



**PENGARUH BRACING PADA BANGUNAN
DENGAN MENGGUNAKAN GAYA
GEMPA ANALISA PUSHOVER**

SKRIPSI

Oleh

**Dwi Wahyu Anggraeni
NIM 111910301048**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**PENGARUH BRACING PADA BANGUNAN
DENGAN MENGGUNAKAN GAYA
GEMPA ANALISA PUSHOVER**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 Teknik
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh
Dwi Wahyu Anggraeni
NIM 111910301048

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua Orang Tuaku Bapak Awali Hardjodiputro dan Ibu Hermanika yang senantiasa memberikan semangat serta doa yang tak pernah putus dan selalu bekerja keras demi mewujudkan keinginan dan membahagiakan anak-anakmu. Terimakasih atas semuanya,
2. Kakakku tersayang Sigit Rudy Wibowo, terima kasih atas segala hal yang telah dikorbankan dan diberikan kepadaku sehingga aku dapat menyelesaikan skripsiku ini,
3. Seluruh keluarga besar, terimakasih atas semua nasehat, doa, semangat, dan bimbingannya,
4. Keluarga besar Teknik Sipil 2011 yang tidak dapat kusebutkan namanya satu-persatu yang telah banyak membantu serta bekerja sama untuk mencapai kesuksesan bersama- sama.
5. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi,
6. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Hendaknya kita tidak mudah menyerah dalam menghadapi kesulitan karena Allah SWT akan memberikan kemudahan setelahnya.”

(QS. Al Insiroh 94:6-7)

“Sesungguhnya Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(QS. Al Baqarah [2] : 286)

“Sesuatu mungkin mendatangi mereka yang mau menunggu, namun hanya didapatkan oleh mereka yang bersemangat mengejarnya.”

(Abraham Lincon)

“Untuk meraih sebuah kesuksesan, karakter seseorang adalah lebih penting daripada intelegensi.”

(Gilgerte Beaux)

“Keberhasilan adalah kemampuan untuk melewati dan mengatasi dari satu kegagalan ke kegagalan berikutnya tanpa kehilangan semangat.”

(Winston Chucill)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dwi Wahyu Anggraeni

NIM : 111910301048

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Pengaruh Bracing Pada Bangunan Dengan Menggunakan Gaya Gempa Analisa Pushover" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2015

Yang menyatakan

Dwi Wahyu Anggraeni

NIM 111910301048

SKRIPSI

**PENGARUH BRACING PADA BANGUNAN
DENGAN MENGGUNAKAN GAYA
GEMPA ANALISA PUSHOVER**

Oleh
Dwi Wahyu Anggraeni
NIM 111910301048

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Erno Widayanto, ST., MT.

Dosen Pembimbing Anggota : Dwi Nurtanto, ST., MT.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Bracing Pada Bangunan Dengan Menggunakan Gaya Gempa Analisa Pushover”. Telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 3 Juni 2015

Tempat : Ruang Sidang Jurusan Teknik Sipil

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Ketut Aswatama, ST.,MT
NIP.19700713 200012 1 001

Erno Widayanto, ST.,MT
NIP.19700419 199803 1 002

Anggota I,

Anggota II,

Dwi Nurtanto, ST.,MT.
NIP.19731015 199802 1 001

Januar Fery Irawan, ST.,M. Eng
NIP.19760111 200012 1 002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, MT.
NIP. 19610414 198902 1 001

RINGKASAN

Pengaruh Bracing Pada Bangunan Dengan Menggunakan Gaya Gempa Analisa Pushover; Dwi Wahyu Anggraeni, 111910301048; 2015; 62 halaman; Jurusan Teknik Sipil; Fakultas Teknik; Universitas Jember.

Sebagian besar wilayah Indonesia merupakan wilayah rawan gempa. Hal ini disebabkan oleh pertemuan tiga lempeng utama dunia yang bersifat subdaksi. Lempeng Indo- Australia bertabrakan dengan lempeng Eurasia di lepas pantai Sumatra, Jawa dan Nusa Tenggara, sedangkan lempeng Pasific di utara Irian dan Maluku Utara. Di sekitar lokasi pertemuan lempeng ini akumulasi energi tabrakan terkumpul sampai suatu titik dimana lapisan bumi tidak lagi sanggup menahan tumpukan energi sehingga lepas berupa gempa bumi.

Gempa banyak menghancurkan bangunan- bangunan bertingkat yang tidak mempunyai kekuatan yang memadai. Oleh karena itu, semakin tinggi bangunan maka semakin besar pula efek gempa yang diterima oleh bangunan tersebut. Salah satu cara untuk memperoleh ketahanan terhadap respon gempa adalah menambah kekakuan pada suatu bangunan. Cara memperoleh kekakuan suatu bangunan adalah dengan memasang pengekang (bracing) untuk bangunan tinggi. Tujuan dari analisa ini dilakukan untuk untuk mengetahui pengaruh nilai displacement penggunaan X-bracing dan V- bracing pada bangunan dalam rangka menerima beban gravitasi (beban mati dan hidup) dan beban horizontal (beban gempa) dengan menggunakan gaya gempa analisa pushover.

Hasil dari analisa ini menunjukkan terjadinya pengurangan simpangan horizontal gedung karena adanya penambahan rangka bracing. Selisih presentase simpangan horizontal gedung tanpa bresing dan gedung dengan menggunakan bresing X adalah 82,519%. Sedangkan selisih presentase simpangan horizontal gedung tanpa rangka bresing dan gedung dengan menggunakan bresing V adalah 64,904%.

SUMMARY

Bracing Influence In Building Using Seismic Forces Pushover Analysis; Dwi Wahyu Anggraeni, 111910301048; 2015; 62 pages; Civil Engineering Department; Faculty of Engineering; Jember University.

Most of Indonesia area is an earthquake-prone region. This is caused by the confluence of three major plates world that are subduction. Indo-Australian Plate colliding with the Eurasian plate off the coast of Sumatra, Java and Nusa Tenggara, while the Pacific plate in northern Guinea and North Maluku. In the vicinity of the location of the meeting is the accumulation plate collision energy accumulated to a point where the layers of the earth is no longer able to hold off the pile so that the energy in the form of earthquakes.

The quake destroyed much of the multi-storey buildings that do not have adequate strength. Therefore, the higher the building, the greater the effects of the earthquake were received by the building. One way to acquire resistance to earthquake response was to add rigidity to a building. How to obtain the stiffness of a building is to install bracing (bracing) for high-rise buildings. The purpose of this analysis is to determine the effect of the use of X-bracing displacement value and V-bracing in buildings in order to receive a gravity loads (dead and live loads) and horizontal loads (seismic) using seismic forces pushover analysis.

The Results of this analysis showed a reduction in horizontal deviation of the building due to the addition of frame bracing. The difference in the percentage of horizontal deviation without bracing building and building using bracing X is 82.519%. While the difference in the percentage of horizontal deviation without order bracing building and building using bracing V is 64.904%.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Bracing Pada Bangunan Dengan Menggunakan Gaya Gempa Analisa Pushover”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

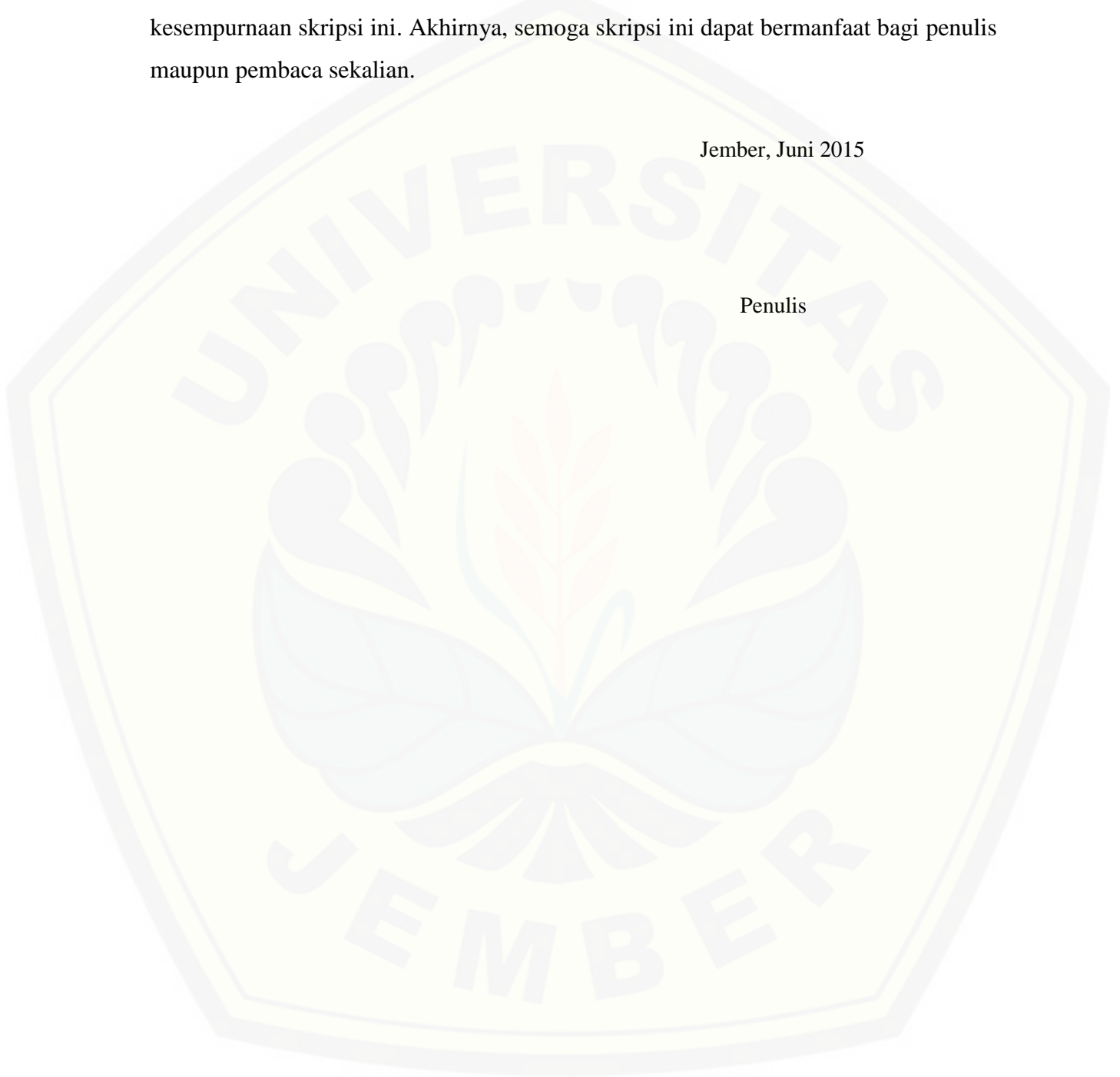
1. Ir. Widyono Hadi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,
2. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember,
3. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember,
4. Erno Widayanto, ST., M.T. dan Dwi Nurtanto, ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing,
5. Ketut Aswatama, ST., M.T. dan Januar Fery Irawan, ST., M.T. selaku Dosen Penguji,
6. Kedua orang tua, Bapak Awali Hardjodiputro dan Ibu Hermanika yang telah mencintai, merawat, dan mendidik dari lahir sampai saat ini,
7. Kakakku Sigit Rudy Wibowo yang selalu mendoakan saya hingga bisa menyelesaikan skripsi ini,
8. Keluarga Besar Teknik Sipil 2011 yang tidak dapat saya sebutkan namanya satu-persatu yang selalu ada di setiap suka duka selama penulis di Jember dengan segala dukungan, semangat dan doanya,
9. Imam, Vivi, Fiqi, Yoga dan Abror yang telah memberikan doa serta dukungannya,
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu,

11. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik.

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, Juni 2015

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Landasan Teori dan Penelitian Terdahulu	4
2.2 Tinjauan Jenis Struktur	4
2.3 Tinjauan Rangka Bracing	5
2.3.1 Jenis rangka bracing.....	5

2.3.2 Analisa rangka bracing	6
2.4 Wilayah Gempa dan Spektrum Respons	10
2.5 Perencanaan dan Kinerja Struktur Tahan Gempa	11
2.6 Tinjauan Bangunan	12
2.6.1 Gempa rencana dan kategori gedung.....	12
2.6.2 Kekakuan struktur.....	13
2.6.3 Pushover analisis.....	15
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Pengumpulan Data	22
3.2 Studi Literatur	23
3.3 Kerangka Penelitian	23
3.4 Diagram Alir.....	25
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Preliminary Desain	29
4.1.1 Data- data perencanaan.....	29
4.1.2 Perencanaan dimensi balok.....	29
4.1.3 Perencanaan dimensi plat.....	29
4.1.4 Perencanaan dimensi kolom	29
4.1.5 Kategori gedung.....	29
4.2 Analisa SRPM dengan Menggunakan Gaya Gempa Nominal Statik Ekuivalen.....	30
4.2.1 Perhitungan berat bangunan tiap lantai.....	30
4.2.2 Menentukan taksiran waktu getar alami (T) secara empiris 29.....	30
4.2.3 Perhitungan Gaya Geser Dasar	31
4.2.4 Analisa Terhadap T Rayleigh.....	32
4.2.5 Kinerja Batas Layan (Δ_s) dan Kinerja Batas Ultimit (Δ_m)	34

4.3 Analisa SRPM dengan Gaya Gempa Analisa Pushover.....	37
4.3.1 Perhitungan Massa Lantai Tingkat	37
4.3.2 Menentukan Letak Pusat Massa	38
4.3.3 Perhitungan Letak Titik Pusat Kekakuan	38
4.3.4 Gaya gempa analisa pushover.....	39
4.3.5 Kontrol kinerja batas layan (Δ_s) dan kinerja batas ultimit (Δ_m).....	42
4.3.6 Hasil analisa beban gempa dan gravitasi	45
4.4 Analisa SRPM dengan Bracing X Menggunakan Gaya Gempa Analisa Pushover	47
4.4.1 Gaya gempa analisa pushover dengan bracing X.....	47
4.4.2 Tinjauan Kinerja Batas Layan (Δ_s) dan Kinerja Batas Ultimit (Δ_m).....	49
4.4.3 Hasil Analisa Beban Gempa dan Gravitasi.....	52
4.5 Analisa SRPM dengan Bracing V Menggunakan Gaya Gempa Analisa Pushover	54
4.5.1 Gaya gempa analisa pushover dengan bracing V.....	54
4.5.2 Tinjauan Kinerja Batas Layan (Δ_s) dan Kinerja Batas Ultimit (Δ_m).....	56
4.5.3 Hasil Analisa Beban Gempa dan Gravitasi.....	59
4.5.4 Hasil rekapitulasi simpangan horizontal	61
BAB 5. PENUTUP	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	64

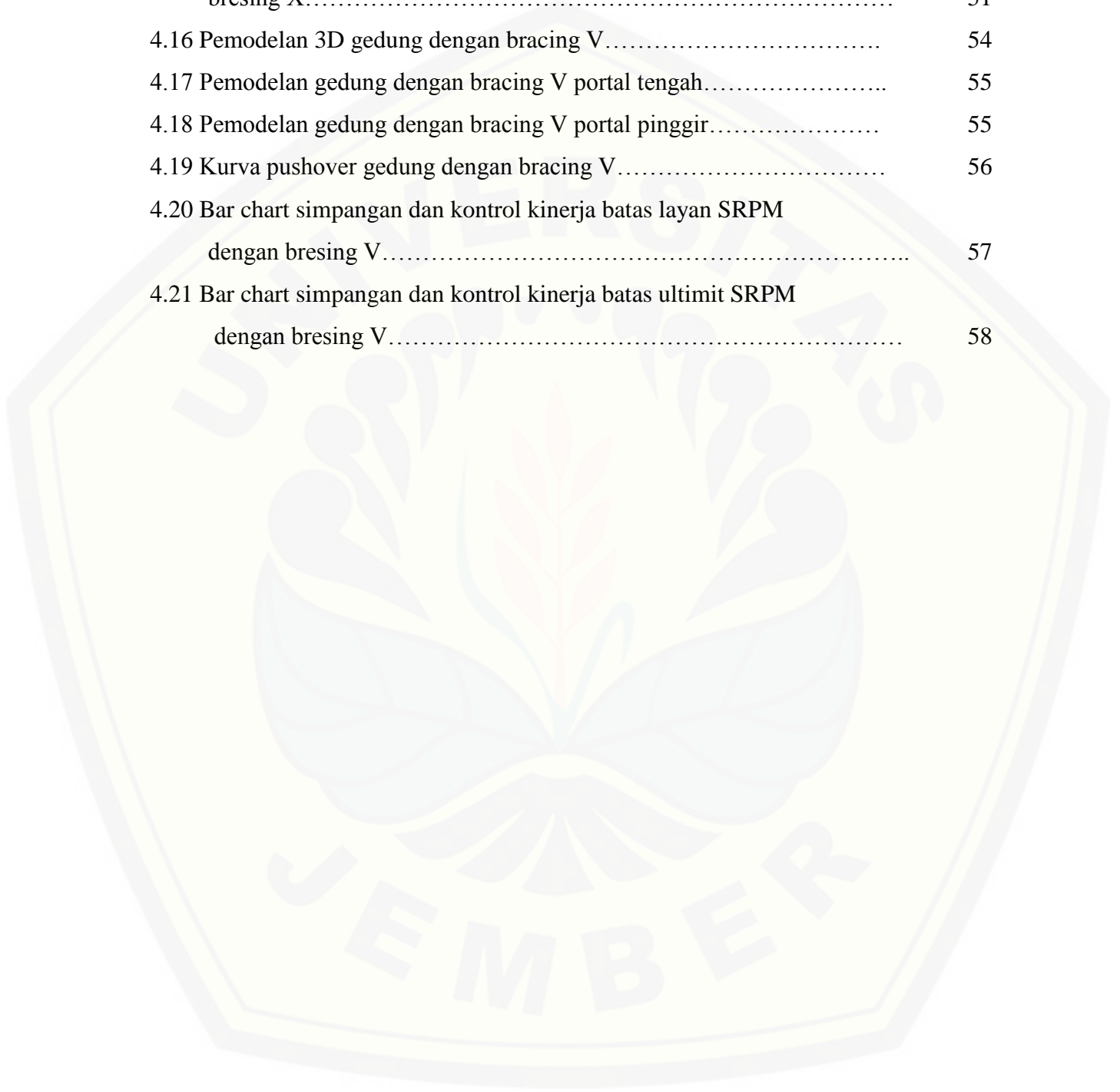
DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Faktor Keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan....	12
2.2 Koefisien ζ yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung.....	13
4.1 Analisa T Rayleigh Akibat Gempa.....	33
4.2 Analisis Δ_s Akibat Gempa.....	34
4.3 Analisis Δ_m Akibat Gempa.....	36
4.4 Hasil Rekapitulasi Perhitungan Letak Pusat Massa.....	38
4.5 Hasil Perhitungan Letak Titik Pusat Kekakuan.....	39
4.6 Analisis Δ_s Akibat Gempa Analisa Pushover.....	43
4.7 Analisis Δ_m Akibat Gempa Analisa Pushover.....	44
4.8 Analisis Δ_s Akibat Gempa Analisa Pushover dengan Bracing X.....	50
4.9 Analisis Δ_m Akibat Gempa Analisa Pushover dengan Bracing X.....	51
4.10 Analisis Δ_s Akibat Gempa Analisa Pushover dengan Bracing V.....	57
4.11 Analisis Δ_m Akibat Gempa Analisa Pushover dengan Bracing V.	58
4.12 Rekapitulasi Simpangan Horizontal.....	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1 Model perletakan bracing.....	2
2.1 Sistem penahan gempa yang umum.....	5
2.2 Tipe- tipe brace frame	6
2.3 Respons Spektrum Gempa Rencana	10
4.1 Respon Spektrum Gempa Rencana.....	32
4.2 Bar chart simpangan dan kontrol kinerja batas layan pada beban gempa awal struktur.....	35
4.3 Bar chart simpangan dan kontrol kinerja batas ultimit pada beban gempa awal struktur.....	37
4.4 Analisa pushover pada step-5.....	40
4.5 Analisa pushover pada step-14.....	41
4.6 Analisa pushover pada step-20.....	41
4.7 Kurva pushover.....	42
4.8 Bar chart simpangan dan kontrol kinerja batas layan pada analisa pushover	43
4.9 Bar chart simpangan dan kontrol kinerja batas ultimit pada analisa pushover	44
4.10 Pemodelan 3D gedung dengan bracing X.....	47
4.11 Pemodelan gedung dengan bracing X portal tepi.....	48
4.12 Pemodelan gedung dengan bracing X portal tengah.....	48
4.13 Kurva pushover gedung dengan bracing X.....	49
4.14 Bar chart simpangan dan kontrol kinerja batas layan SRPM dengan bresing X.....	50

4.15 Bar chart simpangan dan kontrol kinerja batas ultimit SRPM dengan bresing X.....	51
4.16 Pemodelan 3D gedung dengan bracing V.....	54
4.17 Pemodelan gedung dengan bracing V portal tengah.....	55
4.18 Pemodelan gedung dengan bracing V portal pinggir.....	55
4.19 Kurva pushover gedung dengan bracing V.....	56
4.20 Bar chart simpangan dan kontrol kinerja batas layan SRPM dengan bresing V.....	57
4.21 Bar chart simpangan dan kontrol kinerja batas ultimit SRPM dengan bresing V.....	58



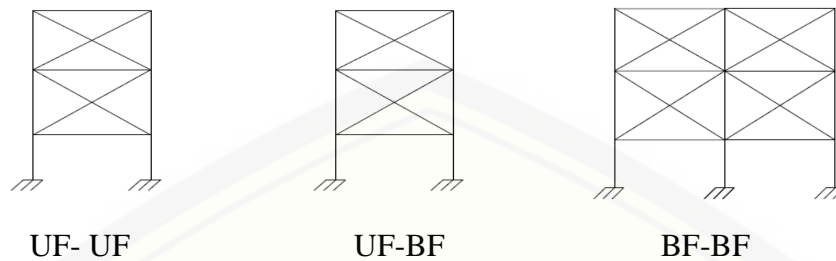
BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagian besar wilayah Indonesia merupakan wilayah rawan gempa. Hal ini disebabkan oleh pertemuan tiga lempeng utama dunia yang bersifat subdaksi. Lempeng Indo- Australia bertabrakan dengan lempeng Eurasia di lepas pantai Sumatra, Jawa dan Nusa Tenggara, sedangkan lempeng Pasific di utara Irian dan Maluku Utara. Di sekitar lokasi pertemuan lempeng ini akumulasi energi tabrakan terkumpul sampai suatu titik dimana lapisan bumi tidak lagi sanggup menahan tumpukan energi sehingga lepas berupa gempa bumi.

Gempa bumi terjadi karena fenomena getaran dengan kejutan pada kerak bumi. Faktor utama adalah benturan pergesekan kerak bumi yang mempengaruhi permukaan bumi. Gempa bumi ini menjalar dalam bentuk gelombang. Gelombang ini mempunyai suatu energi yang dapat menyebabkan permukaan bumi dan bangunan di atasnya menjadi bergetar. Getaran ini nantinya akan menimbulkan gaya- gaya pada struktur karena struktur cenderung mempunyai gaya untuk mempertahankan dirinya dari gerakan (Schodek,1999).

Sarno dan Elnashai (2007:456) mengadakan penelitian pada 988 bangunan yang dikategorikan : UF-UF (bangunan yang tidak menggunakan rangka bresing pada kedua arah horizontalnya), UF-BF (bangunan yang menggunakan rangka bresing pada salah satu arah horizontalnya) dan BF-BF (bangunan yang menggunakan rangka bresing pada kedua arah horizontalnya). Hasil penelitiannya berdasarkan kerusakan bangunan : 432 (43,7%) adalah UF-UF, 134 (13,6%) adalah UF-BF, 34 (3,4%) adalah BF- BF, dan 388 (39,3%) tidak teridentifikasi.



Gambar 1.1 Model Perletakan Bracing

Salah satu cara untuk memperoleh ketahanan terhadap respon gempa adalah menambah kekakuan pada suatu bangunan. Cara memperoleh kekakuan suatu bangunan adalah dengan memasang pengekang (bracing) untuk bangunan tinggi.

Jenis bracing yang dipakai umumnya adalah bresing dua diagonal yang saling menyilang. Bresing diagonal seperti itu akan berganti-ganti menahan gaya tarik dan desak bergantung pada arah beban horizontal. Apabila terdapat gaya horizontal, maka utamanya gaya-gaya tersebut akan ditahan oleh silangan (bracing) bersama-sama dengan balok dan kolom sebagai satu kesatuan (Smith dan Coull 1991). Dari penjelasan di atas, penelitian ini mencoba mengamati pengaruh penopang (bracing) terhadap ketahanan gempa menggunakan jenis X-bracing dan V-bracing pada bangunan bertingkat dengan menggunakan gaya gempa analisa pushover.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan dalam Tugas Akhir ini berdasarkan latar belakang di atas adalah bagaimana kecenderungan pengaruh nilai displacement (perpindahan) penggunaan X-bracing dan V-bracing pada struktur bangunan dalam rangka menerima beban gravitasi (beban mati dan hidup) dan beban horizontal (beban gempa) dengan menggunakan gaya gempa analisa pushover.

1.3 Batasan Masalah

1. Tidak meninjau dari segi analisa biaya, arsitektural, dan manajemen konstruksi
2. Untuk desain pembebanan gempa menggunakan SNI 1726-2002

3. Fungsi bangunan adalah perkantoran
4. Analisa struktur menggunakan bantuan program komputer
5. Analisa pembebanan gempa menggunakan gaya gempa analisa pushover
6. Hanya menganalisa portal yang diberi rangka bresing
7. Tidak memperhitungkan sambungan pada rangka bresing

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian berkaitan erat dengan permasalahan dan merupakan arahan jawaban dari hipotesis atau deskripsi sementara. Maka, dengan adanya perumusan masalah tersebut diatas, tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh nilai displacement penggunaan X- bracing dan V- bracing pada bangunan dalam rangka menerima beban gravitasi (beban mati dan hidup) dan beban horizontal (beban gempa) dengan menggunakan gaya gempa analisa pushover.

1.5 Manfaat

Sedangkan manfaat dari penelitian ini bagi akademisi, diharapkan dapat digunakan sebagai informasi serta refrensi untuk penelitian selanjutnya yang memiliki kajian dalam bidang yang sama. Bagi peneliti, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu teknik sipil dan meningkatkan wawasan serta pengetahuan. Bagi praktisi lapangan, menambah khasanah pengetahuan, dimana suatu gedung Sistem Rangka Pemikul Momen dapat direncanakan dengan menambahkan bresing.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori dan Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian mengenai pengekang (bracing) sebelumnya sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti dan pada suatu wilayah yang berbeda. Penelitian tersebut tentu saja sangat membantu dalam melakukan penelitian ini. Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan:

1. L. Di Sarno dan A.S Elnashai mengadakan penelitian pada 988 bangunan yang dikategorikan : UF-UF (bangunan yang tidak menggunakan rangka bresing pada kedua arah horizontalnya), UF-BF (bangunan yang menggunakan rangka bresing pada salah satu arah horizontalnya) dan BF-BF (bangunan yang menggunakan rangka bresing pada kedua arah horizontalnya). Hasil penelitiannya berdasarkan kerusakan bangunan : 432 (43,7%) adalah UF-UF, 134 (13,6%) adalah UF-BF, 34 (3,4%) adalah BF-BF, dan 388 (39,3%) tidak teridentifikasi. (Journal of Constructional Steel Research, 2009 dalam Anita).
2. Dewobroto (2005) melakukan studi evaluasi kinerja struktur baja tahan gempa dengan analisa pushover. Berdasarkan penelitian tersebut, didapatkan kesimpulan bahwa perencanaan berbasis kinerja dapat memberikan informasi sejauh mana suatu gempa akan mempengaruhi struktur. Dengan demikian sejak awal pemilik bangunan, insinyur perencana maupun pemakai mendapat informasi bagaimana bangunan tersebut berperilaku bila ada gempa.

2.2 Tinjauan Jenis Struktur

Didalam SNI 03-1726-2002, jenis struktur dibagi menjadi 7 sistem dan subsistem, yaitu : Sistem Dinding Penumpu (Bearing Wall System), Sistem Rangka Gedung (Building Frame System), Sistem Rangka Pemikul Momen (Moment

Resisting Frame System), Sistem Ganda (Dual System), Sistem Gedung Kolom Kantilever, Sistem Interaksi Dinding Geser dengan Rangka, subsistem tunggal. Gedung yang akan diteliti ini termasuk jenis System Rangka Pemikul Momen.

Salah satu diantara sistem struktur di atas adalah Sistem Rangka Pemikul Momen (*Moment Resisting Frame*). Sistem Rangka Pemikul Momen merupakan system struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul rangka pemikul momen terutama melalui mekanisme lentur.

2.3 Tinjauan Rangka Bracing

2.3.1 Jenis- jenis Rangka Bracing

Menurut Gideon (1993), sistem yang umum dipakai untuk menahan beban gempa adalah *Momen Resisting Frame* (MRF) dan *Concentrically Braced Frame* (CBF). MRF bersifat daktail tapi kurang kaku untuk memenuhi persyaratan *drift control* sedangkan CBF bersifat kaku tetapi memiliki kemampuan menyalurkan energy yang terbatas. Keterbatasan MRF dan CBF tersebut memunculkan kemungkinan penggunaan struktur lain, yaitu dengan menggeser diagonal *bracing* pada sambungan balok kolom pada CBF.



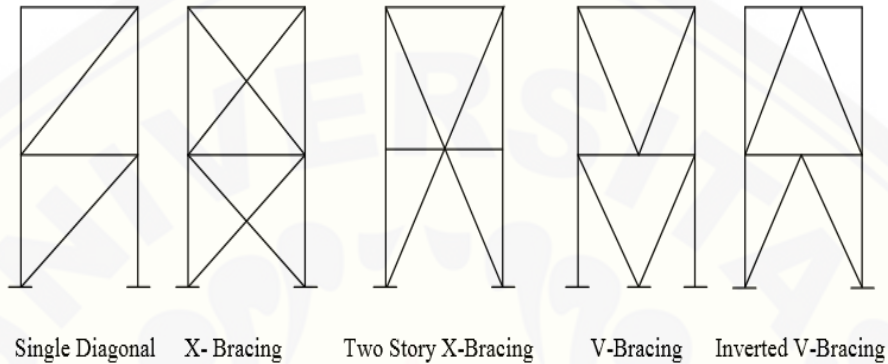
Momen Resisting Frame (MRF)

Concentrically Braced Frame (CBF)

Gambar 2.1 Sistem Penahan Gempa yang Umum

Sistem Rangka Bresing memiliki keuntungan untuk memenuhi persyaratan yang dipenuhi oleh system tahan gempa, yaitu memiliki kekuatan (*stiffness*) yang

tinggi dan memiliki daktilitas yang baik. Sistem rangka bresing memiliki beberapa tipe yang diberi nama sesuai dengan susunan bresingnya. Beberapa tipe bresing yang digunakan dalam perencanaan antara lain bresing single diagonal, X- bracing, two story X-bracing, V-bracing dan inverted V-bracing dsb.



Gambar 2.2 Tipe- tipe Brace Frame

2.3.2 Analisa Rangka Bresing

Batang bresing yang telah direncanakan harus memenuhi persyaratan di bawah ini, yaitu:

- a. Tahanan Nominal

$$N_u < \Phi_c \cdot N_n \quad (2.1)$$

Dengan :

Φ_c = faktor reduksi beban aksial tekan (0.85), untuk beban aksial tarik (0.90)

N_u = beban terfaktor (kg)

N_n = kuat tekan nominal komponen struktur = $f_{cr} \cdot A_g = (f_y / \omega) \cdot A_g$

Tegangan kritis untuk kondisi elastis :

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \quad (2.2)$$

Dengan :

$$\lambda = \frac{k \cdot l_{(x,y)}}{r_{(x,y)}} \quad (2.3)$$

λ = Parameter kelangsingan

k = factor panjang tekuk

$r_{(x,y)}$ = jari- jari girasi komponen struktur

$l_{(x,y)}$ = panjang komponen struktur tekan arah x dan y

Dengan besarnya ω ditentukan oleh λ_c , yaitu :

$$\text{Untuk } \lambda_c < 0,25 \quad \text{maka } \omega = 1 \quad (2.4)$$

$$\text{Untuk } 0,25 < \lambda_c < 1,2 \quad \text{maka } \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c} \quad (2.5)$$

$$\text{Untuk } \lambda_c > 1,2 \quad \text{maka } \omega = 1,25 \lambda_c^2 \quad (2.6)$$

a. Kuat Geser Rencana

Pelat badan yang memikul gaya geser perlu (V_u) harus memenuhi persyaratan berikut :

$$V_u \leq \Phi V_n \quad (2.7)$$

Dengan :

V_u = gaya geser perlu

Φ = faktor reduksi sesuai tabel 6.4-2 (hal 18) SNI 03-1729-2002

V_n = kuat geser nominal plat badan

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \quad (2.8)$$

Dengan :

A_w = luas kotor plat badan (cm^2)

b. Kuat lentur nominal penampang dengan pengaruh tekuk lateral

Setiap komponen struktur yang memiliki momen lentur, harus memenuhi persyaratan :

$$\Phi_b \cdot M_n \geq M_u \quad (2.9)$$

Dengan :

Φ_b adalah faktor reduksi untuk lentur = 0,90

M_n adalah kuat nominal momen lentur dari penampang

M_u adalah beban momen lentur terfaktor

1) Batasan momen

$$C_b = \frac{12,5 M_{max}}{2,5M_{max} + 3M_a + 4M_b + 3M_c} < 2,3 \quad (2.10)$$

Dengan M_{max} adalah momen maksimum pada bentang yang ditinjau serta M_a , M_b , dan M_c adalah masing- masing momen pada 1/4 bentang, tengah bentang, dan 3/4 bentang komponen struktur yang ditinjau.

2) Bentang Pendek

Untuk komponen struktur yang memenuhi $L \leq L_p$ kuat nominal komponen struktur terhadap momen lentur adalah :

$$M_n = M_p \quad (2.11)$$

3) Bentang Menengah

Untuk komponen struktur yang memenuhi $L_p \leq L \leq L_r$ kuat nominal komponen struktur terhadap momen lentur adalah :

$$M_n = C_b \left[M_r + (M_p - M_r) \frac{(L_r - L)}{(L_r - L_p)} \right] \quad (2.12)$$

4) Bentang panjang

Untuk komponen struktur yang memenuhi $L_r \leq L$ kuat nominal komponen struktur terhadap momen lentur adalah :

$$M_n = M_{cr} \leq M_p \quad (2.13)$$

Untuk nilai L_r dan L_p dapat dilihat pada table 8.3-2 hal 38-184 SNI 03-1729-2002

Nilai M_n dipilih dari nilai M_p dan M_n yang terkecil

c. Kelangsingan Penampang Profil

Penampang profil harus memenuhi persyaratan di bawah ini :

1) Penampang sayap (*flens*)

$$\frac{b}{2t_f} < \lambda_{(p,r)} \tag{2.14}$$

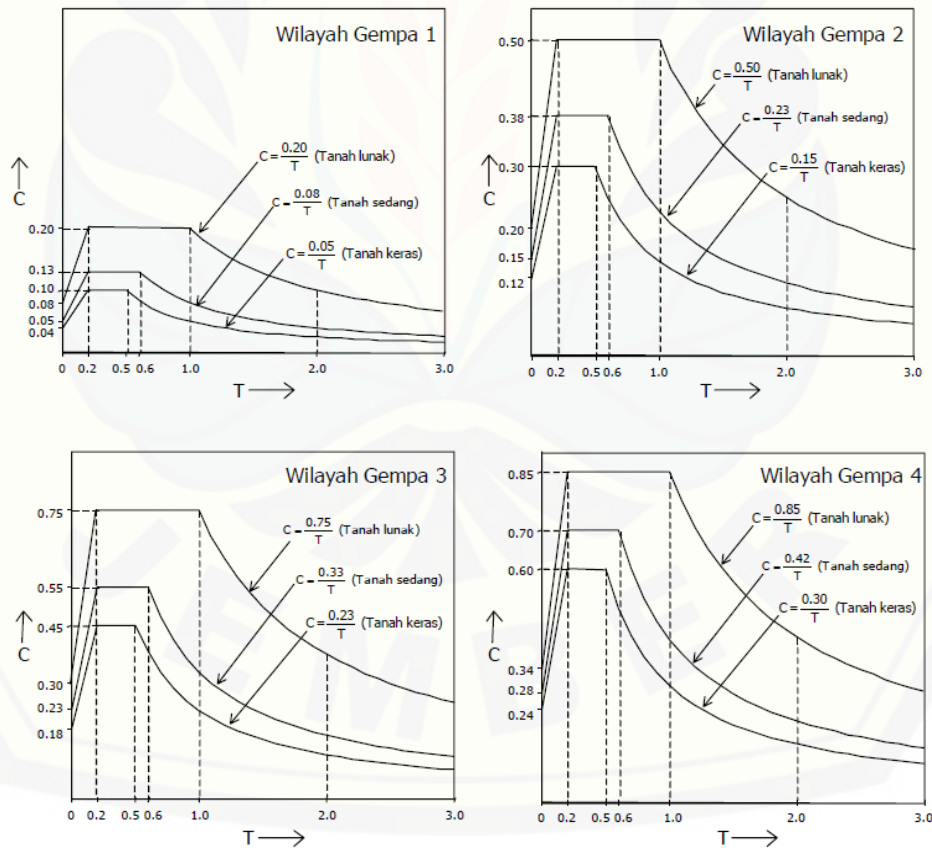
2) Penampang badan (*web*)

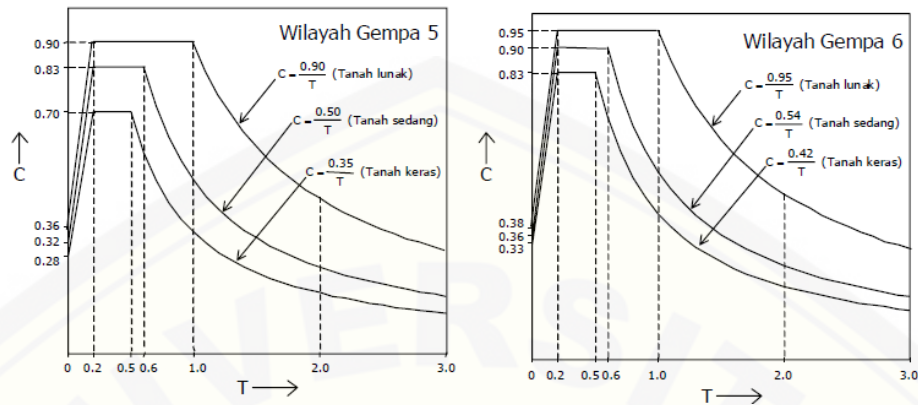
$$\frac{h}{t_w} < \lambda_{(p,r)} \tag{2.15}$$

Nilai $\lambda_{(p,r)}$ dapat dilihat pada tabel 7.5-1 hal 30-184 SNI 03-1729-2002

2.4 Wilayah Gempa dan Spektrum Respons

Menurut SNI 1726-2002 Indonesia terbagai dalam 6 wilayah gempa, di mana wilayah gempa 1 adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah dan wilayah gempa 6 dengan kegempaan paling tinggi. Pembagian wilayah gempa adalah sebagai berikut :





Gambar 2.3 Respons Spektrum Gempa Rencana

2.5 Perencanaan dan Kinerja Struktur Tahan Gempa

Sebuah struktur harus direncanakan untuk menahan gaya- gaya lateral dengan besaran sekitar 50% atau lebih dari beratnya agar dapat berperilaku elastis dengan 10% kemungkinan gerak dasar akibat gempa rencana dilampaui dalam periode ulang rata- rata 50 tahun, yang identik dengan periode ulang rata- rata 500 tahun. Secara ekonomis tidaklah layak untuk merencanakan struktur gedung sedemikian rupa kuatnya, sehingga mampu menahan gempa elastik.

Paulay & Priestley (1992) menyatakan upaya meminimalkan kerusakan akibat kejadian gempa dan pencegahan kehilangan jiwa dapat dilakukan dengan mempertimbangkan variasi tingkat perlindungan. Masing- masing tingkat perlindungan akan menekankan aspek berbeda untuk diperhitungkan oleh perencana. Tingkat perlindungan yang diberikan tergantung pada kemauan masyarakat untuk berkorban dan pada keterbatasan ekonomi masyarakat.

Terdapat tiga sifat struktur yang perlu dipertimbangkan terkait dengan tingkat perlindungan gempa. Tiga sifat tersebut adalah :

1. Kekakuan (*stiffness*). Jika perpindahan akibat gaya lateral dapat diukur dan dikendalikan, perencana harus membuat perkiraan yang nyata tentang sifat kekakuan. Pengukuran ini menghubungkan beban atau gaya dengan perpindahan yang terjadi. Hubungan ini antar lain menggunakan sifat

geometric dan modulus elastisitas material. Jika kriteria kemampulayanan harus dipenuhi karena alasan tingkat kepercayaan, maka perkembangan dan pengaruh retak elemen struktur serta kontribusi beton dalam tarik juga harus dipertimbangkan

2. Kekuatan (*strength*). Struktur harus memiliki kekuatan untuk menahan timbulnya gaya- gaya internal selama terjadinya respons dinamik elastis struktur. Teknik untuk mengevaluasi aksi yang dipengaruhi gempa adalah analisis elastis yang berdasar pada sifat kekakuan elemen struktur.
3. Daktilitas (*ductility*), yaitu kemampuan struktur, komponennya, atau material yang digunakan untuk memberi perlawanan terhadap gaya- gaya lateral dalam domain respons elastis.

2.6 Tinjauan Bangunan

2.6.1 Gempa Rencana dan Kategori Gedung

Menurut SNI 1726-2002 standar ini menentukan pengaruh gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan struktur gedung serta berbagai bagian dan peralatannya secara umum. Akibat pengaruh gempa rencana, struktur gedung secara keseluruhan harus masih berdiri, walaupun sudah berada dalam kondisi di ambang keruntuhan. Gempa rencana ditetapkan mempunyai periode ulang 500 tahun, agar probabilitas terjadinya terbatas pada 10% selama umur gedung 50 tahun.

Untuk berbagai kategori gedung, bergantung pada probabilitas terjadinya keruntuhan struktur gedung selama umur gedung dan umur gedung tersebut yang diharapkan, pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan I menurut persamaan :

$$I = I_1 I_2 \quad (2.16)$$

Di mana I_1 adalah faktor keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung, sedangkan I_2 adalah factor keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang

gempa berkaitan dengan penyesuaian umur gedung tersebut. Faktor- faktor keutamaan I_1 , I_2 dan I ditetapkan menurut tabel 2.1

Tabel 2.1 Faktor Keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan

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

Catatan :

Untuk semua struktur bangunan gedung yang ijin penggunaannya diterbitkan sebelum berlakunya Standard ini maka faktor keutamaan I , dapat dikalikan 80%

2.6.2 Kekakuan Struktur

Dalam perencanaan struktur gedung terhadap pengaruh gempa rencana, pengaruh peretakan beton pada unsur- unsur struktur dari beton bertulang, beton pratekan dan baja komposit harus diperhitungkan terhadap kekakuannya. Untuk itu, momen inersia penampang unsur struktur dapat ditentukan sebesar momen inersia penampang utuh dikalikan dengan suatu presentase efektifitas penampang sebagai berikut :

- a. Untuk kolom dan balok rangka beton bertulang terbuka : 75%
- b. Untuk dinding geser beton bertulang kantilever : 60%
- c. Untuk dinding geser beton bertulang berangkai

- 1) Komponen dinding mengalami tarikan aksial : 50%
- 2) Komponen dinding mengalami tarikan aksial : 80%
- 3) Komponen balok perangkai dengan tulangan diagonal : 40%
- 4) Komponen balok perangkai dengan tulangan memanjang : 20%

Modulus elastisitas beton E_c harus ditetapkan sesuai dengan mutu (kuat tekan) beton yang dipakai, sedangkan modulus elastisitas baja ditetapkan sebesar $E_s = 200$ Gpa.

Dalam perencanaan struktur gedung terhadap pengaruh gempa rencana, kekakuan unsur yang ditetapkan harus dipakai baik dalam analisa statik maupun dalam analisa dinamik 3 dimensi.

Pembatasan waktu getar fundamental dipakai untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel, bergantung pada koefisien ζ untuk wilayah gempa tempat struktur gedung berada dan jumlah tingkatnya n menurut persamaan :

$$T_1 < \zeta n \quad (2.17)$$

Di mana koefisien ζ ditetapkan menurut tabel 2.4

Tabel 2.2 Koefisien ζ yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung

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

Sumber : Standar Perencanaan Ketahanan Gempa SNI-1726-2002

Pengaruh P- Delta

Struktur gedung yang tingginya diukur dari taraf penjepitan lateral adalah lebih dari 10 tingkat atau 40 m, harus diperhitungkan terhadap pengaruh P- Delta, yaitu

suatu gejala yang terjadi pada struktur yang fleksibel, dimana simpangan kesamping yang besar akibat beban gempa lateral menimbulkan beban lateral tambahan akibat momen guling yang terjadi oleh beban gravitasi yang titik tangkapnya menyimpang kesamping.

Waktu Getar Alami Fundamental

Waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan dalam arah masing-masing sumbu utama dapat ditentukan dengan Rumus Rayleigh sebagai berikut :

$$T_1 = 6,3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i d_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i d_i}} \quad (2.18)$$

di mana W_i dan F_i mempunyai arti yang sama seperti yang disebut dalam Pasal 6.1.3 (SNI 1726-2002), di adalah simpangan horizontal lantai tingkat ke-I dinyatakan dalam mm dan g adalah percepatan gravitasi yang ditetapkan sebesar 9810 mm/det^2 .

Apabila waktu getar alami fundamental T_1 struktur gedung untuk penentuan Faktor Respons Gempa C_1 menurut Pasal 6.1.2 (SNI 1726-2002) ditentukan dengan rumus- rumus empiric atau didapat dari hasil analisis vibrasi bebas 3 dimensi, nilainya tidak boleh menyimpang lebih dari 20% dari nilai yang dihitung menurut Pasal 6.2.1 (SNI 1726-2002).

2.6.3 Pushover Analisis

Analisa beban dorong statik (*Static Pushover Analysis*) adalah suatu analisis statik 2 dimensi atau 3 dimensi linier dan nonlinier, dimana pengaruh gempa rencana terhadap struktur gedung dianggap sebagai beban- beban statik yang menangkap pada pusat massa masing- masing lantai yang nilainya ditingkatkan secara berangsur-angsur sampai melampaui pembebanan yang menyebabkan terjadinya pelepasan (sendi plastis) pertama di dalam struktur gedung, kemudian dengan peningkatan

beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk elastoplastis yang besar sampai mencapai kondisi di ambang keruntuhan.

Analisis statik pushover ini lebih ditekankan untuk memenuhi pendekatan sederhana untuk menentukan secara langsung perilaku respons nonlinear atau linier struktur pada taraf perpindahan lateral yang berbeda, dengan rentang dari respons elasti awal melalui perkembangan mekanisme kegagalan (*failure mechanism*) dan permulaan keruntuhan (*initiation of collapse*). Perilaku respons diperoleh dengan pengukuran kekuatan struktur, pada bermacam- macam inkremen perpindahan lateral.

Tujuan analisa pushover adalah untuk memperkirakan gaya maksimum dan deformasi yang terjadi serta untuk memperoleh informasi bagian mana saja yang kritis. Selanjutnya dapat diidentifikasi bagian- bagian yang memerlukan perhatian khusus untuk pendetailan dan stabilitasnya. Berikut adalahtahapan- tahapan dalam melakukan analisa pushover :

- a. Melakukan perhitungan massa bangunan yaitu melakukan perhitungan beban mati dan beban hidup yang bekerja di tiap lantai/ atapdengan menggunakan persamaan:

$$m_i = W_i/g \quad (2.19)$$

- b. Menentukan letak pusat massa

Pusat massa untuk masing- masing lantai tingkat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} X &= (W_1x_1 + W_2x_2 + \dots + W_nx_n) / (W_1 + W_2 + \dots + W_n) \\ Y &= (W_1y_1 + W_2y_2 + \dots + W_ny_n) / (W_1 + W_2 + \dots + W_n) \end{aligned} \quad (2.20)$$

- c. Matriks Massa

Dari hasil perhitungan massa, matriks massa untuk model 1 [M_{xx}] yang disusun mulai dari lantai 1 s/d lantai 8 (atap) adalah sebagai berikut :

$$\mathbf{M_{xx}} = \begin{bmatrix} m1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & m4 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & m5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & m6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & m7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & m8 \end{bmatrix}$$

d. Momen Inersia dan Kekakuan Sistem Pemikul Beban Lateral

Karena diafragma diasumsikan sebagai rigid body, maka Sistem Pemikul Beban Lateral yang bekerja untuk perhitungan adalah berupa kolom. Oleh karena itu untuk SPBL hanya diperhitungkan kekakuan kolom. Mula- mula harus diperhitungkan terlebih dahulu letak titik pusat kekakuan masing- masing lantai tingkat yaitu dengan melakukan cara seperti berikut:

1. Perhitungan Letak Titik Pusat Kekakuan

Menentukan koordinat titik pusat kekakuan masing- masing lantaitingkat untuk semua tingkat.

2. Menghitung momen inersia masing- masing kolom terhadap titik pusat kekakuan masing- masing lantai tingkat, dengan persamaan :

$$I_x = 1/12.bh^3 + (bh)(y-Y^2) \quad (2.21)$$

$$I_y = 1/12.bh^3 + (bh)(x-X^2) \quad (2.22)$$

$$I_{xy} = bh + (x-X)(y-Y) \quad (2.23)$$

Dalam hal ini, b dan h sebagai dimensi kolom, I_x sebagai momen inersia terhadap sumbu X, I_y sebagai momen inersia terhadap sumbu Y, x dan y adalah letak koordinat kolom yang dihitung momen inersianya, X dan Y adalah koordinat titik pusat kekakuan lantai tingkat. Untuk perhitungan selanjutnya, masing- masing momen inersiadikalikan dengan factor 0,70

untuk mendapatkan momen inersia efektif yang memperhitungkan retak penampang.

3. Menentukan matriks kekakuan lateral masing- masing kolom. Kekakuan lateral kolom rangka dengan orientasi arah X ditulis sebagai K_{xx} yang dihitung dengan persamaan

$$K_{xx} = \Sigma (12E(0,7 I_y)/L^3) \quad (2.24)$$

Kekakuan lateral kolom rangka dengan orientasi arah Y ditulis sebagai K_{yy} dan dihitung dengan persamaan

$$K_{yy} = \Sigma (12E(0,7 I_x)/L^3) \quad (2.25)$$

Kekakuan lateral kolom rangka yang menahan vektor gaya luar statik arah X yang menimbulkan perpindahan arah Y ditulis K_{xy} , demikian pula sebaliknya yaitu komponen kekakuan lateral yang menahan vektor gaya luar statik arah Y yang menimbulkan perpindahan arah X ditulis K_{yx} dihitung dengan persamaan

$$K_{xy} = K_{yx} = \Sigma (12E(0,7 I_{xy})/L^3) \quad (2.26)$$

Kekakuan lateral kolom rangka yang menahan vektor gaya luar statik arah X atau arah Y yang menimbulkan perpindahan rotasi ditulisa sebagai $K_{x\theta}$ atau $K_{y\theta}$ dihitung dengan persamaan :

$$K_{y\theta} = K^T \theta_y = \Sigma x \cdot K_{yy} \quad (2.27)$$

$$K_{x\theta} = K^T \theta_y = \Sigma y \cdot K_{xx} \quad (2.28)$$

Kekakuan torsi kolom ditulis sebagai $K_{\theta\theta}$ dan dihitung dengan persamaan :

$$K_{\theta\theta} = \Sigma (x^2 \cdot K_{yy} + y^2 \cdot K_{xx}) \quad (2.29)$$

4. Tambahkan matriks kekakuan seluruh kolom untuk mendapatkan matriks kekakuan seluruh gedung :

$$K = \Sigma k_i \quad (2.30)$$

Matriks kekakuan dengan orientasi arah X, orientasi arah Y, dan torsi untuk masing- masing lantai tingkat secara umum dinyatakan dengan persamaan :

$$K = E \begin{matrix} \Sigma K_{xx} & \Sigma K_{xy} & \Sigma K_{x\theta} \\ \Sigma K_{xy} & \Sigma K_{yy} & \Sigma K_{y\theta} \\ \Sigma K_{x\theta} & \Sigma K_{y\theta} & \Sigma K_{\theta\theta} \end{matrix}$$

Sedangkan untuk seluruh gedung (dalam hal ini 8 lantai) matriks kekakuan disusun dengan urutan dari lantai 1 sampai 8 sebagai berikut :

$$K_{xx} = \begin{matrix} k_1 + k_2 & -k_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & k_2 + k_3 & -k_3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & k_3 + k_4 & -k_4 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & 0 & & k_4 + k_5 & -k_5 & 0 & 0 & 0 \\ & 0 & 0 & & k_5 + k_6 & -k_6 & 0 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & & k_6 + k_7 & -k_7 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & & k_7 + k_8 & -k_8 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & & k_8 \end{matrix}$$

5. Perhitungan Frekuensi Alami dan Ragam Getaran Alami

Frekuensi sudut/ sirkular alami dari suatu system struktur satu derajat kebebasan yang bergetar dapat dihitung dengan persamaan :

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} \tag{2.31}$$

dengan k sebagai kekakuan lateral sistem, sedangkan m sebagai massa tergumpal dari system. Ragam getaran alamidapat dihitung jika nilai k dan m telah diketahui, selanjutnya dengan persamaan $[k - \omega_n^2 \cdot m] \phi_n = 0$, dapat dicari

nilai- nilai vektor ϕ_n sebagai ragam getaran alami atau bentuk ragam alami getaran dengan menyelesaikan nilai eigen dan vektor eigennya.

Untuk mendapatkan ragam getar dan frekuensi alami system berderajat kebebasan banyak, kita menggunakan metode yang dikenal oleh W.J. Duncan dan A.R. Collar (dalam Pipes, A.L, & L.R. Harvill, 1970).

Untuk ragam getar alami dan frekuensi alami yang pertama, langkah yang dilaksanakan adalah sebagai berikut:

- a. Tetukan matriks massa $[M]$ dan matriks kekakuan $[K]$
- b. Hitung matriks dinamik $[U] = [K]^{-1} [M]$
- c. Susun terlebih dahulu matriks kolom $\{x\}_0 = \{1\}$
- d. Selanjutnya lakukan perhitungan iterasi dengan persamaan $\{x\}_1 = [U] \{x\}_0$
- e. Masing- masing nilai x dalam matriks kolom $\{x\}_1$ dibagi dengan nilai x yang terbesar (dalam hal ini disebut sebagai nilai Z) agar nilai x terbesar dalam matriks kolom $\{x\}_1$ menjadi 1. Selanjutnya dengan cara yang sama dilakukan perhitungan $\{x\}_2 = [U] \{x\}_1$, dan seterusnya hingga diperoleh nilai $\{x\}_{n+1} = \{x\}_n$
- f. Frekuensi alami bisa diperoleh dari persamaan $\omega^2 = 1/Z$. Sehingga nilai dari frekuensi alami adalah $\omega = \sqrt{1/Z}$

Selanjutnya untuk ragam getar kedua dan seterusnya dilaksanakan langkah- langkah sebagai berikut :

- a. Hitung matriks baris $[B_r] = a_r \{A^{(r)}\}[M]$, dengan a_r sebagai factor pembanding
- b. Selanjutnya susun matriks $[S]$ dengan menggunakan persamaan $[B_r]\{q\} = 0$, sehingga bisa diperoleh persamaan $q_1 = 1/B_{11} [B_1]\{q\}$, sedangkan $q_2 = q_2$, dan seterusnya
- c. Hitung $[U]_1 = [U] [S]$
- d. Susun terlebih dahulu matriks kolom $\{x\}_0 = \{1\}$

- e. Selanjutnya lakukan perhitungan iterasi dengan persamaan $\{x\}_1 = [U]_1 \{x\}_0$
- f. Masing- masing nilai x dalam matriks kolom $\{x\}_1$ dibagi dengan nilai x yang terbesar (dalam hal ini disebut sebagai nilai Z) agar nilai x terbesar dalam matriks kolom $\{x\}_1$ menjadi 1. Selanjutnya dengan cara yang sama dilakukan perhitungan $\{x\}_2 = [U]_1 \{x\}_1$, dan seterusnya hingga diperoleh nilai $\{x\}_{n+1} = \{x\}_n$. Frekuensi alami bisa diperoleh dari persamaan $\omega^2 = 1/Z$, sehingga nilai dari frekuensi alami adalah $\omega = \sqrt{1/Z}$.

6. Menentukan upaya penyederhanaan pendekatan yang menekankan penggunaan prosedur statik nonlinier. Pendekatan yang lebih baik, menggunakan mode dominan getaran (yaitu ragam pertama pada struktur bangunan) dengan persamaan sebagai berikut :

$$F_i = \frac{w_i \phi_i}{\sum w_i \phi_i} \times V \quad (2.32)$$

Dengan ϕ_i sebagai mode pertama.

7. Menentukan titik kontrol untuk memonitor besarnya perpindahan struktur. Rekaman besarnya perpindahan titik kontrol dan gaya geser dapat digunakan menyusun kurva pushover. Dimana kinerja batas layan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar- tingkat akibat pengaruh gempa rencana, yaitu untuk membatasi terjadinya pelelehan baja dan peretakan beton yang berlebihan, di samping itu untuk mencegah kerusakan non- struktur dan ketidaknyamanan penghuni. Simpangan antar- tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung tersebut akibat pengaruh gempa nominal yang telah dibagi faktor skala. Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar- tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung menurut pasal 8.1.1 tidak boleh melampaui $0,03/R$ kali tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30 mm, bergantung yang mana yang nilainya terkecil.

Kinerja batas ultimit struktur gedung ditentukan oleh simpangan dan simpangan antar-tingkat maksimum struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana dalam kondisi struktur gedung yang dapat menimbulkan korban jiwa manusia dan untuk mencegah benturan berbahaya antar- gedung atau antar bagian struktur gedung yang dipisah dengan sela pemisah (sela dilatasi). Sesuai pasal 4.3.3 simpangan dan simpangan antar- tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung akibat pembebanan gempa nominal, dikalikan dengan suatu factor pengali ζ sebagai berikut :

1. Untuk struktur gedung beraturan : $\zeta = 0,7 R$ (2.33)

2. Untuk struktur gedung tidak beraturan : $\zeta = 0,7 R / \text{faktor skala}$
(2.34)

Dimana R adalah factor reduksi gempa struktur gedung dan faktor skala adalah yang ditetapkan dalam pasal 7.2.3

Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas ultimit struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar- tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung menurut Pasal 8.2.1 tidak boleh melampaui 0,02 kali tinggi tingkat yang bersangkutan.

8. Membuat kurva pushover berdasarkan gaya geser dasar dan perpindahan maksimum yang terjadi di setiap iterasi pembebanan menurut gaya gempa analisa pushover

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Tahapan pertama yang harus dilakukan sebelum melakukan studi ini antara lain :

1. Gambar denah struktur gedung dengan bentuk (model) yang sudah ditentukan dan direncanakan ulang yang meliputi denah pembalokan dan denah kolom
2. Dimensi balok, kolom dan plat
3. Beban hidup lantai basement 800 kg/m^2
4. Beban hidup lantai 1-7 adalah 250 kg/m^2
5. Mutu beton yang digunakan K350
6. Mutu tulangan baja yang digunakan $f_y 400 \text{ Mpa}$

Setelah tahap di atas telah selesai, maka dilanjutkan dengan tahap selanjutnya yaitu sebagai berikut :

1. Menentukan jenis rangka bresing yang digunakan

Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan rangka bresing yaitu :

- a. Dari segi sambungan, X- bracing memiliki 5 sambungan, single diagonal memiliki 2 sambungan, sedangkan untuk V- bracing dan inverted V- bracing memiliki 2 sambungan.
- b. Pada tahap ini dibandingkan kekuatan antara jenis V- bresing dan jenis X- bresing. Dipilih jenis X- bresing karena bresing jenis ini akan bergantian menahan gaya tarik dan desak bergantung pada arah beban horizontalnya dan apabila terdapat gaya horizontal, maka gaya- gaya tersebut akan ditahan oleh silangan (bracing) bersama- sama dengan balok dan kolom sebagai suatu kesatuan.

2. Menentukan model perletakan bresing

Bresing diletakkan pada sumbu lemah struktur gedung

3. Peninjauan dimensi struktur balok, kolom dan plat sesuai SNI 03-2847-2002
4. Fungsi bangunan adalah perkantoran dengan tinggi 4 meter tiap lantai
5. Gedung berada pada wilayah gempa 3 dengan jenis tanah sedang
6. Dimensi rangka bresing adalah WF 400.400.13.21

3.2 Studi Literatur

Setelah melakukan tahapan pertama, tahapan selanjutnya adalah mempelajari literature- literature yang ada, antara lain :

1. Mempelajari sistem struktur gedung yang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)
2. Mempelajari kinerja struktur gedung dengan menggunakan gaya gempa analisa pushover
3. Mempelajari struktur gedung berpengaku
4. Mempelajari analisis struktur gedung akibat beban gempa
5. Mempelajari desain dan kriteria bangunan tahan gempa
6. Mempelajari standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung SNI 1726-2002
7. Mempelajari tata cara perhitungan struktur beton bertulang untuk bangunan gedung SNI 03- 2847- 2002

3.3 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian yang akan dilaksanakan yaitu sebagai berikut :

1. Melakukan studi pustaka
2. Menentukan model gedung yang akan diteliti
3. Mengumpulkan data- data perencanaan dan kategori gedung (n, ζ, C_t, I, R)
4. Menentukan profil baja untuk rangka bresing pada Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) yang menggunakan bresing
5. Melakukan analisa beban gempa

6. Menghitung taksiran waktu getar alami $T = 0,06 H^{3/4}$
7. Mencegah penggunaan gedung yang terlalu fleksibel dengan membatasi waktu getar alami fundamental $T < \zeta.n$
8. Menghitung gaya geser dasar $V = C_i.I/R.Wt$
9. Beban geser dasar nominal V harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban gempa nominal statik ekuivalen (F_i)

$$F_i = \frac{W_i z_i}{\sum_{i=1}^n W_i z_i} V$$

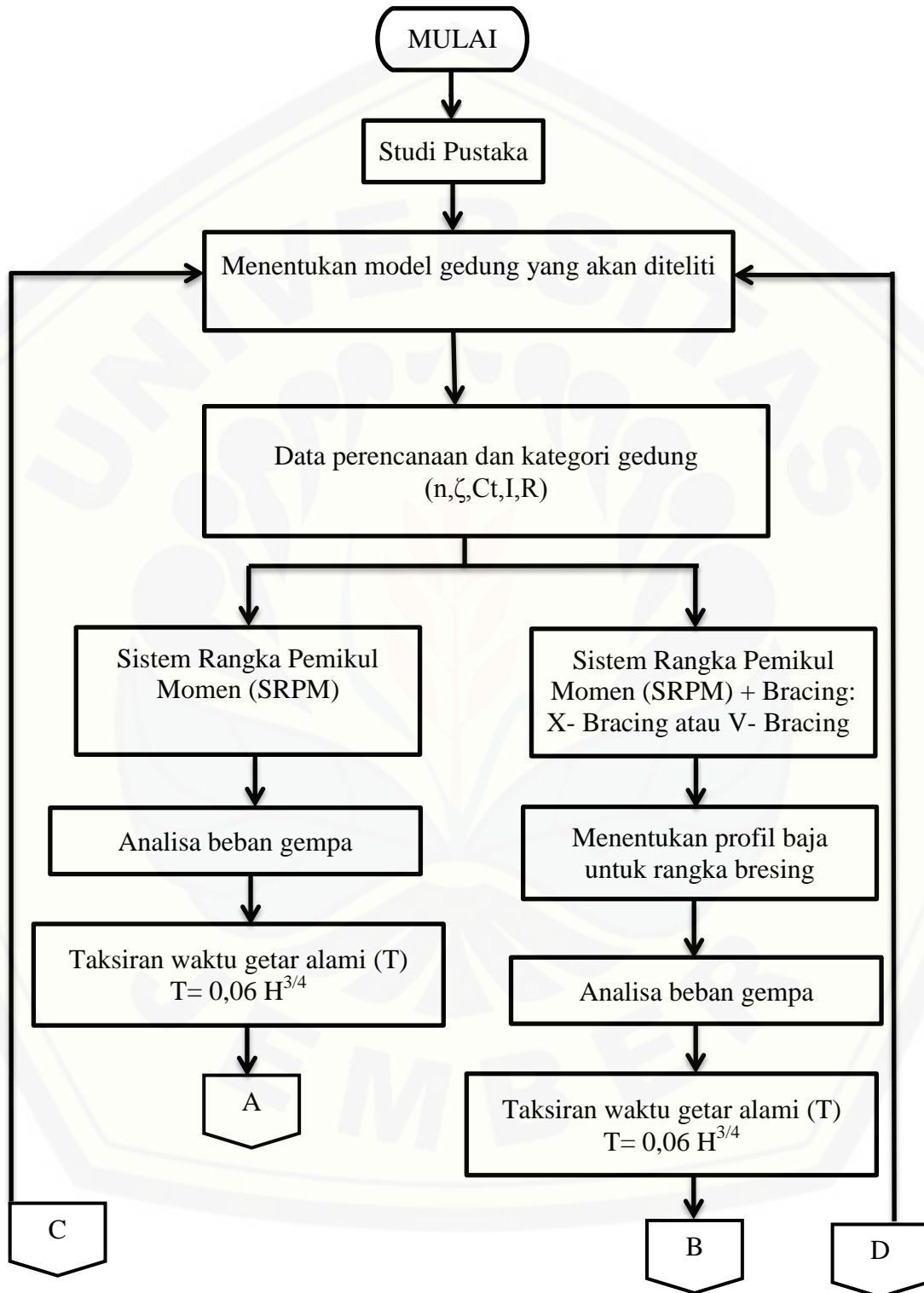
10. Analisa terhadap Trayleigh (T_1)

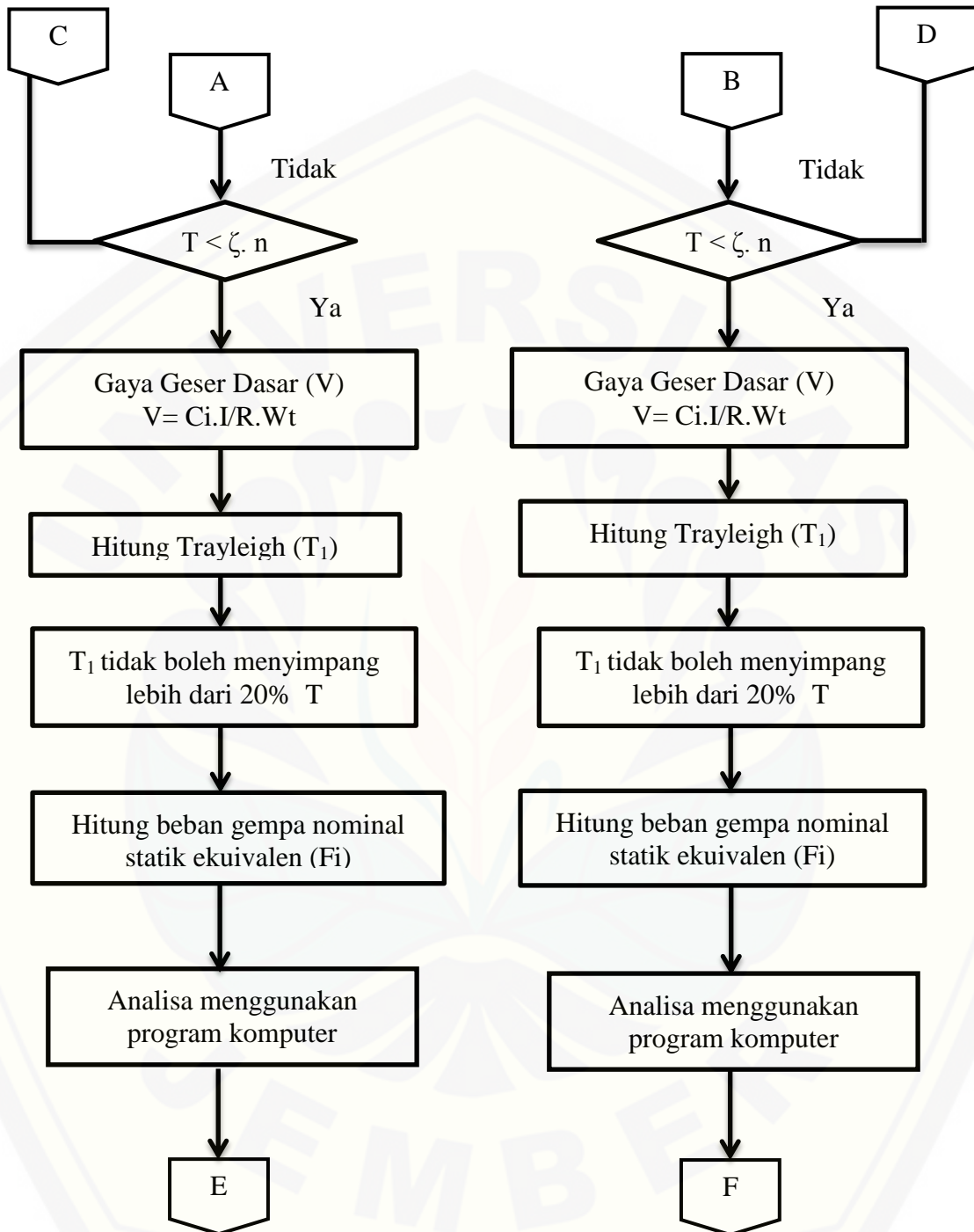
$$T_1 = 6,3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i d_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i d_i}}$$

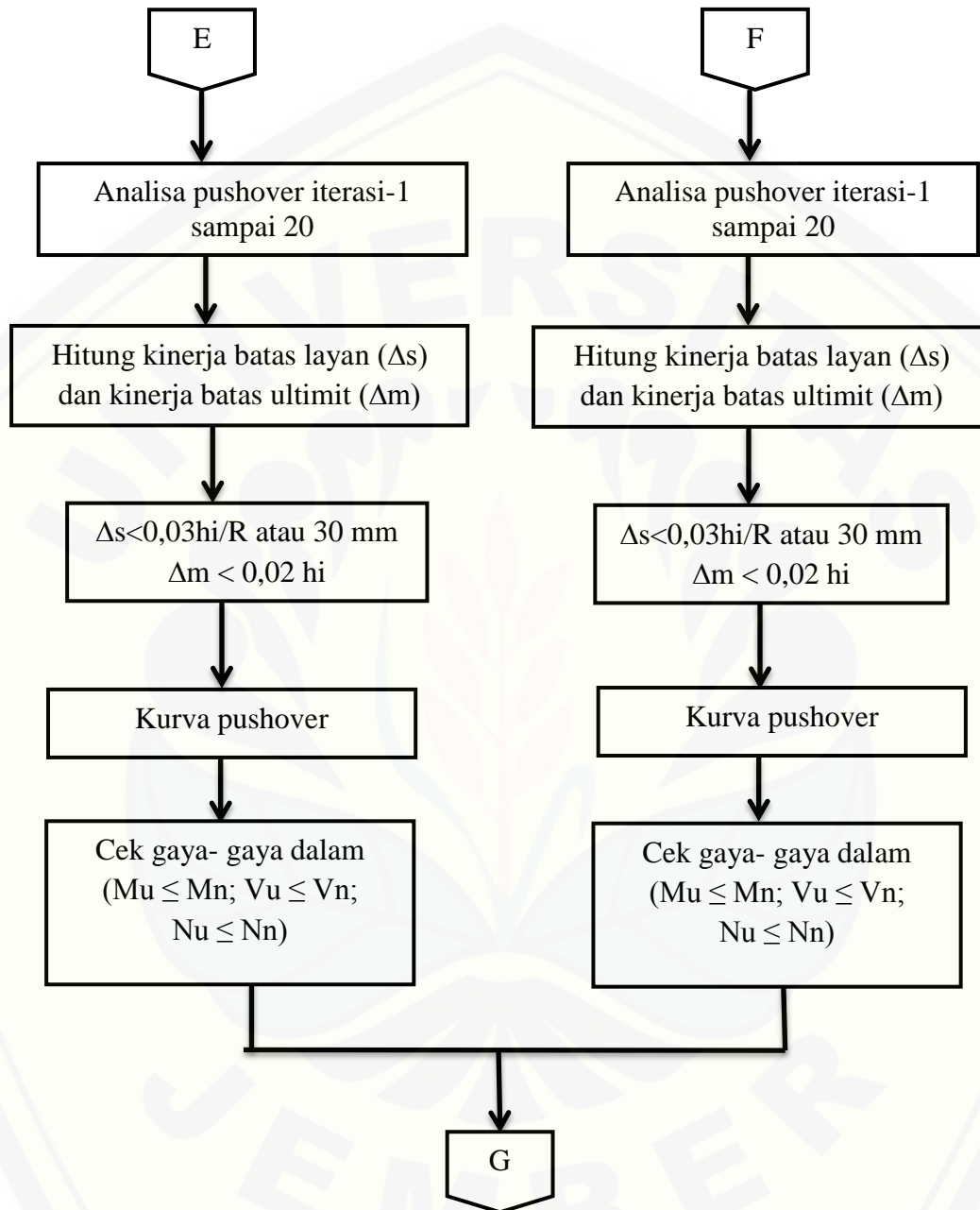
Dengan nilai T_1 tidak boleh menyimpang lebih dari 20% T

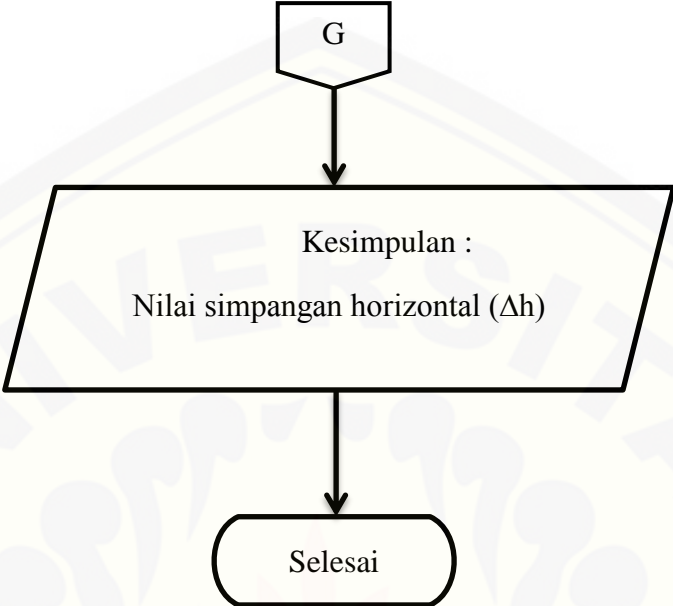
11. Menganalisa struktur bangunan menggunakan bantuan program komputer
12. Melakukan analisa pushover dengan menggunakan program komputer
13. Menghitung kinerja batas layan (Δ_s) dan kinerja batas ultimit (Δ_m) dimana membatasi nilai $\Delta_s < 0,03 h_i/R$ atau 30 mm dan $\Delta_m < 0,02 h_i$
14. Membuat kurva pushover berdasarkan gaya geser dasar dan nilai perpindahan maksimum
15. Melakukan perhitungan gaya- gaya dalam
16. Analisa
17. Kesimpulan

3.4 Diagram Alir









BAB 4. PEMBAHASAN

4.1 Preliminary Desain

4.1.1 Data- data perencanaan

Tipe Bangunan	: Perkantoran
Jumlah Lantai	: 8 Lantai
Zona Gempa	: 3
Tinggi bangunan	: 32 meter
Lebar Bangunan	: 48 meter
Panjang Bangunan	: 24 meter
Mutu beton	: K350
Mutu tulangan baja (f_y)	: 400 Mpa

4.1.2 Perencanaan Dimensi balok

Dimensi balok dan denah balok sudah ditentukan dan dapat dilihat pada Lampiran A

4.1.3 Perencanaan Dimensi plat

Dimensi plat sudah ditentukan dan dapat dilihat di Lampiran B

Kesimpulan :

Pada lantai basement digunakan tebal plat 15 cm

Pada lantai 1-6 digunakan tebal plat 12 cm

Pada lantai atap digunakan tebal plat 12 cm

4.1.4 Perencanaan Dimensi Kolom

Dimensi dan tipe kolom sudah ditentukan dan dapat dilihat di Lampiran C

4.1.5 Kategori Gedung

Gedung termasuk dalam jenis struktur Sistem Rangka Pemikul Momen karena mempunyai ruang pemikul gravitasi yang lengkap, dimana beban lateral ditahan oleh mekanisme balok dan kolom. Gedung berada di daerah Bojonegoro sehingga termasuk ke dalam wilayah gempa 3 dan memiliki 8 tingkat lantai ($n=8$), dengan koefisien $\zeta=0,18$. Adapun nilai C yang merupakan faktor respon gempa didapat dari perhitungan akan dijelaskan pada subbab berikutnya, nilai faktor keutamaan $I=1$, karena gedung termasuk jenis perkantoran, sedangkan faktor reduksi gempa $R=5,5$.

4.2 Analisa Sistem Rangka Pemikul Momen dengan Menggunakan Gaya Gempa Nominal Statik Ekuivalen

4.2.1 Perhitungan berat bangunan tiap lantai

Berat bangunan tiap lantai dihitung dengan memperhitungkan semua komponen bangunan termasuk balok, pelat, beban hidup dan elemen vertikal. Berikut hasil rekapitan perhitungan berat bangunan tiap lantai :

1. Untuk lantai 7 atau atap = 725760 kg
2. Untuk lantai 1 s/d 6 = 789120 kg
3. Untuk lantai basement = 1296144 kg

Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran D

4.2.2 Menentukan taksiran waktu getar alami (T) secara empiris

Dalam pedoman perencanaan ketahanan gempa untuk rumah dan gedung SKBI-1.3.53.1987 disebutkan bahwa untuk keperluan analisis pendahuluan struktur dan pendimensian pendahuluan dari unsur- unurnya, waktu getar alami (T_1 dalam detik) struktur gedung berupa portal-portal beton tanpa unsur- unsur pengaku tanpa simpangan dapat ditentukan dengan rumus pendekatan sebagai berikut :

$$T = C_t (h_n)^{3/4} \quad (4.1)$$

Dimana $C_t = 0,06$ dan h_n adalah tinggi gedung, maka

$$T = 0,06 \times (32)^{3/4}$$

= 0.807 detik

Kontrol pembatasan T menurut SNI 1726.2002 untuk mencegah penggunaan struktur yang terlalu fleksibel, nilai waktu getar alami fundamental T_1 dari struktur gedung harus dibatasi, bergantung pada koefisien ζ untuk wilayah gempa tempat struktur gedung berada dan jumlah tingkatnya n menurut persamaan :

$$T < \zeta \cdot n \quad (4.2)$$

Karena gedung berada di Bojonegoro dan termasuk wilayah gempa 3, maka $\zeta=0,18$ dan jumlah tingkat gedung (n) = 8

$$T = 0,18 \times 8$$

$$T = 1,44$$

Dimana $T = 1,44 > T_{\text{empiris}} = 0,807 \dots \dots \dots$ (Ok)

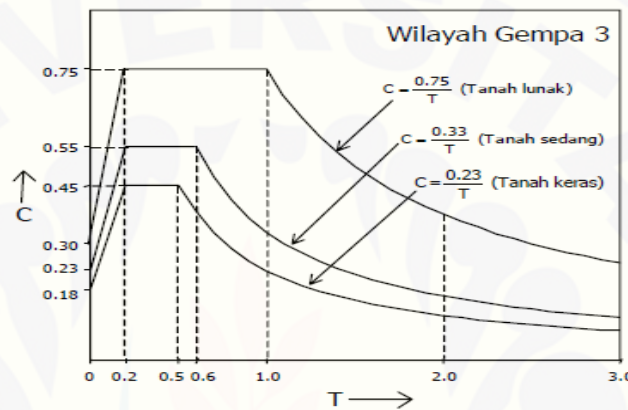
4.2.3 Perhitungan Gaya Geser Dasar

Besarnya gempa yang bekerja sangat mempengaruhi gaya geser dasar yang terjadi pada struktur bangunan. Oleh karena itu, gaya geser dasar (V) merupakan pengganti atau penyederhanaan dari getaran gempa bumi yang bekerja pada dasar bangunan dan selanjutnya digunakan sebagai gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi stuktur bangunan gedung.

Menurut SNI 1726- 2002 struktur gedung beraturan dapat direncanakan terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam arah masing- masing sumbu utama denah struktur tersebut, berupa beban gempa nominal statik ekuivalen. Karena dalam skripsi ini kategori gedung beraturan maka dapat dirumuskan gaya geser dasar menurut persamaan sebagai berikut :

$$V = C_1 \cdot \frac{I}{R} \cdot W_t \quad (4.3)$$

Dimana I merupakan faktor keutamaan gedung, karena kategori gedung merupakan gedung perkantoran maka $I=1$. Sedangkan R merupakan faktor reduksi gempa yang nilainya ($R = 5,5$) karena gedung diasumsikan daktail penuh dan W_t merupakan berat total bangunan. C_i adalah nilai faktor respons gempa dimana untuk wilayah gempa 3 dan jenis tanah diasumsikan tanah sedang maka nilai $C_1 = 0,33 / T$, sehingga nilai $C_1 = 0,33 / 0,807 = 0,409$.



Gambar 4.1 Respon Spektrum Gempa Rencana

Setelah semua komponen untuk mencari gaya geser dasar (V) sudah ditemukan, maka gaya geser dasar (V) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$V = C_1 \cdot \frac{I}{R} \cdot W_t$$

$$V = 0,409 \cdot \frac{1}{5,5} \cdot 6756624$$

$$V = 502.447,130 \text{ kg}$$

Jadi, gaya geser dasar (V) awal yang digunakan adalah $V = 502.447,130 \text{ kg}$.

4.2.4 Analisa Terhadap T Rayleigh

Besarnya T yang dihitung sebelumnya memakai cara- cara empiris, harus dibandingkan dengan T_{rayleigh} , dengan persamaan sebagai berikut :

$$T_1 = 6,3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i d_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i d_i}} \quad (4.4)$$

Untuk menghitung besarnya T_{rayleigh} , mula-mula dilakukan analisa struktur dilakukan menggunakan bantuan program komputer. Berikut adalah tabel hasil perhitungan

T_{rayleigh} :

Tabel 4.1 Analisa T Rayleigh Akibat Gempa

Lantai	zi(m)	wi (kg)	wi x zi	Fi	di (mm)	wi x di ²	F x di
7	32	725760	23224320	102689.404	73.51	155445617,4	1502859,426
6	28	789120	22095360	97697.5579	69.634	150846818,8	1350766,435
5	24	789120	18938880	83740.7639	63.367	123615850	1048099,401
4	20	789120	15782400	69783.9699	54.906	91685359	752201,4116
3	16	789120	12625920	55827.1759	44.81	60024067	486896,7148
2	12	789120	9469440	41870.3819	33.487	32508475	268740,8595
1	8	789120	6312960	27913.588	21.369	12338441	110375,9095
basement	4	1296144	5184576	22924.2888	8.983	2717630	33194,37018
Jumlah		6756624	113633856	502447.13	370.066	629182261	5553134,527

Menurut SNI 1726- 2002 W_i adalah berat lantai tingkat ke-i termasuk beban hidup yang sesuai, d_i adalah simpangan horizontal lantai tingkat ke- i dinyatakan dalam mm dan g adalah percepatan gravitasi yang ditetapkan sebesar 9810 mm/det^2 , F_i adalah beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada pusat massa pada taraf lantai ke-i struktur atas gedung yang dihitung menurut persamaan :

$$F_i = \frac{W_i z_i}{\sum_{i=1}^n W_i z_i} V \quad (4.5)$$

Besarnya T yang dihitung sebelumnya tidak boleh menyimpang lebih dari 20% hasil Trayleigh sesuai SNI 1726-2002.

$$\text{Trayleigh} = 6,3 \sqrt{\frac{629182261}{9810 \times 5553134,527}} = 0,677 \text{ detik}$$

Nilai waktu getar alami T yang diijinkan adalah berkisar pada nilai antara $(0,677 - 20\% \times 0,677) = 0,542$ detik hingga $(0,677 + 20\% \times 0,677) = 0,8124$ detik. Karena waktu getar alami T_1 empiris = 0,807 detik > Trayleigh = 0,677 detik, maka T_1 hasil empiris yang dihitung di atas memenuhi ketentuan pasal 6.2 SKSNI 03-1726-2002.

4.2.5 Kinerja Batas Layan (Δ_s) dan Kinerja Batas Ultimit (Δ_m)

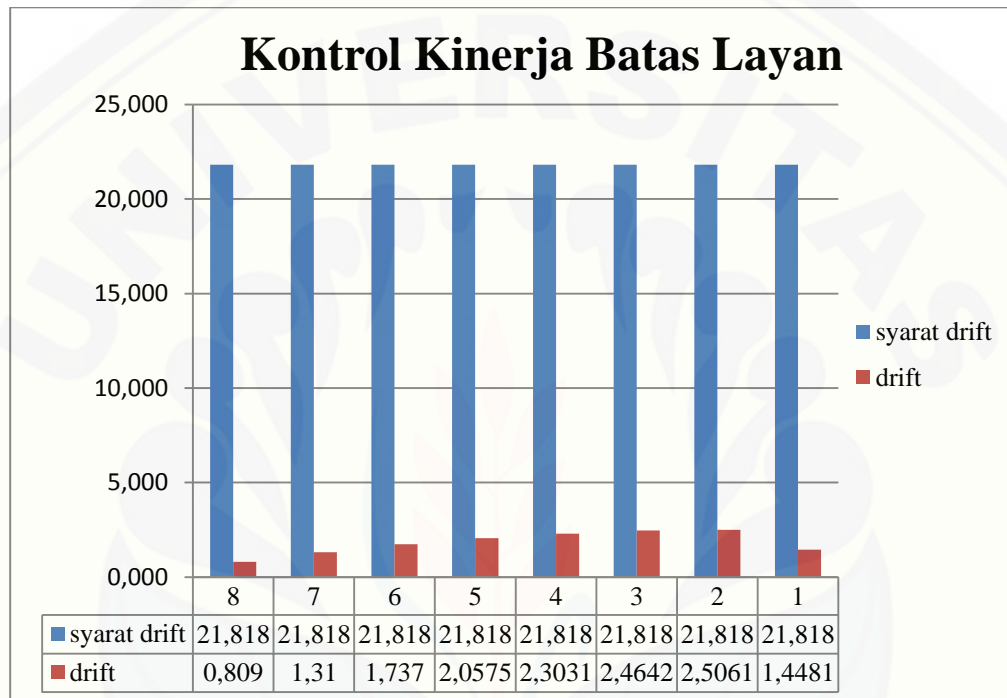
Menurut SNI 1726- 2002 syarat kinerja batas layan (KBL) dipenuhi jika drift Δ_s antar tingkat tidak boleh lebih besar dari 30 mm atau $0,03/R \times h_i = 0,03/5,5 \times 4000 = 21,818$ mm. Hal ini ditetapkan untuk membatasi terjadinya pelelehan baja dan peretakan beton yang berlebihan, di samping untuk mencegah kerusakan non struktural dan ketidaknyamanan penghuni.

Tabel 4.2 Analisis Δ_s Akibat Gempa

Lantai ke	hx (m)	Δ_s (mm)	Drift Δ_s antar tingkat (mm)	Syarat drift Δ_s (mm)	Ket.
7	32	14,635	0,809	21.818	OK
6	28	13,826	1,31	21.818	OK
5	24	12,516	1,737	21.818	OK
4	20	10,779	2,0575	21.818	OK
3	16	8,7215	2,3031	21.818	OK
2	12	6,4184	2,4642	21.818	OK
1	8	3,9542	2,5061	21.818	OK
basement	4	1,4481	1,4481	21.818	OK

Tabel di atas merupakan tabel yang memberikan nilai Δ_s lantai yang diperoleh dengan asumsi ketentuan- ketentuan menurut SNI 1726-2002, dimana nilai Δ_s itu sendiri adalah hasil perhitungan dari program komputer.

Gambar berikut adalah diagram kinerja batas layan pada beban gempa awal struktur



Gambar 4.2 Bar chart simpangan dan kontrol kinerja batas layan pada beban gempa awal struktur

Selanjutnya menurut SNI 1726-2002, kinerja batas ultimit (Δ_m) struktur gedung dapat ditentukan oleh simpangan dan simpangan antar tingkat maksimum struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana dalam kondisi struktur gedung diambang keruntuhan, yaitu untuk membatasi terjadinya keruntuhan struktur gedung yang dapat menimbulkan korban jiwa manusia dan untuk mencegah benturan berbahaya antar-gedung. Untuk perhitungan kinerja batas ultimit (Δ_m) tiap lantai dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta_m = \zeta \cdot \Delta_s$$

$$= 0,7 \cdot R \cdot \Delta s$$

$$= 0,7 \times 5,5 \times 1,4481$$

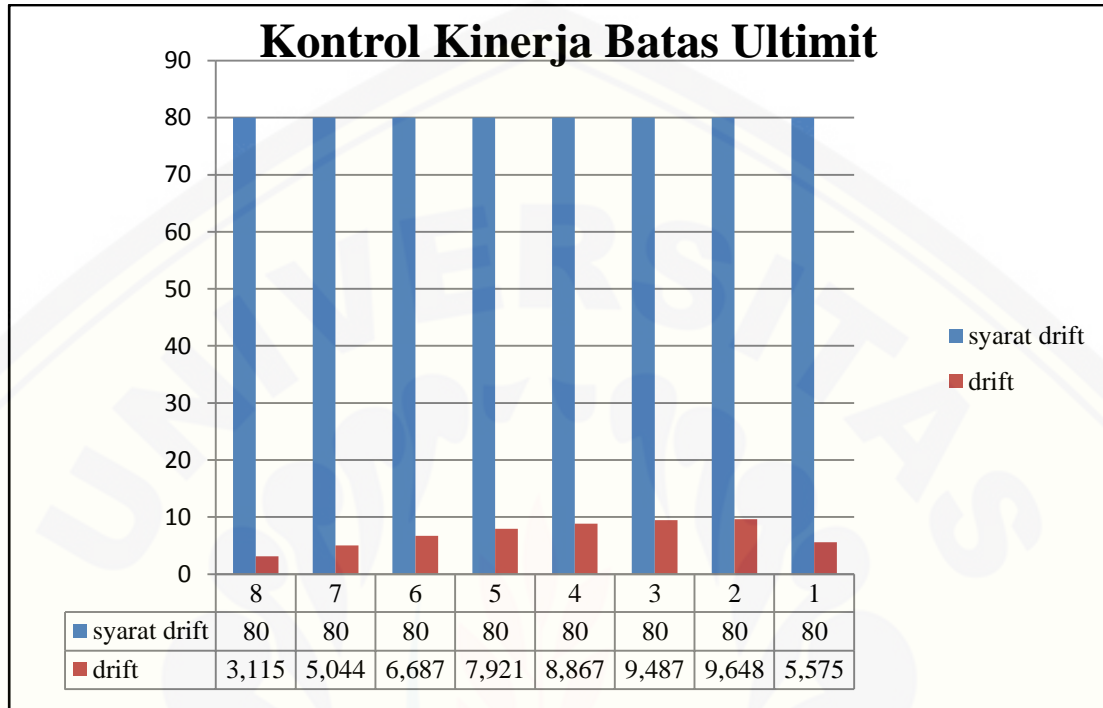
$$= 5,575 \text{ mm}$$

Sedangkan syarat drift Δm antar tingkat tidak boleh melampaui $0,02 \cdot h_i = 0,02 \times 4000$
 $= 80 \text{ mm}$. Berikut disajikan tabel analisa Δm akibat gempa :

Tabel 4.3 Analisis Δm Akibat Gempa

Lantai ke	h_x (m)	Drift Δs antar tingkat (mm)	Drift Δm antar tingkat (mm)	Syarat drift Δm (mm)	Ket.
7	32	0,809	3,115	80	OK
6	28	1,31	5,044	80	OK
5	24	1,737	6,687	80	OK
4	20	2,0575	7,921	80	OK
3	16	2,3031	8,867	80	OK
2	12	2,4642	9,487	80	OK
1	8	2,5061	9,648	80	OK
basement	4	1,4481	5,575	80	OK

Gambar berikut adalah diagram kinerja batas ultimit pada beban gempa awal struktur



Gambar 4.3 Bar chart simpangan dan kontrol kinerja batas ultimit pada beban gempa awal struktur

4.3 Analisa Sistem Rangka Pemikul Momen dengan Gaya Gempa Analisa Pushover

4.3.1 Perhitungan Massa Lantai Tingkat

Untuk perhitungan massa lantai tingkat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$m_i = W_i / g \tag{4.6}$$

dimana m_i adalah massa lantai ringkat ke-i, W_i adalah berat bangunan ke-i dan g adalah percepatan gravitasi yang ditetapkan sebesar $9,81 \text{ m/det}^2$.

Dari hasil perhitungan, diperoleh massa bangunan tiap lantai adalah sebagai berikut :

1. Lantai basement = $(1296144 \text{ kg}) / (9.81 \text{ m/dt}^2) = 132124.7706 \text{ kg. dt}^2/\text{m}$
2. Lantai 1 sampai 7 = $(789120 \text{ kg}) / (9.81 \text{ m/dt}^2) = 80440.36697 \text{ kg. dt}^2/\text{m}$

$$3. \text{ Lantai atap} \quad = (725760 \text{ kg}) / (9.81 \text{ m/dt}^2) = 73981.65138 \text{ kg. dt}^2/\text{m}$$

Berat total bangunan = 1296144 kg + (789120 kg x 6) + (725760 kg) = 6756624 kg

Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran E

4.3.2 Menentukan Letak Pusat Massa

Pusat massa untuk masing- masing lantai tingkat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} X &= (W_1x_1 + W_2x_2 + \dots + W_nx_n) / (W_1 + W_2 + \dots + W_n) \\ Y &= (W_1y_1 + W_2y_2 + \dots + W_ny_n) / (W_1 + W_2 + \dots + W_n) \end{aligned} \quad (4.7)$$

Cara menghitung letak pusat massa masing- masing lantai adalah sebagai berikut:

- Mula- mula cari dulu garis netral rata- rata penampang (line X dan line Y)
- Kalikan berat bangunan (W) masing- masing dengan garis netral pada line X dan line Y
- Jumlahkan seluruh berat bangunan dengan line X dan line Y (ΣWX dan ΣWY)
- Diperoleh pusat massa $X = (\Sigma WX) / (\Sigma W)$ dan $Y = (\Sigma WY) / (\Sigma W)$
- Hasil rekapitulasi perhitungan pusat massa tiap lantai

Tabel 4.4 Hasil Rekapitulasi Perhitungan Letak Pusat Massa

Pusat Massa lantai basement	$X = (\Sigma WX) / (\Sigma W) = 12$ meter terhadap line X
	$Y = (\Sigma WY) / (\Sigma W) = 24$ meter terhadap line Y
Pusat Massa lantai 1 sampai 6	$X = (\Sigma WX) / (\Sigma W) = 12$ meter terhadap line X
	$Y = (\Sigma WY) / (\Sigma W) = 24$ meter terhadap line Y
Pusat Massa lantai 7 atau atap	$X = (\Sigma WX) / (\Sigma W) = 12$ meter terhadap line X
	$Y = (\Sigma WY) / (\Sigma W) = 24$ meter terhadap line Y

Perhitungan letak pusat massa selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran F.

4.3.3 Perhitungan Letak Titik Pusat Kekakuan

Cara menghitung letak titik pusat kekakuan masing- masing lantai :

1. Hitung jumlah kolom per baris dalam satu grid
2. Hitung luas kolom dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Luas (m}^2\text{)} = \text{Jumlah kolom} \times B \times H$$
 Dimana B dan H adalah dimensi kolom
3. Mengalikan luas kolom masing- masing dengan line X dan line Y
4. Menjumlahkan seluruh luas kolom (ΣL) dengan masing- masing Luas dikalikan line X dan line Y (ΣLX) dan (ΣLY)
5. Diperoleh pusat kekakuan $X = (\Sigma LX) / (\Sigma L)$ dan $Y = (\Sigma LY) / (\Sigma L)$
6. Hasil perhitungan pusat kekakuan

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Letak Titik Pusat Kekakuan

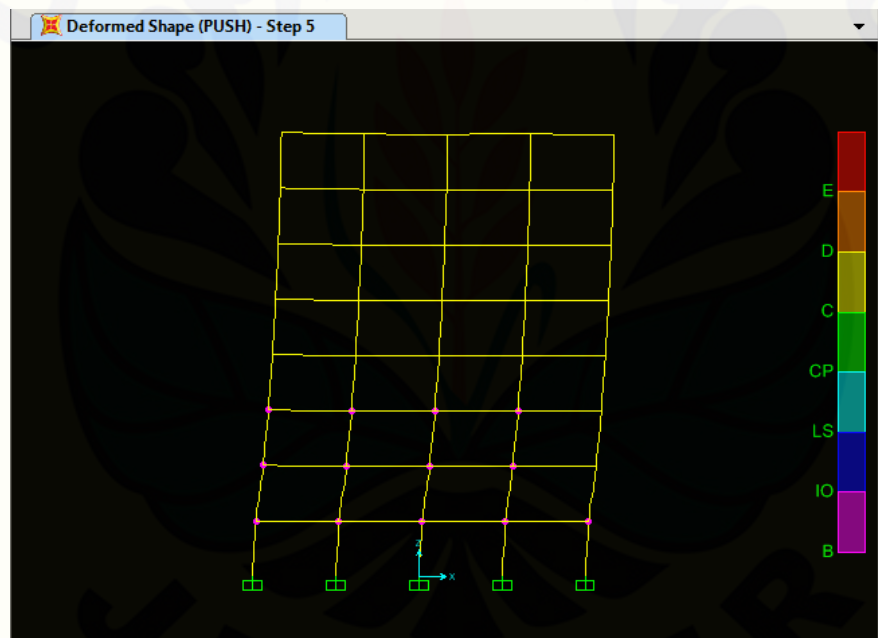
Baris	Jumlah kolom	Luas	Line X	Luas x Line X	Line Y	Luas x Line Y
1	9	3.24	0	0	24	77.76
2	9	3.24	6	19.44	24	77.76
3	9	3.24	12	38.88	24	77.76
4	9	3.24	18	58.32	24	77.76
5	9	3.24	24	77.76	24	77.76
Jumlah		16.2		194.4		388.8
Pusat kekakuan			X=	12	meter terhadap Line X	
			Y=	24	meter terhadap Line Y	

4.3.4 Gaya Gempa Analisa Pushover

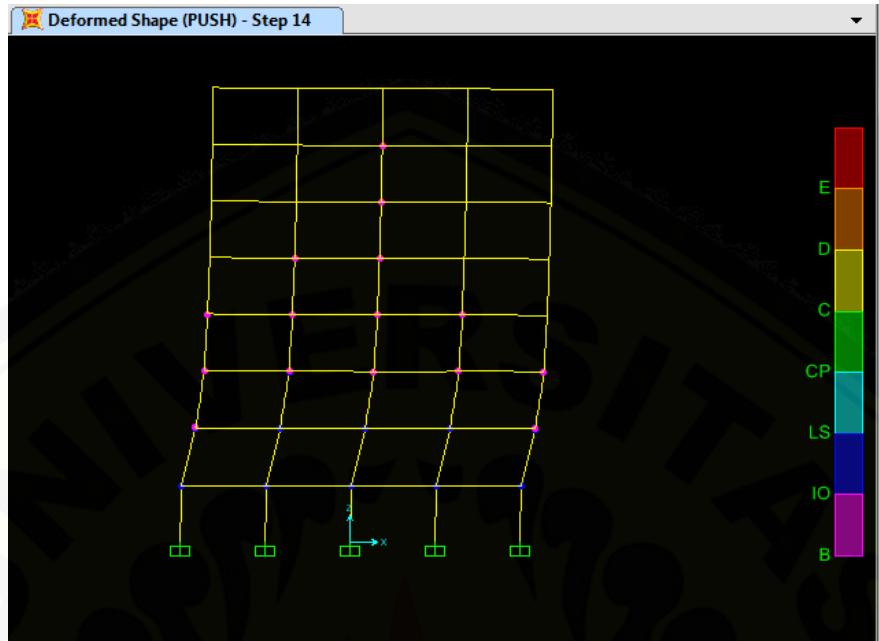
Analisa beban dorong statik (pushover analysis) pada struktur gedung adalah suatu cara analisis statik 2 dimensi atau 3 dimensi linier dan non-linier, dimana pengaruh gempa rencana terhadap struktur gedung dianggap sebagai beban- beban statik yang menangkap pada pusat massa masing- masing lantai yang nilainya ditingkatkan secara berangsur –angsur sampai melampaui pembebanan yang menyebabkan terjadinya pelelehan (sendi plastis) pertama di dalam struktur gedung.

Analisa ini menggunakan bantuan program komputer. Adapun tahapan- tahapan dalam melakukan analisa pushover adalah sebagai berikut :

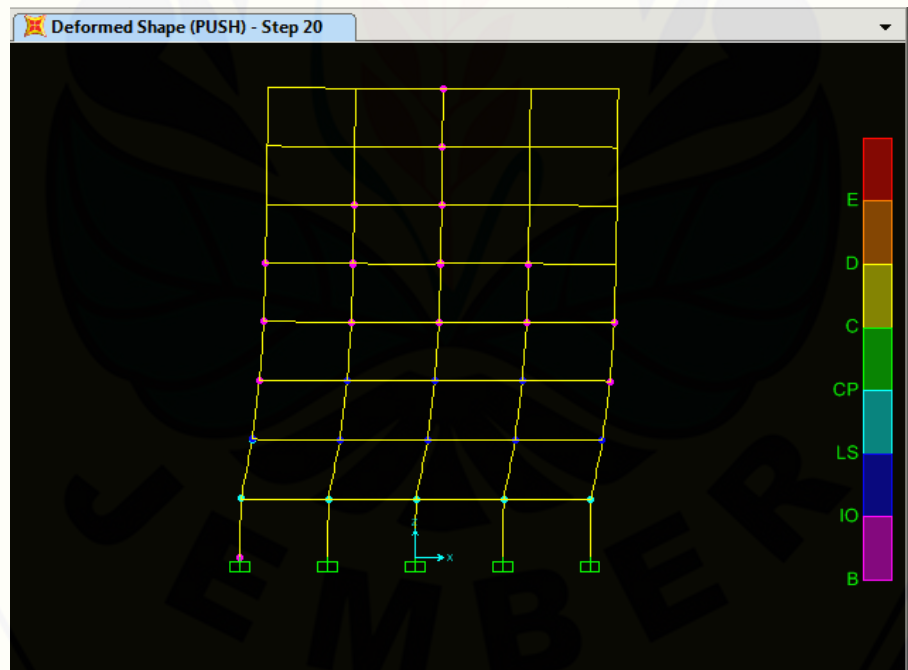
1. Membuat model gedung yang sudah ditentukan pada program komputer dan memasukkan semua elemen- elemen struktur termasuk berat plat, balok, kolom, dan sebagainya.
2. Melakukan perintah pemasangan sendi plastis pada balok dan kolom pada program komputer guna mendapatkan letak sendi plastis pada setiap lantai tingkat, dimana letak sendi plastis tersebut akan bertambah banyak setiap tingkatnya seiring dengan bertambahnya beban gempa yang diterima pada bangunan tersebut. Adapun letak sendi plastis yang terjadi adalah sebagai berikut :



Gambar 4.4 Analisa pushover pada step-5



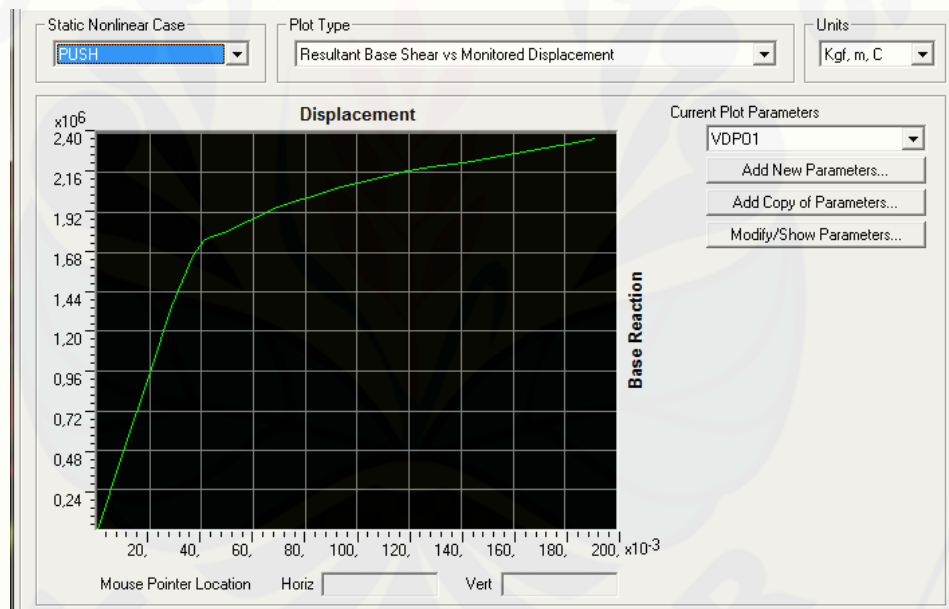
Gambar 4.5 Analisa pushover pada step-14



Gambar 4.6 Analisa pushover pada step-20

Dari gambar di atas dapat dilihat terjadinya sendi plastis pada beberapa lantai tingkat yang semakin meningkat sesuai dengan pertambahan step- step pada analisa pushover tersebut. Adapun menurut Afandi (2011) menyatakan bahwa sendi plastis akan meningkat pada setiap iterasi yang dilakukan oleh program komputer dimana sendi plastis tersebut merupakan bentuk ketidak mampuan elemen struktur balok dan kolom menahan gaya dalam. Selain itu, indikator gradasi warna juga mengalami perubahan pada beberapa lantai tingkat menunjukkan seberapa parah terjadinya kolaps pada sendi plastis tersebut.

3. Didapatkan hasil berupa kurva pushover yang merupakan hubungan antara gaya geser dasar dan nilai displacement sebagai representasi tahapan perilaku struktur. Adapun kurva pushovernya adalah sebagai berikut :



Gambar 4.7 Kurva pushover

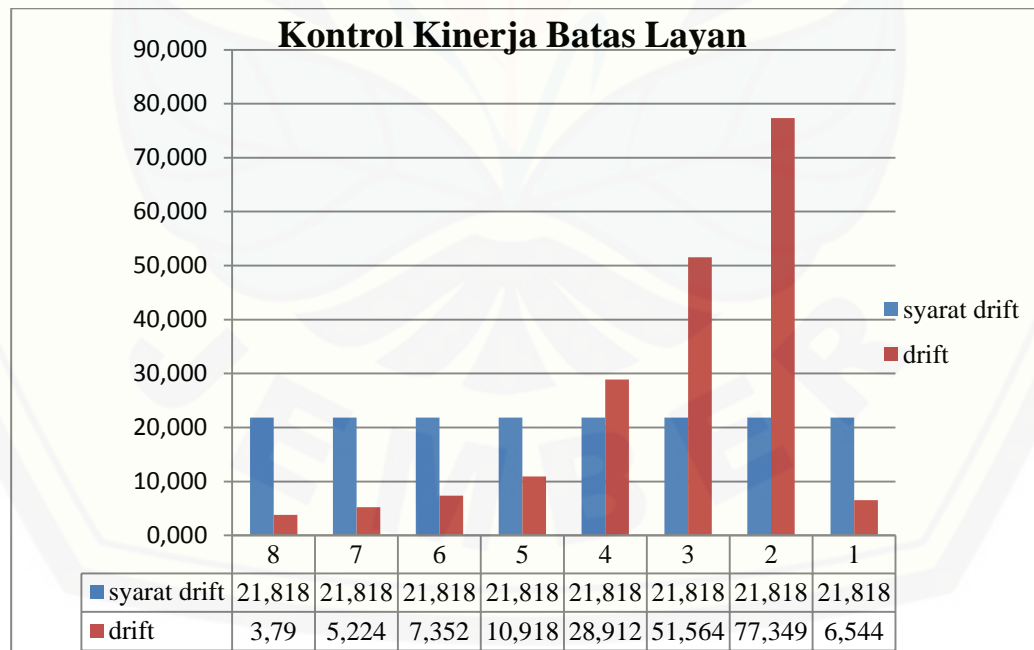
4.3.5 Kontrol Kinerja Batas Layan (Δ_s) dan Kinerja Batas Ultimit (Δ_m)

Setelah melakukan perhitungan distribusi gempa analisa pushover sampai terjadinya pelelehan sendi plastis, maka dilakukan kembali Kinerja Batas Layan (Δ_s) dan Kinerja Batas Ultimit (Δ_m).

Berikut adalah tabel yang memberikan nilai Δ_s dan Δ_m akibat gempa analisa push over yang diperoleh dengan asumsi ketentuan- ketentuan menurut SNI 1726-2002. Adapun nilai Δ_s itu sendiri adalah hasil perhitungan dari program komputer :

Tabel 4.6 Analisis Δ_s Akibat Gempa Analisa Pushover

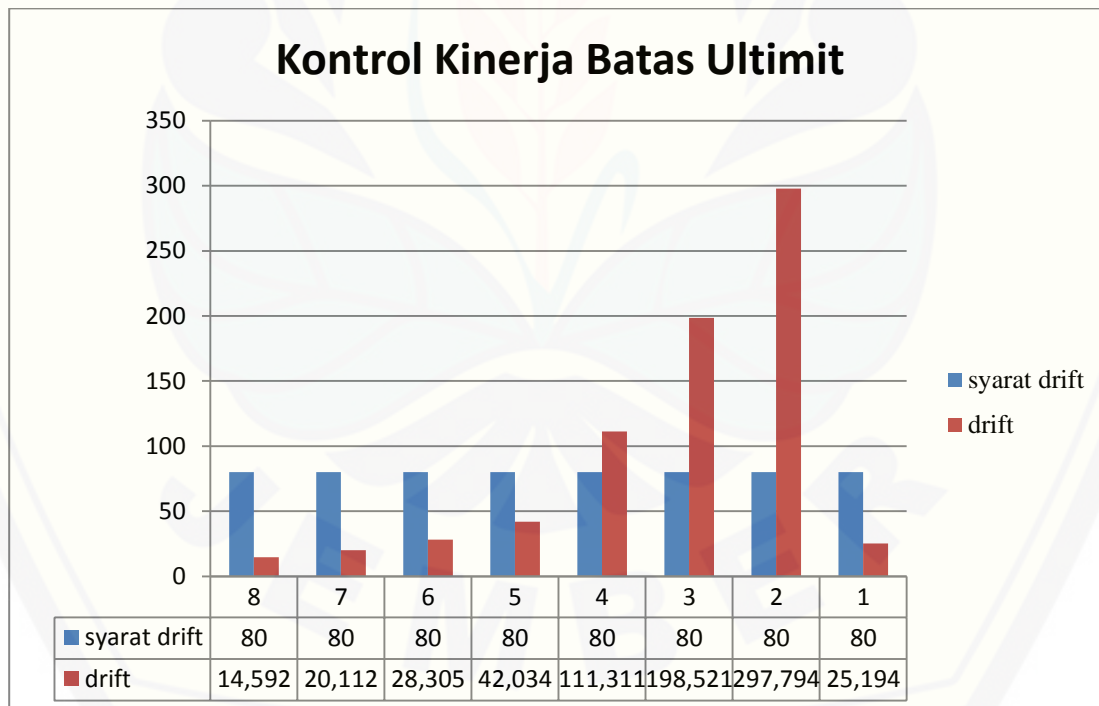
Tingkat	hx (m)	Δ_s (mm)	Drift Δ_s antar	Syarat drift	Ket.
			tingkat (mm)	Δ_s (mm)	
Lantai 7	32	191,653	3,79	21.818	OK
Lantai 6	28	187,863	5,224	21.818	OK
Lantai 5	24	182,639	7,352	21.818	OK
Lantai 4	20	175,287	10,918	21.818	OK
Lantai 3	16	164,369	28,912	21.818	TIDAK OK
Lantai 2	12	135,457	51,564	21.818	TIDAK OK
Lantai 1	8	83,893	77,349	21.818	TIDAK OK
Basement	4	6,544	6,544	21.818	OK



Gambar 4.8 Bar chart simpangan dan kontrol kinerja batas layan pada analisa pushover

Tabel 4.7 Analisis Δm Akibat Gempa Analisa Pushover

Tingkat	hx (m)	Drift Δs antar tingkat (mm)	Drift Δm antar tingkat (mm)	Syarat drift Δm (mm)	Ket.
Lantai 7	32	3,79	14,592	80	OK
Lantai 6	28	5,224	20,112	80	OK
Lantai 5	24	7,352	28,305	80	OK
Lantai 4	20	10,918	42,034	80	OK
Lantai 3	16	28,912	111,311	80	TIDAKOK
Lantai 2	12	51,564	198,521	80	TIDAKOK
Lantai 1	8	77,349	297,794	80	TIDAKOK
Basement	4	6,544	25,194	80	OK



Gambar 4.9 Bar chart simpangan dan kontrol kinerja batas ultimit pada analisa pushover

4.3.6 Hasil Analisa Beban Gempa dan Gravitasi

Pada penjelasan di atas telah disebutkan kinerja struktur yang dilihat dari simpangan dan target peralihannya. Pada penjelasan berikut ini akan dilihat kinerja struktur dalam menerima beban- beban yang bekerja, mulai dari beban hidup, beban mati dan beban gempa dengan menggunakan bantuan program komputer. Berikut pengecekan momen ultimit pada struktur yang diberi beban gempa awal dengan kriteria simpangan yang masuk persyaratan drift di atas:

Cek Momen

$$M_u = 106.620,8 \text{ kgm}$$

$$\Phi = 0,80$$

$$f_c' = 290 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 40 \text{ cm}$$

$$D = 70 \text{ cm}$$

Menentukan lebar efektif balok

$$Be_1 = \frac{1}{4} \cdot L_o = \frac{1}{4} \cdot 6000 = 1500 \text{ mm}$$

$$Be_2 = 8 \cdot H_f = 8 \cdot 150 = 1200 \text{ mm}$$

$$Be_3 = \frac{1}{2} \cdot B_o = \frac{1}{2} \cdot 5600 = 2800 \text{ mm}$$

Dipilih Be dengan nilai terkecil yaitu $Be_2 = 1200 \text{ mm}$

Penulangan :

$$\rho_{\min} = 1,4/f_y = 1,4/400 = 0,004$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot 0,85 \cdot \frac{600}{600 + f_y} \\ &= 0,75 \cdot \frac{0,85 \cdot 29}{400} \cdot 0,85 \cdot \frac{600}{600 + 400} \\ &= 0,026 \end{aligned}$$

$$d = h - (s' + \phi_{\text{sengkang}} + 1/2 D)$$

$$= 700 - (30 + 10 + 0,5 \cdot 22)$$

$$= 649 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\Phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{106620,8 \cdot 10^4}{0,8 \cdot 400 \cdot 649^2} = 7,910$$

$$\omega = 0,85 \cdot \left\{ 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2,353 \cdot R_n}{f_c'} \right)} \right\}$$

$$= 0,85 \cdot \left\{ 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2,353 \cdot 7,91}{29} \right)} \right\}$$

$$= 0,341$$

$$\rho = \omega \cdot \frac{f_c'}{f_y} = 0,341 \cdot \frac{29}{400} = 0,025$$

$$\rho = 0,025 > \rho_{\min} = 0,004$$

$$\rho = 0,025 < \rho_{\max} = 0,026, \text{ sehingga yang dipakai adalah } \rho \text{ hitung}$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,025 \cdot 400 \cdot 649$$

$$= 6423,696 \text{ mm}^2$$

$$M_n = T \cdot z = A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$= 3401 \cdot 400 \cdot (649 - 150/2) \cdot 10^{-4}$$

$$= 69.821,36 \text{ kg.m}$$

$$\Phi \cdot M_n = 0,8 \cdot 69.821,36 = 55.857,088 \text{ kg.m}$$

$$M_u = 106.620,8 \text{ kg.m} > \Phi \cdot M_n = 55.857,088 \text{ kg.m} \dots\dots\dots(\text{tidak ok})$$

Cek kuat geser

$$V_u = 51.559,87 \text{ kg}$$

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A$$

$$= 0,6 \cdot 400 \cdot 3041$$

$$V_n = 72.984 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n = 0,8 \cdot 72.984$$

$$= 62.036,4 \text{ kg}$$

$$V_u = 51.559,87 \text{ kg} < \Phi V_n = 62.036,4 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{ok})$$

Cek gaya aksial

$$N_u = 257.349,85 \text{ kg}$$

$$N_n = f_c' \times b \times h$$

$$= 29 \times 400 \times 700$$

$$= 812.000 \text{ kg}$$

$$\Phi N_n = 0,85 \times 812.000$$

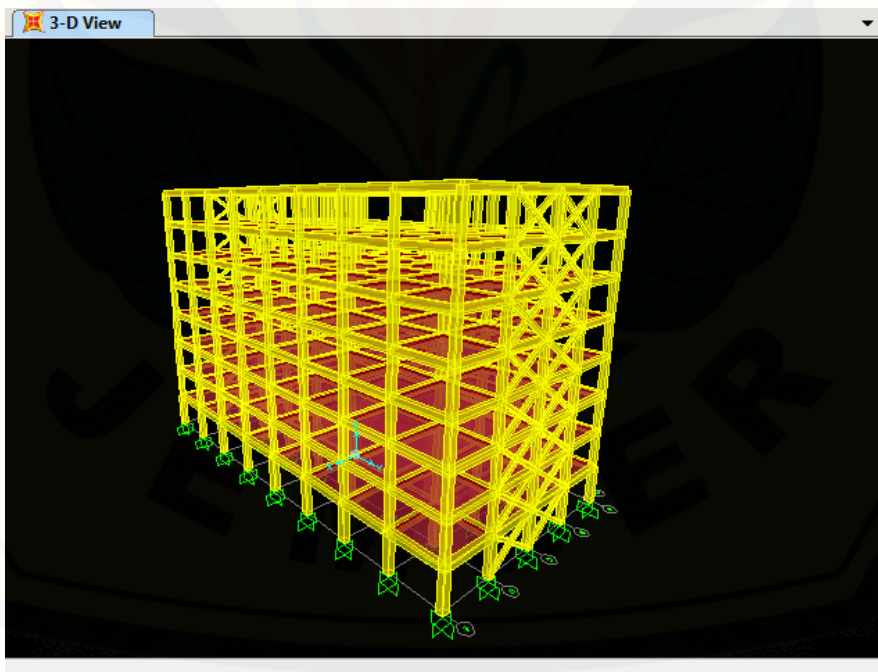
$$= 690.200 \text{ kg}$$

$$N_u = 257.349,85 \text{ kg} < \Phi N_n = 690.200 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{ok})$$

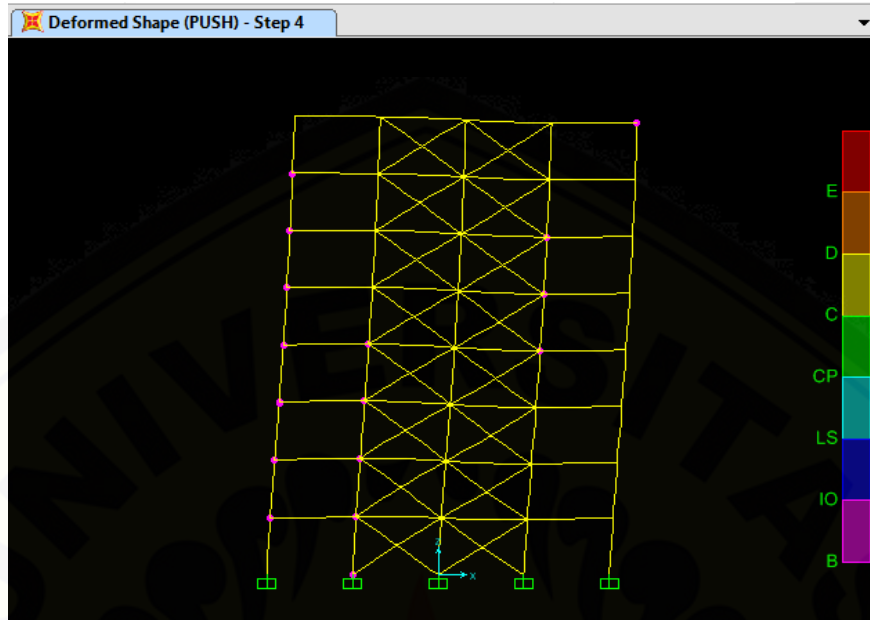
4.4 Analisa Sistem Rangka Pemikul Momen dengan Bracing X Menggunakan Gaya Gempa Analisa Pushover

4.4.1 Gaya Gempa Analisa Pushover dengan Bracing X

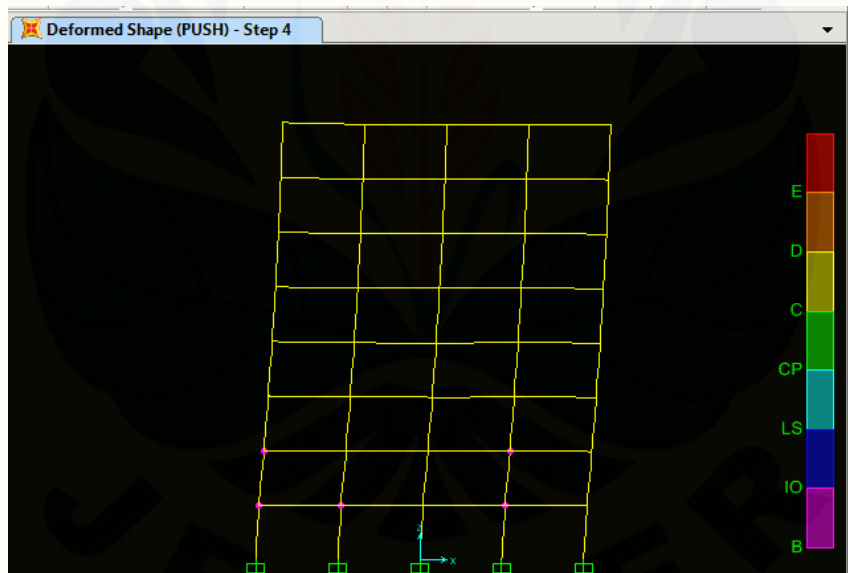
Perhitungan gaya gempa analisa pushover dengan menggunakan bracing X memiliki cara dan tahapan- tahapan yang sama dengan perhitungan gaya gempa analisa pushover tanpa bracing. Perbedaannya adalah dengan adanya penambahan bracing X pada sumbu lemah bangunan tersebut. Berikut adalah pemodelan struktur dengan menggunakan bracing X beserta kurva pushovernya :



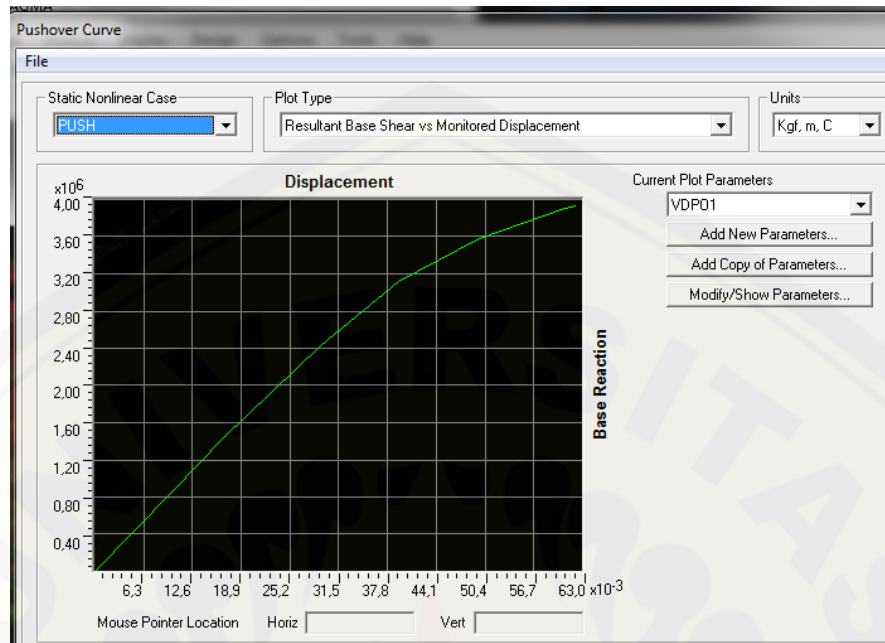
Gambar 4.10 Pemodelan 3D gedung dengan bracing X



Gambar 4.11 Pemodelan gedung dengan bracing X portal tepi



Gambar 4.12 Pemodelan gedung dengan bracing X portal tengah



Gambar 4.13 Kurva pushover gedung dengan bracing X

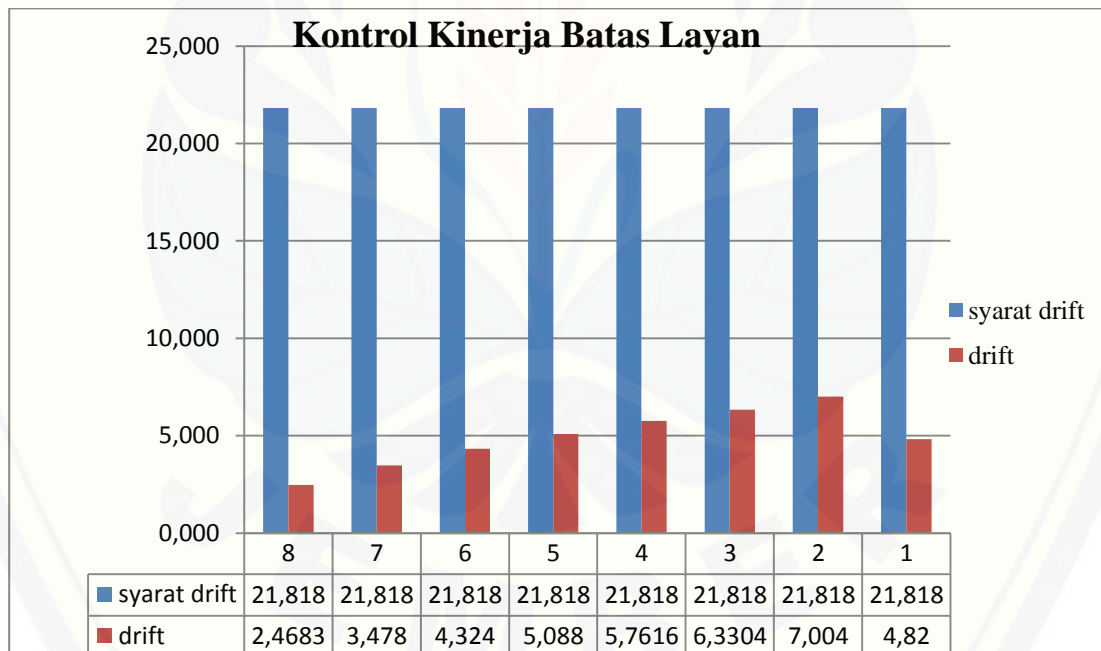
4.4.2 Tinjauan Kinerja Batas Layan (Δ_s) dan Kinerja Batas Ultimit (Δ_m)

Menurut SNI 1726- 2002 syarat kinerja batas layan (KBL) dipenuhi jika drift Δ_s antar tingkat tidak boleh lebih besar dari 30 mm atau $0,03/R \times h_i = 0,03/5,5 \times 4000 = 21,818$ mm. Hal ini ditetapkan untuk membatasi terjadinya pelelehan baja dan peretakan beton yang berlebihan, di samping untuk mencegah kerusakan non struktural dan ketidaknyamanan penghuni.

Berikut adalah tabel yang memberikan nilai Δ_s akibat gempa analisa push over pada Sistem Rangka Pemikul Momen dengan bracing-X yang diperoleh dengan asumsi ketentuan- ketentuan menurut SNI 1726-2002. Adapun nilai Δ_s itu sendiri adalah hasil perhitungan dari program komputer :

Tabel 4.8 Analisis Δs Akibat Gempa Analisa Pushover dengan Bracing X

Tingkat	hx (m)	Δs (mm)	Drift Δs antar	Syarat drift Δs (mm)	Ket.
			tingkat (mm)		
Lantai 7	32	39,2743	2,4683	21.818	OK
Lantai 6	28	36,806	3,478	21.818	OK
Lantai 5	24	33,328	4,324	21.818	OK
Lantai 4	20	29,004	5,088	21.818	OK
Lantai 3	16	23,916	5,7616	21.818	OK
Lantai 2	12	18,1544	6,3304	21.818	OK
Lantai 1	8	11,824	7,004	21.818	OK
Basement	4	4,82	4,82	21.818	OK

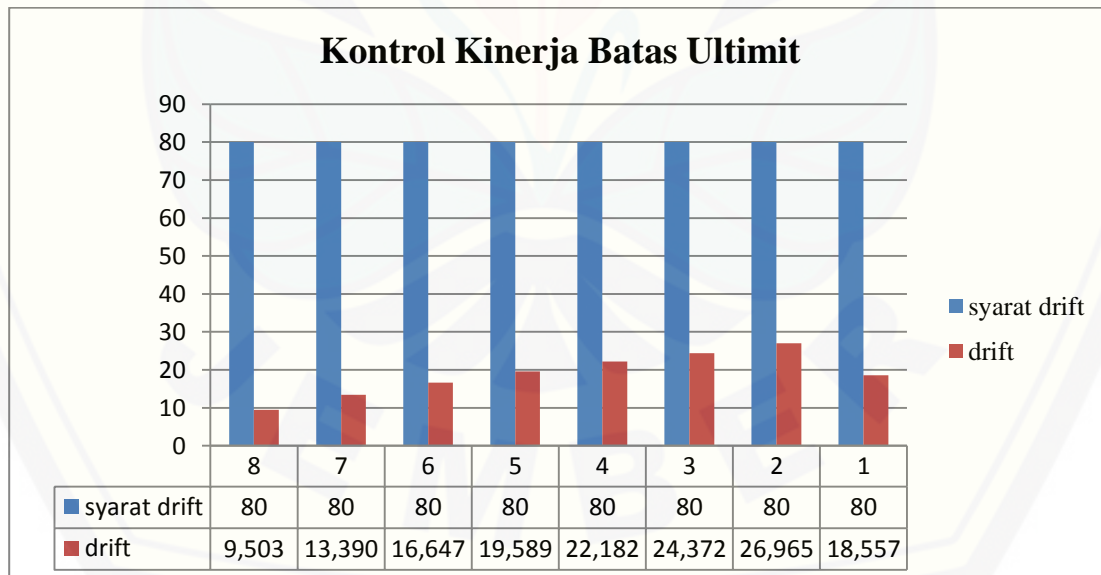


Gambar 4.14 Bar chart simpangan dan kontrol kinerja batas layan SRPM dengan bresing X

Selanjutnya, melakukan perhitungan kinerja batas ultimit (Δ_m) pada beban analisa pushover dengan menggunakan cara yang sama seperti yang dijelaskan di atas. Berikut disajikan tabel analisa Δ_m akibat gempa:

Tabel 4.9 Analisis Δ_m Akibat Gempa Analisa Pushover dengan Bracing X

Tingkat	hx (m)	Drift Δ_s antar tingkat (mm)	Drift Δ_m antar tingkat (mm)	Syarat drift Δ_m (mm)	Ket.
Lantai 7	32	2,4683	9,503	80	OK
Lantai 6	28	3,478	13,390	80	OK
Lantai 5	24	4,324	16,647	80	OK
Lantai 4	20	5,088	19,589	80	OK
Lantai 3	16	5,7616	22,182	80	OK
Lantai 2	12	6,3304	24,372	80	OK
Lantai 1	8	7,004	26,965	80	OK
Basement	4	4,82	18,557	80	OK



Gambar 4.15 Bar chart simpangan dan kontrol kinerja batas ultimit SRPM dengan bresing X

4.4.3 Hasil Analisa Beban Gempa dan Gravitasi

Pada penjelasan di atas telah disebutkan kinerja struktur yang dilihat dari simpangan dan target peralihannya. Pada penjelasan berikut ini akan dilihat kinerja struktur dalam menerima beban- beban yang bekerja, mulai dari beban hidup, beban mati dan beban gempa dengan menggunakan bantuan program komputer. Berikut pengecekan momen ultimit pada struktur yang diberi beban gempa awal dengan kriteria simpangan yang masuk persyaratan drift di atas :

Cek Momen

$$M_u = 80587,8 \text{ kgm}$$

$$\Phi = 0,80$$

$$f_c' = 290 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 40 \text{ cm}$$

$$D = 70 \text{ cm}$$

Menentukan lebar efektif balok

$$Be_1 = \frac{1}{4} \cdot L_o = \frac{1}{4} \cdot 6000 = 1500 \text{ mm}$$

$$Be_2 = 8 \cdot H_f = 8 \cdot 150 = 1200 \text{ mm}$$

$$Be_3 = \frac{1}{2} \cdot B_o = \frac{1}{2} \cdot 5600 = 2800 \text{ mm}$$

Dipilih Be dengan nilai terkecil yaitu $Be_2 = 1200 \text{ mm}$

Penulangan :

$$\rho_{\min} = 1,4/f_y = 1,4/400 = 0,004$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot 0,85 \cdot \frac{600}{600 + f_y} \\ &= 0,75 \cdot \frac{0,85 \cdot 29}{400} \cdot 0,85 \cdot \frac{600}{600 + 400} \\ &= 0,024 \end{aligned}$$

$$d = h - (s' + \phi_{\text{sengkang}} + 1/2 D)$$

$$= 700 - (30 + 10 + 0,5 \cdot 22)$$

$$= 649 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\Phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{80587,8 \cdot 10^4}{0,8 \cdot 400 \cdot 649^2} = 5,951$$

$$\omega = 0,85 \cdot \left\{ 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2,353 \cdot R_n}{f_c'} \right)} \right\}$$

$$= 0,85 \cdot \left\{ 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2,353 \cdot 5,951}{29} \right)} \right\}$$

$$= 0,239$$

$$\rho = \omega \cdot \frac{f_c'}{f_y} = 0,239 \cdot \frac{29}{400} = 0,017$$

$$\rho = 0,017 > \rho_{\min} = 0,004$$

$$\rho = 0,017 < \rho_{\max} = 0,024, \text{ sehingga yang dipakai adalah } \rho \text{ hitung}$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,017 \cdot 400 \cdot 649$$

$$= 4504,13 \text{ mm}^2$$

$$M_n = T \cdot z = A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$= 3401 \cdot 400 \cdot (649 - 150/2) \cdot 10^{-4}$$

$$= 70.003,82 \text{ kg.m}$$

$$\Phi \cdot M_n = 0,8 \cdot 70.003,82 = 56.003,056 \text{ kg.m}$$

$$M_u = 80.587,8 \text{ kg.m} > \Phi \cdot M_n = 56.003,056 \text{ kg.m} \dots\dots\dots(\text{tidak ok})$$

Cek kuat geser

$$V_u = 40.173,28 \text{ kg}$$

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A$$

$$= 0,6 \cdot 400 \cdot 3041$$

$$V_n = 72.984 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n = 0,8 \cdot 72.984$$

$$= 62.036,4 \text{ kg}$$

$$V_u = 40.173,28 \text{ kg} < \Phi V_n = 62.036,4 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{ok})$$

Cek gaya aksial

$$N_u = 237.663,78 \text{ kg}$$

$$N_n = f_c' \times b \times h$$

$$= 29 \times 400 \times 700$$

$$= 812.000 \text{ kg}$$

$$\Phi N_n = 0,85 \times 812.000$$

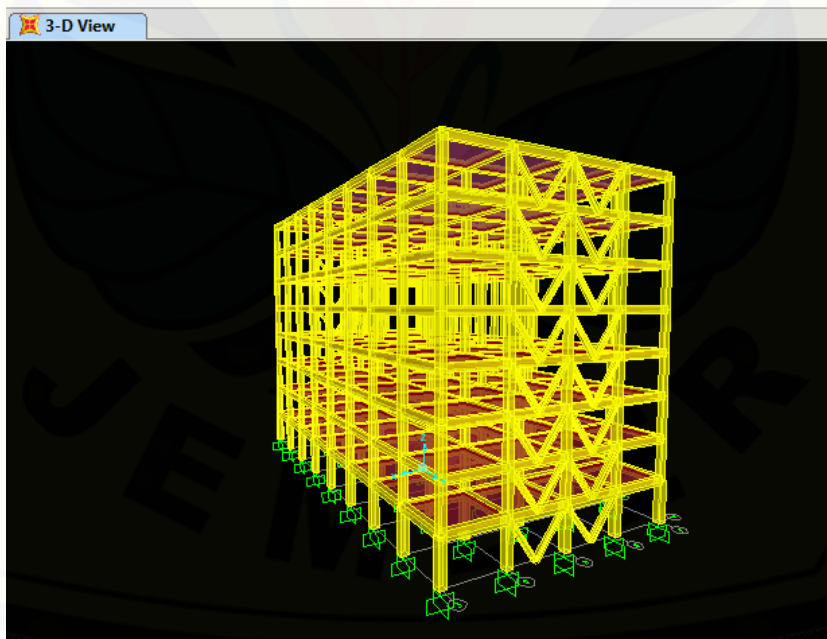
$$= 690.200 \text{ kg}$$

$$N_u = 237.663,78 \text{ kg} < \Phi N_n = 690.200 \text{ kg} \dots\dots\dots (\text{ok})$$

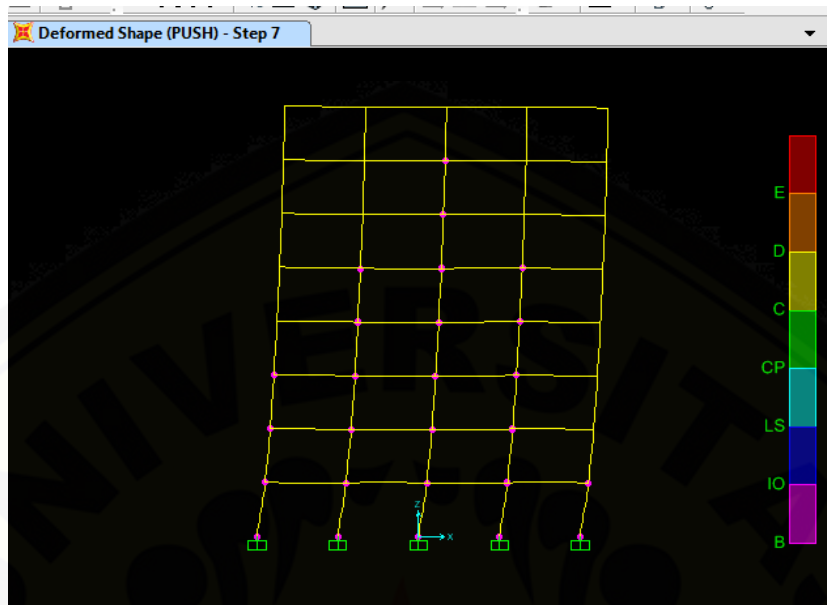
4.5 Analisa Sistem Rangka Pemikul Momen dengan Bracing V Menggunakan Gaya Gempa Analisa Pushover

4.5.1 Gaya Gempa Analisa Pushover dengan Bracing V

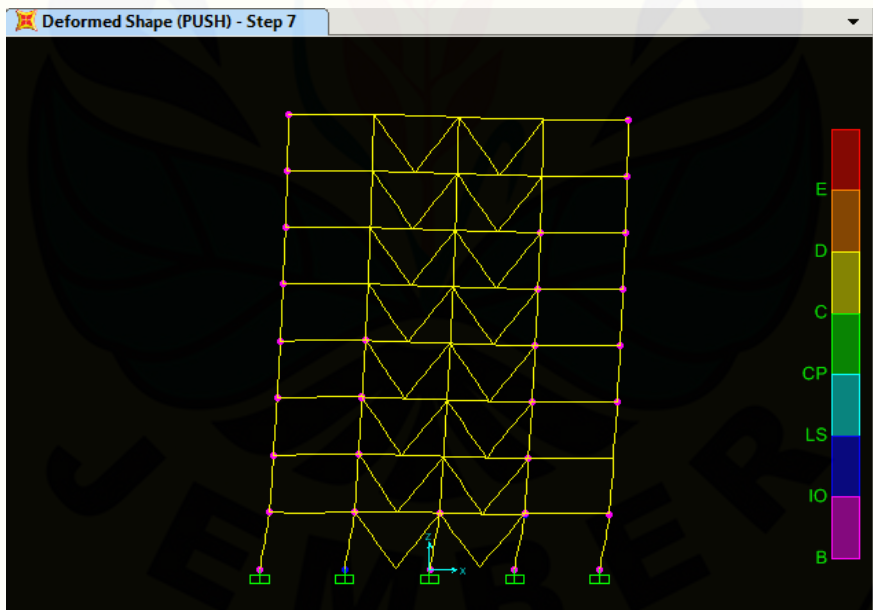
Perhitungan gaya gempa analisa pushover dengan menggunakan bracing V memiliki cara dan tahapan- tahapan yang sama dengan perhitungan gaya gempa analisa pushover tanpa bracing. Perbedaannya adalah dengan adanya penambahan bracing V pada sumbu lemah bangunan tersebut. Berikut adalah gambar pemodelan dimensi struktur dengan menggunakan bracing V :



Gambar 4.16 Pemodelan 3D gedung dengan bracing V



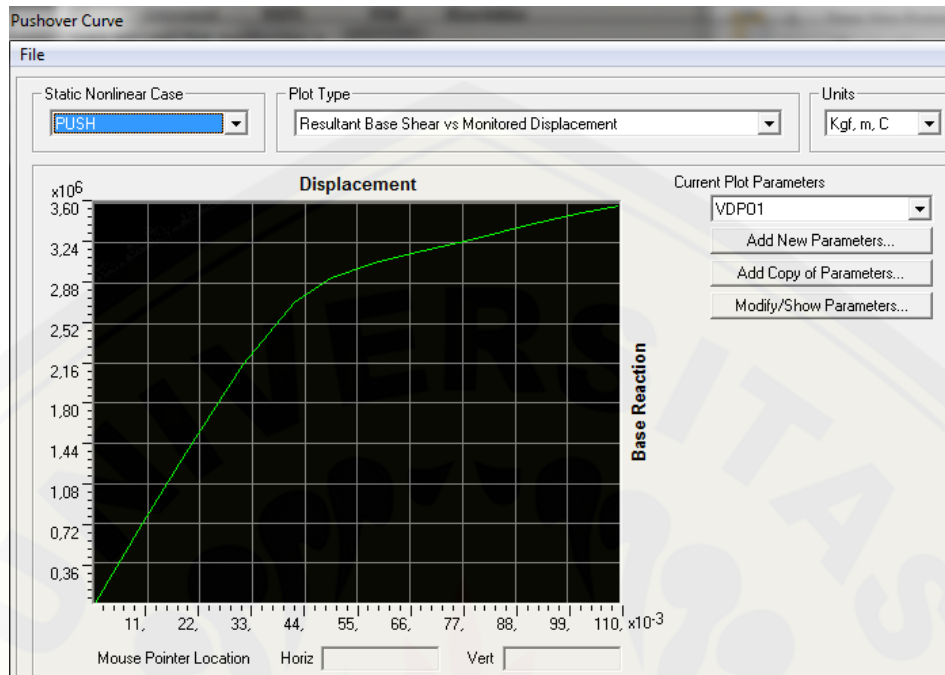
Gambar 4.17 Pemodelan gedung dengan bracing V portal tengah



Gambar 4.18 Pemodelan gedung dengan bracing V portal pinggir

Berikut adalah gambar kurva pushover struktur dengan menggunakan bracing

V :



Gambar 4.19 Kurva pushover gedung dengan bracing V

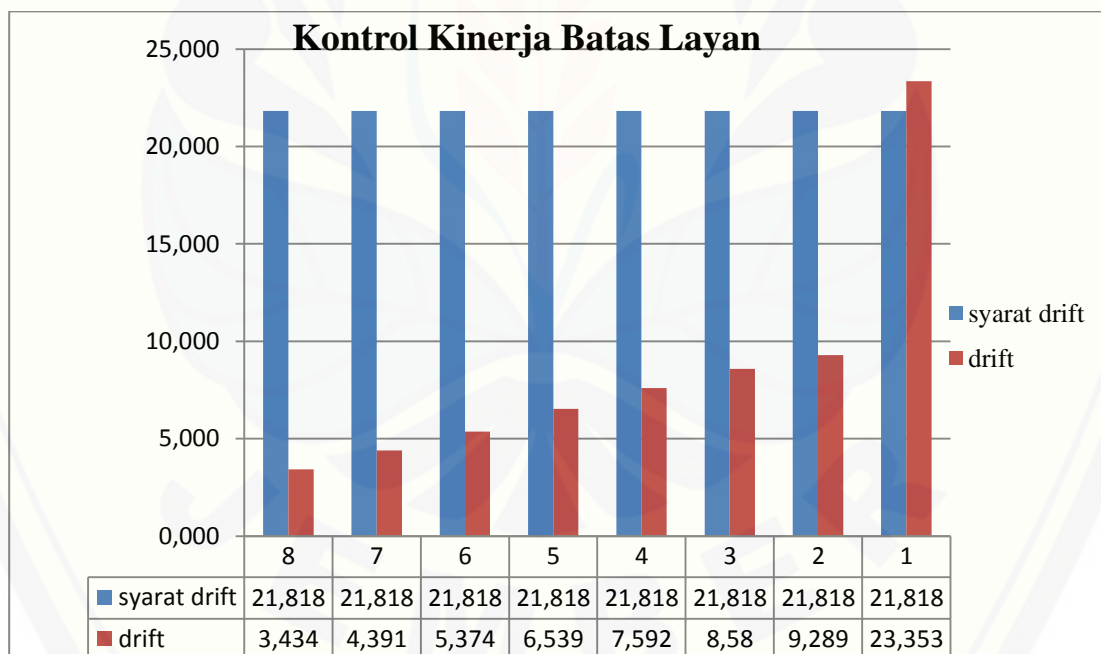
4.5.2 Tinjauan Kinerja Batas Layan (Δ_s) dan Kinerja Batas Ultimit (Δ_m)

Menurut SNI 1726- 2002 syarat kinerja batas layan (KBL) dipenuhi jika drift Δ_s antar tingkat tidak boleh lebih besar dari 30 mm atau $0,03/R \times h_i = 0,03/5,5 \times 4000 = 21,818$ mm. Hal ini ditetapkan untuk membatasi terjadinya pelelehan baja dan peretakan beton yang berlebihan, di samping untuk mencegah kerusakan non struktural dan ketidaknyamanan penghuni.

Berikut adalah tabel yang memberikan nilai Δ_s akibat gempa analisa push over pada Sistem Rangka Pemikul Momen dengan bracing-V yang diperoleh dengan asumsi ketentuan- ketentuan menurut SNI 1726-2002. Adapun nilai Δ_s itu sendiri adalah hasil perhitungan dari program komputer :

Tabel 4.10 Analisis Δs Akibat Gempa Analisa Pushover dengan Bracing V

Tingkat	hx (m)	Δs (mm)	Drift Δs antar tingkat (mm)	Syarat drift Δs (mm)	Ket.
Lantai 7	32	68,552	3,434	21.818	OK
Lantai 6	28	65,118	4,391	21.818	OK
Lantai 5	24	60,727	5,374	21.818	OK
Lantai 4	20	55,353	6,539	21.818	OK
Lantai 3	16	48,814	7,592	21.818	OK
Lantai 2	12	41,222	8,58	21.818	OK
Lantai 1	8	32,642	9,289	21.818	OK
Basement	4	23,353	23,353	21.818	Tdk OK

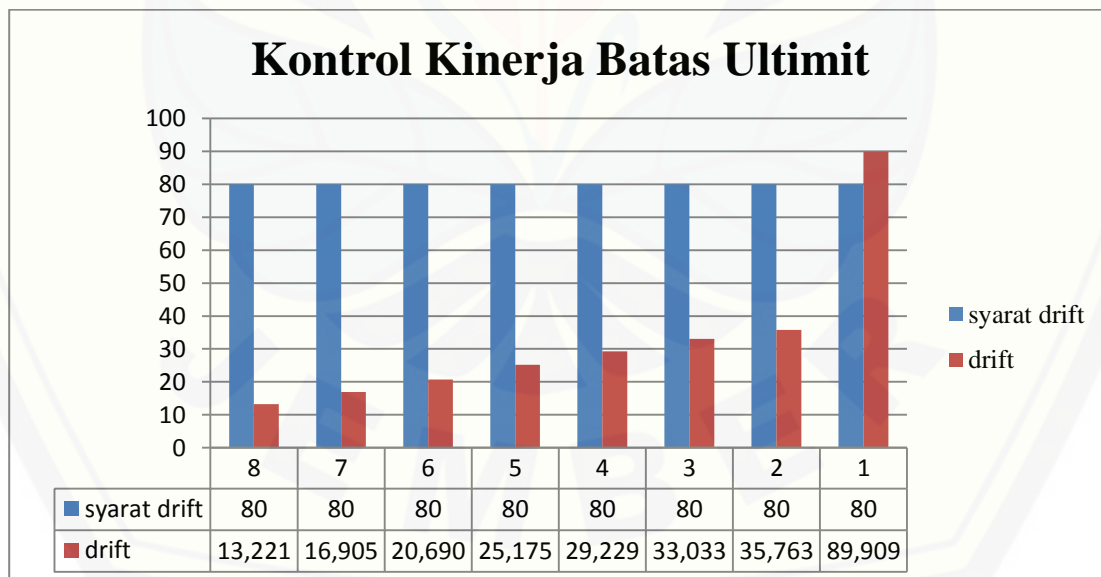


Gambar 4.20 Bar chart simpangan dan kontrol kinerja batas layan SRPM dengan bresing V

Selanjutnya, melakukan perhitungan kinerja batas ultimit (Δm) pada beban analisa pushover dengan menggunakan cara yang sama. . Berikut disajikan tabel analisa Δm akibat gempa:

Tabel 4.11 Analisis Δm Akibat Gempa Analisa Pushover dengan Bracing V

Tingkat	hx (m)	Drift Δs antar tingkat (mm)	Drift Δm antar tingkat (mm)	Syarat drift Δm (mm)	Ket.
Lantai 7	32	3,434	13,221	80	OK
Lantai 6	28	4,391	16,905	80	OK
Lantai 5	24	5,374	20,690	80	OK
Lantai 4	20	6,539	25,175	80	OK
Lantai 3	16	7,592	29,229	80	OK
Lantai 2	12	8,58	33,033	80	OK
Lantai 1	8	9,289	35,763	80	OK
Basement	4	23,353	89,909	80	Tdk OK



Gambar 4.21 Bar chart simpangan dan kontrol kinerja batas ultimit SRPM dengan bresing V

4.5.3 Hasil Analisa Beban Gempa dan Gravitasi

Pada penjelasan di atas telah disebutkan kinerja struktur yang dilihat dari simpangan dan target peralihannya. Pada penjelasan berikut ini akan dilihat kinerja struktur dalam menerima beban- beban yang bekerja, mulai dari beban hidup, beban mati dan beban gempa dengan menggunakan bantuan program komputer. Berikut pengecekan momen ultimit pada struktur yang diberi beban gempa awal dengan kriteria simpangan yang masuk persyaratan drift di atas :

Cek Momen

$$\mu = 147.370,54 \text{ kgm}$$

$$\Phi = 0,80$$

$$f_c' = 290 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 40 \text{ cm}$$

$$D = 70 \text{ cm}$$

Menentukan lebar efektif balok

$$Be_1 = \frac{1}{4} \cdot L_o = \frac{1}{4} \cdot 6000 = 1500 \text{ mm}$$

$$Be_2 = 8 \cdot H_f = 8 \cdot 150 = 1200 \text{ mm}$$

$$Be_3 = \frac{1}{2} \cdot B_o = \frac{1}{2} \cdot 5600 = 2800 \text{ mm}$$

Dipilih Be dengan nilai terkecil yaitu $Be_2 = 1200 \text{ mm}$

Penulangan :

$$\rho_{\min} = 1,4/f_y = 1,4/400 = 0,004$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot 0,85 \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$= 0,75 \cdot \frac{0,85 \cdot 29}{400} \cdot 0,85 \cdot \frac{600}{600 + 400}$$

$$= 0,024$$

$$d = h - (s^2 + \phi \text{ sengkang} + 1/2 D)$$

$$= 700 - (30 + 10 + 0,5 \cdot 22)$$

$$= 649 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\Phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{1473370,54 \cdot 10^4}{0,8 \cdot 400 \cdot 649^2} = 10,883$$

$$\omega = 0,85 \cdot \left\{ 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2,353 \cdot R_n}{f_c'} \right)} \right\}$$

$$= 0,85 \cdot \left\{ 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2,353 \cdot 10,883}{29} \right)} \right\}$$

$$= 0,559$$

$$\rho = \omega \cdot \frac{f_c'}{f_y} = 0,559 \cdot \frac{29}{400} = 0,023$$

$$\rho = 0,023 > \rho_{\min} = 0,004$$

$\rho = 0,023 < \rho_{\max} = 0,024$, sehingga yang dipakai adalah ρ hitung

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,023 \cdot 400 \cdot 649$$

$$= 6.133,321 \text{ mm}^2$$

$$M_n = T \cdot z = A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$= 3401 \cdot 400 \cdot (649 - 150/2) \cdot 10^{-4}$$

$$= 70.003,82 \text{ kg.m}$$

$$\Phi \cdot M_n = 0,8 \cdot 70.003,82 = 56.003,056 \text{ kg.m}$$

$$M_u = 147.370,54 \text{ kg.m} > \Phi \cdot M_n = 56.003,056 \text{ kg.m} \dots\dots\dots(\text{tidak ok})$$

Cek kuat geser

$$V_u = 74.247,35 \text{ kg}$$

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A$$

$$= 0,6 \cdot 400 \cdot 3041$$

$$V_n = 72.984 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n = 0,8 \cdot 72.984$$

$$= 62.036,4 \text{ kg}$$

$$V_u = 87.560,02 \text{ kg} > \Phi V_n = 62.036,4 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{tidak ok})$$

Cek gaya aksial

$$N_u = 237.108,35 \text{ kg}$$

$$N_n = f_c' \times b \times h$$

$$= 29 \times 400 \times 700$$

$$= 812.000 \text{ kg}$$

$$\Phi N_n = 0,85 \times 812.000$$

$$= 690.200 \text{ kg}$$

$$N_u = 237.108,35 \text{ kg} < \Phi N_n = 690.200 \text{ kg} \dots\dots\dots(\text{ok})$$

4.5.4 Hasil Rekapitulasi Simpangan Horizontal Gedung Tanpa Bracing, dengan Bracing X dan Bracing V

Tabel 4.12 Rekapitulasi Simpangan Horizontal

Lantai ke	Simpangan		
	Bracing X	Bracing V	Tanpa Bracing
7	39,2743	68,552	191,653
6	36,806	65,118	187,863
5	33,328	60,727	182,639
4	29,004	55,353	175,287
3	23,916	48,814	164,369
2	18,1544	41,222	135,457
1	11,824	32,642	83,893
basement	4,82	23,353	6,544

Dari tabel di atas, dengan menggunakan base reaction yang sama yang diperoleh dari kurva pushover didapatkan $V = 2.383$ ton dapat dilihat bahwa selisih presentase simpangan horizontal gedung tanpa bresing dengan gedung menggunakan rangka bracing X adalah 82,52%, dan selisih presentase simpangan horizontal gedung tanpa rangka bresing dengan gedung menggunakan bresing V adalah 64,231%. Sedangkan selisih presentase simpangan horizontal gedung menggunakan bracing X dengan gedung menggunakan bresing V adalah 18,288%.

Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran G

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari analisa dan pembahasan pada bab 4, dapat disimpulkan poin- poin sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan gaya gempa analisa pushover, dapat diketahui bahwa nilai perpindahan horizontal (displacement) struktur gedung dengan menggunakan rangka bresing lebih lebih kecil daripada struktur gedung tanpa rangka bresing. Selisih presentase simpangan horizontal gedung tanpa bresing dan gedung dengan menggunakan bresing X adalah 82,519%. Sedangkan selisih presentase simpangan horizontal gedung tanpa rangka bresing dan gedung dengan menggunakan bresing V adalah 64,904%.
2. Penggunaan bresing- X pada struktur gedung SRPM lebih baik jika dibandingkan penggunaan bresing- V. Hal ini dibuktikan dengan nilai perpindahan horizontal (displacement) struktur gedung SRPM dengan bresing- X lebih kecil daripada nilai displacement struktur gedung SRPM dengan bresing- V dengan presentase 18,288%.

5.2 Saran

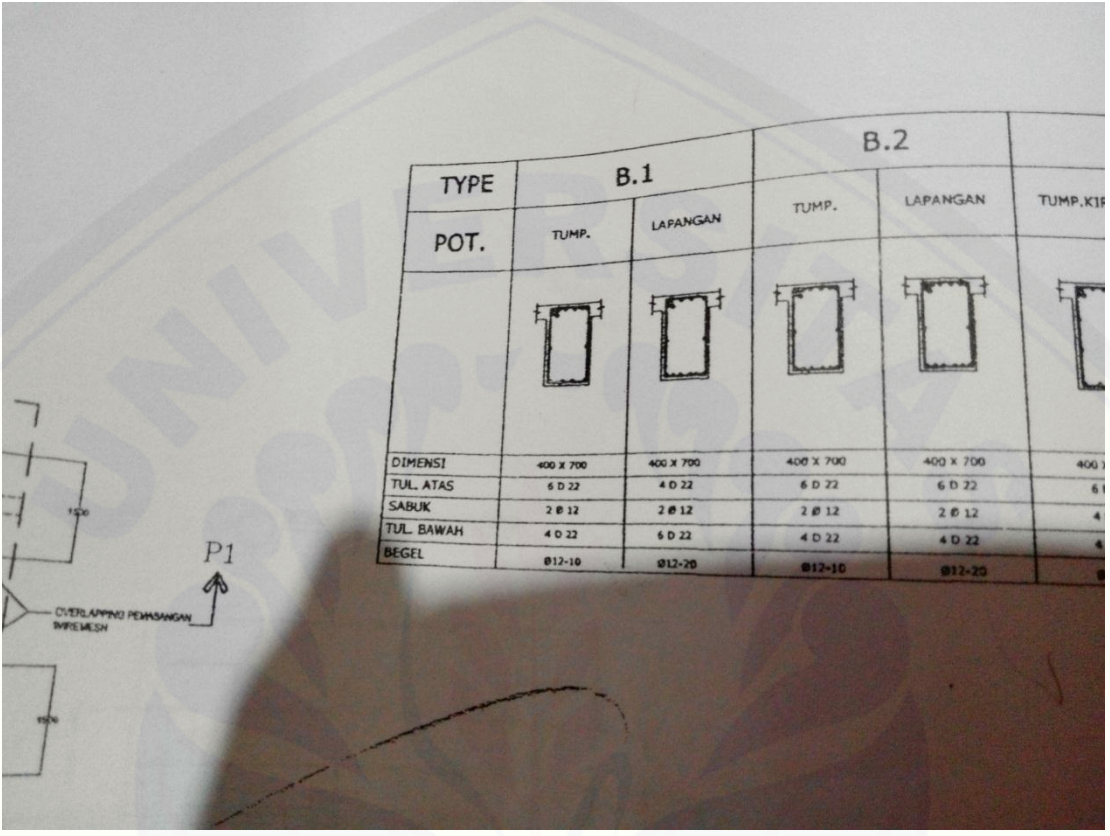
Adapun saran yang diperoleh dari pembahasan bab sebelumnya yaitu sebagai berikut :




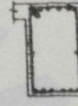

1. Penggunaan jenis bracing lain akan menghasilkan nilai displacement yang menarik untuk diteliti
2. Penempatan lokasi bracing turut mempengaruhi nilai displacement (simpangan) yang terjadi

DAFTAR PUSTAKA

- Prawirodikromo, Widodo. 2012. *Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan*
- Susanti Lilya, dkk. 2011. *Jurnal Rekayasa Sipil*.
- Anonim. 2002. SNI 03- 1726-2002. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung*.
- Anonim. 2002. SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*.
- Intan, Anita. 2011. *Perbandingan Kinerja Struktur Gedung 6 Lantai Tipe Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dengan dan Tanpa Inverted V-Bresing*
- Sadhu, Redha. 2011. *Studi Pengaruh Kekuatan dan Kekakuan Dinding Bata pada Bangunan Bertingkat*.
- Jaya, Aditya. 2011. *Perbandingan Nilai Simpangan Horisontal (Drift) pada Struktur Gedung Tahan Gempa dengan Menggunakan Bresing V dan Inverted V*.
- Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*.
- Krisnamurti. 2009. *Metode Analisis Struktur Akibat Beban Gempa*.
- Purwono, Rachmat. 2005. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*
- Andi. 2010. *Analisa Struktur Bangunan dan Gedung dengan SAP 2000 versi 14*
- Dewobroto, Wiryanto. 2005. *Evaluasi Kinerja Struktur Gempa Tahan Baja dengan Analisa Pushover*.
- Budio, Sugeng. 2009. *Dinamika Struktur*.

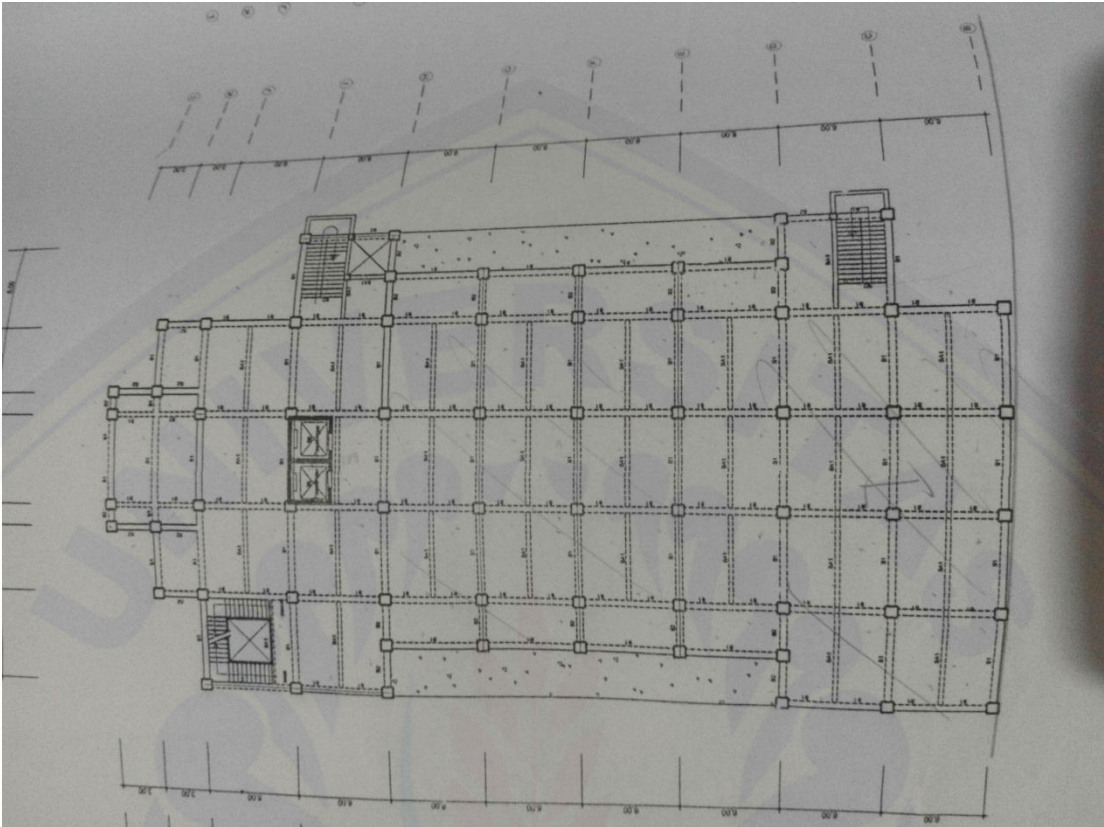
LAMPIRAN A



TYPE POT.	B.1		B.2		
	TUMP.	LAPANGAN	TUMP.	LAPANGAN	TUMP. KIP
					
DIMENSI	400 X 700	400 X 700	400 X 700	400 X 700	400 X 700
TUL. ATAS	6 D 22	4 D 22	6 D 22	6 D 22	6 D 22
SABUK	2 Ø 12	2 Ø 12	2 Ø 12	2 Ø 12	2 Ø 12
TUL. BAWAH	4 D 22	6 D 22	4 D 22	4 D 22	4 D 22
BEGEL	Ø12-10	Ø12-20	Ø12-10	Ø12-20	Ø12-20

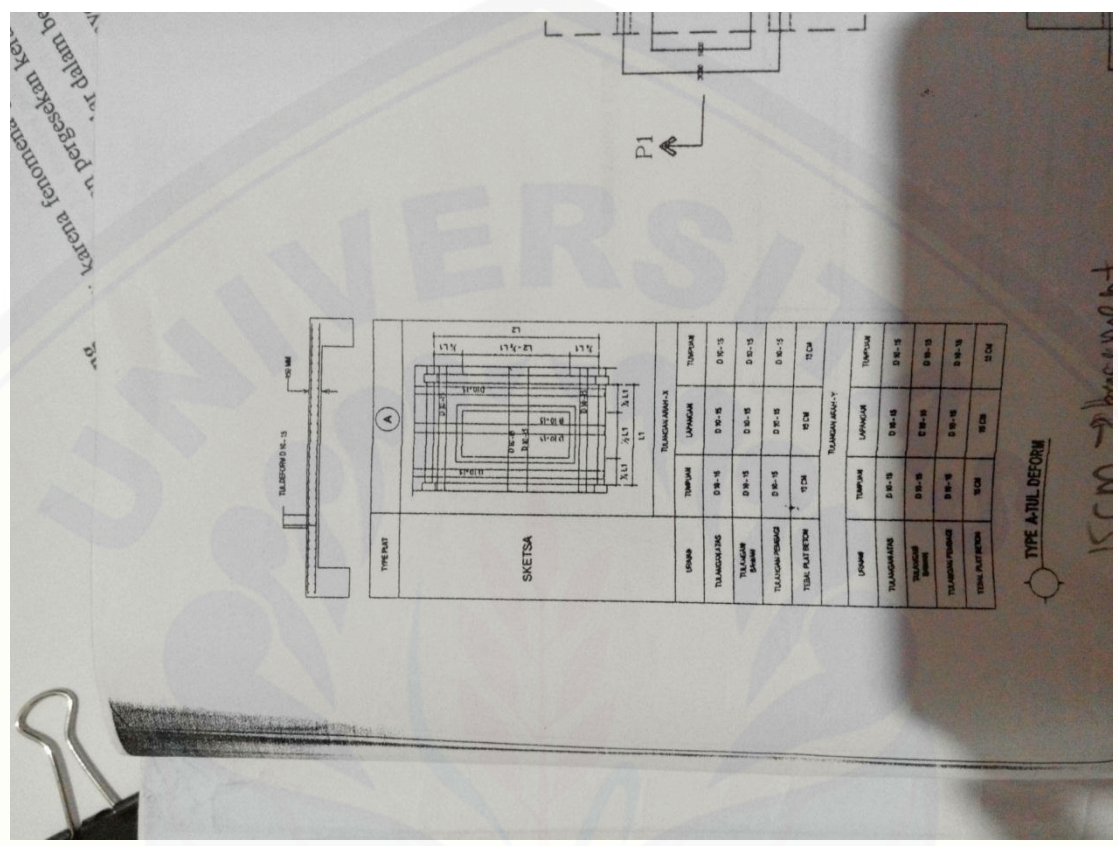
OVERLAPPING PEMANGSANG
WIRE MESH

P1

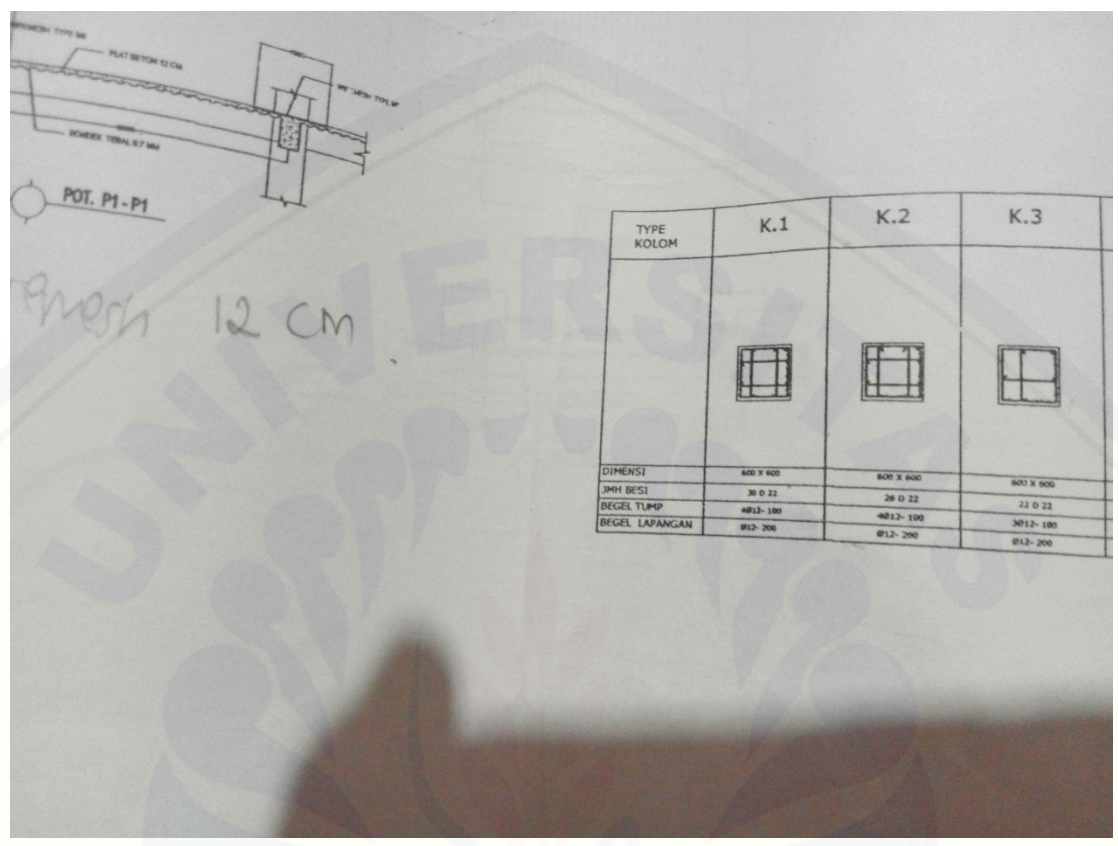


JEMBER

LAMPIRAN B



LAMPIRAN C





LAMPIRAN D dan E

Perhitungan massa lantai tingkat dan berat bangunan tiap lantai

1. Untuk Basement

No	Uraian	Perhitungan					Beban (kg)	
1	Balok memanjang Memanjang	0.4	0.7	2400	5	48	jumlah	161280
	Balok Melintang melintang	0.4	0.7	2400	9	24	jumlah	145152
2	Pelat	0.15	24	48	2400		jumlah	414720
	Pelat Spesi	24	48	21				24192
								438912
3	elemen vertikal kolom	0.6	0.6	2400	45	4	jumlah	155520
	dinding/partisi	3.3	144	250				118800
								274320
4	Beban Hidup Beban Hidup	24	48	0.3	800			276480

TOTAL 1296144

2. Untuk Lantai 1 sampai 6

No	Uraian	Perhitungan					Beban (kg)			
1	Balok memanjang	0.4	0.7	2400	5	48				
	Memanjang						jumlah	161280		
	Balok Melintang	0.4	0.7	2400	9	24				
	melintang						jumlah	145152		
2	Pelat	0.12	24	48	2400					
	pelat							331776		
	spesi						24	48	21	24192
	tegel						24	48	24	27648
	plafon						24	48	11	12672
		jumlah		396288						
3	elemen vertikal	0.6	0.6	2400	45	4				
	kolom							155520		
	dinding/partisi	3.3	144	250				118800		
							jumlah	274320		
4	Beban Hidup	24	48	0.3	250					
	Beban Hidup							86400		

TOTAL 789120

3. Untuk Lantai 7 atau atap

No	Uraian	Perhitungan					Beban (kg)			
1	Balok memanjang	0.4	0.7	2400	5	48				
	Memanjang						jumlah	161280		
	Balok Melintang	0.4	0.7	2400	9	24				
	melintang						jumlah	145152		
2	Pelat	0.12	24	48	2400					
	pelat							331776		
	spesi						24	48	21	24192
	aspal						24	48	14	16128
	plafon						24	48	11	12672
					jumlah	384768				
3	Beban Hidup	24	48	100	0.3					
	Beban Hidup							34560		

TOTAL 725760

berat bangunan tiap lantai massa			
lantai basement	1296144	/9.81	132124.7706
lantai 1 sampai 6	789120	/9.81	80440.36697
lantai 7 atau atap	725760	/9.81	73981.65138
berat total bangunan	6756624		

LAMPIRAN F

Perhitungan letak pusat massa

Tingkat	Uraian	Berat (W)	line X	Wx Line X	line Y	Wx line Y
Basement	Balok memanjang Memanjang	161280	12.00	1935360	24.00	3870720
	Balok Melintang melintang	145152	12.00	1741824	24.00	3483648
	Pelat pelat	414720	12.00	4976640	24.00	9953280
	spesi	24192	12.00	290304	24.00	580608
	elemen vertikal kolom 1	155520	12.00	1866240	24.00	3732480
	dinding/partisi	118800	12.00	1425600	24.00	2851200
	Beban Hidup Beban Hidup	276480	12.00	3317760	24	6635520
	Σ W	1296144	Σ WX	15553728	Σ WY	31107456
	Pusat Massa	$X = (\Sigma WX) / (\Sigma W) = 12$ meter terhadap line X $Y = (\Sigma WY) / (\Sigma W) = 24$ meter terhadap line Y				

Tingkat	Uraian	Berat (W)	line X	Wx Line X	line Y	Wx line Y
Lantai 1 sampai 6	Balok memanjang Memanjang	161280	12.00	1935360	24.00	3870720
	Balok Melintang melintang	145152	12.00	1741824	24.00 24.00	3483648
	Pelat pelat	331776	12.00	3981312	24.00	7962624
	spesi	24192	12.00	290304	24.00	580608
	tegel	27648	12.00	331776	24.00	663552
	plafon	12672	12.00	152064	24.00	304128
	elemen vertikal kolom 1	155520	12.00	1866240	24.00	3732480
	dinding/partisi	118800	12.00	1425600	24.00	2851200
	Beban Hidup Beban Hidup	86400	12.00	1036800	24.00	2073600
	Σ W	1063440	Σ WX	12761280	Σ WY	25522560
	Pusat Massa	$X = (\Sigma WX) / (\Sigma W) = 12$ meter terhadap line X $Y = (\Sigma WY) / (\Sigma W) = 24$ meter terhadap line Y				

Tingkat	Uraian	Berat (W)	line X	Wx Line X	line Y	Wx line Y
lantai 7/atap	Balok memanjang Memanjang	161280	12	1935360	24	3870720
	Balok Melintang melintang	145152	12	1741824	24	3483648
	Pelat pelat spesi	331776	12	3981312	24	7962624
	aspal	24192	12	290304	24	580608
	plafon	16128	12	193536	24	387072
		12672	12	152064	24	304128
	Beban Hidup					
	Beban Hidup	34560	12	414720	24	829440
	Σ W	725760	Σ WX	8709120	Σ WY	17418240
Pusat Massa	$X = (\Sigma WX) / (\Sigma W) = 12$ meter terhadap line X $Y = (\Sigma WY) / (\Sigma W) = 24$ meter terhadap line Y					

LAMPIRAN G

a. Gaya- gaya dalam (Mu, Nu dan Vu) gedung tanpa rangka bracing

Step 1

Lantai	Rn	w	p	Pmi n	pm ax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ΘMn	Mu<Θ Mn
basement	1,5 70	0,0 56	0,0 04	0,0 04	0,0 24	1053,5 80	69821, 360	21159, 71	400,0 00	649,0 00	29,0 00	400,0 00	150,0 00	3041,0 00	55857, 088	OK
lantai 1	1,3 02	0,0 46	0,0 03	0,0 04	0,0 24	868,89 1	71645, 960	17554, 65	400,0 00	649,0 00	29,0 00	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316, 768	OK
lantai 2	1,1 89	0,0 42	0,0 03	0,0 04	0,0 24	790,96 2	71645, 960	16020, 21	400,0 00	649,0 00	29,0 00	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316, 768	OK
lantai 3	1,0 51	0,0 37	0,0 03	0,0 04	0,0 24	697,49 0	71645, 960	14169, 34	400,0 00	649,0 00	29,0 00	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316, 768	OK
lantai 4	0,8 93	0,0 31	0,0 02	0,0 04	0,0 24	590,36 4	71645, 960	12034, 15	400,0 00	649,0 00	29,0 00	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316, 768	OK
lantai 5	0,7 23	0,0 25	0,0 02	0,0 04	0,0 24	476,02 2	71645, 960	9738,7 1	400,0 00	649,0 00	29,0 00	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316, 768	OK
lantai 6	0,5 49	0,0 19	0,0 01	0,0 04	0,0 24	360,19 0	71645, 960	7396,0 3	400,0 00	649,0 00	29,0 00	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316, 768	OK
lantai 7	0,3 71	0,0 13	0,0 01	0,0 04	0,0 24	242,58 6	71645, 960	4999,7	400,0 00	649,0 00	29,0 00	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316, 768	OK

Step 2

Lantai	Rn	w	p	Pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ΘMn	Mu<Θ Mn
basement	3,140	0,116	0,008	0,004	0,024	2187,297	69821,360	42319,31	400,000	649,000	29,000	400,000	150,000	3041,000	55857,088	OK
lantai 1	2,605	0,095	0,007	0,004	0,024	1790,837	71645,960	35109,54	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 2	2,377	0,086	0,006	0,004	0,024	1625,398	71645,960	32040,63	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 3	2,103	0,076	0,006	0,004	0,024	1428,337	71645,960	28338,77	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 4	1,786	0,064	0,005	0,004	0,024	1204,266	71645,960	24068,25	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 5	1,445	0,051	0,004	0,004	0,024	967,106	71645,960	19477,28	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 6	1,097	0,039	0,003	0,004	0,024	728,864	71645,960	14791,85	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 7	0,742	0,026	0,002	0,004	0,024	488,956	71645,960	9999,21	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK

Step 3

Lantai	Rn	w	p	Pmi n	pma x	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<Ø Mn
basement	4,45 8	0,17 1	0,01 2	0,00 4	0,02 4	3216,3 20	69821,3 60	60080, 41	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	150,0 00	3041,0 00	55857,0 88	TIDAK OK
lantai 1	3,69 8	0,13 9	0,01 0	0,00 4	0,02 4	2613,6 35	71645,9 60	49844, 75	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	OK
lantai 2	3,37 5	0,12 6	0,00 9	0,00 4	0,02 4	2365,1 78	71645,9 60	45487, 84	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	OK
lantai 3	2,98 5	0,11 0	0,00 8	0,00 4	0,02 4	2071,3 75	71645,9 60	40232, 34	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	OK
lantai 4	2,53 5	0,09 2	0,00 7	0,00 4	0,02 4	1739,9 58	71645,9 60	34169, 51	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	OK
lantai 5	2,05 2	0,07 4	0,00 5	0,00 4	0,02 4	1392,0 57	71645,9 60	27651, 74	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	OK
lantai 6	1,55 8	0,05 6	0,00 4	0,00 4	0,02 4	1045,3 43	71645,9 60	20999, 88	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	OK
lantai 7	1,05 3	0,03 7	0,00 3	0,00 4	0,02 4	698,82 2	71645,9 60	14195, 8	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	OK

Step 4

Lantai	Rn	w	p	Pmi _n	pma _x	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<Ø Mn
basement	5,478	0,216	0,016	0,004	0,024	4073,875	69821,360	73831,84	400,000	649,000	29,000	400,000	150,000	3041,000	55857,088	TIDAK OK
lantai 1	5,233	0,205	0,015	0,004	0,024	3862,334	71645,960	70528,35	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 2	4,302	0,164	0,012	0,004	0,024	3090,262	71645,960	57978,51	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 3	3,756	0,141	0,010	0,004	0,024	2658,436	71645,960	50621,85	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 4	3,177	0,118	0,009	0,004	0,024	2215,450	71645,960	42823,53	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 5	2,572	0,094	0,007	0,004	0,024	1767,072	71645,960	34670,88	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 6	1,959	0,070	0,005	0,004	0,024	1326,416	71645,960	26404,35	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 7	1,334	0,047	0,003	0,004	0,024	890,756	71645,960	17983,75	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK

Step 5

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	5,746	0,229	0,017	0,004	0,024	4309,723	69821,360	77446,43	400,000	649,000	29,000	400,000	150,000	3041,000	55857,088	TIDAK OK
lantai 1	5,338	0,210	0,015	0,004	0,024	3953,120	71645,960	71953,21	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 2	4,823	0,187	0,014	0,004	0,024	3516,703	71645,960	65005,87	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 3	4,029	0,153	0,011	0,004	0,024	2873,064	71645,960	54308,54	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 4	3,415	0,127	0,009	0,004	0,024	2395,702	71645,960	46027,43	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 5	2,763	0,101	0,007	0,004	0,024	1907,120	71645,960	37245,34	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 6	2,112	0,076	0,006	0,004	0,024	1434,794	71645,960	28460,86	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 7	1,450	0,052	0,004	0,004	0,024	970,475	71645,960	19543,01	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK

Step 6

Lantai	Rn	w	p	Pmi _n	pma _x	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	5,821	0,233	0,017	0,004	0,024	4376,449	69821,360	78455,96	400,00	649,00	29,000	400,00	150,00	3041,00	55857,088	TIDAK OK
lantai 1	5,338	0,210	0,015	0,004	0,024	3952,395	71645,960	71941,88	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	TIDAK OK
lantai 2	4,816	0,187	0,014	0,004	0,024	3510,826	71645,960	64910,62	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	TIDAK OK
lantai 3	4,124	0,157	0,011	0,004	0,024	2947,873	71645,960	55579,5	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	OK
lantai 4	3,492	0,130	0,009	0,004	0,024	2454,870	71645,960	47069,92	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	OK
lantai 5	2,827	0,104	0,008	0,004	0,024	1953,913	71645,960	38099,84	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	OK
lantai 6	2,164	0,078	0,006	0,004	0,024	1472,011	71645,960	29163,54	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	OK
lantai 7	1,492	0,053	0,004	0,004	0,024	999,681	71645,960	20112,19	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	OK

Step 7

Lantai	Rn	w	p	Pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	5,899	0,236	0,017	0,004	0,024	4446,838	69821,360	79514,65	400,000	649,000	29,000	400,000	150,000	3041,000	55857,088	TIDAK OK
lantai 1	5,349	0,211	0,015	0,004	0,024	3962,062	71645,960	72092,97	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 2	4,834	0,187	0,014	0,004	0,024	3525,861	71645,960	65154,2	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 3	4,248	0,162	0,012	0,004	0,024	3047,610	71645,960	57262,66	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 4	3,592	0,135	0,010	0,004	0,024	2531,795	71645,960	48418,47	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 5	2,908	0,107	0,008	0,004	0,024	2014,494	71645,960	39201,92	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 6	2,232	0,081	0,006	0,004	0,024	1520,776	71645,960	30081,55	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 7	1,549	0,055	0,004	0,004	0,024	1039,033	71645,960	20877,36	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK

Step 8

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	6,121	0,247	0,018	0,004	0,024	4647,579	69821,360	82498,58	400,00	649,00	29,000	400,00	150,00	3041,00	55857,088	TIDAK OK
lantai 1	5,695	0,227	0,016	0,004	0,024	4264,515	71645,960	76759,17	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	TIDAK OK
lantai 2	4,911	0,191	0,014	0,004	0,024	3590,232	71645,960	66193,7	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	TIDAK OK
lantai 3	4,408	0,169	0,012	0,004	0,024	3176,528	71645,960	59419,15	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	TIDAK OK
lantai 4	3,894	0,147	0,011	0,004	0,024	2766,079	71645,960	52478,32	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	OK
lantai 5	3,145	0,116	0,008	0,004	0,024	2191,305	71645,960	42391,17	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	OK
lantai 6	2,428	0,088	0,006	0,004	0,024	1662,077	71645,960	32724,1	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	OK
lantai 7	1,710	0,061	0,004	0,004	0,024	1151,367	71645,960	23050,55	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	OK

Step 9

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ΘMn	Mu<Θ Mn
basement	6,396	0,260	0,019	0,004	0,024	4902,611	69821,360	86214,07	400,000	649,000	29,000	400,000	150,000	3041,000	55857,088	TIDAK OK
lantai 1	6,061	0,244	0,018	0,004	0,024	4593,452	71645,960	81699,15	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 2	4,966	0,193	0,014	0,004	0,024	3636,641	71645,960	66939,81	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 3	4,391	0,168	0,012	0,004	0,024	3162,233	71645,960	59181,08	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 3	4,096	0,155	0,011	0,004	0,024	2926,019	71645,960	55208,97	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 5	4,096	0,155	0,011	0,004	0,024	2926,019	71645,960	45971,08	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 6	3,411	0,127	0,009	0,004	0,024	2392,511	71645,960	35609,69	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 7	1,886	0,068	0,005	0,004	0,024	1275,159	71645,960	25426,43	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK

Step 10

Lantai	Rn	w	p	Pmi _n	pma _x	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<Ø Mn
basement	6,52 4	0,26 7	0,01 9	0,00 4	0,02 4	5022,5 92	69821,3 60	87932, 84	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	150,0 00	3041,0 00	55857,0 88	TIDAK OK
lantai 1	6,24 3	0,25 3	0,01 8	0,00 4	0,02 4	4759,8 89	71645,9 60	84145, 2	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	TIDAK OK
lantai 2	4,97 9	0,19 4	0,01 4	0,00 4	0,02 4	3647,6 03	71645,9 60	67115, 63	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	TIDAK OK
lantai 3	4,37 7	0,16 7	0,01 2	0,00 4	0,02 4	3151,3 28	71645,9 60	58999, 3	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	TIDAK OK
lantai 4	4,09 3	0,15 5	0,01 1	0,00 4	0,02 4	2923,6 79	71645,9 60	55169, 25	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	OK
lantai 5	3,56 9	0,13 4	0,01 0	0,00 4	0,02 4	2514,1 26	71645,9 60	48109, 4	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	OK
lantai 6	2,76 1	0,10 1	0,00 7	0,00 4	0,02 4	1905,2 87	71645,9 60	37211, 81	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	OK
lantai 7	1,98 6	0,07 1	0,00 5	0,00 4	0,02 4	1345,7 01	71645,9 60	26771, 41	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	OK

Step 11

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ΘMn	Mu<Θ Mn
basement	6,589	0,270	0,020	0,004	0,024	5084,505	69821,360	88812,45	400,000	649,000	29,000	400,000	150,000	3041,000	55857,088	TIDAK OK
lantai 1	6,353	0,258	0,019	0,004	0,024	4861,695	71645,960	85623,66	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 2	4,993	0,194	0,014	0,004	0,024	3659,292	71645,960	67302,95	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 3	4,385	0,168	0,012	0,004	0,024	3157,795	71645,960	59107,13	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 4	4,098	0,156	0,011	0,004	0,024	2927,226	71645,960	55229,44	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 5	3,653	0,137	0,010	0,004	0,024	2578,624	71645,960	49235,66	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 6	2,819	0,104	0,008	0,004	0,024	1948,066	71645,960	37993,22	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 7	2,034	0,073	0,005	0,004	0,024	1379,928	71645,960	27421,66	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK

Step 12

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ΘMn	Mu<Θ Mn
basement	6,770	0,279	0,020	0,004	0,024	5257,711	69821,360	91246,8	400,000	649,000	29,000	400,000	150,000	3041,000	55857,088	TIDAK OK
lantai 1	6,595	0,270	0,020	0,004	0,024	5090,023	71645,960	88890,6	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 2	5,083	0,198	0,014	0,004	0,024	3735,231	71645,960	68515,53	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 3	4,379	0,168	0,012	0,004	0,024	3152,959	71645,960	59026,5	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 4	4,091	0,155	0,011	0,004	0,024	2922,007	71645,960	55140,87	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 5	3,753	0,141	0,010	0,004	0,024	2656,230	71645,960	50583,65	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 6	2,988	0,110	0,008	0,004	0,024	2073,516	71645,960	40271,05	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 7	2,174	0,079	0,006	0,004	0,024	1479,139	71645,960	29297,91	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK

Step 13

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ΘMn	Mu<Θ Mn
basement	6,923	0,287	0,021	0,004	0,024	5406,487	69821,360	93306,71	400,000	649,000	29,000	400,000	150,000	3041,000	55857,088	TIDAK OK
lantai 1	6,851	0,284	0,021	0,004	0,024	5336,067	71645,960	92335,27	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 2	5,141	0,201	0,015	0,004	0,024	3784,464	71645,960	69297,68	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 3	4,359	0,167	0,012	0,004	0,024	3136,657	71645,960	58754,5	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 4	4,077	0,155	0,011	0,004	0,024	2911,217	71645,960	54957,64	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 5	3,769	0,142	0,010	0,004	0,024	2669,056	71645,960	50805,67	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 6	3,142	0,116	0,008	0,004	0,024	2188,967	71645,960	42349,26	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 7	2,299	0,083	0,006	0,004	0,024	1569,007	71645,960	30986,45	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK

Step 14

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	7,075	0,295	0,021	0,004	0,024	5556,827	69821,360	95359,07	400,000	649,000	29,000	400,000	150,000	3041,000	55857,088	TIDAK OK
lantai 1	7,076	0,295	0,021	0,004	0,024	5558,173	71645,960	95377,32	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 2	5,274	0,207	0,015	0,004	0,024	3897,906	71645,960	71087,92	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 3	4,351	0,166	0,012	0,004	0,024	3129,921	71645,960	58642,02	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 4	4,069	0,154	0,011	0,004	0,024	2904,407	71645,960	54841,92	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 5	3,793	0,143	0,010	0,004	0,024	2687,759	71645,960	51129,07	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 6	3,310	0,123	0,009	0,004	0,024	2315,756	71645,960	44611,62	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 7	2,453	0,089	0,006	0,004	0,024	1680,214	71645,960	33061,4	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK

Step 15

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ΘMn	Mu<Θ Mn
basement	7,183	0,301	0,022	0,004	0,024	5665,266	69821,360	96821,21	400,000	649,000	29,000	400,000	150,000	3041,000	55857,088	TIDAK OK
lantai 1	7,334	0,309	0,022	0,004	0,024	5817,220	71645,960	98844,41	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 2	5,328	0,210	0,015	0,004	0,024	3944,220	71645,960	71814	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 3	4,331	0,165	0,012	0,004	0,024	3114,305	71645,960	58380,99	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 4	4,060	0,154	0,011	0,004	0,024	2897,063	71645,960	54717,07	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 5	3,817	0,144	0,010	0,004	0,024	2706,065	71645,960	51445,15	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 6	3,333	0,124	0,009	0,004	0,024	2332,991	71645,960	44917,55	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 7	2,594	0,095	0,007	0,004	0,024	1782,926	71645,960	34963,6	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK

Step 16

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	7,274	0,306	0,022	0,004	0,024	5756,191	69821,360	98035,44	400,000	649,000	29,000	400,000	150,000	3041,000	55857,088	TIDAK OK
lantai 1	7,447	0,315	0,023	0,004	0,024	5933,563	71645,960	100373,2	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 2	5,363	0,211	0,015	0,004	0,024	3974,088	71645,960	72280,77	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 3	4,334	0,166	0,012	0,004	0,024	3116,411	71645,960	58416,21	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 4	4,061	0,154	0,011	0,004	0,024	2898,210	71645,960	54736,57	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 5	3,830	0,144	0,010	0,004	0,024	2716,503	71645,960	51625,18	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 6	3,352	0,125	0,009	0,004	0,024	2347,755	71645,960	45179,3	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 7	2,704	0,099	0,007	0,004	0,024	1863,230	71645,960	36441,27	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK

Step 17

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	7,449	0,315	0,023	0,004	0,024	5936,10	69821,360	100406,47	400,00	649,00	29,00	400,00	150,00	3041,00	55857,088	TIDAK OK
lantai 1	7,590	0,323	0,023	0,004	0,024	6082,328	71645,960	102302,44	400,00	649,00	29,00	400,00	120,00	3041,00	57316,768	TIDAK OK
lantai 2	5,411	0,213	0,015	0,004	0,024	4015,621	71645,960	72927,93	400,00	649,00	29,00	400,00	120,00	3041,00	57316,768	TIDAK OK
lantai 3	4,345	0,166	0,012	0,004	0,024	3125,108	71645,960	58561,6	400,00	649,00	29,00	400,00	120,00	3041,00	57316,768	TIDAK OK
lantai 4	4,061	0,154	0,011	0,004	0,024	2897,802	71645,960	54729,64	400,00	649,00	29,00	400,00	120,00	3041,00	57316,768	OK
lantai 5	3,858	0,145	0,011	0,004	0,024	2738,373	71645,960	52001,93	400,00	649,00	29,00	400,00	120,00	3041,00	57316,768	OK
lantai 6	3,395	0,126	0,009	0,004	0,024	2380,268	71645,960	45754,75	400,00	649,00	29,00	400,00	120,00	3041,00	57316,768	OK
lantai 7	2,878	0,106	0,008	0,004	0,024	1991,880	71645,960	38791,08	400,00	649,00	29,00	400,00	120,00	3041,00	57316,768	OK

Step 18

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ΘMn	Mu<ΘMn
basement	7,58 2	0,32 3	0,02 4	0,00 4	0,02 4	6230,4 00	69821,3 60	102195, 12	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	150,0 00	3041,0 00	55857,0 88	TIDAK OK
lantai 1	7,63 4	0,32 6	0,02 4	0,00 4	0,02 4	6128,6 68	71645,9 60	102897, 52	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	TIDAK OK
lantai 2	5,49 2	0,21 7	0,01 6	0,00 4	0,02 4	4086,2 08	71645,9 60	74022,6 5	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	TIDAK OK
lantai 3	4,37 6	0,16 7	0,01 2	0,00 4	0,02 4	3150,3 50	71645,9 60	58983	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	TIDAK OK
lantai 4	4,06 1	0,15 4	0,01 1	0,00 4	0,02 4	2898,1 91	71645,9 60	54736,2 4	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	OK
lantai 5	3,87 1	0,14 6	0,01 1	0,00 4	0,02 4	2748,2 76	71645,9 60	52172,3 3	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	OK
lantai 6	3,41 9	0,12 7	0,00 9	0,00 4	0,02 4	2398,4 94	71645,9 60	46076,7 2	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	OK
lantai 7	2,89 3	0,10 6	0,00 8	0,00 4	0,02 4	2003,0 43	71645,9 60	38993,9 7	400,0 00	649,0 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57316,7 68	OK

Step 19

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	7,796	0,335	0,024	0,004	0,024	6300,28	69821,360	105076,37	400,00	649,00	29,000	400,00	150,00	3041,00	55857,088	TIDAK OK
lantai 1	7,725	0,331	0,024	0,004	0,024	6224,54	71645,960	104120	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	TIDAK OK
lantai 2	5,692	0,226	0,016	0,004	0,024	4262,158	71645,960	76723,26	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	TIDAK OK
lantai 3	4,430	0,170	0,012	0,004	0,024	3194,136	71645,960	59712	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	TIDAK OK
lantai 4	4,055	0,154	0,011	0,004	0,024	2893,377	71645,960	54654,37	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	OK
lantai 5	3,882	0,146	0,011	0,004	0,024	2756,716	71645,960	52317,44	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	OK
lantai 6	3,451	0,129	0,009	0,004	0,024	2423,515	71645,960	46518,03	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	OK
lantai 7	2,913	0,107	0,008	0,004	0,024	2017,863	71645,960	39263,07	400,00	649,00	29,000	400,00	120,00	3041,00	57316,768	OK

Step 20

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	7,910	0,341	0,025	0,004	0,026	6423,696	69821,360	106620,8	400,000	649,000	29,000	400,000	150,000	3041,000	55857,088	TIDAK OK
lantai 1	7,767	0,333	0,024	0,004	0,024	6269,542	71645,960	104689,46	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 2	5,786	0,231	0,017	0,004	0,024	4345,687	71645,960	77991,27	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 3	4,498	0,173	0,013	0,004	0,024	3249,535	71645,960	60630,81	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	TIDAK OK
lantai 4	4,053	0,154	0,011	0,004	0,024	2891,958	71645,960	54630,23	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 5	3,884	0,147	0,011	0,004	0,024	2758,757	71645,960	52352,52	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 6	3,467	0,129	0,009	0,004	0,024	2435,816	71645,960	46734,69	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK
lantai 7	2,924	0,108	0,008	0,004	0,024	2026,227	71645,960	39414,8	400,000	649,000	29,000	400,000	120,000	3041,000	57316,768	OK

Step 1

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	10412,02	72984	62036,4	OK
lantai 1	8876,53	72984	62036,4	OK
lantai 2	8053,81	72984	62036,4	OK
lantai 3	7160,29	72984	62036,4	OK
lantai 4	6101,12	72984	62036,4	OK
lantai 5	4953,33	72984	62036,4	OK
lantai 6	3784,37	72984	62036,4	OK
lantai 7	2593,06	72984	62036,4	OK

Step 2

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	20824,01	72984	62036,4	OK
lantai 1	17753,18	72984	62036,4	OK
lantai 2	16107,74	72984	62036,4	OK
lantai 3	14320,62	72984	62036,4	OK
lantai 4	12202,22	72984	62036,4	OK
lantai 5	9918,58	72984	62036,4	OK
lantai 6	7568,64	72984	62036,4	OK
lantai 7	5186,01	72984	62036,4	OK

Step 1

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	234589,17	812000	690200	OK
lantai 1	200403,91	812000	690200	OK
lantai 2	171362,18	812000	690200	OK
lantai 3	142066,29	812000	690200	OK
lantai 4	112818,42	812000	690200	OK
lantai 5	83670,04	812000	690200	OK
lantai 6	54540,68	812000	690200	OK
lantai 7	25142,39	812000	690200	OK

Step 2

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	234579,15	812000	690200	OK
lantai 1	200403,23	812000	690200	OK
lantai 2	171367,37	812000	690200	OK
lantai 3	142072,07	812000	690200	OK
lantai 4	112822,66	812000	690200	OK
lantai 5	83672,46	812000	690200	OK
lantai 6	54541,74	812000	690200	OK
lantai 7	25142,69	812000	690200	OK

Step 3

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	29563,7	72984	62036,4	OK
lantai 1	25204,05	72984	62036,4	OK
lantai 2	22868,02	72984	62036,4	OK
lantai 3	20330,87	72984	62036,4	OK
lantai 4	17323,39	72984	62036,4	OK
lantai 5	14081,33	72984	62036,4	OK
lantai 6	10745,14	72984	62036,4	OK
lantai 7	7362,53	72984	62036,4	OK

Step 3

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	234568,64	812000	690200	OK
lantai 1	200402,5	812000	690200	OK
lantai 2	171372,82	812000	690200	OK
lantai 3	142078,12	812000	690200	OK
lantai 4	112827,1	812000	690200	OK
lantai 5	83675,01	812000	690200	OK
lantai 6	54542,86	812000	690200	OK
lantai 7	25143	812000	690200	OK

Step 4

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	36016,14	72984	62036,4	OK
lantai 1	35598	72984	62036,4	OK
lantai 2	28788	72984	62036,4	OK
lantai 3	25604,51	72984	62036,4	OK
lantai 4	21713,16	72984	62036,4	OK
lantai 5	17657,77	72984	62036,4	OK
lantai 6	13508,02	72984	62036,4	OK
lantai 7	9319,57	72984	62036,4	OK

Step 4

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	234585,97	812000	690200	OK
lantai 1	196934,95	812000	690200	OK
lantai 2	165531,26	812000	690200	OK
lantai 3	138147,31	812000	690200	OK
lantai 4	110540,54	812000	690200	OK
lantai 5	82385,65	812000	690200	OK
lantai 6	53877,97	812000	690200	OK
lantai 7	24905,41	812000	690200	OK

Step 5

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	37594,78	72984	62036,4	OK
lantai 1	36274,53	72984	62036,4	OK
lantai 2	31901,01	72984	62036,4	OK
lantai 3	27308,65	72984	62036,4	OK
lantai 4	23374,19	72984	62036,4	OK
lantai 5	18965,14	72984	62036,4	OK
lantai 6	14558,04	72984	62036,4	OK
lantai 7	10118,4	72984	62036,4	OK

Step 5

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	233534,93	812000	690200	OK
lantai 1	191063,26	812000	690200	OK
lantai 2	157546,05	812000	690200	OK
lantai 3	133404,88	812000	690200	OK
lantai 4	108083,96	812000	690200	OK
lantai 5	81112,84	812000	690200	OK
lantai 6	53278,19	812000	690200	OK
lantai 7	24710,05	812000	690200	OK

Step 6

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	38101,47	72984	62036,4	OK
lantai 1	36274,95	72984	62036,4	OK
lantai 2	32185,64	72984	62036,4	OK
lantai 3	27943,2	72984	62036,4	OK
lantai 4	23907,18	72984	62036,4	OK
lantai 5	19400,19	72984	62036,4	OK
lantai 6	14915,69	72984	62036,4	OK
lantai 7	10408,24	72984	62036,4	OK

Step 6

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	232800,98	812000	690200	OK
lantai 1	189816,35	812000	690200	OK
lantai 2	155346,8	812000	690200	OK
lantai 3	131927,73	812000	690200	OK
lantai 4	107359,78	812000	690200	OK
lantai 5	80735,18	812000	690200	OK
lantai 6	53101,7	812000	690200	OK
lantai 7	24652,34	812000	690200	OK

Step 7

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	38641,5	72984	62036,4	OK
lantai 1	36374,29	72984	62036,4	OK
lantai 2	32789,92	72984	62036,4	OK
lantai 3	28783,92	72984	62036,4	OK
lantai 4	24601,55	72984	62036,4	OK
lantai 5	19962,55	72984	62036,4	OK
lantai 6	15383,2	72984	62036,4	OK
lantai 7	10796,89	72984	62036,4	OK

Step 7

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	230177,09	812000	690200	OK
lantai 1	188315,94	812000	690200	OK
lantai 2	155142,15	812000	690200	OK
lantai 3	130725,28	812000	690200	OK
lantai 4	106723,1	812000	690200	OK
lantai 5	80337,07	812000	690200	OK
lantai 6	52883,74	812000	690200	OK
lantai 7	24571,17	812000	690200	OK

Step 8

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	39998,73	72984	62036,4	OK
lantai 1	38625,32	72984	62036,4	OK
lantai 2	33497,34	72984	62036,4	OK
lantai 3	30191,2	72984	62036,4	OK
lantai 4	26697,95	72984	62036,4	OK
lantai 5	21580,65	72984	62036,4	OK
lantai 6	16729,3	72984	62036,4	OK
lantai 7	11901,73	72984	62036,4	OK

Step 8

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	230971,24	812000	690200	OK
lantai 1	188721,82	812000	690200	OK
lantai 2	152890,8	812000	690200	OK
lantai 3	128129,86	812000	690200	OK
lantai 4	105438,31	812000	690200	OK
lantai 5	79739,04	812000	690200	OK
lantai 6	52573,98	812000	690200	OK
lantai 7	24470,15	812000	690200	OK

Step 9

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	Vu< ΘVn
basement	41803,21	72984	62036,4	OK
lantai 1	41102,24	72984	62036,4	OK
lantai 2	33878,9	72984	62036,4	OK
lantai 3	29990,07	72984	62036,4	OK
lantai 4	28031,44	72984	62036,4	OK
lantai 5	23447,36	72984	62036,4	OK
lantai 6	18190,59	72984	62036,4	OK
lantai 7	13111,49	72984	62036,4	OK

Step 9

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	Nu< ΘNn
basement	232875,96	812000	690200	OK
lantai 1	190494,57	812000	690200	OK
lantai 2	150414,48	812000	690200	OK
lantai 3	123966,07	812000	690200	OK
lantai 4	104044,46	812000	690200	OK
lantai 5	79339,56	812000	690200	OK
lantai 6	52489,32	812000	690200	OK
lantai 7	24466,53	812000	690200	OK

Step 10

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	Vu< ΘVn
basement	42630,42	72984	62036,4	OK
lantai 1	42317,24	72984	62036,4	OK
lantai 2	33986,54	72984	62036,4	OK
lantai 3	29918,75	72984	62036,4	OK
lantai 4	28022,53	72984	62036,4	OK
lantai 5	24522,3	72984	62036,4	OK
lantai 6	18998,3	72984	62036,4	OK
lantai 7	13795,7	72984	62036,4	OK

Step 10

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	Nu< ΘNn
basement	233040,22	812000	690200	OK
lantai 1	190401,26	812000	690200	OK
lantai 2	149172,08	812000	690200	OK
lantai 3	122771,42	812000	690200	OK
lantai 4	103719,71	812000	690200	OK
lantai 5	79341,18	812000	690200	OK
lantai 6	52568,13	812000	690200	OK
lantai 7	24501,03	812000	690200	OK

Step 11

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	43057,81	72984	62036,4	OK
lantai 1	43057,64	72984	62036,4	OK
lantai 2	34098,56	72984	62036,4	OK
lantai 3	29980,27	72984	62036,4	OK
lantai 4	28058,1	72984	62036,4	OK
lantai 5	25065,29	72984	62036,4	OK
lantai 6	19392,05	72984	62036,4	OK
lantai 7	14126,67	72984	62036,4	OK

Step 11

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	236500,55	812000	690200	OK
lantai 1	191462,98	812000	690200	OK
lantai 2	148937,41	812000	690200	OK
lantai 3	123201,49	812000	690200	OK
lantai 4	103987,47	812000	690200	OK
lantai 5	79467,15	812000	690200	OK
lantai 6	52649,6	812000	690200	OK
lantai 7	24532,49	812000	690200	OK

Step 12

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	44196,56	72984	62036,4	OK
lantai 1	44687,57	72984	62036,4	OK
lantai 2	34715,8	72984	62036,4	OK
lantai 3	29966,33	72984	62036,4	OK
lantai 4	28031,29	72984	62036,4	OK
lantai 5	25725,61	72984	62036,4	OK
lantai 6	20563,38	72984	62036,4	OK
lantai 7	15078,51	72984	62036,4	OK

Step 12

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	238074,03	812000	690200	OK
lantai 1	194113,33	812000	690200	OK
lantai 2	149738,13	812000	690200	OK
lantai 3	122348,47	812000	690200	OK
lantai 4	103360,65	812000	690200	OK
lantai 5	79716,52	812000	690200	OK
lantai 6	52936,39	812000	690200	OK
lantai 7	24648,67	812000	690200	OK

Step 13

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	45192,22	72984	62036,4	OK
lantai 1	46401,99	72984	62036,4	OK
lantai 2	35176,46	72984	62036,4	OK
lantai 3	29853,5	72984	62036,4	OK
lantai 4	27954,89	72984	62036,4	OK
lantai 5	25845,56	72984	62036,4	OK
lantai 6	21646,87	72984	62036,4	OK
lantai 7	15930,93	72984	62036,4	OK

Step 13

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	242740,89	812000	690200	OK
lantai 1	196742,19	812000	690200	OK
lantai 2	148897,04	812000	690200	OK
lantai 3	120509,38	812000	690200	OK
lantai 4	102228,76	812000	690200	OK
lantai 5	80463,62	812000	690200	OK
lantai 6	53623,8	812000	690200	OK
lantai 7	24921,38	812000	690200	OK

Step 14

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	46181,62	72984	62036,4	OK
lantai 1	47924,47	72984	62036,4	OK
lantai 2	35965,17	72984	62036,4	OK
lantai 3	29819,27	72984	62036,4	OK
lantai 4	27913,62	72984	62036,4	OK
lantai 5	26016,08	72984	62036,4	OK
lantai 6	22718,45	72984	62036,4	OK
lantai 7	16987,7	72984	62036,4	OK

Step 14

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	240416,04	812000	690200	OK
lantai 1	195945,46	812000	690200	OK
lantai 2	149956,89	812000	690200	OK
lantai 3	119472,64	812000	690200	OK
lantai 4	101426,57	812000	690200	OK
lantai 5	81564,39	812000	690200	OK
lantai 6	54368,37	812000	690200	OK
lantai 7	25204,68	812000	690200	OK

Step 15

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	46864,79	72984	62036,4	OK
lantai 1	49659,63	72984	62036,4	OK
lantai 2	36262,46	72984	62036,4	OK
lantai 3	29715,82	72984	62036,4	OK
lantai 4	27863,44	72984	62036,4	OK
lantai 5	26181,96	72984	62036,4	OK
lantai 6	22879,16	72984	62036,4	OK
lantai 7	17971,97	72984	62036,4	OK

Step 15

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	242027,74	812000	690200	OK
lantai 1	196814,77	812000	690200	OK
lantai 2	150191,23	812000	690200	OK
lantai 3	117478,06	812000	690200	OK
lantai 4	100585,76	812000	690200	OK
lantai 5	82541,12	812000	690200	OK
lantai 6	55560,48	812000	690200	OK
lantai 7	25709,44	812000	690200	OK

Step 16

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	47445,29	72984	62036,4	OK
lantai 1	50402,29	72984	62036,4	OK
lantai 2	36490,41	72984	62036,4	OK
lantai 3	29758,28	72984	62036,4	OK
lantai 4	27880,09	72984	62036,4	OK
lantai 5	26277,68	72984	62036,4	OK
lantai 6	23013,08	72984	62036,4	OK
lantai 7	18736,05	72984	62036,4	OK

Step 16

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	243320,07	812000	690200	OK
lantai 1	198507,24	812000	690200	OK
lantai 2	149667,75	812000	690200	OK
lantai 3	116645,59	812000	690200	OK
lantai 4	100541,51	812000	690200	OK
lantai 5	83143,05	812000	690200	OK
lantai 6	56501,15	812000	690200	OK
lantai 7	26121,01	812000	690200	OK

Step 17

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	48561,05	72984	62036,4	OK
lantai 1	51283,23	72984	62036,4	OK
lantai 2	36838,51	72984	62036,4	OK
lantai 3	29869,7	72984	62036,4	OK
lantai 4	27891,49	72984	62036,4	OK
lantai 5	26471,57	72984	62036,4	OK
lantai 6	23306	72984	62036,4	OK
lantai 7	19681	72984	62036,4	OK

Step 17

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	248864,93	812000	690200	OK
lantai 1	204153,29	812000	690200	OK
lantai 2	151199,98	812000	690200	OK
lantai 3	115760,42	812000	690200	OK
lantai 4	100194,25	812000	690200	OK
lantai 5	84342,43	812000	690200	OK
lantai 6	58598,43	812000	690200	OK
lantai 7	26976,53	812000	690200	OK

Step 18

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	49432,97	72984	62036,4	OK
lantai 1	51568,39	72984	62036,4	OK
lantai 2	37214,55	72984	62036,4	OK
lantai 3	30101,04	72984	62036,4	OK
lantai 4	27905,57	72984	62036,4	OK
lantai 5	26569,58	72984	62036,4	OK
lantai 6	23477,58	72984	62036,4	OK
lantai 7	19790,17	72984	62036,4	OK

Step 18

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	251716,54	812000	690200	OK
lantai 1	204824,47	812000	690200	OK
lantai 2	151325,02	812000	690200	OK
lantai 3	116780,19	812000	690200	OK
lantai 4	100009,34	812000	690200	OK
lantai 5	84934,97	812000	690200	OK
lantai 6	59815,92	812000	690200	OK
lantai 7	27698,81	812000	690200	OK

Step 19

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	50854,01	72984	62036,4	OK
lantai 1	52119,04	72984	62036,4	OK
lantai 2	38587,99	72984	62036,4	OK
lantai 3	30341,87	72984	62036,4	OK
lantai 4	27882,58	72984	62036,4	OK
lantai 5	26666,49	72984	62036,4	OK
lantai 6	23706,73	72984	62036,4	OK
lantai 7	19935,21	72984	62036,4	OK

Step 19

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	256579,38	812000	690200	OK
lantai 1	208010,78	812000	690200	OK
lantai 2	150935	812000	690200	OK
lantai 3	115836,88	812000	690200	OK
lantai 4	99238,76	812000	690200	OK
lantai 5	85227,59	812000	690200	OK
lantai 6	61479,88	812000	690200	OK
lantai 7	28656,31	812000	690200	OK

Step 20

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	51559,870	72984	62036,4	OK
lantai 1	52378,990	72984	62036,4	OK
lantai 2	39011,72	72984	62036,4	OK
lantai 3	30630,96	72984	62036,4	OK
lantai 4	27879,29	72984	62036,4	OK
lantai 5	26697,58	72984	62036,4	OK
lantai 6	23818,68	72984	62036,4	OK
lantai 7	20015,65	72984	62036,4	OK

Step 20

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	257349,850	812000	690200	OK
lantai 1	209164,520	812000	690200	OK
lantai 2	152141,94	812000	690200	OK
lantai 3	115990,84	812000	690200	OK
lantai 4	98916,49	812000	690200	OK
lantai 5	85310,89	812000	690200	OK
lantai 6	62230,61	812000	690200	OK
lantai 7	29175,5	812000	690200	OK

b. Gaya- gaya dalam (Mu, Nu dan Vu) gedung dengan bracing X

Step 1

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ΘMn	Mu<Θ Mn
basement	1,598	0,057	0,004	0,004	0,024	1075,494	70003,820	21636,15	400,00	650,500	29,000	400,000	150,000	3041,000	56003,056	OK
lantai 1	1,164	0,041	0,003	0,004	0,024	776,247	71828,420	15766,85	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 2	1,082	0,038	0,003	0,004	0,024	720,030	71828,420	14651,27	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 3	1,008	0,036	0,003	0,004	0,024	669,713	71828,420	13649,27	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 4	0,909	0,032	0,002	0,004	0,024	602,421	71828,420	12304,12	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 5	0,787	0,028	0,002	0,004	0,024	520,345	71828,420	10655,49	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 6	0,650	0,023	0,002	0,004	0,024	428,701	71828,420	8804,32	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 7	0,482	0,017	0,001	0,004	0,024	316,928	71828,420	6531,82	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK

Step 2

Lantai	Rn	w	p	pmin	pma _x	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	2,640	0,097	0,007	0,004	0,024	1821,011	70003,820	35752,85	400,000	650,500	29,000	400,000	150,000	3041,000	56003,056	OK
lantai 1	1,924	0,069	0,005	0,004	0,024	1304,752	71828,420	26054,07	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 2	1,788	0,064	0,005	0,004	0,024	1208,659	71828,420	24210,62	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 3	1,666	0,060	0,004	0,004	0,024	1122,877	71828,420	22554,85	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 4	1,502	0,053	0,004	0,004	0,024	1008,490	71828,420	20332,06	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 5	1,300	0,046	0,003	0,004	0,024	869,419	71828,420	17606,75	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 6	1,074	0,038	0,003	0,004	0,024	714,876	71828,420	14548,78	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 7	0,797	0,028	0,002	0,004	0,024	527,202	71828,420	10793,56	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK

Step 3

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	4,568	0,176	0,013	0,004	0,024	3314,290	70003,820	61858,81	400,000	650,500	29,000	400,000	150,000	3041,000	56003,056	TIDAK OK
lantai 1	3,380	0,126	0,009	0,004	0,024	2374,844	71828,420	45772,83	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 2	3,165	0,117	0,008	0,004	0,024	2211,162	71828,420	42852,93	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	,	OK
lantai 3	2,952	0,109	0,008	0,004	0,024	2051,416	71828,420	39969,71	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 4	2,654	0,097	0,007	0,004	0,024	1830,671	71828,420	35931,03	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 5	2,293	0,083	0,006	0,004	0,024	1568,458	71828,420	31051,45	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 6	1,899	0,068	0,005	0,004	0,024	1286,817	71828,420	25710,91	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 7	1,418	0,050	0,004	0,004	0,024	950,423	71828,420	19197,2	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK

Step 4

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	5,951	0,239	0,017	0,004	0,024	4504,130	70003,820	80587,8	400,000	650,500	29,000	400,000	150,000	3041,000	56003,056	TIDAK OK
lantai 1	4,601	0,177	0,013	0,004	0,024	3341,332	71828,420	62304,87	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 2	4,258	0,162	0,012	0,004	0,024	3062,126	71828,420	57653,54	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 3	3,998	0,151	0,011	0,004	0,024	2855,299	71828,420	54142,71	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 4	3,599	0,135	0,010	0,004	0,024	2542,759	71828,420	48732,1	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 5	3,116	0,115	0,008	0,004	0,024	2174,591	71828,420	42195,8	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 6	2,588	0,094	0,007	0,004	0,024	1782,493	71828,420	35041,16	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 7	1,946	0,070	0,005	0,004	0,024	1320,023	71828,420	26345,93	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK

Step 5

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ΘMn	Mu<ΘMn
basement	6,74 4	0,27 8	0,02 0	0,00 4	0,02 4	5244,4 22	70003,8 20	91313, 13	400,0 00	650,5 00	29,00 0	400,0 00	150,0 00	3041,0 00	56003,0 56	TIDAK OK
lantai 1	5,33 6	0,21 0	0,01 5	0,00 4	0,02 4	3959,8 09	71828,4 20	72247, 83	400,0 00	650,5 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57462,7 36	TIDAK OK
lantai 2	4,93 8	0,19 2	0,01 4	0,00 4	0,02 4	3621,4 89	71828,4 20	66870, 34	400,0 00	650,5 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57462,7 36	TIDAK OK
lantai 3	4,50 5	0,17 3	0,01 3	0,00 4	0,02 4	3262,6 75	71828,4 20	61004, 76	400,0 00	650,5 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57462,7 36	TIDAK OK
lantai 4	4,14 2	0,15 7	0,01 1	0,00 4	0,02 4	2969,6 88	71828,4 20	56091, 3	400,0 00	650,5 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57462,7 36	OK
lantai 5	3,75 1	0,14 1	0,01 0	0,00 4	0,02 4	2660,8 65	71828,4 20	50791, 63	400,0 00	650,5 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57462,7 36	OK
lantai 6	3,28 2	0,12 2	0,00 9	0,00 4	0,02 4	2299,9 45	71828,4 20	44441, 04	400,0 00	650,5 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57462,7 36	OK
lantai 7	2,53 3	0,09 2	0,00 7	0,00 4	0,02 4	1742,5 11	71828,4 20	34300, 4	400,0 00	650,5 00	29,00 0	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57462,7 36	OK

Step 6

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	7,362	0,311	0,023	0,004	0,024	5860,160	70003,820	99691,99	400,000	650,500	29,000	400,000	150,000	3041,000	56003,056	TIDAK OK
lantai 1	5,428	0,214	0,016	0,004	0,024	4039,528	71828,420	73493,31	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 2	5,043	0,197	0,014	0,004	0,024	3709,442	71828,420	68282,62	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 3	4,499	0,173	0,013	0,004	0,024	3257,192	71828,420	60913,83	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 4	4,125	0,157	0,011	0,004	0,024	2956,123	71828,420	55861,1	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 5	3,793	0,143	0,010	0,004	0,024	2693,723	71828,420	51361,38	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 6	3,367	0,125	0,009	0,004	0,024	2364,470	71828,420	45588,81	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 7	2,858	0,105	0,008	0,004	0,024	1981,510	71828,420	38697,58	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK

Step 7

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	7,446	0,315	0,023	0,004	0,024	5946,000	70003,820	100820,99	400,000	650,500	29,000	400,000	150,000	3041,000	56003,056	TIDAK OK
lantai 1	5,441	0,215	0,016	0,004	0,024	4051,517	71828,420	73679,91	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 2	5,053	0,197	0,014	0,004	0,024	3718,486	71828,420	68427,27	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 3	4,501	0,173	0,013	0,004	0,024	3258,895	71828,420	60942,07	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 4	4,122	0,157	0,011	0,004	0,024	2953,171	71828,420	55810,98	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 5	3,792	0,143	0,010	0,004	0,024	2692,928	71828,420	51347,62	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 6	3,372	0,126	0,009	0,004	0,024	2368,425	71828,420	45658,98	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 7	2,866	0,105	0,008	0,004	0,024	1987,452	71828,420	38805,96	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK

Step 1

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	10799,22	72984	62036,4	OK
lantai 1	8049,27	72984	62036,4	OK
lantai 2	7481,65	72984	62036,4	OK
lantai 3	7009,21	72984	62036,4	OK
lantai 4	6343,42	72984	62036,4	OK
lantai 5	5523,04	72984	62036,4	OK
lantai 6	4590,51	72984	62036,4	OK
lantai 7	3450,16	72984	62036,4	OK

Step 1

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	234601,93	812000	690200	OK
lantai 1	200438,39	812000	690200	OK
lantai 2	171388,88	812000	690200	OK
lantai 3	142091,9	812000	690200	OK
lantai 4	112840,58	812000	690200	OK
lantai 5	83686,9	812000	690200	OK
lantai 6	54551,46	812000	690200	OK
lantai 7	25145,72	812000	690200	OK

Step 2

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	17845,27	72984	62036,4	OK
lantai 1	13301,08	72984	62036,4	OK
lantai 2	12363,12	72984	62036,4	OK
lantai 3	11582,43	72984	62036,4	OK
lantai 4	10482,23	72984	62036,4	OK
lantai 5	9126,59	72984	62036,4	OK
lantai 6	7585,63	72984	62036,4	OK
lantai 7	5701,25	72984	62036,4	OK

Step 2

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	234597,49	812000	690200	OK
lantai 1	200438,16	812000	690200	OK
lantai 2	171391,15	812000	690200	OK
lantai 3	142094,55	812000	690200	OK
lantai 4	112842,67	812000	690200	OK
lantai 5	83688,21	812000	690200	OK
lantai 6	54552,1	812000	690200	OK
lantai 7	25145,91	812000	690200	OK

Step 3

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	30854,85	72984	62036,4	OK
lantai 1	23352,06	72984	62036,4	OK
lantai 2	21849,96	72984	62036,4	OK
lantai 3	20496,18	72984	62036,4	OK
lantai 4	18499,28	72984	62036,4	OK
lantai 5	16069,42	72984	62036,4	OK
lantai 6	13379,38	72984	62036,4	OK
lantai 7	10109,02	72984	62036,4	OK

Step 3

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	235146,74	812000	690200	OK
lantai 1	200457,24	812000	690200	OK
lantai 2	171201,09	812000	690200	OK
lantai 3	141887,71	812000	690200	OK
lantai 4	112720,01	812000	690200	OK
lantai 5	83601,79	812000	690200	OK
lantai 6	54473,01	812000	690200	OK
lantai 7	25082,26	812000	690200	OK

Step 4

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	40173,28	72984	62036,4	OK
lantai 1	31738,6	72984	62036,4	OK
lantai 2	29373,72	72984	62036,4	OK
lantai 3	27721,88	72984	62036,4	OK
lantai 4	25050,74	72984	62036,4	OK
lantai 5	21798,29	72984	62036,4	OK
lantai 6	18190,45	72984	62036,4	OK
lantai 7	13822,34	72984	62036,4	OK

Step 4

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	237663,78	812000	690200	OK
lantai 1	200342,74	812000	690200	OK
lantai 2	169287,25	812000	690200	OK
lantai 3	140704,51	812000	690200	OK
lantai 4	112027,09	812000	690200	OK
lantai 5	83351,98	812000	690200	OK
lantai 6	54436,77	812000	690200	OK
lantai 7	25045,85	812000	690200	OK

Step 5

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	45270,21	72984	62036,4	OK
lantai 1	36884,04	72984	62036,4	OK
lantai 2	34259,38	72984	62036,4	OK
lantai 3	31257,17	72984	62036,4	OK
lantai 4	28875,94	72984	62036,4	OK
lantai 5	26225,05	72984	62036,4	OK
lantai 6	22932,93	72984	62036,4	OK
lantai 7	17904,97	72984	62036,4	OK

Step 5

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	238084,95	812000	690200	OK
lantai 1	196546,85	812000	690200	OK
lantai 2	160626,09	812000	690200	OK
lantai 3	132988,11	812000	690200	OK
lantai 4	106815,23	812000	690200	OK
lantai 5	80681,39	812000	690200	OK
lantai 6	53511,86	812000	690200	OK
lantai 7	24770,61	812000	690200	OK

Step 6

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	49341,07	72984	62036,4	OK
lantai 1	37557,81	72984	62036,4	OK
lantai 2	35073,99	72984	62036,4	OK
lantai 3	31294,86	72984	62036,4	OK
lantai 4	28845,62	72984	62036,4	OK
lantai 5	26595,51	72984	62036,4	OK
lantai 6	23581,82	72984	62036,4	OK
lantai 7	19979,91	72984	62036,4	OK

Step 6

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	250009,5	812000	690200	OK
lantai 1	205459,6	812000	690200	OK
lantai 2	163768,2	812000	690200	OK
lantai 3	131639,46	812000	690200	OK
lantai 4	104935,59	812000	690200	OK
lantai 5	81937,6	812000	690200	OK
lantai 6	57489,49	812000	690200	OK
lantai 7	27873,49	812000	690200	OK

Step 7

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	49887,65	72984	62036,4	OK
lantai 1	37657,53	72984	62036,4	OK
lantai 2	35170,39	72984	62036,4	OK
lantai 3	31318,58	72984	62036,4	OK
lantai 4	28829,98	72984	62036,4	OK
lantai 5	26597,04	72984	62036,4	OK
lantai 6	23626,99	72984	62036,4	OK
lantai 7	20042,17	72984	62036,4	OK

Step 7

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	251648,52	812000	690200	OK
lantai 1	206844,81	812000	690200	OK
lantai 2	164388,01	812000	690200	OK
lantai 3	131692,49	812000	690200	OK
lantai 4	104575,49	812000	690200	OK
lantai 5	81711,67	812000	690200	OK
lantai 6	57714,55	812000	690200	OK
lantai 7	28208,99	812000	690200	OK

c. Gaya- gaya dalam (Mu, Nu dan Vu) gedung dengan bracing V

Step 1

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	2,093	0,076	0,005	0,004	0,024	1425,106	70003,820	28346,05	400,00	650,500	29,000	400,000	150,000	3041,000	56003,056	OK
lantai 1	1,256	0,044	0,003	0,004	0,024	839,172	71828,420	17010,68	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 2	1,061	0,037	0,003	0,004	0,024	705,755	71828,420	14367,33	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 3	0,945	0,033	0,002	0,004	0,024	627,083	71828,420	12797,8	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 4	0,830	0,029	0,002	0,004	0,024	549,307	71828,420	11238,23	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 5	0,705	0,025	0,002	0,004	0,024	465,072	71828,420	9540,31	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 6	0,572	0,020	0,001	0,004	0,024	376,327	71828,420	7741,5	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 7	0,419	0,015	0,001	0,004	0,024	275,233	71828,420	5679,93	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK

Step 2

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ΘMn	Mu<Θ Mn
basement	3,968	0,150	0,011	0,004	0,024	2831,397	70003,820	53733,4	400,000	650,500	29,000	400,000	150,000	3041,000	56003,056	OK
lantai 1	2,381	0,087	0,006	0,004	0,024	1632,198	71828,420	32245,81	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 2	2,011	0,072	0,005	0,004	0,024	1366,641	71828,420	27235,01	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 3	1,792	0,064	0,005	0,004	0,024	1211,214	71828,420	24259,78	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 4	1,573	0,056	0,004	0,004	0,024	1058,370	71828,420	21303,43	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 5	1,336	0,047	0,003	0,004	0,024	893,722	71828,420	18084,81	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 6	1,084	0,038	0,003	0,004	0,024	721,221	71828,420	14674,94	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 7	0,795	0,028	0,002	0,004	0,024	525,882	71828,420	10766,99	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK

Step 3

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ΘMn	Mu<ΘMn
basement	6,445	0,263	0,019	0,004	0,024	4959,405	70003,820	87268,04	400,000	650,500	29,000	400,000	150,000	3041,000	56003,056	TIDAK OK
lantai 1	3,918	0,148	0,011	0,004	0,024	2791,895	71828,420	53055,34	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 2	3,316	0,123	0,009	0,004	0,024	2325,510	71828,420	44896,43	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 3	2,942	0,108	0,008	0,004	0,024	2044,466	71828,420	39843,52	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 4	2,574	0,094	0,007	0,004	0,024	1772,671	71828,420	34859,38	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 5	2,183	0,079	0,006	0,004	0,024	1489,179	71828,420	29558,56	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 6	1,776	0,064	0,005	0,004	0,024	1200,225	71828,420	24048,25	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 7	1,311	0,046	0,003	0,004	0,024	876,742	71828,420	17750,87	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK

Step 4

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	8,551	0,380	0,028	0,004	0,024	7161,721	70003,820	115783,64	400,000	650,500	29,000	400,000	150,000	3041,000	56003,056	TIDAK OK
lantai 1	5,324	0,209	0,015	0,004	0,024	3949,432	71828,420	72085,11	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 2	4,309	0,164	0,012	0,004	0,024	3103,082	71828,420	58342,16	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 3	3,895	0,147	0,011	0,004	0,024	2773,773	71828,420	52743,58	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 4	3,414	0,127	0,009	0,004	0,024	2400,812	71828,420	46232,87	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 5	2,905	0,107	0,008	0,004	0,024	2016,612	71828,420	39337,16	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 6	2,374	0,086	0,006	0,004	0,024	1626,496	71828,420	32139,18	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 7	1,771	0,063	0,005	0,004	0,024	1196,972	71828,420	23985,59	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK

Step 5

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	10,680	0,540	0,039	0,004	0,024	10178,088	70003,820	144622,26	400,00	650,500	29,000	400,000	150,000	3041,000	56003,056	TIDAK OK
lantai 1	5,258	0,206	0,015	0,004	0,024	3892,563	71828,420	71190,81	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 2	4,771	0,185	0,013	0,004	0,024	3481,924	71828,420	64608,72	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 3	4,386	0,168	0,012	0,004	0,024	3165,890	71828,420	59393,97	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 4	3,865	0,146	0,011	0,004	0,024	2749,833	71828,420	52331,09	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 5	3,295	0,122	0,009	0,004	0,024	2309,803	71828,420	44616,74	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 6	2,706	0,099	0,007	0,004	0,024	1869,520	71828,420	36646,38	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 7	2,038	0,073	0,005	0,004	0,024	1385,741	71828,420	27598,47	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK

Step 6

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	10,796	0,551	0,040	0,004	0,024	10388,138	70003,820	146190,61	400,00	650,500	29,000	400,000	150,000	3041,000	56003,056	TIDAK OK
lantai 1	5,239	0,205	0,015	0,004	0,024	3876,373	71828,420	70935,45	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 2	4,799	0,186	0,013	0,004	0,024	3505,115	71828,420	64986,27	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 3	4,457	0,171	0,012	0,004	0,024	3223,111	71828,420	60347,77	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 4	4,132	0,157	0,011	0,004	0,024	2961,775	71828,420	55957,04	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 5	3,623	0,136	0,010	0,004	0,024	2561,043	71828,420	49052,12	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 6	2,990	0,110	0,008	0,004	0,024	2079,574	71828,420	40480,34	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 7	2,277	0,083	0,006	0,004	0,024	1557,144	71828,420	30838,9	400,00	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK

Step 7

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	10,883	0,559	0,041	0,004	0,024	6133,321	70003,820	147370,54	400,000	650,500	29,000	400,000	150,000	3041,000	56003,056	TIDAK OK
lantai 1	5,283	0,207	0,015	0,004	0,024	3914,262	71828,420	71532,54	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 2	4,843	0,188	0,014	0,004	0,024	3541,216	71828,420	65572,62	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 3	4,466	0,171	0,012	0,004	0,024	3230,502	71828,420	60470,65	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 4	4,163	0,158	0,011	0,004	0,024	2986,470	71828,420	56375,74	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 5	3,839	0,145	0,010	0,004	0,024	2729,987	71828,420	51988,58	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 6	3,316	0,123	0,009	0,004	0,024	2325,448	71828,420	44895,33	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 7	2,584	0,094	0,007	0,004	0,024	1779,437	71828,420	34984,61	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK

Step 8

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	11,405	0,618	0,045	0,004	0,024	11654,129	70003,820	154430,29	400,000	650,500	29,000	400,000	150,000	3041,000	56003,056	TIDAK OK
lantai 1	5,348	0,210	0,015	0,004	0,024	3970,256	71828,420	72411,52	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 2	4,872	0,189	0,014	0,004	0,024	3566,099	71828,420	65975,78	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 3	4,466	0,171	0,012	0,004	0,024	3230,932	71828,420	60477,8	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 4	4,188	0,159	0,012	0,004	0,024	3006,465	71828,420	56714,16	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 5	3,907	0,148	0,011	0,004	0,024	2783,414	71828,420	52909,49	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 6	3,389	0,126	0,009	0,004	0,024	2381,737	71828,420	45895,03	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 7	2,833	0,104	0,008	0,004	0,024	1963,295	71828,420	38365,07	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK

Step 9

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	12,290	0,805	0,058	0,004	0,024	15181,575	70003,820	166413,74	400,000	650,500	29,000	400,000	150,000	3041,000	56003,056	TIDAK OK
lantai 1	5,416	0,214	0,015	0,004	0,024	4029,670	71828,420	73339,74	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 2	4,885	0,190	0,014	0,004	0,024	3577,041	71828,420	66152,82	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 3	4,454	0,171	0,012	0,004	0,024	3220,855	71828,420	60310,24	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 3	4,181	0,159	0,012	0,004	0,024	3000,399	71828,420	56611,55	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 5	4,181	0,159	0,012	0,004	0,024	3000,399	71828,420	53368,72	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 6	3,941	0,149	0,011	0,004	0,024	2810,137	71828,420	46814,23	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 7	2,882	0,106	0,008	0,004	0,024	1999,445	71828,420	39024,57	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK

Step 10

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<ØMn
basement	12,320	0,834	0,060	0,004	0,024	15735,159	70003,820	166828	400,000	650,500	29,000	400,000	150,000	3041,000	56003,056	TIDAK OK
lantai 1	5,469	0,216	0,016	0,004	0,024	4075,321	71828,420	74049,84	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 2	4,882	0,189	0,014	0,004	0,024	3574,012	71828,420	66103,83	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 3	4,429	0,170	0,012	0,004	0,024	3200,634	71828,420	59973,61	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	TIDAK OK
lantai 4	4,157	0,158	0,011	0,004	0,024	2981,022	71828,420	56283,43	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 5	3,947	0,149	0,011	0,004	0,024	2814,724	71828,420	53447,46	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 6	3,508	0,131	0,010	0,004	0,024	2472,882	71828,420	47505,06	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK
lantai 7	2,924	0,108	0,008	0,004	0,024	2030,563	71828,420	39590,91	400,000	650,500	29,000	400,000	120,000	3041,000	57462,736	OK

Step
11

Lantai	Rn	w	p	pmin	pmax	As	Mn	Mu	b	d	fc'	fy	a	As	ØMn	Mu<Ø Mn
basement	12,3 23	0,83 9	0,02 3	0,004	0,02 4	15829,7 90	70003,8 20	166859,0 00	400,0 00	650,5 00	29,0 00	400,0 00	150,0 00	3041,0 00	56003,0 56	TIDAK OK
lantai 1	5,48 3	0,21 7	0,01 6	0,004	0,02 4	4087,87 2	71828,4 20	74244,59	400,0 00	650,5 00	29,0 00	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57462,7 36	TIDAK OK
lantai 2	4,90 4	0,19 0	0,01 4	0,004	0,02 4	3592,41 2	71828,4 20	66401,25	400,0 00	650,5 00	29,0 00	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57462,7 36	TIDAK OK
lantai 3	4,41 0	0,16 9	0,01 2	0,004	0,02 4	3185,49 5	71828,4 20	59721,23	400,0 00	650,5 00	29,0 00	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57462,7 36	TIDAK OK
lantai 4	4,13 7	0,15 7	0,01 1	0,004	0,02 4	2965,53 8	71828,4 20	56020,89	400,0 00	650,5 00	29,0 00	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57462,7 36	OK
lantai 5	3,93 7	0,14 9	0,01 1	0,004	0,02 4	2806,73 3	71828,4 20	53310,28	400,0 00	650,5 00	29,0 00	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57462,7 36	OK
lantai 6	3,52 7	0,13 2	0,01 0	0,004	0,02 4	2487,25 0	71828,4 20	47757,88	400,0 00	650,5 00	29,0 00	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57462,7 36	OK
lantai 7	2,95 0	0,10 9	0,00 8	0,004	0,02 4	2050,42 6	71828,4 20	39951,74	400,0 00	650,5 00	29,0 00	400,0 00	120,0 00	3041,0 00	57462,7 36	OK

Step 1

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	13995,49	72984	62036,4	OK
lantai 1	8580,99	72984	62036,4	OK
lantai 2	7293,23	72984	62036,4	OK
lantai 3	6542,84	72984	62036,4	OK
lantai 4	5772,59	72984	62036,4	OK
lantai 5	4928,3	72984	62036,4	OK
lantai 6	4023,52	72984	62036,4	OK
lantai 7	2990,87	72984	62036,4	OK

Step 1

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	234368,68	812000	690200	OK
lantai 1	200514,94	812000	690200	OK
lantai 2	171445,47	812000	690200	OK
lantai 3	142133,29	812000	690200	OK
lantai 4	112867,44	812000	690200	OK
lantai 5	83699,31	812000	690200	OK
lantai 6	54548,08	812000	690200	OK
lantai 7	25143,85	812000	690200	OK

Step 2

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	26530,17	72984	62036,4	OK
lantai 1	16266,3	72984	62036,4	OK
lantai 2	13825,19	72984	62036,4	OK
lantai 3	12402,75	72984	62036,4	OK
lantai 4	10942,64	72984	62036,4	OK
lantai 5	9342,2	72984	62036,4	OK
lantai 6	7627,06	72984	62036,4	OK
lantai 7	5669,55	72984	62036,4	OK

Step 2

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	234361,18	812000	690200	OK
lantai 1	200515,2	812000	690200	OK
lantai 2	171449,2	812000	690200	OK
lantai 3	142136,97	812000	690200	OK
lantai 4	11870,05	812000	690200	OK
lantai 5	83700,82	812000	690200	OK
lantai 6	54548,76	812000	690200	OK
lantai 7	25144,06	812000	690200	OK

Step 3

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	43066,4	72984	62036,4	OK
lantai 1	26746,97	72984	62036,4	OK
lantai 2	22767,86	72984	62036,4	OK
lantai 3	20352,49	72984	62036,4	OK
lantai 4	17890,7	72984	62036,4	OK
lantai 5	15254,32	72984	62036,4	OK
lantai 6	12482,7	72984	62036,4	OK
lantai 7	9326,7	72984	62036,4	OK

Step 3

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	234897,65	812000	690200	OK
lantai 1	200615,02	812000	690200	OK
lantai 2	171197,79	812000	690200	OK
lantai 3	141895,74	812000	690200	OK
lantai 4	112738,69	812000	690200	OK
lantai 5	83621,88	812000	690200	OK
lantai 6	54493,21	812000	690200	OK
lantai 7	25099,5	812000	690200	OK

Step 4

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	56748,17	72984	62036,4	OK
lantai 1	36644,59	72984	62036,4	OK
lantai 2	29225,64	72984	62036,4	OK
lantai 3	26976,55	72984	62036,4	OK
lantai 4	23695,46	72984	62036,4	OK
lantai 5	20273,05	72984	62036,4	OK
lantai 6	16647,84	72984	62036,4	OK
lantai 7	12588,09	72984	62036,4	OK

Step 4

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	235427,44	812000	690200	OK
lantai 1	196044,85	812000	690200	OK
lantai 2	164258,38	812000	690200	OK
lantai 3	137762,58	812000	690200	OK
lantai 4	110474,1	812000	690200	OK
lantai 5	82445,48	812000	690200	OK
lantai 6	53915,08	812000	690200	OK
lantai 7	24870,55	812000	690200	OK

Step 5

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	70499,65	72984	62036,4	TIDAK OK
lantai 1	36261,32	72984	62036,4	OK
lantai 2	32476,3	72984	62036,4	OK
lantai 3	30295,09	72984	62036,4	OK
lantai 4	26828,69	72984	62036,4	OK
lantai 5	22973,88	72984	62036,4	OK
lantai 6	18955,54	72984	62036,4	OK
lantai 7	14411,22	72984	62036,4	OK

Step 5

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	232599,17	812000	690200	OK
lantai 1	187225,96	812000	690200	OK
lantai 2	155355,59	812000	690200	OK
lantai 3	131903,59	812000	690200	OK
lantai 4	107123,84	812000	690200	OK
lantai 5	80665,84	812000	690200	OK
lantai 6	53084,91	812000	690200	OK
lantai 7	24598,21	812000	690200	OK

Step 6

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	73625,61	72984	62036,4	TIDAK OK
lantai 1	36119,35	72984	62036,4	OK
lantai 2	33166,71	72984	62036,4	OK
lantai 3	30837,73	72984	62036,4	OK
lantai 4	28713,66	72984	62036,4	OK
lantai 5	25253,96	72984	62036,4	OK
lantai 6	20905,72	72984	62036,4	OK
lantai 7	16058,88	72984	62036,4	OK

Step 6

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	236918,95	812000	690200	OK
lantai 1	182479,15	812000	690200	OK
lantai 2	151704,87	812000	690200	OK
lantai 3	129835,13	812000	690200	OK
lantai 4	106346,65	812000	690200	OK
lantai 5	80261,8	812000	690200	OK
lantai 6	52847,06	812000	690200	OK
lantai 7	24529,56	812000	690200	OK

Step 7

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	74247,35	72984	62036,4	TIDAK OK
lantai 1	36327,78	72984	62036,4	OK
lantai 2	33453,71	72984	62036,4	OK
lantai 3	30929,09	72984	62036,4	OK
lantai 4	28946,47	72984	62036,4	OK
lantai 5	26394,74	72984	62036,4	OK
lantai 6	23116,4	72984	62036,4	OK
lantai 7	18162,23	72984	62036,4	OK

Step 7

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	237108,35	812000	690200	OK
lantai 1	182534,61	812000	690200	OK
lantai 2	151077,09	812000	690200	OK
lantai 3	130166,67	812000	690200	OK
lantai 4	108265,21	812000	690200	OK
lantai 5	82622,85	812000	690200	OK
lantai 6	54424,37	812000	690200	OK
lantai 7	25105,89	812000	690200	OK

Step 8

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	77750,04	72984	62036,4	TIDAK OK
lantai 1	36653,42	72984	62036,4	OK
lantai 2	33604,48	72984	62036,4	OK
lantai 3	30963,54	72984	62036,4	OK
lantai 4	29139,36	72984	62036,4	OK
lantai 5	26881,21	72984	62036,4	OK
lantai 6	23638,46	72984	62036,4	OK
lantai 7	19878,01	72984	62036,4	OK

Step 8

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	240473,15	812000	690200	OK
lantai 1	184015,98	812000	690200	OK
lantai 2	150883,83	812000	690200	OK
lantai 3	129795,09	812000	690200	OK
lantai 4	109653,99	812000	690200	OK
lantai 5	85943,12	812000	690200	OK
lantai 6	58084,82	812000	690200	OK
lantai 7	26811,04	812000	690200	OK

Step 9

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	83656,37	72984	62036,4	TIDAK OK
lantai 1	36992,74	72984	62036,4	OK
lantai 2	33707,26	72984	62036,4	OK
lantai 3	30913,83	72984	62036,4	OK
lantai 4	29118,65	72984	62036,4	OK
lantai 5	27160,16	72984	62036,4	OK
lantai 6	24120,66	72984	62036,4	OK
lantai 7	20233,19	72984	62036,4	OK

Step 9

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	245272,17	812000	690200	OK
lantai 1	185581,66	812000	690200	OK
lantai 2	150876,98	812000	690200	OK
lantai 3	128443,03	812000	690200	OK
lantai 4	108723,46	812000	690200	OK
lantai 5	87633,58	812000	690200	OK
lantai 6	61567,43	812000	690200	OK
lantai 7	29118,5	812000	690200	OK

Step 10

Lantai	Vu	Vn	ΘVn	$Vu < \Theta Vn$
basement	87309,97	72984	62036,4	TIDAK OK
lantai 1	37234,22	72984	62036,4	OK
lantai 2	33718,2	72984	62036,4	OK
lantai 3	30781	72984	62036,4	OK
lantai 4	28988,33	72984	62036,4	OK
lantai 5	27245,43	72984	62036,4	OK
lantai 6	24484,53	72984	62036,4	OK
lantai 7	20545,05	72984	62036,4	OK

Step 10

Lantai	Nu	Nn	ΘNn	$Nu < \Theta Nn$
basement	250056,26	812000	690200	OK
lantai 1	185528,55	812000	690200	OK
lantai 2	150121,64	812000	690200	OK
lantai 3	126195,97	812000	690200	OK
lantai 4	106636,45	812000	690200	OK
lantai 5	87728,36	812000	690200	OK
lantai 6	63934,68	812000	690200	OK
lantai 7	31210,01	812000	690200	OK

Step 11

Lantai	V_u	V_n	ΘV_n	$V_u < \Theta V_n$
basement	87560,02	72984	62036,4	TIDAK OK
lantai 1	37332,95	72984	62036,4	OK
lantai 2	33849,12	72984	62036,4	OK
lantai 3	30675,86	72984	62036,4	OK
lantai 4	28877,02	72984	62036,4	OK
lantai 5	27196,08	72984	62036,4	OK
lantai 6	24623,57	72984	62036,4	OK
lantai 7	20739,38	72984	62036,4	OK

Step 11

Lantai	N_u	N_n	ΘN_n	$N_u < \Theta N_n$
basement	247096,3	812000	690200	OK
lantai 1	184727,82	812000	690200	OK
lantai 2	149293,86	812000	690200	OK
lantai 3	124566,69	812000	690200	OK
lantai 4	105022	812000	690200	OK
lantai 5	83698,75	812000	690200	OK
lantai 6	64666,98	812000	690200	OK
lantai 7	32418,18	812000	690200	OK

