

TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG 10 LANTAI BERDASARKAN VARIASI DIMENSI KOLOM DAN WILAYAH GEMPA MENGGUNAKAN *PUSHOVER ANALYSIS*



RICKY YAKUB

03011281924045

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG 10
LANTAI BERDASARKAN VARIASI DIMENSI
KOLOM DAN WILAYAH GEMPA MENGGUNAKAN
*PUSHOVER ANALYSIS***

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas
Sriwijaya**



**RICKY YAKUB
03011281924045**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG 10
LANTAI BERDASARKAN VARIASI DIMENSI
KOLOM DAN WILAYAH GEMPA MENGGUNAKAN
*PUSHOVER ANALYSIS***

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

RICKY YAKUB

03011281924045

Palembang, Maret 2023

**Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing,**

**Mengetahui/ Menyetujui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan
Perencanaan**



Ir. H. Yakni Idris, M.Sc.
NIP. 195812111987031002



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

Puji dan rasa syukur disampaikan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul **“Analisis Kinerja Struktur Gedung 10 Lantai Berdasarkan Variasi Dimensi Kolom dan Wilayah Gempa Menggunakan *Pushover Analysis*”** dengan baik. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam pembuatan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Kepada orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa dan semangat untuk penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
4. Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah membantu dan mengarahkan penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Dr. Febrian Hadinata, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan.
6. Teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2019 yang telah membantu penulis dalam memberi saran dan semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kemajuan ilmu pengetahuan yang berkenaan dengan tugas akhir ini. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dalam ilmu Teknik Sipil pada bidang struktur dan lainnya.

Palembang, Maret 2023



Ricky Yakub

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
RINGKASAN	xvi
SUMMARY	xvii
PERNYATAAN INTEGRITAS	xviii
HALAMAN PERSETUJUAN	xix
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xx
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu	5
2.2 Konsep Perencanaan Struktur Tahan Gempa	6
2.3 Sistem Struktur Bangunan.....	7
2.4 Perencanaan Struktur Gedung terhadap Ketahanan Gempa (SNI 1726:2019).....	8

2.4.1	Gempa Rencana	8
2.4.2	Faktor Keutamaan dan Kategori Risiko Struktur Bangunan.....	8
2.4.3	Kombinasi Pembebanan.....	10
2.4.4	Klasifikasi Situs	11
2.4.5	Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa	12
2.4.6	Parameter Percepatan Spektral Desain.....	14
2.4.7	Spektrum Respon Desain	14
2.4.8	Kategori Desain Seismik.....	15
2.4.9	Sistem Struktur Pemikul Gaya Seismik	16
2.4.10	Faktor Redundansi	17
2.4.11	Geser Dasar Seismik	17
2.4.12	Periode Fundamental Struktur.....	18
2.4.13	Simpangan Antar Lantai	19
2.5	Respon Struktur	20
2.6	<i>Pushover Analysis</i>	20
2.6.1	<i>Capacity Spectrum Method (ATC-40)</i>	20
2.6.2	<i>Performance Point</i>	22
2.6.3	Kriteria Performance Level.....	23
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1	Diagram Alir Metodologi Penelitian	25
3.2	Studi Literatur.....	27
3.3	Deskripsi Model	27
3.3.1	<i>Preliminary Design</i>	29
3.3.2	Pembebanan	30
3.4	Analisis Respon Spektrum	31
3.5	<i>Pushover Analysis</i>	31

3.6	Analisis dan Pembahasan	32
BAB 4	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	33
4.1	<i>Preliminary Design</i>	33
4.1.1	Dimensi Balok.....	33
4.1.2	Dimensi Pelat	33
4.1.3	Dimensi Kolom	34
4.2	Pembebanan.....	34
4.2.1	Beban Mati	34
4.2.2	Beban Hidup	35
4.2.3	Beban Gempa	35
4.3	Berat Efektif Gedung.....	38
4.4	Faktor Keutamaan dan Kategori Risiko Struktur Bangunan.....	39
4.5	Sistem Struktur	39
4.6	Periode Fundamental Struktur	40
4.7	Koefisien Respons Seismik (C_s).....	41
4.8	Analisis Respon Struktur	42
4.8.1	Perhitungan Gaya Geser Dasar	42
4.8.2	Faktor Skala Gaya Geser Dasar	43
4.8.3	Simpangan Lateral Tiap Lantai	44
4.8.4	Simpangan Antar Lantai	49
4.9	Analisis Kinerja Struktur	54
4.9.1	Titik Kontrol	54
4.9.2	Hasil Analisis <i>Pushover</i> Model PLG1	54
4.9.3	Hasil Analisis <i>Pushover</i> Model PLG2	63
4.9.4	Hasil Analisis <i>Pushover</i> Model PLG3	71
4.9.5	Hasil Analisis <i>Pushover</i> Model MRE1	80

4.9.6	Hasil Analisis Pushover Model MRE2	89
4.9.7	Hasil Analisis Pushover Model MRE3	98
4.9.8	Hasil Analisis Pushover Model PGA1	107
4.9.9	Hasil Analisis Pushover Model PGA2.....	116
4.9.10	Hasil Analisis Pushover Model PGA3.....	124
4.9.11	Perbandingan <i>Performance Point</i> Pada Setiap Wilayah.....	133
4.9.12	Perbandingan Penyebaran Sendi Plastis.....	134
4.9.13	Level Kinerja (<i>Performance Level</i>)	135
BAB 5	Penutup.....	137
5.1	Kesimpulan.....	137
5.2	Saran.....	139
DAFTAR PUSTAKA	140

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Spektrum respons desain (SNI 1726:2019).....	15
Gambar 2.2 <i>Capacity Curve</i> menjadi <i>Capacity Spectrum</i> (ATC-40,1996)	21
Gambar 2.3 Spektrum Tradisional dan Spektrum ADRS (ATC-40,1996)	22
Gambar 2.4 Titik <i>Performance Point</i> (ATC-40,1996).....	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	26
Gambar 3.2 Denah Gedung Rencana	28
Gambar 3.3 Tampak Arah-x	29
Gambar 3.4 Tampak Arah-y	29
Gambar 4.1 Grafik Respon Spektrum Palembang (Cipta Karya PU, 2022).....	37
Gambar 4.2 Grafik Respon Spektrum Muara Enim (Cipta Karya PU, 2022).....	37
Gambar 4.3 Grafik Respon Spektrum Pagar Alam (Cipta Karya PU, 2022).....	38
Gambar 4.4 Simpangan Lateral Arah X dan Y Wilayah Palembang.....	48
Gambar 4.5 Simpangan Lateral Arah X dan Y Wilayah Muara Enim	49
Gambar 4.6 Simpangan Lateral Arah X dan Y Wilayah Pagar Alam	49
Gambar 4.7 Simpangan Antar Lantai Arah X dan Y Wilayah Palembang.....	52
Gambar 4.8 Simpangan Antar Lantai Arah X dan Y Wilayah Muara Enim	53
Gambar 4.9 Simpangan Antar Lantai Arah X dan Y Wilayah Pagar Alam	53
Gambar 4.10 Kurva Kapasitas Model PLG1 Arah X	54
Gambar 4.11 Titik Kinerja Model PLG1 Arah X dan Arah Y	55
Gambar 4.12 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja PLG1 Arah X.....	57
Gambar 4.13 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit PLG1 Arah Y	58
Gambar 4.14 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit PLG1 Arah X.....	58
Gambar 4.15 Kurva Kapasitas Model PLG1 Arah Y	59
Gambar 4.16 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama PLG1 Arah Y ...	61
Gambar 4.17 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Level Kinerja PLG1 Arah Y	62
Gambar 4.18 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit PLG1 Arah Y	62
Gambar 4.19 Kurva Kapasitas Model PLG2 Arah X	63
Gambar 4.20 Titik Kinerja Model PLG2 Arah X dan Arah Y	63
Gambar 4.21 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama PLG1 Arah X ...	65
Gambar 4.22 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja PLG1 Arah X.....	66

Gambar 4.23 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit PLG2 Arah X.....	66
Gambar 4.24 Kurva Kapasitas Model PLG2 Arah Y	67
Gambar 4.25 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama PLG2 Arah Y ...	70
Gambar 4.26 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja PLG2 Arah Y.....	70
Gambar 4.27 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit PLG2 Arah Y	70
Gambar 4.28 Kurva Kapasitas Model PLG3 Arah X	71
Gambar 4.29 Titik Kinerja Model PLG3 Arah X dan Arah Y	71
Gambar 4.30 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama PLG3 Arah X ...	74
Gambar 4.31 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja PLG3 Arah X.....	74
Gambar 4.32 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit PLG3 Arah X.....	75
Gambar 4.33 Kurva Kapasitas Model PLG3 Arah Y	76
Gambar 4.34 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama PLG3 Arah Y ...	78
Gambar 4.35 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja PLG3 Arah Y.....	79
Gambar 4.36 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit PLG3 Arah Y	79
Gambar 4.37 Kurva Kapasitas Model MRE1 Arah X	80
Gambar 4.38 Titik Kinerja Model MRE1 Arah X dan Arah Y	80
Gambar 4.39 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama MRE1 Arah X ..	83
Gambar 4.40 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja MRE1 Arah X.....	83
Gambar 4.41 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit MRE1 Arah X.....	84
Gambar 4.42 Kurva Kapasitas Model MRE1 Arah Y	85
Gambar 4.43 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama MRE1 Arah Y ..	87
Gambar 4.44 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja MRE1 Arah Y.....	88
Gambar 4.45 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit MRE1 Arah Y.....	88
Gambar 4.46 Kurva Kapasitas Model MRE2 Arah X	89
Gambar 4.47 Titik Kinerja Model MRE2 Arah X dan Arah Y	89
Gambar 4.48 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama MRE2 Arah X ..	92
Gambar 4.49 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja MRE2 Arah X.....	92
Gambar 4.50 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit MRE2 Arah X.....	93
Gambar 4.51 Kurva Kapasitas Model MRE2 Arah Y	94
Gambar 4.52 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama MRE2 Arah Y ..	96
Gambar 4.53 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja MRE2 Arah Y.....	97
Gambar 4.54 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit MRE2 Arah Y.....	97

Gambar 4.55 Kurva Kapasitas Model MRE3 Arah X	98
Gambar 4.56 Titik Kinerja Model MRE3 Arah X dan Arah Y	98
Gambar 4.57 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama MRE3 Arah X	101
Gambar 4.58 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja MRE3 Arah X...	101
Gambar 4.59 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit MRE3 Arah X.....	102
Gambar 4.60 Kurva Kapasitas Model MRE3 Arah Y	103
Gambar 4.61 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama MRE3 Arah Y	105
Gambar 4.62 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja MRE3 Arah Y...	106
Gambar 4.63 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit MRE3 Arah Y.....	106
Gambar 4.64 Kurva Kapasitas Model PGA1 Arah X	107
Gambar 4.65 Titik Kinerja Model PGA1 Arah X dan Arah Y	107
Gambar 4.66 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama PGA1 Arah X.	110
Gambar 4.67 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja PGA1 Arah X ...	110
Gambar 4.68 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit PGA1 Arah X	111
Gambar 4.69 Kurva Kapasitas Model PGA1 Arah Y	112
Gambar 4.70 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama PGA1 Arah Y.	114
Gambar 4.71 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja PGA1 Arah Y ...	115
Gambar 4.72 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit PGA1 Arah Y	115
Gambar 4.73 Kurva Kapasitas Model PGA2 Arah X	116
Gambar 4.74 Titik Kinerja Model PGA2 Arah X dan Arah Y	116
Gambar 4.75 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama PGA2 Arah X.	119
Gambar 4.76 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja PGA2 Arah X ...	119
Gambar 4.77 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit PGA2 Arah X	120
Gambar 4.78 Kurva Kapasitas Model PGA2 Arah Y	120
Gambar 4.79 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama PGA2 Arah Y.	123
Gambar 4.80 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja PGA2 Arah Y ...	123
Gambar 4.81 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit PGA2 Arah Y	124
Gambar 4.82 Kurva Kapasitas Model PGA3 Arah X	124
Gambar 4.83 Titik Kinerja Model PGA3 Arah X dan Arah Y	125
Gambar 4.84 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama PGA3 Arah X.	127
Gambar 4.85 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja PGA3 Arah X ...	128
Gambar 4.86 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit PGA3 Arah X	128

Gambar 4.87 Kurva Kapasitas Model PGA3 Arah Y	129
Gambar 4.88 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Leleh Pertama PGA3 Arah Y .	132
Gambar 4.89 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Titik Kinerja PGA3 Arah Y ...	132
Gambar 4.90 Penyebaran Sendi Plastis Kondisi Ultimit PGA3 Arah Y	132

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung beban gempa	8
Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Gempa	10
Tabel 2.3 Klasifikasi Situs	11
Tabel 2.4 Koefisien Situs F_a	13
Tabel 2.5 Koefisien Situs, F_v	13
Tabel 2.6 Kategori desain seismik berdasarkan nilai S_{DS}	15
Tabel 2.7 Kategori desain seismik berdasarkan nilai S_{D1}	15
Tabel 2.8 Faktor R , C_d dan Ω_0 (Lanjutan).....	16
Tabel 2.9 Koefisien untuk batas atas periode dihitung	18
Tabel 2.10 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	18
Tabel 2.11 Simpangan antar tingkat izin (Δ_a)	19
Tabel 2.12 <i>Performance Level</i> ATC-40.....	24
Tabel 3.1 Peraturan yang digunakan dalam penelitian	27
Tabel 3.2 Model yang Akan Ditinjau.....	28
Tabel 4.1 Tabel Koefisien Kegempaan.....	35
Tabel 4.2 Rekapitulasi Parameter Gempa Tiap Wilayah.....	36
Tabel 4.3 Berat Efektif Gedung Model PGA3.....	38
Tabel 4.4 Rekapitulasi Berat Efektif.....	39
Tabel 4.5 Kategori Desain Seismik pada Setiap Wilayah yang Ditinjau.....	39
Tabel 4.6 Rekapitulasi Periode Fundamental Struktur	40
Tabel 4.7 Rekapitulasi Koefisien Respons Seismik.....	42
Tabel 4.8 Rekapitulasi Gaya Geser Dasar Statik	43
Tabel 4.9 Rekapitulasi Gaya Geser Dinamik.....	44
Tabel 4.10 Simpangan Lateral Tiap Lantai Arah X Wilayah Palembang.....	45
Tabel 4.11 Simpangan Lateral Tiap Lantai Arah Y Wilayah Palembang.....	45
Tabel 4.12 Simpangan Lateral Tiap Lantai Arah X Wilayah Muara Enim	46
Tabel 4.13 Simpangan Lateral Tiap Lantai Arah Y Wilayah Muara Enim	46
Tabel 4.14 Simpangan Lateral Tiap Lantai Arah X Wilayah Pagar Alam	47
Tabel 4.15 Simpangan Lateral Tiap Lantai Arah Y Wilayah Pagar Alam	47
Tabel 4.16 Rekapitulasi Simpangan Antar Lantai Wilayah Palembang	50

Tabel 4.17 Rekapitulasi Simpangan Antar Lantai Wilayah Muara Enim.....	51
Tabel 4.18 Rekapitulasi Simpangan Antar Lantai Wilayah Pagar Alam.....	51
Tabel 4.19 <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Model PLG1 Arah X	55
Tabel 4.20 Jumlah Sendi Plastis Dalam Tiap Kondisi Model PLG1 Arah X	57
Tabel 4.21 <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Model PLG1 Arah Y	59
Tabel 4.22 Jumlah Sendi Plastis Dalam Tiap Kondisi Model PLG1 Arah Y	61
Tabel 4.23 <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Model PLG2 Arah X	64
Tabel 4.24 Jumlah Sendi Plastis Dalam Tiap Kondisi Model PLG2 Arah X	65
Tabel 4.25 <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Model PLG2 Arah Y	68
Tabel 4.26 Jumlah Sendi Plastis Dalam Tiap Kondisi Model PLG2 Arah Y	69
Tabel 4.27 <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Model PLG3 Arah X	72
Tabel 4.28 Jumlah Sendi Plastis Dalam Tiap Kondisi Model PLG3 Arah X	73
Tabel 4.29 <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Model PLG3 Arah Y	76
Tabel 4.30 Jumlah Sendi Plastis Dalam Tiap Kondisi Model PLG3 Arah Y	78
Tabel 4.31 <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Model MRE1 Arah X	80
Tabel 4.32 Jumlah Sendi Plastis Dalam Tiap Kondisi Model MRE1 Arah X.....	82
Tabel 4.33 <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Model MRE1 Arah Y	85
Tabel 4.34 Jumlah Sendi Plastis Dalam Tiap Kondisi Model MRE1 Arah Y.....	87
Tabel 4.35 <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Model MRE2 Arah X	90
Tabel 4.36 Jumlah Sendi Plastis Dalam Tiap Kondisi Model MRE2 Arah X.....	91
Tabel 4.37 <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Model MRE2 Arah Y	94
Tabel 4.38 Jumlah Sendi Plastis Dalam Tiap Kondisi Model MRE2 Arah Y.....	96
Tabel 4.39 <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Model MRE3 Arah X	99
Tabel 4.40 Jumlah Sendi Plastis Dalam Tiap Kondisi Model MRE3 Arah X....	100
Tabel 4.41 <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Model MRE3 Arah Y	103
Tabel 4.42 Jumlah Sendi Plastis Dalam Tiap Kondisi Model MRE3 Arah Y....	105
Tabel 4.43 <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Model PGA1 Arah X.....	108
Tabel 4.44 Jumlah Sendi Plastis Dalam Tiap Kondisi Model PGA1 Arah X.....	109
Tabel 4.45 <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Model PGA1 Arah Y	112
Tabel 4.46 Jumlah Sendi Plastis Dalam Tiap Kondisi Model PGA1 Arah Y.....	114
Tabel 4.47 <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Model PGA2 Arah X.....	117
Tabel 4.48 Jumlah Sendi Plastis Dalam Tiap Kondisi Model PGA2 Arah X.....	118

Tabel 4.49 <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Model PGA2 Arah Y	121
Tabel 4.50 Jumlah Sendi Plastis Dalam Tiap Kondisi Model PGA2 Arah Y.....	122
Tabel 4.51 <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Model PGA3 Arah X.....	125
Tabel 4.52 Jumlah Sendi Plastis Dalam Tiap Kondisi Model PGA3 Arah X.....	127
Tabel 4.53 <i>Roof Displacement</i> dan <i>Base Shear</i> Model PGA3 Arah Y	129
Tabel 4.54 Jumlah Sendi Plastis Dalam Tiap Kondisi Model PGA3 Arah Y.....	131
Tabel 4.55 Perbandingan Nilai <i>Performance Point</i> Arah X dan Y	133
Tabel 4.56 Perbandingan Penyebaran Sendi Plastis Arah X Setiap Model	134
Tabel 4.57 Perbandingan Penyebaran Sendi Plastis Arah Y Setiap Model	135
Tabel 4.58 Perbandingan Level Kinerja Setiap Model	136

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Tutorial *Pushover Analysis* Menggunakan Program SAP2000
2. Tutorial Cara Mengetahui Lokasi Terjadinya Sendi Plastis
3. Tabel Kurva Kapasitas Hasil Analisis *Pushover* Seluruh Model Struktur Pada Arah X dan Arah Y
4. Perbandingan Hasil Kinerja Struktur Antara Cara *Default* dengan Cara Manual Pada Model PLG1.

RINGKASAN

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG 10 LANTAI BERDASARKAN VARIASI DIMENSI KOLOM DAN WILAYAH GEMPA MENGGUNAKAN *PUSHOVER ANALYSIS*

Karya tulis ilmiah berupa tugas akhir, 15 Maret 2023

Ricky Yakub; dibimbing oleh Ir. H. Yakni Idris, M.Sc.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

xxi + 140 halaman, 90 gambar, 58 tabel, dan 4 lampiran

Indonesia adalah negara yang sering mengalami gempa bumi. Ini terjadi karena beberapa wilayah Indonesia dilalui oleh Cincin Api Pasifik dan juga Indonesia berada di antara tiga lempeng bumi, yaitu lempeng Pasifik, lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia. Maka diperlukan perencanaan bangunan tahan gempa pada wilayah yang rawan gempa. Kolom merupakan bagian dari struktur rangka bangunan yang menempati bagian terpenting dalam struktur bangunan. Jika suatu kolom mengalami patah, maka struktur lain yang terkait atau bahkan seluruh struktur bangunan dapat mengalami keruntuhan. Oleh karena itu, dilakukan analisis kinerja struktur gedung 10 lantai dengan variasi dimensi kolom pada wilayah Palembang, Muara Enim, dan Pagar Alam. Dalam penelitian ini dilakukan analisis menggunakan SAP2000. Respon struktur yang dianalisis berupa gaya geser dasar, simpangan lateral, dan simpangan antar lantai. Sedangkan analisis kinerja struktur yang dihasilkan berupa *performance point* dan *performance level* berdasarkan ATC-40. Hasil analisis respon spektrum menunjukkan nilai gaya geser dasar terkecil dialami oleh model PLG3 sebesar 3503,957 kN dan gaya geser dasar terbesar dialami oleh struktur model PGA1 sebesar 5763,32274 kN. Simpangan lateral (δ_i) pada arah X dan Y terbesar terjadi pada model PGA3 sebesar 98,3948 mm dan yang terkecil pada model PLG1 sebesar 63,3965 mm. Hasil analisis nonlinier *pushover* pada saat kondisi *performance point* menyatakan bahwa *displacement* terbesar terdapat pada model PGA1 sebesar 434,048 mm pada arah X dan Y, dan yang terkecil terdapat pada model PLG3 sebesar 262,521 mm. Berdasarkan hasil *displacement* saat *performance point*, didapatkan seluruh model pada wilayah Palembang memiliki level kinerja *Immediate Occupancy* (IO). Sedangkan seluruh model pada wilayah Muara Enim dan Pagar Alam memiliki level kinerja *Damage Control* (DC).

Kata kunci: Kinerja Struktur, ATC-40, Dimensi Kolom, Wilayah Gempa.

SUMMARY

ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF A 10-STOREY BUILDING STRUCTURE BASED ON VARIATIONS IN COLUMN DIMENSIONS AND EARTHQUAKE ZONES USING *PUSHOVER ANALYSIS*

Scientific paper in the form of a final project, March 15, 2023

Ricky Yakub; *guided by* Ir. H. Yakni Idris, M.Sc.

Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Sriwijaya University.

xxi + 140 pages, 90 images, 58 tables, and 4 attachments

Indonesia is a country that often experiences earthquakes. This happens because some areas of Indonesia are traversed by the Pacific Ring of Fire and also Indonesia is between three earth plates, namely the Pacific plate, the Eurasian plate and the Indo-Australian plate. So it is necessary to plan earthquake-resistant buildings in earthquake-prone areas. Columns are part of the frame structure of the building that occupies the most important part in the building structure. If a column is broken, then other related structures or even the entire structure of the building can collapse. Therefore, an analysis of the performance of a 10-storey building structure with variations in column dimensions was carried out in the Palembang, Muara Enim, and Pagar Alam areas. In this study, analysis was carried out using SAP2000. The structural response analyzed is in the form of basic shear forces, lateral deviations, and inter-floor deviations. While the resulting structural performance analysis is in the form of performance points and performance levels based on ATC-40. The results of the spectrum response analysis showed that the smallest basic shear force value was experienced by the PLG3 model of 3503.957 kN and the largest basic shear force was experienced by the PGA1 model structure of 5763.32274 kN. The largest lateral deviation (δ_i) in the X and Y directions occurs in the PGA3 model at 98.3948 mm and the smallest in the PLG1 model at 63.3965 mm. The results of nonlinear pushover analysis at the performance point condition stated that the largest displacement was found in the PGA1 model of 434.048 mm in the X and Y directions, and the smallest was found in the PLG3 model of 262.521 mm. Based on the results of displacement at performance points, it was found that all models in the Palembang area had an Immediate Occupancy (IO) performance level. While all models in the Muara Enim and Pagar Alam areas have a Damage Control (DC) performance level.

Keywords: *Structure Response, ATC-40, Column Dimension, Earthquake Zone*

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG 10 LANTAI BERDASARKAN VARIASI DIMENSI KOLOM DAN WILAYAH GEMPA MENGGUNAKAN *PUSHOVER ANALYSIS*

Ricky Yakub¹⁾, dan Yakni Idris²⁾,

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: rickyakub2001@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: yakni_idris@yahoo.com

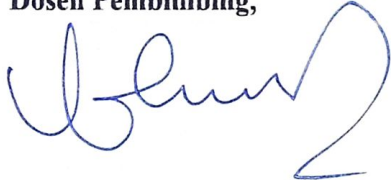
Abstrak

Indonesia adalah negara yang sering mengalami gempa bumi. Ini terjadi karena beberapa wilayah Indonesia dilalui oleh Cincin Api Pasifik dan juga Indonesia berada di antara tiga lempeng bumi, yaitu lempeng Pasifik, lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia. Maka diperlukan perencanaan bangunan tahan gempa pada wilayah yang rawan gempa. Kolom merupakan bagian dari struktur rangka bangunan yang menempati bagian terpenting dalam struktur bangunan. Jika suatu kolom mengalami patah, maka struktur lain yang terkait atau bahkan seluruh struktur bangunan dapat mengalami keruntuhan. Oleh karena itu, dilakukan analisis kinerja struktur gedung 10 lantai dengan variasi dimensi kolom pada wilayah Palembang, Muara Enim, dan Pagar Alam. Dalam penelitian ini dilakukan analisis menggunakan SAP2000. Respon struktur yang dianalisis berupa gaya geser dasar, simpangan lateral, dan simpangan antar lantai. Sedangkan analisis kinerja struktur yang dihasilkan berupa *performance point* dan *performance level* berdasarkan ATC-40. Hasil analisis respon spektrum menunjukkan nilai gaya geser dasar terkecil dialami oleh model PLG3 sebesar 3503,957 kN dan gaya geser dasar terbesar dialami oleh struktur model PGA1 sebesar 5763,32274 kN. Simpangan lateral (δ_i) pada arah X dan Y terbesar terjadi pada model PGA3 sebesar 98,3948 mm dan yang terkecil pada model PLG1 sebesar 63,3965 mm. Hasil analisis nonlinier *pushover* pada saat kondisi *performance point* menyatakan bahwa *displacement* terbesar terdapat pada model PGA1 sebesar 434,048 mm pada arah X dan Y, dan yang terkecil terdapat pada model PLG3 sebesar 262,521 mm. Berdasarkan hasil *displacement* saat *performance point*, didapatkan seluruh model pada wilayah Palembang memiliki level kinerja *Immediate Occupancy* (IO). Sedangkan seluruh model pada wilayah Muara Enim dan Pagar Alam memiliki level kinerja *Damage Control* (DC).

Kata kunci: Kinerja Struktur, ATC-40, Dimensi Kolom, Wilayah Gempa

Palembang, Maret 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing,



Ir. H. Yakni Idris, M.Sc.
NIP. 195812111987031002

Mengetahui/ Menyetujui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan
Perencanaan



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG 10 LANTAI BERDASARKAN VARIASI DIMENSI KOLOM DAN WILAYAH GEMPA MENGGUNAKAN *PUSHOVER ANALYSIS*

Ricky Yakub¹⁾, dan Yakni Idris²⁾,

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: [rickyyakub2001@gmail.com](mailto:rickyakub2001@gmail.com)

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: yakni_idris@yahoo.com

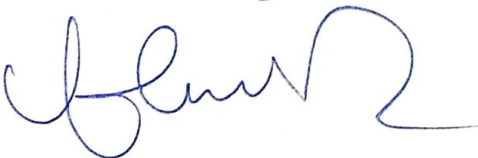
Abstract

Indonesia is a country that often experiences earthquakes. This happens because some areas of Indonesia are traversed by the Pacific Ring of Fire and also Indonesia is between three earth plates, namely the Pacific plate, the Eurasian plate and the Indo-Australian plate. So it is necessary to plan earthquake-resistant buildings in earthquake-prone areas. Columns are part of the frame structure of the building that occupies the most important part in the building structure. If a column is broken, then other related structures or even the entire structure of the building can collapse. Therefore, an analysis of the performance of a 10-storey building structure with variations in column dimensions was carried out in the Palembang, Muara Enim, and Pagar Alam areas. In this study, analysis was carried out using SAP2000. The structural response analyzed is in the form of basic shear forces, lateral deviations, and inter-floor deviations. While the resulting structural performance analysis is in the form of performance points and performance levels based on ATC-40. The results of the spectrum response analysis showed that the smallest basic shear force value was experienced by the PLG3 model of 3503.957 kN and the largest basic shear force was experienced by the PGA1 model structure of 5763.32274 kN. The largest lateral deviation (δ_i) in the X and Y directions occurs in the PGA3 model at 98.3948 mm and the smallest in the PLG1 model at 63.3965 mm. The results of nonlinear pushover analysis at the performance point condition stated that the largest displacement was found in the PGA1 model of 434.048 mm in the X and Y directions, and the smallest was found in the PLG3 model of 262.521 mm. Based on the results of displacement at performance points, it was found that all models in the Palembang area had an Immediate Occupancy (IO) performance level. While all models in the Muara Enim and Pagar Alam areas have a Damage Control (DC) performance level.

Keywords: Structure Response, ATC-40, Column Dimension, Earthquake zone.

Palembang, Maret 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing,



Ir. H. Yakni Idris, M.Sc.
NIP. 195812111987031002

Mengetahui/ Menyetujui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan
Perencanaan



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ricky Yakub
Nim : 03011281924045
Judul : Analisis Kinerja Struktur Gedung 10 Lantai Berdasarkan Variasi Dimensi Kolom dan Wilayah Gempa Menggunakan *Pushover Analysis*

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapa pun.



Palembang, Maret 2023

Yang membuat pernyataan,



Ricky Yakub

NIM. 03011281924045

HALAMAN PERSETUJUAN

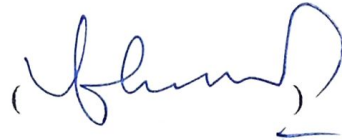
Karya Tulis Ilmiah ini berupa Tugas Akhir dengan judul “Analisis Kinerja Struktur Gedung 10 Lantai Berdasarkan Variasi Dimensi Kolom dan Wilayah Gempa Menggunakan *Pushover Analysis*” yang disusun oleh Ricky Yakub, NIM. 03011281924045 telah dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Maret 2023.

Palembang, 15 Maret 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing:

1. Ir. H. Yakni Idris, M.Sc.
NIP. 195812111987031002



Dosen Penguji :

2. Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T, M.T.
NIP. 197705172008012039



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik,



Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T

NIP. 196706151995121002

Ketua Jurusan Teknik Sipil
dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ricky Yakub
NIM : 03011281924045
Judul : Analisis Kinerja Struktur Gedung 10 Lantai Berdasarkan Variasi Dimensi Kolom dan Wilayah Gempa Menggunakan *Pushover Analysis*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak dipublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapa pun.

Palembang, Maret 2023



Ricky Yakub

NIM. 03011281924045

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

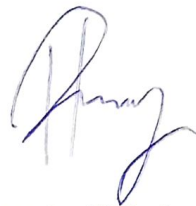
Nama Lengkap : Ricky Yakub
Tempat, Tanggal Lahir : Tangerang, 9 Oktober 2001
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Kristen Protestan
Nomor HP : 081318908421
E-mail : rickyyakub2001@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD Negeri Serua Indah 1	-	-	SD	2007-2013
SMP Negeri 19 Tangerang Selatan	-	-	SMP	2013-2016
SMA Negeri 3 Tangerang Selatan	-	IPA	SMA	2016-2019
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2019-2023

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Ricky Yakub

NIM. 03011281924045

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang sering mengalami gempa bumi. Ini terjadi karena beberapa wilayah Indonesia dilalui oleh Cincin Api Pasifik dan juga Indonesia berada di antara tiga lempeng bumi, yaitu lempeng Pasifik, lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia. Sumatera Selatan adalah daerah dengan tingkat rawan gempa yang bervariasi, dari yang rendah hingga tinggi. Terdapat enam kabupaten atau kota di Sumatera Selatan berada sangat dekat dari wilayah Cincin Api. Daerah tersebut yaitu Kota Pagar Alam, Lubuklinggau, Kabupaten Lahat, OKU Selatan, Empat Lawang, dan Musirawas. Oleh sebab itu, untuk daerah yang rawan gempa sangat memerlukan perencanaan bangunan yang mampu untuk meredam beban gempa yang terjadi.

Konsep dasar dari bangunan yang tahan terhadap beban gempa adalah bangunan dimana seluruh elemen struktur bangunan bisa menyatu secara kokoh sehingga seluruh elemen struktur mampu menanggung beban secara maksimal dan beban tersebut dapat disalurkan secara baik. Konsep yang sering digunakan pada gedung bertingkat untuk menahan gempa ada konsep *Strong Column Weak Beam*. Dalam konsep ini, struktur kolom pada gedung bertingkat tersebut akan didesain lebih kuat dibandingkan struktur balok. Hal ini dilakukan agar apabila gedung mengalami keruntuhan, terdapat peringatan awal terlebih dahulu dari sistem struktur agar para penghuni gedung tersebut masih memiliki waktu untuk menyelamatkan diri sebelum terjadinya keruntuhan secara total.

Kolom merupakan bagian dari struktur rangka bangunan yang menempati bagian terpenting dalam struktur bangunan. Jika suatu kolom mengalami patah, maka struktur lain yang terkait atau bahkan seluruh struktur bangunan dapat mengalami keruntuhan. Elemen kolom biasanya memiliki dimensi yang berbeda-beda. Elemen kolom tersebut juga hadir dalam berbagai bentuk seperti persegi, persegi panjang, bulat dan lain-lain. Kolom yang paling umum digunakan adalah kolom persegi atau kotak. Bangunan tinggi cenderung menggunakan kolom yang

relatif besar, sedangkan bangunan rendah menggunakan kolom yang relatif kecil. Namun, tidak semua gedung tinggi memiliki kolom besar, dan gedung rendah memiliki kolom kecil. Oleh karena itu, variasi dimensi kolom digunakan untuk menentukan seberapa kuat dan stabil suatu kolom. Variasi dimensi kolom pada bangunan tinggi digunakan untuk mengetahui kolom pada bangunan mana yang memiliki syarat batas atau tidak.

Tingkat kerawanan suatu wilayah terhadap gempa berbeda-beda. Tingkat kerawanan gempa dapat dilihat di SNI 1726:2019 pada peta gempa di Indonesia. Pada gambar tersebut terdapat koefisien-koefisien kegempaan yang akan dipakai saat perhitungan desain beban seismik.

Oleh sebab itu, penelitian ini akan melakukan analisis terhadap kinerja struktur gedung 10 lantai dengan variasi dimensi kolom pada beberapa kota di Sumatera Selatan. Bangunan akan ditinjau di kota Palembang, Muara Enim, dan Pagar Alam yang memiliki tingkat kerawanan dari rendah hingga tinggi. Kota Palembang merupakan daerah dengan kerawanan gempa yang rendah, kota Muara Enim memiliki tingkat kerawanan yang sedang, dan kota Pagar Alam dengan tingkat kerawanan yang tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan sebelumnya yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi dimensi kolom dan wilayah gempa terhadap respon struktur pada gedung 10 lantai?
2. Bagaimana pengaruh variasi dimensi kolom dan wilayah gempa terhadap kinerja struktur pada gedung 10 lantai?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini berdasarkan rumusan yang sudah dijelaskan sebelumnya yaitu:

1. Dapat mengetahui pengaruh variasi dimensi kolom dan wilayah gempa terhadap respon struktur pada gedung 10 lantai.

2. Dapat mengetahui pengaruh variasi dimensi kolom dan wilayah gempa terhadap kinerja struktur pada gedung 10 lantai.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini agar tidak terlalu luas dari rumusan masalah adalah:

1. Struktur gedung yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).
2. Model gedung 10 lantai yang seragam pada wilayah Palembang, Muara Enim, dan Pagar Alam.
3. Dimensi kolom yang digunakan yaitu 60x60 cm, 70x70 cm, dan 80x80 cm.
4. Kinerja struktur yang ditinjau menggunakan *pushover analysis* dengan metode ATC-40 meliputi *performance point* dan *performance level*.
5. Analisis respon struktur melingkupi gaya geser dasar, simpangan antar lantai, dan simpangan lateral.
6. Peraturan yang digunakan yaitu SNI 2847:2019 untuk perencanaan elemen struktur, SNI 1727:2020 dan PPPURG 1987 untuk pembebanan struktur, SNI 1726:2019 sebagai peraturan perencanaan ketahanan gempa struktur gedung.
7. Tidak melakukan analisis *detailing* penulangan.
8. Tidak melakukan perhitungan struktur bawah dan tangga.
9. Pembebanan struktur hanya memperhitungkan beban gempa.
10. Melakukan pemodelan struktur dan analisis dengan bantuan program SAP2000.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun Sistematika penulisan pada laporan tugas akhir ini yaitu sebagai berikut:

BAB 1 Pendahuluan

Pada bab ini menjabarkan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan mengenai penelitian ini.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisi penelitian sebelumnya yang akan dijadikan pedoman dalam tugas akhir ini, dasar-dasar teori yang dipakai dalam penelitian ini.

BAB 3 Metodologi Penelitian

Pada bab ini berisi metode yang akan dilakukan dalam penelitian ini.

BAB 4 Analisis dan Pembahasan

Pada bab ini berisi mengenai hasil dari perhitungan dan *output* dari program SAP2000.

BAB 5 Penutup

Pada bab ini berisi mengenai rangkuman dari hasil penelitian yang berbentuk kesimpulan dan saran

Daftar Pustaka

Pada bab ini berisi mengenai referensi pustaka yang digunakan selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2019. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 1727-2020. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726-2019. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2019. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- ATC-40. 1996. *Seismic Evaluation and Retrofit of concrete Buildings. Vol.1. California: Applied Technology Council.*
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. 2021. Desain Spektra Indonesia, <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021>. Kementerian PUPR, Jakarta.
- Panjaitan, Loeis Prananda. 2021. Analisis Kinerja Struktur Gedung Berdasarkan Variasi Mutu Beton dan Wilayah Gempa dengan Menggunakan Metode Analisis *Pushover*. *Undergraduate Thesis*. Universitas Sriwijaya.
- Rachmat, Mohammad Gery. 2013. Studi Pengaruh Variasi Dimensi Kolom Terhadap Kinerja Batas Layan Dan Batas Ultimit Pada Portal Gedung Perkantoran Di Daerah Rawan Gempa Yang Mengacu Pada SNI 03 – 1726 – 2002. Jurnal. Universitas Negeri Surabaya
- Pranata, Yosafat Aji. 2006. Evaluasi Kinerja Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa dengan *Pushover Analysis* (Sesuai ATC-40, FEMA 356 dan FEMA 440). Jurnal. Universitas Kristen Maranatha, Bandung.
- Junita, Bella. 2018. Respon Struktur Bangunan Tinggi dengan Variasi Penempatan *Outrigger* Terhadap Beban Lateral (Studi Kasus: Bangunan Tower A ST. Moritz Panakukang). *Undergraduate Thesis*. Universitas Negeri Jakarta.
- Rafly, Muhammad. 2022. Analisis Kinerja Struktur Bangunan Bertingkat dengan Variasi Wilayah Gempa dan Optimalisasi Perencanaan Kolom Menggunakan *Pushover Analysis*. *Undergraduate Thesis*. Universitas Sriwijaya.
- Primadana, Ikkal Delfiero, dan Anwar, Khoirul. 2021. Studi Perencanaan Struktur Atas Bangunan Tahan Gempa Menggunakan Kolom dan Dinding Geser

dengan Sistem SRPMK. *Undergraduate Thesis*. Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.

Sultan, Mufti Amir. 2016. Evaluasi Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Dengan Analisa *Pushover*. Jurnal. Universitas Khairun

Nabhilla, Rinda Fitri, dan Hayu, Gati Annisa. 2020. Analisis Perilaku Struktur Perkantoran Tahan Gempa Menggunakan Metode *Pushover Analysis*. Jurnal. Universitas Pertamina.