



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA KETELITIAN STRUKTUR COREWALL YANG
DIMODELKAN DENGAN ELEMEN-ELEMEN KOLOM YANG
DIKONSTRAN SEBAGAI SEBUAH PENAMPANG**

SKRIPSI

M. RISKI IMANSYAH LUBIS

0606072420

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
JULI 2010**

958/FT.01/SKRIP/07/2010



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISA KETELITIAN STRUKTUR COREWALL YANG
DIMODELKAN DENGAN ELEMEN-ELEMEN KOLOM YANG
DIKONSTRIN SEBAGAI SEBUAH PENAMPANG**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Teknik

M. RISKI IMANSYAH LUBIS

0606072420

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
JULI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : M. Riski Imansyah Lubis

NPM : 0606072420

Tanda Tangan :

Tanggal : 09 Juli 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : M. Riski Imansyah Lubis
NPM : 0606072420
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisa Ketelitian Struktur *Corewall* yang
Dimodelkan dengan Elemen-Elemen Kolom
yang Dikonstrain sebagai sebuah Penampang

Telah berhasil dipertahankan di hadapan dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Syahril A.Rahim, M.Eng (.....)

Penguji : Dr. Ir. Yuskar Lase, DEA (.....)

Penguji : Dr.-Ing. Ir. Josia I. Rastandi (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 09 Juli 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas rizki dan karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Ir. Syahril A.Rahim, M.Eng, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Dr. Ir. Yuskar Lase, DEA dan Dr. -Ing. Ir. Josia I.Rastandi yang telah menguji dan memberikan masukan dalam penyusunan revisi skripsi;
- (3) Kedua orangtua saya, Irsan Junisir Lubis dan Hj. Nurbaiti Halim, S.Sos, serta seluruh keluarga yang telah memberikan doa, perhatian, serta dukungan material dan moral;
- (4) Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil Universitas Indonesia angkatan 2006 dan sahabat-sahabat saya yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini;
- (5) Dan tidak lupa juga kepada Nirmala Assiyah P, yang telah memberikan segala perhatian dan dukungan semangat, serta semua pihak yang tidak mungkin saya sebutkan satu persatu yang telah banyak berjasa kepada saya.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah banyak membantu saya. Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi kita semua untuk pengembangan ilmu.

Depok, 09 Juli 2010

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. Riski Imansyah Lubis

NPM : 0606072420

Program Studi : Teknik Sipil

Departemen : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISA KETELITIAN STRUKTUR COREWALL YANG DIMODELKAN
DENGAN ELEMEN-ELEMEN KOLOM YANG DIKONSTRIN SEBAGAI
SEBUAH PENAMPANG

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 09 Juli 2010

Yang menyatakan

(M.Riski Imansyah Lubis)

ABSTRAK

Nama : M.Riski Imansyah Lubis
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Analisa Ketelitian Struktur *Corewall* yang Dimodelkan dengan Elemen-Elemen Kolom yang Dikonstrain sebagai sebuah Penampang

Skripsi ini membahas ketelitian struktur *corewall* yang dimodelkan dengan elemen-elemen kolom yang dikonstrain sebagai sebuah penampang. Metode yang dilakukan dalam skripsi ini adalah dengan memodelkan *corewall* menjadi kolom-kolom lebar yang dihubungkan bersama dengan *rigid links*. *Corewall* yang dimodelkan mempunyai kekakuan lateral yang sama dengan jumlah kekakuan *corewall* dan kolom-kolom portal struktur. Untuk itu, maka akan dimodelkan struktur *corewall* dengan penyetaraan dimensi dan nilai kekakuannya.

Perbandingan ketelitian struktur *corewall* ini dilakukan dengan melakukan pemeriksaan terhadap perilaku strukturnya. Dengan pemeriksaan parameter-parameter struktur diharapkan dapat diketahui sejauh mana ketelitian dari kedua struktur *corewall* yang menjadi perbandingan dalam tugas akhir ini. Adapun parameter – parameter perilaku struktur yang akan menjadi perbandingan, yaitu : *displacement*, periode alami, *building modes*, dan *net reaction at base*.

Penelitian ini adalah penelitian simulasi numerik dengan bantuan program komputer *SAP2000 v.11*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa verifikasi ketelitian permodelan struktur *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom memiliki selisih yang tidak jauh berbeda untuk berbagai parameter yang ditinjau, sehingga permodelan *corewall* dengan elemen kolom selanjutnya dapat digunakan untuk analisa non-linier.

Kata kunci: *corewall*, kolom, konstrain, *rigid links*, *displacement*, periode alami, *building modes*, *net reaction at base*

ABSTRACT

Name : M.Riski Imansyah Lubis
Study Program : Civil Engineering
Title : The Analysis of Corewall Structure Accuration Modeled with Column Elements Constraint as a Cross-Section

The focus of this study is to discuss the accuracy of the corewall structures modeled with column elements constraint as a cross-section. The method used in this paper is to model the corewall with wide columns connected together by rigid links. Corewall modeled as wide columns, have the lateral stiffness equal to the total stiffness corewall and columns of the portal structure. For that, it will be modeled with affirmative corewall structure dimensions and stiffness values.

Comparative accuracy of the corewall structure is done by inspecting the behavior of structures. By examination of the structure parameters, it is expected to know how far the accuracy of the two corewall structures that are be comparison in this study. The behavioral parameters that will be a comparison structure, are : displacement, natural period, building modes, and net reaction at the base.

This study is a numerical simulation with the aid of a computer program SAP2000 v.11. The results showed that the verification of accuracy of modeling the corewall structure of the shell element and column element has a foreign that is not much different for the various parameters of interest, so that the corewall modeling with column element can be used for non-linear analysis.

Keywords : corewall, columns, constraint, rigid links, displacement, natural period, Buiding modes, the net reaction at the base

DAFTAR ISI

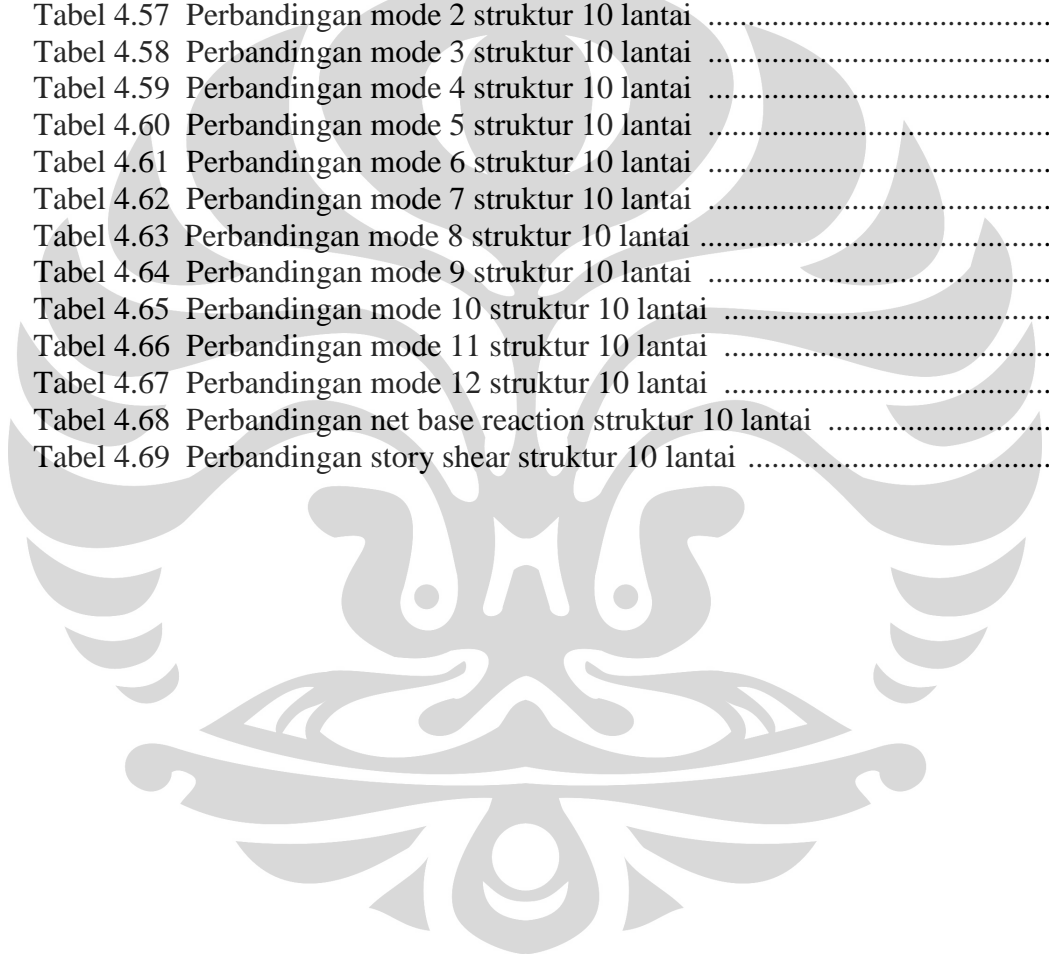
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN	2
1.3 MANFAAT PENELITIAN	2
1.4 RUNG LINGKUP PEMBAHASAN	3
1.5 METODOLOGI PENELITIAN	4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 KONSEP PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN TAHAN GEMPA	7
2.1.1 Daktilitas Struktur (μ)	9
2.1.2 Faktor Kuat Lebih (<i>Overstrength Factor</i>)	10
2.1.3 Kekakuan	11
2.1.4 Redaman	12
2.1.5 Waktu Getar Alami Struktur	13
2.1.6 Momen Kurvature	14
2.2 ELEMEN STRUKTUR DINDING GESER	16
2.3 KONSEP DESAIN DINDING GESER	19
2.3.1 Konsep Gaya Dalam	20
2.3.2 Konsep Desain Kapasitas	22
2.3.3 Elemen Struktur yang Tidak Memikul Gaya Gempa	24
2.4 SISTEM GANDA INTERAKSI DINDING GESER DAN RANGKA PEMIKUL MOMEN	25
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 INFORMASI PERENCANAAN	28
3.2 PEMBEBANAN STRUKTUR	34
3.2.1 Beban Mati	34
3.2.2 Beban Hidup	34
3.2.3 Beban Gempa (E)	35
3.3 PEMODELAN STRUKTUR DENGAN SAP2000 V.11	36
3.3.1 Model Kolom Pengganti Dinding Geser	37
3.3.2 Diaphragm Constraint	38
3.3.3 Plate Constraint	39
3.3.4 Rigid End Offset	40
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN	42
4.1 VERIFIKASI MODEL WALL	42
4.1.1 Beban Terpusat 1000 Ton	42

4.1.2	Beban Terbagi Merata 100 Ton.....	49
4.2	VERIFIKASI MODEL COREWALL	54
4.3	VERIFIKASI MODEL STRUKTUR 20 LANTAI DENGAN COREWALL	61
4.3.1	Displacement	63
4.3.2	Periode Alami	70
4.3.3	Building Modes	72
4.3.4	Net Base Reaction	85
4.3.5	Story Shear	86
4.4	VERIFIKASI MODEL STRUKTUR 15 LANTAI DENGAN COREWALL	87
4.4.1	Displacement	90
4.4.2	Periode Alami	96
4.4.3	Building Modes	97
4.4.4	Net Base Reaction	110
4.4.5	Story Shear	111
4.5	VERIFIKASI MODEL STRUKTUR 10 LANTAI DENGAN COREWALL	112
4.4.1	Displacement	115
4.4.2	Periode Alami	120
4.4.3	Building Modes	121
4.4.4	Net Base Reaction	135
4.5.5	Story Shear	136
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	133
5.1	KESIMPULAN	133
5.2	SARAN.....	134

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tingkat kerusakan bangunan	8
Tabel 4.1	Perbandingan displacement wall 24 meter (beban terpusat 1000 ton)	43
Tabel 4.2	Perbandingan displacement wall 36 meter (beban terpusat 1000 ton)	45
Tabel 4.3	Perbandingan displacement wall 48 meter (beban terpusat 1000 ton)	47
Tabel 4.4	Perbandingan displacement wall 24 meter (beban merata 100 ton)	49
Tabel 4.5	Perbandingan displacement wall 36 meter (beban merata 100 ton).....	51
Tabel 4.6	Perbandingan displacement wall 48 meter (beban merata 100 ton).....	52
Tabel 4.7	Perbandingan displacement wall 8 lantai	55
Tabel 4.8	Perbandingan displacement wall 12 lantai	57
Tabel 4.9	Perbandingan displacement wall 16 lantai	59
Tabel 4.10	Beban lateral Fx	64
Tabel 4.11	Beban lateral Fy	65
Tabel 4.12	Perbandingan displacement akibat beban lateral Fx	65
Tabel 4.13	Perbandingan displacement akibat beban lateral Fy	67
Tabel 4.14	Perbandingan displacement akibat beban respon spektra	69
Tabel 4.15	Perbandingan periode getar alami struktur 20 lantai	71
Tabel 4.16	Perbandingan mode 1 struktur 20 lantai	72
Tabel 4.17	Perbandingan mode 2 struktur 20 lantai	73
Tabel 4.18	Perbandingan mode 3 struktur 20 lantai	74
Tabel 4.19	Perbandingan mode 4 struktur 20 lantai	75
Tabel 4.20	Perbandingan mode 5 struktur 20 lantai	76
Tabel 4.21	Perbandingan mode 6 struktur 20 lantai	77
Tabel 4.22	Perbandingan mode 7 struktur 20 lantai	78
Tabel 4.23	Perbandingan mode 8 struktur 20 lantai	79
Tabel 4.24	Perbandingan mode 9 struktur 20 lantai	80
Tabel 4.25	Perbandingan mode 10 struktur 20 lantai	81
Tabel 4.26	Perbandingan mode 11 struktur 20 lantai	82
Tabel 4.27	Perbandingan mode 12 struktur 20 lantai	83
Tabel 4.28	Perbandingan net base reaction struktur 20 lantai	85
Tabel 4.29	Perbandingan story shear struktur 20 lantai	86
Tabel 4.30	Beban lateral Fx	90
Tabel 4.31	Beban lateral Fy	91
Tabel 4.32	Perbandingan displacement akibat beban lateral Fx	92
Tabel 4.33	Perbandingan displacement akibat beban lateral Fy	93
Tabel 4.34	Perbandingan displacement akibat beban respon spektra	95
Tabel 4.35	Perbandingan periode getar alami struktur 15 lantai	96
Tabel 4.36	Perbandingan mode 1 struktur 15 lantai	98
Tabel 4.37	Perbandingan mode 2 struktur 15 lantai	99
Tabel 4.38	Perbandingan mode 3 struktur 15 lantai	100
Tabel 4.39	Perbandingan mode 4 struktur 15 lantai	101
Tabel 4.40	Perbandingan mode 5 struktur 15 lantai	102
Tabel 4.41	Perbandingan mode 6 struktur 15 lantai	103
Tabel 4.42	Perbandingan mode 7 struktur 15 lantai	104
Tabel 4.43	Perbandingan mode 8 struktur 15 lantai	105
Tabel 4.44	Perbandingan mode 9 struktur 15 lantai	106

Tabel 4.45 Perbandingan mode 10 struktur 15 lantai	107
Tabel 4.46 Perbandingan mode 11 struktur 15 lantai	108
Tabel 4.47 Perbandingan mode 12 struktur 15 lantai	109
Tabel 4.48 Perbandingan net base reaction struktur 15 lantai	110
Tabel 4.49 Perbandingan story shear struktur 15 lantai.....	111
Tabel 4.50 Beban lateral Fx	115
Tabel 4.51 Beban lateral Fy	116
Tabel 4.52 Perbandingan displacement akibat beban lateral Fx	116
Tabel 4.53 Perbandingan displacement akibat beban lateral Fy	117
Tabel 4.54 Perbandingan displacement akibat respon spektra	118
Tabel 4.55 Perbandingan periode getar alami struktur 10 lantai	120
Tabel 4.56 Perbandingan mode 1 struktur 10 lantai	122
Tabel 4.57 Perbandingan mode 2 struktur 10 lantai	123
Tabel 4.58 Perbandingan mode 3 struktur 10 lantai	124
Tabel 4.59 Perbandingan mode 4 struktur 10 lantai	125
Tabel 4.60 Perbandingan mode 5 struktur 10 lantai	126
Tabel 4.61 Perbandingan mode 6 struktur 10 lantai	127
Tabel 4.62 Perbandingan mode 7 struktur 10 lantai	128
Tabel 4.63 Perbandingan mode 8 struktur 10 lantai	129
Tabel 4.64 Perbandingan mode 9 struktur 10 lantai	130
Tabel 4.65 Perbandingan mode 10 struktur 10 lantai	131
Tabel 4.66 Perbandingan mode 11 struktur 10 lantai	132
Tabel 4.67 Perbandingan mode 12 struktur 10 lantai	133
Tabel 4.68 Perbandingan net base reaction struktur 10 lantai	135
Tabel 4.69 Perbandingan story shear struktur 10 lantai	136



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Langkah - langkah penelitian	5
Gambar 2.1	Mekanisme desain bangunan berdasarkan faktor daktilitas	11
Gambar 2.2	Konsep momen kurvature.....	15
Gambar 2.3	Neutral axis dan curvature.....	16
Gambar 2.4	Gaya-gaya yang bekerja pada dinding geser kantilever	19
Gambar 2.5	Dinding geser yang bekerja sama dengan rangka	20
Gambar 2.6	(a) Dinding geser dibebani beban lateral terbagi rata; (b) Rangka pemikul momen dibebani beban lateral terbagi rata; (c) Sistem ganda dibebani beban lateral terbagi rata	26
Gambar 2.7	(a) Deformasi lateral sistem ganda dan sistem tunggal; (b) Diagram momen untuk sistem ganda; (c) Diagram gaya geser tingkat untuk sistem ganda	26
Gambar 3.1	Denah struktur bangunan 20 lantai.....	28
Gambar 3.2	3D struktur bangunan 20 lantai	29
Gambar 3.3	Denah struktur bangunan 15 lantai.....	30
Gambar 3.4	3D struktur bangunan 15 Lantai	31
Gambar 3.5	Denah struktur bangunan 10 lantai.....	32
Gambar 3.6	3D struktur bangunan 10 Lantai	33
Gambar 3.7	Respon spektrum gempa rencana wilayah 3	35
Gambar 3.8	Define section model kolom pengganti dinding geser	37
Gambar 3.9	Modification factor untuk kolom pengganti dinding geser	38
Gambar 3.10	Kolom pengganti dinding geser	38
Gambar 3.11	Diaphragm constraint	39
Gambar 3.12	End offset pada dinding geser	41
Gambar 4.1	(a) Wall shell element 24 meter, (b) wall column element 24 meter	43
Gambar 4.2	Grafik perbandingan displacement wall 24 meter	44
Gambar 4.3	(a) Wall shell element 36 meter, (b) wall column element 36 meter	45
Gambar 4.4	Grafik perbandingan displacement wall 36 meter.....	46
Gambar 4.5	(a) Wall shell 48 meter, (b) wall column 48 meter.....	47
Gambar 4.6	Grafik perbandingan displacement wall 48 meter.....	48
Gambar 4.7	Grafik perbandingan displacement wall 24 meter.....	50
Gambar 4.8	Grafik perbandingan displacement wall 36 meter.....	52
Gambar 4.9	Grafik perbandingan displacement wall 48 meter.....	53
Gambar 4.10	Wall bentuk C 8 lantai	55
Gambar 4.11	Grafik perbandingan displacement wall 8 lantai.....	56
Gambar 4.12	Wall bentuk C 12 lantai.....	57
Gambar 4.13	Grafik perbandingan displacement wall 12 lantai.....	58
Gambar 4.14	Wall bentuk C 16 lantai.....	59
Gambar 4.15	Grafik perbandingan displacement wall 16 lantai.....	60
Gambar 4.16	Denah struktur bangunan 20 lantai.....	62
Gambar 4.17	Potongan corewall dengan menggunakan link beam	63
Gambar 4.18	Grafik perbandingan displacement akibat beban lateral Fx	66
Gambar 4.19	Grafik perbandingan displacement akibat beban lateral Fy	68
Gambar 4.20	Grafik perbandingan displacement akibat beban respon spektra	70
Gambar 4.21	Diagram perbandingan periode alami struktur 20 lantai.....	71

Gambar 4.22	Grafik perbandingan mode 1 struktur 20 lantai	73
Gambar 4.23	Grafik perbandingan mode 2 struktur 20 lantai	74
Gambar 4.24	Grafik perbandingan mode 3 struktur 20 lantai	75
Gambar 4.25	Grafik perbandingan mode 4 struktur 20 lantai	76
Gambar 4.26	Grafik perbandingan mode 5 struktur 20 lantai	77
Gambar 4.27	Grafik perbandingan mode 6 struktur 20 lantai	78
Gambar 4.28	Grafik perbandingan mode 7 struktur 20 lantai	79
Gambar 4.29	Grafik perbandingan mode 8 struktur 20 lantai	80
Gambar 4.30	Grafik perbandingan mode 9 struktur 20 lantai	81
Gambar 4.31	Grafik perbandingan mode 10 struktur 20 lantai	82
Gambar 4.32	Grafik perbandingan mode 11 struktur 20 lantai	83
Gambar 4.33	Grafik perbandingan mode 12 struktur 20 lantai	84
Gambar 4.34	Grafik perbandingan story shear struktur 20 lantai.....	87
Gambar 4.35	Denah struktur bangunan 15 lantai.....	88
Gambar 4.36	Potongan corewall dengan menggunakan link beam	89
Gambar 4.37	Grafik perbandingan displacement akibat beban lateral Fx.....	92
Gambar 4.38	Grafik perbandingan displacement akibat beban lateral Fy.....	94
Gambar 4.39	Grafik perbandingan displacement akibat beban respon spektra.....	95
Gambar 4.40	Diagram perbandingan periode getar alami struktur 15 lantai.....	97
Gambar 4.41	Grafik perbandingan mode 1 struktur 15 lantai	98
Gambar 4.42	Grafik perbandingan mode 2 struktur 15 lantai	99
Gambar 4.43	Grafik perbandingan mode 3 struktur 15 lantai	100
Gambar 4.44	Grafik perbandingan mode 4 struktur 15 lantai	101
Gambar 4.45	Grafik perbandingan mode 5 struktur 15 lantai	102
Gambar 4.46	Grafik perbandingan mode 6 struktur 15 lantai	103
Gambar 4.47	Grafik perbandingan mode 7 struktur 15 lantai	104
Gambar 4.48	Grafik perbandingan mode 8 struktur 15 lantai	105
Gambar 4.49	Grafik perbandingan mode 9 struktur 15 lantai	106
Gambar 4.50	Grafik perbandingan mode 10 struktur 15 lantai	107
Gambar 4.51	Grafik perbandingan mode 11 struktur 15 lantai	108
Gambar 4.52	Grafik perbandingan mode 12 struktur 15 lantai	109
Gambar 4.53	Grafik perbandingan story shear struktur 15 lantai.....	112
Gambar 4.54	Denah struktur bangunan 10 lantai.....	113
Gambar 4.55	Potongan corewall dengan menggunakan link beam	114
Gambar 4.56	Grafik perbandingan displacement akibat beban lateral Fx.....	117
Gambar 4.57	Grafik perbandingan displacement akibat beban lateral Fy.....	118
Gambar 4.58	Grafik perbandingan displacement akibat respon spektra	119
Gambar 4.59	Diagram perbandingan periode getar alami struktur 10 lantai.....	121
Gambar 4.60	Grafik perbandingan mode 1 struktur 10 lantai	122
Gambar 4.61	Grafik perbandingan mode 2 struktur 10 lantai	123
Gambar 4.62	Grafik perbandingan mode 3 struktur 10 lantai	124
Gambar 4.63	Grafik perbandingan mode 4 struktur 10 lantai	125
Gambar 4.64	Grafik perbandingan mode 5 struktur 10 lantai	126
Gambar 4.65	Grafik perbandingan mode 6 struktur 10 lantai	127
Gambar 4.66	Grafik perbandingan mode 7 struktur 10 lantai	128
Gambar 4.67	Grafik perbandingan mode 8 struktur 10 lantai	129
Gambar 4.68	Grafik perbandingan mode 9 struktur 10 lantai	130
Gambar 4.69	Grafik perbandingan mode 10 struktur 10 lantai	131

Gambar 4.70	Grafik perbandingan mode 11 struktur 10 lantai	122
Gambar 4.71	Grafik perbandingan mode 12 struktur 10 lantai	133
Gambar 4.72	Grafik perbandingan story shear struktur 10 lantai.....	136



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan dunia teknik sipil telah terus menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan selama dekade terakhir ini. Ilmu teknik sipil telah berkembang mencapai suatu tahapan dimana konstruksi-konstruksi bangunan sipil yang sebelumnya serasa mustahil dilakukan, sekarang dapat dilakukan. Dalam perencanaan bangunan terutama bangunan tinggi, aspek beban lateral khususnya beban gempa sudah menjadi faktor yang sangat menentukan dalam menganalisis dan mendesain bangunan yang benar-benar kuat dan aman.

Bangunan tahan gempa umumnya menggunakan elemen struktur dinding struktural berupa dinding geser untuk menahan kombinasi dari geser, momen, dan gaya aksial yang ditimbulkan oleh gaya gempa. Dengan adanya dinding geser yang kaku, sebagian besar gaya gempa akan terserap sehingga meringankan kerja dari elemen struktur yang lain.

Pada suatu bangunan tinggi, penting sekali meyakinkan adanya kekakuan yang cukup untuk menahan gaya-gaya lateral yang diinduksikan oleh angin, pengaruh gempa, dan ledakan. Gaya-gaya ini menimbulkan tegangan-tegangan cukup besar dan mengakibatkan gerakan bergoyang dan bergetar yang membuat rasa tidak nyaman pada penghuninya. Dinding beton yang mempunyai kekakuan bidang yang tinggi dapat diletakkan pada lokasi yang tepat, tetapi seringkali kurang diperlukan secara ekonomis untuk membuat ketahanan yang perlu terhadap gaya-gaya lateral.

Dewasa ini, dinding geser banyak digunakan pada struktur portal sebagai elemen penahan beban lateral. Pada perencanaan struktur demikian, dinding selalu dianggap akan memikul hampir seluruh beban lateral, sebab kekakuan mendarat dari suatu dinding geser sangat berbeda dibandingkan dengan kekakuan portal biasa. Dinding geser biasanya disusun secara berkelompok mengelilingi lubang lift, karena struktur bentuk kotak ini lebih efisien dalam menahan gaya-gaya lateral. Walaupun demikian, kolom tetap diperhitungkan menahan gaya-gaya lateral, sumbangannya tergantung pada kekakuan relatif terhadap dinding geser.

Analisa struktur portal akibat gaya-gaya lateral ini adalah untuk menentukan besarnya pembagian gaya itu sepanjang dinding geser dan kolom-kolom portal. Akibat dari kekakuan lateral yang tinggi, dinding geser akan sangat berpengaruh pada perubahan bentuk dari struktur yang diakibatkan oleh beban lateral. Gaya-gaya yang timbul pada titik penghubung antara dinding geser dan portal akan merupakan kendala bagi dinding geser untuk berubah bentuk dan sebaliknya akan menimbulkan gaya ujung pada elemen dari struktur portal.

Telah banyak penyelidikan dan anggapan-anggapan yang dilakukan orang untuk menghitung struktur portal berdinding geser. Selama ini juga orang masih mengalami kesulitan untuk menghitung struktur dinding geser dengan menggunakan analisis non-linier. Pada metode kolom ekuivalen, struktur portal dengan dinding geser dianggap sebagai suatu kolom yang mempunyai kekakuan lateral yang sama dengan jumlah kekakuan dinding geser dan kolom-kolom portal struktur tersebut. Untuk itu, pada tulisan ini akan dimodelkan struktur dinding geser sebagai elemen-elemen kolom lebar dengan penyetaraan dimensi dan nilai kekakuannya.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan perhitungan sistem struktur dinding geser yang dimodelkan dengan elemen-elemen kolom yang dikonstrainsi sebagai sebuah penampang. Hasil akhir yang dibandingkan dan menjadi pertimbangan dalam penelitian ini adalah *displacement*, periode getar alami, *building modes*, dan *net base reaction*.

1.3 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari hasil penelitian ini yaitu diharapkan dapat diketahui keakuratan perhitungan dinding geser yang dimodelkan sebagai elemen-elemen kolom. Dengan demikian analisis non-linier dapat digunakan untuk menghitung struktur dinding geser. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi pertimbangan yang penting bagi perencana struktur dalam mendesain suatu bangunan tinggi.

1.4 RUANG LINGKUP PEMBAHASAN

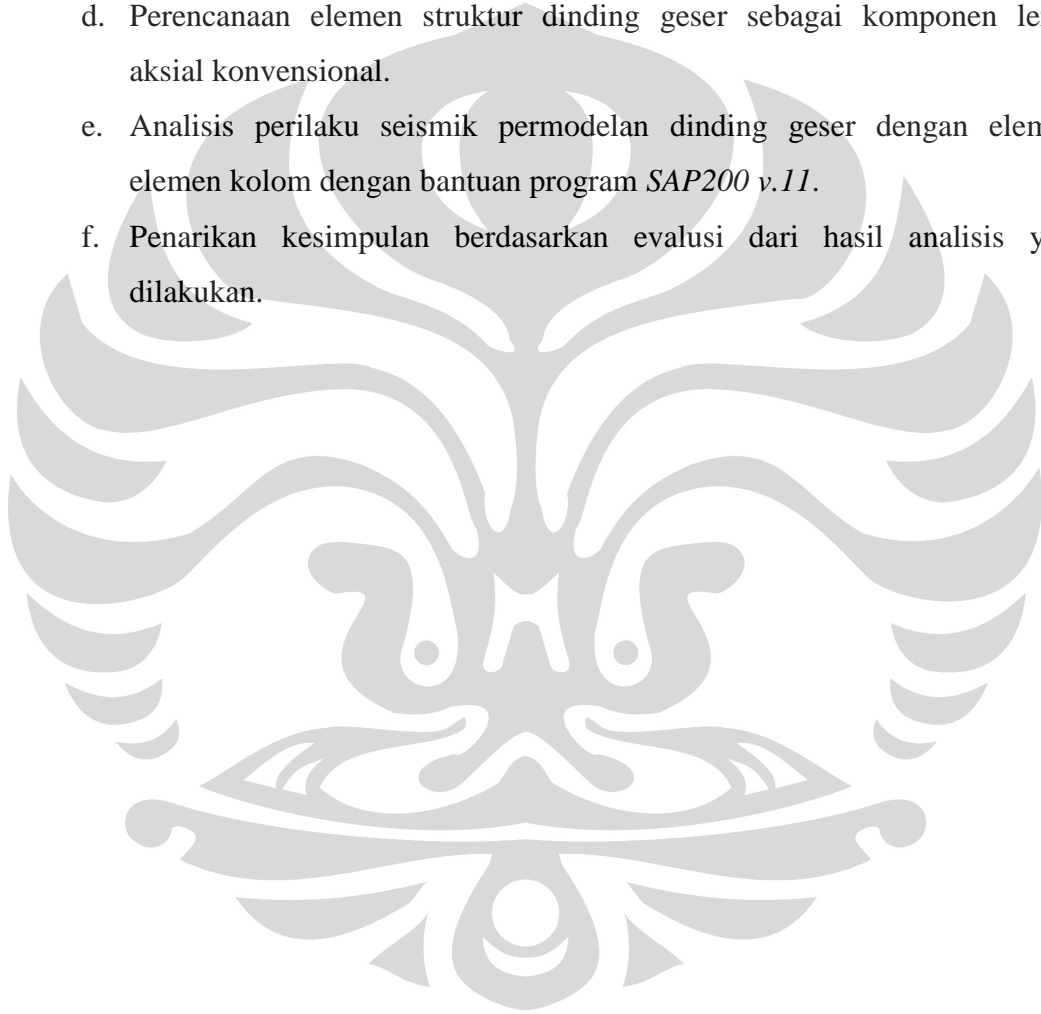
Objek penelitian adalah bangunan yang dimodelkan dengan bantuan program komputer *SAP2000 v.11* yang memiliki kriteria sebagai berikut :

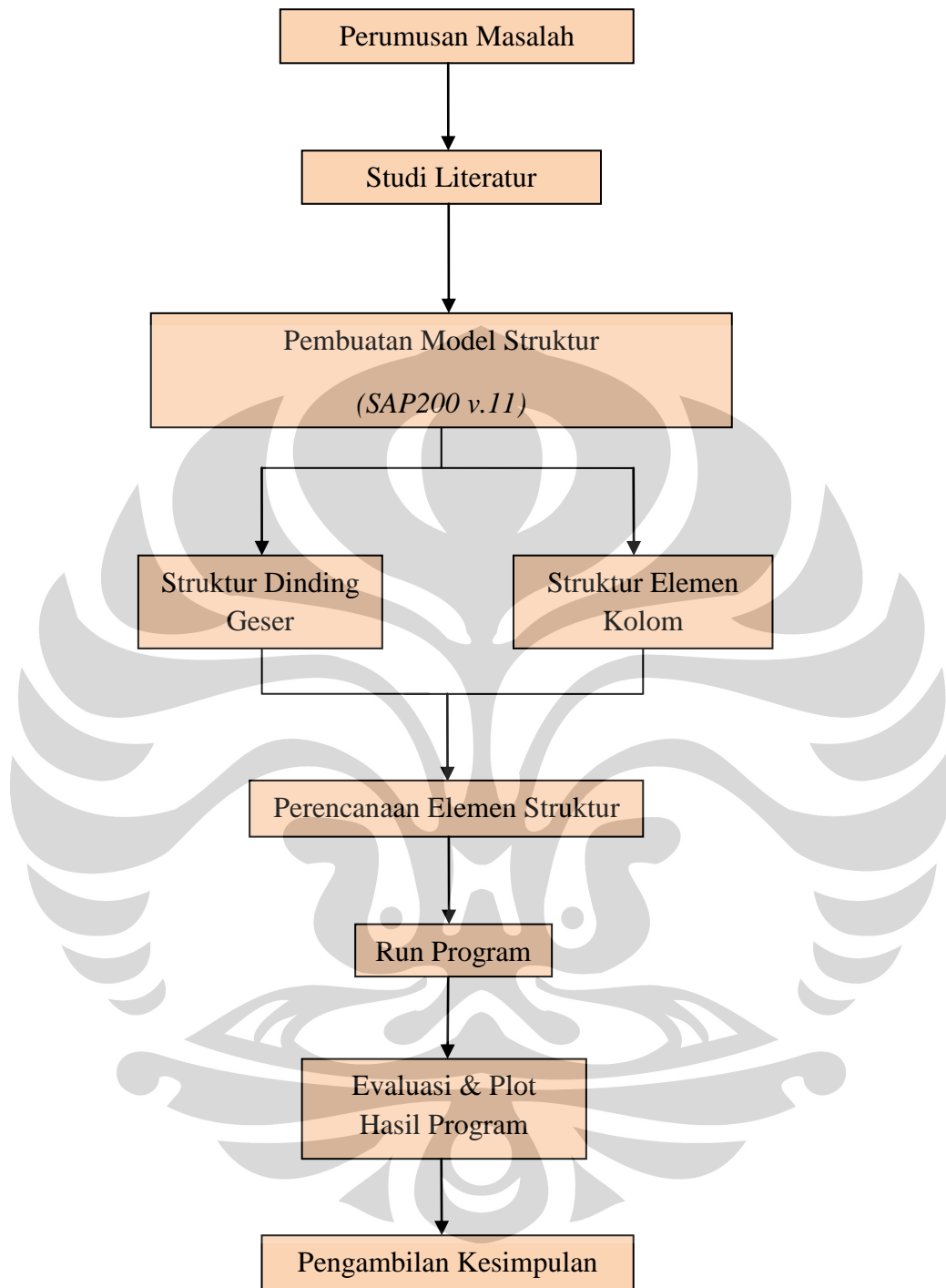
- a. Model struktur bangunan yang digunakan adalah struktur bangunan yang menggunakan dinding geser dari elemen shell dan elemen kolom. Struktur terdiri dari 10, 15, dan 20 lantai dengan tinggi antar lantai 3 m.
- b. Semua balok berarah mendatar dan semua kolom dan dinding geser berarah tegak.
- c. Semua sumbu kolom adalah berhimpitan, sehingga tidak diperhitungkan adanya eksentrisitas, demikian pula sumbu balok pada ketinggian portal adalah berhimpitan.
- d. Portal harus mempunyai jumlah bentang yang sama pada setiap ketinggiannya dan dinding geser membujur tegak pada seluruh ketinggian struktur. Semua titik hubung dari komponen struktur merupakan hubungan kaku, kolom dan dinding geser kuat terjepit pada permukaan tanah.
- e. Material penyusun pelat, portal, dan dinding geser yang digunakan adalah beton bertulang.
- f. Jenis beban yang dipakai dalam meninjau perilaku struktur adalah beban gravitasi dan beban lateral. Beban gravitasi yang dimaksud mencakup beban mati dan beban hidup, sedangkan beban lateral yang ditinjau dalam penelitian ini adalah beban gempa.
- g. Pembebanan lateral yang digunakan untuk mendesain bangunan tersebut diperoleh melalui analisis ragam repons spektrum gempa wilayah 3 pada Peta Gempa Indonesia sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dengan mengasumsikan bangunan tersebut memiliki daktilitas struktur μ sebesar 5.2, sehingga nilai faktor reduksi gempa (R) adalah sebesar 8.5.
- h. Peninjauan beban hanya pada beban mendatar, sehubungan dengan fungsi dari dinding geser.

I.5 METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Perumusan masalah serta penentuan tujuan dan ruang lingkup penelitian.
- b. Studi literatur, terutama tentang dinding geser, daktilitas struktur, dan analisis non-linier.
- c. Pembuatan model struktur dinding geser yang dimodelkan dengan elemen-elemen kolom dengan bantuan program *SAP200 v.11*.
- d. Perencanaan elemen struktur dinding geser sebagai komponen lentur aksial konvensional.
- e. Analisis perilaku seismik permodelan dinding geser dengan elemen-elemen kolom dengan bantuan program *SAP200 v.11*.
- f. Penarikan kesimpulan berdasarkan evaluasi dari hasil analisis yang dilakukan.





Gambar 1.1 Langkah-langkah penelitian

I.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan skripsi ini secara garis besar adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bagian ini diuraikan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup pembahasan, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bagian ini akan diuraikan teori-teori yang digunakan dalam melakukan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bagian ini dijelaskan mengenai penerapan model analisis, dan analisis struktur dengan program komputer *SAP2000 v.11*.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Dalam bagian ini ditampilkan output data yang telah diolah dari analisa dan dilakukan pembahasan dari output yang didapatkan tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari penjelasan-penjelasan yang telah dipaparkan dari bab-bab sebelumnya serta saran-saran dari hasil analisa yang telah dilakukan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 KONSEP PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN TAHAN GEMPA

Suatu struktur bangunan bertingkat tinggi harus dapat memikul beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut, diantaranya beban gravitasi dan beban lateral. Beban gravitasi meliputi beban mati pada struktur dan beban hidup, sedangkan yang termasuk beban lateral adalah beban angin dan beban gempa.

Berdasarkan UBC 1997, tujuan desain bangunan tahan gempa adalah untuk mencegah terjadinya kegagalan struktur dan kehilangan korban jiwa, dengan tiga kriteria standar sebagai berikut:

- Tidak terjadi kerusakan sama sekali pada gempa kecil.
- Ketika terjadi gempa sedang, diperbolehkan terjadi kerusakan arsitektural tetapi bukan merupakan kerusakan struktural.
- Diperbolehkan terjadinya kerusakan struktural dan non-struktural pada gempa kuat, namun kerusakan yang terjadi tidak sampai menyebabkan bangunan runtuh.

Dalam melakukan perencanaan suatu struktur bangunan, terdapat berbagai metode dalam memodelkan gaya lateral terutama gaya gempa. Respons suatu bangunan akibat beban gempa yang terjadi adalah sangat kompleks, sehingga metode-metode baru terus berkembang untuk mengetahui perilaku struktur akibat gempa yang terjadi. Berbagai metode analisis, baik elastik (linier) dan inelastik (nonlinier) dikembangkan untuk mengetahui perilaku struktur akibat gempa. Metode analisis elastis meliputi prosedur beban lateral statik dan dinamik yang terdapat pada *code*. Salah satu metode analisis nonlinear yang paling dasar adalah *nonlinear time history analysis*. Dengan analisis riwayat waktu (*time history analysis*), dapat diketahui respons struktur akibat gempa seperti simpangan, kecepatan, dan percepatan untuk setiap segmen waktu yang ditentukan.

Gedung-gedung yang diklasifikasikan sebagai gedung yang beraturan dapat dianalisis dengan menggunakan analisis statik ekuivalen, cara yang jauh lebih mudah dibandingkan dengan analisis dinamik. Analisis ini mentransfer

pergerakan tanah pada level fondasi menjadi beban-beban statik lateral yang bekerja pada setiap pusat massa lantai. Hasil perencanaan struktur yang diperoleh harus diverifikasi melalui analisis dinamik, yaitu dengan menggunakan *time history analysis* untuk mendapatkan respon nyata struktur ketika terkena beban gempa.

Analisis dinamik bukanlah persoalan yang mudah sehingga para ahli mengembangkan metode yang lebih sederhana melalui analisis statik, yaitu dengan konsep desain kinerja struktur (*Performance Based Design*). *Performance-based design* merupakan metode desain bangunan yang menjadikan perilaku bangunan yang diinginkan saat terjadi gempa dengan level tertentu sebagai acuan. Perilaku tersebut diukur dari tingkat kerusakan struktural dan non struktural yang terjadi. Dalam ATC 40 dikenal empat tingkat kerusakan utama sebagai berikut:

Tabel 2.1 Tingkat kerusakan bangunan

Level Kinerja	Penjelasan
<i>Operational</i>	Tidak ada kerusakan struktural dan non struktural yang berarti, bangunan dapat tetap berfungsi.
<i>Immediate Occupancy</i>	Tidak terjadi kerusakan struktural, komponen non struktural masih berada di tempatnya dan bangunan tetap dapat berfungsi tanpa terganggu masalah perbaikan.
<i>Life Safety</i>	Terjadi kerusakan struktural tetapi tidak terjadi keruntuhan, komponen non struktural tidak berfungsi tetapi bangunan masih dapat digunakan setelah dilakukan perbaikan.
<i>Structural Stability</i>	Kerusakan terjadi pada komponen struktural dan non struktural, bangunan hampir runtuh, dan kecelakaan akibat kejatuhan material bangunan sangat mungkin terjadi.

Salah satu metode analisis statik yang termasuk *performance based design* adalah analisis beban dorong statik (*Static Push Over Analysis*). Analisis beban dorong statik adalah suatu cara analisis statik 2 dimensi atau 3 dimensi linier dan non-linier, di mana 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, kemudian dengan peningkatan beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk elasto-plastis yang besar sampai mencapai kondisi di ambang keruntuhan.

2.1.1 Daktilitas Struktur (μ)

Daktilitas adalah kemampuan suatu struktur untuk mengalami simpangan dalam kondisi pasca elastik hingga terjadinya keruntuhan. Perilaku ini sangat penting, karena selama proses pelelehan elemen struktur terjadi proses dissipasi energi gempa. Selama terjadi gempa, daktilitas akan mempertahankan kekuatan dan kekakuan yang cukup, sehingga struktur gedung tetap berdiri walaupun sudah berada dalam kondisi di ambang keruntuhan.

Struktur dengan tingkat daktilitas tertentu akan memungkinkan terjadinya sendi plastis secara bertahap pada elemen-elemen struktur yang telah ditentukan. Dengan terbentuknya sendi plastis pada elemen struktur, maka struktur akan mampu menahan beban gempa maksimum tanpa memberikan kekuatan yang berlebihan pada elemen struktur karena energi kinetik akibat gerakan tanah dasar yang diterima akan dipencarkan pada sendi plastis tersebut. Semakin banyak terbentuk sendi plastis pada elemen struktur, semakin besar pula energi gempa yang dipencarkan. Setelah terjadi sendi plastis pada suatu elemen, defleksi struktur serta rotasi plastis masih terus bertambah.

Agar struktur gedung tinggi memiliki daktilitas yang tinggi, harus diupayakan supaya sendi-sendi plastis yang terjadi akibat beban gempa maksimum terjadi pada balok-balok dan tidak terjadi pada kolom-kolom, kecuali pada kaki kolom yang paling bawah dan pada bagian atas kolom penyangga atap. Hal ini dapat tercapai bila kapasitas (momen leleh) kolom lebih tinggi daripada kapasitas (momen leleh) balok yang bertemu pada kolom tersebut (konsep *strong column weak beam*). Selain itu besarnya *displacement* yang terjadi harus dibatasi untuk menjaga integritas bangunan dan menghindari jatuhnya korban jiwa.

Rasio antara simpangan maksimum struktur (X_{max}) terhadap simpangan struktur pada saat terjadinya sendi plastis yang pertama (X_y) dinyatakan sebagai faktor daktilitas (μ) :

$$\mu = \frac{X_{max}}{X_y}$$

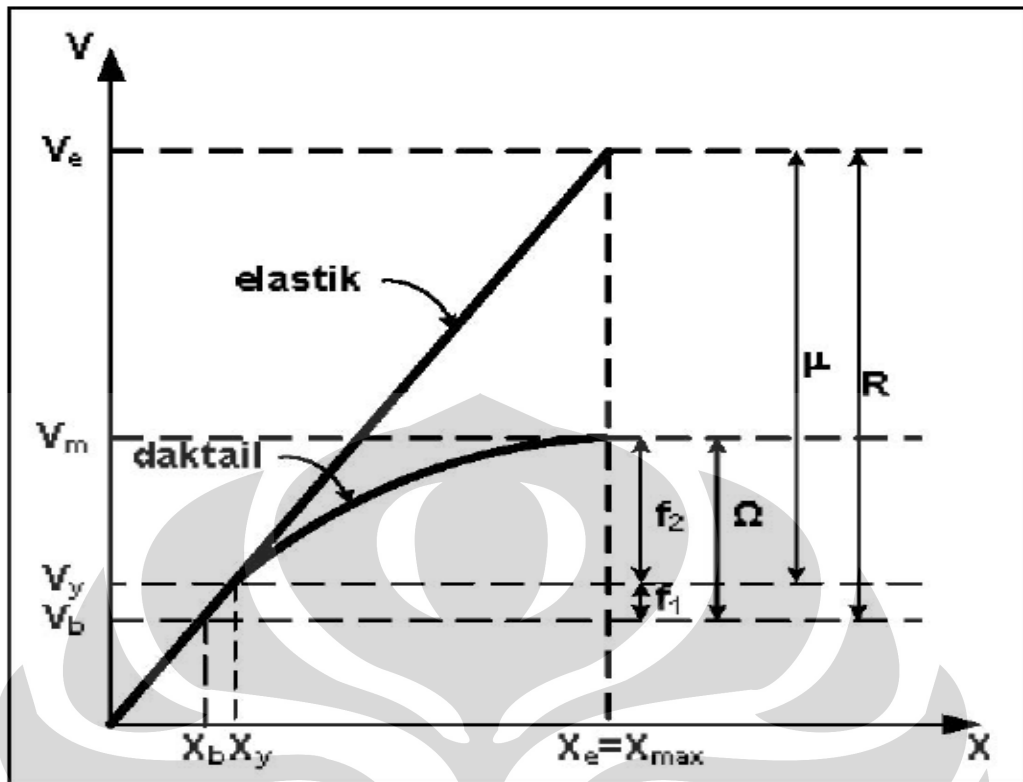
Faktor daktilitas maksimum yang digunakan untuk bangunan beton bertulang adalah 5,3 dan untuk bangunan baja adalah 8,0.

2.1.2 Faktor Kuat Lebih (*Overstrength Factor*)

Sistem struktur dan periode natural struktur akan mempengaruhi respon struktur terhadap *ground motion*. Dalam mendesain suatu bangunan, struktur memenuhi sifat kuat lebih (f_1) dan *redundancy* (f_2), maka dengan sifat tersebut struktur umumnya tidak akan berespon sepenuhnya elastoplastis.

Sifat kuat lebih (f_1) umumnya disebabkan kekuatan aktual material yang dilaksanakan lebih besar dari kekuatan material yang direncanakan sedangkan *redundancy* (f_2) disebabkan dari mekanisme jumlah sendi plastis yang direncanakan pada bangunan lebih besar dari satu.

Faktor amplifikasi gaya gempa menyatakan faktor kuat lebih total yang selanjutnya disebut sebagai *overstrength factor* dengan lambang Ω . Berdasarkan faktor daktilitas dan faktor kuat lebih maka desain struktur bangunan akan menjadi sebagai berikut:



Gambar 2.1 Mekanisme desain bangunan berdasarkan faktor daktilitas dan kuat lebih (SNI 03-1726-2002)

Maka dari gambar tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa bangunan tidak akan sepenuhnya berespon secara elastoplastis karena terdapat faktor daktilitas dan kuat lebih pada struktur.

2.1.3 Kekakuan

Kekakuan suatu struktur adalah gaya yang dapat disimpan oleh sistem struktur bila struktur itu diberi perpindahan baik itu perpanjangan, perpendekan, perputaran sudut, atau deformasi-deformasi lainnya. Kekakuan dari suatu sistem struktur adalah penjumlahan dari kekakuan masing-masing elemen pembentuk struktur tersebut, yang meliputi panjang (L), modulus elastisitas (E), momen inersia (I), momen inersia polar (J), modulus elastisitas geser (G), dan luas penampang (A).

Untuk struktur berderajat kebebasan banyak kekakuan struktur berupa matriks $n \times n$ yang simetri, dengan n adalah jumlah derajat kebebasan (*degree of freedom*). Pada analisis pengaruh gempa pada struktur gedung, struktur gedung

dianggap sebagai bangunan dengan kekakuan lantai (balok dan pelat) sangat besar jika dibanding kekakuan kolom, sehingga untuk pemodelan dua dimensi sistem portal satu lantai mempunyai satu derajat kebebasan yaitu perpindahan terhadap arah lateral. Sedangkan untuk pemodelan tiga dimensi sistem portal satu lantai mempunyai tiga derajat kebebasan yaitu dua arah perpindahan (sumbu x dan sumbu y) dan rotasi dari lantai.

Dalam perencanaan struktur gedung terhadap pengaruh beban Gempa Rencana pengaruh peretakan beton pada unsur-unsur struktur pada beton bertulang, beton prategang dan baja komposit harus diperhitungkan terhadap kekakuannya. Untuk itu, momen inersia penampang unsur struktur dapat ditentukan sebesar penampang utuh dikalikan dengan suatu persentase efektivitas penampang sebagai berikut :

- Untuk kolom dan balok rangka beton bertulang terbuka = 75%
- Untuk dinding geser beton bertulang kantilever = 60%
- Untuk dinding beton bertulang berangkai:
 - Komponen dinding yang mengalami tarikan aksial = 50%
 - Komponen dinding yang mengalami tekan aksial = 80%
 - Komponen balok perangkai dengan tulangan diagonal = 40%
 - Komponen balok perangkai dengan tulangan memanjang = 20%

Berdasarkan ketentuan di atas kekakuan penampang yang digunakan adalah kekakuan penampang efektif. Kekakuan untuk elemen balok dan kolom yang diambil sebesar 75% dari kekakuan utuhnya dan kekakuan untuk elemen dinding geser diambil sebesar 60 % dari kekakuan utuhnya.

2.1.4 Redaman

Redaman pada suatu struktur yang bergetar menyatakan adanya fenomena disipasi energi atau penyerapan energi. Salah satu contoh bila struktur digetarkan semakin lama amplitudonya semakin kecil sehingga akhirnya struktur diam. Redaman struktur dimodelkan sama dengan redaman *viscous* yaitu besarnya gaya redaman yang dialami oleh suatu struktur yang bergetar berbanding lurus dengan koefisien redaman serta kecepatan getaran struktur. Untuk menyatakan besarnya

redaman biasanya dinyatakan sebagai persentase dari redaman kritis yang mungkin terjadi.

$$c = \xi \cdot c_{cr}$$

Redaman kritis suatu struktur didefinisikan sebagai berikut :

$$c_{cr} = 2 \cdot m \cdot \omega_n = 2\sqrt{k \cdot m} = \frac{2k}{\omega_n}$$

Dimana :

m = massa

k = kekakuan

ω_n = frekuensi natural (radian/detik)

ξ = koefisien persentase redaman

Untuk gedung, nilai ξ tidak lebih dari 20%, sehingga pengaruh redaman pada gedung tidak terlalu dominan. Pada tugas akhir ini, model yang digunakan adalah struktur beton bertulang dengan redaman 5 %.

2.1.5 Waktu Getar Alami Struktur

Waktu getar alami struktur adalah waktu yang dibutuhkan oleh struktur untuk bergetar satu kali bolak-balik tanpa adanya gaya luar. Untuk sistem berderajat kebebasan tunggal tanpa redaman, waktu getar alami dapat dihitung dari persamaan getaran bebas berikut ini :

$$m\ddot{y} + ky = 0$$

Solusi umum persamaan getaran harmonis :

$$y = A \cos(\omega t + \alpha)$$

$$\ddot{y} = -\omega^2 y$$

Dengan mendistribusikan persamaan - persamaan diatas diperoleh :

$$-m\omega^2 y + ky = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

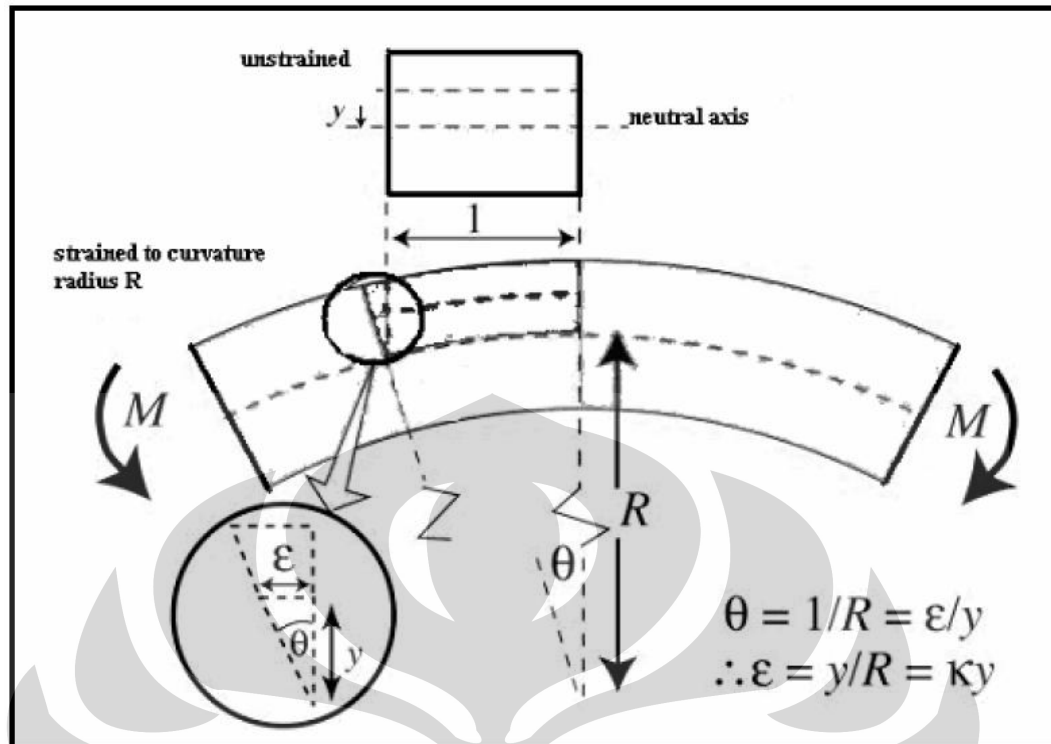
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{2\pi}{\omega_n}$$

T adalah perioda getar alami dari suatu struktur. T perlu diketahui untuk menghindari terjadinya peristiwa resonansi pada struktur, yaitu peristiwa ketika frekuensi alami dari struktur sama dengan frekuensi dari beban luar yang bekerja. Akibat dari peristiwa resonansi ini adalah terjadinya pembesaran amplitudo pada struktur yang tidak dapat dikendalikan, dan dapat menyebabkan struktur tersebut runtuh.

2.1.6 Momen Kurvature

Kurvatur didapat dari distribusi tegangan karena kurvatur mencerminkan distribusi regangan dibanding distribusi tegangan. Pada keadaan elastoplastis kurvatur ditentukan oleh deformasi bagian elastik, karena bagian plastis penampang tidak memberikan perlawanan pada deformasi. Untuk menjelaskan kurvatur dari elemen, gambar dibawah ini menunjukkan segmen yang dianggap tetap datar dari elemen beton bertulang dengan momen ujung yang sama besar dan gaya aksial. Notasi yang digunakan sebagai berikut:

- a. Radius dari kurvatur = R
- b. Tinggi garis netral = kd
- c. Regangan beton = ϵ_c
- d. Regangan tarik baja = ϵ_s



Gambar 2.2 Konsep momen kurvature

Dengan hanya mengambil bagian yang kecil dari segmen dengan panjang dx dan dengan mengambil notasi seperti yang telah disebutkan di atas, akan didapat rotasi antara akhir dari segmen yang didapat dari:

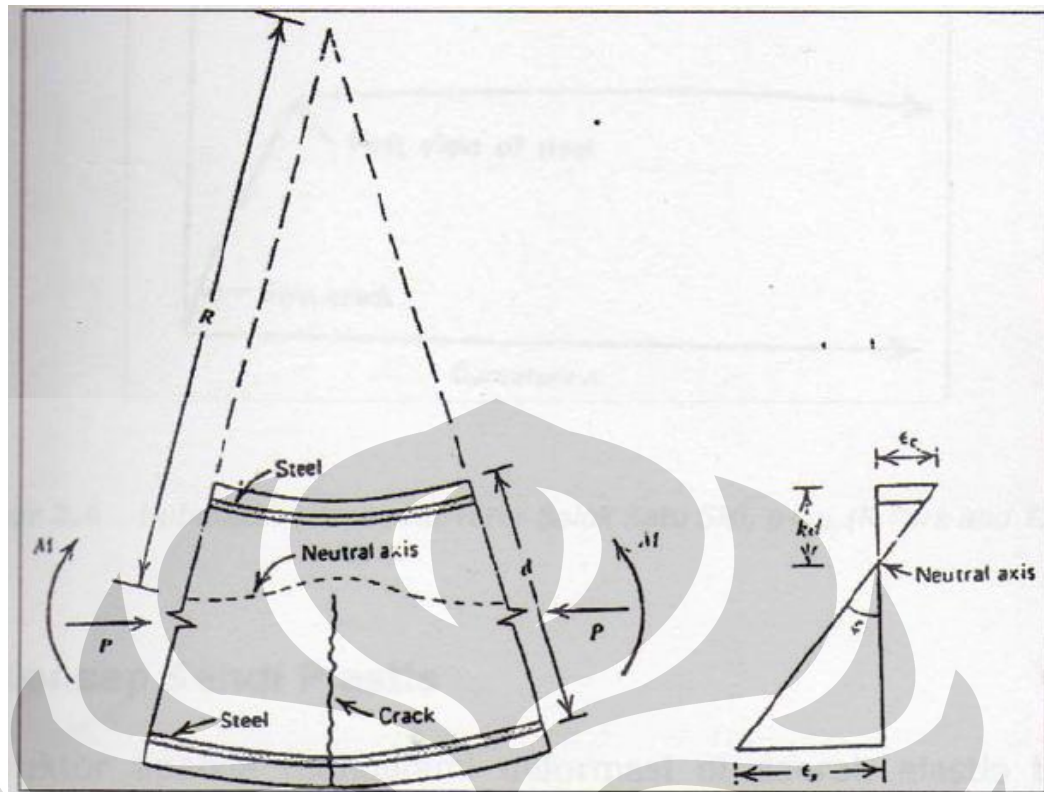
$$\frac{dx}{R} = \frac{\varepsilon_c}{kd} = \frac{\varepsilon_s}{d(1-k)}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{\varepsilon_c}{kd} = \frac{\varepsilon_s}{d(1-k)}$$

Dalam hal ini $1/R$ adalah kurvatur dari elemen (rotasi per satuan panjang dari suatu segmen) dan dipakai sebagai simbolnya adalah ϕ . Maka dapat diperoleh:

$$\phi = \frac{\varepsilon_c}{kd} = \frac{\varepsilon_s}{d(1-k)} = \left(\frac{\varepsilon_c + \varepsilon_s}{d} \right)$$

Dalam hal ini dapat dibuktikan bahwa kurvatur merupakan kemiringan atau gradien dari profil regangan pada segmen.



Gambar 2.3 Neutral axis dan curvature

Kurvatur sebenarnya akan bervariasi sepanjang segmen yang ditinjau karena ada fluktuasi dari tinggi garis netral dan regangan diantara retak yang terjadi. Kurvatur dari suatu segmen dapat diperoleh apabila tinggi dari garis netral yang terjadi pada segmen tersebut diketahui. Hubungan kurvatur dengan momen yang bekerja adalah pengaruhnya terhadap tinggi garis netral yang terjadi. Momen crack diperoleh dari kondisi penampang saat mengalami retak, momen yield diperoleh dari kondisi saat tulangan tarik pertama kali mengalami leleh.

2.2 ELEMEN STRUKTUR DINDING GESER

Dalam perencanaan struktur tahan gempa, tiap elemen struktur didesain dengan berbagai ketentuan tertentu. Sama halnya terhadap dinding struktural yang merupakan sistem struktur atau bagian dari sistem yang memikul beban gempa seperti dinding geser. Dinding geser dari beton bertulang adalah elemen struktur vertikal yang biasa digunakan pada gedung bertingkat tinggi yang berfungsi untuk menahan gaya lateral yang berasal dari beban gempa dan angin. Struktur bangunan dengan dinding geser merupakan salah satu konsep solusi masalah

gempa dalam bidang Teknik Sipil yaitu sebagai substruktur yang menahan gaya geser akibat gempa.

Hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dinding geser yaitu bahwa dinding geser tidak boleh runtuh akibat gaya geser. Hal ini disebabkan oleh fungsi utama dinding geser yaitu sebagai penahan gaya geser yang besar akibat gempa, sehingga apabila dinding geser runtuh akibat gaya geser itu sendiri maka otomatis keseluruhan struktur akan runtuh karena sudah tidak ada lagi yang menahan gaya geser tersebut. Dinding geser hanya boleh runtuh akibat adanya momen plastis yang menyebabkan timbulnya sendi plastis pada bagian dasar dinding. Suatu dinding dikategorikan kedalam dinding geser jika gaya geser rencana melebihi $(1/12)A_{cv}\sqrt{f'_c}$. Jika kurang dari nilai tersebut maka dinding tersebut dianggap hanya sebagai dinding penumpu (memikul beban gravitasi). Rasio penulangan pada dinding geser yaitu ρ_v (penulangan arah vertikal) dan ρ_n (penulangan arah horizontal) tidak boleh kurang dari 0,0025. Selain dari itu dicek apakah dibutuhkan *boundary element* yaitu apabila $f_{max} > 0,2 f'_c$.

Dan

$$f_{max} = \frac{P_u}{A_g} + \frac{M_u l_w / 2}{I}$$

dimana:

$$A_g = L_w t_w$$

$$I = 1/12 t_w L_w^3$$

Berbeda dengan dinding geser biasa yang memikul beban vertikal dan gaya geser pada panel dinding, maka pada dinding geser dengan komponen batas, semua beban vertikal dipikul oleh komponen batas (*boundary element*), sedangkan gaya gesernya dipikul oleh bagian dindingnya. *Boundary element* pada dinding geser harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- *Boundary element* harus memikul semua beban vertikal
- *Boundary element* harus dikekang seperti kolom

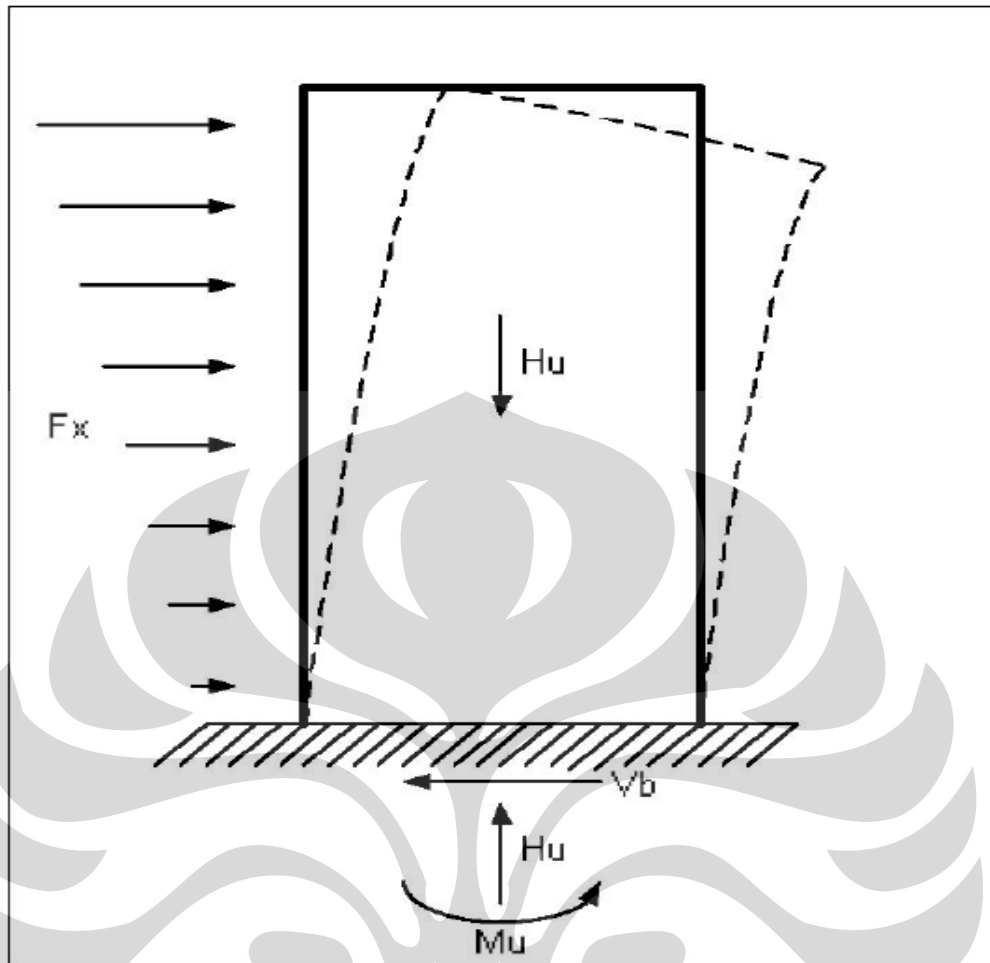
- Tulangan transversal dinding geser harus diteruskan sampai dengan ke *boundary element*.

Jenis dinding geser biasanya dikategorikan berdasarkan geometrinya yaitu:

- *Flexural wall*, dinding geser yang memiliki rasio $h_w/l_w \geq 2$, dimana desain dikontrol oleh lentur sehingga memiliki rasio perbandingan M/V yang tinggi.
- *Squat wall*, dinding geser yang memiliki rasio $h_w/l_w \leq 1$ atau 2, dimana desain dikontrol oleh geser sehingga memiliki rasio perbandingan M/V yang rendah.
- *Coupled shear wall* dimana momen yang terjadi pada dasar dinding dikonversikan menjadi gaya tarik tekan yang bekerja pada *coupled beam*-nya.

Dalam prakteknya dinding geser selalu berhubungan dengan rangka struktur gedung. Dinding geser yang umum digunakan adalah dinding geser yang berdiri bebas atau dinding geser kantilever dan dinding geser berangkai.

Dalam kasus dinding geser yang berdiri bebas, deformasi yang terjadi mirip dengan sebuah balok kantilever yang berdiri di atas tanah sehingga disebut sebagai *cantilever shear wall*. Berdasarkan SNI Gempa 2002 pengertian dinding geser beton bertulang kantilever adalah suatu subsistem struktur gedung yang fungsi utamanya adalah untuk memikul beban geser akibat pengaruh gempa rencana, yang runtuhnya disebabkan oleh momen lentur (bukan oleh gaya geser) dengan terjadinya sendi plastis pada kakinya, dimana nilai momen lelehnya dapat mengalami peningkatan terbatas akibat pengerasan regangan. Dinding geser kantilever termasuk dalam *flexural wall* dimana rasio antara tinggi dan lebar dinding geser tidak boleh kurang dari 2 dan lebarnya tidak boleh kurang dari 1,5 m.



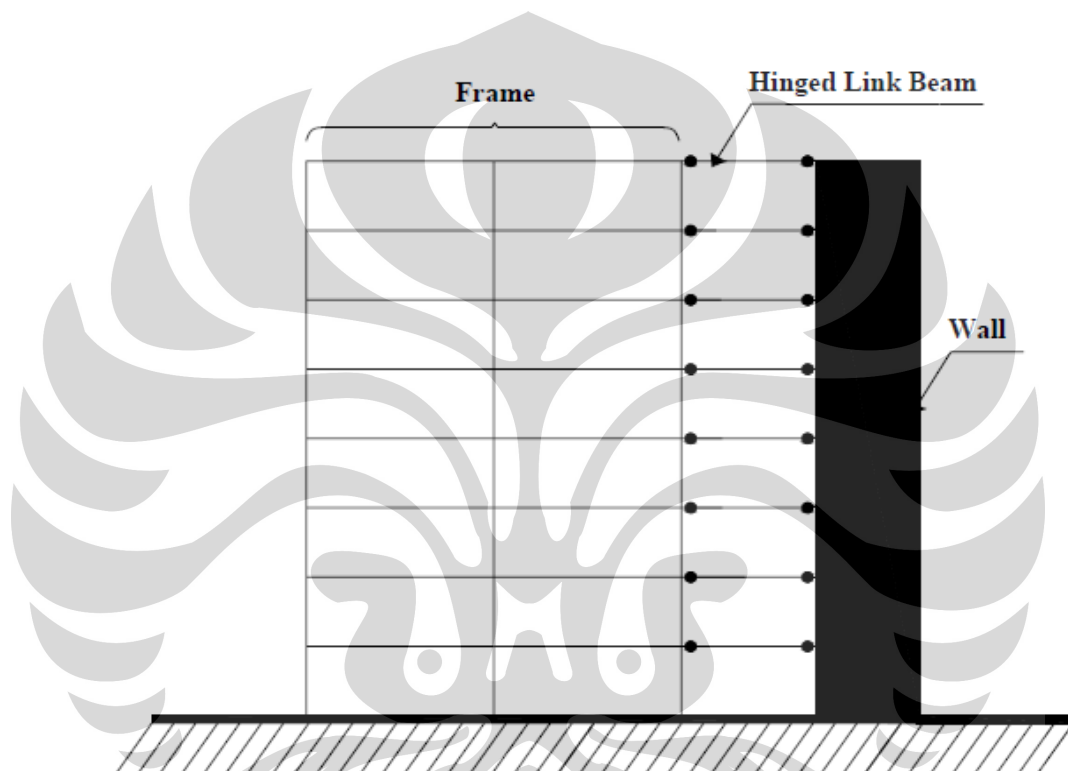
Gambar 2.4 Gaya-gaya yang bekerja pada dinding geser kantilever

2.3 KONSEP DESAIN DINDING GESER

Kerjasama antara rangka struktur dan dinding geser merupakan suatu keadaan khusus, dimana dua struktur yang berbeda sifatnya digabungkan. Dari gabungan keduanya diperoleh suatu struktur yang lebih kuat dan ekonomis. Kerjasama ini dapat dibedakan menjadi beberapa macam seperti:

- a. Sistem rangka gedung yaitu sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul dinding geser atau rangka bracing. Untuk sistem rangka gedung dengan dinding geser beton bertulang sebagai elemen penahan beban lateral memiliki nilai $R = 5,5$.
- b. Sistem ganda, yang terdiri dari:

- 1) rangka ruang yang memikul seluruh beban gravitasi;
- 2) pemikul beban lateral berupa dinding geser atau rangka bresing dengan rangka pemikul momen. Rangka pemikul momen harus direncanakan secara terpisah mampu memikul sekurang-kurangnya 25% dari seluruh beban lateral;
- 3) kedua sistem harus direncanakan untuk memikul secara bersama-sama seluruh beban lateral dengan memperhatikan interaksi /sistem ganda.



Gambar 2.5 Dinding geser yang bekerja sama dengan rangka

Konsep perencanaan dinding geser sebagai elemen struktur penahan beban gempa dalam gedung bertingkat bisa dilakukan dengan konsep desain kapasitas atau hanya dengan meninjau beban-beban dari luar (konsep gaya dalam).

2.3.1 Konsep Gaya Dalam

Menurut konsep ini dinding geser didesain berdasarkan gaya dalam yang terjadi akibat beban gempa. Gaya dalam yang terjadi berupa V_u dan M_u menjadi dasar desain dalam konsep ini. Konsep desain dinding geser berdasarkan gaya dalam mengacu pada SNI Beton 2847-2002. Geser rencana dinding struktur

diperoleh dari analisa beban lateral dengan *load factor* yang sesuai sedangkan kuat geser nominal, V_n dinding struktural harus memenuhi:

$$V_n \geq A_{cv} (\alpha_c \sqrt{f_c'} + \rho_n f_y)$$

Dimana:

- A_{cv} adalah luas penampang total dinding struktural.
- Koefisien $\alpha_c = \frac{1}{4}$ untuk $h_w/l_w \geq 1,5$; $\alpha_c = 1,6$ untuk $h_w/l_w \leq 2$
- ρ_n adalah rasio penulangan arah horizontal.
- Kuat geser nominal sistem dinding struktural yang secara bersama-sama memikul beban lateral tidak boleh diambil melebihi $(2/3)A_{cv}\sqrt{f_c'}$ dan kuat geser nominal tiap dinding individual tidak boleh diambil melebihi $(5/6)A_{cp}\sqrt{f_c'}$ dengan A_{cp} adalah luas penampang dinding yang ditinjau.
- Dinding juga harus mempunyai tulangan geser tersebar yang memberikan tahanan dalam dua arah orthogonal pada bidang dinding. Apabila rasio h_w/l_w tidak melebihi 2, rasio penulangan ρ_v tidak boleh kurang daripada rasio penulangan ρ_n .

Komponen batas atau *boundary element* pada dinding harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- Komponen batas harus menerus secara horizontal dari sisi serat tekan terluar sejarak tidak kurang daripada $(c - 0,1l_w)$ dan $c/2$.
- Pada daerah penampang berflens, komponen batas harus mencakup lebar efektif flens pada sisi tekan dan harus menerus setidaknya-tidaknya 300 mm kedalam web.
- Tulangan transversal komponen batas khusus harus memenuhi persyaratan berikut:
 - Rasio volumetrik tulangan spiral atau sengkang cincin, ρ_s , tidak boleh kurang dari persamaan berikut:

$$\rho_s = 0,12 \frac{f'_c}{f_{yh}}$$

- Luas total penampang sengkang tertutup persegi tidak boleh kurang dari

$$A_{sh} = 0,09 \left(s h_c \frac{f'_c}{f_{yh}} \right)$$

- Tulangan transversal harus berupa sengkang tunggal atau tumpuk. Tulangan pengikat silang dengan diameter dan spasi yang sama dengan diameter dan spasi sengkang tertutup bisa digunakan. Tiap ujung tulangan pengikat silang harus terkait pada tulangan longitudinal terluar.
 - Tulangan transversal harus diletakan dengan spasi tidak lebih daripada (a) satu per empat dari dimensi terkecil komponen struktur, (b) enam kali diameter tulangan longitudinal, dan (c) S_x sesuai dengan persamaan berikut ini:

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

Nilai S_x tidak perlu lebih besar daripada 150 mm dan tidak perlu lebih kecil daripada 100 mm.

- Tulangan pengikat silang tidak boleh dipasang dengan spasi lebih daripada 350 mm dari sumbu ke sumbu dalam arah tegak lurus sumbu komponen struktur (*boundary element*).
- Tulangan transversal komponen batas khusus pada dasar dinding struktural harus dipasang menerus ke dalam fondasi setidaknya-tidaknya sejarak panjang penyaluran tulangan utama terbesar pada komponen batas khusus tersebut kecuali bila komponen batas tersebut berhenti pada fondasi telapak atau pelat, yang mana tulangan transversal komponen batas khusus tersebut harus dipasang hingga setidaknya-tidaknya sejauh 300 mm ke dalam fondasi telapak atau pelat.
- Tulangan horizontal pada badan dinding harus diangkur di dalam inti terkekang dari komponen batas tersebut agar dapat mengembangkan kuat lelehnya, f_y .

2.3.2 Konsep Desain Kapasitas

Suatu struktur perlu didesain sedemikian rupa sehingga jika beban maksimum bekerja maka dapat diketahui skenario keruntuhan dari struktur tersebut. Salah satu cara untuk menentukannya adalah dengan menggunakan konsep desain kapasitas. Inti dari konsep ini adalah memperkirakan urutan kejadian dari kegagalan suatu struktur apabila struktur tersebut dikenai beban maksimum. Pada konsep desain kapasitas, tidak semua elemen struktur dibuat sama kuat terhadap gaya dalam yang direncanakan, tetapi ada elemen-elemen struktur atau titik pada struktur yang dibuat lebih lemah dibandingkan dengan yang lain. Hal ini agar di elemen atau titik tersebut kegagalan struktur akan terjadi pada saat beban maksimum bekerja. Konsep desain kapasitas diperlukan untuk elemen-elemen yang daktail penuh khususnya bangunan di daerah dengan resiko gempa tinggi.

Pada suatu dinding geser yang bekerja sebagai dinding geser kantilever, sendi plastis diharapkan terjadi pada dasar dinding. Dalam konsep desain kapasitas, dasar dinding geser didesain sebagai sendi pada taraf beban lateral dimana dasar dinding masih bersifat daktail untuk menahan momen dan gaya tekan akibat gaya aksial. Namun di sisi lain bagian di luar daerah sendi plastis didesain untuk tetap dalam keadaan elastis selama proses pembebanan sehingga menghindari perencanaan detail terhadap beban gempa.

Konsep desain kapasitas tertera pada SNI Beton 1992 untuk perencanaan dinding struktural. Kuat geser rencana dinding geser pada penampang dasar sehubungan dengan adanya pembesaran dinamis, dihitung dengan persamaan berikut:

$$V_{u,d,maks} = \omega_d \cdot 0,7 \cdot \frac{M_{kap,d}}{M_{E,d,maks}} \cdot V_{E,d,maks}$$

Dimana:

- ω_d adalah koefisien pembesaran dinamis yang memperhitungkan pengaruh dari terjadinya sendi plastis pada struktur secara keseluruhan.
- $M_{kap,d}$ adalah momen kapasitas dinding geser pada penampang dasar yang dihitung berdasarkan luas baja tulangan yang terpasang dengan tegangan tarik baja tulangan sebesar $1,25 F_y$

- $M_{E, d, maks}$ adalah momen lentur maksimum dinding geser akibat beban gempa tak terfaktor pada penampang dasar.
- $V_{E, d, maks}$ adalah gaya geser maksimum dinding geser akibat beban gempa tak terfaktor pada penampang.

2.3.3 Elemen Struktur yang Tidak Memikul Gaya Gempa

Elemen struktur portal pada gedung yang terdiri dari susunan elemen balok dan kolom direncanakan untuk memikul beban gravitasi. Untuk elemen struktur yang tidak menahan beban gempa didesain dengan ketentuan sebagai berikut:

- Kombinasi beban yang digunakan $1,2D + 1,0L$ atau $0,9D$, tergantung mana yang paling menentukan. Faktor beban pada L boleh direduksi menjadi 0,5 kecuali untuk garasi, ruang pertemuan, dan ruang-ruang lainnya yang beban hidupnya lebih besar daripada 500 kg/m^2 .
- Komponen struktur dengan beban aksial terfaktor tidak melampaui $A_g f'_c / 10$ harus memenuhi jumlah tulangan atas dan bawah tidak boleh kurang dari yang ditentukan oleh $A_s \text{ min} = \sqrt{f'_c} / 4f_y b_w d$ dan tidak boleh kurang dari $1,4b_w d / f_y$, dan rasio tulangan ρ tidak boleh melebihi 0,025. Sekurang-kurangnya harus ada dua batang tulangan atas dan dua batang tulangan bawah yang dipasang secara menerus. Sengkang juga harus dipasang dengan spasi tidak melebihi $d/2$ pada seluruh bentangnya.
- Komponen struktur dengan gaya aksial terfaktor akibat beban gravitasi yang melebihi $A_g f'_c / 10$ harus memenuhi ketentuan berikut:
 - Untuk tulangan memanjang, rasio penulangan ρ_g tidak boleh kurang dari 0,01 dan tidak boleh lebih dari 0,06.
 - Sambungan lewatan hanya diizinkan di lokasi setengah panjang elemen struktur yang berada di tengah, direncanakan sebagai sambungan lewatan tarik, dan harus diikat dengan tulangan spiral atau sengkang tertutup.

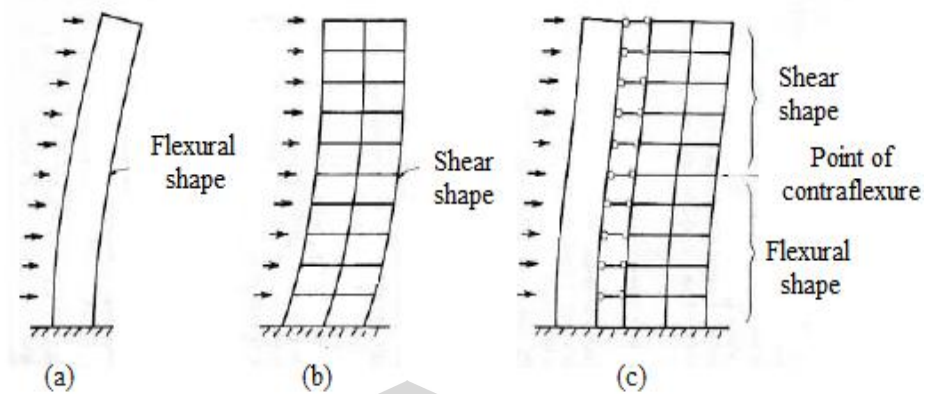
- Tulangan transversal harus berupa sengkang tunggal atau tumpuk. Tulangan pengikat silang dengan diameter dan spasi yang sama dengan diameter dan spasi sengkang tertutup boleh dipergunakan. Tiap ujung tulangan pengikat silang harus terkait pada tulangan longitudinal terluar. Pengikat silang yang berurutan harus ditempatkan secara berselang-seling berdasarkan bentuk kait ujungnya.

Selain itu spasi maksimum antar sengkang di sepanjang tinggi kolom adalah s_o , dimana s_o tidak boleh melebihi 6 kali diameter tulangan longitudinal terkecil, dan 150 mm.

2.4 SISTEM GANDA INTERAKSI DINDING GESER DAN RANGKA PEMIKUL MOMEN

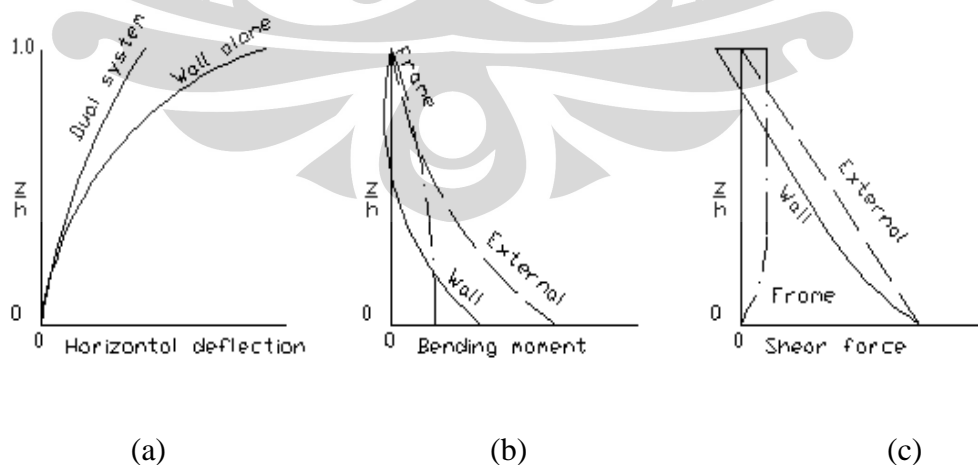
Sistem struktur dimana ketahanan terhadap beban lateral diberikan oleh kombinasi interaksi antara dinding geser dan rangka pemikul momen disebut sistem ganda (*dual system*). Keuntungan yang diperoleh dari sistem ganda adalah kontrol yang lebih baik untuk simpangan antar tingkat (*drift*) dimana nilainya tereduksi secara signifikan dibandingkan hanya didesain sebagai sistem tunggal dengan hanya dinding geser sebagai elemen penahan beban lateral. Momen yang diterima oleh dinding akan berkurang dan pola distribusi gaya geser tingkat yang ditanggung rangka pemikul momen uniform sehingga realtif lebih ekonomis (Smith dan Coull, 1991).

Untuk memahami interaksi antara dinding geser dan rangka pemikul momen pada sistem ganda, Gambar 2.6 mengilustrasikan bentuk deformasi dari dinding geser dan rangka pemikul momen yang menerima beban lateral. Dinding berdeformasi dalam pola lentur (*flexural mode*) dengan kemiringan (*slope*) maksimum di lantai teratas sementara rangka pemikul momen berdeformasi dengan pola geser (*shear mode*) dengan kemiringan maksimum di lantai dasar. Ketika keduanya dihubungkan, pola deformasi yang terjadi adalah gabungan dari keduanya, yaitu pola lentur di bagian dasar dan pola geser pada lantai atas, ditunjukkan pada Gambar 2.6c



Gambar 2.6 (a) Dinding geser dibebani beban lateral terbagi rata; (b) Rangka pemikul momen dibebani beban lateral terbagi rata; (c) Sistem ganda dibebani beban lateral terbagi rata.

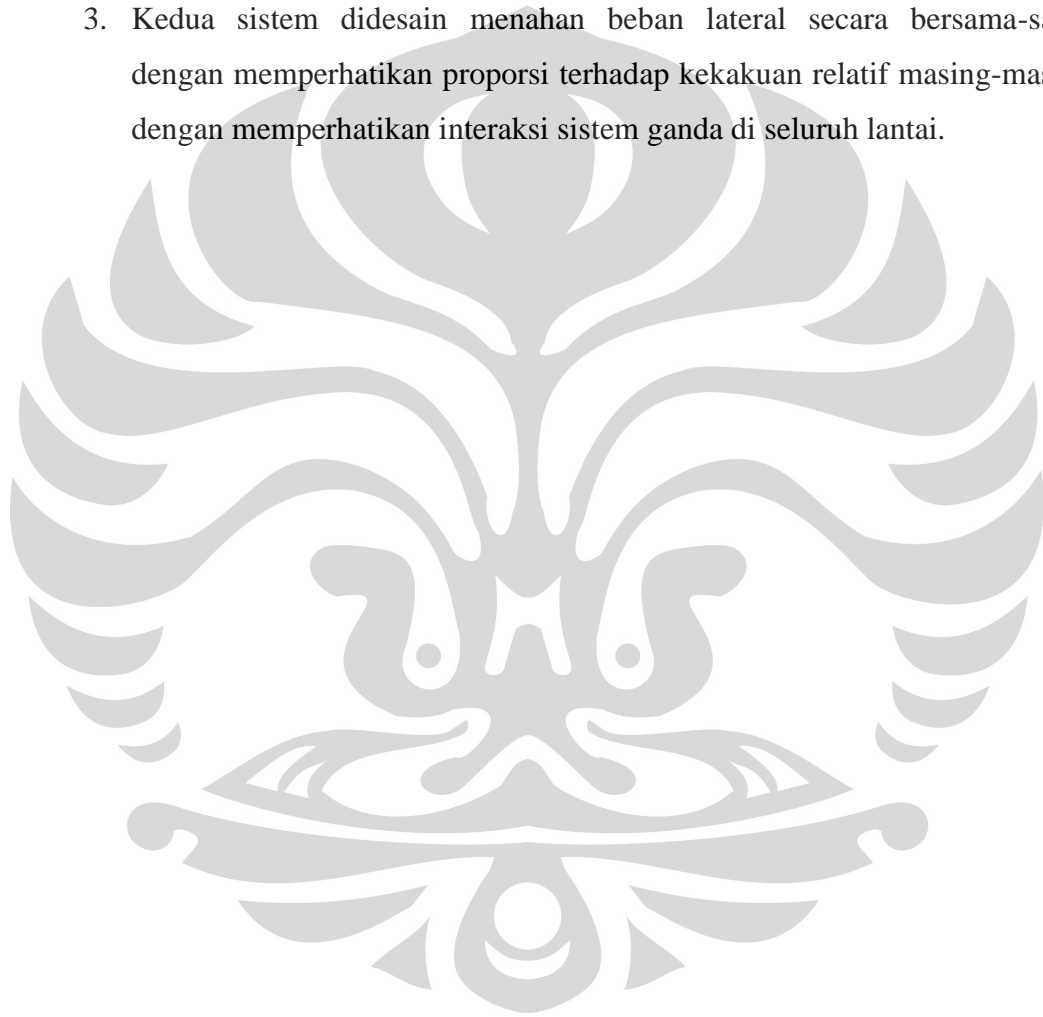
Ilustrasi bagaimana pengaruh kinerja sistem ganda dalam menahan beban lateral digambarkan oleh kurva untuk deformasi, momen dan gaya geser pada Gambar 2.7. Pada Gambar 2.7a dan 2.7b memperlihatkan bagaimana sistem ganda mereduksi dengan signifikan deformasi dan momen dibandingkan dengan sistem tunggal. Gambar 2.7c menunjukkan distribusi gaya geser tingkat pada rangka pemikul momen uniform di seluruh tingkat kecuali tereduksi di bagian dasar. Pada lantai teratas dimana gaya geser akibat beban luar bernilai nol, rangka pemikul momen mengalami gaya geser positif sementara dinding menanggung gaya geser negatif dalam besar yang sama.

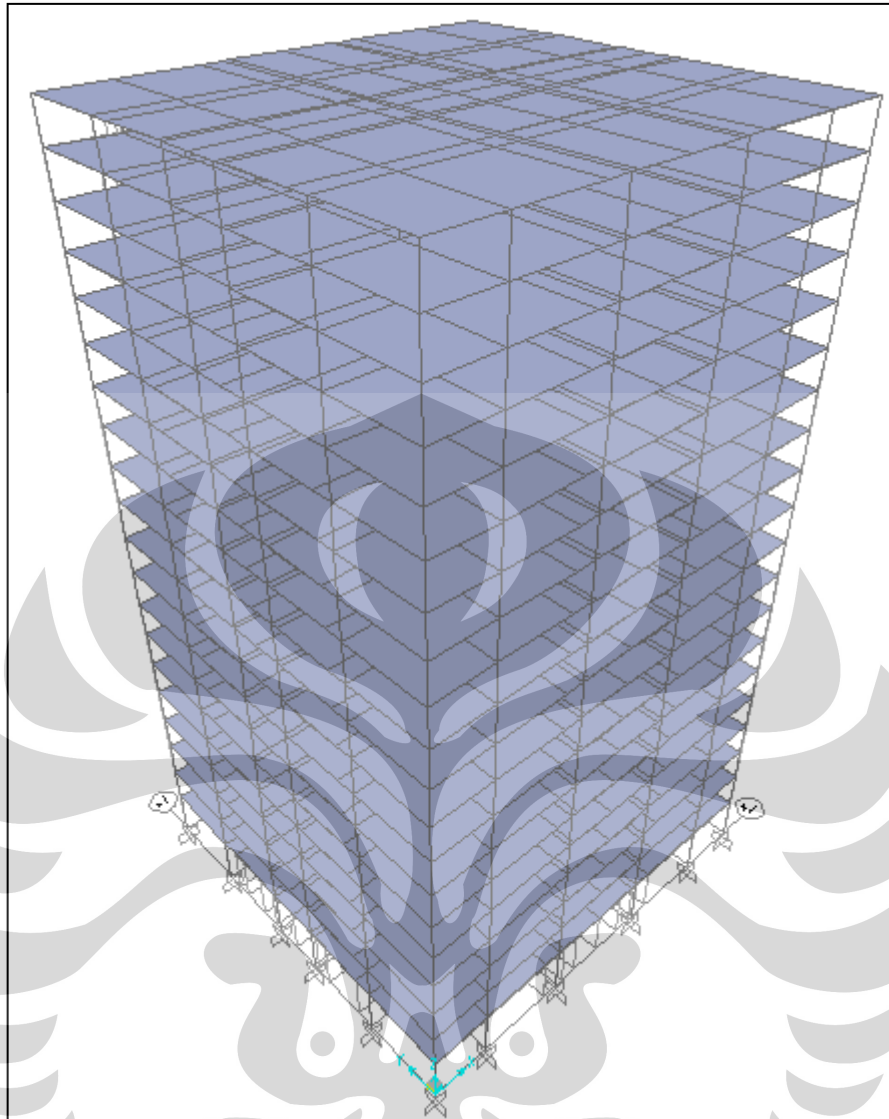


Gambar 2.7 (a) Deformasi lateral sistem ganda dan sistem tunggal; (b) Diagram momen untuk sistem ganda; (c) Diagram gaya geser tingkat untuk sistem ganda

Peraturan gempa Indonesia mensyaratkan bahwa dinding geser dan rangka pemikul momen dapat didesain sebagai sistem ganda jika memenuhi kondisi berikut (SNI 03-1726-2002, 2002)

1. Seluruh beban gravitasi dipikul oleh rangka pemikul momen
2. Beban lateral ditahan oleh kombinasi dinding geser dan rangka pemikul momen. Rangka pemikul momen harus didesain terpisah menanggung minimal 25% dari gaya geser rencana.
3. Kedua sistem didesain menahan beban lateral secara bersama-sama dengan memperhatikan proporsi terhadap kekakuan relatif masing-masing dengan memperhatikan interaksi sistem ganda di seluruh lantai.



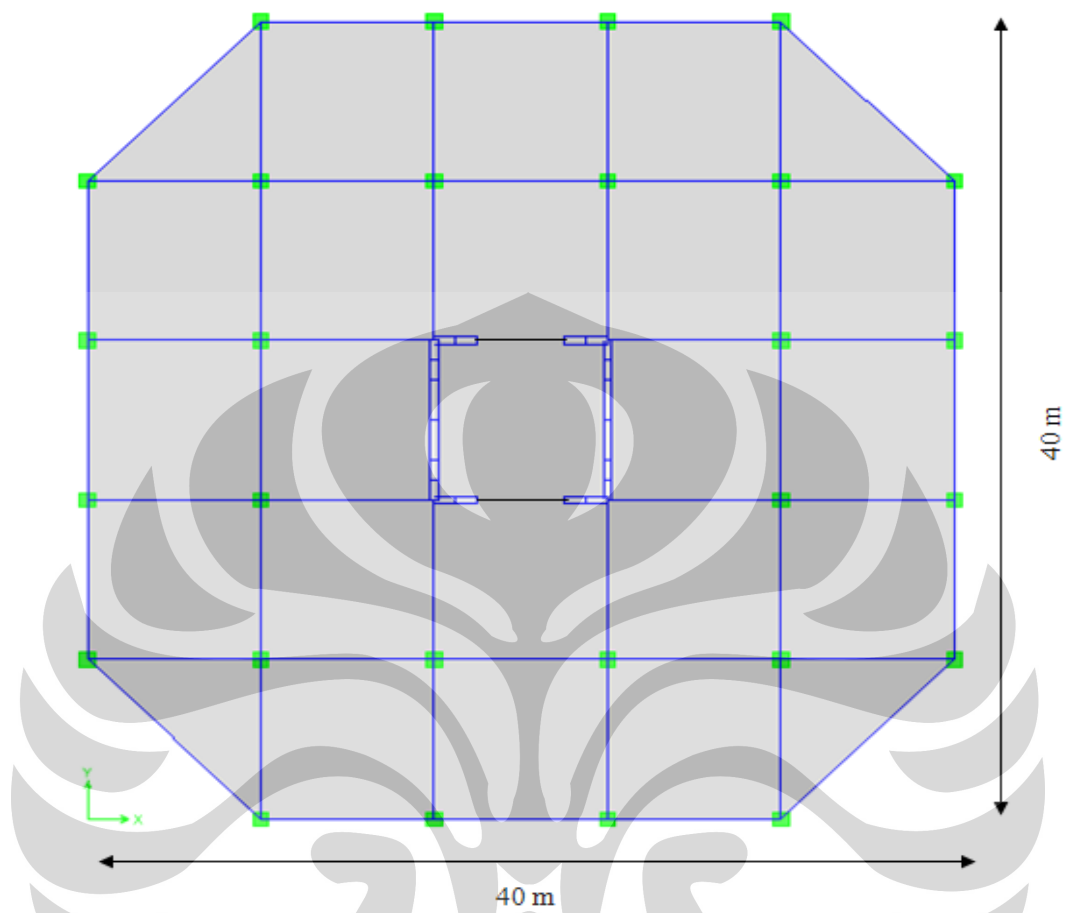


Gambar 3.2 3D struktur bangunan 20 lantai

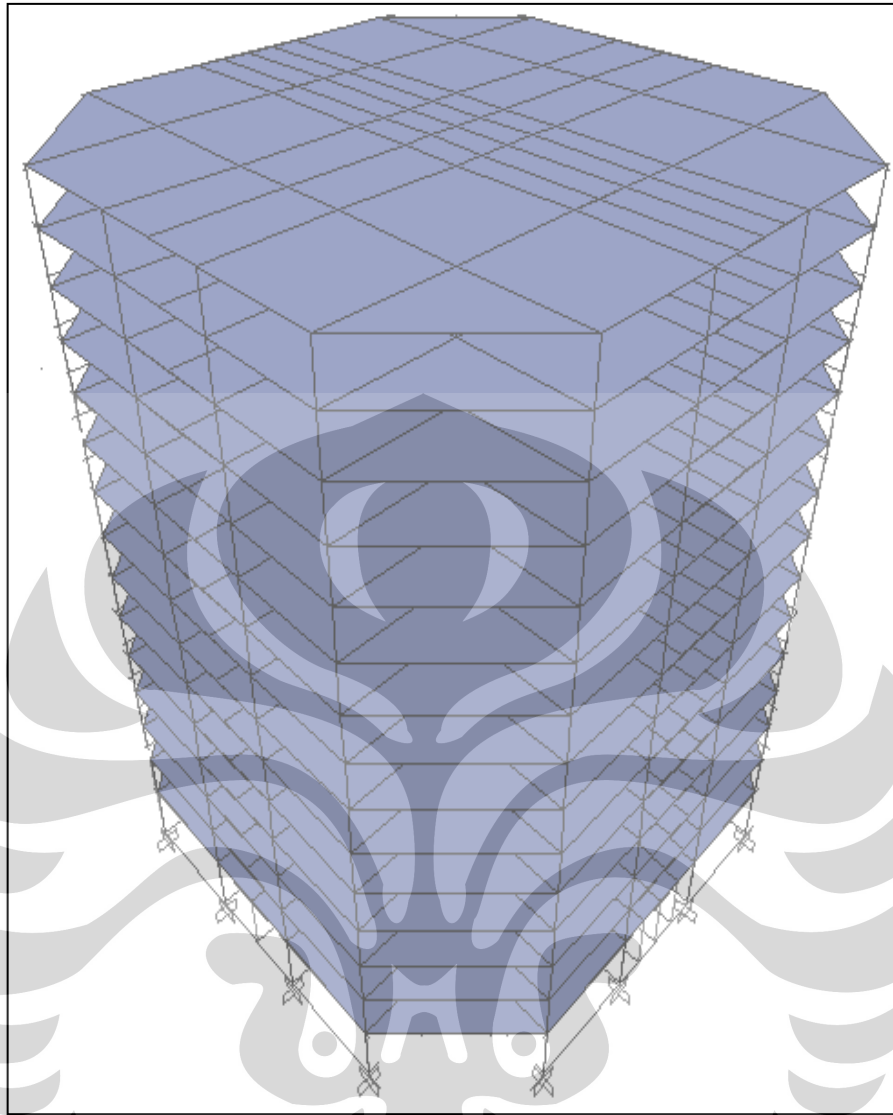
Perencanaan dimensi elemen struktur :

- Luas Bangunan = $26 \times 26 \text{ m}^2$
- Tinggi Bangunan = 20 lantai, 61 m
- Tinggi Lantai Dasar = 4 m
- Tinggi Antar Tingkat = 3 m
- Balok = $0,6 \times 0,4 \text{ m}^2$
- Kolom = $0,8 \times 0,8 \text{ m}^2$
- Tebal Pelat Lantai = 0,12 m
- Tebal Corewall = 0,5 m

2. Model 2



Gambar 3.3 Denah struktur bangunan 15 lantai

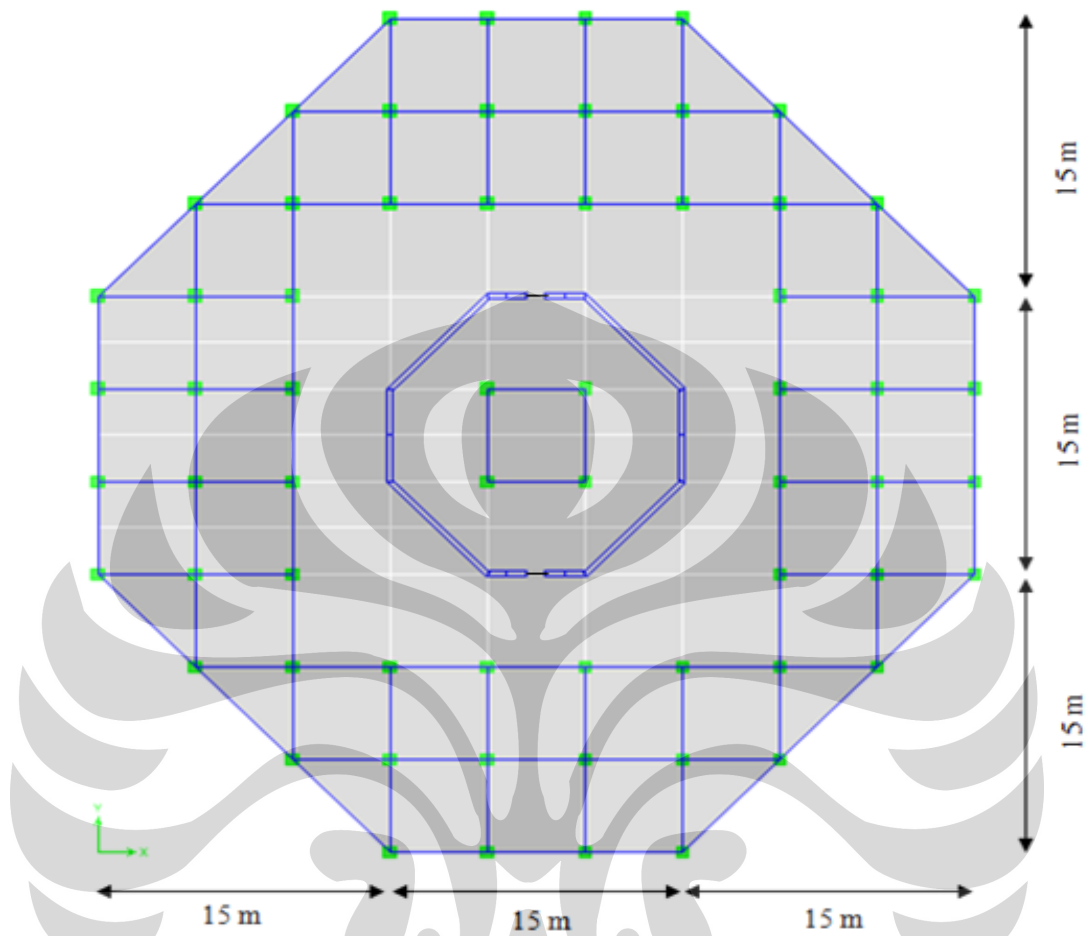


Gambar 3.4 3D struktur bangunan 15 Lantai

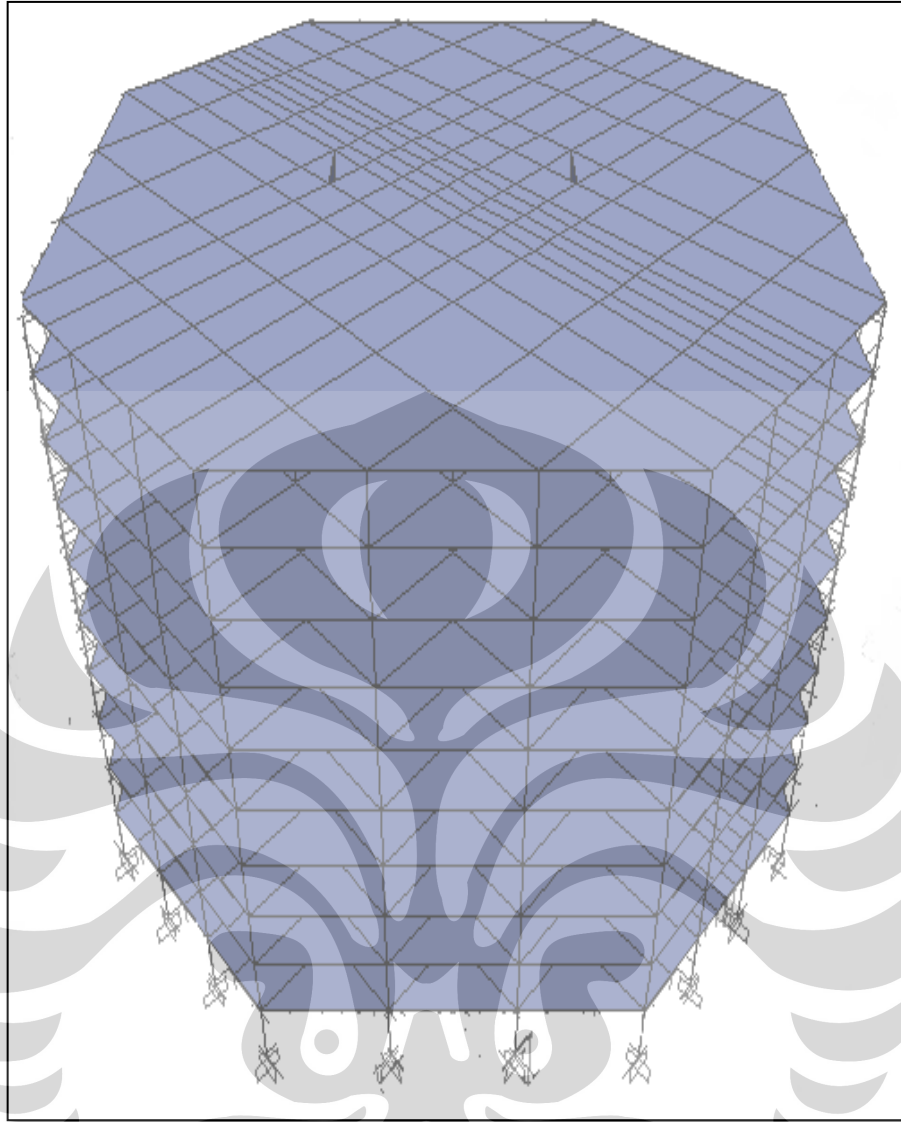
Perencanaan dimensi elemen struktur :

- Luas Bangunan = $40 \times 40 \text{ m}^2$
- Tinggi Bangunan = 15 lantai, 46 m
- Tinggi Lantai Dasar = 4 m
- Tinggi Antar Tingkat = 3 m
- Balok = $0,6 \times 0,4 \text{ m}^2$
- Kolom = $0,8 \times 0,8 \text{ m}^2$
- Tebal Pelat Lantai = 0,12 m
- Tebal Corewall = 0,4 m

3. Model 3



Gambar 3.5 Denah struktur bangunan 10 lantai



Gambar 3.6 3D struktur bangunan 10 lantai

Perencanaan dimensi elemen struktur :

- Luas Bangunan = 1350 m^2
- Tinggi Bangunan = 10 lantai, 30 m
- Tinggi Lantai Dasar = 3 m
- Tinggi Antar Tingkat = 3 m
- Balok = $0,6 \times 0,3 \text{ m}^2$
- Kolom = $0,6 \times 0,6 \text{ m}^2$
- Tebal Pelat Lantai = 0,12 m
- Tebal Corewall = 0,3 m

3.2 PEMBEBANAN STRUKTUR

Beban – beban yang diperhatikan dalam mendesain struktur gedung yang didefinisikan diatas yaitu :

- Beban Mati (DL)
- Beban Hidup (LL)
- Beban Gempa (E)

3.2.1 Beban Mati

Beban mati adalah beban yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan tetap. Berikut beban mati yang didefinisikan akan bekerja pada konstruksi gedung, yaitu :

1. Berat sendiri struktur :
 - Berasal dari komponen dinding geser, balok dan kolom bangunan
 - Berasal dari pelat beton bertulang = 2400 kg/m^3
 - Berat sendiri struktur akan langsung dihitung oleh software yang digunakan

2. Superimposed dead load:

Adalah beban mati yang mulai bekerja setelah struktur utama selesai, seperti :

- Dinding Partisi = 100 kg/m^2
- Keramik + spesi :
 - Lantai (5 cm) = $5 \times 21 \text{ kg/m}^3 = 100 \text{ kg/m}^2$
- Plafon + hanger = $11 \text{ kg/m}^2 + 7 \text{ kg/m}^2 = 18 \text{ kg/m}^2$
- m/e/p = 25 kg/m^2

Jadi, total beban yang dihasilkan oleh Super Imposed Dead Load adalah sebesar 243 kg/m^2 dibulatkan menjadi 250 kg/m^2

3.2.2 Beban Hidup

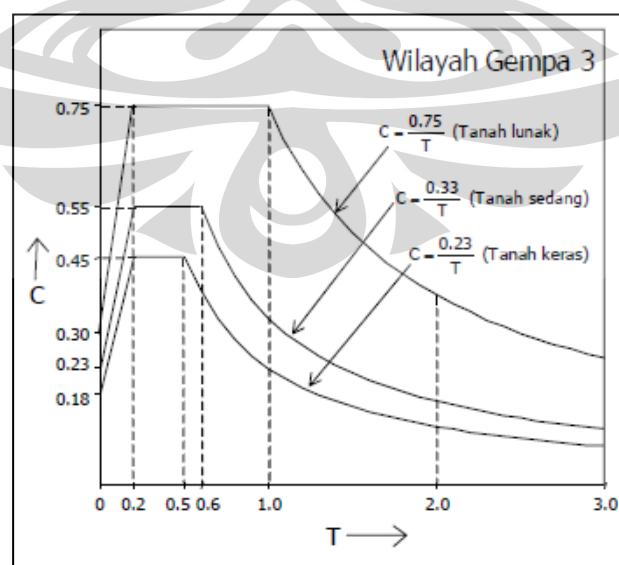
Beban hidup adalah beban yang terjadi secara temporer dan tidak permanen, artinya tidak pasti terjadi setiap saat. Beban hidup merupakan beban

yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa layan dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan pembebanan lantai dan atap. Beban hidup yang bekerja pada lantai gedung direncanakan sesuai dengan pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (1978), pada tabel 2, antara lain :

- Pada lantai gedung = 250 kg/m²
- Lantai atap = 100 kg/m²

3.2.3 Beban Gempa (E)

Beban gempa adalah beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari permukaan tanah akibat gempa. Beban gempa rencana adalah nilai beban gempa yang peluang dilampauinya selama masa layan gedung 50 tahun adalah 10 % atau nilai beban gempa yang periode ulangnya sebesar 500 tahun. Beban gempa yang digunakan merupakan beban gempa *UBC 97* yang parameternya disamakan dengan gempa kuat pada wilayah 3 zona gempa Indonesia dengan kondisi tanah lunak, dengan parameter $C_a = 0.30$ dan $C_v = 0.75$. Berikut gambar Respon Spektrum Gempa Rencana Wilayah 3.



Gambar 3.7 Respon spektrum gempa rencana wilayah 3

Kombinasi pembebanan yang digunakan sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Bertulang untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002 sebagai berikut :

- $U = 1,4DL$
- $U = 1,2DL + 1,6LL$
- $U = 1,2DL + 0,5LL + E_X + 30\%E_Y$
- $U = 1,2DL + 0,5LL + E_X - 30\%E_Y$
- $U = 1,2DL + 0,5LL - E_X + 30\%E_Y$
- $U = 1,2DL + 0,5LL - E_X - 30\%E_Y$
- $U = 1,2DL + 0,5LL + E_Y + 30\%E_X$
- $U = 1,2DL + 0,5LL + E_Y - 30\%E_X$
- $U = 1,2DL + 0,5LL - E_Y + 30\%E_X$
- $U = 1,2DL + 0,5LL - E_Y - 30\%E_X$
- $U = 0,9DL + E_X + 30\%E_Y$
- $U = 0,9DL + E_X - 30\%E_Y$
- $U = 0,9DL - E_X + 30\%E_Y$
- $U = 0,9DL - E_X - 30\%E_Y$
- $U = 0,9DL + E_Y + 30\%E_X$
- $U = 0,9DL + E_Y - 30\%E_X$
- $U = 0,9DL - E_Y + 30\%E_X$
- $U = 0,9DL - E_Y - 30\%E_X$

3.3 PEMODELAN STRUKTUR DENGAN SAP2000 V.11

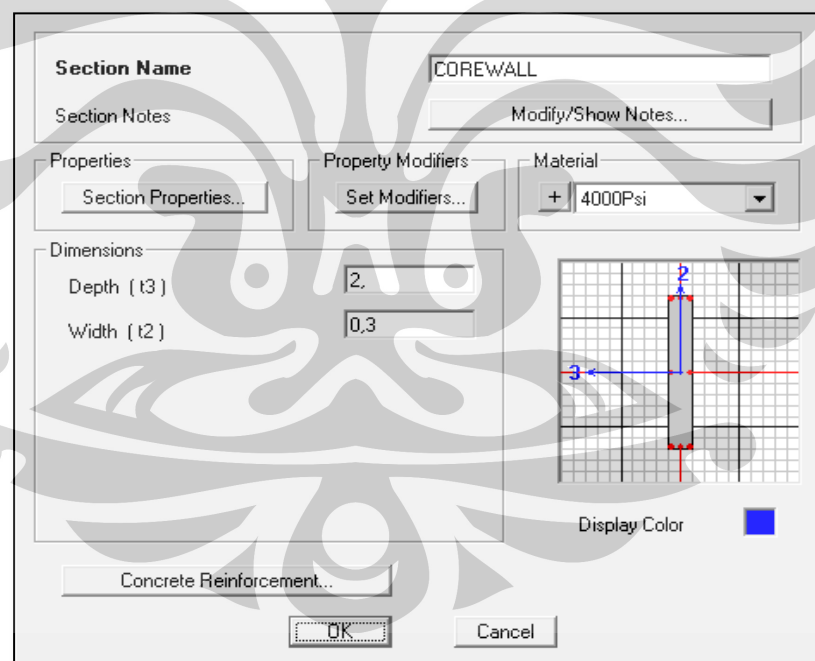
Analisis struktur nonlinier hanya dapat diterapkan pada elemen frame. Oleh karena itu, seluruh dinding geser yang menggunakan elemen shell kemudian dimodelkan sebagai elemen frame yang dihubungkan bersama dengan *rigid link*. Model yang akan digunakan dalam studi kasus ini adalah interaksi antara portal dengan dinding geser. Pada model yang akan dipakai, model dinding geser diganti dengan elemen frame (kolom lebar) yang diasumsikan mampu berperilaku sebagaimana pada dinding geser.

Untuk mendapatkan model elemen kolom yang dapat berperilaku sebagaimana pada dinding geser, maka langkah-langkah berikut diambil :

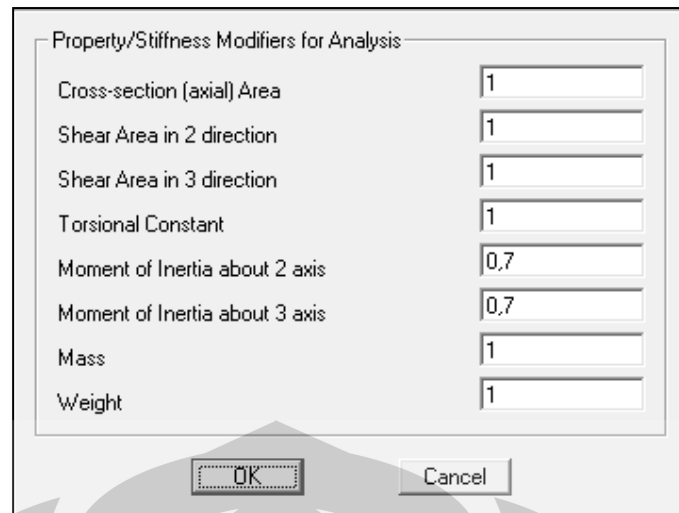
1. Modelkan kolom dengan dimensi sesuai dengan dimensi dinding geser
2. Modelkan kolom-kolom pengganti dinding geser dengan nilai kekakuan yang sama sehingga dapat berfungsi sebagai pengganti dinding geser
3. Lakukan trial and error pada nilai kekakuan kolom-kolom pengganti sampai didapat kekakuan struktur pengganti yang mendekati struktur aslinya (*rigid factor*)

3.3.1 Model Kolom Pengganti Dinding Geser

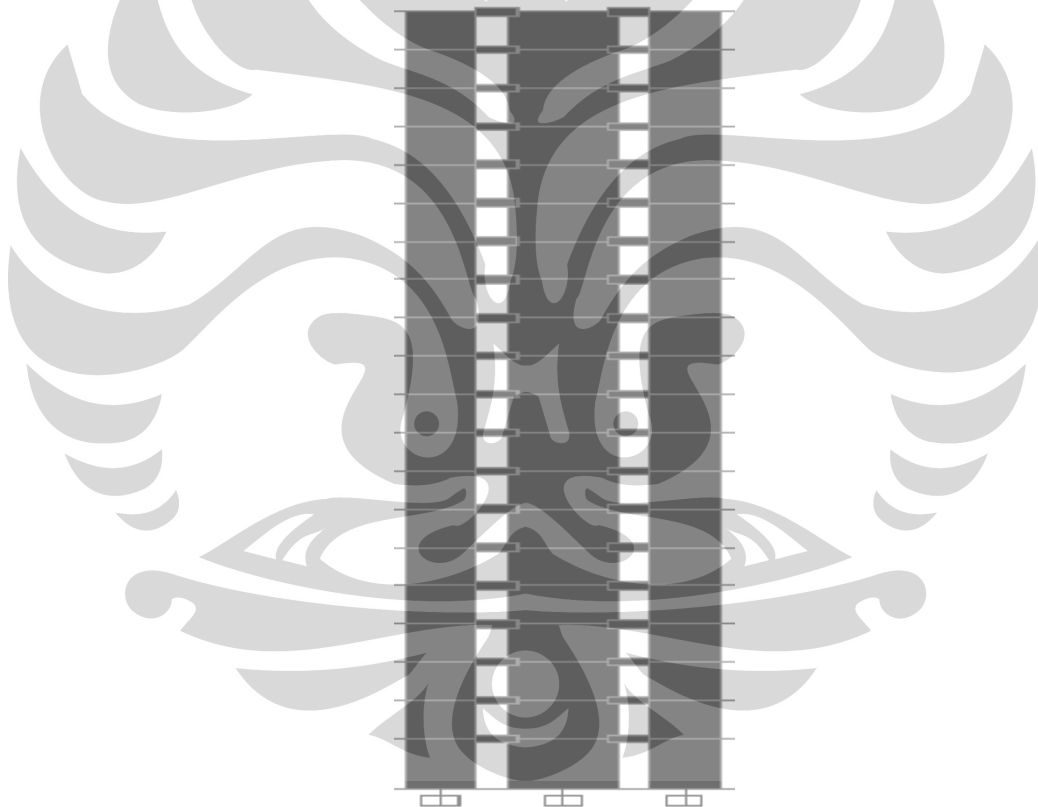
Dinding geser kantilever dapat dimodelkan dengan menggunakan kolom lebar yang memerlukan penyetaraan kondisi dinding geser. Adapun penyetaraan kondisi tersebut antara lain untuk nilai modulus elastisitas (E) dan nilai momen inersia (I).



Gambar 3.8 Define section model kolom pengganti dinding geser



Gambar 3.9 Modification factor untuk kolom pengganti dinding geser



Gambar 3.10 Kolom pengganti dinding geser

3.3.2 Diaphragm Constraint

Konstrain ini menyebabkan semua *joint* pada lantai yang diberi batasan konstrain bergerak secara bersamaan sebagai sebuah diafragma plana yang bersifat *rigid* terhadap semua deformasi yang mungkin terjadi. Asumsi *diaphragm*

constraint sangat tepat untuk fenomena terbentuknya *rigid floor* dimana lantai struktur bergerak bersamaan ketika suatu struktur mengalami lateral.

Constraint Equations

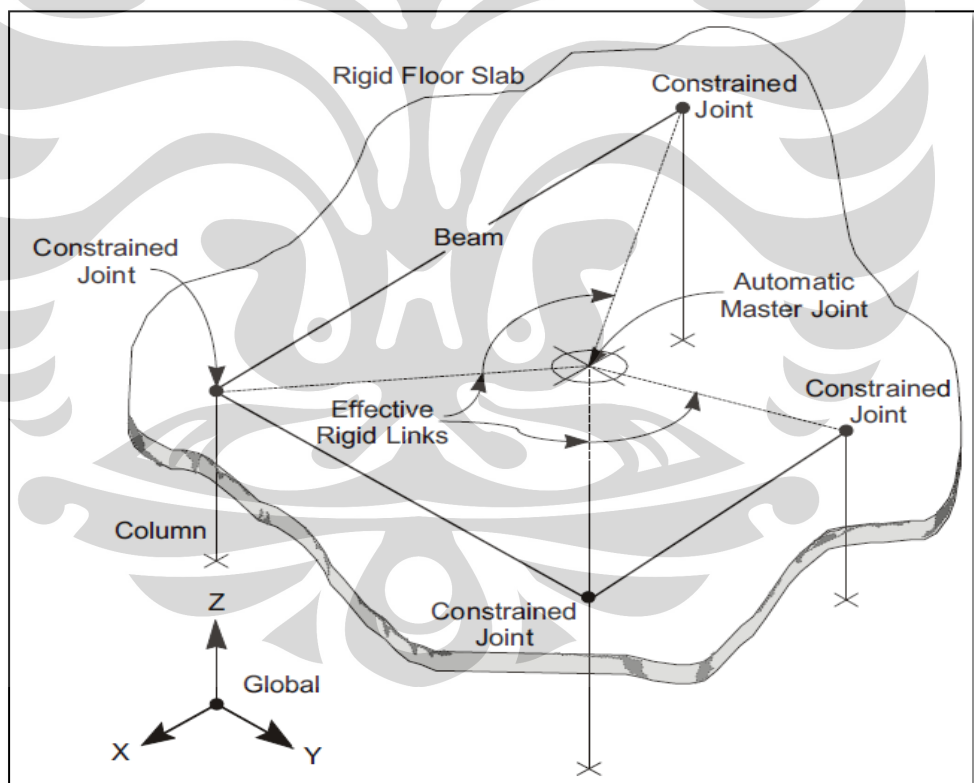
Persamaan konstrain ini menghubungkan deformasi-deformasi yang terjadi pada setiap 2 *joint* yang diberi batasan konstrain (i dan j). Persamaan ini menunjukkan arah dalam bidang translasi (u_1 dan u_2), rotasi pada sumbu normal (r_3), dan bidang koordinat (x_1 dan x_2), yang semuanya didapat dari koordinat sistem pada konstrain lokal.

$$u_{1j} = u_{1i} - r_{3i} \Delta x_2$$

$$u_{2j} = u_{2i} + r_{3i} \Delta x_1$$

$$r_{3i} = r_{3j}$$

dimana $\Delta x_1 = x_{1j} - x_{1i}$ and $\Delta x_2 = x_{2j} - x_{2i}$.



Gambar 3.11 Diaphragm constraint

3.3.3 Plate Constraint

Konstrain ini menyebabkan semua *joint* yang diberi batasan konstrain bergerak secara bersamaan sebagai sebuah *flat plate* yang bersifat *rigid* terhadap

semua deformasi yang mungkin terjadi. Konstrain ini digunakan untuk menghubungkan tipe elemen struktur (*frame dan shell*) ke tipe elemen struktur yang bersifat *solid (plane dan solid)*. Rotasi pada elemen struktur dapat juga dikonversi menjadi sama dengan adanya konstrain ini.

Constraint Equations

Persamaan konstrain ini menghubungkan deformasi-deformasi yang terjadi pada setiap 2 *joint* yang diberi batasan konstrain (i dan j). Persamaan ini menunjukkan arah dalam bidang translasi (u_3), rotasi pada sumbu normal (r_1 dan r_2), dan bidang koordinat (x_1 dan x_2), yang semuanya didapat dari koordinat sistem pada konstrain lokal.

$$u_{3j} = u_{3i} + r_{1i} \Delta x_2 - r_{2i} \Delta x_1$$

$$r_{1i} = r_{1j}$$

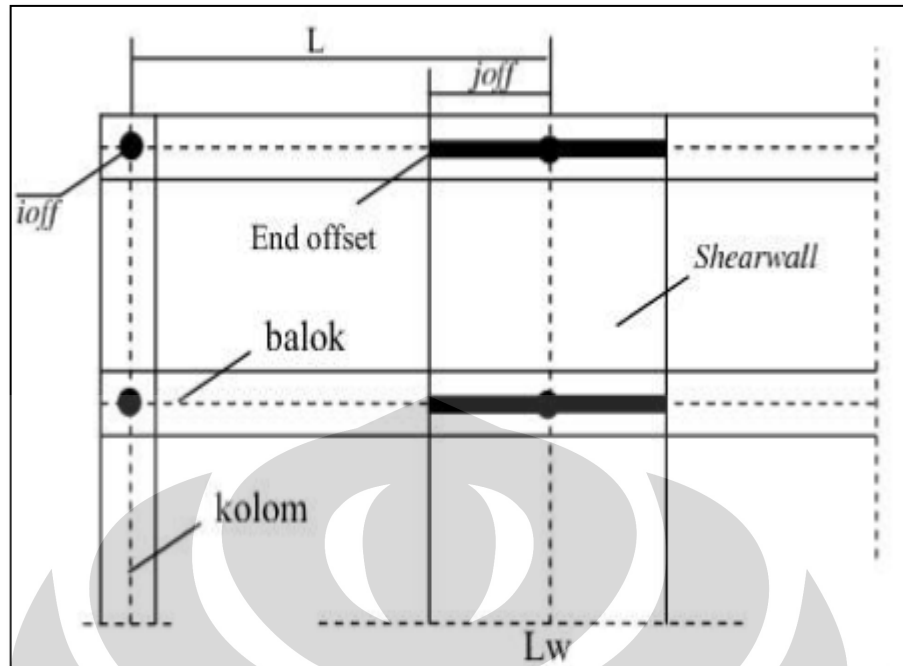
$$r_{2i} = r_{2j}$$

dimana $\Delta x_1 = x_{1j} - x_{1i}$ and $\Delta x_2 = x_{2j} - x_{2i}$.

3.3.4 Rigid End Offset

Elemen-elemen portal diidealisasikan sebagai garis-garis yang berhubungan pada *joint*. Dalam kenyataannya, elemen struktur seperti balok dan kolom memiliki dimensi yang saling berpotongan dan pengaruhnya terkadang cukup berarti terhadap taraf penjepitan dan besarnya momen tumpuan dari balok. Dalam program *SAP2000 v.11*, keadaan perpotongan balok-kolom ini dapat diidealisasikan dengan memberikan dua *end offset* untuk tiap elemen menggunakan parameter i_{off} dan j_{off} yang terkait dengan ujung i dan j dari semua elemen portal.

End offset elemen balok pada koneksi dengan elemen dinding geser untuk nilai $i_{off} = 0$ dan $j_{off} =$ setengah dari panjang dinding geser (L_w). Nilai *end offset* untuk j_{off} ini harus disertai dengan pemberian *rigid zone factor* sebesar 1. Untuk lebih jelasnya, idealisasi tentang *rigid end offset* ini dapat dilihat pada Gambar.



Gambar 3.12 End offset pada dinding geser

BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas perbandingan ketelitian struktur *corewall* yang dimodelkan dengan elemen shell dan elemen kolom dengan melakukan pemeriksaan terhadap perilakunya. Dengan pemeriksaan parameter-parameter struktur diharapkan dapat diketahui sejauh mana ketelitian dari kedua struktur *corewall* yang menjadi perbandingan dalam tugas akhir ini. Struktur utama yang akan dibahas yaitu struktur 10, 15, dan 20 lantai dengan variasi bentuk *corewall* (orthogonal dan tidak orthogonal). Model struktur akan dibandingkan perilakunya dalam bentuk parameter-parameter, yakni :

1. *Displacement*
2. Periode alami
3. *Building modes*
4. *Net reaction at base*
5. *Story Shear*

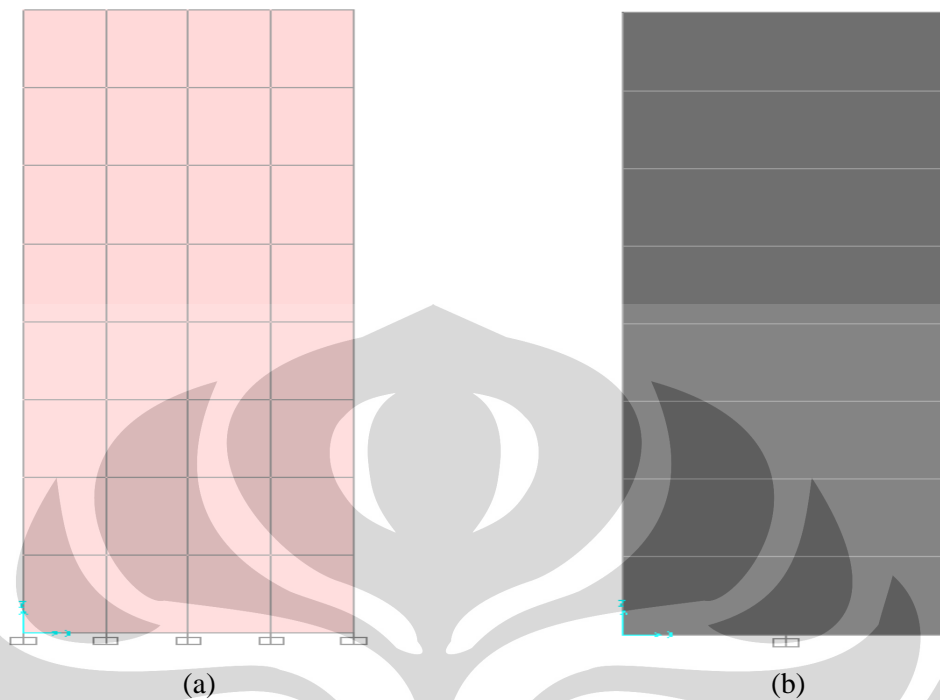
4.1 VERIFIKASI MODEL WALL

4.1.1 Beban Terpusat 1000 Ton

Pertama-tama, langkah yang kita lakukan adalah dengan melakukan verifikasi model dinding sederhana dengan variasi ketinggian untuk membandingkan parameter hasil *displacement*-nya. *Displacement* sangat dipengaruhi dari massa dan kekakuan pada struktur. Semakin besar kekakuan pada struktur, maka semakin kecil hasil *displacement*-nya. Hasil *displacement* juga cenderung meningkat seiring meningkatnya elevasi pada struktur.

Verifikasi ini bertujuan untuk membandingkan dinding sederhana yang menggunakan elemen shell dan elemen kolom dengan diberi beban lateral pada puncak dinding sebesar 1000 ton. Sehingga setelah didapatkan hasil perbandingan *displacement* yang sudah cukup berdekatan untuk struktur dinding sederhana ini, maka selanjutnya dapat dilakukan analisa untuk parameter-parameter perilaku struktur berikutnya. Dinding yang dimodelkan memiliki variasi ketinggian 24, 36, dan 48 meter, dengan lebar masing-masing 8 meter.

1. Model wall 24 meter

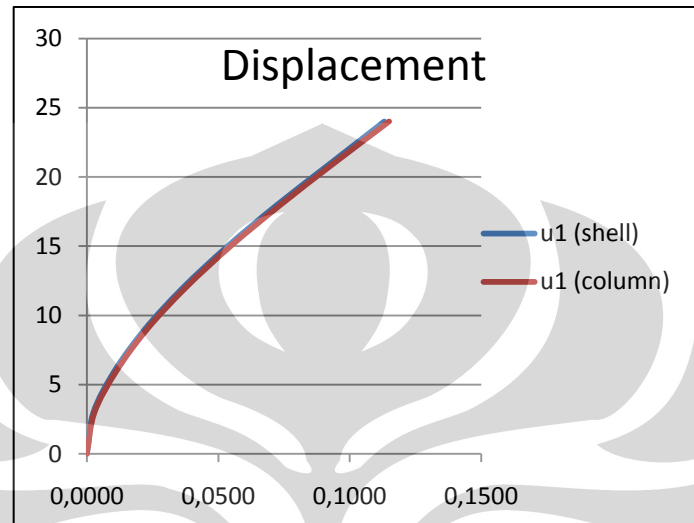


Gambar 4.1 (a) Dinding elemen shell 24 meter, (b) dinding elemen kolom 24 meter

Tabel 4.1 Perbandingan displacement dinding 24 meter (beban terpusat 1000 ton)

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
Elevasi (m)	u_1 (m)	Elevasi (m)	u_1 (m)	
24	0,1131	24	0,1150	1,68
21	0,0928	21	0,0941	1,40
18	0,0725	18	0,0738	1,79
15	0,0536	15	0,0547	2,05
12	0,0366	12	0,0376	2,73
9	0,0221	9	0,0229	3,62
6	0,0106	6	0,0113	6,60
3	0,0025	3	0,0029	16,00

Tabel diatas menunjukkan perbandingan selisih *displacement* untuk struktur dinding yang menggunakan elemen shell dan elemen kolom. Selisih hasil *displacement* untuk kedua model struktur dinding berkisar 1,68 % - 16 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh elevasi 4,48 %.

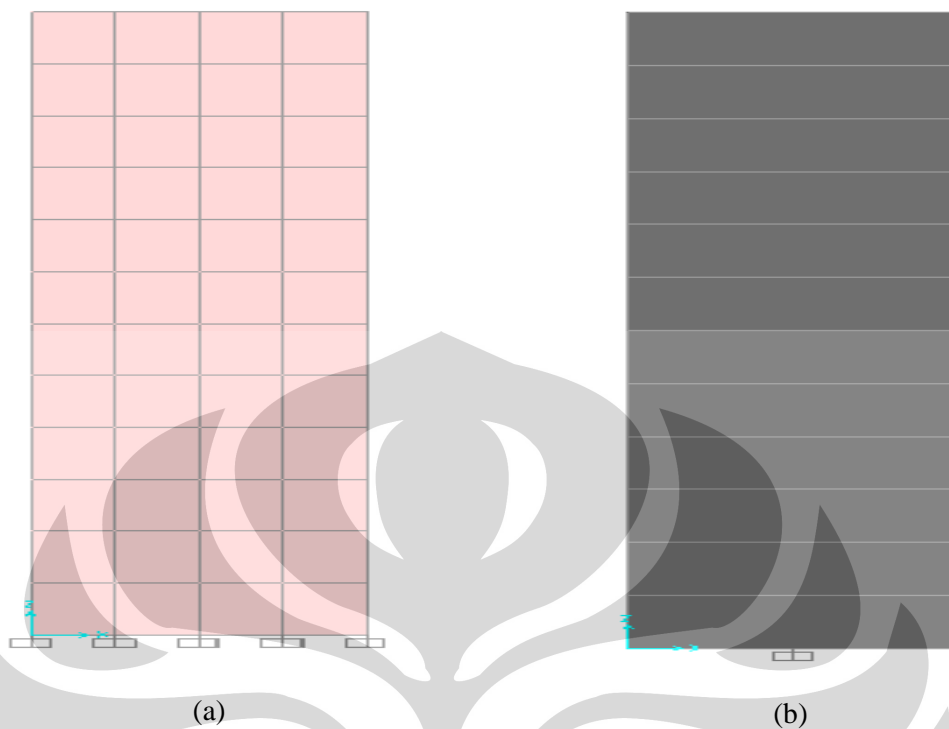


Gambar 4.2 Grafik perbandingan displacement dinding 24 meter

Grafik diatas memperlihatkan perbandingan *displacement* dari struktur dinding yang menggunakan elemen shell dan elemen kolom pada setiap elevasi akibat beban lateral 1000 ton. Dimana sumbu X menunjukkan hasil displacement dan sumbu Y menunjukkan tingkatan elevasi. Grafik yang ditampilkan merupakan hasil *displacement* untuk arah X saja, sedangkan untuk arah Y tidak ditampilkan. Hal ini dikarenakan pembebanan dilakukan dalam arah X pada struktur dinding dan dianggap sudah cukup memberikan hasil yang sama secara garis besar.

Grafik diatas menunjukkan bahwa hasil perbandingan *displacement* untuk kedua model stuktur dinding diatas menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan parameter *displacement* untuk struktur dinding ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan elemen pengganti dinding geser.

2. Model wall 36 meter



Gambar 4.3 (a) Dinding elemen shell 36 meter, (b) dinding elemen kolom 36 meter

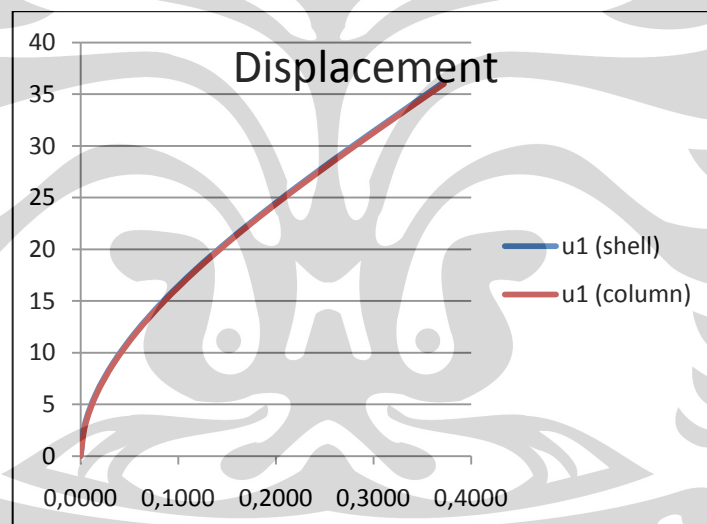
Tabel 4.2 Perbandingan displacement dinding 36 meter (beban terpusat 1000 ton)

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
Elevasi (m)	u_1 (m)	Elevasi (m)	u_1 (m)	
36	0,3692	36	0,3723	0,84
33	0,3239	33	0,3264	0,77
30	0,2787	30	0,2811	0,86
27	0,2349	27	0,2371	0,94
24	0,1930	24	0,1949	0,98
21	0,1535	21	0,1553	1,17
18	0,1171	18	0,1187	1,37
15	0,0845	15	0,0859	1,66

Tabel 4.2 (Lanjutan)

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
Elevasi (m)	u_1 (m)	Elevasi (m)	u_1 (m)	
12	0,0563	12	0,0575	2,13
9	0,0331	9	0,0341	3,02
6	0,0154	6	0,0163	5,84
3	0,0040	3	0,0047	17,50

Selisih hasil *displacement* untuk kedua model struktur dinding berkisar 0,77 % - 17,5 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh 3,09 %

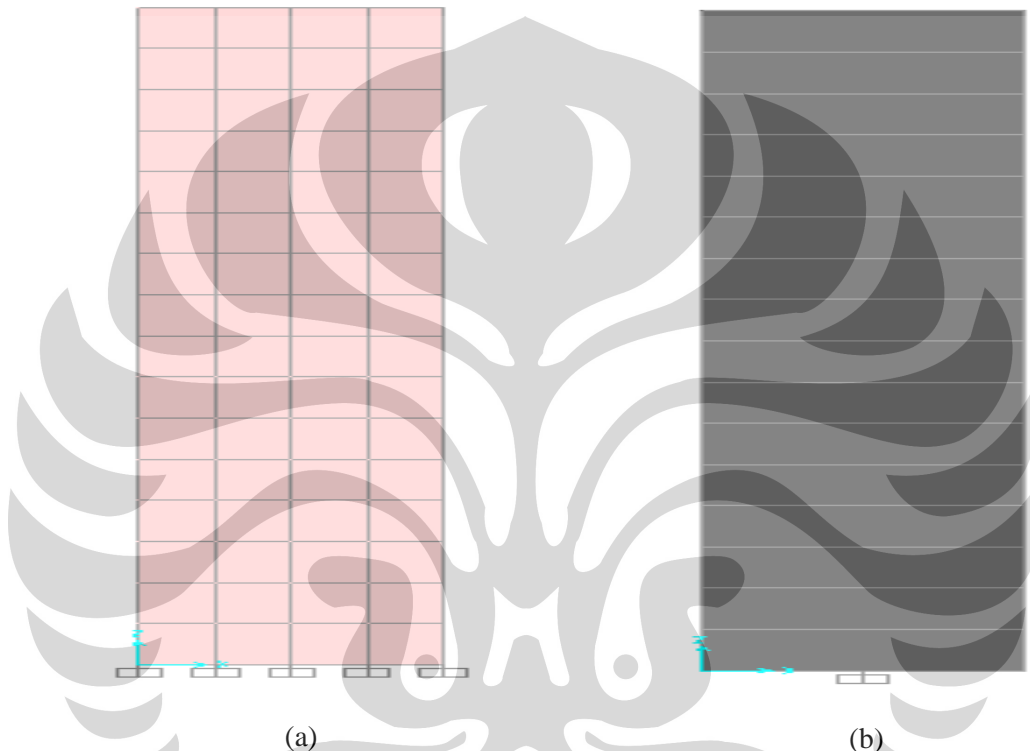


Gambar 4.4 Grafik perbandingan displacement dinding 36 meter

Grafik diatas memperlihatkan perbandingan *displacement* dari struktur dinding yang menggunakan elemen shell dan elemen kolom akibat beban lateral 1000 ton. Dimana sumbu X menunjukkan hasil *displacement* dan sumbu Y menunjukkan tingkatan elevasi. Grafik yang ditampilkan merupakan hasil *displacement* untuk arah X saja, sedangkan untuk arah Y tidak ditampilkan. Hal ini dikarenakan pembebanan dilakukan dalam arah X pada struktur dinding dan dianggap sudah cukup memberikan hasil yang sama secara garis besar.

Grafik diatas menunjukkan bahwa hasil perbandingan *displacement* untuk kedua model stuktur dinding diatas menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan parameter *displacement* untuk struktur dinding ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan element pengganti dinding geser.

3. Model wall 48 meter



Gambar 4.5 (a) Dinding elemen shell 48 meter, (b) Dinding elemen kolom 48 meter

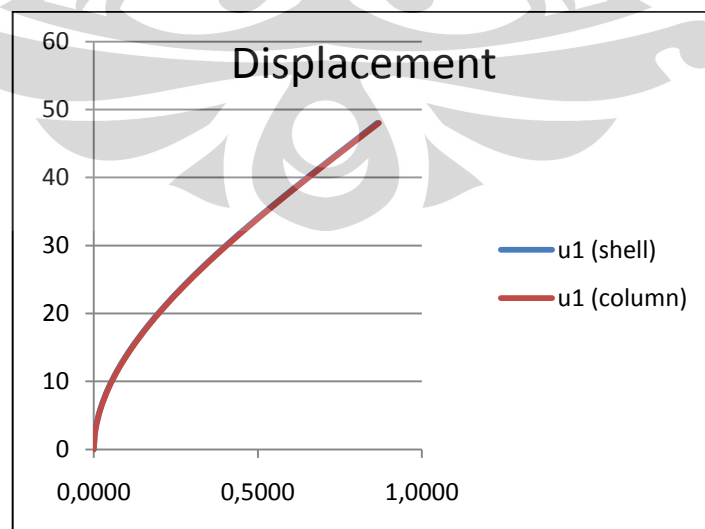
Tabel 4.3 Perbandingan displacement dinding 48 meter (beban terpusat 1000 ton)

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
Elevasi (m)	u_1 (m)	Elevasi (m)	u_1 (m)	
48	0,8646	48	0,8693	0,54
45	0,7844	45	0,7884	0,51
42	0,7043	42	0,7082	0,55

Tabel 4.3 (Lanjutan)

SHELL		COLUMN		Selisih
Elevasi (m)	u_1 (m)	Elevasi (m)	u_1 (m)	(%)
39	0,6256	39	0,6292	0,58
36	0,5487	36	0,5521	0,62
33	0,4743	33	0,4775	0,67
30	0,4031	30	0,4060	0,72
27	0,3356	27	0,3382	0,77
24	0,2724	24	0,2748	0,88
21	0,2143	21	0,2165	1,03
18	0,1617	18	0,1637	1,24
15	0,1154	15	0,1172	1,56
12	0,0760	12	0,0775	1,97
9	0,0441	9	0,0453	2,72
6	0,0202	6	0,0213	5,45
3	0,0050	3	0,0060	20,00

Selisih hasil *displacement* untuk kedua model struktur dinding berkisar 0,51 % - 20 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh 2,48 %.



Gambar 4.6 Grafik perbandingan displacement dinding 48 meter

Grafik diatas memperlihatkan perbandingan *displacement* dari struktur dinding yang menggunakan elemen shell dan elemen kolom. Dimana sumbu X menunjukkan hasil *displacement* dan sumbu Y menunjukkan tingkatan elevasi. Grafik yang ditampilkan merupakan hasil *displacement* untuk arah X saja, sedangkan untuk arah Y tidak ditampilkan. Hal ini dikarenakan pembebanan dilakukan dalam arah X pada struktur dinding dan dianggap sudah cukup memberikan hasil yang sama secara garis besar.

Grafik diatas menunjukkan bahwa hasil perbandingan *displacement* untuk kedua model stuktur dinding diatas menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan parameter *displacement* untuk struktur dinding ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan elemen pengganti dinding geser.

4.1.2 Beban Terbagi Merata 100 Ton/m

Langkah yang kita lakukan berikutnya adalah dengan melakukan verifikasi model dinding sederhana dengan variasi ketinggian untuk membandingkan paramater hasil *displacement*-nya. Verifikasi ini bertujuan untuk membandingkan dinding sederhana yang menggunakan elemen shell dan elemen kolom dengan diberi beban lateral terbagi merata sebesar 100 ton/m.

1. Model wall 24 meter

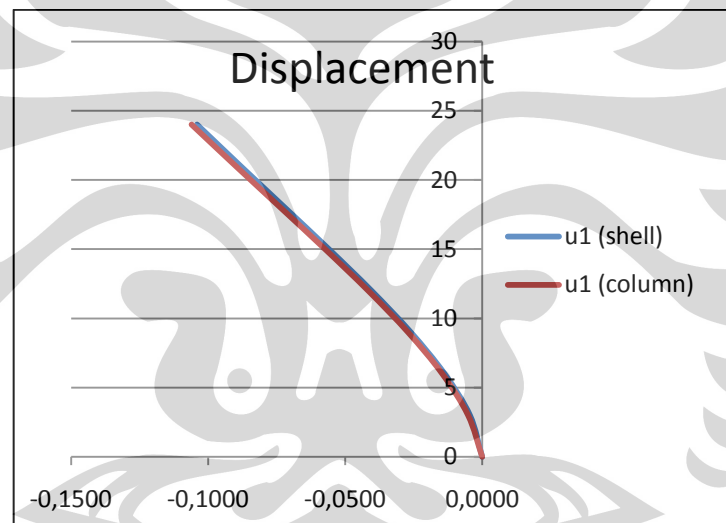
Tabel 4.4 Perbandingan displacement dinding 24 meter (beban merata 100 ton/m)

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
Elevasi (m)	u_1 (m)	Elevasi (m)	u_1 (m)	
24	-0,1040	24	-0,1061	1,99
21	-0,0881	21	-0,0900	2,09
18	-0,0720	18	-0,0736	2,26
15	-0,0559	15	-0,0574	2,54

Tabel 4.4 (Lanjutan)

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
Elevasi (m)	u_1 (m)	Elevasi (m)	u_1 (m)	
12	-0,0404	12	-0,0416	3,02
9	-0,0261	9	-0,0271	3,92
6	-0,0138	6	-0,0146	6,07
3	-0,0045	3	-0,0052	15,03

Selisih hasil *displacement* untuk kedua model struktur dinding berkisar 1,99 % - 15,03 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh elevasi 4,62 %.



Gambar 4.7 Grafik perbandingan displacement dinding 24 meter

Grafik diatas memperlihatkan perbandingan *displacement* dari struktur dinding yang menggunakan elemen shell dan elemen kolom akibat beban lateral terbagi merata 100 ton. Dimana sumbu X menunjukkan hasil *displacement* dan sumbu Y menunjukkan tingkatan elevasi. Grafik yang ditampilkan merupakan hasil *displacement* untuk arah X saja, sedangkan untuk arah Y tidak ditampilkan. Hal ini dikarenakan pembebanan dilakukan dalam arah X pada struktur dinding dan dianggap sudah cukup memberikan hasil yang sama secara garis besar.

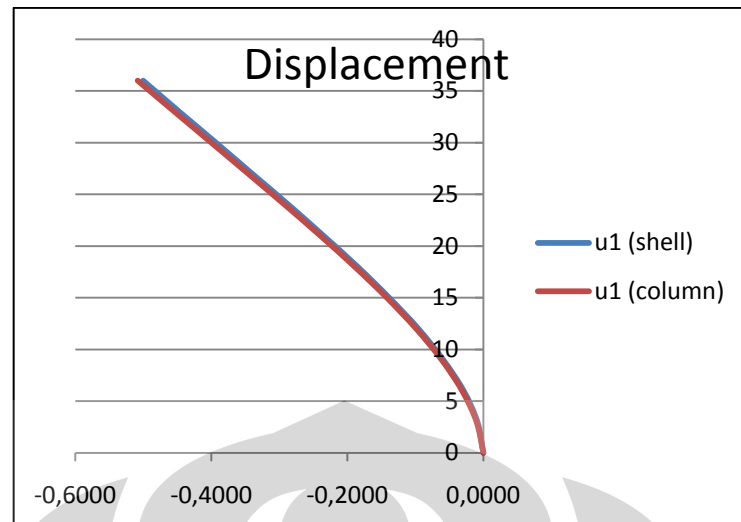
Grafik diatas menunjukkan bahwa hasil perbandingan *displacement* untuk kedua model stuktur dinding ini menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain.

2. Model wall 36 meter

Tabel 4.5 Perbandingan displacement dinding 36 meter (beban merata 100 ton/m)

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
Elevasi (m)	u_1 (m)	Elevasi (m)	u_1 (m)	
36	-0,5002	36	-0,5084	1,63
33	-0,4472	33	-0,4543	1,59
30	-0,3932	30	-0,4000	1,74
27	-0,3400	27	-0,3458	1,70
24	-0,2866	24	-0,2921	1,93
21	-0,2351	21	-0,2396	1,93
18	-0,1848	18	-0,1892	2,33
15	-0,1384	15	-0,1418	2,42
12	-0,0955	12	-0,0987	3,31
9	-0,0590	9	-0,0613	3,75
6	-0,0290	6	-0,0311	7,28
3	-0,0088	3	-0,0101	14,66

Selisih hasil *displacement* untuk kedua model struktur dinding berkisar 1,59 % - 14,66 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh elevasi 3,69 %.



Gambar 4.8 Grafik perbandingan displacement dinding 36 meter

Grafik diatas memperlihatkan perbandingan *displacement* dari struktur dinding yang menggunakan elemen shell dan elemen kolom akibat beban lateral terbagi merata 100 ton. Dimana sumbu X menunjukkan hasil *displacement* dan sumbu Y menunjukkan tingkatan elevasi. Grafik yang ditampilkan merupakan hasil *displacement* untuk arah X saja, sedangkan untuk arah Y tidak ditampilkan. Hal ini dikarenakan pembebanan dilakukan dalam arah X pada struktur dinding dan dianggap sudah cukup memberikan hasil yang sama secara garis besar.

Grafik diatas menunjukkan bahwa hasil perbandingan *displacement* untuk kedua model stuktur dinding ini menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain.

3. Model wall 48 meter

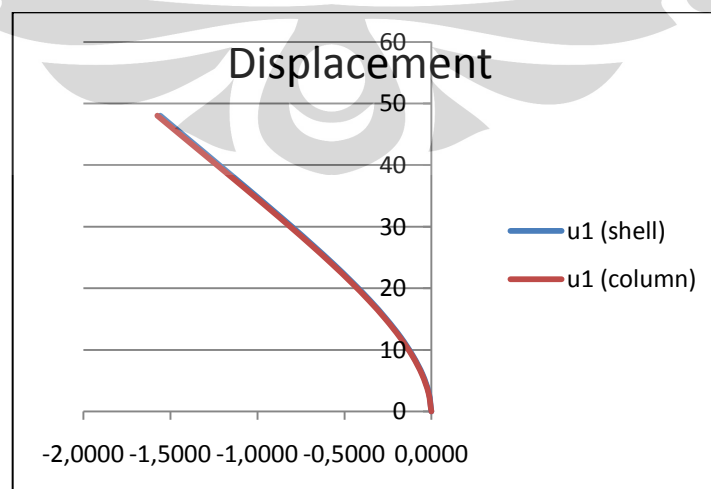
Tabel 4.6 Perbandingan displacement dinding 48 meter (beban merata 100 ton/m)

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
Elevasi (m)	u_1 (m)	Elevasi (m)	u_1 (m)	
48	-1,5591	48	-1,5749	1,01
45	-1,4325	45	-1,4469	1,01

Tabel 4.6 (Lanjutan)

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
Elevasi (m)	u_1 (m)	Elevasi (m)	u_1 (m)	
42	-1,3049	42	-1,3187	1,06
39	-1,1781	39	-1,1906	1,06
36	-1,0511	36	-1,0630	1,13
33	-0,9261	33	-0,9366	1,14
30	-0,8023	30	-0,8123	1,25
27	-0,6823	27	-0,6910	1,28
24	-0,5658	24	-0,5740	1,45
21	-0,4557	21	-0,4627	1,52
18	-0,3522	18	-0,3586	1,83
15	-0,2584	15	-0,2636	2,02
12	-0,1749	12	-0,1797	2,74
9	-0,1053	9	-0,1089	3,40
6	-0,0504	6	-0,0537	6,49
3	-0,0142	3	-0,0164	15,98

Selisih hasil *displacement* untuk kedua model struktur dinding berkisar 1,01 % - 15,98 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh elevasi 2,77 %.



Gambar 4.9 Grafik perbandingan displacement dinding 48 meter

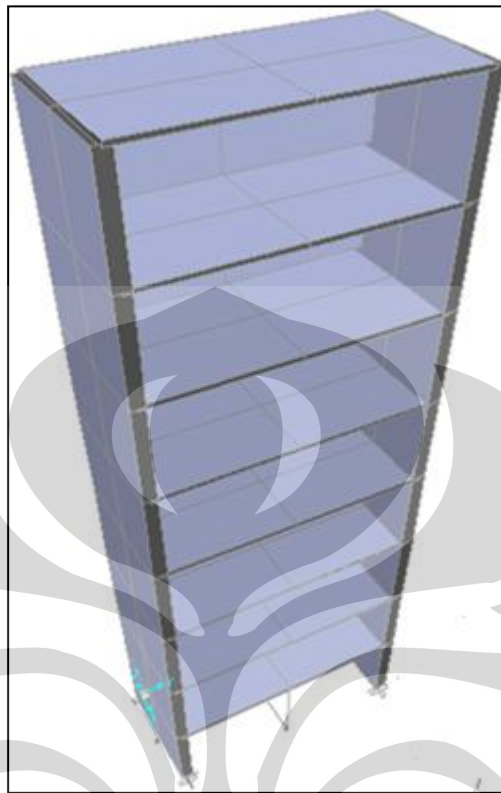
Grafik diatas memperlihatkan perbandingan *displacement* dari struktur dinding yang menggunakan elemen shell dan elemen kolom akibat beban lateral terbagi merata 100 ton. Dimana sumbu X menunjukkan hasil *displacement* dan sumbu Y menunjukkan tingkatan elevasi. Grafik yang ditampilkan merupakan hasil *displacement* untuk arah X saja, sedangkan untuk arah Y tidak ditampilkan. Hal ini dikarenakan pembebanan dilakukan dalam arah X pada struktur dinding dan dianggap sudah cukup memberikan hasil yang sama secara garis besar.

Grafik diatas menunjukkan bahwa hasil perbandingan *displacement* untuk kedua model stuktur dinding ini menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan parameter *displacement* untuk struktur dinding ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan element pengganti dinding geser.

4.2 VERIFIKASI MODEL COREWALL

Verifikasi ini bertujuan untuk membandingkan *corewall* sederhana berbentuk C yang menggunakan elemen shell dan elemen kolom dengan diberi beban lateral pada lantai atas sebesar 1000 ton. *Corewall* yang dimodelkan berlantai 8, 12, dan 16 dengan tinggi tiap lantai adalah 3 meter. Tebal *corewall* 40 cm dan untuk *corewall* dengan elemen kolom pada setiap *joint*-nya diberi *plate constraint*. Tebal lantai 12 cm dan pada setiap *joint*-nya diberi *diaphragm constraint*. Tujuan pemberian konstrain pada struktur dinding ini agar semua *joint* pada lantai dan dinding yang diberi batasan konstrain bergerak secara bersamaan sebagai sebuah diafragma plana yang bersifat *rigid* terhadap semua deformasi yang mungkin terjadi.

1. Model corewall 8 lantai

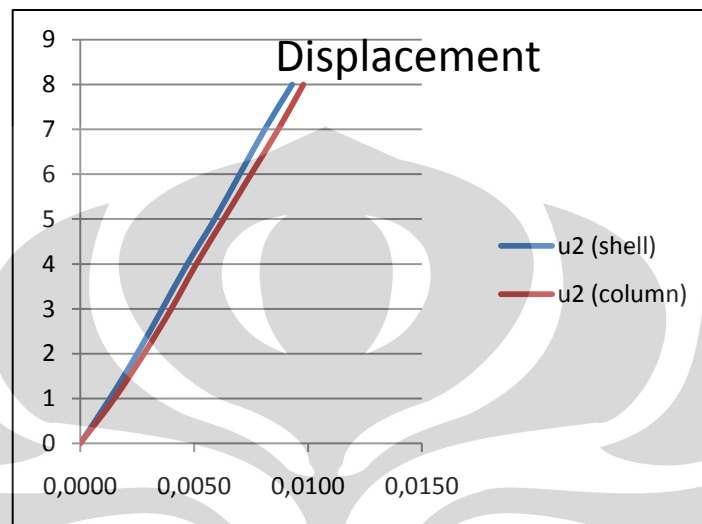


Gambar 4.10 Corewall 8 lantai

Tabel 4.7 Perbandingan displacement corewall 8 lantai

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
lantai	u_2 (m)	lantai	u_2 (m)	
8	0,0093	8	0,0098	5,38
7	0,0081	7	0,0087	7,41
6	0,0070	6	0,0075	7,14
5	0,0059	5	0,0063	6,78
4	0,0047	4	0,0051	8,51
3	0,0036	3	0,0040	11,11
2	0,0025	2	0,0028	12,00
1	0,0013	1	0,0015	15,38

Tabel diatas menunjukkan perbandingan selisih *displacement* untuk struktur *corewall* yang menggunakan elemen shell dan elemen kolom. Selisih hasil *displacement* untuk kedua model struktur *corewall* berkisar 5,38 % - 15,38 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh lantai 9,21 %.

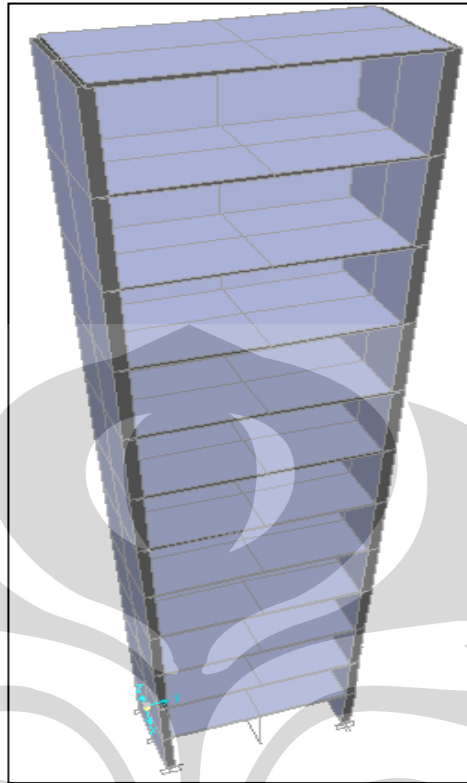


Gambar 4.11 Grafik perbandingan displacement corewall 8 lantai

Grafik diatas memperlihatkan perbandingan *displacement* dari struktur *corewall* yang menggunakan elemen shell dan elemen kolom. Dimana sumbu X menunjukkan hasil displacement dan sumbu Y menunjukkan tingkatan lantai. Grafik yang ditampilkan merupakan hasil *displacement* untuk arah Y saja, sedangkan untuk arah X tidak ditampilkan. Hal ini dikarenakan pembebanan dilakukan dalam arah Y pada struktur *corewall* dan dianggap sudah cukup memberikan hasil yang sama secara garis besar.

Grafik diatas menunjukkan bahwa hasil perbandingan *displacement* untuk kedua model stuktur *corewall* diatas menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain dengan selisih rata-rata 9,21 %. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan parameter displacement untuk struktur *corewall* ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan elemen pengganti dinding geser.

2. Model corewall 12 lantai



Gambar 4.12 Corewall 12 lantai

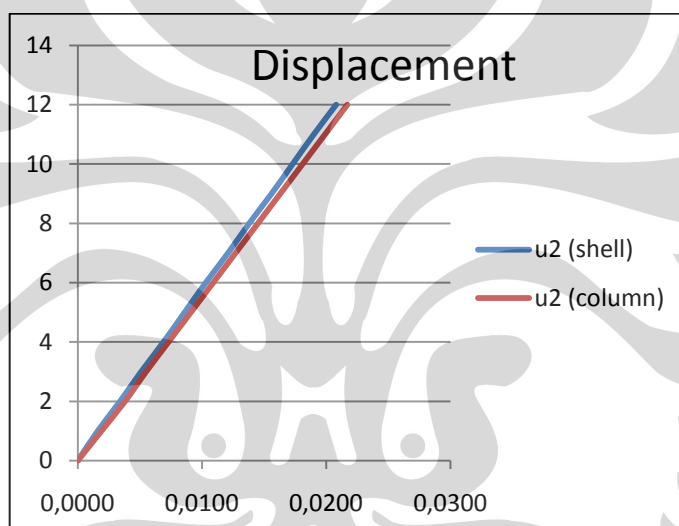
Tabel 4.8 Perbandingan displacement corewall 12 lantai

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
lantai	u_2 (m)	lantai	u_2 (m)	
12	0,0208	12	0,0217	4,33
11	0,0190	11	0,0199	4,74
10	0,0173	10	0,0181	4,62
9	0,0156	9	0,0163	4,49
8	0,0138	8	0,0145	5,07
7	0,0121	7	0,0127	4,96
6	0,0103	6	0,0109	5,83
5	0,0086	5	0,0091	5,81
4	0,0069	4	0,0073	5,80

Tabel 4.8 (Lanjutan)

SHELL		COLUMN		Selisih
lantai	u ₂ (m)	lantai	u ₂ (m)	(%)
3	0,0051	3	0,0055	7,84
2	0,0034	2	0,0038	11,76
1	0,0016	1	0,0019	18,75

Selisih hasil *displacement* untuk kedua model struktur *corewall* berkisar 4,33 % - 18,75 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh 7,00 %



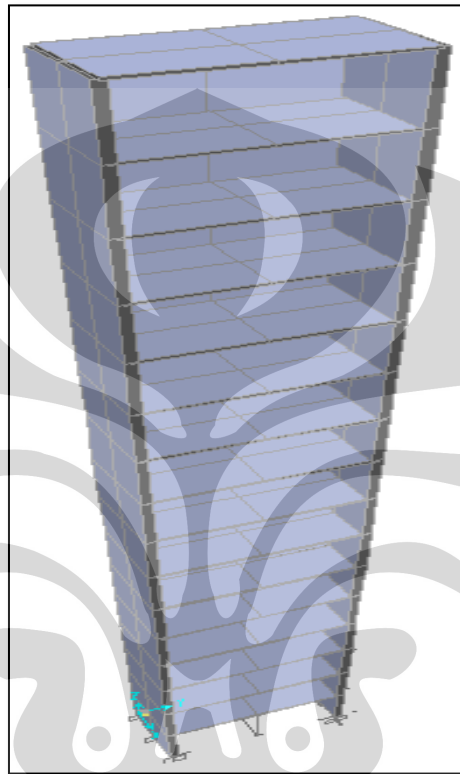
Gambar 4.13 Grafik perbandingan displacement corewall 12 lantai

Grafik diatas memperlihatkan perbandingan *displacement* dari struktur *corewall* yang menggunakan elemen shell dan elemen kolom. Dimana sumbu X menunjukkan hasil displacement dan sumbu Y menunjukkan tingkatan lantai. Grafik yang ditampilkan merupakan hasil *displacement* untuk arah Y saja, sedangkan untuk arah X tidak ditampilkan. Hal ini dikarenakan pembebanan dilakukan dalam arah Y pada struktur *corewall* dan dianggap sudah cukup memberikan hasil yang sama secara garis besar.

Grafik diatas menunjukkan bahwa hasil perbandingan *displacement* untuk kedua model stuktur *corewall* diatas menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain dengan selisih rata-rata 7 %. Sehingga

dapat dikatakan bahwa perbandingan parameter *displacement* untuk struktur *corewall* ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan elemen pengganti dinding geser.

3. Model corewall 16 lantai



Gambar 4.14 Corewall 16 lantai

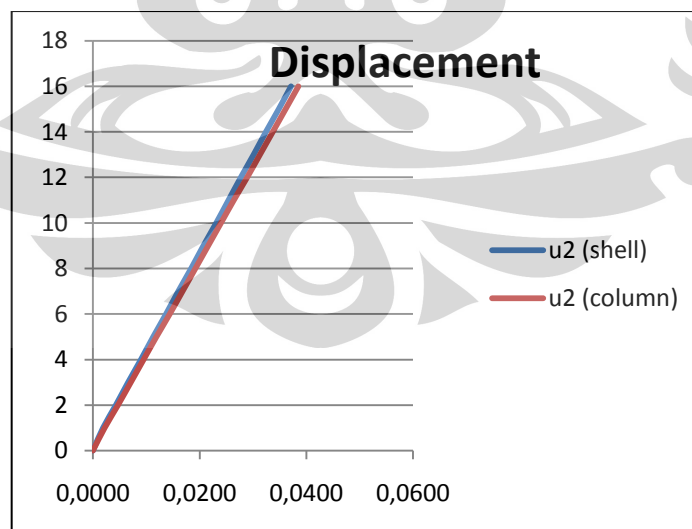
Tabel 4.9 Perbandingan displacement corewall 16 lantai

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
lantai	u_2 (m)	lantai	u_2 (m)	
16	0,0371	16	0,0385	3,77
15	0,0348	15	0,0361	3,74
14	0,0324	14	0,0337	4,01
13	0,0301	13	0,0313	3,99
12	0,0277	12	0,0289	4,33

Tabel 4.9 (Lanjutan)

SHELL		COLUMN		Selisih
lantai	u ₂ (m)	lantai	u ₂ (m)	(%)
11	0,0254	11	0,0264	3,94
10	0,0231	10	0,0240	3,90
9	0,0207	9	0,0216	4,35
8	0,0184	8	0,0192	4,35
7	0,0160	7	0,0168	5,00
6	0,0137	6	0,0144	5,11
5	0,0113	5	0,0119	5,31
4	0,0090	4	0,0095	5,56
3	0,0066	3	0,0071	7,58
2	0,0043	2	0,0047	9,30
1	0,0019	1	0,0022	15,79

Selisih hasil *displacement* untuk kedua model struktur *corewall* berkisar 3,77 % - 15,79 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh 5,62 %



Gambar 4.15 Grafik perbandingan displacement corewall 16 lantai

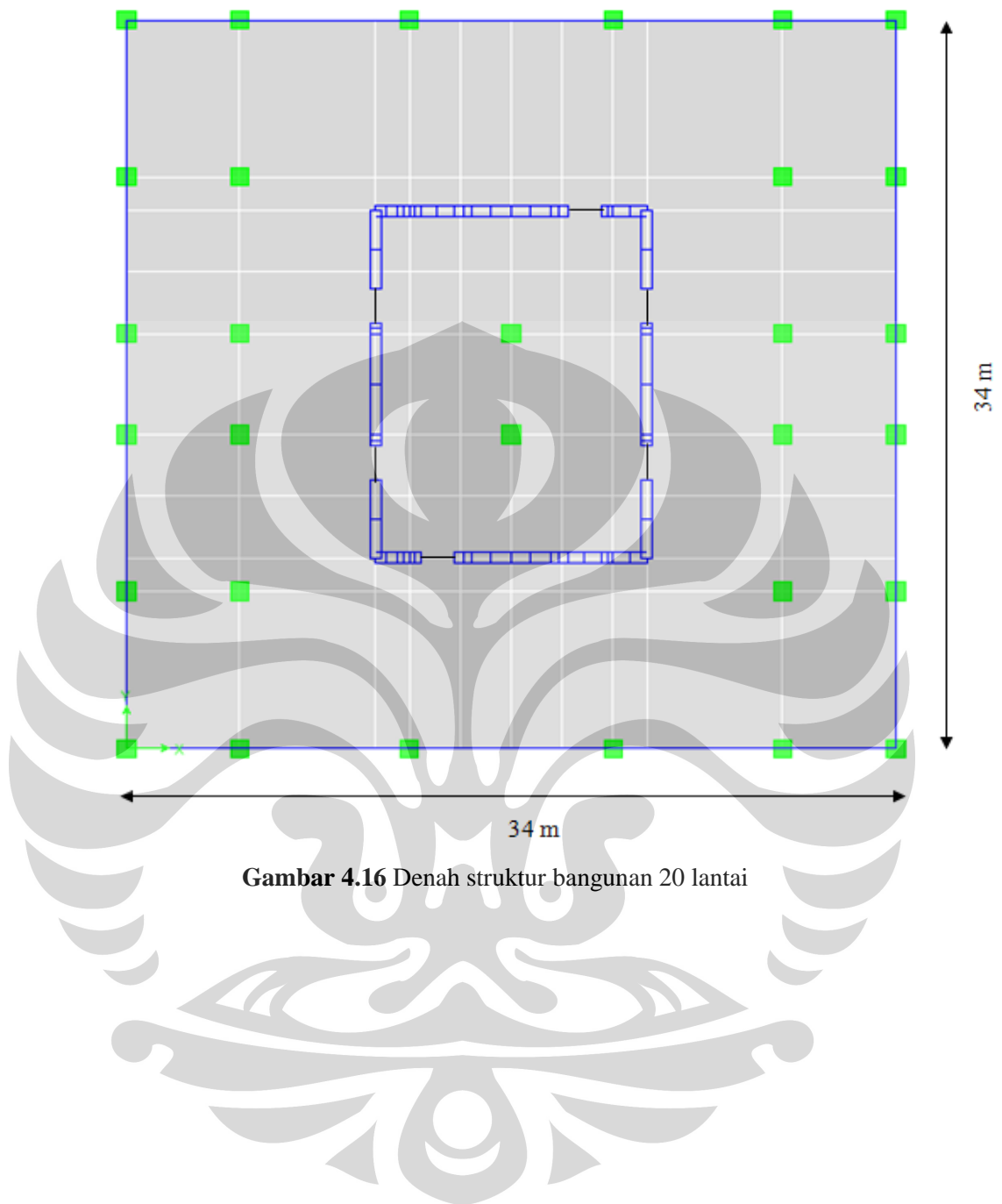
Grafik diatas memperlihatkan perbandingan *displacement* dari struktur *corewall* yang menggunakan elemen shell dan elemen kolom. Dimana sumbu X menunjukkan hasil *displacement* dan sumbu Y menunjukkan tingkatan lantai. Grafik yang ditampilkan merupakan hasil *displacement* untuk arah Y saja, sedangkan untuk arah X tidak ditampilkan. Hal ini dikarenakan pembebanan dilakukan dalam arah Y pada struktur *corewall* dan dianggap sudah cukup memberikan hasil yang sama secara garis besar.

Grafik diatas menunjukkan bahwa hasil perbandingan *displacement* untuk kedua model stuktur *corewall* diatas menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain dengan selisih rata-rata 5,62 %. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan parameter *displacement* untuk struktur *corewall* ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan elemen pengganti dinding geser.

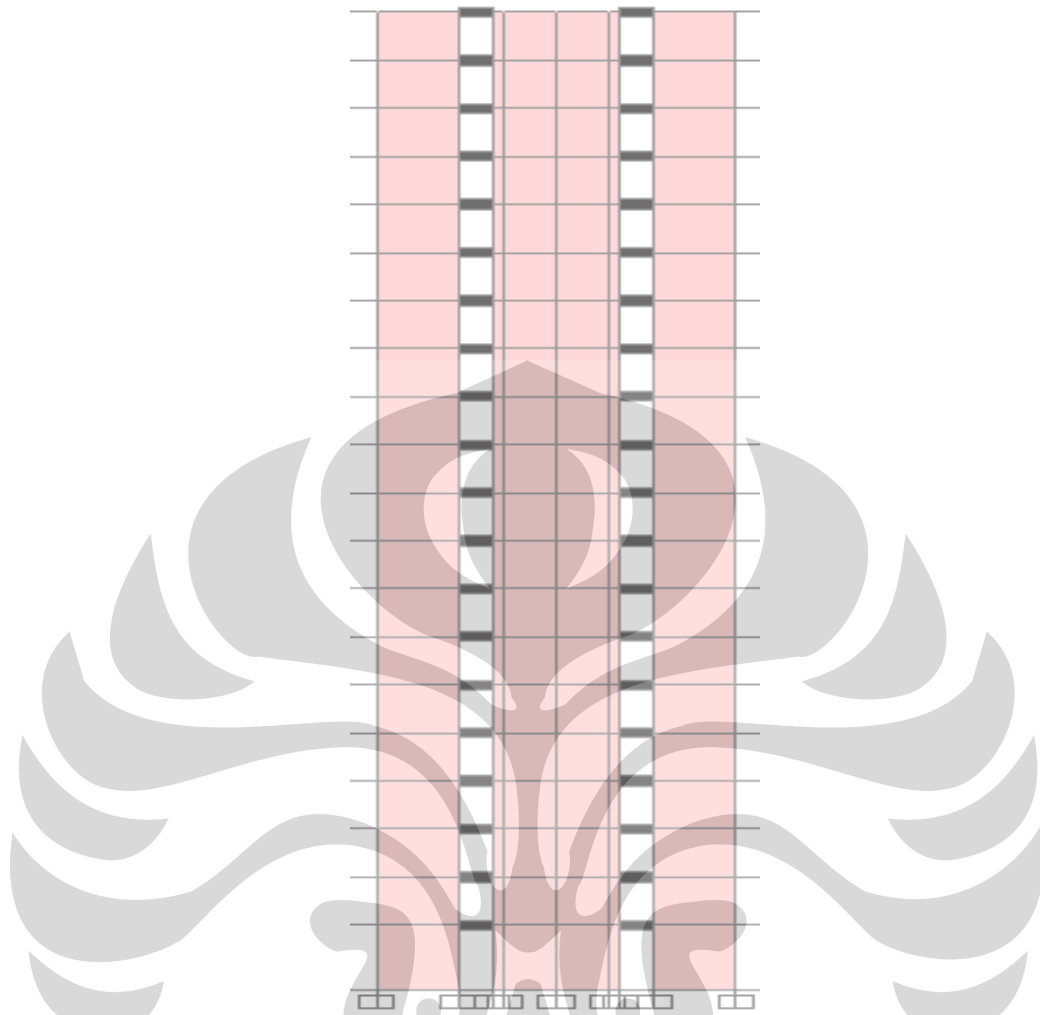
4.3 VERIFIKASI MODEL STRUKTUR 20 LANTAI DENGAN COREWALL

Untuk struktur 20 lantai ini, *corewall* yang digunakan berbentuk ortogonal dan dihubungkan dengan dengan *link beam*. *Corewall* terletak di tengah bangunan dengan tebal 0,5 meter ; dan untuk *corewall* dengan elemen kolom, pada setiap *joint*-nya diberi *plate constraint*. Elemen lantai didesain menggunakan elemen *flat slab* dengan tebal 17 cm dan pada setiap *joint*-nya diberi *diaphragm constraint*. Tujuan pemberian konstrain pada struktur dengan *corewall* ini agar semua *joint* pada lantai dan *corewall* yang diberi batasan konstrain bergerak secara bersamaan sebagai sebuah diafragma plana yang bersifat *rigid* terhadap semua deformasi yang mungkin terjadi

Berikut ini adalah denah dan penempatan *corewall* yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya, seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.16 Denah struktur bangunan 20 lantai



Gambar 4.17 Potongan corewall dengan menggunakan link beam

Struktur *corewall* yang dimodelkan pada tugas akhir ini dihubungkan dengan elemen *link beam* yang memiliki kekakuan yang sangat besar. Dalam program *SAP2000 v.11*, keadaan perpotongan balok-kolom untuk *corewall* yang menggunakan elemen kolom dapat diidealisasikan dengan memberikan dua *end offset* untuk tiap elemen menggunakan parameter *ioff* dan *joff* yang terkait dengan ujung i dan j dari semua elemen portal.

4.3.1 Displacement

Besarnya *displacement* sangat dipengaruhi oleh massa dan kekakuan pada struktur. Semakin besar kekakuan pada struktur, maka semakin kecil hasil

displacement-nya. Pengecekan *displacement* merupakan hal yang penting untuk mengevaluasi kinerja struktur terhadap suatu gempa rencana.

Verifikasi ini bertujuan untuk membandingkan *displacement* struktur 20 lantai yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom dengan diberi beban lateral statik ekuivalen dan beban respon spektra. Beban geser dasar nominal statik ekuivalen V yang terjadi di tingkat dasar dapat dihitung menurut persamaan :

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

Beban geser dasar nominal V harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban-beban gempa nominal statik ekuivalen F_i yang menangkap pada pusat massa lantai tingkat ke- i menurut persamaan :

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

Tabel 4.10 Beban lateral F_x

Lantai	h (m)	Wt (kN)	Wt.h (kNm)	F_x (kN)
20	61	1424,34	86884,71	155,90
19	58	1470,74	85303,02	153,06
18	55	1470,74	80890,80	145,14
17	52	1470,74	76478,57	137,23
16	49	1470,74	72066,35	129,31
15	46	1470,74	67654,12	121,39
14	43	1470,74	63241,90	113,48
13	40	1470,74	58829,67	105,56
12	37	1470,74	54417,45	97,64
11	34	1470,74	50005,22	89,72
10	31	1470,74	45593,00	81,81
9	28	1470,74	41180,77	73,89
8	25	1470,74	36768,55	65,97
7	22	1470,74	32356,32	58,06
6	19	1470,74	27944,09	50,14
5	16	1470,74	23531,87	42,22
4	13	1470,74	19119,64	34,31
3	10	1470,74	14707,42	26,39
2	7	1470,74	10295,19	18,47
1	4	1564,41	6257,62	11,23
SUM		29462,1	953526,29	1710,92

Tabel 4.11 Bebab lateral F_y

Lantai	h (m)	Wt (kN)	Wt.h (kN)	F_y (kN)
20	61	1424,34	86884,71	177,55
19	58	1470,74	85303,02	174,32
18	55	1470,74	80890,80	165,30
17	52	1470,74	76478,57	156,29
16	49	1470,74	72066,35	147,27
15	46	1470,74	67654,12	138,25
14	43	1470,74	63241,90	129,24
13	40	1470,74	58829,67	120,22
12	37	1470,74	54417,45	111,20
11	34	1470,74	50005,22	102,19
10	31	1470,74	45593,00	93,17
9	28	1470,74	41180,77	84,15
8	25	1470,74	36768,55	75,14
7	22	1470,74	32356,32	66,12
6	19	1470,74	27944,09	57,10
5	16	1470,74	23531,87	48,09
4	13	1470,74	19119,64	39,07
3	10	1470,74	14707,42	30,05
2	7	1470,74	10295,19	21,04
1	4	1564,41	6257,62	12,79
SUM		29462,10	953526,29	1948,55

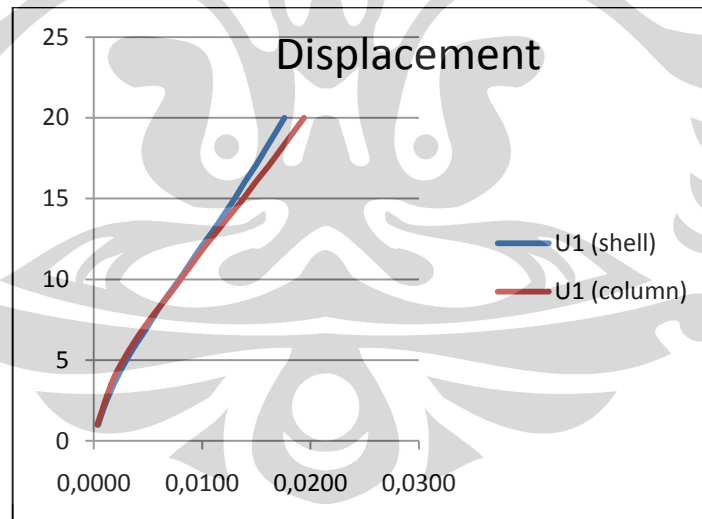
Hasil displacement akibat beban lateral F_x :

Tabel 4.12 Perbandingan displacement akibat beban lateral F_x

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
lantai	u_1 (m)	lantai	u_1 (m)	
20	0,0176	20	0,0194	10,23
19	0,0167	19	0,0183	9,58
18	0,0158	18	0,0172	8,86
17	0,0149	17	0,0161	8,05
16	0,0139	16	0,0149	7,19
15	0,0130	15	0,0138	6,15
14	0,0120	14	0,0126	5,00
13	0,0110	13	0,0114	3,64

Tabel 4.12 (Lanjutan)

SHELL		COLUMN		Selisih
lantai	u_1 (m)	lantai	u_1 (m)	(%)
12	0,0099	12	0,0102	3,03
11	0,0089	11	0,0091	2,25
10	0,0079	10	0,0080	1,27
9	0,0068	9	0,0069	1,47
8	0,0058	8	0,0057	1,72
7	0,0049	7	0,0046	6,12
6	0,0039	6	0,0036	7,69
5	0,0030	5	0,0027	10,00
4	0,0022	4	0,0019	13,64
3	0,0015	3	0,0013	13,33
2	0,0009	2	0,0008	11,11
1	0,0004	1	0,0003	25,00

Gambar 4.18 Grafik perbandingan displacement akibat beban lateral F_x

Grafik diatas mmperlihatkan perbandingan *displacement* dari struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom. Dimana sumbu X menunjukkan hasil *displacement* dan sumbu Y menunjukkan tingkatan lantai.

Grafik menunjukkan bahwa hasil perbandingan *displacement* untuk kedua model struktur diatas menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain. Selisih hasil *displacement* untuk kedua model struktur berkisar 1,27 % - 25,00 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh lantai 7,77 %. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan parameter *displacement* untuk struktur dengan *corewall* ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan element pengganti dinding geser.

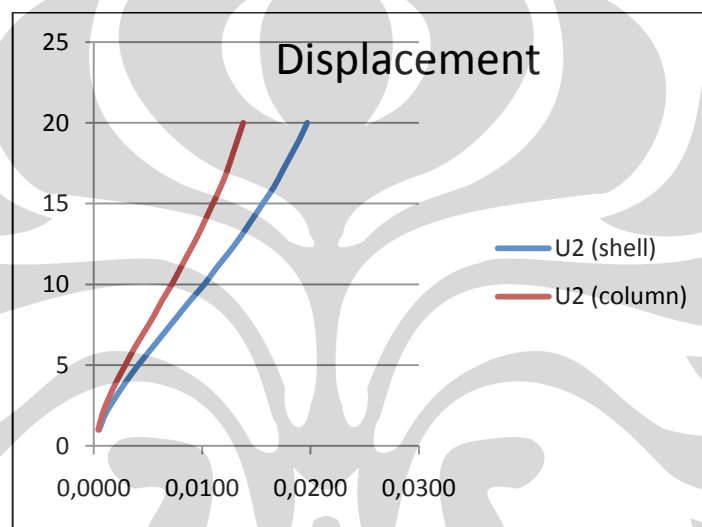
Hasil *displacement* akibat beban lateral F_y :

Tabel 4.13 Perbandingan *displacement* akibat beban lateral F_y

SHELL		COLUMN		Selisih
lantai	u_2 (m)	lantai	u_2 (m)	(%)
20	0,0197	20	0,0138	29,95
19	0,0190	19	0,0133	30,00
18	0,0182	18	0,0128	29,67
17	0,0174	17	0,0123	29,31
16	0,0166	16	0,0117	29,52
15	0,0156	15	0,0110	29,49
14	0,0146	14	0,0103	29,45
13	0,0136	13	0,0096	29,41
12	0,0125	12	0,0088	29,60
11	0,0113	11	0,0080	29,20
10	0,0102	10	0,0072	29,41
9	0,0089	9	0,0063	29,21
8	0,0077	8	0,0055	28,57
7	0,0065	7	0,0046	29,23
6	0,0053	6	0,0037	30,19

Tabel 4.13 (Lanjutan)

SHELL		COLUMN		Selisih
lantai	u_2 (m)	lantai	u_2 (m)	(%)
5	0,0041	5	0,0029	29,27
4	0,0030	4	0,0021	30,00
3	0,0020	3	0,0014	30,00
2	0,0011	2	0,0008	27,27
1	0,0005	1	0,0004	20,00

Gambar 4.19 Grafik perbandingan displacement akibat beban lateral F_y

Grafik diatas memperlihatkan perbandingan *displacement* dari struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom. Dimana sumbu X menunjukkan hasil *displacement* dan sumbu Y menunjukkan tingkatan lantai.

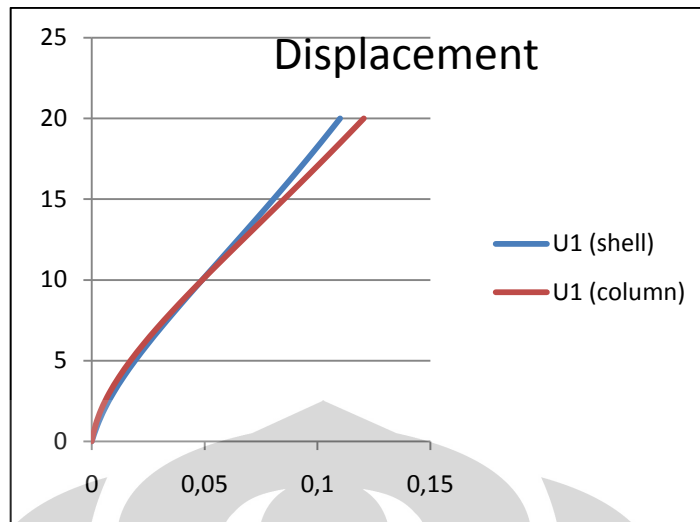
Grafik menunjukkan bahwa hasil perbandingan *displacement* untuk kedua model struktur diatas menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain. Selisih hasil *displacement* untuk kedua model struktur berkisar 29,21 % - 30,00 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh lantai 28,94 %. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan parameter *displacement* untuk struktur dengan *corewall* ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan elemen pengganti dinding geser.

Hasil displacement akibat beban respon spektra :

Tabel 4.14 Perbandingan displacement akibat beban respon spektra

SPECTRA

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
lantai	u_1 (m)	lantai	u_1 (m)	
20	0,11	20	0,1205	9,54
19	0,1043	19	0,1136	8,90
18	0,0985	18	0,1066	8,22
17	0,0926	17	0,0996	7,49
16	0,0866	16	0,0924	6,70
15	0,0805	15	0,0852	5,84
14	0,0743	14	0,0779	4,90
13	0,068	13	0,0706	3,87
12	0,0616	12	0,0633	2,74
11	0,0553	11	0,0561	1,49
10	0,0489	10	0,0490	0,09
9	0,0426	9	0,0420	1,47
8	0,0364	8	0,0353	3,25
7	0,0304	7	0,0288	5,30
6	0,0246	6	0,0227	7,69
5	0,0192	5	0,0172	10,56
4	0,0141	4	0,0121	14,11
3	0,0096	3	0,0078	18,64
2	0,0057	2	0,0043	24,77
1	0,0025	1	0,0017	33,21



Gambar 4.20 Grafik perbandingan displacement akibat beban respon spektra

Grafik diatas memperlihatkan grafik perbandingan displacement dari struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom. Dimana sumbu X menunjukkan hasil *displacement* dan sumbu Y menunjukkan tingkatan lantai.

Grafik menunjukkan bahwa hasil perbandingan *displacement* untuk kedua model struktur diatas menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain. Selisih hasil *displacement* untuk kedua model struktur berkisar 0,09 % - 33,21 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh lantai 8,94 %. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan parameter *displacement* untuk struktur dengan *corewall* ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan elemen pengganti dinding geser.

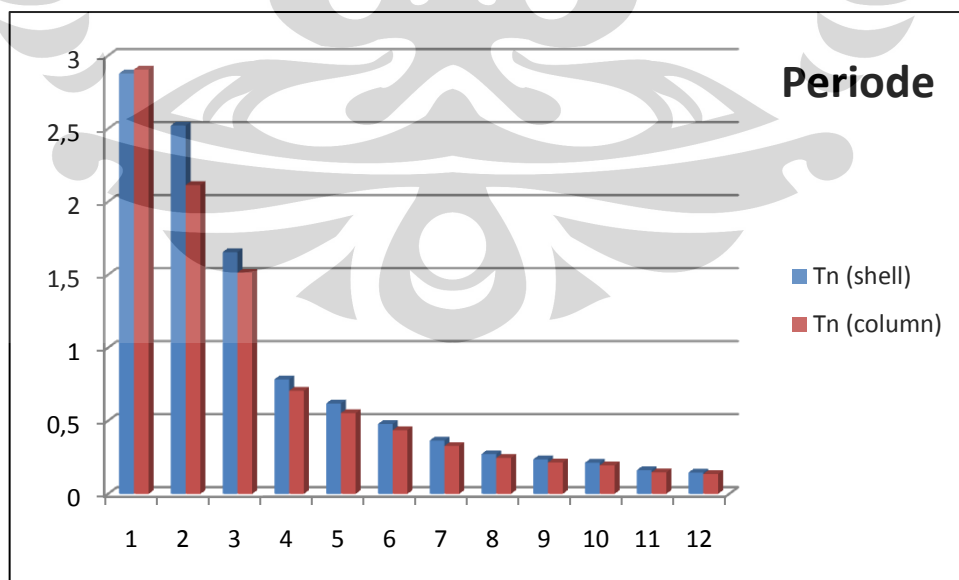
4.3.2 Periode Alami

Pemeriksaan periode alami struktur berguna untuk mencegah struktur gedung yang terlalu fleksibel. Periode alami struktur dibatasi oleh koefisien ξ sesuai wilayah gempa lokasi struktur. Untuk wilayah gempa 3, batas waktu getar alami fundamental adalah sebesar $T = \xi n$ ($n =$ jumlah lantai dan $\xi = 0,18$ untuk wilayah gempa 3). Jadi, syarat periode untuk struktur 20 lantai yaitu $T = 0,18 \times 20 = 3,6$. Sedangkan periode yang didapatkan dari program *SAP2000 v.11* untuk struktur ini adalah 2,878 ; sehingga dapat dikatakan periode sudah cukup memenuhi batasan periode alami struktur untuk wilayah gempa 3.

Berikut ini adalah tabel hasil perbandingan periode getar alami untuk struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom :

Tabel 4.15 Perbandingan periode getar alami struktur 20 lantai

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
Mode	Periode	Mode	Periode	
1	2,878	1	2,905	0,94
2	2,522	2	2,114	16,18
3	1,655	3	1,514	8,52
4	0,784	4	0,706	9,95
5	0,619	5	0,553	10,66
6	0,478	6	0,436	8,79
7	0,365	7	0,328	10,14
8	0,272	8	0,246	9,56
9	0,236	9	0,215	8,90
10	0,213	10	0,195	8,45
11	0,162	11	0,147	9,26
12	0,146	12	0,136	6,85



Gambar 4.21 Diagram perbandingan periode alami struktur 20 lantai

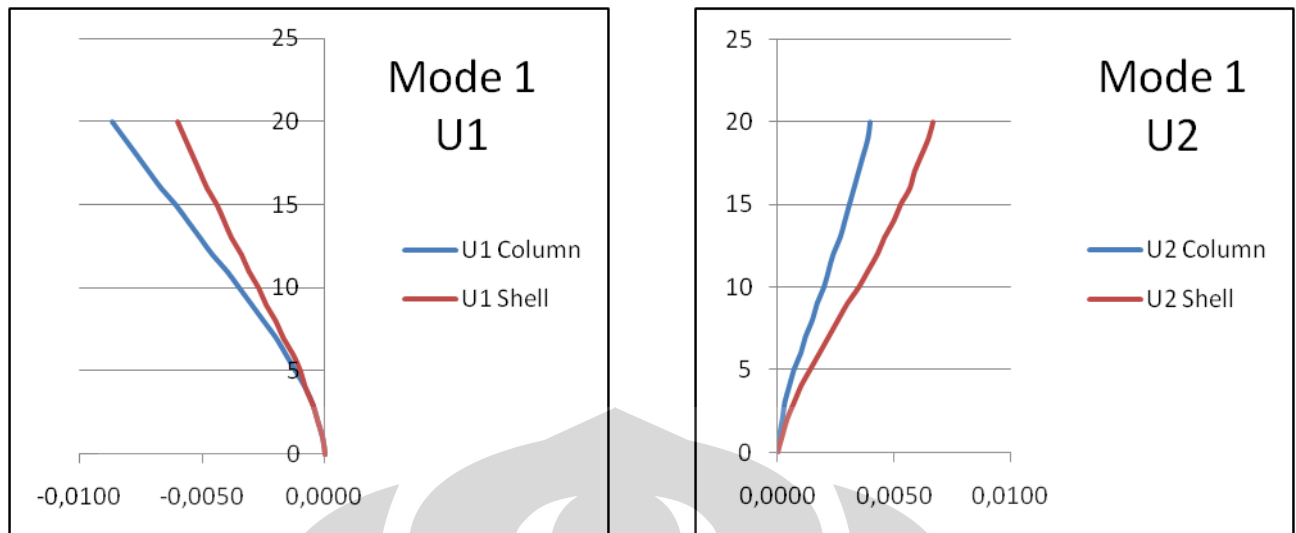
Periode getar alami bergantung pada massa, kekakuan, dan konfigurasi struktur (penempatan *shearwall*). Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa periode alami untuk struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom sudah hampir berdekatan satu sama lain. Selisih yang didapatkan berkisar antara 0,94 % - 16,18 % dengan rata-rata selisih untuk seluruh periode 9,02 %.

4.3.3 Building Modes

Periode dan pola ragam getar memiliki keterkaitan yang sangat dekat, yaitu sangat dipengaruhi oleh massa dan kekakuan lateral struktur. Waktu getar dari getaran gempa selalu berubah-ubah secara dinamis, makin lama waktu getar semakin pendek sampai akhirnya getaran gempa berhenti. Perubahan waktu getar akan mengakibatkan respon struktur bangunan juga berubah-ubah membentuk ragam-getar yang berbeda-beda.

Tabel 4.16 Perbandingan mode 1 struktur 20 lantai

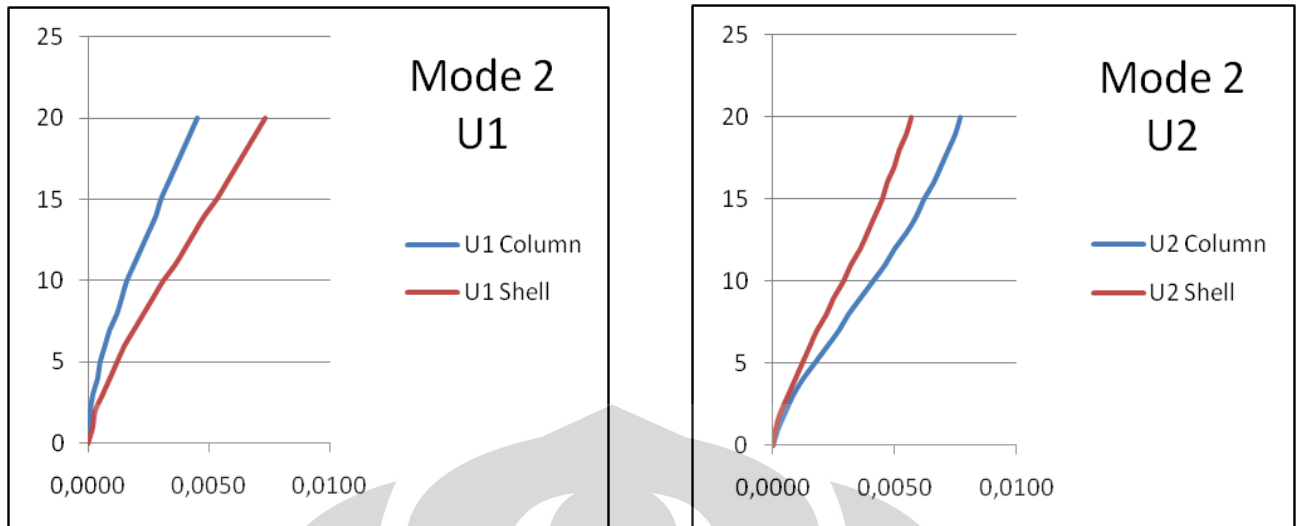
FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 1		Lantai	Mode 1	
	Ux	Uy		Ux	Uy
20	-0,0087	0,0040	20	-0,0060	0,0067
19	-0,0082	0,0039	19	-0,0057	0,0065
18	-0,0077	0,0037	18	-0,0054	0,0062
17	-0,0072	0,0035	17	-0,0051	0,0059
16	-0,0067	0,0033	16	-0,0048	0,0057
15	-0,0061	0,0031	15	-0,0044	0,0053
14	-0,0056	0,0029	14	-0,0041	0,0050
13	-0,0051	0,0027	13	-0,0038	0,0046
12	-0,0046	0,0024	12	-0,0034	0,0043
11	-0,0040	0,0022	11	-0,0031	0,0039
10	-0,0035	0,0020	10	-0,0027	0,0035
9	-0,0030	0,0017	9	-0,0024	0,0030
8	-0,0025	0,0015	8	-0,0020	0,0026
7	-0,0020	0,0012	7	-0,0017	0,0022
6	-0,0016	0,0010	6	-0,0013	0,0018
5	-0,0012	0,0007	5	-0,0010	0,0014
4	-0,0008	0,0005	4	-0,0008	0,0010
3	-0,0005	0,0003	3	-0,0005	0,0007
2	-0,0003	0,0002	2	-0,0003	0,0004
1	-0,0001	0,0001	1	-0,0001	0,0002



Gambar 4.22 Grafik perbandingan mode 1 struktur 20 lantai

Tabel 4.17 Perbandingan mode 2 struktur 20 lantai

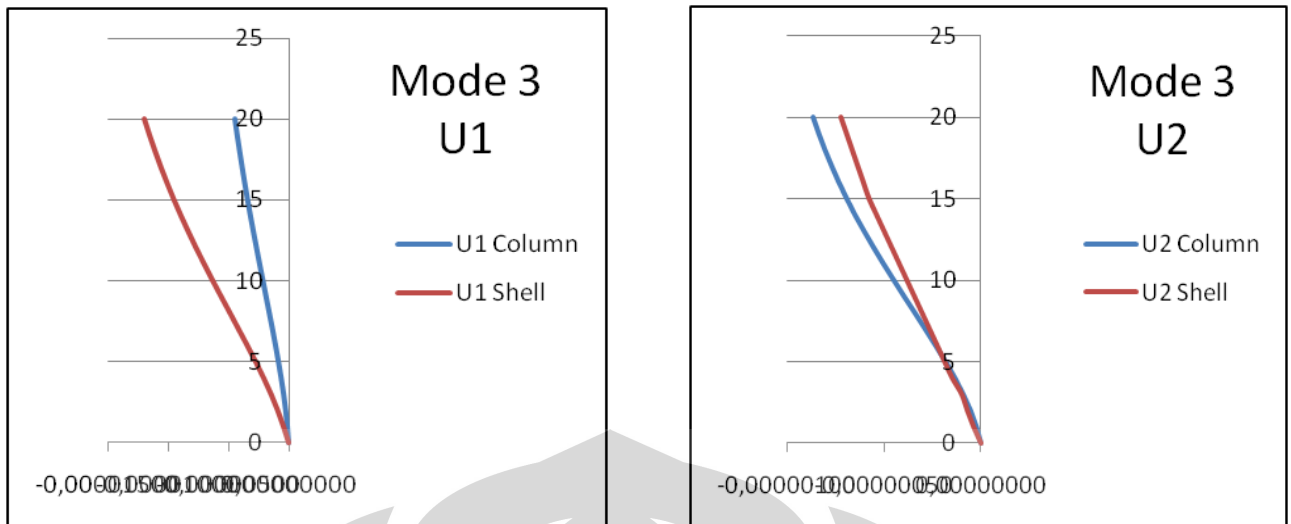
FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 2		Lantai	Mode 2	
	Ux	Uy		Ux	Uy
20	0,0045	0,0077	20	0,0073	0,0057
19	0,0042	0,0075	19	0,0069	0,0055
18	0,0039	0,0072	18	0,0065	0,0052
17	0,0036	0,0069	17	0,0061	0,0050
16	0,0033	0,0066	16	0,0057	0,0047
15	0,0030	0,0062	15	0,0053	0,0045
14	0,0028	0,0059	14	0,0048	0,0042
13	0,0025	0,0055	13	0,0044	0,0039
12	0,0022	0,0050	12	0,0040	0,0036
11	0,0019	0,0046	11	0,0036	0,0032
10	0,0016	0,0041	10	0,0031	0,0029
9	0,0014	0,0036	9	0,0027	0,0025
8	0,0012	0,0031	8	0,0023	0,0022
7	0,0009	0,0027	7	0,0019	0,0018
6	0,0007	0,0022	6	0,0015	0,0015
5	0,0005	0,0017	5	0,0012	0,0012
4	0,0004	0,0012	4	0,0009	0,0009
3	0,0002	0,0008	3	0,0006	0,0006
2	0,0001	0,0005	2	0,0003	0,0003
1	0,0001	0,0002	1	0,0002	0,0001



Gambar 4.23 Grafik perbandingan mode 2 struktur 20 lantai

Tabel 4.18 Perbandingan mode 3 struktur 20 lantai

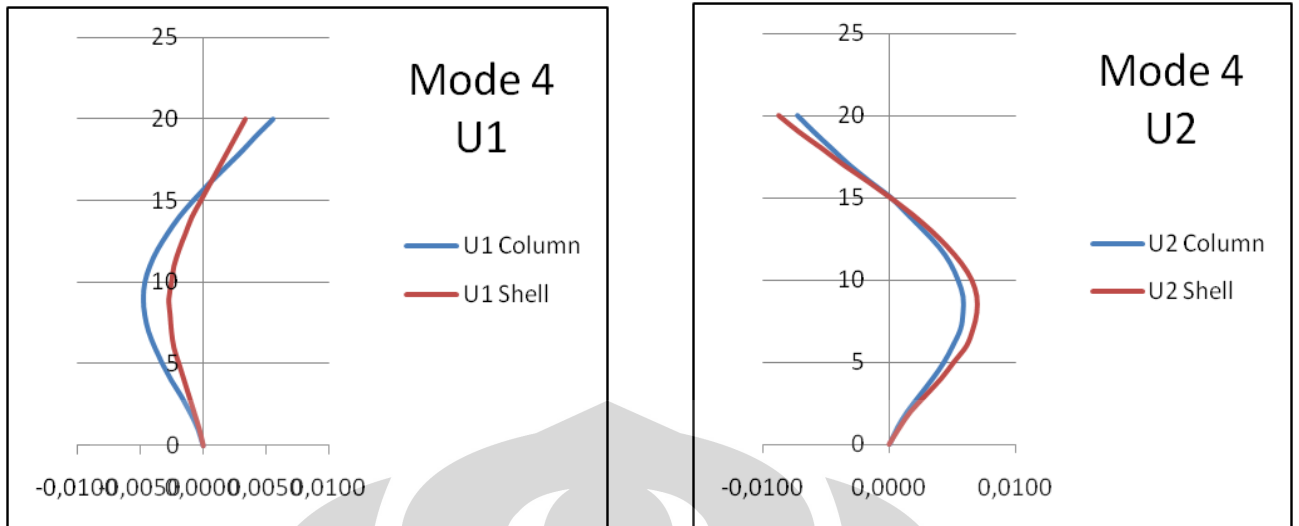
FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 2		Lantai	Mode 2	
	Ux	Uy		Ux	Uy
20	0,0045	0,0077	20	0,0073	0,0057
19	0,0042	0,0075	19	0,0069	0,0055
18	0,0039	0,0072	18	0,0065	0,0052
17	0,0036	0,0069	17	0,0061	0,0050
16	0,0033	0,0066	16	0,0057	0,0047
15	0,0030	0,0062	15	0,0053	0,0045
14	0,0028	0,0059	14	0,0048	0,0042
13	0,0025	0,0055	13	0,0044	0,0039
12	0,0022	0,0050	12	0,0040	0,0036
11	0,0019	0,0046	11	0,0036	0,0032
10	0,0016	0,0041	10	0,0031	0,0029
9	0,0014	0,0036	9	0,0027	0,0025
8	0,0012	0,0031	8	0,0023	0,0022
7	0,0009	0,0027	7	0,0019	0,0018
6	0,0007	0,0022	6	0,0015	0,0015
5	0,0005	0,0017	5	0,0012	0,0012
4	0,0004	0,0012	4	0,0009	0,0009
3	0,0002	0,0008	3	0,0006	0,0006
2	0,0001	0,0005	2	0,0003	0,0003
1	0,0001	0,0002	1	0,0002	0,0001



Gambar 4.24 Grafik perbandingan mode 3 struktur 20 lantai

Tabel 4.19 Perbandingan mode 4 struktur 20 lantai

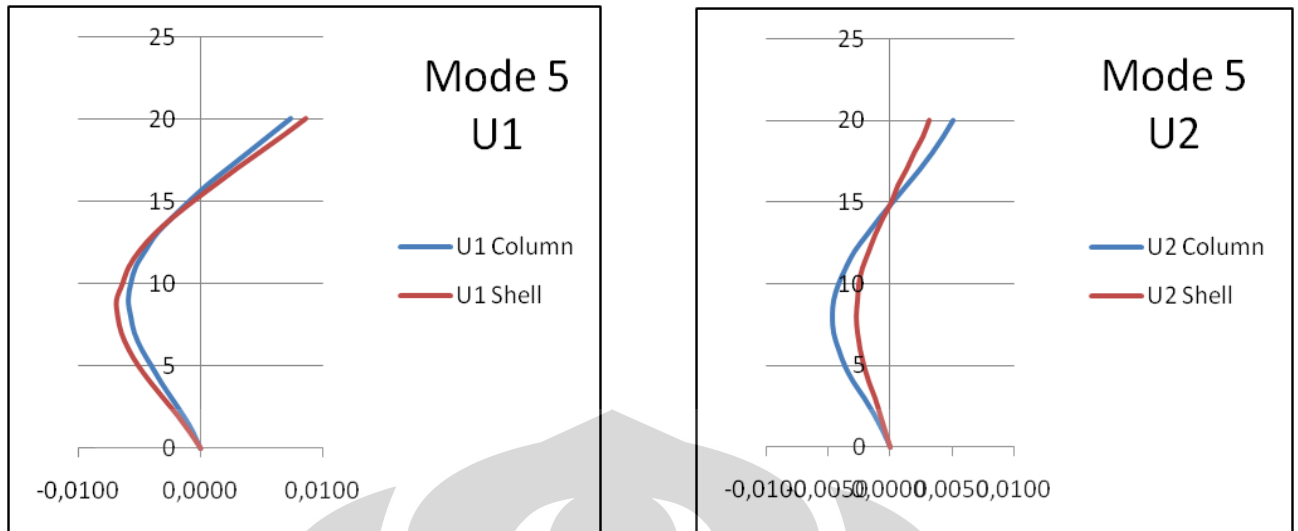
FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 4		Lantai	Mode 4	
	Ux	Uy		Ux	Uy
20	0,0055	-0,0073	20	0,0033	-0,0087
19	0,0042	-0,0060	19	0,0026	-0,0071
18	0,0030	-0,0046	18	0,0019	-0,0053
17	0,0017	-0,0032	17	0,0012	-0,0036
16	0,0004	-0,0016	16	0,0005	-0,0017
15	-0,0008	0,0001	15	-0,0002	0,0001
14	-0,0019	0,0014	14	-0,0009	0,0018
13	-0,0028	0,0027	13	-0,0014	0,0033
12	-0,0036	0,0039	12	-0,0019	0,0046
11	-0,0042	0,0048	11	-0,0023	0,0057
10	-0,0046	0,0054	10	-0,0025	0,0065
9	-0,0047	0,0058	9	-0,0027	0,0069
8	-0,0046	0,0058	8	-0,0026	0,0069
7	-0,0043	0,0056	7	-0,0025	0,0066
6	-0,0038	0,0050	6	-0,0023	0,0061
5	-0,0032	0,0043	5	-0,0019	0,0051
4	-0,0025	0,0034	4	-0,0015	0,0041
3	-0,0017	0,0024	3	-0,0011	0,0029
2	-0,0010	0,0014	2	-0,0007	0,0017
1	-0,0004	0,0006	1	-0,0003	0,0008



Gambar 4.25 Grafik perbandingan mode 4 struktur 20 lantai

Tabel 4.20 Perbandingan mode 5 struktur 20 lantai

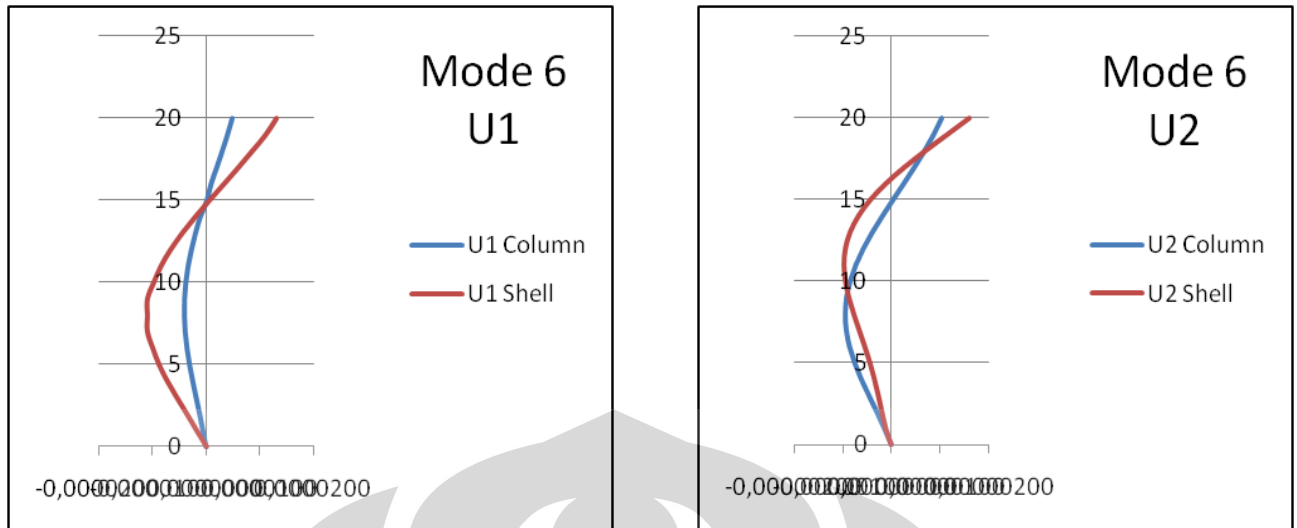
FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 5		Lantai	Mode 5	
	Ux	Uy		Ux	Uy
20	0,0074	0,0051	20	0,0086	0,0031
19	0,0057	0,0043	19	0,0068	0,0026
18	0,0040	0,0034	18	0,0049	0,0019
17	0,0023	0,0024	17	0,0030	0,0013
16	0,0006	0,0013	16	0,0012	0,0006
15	-0,0009	0,0002	15	-0,0006	0,0001
14	-0,0023	-0,0009	14	-0,0023	-0,0006
13	-0,0036	-0,0019	13	-0,0038	-0,0012
12	-0,0045	-0,0029	12	-0,0050	-0,0017
11	-0,0053	-0,0036	11	-0,0059	-0,0022
10	-0,0057	-0,0042	10	-0,0064	-0,0025
9	-0,0059	-0,0046	9	-0,0069	-0,0026
8	-0,0057	-0,0047	8	-0,0068	-0,0027
7	-0,0054	-0,0046	7	-0,0065	-0,0026
6	-0,0048	-0,0042	6	-0,0059	-0,0024
5	-0,0040	-0,0037	5	-0,0051	-0,0021
4	-0,0032	-0,0030	4	-0,0041	-0,0017
3	-0,0023	-0,0021	3	-0,0030	-0,0012
2	-0,0014	-0,0013	2	-0,0019	-0,0008
1	-0,0006	-0,0006	1	-0,0009	-0,0004



Gambar 4.26 Grafik perbandingan mode 5 struktur 20 lantai

Tabel 4.21 Perbandingan mode 6 struktur 20 lantai

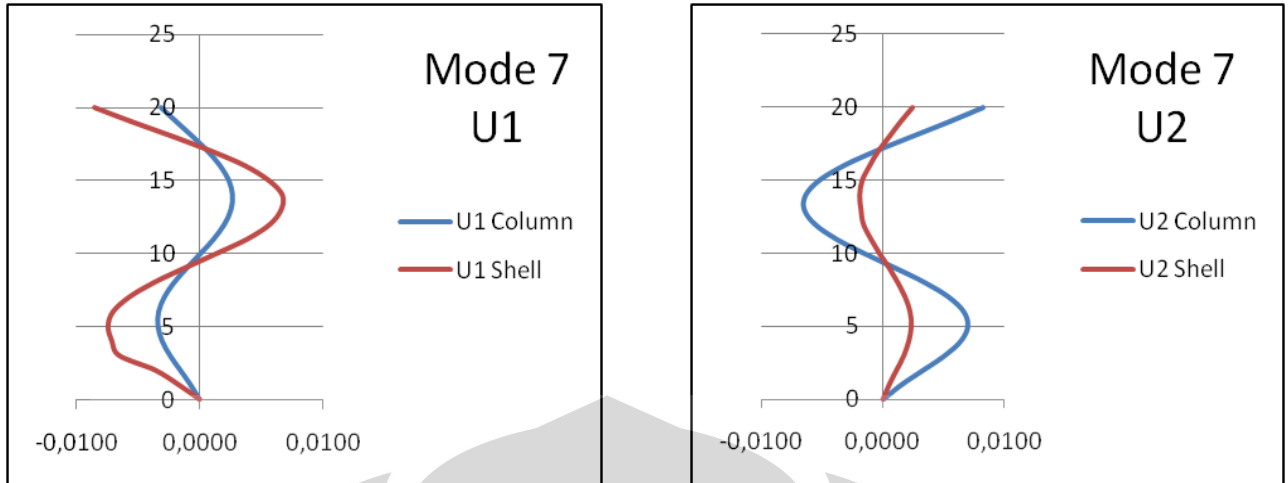
FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 6		Lantai	Mode 6	
	Ux	Uy		Ux	Uy
20	0,0000049	0,00000103	20	0,0000130	0,00000161
19	0,0000040	0,00000087	19	0,0000110	0,00000116
18	0,0000031	0,00000068	18	0,0000085	0,00000071
17	0,0000020	0,00000048	17	0,0000059	0,00000028
16	0,0000010	0,00000026	16	0,0000032	-0,00000010
15	0,0000002	0,00000004	15	0,0000005	-0,00000042
14	-0,0000011	-0,00000018	14	-0,0000021	-0,00000067
13	-0,0000019	-0,00000039	13	-0,0000045	-0,00000084
12	-0,0000027	-0,00000057	12	-0,0000067	-0,00000094
11	-0,0000033	-0,00000073	11	-0,0000085	-0,00000096
10	-0,0000038	-0,00000084	10	-0,0000098	-0,00000094
9	-0,0000040	-0,00000092	9	-0,0000110	-0,00000086
8	-0,0000040	-0,00000094	8	-0,0000110	-0,00000076
7	-0,0000039	-0,00000092	7	-0,0000110	-0,00000065
6	-0,0000035	-0,00000086	6	-0,0000100	-0,00000054
5	-0,0000031	-0,00000075	5	-0,0000088	-0,00000043
4	-0,0000025	-0,00000062	4	-0,0000073	-0,00000034
3	-0,0000018	-0,00000046	3	-0,0000055	-0,00000026
2	-0,0000012	-0,00000030	2	-0,0000037	-0,00000019
1	-0,0000006	-0,00000015	1	-0,0000019	-0,00000011



Gambar 4.27 Grafik perbandingan mode 6 struktur 20 lantai

Tabel 4.22 Perbandingan mode 7 struktur 20 lantai

FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 7		Lantai	Mode 7	
	Ux	Uy		Ux	Uy
20	-0,0031	0,0082	20	-0,0085	0,0024
19	-0,0018	0,0053	19	-0,0054	0,0014
18	-0,0005	0,0023	18	-0,0021	0,0005
17	0,0007	-0,0007	17	0,0010	-0,0004
16	0,0017	-0,0033	16	0,0037	-0,0011
15	0,0024	-0,0053	15	0,0056	-0,0017
14	0,0027	-0,0064	14	0,0067	-0,0019
13	0,0026	-0,0065	13	0,0066	-0,0018
12	0,0020	-0,0056	12	0,0057	-0,0016
11	0,0012	-0,0039	11	0,0039	-0,0010
10	0,0001	-0,0016	10	0,0014	-0,0003
9	-0,0010	0,0010	9	-0,0012	0,0005
8	-0,0020	0,0034	8	-0,0037	0,0012
7	-0,0028	0,0054	7	-0,0057	0,0018
6	-0,0033	0,0066	6	-0,0070	0,0022
5	-0,0033	0,0069	5	-0,0074	0,0023
4	-0,0030	0,0064	4	-0,0071	0,0021
3	-0,0024	0,0051	3	-0,0065	0,0017
2	-0,0015	0,0033	2	-0,0036	0,0011
1	-0,0007	0,0015	1	-0,0017	0,0005

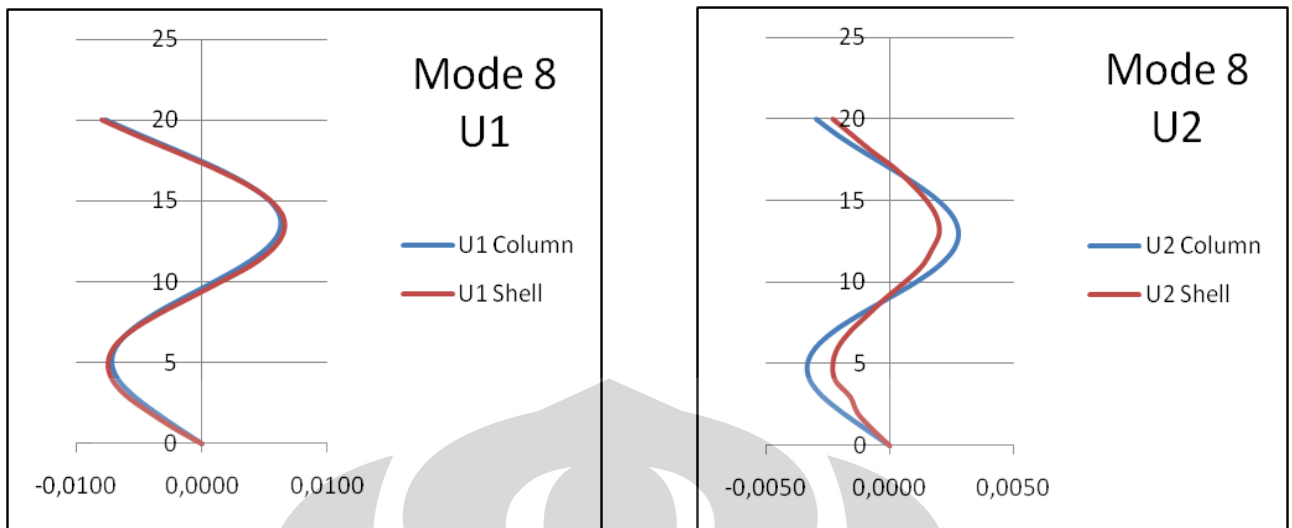


Gambar 4.28 Grafik perbandingan mode 7 struktur 20 lantai

Tabel 4.23 Perbandingan mode 8 struktur 20 lantai

FRAME		
Lantai	Mode 8	
	Ux	Uy
20	-0,0077	-0,0030
19	-0,0048	-0,0021
18	-0,0017	-0,0011
17	0,0012	0,0000
16	0,0037	0,0011
15	0,0054	0,0020
14	0,0063	0,0026
13	0,0061	0,0028
12	0,0051	0,0026
11	0,0033	0,0020
10	0,0010	0,0010
9	-0,0015	-0,0001
8	-0,0038	-0,0013
7	-0,0057	-0,0023
6	-0,0069	-0,0030
5	-0,0072	-0,0033
4	-0,0067	-0,0032
3	-0,0055	-0,0027
2	-0,0038	-0,0019
1	-0,0020	-0,0010

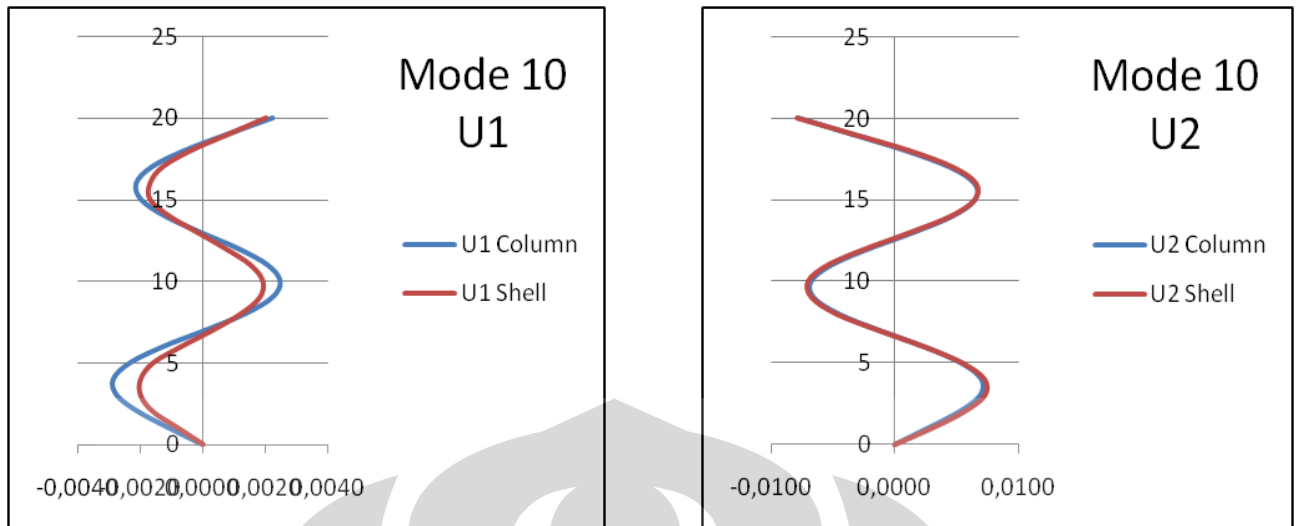
SHELL		
Lantai	Mode 8	
	Ux	Uy
20	-0,0080	-0,0023
19	-0,0051	-0,0015
18	-0,0020	-0,0007
17	0,0010	0,0002
16	0,0036	0,0009
15	0,0055	0,0015
14	0,0065	0,0019
13	0,0065	0,0020
12	0,0056	0,0017
11	0,0039	0,0013
10	0,0015	0,0006
9	-0,0010	-0,0002
8	-0,0035	-0,0009
7	-0,0056	-0,0016
6	-0,0070	-0,0021
5	-0,0075	-0,0023
4	-0,0072	-0,0022
3	-0,0061	-0,0016
2	-0,0043	-0,0013
1	-0,0023	-0,0007



Gambar 4.29 Grafik perbandingan mode 8 struktur 20 lantai

Tabel 4.24 Perbandingan mode 9 struktur 20 lantai

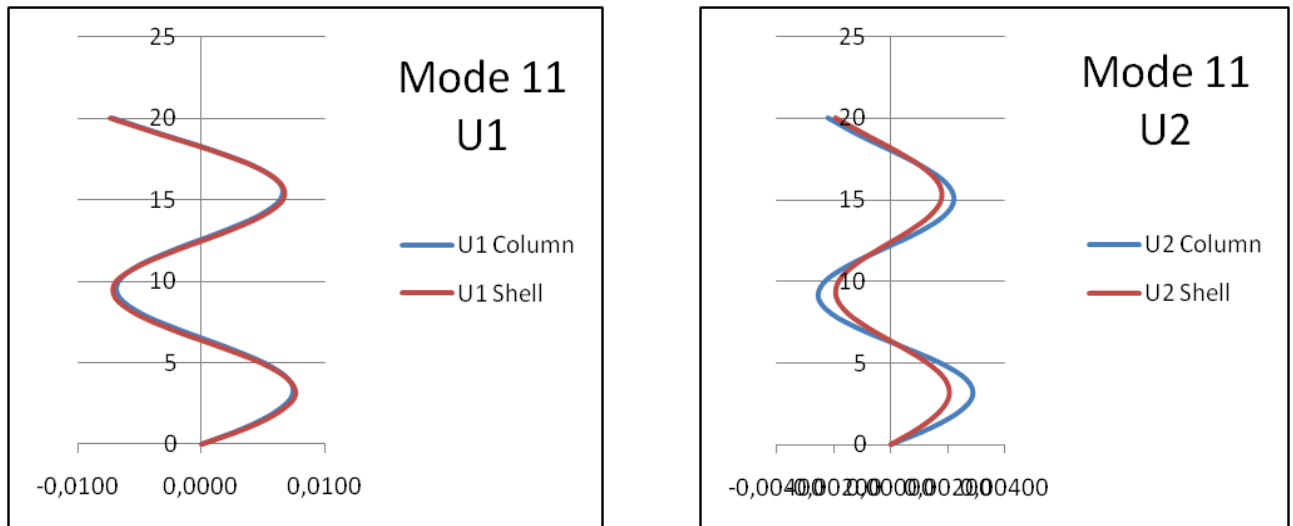
FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 9		Lantai	Mode 9	
	Ux	Uy		Ux	Uy
20	-0,00000529	-0,00000108	20	-0,00001300	-0,00000229
19	-0,00000351	-0,00000077	19	-0,00000864	-0,00000134
18	-0,00000152	-0,00000041	18	-0,00000412	-0,00000037
17	0,00000045	-0,00000001	17	0,00000048	0,00000051
16	0,00000219	0,00000037	16	0,00000470	0,00000119
15	0,00000351	0,00000070	15	0,00000805	0,00000160
14	0,00000426	0,00000092	14	0,00001000	0,00000171
13	0,00000436	0,00000102	13	0,00001100	0,00000153
12	0,00000381	0,00000097	12	0,00000981	0,00000113
11	0,00000271	0,00000077	11	0,00000744	0,00000059
10	0,00000120	0,00000045	10	0,00000397	0,00000001
9	-0,00000049	0,00000004	9	-0,00000012	-0,00000053
8	-0,00000214	-0,00000040	8	-0,00000427	-0,00000096
7	-0,00000353	-0,00000080	7	-0,00000793	-0,00000125
6	-0,00000448	-0,00000111	6	-0,00001100	-0,00000137
5	-0,00000488	-0,00000127	5	-0,00001200	-0,00000135
4	-0,00000468	-0,00000126	4	-0,00001200	-0,00000121
3	-0,00000395	-0,00000108	3	-0,00001000	-0,00000099
2	-0,00000283	-0,00000079	2	-0,00000751	-0,00000072
1	-0,00000152	-0,00000042	1	-0,00000413	-0,00000040



Gambar 4.31 Grafik perbandingan mode 10 struktur 20 lantai

Tabel 4.26 Perbandingan mode 11 struktur 20 lantai

FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 11		Lantai	Mode 11	
	Ux	Uy		Ux	Uy
20	-0,0072	-0,00220	20	-0,0074	-0,00194
19	-0,0032	-0,00118	19	-0,0033	-0,00091
18	0,0010	0,00001	18	0,0009	0,00017
17	0,0044	0,00113	17	0,0044	0,00109
16	0,0063	0,00193	16	0,0064	0,00167
15	0,0064	0,00220	15	0,0066	0,00177
14	0,0046	0,00186	14	0,0049	0,00137
13	0,0015	0,00097	13	0,0019	0,00058
12	-0,0020	-0,00025	12	-0,0017	-0,00038
11	-0,0050	-0,00145	11	-0,0049	-0,00126
10	-0,0067	-0,00230	10	-0,0069	-0,00182
9	-0,0067	-0,00254	9	-0,0070	-0,00190
8	-0,0049	-0,00208	8	-0,0053	-0,00148
7	-0,0017	-0,00101	7	-0,0023	-0,00066
6	0,0019	0,00038	6	0,0014	0,00035
5	0,0051	0,00172	5	0,0048	0,00128
4	0,0070	0,00263	4	0,0070	0,00189
3	0,0074	0,00286	3	0,0076	0,00204
2	0,0060	0,00239	2	0,0063	0,00170
1	0,0035	0,00138	1	0,0037	0,00098

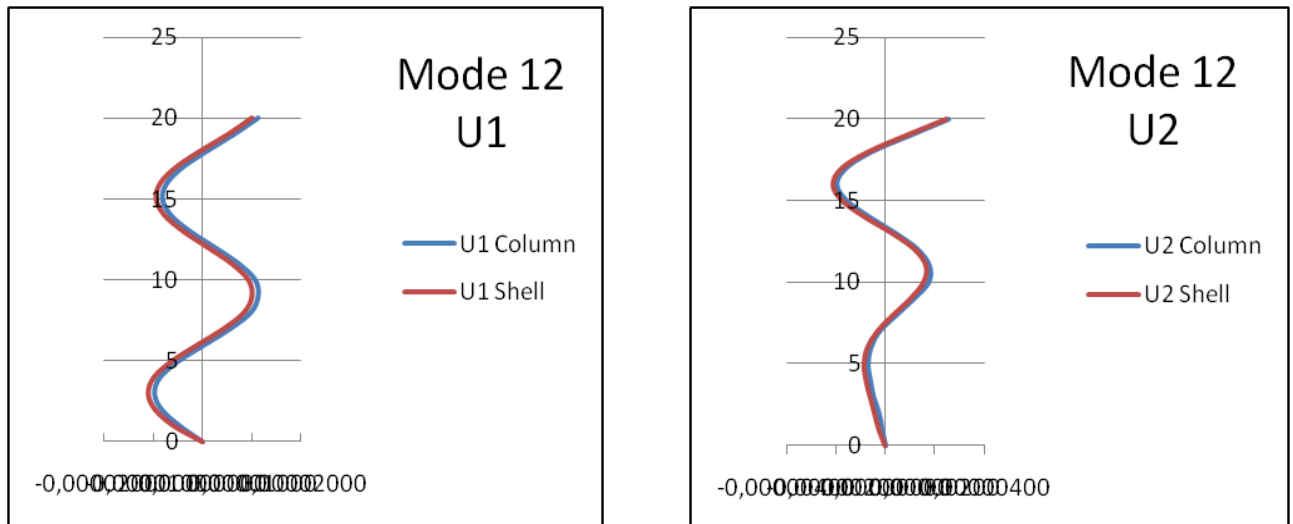


Gambar 4.32 Grafik perbandingan mode 11 struktur 20 lantai

Tabel 4.27 Perbandingan mode 12 struktur 20 lantai

FRAME		
Lantai	Mode 12	
	Ux	Uy
20	0,00001123	0,00000258
19	0,00000644	0,00000098
18	0,00000114	-0,00000058
17	-0,00000381	-0,00000162
16	-0,00000714	-0,00000199
15	-0,00000810	-0,00000159
14	-0,00000641	-0,00000066
13	-0,00000258	0,00000041
12	0,00000246	0,00000132
11	0,00000727	0,00000180
10	0,00001063	0,00000176
9	0,00001124	0,00000115
8	0,00000978	0,00000043
7	0,00000566	-0,00000025
6	0,00000043	-0,00000060
5	-0,00000479	-0,00000072
4	-0,00000853	-0,00000062
3	-0,00000969	-0,00000049
2	-0,00000827	-0,00000027
1	-0,00000468	-0,00000015

SHELL		
Lantai	Mode 12	
	Ux	Uy
20	0,00001000	0,00000247
19	0,00000525	0,00000085
18	-0,00000022	-0,00000067
17	-0,00000517	-0,00000174
16	-0,00000850	-0,00000210
15	-0,00000942	-0,00000173
14	-0,00000773	-0,00000081
13	-0,00000389	0,00000030
12	0,00000110	0,00000121
11	0,00000591	0,00000166
10	0,00000925	0,00000155
9	0,00001000	0,00000102
8	0,00000842	0,00000032
7	0,00000438	-0,00000031
6	-0,00000093	-0,00000071
5	-0,00000610	-0,00000085
4	-0,00000980	-0,00000077
3	-0,00001100	-0,00000060
2	-0,00000963	-0,00000043
1	-0,00000591	-0,00000026



Gambar 4.33 Grafik perbandingan mode 12 struktur 20 lantai

Perubahan waktu getar akan mengakibatkan respon struktur bangunan juga berubah-ubah membentuk ragam-getar yang berbeda-beda. Ragam getar pertama yaitu gerakan dinamis struktur yang menyerupai gerakan pendulum bolak-balik dengan waktu getar panjang dan mengakibatkan simpangan horisontal terbesar pada puncak struktur. Pada suatu saat bila waktu getar memendek, ragam getar berubah menjadi ragam getar ke-2, pada ragam getar ini terjadi simpangan horisontal yang besar ditengah dan di puncak struktur, besarnya simpangan pada ragam getar ke-2 ini lebih kecil dari ragam getar pertama. Pada saat-saat berikutnya waktu getar memendek lagi dan ragam getar berubah ke ragam getar ke-3 dan seterusnya sampai getaran pada bangunan berhenti.

Seluruh grafik diatas memperlihatkan perbandingan displacement dari struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom akibat modal. Dimana sumbu X menunjukkan hasil *displacement* dan sumbu Y menunjukkan tingkatan lantai.

Grafik menunjukkan bahwa hasil perbandingan gerakan dinamis struktur untuk kedua model stuktur diatas menunjukkan hasil sama. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan parameter ragam getar untuk struktur dengan *corewall* ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan elemen pengganti dinding geser.

4.3.4 Net Base Reaction

Tabel 4.28 Perbandingan net base reaction struktur 20 lantai

OutputCase	Shell	Column	Selisih
	GlobalFX	GlobalFX	
Text	(KN)	(KN)	%
COMB1	-6,479E-10	-6,479E-10	0
COMB2	-1,792E-10	-1,792E-10	0
COMB3	-1710,923	-1710,923	0
COMB4	-1710,923	-1710,923	0
COMB5	1710,923	1710,923	0
COMB6	1710,923	1710,923	0
COMB7	-513,277	-513,277	0
COMB8	513,277	513,277	0
COMB9	-513,277	-513,277	0
COMB10	513,277	513,277	0
COMB11	-1710,923	-1710,923	0
COMB12	1710,923	1710,923	0
COMB13	-1710,923	-1710,923	0
COMB14	1710,923	1710,923	0
COMB15	-513,277	-513,277	0
COMB16	513,277	513,277	0
COMB17	-513,277	-513,277	0
COMB18	513,277	513,277	0
SPEK1	12786,565	11779,176	7,88
SPEK2	12786,565	11779,176	7,88

OutputCase	Shell	Column	Selisih
	GlobalFY	GlobalFY	
Text	(KN)	(KN)	%
COMB1	1,708E-11	1,708E-11	0
COMB2	4,667E-11	4,667E-11	0
COMB3	-584,565	-584,565	0
COMB4	1948,551	1948,551	0
COMB5	-584,565	-584,565	0
COMB6	584,565	584,565	0
COMB7	-1948,551	-1948,551	0
COMB8	-1948,551	-1948,551	0
COMB9	1948,551	1948,551	0
COMB10	1948,551	1948,551	0
COMB11	-584,565	-584,565	0
COMB12	-584,565	-584,565	0
COMB13	584,565	584,565	0
COMB14	584,565	584,565	0
COMB15	-1948,551	-1948,551	0
COMB16	-1948,551	-1948,551	0
COMB17	1948,551	1948,551	0
COMB18	1948,551	1948,551	0
SPEK1	7591,761	8710,135	14,73
SPEK2	7591,761	8710,135	14,73

Tabel diatas memperlihatkan hasil *net base reaction* dari struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom. Hasil *net base reaction* diatas didapat dari kombinasi pembebanan beban mati, beban hidup, beban SDL, dan beban lateral.

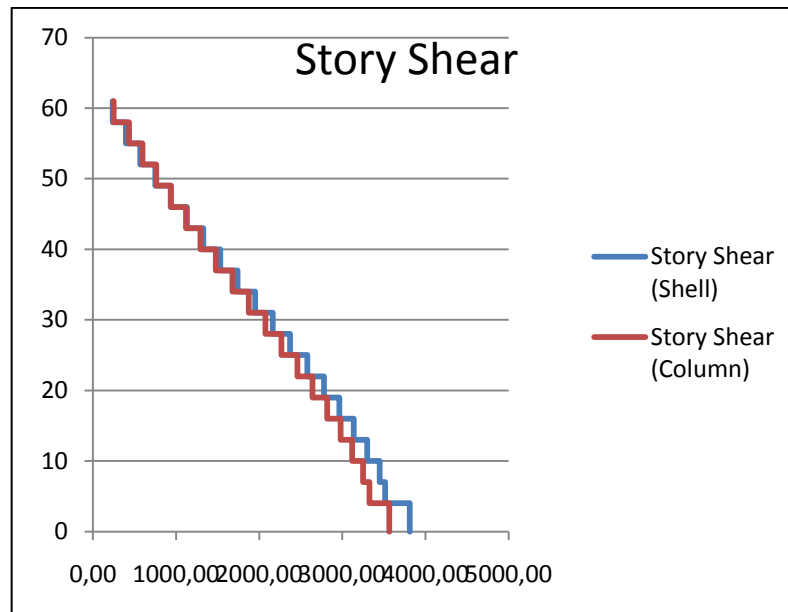
Hasil dari tabel diatas menunjukkan bahwa selisih *net base reaction* dari struktur dengan menggunakan 18 kombinasi pembebanan untuk struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom memiliki selisih sebesar 0 %. Sedangkan selisih *net base reaction* akibat beban respon spektra adalah 7,88 % dan 14,73 %. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan untuk parameter *net base reaction* ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan elemen pengganti dinding geser.

4.3.5 Story Shear

Tabel 4.29 Perbandingan story shear struktur 20 lantai

SHELL		COLUMN		Selisih
lantai	V (kN)	lantai	V (kN)	(%)
20	235,25	20	248,42	5,60
19	393,21	19	431,88	9,83
18	568,33	18	595,68	4,81
17	748,50	17	762,30	1,84
16	935,90	16	937,36	0,16
15	1129,87	15	1118,11	1,04
14	1328,20	14	1292,63	2,68
13	1531,41	13	1478,18	3,48
12	1740,24	12	1676,28	3,68
11	1949,79	11	1873,49	3,91
10	2161,48	10	2072,84	4,10
9	2371,66	9	2268,36	4,36
8	2577,09	8	2458,13	4,62
7	2777,00	7	2641,49	4,88
6	2963,86	6	2816,01	4,99
5	3137,08	5	2977,45	5,09
4	3297,59	4	3119,42	5,40
3	3447,96	3	3249,57	5,75
2	3515,97	2	3325,64	5,41
1	3812,12	1	3565,19	6,48

Tabel diatas menunjukkan perbandingan selisih *story shear* untuk struktur dengan *corewall* yang menggunakan elemen shell dan elemen kolom. Selisih hasil *story shear* untuk kedua model struktur berkisar 0,16 % - 6,48% dengan selisih rata-rata untuk seluruh lantai 4,41 %.



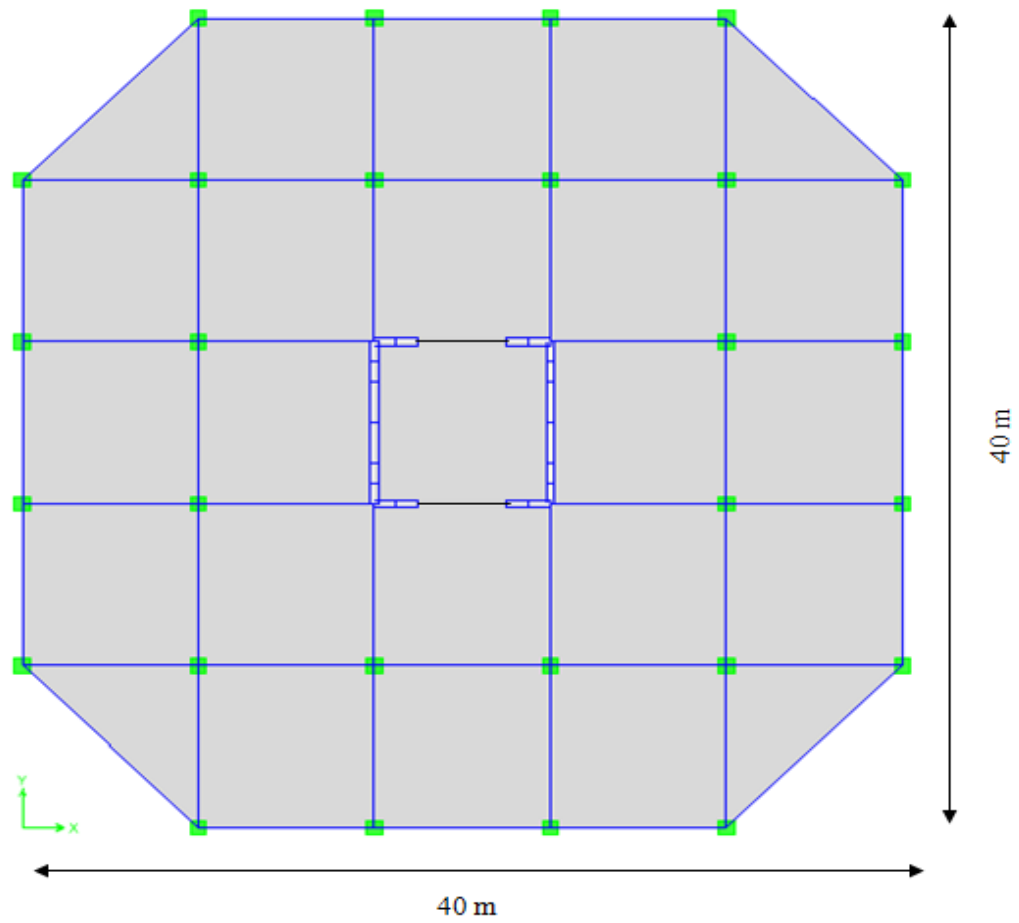
Gambar 4.34 Grafik perbandingan story shear struktur 20 lantai

Grafik diatas menunjukkan bahwa hasil perbandingan *story shear* untuk kedua model stuktur diatas menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain dengan selisih rata-rata 4,41 %. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan parameter *story shear* untuk struktur ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan elemen pengganti dinding geser.

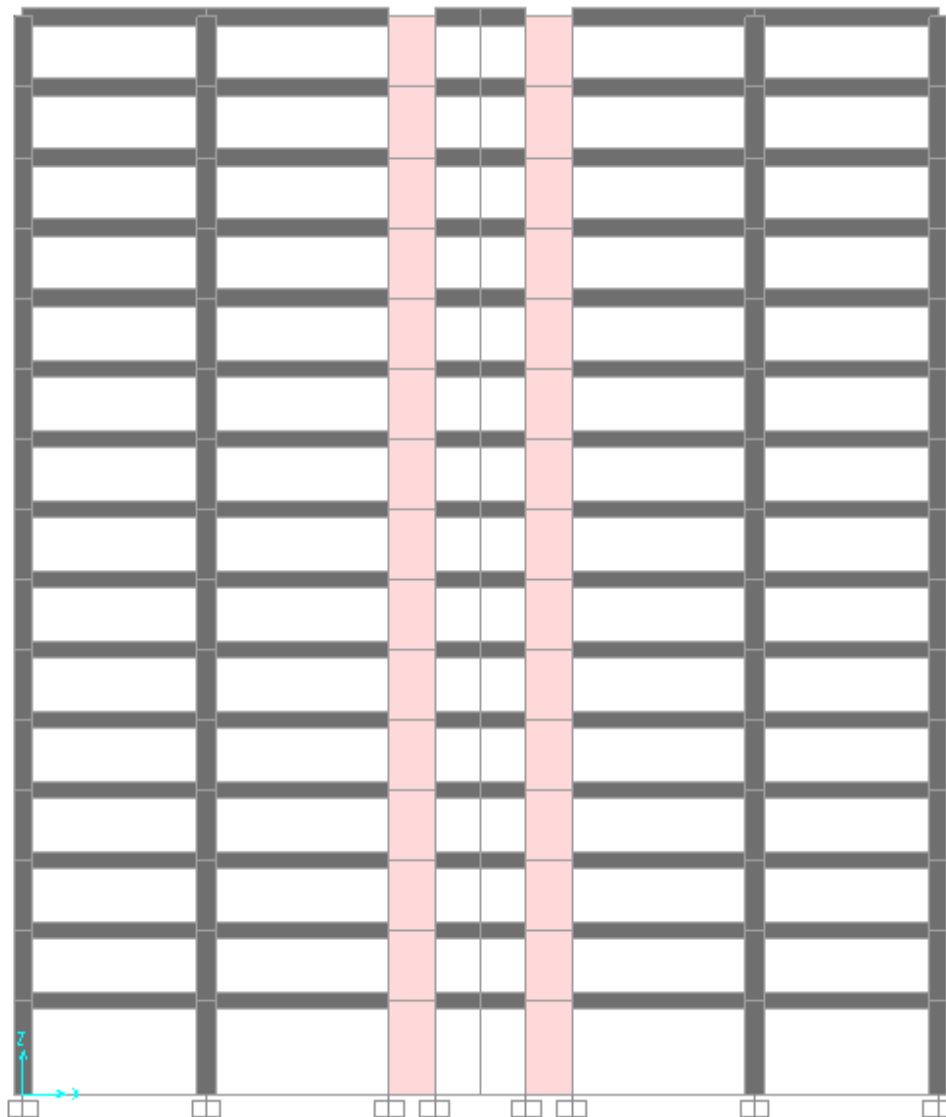
4.4 VERIFIKASI MODEL STRUKTUR 15 LANTAI DENGAN COREWALL

Untuk struktur 15 lantai, *corewall* yang digunakan berbentuk ortogonal dan dihubungkan dengan dengan *link beam*. *Corewall* terletak di tengah bangunan dengan tebal 0,4 meter dan untuk *corewall* dengan elemen kolom pada setiap *joint*-nya diberi *plate constraint*. Elemen lantai didesain menggunakan elemen *flat slab* dengan tebal 12 cm dan pada setiap *joint*-nya diberi *diaphragm constraint*. Tujuan pemberian *constraint* pada struktur dengan *corewall* ini agar semua *joint* pada lantai dan *corewall* yang diberi batasan *constraint* bergerak secara bersamaan sebagai sebuah diafragma plana yang bersifat *rigid* terhadap semua deformasi yang mungkin terjadi

Berikut ini adalah denah dan penempatan *corewall* yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya, seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.35 Denah Struktur Bangunan 15 Lantai



Gambar 4.36 Potongan corewall dengan menggunakan link beam

Struktur *corewall* yang dimodelkan pada tugas akhir ini dihubungkan dengan elemen *link beam* yang memiliki kekakuan yang sangat besar. Dalam program *SAP2000 v.11*, keadaan perpotongan balok-kolom untuk *corewall* yang menggunakan elemen kolom dapat diidealisasikan dengan memberikan dua *end offset* untuk tiap elemen menggunakan parameter *ioff* dan *joff* yang terkait dengan ujung *i* dan *j* dari semua elemen portal.

4.4.1 Displacement

Besarnya *displacement* sangat dipengaruhi oleh massa dan kekakuan pada struktur. Semakin besar kekakuan pada struktur, maka semakin kecil hasil *displacement*-nya. Pengecekan *displacement* merupakan hal yang penting untuk mengevaluasi kinerja struktur terhadap suatu gempa rencana, menjadi indikasi sejauh mana kondisi struktur bila ada gempa tertentu.

Verifikasi ini bertujuan untuk membandingkan *displacement* struktur 15 lantai yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom dengan diberi beban lateral statik ekuivalen dan beban respon spektra. Beban geser dasar nominal statik ekuivalen V yang terjadi di tingkat dasar dapat dihitung menurut persamaan :

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

Beban geser dasar nominal V harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban-beban gempa nominal statik ekuivalen F_i yang menangkap pada pusat massa lantai tingkat ke- i menurut persamaan :

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

Tabel 4.30 Beban lateral F_x

Lantai	h (m)	Wt (kN)	Wt.h (kNm)	Fx (kN)
15	46	3136,681	144287,3	232,3641
14	43	3528,141	151710,1	244,318
13	40	3528,141	141125,7	227,2725
12	37	3528,141	130541,2	210,2271
11	34	3528,141	119956,8	193,1816
10	31	3528,141	109372,4	176,1362
9	28	3528,141	98787,96	159,0908
8	25	3528,141	88203,53	142,0453

Tabel 4.30 (Lanjutan)

Lantai	h (m)	Wt (kN)	Wt.h (kNm)	Fx (kN)
7	22	3528,141	77619,11	124,9999
6	19	3528,141	67034,68	107,9544
5	16	3528,141	56450,26	90,90901
4	13	3528,141	45865,84	73,86357
3	10	3528,141	35281,41	56,81813
2	7	3528,141	24696,99	39,77269
1	4	3658,628	14634,51	23,56781
SUM		52661,15	1305568	2102,521

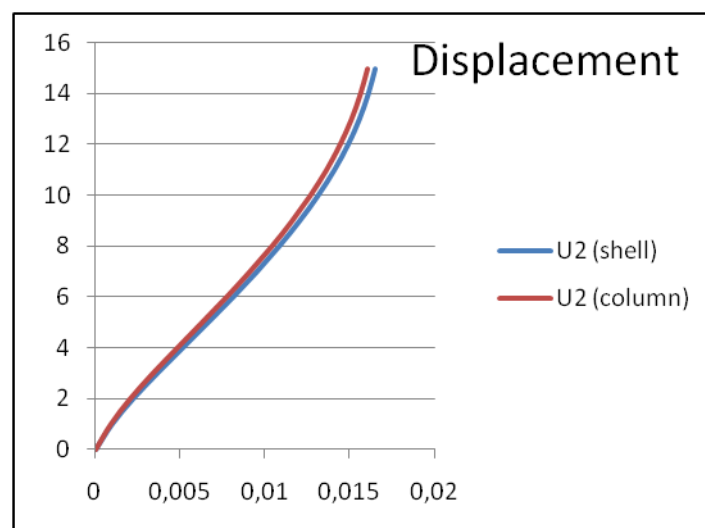
Tabel 4.31 Beban lateral Fy

Lantai	h (m)	Wt (kN)	Wt.h (kNm)	Fy (kN)
15	46	3136,681	144287,3	313,1248
14	43	3528,141	151710,1	329,2333
13	40	3528,141	141125,7	306,2636
12	37	3528,141	130541,2	283,2938
11	34	3528,141	119956,8	260,324
10	31	3528,141	109372,4	237,3543
9	28	3528,141	98787,96	214,3845
8	25	3528,141	88203,53	191,4147
7	22	3528,141	77619,11	168,445
6	19	3528,141	67034,68	145,4752
5	16	3528,141	56450,26	122,5054
4	13	3528,141	45865,84	99,53566
3	10	3528,141	35281,41	76,56589
2	7	3528,141	24696,99	53,59613
1	4	3658,628	14634,51	31,75906
SUM		52661,15	1305568	2833,275

Hasil *displacement* akibat beban lateral F_x :

Tabel 4.32 Perbandingan *displacement* akibat beban lateral F_x
 F_x

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
lantai	u1 (m)	lantai	u1 (m)	
15	0,016555	15	0,016095	2,78
14	0,016142	14	0,015671	2,92
13	0,015608	13	0,015132	3,05
12	0,014936	12	0,014461	3,18
11	0,014119	11	0,013649	3,33
10	0,013159	10	0,012698	3,50
9	0,012065	9	0,011617	3,71
8	0,01085	8	0,010416	4,00
7	0,009528	7	0,009114	4,35
6	0,008118	6	0,007728	4,80
5	0,006644	5	0,006286	5,39
4	0,005136	4	0,004819	6,17
3	0,003635	3	0,003377	7,10
2	0,002207	2	0,002033	7,88
1	0,000959	1	0,000889	7,30



Gambar 4.37 Grafik perbandingan *displacement* akibat beban lateral F_x

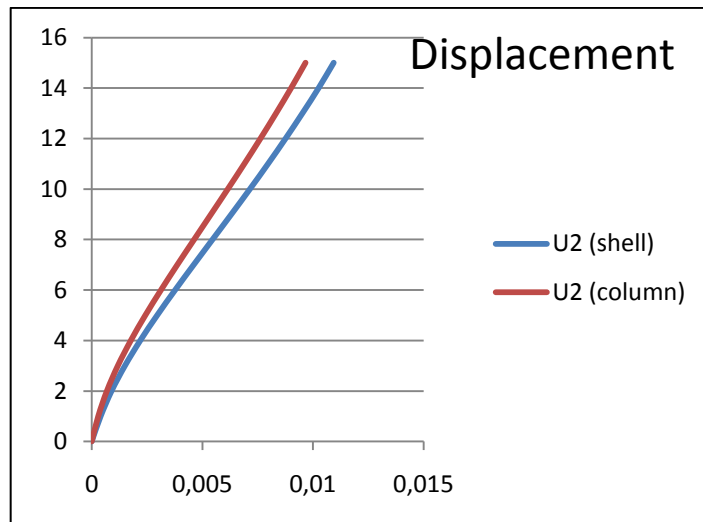
Grafik diatas memperlihatkan perbandingan *displacement* dari struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom. Dimana sumbu X menunjukkan hasil *displacement* dan sumbu Y menunjukkan tingkatan elevasi.

Grafik menunjukkan bahwa hasil perbandingan displacement untuk kedua model stuktur diatas menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain. Selisih hasil *displacement* untuk kedua model struktur berkisar 2,78 % - 7,30 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh lantai 4,63 %. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan parameter *displacement* untuk struktur dengan *corewall* ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan elemen pengganti dinding geser.

Hasil displacement akibat beban lateral F_y :

Tabel 4.33 Perbandingan displacement akibat beban lateral F_y

SHELL		COLUMN		Selisih
lantai	u_2 (m)	lantai	u_2 (m)	(%)
15	0,010932	15	0,009668	11,56
14	0,010252	14	0,009018	12,04
13	0,00952	13	0,008336	12,44
12	0,008759	12	0,007631	12,88
11	0,007968	11	0,006903	13,37
10	0,00715	10	0,006156	13,90
9	0,006311	9	0,005396	14,50
8	0,00546	8	0,004632	15,16
7	0,004609	7	0,003873	15,97
6	0,00377	6	0,003133	16,90
5	0,002959	5	0,002426	18,01
4	0,002196	4	0,001769	19,44
3	0,001501	3	0,001181	21,32
2	0,000897	2	0,000686	23,52
1	0,000404	1	0,000295	26,98



Gambar 4.38 Grafik perbandingan displacement akibat beban lateral F_y

Grafik diatas memperlihatkan perbandingan *displacement* dari struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom. Dimana sumbu X menunjukkan hasil *displacement* dan sumbu Y menunjukkan tingkatan elevasi.

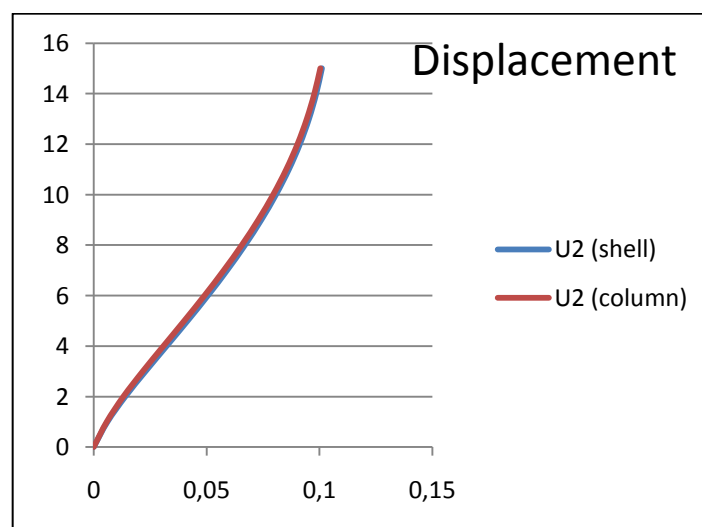
Grafik menunjukkan bahwa hasil perbandingan *displacement* untuk kedua model stuktur diatas menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain. Selisih hasil *displacement* untuk kedua model struktur berkisar 11,56 % - 26,98 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh lantai 16,53 %. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan parameter *displacement* untuk struktur dengan *corewall* ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan element pengganti dinding geser.

Hasil displacement akibat beban respon spektra :

Tabel 4.34 Perbandingan displacement akibat beban respon spektra

SPECTRA

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
lantai	u1 (m)	lantai	u1 (m)	
15	0,101124	15	0,100308	0,81
14	0,098611	14	0,09766	0,96
13	0,09539	13	0,094325	1,12
12	0,091362	12	0,090204	1,27
11	0,086489	11	0,085246	1,44
10	0,080781	10	0,079457	1,64
9	0,074278	9	0,072876	1,89
8	0,067032	8	0,065561	2,19
7	0,059111	7	0,057586	2,58
6	0,050601	6	0,049047	3,07
5	0,041617	5	0,040079	3,70
4	0,032328	4	0,030878	4,49
3	0,02299	3	0,021741	5,43
2	0,014016	2	0,013141	6,24
1	0,006105	1	0,005768	5,52



Gambar 4.39 Grafik perbandingan displacement akibat beban respon spektra

Grafik diatas menampilkan grafik perbandingan *displacement* dari struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom. Dimana sumbu X menunjukkan hasil *displacement* dan sumbu Y menunjukkan tingkatan elevasi.

Grafik menunjukkan bahwa hasil perbandingan *displacement* untuk kedua model stuktur wall diatas menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain. Selisih hasil *displacement* untuk kedua model struktur berkisar 0,81 % - 6,24 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh lantai 2,82 %. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan parameter *displacement* untuk struktur dengan *corewall* ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan elemen pengganti dinding geser.

4.4.2 Periode Alami

Periode alami struktur dibatasi oleh koefisien ξ sesuai wilayah gempa lokasi struktur. Untuk wilayah gempa 3, batas waktu getar alami fundamental adalah sebesar $T = \xi n$ ($n =$ jumlah lantai dan $\xi = 0,18$ untuk wilayah gempa 3). Jadi, syarat periode untuk struktur 20 lantai yaitu $T = 0,18 \times 15 = 2,7$. Sedangkan periode yang didapatkan dari program *SAP2000 v.11* untuk struktur ini adalah 2,212 ; sehingga dapat dikatakan periode sudah cukup memenuhi batasan periode alami struktur untuk wilayah gempa 3.

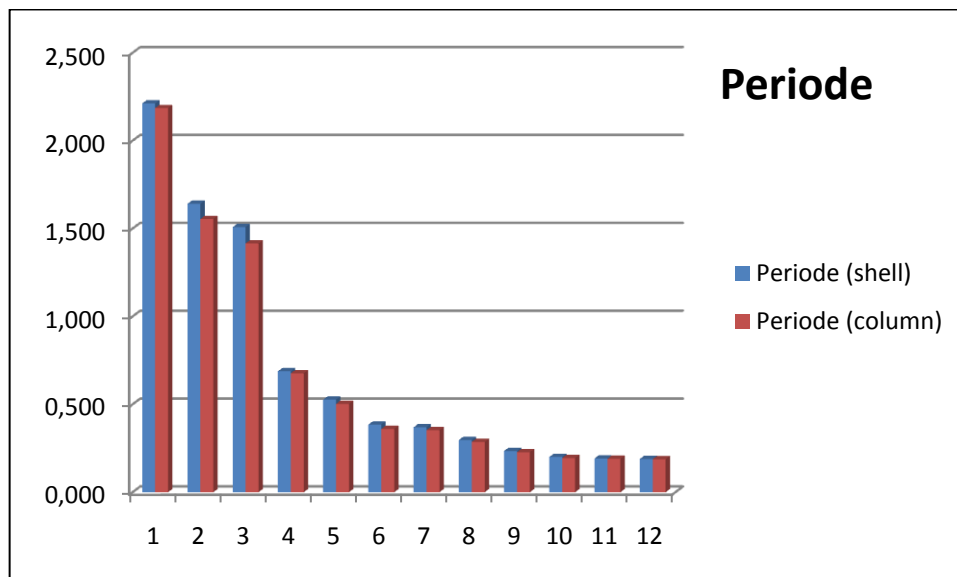
Berikut ini adalah tabel hasil perbandingan periode getar alami untuk struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom:

Tabel 4.35 Perbandingan periode getar alami struktur 15 lantai

SHELL		COLUMN		Selisih
Mode	Periode	Mode	Periode	(%)
1	2,212	1	2,186	1,20
2	1,641	2	1,554	5,27
3	1,508	3	1,415	6,17
4	0,688	4	0,677	1,67
5	0,527	5	0,503	4,58
6	0,385	6	0,360	6,47

Tabel 4.35 (Lanjutan)

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
Mode	Periode	Mode	Periode	
7	0,369	7	0,353	4,39
8	0,297	8	0,286	3,69
9	0,235	9	0,228	3,01
10	0,201	10	0,195	3,01
11	0,192	11	0,190	1,07
12	0,189	12	0,188	0,48



Gambar 4.40 Diagram perbandingan periode getar alami struktur 15 lantai

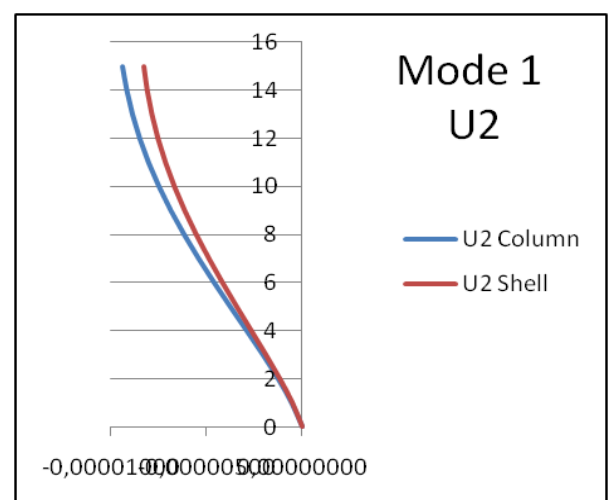
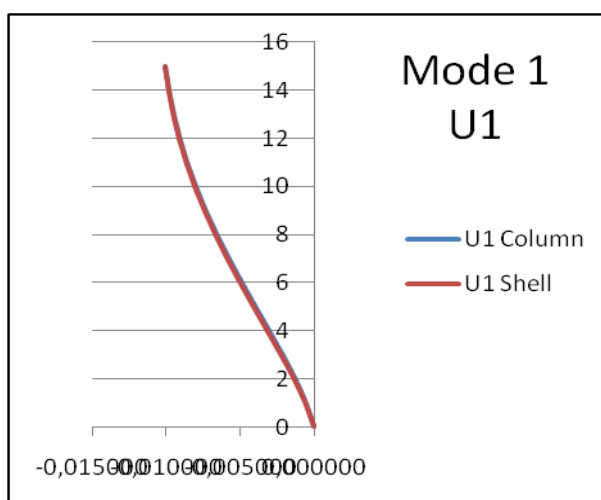
Periode getar alami bergantung pada massa, kekakuan, dan konfigurasi struktur (penempatan *shearwall*). Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa periode alami untuk struktur yang menggunakan *corewall* dengan elemen shell dan elemen kolom sudah hampir berdekatan satu sama lain. Selisih yang didapatkan berkisar antara 1,48 % - 6,47 % dengan rata-rata selisih untuk seluruh periode 3,42 %.

4.4.3 Building Modes

Periode dan pola ragam getar memiliki keterkaitan yang sangat dekat, yaitu sangat dipengaruhi oleh massa dan kekakuan lateral struktur. Waktu getar dari getaran gempa selalu berubah-ubah secara dinamis, makin lama waktu getar semakin pendek sampai akhirnya getaran gempa berhenti. Perubahan waktu getar akan mengakibatkan respon struktur bangunan juga berubah-ubah membentuk ragam-getar yang berbeda-beda.

Tabel 4.36 Perbandingan mode 1 struktur 15 lantai

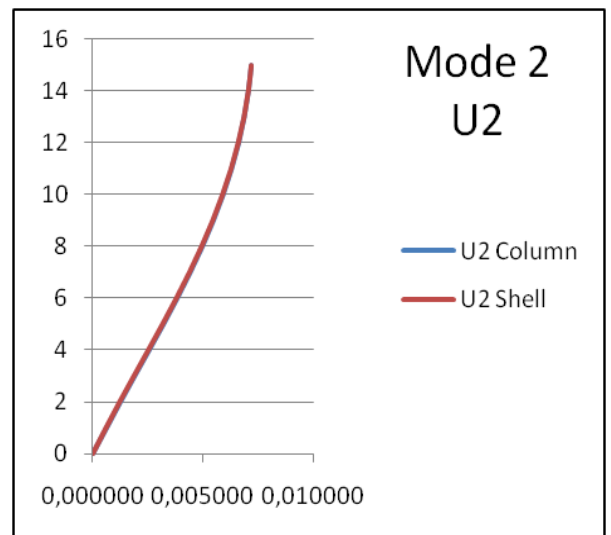
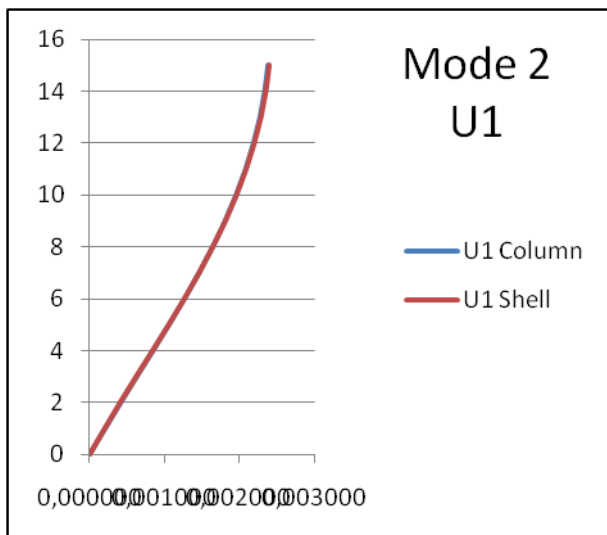
FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 1		Lantai	Mode 1	
	Ux	Uy		Ux	Uy
15	-0,010072	-0,00000937	15	-0,010049	-0,00000830
14	-0,009816	-0,00000914	14	-0,009808	-0,00000813
13	-0,009490	-0,00000884	13	-0,009497	-0,00000788
12	-0,009082	-0,00000847	12	-0,009103	-0,00000756
11	-0,008585	-0,00000801	11	-0,008620	-0,00000717
10	-0,007998	-0,00000747	10	-0,008048	-0,00000670
9	-0,007326	-0,00000685	9	-0,007390	-0,00000616
8	-0,006575	-0,00000616	8	-0,006654	-0,00000556
7	-0,005756	-0,00000540	7	-0,005848	-0,00000490
6	-0,004881	-0,00000460	6	-0,004985	-0,00000419
5	-0,003969	-0,00000376	5	-0,004080	-0,00000344
4	-0,003040	-0,00000290	4	-0,003152	-0,00000268
3	-0,002128	-0,00000206	3	-0,002229	-0,00000191
2	-0,001279	-0,00000127	2	-0,001352	-0,00000118
1	-0,000558	-0,00000056	1	-0,000586	-0,00000052



Gambar 4.41 Grafik perbandingan mode 1 struktur 15 lantai

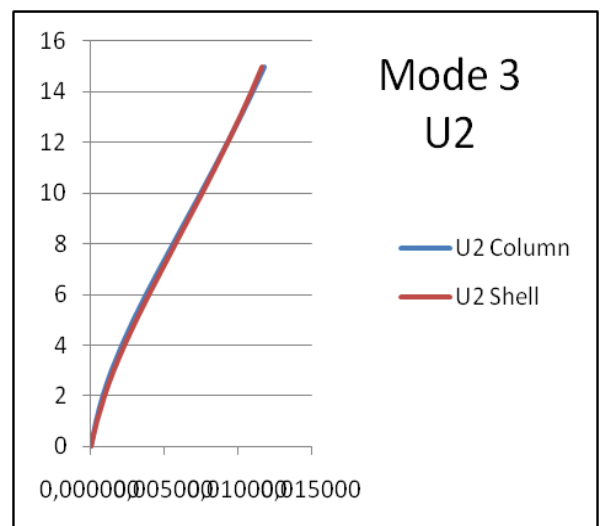
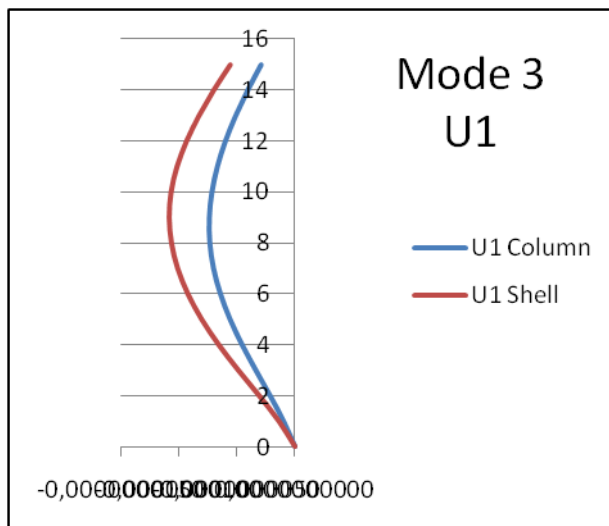
Tabel 4.37 Perbandingan mode 2 struktur 15 lantai

FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 2		Lantai	Mode 2	
	Ux	Uy		Ux	Uy
15	0,002382	0,007183	15	0,002393	0,007213
14	0,002339	0,007054	14	0,002349	0,007080
13	0,002276	0,006862	13	0,002283	0,006881
12	0,002191	0,006607	12	0,002196	0,006618
11	0,002085	0,006287	11	0,002087	0,006291
10	0,001958	0,005903	10	0,001958	0,005902
9	0,001811	0,005460	9	0,001809	0,005453
8	0,001645	0,004961	8	0,001642	0,004949
7	0,001464	0,004413	7	0,001459	0,004396
6	0,001268	0,003823	6	0,001262	0,003802
5	0,001061	0,003199	5	0,001054	0,003175
4	0,000847	0,002553	4	0,000838	0,002526
3	0,000629	0,001898	3	0,000620	0,001870
2	0,000415	0,001251	2	0,000405	0,001221
1	0,000207	0,000624	1	0,000200	0,000602

**Gambar 4.42** Grafik perbandingan mode 2 struktur 15 lantai

Tabel 4.38 Perbandingan mode 3 struktur 15 lantai

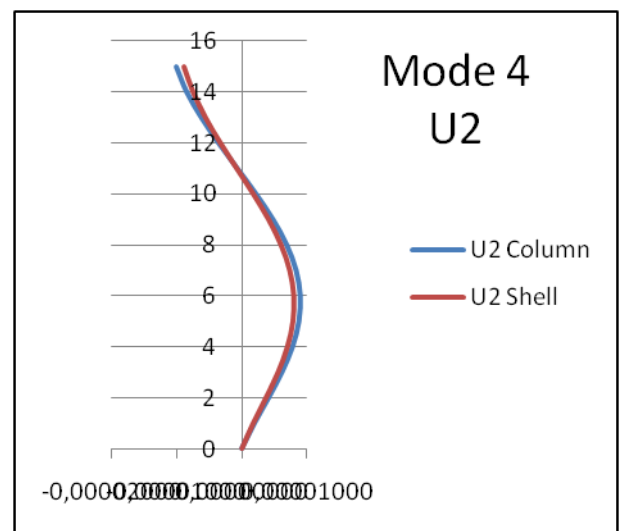
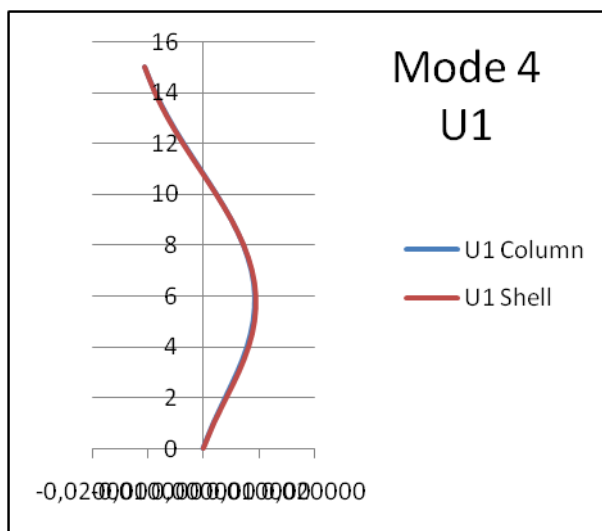
FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 3		Lantai	Mode 3	
	Ux	Uy		Ux	Uy
15	-0,0000000029	0,011752	15	-0,0000000056	0,011600
14	-0,0000000040	0,010948	14	-0,0000000070	0,010867
13	-0,0000000051	0,010105	13	-0,0000000082	0,010079
12	-0,0000000059	0,009234	12	-0,0000000093	0,009260
11	-0,0000000066	0,008336	11	-0,0000000101	0,008410
10	-0,0000000071	0,007417	10	-0,0000000106	0,007532
9	-0,0000000073	0,006484	9	-0,0000000108	0,006634
8	-0,0000000073	0,005549	8	-0,0000000106	0,005726
7	-0,0000000070	0,004624	7	-0,0000000101	0,004820
6	-0,0000000064	0,003727	6	-0,0000000092	0,003930
5	-0,0000000055	0,002874	5	-0,0000000080	0,003076
4	-0,0000000045	0,002087	4	-0,0000000066	0,002274
3	-0,0000000034	0,001386	3	-0,0000000049	0,001548
2	-0,0000000021	0,000799	2	-0,0000000031	0,000921
1	-0,0000000010	0,000341	1	-0,0000000014	0,000412



Gambar 4.43 Grafik perbandingan mode 3 struktur 15 lantai

Tabel 4.39 Perbandingan mode 4 struktur 15 lantai

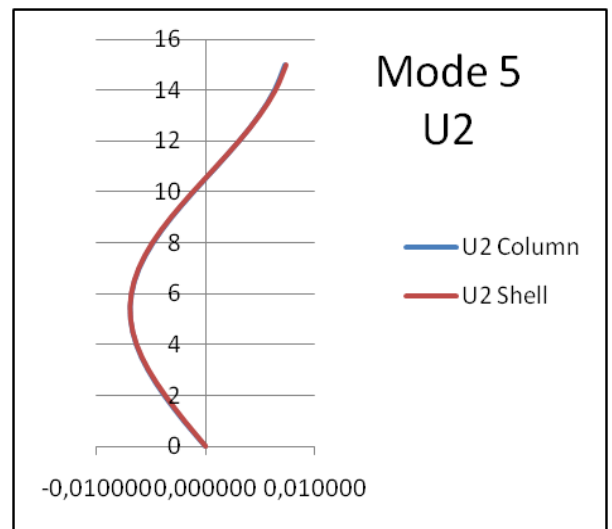
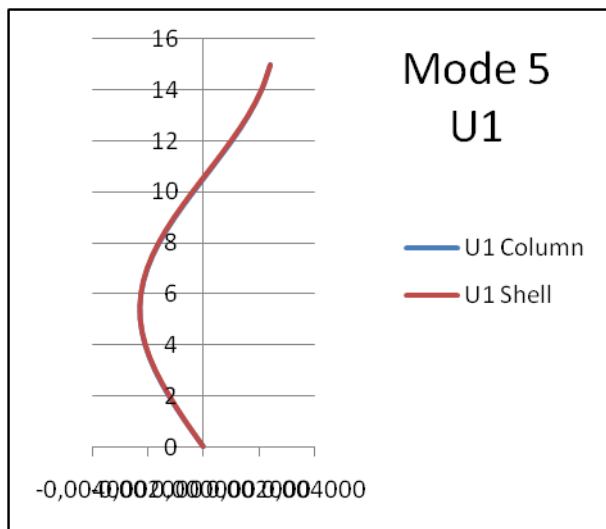
FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 4		Lantai	Mode 4	
	Ux	Uy		Ux	Uy
15	-0,010567	-0,00001000	15	-0,010533	-0,00000887
14	-0,008663	-0,00000839	14	-0,008717	-0,00000747
13	-0,006290	-0,00000615	13	-0,006413	-0,00000557
12	-0,003528	-0,00000351	12	-0,003691	-0,00000328
11	-0,000542	-0,00000066	11	-0,000721	-0,00000077
10	0,002428	0,00000218	10	0,002258	0,00000176
9	0,005124	0,00000477	9	0,004984	0,00000409
8	0,007301	0,00000687	8	0,007209	0,00000600
7	0,008757	0,00000830	7	0,008728	0,00000732
6	0,009365	0,00000893	6	0,009405	0,00000794
5	0,009084	0,00000873	5	0,009187	0,00000782
4	0,007973	0,00000774	4	0,008123	0,00000698
3	0,006198	0,00000612	3	0,006361	0,00000554
2	0,004042	0,00000409	2	0,004159	0,00000370
1	0,001884	0,00000193	1	0,001903	0,00000173



Gambar 4.44 Grafik perbandingan mode 4 struktur 15 lantai

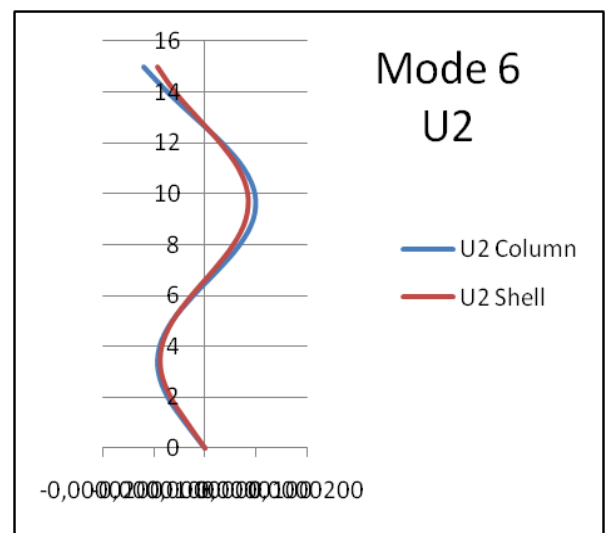
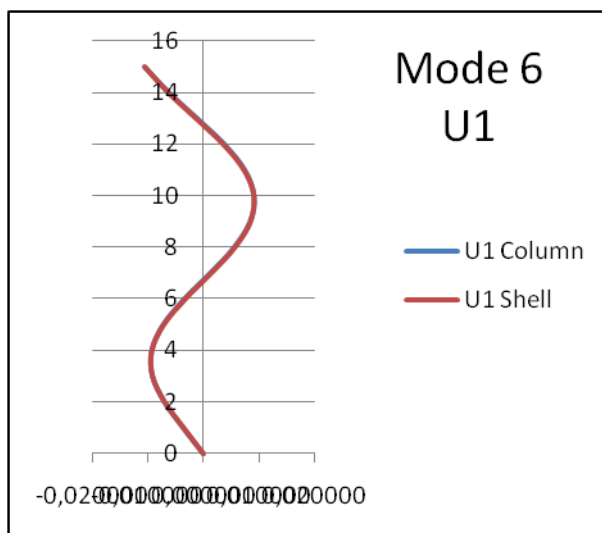
Tabel 4.40 Perbandingan mode 5 struktur 15 lantai

FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 5		Lantai	Mode 5	
	Ux	Uy		Ux	Uy
15	0,002415	0,007284	15	0,002433	0,007335
14	0,002096	0,006323	14	0,002105	0,006345
13	0,001621	0,004888	13	0,001616	0,004869
12	0,001019	0,003072	12	0,001002	0,003020
11	0,000338	0,001017	11	0,000314	0,000945
10	-0,000365	-0,001103	10	-0,000392	-0,001182
9	-0,001029	-0,003104	9	-0,001054	-0,003179
8	-0,001594	-0,004810	8	-0,001615	-0,004870
7	-0,002012	-0,006068	7	-0,002026	-0,006107
6	-0,002245	-0,006770	6	-0,002250	-0,006783
5	-0,002274	-0,006856	5	-0,002271	-0,006843
4	-0,002099	-0,006330	4	-0,002088	-0,006294
3	-0,001744	-0,005257	3	-0,001726	-0,005200
2	-0,001248	-0,003763	2	-0,001223	-0,003685
1	-0,000658	-0,001982	1	-0,000638	-0,001922

**Gambar 4.45** Grafik perbandingan mode 5 struktur 15 lantai

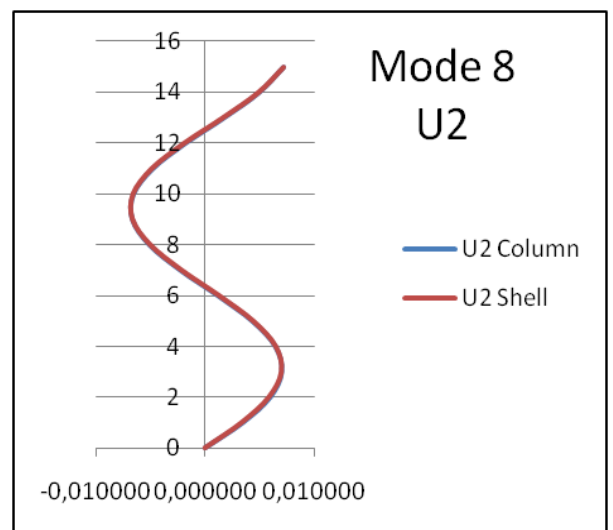
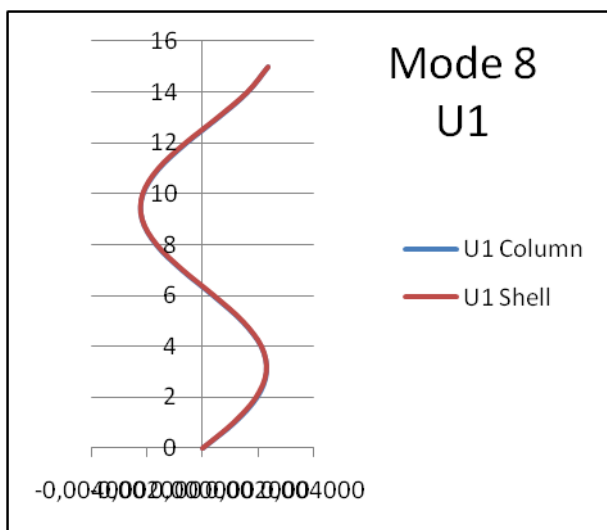
Tabel 4.41 Perbandingan mode 6 struktur 15 lantai

FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 6		Lantai	Mode 6	
	Ux	Uy		Ux	Uy
15	-0,010499	-0,0000120	15	-0,010535	-0,0000094
14	-0,006151	-0,0000073	14	-0,006275	-0,0000059
13	-0,001125	-0,0000019	13	-0,001285	-0,0000015
12	0,003714	0,0000034	12	0,003594	0,0000030
11	0,007373	0,0000077	11	0,007343	0,0000066
10	0,009037	0,0000098	10	0,009115	0,0000084
9	0,008338	0,0000095	9	0,008508	0,0000080
8	0,005480	0,0000068	8	0,005702	0,0000055
7	0,001201	0,0000025	7	0,001421	0,0000016
6	-0,003413	-0,0000023	6	-0,003246	-0,0000027
5	-0,007202	-0,0000064	5	-0,007120	-0,0000064
4	-0,009239	-0,0000089	4	-0,009242	-0,0000086
3	-0,009082	-0,0000091	3	-0,009130	-0,0000086
2	-0,006938	-0,0000073	2	-0,006938	-0,0000068
1	-0,003614	-0,0000038	1	-0,003497	-0,0000035

**Gambar 4.46** Grafik perbandingan mode 6 struktur 15 lantai

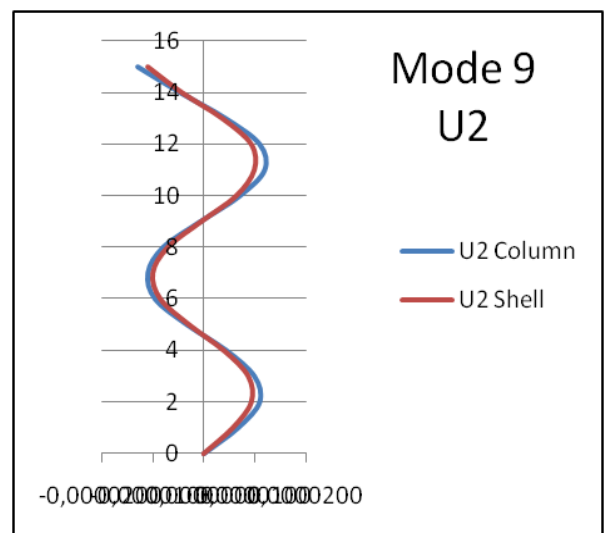
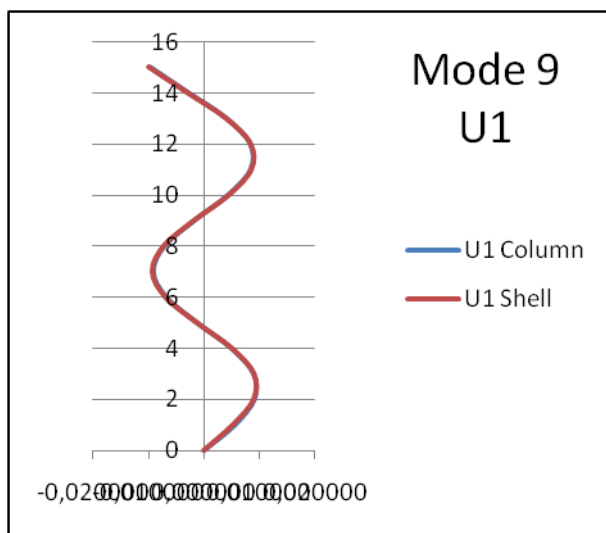
Tabel 4.43 Perbandingan mode 8 struktur 15 lantai

FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 8		Lantai	Mode 8	
	Ux	Uy		Ux	Uy
15	0,002364	0,007138	15	0,002377	0,007172
14	0,001621	0,004893	14	0,001614	0,004867
13	0,000560	0,001688	13	0,000535	0,001610
12	-0,000597	-0,001805	12	-0,000629	-0,001901
11	-0,001581	-0,004774	11	-0,001608	-0,004851
10	-0,002159	-0,006515	10	-0,002170	-0,006544
9	-0,002193	-0,006615	9	-0,002183	-0,006583
8	-0,001678	-0,005058	8	-0,001649	-0,004969
7	-0,000742	-0,002235	7	-0,000700	-0,002107
6	0,000383	0,001159	6	0,000429	0,001296
5	0,001420	0,004288	5	0,001460	0,004404
4	0,002117	0,006387	4	0,002141	0,006457
3	0,002309	0,006965	3	0,002311	0,006965
2	0,001964	0,005921	2	0,001933	0,005824
1	0,001138	0,003429	1	0,001112	0,003349

**Gambar 4.48** Grafik perbandingan mode 8 struktur 15 lantai

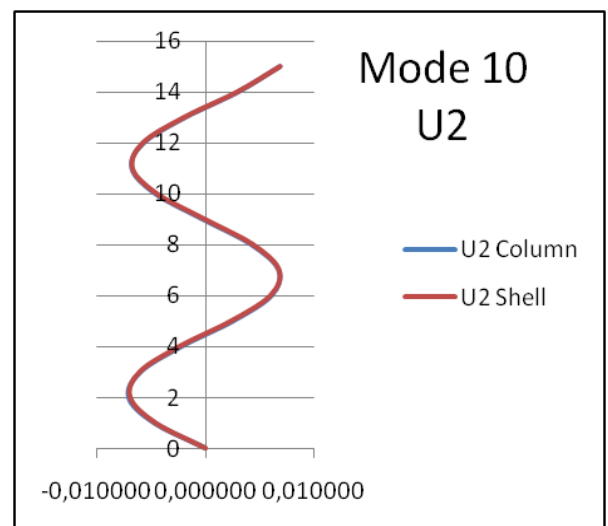
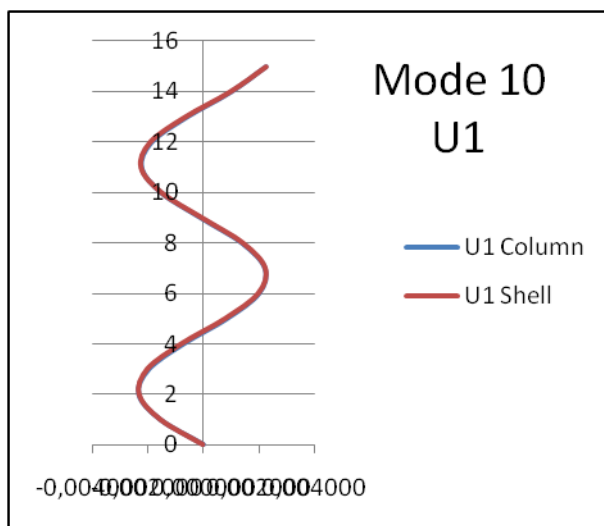
Tabel 4.44 Perbandingan mode 9 struktur 15 lantai

FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 9		Lantai	Mode 9	
	Ux	Uy		Ux	Uy
15	-0,009800	-0,0000130	15	-0,009943	-0,0000110
14	-0,002896	-0,0000046	14	-0,003006	-0,0000043
13	0,004009	0,0000043	13	0,003966	0,0000037
12	0,008369	0,0000110	12	0,008435	0,0000094
11	0,008484	0,0000120	11	0,008619	0,0000100
10	0,004455	0,0000071	10	0,004576	0,0000065
9	-0,001740	-0,0000007	9	-0,001703	-0,0000005
8	-0,007137	-0,0000080	8	-0,007195	-0,0000071
7	-0,009166	-0,0000110	7	-0,009266	-0,0000100
6	-0,006854	-0,0000096	6	-0,006919	-0,0000085
5	-0,001276	-0,0000032	5	-0,001258	-0,0000028
4	0,004968	0,0000045	4	0,005047	0,0000040
3	0,009008	0,0000100	3	0,009052	0,0000088
2	0,009145	0,0000110	2	0,008990	0,0000094
1	0,005610	0,0000067	1	0,005240	0,0000057

**Gambar 4.49** Grafik perbandingan mode 9 struktur 15 lantai

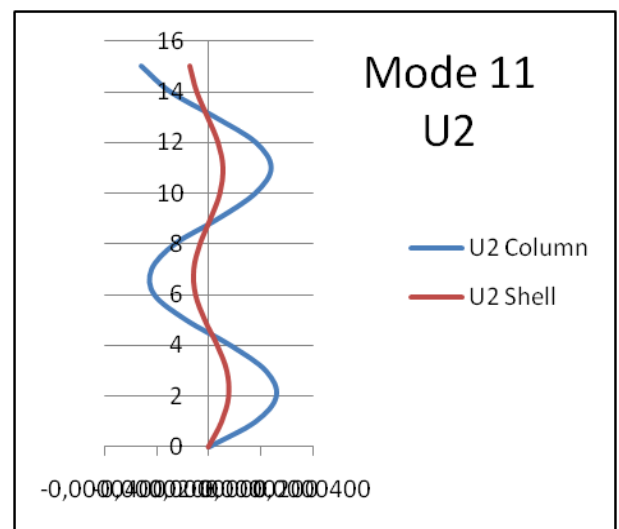
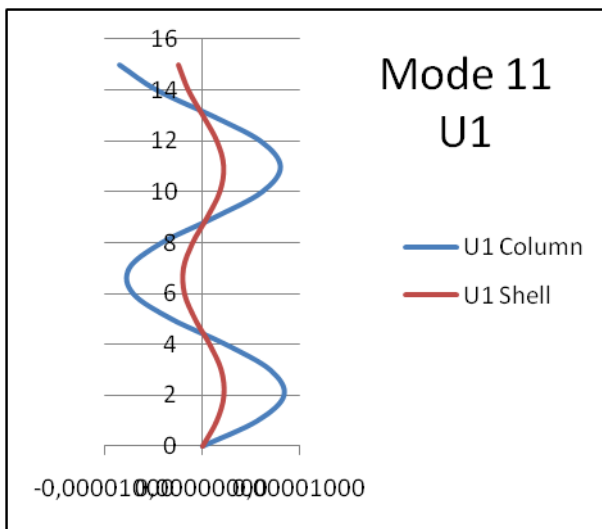
Tabel 4.45 Perbandingan mode 10 struktur 15 lantai

FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 10		Lantai	Mode 10	
	Ux	Uy		Ux	Uy
15	0,002261	0,006837	15	0,002274	0,006871
14	0,000995	0,003004	14	0,000974	0,002937
13	-0,000608	-0,001843	13	-0,000645	-0,001953
12	-0,001873	-0,005661	12	-0,001900	-0,005739
11	-0,002228	-0,006729	11	-0,002226	-0,006719
10	-0,001519	-0,004582	10	-0,001484	-0,004473
9	-0,000085	-0,000249	9	-0,000030	-0,000084
8	0,001396	0,004221	8	0,001445	0,004366
7	0,002224	0,006718	7	0,002243	0,006771
6	0,002009	0,006063	6	0,001986	0,005990
5	0,000848	0,002555	5	0,000791	0,002382
4	-0,000716	-0,002169	4	-0,000783	-0,002368
3	-0,001964	-0,005932	3	-0,002001	-0,006038
2	-0,002330	-0,007033	2	-0,002295	-0,006922
1	-0,001563	-0,004717	1	-0,001536	-0,004630

**Gambar 4.50** Grafik perbandingan mode 10 struktur 15 lantai

Tabel 4.46 Perbandingan mode 11 struktur 15 lantai

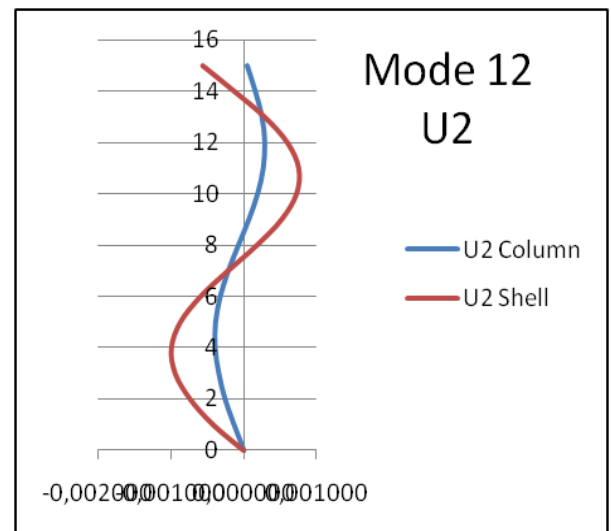
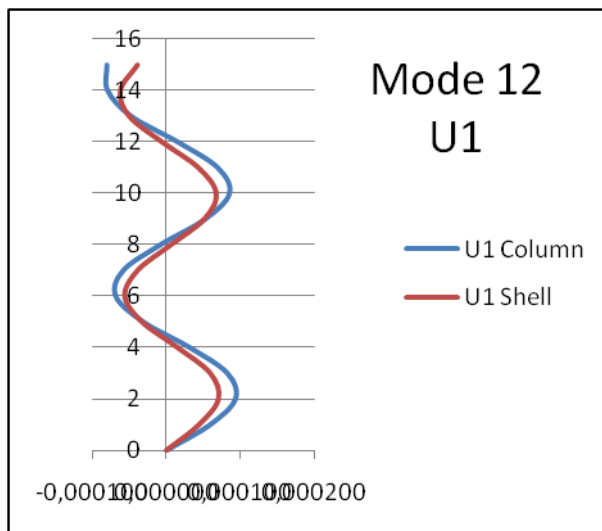
FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 11		Lantai	Mode 11	
	Ux	Uy		Ux	Uy
15	-0,00000853	-0,0000260	15	-0,00000243	-0,0000071
14	-0,00000464	-0,0000150	14	-0,00000143	-0,0000045
13	0,00000099	0,0000023	13	0,00000005	-0,0000003
12	0,00000600	0,0000180	12	0,00000146	0,0000037
11	0,00000803	0,0000240	11	0,00000213	0,0000057
10	0,00000612	0,0000180	10	0,00000173	0,0000045
9	0,00000124	0,0000038	9	0,00000046	0,0000009
8	-0,00000421	-0,0000130	8	-0,00000101	-0,0000032
7	-0,00000753	-0,0000220	7	-0,00000193	-0,0000056
6	-0,00000711	-0,0000210	6	-0,00000183	-0,0000049
5	-0,00000315	-0,0000087	5	-0,00000076	-0,0000013
4	0,00000244	0,0000084	4	0,00000073	0,0000035
3	0,00000699	0,0000220	3	0,00000189	0,0000071
2	0,00000839	0,0000260	2	0,00000216	0,0000078
1	0,00000564	0,0000180	1	0,00000144	0,0000051



Gambar 4.51 Grafik perbandingan mode 11 struktur 15 lantai

Tabel 4.47 Perbandingan mode 12 struktur 15 lantai

FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 12		Lantai	Mode 12	
	Ux	Uy		Ux	Uy
15	-0,000081	0,000044	15	-0,000039	-0,000566
14	-0,000080	0,000154	14	-0,000062	-0,000128
13	-0,000048	0,000245	13	-0,000050	0,000291
12	0,000015	0,000283	12	-0,000006	0,000606
11	0,000069	0,000262	11	0,000043	0,000763
10	0,000085	0,000185	10	0,000067	0,000732
9	0,000052	0,000065	9	0,000051	0,000525
8	-0,000009	-0,000076	8	0,000006	0,000184
7	-0,000059	-0,000214	7	-0,000039	-0,000216
6	-0,000069	-0,000323	6	-0,000056	-0,000595
5	-0,000032	-0,000386	5	-0,000033	-0,000873
4	0,000031	-0,000391	4	0,000015	-0,000997
3	0,000082	-0,000341	3	0,000059	-0,000945
2	0,000093	-0,000257	2	0,000070	-0,000739
1	0,000059	-0,000134	1	0,000044	-0,000420

**Gambar 4.52** Grafik perbandingan mode 12 struktur 15 lantai

4.4.4 Net Base Reaction

Tabel 4.48 Perbandingan net base reaction struktur 15 lantai

OutputCase	Shell	Column	Selisih
	GlobalFX	GlobalFX	
Text	(KN)	(KN)	%
COMB1	-1,01E-10	-1E-10	-0,10
COMB2	-1,19E-10	-1,2E-10	0,00
COMB3	-1730,58	-1730,58	0,00
COMB4	1730,58	1730,58	0,00
COMB5	-1730,58	-1730,58	0,00
COMB6	1730,58	1730,58	0,00
COMB7	-519,174	-519,174	0,00
COMB8	519,174	519,174	0,00
COMB9	-519,174	-519,174	0,00
COMB10	519,174	519,174	0,00
COMB11	-1730,58	-1730,58	0,00
COMB12	1730,58	1730,58	0,00
COMB13	-1730,58	-1730,58	0,00
COMB14	1730,58	1730,58	0,00
COMB15	-519,174	-519,174	0,00
COMB16	519,174	519,174	0,00
COMB17	-519,174	-519,174	0,00
COMB18	519,174	519,174	0,00
SPEC1	11150,242	11361,38	1,89
SPEC2	11150,242	11361,38	1,89

OutputCase	Shell	Column	Selisih
	Global FY	Global FY	
Text	(KN)	(KN)	%
COMB1	-1,17E-10	-1,17E-10	-0,17
COMB2	-1,37E-10	-1,38E-10	-0,36
COMB3	-647,056	-647,056	0,00
COMB4	-647,056	-647,056	0,00
COMB5	647,056	647,056	0,00
COMB6	647,056	647,056	0,00
COMB7	-2156,852	-2156,852	0,00
COMB8	-2156,852	-2156,852	0,00
COMB9	2156,852	2156,852	0,00
COMB10	2156,852	2156,852	0,00
COMB11	-647,056	-647,056	0,00
COMB12	-647,056	-647,056	0,00
COMB13	647,056	647,056	0,00
COMB14	647,056	647,056	0,00
COMB15	-2156,852	-2156,852	0,00
COMB16	-2156,852	-2156,852	0,00
COMB17	2156,852	2156,852	0,00
COMB18	2156,852	2156,852	0,00
SPEC1	0,487	0,293	39,84
SPEC2	0,487	0,293	39,84

Tabel diatas menunjukkan hasil *net base reaction* dari struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom. Hasil *net base reaction* diatas didapat dari kombinasi pembebanan beban mati, beban hidup, beban SDL, dan beban lateral.

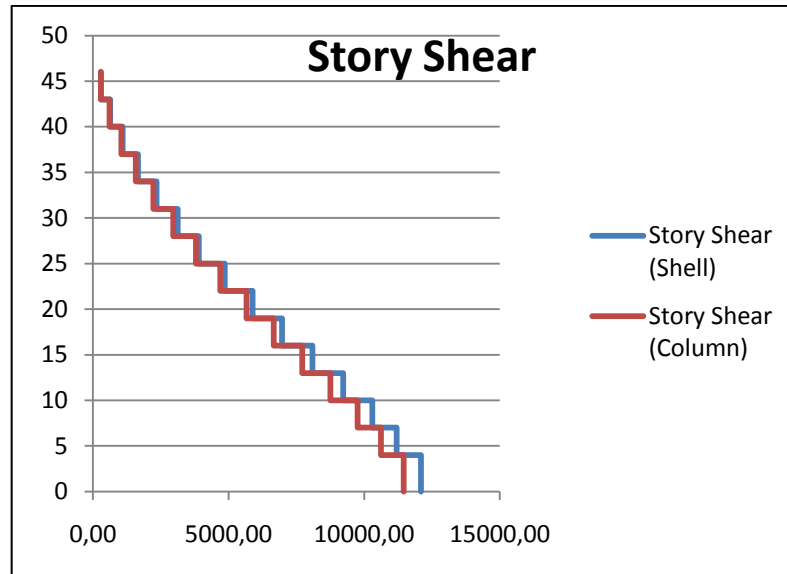
Hasil dari tabel diatas menunjukkan bahwa selisih *net base reaction* dari struktur dengan menggunakan 18 kombinasi pembebanan untuk struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom memiliki selisih sebesar 0 %. Sedangkan selisih *net base reaction* akibat beban respon spektra adalah 1,89 % dan 39,84 %. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan untuk parameter *net base reaction* ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan element pengganti dinding geser.

4.4.5 Story Shear

Tabel 4.49 Perbandingan story shear struktur 15 lantai

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
lantai	V (kN)	lantai	V (kN)	
15	290,39	15	285,42	1,71
14	629,91	14	609,68	3,21
13	1087,58	13	1042,15	4,18
12	1657,91	12	1580,33	4,68
11	2338,04	11	2220,99	5,01
10	3120,72	10	2957,42	5,23
9	3898,78	9	3792,20	2,73
8	4857,25	8	4691,98	3,40
7	5885,59	7	5655,53	3,91
6	6968,83	6	6667,53	4,32
5	8088,22	5	7708,34	4,70
4	9218,41	4	8751,54	5,06
3	10294,47	3	9758,68	5,20
2	11196,82	2	10619,52	5,16
1	12088,72	1	11454,30	5,25

Tabel diatas menunjukkan perbandingan selisih *story shear* untuk struktur dengan *corewall* yang menggunakan elemen shell dan elemen kolom. Selisih hasil *story shear* untuk kedua model struktur berkisar 1,71 % - 5,25 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh elevasi 4,25 %.



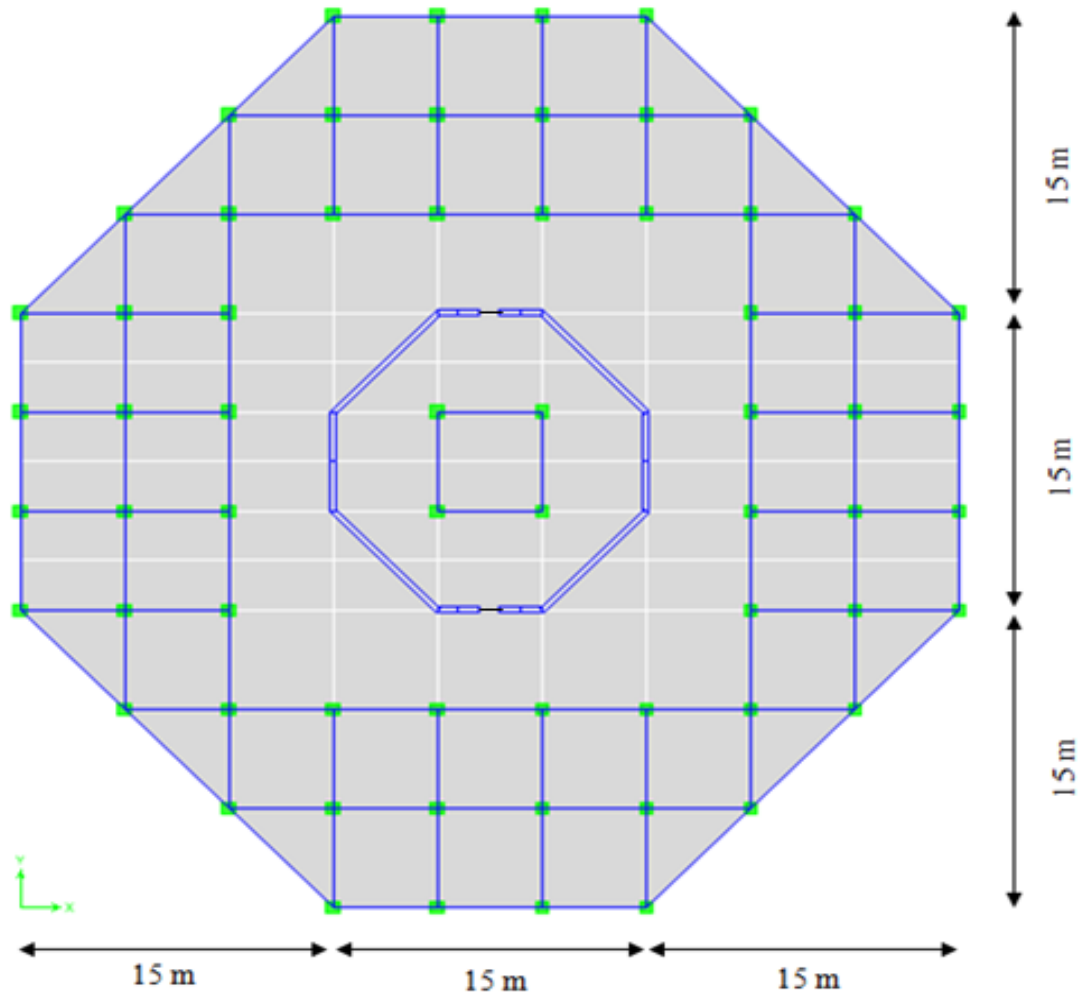
Gambar 4.53 Grafik perbandingan story shear struktur 15 lantai

Grafik diatas menunjukkan bahwa hasil perbandingan *story shear* untuk kedua model stuktur diatas menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain dengan selisih rata-rata 4,25 %. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan parameter *story shear* untuk struktur ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan elemen pengganti dinding geser.

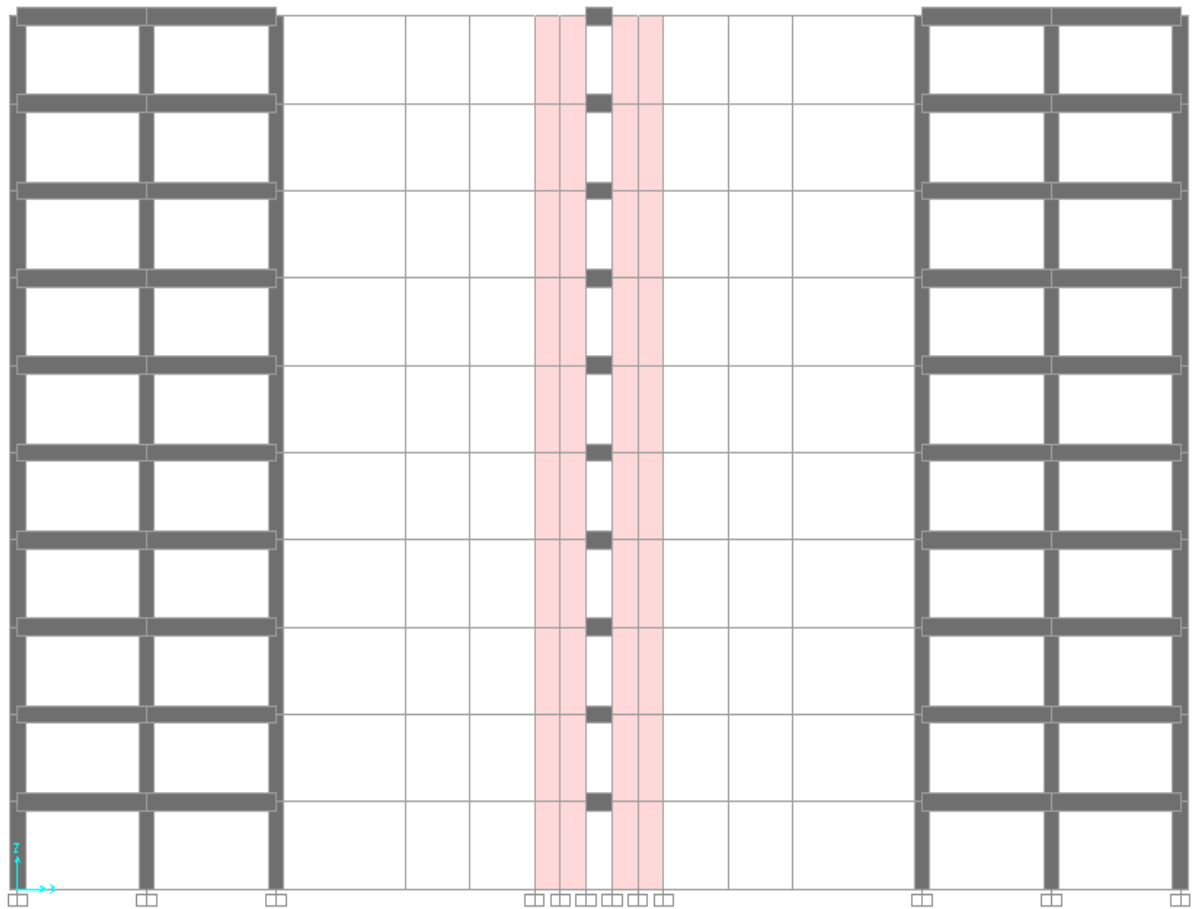
4.5 VERIFIKASI MODEL STRUKTUR 10 LANTAI DENGAN COREWALL

Untuk struktur 10 lantai, *corewall* yang digunakan berbentuk tidak ortogonal dan dihubungkan dengan dengan *link beam*. *Corewall* terletak di tengah bangunan dengan tebal 0,3 meter dan untuk *corewall* dengan elemen kolom pada setiap joint-nya diberi *plate constraint*. Elemen lantai didesain menggunakan elemen *flat slab* dengan tebal 12 cm dan pada setiap *joint*-nya diberi *diaphragm constraint*. Tujuan pemberian konstrain pada struktur dengan *corewall* ini agar semua *joint* pada lantai dan *corewall* yang diberi batasan konstrain bergerak secara bersamaan sebagai sebuah diafragma plana yang bersifat *rigid* terhadap semua deformasi yang mungkin terjadi

Berikut ini adalah denah dan penempatan *corewall* yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya, seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.54 Denah struktur bangunan 10 lantai



Gambar 4.55 Potongan corewall dengan menggunakan link beam

Struktur *corewall* yang dimodelkan pada tugas akhir ini dihubungkan dengan elemen *link beam* yang memiliki kekakuan yang sangat besar. Ukuran *link beam* yang digunakan adalah 0,6 x 0,3 meter. Dalam program *SAP2000 v.11*, keadaan perpotongan balok-kolom untuk *corewall* yang menggunakan elemen kolom dapat diidealisasikan dengan memberikan dua *end offset* untuk tiap elemen menggunakan parameter *ioff* dan *joff* yang terkait dengan ujung i dan j dari semua elemen portal.

4.5.1 Displacement

Besarnya *displacement* sangat dipengaruhi oleh massa dan kekakuan pada struktur. Semakin besar kekakuan pada struktur, maka semakin kecil hasil *displacement* nya. Pengecekan *displacement* merupakan hal yang penting untuk mengevaluasi kinerja struktur terhadap suatu gempa rencana, menjadi indikasi sejauh mana kondisi struktur bila ada gempa tertentu.

Verifikasi ini bertujuan untuk membandingkan *displacement* struktur 20 lantai dengan *corewall* yang menggunakan elemen shell dan elemen kolom dengan diberi beban lateral statik ekuivalen dan beban respon spektra. Beban geser dasar nominal statik ekuivalen V yang terjadi di tingkat dasar dapat dihitung menurut persamaan :

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

Beban geser dasar nominal V harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban-beban gempa nominal statik ekuivalen F_i yang menangkap pada pusat massa lantai tingkat ke- i menurut persamaan :

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

Tabel 4.50 Beban lateral F_x

Lantai	h (m)	Wt (kN)	Wt.h (kNm)	Fx (kN)
10	30	747,1964	22415,89	201,90
9	27	676,5404	18266,59	164,53
8	24	676,5404	16236,97	146,25
7	21	676,5404	14207,35	127,97
6	18	676,5404	12177,73	109,69
5	15	676,5404	10148,11	91,40
4	12	676,5404	8118,48	73,12
3	9	676,5404	6088,86	54,84
2	6	676,5404	4059,24	36,56
1	3	811,6286	2434,89	21,93
SUM		6971,148	114154,11	1028,19

Tabel 4.51 Beban lateral Fy

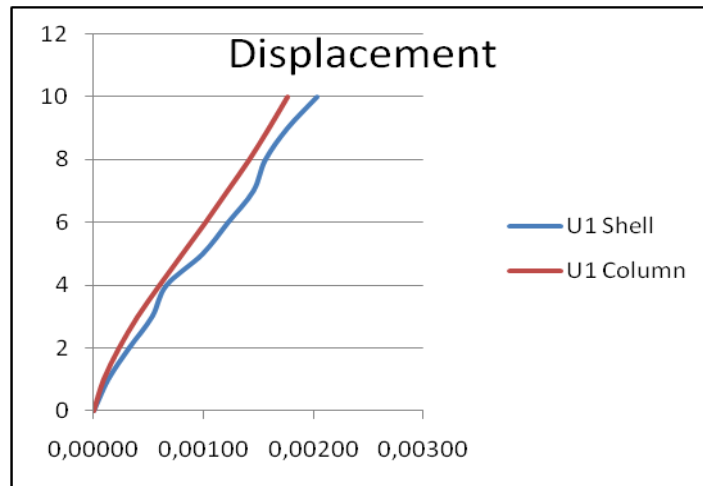
Lantai	h (m)	Wt (kN)	Wt.h (kNm)	Fy (kN)
10	30	747,1964	22415,89	242,97
9	27	676,5404	18266,59	197,99
8	24	676,5404	16236,97	176,00
7	21	676,5404	14207,35	154,00
6	18	676,5404	12177,73	132,00
5	15	676,5404	10148,11	110,00
4	12	676,5404	8118,48	88,00
3	9	676,5404	6088,86	66,00
2	6	676,5404	4059,24	44,00
1	3	811,6286	2434,89	26,39
SUM		6971,148	114154,11	1237,34

Hasil *displacement* akibat beban lateral Fx :

Tabel 4.52 Perbandingan *displacement* akibat beban lateral Fx

SHELL		COLUMN		Selisih
lantai	u ₁ (m)	lantai	u ₁ (m)	(%)
10	0,00203	10	0,00177	12,81
9	0,00176	9	0,00160	9,09
8	0,00156	8	0,00142	8,97
7	0,00145	7	0,00122	15,86
6	0,00122	6	0,00102	16,39
5	0,00099	5	0,00081	18,18
4	0,00066	4	0,00060	9,09
3	0,00053	3	0,00040	24,53
2	0,00032	2	0,00023	28,13
1	0,00013	1	0,00009	30,77

Selisih hasil *displacement* untuk kedua model struktur berkisar 8,97 % - 30,77 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh lantai 17,38%



Gambar 4.56 Grafik perbandingan displacement akibat beban lateral F_x

Grafik diatas memperlihatkan perbandingan *displacement* dari struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom akibat beban lateral F_x . Dimana sumbu X menunjukkan hasil *displacement* dan sumbu Y menunjukkan tingkatan elevasi.

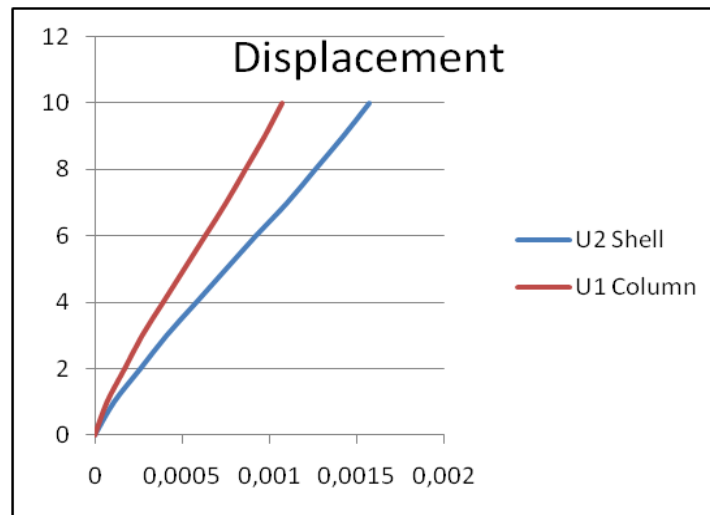
Grafik menunjukkan bahwa hasil perbandingan *displacement* untuk kedua model stuktur diatas menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain dengan selisih rata-rata 17,38 %.

Hasil displacement akibat beban lateral F_y :

Tabel 4.53 Perbandingan displacement akibat beban lateral F_y

SHELL		COLUMN		Selisih
lantai	u2 (m)	lantai	u2 (m)	(%)
10	0,00157	10	0,00107	31,85
9	0,00142	9	0,00097	31,69
8	0,00126	8	0,00086	31,75
7	0,0011	7	0,00075	31,82
6	0,00092	6	0,00063	31,52
5	0,00075	5	0,00051	32,00
4	0,00058	4	0,00039	32,76
3	0,00041	3	0,00027	34,15
2	0,00026	2	0,00017	34,62
1	0,00011	1	0,00007	36,36

Selisih hasil *displacement* untuk kedua model struktur berkisar 31,52 % - 36,36 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh lantai 32,85 %



Gambar 4.57 Grafik perbandingan displacement akibat beban lateral F_y

Grafik diatas memperlihatkan perbandingan *displacement* dari struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom. Dimana sumbu X menunjukkan hasil *displacement* dan sumbu Y menunjukkan tingkatan elevasi.

Grafik menunjukkan bahwa hasil perbandingan *displacement* untuk kedua model stuktur diatas menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain dengan selisih rata-rata 32,85 %.

Hasil *displacement* akibat beban respon spektra :

Tabel 4.54 Perbandingan displacement akibat respon spektra

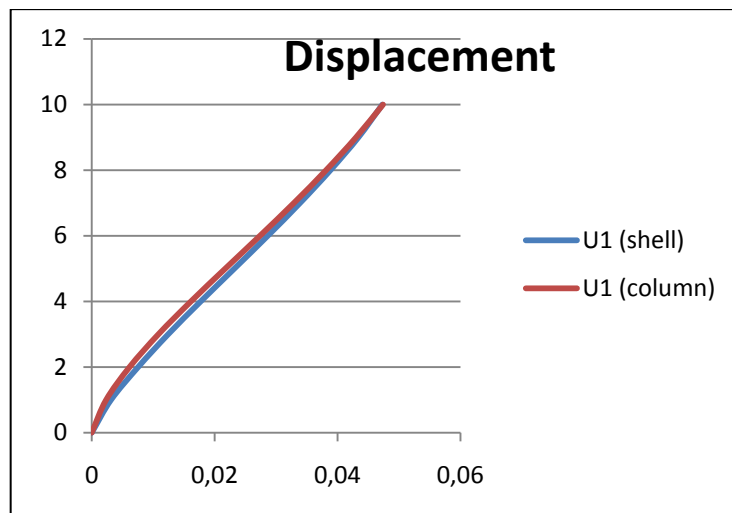
SPECTRA

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
lantai	u_1 (m)	lantai	u_1 (m)	
10	0,04729	10	0,047413	0,26
9	0,043389	9	0,043017	0,86
8	0,038835	8	0,038143	1,78
7	0,033889	7	0,032901	2,92
6	0,028637	6	0,02738	4,39

Tabel 4.54 (Lanjutan)

SHELL		COLUMN		Selisih
lantai	u_1 (m)	lantai	u_1 (m)	(%)
5	0,023197	5	0,021729	6,33
4	0,017729	4	0,016142	8,95
3	0,012438	3	0,010854	12,74
2	0,007547	2	0,006154	18,46
1	0,003134	1	0,002344	25,21

Selisih hasil *displacement* untuk kedua model struktur berkisar 0,26 % - 25,21 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh lantai 8,19 %



Gambar 4.58 Grafik perbandingan displacement akibat respon spektra

Grafik diatas memperlihatkan perbandingan *displacement* dari struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom. Dimana sumbu X menunjukkan hasil displacement dan sumbu Y menunjukkan tingkatan elevasi.

Grafik menunjukkan bahwa hasil perbandingan *displacement* untuk kedua model struktur diatas menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain dengan selisih rata-rata 8,19 %.

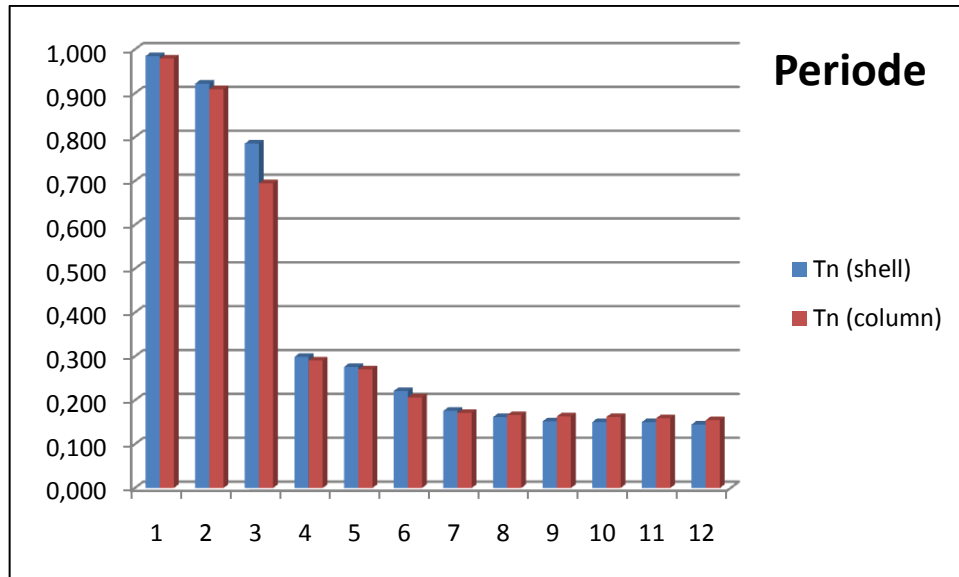
4.5.2 Periode Alami

Pemeriksaan periode alami struktur berguna untuk mencegah struktur gedung yang terlalu fleksibel. Periode alami struktur dibatasi oleh koefisien ξ sesuai wilayah gempa lokasi struktur. Untuk wilayah gempa 3, batas waktu getar alami fundamental adalah sebesar $T = \xi n$ ($n =$ jumlah lantai dan $\xi = 0,18$ untuk wilayah gempa 3). Jadi, syarat periode untuk struktur 20 lantai yaitu $T = 0,18 \times 10 = 1,8$. Sedangkan periode yang didapatkan dari program *SAP2000 v.11* untuk struktur ini adalah 0,985 ; sehingga dapat dikatakan periode sudah cukup memenuhi batasan periode alami struktur untuk wilayah gempa 3.

Berikut ini adalah tabel hasil perbandingan periode getar alami untuk struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom :

Tabel 4.55 Perbandingan periode getar alami struktur 10 lantai

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
Mode	Periode	Mode	Periode	
1	0,985	1	0,979	0,58
2	0,922	2	0,909	1,37
3	0,785	3	0,695	11,53
4	0,299	4	0,291	2,69
5	0,276	5	0,270	2,06
6	0,221	6	0,206	6,65
7	0,176	7	0,171	2,72
8	0,162	8	0,166	2,96
9	0,152	9	0,163	7,32
10	0,150	10	0,162	7,72
11	0,150	11	0,159	5,75
12	0,145	12	0,155	6,84



Gambar 4.59 Diagram perbandingan periode getar alami struktur 10 lantai

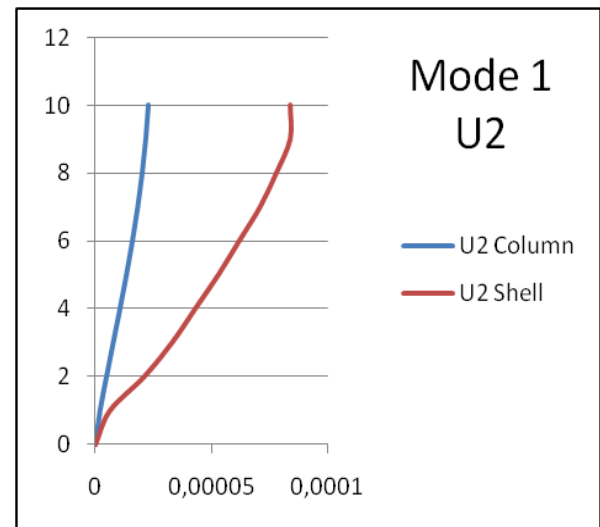
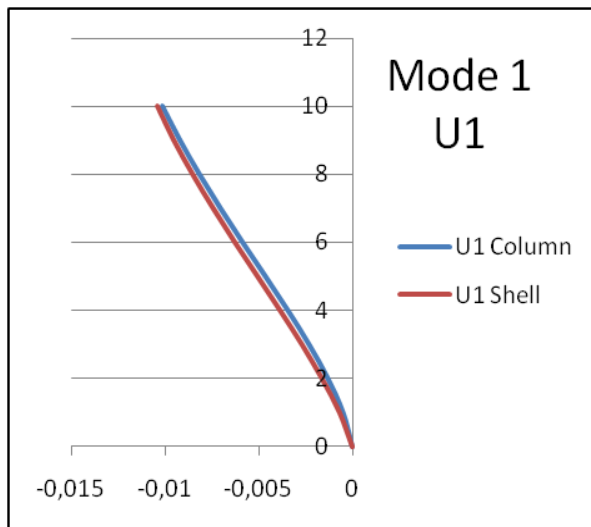
Periode getar alami bergantung pada massa, kekakuan, dan konfigurasi struktur (penempatan *shearwall*). Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa periode alami untuk struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom sudah hampir berdekatan satu sama lain. Selisih yang didapatkan berkisar antara 0,58 % - 11,53 % dengan rata-rata selisih untuk seluruh periode 4,85 %.

4.5.4 Building Modes

Periode dan pola ragam getar memiliki keterkaitan yang sangat dekat, yaitu sangat dipengaruhi oleh massa dan kekakuan lateral struktur. Waktu getar dari getaran gempa selalu berubah-ubah secara dinamis, makin lama waktu getar semakin pendek sampai akhirnya getaran gempa berhenti. Perubahan waktu getar akan mengakibatkan respon struktur bangunan juga berubah-ubah membentuk ragam-getar yang berbeda-beda.

Tabel 4.56 Perbandingan mode 1 struktur 10 lantai

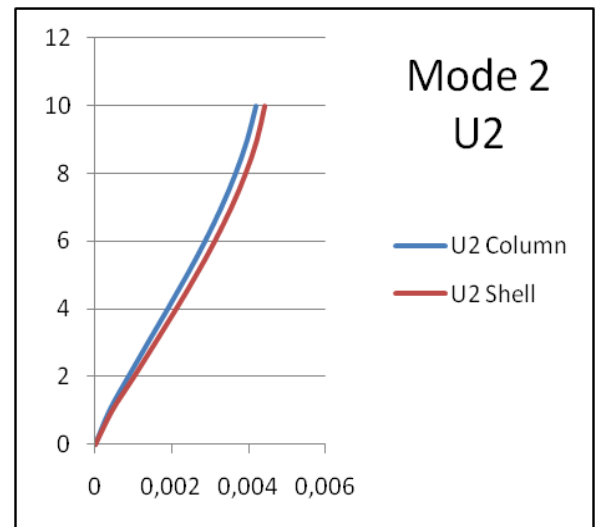
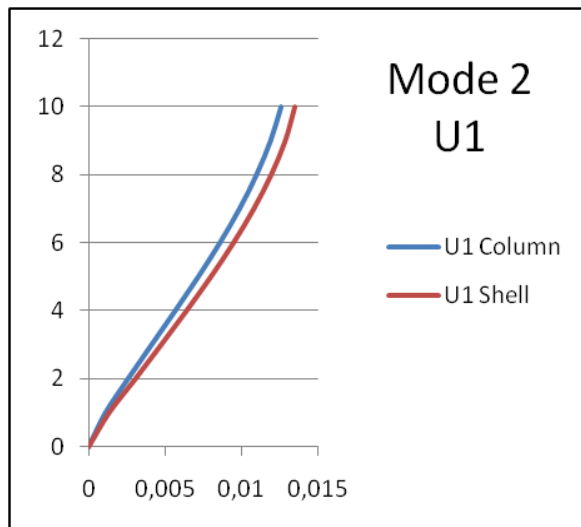
FRAME			SHELL		
Lantai	Mode 1		Lantai	Mode 1	
	Ux	Uy		Ux	Uy
10	-0,010154	0,00002305	10	-0,010414	0,000084
9	-0,009215	0,00002188	9	-0,009538	0,000084
8	-0,008172	0,00002035	8	-0,008529	0,000078
7	-0,007048	0,00001841	7	-0,007434	0,000071
6	-0,005862	0,0000161	6	-0,006271	0,000062
5	-0,004646	0,00001349	5	-0,005065	0,000053
4	-0,003444	0,00001066	4	-0,003856	0,000043
3	-0,002309	0,000007718	3	-0,00269	0,000033
2	-0,001304	0,000004794	2	-0,001622	0,000021
1	-0,000494	0,00000198	1	-0,000678	0,000006237

**Gambar 4.60** Grafik perbandingan mode 1 struktur 10 lantai

Tabel 4.57 Perbandingan mode 2 struktur 10 lantai

FRAME		
Lantai	Mode 2	
	Ux	Uy
10	0,012582	0,004196
9	0,01189	0,003965
8	0,010971	0,003658
7	0,009858	0,003287
6	0,008576	0,00286
5	0,00716	0,002387
4	0,005651	0,001884
3	0,004101	0,001367
2	0,002566	0,000856
1	0,001095	0,000365

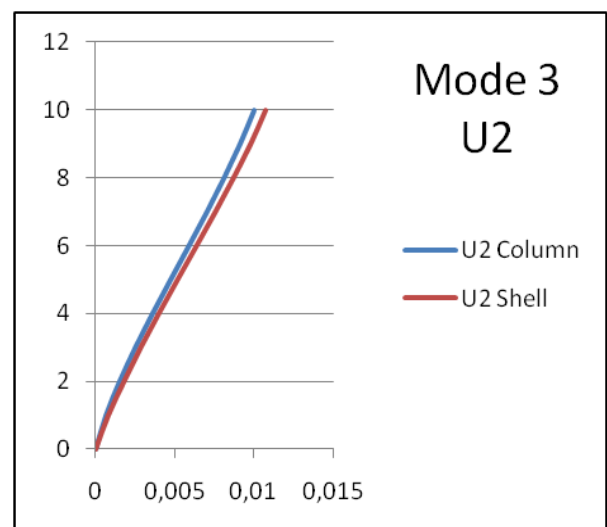
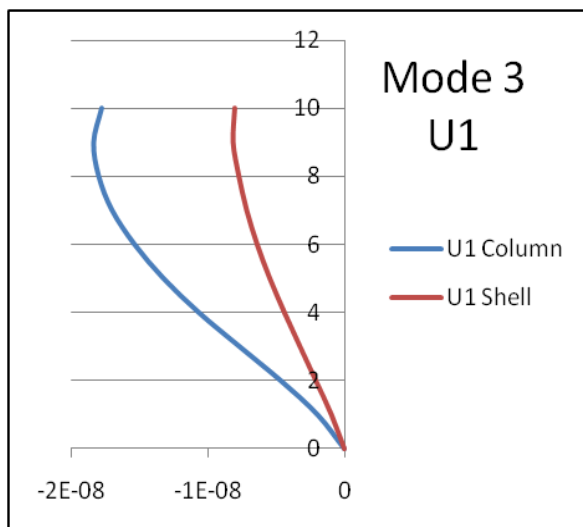
SHELL		
Lantai	Mode 2	
	Ux	Uy
10	0,013459	0,004416
9	0,012828	0,004212
8	0,011912	0,003914
7	0,010774	0,003542
6	0,00945	0,003108
5	0,007972	0,002624
4	0,006381	0,002102
3	0,004726	0,001558
2	0,003045	0,001004
1	0,001329	0,000434

**Gambar 4.61** Grafik perbandingan mode 2 struktur 10 lantai

Tabel 4.58 Perbandingan mode 3 struktur 10 lantai

FRAME		
Lantai	Mode 3	
	Ux	Uy
10	-1,779E-08	0,010011
9	-1,838E-08	0,009111
8	-1,801E-08	0,008104
7	-1,703E-08	0,00702
6	-1,538E-08	0,005885
5	-1,326E-08	0,004729
4	-1,067E-08	0,003588
3	-7,683E-09	0,002501
2	-4,663E-09	0,001508
1	-1,963E-09	0,000641

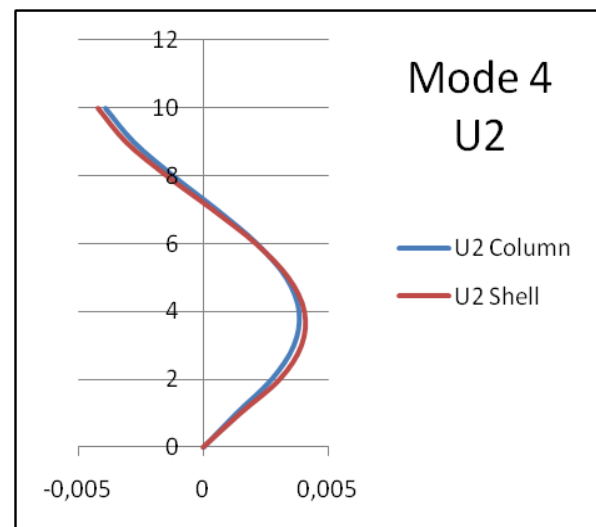
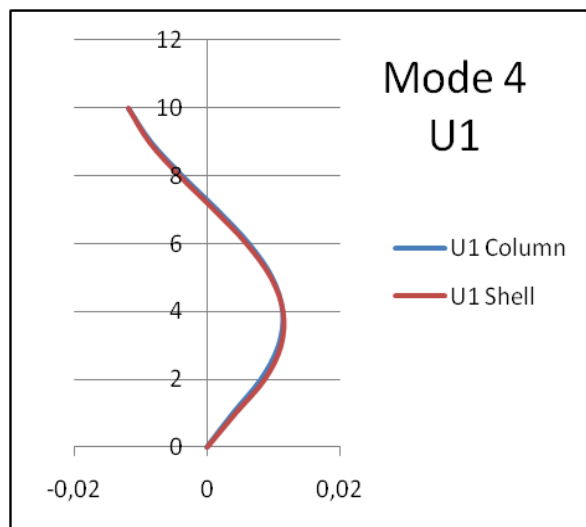
SHELL		
Lantai	Mode 3	
	Ux	Uy
10	-8,018E-09	0,010743
9	-8,134E-09	0,009789
8	-7,715E-09	0,008704
7	-7,14E-09	0,007558
6	-6,382E-09	0,006371
5	-5,451E-09	0,005168
4	-4,384E-09	0,00398
3	-3,244E-09	0,002841
2	-2,089E-09	0,001785
1	-9,46E-10	0,000788

**Gambar 4.62** Grafik perbandingan mode 3 struktur 10 lantai

Tabel 4.59 Perbandingan mode 4 struktur 10lantai

FRAME		
Lantai	Mode 4	
	Ux	Uy
10	-0,011786	-0,003927
9	-0,008374	-0,00279
8	-0,003623	-0,001207
7	0,001624	0,000541
6	0,006425	0,00214
5	0,009912	0,003302
4	0,011464	0,003819
3	0,010823	0,003606
2	0,00815	0,002716
1	0,003939	0,001313

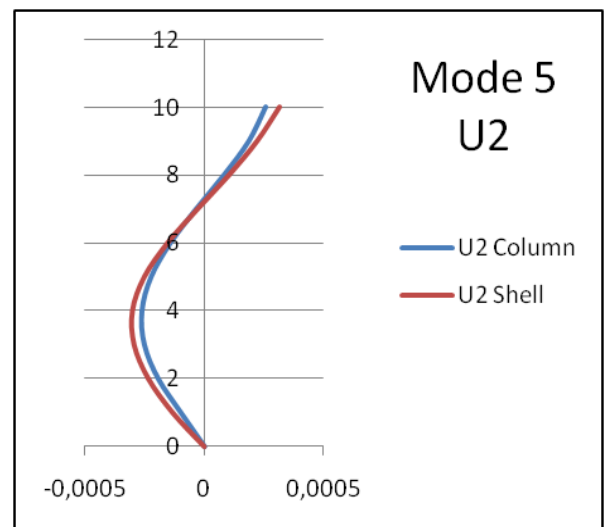
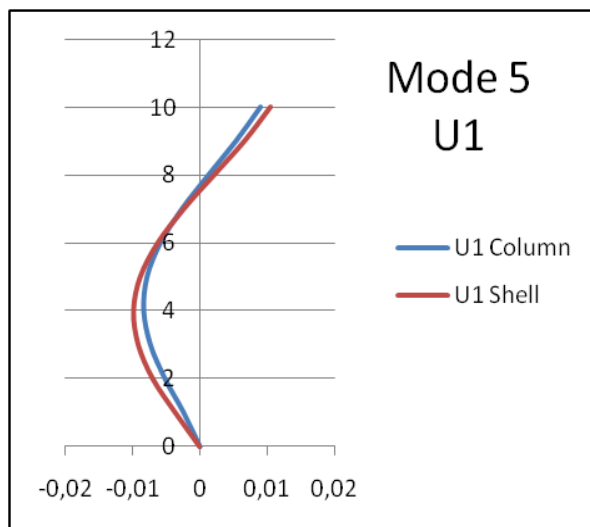
SHELL		
Lantai	Mode 4	
	Ux	Uy
10	-0,01188	-0,004196
9	-0,00873	-0,003069
8	-0,004134	-0,001434
7	0,001074	0,000409
6	0,005952	0,002129
5	0,009633	0,00342
4	0,011471	0,004059
3	0,011152	0,003938
2	0,008689	0,00306
1	0,004274	0,001487

**Gambar 4.63** Grafik perbandingan mode 4 struktur 10 lantai

Tabel 4.60 Perbandingan mode 5 struktur 10 lantai

FRAME		
Lantai	Mode 5	
	Ux	Uy
10	0,009005	0,0002549
9	0,005369	0,000185
8	0,001274	0,0000811
7	-0,002675	-0,0000349
6	-0,005887	-0,0001429
5	-0,007873	-0,0002234
4	-0,008362	-0,0002619
3	-0,007369	-0,0002518
2	-0,005211	-0,0001941
1	-0,002419	-0,00009884

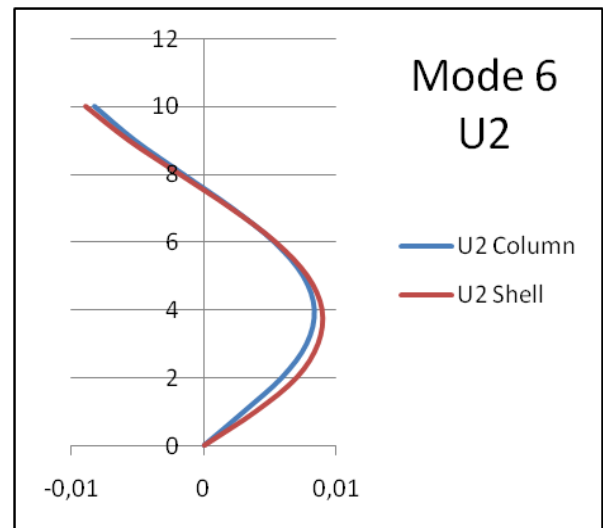
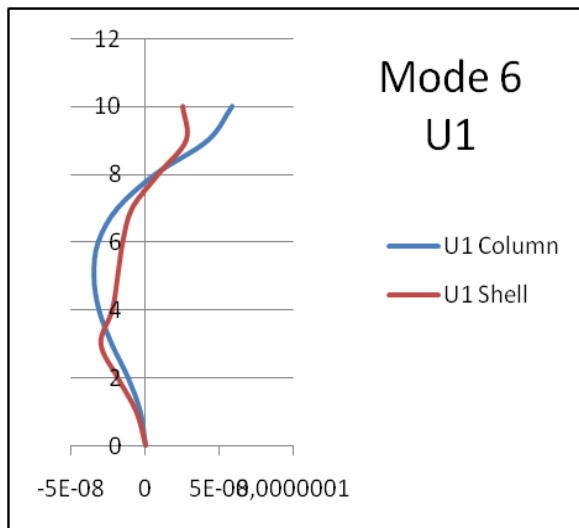
SHELL		
Lantai	Mode 5	
	Ux	Uy
10	0,010542	0,000316
9	0,006685	0,000222
8	0,002156	0,000104
7	-0,002363	-0,000028
6	-0,006218	-0,000154
5	-0,008828	-0,000252
4	-0,009824	-0,000302
3	-0,00913	-0,000295
2	-0,006982	-0,000235
1	-0,003611	-0,000133

**Gambar 4.64** Grafik perbandingan mode 5 struktur 10 lantai

Tabel 4.61 Perbandingan mode 6 struktur 10 lantai

FRAME		
Lantai	Mode 6	
	Ux	Uy
10	5,819E-08	-0,008275
9	4,194E-08	-0,00524
8	6,761E-09	-0,001594
7	-1,866E-08	0,002102
6	-3,165E-08	0,005283
5	-3,459E-08	0,007462
4	-3,126E-08	0,008315
3	-2,274E-08	0,007737
2	-1,174E-08	0,005869
1	-3,468E-09	0,00301

SHELL		
Lantai	Mode 6	
	Ux	Uy
10	2,485E-08	-0,008961
9	2,714E-08	-0,005711
8	8,487E-09	-0,001876
7	-9,086E-09	0,001992
6	-1,545E-08	0,005364
5	-1,883E-08	0,007767
4	-2,24E-08	0,008878
3	-3,018E-08	0,008579
2	-1,893E-08	0,006967
1	-6,404E-09	0,00388

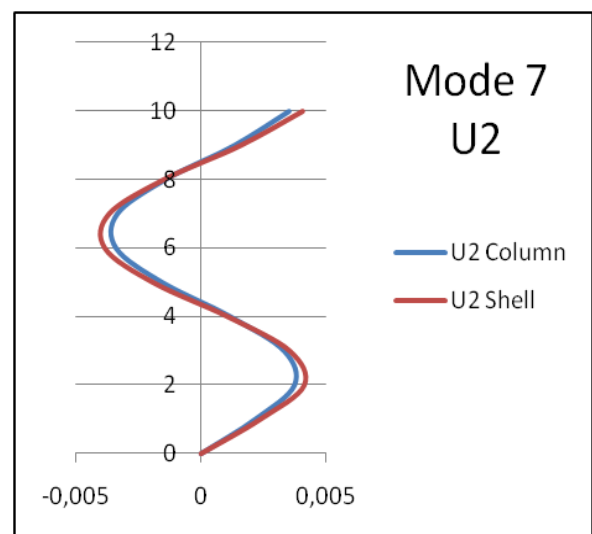
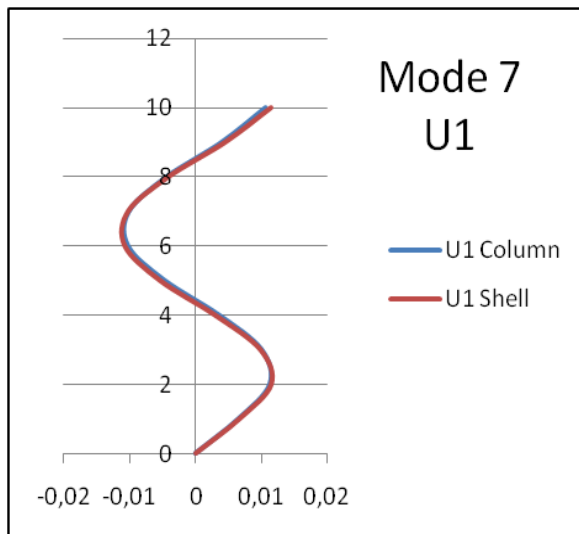


Gambar 4.65 Grafik perbandingan mode 6 struktur 10 lantai

Tabel 4.62 Perbandingan mode 7 struktur 10 lantai

FRAME		
Lantai	Mode 7	
	Ux	Uy
10	0,010601	0,003532
9	0,003983	0,001327
8	-0,004334	-0,001445
7	-0,010087	-0,003362
6	-0,010212	-0,003404
5	-0,004671	-0,001556
4	0,003541	0,001181
3	0,009997	0,003333
2	0,011234	0,003745
1	0,006507	0,002169

SHELL		
Lantai	Mode 7	
	Ux	Uy
10	0,011443	0,004065
9	0,004459	0,001576
8	-0,004156	-0,0015
7	-0,010282	-0,00368
6	-0,010782	-0,003843
5	-0,005432	-0,001915
4	0,002919	0,001079
3	0,009823	0,003548
2	0,011492	0,004128
1	0,006655	0,002361

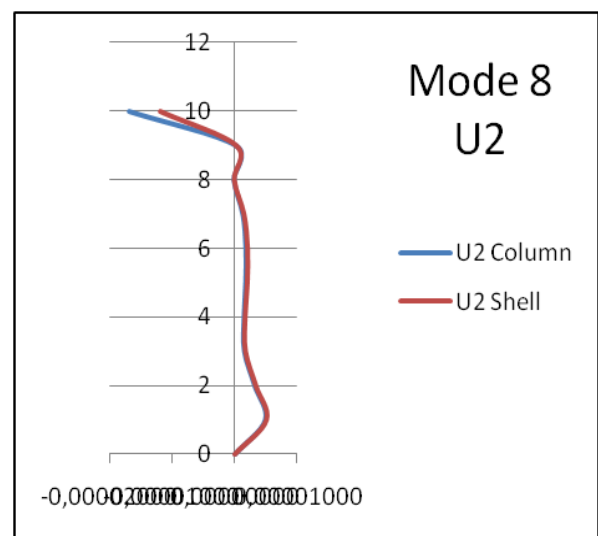
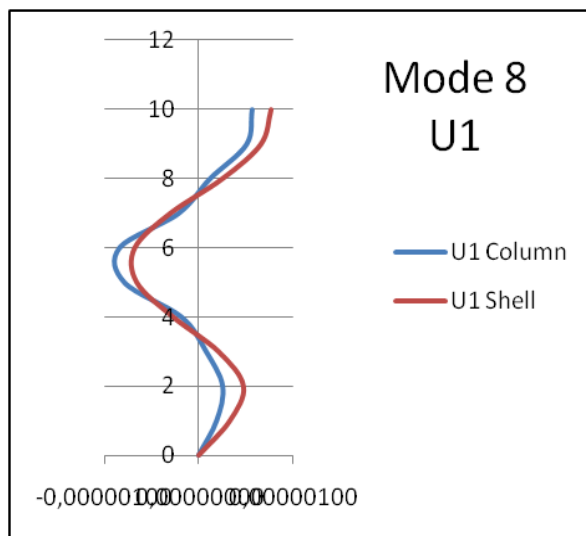


Gambar 4.66 Grafik perbandingan mode 7 struktur 10 lantai

Tabel 4.63 Perbandingan mode 8 struktur 10 lantai

FRAME		
Lantai	Mode 8	
	Ux	Uy
10	0,00000057	-0,00001700
9	0,00000051	0,00000019
8	0,00000012	-0,00000017
7	-0,00000021	0,00000127
6	-0,00000084	0,00000175
5	-0,00000079	0,00000172
4	-0,00000018	0,00000144
3	0,00000008	0,00000152
2	0,00000026	0,00000318
1	0,00000019	0,00000488

SHELL		
Lantai	Mode 8	
	Ux	Uy
10	0,00000077	-0,00001200
9	0,00000066	0,00000026
8	0,00000025	-0,00000010
7	-0,00000030	0,00000147
6	-0,00000068	0,00000205
5	-0,00000066	0,00000202
4	-0,00000027	0,00000164
3	0,00000021	0,00000172
2	0,00000048	0,00000338
1	0,00000033	0,00000508

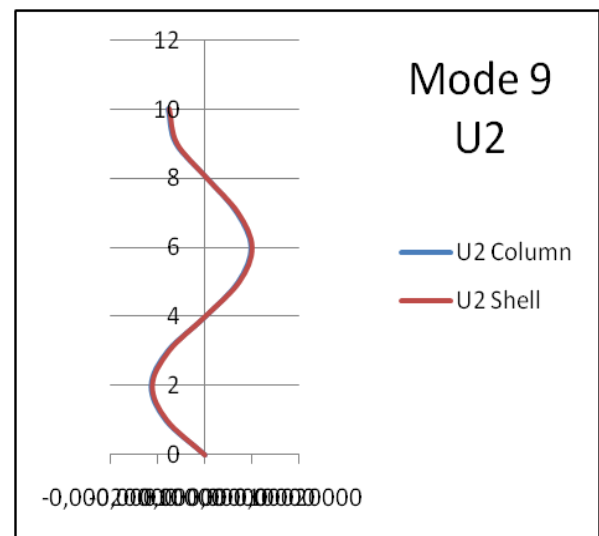
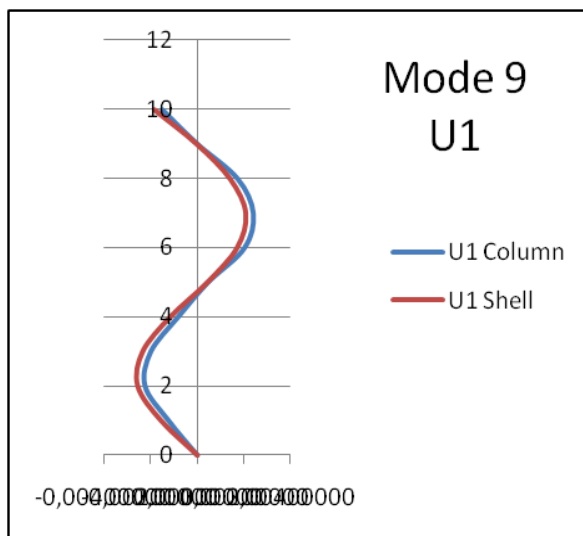


Gambar 4.67 Grafik perbandingan mode 8 struktur 10 lantai

Tabel 4.64 Perbandingan mode 9 struktur 10 lantai

FRAME		
Lantai	Mode 9	
	Ux	Uy
10	-0,00151600	-0,00007820
9	0,00001150	-0,00006220
8	0,00174600	0,00000368
7	0,00242400	0,00006680
6	0,00204500	0,00009680
5	0,00045850	0,00006980
4	-0,00083000	0,00000063
3	-0,00200600	-0,00007920
2	-0,00225600	-0,00011420
1	-0,00123900	-0,00008320

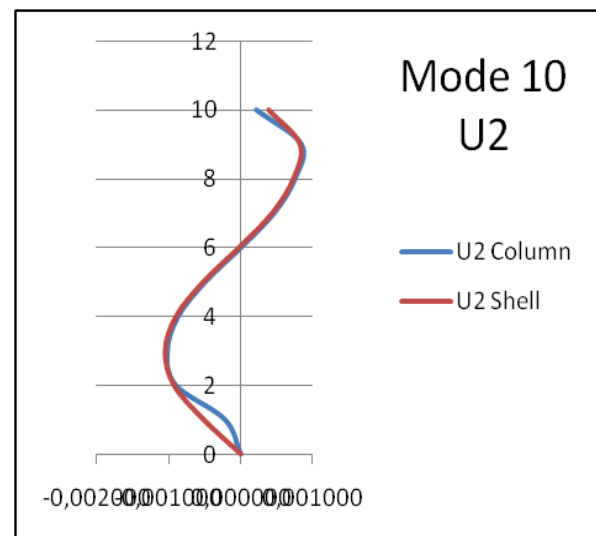
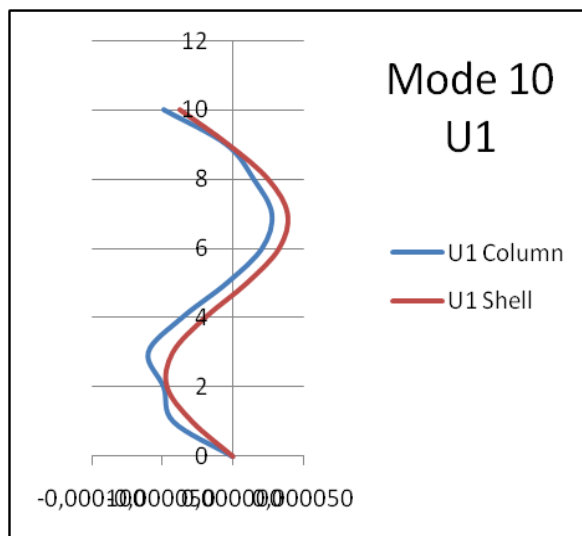
SHELL		
Lantai	Mode 9	
	Ux	Uy
10	-0,001861	-0,0000750
9	-0,000023	-0,0000590
8	0,001401	0,0000040
7	0,002079	0,0000700
6	0,001700	0,0001000
5	0,000424	0,0000730
4	-0,001175	0,0000007
3	-0,002361	-0,0000760
2	-0,002571	-0,0001110
1	-0,001564	-0,0000800

**Gambar 4.68** Grafik perbandingan mode 9 struktur 10 lantai

Tabel 4.65 Perbandingan mode 10 struktur 10 lantai

FRAME		
Lantai	Mode 10	
	Ux	Uy
10	-0,000049	0,000217
9	-0,000004	0,000845
8	0,000015	0,000757
7	0,000028	0,000465
6	0,000021	0,000003
5	-0,000004	-0,000497
4	-0,000036	-0,000872
3	-0,000060	-0,001023
2	-0,000049	-0,000908
1	-0,000042	-0,000220

SHELL		
Lantai	Mode 10	
	Ux	Uy
10	-0,000038	0,000388
9	-0,000003	0,000824
8	0,000025	0,000733
7	0,000039	0,000438
6	0,000033	-0,000024
5	0,000010	-0,000520
4	-0,000020	-0,000901
3	-0,000043	-0,001052
2	-0,000047	-0,000930
1	-0,000029	-0,000517

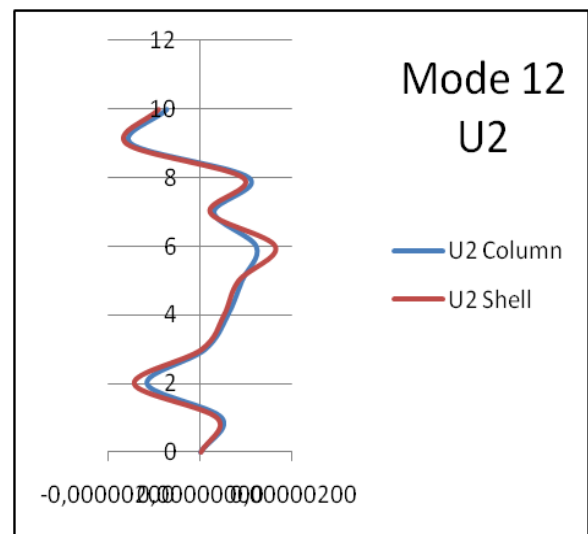
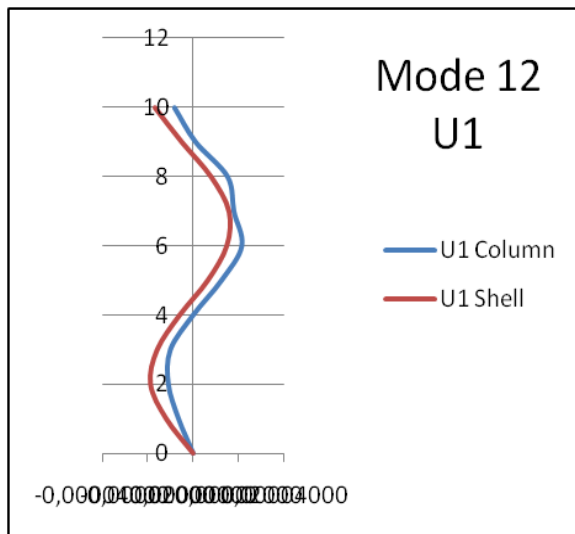


Gambar 4.69 Grafik perbandingan mode 10 struktur 10 lantai

Tabel 4.67 Perbandingan mode 12 struktur 10 lantai

FRAME		
Lantai	Mode 12	
	Ux	Uy
10	-0,00000820	-0,00000073
9	0,00000121	-0,00000150
8	0,00001523	0,00000106
7	0,00001800	0,00000029
6	0,00002150	0,00000121
5	0,00001252	0,00000090
4	0,00000004	0,00000059
3	-0,00001000	0,00000010
2	-0,00001090	-0,00000116
1	-0,00000640	0,00000046

SHELL		
Lantai	Mode 12	
	Ux	Uy
10	-0,00001700	-0,00000092
9	-0,00000499	-0,00000161
8	0,00000803	0,00000093
7	0,00001600	0,00000020
6	0,00001500	0,00000162
5	0,00000652	0,00000082
4	-0,00000596	0,00000050
3	-0,00001600	0,00000002
2	-0,00001900	-0,00000145
1	-0,00001200	0,00000035



Gambar 4.71 Grafik perbandingan mode 12 struktur 10 lantai

Perubahan waktu getar akan mengakibatkan respon struktur bangunan juga berubah-ubah membentuk ragam-getar yang berbeda-beda. Ragam getar pertama yaitu gerakan dinamis struktur yang menyerupai gerakan pendulum bolak-balik dengan waktu getar panjang dan mengakibatkan simpangan horisontal terbesar pada puncak struktur. Pada suatu saat bila waktu getar memendek, ragam getar berubah menjadi ragam getar ke-2, pada ragam getar ini terjadi simpangan horisontal yang besar ditengah dan di puncak struktur, besarnya simpangan pada ragam getar ke-2 ini lebih kecil dari ragam getar pertama. Pada saat-saat berikutnya waktu getar memendek lagi dan ragam getar berubah ke ragam getar ke-3 dan seterusnya sampai getaran pada bangunan berhenti.

Seluruh grafik diatas memperlihatkan perbandingan displacement dari struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom akibat modal. Dimana sumbu X menunjukkan hasil *displacement* dan sumbu Y menunjukkan tingkatan lantai.

Grafik menunjukkan bahwa hasil perbandingan gerakan dinamis struktur untuk kedua model stuktur diatas menunjukkan hasil sama. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan parameter ragam getar untuk struktur dengan *corewall* ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan elemen pengganti dinding geser.

4.5.4 Net Base Reactions

Tabel 4.68 Perbandingan net base reaction struktur 10 lantai

OutputCase	Shell	Column	Selisih
	GlobalFX	GlobalFX	
Text	(KN)	(KN)	%
COMB1	1,496E-12	1,496E-12	0
COMB2	1,732E-12	1,732E-12	0
COMB3	-1028,19	-1028,19	0,00
COMB4	1028,19	1028,19	0,00
COMB5	-1028,19	-1028,19	0,00
COMB6	1028,19	1028,19	0,00
COMB7	-308,46	-308,46	0,00
COMB8	308,46	308,46	0,00
COMB9	-308,46	-308,46	0,00
COMB10	308,46	308,46	0,00
COMB11	-1028,19	-1028,19	0,00
COMB12	1028,19	1028,19	0,00
COMB13	-1028,19	-1028,19	0,00
COMB14	1028,19	1028,19	0,00
COMB15	-308,46	-308,46	0,00
COMB16	308,46	308,46	0,00
COMB17	-308,46	-308,46	0,00
COMB18	308,46	308,46	0,00
SPEC1	24322,85	27623,286	13,57
SPEC2	24322,85	27623,286	13,57

OutputCase	Shell	Column	Selisih
	GlobalFY	GlobalFY	
Text	(KN)	(KN)	%
COMB1	-4,349E-13	-4,349E-13	0
COMB2	-4,388E-13	-4,388E-13	0
COMB3	-371,21	-371,21	0,00
COMB4	-371,21	-371,21	0,00
COMB5	371,21	371,21	0,00
COMB6	371,21	371,21	0,00
COMB7	-1237,35	-1237,35	0,00
COMB8	-1237,35	-1237,35	0,00
COMB9	1237,35	1237,35	0,00
COMB10	1237,35	1237,35	0,00
COMB11	-371,21	-371,21	0,00
COMB12	-371,21	-371,21	0,00
COMB13	371,21	371,21	0,00
COMB14	371,21	371,21	0,00
COMB15	-1237,35	-1237,35	0,00
COMB16	-1237,35	-1237,35	0,00
COMB17	1237,35	1237,35	0,00
COMB18	1237,35	1237,35	0,00
SPEC1	0,137	0,134	2,19
SPEC2	0,137	0,134	2,19

Tabel diatas menunjukkan hasil *net base reaction* dari struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom. Hasil *net base reaction* diatas didapat dari kombinasi pembebanan beban mati, beban hidup, beban SDL, dan beban lateral.

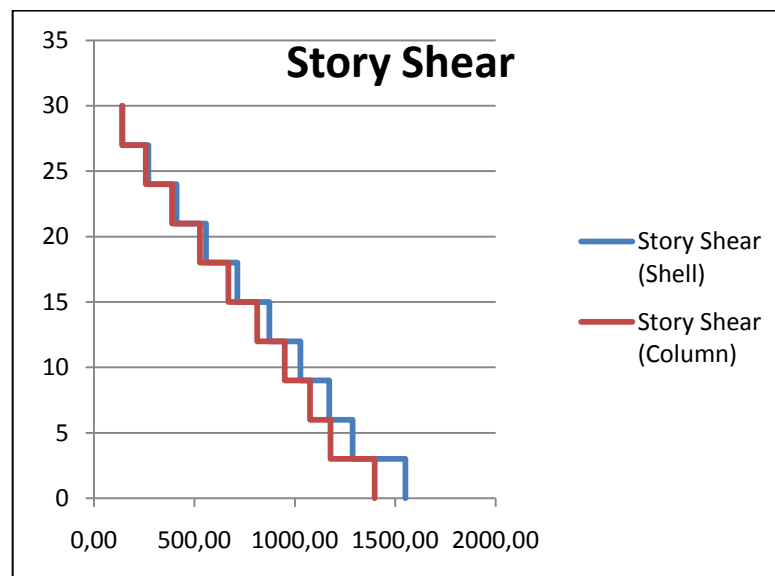
Hasil dari tabel diatas menunjukkan bahwa selisih *net base reaction* dari struktur dengan menggunakan 18 kombinasi pembebanan untuk struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom memiliki selisih sebesar 0 %. Sedangkan selisih *net base reaction* akibat beban respon spektra adalah 2,19 % dan 13,57 %. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan untuk parameter *net base reaction* ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan elemen pengganti dinding geser.

4.5.5 Story Shear

Tabel 4.69 Perbandingan story shear struktur 10 lantai

SHELL		COLUMN		Selisih (%)
lantai	V (kN)	lantai	V (kN)	
10	140,14	10	141,57	1,02
9	269,78	9	256,90	4,78
8	410,79	8	387,95	5,56
7	556,79	7	526,44	5,45
6	714,00	6	669,62	6,22
5	873,18	5	812,70	6,93
4	1028,29	4	949,52	7,66
3	1171,00	3	1075,40	8,16
2	1287,14	2	1178,01	8,48
1	1551,24	1	1397,96	9,88

Tabel diatas menunjukkan perbandingan selisih *story shear* untuk struktur dengan *corewall* yang menggunakan elemen shell dan elemen kolom. Selisih hasil *story shear* untuk kedua model struktur berkisar 1,02 % - 9,88 % dengan selisih rata-rata untuk seluruh elevasi 6,41 %.



Gambar 4.72 Grafik perbandingan story shear struktur 10 lantai

Grafik diatas menunjukkan bahwa hasil perbandingan *story shear* untuk kedua model stuktur diatas menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain dengan selisih rata-rata 6,41 %. Sehingga dapat dikatakan bahwa perbandingan parameter *story shear* untuk struktur ini sudah memenuhi untuk dilakukan permodelan elemen pengganti dinding geser.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari keseluruhan hasil penelitian ini adalah :

- *Displacement*, periode alami, dan pola ragam getar tergantung dari massa dan kekakuan struktur.
- Hasil perbandingan *displacement* untuk seluruh model struktur menunjukkan hasil yang hampir sama dimana grafik berhimpit satu sama lain. Selisih hasil *displacement* untuk seluruh model struktur berkisar 0,09 % - 36,36 % dengan selisih rata-rata 14,22 %.
- Hasil perbandingan periode alami untuk seluruh model struktur menunjukkan hasil yang hampir sama. Selisih hasil periode alami untuk seluruh model struktur berkisar 0,48 % - 16,18 % dengan selisih rata-rata 5,76 %.
- Untuk struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen kolom cenderung memiliki periode alami yang lebih kecil dari struktur yang menggunakan *corewall* dari elemen shell.
- Hasil perbandingan gerakan dinamis struktur untuk seluruh model struktur menunjukkan hasil yang sama.
- Perubahan waktu getar akan mengakibatkan respon struktur bangunan juga berubah-ubah membentuk ragam-getar yang berbeda-beda.
- Hasil perbandingan *net base reaction* untuk seluruh model struktur dengan menggunakan 18 kombinasi pembebanan memiliki selisih sebesar 0 % dan untuk beban respon spektra memiliki selisih 1,89 % - 39,84 %.
- Kesimpulan akhir yang dapat diperoleh dari tulisan ini adalah bahwa verifikasi ketelitian permodelan struktur *corewall* dari elemen shell dan *column element* memiliki selisih yang tidak jauh berbeda untuk berbagai parameter yang ditinjau, sehingga permodelan *corewall* dengan elemen kolom selanjutnya dapat digunakan untuk analisis non-linier.

5.2 SARAN

- Dapat dilakukan studi lanjutan untuk mengetahui ketelitian permodelan struktur *corewall* dari elemen shell dan elemen kolom dengan membandingkan parameter perilaku struktur lainnya seperti modal *mass participation ratios*, dll.

DAFTAR REFERENSI

1. ATC-33 Project, "FEMA 273 - NEHRP Guidelines For The Seismic Rehabilitation Of Buildings" , *Building Seismic Safety Council*, Washington, D.C., 1997
2. International Building Code 2000 (2000). Structural Engineering Design Provisions. International Conference of Building Officials.
3. International Building Code 2003 (2003). Structural Engineering Design Provisions. International Conference of Building Officials
4. Limasalle, S.P. & Ratna, K.G. (2005). *Beban Gempa Rencana Minimum Untuk Bangunan dengan Periode Getar Alami Tinggi*. Jurnal HAKI Vol. 6 No.1. Jakarta.
5. Limasalle, S.P, Anwar Susanto dan Ratna K. Gunawan (2006). *Ketentuan-ketentuan SNI 03-1726-2002 yang perlu diubah*. Seminar HAKI Konstruksi Indonesia di Millenium ke 3 pada tanggal 22-23 Agustus 2006, Jakarta
6. SNI 03-1726, (2002), *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung, SNI 03-1726*, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Bandung, Indonesia.
7. SNI 03-1729, (2002), *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI 03-1729*, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Bandung, Indonesia