TUGAS AKHIR

TINJAUAN ANALISA DISPLACEMENT MENURUT METODE D – VALUE, KOLOM ANALOGI DAN EQUIVALENT BRACINGS PADA STRUKTUR PORTAL DINDING GESER GEDUNG BERTINGKAT BANYAK

Disusun oleh :

1. MOHAMMAD MAHRI
   No. Mhs. : 85 310 252
   NIRM : 855014330251
2. MUH. TAUFIQ
   No. Mhs : 85 310 254
   NIRM : 855014330253

MILIK PERPUSTAKAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UII YOGYA

SUMBANGAN ALUMNI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UII

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

1993 – 1994

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

TUGAS AKHIR

TINJAUAN ANALISA DISPLACEMENT MENURUT METODE D - VALUE, KOLOM ANALOGI DAN EQUIVALENT BRACINGS PADA STRUKTUR PORTAL DINDING GESER GEDUNG BERTINGKAT BANYAK

Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Rangka Memperoleh Derajat Sarjana Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

Disusun oleh :

1. MOHAMMAD MAHRI
   No. Mhs. : 85 310 252
   NIRM : 855014330251
2. MUH. TAUFIQ
   No. Mhs : 85 310 254
   NIRM : 855014330253

SUMBANGAN ALUMNI
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UII

MILIK PERPUSTAKAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UII YOGYA

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

1993 - 1994

PERPUSTAKAAN

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu 'alaikum wr.wb.

Alhamdulillah, berkat Rahmat Alloh s.w.t. yang maha pemurah, akhirnya tugas akhir ini selesai kami susun. Tugas akhir ini berjudul : "Tinjauan Analisa Displacement Menurut Metode D-Value, Kolom analogi dan Equivalent bracings pada Struktur Portal Dinding Geser Gedung Bertingkat banyak".

Sesuai dengan judulnya maka tugas akhir ini menelaah teori tentang dinding geser dan disertai pula dengan simulasi perhitungannya dengan maksud agar dapat diketahui teori dan aplikasinya. Dengan harapan semoga dapat dijadikan landasan pada pekerjaan di lapangan nantinya walaupun sebenarnya tugas akhir ini belum sempurna, khususnya masih memerlukan pembahasan lebih lanjut tentang tinjuan gaya-gaya vertikal. Dalam tugas akhir ini parameter yang ditinjau adalah hanya displacement yang merupakan indikator kestabilan struktur portal.

Tugas akhir ini dapat terselesaikan adalah juga berkat bantuan dan dorongan dari banyak pihak antara lain:

1. Ir. Susastrawan,MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Isalam Indonesia, yang telah mengizinkan kami untuk menyusun tugas akhir ini, .
2. Ir. Bambang Sulistiono,MSCE, selaku Ketua Jurusan Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, yang telah menunjuk dosen pembimbing tugas akhir bagi kami,
3. Ir. M. Samsudin, selaku dosen pembimbing tugas akhir yang

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FAKULTAS TEKNIK PERPUSTAKAAN

telah memberikan koreksi dan arahan khususnya dalam pemilihan judul tugas akhir ini,

4. Ir. Suharyanto,MSCE, selaku assisten dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan koreksi dan arahan dalam penulisan tugas akhir ini,
5. Bagian Pengajaran Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia yang banyak membantu kelancaran administrasi penyusunan tugas akhir ini,
6. Semua pihak yang telah membantu kami dalam menyusun tugas akhir ini baik langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat kami sebut satu persatu.

Kepada mereka semua kami mengucapkan ribuan terima kasih.

Akhirnya, mudah-mudahan tugas akhir ini bermanfaat bagi penyusun khususnya dan bagi para mahasiswa lain pada umumnya.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 10 Mei 1994.

Penyusun Tugas akhir

Muh. Taufiq	Muh. Mahri
85310254	85310252

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK

DAFTAR ISI

Halaman Judul i

Halaman Pengesahan ii

Halaman Persembahan iii

Halaman Motto iv

Kata Pengantar v

Daftar Isi vii

Daftar Gambar x

Daftar Tabel xi

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Studi 1

1.2. Rumusan Masalah 3

1.3. Tujuan Studi Pustaka 3

1.4. Pembatasan Masalah 3

1.5. Metodologi 5

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

2.2.1. Perhitungan Beban Gempa 7

2.2.1.1. Analisa Beban Statis Ekivalen 7

2.2.1.2. Analisa Beban Dinamis 14

2.1.2. Parameter Kekakuan 14

2.1.3. Deformasi Akibat Gempa 17

2.1.4. Anggapan terhadap Dinding Geser 18

2.1.4.1. Dinding Geser sebagai kolom .. 19

2.1.4.2. Dinding Geser sebagai "Equivalent Bracings" 19

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

BAB 3 SIMULASI PERHITUNGAN 25

3.1. Analisa Portal tanpa Dinding Geser (kondisi 1) 26

3.2. Analisa Portal dengan Dinding Geser (kondisi 2) 32

3.3. Ikhtisar Diagram Gaya Geser 42

3.4. Analisa Portal dengan Dinding Geser (kondisi 3) 43

3.5. Analisa Portal dengan Dinding Geser (kondisi 4) 49

BAB 4 PROGRAM KOMPUTER

4.1. Pendahuluan 53

4.2. Program Framex-1 53

4.3. Cara operasi Program Framex-1 53

4.4. Cara Penomoran titik nodal dan batang 54

4.4.1. Cara penomoran Pertama 55

4.4.2. Cara Penomoran Kedua 58

BAB 5 HASIL PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

5.1. U m u m 63

5.2. Ringkasan Hasil Perhitungan 63

5.2.1. Hasil Perhitungan Manual dengan Metode Muto 63

5.2.2. Hasil Perhitungan dengan Microcomputer 65

5.2.2.1. Anggapan Dinding Geser sebagai Kolom 65

5.2.2.2. Anggapan Dinding Geser sebagai "Equivalent Bracings" 66

5.2.3. Perbandingan Hasil Perhitungan pada masing-masing Kondisi 68

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK YOGYAKARTA

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN 76
6.1. Kesimpulan 76
6.2. Saran-saran 77
Penutup 79
Daftar Pustaka 80
LAMPIRAN-LAMPIRAN 81

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1. Pembagian wilayah Gempa Indonesia 8

2.2. Hubungan koefisien gempa dasar dengan waktu getar alami 9

2.3. Ketinggian maximum bangunan 13

2.4. Denah penonjolan bangunan 13

2.5. Penjulangan bangunan gedung 14

2.6. Dinding geser sebagai kolom 19

2.7. Gaya yang bekerja pada portal terbuka 20

2.8. Gaya horizontal pada portal dengan "Equivalent bracings" 22

2.9. Anggapan dinding geser sebagai kolom equivalent 24

2.10. Balok equivalent 24

Gambar 3.1. Bangunan tampak atas 25

3.2. Bangunan tampak samping 25

3.3. Diagram gaya geser yang ditahan oleh portal tanpa dinding geser 31

3.4. Diagram defleksi horizontal 31

3.5. Diagram gaya geser portal dengan dinding geser 34

3.6. Bangunan tampak samping dengan dinding geser ... 35

3.7. Portal dengan dinding geser yang diidealisir ... 35

3.8. Denah letak dinding geser 36

3.9. Diagram defleksi horizontal 40

3.10. Diagram gaya geser dan diagram defleksi horizontal untuk portal tanpa dinding geser 42

3.11. Diagram gaya geser dan diagram defleksi horizontal untuk portal dengan dinding geser 42

3.12. Diagram gaya geser yang dipikul portal dengan dinding geser setelah ukuran balok dan kolomnya diubah 44

3.13. Diagram defleksi horizontal (∂_i) setelah ukuran balok dan kolomnya diubah 48

3.14. Diagram defleksi horizontal (∂_i) setelah ukuran balok dan kolomnya diubah 52

Gambar 4.1. Penomoran titik joint dan batang portal terbuka (kondisi 1) 55

4.2. Penomoran titik joint dan batang portal dengan dinding geser dianggap sebagai kolom (kondisi 2) 56

4.3. Penomoran titik joint dan batang portal dengan dinding geser dianggap sebagai kolom (kondisi 3) 57

4.4. Penomoran titik joint & batang portal dengan dinding geser dianggap sebagai kolom (kondisi 4) 58

4.5. Penomoran titik joint dan batang portal terbuka tanpa dinding geser (kondisi 1) 59

4.6. Penomoran titik joint dan batang portal terbuka dengan dinding geser dianggap sebagai "equivalent bracings" (kondisi 2) 60

4.7. Penomoran titik joint dan batang portal terbuka dengan dinding geser dianggap sebagai "equivalent bracings" (kondisi 3) 61

4.8. Penomoran titik joint dan batang portal terbuka dengan dinding geser dianggap sebagai "equivalent bracings" (kondisi 4) 62

Gambar 5.1. Grafik defleksi pada kondisi 1 69

5.2. Grafik defleksi pada kondisi 2 71

5.3. Grafik defleksi pada kondisi 3 72

5.4. Grafik defleksi pada kondisi 4 74

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

DAFTAR TABEL

Nomor Tabel **Halaman**

2.1. Faktor Keutamaan Gedung 10

2.2. Faktor Jenis Konstruksi 11

2.3. Variasi nilai *k* dan *a* 17

3.1. Hitungan Distribusi Gaya Geser 28

3.2. Harga *k* dan *a* untuk portal terbuka tanpa dinding geser 29

3.3. Defleksi Horizontal pada portal terbuka 30

3.4. Hitungan distribusi gaya geser 32

3.5. Hitungan distribusi gaya geser 34

3.6. Harga *k* dan *a* untuk portal dengan dinding geser 38

3.7. Perhitungan Σ *an i* dan K*k n i* 38

3.8. Lanjutan Perhitungan Σ *an i* dan K*k n i* 39

3.9. Defleksi horizontal pada portal dan dinding geser 40

3.10. Hitungan distribusi gaya geser 41

3.11. Hitungan distribusi gaya geser 44

3.12. Harga *k* dan *a* untuk portal dengan dinding geser 45

3.13. Perhitungan Σ *an i* . K*k n i* 46

3.14. Perhitungan Σ *an* . *kk* 47

3.15. Hitungan defleksi horizontal lantai 1 - 4 47

3.16. Hitungan defleksi horizontal lantai 5 - 7 48

3.17. Harga *k* dan *a* untuk portal dengan dinding geser 50

3.18. Perhitungan Σ *an i* . K*k n i* 51

3.19. Hitungan defleksi horizontal lantai 1 - 7 52

5.1. Defleksi Horizontal pada struktur portal terbuka dengan dinding geser yang dianggap sebagai kolom 64
5.2. Defleksi Horizontal pada struktur portal terbuka dengan dinding geser yang dianggap sebagai kolom 65
5.3. Defleksi Horizontal pada struktur portal terbuka dan dengan dinding geser yang dianggap sebagai "equivalent bracings" 67
5.4. Defleksi horizontal pada kondisi 1 69
5.5. Defleksi horizontal pada kondisi 2 71
5.6. Defleksi horizontal pada kondisi 3 72
5.7. Defleksi horizontal pada kondisi 4 74

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang Studi

Pembangunan gedung bertingkat banyak merupakan pemecahan terhadap masalah konsentrasi penduduk yang padat, kelangkaan tanah dan harga tanah yang mahal di kota-kota besar. Oleh karena itu pembangunan gedung bertingkat banyak semakin berkembang terutama di kota-kota besar di Indonesia.

Satu hal yang perlu diperhatikan dalam hal ini adalah bahwa Indonesia berada pada kawasan rawan-gempa yang mempunyai resiko tinggi terhadap gempa. Oleh karena itu perencanaan bangunan bertingkat banyak tidak boleh mengabaikan analisa struktur yang mampu menahan gaya gempa. Dalam merencanakan bangunan bertingkat banyak, pemikiran yang paling mendasar adalah bahwa suatu bangunan harus mampu menghadapi gaya-gaya vertikal grafitasi dan gaya-gaya horizontal angin di atas tanah serta gaya-gaya gempa di bawah tanah.

Untuk mengatasi resiko yang dapat timbul akibat gempa tersebut dapat direncanakan dua jenis struktur gedung yang ekstrim yaitu bentuk rangka kosong ("frame structures") dan bentuk dinding geser ("shear wall structures"). Bentuk rangka kosong kurang kaku bila dibandingkan dengan bentuk dinding geser dan defleksi pada gedung rangka kosong menghasilkan putaran pada ujung-ujung balok dan kolom.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK
YOGYAKARTA

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang Studi

Pembangunan gedung bertingkat banyak merupakan pemecahan terhadap masalah konsentrasi penduduk yang padat, kelangkaan tanah dan harga tanah yang mahal di kota-kota besar. Oleh karena itu pembangunan gedung bertingkat banyak semakin berkembang terutama di kota-kota besar di Indonesia.

Satu hal yang perlu diperhatikan dalam hal ini adalah bahwa Indonesia berada pada kawasan rawan-gempa yang mempunyai resiko tinggi terhadap gempa. Oleh karena itu perencanaan bangunan bertingkat banyak tidak boleh mengabaikan analisa struktur yang mampu menahan gaya gempa. Dalam merencanakan bangunan bertingkat banyak, pemikiran yang paling mendasar adalah bahwa suatu bangunan harus mampu menghadapi gaya-gaya vertikal grafitasi dan gaya-gaya horisontal angin di atas tanah serta gaya-gaya gempa di bawah tanah.

Untuk mengatasi resiko yang dapat timbul akibat gempa tersebut dapat direncanakan dua jenis struktur gedung yang ekstrim yaitu bentuk rangka kosong ("frame structures") dan bentuk dinding geser ("shear wall structures"). Bentuk rangka kosong kurang kaku bila dibandingkan dengan bentuk dinding geser dan defleksi pada gedung rangka kosong menghasilkan putaran pada ujung-ujung balok dan kolom.

Sebaliknya bentuk dinding geser akan bergeser akibat digoncang oleh gempa sehingga menghasilkan gaya-gaya geser yang besar di dalam unsur-unsurnya terutama pada alas dinding geser tersebut.[1]

Dengan tujuan yang sama Kiyoshi Muto menyebutkan ada 3 jenis struktur yang memiliki daya tahan terhadap gempa yaitu:

1) Portal terbuka ("open frames"),
2) Portal dinding ("walled frames"),
3) Dinding geser ("shear wall") dan portal dengan penyokong diagonal ("diagonally braced frames").[2]

Dalam menganalisa reaksi struktur terhadap gaya geser akibat beban gempa salah satu caranya adalah analisa berdasarkan *koefisien distribusi gaya geser*. Pada awalnya analisa distribusi gaya geser ini hanya berdasarkan pada ratio pembagian gaya geser akibat beban gempa tanpa memperhitungkan ketegaran dinding yang sesungguhnya. Padahal dalam kenyataannya ketegaran/kekakuan dinding dan kolom sangat berperan dalam menahan gaya geser.

Asumsi yang muncul kemudian adalah bahwa semakin tegar struktur bangunan maka semakin besar koefisien distribusi gaya gesernya dan semakin besar pula gaya geser yang dapat ditahan oleh struktur tersebut.

[1] David L. Hutchison, Disain Bangunan Tingkat Banyak Tahan Gempa, DPU, 1983, Bab 2, Hal. 1

[2] Muto, Kiyoshi, Analisis Perencanaan Gedung Tahan Gempa, Erlangga, 1987, hal. 22

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK YOGYAKARTA

1.2. Rumusan masalah

Dari dua jenis struktur yang dapat menahan gaya gempa yaitu *portal terbuka* dan *dinding geser* dapat dibandingkan koefisien distribusi gaya geser pada masing-masing jenis strukturnya sehingga dapat diketahui kemampuan masing-masing jenis struktur tersebut dalam menahan gaya gempa. Berdasarkan uraian latar belakang studi di atas maka dirumuskan masalah dalam tugas akhir ini yaitu "Tinjauan Analisa Displacement Menurut Metode D-Value, Kolom analogi dan Equivalent Bracings pada Struktur Portal Dinding geser Gedung Bertingkat banyak".

1.3. Tujuan Studi Pustaka

Pemulisan tugas akhir berupa studi pustaka ini bertujuan antara lain:

a. mengetahui perbandingan koefisien distribusi gaya geser akibat gempa pada bangunan tinggi antara sistem portal terbuka dan sistem dinding geser,
b. mengetahui efisiensi pemakaian dinding geser pada bangunan bertingkat banyak,
c. mengembangkan analisa distribusi gaya geser akibat gempa berdasarkan metode kekakuan struktur.

1.4. Pembatasan masalah

Untuk memperjelas pembahasan dalam penulisan tugas akhir ini, perlu pembatasan masalah dalam hal-hal sebagai berikut:

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

a. Jenis struktur yang ditinjau

Dalam penulisan tugas akhir ini hanya 2 (dua) jenis struktur tahan gempa yang ditinjau yaitu portal terbuka ("open frames") dan dinding geser ("shear wall"). Dasar pemikirannya adalah bahwa dinding geser memiliki nilai kekakuan struktur terbesar dan portal terbuka memiliki nilai kekakuan struktur terkecil. Sedangkan portal dinding ("walled frames") yang memiliki nilai kekakuan struktur sedang tidak dibahas dalam tugas akhir ini.

b. Jenis bahan konstruksi

Struktur yang ditinjau diasumsikan terbuat dari beton bertulang biasa, sehingga perhitungan kekuatan strukturnya dapat mengacu kepada peraturan beton yang ada di Indonesia pada saat ini.

c. Bentuk dasar bangunan

Bentuk dasar bangunan akan berpengaruh pada tanggapan struktur terhadap gaya-gaya yang bekerja, di mana bangunan yang tidak simetris akan menimbulkan aksi torsi. Dalam penulisan tugas akhir ini bentuk dasar bangunan diasumsikan simetris sehingga gaya torsi dapat diabaikan. Yang dimaksud dengan bentuk bangunan yang simetris disini adalah bangunan yang berbentuk kubus tanpa adanya penonjolan pada semua sisi-sisinya.

d. Tinggi bangunan

Bangunan yang ditinjau dibatasi pada bangunan dengan ketinggian < 40 meter sehingga memungkinkan

untuk dihitung dengan analisa beban statis ekivalen. Selain itu pemakaian bahan konstruksi bangunan berupa beton bertulang masih dimungkinkan karena pada gedung dengan ketinggian > 40 meter pemakaian beton bertulang menjadi tidak efisien bila dibandingkan dengan pemakaian baja profil.

e. Lokasi bangunan

Pengaruh gempa antara satu daerah dengan daerah lain di Indonesia berbeda-beda karena koefisien gempa dasarnya berbeda-beda pula. Dalam penulisan tugas akhir ini bangunan yang ditinjau diasumsikan terletak di kota Yogyakarta (pada wilayah gempa 3).

f. bentuk dan letak dinding geser.

Pada dasarnya dinding geser dapat dibuat dalam berbagai bentuk antara lain segi empat, segi tiga, lingkaran, bentuk huruf L, bentuk huruf X dan panel. Demikian pula dinding geser dapat ditempatkan pada berbagai posisi antara lain di pinggir bangunan, di tengah-tengah bangunan maupun di sudut-sudut bangunan. Dalam tugas akhir ini dinding geser yang ditinjau berbentuk panel dan diletakkan di pinggir bangunan yang menjadi satu kesatuan dengan portal terluar.

1.5. Metodologi

Secara garis besar studi pustaka ini akan membahas tinjauan pemakaian dinding geser dalam hubungannya dengan kemampuan struktur dalam menahan gaya geser serta gaya-gaya yang timbul pada struktur baik yang tidak

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK YOGYAKARTA

memakai dinding geser maupun yamg memakai dinding geser. Pembahasan masalah tersebut dibagi dalam beberapa tahap yaitu:

a. Analisa beban gempa

Sebagai langkah awal dalam menganalisa koefisien distribusi gaya geser akibat beban gempa adalah mengetahui besarnya gaya geser pada lantai-tingkat bangunan. Analisa yang digunakan adalah analisa beban statis ekivalen. Analisa ini dapat digunakan karena ketinggian bangunan yang ditinjau < 40 meter.[3]

b. Analisa Kekakuan Portal

Sebagaimana telah disebutkan di dalam latar belakang studi bahwa kekakuan struktur akan mempengaruhi distribusi gaya geser maka perlu diketahui nilai kekakuan struktur portal pada dua kondisi yang berbeda yaitu portal dengan dinding geser dan portal tanpa dinding geser.

c. Analisa perbandingan.

Setelah diketahui distribusi gaya geser pada masing-masing lantai tingkat dan nilai kekakuan portal maka dapat dilakukan perbandingan terhadap nilai defleksi struktur yang terjadi pada dua keaduan yang berbeda tersebut dengan maksud untuk mengetahui pemakaian luasan dinding geser yang paling efisien.

[3]Departemen Pekerjaan Umum, Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia untuk Gedung, 1983, hal. 9

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Landasan Teori

2.2.1. Perhitungan beban gempa

Beban gempa yang bekerja pada suatu struktur dapat dianalisa dengan 2 cara yaitu:

1) Analisa beban statis ekivalen,

2) Analisa beban dinamis

2.1.1.1. Analisa beban statis ekivalen

Analisa beban statis ekivalen memiliki rumus dasar:

$$V = C . I . K . W_t$$ [4]

di mana:

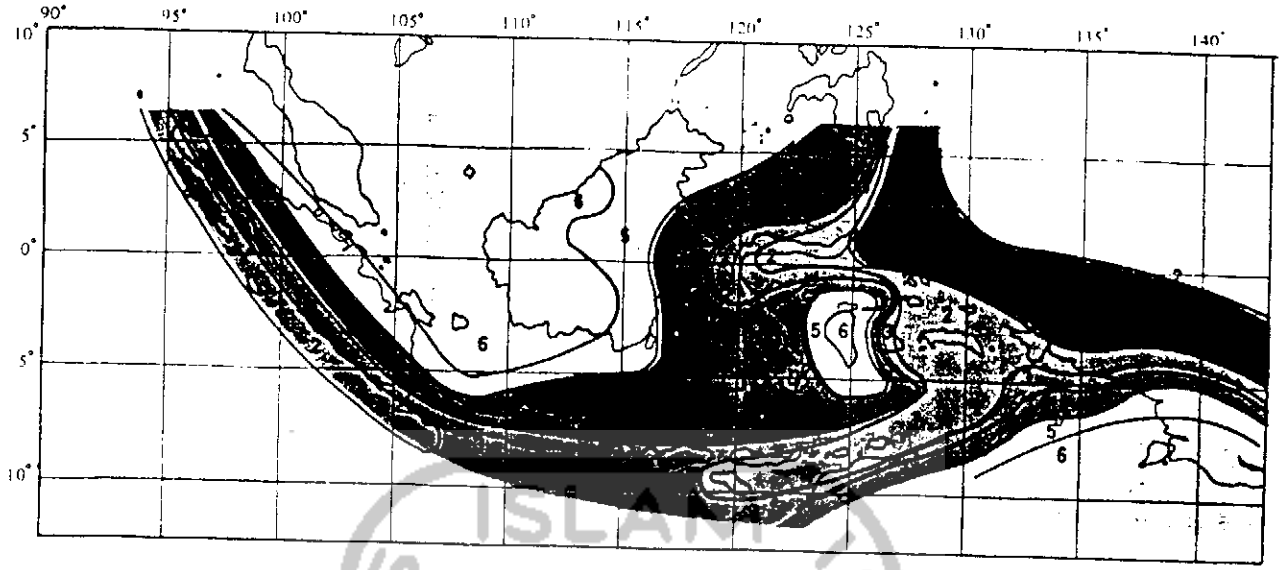
V = beban geser akibat gempa
C = koefisien gempa dasar
I = faktor keutamaan bangunan
K = faktor jenis struktur
W_t = kombinasi beban mati dan beban hidup

A. Koefisien gempa dasar (C).

Koefisien gempa dasar dipengaruhi oleh wilayah gempa, waktu getar gedung, jenis tanah dan kedalamanan pondasi di mana bangunan itu didirikan. Sesuai dengan Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia untuk Gedung 1983, Indonesia dibagi ke dalam 6 wilayah gempa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.1. berikut ini:

[4] DPU, ibid. hal. 10

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK YOGYAKARTA



Gambar 2.1. Pembagian Wilayah gempa Indonesia

Terlihat pada peta bahwa Yogyakarta sebagai lokasi di mana gedung akan didirikan terletak pada wilayah gempa 3.

Sebagaimana telah disebutkan di muka bahwa koefisien gempa dipengaruhi oleh waktu getar alami struktur. Adapun rumus waktu getar alami struktur adalah sebagai berikut:

1) untuk portal beton bertulang : $T = 0{,}06 \cdot H^{3/4}$

2) untuk portal baja : $T = 0{,}085 \cdot H^{3/4}$

3) untuk jenis struktur lain : $T = \dfrac{0{,}09 \cdot H^{3/4}}{\sqrt{B}}$

di mana H = tinggi bangunan ; B = lebar bangunan

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

Tujuan dipakainya nilai C dalam perhitungan gempa antara lain:

1) diharapkan agar struktur memiliki kekuatan dan kekakuan yang cukup untuk menahan gempa ukuran sedang sehingga frekuensi terjadinya kerusakan pada unsur-unsur primer dan sekunder adalah cukup rendah,
2) untuk memastikan bahwa masa pakai gedung agak tahan lama karena gedung diharapkan tidak akan segera runtuh setelah dilanda gempa yang amat kuat.

B. *Faktor Keutamaan Gedung (I).*

Faktor keutamaan gedung adalah faktor yang dipengaruhi oleh tingkat kepentingan gedung terhadap usaha penyelamatan setelah gempa terjadi, tingkat bahaya yang terjadi bila gedung runtuh atau dari nilai monumental suatu gedung. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Faktor keutamaan gedung

JENIS GEDUNG	FAKTOR KEUTAMAAN (I)
(a) Gedung-gedung monumental	1,5
(b) fasilitas-failitas penting yang harus tetap berfungsi sesudah gempa terjadi, a.l : Rumah sakit, Bangunan sekolah, Bangunan gudang pangan, Pusat penyelamatan darurat, Pusat pembangkit tenaga, Bangunan air minum	1,5

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

JENIS GEDUNG	FAKTOR KEUTAMAAN (I)
Fasilitas radio dan televisi	1,5
Tempat orang kumpul	
(c) fasilitas distribusi bahan gas dan minyak bumi didaerah perkotaan	2,0
(d) Gedung-gedung yang menyimpan bahan-bahan berbahaya	2,0
(e) Gedung-gedung lain	1,0

C. Faktor Jenis Konstruksi

Faktor jenis konstruksi adalah faktor yang dipengaruhi oleh tingkat keliatan bahan konstruksi. Apabila ada 2 jenis bahan konstruksi pada suatu bangunan maka nilai K yang diambil adalah yang lebih dominan meskipun kombinasi bahan konstruksi yang berbeda tersebut harus tetap ditinjau. Untuk mengetahui nilai-nilai jenis konstruksi dapat dilihat pada tabel 2.2. berikut:

Tabel 2.2. Faktor Jenis Konstruksi

Jenis struktur	Bahan bangunan dari unsur pemencar energi gempa	Faktor jenis struktur (K)
Portal daktail	Beton bertulang	1,0
	Beton pratekan	1,4
	B a j a	1,0
	K a y u	1,7
Dinding geser berangkai daktail	Beton bertulang	1,0
Dinding geser kantilever daktail	Beton bertulang	1,2
	Tembok berongga bertulang	2,5
	K a y u	2,0

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK YOGYAKARTA

Jenis struktur	Bahan bangunan dari unsur pemencar energi gempa	Faktor jenis struktur (K)
Dinding geser kantilever dg. daktilitas terbatas	Beton bertulang	1,5
	Tembok berongga bertulang	3,0
	K a y u	2,5
Portal dg. ikatan diagonal	Beton bertulang	2,5
	B a j a	2,5
	K a y u	3,0
Struktur kantilever tak bertingkat	Beton bertulang	2,5
	B a j a	2,5
Cerobong, tanki	Beton bertulang	3,0
	B a j a	3,0

D. Kombinasi Beban (Wt)

Kombinasi beban dalam perhitungan gempa adalah kombinasi pembebanan oleh beban mati dan beban hidup yang telah direduksi, yang berada di atas titik penjepitan lateral.

Kemudian beban geser akibat gempa (V) yang telah diketahui harus dibagikan sepanjang tinggi gedung menjadi beban-beban horizontal terpusat dengan rumus:

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

di mana:

F_i = beban gempa horizontal pada taraf i
h_i = tinggi bangunan pada taraf i
V = beban geser akibat gempa

[6]DPU, ibid. hal. 17

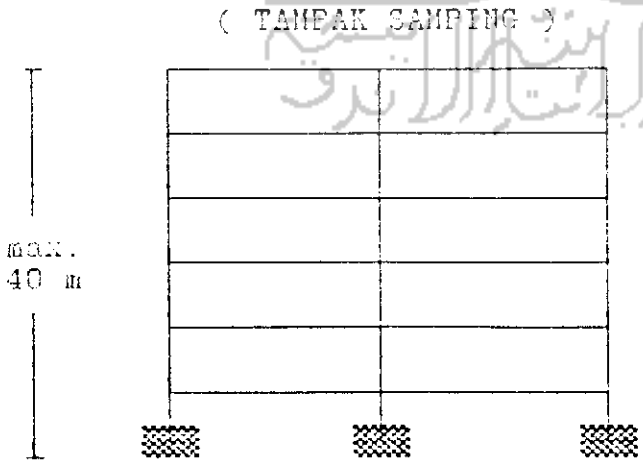
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

W_i = beban vertikal pada taraf i
d_i = simpangan horizontal pada taraf i

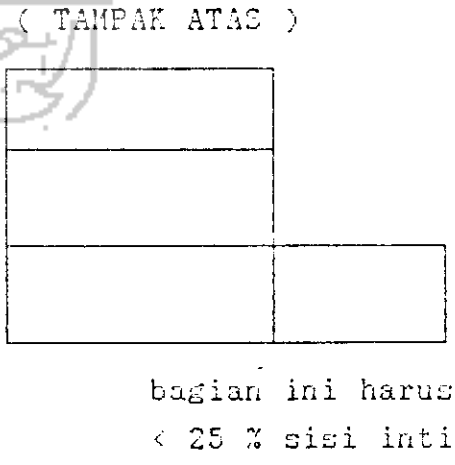
Analisa beban statis ekivalen ini dapat dipakai apabila gedung memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1) tinggi gedung tidak lebih dari 40 meter,
2) denah gedung tidak menunjukkan adanya tonjolan yang lebih besar dari 25 % dari ukuran sisi terbesar bagian inti,
3) bagian gedung yang menjulang tidak kurang dari 75 % dari ukuran bagian gedung yang ada di bawah
4) perbandingan antara berat lantai dan kekakuannya pada suatu tingkat tidak berselisih lebih dari 25 % terhadap nilai rata-rata nilai banding tersebut pada seluruh tingkat.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.3, 2.4 dan 2.5 berikut ini:

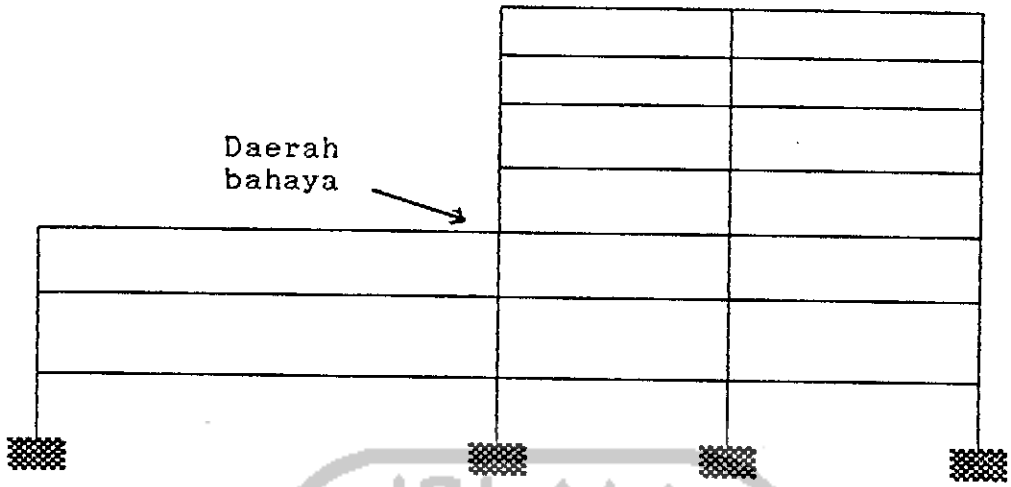


Gambar 2.3. Ketinggian maksimum bangunan



Gambar 2.4. Denah penonjolan bangunan

> 75 %



Gambar 2.5. Penjulangan gedung

2.1.1.2. Analisa beban dinamis

Analisa beban dinamis adalah analisa pembagian gaya geser tingkat akibat gerakan tanah oleh gempa dan dapat dilakukan dengan cara analisa ragam spektrum respons ataupun dengan cara analisa respons riwayat waktu. Sesuai dengan pembatasan masalah dalam tugas akhir ini maka analisa beban dinamis tidak dibahas.

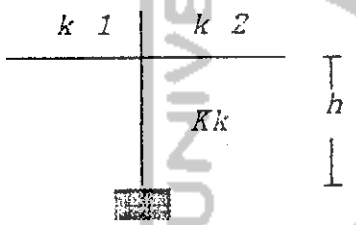
2.1.2. Parameter kekakuan

Penyebaran gaya lateral kepada struktur vertikal bangunan sepenuhnya dilakukan oleh diafragma lantai. Syarat agar supaya lantai dapat menyebarkan gaya lateral adalah bahwa lantai bangunan harus mempunyai kekakuan yang besar. Hal tersebut dapat dicapai dengan membuat ketebalan lantai yang cukup dan menghindari adanya lobang besar pada lantai. Untuk lantai bangunan yang luas maka ketebalan lantai dapat dikurangi.

Kekakuan pada pelat lantai tersebut harus disertai dengan kekakuan pada dinding gesernya karena semakin besar nilai kekakuan struktur maka semakin besar pula gaya geser yang bekerja pada elemen tersebut.Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dinding geser yang mempunyai kekakuan besar akan dapat memikul gaya yang lebih besar daripada gaya dalam elemen kolom sehingga sering pengaruh elemen kolom dalam menahan gaya gempa diabaikan.

Dari uraian parameter kekakuan di atas, dapat dimengerti bahwa dinding geser akan berfungsi maksimal apabila menjepit diafragma lantai yang memiliki kekakuan besar. Adapun rumus-rumus kekakuan struktur adalah sebagai berikut:

1) rumus umum kekakuan balok dan kolom

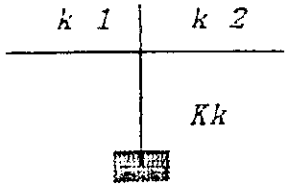


$$K\,bi = \frac{I\,bi}{l\,bi}$$ (kekakuan balok)

$$K\,ki = \frac{I\,ki}{hi}$$ (kekakuan *kolom*)

di mana $I\,bi$ = Inertia balok
$I\,ki$ = Inertia kolom
$l\,bi$ = panjang balok
hi = tinggi kolom

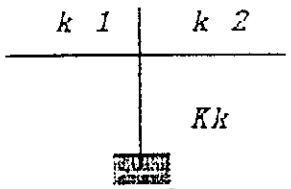
2) rumus kekakuan relatif kolom ($\bar{k}$) :



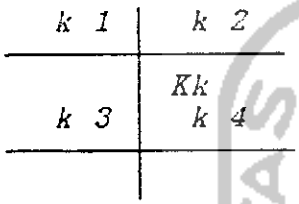
$$\bar{k} = \frac{\Sigma\,ki}{2\,Kki}$$

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK YOGYAKARTA

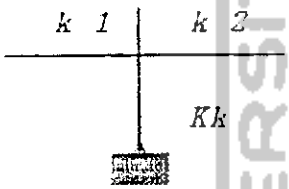
Dari kekakuan relatif tersebut akan didapat nilai 3 jenis koefisien *a* yang besarnya tergantung pada keadaan ujung-ujung perletakan kolomnya, yaitu:



$$a = \frac{0{,}5 + \bar{k}}{2\ Kk}$$ (sendi-jepit)



$$a = \frac{\bar{k}}{2\ Kk}$$ (umum)



$$a = \frac{0{,}5\ \bar{k}}{1 + 2\ \bar{k}}$$ (sendi)

3) Rumus kekakuan gabungan kolom struktur :

$$K = (\Sigma\ a_{ni}\ .\ Kk_{ni}).\ 0{,}75\ .\ E\ .\ \frac{12}{h^2}$$

(untuk kolom yang ukuran lebar & tingginya tidak sama)

$$K = (\Sigma\ a_{ni}\ .\ Kk\ ).\ 0{,}75\ .\ E\ .\ \frac{12}{h^2}$$

(untuk kolom yang ukuran lebar & tingginya sama)

4) rumus kekakuan dinding geser dianggap sama dengan kekakuan kolom yaitu:

$$Kk = \frac{I_{\text{dinding geser}}}{h_{\text{dinding geser}}}$$

Adapun hubungan nilai $\bar{k}$ dan a dapat dilihat pada tabel berikut:

[8]

Tabel 2.3. Variasi nilai $\bar{k}$ dan a

$\bar{k}$	Tingkat secara umum $a = \frac{\bar{k}}{2 + k}$	Perletakan kolom terjepit $a = \frac{0,5 + \bar{k}}{2 + k}$	Perletakan kolom berupa sendi $a = \frac{0,5.\bar{k}}{2 + k}$
0,1	0,05	0,29	0,042
0,2	0,09	0,32	0,071
0,3	0,13	0,35	0,094
0,4	0,17	0,38	0,11
0,5	0,20	0,40	0,13
0,6	0,23	0,42	0,14
0,7	0,26	0,44	0,15
0,8	0,29	0,46	0,15
0,9	0,31	0,48	0,16
1,0	0,33	0,50	0,17
1,2	0,37	0,53	0,18
1,4	0,41	0,56	0,18
1,6	0,44	0,58	0,19
1,8	0,47	0,61	0,20
2,0	0,50	0,63	0,20
3,0	0,60	0,70	0,21
4,0	0,67	0,75	0,22
5,0	0,71	0,79	0,23
10,0	0,83	0,88	0,24
20,0	0,91	0,93	0,24
30,0	0,94	0,95	0,25
40,0	0,95	0,94	0,25
	1,00	1,00	0,25

2.1.3. Deformasi akibat gempa

Selama gempa berlangsung, bangunan akan mengalami gerakan vertikal dan horizontal sehingga gaya inertia akan terjadi di titik-titik pada pusat massa

[8]Seminar Bangunan Tahan Gempa Indonesia, 1989.

struktur. Keruntuhan gedung lebih banyak diakibatkan oleh beban horizontal daripada vertikal. Keruntuhan atau kegagalan struktur tersebut biasanya ditandai dengan terjadinya deformasi struktur yang besar.

Pada prinsipnya deformasi yang terjadi akibat beban gempa pada dinding geser merupakan kombinasi dari deformasi akibat geser, deformasi akibat lentur dan deformasi akibat fleksibelitas tanah. Di antara ketiga jenis deformasi ini, deformasi akibat lentur dan rotasi pondasi merupakan yang terbesar pada gedung bertingkat banyak.[9]

Deformasi yang diijinkan untuk suatu gedung berpedoman pada hasil seminar Perencanaan Bangunan Gedung Tahan Gempa yaitu :[10]

$$\delta i = \frac{Q}{K}$$

dengan batas lendutan adalah:

$\delta i \leq$ 0,005 tinggi tingkat atau

$\delta i \leq$ 2 cm (tiap tingkat)

2.1.4. Anggapan terhadap dinding geser

Dalam menganalisa dinding geser dapat dilakukan

[9]Muto, ibid. hal. 153

[10]Seminar Perencanaan Gedung Tahan Gempa , 1993, Bab 7, hal. 8

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK

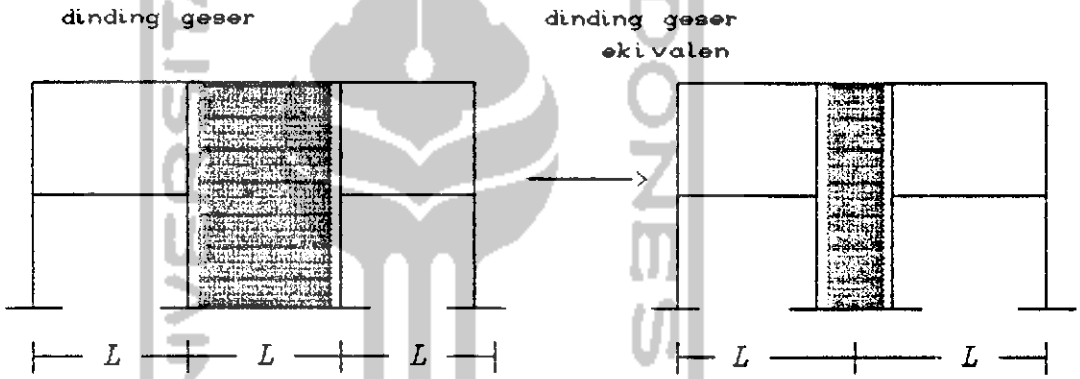
2 anggapan terhadap dinding geser yaitu :

1) dinding geser dianggap sebagai kolom,

2) dinding geser dianggap sebagai "equivalent bracings".

2.1.4.1. Dinding geser sebagai kolom

Apabila dinding geser dianggap sebagai kolom maka panjang balok yang berhubungan dengan dinding geser dianggap tetap yaitu dihitung dari tepi luar dinding geser sampai dengan as kolom. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.6. berikut ini:



Gambar 2.6. Dinding geser sebagai kolom

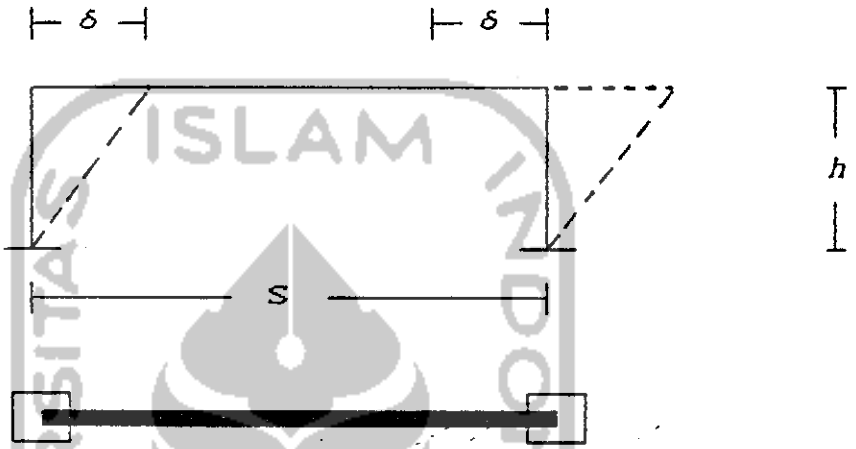
Pada analisa struktur portal, dinding geser tersebut dianggap sebagai kolom dengan inertia dinding geser yang sebenarnya. Sedangkan elemen-elemen balok dan kolom lainnya tetap diperhitungkan sebagaimana balok dan kolom pada umumnya.

2.1.4.2. Dinding geser sebagai "equivalent bracings"

Dengan menganggap dinding geser sebagai

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

"equivalent bracings" maka deformasi akibat geser ("shear deformation") dari dinding geser diekivalensikan dengan perubahan panjang dari "diagonal bracing"nya sedemikian sehingga memberikan simpangan (δ) yang sama pada sisi kiri dan kanan portal. Penjelasannya dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. Gaya yang bekerja pada portal terbuka

Tegangan yang bekerja : $\tau = \frac{Q}{A}$

di mana τ = tegangan geser
Q = gaya geser
A = luas penampang dinding geser

sehingga dapat diketahui bahwa luasan dinding geser akan mempengaruhi besarnya tegangan geser yang terjadi. Sedangkan regangan geser yang disimbulkan dengan (γ) adalah simpangan horizontal dibanding tinggi dinding.

$$\gamma = \frac{\delta}{h}$$

Sedangkan τ memiliki rumus yang lain yaitu:

$$\tau = G \cdot \gamma$$

sehingga $$\frac{G \cdot \delta}{h} = \frac{Q}{A}$$

Dalam hal ini A = t . s, sehingga rumusnya menjadi :

$$\frac{k \cdot Q}{t \cdot S} = \frac{G \cdot \delta}{h}$$

Sehingga besar simpangan horizontal yang terjadi:

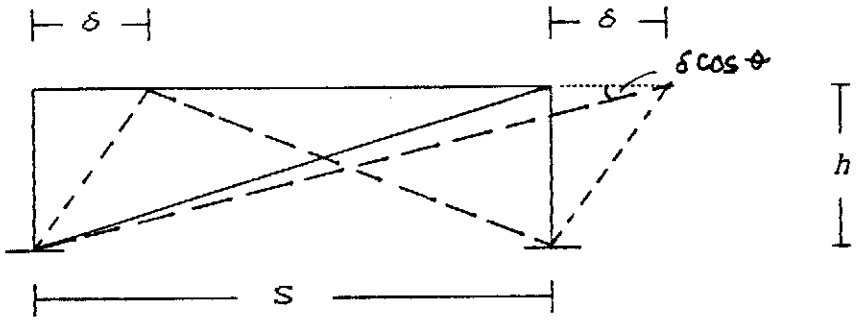
$$\delta = \frac{k \cdot Q}{t \cdot S} \cdot \frac{h}{G} \qquad \ldots\ldots\ldots (1)$$

di mana
τ = tegangan geser
G = modulus geser
k = koefisien deformasi geser (1,0 - 1,2)
δ = simpangan horizontal
γ = regangan geser
Q = gaya geser
h = tinggi dinding geser
t = tebal dinding geser
S = lebar dinding geser

Dari rumus di atas dapat diketahui bahwa semakin besar luasan dinding geser (A = t . S), maka simpangan horizontal yang terjadi akan mengecil.

Apabila ada gaya geser yang bekerja pada suatu portal yang memiliki "diagonal bracing" maka mekanisme gaya tersebut bekerja sebagai berikut:

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK



Gambar 2.8. Gaya horizontal pada portal dengan "diagonal bracing"

Gaya batang yang terjadi pada "diagonal bracing" tersebut adalah :

$$2 \cdot T \cdot \cos \theta = Q$$

maka $$T = \frac{Q}{2 \cdot \cos \theta}$$

Sesuai dengan hukum Hooke yaitu $\sigma = E \cdot \varepsilon$

maka $$\frac{T}{A_b} = E \cdot \frac{\delta \cdot \cos \theta}{l}$$

$$\frac{Q}{A_b \cdot 2 \cos \theta} = E \cdot \frac{\delta \cdot \cos \theta}{l}$$

sehingga $$\boxed{\delta = \frac{Q \cdot l}{2 \cos^2 \theta \cdot A_b \cdot E}} \quad \ldots (2)$$

di mana
E = modulus elastis bahan
ε = regangan
l = panjang diagonal bracing
δ = simpangan horizontal
θ = sudut kemiringan "diagonmal bracing"
A_b = luas tampang "equivalent bracing"

Dari persamaan (1) dan (2) didapat:

$$\frac{k \cdot Q}{t \cdot S} \cdot \frac{h}{\sigma} = \frac{Q \cdot I}{2 \cos^2 \theta \cdot Ab \cdot E}$$

$$\text{maka} \quad Ab = \frac{\sigma}{E} \cdot \frac{t \cdot S}{k \cdot h} \cdot \frac{I}{2 \cos^2 \theta}$$

Selain defleksi akibat geser tersebut, terdapat pula defleksi akibat lentur ("bending deflection"). Deformasi akibat lentur pada dinding geser dianggap serupa dengan perpanjangan dan perpendekan dari kolom-kolom ekivalennya. Sedangkan besar momen inertia dari kolom-kolom ekivalen tersebut sama dengan besar momen inertia dari dinding gesernya. Adapun besar momen inertia dinding geser termasuk kolom portal yang menempel padanya adalah sebagai berikut:

$$Iv = 2 \cdot Aco \cdot \left(\frac{S}{2}\right)^2 + 1/12 \cdot t \cdot S^3 \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$

di mana Aco = luas tampang kolom
S = lebar dinding geser
t = tebal dinding geser

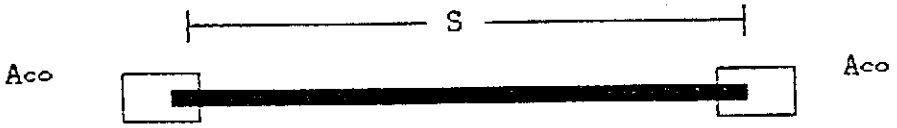
Sedangkan momen inertia dari kolom ekivalen adalah:

$$Iv = 2 \cdot Ac \cdot \left(\frac{S}{2}\right)^2 \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

dari persamaan (3) dan (4) akan didapat:

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

$$Ac = Aco + \frac{t \cdot S}{\delta}$$



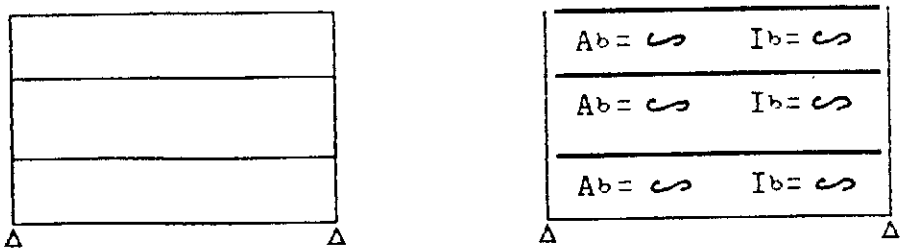
Gabungan dinding geser dengan kolom tersebut dihitung dengan anggapan dinding geser sebagai kolom ekivalen, sehingga gambarnya akan berubah menjadi berikut:



Gambar 2.9. anggapan dinding geser sebagai kolom ekivalen

Disamping kolom yang dianggap ekivalen, demikian pula balok portal dianggap sebagai balok ekivalen. Balok-balok tersebut didukung oleh pelat lantai dianggap tidak mengalami deformasi sehingga besar momen inertia dan luas tampang balok ekivalen dapat diambil tak berhingga atau sangat besar.

Gambaran balok portal yang dianggap sebagai balok ekivalen tersebut adalah sebagai berikut:

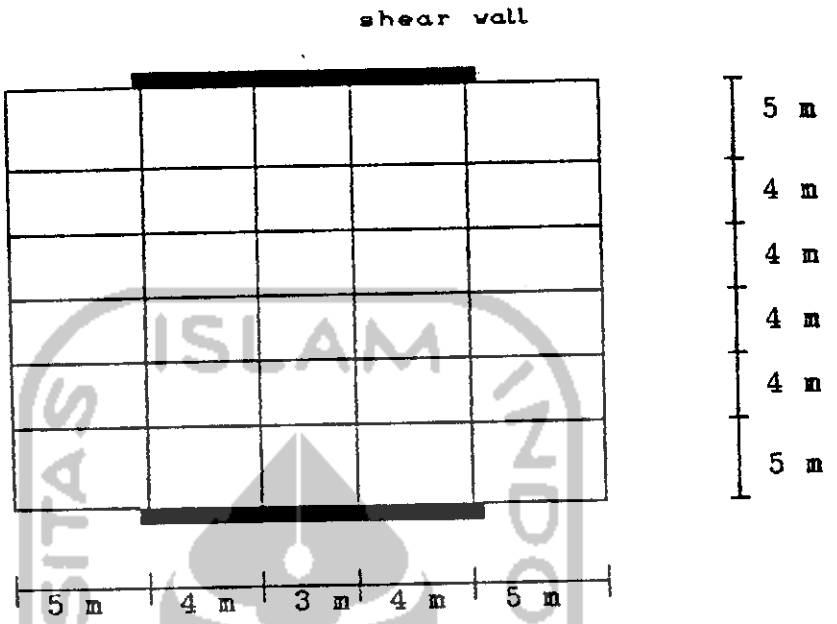


Gambar 2.10. Balok Ekivalen

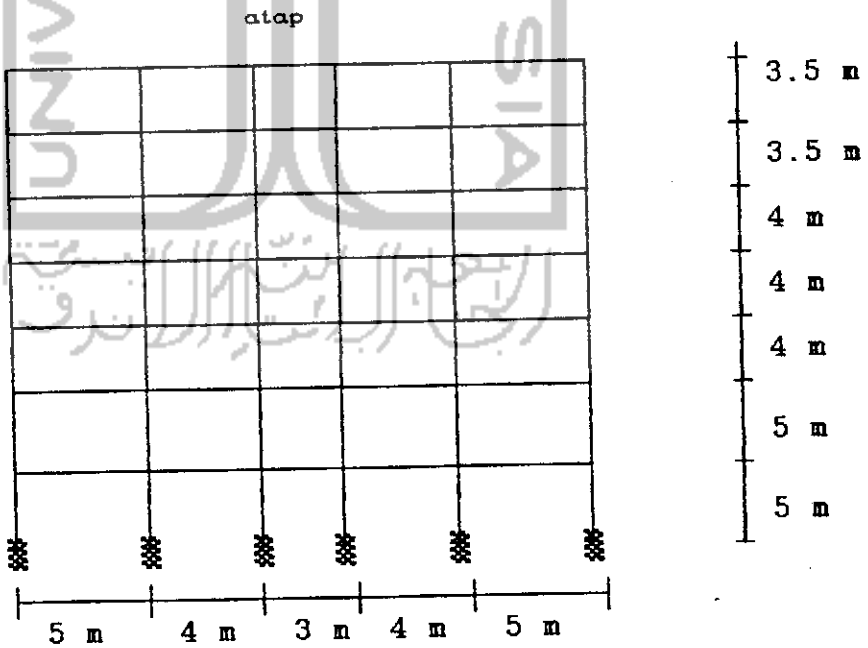
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK

BAB 3

SIMULASI PERHITUNGAN



Gambar 3.1. Bangunan tampak atas



Gambar 3.2. Bangunan tampak samping

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK
YOGYAKARTA

Dalam tugas akhir ini simulasi perhitungan dilakukan dalam 4 macam kondisi yang berbeda yaitu:

I. Analisa struktur portal beton bertulang tanpa dinding geser dengan ukuran balok dan kolom = 30/70 dan 60/60 cm.

II. Analisa struktur portal beton bertulang dengan dinding geser yang dinding gesernya menerus dari lantai 1 sampai dengan lantai 7 dengan ukuran balok dan kolom sama dengan ukuran balok dan kolom kondisi 1 yaitu 30/70 dan 60/60 cm.

III. Analisa struktur portal beton bertulang dengan dinding geser yang dinding gesernya menerus dari lantai 1 sampai dengan lantai 4 dengan ukuran balok dan kolom = 30/60 dan 50/50 cm.

IV. Analisa struktur portal beton bertulang dengan dinding geser yang dinding gesernya menerus dari lantai 1 sampai dengan lantai 7 dengan ukuran balok dan kolom = 25/35 dan 40/40 cm.

Adapun cara perhitungannya dilakukan dengan cara manual dan dengan program komputer Framex-1.

3.1. Analisa portal tanpa dinding geser (kondisi 1).

Ketentuan :

1. Berat lantai : W1 = 350 ton ; W2 = W3 = W4 = 300 ton
   W5 = W6 = 250 ton ; W7 = 125 ton
2. Tebal dinding geser : t1 = t2 = t3 = t4 = 20 cm
   t5 = t6 = t7 = 15 cm
3. Ukuran portal : - balok ke semua arah = 30/70 cm
   - kolom 60/60 cm

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK YOGYAKARTA

4. Letak bangunan : di Yogyakarta (wilayah gempa 3)

Penyelesaian :

Pertama kali mencari gaya gempa dengan rumus :

$$V = C.I.K.W_t$$

di mana :

$W_t = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + W_7 = 1875$ ton

Faktor keutamaan gedung untuk kantor, I = 1,0

Faktor jenis konstruksi (portal beton bertulang), K = 1,0

Koefisien gempa dasar (wilayah 3), C = 0,07

maka gaya gempa pada dasar struktur adalah sebagai berikut:

$$V = 0,07.\ 1,0.\ 1,0.\ 1875 = 131,25 \text{ ton}$$

Dari konstruksi tergambar, ratio tinggi dan lebar bangunan sebagai sistim penahan gaya horizontal didapat:

H/b = 29/21 = 1,38 < 3 berarti gaya horizontal (V) harus didistribusikan ke seluruh lantai.

Perhitungan distribusi gaya horizontal tiap lantai dilakukan dengan cara Muto memakai rumus :

$$F_i = \frac{W_i . h_i}{\Sigma W_i . h_i} V \quad (kg)$$

Kemudian hasil perhitungan distribusi gaya horizontal pada tiap lantai tersebut disusun dalam tabel 3.1. berikut ini:

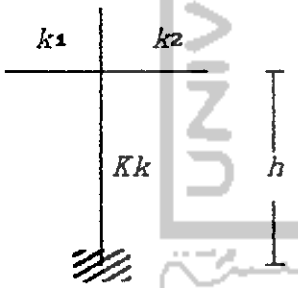
Tabel 3.1. Hitungan distribusi gaya geser

Lantai	Wi (kg)	hi (m)	Wi.hi (kgm)	Fi (kg)
7	125.000	29	3.625.000	16.435
6	250.000	25,5	6.375.000	28.902
5	250.000	22	5.500.000	24.935
4	250.000	18	4.500.000	20.402
3	300.000	14	4.200.000	19.041
2	300.000	10	3.000.000	13.601
1	350.000	5	1.750.000	7.934

Σ Wi.hi = 28.950.000 Σ Fi = 131.250 kg

Selanjutnya mencari kekakuan (k) tiap kolom di mana ada dua macam kondisi perletakan kolom yaitu sendi - jepit dan sendi-sendi.

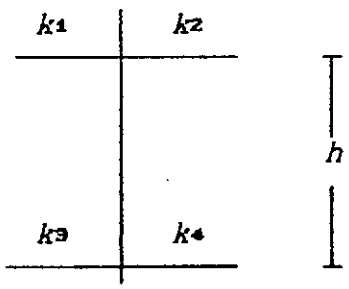
Keadaan pertama : sendi - jepit



$$\bar{k} = \frac{k_1 + k_2}{2\,Kk}$$

$$a = \frac{0{,}5 + \bar{k}}{2 + \bar{k}}$$

Keadaan kedua : sendi - sendi



$$\bar{k} = \frac{k_1 + k_2 + k_3 + k_4}{2\,Kk}$$

$$a = \frac{\bar{k}}{2 + \bar{k}}$$

di mana : $k_i = \frac{I_i}{lb_i}$ ——→ lb_i = panjang balok

$Kk_i = \frac{I\ k_i}{h_i}$ ——→ h_i = tinggi kolom

$k_1 + k_2$ = daya tahan balok atas

$k_3 + k_4$ = daya tahan kolom bawah

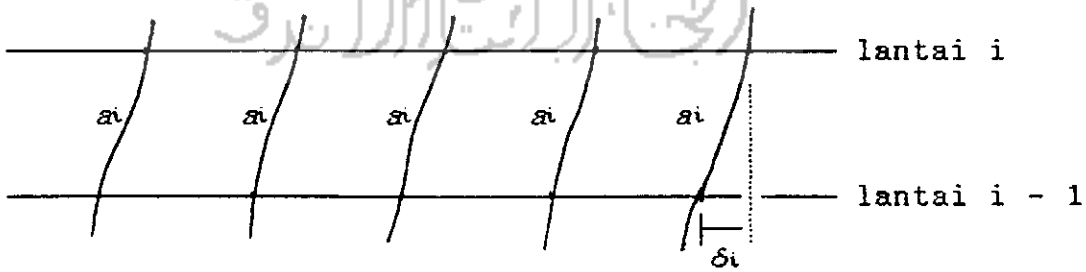
a = koefisien yang besarnya tergantung pada keadaan ujung-ujung perletakan portal.

Dengan memakai rumus di atas berikutnya dapat dicari harga $\bar{k}$ dan a sebagaimana tertera dalam tabel 3.2. berikut ini:

Tabel 3.2. Harga $\bar{k}$ dan a untuk portal tanpa dinding geser (ukuran balok dan kolom = 30/70 dan 60/60 cm)

Lantai	$\bar{k}$			a			Kekakuan (K)/ cm^3	
	kol.1	kol.2	kol.3	kol.1	kol.2	kol.3	D.Geser	Kolom
1	0,40	0,90	1,158	0,375	0,50	0,52	--	2160
2	0,80	1,80	2,320	0,280	0,50	0,54	--	2160
3=4=5	0,64	1,43	1,85	0,250	0,42	0,48	--	2700
6=7	0,56	1,25	1,62	0,22	0,38	0,45	--	3086

selanjutnya lendutan/defleksi horizontal lantai i terhadap lantai dibawahnya adalah sebagai berikut :



$\delta_i = \frac{Q}{k}$ dimana Q = jumlah beban horizontal pada lantai i dan lantai di atasnya

Kemudian mencari nilai kekakuan kolom-kolom dengan rumus:

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK

- kolom dengan ukuran lebar dan tinggi sama (L=B):

$$K = (\Sigma a_i).0,75.\ E\ .\ \frac{12.\ Kk}{h^2} \qquad (kg/cm)$$

- kolom dengan ukuran lebar tinggi tidak sama :

$$K = (\Sigma\ a_{mi}.\ Kk_{mi}\ ).\ 0,75.\ E\ .\frac{12.\ Kk}{h^2} \qquad (kg/cm)$$

Pada kondisi 1 ini, kolom yang ditinjau mempunyai ukuran lebar dan tinggi yang sama yaitu 60 cm dan 60 cm. Harga elastisitas bahan beton : $E = 2,1.\ 10^5\ kg/cm^2$

Maka defleksi horizontal lantai i terhadap lantai dibawahnya dapat dicari sebagai berikut:

$\Sigma\ a$ lantai 1 = (0,375 + 0,50 + 0,52) 14 = 19,53

$\Sigma\ a$ lantai 2 = (0,28 + 0,50 + 0,54). 14 = 18,48

$\Sigma\ a$ lantai 3 = 4 = 5 = (0,24 + 0,42 + 0,48). 14 = 15,96

$\Sigma\ a$ lantai 6 = 7 = (o,22 + 0,38 + 0,45). 14 = 14,70

Setelah diketahui nilai K dan a maka dapat dicari defleksi horizontal sebagaimana tersusun dalam tabel 3.3. berikut ini:

Tabel 3.3. Defleksi horizontal pada portal terbuka

lantai	$\Sigma\ a$	$\Sigma\ a.\ Kk$ (cm^3)	$0,75E.12/h^2$ kg/cm^4	K (kg/cm)	Q (kg)	δ_i (cm)	d_i (cm))
7	14,70	45364,20	15,43	699969,61	16435	0,0233	1,436
6	14,70	45364,20	15,43	699969,61	45337	0,0655	1,416
5	15,96	43092,00	11,81	508916,52	70272	0,1388	1,351
4	15,96	43092,00	11,81	508916,52	90674	0,1788	1,213
3	15,96	43092,00	11,81	508916,52	109715	0,2155	1,035
2	18,48	39916,80	7,56	301771,01	123316	0,4099	0,820
1	19,53	42184,80	7,56	318917,09	131250	0,4111	0,411

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

$Q = F_i$

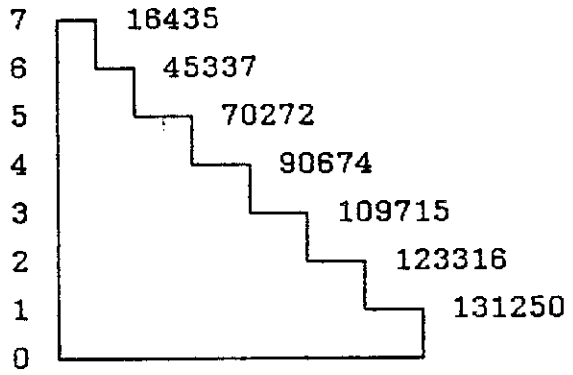
$Q7 = F7$

$Q6 = F6 + F7$

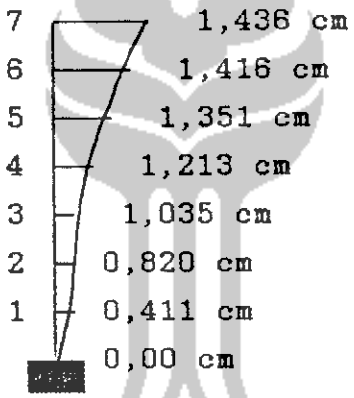
$Q5 = F5 + F6 + F7$

dan seterusnya hingga

$d_i = d_i - 1 + \delta_i$



Gambar 3.3. Diagram gaya geser yang ditahan oleh portal tanpa dinding geser



Gambar 3.4. Diagram defleksi horizontal δ i (cm)

Waktu getar alami untuk portal beton tanpa dinding geser :

$$T = 0{,}06 . H^{3/4} = 0{,}06 . 29^{3/4} = 0{,}75 \text{ detik}$$

Waktu getar struktur (Tn) :

$$Tn = 6{,}3 \sqrt{\frac{\Sigma\, Wi . d^2}{g\, \Sigma\, Fi . d}} \geq 0{,}81\, T$$

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

Tabel 3.4. Hitungan distribusi gaya geser

Lantai	Wi (kg)	di (cm)	$Wi.di^2$ ($kgcm^2$)	Fi (kg)	$Fi.di$
7	125.000	1,436	257.762	16.435	23.601
6	250.000	1,416	501.264	28.902	40.925
5	250.000	1,351	456.300,25	24.935	33.687
4	250.000	1,213	367.842,25	20.402	24.748
3	300.000	1,035	321.367,50	19.041	19.707
2	300.000	0,820	301.720	13.601	11.153
1	350.000	0,411	59122,35	7.934	3.261

$\Sigma Wi.\ di^2 = 2.165.378,35\ kgcm^2$ $\Sigma Fi.di = 157082\ kgcm$

$$Tn = 6,3\sqrt{\frac{2.165.378,35}{980.\ 157,082}} = 0,75 \geq 0,81.\ 075 = 0,60\ det.$$

3.2. Analisa portal dengan dinding-geser.

Pertama kali mencari berat dinding-geser pada masing-masing lantai-tingkat:

Data : bj. beton = 2,4 ton/m^3

h7 = h6 = 3,5 m t7 = t6 = t5 = 15 cm

h5 = h4 = h3 = 4 m

h2 = h1 = 5 m t4 = t3 = t2 = t1 = 20 cm

q7 = 0,15. 3,5. 22. 2,4 = 27,72 ton

q6 = 27,72 + 27,72 =55,44 ton

q5 = (0,15. 4 . 22. 2,4) + 55,44 = 87,12 ton

q4 = (0,20. 4 . 22. 2,4) + 87,12 = 129,36 ton

q3 = (0,20. 4 . 22. 2,4) + 129,36 = 171,60 ton

q2 = (0,20. 5 . 22. 2,4) + 171,60 = 224,40 ton

q1 = (0,20. 5 . 22. 2,4) + 224,40 = 227,20 ton

sehingga berat total masing-masing lantai setelah ditambah dengan berat sendiri portal adalah:

W7 = 125 + 27,72 = 153 ton

W6 = 250 + 55,44 = 306 ton

W5 = 250 + 87,12 = 337 ton

W4 = 300 + 129,36 = 430 ton

W3 = 300 + 171,60 = 472 ton

W2 = 300 + 224,40 = 525 ton

W1 = 350 + 277,20 = 628 ton

Wt = 2,851 ton

Gaya geser gempa pada dasar struktur adalah:

$V = Cd.\ Wt$ ——————> $Cd = C.\ I.\ K$

di mana C = 0,07 ; I = 1,0 ; K = 1,0

maka V = 0,07. 1,0. 1,0. 2.851 = 199,57 200 ton

Ratio tinggi dan lebar bangunan sebagai sistim penahan gaya horizontal dengan tinggi bangunan (H) = 29 m dan lebar bangunan (B) = 11 m adalah:

H/B = 29/11 = 2,64 < 3 , berarti gaya geser (V) harus didistribusikan kepada seluruh lantai.

Selanjutnya dicari distribusi beban horizontal tiap lantai

dengan rumus : $Fi = \dfrac{Wi.\ hi}{\Sigma\ Wi.\ hi}$

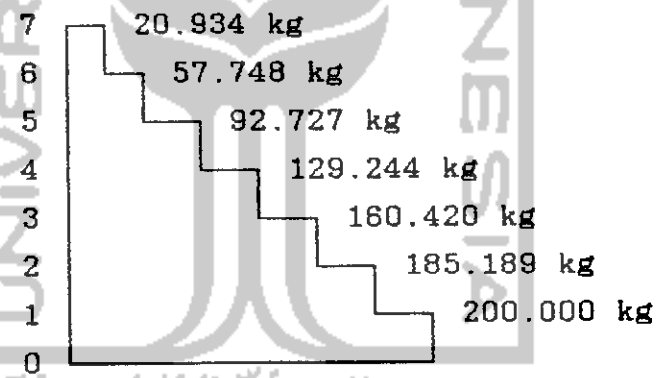
★ PERPUSTAKAAN ★ FAKULTAS TEKNIK

Tabel 3.5. Hitungan distribusi gaya geser

Lantai	Wi (kg)	hi (m)	Wi.hi(kgm)	Fi (kg)	Q (kg)
7	153.000	29	4.437.000	20.934	20.934
6	306.000	25,5	7.803.000	36.814	57.748
5	337.000	22	7.414.000	34.979	92.727
4	430.000	18	7.740.000	36.517	129.244
3	472.000	14	6.608.000	31.176	160.420
2	525.000	10	5.250.000	24.769	185.189
1	628.000	5	3.140.000	14.814	200.000

Σ Wi.hi = 42.392.000 ΣFi= 200.000 kg

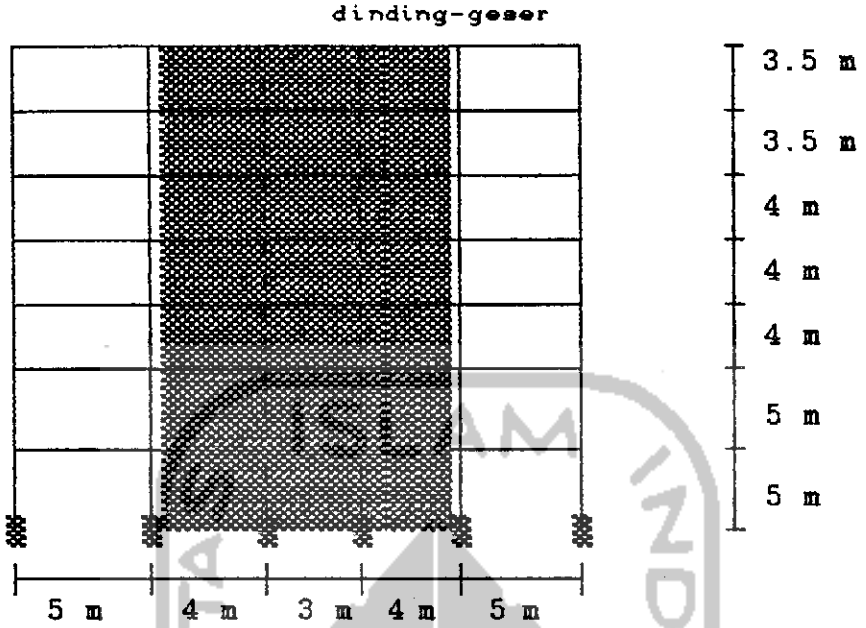
Dari perhitungan distribusi gaya geser di atas, distribusi gaya geser dapat digambarkan sebagai berikut :



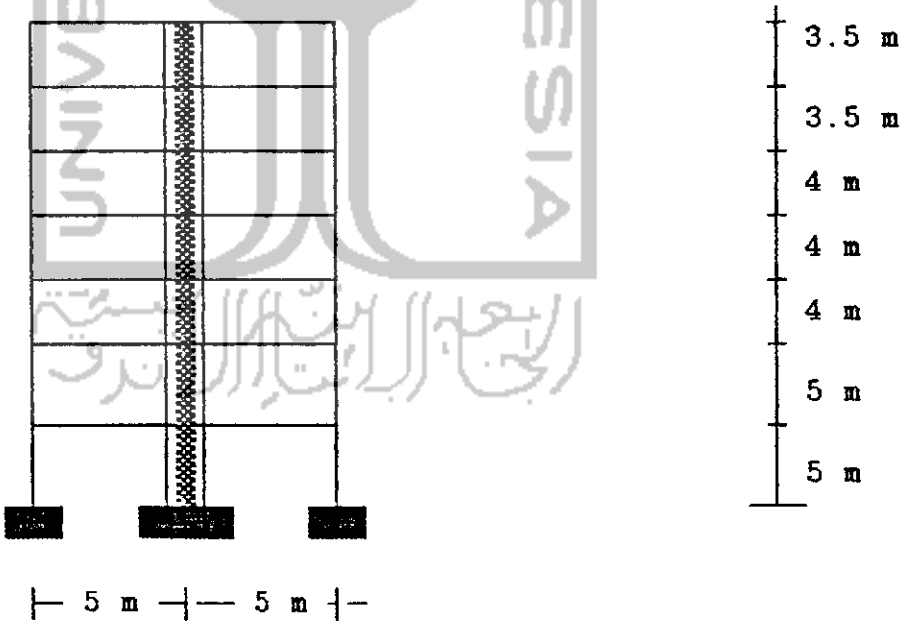
Gambar 3.5. Diagram gaya geser portal dengan dinding geser (Q)

Untuk mencari nilai kekakuan dinding-geser, dinding-geser dianggap sebagai kolom biasa akan tetapi Inertianya adalah inertia dinding-geser yang sebenarnya sehingga dari gambar 3.6. diekivalensikan menjadi gambar 3.7.

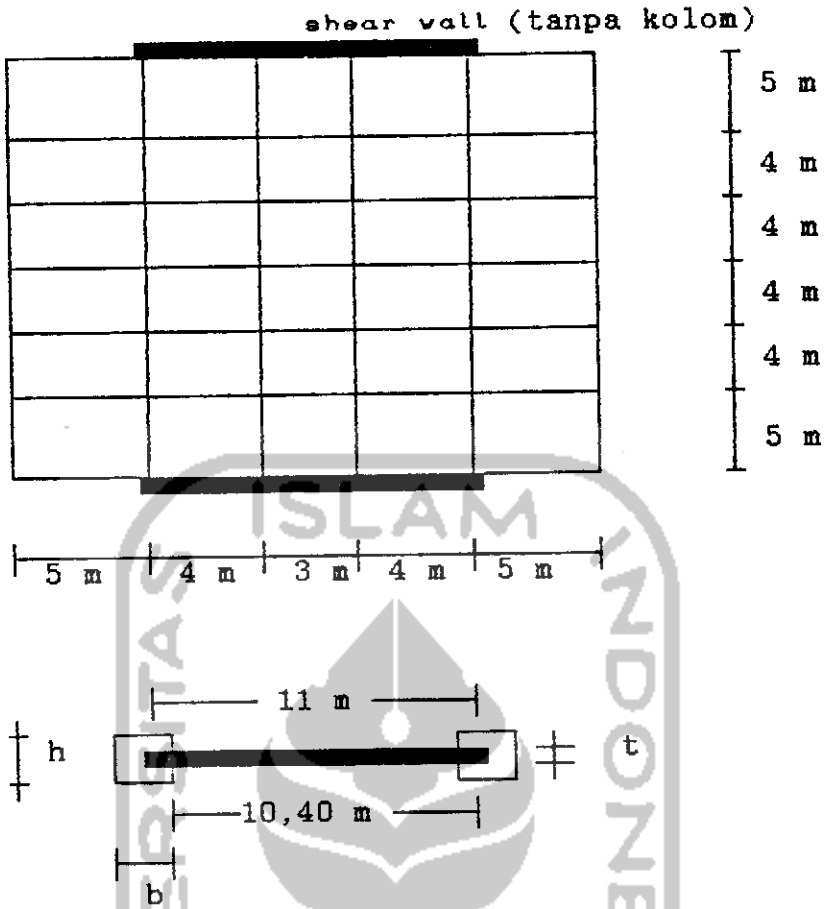
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA FAKULTAS TEKNIK PERPUSTAKAAN YOGYAKARTA



Gambar 3.6. Bangunan tampak samping dengan dinding-geser



Gambar 3.7. Portal dengan dinding-geser yang diidealisir



Gambar 3.8. Denah letak dinding-geser

Inertia dinding-geser:

Untuk t = 15 cm ⟶ $I = [(1/12.0,60.0,60^3+0,60.\ 0,60.5,50^3).2 + (1/12.\ 0,15.\ 10,40^3)]\ .1/2 =$

$17,9312\ m^4 = 1.793.120.000\ cm^4.$

Untuk t = 20 cm ⟶ $I = [(1/12.0,60.\ 0,60^3+0,60.0,60.5,50^3).2 + (1/12.\ 0,20.\ 10,40^3)].\ 1/2 =$

$20,2747\ m^4 = 2.027.747.000\ cm^4.$

Adapun kekakuan dinding-geser dihitung sebagaimana menghitung kekakuan kolom yaitu:

Untuk h = 350 cm, t = 15 cm $\longrightarrow$ $Kk = \frac{1.793,12 \times 10^6}{350} = 5.123.200\ cm^3$

Untuk h = 400 cm, t = 15 cm $\longrightarrow$ $Kk = \frac{1.793,12 \times 10^6}{400} = 4.482.800\ cm^3$

Untuk h = 400 cm, t = 20 cm $\longrightarrow$ $Kk = \frac{2.027,47 \times 10^6}{400} = 5.068.675\ cm^3$

Untuk h = 500 cm, t = 20 cm $\longrightarrow$ $Kk = \frac{2.027,47 \times 10^6}{500} = 4.054.940\ cm^3$

Maka kekakuan dinding-geser dapat dicari sebagai berikut:

Untuk t = 15 cm

h = 350 cm $\longrightarrow$ $Kk_1 = \frac{5.123.200}{10^3} = 5.123,20\ cm^3$

h = 400 cm $\longrightarrow$ $Kk_2 = \frac{4.482.800}{10^3} = 4.482,80\ cm^3$

Untuk t = 20 cm

h = 400 cm $\longrightarrow$ $Kk_3 = \frac{5.068.675}{10^3} = 5.068,675\ cm^3$

h = 500 cm $\longrightarrow$ $Kk_4 = \frac{4.054.940}{10^3} = 4.054,94\ cm^3$

Untuk mencari nilai $\overline{k}$ dan a dapat dilihat pada gambar 3.6. di mana terlihat bahwa kolom 1 memakai Kk portal tanpa dinding geser dan kolom 2 memakai Kk1 sampai dengan kk4. Hal ini disebabkan karena kekakuan dinding geser lebih besar daripada

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

kekakuan kolom 2 dan 3 pada gambar 3.7.

Selanjutnya harga $\bar{k}$ dan a yang telah didapat disusun dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 3.6. Harga $\bar{k}$ dan a untuk portal dengan dinding geser (ukuran balok dan kolom = 30/70 dan 60/60 cm)

lantai	$\bar{k}$				a				Kekakuan (K)	
	D.G.	kol.1	kol.2	kol.3	D.G.	kol.1	kol.2	kol.3	D.geser	Kolom
1	0,42	0,40	0,90	1,158	0,38	0,375	0,50	0,52	4054,94	2160
2	0,84	0,80	1,80	2,320	0,30	0,280	0,50	0,54	4054,94	2160
3=4	0,68	0,64	1,43	1,850	0,25	0,250	0,42	0,48	5068,67	2700
5	0,76	0,64	1,43	1,850	0,28	0,240	0,42	0,48	4482,80	2700
6=7	0,67	0,56	1,25	1,620	0,25	0,220	0,38	0,45	5123,20	3086

Pada kondisi 2 ini ukuran kolom 1 dan 2 berlainan (karena ada dinding geser) maka untuk mencari nilai K rumus yang dipakai adalah:

$$K = (\Sigma\, a_{ni} . Kk_{ni}) . 0,75 . E . \frac{12 . Kk}{h^2} \quad kg/cm.$$

Berikutnya mencari nilai $(\Sigma\, a_{ni} . Kk_{ni})$ dan hasilnya disusun dalam tabel 3.7. berikut ini:

Tabel 3.7. Perhitungan $\Sigma\, a_{ni}$ dan Kk_{ni}

lantai	$\Sigma\, a_{ni}$	Kk_{ni}
1	0,375. 14 = 5,25 (0,50 + 0,52).10 = 10,2 7 . 0,37 = 2,59	2160. 14 = 30240 2160. 10 = 21600 4054,94 . 7 = 28384,58
2	0,28 . 14 = 3,92 (0,28 + 0,50).10 = 7,80 7 . 0,28 = 1,96	2160. 14 = 30240 2160. 10 = 21600 4054,94 . 7 = 28384,58
3 = 4	0,24 . 14 = 3,36 (0,42 + 0,48).10 = 9,0 7 . 0,24 = 1,68	2700. 14 = 37800 2700. 10 = 27000 5068,675. 7 = 35480,72

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

lantai	Σ ani	Kk ni
5	0,24 . 14 = 3,36 (0,42 + 0,48).10 = 9,0 7 . 0,29 = 2,03	2700. 14 = 37800 2700. 10 = 27000 4482,80 . 7 = 31379,60
6 = 7	0,22 . 14 = 3,08 (0,38 + 0,45).10 = 8,3 7 . 0,26 = 1,82	3086. 14 = 43204 3086. 10 = 30860 5123,20 . 7 = 35862,40

Selanjutnya harga Σ ani dan Kkni yang telah didapat disusun dalam tabel 3.8. :

Tabel 3.8. Lanjutan perhitungan Σ ani . Kkni

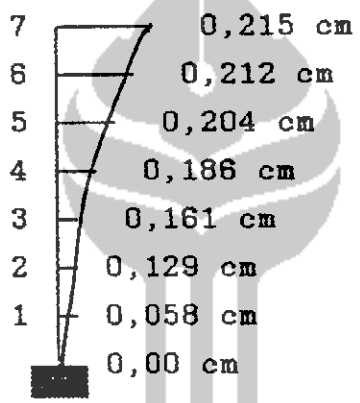
lantai	Σ ani	Kk ni	Σ ani . Kkni
1	5,25 10,20 2,59	30240 21600 28384,58	452596,06
2	3,92 7,80 1,96	30240 21600 28384,58	342654,58
3 = 4	3,36 9,0 1,68	37800 27000 35480,725	429615,62
5	3,36 9,0 2,03	37800 27000 31379,60	433708,60
6 = 7	3,08 8,30 1,82	43204 30860 35862,40	454475,90

Dari hasil perhitungan Σan. Kkni yang telah diperoleh diatas selanjutnya dapat dihitung defleksi yang terjadi pada tiap lantai sebagaimana tertera pada tabel 3.9. berikut ini:

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

Tabel 3.9. defleksi horizontal pada portal + dinding geser (pada kondisi 2)

lantai	Σam i . Kkm i	$0,75_2$ E $12/h^2$ kg/cm^4	K (kg/cm)	Q (kg)	δ i (cm)	d i (cm)
7	454475,90	15,43	7012563,14	20934	0,003	0,215
6	454475,90	15,43	7012563,14	57748	0,008	0,212
5	433708,60	11,81	5122098,57	92727	0,018	0,204
4	429615,62	11,81	5073760,47	129244	0,025	0,186
3	429615,62	11,81	5073760,47	160420	0,031	0,161
2	342654,58	7,56	2590468,62	185189	0,070	0,129
1	45259,065	7,56	3421626,21	200000	0,057	0,058



Gambar 3.9. Diagram defleksi horizontal δ i (cm)

Waktu getar alami untuk portal beton dengan dinding geser :

$$T = 0,06 . H^{3/4} = 0,06 . 29^{3/4} = 0,75 \text{ detik}$$

Waktu getar struktur (Tn) :

$$Tn = 6,3 \sqrt{\frac{\Sigma Wi . di^2}{g \Sigma Fi . di}} \geq 0,81 T$$

Tabel 3.10. Hitungan distribusi gaya geser pada kondisi 2

Lantai	Wi (kg)	di (cm)	$Wi.di^2$ ($kgcm^2$)	Fi (kg)	$Fi.di$
7	153.000	0,456	31.814,208	20.934	9.545,90
6	306.000	0,394	47.502,2165	36.814	14.504,72
5	337.000	0,377	47.897,473	34.979	13.187,08
4	430.000	0,340	49.708,000	36.517	12.415,78
3	472.000	0,289	39.421,912	31.176	9.009,86
2	525.000	0,226	26.814,90	24.769	5.597,79
1	628.000	0,101	6.406,228	14.814	1.496,21

Σ Wi. di^2 = 249.564,93 $kgcm^2$ Σ Fi.di= 65.757,35 kgcm

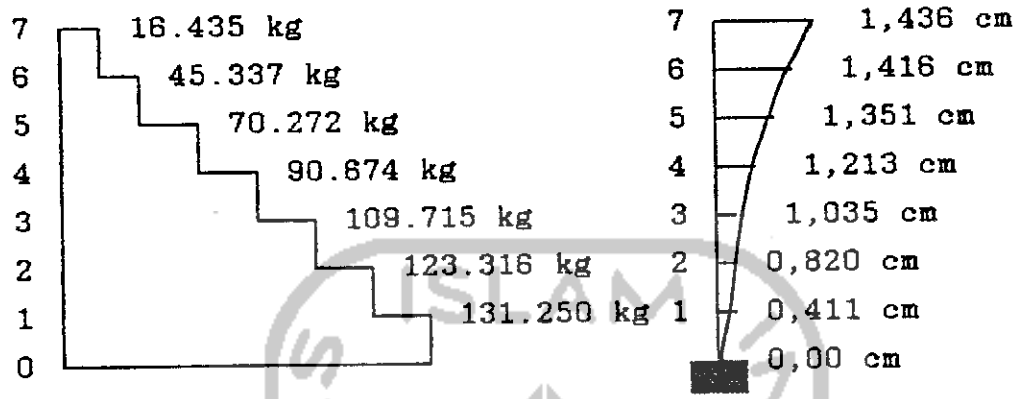
$$Tn = 6,3 \sqrt{\frac{249.564,93}{980.\ 65.757,35}} = 0,392 < 0,81.\ 075 = 0,60 \text{ det.}$$

maka waktu getar struktur dianggap 0,60 detik.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK

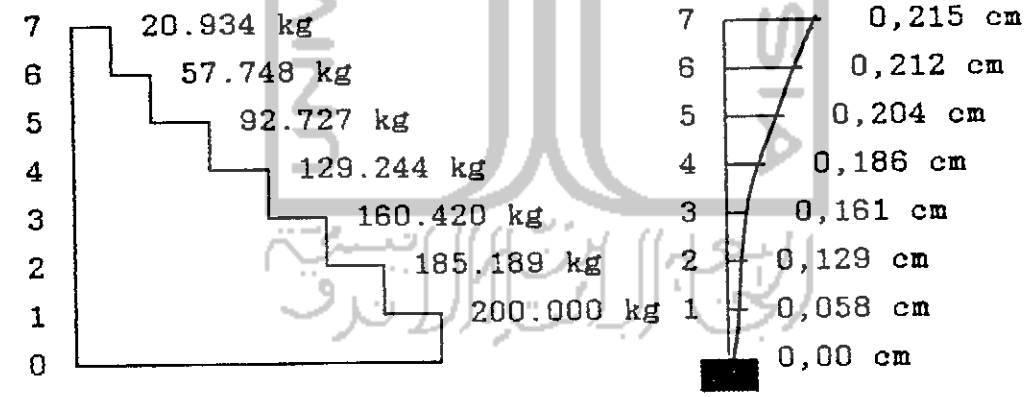
3.3. Ikhtisar Diagram Gaya geser

a) Portal tanpa dinding-geser



Gambar 3.10. Diagram gaya geser dan diagram defleksi horizontal untuk portal tanpa dinding geser.

b) portal dengan dinding-geser



Gambar 3.11. Diagram gaya geser dan diagram defleksi horizontal untuk portal dengan dinding geser

Dari perbandingan kedua jenis diagram di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa pemakaian dinding-geser akan dapat menahan gaya horizontal sebesar 28 % lebih besar daripada

portal terbuka dan defleksinya menjadi berkurang sebesar 66 % dari portal tanpa dinding geser.

3.4. Analisa portal dengan dinding geser (kondisi 3).

Untuk mencapai efisiensi pemakaian dinding geser tersebut berikut diusahakan untuk mengurangi defleksi horizontal dari 66 % mendekati 0 % seperti pada portal tanpa dinding geser dengan cara sebagai berikut:

1) Ukuran balok dan kolom yang semula 30/70 cm dan 60/60 cm diperkecil menjadi 30/60 cm dan 50/50 cm.
2) Dinding geser yang semula terpasang pada seluruh lantai dikurangi hanya sampai lantai 4 saja dengan ketebalan dinding geser 20 cm. Sehingga penambahan berat bangunan akibat perubahan tebal dinding geser tersebut adalah:

   q7 = q6 = q5 = 0

   q4 = (0,20. 4. 22. 2,4) = 42,24 ton

   q3 = (0,20. 4. 22. 2,4) + 42,24 = 84,48 ton

   q2 = (0,20. 5. 22. 2,4) + 84,48 = 137,28 ton

   q1 = (0,20. 5. 22. 2,4) + 137,28 = 190,08 ton

   sehingga berat total seluruh lantai setelah ditambah dengan berat sendiri portal adalah:

   W_t = W1 + W2 + W3 + W4 + W5 + W6 + W7 =

   125 + 250 + 250 + 343 + 385 + 438 + 540 = 2331 ton

maka V = 0,07. 1,0. 1,0. 2.331 = 164 ton

Ratio tinggi dan lebar bangunan sebagai sistim penahan gaya horizontal dengan tinggi bangunan 18 m dan lebar bangunan 11 m adalah :

H/B = 18/11 = 1,63 < 3 berarti gaya geser (V) harus

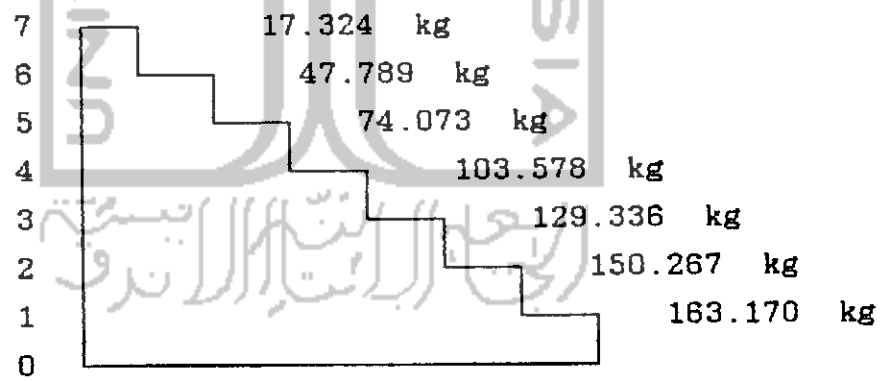
didistribusikan ke seluruh lantai bangunan. Adapun hasil distribusi gaya geser pada kondisi 3 ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.11. Hitungan distribusi gaya geser (pada kondisi 3)

Lantai	Wi (kg)	hi (m)	Wi.hi(kgm)	Fi (kg)	Q (kg)
7	125.000	29	3.625.000	17.324	17.324
6	250.000	25,5	6.375.000	30.465	47.789
5	250.000	22	5.500.000	26.284	74.073
4	343.000	18	6.174.000	29.505	103.578
3	385.000	14	5.390.000	25.758	129.336
2	438.000	10	4.380.000	20.931	150.267
1	540.000	5	2.700.000	12.903	163.170

Σ Wi.hi = 34.144.000 Σ Fi = 163.170 kg

Diagram gaya geser yang ditahan oleh portal dengan dinding geser setelah ukuran balok dan kolomnya diubah adalah:



Gambar 3.12. Diagram gaya geser pada kondisi 3

Selanjutnya sebelum mencari nilai $\bar{k}$ dan a terlebih dihitung harga-harga Kk dari kolom dan dinding geser sebagai berikut:

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

- Untuk kolom 50/50 cm

$$h = 500 \text{ cm} \longrightarrow Kk = \frac{1/12.\ 50.\ 50^3}{500} = 1042 \text{ cm}^3$$

$$h = 400 \text{ cm} \longrightarrow Kk = \frac{1/12.\ 50.\ 50^3}{400} = 1302 \text{ cm}^3$$

Sedangkan kekakuan dinding-gesernya adalah :

- untuk h = 400 cm $\longrightarrow$ $Kk1 = 5068{,}67 \text{ cm}^3$
- untuk h = 500 cm $\longrightarrow$ $Kk2 = 4054{,}94 \text{ cm}^3$

Sebagai pedoman dalam menghitung nilai $\bar{k}$ dan a dapat dilihat pada:

a) gambar 3.7. untuk penyelesaian lantai 1 s/d 4.

b) gambar 3.6. untuk penyelesaian lantai 5 s/d 7.

Hail perhitungan $\bar{k}$ dan a tersebut disusun dalam tabel berikut:

Tabel 3.12. nilai $\bar{k}$ dan a pada kondisi 3

Lantai	$\bar{k}$				a				Kekakuan (K)	
	D.G.	kol.1	kol.2	kol.3	D.G.	kol.1	kol.2	kol.3	D.Geser	Kolom
1	0,35	0,52	1,12	1,528	0,36	0,40	0,52	0,57	4054,94	1042
2	0,71	1,04	2,33	3,02	0,45	0,34	0,54	0,60	4054,94	1042
3=4	0,57	0,83	1,87	2,42	0,41	0,29	0,48	0,55	5068,67	1302
5	--	0,83	1,87	2,21	--	0,29	0,48	0,53	--	1302
6=7	--	0,62	1,40	1,81	--	0,24	0,41	0,48	--	2057

Dalam menghitung nilai K pada kondisi 3 ini juga berlaku 2 ketentuan harga K yaitu:

1) untuk kolom dengan lebar dan tinggi tidak sama (lantai 1-4) :

$$K = (\Sigma\ am\ .\ Kkm).\ 0{,}75.\ E\ \frac{12}{h^2} \qquad (kg/cm)$$

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

2) untuk kolom dengan lebar dan tinggi sama (lantai 5 -7):

$$K = (\Sigma\, a_i \,.\, Kk).\ 0{,}75\ .\ E\ \frac{12}{h^2} \qquad (kg/cm)$$

Pertama-tama mencari nilai $\Sigma\, a_{ni}\ .\ Kkn_i$ dari lantai 1 -4 sebagaimana tersusun dalam tabel berikut ini:

Tabel. 3.13. Perhitungan $\Sigma\, a_{ni}\ .\ Kkn_i$

lantai	Σa_{ni}	Kkn_i	$\Sigma\, a_{ni}\ .\ Kkn_i$
1	0,40.14 = 5,60	1042. 14= 14588	81692,80
	0,36.7 = 2,52	4054,94.7=28384,6	71529,14
	(0,52+0,57).10=10,9	1042. 10 = 10420	113578
2	0,34.14 = 4,76	1042. 14= 14588	69438,88
	0,45.7 = 3,15	4054,94.7=28384,6	71529,14
	(0,54+0,60)10 =11,4	1042.10 = 10420	118788,00
3=4	0,29.14 = 4,06	1302. 14= 18228	74005,68
	0,48.7 = 3,36	5068,67.7=35480,7	119215,24
	(0,48+0,55).10=10,3	1302. 10 = 13020	134106,00

dengan demikian maka $\Sigma\, a\ .\ Kkn_i$ masing-masing lantai adalah:

Lantai 1 = 81692,80 + 71529,14 + 113578 = 266799,94

Lantai 2 = 69438,88 + 71529,14 + 118788 = 259756,02

Lantai 3 = 4 = 74005,68 + 119215,24 + 134106,00 = 327326,92

Sedangkan untuk lantai 5 -7 adalah sebagai berikut:

$\Sigma\, a$ lantai 5 = (0,29 + 0,48 + 0,53) . 14 = 18,20

$\Sigma\, a$ lantai 6 = 7 = (0,24 + 0,41 + 0,48). 14 = 15,82

Dengan demikian maka nilai $\Sigma\, a_i$. Kk_i dapat diketahui sebagaimana tertera dalam tabel berikut:

Tabel 3.14. Hasil perhitungan $\Sigma ai \cdot Kki$

Lantai	Σai	Kki	$\Sigma ai \cdot Kki$
5	18,20	1302	23696,44
6 = 7	15,82	1736	27463,52

Setelah diketahui nilai $\Sigma ami \cdot Kkmi$ maka defleksi horizontal pada lantai 1 sampai dengan 4 dapat dicari dengan hasil sebagai berikut:

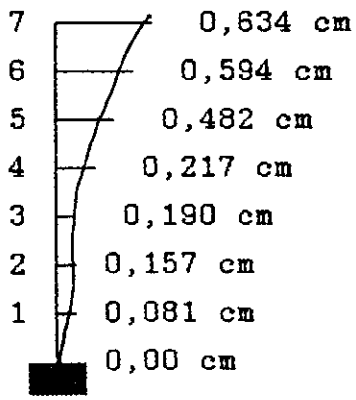
Tabel 3.15. Hitungan defleksi horizontal lantai 1 - 4

lantai	$\Sigma ami \cdot Kkmi$	$0,75_2 E$ $12/h^2 kg/cm^4$	K (kg/cm)	Q (kg)	δi (cm)	$d i$ (cm)
4	327326,92	11,81	3865730,98	103578	0,027	0,217
3	327326,92	11,81	3865730,98	129336	0,032	0,190
2	259756,02	7,56	1963755,51	150267	0,076	0,157
1	266799,94	7,56	2017007,55	163170	0,081	0,081

Sedangkan hasil perhitungan defleksi horizontal pada lantai 5 sampai dengan 7 adalah sebagai berikut:

Tabel 3.16. Hitungan defleksi horizontal lantai 5 -7

lantai	$\Sigma ai \cdot Kki$	$0,75_2 E$ $12/h^2 kg/cm^4$	K (kg/cm)	Q (kg)	δi (cm)	$d i$ (cm)
7	27436,52	15,43	423345,50	17324	0,040	0,634
6	27436,52	15,43	423345,50	47789	0,112	0,594
5	23696,40	11,81	279854,48	74073	0,14	0,482



Gambar 3.13. Diagram defleksi horizontal (δ i) setelah ukuran balok dan kolom diubah.

Diagram defleksi horizontal di atas apabila dibandingkan dengan portal tanpa dinding geser (dengan ukuran balok dan kolom = 30/70 dan 60/60 cm) ternyata masih terdapat selisih persentase defleksi horizontal sebesar 55 %. Artinya bahwa tinjauan kondisi 3 ini belum mendekati kondisi ideal yang diharapkan yaitu defleksi maksimum yang diharapkan mendekati defleksi izin (2 cm).

Untuk mencari pemakaian dinding geser yang paling efisien maka perlu dilakukan perhitungan dengan kondisi lain.

3.5. Analisa portal dengan dinding-geser (kondisi 4).

Dengan mengabaikan beban tetap dan beban sementara yang terjadi pada struktur, berikut usaha-usaha untuk memperbesar defleksi horizontal agar mendekati defleksi horizontal pada portal tanpa dinding-geser dengan cara sebagai berikut:

1. Ukuran dinding-geser tetap dan dibuat menerus dari lantai 1 sampai lantai 7 dengan ukuran :

- untuk lantai 1 - 4 tebal dinding-geser = 20 cm
- untuk lantai 5 - 7 tebal dinding-geser = 15 cm

2. Ukuran balok dan kolom diperkecil dari 30/70 dan 60/60 menjadi 25/35 dan 40/40.

Sebelum mencari nilai k dan a terlebih dahulu dihitung harga-harga Kk dari kolom dan dinding-geser dengan cara sebagai berikut:

Untuk kolom 40/40,

$$h = 500 \text{ cm} \longrightarrow Kk = \frac{1/12.\ 40.\ 40^3}{500} = 427 \text{ cm}^3$$

$$h = 400 \text{ cm} \longrightarrow Kk = \frac{1/12.\ 40.\ 40^3}{400} = 533 \text{ cm}^3$$

$$h = 350 \text{ cm} \longrightarrow Kk = \frac{1/12.\ 40.\ 40^3}{350} = 610 \text{ cm}^3$$

Sedangkan kekakuan dinding-geser adalah :

Untuk t = 15 cm, h = 350 cm ——> $Kk_1 = 5123{,}20 \text{ cm}^3$

h = 400 cm ——> $Kk2 = 4482{,}80 \text{ cm}^3$

Untuk t = 20 cm, h = 400 cm ——> $Kk3 = 5068{,}675 \text{ cm}^3$

h = 350 cm ——> $Kk4 = 4054{,}94 \text{ cm}^3$

Berikutnya dengan rumus kekakuan yang telah disebutkan di muka dapat dicari harga-harga $\bar{k}$ dan a yang selanjutnya disusun dalam suatu tabel sebagai berikut :

Tabel 3.17. Harga $\bar{k}$ dan a pada portal dengan dinding-geser (ukuran balok dan kolom = 25/35 dan 40/40)

Lantai	$\bar{k}$				a				Kekakuan (K)	
	D.G.	kol.1	kol.2	kol.3	D.G.	kol.1	kol.2	kol.3	D.Geser	Kolom
1	0,04	0,21	0,94	0,610	0,22	0,32	0,49	0,42	4054,94	427
2	0,09	0,42	0,94	1,22	0,04	0,17	0,32	0,38	4054,94	427
3=4	0,07	0,33	0,75	0,98	0,03	0,14	0,27	0,33	5068,67	533
5	0,08	0,34	0,75	0,98	0,04	0,14	0,27	0,33	4482,80	533
6=7	0,07	0,29	0,66	0,85	0,04	0,13	0,25	0,30	5123,20	610

Karena ukuran kolom berlainan (25/35) maka harga K dicari dengan rumus:

$$K = (\Sigma\, a_{ni} \cdot K_{kni}) \cdot 0{,}75 \cdot E \cdot \frac{12}{h^2} \quad kg/cm$$

Pertama-tama mencari nilai $\Sigma\, a_{ni} \cdot K_{kni}$ kemudian disusun tabel berikut:

Tabel. 3.18. Perhitungan Σ ani . Kkni

lantai	Σani	Kkni	Σ ani . Kkni
1	0,32.14 =4,48	427. 14= 5978	56781,44
	0,22.7 = 1,54	4054,94.7=28384,6	43712,25
	(0,49+0,42).10= 9,9	427. 10 = 4270	38857
2	0,17.14 =2,38	427. 14= 5978	14227,64
	0,04.7 = 0,28	4054,94.7=28384,6	7947,69
	(0,320,38).10 = 7,0	427. 10 = 4270	29890,00
3=4	0,14.14 =1,96	533. 14= 7462	14625,52
	0,31.7 = 0,22	5068,6757=35480,7	7865,76
	(0,27+0,23).10= 6	533. 10 = 5330	31980,00
5	0,14.14 =1,96	533. 14= 7462	14625,52
	0,04.7 = 0,29	4482,80.7=51379,6	9160,00
	(0,27+0,23).10 = 6	533. 10 = 5330	31980,00
6=7	0,13.14 = 1,82	610. 14= 8540	15542,80
	0,03.7 = 0,21	5123,20.7=35862,4	7531,10
	(0,25+0,3).10 = 5.5	610. 10 = 6100	33550,00

Jumlah Σ ani. Kkni tiap lantai adalah:

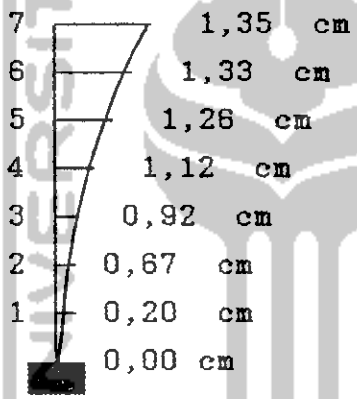
- Lantai 1 = 56781,44 + 43712,25 + 38857 = 139.350,69
- Lantai 2 = 14227,64 + 7947,69 + 29890 = 52.065,33
- Lantai 3=4 = 14625,52 + 7865,76 + 31980 = 54411,28
- Lantai 5 = 14625,52 + 9160,00 + 31980 = 55705,60
- Lantai 6=7 = 15542,80 + 7531,10 + 33550 = 56623,90

Berdasarkan hitungan di atas maka dapat dicari defleksi horizontal pada portal sebagaimana tersusun dalam tabel berikut:

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA ★ PERPUSTAKAAN ★ YOGYAKARTA FAKULTAS TEKNIK

Tabel 3.19. Hitungan Defleksi horizontal lantai 1 - 7

lantai	$\Sigma a_{ni} \cdot K_{kni}$	$0,75_2 E$ $12/h^2 kg/cm^4$	K (kg/cm)	Q (kg)	δ_i (cm)	d_i (cm)
7	56623,90	15,43	873706,78	20394	0,02	1,35
6	56623,90	15,43	873706,78	57748	0,07	1,33
5	55705,60	11,81	657883,14	92727	0,14	1,26
4	54411,28	11,81	642597,22	129244	0,20	1,12
3	54411,28	11,81	642597,22	160420	0,25	0,92
2	52065,33	7,56	393613,89	185189	0,47	0,67
1	139350,69	7,56	1053491,24	200000	0,20	0,20



Gambar 3.14. Diagram defleksi horizontal (δ_i) setelah ukuran balok dan kolom diubah.

Dari diagram defleksi horizontal di atas apabila dibandingkan dengan portal tanpa dinding-geser (dengan balok dan kolom ukuran 30/70 dan 60/60) masih terdapat selisih persentase defleksi horizontal sebesar 13 %.. Artinya bahwa perubahan ukuran balok dan kolom yang dilakukan tidak dapat mencapai 0 %. dan selanjutnya balok serta kolom tersebut tidak dapat diperkecil lagi karena ukuran terakhir yang dipakai sudah diperkecil hingga ukuran balok = 25/35 dan kolom 40/40.

BAB 4

PROGRAM KOMPUTER

4.1. Pendahuluan

Pada tugas akhir ini, analisis gaya-gaya dalam pada struktur dilakukan selain dengan cara manual juga dilakukan perhitungan dengan program komputer. Program komputer yang digunakan adalah program Framex-1.

Maksud digunakannya perhitungan dengan program komputer ini adalah untuk mempermudah perhitungan dalam rangka mencari defleksi horizontal pada struktur portal. Keluaran yang ditinjau adalah khusus defleksi horizontal sesuai dengan batasan permasalahan.

4.2. Program Framex-1

Program Framex-1 merupakan paket program lengkap karya J.H. Mosley. Program ini hanya dapat menganalisis struktur bangunan dengan beban statis sehingga masih relevan untuk digunakan dalam tugas akhir ini di mana beban gempa yang ditinjau merupakan beban statis.

Program Framex-1 ini dapat dijalankan dengan Personal Computer (micro computer) walaupun tanpa hard disk dan hanya memiliki satu paket program.

4.3. Cara operasi program Framex-1

Sebagai langkah awal, terlebih dahulu dibuat file data struktur dengan menggunakan word processor (word star release 4 ke atas) dalam bentuk file non-document. Dalam

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

tugas akhir ini penulis menganggap struktur sebagai struktur portal dua dimensi, sehingga koordinat titik joint hanya ditulis dalam dua sumbu yaitu sumbu x dan sumbu y. Adapun data masukan untuk analisis struktur ini dapat dilihat pada lampiran 1 dalam tugas akhir ini.

Setelah data yang tertulis tidak terdapat kesalahan maka program Framex-1 dapat dijalankan dengan perintah sebagai berikut :

A> Framex-1 [return]

Maka program akan menanyakan nama file yang akan dianalisa. Secara langsung program Framex-1 akan menganalisa data masukan dan menghasilkan keluaran yang telah siap dicetak. Adapun keluaran dari hasil analisa struktur dapat dilihat pada lampiran 2.

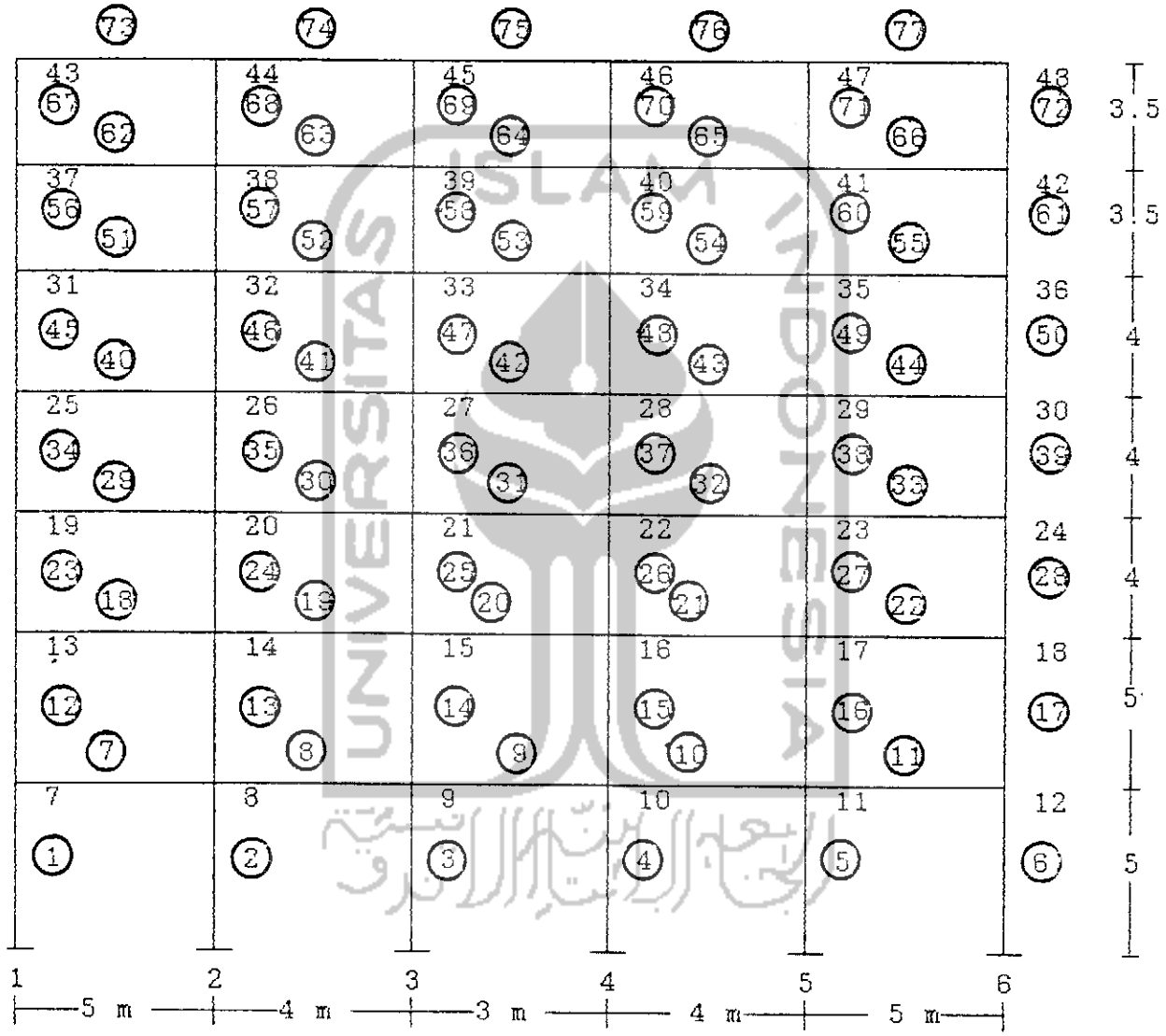
4.4. Cara penomoran titik nodal dan batang

Yang tidak kalah pentingnya adalah cara penomoran titik nodal dan batang dari struktur yang akan dianalisa karena urutan penomoran titik nodal dan batang harus sesuai dengan eksekusi program.

Dalam tugas akhir ini cara penomoran titik nodal dan batang dibedakan dalam dua macam tinjauan yaitu yang pertama struktur portal dengan dinding geser dianggap sebagai kolom dan yang kedua struktur portal dengan dinding geser dianggap sebagai "equivalent bracings".

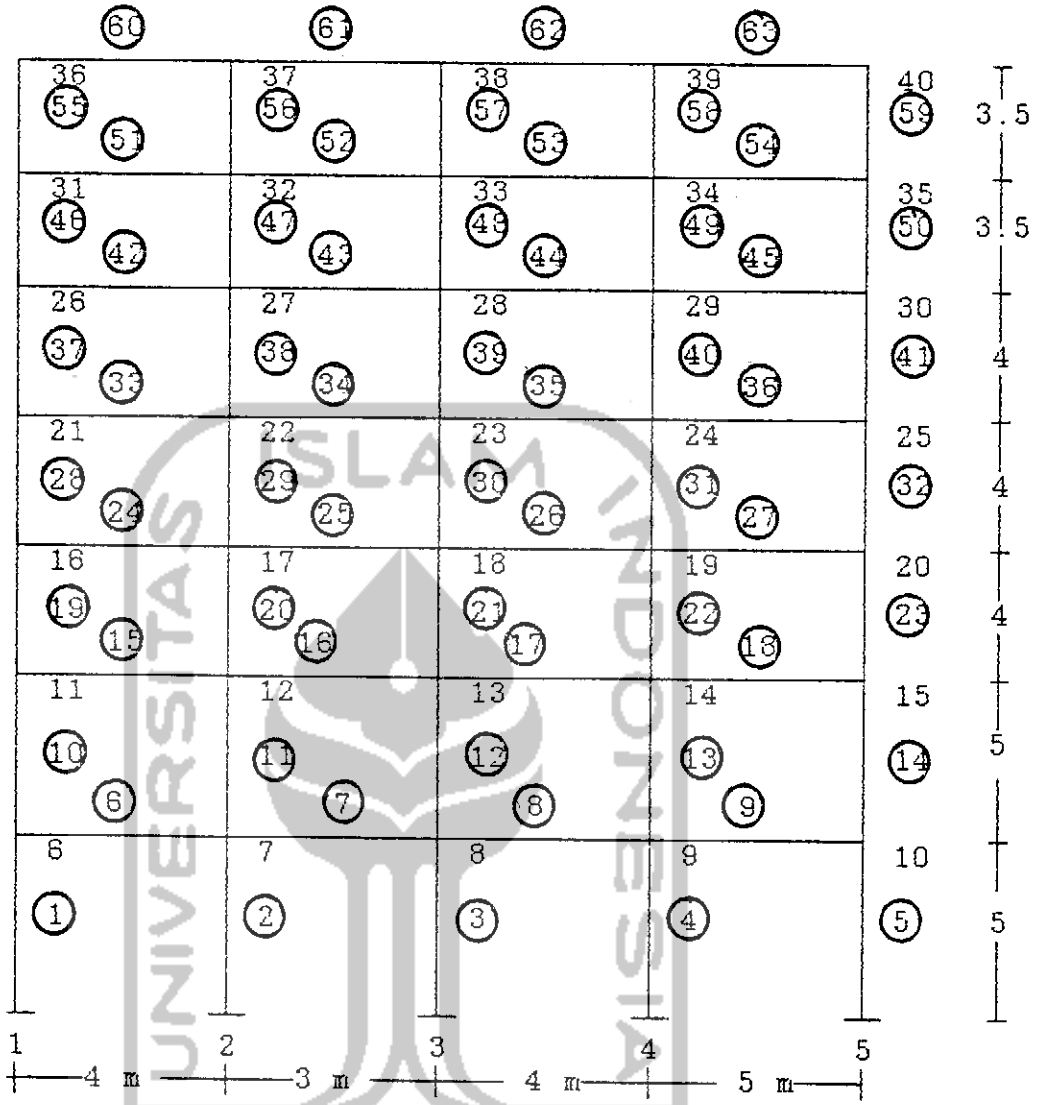
4.4.1. Cara penomoran pertama

Cara penomoran pertama adalah cara penomoran pada tinjuan dinding geser sebagai kolom. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut :



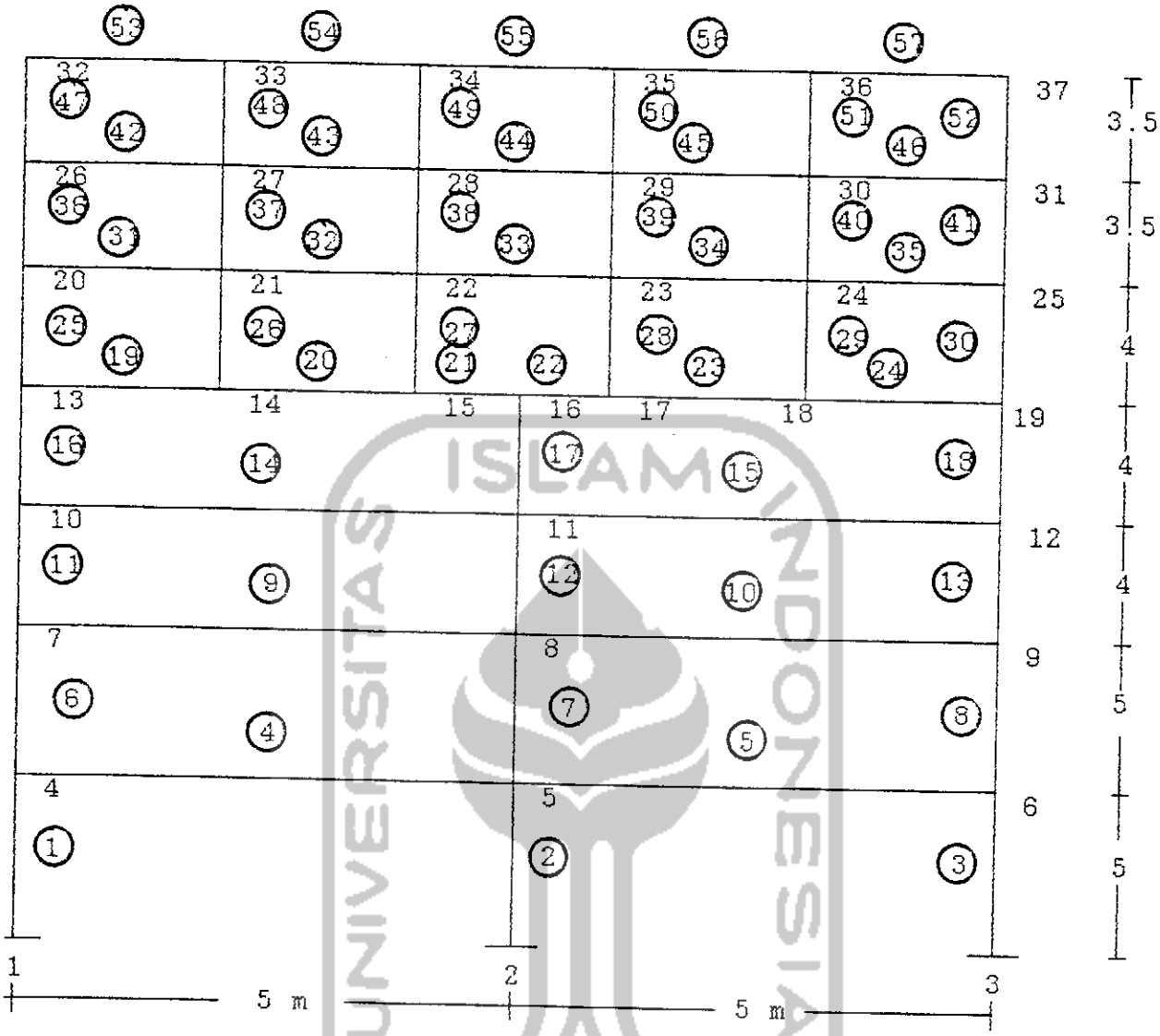
Gambar 4.1. Penomoran titik joint & batang portal terbuka

PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK

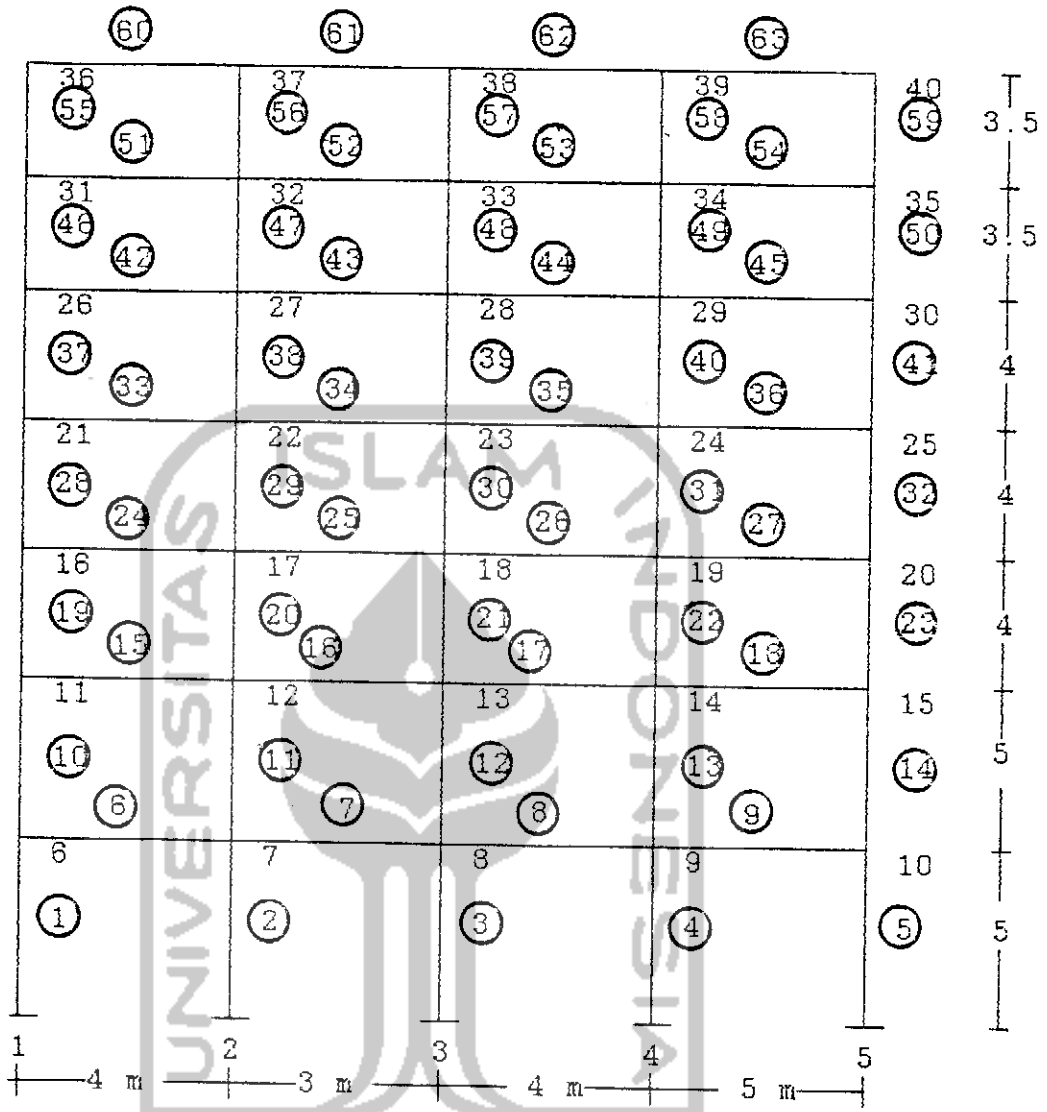


Gambar 4.2. Penomoran titik joint & batang portal dengan dinding geser dianggap sebagai kolom (kondisi 2)

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK
YOGYAKARTA



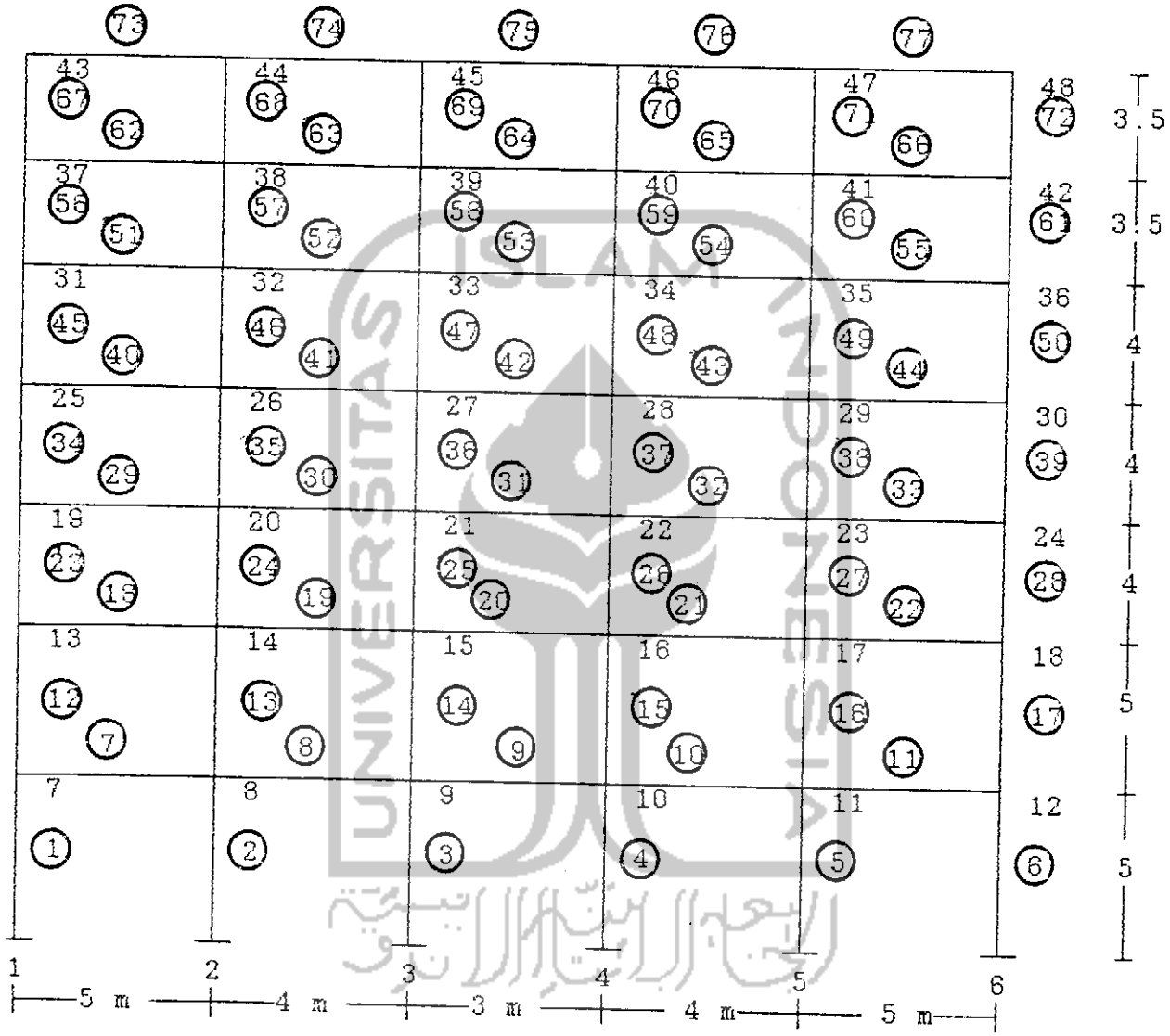
Gambar 4.3. Penomoran titik joint dan batang portal dengan dinding geser dianggap sebagai kolom (kondisi 3)



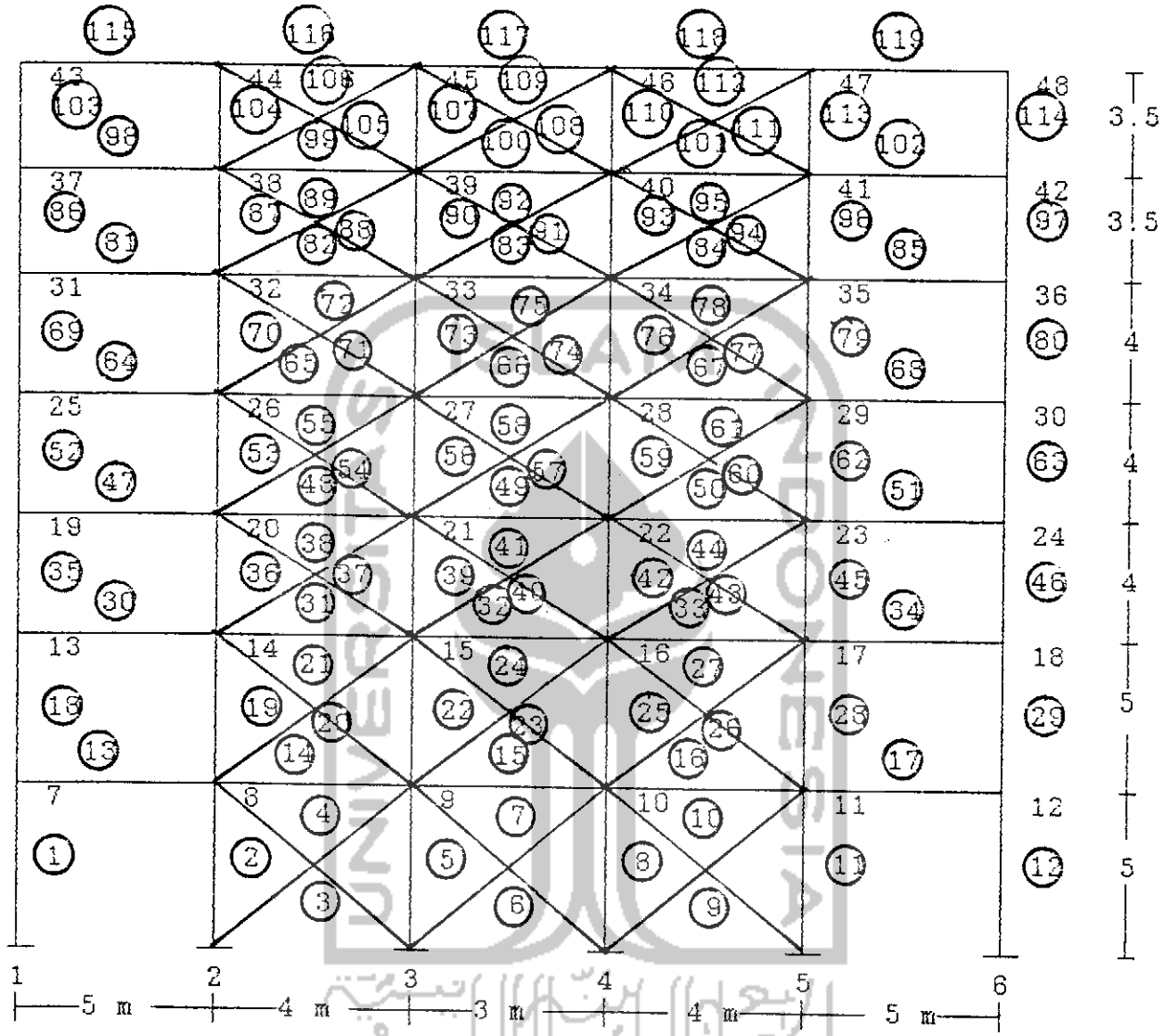
Gambar 4.4. Penomoran titik joint & batang portal dengan dinding geser dianggap sebagai kolom (kondisi 4)

4.4.2. Cara penomoran kedua

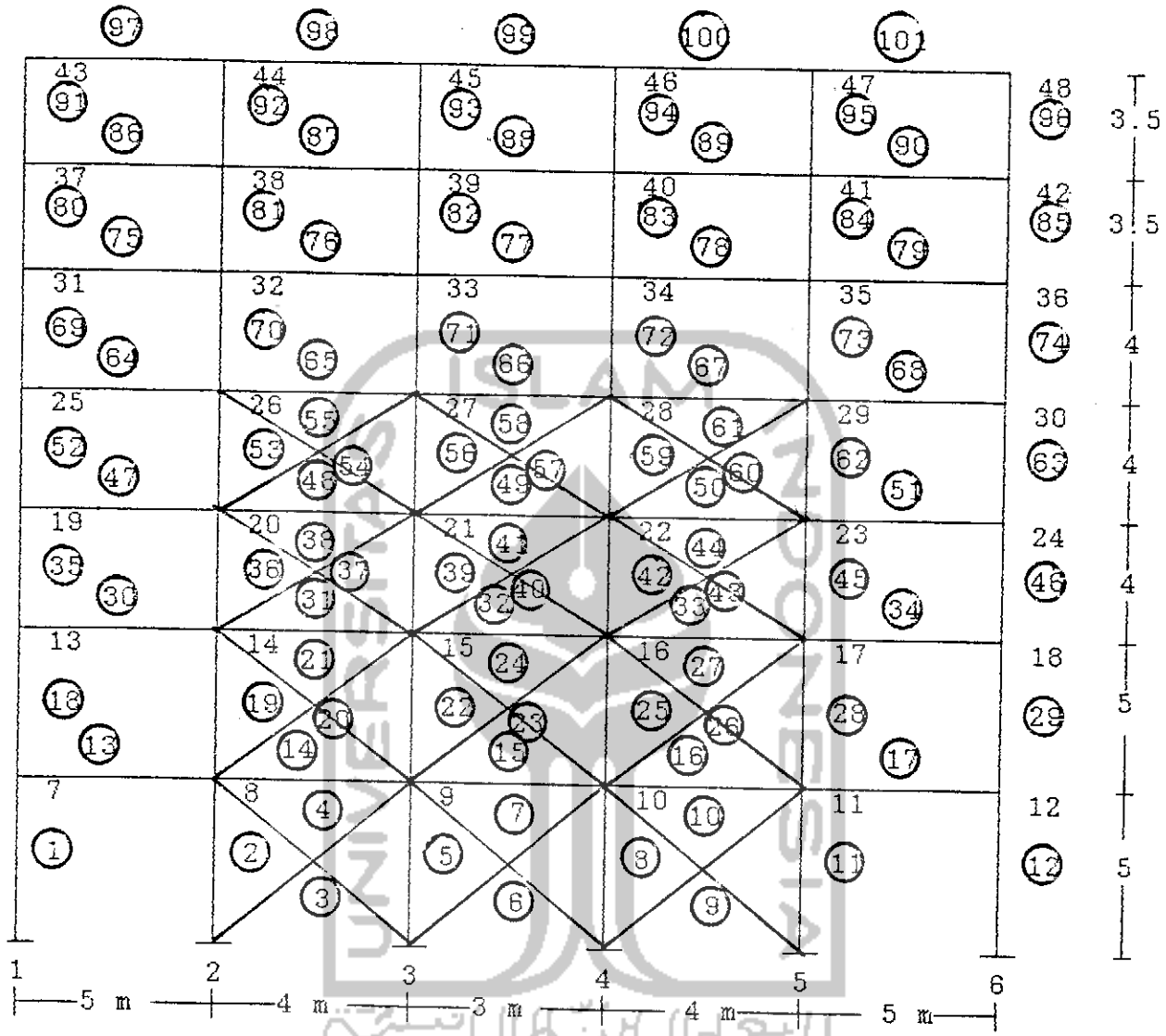
Cara penomoran kedua ini yaitu tinjuan dinding geser sebagai "equivalent bracings". Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar berikut :



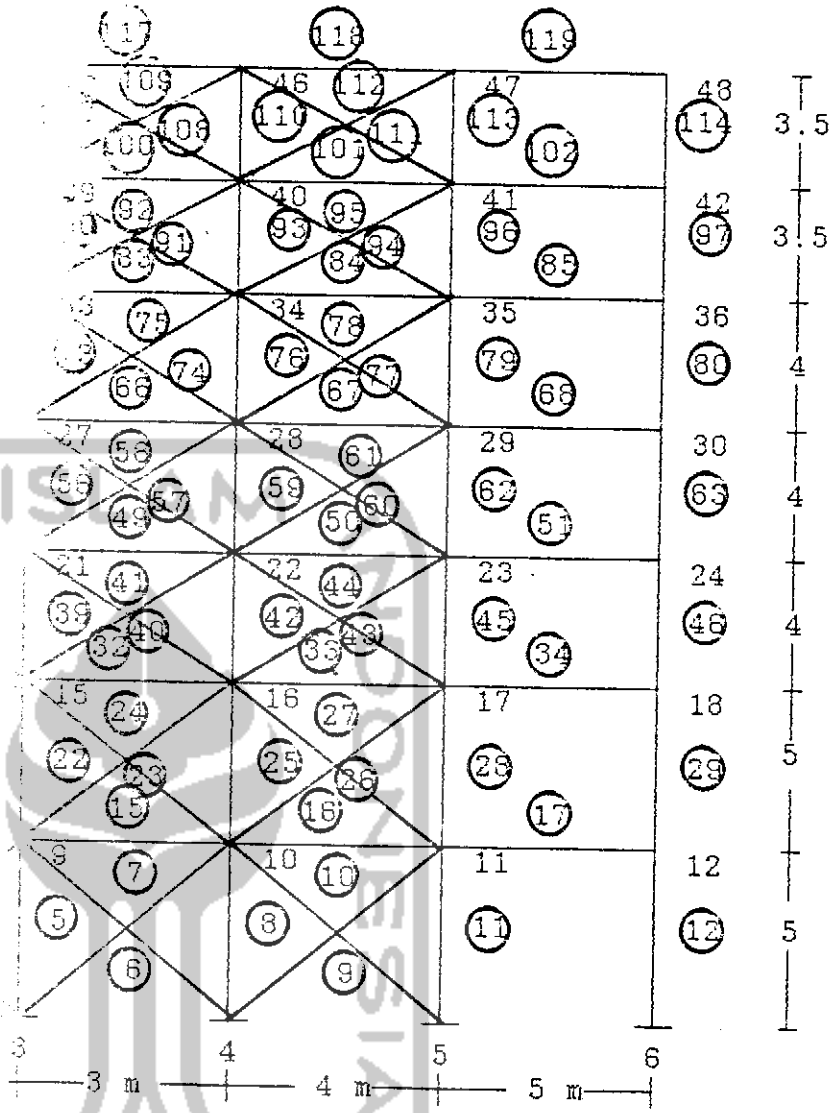
Gambar 4.5. Penomoran titik joint & batang portal terbuka tanpa dinding geser (kondisi 1)



Gambar 4.6. Penomoran titik joint & batang portal terbuka dengan dinding geser dianggap sebagai equivalent bracings (kondisi 2)



Gambar 4.7. Penomoran titik joint & batang portal terbuka dengan dinding geser dianggap sebagai equivalent bracings (kondisi 3)



n titik joint & batang portal terbuka
nding geser dianggap sebagai equivalent
(kondisi 4)

BAB 5

HASIL PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Umum

Pembahasan hasil perhitungan dalam hal ini adalah pembahasan hasil perhitungan manual dan perhitungan dengan microcomputer dengan tujuan untuk membandingkan defleksi horizontal yang terjadi pada struktur sebagaimana telah disebutkan dalam batasan masalah yaitu stabilitas struktur dengan indikator defleksi horizontal. Jadi gaya-gaya dalam yang terjadi tidak dibahas pada kesempatan ini.

5.2. Ringkasan Hasil Perhitungan

5.2.1. Hasil Perhitungan Manual dengan Metode Muto.

Sebagai langkah awal dalam perhitungan defleksi horizontal pada struktur portal terbuka dan portal dengan dinding geser ini dilakukan dengan cara Muto dengan mengasumsikan dinding geser sebagai kolom saja. Sedangkan pada perhitungan dengan komputer dinding geser selain dianggap sebagai kolom juga dianggap sebagai "equivalent bracings".

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.1. Defleksi Horizontal pada struktur portal terbuka dengan dinding geser yang dianggap sebagai kolom.

lantai tingkat	KONDISI 1 (cm)	KONDISI 2 (cm)	KONDISI 3 (cm)	KONDISI 4 (cm)
7	1,436	0,215	0,634	1,35
6	1,416	0,212	0,594	1,33
5	1,351	0,204	0,482	1,26
4	1,213	0,186	0,217	1,12
3	1,035	0,161	0,190	0,92
2	0,820	0,129	0,157	0,67
1	0,411	0,058	0,081	0,20

Dari tabel di atas terlihat bahwa angka defleksi horizontal pada kondisi 1 sampai dengan kondisi 4, ternyata angka defleksi yang mendekati kondisi 1 yaitu portal terbuka dengan ukuran balok dan kolom 3/70 dan 60/60 cm hanya kondisi 4 yaitu portal terbuka dengan dinding geser menerus dari lantai 1 sampai dengan lantai 7 dengan ukuran balok dan kolom yang diperkecil menjadi 25/35 dan 4/40 cm. Sedangkan kondisi 2 yaitu portal dengan dinding geser menerus dari lantai 1 sampai dengan lantai 7 dengan ukuran balok dan kolom 30/70 dan 60/60 cm serta kondisi 3 yaitu portal dengan dinding geser menerus dari lantai 1 sampai lantai 4 dengan ukuran balok dan kolom 30/6 dan 60/60 cm cukup besar selisihnya bila dibandingkan dengan kondisi 1.

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

Hal tersebut berarti bahwa pemakaian dinding geser dapat memperkecil ukuran balok dan kolom hingga mencapai 30 % dari ukuran sebenarnya bila portal tidak memakai dinding geser.

5.2.2. Hasil Perhitungan dengan Microcomputer

5.2.2.1. Anggapan dinding geser sebagai kolom

Yang pertama kali dilakukan dalam perhitungan dengan komputer ini adalah menghitung struktur portal terbuka kemudian portal dengan dinding geser dianggap sebagai kolom.

Tabel 5.2. Defleksi Horizontal pada struktur Portal terbuka dan dengan dinding geser yang dianggap sebagai kolom.

lantai tingkat	KEADAAN 1 (cm)	KEADAAN 2 (cm)	KEADAAN 3 (cm)	KEADAAN 4 (cm)
7	0,731	0,274	3,94	0,787
6	0,712	0,197	3,21	0,673
5	0,671	0,167	2,44	0,552
4	0,594	0,131	1,49	0,416
3	0,495	0,932	1,058	0,284
2	0,372	0,569	0,0250	0,164
1	0,161	0,183	0,0082	0,0498

Dari tabel di atas terlihat bahwa defleksi horizontal yang terjadi pada semua keadaan masih dalam batas aman (di bawah defleksi maksimum 2 cm)

kecuali pada keadaan 3 di mana defleksi horizontal yang terjadi melampaui defleksi maksimum.

Dari tabel di atas juga terlihat bahwa defleksi pada keadaan 4 mendekati defleksi pada keadaan 1. Halini berarti setara dengan hasil perhitungan manual, meskpiun nilai defleksi pada hitungan koputer ini berbeda dengan perhitungan manual. Hal ini disebabkan oleh karena adanya perbedaan landasan teori Muto yang digunakan untuk menghitung defleksi secara manual dengan program perhitungan Framex-1 di mana Muto mendasarkan kekakuan struktur sebagai kekakuan relatif sedangkan program Framex-1 menghitung kekakuan struktur sebagai kekakuan absolut dengan cara matriks kekakuan.

5.2.2.2. Anggapan dinding geser sebagai "equivalent bracings"

Sebagaimana disebutkan pada landasan teori bahwa dinding geser dapat dianggap ssebagai kolom dan juga sebagai "equivalent bracings". Maka setelah dihitung dengan komputer hasil defleksi pada struktur dapat dilihat pada tabel berikut:

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK YOGYAKARTA

Tabel 5.3. Defleksi Horizontal pada struktur Portal terbuka dan dengan dinding geser yang dianggap sebagai "equivalent bracings"

lantai tingkat	KONDISI 1 (cm)	KONDISI 2 (cm)	KONDISI 3 (cm)	KONDISI 4 (cm)
7	0,731	0,0914	4,83	0,148
6	0,712	0,0821	2,981	0,131
5	0,671	0,0695	1,20	0,109
4	0,594	0,0547	0,0602	0,0849
3	0,495	0,0399	0,0342	0,0606
2	0,372	0,0260	0,0244	0,0384
1	0,161	0,0109	0,00987	0,0156

Dari tabel di atas terlihat bahwa defleksi horizontal yang terjadi pada kondisi 1 sampai dengan kondisi 4 masih jauh di bawah defleksi horizontal yang diizinkan (2 cm) kecuali defleksi yang terjadi pada kondisi 3 di mana defleksi pada lantai 6 dan 7 melampaui batas defleksi yang aman.

Dari tabel tersebut dapat diketahui pula bahwa defleksi horizontal pada kondisi 4 tetap mendekati kondisi 1, sehingga menyerupai perhitungan defleksi secara manual meskipun perbedaan nilai defleksi pada kondisi 1 sampai dengan kondisi 4 masih sangat besar apabila dibandingkan dengan perhitungan manual. Hal ini disebabkan karena pendekatan teori Muto berdasarkan kekakuan relatif pada joint sementara program Framex-1

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

berdasarkan kekakuan absolut pada struktur yang diperhitungkan dalam kekakuan matriks.

Terlalu kecilnya defleksi horizontal yang terjadi bila dibandingkan dengan defleksi izin (2 cm) tersebut disebabkan oleh karena anggapan dinding geser sebagai "equivalent bracings" yang mengakibatkan besarnya inertia balok dan kolom sehingga struktur portal menjadi sangat kaku.

Dari seluruh perhitungan di atas baik pada perhitungan manual maupun perhitungan dengan komputer membuktikan bahwa pemakaian dinding geser akan memperbesar kekakuan struktur dan memperkecil defleksi horizontal yang terjadi. Namun demikian asumsi ini hanya berlaku pada stabilitas struktur berdasarkan nilai defleksi horizontalnya karena sebenarnya merubah dimensi balok dan kolom juga harus diperhitungkan terhadap reaksi gaya dalam struktur khususnya terhadap gaya-gaya vertikal.

5.2.3. Perbandingan hasil hitungan pada masing-masing kondisi.

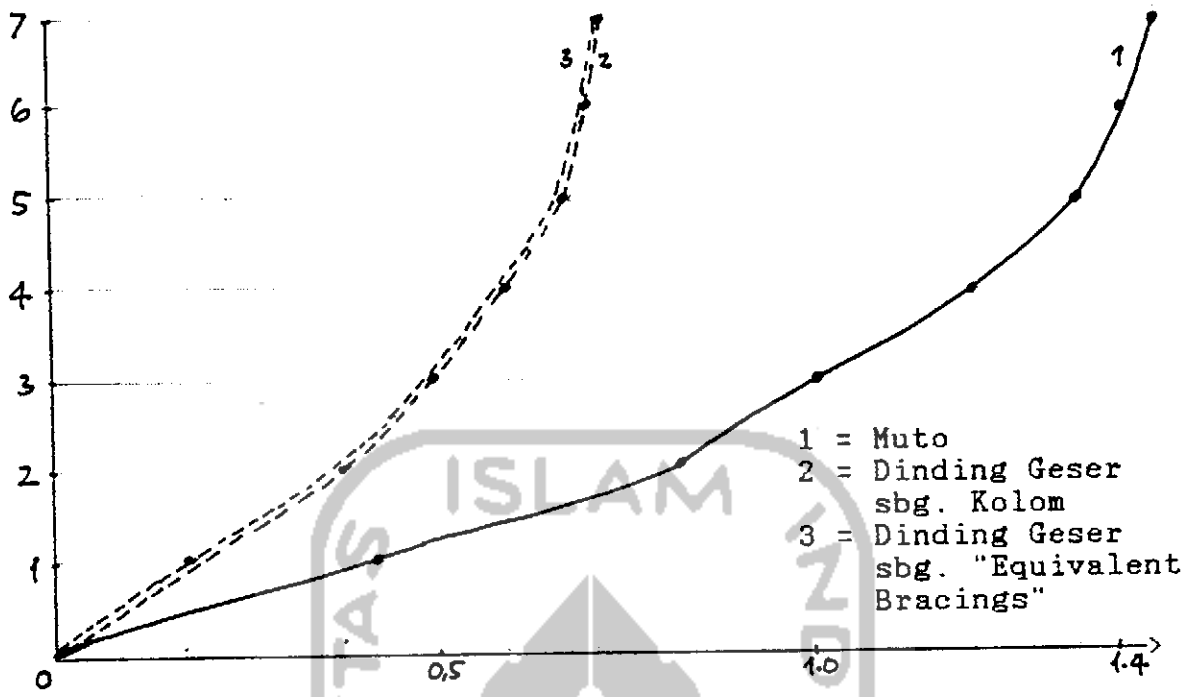
Setelah dikemukakan hasil-hasil perhitungan di muka yaitu dengan cara manual dengan teori Muto dan dengan menggunakan program komputer Framex-1 yang menghitung portal dengan dinding geser dengan pendekatan dinding geser sebagai kolom dan sebagai "equivalent bracings" maka berikut disajikan perbandingan hasil perhitungan

pada masing-masing keadaan/kondisi. Maksud dikemukakannya perbandingan hasil perhitungan dari masing-masing kondisi ini adalah untuk mengetahui perhitungan dinding geser yang paling efisien . Selengkapnya perbandingan tersebut dapat dilihat pada tabel-tabel berikut:

Tabel 5.4. Defleksi horizontal pada kondisi 1
(ukuran defleksi dalam cm)

Lantai	M u t o	Kolom equivalent		Equivalent bracings	
	arah x	arah x	arah y	arah x	arah y
7	1.436	0.731	0.0138	0.731	0.0138
6	1.416	0.712	0.0138	0.712	0.0138
5	1.351	0.671	0.0135	0.671	0.0135
4	1.213	0.594	0.0128	0.594	0.0128
3	1.035	0.495	0.0115	0.495	0.0115
2	0.820	0.372	0.0094	0.372	0.0094
1	0.411	0.161	0.0054	0.161	0.0054

Untuk lebih memperjelas perbandingan hitungan di atas maka berikut disajikan grafik perbandingan hitungannya.



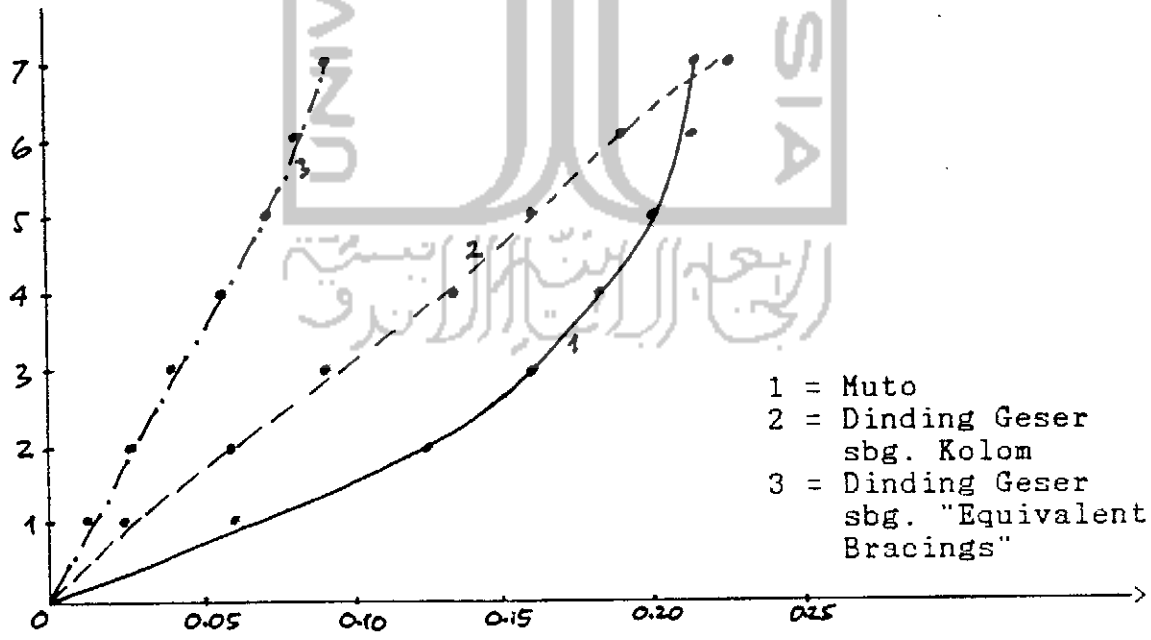
Gambar 5.1. Grafik defleksi pada kondisi 1

Gambar 5.1. tersebut di atas menunjukkan defleksi horizontal pada kondisi 1 di mana struktur portal belum diberi dinding geser. Oleh karena itu sebenarnya anggapan terhadap dinding geser belum digunakan untuk perhitungan, maka struktur portal masih berupa portal terbuka. Adapun hasilnya dapat dilihat bahwa grafik 1 yang merupakan hasil perhitungan secara manual menunjukkan angka defleksi horizontal yang lebih besar daripada grafik 2 dan 3 yang merupakan hasil perhitungan dengan microcomputer. Hal tersebut disebabkan oleh karena perhitungan manual berdasarkan teori Muto yang menganalisa struktur dalam 1 (satu) derajat kebebasan,

sementara program Framex-1 menganalisa struktur dalam 3 derajat kebebasan.

Tabel 5.5. Defleksi horizontal pada kondisi 2
(ukuran defleksi dalam cm)

Lantai	M u t o	Kolom equivalent		Equivalent bracings	
	arah x	arah x	arah y	arah x	arah y
7	0.215	0.224	0.0180	0.0914	0.00634
6	0.212	0.197	0.0176	0.0821	0.00619
5	0.204	0.167	0.0695	0.0695	0.00584
4	0.186	0.131	0.0151	0.0547	0.00521
3	0.161	0.0932	0.0127	0.0399	0.00435
2	0.129	0.0569	0.0098	0.0260	0.00328
1	0.058	0.0183	0.0052	0.0109	0.00172



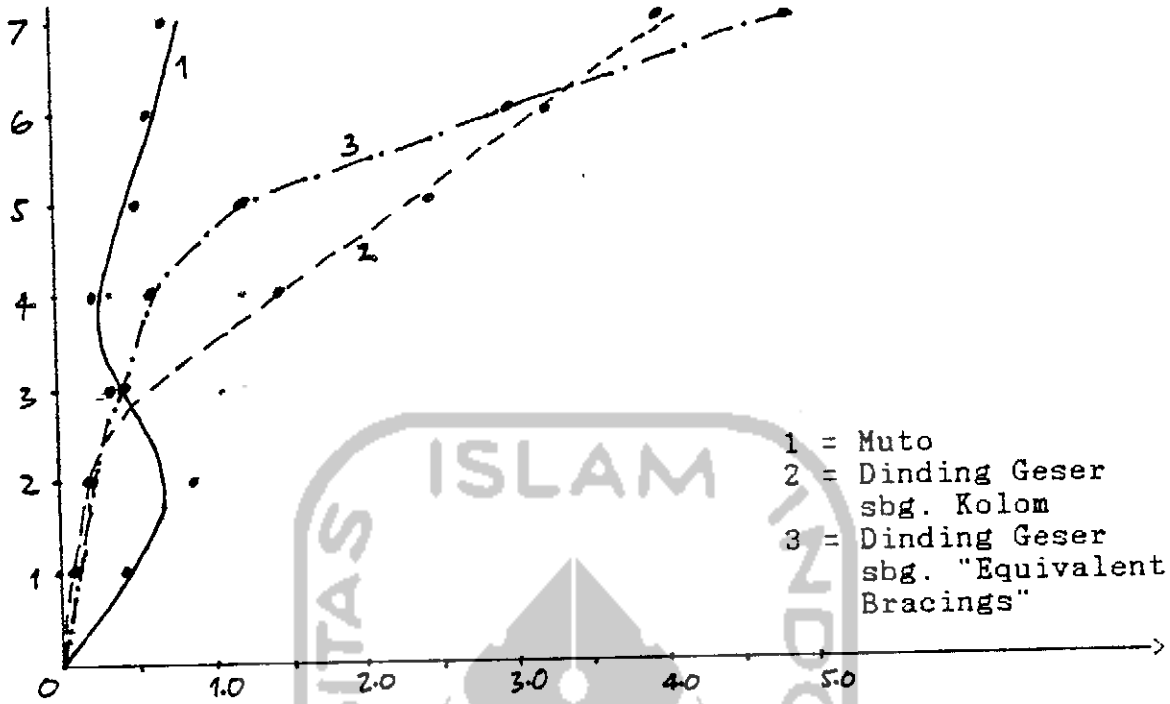
Gambar 5.2. Grafik defleksi pada kondisi 2

Gambar 5.2. di atas adalah menunjukan defleksi pada kondisi 2 yaitu portal dengan dinding geser menerus dari lantai hingga lantai 7 dengan ukuran balok dan kolom sama dengan kondisi 1 yaitu 30/70 cm dan 60/60 cm.

Terlihat bahwa defleksi yang paling kecil dihasilkan dari analisa dinding geser sebagai "equivalent bracings"sementara defleksi terbesar dihasilkan dari analisa Muto. Hal tersebut membuktikan bahwa anggapan dinding geser sebagai "equivalent bracings" memberikan nilai kekakuan struktur yang terbesar. Dengan demikian pendekatan dinding geser sebagai "equivalent bracings" adalah yang paling efisien untuk digunakan untuk perencanaan gedung bertingkat banyak dengan dinding geser.

Tabel 5.6. Defleksi horizontal pada kondisi 3
(ukuran defleksi dalam cm)

Lantai	M u t o	Kolom equivalent		Equivalent bracings	
	arah x	arah x	arah y	arah x	arah y
7	0.634	3.940	0.0415	4,830	0.0082
6	0.594	3.210	0.0415	2.981	0.0082
5	0.482	2.442	0.0399	1,200	0.0082
4	0.217	1.470	0.0356	0.0602	0.0082
3	0.035	0.058	0.0296	0.0342	0.00645
2	0.820	0.0205	0.0022	0.0244	0.00477
1	0.411	0.00825	0.0104	0.00987	0.00244



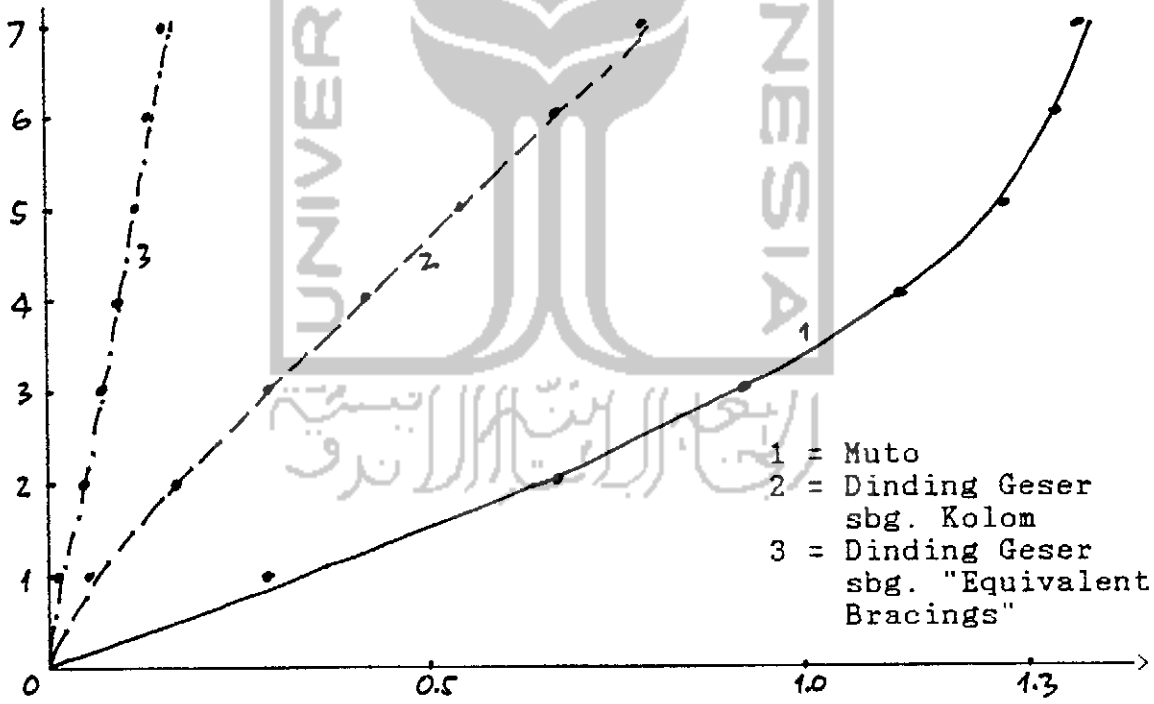
Gambar 5.3. Defleksi pada kondisi 3

Gambar 5.3. ini menunjukkan defleksi pada kondisi 3 yaitu portal dengan dinding geser menerus dari lantai 1 sampai dengan lantai 4, sedangkan lantai 5 ke atas berupa portal terbuka.Hasil yang didapat dari analisa dinding geser sebagai kolom dan "equivalent bracings" menunjukkan defleksi yang besar pada lantai 5 ke atas yang berupa portal terbuka. Hal tersebut membuktikan bahwa pemasangan dinding geser yang tidak menerus sampai dengan lantai teratas menyebabkan fleksibelitas yang tinggi pada lantai 5 ke atas yang berupa portal terbuka.

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

Tabel 5.7. Defleksi horizontal pada kondisi 4
(ukuran defleksi dalam cm)

Lantai	M u t o	Kolom equivalent		Equivalent bracings	
	arah x	arah x	arah y	arah x	arah y
7	1.350	0.787	0.0198	0.148	0.00323
6	1.330	0.673	0.0193	0.131	0.00314
5	1.261	0.552	0.0182	0.109	0.00295
4	1.120	0.416	0.0162	0.0849	0.00262
3	0.920	0.284	0.0135	0.0606	0.00217
2	0.670	0.164	0.0101	0.0384	0.00163
1	0.280	0.0498	0.0053	0.0156	0.00085



Gambar 5.4. Grafik defleksi pada kondisi 4

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

Gambar 5.4. yang menunjukkan defleksi pada kondisi 4 ini hampir sama kondisinya dengan gambar 5.2. hanya saja pada kondisi4 ini ukuran balok dan kolom lebih diperkecil menjadi 25/35 cm dan 40/40 cm.

Dari grafik tersebut di atas membuktikan pula bahwa perencanaan dengan anggapan dinding geser sebagai "equivalent bracings" adalah yang paling efisien.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari pembahasan pemakaian dinding geser pada stuktur portal gedung bertingkat banyak di muka maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemakaian dinding geser pada struktur portal gedung bertingkat banyak memberikan nilai kekakuan struktur yang besar sehingga daya tahan struktur terhadap gaya horizontal semakin besar.
2. Pemakaian luasan dinding geser pada struktur portal gedung bertingkat banyak, pada batas tertentu dapat digunakan untuk memperkecil ukuran balok dan kolom tanpa mengurangi kemampuan struktur dalam menahan gaya horizontal akibat gempa.
3. Dalam menghitung defleksi horizontal pada portal gedung dengan dinding geser dapat dilakukan pendekatan dengan menganggap dinding geser sebagai kolom dan "equivalent bracings".
4. Perhitungan defleksi horizontal pada portal gedung bertingkat dengan Metode D-Value menghasilkan angka defleksi horizontal yang lebih besar daripada perhitungan dengan pendekatan dinding geser sebagai kolom dan "equivalent bracings". Hal tersebut terjadi akibat pendekatan derajat kebebasan struktur yang berbeda yang menyebabkan angka kekakuan struktur juga berbeda.

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

4. Perhitungan defleksi horizontal pada struktur portal gedung bertingkat dengan anggapan dinding geser sebagai kolom dan "equivalent bracings" menghasilkan angka defleksi horizontal yang hampir sama.
5. Dari hasil perhitungan defleksi horizontal pada struktur portal gedungbertingkat banyak dengan dinding geser terbukti bahwa pendekatan dinding geser sebagai "equivalent bracings" adalah yang paling efisien dalam perencanaan.
6. Pemakaian dinding geser yang tidak menerus sampai dengan lantai atas dapat menyebabkan perbedaan angka kekakuan struktur yang besar antara lantai tingkat yang berdinding geser dengan lantai tingkat yang tidak berdinding geser.
7. Dalam studi pustaka ini, pada kasus perhitungan kondisi 3 yaitu portal dengan dinding geser menerus dari lantai 1 hingga lantai 4 dan lantai 5 sampai dengan lantai 7 berupa portal terbuka, ternyata defleksi pada lantai 5 ke atas menjadi besar. Namun gaya-gaya batangnya menjadi kecil. Hal tersebut berarti menunjukkan terjadinya fleksibelitas yang tinggi pada lantai 5 ke atas. Untuk itu perlu diperiksa batas defleksi bahan konstruksi yang diperkenankan.

6.2. Saran-saran

Untuk kelanjutan studi pustaka dalam masalah pemakaian dinding geser pada struktur portal gedung bertingkat banyak serupa dengan tugas akhir ini maka

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

perlu saran-saran sebagai berikut:

1. Dalam merencanakan struktur bangunan bertingkat banyak dengan dinding geserdisarankan untuk menggunakan pendekatan dinding geser sebagai "equivalent bracings" dalam perhitungannya.
2. Dalam tugas akhir ini, analisa struktur portal dengan dinding geser hanya membahas stabilitas struktur terhadap gaya horizontal saja. Untuk selanjutnya perlu analisa struktur terhadap gaya-gaya vertikal akibat pengecilan dimensi balok dan kolom struktur sehingga struktur bangunan tidak hanya aman terhadap gaya-gaya horizontal tetapi juga aman terhadap gaya-gaya vertikal.
3. Pada kasus defleksi horizontal lantai tingkat bangunan yang melebihi batas defleksi yang diperkenankan harus dilakukan pemeriksaan kekuatan bahan terhadap batas defleksi yang diizinkan.
4. Dalam tugas akhir ini variabel gaya-gaya dalam struktur dan momen-momennya tidak dibahas, sehingga tidak dapat digunakan untuk analisa perhitungan penulangan dinding geser.

PERPUS FAKULTAS TEKNIK

P E N U T U P

Segala puji bagi Alloh Tuhan seru sekalian alam.

Para pembaca yang budiman !

Setelah anda membaca tugas akhir ini dengan seksama tentunya ada ilmu dan hal-hal baru yang didapat. Demikianlah harapan kami dalam menyusun tugas akhir ini tidak lain adalah agar ada temuan-temuan yang bermanfaat di kemudian hari. Namun demikian kami menyadari pula bahwa sebagai manusia biasa sudah barang tentu penyusun melakukan kesalahan dalam menyusun tugas akhir ini. Untuk itu koreksi, kritik dan saran selalu kami harapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini maupun pengembangannya di masa mendatang.

Akhirnya kami mengucapkan terima kasih atas kesediaan anda membaca tugas akhir ini.

W a s s a l a m

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK

DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pekerjaan Umum, Peraturan Perencaaan Tahan Gempa Indonesia untuk Gedung, 1983.

2. Hutchison, David L., Disain Bangunan Tingkat Banyak Tahan Gempa, DPU, 1983.

3. Muto, Kiyoshi, Analisis Perencanaan Gedung Tahan Gempa, Erlangga, 1987.

4. Seminar Bangunan Tahan Gempa Indonesia, 1989.

5. Seminar Bangunan Tahan Gempa Indonesia, 1993.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

KEADAAN 1 (TANPA DINDING GESER)

JOINT DISPLACEMENTS

JNT.	X	Y	ROT.
1	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
2	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
3	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
4	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
5	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
6	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
7	0.161E-02	0.544E-04	-0.322E-03
8	0.161E-02	0.202E-04	-0.210E-03
9	0.160E-02	0.248E-04	-0.189E-03
10	0.160E-02	-0.248E-04	-0.189E-03
11	0.160E-02	-0.202E-04	-0.209E-03
12	0.159E-02	-0.543E-04	-0.319E-03
13	0.372E-02	0.941E-04	-0.278E-03
14	0.370E-02	0.373E-04	-0.200E-03
15	0.370E-02	0.401E-04	-0.184E-03
16	0.369E-02	-0.402E-04	-0.184E-03
17	0.369E-02	-0.373E-04	-0.199E-03
18	0.368E-02	-0.939E-04	-0.276E-03
19	0.495E-02	0.115E-03	-0.216E-03
20	0.493E-02	0.476E-04	-0.160E-03
21	0.492E-02	0.461E-04	-0.150E-03
22	0.491E-02	-0.462E-04	-0.150E-03
23	0.491E-02	-0.476E-04	-0.160E-03
24	0.490E-02	-0.115E-03	-0.214E-03
25	0.594E-02	0.128E-03	-0.176E-03
26	0.592E-02	0.548E-04	-0.129E-03
27	0.591E-02	0.480E-04	-0.123E-03
28	0.590E-02	-0.480E-04	-0.123E-03
29	0.590E-02	-0.548E-04	-0.129E-03
30	0.589E-02	-0.128E-03	-0.175E-03
31	0.671E-02	0.135E-03	-0.124E-03
32	0.669E-02	0.594E-04	-0.929E-04
33	0.667E-02	0.472E-04	-0.899E-04
34	0.666E-02	-0.472E-04	-0.897E-04
35	0.666E-02	-0.593E-04	-0.921E-04
36	0.665E-02	-0.135E-03	-0.122E-03
37	0.712E-02	0.138E-03	-0.673E-04
38	0.709E-02	0.617E-04	-0.545E-04
39	0.707E-02	0.456E-04	-0.552E-04
40	0.706E-02	-0.454E-04	-0.554E-04
41	0.706E-02	-0.615E-04	-0.554E-04
42	0.705E-02	-0.138E-03	-0.697E-04
43	0.731E-02	0.138E-03	-0.333E-04
44	0.729E-02	0.626E-04	-0.240E-04
45	0.728E-02	0.444E-04	-0.313E-04
46	0.727E-02	-0.442E-04	-0.316E-04
47	0.727E-02	-0.623E-04	-0.253E-04
48	0.726E-02	-0.139E-03	-0.390E-04

KEADAAN 2 (DENGAN DINDING GESER)

JOINT DISPLACEMENTS

JNT.	X	Y	ROT.
1	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
2	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
3	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
4	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
5	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
6	0.183E-03	0.518E-04	-0.411E-04
7	0.160E-03	0.182E-04	-0.579E-04
8	0.158E-03	0.964E-05	-0.562E-04
9	0.145E-03	-0.260E-04	-0.536E-04
10	0.277E-03	-0.491E-04	-0.542E-04
11	0.569E-03	0.978E-04	-0.629E-04
12	0.532E-03	0.345E-04	-0.853E-04
13	0.522E-03	0.173E-04	-0.823E-04
14	0.500E-03	-0.491E-04	-0.836E-04
15	0.681E-03	-0.914E-04	-0.508E-04
16	0.932E-03	0.127E-03	-0.655E-04
17	0.892E-03	0.455E-04	-0.924E-04
18	0.874E-03	0.213E-04	-0.899E-04
19	0.858E-03	-0.638E-04	-0.924E-04
20	0.949E-03	-0.118E-03	-0.468E-04
21	0.131E-02	0.151E-03	-0.649E-04
22	0.126E-02	0.540E-04	-0.918E-04
23	0.124E-02	0.234E-04	-0.907E-04
24	0.123E-02	-0.746E-04	-0.910E-04
25	0.123E-02	-0.139E-03	-0.584E-04
26	0.167E-02	0.167E-03	-0.700E-04
27	0.162E-02	0.609E-04	-0.878E-04
28	0.160E-02	0.241E-04	-0.846E-04
29	0.158E-02	-0.829E-04	-0.849E-04
30	0.158E-02	-0.154E-03	-0.690E-04
31	0.197E-02	0.176E-03	-0.674E-04
32	0.192E-02	0.648E-04	-0.846E-04
33	0.188E-02	0.240E-04	-0.745E-04
34	0.187E-02	-0.877E-04	-0.798E-04
35	0.186E-02	-0.160E-03	-0.363E-04
36	0.224E-02	0.180E-03	-0.442E-04
37	0.222E-02	0.669E-04	-0.827E-04
38	0.213E-02	0.237E-04	-0.665E-04
39	0.214E-02	-0.902E-04	-0.774E-04
40	0.192E-02	-0.162E-03	0.243E-05

KEADAAN 3 (DENGAN DINDING GESER)

JOINT DISPLACEMENTS

JNT.	X	Y	ROT.
1	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
2	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
3	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
4	0.103E-03	0.853E-04	-0.744E-04
5	0.477E-04	-0.938E-05	-0.176E-04
6	-0.182E-04	-0.278E-05	0.729E-05
7	0.643E-04	0.170E-03	0.328E-03
8	0.162E-03	-0.187E-04	-0.270E-04
9	-0.608E-04	-0.549E-05	0.973E-05
10	0.773E-03	0.239E-03	-0.190E-02
11	0.275E-03	-0.263E-04	-0.282E-04
12	-0.857E-04	-0.757E-05	0.272E-05
13	0.160E-01	0.300E-03	-0.319E-02
14	0.161E-01	-0.681E-02	-0.512E-03
15	0.346E-01	-0.126E-02	0.141E-02
16	0.385E-03	-0.330E-04	-0.268E-04
17	0.759E-03	-0.980E-04	-0.681E-04
18	0.553E-03	-0.142E-03	-0.139E-04
19	-0.379E-04	-0.951E-05	-0.266E-04
20	0.257E-01	0.343E-03	-0.185E-02
21	0.256E-01	-0.685E-02	-0.223E-02
22	0.331E-01	-0.125E-01	-0.628E-03
23	0.188E-02	-0.142E-01	-0.495E-03
24	0.131E-02	-0.159E-01	-0.367E-03
25	0.615E-03	-0.176E-01	-0.299E-03
26	0.333E-01	0.358E-03	-0.193E-02
27	0.333E-01	-0.686E-02	-0.181E-02
28	0.361E-01	-0.127E-01	-0.111E-02
29	0.419E-02	-0.156E-01	-0.825E-03
30	0.302E-02	-0.185E-01	-0.608E-03
31	0.199E-02	-0.212E-01	-0.490E-03
32	0.404E-01	0.358E-03	-0.208E-02
33	0.404E-01	-0.988E-02	-0.201E-02
34	0.404E-01	-0.165E-01	-0.133E-02
35	0.738E-02	-0.200E-01	-0.996E-03
36	0.537E-02	-0.235E-01	-0.738E-03
37	0.389E-02	-0.268E-01	-0.594E-03

KEADAAN 4 (DENGAN DINDING GESER)

JOINT DISPLACEMENTS

JNT.	X	Y	ROT.
1	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
2	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
3	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
4	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
5	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
6	0.498E-03	0.530E-04	-0.119E-03
7	0.448E-03	0.913E-05	-0.166E-03
8	0.438E-03	0.136E-04	-0.163E-03
9	0.419E-03	-0.202E-04	-0.158E-03
10	0.897E-03	-0.470E-04	-0.183E-03
11	0.164E-02	0.101E-03	-0.195E-03
12	0.156E-02	0.175E-04	-0.268E-03
13	0.153E-02	0.260E-04	-0.264E-03
14	0.150E-02	-0.390E-04	-0.264E-03
15	0.220E-02	-0.888E-04	-0.164E-03
16	0.284E-02	0.135E-03	-0.238E-03
17	0.273E-02	0.234E-04	-0.313E-03
18	0.269E-02	0.344E-04	-0.309E-03
19	0.266E-02	-0.519E-04	-0.312E-03
20	0.304E-02	-0.116E-03	-0.144E-03
21	0.416E-02	0.162E-03	-0.251E-03
22	0.404E-02	0.281E-04	-0.335E-03
23	0.399E-02	0.410E-04	-0.333E-03
24	0.396E-02	-0.624E-04	-0.332E-03
25	0.396E-02	-0.139E-03	-0.202E-03
26	0.552E-02	0.182E-03	-0.261E-03
27	0.540E-02	0.326E-04	-0.343E-03
28	0.534E-02	0.470E-04	-0.335E-03
29	0.530E-02	-0.720E-04	-0.334E-03
30	0.531E-02	-0.155E-03	-0.280E-03
31	0.673E-02	0.193E-03	-0.277E-03
32	0.661E-02	0.352E-04	-0.345E-03
33	0.650E-02	0.503E-04	-0.325E-03
34	0.647E-02	-0.779E-04	-0.331E-03
35	0.645E-02	-0.163E-03	-0.138E-03
36	0.787E-02	0.198E-03	-0.175E-03
37	0.782E-02	0.366E-04	-0.345E-03
38	0.763E-02	0.519E-04	-0.316E-03
39	0.762E-02	-0.810E-04	-0.328E-03
40	0.660E-02	-0.165E-03	0.555E-04

KONDISI I (TANPA DINDING GESER)

JOINT DISPLACEMENTS

JNT.	X	Y	ROT.
1	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
2	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
3	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
4	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
5	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
6	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
7	0.161E-02	0.544E-04	-0.322E-03
8	0.161E-02	0.202E-04	-0.210E-03
9	0.160E-02	0.248E-04	-0.189E-03
10	0.160E-02	-0.248E-04	-0.189E-03
11	0.160E-02	-0.202E-04	-0.209E-03
12	0.159E-02	-0.543E-04	-0.319E-03
13	0.372E-02	0.941E-04	-0.278E-03
14	0.370E-02	0.373E-04	-0.200E-03
15	0.370E-02	0.401E-04	-0.184E-03
16	0.369E-02	-0.402E-04	-0.184E-03
17	0.369E-02	-0.373E-04	-0.199E-03
18	0.368E-02	-0.939E-04	-0.276E-03
19	0.495E-02	0.115E-03	-0.216E-03
20	0.493E-02	0.476E-04	-0.160E-03
21	0.492E-02	0.461E-04	-0.150E-03
22	0.491E-02	-0.462E-04	-0.150E-03
23	0.491E-02	-0.476E-04	-0.160E-03
24	0.490E-02	-0.115E-03	-0.214E-03
25	0.594E-02	0.128E-03	-0.176E-03
26	0.592E-02	0.548E-04	-0.129E-03
27	0.591E-02	0.480E-04	-0.123E-03
28	0.590E-02	-0.480E-04	-0.123E-03
29	0.590E-02	-0.548E-04	-0.129E-03
30	0.589E-02	-0.128E-03	-0.175E-03
31	0.671E-02	0.135E-03	-0.124E-03
32	0.669E-02	0.594E-04	-0.929E-04
33	0.667E-02	0.472E-04	-0.899E-04
34	0.666E-02	-0.472E-04	-0.897E-04
35	0.666E-02	-0.593E-04	-0.921E-04
36	0.665E-02	-0.135E-03	-0.122E-03
37	0.712E-02	0.138E-03	-0.673E-04
38	0.709E-02	0.617E-04	-0.545E-04
39	0.707E-02	0.456E-04	-0.552E-04
40	0.706E-02	-0.454E-04	-0.554E-04
41	0.706E-02	-0.615E-04	-0.554E-04
42	0.705E-02	-0.138E-03	-0.697E-04
43	0.731E-02	0.138E-03	-0.333E-04
44	0.729E-02	0.626E-04	-0.240E-04
45	0.728E-02	0.444E-04	-0.313E-04
46	0.727E-02	-0.442E-04	-0.316E-04
47	0.727E-02	-0.623E-04	-0.253E-04
48	0.726E-02	-0.139E-03	-0.390E-04



KONDISI 2 (DENGAN DINDING GESER)

JOINT DISPLACEMENTS

JNT.	X	Y	ROT.
1	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
2	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
3	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
4	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
5	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
6	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
7	0.109E-03	0.172E-04	-0.175E-04
8	0.926E-04	0.748E-04	-0.148E-04
9	0.912E-04	0.164E-04	-0.140E-04
10	0.909E-04	-0.247E-04	-0.137E-04
11	0.921E-04	-0.803E-04	-0.140E-04
12	0.922E-04	-0.175E-04	-0.145E-04
13	0.260E-03	0.328E-04	-0.186E-04
14	0.230E-03	0.125E-03	-0.235E-04
15	0.229E-03	0.313E-04	-0.233E-04
16	0.229E-03	-0.383E-04	-0.233E-04
17	0.229E-03	-0.132E-03	-0.234E-04
18	0.231E-03	-0.336E-04	-0.166E-04
19	0.399E-03	0.435E-04	-0.219E-04
20	0.363E-03	0.152E-03	-0.283E-04
21	0.363E-03	0.391E-04	-0.283E-04
22	0.362E-03	-0.457E-04	-0.283E-04
23	0.363E-03	-0.159E-03	-0.284E-04
24	0.363E-03	-0.446E-04	-0.205E-04
25	0.547E-03	0.521E-04	-0.218E-04
26	0.506E-03	0.167E-03	-0.310E-04
27	0.505E-03	0.431E-04	-0.310E-04
28	0.505E-03	-0.499E-04	-0.310E-04
29	0.508E-03	-0.174E-03	-0.310E-04
30	0.508E-03	-0.534E-04	-0.210E-04
31	0.695E-03	0.584E-04	-0.222E-04
32	0.655E-03	0.173E-03	-0.321E-04
33	0.654E-03	0.448E-04	-0.322E-04
34	0.654E-03	-0.517E-04	-0.321E-04
35	0.654E-03	-0.180E-03	-0.321E-04
36	0.654E-03	-0.600E-04	-0.212E-04
37	0.821E-03	0.619E-04	-0.212E-04
38	0.779E-03	0.174E-03	-0.321E-04
39	0.778E-03	0.450E-04	-0.322E-04
40	0.778E-03	-0.517E-04	-0.322E-04
41	0.778E-03	-0.180E-03	-0.321E-04
42	0.779E-03	-0.636E-04	-0.231E-04
43	0.914E-03	0.634E-04	-0.133E-05
44	0.894E-03	0.173E-03	-0.319E-04
45	0.894E-03	0.449E-04	-0.321E-04
46	0.893E-03	-0.514E-04	-0.321E-04
47	0.893E-03	-0.179E-03	-0.319E-04
48	0.889E-03	-0.653E-04	-0.496E-05

SUPPORT REACTIONS

JNT.	X	Y	M

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK YOGYAKARTA

KONDISI 3 (DENGAN DINDING GESER)

JOINT DISPLACEMENTS

JNT.	X	Y	ROT.
1	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
2	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
3	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
4	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
5	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
6	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
7	0.987E-04	0.244E-04	-0.109E-04
8	0.822E-04	0.728E-04	-0.146E-04
9	0.809E-04	0.151E-04	-0.139E-04
10	0.807E-04	-0.254E-04	-0.134E-04
11	0.820E-04	-0.800E-04	-0.137E-04
12	0.821E-04	-0.112E-04	-0.896E-05
13	0.244E-03	0.477E-04	-0.351E-04
14	0.210E-03	0.124E-03	-0.244E-04
15	0.209E-03	0.273E-04	-0.236E-04
16	0.209E-03	-0.418E-04	-0.224E-04
17	0.210E-03	-0.129E-03	-0.216E-04
18	0.212E-03	-0.212E-04	-0.160E-04
19	0.342E-03	0.645E-04	0.108E-03
20	0.344E-03	0.159E-03	-0.315E-04
21	0.343E-03	0.336E-04	-0.317E-04
22	0.343E-03	-0.625E-04	-0.325E-04
23	0.344E-03	-0.194E-03	-0.333E-04
24	0.339E-03	-0.275E-04	0.542E-05
25	0.602E-03	0.820E-04	-0.773E-03
26	0.507E-03	0.175E-03	-0.367E-04
27	0.505E-03	0.337E-04	-0.344E-04
28	0.504E-03	-0.680E-04	-0.336E-04
29	0.483E-03	-0.201E-03	-0.332E-04
30	0.484E-03	-0.319E-04	-0.108E-03
31	0.120E-01	0.820E-04	-0.446E-02
32	0.120E-01	-0.221E-01	-0.443E-02
33	0.520E-02	-0.356E-01	-0.231E-02
34	0.370E-02	-0.414E-01	-0.156E-02
35	0.275E-02	-0.468E-01	-0.110E-02
36	0.248E-02	-0.517E-01	-0.893E-03
37	0.298E-01	0.820E-04	-0.530E-02
38	0.297E-01	-0.259E-01	-0.517E-02
39	0.150E-01	-0.429E-01	-0.329E-02
40	0.106E-01	-0.514E-01	-0.241E-02
41	0.778E-02	-0.598E-01	-0.177E-02
42	0.655E-02	-0.678E-01	-0.142E-02
43	0.483E-01	0.810E-04	-0.528E-02
44	0.483E-01	-0.259E-01	-0.508E-02
45	0.271E-01	-0.433E-01	-0.361E-02
46	0.197E-01	-0.529E-01	-0.279E-02
47	0.145E-01	-0.628E-01	-0.210E-02
48	0.120E-01	-0.723E-01	-0.171E-02

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

KONDISI 4 (DENGAN DINDING GESER)

JOINT DISPLACEMENTS

JNT.	X	Y	ROT.
1	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
2	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
3	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
4	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
5	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
6	0.000E 00	0.000E 00	0.000E 00
7	0.156E-03	0.851E-05	-0.321E-04
8	0.116E-03	0.122E-03	-0.239E-04
9	0.114E-03	0.284E-04	-0.229E-04
10	0.113E-03	-0.391E-04	-0.225E-04
11	0.115E-03	-0.130E-03	-0.229E-04
12	0.115E-03	-0.867E-05	-0.243E-04
13	0.384E-03	0.163E-04	-0.362E-04
14	0.315E-03	0.209E-03	-0.392E-04
15	0.314E-03	0.534E-04	-0.388E-04
16	0.313E-03	-0.628E-04	-0.388E-04
17	0.315E-03	-0.219E-03	-0.392E-04
18	0.315E-03	-0.167E-04	-0.315E-04
19	0.606E-03	0.217E-04	-0.437E-04
20	0.521E-03	0.262E-03	-0.486E-04
21	0.520E-03	0.683E-04	-0.485E-04
22	0.520E-03	-0.771E-04	-0.486E-04
23	0.520E-03	-0.272E-03	-0.489E-04
24	0.521E-03	-0.223E-04	-0.417E-04
25	0.849E-03	0.262E-04	-0.438E-04
26	0.750E-03	0.295E-03	-0.547E-04
27	0.749E-03	0.764E-04	-0.546E-04
28	0.748E-03	-0.874E-04	-0.547E-04
29	0.764E-03	-0.306E-03	-0.548E-04
30	0.764E-03	-0.269E-04	-0.429E-04
31	0.109E-02	0.295E-04	-0.466E-04
32	0.100E-02	0.312E-03	-0.581E-04
33	0.100E-02	0.804E-04	-0.580E-04
34	0.100E-02	-0.934E-04	-0.579E-04
35	0.100E-02	-0.325E-03	-0.579E-04
36	0.100E-02	-0.303E-04	-0.426E-04
37	0.131E-02	0.314E-04	-0.448E-04
38	0.121E-02	0.318E-03	-0.589E-04
39	0.121E-02	0.821E-04	-0.589E-04
40	0.121E-02	-0.947E-04	-0.589E-04
41	0.121E-02	-0.330E-03	-0.589E-04
42	0.121E-02	-0.324E-04	-0.499E-04
43	0.148E-02	0.323E-04	-0.110E-04
44	0.142E-02	0.318E-03	-0.590E-04
45	0.142E-02	0.825E-04	-0.591E-04
46	0.142E-02	-0.948E-04	-0.591E-04
47	0.142E-02	-0.331E-03	-0.591E-04
48	0.142E-02	-0.333E-04	-0.225E-04

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

KEADAAN 1 (TANPA DINDING GESER)
77,48,6,18,21000000
DATA KOORDINAT JOINT
0,0
5,0
9,0
12,0
16,0
21,0
0,5
5,5
9,5
12,5
16,5
21,5
0,10
5,10
9,10
12,10
16,10
21,10
0,14
5,14
9,14
12,14
16,14
21,14
0,18
5,18
9,18
12,18
16,18
21,18
0,22
5,22
9,22
12,22
16,22
21,22
0,25.5
5,25.5
9,25.5
12,25.5
16.25.5
21,25.5
0,29
5,29
9,29
12,29
16,29
21,29
DATA BATANG
1,7,0.0108,0.36
2,8,R,R
3,9,R,R

```
4,10,R,R
5,11,R,R
6,12,R,R
7,8,0.00857,0.21
8,9,R,R
9,10,R,R
10,11,R,R
11,12,R,R
7,13,0.0108,0.36
8,14,R,R
9,15,R,R
10,16,R,R
11,17,R,R
12,18,R,R
13,14,0.00857,0.21
14,15,R,R
15,16,R,R
16,17,R,R
17,18,R,R
13,19,0.0108,0.36
14,20,R,R
15,21,R,R
16,22,R,R
17,23,R,R
18,24,R,R
19,20,0.00857,0.21
20,21,R,R
21,22,R,R
22,23,R,R
23,24,R,R
19,25,0.0108,0.36
20,26,R,R
21,27,R,R
22,28,R,R
23,29,R,R
24,30,R,R
25,26,0.00857,0.21
26,27,R,R
27,28,R,R
28,29,R,R
29,30,R,R
25,31,0.0108,0.36
26,32,R,R
27,33,R,R
28,34,R,R
29.35,R,R
30,36,R,R
31,32,0.00857,0.21
32,33,R,R
33,34,R,R
34,35,R,R
35,36,R,R
31,37,0.0108,0.36
32,38,R,R
33,39,R,R
```

```
 34,40,R,R
 35,41,R,R
 36,42,R,R
 37,38,0.00857,0.21
 38,39,R,R
 39,40,R,R
 40,41,R,R
 41,42,R,R
 37,43,0.0108,0.36
 38,44,R,R
 39,45,R,R
 40,46,R,R
 41,47,R,R
 42,48,R,R
 43,44,0.00857,0.21
 44,45,R,R
 45,46,R,R
 46,47,R,R
 47,48,R,R
DATA DUKUNGAN
 1,1,1,1
 2,1,1,1
 3,1,1,1
 4,1,1,1
 5,1,1,1
 6,1,1,1
DATA BEBAN
 7
 7,7.934,0,0
 13,13.601,0,0
 19,19.041,0,0
 25,20.402,0,0
 31,24.935,0,0
 37,28.902,0,0
 43,16.435,0,0
 0
```

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

KEADAAN 2 (DENGAN DINDING GESER)
63,40,5,15,21000000
DATA KOORDINAT JOINT
0,0
5,0
9,0
12,0
17,0
0,5
5,5
9,5
12,5
17,5
0,10
5,10
9,10
12,10
17,10
0,14
5,14
9,14
12,14
17,14
0,18
5,18
9,18
12,18
17,18
0,22
5,22
9,22
12,22
17,22
0,25.5
5,25.5
9,25.5
12,25.5
17,25.5
0,29
5,29
9,29
12,29
17,29
DATA BATANG
1,6,0.018,0.30
2,7,2.703,0.96
3,8,1.1196,0.70
4,9,2.703,0.96
5,10,0.018,0.30
6,7,0.01715,0.175
7,8,R,R
8,9,R,R
9,10,R,R
6,11,0.018,0.30
7,12,2.703,0.96

PERPUSTAKAAN

8,13,1.1196,0.70
9,14,2.703,0.96
10,15,0.018,0.30
11,12,0.01715,0.175
12,13,R,R
13,14,R,R
14,15,R,R
11,16,0.018,0.30
12,17,2.703,0.96
13,18,1.1196,0.70
14,19,2.703,0.96
15,20,0.018,0.30
16,17,0.01715,0.175
17,18,R,R
18,19,R,R
19,20,R,R
16,21,0.0108,0.30
17,22,2.703,0.96
18,23,1.1196,0.70
19,24,2.703,0.96
20,25,0.018,0.30
21,22,0.01715,0.175
22,23,R,R
23,24,R,R
24,25,R,R
21,26,0.018,0.30
22,27,2.827,0.8375
23,28,1.1772,0.6
24,29,2.827,0.8375
25,30,0.018,0.30
26,27,0.01715,0.175
27,28,R,R
28,29,R,R
29,30,R,R
26,31,0.018,0.30
27,32,2.827,0.8375
28,33,1.1772,0.6
29,34,2.827,0.8375
30,35,0.018,0.30
31,32,0.01715,0.175
32,33,R,R
33,34,R,R
34,35,R,R
31,36,0.018,0.30
32,37,2.827,0.8375
33,38,1.1772,0.6
34,39,2.827,0.8375
35,40,0.018,0.30
36,37,0.01715,0.175
37,38,R,R
38,39,R,R
39,40,R,R
DATA DUKUNGAN
1,1,1,1
2,1,1,1

```
3,1,1,1
4,1,1,1
5,1,1,1
DATA BEBAN
7
6,14.814,0,0
11,24.769,0,0
16,31.176,0,0
21,36.517,0,0
26,34.979,0,0
31,36.814,0,0
36,20.934,0,0
0
```

KEADAAN 3 (DENGAN DINDING GESER)
57,37,3,9,21000000
DATA KOORDINAT JOINT
0,0
5,0
10,0
0,5
5,5
10,5
0,10
5,10
10,10
0,14
5,14
10,14
0,18
5,18
9,18
10.5,18
12,18
16,18
21,18
0,22
5,22
9,22
12,22
16,22
21,22
0,25.5
5,25.5
9,25.5
12,25.5
16,25.5
21,25.5
0,29
5,29
9,29
12,29
16,29
21,29
DATA BATANG
1,4,0.0052,0.25
2,5,22.183,2.2
3,6,0.0052,0.25
4,5,0.0054,0.18
5,6,R,R
4,7,0.0052,0.25
5,8,22.183,2.2
6,9,0.0052,0.25
7,8,0.0054,0.18
8,9,R,R
7,10,0.0052,0.25
8,11,22.183,2.2
9,12,0.0052,0.25
10,11,0.0054,0.18

```
11,12,R,R
10,13,0.0052,0.25
11,16,22.183,2.2
12,19,0.0052,0.25
13,14,0.0054,0.18
14,15,R,R
15,16,R,R
16,17,R,R
17,18,R,R
18,19,R,R
13,20,0.0052,0.25
14,21,R,R
15,22,R,R
17,23,R,R
18,24,R,R
19,25,R,R
20,21,0.0054,0.18
21,22,R,R
22,23,R,R
23,24,R,R
24,25,R,R
20,26,0.0052,0.25
21,27,R,R
22,28,R,R
23,29,R,R
24,30,R,R
25,31,R,R
26,27,0.0054,0.18
27,28,R,R
28,29,R,R
29,30,R,R
30,31,R,R
26,32,0.0052,0.25
27,33,R,R
28,34,R,R
29,35,R,R
30,36,R,R
31,37,R,R
32,33,0.0054,0.18
33,34,R,R
34,35,R,R
35,36,R,R
36,37,R,R
DATA DUKUNGAN
1,1,1,1
2,1,1,1
3,1,1,1
DATA BEBAN
7
4,12.903,0,0
7,20.931,0,0
10,25.758,0,0
13,29.505,0,0
20,26.284,0,0
26,30.465,0,0
```


PUSTAKA FAKULTAS TEKNIK

KEADAAN 4 (DENGAN DINDING GESER)
63,40,5,15,21000000
DATA KOORDINAT JOINT
0,0
5,0
9,0
12,0
17,0
0,5
5,5
9,5
12,5
17,5
0,10
5,10
9,10
12,10
17,10
0,14
5,14
9,14
12,14
17,14
0,18
5,18
9,18
12,18
17,18
0,22
5,22
9,22
12,22
17,22
0,25.5
5,25.5
9,25.5
12,25.5
17,25.5
0,29
5,29
9,29
12,29
17,29
DATA BATANG
1,6,0.00213,0.133
2,7,1.4783,0.766
3,8,0.607,0.566
4,9,1.4783,0.766
5,10,0.00213,0.133
6,7,0.00178,0.0729
7,8,R,R
8,9,R,R
9,10,R,R
6,11,0.00213,0.133
7,12,1.4783,0.766

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK YOGYAKARTA

8,13,0.607,0.566
9,14,1.4783,0.766
10,15,0.00213,0.133
11,12,0.00178,0.0729
12,13,R,R
13,14,R,R
14,15,R,R
11,16,0.00213,0.133
12,17,1.4783,0.766
13,18,0.607,0.566
14,19,1.4783,0.766
15,20,0.00213,0.133
16,17,0.00178,0.0729
17,18,R,R
18,19,R,R
19,20,R,R
16,21,0.00213,0.133
17,22,1.4783,0.766
18,23,0.607,0.566
19,24,1.4783,0.766
20,25,0.00213,0.133
21,22,0.00178,0.0729
22,23,R,R
23,24,R,R
24,25,R,R
21,26,0.00213,0.133
22,27,1.642,0.625
23,28,0.6803,0.458
24,29,1.642,0.625
25,30,0.00213,0.133
26,27,0.00178,0.0729
27,28,R,R
28,29,R,R
29,30,R,R
26,31,0.00213,0.133
27,32,1.642,0.625
28,33,0.6803,0.458
29,34,1.642,0.625
30,35,0.00213,0.133
31,32,0.00178,0.0729
32,33,R,R
33,34,R,R
34,35,R,R
31,36,0.00213,0.133
32,37,1.642,0.625
33,38,0.6803,0.458
34,39,1.642,0.625
35,40,0.00213,0.133
36,37,0.00178,0.0729
37,38,R,R
38,39,R,R
39,40,R,R
DATA DUKUNGAN
1,1,1,1
2,1,1,1

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK YOGYAKARTA

```
4,1,1,1
5,1,1,1
DATA BEBAN
7
6,14.814,0,0
11,24.769,0,0
16,31.176,0,0
21,36.517,0,0
26,34.979,0,0
31,36.814,0,0
36,20.934,0,0
0
```


PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

KONDISI I (TANPA DINDING GESER)
77,48,6,18,21000000
DATA KOORDINAT JOINT
0,0
5,0
9,0
12,0
16,0
21,0
0,5
5,5
9,5
12,5
16,5
21,5
0,10
5,10
9,10
12,10
16,10
21,10
0,14
5,14
9,14
12,14
16,14
21,14
0,18
5,18
9,18
12,18
16,18
21,18
0,22
5,22
9,22
12,22
16,22
21,22
0,25.5
5,25.5
9,25.5
12,25.5
16,25.5
21.25.5
0,29
5,29
9,29
12,29
16,29
21,29
DATA BATANG
1,7,0.0108,0.36
2,8,R,R
3,9,R,R

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

4,10,R,R
5,11,R,R
6,12,R,R
7,8,0.00857,0.21
8,9,R,R
9,10,R,R
10,11,R,R
11,12,R,R
7,13,0.0108,0.36
8,14,R,R
9,15,R,R
10,16,R,R
11,17,R,R
12,18,R,R
13,14,0.00857,0.21
14,15,R,R
15,16,R,R
16,17,R,R
17,18,R,R
13,19,0.0108,0.36
14,20,R,R
15,21,R,R
16,22,R,R
17,23,R,R
18,24,R,R
19,20,0.00857,0.21
20,21,R,R
21,22,R,R
22,23,R,R
23,24,R,R
19,25,0.0108,0.36
20,26,R,R
21,27,R,R
22,28,R,R
23,29,R,R
24,30,R,R
25,26,0.00857,0.21
26,27,R,R
27,28,R,R
28,29,R,R
29,30,R,R
25,31,0.0108,0.36
26,32,R,R
27,33,R,R
28,34,R,R
29,35,R,R
30,36,R,R
31,32,0.00857,0.21
32,33,R,R
33,34,R,R
34,35,R,R
35,36,R,R
31,37,0.0108,0.36
32,38,R,R
33,39,R,R

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PERPUSTAKAAN

```
35,41,R,R
36,42,R,R
37,38,0.00857,0.21
38,39,R,R
39,40,R,R
40,41,R,R
41,42,R,R
37,43,0.0108,0.36
38,44,R,R
39,45,R,R
40,46,R,R
41,47,R,R
42,48,R,R
43,44,0.00857,0.21
44,45,R,R
45,46,R,R
46,47,R,R
47,48,R,R
DATA DUKUNGAN
1,1,1,1
2,1,1,1
3,1,1,1
4,1,1,1
5,1,1,1
6,1,1,1
DATA BEBAN
7
7,7.934,0,0
13,13.601,0,0
19,19.041,0,0
25,20.402,0,0
31,24.935,0,0
37,28.902,0,0
43,16.435,0,0
0
```


UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK YOGYAKARTA

KONDISI 2 (DENGAN DINDING GESER)
119,48,6,18,21000000
DATA KOORDINAT JOINT
0,0
5,0
9,0
12,0
16,0
21,0
0,5
5,5
9,5
12,5
16,5
21,5
0,10
5,10
9,10
12,10
16,10
21,10
0,14
5,14
9,14
12,14
16,14
21,14
0,18
5,18
9,18
12,18
16,18
21,18
0,22
5,22
9,22
12,22
16,22
21,22
0,25.5
5,25.5
9,25.5
12,25.5
16,25.5
21,25.5
0,29
5,29
9,29
12,29
16,29
21,29
DATA BATANG
1,7,0.0108,0.36
2,8,0.008,0.493
2,9,0.021,0.564

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

3,8,R,R
3,9,0.008,0.493
3,10,0.021,0.564
4,9,R,R
4,10,0.008,0.493
4,11,0.021,0.564
5,10,R,R
5,11,0.008,0.493
6,12,0.0108,0.36
7,8,0.008575,0.21
8,9,10+E2,10+E6
9,10,R,R
10,11,R,R
11,12,0.008575,0.21
7,13,0.0108,0.36
8,14,0.008,0.493
8,15,0.021,0.564
9,14,R,R
9,15,0.008,0.493
9,16,0.021,0.564
10,15,R,R
10,16,0.008,0.493
10,17,0.021,0.564
11,16,R,R
11,17,0.008,0.493
12,18,0.0108,0.36
13,14,0.008575,0.21
14,15,10+E2,10+E6
15,16,R,R
16,17,R,R
17,18,0.008575,0.21
13,19,0.0108,0.36
14,20,0.008,0.493
14,21,0.021,0.485
15,20,R,R
15,21,0.008,0.493
15,22,0.021,0.446
16,21,R,R
16,22,0.008,0.493
16,23,0.021,0.485
17,22,R,R
17,23,0.008,0.493
18,24,0.0108,0.36
19,20,0.008575,0.21
20,21,10+E2,10+E6
21,22,R,R
22,23,R,R
23,24,0.008575,0.21
19,25,0.0108,0.36
20,26,0.008,0.493
20,27,0.021,0.485
21,26,R,R
21,27,0.008,0.493
21,28,0.021,0.446
22,27,R,R

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

23,28,R,R
23,29,0.008,0.4931
24,30,0.0108,0.36
25,26,0.0085,0.21
26,27,10+E2,10+E6
27,28,R,R
28,29,R,R
29,30,0.008575,0.21
25,31,0.0108,0.36
26,32,0.008,0.46
26,33,0.021,0.364
27,32,R,R
27,33,0.008,0.46
27,34,0.021,0.3348
28,33,R,R
28,34,0.008,0.46
28,35,0.021,0.3637
29,34,R,R
29,35,0.008,0.46
30,36,0.0108,0.36
31,32,0.008575,0.21
32,33,10+E2,10+E6
33,34,R,R
34,35,R,R
35,36,0.008575,0.21
31,37,0.0108,0.36
32,38,0.008,0.46
32,39,0.021,0.3452
33,38,R,R
33,39,0.008,0.46
33,40,0.021,0.3005
34,39,R,R
34,40,0.008,0.46
34,41,0.021,0.3452
35,40,R,R
35,41,0.008,0.46
36,42,0.0108,0.36
37,38,0.008575,0.21
38,39,10+E2,10+E6
39,40,R,R
40,41,R,R
41,42,0.008575,0.21
37,43,0.0108,0.36
38,44,0.008,0.46
38,45,0.021,0.3452
39,44,R,R
39,45,0.008,0.46
39,46,0.021,0.3005
40,45,R,R
40,46,0.008,0.46
40,47,0.021,0.3452
41,46,R,R
41,47,0.008,0.46

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK

```
42,48,0.0108,0.36
43,44,0.008575,0.21
44,45,10+E2,10+E6
45,46,R,R
46,47,R,R
47,48,0.008575,0.21
DATA DUKUNGAN
1,1,1,1
2,1,1,1
3,1,1,1
4,1,1,1
5,1,1,1
6,1,1,1
DATA BEBAN
7
7,14.814,0,0
13,24.769,0,0
19,31.176,0,0
25,36.517,0,0
31,34.979,0,0
37,36.814,0,0
43,20.934,0,0
0
```

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK YOGYAKARTA

KONDISI 3 (DENGAN DINDING GESER)
101,48,6,18,21000000
DATA KOORDINAT JOINT
0,0
5,0
9,0
12,0
16,0
21,0
0,5
5,5
9,5
12,5
16,5
21,5
0,10
5,10
9,10
12,10
16,10
21,10
0,14
5,14
9,14
12,14
16,14
21,14
0,18
5,18
9,18
12,18
16,18
21,18
0,22
5,22
9,22
12,22
16,22
21,22
0,25.5
5,25.5
9,25.5
12,25.5
16,25.5
21,25.5
0,29
5,29
9,29
12,29
16,29
21,29
DATA BATANG
1,7,0.00521,0.25
2,8,0.008,0.3833
2,9,0.021,0.5638

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK

3,9,0.008,0.3833
3,10,0.021,0.5675
4,9,R,R
4,10,0.008,0.3833
4,11,0.021,0.5638
5,10,R,R
5,11,0.008,0.3833
6,12,0.00521,0.25
7,8,0.0054,0.18
8,9,10+E2,10+E6
9,10,R,R
10,11,R,R
11,12,0.0054,0.18
7,13,0.00521,0.25
8,14,0.008,0.3833
8,15,0.021,0.5638
9,14,R,R
9,15,0.008,0.3833
9,16,0.021,0.5675
10,15,R,R
10,16,0.008,0.3833
10,17,0.021,0.5638
11,16,R,R
11,17,0.008,0.3833
12,18,0.00521,0.25
13,14,0.0054,0.18
14,15,10+E2,10+E6
15,16,R,R
16,17,R,R
17,18,0.0054,0.18
13,19,0.00521,0.25
14,20,0.008,0.3833
14,21,0.021,0.485
15,20,R,R
15,21,0.008,0.3833
15,22,0.021,0.4464
16,21,R,R
16,22,0.008,0.3833
16,23,0.021,0.485
17,22,R,R
17,23,R,R
18,24,0.00521,0.25
19,20,0.0054,0.18
20,21,10+E2,10+E6
21,22,R,R
22,23,R,R
23,24,0.0054,0.18
19,25,0.00521,0.25
20,26,0.008,0.3833
20,27,0.021,0.485
21,26,R,R
21,27,0.008,0.3833
21,28,0.021,0.4464
22,27,R,R

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

```
22,28,0.008,0.3833
22,29,0.021,0.485
23,28,R,R
23,29,0.008,0.3833
24,30,0.00521,0.25
25,26,0.0054,0.18
26,27,10+E2,10+E6
27,28,R,R
28,29,R,R
29,30,0.0054,0.18
25,31,0.00521,0.25
26,32,R,R
27,33,R,R
28,34,R,R
29,35,R,R
30,36,R,R
31,32,0.0054,0.18
32,33,R,R
33,34,R,R
34,35,R,R
35,36,R,R
31,37,0.00521,0.25
32,38,R,R
33,39,R,R
34,40,R,R
35,41,R,R
36,42,R,R
37,38,0.0054,0.18
38,39,R,R
39,40,R,R
40,41,R,R
41,42,R,R
37,43,0.00521,0.25
38,44,R,R
39,45,R,R
40,46,R,R
41,47,R,R
42,48,R,R
43,44,0.0054,0.18
44,45,R,R
45,46,R,R
46,47,R,R
47,48,R,R
DATA DUKUNGAN
1,1,1,1
2,1,1,1
3,1,1,1
4,1,1,1
5,1,1,1
6,1,1,1
DATA BEBAN
7
7,12.903,0,0
13,20.931,0,0
19,25.758,0,0
```

PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK

```
31,26.284,0,0
37,30.465,0,0
43,17.324,0,0
0
```


UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN FAKULTAS TEKNIK YOGYAKARTA

KONDISI 4 (DENGAN DINDING GESER)
119,48,6,18,21000000
DATA KOORDINAT JOINT
0,0
5,0
9,0
12,0
16,0
21,0
0,5
5,5
9,5
12,5
16,5
21,5
0,10
5,10
9,10
12,10
16,10
21,10
0,14
5,14
9,14
12,14
16,14
21,14
0,18
5,18
9,18
12,18
16,18
21,18
0,22
5,22
9,22
12,22
16,22
21,22
0,25.5
5,25.5
9,25.5
12,25.5
16,25.5
21,25.5
0,29
5,29
9,29
12,29
16,29
21,29
DATA BATANG
1,7,0.00213,0.16
2,8,0.008,0.2933
2,9,0.021,0.564

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK

```
3,9,0.008,0.2933
3,10,0.021,0.5675
4,9,R,R
4,10,0.008,0.2933
4,11,0.021,0.564
5,10,R,R
5,11,0.008,0.2933
6,12,0.00213,0.16
7,8,0.000893,0.0875
8,9,10+E2,10+E6
9,10,R,R
10,11,R,R
11,12,0.000893,0.0875
7,13,0.00213,0.16
8,14,0.008,0.2933
8,15,0.021,0.564
9,14,R,R
9,15,0.008,0.2933
9,16,0.021,0.5675
10,15,R,R
10,16,0.008,0.2933
10,17,0.021,0.564
11,16,R,R
11,17,0.008,0.2933
12,18,0.00213,0.16
13,14,0.000893,0.0875
14,15,10+E2,10+E6
15,16,R,R
16,17,R,R
17,18,0.000893,0.0875
13,19,0.00213,0.16
14,20,0.008,0.2933
14,21,0.021,0.485
15,20,R,R
15,21,0.008,0.2933
15,22,0.021,0.4464
16,21,R,R
16,22,0.008,0.2933
16,23,0.021,0.485
17,22,R,R
17,23,0.008,0.2933
18,24,0.00213,0.16
19,20,0.000893,0.0875
20,21,10+E2,10+E6
21,22,R,R
22,23,R,R
23,24,0.000893,0.0875
19,25,0.00213,0.16
20,26,0.008,0.2933
20,27,0.021,0.485
21,26,R,R
21,27,0.008,0.2933
21,28,0.021,0.4464
22,27,R,R
```


UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

```
22,29,0.021,0.485
23,28,R,R
23,29,0.008,0.2933
24,30,0.00213,0.16
25,26,0.000894,0.0875
26,27,10+E2,10+E6
27,28,R,R
28,29,R,R
29,30,0.000893,0.0875
25,31,0.00213,0.16
26,32,0.008,0.2933
26,33,0.021,0.3637
27,32,R,R
27,33,0.008,0.2933
27,34,0.021,0.3348
28,33,R,R
28,34,0.008,0.2933
28,35,0.021,0.3637
29,34,R,R
29,35,0.008,0.2933
30,36,0.00213,0.16
31,32,0.000893,0.0875
32,33,10+E2,10+E6
33,34,R,R
34,35,R,R
35,36,0.000893,0.0875
31,37,0.00213,0.16
32,38,0.008,0.2933
32,39,0.021,0.3452
33,38,R,R
33,39,0.008,0.2933
33,40,0.021,0.3005
34,39,R,R
34,40,0.008,0.2933
34,41,0.021,0.3452
35,40,R,R
35,41,0.008,0.2933
36,42,0.00213,0.16
37,38,0.000893,0.0875
38,39,10+E2,10+E6
39,40,R,R
40,41,R,R
41,42,0.000893,0.16
37,43,0.00213,0.16
38,44,0.008,0.2933
38,45,0.021,0.3452
39,44,R,R
39,45,0.008,0.2933
39,46,0.021,0.3005
40,45,R,R
40,46,0.008,0.46
40,47,0.021,0.3452
41,46,R,R
41,47,0.008,0.2933
```


UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK

```
42,48,0.00213,0.16
43,44,0.000393,0.0875
44,45,10+E2,10+E6
45,46,R,R
46,47,R,R
47,48,0.000893,0.0875
DATA DUKUNGAN
1,1,1,1
2,1,1,1
3,1,1,1
4,1,1,1
5,1,1,1
6,1,1,1
DATA BEBAN
7
7,14.814,0,0
13,24.769,0,0
19,31.176,0,0
25,36.517,0,0
31,34.979,0,0
37,36.814,0,0
43,20.934,0,0
0
```

MILIK PERPUSTAKAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UII YOGYA

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK