

TUGAS AKHIR

PENGARUH LETAK DAN LUAS *VOID* TERHADAP KEKUATAN DAN KINERJA STRUKTUR SRPMK GEDUNG 10 LANTAI



Disusun Oleh :

M. UBAIDIL FIKRI

1432200048

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2026**

TUGAS AKHIR
PENGARUH LETAK DAN LUAS *VOID* TERHADAP
KEKUATAN DAN KINERJA STRUKTUR SRPMK
GEDUNG 10 LANTAI



Disusun Oleh:

M. UBAIDIL FIKRI

1432200048

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2026

TUGAS AKHIR
PENGARUH LETAK DAN LUAS *VOID* TERHADAP
KEKUATAN DAN KINERJA STRUKTUR SRPMK
GEDUNG 10 LANTAI

Disusun sebagai Syarat Meraih Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Disusun Oleh:

M. UBAIDIL FIKRI
1432200048

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2026

FINAL PROJECT
THE EFFECT OF *VOID* LOCATION AND AREA ON THE
STRENGTH AND STRUCTURAL PERFORMANCE OF A
10-STORY SPECIAL MOMENT RESISTING FRAME
(SMRF) BUILDING

Prepared as a Requirement to Obtain a Bachelor of Engineering Degree (S.T.)
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



By:

M. UBAIDIL FIKRI

1432200048

CIVIL ENGINEERING STUDY PROGRAM
FACULTY OF ENGINEERING
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2026

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

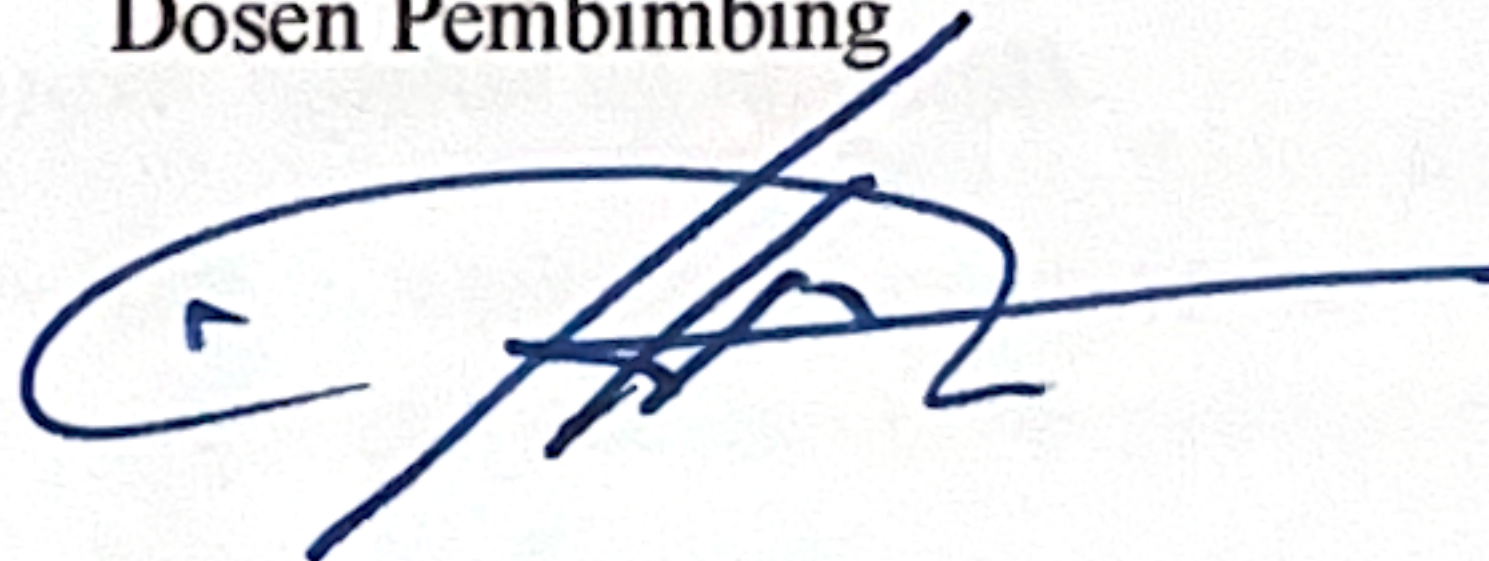
**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
TAHUN AKADEMIK GENAP 2025/2026**

Nama : M. Ubaidil Fikri
NBI : 1432200048
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul : PENGARUH LETAK DAN LUAS *VOID* TERHADAP
KEKUATAN DAN KINERJA STRUKTUR SRPMK
GEDUNG 10 LANTAI

Surabaya, 24 Juni 2026

Disetujui Oleh,

Dosen Pembimbing



Ir. Bantot Sutriyono, M. Sc.

NPP. 20430.93.0303

Mengetahui,

Dekan

Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Dr. Ir. Ar. R. A. Retno Hastijanti, M.T.,

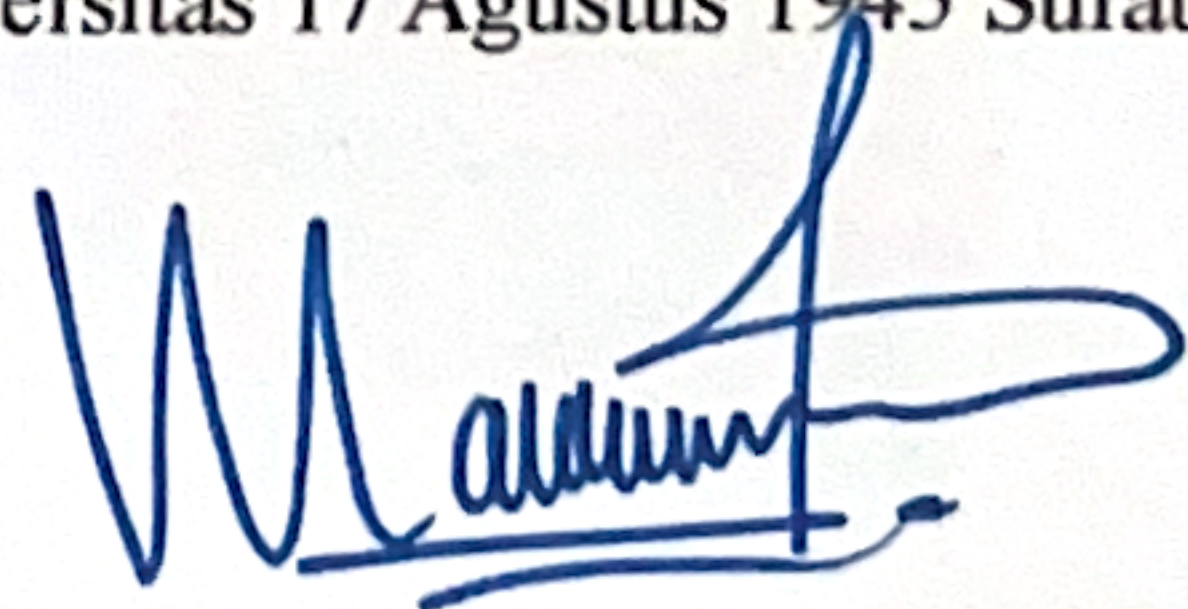
IPU., IAI., APEC Eng.

NPP. 20440.91.0218

Ketua

Program Studi Teknik Sipil

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Ir. Michella Beatrix, S.T., M.T.

NPP. 2043F.15.0660

Halaman ini sengaja dikosongkan

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN KESETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : M. Ubaidil Fikri
NBI/NIM : 1432200048
Alamat : Ds. Wonokalang, Kec. Wonoayu, Kab. Sidoarjo
Telpon/HP : 085780465029

Menyatakan bahwa “TUGAS AKHIR” yang telah saya buat untuk memenuhi persyaratan kelulusan Strata (S1) Teknik Sipil – Program Sarjana – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan judul:

“PENGARUH LETAK DAN LUAS *VOID* TERHADAP KEKUATAN DAN KINERJA STRUKTUR SRPMK GEDUNG 10 LANTAI”

Adalah karya saya sendiri, dan bukan duplikasi dari karya orang lain. Selanjutnya apabila di kemudian hari terdapat klaim dari pihak lain bukan tanggung jawab pembimbing dan atau pengelola program, tetapi menjadi tanggung jawab saya sendiri.

Atas hal tersebut saya bersedia menerima sanksi, sesuai dengan hukum atau aturan yang berlaku di Indonesia. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun.

Surabaya, 24 Juni 2026



M. Ubaidil Fikri
NBI. 1432200048

Halaman ini sengaja dikosongkan



**UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA**

BADAN PERPUSTAKAAN
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
Email : perpus@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 dibawah ini:

Nama : M. Ubaidil Fikri
NBI : 1432200048
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya : Tugas Akhir Strata 1

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya *Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive)* karya ilmiah saya yang berjudul:

“PENGARUH LETAK DAN LUAS *VOID* TERHADAP KEKUATAN DAN KINERJA STRUKTUR SRPMK GEDUNG 10 LANTAI”

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*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 : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Pada Tanggal : 24 Juni 2026

Surabaya, 24 Juni 2026



M. Ubaidil Fikri
NBI. 1432200048

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT, peneliti panjatkan puji syukur atas rahmat, hidayah serta karunia-Nya, sehingga peneliti bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“PENGARUH LETAK DAN LUAS VOID TERHADAP KEKUATAN DAN KINERJA STRUKTUR SRPMK GEDUNG 10 LANTAI”** dengan baik sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak akan selesai tanpa adanya dukungan dan bantuan dari beberapa pihak yang terlibat, peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

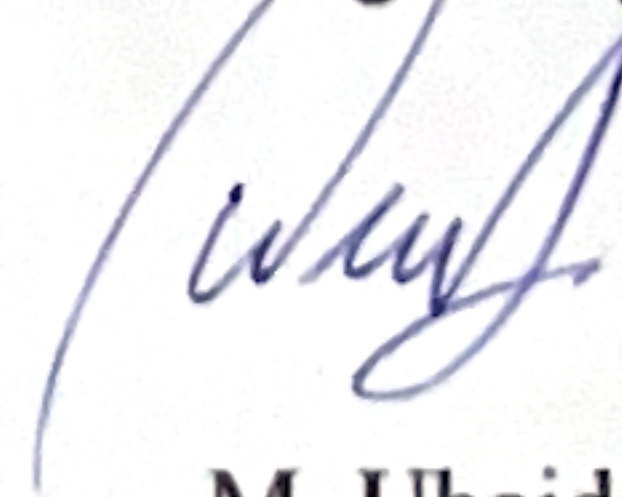
1. Keluarga besar saya, khususnya kedua orang tua saya, Ayah Burhanuddin dan Ibu Priyantini, terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala dukungan, serta bantuan finansial yang telah diberikan selama menempuh pendidikan ini.
2. Bapak Dr. Harjo Seputro, S.T., M.T., selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Ibu Dr. Ir. Ar. R. A. Retno Hastijanti, M.T., IPU., IAI., APEC Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Ibu Ir. Michella Beatrix, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Ibu Ir. Laily Endah Fatmawati, S.T., M.T., Ibu Dr. Ir. Dika Ayu Safitri, S.T., M.T., dan Bapak Mochamad Firmansyah, S.T., M.T., selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
6. Bapak Ir. Bantot Sutriyono, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing yang memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir.

Peneliti menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat peneliti harapkan demi penyempurnaan penelitian selanjutnya.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam pengembangan ilmu Teknik Sipil.

Surabaya, 24 Juni 2026

Yang menyatakan



M. Ubaidil Fikri

NBI. 1432200048

Halaman ini sengaja dikosongkan

PENGARUH LETAK DAN LUAS *VOID* TERHADAP KEKUATAN DAN KINERJA STRUKTUR SRPMK GEDUNG 10 LANTAI

Nama : M. Ubaidil Fikri
NBI : 1432200048
Program Studi : Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Ir. Bantot Sutriyono, M. Sc.

ABSTRAK

Gempa bumi merupakan fenomena yang berpotensi menyebabkan kerusakan pada infrastruktur bangunan, khususnya gedung bertingkat tinggi, sehingga perencanaan struktur tahan gempa menjadi aspek yang sangat penting, terutama dalam mempertimbangkan konfigurasi struktur seperti keberadaan *void*. Variasi letak dan luas *void* dapat memengaruhi kekakuan, distribusi massa, serta respons struktur terhadap beban gempa yang bekerja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan pengaruh variasi letak dan luas *void* terhadap kinerja struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) pada gedung 10 lantai. Analisis dilakukan menggunakan *software* ETABS dengan lima variasi pemodelan, yaitu Gedung A, B, C, D, dan E. Parameter yang ditinjau meliputi simpangan, simpangan antar lantai, periode struktur, gaya geser dasar, serta efek P-Delta. Selain itu, evaluasi kinerja struktur juga dilakukan berdasarkan metode ATC-40 dan FEMA 356 untuk menentukan level kinerja dan tingkat daktilitas struktur. Hasil menunjukkan bahwa seluruh model gedung memiliki level kinerja yang sama yaitu *Immediate Occupancy* (IO) berdasarkan ATC-40 dan FEMA 356. Nilai simpangan, simpangan antar lantai, dan efek P-Delta cenderung meningkat dari lantai bawah menuju lantai tengah kemudian menurun pada lantai atas. Gedung B dan C menunjukkan nilai simpangan, periode, dan efek P-Delta yang lebih besar, sedangkan Gedung D dan E memiliki nilai yang lebih kecil dan lebih stabil. Nilai gaya geser dasar serta distribusi gaya dalam juga menunjukkan kecenderungan yang lebih merata pada Gedung D dan E. Tingkat daktilitas berada pada kategori daktail parsial hingga daktail penuh. Gedung D dan Gedung E menunjukkan kinerja struktur yang paling optimal dan efektif karena menghasilkan respons struktur yang lebih stabil, distribusi gaya yang lebih merata, serta keseimbangan antara kekakuan dan fleksibilitas dalam menahan beban gempa.

Kata Kunci : *Void*, Gempa Bumi, Kinerja Struktur, SRPMK

Halaman ini sengaja dikosongkan

THE EFFECT OF VOID LOCATION AND AREA ON THE STRENGTH AND STRUCTURAL PERFORMANCE OF A 10-STORY SPECIAL MOMENT RESISTING FRAME (SMRF) BUILDING

Name of Student : M. Ubaidil Fikri
Number of Student : 1432200048
Study Program : Teknik Sipil
Supervisor : Ir. Bantot Sutriyono, M. Sc.

ABSTRACT

Earthquakes are phenomena that have the potential to cause damage to building infrastructure, especially high-rise buildings; therefore, earthquake-resistant structural design becomes a crucial aspect, particularly in considering structural configurations such as the presence of voids. Variations in the location and size of voids can affect stiffness, mass distribution, and the structural response to seismic loads. This study aims to analyze and compare the effect of variations in the location and size of voids on the performance of Special Moment Resisting Frame (SMRF) structures in a 10-story building. The analysis was carried out using ETABS software with five modeling variations, namely Building A, B, C, D, and E. The parameters reviewed include displacement, inter-story drift, structural period, base shear, and P-Delta effects. In addition, structural performance evaluation was conducted based on ATC-40 and FEMA 356 methods to determine performance levels and ductility. The results indicate that all building models have the same performance level, namely Immediate Occupancy (IO), according to ATC-40 and FEMA 356. The values of displacement, inter-story drift, and P-Delta effects tend to increase from the lower floors to the middle floors and then decrease at the upper floors. Buildings B and C show higher displacement, period, and P-Delta values, while Buildings D and E exhibit smaller and more stable values. The base shear and internal force distribution also tend to be more uniform in Buildings D and E. The ductility level ranges from partial ductility to full ductility. Buildings D and E demonstrate the most optimal and effective structural performance, as they produce a more stable response, more uniform force distribution, and a better balance between stiffness and flexibility in resisting seismic loads.

Keywords: *Void, Earthquake, Structural Performance, SMRF*

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	i
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xxv
DAFTAR LAMPIRAN	xxxv
DAFTAR NOTASI	xxxvii
DAFTAR RUMUS.....	xliii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Pengaruh <i>Void</i> Pada Ketidakberaturan Struktur Bangunan Gedung	18
2.3 Pengaruh Gempa Bumi Terhadap Perencanaan Bangunan Tahan Gempa	19
2.3.1 Faktor Gempa Bumi Pada Bangunan Gedung	19
2.3.2 Parameter Gempa Bumi	19
2.4 Beton Bertulang Sebagai Material Struktur Bangunan Gedung	20
2.4.1 Definisi Beton Bertulang	21
2.4.2 Keunggulan dan Kekurangan Beton Bertulang.....	21
2.5 Ketentuan Umum Bangunan Tahan Gempa	22
2.5.1 Kategori Risiko Bangunan dan Faktor Keutamaan Gempa	22
2.5.2 Klasifikasi Situs	25
2.5.3 Faktor Respons Gempa	26
2.5.4 Koefisien Situs dan Parameter Respon Spektral Percepatan Gempa Maksimum	26
2.5.5 Parameter Percepatan Spektral Desain.....	28
2.5.6 Spektrum Respon Desain	28
2.5.7 Kategori Desain Seismik.....	30

2.5.8	Kombinasi Sistem Struktur Dalam Arah Yang Berbeda.....	33
2.5.9	Fleksibilitas Diafragma, Ketidakberaturan Konfigurasi, dan Redundansi Struktur	34
2.5.10	Perioda Fundamental Pendekatan.....	41
2.5.11	Koefisien Respons Seismik	43
2.5.12	Gaya Geser Dasar Seismik	44
2.5.13	Penentuan Simpangan Antar Tingkat	44
2.5.14	Pengaruh P-Delta.....	45
2.6	Pembebanan Struktur	46
2.6.1	Beban Mati	46
2.6.2	Beban Hidup.....	48
2.6.3	Beban Angin.....	53
2.6.4	Beban Gempa	63
2.6.5	Kombinasi Pembebanan	63
2.7	Sistem Struktur Bangunan Tahan Gempa.....	63
2.7.1	Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)	64
2.7.2	Kriteria Perencanaan Bangunan Tahan Gempa	67
2.7.3	Syarat dan Pengecekan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).....	68
2.8	Struktur Tahan Gempa Berdasarkan Tingkat Daktilitas	78
2.9	Metode Analisis Gaya Gempa	79
2.9.1	Analisa Statik	79
2.9.2	Analisa Dinamik.....	80
2.10	<i>Software</i> ETABS	81
2.11	Analisis Level Kinerja Statik Non-Linier (<i>Pushover</i>)	83
2.11.1	Level Kinerja Statik Non-Linier Menggunakan Metode ATC-40	83
2.11.2	Level Kinerja Statik Non-Linier Menggunakan Metode FEMA 356	88
BAB III	METODE PENELITIAN.....	93
3.1	Diagram Alir (<i>Flowchart</i>).....	93
3.2	Penjelasan Diagram Alir (<i>Flowchart</i>).....	94
3.2.1	Studi Literatur.....	94
3.2.2	Penentuan Data.....	95
3.2.3	Perhitungan Pembebanan	96
3.2.4	Preliminary Design.....	97
3.2.5	Permodelan Struktur.....	97
3.2.6	Analisa dan Kontrol Desain Struktur	100
3.2.7	Analisa dan Kontrol Tulangan Elemen Struktur SRPMK	100
3.2.8	Analisa Level Kinerja Struktur dengan Metode <i>Pushover</i>	101

3.2.9 Hasil Perbandingan Struktur	101
3.2.10 Kesimpulan dan Saran	101
3.3 Bahan dan Alat Penelitian	102
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	103
4.1 Data Bangunan	103
4.2 Pembebanan.....	103
4.2.1 Beban Mati.....	103
4.2.2 Beban Hidup	104
4.2.3 Beban Angin.....	105
4.2.4 Beban Gempa.....	110
4.3 Preliminary Design.....	122
4.3.1 Balok.....	122
4.3.2 Pelat.....	126
4.3.3 Kolom	136
4.4 Permodelan Struktur.....	138
4.5 Analisa dan Kontrol Desain Struktur.....	152
4.5.1 Kontrol Berat Struktur	153
4.5.2 Kontrol Partisipasi Massa	169
4.5.3 Kontrol Periode Fundamental	173
4.5.4 Kontrol Gaya Geser Dasar	178
4.5.5 Kontrol Simpangan	183
4.5.6 Kontrol P- Delta	194
4.5.7 Kontrol Ketidakberaturan Horizontal	203
4.5.8 Kontrol Ketidakberaturan Vertikal	212
4.6 Analisa dan Kontrol Tulangan Elemen Struktur SRPMK.....	234
4.6.1 Balok Induk.....	234
4.6.2 Balok Anak.....	269
4.6.3 Kolom	290
4.7 Analisa Level Kinerja Struktur dengan Metode <i>Pushover</i>	304
4.7.1 Level Kinerja Berdasarkan ATC-40	306
4.7.2 Level Kinerja Berdasarkan FEMA 356.....	310
4.7.3 Tingkat Daktilitas.....	315
4.7.4 Mekanisme Sendi Plastis	334
4.8 Rekapitulasi Perbandingan Struktur	345
4.8.1 Perbandingan Berat Struktur	345
4.8.2 Perbandingan Partisipasi Massa.....	346
4.8.3 Perbandingan Periode Fundamental.....	347
4.8.4 Perbandingan Gaya Geser Dasar.....	348

4.8.5	Perbandingan Simpangan dan Simpangan Antar Lantai	349
4.8.6	Perbandingan Efek P-Delta	352
4.8.7	Perbandingan Ketidakberaturan Horizontal	353
4.8.8	Perbandingan Ketidakberaturan Vertikal.....	355
4.8.9	Perbandingan Gaya Dalam	361
4.8.10	Perbandingan Level Kinerja	370
4.8.11	Perbandingan Tingkat Daktilitas	371
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		373
5.1	Kesimpulan	373
5.2	Saran	374
DAFTAR PUSTAKA.....		377
BIODATA PENULIS.....		381
LAMPIRAN.....		L1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Pemodelan Struktur Gedung SRPMK dengan Variasi Luas dan Letak <i>Void</i> yang Diteliti	4
Gambar 2. 1 Spektrum Respon Desain	29
Gambar 2. 2 Peta Transisi Periode Panjang, T_L , Wilayah Indonesia	30
Gambar 2. 3 Ketidakberaturan Horizontal	36
Gambar 2. 4 Ketidakberaturan Vertikal.....	39
Gambar 2. 5 Koefisien Tekanan Eksternal, C_p , Untuk Bangunan Tertutup dan Bangunan Tertutup Sebagian Dinding dan Atap	61
Gambar 2. 6 Lebar Efektif Maksimum Balok Lebar dan Persyaratan Tulangan Transversal	68
Gambar 2. 7 Sengkang Tertutup (<i>hoop</i>) Yang Dipasang Bertumpuk dan Ilustrasi Batasan Maksimum Spasi Horizontal Penumpu Batang Longitudinal	70
Gambar 2. 8 Geser Desain Untuk Balok	71
Gambar 2. 9 Penulangan Transversal Pada Kolom	75
Gambar 2. 10 Luas <i>Joint</i> Efektif	77
Gambar 2. 11 Kurva Kapasitas ATC-40	84
Gambar 2. 12 Level Kinerja ATC-40	85
Gambar 2. 13 (a) Kurva Kapasitas (b) Spektrum Kapasitas	86
Gambar 2. 14 Konversi Spektrum Respon ke <i>Spectrum Demand</i>	87
Gambar 2. 15 Level Kinerja Struktur FEMA 356	88
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	93
Gambar 3. 2 Denah Pemodelan Bangunan.....	96
Gambar 3. 3 Pemodelan Struktur SRPMK Tanpa <i>Void</i> (Gedung A)	97
Gambar 3. 4 Pemodelan Struktur SRPMK Variasi Luas dan Letak <i>Void</i> 1 (Gedung B)	98
Gambar 3. 5 Pemodelan Struktur SRPMK Variasi Luas dan Letak <i>Void</i> 2 (Gedung C)	98
Gambar 3. 6 Pemodelan Struktur SRPMK Variasi Luas dan Letak <i>Void</i> 3 (Gedung D)	99
Gambar 3. 7 Pemodelan Struktur SRPMK Variasi Luas dan Letak <i>Void</i> 4 (Gedung E)	99
Gambar 4. 1 Grafik Spektrum Respon Desain Kabupaten Sidoarjo	112
Gambar 4. 2 Grafik Perhitungan Respons Spektrum	119
Gambar 4. 3 <i>Preliminary Design</i> Balok Induk Arah X	123
Gambar 4. 4 <i>Preliminary Design</i> Balok Induk Arah Y	124

Gambar 4. 5 <i>Preliminary Design</i> Balok Anak.....	125
Gambar 4. 6 <i>Preliminary Design</i> Pelat.....	126
Gambar 4. 7 <i>Preliminary Design</i> Kolom.....	136
Gambar 4. 8 Pembuatan Pemodelan Baru ETABS.....	138
Gambar 4. 9 Parameter Awal Pemodelan Baru ETABS	139
Gambar 4. 10 Grid Pemodelan Baru ETABS	139
Gambar 4. 11 Penyesuaian Ulang Grid Pemodelan ETABS	140
Gambar 4. 12 <i>Input</i> Material Beton dan Baja Tulangan.....	141
Gambar 4. 13 <i>Input</i> Mutu Material Beton dan Baja Tulangan	141
Gambar 4. 14 <i>Input</i> Material Balok, Kolom, dan Pelat	142
Gambar 4. 15 <i>Input</i> Dimensi dan Properti Balok	142
Gambar 4. 16 <i>Input</i> Dimensi dan Properti Kolom.....	143
Gambar 4. 17 <i>Input</i> Dimensi dan Properti Pelat.....	143
Gambar 4. 18 Penggambaran Elemen Struktur	143
Gambar 4. 19 Pemodelan Struktur Variasi tanpa <i>Void</i> Gedung A	144
Gambar 4. 20 Pemodelan Struktur Variasi <i>Void</i> Gedung B	144
Gambar 4. 21 Pemodelan Struktur Variasi <i>Void</i> Gedung C	144
Gambar 4. 22 Pemodelan Struktur Variasi <i>Void</i> Gedung D.....	145
Gambar 4. 23 Pemodelan Struktur Variasi <i>Void</i> Gedung E	145
Gambar 4. 24 Pendefinisian Perletakan Jepit pada Setiap Variasi Model	145
Gambar 4. 25 Pendefinisian Beban pada Setiap Variasi Model	146
Gambar 4. 26 <i>Input</i> Parameter Beban Angin.....	146
Gambar 4. 27 <i>Input</i> Parameter Beban Gempa Statik Arah <i>X</i> dan Arah <i>Y</i>	147
Gambar 4. 28 <i>Input</i> Kombinasi Pembebanan dan <i>Scale Factor</i>	148
Gambar 4. 29 <i>Input</i> Beban pada Pelat	148
Gambar 4. 30 <i>Input</i> Beban pada Balok.....	149
Gambar 4. 31 <i>Input</i> Beban pada Kolom	149
Gambar 4. 32 Pendefinisian Beban Gempa Dinamik Respons Spektrum.....	150
Gambar 4. 33 Pendefinisian <i>Scale Factor</i> Beban Gempa Dinamik	151
Gambar 4. 34 Pendefinisian <i>Mass Source</i>	151
Gambar 4. 35 Pengecekan Pemodelan Sebelum <i>Run Analysis</i>	152
Gambar 4. 36 Proses Analisis Hasil Pemodelan.....	152
Gambar 4. 37 <i>Step Output</i> Berat Struktur ETABS	153
Gambar 4. 38 <i>Step Output</i> Partisipasi Massa pada ETABS.....	170
Gambar 4. 39 <i>Step Output</i> Periode Fundamental pada ETABS	173
Gambar 4. 40 <i>Step Output</i> Gaya Geser Dasar pada ETABS	179
Gambar 4. 41 <i>Step Output</i> Simpangan pada ETABS.....	184
Gambar 4. 42 Grafik Simpangan Pemodelan Gedung A.....	186

Gambar 4. 43 Grafik Simpangan Antar Lantai Pemodelan Gedung A.....	186
Gambar 4. 44 Grafik Simpangan Pemodelan Gedung B.....	187
Gambar 4. 45 Grafik Simpangan Antar Lantai Pemodelan Gedung B.....	188
Gambar 4. 46 Grafik Simpangan Pemodelan Gedung C.....	189
Gambar 4. 47 Grafik Simpangan Antar Lantai Pemodelan Gedung C.....	189
Gambar 4. 48 Grafik Simpangan Pemodelan Gedung D	190
Gambar 4. 49 Grafik Simpangan Antar Lantai Pemodelan Gedung D	191
Gambar 4. 50 Grafik Simpangan Pemodelan Gedung E.....	192
Gambar 4. 51 Grafik Simpangan Antar Lantai Pemodelan Gedung E.....	192
Gambar 4. 52 <i>Step Output</i> P-Delta pada ETABS.....	195
Gambar 4. 53 Grafik P-Delta Pemodelan Gedung A	197
Gambar 4. 54 Grafik P-Delta Pemodelan Gedung B	198
Gambar 4. 55 Grafik P-Delta Pemodelan Gedung C	199
Gambar 4. 56 Grafik P-Delta Pemodelan Gedung D	200
Gambar 4. 57 Grafik P-Delta Pemodelan Gedung E.....	201
Gambar 4. 58 <i>Step Output</i> untuk Nilai Kontrol Ketidakberaturan Torsi dan Torsi Berlebihan pada ETABS	204
Gambar 4. 59 <i>Step Output</i> untuk Nilai Kontrol Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak dan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan pada ETABS.....	213
Gambar 4. 60 <i>Step Output</i> untuk Nilai Kontrol Ketidakberaturan Berat/Massa pada ETABS	220
Gambar 4. 61 <i>Step Output</i> untuk Nilai Kontrol Ketidakberaturan Tingkat Lemah akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat dan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat	228
Gambar 4. 62 <i>Output</i> Momen dan Lendutan Balok Induk Arah X BI X 1 Gedung A pada Daerah Tumpuan Negatif.....	240
Gambar 4. 63 <i>Output</i> Momen dan Lendutan Balok Induk Arah X BI X 1 Gedung A pada Daerah Tumpuan Positif	241
Gambar 4. 64 <i>Output</i> Momen dan Lendutan Balok Induk Arah X BI X 1 Gedung A pada Daerah Lapangan Negatif.....	241
Gambar 4. 65 <i>Output</i> Momen dan Lendutan Balok Induk Arah X BI X 1 Gedung A pada Daerah Lapangan Positif	242
Gambar 4. 66 <i>Output</i> Geser V_u Balok Induk Arah X BI X 1 Gedung A pada Daerah Tumpuan	253
Gambar 4. 67 <i>Output</i> Geser V_g Balok Induk Arah X BI X 1 Gedung A pada Daerah Tumpuan	254

Gambar 4. 68	<i>Output</i> Geser V_u Balok Induk Arah X BI X 1 Gedung A pada Daerah Lapangan	254
Gambar 4. 69	<i>Output</i> Torsi T_u Balok Induk Arah X BI X 1 Gedung A.....	260
Gambar 4. 70	<i>Output</i> Momen dan Lendutan Balok Anak BA 1 Gedung A pada Daerah Tumpuan Negatif.....	271
Gambar 4. 71	<i>Output</i> Momen dan Lendutan Balok Anak BA 1 Gedung A pada Daerah Tumpuan Positif	272
Gambar 4. 72	<i>Output</i> Momen dan Lendutan Balok Anak BA 1 Gedung A pada Daerah Lapangan Negatif	272
Gambar 4. 73	<i>Output</i> Momen dan Lendutan Balok Anak BA 1 Gedung A pada Daerah Lapangan Positif.....	273
Gambar 4. 74	<i>Output</i> Geser V_u Balok Anak BA 1 Gedung A pada Daerah Tumpuan	282
Gambar 4. 75	<i>Output</i> Geser V_u Balok Anak BA 1 Gedung A pada Daerah Lapangan	282
Gambar 4. 76	<i>Output</i> Torsi T_u Balok Anak BA 1 Gedung A	287
Gambar 4. 77	Diagram <i>Output</i> Running Kombinasi Pembebanan 1 pada Kolom K1 Gedung A.....	294
Gambar 4. 78	Kurva <i>Performance Point</i> Arah X Pemodelan Gedung A <i>Pushover</i> ATC-40	307
Gambar 4. 79	Kurva <i>Performance Point</i> Arah Y Pemodelan Gedung A Metode <i>Pushover</i> ATC-40.....	308
Gambar 4. 80	Rekapitulasi Kurva <i>Performance Point</i> Metode <i>Pushover</i> ATC-40	308
Gambar 4. 81	Grafik Kurva <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung A Arah X	315
Gambar 4. 82	Grafik Kurva <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung A Arah Y	317
Gambar 4. 83	Grafik Kurva <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung B Arah X	319
Gambar 4. 84	Grafik Kurva <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung B Arah Y	321
Gambar 4. 85	Grafik Kurva <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung C Arah X	323
Gambar 4. 86	Grafik Kurva <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung C Arah Y	325
Gambar 4. 87	Grafik Kurva <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung D Arah X	326
Gambar 4. 88	Grafik Kurva <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung D Arah Y	328
Gambar 4. 89	Grafik Kurva <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung E Arah X	330
Gambar 4. 90	Grafik Kurva <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung E Arah Y	332
Gambar 4. 91	Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung A Arah X Step 3	335
Gambar 4. 92	Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung A Arah X Step 16	335
Gambar 4. 93	Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung A Arah Y Step 4	336
Gambar 4. 94	Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung A Arah Y Step 21	336
Gambar 4. 95	Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung B Arah X Step 4.....	337

Gambar 4. 96 Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung B Arah <i>X</i> Step 18.....	337
Gambar 4. 97 Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung B Arah <i>Y</i> Step 3.....	338
Gambar 4. 98 Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung B Arah <i>Y</i> Step 14.....	338
Gambar 4. 99 Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung C Arah <i>X</i> Step 4.....	339
Gambar 4. 100 Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung C Arah <i>X</i> Step 18...	339
Gambar 4. 101 Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung C Arah <i>Y</i> Step 3.....	340
Gambar 4. 102 Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung C Arah <i>Y</i> Step 14...	340
Gambar 4. 103 Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung D Arah <i>X</i> Step 4	341
Gambar 4. 104 Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung D Arah <i>X</i> Step 19 ..	341
Gambar 4. 105 Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung D Arah <i>Y</i> Step 3.....	342
Gambar 4. 106 Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung D Arah <i>Y</i> Step 14...	342
Gambar 4. 107 Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung E Arah <i>X</i> Step 3.....	343
Gambar 4. 108 Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung E Arah <i>X</i> Step 15...	343
Gambar 4. 109 Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung E Arah <i>Y</i> Step 3.....	344
Gambar 4. 110 Mekanisme Sendi Plastis Pemodelan Gedung E Arah <i>Y</i> Step 14 ...	344
Gambar 4. 111 Grafik Perbandingan Berat Struktur Bangunan	345
Gambar 4. 112 Grafik Perbandingan Rasio Partisipasi Massa Struktur Bangunan.	346
Gambar 4. 113 Grafik Perbandingan Periode Fundamental Struktur Bangunan.....	347
Gambar 4. 114 Grafik Perbandingan Gaya Geser Dasar Struktur Bangunan.....	348
Gambar 4. 115 Grafik Perbandingan Simpangan Arah <i>X</i> Struktur Bangunan	349
Gambar 4. 116 Grafik Perbandingan Simpangan Arah <i>Y</i> Struktur Bangunan.....	350
Gambar 4. 117 Grafik Perbandingan Simpangan Antar Lantai Arah <i>X</i> Struktur Bangunan	350
Gambar 4. 118 Grafik Perbandingan Simpangan Antar Lantai Arah <i>Y</i> Struktur Bangunan	351
Gambar 4. 119 Grafik Perbandingan P-Delta Arah <i>X</i> Struktur Bangunan	352
Gambar 4. 120 Grafik Perbandingan P-Delta Arah <i>Y</i> Struktur Bangunan	352
Gambar 4. 121 Grafik Perbandingan Kontrol Ketidakberaturan Horizontal 1a dan 1b Arah <i>X</i> Struktur Bangunan	353
Gambar 4. 122 Grafik Perbandingan Kontrol Ketidakberaturan Horizontal 1a dan 1b Arah <i>Y</i> Struktur Bangunan.....	354
Gambar 4. 123 Grafik Perbandingan Kontrol Ketidakberaturan Horizontal 3 Struktur Bangunan.....	354
Gambar 4. 124 Grafik Perbandingan Kontrol Ketidakberaturan Vertikal 1a dan 1b Arah <i>X</i> Struktur Bangunan.....	355
Gambar 4. 125 Grafik Perbandingan Kontrol Ketidakberaturan Vertikal 1a dan 1b Arah <i>X</i> Struktur Bangunan.....	356

Gambar 4. 126 Grafik Perbandingan Kontrol Ketidakberaturan Vertikal 1a dan 1b Arah Y Struktur Bangunan.....	356
Gambar 4. 127 Grafik Perbandingan Kontrol Ketidakberaturan Vertikal 1a dan 1b Arah Y Struktur Bangunan.....	357
Gambar 4. 128 Grafik Perbandingan Kontrol Ketidakberaturan Vertikal 2 Struktur Bangunan.....	357
Gambar 4. 129 Grafik Perbandingan Kontrol Ketidakberaturan Vertikal 2 Struktur Bangunan.....	358
Gambar 4. 130 Grafik Perbandingan Kontrol Ketidakberaturan Vertikal 5 Arah X Struktur Bangunan.....	358
Gambar 4. 131 Grafik Perbandingan Kontrol Ketidakberaturan Vertikal 5 Arah X Struktur Bangunan.....	359
Gambar 4. 132 Grafik Perbandingan Kontrol Ketidakberaturan Vertikal 5 Arah Y Struktur Bangunan.....	359
Gambar 4. 133 Grafik Perbandingan Kontrol Ketidakberaturan Vertikal 5 Arah Y Struktur Bangunan.....	360
Gambar 4. 134 Grafik Perbandingan Gaya Momen Tumpuan Negatif Balok Induk Struktur Bangunan.....	361
Gambar 4. 135 Grafik Perbandingan Gaya Momen Tumpuan Positif Balok Induk Struktur Bangunan.....	362
Gambar 4. 136 Grafik Perbandingan Gaya Momen Lapangan Negatif Balok Induk Struktur Bangunan.....	362
Gambar 4. 137 Grafik Perbandingan Gaya Momen Lapangan Negatif Balok Induk Struktur Bangunan.....	363
Gambar 4. 138 Grafik Perbandingan Gaya Geser Tumpuan Balok Induk Struktur Bangunan.....	363
Gambar 4. 139 Grafik Perbandingan Gaya Geser Lapangan Balok Induk Struktur Bangunan.....	364
Gambar 4. 140 Grafik Perbandingan Gaya Torsi Balok Induk Struktur Bangunan.....	364
Gambar 4. 141 Grafik Perbandingan Gaya Momen Tumpuan Negatif Balok Anak Struktur Bangunan.....	365
Gambar 4. 142 Grafik Perbandingan Gaya Momen Tumpuan Positif Balok Anak Struktur Bangunan.....	365
Gambar 4. 143 Grafik Perbandingan Gaya Momen Lapangan Negatif Balok Anak Struktur Bangunan.....	366
Gambar 4. 144 Grafik Perbandingan Gaya Momen Lapangan Negatif Balok Anak Struktur Bangunan.....	366

Gambar 4. 145 Grafik Perbandingan Gaya Geser Tumpuan Balok Anak Struktur Bangunan	367
Gambar 4. 146 Grafik Perbandingan Gaya Geser Lapangan Balok Anak Struktur Bangunan	367
Gambar 4. 147 Grafik Perbandingan Gaya Torsi Balok Anak Struktur Bangunan .	368
Gambar 4. 148 Grafik Perbandingan Gaya Momen Kolom Struktur Bangunan.....	368
Gambar 4. 149 Grafik Perbandingan Gaya Geser Kolom Struktur Bangunan.....	369

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2. 2 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung Untuk Beban Gempa	22
Tabel 2. 3 Faktor Keutamaan Gempa	25
Tabel 2. 4 Klasifikasi Situs	25
Tabel 2. 5 Koefisien Situs, F_a	27
Tabel 2. 6 Koefisien Situs, F_v	27
Tabel 2. 7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek	31
Tabel 2. 8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik	31
Tabel 2. 9 Tingkat Risiko Kegempaan dan Kategori Desain Gempa	32
Tabel 2. 10 Prosedur Analisis Yang Diizinkan	32
Tabel 2. 11 Faktor R, Cd, dan Ω_0 Untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik	33
Tabel 2. 12 Ketidakberaturan Horizontal Pada Struktur	34
Tabel 2. 13 Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur	37
Tabel 2. 14 Persyaratan Untuk Masing-Masing Tingkat Yang Menahan Lebih Dari 35 % Gaya Geser Dasar	41
Tabel 2. 15 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung	42
Tabel 2. 16 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	42
Tabel 2. 17 Simpangan Antar Tingkat, $\Delta_{a,b}$	45
Tabel 2. 18 Beban Mati Untuk Bahan Bangunan dan Komponen Gedung	46
Tabel 2. 19 Beban Hidup Pada Komponen atau Penggunaan Gedung	48
Tabel 2. 20 Kategori Risiko Bangunan dan Struktur Lainnya Untuk Beban Banjir, Angin, Salju, Gempa, dan Es	53
Tabel 2. 21 Faktor Arah Angin, K_d	55
Tabel 2. 22 Parameter Untuk Peningkatan Kecepatan Di Atas Bukit dan Tebing	57
Tabel 2. 23 Sistem Penahan Gaya Angin Utama dan Komponen dan Klading	58
Tabel 2. 24 Faktor Elevasi Permukaan Tanah, K_e	59
Tabel 2. 25 Koefisien Eksposur Tekanan Kecepatan, K_h dan K_z	59
Tabel 2. 26 Konstanta Eksposur Dataran	60
Tabel 2. 27 Koefisien Tekanan Dinding, C_p	62
Tabel 2. 28 Koefisien Tekanan Atap, C_p , Untuk Digunakan Dengan q_h	62
Tabel 2. 29 Faktor Reduksi Kekuatan, ϕ	65
Tabel 2. 30 Kekuatan Geser Nominal <i>Joint</i> , V_n	76
Tabel 2. 31 Parameter Daktilitas Struktur Gedung	78

Tabel 2. 32 Kelebihan <i>Software</i> ETABS.....	82
Tabel 2. 33 Batasan Rasio Simpangan Antar Tingkat ATC-40	84
Tabel 2. 34 Level Kinerja Struktur ATC-40.....	85
Tabel 2. 35 Level Kinerja Struktur FEMA 356	88
Tabel 2. 36 Faktor Modifikasi C_0^I FEMA 356	90
Tabel 2. 37 Faktor Modifikasi C_2 FEMA 356.....	90
Tabel 2. 38 Faktor Modifikasi C_m^I FEMA 356.....	91
Tabel 2. 39 Batasan Simpangan FEMA 356.....	91
Tabel 4. 1 Beban Mati Permodelan Bangunan 10 Lantai di Setiap Variasi	104
Tabel 4. 2 Beban Hidup Permodelan Bangunan 10 Lantai di Setiap Variasi.....	104
Tabel 4. 3 Kategori Risiko Bangunan.....	105
Tabel 4. 4 Kecepatan Angin Kabupaten Sidoarjo Tahun 2019 – 2020	106
Tabel 4. 5 Faktor Arah Angin	107
Tabel 4. 6 Klasifikasi Ketertutupan dan Koefisien Tekanan Internal	107
Tabel 4. 7 Tekanan Angin	109
Tabel 4. 8 Total Tekanan Angin Pada Arah Angin Datang, Tepi, dan Pergi	109
Tabel 4. 9 Kategori Risiko Bangunan.....	111
Tabel 4. 10 Faktor Keutamaan Gempa	111
Tabel 4. 11 Klasifikasi Situs	111
Tabel 4. 12 Parameter Spektrum Respon Desain.....	112
Tabel 4. 13 Koefisien Situs, F_a untuk Menentukan Nilai S_s	113
Tabel 4. 14 Koefisien Situs, F_v untuk Menentukan Nilai S_I	113
Tabel 4. 15 Perhitungan Grafik Respons Spektrum.....	116
Tabel 4. 16 Rekapitulasi Perbandingan Spektrum Respons Desain	119
Tabel 4. 17 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{DS}	120
Tabel 4. 18 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Nilai S_{DI}	120
Tabel 4. 19 Tingkat Risiko Kegempaan dan Kategori Desain Seismik	120
Tabel 4. 20 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	120
Tabel 4. 21 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung	121
Tabel 4. 22 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik.....	121
Tabel 4. 23 <i>Preliminary Design</i> Balok	125
Tabel 4. 24 <i>Preliminary Design</i> Pelat.....	135
Tabel 4. 25 <i>Preliminary Design</i> Kolom.....	138
Tabel 4. 26 Berat Elemen Struktur Bangunan Pemodelan Gedung A	155
Tabel 4. 27 Berat Struktur Bangunan Pemodelan Gedung A Hasil Analisis Manual	156
Tabel 4. 28 Berat Struktur Bangunan Pemodelan Gedung A Hasil Analisis <i>Software</i> ETABS	156

Tabel 4. 29 Perbandingan Berat Struktur Bangunan Pemodelan Gedung A Hasil Analisis Manual dan <i>Software</i> ETABS.....	156
Tabel 4. 30 Berat Elemen Struktur Bangunan Pemodelan Gedung B.....	158
Tabel 4. 31 Berat Struktur Bangunan Pemodelan Gedung B Hasil Analisis Manual	159
Tabel 4. 32 Berat Struktur Bangunan Pemodelan Gedung B Hasil Analisis <i>Software</i> ETABS.....	159
Tabel 4. 33 Perbandingan Berat Struktur Bangunan Pemodelan Gedung B Hasil Analisis Manual dan <i>Software</i> ETABS.....	159
Tabel 4. 34 Berat Elemen Struktur Bangunan Pemodelan Gedung C.....	161
Tabel 4. 35 Berat Struktur Bangunan Pemodelan Gedung C Hasil Analisis Manual	162
Tabel 4. 36 Berat Struktur Bangunan Pemodelan Gedung C Hasil Analisis <i>Software</i> ETABS.....	162
Tabel 4. 37 Perbandingan Berat Struktur Bangunan Pemodelan Gedung C Hasil Analisis Manual dan <i>Software</i> ETABS.....	162
Tabel 4. 38 Berat Elemen Struktur Bangunan Pemodelan Gedung D.....	164
Tabel 4. 39 Berat Struktur Bangunan Pemodelan Gedung D Hasil Analisis Manual	165
Tabel 4. 40 Berat Struktur Bangunan Pemodelan Gedung D Hasil Analisis <i>Software</i> ETABS.....	165
Tabel 4. 41 Perbandingan Berat Struktur Bangunan Pemodelan Gedung D Hasil Analisis Manual dan <i>Software</i> ETABS.....	165
Tabel 4. 42 Berat Elemen Struktur Bangunan Pemodelan Gedung E.....	167
Tabel 4. 43 Berat Struktur Bangunan Pemodelan Gedung E Hasil Analisis Manual	168
Tabel 4. 44 Berat Struktur Bangunan Pemodelan Gedung E Hasil Analisis <i>Software</i> ETABS.....	168
Tabel 4. 45 Perbandingan Berat Struktur Bangunan Pemodelan Gedung E Hasil Analisis Manual dan <i>Software</i> ETABS.....	168
Tabel 4. 46 Rekapitulasi Berat Struktur Bangunan Setiap Pemodelan Hasil Analisis Manual dan <i>Software</i> ETABS.....	169
Tabel 4. 47 Kontrol Partisipasi Massa Pemodelan Gedung A.....	170
Tabel 4. 48 Kontrol Partisipasi Massa Pemodelan Gedung B.....	171
Tabel 4. 49 Kontrol Partisipasi Massa Pemodelan Gedung C.....	171
Tabel 4. 50 Kontrol Partisipasi Massa Pemodelan Gedung D.....	172
Tabel 4. 51 Kontrol Partisipasi Massa Pemodelan Gedung E.....	172
Tabel 4. 52 Periode Fundamental Pemodelan Gedung A Hasil Analisis Manual....	174

Tabel 4. 53 Periode Fundamental Pemodelan Gedung A Hasil Analisis <i>Software</i> ETABS.....	174
Tabel 4. 54 Periode Fundamental Pemodelan Gedung B Hasil Analisis Manual...	174
Tabel 4. 55 Periode Fundamental Pemodelan Gedung B Hasil Analisis <i>Software</i> ETABS.....	175
Tabel 4. 56 Periode Fundamental Pemodelan Gedung C Hasil Analisis Manual...	175
Tabel 4. 57 Periode Fundamental Pemodelan Gedung C Hasil Analisis <i>Software</i> ETABS.....	175
Tabel 4. 58 Periode Fundamental Pemodelan Gedung D Hasil Analisis Manual...	176
Tabel 4. 59 Periode Fundamental Pemodelan Gedung D Hasil Analisis <i>Software</i> ETABS.....	176
Tabel 4. 60 Periode Fundamental Pemodelan Gedung E Hasil Analisis Manual...	176
Tabel 4. 61 Periode Fundamental Pemodelan Gedung E Hasil Analisis <i>Software</i> ETABS.....	176
Tabel 4. 62 Rekapitulasi Periode Fundamental Setiap Pemodelan Hasil Analisis Manual dan <i>Software</i> ETABS.....	177
Tabel 4. 63 Perbandingan Periode Fundamental terhadap Pemodelan Gedung A..	177
Tabel 4. 64 Nilai <i>Scale Factor</i> pada Setiap Pemodelan Gedung.....	179
Tabel 4. 65 <i>Output</i> Gaya Geser Dasar Sebelum dikali <i>Scale Factor</i>	180
Tabel 4. 66 Nilai <i>Scale Factor</i> Penyesuaian pada Setiap Pemodelan Gedung.....	181
Tabel 4. 67 <i>Output</i> Gaya Geser Dasar Setelah dikali <i>Scale Factor</i>	181
Tabel 4. 68 Rekapitulasi Gaya Geser Dasar Setiap Pemodelan.....	182
Tabel 4. 69 Perbedaan Selisih dan Perbandingan Gaya Geser Dasar terhadap Pemodelan Gedung A.....	183
Tabel 4. 70 Parameter pada Perhitungan Simpangan Setiap Pemodelan.....	185
Tabel 4. 71 Kontrol Simpangan Pemodelan Gedung A.....	185
Tabel 4. 72 Kontrol Simpangan Pemodelan Gedung B.....	187
Tabel 4. 73 Kontrol Simpangan Pemodelan Gedung C.....	188
Tabel 4. 74 Kontrol Simpangan Pemodelan Gedung D.....	190
Tabel 4. 75 Kontrol Simpangan Pemodelan Gedung E.....	191
Tabel 4. 76 Rekapitulasi Simpangan Setiap Pemodelan.....	193
Tabel 4. 77 Rekapitulasi Simpangan Antar Lantai Setiap Pemodelan.....	193
Tabel 4. 78 Perbedaan Selisih dan Perbandingan Simpangan Antar Lantai terhadap Pemodelan Gedung A pada Lantai 10.....	194
Tabel 4. 79 Parameter pada Perhitungan P-Delta Setiap Pemodelan.....	196
Tabel 4. 80 Kontrol P-Delta Pemodelan Gedung A.....	196
Tabel 4. 81 Kontrol P-Delta Pemodelan Gedung B.....	197
Tabel 4. 82 Kontrol P-Delta Pemodelan Gedung C.....	198

Tabel 4. 83 Kontrol P-Delta Pemodelan Gedung D	200
Tabel 4. 84 Kontrol P-Delta Pemodelan Gedung E.....	201
Tabel 4. 85 Rekapitulasi P-Delta Setiap Pemodelan	202
Tabel 4. 86 Perbedaan Selisih dan Perbandingan P-Delta terhadap Pemodelan Gedung A pada Lantai 10.....	202
Tabel 4. 87 Kontrol Ketidakberaturan Torsi dan Torsi Berlebihan Pemodelan Gedung A	204
Tabel 4. 88 Kontrol Ketidakberaturan Torsi dan Torsi Berlebihan Pemodelan Gedung B.....	205
Tabel 4. 89 Kontrol Ketidakberaturan Torsi dan Torsi Berlebihan Pemodelan Gedung C.....	205
Tabel 4. 90 Kontrol Ketidakberaturan Torsi dan Torsi Berlebihan Pemodelan Gedung D	206
Tabel 4. 91 Kontrol Ketidakberaturan Torsi dan Torsi Berlebihan Pemodelan Gedung E.....	206
Tabel 4. 92 Rekapitulasi Kontrol Ketidakberaturan Torsi dan Torsi Berlebihan Setiap Pemodelan	207
Tabel 4. 93 Perbandingan Kontrol Ketidakberaturan Torsi dan Torsi Berlebihan terhadap Pemodelan Gedung A pada Lantai 10	207
Tabel 4. 94 Kontrol Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma Pemodelan Gedung B.....	209
Tabel 4. 95 Kontrol Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma Pemodelan Gedung C.....	210
Tabel 4. 96 Kontrol Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma Pemodelan Gedung D	210
Tabel 4. 97 Kontrol Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma Pemodelan Gedung E.....	210
Tabel 4. 98 Rekapitulasi Kontrol Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma Setiap Pemodelan	211
Tabel 4. 99 Kontrol Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak dan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan Pemodelan Gedung A	213
Tabel 4. 100 Kontrol Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak dan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan Pemodelan Gedung B.....	215
Tabel 4. 101 Kontrol Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak dan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan Pemodelan Gedung C.....	215
Tabel 4. 102 Kontrol Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak dan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan Pemodelan Gedung D	216

Tabel 4. 103 Kontrol Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak dan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan Pemodelan Gedung E	217
Tabel 4. 104 Rekapitulasi Kontrol Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak dan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan Setiap Pemodelan	218
Tabel 4. 105 Perbandingan Kontrol Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak dan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan terhadap Pemodelan Gedung A pada Lantai 10	219
Tabel 4. 106 Kontrol Ketidakberaturan Berat/Massa Pemodelan Gedung A	221
Tabel 4. 107 Kontrol Ketidakberaturan Berat/Massa Pemodelan Gedung B	222
Tabel 4. 108 Kontrol Ketidakberaturan Berat/Massa Pemodelan Gedung C	222
Tabel 4. 109 Kontrol Ketidakberaturan Berat/Massa Pemodelan Gedung D	223
Tabel 4. 110 Kontrol Ketidakberaturan Berat/Massa Pemodelan Gedung E.....	223
Tabel 4. 111 Rekapitulasi Kontrol Ketidakberaturan Berat/Massa Setiap Pemodelan	224
Tabel 4. 112 Perbandingan Kontrol Ketidakberaturan Berat/Massa terhadap Pemodelan Gedung A pada Lantai 9	224
Tabel 4. 113 Kontrol Ketidakberaturan Geometri Vertikal Setiap Pemodelan	225
Tabel 4. 114 Kontrol Ketidakberaturan Tingkat Lemah akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat dan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat Pemodelan Gedung A	229
Tabel 4. 115 Kontrol Ketidakberaturan Tingkat Lemah akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat dan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat Pemodelan Gedung B	230
Tabel 4. 116 Kontrol Ketidakberaturan Tingkat Lemah akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat dan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat Pemodelan Gedung C	230
Tabel 4. 117 Kontrol Ketidakberaturan Tingkat Lemah akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat dan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat Pemodelan Gedung D	231
Tabel 4. 118 Kontrol Ketidakberaturan Tingkat Lemah akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat dan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat Pemodelan Gedung E	232

Tabel 4. 119 Rekapitulasi Kontrol Ketidakberaturan Tingkat Lemah akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat dan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat Setiap Pemodelan	233
Tabel 4. 120 Perbandingan Kontrol Ketidakberaturan Tingkat Lemah akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat dan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat terhadap Pemodelan Gedung A pada Lantai 8.....	233
Tabel 4. 121 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Balok Induk Pemodelan Gedung A	235
Tabel 4. 122 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Balok Induk Pemodelan Gedung B	236
Tabel 4. 123 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Balok Induk Pemodelan Gedung C	236
Tabel 4. 124 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Balok Induk Pemodelan Gedung D	237
Tabel 4. 125 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Balok Induk Pemodelan Gedung E	238
Tabel 4. 126 Profil Balok Induk Arah X BI X 1 Gedung A.....	239
Tabel 4. 127 Rekapitulasi Kontrol Lendutan Balok Induk Arah X Setiap Pemodelan	243
Tabel 4. 128 Rekapitulasi Kontrol Lendutan Balok Induk Arah Y Setiap Pemodelan	243
Tabel 4. 129 Rekapitulasi Kontrol Lentur Balok Induk Arah X Setiap Pemodelan	252
Tabel 4. 130 Rekapitulasi Kontrol Lentur Balok Induk Arah Y Setiap Pemodelan.	252
Tabel 4. 131 Rekapitulasi Kontrol Geser Balok Induk Arah X Setiap Pemodelan..	258
Tabel 4. 132 Rekapitulasi Kontrol Geser Balok Induk Arah Y Setiap Pemodelan..	259
Tabel 4. 133 Rekapitulasi Kontrol Torsi Balok Induk Setiap Pemodelan	265
Tabel 4. 134 Rekapitulasi Tulangan Balok Induk Setiap Pemodelan.....	267
Tabel 4. 135 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Balok Anak Pemodelan Gedung A	269
Tabel 4. 136 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Balok Anak Pemodelan Gedung B	269
Tabel 4. 137 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Balok Anak Pemodelan Gedung C	270
Tabel 4. 138 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Balok Anak Pemodelan Gedung D	270
Tabel 4. 139 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Balok Anak Pemodelan Gedung E	270

Tabel 4. 140 Profil Balok Anak BA 1 Gedung A.....	271
Tabel 4. 141 Rekapitulasi Kontrol Lendutan Balok Anak Setiap Pemodelan	274
Tabel 4. 142 Rekapitulasi Kontrol Lentur Balok Anak Setiap Pemodelan.....	281
Tabel 4. 143 Rekapitulasi Kontrol Geser Balok Anak Setiap Pemodelan	286
Tabel 4. 144 Rekapitulasi Kontrol Torsi Balok Anak Setiap Pemodelan	288
Tabel 4. 145 Rekapitulasi Tulangan Balok Anak Setiap Pemodelan.....	289
Tabel 4. 146 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Kolom Pemodelan Gedung A	291
Tabel 4. 147 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Kolom Pemodelan Gedung B	292
Tabel 4. 148 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Kolom Pemodelan Gedung C	292
Tabel 4. 149 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Kolom Pemodelan Gedung D.....	293
Tabel 4. 150 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Kolom Pemodelan Gedung E	294
Tabel 4. 151 Profil Kolom K1 Gedung A.....	295
Tabel 4. 152 Rekapitulasi Kontrol Lentur Kolom Setiap Pemodelan.....	296
Tabel 4. 153 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Kolom Pemodelan Gedung A Setelah Pengkalian.....	296
Tabel 4. 154 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Kolom Pemodelan Gedung B Setelah Pengkalian.....	297
Tabel 4. 155 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Kolom Pemodelan Gedung C Setelah Pengkalian.....	298
Tabel 4. 156 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Kolom Pemodelan Gedung D Setelah Pengkalian.....	298
Tabel 4. 157 Rekapitulasi <i>Output</i> Gaya Dalam Kolom Pemodelan Gedung E Setelah Pengkalian.....	299
Tabel 4. 158 Rekapitulasi Kontrol Geser Kolom Setiap Pemodelan.....	303
Tabel 4. 159 Rekapitulasi Tulangan Kolom Setiap Pemodelan.....	304
Tabel 4. 160 Data Parameter Metode <i>Pushover</i> ATC-40 Arah <i>X</i> Pemodelan Gedung A	306
Tabel 4. 161 Data Parameter Metode <i>Pushover</i> ATC-40 Arah <i>Y</i> Pemodelan Gedung A	307
Tabel 4. 162 Rekapitulasi Data Parameter Metode <i>Pushover</i> ATC-40.....	309
Tabel 4. 163 Rekapitulasi Tingkat Kinerja Metode <i>Pushover</i> ATC-40	310
Tabel 4. 164 Data Parameter Metode <i>Pushover</i> FEMA 356 Arah <i>X</i> Pemodelan Gedung A.....	311
Tabel 4. 165 Data Parameter <i>Pushover</i> Metode FEMA 356 Arah <i>Y</i> Pemodelan Gedung A.....	312
Tabel 4. 166 Rekapitulasi Data Parameter Metode <i>Pushover</i> FEMA 356.....	313
Tabel 4. 167 Rekapitulasi Tingkat Kinerja Metode <i>Pushover</i> FEMA 356	314
Tabel 4. 168 Distribusi Sendi Plastis <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung A Arah <i>X</i>	316

Tabel 4. 169 Distribusi Sendi Plastis <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung A Arah Y.....	317
Tabel 4. 170 Distribusi Sendi Plastis <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung B Arah X.....	319
Tabel 4. 171 Distribusi Sendi Plastis <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung B Arah Y.....	321
Tabel 4. 172 Distribusi Sendi Plastis <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung C Arah X.....	323
Tabel 4. 173 Distribusi Sendi Plastis <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung C Arah Y.....	325
Tabel 4. 174 Distribusi Sendi Plastis <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung D Arah X.....	327
Tabel 4. 175 Distribusi Sendi Plastis <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung D Arah Y.....	328
Tabel 4. 176 Distribusi Sendi Plastis <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung E Arah X.....	330
Tabel 4. 177 Distribusi Sendi Plastis <i>Pushover</i> Pemodelan Gedung E Arah Y.....	332
Tabel 4. 178 Rekapitulasi Daktilitas Setiap Pemodelan.....	333
Tabel 4. 179 Perbandingan Rasio Partisipasi Massa Struktur Bangunan	346
Tabel 4. 180 Perbandingan Periode Fundamental Struktur Bangunan.....	347
Tabel 4. 181 Perbandingan Level Kinerja Struktur Bangunan.....	370
Tabel 4. 182 Perbandingan Tingkat Daktilitas Struktur Bangunan	371

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Brosur Mutu Beton	L1
Lampiran 2. Brosur Baja Tulangan	L2
Lampiran 3. Tabel Perbandingan Simpangan Seluruh Pemodelan Gedung dengan Variasi Luas dan Letak <i>Void</i>	L5
Lampiran 4. Tabel Perbandingan Simpangan Antar Lantai Seluruh Pemodelan Gedung dengan Variasi Luas dan Letak <i>Void</i>	L6
Lampiran 5. Tabel Perbandingan Kontrol P-Delta Seluruh Pemodelan Gedung dengan Variasi Luas dan Letak <i>Void</i>	L7
Lampiran 6. Tabel Perbandingan Gaya Dalam Balok dan Kolom Seluruh Pemodelan Gedung dengan Variasi Luas dan Letak <i>Void</i>	L8
Lampiran 7. Bukti Nilai <i>Plagiarism</i>	L10
Lampiran 8. <i>Letter of Acceptance</i> (LoA) Jurnal.....	L11
Lampiran 9. Lembar Bimbingan dan Persetujuan Sidang Tugas Akhir	L12
Lampiran 10. Lembar Perintah Revisi Sidang Tugas Akhir.....	15
Lampiran 11. Syarat Rekomendasi Cetak Buku Tugas Akhir.....	18
Lampiran 12. Surat Rekomendasi Cetak Buku Tugas Akhir.....	20
Lampiran 13. Media Massa Tugas Akhir	21
Lampiran 14. Surat Tugas Panitia Prodi.....	23
Lampiran 15. Bukti Korespondensi Artikel Tugas Akhir.....	27
Lampiran 16. Kendala dan Solusi Penyelesaian Tugas Akhir.....	36

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR NOTASI

$\bar{N}_{ch}$	=	Tahanan penetrasi standar rata-rata tanah nonkohesif dalam lapisan 30 m paling atas
$\bar{S}_u$	=	Kuat geser niralir rata-rata di dalam lapisan 30 m paling atas
$\bar{V}_s$	=	Kecepatan rambat gelombang geser rata-rata pada regangan geser yang kecil, di dalam lapisan 30 m teratas
ℓ_d	=	Panjang penyaluran tarik batang tulangan ulir, kawat ulir, tulangan kawat las polos dan ulir, atau strand patarik, mm
ℓ_{dh}	=	Panjang penyaluran tarik batang tulangan ulir atau kawat ulir dengan kait standar, yang diukur dari penampang kritis ujung luar kait, mm
ℓ_n	=	Panjang bentang bersih yang diukur muka ke muka tumpuan, mm
ℓ_o	=	Panjang, yang diukur dari muka joint sepanjang sumbu komponen struktur, dimana transversal khusus tulangan harus disediakan, mm
$\bar{N}$	=	Tahanan penetrasi standar rata-rata dalam lapisan 30 m paling atas
$\hat{b}$	=	Faktor kecepatan hembusan angin dalam 3 detik
$\bar{b}$	=	Faktor kecepatan angin rata-rata per jam
$\hat{\alpha}$	=	Resiprokal dari α
$\bar{\alpha}$	=	Eksponen pangkat untuk kecepatan angin rata-rata per jam
$\bar{\epsilon}$	=	Eksponen pangkat untuk skala panjang integral
μ	=	Koefisien friksi
A_{cp}	=	Luas yang dibatasi oleh keliling luar penampang beton, mm ²
A_g	=	Luas bruto penampang beton, mm ²
A_{gi}	=	Jumlah luas permukaan bruto dari amplop bangunan gedung (dinding dan atap) tidak termasuk A_g , dalam ft ² (m ²)
A_j	=	Luas penampang efektif pada joint di bidang yang paralel terhadap bidang tulangan yang menimbulkan geser dalam joint, mm ²
A_o	=	Luas total bukaan pada suatu dinding yang menerima tekanan eksternal positif, dalam ft ² (m ²) (SNI 1727:2020)
A_o	=	Luas bruto yang dilingkupi oleh lintasan alir geser, mm ² (SNI 2847:2019)
A_{oi}	=	Jumlah luas bukaan pada amplop bangunan gedung (dinding dan atap) tidak termasuk A_o , dalam ft ² (m ²)
A_{st}	=	Luas total tulangan longitudinal nonprategang (batang tulangan atau profil baja), mm ²
A_t	=	Luas satu kaki sengkang tertutup yang menahan torsi dalam spasi s, mm ²

A_T	=	Luas tributari dalam ft ² (m ²)
A_v	=	Luas tulangan geser dalam spasi s, mm ²
A_x	=	Faktor amplifikasi torsi
B	=	Dimensi horizontal bangunan gedung diukur tegak lurus terhadap arah angin, dalam ft (m)
b_t	=	Lebar bagian penampang yang mengandung sengkang tertutup yang menahan torsi, mm
b_w	=	Lebar badan, tebal dinding, atau diameter penampang lingkaran, mm
C_0	=	Faktor modifikasi yang digunakan untuk menghubungkan perpindahan spektral dengan perpindahan atap bangunan yang kemungkinan terjadi (FEMA 356)
C_1	=	Dimensi kolom persegi atau persegi ekuivalen, kepala kolom (capital), atau braket yang diukur dalam arah bentang dimana ditentukan, mm
C_1	=	Faktor modifikasi yang digunakan untuk menghubungkan perpindahan maksimum inelastis yang diharapkan dengan perpindahan yang dihitung berdasarkan respons elastis linier (FEMA 356)
C_2	=	Dimensi kolom persegi atau persegi ekuivalen, kepala kolom (capital), atau braket yang diukur dalam arah tegak lurus terhadap c1, mm
C_2	=	Faktor modifikasi yang digunakan untuk merepresentasikan pengaruh bentuk histeresis terhadap respons perpindahan maksimum (FEMA 356)
C_3	=	Faktor modifikasi yang digunakan untuk merepresentasikan peningkatan perpindahan akibat pengaruh orde kedua (FEMA 356)
C_d	=	Faktor pembesaran simpangan lateral
C_p	=	Koefisien tekanan eksternal yang digunakan dalam penentuan beban angin untuk bangunan gedung
C_s	=	Koefisien respons seismik
C_u	=	Koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung
C_{vx}	=	Faktor distribusi vertikal
D	=	Pengaruh dari beban mati
d	=	Jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tarik longitudinal, mm
d_b	=	Diameter nominal batang tulangan, kawat, atau strand prategang, mm
E_h	=	Pengaruh gaya seismik horizontal
E_v	=	Pengaruh gaya seismik vertikal
$f'c$	=	Kekuatan tekan beton yang disyaratkan, MPa
F_a	=	Koefisien situs untuk periode pendek yaitu pada periode 0,2 detik
F_i	=	Bagian dari gaya geser dasar, V , pada tingkat-i

F_v	=	Koefisien situs untuk periode panjang (pada periode 1 detik)
F_x	=	Gaya seismik lateral (kN) di level-x
F_y	=	Kekuatan leleh tulangan yang disyaratkan, MPa
F_{yt}	=	Kekuatan leleh tulangan transversal yang disyaratkan f_y , MPa
G	=	Faktor efek hembusan angin
GC_{pi}	=	Perkalian koefisien tekanan internal dan faktor efek hembusan angin yang digunakan dalam menentukan beban angin untuk bangunan gedung
H	=	Tebal lapisan tanah (m) (SNI 1726:2019)
H	=	Tinggi bukit atau tebing (SNI 1727:2020)
h	=	Tinggi rata-rata atap bangunan gedung atau tinggi struktur-struktur lain, kecuali tinggi bagian terbawah atap yang digunakan untuk sudut atap θ yang kurang dari atau sama dengan 10° , dalam ft (m) (SNI 1727:2020)
h	=	Tebal atau tinggi keseluruhan komponen struktur, mm (SNI 2847:2019)
h_i	=	Tinggi dari dasar sampai tingkat i
h_n	=	Batasan tinggi struktur
h_{sx}	=	Tinggi tingkat di bawah level-x
h_x	=	Tinggi dari dasar sampai tingkat x
I_e	=	Faktor keutamaan gempa
K_1	=	Pengali untuk memperoleh K_{zt}
K_d	=	Faktor arah angin
K_e	=	Faktor elevasi permukaan tanah
K_e	=	Nilai kekakuan bangunan dalam menahan gaya horizontal pada arah tertentu, dengan mempertimbangkan kondisi aktual struktur (FEMA 356)
K_i	=	Besarnya kekakuan bangunan dalam menahan gaya horizontal (lateral) pada arah tertentu saat struktur masih berperilaku elastis (FEMA 356)
K_{LL}	=	Faktor elemen beban hidup
K_z	=	Koefisien eksposur tekanan velositas pada ketinggian z
K_{zt}	=	Faktor topografi
L	=	Pengaruh beban hidup (SNI 1726:2019)
L	=	Dimensi horizontal dari suatu bangunan gedung yang diukur paralel terhadap arah angin, dalam ft (m)
ℓ	=	Faktor skala panjang integral

L_h	=	Jarak horizontal pada sisi angin datang dari puncak bukit atau tebing sampai setengah tinggi bukit atau tebing
L_o	=	Beban hidup desain tanpa reduksi per ft ² (m ²) dari luasan yang didukung oleh komponen struktur
L_r	=	Pengaruh beban hidup di atap
M	=	Momen yang bekerja pada penampang, N-mm
M_{max}	=	Momen maksimum terfaktor pada penampang akibat beban luar yang bekerja, N-mm
M_n	=	Kekuatan lentur nominal pada penampang, N-mm
M_{nb}	=	Kekuatan lentur nominal balok termasuk pelat bilamana tertarik, yang merangka ke dalam joint, N-mm
M_{nc}	=	Kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint, yang dihitung untuk gaya aksial terfaktor, konsisten dengan arah gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kekuatan lentur yang terendah, N-mm
M_{pr}	=	Kekuatan lentur mungkin komponen struktur, dengan atau tanpa beban aksial, yang ditentukan menggunakan properti komponen struktur pada muka joint yang mengasumsikan tegangan tarik dalam batang tulangan longitudinal sebesar paling sedikit $1,25f_y$ dan faktor reduksi kekuatan ϕ sebesar 1,0, N-mm
M_u	=	Momen terfaktor pada penampang, N-mm
P_{cp}	=	Keliling luar penampang beton, mm
PF_1	=	Faktor partisipasi modal untuk mode getar alami pertama (ATC-40)
P_h	=	Keliling garis pusat tulangan torsi transversal tertutup terluar, mm
PI	=	Indeks plastisitas tanah
P_i	=	Beban dorong (<i>pushover load</i>) atau gaya lateral yang diterapkan pada struktur pada langkah ke- <i>i</i> .
P_u	=	Gaya aksial terfaktor; diambil sebagai positif untuk tekan dan negatif untuk tarik, N
P_x	=	Total beban rencana vertikal tidak terfaktor pada dan di atas tingkat-x
q	=	Tekanan velositas, dalam lb/ft ² (N/m ²)
q_h	=	Tekanan velositas pada ketinggian $z = h$, dalam lb/ft ² (N/m ²)
q_i	=	Tekanan velositas untuk menentukan tekanan internal, dalam lb/ft ² (N/m ²)
q_u	=	Beban terfaktor per satuan luas, N/m ²
q_z	=	Tekanan velositas pada tinggi z di atas tanah, dalam lb/ft ² (N/m ²)
R	=	Koefisien modifikasi respons, lihat Tabel 12, Tabel 23, Tabel 28, atau Tabel 29 (SNI 1726:2019)

R	=	Beban air hujan (SNI 1726:2019)
s	=	Spasi pusat ke pusat suatu benda, misalnya tulangan longitudinal, tulangan transversal, tendon, kawat atau angkur prategang, mm
S_I	=	Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik, redaman 5 persen
S_a	=	Parameter percepatan spektral menunjukkan seberapa besar percepatan yang dialami struktur pada periode tertentu akibat gempa bumi (ATC-40)
S_{DI}	=	Parameter percepatan respons spektral pada periode 1 detik, redaman 5 persen
S_{DS}	=	Parameter percepatan respons spektral pada periode pendek, redaman 5 persen
S_{MI}	=	Percepatan percepatan respons spektral MCE pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
S_{MS}	=	Parameter percepatan respons spektral MCE pada periode pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
S_S	=	Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode pendek, redaman 5 persen
T	=	Periode fundamental bangunan
T_a	=	Perioda fundamental pendekatan
T_e	=	Periode getar utama struktur yang efektif setelah memperhitungkan perilaku nonlinier (FEMA 356)
T_i	=	Periode getar alami struktur dalam kondisi elastis, dinyatakan dalam detik, pada arah analisis yang sedang diperhitungkan (FEMA 356)
T_L	=	Peta transisi perioda panjang yang ditunjukkan pada Gambar 2.2
T_n	=	Kekuatan momen torsi nominal, N mm
T_{th}	=	Momen torsi threshold, N-mm
T_u	=	Momen torsi terfaktor pada penampang, N-mm
V	=	Geser desain total di dasar struktur dalam arah yang ditinjau (SNI 1726:2019)
V	=	Kecepatan angin dasar yang diperoleh dari Buku Peta Angin Indonesia, dalam mi/h (m/s) (SNI 1727:2020)
V	=	Gaya lateral total (ATC-40)
V_c	=	Kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton, N
V_e	=	Gaya geser desain untuk kombinasi pembebanan termasuk pengaruh gempa, N
V_i	=	Jumlah gaya geser horizontal yang terjadi di dasar struktur pada saat beban lateral (<i>pushover load</i>) telah meningkat sampai tahap ke- i .

V_n	= Kekuatan geser nominal, N
V_t	= Nilai desain dari gaya geser dasar akibat seismik
V_u	= Gaya geser terfaktor penampang, N
V_x	= Geser seismik desain di tingkat x
W	= Beban angin (SNI 1726:2019)
W	= Berat seismik efektif struktur Pasal 7.8.1 (SNI 1726:2019)
W	= Berat mati bangunan ditambah dengan beban hidup (ATC-40)
w	= Kadar air tanah (persen)
w_i	= Tributari berat sampai tingkat-i
w_i/g	= Massa yang diberikan pada tingkat ke-i (ATC-40)
w_x	= Bagian dari berat seismik efektif struktur di tingkat x
x	= Tingkat yang sedang ditinjau
Z_g	= Tinggi nominal lapisan batas atmosfer
z_{min}	= Konstan eksposur
α_1	= Koefisien massa modal untuk mode getar alami pertama (ATC-40)
Δ	= Simpangan antar tingkat desain
Δ_a	= Simpangan antar tingkat yangizinkan
Δ_{roof}	= Perpindahan atap (V dan δ_{roof} yang terkait membentuk titik-titik pada kurva kapasitas) (ATC-40)
δ_x	= Defleksi pusat massa di tingkat x
δ_{xe}	= Defleksi pada lokasi yang ditentukan dengan analisis elastik
θ	= Koefisien stabilitas untuk pengaruh P-Delta
λ	= Faktor modifikasi yang merefleksikan properti mekanis tereduksi dari beton ringan, semuanya relatif terhadap beton normal dengan kekuatan tekan yang sama
ρ	= Rasio A_s terhadap b_d
ϕ	= Faktor reduksi kekuatan
ϕ_{il}	= Amplitudo dari mode getar ke-l pada tingkat ke-i (ATC-40)
Ω_0	= Faktor kuat lebih

DAFTAR RUMUS

Rumus Nilai S_{MS} (2.1)	27
Rumus Nilai S_{MI} (2.2)	27
Rumus Nilai S_{DS} (2.3).....	28
Rumus Nilai S_{DI} (2.4).....	28
Rumus Nilai S_a untuk Nilai Periode $< T_0$ (2.5).....	29
Rumus Nilai S_a untuk Nilai Periode $> T_s$ dan $< T_L$ (2.6)	29
Rumus Nilai S_a untuk Nilai Periode $> T_L$ (2.7)	29
Rumus Nilai T_0 (2.8)	29
Rumus Nilai T_s (2.9).....	29
Rumus Nilai T_a (2.10)	42
Rumus Nilai T_a untuk Bangunan Kurang Dari 12 Tingkat (2.11)	43
Rumus Nilai C_s (2.12)	43
Rumus Nilai C_{smax} Kondisi Periode $T < T_L$ (2.13)	43
Rumus Nilai C_{smax} Kondisi Periode $T > T_L$ (2.14)	43
Rumus Nilai C_{smin} (2.15)	43
Rumus Nilai C_{smin} Kondisi $S_I \Rightarrow 0,6g$ (2.16)	43
Rumus Nilai V (2.17)	44
Rumus Nilai F_x (2.18)	44
Rumus Nilai C_{vx} (2.19).....	44
Rumus Nilai V_x (2.20)	44
Rumus Nilai δ_x (2.21).....	45
Rumus Nilai θ (2.22).....	45
Rumus Nilai θ_{max} (2.23).....	45
Rumus Nilai Reduksi Beban L_L (2.24).....	53
Rumus Nilai q_z atau q_h dalam Satuan mi/h (2.25)	61
Rumus Nilai q_z atau q_h dalam Satuan m/s (2.26).....	61
Rumus Nilai p (2.27).....	63
Rumus Batasan $M_{(+)}$ Tulangan Longitudinal pada Balok SRPMK (2.28)	69
Rumus Batasan $M_{(-)}$ Tulangan Longitudinal pada Balok SRPMK (2.29)	69
Rumus Nilai V_e Balok SRPMK (2.30)	70
Rumus Batasan V_u Balok SRPMK (2.31)	71
Rumus Batasan V_u Balok SRPMK (2.32)	71
Rumus Keperluan Penggunaan Tulangan Torsi Balok SRPMK (2.33).....	71
Rumus Nilai ϕT_{cr} (2.34)	71
Rumus Batasan Penampang Balok SRPMK terhadap Torsi (2.35).....	72
Rumus Nilai T_n (2.36)	72

Rumus Nilai T_n (2.37).....	72
Rumus Batasan Tulangan Torsi Minimum Balok SRPMK (2.38).....	72
Rumus Batasan Tulangan Torsi Minimum Balok SRPMK (2.39).....	72
Rumus Nilai A_t (2.40).....	72
Rumus Nilai A_{tmin} (2.41).....	72
Rumus Nilai A_{tmin} (2.42).....	73
Rumus Batasan Spasi Tulangan Torsi Balok SRPMK (2.43).....	73
Rumus Batasan Jarak Tulangan Torsi Balok SRPMK (2.44).....	73
Rumus Batasan Mutu Beton (2.45).....	73
Rumus Batasan Mutu Baja Tulangan (2.46).....	73
Rumus Batasan Kekuatan Lentur Minimum Kolom SRPMK (2.47).....	73
Rumus Nilai ℓ_{dh} (2.48).....	77
Rumus Nilai PF_l (2.49).....	86
Rumus Nilai α_l (2.50).....	86
Rumus S_a (2.51).....	86
Rumus S_d (2.52).....	86
Rumus S_{dl} (2.53).....	87
Rumus T_e (2.54).....	90
Rumus δ_t (2.55).....	90