

TUGAS AKHIR

STUDI PERBANDINGAN KINERJA GEDUNG BETON BERTULANG DENAH BERATURAN DAN DENAH TIPE-L MENGUNAKAN METODE *PUSHOVER ANALYSIS*



Disusun Oleh :

ABDUL KHOLID

1431700023

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

Halaman sengaja dikosongkan

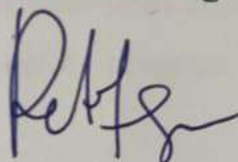
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS
TEKNIK**

UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Abdul Kholid
NBI : 1431700023
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Studi Perbandingan Kinerja Gedung Beton Bertulang Denah Beraturan dan Denah Tipe-L Menggunakan Metode Pushover Analysis

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



Retno Trimurtiningrum, S.T., M.T.

NPP. 20430.14.0626

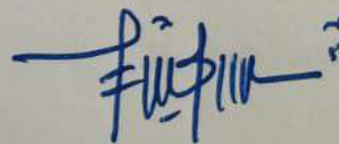
Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus



Dr. Ir. Sajoyo, M. Kes.

NPP.20410.90.0197

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Faradlillah Saves, S.T., M.T..

NPP. 20430.15.0675



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

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

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Abdul Kholid
 NBI : 1431700023
 Fakultas : Teknik
 Program Studi : Teknik Sipil
 Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/~~Tests/Disertasi/Laporan Penelitian/Makalah~~

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 :

Studi Perbandingan Kinerja Gedung Beton Bertulang Dengan Beraturan dan Denah Tipe-L Menggunakan Metode Pushover Analysis

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, Badan Perpustakaan 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformat, mengolah dalam bentuk pangkatan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum nama saya sebagai penulis.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
 Pada Tanggal : 14 Juli 2012

Yang Menyatakan,


 ABDUL KHOLID

SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN DAN KESETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Abdul Kholid

NBI : 1431700023

Alamat : Ds. Mrandung RT 02, RW 02, desa Mrandung Kec. Klampis Kab.
Bangkalan

Telepon/HP : 081555628640

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

“ STUDI PERBANDINGAN KINERJA GEDUNG BETON BERTULANG
DENAH BERATURAN DAN DENAH TIPE-L MENGGUNAKAN METODE
PUSHOVER ANALYSIS“

Adalah hasil karya penulis sendiri, dan bukan hasil duplikasi dari karya orang lain. Selanjutnya apabila kemudian hari klaim dari pihak lain bukannya 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, 27 Juni 2022

Hormat kami



Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Kami panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir Penelitian tentang “**Studi Perbandingan Kinerja Gedung Beton Bertulang denah Beraturan dan Denah Tipe-L Menggunakan Metode *Pushover Analysis***”.

Tugas akhir ini telah kami susun dengan maksimal dan mendapatkan bantuan dari berbagai pihak refrensi buku, jurnal, artikel dan sumber lainnya, sehingga dapat memperlancar pembuatan Tugas Akhir ini. Untuk itu kami menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pembuatan **Tugas Akhir** ini.

Terlepas dari semua itu, kami menyadari sepenuhnya bahwa masih ada kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasanya. Oleh karena itu dengan tangan terbuka, kami menerima segala saran dan kritik dari pembaca agar kami dapat memperbaiki makalah ini. Untuk itu kami mengucapkan banyak terima kasih kepada beberapa orang yang sangat berperan dalam penyelesaian laporan ini diantaranya :

1. Orang tua (ummi Furati dan abah Suhan) serta keluarga dari penulis yang senantiasa memberikan dukungan dan doa dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Retno Trimurtiningrum, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing utama yang telah bersedia memberikan bimbingan dan arahan serta nasehat sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
3. Ibu Faradillah Saves, S.T., M.T. selaku ketua Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Ibu Nurul Rochmah, S.T., M.T., M.Sc. selaku Dosen Wali yang telah memberikan arahan selama proses belajar penulis di perkuliahan.
5. Teman-teman Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya angkatan 2017 yang memberikan dukungan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman mahasiswa Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang memberikan dukungan untuk menyelesaikan Tugas akhir ini.
7. Terima kasih untuk Vera Veronika selaku pasangan yang telah senantiasa menemani dan mendukung penulis selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
8. Terima kasih untuk orang terdekat yang telah maupun pernah menjadi bagian dari cerita proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Terima kasih penulis ucapkan bagi semua pihak yang tidak dapat ditulis satu persatu.

Dengan bantuan beliau semua, penulis mendapatkan pengarahan maupun bimbingan dalam proses penyelesaian laporan ini. Akhir kata kami berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat maupun inspirasi terhadap pembaca.

Surabaya, 27 Juni 2022

Penulis

ABSTRAK

Indonesia yang termasuk dalam wilayah garis gempa (*The Ring of Fire*) atau wilayah yang rawan terjadi gempa mengakibatkan perlu adanya perhatian khusus dalam hal pembangunan suatu gedung untuk menentukan klasifikasi kinerja struktur gedung tersebut. Kinerja struktur adalah tingkat performa suatu struktur bangunan terhadap gempa rencana hal ini perlu dilakukan untuk menyesuaikan struktur bangunan terhadap kegunaan bangunan itu sendiri. Kinerja struktur dapat diketahui dengan melihat tingkat kerusakan yang terjadi pada struktur suatu gedung ketika terkena gempa rencana dengan periode tertentu.

Analisa kinerja struktur dilakukan pada 3 (tiga) variasi permodelan yakni denah beraturan dan denah tidak beraturan berbentuk “L” dengan nilai reduksi luasan sebesar 0.25% dan 0.4%. kemudian dilakukan analisis menggunakan program SAP2000 untuk mendapatkan perilaku struktur lalu dilakukan analisis nonlinier menggunakan metode *Pushover Analysis* dengan menerapkan peraturan yang umum digunakan yaitu ATC-40, FEMA 356 dan FEMA 440

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan konfigurasi denah berpengaruh terhadap besaran nilai periode, simpangan maupun simpangan antara dimana dari ketiga model, denah tipe L1 (model 2) memiliki nilai simpangan dan simpangan antar lantai terbesar yakni 0,681990 mm dan 0,664367 mm. namun setelah dilakukan analisa level kinerja *Pushover*, semua model denah baik denah beraturan, denah tipe L1 dan juga denah L2 termasuk ke dalam kategori IO (*Immediate Occupancy*).

Kata kunci : Ketidakberaturan horizontal, kinerja struktur, konfigurasi bangunan, *pushover analysis*

Halaman ini sengaja dikosongkan

COMPARATIVE STUDI OF THE PERFORMANCE OF REINFORCED CONCRETE BUILDINGS OF REGULAR PLAN AND L-TYPE PLANS USING THE PUSHOVER ANALYSIS METHOD

Name : Abdul Kholid
NBI : 1431700023
Advisor : Retno Trimurtiningrum, S.T., M.T.

ABSTRACK

Indonesia, which is included in the earthquake line area (The Ring of Fire) or an area prone to earthquakes, requires special attention in terms of building construction to determine the clarity of the performance of the building structure. Structural performance is the level of performance of a building structure against earthquakes, this needs to be done to adjust the building structure to the use of the building itself. The performance of the structure can be known by looking at the degree of damage that occurs to the structure of a building when it is exposed to a planned earthquake with a certain period.

Structural performance analysis was carried out on 3 (three) modeling variations, namely a square-shaped irregular plan and an "L"-shaped irregular plan with area reduction values of 0.25% and 0.4%. then an analysis was carried out using the SAP2000 program to obtain the behavior of the structure and then a nonlinear analysis was carried out using the Pushover Analysis method by applying commonly used regulations, namely ATC-40, FEMA 356 and FEMA 440.

The results showed that differences in plan configurations affect the amount of period, displacement and story drift values where of the three models, the L1 type plan (model 2) has the largest displacement and story drift values, namely 0.681990 mm and 0.664367 mm. while the results of pushover performance level analysis, all plan models, both regular plans, L1 type plans and also L2 plans are included in the IO (Immediate Occupancy) category.

Keyword : Horizontal irregularity, the performance level of structure, building configuration, pushover analysis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Terdahulu	5
2.1.1. Penelitian yang dilakukan oleh Agus Hariyanto	5
2.1.2. Penelitian yang dilakukan oleh Hotman L Purba	5
2.1.3. Penelitian yang dilakukan oleh Ummi Khoirunnisa dkk	5
2.1.4. Penelitian yang dilakukan oleh Momen M. M. Ahmed dkk	6
2.2. Beton Bertulang	6
2.2.1. Pengertian Beton	6
2.2.2. Jenis Beton	6
2.2.3. Kelebihan dan Kekurangan Beton	7
2.3. Gempa Bumi	7
2.3.1. Pengertian Gempa Bumi	7
2.3.2. Jalur Gempa Bumi	7
2.4. Metode Analisis Gaya Gempa	8
2.4.1. Analisis Statik	8
2.4.2. Analisis Dinamik	8
2.5. Analisis Level Kinerja Statik Nonlinear	9

2.5.1.	Analisis Level Kinerja Statik Nonlinear (Pushover) Menggunakan Metode ATC-40 dan Metode FEMA 356	10
2.5.2.	Level Kinerja Struktur Menggunakan Metode FEMA.....	12
2.6.	Konfigurasi Struktur Bangunan	14
2.6.1.	Pengaruh Momen Puntir.....	14
2.6.2.	Klasifikasi Struktur Beraturan dan Tidak Beraturan	15
2.7.	Struktur Bangunan Tahan Gempa.....	18
2.7.1.	SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus).....	18
2.7.2.	Kriteria Desain Bangunan Tahan Gempa.....	19
2.8.	Konsep Perencanaan Gedung Tahan Gempa.....	21
2.8.1.	Jenis Beban.....	21
2.9.	Kombinasi Pembebanan	22
2.10.	Ketentuan Umum Bangunan Gedung Dalam Pengaruh Gempa	23
2.11.	Sistem Rangka Pemikul Momen	31
2.12.	Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus	31
2.12.1.	Balok	32
2.12.2.	Persyaratan Desain Tulangan Lentur Balok SRPMK	32
2.12.3.	Kolom.....	32
2.12.4.	Persyaratan Tulangan Lentur Kolom	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		34
3.1.	Metodologi Penelitian.....	34
3.1.1.	Flowchart.....	34
3.1.2.	Penjelasan Flowchart.....	36
BAB IV ANALISA DAN PEMBEBANAN.....		41
4.1	<i>Preliminary Design</i>	41
4.1.1	Data bangunan denah beraturan	41
4.2	Pembebanan	41
4.2.1	<i>Preliminary Design</i> Balok	47
4.2.2	<i>Preliminary Design</i> Kolom.....	48
4.2.3	Perencanaan pelat lantai	53

4.3	Beban Gempa.....	55
4.3.1	Perhitungan Berat Seismik.....	55
4.3.2	Beban Gempa Statik Ekuivalen.....	58
4.4	Permodelan Struktur Menggunakan SAP2000	69
4.5	Kontrol Gaya Geser Dinamis (<i>Base Shear</i>), Partisipasi Massa (<i>Mass Ratio</i>), Perpindahan (<i>Displacement</i>) dan Pengaruh P-Delta	79
4.5.1	Kontrol Gaya Geser Dinamis (<i>Base Shear</i>) Denah Beraturan	79
4.5.2	Kontrol Partisipasi Massa (<i>Mass Ratio</i>)	80
4.5.3	Kontrol Perpindahan (<i>Displacement</i>)	81
4.5.4	Analisa Pengaruh P-Delta dan Ketidak beraturan torsi.....	90
4.5.5	Kontrol Gaya Geser Dinamis (<i>Base Shear</i>) Tipe L1.....	99
4.5.6	Kontrol Partisipasi Massa (<i>Mass Ratio</i>)	100
4.5.7	Kontrol Perpindahan (<i>Displacement</i>)	100
4.5.8	Analisa Pengaruh P-Delta dan Ketidak beraturan torsi.....	109
4.5.9	Kontrol Gaya Geser Dinamis (<i>Base Shear</i>) Tipe L2.....	116
4.5.10	Kontrol Partisipasi Massa (<i>Mass Ratio</i>)	117
4.5.11	Kontrol Perpindahan (<i>Displacement</i>)	117
4.5.12	Analisa Pengaruh P-Delta dan Ketidak beraturan torsi.....	126
4.6	Analisa Struktur	133
4.6.1	Desain Kuat Lentur Balok.....	133
4.6.2	Desain Tulangan Geser Balok SRPMK	147
4.6.3	Desain Elemen Kolom SRPMK	155
4.6.4	Analisa geser kolom SRPMK	165
4.6.5	Perhitungan tulangan geser kolom SRPMK	169
4.6.6	Sambungan lewatan pada Kolom SRPMK	173
4.6.7	Pelat lantai	182
4.7	Analisa Level Kinerja Statik <i>Nonlinear Pushover</i>	199
4.8	Kurva Kapasitas Analisa <i>Pushover</i>	208
4.9	Level Kinerja Struktur	214
4.9.1	Titik Kinerja (Performance Point) berdasarkan ATC-40	214

4.9.2	Perbandingan hasil analisa Model 1, model 2 dan Model 3.....	221
4.9.3	Titik Kinerja (Performance Point) berdasarkan FEMA-440 <i>Displacement Modification</i>	232
4.10	Level Kinerja Struktur.....	243
4.10.1	Perbandingan Nilai Periode	243
4.10.2	Perbandingan Nilai <i>Displacement</i>	244
4.10.3	Perbandingan Nilai <i>story drift</i>	244
4.10.4	Hasil analisis perbandingan <i>P-delta</i>	245
4.10.5	Hasil analisis perbandingan <i>Drift Ratio</i> Analisa Pushover	245
4.10.6	Hasil analisis perbandingan Level Kinerja Pushover	246
BAB V KESIMPULAN dan SARAN.....		249
5.1	Kesimpulan	249
5.2	Saran.....	249
DAFTAR PUSTAKA		250
LAMPIRAN		251

DAFTAR GAMBAR

2.1. Derajat Keruntuhan (<i>Degree of Damage</i>).....	13
2.2. Kurva Hubungan Gaya dan Perpindahan.....	13
2.3. Pengaruh Momen Puntir Akibat Gempa pada Struktur Bangunan	15
2.4. Ketidakberaturan Horizontal.....	18
2.5. Sendi Plastis.....	20
2.6. Mekanisme Keruntuhan dan Global	21
2.7. Desain Respon Spektrum.....	29
3.1. <i>Flowchart</i> Penelitian.....	34
3.2. Denah Beraturan Persegi	38
3.3. Denah tak beraturan berbentuk L tipe 1.....	38
3.4. Denah tak beraturan berbentuk L tipe 2.....	39
4.1 Arah teknan eksternal dinding dan atap	46
4.2 Menu input beban angin pada Sap2000.....	47
4.3 Koefisien beban hidup	49
4.4 <i>Tributary Area</i> pada pelat lantai	55
4.5 Grafik tanah lunak	59
4.6 Permodelan pada Sap2000.....	69
4.7 permodelan SAP2000 langkah 2	69
4.8 permodelan SAP2000 langkah 2-1	70
4.9 Permodelan SAP2000 langkah 3	70
4.10 Permodelan SAP2000 langkah 4-1 (input dimensi balok).....	71
4.11 Permodelan SAP2000 langkah 4-2(input dimensi kolom).....	71
4.12 Permodelan SAP2000 langkah 4-3 (input dimensi pelat)	71
4.13 Permodelan SAP2000 langkah 5	72
4.14 Permodelan Sap2000 langkah 6	72
4.15 permodelan SAP2000 langkah 7	73
4.16 permodelan SAP2000 langkah 8.....	73
4.17 Permodelan SAP2000 langkah 9.....	74

4.18 Permodelan SAP2000 langkah 10.....	74
4.19 Permodelan SAP2000 langkah 11.....	75
4.20 Permodelan SAP2000 langkah 12.....	75
4.21 Permodelan SAP2000 langkah 13-1	76
4.22 Permodelan SAP2000 langkah 13-2	76
4.23 Permodelan SAP2000 langkah 14-1	77
4.24 Permodelan SAP2000 langkah 14-2	77
4.25 Permodelan SAP2000 langkah 14-3	78
4.26 Permodelan SAP2000 langkah 15-1	78
4.27 Permodelan SAP2000 langkah 15-2	79
4.28 Grafik Perbandingan nilai joint displacement arah X dan Y	89
4.29 Grafik Perbandingan nilai story drift arah X dan Y	89
4.30 Menentukan P-delta pada SAP2000.....	90
4.31 Mendefinisikan kolom dan joint dalam satu grup	90
4.32 Mendefinisikan grup kedalam Section Cut	91
4.33 Load Combinatiton beban services	91
4.34 Show tables Load Combinaton untuk menentukan nilai P	92
4.35 Grafik Perbandingan nilai joint displacement arah X dan Y	108
4.36 Grafik Perbandingan nilai story drift arah X dan Y	109
4.37 Grafik Perbandingan nilai joint displacement arah X dan Y	125
4.38 Grafik Perbandingan nilai story drift arah X dan Y	126
4.39 Penulangan pada tumpuan dan lapangan balok	140
4.40 Analisa struktur bergoyang ke kanan	141
4.41 Analisa struktur bergoyang ke kiri	142
4.42 Gaya geser desain akibat gravitasi	149
4.43 Gaya geser desain beban gempa dari kiri	150
4.44 Gaya geser desain gempa dari kanan	150
4.45 Gaya geser desain kombinasi beban gempa dari kiri	151
4.46 Gaya geser desain akibat kombinasi beban gempa dari kanan	152
4.47 Tulangan geser balok	154

4.48	Ilustrasi kolom	155
4.49	Permodelan pada PCAColumn	156
4.50	Analisa PCAColumn kombinasi 1 dan 2.....	156
4.51	Analisa PCAColumn kombinasi 3 dan 4.....	157
4.52	Analisa PCAColumn kombinasi 5 dan 6.....	157
4.53	Momen hasil PCAColumn	158
4.54	Ilustrasi Strong column weak beam	159
4.55	Kapasitas balok pada arah-x	159
4.56	Kapasitas balok arah-y	162
4.57	Analisa Strong Column Weak Beam arah-x	164
4.58	Analisa Strong Column Weak Beam arah-y	165
4.59	Analisa momen pada kolom	166
4.60	Tulangan tarik pada kolom	169
4.61	Tulangan geser pada kolom	172
4.62	Desain akhir tulangan lentur dan geser pada kolom	173
4.63	Ilustrasi tulangan pada HBK	181
4.64	Penampang HBK	182
4.65	Formasi struktur pelat lantai dari gedung bertingkat	182
4.66	Panel pelat S dengan bentang L_1 dan L_2	184
4.67	Penampang balok A dari pelat S	184
4.68	Penampang balok B dari pelat S	185
4.69	Equivalent rigid frame dalam perencanaan Pelat S	188
4.70	Momen longitudinal pada frame-C	189
4.71	Momen Longitudinal pada frame-2	190
4.72	Distribusi momen frame-C pada bagian column strip dan half strip	191
4.73	Distribusi momen pada frame-C	192
4.74	Distribusi momen frame-2 pada bagian column strip dan half middle strip	193
4.75	Distribusi momen pada frame-2.....	194
4.76	Tinggi efektif pelat arah-x dan arah-y	195

4.77 Analisa Pushover Langkah 1 (denah beraturan)	200
4.78 Analisa Pushover Langkah 1 (denah L1)	200
4.79 Analisa Pushover Langkah 1 (denah model L2)	201
4.80 Analisa Pushover Langkah 2.....	201
4.81 Analisa Pushover langkah 2 Isi load application	202
4.82 Analisa Pushover Langkah 2 ganti result saved	202
4.83 Analisa Pushover langkah 3	203
4.84 Analisa Pushover Langkah 3 isi load application	203
4.85 Analisa Pushover langkah 3 ganti result saved	204
4.86 Analisa Pushover arah y Langkah 3.....	204
4.87 Analisa Pushover langkah 4 frame hinges untuk balok	205
4.88 analisa Pushover langkah 4 frame hinges untuk balok.....	205
4.89 Analisa Pushover langkah 4 frame hinges untuk balok	206
4.90 Analisa Pushover langkah 4 Frame hinges untuk kolom	206
4.91 Analisa Pushover langkah 5 hinges overwrite	207
4.92 Analisa Pushover langkah 6 Run analysis pushover	207
4.93 Kurva kapasitas Pushover arah X pada gedung beraturan	208
4.94 Kurva kapasitas Pushover arah Y pada gedung beraturan	209
4.95 Kurva kapasitas Pushover arah X pada bangunan berbentuk "L1".....	210
4.96 Kurva kapasitas Pushover arah Y pada bangunan berbentuk "L1"	211
4.97 Kurva kapasitas Pushover arah X pada bangunan berbentuk "L2"	212
4.98 Kurva kapasitas Pushover arah Y pada bangunan berbentuk "L2"	213
4.99 Kurva kapasitas ATC-40 arah X pada gedung beraturan	214
4.100 Kurva kapasitas ATC-40 arah Y pada gedung beraturan.....	215
4.101 Kurva kapasitas ATC-40 arah X pada gedung tak beraturan "L1"	217
4.102 Kurva kapasitas ATC-40 arah Y pada gedung tak beraturan "L1"	215
4.103 Kurva kapasitas ATC-40 arah X pada bangunan berbentuk "L2"	219
4.104 Kurva kapasitas ATC-40 arah Y pada bangunan berbentuk "L2"	219
4.105 Kurva kapasitas FEMA-356 arah X pada bangunan beraturan	222

4.106	Calculated Value Kurva kapasitas FEMA-356 arah X pada bangunan beraturan	222
4.107	Kurva kapasitas FEMA-356 arah Y pada bangunan beraturan.....	223
4.108	Calculated Value Kurva kapasitas FEMA-356 arah Y pada bangunan beraturan.....	223
4.109	Kurva kapasitas FEMA-356 arah X pada bangunan tak beraturan "L1" ...	225
4.110	Calculated value kurva kapasitas FEMA-356 arah X pada bangunan tak beraturan "L1".....	226
4.111	Kurva kapasitas FEMA-356 arah Y pada bangunan tak beraturan "L1" ...	226
4.112	Calculated Value Kurva kapasitas FEMA-356 arah Y pada bangunan tak beraturan "L1".....	227
4.113	Kurva kapasitas FEMA-356 arah X pada bangunan takberaturan "L2"	229
4.114	Calculated Value kurva kapasitas FEMA-356 arah X pada bangunan takberaturan "L2".....	229
4.115	Kurva kapasitas FEMA-356 arah Y pada bangunan takberaturan "L2"	230
4.116	Calculated Value kurva kapasitas FEMA-356 arah Y pada bangunan takberaturan "L2".....	230
4.117	Kurva kapasitas FEMA-440 arah X pada bangunan beraturan	232
4.118	Kurva kapasitas FEMA-440 arah X pada bangunan beraturan	233
4.119	Kurva kapasitas FEMA-440 arah Y pada bangunan beraturan.....	233
4.120	Kurva kapasitas FEMA-440 arah Y pada bangunan beraturan.....	234
4.121	Kurva kapasitas FEMA-440 arah X pada bangunan tak beraturan "L1" ...	236
4.122	Calculated value kurva kapasitas FEMA-440 arah X pada bangunan tak beraturan "L1".....	236
4.123	Kurva kapasitas FEMA-440 arah Y pada bangunan tak beraturan "L1" ...	237
4.124	Calculated Value Kurva kapasitas FEMA-440 arah Y pada bangunan tak beraturan "L1".....	237
4.125	Kurva kapasitas FEMA-440 arah X pada bangunan takberaturan "L2"	239
4.126	Calculated Value kurva kapasitas FEMA-440 arah X pada bangunan takberaturan "L2".....	240
4.127	Kurva kapasitas FEMA-440 arah Y pada bangunan takberaturan "L2".....	240

4.128	Calculated Value kurva kapasitas FEMA-440 arah Y pada bangunan takberaturan "L2"	241
-------	---	-----

DAFTAR TABEL

2.1. Level kinerja struktur.....	11
2.2. Ketidakberaturan Horizontal pada struktur.....	15
2.3. Kategori resiko bangunan gedung dan struktur lainnya untuk beban gempa..	23
2.4. Faktor keutamaan gempa	25
2.5. Klasifikasi Situs	26
2.6. Koefisien situs F_a untuk menentukan nilai S_s	27
2.7. Kategori lokasi F_v untuk menentukan nilai S_1	27
2.8. Kategori desain seismic berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek	30
2.9. Kategori desain seismic berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1,0 detik	30
2.10. Kategori Desain Gempa (KDG) dan resiko kegempaan	30
2.11. <i>Faktor R, C_d dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya gempa</i>	31
2.12. Faktor R untuk Sistem Penahan Gaya Gempa	31
4.1 Faktor kepentingan beban angin.....	43
4.2 Kecepatan angin kota Surabaya Tahun 2021	44
4.3 Faktor arah angin K_d	44
4.4 Koefisien tekanan internal	46
4.5 Koefisien tekanan eksternal dinding, C_p	46
4.6 Koefisien tekanan eksternal atap	47
4.7 Rekap dimensi struktur	53
4.8 Rekap beban seismik setiap lantai	58
4.9 Data respon spektrum tanah lunak	60
4.10 Data tanah respon spektrum tanah lunak	61
4.11 Kategori desain seismik berdasarkan parameter percepatan pada periode pendek.....	65
4.12 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik.	65
4.13 Tingkat desain gempa	66

4.14	Faktor R, C_D, Σ	67
4.15	Berat seismik	68
4.16	Nilai Output base shear denah beraturan	79
4.17	Kontrol Partisipasi Massa denah beraturan	80
4.18	Hasil output displacement arah X	81
4.19	Hasil output displacement arah Y	85
4.20	Rekap hasil perhitungan story drift arah X dan arah Y	88
4.21	Hasil output nilai P beban horizontal	92
4.22	Hasil rekapitulasi V_x beban lateral respon spectra arah X	93
4.23	Hasil rekapitulasi V_y beban lateral respon spectra arah y	93
4.24	Hasil pengecekan ketidakberaturan torsi arah-X	97
4.25	Hasil pengecekan ketidakberaturan torsi arah-Y	98
4.26	Hasil output nilai base shear denah tipe L1	99
4.27	Hasil output nilai mass ratio	100
4.28	Hasil output nilai joint displacement arah X	100
4.29	Hasil output nilai joint displacement arah Y	104
4.30	Hasil rekap nilai story drift	108
4.31	Output nilai P beban horizontal	109
4.32	Hasil rekapitulasi V_x beban lateral respon spectra arah X	110
4.33	Hasil rekapitulasi V_y beban lateral respon spectra arah y	110
4.34	Hasil pengecekan ketidak beraturan torsi arah X	114
4.35	Hasil pengecekan ketidak beraturan torsi arah Y	115
4.36	Hasil output base shear	116
4.37	Hasil output mass ratio	117
4.38	Hasil output joint displacement arah X	117
4.39	Hasil output joint displacement arah Y	121
4.40	Hasil rekap story drift setiap lantai	125
4.41	Hasil output nilai P beban horizontal	126
4.42	Hasil rekapitulasi V_x beban lateral respon spectra arah X	127
4.43	Hasil rekapitulasi V_y beban lateral respon spectra arah y	127

4.44 Hasil pengecekan ketidak beraturan torsi arah X	131
4.45 Hasil pengecekan ketidak beraturan torsi arah Y	132
4.46 Koefisien momen longitudinal pada daerah column strip	191
4.47 Kurva Kapasitas Pushover arah X pada gedung beraturan	208
4.48 Kurva kapasitas Pushover arah Y pada bangunan beraturan	209
4.49 Kurva kapasitas Pushover arah x pada bangunan berbentuk "L1"	210
4.50 Kurva kapasitas Pushover arah Y pada bangunan berbentuk "L1"	211
4.51 Kurva kapasitas Pushover Arah X pada bangunan berbentuk "L2"	212
4.52 Kurva kapasitas Pushover arah Y pada bangunan berbentuk "L2"	213
4.53 Evaluasi kinerja struktur arah X pada bangunan beraturan	215
4.54 Evaluasi kinerja struktur arah Y pada bangunan beraturan	215
4.55 Batasan kinerja struktur ATC-40	215
4.56 Evaluasi kinerja struktur arah X pada bangunan berbentuk "L"	217
4.57 Evaluasi kinerja struktur arah Y pada bangunan berbentuk "L"	218
4.58 Batasan kinerja struktur ATC-40	218
4.59 Evaluasi kinerja struktur arah X pada bangunan berbentuk "L2"	220
4.60 Evaluasi kinerja struktur arah Y pada bangunan berbentuk "L2"	220
4.61 Batasan kinerja struktur ATC-40	220
4.62 Evaluasi kinerja struktur arah X pada bangunan beraturan	223
4.63 Evaluasi kinerja struktur arah Y pada bangunan beraturan	224
4.64 kriteria FEMA-356 dan FEMA-440.....	224
4.65 Evaluasi kinerja struktur arah X pada bangunan berbentuk "L"	227
4.66 Evaluasi kinerja struktur arah Y pada bangunan berbentuk "L"	227
4.67 kriteria FEMA-356 dan FEMA-440.....	227
4.68 Evaluasi kinerja struktur arah X pada bangunan berbentuk "L2"	230
4.69 Evaluasi kinerja struktur arah Y pada bangunan berbentuk "L2"	231
4.70 kriteria FEMA-356 dan FEMA-440.....	231
4.71 Evaluasi kinerja struktur arah X pada bangunan beraturan	234
4.72 Evaluasi kinerja struktur arah Y pada bangunan beraturan	234
4.73 kriteria FEMA-356 dan FEMA-440.....	234

4.74	Evaluasi kinerja struktur arah X pada bangunan berbentuk "L"	237
4.75	Evaluasi kinerja struktur arah Y pada bangunan berbentuk "L"	238
4.76	kriteria FEMA-356 dan FEMA-440.....	238
4.77	Evaluasi kinerja struktur arah X pada bangunan berbentuk "L2"	241
4.78	Evaluasi kinerja struktur arah Y pada bangunan berbentuk "L2"	241
4.79	kriteria FEMA-356 dan FEMA-440.....	241
4.80	Perbandingan periode	243
4.81	Perbandingan antar simpangan (displacement).....	244
4.82	Perbandingan simpangan antar lantai (story drift)	244
4.83	Perbandingan pengaruh P delta	245
4.84	Perbandingan ATC 40.....	245
4.85	Perbandingan FEMA 356.....	246
4.86	Perbandingan FEMA 440.....	246
4.87	Perbandingan level kinerja struktur ATC 40.....	246
4.88	Perbandingan level kinerja struktur FEMA 356	246
4.89	Perbandingan level kinerja struktur FEMA 440	247

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan beban pada denah model L1	251
Lampiran 2 Perhitungan beban pada denah model L2	255