

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR PENGAKU *SHEAR WALL* DAN *BRACING* PADA SEKOLAH DI SURABAYA



Disusun Oleh :

MUHSIN RAFI'I KURNIANSYAH

NBI :1431800097

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2022

TUGAS AKHIR
“PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR PENGAKU *SHEAR*
***WALL* DAN *BRACING* PADA SEKOLAH DI SURABAYA”**



Disusun Oleh :
MUHSIN RAFFI KURNIANSYAH
1431800097

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2022

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : MUHSIN RAFFI KURNIANSYAH

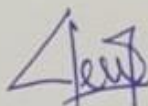
NBI : 1431800097

Fakultas : Teknik

Judul : " PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR PENGAKU
SHEAR WALL DAN BRACING PADA SEKOLAH DI
SURABAYA "

Disetujui Oleh,

Dosen Pembimbing 1

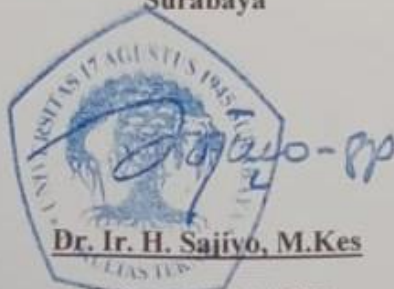


Nurul Rochmah ST., MT., M.Sc

NPP. 20430.93.0303

Mengetahui,

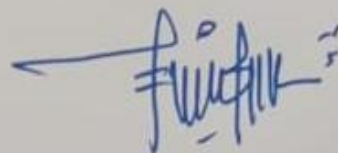
Dekan Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya



Dr. Ir. H. Sajjyo, M.Kes

NPP. 2410.90.0197

Ketua Program Studi
Teknik Sipil
Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya



Faradlillah Saves, ST., MT.

NPP. 20430.15.0674

SURAT PERNYATAAN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhsin Rafi'i Kurniansyah

NBI : 1431800097

Alamat : Jl. Kapas Gading Madya 3 Tengah No.6 Surabaya

Telepon / HP : 089632376181

Menyatakan bahwa "Tugas Akhir" yang penulis buat untuk memenuhi pernyataan kelulusan Sarjana Teknik Sipil – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan judul:

**“PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR PENGAKU
SHEAR WALL DAN BRACING PADA SEKOLAH DI
SURABAYA “**

Adalah hasil karya penulis sendiri, dan bukan hasil duplikasi dari karya orang lain.

Selanjutnya apabila kemudian hari klaim dari pihak lain bukan tanggung jawab pembimbing ataupun pengelola program tetapi menjadi tanggung jawab kami sendiri.

Atas hal tersebut penulis bersedia menerima sanksi sesuai dengan hukum atau aturan yang berlaku di Indonesia

Demikian pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya tanpa paksaan dari siapapun.

Surabaya, 28 Juni 2022



(Muhsin Rafi'i K.)



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpustakaan@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhsin Rafi'i Kumiansyah
NBI/ NPM : 1431800097
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya : Skripsi/ Tesis/ Disertasi/ Laporan Penelitian/Praktek*

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)*, atas karya saya yang berjudul:

" **Perbandingan Kinerja Struktur Pengaku Shear Wall Dan Bracing Pada Sekolah Di Surabaya** " Dengan *Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty - Free Right)*, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Surabaya
Pada tanggal : 28 Juni 2022

Yang Menyatakan,



(Muhsin Rafi'i K.)

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan anugerah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Perbandingan Kinerja Struktur Pengaku *Shearwall* dan *Bracing* Pada Sekolah di Surabaya”.

Penulisan tugas akhir ini sangat mempunyai banyak kekurangan karena terbatasnya pengetahuan, oleh karena itu kritik, saran, serta masukan dan koreksi yang sifatnya membangun sangat diperlukan untuk memperbaiki proposal ini.

Banyak pihak yang telah membantu dalam penulisan proposal ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, oleh karena itu diucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua, ayahanda tercinta dan ibunda tersayang yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil serta doa yang tiada henti-hentinya kepada penulis.
2. Ibu Nurul Rochmah, ST., MT., M.Sc selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah bersedia memberikan bimbingan, arahan serta nasehat.
3. Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Faradlillah Saves. S.T., MT. Selaku ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Teman – teman satu angkatan yang selalu memberikan motivasi, dukungan, semangat, canda dan tawa.

Walaupun demikian, dalam laporan penelitian ini, peneliti menyadari masih belum sempurna. Oleh karena itu, peneliti mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan penelitian ini. Namun demikian adanya, semoga proposal Tugas Akhir ini dapat dijadikan acuan tindak lanjut penelitian selanjutnya dan bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 28 Juni 2022

(Muhsin Rafi'i K.)

PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR PENGAKU *SHEARWALL* DAN *BRACING* PADA SEKOLAH DI SURABAYA

Nama Mahasiswa : Muhsin Rafi'i Kurniansyah

NBI : 1431800097

Dosen Pembimbing : 1. Nurul Rochmah,ST.,MT.,M.Sc

ABSTRAK

Indonesia termasuk dalam daerah cincin api pasifik maka perencanaan Sekolah tersebut harus memperhitungkan ketahanan Sekolah terhadap gaya lateral seperti angin dan gempa bumi. Maka dalam perencanaan Sekolah dapat dilakukan dengan memberi kekakuan dengan struktur pengaku *shear wall* atau *bracing* pada sistem strukturnya agar dapat menahan gaya lateral dari angin dan gempa bumi.

Analisis dilakukan dengan pengujian kinerja struktur pengaku antara *shear wall* dan *bracing* untuk mengetahui hasil perbandingan kinerja antara *shear wall* dan *bracing* manakah yang lebih baik dengan menggunakan metode *pushover*.

Hasil dari analisis yang dilakukan menggunakan metode *pushover* terhadap *shear wall* dan *bracing* menunjukkan bahwa keduanya berada pada level yang sama di level *Immediate Occupancy* (IO). Untuk struktur yang menggunakan *shear wall* lebih kaku dibandingkan menggunakan *bracing*.

Kata Kunci : Shear Wall. Bracing

PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR PENGAKU *SHEARWALL* DAN *BRACING* PADA SEKOLAH DI SURABAYA

Nama Mahasiswa : Muhsin Rafi'i Kurniansyah

NBI : 1431800097

Dosen Pembimbing : 1. Nurul Rochmah,ST.,MT.,M.Sc

ABSTRAK

Indonesia is included in the Pacific Ring of Fire, Therefore school planning must take into account the school's resistance to lateral forces such as wind and earthquakes. Therefore in school planning, it can be done by providing stiffness with a shear wall or bracing structure in the structural system so that it can withstand lateral forces from wind and earthquakes.

The analysis was carried out by testing the performance of the stiffener structure between shear wall and bracing to find out which performance comparison between shear wall and bracing was better using the pushover method.

The results of the analysis conducted using the pushover method of shear wall and bracing show that both are at the same level at the Immediate Occupancy (IO) level. For structures that use shear walls, they are stiffer than those using bracing.

Kata Kunci : Shear Wall. Bracing

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	i
SURAT PERNYATAAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PUBLIKASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Gempa Bumi	6
2.2.1 Definisi Gempa Bumi.....	6
2.2.2 Patahan Aktif Indonesia	6
2.2.3 Peta Riwayat Gempa Indonesia.....	7
2.3 Kriteria Perencanaan Gedung Tahan Gempa	8
2.4 Konsep Bangunan Tahan Gempa	10
2.5 Metode Analisis Gaya Gempa.....	11
2.5.1 Analisis Statik	11
2.5.2 Analisis Dinamik.....	11
2.6 Ketentuan Perhitungan Gempa.....	12
2.6.1 Gempa Rencana.....	12

2.6.2	Faktor keutamaan gempa dan kategori risiko struktur bangunan.....	12
2.6.3	Kombinasi Pembebanan.....	14
2.6.4	Klasifikasi Situs.....	15
2.6.5	Koefisien situs dan parameter respons spectral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertargeter (MCER).....	16
2.6.6	Parameter percepatan spektral desain.....	17
2.6.7	Spektrum respons desain.....	17
2.6.8	Kategori desain seismik	19
2.6.9	Kombinasi sistem struktur dalam arah yang berbeda.....	20
2.7	Sistem Rangka Pemikul Momen	22
2.7.1	SRPMK Balok.....	23
2.7.2	SRPMK Kolom	24
2.8	Sistem Ganda (Dual System)	24
2.8.1	Dinding geser (<i>Shear Wall</i>).....	25
2.8.2	Bresing (Bracing)	26
2.9	Pembebanan	28
2.9.1	Beban mati.....	28
2.9.2	Beban hidup.....	30
2.9.3	Beban gempa	32
2.10	Simpangan antar tingkat (<i>story drift</i>)	32
2.11	Pengaruh $P-\Delta$	33
2.12	Analisa kinerja statik <i>non linier pushover</i>	33
2.12.1	Kurva kapasitas	34
2.12.2	Level Kinerja Struktur Dengan Metode ATC-40.....	35
2.12.3	Level Kinerja Struktur Dengan FEMA 356	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		43
3.1	Diagram Alir	43
3.2	Penjelasan <i>Flowchart</i>	44
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....		57
4.1	Deskripsi Bangunan	57

4.2	Perhitungan Berat Sismik Dual Sistem Dengan Dinding Geser	59
4.2.1	Perhitungan Lantai 1 (W1).....	59
4.2.2	Perhitungan Beban Seismik Lantai 2 (W2).....	62
4.2.3	Perhitungan Beban Seismik Lantai 3	65
4.2.4	Perhitungan Beban Seismik Lantai 4	68
4.2.5	Perhitungan Beban Seismik Lantai 5	71
4.2.6	Perhitungan Beban Seismik Lantai 6 (Atap).....	74
4.3	Perhitungan Gempa Berdasarkan SNI 1726 2019.....	76
4.3.1	Menghitung total beban seismik yang ditinjau.....	76
4.3.2	Menentukan Kategori resiko struktur berpedoman berdasarkan SNI 03-1726-2019	76
4.3.3	Menentukan Klasifikasi Situs Tanah.....	78
4.3.4	Menentukan Nilai Spektral Desain.....	79
4.3.5	Menentukan Koefisien Situs (Fa,,Fv).....	80
4.3.6	Menentukan Parameter Percepatan Spektral Desain.....	83
4.3.7	Menentukan Kategori Desain Seismik	83
4.3.8	Menghitung Periode Fundamental Pendekatan (Ta)	84
4.3.9	Menentukan Nilai Koefisien Respon Seismik (Cs).....	86
4.3.10	Menentukan Beban Geser Dasar	86
4.4	Perhitungan Beban Angin	87
4.4.1	Kecepatan Angin Dasar, V.....	87
4.4.2	Kategori Kekerasan Permukaan	88
4.4.3	Kategori Eksposur	88
4.4.4	Factor Topografi, K_{zt}	88
4.4.5	Faktor Pengaruh Tiupan Angin, G	88
4.4.6	Klasifikasi tertutupan.....	89
4.4.7	Koefisien tekanan Internal (GCpi)	89
4.4.8	Koefisien Eksposur Tekanan Velositas, K_z	89
4.4.9	Tekanan Velositas, q_z	90
4.4.10	Koefisien Tekanan Eksternal, C_p	90

4.4.11	Tekanan Angin Desain, P.....	92
4.5	Permodelan Struktur Gedung dengan <i>Shear Wall</i> Menggunakan SAP 2000 V.21	92
4.6	Cek Permodelan Struktur SAP2000 V.21 Struktur dengan <i>Shear Wall</i>	99
4.6.1	Cek Partisipasi Modal Massa Struktur Dengan <i>Shear Wall</i>	99
4.6.2	Cek Faktor Skala Gempa Struktur Dengan <i>Shear Wall</i>	100
4.6.3	Cek Simpangan Antar Tingkat (Story Drift) Struktur Dengan <i>Shear Wall</i>	101
4.6.4	Cek Pengaruh P-Delta ($P-\Delta$)	105
4.7	Cek Desain Tulangan Elemen Struktur	110
4.7.1	Cek Tulangan Lentur Balok	110
4.7.2	Cek Tulangan Geser Balok.....	121
4.7.3	Desain Tulangan Longitudinal Kolom	127
4.7.4	Persyaratan kuat lentur minimum kolom	131
4.7.5	Cek kapasitas <i>Shear Wall</i>	133
4.8	Struktur Dengan Bresing Konsentrik	135
4.8.1	<i>Preliminary Design</i> Bresing Konsentrik	135
4.8.2	Perhitungan Berat Seismik Dual Sistem Dengan <i>Bracing</i>	136
4.9	Perhitungan Gempa Struktur Dengan Bresing	146
4.9.1	Menghitung total beban seismik yang ditinjau.....	146
4.9.2	Menentukan Kategori resiko struktur berpedoman berdasarkan SNI 03-1726-2019	146
4.9.3	Menentukan Klasifikasi Situs Tanah.....	148
4.9.4	Menentukan Nilai Spektral Desain.....	150
4.9.5	Menentukan Koefisien Situs (F_a, F_v).....	150
4.9.6	Menentukan Parameter Percepatan Spektral Desain.....	153
4.9.7	Menentukan Kategori Desain Seismik	153
4.9.8	Menghitung Periode Fundamental Pendekatan (T_a)	154
4.9.9	Menentukan Spektrum Respon Desain	155
4.9.10	Menentukan Nilai Koefisien Respon Seismik (C_s).....	155
4.9.11	Menentukan Beban Geser Dasar	156

4.10	Permodelan Struktur Gedung dengan Bracing Menggunakan SAP2000 V21	156
4.11	Cek Permodelan Struktur SAP2000 V.21 Struktur dengan <i>Bracing</i>	163
4.11.1	Cek Partisipasi Modal Massa Struktur Dengan <i>Bracing</i>	163
4.11.2	Cek Faktor Skala Gempa Struktur Dengan <i>Bracing</i>	164
4.11.3	Cek Simpangan Antar Tingkat (Story Drift) Struktur Dengan <i>Bracing</i>	165
4.11.4	Cek Pengaruh P-Delta ($P-\Delta$)	169
4.11.5	Cek Kapasitas <i>Bracing</i>	174
4.11.6	Perhitungan Kekuatan <i>Bracing</i>	176
4.11.7	Sambungan <i>Bracing</i> Dengan Beton	186
4.12	Analisa Level Kinerja Pushover pada struktur.....	187
4.12.1	Analisa Level Kinerja <i>Pushover</i> pada Struktur Menggunakan Shear Wall	187
4.12.2	Grafik Analisa <i>Pushover</i> Struktur dengan <i>Shear Wall</i>	194
4.12.3	Sendi Plastis Struktur Dengan <i>Shear Wall</i>	196
4.12.4	Level Kinerja Berdasarkan ATC-40 Struktur dengan <i>Shear Wall</i> ..	200
4.12.5	Level Kinerja Berdasarkan FEMA 356 Struktur Menggunakan <i>Shear Wall</i>	204
4.12.6	Level Kinerja Berdasarkan FEMA 440 Struktur menggunakan <i>Shear Wall</i>	208
4.12.7	Analisa Level Kinerja <i>Pushover</i> pada Struktur Menggunakan <i>Bracing</i>	210
4.12.8	Grafik Analisa <i>Pushover</i> Struktur dengan <i>Bracing</i>	217
4.12.9	Sendi Plastis Struktur Dengan <i>Bracing</i>	219
4.12.10	Level Kinerja Berdasarkan ATC-40 Struktur dengan <i>Bracing</i> ...	222
4.12.11	Level Kinerja Berdasarkan FEMA 356 Struktur Menggunakan <i>Bracing</i>	226
4.12.12	Level Kinerja Berdasarkan FEMA 440 Struktur menggunakan <i>Bracing</i>	230
BAB V KESIMPULAN		235
5.1	Kesimpulan	235

5.2	Saran.....	237
DAFTAR PUSTAKA	239

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa...	12
Tabel 2.2 Faktor keutamaan gempa	14
Tabel 2.3 Klasifikasi situs	15
Tabel 2.4 Koefisien situs, F_a	16
Tabel 2.5 Koefisien situs, F_v	17
Tabel 2.6 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek	20
Tabel 2.7 Kategori desain seismic berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik.....	20
Tabel 2.8 Faktor R, Cd dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik	21
Tabel 2.9 Ketebalan minimum dinding	25
Tabel 2.10 Berat sendiri bahan bangunan	28
Tabel 2.11 Berat sendiri komponen gedung.....	29
Tabel 2.12 Beban hidup pada lantai gedung	30
Tabel 2.13 Koefisien reduksi beban hidup.....	31
Tabel 2.14 Level Kinerja Struktur.....	36
Tabel 3.1 Ketebalan minimum dinding	55
Tabel 4.1 Hasil Total Perhitungan Beban Seismik.....	76
Tabel 4.2 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa...	76
Tabel 4.3 Faktor keutamaan gempa	77
Tabel 4.4 Hasil bor pengujian tanah.....	78
Tabel 4.5 Klasifikasi Situs	79
Tabel 4.6 Nilai Spektral S_s	81
Tabel 4.7 Nilai Spektral S_1	82
Tabel 4.8 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek	83
Tabel 4.9 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1,0 detik.....	84
Tabel 4.10 Tingkat Resiko Kegempaan	84
Tabel 4.11 Faktor R, Cd dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik	86
Tabel 4.12 Hasil Total Perhitungan Beban Seismik.....	86
Tabel 4.13 Kecepatan Angin Surabaya	87
Tabel 4.14 Faktor Arah Angin	88
Tabel 4.15 Klasifikasi Ketertutupan.....	89
Tabel 4.16 Koefisien Eksposur	89
Tabel 4.17 Koefisien tekanan dinding.....	91
Tabel 4.18 Output partisipasi modal massa struktur dengan shear wall	99
Tabel 4.19 Hasil base reaction struktur dengan shear wall	100
Tabel 4.20 Hasil output base reaction setelah dikalikan faktor skala.....	101

Tabel 4.21 Hasil Output Displacements joint x dan y	101
Tabel 4.22 Rekapitulasi perhitungan Story drift arah x	102
Tabel 4.23 Rekapitulasi perhitungan Story drift arah y	103
Tabel 4.24 Hasil Output Px Shear wall	106
Tabel 4.25 Hasil output gaya geser seismik arah x, struktur dengan shear wall	106
Tabel 4.26 Hasil output gaya geser seismik untuk arah y, struktur dengan shear wall	106
Tabel 4.27 Rekapitulasi perhitungan $P\Delta$ arah x dengan struktur dengan shear wall	107
Tabel 4.28 Rekapitulasi perhitungan $P\Delta$ arah x dengan struktur dengan shear wall	109
Tabel 4.29 Rekapitulasi hasil output pengujian spColumn	130
Tabel 4.30 Output spColumn momen nominal Kolom K6 Lantai 1	132
Tabel 4.31 Output spColumn momen nominal Kolom K6 Lantai 2	133
Tabel 4.32 Output joint reaction pada dinding geser sumbu x	133
Tabel 4.33 Output joint reaction pada dinding geser sumbu y	134
Tabel 4.34 Hasil Total Perhitungan Beban Seismik.....	146
Tabel 4.35 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa.	147
Tabel 4.36 Faktor keutamaan gempa	148
Tabel 4.37 Hasil bor pengujian tanah.....	148
Tabel 4.38 Klasifikasi Situs	149
Tabel 4.39 Nilai Spektral S_s	151
Tabel 4.40 Nilai Spektral S_1	152
Tabel 4.41 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek	153
Tabel 4.42 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1,0 detik.....	154
Tabel 4.43 Tingkat Resiko Kegempaan	154
Tabel 4.44 Faktor R, Cd dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik	155
Tabel 4.45 Hasil Total Perhitungan Beban Seismik.....	156
Tabel 4.46 Output partisipasi modal massa struktur dengan Bracing	163
Tabel 4.47 Hasil base reaction struktur dengan Bracing.....	164
Tabel 4.48 Hasil output base reaction setelah dikalikan faktor skala.....	165
Tabel 4.49 Hasil Output Displacements joint x dan y	165
Tabel 4.50 Rekapitulasi perhitungan Story drift arah x	167
Tabel 4.51 Rekapitulasi perhitungan Story drift arah y	167
Tabel 4.52 Hasil Output Px Bracing	170
Tabel 4.53 Hasil output gaya geser seismik arah x, struktur dengan bracing	170
Tabel 4.54 Hasil output gaya geser seismik untuk arah y, struktur dengan bracing.....	170
Tabel 4.55 Rekapitulasi perhitungan $P\Delta$ arah x dengan struktur dengan bracing...	171

Tabel 4.56 Rekapitulasi perhitungan $P\Delta$ arah x dengan struktur dengan bracing...	173
Tabel 4.57 Output joint reaction pada bracing sumbu x	174
Tabel 4.58 Output joint reaction pada bracing sumbu x	175
Tabel 4.59 Kapasitas pushover arah x sturktur dengan shear wall.....	194
Tabel 4.60 Kapasitas pushover arah x sturktur dengan shear wall.....	195
Tabel 4.61 Batasan simpangan pada tingkat kinerja struktur menggunakan shear wall.....	200
Tabel 4.62 Batasan simpangan tingkat kinerja struktur berdasarkan FEMA 346 pada struktur menggunakan shear wall.....	204
Tabel 4.63 Kapasitas pushover arah x sturktur dengan bracing	217
Tabel 4.64 Kapasitas pushover arah x sturktur dengan bracing	218
Tabel 4.65 Batasan simpangan pada tingkat kinerja struktur menggunakan bracing	222
Tabel 4.66 Batasan simpangan tingkat kinerja struktur berdasarkan FEMA 346 pada struktur menggunakan bracing	226

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta Patahan Aktif Indonesia	7
Gambar 2.2 Peta Gempa Indonesia	8
Gambar 2.3 Sendi Plastis Struktur Bangunan	9
Gambar 2.4 Mekanisme Keruntuhan Lokal dan Global.....	10
Gambar 2.5 Peta transisi periode panjang, TL, wilayah Indonesia	19
Gambar 2.6 Respon spektrum desain	19
Gambar 2.7 Susunan balok dan kolom	26
Gambar 2.8 Ketidakstabilan terhadap beban horizontal	27
Gambar 2.9 Tiga metode dasar kestabilan	27
Gambar 2.10 Berbagai bentuk bresing	28
Gambar 2.11 Kurva kapasitas	34
Gambar 2.12 Tipikal Kurva Kapasitas Pada Berbagai Tingkat Kerja.....	36
Gambar 2.13 Ilustrasi Perancangan Berbasis Kinerja	37
Gambar 2.14 Derajat keruntuhan (Degree of Damage)	39
Gambar 2.15 Kurva Hubungan Gaya dan Perpindahan	40
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian.....	44
Gambar 3.2 Gambar tampak sekolah	45
Gambar 3.3 Denah Lantai 1	46
Gambar 3.4 Denah Lantai 2	47
Gambar 3.5 Denah Lantai 3	48
Gambar 3.6 Denah Lantai 4	49
Gambar 3.7 Denah Lantai 5	50
Gambar 3.8 Denah Lantai Atap.....	51
Gambar 3.9 Penentuan simpangan antar tingkat	54
Gambar 4.1 Denah Lantai 1 (W1).....	59
Gambar 4. 2 Denah Lantai 2 (W2).....	62
Gambar 4.3 Denah Lantai 3 (W3).....	65
Gambar 4.4 Denah Lantai 4 (W4).....	68
Gambar 4.5 Denah Lantai 5 (W5).....	71
Gambar 4.6 Denah Atap (W6)	74
Gambar 4.7 Nilai Spektral Desain.....	80
Gambar 4.8 Interpolasi Fa.....	81
Gambar 4.9 Interpolasi Fv.....	82
Gambar 4.10 Permodelan awal dengan grid	93
Gambar 4.11 Menu input kebutuhan grid	93
Gambar 4.12 Modify grid sesuai denah	94

Gambar 4.13 Penginputan material beton	94
Gambar 4.14 Penginputan material baja tulangan BJTS 520.....	95
Gambar 4.15 Penginputan baja tulangan BJTP 280.....	95
Gambar 4.16 Penginputan dimensi balok	96
Gambar 4.17 Penginputan ketebalan plat lantai.....	96
Gambar 4.18 Menu penggambaran denah.....	97
Gambar 4.19 Penginputan jenis beban	97
Gambar 4.20 Penginputan beban	97
Gambar 4.21 Grafik hasil perhitungan story drift sumbu x	104
Gambar 4.22 Grafik hasil perhitungan story drift sumbu y	105
Gambar 4.23 Grafik pengaruh P delta pada arah x, struktur dengan shear wall	108
Gambar 4.24 Grafik pengaruh P delta pada arah y dengan shear wall.....	110
Gambar 4.25 Tulangan balok B47	112
Gambar 4.26 Kondisi momen positif pada balok tumpuan akibat gempa arah kanan	118
Gambar 4.27 Kondisi momen negatif pada balok tumpuan akibat gempa arah kanan	120
Gambar 4.28 Beban merata pada balok	122
Gambar 4.29 Penginputan general information	128
Gambar 4.30 Penginputan material properties	128
Gambar 4.31 Penginputan dimensi kolom pada spColumn	129
Gambar 4.32 Penginputan jumlah tulangan yang akan digunakan	129
Gambar 4.33 Penginputan beban kolom	130
Gambar 4.34 Solve execute.....	130
Gambar 4.35 Baja Profil H-Beam.....	135
Gambar 4.36 Bresing tipe cross x ukuran ke-1	136
Gambar 4.37 Bresing tipe cross x ukuran ke-2	137
Gambar 4.38 Bresing tipe x ukuran ke-3	137
Gambar 4.39 Permodelan Letak Bracing	138
Gambar 4.40 Nilai Spektral Desain.....	150
Gambar 4.41 Interpolasi Fa.....	151
Gambar 4.42 Interpolasi Fv.....	152
Gambar 4.43 Permodelan awal dengan grid	157
Gambar 4.44 Menu input kebutuhan grid	157
Gambar 4.45 Modify grid sesuai denah	158
Gambar 4.46 Penginputan material beton	158
Gambar 4.47 Penginputan material baja tulangan BJTS 520.....	159
Gambar 4.48 Penginputan baja tulangan BJTP 280.....	159
Gambar 4.49 Penginputan property material baja.....	160
Gambar 4.50 Penginputan dimensi bracing	160
Gambar 4.51 Penginputan ketebalan plat lantai.....	161

Gambar 4.52 Menu penggambaran denah.....	161
Gambar 4.53 Penginputan jenis beban	162
Gambar 4.54 Penginputan beban yang di.....	162
Gambar 4.55 Grafik hasil perhitungan story drift sumbu x	168
Gambar 4.56 Grafik hasil perhitungan story drift sumbu y	169
Gambar 4.57 Grafik pengaruh P delta pada arah x, struktur dengan bracing.....	172
Gambar 4.58 Grafik pengaruh P delta pada arah y dengan bracing	174
Gambar 4.59 Ilustrasi sambungan bracing dengan beton menggunakan baut	186
Gambar 4.60 Penginputan load case gravity	188
Gambar 4.61 Load case beban pushover arah X	189
Gambar 4.62 Load application beban pushover arah x	189
Gambar 4.63 Result save beban pushover arah X.....	190
Gambar 4.64 Load case beban pushover arah Y	190
Gambar 4.65 Load application beban pushover arah Y	191
Gambar 4.66 Result save beban pushover arah Y.....	191
Gambar 4.67 Relative distance sendi plastis pada balok.....	192
Gambar 4.68 Beban pushover balok	192
Gambar 4.69 Relative distnace sendi plastis pada kolom	193
Gambar 4.70 Auto hinge assignment data pada kolom.....	194
Gambar 4.71 Kurva kapasitas pushover arah x struktur dengan shear wall.....	195
Gambar 4.72 Kurva kapasitas pushover arah x struktur dengan shear wall.....	196
Gambar 4.73 Performa sendi plastis struktur akibat pushover x dengan shear wall pada saat step 1.....	197
Gambar 4.74 Performa sendi plastis struktur akibat pushover x dengan shear wall pada saat step 3.....	197
Gambar 4.75 Performa sendi plastis struktur akibat pushover x dengan shear wall pada saat step 6.....	198
Gambar 4.76 Performa sendi plastis struktur akibat pushover y dengan shear wall pada saat step 1.....	198
Gambar 4.77 Performa sendi plastis struktur akibat pushover y dengan shear wall pada saat step 8.....	199
Gambar 4.78 Performa sendi plastis struktur akibat pushover y dengan shear wall pada saat step 18.....	199
Gambar 4.79 Kurva kapasitas akibat pushover x berdasarkan ATC 40 pada struktur menggunakan shear wall	201
Gambar 4.80 Performance point pushover x berdasarkan ATC40 struktur menggunakan shear wall	201
Gambar 4.81 Kurva kapasitas akibat pushover y berdasarkan ATC 40 pada struktur menggunakan shear wall	202
Gambar 4.82 Performance point pushover Y berdasarkan ATC40 struktur menggunakan shear wall	203

Gambar 4.83 Kurva kapasitas akibat pushover x berdasarkan FEMA 356 Struktur menggunakan shear wall	205
Gambar 4.84 Output parameter perhitungan FEMA 356 pushover arah x struktur menggunakan shear wall	205
Gambar 4.85 Kurva kapasitas akibat pushover Y berdasarkan FEMA 356 Struktur menggunakan shear wall	206
Gambar 4.86 Output parameter perhitungan FEMA 356 pushover arah Y struktur menggunakan shear wall	207
Gambar 4.87 Kurva kapasitas akibat pushover arah x berdasarkan FEMA 440 struktur menggunakan shear wall.....	208
Gambar 4.88 Performance point akibat pushover x berdasarkan FEMA 440 pada struktur menggunakan shear wall.....	208
Gambar 4.89 Kurva kapasitas akibat pushover arah y berdasarkan FEMA 440 Struktur menggunakan shear wall	209
Gambar 4.90 Performance point akibat pushover arah x berdasarkan FEMA 440 pada struktur menggunakan shear wall	210
Gambar 4.91 Penginputan load case gravity	211
Gambar 4.92 Load case beban pushover arah X	211
Gambar 4.93 Load application beban pushover arah x	212
Gambar 4.94 Result save beban pushover arah X.....	212
Gambar 4.95 Load case beban pushover arah Y	213
Gambar 4.96 Load application beban pushover arah Y	214
Gambar 4.97 Result save beban pushover arah Y.....	214
Gambar 4.98 Relative distance sendi plastis pada balok.....	215
Gambar 4.99 Beban pushover balok	215
Gambar 4.100 Relative distnace sendi plastis pada kolom	216
Gambar 4.101 Auto hinge assignment data pada kolom.....	216
Gambar 4. 102 Kurva kapasitas pushover arah x struktur dengan bracing	218
Gambar 4.103 Kurva kapasitas pushover arah y struktur dengan bracing	219
Gambar 4.104 Performa sendi plastis struktur akibat pushover y dengan bracing pada saat step 1.....	219
Gambar 4.105 Performa sendi plastis struktur akibat pushover y dengan bracing pada saat step 4.....	220
Gambar 4.106 Performa sendi plastis struktur akibat pushover y dengan bracing pada saat step 8.....	220
Gambar 4.107 Performa sendi plastis struktur akibat pushover y dengan bracing pada saat step 1.....	221
Gambar 4. 108 Performa sendi plastis struktur akibat pushover y dengan bracing pada saat step 3.....	221
Gambar 4.109 Performa sendi plastis struktur akibat pushover y dengan bracing pada saat step 6.....	222

Gambar 4.110 Kurva kapasitas akibat pushover x berdasarkan ATC 40 pada struktur menggunakan bracing	223
Gambar 4.111 Performance point pushover x berdasarkan ATC40 struktur menggunakan shear wall	224
Gambar 4.112 Kurva kapasitas akibat pushover y berdasarkan ATC 40 pada struktur menggunakan bracing	225
Gambar 4.113 Performance point pushover Y berdasarkan ATC40 struktur menggunakan bracing	225
Gambar 4.114 Kurva kapasitas akibat pushover x berdasarkan FEMA 356 Struktur menggunakan bracing	227
Gambar 4.115 Output parameter perhitungan FEMA 356 pushover arah x struktur menggunakan shear wall	228
Gambar 4.116 Kurva kapasitas akibat pushover Y berdasarkan FEMA 356 Struktur menggunakan bracing	229
Gambar 4.117 Output parameter perhitungan FEMA 356 pushover arah Y struktur menggunakan bracing	229
Gambar 4.118 Kurva kapasitas akibat pushover arah x berdasarkan FEMA 440 struktur menggunakan bracing	230
Gambar 4.119 Performance point akibat pushover x berdasarkan FEMA 440 pada struktur menggunakan bracing	231
Gambar 4.120 Kurva kapasitas akibat pushover arah y berdasarkan FEMA 440 Struktur menggunakan bracing	232
Gambar 4.121 Performance point akibat pushover arah x berdasarkan FEMA 440 pada struktur menggunakan shear wall	232

DAFTAR NOTASI

A_g	= Luasan kotor dari kolom (mm^2)
C_d	= Faktor pembesaran defleksi
C_m	= Rasio kekakuan pasca lelehan dari idealisasi kurva pushover
C_0	= Faktor modifikasi perpindahan spektral menjadi perpindahan atap
C_1	= Faktor modifikasi untuk menghubungkan perpindahan inelastic
C_2	= Faktor modifikasi yang mewakili efek dari bentuk histeresis
C_3	= Koefisien untuk menghitung pembesaran lateral akibat efek P-
F_{yb}	= Tegangan leleh pada tulangan balok (Mpa)
F_{yc}	= Tegangan leleh pada tulangan kolom (Mpa)
g	= Percepatan gravitasi $9,8 \text{ m/detik}^2$
h_{sx}	= Tinggi tingkat di bawah tingkat x (mm)
I	= Faktor keutamaan gempa yang ditentukan
M_{pr}	= Momen maksimum pada sendi plastis (N-mm)
M_v	= Momen akibat geser pada sendi plastis ditengah kolom (N-mm)
$PF1$	= Faktor partisipasi modal pada metode pertama
P_r	= Kuat tekan perlu kolom sesuai section
P_x	= Beban desain vertikal total pada dan di atas tingkat- x , (kN)
R	= Rasio kuat elastik perlu terhadap kuat leleh terhitung
S_a	= Spektra percepatan
S_a	= Akselerasi respon spektrum dengan waktu getar alami efektif
S_d	= Spektra perpindahan
SDS	= Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek.
$SD1$	= Parameter percepatan spektral desain untuk periode 1 detik.
SMS	= Parameter respon spektral desain untuk periode pendek.
T	= Periode getar fundamental struktur.
T_e	= Waktu getar efektif
T_L	= Peta transisi periode panjang
V	= Gaya geser dasar
V	= Gaya geser seismik yang bekerja antara tingkat
V_y	= Gaya geser dasar pada saat leleh, dari idealisasi kurva pushover
W	= Berat bangunan
W_i/g	= Masa pada level
Z_c	= Modulus plastis penampang kolom (mm^3)
Δ	= Simapangan antar tingkat desain
α_1	= Modal koefisien massa pada mode pertama
ϕ_{i1}	= Amplitudo mode 1 pada tingkat ke i
Δ_{roof}	= Perpindahan
δ_T	= Target P
T_s	= Waktu getar karakteristik