

PERANCANGAN ULANG STRUKTUR ATAS
APARTEMEN 15 LANTAI DENGAN *BRACING* BAJA KONSENTRIS
INVERTED V

Laporan Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :
BERNADETTA DEVINA SUSILOWATI
NPM. : 160216536



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
APRIL 2020

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

PERANCANGAN ULANG STRUKTUR ATAS APARTEMEN 15 LANTAI DENGAN *BRACING* BAJA KONSENTRIS *INVERTED V*

Benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan, baik langsung maupun tidak langsung yang diambil dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 23 Maret 2020

Yang membuat pernyataan



(Bernadetta Devina Susilowati)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERANCANGAN ULANG STRUKTUR ATAS
APARTEMEN 15 LANTAI DENGAN *BRACING* BAJA KONSETRIS
*INVERTED V***

Oleh :
BERNADETTA DEVINA SUSILOWATI
NPM. : 160216536

telah disetujui oleh Pembimbing
Yogyakarta, 22/4/2020

Pembimbing



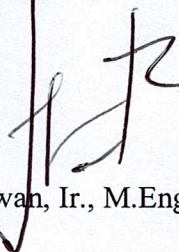
(Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil



Ketua

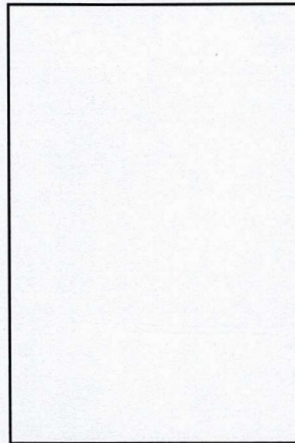


(Harijanto Setiawan, Ir., M.Eng., Ph.D.)

PENGESAHAN

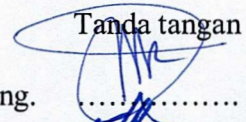
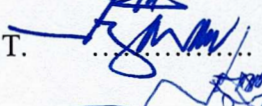

Laporan Tugas Akhir

**PERANCANGAN ULANG STRUKTUR ATAS
APARTEMEN 15 LANTAI DENGAN *BRACING* BAJA KONSENTRIS
*INVERTED V***



Oleh :
BERNADETTA DEVINA SUSILOWATI
NPM. : 160216536

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua : Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng.		26/4/2020
Sekretaris : P. Wiryawan Sardjono. Ir., M.T.		28/4/20
Anggota : Y. Lulie, Ir., M.T.		29/04/20

KATA HANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena anugerah serta rahmat dan penyertaan-Nya, penulis telah diberikan kekuatan dan kesabaran untuk menyelesaikan penulisan Laporan Tugas Akhir yang berjudul *Perancangan Ulang Struktur Atas Apartemen 15 Lantai dengan Bracing Baja Konsentris Inverted v*, adapun Tugas Akhir ini ditujukan sebagai syarat pemenuhan ketentuan kelulusan pada Program Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Banyak hambatan yang penulis hadapi dalam penyusunan Tugas Akhir ini, namun berkat kehendak-Nya penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada segenap pihak yang telah memberikan dorongan dan bimbingan :

1. Teristimewa kepada orang tua dan adik penulis atas dukungan baik materil dan moril serta doanya selama menempuh pendidikan hingga penyusunan Tugas Akhir.
2. Segenap keluarga dan teman yang telah menyemangati dan membantu penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Luky Handoko., S.T., M.Eng., Dr. Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Bapak Harijanto Setiawan, Ir., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

5. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng., selaku Koordinator Tugas Akhir Teknik Sipil dan Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan pemikirannya untuk membimbing penulis dari awal hingga akhir penulisan tugas akhir ini. Terima kasih dan mohon maaf bila ada kesalahan yang penulis telah lakukan.
6. Seluruh Bapak/Ibu dosen Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang bermanfaat selama masa perkuliahan
7. Seluruh staff dan karyawan Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan bantuan kepada penulis.
8. Seluruh keluarga Komunitas Garuda Katolik Universitas Atma Jaya Yogyakarta, atas doa dan dukungannya kepada penulis.
9. Teman-teman TEKNIK SIPIL UAJY yang selalu menyemangati dan memberikan dukungan serta membantu selama proses penyusunan Laporan Tugas Akhir, terutama Calse Ratnasari Soegiarto, teman seperbimbingan yang selalu mendukung, membantu serta telah menjadi teman diskusi selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
10. Rahadian Adi Kurnia, yang telah membantu dan memberikan semangat setiap harinya dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dikarenakan keterbatasan pengalaman dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak.

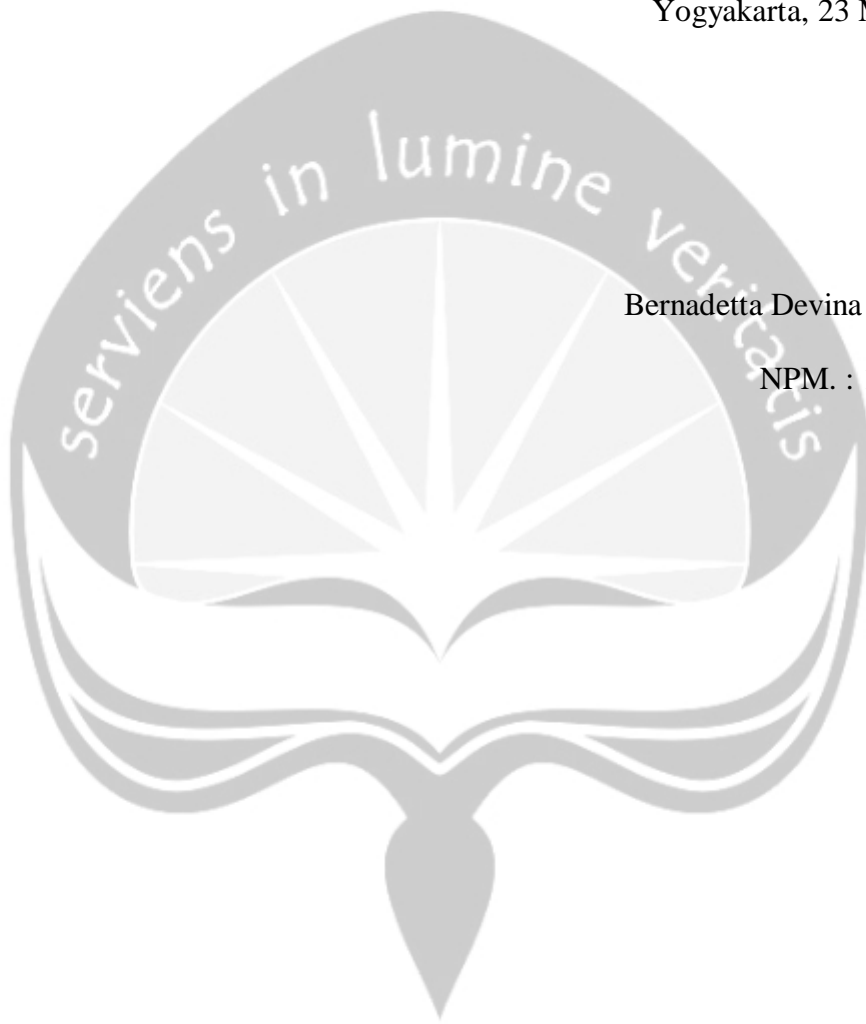
Semoga kedepannya Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca semua khususnya dibidang teknik sipil.

Yogyakarta, 23 Maret 2020

Penulis,

Bernadetta Devina Susilowati

NPM. : 160216536



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA HANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
INTISARI.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Penelitian.....	3
1.4. Keaslian Tugas Akhir.....	3
1.5. Tujuan Tugas Akhir.....	4
1.6. Manfaat Tugas Akhir.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Umum.....	5
2.2. Sistem Struktur Menggunakan Dinding Geser.....	6
2.3. Sistem Struktur Menggunakan <i>Bracing</i> Baja.....	10
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1. Pembebanan Struktur Bertingkat.....	14
3.1.1. Beban Vertikal (Gravitasi).....	14
3.1.1.1. Beban Mati (Dead Load).....	14
3.1.1.2. Beban Hidup (Live Load).....	14
3.1.2. Beban Horizontal.....	15
3.1.2.1. Beban Gempa.....	15
3.2. Kombinasi Pembebanan.....	16
3.2.1. Pengaruh Beban Gempa.....	16
3.2.2. Beban Gempa Horizontal.....	17
3.2.3. Beban Gempa Vertikal.....	17
3.3. Perencanaan Beban Gempa.....	18
3.3.1. Besaran S_{DS} dan S_{D1}	19
3.3.2. Faktor Keutamaan dan Kategori Resiko.....	19
3.3.3. Klasifikasi Situs.....	21

3.3.4.	Parameter Percepatan.....	21
3.3.5.	Koefisien Situs.....	22
3.3.6.	Spektrum Respons Desain.....	23
3.3.7.	Waktu Getar Alami Fundamental.....	24
3.3.8.	Prosedur Gaya Lateral Ekvivalen.....	25
3.3.8.1.	Gaya Geser Dasar.....	25
3.3.8.2.	Distribusi Gaya Gempa.....	27
3.3.9.	Simpangan Antar Lantai.....	28
3.3.10.	Pengaruh P- Delta.....	29
3.3.11.	Skala Gaya Desain.....	30
3.4.	Perencanaan <i>Bracing</i> Baja.....	30
3.4.1.	Tinjauan Umum.....	30
3.4.2.	Perencanaan Batang Tarik.....	33
3.4.3.	Perencanaan Batang Tekan.....	34
3.5.	Perencanaan Struktur Atas.....	36
3.5.1.	Kuat Desain.....	36
3.5.2.	Perencanaan Pelat.....	37
3.5.2.1.	Perencanaan Pelat Satu Arah.....	38
3.5.2.2.	Perencanaan Pelat Dua Arah.....	39
3.5.3.	Perencanaan Balok.....	40
3.5.3.1.	Dimensi Balok.....	40
3.5.3.2.	Tulangan Balok.....	41
3.5.4.	Perencanaan Kolom.....	44
3.5.4.1.	Kelangsingan Kolom.....	44
3.5.4.2.	Desain Beban Aksial.....	45
3.5.4.3.	Tulangan Transversal.....	46
3.5.4.4.	Kekuatan Lentur.....	48

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1.	Tahapan Penelitian.....	50
4.2.	Data Bangunan.....	53
4.3.	Pemodelan.....	54
4.4.	Peraturan Acuan.....	58

BAB V ESTIMASI DIMENSI

5.1.	Estimasi Dimensi.....	59
5.2.	Perencanaan Balok.....	59
5.2.1.	Perhitungan Estimasi Balok.....	59
5.2.2.	Estimasi Balok.....	65
5.3.	Perencanaan Pelat.....	65

5.4.	Perencanaan Kolom.....	70
5.4.1.	Kolom Lantai 13.....	71
5.4.2.	Kolom Lantai 5.....	72
5.4.3.	Kolom Lantai 1.....	74

BAB VI ANALISIS BEBAN GEMPA

6.1.	Analisis Beban Gempa.....	77
6.1.1.	Kategori Resiko dan Faktor Keutamaan.....	77
6.1.2.	Nilai Koefisien Situs.....	77
6.1.3.	Parameter Percepatan Gempa.....	77
6.1.4.	Parameter Spektral Respons MCE_R	78
6.1.5.	Parameter Spektral Respons.....	79
6.1.6.	Kategori Desain Seismik.....	79
6.1.7.	Sistem Struktur dan Parameter Struktur.....	79
6.1.8.	Periode Fundamental Struktur.....	80
6.1.9.	Koefisien Respons Seismik.....	82
6.1.10.	Berat Efektif Bangunan.....	83
6.1.11.	Distribusi Gaya Lateral.....	85
6.1.12.	Gaya Geser Dasar.....	86
6.1.13.	Rasio Partisipasi Massa.....	88
6.2.	Kinerja Struktur Gedung.....	88
6.2.1.	Simpangan Antar Lantai.....	88
6.2.2.	Pengaruh P-Delta.....	90

BAB VII TINJAUAN PENAHAN LATERAL

7.1.	Sistem Struktur dan Parameter Struktur.....	93
7.1.1.	Sistem Struktur Model I.....	93
7.1.2.	Sistem Struktur Model II.....	93
7.1.3.	Sistem Struktur Model III.....	93
7.2.	Penentuan Periode Fundamental Struktur.....	93
7.3.	Penentuan Koefisien Respons Seismik.....	95
7.4.	Berat Efektif Bangunan.....	97
7.5.	Distribusi Gaya Lateral.....	99
7.6.	Gaya Geser Dasar.....	102
7.7.	Rasio Partisipasi Massa.....	106
7.8.	Perilaku Bangunan.....	109
7.8.1.	Simpangan Antar Lantai.....	109
7.8.2.	Pengaruh P-Delta.....	115
7.9.	Analisis Sistem Ganda.....	120

BAB VIII PERANCANGAN STRUKTUR

8.1.	Pembebanan Pelat.....	123
8.1.1.	Beban Mati Pelat.....	125
8.1.2.	Beban Hidup Pelat.....	125
8.2.	Perencanaan Pelat.....	126
8.2.1.	Perhitungan Momen Pelat.....	126
8.2.2.	Perhitungan Tulangan Pelat.....	127
	8.2.2.1. Kuat Geser.....	128
	8.2.2.2. Tulangan Lentur.....	128
8.3.	Perencanaan Balok.....	136
8.3.1.	Perencanaan Tulangan Balok.....	137
	8.3.1.1. Tulangan Longitudinal.....	137
	8.3.1.2. Analisis Kapasitas.....	149
	8.3.1.3. Tulangan Transversal.....	151
8.4.	Perencanaan Kolom.....	157
8.4.1.	Kelangsingan Kolom.....	158
8.4.2.	Tulangan Longitudinal Kolom.....	163
8.4.3.	Kekuatan Kolom.....	166
8.4.4.	Beban Aksial dan Momen Lentur.....	168
8.4.5.	Tulangan Transversal.....	172
8.4.6.	Tulangan Geser Daerah Lo.....	172
8.4.7.	Tulangan Geser Diluar Lo.....	174
8.5.	Hubungan Balok Kolom.....	175
8.6.	Perencanaan <i>Bracing</i>	177
8.6.1.	Kontrol Kuat Tekan.....	178
8.6.2.	Kontrol Kuat Tarik.....	179

BAB IX PENUTUP

9.1.	Kesimpulan.....	181
9.2.	Saran.....	182

DAFTAR PUSTAKA.....	184
---------------------	-----

LAMPIRAN.....	186
---------------	-----

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Persyaratan untuk masing – masing tingkat yang menahan lebih dari 35 persen gaya geser dalam	17
Tabel 3.2. Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non-Gedung Untuk Gempa.....	19
Tabel 3.3. Faktor Keutamaan Gempa.....	21
Tabel 3.4. Koefisien Situs, F_a	22
Tabel 3.5. Koefisien Situs, F_v	22
Tabel 3.6. Batasan Simpangan antar lantai (ijin).....	28
Tabel 3.7. Faktor reduksi kekuatan.....	36
Tabel 3.8. Tebal Minimum balok non prategang atau pelat satu arah bila lendutan tidak dihitung.....	38
Tabel 3.9. Tinggi minimum balok (h).....	41
Table 5.1. Tebal Minimum Balok.....	60
Table 5.2. Estimasi Dimensi Balok.....	65
Table 5.3. Dimensi Kolom Tepi K2.....	75
Table 6.1. Respon Spectrum Gempa.....	80
Table 6.2. Dead Load dan Live Load Model Sistem Rangka <i>Bracing</i> Baja..	84
Tabel 6.3. Distribusi Gaya Gempa Statik Ekuivalen Sistem Rangka Baja....	85
Table 6.4. Gaya Geser Statik Bangunan Sistem Rangka <i>Bracing</i> Baja.....	86
Table 6.5. Gaya Geser Dasar.....	87
Table 6.6. Rasio Partisipasi Massa Model III.....	88
Table 6.7. Simpangan Antar Lantai Sistem Rangka <i>Bracing</i> Baja Arah X..	89
Table 6.8. Simpangan Antar Lantai Sistem Rangka <i>Bracing</i> Baja Arah Y.	90
Table 6.9. Koefisien Stabilitas (q) Arah X Bangunan Sistem Rangka <i>Bracing</i>	91
Table 6.10. Koefisien Stabilitas (q) Arah Y Sistem Rangka <i>Bracing</i>	91
Table 7.1. Dead Load dan Live Load Model Bangunan 1 (Open Frame).....	97

Table 7.2. Dead Load dan Live Load Model Bangunan 2 (Shearwall).....	98
Table 7.3. Dead Load dan Live Load Model Bangunan 3 (<i>Bracing</i>).....	98
Table 7.4. Distribusi Gaya Gempa Statik Ekivalen Sistem Rangka Portal Open Frame.....	100
Table 7.5. Distribusi Gaya Gempa Statik Ekivalen Sistem Rangka Dinding Geser.....	100
Table 7.6. Distribusi Gaya Gempa Statik Ekivalen Sistem Rangka <i>Bracing</i> Baja.....	100
Table 7.7. Gaya Geser Statik Bangunan Model 1.....	102
Table 7.8. Gaya Geser Statik Bangunan Model 2.....	103
Table 7.9. Gaya Geser Statik Bangunan Model 3.....	104
Table 7.10. Gaya Geser Dasar Model 1 Arah X dan Y.....	105
Table 7.11. Gaya Geser Dasar Model 2 Arah X dan Y.....	105
Table 7.12. Gaya Geser Dasar Model 3 Arah X dan Y.....	105
Table 7.13. Rasio Partisipasi Massa Model I.....	106
Table 7.14. Rasio Partisipasi Massa Model II	107
Table 7.15. Rasio Partisipasi Massa Model III.....	108
Table 7.16. Simpangan Tiap Lantai Arah X dan Y Model I,II,III	108
Table 7.17. Simpangan Lantai Portal Open Frame Model I Arah X.....	111
Table 7.18. Simpangan Lantai Portal Open Frame (Model I) Arah Y.....	111
Table 7.19. Simpangan Lantai Portal Dinding Geser (Model II) Arah X ...	112
Table 7.20. Simpangan Lantai Portal Dinding Geser (Model II) Arah Y.....	112
Table 7.21. Simpangan Lantai Portal <i>Bracing</i> Baja (Model III) Arah X...	113
Table 7.22. Simpangan Lantai Portal <i>Bracing</i> Baja (Model III) Arah Y....	114
Table 7.23. Koefisien Stabilitas (q) Arah X Model I.....	116
Table 7.24. Koefisien Stabilitas (q) Arah Y Model I	116
Table 7.25. Koefisien Stabilitas (q) Arah X Model II	117
Table 7.26. Koefisien Stabilitas (q) Arah Y Model II	118
Table 7.27. Koefisien Stabilitas (q) Arah X Model III	118

Table 7.28. Koefisien Stabilitas (q) Arah Y Model III.....	119
Table 7.29. <i>Joint Reaction</i> Akibat <i>Bracing</i>	120
Table 7.30. <i>Joint Reaction</i> akibat Sistem Rangka.....	121
Table 8.1. Momen Balok Induk B46 Tipe B2 (600 x 400).....	137
Table 8.2. Output Gaya Dalam Kolom C102 (K2 - 1000 x 500 – 30 MPa) Lantai 1.....	158
Table 8.3. Data Profil Baja H 300 x 300.....	178



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Denah Lantai 2- 18 pada Struktur I.....	8
Gambar 2.2 Denah Lantai 2 – 18 pada Struktur II.....	8
Gambar 2.3 Denah Lantai 2- 18 pada Struktur III.....	9
Gambar 2.4 Denah Lantai 2 – 18 pada Struktur IV.....	9
Gambar 2.5 Portal Bertingkat Banyak dengan Berbagai Bentuk <i>Bracing</i> ...	11
Gambar 2.6 Denah dan Posisi Penempatan <i>Bracing</i>	11
Gambar 2.7 Denah Struktur dengan Posisi Penempatan <i>Bracing</i>	13
Gambar 2.8 Potongan A-A.....	13
Gambar 3.1 Kurva Respons Spektrum Desain.....	24
Gambar 3.2 Tipe Rangka <i>Bracing</i> Konsentris.....	31
Gambar 3.3 Tipe Rangka <i>Bracing</i> Eksentris.....	32
Gambar 3.1. Variasi f dengan tegangan tarik neto dalam baja tarik terluar, e_b dan c_{ld} , untuk tulangan mutu f_y 420 MPa dan untuk baja prategang.....	37
Gambar 4.1. Bagan Alir Penelitian.....	52
Gambar 4.2. Definisi Mutu Material Beton.....	54
Gambar 4.3. Respons Spectrum Function.....	55
Gambar 4.4 Pemodelan Struktur Portal <i>Bracing</i> Baja.....	56
Gambar 4.5. Pemodelan Struktur Portal <i>Open Frame</i>	57
Gambar 4.6. Pemodelan Struktur Portal <i>Shearwall</i>	57
Gambar 5.1. Denah Pelat Lantai.....	66
Gambar 5.1. Balok L Untuk Perhitungan Balok 1, 2, dan 4.....	67
Gambar 5.2. Balok T Untuk Perhitungan Balok 3.....	68
Gambar 5.3. Pembebanan Tributary Area Kolom.....	70
Gambar 6.1. Data Percepatan Gempa Karawang pada Puskim.....	78
Gambar 6.2. Grafik Respon Spectrum Gempa.....	81
Gambar 7.1. Displacement pada arah X.....	110
Gambar 7.2. Displacement pada arah Y.....	110

Gambar 8.1. Denah Struktur Bangunan.....	123
Gambar 8.2. Potongan Sumbu X Portal 12.....	123
Gambar 8.3. Tinjauan Balok dab Kolom Penampang Sumbu Y Portal A...	124
Gambar 8.4. Tinjauan Kolom Penampang Sumbu As Portal 9 dan Portal A	124
Gambar 8.5. Distribusi Momen Pelat Dalam.....	127
Gambar 8.6. Potongan Tampak Atas Penampang Tulangan Pelat 2 Arah...	136
Gambar 8.7. Potongan A-A Balok B2 (600 x 400) mm.....	157
Gambar 8.8. $\phi M_n - \phi P_n$, $f'_c = 30$ MPa, $f_y = 400$ MPa, $\mu = 0,7$	163
Gambar 8.9. Diagram $M_n - P_n$ (Arfiadi, 2016).....	167
Gambar 8.10. Penampang Kolom Keruntuhan Seimbang.....	168
Gambar 8.11. Potongan A-A Detail Penulangan Kolom K2 – 1000 x 500 – 30 MPa.....	175

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Detail Penulangan Balok.....	186
Lampiran 2. Detail Penulangan Kolom.....	187
Lampiran 3. Detail Penulangan Pelat.....	188
Lampiran 4. Denah Open Frame.....	189
Lampiran 5. Denah ShearWall.....	190
Lampiran 6. Denah <i>Bracing</i> Baja.....	191



INTISARI

PERANCANGAN ULANG STRUKTUR ATAS APARTEMEN 15 LANTAI DENGAN *BRACING* BAJA KONSENTRIS *INVERTED V*, Bernadetta Devina Susilowati, NPM. 160216536, Tahun 2020, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Karawang merupakan kabupaten di Indonesia yang menjadi kawasan industri padat penduduk, meningkatnya jumlah penduduk di daerah tersebut mengakibatkan krisis lahan pada wilayah ini, untuk mengatasi permasalahan tersebut bangunan bertingkat tinggi menjadi salah satu cara yang efektif mengatasi krisis lahan. Karawang juga menjadi salah satu daerah di Indonesia dengan intensitas gempa tinggi sehingga diperlukan teknologi perencanaan bangunan bertingkat tahan gempa, salah satu cara untuk meningkatkan kekakuan dan ketahanan bangunan terhadap gempa dengan menambahkan elemen struktur tambahan diantaranya pengaku (*Bracing*). Tujuan Tugas Akhir ini adalah untuk melakukan perancangan struktur atas Apartemen 15 Lantai dengan menggunakan pengaku *inverted v bracing* sebagai alternatif penahan gempa dan untuk mengurangi dimensi *frame* (balok – kolom).

Tugas akhir ini menganalisa perilaku struktur dengan portal *bracing* baja tipe *inverted v* dibandingkan dengan perilaku struktur dengan portal dinding geser pada bangunan Apartemen PP Urban Town Karawang Jawa Barat ketika struktur tersebut menerima beban lateral gempa. Pembebanan struktur menggunakan analisa respons spektrum gempa. Hasil dari analisa berupa kinerja batas layan dan kinerja batas ultimit untuk mengetahui simpangan antar lantai (*drift*) yang terjadi.

Perencanaan struktur menggunakan struktur gabungan antara sistem ganda dan SRMPK. Mutu beton 30 MPa mutu baja tulangan BJTD 400 MPa. Perencanaan ini mengacu pada SNI 2847 : 2013, SNI 1726 : 2012, SNI 1729 : 2015, SNI 1727 : 2012.

Berdasarkan hasil perancangan dari penelitian ini didapatkan dimensi balok ditinjau 600 x 400 mm² bentang 6200 mm dengan tulangan tumpuan atas 6D25, tulangan tumpuan bawah 4D25, sengkang daerah tumpuan 4D10 – 150mm, tulangan lapangan atas 4D25, tulangan lapangan bawah 4D25, sengkang daerah lapangan 2D10 – 200mm. Dimensi kolom ditinjau 1000 x 500 mm² tulangan longitudinal 16D22, tulangan transversal sepanjang l_o 5D13 – 100 mm dan tulangan transversal diluar l_o 5D13 – 100 mm, profil *bracing* baja IWF H 300 x 300 x 10,5 x 15,0., tebal pelat lantai dan pelat atap 120 mm.

Kata Kunci : Inverted v Bracing, Simpangan Horizontal (Drift), Perancangan Struktur

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara dengan potensi gempa tinggi, hal ini disebabkan karena Indonesia berada pada titik pertemuan antara empat lempeng tektonik yaitu lempeng Benua Asia, lempeng Benua Australia, lempeng Samudra Hindia dan lempeng samudra pasifik.

Meningkatnya kebutuhan tempat tinggal khususnya dikawasan padat penduduk seperti di daerah industri Karawang dapat menjadi tambang emas bagi pengembang properti untuk memajukan bisnisnya. Krisis lahan dikawasan Industri membuat pola bangunan tidak lagi didesain ke samping melainkan secara vertikal, tetapi perlu diketahui bahwa suatu gedung bertingkat banyak perlu direncanakan harus memenuhi persyaratan dengan kriteria kekuatan (*strength*), kenyamanan (*serviceability*), keselamatan (*safety*), dan umur rencana bangunan (*durability*) terutama terletak pada wilayah yang berpotensi gempa tinggi.

Inovasi perencanaan desain bangunan dapat mempengaruhi kestabilan bangunan yang ditimbulkan akibat beban vertikal maupun beban horizontal seperti beban gempa.

Pemilihan sistem struktur sangat berpengaruh terhadap kekuatan dan kestabilan struktur. Sistem struktur *frame* murni (balok – kolom) sebagai penahan gempa tidak efisien untuk membatasi defleksi lateral akibat gaya gempa. Maka struktur perlu direncanakan dengan sistem ganda yaitu gabungan antara *frame*

dengan penahan lateral. Menurut SNI 03 – 1726 - 2012, sistem rangka pemikul momen sekurang kurangnya mampu menahan 25 % dari gaya lateral total.

Dinding geser atau *bracing* dapat menjadi salah satu alternatif untuk mendapatkan kekakuan pada bangunan bertingkat tinggi. *Bracing* sendiri adalah portal dengan batang pengaku untuk mengurangi perpindahan lateral agar didapatkan stabilitas struktur. Penambahan *bracing* diharapkan dapat meningkatkan kekakuan struktur karena gaya – gaya yang terjadi akan didistribusikan ke elemen elemen struktur termasuk pengaku (*bracing*). Dalam pelaksanaannya bresing memiliki bentuk dan konfigurasi yang beragam salah satunya bentuk *inverted v*.

1.2. Rumusan Masalah

Pada Tugas Akhir ini dipilih konfigurasi bentuk *bracing* yaitu *bracing inverted v* yang diharapkan dapat meminimalisir dimensi balok. Berdasarkan bentuk *bracing* yang dipilih akan dibahas bagaimana kecenderungan pengaruh penambahan *bracing inverted v* pada struktur gedung konstruksi beton yang menerima beban gravitasi dan beban horizontal. *Bracing* dipilih karena memiliki kekuatan tarik lebih maksimal dibandingkan beton sehingga portal dengan *bracing* diharapkan lebih tahan terhadap guncangan gempa. Berikut adalah pokok tinjauan yang timbul dari penggunaan *bracing* baja *inverted v* :

1. Bagaimana perilaku kinerja struktur menggunakan sistem *open frame* ,sistem ganda dengan *shearwall*, dan sistem ganda dengan *bracing* mengacu pada SNI 1726 : 2012?

2. Bagaimana perancangan ulang struktur pada sistem ganda dengan penahan lateral *bracing tipe inverted v* mengacu pada SNI 2847 : 2013?
3. Bagaimana kemampuan *bracing tipe inverted v* mengacu SNI 1729 : 2015?

1.3. Batasan Penelitian

Mengingat luasnya permasalahan dan dengan keterbatasan waktu, maka perlu pembatasan masalah dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

1. Pemodelan dan analisis struktur Apartemen PP Urban Town Karawang menggunakan program ETABS versi 9.2.
2. Pembebanan struktur berdasarkan SNI 1727:2013 meliputi beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa di wilayah tersebut.
3. Analisis dinamik menggunakan metode respons spektrum berdasarkan peraturan pembebanan gempa SNI 1726 : 2012.
4. Perancangan ulang struktur beton bertulang yang dilakukan meliputi perubahan dimensi struktur kolom dan balok mengacu pada SNI 2847 : 2013.
5. Elemen tangga, *lift*, dinding diperhitungkan sebagai beban struktur.
6. Struktur bawah tidak diperhitungkan. Tumpuan jepit dimodelkan pada tengah *tie beam* karena terkekang pada sumbu X dan sumbu Y yang berjarak 3,8 meter dari lantai 1.

1.4. Keaslian Tugas Akhir

Berdasarkan pengamatan di perpustakaan Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan penelusuran pada beberapa *repository* beberapa universitas di

Indonesia, penelitian dengan topik perencanaan struktur atas dengan penggunaan *bracing* v belum pernah dilakukan atau dikerjakan sebelumnya.

1.5. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan penulisan tugas akhir ini dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Penelitian dalam tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan komponen *bracing* baja tipe *inverted* v pada struktur bangunan bertingkat tinggi.
2. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan hasil perencanaan struktur yang meliputi perencanaan dimensi dan perhitungan setelah penambahan *bracing* baja *inverted* v.

1.6. Manfaat Tugas Akhir

Penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Menjadi salah satu alternatif inovasi khusus nya di bidang teknik sipil dalam perancangan struktur bangunan bertingkat tinggi dengan penambahan rangka baja *bracing inverted* v.
2. Mengetahui perbandingan perilaku dinamik dan kinerja struktur bangunan beton bertulang bertingkat tinggi dalam menerima beban lateral ketika menggunakan *bracing* baja konsentris *inverted* v.
3. Mengetahui langkah – langkah dalam memodelkan bangunan gedung dan pembebanan gempa.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Gempa bumi adalah getaran yang terjadi pada permukaan bumi akibat pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba yang menciptakan gelombang seismik, gelombang ini merambat ke segala arah menjauhi pusat gempa atau gempa bumi biasa disebabkan oleh pergerakan kerak bumi atau lempeng bumi. Frekuensi suatu wilayah, mengacu pada jenis dan ukuran gempa bumi yang di alami selama periode waktu. Gempa bumi ini menjalar dalam bentuk gelombang, gelombang ini mempunyai suatu energi yang dapat menyebabkan permukaan bumi dan bangunan di atasnya menjadi bergetar. Getaran ini nantinya akan menimbulkan gaya-gaya pada struktur bangunan karena struktur cenderung mempunyai gaya untuk mempertahankan gaya untuk mempertahankan dirinya dari gerakan. (Schodek, 1999)

Kinerja bangunan terhadap gempa terdiri dari kejadian gempa rencana yang ditentukan (*earthquake hazard*), dan taraf kerusakan yang diijinkan atau level kinerja (*performance level*) dari bangunan terhadap kejadian gempa tersebut. (Dewobroto, 2006)

Struktur bangunan tinggi harus memperhatikan tingkat kekakuan dan kestabilan struktur dalam menahan segala pembebanan yang dikenakan padanya, bagaimana perilaku struktur untuk menahan beban tersebut. Pada struktur stabil apabila dikenakan beban, struktur tersebut akan mengalami perubahan bentuk (*Deformasi*) yang lebih kecil dibandingkan struktur yang tidak stabil. Hal ini

disebabkan karena pada struktur yang stabil memiliki kekuatan dan kestabilan dalam menahan beban. Struktur stabil ini misalnya struktur *bracing* (Schodek,1999).

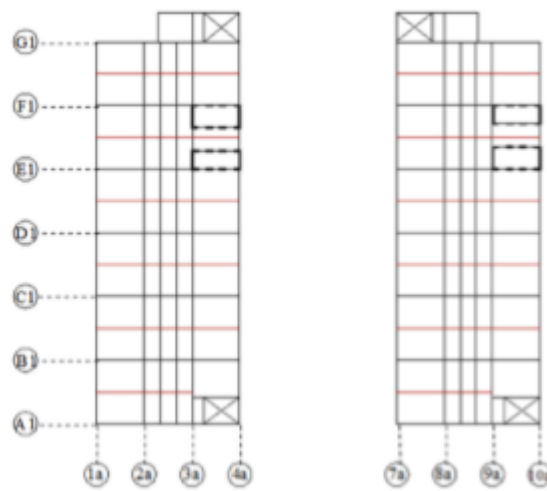
Perencanaan struktur tahan gempa menggunakan standart perancangan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung SNI – 1726 – 2002, didalamnya memuat tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung. . Penggunaan standart ini untuk merencanakan struktur gedung berfungsi untuk :

1. Menghindari terjadinya korban jiwa manusia oleh keruntuhan gedung akibat gempa yang kuat.
2. Membatasi kerusakan gedung akibat gempa ringan sampai sedang, sehingga masih dapat diperbaiki.
3. Membatasi ketidaknyamanan penghuni ketika terjadi gempa.
4. Mempertahankan setiap saat layanan vital dari fungsi gedung.

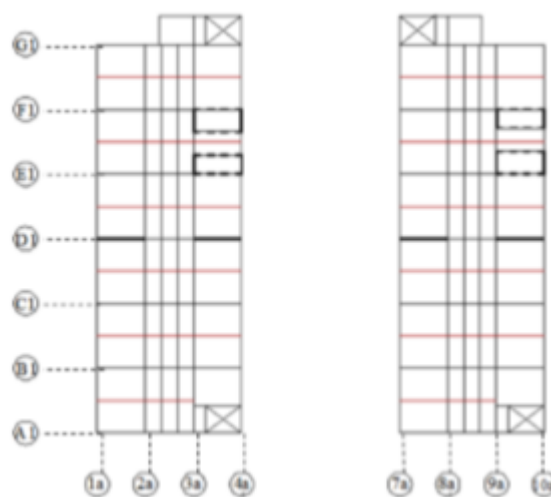
2.2. Sistem Struktur Menggunakan Dinding Geser

Astuti (2014) meninjau pengaruh penambahan dinding geser (*shear wall*) dengan parameter waktu getar alami fundamental struktur gedung. Penelitian ini mengambil studi kasus Apartemen dan Kondotel Mataram City Yogyakarta yang terletak di wilayah dengan intensitas gempa tinggi. Bangunan ini terdiri dari dua tower 18 lantai dengan tinggi total bangunan 64,4 m, menjadikan Apartemen dan Kondotel Mataram City Yogyakarta merupakan gedung bertingkat tinggi yang memerlukan penambahan kekakuan untuk menahan simpangan lateral terhadap goncangan gempa maka dinding geser dapat dijadikan alternatif menambah

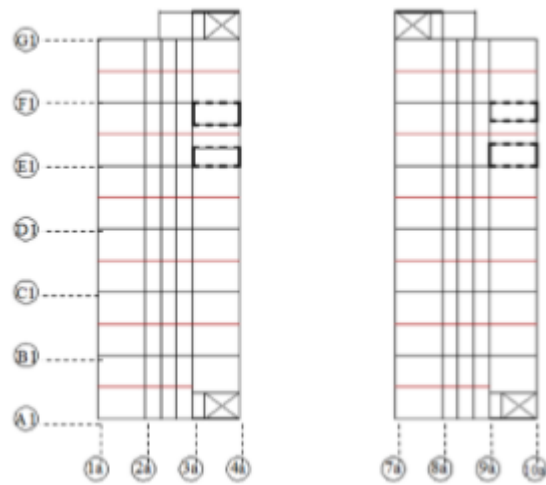
kekakuan. Pemodelan struktur menggunakan perangkat lunak SAP 2000. Terdapat 4 model struktur yang diperhitungkan, model struktur I merupakan struktur bangunan pada kondisi *existing*. Struktur II merupakan struktur dengan penambahan dinding geser sebanyak 2 buah dengan bentang 5.980 mm dan tebal 350 mm yang diletakan pada tengah denah bangunan searah sumbu x. Struktur III merupakan struktur dengan penambahan dinding geser sebanyak 2 buah dengan panjang bentang 5.980 mm yang diletakan pada tepi bangunan dengan orientasi searah sumbu x dan model struktur IV merupakan struktur dengan modifikasi dinding geser sejumlah 6 buah pada masing-masing *tower*. Model struktur IV merupakan gabungan antara struktur II dan struktur III. Perhitungan waktu getar alami pada pemodelan struktur ini menggunakan dua macam persamaan dengan SNI 03-1726-2002 dan *Uniform Building Code* (UBC) 1997. Berdasarkan hasil penelitian, waktu getar alami fundamental struktur Apartemen dan Kondotel Mataram City Yogyakarta adalah 1,83 detik melebihi dari syarat *Uniform Building Code 1997* yaitu 1,67 detik sehingga dapat dikatakan bahwa bangunan memerlukan komponen lain untuk menambah kekakuan struktur. Penambahan dinding geser pada Apartemen dan Kondotel Mataram City Yogyakarta meningkatkan kekakuan yang ditandai dengan penurunan waktu getar alami. Pada model struktur II waktu getar alami mengalami penurunan sebesar 1,53% menjadi 1,80 detik. Model struktur III waktu getar alami turun sebesar 5,08 % menjadi 1,738 detik sedangkan pada model struktur IV waktu getar alami turun sebesar 9,29 % menjadi 1,667 detik.



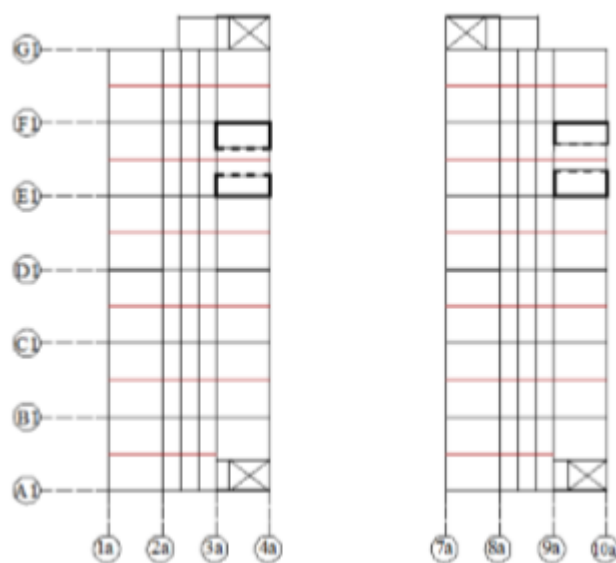
Gambar 2.1 Denah Lantai 2 – 18 pada Struktur I



Gambar 2.2. Denah Lantai 2 – 18 pada Struktur II



Gambar 2.3. Denah Lantai 2 – 18 pada Struktur III



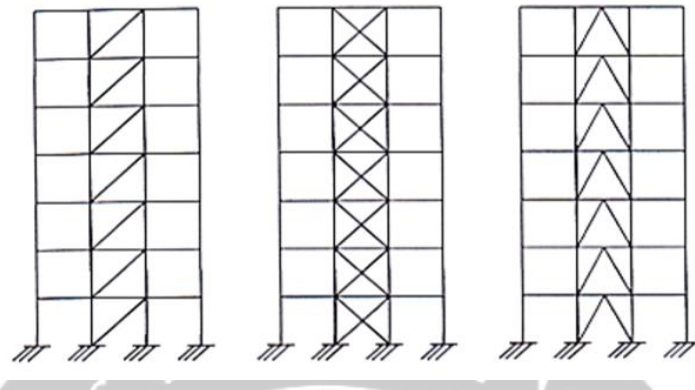
Gambar 2.4. Denah Lantai 2 – 18 pada Struktur IV

2.3. Sistem Struktur Menggunakan Bracing Baja

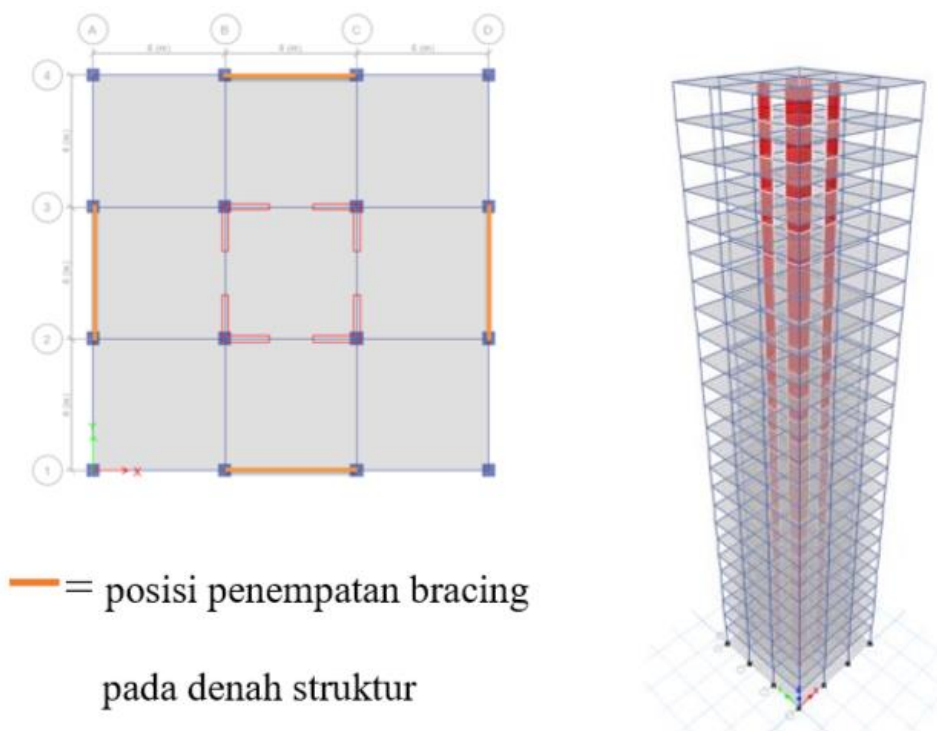
Nelwan dkk (2018) melakukan penelitian mengenai respon dinamis bangunan bertingkat banyak dengan *braced frames element* terhadap beban gempa, pemodelan struktur pada penelitian menggunakan gedung bertingkat dengan struktur beton bertulang setinggi 25 lantai dengan luasan bangunan 18 m x 18 m dan tinggi lantai dasar 8 meter sedangkan tinggi tiap lantai nya 3 meter. Penelitian ini dilakukan untuk memperbesar kekakuan lateral struktur sehingga momen guling yang diakibatkan oleh simpangan lateral akibat dibebani gempa dapat diperkecil. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah menggunakan *braced frames element* (Elemen Pengaku Portal).

Penelitian oleh Nelwan, dkk (2018) memodelkan struktur 3 dimensi bangunan bertingkat 25 lantai dengan variasi 6 model struktur. Model A adalah struktur tanpa *bracing*, model B adalah struktur dengan *diagonal bracing (steel IWF)*, model C adalah struktur dengan *inverted V bracing (steel angle)*, model D adalah struktur dengan *inverted V bracing (steel tee)*, model E adalah struktur dengan *X bracing (steel angle)*, dan model yang terakhir adalah model F yaitu struktur dengan *X bracing (steel tee)*, semua *bracing* yang digunakan ditempatkan pada bagian tengah bentang vertikal di sisi luar bangunan. Analisa simpangan lateral struktur tanpa dan dengan *braced frames element* akan menggunakan analisa respon spectrum gempa dengan bantuan *software* ETABS. Bentuk *Braced Frames Element* antara lain adalah *Diagonal bracing*, *X- Bracing*, dan *Inverted V bracing*. *Bracing* dapat ditempatkan pada satu bentang saja atau pada beberapa bentang

portal, dengan penggunaan satu bentuk *bracing* ataupun kombinasi dari beberapa bentuk *bracing*.



Gambar 2.5. Portal Bertingkat Banyak dengan Berbagai Bentuk Bracing



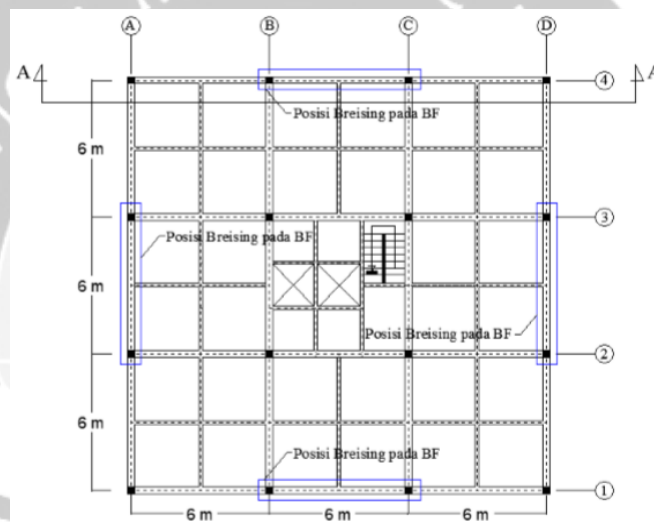
Gambar 2.6. Denah dan Posisi Penempatan *Bracing*

Dari hasil penelitian penggunaan *diagonal bracing* pada model B menghasilkan simpangan maksimum akibat beban gempa statis sebesar 56,6 mm dan 61,1 mm akibat beban dinamis lalu disusul penggunaan *bracing* tipe X pada model E dan model F dengan nilai simpangan maksimum akibat gempa statis

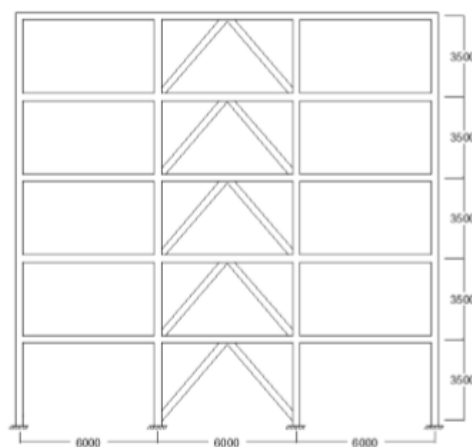
sebesar 56,4 mm dan 60,6 mm akibat gempa dinamis, sedangkan nilai simpangan maksimum akibat beban gempa statis terkecil dihasilkan dengan penggunaan *bracing* tipe *inverted V* pada model C dan model D sebesar 55,8 mm dan akibat beban gempa dinamis 60,3 mm. Penambahan *bracing* pada struktur bangunan 25 lantai mampu mereduksi nilai simpangan akibat gempa. Dimana pada model C tipe *inverted V* dengan model baja yang digunakan baja siku mereduksi 23,33% simpangan lateral akibat gempa statis dan model E tipe *bracing X* dengan model baja yang menggunakan baja siku mampu mereduksi 14,20% simpangan lateral akibat beban gempa. Berdasarkan perbandingan yang sudah dilakukan oleh Nelwan, dkk (2018) pada penelitian ini, seluruh pemodelan dengan variasi *bracing* yang digunakan dan diletakan pada bentang vertikal di sisi luar struktur mampu mengurangi simpangan lateral yang terjadi akibat beban gempa pada struktur.

Bhisama (2016) melakukan pemodelan pada struktur beton bertulang rangka terbuka dengan perkuatan *bracing* konsentrik V-terbalik. Tiga model struktur rangka terbuka 2D 3, 4, 5 lantai dianalisis dengan SAP 2000 dan didesain sesuai peraturan pada SNI 1726 – 2002 untuk memperoleh kebutuhan tulangan dan dimensi struktur, kemudian dianalisis kembali dengan pendetailan khusus berdasarkan SNI 1726 – 2012. Setelah itu ditambahkan *bracing* sebagai perkuatan seismik untuk menahan simpangan lateral akibat gempa. Tipe *bracing* yang digunakan adalah *bracing* tipe V-terbalik/ *inverted V* pada portal bagian tengah disetiap tingkat. Perilaku struktur kemudian dibandingkan dengan menggunakan analisis konvensional dan kinerja struktur dengan analisis *static nonlinear pushover*. Hasil analisa oleh Bhisama (2016) menyebutkan bahwa penambahan

bracing konsentrik V terbalik pada struktur mampu mengurangi kebutuhan tulangan dengan presentase penurunan sebesar 4 % - 41 % untuk balok dan 20 % - 75 % untuk kolom. Gaya – gaya pada struktur dengan *bracing* konsentrik V terbalik mengalami penurunan sebesar 4 % - 62 % dan simpangan lateral yang terjadi pada struktur juga mengalami penurunan sebesar 75 % - 85 %. Berdasarkan analisa tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan *bracing* konsentrik v terbalik pada gedung dengan rangka terbuka dapat memperkuat struktur secara signifikan.



Gambar 2.7. Denah Struktur dengan Posisi Penempatan *Bracing*



Gambar 2.8. Potongan A-A

BAB IX

PENUTUP

9.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan yang dapat diberikan adalah :

1. Periode fundamental struktur pada Model I (*open frame*) adalah sebesar 2.3817 detik lebih besar dibandingkan pada 2 model struktur lainnya, pada Model II (*shearwall*) diperoleh periode fundamental 2,3689 detik dan Model III (*bracing*) sebesar 1,7904 detik
2. Simpangan antar lantai tingkat seluruh model struktur memenuhi persyaratan simpangan izin sesuai dengan SNI 1726 : 2012. Simpangan antar lantai tingkat maksimum arah sumbu Y pada Model I diperoleh simpangan terbesar sebesar 58,5 mm, Model II diperoleh simpangan tersebar 41,25 mm dan Model III diperoleh simpangan sebesar 39 mm.
3. Rasio partisipasi massa Model I untuk arah x dan y pada mode – 8 telah memenuhi syarat 90%, Model II memenuhi syarat pada mode – 11, Model III memenuhi syarat pada mode – 5.
4. Profil baja IWF H 300 x 300 x 10,0 x 15,0 yang digunakan pada portal rangka *bracing* baja dengan bentang 4850 mm, telah memenuhi konsep perancangan dan mampu menahan gaya – gaya dalam yang terjadi pada struktur. Dari hasil analisis didapatkan gaya geser maksimum tekan sebesar 1249,4 kN dan gaya geser maksimum tarik sebesar 996,94 kN.
5. Pelat atap dan pelat lantai menggunakan pelat dua arah :

Tebal pelat atap dan lantai adalah 150 mm

- a) Tulangan pokok lapangan X = D10 – 150 mm
- b) Tulangan pokok lapangan Y = D10 – 80 mm
- c) Tulangan pokok tumpuan X = D10 – 80 mm
- d) Tulangan pokok tumpuan Y = D10 – 50 mm

6. Dimensi dan tulangan balok B46 yang ditinjau sebagai berikut :

Balok induk B2 – (600 x 400) mm dengan bentang 6,2 m

Balok B46 (B2 – 600 x 400) mm			
Tulangan	Lentur Atas	Lentur Bawah	Sengkang
Tumpuan	6D25	4D25	4D10 – 150 mm
Lapangan	4D25	4D25	2D10 – 200 mm

7. Kolom yang ditinjau adalah kolom C102 pada lantai 1, dengan dimensi kolom 1000 x 500 mm², tinggi kolom yang ditinjau adalah 3 meter dengan hasil penulangan sebagai berikut :

- a) Tulangan longitudinal = 16 D22
- b) Tulangan transversal sepanjang l_o = 5D13 – 100 mm
- c) Tulangan transversal diluar l_o = 5D13 – 100 mm

9.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dan dikembangkan dalam penelitian ini :

1. Diperlukan ketelitian dalam menggunakan *software* agar dapat menghasilkan analisis yang sesuai dengan keadaan lapangan sesungguhnya dan untuk mengurangi kesalahan dalam perhitungan.
2. Perlu analisis dan perhitungan sambungan joint *bracing* dengan balok atau *bracing* dengan kolom sehingga didapatkan hasil analisa yang lebih rinci.



DAFTAR PUSTAKA

- Arfiadi, Y., 2016, Diagram Interaksi Perancangan Kolom dengan Tulangan pada Empat Sisi Berdasarkan SNI 2847:2013 dan ACI 318 M-11, *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, Vol. 13, No. 4, pp. 268 – 290.
- Astuti, P. 2015. Pengaruh Penambahan Dinding Geser (Shear Wall) pada Waktu Getar Alami Fundamental Struktur Gedung. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*. Vol. 18, No. 2, pp. 140 – 146.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *SNI 1726 : 2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta : BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *SNI 2847 : 2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. *SNI 1729 : 2015 Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional, 2013, *SNI 1727:2013 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, Jakarta: BSN.
- McCormac, J.C., 2001, *Desain Beton Bertulang*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Nelwan, I.P., et.all. 2018. Respon Dinamis Bangunan Bertingkat Banyak dengan Soft First Story dan Penggunaan Braced Frames Element terhadap Beban

Gempa *Jurnal Sipil Statik Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi Manado. Vol.6, No.3, pp 175 – 188.*

Schodek, D.L., 1999, *Struktur Edisi kedua*, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Segui, W.T., 2013, *Steel Design Fifth Edition*, Cengage Learning, Stamford.

Setiana, Y.E, 2017, Perancangan Struktur Atas Gedung Harris pada Harris dan Pop! Hotel Solo, *Laporan Tugas Akhir Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.*

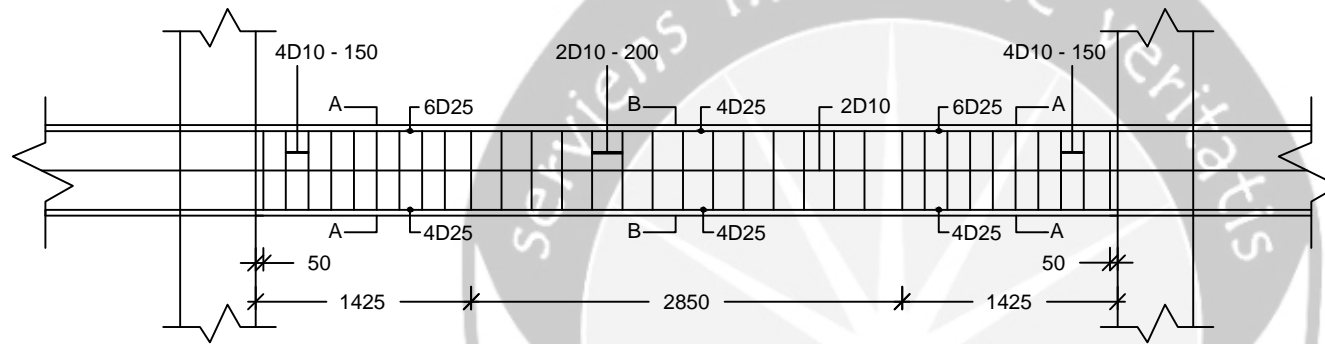
Sudjati, J.J., 2016, *Buku Ajar Struktur Beton*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

Wigroho, H.Y., 2006, *Bahan Ajar Analisis dan Desain Struktur Menggunakan ETABS Versi 8.4⁵*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

Wiryanto Dewobroto., 2006, Evaluasi Kinerja Bangunan Baja Tahan Gempa dengan SAP 2000, *Jurnal Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan. Vol 3*







TIPE BALOK		
TIPE BALOK B2 (600 x 400) mm		
	POTONGAN A-A	POTONGAN B-B
DMENSI	600 x 400	600 x 400
TUL. ATAS	6D25	4D25
TUL. BAWAH	4D25	4D25
TUL. SENGKANG	4D10 - 150 mm	2D10 - 200 mm
TUL. PINGGANG	2D10	2D10

PERANCANGAN ULANG
STRUKTUR ATAS APARTEMEN
15 LANTAI DENGAN BRACING BAJA
KONSENTRIS INVERTED V

PEMINATAN STUDI STRUKTUR

DOSEN PEMBIMBING

Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng

DIBUAT OLEH

BERNADETTA DEVINA
SUSILOWATI

16. 02. 16536

JUDUL GAMBAR

SKALA

DETAIL
PENULANGAN BALOK

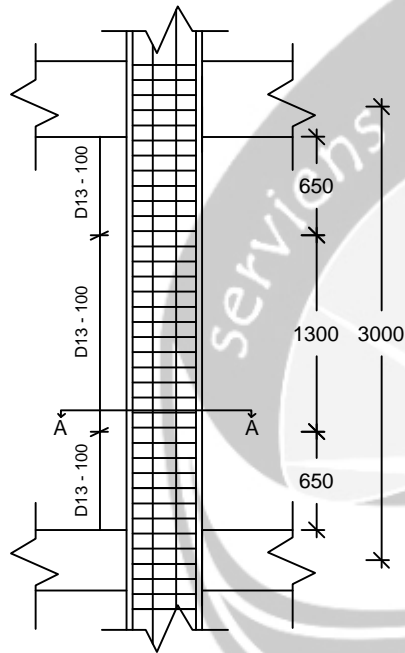
1 : 50

LEMBAR

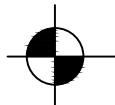
HALAMAN

LAMPIRAN

186



TIPE KOLOM		
	TIPE KOLOM K2 - 1000 X 500 - 30 Mpa	
	Tul. Geser Sepanjang Lo	Tul. Geser Diluar Lo
POTONGAN		
DIMENSI	1000 x 500	
JUMLAH TULANGAN	16D22	
TUL. SENGKANG	5D13 - 100 mm	5D13 - 100 mm



DETAIL PENULANGAN KOLOM
TEPI LANTAI 1
(TINJAU ARAH Y)



PERANCANGAN ULANG
STRUKTUR ATAS APARTEMEN
15 LANTAI DENGAN BRACING BAJA
KONSENTRIS INVERTED V

PEMINATAN STUDI STRUKTUR

DOSEN PEMBIMBING

Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng

DIBUAT OLEH

BERNADETTA DEVINA
SUSILOWATI

16. 02. 16536

JUDUL GAMBAR

SKALA

DETAIL
PENULANGAN KOLOM

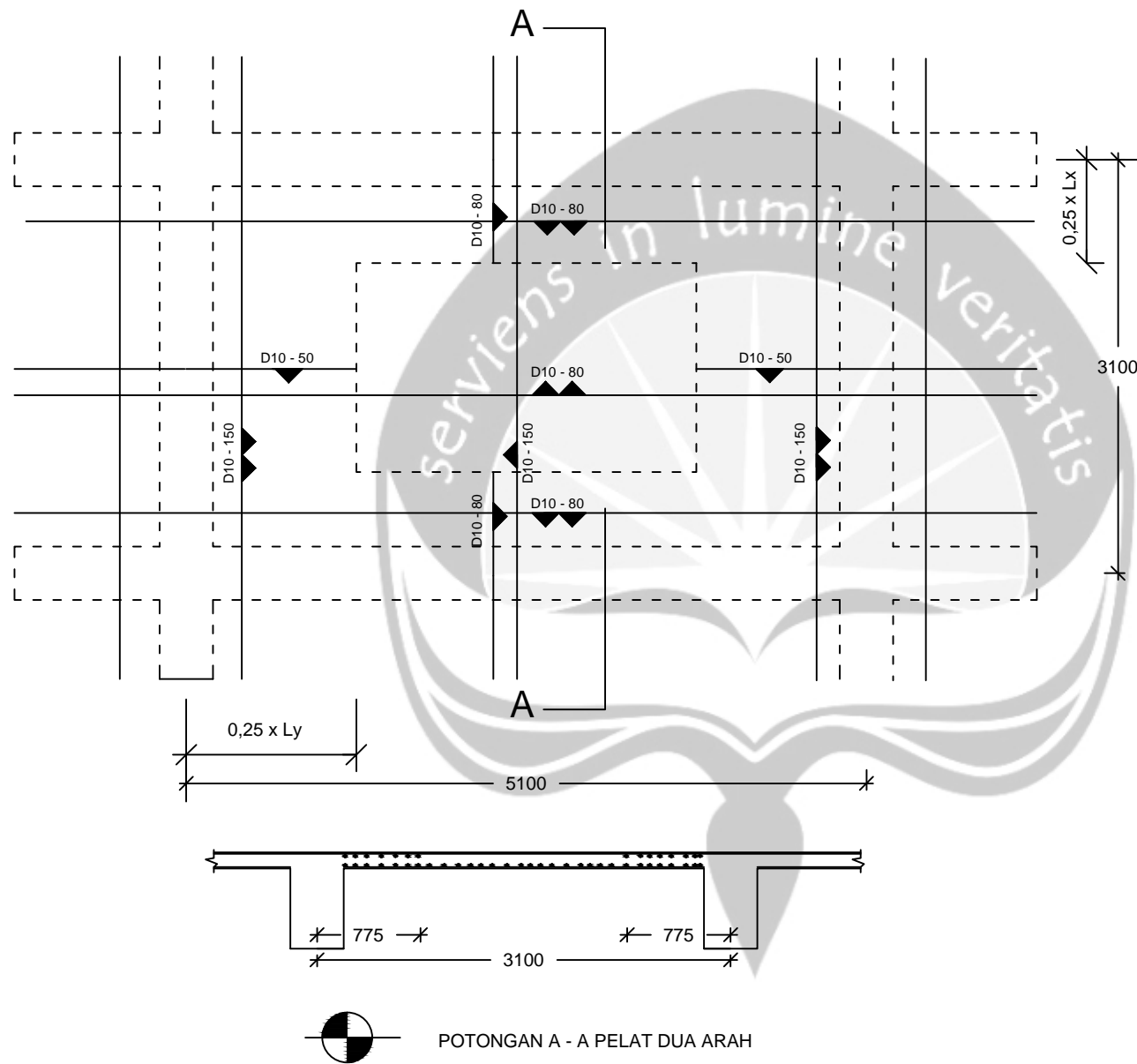
1 : 50

LEMBAR

HALAMAN

LAMPIRAN

187



PERANCANGAN ULANG
STRUKTUR ATAS APARTEMEN
15 LANTAI DENGAN BRACING BAJA
KONSENTRIS INVERTED V

PEMINATAN STUDI STRUKTUR

DOSEN PEMBIMBING

Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng

DIBUAT OLEH

BERNADETTA DEVINA
SUSILOWATI

16. 02. 16536

JUDUL GAMBAR

SKALA

DETAIL
PENULANGAN PELAT

1 : 50

LEMBAR

HALAMAN

LAMPIRAN

188



PERANCANGAN ULANG
STRUKTUR ATAS APARTEMEN
15 LANTAI DENGAN BRACING BAJA
KONSENTRIS INVERTED V

PEMINATAN STUDI STRUKTUR

DOSEN PEMBIMBING

Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng

DIBUAT OLEH

BERNADETTA DEVINA
SUSILOWATI

16. 02. 16536

JUDUL GAMBAR

SKALA

DENAH PORTAL
OPEN FRAME

1 : 400

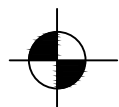
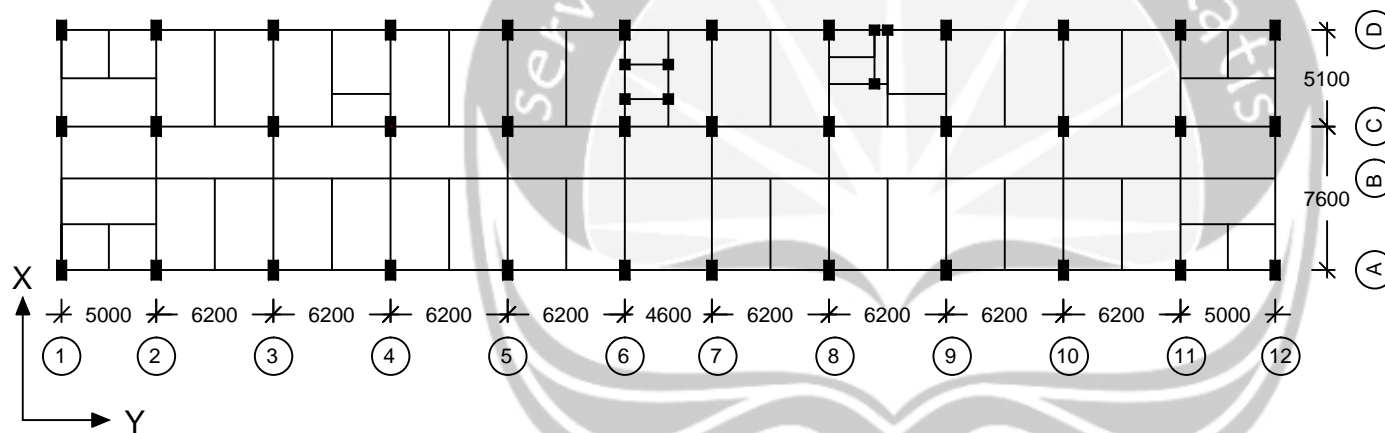
KETERANGAN

LEMBAR

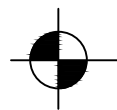
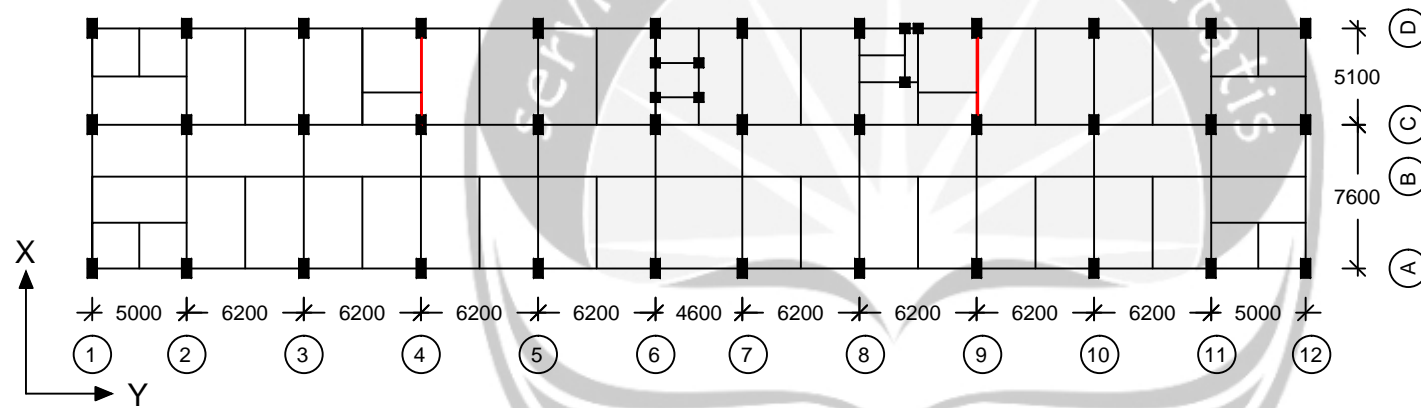
HALAMAN

LAMPIRAN

189



TAMPAK ATAS DENAH LANTAI 1
DENAH PORTAL OPEN FRAME



TAMPAK ATAS DENAH LANTAI 1
DENAH POSISI LETAK DINDING GESER / SHEARWALL

PERANCANGAN ULANG
STRUKTUR ATAS APARTEMEN
15 LANTAI DENGAN BRACING BAJA
KONSENTRIS INVERTED V

PEMINATAN STUDI STRUKTUR

DOSEN PEMBIMBING

Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng

DIBUAT OLEH

BERNADETTA DEVINA
SUSILOWATI

16. 02. 16536

JUDUL GAMBAR

SKALA

DENAH SHEARWALL

1 : 400

KETERANGAN

● POSISI LETAK SHEARWALL

LEMBAR

HALAMAN

LAMPIRAN

190



PERANCANGAN ULANG
STRUKTUR ATAS APARTEMEN
15 LANTAI DENGAN BRACING BAJA
KONSENTRIS INVERTED V

PEMINATAN STUDI STRUKTUR

DOSEN PEMBIMBING

Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng

DIBUAT OLEH

BERNADETTA DEVINA
SUSILOWATI

16. 02. 16536

JUDUL GAMBAR

SKALA

DENAH BRACING
BAJA

1 : 400

KETERANGAN

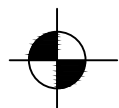
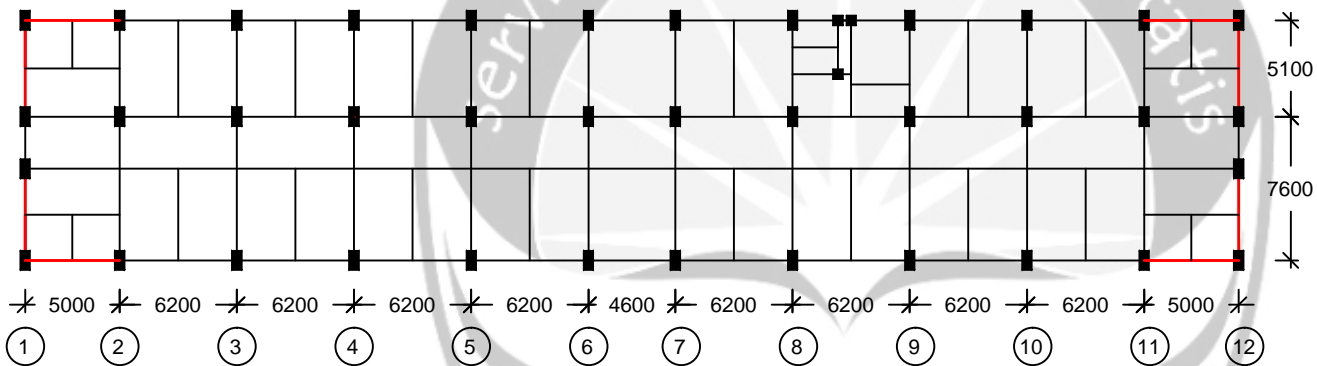
● POSISI LETAK BRACING

LEMBAR

HALAMAN

LAMPIRAN

191



TAMPAK ATAS DENAH LANTAI 1
DENAH POSISI LETAK BRACING BAJA