap +	4	158530	2.1E+0	73708	1.9E+0	0.003	0.0695	0.0754	29.956	25	0.602	18.54	13.248	13.248
Bl.6.	50X70	tump -	0	337990	2.1E+0	82645	1E+07	0.0195	0.2093	0.2483	9.1002	9	3.97	11.17	5.8775	5.8775
		tump +														
		lap +	4	212560	2.1E+0	78412	1.5E+0	0.0102	0.1099	0.1303	17.343	3	2.07	15.47	10.175	10.175
Bl.104.	50X70	tump -	0	333760	2.1E+0	82568	1E+07	0.0193	0.2059	0.2445	9.2429	9	3.926	11.27	5.9832	5.9832
		tump +														
		lap +	4	258000	2.1E+0	80578	1.3E+0	0	0.1454	0.1454	15.542	15	0	13.57	8.2829	8.2829
Bl.105.	50X70	tump -	0	415880	2.1E+0	83682	8.4E+0	0.0228	0.2723	0.3178	7.1104	7	4.632	9.526	4.2339	4.2339
		tump +														
		lap +	4	167570	2.1E+0	74744	1.9E+0	0	0.0761	0.0761	29.707	25	0	17.94	12.651	12.651
Bl.106.	50X70	tump -	0	333080	2.1E+0	82556	1E+07	0.0193	0.2053	0.2439	9.2663	9	3.919	11.29	6.0004	6.0004
		tump +														
		lap +	4	382850	2.1E+0	83314	9.1E+0	0	0.2455	0.2455	9.2061	9	0	10.16	4.8679	4.8679

TABEL 7.2. PERHITUNGAN TORSI MINIMUM DAN GESER BALOK INDUK LANTAI 1 - 5 DAN LANTAI ATAP (ARAH X)ZONE GEMPA 4)

fc= 29.176 Mpa	Begel = D.12	x1 = 408 mm	Batas Tu = 2835 kgm
fy = 320 Mpa	Av ada = 2.27 cm^2	y1 = 608 mm	Tu Kompabilitas = 2100 kgm
dc = 40 mm	Ct = 0.0018 mm^-1	x^2 y = 175000 cm^3	Spasi max = 254 mm

BALOK INDUK	Ukuran Balok {cm}	Area	jarak dari i {m}	Vu {N}	Tu {N m}	phi Vc {N}	phi Tc {N m}	At/s cm2/c	Av/s cm2/c	Avt/s cm2/c	S perlu {cm}	S pasang {cm}	Al1 cm^2	Al2 cm^2	Al max cm^2	Al pakai cm^2
Lantai 3 - 4																
Bl.204.	50X70	tump -	0	316000	2.1E+0	82216	1.1E+0	0.0184	0.1916	0.2283	9.8984	9	3.731	11.74	6.4495	6.4495
		tump +														
		lap +	4	203060	2.1E+0	77800	1.6E+0	0	0.1027	0.1027	22.015	20	0	15.93	10.639	10.639
Bl.205.	50X70	tump -	0	421220	2.1E+0	83734	8.3E+0	0.023	0.2766	0.3225	7.0068	7	4.669	9.43	4.1388	4.1388
		tump +														
		lap +	4	151880	2.1E+0	72858	2E+07	0	0.0648	0.0648	34.896	25	0	19	13.712	13.712
Bl.206.	50X70	tump -	0	316200	2.1E+0	82221	1.1E+0	0.0184	0.1918	0.2285	9.8904	9	3.733	11.74	6.444	6.444
		tump +														
		lap +	4	184410	2.1E+0	76368	1.7E+0	0	0.0885	0.0885	25.523	25	0	16.93	11.637	11.637
Bl.304.	50X70	tump -	0	307400	2.1E+0	82026	1.1E+0	0.0179	0.1847	0.2204	10.253	10	3.629	11.98	6.6894	6.6894
		tump +														
		lap +	4	179440	2.1E+0	75926	1.8E+0	0	0.0848	0.0848	26.639	25	0	17.22	11.924	11.924
Bl.305.	50X70	tump -	0	420870	2.1E+0	83730	8.3E+0	0.023	0.2763	0.3222	7.0135	7	4.666	9.437	4.145	4.145
		tump +														
		lap +	4	127840	2.1E+0	69002	2.2E+0	0	0.0482	0.0482	46.867	25	0	20.9	15.606	15.606
Bl.306.	50X70	tump -	0	306180	2.1E+0	81997	1.1E+0	0.0178	0.1837	0.2193	10.305	10	3.614	12.02	6.7243	6.7243
		tump +														
		lap +	4	152440	2.1E+0	72932	2E+07	0	0.0652	0.0652	34.683	25	0	18.96	13.672	13.672

TABEL 7.2. PERHITUNGAN TORSI MINIMUM DAN GESER BALOK INDUK LANTAI 1 - 5 DAN LANTAI ATAP (ARAH X/ZONE GEMPA 4)

fc= 29.176 Mpa	Begel = D.12	x1 = 408 mm	Batas Tu = 2835 kgm
fy = 320 Mpa	Av ada = 2.27 cm ^ 2	y1 = 608 mm	Tu Kompabilitas = 2100 kgm
dc = 40 mm	Ct = 0.0018 mm ^ -1	x ^ 2 y = 175000 cm ^ 3	Spasi max = 254 mm

BALOK INDUK	Ukuran Balok {cm}	Area	jarak dari i {m}	Vu {N}	Tu {N m}	phi Vc {N}	phi Tc {N m}	At/s cm2/cm	Av/s cm2/cm	Avt/s cm2/cm	S perlu {cm}	S pasang {cm}	Al1 cm ^ 2	Al2 cm ^ 2	Al max cm ^ 2	Al pakai cm ^ 2
Lantai 5 - 6																
Bl.404.	50X70	tump -	0	309970	2.1E+07	82084	1.1E+07	0.01801	0.18677	0.22279	10.1441	10	3.6599	11.908	6.61669	6.6167
		tump +														
		lap +	4	157420	2.1E+07	73571	1.9E+07	0	0.06872	0.06872	32.8874	25	0	18.615	13.3238	13.324
Bl.405.	50X70	tump -	0	420640	2.1E+07	83723	8289980	0.02296	0.27612	0.32203	7.01791	7	4.6647	9.4407	4.14905	4.149
		tump +														
		lap +	4	97880	2.1E+07	61730	2.6E+07	0	0.02963	0.02963	76.2801	25	0	23.861	18.5689	18.569
Bl.406.	50X70	tump -	0	309390	2.1E+07	82071	1.1E+07	0.01798	0.1863	0.22226	10.1684	10	3.658	11.925	6.63303	6.633
		tump +														
		lap +	4	115420	2.1E+07	66392	2.4E+07	0	0.04018	0.04018	56.2448	25	0	22.032	16.7402	16.74
Bl.504.	50X70	tump -	0	213210	2.1E+07	78802	1.5E+07	0.01089	0.11507	0.13686	16.5131	15	2.2136	15.158	9.86585	9.8658
		tump +														
		lap +	4	73620	2.1E+07	52730	3E+07	0	0.01712	0.01712	132.007	25	0	26.955	21.6636	21.664
Bl.505.	50X70	tump -	0	143550	2.1E+07	71673	2.1E+07	0.00038	0.05891	0.05967	37.8739	25	0.0776	19.62	14.3285	14.329
		tump +														
		lap +	4	96590	2.1E+07	61333	2.6E+07	0	0.0289	0.0289	78.2129	25	0	24.007	18.7155	18.716
Bl.506.	50X70	tump -	0	215000	2.1E+07	78559	1.5E+07	0.01045	0.11182	0.13272	17.0282	15	2.1233	15.352	10.0601	10.06
		tump +														
		lap +	4	41950	2.1E+07	34811	3.5E+07	0	0.00585	0.00585	386.243	25	0	32.449	27.1577	27.158

TABEL 8.1.A. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI DASAR(ARAH X/ZONE GEMPA 4)

fc' =	29.2	Mpa	El b =	1.82E+14	Nmm^2	decking =	5	cm	Rho max= 0.08
fy =	390	Mpa	El c =	1.1E+14	Nmm^2	sengkang=	12	mm	Rho min= 0.01
Lu =	400	cm	tul pokok=	25	mm	Total Pu =	7.8E+07	N	
r =	18	cm	sisikolom=	60	cm	Total Pc =	1.8E+09	N	

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu {N}	Pc {N}	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn {N}	Kx {sb x} Ksi	Ky {sb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm^2	pakai tulangan	As ada cm^2
KOLOM EXTERIOR																		
K.29.	0.8081	1	1.29	YA	663325000 588950000	-32760000 -56850000	3067825	164742991	1	1.07	10205000000 906076923	4719730.8	0.3954	1.2357	0.02	72	16 D-25	78.5
K.32.	0.8081	1	1.29	YA	674680000 695800000	-43648500 -15780000	6956710	166310480	1	1.07	10379692311 1070461538	10702631	0.4529	2.802	0.02	72	16 D-25	78.5
KOLOM INTERIOR																		
K.30.	0.6061	1	1.25	YA	658810000 726850000	-57404000 -13640000	6513169	167154908	1	1.07	10135538461 1118230769	10020260	0.4423	2.6234	0.02	72	16 D-25	78.5
K.31.	0.6061	1	1.25	YA	663083400 704990000	-33040000 -60711000	3067009	175421718	1	1.07	10201283308 1084600000	4718461.5	0.4451	1.2353	0.02	72	16 D-25	78.5

TABEL 8.2.A. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI DASAR(ARAH X)

f'c = 29.176 Mpa
fy = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Ksi	Ky Ksi	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.29.	1020500000	906076923	4719730.8	0.36037	0.31996	0.02181	1.42	1.45	5423872.7	5538461.5	6133233.2	4953449.4	OK
K.32.	1037969231	1070461538	10702631	0.16164	0.1667	0.02181	2.1	2.1	8021220.2	8021220.2	6133233.2	11588495	OK
KOLOM INTERIOR													
K.30.	1013553846	1118230769	10020260	0.16858	0.18599	0.02181	2.1	2	8021220.2	7639257.3	6133233.2	10807779	OK
K.31.	1020128308	1084600000	4718461.5	0.36033	0.38311	0.02181	1.42	1.38	5423872.7	5271087.5	6133233.2	4738480	OK

TABEL 8.3.A. PENULANGAN GESER & TORSI MINIMUM KOLOM LANTAI DASAR(ARAH X/ZONE GEMPA 4)

fc' =	29.176 MPa	BatasTu=	35001599 Nmm	Dia Begel =	12 mm	S max = (x1 + y1)/4	
fy =	320 MPa (Begel)	x1 = y1 =	488 mm	Tul pokok =	25 mm	S max = d/2	
b = h =	60 cm	d =	525.5 mm	Av ada =	2.26 cm ^ 2		

KOLOM	Daerah	x {m}	Nu { N }	Vu { N }	Tu { Nm }	phi Vc { N }	phi Vs { N }	S perlu { cm }	S max { cm }	S pakai { cm }	Al min cm ^ 2	Ket
KOLOM EXTERIOR												
K.29.	tump	0	3067825	353510	25927110	136987.4	216522.58	11.4123	24.4	10	6.1	OK
	tump	4	3067825	353510	25927110	136987.4	216522.58	11.4123	24.4	10	6.1	OK
K.32.	tump	0	6956710	383208	25927110	202692.9	180515.13	13.6887	24.4	10	6.1	OK
	tump	4	6956710	383208	25927110	202692.9	180515.13	13.6887	24.4	10	6.1	OK
KOLOM INTERIOR												
K.30.	tump	0	6513169	396302	25927110	195198.9	201103.07	12.2873	24.4	10	6.1	OK
	tump	4	6513169	396302	25927110	195198.9	201103.07	12.2873	24.4	10	6.1	OK
K.31.	tump	0	3067000	353771	25927110	136973.5	216797.52	11.3978	24.4	10	6.1	OK
	tump	4	3067000	353771	25927110	136973.5	216797.52	11.3978	24.4	10	6.1	OK

ØEL 8.1.B. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 1 - 2(ARAH X/ZONE GEMPA 4)

cf =	29.2	Mpa	El b =	1.82E+14	Nmm ^ 2	decking =	5	cm	Rho max=	0.08
yf =	390	Mpa	El c =	1.1E+14	Nmm ^ 2	sengkang=	12	mm	Rho min=	0.01
L =	400	cm	tul pokok=	25	mm	Total Pu =	6.5E+07	N		
r =	18	cm	sisikolom=	60	cm	Total Pc =	2.7E+09	N		

KOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu { N }	Pc { N }	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn { N }	Kx {sb x} Ksi	Ky {sb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm ^ 2	pakai tulangan	As ada cm ^ 2
KOM EXTERIOR																		
129.	0.8081	0.808	1.25	YA	772620000 678730000	81029000 168740000	2419450	160377193	1	1.04	1188646154 1044200000	37222308	0.4556	0.9745	0.055	198	40 D-25	196.4
182.	0.8081	0.808	1.25	YA	870690000 822890000	103660000 58830000	5677300	164175770	1	1.04	1339430769 1265984615	8734307.7	0.5845	2.2867	0.05	180	38 D-25	186.5
KOM INTERIOR																		
180.	0.6061	0.606	1.19	YA	909866000 834330000	142359000 42980000	5356220	170874740	1	1.04	1399793846 1283584615	8240338.5	0.6108	2.1574	0.045	162	34 D-25	167
181.	0.6061	0.606	1.19	YA	736765000 704170000	81680000 179470000	2416960	178166641	1	1.04	1133484615 1083338462	3718400	0.4946	0.9735	0.05	180	38 D-25	186.5

BEL B.2.B. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 1 - 2(ARAH X)

f'c= 29.176 Mpa

OLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Ksi	Ky Ksi	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
OLOM EXTERIOR													
K129.	1500000000	1300000000	3722230.8	0.67164	0.58209	0.05456	1.27	1.44	4850928.4	5500265.3	8372203.8	3724219.2	OK
K132.	1700000000	1600000000	8734307.7	0.32439	0.30531	0.05181	2.2	2.25	8403183	8594164.5	8184198.6	8835961.3	OK
OLOM INTERIOR													
K130.	1500000000	1283584615	8240338.5	0.30339	0.25961	0.04639	2	2.3	7639257.3	8785145.9	7813885.4	8565018.9	OK
K131.	1500000000	1083338462	3718400	0.67233	0.48558	0.05181	1.2	1.52	4583554.4	5805835.5	8184198.6	3728211.6	OK

TABEL 8.3.B. PENULANGAN GESER & TORSI MINIMUM KOLOM LANTAI 1 - 2(ARAH X/ZONE GEMPA 4)

fc' = 29.176 MPa BatasTu= 35001599 Nmm Dia Begel= 12 mm S max = (x1 + y1)/4
fy = 320 MPa (Begel) x1 = y1 = 488 mm Tul pokok= 25 mm S max = d/2

KOLOM	Daerah	x {m}	Nu { N }	Vu { N }	Tu { Nm }	phi Vc { N }	phi Vs { N }	S perlu { cm }	S max { cm }	S pakai { cm }	Al min cm ^ 2	Ket
KOLOM EXTERIOR												
K.129.	tump	0	2419450	478740	25927110	126032.7	352707.33	7.00564	24.4	7	6.1	OK
	tump	4	2419450	478740	25927110	126032.7	352707.33	7.00584	24.4	7	6.1	OK
K.132.	tump	0	5677300	541330	25927110	181076.3	360253.66	6.85909	24.4	6	6.1	OK
	tump	4	5677300	541330	25927110	181076.3	360253.66	6.85909	24.4	6	6.1	OK
KOLOM INTERIOR												
K.130.	tump	0	5356220	565820	25927110	175651.5	390168.54	6.33319	24.4	6	6.1	OK
	tump	4	5356220	565820	25927110	175651.5	390168.54	6.33319	24.4	6	6.1	OK
K.131.	tump	0	2416960	479470	25927110	125990.6	353479.4	6.99054	24.4	6	6.1	OK
	tump	4	2416960	479470	25927110	125990.6	353479.4	6.99054	24.4	6	6.1	OK

TABEL 8.1.C. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 2 - 3(ARAH X/ZONE GEMPA 4)

fc' =	29.2	Mpa	El b =	1.82E+14	Nmm ^ 2	decking =	5	cm	Rho max= 0.08
fy =	390	Mpa	El c =	1.1E+14	Nmm ^ 2	sengkang=	12	mm	Rho min= 0.01
Lu =	400	cm	tul pokok=	25	mm	Total Pu =	6E+07	N	
r =	18	cm	sisi kolom=	60	cm	Total Pc =	2.7E+09	N	

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu { N }	Pc { N }	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn { N }	Kx {sb x} Ksi	Ky {sb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm ^ 2	pakai tulangan	As ada cm ^ 2
KOLOM EXTERIOR																		
K.229.	0.6081	0.608	1.25	YA	693830000 663380000	71560000 172200000	2022380	159733367	1	1.04	1067430769 1020584615	3111353.8	0.4453	0.8146	0.04	144	30 D-25	147
K.232.	0.6081	0.608	1.25	YA	807460000 782400000	85386000 67494000	4436830	164175770	1	1.04	1242246154 1203692308	6825892.3	0.542	1.7871	0.035	126	26 D-25	127.6
KOLOM INTERIOR																		
K.230.	0.6061	0.606	1.19	YA	844450000 712150000	125465000 54250000	4244600	172078083	1	1.04	1299153846 1095615385	6530153.8	0.5669	1.7096	0.035	126	26 D-25	127.6
K.231.	0.6061	0.606	1.19	YA	692710000 592850000	72345000 167350000	2021430	178885054	1	1.04	1065707692 912076923	3109892.3	0.465	0.8142	0.035	126	26 D-25	127.6

TABEL 8.2.C. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 2 - 3(ARAH X)

fc' = 29.176 Mpa
fy = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Ksi	Ky Ksi	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.229.	1067430769	1020584615	3111353.8	0.57179	0.5467	0.04083	1.15	1.2	4392572.9	4583554.4	7434077	3212205.2	OK
K.232.	1242246154	1203692308	6825892.3	0.30332	0.2939	0.03544	1.85	1.85	7066313	7066313	7065662.8	7066963.3	OK
KOLOM INTERIOR													
K.230.	1299153846	1095615385	6530153.8	0.33158	0.27963	0.03544	1.75	1.9	6684350.1	7257294.4	7065662.8	6855605.6	OK
K.231.	1065707692	912076923	3109892.3	0.57114	0.4888	0.03544	1.1	1.2	4201591.5	4583554.4	7065662.8	3178166.7	OK

TABEL 8.3.C. PENULANGAN GESER & TORSI MINIMUM KOLOM LANTAI 2 - 3(ARAH X/ZONE GEMPA 4)

fc' =	29.176	MPa	BatasTu=	35001599	Nmm	Dia Begel=	12	mm	S max = (x1 + y1)/4
fy =	320	MPa (Begel)	x1 = y1 =	488	mm	Tul pokok=	25	mm	S max = d/2
b = h =	60	cm	d =	525.5	mm	Av ada =	2.26	cm ^ 2	

KOLOM	Daerah	x {m}	Nu { N }	Vu { N }	Tu { Nm }	phi Vc { N }	phi Vs { N }	S perlu { cm }	S max { cm }	S pakai { cm }	Al min cm ^ 2	Ket
KOLOM EXTERIOR												
K.229.	tump	0	2022380	425560	25927110	119323.9	306236.11	8.06898	24.4	8	6.1	OK
	tump	4	2022380	425560	25927110	119323.9	306236.11	8.06898	24.4	8	6.1	OK
K.232.	tump	0	4436830	472420	25927110	160117.7	312302.28	7.91224	24.4	7	6.1	OK
	tump	4	4436830	472420	25927110	160117.7	312302.28	7.91224	24.4	7	6.1	OK
KOLOM INTERIOR												
K.230.	tump	0	4244600	494980	25927110	156869.9	338110.14	7.3083	24.4	7	6.1	OK
	tump	4	4244600	494980	25927110	156869.9	338110.14	7.3083	24.4	7	6.1	OK
K.231.	tump	0	2021430	423470	25927110	119307.8	304162.16	8.12399	24.4	8	6.1	OK
	tump	4	2021430	423470	25927110	119307.8	304162.16	8.12399	24.4	8	6.1	OK

TABEL 8.1.D. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 3 - 4(ARAH X)ZONE GEMPA 4)

fc' =	29.2	Mpa	El b =	1.82E+14	Nmm ^ 2	decking =	5	cm	Rho max= 0.08
fy =	390	Mpa	El c =	1.1E+14	Nmm ^ 2	sengkang=	12	mm	Rho min= 0.01
Lu =	400	cm	tul pokok=	25	mm	Total Pu =	3.3E+07	N	
r =	18	cm	sisikolom=	60	cm	Total Pc =	2.6E+09	N	

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mutx Muty {Nmm}	Mu grav Mugx Mugy {Nmm}	Pu {N}	Pc {N}	db	ds	Mn Perlu Mnx Mny {Nmm}	Pn {N}	Kx {sb x} Ksi	Ky {sb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm ^ 2	pakai tulangan	As ada cm ^ 2
KOLOM EXTERIOR																		
K.329.	0.808 1	0.808	1.25	YA	618240000 604000000	70360000 186830000	1511400	160956637	1	1.02	951138462 929230769	2325230.8	0.4055	0.6088	0.035	126	26 D-25	127.6
K.332.	0.808 1	0.808	1.25	YA	687320000 670940000	83360000 70320000	3185900	157914557	1	1.02	1057415385 1032215385	4901384.6	0.4614	1.2832	0.025	90	20 D-25	98.2
KOLOM INTERIOR																		
K.330.	0.606 1	0.606	1.19	YA	723050000 551550000	119395000 61410000	3101080	169545674	1	1.02	1112384615 848538462	4770892.3	0.4854	1.249	0.025	90	20 D-25	98.2
K.331.	0.606 1	0.606	1.19	YA	620820000 501000000	68572000 181580000	1508230	181399503	1	1.02	955107692 770769231	2320353.8	0.4168	0.6075	0.03	108	22 D-25	108

TABEL 8.2.D. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 3 - 4(ARAH X)

fc' = 29.176 Mpa
fy = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Ksi	Ky Ksi	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.329.	951138462	929230769	2325230.8	0.68175	0.66605	0.03544	0.91	0.93	3475862.1	3552254.6	7065662.8	2338195.6	OK
K.332.	1057415385	1032215385	4901384.6	0.35956	0.35099	0.02728	1.5	1.5	5729443	5729443	6507344.4	5117666.5	OK
KOLOM INTERIOR													
K.330.	1112384615	848538462	4770892.3	0.3886	0.29643	0.02728	1.31	1.61	5003713.5	6149602.1	6507344.4	4789473.9	OK
K.331.	955107692	770769231	2320353.8	0.68604	0.55363	0.03	0.85	1	3246684.4	3819628.6	6693450.6	2378617.3	OK

TABEL 8.3.D. PENULANGAN GESER & TORSI MINIMUM KOLOM LANTAI 3 - 4(ARAH X)

fc' =	29.176	MPa	BatasTu=	35001599	Nmm	Dia Begel=	12	mm	S max = (x1 + y1)/4
fy =	320	MPa (Begel)	x1 = y1 =	488	mm	Tul pokok=	25	mm	S max = d/4
b = h =	60	cm	d =	525.5	mm	Av ada =	2.26	cm ^ 2	

KOLOM	Daerah	x {m}	Nu { N }	Vu { N }	Tu { Nm }	phi Vc { N }	phi Vs { N }	S perlu { cm }	S max { cm }	S pakai { cm }	Al min cm ^ 2	Ket
KOLOM EXTERIOR												
K.329.	tump	0	1511400	347660	25927110	110690.5	236969.48	10.4276	24.4	10	6.1	OK
	tump	4	1511140	347660	25927110	110686.1	236973.87	10.4274	24.4	10	6.1	OK
K.332.	tump	0	3185900	391711	25927110	138982.4	252728.62	9.77733	24.4	9	6.1	OK
	tump	4	3185900	391711	25927110	138982.4	252728.62	9.77733	24.4	9	6.1	OK
KOLOM INTERIOR												
K.330.	tump	0	3101080	413755	25927110	137549.3	276205.72	8.94627	24.4	8	6.1	OK
	tump	4	3101080	413755	25927110	137549.3	276205.72	8.94627	24.4	8	6.1	OK
K.331.	tump	0	1508230	349500	25927110	110637	238863.04	10.3449	24.4	10	6.1	OK
	tump	4	1508230	349500	25927110	110637	238863.04	10.3449	24.4	10	6.1	OK

TABEL 8.1.E. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 4 - 5(ARAH X/ZONE GEMPA 4)

fc' =	29.2 Mpa	El b =	1.82E+14 Nmm^2	decking =	5 cm	Rho max=	0.08
fy =	390 Mpa	El c =	1.1E+14 Nmm^2	sengkang=	12 mm	Rho min=	0.01
Lu =	400 cm	tul pokok=	25 mm	Total Pu =	2E+07 N		
r =	18 cm	sisikolom=	60 cm	Total Pc =	2.5E+09 N		

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu {N}	Pc {N}	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn {N}	Kx {sb x} Ksi	Ky {sb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm^2	pakai tulangan	As ada cm^2
KOLOM EXTERIOR																		
K.429.	0.8081	0.808	1.25	YA	466001000 493480000	59050000 173530000	989420	136813142	1	1.012	716924615 759200000	1522184.6	0.3313	0.3985	0.03	108	22 D-25	108
K.432.	0.8081	0.808	1.25	YA	501350000 532890000	60795000 95730000	1935260	154519372	1	1.012	771307692 819830769	2977323.1	0.3366	0.7795	0.015	54	12 D-25	58.9
KOLOM INTERIOR																		
K.430.	0.6061	0.606	1.19	YA	560750000 411000000	118912000 72260000	1964000	164516777	1	1.012	862692308 632307692	3021538.5	0.3764	0.7911	0.01	36	8 D-25	39.3
K.431.	0.6061	0.606	1.19	YA	471300000 378490000	63851000 182520000	986600	174215364	1	1.012	725076923 582292308	1517846.2	0.3164	0.3974	0.02	72	16 D-25	78.4

TABEL 6.2.E. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 4 - 5(ARAH X)

f'c = 29.176 Mpa

fy = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Ksi	Ky Ksi	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.429.	716924615	759200000	1522184.6	0.78497	0.83126	0.03	0.7	0.65	2673740.1	2482758.6	6693450.6	1593915.2	OK
K.432.	771307692	819830769	2977323.1	0.43177	0.45893	0.01636	1.1	1	4201591.5	3819628.6	5761020.9	3065319.6	OK
KOLOM INTERIOR													
K.430.	862692308	632307692	3021538.5	0.47586	0.34878	0.01092	0.9	1.2	3437665.8	4583554.4	5388808.7	3091222.7	OK
K.431.	725076923	582292308	1517846.2	0.79617	0.63938	0.02178	0.6	0.8	2291777.2	3055702.9	6131334.1	1665270.9	OK

TABEL 8.3.E. PENULANGAN GESER & TORSI MINIMUM KOLOM LANTAI 4 - 5(ARAH X/ZONE GEMPA 4)

fc' =	29.176	MPa	BatasTu=	35001599	Nmm	Dia Begel=	12	mm	S max = (x1 + y1)/4
fy =	320	MPa (Begel)	x1 = y1 =	488	mm	Tul pokok=	25	mm	S max = d/2
b = h =	60	cm	d =	525.5	mm	Av ada =	2.26	cm ^ 2	

KOLOM	Daerah	x {m}	Nu { N }	Vu { N }	Tu { Nm }	phi Vc { N }	phi Vs { N }	S perlu { cm }	S max { cm }	S pakai { cm }	Al min cm ^ 2	Ket
KOLOM EXTERIOR												
K.429.	tump	0	989420	250540	25927110	101871.3	148668.7	16.6209	24.4	15	6.1	OK
	tump	4	989420	250540	25927110	101871.3	148668.7	16.6209	24.4	15	6.1	OK
K.432.	tump	0	1935260	276630	25927110	117851.9	158778.07	15.5627	24.4	15	6.1	OK
	tump	4	1935260	276630	25927110	117851.9	158778.07	15.5627	24.4	15	6.1	OK
KOLOM INTERIOR												
K.430.	tump	0	1964000	308770	25927110	118337.5	190432.48	12.9758	24.4	10	6.1	OK
	tump	4	1964000	308770	25927110	118337.5	190432.48	12.9758	24.4	10	6.1	OK
K.431.	tump	0	986600	253695	25927110	101823.7	151871.35	16.2704	24.4	15	6.1	OK
	tump	4	986600	253695	25927110	101823.7	151871.35	16.2704	24.4	15	6.1	OK

TABEL 8.1.F. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 5 - 6(ARAH X/ZONE GEMPA 4)

fc' =	29.2 Mpa	El b =	1.82E+14 Nmm^2	decking =	5 cm	Rho max=	0.08
fy =	390 Mpa	El c =	1.1E+14 Nmm^2	sengkang=	12 mm	Rho min=	0.01
Lu =	400 cm	tul pokok=	25 mm	Total Pu =	1.1E+07 N		
r =	18 cm	sisikolom=	60 cm	Total Pc =	1.9E+09 N		

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu {N}	Pc {N}	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn {N}	Kx {sb x} Ksi	Ky {sb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm^2	pakai tulangan	As ada cm^2
KOLOM EXTERIOR																		
K.529.	0.404	0.808	1.19	NO	166950000 344220000	80920000 248560000	417600	137100564	1	1	256846154 529569231	642461.54	0.2311	0.1682	0.01	36	8 D-25	39.3
K.532.	0.404	0.808	1.19	NO	326910000 197290000	133970000 59430000	689750	1.69E-05	1	1	502938462 303523077	1061153.8	0.2195	0.2778	0.01	36	8 D-25	39.3
KOLOM INTERIOR																		
K.530.	0.303	0.606	1.15	NO	266520000 201760000	72083000 11210000	834584	175469268	1	1	410030769 310400000	1283975.4	0.1789	0.3362	0.01	36	8 D-25	39.3
K.531.	0.303	0.606	1.15	NO	255247000 346940000	76890000 201810000	415210	170830425	1	1	392687692 533753846	638784.62	0.1713	0.1672	0.015	54	12 D-25	59.3

TABEL 8.2.F. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 5 - 6(ARAH X)

fc' = 29.176 Mpa
fy = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Ksi	Ky Ksi	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.529.	256846154	529569231	642461.54	0.66631	1.3738	0.01092	0.4	0.25	1527851.5	954907.16	5388808.7	659558.24	OK
K.532.	502938462	303523077	1061153.8	0.78992	0.47672	0.01092	0.4	0.7	1527851.5	2673740.1	5388808.7	1186307.1	OK
KOLOM INTERIOR													
K.530.	410030769	310400000	1283975.4	0.53224	0.40292	0.01092	0.7	1	2673740.1	3819628.6	5388808.7	2221019.3	OK
K.531.	392687692	533753846	638784.62	1.02457	1.39263	0.01647	0.35	0.27	1336870	1031299.7	5768617.1	647536.58	OK

TABEL 8.3.F. PENULANGAN GESER & TORSI MINIMUM KOLOM LANTAI 5 - 6(ARAH X/ZONE GEMPA 4)

fc' =	29.176	MPa	BatasTu=	35001599	Nmm	Dia Begel=	12	mm	S max = (x1 + y1)/4
fy =	320	MPa (Begel)	x1 = y1 =	488	mm	Tul pokok=	25	mm	S max = d/2
b = h =	60	cm	d =	525.5	mm	Av ada =	2.26	cm ^ 2	

KOLOM	Daerah	x {m}	Nu { N }	Vu { N }	Tu { Nm }	phi Vc { N }	phi Vs { N }	S perlu { cm }	S max { cm }	S pakai { cm }	Al min cm ^ 2	Ket
KOLOM EXTERIOR												
K.529.	tump	0	417600	125074	25927110	92210	32864.001	75.189	24.4	20	6.1	OK
	tump	4	417600	125074	25927110	92210	32864.001	75.189	24.4	20	6.1	OK
K.532.	tump	0	689750	160380	25927110	96808.16	63571.835	38.8696	24.4	20	6.1	OK
	tump	4	689750	160380	25927110	96808.16	63571.835	38.8696	24.4	20	6.1	OK
KOLOM INTERIOR												
K.530.	tump	0	834584	144995	25927110	99255.24	45739.763	54.0233	24.4	20	6.1	OK
	tump	4	834584	144995	25927110	99255.24	45739.763	54.0233	24.4	20	6.1	OK
K.531.	tump	0	415210	127050	25927110	92169.62	34880.382	70.8424	24.4	20	6.1	OK
	tump	4	415210	127050	25927110	92169.62	34880.382	70.8424	24.4	20	6.1	OK

8.3.2. ANALISA TEGANGAN GESER INTI JOINT PORTAL C

(ZONE GEMPA 4) 1.5 Vfc' = (MPa)

Lantai	JOINTS	As1 (cm^ 2	As'1 (cm^ 2	As2 (cm^ 2	As'2 (cm^ 2	a1 (mm	a2 (mm)	M kap,b1 (Nm)	M kap,b2 (Nm)	V kolom (N)	GAYA GESER Vj,h (N)	vjh (N)
1	105	5891	3927	0	0	190.0353	0	1.27E+09	0	344214.2	2012186	5.58940497
	106	6872	3927	5399	2945	221.681	174.164099	1.44E+09	1.18E+09	709877.7	3609722	10.0270064
	107	6872	3927	4909	2945	221.681	158.357393	1.44E+09	1.09E+09	685020.7	3634579	10.0960536
	108	5891	3927	0	0	190.0353	0	1.27E+09	0	344214.2	2012186	5.58940497
2	205	5891	3927	0	0	190.0353	0	1.27E+09	0	344214.2	2012186	5.58940497
	206	7363	3927	5399	3436	237.52	174.164099	1.52E+09	1.18E+09	731423.3	3784577	10.5127131
	207	7363	3927	4909	3436	237.52	158.357393	1.52E+09	1.09E+09	706566.3	3809434	10.5817603
	208	5399	3927	0	0	174.1641	0	1.18E+09	0	320098.2	1839502	5.10972717
3	305	5399	3436	0	0	174.1641	0	1.18E+09	0	320098.2	1839502	5.10972717
	306	6872	3436	4909	2945	221.681	158.357393	1.44E+09	1.09E+09	685020.7	3438179	9.55049808
	307	6872	3436	4418	2945	221.681	142.518428	1.44E+09	9.97E+08	659273.1	3463927	9.62201925
	308	5399	3436	0	0	174.1641	0	1.18E+09	0	320098.2	1839502	5.10972717
4	405	4909	2454	0	0	158.3574	0	1.09E+09	0	295241.2	1668359	4.63432995
	406	5891	2454	4418	2454	190.0353	142.518428	1.27E+09	9.97E+08	613707.8	2724292	7.5674783
	407	5891	2454	3927	2454	190.0353	126.679463	1.27E+09	8.99E+08	587119.4	2750881	7.64133489
	408	4909	2454	0	0	158.3574	0	1.09E+09	0	295241.2	1668359	4.63432995
5	505	3927	1473	0	0	126.6795	0	8.99E+08	0	242905.2	1327895	3.68859658
	506	4909	1473	3436	1473	158.3574	110.840497	1.09E+09	7.97E+08	510717.3	2042083	5.67245186
	507	4909	1473	2945	1473	158.3574	95.0015323	1.09E+09	6.93E+08	482447.5	2070353	5.75097927
	508	3927	1473	0	0	126.6795	0	8.99E+08	0	242905.2	1327895	3.68859658
6	605	2454	1963	0	0	79.16257	0	5.85E+08	0	158095.6	823504.4	2.28751215
	606	2454	1963	1963	1963	79.16257	63.323602	5.85E+08	4.74E+08	286239.9	1480560	4.11266699
	607	1963	1963	1963	1963	63.3236	63.323602	4.74E+08	4.74E+08	256288.5	1314111	3.65030968
	608	2454	1963	0	0	79.16257	0	5.85E+08	0	158095.6	823504.4	2.28751215

8.3.2. ANALISA TEGANGAN GESER INTI JOINT PORTAL C
(ZONE GEMPA 4)

Lantai	JOINTS	Nu (N)	Vch (MPa)	Vsh (MPa)	Smax (mm)	Jumlah lapisan
1	105	3067825	2.129471	3.459934	69.67378	8.61156
	106	6956710	3.453742	6.573265	36.67381	16.3604
	107	6513169	3.329423	6.766631	35.62581	16.8417
	108	3067000	2.129103	3.460302	69.66637	8.61248
2	205	2419450	1.817123	3.772282	63.90473	9.38898
	206	5677300	3.081538	7.431176	32.43991	18.4957
	207	5356220	2.980843	7.600917	31.71547	18.9182
	208	2416960	1.81582	3.293908	73.18562	8.19833
3	305	2022360	1.595936	3.513791	68.60586	8.74561
	306	4436830	2.6716	6.878898	35.04437	17.1212
	307	4244600	2.602302	7.019718	34.34136	17.4716
	308	2021430	1.59537	3.514357	68.59481	8.74702
4	405	1511400	1.255197	3.379133	71.33979	8.41045
	406	3185900	2.181545	5.385934	44.75857	13.4053
	407	3101080	2.144265	5.49707	43.85367	13.6819
	408	1508230	1.252794	3.381536	71.28909	8.41643
5	505	989420	0.763618	2.924979	82.41655	7.28009
	506	1935260	1.543171	4.129281	58.37981	10.2775
	507	1964000	1.560775	4.190205	57.531	10.4292
	508	986600	0.760099	2.928498	82.31752	7.28885
6	605	417600	0	2.287512	105.3838	5.69348
	606	689750	0.115623	3.997044	60.31124	9.94839
	607	834584	0.537338	3.112972	77.4394	7.74799
	608	415210	0	2.287512	105.3838	5.69348

LAMPIRAN C

```
C CAPASITY DESIGN OF BUILDING
C THREE DIMENSIONAL STRUCTURAL AND EARTHQUAKE ANALYSIS
C PROGRAMMED BY HENDRATNO - NRP.3903100865
C CIVIL DEPARTMENT - ITS / SURABAYA
C CALCULATION IN MKS-UNITS ( KN-M-CELCIUS-SECOND )
C GRAVITATION ACC. = 9.81 M/S^2
SYSTEM
L=2  V=6  T=0.0001
;
JOINTS
C ********** LANTAI DASAR ---- ELEVASI = 0 M
1     X=0     Y=0     Z=0
4     X=24    Y=0     Z=0
13    X=0     Y=24    Z=0
16    X=24    Y=24    Z=0   Q=1,4,13,16,1,4
C ********** LANTAI 1 ---- ELEVASI = 4 M
101   X=0     Y=0     Z=4
104   X=24    Y=0     Z=4
113   X=0     Y=24    Z=4
116   X=24    Y=24    Z=4   Q=101,104,113,116,1,4
117   X=0     Y=4     Z=4
118   X=24    Y=4     Z=4
119   X=0     Y=20    Z=4
120   X=24    Y=20    Z=4
121   X=8     Y=4     Z=4
122   X=16    Y=4     Z=4
123   X=8     Y=20    Z=4
124   X=16    Y=20    Z=4
125   X=4     Y=8     Z=4
126   X=20    Y=8     Z=4
127   X=4     Y=16    Z=4
128   X=20    Y=16    Z=4
129   X=5.2   Y=8     Z=4
130   X=18.8  Y=8     Z=4
131   X=11    Y=8     Z=4
132   X=13    Y=8     Z=4
133   X=11    Y=16    Z=4
134   X=13    Y=16    Z=4
135   X=8     Y=12    Z=4
136   X=16    Y=10.75 Z=4
137   X=16    Y=13.25 Z=4
138   X=16    Y=16    Z=4
C ********** LANTAI 2 ---- ELEVASI = 8 M
201   X=0     Y=0     Z=8
204   X=24    Y=0     Z=8
213   X=0     Y=24    Z=8
216   X=24    Y=24    Z=8   Q=201,204,213,216,1,4
217   X=0     Y=4     Z=8
218   X=24    Y=4     Z=8
219   X=0     Y=20    Z=8
220   X=24    Y=20    Z=8
221   X=8     Y=4     Z=8
222   X=16    Y=4     Z=8
223   X=8     Y=20    Z=8
224   X=16    Y=20    Z=8
```

```
225   X=4     Y=8     Z=8
226   X=20    Y=8     Z=8
227   X=4     Y=16    Z=8
228   X=20    Y=16    Z=8
229   X=5.2   Y=8     Z=8
230   X=18.8  Y=8     Z=8
231   X=11    Y=8     Z=8
232   X=13    Y=8     Z=8
233   X=11    Y=16    Z=8
234   X=13    Y=16    Z=8
235   X=8     Y=12    Z=8
236   X=16    Y=10.75 Z=8
237   X=16    Y=13.25 Z=8
238   X=16    Y=16    Z=8
C ********** LANTAI 3 ---- ELEVASI = 12 M
301   X=0     Y=0     Z=12
304   X=24    Y=0     Z=12
313   X=0     Y=24    Z=12
316   X=24    Y=24    Z=12  Q=301,304,313,316,1,4
317   X=0     Y=4     Z=12
318   X=24    Y=4     Z=12
319   X=0     Y=20    Z=12
320   X=24    Y=20    Z=12
321   X=8     Y=4     Z=12
322   X=16    Y=4     Z=12
323   X=8     Y=20    Z=12
324   X=16    Y=20    Z=12
325   X=4     Y=8     Z=12
326   X=20    Y=8     Z=12
327   X=4     Y=16    Z=12
328   X=20    Y=16    Z=12
329   X=5.2   Y=8     Z=12
330   X=18.8  Y=8     Z=12
331   X=11    Y=8     Z=12
332   X=13    Y=8     Z=12
333   X=11    Y=16    Z=12
334   X=13    Y=16    Z=12
335   X=8     Y=12    Z=12
336   X=16    Y=10.75 Z=12
337   X=16    Y=13.25 Z=12
338   X=16    Y=16    Z=12
C ********** LANTAI 4 ---- ELEVASI = 16 M
401   X=0     Y=0     Z=16
404   X=24    Y=0     Z=16
413   X=0     Y=24    Z=16
416   X=24    Y=24    Z=16  Q=401,404,413,416,1,4
417   X=0     Y=4     Z=16
418   X=24    Y=4     Z=16
419   X=0     Y=20    Z=16
420   X=24    Y=20    Z=16
421   X=8     Y=4     Z=16
422   X=16    Y=4     Z=16
423   X=8     Y=20    Z=16
424   X=16    Y=20    Z=16
425   X=4     Y=8     Z=16
```

```
427   X=4    Y=16   Z=16
428   X=20   Y=16   Z=16
429   X=5.2  Y=8    Z=16
430   X=18.8 Y=8    Z=16
431   X=11   Y=8    Z=16
432   X=13   Y=8    Z=16
433   X=11   Y=16   Z=16
434   X=13   Y=16   Z=16
435   X=8    Y=12   Z=16
436   X=16   Y=10.75 Z=16
437   X=16   Y=13.25 Z=16
438   X=16   Y=16    Z=16
C ********** LANTAI 5 ---- ELEVASI = 20 M
501   X=0    Y=0    Z=20
504   X=24   Y=0    Z=20
513   X=0    Y=24   Z=20
516   X=24   Y=24   Z=20  Q=501,504,513,516,1,4
517   X=0    Y=4    Z=20
518   X=24   Y=4    Z=20
519   X=0    Y=20   Z=20
520   X=24   Y=20   Z=20
521   X=8    Y=4    Z=20
522   X=16   Y=4    Z=20
523   X=8    Y=20   Z=20
524   X=16   Y=20   Z=20
525   X=4    Y=8    Z=20
526   X=20   Y=8    Z=20
527   X=4    Y=16   Z=20
528   X=20   Y=16   Z=20
529   X=5.2  Y=8    Z=20
530   X=18.8 Y=8    Z=20
531   X=11   Y=8    Z=20
532   X=13   Y=8    Z=20
533   X=11   Y=16   Z=20
534   X=13   Y=16   Z=20
535   X=8    Y=12   Z=20
536   X=16   Y=10.75 Z=20
537   X=16   Y=13.25 Z=20
538   X=16   Y=16    Z=20
C ********** LANTAI 6 ---- ELEVASI = 24 M
601   X=0    Y=0    Z=24
604   X=24   Y=0    Z=24
613   X=0    Y=24   Z=24
616   X=24   Y=24   Z=24  Q=601,604,613,616,1,4
617   X=0    Y=4    Z=24
618   X=24   Y=4    Z=24
619   X=0    Y=20   Z=24
620   X=24   Y=20   Z=24
621   X=8    Y=4    Z=24
622   X=16   Y=4    Z=24
623   X=8    Y=20   Z=24
624   X=16   Y=20   Z=24
625   X=4    Y=8    Z=24
626   X=20   Y=8    Z=24
627   X=4    Y=16   Z=24
```

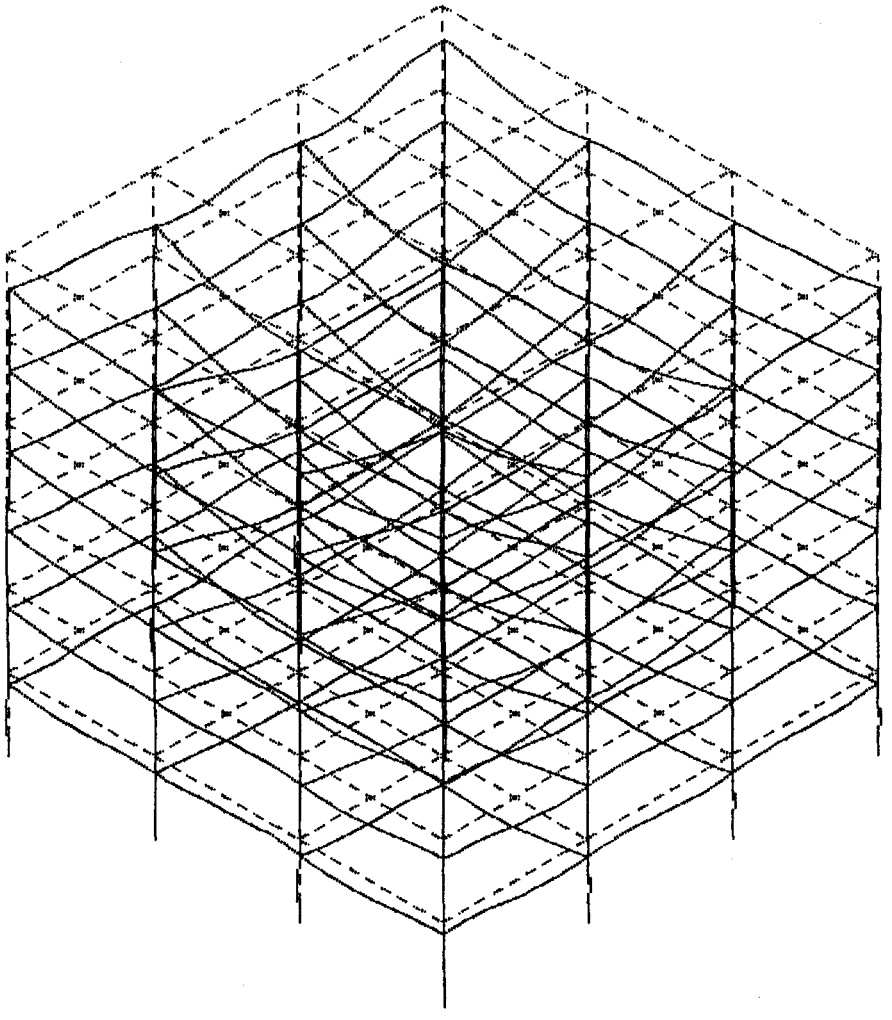
```
628   X=20   Y=16   Z=24
629   X=12   Y=8    Z=24
630   X=12   Y=16   Z=24
631   X=16   Y=9.5  Z=24
632   X=16   Y=12   Z=24
633   X=16   Y=14.5 Z=24
C ##########MASTER JOINTS##########
139   X=11.918   Y=12.083   Z=4  : LANTAI 1
239   X=11.918   Y=12.083   Z=8  : LANTAI 2
339   X=11.918   Y=12.083   Z=12 : LANTAI 3
439   X=11.918   Y=12.083   Z=16 : LANTAI 4
539   X=11.918   Y=12.083   Z=20 : LANTAI 5
639   X=12.261   Y=12.218   Z=24 : ATAP
;
RESTRAINTS
C FIXED JOINTS
1,16,1      R=1,1,1,1,1,1
C DEPENDENT JOINTS
101,138,1   R=1,1,0,0,0,1
201,238,1   R=1,1,0,0,0,1
301,338,1   R=1,1,0,0,0,1
401,438,1   R=1,1,0,0,0,1
501,538,1   R=1,1,0,0,0,1
601,638,1   R=1,1,0,0,0,1
C MASTER JOINTS
139,639,100 R=0,0,1,1,1,0
;
FRAME
NM=2  NL=34  NSEC=3   Z=-1
1  SH=R  T=0.7,0.5  W=8.4  E=2.53E7 : BALOK INDUK 50/70
2  SH=R  T=0.6,0.6  W=8.64 E=2.53E7 : KOLOM 60/60
C SPAN LOADING DATA
1  WG=0,0,-19.70
2  WG=0,0,-2.75
3  WG=0,0,-24.106     PLD=4.0,-130.4
4  WG=0,0,-4.00       PLD=4.0,-58.67
5  WG=0,0,-18.868     PLD=2.8,-10.85,0,4.0,-125.78
6  WG=0,0,-5.35       PLD=2.8,-4.66,0,4.0,-71.51
7  WG=0,0,-18.868     PLD=4.0,-125.78,0,5.2,-10.85
8  WG=0,0,-5.35       PLD=4.0,-71.51,0,5.2,-4.66
9  WG=0,0,-28.223     PLD=4.0,-260.8
10 WG=0,0,-11.00      PLD=4.0,-117.24
11 WG=0,0,-28.515     PLD=3.0,-48.28,0,5.0,-157.74
12 WG=0,0,-5.25       PLD=3.0,-32.88,0,5.0,-62.67
13 WG=0,0,-29.948     PLD=4.0,-70.01
14 WG=0,0,-5.66       PLD=4.0,-29.31
15 WG=0,0,-17.053     PLD=2.75,-36.461,0,5.25,-36.461
16 WG=0,0,-2.00       PLD=2.75,-10.01,0,5.25,-10.01
17 WG=0,0,-23.805     PLD=4.0,-125.78
18 WG=0,0,-6.75       PLD=4.0,-71.51
19 WG=0,0,-7.737
20 WG=0,0,-1.65
21 WG=0,0,-11.253     PLD=4.0,-101.92
22 WG=0,0,-2.40       PLD=4.0,-35.20
23 WG=0,0,-18.991     PLD=4.0,-61.893
```

```
23 WG=0,0,-18.991     PLD=4.0,-61.893
24 WG=0,0,-4.05       PLD=4.0,-13.20
25 WG=0,0,-22.507     PLD=4.0,-203.84
26 WG=0,0,-4.80       PLD=4.0,-70.40
27 WG=0,0,-15.473
28 WG=0,0,-3.30
29 WG=0,0,-25.473     PLD=1.33,-30,0,4.00,-30,0,6.67,-30,0
30 WG=0,0,-11.917
31 WG=0,0,-28.991     PLD=4.0,113.014
32 WG=0,0,-11.417     PLD=4.0,31.817
33 WG=0,0,-28.991     PLD=4.0,-113.014
34 WG=0,0,-11.417     PLD=4.0,-31.817
C BEAM ELEMENT LEVEL-1
1,102,101    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
4,106,105    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
5,107,106    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
6,108,107    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
7,110,109    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
8,111,110    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
10,114,113   M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
13,101,105   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
14,102,106   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
17,105,109   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
18,106,110   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
19,107,111   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
21,109,113   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
22,110,114   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-2
101,202,201  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
104,206,205  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
105,207,206  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
106,208,207  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
107,210,209  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
108,211,210  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
110,214,213  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
113,201,205  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
114,202,206  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
117,205,209  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
118,206,210  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
119,207,211  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
121,209,213  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
122,210,214  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-3
201,302,301  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
204,306,305  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
205,307,306  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
206,308,307  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
207,310,309  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
208,311,310  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
210,314,313  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
213,301,305  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
214,302,306  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
217,305,309  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
218,306,310  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.4
219,307,311  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
```

```
221,309,313  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
222,310,314  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-4
301,402,401  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
304,406,405  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
305,407,406  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
306,408,407  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
307,410,409  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
308,411,410  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
310,414,413  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
313,401,405  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
314,402,406  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
317,405,409  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
318,406,410  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
319,407,411  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
321,409,413  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
322,410,414  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-5
401,502,501  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
404,506,505  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
405,507,506  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
406,508,507  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
407,510,509  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
408,511,510  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
410,514,513  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
413,501,505  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
414,502,506  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
417,505,509  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
418,506,510  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
419,507,511  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
421,509,513  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
422,510,514  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-TOP ( ATAP )
501,602,601  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=19,20 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
504,606,605  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=23,24 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
505,607,606  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=31,32 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
507,610,609  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=23,24 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
508,611,610  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=33,34 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
510,614,613  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=19,20 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
513,601,605  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=21,22 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
514,602,606  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=25,26 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
517,605,609  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=19,20 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
518,606,610  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=27,28 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
519,607,611  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=29,30 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
521,609,613  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=21,22 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
522,610,614  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=25,26 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 0-1
25,1,101     M=2 LP=3,0  MS=0,139   NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 1-2
125,101,201  M=2 LP=3,0  MS=139,239 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 2-3
225,201,301  M=2 LP=3,0  MS=239,339 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 3-4
325,301,401  M=2 LP=3,0  MS=339,439 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 4-5
```

```
425,401,501  M=2 LP=3,0  MS=439,539 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 5-6
525,501,601  M=2 LP=3,0  MS=539,639 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
:
LOADS
C LOADS IN KN-M  UNITS
117,517,100  L=1  F=0,0,0,0,86.90,0
117,517,100  L=2  F=0,0,0,0,39.11,0
118,518,100  L=1  F=0,0,0,0,86.90,0
118,518,100  L=2  F=0,0,0,0,39.11,0
119,519,100  L=1  F=0,0,0,0,86.90,0
119,519,100  L=2  F=0,0,0,0,39.11,0
120,520,100  L=1  F=0,0,0,0,86.90,0
120,520,100  L=2  F=0,0,0,0,39.11,0
121,521,100  L=1  F=0,0,0,0,173.81,0
121,521,100  L=2  F=0,0,0,0,78.22,0
122,522,100  L=1  F=0,0,0,0,173.81,0
122,522,100  L=2  F=0,0,0,0,78.22,0
123,523,100  L=1  F=0,0,0,0,173.81,0
123,523,100  L=2  F=0,0,0,0,78.22,0
124,524,100  L=1  F=0,0,0,0,173.81,0
124,524,100  L=2  F=0,0,0,0,78.22,0
125,525,100  L=1  F=0,0,0,181.69,0,0
125,525,100  L=2  F=0,0,0,103.02,0,0
126,526,100  L=1  F=0,0,0,181.69,0,0
126,526,100  L=2  F=0,0,0,103.02,0,0
127,527,100  L=1  F=0,0,0,181.69,0,0
127,527,100  L=2  F=0,0,0,103.02,0,0
128,528,100  L=1  F=0,0,0,181.69,0,0
128,528,100  L=2  F=0,0,0,103.02,0,0
129,529,100  L=1  F=0,0,0,8.6768,0,0
129,529,100  L=2  F=0,0,0,3.7249,0,0
130,530,100  L=1  F=0,0,0,8.6768,0,0
130,530,100  L=2  F=0,0,0,3.7249,0,0
131,531,100  L=1  F=0,0,0,222.47,0,0
131,531,100  L=2  F=0,0,0,86.889,0,0
133,533,100  L=1  F=0,0,0,222.47,0,0
133,533,100  L=2  F=0,0,0,86.889,0,0
132,532,100  L=1  F=0,0,0,167.73,0,0
132,532,100  L=2  F=0,0,0,112.14,0,0
134,534,100  L=1  F=0,0,0,167.73,0,0
134,534,100  L=2  F=0,0,0,112.14,0,0
135,535,100  L=1  F=0,0,0,0,48.83,0
135,535,100  L=2  F=0,0,0,0,21.02,0
136,536,100  L=1  F=0,0,0,0,21.87,0
136,536,100  L=2  F=0,0,0,0,6.003,0
138,538,100  L=1  F=0,0,0,0,21.87,0
138,538,100  L=2  F=0,0,0,0,6.003,0
137,537,100  L=1  F=0,0,0,0,26.95,0
137,537,100  L=2  F=0,0,0,0,15.02,0
617,620,1    L=1  F=0,0,0,0,67.95,0
617,620,1    L=2  F=0,0,0,0,23.47,0
621,624,1    L=1  F=0,0,0,0,135.89,0
621,624,1    L=2  F=0,0,0,0,46.93,0
625,628,1    L=1  F=0,0,0,-99.029,0,0
```

```
625,628,1    L=2  F=0,0,0,-21.12,0,0
629,630,1    L=1  F=0,0,0,26.287,0,0
629,630,1    L=2  F=0,0,0,10.699,0,0
631,633,1    L=1  F=0,0,0,0,30,0
:
MASSES
139,139,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
239,239,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
339,339,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
439,439,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
539,539,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
639,639,0  M=626.997,626.997,0,0,0,63111.046
:
SPEC
C SPECTRUM ANALYSIS
C SUDUT EKSUTASI 0 DERAJAT ( TEGAK LURUS SUMBU - X )
C FAKTOR REDAMAN 5%
C PERCEPATAN GRAVITASI 9.81 M/S^2
A=0    S=9.81     D=0.05
C ZONE GEMPA 3
C ASUMSI KONDISI TANAH LUNAK
C NILAI T DAN C MENURUT PPTGIUG-1983
0    0.07    0.07
0.5  0.07    0.07
1    0.07    0.07
2    0.035   0.035
3    0.035   0.035
:
COMBO
1 C=1,0            : DEAD LOAD ONLY
2 C=0,1            : LIVE LOAD ONLY
3 C=0,0   D=1.0 \  : DINAMIC LOAD (EARTHQUAKE) ONLY
:
C TUGAS AKHIR S-1 PROGRAM STUDI KONSTRUKSI
C DAKTILITAS TIGA PADA ZONE GEMPA-3
C TEKNIK SIPIL - FTSP ITS / SURABAYA 1995
:
```



Z
Y X

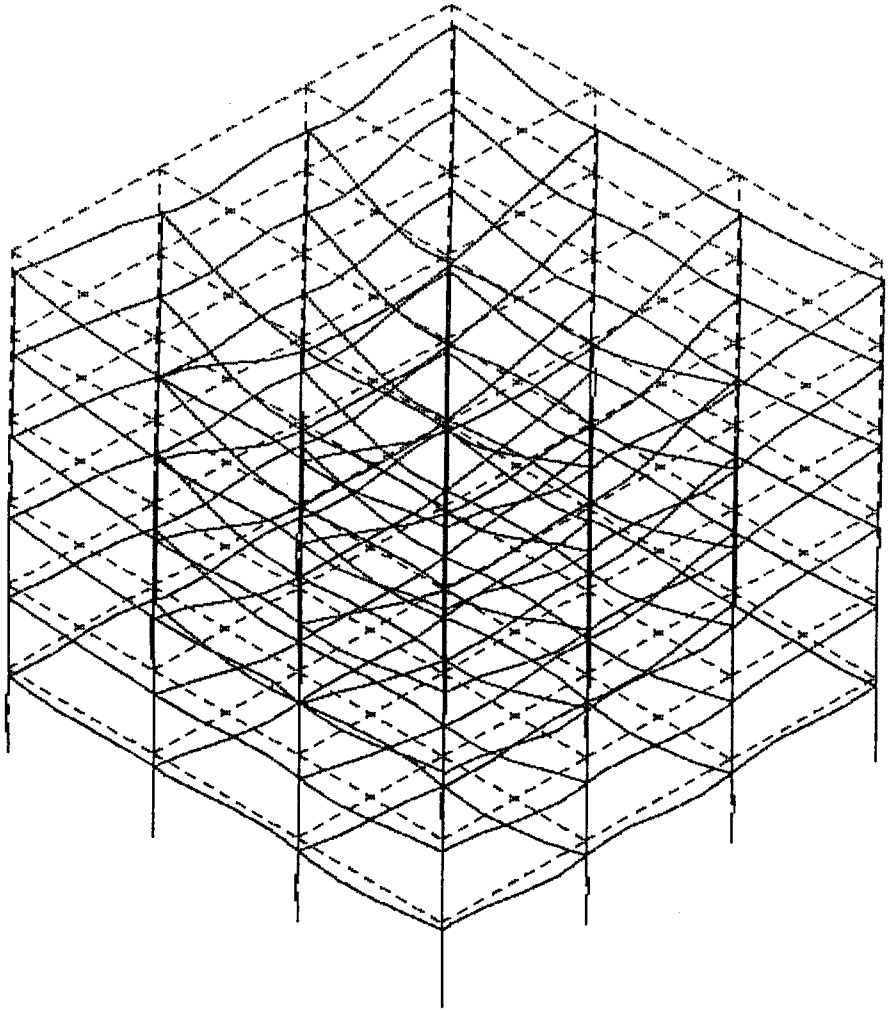
PORTAL3P

DEFORMED SHAPE

LOAD 1

MINIMA
X .0000E+00
Y -.8816E-05
Z -.7929E-02
MAXIMA
X .2947E-03
Y .0000E+00
Z .0000E+00

SAP90



Z
Y X

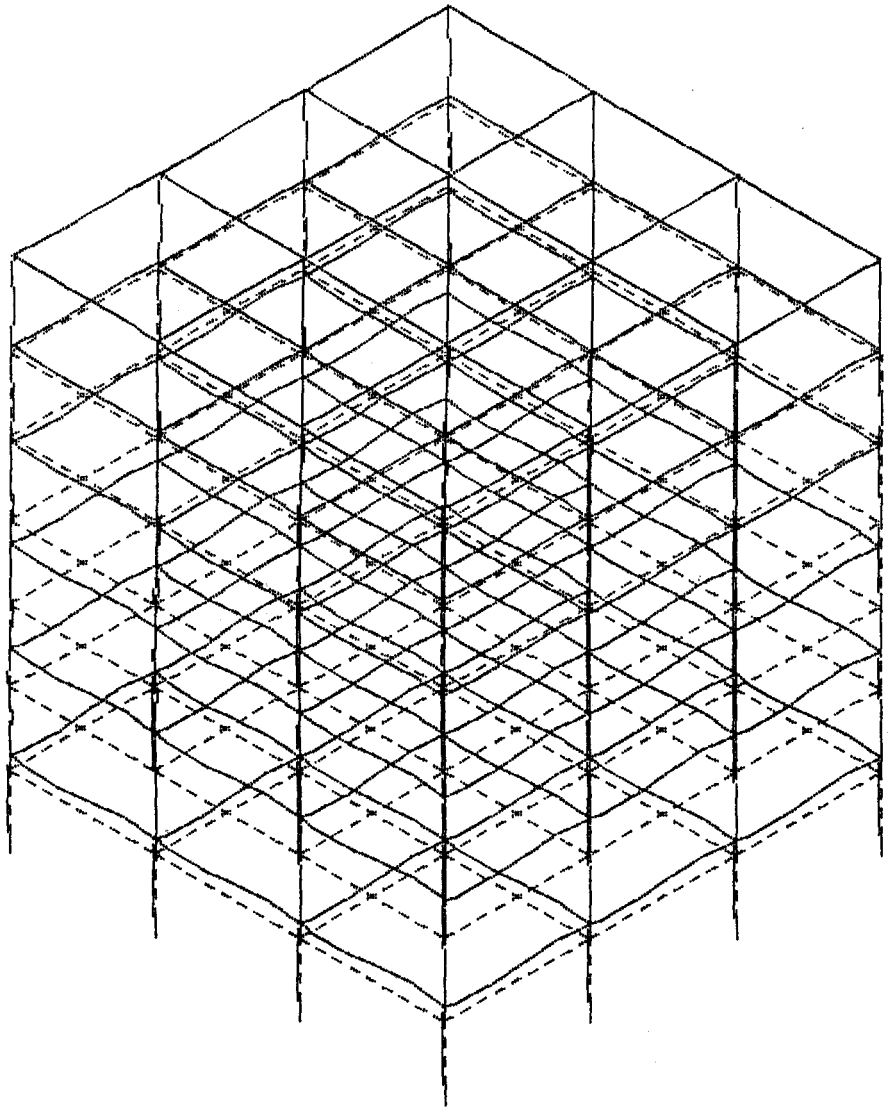
PORTAL3P

DEFORMED SHAPE

LOAD 2

MINIMA
X .0000E+00
Y -.2261E-05
Z -.2138E-02
MAXIMA
X .8055E-04
Y .0000E+00
Z .0000E+00

SAP90



Y X

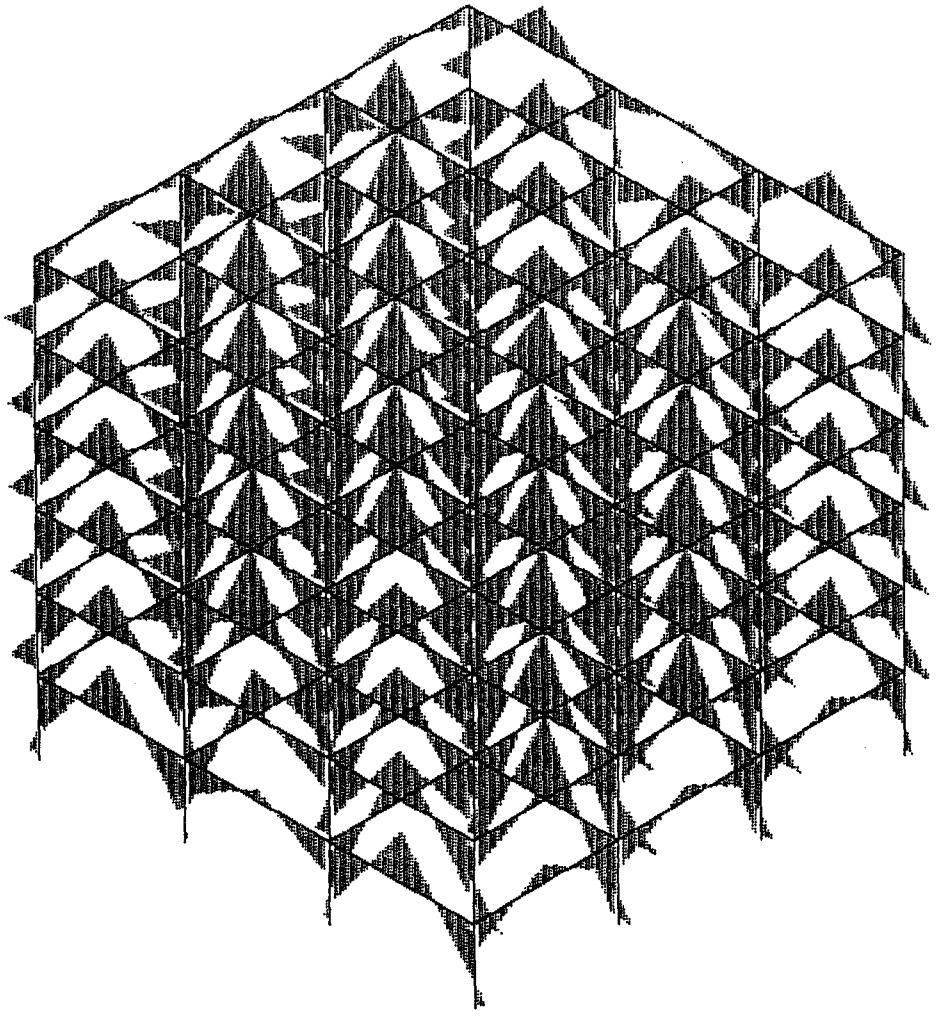
PORTAL3P

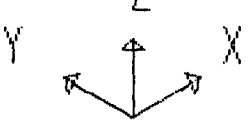
DEFORMED
SHAPE

LOAD 3

MINIMA
X .0000E+00
Y .0000E+00
Z .0000E+00
MAXIMA
X .3011E-01
Y .2956E-01
Z .6014E-03

SAP90





PORTAL3P

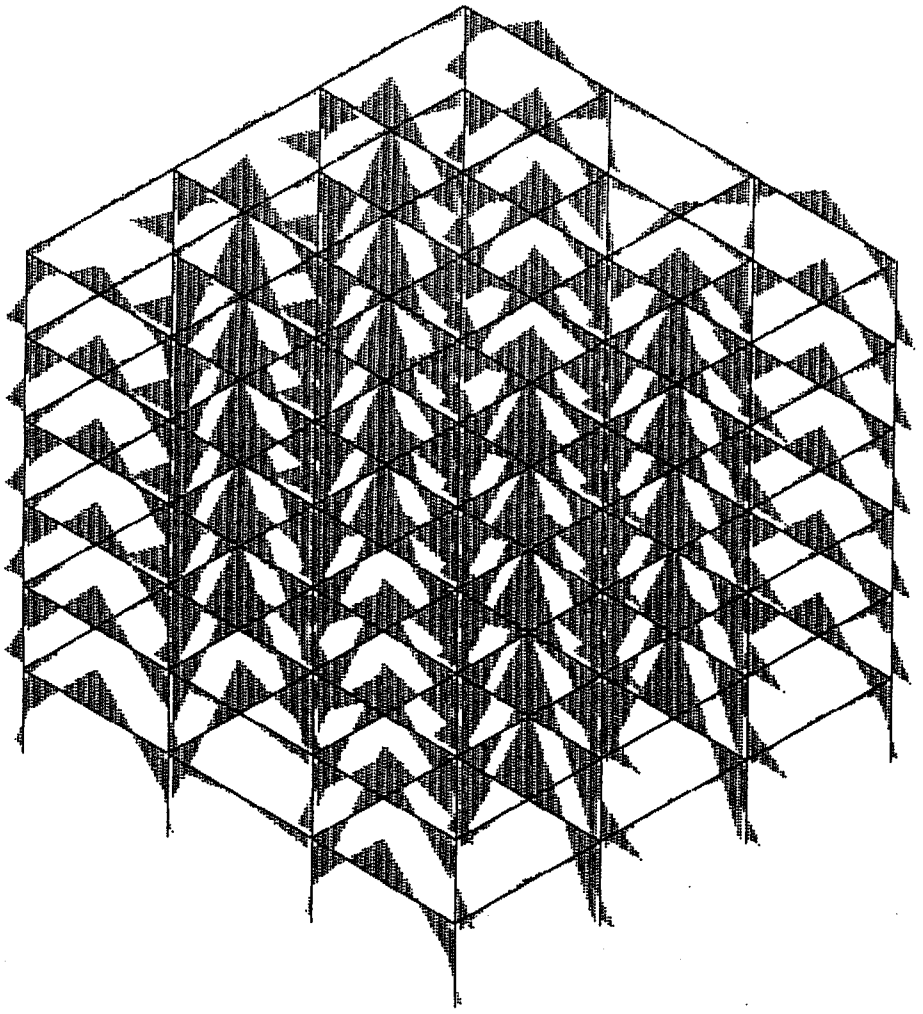
FRAME
OUTPUT M33

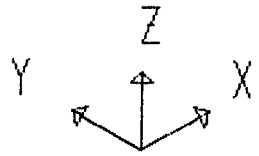
LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 422>
-.4297E+03
AT 7.70
MAX < 23>
.3794E+03
AT 4.00

SAP90





PORTAL3P

FRAME

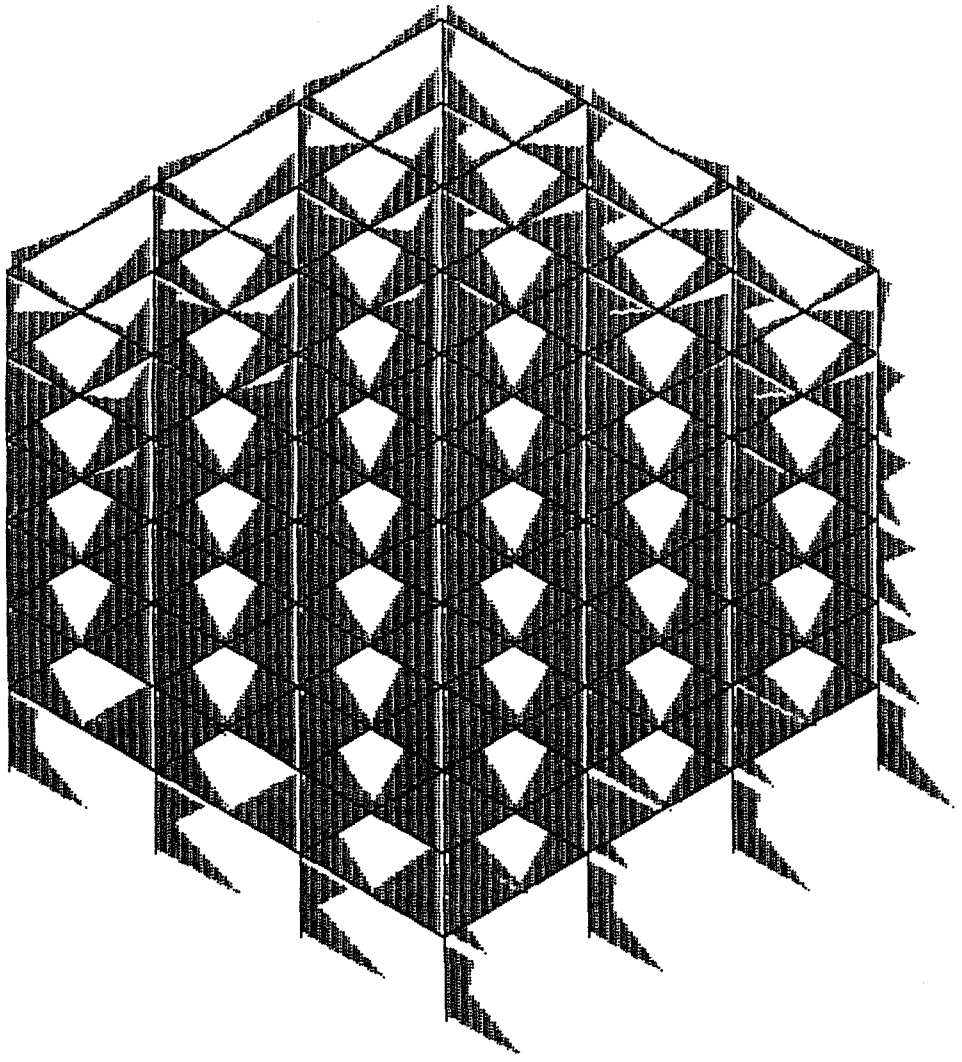
OUTPUT M33

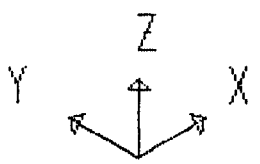
LOAD 2

ENVELOPES

MIN < 422>
-.1621E+03
AT 7.70
MAX < 23>
.1570E+03
AT 4.00

SAP90





PORTAL3P

FRAME

OUTPUT M33

LOAD 3

ENVELOPES

MIN < 219>

.3494E-15

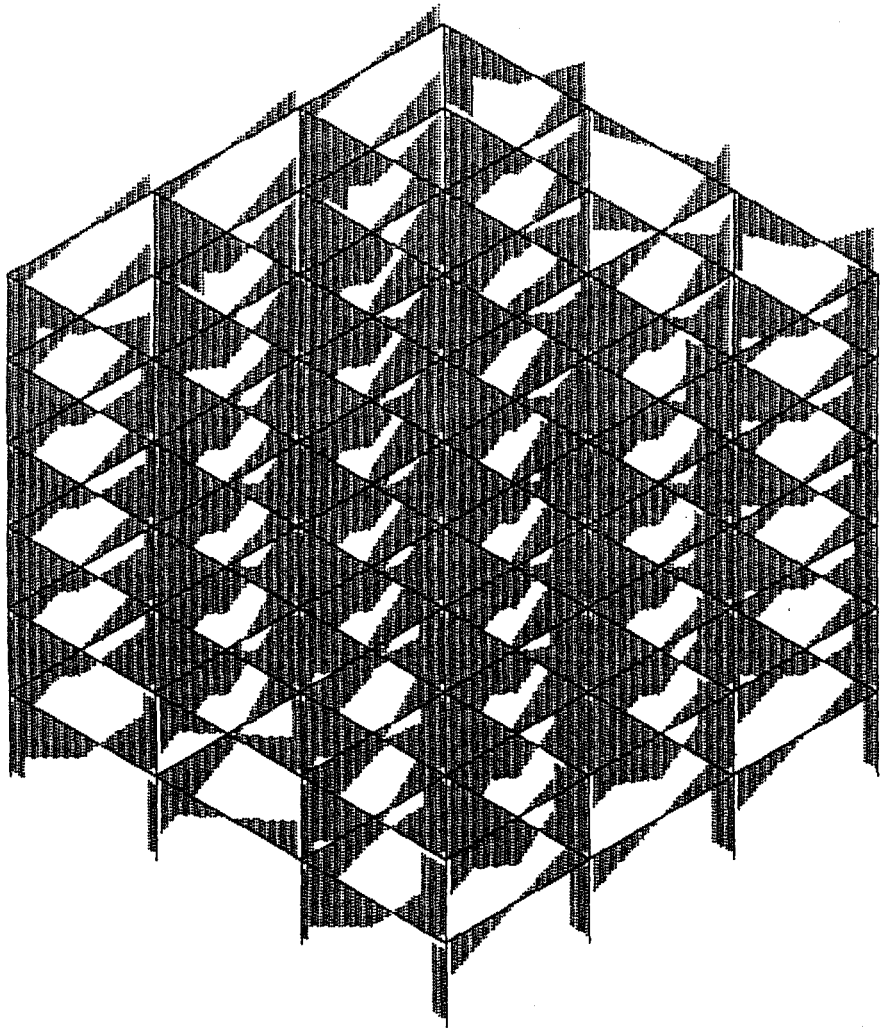
AT 4.00

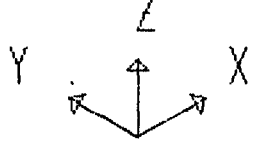
MAX < 32>

.3556E+03

AT .35

SAP90





PORTAL3P

FRAME

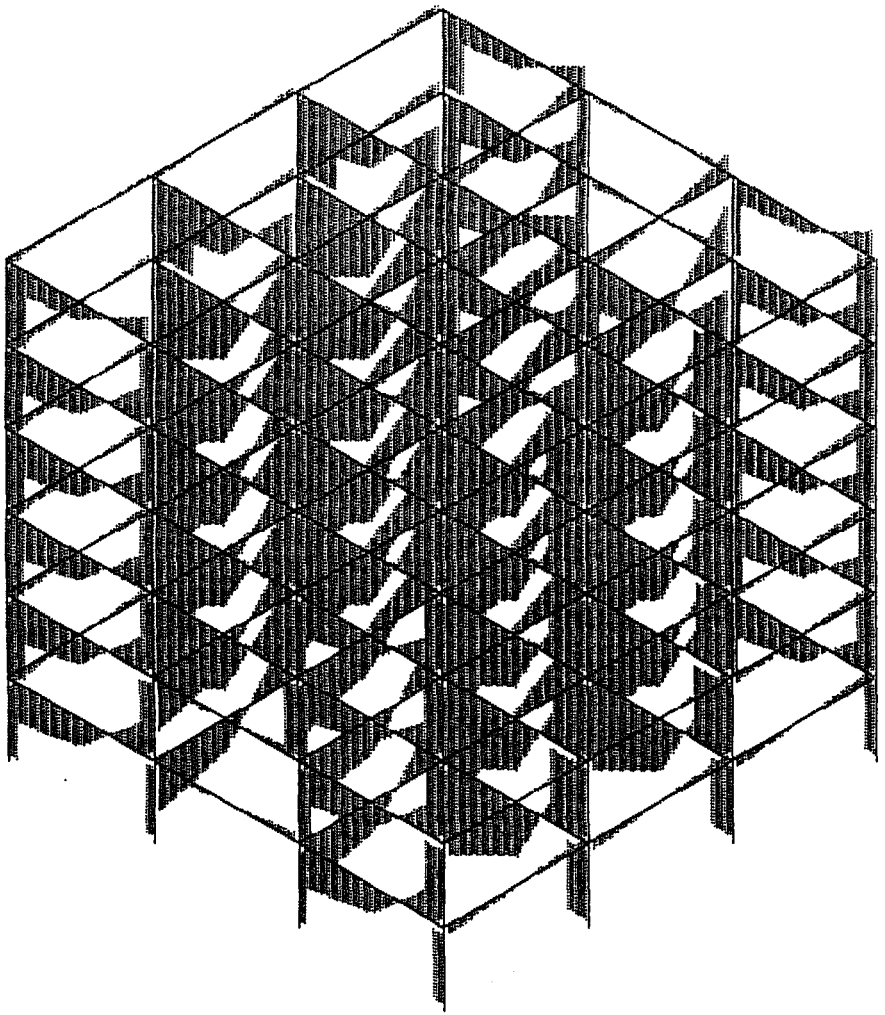
OUTPUT V22

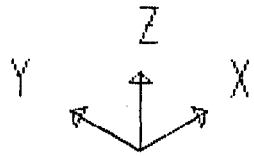
LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 423>
-.2830E+03
AT 7.70
MAX < 415>
.2805E+03
AT .30

SAP90





PORTAL3P

FRAME

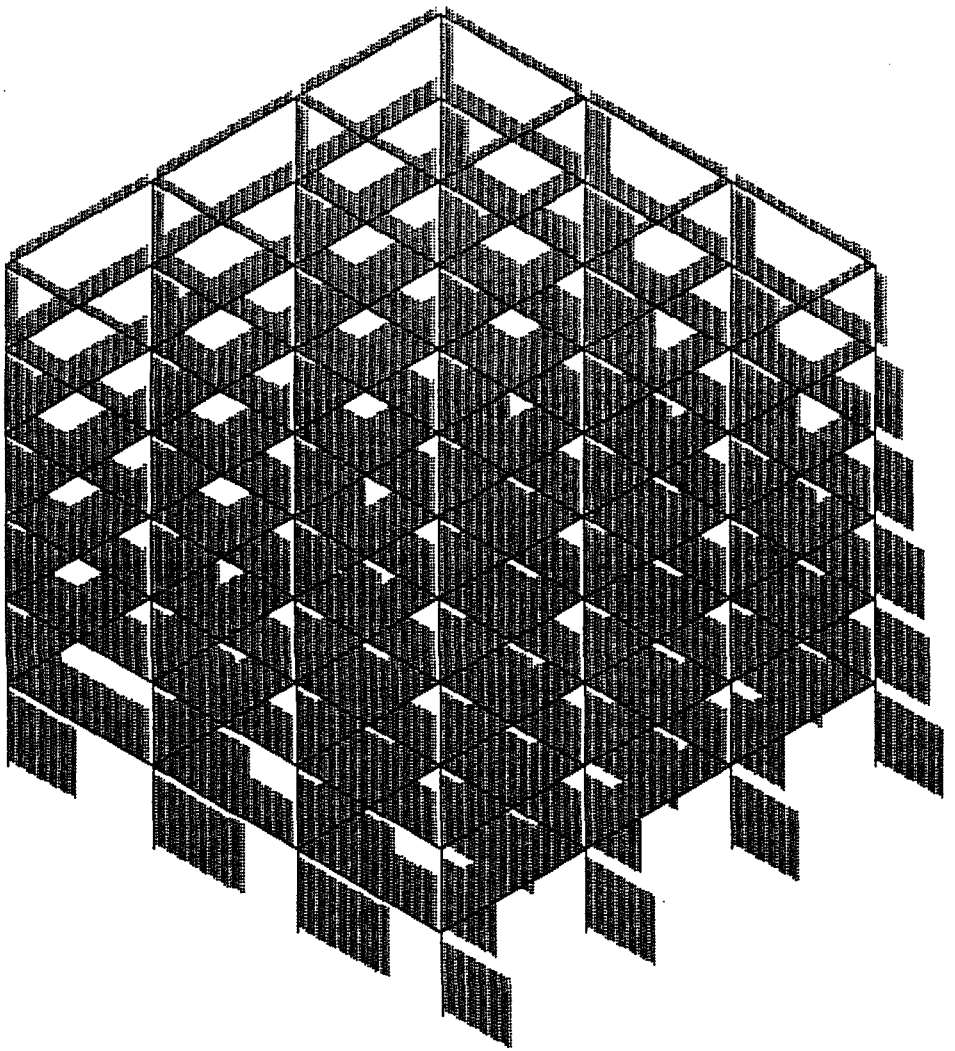
OUTPUT V22

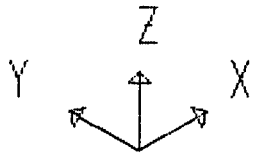
LOAD 2

ENVELOPES

MIN < 423>
-.1060E+03
AT 7.70
MAX < 415>
.1054E+03
AT .30

SAP90





PORTAL3P

FRAME

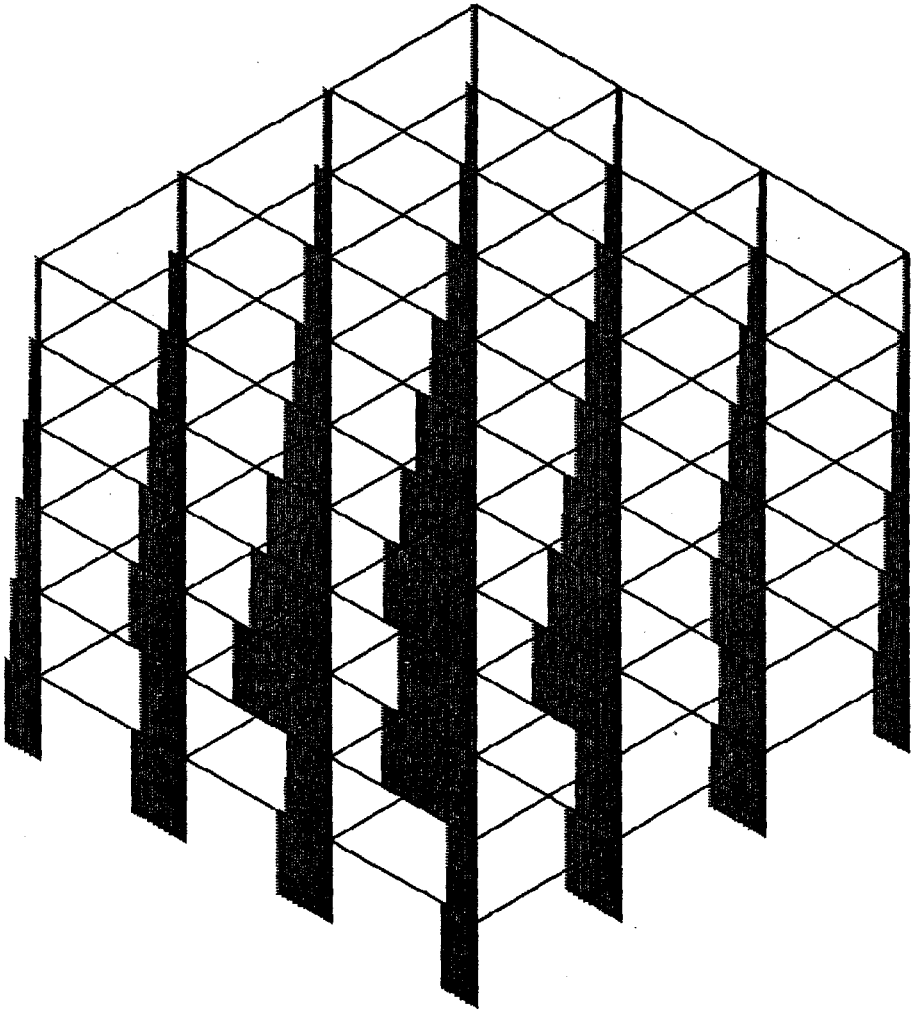
OUTPUT V22

LOAD 3

ENVELOPES

MIN < 501>
.1381E+02
AT .30
MAX < 132>
.1808E+03
AT .35

SAP90



Y X

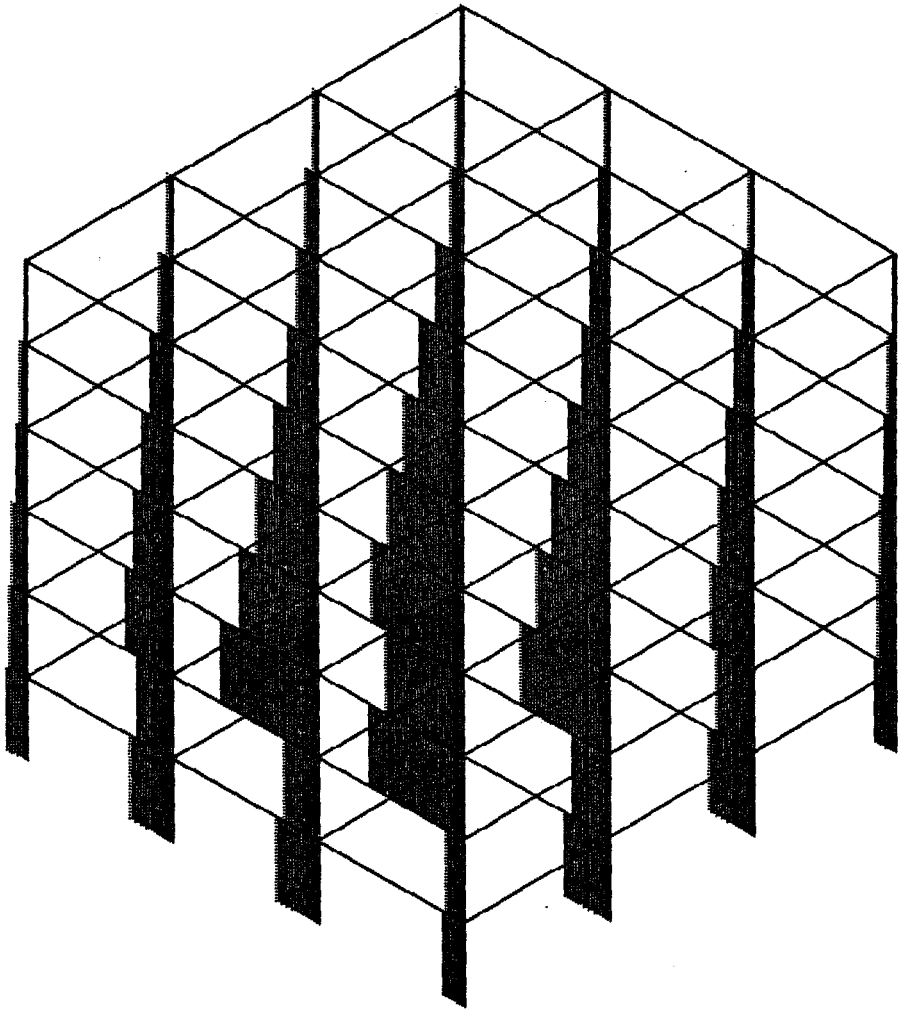
PORTAL3P

FRAME
OUTPUT P
LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 34>
-.5405E+04
AT .00
MAX < 410>
.5189E-13
AT .00

SAP90



Y X

PORTAL3P

FRAME

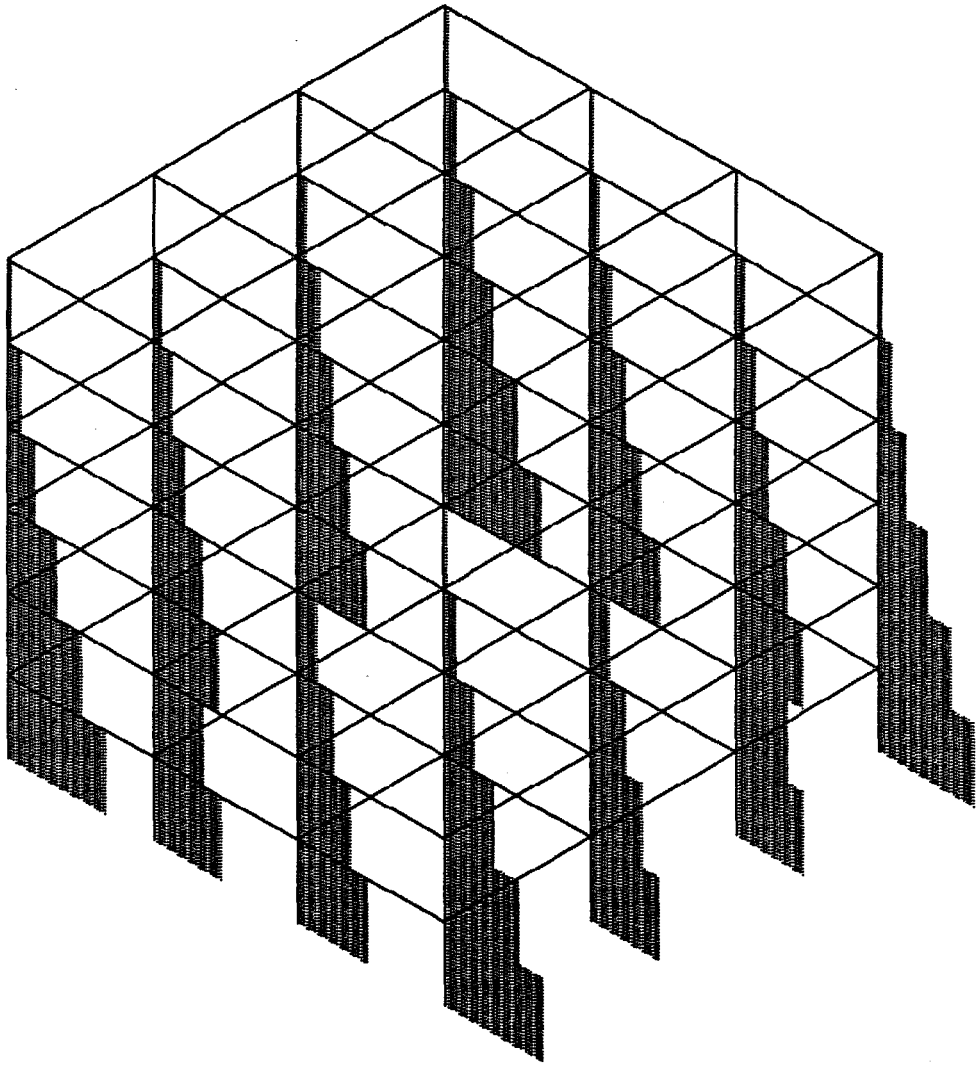
OUTPUT P..

LOAD 2

ENVELOPES

MIN < 34>
-.1491E+04
AT .00
MAX < 404>
.1119E-13
AT .00

SAP90



Z
Y X

PORTAL3P

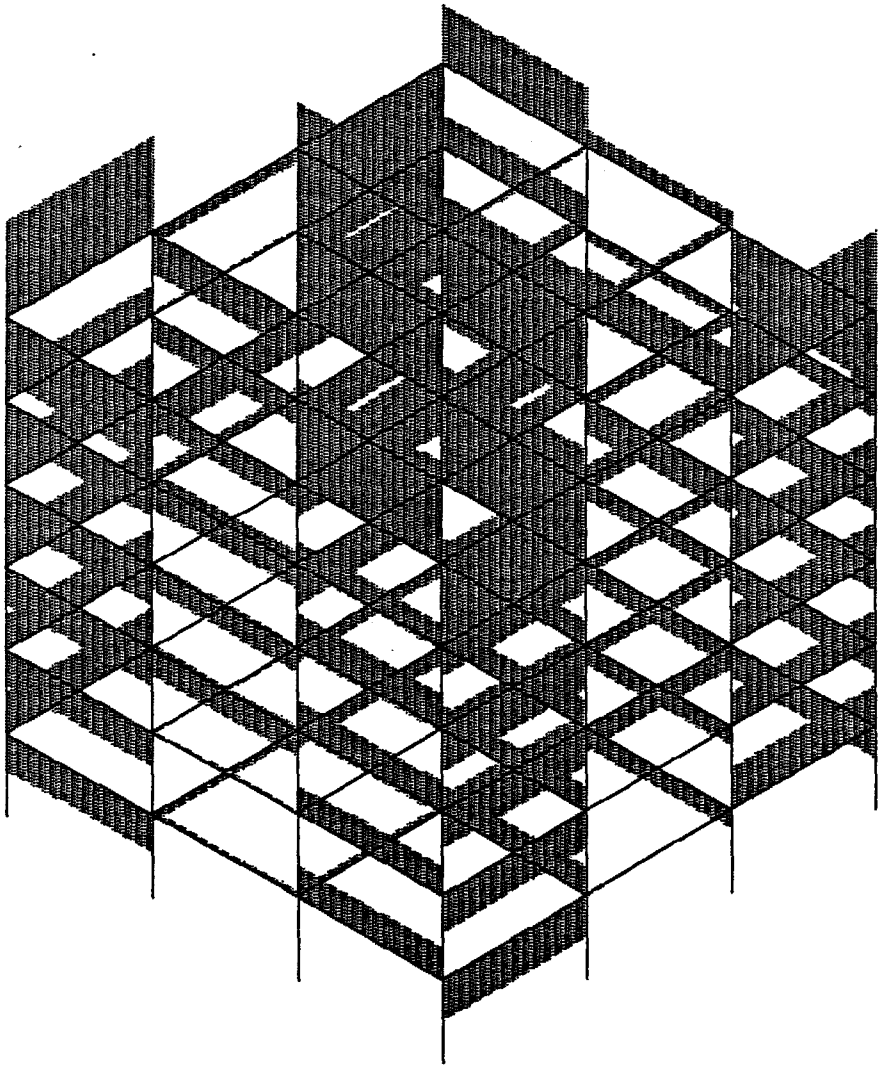
FRAME
OUTPUT P

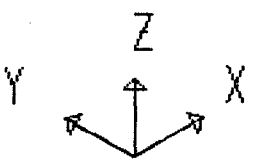
LOAD 3

ENVELOPES

MIN < 15>
.3589E-13
AT .00
MAX < 40>
.4991E+03
AT .00

SAP90





PORTAL3P

FRAME

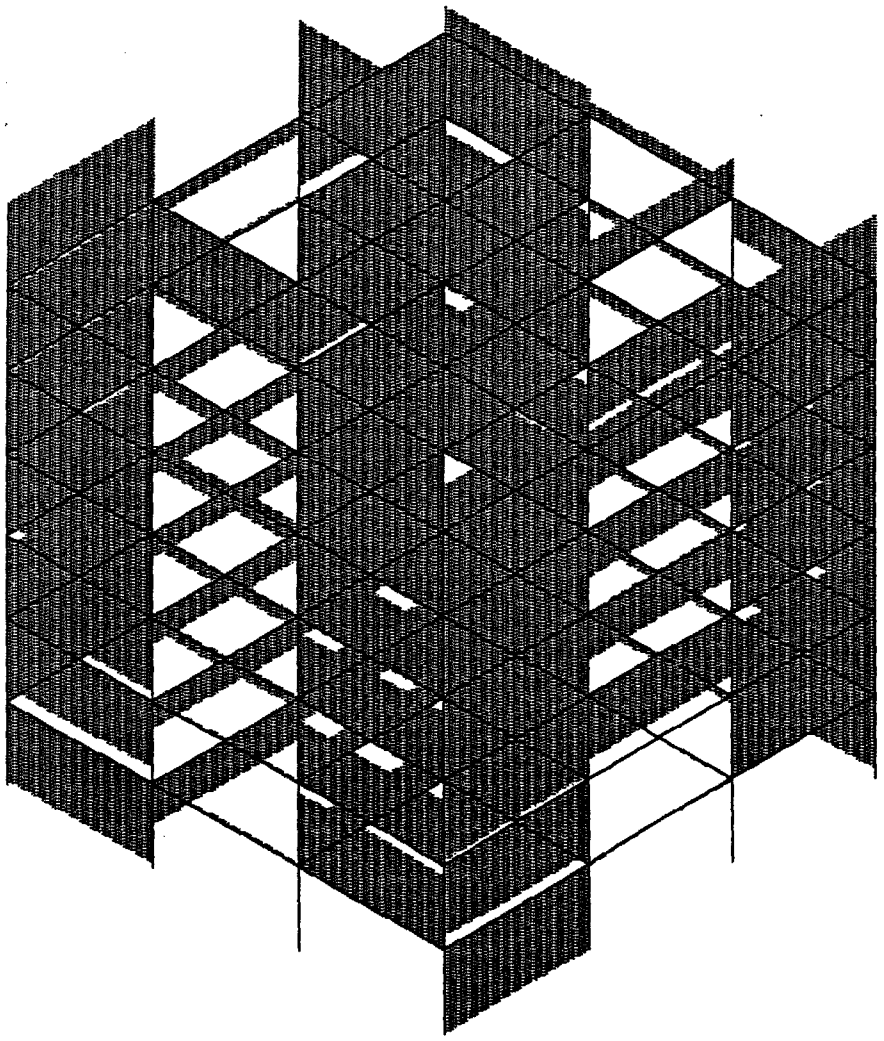
OUTPUT T

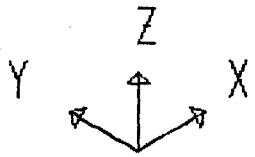
LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 519>
-.7842E+01
AT .00
MAX < 510>
.8103E+01
AT .00

SAP90





PORTAL3P

FRAME

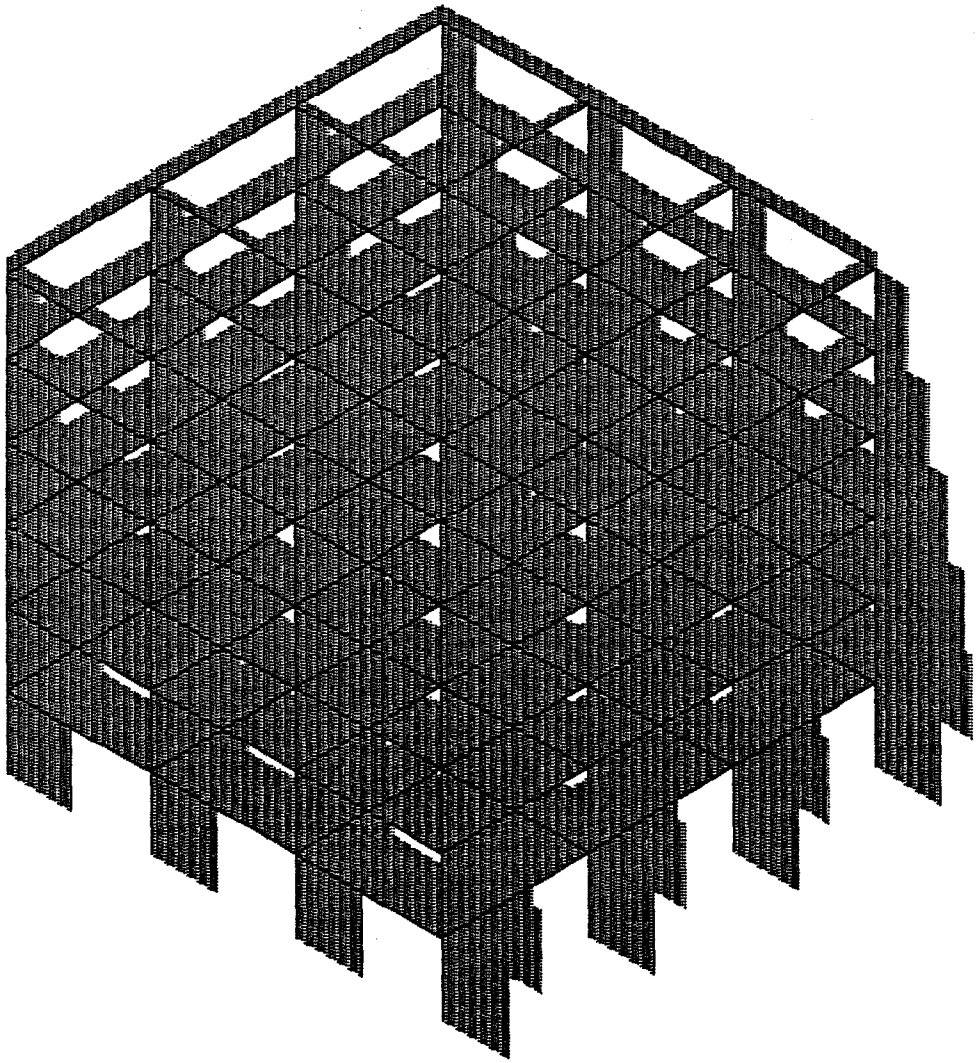
OUTPUT T

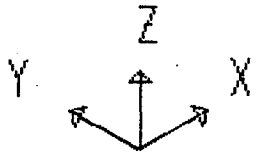
LOAD 2

ENVELOPES

MIN < 522>
-.2324E+01
AT .00
MAX < 523>
.2445E+01
AT .00

SAP90





PORTAL3P

FRAME

OUTPUT T

LOAD 3

ENVELOPES

MIN < 515>
.7269E-01
AT .00
MAX < 125>
.7605E+00
AT .00

SAP90

7.2.1. ANALISA MOMEN RENCANA BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 3)

(tumpuan)

Lantai	Elemen	Posisi (m)	Md (Nm)	Ml (Nm)	Me (Nm)	Vd (N)	Vl (N)	Ve (N)	Td (Nm)	Tl (Nm)	Te (Nm)
DASAR	4	0	-259420	-93290	300120	178840	60670	85360	540	1040	380
		8	-201120	-78210	331540	-159570	-55090	85360	540	1040	380
	5	0	-312030	-98180	276330	222160	62510	74680	1410	590	390
		8	-331560	-103070	276330	-257030	-71890	74680	1410	590	390
	6	0	-204330	-78880	331540	160880	55380	85360	-1920	-1610	380
		8	-252930	-91760	300120	-177530	-60380	85360	-1920	-1610	380
1	104	0	-230780	-83850	311220	170560	57830	87830	100	690	410
		8	-233760	-89790	338720	-167850	-57930	87830	100	690	410
	105	0	-313690	-98180	295900	222930	62760	79970	1190	490	420
		8	-327520	-101250	295900	-256260	-71640	79970	1190	490	420
	106	0	-235160	-89840	338720	168470	58000	87830	-1280	-1170	400
		8	-227580	-83370	311220	-169940	-57760	87830	-1280	-1170	400
2	204	0	-215380	-78180	266300	166500	56400	75270	-110	670	360
		8	-248400	-94760	290690	-171910	-59360	75270	-110	670	360
	205	0	-314180	-98450	257060	223540	62940	69480	1370	550	380
		8	-323560	-100180	257060	-255660	-71460	69480	1370	550	380
	206	0	-247930	-94250	290690	172010	59280	75270	-1230	-1210	350
		8	-214180	-78320	266300	-166410	-56480	75270	-1230	-1210	350
3	304	0	-201890	-73990	200960	163270	55230	56870	0	620	270
		8	-258810	-99200	219910	-175140	-60530	56870	0	620	270
	305	0	-315140	-98120	198570	223700	62980	53670	1090	450	280
		8	-323330	-99570	198570	-255490	-71420	53670	1090	450	280
	306	0	-257640	-98510	219910	174980	60380	56870	-1080	-1060	270
		8	-201900	-74440	200960	-163430	-55380	56870	-1080	-1060	270
4	404	0	-202320	-71880	122100	161450	54750	34490	-970	600	180
		8	-272720	-100660	133100	-176960	-61010	34490	-970	600	180
	405	0	-308130	-98210	127860	223860	63000	24560	2280	930	190
		8	-315130	-99500	127860	-255330	-71400	24560	2280	930	190
	406	0	-270310	-99720	133100	176690	60860	34490	-1230	-1490	180
		8	-201930	-72110	122100	-161730	-54900	34490	-1230	-1490	180
5	505	0	-87310	-5910	47630	118030	16090	14070	3160	590	70
		8	-192890	-46600	56520	-146560	-27080	14070	3160	590	70
	505	0	-84990	-20570	55420	83840	26910	14980	-4040	-1630	90
		8	-70190	-16270	55420	-79840	-25750	14980	-4040	-1630	90
	506	0	-187680	-45060	56520	144530	26500	14070	730	980	70
		8	-97090	-8720	47630	-120050	-16670	14070	730	980	70

7.2.2. ANALISA MOMEN RENCANA BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 3)

(tumpuan)

Lantai	Elemen	Posisi (m)	Md (Nm)	Ml (Nm)	Me (Nm)	Mu-1 (Nm)	Mu-2 (Nm)	Mu-3 (Nm)	Mu-4 (Nm)	Mu-5 (Nm)	Momen rencana	
											Negatif	Positif
DASAR	4	0	-259420	-93290	300120	-460568	13348.7	-616903	36630	-503586	-616903	36630
		8	-201120	-78210	331540	-366480	112305	-583929	117378	-479394	-583929	117378
	5	0	-312030	-98180	276330	-531524	-68412	-648705	-32130	-529524	-648705	-32130
		8	-331560	-103070	276330	-562784	-90459	-670752	-49707	-547101	-670752	-49707
	6	0	-204330	-78880	331540	-371404	108723	-587511	114489	-482283	-587511	114489
		8	-252930	-91760	300120	-450332	20645.1	-609607	42471	-497745	-609607	42471
1	104	0	-230780	-83850	311220	-411096	58049.3	-595513	72396	-487800	-595513	72396
		8	-233760	-89790	338720	-424176	81924.2	-629388	94464	-515232	-629388	94464
	105	0	-313690	-98180	295900	-533516	-49606	-670996	-16011	-548631	-670996	-16011
		8	-327520	-101250	295900	-555024	-65095	-686485	-28458	-561078	-686485	-28458
	106	0	-235160	-89840	338720	-425936	80438.4	-630874	93204	-516492	-630874	93204
		8	-227580	-83370	311220	-406488	61560.5	-592002	75276	-484920	-592002	75276
2	204	0	-215380	-78180	266300	-383544	28839.3	-530391	45828	-433512	-530391	45828
		8	-248400	-94760	290690	-449696	14555.1	-595894	38061	-485181	-595894	38061
	205	0	-314180	-98450	257060	-534536	-90988	-630814	-51408	-514116	-630814	-51408
		8	-323560	-100180	257060	-548560	-101382	-641208	-59850	-522558	-641208	-59850
	206	0	-247930	-94250	290690	-448316	15209.3	-595240	38484	-484758	-595240	38484
		8	-214180	-78320	266300	-382328	30055.2	-529175	46908	-432432	-529175	46908
3	304	0	-201890	-73990	200960	-360652	-24283	-446299	-837	-362565	-446299	-837
		8	-258810	-99200	219910	-469292	-72093	-533904	-35010	-430848	-533904	-35010
	305	0	-315140	-98120	198570	-535160	-153306	-570303	-104913	-462339	-570303	-104913
		8	-323330	-99570	198570	-547308	-162363	-579360	-112284	-469710	-579360	-112284
	306	0	-257640	-98510	219910	-466784	-70647	-532458	-33957	-429795	-532458	-33957
		8	-201900	-74440	200960	-361384	-24436	-446452	-846	-362574	-446452	-846
4	404	0	-202320	-71880	122100	-357792	-106873	-363283	-72198	-291978	-363283	-72198
		8	-272720	-100660	133100	-488320	-178309	-457619	-125658	-365238	-488320	-125658
	405	0	-308130	-98210	127860	-526892	-220220	-488726	-162243	-392391	-526892	-162243
		8	-315130	-99500	127860	-537356	-227976	-496462	-168543	-398691	-537356	-168543
	406	0	-270310	-99720	133100	-483924	-175482	-454992	-123489	-363069	-483924	-123489
		8	-201930	-72110	122100	-357692	-106536	-362946	-71847	-291627	-362946	-71847
5	504	0	-87310	-5910	47630	-114228	-43526	-143549	-35712	-121446	-143549	-35712
		8	-192890	-46600	56520	-306028	-157868	-276560	-122733	-224469	-306028	-122733
	505	0	-84990	-20570	55420	-134900	-37528	-153910	-26613	-126369	-153910	-26613
		8	-70190	-16270	55420	-110260	-20634	-137016	-13293	-113049	-137016	-13293
	506	0	-187680	-45060	56520	-297312	-151912	-270604	-118044	-219780	-297312	-116044
		8	-97090	-8720	47630	-130460	-54680	-154703	-44514	-130248	-154703	-44514

Mu-1 = 1.2Md + 1.6Ml

Mu-2 = 1.05(Md + 0.3Ml + Me)

Mu-3 = 1.05(Md + 0.3Ml + Me)

Mu-4 = 0.9(Md + Me)

Mu-5 = 0.9(Md + Me)

7.2.3. PENULANGAN BALOK INDUK PORTAL C/ZONE GEMPA 3 (tumpuan)

Diameter tulangan = 25 mm

Lantai	Elemen	Posisi (m)	Mu (Nmm) Negatif	Rn	Rho delta	Rho'	Rho	Rho min	Rho pakai	As perlu (mm^2)	Tul. pakai	As pakai (mm^2)	As' perlu (mm^2)	Tul. pakai	As' paka (mm^2)
DASAR	4	0	616903400	1.909396	0.00622	0.0072	0.01341	0.00438	0.01342	4262.62	9	4418.1	2287.41	5	2454.5
		8	583929200	1.807337	0.00587	0.00681	0.01268	0.00438	0.01268	4030.42	9	4418.1	2165.15	5	2454.5
	5	0	648704700	2.007825	0.00655	0.00757	0.01412	0.00438	0.01412	4487.02	10	4909	2405.33	5	2454.5
		8	670751600	2.076063	0.00678	0.00783	0.01461	0.00438	0.01461	4642.91	10	4909	2487.07	6	2945.4
	6	0	587510700	1.818422	0.00591	0.00686	0.01276	0.00438	0.01276	4055.61	9	4418.1	2178.43	5	2454.5
		8	609606900	1.886813	0.00614	0.00711	0.01325	0.00438	0.01325	4211.17	9	4418.1	2260.36	5	2454.5
1	104	0	595512800	1.84319	0.00599	0.00695	0.01294	0.00438	0.01294	4111.92	9	4418.1	2208.1	5	2454.5
		8	629387900	1.948037	0.00635	0.00734	0.01369	0.00438	0.01369	4350.64	9	4418.1	2333.7	5	2454.5
	105	0	670996200	2.076821	0.00679	0.00783	0.01462	0.00438	0.01462	4644.64	10	4909	2487.98	6	2945.4
		8	686484800	2.12476	0.00695	0.00801	0.01496	0.00438	0.01496	4754.3	10	4909	2545.41	6	2945.4
	106	0	630873600	1.952636	0.00636	0.00736	0.01373	0.00438	0.01373	4361.12	9	4418.1	2339.21	5	2454.5
		8	592001600	1.832322	0.00595	0.00691	0.01286	0.00438	0.01286	4087.21	9	4418.1	2195.08	5	2454.5
2	204	0	530390700	1.641628	0.00531	0.00619	0.0115	0.00438	0.0115	3654.57	8	3972.2	1966.63	5	2454.5
		8	595893900	1.844369	0.006	0.00695	0.01295	0.00438	0.01295	4114.6	9	4418.1	2209.51	5	2454.5
	205	0	630813800	1.952451	0.00636	0.00736	0.01372	0.00438	0.01372	4360.7	9	4418.1	2338.99	5	2454.5
		8	641207700	1.984621	0.00647	0.00748	0.01395	0.00438	0.01395	4434.07	10	4909	2377.53	5	2454.5
	206	0	595239800	1.842345	0.00599	0.00695	0.01293	0.00438	0.01293	4110	9	4418.1	2207.08	5	2454.5
		8	529174800	1.637865	0.0053	0.00618	0.01147	0.00438	0.01147	3646.05	8	3972.2	1962.12	4	1963.6
3	304	0	446299400	1.381355	0.00444	0.00521	0.00965	0.00438	0.00965	3066.96	7	3436.3	1654.83	4	1963.6
		8	533904000	1.652502	0.00535	0.00623	0.01158	0.00438	0.01158	3679.19	8	3972.2	1979.66	5	2454.5
	305	0	570303300	1.765163	0.00573	0.00665	0.01238	0.00438	0.01238	3934.63	9	4418.1	2114.62	5	2454.5
		8	579359600	1.793193	0.00582	0.00676	0.01258	0.00438	0.01258	3998.29	9	4418.1	2148.2	5	2454.5
	306	0	532458200	1.648027	0.00533	0.00621	0.01155	0.00438	0.01155	3669.06	8	3972.2	1974.3	5	2454.5
		8	446451600	1.381826	0.00445	0.00521	0.00966	0.00438	0.00966	3068.02	7	3463.3	1655.39	4	1963.6
4	404	0	363283200	1.124409	0.0036	0.00424	0.00784	0.00438	0.00784	2490.05	6	2945.4	1347.01	3	1472.6
		8	488320000	1.511414	0.00488	0.0057	0.01057	0.00438	0.01057	3360.18	7	3463.3	1810.64	4	1963.6
	405	0	526892000	1.630799	0.00528	0.00615	0.01142	0.00438	0.01142	3630.05	8	3972.2	1953.66	4	1963.6
		8	537356000	1.663187	0.00538	0.00627	0.01166	0.00438	0.01166	3703.39	8	3972.2	1992.46	5	2454.5
	406	0	483924000	1.497808	0.00483	0.00565	0.01048	0.00438	0.01048	3329.46	7	3463.3	1794.34	4	1963.6
		8	362946200	1.123366	0.00359	0.00424	0.00783	0.00438	0.00783	2487.71	6	2945.4	1345.76	3	1472.6
5	504	0	143548700	0.444302	0.0014	0.00168	0.00308	0.00438	0.00308	977.465	3	1472.7	532.263	3	1472.7
		8	306028000	0.947196	0.00302	0.00357	0.00659	0.00438	0.00659	2093.94	5	2454.2	1134.72	3	1472.62
	505	0	153910100	0.476372	0.0015	0.0018	0.0033	0.00438	0.0033	1048.34	3	1472.7	570.682	3	1472.7
		8	137015600	0.424081	0.00134	0.0016	0.00294	0.00438	0.00294	932.802	3	1472.7	508.039	3	1472.7
	506	0	297312000	0.920219	0.00293	0.00347	0.0064	0.00438	0.0064	2033.76	5	2454.2	1102.4	3	1472.62
		8	154702800	0.478825	0.00151	0.00181	0.00332	0.00438	0.00332	1053.76	3	1472.7	573.621	3	1472.7

7.2.4. CHEK PENULANGAN BALOK INDUK PADA PORTAL C (TUMPUAN/ZONE GEMPA 3)

Diameter tulangan = 25 mm

Lantai	Elemen	POSISI			Chek tul tekan leleh			A	B	C	X1	fs'
			Rho paka	Rho' paka	Persm. 1	Persm.2	Leleh					
DASAR	4	0	0.0139	0.0077	0.0068	0.0143	tidak	10540	-1965	-9E+07	95.027	192.75
		8	0.0139	0.0077	0.0068	0.0143	tidak	10540	-1965	-9E+07	95.027	192.75
	5	0	0.0154	0.0077	0.0083	0.0143	tidak	10540	-2E+05	-9E+07	102.78	223.46
		8	0.0154	0.0093	0.0069	0.0143	tidak	10540	123313	-1E+08	98.309	206.34
	6	0	0.0139	0.0077	0.0068	0.0143	tidak	10540	-1965	-9E+07	95.027	192.75
		8	0.0139	0.0077	0.0068	0.0143	tidak	10540	-1965	-9E+07	95.027	192.75
1	104	0	0.0139	0.0077	0.0068	0.0143	tidak	10540	-1965	-9E+07	95.027	192.75
		8	0.0139	0.0077	0.0068	0.0143	tidak	10540	-1965	-9E+07	95.027	192.75
	105	0	0.0154	0.0093	0.0069	0.0143	tidak	10540	123313	-1E+08	98.309	206.34
		8	0.0154	0.0093	0.0069	0.0143	tidak	10540	123313	-1E+08	98.309	206.34
	106	0	0.0139	0.0077	0.0068	0.0143	tidak	10540	-1965	-9E+07	95.027	192.75
		8	0.0139	0.0077	0.0068	0.0143	tidak	10540	-1965	-9E+07	95.027	192.75
2	204	0	0.0125	0.0077	0.0054	0.0143	tidak	10540	140723	-9E+07	88.492	162.67
		8	0.0139	0.0077	0.0068	0.0143	tidak	10540	-1965	-9E+07	95.027	192.75
	205	0	0.0139	0.0077	0.0068	0.0143	tidak	10540	-1965	-9E+07	95.027	192.75
		8	0.0154	0.0077	0.0083	0.0143	tidak	10540	-2E+05	-9E+07	102.78	223.46
	206	0	0.0139	0.0077	0.0068	0.0143	tidak	10540	-1965	-9E+07	95.027	192.75
		8	0.0125	0.0062	0.0068	0.0143	tidak	10540	-1E+05	-8E+07	91.896	178.87
3	304	0	0.0108	0.0062	0.0051	0.0143	tidak	10540	29846	-8E+07	83.507	136.57
		8	0.0125	0.0077	0.0054	0.0143	tidak	10540	140723	-9E+07	88.492	162.67
	305	0	0.0139	0.0077	0.0068	0.0143	tidak	10540	-1965	-9E+07	95.027	192.75
		8	0.0139	0.0077	0.0068	0.0143	tidak	10540	-1965	-9E+07	95.027	192.75
	306	0	0.0125	0.0077	0.0054	0.0143	tidak	10540	140723	-9E+07	88.492	162.67
		8	0.0109	0.0062	0.0052	0.0143	tidak	10540	21206	-8E+07	83.911	138.8
4	404	0	0.0093	0.0046	0.005	0.0143	tidak	10540	-95489	-6E+07	78.202	105.13
		8	0.0109	0.0062	0.0052	0.0143	tidak	10540	21206	-8E+07	83.911	138.8
	405	0	0.0125	0.0062	0.0068	0.0143	tidak	10540	-1E+05	-8E+07	91.896	178.87
		8	0.0125	0.0077	0.0054	0.0143	tidak	10540	140723	-9E+07	88.492	162.67
	406	0	0.0109	0.0062	0.0052	0.0143	tidak	10540	21206	-8E+07	83.911	138.8
		8	0.0093	0.0046	0.005	0.0143	tidak	10540	-95489	-6E+07	78.202	105.13
5	504	0	0.0046	0.0046	0.0004	0.0143	tidak	10540	375832	-6E+07	57.837	-69.13
		8	0.0077	0.0046	0.0034	0.0143	tidak	10540	61706	-6E+07	70.664	52.34
	505	0	0.0046	0.0046	0.0004	0.0143	tidak	10540	375832	-6E+07	57.837	-69.13
		8	0.0046	0.0046	0.0004	0.0143	tidak	10540	375832	-6E+07	57.837	-69.13
	506	0	0.0077	0.0046	0.0034	0.0143	tidak	10540	61706	-6E+07	70.664	52.34
		8	0.0046	0.0046	0.0004	0.0143	tidak	10540	375832	-6E+07	57.837	-69.13

7.2.5. CHEK PENULANGAN BALOK INDUK PORTAL C (tumpuan)

Diameter tulangan = 25 mm

Lantai	Elemen	As maks	As pakai < As maks	a	Cc	Cs	Mn	O Mn	Mu	O Mn > Mu
DASAR	4	10110.1	ya	80.7729	1001567	412227	8.31E+08	6.65E+08	6.17E+08	OK
		10110.1	ya	80.7729	1001567	412227	8.31E+08	6.65E+08	5.84E+08	OK
	5	10345.7	ya	87.3616	1083266	487616	9.2E+08	7.36E+08	6.49E+08	OK
		10530.9	ya	83.5628	1036162	534721	9.21E+08	7.36E+08	6.71E+08	OK
	6	10110.1	ya	80.7729	1001567	412227	8.31E+08	6.65E+08	5.88E+08	OK
		10110.1	ya	80.7729	1001567	412227	8.31E+08	6.65E+08	6.1E+08	OK
1	104	10110.1	ya	80.7729	1001567	412227	8.31E+08	6.65E+08	5.96E+08	OK
		10110.1	ya	80.7729	1001567	412227	8.31E+08	6.65E+08	6.29E+08	OK
	105	10530.9	ya	83.5628	1036162	534721	9.21E+08	7.36E+08	6.71E+08	OK
		10530.9	ya	83.5628	1036162	534721	9.21E+08	7.36E+08	6.86E+08	OK
	106	10110.1	ya	80.7729	1001567	412227	8.31E+08	6.65E+08	6.31E+08	OK
		10110.1	ya	80.7729	1001567	412227	8.31E+08	6.65E+08	5.92E+08	OK
2	204	9879.44	ya	75.2185	932694	338412	7.51E+08	6.01E+08	5.3E+08	OK
		10110.1	ya	80.7729	1001567	412227	8.31E+08	6.65E+08	5.96E+08	OK
	205	10110.1	ya	80.7729	1001567	412227	8.31E+08	6.65E+08	6.31E+08	OK
		10345.7	ya	87.3616	1083266	487616	9.2E+08	7.36E+08	6.41E+08	OK
	206	10110.1	ya	80.7729	1001567	412227	8.31E+08	6.65E+08	5.95E+08	OK
		9729.28	ya	78.1117	968569	302537	7.5E+08	6E+08	5.29E+08	OK
3	304	9469.69	ya	70.9811	880152	219466	6.53E+08	5.23E+08	4.46E+08	OK
		9879.44	ya	75.2185	932694	338412	7.51E+08	6.01E+08	5.34E+08	OK
	305	10110.1	ya	80.7729	1001567	412227	8.31E+08	6.65E+08	5.7E+08	OK
		10110.1	ya	80.7729	1001567	412227	8.31E+08	6.65E+08	5.79E+08	OK
	306	9879.44	ya	75.2185	932694	338412	7.51E+08	6.01E+08	5.32E+08	OK
		9483.38	ya	71.3245	884410	223848	6.58E+08	5.27E+08	4.46E+08	OK
4	404	9115.47	ya	66.4718	824237	118292	5.64E+08	4.51E+08	3.63E+08	OK
		9483.38	ya	71.3245	884410	223848	6.58E+08	5.27E+08	4.88E+08	OK
	405	9729.28	ya	78.1117	968569	302537	7.5E+08	6E+08	5.27E+08	OK
		9879.44	ya	75.2185	932694	338412	7.51E+08	6.01E+08	5.37E+08	OK
	406	9483.38	ya	71.3245	884410	223848	6.58E+08	5.27E+08	4.84E+08	OK
		9115.47	ya	66.4718	824237	118292	5.64E+08	4.51E+08	3.63E+08	OK
5	504	8313.55	ya	49.1612	609589	-138324	2.93E+08	2.35E+08	1.44E+08	OK
		8872.54	ya	60.0646	744789	40556.1	4.74E+08	3.79E+08	3.06E+08	OK
	505	8313.55	ya	49.1612	609589	-138324	2.93E+08	2.35E+08	1.54E+08	OK
		8313.55	ya	49.1612	609589	-138324	2.93E+08	2.35E+08	1.37E+08	OK
	506	8872.54	ya	60.0646	744789	40556.1	4.74E+08	3.79E+08	2.97E+08	OK
		8313.55	ya	49.1612	609589	-138324	2.93E+08	2.35E+08	1.55E+08	OK

7.2.6. ANALISA MOMEN KAPASITAS (-) BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 3)

(tumpuan)

Lantai	Elemen	Posisi (m)	As pakai (mm^2)	As' pakai (mm^2)	As-1 (mm^2)	As-2 (mm^2)	Rho	Rho'
DASAR	4	0	4418.1	2454.5	471.24	549.78	0.017118	0.00772
		8	4418.1	2454.5	471.24	549.78	0.017118	0.00772
	5	0	4909	2454.5	471.24	549.78	0.018663	0.00772
		8	4909	2945.4	471.24	549.78	0.018663	0.00927
	6	0	4418.1	2454.5	471.24	549.78	0.017118	0.00772
		8	4418.1	2454.5	471.24	549.78	0.017118	0.00772
1	104	0	4418.1	2454.5	471.24	549.78	0.017118	0.00772
		8	4418.1	2454.5	471.24	549.78	0.017118	0.00772
	105	0	4909	2945.4	471.24	549.78	0.018663	0.00927
		8	4909	2945.4	471.24	549.78	0.018663	0.00927
	106	0	4418.1	2454.5	471.24	549.78	0.017118	0.00772
		8	4418.1	2454.5	471.24	549.78	0.017118	0.00772
2	204	0	3972.2	2454.5	471.24	549.78	0.015714	0.00772
		8	4418.1	2454.5	471.24	549.78	0.017118	0.00772
	205	0	4418.1	2454.5	471.24	549.78	0.017118	0.00772
		8	4909	2454.5	471.24	549.78	0.018663	0.00772
	206	0	4418.1	2454.5	471.24	549.78	0.017118	0.00772
		8	3972.2	1963.6	471.24	549.78	0.015714	0.00618
3	304	0	3436.3	1963.6	471.24	549.78	0.014028	0.00618
		8	3972.2	2454.5	471.24	549.78	0.015714	0.00772
	305	0	4418.1	2454.5	471.24	549.78	0.017118	0.00772
		8	4418.1	2454.5	471.24	549.78	0.017118	0.00772
	306	0	3972.2	2454.5	471.24	549.78	0.015714	0.00772
		8	3463.3	1963.6	471.24	549.78	0.014113	0.00618
4	404	0	2945.4	1472.6	471.24	549.78	0.012483	0.00463
		8	3463.3	1963.6	471.24	549.78	0.014113	0.00618
	405	0	3972.2	1963.6	471.24	549.78	0.015714	0.00618
		8	3972.2	2454.5	471.24	549.78	0.015714	0.00772
	406	0	3463.3	1963.6	471.24	549.78	0.014113	0.00618
		8	2945.4	1472.6	471.24	549.78	0.012483	0.00463
5	504	0	981.8	981.8	471.24	549.78	0.006303	0.00309
		8	2454.2	1472.62	471.24	549.78	0.010937	0.00463
	505	0	1472.7	981.8	471.24	549.78	0.007848	0.00309
		8	981.8	981.8	471.24	549.78	0.006303	0.00309
	506	0	2454.2	1472.62	471.24	549.78	0.010937	0.00463
		8	1472.7	981.8	471.24	549.78	0.007848	0.00309

7.2.7. ANALISA MOMEN KAPASITAS (-) BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 3)

(tumpuan)

Lantai	Elemen	A	B	C	X	fs'	a	Cc	Cs	Z	Mnak(-)	Mkap(-)
DASAR	4	10540	-3E+05	-9E+07	111.8	253.84	95.029	******	562183	634.32	1E+09	1.26E+09
		10540	-3E+05	-9E+07	111.8	253.84	95.029	******	562183	634.32	1E+09	1.26E+09
	5	10540	-5E+05	-9E+07	120.74	279.46	102.63	******	625076	634.42	******	1.37E+09
		10540	-2E+05	-1E+08	114.09	260.8	96.977	******	695108	634.42	******	1.38E+09
	6	10540	-3E+05	-9E+07	111.8	253.84	95.029	******	562183	634.32	1E+09	1.26E+09
		10540	-3E+05	-9E+07	111.8	253.84	95.029	******	562183	634.32	1E+09	1.26E+09
1	104	10540	-3E+05	-9E+07	111.8	253.84	95.029	******	562183	634.32	1E+09	1.26E+09
		10540	-3E+05	-9E+07	111.8	253.84	95.029	******	562183	634.32	1E+09	1.26E+09
	105	10540	-2E+05	-1E+08	114.09	260.8	96.977	******	695108	634.42	******	1.38E+09
		10540	-2E+05	-1E+08	114.09	260.8	96.977	******	695108	634.42	******	1.38E+09
	106	10540	-3E+05	-9E+07	111.8	253.84	95.029	******	562183	634.32	1E+09	1.26E+09
		10540	-3E+05	-9E+07	111.8	253.84	95.029	******	562183	634.32	1E+09	1.26E+09
2	204	10540	-2E+05	-9E+07	104.17	228.48	88.542	******	499934	634.22	******	1.17E+09
		10540	-3E+05	-9E+07	111.8	253.84	95.029	******	562183	634.32	1E+09	1.26E+09
	205	10540	-3E+05	-9E+07	111.8	253.84	95.029	******	562183	634.32	1E+09	1.26E+09
		10540	-5E+05	-9E+07	120.74	279.46	102.63	******	625076	634.42	******	1.37E+09
	206	10540	-3E+05	-9E+07	111.8	253.84	95.029	******	562183	634.32	1E+09	1.26E+09
		10540	-5E+05	-8E+07	109.99	248.15	93.491	******	438565	634.22	******	1.16E+09
3	304	10540	-3E+05	-8E+07	100.16	213.6	85.132	******	370727	634.06	******	1.04E+09
		10540	-2E+05	-9E+07	104.17	228.48	88.542	******	499934	634.22	******	1.17E+09
	305	10540	-3E+05	-9E+07	111.8	253.84	95.029	******	562183	634.32	1E+09	1.26E+09
		10540	-3E+05	-9E+07	111.8	253.84	95.029	******	562183	634.32	1E+09	1.26E+09
	306	10540	-2E+05	-9E+07	104.17	228.48	88.542	******	499934	634.22	******	1.17E+09
		10540	-3E+05	-8E+07	100.63	215.43	85.538	******	374330	634.07	******	1.05E+09
4	404	10540	-4E+05	-6E+07	96.241	197.89	81.805	1E+06	254887	633.89	******	9.33E+08
		10540	-3E+05	-8E+07	100.63	215.43	85.538	******	374330	634.07	******	1.05E+09
	405	10540	-5E+05	-8E+07	109.99	248.15	93.491	******	438565	634.22	******	1.16E+09
		10540	-2E+05	-9E+07	104.17	228.48	88.542	******	499934	634.22	******	1.17E+09
	406	10540	-3E+05	-8E+07	100.63	215.43	85.538	******	374330	634.07	******	1.05E+09
		10540	-4E+05	-6E+07	96.241	197.89	81.805	1E+06	254887	633.89	******	9.33E+08
5	504	10540	-76171	-4E+07	63.763	-6.931	54.199	672056	-31153	632.3	******	4.86E+08
		10540	-3E+05	-6E+07	87.173	156.05	74.097	918785	193287	633.66	******	8.23E+08
	505	10540	-2E+05	-4E+07	72.118	63.38	61.3	760113	37879	632.93	******	5.99E+08
		10540	-76171	-4E+07	63.763	-6.931	54.199	672056	-31153	632.3	******	4.86E+08
	506	10540	-3E+05	-6E+07	87.173	156.05	74.097	918785	193287	633.66	******	8.23E+08
		10540	-2E+05	-4E+07	72.118	63.38	61.3	760113	37879	632.93	******	5.99E+08

7.2.8. ANALISA MOMEN KAPASITAS (+) BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 3)

(tumpuan)

Lantai	Elemen	Posisi (m)	As pakai (mm^2)	As' pakai (mm^2)	As-1 (mm^2)	As-2 (mm^2)	A	B	C
DASAR	4	0	4418.1	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1960548	-1.8E+08
		8	4418.1	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1911364	-1.8E+08
	5	0	4909	2454.5	471.24	549.78	42159.3	2205904	-2E+08
		8	4909	2945.4	471.24	549.78	42159.3	2036642	-2E+08
	6	0	4418.1	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1911364	-1.8E+08
		8	4418.1	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1911364	-1.8E+08
1	104	0	4418.1	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1911364	-1.8E+08
		8	4418.1	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1911364	-1.8E+08
	105	0	4909	2945.4	471.24	549.78	42159.3	2036642	-2E+08
		8	4909	2945.4	471.24	549.78	42159.3	2036642	-2E+08
	106	0	4418.1	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1911364	-1.8E+08
		8	4418.1	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1911364	-1.8E+08
2	204	0	3972.2	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1643824	-1.6E+08
		8	4418.1	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1911364	-1.8E+08
	205	0	4418.1	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1911364	-1.8E+08
		8	4909	2454.5	471.24	549.78	42159.3	2205904	-2E+08
	206	0	4418.1	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1911364	-1.8E+08
		8	3972.2	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1813086	-1.6E+08
3	304	0	3436.3	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1491546	-1.4E+08
		8	3972.2	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1643824	-1.6E+08
	305	0	4418.1	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1911364	-1.8E+08
		8	4418.1	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1911364	-1.8E+08
	306	0	3972.2	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1643824	-1.6E+08
		8	3463.3	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1507746	-1.4E+08
4	404	0	2945.4	1472.6	471.24	549.78	42159.3	1366303	-1.2E+08
		8	3463.3	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1507746	-1.4E+08
	405	0	3972.2	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1813086	-1.6E+08
		8	3972.2	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1643824	-1.6E+08
	406	0	3463.3	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1507746	-1.4E+08
		8	2945.4	1472.6	471.24	549.78	42159.3	1366303	-1.2E+08
5	504	0	981.8	981.8	471.24	549.78	42159.3	357370	-4.5E+07
		8	2454.2	1472.62	471.24	549.78	42159.3	1071576	-1E+08
	505	0	1472.7	981.8	471.24	549.78	42159.3	651910	-6.4E+07
		8	981.8	981.8	471.24	549.78	42159.3	357370	-4.5E+07
	506	0	2454.2	1472.62	471.24	549.78	42159.3	1071576	-1E+08
		8	1472.7	981.8	471.24	549.78	42159.3	651910	-6.4E+07

7.2.9. ANALISA MOMEN KAPASITAS (+) BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 3)

(tumpuan)

Lantai	Elemen	X	fs'	a	Cs	Cc	Z	Mnak(+)	Mkap(+)	Mkap(+)/ Mkap(-)
DASAR	4	45.76923	245.546	38.904	104025	******	257.064	4.79E+08	5.98E+08	0.4729
		46.15823	238.42	39.234	100667	******	257.064	4.81E+08	6.02E+08	0.4758
	5	47.03881	222.725	39.983	93270	2E+06	245.1183	4.63E+08	5.79E+08	0.4218
		48.35302	200.364	41.1	82733	2E+06	267.9211	5.21E+08	6.51E+08	0.4734
	6	46.15823	238.42	39.234	100667	******	257.064	4.81E+08	6.02E+08	0.4758
		46.15823	238.42	39.234	100667	******	257.064	4.81E+08	6.02E+08	0.4758
1	104	46.15823	238.42	39.234	100667	******	257.064	4.81E+08	6.02E+08	0.4758
		46.15823	238.42	39.234	100667	******	257.064	4.81E+08	6.02E+08	0.4758
	105	48.35302	200.364	41.1	82733	2E+06	267.9211	5.21E+08	6.51E+08	0.4734
		48.35302	200.364	41.1	82733	2E+06	267.9211	5.21E+08	6.51E+08	0.4734
	106	46.15823	238.42	39.234	100667	******	257.064	4.81E+08	6.02E+08	0.4758
		46.15823	238.42	39.234	100667	******	257.064	4.81E+08	6.02E+08	0.4758
2	204	45.26573	254.951	38.476	108457	******	269.3717	5E+08	6.24E+08	0.5357
		46.15823	238.42	39.234	100667	******	257.064	4.81E+08	6.02E+08	0.4758
	205	46.15823	238.42	39.234	100667	******	257.064	4.81E+08	6.02E+08	0.4758
		47.03881	222.725	39.983	93270	2E+06	245.1183	4.63E+08	5.79E+08	0.4218
	206	46.15823	238.42	39.234	100667	******	257.064	4.81E+08	6.02E+08	0.4758
		43.89064	281.737	37.307	121079	******	241.6591	4.34E+08	5.43E+08	0.4663
3	304	42.60089	308.432	36.211	133659	******	257.6162	4.56E+08	5.7E+08	0.5457
		45.26573	254.951	38.476	108457	******	269.3717	5E+08	6.24E+08	0.5357
	305	46.15823	238.42	39.234	100667	******	257.064	4.81E+08	6.02E+08	0.4758
		46.15823	238.42	39.234	100667	******	257.064	4.81E+08	6.02E+08	0.4758
	306	45.26573	254.951	38.476	108457	******	269.3717	5E+08	6.24E+08	0.5357
		42.67041	306.952	36.27	132961	******	256.7438	4.55E+08	5.69E+08	0.5412
4	404	39.77769	372.907	33.811	164042	******	239.3504	4.02E+08	5.02E+08	0.538
		42.67041	306.952	36.27	132961	******	256.7438	4.55E+08	5.69E+08	0.5412
	405	43.89064	281.737	37.307	121079	******	241.6591	4.34E+08	5.43E+08	0.4663
		45.26573	254.951	38.476	108457	******	269.3717	5E+08	6.24E+08	0.5357
	406	42.67041	306.952	36.27	132961	******	256.7438	4.55E+08	5.69E+08	0.5412
		39.77769	372.907	33.811	164042	******	239.3504	4.02E+08	5.02E+08	0.538
5	504	28.72934	747.055	24.42	340356	******	298.5958	4.27E+08	5.33E+08	1.0964
		38.10472	415.622	32.389	184171	******	258.5379	4.25E+08	5.31E+08	0.6458
	505	32.0089	609.039	27.208	275317	******	260.3445	3.87E+08	4.84E+08	0.8071
		28.72934	747.055	24.42	340356	******	298.5958	4.27E+08	5.33E+08	1.0964
	506	38.10472	415.622	32.389	184171	******	258.5379	4.25E+08	5.31E+08	0.6458
		32.0089	609.039	27.208	275317	******	260.3445	3.87E+08	4.84E+08	0.8071

7.3.1. ANALISA GESER RENCANA BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 3)

Lantai	Elemen	Posisi (m)	Vd (N)	Vl (N)	Ve (N)	Vu-1 (N)	Vu-2 (N)	Vu-3 (N)	Vu rencana (N)	1.05(Vd+Vl) (N)
DASAR	4	0	178840	60670	85360	311680	565405	468252	565405.1	251485.5
		8	-159570	-55090	85360	-279628	173610	163683	-279628	-225393
	5	0	222160	62510	74680	366608	566615	468792	566614.7	298903.5
		8	-257030	-71890	74680	-423460	21129.2	37521	-423460	-345366
	6	0	160880	55380	85360	281664	544881	452088	544880.7	227073
		8	-177530	-60380	85360	-309644	153086	147519	-309644	-249805.5
1	104	0	170560	57830	87830	297200	566190	469692	566190.5	239809.5
		8	-167850	-57930	87830	-294108	174396	165123	-294108	-237069
	105	0	222930	62760	79970	367932	589720	488529	589719.9	299974.5
		8	-256260	-71640	79970	-422136	44234.4	57258	-422136	-344295
	106	0	168470	58000	87830	294964	564050	467811	564049.5	237793.5
		8	-169940	-57760	87830	-296344	172255	163242	-296344	-239085
2	204	0	166500	56400	75270	290040	508725	420822	508725	234045
		8	-171910	-59360	75270	-301268	116930	116253	-301268	-242833.5
	205	0	223540	62940	69480	368952	546359	451314	546359.1	300804
		8	-255660	-71460	69480	-421128	863.1	20034	-421128	-343476
	206	0	172010	59280	75270	301260	515418	425781	515417.7	242854.5
		8	-166410	-56480	75270	-290060	123612	.121203	-290060	-234034.5
3	304	0	163270	55230	56870	284292	427685	351675	427685	229425
		8	-175140	-60530	56870	-307016	35890.1	47106	-307016	-247453.5
	305	0	223700	62980	53670	369208	480138	394542	480137.7	301014
		8	-255490	-71420	53670	-420860	-65347.8	-36729	-420680	-343255.5
	306	0	174980	60380	56870	306584	441603	362214	441602.7	247128
		8	-163430	-55380	56870	-284724	49807.8	57645	-284724	-229750.5
4	404	0	161450	54750	34490	281340	331627	269469	331626.8	227010
		8	-176960	-61010	34490	-309968	-60168.2	-35100	-309968	-249868.5
	405	0	223860	63000	24560	369432	358050	289890	369432	301203
		8	-255330	-71400	24560	-420636	-187436	-141381	-420636	-343066.5
	406	0	176690	60860	34490	309404	349553	283185	349553.4	249427.5
		8	-161730	-54900	34490	-281916	-42252	-21393	-281916	-227461.5
5	504	0	118030	16090	14070	167380	188094	156879	188093.9	140826
		8	-146560	-27080	14070	-219200	-103324	-81252	-219200	-182322
	505	0	83840	26910	14980	143664	159425	129384	159424.7	116287.5
		8	-79840	-25750	14980	-137008	-29027.3	-17928	-137008	-110869.5
	506	0	144530	26500	14070	215836	219198	180729	219198	179581.5
		8	-120050	-16670	14070	-170732	-72209.6	-57393	-170732	-143556

7.3.1 ANALISA GESER RENCANA BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 3)

Lantai	Elemen	Posisi (m)	Td (Nm)	Tl (Nm)	Te (Nm)	Tu-1 (Nm)	Tu-2 (Nm)	Tu-3 (Nm)	Tu rencana (Nm)
DASAR	4	0	540	1040	380	2312	2490.6	1854	2490.6
		8	540	1040	380	2312	2490.6	1854	2490.6
	5	0	1410	590	390	2636	3304.35	2673	3304.35
		8	1410	590	390	2636	3304.35	2673	3304.35
	6	0	-1920	-1610	380	-4880	-927.15	-360	-360
		8	-1920	-1610	380	-4880	-927.15	-360	-360
1	104	0	100	690	410	1224	2044.35	1566	2044.35
		8	100	690	410	1224	2044.35	1566	2044.35
	105	0	1190	490	420	2212	3167.85	2583	3167.85
		8	1190	490	420	2212	3167.85	2583	3167.85
	106	0	-1280	-1170	400	-3408	-32.55	288	288
		8	-1280	-1170	400	-3408	-32.55	288	288
2	204	0	-110	670	360	940	1607.55	1197	1607.55
		8	-110	670	360	940	1607.55	1197	1607.55
	205	0	1370	550	380	2524	3207.75	2601	3207.75
		8	1370	550	380	2524	3207.75	2601	3207.75
	206	0	-1230	-1210	350	-3412	-202.65	153	153
		8	-1230	-1210	350	-3412	-202.65	153	153
3	304	0	0	620	270	992	1329.3	972	1329.3
		8	0	620	270	992	1329.3	972	1329.3
	305	0	1090	450	280	2028	2462.25	1989	2462.25
		8	1090	450	280	2028	2462.25	1989	2462.25
	306	0	-1080	-1060	270	-2992	-333.9	0	0
		8	-1080	-1060	270	-2992	-333.9	0	0
4	404	0	-970	600	180	-204	-73.5	-225	-73.5
		8	-970	600	180	-204	-73.5	-225	-73.5
	405	0	2280	930	190	4224	3484.95	2736	4224
		8	2280	930	190	4224	3484.95	2736	4224
	406	0	-1230	-1490	180	-3860	-1004.85	-459	-459
		8	-1230	-1490	180	-3860	-1004.85	-459	-459
5	504	0	3160	590	70	4736	3797.85	3096	4736
		8	3160	590	70	4736	3797.85	3096	4736
	505	0	-4040	-1630	90	-7456	-4377.45	-3312	-3312
		8	-4040	-1630	90	-7456	-4377.45	-3312	-3312
	506	0	730	980	70	2444	1369.2	909	2444
		8	730	980	70	2444	1369.2	909	2444

7.3.2. ANALISA MOMEN RENCANA BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 3)
(tumpuan)

Lantai	Elemen	Posisi (m)	Vu,b max	1.05(Vd+Vl)	Mkap(-) (Nmm)	Mkap(+) (Nmm)	Mkap,b+Mka (maks)	E Mkap/Ln (N)	Vu,b (N)	Vu,b kritis (N)	Vu,b pakai (N)	Tu,b (Nm)
DASAR	4	0	565405	251485.5	1.265E+09	598159565	1.8629E+09	219166.369	404901.96	340573.16	340573.2	2490.6
		8	-279628	-225393	1.265E+09	601820147	1.8666E+09	219597.026	-71675.08	-60287.7		2490.6
	5	0	566615	298903.5	1.373E+09	579126018	1.952E+09	229642.394	459653.18	386625.78	386625.8	3304.35
		8	-423460	-345366	1.376E+09	651378767	2.0273E+09	238506.312	-178411.6	-150066.4		3304.35
	6	0	544881	227073	1.265E+09	601820147	1.8666E+09	219597.026	380790.92	320292.76	320292.8	-360
		8	-309644	-249805.5	1.265E+09	601820147	1.8666E+09	219597.026	-96087.58	-80821.67		-360
1	104	0	566191	239809.5	1.265E+09	601820147	1.8666E+09	219597.026	393527.42	331005.75	331005.7	2044.35
		8	-294108	-237069	1.265E+09	601820147	1.8666E+09	219597.026	-83351.08	-70108.68		2044.35
	105	0	589720	299974.5	1.376E+09	651378767	2.0273E+09	238506.312	466928.92	392745.59	392745.6	3167.85
		8	-422136	-344295	1.376E+09	651378767	2.0273E+09	238506.312	-177340.6	-149165.6		3167.85
	106	0	564050	237793.5	1.265E+09	601820147	1.8666E+09	219597.026	391511.42	329310.04	329310	288
		8	-296344	-239085	1.265E+09	601820147	1.8666E+09	219597.026	-85367.08	-71804.39		288
2	204	0	508725	234045	1.166E+09	624460114	1.7901E+09	210601.717	381466.2	320860.76	320860.8	1607.55
		8	-301268	-242833.5	1.265E+09	601820147	1.8666E+09	219597.026	-89115.58	-74957.34		1607.55
	205	0	546359	300804	1.265E+09	601820147	1.8666E+09	219597.026	454521.92	382309.75	382309.7	3207.75
		8	-421128	-343476	1.373E+09	579126018	1.952E+09	229642.394	-182726.3	-153695.7		3207.75
	206	0	515418	242854.5	1.265E+09	601820147	1.8666E+09	219597.026	396572.42	333566.98	333567	153
		8	-290060	-234034.5	1.164E+09	542624639	1.7062E+09	200734.679	-93520.22	-78662.2		153
3	304	0	427685	229425	1.044E+09	569973673	1.6144E+09	189930.452	362376.32	304803.78	304803.8	1329.3
		8	-307016	-247453.5	1.166E+09	624460114	1.7901E+09	210601.717	-100032.3	-84139.67		1329.3
	305	0	480138	301014	1.265E+09	601820147	1.8666E+09	219597.026	454731.92	382486.38	382486.4	2462.25
		8	-420680	-343255.5	-429069.4	601820147	601391078	70751.8915	-293729.2	-247063		2462.25
	306	0	441603	247128	308910	624460114	624769024	73502.2381	298579.57	251142.74	251142.7	0
		8	-284724	-229750.5	-287188.1	568509608	568222420	66849.6964	-182955.7	-153888.6		0
4	404	0	331627	227010	283762.5	502153859	502437622	59110.3085	268387.22	225747.2	225747.2	-73.5
		8	-309968	-249868.5	-312335.6	568509608	568197272	66846.7379	-203075.8	-170812.1		-73.5
	405	0	369432	301203	376503.75	542624639	543001142	63882.4873	345920.74	290962.58	290962.6	4224
		8	-420636	-343066.5	-428833.1	624460114	624031281	73415.4448	-291675.7	-245335.7		4224
	406	0	349553	249427.5	311784.38	568509608	568821392	66920.1638	296271.61	249201.46	249201.5	-459
		8	-281916	-227461.5	-284326.9	502153859	501869533	59043.4744	-186131.1	-156559.5		-459
5	504	0	188094	140826	176032.5	533186303	533362335	62748.51	184749.96	155397.81	155397.8	4736
		8	-219200	-182322	-227902.5	531316632	531088729	62481.027	-138585.3	-116567.5		4736
	505	0	159425	116287.5	145359.38	483611664	483757023	56912.591	156126.31	131321.75	131321.7	-3312
		8	-137008	-110869.5	-138586.9	533186303	533047716	62711.496	-66971.45	-56331.36		-3312
	506	0	219198	179581.5	224476.88	531316632	531541109	62534.2481	223355.47	187869.87	187869.9	2444
		8	-170732	-143556	-179445	483611664	483432219	56874.3787	-103743.9	-87261.62		2444

7.3.3. PENULANGAN GESER & TORSI BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 3)
DI DAERAH SENDI PLASTIS
Tulangan sengkang = D12

Lantai	Elemen	Vu,b pakai (N)	Vc	Vs	Av/s	Tu (Nm)	Tc (Nmm)	Ts	At/s	Avt/s	Avt	S perlu (mm)	S pasang (mm)	Smaks (mm)
DASAR	4	340573.2	0	567622	2.791218	2490.6	2E+07	-15916.6	0	2.791218	226.08	80.997	80	158.875
	5	386625.8	0	644376.3	3.168648	3364.35	2.4E+07	-17910.7	0	3.168648	226.08	71.349	70	158.875
	6	320292.8	0	533821.3	2.625007	-360	3202713	-3802.71	0	2.625007	226.08	86.125	80	158.875
1	104	331005.7	0	551676.2	2.712806	2044.35	1.7E+07	-13724.4	0	2.712806	226.08	83.338	80	158.875
	105	292745.6	0	487909.3	2.399239	3167.85	2.8E+07	-23183	0	2.399239	226.08	94.23	90	158.875
	106	329310	0	548850	2.698908	288	2492944	-2012.94	0	2.698908	226.08	83.767	80	158.875
2	204	320860.8	0	534768	2.629662	1607.55	1.4E+07	-11348.5	0	2.629662	226.08	85.973	80	158.875
	205	382309.7	0	637182.8	3.133275	3207.75	2.3E+07	-17412	0	3.133275	226.08	72.155	70	158.875
	206	333567	0	555945	2.733797	153	1308019	-1053.02	0	2.733797	226.08	82.698	80	158.875
3	304	304803.8	0	508006.3	2.498064	1329.3	1.2E+07	-10049.3	0	2.498064	226.08	90.502	90	158.875
	305	382486.4	0	637477.3	3.134723	2162.25	1.6E+07	-12146.5	0	3.134723	226.08	72.121	70	158.875
	306	251142.7	0	418571.2	2.058277	0	0	0	0	2.058277	226.08	109.84	100	158.875
4	404	225747.2	0	376245.3	1.850144	-73.5	928548.6	-1051.05	0	1.850144	226.08	122.2	120	158.875
	405	290963.6	0	484939.3	2.384635	4224	3.6E+07	-29047.5	0	2.384635	226.08	94.807	90	158.875
	406	249201.5	0	415335.8	2.042367	-459	5240019	-6005.02	0	2.042367	226.08	110.7	110	158.875
5	504	155397.8	0	258996.3	1.273585	4736	5.6E+07	-48278.2	0	1.273585	226.08	177.51	150	158.875
	505	131321.7	0	218869.5	1.076266	-3312	5.1E+07	-56965	0	1.076266	226.08	210.06	150	158.875
	506	187869.9	0	313116.5	1.539715	2444	3.3E+07	-29058.8	0	1.539715	226.08	146.83	140	158.875

Lantai	Elemen	Al-1 (mm^2)	Al-2 (mm^2)	Al. pasang (mm^2)	Tulangan (mm^2)	pasang
DASAR	4	0	452.54825	981.8	981.8	2D- 25
	5	0	528.28042	981.8	981.8	2D- 25
	6	0	-78.811856	981.8	981.8	2D- 25
1	104	0	388.3465	981.8	981.8	2D- 25
	105	0	638.46332	981.8	981.8	2D- 25
	106	0	59.448849	981.8	981.8	2D- 25
2	204	0	320.31023	981.8	981.8	2D- 25
	205	0	511.55254	981.8	981.8	2D- 25
	206	0	31.378712	981.8	981.8	2D- 25
3	304	0	281.44809	981.8	981.8	2D- 25
	305	0	358.10856	981.8	981.8	2D- 25
	306	0	0	981.8	981.8	2D- 25
4	404	0	-22.545801	981.8	981.8	2D- 25
	405	0	816.48141	981.8	981.8	2D- 25
	406	0	-130.63053	981.8	981.8	2D- 25
5	504	0	1426.0939	981.8	981.8	2D- 25
	505	0	-2852.8664	981.8	981.8	2D- 25
	506	0	745.88737	981.8	981.8	-

7.3.4. PENULANGAN GESER & TORSI BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 3)
DI LUAR DAERAH SENDI PLASTIS
Tulangan sengkang = D12

Lantai	Elemen	Vu,b pakai (N)	Vc	Vs	Av/s	Tu (Nm)	Tc (Nmm)	Ts	At/s	Avt/s	Avt	S perlu (mm)	S pasang (mm)	Smaks (mm)
DASAR	4	283431.371	270785.625	201599.993	0.99134536	2490.6	2.37E+07	-19574.1	0	0.99134536	226.08	136.8322	130	310
	5	321757.223	265118.058	271143.98	1.33332012	3364.35	2.76E+07	-22032.8	0	1.33332012	226.08	101.737	100	310
	6	266553.643	285662.51	158593.561	0.77986606	-360	3846787	-4446.79	0	0.77986606	226.08	173.9376	170	310
1	104	275469.193	274911.575	184203.746	0.90580127	2044.35	2.03E+07	-16935.2	0	0.90580127	226.08	149.7547	140	310
	105	326850.243	267790.23	276960.175	1.36192061	3167.85	2.59E+07	-20598.7	0	1.36192061	226.08	99.60052	90	310
	106	274057.993	285816.57	170946.751	0.84061148	288	2994777	-2514.78	0	0.84061148	226.08	161.3682	160	310
2	204	267026.341	278573.769	166470.133	0.81859821	1607.55	1.67E+07	-14042.3	0	0.81859821	226.08	165.7077	160	310
	205	318165.343	266441.766	263833.805	1.29737316	3207.75	2.68E+07	-21437.8	0	1.29737316	226.08	104.5559	100	310
	206	277600.693	285988.23	176679.591	0.86880208	153	1571615	-1316.61	0	0.86880208	226.08	156.1322	150	310
3	304	253663.421	280331.985	142440.384	0.70043462	1329.3	1.46E+07	-12432	0	0.70043462	226.08	193.6626	190	310
	305	318312.343	276630.559	253890.013	1.24847567	2162.25	1.87E+07	-15132.4	0	1.24847567	226.08	108.6509	100	310
	306	209005.697	286053.446	62289.3818	0.30630105	0	0	0	0	0.30630105	226.08	442.8584	310	310
4	404	187871.051	286020.58	27097.8381	0.13325058	-73.5	1115711	-1238.21	0	0.13325058	226.08	1017.992	310	310
	405	242144.519	236989.471	166584.727	0.81916172	4224	4.12E+07	-34179.7	0	0.81916172	226.08	165.5937	270	310
	406	207390.13	285007.228	60642.9889	0.2982051	-459	6289375	-7054.38	0	0.2982051	226.08	454.8816	310	310
5	504	129324.97	164776.301	50765.3154	0.24963275	4736	6.02E+07	-52272.7	0	0.24963275	226.08	543.3902	310	310
	505	109286.42	185458.45	-3311.0843	-0.01628189	-3312	5.6E+07	-61558.9	0	-0.01628189	226.08	-8331.22	310	310
	506	156348.832	244668.257	15913.1291	0.07825103	2444	3.81E+07	-34060.6	0	0.07825103	226.08	1733.498	310	310

Lantai	Elemen	Al-1 (mm^2)	Al-2 (mm^2)	Al. pasang (mm^2)	Tulangan (mm^2)	pasang
DASAR	4	0	532.848156	981.8	981.8	2 D-25
	5	0	619.931593	981.8	981.8	2 D-25
	6	0	-95.040632	981.8	981.8	2 D-25
1	104	0	458.562818	981.8	981.8	2 D-25
	105	0	580.544838	981.8	981.8	2 D-25
	106	0	71.2420581	981.8	981.8	2 D-25
2	204	0	379.375553	981.8	981.8	2 D-25
	205	0	600.746632	981.8	981.8	2 D-25
	206	0	37.6513017	981.8	981.8	2 D-25
3	304	0	333.927362	981.8	981.8	2 D-25
	305	0	423.428353	981.8	981.8	2 D-25
	306	0	0	981.8	981.8	2 D-25
4	404	0	-27.118928	981.8	981.8	2 D-25
	405	0	946.057907	981.8	981.8	2 D-25
	406	0	-157.90215	981.8	981.8	2 D-25
5	504	0	1609.49923	981.8	981.8	2 D-25
	505	0	-3937.515	981.8	981.8	2 D-25
	506	0	866.934918	981.8	981.8	2 D-25

7.2.1. ANALISA MOMEN RENCANA BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 3)

(Lapangan)

Lantai	Elemen	Posisi (m)	Md (Nm)	Ml (Nm)	Me (Nm)	Vd (N)	Vl (N)	Ve (N)	Td (Nm)	Tl (Nm)	Te (Nm)
DASAR	4	4	202640	88990	15710	-58680	-35290	85360	540	1040	380
	5	4	209010	64310	0	37300	10210	74680	540	1040	380
	6	4	204280	89420	15710	-65790	-35920	85360	1410	590	390
1	104	4	200640	87920	13750	-66960	-38130	87830	1410	590	390
	105	4	210200	65210	0	38070	10450	79970	-1920	-1610	380
	106	4	201530	88130	13750	-58200	-33310	87830	-1920	-1610	380
2	204	4	201020	88270	12200	-71020	-39570	75270	100	690	410
	205	4	211940	65620	0	38670	10620	69480	100	690	410
	206	4	201850	88450	12200	-54660	-32030	75270	1190	490	420
3	304	4	202560	88140	9480	-74250	-40740	56870	1190	490	420
	305	4	211570	66080	0	38830	10670	53670	-1280	-1170	400
	306	4	203130	88260	9480	-51690	-30930	56870	-1280	-1170	400
4	404	4	195380	88470	5500	-76070	-41220	34490	-110	670	360
	405	4	219180	66080	0	38990	10700	34560	-110	670	360
	406	4	196790	88820	5500	-49980	-30450	34490	1370	550	380
5	504	4	161900	25890	4450	-45210	-12100	14070	1370	550	380
	505	4	-30720	870	0	58510	16490	14980	-1230	-1210	350
	506	4	159610	25250	4450	-18710	-1690	14070	-1230	-1210	350

7.2.2. ANALISA MOMEN RENCANA BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 3)

(lapangan)

Lantai	Elemen	Posisi (m)	Md (Nm)	Ml (Nm)	Me (Nm)	Mu-1 (Nm)	Mu-2 (Nm)	Mu-3 (Nm)	Mu-4 (Nm)	Mu-5 (Nm)	Momen rencana	
											Negatif	Positif
DASAR	4	4	202640	88990	15710	385552	257299.35	224308.35	196515	168237	168237	385552
	5	4	209010	64310	0	353708	239718.15	239718.15	188109	188109	188109	353708
	6	4	204280	89420	15710	388208	259156.8	226165.8	197991	169713	169713	388208
1	104	4	200640	87920	13750	381440	252804.3	223929.3	192951	168201	168201	381440
	105	4	210200	65210	0	356576	241251.15	241251.15	189180	189180	189180	356576
	106	4	201530	88130	13750	382844	253804.95	224929.95	193752	169002	169002	382844
2	204	4	201020	88270	12200	382456	251686.05	226066.05	191898	169938	169938	382456
	205	4	211940	65620	0	359320	243207.3	243207.3	190746	190746	190746	359320
	206	4	201850	88450	12200	383740	252614.25	226994.25	192645	170685	170685	383740
3	304	4	202560	88140	9480	384096	250406.1	230498.1	190836	173772	173772	384096
	305	4	211570	66080	0	359612	242963.7	242963.7	190413	190413	190413	359612
	306	4	203130	88260	9480	384972	251042.4	231134.4	191349	174285	174285	384972
4	404	4	195380	88470	5500	376008	238792.05	227242.05	180792	170892	170892	376008
	405	4	219180	66080	0	368744	250954.2	250954.2	197262	197262	197262	368744
	406	4	196790	88820	5500	378260	240382.8	228832.8	182061	172161	172161	378260
5	504	4	161900	25890	4450	235704	182822.85	173477.85	149715	141705	141705	235704
	505	4	-30720	870	0	-35472	-31981.95	-31981.95	-27648	-27648	-35472	-27648
	506	4	159610	25250	4450	231932	180216.75	170871.75	147654	139644	139644	231932

Mu-1 = 1.2Md + 1.6Ml

Mu-2 = 1.05(Md + 0.3Ml + Me)

Mu-3 = 1.05(Md + 0.3Ml - Me)

Mu-4 = 0.9(Md + Me)

Mu-5 = 0.9(Md + Me)

7.2.3. PENULANGAN BALOK INDUK PORTAL C/ZONE GEMPA 3 (lapangan)

Diameter tulangan = 25 mm

Lantai	Elemen	Posisi (m)	Mu (Nmm) positif	Rn	Rho delta	Rho'	Rho	Rho min	Rho pakai	As perlu (mm ^ 2)	Tul. pakai	As pakai (mm ^ 2)	As' perlu (mm ^ 2)	Tul. pakai	As' pakai (mm ^ 2)
DASAR	4	4	3.9E+08	1.19333	0.00384	0.00327	0.00711	0.00438	0.00711	2258.31	5	2454.37	1037.49	3	1472.62
	5	4	3.5E+08	1.09477	0.00352	0.003	0.00651	0.00438	0.00651	2068.91	5	2454.37	951.8	3	1472.62
	6	4	3.9E+08	1.20155	0.00387	0.00329	0.00716	0.00438	0.00716	2274.13	5	2454.37	1044.64	3	1472.62
1	104	4	3.8E+08	1.18061	0.0038	0.00323	0.00703	0.00438	0.00703	2233.82	5	2454.37	1026.42	3	1472.62
	105	4	3.6E+08	1.10365	0.00355	0.00302	0.00656	0.00438	0.00656	2085.95	5	2454.37	959.518	3	1472.62
	106	4	3.8E+08	1.18495	0.00381	0.00324	0.00706	0.00438	0.00706	2242.18	5	2454.37	1030.2	3	1472.62
2	204	4	3.8E+08	1.18375	0.00381	0.00324	0.00705	0.00438	0.00705	2239.87	5	2454.37	1029.16	3	1472.62
	205	4	3.6E+08	1.11214	0.00357	0.00304	0.00662	0.00438	0.00662	2102.25	5	2454.37	966.901	3	1472.62
	206	4	3.8E+08	1.18773	0.00382	0.00325	0.00707	0.00438	0.00707	2247.52	5	2454.37	1032.61	3	1472.62
3	304	4	3.8E+08	1.18883	0.00383	0.00325	0.00708	0.00438	0.00708	2249.64	5	2454.37	1033.57	3	1472.62
	305	4	3.6E+08	1.11305	0.00358	0.00305	0.00662	0.00438	0.00662	2103.99	5	2454.37	967.687	3	1472.62
	306	4	3.8E+08	1.19154	0.00384	0.00326	0.0071	0.00438	0.0071	2254.85	5	2454.37	1035.93	3	1472.62
4	404	4	3.8E+08	1.16379	0.00374	0.00318	0.00693	0.00438	0.00693	2201.49	5	2454.37	1011.81	3	1472.62
	405	4	3.7E+08	1.14131	0.00367	0.00312	0.00679	0.00438	0.00679	2158.27	5	2454.37	992.261	3	1472.62
	406	4	3.8E+08	1.17076	0.00377	0.0032	0.00697	0.00438	0.00697	2214.89	5	2454.37	1017.87	3	1472.62
5	504	4	2.4E+08	0.72953	0.00232	0.002	0.00432	0.00438	0.00438	1390.16	3	1472.7	634.261	3	1472.62
	505	4	-2.8E+07	-0.0856	-0.0003	-0.0002	-0.0005	0.00438	0.00438	1390.16	3	1472.7	-74.399	3	1472.62
	506	4	2.3E+08	0.71786	0.00228	0.00196	0.00425	0.00438	0.00438	1390.16	3	1472.7	624.111	3	1472.62

TABEL 8.1.A. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI DASAR(ARAH X)ZONE GEMPA 3)

fc'	= 29.18	Mpa	El b	= 1.815E+14	Nmm^2	decking	= 5	cm	Rho ma 0.08
fy	= 390	Mpa	El c	= 1.1E+14	Nmm^2	sengkang	= 12	mm	Rho mi 0.01
Lu	= 400	cm	tul pokok	= 25	mm	Total Pu	= 7.6E+07	N	
r	= 18	cm	sisikolom	= 80	cm	Total Po	= 1.8E+09	N	

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu { N }	Pc { N }	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn { N }	Kx {eb x} Ksi	Ky {eb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm^2	pakai tulangan	As ada cm^2
KOLOM EXTERIOR																		
K.29.	0.808	1	1.29	YA	467217000 520931000	-32760000 -56850000	3594561	1.7E+08	1	1.07	718795385 801432308	5530094	0.35	1.448	0.02	72	16 D-25	78.5
K.32.	0.808	1	1.29	YA	484631000 768742000	-43648500 -15780000	3584628	1.7E+08	1	1.07	745586154 1.183E+09	5514812	0.325	1.444	0.02	72	16 D-25	78.5
KOLOM INTERIOR																		
K.30.	0.606	1	1.25	YA	1.342E+09 1.376E+09	-57404000 -13640000	6825868	1.7E+08	1	1.07	2.065E+09 2.117E+09	1.1E+07	0.901	2.749	0.08	288	58 D-25	284.7
K.31.	0.606	1	1.25	YA	1.277E+09 1.293E+09	-33040000 -60711000	6383851	1.8E+08	1	1.07	1.964E+09 1.989E+09	9821309	0.857	2.571	0.08	288	58 D-25	284.7

TABEL 8.2.A. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI DASAR(ARAH X)

f'c' = 29.176 Mpa
fy = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Kel	Ky Kel	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.29.	7.2E +08	8E +08	5530094	0.2166	0.2415	0.02	1.8	1.75	6875332	6684350	6133233	7575496	OK
K.32.	7.5E +08	1.2E +09	5514812	0.2253	0.3574	0.02	1.82	1.42	6951724	5423873	6133233	6054252	OK
KOLOM INTERIOR													
K.30.	2.1E +09	2.1E +09	1.1E +07	0.3277	0.336	0.08	2.7	2.7	1E +07	1E +07	1E +07	1.1E +07	OK
K.31.	2E +09	2E +09	9821309	0.3333	0.3375	0.08	2.62	2.6	1E +07	9931034	1E +07	9890374	OK

TABEL 8.1.B. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 1 - 2(ARAH X/ZONE GEMPA 3)

fc'	= 29.18 Mpa	El b	= 1.815E+14 Nmm^2	decking	= 5 cm	Rho ma	0.08
fy	= 390 Mpa	El c	= 1.1E+14 Nmm^2	sengkang	= 12 mm	Rho mi	0.01
Lu	= 400 cm	tul pokok	= 25 mm	Total Pu	= 8.1E+07 N		
r	= 18 cm	sisikolom	= 60 cm	Total Pc	= 2.7E+09 N		

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu { N }	Pc { N }	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn { N }	Kx {eb x} Ksi	Ky {eb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm^2	pakai tulangan	As ada cm^2
KOLOM EXTERIOR																		
K.129.	0.808	0.808	1.25	YA	1.154E+09 1.607E+09	81029000 168740000	2926115	1.6E+08	1	1.04	1.775E+09 2.472E+09	4501715	1.079	1.179	0.06	216	44 D-25	216
K.132.	0.808	0.808	1.25	YA	928974000 1.007E+09	103660000 58830000	2930235	1.6E+08	1	1.04	1.429E+09 1.549E+09	4508054	0.624	1.18	0.06	216	44 D-25	216
KOLOM INTERIOR																		
K.130.	0.606	0.606	1.19	YA	1.26E+09 1.244E+09	142359000 42980000	5508917	1.8E+08	1	1.04	1.939E+09 1.913E+09	8475257	0.846	2.219	0.06	216	44 D-25	216
K.131.	0.606	0.606	1.19	YA	628937000 1.06E+09	81680000 179470000	5196433	1.8E+08	1	1.04	967595385 1.63E+09	7994512	0.422	2.093	0.06	216	44 D-25	216

TABEL 8.2.B. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 1 - 2(ARAH X)

fc' = 29.176 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Kei	Ky Kei	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.129.	1.5E +09	1.3E +09	4501715	0.5553	0.4813	0.06	1.55	1.6	5920424	6111406	8744416	4583443	OK
K.132.	1.7E +09	1.6E +09	4508054	0.6285	0.5915	0.06	1.5	1.52	5729443	5805836	8744416	4302577	OK
KOLOM INTERIOR													
K.130.	1.5E +09	1.9E +09	8475257	0.295	0.3763	0.06	2.4	2.15	9167109	8212202	8744416	8583914	OK
K.131.	1.5E +09	1.6E +09	7994512	0.3127	0.3399	0.06	2.25	2.2	8594164	8403183	8744416	8264336	OK

TABEL 8.1.C. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 2 - 3(ARAH X/ZONE GEMPA 3)

fc'	= 29.18 Mpa	El b	= 1.815E+14 Nmm^2	decking	= 5 cm	Rho ma	0.08
fy	= 390 Mpa	El c	= 1.1E+14 Nmm^2	sengkang	= 12 mm	Rho mi	0.01
Lu	= 400 cm	tul pokok	= 25 mm	Total Pu	= 4.9E+07 N		
r	= 18 cm	sisikolom	= 60 cm	Total Pc	= 2.7E+09 N		

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu { N }	Pc { N }	db -	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn { N }	Kx {eb x} Ksi	Ky {eb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm^2	pakai tulangan	As ada cm^2
KOLOM EXTERIOR																		
K.229.	0.808	0.808	1.25	YA	1.033E+09 1.072E+09	71550000 172200000	2262084	1.6E+08	1	1.03	1.59E+09 1.649E+09	3480129	0.72	0.911	0.06	216	44 D-25	216
K.232.	0.808	0.808	1.25	YA	577522000 1.074E+09	85386000 67494000	2258803	1.6E+08	1	1.03	888495385 1.653E+09	3475082	0.388	0.91	0.06	216	44 D-25	216
KOLOM INTERIOR																		
K.230.	0.606	0.606	1.19	YA	1.042E+09 1.023E+09	125465000 54250000	4242703	1.8E+08	1	1.03	1.603E+09 1.573E+09	6527235	0.699	1.709	0.06	216	44 D-25	216
K.231.	0.606	0.606	1.19	YA	583275000 978570000	72345000 167350000	4043976	1.8E+08	1	1.03	897346154 1.505E+09	6221502	0.392	1.629	0.04	144	30 D-25	147.6

TABEL 8.2.C. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 2 - 3(ARAH X)

fc' = 29.176 Mpa
fy = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Kel	Ky Kel	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.229.	1.6E +09	1.6E +09	3480129	0.7613	0.7897	0.06	1.32	1.3	5041910	4965517	8744416	3504250	OK
K.232.	8.9E +08	1.7E +09	3475082	0.4261	0.7926	0.06	1.8	1.1	6875332	4201592	8744416	3716175	OK
KOLOM INTERIOR													
K.230.	1.6E +09	1.6E +09	6527235	0.4092	0.4018	0.06	1.96	1.96	7486472	7486472	8744416	6544938	OK
K.231.	9E +08	1.5E +09	6221502	0.2404	0.4033	0.04	2.1	1.6	8021220	6111406	7445471	6494015	OK

TABEL 8.1.D. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 3 - 4(ARAH X/ZONE GEMPA 3)

fc'	= 29.18 Mpa	El b	= 1.815E+14 Nmm^2	decking	= 5 cm	Rho ma	0.08
fy	= 390 Mpa	El c	= 1.1E+14 Nmm^2	sengkang	= 12 mm	Rho mi	0.01
Lu	= 400 cm	tul pokok	= 25 mm	Total Pu	= 3.6E+07 N		
r	= 18 cm	sisikolom	= 80 cm	Total Po	= 2.7E+09 N		

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu { N }	Pc { N }	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn { N }	Kx {eb x} Ksi	Ky {eb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm^2	pakai tulangan	As ada cm^2
KOLOM EXTERIOR																		
K.329.	0.808	0.808	1.25	YA	986855000 808461000	70360000 186830000	1605759	1.6E +08	1	1.02	1.518E +09 1.244E +09	2470398	0.543	0.647	0.06	216	44 D-25	216
K.332.	0.808	0.808	1.25	YA	665739000 775635000	83360000 70320000	2976566	1.6E +08	1	1.02	1.024E +09 1.193E +09	4579332	0.447	1.199	0.04	144	30 D-25	147
KOLOM INTERIOR																		
K.330.	0.606	0.606	1.19	YA	862442000 842870000	119395000 61410000	2891537	1.8E +08	1	1.02	1.327E +09 1.297E +09	4448518	0.579	1.165	0.06	216	44 D-25	216
K.331.	0.606	0.606	1.19	YA	831228000 1.048E +09	68572000 181580000	1602630	1.8E +08	1	1.02	1.279E +09 1.613E +09	2465585	0.558	0.646	0.06	216	44 D-25	216

TABEL 8.2.D. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 3 - 4(ARAH X)

fc' = 29.178 Mpa

fy = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Kel	Ky Kel	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.329.	1.5E +09	1.2E +09	2470398	1.0243	0.8391	0.06	0.9	1.2	3437666	4583554	8744416	2533521	OK
K.332.	1E +09	1.2E +09	4579332	0.3728	0.4343	0.04	1.6	1.5	6111406	5729443	7434077	4910390	OK
KOLOM INTERIOR													
K.330.	1.3E +09	1.3E +09	4448518	0.4971	0.4858	0.06	1.6	1.6	6111406	6111406	8744416	4697079	OK
K.331.	1.3E +09	1.6E +09	2465585	0.8644	1.0903	0.06	1.15	0.9	4392573	3437666	8744416	2474063	OK

TABEL 8.1.E. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 4 - 5(ARAH X/ZONE GEMPA 3)

fc'	= 29.18	Mpa	El b	= 1.815E+14	Nmm^2	decking	= 5	cm	Rho ma 0.08
fy	= 390	Mpa	El c	= 1.1E+14	Nmm^2	sengkang	= 12	mm	Rho mi 0.01
Lu	= 400	cm	tul pokok	= 25	mm	Total Pu	= 2.3E+07	N	
r	= 18	cm	sisikolom	= 60	cm	Total Pc	= 2.6E+09	N	

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu { N }	Pc { N }	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn { N }	Kx {eb x} Kal	Ky {eb y} Kal	Rho pakai	As perlu cm^2	pakai tulangan	As ada cm^2
KOLOM EXTERIOR																		
K.429.	0.808	0.808	1.25	YA	856727000 558652000	59050000 173530000	946485	1.4E +08	1	1.02	1.318E +09 859464615	1456131	0.375	0.381	0.04	144	30 D-25	147.3
K.432.	0.808	0.808	1.25	YA	993854000 732546000	60795000 95730000	1171117	1.5E +08	1	1.02	1.529E +09 1.127E +09	1801718	0.667	0.472	0.06	216	44 D-25	216
KOLOM INTERIOR																		
K.430.	0.606	0.606	1.19	YA	564906000 560245000	118912000 72260000	1756118	1.7E +08	1	1.02	869086154 861915385	2701720	0.379	0.707	0.03	108	22 D-25	108
K.431.	0.606	0.606	1.19	YA	319631000 562356000	63851000 182520000	937649	1.8E +08	1	1.02	491740000 865163077	1442537	0.215	0.378	0.03	108	22 D-25	108

TABEL 8.2.E. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 4 - 5(ARAH X)

fc' = 29.176 Mpa
fy = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Kel	Ky Kel	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.429.	1.3E +09	8.6E +08	1456131	1.5086	0.9837	0.04	0.57	0.75	2177188	2864721	7439774	1483747	OK
K.432.	1.5E +09	1.1E +09	1801718	1.4144	1.0425	0.06	0.7	0.95	2673740	3628647	8744416	1868342	OK
KOLOM INTERIOR													
K.430.	8.7E +08	8.6E +08	2701720	0.5361	0.5317	0.03	1.1	1.1	4201592	4201592	6693451	3061753	OK
K.431.	4.9E +08	8.7E +08	1442537	0.5681	0.9996	0.03	1	0.5	3819629	1909814	6693451	1572285	OK

TABEL 8.1.F. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 5 - 6(ARAH X/ZONE GEMPA 3)

fc'	= 29.18 Mpa	Ec b	= 1.815E+14 Nmm^2	decking	= 5 cm	Rho ma	0.08
fy	= 390 Mpa	Ec c	= 1.1E+14 Nmm^2	sengkang	= 12 mm	Rho mi	0.01
Lu	= 400 cm	tul pokok	= 25 mm	Total Pu	= 1E+07 N		
r	= 18 cm	sisikolom	= 60 cm	Total Po	= 1.8E+09 N		

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu { N }	Po { N }	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn { N }	Kx {eb x} Ksi	Ky {eb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm^2	pakai tulangan	As ada cm^2
KOLOM EXTERIOR																		
K.529.	0.404	0.808	1.19	NO	273935000 425985000	80920000 248560000	291926	1.3E+08	1	1	421438462 655361538	449116	0.286	0.118	0.02	72	16 D-25	78.54
K.532.	0.404	0.808	1.19	NO	270636000 275465000	133970000 59430000	527315	1.8E-05	1	1	416363077 423792308	811254	0.182	0.212	0.02	72	16 D-25	78.54
KOLOM INTERIOR																		
K.530.	0.303	0.606	1.15	NO	501907000 316524000	72083000 11210000	663674	1.8E+08	1	1	772164615 486960000	1021036	0.337	0.267	0.02	72	8 D-25	78.5
K.531.	0.303	0.606	1.15	NO	322258000 432517000	76890000 201810000	289531	1.5E+08	1	1	495781538 665410769	445433	0.216	0.117	0.02	72	16 D-25	78.54

TABEL 8.2.F. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 5 - 6(ARAH X)

fc' = 29.176 Mpa
fy = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Kei	Ky Kei	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.529.	4.2E +08	6.6E +08	449116	1.564	2.432	0.02	0.25	0.2	954907	763926	6133993	455950	OK
K.532.	4.2E +08	4.2E +08	811254	0.8554	0.8707	0.02	0.45	0.45	1718833	1718833	6133993	999446	OK
KOLOM INTERIOR													
K.530.	7.7E +08	4.9E +08	1021036	1.2604	0.7949	0.02	0.4	0.6	1527851	2291777	6133233	1077806	OK
K.531.	5E +08	6.7E +08	445433	1.8551	2.4898	0.02	0.23	0.21	878515	802122	6133993	450055	OK

8.2.1. ANALISA MOMEN MAKSIMUM KOLOM PORTAL C

(PADA ARAH SUMBU-X/ZONE GEMPA 3)

Lantai	Elemen	Ujung bawah					Ujung atas					Momen maksimum	
		Mcl	Ml	Me	Mu-1	Mu-2	Mcl	Ml	Me	Mu-1	Mu-2	Mu,bawah	Mu,atas
		(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)
Dasar	29	-39240	-14900	309080	-1.8E +06	1689307	87310	32830	108730	-587622	839916	-1803001	839916
	30	-13530	-1510	352680	-1.9E +06	1913344	32070	4070	202340	-1.1E +06	1144790	1913344	-1066896
	31	11890	1100	352680	-1.9E +06	1942763	-22550	-1540	202340	-1.1E +06	1081485	-1915484	1081485
	32	42160	15660	309080	-1.7E +06	1806890	-87580	-32840	108730	-840134	587252	-1685468	587252.4
1	129	-121900	-45800	169160	-1.3E +06	916369	117070	43730	165340	-894743	1232423	916368.6	-894743
	130	-46500	-6630	300890	-1.7E +06	1569820	48050	7980	290670	-1.5E +06	1648435	-1701393	1648435
	131	36840	4110	300890	-1.6E +06	1688831	-39080	-5660	290670	-1.6E +06	1542954	-1602836	1542954
	132	124520	46400	169160	-913403	1272335	-118010	-43850	165340	-1.2E +06	893819	-913403	-1233725
2	229	-115820	-43290	134910	-1.1E +06	716925	119830	45040	161200	-848637	1194864	-1051056	1194864
	230	-51300	-9560	250370	-1.4E +06	1305839	54080	10200	271710	-1.4E +06	1555315	-1433645	1555315
	231	43960	7710	250370	-1.3E +06	1423680	-46720	-8350	271710	-1.5E +06	1426334	-1315173	1426334
	232	116150	43230	134910	-717599	1052297	-119910	-44890	161200	-1.2E +06	849303	-717599	849303
3	329	-126820	-46790	98660	-845954	481373	130930	47090	138520	-684424	1058266	228620	1058266
	330	-55740	-11340	197000	-1.1E +06	1008588	54940	12030	228620	-1.2E +06	1321041	-1149456	1321041
	331	48860	9630	197000	-1E +06	1139139	-48480	-10430	228620	-1.3E +06	1188665	-1016310	1188665
	332	126490	46530	98660	-483680	847022	-130210	-46720	138520	-1.1E +06	686891	-483680	686891.1
4	429	-125940	-48460	58060	-589915	223675	115660	49630	108310	-492914	840023	-589915	840023.1
	430	-65580	-12840	129190	-788374	623692	167340	5110.5	38596.8	-193129	555275	-788374	555275.4
	431	57920	10900	129190	-634893	779415	167340	6208.8	38184.6	-191026	555479	-634893	555478.6
	432	125610	48220	58060	-226832	591875	58060	9686.6	18902.8	-221954	364222	-226832	364221.7
5	529	-148490	-47770	12080	-326815	-85331	53840	4730.7	37829.8	-217086	340084	-326815	340084.4
	530	-40290	-13280	56290	-363731	251234	95610	10335.4	38717.4	-172255	394740	-363731	394740.2
	531	35200	12010	56290	-258907	358048	95600	14776.7	19635.5	-88655	320446	-258907	320446
	532	145400	46810	12080	81078.9	322562	51730	9850.9	54923.5	-283854	413174	81078.9	413173.8

8.2.2. ANALISA MOMEN MAKSIMUM KOLOM PORTAL C

PADA ARAH SUMBU-Y/ZONE GEMPA 3)

Lantai	Elemen	Ujung bawah					Ujung atas					Momen maksimum	
		Mcl	Ml	Me	Mu-1	Mu-2	Mcl	Ml	Me	Mu-1	Mu-2	Mu,bawah	Mu,atas
		(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)	(Nm)
Dasar	29	-22140	-9060	355570	-1.9E +06	1850075	47600	19470	204050	-923586	1064433	1850074.8	-923586.3
	30	-25710	-15860	355460	-2E +06	1893660	55280	34080	203980	-1E +06	1205492	1893660.3	-1017836.4
	31	-34960	-19710	355450	-2E +06	1879863	75150	42360	203930	-988069	1234840	-1994670.3	1234839.9
	32	-22330	-9140	355590	-1.9E +06	1849875	48000	19640	203990	-922736	1064780	1849875.3	-922735.8
1	129	-62540	-25890	303160	-1.6E +06	1393562	54300	22870	292980	-1.4E +06	1519873	1393562.1	-1357815.9
	130	-70910	-45020	303070	-1.8E +06	1530289	59350	39380	292690	-1.5E +06	1699209	-1773741.9	1699208.7
	131	-98600	-56530	303250	-1.8E +06	1489885	85410	50170	292950	-1.5E +06	1738993	1489884.9	-1454275.2
	132	-63070	-26110	303490	-1.6E +06	1394161	54740	23050	293130	-1.4E +06	1521154	-1581436.6	1521153.9
2	229	-47270	20670	251880	-1.3E +06	1199953	47470	20670	273580	-1.3E +06	1423695	-1255812.6	1423695
	230	-48050	-34540	252530	-1.5E +06	1289373	46670	34650	275110	-1.4E +06	1583203	1289372.7	-1412430.6
	231	-73860	-45110	252280	-1.5E +06	1250124	73820	45670	273790	-1.4E +06	1617737	1250123.7	-1366808.1
	232	-47720	-20610	252640	-1.3E +06	1159328	48010	20890	274050	-1.3E +06	1426467	-1302821.1	1426467
3	329	-47230	-20560	197850	-1E +06	884102	46800	20210	229810	-1.1E +06	1210098	884102.1	-1069376.7
	330	-45720	-34080	199700	-1.2E +06	1003170	46050	33740	230570	-1.2E +06	1340235	1003170	-1172675.7
	331	-72200	-44810	198670	-1.2E +06	959774	70440	43270	230410	-1.1E +06	1375179	-1205494.5	1375178.7
	332	-47710	-20750	199190	-1E +06	889027	47110	20330	230860	-1.1E +06	1214959	889026.6	-1073335.2
4	429	-43170	-19760	129320	-682376	550223	39450	19600	167910	-779690	903695	550223.1	-779690.1
	430	-36760	-32420	129710	-780200	634922	25780	32120	168330	-694823	816413	-780200.4	816412.968
	431	-67140	-44890	130600	-828931	593668	65150	48100	168950	-638790	876615	593667.9	-638790.096
	432	-43840	-20020	131350	-691879	557773	40710	20100	169600	-672287	799988	557772.6	-672287.028
5	529	-46330	-19160	55560	-317337	179808	58200	18870	95000	-365742	527589	-317337.3	527589.048
	530	-53450	-31480	56400	-396982	218629	96460	31130	95940	-317762	585701	218628.9	-317762.424
	531	-59400	-33850	57190	-409036	213211	54410	14240	96890	-359596	503761	213210.9	-359596.23
	532	-46550	-19230	55560	-317642	179504	56640	16820	93520	-384855	539121	-317641.8	539120.61

8.2.3. ANALISA GAYA AKSIAL MAKSIMUM KOLOM PORTAL C

(ZONE GEMPA 3)

Lantai	Elemen	Nd (N)	Nl (N)	Ne (N)	Ne rencana	Nu-1 (N)	Nu-2 (N)	Nu-3 (N)	Nu maks (N)
Dasar	29	-2958730	-637500	350670	455871	-1459758	-5289075	-4570476	-5289075
	30	-5240500	-1454360	36090	46917	-5916305	-6310408	-8615576	-8615576
	31	-4922050	-1351870	36860	47918	-5534682	-5937194	-8069452	-8069452
	32	-2958600	-636980	350740	455962	-1459021	-5289102	-4569488	-5289102
1	129	-2445650	-524550	266410	346333	-1333645	-4242842	-3774060	-4242842
	130	-4281400	-1178440	21160	27508	-4874881	-5105948	-7023184	-7023184
	131	-4050490	-1105530	21940	28522	-4597545	-4837130	-6629436	-6629436
	132	-2444230	-523740	266460	346398	-1331541	-4241284	-3771060	-4241284
2	229	-1928030	-409700	179760	233688	-1215016	-3177995	-2969156	-3177995
	230	-3338530	-907970	10440	13572	-3829802	-3943806	-5458988	-5458988
	231	-3191850	-863540	11190	14547	-3653032	-3775227	-5211884	-5211884
	232	-1925980	-408810	179800	233740	-1212271	-3175687	-2965272	-3175687
3	329	-1408000	-293920	105170	136721	-1027618	-2176075	-2159872	-2176075
	330	-2403550	-640300	3950	5135	-2771087	-2814221	-3908740	-3908740
	331	-2339120	-623750	3870	5031	-2696921	-2739181	-3804944	-3804944
	332	-1405830	-293110	105180	136734	-1024945	-2173511	-2155972	-2173511
4	429	-886070	-177340	48580	63154	-739610	-1270103	-1347028	-1347028
	430	-1474370	-374720	2510	3263	-1691766	-1719176	-2368796	-2368796
	431	-1491090	-385750	2580	3354	-1713573	-1741746	-2406508	-2406508
	432	-884000	-176680	48570	63141	-737213	-1267598	-1343488	-1343488
5	529	-364080	-60720	14140	18382	-330582	-484991	-534048	-534048
	530	-549780	-110280	1700	2210	-614305	-632869	-836184	-836184
	531	-648710	-149460	1740	2262	-734418	-753419	-1017588	-1017588
	532	-362280	-60220	14140	18382	-328482	-482891	-531088	-531088

8.2.4. ANALISA GAYA AKSIAL RENCANA KOLOM PORTAL C
(ZONE GEMPA 3)

Lantai	JOINTS	Sumbu-X		Sumbu-Y		SIGMA		Rv	Ng.k	Nu,k disain		Nu maks	Nu,k pakai	
		M kap,b (Nm)	M kap,b' (Nm)	M kap,b (Nm)	M kap,b' (Nm)	M kap,b-x/Ln (Nm)	M kap, (Nm)		(N)	Nu,k-x (N)	Nu,k-y (N)	(N)	Nu,k-x (N)	Nu,k-y (N)
1	105	1264640	601820	1264700	703000	252224.3243	3E +05	0.975	-3596230	-3603898	-3594561	-5289075	-3603898	-3594561
	106	1375900	651370	1484000	725000	273955.4054	3E +05	0.975	-6694860	-6842628	-6825868	-8615576	-6842628	-6825868
	107	1372800	601820	1484000	725000	266840.5405	3E +05	0.975	-6273920	-6405497	-6383881	-8069452	-6405497	-6383881
	108	1264700	601820	1266000	802000	252232.4324	3E +05	0.975	-3595580	-3603210	-3584628	-5289102	-3603210	-3584628
2	205	1264700	651370	1264000	772000	258928.3784	3E +05	1	-2970200	-2937460	-2926115	-4242842	-2937460	-2926115
	206	1375700	651370	1595100	772000	273928.3784	3E +05	1	-5459840	-5541082	-5508917	-7023184	-5541082	-5508917
	207	1375700	601820	1595100	703000	267232.4324	3E +05	1	-5156020	-5226758	-5196433	-6629436	-5226758	-5196433
	208	1264700	601820	1264700	703000	252232.4324	3E +05	1	-2967970	-2939806	-2930235	-4241284	-2939806	-2930235
3	305	1264700	601820	1264700	721000	252232.4324	3E +05	1.025	-2337730	-2273640	-2262084	-3177995	-2273640	-2262084
	306	1372800	624400	1484000	745000	269891.8919	3E +05	1.025	-4246500	-4265178	-4242702	-5458988	-4265178	-4242702
	307	1264750	601820	1484000	725000	252239.1892	3E +05	1.025	-4055390	-4077178	-4043976	-5211884	-4077178	-4043976
	308	1264750	601820	1264700	723000	252239.1892	3E +05	1.025	-2334790	-2270548	-2258803	-3175687	-2270548	-2258803
4	405	1165600	624400	1153000	671900	241891.8919	2E +05	1.05	-1701920	-1609225	-1605759	-2176075	-1609225	-1605759
	406	1264750	601820	1484000	725700	252239.1892	3E +05	1.05	-3043850	-3010647	-2976566	-3908740	-3010647	-2976566
	407	1264750	601820	1484000	725700	252239.1892	3E +05	1.05	-2962870	-2925618	-2891537	-3804944	-2925618	-2891537
	408	1165600	624460	1153000	671900	241900	2E +05	1.05	-1698940	-1606091	-1602630	-2173511	-1606091	-1602630
5	505	1050040	568500	1044400	687300	218721.6216	2E +05	1.075	-1063410	-951992	-940485	-1347028	-951992	-940485
	506	1165600	624400	1484000	782000	241891.8919	3E +05	1.075	-1849090	-1759521	-1711117	-2368796	-1759521	-1711117
	507	1165600	542620	1484000	626000	230840.5405	3E +05	1.075	-1876840	-1796974	-1756118	-2406508	-1796974	-1756118
	508	1050040	568500	1044400	687000	218721.6216	2E +05	1.075	-1060680	-949126	-937649	-1343488	-949126	-937649
6	605	822000	533310	711000	770100	183150	2E +05	1.1	-424800	-305015	-291926	-534048	-305015	-291926
	606	486300	533190	823000	769900	137768.9189	2E +05	1.1	-660060	-586981	-527315	-836184	-586981	-527315
	607	599160	483610	1050000	626100	146320.2703	2E +05	1.1	-798170	-725412	-663674	-1017588	-725412	-663674
	608	822700	531310	711000	769900	182974.3243	2E +05	1.1	-422500	-302735	-289531	-531088	-302735	-289531

LANTAI	ELEMEN	Me,x		Alpha		Me,y		Mkap,b	Mkap,b	Omega	Mkap,b	Mkap,b	Mu,ka	Mu,kb
		Bawah (Nm)	Atas	Bawah	Atas	Bawah (Nm)	Atas	kiri(x) (Nm)	kanan(x) (Nm)		kiri(y)	kanan(y)	(Nm)	(Nm)
dasar	29	309080	108730	0	0.3537 1362	355570	204050	0	1264640	1	1264700	1044000	634927.934	0
	30	352680	202340	0	0.460379 15	355460	203980	1264640	1375900	1	1484000	1044000	1435 111.01	0
	31	352680	202340	0	0.460379 15	355450	203930	1372800	1264700	1	1484000	1264000	1461694.18	0
	32	309080	108730	0	0.3537 1362	355590	203990	1264700	0	1	1266000	1153000	645681.727	0
1	129	169 160	165340	0.446273 19	0.55372681	303 160	292980	0	1264700	1.3	1264000	1044400	1292 126.11	1041382.2
	130	300890	290670	0.4469528	0.5530472	303070	292690	1264700	1375900	1.3	1595 100	1044400	2263268.75	1829092.14
	131	300890	290670	0.4469528	0.5530472	303250	292950	1375900	1264700	1.3	1595 100	1044400	2263268.75	1829092.14
	132	169 160	165340	0.446273 19	0.55372681	303490	293 130	1264700	0	1.3	1264700	1153600	1313892.39	1058924.61
2	229	134910	161200	0.62628788	0.3737 12 12	251880	273580	0	1264700	1.3	1264700	934100	857410.303	1436896.61
	230	250370	271710	0.5960383	0.4039617	252530	275110	1165600	1372800	1.3	1484000	1155600	1603949.32	2366598.72
	231	250370	271710	0.5960383	0.4039617	252280	273790	1264700	1165600	1.3	1484000	1044400	1535818.51	2266072.93
	232	134910	161200	0.62628788	0.3737 12 12	252640	274050	1264750	0	1.3	1264700	930000	856884.541	1436015.51
3	329	98660	138520	0.73520022	0.26479978	197850	229810	0	1165600	1.3	1153000	822710	555115.706	1541244.43
	330	197000	228620	0.67775006	0.32224994	199700	230570	1044400	1264750	1.3	1484000	1050000	1179258.36	2480194.19
	331	197000	228620	0.67775006	0.32224994	198670	230410	1264750	1050040	1.3	1484000	934000	1168054.95	2456631.4
	332	98660	138520	0.73520022	0.26479978	199 190	230860	1165600	0	1.3	1153000	934000	565656.291	1570509.72
4	429	58060	108310	0.91978752	0.0802 1248	129320	167910	0	1054040	1.3	1044400	711100	151167.48	1733420.48
	430	129 190	38597	0.80242884	0.19757116	129710	168330	933300	1165600	1.3	1484000	934000	665279.419	2702010.67
	431	129 190	38185	0.80242884	0.19757116	130600	168950	1163600	933290	1.3	1484000	822000	656891.287	2667942.55
	432	58060	18903	0.91978752	0.0802 1248	131350	169600	1050040	0	1.3	1044400	711100	150784.945	1729033.99
5	529	12080	37830	0.74113863	1	55560	95000	0	822000	1	711100	598000	1114053.66	825668.211
	530	56290	38717	0.49922394	1	56400	95940	486300	486300	1	823000	598000	1282959.73	640484.215
	531	56290	19636	0.6604002	1	57190	96890	599160	599160	1	1050000	822000	1614058.53	1065924.58
	532	12080	54924	0.25604454	1	55560	93520	822700	0	1	711100	598000	1114695.65	285411.731

ARAH SUMBU Y

LANTAI	ELEMEN	Me,y		Alpha		Me,x		Mkap,b kiri(x) (Nm)	Mkap,b kanan(x) (Nm)	Omega	Mkap,b kiri(y)	Mkap,b kanan(y)	Mu,ka (Nm)	Mu,kb (Nm)
		Bawah (Nm)	Atas	Bawah	Atas	Bawah (Nm)	Atas							
dasar	29	355570	204050	0	0.46021891	309080	108730	0	1264640	1	1264700	1044000	1134579.51	0
	30	355460	203980	0	0.46022201	352680	202340	1264640	1375900	1	1484000	1044000	1401370.64	0
	31	355450	203930	0	0.4603765	352680	202340	1372800	1264700	1	1484000	1264000	1494344.54	0
	32	355590	203990	0	0.46047521	309080	108730	1264700	0	1	1266000	1153000	1181799.9	0
1	129	303160	292980	0.44756641	0.55243359	169160	165340	0	1264700	1.3	1264000	1044400	1770306.05	1434252.95
	130	303070	292690	0.44682482	0.55317518	300890	290670	1264700	1375900	1.3	1595100	1044400	2263284.62	1828158.23
	131	303250	292950	0.44700905	0.55299095	300890	290670	1375900	1264700	1.3	1595100	1044400	2262530.86	1828912
	132	303490	293130	0.4467293	0.5532707	169160	165340	1264700	0	1.3	1264700	1153600	1845483.1	1490104.89
2	229	251860	273580	0.59690728	0.40309272	134910	161200	0	1264700	1.3	1264700	934100	1239061.75	1634825.93
	230	252530	275110	0.59442718	0.40557282	250370	271710	1165600	1372800	1.3	1484000	1155600	1644600.82	2410406.68
	231	252280	273790	0.59588707	0.40411293	250370	271710	1264700	1165600	1.3	1484000	1044400	1569479.14	2314284.56
	232	252640	274050	0.59540543	0.40459457	134910	161200	1264750	0	1.3	1264700	930000	1241707.75	1827309.57
3	329	197850	229810	0.67902705	0.32097295	98660	138520	0	1165600	1.3	1153000	822710	889885.1	1882576.29
	330	199700	230570	0.67958599	0.32041401	197000	228620	1044400	1264750	1.3	1484000	1050000	1232667.23	2614440.53
	331	198670	230410	0.67704444	0.32295556	197000	228620	1264750	1050040	1.3	1484000	934000	1198431.03	2512392.28
	332	199190	230860	0.67599901	0.32400099	98660	138520	1165600	0	1.3	1153000	934000	941270.694	1963876.92
4	429	129320	167910	0.80530539	0.19469461	58060	108310	0	1054040	1.3	1044400	711100	480898.043	1989114.1
	430	129710	168330	0.80346378	0.19653622	129190	38597	933300	1165600	1.3	1484000	934000	714134.891	2919469.54
	431	130600	168950	0.80114743	0.19885257	129190	38184	1163600	933290	1.3	1484000	822000	695855.302	2803497.47
	432	131350	169600	0.80601913	0.19398087	58060	18903	1050040	0	1.3	1044400	711100	478857.567	1989723.86
5	529	55560	95000	0.63865962	1	12080	37825	0	822000	1	711100	598000	1426764.21	911216.682
	530	56400	95940	0.6369622	1	56290	38717	486300	486300	1	823000	598000	1570825.48	1000556.45
	531	57190	96890	0.63553265	1	56290	19636	599160	599160	1	1050000	822000	2046550.5	1300649.67
	532	55560	93520	0.64457282	1	12080	54924	822700	0	1	711100	598000	1426956.8	919777.567

8.2.7 DISAIN PENULANGAN GESER DAN TORSI KOLOM PORTAL C(ZONE GEMPA 3)
DI LUAR DAERAH SENDI PLASTIS

LANTAI	ELEMEN	INTERAKSI GESER DAN AKSIAL			Vs	Av/s	0.3 Ag fc'	Nu,k<	Lo	S perlu	Smax	Tulangan
		Nu,k (N)	Vu,k (N)	Vc (N)	(N)	(mm)		0.3 Ag fc'	(mm)	(mm)	(mm)	pakai
1	129	2937460	971078.48	431311.29	1062655.6	6.3193126	3150360	ya	600	35.763383	100	D12-35
	130	5541082	1240109.4	572079.35	1335781.2	7.9435134	3150360	tidak	900	28.450887	100	D12-25
	131	5226758	1240109.4	565085.03	1352775.5	8.0445738	3150360	tidak	900	28.093471	100	D12-25
	132	2939806	1010784.2	431438.13	1123614.5	6.6818182	3150360	ya	600	33.823129	100	D12-30
2	229	2273640	931481.12	395421.04	1037626.8	6.1704736	3150360	ya	600	36.626038	100	D12-35
	230	4265178	1228790.2	503096.01	1387350.4	8.2501806	3150360	tidak	900	27.39334	100	D12-25
	231	4077178	1176898.1	492931.56	1317680.9	7.8358759	3150360	tidak	900	28.841702	100	D12-25
	232	2270548	930005.25	395253.86	1035523.4	6.1579653	3150360	ya	600	36.700434	100	D12-35
3	329	1609225	840139.81	359498.61	933024.18	5.5484311	3150360	ya	600	40.732235	100	D12-40
	330	3010647	1165790.2	435268.23	1358255.2	8.0771598	3150360	ya	600	27.980132	100	D12-25
	331	2925618	1124491.9	430671.04	1299316.5	7.7266682	3150360	ya	600	29.249347	100	D12-25
	332	1606091	880347.76	359329.17	995052	5.9172931	3150360	ya	600	38.193139	100	D12-35
4	429	951992	748488.53	323964.49	827556.32	4.9212436	3150360	ya	600	45.923352	100	D12-45
	430	1759521	1101092.3	367624.55	1326363.5	7.8875091	3150360	ya	600	28.652899	100	D12-25
	431	1796974	1060409.9	369649.5	1261750.4	7.5032731	3150360	ya	600	30.120189	100	D12-30
	432	949126	748054.98	323809.54	827044.27	4.9181986	3150360	ya	600	45.951784	100	D12-45

8.2.8 DISAIN PENULANGAN GESER DAN TORSI KOLOM PORTAL C(ZONE GEMPA 3)
DI DAERAH SENDI PLASTIS

LANTAI	ELEMEN	INTERAKSI GESER DAN AKSIAL			Vs	Av/s	0.3 Ag fc'	Nu,k<	Lo	S perlu	Smax	Tulangan
		Nu,k (N)	Vu,k (N)	Vc (N)	(N)	(mm)		0.3 Ag fc'	(mm)	(mm)	(mm)	pakai
DASAR	29	3603898	343811.97	0	528941.5	3.1454656	3150360	tidak	900	71.849458	100	D12-70
	30	6842628	424657.77	0	653319.64	3.8851073	3150360	tidak	900	58.170852	100	D12-55
	31	6405497	452831.68	0	696664.12	4.1428647	3150360	tidak	900	54.551625	100	D12-50
	32	3603210	358121.18	0	550955.67	3.2763777	3150360	tidak	900	68.978617	100	D12-65
5	529	305014.5	971078.48	0	1493966.9	8.884199	3150360	ya	600	25.438422	100	D12-30
	530	586980.93	1239831.2	0	1907432.6	11.342962	3150360	ya	600	19.924248	100	D12-30
	531	725411.9	1239831.2	0	1907432.6	11.342962	3150360	ya	600	19.924248	100	D12-20
	532	302734.8	1010784.2	0	1555052.7	9.2474588	3150360	ya	600	24.439146	100	D12-30

8.3.1. ANALISA TEGANGAN GESER INTI JOINT PORTAL C

(PADA ARAH SUMBU-X/ZONE GEMPA 3)

Lantai	JOINTS	M kap,b kiri (x) (Nm)	M kap,b kanan (x) (Nm)	0.5 Sigma (mm)	Z ki = Zka (m)	C ki (N)	T ka (N)	V kolom (N)	GAYA GESER		Vj,h min (MPa)	1.5 Vfc' (MPa)
									Vj,h (N)	Vj,v (N)		
1	105	0	1264640	4	546	0	1621333.33	239256.2	1382077	1382077	3.839103	8.1
	106	1264640	1375900	4	546	1621333	1763974.36	499561.6	2885746	2885746	8.015961	8.1
	107	1372800	1264700	4	546	1760000	1621410.26	498986.5	2882424	2882424	8.006733	8.1
	108	1264700	0	4	546	1621410	0	239267.6	1382143	1382143	3.839285	8.1
2	205	0	1264700	4	546	0	1621410.26	239267.6	1382143	1382143	3.839285	8.1
	206	1264700	1375900	4	546	1621410	1763974.36	499573	2885812	2885812	8.016143	8.1
	207	1375900	1264700	4	546	1763974	1621410.26	499573	2885812	2885812	8.016143	8.1
	208	1264700	0	4	546	1621410	0	239267.6	1382143	1382143	3.839285	8.1
3	305	0	1264700	4	546	0	1621410.26	239267.6	1382143	1382143	3.839285	8.1
	306	1165600	1372800	4	546	1494359	1760000	480237.8	2774121	2774121	7.705892	8.1
	307	1264700	1165600	4	546	1621410	1494358.97	459786.5	2655983	2655983	7.37773	8.1
	308	1264750	0	4	546	1621474	0	239277	1382197	1382197	3.839437	8.1
4	405	0	1165600	4	546	0	1494358.97	220518.9	1273840	1273840	3.538445	8.1
	406	1044400	1264750	4	546	1338974	1621474.36	436866.2	2523583	2523583	7.009951	8.1
	407	1264750	1050040	4	546	1621474	1346205.13	437933.2	2529746	2529746	7.027073	8.1
	408	1165600	0	4	546	1494359	0	220518.9	1273840	1273840	3.538445	8.1
5	505	0	1054040	4	546	0	1351333.33	199413	1151920	1151920	3.199779	8.1
	506	933300	1165600	4	546	1196538	1494358.97	397089.2	2293808	2293808	6.37169	8.1
	507	1163600	933290	4	546	1491795	1196525.64	396708.9	2291612	2291612	6.365588	8.1
	508	1050040	0	4	546	1346205	0	198656.2	1147549	1147549	3.187636	8.1
6	605	0	822000	4	546	0	1053846.15	155513.5	898332.6	898332.6	2.495368	8.1
	606	486300	486300	4	546	623461.5	623461.538	184005.4	1062918	1062918	2.952549	8.1
	607	599160	599160	4	546	768153.8	768153.846	226709.2	1309599	1309599	3.637774	8.1
	608	822700	0	4	546	1054744	0	155645.9	899097.6	899097.6	2.497493	8.1

8.3.2. ANALISA TEGANGAN GESER INTI JOINT PORTAL C

(PADA ARAH SUMBU-Y/ZONE GEMPA 3)

Lantai	JOINTS	M kap,b kiri (x) (Nm)	M kap,b kanan (x) (Nm)	0.5 Sigma (mm)	Z ki = Zka (m)	C ki (N)	T ka (N)	V kolom (N)	GAYA GESER		Vj,h min (MPa)	1.5 Vfc' (MPa)
									Vj,h (N)	Vj,v (N)		
1	105	1264700	1044000	4	546	1621410	1338461.54	436781.1	2523091	2523091	7.008585	8.1
	106	1484000	1044000	4	546	1902564	1338461.54	478270.3	2762755	2762755	7.67432	8.1
	107	1484000	1264000	4	546	1902564	1620512.82	519891.9	3003185	3003185	8.342181	8.1
	108	1266000	1153000	4	546	1623077	1478205.13	457648.6	2643633	2643633	7.343426	8.1
2	205	1264000	1044400	4	546	1620513	1338974.36	436724.3	2522763	2522763	7.007675	8.1
	206	1595100	1044400	4	546	2045000	1338974.36	499364.9	2884609	2884609	8.012804	8.1
	207	1595100	1044400	4	546	2045000	1338974.36	499364.9	2884609	2884609	8.012804	8.1
	208	1264700	1153600	4	546	1621410	1478974.36	457516.2	2642868	2642868	7.341301	8.1
3	305	1264700	934100	4	546	1621410	1197564.1	415989.2	2402985	2402985	6.674959	8.1
	306	1484000	1155600	4	546	1902564	1481538.46	499383.8	2884719	2884719	8.013108	8.1
	307	1484000	1044400	4	546	1902564	1338974.36	478345.9	2763193	2763193	7.675535	8.1
	308	1264700	930000	4	546	1621410	1192307.69	415213.5	2398504	2398504	6.662512	8.1
4	405	1153000	822710	4	546	1478205	1054756.41	373783	2159179	2159179	5.997718	8.1
	406	1484000	1050000	4	546	1902564	1346153.85	479405.4	2769313	2769313	7.692535	8.1
	407	1484000	934000	4	546	1902564	1197435.9	457459.5	2642541	2642541	7.34039	8.1
	408	1153000	934000	4	546	1478205	1197435.9	394837.8	2280803	2280803	6.335564	8.1
5	505	1044400	711100	4	546	1338974	911666.667	332121.6	1918519	1918519	5.329221	8.1
	506	1484000	934000	4	546	1902564	1197435.9	457459.5	2642541	2642541	7.34039	8.1
	507	1484000	822000	4	546	1902564	1053846.15	436270.3	2520140	2520140	7.000389	8.1
	508	1044400	711100	4	546	1338974	911666.667	332121.6	1918519	1918519	5.329221	8.1
6	605	711100	598000	4	546	911666.7	766666.667	247667.6	1430666	1430666	3.974072	8.1
	606	823000	598000	4	546	1055128	766666.667	268837.8	1552957	1552957	4.31377	8.1
	607	1050000	822000	4	546	1346154	1053846.15	354162.2	2045838	2045838	5.682883	8.1
	608	711100	598000	4	546	911666.7	766666.667	247667.6	1430666	1430666	3.974072	8.1

8.3.3. PENULANGAN GESER INTI JOINT PORTAL SUMBU C

(ZONE GEMPA 3)

Lantai	joint	GAYA GESER		Nu,h min	Nu,h / Ag	0.1 fc'	Vc,h	Vs,h	Aj,h	Jumlah la	Vc,v	Vs,v	Aj,v	Jumlah tul.
		Vj,h (N)	Vj,v (N)	(N)	(MPa)	(MPa)	(N)	(N)	(mm^2)	begel	(N)	(N)	(mm^2)	begel
1	105	2523091	2523091	3594561	9.98489	2.916	638097.3	1884993	5890.6	13.0323	2377805	145286.1	454.019	2 D-25
	106	2885747	2885747	6825868	18.9607	2.916	961341.4	1924405	6013.77	13.3048	3607851	-722104	-2256.57	2 D-25
	107	3003185	3003185	6383881	17.733	2.916	923828.6	2079356	6497.99	14.3761	3628231	-625046	-1953.27	2 D-25
	108	2643633	2643633	3584628	9.9573	2.916	636850.7	2006783	6271.2	13.8743	2488905	154728.7	483.5273	2 D-25
2	205	2522763	2522763	2926115	8.1281	2.916	547920.5	1974842	6171.38	13.6535	2216856	305906.8	955.9586	2 D-25
	206	2885822	2885822	5508917	15.3025	2.916	844668.7	2041153	6378.6	14.112	3245911	-360089	-1125.28	2 D-25
	207	2885822	2885822	5196433	14.4345	2.916	814535.3	2071286	6472.77	14.3203	3160008	-274186	-856.832	2 D-25
	208	2642868	2642868	2930235	8.13954	2.916	548521.6	2094347	6544.83	14.4797	2323435	319433.5	998.2298	2 D-25
3	305	2402985	2402985	2262084	6.28357	2.916	440422.4	1962563	6133.01	13.5686	1959600	443384.8	1385.578	3 D-25
	306	2884719	2884719	4242702	11.7853	2.916	714752.2	2169967	6781.15	15.0025	2896717	-11998.3	-37.4948	2 D-25
	307	2763193	2763193	4043976	11.2333	2.916	692152.1	2071040	6472	14.3186	2722376	40816.14	127.5504	2 D-25
	308	2398504	2398504	2258803	6.27445	2.916	439826	1958678	6120.87	13.5417	1955197	443307.7	1385.336	3 D-25
4	405	2159179	2159179	1605759	4.46044	2.916	298261.4	1860917	5815.37	12.8659	1625785	533394	1666.856	4 D-25
	406	2769313	2769313	2976566	8.26824	2.916	555237.7	2214075	6918.98	15.3075	2446818	322494.1	1007.794	3 D-25
	407	2642541	2642541	2891537	8.03205	2.916	542848.3	2099692	6561.54	14.5167	2313405	329135.3	1028.548	3 D-25
	408	2280803	2280803	1602630	4.45175	2.916	297420.9	1983382	6198.07	13.7125	1716684	564119.4	1762.873	4 D-25
5	505	1918519	1918519	940485	2.61246	2.916	298523.3	1619996	5062.49	11.2002	1322993	595526.6	1861.021	4 D-25
	506	2642541	2642541	1711117	4.7531	2.916	325295.4	2317245	7241.39	16.0208	2016260	626280.1	1957.125	5 D-25
	507	2520140	2520140	1756116	4.87811	2.916	336180.4	2183960	6824.87	15.0993	1933672	586467.9	1832.712	4 D-25
	508	1918519	1918519	937649	2.60458	2.916	298526.3	1619993	5062.48	11.2002	1322474	596044.9	1862.64	4 D-25
6	605	1430666	1430666	291926	0.8109	2.916	32145.26	1398521	4370.38	9.66897	898185	532481.2	1664.004	4 D-25
	606	1552957	1552957	527315	1.46476	2.916	36254.36	1516703	4739.7	10.4861	1009782	543174.7	1697.421	4 D-25
	607	2045838	2045838	663674	1.84354	2.916	36548.37	2009289	6279.03	13.8917	1356844	688994.3	2153.107	5 D-25
	608	1430666	1430666	289531	0.80425	2.916	36524.33	1394141	4356.69	9.6387	897858	532807.5	1665.023	4 D-25

```
C CAPASITY DESIGN OF BUILDING
C THREE DIMENSIONAL STRUCTURAL AND EARTHQUAKE ANALYSIS
C PROGRAMMED BY HENDRATNO - NRP.3903100865
C CIVIL DEPARTMENT - ITS / SURABAYA
C CALCULATION IN MKS-UNITS ( KN-M-CELCIUS-SECOND )
C GRAVITATION ACC. = 9.81 M/S^2
SYSTEM
L=2  V=6   T=0.0001
:
JOINTS
C ********** LANTAI DASAR ---- ELEVASI = 0 M
1     X=0    Y=0    Z=0
4     X=24   Y=0    Z=0
13    X=0    Y=24   Z=0
16    X=24   Y=24   Z=0   @=1,4,13,16,1,4
C ********** LANTAI 1 ---- ELEVASI = 4 M
101   X=0    Y=0    Z=4
104   X=24   Y=0    Z=4
113   X=0    Y=24   Z=4
116   X=24   Y=24   Z=4   @=101,104,113,116,1,4
117   X=0    Y=4    Z=4
118   X=24   Y=4    Z=4
119   X=0    Y=20   Z=4
120   X=24   Y=20   Z=4
121   X=8    Y=4    Z=4
122   X=16   Y=4    Z=4
123   X=8    Y=20   Z=4
124   X=16   Y=20   Z=4
125   X=4    Y=8    Z=4
126   X=20   Y=8    Z=4
127   X=4    Y=16   Z=4
128   X=20   Y=16   Z=4
129   X=5.2  Y=8    Z=4
130   X=18.8 Y=8    Z=4
131   X=11   Y=8    Z=4
132   X=13   Y=8    Z=4
133   X=11   Y=16   Z=4
134   X=13   Y=16   Z=4
135   X=8    Y=12   Z=4
136   X=16   Y=10.75  Z=4
137   X=16   Y=13.25  Z=4
138   X=16   Y=16    Z=4
C ********** LANTAI 2 ---- ELEVASI = 8 M
201   X=0    Y=0    Z=8
204   X=24   Y=0    Z=8
213   X=0    Y=24   Z=8
216   X=24   Y=24   Z=8   @=201,204,213,216,1,4
217   X=0    Y=4    Z=8
218   X=24   Y=4    Z=8
219   X=0    Y=20   Z=8
220   X=24   Y=20   Z=8
221   X=8    Y=4    Z=8
222   X=16   Y=4    Z=8
223   X=8    Y=20   Z=8
224   X=16   Y=20   Z=8
```

```
225   X=4     Y=8     Z=8
226   X=20    Y=8     Z=8
227   X=4     Y=16    Z=8
228   X=20    Y=16    Z=8
229   X=5.2   Y=8     Z=8
230   X=18.8  Y=8     Z=8
231   X=11    Y=8     Z=8
232   X=13    Y=8     Z=8
233   X=11    Y=16    Z=8
234   X=13    Y=16    Z=8
235   X=8     Y=12    Z=8
236   X=16    Y=10.75 Z=8
237   X=16    Y=13.25 Z=8
238   X=16    Y=16    Z=8
C ********** LANTAI 3 ---- ELEVASI = 12 M
301   X=0     Y=0     Z=12
304   X=24    Y=0     Z=12
313   X=0     Y=24    Z=12
316   X=24    Y=24    Z=12  Q=301,304,313,316,1,4
317   X=0     Y=4     Z=12
318   X=24    Y=4     Z=12
319   X=0     Y=20    Z=12
320   X=24    Y=20    Z=12
321   X=8     Y=4     Z=12
322   X=16    Y=4     Z=12
323   X=8     Y=20    Z=12
324   X=16    Y=20    Z=12
325   X=4     Y=8     Z=12
326   X=20    Y=8     Z=12
327   X=4     Y=16    Z=12
328   X=20    Y=16    Z=12
329   X=5.2   Y=8     Z=12
330   X=18.8  Y=8     Z=12
331   X=11    Y=8     Z=12
332   X=13    Y=8     Z=12
333   X=11    Y=16    Z=12
334   X=13    Y=16    Z=12
335   X=8     Y=12    Z=12
336   X=16    Y=10.75 Z=12
337   X=16    Y=13.25 Z=12
338   X=16    Y=16    Z=12
C ********** LANTAI 4 ---- ELEVASI = 16 M
401   X=0     Y=0     Z=16
404   X=24    Y=0     Z=16
413   X=0     Y=24    Z=16
416   X=24    Y=24    Z=16  Q=401,404,413,416,1,4
417   X=0     Y=4     Z=16
418   X=24    Y=4     Z=16
419   X=0     Y=20    Z=16
420   X=24    Y=20    Z=16
421   X=8     Y=4     Z=16
422   X=16    Y=4     Z=16
423   X=8     Y=20    Z=16
424   X=16    Y=20    Z=16
425   X=4     Y=8     Z=16
```

```
426   X=20   Y=8     Z=16
427   X=4    Y=16    Z=16
428   X=20   Y=16    Z=16
429   X=5.2  Y=8     Z=16
430   X=18.8 Y=8     Z=16
431   X=11   Y=8     Z=16
432   X=13   Y=8     Z=16
433   X=11   Y=16    Z=16
434   X=13   Y=16    Z=16
435   X=9    Y=12    Z=16
436   X=16   Y=10.75 Z=16
437   X=16   Y=13.25 Z=16
438   X=16   Y=16    Z=16
C ********** LANTAI 5 ---- ELEVASI = 20 M
501   X=0    Y=0     Z=20
504   X=24   Y=0     Z=20
513   X=0    Y=24    Z=20
516   X=24   Y=24    Z=20  Q=501,504,513,516,1,4
517   X=0    Y=4     Z=20
518   X=24   Y=4     Z=20
519   X=0    Y=20    Z=20
520   X=24   Y=20    Z=20
521   X=8    Y=4     Z=20
522   X=16   Y=4     Z=20
523   X=8    Y=20    Z=20
524   X=16   Y=20    Z=20
525   X=4    Y=8     Z=20
526   X=20   Y=8     Z=20
527   X=4    Y=16    Z=20
528   X=20   Y=16    Z=20
529   X=5.2  Y=8     Z=20
530   X=18.8 Y=8     Z=20
531   X=11   Y=8     Z=20
532   X=13   Y=8     Z=20
533   X=11   Y=16    Z=20
534   X=13   Y=16    Z=20
535   X=8    Y=12    Z=20
536   X=16   Y=10.75 Z=20
537   X=16   Y=13.25 Z=20
538   X=16   Y=16    Z=20
C ********** LANTAI 6 ---- ELEVASI = 24 M
601   X=0    Y=0     Z=24
604   X=24   Y=0     Z=24
613   X=0    Y=24    Z=24
616   X=24   Y=24    Z=24  Q=601,604,613,616,1,4
617   X=0    Y=4     Z=24
618   X=24   Y=4     Z=24
619   X=0    Y=20    Z=24
620   X=24   Y=20    Z=24
621   X=8    Y=4     Z=24
622   X=16   Y=4     Z=24
623   X=8    Y=20    Z=24
624   X=16   Y=20    Z=24
625   X=4    Y=8     Z=24
626   X=20   Y=8     Z=24
```

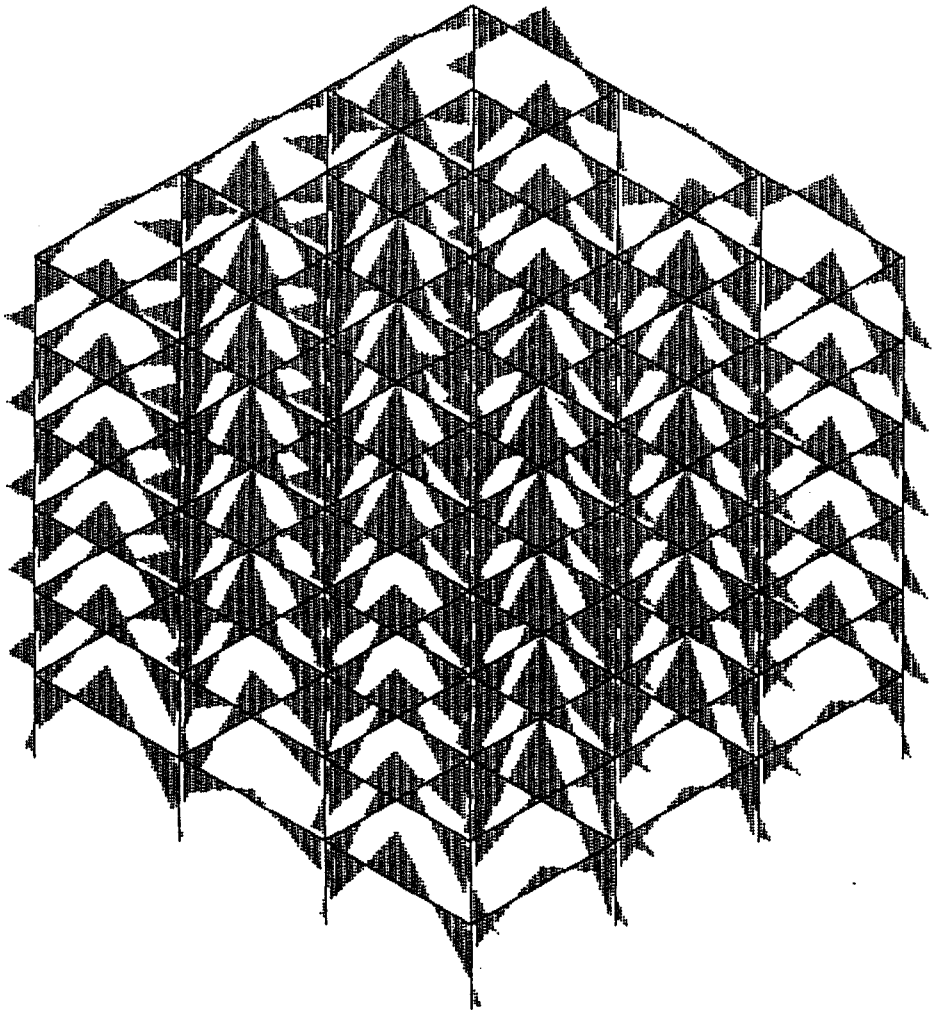
```
627   X=4    Y=16   Z=24
628   X=20   Y=16   Z=24
629   X=12   Y=8    Z=24
630   X=12   Y=16   Z=24
631   X=16   Y=9.5  Z=24
632   X=16   Y=12   Z=24
633   X=16   Y=14.5 Z=24
C ########## MASTER JOINTS ############
139   X=11.918   Y=12.083   Z=4  : LANTAI 1
239   X=11.918   Y=12.083   Z=8  : LANTAI 2
339   X=11.918   Y=12.083   Z=12 : LANTAI 3
439   X=11.918   Y=12.083   Z=16 : LANTAI 4
539   X=11.918   Y=12.083   Z=20 : LANTAI 5
639   X=12.261   Y=12.218   Z=24 : ATAP
:
RESTRAINTS
C FIXED JOINTS
1,16,1      R=1,1,1,1,1,1
C DEPENDENT JOINTS
101,138,1   R=1,1,0,0,0,1
201,238,1   R=1,1,0,0,0,1
301,338,1   R=1,1,0,0,0,1
401,438,1   R=1,1,0,0,0,1
501,538,1   R=1,1,0,0,0,1
601,638,1   R=1,1,0,0,0,1
C MASTER JOINTS
139,639,100 R=0,0,1,1,1,0
:
FRAME
NM=2  NL=34  NSEC=3   Z=-1
1  SH=R  T=0.7,0.5  W=8.4  E=2.53E7 : BALOK INDUK 50/70
2  SH=R  T=0.6,0.6  W=8.64 E=2.53E7 : KOLOM 60/60
C SPAN LOADING DATA
1  WG=0,0,-19.70
2  WG=0,0,-2.75
3  WG=0,0,-24.106     PLD=4.0,-130.4
4  WG=0,0,-4.00       PLD=4.0,-58.67
5  WG=0,0,-18.868     PLD=2.8,-10.85,0,4.0,-125.78
6  WG=0,0,-5.35       PLD=2.8,-4.66,0,4.0,-71.51
7  WG=0,0,-18.868     PLD=4.0,-125.78,0,5.2,-10.85
8  WG=0,0,-5.35       PLD=4.0,-71.51,0,5.2,-4.66
9  WG=0,0,-28.223     PLD=4.0,-260.8
10 WG=0,0,-11.00      PLD=4.0,-117.24
11 WG=0,0,-28.515     PLD=3.0,-48.28,0,5.0,-157.74
12 WG=0,0,-5.25       PLD=3.0,-32.88,0,5.0,-62.67
13 WG=0,0,-29.948     PLD=4.0,-70.01
14 WG=0,0,-5.66       PLD=4.0,-29.31
15 WG=0,0,-17.053     PLD=2.75,-36.461,0,5.25,-36.461
16 WG=0,0,-2.00       PLD=2.75,-10.01,0,5.25,-10.01
17 WG=0,0,-23.805     PLD=4.0,-125.78
18 WG=0,0,-6.75       PLD=4.0,-71.51
19 WG=0,0,-7.737
20 WG=0,0,-1.65
21 WG=0,0,-11.253     PLD=4.0,-101.92
22 WG=0,0,-2.40       PLD=4.0,-35.20
```

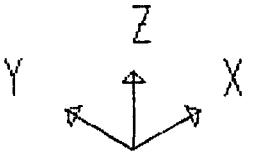
```
23 WG=0,0,-18.991      PLD=4.0,-61.893
24 WG=0,0,-4.05        PLD=4.0,-13.20
25 WG=0,0,-22.507      PLD=4.0,-203.84
26 WG=0,0,-4.80        PLD=4.0,-70.40
27 WG=0,0,-15.473
28 WG=0,0,-3.30
29 WG=0,0,-25.473      PLD=1.33,-30,0,4.00,-30,0,6.67,-30,0
30 WG=0,0,-11.917
31 WG=0,0,-28.991      PLD=4.0,113.014
32 WG=0,0,-11.417      PLD=4.0,31.817
33 WG=0,0,-28.991      PLD=4.0,-113.014
34 WG=0,0,-11.417      PLD=4.0,-31.817
C BEAM ELEMENT LEVEL-1
1,102,101    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
4,106,105    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
5,107,106    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
6,108,107    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
7,110,109    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
8,111,110    M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
10,114,113   M=1 LP=2,0 MS=139,139 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
13,101,105   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
14,102,106   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
17,105,109   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
18,106,110   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
19,107,111   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
21,109,113   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
22,110,114   M=1 LP=3,0 MS=139,139 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-2
101,202,201  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
104,206,205  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
105,207,206  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
106,208,207  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
107,210,209  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
108,211,210  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
110,214,213  M=1 LP=2,0 MS=239,239 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
113,201,205  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
114,202,206  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
117,205,209  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
118,206,210  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
119,207,211  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
121,209,213  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
122,210,214  M=1 LP=3,0 MS=239,239 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-3
201,302,301  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
204,306,305  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
205,307,306  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
206,308,307  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
207,310,309  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
208,311,310  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
210,314,313  M=1 LP=2,0 MS=339,339 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
213,301,305  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
214,302,306  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
217,305,309  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
218,306,310  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.4
219,307,311  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
```

```
221,309,313  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
222,310,314  M=1 LP=3,0 MS=339,339 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-4
301,402,401  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
304,406,405  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
305,407,406  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
306,408,407  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
307,410,409  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
308,411,410  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
310,414,413  M=1 LP=2,0 MS=439,439 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
313,401,405  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
314,402,406  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
317,405,409  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
318,406,410  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
319,407,411  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
321,409,413  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
322,410,414  M=1 LP=3,0 MS=439,439 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-5
401,502,501  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
404,506,505  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=5,6   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
405,507,506  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
406,508,507  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=7,8   RE=0.3,0.3 RZ=0.5
407,510,509  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=17,18 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
408,511,510  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=11,12 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
410,514,513  M=1 LP=2,0 MS=539,539 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
413,501,505  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
414,502,506  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
417,505,509  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=1,2   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
418,506,510  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=13,14 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
419,507,511  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=15,16 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
421,509,513  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=3,4   RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
422,510,514  M=1 LP=3,0 MS=539,539 NSL=9,10  RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C BEAM ELEMENT LEVEL-TOP ( ATAP )
501,602,601  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=19,20 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
504,606,605  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=23,24 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
505,607,606  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=31,32 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
507,610,609  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=23,24 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,2,2,2
508,611,610  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=33,34 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
510,614,613  M=1 LP=2,0 MS=639,639 NSL=19,20 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=2,1,1,1
513,601,605  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=21,22 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
514,602,606  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=25,26 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
517,605,609  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=19,20 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
518,606,610  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=27,28 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
519,607,611  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=29,30 RE=0.3,0.3 RZ=0.5
521,609,613  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=21,22 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,3,3,3
522,610,614  M=1 LP=3,0 MS=639,639 NSL=25,26 RE=0.3,0.3 RZ=0.5 G=1,1,1,1
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 0-1
25,1,101     M=2 LP=3,0  MS=0,139   NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 1-2
125,101,201  M=2 LP=3,0  MS=139,239 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 2-3
225,201,301  M=2 LP=3,0  MS=239,339 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 3-4
325,301,401  M=2 LP=3,0  MS=339,439 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 4-5
```

```
425,401,501  M=2 LP=3,0  MS=439,539 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
C COLOUMN ELEMENT AT LEVEL 5-6
525,501,601  M=2 LP=3,0  MS=539,639 NSL=0 RE=0.35,0.35  RZ=0.5 G=15,1,1,1
:
LOADS
C LOADS IN KN-M  UNITS
117,517,100  L=1  F=0,0,0,0,86.90,0
117,517,100  L=2  F=0,0,0,0,39.11,0
118,518,100  L=1  F=0,0,0,0,86.90,0
118,518,100  L=2  F=0,0,0,0,39.11,0
119,519,100  L=1  F=0,0,0,0,86.90,0
119,519,100  L=2  F=0,0,0,0,39.11,0
120,520,100  L=1  F=0,0,0,0,86.90,0
120,520,100  L=2  F=0,0,0,0,39.11,0
121,521,100  L=1  F=0,0,0,0,173.81,0
121,521,100  L=2  F=0,0,0,0,78.22,0
122,522,100  L=1  F=0,0,0,0,173.81,0
122,522,100  L=2  F=0,0,0,0,78.22,0
123,523,100  L=1  F=0,0,0,0,173.81,0
123,523,100  L=2  F=0,0,0,0,78.22,0
124,524,100  L=1  F=0,0,0,0,173.81,0
124,524,100  L=2  F=0,0,0,0,78.22,0
125,525,100  L=1  F=0,0,0,181.69,0,0
125,525,100  L=2  F=0,0,0,103.02,0,0
126,526,100  L=1  F=0,0,0,181.69,0,0
126,526,100  L=2  F=0,0,0,103.02,0,0
127,527,100  L=1  F=0,0,0,181.69,0,0
127,527,100  L=2  F=0,0,0,103.02,0,0
128,528,100  L=1  F=0,0,0,181.69,0,0
128,528,100  L=2  F=0,0,0,103.02,0,0
129,529,100  L=1  F=0,0,0,8.6768,0,0
129,529,100  L=2  F=0,0,0,3.7249,0,0
130,530,100  L=1  F=0,0,0,8.6768,0,0
130,530,100  L=2  F=0,0,0,3.7249,0,0
131,531,100  L=1  F=0,0,0,222.47,0,0
131,531,100  L=2  F=0,0,0,86.889,0,0
133,533,100  L=1  F=0,0,0,222.47,0,0
133,533,100  L=2  F=0,0,0,86.889,0,0
132,532,100  L=1  F=0,0,0,167.73,0,0
132,532,100  L=2  F=0,0,0,112.14,0,0
134,534,100  L=1  F=0,0,0,167.73,0,0
134,534,100  L=2  F=0,0,0,112.14,0,0
135,535,100  L=1  F=0,0,0,0,48.83,0
135,535,100  L=2  F=0,0,0,0,21.02,0
136,536,100  L=1  F=0,0,0,0,21.87,0
136,536,100  L=2  F=0,0,0,0,6.003,0
138,538,100  L=1  F=0,0,0,0,21.87,0
138,538,100  L=2  F=0,0,0,0,6.003,0
137,537,100  L=1  F=0,0,0,0,26.95,0
137,537,100  L=2  F=0,0,0,0,15.02,0
617,620,1    L=1  F=0,0,0,0,67.95,0
617,620,1    L=2  F=0,0,0,0,23.47,0
621,624,1    L=1  F=0,0,0,0,135.89,0
621,624,1    L=2  F=0,0,0,0,46.93,0
625,628,1    L=1  F=0,0,0,-99.029,0,0
```

```
625,628,1    L=2  F=0,0,0,-21.12,0,0
629,630,1    L=1  F=0,0,0,26.287,0,0
629,630,1    L=2  F=0,0,0,10.699,0,0
631,633,1    L=1  F=0,0,0,0,30,0
:
MASSES
139,139,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
239,239,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
339,339,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
439,439,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
539,539,0  M=803.887,803.887,0,0,0,91552.862
639,639,0  M=626.997,626.997,0,0,0,63111.046
:
SPEC
C SPECTRUM ANALYSIS
C SUDUT EKSUTASI 0 DERAJAT ( TEGAK LURUS SUMBU - X )
C FAKTOR REDAMAN 5%
C PERCEPATAN GRAVITASI 9.81 M/S^2
A=0    S=9.81     D=0.05
C ZONE GEMPA 4
C ASUMSI KONDISI TANAH LUNAK
C NILAI T DAN C MENURUT PPTGIUG-1983
0    0.05    0.05
0.5  0.05    0.05
1    0.05    0.05
2    0.0325  0.0325
3    0.025   0.025
:
COMBO
1 C=1.0              : DEAD LOAD ONLY
2 C=0,1              : LIVE LOAD ONLY
3 C=0.0    D=1.0     : DINAMIC LOAD ( EARTHQUAKE ) ONLY
C TUGAS AKHIR S-1 PROGRAM STUDI KONSTRUKSI
C DAKTILITAS TIGA PADA ZONE GEMPA-4
C TEKNIK SIPIL - FTSP ITS / SURABAYA 1995
:
```





PORTAL4P

FRAME

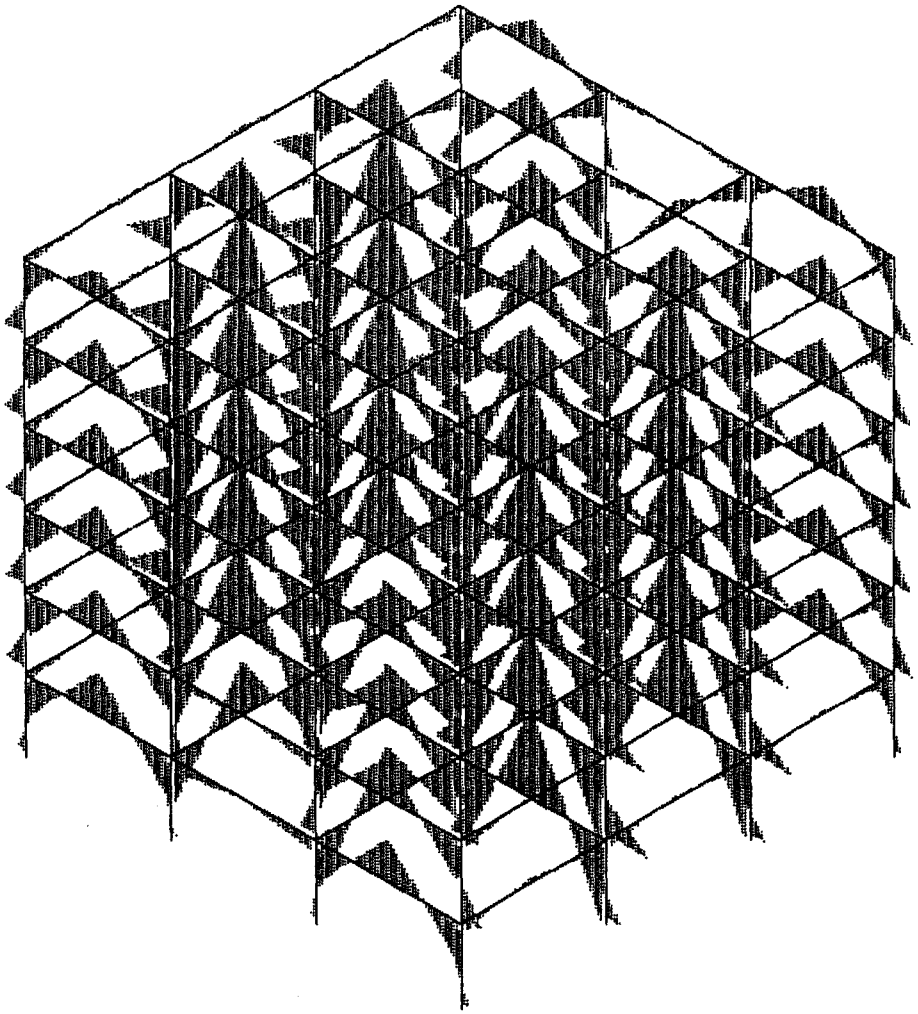
OUTPUT M33

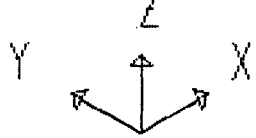
LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 422>
-.4297E+03
AT 7.70
MAX < 23>
.3794E+03
AT 4.00

SAP90





PORTAL4P

FRAME

OUTPUT M33

LOAD 2

ENVELOPES

MIN < 422>

-.1621E+03

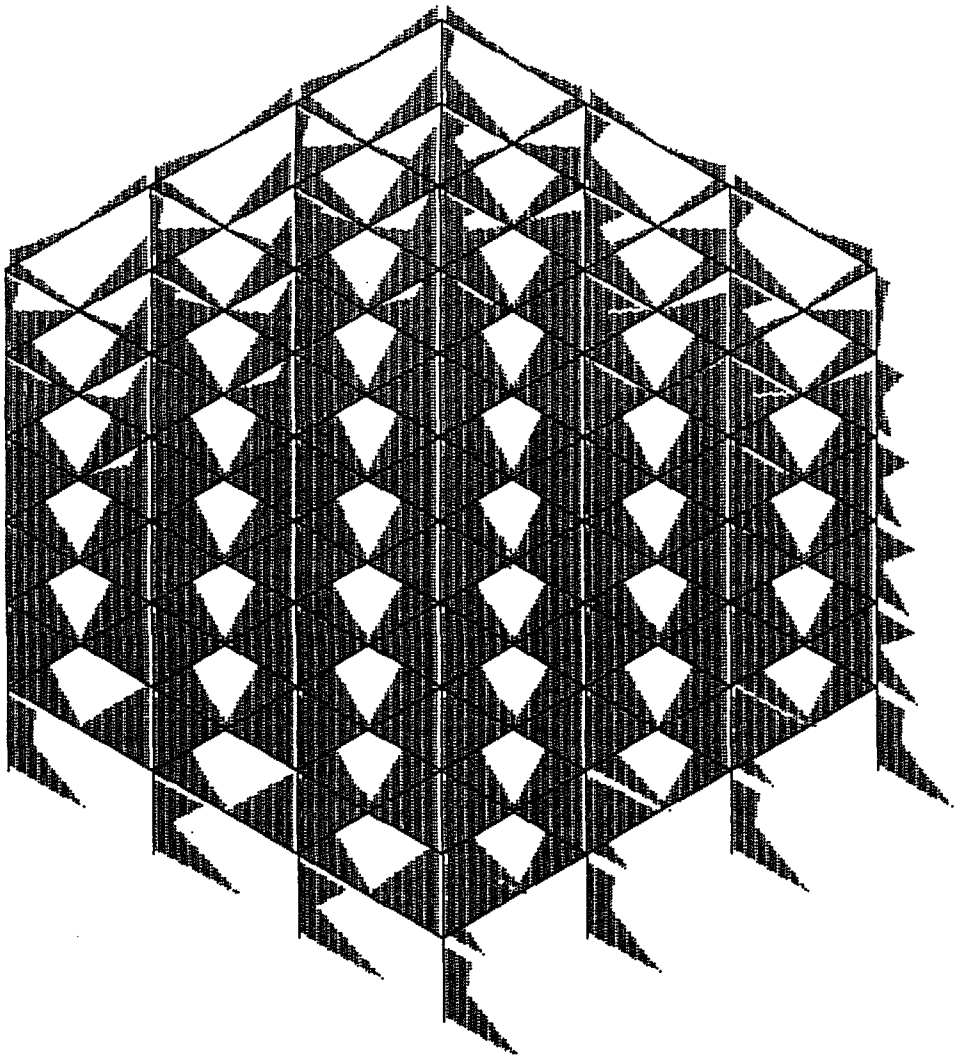
AT 7.70

MAX < 23>

.1570E+03

AT 4.00

SAP90



Z
Y X

PORTAL4P

FRAME

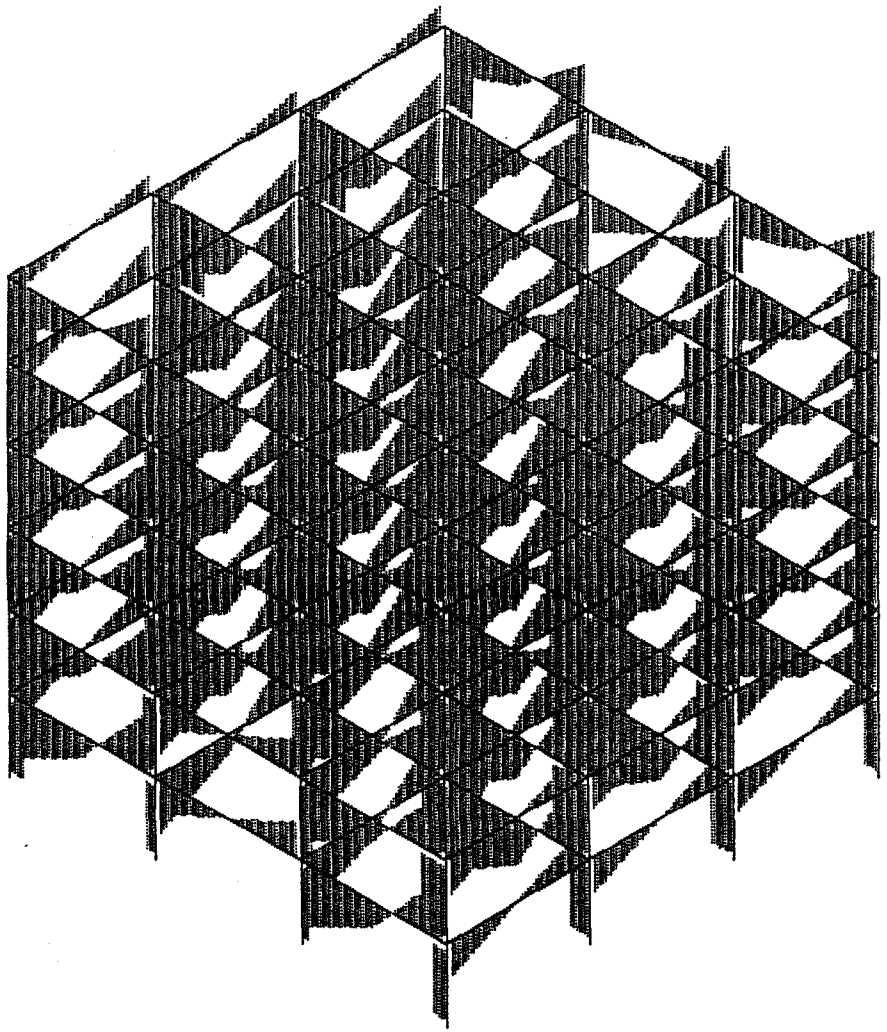
OUTPUT M33

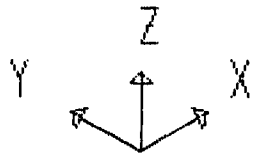
LOAD 3

ENVELOPES

MIN < 219>
.2496E-15
AT 4.00
MAX < 32>
.2629E+03
AT .35

SAP90





PORTAL4P

FRAME

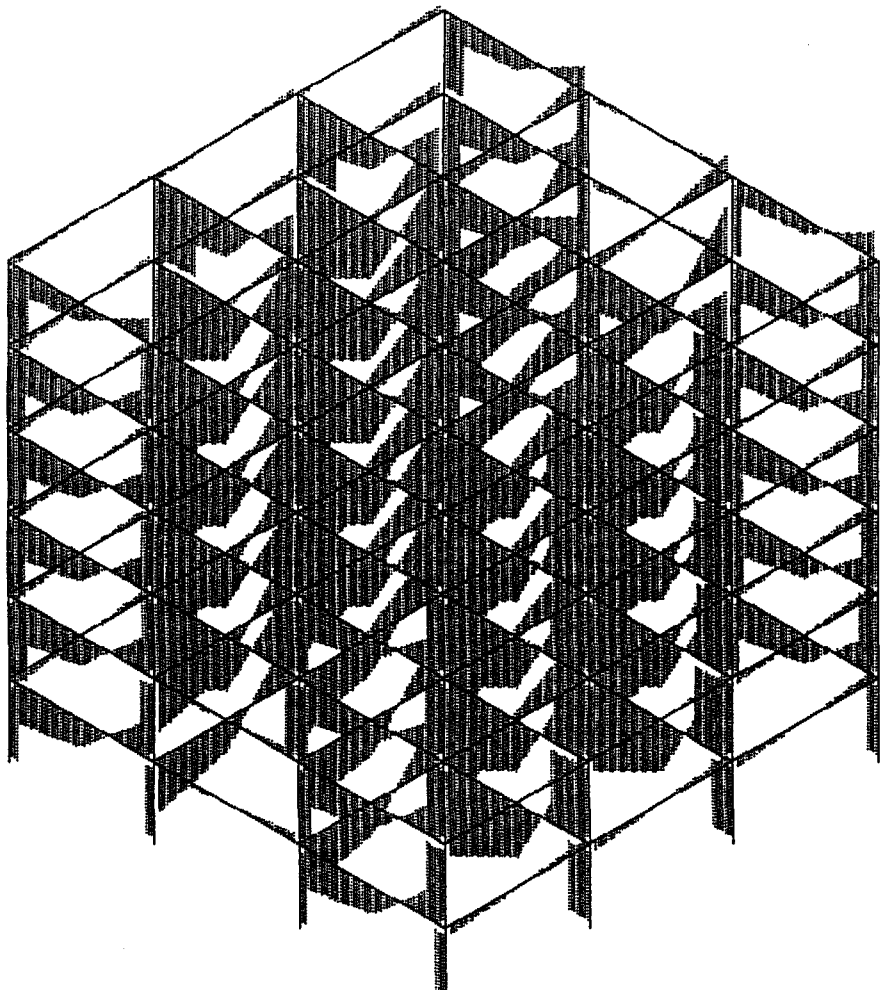
OUTPUT V22

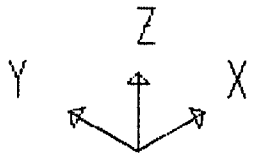
LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 423>
-.2830E+03
AT 7.70
MAX < 415>
.2805E+03
AT .30

SAP90





PORTAL4P

FRAME

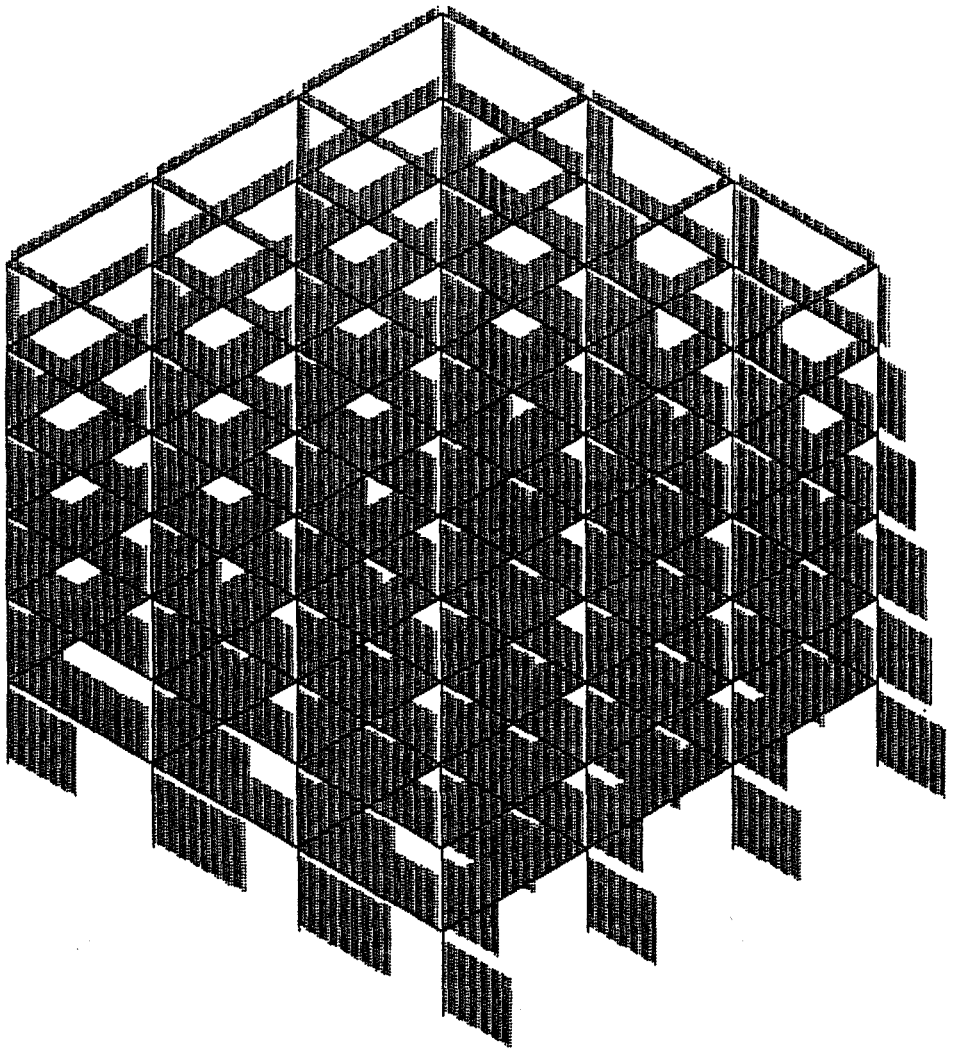
OUTPUT V22

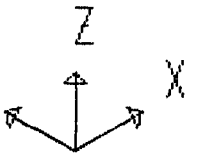
LOAD 2

ENVELOPES

MIN < 423>
-.1060E+03
AT 7.70
MAX < 415>
.1054E+03
AT .30

SAP90





PORTAL4P

FRAME
OUTPUT V22

LOAD 3

ENVELOPES

MIN < 501>
.1018E+02
AT .30
MAX < 132>
.1337E+03
AT .35

SAP90

7.2.1. ANALISA MOMEN RENCANA BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 4)

(tumpuan)

Lantai	Elemen	Posisi (m)	Md (Nm)	Ml (Nm)	Me (Nm)	Vd (N)	Vl (N)	Ve (N)	Td (Nm)	Tl (Nm)	Te (Nm)
DASAR	4	0	-259420	-93290	221950	178840	60670	63130	540	1040	280
		8	-201120	-78210	245180	-159570	-55090	63130	540	1040	280
	5	0	-312030	-98180	204360	222160	62510	55230	1410	590	290
		8	-331560	-103070	204360	-257030	-71890	55230	1410	590	290
	6	0	-204330	-78880	245180	160880	55380	63130	-1920	-1610	280
		8	-252930	-91760	221950	-177530	-60380	63130	-1920	-1610	280
1	104	0	-230780	-83850	230240	170560	57830	64980	100	690	300
		8	-233760	-89790	250580	-167850	-57930	64980	100	690	300
	105	0	-313690	-98180	218910	222930	62760	59160	1190	490	300
		8	-327520	-101250	218910	-256260	-71640	59160	1190	490	300
	106	0	-235160	-89840	250580	168470	58000	64980	-1280	-1170	300
		8	-227580	-83370	230240	-169940	-57760	64980	-1280	-1170	300
2	204	0	-215380	-78180	196990	166500	56400	55680	-110	670	260
		8	-248400	-94760	215030	-171910	-59360	55680	-110	670	260
	205	0	-314180	-98450	190150	223540	62940	51390	1370	550	280
		8	-323560	-100180	190150	-255660	-71460	51390	1370	550	280
	206	0	-247930	-94250	215030	172010	59280	55680	-1230	-1210	260
		8	-214180	-78320	196990	-166410	-56480	55680	-1230	-1210	260
3	304	0	-201890	-73990	149510	163270	55230	42030	0	620	200
		8	-258810	-99200	162510	-175140	-60530	42030	0	620	200
	305	0	-315140	-98120	146750	223700	62980	39660	1090	450	200
		8	-323330	-99570	146750	-255490	-71420	39660	1090	450	200
	306	0	-257640	-98510	162510	174980	60380	42030	-1080	-1060	200
		8	-201900	-74440	148510	-163430	-55380	42030	-1080	-1060	200
4	404	0	-202320	-71880	90090	161450	54750	25450	-970	600	130
		8	-272720	-100660	98200	-176960	-61010	25450	-970	600	130
	405	0	-308130	-98210	94370	223860	63000	25510	2280	930	140
		8	-315130	-99500	94370	-255330	-71400	25510	2280	930	140
	406	0	-270310	-99720	98200	176690	60860	25440	-1230	-1490	130
		8	-201930	-72110	90090	-161730	-54900	25440	-1230	-1490	130
5	505	0	-87310	-5910	35090	118030	16090	10370	3160	590	50
		8	-192890	-46600	41640	-146560	-27080	10370	3160	590	50
	505	0	-84990	-20570	40880	83840	26910	11050	-4040	-1630	60
		8	-70190	-16270	40880	-79840	-25750	11050	-4040	-1630	60
	506	0	-187680	-45060	41640	144530	26500	10370	730	980	50
		8	-97090	-8720	35090	-120050	-16670	10370	730	980	50

7.2.2. ANALISA MOMEN RENCANA BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 4)

(tumpuan)

Lantai	Elemen	Posisi (m)	Md (Nm)	Ml (Nm)	Me (Nm)	Mu-1 (Nm)	Mu-2 (Nm)	Mu-3 (Nm)	Mu-4 (Nm)	Mu-5 (Nm)	Momen rencana	
											Negatif	Positif
DASAR	4	0	-259420	-93290	221950	-460568	-68730	-534825	-33723	-433233	-534825	-33723
		8	-201120	-78210	245180	-366480	21626.9	-493251	39654	-401670	-493251	39654
	5	0	-312030	-98180	204360	-531524	-143980	-573136	-96903	-464751	-573136	-96903
		8	-331560	-103070	204360	-562784	-166027	-595183	-114480	-482328	-595183	-114480
	6	0	-204330	-78880	245180	-371404	18045.3	-496833	36765	-404559	-496833	36765
		8	-252930	-91760	221950	-450332	-61433	-527528	-27882	-427392	-527528	-27882
1	104	0	-230780	-83850	230240	-411096	-26980	-510484	-486	-414918	-510484	-486
		8	-233760	-89790	250580	-424176	-10623	-536841	15138	-435906	-536841	15138
	105	0	-313690	-98180	218910	-533516	-130446	-590157	-85302	-479340	-590157	-85302
		8	-327520	-101250	218910	-555024	-145934	-605645	-97749	-491787	-605645	-97749
	106	0	-235160	-89840	250580	-425936	-12109	-538327	13878	-437166	-538327	13878
		8	-227580	-83370	230240	-406488	-23469	-506973	2394	-412038	-506973	2394
2	204	0	-215380	-78180	196990	-383544	-43936	-457615	-16551	-371133	-457615	-16551
		8	-248400	-94760	215030	-449696	-64888	-516451	-30033	-417087	-516451	-30033
	205	0	-314180	-98450	190150	-534536	-161243	-560558	-111627	-453897	-560558	-111627
		8	-323560	-100180	190150	-548560	-171637	-570952	-120069	-462339	-570952	-120069
	206	0	-247930	-94250	215030	-448316	-64234	-515797	-29610	-416664	-515797	-29610
		8	-214180	-78320	196990	-382328	-42720	-456399	-15471	-370053	-456399	-15471
3	304	0	-201890	-73990	149510	-360652	-78306	-392277	-47142	-316260	-392277	-47142
		8	-258810	-99200	162510	-469292	-132363	-473634	-86670	-379188	-473634	-86670
	305	0	-315140	-98120	146750	-535160	-207717	-515892	-151551	-415701	-535160	-151551
		8	-323330	-99570	146750	-547308	-216774	-524949	-158922	-423072	-547308	-158922
	306	0	-257640	-98510	162510	-466784	-130917	-472188	-85617	-378135	-472188	-85617
		8	-201900	-74440	148510	-361384	-79508	-391379	-48051	-315369	-391379	-48051
4	404	0	-202320	-71880	90090	-357792	-140484	-329673	-101007	-263169	-357792	-101007
		8	-272720	-100660	98200	-488320	-214954	-421174	-157068	-333828	-488320	-157068
	405	0	-308130	-98210	94370	-526892	-255384	-453561	-192384	-362250	-526892	-192384
		8	-315130	-99500	94370	-537356	-263141	-461318	-198684	-368550	-537356	-198684
	406	0	-270310	-99720	98200	-483924	-212127	-418347	-154899	-331659	-483924	-154899
		8	-201930	-72110	90090	-357692	-140147	-329336	-100656	-262818	-357692	-100656
5	504	0	-87310	-5910	35090	-114228	-56693	-130382	-46998	-110160	-130382	-46998
		8	-192890	-46600	41640	-306028	-173492	-260936	-136125	-211077	-306028	-136125
	505	0	-84990	-20570	40880	-134900	-52795	-138643	-39699	-113283	-138643	-39699
		8	-70190	-16270	40880	-110260	-35901	-121749	-26379	-99963	-121749	-26379
	506	0	-187680	-45060	41640	-297312	-167536	-254980	-131436	-206388	-297312	-131436
		8	-97090	-8720	35090	-130460	-67847	-141536	-55800	-118962	-141536	-55800

Mu-1 = 1.2Md + 1.6Ml
Mu-2 = 1.05(Md + 0.3Ml + Me)
Mu-3 = 1.05(Md + 0.3Ml - Me)
Mu-4 = 0.9(Md + Me)
Mu-5 = 0.9(Md + Me)

7.2.3. PENULANGAN BALOK INDUK PORTAL C/ZONE GEMPA 4 (tumpuan)

Diameter tulangan = 25 mm

Lantai	Elemen	Posisi (m)	Mu (Nmm) Negatif	Rn	Rho delta	Rho'	Rho	Rho min	Rho paka	As perlu (mm^2)	Tul. pakai	As pakai (mm^2)	As' perlu (mm^2)	Tul. pakai	As' pakai (mm^2)
DASAR	4	0	534824900	1.655353	0.0054	0.0062	0.0116	0.0044	0.0116	3685.6	8	3927.2	1983.1	5	2454.4
		8	493251200	1.526677	0.0049	0.0058	0.0107	0.0044	0.0107	3394.6	7	3436.3	1828.9	4	1963.6
	5	0	573136200	1.773931	0.0058	0.0067	0.0124	0.0044	0.0124	3954.5	9	4418.1	2125.1	5	2454.4
		8	595183100	1.842169	0.006	0.0069	0.0129	0.0044	0.0129	4109.6	9	4418.1	2206.9	5	2454.4
	6	0	496832700	1.537762	0.005	0.0058	0.0108	0.0044	0.0108	3419.7	7	3463.3	1842.2	4	1963.6
		8	527528400	1.632769	0.0053	0.0062	0.0114	0.0044	0.0114	3634.5	8	3927.2	1956	4	1963.6
1	104	0	510483800	1.580014	0.0051	0.006	0.0111	0.0044	0.0111	3515.2	7	3927.2	1892.8	4	1963.6
		8	536840900	1.661592	0.0054	0.0063	0.0116	0.0044	0.0116	3699.8	8	3927.2	1990.5	5	2454.4
	105	0	590156700	1.826612	0.0059	0.0069	0.0128	0.0044	0.0128	4074.2	9	4418.1	2188.2	5	2454.4
		8	605645300	1.874551	0.0061	0.0071	0.0132	0.0044	0.0132	4183.3	9	4418.1	2245.7	5	2454.4
	106	0	538326600	1.666191	0.0054	0.0063	0.0117	0.0044	0.0117	3710.2	8	3927.2	1996.1	5	2454.4
		8	506972600	1.569146	0.0051	0.0059	0.011	0.0044	0.011	3490.6	8	3927.2	1879.8	4	1963.6
2	204	0	457615200	1.416379	0.0046	0.0053	0.0099	0.0044	0.0099	3145.8	7	3463.3	1696.8	4	1963.6
		8	516450900	1.598483	0.0052	0.006	0.0112	0.0044	0.0112	3556.9	8	3927.2	1914.9	4	1963.6
	205	0	560558300	1.735001	0.0056	0.0065	0.0122	0.0044	0.0122	3866.2	8	3927.2	2078.5	5	2454.5
		8	570952200	1.767171	0.0057	0.0067	0.0124	0.0044	0.0124	3939.2	9	4418.1	2117	5	2454.5
	206	0	515796800	1.596458	0.0052	0.006	0.0112	0.0044	0.0112	3552.4	8	3927.2	1912.5	4	1963.6
		8	456399300	1.412615	0.0045	0.0053	0.0099	0.0044	0.0099	3137.4	7	3463.3	1692.3	4	1963.6
3	304	0	392276900	1.214148	0.0039	0.0046	0.0085	0.0044	0.0085	2691.2	6	2945.2	1454.5	3	1472.6
		8	473634000	1.465959	0.0047	0.0055	0.0103	0.0044	0.0103	3257.6	7	3463.3	1756.2	4	1963.6
	305	0	535160000	1.65639	0.0054	0.0062	0.0116	0.0044	0.0116	3688	8	3927.2	1984.3	5	2454.5
		8	547308000	1.693989	0.0055	0.0064	0.0119	0.0044	0.0119	3773.2	8	3927.2	2029.4	5	2454.5
	306	0	472188200	1.461484	0.0047	0.0055	0.0102	0.0044	0.0102	3247.5	7	3463.3	1750.8	4	1963.6
		8	391379100	1.211369	0.0039	0.0046	0.0084	0.0044	0.0084	2684.9	6	2945.2	1451.2	3	1472.6
4	404	0	357792000	1.107413	0.0035	0.0042	0.0077	0.0044	0.0077	2452	5	2454.5	1326.7	3	1472.6
		8	488320000	1.511414	0.0049	0.0057	0.0106	0.0044	0.0106	3360.2	7	3463.3	1810.6	4	1963.6
	405	0	526892000	1.630799	0.0053	0.0061	0.0114	0.0044	0.0114	3630.1	8	3927.2	1953.7	4	1963.6
		8	537356000	1.663187	0.0054	0.0063	0.0117	0.0044	0.0117	3703.4	8	3927.2	1992.5	5	2454.5
	406	0	483924000	1.497808	0.0048	0.0056	0.0105	0.0044	0.0105	3329.5	7	3463.3	1794.3	4	1963.6
		8	357692000	1.107103	0.0035	0.0042	0.0077	0.0044	0.0077	2451.3	5	2454.5	1326.3	3	1472.6
5	504	0	130381700	0.403548	0.0013	0.0015	0.0028	0.0044	0.0044	1390.2	3	1472.7	483.44	3	1472.6
		8	306028000	0.947196	0.003	0.0036	0.0066	0.0044	0.0066	2093.9	5	2454.4	1134.7	3	1472.6
	505	0	138643100	0.429118	0.0014	0.0016	0.003	0.0044	0.0044	1390.2	3	1472.7	514.07	3	1472.7
		8	121748600	0.376828	0.0012	0.0014	0.0026	0.0044	0.0044	1390.2	3	1472.7	451.43	3	1472.7
	506	0	297312000	0.920219	0.0029	0.0035	0.0064	0.0044	0.0064	2033.8	5	2454.4	1102.4	3	1472.6
		8	141535800	0.438072	0.0014	0.0017	0.003	0.0044	0.0044	1390.2	3	1472.7	524.8	3	1472.7

7.2.4.CHEK PENULANGAN BALOK INDUK PORTAL C (TUMPUAN)

Diameter tulangan = 25 mm

Lantai	Elemen	POSISI			Chek tul tekan leleh			A	B	C	X1	fs'
			Rho paka	Rho' paka	Persm. 1	Persm.2	Leleh					
DASAR	4	0	0.0124	0.0077	0.0052	0.0143	tidak	10540	155066	-9E+07	87.86	159.53
		8	0.0108	0.0062	0.0051	0.0143	tidak	10540	29846	-8E+07	83.507	136.57
	5	0	0.0139	0.0077	0.0068	0.0143	tidak	10540	-2022	-9E+07	95.028	192.75
		8	0.0139	0.0077	0.0068	0.0143	tidak	10540	-2022	-9E+07	95.028	192.75
	6	0	0.0109	0.0062	0.0052	0.0143	tidak	10540	21206	-8E+07	83.911	138.8
		8	0.0124	0.0062	0.0067	0.0143	tidak	10540	-1E+05	-8E+07	91.162	175.48
1	104	0	0.0124	0.0062	0.0067	0.0143	tidak	10540	-1E+05	-8E+07	91.162	175.48
		8	0.0124	0.0077	0.0052	0.0143	tidak	10540	155066	-9E+07	87.86	159.53
	105	0	0.0139	0.0077	0.0068	0.0143	tidak	10540	-2022	-9E+07	95.028	192.75
		8	0.0139	0.0077	0.0068	0.0143	tidak	10540	-2022	-9E+07	95.028	192.75
	106	0	0.0124	0.0077	0.0052	0.0143	tidak	10540	155066	-9E+07	87.86	159.53
		8	0.0124	0.0062	0.0067	0.0143	tidak	10540	-1E+05	-8E+07	91.162	175.48
2	204	0	0.0109	0.0062	0.0052	0.0143	tidak	10540	21206	-8E+07	83.911	138.8
		8	0.0124	0.0062	0.0067	0.0143	tidak	10540	-1E+05	-8E+07	91.162	175.48
	205	0	0.0124	0.0077	0.0052	0.0143	tidak	10540	155123	-9E+07	87.86	159.52
		8	0.0139	0.0077	0.0068	0.0143	tidak	10540	-1965	-9E+07	95.027	192.75
	206	0	0.0124	0.0062	0.0067	0.0143	tidak	10540	-1E+05	-8E+07	91.162	175.48
		8	0.0109	0.0062	0.0052	0.0143	tidak	10540	21206	-8E+07	83.911	138.8
3	304	0	0.0093	0.0046	0.005	0.0143	tidak	10540	-95426	-6E+07	78.199	105.11
		8	0.0109	0.0062	0.0052	0.0143	tidak	10540	21206	-8E+07	83.911	138.8
	305	0	0.0124	0.0077	0.0052	0.0143	tidak	10540	155123	-9E+07	87.86	159.52
		8	0.0124	0.0077	0.0052	0.0143	tidak	10540	155123	-9E+07	87.86	159.52
	306	0	0.0109	0.0062	0.0052	0.0143	tidak	10540	21206	-8E+07	83.911	138.8
		8	0.0093	0.0046	0.005	0.0143	tidak	10540	-95426	-6E+07	78.199	105.11
4	404	0	0.0077	0.0046	0.0034	0.0143	tidak	10540	61610	-6E+07	70.669	52.374
		8	0.0109	0.0062	0.0052	0.0143	tidak	10540	21206	-8E+07	83.911	138.8
	405	0	0.0124	0.0062	0.0067	0.0143	tidak	10540	-1E+05	-8E+07	91.162	175.48
		8	0.0124	0.0077	0.0052	0.0143	tidak	10540	155123	-9E+07	87.86	159.52
	406	0	0.0109	0.0062	0.0052	0.0143	tidak	10540	21206	-8E+07	83.911	138.8
		8	0.0077	0.0046	0.0034	0.0143	tidak	10540	61610	-6E+07	70.669	52.374
5	504	0	0.0046	0.0046	0.0004	0.0143	tidak	10540	375832	-6E+07	57.837	-69.13
		8	0.0077	0.0046	0.0034	0.0143	tidak	10540	61652	-6E+07	70.667	52.359
	505	0	0.0046	0.0046	0.0004	0.0143	tidak	10540	375832	-6E+07	57.837	-69.13
		8	0.0046	0.0046	0.0004	0.0143	tidak	10540	375832	-6E+07	57.837	-69.13
	506	0	0.0077	0.0046	0.0034	0.0143	tidak	10540	61652	-6E+07	70.667	52.359
		8	0.0046	0.0046	0.0004	0.0143	tidak	10540	375832	-6E+07	57.837	-69.13

7.2.6. CHEK PENULANGAN BALOK INDUK PORTAL C (tumpuan)

Diameter tulangan = 25 mm

Lantai	Elemen	As maks	As pakai < As maks	a	Cc	Cs	Mn	Ø Mn	Mu	Ø Mn > Mu
DASAR	4	9855.25	ya	74.6811	926031	330675	7.43E+08	5.94E+08	5.35E+08	OK
		9469.69	ya	70.9811	880152	219466	6.53E+08	5.23E+08	4.93E+08	OK
	5	10110.1	ya	80.7735	1001576	412218	8.31E+08	6.65E+08	5.73E+08	OK
		10110.1	ya	80.7735	1001576	412218	8.31E+08	6.65E+08	5.95E+08	OK
	6	9483.38	ya	71.3245	884410	223848	6.58E+08	5.27E+08	4.97E+08	OK
		9708.47	ya	77.4875	960830	295876	7.42E+08	5.94E+08	5.28E+08	OK
1	104	9708.47	ya	77.4875	960830	295876	7.42E+08	5.94E+08	5.1E+08	OK
		9855.25	ya	74.6811	926031	330675	7.43E+08	5.94E+08	5.37E+08	OK
	105	10110.1	ya	80.7735	1001576	412218	8.31E+08	6.65E+08	5.9E+08	OK
		10110.1	ya	80.7735	1001576	412218	8.31E+08	6.65E+08	6.06E+08	OK
	106	9855.25	ya	74.6811	926031	330675	7.43E+08	5.94E+08	5.38E+08	OK
		9708.47	ya	77.4875	960830	295876	7.42E+08	5.94E+08	5.07E+08	OK
2	204	9483.38	ya	71.3245	884410	223848	6.58E+08	5.27E+08	4.58E+08	OK
		9708.47	ya	77.4875	960830	295876	7.42E+08	5.94E+08	5.16E+08	OK
	205	9855.28	ya	74.6806	926025	330681	7.43E+08	5.94E+08	5.61E+08	OK
		10110.1	ya	80.7729	1001567	412227	8.31E+08	6.65E+08	5.71E+08	OK
	206	9708.47	ya	77.4875	960830	295876	7.42E+08	5.94E+08	5.16E+08	OK
		9483.38	ya	71.3245	884410	223848	6.58E+08	5.27E+08	4.56E+08	OK
3	304	9115.4	ya	66.4695	824209	118269	5.64E+08	4.51E+08	3.92E+08	OK
		9483.38	ya	71.3245	884410	223848	6.58E+08	5.27E+08	4.74E+08	OK
	305	9855.28	ya	74.6806	926025	330681	7.43E+08	5.94E+08	5.35E+08	OK
		9855.28	ya	74.6806	926025	330681	7.43E+08	5.94E+08	5.47E+08	OK
	306	9483.38	ya	71.3245	884410	223848	6.58E+08	5.27E+08	4.72E+08	OK
		9115.4	ya	66.4695	824209	118269	5.64E+08	4.51E+08	3.91E+08	OK
4	404	8872.7	ya	60.0683	744835	40606	4.74E+08	3.79E+08	3.58E+08	OK
		9483.38	ya	71.3245	884410	223848	6.58E+08	5.27E+08	4.88E+08	OK
	405	9708.47	ya	77.4875	960830	295876	7.42E+08	5.94E+08	5.27E+08	OK
		9855.28	ya	74.6806	926025	330681	7.43E+08	5.94E+08	5.37E+08	OK
	406	9483.38	ya	71.3245	884410	223848	6.58E+08	5.27E+08	4.84E+08	OK
		8872.7	ya	60.0683	744835	40606	4.74E+08	3.79E+08	3.58E+08	OK
5	504	8313.55	ya	49.1612	609589	-138324	2.93E+08	2.35E+08	1.3E+08	OK
		8872.63	ya	60.0667	744815	40584.4	4.74E+08	3.79E+08	3.06E+08	OK
	505	8313.55	ya	49.1612	609589	-138324	2.93E+08	2.35E+08	1.39E+08	OK
		8313.55	ya	49.1612	609589	-138324	2.93E+08	2.35E+08	1.22E+08	OK
	506	8872.63	ya	60.0667	744815	40584.4	4.74E+08	3.79E+08	2.97E+08	OK
		8313.55	ya	49.1612	609589	-138324	2.93E+08	2.35E+08	1.42E+08	OK

7.2.6 ANALISA MOMEN KAPASITAS (-) BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 4)

(tumpuan)

Lantai	Elemen	Posisi (m)	As pakai (mm^2)	As' pakai (mm^2)	As-1 (mm^2)	As-2 (mm^2)	Rho	Rho'
DASAR	4	0	3927.2	2454.4	471.24	549.78	0.015573	0.0077
		8	3436.3	1963.6	471.24	549.78	0.014028	0.0062
	5	0	4418.1	2454.4	471.24	549.78	0.017118	0.0077
		8	4418.1	2454.4	471.24	549.78	0.017118	0.0077
	6	0	3463.3	1963.6	471.24	549.78	0.014113	0.0062
		8	3927.2	1963.6	471.24	549.78	0.015573	0.0062
1	104	0	3927.2	1963.6	471.24	549.78	0.015573	0.0062
		8	3927.2	2454.4	471.24	549.78	0.015573	0.0077
	105	0	4418.1	2454.4	471.24	549.78	0.017118	0.0077
		8	4418.1	2454.4	471.24	549.78	0.017118	0.0077
	106	0	3927.2	2454.4	471.24	549.78	0.015573	0.0077
		8	3927.2	1963.6	471.24	549.78	0.015573	0.0062
2	204	0	3463.3	1963.6	471.24	549.78	0.014113	0.0062
		8	3927.2	1963.6	471.24	549.78	0.015573	0.0062
	205	0	3927.2	2454.5	471.24	549.78	0.015573	0.0077
		8	4418.1	2454.5	471.24	549.78	0.017118	0.0077
	206	0	3927.2	1963.6	471.24	549.78	0.015573	0.0062
		8	3463.3	1963.6	471.24	549.78	0.014113	0.0062
3	304	0	2945.2	1472.6	471.24	549.78	0.012482	0.0046
		8	3463.3	1963.6	471.24	549.78	0.014113	0.0062
	305	0	3927.2	2454.5	471.24	549.78	0.015573	0.0077
		8	3927.2	2454.5	471.24	549.78	0.015573	0.0077
	306	0	3463.3	1963.6	471.24	549.78	0.014113	0.0062
		8	2945.2	1472.6	471.24	549.78	0.012482	0.0046
4	404	0	2454.5	1472.6	471.24	549.78	0.010938	0.0046
		8	3463.3	1963.6	471.24	549.78	0.014113	0.0062
	405	0	3927.2	1963.6	471.24	549.78	0.015573	0.0062
		8	3927.2	2454.5	471.24	549.78	0.015573	0.0077
	406	0	3463.3	1963.6	471.24	549.78	0.014113	0.0062
		8	2454.5	1472.6	471.24	549.78	0.010938	0.0046
5	504	0	1472.7	981.8	471.24	549.78	0.007848	0.0031
		8	2454.4	1472.6	471.24	549.78	0.010937	0.0046
	505	0	1472.7	981.8	471.24	549.78	0.007848	0.0031
		8	1472.7	981.8	471.24	549.78	0.007848	0.0031
	506	0	2454.4	1472.6	471.24	549.78	0.010937	0.0046
		8	1472.7	981.8	471.24	549.78	0.007848	0.0031

7.2.7. ANALISA MOMEN KAPASITAS (-) BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 4)

(tumpuan)

Lantai	Elemen	A	B	C	X	fs'	a	Cc	Cs	Z	Mnak(-)	Mkap(-)
DASAR	4	10540	-2E+05	-9E+07	103.42	225.81	87.91	******	493363	634.21	******	1.16E+09
		10540	-3E+05	-8E+07	100.16	213.6	85.132	******	370727	634.06	******	1.04E+09
	5	10540	-3E+05	-9E+07	111.8	253.85	95.03	******	562170	634.32	1E+09	1.26E+09
		10540	-3E+05	-9E+07	111.8	253.85	95.03	******	562170	634.32	1E+09	1.26E+09
	6	10540	-3E+05	-8E+07	100.63	215.43	85.538	******	374330	634.07	******	1.05E+09
		10540	-5E+05	-8E+07	109.14	245.4	92.765	******	433162	634.21	******	1.15E+09
1	104	10540	-5E+05	-8E+07	109.14	245.4	92.765	******	433162	634.21	******	1.15E+09
		10540	-2E+05	-9E+07	103.42	225.81	87.91	******	493363	634.21	******	1.16E+09
	105	10540	-3E+05	-9E+07	111.8	253.85	95.03	******	562170	634.32	1E+09	1.26E+09
		10540	-3E+05	-9E+07	111.8	253.85	95.03	******	562170	634.32	1E+09	1.26E+09
	106	10540	-2E+05	-9E+07	103.42	225.81	87.91	******	493363	634.21	******	1.16E+09
		10540	-5E+05	-8E+07	109.14	245.4	92.765	******	433162	634.21	******	1.15E+09
2	204	10540	-3E+05	-8E+07	100.63	215.43	85.538	******	374330	634.07	******	1.05E+09
		10540	-5E+05	-8E+07	109.14	245.4	92.765	******	433162	634.21	******	1.15E+09
	205	10540	-2E+05	-9E+07	103.42	225.81	87.909	******	493374	634.21	******	1.16E+09
		10540	-3E+05	-9E+07	111.8	253.84	95.029	******	562183	634.32	1E+09	1.26E+09
	206	10540	-5E+05	-8E+07	109.14	245.4	92.765	******	433162	634.21	******	1.15E+09
		10540	-3E+05	-8E+07	100.63	215.43	85.538	******	374330	634.07	******	1.05E+09
3	304	10540	-4E+05	-6E+07	96.238	197.87	81.802	1E+06	254871	633.89	******	9.33E+08
		10540	-3E+05	-8E+07	100.63	215.43	85.538	******	374330	634.07	******	1.05E+09
	305	10540	-2E+05	-9E+07	103.42	225.81	87.909	******	493374	634.21	******	1.16E+09
		10540	-2E+05	-9E+07	103.42	225.81	87.909	******	493374	634.21	******	1.16E+09
	306	10540	-3E+05	-8E+07	100.63	215.43	85.538	******	374330	634.07	******	1.05E+09
		10540	-4E+05	-6E+07	96.238	197.87	81.802	1E+06	254871	633.89	******	9.33E+08
4	404	10540	-3E+05	-6E+07	87.178	156.08	74.101	918841	193327	633.66	******	8.23E+08
		10540	-3E+05	-8E+07	100.63	215.43	85.538	******	374330	634.07	******	1.05E+09
	405	10540	-5E+05	-8E+07	109.14	245.4	92.765	******	433162	634.21	******	1.15E+09
		10540	-2E+05	-9E+07	103.42	225.81	87.909	******	493374	634.21	******	1.16E+09
	406	10540	-3E+05	-8E+07	100.63	215.43	85.538	******	374330	634.07	******	1.05E+09
		10540	-3E+05	-6E+07	87.178	156.08	74.101	918841	193327	633.66	******	8.23E+08
5	504	10540	-2E+05	-4E+07	72.118	63.38	61.3	760113	37879	632.93	******	5.99E+08
		10540	-3E+05	-6E+07	87.176	156.07	74.099	918817	193309	633.66	******	8.23E+08
	505	10540	-2E+05	-4E+07	72.118	63.38	61.3	760113	37879	632.93	******	5.99E+08
		10540	-2E+05	-4E+07	72.118	63.38	61.3	760113	37879	632.93	******	5.99E+08
	506	10540	-3E+05	-6E+07	87.176	156.07	74.099	918817	193309	633.66	******	8.23E+08
		10540	-2E+05	-4E+07	72.118	63.38	61.3	760113	37879	632.93	******	5.99E+08

7.2.8.ANALISA MOMEN KAPASITAS (+) BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 4)

(tumpuan)

Lantai	Elemen	Posisi (m)	As pakai (mm^2)	As' pakai (mm^2)	As-1 (mm^2)	As-2 (mm^2)	A	B	C
DASAR	4	0	3927.2	2454.4	471.24	549.78	42159.3	1616858	-1.6E+08
		8	3436.3	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1491546	-1.4E+08
	5	0	4418.1	2454.4	471.24	549.78	42159.3	1911398	-1.8E+08
		8	4418.1	2454.4	471.24	549.78	42159.3	1911398	-1.8E+08
	6	0	3463.3	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1507746	-1.4E+08
		8	3927.2	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1786086	-1.6E+08
1	104	0	3927.2	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1786086	-1.6E+08
		8	3927.2	2454.4	471.24	549.78	42159.3	1616858	-1.6E+08
	105	0	4418.1	2454.4	471.24	549.78	42159.3	1911398	-1.8E+08
		8	4418.1	2454.4	471.24	549.78	42159.3	1911398	-1.8E+08
	106	0	3927.2	2454.4	471.24	549.78	42159.3	1616858	-1.6E+08
		8	3927.2	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1786086	-1.6E+08
2	204	0	3463.3	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1507746	-1.4E+08
		8	3927.2	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1786086	-1.6E+08
	205	0	3927.2	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1616824	-1.6E+08
		8	4418.1	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1911364	-1.8E+08
	206	0	3927.2	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1786086	-1.6E+08
		8	3463.3	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1507746	-1.4E+08
3	304	0	2945.24	1472.62	471.24	549.78	42159.3	1366200	-1.2E+08
		8	3463.3	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1507746	-1.4E+08
	305	0	3927.2	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1616824	-1.6E+08
		8	3927.2	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1616824	-1.6E+08
	306	0	3463.3	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1507746	-1.4E+08
		8	2945.24	1472.62	471.24	549.78	42159.3	1366200	-1.2E+08
4	404	0	2454.5	1472.62	471.24	549.78	42159.3	1071756	-1E+08
		8	3463.3	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1507746	-1.4E+08
	405	0	3927.2	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1786086	-1.6E+08
		8	3927.2	2454.5	471.24	549.78	42159.3	1616824	-1.6E+08
	406	0	3463.3	1963.6	471.24	549.78	42159.3	1507746	-1.4E+08
		8	2454.5	1472.62	471.24	549.78	42159.3	1071756	-1E+08
5	504	0	1472.7	981.8	471.24	549.78	42159.3	651910	-6.4E+07
		8	2454.37	1472.62	471.24	549.78	42159.3	1071678	-1E+08
	505	0	1472.7	981.8	471.24	549.78	42159.3	651910	-6.4E+07
		8	1472.7	981.8	471.24	549.78	42159.3	651910	-6.4E+07
	506	0	2454.37	1472.62	471.24	549.78	42159.3	1071678	-1E+08
		8	1472.7	981.8	471.24	549.78	42159.3	651910	-6.4E+07

7.2.9. ANALISA MOMEN KAPASITAS (+) BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 4)

(tumpuan)

Lantai	Elemen	X	fs'	a	Cs	Cc	Z	Mnak(+)	Mkap(+)	Mkap(+)/ Mkap(-)
DASAR	4	45.16979	256.767	38.3943	109312	1904328	270.6965	5.01E+08	6.27E+08	0.54244
		42.60089	308.432	36.2108	133659	1796024	257.6162	4.56E+08	5.7E+08	0.54572
	5	46.15796	238.425	39.2343	100669	1945988	257.0589	4.81E+08	6.02E+08	0.47583
		46.15796	238.425	39.2343	100669	1945988	257.0589	4.81E+08	6.02E+08	0.47583
	6	42.67041	306.952	36.2698	132961	1798956	256.7438	4.55E+08	5.69E+08	0.5412
		43.78915	283.781	37.2208	122042	1846121	242.8969	4.36E+08	5.45E+08	0.47223
1	104	43.78915	283.781	37.2208	122042	1846121	242.8969	4.36E+08	5.45E+08	0.47223
		45.16979	256.767	38.3943	109312	1904328	270.6965	5.01E+08	6.27E+08	0.54244
	105	46.15796	238.425	39.2343	100669	1945988	257.0589	4.81E+08	6.02E+08	0.47583
		46.15796	238.425	39.2343	100669	1945988	257.0589	4.81E+08	6.02E+08	0.47583
	106	45.16979	256.767	38.3943	109312	1904328	270.6965	5.01E+08	6.27E+08	0.54244
		43.78915	283.781	37.2208	122042	1846121	242.8969	4.36E+08	5.45E+08	0.47223
2	204	42.67041	306.952	36.2698	132961	1798956	256.7438	4.55E+08	5.69E+08	0.5412
		43.78915	283.781	37.2208	122042	1846121	242.8969	4.36E+08	5.45E+08	0.47223
	205	45.17008	256.762	38.3946	109310	1904340	270.7018	5.01E+08	6.27E+08	0.54245
		46.15823	238.42	39.2345	100667	1946000	257.064	4.81E+08	6.02E+08	0.47584
	206	43.78915	283.781	37.2208	122042	1846121	242.8969	4.36E+08	5.45E+08	0.47223
		42.67041	306.952	36.2698	132961	1798956	256.7438	4.55E+08	5.69E+08	0.5412
3	304	39.77725	372.918	33.8107	164047	1676982	239.3577	4.02E+08	5.02E+08	0.53808
		42.67041	306.952	36.2698	132961	1798956	256.7438	4.55E+08	5.69E+08	0.5412
	305	45.17008	256.762	38.3946	109310	1904340	270.7018	5.01E+08	6.27E+08	0.54245
		45.17008	256.762	38.3946	109310	1904340	270.7018	5.01E+08	6.27E+08	0.54245
	306	42.67041	306.952	36.2698	132961	1798956	256.7438	4.55E+08	5.69E+08	0.5412
		39.77725	372.918	33.8107	164047	1676982	239.3577	4.02E+08	5.02E+08	0.53808
4	404	38.10583	415.593	32.39	184157	1606516	258.5249	4.25E+08	5.31E+08	0.64574
		42.67041	306.952	36.2698	132961	1798956	256.7438	4.55E+08	5.69E+08	0.5412
	405	43.78915	283.781	37.2208	122042	1846121	242.8969	4.36E+08	5.45E+08	0.47223
		45.17008	256.762	38.3946	109310	1904340	270.7018	5.01E+08	6.27E+08	0.54245
	406	42.67041	306.952	36.2698	132961	1798956	256.7438	4.55E+08	5.69E+08	0.5412
		38.10583	415.593	32.39	184157	1606516	258.5249	4.25E+08	5.31E+08	0.64574
5	504	32.0089	609.039	27.2076	275317	1349473	260.3445	3.87E+08	4.84E+08	0.80714
		38.10535	415.605	32.3895	184163	1606496	258.5305	4.25E+08	5.31E+08	0.64577
	505	32.0089	609.039	27.2076	275317	1349473	260.3445	3.87E+08	4.84E+08	0.80714
		32.0089	609.039	27.2076	275317	1349473	260.3445	3.87E+08	4.84E+08	0.80714
	506	38.10535	415.605	32.3895	184163	1606496	258.5305	4.25E+08	5.31E+08	0.64577
		32.0089	609.039	27.2076	275317	1349473	260.3445	3.87E+08	4.84E+08	0.80714

7.3.1. ANALISA GESER RENCANA BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 4)

Lantai	Elemen	Posisi (m)	Vd (N)	Vl (N)	Ve (N)	Vu-1 (N)	Vu-2 (N)	Vu-3 (N)	Vu rencana (N)	1.05(Vd+Vl) (N)
DASAR	4	0	178840	60670	63130	311680	472039	388224	472039.1	251485.5
		8	-159570	-55090	63130	-279628	80244.2	83655	-279628	-225393
	5	0	222160	62510	55230	366608	484925	398772	484924.7	298903.5
		8	-257030	-71890	55230	-423460	-60560.9	-32499	-423460	-345366
	6	0	160880	55380	63130	281664	451515	372060	451514.7	227073
		8	-177530	-60380	63130	-309644	59719.8	67491	-309644	-249805.5
1	104	0	170560	57830	64980	297200	470220	387432	470220.5	239809.5
		8	-167850	-57930	64980	-294108	78425.6	82863	-294108	-237069
	105	0	222930	62760	59160	367932	502318	413613	502317.9	299974.5
		8	-256260	-71640	59160	-422136	-43167.6	-17658	-422136	-344295
	106	0	168470	58000	64980	294964	468080	385551	468079.5	237793.5
		8	-169940	-57760	64980	-296344	76284.6	80982	-296344	-239085
2	204	0	166500	56400	55680	290040	426447	350298	426447	234045
		8	-171910	-59360	55680	-301268	34652.1	45729	-301268	-242833.5
	205	0	223540	62940	51390	368952	470381	386190	470381.1	300804
		8	-255660	-71460	51390	-421128	-75114.9	-45090	-421128	-343476
	206	0	172010	59280	55680	301260	433140	355257	433139.7	242854.5
		8	-166410	-56480	55680	-290060	41334.3	50679	-290060	-234034.5
3	304	0	163270	55230	42030	284292	365357	298251	365357	229425
		8	-175140	-60530	42030	-307016	-26438	-6318	-307016	-247453.5
	305	0	223700	62980	39660	369208	421296	344106	421295.7	301014
		8	-255490	-71420	39660	-420860	-124190	-87165	-420860	-343255.5
	306	0	174980	60380	42030	306584	379275	308790	379274.7	247128
		8	-163430	-55380	42030	-284724	-12520.2	4221	-284724	-229750.5
4	404	0	161450	54750	25450	281340	293659	236925	293658.8	227010
		8	-176960	-61010	25450	-309968	-98136.2	-67644	-309968	-249868.5
	405	0	223860	63000	25510	369432	362040	293310	369432	301203
		8	-255330	-71400	25510	-420636	-183446	-137961	-420636	-343066.5
	406	0	176690	60860	25440	309404	311543	250605	311543.4	249427.5
		8	-161730	-54900	25440	-281916	-80262	-53973	-281916	-227461.5
5	504	0	118030	16090	10370	167380	172554	143559	172553.9	140826
		8	-146560	-27080	10370	-219200	-118864	-94572	-219200	-182322
	505	0	83840	26910	11050	143664	142919	115236	143664	116287.5
		8	-79840	-25750	11050	-137008	-45533.3	-32076	-137008	-110869.5
	506	0	144530	26500	10370	215836	203658	167409	215836	179581.5
		8	-120050	-16670	10370	-170732	-87749.6	-70713	-170732	-143556

7.31. ANALISA GESER RENCANA BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 4)

Lantai	Elemen	Posisi (m)	Td (Nm)	Tl (Nm)	Te (Nm)	Tu-1 (Nm)	Tu-2 (Nm)	Tu-3 (Nm)	Tu rencana (Nm)
DASAR	4	0	540	1040	280	2312	2070.6	1494	2312
		8	540	1040	280	2312	2070.6	1494	2312
	5	0	1410	590	290	2636	2884.35	2313	2884.35
		8	1410	590	290	2636	2884.35	2313	2884.35
	6	0	-1920	-1610	280	-4880	-1347.15	-720	-720
		8	-1920	-1610	280	-4880	-1347.15	-720	-720
1	104	0	100	690	300	1224	1582.35	1170	1582.35
		8	100	690	300	1224	1582.35	1170	1582.35
	105	0	1190	490	300	2212	2663.85	2151	2663.85
		8	1190	490	300	2212	2663.85	2151	2663.85
	106	0	-1280	-1170	300	-3408	-452.55	-72	-72
		8	-1280	-1170	300	-3408	-452.55	-72	-72
2	204	0	-110	670	260	940	1187.55	837	1187.55
		8	-110	670	260	940	1187.55	837	1187.55
	205	0	1370	550	280	2524	2787.75	2241	2787.75
		8	1370	550	280	2524	2787.75	2241	2787.75
	206	0	-1230	-1210	260	-3412	-580.65	-171	-171
		8	-1230	-1210	260	-3412	-580.65	-171	-171
3	304	0	0	620	200	992	1035.3	720	1035.3
		8	0	620	200	992	1035.3	720	1035.3
	305	0	1090	450	200	2028	2126.25	1701	2126.25
		8	1090	450	200	2028	2126.25	1701	2126.25
	306	0	-1080	-1060	200	-2992	-627.9	-252	-252
		8	-1080	-1060	200	-2992	-627.9	-252	-252
4	404	0	-970	600	130	-204	-283.5	-405	-204
		8	-970	600	130	-204	-283.5	-405	-204
	405	0	2280	930	140	4224	3274.95	2556	4224
		8	2280	930	140	4224	3274.95	2556	4224
	406	0	-1230	-1490	130	-3860	-1214.85	-639	-639
		8	-1230	-1490	130	-3860	-1214.85	-639	-639
5	504	0	3160	590	50	4736	3713.85	3024	4736
		8	3160	590	50	4736	3713.85	3024	4736
	505	0	-4040	-1630	60	-7456	-4503.45	-3420	-3420
		8	-4040	-1630	60	-7456	-4503.45	-3420	-3420
	506	0	730	980	50	2444	1285.2	837	2444
		8	730	980	50	2444	1285.2	837	2444

7.3.2. ANALISA MOMEN RENCANA BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 4)
(tumpuan)

Lantai	Elemen	Posisi (m)	Vu,b max (N	1.05(Vd+Vl)	Mkap(-) (Nmm)	Mkap(+) (Nmm)	Mkap,b+Mk (maks)	E Mkap/Ln (N)	Vu,b (N)	Vu,b kritis (N)	Vu,b paka (N)	Tu,b (Nm)
DASAR	4	0	472039.1	251485.5	1.1556E+09	626846258	1.782E+09	209700.58	398275.91	334999.82	335000	2312
		8	-279628	-225393	1.0444E+09	569973673	1.614E+09	189930.45	-92441.68	-77755.01		2312
	5	0	484924.7	298903.5	1.2648E+09	601804520	1.867E+09	219595.13	452620.09	380710.07	380710	2884.35
		8	-423460	-345366	1.2648E+09	601804520	1.867E+09	219595.13	-191649.4	-161201.1		2884.35
	6	0	451514.7	227073	1.0505E+09	568509608	1.619E+09	190468.28	360400.8	303142.12	303142	-720
		8	-309644	-249805.5	1.1537E+09	544789912	1.698E+09	199818.12	-109932.8	-92467.24		-720
1	104	0	470220.5	239809.5	1.1537E+09	544789912	1.698E+09	199818.12	379682.18	319360.17	319360	1582.35
		8	-294108	-237069	1.1556E+09	626846258	1.782E+09	209700.58	-90278.59	-75935.58		1582.35
	105	0	502317.9	299974.5	1.2648E+09	601804520	1.867E+09	219595.13	453691.09	381610.92	381611	2663.85
		8	-422136	-344295	1.2648E+09	601804520	1.867E+09	219595.13	-190578.4	-160300.3		2663.85
	106	0	468079.5	237793.5	1.1556E+09	626846258	1.782E+09	209700.58	384583.91	323483.14	323483	-72
		8	-296344	-239085	1.1537E+09	544789912	1.698E+09	199818.12	-99212.32	-83449.96		-72
2	204	0	426447	234045	1.0505E+09	568509608	1.619E+09	190468.28	367372.8	309006.44	309006	1187.55
		8	-301268	-242833.5	1.1537E+09	544789912	1.698E+09	199818.12	-102960.8	-86602.92		1187.55
	205	0	470381.1	300804	1.1556E+09	626862358	1.782E+09	209702.51	447595.76	376483.98	376484	2787.75
		8	-421128	-343476	1.2648E+09	601820147	1.867E+09	219597.03	-189758.1	-159610.3		2787.75
	206	0	433139.7	242854.5	1.1537E+09	544789912	1.698E+09	199818.12	382727.18	321921.4	321921	-171
		8	-290060	-234034.5	1.0505E+09	568509608	1.619E+09	190468.28	-100706.7	-84706.93		-171
3	304	0	365357	229425	933255561	502166793	1.435E+09	168873.22	347636.25	292405.54	292406	1035.3
		8	-307016	-247453.5	1.0505E+09	568509608	1.619E+09	190468.28	-114125.7	-95993.98		1035.3
	305	0	421295.7	301014	1.1556E+09	626862358	1.782E+09	209702.51	447805.76	376660.62	376661	2126.25
		8	-420860	-343255.5	1.1556E+09	626862358	1.782E+09	209702.51	-196463.7	-165250.6		2126.25
	306	0	379274.7	247128	1.0505E+09	568509608	1.619E+09	190468.28	380455.8	320010.88	320011	-252
		8	-284724	-229750.5	933255561	502166793	1.435E+09	168873.22	-111539.2	-93818.45		-252
4	404	0	293658.8	227010	822776239	531297365	1.354E+09	159302.78	338521.94	284739.27	284739	-204
		8	-309968	-249868.5	1.0505E+09	568509608	1.619E+09	190468.28	-116540.7	-98025.3		-204
	405	0	369432	301203	1.1537E+09	544789912	1.698E+09	199818.12	441075.68	370999.78	371000	4224
		8	-420636	-343066.5	1.1556E+09	626862358	1.782E+09	209702.51	-196274.7	-165091.6		4224
	406	0	311543.4	249427.5	1.0505E+09	568509608	1.619E+09	190468.28	382755.3	321945.05	321945	-639
		8	-281916	-227461.5	822776239	531297365	1.354E+09	159302.78	-115949.6	-97528.07		-639
5	504	0	172553.9	140826	599167904	483611664	1.083E+09	127385.83	229996.08	193455.45	193456	4736
		8	-219200	-182322	822746839	531305714	1.354E+09	159300.3	-70811.79	-59561.57		4736
	505	0	143664	116287.5	599167904	483611664	1.083E+09	127385.83	205457.58	172815.51	172816	-3420
		8	-137008	-110869.5	599167904	483611664	1.083E+09	127385.83	-21699.42	-18251.92		-3420
	506	0	215836	179581.5	822746839	531305714	1.354E+09	159300.3	291091.71	244844.51	244845	2444
		8	-170732	-143556	599167904	483611664	1.083E+09	127385.83	-54385.92	-45745.36		2444

7.3.3. PENULANGAN GESER & TORSI BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 4)
DI DAERAH SENDI PLASTIS
Tulangan sengkang = D12

Lantai	Elemen	Vu,b pakai (N)	Vc	Vs	Av/s	Tu (Nm)	Tc (Nmm)	Ts	At/s	Avt/s	Avt	S perlu (mm)	S pasang (mm)	Smaks (mm)
DASAR	4	334999.8	0	558333	2.74554	2312	1.9E+07	-15162.6	0	2.74554	226.08	82.34446	80	158.875
	5	380710.1	0	634516.8	3.120165	2884.35	2.1E+07	-15926.4	0	3.120165	226.08	72.4577	70	158.875
	6	303142.1	0	505236.8	2.484445	-720	6745728	-7945.73	0	2.484445	226.08	90.99817	90	158.875
1	104	319360.2	0	532267	2.617363	1582.35	1.4E+07	-11241	0	2.617363	226.08	86.377	80	158.875
	105	381610.9	0	636018.2	3.127548	2663.85	1.9E+07	-14779.2	0	3.127548	226.08	72.28666	70	158.875
	106	323483.1	0	539138.5	2.651153	-72	634803	-754.803	0	2.651153	226.08	85.2761	80	158.875
2	204	309006.4	0	515010.7	2.532507	1187.55	1.1E+07	-8862.4	0	2.532507	226.08	89.27122	80	158.875
	205	376484	0	627473.3	3.08553	2787.75	2E+07	-15654	0	3.08553	226.08	73.27105	70	158.875
	206	321921.4	0	536535.7	2.638354	-171	1514707	-1799.71	0	2.638354	226.08	85.68979	80	158.875
3	304	292405.5	0	487342.5	2.396452	1035.3	1E+07	-8279.23	0	2.396452	226.08	94.33946	90	158.875
	305	376660.6	0	627767.7	3.086977	2126.25	1.6E+07	-12184.8	0	3.086977	226.08	73.23669	70	158.875
	306	320010.9	0	533351.5	2.622696	-252	2244956	-2664.96	0	2.622696	226.08	86.20137	80	158.875
4	404	284734.3	0	474557.2	2.333582	-204	2042666	-2382.67	0	2.333582	226.08	96.88112	90	158.875
	405	370990.8	0	618318	3.040509	4224	3E+07	-22670.8	0	3.040509	226.08	74.35596	70	158.875
	406	321945	0	536575	2.638547	-639	5644333	-6709.33	0	2.638547	226.08	85.68351	80	158.875
5	504	193455.5	0	322425.8	1.585493	4736	5.1E+07	-42763.4	0	1.585493	226.08	142.5929	140	158.875
	505	172815.5	0	288025.8	1.416335	-3520	4.6E+07	-51468.2	0	1.416335	226.08	159.6233	150	158.875
	506	244844.5	0	408074.2	2.006659	2444	2.7E+07	-22479.4	0	2.006659	226.08	112.6649	110	158.875

Lantai	Elemen	Al-1 (mm^2)	Al-2 (mm^2)	Al. pasang (mm^2)	Tulangan (mm^2)	pasang
DASAR	4	0	429.546	981.8	981.8	2D-25
	5	0	467.1282	981.8	981.8	2D-25
	6	0	-169.895	981.8	981.8	2D-25
1	104	0	317.023	981.8	981.8	2D-25
	105	0	433.9352	981.8	981.8	2D-25
	106	0	-15.3881	981.8	981.8	2D-25
2	204	0	249.8958	981.8	981.8	2D-25
	205	0	457.6404	981.8	981.8	2D-25
	206	0	-36.9012	981.8	981.8	2D-25
3	304	0	231.2497	981.8	981.8	2D-25
	305	0	357.6344	981.8	981.8	2D-25
	306	0	-54.9253	981.8	981.8	2D-25
4	404	0	-49.9165	981.8	981.8	2D-25
	405	0	666.7763	981.8	981.8	2D-25
	406	0	-141.089	981.8	981.8	2D-25
5	504	0	1222.717	981.8	981.8	2D-25
	505	0	-2050.81	981.8	981.8	2D-25
	506	0	595.5773	981.8	981.8	2D-25

7.3.4. PENULANGAN GESER & TORSI BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 4)
DI LUAR DAERAH SENDI PLASTIS
Tulangan sengkang = D12

Lantai	Elemen	Vu,b pakai (N)	Vc	Vs	Av/s	Tu (Nm)	Tc (Nmm)	Ts	Al/s	Avt/s	Avt	S perlu (mm)	S pasang (mm)	Smaks (mm)
DASAR	4	278793.14	272337.33	192317.89	0.94570167	2312	2.3E+07	-18665.2	0	0.94570167	226.08	143.4364	140	310
	5	316834.06	269760.39	258296.38	1.2701435	2884.35	2.4E+07	-19678.9	0	1.2701435	226.08	106.7974	100	310
	6	252280.56	284320.06	136147.54	0.66949027	-720	8090647	-9290.65	0	0.66949027	226.08	202.6138	200	310
1	104	265777.53	278731.91	164230.63	0.80758571	1582.35	1.7E+07	-13908.9	0	0.80758571	226.08	167.9673	160	310
	105	317583.76	272044.19	257262.08	1.26505744	2663.85	2.3E+07	-18312.2	0	1.26505744	226.08	107.2268	100	310
	106	269208.74	286038.09	162643.14	0.79977941	-72	762771.1	-882.771	0	0.79977941	226.08	169.6068	160	310
2	204	257160.96	281580.7	147020.9	0.72295879	1187.55	1.3E+07	-10985.9	0	0.72295879	226.08	187.629	180	310
	205	313317.03	270431.2	251763.85	1.23802052	2787.75	2.4E+07	-19345	0	1.23802052	226.08	109.5685	100	310
	206	267909.03	285965.99	160549.05	0.78948196	-171	1819911	-2104.91	0	0.78948196	226.08	171.819	170	310
3	304	243345.38	282243.64	123331.99	0.60647121	1035.3	1.2E+07	-10247.3	0	0.60647121	226.08	223.6677	220	310
	305	313464.03	276656.35	245783.7	1.20861378	2126.25	1.9E+07	-15167.1	0	1.20861378	226.08	112.2344	110	310
	306	266319.06	285861.35	158003.75	0.77696571	-252	2696999	-3117	0	0.77696571	226.08	174.5869	170	310
4	404	236965.36	285894.41	109047.86	0.5362306	-204	2454019	-2794.02	0	0.5362306	226.08	252.9658	250	310
	405	308752.98	252735.21	261853.08	1.28763318	4224	3.4E+07	-27435.1	0	1.28763318	226.08	105.3468	100	310
	406	267928.71	284839.63	161708.22	0.79518203	-639	6773436	-7838.44	0	0.79518203	226.08	170.5874	170	310
5	504	160997.26	188644.26	79684.501	0.3918396	4736	5.5E+07	-47437.1	0	0.3918396	226.08	346.1825	310	310
	505	143820.31	207553.75	32146.765	0.15807811	-3520	5.1E+07	-56516.7	0	0.15807811	226.08	858.1074	310	310
	506	203764.2	259404.3	80202.695	0.39438776	2444	3.1E+07	-26949.2	0	0.39438776	226.08	343.9458	310	310

Lantai	Elemen	Al-1 (mm^2)	Al-2 (mm^2)	Al. pasang (mm^2)	Tulangan (mm^2)	pasang
DASAR	4	0	506.28185	981.8	981.8	2 D-25
	5	0	549.65892	981.8	981.8	2 D-25
	6	0	-205.73194	981.8	981.8	2 D-25
1	104	0	375.53729	981.8	981.8	2 D-25
	105	0	511.41318	981.8	981.8	2 D-25
	106	0	-18.503373	981.8	981.8	2 D-25
2	204	0	296.91122	981.8	981.8	2 D-25
	205	0	538.72195	981.8	981.8	2 D-25
	206	0	-44.415057	981.8	981.8	2 D-25
3	304	0	274.98703	981.8	981.8	2 D-25
	305	0	422.87664	981.8	981.8	2 D-25
	306	0	-66.163514	981.8	981.8	2 D-25
4	404	0	-60.115004	981.8	981.8	2 D-25
	405	0	777.66867	981.8	981.8	2 D-25
	406	0	-170.62547	981.8	981.8	2 D-25
5	504	0	1392.0275	981.8	981.8	2 D-25
	505	0	-2716.9882	981.8	981.8	2 D-25
	506	0	696.82657	981.8	981.8	2 D-25

7.2.1. ANALISA MOMEN RENCANA BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 4)

(lapangan)

Lantai	Elemen	Posisi (m)	Md (Nm)	Ml (Nm)	Me (Nm)	Vd (N)	Vl (N)	Ve (N)	Td (Nm)	Tl (Nm)	Te (Nm)
DASAR	4	4	202640	88990	11620	-58680	-35290	63130	540	1040	280
	5	4	209010	64310	0	37300	10210	55230	540	1040	280
	6	4	204280	89420	11620	-65790	-35920	63130	1410	590	290
1	104	4	200640	87920	10170	-66960	-38130	64980	1410	590	290
	105	4	210200	65210	0	38070	10450	59160	-1920	-1610	280
	106	4	201530	88130	10170	-58200	-33310	64980	-1920	-1610	280
2	204	4	201020	88270	9020	-71020	-39570	55680	100	690	300
	205	4	211940	65620	0	38670	10620	51390	100	690	300
	206	4	201850	88450	9020	-54660	-32030	55680	1190	490	300
3	304	4	202560	88140	7000	-74250	-40740	42030	1190	490	300
	305	4	211570	66080	0	38830	10670	39660	-1280	-1170	300
	306	4	203130	88260	7000	-51690	-30930	42030	-1280	-1170	300
4	404	4	195380	88470	4060	-76070	-41220	25450	-110	670	260
	405	4	219180	66080	0	38990	10700	25510	-110	670	260
	406	4	196790	88820	4060	-49980	-30450	25440	1370	550	280
5	504	4	161900	25890	3280	-45210	-12100	10370	1370	550	280
	505	4	-30720	870	0	58510	16490	11050	-1230	-1210	260
	506	4	159610	25250	3280	-18710	-1690	10370	-1230	-1210	260

7.2.2. ANALISA MOMEN RENCANA BALOK INDUK PORTAL C(ZONE GEMPA 4)

(lapangan)

Lantai	Elemen	Posisi (m)	Md (Nm)	Ml (Nm)	Me (Nm)	Mu-1 (Nm)	Mu-2 (Nm)	Mu-3 (Nm)	Mu-4 (Nm)	Mu-5 (Nm)	Momen rencana	
											Negatif	Positif
DASAR	4	4	202640	88990	11620	385552	253004.85	228602.85	192834	171918	171918	385552
	5	4	209010	84310	0	353708	239718.15	239718.15	188109	188109	188109	353708
	6	4	204280	89420	11620	388208	254862.3	230460.3	194310	173394	173394	388208
1	104	4	200640	87920	10170	381440	249045.3	227688.3	189729	171423	171423	381440
	105	4	210200	85210	0	356576	241251.15	241251.15	189180	189180	189180	356576
	106	4	201530	88130	10170	382844	250045.95	228688.95	190530	172224	172224	382844
2	204	4	201020	88270	9020	382456	248347.05	229405.05	189036	172800	172800	382456
	205	4	211940	85620	0	359320	243207.3	243207.3	190746	190746	190746	359320
	206	4	201850	88450	9020	383740	249275.25	230333.25	189783	173547	173547	383740
3	304	4	202560	88140	7000	384096	247802.1	233102.1	188604	176004	176004	384096
	305	4	211570	86080	0	359612	242963.7	242963.7	190413	190413	190413	359612
	306	4	203130	88260	7000	384972	248438.4	233738.4	189117	176517	176517	384972
4	404	4	195380	88470	4060	376008	237280.05	228754.05	179496	172188	172188	376008
	405	4	219180	86080	0	368744	250954.2	250954.2	197262	197262	197262	368744
	406	4	196790	88820	4060	378260	238870.8	230344.8	180765	173457	173457	378260
5	504	4	161900	25890	3280	235704	181594.35	174706.35	148662	142758	142758	235704
	505	4	-30720	870	0	-35472	-31981.95	-31981.95	-27648	-27648	-35472	-27648
	506	4	159610	25250	3280	231932	178988.25	172100.25	146601	140697	140697	231932

Mu-1 = 1.2Md + 1.6Ml

Mu-2 = 1.05(Md + 0.3Ml + Me)

Mu-3 = 1.05(Md + 0.3Ml - Me)

Mu-4 = 0.9(Md + Me)

Mu-5 = 0.9(Md + Me)

2.3. PENULANGAN BALOK INDUK PORTAL C/ZONE GEMPA 4 (lapangan)

Diameter tulangan = 25 mm

Lantai	Elemen	Posisi (m)	Mu (Nmm) positif	Rn	Rho delta	Rho'	Rho	Rho min	Rho pakai	As perlu (mm ^ 2)	Tul. pakai	As pakai (mm ^ 2)	As' perlu (mm ^ 2)	Tul. pakai	As' pakai (mm ^ 2)
ATAP	4	4	3.86E+08	1.193334	0.003823	0.004499	0.008323	0.004375	0.008323	2644.497	6	2945.4	1429.585	3	1472.62
	5	4	3.54E+08	0.817315	0.002598	0.004127	0.006725	0.004375	0.006725	2136.912	5	2454.37	1311.511	3	1472.62
	6	4	3.88E+08	0.897034	0.002856	0.00453	0.007386	0.004375	0.007386	2346.88	5	2454.37	1439.433	3	1472.62
1	104	4	3.81E+08	0.881396	0.002805	0.004451	0.007256	0.004375	0.007256	2305.667	5	2454.37	1414.338	3	1472.62
	105	4	3.57E+08	0.823942	0.002619	0.004161	0.00678	0.004375	0.00678	2154.356	5	2454.37	1322.145	3	1472.62
	106	4	3.83E+08	0.88464	0.002816	0.004467	0.007283	0.004375	0.007283	2314.216	5	2454.37	1419.544	3	1472.62
2	204	4	3.82E+08	0.883743	0.002813	0.004463	0.007276	0.004375	0.007276	2311.854	5	2454.37	1418.105	3	1472.62
	205	4	3.59E+08	0.830283	0.00264	0.004193	0.006833	0.004375	0.006833	2171.048	5	2454.37	1332.319	3	1472.62
	206	4	3.84E+08	0.88671	0.002822	0.004478	0.0073	0.004375	0.0073	2319.672	5	2454.37	1422.866	3	1472.62
3	304	4	3.84E+08	0.887533	0.002825	0.004482	0.007307	0.004375	0.007307	2321.839	5	2454.37	1424.186	3	1472.62
	305	4	3.6E+08	0.830958	0.002642	0.004196	0.006838	0.004375	0.006838	2172.824	5	2454.37	1333.402	3	1472.62
	306	4	3.85E+08	0.889557	0.002832	0.004492	0.007324	0.004375	0.007324	2327.174	5	2454.37	1427.434	3	1472.62
4	404	4	3.76E+08	0.868844	0.002764	0.004388	0.007152	0.004375	0.007152	2272.598	5	2454.37	1394.197	3	1472.62
	405	4	3.69E+08	0.852059	0.00271	0.004303	0.007013	0.004375	0.007013	2228.387	5	2454.37	1367.263	3	1472.62
	406	4	3.78E+08	0.874048	0.002781	0.004414	0.007195	0.004375	0.007195	2286.307	5	2454.37	1402.547	3	1472.62
5	504	4	2.36E+08	0.544643	0.001721	0.00275	0.004472	0.004375	0.004472	1420.851	3	1472.7	873.9648	3	1472.62
	505	4	-2.8E+07	-0.06389	-0.0002	-0.00032	-0.00052	0.004375	0.004375	1390.156	3	1472.7	-102.516	3	1472.62
	506	4	2.32E+08	0.535927	0.001693	0.002706	0.0044	0.004375	0.0044	1398.015	3	1472.7	859.9786	3	1472.62

TABEL 8.1.A. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI DASAR(ARAH X/ZONE GEMPA 4)

fc'	= 29.18	Mpa	El b	= 1.815E+14	Nmm^2	decking	= 5	cm	Rho ma 0.08
fy	= 390	Mpa	El c	= 1.1E+14	Nmm^2	sengkang	= 12	mm	Rho min 0.01
Lu	= 400	cm	tul pokok	= 25	mm	Total Pu	= 7.8E+07	N	
r	= 18	cm	sisikolom	= 60	cm	Total Pc	= 1.8E+09	N	

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu { N }	Pc { N }	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn { N }	Kx {eb x} Ksi	Ky {eb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm^2	pakai tulangan
KOLOM EXTERIOR																	
K.29.	0.808	1	1.29	YA	398645000 494467000	-32760000 -56850000	3611541	1.6E+08	1	1.12	613300000 760718462	5556217	0.332	1.455	0.02	72	16 D-25
K.32.	0.808	1	1.29	YA	416220000 474337000	-43648500 -15780000	3610913	1.7E+08	1	1.12	640338462 729749231	5555251	0.279	1.454	0.02	72	16 D-25
KOLOM INTERIOR																	
K.30.	0.606	1	1.25	YA	1334719000 1236561000	-57404000 -13640000	6432600	1.7E+08	1	1.12	2053413846 1902401538	9896308	0.896	2.591	0.08	288	58 D-25
K.31.	0.606	1	1.25	YA	1159930000 1160030000	-33040000 -60711000	6190623	1.8E+08	1	1.12	1784507692 1784661538	9524035	0.779	2.493	0.07	252	52 D-25

TABEL 8.2.A. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI DASAR(ARAH X)

fc' = 29.178 Mpa
fy = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Ksi	Ky Ksi	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.29.	6.1E+08	7.6E+08	5556217	0.184	0.228	0.022	2	1.8	7639257	6875332	6133233	8825801	OK
K.32.	6.4E+08	7.3E+08	5555251	0.192	0.219	0.022	1.8	1.8	6875332	6875332	6133233	7821732	OK
KOLOM INTERIOR													
K.30.	2.1E+09	1.9E+09	9896308	0.346	0.32	0.079	2.6	2.63	9931034	1E+07	1E+07	9927680	OK
K.31.	1.8E+09	1.8E+09	9524035	0.312	0.312	0.071	2.5	2.5	9549072	9549072	9490740	9608125	OK

TABEL 8.1.B. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 1 - 2(ARAH X/ZONE GEMPA 4)

fc'	= 29.18 Mpa	Ec b	= 1.815E+14 Nmm^2	decking	= 5 cm	Rho ma	0.08
fy	= 390 Mpa	Ec c	= 1.1E+14 Nmm^2	sengkang	= 12 mm	Rho mi	0.01
Lu	= 400 cm	tul pokok	= 25 mm	Total Pu	= 6.5E+07 N		
r	= 18 cm	sisikolom	= 80 cm	Total Po	= 2.7E+09 N		

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu { N }	Po { N }	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn { N }	Kx {sb x} Ksi	Ky {sb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm^2	pakai tulangan	As ada cm^2
KOLOM EXTERIOR																		
K.129.	0.808	0.81	1.25	YA	416368000 1.048E+09	81029000 168740000	2945886	1.6E+08	1	1.04	640566154 1.612E+09	4532132	0.703	1.187	0.055	198	40 D-25	196.4
K.132.	0.808	0.81	1.25	YA	860635000 946045000	103660000 58830000	2938531	1.6E+08	1	1.04	1.324E+09 1.455E+09	4520817	0.578	1.184	0.06	216	44 D-25	216
KOLOM INTERIOR																		
K.130.	0.606	0.61	1.19	YA	1.701E+09 1.774E+09	142359000 42980000	5522075	1.7E+08	1	1.04	2.618E+09 2.729E+09	8495500	1.142	2.224	0.08	288	58 D-25	284.7
K.131.	0.606	0.61	1.19	YA	1.604E+09 1.49E+09	81680000 179470000	5203064	1.8E+08	1	1.04	2.467E+09 2.292E+09	8004714	1.077	2.096	0.08	288	58 D-25	284.7

TABEL 8.2.B. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 1 - 2(ARAH X).

fc' = 29.176 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Kel	Ky Kel	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.129.	1.5E +09	1.3E +09	4532132	0.552	0.478	0.055	1.55	1.65	5920424	6302387	8372204	4804598	OK
K.132.	1.7E +09	1.6E +09	4520817	0.627	0.59	0.06	1.55	1.65	5920424	6302387	8744416	4690032	OK
KOLOM INTERIOR													
K.130.	1.5E +09	2.7E +09	8495500	0.294	0.535	0.079	2.8	2.12	1.1E +07	8097613	1E +07	8511844	OK
K.131.	1.5E +09	2.3E +09	8004714	0.312	0.477	0.079	2.7	2.15	1E +07	8212202	1E +07	8387627	OK

TABEL 8.1.C. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 2 - 3(ARAH X)ZONE GEMPA 4)

fc'	= 29.18 Mpa	El b	= 1.815E+14 Nmm^2	decking	= 5 cm	Rho ma	0.08
fy	= 390 Mpa	El c	= 1.1E+14 Nmm^2	sengkang	= 12 mm	Rho mi	0.01
Lu	= 400 cm	tul pokok	= 25 mm	Total Pu	= 6E+07 N		
r	= 18 cm	sisikolom	= 60 cm	Total Po	= 2.7E+09 N		

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu { N }	Po { N }	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn { N }	Kx {eb x} Kel	Ky {eb y} Kel	Rho pakai	As perlu cm^2	pakai tulangan	As ada cm^2
KOLOM EXTERIOR																		
K.229.	0.808	0.81	1.25	YA	1.135E+09 1.118E+09	71550000 172200000	2281544	1.6E+08	1	1.04	1.747E+09 1.719E+09	3510068	0.75	0.919	0.055	198	40 D-25	196.4
K.232.	0.808	0.81	1.25	YA	938613000 1.015E+09	85386000 67494000	2278457	1.6E+08	1	1.04	1.444E+09 1.562E+09	3505318	0.63	0.918	0.05	180	38 D-25	186.5
KOLOM INTERIOR																		
K.230.	0.606	0.61	1.19	YA	1.055E+09 1.212E+09	125465000 54250000	4244739	1.7E+08	1	1.04	1.624E+09 1.865E+09	6530368	0.708	1.71	0.08	288	58 D-25	284.7
K.231.	0.606	0.61	1.19	YA	1.228E+09 1.167E+09	72345000 167350000	4551248	1.8E+08	1	1.04	1.89E+09 1.795E+09	7001920	0.825	1.833	0.08	288	58 D-25	284.7

TABEL 8.2.C. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 2 - 3(ARAH X)

fc' = 29.176 Mpa
fy = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Ksi	Ky Ksi	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.229.	1.7E +09	1.7E +09	3510068	0.829	0.816	0.055	1.29	1.3	4927321	4973156	8372204	3513867	OK
K.232.	1.4E +09	1.6E +09	3505318	0.687	0.743	0.052	1.33	1.32	5080106	5041910	8184199	3663042	OK
KOLOM INTERIOR													
K.230.	1.6E +09	1.9E +09	6530368	0.414	0.476	0.079	2.25	1.95	8594164	7448276	1E +07	6617894	OK
K.231.	1.9E +09	1.8E +09	7001920	0.45	0.427	0.079	2.15	2.2	8212202	8403183	1E +07	7079108	OK

TABEL 8.1.D. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 3 - 4(ARAH X/ZONE GEMPA 4)

fc'	= 29.18 Mpa	El b	= 1.815E+14 Nmm^2	decking	= 5 cm	Rho ma	0.08
fy	= 390 Mpa	El c	= 1.1E+14 Nmm^2	sengkang	= 12 mm	Rho mi	0.01
Lu	= 400 cm	tul pokok	= 25 mm	Total Pu	= 3.8E+07 N		
r	= 18 cm	sisikolom	= 60 cm	Total Po	= 2.8E+09 N		

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu { N }	Po { N }	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn { N }	Kx {eb x} Ksi	Ky {eb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm^2	pakai tulangan	As ada cm^2
KOLOM EXTERIOR																		
K.329.	0.808	0.81	1.25	YA	958266000 969370000	70360000 186830000	1622089	1.6E+08	1	1.02	1.474E+09 1.491E+09	2495522	0.651	0.653	0.06	216	44 D-25	216
K.332.	0.808	0.81	1.25	YA	686891000 984650000	83360000 70320000	1608182	1.6E+08	1	1.02	1.057E+09 1.515E+09	2474126	0.461	0.648	0.05	180	38 D-25	186.5
KOLOM INTERIOR																		
K.330.	0.606	0.61	1.19	YA	1.321E+09 1.173E+09	119395000 61410000	2981705	1.7E+08	1	1.02	2.032E+09 1.804E+09	4587238	0.887	1.201	0.08	288	58 D-25	284.7
K.331.	0.606	0.61	1.19	YA	1.189E+09 1.375E+09	68572000 181580000	2981812	1.8E+08	1	1.02	1.829E+09 2.116E+09	4587403	0.798	1.201	0.08	288	58 D-25	284.7

TABEL 8.2.D. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 3 - 4(ARAH X)

fc' = 29.176 Mpa
fy = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Ksi	Ky Ksi	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.329.	1.5E +09	1.5E +09	2495522	0.985	0.996	0.06	1.02	1.02	3896021	3896021	8744416	2506357	OK
K.332.	1.1E +09	1.5E +09	2474126	0.712	1.02	0.052	1.2	0.85	4583554	3246684	8184199	2475302	OK
KOLOM INTERIOR													
K.330.	2E +09	1.8E +09	4587238	0.738	0.655	0.079	1.6	1.71	6111406	6531565	1E +07	4603642	OK
K.331.	1.8E +09	2.1E +09	4587403	0.664	0.769	0.079	1.71	1.6	6531565	6111406	1E +07	4603642	OK

TABEL 8.1.E. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 4 - 5(ARAH X/ZONE GEMPA 4)

fc'	= 29.18 Mpa	Ec b	= 1.815E+14 Nmm^2	decking	= 5 cm	Rho ma	0.08
fy	= 390 Mpa	Ec c	= 1.1E+14 Nmm^2	sengkang	= 12 mm	Rho mi	0.01
Lu	= 400 cm	tul pokok	= 25 mm	Total Pu	= 2E+07 N		
r	= 18 cm	sisikolom	= 60 cm	Total Po	= 2.5E+09 N		

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x Mug y {Nmm}	Pu { N }	Po { N }	db	ds	Mn Perlu Mn x Mn y {Nmm}	Pn { N }	Kx {eb x} Ksi	Ky {eb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm^2	pakai tulangan	As ada cm^2
KOLOM EXTERIOR																		
K.429.	0.808	0.81	1.25	YA	840023000 779690000	59050000 173530000	936642	1.4E+08	1	1.01	1.292E+09 1.2E+09	1440988	0.523	0.377	0.05	180	38 D-25	186.5
K.432.	0.808	0.81	1.25	YA	364233000 672287000	60795000 95730000	933836	1.5E+08	1	1.01	560358462 1.034E+09	1436670	0.245	0.376	0.04	144	30 D-25	147.3
KOLOM INTERIOR																		
K.430.	0.606	0.61	1.19	YA	788373000 816412000	118912000 72260000	1722404	1.6E+08	1	1.01	1.213E+09 1.256E+09	2649852	0.529	0.694	0.05	180	38 D-25	186.5
K.431.	0.606	0.61	1.19	YA	634893000 638790000	63851000 182520000	1751542	1.7E+08	1	1.01	976758462 982753846	2694680	0.426	0.705	0.035	126	26 D-25	127.6

TABEL 8.2.E. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 4 - 5(ARAH X)

fc' = 29.176 Mpa
fy = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Ksi	Ky Ksi	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.429.	1.3E +09	1.2E +09	1440988	1.495	1.387	0.052	0.64	0.65	2444562	2482759	8184199	1449985	OK
K.432.	5.6E +08	1E +09	1436670	0.65	1.2	0.041	1	0.64	3819629	2444562	7439774	1864058	OK
KOLOM INTERIOR													
K.430.	1.2E +09	1.3E +09	2649852	0.763	0.79	0.052	1	1	3819629	3819629	8184199	2491129	OK
K.431.	9.8E +08	9.8E +08	2694680	0.604	0.608	0.035	1.05	1.05	4010610	4010610	7065663	2799962	OK

TABEL 8.1.F. PERHITUNGAN TULANGAN MEMANJANG KOLOM LANTAI 5 - 8(ARAH X/ZONE GEMPA 4)

fc'	= 29.18	Mpa	El b	= 1.815E+14	Nmm^2	decking	= 5	cm	Rho ma 0.08
fy	= 390	Mpa	El c	= 1.1E+14	Nmm^2	sengkang	= 12	mm	Rho mi 0.01
Lu	= 400	cm	tul pokok	= 25	mm	Total Pu	= 1.1E+07	N	
r	= 18	cm	sisikolom	= 80	cm	Total Pc	= 1.9E+09	N	

KOLOM	WA	WB	K	Tekuk ?	Mu Total Mut x / Mut y {Nmm}	Mu grav Mug x / Mug y {Nmm}	Pu { N }	Pc { N }	db	ds	Mn Perlu Mn x / Mn y {Nmm}	Pn { N }	Kx {sb x} Ksi	Ky {sb y} Ksi	Rho pakai	As perlu cm^2	pakai tulangan	As ada cm^2
KOLOM EXTERIOR																		
K.529.	0.404	0.81	1.19	NO	340084000 527581000	80920000 248560000	300562	1.4E+08	1	1	523206154 811663077	462403	0.354	0.121	0.02	72	8 D-25	78.5
K.532.	0.404	0.81	1.19	NO	413738000 539120000	133970000 59430000	301190	1.7E-05	1	1	636520000 829415385	463368	0.278	0.121	0.02	72	8 D-25	78.5
KOLOM INTERIOR																		
K.530.	0.303	0.61	1.15	NO	394740000 317762000	72083000 11210000	504309	1.8E+08	1	1	607292308 488864615	775860	0.265	0.203	0.02	72	8 D-25	78.5
K.531.	0.303	0.61	1.15	NO	320446000 359556000	76890000 201810000	654522	1.7E+08	1	1	492993846 553163077	1006956	0.215	0.264	0.02	72	12 D-25	78.5

TABEL 8.2.F. CEK KAPASITAS KOLOM LANTAI 5 - 8(ARAH X)

fo' = 29.178 Mpa
fy = 390 Mpa

KOLOM	Mn x {Nmm}	Mn y {Nmm}	Pn { N }	ex/h	ey/h	r	Kx Ksi	Ky Ksi	Pox { N }	Poy { N }	Po { N }	Pnb { N }	Pnb > Pn ?
KOLOM EXTERIOR													
K.529.	5.2E+08	8.1E+08	462403	1.886	2.926	0.022	0.3	0.19	1145889	725729	6133233	479027	OK
K.532.	6.4E+08	8.3E+08	463368	2.289	2.983	0.022	0.28	0.19	1069496	725729	6133233	465138	OK
KOLOM INTERIOR													
K.530.	6.1E+08	4.9E+08	775860	1.305	1.05	0.022	0.35	0.38	1336870	1451459	6133233	784971	OK
K.531.	4.9E+08	5.5E+08	1006956	0.816	0.916	0.022	0.55	0.45	2100796	1718833	6133233	1117626	OK

8.2.1. ANALISA MOMEN MAKSIMUM KOLOM PORTAL C

(PADA ARAH SUMBU-X/ZONE GEMPA 4)

Lantai	Elemen	Ujung bawah					Ujung atas					Momen maksimum	
		Md (Nm)	Ml (Nm)	Me (Nm)	Mu-1 (Nm)	Mu-2 (Nm)	Md (Nm)	Ml (Nm)	Me (Nm)	Mu-1 (Nm)	Mu-2 (Nm)	Mu,bawah (Nm)	Mu,atas (Nm)
Dasar	29	-39240	-14900	228530	-1.3E +06	1234246	87310	32830	80360	-401423	653717	-1347940	653717.4
	30	-13530	-1510	260780	-1.4E +06	1410650	32070	4070	149590	-780339	856233	-1442234	856233
	31	11890	1100	260780	-1.4E +06	1440069	-22550	-1540	149590	-843530	792941	-1412790	792941.1
	32	42160	15660	228530	-1.2E +06	1351829	-87580	-32840	80360	-653974	401092	-1230407	401091.6
1	129	-121900	-45800	125130	-984173	632003	117070	43730	122240	-617560	955240	-984173	955239.6
	130	-46500	-6630	222570	-1.3E +06	1161474	48050	7980	214960	-1.1E +06	1234391	-1273047	1234391
	131	36840	4110	222570	-1.2E +06	1260435	-39080	-5660	214960	-1.2E +06	1128834	1260435	-1222788
	132	124520	46400	125130	-628937	987869	-118010	-43850	122240	-956504	616598	-628937	616597.8
2	229	-115820	-43290	99790	-820959	486828	119830	45040	119250	-582748	928975	-820959	928974.9
	230	-51300	-9560	185220	-1.1E +06	949414	54080	10200	201020	-1E +06	1168226	949414.2	-1033238
	231	43960	7710	185220	-958837	1067344	-46720	-8350	201020	-1.2E +06	1041686	-958837	1041686
	232	116150	43230	99790	-487263	821961	-119910	-44890	119250	-929355	583275	-487263	583275
3	329	-126820	-46790	72840	-672443	307862	130930	47090	130930	-577122	950964	307862.1	-577122
	330	-55740	-11340	145590	-867875	727007	54940	12030	167070	-846218	986855	-867875	986855.1
	331	48860	9630	145590	-735069	857898	-48480	-10430	169070	-986654	862943	-735069	862942.5
	332	126490	46530	72840	-309754	673096	-130210	-46720	102460	-831228	459675	673096.2	-831228
4	429	-125940	-48460	42720	-482723	116483	115660	49630	79990	-318631	665740	-482723	665739.9
	430	-65580	-12840	95290	-603116	438434	167340	5110.5	123580	-494581	856727	-603116	856727
	431	57920	10900	95290	-449333	593855	167340	6208.8	123580	-494020	858472	593854.8	-494020
	432	125610	48220	42720	-118984	484027	58060	9686.6	79990	-422639	564907	-118984	564906.9
5	529	-148490	-47770	8800	-294580	-117566	53840	4730.7	39670	-193353	316351	-294580	316351
	530	-40290	-13280	41440	-283884	171387	95610	10335.4	70490	-273935	496420	171387.3	-273935
	531	35200	12010	41440	-177536	276677	95600	14776.7	70490	-270177	501968	-177536	501967.9
	532	145400	46810	8800	110983	292658	51730	9850.9	39670	-192939	322259	110982.9	322258.5

8.2.2. ANALISA MOMEN MAKSIMUM KOLOM PORTAL C

(PADA ARAH SUMBU-Y/ZONE GEMPA 4)

Lantai	Elemen	Ujung bawah					Ujung atas					Momen maksimum	
		Md (Nm)	Ml (Nm)	Me (Nm)	Mu-1 (Nm)	Mu-2 (Nm)	Md (Nm)	Ml (Nm)	Me (Nm)	Mu-1 (Nm)	Mu-2 (Nm)	Mu,bawah (Nm)	Mu,atas (Nm)
Dasar	29	-22140	-9060	262910	-1.4E +06	1359410	47600	19470	150840	-664358	805205	1359409.8	-664358.1
	30	-25710	-15860	262830	-1.5E +06	1388820	55280	34080	150800	-728015	915671	-1476117.3	915671.4
	31	-34960	-19710	262820	-1.5E +06	1375023	75150	42360	150760	-698290	945061	-1489830.3	945060.9
	32	-22330	-9140	262930	-1.4E +06	1359210	48000	19640	150810	-663634	805678	1359210.3	-663633.6
1	129	-62540	-25890	224240	-1.2E +06	1006620	54300	22870	216660	-982966	1145023	1006620.3	-982965.9
	130	-70910	-45020	224180	-1.3E +06	1100268	59350	39380	216450	-1.1E +06	1283606	-1343720.7	1283606.1
	131	-98600	-56530	224320	-1.4E +06	1059696	85410	50170	216650	-1E +06	1323139	1059695.7	-1038420.6
	132	-63070	-26110	224490	-1.2E +06	1006883	54740	23050	216780	-982819	1146178	1006882.8	-982818.9
2	229	-47270	20670	186330	-936251	880391	47470	20670	202390	-928746	1071840	-936251.4	1071840
	230	-48050	-34540	186820	-1.1E +06	931302	46670	34650	203530	-1E +06	1193497	931301.7	-1022725.2
	231	-73860	-45110	186640	-1.1E +06	892347	73820	45670	202560	-978573	1229502	892346.7	-978572.7
	232	-47720	-20610	186900	-982462	838969	48010	20890	202750	-929460	1074150	-982461.9	1074150
3	329	-47230	-20560	146210	-777040	634681	46800	20210	169950	-808401	949122	634680.9	-808401.3
	330	-45720	-34080	147590	-887111	719531	46050	33740	170510	-842871	1010430	719531.4	-842870.7
	331	-72200	-44810	146830	-922990	677269	70440	43270	170400	-809313	1048104	-922989.9	1048103.7
	332	-47710	-20750	147220	-781985	638219	47110	20330	170730	-775354	916978	638219.4	-775353.6
4	429	-43170	-19760	95380	-520500	388347	39450	19600	123990	-559543	683548	388346.7	-559542.9
	430	-36760	-32420	95680	-594560	449282	25780	32120	124300	-616976	738566	-594560.4	738565.8
	431	-67140	-44890	96330	-642283	407020	65150	48100	124770	-560832	798657	407019.9	-560832.3
	432	-43840	-20020	96890	-527818	393712	40710	20100	125250	-562987	690688	393712.2	-562986.9
5	529	-46330	-19160	40910	-251675	114146	58200	18870	70030	-263187	425034	-251674.5	425033.7
	530	-53450	-31480	42530	-320017	141664	96460	31130	70730	-251914	519853	141663.9	-251913.9
	531	-59400	-33850	42110	-326989	131164	54410	14240	71440	-316783	460948	131163.9	-316782.9
	532	-46550	-19230	42760	-259749	121611	56640	16820	72210	-276133	430399	-259749	430399.2

8.2.3. ANALISA GAYA AKSIAL MAKSIMUM KOLOM PORTAL C

(ZONE GEMPA 4)

Lantai	Elemen	Nd (N)	Nl (N)	Ne (N)	Ne rencana	Nu-1 (N)	Nu-2 (N)	Nu-3 (N)	Nu maks (N)
Dasar	29	-2958730	-637500	259420	337246	-1957983	-4790850	-4570476	-4790850
	30	-5240500	-1454360	26700	34710	-5967574	-6259138	-8615576	-8615576
	31	-4922050	-1351870	27270	35451	-5587044	-5884832	-8069452	-8069452
	32	-2958600	-636980	259470	337311	-1957355	-4790768	-4569488	-4790768
1	129	-2445650	-524550	197030	256139	-1712460	-3864027	-3774060	-3864027
	130	-4281400	-1178440	15650	20345	-4904966	-5075864	-7023184	-7023184
	131	-4050490	-1105530	16230	21099	-4628721	-4805953	-6629436	-6629436
	132	-2444230	-523740	197070	256191	-1710410	-3862415	-3771060	-3862415
2	229	-1928030	-409700	132870	172731	-1471035	-2921976	-2969156	-2969156
	230	-3338530	-907970	7690	9997	-3844817	-3928791	-5458988	-5458988
	231	-3191850	-863540	8250	10725	-3669084	-3759174	-5211884	-5211884
	232	-1925980	-408810	132890	172757	-1468400	-2919559	-2965272	-2965272
3	329	-1408900	-293920	77660	100958	-1178768	-2026815	-2160952	-2160952
	330	-2403550	-640300	2860	3718	-2777038	-2808269	-3908740	-3908740
	331	-2339120	-623750	2800	3640	-2702763	-2733339	-3804944	-3804944
	332	-1405830	-293110	77670	100971	-1175150	-2023306	-2155972	-2155972
4	429	-886070	-177340	35830	46579	-809225	-1200488	-1347028	-1347028
	430	-1474370	-374720	1830	2379	-1695479	-1715463	-2368796	-2368796
	431	-1491090	-385750	1880	2444	-1717395	-1737924	-2406508	-2406508
	432	-884000	-176680	35820	46566	-806828	-1197983	-1343488	-1343488
5	529	-364080	-60720	10420	13546	-350893	-464680	-534048	-534048
	530	-549780	-110280	1250	1625	-616762	-630412	-836184	-836184
	531	-648710	-149460	1280	1664	-736930	-750908	-1017588	-1017588
	532	-362280	-60220	10410	13533	-348848	-462525	-531088	-531088

8.2.4. ANALISA GAYA AKSIAL RENCANA KOLOM PORTAL C
(ZONE GEMPA 4)

Lantai	JOINTS	Sumbu-X		Sumbu-Y		SIGMA		Rv	Ng.k	Nu,k disain		Nu maks	Nu,k pakai	
		M kap,b (Nm)	M kap,b' (Nm)	M kap,b (Nm)	M kap,b' (Nm)	M kap,b-x/Ln (Nm)	M kap,b-y/Ln (Nm)		(N)	Nu,k-x (N)	Nu,k-y (N)	(N)	Nu,k-x (N)	Nu,k-y (N)
1	105	1044400	569970	1153600	630000	218158.1081	241027.027	0.975	-3596230	-3627149	-3611541	-4790850	-3627149	-3611541
	106	1264700	626840	1375000	761000	255613.5135	288648.6486	0.975	-6694860	-6855147	-6832600	-8615576	-6855147	-6832600
	107	1264700	601800	1375000	761000	252229.7297	288648.6486	0.975	-6273920	-6415469	-6390613	-8069452	-6415469	-6390613
	108	1051400	568500	1153000	630000	218905.4054	240945.9459	0.975	-3595580	-3625956	-3610913	-4790768	-3625956	-3610913
2	205	1155600	626800	1155000	672000	240864.8649	246891.8919	1	-2970200	-2950105	-2945886	-3864027	-2950105	-2945886
	206	1264700	601800	1483000	745000	252229.7297	301081.0811	1	-5459840	-5556271	-5522075	-7023184	-5556271	-5522075
	207	1264700	601800	1483000	745000	252229.7297	301081.0811	1	-5156020	-5237260	-5203064	-6629436	-5237260	-5203064
	208	1155600	626800	1155000	725000	240864.8649	254054.0541	1	-2967970	-2947763	-2938531	-3862415	-2947763	-2938531
3	305	1155600	544700	1155000	630000	229770.2703	241216.2162	1.025	-2337730	-2289756	-2281544	-2969156	-2289756	-2281544
	306	1264700	601820	1483000	725000	252232.4324	298378.3784	1.025	-4246500	-4277848	-4244739	-5458988	-4277848	-4244739
	307	1155600	626800	1373000	761000	240864.8649	288378.3784	1.025	-4055390	-4085339	-4051248	-5211884	-4085339	-4051248
	308	1153600	544700	1155000	630000	229500	241216.2162	1.025	-2334790	-2286863	-2278457	-2965272	-2286863	-2278457
4	405	1050400	568500	1044000	626000	218770.2703	225675.6757	1.05	-1702820	-1627165	-1622089	-2160952	-1627165	-1622089
	406	1155600	626800	1483000	672000	240864.8649	291216.2162	1.05	-3043850	-3019007	-2981999	-3908740	-3019007	-2981999
	407	1155600	626800	1483000	725000	240864.8649	298378.3784	1.05	-2962870	-2933978	-2891705	-3804944	-2933978	-2891705
	408	933200	568500	1044000	725000	202932.4324	239054.0541	1.05	-1698940	-1634732	-1608182	-2155972	-1634732	-1608182
5	505	1153600	568500	1044000	725000	232716.2162	239054.0541	1.075	-1063410	-941462	-936692	-1347028	-941462	-936692
	506	1050400	626800	1483000	672000	226648.6486	291216.2162	1.075	-1849090	-1770991	-1722404	-2368796	-1770991	-1722404
	507	1155600	544700	1483000	672000	229770.2703	291216.2162	1.075	-1876840	-1797780	-1751542	-2406508	-1797780	-1751542
	508	1050040	568500	1044000	725000	218721.6216	239054.0541	1.075	-1060680	-949126	-933826	-1343488	-949126	-933826
6	605	822740	531300	711100	687000	182978.3784	188932.4324	1.1	-424800	-305147	-300562	-534048	-305147	-300562
	606	599100	483600	1044000	770000	146310.8108	245135.1351	1.1	-660060	-580404	-504309	-836184	-580404	-504309
	607	599100	483600	1044000	672000	146310.8108	231891.8919	1.1	-798170	-725419	-659522	-1017588	-725419	-659522
	608	822740	511600	598900	769000	180316.2162	184851.3514	1.1	-422500	-304782	-301289	-531088	-304782	-301289

ARAH SUMBU X

LANTAI	ELEMEN	Me,x		Alpha		Me,y		Mkap,b kiri(x) (Nm)	Mkap,b kanan(x) (Nm)	Omega	Mkap,b kiri(y)	Mkap,b kanan(y)	Mu,ka (Nm)	Mu,kb (Nm)
		Bawah (Nm)	Atas	Bawah	Atas	Bawah (Nm)	Atas							
dasar	29	228530	80360	0	0.3538144	262910	150840	0	1044400	1	1153600	933000	542022.278	0
	30	260780	149590	0	0.46047378	262830	150800	1155600	1264700	1	1375000	933000	1314524.01	0
	31	260780	149590	0	0.46047378	262820	150760	1264700	1155600	1	1375000	1044000	1328586.93	0
	32	228530	80360	0	0.3538144	262930	150810	1051400	0	1	1153000	1044000	555040.833	0
1	129	125130	122240	0.44607272	0.55392728	224240	216660	0	1155600	1.3	1155000	933000	1176874.52	947726.594
	130	222570	214960	0.44679072	0.55320928	224180	216440	1155600	1264700	1.3	1483000	933000	2074405.35	1675360.63
	131	222570	214960	0.44679072	0.55320928	224320	216650	1264700	1155600	1.3	1483000	933000	2074405.35	1675360.63
	132	125130	122290	0.44607272	0.55392728	224490	216780	1155600	0	1.3	1155000	1044000	1198866.62	965436.636
2	229	99790	119250	0.6266 1472	0.37338528	186330	202390	0	1155600	1.3	1155000	822000	778470.584	1306428.39
	230	185220	201020	0.59620025	0.40379975	186820	203530	1051400	1264700	1.3	1483000	1044000	1480020.98	2185214.02
	231	185220	201020	0.59620025	0.40379975	186640	202560	1155600	1050400	1.3	1375000	934000	1395529.5	2060464.47
	232	99790	119250	0.6267104	0.3732896	186900	202750	1155600	0	1.3	1153000	822000	778004.075	1306179.55
3	329	72840	130930	0.73624745	0.26375255	146210	163950	0	1050400	1.3	1044000	822000	506344.609	1413426.84
	330	145590	167070	0.67841112	0.32158888	147590	170510	933200	1155600	1.3	1483000	1044000	1091548.25	2302686.84
	331	145590	167070	0.67841112	0.32158888	146830	170400	1155600	822700	1.3	1483000	933000	1036412.96	2186375.63
	332	72840	102460	0.73624745	0.26375255	147220	170730	933200	0	1.3	1044000	822000	469489.815	1310549.17
4	429	42720	79990	0.9370214	0.0629786	95380	123990	0	1155600	1.3	1044000	711100	126305.504	1879224.96
	430	95290	123580	0.80125653	0.19874347	95680	124300	1050400	1050400	1.3	1483000	933000	669534.941	2699305.08
	431	95290	123580	0.80125653	0.19874347	96330	124770	1155600	822700	1.3	1483000	822000	632617.634	2550468.82
	432	42720	79990	0.92090599	0.07909401	96890	125250	1050400	0	1.3	1044000	711100	148705.057	1731400.02
5	529	8800	39670	0.66847735	1	40910	70030	0	822740	1	711100	598900	1114979.96	745338.848
	530	41440	70490	0.63678054	1	42530	70730	599100	599100	1	1044000	598900	1550914.79	987592.365
	531	41440	70490	0.63678054	1	42110	71440	599100	599100	1	1044000	822000	1612297.66	1026679.78
	532	8800	39670	0.66847735	1	42760	72210	822740	0	1	711100	598900	1114979.96	745338.848

ARAH SUMBU Y

LANTAI	ELEMEN	Me,y		Alpha		Me,x		Mkap,b	Mkap,b	Omega	Mkap,b	Mkap,b	Mu,ka	Mu,kb
		Bawah (Nm)	Atas	Bawah	Atas	Bawah (Nm)	Atas	kiri(x) (Nm)	kanan(x) (Nm)		kiri(y)	kanan(y)	(Nm)	(Nm)
dasar	29	262910	150840	0	0.46031	228530	80360	0	1044400	1	1153600	933000	1013149.4	0
	30	262830	150800	0	0.4603191	260780	149590	1155600	1264700	1	1375000	933000	1280895.8	0
	31	262820	150760	0	0.4604836	260780	149590	1264700	1155600	1	1375000	1044000	1328231.1	0
	32	262930	150810	0	0.4605679	228530	80360	1051400	0	1	1153000	1044000	1061236.7	0
1	129	224240	216660	0.4473708	0.5526292	125130	122240	0	1155600	1.3	1155000	933000	1604151.8	1298611.3
	130	224180	216440	0.446656	0.553344	222570	214960	1155600	1264700	1.3	1483000	933000	2072924.7	1673252.6
	131	224320	216650	0.4468287	0.5531713	222570	214960	1264700	1155600	1.3	1483000	933000	2072277.8	1673899.5
	132	224490	216780	0.4465666	0.5534334	125130	122290	1155600	0	1.3	1155000	1044000	1679727.8	1355375.8
2	229	186330	202390	0.5970733	0.4029267	99790	119250	0	1155600	1.3	1155000	822000	1116277.2	1654145.5
	230	186820	203530	0.5945664	0.4054336	185220	201020	1051400	1264700	1.3	1483000	1044000	1557371	2283876.8
	231	186640	202560	0.5960438	0.4039562	185220	201020	1155600	1050400	1.3	1375000	934000	1430795	2111160.7
	232	186900	202750	0.5955495	0.4044505	99790	119250	1155600	0	1.3	1153000	822000	1119534.5	1648503.6
3	329	146210	169950	0.6796857	0.3203143	72840	130930	0	1050400	1.3	1044000	822000	832962.87	1767491.7
	330	147590	170510	0.6802246	0.3197754	145590	167070	933200	1155600	1.3	1483000	1044000	1202338.9	2557609
	331	146830	170400	0.6777075	0.3222925	145590	167070	1155600	822700	1.3	1483000	933000	1156412.5	2431671.6
	332	147220	170730	0.6766453	0.3233547	72840	102460	933200	0	1.3	1044000	822000	827314.23	1731220.6
4	429	95380	123990	0.805985	0.194015	42720	79990	0	1155600	1.3	1044000	711100	486174.57	2019686.3
	430	95680	124300	0.8003661	0.1996339	95290	123580	1050400	1050400	1.3	1483000	933000	725050.16	2906849.3
	431	96330	124770	0.8018446	0.1981554	95290	123580	1155600	822700	1.3	1483000	822000	684774.19	2770969.4
	432	96890	125250	0.7997096	0.2002904	42720	79990	1050400	0	1.3	1044000	711100	494363.46	1973869.8
5	529	40910	70030	0.6390578	1	8800	39670	0	822740	1	711100	598900	1427793.2	912442.43
	530	42530	70730	0.6373378	1	41440	70490	599100	599100	1	1044000	598900	1836405.2	1170410.5
	531	42110	71440	0.6359003	1	41440	70490	599100	599100	1	1044000	822000	2041014.8	1297881.9
	532	42760	72210	0.6343057	1	8800	39670	822740	0	1	711100	598900	1427793.2	905657.35

8.2.7 DISAIN PENULANGAN GESER DAN TORSI KOLOM PORTAL C(ZONE GEMPA 4)
DI LUAR DAERAH SENDI PLASTIS

LANTAI	ELEMEN	INTERAKSI GESER DAN AKSIAL			Vs	Av/s	0.3 Ag fc'	Nu,k<	Lo	S perlu	Smax	Tulangan
		Nu,k (N)	Vu,k (N)	Vc (N)	(N)	(mm)		0.3 Ag fc'	(mm)	(mm)	(mm)	pakai
1	129	2950104	879625.18	449976.69	903292.82	5.3716272	3150360	ya	600	42.072913	100	D12-40
	130	5556271	1136292.7	596747.55	1151395.1	6.8470213	3150360	tidak	900	33.007054	100	D12-30
	131	5237260	1136292.7	578781.88	1169360.8	6.953858	3150360	tidak	900	32.499944	100	D12-30
	132	2947763	919728.36	449844.85	965121.85	5.7393069	3150360	ya	600	39.377577	100	D12-35
2	229	2289756	839522.01	412788.04	878784.29	5.2258818	3150360	ya	600	43.24629	100	D12-40
	230	4277848	1164014.5	524750.92	1266040.6	7.5287857	3150360	tidak	900	30.018121	100	D12-30
	231	4085338	1073319.9	513909.38	1137362	6.763511	3150360	tidak	900	33.414598	100	D12-30
	232	2286863	838799.43	412625.11	877835.55	5.2202399	3150360	ya	600	43.293029	100	D12-40
3	329	1627164	788016.53	375473.01	836860.11	4.9765706	3150360	ya	600	45.412799	100	D12-45
	330	3019006	1139378.1	453857.03	1299032.4	7.7249787	3150360	ya	600	29.255744	100	D12-25
	331	2933977	1087298.2	449068.47	1223698	7.2769862	3150360	ya	600	31.056813	100	D12-30
	332	1634731	775313.58	375899.16	816890.96	4.8578197	3150360	ya	600	46.522929	100	D12-45
4	429	941461	759351.79	336856.44	831377.08	4.9439646	3150360	ya	600	45.712302	100	D12-45
	430	1770990	1100575.6	383572.82	1309620.4	7.7879426	3150360	ya	600	29.019218	100	D12-25
	431	1797779	1047195	385081.49	1225987.8	7.2906029	3150360	ya	600	30.998808	100	D12-30
	432	949125	747949.48	337288.06	813403.46	4.8370805	3150360	ya	600	46.722398	100	D12-45

8.2.8 DISAIN PENULANGAN GESER DAN TORSI KOLOM PORTAL C(ZONE GEMPA 4)
DI DAERAH SENDI PLASTIS

LANTAI	ELEMEN	INTERAKSI GESER DAN AKSIAL			Vs	Av/s	0.3 Ag fc'	Nu,k<	Lo	S perlu	Smax	Tulangan
		Nu,k (N)	Vu,k (N)	Vc (N)	(N)	(mm)		0.3 Ag fc'	(mm)	(mm)	(mm)	pakai
DASAR	29	3627148.6	307014.97	0	472330.73	2.8088174	3150360	tidak	900	80.46091	100	D12-80
	30	6855146.8	388150.24	0	597154.22	3.5511074	3150360	tidak	900	63.64212	100	D12-60
	31	6415469.2	402494.26	0	619221.95	3.6823379	3150360	tidak	900	61.374052	100	D12-60
	32	3625956	321586.87	0	494749.03	2.9421327	3150360	tidak	900	76.815026	100	D12-75
5	529	305146.7	709162.32	0	1091019	6.4879814	3150360	ya	600	34.833639	100	D12-30
	530	580403.7	911156.28	0	1401778.9	8.335983	3150360	ya	600	27.11138	100	D12-27
	531	725419.2	1011786.9	0	1556595.2	9.2566317	3150360	ya	600	24.414928	100	D12-20
	532	304781.5	707106.23	0	1087855.7	6.4691707	3150360	ya	600	34.934926	100	D12-30

8.3.1. ANALISA TEGANGAN GESER INTI JOINT PORTAL C
(PADA ARAH SUMBU-X/ZONE GEMPA 4)

Lantai	Joint	M kap.b kiri (x) (Nm)	M kap.b' kanan (x) (Nm)	0.5 Sigma (mm)	Z ki = Zh (m)	C ki (N)	T ka (N)	V kolom (N)	GAYA GESER Vj.h (N)	GAYA GESER Vj.v (N)	Vj.h min (MPa)	1.5 Vfo' (MPa)
1	105	0	1044400	4	546	0	1338974	197589	1141385	1141385	3.17051	8.1
	106	1155600	1264700	4	546	1481538	1621410	457895	2645054	2645054	7.34737	8.1
	107	1264700	1155600	4	546	1621410	1481538	457895	2645054	2645054	7.34737	8.1
	108	1051400	0	4	546	1347949	0	198914	1149035	1149035	3.19176	8.1
2	205	0	1155600	4	546	0	1481538	218627	1262911	1262911	3.50809	8.1
	206	1155600	1264700	4	546	1481538	1621410	457895	2645054	2645054	7.34737	8.1
	207	1264700	1155600	4	546	1621410	1481538	457895	2645054	2645054	7.34737	8.1
	208	1155600	0	4	546	1481538	0	218627	1262911	1262911	3.50809	8.1
3	305	0	1155600	4	546	0	1481538	218627	1262911	1262911	3.50809	8.1
	306	1051400	1264700	4	546	1347949	1621410	438181	2531178	2531178	7.03105	8.1
	307	1155600	1050400	4	546	1481538	1346667	417351	2410854	2410854	6.69682	8.1
	308	1155600	0	4	546	1481538	0	218627	1262911	1262911	3.50809	8.1
4	405	0	1050400	4	546	0	1346667	198724	1147942	1147942	3.18873	8.1
	406	933200	1155600	4	546	1196410	1481538	395178	2282770	2282770	6.34103	8.1
	407	1155600	822700	4	546	1481538	1054744	374273	2162009	2162009	6.00558	8.1
	408	933200	0	4	546	1196410	0	176551	1019859	1019859	2.83294	8.1
5	505	0	1155600	4	546	0	1481538	218627	1262911	1262911	3.50809	8.1
	506	1050400	1050400	4	546	1346667	1346667	397449	2295885	2295885	6.37746	8.1
	507	1155600	822700	4	546	1481538	1054744	374273	2162009	2162009	6.00558	8.1
	508	1050400	0	4	546	1346667	0	198724	1147942	1147942	3.18873	8.1
6	605	0	822740	4	546	0	1054795	155654	899141	899141	2.49761	8.1
	606	599100	599100	4	546	768077	768076.9	226686	1309467	1309467	3.63741	8.1
	607	599100	599100	4	546	768077	768076.9	226686	1309467	1309467	3.63741	8.1
	608	822740	0	4	546	1054795	0	155654	899141	899141	2.49761	8.1

8.3.2. ANALISA TEGANGAN GESER INTI JOINT PORTAL C
(PADA ARAH SUMBU-Y/ZONE GEMPA 4)

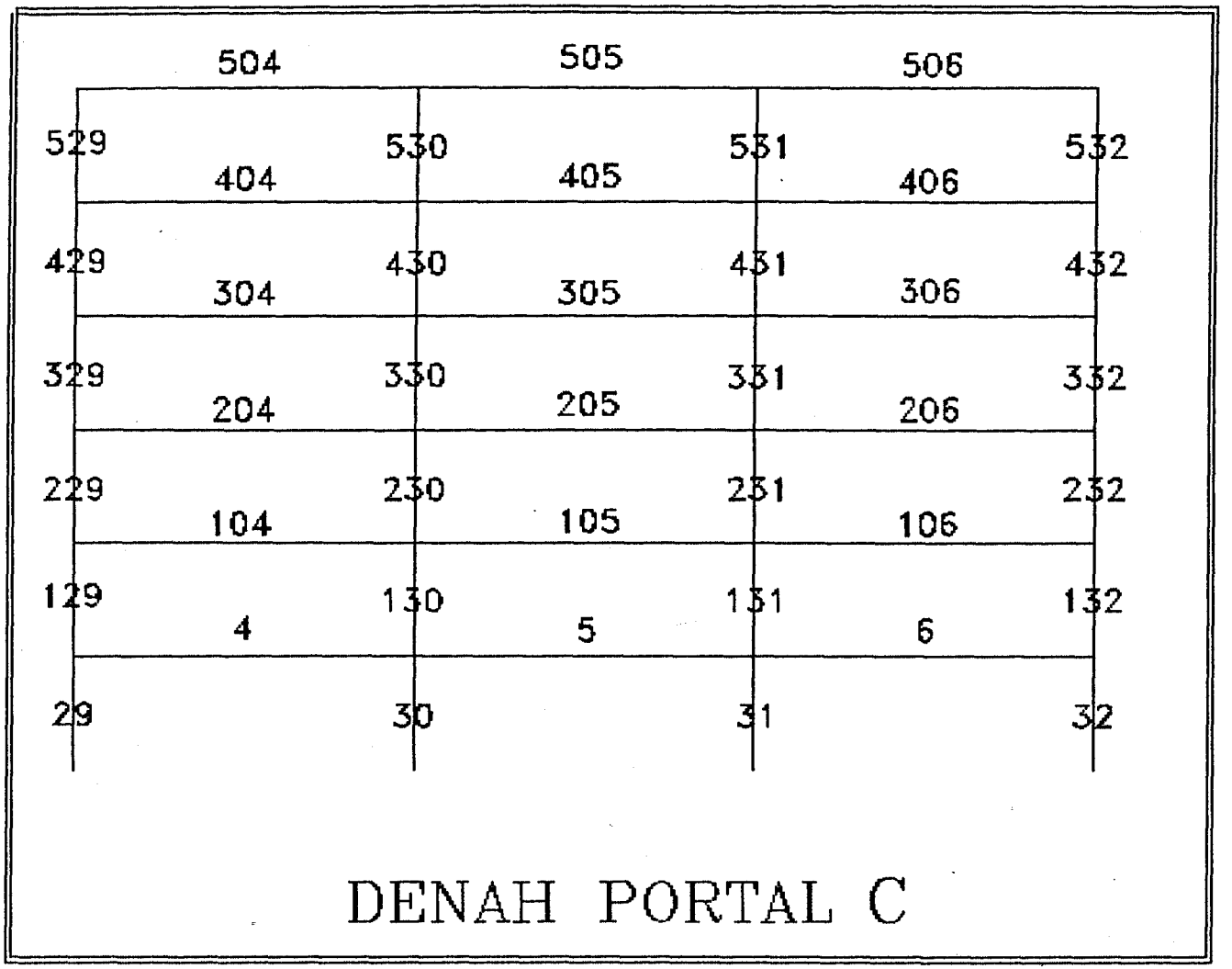
Lantai	JOINTS	M kap,b kiri (x) (Nm)	M kap,b' kanan (x) (Nm)	0.5 Sigma (mm)	Z ki = Zka (m)	C ki (N)	T ka (N)	V kolom (N)	GAYA GESER Vj,h (N)	GAYA GESER Vj,v (N)	Vj,h min (MPa)	1.5 Vfc' (MPa)
1	105	1153600	933000	4	546	1478974	1196153.85	394762.2	2280366	2280366	6.33435	8.1
	106	1375000	933000	4	546	1762821	1196153.85	436648.6	2522326	2522326	7.00646	8.1
	107	1375000	1044000	4	546	1762821	1338461.54	457648.6	2643633	2643633	7.343426	8.1
	108	1153000	1044000	4	546	1478205	1338461.54	415648.6	2401018	2401018	6.669494	8.1
2	205	1155000	933000	4	546	1480769	1196153.85	395027	2281896	2281896	6.3386	8.1
	206	1483000	933000	4	546	1901282	1196153.85	457081.1	2640355	2640355	7.334319	8.1
	207	1483000	933000	4	546	1901282	1196153.85	457081.1	2640355	2640355	7.334319	8.1
	208	1155000	1044000	4	546	1480769	1338461.54	416027	2403204	2403204	6.675566	8.1
3	305	1155600	822000	4	546	1481538	1053846.15	374140.5	2161244	2161244	6.003456	8.1
	306	1483000	1044000	4	546	1901282	1338461.54	478081.1	2761663	2761663	7.671285	8.1
	307	1375000	934000	4	546	1762821	1197435.9	436837.8	2523419	2523419	7.009496	8.1
	308	1153000	822000	4	546	1478205	1053846.15	373648.6	2158403	2158403	5.995563	8.1
4	405	1044000	822000	4	546	1338462	1053846.15	353027	2039281	2039281	5.664669	8.1
	406	1483000	1044000	4	546	1901282	1338461.54	478081.1	2761663	2761663	7.671285	8.1
	407	1483000	933000	4	546	1901282	1196153.85	457081.1	2640355	2640355	7.334319	8.1
	408	1044000	822000	4	546	1338462	1053846.15	353027	2039281	2039281	5.664669	8.1
5	505	1044000	711100	4	546	1338462	911666.667	332045.9	1918082	1918082	5.328006	8.1
	506	1483000	933000	4	546	1901282	1196153.85	457081.1	2640355	2640355	7.334319	8.1
	507	1483000	822000	4	546	1901282	1053846.15	436081.1	2519047	2519047	6.997353	8.1
	508	1044000	711100	4	546	1338462	911666.667	332045.9	1918082	1918082	5.328006	8.1
6	605	711100	598900	4	546	911666.7	767820.513	247837.8	1431649	1431649	3.976804	8.1
	606	1044000	598900	4	546	1338462	767820.513	310818.9	1795463	1795463	4.987398	8.1
	607	1044000	822000	4	546	1338462	1053846.15	353027	2039281	2039281	5.664669	8.1
	608	711100	598900	4	546	911666.7	767820.513	247837.8	1431649	1431649	3.976804	8.1

8.3.3. PENGANGAN GESER PADA JOINT PORTAL BUMBUNG

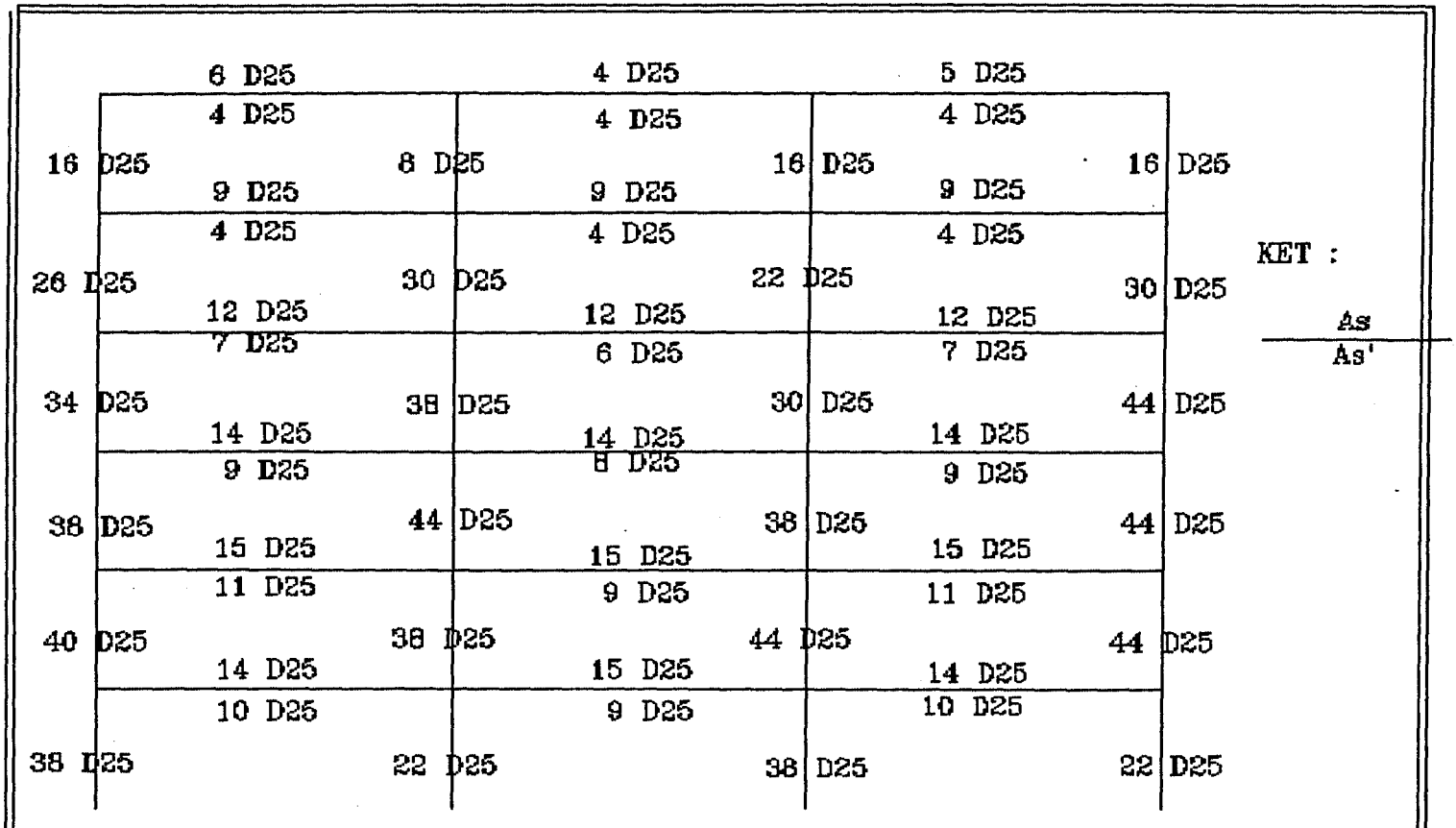
(ZONE GEMPA 4)

Lantai	joint	GAYA GESER		Nu,k min	Nu,k / Ag	0.1 fo'	Vc,h	Vs,h	Aj,h	Jumlah	Vc,v	Vs,v	Aj,v	Jumlah tul.
		Vj,h (N)	Vj,v (N)	(N)	(MPa)	(MPa)	(N)	(N)	(mm^2)	lapisan begel	(N)	(N)	(mm^2)	begel
1	105	2280366	2280366	3611541	10.0321	2.916	640223	1640144	5125.45	11.3395	2152745	127620.9597	398.8154991	2 D-25
	106	2645054	2645054	6832600	18.9794	2.916	961901	1683153	5259.85	11.6368	3308626	-663571.628	-2073.66134	2 D-25
	107	2645054	2645054	6390613	17.7517	2.916	924411	1720643	5377.01	11.896	3197259	-552205.265	-1725.64145	2 D-25
	108	2401018	2401018	3610913	10.0303	2.916	640144	1760874	5502.73	12.1742	2266501	134516.707	420.3647092	2 D-25
2	205	2281896	2281896	2945886	8.18302	2.916	550800	1731097	5409.68	11.9683	2009494	272402.0636	851.2564487	2 D-25
	206	2645054	2645054	5522075	15.3391	2.916	845914	1799140	5622.31	12.4387	2978416	-333361.879	-1041.75587	2 D-25
	207	2645054	2645054	5203064	14.453	2.916	815186	1829868	5718.34	12.6512	2898035	-252981.476	-790.567112	2 D-25
	208	2403204	2403204	2936531	8.16259	2.916	549730	1853474	5792.1	12.8144	2114637	288566.9827	901.771821	2 D-25
3	305	2161244	2161244	2281544	6.33762	2.916	443943	1717301	5366.57	11.8729	1766470	394773.7731	1233.668041	3 D-25
	306	2761663	2761663	4244739	11.7909	2.916	714980	2046682	6395.88	14.1502	2773685	-12022.1643	-37.5692633	2 D-25
	307	2523419	2523419	4051248	11.2535	2.916	692992	1830426	5720.08	12.6551	2487892	35526.31492	111.0197341	2 D-25
	308	2158403	2158403	2278457	6.32905	2.916	443386	1715016	5359.43	11.8571	1763513	394889.4696	1234.029593	3 D-25
4	405	2039281	2039281	1622089	4.5058	2.916	302610	1736671	5427.1	12.0069	1538678	500602.5737	1564.383043	4 D-25
	406	2761663	2761663	2981999	8.28333	2.916	556020	2205643	6892.63	15.2492	2441489	320173.912	1000.543475	2 D-25
	407	2640355	2640355	2891705	8.03251	2.916	542873	2097482	6554.63	14.5014	2311534	328820.6094	1027.564404	2 D-25
	408	2039281	2039281	1608182	4.46717	2.916	298911	1740370	5438.66	12.0324	1535976	503304.1909	1572.825597	4 D-25
5	505	1918082	1918082	936692	2.60192	2.916	28910.6	1889172	5903.66	13.0612	1321998	596083.9811	1862.762441	4 D-25
	506	2640355	2640355	1722404	4.78446	2.916	328060	2312295	7225.92	15.9866	2017432	622923.0496	1946.63453	5 D-25
	507	2519047	2519047	1751542	4.86539	2.916	335090	2183957	6824.87	15.0993	1931735	587311.7006	1835.349064	4 D-25
	508	1918082	1918082	933826	2.59396	2.916	28910.6	1889172	5903.66	13.0612	1321475	596607.7373	1864.399179	4 D-25
6	605	1431649	1431649	300562	0.83489	2.916	30810.3	1400839	4377.62	9.685	899980	531669.4695	1661.467092	4 D-25
	606	1795463	1795463	504309	1.40086	2.916	21035.4	1774428	5545.09	12.2679	1163533	631930.4785	1974.782745	5 D-25
	607	2039281	2039281	659522	1.832	2.916	32561.3	2006719	6271	13.8739	1351688	687592.5112	2148.726597	5 D-25
	608	1431649	1431649	301289	0.83692	2.916	36543.4	1395106	4359.71	9.64537	900079	531570.2632	1661.157073	4 D-25

LAMPIRAN D

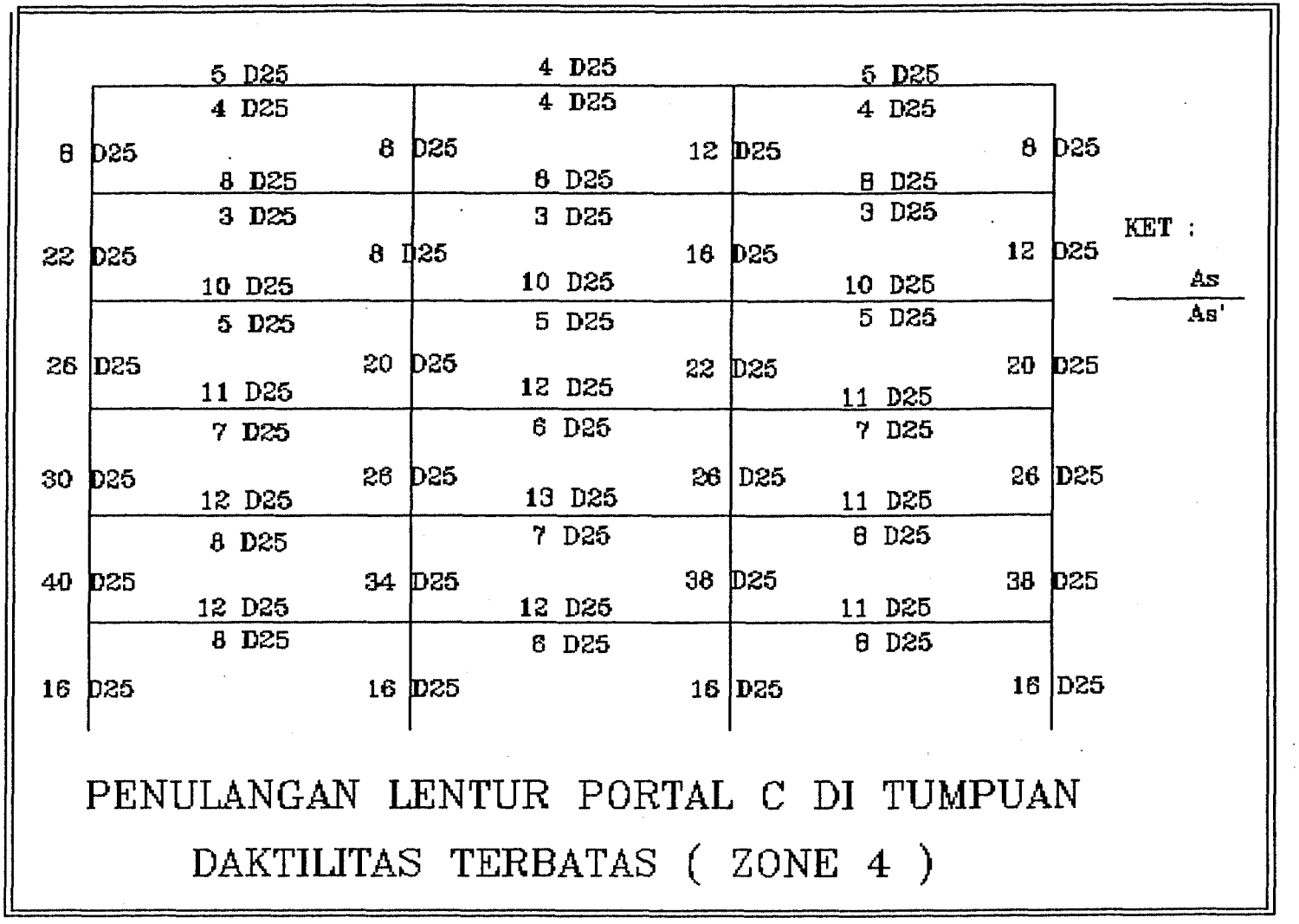


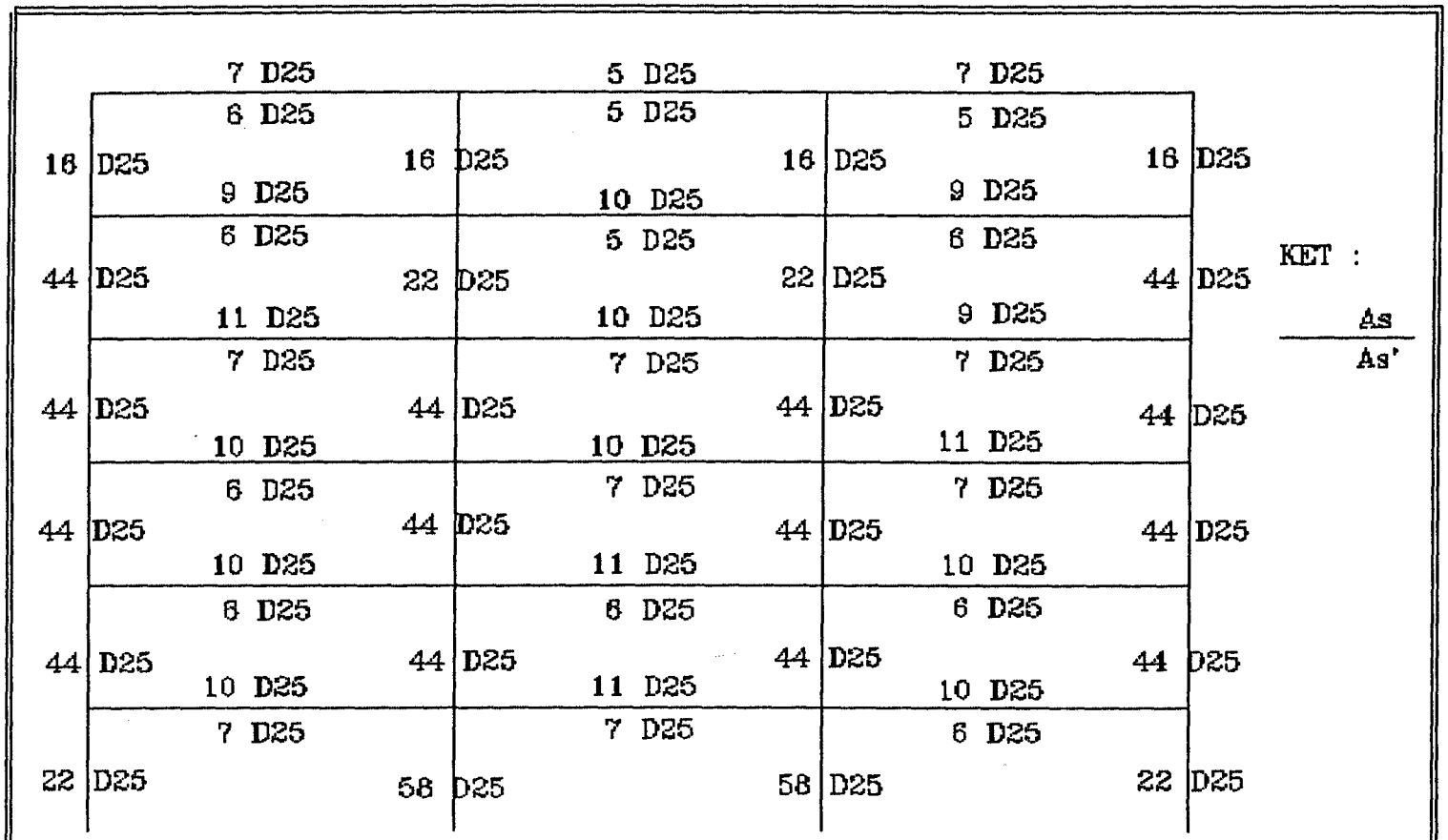
DENAH PORTAL C



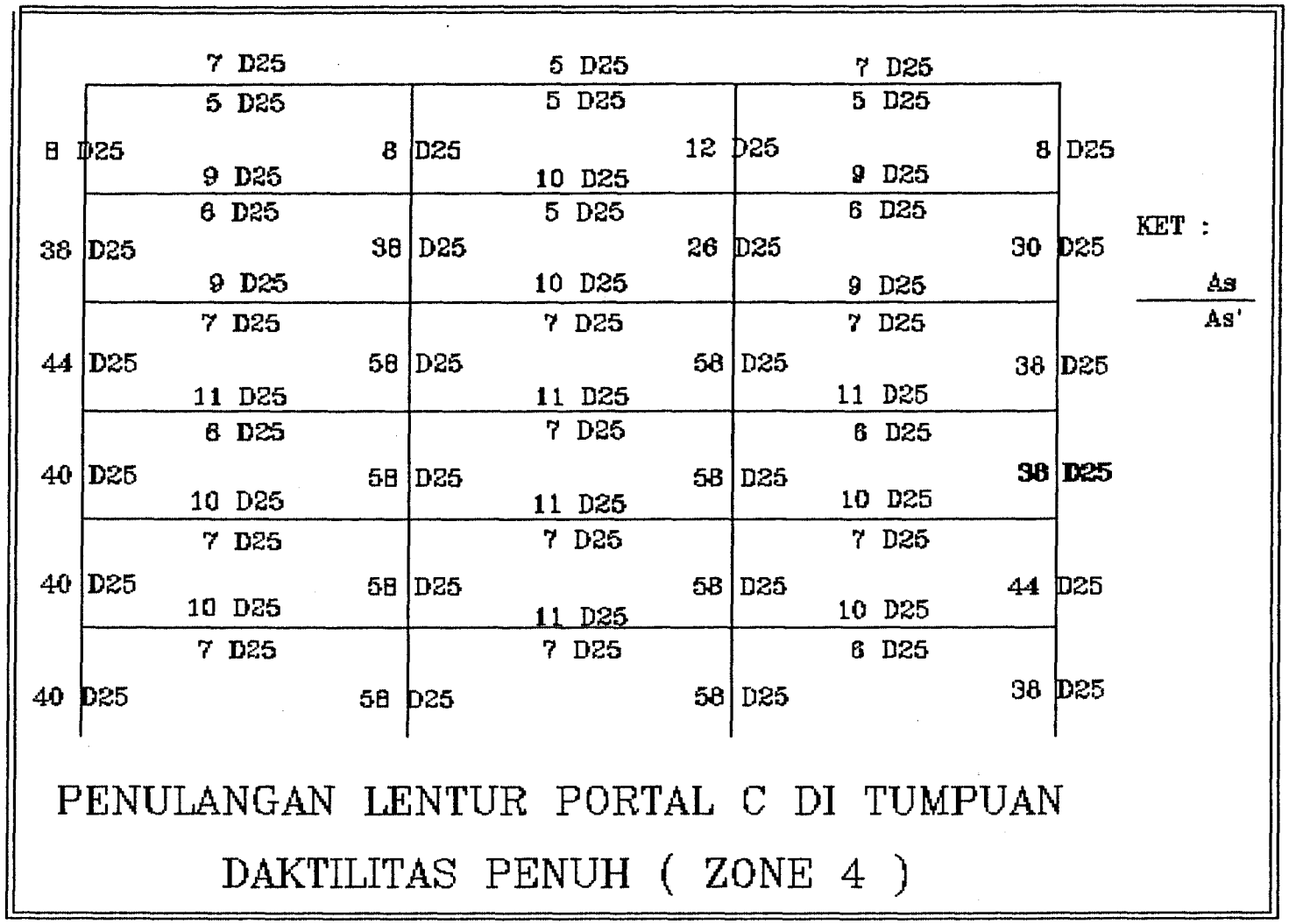
PENULANGAN LENTUR PORTAL C DI TUMPUAN

DAKTILITAS TERBATAS (ZONE 3)


5 D25
4 D25
5 D25
4 D25
4 D25
4 D25
8 D25
8 D25
12 D25
8 D25
8 D25
8 D25
3 D25
3 D25
3 D25
22 D25
8 D25
16 D25
12 D25
10 D25
10 D25
10 D25
5 D25
5 D25
5 D25
26 D25
20 D25
22 D25
20 D25
11 D25
12 D25
11 D25
7 D25
6 D25
7 D25
30 D25
26 D25
26 D25
26 D25
12 D25
13 D25
11 D25
8 D25
7 D25
8 D25
40 D25
34 D25
38 D25
38 D25
12 D25
12 D25
11 D25
8 D25
6 D25
8 D25
16 D25
16 D25
16 D25
16 D25
16 D25
16 D25
KET :
As
As'
PENULANGAN LENTUR PORTAL C DI TUMPUAN
DAKTILITAS TERBATAS (ZONE 4)

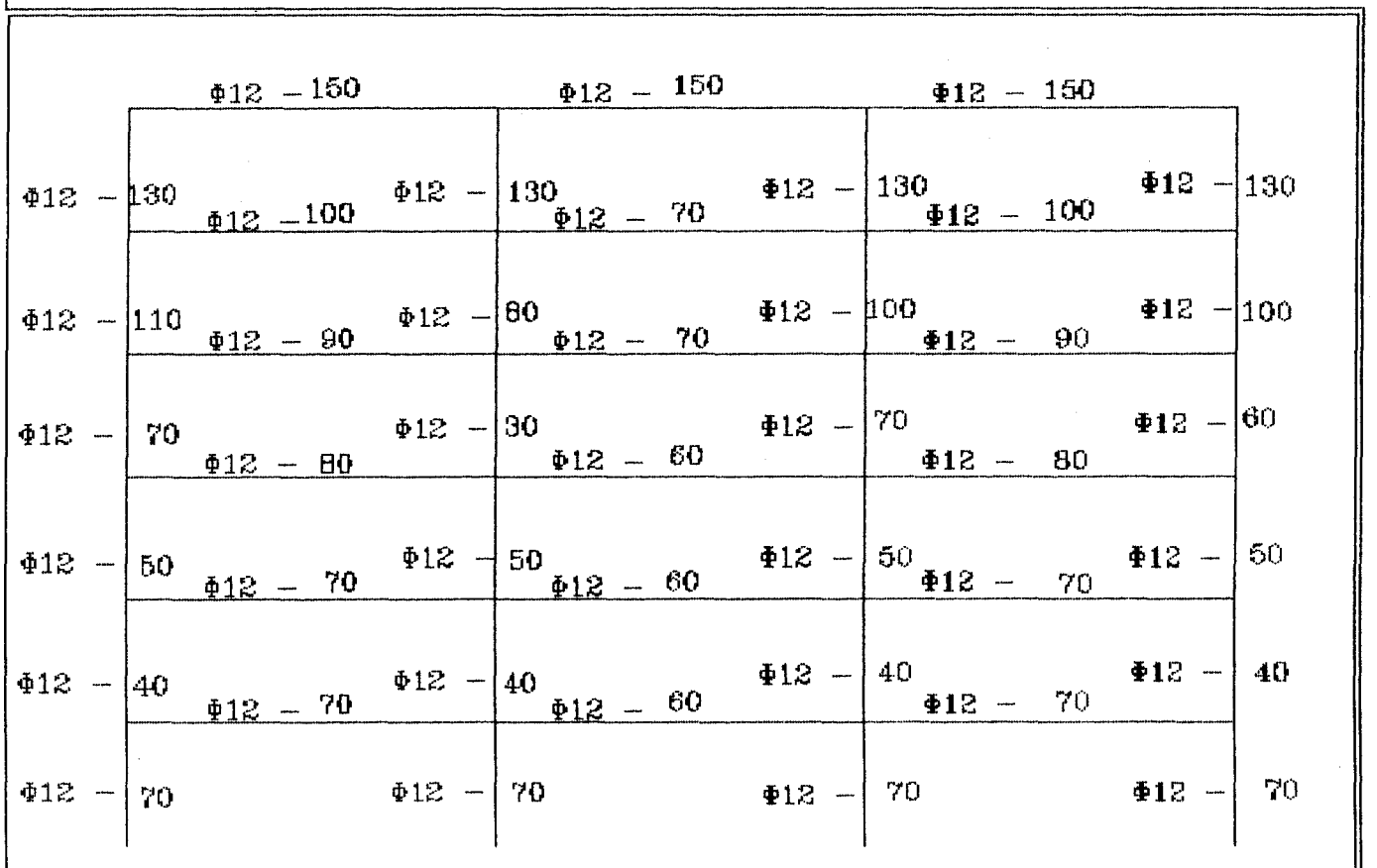


PENULANGAN LENTUR PORTAL C DI TUMPUAN
DAKTILITAS PENUH (ZONE 3)



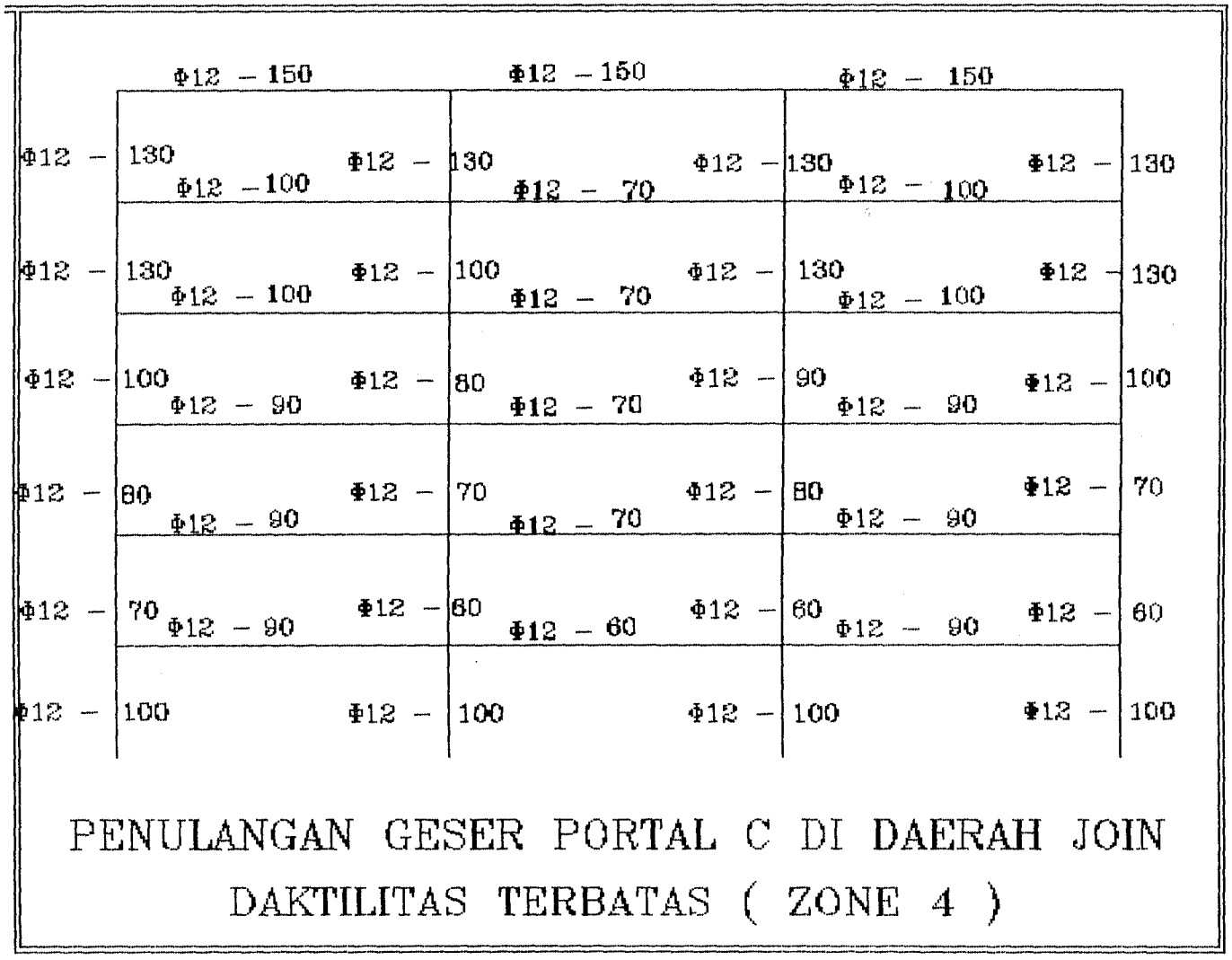
PENULANGAN LENTUR PORTAL C DI TUMPUAN

DAKTILITAS PENUH (ZONE 4)



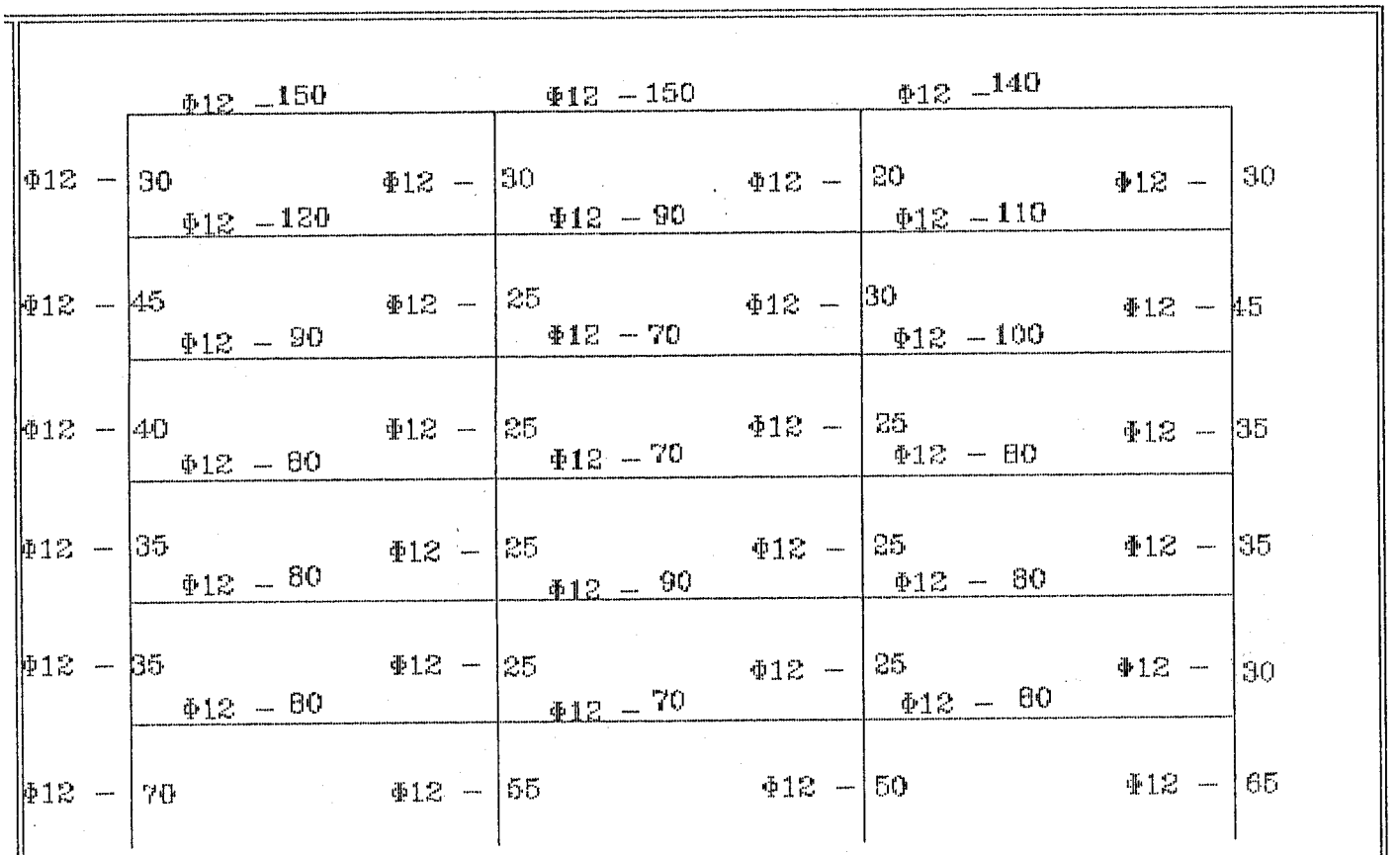
PENULANGAN GESER PORTAL C DI DAERAH JOIN

DAKTILITAS TERBATAS (ZONE 3)



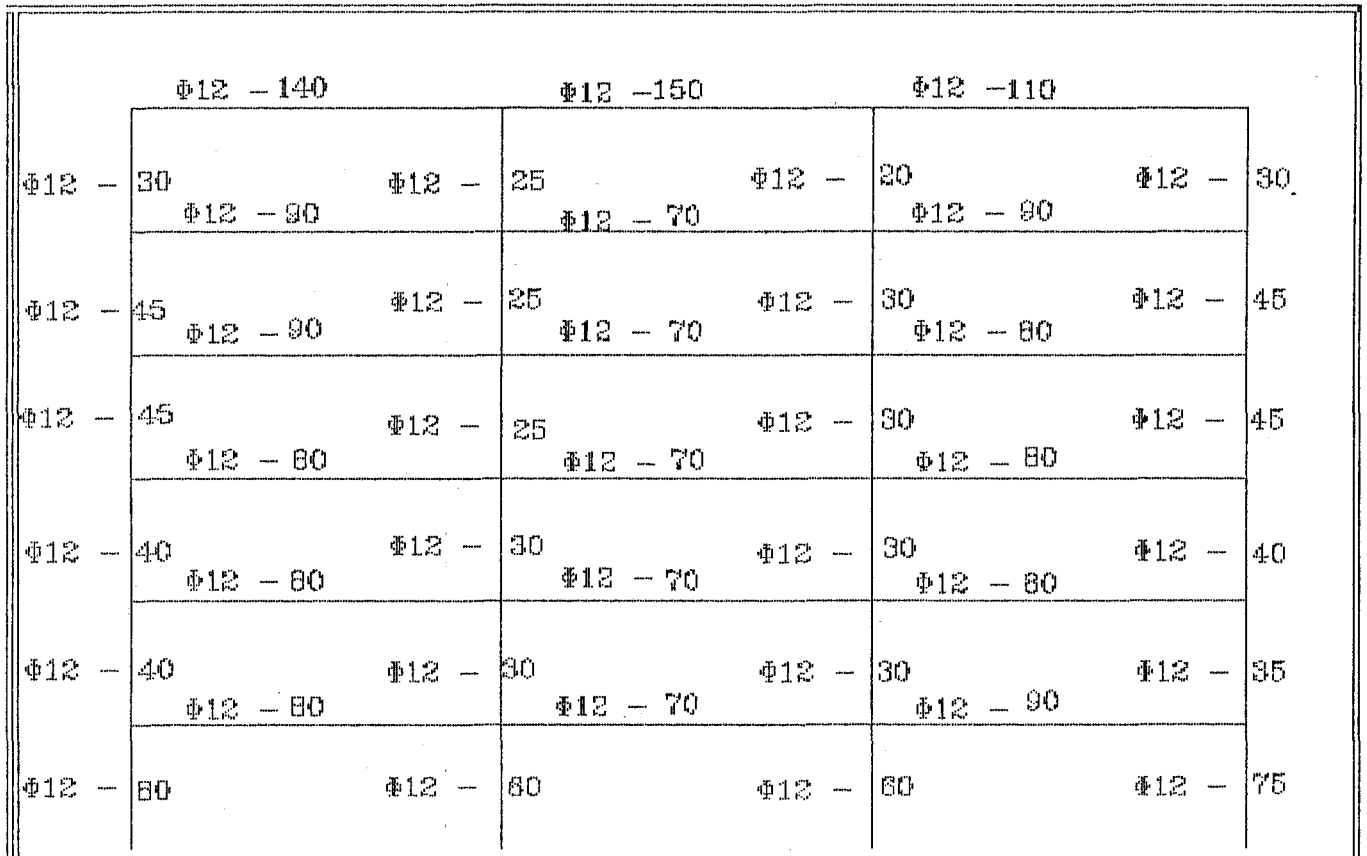
PENULANGAN GESER PORTAL C DI DAERAH JOIN

DAKTILITAS TERBATAS (ZONE 4)



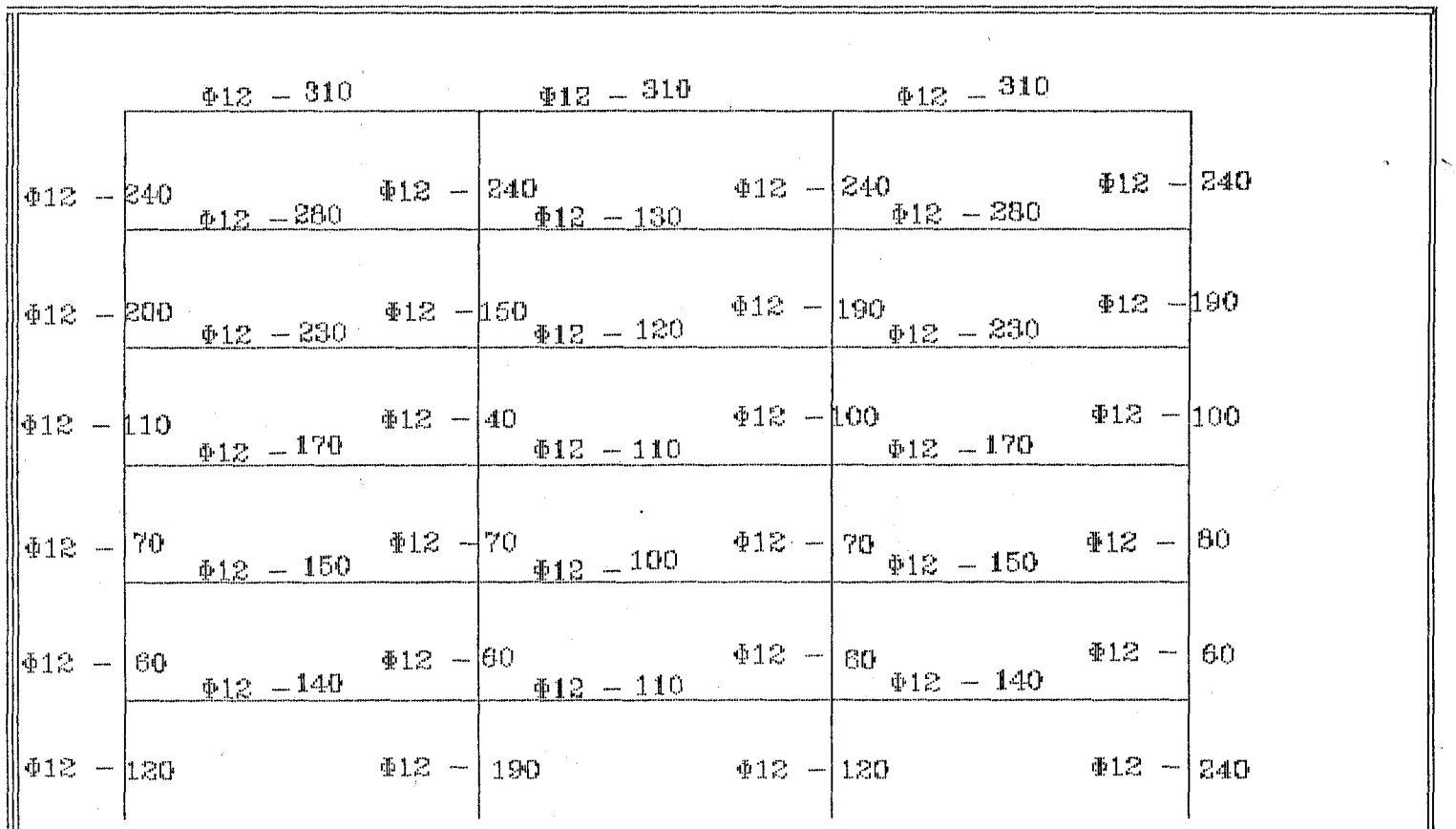
PENULANGAN GESER PORTAL C DI SENDI PLASTIS

DAKTILITAS PENUH (ZONE 3)



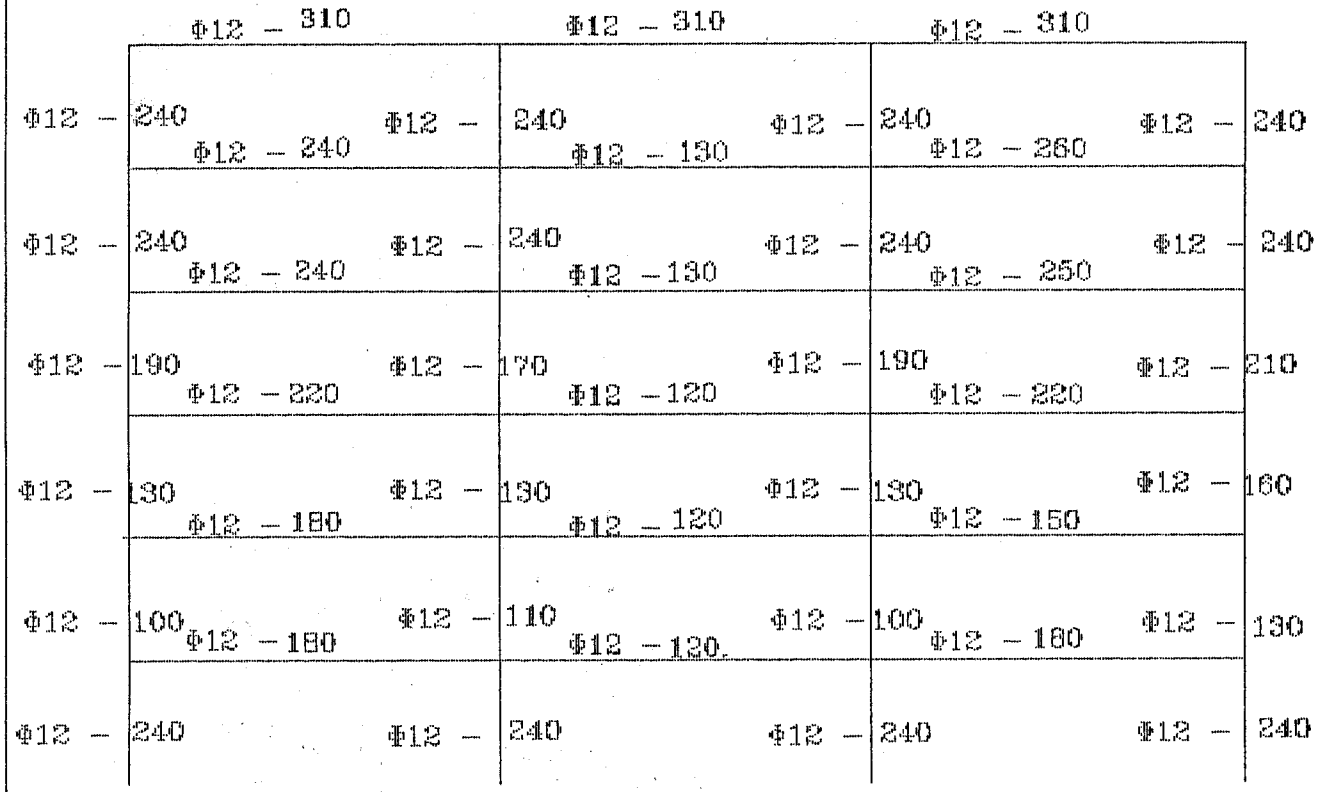
PENULANGAN GESER PORTAL C DI SENDI PLASTIS

DAKTILITAS PENUH (ZONE 4)

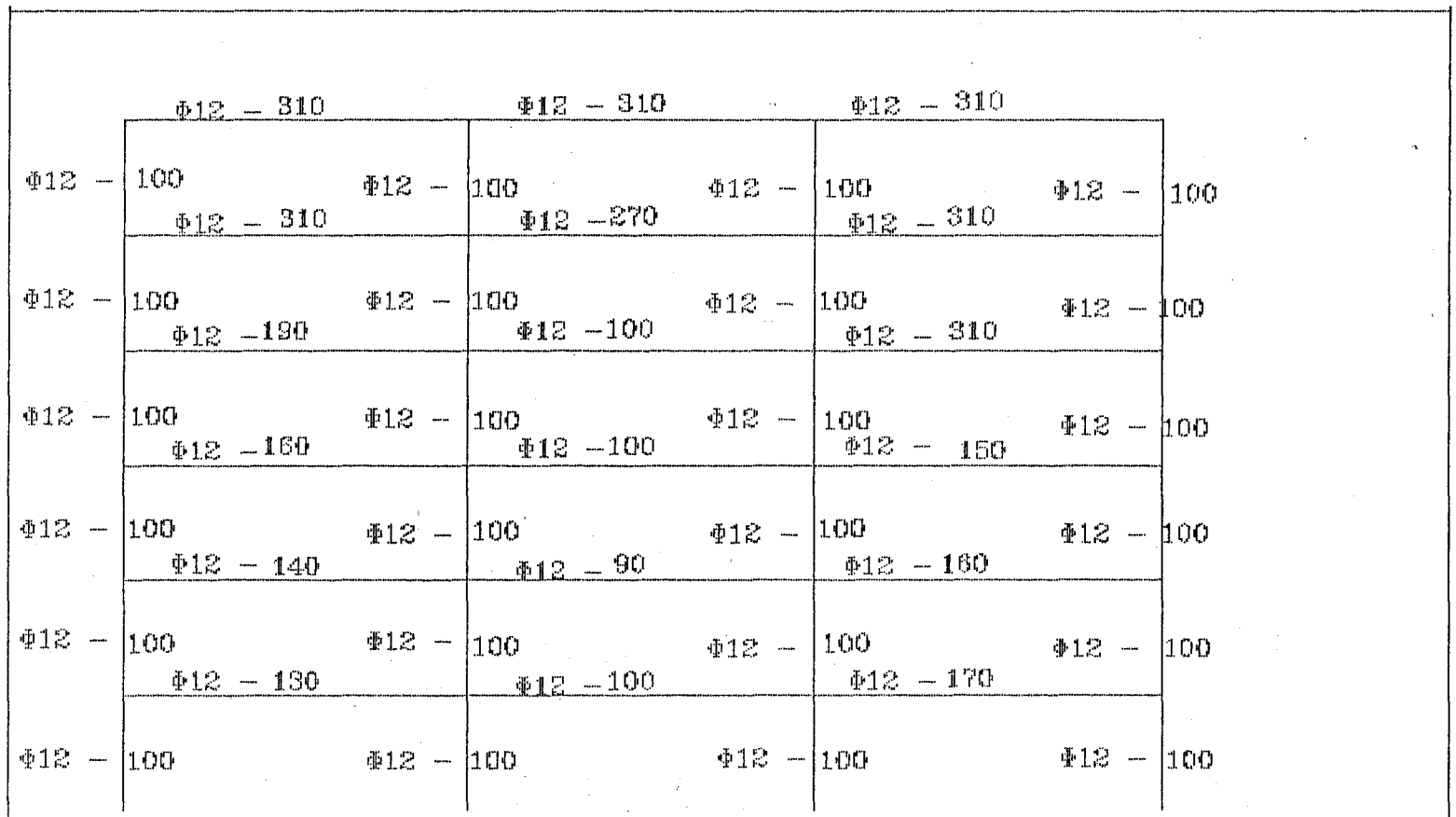


PENULANGAN GESER PORTAL C DI LUAR DAERAH JOIN

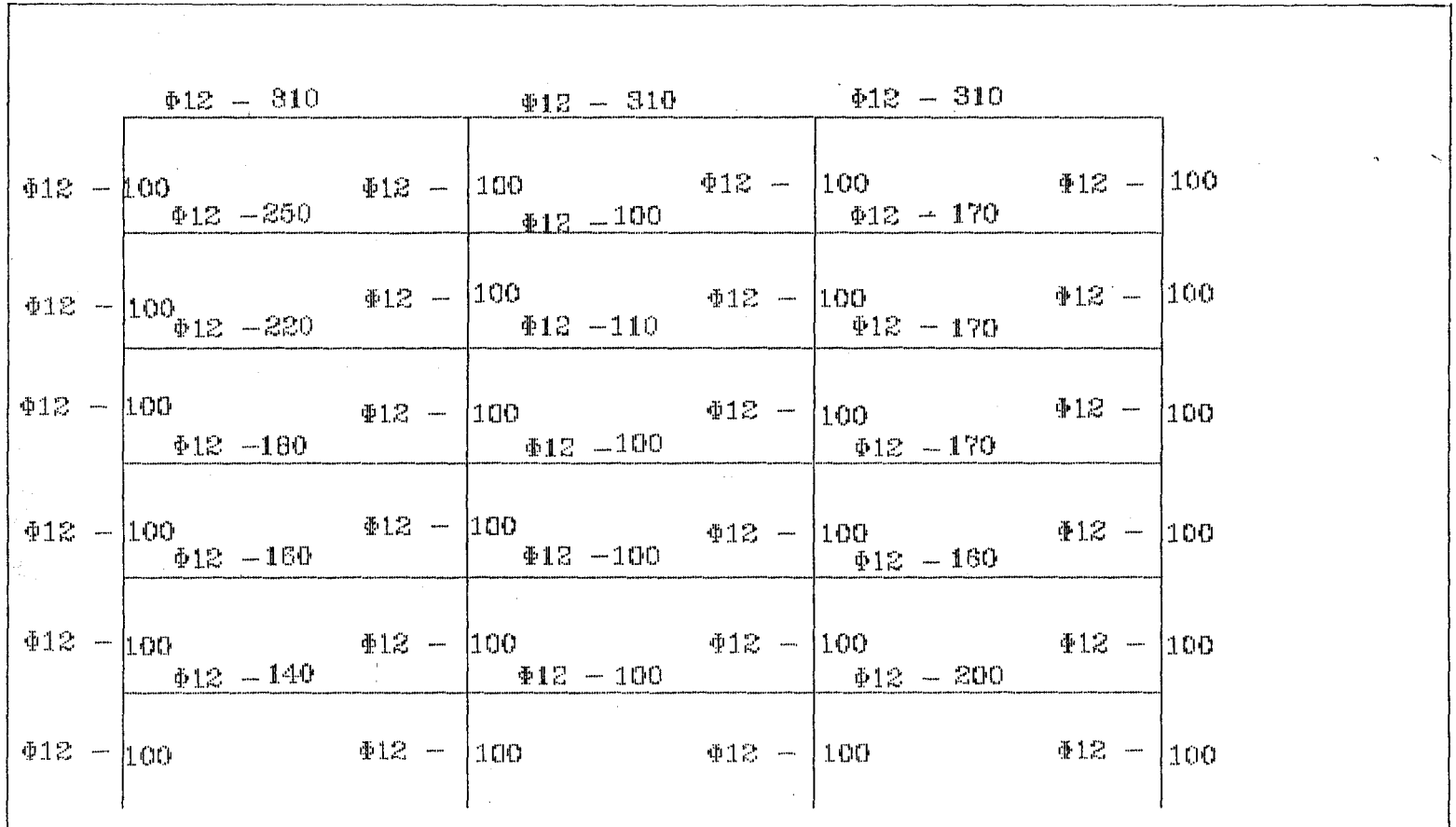
DAKTILITAS TERBATAS (ZONE 3)



PENULANGAN GESER PORTAL C DI LUAR DAERAH JOIN DAKTILITAS TERBATAS (ZONE 4)



PENULANGAN GESER PORTAL C DI LUAR SENDI PLASTIS
DAKTILITAS PENUH (ZONE 3)



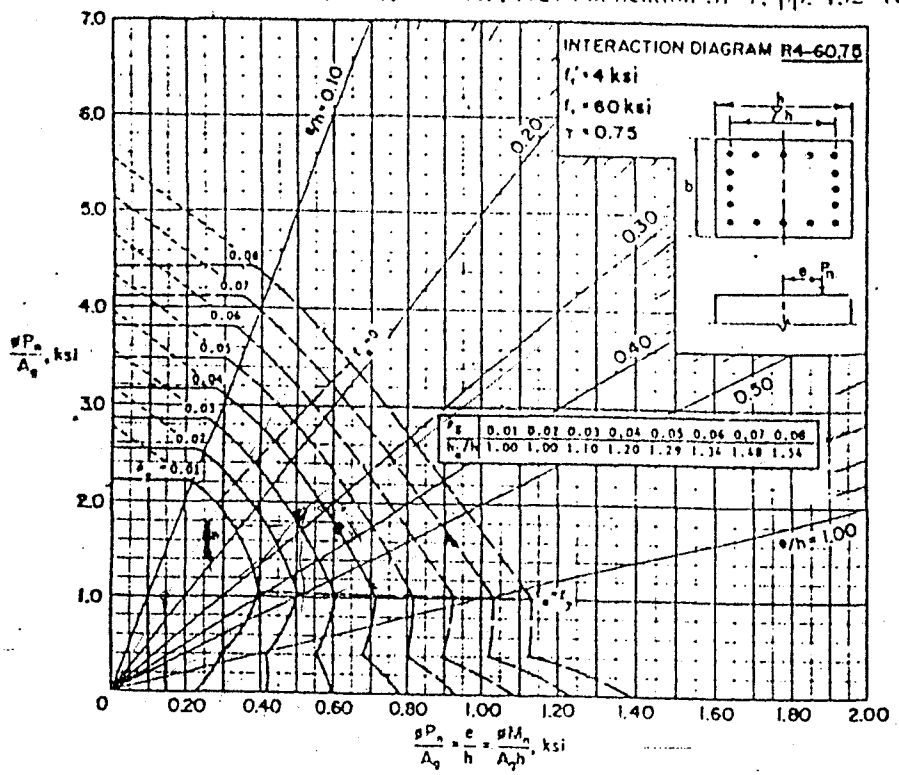
PENULANGAN GESER PORTAL C DI LUAR SENDI PLASTIS

DAKTILITAS PENUH (ZONE 4)

LAMPIRAN E

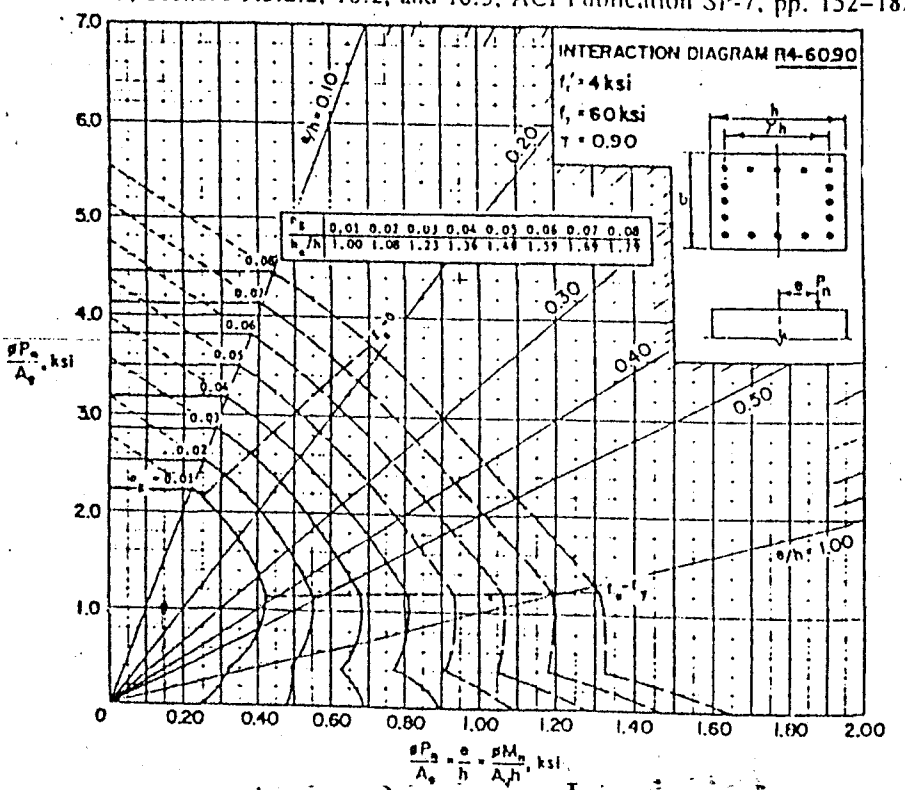
COLUMNS 7.4.3—Load-moment strength interaction diagram for R4-60.75 columns

References: ACI 318-83, Sections 9.3.2.2, 10.2, and 10.3; ACI Publication SP-7, pp. 152–182

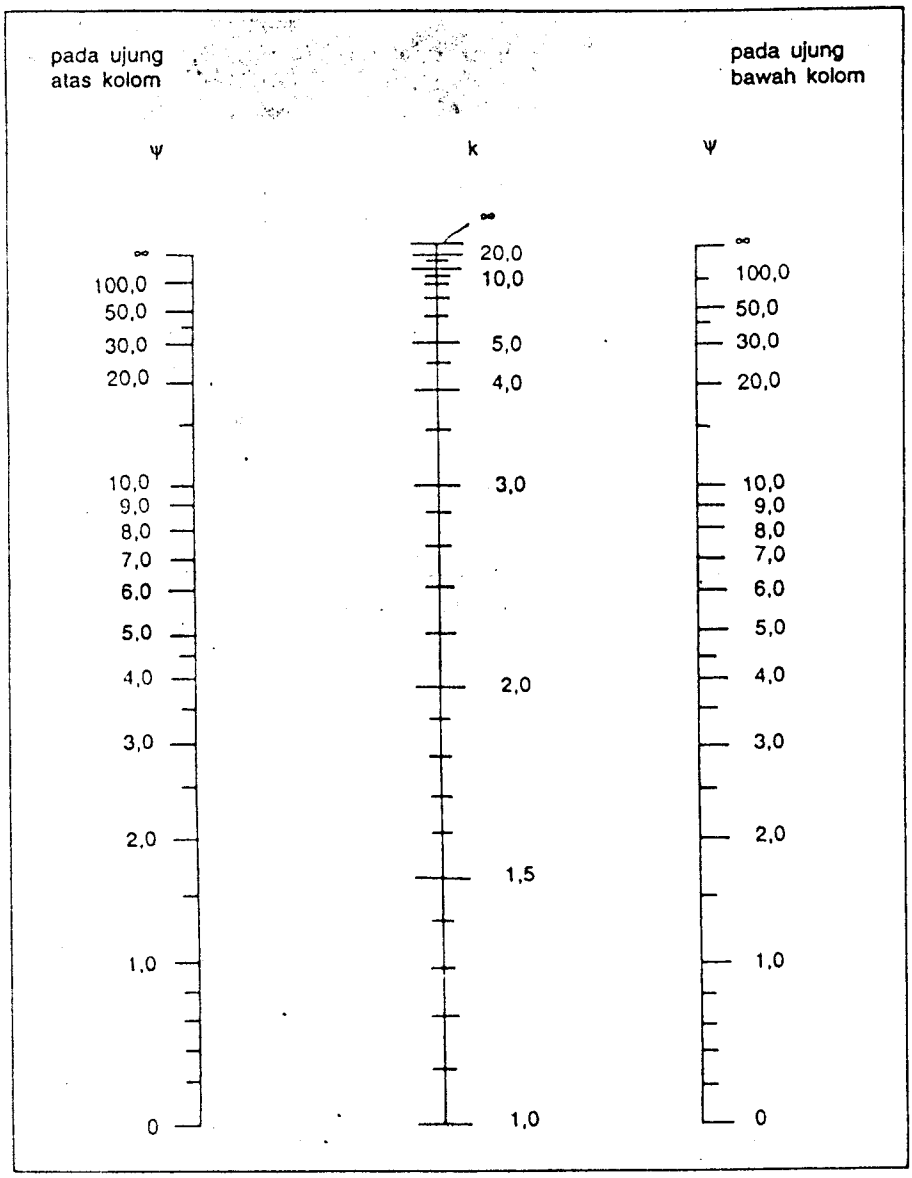


COLUMNS 7.4.4—Load-moment strength interaction diagram for R4-60.90 columns

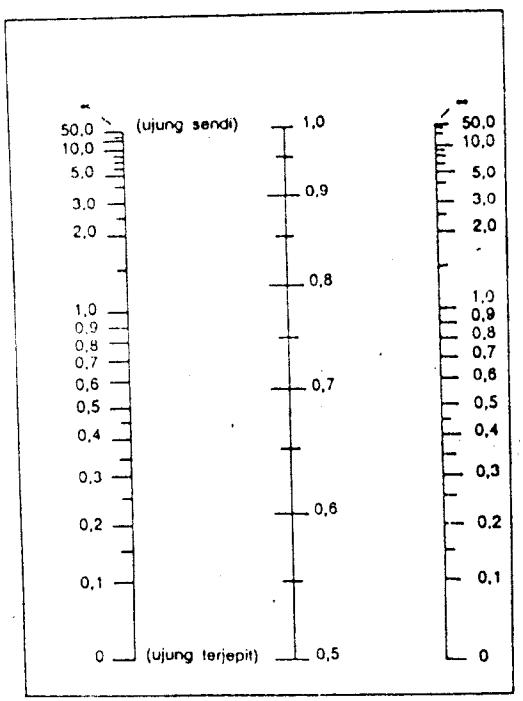
References: ACI 318-83, Sections 9.3.2.2, 10.2, and 10.3; ACI Publication SP-7, pp. 152–182



Gambar 8.1 Diagram Interaksi M-N non Dimensi.



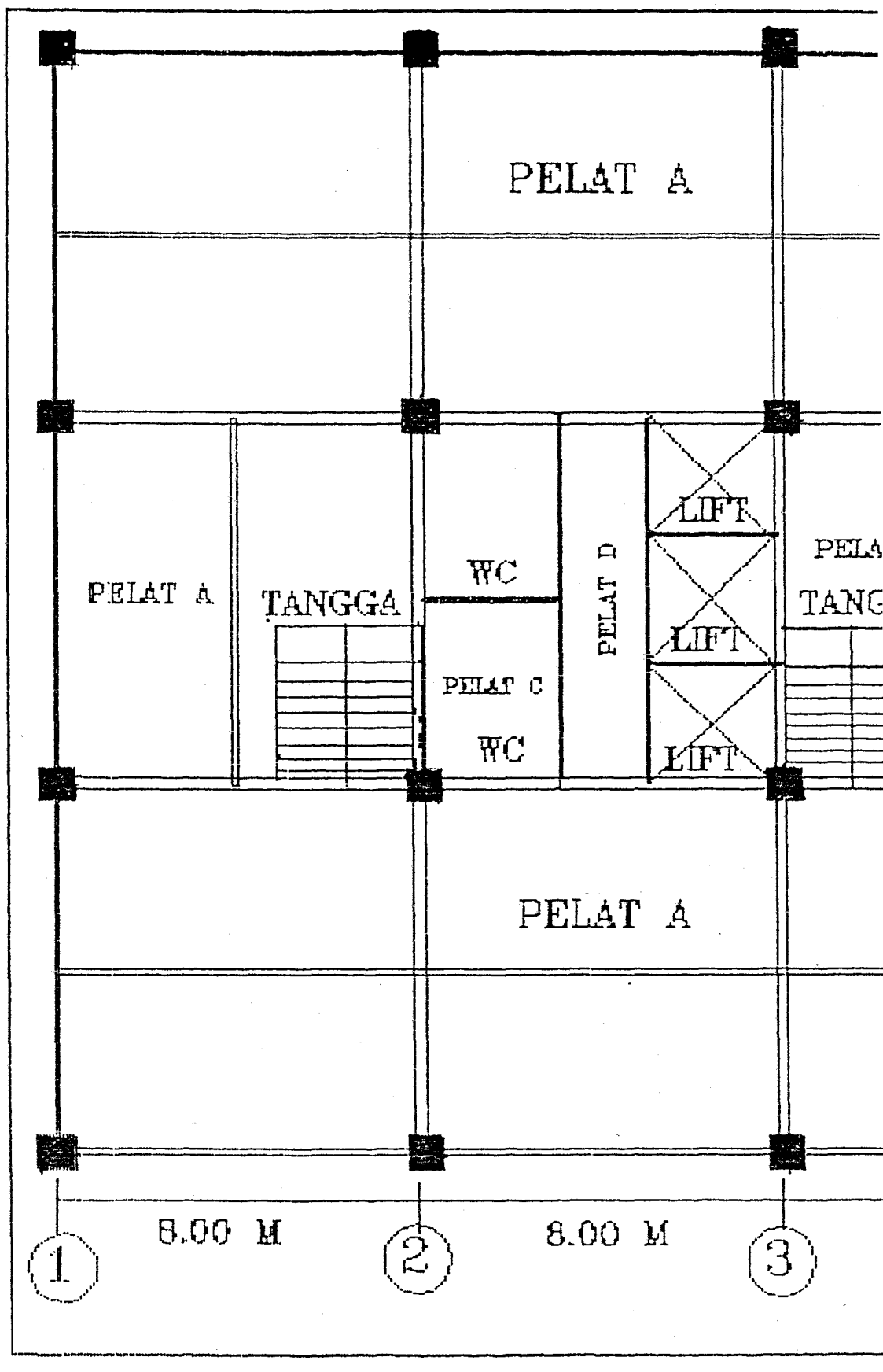
Gambar 8.2 Grafik alignmen untuk portal tanpa pengaku.

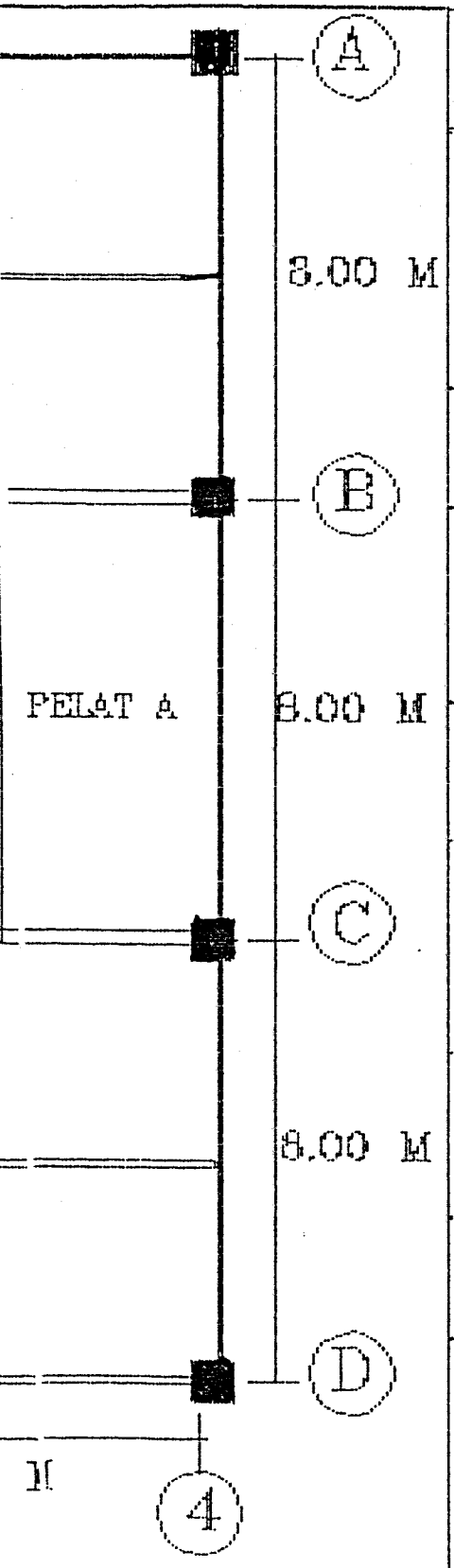


0,5	0,5	0,7	0,8	0,9	1,0	

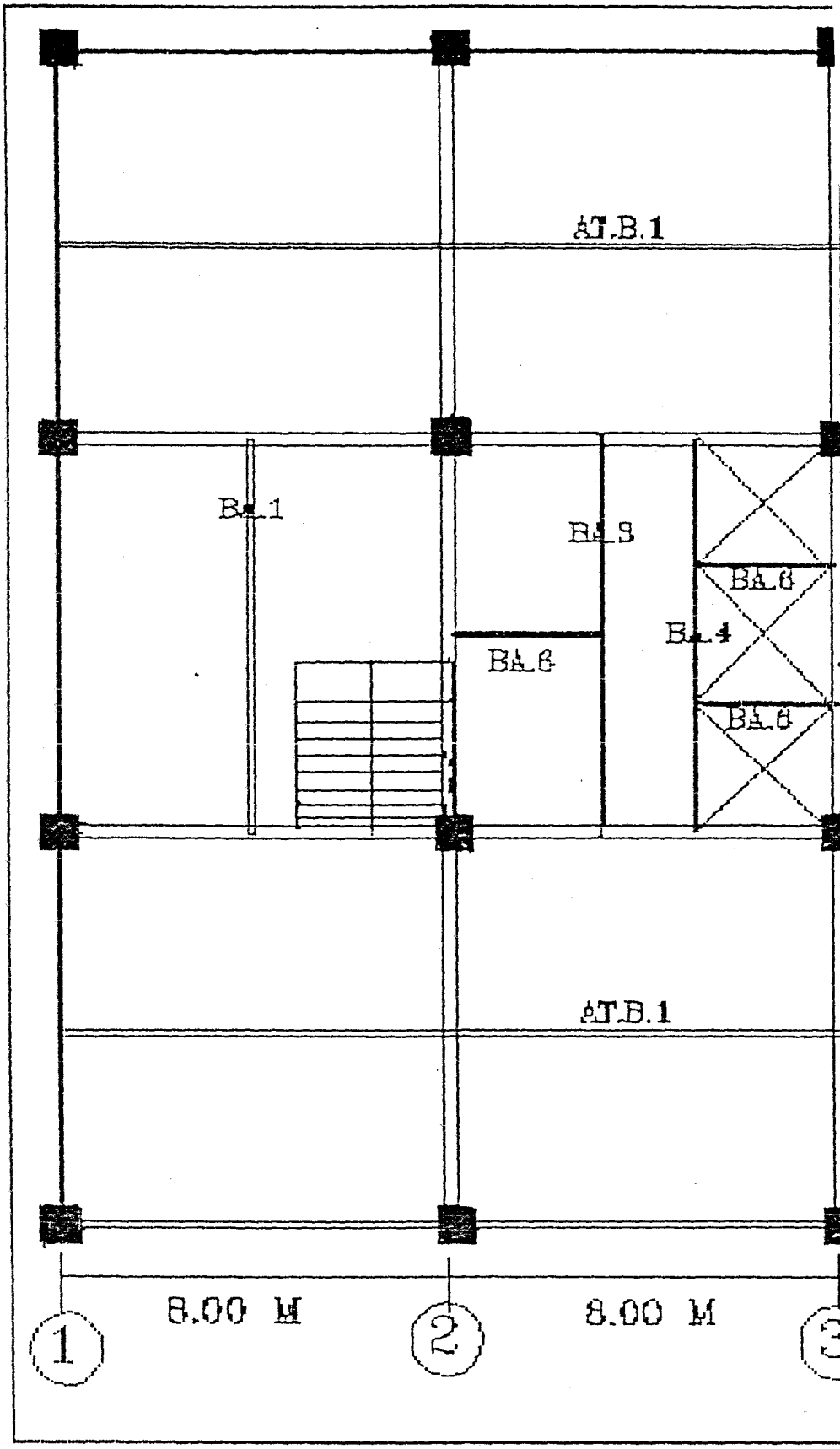
$$\psi_i = \frac{(\Sigma EI / f_c) \text{ kolom}}{(\Sigma EI / f) \text{ balok}}$$ Pada ujung kolom i

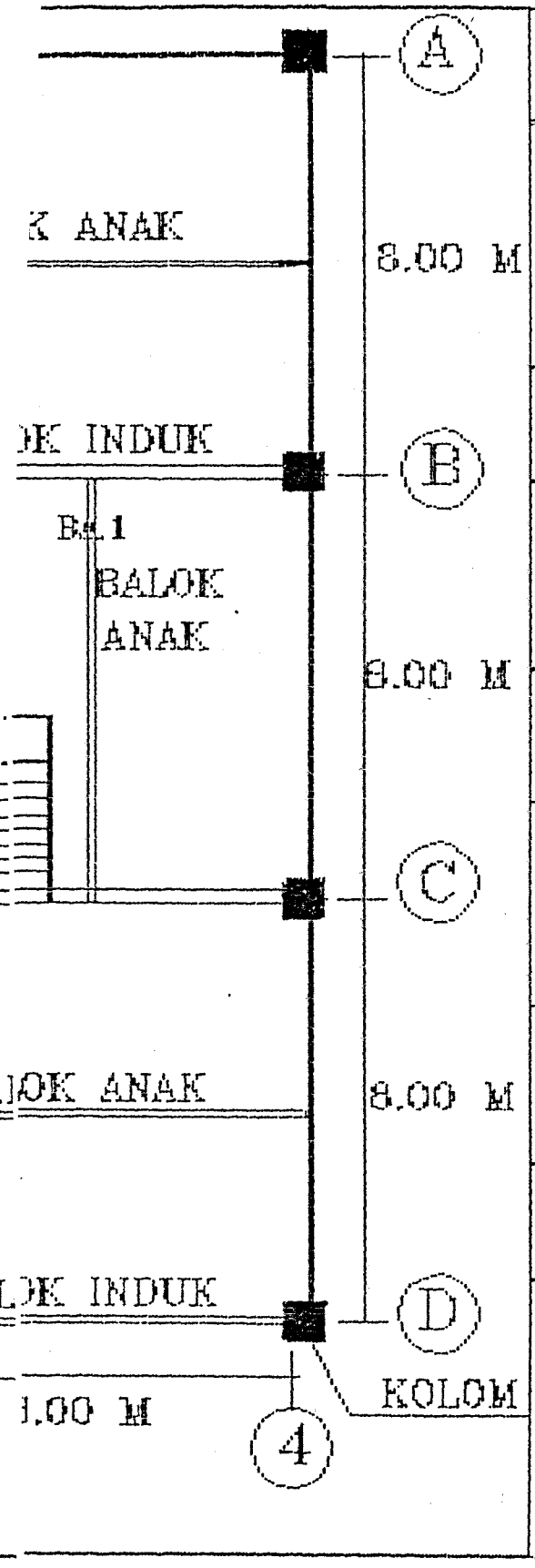
Gambar 8.3 Grafik aligmen untuk portal dengan pengaku.


PELAT A
PELAT A
TANGGA
WC
PELAT C
WC
PELAT D
LIFT
LIFT
LIFT
PELA
TANG
PELAT A
8.00 M
8.00 M
1
2
3



MODEL GAMBAR		
DIGAMBAR	DOSEN PEMB.	
HENDRATNO	Ir. AMAN S.,MS	
JUDUL GAMBAR		
DENAH PELAT		
SKALA	1:150	
KODE PROJ.	KODE GB.	NOMOR GB.
TA	AR	01


AT.B.1
BA.1
BA.3
BA.6
BA.4
BA.6
BA.6
AT.B.1
8.00 M
8.00 M
1
2
3



MODEL GAMBAR	
DIGAMBAR	DOSEN PEMB.
HENDRATNO	Ir. AMAN S.,MS
JUDUL GAMBAR	
DENAH BALOK & KOLOM	
SKALA	1:150

KODE PRO.	KODE GB.	NOMOR GB.
TA	AR	02