

TUGAS AKHIR

ANALISA DAN DESAIN
PENULANGAN UNTUK LENTUR DAN GESER
PADA STRUKTUR DINDING GESER



Disusun oleh :

Nama : Muchammad Syafrudin
No. Mhs. : 92 310 134
Nirm. : 920051013114120134

Nama : Sofyan Andhy Iryawan
No. Mhs. : 92 310 167
Nirm. : 920051013114120167

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1999

TUGAS AKHIR

**ANALISA DAN DESAIN
PENULANGAN UNTUK LENTUR DAN GESER
PADA STRUKTUR DINDING GESER**

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil**

Disusun oleh :

**Nama : Muchammad Syafrudin
No. Mhs. : 92 310 134
Nirm. : 920051013114120134**

**Nama : Sofyan Andhy Iryawan
No. Mhs. : 92 310 167
Nirm. : 920051013114120167**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1999**

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
ANALISA DAN DESAIN
PENULANGAN UNTUK LENTUR DAN GESER
PADA STRUKTUR DINDING GESER

Disusun oleh :

Nama : Muchammad Syafrudin
No. Mhs. : 92 310 134
Nirm. : 920051013114120134

Nama : Sofyan Andhy Iryawan
No. Mhs. : 92 310 167
Nirm. : 920051013114120167

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Susastrawan, MS
Dosen Pembimbing I

Ir. A. Kadir Aboe, MS
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 9-3-99


Tanggal : 9/03/99

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiim,

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Alhamdu lillahi rabbil'alamiin, segala puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, serta salam dan salawat kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan pengikut-pengikutnya, sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk menambah pengetahuan yang selama ini didapat di bangku kuliah dan pengalaman terutama tentang tata cara penulisan karya ilmiah. Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat kurikulum pendidikan tingkatsarjana (strata-1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan menjadi perantara terbentuknya wawasan penyusun dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Widodo, MSCE, PHd selaku dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
2. Ir. Tadjuddin. BMA, MS selaku ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
3. Ir. Susastrawan, MS selaku pembimbing I,
4. Ir. Kadir Aboe, MS selaku pembimbing II,

5. Orang tua dan keluarga kami yang telah memberikan doa dan dorongan moral serta material,
6. Teman-teman kos Anyelir 52 atas dukungannya,
7. Teman-teman kos Teratai D-9 atas dukungannya, kebersamaannya dan kompak selalu,
8. Semua pihak yang telah membantu dalam memberikan dorongan kepada kami sehingga dapat dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Dengan selesainya tugas akhir ini, besar harapan kami agar laporan ini dapat bermanfaat kepada penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamu 'alukum Wr. Wb.

Yogyakarta, Pebruari 1999

Penyusun

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Manfaat dan Tujuan	2
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Beton Bertulang	4
2.2. Definisi Dinding Geser	5
2.3. Asumsi Perhitungan Dinding Geser	8
BAB III. LANDASAN TEORI	8
3.1. Umum	9

3.2. Analisa Beban Statik Ekuivalen	11
3.3. Daktilitas	16
3.4. Konsep Desain Kapasitas	17
3.5. Dinding Geser	19
3.6. Perilaku Dinding Geser dari Getaran	19
3.7. Keuntungan dari Struktur Dinding Geser	21
BAB IV. ANALISA STRUKTUR DAN DESAIN TULANGAN	21
4.1. Pembebanan	21
4.1.1. Beban Mati	21
4.1.2. Beban Hidup	22
4.1.3. Beban Gempa	22
4.2. Perencanaan Dinding Geser untuk Desain Lentur	22
4.2.1. Langkah-Langkah Perencanaan	23
4.2.2. Stabilitas Dinding Geser	25
4.2.3. Perencanaan Tulangan Lentur	29
4.2.4. Hitungan Kontribusi Gaya Tekan Beton	30
4.2.5. Hitungan Kontribusi Gaya Baja Tulangan	31
4.3. Perencanaan Dinding Geser untuk Desain Geser	35
BAB V. PERHITUNGAN	35
5.1. Pembebanan Struktur	35
5.2. Perencanaan Tulangan Lentur	41
5.3. Perencanaan Tulangan Geser	44

BAB VI. PEMBAHASAN -----	52
6.1. Hasil Perhitungan -----	52
6.2. Pembahasan -----	57
BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN -----	60
7.1. Kesimpulan -----	60
7.2. Saran -----	60
DAFTAR PUSTAKA -----	xii
LAMPIRAN -----	xii

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 3.1. Bentuk Denah Struktur Gedung	10
Gambar 3.2. Loncatan Bidang Muka	10
Gambar 3.3. Respon Struktur Elastik	14
Gambar 3.4. Respon Struktur Plastik	14
Gambar 3.5. Dinding Geser yang Mengalami Beban Horisontal	18
Gambar 4.1. Dimensi Dinding Geser	24
Gambar 4.2. Batasan Dimensi dan Regangan	25
Gambar 4.3. Pengaruh Distribusi Tulangan Terhadap Daktalitas	26
Gambar 4.4. Diagram Regangan Berimbang	28
Gambar 4.5. Penempatan Tulangan pada Dinding Geser	31
Gambar 5.1. Model Struktur Bangunan 4 Lantai	36
Gambar 5.2. Model Struktur Bangunan 5 Lantai	37
Gambar 5.3. Model Struktur Bangunan 8 Lantai	38
Gambar 5.4. Model Struktur Bangunan 10 Lantai	40
Gambar 5.5. Kapasitas Tampang	43

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 5.1. Pembebanan	47
Tabel 5.2. Spesifikasi Bahan	47
Tabel 5.3. Dimensi Dinding Geser	47
Tabel 5.4 . Output SAP-90	48
Tabel 5.5. Perhitungan Tulangan Lentur	49
Tabel 5.6. Perhitungan Tulangan Geser	50
Tabel 6.1. Perencanaan Tulangan Lentur Dengan Variasi Tingkat Bangunan	53
Tabel 6.2. Perencanaan Tulangan Geser Dengan Variasi Tingkat Bangunan	54
Tabel 6.3. Perencanaan Tulangan Lentur Dengan Variasi Lebar Dinding	55
Tabel 6.4. Perencanaan Tulangan Geser Dengan Variasi Lebar Dinding	56

1. Diagram Alir
2. Input SAP-90
3. Output SAP-90

DAFTAR LAMPIRAN

ABSTRAKS

Untuk meningkatkan kekuatan struktur portal bila terjadi beban horisontal gempa diantaranya adalah memakai struktur pengaku dinding geser atau biasa disebut struktur *Shear Wall*. Kekuatan struktur tersebut dalam menahan gaya horisontal gempa sangatlah ditentukan oleh desain dari penulangan geser dan lenturnya serta rasio antara tinggi dari dinding (h_w) dan lebar dinding (L_w). Untuk memudahkan menganalisa dan menghitung momen serta gaya gesernya dipakai program aplikasi SAP-90.

Struktur dinding geser (*Shear Wall*) akan lebih baik atau lebih efektif menahan gaya horisontal yang terjadi jika, semakin tinggi struktur dinding tersebut diimbangi dengan lebar dari dindingnya. Karena dengan struktur yang memiliki rasio rendah yaitu harga h_w/L_w kecil maka, struktur tersebut akan mempunyai kekakuan yang lebih dan geser akan mendominasinya. Dan sebaliknya jika struktur tersebut memiliki harga h_w/L_w yang besar dan berarti struktur langsing maka lentur akan mendominasi.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Secara geografis Indonesia terletak pada daerah potensial terjadi gempa yaitu pada Sirkum Pasifik dan Sirkum Mediterania. Mengingat besarnya kerugian-kerugian baik harta maupun jiwa yang terjadi akibat gempa, maka pengaruh beban gempa harus benar-benar diperhatikan dalam perencanaan struktur. Terutama bangunan gedung bertingkat banyak dan penggunaan konfigurasi bangunan yang tidak simetris sangatlah rawan terhadap bahaya gempa.

Pada umumnya gedung-gedung bertingkat banyak hanya menggunakan struktur portal terbuka, yang kekuatan batangnya tidak begitu besar dan daya tahannya terbatas. Oleh karena itu penggunaan struktur yang lebih kuat sangatlah diperlukan, seperti halnya penggunaan portal terbuka dengan dinding geser. Dinding geser dengan lebar yang besar akan menghasilkan daya lentur dan geser yang sangat tinggi dan merupakan struktur yang sangat rasional dengan memanfaatkan sifat-sifat beton bertulang.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini dibahas perhitungan desain penulangan geser, lentur dan analisis struktur dinding geser pada gedung bertingkat dengan program aplikasi SAP-90.

1.2. Manfaat Dan Tujuan

Manfaat penulisan tugas akhir studi literatur ini ialah dapat memahami konsep perhitungan penulangan geser, lentur dan analisis struktur dinding geser dengan menggunakan program aplikasi SAP-90, sehingga dapat dipakai sebagai acuan perencanaan bangunan tahan gempa.

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui perhitungan penulangan dan analisis struktur dinding geser dengan program aplikasi SAP-90, serta efektifitas dinding geser tersebut dilihat dari aspek rasio antara tinggi dan lebarnya dalam menahan beban horisontal (gempa) pada bangunan bertingkat.

1.3. Rumusan Masalah

Konfigurasi struktur bangunan tinggi cenderung mengalami kondisi yang tidak stabil akibat kondisi pembebanan. Untuk meningkatkan kekakuan bangunan tersebut terutama untuk menahan gaya horisontal (gempa) maka perlu penggunaan dinding geser.

1.4. Batasan Masalah

Studi dalam tugas akhir ini dibatasi oleh ketentuan-ketentuan sebagai berikut ini

1. Perhitungan dilakukan pada struktur beton bertulang,
2. Beban yang diperhitungkan adalah beban mati, beban hidup dan beban horisontal gempa,
3. Peraturan pembebanan berdasar Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung dan SK-SNI-T-15-1991,

4. Analisis struktur menggunakan program aplikasi SAP-90,
5. Pehitungan analisis dan penulangan dilakukan pada struktur dinding geser,
6. Dalam perhitungan digunakan mutu beton $f'c = 30$ Mpa, dan mutu baja tulangan $f_y = 400$ Mpa,
7. Dinding geser yang dihitung menggunakan dinding geser yang langsing ($H_w/L_w > 2,5$)
8. Pondasi dianggap jepit,
9. Dianggap tidak terjadi torsi,
10. Perhitungan penulangan dilakukan pada lentur dan geser,
11. Kontrol dilakukan terhadap kapasitas momen dan kapasitas geser

1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dipakai adalah studi literatur. Adapun tahapan analisis dan perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Menentukan spesifikasi dan konfigurasi struktur bangunan
2. Menghitung beban-beban yang bekerja
3. Menganalisis struktur dengan program aplikasi SAP-90
4. Perhitungan penulangan lentur dan geser
5. Kontrol terhadap kapasitas momen dan kapasitas geser

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton Bertulang

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

Beton ditujukan untuk menahan tekan dan baja tulangan ditujukan untuk menahan tarik, sedangkan kuat tarik beton diabaikan. Kekuatan geser dapat terdiri dari beton dan baja tulangan atau baja tulangan saja. Dalam perencanaan bangunan tahan gempa direncanakan agar terjadi sendi plastis pada daerah tertentu. Pada daerah yang dimungkinkan terjadi sendi plastis, maka kuat geser beton diabaikan dan hanya baja tulangan saja yang diperhitungkan untuk menahan geser (R. Park and T. Paulay . 1974).

2.2. Definisi Dinding Geser

Menurut SK SNI dinding geser adalah komponen struktur yang berfungsi untuk meningkatkan kekakuan struktur dan menahan gaya lateral. Asumsi yang digunakan dalam menghitung kekuatan dinding geser terhadap beban lentur dan aksial atau kombinasi lentur dan aksial sesuai dengan SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.3.2. Perhitungan kuat geser didasarkan pada SK SNI pasal 3.4.1.

Dinding geser merupakan struktur kantilever dengan sumbu vertikal, oleh karena itu dinding geser menahan geser dan momen seperti halnya kantilever (Schueler, 1989).

Fungsi dinding geser dalam struktur bangunan untuk memberikan kekakuan, kekuatan dan daktilitas struktur (R. Park and T. Paulay . 1974).

Pemberian dinding geser pada struktur bangunan akan memperkecil momen, gaya geser dan gaya aksial yang terjadi pada balok dan kolom akibat beban lateral, sehingga dimensi balok dan kolom dapat diperkecil (Schueler, 1989).

Dinding geser juga berfungsi untuk mengurangi defleksi pada bagian struktur seperti pertemuan balok dan kolom, menjamin tidak berpindahnya sendi plastis yang direncanakan pada struktur sebelum runtuh dan melindungi komponen non struktur (Dowrick , 1987).

2.3. Asumsi Perhitungan Dinding Geser

Dalam perencananan tampang dinding geser juga harus memperhatikan kesetabilan, untuk itu anggapan sebagai kolom adalah terbaik (R. Park and T. Paulay, 1974).

Perancangan memerlukan data gaya aksial, momen lentur dan gaya geser untuk menentukan dimensi dan tulangan lentur . Selain itu harus diperhatikan daktilitas dan kekakuan geser yang lebih besar dari kekuatan lentur untuk memperkecil kemungkinan kegagalan akibat geser (Dowrick , 1987).

Daktalitas adalah perbandingan antara deformasi yang terjadi pada saat kegagalan struktur dan deformasi pada kondisi leleh (Dowrick , 1987).

Perancangan struktur yang ditujukan untuk ketahanan terhadap gempa lebih ekonomis jika dirancang pada kondisi plastis, dengan merencanakan terbentuknya sendi plastis terlebih dahulu, daripada dirancang pada kondisi elastis dimana harus memperbesar dimensi portal untuk menambah kekakuan (Dowrick , 1987).

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Umum

Dalam perancangan bangunan tingkat tinggi tahan gempa, selama gempa bumi, bangunan mengalami gerakan vertikal dan gerakan horisontal. Gaya gempa baik dalam arah vertikal maupun horisontal, akan membebani titik-titik pada massa struktur. Struktur biasanya direncanakan terhadap gaya vertikal dengan faktor keamanan yang cukup memadai, sebaliknya gaya gempa horisontal menyerang titik-titik lemah pada struktur yang kekuatannya tidak memadai dan akan langsung menyebabkan keruntuhan atau kegagalan (*failure*). Atas alasan ini, prinsip utama dalam perencanaan bangunan tahan gempa ialah meningkatkan kekuatan struktur terhadap gaya lateral yang umumnya tidak memadai, salah satu alternatifnya adalah dinding geser (Muto, 1987).

Dalam literatur lain disebutkan bahwa dalam merencanakan gedung tahan gempa, hal yang harus dipertimbangkan adalah sifat-sifat plastis dari gedung, dengan kata lain, pada pembebanan gempa yang besar tegangan bahan pada struktur sudah tidak berperilaku elastik lagi, tetapi terjadi sendi-sendi plastis pada tempat-tempat yang diharapkan sehingga dapat memancarkan energi gempa dan struktur secara keseluruhan belum runtuh. Hal ini terjadi karena elemen-elemen struktur direncanakan dengan sifat daktail sehingga elemen tersebut dapat berdeformasi maksimum tanpa

timbul kerusakan getas. Artinya sejauh mana gedung dapat meleleh setelah kekuatan elastisnya tercapai akibat gempa (Widodo, 1995).

3.2. Analisa Beban Statik Ekuivalen

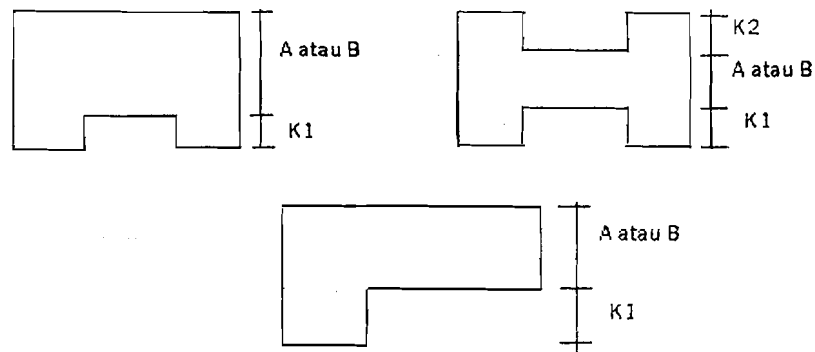
Analisa beban statik ekuivalen adalah cara pembagian beban geser tingkat akibat pergerakan tanah pada suatu sistem struktur, dengan meniru perilaku beban dinamik. Beban yang bekerja dianggap sebagai beban statik horisontal yang terdistribusi sepanjang tinggi struktur.

Cara analisa beban statik ekuivalen hanya dapat digunakan untuk struktur yang memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Simetri

Unsur penahan gempa dari sebuah struktur gedung sejauh keadaan memungkinkan hendaknya diletakkan sesimetris mungkin terhadap pusat masa gedung tersebut. Kesimetrisan suatu struktur gedung berkait dengan bentuk denah struktur gedung tersebut. Struktur gedung yang memiliki tonjolan-tonjolan melampaui 0,25 dari ukuran terbesar bagian inti denah struktur, dianggap sebagai sangat tidak beraturan.

Gambar 3.1. menunjukkan bentuk denah struktur bangunan dengan pembatasan tonjolan k_1 dan k_2 harus lebih kecil dari $0,25A$ atau $0,25B$ (PPKURG,1987).

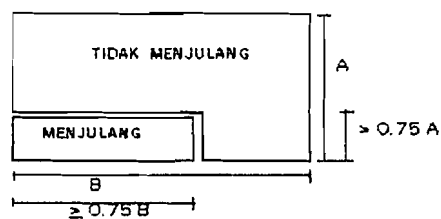


Gambar 3.1. bentuk denah struktur gedung

2. Loncatan bidang muka

Gedung dengan loncatan bidang muka, ukuran denah bagian menjulang dalam arah masing-masing lebih besar dari 75% ukuran terbesar denah disebelah bawahnya, dapat dianalisa dengan cara beban statik ekuivalen. Seperti tampak pada gambar 3.2.

Struktur rumah atap (*penthouse*) yang tidak lebih dari dua tingkat tingginya perlu dianggap sebagai loncatan bidang muka.



Gambar 3.2. Loncatan bidang muka

3. Keseragaman kekakuan tingkat

Distribusi kekuatan sepanjang tinggi bangunan seragam dan menerus dapat dipenuhi dengan syarat dibawah ini:

- a. Semua kolom dan dinding menerus dan tanpa pemutusan dari atap sampai ke pondasi.
- b. Semua balok berhubungan secara menerus
- c. Balok dan kolom mempunyai sumbu yang sama
- d. Kolom dan balok mempunyai lebar yang sama
- e. Penampang penahan beban gempa tidak boleh berubah secara tiba-tiba
- f. Struktur beton harus menerus dan monolit

4. Ketinggian Gedung

Cara analisa beban statik ekuivalen hanya dapat dipakai untuk struktur bangunan yang ketinggiannya kurang dari 40 m.

5. Pendetailan

Tempat yang direncanakan sebagai sendi plastis harus dijamin keplastisannya, sehingga struktur berperilaku secara daktail seperti direncanakan. Untuk itu analisa perencanaan harus dilakukan dengan perencanaan kapasitas.

3.3. Daktilitas

Daktilitas adalah rasio antara simpangan rancang maksimum sebelum runtuh dan simpangan leleh awal dari struktur yang ditinjau. Tingkat daktalitas suatu struktur beton menurut SK SNI T-15-1991-03 dibagi dalam 3 kelas, yaitu:

a. Tingkat Daktilitas 1 (Elastis)

Struktur dengan tingkat daktilitas 1 harus direncanakan agar tetap berperilaku elastis saat terjadi gempa kuat. Untuk itu beban gempa rencana harus dihitung berdasarkan faktor jenis struktur $K = 4,0$.

b. Tingkat Daktilitas 2 (Daktilitas Terbatas)

Struktur dengan tingkat daktilitas 2 atau daktilitas terbatas ($\mu = 2,0$) harus direncanakan sedemikian rupa dengan pendetailan khusus sehingga mampu berperilaku inelastis terhadap beban siklis gempa tanpa mengalami keruntuhan getas. Dalam hal ini beban gempa rencana harus diperhitungkan dengan menggunakan faktor jenis struktur, K minimum sebesar 2,0.

c. Tingkat Daktilitas 3 (Daktilitas Penuh)

Struktur dengan tingkat daktilitas 3 atau daktilitas penuh ($\mu = 4,0$) harus direncanakan sedemikian rupa dengan pendetailan khusus sehingga mampu menjamin terbentuknya sendi-sendi plastis dengan kapasitas pemancaran energi yang diperlukan. Hal ini beban gempa rencana dapat diperhitungkan dengan menggunakan faktor jenis struktur, K minimum sebesar 1,0.

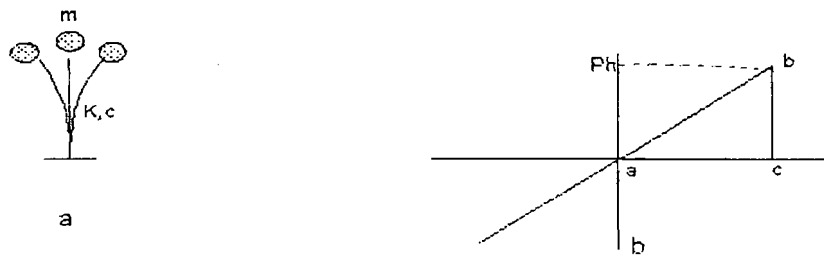
Pada bangunan-bangunan tertentu, beban lateral akibat gempa dapat dihitung dengan cara statik ekuivalen. Pada kenyataannya, analisis dinamik pada kondisi elastik dengan beberapa beban gempa yang diamati menunjukkan hasil bahwa beban yang terjadi pada setiap massa kadang lebih besar daripada beban yang telah direncanakan dengan prinsip statik ekuivalen (Park dan Paulay, 1975). Namun anehnya bangunan yang bersangkutan masih aman dan bertahan terhadap beban gempa. Hal yang terjadi sesungguhnya adalah bangunan tersebut telah mampu berdeformasi secara baik tanpa

menunjukkan sifat-sifat getas, sehingga keruntuhan secara tiba-tiba dapat dihindari. Hal inilah yang kemudian dikenal dengan adanya prinsip daktilitas pada bangunan.

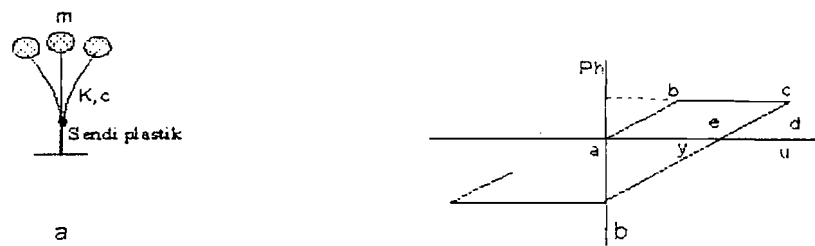
Dengan kenyataan tersebut maka akan lebih ekonomis apabila bangunan dibangun dengan direncanakan dengan prinsip daktilitas (beban didesain relatif kecil) daripada bangunan direncanakan dengan prinsip elastik penuh (*full elastic*) dengan beban desain yang besar.

Dengan prinsip bangunan daktil, maka beban desain yang dipakai akan lebih kecil sehingga dimensi elemen struktur dapat lebih kecil dan dapat dihemat. Pada pembebanan gempa yang besar, pada perencanaan jenis ini tegangan bahannya sudah tidak berperilaku elastik lagi, tetapi sudah terjadi sendi-sendi plastik pada tempat yang diharapkan dan struktur secara keseluruhan belum runtuh. Hal ini terjadi karena elemen-elemen struktur direncanakan dengan sifat daktil, sehingga elemen tersebut dapat berdeformasi plastik secara baik tanpa menimbulkan kerusakan getas.

Untuk menjelaskan masalah ini diambil model struktur dengan derajat kebebasan tunggal sebagai berikut :



Gambar 3.3 Respon struktur (simpangan) elastik



Gambar 3.4 Respon struktur (simpangan) plastik

Pada gambar 3.3. kolom cukup kaku, sehingga pada pembebanan gempa tertentu tegangan bahanya masih tetap elastik. Bila simpangan saat t adalah Δ_o , maka pada saat tersebut struktur telah menyimpan energi sebesar luas segitiga abc . Energi tersebut akan berubah menjadi energi kinetik apabila struktur kembali pada posisi semula.

Pada gambar 3.4 kolom relatif kecil, sehingga pada pembebanan yang sama dengan beban sebelumnya, pada ujung bawah kolom telah terjadi sendi plastik, sehingga plot antara beban dan simpangan disederhanakan seperti pada gambar 3.3b. Pada kondisi tersebut, simpangan elastiknya sebesar Δ_y dan simpangan total sebesar Δ_u . Energi potensial yang tersimpan pada simpangan tersebut adalah luas segitiga $abcd$, dan apabila masa membalik arah, maka hanya seluas segitiga cde yang diubah

menjadi energi kinetik, sedang energi sebesar luasan abce telah dihamburkan/dilesapkan oleh sendi plastik pada dasar kolom, dan beban yang bekerja pada kolom berarti terbatas oleh sendi plastik tersebut.

Suatu struktur dianggap bersifat elastis sempurna, bila hubungan antara beban dan lendutan dalam hitungan struktur berupa hubungan linier. Bila beban itu dilepas (dikurangi sampai nol lagi) maka lendutan akan hilang (lendutan menjadi nol juga). Jika beban diberikan negatif, maka lendutannya akan negatif juga dan besarnya juga sebanding dengan besar bebannya.

Sudut kemiringan hubungan antara beban dan lendutan itu disebut nilai kekakuan struktur. Makin kaku suatu struktur makin besar nilai kekakuan tersebut.

Pada struktur yang daktail, apabila beban melampaui batas maksimum kekuatan elastisnya maka struktur tidak akan runtuh, hanya mengalami lendutan plastis. Lendutan plastis adalah suatu lendutan yang apabila bebannya dihilangkan lendutan plastis itu tidak akan hilang. Pada kenyataannya lendutan plastis selalu bercampur dengan lendutan elastis, sehingga bila beban dihilangkan hanya sebagian lendutan saja yang hilang dan sebagian masih ada. Lendutan yang hilang itu adalah lendutan elastis, adapun sisanya yaitu lendutan yang tidak hilang ialah lendutan plastis. Bila struktur kemudian dibebani dengan beban yang berlawanan arah dengan beban tadi, maka lendutannya juga akan membalik.

Dengan uraian diatas tampak bahwa pada struktur yang daktail sulit untuk meruntuhkannya, walaupun telah dikerjakan suatu beban bolak-balik yang telah melampaui batas kekuatan elastisnya.

Keadaan yang demikian tersebut menunjukkan bahwa apabila struktur bersifat daktail maka struktur akan sulit runtuh oleh gempa, terlebih karena beban gempa merupakan beban dinamis, yang arahnya bolak-balik. Oleh karena itu, agar tahan gempa struktur sebaiknya bersifat plastis atau daktail.

3.4. Konsep Desain Kapasitas

Terbentuknya sendi plastis, yang mampu memancarkan energi gempa dan membatasi besarnya beban gempa yang masuk dalam struktur, harus dikendalikan sedemikian rupa agar struktur berperilaku daktail dan tidak sampai runtuh saat gempa kuat. Pengendalian terbentuknya sendi plastis pada lokasi-lokasi yang telah ditentukan lebih dulu dapat dilakukan secara pasti terlepas dari kekuatan dan karakteristik gempa. Filosofi perencanaan seperti ini dikenal sebagai Konsep Desain Kapasitas.

Untuk menjamin terjadinya mekanisme goyang dengan pembentukan sebagian besar sendi plastis pada balok, konsep desain kapasitas diterapkan untuk merencanakan agar kolom-kolom lebih kuat dari balok-balok portal (*strong column-weak beam*). Keruntuhan geser pada balok yang bersifat getas diusahakan agar tidak terjadi lebih dahulu dari kegagalan akibat lentur pada sendi-sendi plastis balok.

Pada prinsipnya, dengan desain kapasitas elemen-elemen utama penahan beban gempa dapat dipilih, direncanakan dan didetail sedemikian rupa, sehingga mampu memancarkan energi gempa dengan deformasi inelastis yang cukup besar tanpa runtuh, sedangkan elemen-elemen lainnya diberi kekuatan yang cukup sehingga mekanisme yang dipilih dapat dipertahankan pada saat terjadi gempa kuat.

Faktor yang perlu diperhatikan agar mekanisme ini dapat dijamin tercapai adalah faktor peningkatan kuat lentur balok sebagai elemen utama pemencar energi gempa.

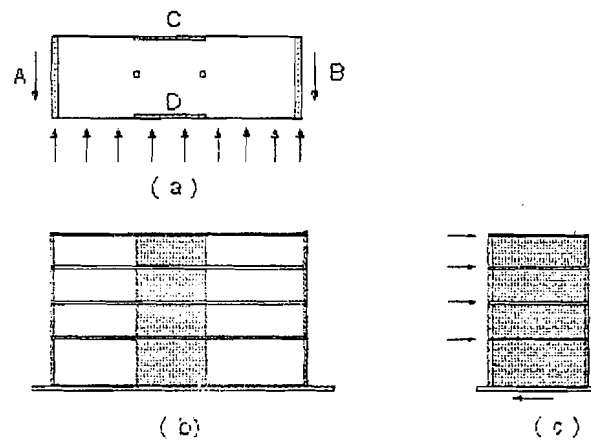
Mengetahui secara tepat kuat lentur daerah sendi plastis balok, yang sengaja direncanakan sebagai bagian lemah, merupakan hal yang sangat penting untuk memastikan kolom-kolom lebih kuat dan kegagalan getas akibat beban geser tidak terjadi lebih awal dari terbentuknya sendi-sendi plastis dengan deformasi lentur yang cukup besar.

Namun kenyataannya sangatlah sulit untuk memperkirakan secara cukup akurat kuat lentur balok saat mengalami deformasi inelastis akibat gempa kuat. Umumnya kuat lentur akibat balok dapat dipastikan lebih besar dari kuat nominalnya. Oleh karena itu diberikan solusi untuk meningkatkan kuat lentur balok, salah satunya dapat dicapai dengan adanya pengekan (dinding geser) hal ini didasarkan pada kemungkinan bertambah besarnya kuat tekan dan regangan lentur maksimum beton akibat adanya pengekan yang baik.

3.5. Dinding Geser

Gaya-gaya horisontal yang bekerja pada bangunan misalnya gaya-gaya yang disebabkan oleh beban angin atau gempa, dapat diatasi dengan berbagai cara. Dalam banyak hal, daya pikul rangka kaku dari struktur ditambah dengan sumbangan kekuatan yang diberikan oleh dinding pasangan batu yang biasa serta partisi-partisi dapat memikul beban-beban horisontal angin. Namun demikian, apabila beban-beban horisontal yang bekerja merupakan beban yang berat seperti misalnya beban yang

dihasilkan oleh beban gempa bumi, maka perlu dipakai dinding-dinding geser yang terbuat dari beton bertulang. Dinding-dinding ini dibuat semata-mata untuk memikul gaya-gaya horisontal. Dan dinding-dinding beton yang mengelilingi tangga atau lift dapat juga difungsikan sebagai dinding geser (George Arthur, 1993).



Gambar 3.5. Bangunan dengan dinding geser yang mengalami beban-beban horisontal : (a) lantai tipikal ; (b) tampak muka; (c) tampak samping

Gambar 3.5. menunjukkan suatu bangunan dengan gaya-gaya gempa atau angin yang ditunjukkan oleh panah-panah yang bekerja pada tepi setiap lantai atau atap. Permukaan-permukaan horisontal berfungsi sebagai gelagar-gelagar tinggi untuk menyalurkan beban-beban ke elemen-elemen penahan vertikal A dan B. Selanjutnya dinding geser ini berfungsi sebagai gelagar-gelagar kantiliver yang terjepit didasarnya untuk menyalurkan beban-beban ke bawah pondasi. Dinding-dinding tersebut

mengalami beban-beban :

1. Geser yang harganya berubah-ubah, yang mencapai harga maksimum pada bagian dasar,
2. Momen lentur, yang cenderung untuk menyebabkan tarik vertikal didekat tepi yang dibebani dan tekan pada tepi yang lain,
3. Tekan vertikal akibat beban gravitasi struktur.

Untuk bangunan seperti yang terlihat pada gambar 3.2, diberikan tambahan dinding geser C dan D untuk memikul beban-beban yang bekerja dalam arah panjang struktur.

3.5.1. Perilaku Getaran dari Dinding Geser

Struktur dinding geser adalah penyebar energi gaya gempa yang paling besar. Dalam beberapa kejadian dinding geser memikul sebagian besar dari gaya geser gempa dasar, sementara keberadaan dari portal terbuka (*open frame*) didesain terutama untuk menahan gaya gempa lapis kedua setelah keretakan dan/atau keruntuhan dari dinding geser.

3.5.2. Keuntungan dari Struktur Dinding Geser

Keuntungan utama penggunaan dinding geser digunakan pada suatu struktur bangunan dalam menahan beban gempa adalah peningkatan kekakuan bangunan tersebut dan merupakan struktur yang mereduksi paling awal efek dari beban horisontal gempa, sehingga meningkatkan standart keamanan dan mengurangi beban

psikologis penduduk dari resiko tinggi keruntuhan bangunan. Dengan desain kapasitas, perasaan seperti itu seharusnya dapat diminimalkan.

Keuntungan lainnya, struktur dinding geser setelah mengalami keretakan masih mampu menahan sebagian dari beban vertikal, ini merupakan perilaku struktur (kapasitas struktur).

Keuntungan selanjutnya, perilaku bangunan dengan struktur dinding geser secara umum lebih dapat dipercaya, dalam standart keamanan, dibanding gedung yang bangunan yang dirancang menggunakan portal terbuka saja. Hal ini dikarenakan bahwa pada keseluruhan bangunan terbentuk sendi plastis pada balok dan tidak pada dinding/kolom, yang berfungsi mereduksi sebagian besar beban eksternal.

BAB IV

ANALISA STRUKTUR DAN DESAIN TULANGAN

4.1 Pembebanan

4.1.1 Beban Mati

Beban mati merupakan beban gaya berat pada suatu posisi tertentu yang bekerja terus menerus menuju arah bumi pada saat struktur telah berfungsi. Berat struktur dianggap sebagai beban mati, demikian pula segala yang menempel pada struktur tersebut seperti pipa-pipa, saluran listrik, saluran Ac, penutup lantai, penutup atap, plafon, yakni segala yang tetap berada pada struktur selama masa bangunan.

4.1.2 Beban Hidup

Beban hidup adalah beban-beban gravitasi yang bekerja pada saat struktur yang telah berfungsi, namun bervariasi dalam besar dan lokasinya. Contohnya adalah beban orang, beban air hujan pada atap, furnitur, perkakas yang dapat bergerak, kendaraan, dan barang-barang yang dapat disimpan. Secara praktis beberapa beban hidup bersifat permanen, sedangkan yang lainnya sering berpindah-pindah. Beban hidup tipikal suatu struktur didasarkan pada fungsi guna bangunan tersebut.

4.1.3 Beban Gempa

Gempa bumi terdiri dari gerakan-gerakan lapisan bumi ke arah horisontal dan vertikal, dimana biasanya gerakan vertikalnya lebih kecil ketimbang gerakan horisontalnya. Karena efek terbesar ditimbulkan oleh gerakan arah horisontal, efek ini pula yang biasanya diperhitungkan. Apabila lapisan tanah dibawah struktur dengan masa tertentu tiba-tiba saja bergerak, inersia dari masa tersebut cenderung melawan gerakan. Diantara lapisan tanah dengan masa tersebut akan timbul gaya geser. Gaya geser tersebut disebut gaya geser dasar akibat gempa (V) yang diperoleh dari

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W \quad \dots\dots\dots (4.1)$$

C = koefesien gempa

I = faktor peruntukan bangunan

K = faktor jenis struktur

W = berat total bangunan

4.2. Perencanaan Dinding Geser Untuk Desain Lentur

4.2.1. Langkah-langkah perencanaan

Data-data yang diperlukan untuk perencanaan dinding geser :

- a. Kuat desak beton (f_c')
- b. Kuat tarik baja (f_y)
- c. Dimensi portal dan denah

4.2.2. Stabilitas dinding geser

Stabilitas dinding geser sangat perlu untuk menjamin kestabilan dinding geser dalam menerima beban. Stabilitas dinding geser juga ditujukan agar tampang dapat mengembangkan regangan plastis tanpa mengalami kegagalan. Jika tidak dilakukan peninjauan terhadap stabilitas maka sangatlah mungkin dinding geser runtuh sebelum mengalami regangan plastis yang disebut kegagalan prematur.

Anggapan terbaik yang dapat dilakukan terhadap dinding geser untuk menghindari bahaya tekuk adalah memperlakukannya sebagai kolom (T.Pauly dan R.L.William,1980), maka dimensi dinding geser perlu dibatasi.

Batasan dimensi dinding geser

$$b_w = \frac{h_s}{20} \quad (4.2)$$

$$= 150 \text{ mm}$$

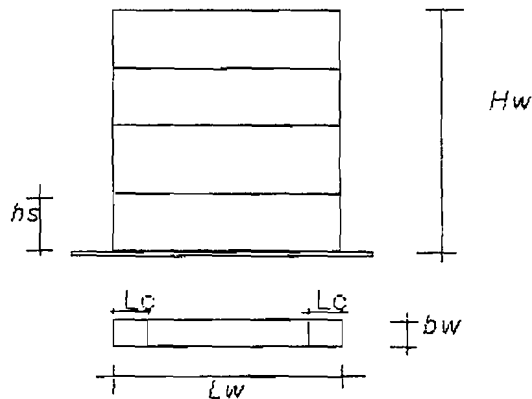
dengan h_s - tinggi tingkat

Dimensi panjang sayap

$$L_c \geq 0.15 L_w \quad (4.3)$$

$$\geq 1.5 b_w$$

seperti terlihat pada gambar 4.1.

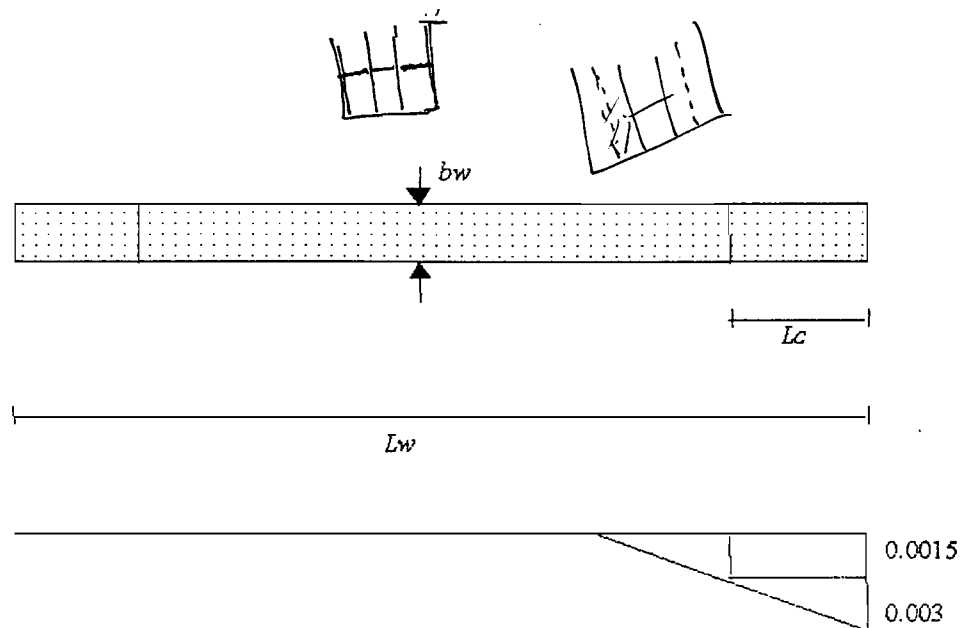


Gambar 4.1. Dimensi dinding geser

Kontrol dimensi dinding geser

Untuk mencapai keadaan regangan seimbang letak garis netral (y) dibatasi sehingga pada regangan serat tekan terluar sebesar 0.003 maka regangan pada sisi dalam kolom maksimal sebesar 0.0015

Batasan dimensi tampang dinding geser dan batasan regangan dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Batasan dimensi dan regangan

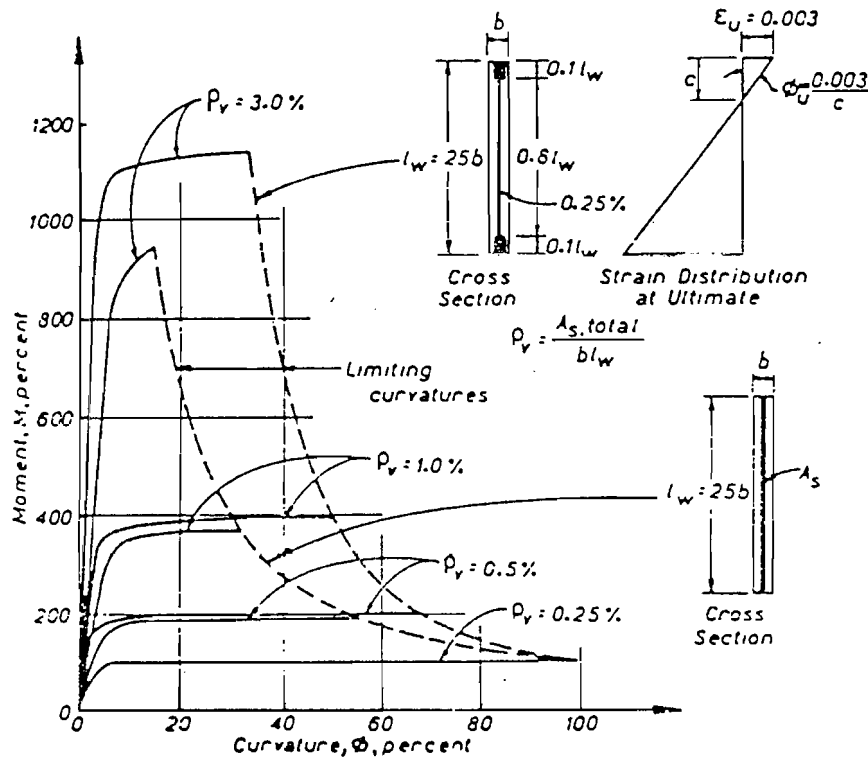
4.2.3. Perencanaan Tulangan Lentur

Tulangan lentur dapat berfungsi menahan tegangan tarik yang terjadi akibat momen lentur. Tulangan lentur terdapat pada bagian kolom dinding geser. Pemasangan tulangan lentur pada bagian kolom selain memperhatikan besarnya beban juga kemampuan dalam menyerap energi bila terjadi sendi plastis.

Penempatan tulangan memperhatikan efektifitas kerja tulangan terhadap kekuatan momen dari tulangan lentur. Selain tergantung luas tampang tulangan dan tegangan leleh tulangnya. Penggunaan tulangan akan tidak efisien jika tulangan bekerja dengan lengan momen yang kecil (R. Park dan T. Paulay, 1974). Selain mengurangi efisiensi penggunaan atulangan pada dinding geser juga akan mengurangi daktilitas, pengaruh penempatan tulangan dapat dilihat pada gambar 4.3.

The Behavior of Cantilever Walls

613



Gambar 4.3. pengaruh distribusi tulangan terhadap momen daktilitas

(R. Park dan T. Paulay, 1974)

Gambar 4.3. memperlihatkan perbandingan perilaku tampang pada kondisi rasio tulangan yang sama dengan perbedaan penempatan jumlah tulangan lentur. Kurva pada tampang bentuk persegi dimana tulangan lentur ditempatkan merata menunjukkan peningkatan kekuatan momen seiring dengan meningkatnya rasio tulangan yang diikuti penurunan daktilitas yang cukup drastis. Kurva pada tampang bentuk I dimana sebagian besar tulangan ditempatkan ditepi menunjukkan perilaku yang

sama tetapi memiliki peningkatan kekuatan momen yang lebih besar dan daktilitas yang lebih baik.

Perbandingan di atas menunjukkan bahwa tampang dinding geser efisien jika tulangan lentur sebagian besar digunakan rasio tulangan minimum.

Momen yang terjadi akibat beban lateral (arah bolak-balik), maka tulangan pada dua sisi luar. Momen internal dinding geser sebaiknya dihasilkan oleh pasangan tulangan (*steel couple*), karena akan menghasilkan daktilitas yang lebih baik (R. Park dan T. Paulay, 1974).

Menghitung luas tulangan yang dibutuhkan :

$$\rho_{\min} = \frac{A_s}{b_w.L_c} \quad (4.4)$$

$$\rho_{\text{balance}} = \frac{0.85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \frac{600}{600 + f_y} \quad (4.5)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2m.R}{f_y}} \right] \frac{1}{m} \quad (4.6)$$

β_1 adalah konstanta yang merupakan fungsi dari kuat tekan beton. Menurut SK-SNI :

a. jika $f_c' \leq 30$ Mpa, maka $\beta_1 = 0.85$

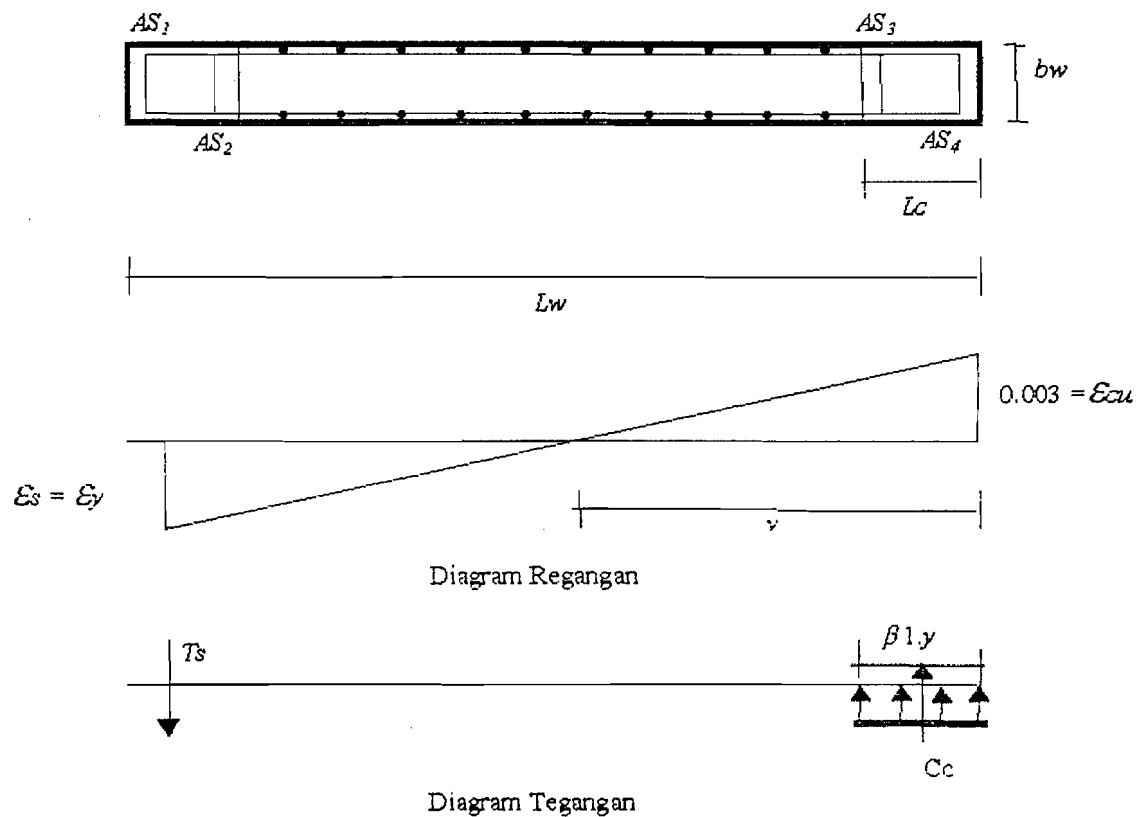
b. jika $f_c' \geq 30$ Mpa, maka $\beta_1 = 0.85 - 0.008(f_c' - 30) \geq 0.65$

Pembatasan rasio tulangan :

$$\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < (\rho_{\text{maks}} = 0.75 \rho_{\text{balance}})$$

Luas tulangan yang dibutuhkan :

$$A_s = \rho_{\text{perlu}} \times b_w \times L_c \quad (4.7)$$



Gambar 4.4. Diagram Regangan Berimbangan

Untuk mencapai keseimbangan gaya dalam ($T_s = C_c$) dipengaruhi oleh letak garis netral (y) yang tergantung pada jumlah baja tulangan tarik (A_s), lihat gambar 4.4.

Dari diagram regangan berimbang didapat

$$\frac{y}{d} = \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_y}$$

$$\frac{y}{d} = \frac{600}{600 + f_y} \quad (4.8)$$

Regangan berimbang dicapai bila :

- Serat terluar beton tekan mencapai regangan maksimum $\epsilon_{cu} = 0.003$
- Bersamaan dengan tulangan tarik mencapai regangan leleh $\epsilon_y = f_y / E_s$

4.2.4. Hitungan Kontribusi Gaya Tekan Beton

Beton hanya berfungsi pada daerah tekan dan diabaikan pada daerah tarik.

Perhitungan kontribusi gaya oleh beton.

$$C_c = 0.85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot y \cdot b_w \quad (4.9)$$

$$L_{mc} = d - \beta_1 \cdot y / 2 \quad (4.10)$$

$$M_n = C_c \cdot L_{mc} \quad (4.11)$$

Dengan :

C_c = gaya tekan beton

L_{mc} = lengan momen

4.2.5 Hitungan Kontribusi Gaya Baja Tulangan

Baja tulangan berfungsi menahan tarik, dan gaya tarik ditahan oleh tulangan kolom.

1. Menghitung luas tulangan kolom

$$As_1 = As_2 = As_3 = As_4 = 0.5 \times \rho \times Lc \times bw \quad (4.12)$$

2. Menghitung Regangan

Hitungan regangan didasarkan pada regangan hancur beton sebesar 0.003 yang terjadi pada serat tekan terluar beton

Besarnya regangan :

$$\epsilon_i = \frac{(y - d_i)}{y} \times 0.003 \quad (4.13)$$

ϵ_{si} = regangan tulangan ke -i

d_i = jarak tulangan ke -i dari serat tarik terluar

jika :

$$\epsilon_i < \epsilon_y \text{ maka } F_{s_i} = \epsilon_i \cdot E_s$$

$$\epsilon_i > \epsilon_y \text{ maka } F_{s_i} = f_y$$

Dengan :

F_{s_i} = tegangan tulangan ke-i

E = Modulus elastis baja, diambil sebesar 200.000 Mpa

3. Gaya Baja Tulangan

$$T_{s_i} = As_i \cdot F_{s_i} \quad (4.14)$$

Lengan momen

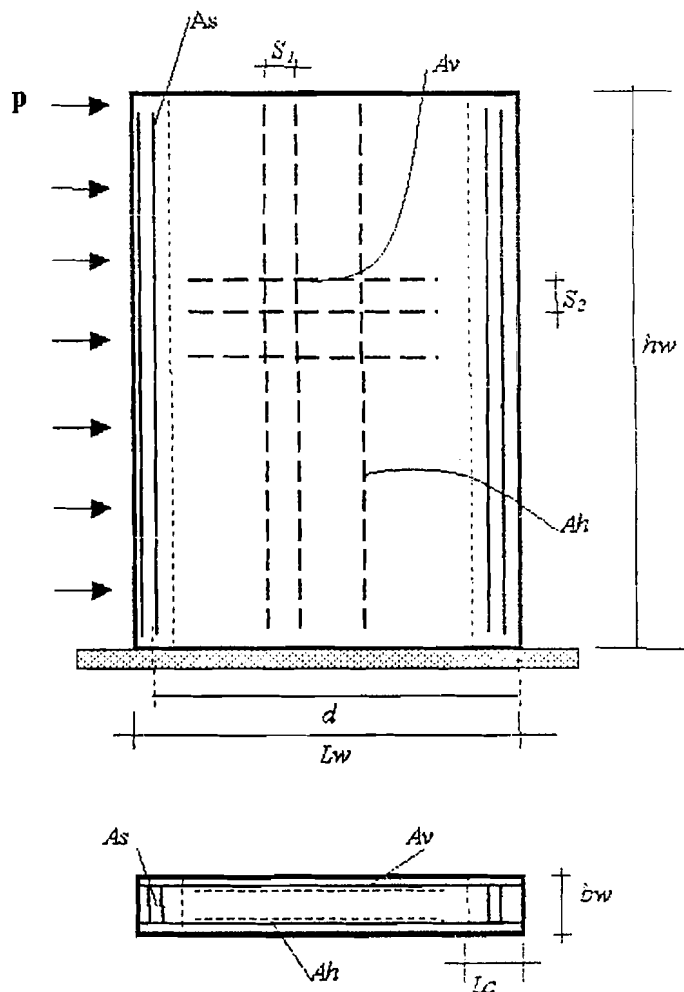
$$L_m = L_w - \beta_1 \times \frac{y}{2} - d, \tag{4.15}$$

Momen

$$M_n = T_s \cdot L_m \tag{4.16}$$

Dengan : A_{s_i} = luas tulangan ke-i

4.4. Perencanaan Tulangan Geser



Gambar 4.5.

Gambar 4.5. menunjukkan suatu dinding geser dengan tinggi h_w dan panjang l_w dan tebal b_w . Dinding geser tersebut di anggap terjepit pada dasarnya dan dibebani gaya dalam arah horisontal sepanjang tepi kirinya. Pada sisi sebelah kiri diberi tulangan vertikal lentur dengan luas A_s , dengan pusatnya berjarak d dari permukaan yang mengalami tekan paling besar. Supaya dapat menahan gaya dari arah sebaliknya, diberikan tulangan yang sama besarnya sepanjang sisi sebelah kanan. Selain tulangan vertikal dengan luas A_h dan jarak sebesar S_1 juga diberikan tulangan geser horisontal dengan luas A_v dan jarak S_2 . Tulangan yang terdistribusi seperti ini biasanya dipasang dalam dua lapisan yang sejajar terhadap permukaan dinding.

Perencanaan geser pada struktur terlentur didasarkan pada anggapan beton menahan sebagian gaya geser sedangkan kelebihanannya atau kekuatan geser diatas kemampuan beton menahannya ditahan baja tulangan geser.

Dasar-dasar perencanaan penampang dinding geser akibat geser, menurut pedoman SK-SNI T-15-19991-03 dan ACI, harus didasarkan pada :

$$V_u \leq \phi V_n \quad (4.17)$$

$$V_n = V_c + V_s \quad (4.18)$$

Dimana :

V_u = Gaya geser terfaktor pada penampang yang ditinjau

V_n = Kuat geser horisontal

$$\phi = 0.65$$

Dan batas atas kekuatan geser nominal telah ditetapkan:

$$V_n \leq 5/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot L_w \cdot d \quad (4.19)$$

d = diambil sebesar $0.8 L_w$

Menurut pedoman geser nominal beton V_c dapat ditentukan berdasarkan persamaan yang dipakai pada gelagar-gelagar

$$V_c = 0.25 \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d + \frac{M_u \cdot d}{4 \cdot L_w} \quad (4.20)$$

$$V_c = \left[\left(0.5 \cdot \sqrt{f'_c} + \frac{L_w (\sqrt{f'_c} + 2 \cdot M_u / L_w \cdot b_w)}{M_u / V_u - L_w / 2} \right) : 10 \right] \cdot b_w d \quad (4.21)$$

diambil harga yang terkecil dari kedua persamaan tersebut.

Persamaan 4.21 tidak berlaku jika $(M_u / V_u - L_w / 2)$ bernilai negatif.

Dengan :

M_u = beban aksial yang telah dikalikan dengan faktor beban

$$M_u = (h_w - h_{cr}) \cdot V_u \quad (4.22)$$

$$h_{cr} = h_w / 2 \quad (4.23)$$

V_u = beban eksternal $> \phi V_c / 2$, $\phi = 0.65$

Kekuatan geser nominal V_s dari tulangan horisontal :

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S_2} \quad (4.24)$$

dengan A_v = luas tulangan geser horisontal dalam jarak vertikal S_2 , dalam satuan mm^2

S_2 = jarak vertikal antara tulangan horisontal, mm

f_y = kekuatan leleh baja tulangan, MPa

Luas tulangan geser horisontal yang diperlukan dalam jarak S_2 :

$$A_v = \frac{(V_u - \phi V_c) \cdot S_2}{\phi \cdot f_y \cdot d} \quad (4.25)$$

Harga perbandingan minimum yang diijinkan untuk tulangan geser horisontal terhadap luas beton bruto penampang vertikal adalah :

$$\rho_h \text{ min} \geq 0.0025$$

dan jarak maksimum S_2 tidak boleh melebihi $L_w/5$, $3b_w$, atau 500 mm

menurut pedoman luas vertikal untuk suatu jarak sebesar S_1 , yang besarnya sedemikian rupa sehingga harga perbandingan tulangan vertikal terhadap luas penampang horisontal bruto tidak boleh kurang dari :

$$\rho_n = 0.0025 + 0.5 \times \left(2.5 - \frac{H_w}{L_w} \right) \times (\rho_h - 0.0025) \quad \text{atau,} \quad (4.26)$$

$$\rho_v \text{ min} \geq 0.0025$$

spasi dari tulangan geser vertikal S_1 tidak boleh kurang dari $L_w/3$, $3b_w$, 500 mm.

BAB V

PERHITUNGAN

5.1. Pembebanan Struktur

A. Bangunan 4 Lantai

1. Beban Mati

Beban pelat beton, tebal 20 cm, bentang 11m, dengan $B_j.2400 \text{ kg/m}^3$

$$M = 3 \times .2 \times 24 = 14.4 \text{ KN/m}$$

2. Beban Hidup

Gedung perkantoran menurut peraturan PPGR 1987 pasal 2.1.2 besarnya beban

hidup 250 kg/m^2

$$H = 2.5 \times 3 = 7.5 \text{ KN/m}$$

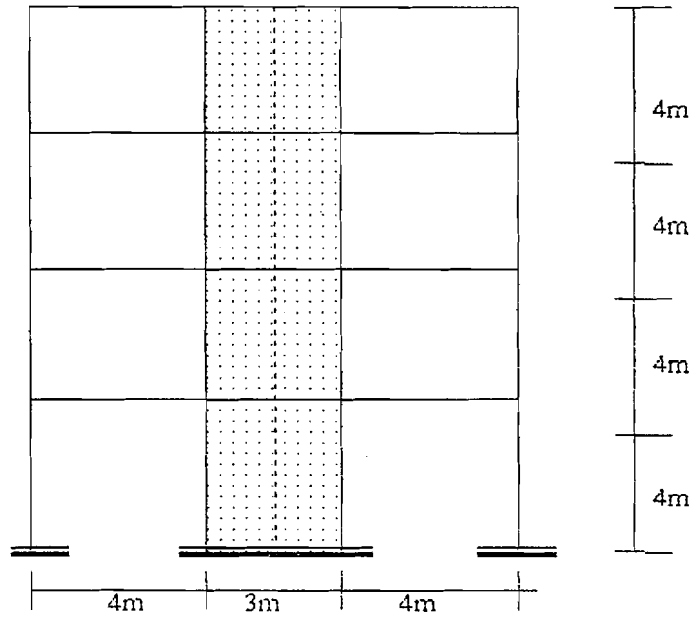
3. Beban Gempa

Zone 3 , tanah lunak diperoleh :

$$C = 0.07, \quad I = 1.0, \quad K = 1.0$$

$$V = 0.07 \times 1 \times 1 \times 4 \times (400) = 120 \text{ KN}$$

Lihat gambar 5.1.



Gambar 5.1. Model Struktur Bangunan 4 Lantai

B. Bangunan 5 Lantai

1. Beban Mati

Beban pelat beton, tebal 20 cm, bentang 12m, dengan $B_j.2400 \text{ kg/m}^3$

$$M = 3 \times 2 \times 24 = 14.4 \text{ KN/m}$$

2. Beban Hidup

Gedung perkantoran menurut peraturan PPGR 1987 pasal 2.1.2 besarnya beban

hidup 250 kg/m^2

$$H = 2.5 \times 3 = 7.5 \text{ KN/m}$$

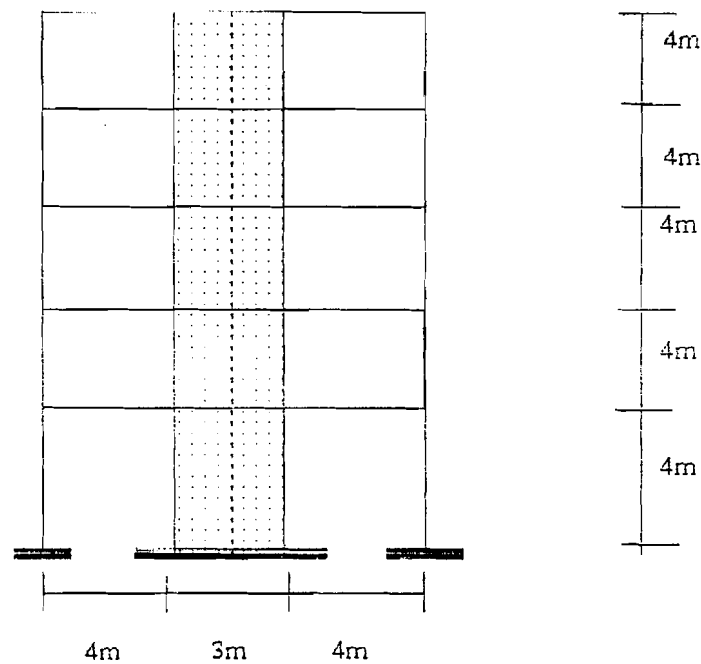
3. Beban Gempa

Zone 3 , tanah lunak diperoleh :

$$C = 0.07, \quad I = 1.0, \quad K = 1.0$$

$$V = 0.07 \times 1 \times 1 \times 5 \times (400) = 140 \text{ KN}$$

Lihat gambar 5.2.



Gambar 5.2. Model Struktur Bangunan 5 Lantai

C. Bangunan 8 Lantai

1. Beban Mati

Beban pelat beton, tebal 20 cm, bentang 12m, dengan $B_j.2400 \text{ kg/m}^3$

$$M = 3 \times .2 \times 24 = 14.4 \text{ KN/m}$$

2. Beban Hidup

Gedung perkantoran menurut peraturan PPGR 1987 pasal 2.1.2 besarnya beban hidup 250 kg/m^2

$$H = 2.5 \times 3 = 7.5 \text{ KN/m}$$

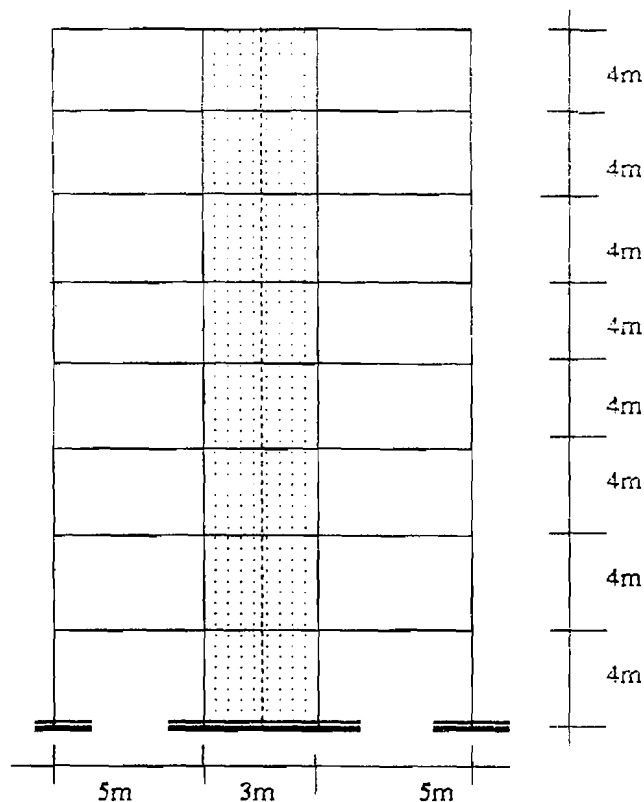
3. Beban Gempa

Zone 3 , tanah lunak diperoleh :

$$C = 0.07, \quad I = 1.0, \quad K = 1.0$$

$$V = 0.07 \times 1 \times 1 \times 8 \times (400) = 224 \text{ KN}$$

Lihat gambar 5.3.



Gambar 5.3. Model Struktur Bangunan 8 Lantai

D. Bangunan 10 Lantai

1. Beban Mati

Beban pelat beton, tebal 20 cm, bentang 12m, dengan $B_j.2400 \text{ kg/m}^3$

$$M = 3 \times 2 \times 24 = 15 \text{ KN/m}$$

2. Beban Hidup

Gedung perkantoran menurut peraturan PPGR 1987 pasal 2.1.2 besarnya beban hidup 250 kg/m^2

$$H = 2.5 \times 3 = 7.5 \text{ KN/m}$$

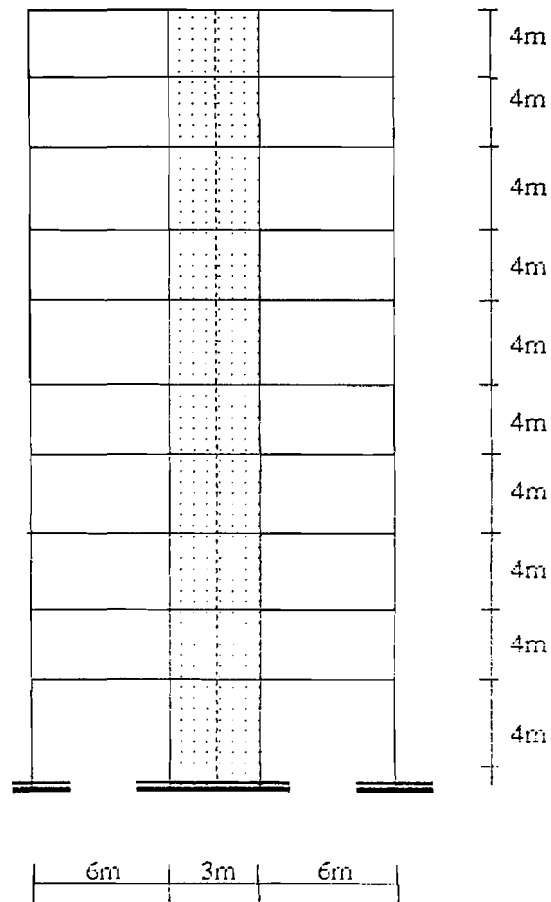
3. Beban Gempa

Zone 3 , tanah lunak diperoleh :

$$C = 0.07, \quad I = 1.0, \quad K = 1.0$$

$$V = 0.07 \times 1 \times 1 \times 10 \times (400) = 280 \text{ KN}$$

Lihat gambar 5.4.



Gambar 5.4. Model Struktur Bangunan 10 Lantai

Dari semua model struktur di atas lebar dinding geser divariasikan dengan lebar 3m, 4m, 6m, 7m.

2. Perencanaan Tulangan Lentur

Kasus bangunan 4 Lantai

1. Data yang diketahui :

- a. $f_c' = 30 \text{ Mpa}$
- b. $f_y = 400 \text{ Mpa}$
- c. $E = 2.5 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2$
- d. $M = 15 \text{ KN/m}$ $H = 10 \text{ KN/m}$, $V = 120 \text{ KN}$

Spesifikasi bahan digunakan pada seluruh hitungan, lihat tabel 5.2 dan pembebanan lihat pada tabel 5.1.

2. Stabilitas dinding geser

$$b_w = h_s/20 = 4000/20 = 200 \text{ mm} > 150 \text{ mm}$$

$$L_c = 0.15 \times L_w$$

$$= 0.15 \times 3000 = 450 \text{ mm}$$

$$\text{atau} = 1.5 \times b_w$$

$$= 1.5 \times 200 = 300 \text{ mm} \quad \text{dipakai } L_c = 450 \text{ mm}$$

Dimensi dinding geser yang digunakan dalam perhitungan dapat dilihat dalam tabel 5.3.

3. Rasio Penulangan

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0.85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \frac{600}{(600 + f_y)} \\ &= \frac{0.85 \cdot 30}{400} \cdot 0.85 \cdot \frac{600}{(600 + 400)} = 0.033 \end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \times \rho_b = 0.75 \times 0.033 = 0.24$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right]$$

dimana :

$$m = \frac{f_y}{0.85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0.85 \times 30} = 15.686$$

$$\rho_{\min} = 1.4 / f_y = 0.0035$$

$$R_n = \rho_{\min} \cdot f_y \cdot (1 - 1/2 \cdot \rho_{\min} \cdot m) = 0.0035 \times 400 \times (1 - 1/2 \times 0.0035 \times 15.686) = 1.36$$

maka :

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{15.686} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15.686 \times 1.36}{400}} \right] = 0.003495$$

4. Hitung luas tulangan tarik

M_u didapat dari perhitungan SAP-90, dapat dilihat pada tabel 5.4:

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{763.84}{0.8} = 954.80 \text{ kN-m}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot w \cdot d^2} = \frac{954.8 \times 10^6}{200 \times (0.8 \times 3000)^2} = 0.828 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{\text{pendekatan}} = \rho_{\text{lama}} \frac{R_n(\text{baru})}{R_n(\text{lama})} = 0.0035 \times \frac{0.828}{1.36} = 0.00213 < \rho_{\min}$$

maka luas tulangan yang dibutuhkan digunakan rasio tulangan minimum

$$A_s \text{ pendekatan} = \rho \cdot b \cdot w \cdot d$$

$$= 0.0035 \times 200 \times 2400$$

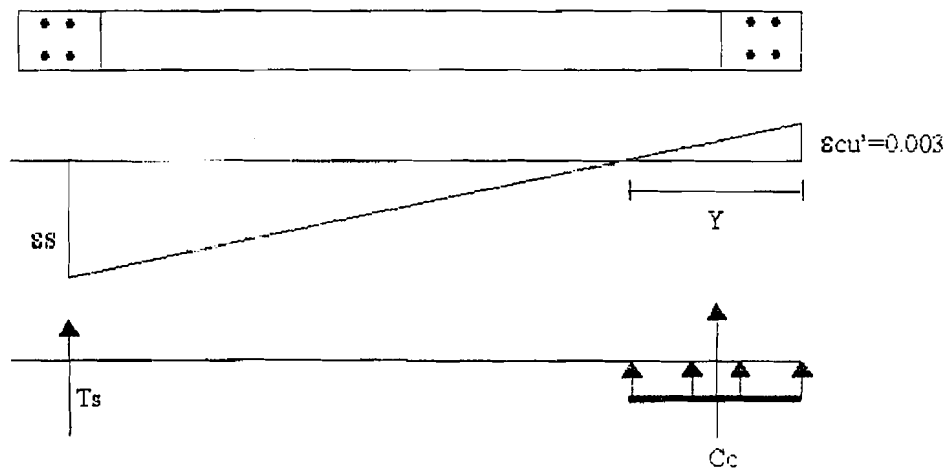
$$= 1680 \text{ mm}^2$$

dipakai6 ϕ 20

$$A_s \text{ dipakai} = 6 \times 314.159 = 1885 \text{ mm}^2$$

5. Pemeriksaan Kapasitas Tampang

Asumsi baja tarik telah mencapai regangan leleh, saat beton tekan mencapai tegangan hancur 0.003, lihat gambar 5.5.



Gambar 5.5 Kapasitas tampang

Gaya dalam yang bekerja :

$$C_c = 0.85 \cdot f_c \cdot b_w \cdot a = 5100 \cdot a$$

$$T = A_s \times f_y = 1885 \times 400 = 754000 \text{ N}$$

$$C_c = T \quad 5100 \cdot a = 754000$$

$$a = 147.84 \text{ mm}$$

$$y = a / \beta_1 = 147.84 / 0.85 = 173.93 \text{ mm}$$

6. Kontribusi Gaya Tekan Beton

$$C_c = 0.85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot y \cdot b_w = 0.85 \times 30 \times 0.85 \times 173.93 \times 200 = 754000 \text{ N}$$

$$L_{mc} = d - \beta_1 \times \frac{y}{2}$$

$$= 2400 - 0.85 \times 173.93 / 2$$

$$= 2326.079 \text{ mm}$$

7. Kontrol Regangan Baja Tarik

$$\varepsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{400}{200000} = 0.002 \text{ (regangan leleh)}$$

$$\varepsilon_s = \frac{d - y}{y} \times \varepsilon_a = \frac{2400 - 111.314}{111.314} \times 0.003 = 0.06168 > 0.002 \text{ OK!}$$

(asumsi tulangan sudah leleh adalah benar)

8. Momen Nominal

$$M_n = C_c \cdot L_{mc} = 754000 \times 2326.079 = 1753.86 \text{ kN m}$$

$$M_R = \phi M_n = 0.8 \times 1753.86 = 1403.09 \text{ kN m} > M_u \dots \text{ Aman !!}$$

5.3 Perencanaan Tulangan Geser

1. Kontrol penampang akibat geser

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$\leq 0.65 \times 5/6 \cdot \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

$$\leq 0.65 \times 5/6 \sqrt{30} \cdot 200 \cdot 2400 = 1.4241 \times 10^6 \text{ N} > 2.827 \cdot 10^5 \text{ N}$$

2. Menghitung tulangan geser

$$V_c = 0.25 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d + \frac{N_u \cdot d}{4 \cdot L_w}$$

$$= 0.25 \times \sqrt{30} \times 200 \times 2400 + \frac{909580 \times 2400}{4 \times 3000}$$

$$= 839.183 \text{ kN}$$

$$V_u = 282.69 \text{ kN}$$

$$M_u = (h_w - h_{cr}) \cdot V_u$$

$$h_{cr} = h_w/2$$

$$M_u = (16000 - 8000) V_u = 8000.0 V_u$$

$$V_c = \left[\left(0.5 \sqrt{30} + \frac{3000 (\sqrt{30} + 2 \times 909580 / 3000 \times 200)}{8000.0 - (3000 / 2)} \right) \div 10 \right] \times 200 \times 2400$$

$$= 319.964 \text{ kN}$$

3. Menghitung gaya geser horisontal

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$\leq \phi (V_c + V_s)$$

$$\leq \phi V_c + \phi \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S_2}$$

$$\frac{A_v}{S_2} = \frac{(V_u - 0.65 V_c)}{\phi \cdot f_y \cdot d}$$

$$= \frac{(282690 - 0.65 \times 319964)}{0.65 \times 400 \times 2400} = 0.12$$



Dipakai 2 ϕ 10 $S_2 = \frac{2 \times 78.54}{0.12} = 1309 \text{ mm}$, dipakai jarak = 500 mm

Dipakai tulangan geser 2 ϕ 10 $S_2 = 500 \text{ mm}$

$$\rho_h = \frac{A_v}{A_g} = \frac{2 \times 78.54}{200 \times 500} = 0.00137 < 0.0025 \quad (\text{tidak memenuhi})$$

dicoba:

	Jarak hitungan (mm)	Jarak dipakai (mm)	Rasio (ρ_h) > 0.0025
$\phi 12 =$	1884.8	500	0.00226
$\phi 16 =$	3351	500	0.0040 (yang dipakai)
$\phi 18 =$	5235.9	500	0.0062

Jadi dipakai 2 ϕ 16 @ 500mm

4. Menghitung gaya geser vertikal

$$\begin{aligned} \rho_n &= 0.0025 + 0.5 \times [2.5 - h_w/L_w] \times [\rho_h - 0.0025] \\ &= 0.00039 < \rho_{min} \end{aligned}$$

Pakai rasio tulangan minimum 0.0025

Maka digunakan tul 2 ϕ 16 @ 500 mm

Perhitungan selanjutnya dimasukkan dalam tabel 5.5 dan tabel 5.6.

Tabel 5.1. Pembebanan

Jml.Tkt	bentang	tebal	Mati	Hidup	Gempa
	(m)	(cm)	kN/m	kN/m	kN
4	1100	20	15	10	120
5	1200	20	15	10	140
8	1600	20	15	10	230
10	1900	20	15	10	280

Tabel 5.2. Spesifikasi Bahan

Lnt	F_c	f_y	E	p_b	p_{max}	p_{min}	m	R_n	p_{perlu}
	Mpa	MPa							
4	30	400	2,5E+7	3,25,E-2	2,44,E-2	2,5,E-3	1,569E+1	1.36	2,5E-3
5	30	400	2,5E+7	3,25,E-2	2,44,E-2	2,5,E-3	1,569E+1	1.36	2,5E-3
8	30	400	2,5E+7	3,25,E-2	2,44,E-2	2,5,E-3	1,569E+1	1.36	2,5E-3
10	30	400	2,5E+7	3,25,E-2	2,44,E-2	2,5,E-3	1,569E+1	1.36	2,5E-3

Tabel 5.3. Dimensi Dinding Geser

Lnt	H_w	H_s	L_w	b_w	L_c	d
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
4	16000	4000	3000	200	450	2400
			4000		600	3200
			6000		900	4800
			7000		1050	5600
5	20000	4000	3000	200	450	2400
			4000		600	3200
			6000		900	4800
			7000		1050	5600
8	32000	4000	3000	200	450	2400
			4000		600	3200
			6000		900	4800
			7000		1050	5600
10	40000	4000	3000	200	450	2400
			4000		600	3200
			6000		900	4800
			7000		1050	5600

Tabel 5.4. Output SAP-90

Lnt	Hw (mm)	Lw (mm)	Hw/Lw	Vu (kN)	Mu (kN)	Mu (kN-m)
4	16000	3000	5,33	282.69	909.58	763.84
	16000	4000	4,00	304.62	1039.98	889.59
	16000	6000	2,67	335.54	1299.72	1112.94
	16000	7000	2,29	347.31	1429.39	1215.26
5	20000	3000	6,67	411.45	1146.22	1124.45
	20000	4000	5,00	442.78	1311.57	1312.68
	20000	6000	3,33	486.92	1640.55	1651.24
	20000	7000	2,86	503.72	1804.79	1808.12
8	32000	3000	10,7	816.47	2211.01	1941.47
	32000	4000	8,00	895.55	2492.49	2267.82
	32000	6000	5,33	1006.94	3042.70	2851.36
	32000	7000	4,57	1049.63	3315.80	3125.24
10	40000	3000	13,3	1278.47	3094.35	3119.02
	40000	4000	10,0	1399.88	3449.91	3650.56
	40000	6000	6,67	1572.81	4142.70	4606.39
	40000	7000	5,71	1639.50	4486.06	5055.46

Tabel 5.5 Perhitungan tulangan lentur

LNT	Lw (mm)	d (mm)	Mu (kN-m)	Mn (kN-m)	Rn baru	p pendekatan	As pendekatan (mm ²)	dipakai Tul	As pakai (mm ²)	T (mm)	a (mm)	y (mm)	Cc (N)	Lmc (mm)	Mn (kN-m)	0,8 Mn
4	3000	2400	763,84	954,80	0,829	0,0021	1680,00	*6D20	1884,95	753980,0	147,84	173,93	753980,0	2326,08	1753,82	1403,05
4	4000	3200	889,59	1111,99	0,543	0,0014	2240,00	*8D20	2513,27	1005308,0	197,12	231,90	1005308,0	3101,44	3117,90	2494,32
4	6000	4800	1112,94	1391,18	0,302	0,0008	3360,00	*10D22	3801,33	1520530,8	298,14	350,76	1520530,8	4650,93	7071,88	5657,50
4	7000	5600	1215,26	1519,08	0,242	0,0006	3920,00	*8D25	3926,99	1570796,0	308,00	362,35	1570796,0	5446,00	8554,56	6843,64
5	3000	2400	1124,45	1405,56	1,220	0,0031	1680,00	*6D20	1884,95	753980,0	147,84	173,93	753980,0	2326,08	1753,82	1403,05
5	4000	3200	1312,68	1640,85	0,801	0,0021	2240,00	*8D20	2513,27	1005308,0	197,12	231,90	1005308,0	3101,44	3117,90	2494,32
5	6000	4800	1651,24	2064,05	0,448	0,0012	3360,00	*10D22	3601,33	1520530,8	298,14	350,76	1520530,8	4650,93	7071,88	5657,50
5	7000	5600	1808,12	2260,15	0,360	0,0009	3920,00	*8D25	3926,99	1570796,0	308,00	362,35	1570796,0	5446,00	8554,56	6843,64
8	3000	2400	1941,47	2426,84	2,107	0,0054	2602,31	6D25	2945,22	1178088,0	231,00	271,76	1178088,0	2284,50	2691,34	2153,07
8	4000	3200	2267,82	2834,78	1,384	0,0036	2279,81	*8D20	2513,27	1005308,0	197,12	231,90	1005308,0	3101,44	3117,90	2494,32
8	6000	4800	2851,36	3564,20	0,773	0,0020	3360,00	*10D22	3801,33	1520530,8	298,14	350,76	1520530,8	4650,93	7071,88	5657,50
8	7000	5600	3125,24	3906,55	0,623	0,0016	3920,00	*8D25	3926,99	1570796,0	308,00	362,35	1570796,0	5446,00	8554,56	6843,64
10	3000	2400	3119,02	3898,78	3,384	0,0087	4180,67	10D25	4908,74	1963495,2	385,00	452,94	1963495,2	2207,50	4334,42	3467,53
10	4000	3200	3650,56	4563,20	2,228	0,0057	3669,85	6D25	3926,99	1570796,0	308,00	362,35	1570796,0	3046,00	4784,65	3827,72
10	6000	4800	4606,39	5757,99	1,250	0,0032	3360,00	*8D25	3926,99	1570796,0	308,00	362,35	1570796,0	4646,00	7297,92	5838,34
10	7000	5600	5055,46	6319,33	1,008	0,0026	3920,00	*6D25	2945,24	1178088,0	231,00	271,76	1178088,0	5484,50	6461,27	5169,01

PERHITUNGAN TULANGAN GESER

LNT	Lw (mm)	hw (mm)	d (mm)	hcr (mm)	Vu (kN)	Nu (kN)	0,65Vn (kN)	Mu	Vc (kN)	Av/S2	dipakai Tul. -H	S2 (mm)	pH	dipakai Tul-V	S1 (mm)	pV
4	3000	16000	2400	8000.0	282.7	909.6	1424078.6	8000.0	320.0	0.120	2D16	500	0.0040	2D16	500	0.0040
4	4000	16000	3200	8000.0	304.6	1040.0	1898771.5	8000.0	519.9	-0.040	-	-	-	-	-	-
4	6000	16000	4800	8000.0	335.5	1299.7	2848157.3	8000.0	1143.4	-0.327	-	-	-	-	-	-
4	7000	16000	5600	8000.0	347.3	1429.4	3322850.2	8000.0	1616.7	-0.483	-	-	-	-	-	-
5	3000	20000	2400	10000.0	411.5	1146.2	1424078.6	10000.0	289.0	0.358	2D16	500	0.0040	2D16	500	0.0040
5	4000	20000	3200	10000.0	442.8	1311.6	1898771.5	10000.0	455.5	0.176	2D16	500	0.0040	2D16	500	0.0040
5	6000	20000	4800	10000.0	436.9	1640.6	2848157.3	10000.0	938.6	-0.099	-	-	-	-	-	-
5	7000	20000	5600	10000.0	503.7	1804.8	3322850.2	10000.0	1278.3	-0.225	-	-	-	-	-	-
8	3000	32000	2400	16000.0	816.5	2211.0	1424078.6	16000.0	259.0	1.039	2D10	150	0.0052	2D10	150	0.0052
8	4000	32000	3200	16000.0	895.8	2492.5	1898771.5	16000.0	389.4	0.772	2D8	130	0.0039	2D8	130	0.0039
8	6000	32000	4800	16000.0	1006.9	3042.7	2848157.3	16000.0	730.3	0.426	2D16	500	0.0040	2D16	500	0.0040
8	7000	32000	5600	16000.0	1049.6	3315.8	3322850.2	16000.0	947.4	0.298	2D16	500	0.0040	2D16	500	0.0040
10	3000	40000	2400	20000.0	1278.5	3094.4	1424078.6	20000.0	254.4	1.784	2D12	130	0.0087	2D12	130	0.0087
10	4000	40000	3200	20000.0	1399.9	3449.9	1898771.5	20000.0	375.8	1.389	2D12	160	0.0071	2D12	160	0.0071
10	6000	40000	4800	20000.0	1572.8	4142.7	2848157.3	20000.0	682.4	0.905	2D12	250	0.0045	2D12	250	0.0045
10	7000	40000	5600	20000.0	1639.5	4486.1	3322850.2	20000.0	871.5	0.737	2D12	300	0.0038	2D12	300	0.0038

BAB VI

PEMBAHASAN

6.1. Hasil Perhitungan

Analisa struktur dan perhitungan penulangan geser dan lentur dihitung dalam berbagai jenis macam model struktur. Untuk dapat dianalisa diambil suatu variabel perbandingan yang sama yaitu:

1. Kuat desak beton yang digunakan 30 Mpa pada setiap perencanaan baik perencanaan lentur maupun perencanaan geser.
2. Tegangan leleh baja tulangan yang digunakan pada perencanaan penulangan lentur maupun perencanaan penulangan geser adalah 400 Mpa.
3. Diambil kasus bangunan lebar dinding geser yang sama dengan tingkat yang berbeda.
4. Diambil kasus bangunan dengan tingkat yang sama tetapi lebar dinding geser bervariasi.

Sehingga dengan variabel yang sama dapat diambil analisa tentang perilaku dinding geser yang lebih obyektif.

Tabel 6.1. Perencanaan tulangan lentur dinding geser dengan variasi lebar (L_w) pada tingkat bangunan yang sama

LANTAI	H_w	L_w	L_c	M_u	A_s pendekat	dipakai tul	A_s pakai	M_r
	(mm)	(mm)	(mm)	(kN-m)	(mm ²)		(mm ²)	(kN-m)
4	16000	3000	450	763,84	1680,00	*6D20	1885,0	1403,05
		4000	600	889,59	2240,00	*8D20	2513,3	2494,32
		6000	900	1112,94	3360,00	*10D22	3801,3	5657,50
		7000	1050	1215,26	3920,00	*8D25	3927,0	6843,64
5	20000	3000	450	1124,45	1680,00	*6D20	1885,0	1403,05
		4000	600	1312,68	2240,00	*8D20	2513,3	2494,32
		6000	900	1651,24	3360,00	*10D22	3801,3	5657,50
		7000	1050	1808,12	3920,00	*8D25	3927,0	6843,64
8	32000	3000	450	1941,47	2602,31	6D25	2945,2	2153,07
		4000	600	2267,82	2279,81	*8D20	2513,3	2494,32
		6000	900	2851,36	3360,00	*10D22	3801,3	5657,50
		7000	1050	3125,24	3920,00	*8D25	3927,0	6843,64
10	40000	3000	450	3119,02	4180,67	10D25	4908,7	3467,53
		4000	600	3650,56	2621,32	8D25	3801,3	3827,72
		6000	900	4606,39	3360,00	* 8D25	3801,3	5838,34
		7000	1050	5055,46	3920,00	* 6D25	3927,0	5169,01

Untuk tulangan dengan tanda * dipakai tulangan dengan rasio tulangan minimum lentur = 0.0035.

Tabel 6.1. Perencanaan tulangan lentur dinding geser dengan variasi lebar (L_w) pada tingkat bangunan yang sama

LANTAI	H_w	L_w	L_c	M_u	As pendekat	dipakai tul	As pakai	M_r
	(mm)	(mm)	(mm)	(kN-m)	(mm ²)		(mm ²)	(kN-m)
4	16000	3000	450	763,84	1680,00	*6D20	1885,0	1403,05
		4000	600	889,59	2240,00	*8D20	2513,3	2494,32
		6000	900	1112,94	3360,00	*10D22	3801,3	5657,50
		7000	1050	1215,26	3920,00	*8D25	3927,0	6843,64
5	20000	3000	450	1124,45	1680,00	*6D20	1885,0	1403,05
		4000	600	1312,68	2240,00	*8D20	2513,3	2494,32
		6000	900	1651,24	3360,00	*10D22	3801,3	5657,50
		7000	1050	1808,12	3920,00	*8D25	3927,0	6843,64
8	32000	3000	450	1941,47	2602,31	6D25	2945,2	2153,07
		4000	600	2267,82	2279,81	*8D20	2513,3	2494,32
		6000	900	2851,36	3360,00	*10D22	3801,3	5657,50
		7000	1050	3125,24	3920,00	*8D25	3927,0	6843,64
10	40000	3000	450	3119,02	4180,67	10D25	4908,7	3467,53
		4000	600	3650,56	2621,32	8D25	3801,3	3827,72
		6000	900	4606,39	3360,00	*8D25	3801,3	5838,34
		7000	1050	5055,46	3920,00	*6D25	3927,0	5169,01

Untuk tulangan dengan tanda * dipakai tulangan dengan rasio tulangan minimum
lentur = 0.0035.

Tabel 6.2 Perencanaan Tulangan Geser dinding geser dengan variasi lebar (L_w) pada tingkat bangunan yang sama

LANTAI	h_w (mm)	L_w (mm)	V_u (kN)	N_u (kN)	V_c (N)	dipakai T_{d-H}	S_2 (mm)	ρ_H	V_s	dipakai T_{d-V}	S_1 (mm)	ρ_V	V_s
4	16000	3000	282,7	909,6	320,0	2D16	500	0,0040	772,07	2D16	500	0,0040	772,07
		4000	304,6	1040,0	519,9	-	-	-	-	-	-	-	-
		6000	335,5	1299,7	1143,4	-	-	-	-	-	-	-	-
		7000	347,3	1429,4	1616,7	-	-	-	-	-	-	-	-
5	20000	3000	411,5	1146,2	289,0	2D16	500	0,0040	772,07	2D16	500	0,0040	772,07
		4000	442,8	1311,6	455,5	2D16	500	0,0040	1029,43	2D16	500	0,0040	1029,43
		6000	486,9	1640,6	938,6	-	-	-	-	-	-	-	-
		7000	503,7	1804,8	1278,3	-	-	-	-	-	-	-	-
8	32000	3000	816,5	2211,0	259,0	2D10	150	0,0052	1447,62	2D10	150	0,0052	1447,62
		4000	895,6	2492,5	389,4	2D8	130	0,0039	2227,10	2D8	130	0,0039	2227,10
		6000	1006,9	3042,7	730,3	2D16	500	0,0040	1544,14	2D16	500	0,0040	1544,14
		7000	1049,6	3315,8	947,4	2D16	500	0,0040	1801,50	2D16	500	0,0040	1801,50
10	40000	3000	1278,5	3094,4	254,4	2D12	130	0,0087	1447,62	2D12	130	0,0087	1447,62
		4000	1399,9	3449,9	375,8	2D12	160	0,0071	1447,62	2D12	160	0,0071	1447,62
		6000	1572,8	4142,7	682,4	2D12	250	0,0045	1737,14	2D12	250	0,0045	1737,14
		7000	1639,5	4486,1	871,5	2D12	300	0,0038	1125,92	2D12	300	0,0038	1125,92

Pada bangunan dengan jumlah lantai atau tinggi yang sama, semakin lebar dinding geser, maka betonnya semakin mampu untuk menahan geser. Terlihat pada lantai 4 dengan lebar dinding lebih dari 4m dan lantai 5 dengan lebar dinding lebih dari 6m tidak diperlukan tulangan vertikal dan tulangan horisontal untuk menahan geser, akan tetapi harus tetap diberi tulangan untuk memenuhi persyaratan tulangan minimum untuk geser ($\rho_{\min}=0.0025$)

Tabel 6.3. Perencanaan tulangan lentur dengan lebar dinding geser yang sama pada tingkat bangunan yang berbeda

LANTAI	h_w (mm)	L_w (mm)	L_c (mm)	M_u (kN-m)	A_s pendekat (mm ²)	dipakai tul	A_s pakai (mm ²)	M_r
4	16000	3000	450	763,84	1680,00	*6D20	1885,0	1403,05
5	20000	3000	450	1124,45	1680,00	*6D20	1885,0	1403,05
8	32000	3000	450	1941,47	2602,31	6D25	2945,2	2153,07
10	40000	3000	450	3119,02	4180,67	10D25	4908,7	3467,53
4	16000	4000	600	889,59	2240,00	*8D20	2513,3	2494,32
5	20000	4000	600	1312,68	2240,00	*8D20	2513,3	2494,32
8	32000	4000	600	2267,82	2279,81	*8D20	2513,3	2494,32
10	40000	4000	600	3650,56	2621,32	8D25	3801,3	3827,72
4	16000	6000	900	1112,94	3360,00	*10D22	3801,3	5657,50
5	20000	6000	900	1651,24	3360,00	*10D22	3801,3	5657,50
8	32000	6000	900	2851,36	3360,00	*10D22	3801,3	5657,50
10	40000	6000	900	4606,39	3360,00	* 8D25	3926,9	5838,34
4	16000	7000	1050	1215,26	3920,00	*8D25	3926,9	6843,64
5	20000	7000	1050	1808,12	3920,00	*8D25	3926,9	6843,64
8	32000	7000	1050	3125,24	3920,00	*8D25	3926,9	6843,64
10	40000	7000	1050	5055,46	3920,00	* 6D25	2945,2	5169,01

Pemakaian dinding geser dengan lebar tetap untuk tinggi tingkat yang semakin tinggi maka, dinding geser demikian akan semakin langsing dan lentur menjadi berpengaruh terhadap struktur pada aspek rasio yang besar.

Tabel 6.4. Perencanaan tulangan geser dengan lebar dinding geser yang sama pada tingkat bangunan yang berbeda

LANTAI	L_w (mm)	h_w (mm)	V_u (kN)	M_u (kN)	V_c (N)	Dipakai Tul. -H	S_2 (mm)	ρ_H	V_s	Dipakai Tul. -V	S_1 (mm)	ρ_V	V_s
4	3000	16000	282,7	909,6	320,0	2D16	500	0,0040	772,07	2D16	500	0,0040	772,07
5	3000	20000	411,5	1146,2	289,0	2D16	500	0,0040	772,07	2D16	500	0,0040	772,07
8	3000	32000	816,5	2211,0	259,0	2D10	150	0,0052	1447,62	2D10	150	0,0052	1447,62
10	3000	40000	1278,5	3094,4	254,4	2D12	130	0,0087	1670,33	2D12	130	0,0087	1670,33
4	4000	16000	304,6	1040,0	519,9	-	-	-	-	-	-	-	-
5	4000	20000	442,8	1311,6	455,5	2D16	500	0,0040	1029,43	2D16	500	0,0040	1029,43
8	4000	32000	895,6	2492,5	389,4	2D8	130	0,0039	2227,1	2D8	130	0,0039	2227,1
10	4000	40000	1399,9	3449,9	375,8	2D12	160	0,0071	1809,52	2D12	160	0,0071	1809,52
4	6000	16000	335,5	1299,7	1143,4	-	-	-	-	-	-	-	-
5	6000	20000	486,9	1640,6	938,6	-	-	-	-	-	-	-	-
8	6000	32000	1006,9	3042,7	730,3	2D16	500	0,0040	1544,14	2D16	500	0,0040	1544,14
10	6000	40000	1572,8	4142,7	682,4	2D12	250	0,0045	1737,14	2D12	250	0,0045	1737,14
4	7000	16000	347,3	1429,4	1616,7	-	-	-	-	-	-	-	-
5	7000	20000	503,7	1804,8	1278,3	-	-	-	-	-	-	-	-
8	7000	32000	1049,6	3315,8	947,4	2D16	500	0,0040	1801,50	2D16	500	0,0040	1801,50
10	7000	40000	1639,5	4486,1	871,5	2D12	300	0,0038	1688,89	2D12	300	0,0038	1688,89

Dari tabel diatas terlihat hubungan tinggi bangunan dengan lebar dinding geser, bahwa semakin banyak jumlah tingkat atau semakin tinggi bangunan tersebut maka, akan membutuhkan lebar dinding geser yang semakin lebar.

6.2. Pembahasan

Dari hasil perhitungan analisis dan perencanaan tulangan lentur dan geser maka didapat pembahasan tentang perilaku dinding geser.

Dinding geser bila ditinjau dari perbandingan tinggi bangunan (H_w) dan lebar dinding geser (L_w), atau sering disebut aspek rasio (H_w/L_w), dinding geser tersebut dapat diklasifikasikan tergantung pada harga aspek rasio tertentu, semakin tinggi aspek rasio lentur yang diakibatkan momen akan semakin berpengaruh. Apabila suatu penampang struktur terjadi retak awal, maka regangan baja tiba-tiba akan meningkat dan besar dari regangan lelehnya. Pertambahan regangan baja yang tiba-tiba dapat menyebabkan baja mendadak putus. Untuk mencegahnya, penampang beton bertulang yang dibebani lentur harus diberi sejumlah tulangan minimum tertentu, dalam kasus ini diambil $\rho_{\min} = 0,0035$. Pada tabel 6.2, terlihat bahwa lenturan berpengaruh pada bangunan bertingkat tinggi dengan lebar dinding yang kecil. Tulangan minimum diterapkan pada seluruh struktur bangunan untuk menghindari keruntuhan yang tiba-tiba, kecuali pada tingkat 8 dengan lebar dinding 7m dan tingkat 10 dengan lebar dinding 6m, 8m yang dalam hitungan sudah memenuhi rasio tulangan.

Demikian juga terlihat pada tabel 6.3, bahwa semakin tinggi bangunan dengan lebar dinding geser yang sama, yang berarti dinding geser semakin langsing, semakin kecil kekakuan bangunan tersebut maka, pengaruh lenturan menjadi sangat berarti.

Selain menerima momen lentur, pada saat yang sama juga menahan gaya geser akibat lenturan. Kondisi kritis geser akibat lentur ditunjukkan dengan timbulnya tegangan-tegangan tarik tambahan di tempat-tempat tertentu pada komponen struktur

terlentur. Pada struktur beton bertulang, apabila gaya geser yang bekerja sedemikian besar sehingga diluar kemampuan beton menahannya, maka diperlukan baja tulangan geser untuk menahan gaya geser tersebut.

Pada tabel 6.2. pada lantai 4 dengan lebar dinding geser 4m, 6m, 7m dan lantai 5 dengan lebar dinding geser 6m, 7m terlihat gaya geser terfaktor pada penampang yang ditinjau lebih kecil dari kuat geser nominal beton ($V_u < \phi V_c$) artinya penampang beton mampu menahan geser (walau tanpa tulangan geser) akan tetapi SK-SNI menyatakan bahwa meskipun secara teoritis tidak diperlukan tulangan geser tetapi harus tetap diberikan tulangan geser minimum untuk menghindari kegagalan struktur akibat geser.

Dari tabel 6.4 terlihat korelasi antara tinggi dinding geser dengan lebar dinding geser. Hal ini terlihat pada struktur yang menggunakan lebar dinding geser sempit untuk bangunan dengan jumlah tingkat yang lebih banyak yang berarti bangunan semakin tinggi akan tidak efisien. Demikian sebaliknya semakin lebar dinding geser yang dipakai akan tidak efisien untuk bangunan dengan tingkat yang rendah. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa untuk perencanaan dinding geser, dimensi lebar harus disesuaikan dengan tinggi dari struktur keseluruhan tersebut. semakin tinggi bangunan disarankan semakin lebar.

Dari uraian di atas didapat bahwa untuk dinding geser yang mempunyai aspek rasio yang rendah, dinding geser mempunyai kekakuan yang lebih, maka perilaku struktur dinding geser lebih didominasi oleh geser. Dinding geser dengan aspek rasio yang rendah direncanakan berdasarkan kekuatannya menahan gaya geser.

Dan untuk dinding geser dengan aspek rasio yang lebih tinggi, struktur menjadi lebih langsing dan kekakuan semakin kecil maka perilaku struktur didominasi oleh lentur sedangkan geser semakin kecil pengaruhnya. Karena semakin besar pengaruh momen pada struktur tetapi sedikit sumbangan beton untuk menahan momen maka untuk mengimbangi momen yang terjadi akibat beban eksternal dibutuhkan luas tulangan lentur yang lebih.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan dengan mengambil beberapa contoh struktur dinding geser dengan dimensi yang bervariasi maka dapat disimpulkan :

1. Dalam perencanaan tampang dinding geser harus diperhatikan kesetabilan (aspek rasio) yaitu perbandingan tinggi dan lebarnya.
2. Pada proses analisa struktur, dinding geser dianggap sebagai kolom.
3. Gaya-gaya yang dipakai dalam perencanaan adalah gaya-gaya yang mencapai harga maksimum pada dasar dinding geser.
4. Dasar-dasar perencanaan pada dinding geser adalah sama dengan bentuk umum dari struktur yang mengalami geser dan lentur.
5. Dari uraian di atas didapat bahwa untuk dinding geser yang mempunyai aspek rasio yang rendah, dinding geser mempunyai kekakuan yang lebih, maka perilaku struktur dinding geser lebih didominasi oleh geser. Dan untuk dinding geser dengan aspek rasio yang lebih tinggi, struktur menjadi lebih langsing, maka perilaku struktur didominasi oleh lentur.

7.2. Saran

Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut diatas, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Dalam perencanaan dinding geser sebaiknya lebar dinding geser direncanakan sesuai dengan tinggi bangunannya, semakin tinggi bangunan disarankan menggunakan dinding yang semakin lebar atau jangan terlalu langsing.
2. Pada perencanaan dinding geser hendaknya menggunakan mutu beton dengan mutu tinggi serta baja tulangan dengan mutu tinggi.
3. Mengingat keterbatasan penulisan perlu dikembangkan perencanaan dinding geser dengan menggunakan pemrograman komputer.
4. Dalam penulisan ini hanya ditinjau struktur dinding geser dan masih dalam bentuk yang sederhana, maka dapat dikembangkan meninjau struktur secara keseluruhan dan ataupun divariasikan bentuk dinding geser yang lain, seperti *core lift*, *core wall*, *couple wall* dan lain sebagainya.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan dengan mengambil beberapa contoh struktur dinding geser dengan dimensi yang bervariasi maka dapat disimpulkan :

1. Dalam perencanaan tampang dinding geser harus diperhatikan kesetabilan (aspek rasio) yaitu perbandingan tinggi dan lebarnya.
2. Dari uraian di atas didapat bahwa untuk dinding geser yang mempunyai aspek rasio yang rendah, dinding geser mempunyai kekakuan yang lebih, maka perilaku struktur dinding geser lebih didominasi oleh geser.
3. Dan untuk dinding geser dengan aspek rasio yang lebih tinggi, struktur menjadi lebih langsing, maka perilaku struktur didominasi oleh lentur.

7.2. Saran

Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut diatas, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Dalam perencanaan dinding geser sebaiknya lebar dinding geser direncanakan sesuai dengan tinggi bangunannya, semakin tinggi bangunan disarankan menggunakan dinding yang semakin lebar atau jangan terlalu langsing.
2. Pada perencanaan dinding geser hendaknya menggunakan mutu beton dengan mutu tinggi serta baja tulangan dengan mutu tinggi.

3. Mengingat keterbatasan penulisan perlu dikembangkan perencanaan dinding geser dengan menggunakan pemrograman komputer.
4. Dalam penulisan ini hanya ditinjau struktur dinding geser dan masih dalam bentuk yang sederhana, maka dapat dikembangkan meninjau struktur secara keseluruhan dan ataupun divariasikan bentuk dinding geser yang lain, seperti *core lift*, *core wall*, *couple wall* dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Istimawan Dipohusodo, 1994, **STRUKTUR BETON BERTULANG**, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
2. Edward g. Nawy. 1985, **BETON BERTULANG (Suatu Pendekatan Dasar)**, ERESKO, Jakarta.
3. Vis, W. C dan Gideon Kusuma, 1995, **DASAR-DASAR PERENCANAAN BETON BERTULANG**, Jilid I, Erlangga, Jakarta.
4. R. Park and T. Paulay, 1975, **REINFORCED CONCRETE STRUCTURES**, John Wiley and Son Inc, United Stated of America.
5. Geoge G. Penelis and Andreas J. Kappos, **EARTHQUAKE-RESISTANT CONCRETE STRUCTURES**, E and FN SPON, London
6. American Concrete Institut, 1983, **BUILDING CODE REQUIREMENTS FOR REINFORCED CONCRETE ACI 318 M-83**, American Concrete Struktura, Detroid.
7. Departemen Pekerjaan Umum, 1991, **TATA CARA PERHITUNGAN STRUKTUR UNTUK BANGUNAN GEDUNG (SK SNI T-15-1991 03)**, Yayasan LPMB, Bandung.
8. Departemen Pekerjaan Umum, 1979, **PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA 1971**, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
9. Kiyosshi Muto, 1987, **ANALISIS PERANCANGAN GEDUNG TAHAN GEMPA**, Erlangga, Jakarta
10. NN, 1996, **ANALISIS STRUKTUR dengan SAP-90, ANDI OFFSET**, Yogyakarta dan WAHANA KOMPUTER, Semarang.

LAMPIRAN

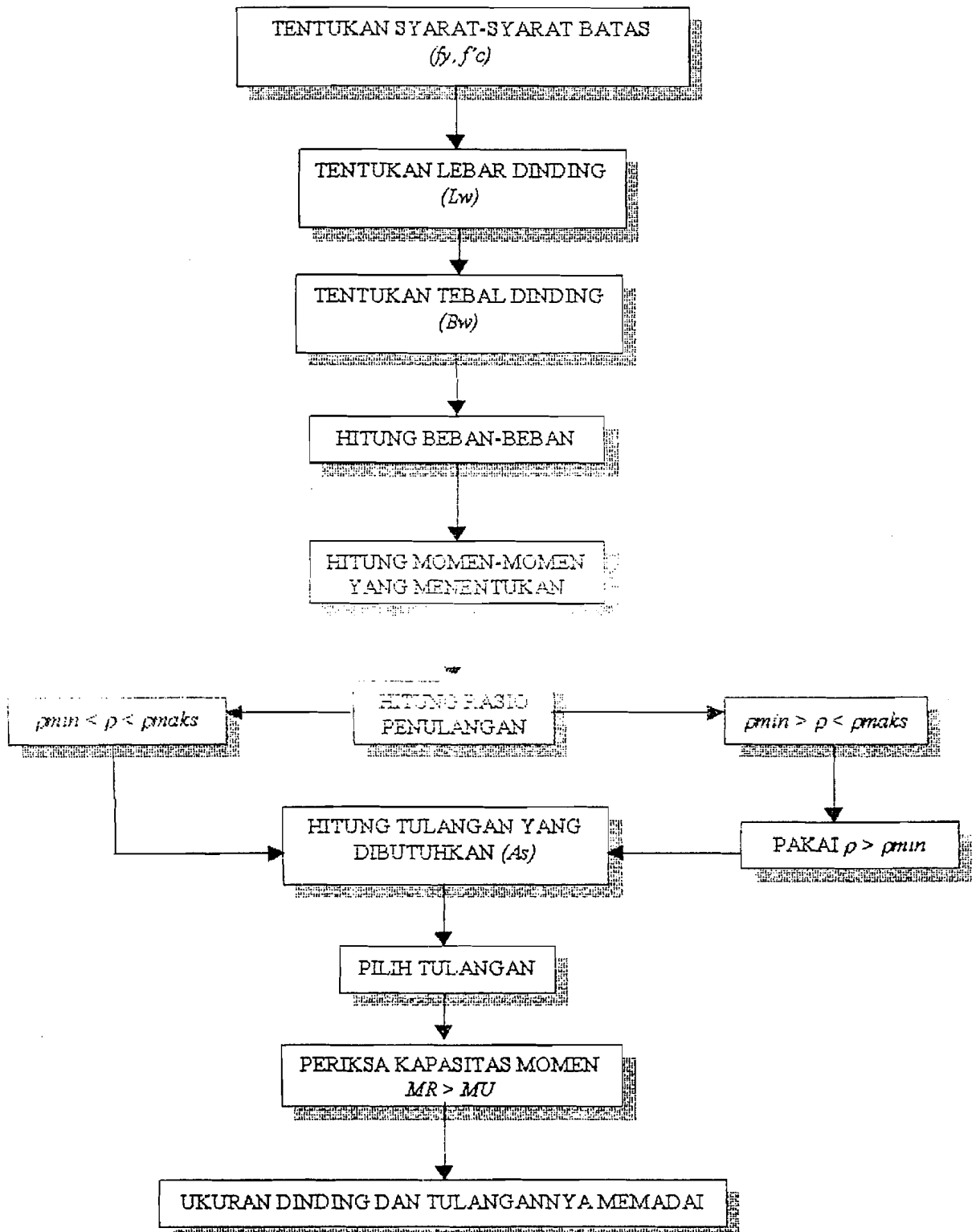


Diagram alir untuk perencanaan tulangan lentur pada dinding geser

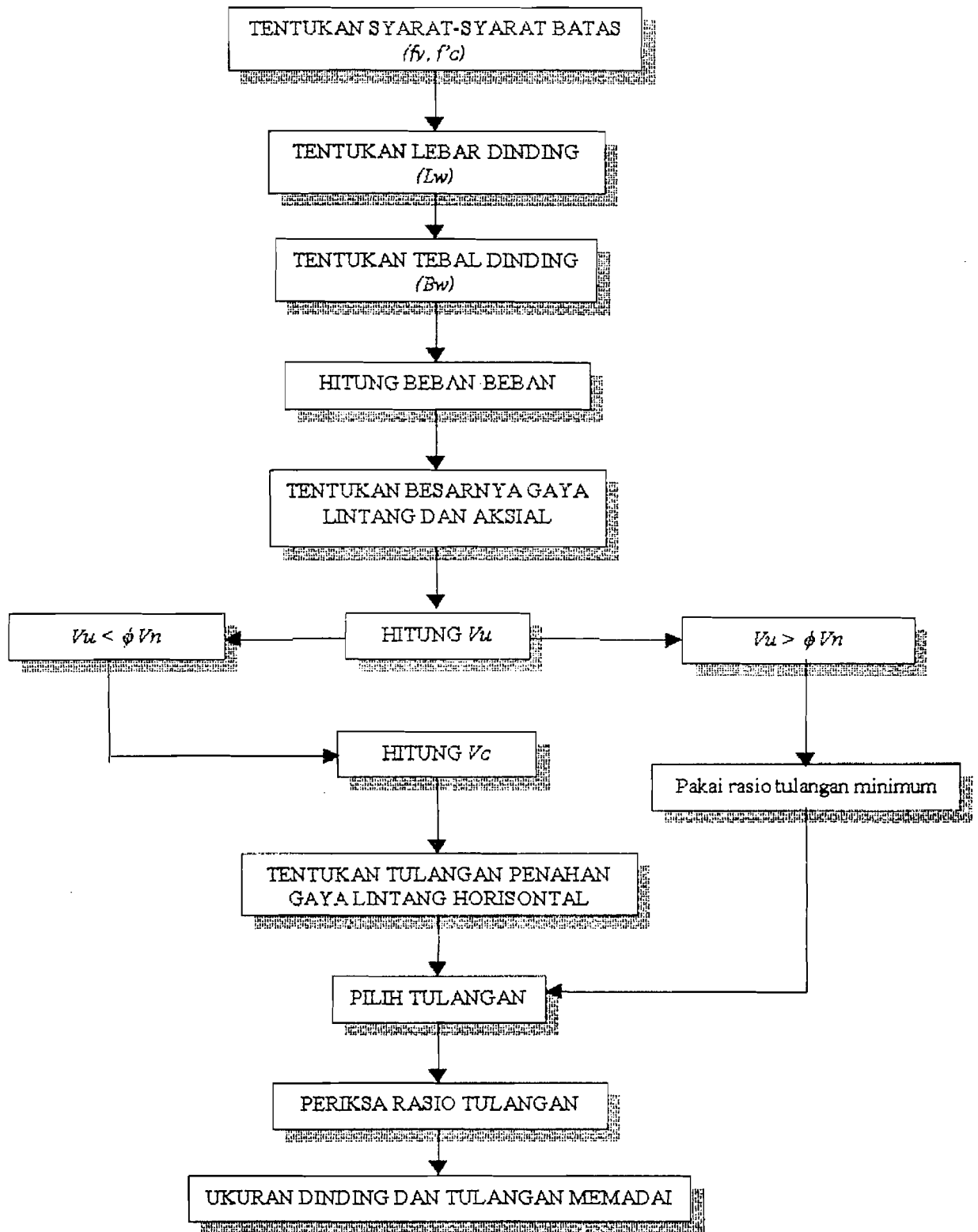


Diagram alir untuk perencanaan geser pada dinding geser

Lampiran

BANGUNAN 4 LANTAI, Lw= 3m
DINDING GESER: Satuan KN/m²
SYSTEM
L=3 : BEBAN MATI-BEBAN HIDUP-BEBAN GEMPA
JOINTS
1 X=0 Y=0 Z=0
5 Z=16
6 X=5.5 Z=0
10 Z=16 Q=1,5,6,10,1,5
11 X=11 Z=0
15 Z=16 G=11,15,1
:
RESTRAINTS
1 11 5 R-1,1,1,1,1,1

FRAME
C CONTROL DATA
NM=3 NL=2 NSEC=5 Z=-1
C MATERIAL SECTION DATA
1 SH=R T=.20,3 E=2E7 W=24*.2*3
2 SH=R T=.30,.30 E=2E7 W=24*.3*.3 :KOLOM
3 SH=R T=.30,.40 E=2E7 W=24*.3*.4 :BALOK
C SPAN LOADING DATA
1 WG=0,0,-15
2 WG=0,0,-10
C ELEMENT LOCATION DATA
1 6 7 M=1 G=3,1,1,1 LP=-2,0
5 1 2 M=2 G=3,1,1,1
9 11 12 M=2 G=3,1,1,1
13 2 7 M=3 NSL=1,2 G=3,1,1,1
17 7 12 M=3 NSL=1,2 G=3,1,1,1
:
LOADS
2 F=120,0,0,0,0,0 L=3
3 F=120,0,0,0,0,0
4 F=120,0,0,0,0,0
5 F=120,0,0,0,0,0
:
COMBO
1 C=1.05,1.05,-1.05

Lampiran

BANGUNAN 5 LANTAI, lw=4m
DINDING GESER: Satuan KN/m²
SYSTEM
L=3 : BEBAN MATI-BEBAN HIDUP-BEBAN GEMPA
JOINTS
1 X=0 Y=0 Z=0
6 Z=20
7 X=6 Z=0
12 Z=20 Q=1,6,7,12,1,6
13 X=12 Z=0
18 Z=20 G=13,18,1
:
RESTRAINTS
1 13 6 R=1,1,1,1,1,1
:
FRAME
C CONTROL DATA
NM=3 NL=2 NSEC=5 Z=-1
C MATERIAL SECTION DATA
1 SH=R T=.20,4 E=2E7 W=24*.2*4
2 SH=R T=.30,.30 E=2E7 W=24*.3*.3 :KOLOM
3 SH=R T=.30,.40 E=2E7 W=24*.3*.4 :BALOK
C SPAN LOADING DATA
1 WG=0,0,-15
2 WG=0,0,-10
C ELEMENT LOCATION DATA
1 7 8 M=1 G=4,1,1,1 LP=-2,0
6 1 2 M=2 G=4,1,1,1
11 13 14 M=2 G=4,1,1,1
16 2 8 M=3 NSL=1,2 G=4,1,1,1
21 8 14 M=3 NSL=1,2 G=4,1,1,1
:
LOADS
2 F=140,0,0,0,0,0 L=3
3 F=140,0,0,0,0,0
4 F=140,0,0,0,0,0
5 F=140,0,0,0,0,0
6 F=140,0,0,0,0,0
:
COMBO
1 C=1.05,1.05,-1.05

Lampiran

BANGUNAN 4 LANTAI, Lw=7m
DINDING GESER: Satuan KN/m²
SYSTEM

L=3 : BEBAN MATI-BEBAN HIDUP-BEBAN GEMPA

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0	
5			Z=16	
6	X=7.5		Z=0	
10			Z=16	Q=1,5,6,10,1,5
11	X=15		Z=0	
15			Z=16	G=11,15,1

:

RESTRAINTS

1 11 5 R=1,1,1,1,1,1

FRAME

C CONTROL DATA

NM=3 NL=2 NSEC=5 Z=-1

C MATERIAL SECTION DATA

1	SH=R	T=.20,7	E=2E7	W=24*.2*7	
2	SH=R	T=.30,.30	E=2E7	W=24*.3*.3	:KOLOM
3	SH=R	T=.30,.40	E=2E7	W=24*.3*.4	:BALOK

C SPAN LOADING DATA

1 WG=0,0,-15

2 WG=0,0,-10

C ELEMENT LOCATION DATA

1	6	7	M=1	G=3,1,1,1	LF=-2,0
5	1	2	M=2	G=3,1,1,1	
9	11	12	M=2	G=3,1,1,1	
13	2	7	M=3 NSL=1,2	G=3,1,1,1	
17	7	12	M=3 NSL=1,2	G=3,1,1,1	

:

LOADS

2 F=120,0,0,0,0,0 L=3

3 F=120,0,0,0,0,0

4 F=120,0,0,0,0,0

5 F=120,0,0,0,0,0

:

COMBO

1 C=1.05,1.05,-1.05

Lampiran

BANGUNAN 4 LANTAI, Lw=7m
DINDING GESER: Satuan KN/m2
SYSTEM
L=3 : BEBAN MATI-BEBAN HIDUP-BEBAN GEMPA
JOINTS
1 X=0 Y=0 Z=0
5 Z=16
6 X=7.5 Z=0
10 Z=16 Q=1,5,6,10,1,5
11 X=15 Z=0
15 Z=16 G=11,15,1
:
RESTRAINTS
1 11 5 R=1,1,1,1,1,1

FRAME
C CONTROL DATA
NM=3 NL=2 NSEC=5 Z=-1
C MATERIAL SECTION DATA
1 SH=R T=.20,7 E=2E7 W=24*.2*7
2 SH=R T=.30,.30 E=2E7 W=24*.3*.3 :KOLOM
3 SH=R T=.30,.40 E=2E7 W=24*.3*.4 :BALOK
C SPAN LOADING DATA
1 WG=0,0,-15
2 WG=0,0,-10
C ELEMENT LOCATION DATA
1 6 7 M=1 G=3,1,1,1 LP=-2,0
5 1 2 M=2 G=3,1,1,1
9 11 12 M=2 G=3,1,1,1
13 2 7 M=3 NSL=1,2 G=3,1,1,1
17 7 12 M=3 NSL=1,2 G=3,1,1,1
:
LOADS
2 F=120,0,0,0,0,0 L=3
3 F=120,0,0,0,0,0
4 F=120,0,0,0,0,0
5 F=120,0,0,0,0,0
:
COMBO
1 C=1.05,1.05,-1.05

Lampiran

BANGUNAN 4 LANTAI, Lw= 4m
DINDING GESER: Satuan KN/m²
SYSTEM
L=3 : BEBAN MATI-BEBAN HIDUP-BEBAN GEMPA
JOINTS
1 X=0 Y=0 Z=0
5 Z=16
6 X=6 Z=0
10 Z=16 Q=1,5,6,10,1,5
11 X=12 Z=0
15 Z=16 G=11,15,1
:
RESTRANTS
1 11 5 R=1,1,1,1,1,1
FRAME
C CONTROL DATA
NM=3 NL=2 NSEC=5 Z=-1
C MATERIAL SECTION DATA
1 SH=R T=.20,4 E=2E7 W=24*.2*4
2 SH=R T=.30,.30 E=2E7 W=24*.3*.3 :KOLOM
3 SH=R T=.30,.40 E=2E7 W=24*.3*.4 :BALOK
C SPAN LOADING DATA
1 WG=0,0,-15
2 WG=0,0,-10
C ELEMENT LOCATION DATA
1 6 7 M=1 G=3,1,1,1 LP=-2,0
5 1 2 M=2 G=3,1,1,1
9 11 12 M=2 G=3,1,1,1
13 2 7 M=3 NSL=1,2 G=3,1,1,1
17 7 12 M=3 NSL=1,2 G=3,1,1,1
:
LOADS
2 F=120,0,0,0,0,0 L=3
3 F=120,0,0,0,0,0
4 F=120,0,0,0,0,0
5 F=120,0,0,0,0,0
:
COMBO
1 C=1.05,1.05,-1.05

Lampiran

BANGUNAN 4 LANTAI, Lw= 4m
DINDING GESER: Satuan KN/m2
SYSTEM
L=3 : BEBAN MATI-BEBAN HIDUP-BEBAN GEMPA
JOINTS
1 X=0 Y=0 Z=0
5 Z=16
6 X=6 Z=0
10 Z=16 Q=1,5,6,10,1,5
11 X=12 Z=0
15 Z=16 G=11,15,1
:
RESTRANTS
1 11 5 R=1,1,1,1,1,1

FRAME
C CONTROL DATA
NM=3 NL=2 NSEC=5 Z=-1
C MATERIAL SECTION DATA
1 SH=R T=.20,4 E=2E7 W=24*.2*4
2 SH=R T=.30,.30 E=2E7 W=24*.3*.3 :KOLOM
3 SH=R T=.30,.40 E=2E7 W=24*.3*.4 :BALOK
C SPAN LOADING DATA
1 WG=0,0,-15
2 WG=0,0,-10
C ELEMENT LOCATION DATA
1 6 7 M=1 G=3,1,1,1 LP=-2,0
5 1 2 M=2 G=3,1,1,1
9 11 12 M=2 G=3,1,1,1
13 2 7 M=3 NSL=1,2 G=3,1,1,1
17 7 12 M=3 NSL=1,2 G=3,1,1,1
:
LOADS
2 F=120,0,0,0,0,0 L=3
3 F=120,0,0,0,0,0
4 F=120,0,0,0,0,0
5 F=120,0,0,0,0,0
:
COMBO
1 C=1.05,1.05,-1.05

Lampiran

BANGUNAN 5 LANTAI, Lw=7m
DINDING GESER: Satuan KN/m²
SYSTEM
L=3 : BEBAN MATI-BEBAN HIDUP-BEBAN GEMPA
JOINTS
1 X=0 Y=0 Z=0
6 Z=20
7 X=7.5 Z=0
12 Z=20 Q=1,6,7,12,1,6
13 X=15 Z=0
18 Z=20 G=13,18,1
:
RESTRAINTS
1 13 6 R=1,1,1,1,1,1
:
FRAME
C CONTROL DATA
NM-3 NL-2 NSEC=5 Z=-1
C MATERIAL SECTION DATA
1 SH=R T=.20,7 E=2E7 W=24*.2*7
2 SH=R T=.30,.30 E=2E7 W=24*.3*.3 :KOLOM
3 SH=R T=.30,.40 E=2E7 W=24*.3*.4 :BALOK
C SPAN LOADING DATA
1 WG=0,0,-15
2 WG=0,0,-10
C ELEMENT LOCATION DATA
1 7 8 M=1 G=4,1,1,1 LP=-2,0
6 1 2 M=2 G=4,1,1,1
11 13 14 M=2 G=4,1,1,1
16 2 8 M=3 NSL=1,2 G=4,1,1,1
21 8 14 M=3 NSL=1,2 G=4,1,1,1
:
LOADS
2 F=140,0,0,0,0,0 L-3
3 F=140,0,0,0,0,0
4 F=140,0,0,0,0,0
5 F=140,0,0,0,0,0
6 F=140,0,0,0,0,0
:
COMBO
1 C=1.05,1.05,-1.05

Lampiran

BANGUNAN 5 LANTAI, Lw=7m
DINDING GESER: Satuan KN/m²

SYSTEM

L=3 : BEBAN MATI-BEBAN HIDUP-BEBAN GEMPA

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0
6 Z=20
7 X=7.5 Z=0
12 Z=20 Q=1,6,7,12,1,6
13 X=15 Z=0
18 Z=20 G=13,18,1

:

RESTRAINTS

1 13 6 R=1,1,1,1,1,1

:

FRAME

C CONTROL DATA

NM=3 NL=2 NSEC=5 Z=-1

C MATERIAL SECTION DATA

1 SH=R T=.20,7 E=2E7 W=24*.2*7
2 SH=R T=.30,.30 E=2E7 W=24*.3*.3 :KOLOM
3 SH=R T=.30,.40 E=2E7 W=24*.3*.4 :BALOK

C SPAN LOADING DATA

1 WG=0,0,-15
2 WG=0,0,-10

C ELEMENT LOCATION DATA

1 7 8 M=1 G=4,1,1,1 LP=-2,0
6 1 2 M=2 G=4,1,1,1
11 13 14 M=2 G=4,1,1,1
16 2 8 M=3 NSL=1,2 G=4,1,1,1
21 8 14 M=3 NSL=1,2 G=4,1,1,1

:

LOADS

2 F=140,0,0,0,0,0 L=3
3 F=140,0,0,0,0,0
4 F=140,0,0,0,0,0
5 F=140,0,0,0,0,0
6 F=140,0,0,0,0,0

:

COMBO

1 C=1.05,1.05,-1.05

Lampiran

BANGUNAN 8 LANTAI, Lw=4m

DINDING GESER: Satuan KN/m²

SYSTEM

L=3 : BEBAN MATI-BEBAN HIDUP-BEBAN GEMPA

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0	
9			Z=32	
10	X=7		Z=0	
18			Z=32	Q=1,9,10,18,1,9
19	X=14		Z=0	
27			Z=32	G=19,27,1

:

RESTRAINTS

1	19	9	R=1,1,1,1,1,1
---	----	---	---------------

:

FRAME

C CONTROL DATA

NM=3	NL=2	NSEC=5	Z=-1
------	------	--------	------

C MATERIAL SECTION DATA

1	SH=R	T=.20,4	E=2E7	W=24*.2*4	
2	SH=R	T=.40,.30	E=2E7	W=24*.4*.3	:KOLOM
3	SH=R	T=.40,.45	E=2E7	W=24*.4*.45	:BALOK

C SPAN LOADING DATA

1	WG=0,0,-15
2	WG=0,0,-10

C ELEMENT LOCATION DATA

1	10	11	M=1	G=7,1,1,1	LP=-2,0
9	1	2	M=2	G=7,1,1,1	
17	19	20	M=2	G=7,1,1,1	
25	2	11	M=3	NSL=1,2	G=7,1,1,1
33	11	20	M=3	NSL=1,2	G=7,1,1,1

:

LOADS

2	F=224,0,0,0,0,0	L=3
3	F=224,0,0,0,0,0	
4	F=224,0,0,0,0,0	
5	F=224,0,0,0,0,0	
6	F=224,0,0,0,0,0	
7	F=224,0,0,0,0,0	L=3
8	F=224,0,0,0,0,0	
9	F=224,0,0,0,0,0	

:

COMBO

1	C=1.05,1.05,-1.05
---	-------------------

Lampiran

BANGUNAN 8 LANTAI, Lw=4m

DINDING GESER: Satuan KN/m²

SYSTEM

L=3 : BEBAN MATI-BEBAN HIDUP-BEBAN GEMPA

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0
9 Z=32
10 X=7 Z=0
18 Z=32 Q=1,9,10,18,1,9
19 X=14 Z=0
27 Z=32 G=19,27,1

:

RESTRAINTS

1 19 9 R=1,1,1,1,1,1

:

FRAME

C CONTROL DATA

NM=3 NL=2 NSEC=5 Z=-1

C MATERIAL SECTION DATA

1 SH=R T=.20,4 E=2E7 W=24*.2*4
2 SH=R T=.40,.30 E=2E7 W=24*.4*.3 :KOLOM
3 SH=R T=.40,.45 E=2E7 W=24*.4*.45 :BALOK

C SPAN LOADING DATA

1 WG=0,0,-15
2 WG=0,0,-10

C ELEMENT LOCATION DATA

1 10 11 M=1 G=7,1,1,1 LP=-2,0
9 1 2 M=2 G=7,1,1,1
17 19 20 M=2 G=7,1,1,1
25 2 11 M=3 NSL=1,2 G=7,1,1,1
33 11 20 M=3 NSL=1,2 G=7,1,1,1

:

LOADS

2 F=224,0,0,0,0,0 L=3
3 F=224,0,0,0,0,0
4 F=224,0,0,0,0,0
5 F=224,0,0,0,0,0
6 F=224,0,0,0,0,0
7 F=224,0,0,0,0,0 L=3
8 F=224,0,0,0,0,0
9 F=224,0,0,0,0,0

:

COMBO

1 C=1.05,1.05,-1.05

Lampiran

BANGUNAN 8 LANTAI, Lw=7m

DINDING GESER: Satuan KN/m²

SYSTEM

L=3 : BEBAN MATI-BEBAN HIDUP-BEBAN GEMPA

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0
9 Z=32
10 X=8.5 Z=0
18 Z=32 Q=1,9,10,18,1,9
19 X=18 Z=0
27 Z=32 G=19,27,1

:

RESTRAINTS

1 19 9 R=1,1,1,1,1,1

:

FRAME

C CONTROL DATA

NM=3 NL=2 NSEC=5 Z=-1

C MATERIAL SECTION DATA

1 SH=R T=.20,7 E=2E7 W=24*.2*72 SH=R T=.40,.30 E=2E7

W=24*.4*.3 :KOLOM

3 SH=R T=.40,.45 E=2E7 W=24*.4*.45 :BALOK

C SPAN LOADING DATA

1 WG=0,0,-15

2 WG=0,0,-10

C ELEMENT LOCATION DATA

1 10 11 M=1 G=7,1,1,1 LP=-2,0

9 1 2 M=2 G=7,1,1,1

17 19 20 M=2 G=7,1,1,1

25 2 11 M=3 NSL=1,2 G=7,1,1,1

33 11 20 M=3 NSL=1,2 G=7,1,1,1

:

LOADS

2 F=224,0,0,0,0,0 L=3

3 F=224,0,0,0,0,0

4 F=224,0,0,0,0,0

5 F=224,0,0,0,0,0

6 F=224,0,0,0,0,0

7 F=224,0,0,0,0,0 L=3

8 F=224,0,0,0,0,0

9 F=224,0,0,0,0,0

:

COMBO

1 C=1.05,1.05,-1.05

Lampiran

BANGUNAN 8 LANTAI, Lw=7m

DINDING GESER: Satuan KN/m²

SYSTEM

L=3 : BEBAN MATTI-BEBAN HIDUP-BEBAN GEMPA

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0
9 Z=32
10 X=8.5 Z=0
18 Z=32 Q=1,9,10,18,1,9
19 X=18 Z=0
27 Z=32 G=19,27,1

:

RESTRAINTS

1 19 9 R=1,1,1,1,1,1

:

FRAME

C CONTROL DATA

NM=3 NL=2 NSEC=5 Z=-1

C MATERIAL SECTION DATA

1 SH=R T=.20,7 E=2E7 W=24*.2*72 SH=R T=.40,.30 E=2E7

W=24*.4*.3 :KOLOM

3 SH=R T=.40,.45 E=2E7 W=24*.4*.45 :BALOK

C SPAN LOADING DATA

1 WG=0,0,-15

2 WG=0,0,-10

C ELEMENT LOCATION DATA

1 10 11 M=1 G=7,1,1,1 LP=-2,0

9 1 2 M=2 G=7,1,1,1

17 19 20 M=2 G=7,1,1,1

25 2 11 M=3 NSL=1,2 G=7,1,1,1

33 11 20 M=3 NSL=1,2 G=7,1,1,1

:

LOADS

2 F=224,0,0,0,0,0 L=3

3 F=224,0,0,0,0,0

4 F=224,0,0,0,0,0

5 F=224,0,0,0,0,0

6 F=224,0,0,0,0,0

7 F=224,0,0,0,0,0 L=3

8 F=224,0,0,0,0,0

9 F=224,0,0,0,0,0

:

COMBO

1 C=1.05,1.05,-1.05

Lampiran

BANGUNAN 10 LANTAI, Lw=4m
DINDING GESER: Satuan KN/m²
SYSTEM

L=3 : BEBAN MATI-BEBAN HIDUP-BEBAN GEMPA

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0
11 Z=40
12 X=8 Z=0
22 Z=40 Q=1, 11, 12, 22, 1, 11
23 X=16 Z=0
33 Z=40 G=23, 33, 1

:

RESTRANTS

1 23 11 R=1, 1, 1, 1, 1, 1

:

FRAME

C CONTROL DATA

MM=3 NL=2 NSEC=5 Z=-1

C MATERIAL SECTION DATA

1 SH=R T=.20, 4 E=2E7 W=24*.2*4
2 SH=R T=.35, .30 E=2E7 W=24*.3*.3 :KOLOM
3 SH=R T=.35, .45 E=2E7 W=24*.35*.45 :BALOK

C SPAN LOADING DATA

1 WG=0, 0, -10

2 WG=0, 0, -5

C ELEMENT LOCATION DATA

1 12 13 M=1 G=9, 1, 1, 1 LP=-2, 0
11 1 2 M=2 G=9, 1, 1, 1
21 23 24 M=2 G=9, 1, 1, 1
31 2 13 M=3 NSL=1, 2 G=9, 1, 1, 1
41 13 24 M=3 NSL=1, 2 G=9, 1, 1, 1

:

LOADS

2 F=280, 0, 0, 0, 0, 0 L=3
3 F=280, 0, 0, 0, 0, 0
4 F=280, 0, 0, 0, 0, 0
5 F=280, 0, 0, 0, 0, 0
6 F=280, 0, 0, 0, 0, 0
7 F=280, 0, 0, 0, 0, 0
8 F=280, 0, 0, 0, 0, 0
9 F=280, 0, 0, 0, 0, 0
10 F=280, 0, 0, 0, 0, 0
11 F=280, 0, 0, 0, 0, 0

:

COMBO

1 C=1.05, 1.05, -1.05

Lampiran

BANGUNAN 10 LANTAI, Lw=6m
DINDING GESER: Satuan KN/m2
SYSTEM
L=3 : BEBAN MATI-BEBAN HIDUP-BEBAN GEMPA
JOINTS
1 X=0 Y=0 Z=0
11 Z=40
12 X=8 Z=0
22 Z=40 Q=1,11,12,22,1,11
23 X=18 Z=0
33 Z=40 G=23,33,1
:
RESTRAINTS
1 23 11 R=1,1,1,1,1,1
:
FRAME
C CONTROL DATA
NM=3 NL=2 NSEC=5 Z=-1
C MATERIAL SECTION DATA
1 SH=R T=.20,6 E=2E7 W=24*.2*6
2 SH=R T=.35,.30 E=2E7 W=24*.3*.3 :KOLOM
3 SH=R T=.35,.45 E=2E7 W=24*.35*.45 :BALOK
C SPAN LOADING DATA
1 WG=0,0,-10
2 WG=0,0,-5
C ELEMENT LOCATION DATA
1 12 13 M=1 G=9,1,1,1 LP=-2,0
11 1 2 M=2 G=9,1,1,1
21 23 24 M=2 G=9,1,1,1
31 2 13 M=3 NSL=1,2 G=9,1,1,1
41 13 24 M=3 NSL=1,2 G=9,1,1,1
:
LOADS
2 F=280,0,0,0,0,0 L=3
3 F=280,0,0,0,0,0
4 F=280,0,0,0,0,0
5 F=280,0,0,0,0,0
6 F=280,0,0,0,0,0
7 F=280,0,0,0,0,0
8 F=280,0,0,0,0,0
9 F=280,0,0,0,0,0
10 F=280,0,0,0,0,0
11 F=280,0,0,0,0,0
:
COMBO
1 C=1.05,1.05,-1.05

Lampiran

BANGUNAN 10 LANTAI, Lw=7m
DINDING GESER: Satuan KN/m²
SYSTEM

L=3 : BEBAN MATI-BEBAN HIDUP-BEBAN GEMPA

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0
11 Z=40
12 X=9.5 Z=0
22 Z=40 Q=1, 11, 12, 22, 1, 11
23 X=19 Z=0
33 Z=40 G=23, 33, 1

:

RESTRAINTS

1 23 11 R=1, 1, 1, 1, 1, 1

:

FRAME

C CONTROL DATA

MM=3 NL=2 NSEC=5 Z=-1

C MATERIAL SECTION DATA

1 SH=R T=.20,7 E=2E7 W=24*.2*7
2 SH=R T=.35,.30 E=2E7 W=24*.3*.3 :KOLOM
3 SH=R T=.35,.45 E=2E7 W=24*.35*.45 :BALOK

C SPAN LOADING DATA

1 WG=0,0,-10

2 WG=0,0,-5

C ELEMENT LOCATION DATA

1 12 13 M=1 G=9,1,1,1 LP=-2,0
11 1 2 M=2 G=9,1,1,1
21 23 24 M=2 G=9,1,1,1
31 2 13 M=3 NSL=1,2 G=9,1,1,1
41 13 24 M=3 NSL=1,2 G=9,1,1,1

:

LOADS

2 F=280,0,0,0,0,0 L=3
3 F=280,0,0,0,0,0
4 F=280,0,0,0,0,0
5 F=280,0,0,0,0,0
6 F=280,0,0,0,0,0
7 F=280,0,0,0,0,0
8 F=280,0,0,0,0,0
9 F=280,0,0,0,0,0
10 F=280,0,0,0,0,0
11 F=280,0,0,0,0,0

:

COMBO

1 C=1.05,1.05,-1.05

PROGRAM:SAP90/FILE:DG3.F3F

BANGUNAN 4 LANTAI, Lw=3m

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD AXIAL DIST 1-2 PLANE

ID COMB FORCE ENDI SHEAR MOMENT

1 -----

1 -909.58

.0	-282.69	763.84
1.0	-282.69	481.15
2.0	-282.69	198.46
3.0	-282.69	-84.22
4.0	-282.69	-366.91

2 -----

1 -675.80

.0	-194.43	358.74
1.0	-194.43	164.30
2.0	-194.43	-30.13
3.0	-194.43	-224.56
4.0	-194.43	-419.00

3 -----

1 -442.94

.0	-130.13	198.98
1.0	-130.13	68.85
2.0	-130.13	-61.28
3.0	-130.13	-191.42
4.0	-130.13	-321.55

4 -----

1 -210.78

.0	-61.53	68.01
1.0	-61.53	6.48
2.0	-61.53	-55.05
3.0	-61.53	-116.58
4.0	-61.53	-178.11

PROGRAM:SAP90/FILE:dg3a.F3F

BANGUNAN 4 LANTAI, Lw=4m

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD AXIAL DIST 1-2 PLANE

ID COMB FORCE ENDI SHEAR MOMENT

1	-----			
1	-1039.98			
	.0	-304.62	889.59	
	1.0	-304.62	584.96	
	2.0	-304.62	280.34	
	3.0	-304.62	-24.28	
	4.0	-304.62	-328.90	
2	-----			
1	-771.12			
	.0	-199.09	363.33	
	1.0	-199.09	164.24	
	2.0	-199.09	-34.85	
	3.0	-199.09	-233.94	
	4.0	-199.09	-433.03	
3	-----			
1	-503.26			
	.0	-132.56	178.37	
	1.0	-132.56	45.81	
	2.0	-132.56	-86.75	
	3.0	-132.56	-219.31	
	4.0	-132.56	-351.86	
4	-----			
1	-236.25			
	.0	-58.88	42.27	
	1.0	-58.88	-16.61	
	2.0	-58.88	-75.49	
	3.0	-58.88	-134.38	
	4.0	-58.88	-193.26	

PROGRAM: SAP90/FILE: dg3b.F3F

BANGUNAN 4 LANTAI, Lw=6m

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD AXIAL DIST 1-2 PLANE

ID COMB FORCE ENDI SHEAR MOMENT

1 -----			
ID COMB	FORCE ENDI	SHEAR	MOMENT
1	-1299.72		
	.0	-335.54	1112.94
	1.0	-335.54	777.40
	2.0	-335.54	441.85
	3.0	-335.54	106.31
	4.0	-335.54	-229.23
2 -----			
1	-960.86		
	.0	-208.94	389.43
	1.0	-208.94	180.48
	2.0	-208.94	-28.46
	3.0	-208.94	-237.40
	4.0	-208.94	-446.35
3 -----			
1	-623.25		
	.0	-136.11	138.48
	1.0	-136.11	2.37
	2.0	-136.11	-133.73
	3.0	-136.11	-269.84
	4.0	-136.11	-405.94
4 -----			
1	-286.81		
	.0	-52.58	-8.50
	1.0	-52.58	-61.08
	2.0	-52.58	-113.66
	3.0	-52.58	-166.24
	4.0	-52.58	-218.82

PROGRAM:SAP90/FILE:dg3c.F3F

BANGUNAN 4 LANTAI, Lw=7m

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD AXIAL DIST 1-2 PLANE

ID COMB FORCE ENDI SHEAR MOMENT

1	-----			
1	-1429.39			
		.0	-347.31	1215.26
		1.0	-347.31	867.95
		2.0	-347.31	520.64
		3.0	-347.31	173.34
		4.0	-347.31	-173.97
2	-----			
1	-1055.59			
		.0	-214.14	409.77
		1.0	-214.14	195.63
		2.0	-214.14	-18.51
		3.0	-214.14	-232.65
		4.0	-214.14	-446.79
3	-----			
1	-683.14			
		.0	-137.81	121.87
		1.0	-137.81	-15.94
		2.0	-137.81	-153.75
		3.0	-137.81	-291.56
		4.0	-137.81	-429.37
4	-----			
1	-312.01			
		.0	-49.39	-32.03
		1.0	-49.39	-81.42
		2.0	-49.39	-130.82
		3.0	-49.39	-180.21
		4.0	-49.39	-229.61

PROGRAM:SAP90/FILE:dg5.F3F

BANGUNAN 5 LANTAI, Lw=3m

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD AXIAL DIST 1-2 PLANE

ID	COMB	FORCE	ENDI	SHEAR	MOMENT
1 -----					
	1	-1146.22			
			.0	-411.45	1124.45
			1.0	-411.45	712.99
			2.0	-411.45	301.54
			3.0	-411.45	-109.92
			4.0	-411.45	-521.37
2 -----					
	1	-912.21			
			.0	-302.51	580.04
			1.0	-302.51	277.53
			2.0	-302.51	-24.98
			3.0	-302.51	-327.49
			4.0	-302.51	-630.00
3 -----					
	1	-679.14			
			.0	-226.72	383.33
			1.0	-226.72	156.61
			2.0	-226.72	-70.10
			3.0	-226.72	-296.82
			4.0	-226.72	-523.54
4 -----					
	1	-444.90			
			.0	-150.96	224.05
			1.0	-150.96	73.08
			2.0	-150.96	-77.88
			3.0	-150.96	-228.85
			4.0	-150.96	-379.81
5 -----					
	1	-211.68			
			.0	-71.80	78.64
			1.0	-71.80	6.83
			2.0	-71.80	-64.97
			3.0	-71.80	-136.77
			4.0	-71.80	-208.57

PROGRAM:SAP90/FILE:dg5a.F3F

BANGUNAN 5 LANTAI, Lw=4m

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD AXIAL DIST 1-2 PLANE
ID COMB FORCE ENDI SHEAR MOMENT

1 -----

1	-1311.57		
	.0	-442.78	1312.68
	1.0	-442.78	869.89
	2.0	-442.78	427.11
	3.0	-442.78	-15.68
	4.0	-442.78	-458.46

2 -----

1	-1042.46		
	.0	-309.62	595.67
	1.0	-309.62	286.05
	2.0	-309.62	-23.57
	3.0	-309.62	-333.19
	4.0	-309.62	-642.81

3 -----

1	-774.44		
	.0	-230.02	361.16
	1.0	-230.02	131.14
	2.0	-230.02	-98.88
	3.0	-230.02	-328.90
	4.0	-230.02	-558.92

4 -----

1	-505.19		
	.0	-152.92	192.00
	1.0	-152.92	39.09
	2.0	-152.92	-113.83
	3.0	-152.92	-266.75
	4.0	-152.92	-419.66

5 -----

1	-237.14		
	.0	-68.58	47.20
	1.0	-68.58	-21.38
	2.0	-68.58	-89.96
	3.0	-68.58	-158.54
	4.0	-68.58	-227.12

PROGRAM:SAP90/FILE:dg5b.F3F

BANGUNAN 5 LANTAI, Lw=6m

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD AXIAL DIST 1-2 PLANE

ID COMB FORCE ENDI SHEAR MOMENT

1	-----			
	1	-1640.55		
		.0	-486.92	1651.24
		1.0	-486.92	1164.33
		2.0	-486.92	677.41
		3.0	-486.92	190.49
		4.0	-486.92	-296.42
2	-----			
	1	-1301.47		
		.0	-324.40	652.01
		1.0	-324.40	327.61
		2.0	-324.40	3.22
		3.0	-324.40	-321.18
		4.0	-324.40	-645.58
3	-----			
	1	-963.82		
		.0	-234.79	317.43
		1.0	-234.79	82.64
		2.0	-234.79	-152.15
		3.0	-234.79	-386.95
		4.0	-234.79	-621.74
4	-----			
	1	-624.92		
		.0	-154.91	121.57
		1.0	-154.91	-33.34
		2.0	-154.91	188.25
		3.0	-154.91	-343.17
5	-----			
	1	-661.71		
		.0	-98.50	243.46
		1.0	-98.50	144.96
		2.0	-98.50	46.46
		3.0	-98.50	-52.03
		4.0	-98.50	-150.53

PROGRAM:SAP90/FILE:dg5c.F3F

BANGUNAN 5 LANTAI, Lw=7m

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD AXIAL DIST 1-2 PLANE

ID COMB FORCE ENDI SHEAR MOMENT

1	-----			
1	-1804.79			
		.0	-503.72	1808.12
		1.0	-503.72	1304.40
		2.0	-503.72	800.68
		3.0	-503.72	296.96
		4.0	-503.72	-206.76
2	-----			
1	-1430.77			
		.0	-332.19	691.00
		1.0	-332.19	358.82
		2.0	-332.19	26.63
		3.0	-332.19	-305.55
		4.0	-332.19	-637.74
3	-----			
1	-1058.34			
		.0	-237.25	299.68
		1.0	-237.25	62.43
		2.0	-237.25	-174.82
		3.0	-237.25	-412.07
		4.0	-237.25	-649.32
4	-----			
1	-684.66			
		.0	-155.63	86.46
		1.0	-155.63	-69.16
		2.0	-155.63	-224.79
		3.0	-155.63	-380.42
		4.0	-155.63	-536.04
5	-----			
1	-668.82			
		.0	-95.00	235.37
		1.0	-95.00	140.37
		2.0	-95.00	45.36
		3.0	-95.00	-49.64
		4.0	-95.00	-144.64

PROGRAM: SAP90/FILE: dg6.F3F

BANGUNAN 8 LANTAI, Lw=3m

FRAME ELEMENT FORCES
ELT LOAD AXIAL DIST 1-2 PLANE
ID COMB FORCE ENDI SHEAR MOMENT

ID	COMB	FORCE ENDI	SHEAR	MOMENT
1				
	1	-2211.01		
		.0	-816.47	1941.47
		1.0	-816.47	1125.00
		2.0	-816.47	308.53
		3.0	-816.47	-507.94
		4.0	-816.47	-1324.41
2				
	1	-1934.72		
		.0	-792.13	1591.48
		1.0	-792.13	799.36
		2.0	-792.13	7.23
		3.0	-792.13	-784.89
		4.0	-792.13	-1577.02
3				
	1	-1658.54		
		.0	-677.39	1314.55
		1.0	-677.39	637.16
		2.0	-677.39	-40.23
		3.0	-677.39	-717.62
		4.0	-677.39	-1395.02
4				
	1	-1380.51		
		.0	-566.22	1087.83
		1.0	-566.22	521.61
		2.0	-566.22	-44.61
		3.0	-566.22	-610.83
		4.0	-566.22	-1177.06
5				
	1	-1101.24		
		.0	-452.80	859.41
		1.0	-452.80	406.61
		2.0	-452.80	-46.19
		3.0	-452.80	-498.99
		4.0	-452.80	-951.79
6				
	1	-821.00		
		.0	-339.80	632.68
		1.0	-339.80	292.88
		2.0	-339.80	-46.92
		3.0	-339.80	-386.72
		4.0	-339.80	-726.52

PAGE 2

BANGUNAN 8 LANTAI, Lw=3m

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD	AXIAL DIST	1-2 PLANE	
ID COMB	FORCE ENDI	SHEAR	MOMENT

7	-----			
	1	-539.78		
		.0	-225.87	405.72
		1.0	-225.87	179.85
		2.0	-225.87	-46.02
		3.0	-225.87	-271.89
		4.0	-225.87	-497.76
8	-----			
	1	-259.59		
		.0	-117.71	190.64
		1.0	-117.71	72.93
		2.0	-117.71	-44.78
		3.0	-117.71	-162.49
		4.0	-117.71	-280.20

PROGRAM:SAP90/FILE:dg6a.F3F

BANGUNAN 8 LANTAI, Lw=4m

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD AXIAL DIST 1-2 PLANE

ID COMB FORCE ENDI SHEAR MOMENT

1	-----			
1	-2492.49			
		.0	-895.55	2267.82
		1.0	-895.55	1372.26
		2.0	-895.55	476.71
		3.0	-895.55	-418.84
		4.0	-895.55	-1314.39
2	-----			
1	-2180.13			
		.0	-812.83	1633.37
		1.0	-812.83	820.54
		2.0	-812.83	7.71
		3.0	-812.83	-805.13
		4.0	-812.83	-1617.96
3	-----			
1	-1867.84			
		.0	-696.98	1333.06
		1.0	-696.98	636.08
		2.0	-696.98	-60.89
		3.0	-696.98	-757.87
		4.0	-696.98	-1454.84
4	-----			
1	-1553.54			
		.0	-581.55	1092.79
		1.0	-581.55	511.25
		2.0	-581.55	-70.30
		3.0	-581.55	-651.85
		4.0	-581.55	-1233.40
5	-----			
1	-1237.88			
		.0	-465.18	857.87
		1.0	-465.18	392.68
		2.0	-465.18	-72.50
		3.0	-465.18	-537.69
		4.0	-465.18	-1002.87
6	-----			
1	-921.15			
		.0	-348.99	624.68
		1.0	-348.99	275.68
		2.0	-348.99	-73.31
		3.0	-348.99	-422.30
		4.0	-348.99	-771.29

PAGE 2

PROGRAM: SAP90/FILE: dg6a.F3F

BANGUNAN 8 LANTAI, Lw=4m

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD	AXIAL DIST	1-2 PLANE	
ID COMB	FORCE ENDI	SHEAR	MOMENT
7 -----			
1	-603.34		
	.0	-232.34	392.41
	1.0	-232.34	160.07
	2.0	-232.34	-72.27
	3.0	-232.34	-304.61
	4.0	-232.34	-536.95
8 -----			
1	-286.63		
	.0	-118.42	171.08
	1.0	-118.42	52.66
	2.0	-118.42	-65.76
	3.0	-118.42	-184.17
	4.0	-118.42	-302.59

PROGRAM:SAP90/FILE:dg6b.F3F

BANGUNAN 8 LANTAI, Lw=6m

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD AXIAL DIST 1-2 PLANE

ID COMB FORCE ENDI SHEAR MOMENT

1 -----

1	-3042.70			
		.0	-1006.94	2851.36
		1.0	-1006.94	1844.43
		2.0	-1006.94	837.49
		3.0	-1006.94	-169.45
		4.0	-1006.94	-1176.39

2 -----

1	-2658.78			
		.0	-836.46	1701.76
		1.0	-836.46	865.29
		2.0	-836.46	28.83
		3.0	-836.46	-807.64
		4.0	-836.46	-1644.10

3 -----

1	-2275.26			
		.0	-716.36	1329.67
		1.0	-716.36	613.31
		2.0	-716.36	-103.05
		3.0	-716.36	-819.40
		4.0	-716.36	-1535.76

4 -----

1	-1889.75			
		.0	-595.47	1062.23
		1.0	-595.47	466.76
		2.0	-595.47	-128.72
		3.0	-595.47	-724.19
		4.0	-595.47	-1319.66

5 -----

1	-1502.96			
		.0	-476.44	819.31
		1.0	-476.44	342.86
		2.0	-476.44	-133.58
		3.0	-476.44	-610.02
		4.0	-476.44	-1086.46

6 -----

1	-1115.14			
		.0	-357.11	579.80
		1.0	-357.11	222.69
		2.0	-357.11	-134.42
		3.0	-357.11	-491.53
		4.0	-357.11	-848.64

PAGE 2

PROGRAM: SAP90/FILE: dg6b.F3E

BANGUNAN 8 LANTAI, Lw=6m

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD	AXIAL DIST	1-2 PLANE	
ID COMB	FORCE ENDI	SHEAR	MOMENT

7 -----

1 -726.22

.0	-238.63	344.62
1.0	-238.63	105.98
2.0	-238.63	-132.65
3.0	-238.63	-371.28
4.0	-238.63	-609.91

8 -----

1 -338.73

.0	-115.30	120.84
1.0	-115.30	5.54
2.0	-115.30	-109.75
3.0	-115.30	-225.05
4.0	-115.30	-340.34

PROGRAM:SAP90/FILE:dg6c.F3F

BANGUNAN 8 LANTAI, Lw=7m

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD AXIAL DIST 1-2 PLANE

ID COMB FORCE ENDI SHEAR MOMENT

1	-----			
	1	-3315.80		
		.0	-1049.63	3125.24
		1.0	-1049.63	2075.61
		2.0	-1049.63	1025.98
		3.0	-1049.63	-23.65
		4.0	-1049.63	-1073.28
2	-----			
	1	-2896.21		
		.0	-846.03	1743.02
		1.0	-846.03	896.99
		2.0	-846.03	50.95
		3.0	-846.03	-795.08
		4.0	-846.03	-1641.11
3	-----			
	1	-2477.22		
		.0	-721.98	1320.70
		1.0	-721.98	598.71
		2.0	-721.98	-123.27
		3.0	-721.98	-845.25
		4.0	-721.98	-1567.24
4	-----			
	1	-2056.32		
		.0	-598.97	1037.32
		1.0	-598.97	438.35
		2.0	-598.97	-160.62
		3.0	-598.97	-759.58
		4.0	-598.97	-1358.55
5	-----			
	1	-1634.21		
		.0	-479.16	790.37
		1.0	-479.16	311.21
		2.0	-479.16	-167.94
		3.0	-479.16	-647.10
		4.0	-479.16	-1126.25
6	-----			
	1	-1211.14		
		.0	-358.94	549.03
		1.0	-358.94	190.09
		2.0	-358.94	-168.85
		3.0	-358.94	-527.78
		4.0	-358.94	-886.72

PAGE 2

PROGRAM:SAP90/FILE:dg6c.F3F

BANGUNAN 8 LANTAI, Lw=7m

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD	AXIAL DIST	1-2 PLANE	
ID COMB	FORCE ENDI	SHEAR	MOMENT

7	-----		
1	-786.98		
	.0	-240.26	314.28
	1.0	-240.26	74.02
	2.0	-240.26	-166.24
	3.0	-240.26	-406.50
	4.0	-240.26	-646.77
8	-----		
1	-364.44		
	.0	-112.55	92.54
	1.0	-112.55	-20.02
	2.0	-112.55	-132.57
	3.0	-112.55	-245.12
	4.0	-112.55	-357.67

PROGRAM:SAP90/FILE:dg7.F3F

BANGUNAN 10 LANTAI, Lw=3m

FRAME ELEMENT FORCES
ELT LOAD AXIAL DIST 1-2 PLANE
ID COMB FORCE ENDI SHEAR MOMENT

1	-----			
1	-3094.35			
		.0	-1278.47	3119.02
		1.0	-1278.47	1840.56
		2.0	-1278.47	562.09
		3.0	-1278.47	-716.38
		4.0	-1278.47	-1994.84
2	-----			
1	-2786.77			
		.0	-1276.20	2586.10
		1.0	-1276.20	1309.90
		2.0	-1276.20	33.69
		3.0	-1276.20	-1242.51
		4.0	-1276.20	-2518.71
3	-----			
1	-2479.42			
		.0	-1133.77	2213.24
		1.0	-1133.77	1079.47
		2.0	-1133.77	-54.31
		3.0	-1133.77	-1188.08
		4.0	-1133.77	-2321.85
4	-----			
1	-2170.11			
		.0	-995.15	1926.78
		1.0	-995.15	931.62
		2.0	-995.15	-63.53
		3.0	-995.15	-1058.69
		4.0	-995.15	-2053.84
5	-----			
1	-1859.45			
		.0	-852.78	1639.21
		1.0	-852.78	786.43
		2.0	-852.78	-66.35
		3.0	-852.78	-919.13
		4.0	-852.78	-1771.91
6	-----			
1	-1547.58			
		.0	-710.75	1354.09
		1.0	-710.75	643.34
		2.0	-710.75	-67.41
		3.0	-710.75	-778.15
		4.0	-710.75	-1488.90

PAGE 2
 PROGRAM:SAP90/FILE:dg7.F3F
 BANGUNAN 10 LANTAI, Lw=3m

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE SHEAR MOMENT	
7 -----			
1	-1234.71		
	.0	-568.55	1068.93
	1.0	-568.55	500.38
	2.0	-568.55	-68.17
	3.0	-568.55	-636.71
	4.0	-568.55	-1205.26
8 -----			
1	-921.10		
	.0	-426.65	784.46
	1.0	-426.65	357.81
	2.0	-426.65	-68.84
	3.0	-426.65	-495.50
	4.0	-426.65	-922.15
9 -----			
1	-606.63		
	.0	-283.49	499.94
	1.0	-283.49	216.45
	2.0	-283.49	-67.04
	3.0	-283.49	-350.53
	4.0	-283.49	-634.02
10 -----			
1	-293.54		
	.0	-148.62	232.82
	1.0	-148.62	84.20
	2.0	-148.62	-64.43
	3.0	-148.62	-213.05
	4.0	-148.62	-361.67

PROGRAM:SAP90/FILE:dg7a.F3F

BANGUNAN 10 LANTAI, Lw=4m

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD AXIAL DIST 1-2 PLANE

ID COMB FORCE ENDI SHEAR MOMENT

1 -----

1	-3449.91		
	.0	-1399.88	3650.56
	1.0	-1399.88	2250.68
	2.0	-1399.88	850.80
	3.0	-1399.88	-549.08
	4.0	-1399.88	-1948.96

2 -----

1	-3106.30		
	.0	-1306.82	2661.71
	1.0	-1306.82	1354.89
	2.0	-1306.82	48.08
	3.0	-1306.82	-1258.74
	4.0	-1306.82	-2565.56

3 -----

1	-2762.86		
	.0	-1162.96	2246.70
	1.0	-1162.96	1083.74
	2.0	-1162.96	-79.22
	3.0	-1162.96	-1242.19
	4.0	-1162.96	-2405.15

4 -----

1	-2417.27		
	.0	-1018.90	1939.65
	1.0	-1018.90	920.74
	2.0	-1018.90	-98.16
	3.0	-1018.90	-1117.07
	4.0	-1018.90	-2135.97

5 -----

1	-2070.18		
	.0	873.31	1644.28
	1.0	-873.31	770.97
	2.0	-873.31	-102.34
	3.0	-873.31	-975.65
	4.0	-873.31	-1848.97

6 -----

1	-1721.75		
	.0	-727.81	1351.78
	1.0	-727.81	623.97
	2.0	-727.81	-103.83
	3.0	-727.81	-831.64
	4.0	-727.81	-1559.44

PAGE 2

PROGRAM:SAP90/FILE:dg7a.F3F

BANGUNAN 10 LANTAI, Lw=4m

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD	AXIAL DIST	1-2 PLANE	
ID COMB	FORCE ENDI	SHEAR	MOMENT
7 -----			
1	-1372.23		
	.0	-582.22	1059.69
	1.0	-582.22	477.47
	2.0	-582.22	-104.75
	3.0	-582.22	-686.97
	4.0	-582.22	-1269.19
8 -----			
1	-1021.88		
	.0	-436.79	768.30
	1.0	-436.79	331.50
	2.0	-436.79	-105.29
	3.0	-436.79	-542.08
	4.0	-436.79	-978.87
9 -----			
1	-670.57		
	.0	-290.75	478.32
	1.0	-290.75	187.58
	2.0	-290.75	-103.17
	3.0	-290.75	-393.91
	4.0	-290.75	-684.66
10 -----			
1	-320.72		
	.0	-148.57	204.49
	1.0	-148.57	55.92
	2.0	-148.57	-92.64
	3.0	-148.57	-241.21
	4.0	-148.57	-389.78

PROGRAM:SAP90/FILE:dg7b.F3F

BANGUNAN 10 LANTAI, Lw=6m

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD AXIAL DIST 1-2 PLANE

ID COMB FORCE ENDI SHEAR MOMENT

1	-----			
1	-4142.70			
		.0	-1572.81	4606.39
		1.0	-1572.81	3033.59
		2.0	-1572.81	1460.78
		3.0	-1572.81	-112.03
		4.0	-1572.81	-1684.83
2	-----			
1	-3727.57			
		.0	-1344.13	2802.36
		1.0	-1344.13	1458.23
		2.0	-1344.13	114.09
		3.0	-1344.13	-1230.04
		4.0	-1344.13	-2574.17
3	-----			
1	-3312.88			
		.0	-1192.60	2259.63
		1.0	-1192.60	1067.03
		2.0	-1192.60	-125.56
		3.0	-1192.60	-1318.16
		4.0	-1192.60	-2510.76
4	-----			
1	-2896.04			
		.0	-1040.87	1906.97
		1.0	-1040.87	866.10
		2.0	-1040.87	-174.77
		3.0	-1040.87	-1215.64
		4.0	-1040.87	-2256.51
5	-----			
1	-2679.24			
		.0	-896.80	1563.31
		1.0	-896.80	666.51
		2.0	-896.80	-230.29
		3.0	-896.80	-1127.10
		4.0	-896.80	-2023.90
6	-----			
1	-2224.37			
		.0	-747.12	1259.71
		1.0	-747.12	512.60
		2.0	-747.12	-234.52
		3.0	-747.12	-981.64
		4.0	-747.12	-1728.75

PAGE 2

PROGRAM:SAP90/FILE:dg7c.F3F

BANGUNAN 10 LANTAI, Lw=7m

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD	AXIAL DIST	1-2 PLANE	
ID COMB	FORCE ENDI	SHEAR	MOMENT
7 -----			
1	-1768.46		
	.0	-597.75	959.51
	1.0	-597.75	361.77
	2.0	-597.75	-235.98
	3.0	-597.75	-833.72
	4.0	-597.75	-1431.47
8 -----			
1	-1311.81		
	.0	-447.82	660.79
	1.0	-447.82	212.97
	2.0	-447.82	-234.85
	3.0	-447.82	-682.67
	4.0	-447.82	-1130.50
9 -----			
1	-854.15		
	.0	-299.83	369.95
	1.0	-299.83	70.12
	2.0	-299.83	-229.71
	3.0	-299.83	-529.54
	4.0	-299.83	-829.37
10 -----			
1	-398.40		
	.0	-139.50	98.21
	1.0	-139.50	-41.29
	2.0	-139.50	-180.78
	3.0	-139.50	-320.28
	4.0	-139.50	-459.78

PROGRAM:SAP90/FILE:dg7c.F3F

BANGUNAN 10 LANTAI, Lw=7m

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD AXIAL DIST 1-2 PLANE

ID COMB FORCE ENDI SHEAR MOMENT

1	-----			
1	-4486.06			
		.0	-1639.50	5055.46
		1.0	-1639.50	3415.96
		2.0	-1639.50	1776.45
		3.0	-1639.50	136.95
		4.0	-1639.50	-1502.56
2	-----			
1	-4035.28			
		.0	-1359.91	2886.93
		1.0	-1359.91	1527.02
		2.0	-1359.91	167.10
		3.0	-1359.91	-1192.81
		4.0	-1359.91	-2552.72
3	-----			
1	-3585.11			
		.0	-1201.58	2258.06
		1.0	-1201.58	1056.48
		2.0	-1201.58	-145.09
		3.0	-1201.58	-1346.67
		4.0	-1201.58	-2548.25
4	-----			
1	-3132.86			
		.0	-1046.58	1877.69
		1.0	-1046.58	831.11
		2.0	-1046.58	-215.47
		3.0	-1046.58	-1262.05
		4.0	-1046.58	-2308.62
5	-----			
1	-2679.24			
		.0	-896.80	1563.31
		1.0	-896.80	666.51
		2.0	-896.80	-230.29
		3.0	-896.80	-1127.10
		4.0	-896.80	-2023.90
6	-----			
1	-2224.37			
		.0	-747.12	1259.71
		1.0	-747.12	512.60
		2.0	-747.12	-234.52
		3.0	-747.12	-981.64
		4.0	-747.12	-1728.75

PAGE 2

PROGRAM:SAP90/FILE:dg7c.F3F

BANGUNAN 10 LANTAI, Lw=7m

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD	AXIAL DIST	1-2 PLANE	
ID COMB	FORCE ENDI	SHEAR	MOMENT
7 -----			
1	-1768.46		
	.0	-597.75	959.51
	1.0	-597.75	361.77
	2.0	-597.75	-235.98
	3.0	-597.75	-833.72
	4.0	-597.75	-1431.47
8 -----			
1	-1311.81		
	.0	-447.82	660.79
	1.0	-447.82	212.97
	2.0	-447.82	-234.85
	3.0	-447.82	-682.67
	4.0	-447.82	-1130.50
9 -----			
1	-854.15		
	.0	-299.83	369.95
	1.0	-299.83	70.12
	2.0	-299.83	-229.71
	3.0	-299.83	-529.54
	4.0	-299.83	-829.37
10 -----			
1	-398.40		
	.0	-139.50	98.21
	1.0	-139.50	-41.29
	2.0	-139.50	-180.78
	3.0	-139.50	-320.28
	4.0	-139.50	-459.78



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1	MUCHAMMAD SYAFRUDIN	92 310 134		STRUKTUR
2	SOFYAN ANDHY IRYAWAN	92 310 167		STRUKTUR

JUDUL TUGAS AKHIR : ANALISIS DINDING GESER DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

.....

.....

Dosen Pembimbing I : : IR. H. SUSASTRAWAN. MS
Dosen Pembimbing II : : IR. A. KADIR ABOE. MS

1



2








Yogyakarta, 09 Mei 1998

An. D e k a n,
Ketua Jurusan Teknik Sipil.

[Handwritten Signature]

IR. H. TADJUDDIN BMA., MS

CATATAN - KONSULTASI

No.	Tanggal	Konsultasi ke :	KETERANGAN	Paraf
1	16/12/98	- Pembinaan & Teruskan		
2	29/12/98	- Hitungan Adu Longi		
3	28/12/98	- Teruskan Pembinaan		
4	2/01/99	- Pembinaan & Teruskan		
5	6/01/99	- Pembinaan & dapat diteruskan kepada P. M. S. I		
	9/01/99	Perbaiki		Sus
	11/01/99	Perbaiki		Sus
		HCA (Jezab. I)		