

TUGAS AKHIR
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJAPADA
GEDUNG KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SAINS DAN KESEHATAN
RS DR SOEPRAOEN MALANG MENGGUNAKAN FLUID VISCOUS
DAMPER (FVD)

*Disusun dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S-1) Institut Teknologi Nasional Malang*



Disusun Oleh :

Frank Edwin Liemer

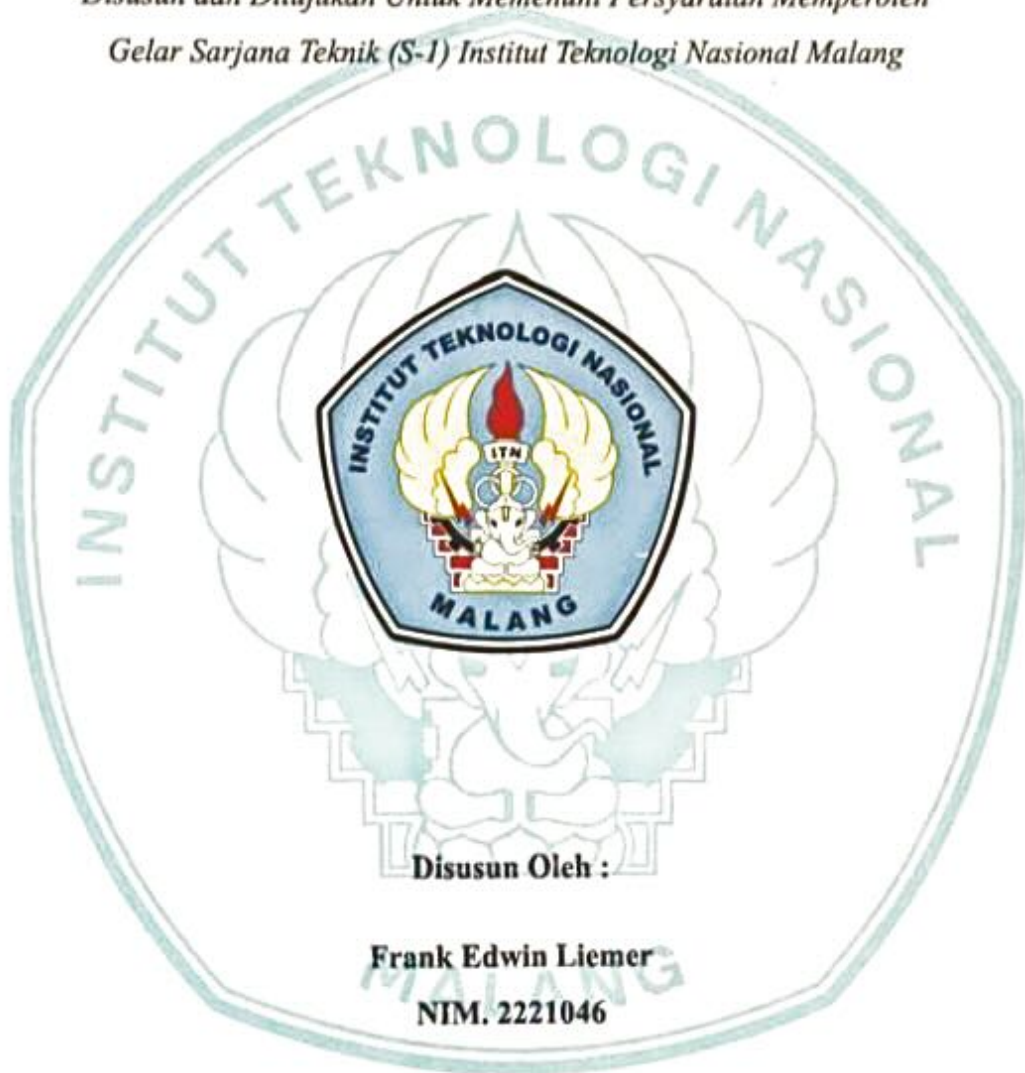
NIM. 2221046

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2026

TUGAS AKHIR
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJAPADA
GEDUNG KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SAINS DAN KESEHATAN
RS DR SOEPRAOEN MALANG MENGGUNAKAN *FLUID VISCOUS*
DAMPER (FVD)

*Disusun dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (S-1) Institut Teknologi Nasional Malang*



Disusun Oleh :

Frank Edwin Liemer
NIM. 2221046

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2026

LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA PADA
GEDUNG KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SAINS DAN KESEHATAN
RS DR SOEPRAOEN MALANG MENGGUNAKAN *FLUID VISCOUS*
DAMPER (FVD)

*Disusun dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik (S-1) Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :

FRANK EDWIN LIEMER

NIM. 2221046

Telah Disetujui oleh Pembimbing Untuk Diujikan Pada Tanggal

9 Februari 2026

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Ester Priskasari, MT.

NIP. Y. 1039400265

Hadi S.W.Sunarwadi., ST., MT.

NIP. P. 1032000579

Mengetahui,

Kepala Program Studi Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang



Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.

NIP. P. 1030300383

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA PADA
GEDUNG KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SAINS DAN KESEHATAN
RS DR SOEPROAEN MALANG MENGGUNAKAN *FLUID VISCOUS*
DAMPER (FVD)

Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan di Depan Dosen Penguji Tugas Akhir
Jenjang Strata S-1
Pada Tanggal **9 Februari 2026** dan Diterima Untuk Memenuhi
Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1.

Disusun Oleh :

Frank Edwin Liemer

NIM 2221046

Dosen Penguji

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II



Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.

NIP. P. 1030300383



Mohammad Erfan, ST., MT.

NIP. P. 1031500508

Disahkan Oleh:

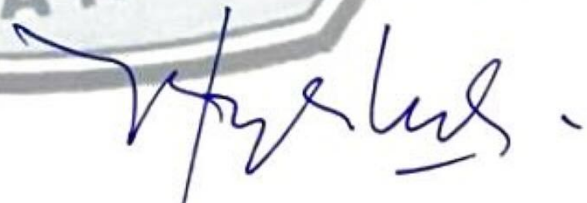
Kepala Program Studi Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang

Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang



Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.

NIP. P. 1030300383



Nenny Roostrianawaty, ST., MT.

NIP. P. 1031700533

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : FRANK EDWIN LIEMER

NIM : 2221046

Program Studi : Teknik Sipil Strata 1 (S-1)

Fakultas : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul :

**“ STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA
PADA GEDUNG KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SAINS DAN
KESEHATANRS DR SOEPROAEN MALANG MENGGUNAKAN
FLUID VISCOUS DAMPER (FVD)”**

Adalah sebenar – benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah TUGAS AKHIR ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah TUGAS AKHIR ini dapat dibuktikan terdapat unsur – unsur PLAGIASI, saya yang bertanda tangan di bawah ini bersedia TUGAS AKHIR ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (Sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang – undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 2026

Yang membuat pernyataan



FRANK EDWIN LIEMER

NIM. 2221046

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, skripsi ini penulis persembahkan dan penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, atas doa yang tidak pernah terputus, kasih sayang yang tulus, serta dukungan moral dan material yang senantiasa mengiringi setiap langkah penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Luthfia Diva Maharani yang selalu memberikan perhatian, pengertian, motivasi, dan semangat dalam setiap proses, khususnya di saat penulis menghadapi kesulitan dan kelelahan.
3. Keluarga besar penulis, atas doa, dukungan, dan perhatian yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan.
4. Dosen pembimbing, yaitu Ibu Ir. Ester Priskasari, M.T. dan Bapak Hadi Surya Wibawanto Sunarwadi, S.T., M.T., serta dosen penguji, yaitu Bapak Dr. Yosimson Petrus Manaha, S.T., M.T. dan Bapak Mohammad Erfan, S.T., M.T., atas bimbingan, arahan, kesabaran, serta ilmu yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Teman-teman Laboratorium Komputer, yaitu Daniel, Rio, Ebat, Melati, Tasya, dan Zatil, yang telah memberikan bantuan, kebersamaan, dan diskusi, serta sahabat penulis David, Alif dan Danish yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan doa secara langsung maupun tidak langsung.

ABSTRAK

"STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA PADA GEDUNG KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI SAINS DAN KESEHATANRS DR SOEPRAOEN MALANG MENGGUNAKAN *FLUID VISCOUS DAMPER* (FVD)".

Oleh : Frank Edwin Liemer, (2221046) Dosen Pembimbing I : Ir. Ester Priskasari, MT. Dosen Pembimbing II : Hadi Surya Wibawanto Sunarwadi, ST., MT. Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Perencanaan struktur bangunan tahan gempa merupakan aspek penting dalam pembangunan gedung bertingkat di wilayah rawan gempa seperti Indonesia. Gedung Kampus Institut Teknologi Sains dan Kesehatan RS Dr. Soepraoen Malang pada perencanaan awal menggunakan struktur beton bertulang dengan sistem rangka pemikul momen khusus. Namun, struktur beton memiliki beban mati yang relatif besar sehingga diperlukan alternatif perencanaan struktur yang lebih ringan dan efisien. Oleh karena itu, dalam studi ini dilakukan alternatif perencanaan menggunakan struktur rangka baja yang dilengkapi dengan sistem peredam gempa berupa *Fluid Viscous Damper* (FVD).

Analisis dan perencanaan struktur dilakukan berdasarkan SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 1729:2020 dengan pemodelan menggunakan perangkat lunak ETABS v22 melalui metode respons spektrum. Parameter yang dianalisis meliputi simpangan antar tingkat, gaya geser dasar (*base shear*), dan pengaruh P-Delta.

Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan struktur baja dengan Fluid Viscous Damper mampu meningkatkan kinerja struktur terhadap beban gempa. Respons struktur berada dalam batas yang diizinkan oleh peraturan yang berlaku, sehingga struktur dinyatakan aman dan layak diterapkan.

Kata kunci: Fluid Viscous Damper, Gempa, Respons spektrum, Struktur baja.

ABSTRACT

ALTERNATIVE STRUCTURAL DESIGN STUDY OF A STEEL BUILDING AT THE INSTITUTE OF SCIENCE AND HEALTH CAMPUS OF RS DR. SOEPRAOEN MALANG USING FLUID VISCOUS DAMPERS (FVD).

By: Frank Edwin Liemer, (2221046) Supervisor I: Ir. Ester Priskasari, MT. Supervisor II: Hadi Surya Wibawanto Sunarwadi, ST., MT. Undergraduate Civil Engineering Study Program, Faculty of Civil Engineering and Planning, National Institute of Technology Malang.

Seismic-resistant structural design is an essential aspect in the construction of multi-story buildings located in earthquake-prone regions such as Indonesia. The Campus Building of Institut Teknologi Sains dan Kesehatan RS Dr. Soepraoen Malang was initially designed using a reinforced concrete structure with a Special Moment Resisting Frame system. However, reinforced concrete structures have relatively large dead loads, thus requiring a lighter and more efficient structural alternative. Therefore, this study proposes an alternative design using a steel frame structure equipped with a seismic damping system in the form of a Fluid Viscous Damper (FVD).

Structural analysis and design were carried out in accordance with SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, and SNI 1729:2020, using ETABS v22 software with the response spectrum method. The analyzed parameters include inter-story drift, base shear, and P-Delta effects.

The results indicate that the use of a steel structure with Fluid Viscous Dampers improves structural performance under seismic loads. The structural responses are within the allowable limits specified by the applicable codes, indicating that the structure is safe and feasible for implementation.

Keywords: Earthquake, Fluid Viscous Damper, Response Spectrum, Steel Structure.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji Syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik dan benar.

Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat dalam memenuhi persyaratan memperoleh gelar akademik (Sarjana), di Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam proses penyelesaian Tugas akhir ini, penyusun menyampaikan terimakasih kepada :

- 1) Awan Uji Krismanto, ST.,MT.,Ph.D Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
- 2) Dr. Debby Budi Susanti, ST.,MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
- 3) Dr. Yosimson Petrus Manaha, ST., MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
- 4) Ir. Ester Priskasari,MT. Selaku Dosen Pembimbing I.
- 5) Hadi Surya Wibawanto Sunarwadi, ST., MT., IPP. Selaku Dosen pembimbing II.
- 6) Bapak dan Ibu Dosen Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan guna menunjang Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa pada tugas akhir ini masih banyak kekurangan maupun kesalahan, oleh karena itu penyusun mengharapkan saran, petunjuk, bimbingan, dan kritik yang bersifat membangun demi kelanjutan kami selanjutnya.

Malang, 2026



Frank Edwin Liemer

NIM. 22.21.046

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR NOTASI	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Studi Terdahulu	5
2.2 <i>Fluid Viscous Damper</i>	6
2.2.1 Komponen <i>Fluid Viscous Damper</i>	7
2.2.2 Pemasangan <i>Fluid Viscous Damper</i>	8

2.3	Pembebanan Struktur	8
2.3.1	Beban Mati	8
2.3.2	Beban Hidup	9
2.3.3	Beban Gempa	9
2.3.4	Kombinasi Pembebanan.....	18
2.4	Kontrol Perilaku Struktur.....	19
2.4.1	Ketidakteraturan Vertikal dan Horizontal	19
2.4.2	Simpangan Antar Tingkat.....	21
2.4.3	Pengaruh P-delta	22
2.5	Perencanaan Pelat Lantai	23
2.6	Perencanaan Struktur.....	25
2.6.1	Kuat Desain Berdasarkan Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBT).....	25
2.6.2	Komponen Struktur Untuk Tarik.....	25
2.6.3	Komponen Struktur Untuk Tekan	26
2.6.4	Komponen Struktur Untuk Lentur	30
2.6.5	Komponen Struktur Untuk Geser.....	34
2.6.6	Perencanaan Komponen Struktur Kolom	35
2.6.7	Perencanaan Komponen Struktur Komposit.....	38
2.7	Perencanaan Sambungan.....	43
2.7.1	Sambungan Baut	43
2.7.2	Sambungan Las	47
2.7.3	Sambungan Balok-Kolom.....	49
2.7.4	Sambungan Balok Induk-Balok Anak.....	53
2.7.5	Sambungan Kolom-Kolom	54

2.7.6	Sambungan Fluid Viscous Damper (FVD) Terhadap.....	55
2.8	Base Plate Tumpuan Sendi.....	55
BAB III METODOLOGI STUDI.....		59
3.1	Rencana Studi.....	59
3.1.1	Data Teknis Proyek	59
3.1.2	Data Material.....	59
3.1.3	Data Material Fluid Viscous Damper (FVD).....	60
3.1.4	Data Geometri Proyek Institut Teknologi Sains dan Kesehatan Rs Dr Soepraoen Malang	61
3.2	Lokasi Proyek	62
3.3	Studi Literatur	63
3.4	Teknik Perencanaan	63
3.5	Diagram Alir Rencana Penyelesaian Studi Perencanaan	64
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		68
4.1	Pengumpulan Data	68
4.1.1	Data Struktur Bangunan	68
4.1.2	Data Material.....	68
4.2	Pendimensiaan Komponen Struktur.....	69
4.2.1	<i>Preliminary design</i> balok	69
4.2.2	<i>Preleminary Fluid Viscous Damper (FVD)</i>	72
4.3	Perhitungan Pembebanan	74
4.3.1	Beban Mati	74
4.3.2	Berat Sendiri Komponen Struktur.....	75
4.3.3	Beban Mati Tambahan	75
4.3.4	Beban Hidup	86

4.4	Perhitungan Beban Gempa.....	86
4.4.1	Parameter Perhitungan Beban Gempa	86
4.4.2	Analisis Statik Ekuivalen	93
4.4.3	Spektrum Respon Design.....	101
4.5	Kombinasi Pembebanan.....	102
4.6	Kontrol Ketidak Beraturan Struktur.....	103
4.6.1	Kontrol ketidak beraturan struktur (Horizontal)	103
4.6.2	Ketidak beraturan struktur (vertical).....	106
4.7	Kontrol Perilaku Struktur.....	109
4.7.1	Eksentrisitas	109
4.7.2	Kontrol Nilai Base Shear (Gaya Gempa Dasar)	111
4.7.3	Kontrol Simpangan	111
4.7.4	Kontrol P-Delta	115
4.7.5	Kontrol Partisipasi Massa	118
4.8	Perencanaan Pelat Lantai	119
4.8.1	Menghitung Tebal Pelat Lantai	119
4.8.2	Penulangan Pelat Lantai.....	121
4.9	Perhitungan Lebar Efektif Balok Induk	137
4.9.1	Balok Induk Komposit Tengah	137
4.9.2	Balok Induk Komposit Tepi	140
4.10	Perhitungan Lebar Efektif Balok Anak	143
4.10.1	Balok Anak Komposit Tengah	143
4.11	Perencanaan Balok Induk.....	146
4.11.1	Perhitungan Penampang Elastis Transformasi.....	147
4.11.2	Kontrol Balok Terhadap Lentur	149

4.11.3	Kontrol Balok Terhadap Geser.....	159
4.11.4	Perhitungan <i>Shear Connector</i>	161
4.11.5	Kontrol Balok Terhadap Lendutan Balok Komposit.....	164
4.12	Perencanaan Balok Anak.....	165
4.12.1	Perhitungan Penampang Elastis Transformasi	166
4.12.2	Kontrol Balok Terhadap Lentur	168
4.12.3	Kontrol Balok Terhadap Geser.....	173
4.12.4	Perhitungan <i>Shear Connector</i>	174
4.12.5	Kontrol Balok Terhadap Lendutan Balok Komposit.....	177
4.13	Perencanaan Kolom Dengan Tinggi 5,1 Meter	179
4.13.1	Kontrol Terhadap Gaya Aksial Tekan	180
4.13.2	Kontrol Lentur Kolom.....	186
4.13.3	Kontrol Tekuk Lateral	187
4.13.4	Kontrol Terhadap Gaya Kombinasi.....	190
4.13.5	Kontrol Terhadap Geser	190
4.14	Sambungan Balok Anak Ke Balok Induk	191
4.14.1	Kontrol Desain Sambungan	193
4.14.2	Perhitungan Jarak dan Jumlah Baut	194
4.14.3	Kontrol Kekuatan Baut Terhadap Geser	195
4.14.4	Kontrol Kekuatan Baut Terhadap Tumpu	195
4.14.5	Kontrol Kuat Geser Balok Ke Penyambung	195
4.14.6	Kontrol Kuat Baut Terhadap Tarik.....	197
4.15	Sambungan Balok Induk Ke Kolom	199
4.15.1	Desain Pelat Ujung dan Baut	200
4.15.2	Desain Di Bagian Kolom	207

4.15.3	Desain Untuk Sambungan Pada Sumbu Lemah Kolom	212
4.16	Sambungan Kolom Ke Kolom	215
4.16.1	Merencanakan Sambungan Sayap Kolom	218
4.16.2	Merencanakan Sambungan Badan Kolom	220
4.17	Sambungan Peredam FVD	224
4.17.1	Kontrol Penampang Terhadap Tekan	225
4.17.2	Kontrol Penampang Terhadap Tarik	227
4.17.3	Sambungan PIN Ke FVD	228
4.17.4	Sambungan Profil Baja ke FVD	232
4.18	Perencanaan Base Plate	237
4.19	Penulangan Kolom Pedestal 900 x 900 mm	246
4.19.1	Kondisi Sentris	249
4.19.2	Kondisi Patah Desak ($c > c_b$)	249
4.19.3	Kondisi Seimbang (c_b)	256
4.19.4	Kondisi Seimbang $1,25 f_y$	261
4.19.5	Kondisi Patah Tarik $c < c_b$	267
4.19.6	Lentur Murni	273
4.19.7	Diagram Interaksi Kolom	279
4.19.8	Perhitungan Momen Kolom Pedestal	280
4.19.9	Desain Tulangan Transversal Kolom 900 x 900 mm	281
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		286
5.1	Kesimpulan	286
5.2	Saran	288
DAFTAR PUSTAKA		289
LAMPIRAN		291

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagian - Bagian Fluid Viscous Damper	7
Gambar 2. 2 Desain Pemasangan FVD Pada Bangunan	8
Gambar 2. 3 Peta Percepatan Spectrum Respons 0,2 Detik (S_s).....	11
Gambar 2. 4 Peta Percepatan Spectrum Respons 1 Detik (S_1)	12
Gambar 2. 5 Peta Transisi Periode Panjang T_L Wilayah Indonesia	12
Gambar 2. 6 Spectrum respons desain	15
Gambar 2. 7 Ketidakberaturan Vertikal	20
Gambar 2. 8 Ketidakberaturan Vertikal	21
Gambar 2. 9 Penentuan simpangan antar tingkat.....	22
Gambar 2. 10 Panjang Tekuk untuk Beberapa Kondisi Tumpuan	28
Gambar 2. 11 Nomogram Faktor panjang Tekuk (K) kolom portal.....	36
Gambar 2. 12 Lebar Efektif Balok Komposit	39
Gambar 2. 13 Distribusi Tegangan Plastis	40
Gambar 2. 14 Tebal Efektif Las Sudut.....	47
Gambar 2. 15 Sambungan Pelat Ujung dan Baut.....	49
Gambar 2. 16 Sambungan balok induk - balok anak	54
Gambar 2. 17 Sambungan Kolom-Kolom	54
Gambar 2. 18 Sambungan Fluid Viscous Damper (FVD)	55
Gambar 2. 19 Base Plate	56
Gambar 2. 20 Perencanaan Angkur Baut	58
Gambar 3. 1 Fluid Viscous Damper (FVD)	60
Gambar 3. 2 Portal Memanjang Gedung.....	61
Gambar 3. 3 Portal Melintang Gedung	62
Gambar 3. 4 Lokasi Proyek.....	62
Gambar 3. 5 Diagram alir Rencana Penyelesaian Studi Perencanaan	67
Gambar 4. 1 Mutu ASTM A36 dan SS400	69
Gambar 4. 2 Percepatan Spectrum Respons (S_s).....	88
Gambar 4. 3 Percepatan Spectrum Respons (S_1).....	88
Gambar 4. 4 Percepatan Spectrum Respons (T_L).....	89
Gambar 4. 5 Input gaya gempa lateral arah sumbu x di User Seismic Load	100

Gambar 4. 6 Input gaya gempa lateral arah sumbu y di User Seismic Load	101
Gambar 4. 7 Grafik Respons Spektrum Desain (Tanah Lunak).....	102
Gambar 4. 8 Penentuan eksentrisitas tambahan sebesar 5% pada masing-masing diafragma berdasarkan analisis ETABS Pada Gempa Arah X.	109
Gambar 4. 9 Penentuan eksentrisitas tambahan sebesar 5% pada masing-masing diafragma berdasarkan analisis ETABS Pada Gempa Arah Y.....	110
Gambar 4. 10 Grafik Simpangan Arah X.....	113
Gambar 4. 11 Grafik Simpangan Arah Y	113
Gambar 4. 12 Denah Pelat Lantai yang ditinjau	121
Gambar 4. 13 Momen Ultimate pada daerah lapangan.....	121
Gambar 4. 14 Momen Ultimate pada daerah tumpuan	122
Gambar 4. 15 Diagram Tegangan dan regangan daerah tumpuan arah x	125
Gambar 4. 16 Diagram tegangan dan regangan daerah lapangan arah x.....	127
Gambar 4. 17 Diagram tegangan dan regangan daerah tumpuan arah Y.....	132
Gambar 4. 18 Diagram tegangan dan regangan daerah lapangan arah Y	134
Gambar 4. 19 Lebar Efektif Pelat Penampang Komposit Balok Induk Tengah .	137
Gambar 4. 20 Jarak Titik Berat Penampang Komposit.....	138
Gambar 4. 21 Garis netral balok komposit	139
Gambar 4. 22 Lebar efektif pelat penampang komposit balok induk tepi.....	140
Gambar 4. 23 Jarak titik berat penampang komposit.....	141
Gambar 4. 24 Garis netral komposit	141
Gambar 4. 25 Lebar Efektif Pelat Penampang Komposit Balok Induk Tengah .	144
Gambar 4. 26 Jarak Titik Berat Penampang Komposit.....	144
Gambar 4. 27 Garis Netral Balok Komposit.....	145
Gambar 4. 28 Tampak potongan (balok tinjauan lantai 2).....	146
Gambar 4. 29 Titik berat penampang profil balok induk.....	148
Gambar 4. 30 Input balok induk komposit pada ETABS.....	148
Gambar 4. 31 Garis netral penampang jatuh pada pelat beton	154
Gambar 4. 32 Output Momen Positif Balok Induk.....	155
Gambar 4. 33 Garis netral penampang jatuh pada badan profil.....	157
Gambar 4. 34 Output Momen Negatif Balok Induk	158

Gambar 4. 35 Output Gaya Geser Balok Induk	159
Gambar 4. 36 Letak stud pada penampang profil Balok Induk	163
Gambar 4. 37 Output Lendutan Pada Balok Induk	164
Gambar 4. 38 Denah Balok anak (B230) di lantai 2	165
Gambar 4. 39 Titik berat penampang profil balok anak.....	167
Gambar 4. 40 Input balok anak komposit pada ETABS	167
Gambar 4. 41 Garis netral penampang jatuh pada pelat beton	172
Gambar 4. 42 Output Momen Positif Balok Anak.....	172
Gambar 4. 43 Output Gaya Geser Balok Anak.....	173
Gambar 4. 44 Letak stud pada profil balok anak	177
Gambar 4. 45 Output Lendutan Pada Balok Anak.....	178
Gambar 4. 46 Potongan dan letak kolom tinjauan	179
Gambar 4. 47 Grafik nomogram struktur tidak bergoyang arah x.....	182
Gambar 4. 48 Grafik nomogram struktur tidak bergoyang arah y.....	183
Gambar 4. 49 Output Gaya Aksial Kolom.....	186
Gambar 4. 50 Output Gaya Momen Arah X	189
Gambar 4. 51 Output Gaya Momen Arah Y	189
Gambar 4. 52 Output Gaya Geser Pada Kolom	191
Gambar 4. 53 Dua Bidang Geser	193
Gambar 4. 54 Letak dan Jarak Antar Baut	195
Gambar 4. 55 Bidang pelat geser	196
Gambar 4. 56 Jarak baut terhadap tarik baut.....	197
Gambar 4. 57 Reaksi Baut Terhadap Tarik	199
Gambar 4. 58 Properti Geometrik Pelat Ujung.....	200
Gambar 4. 59 Output Gaya Geser Balok Induk	201
Gambar 4. 60 Rencana las balok induk ke pelat ujung	206
Gambar 4. 61 Ringksanan desain akhir konfigurasi pelat ujung seismic 8ES....	212
Gambar 4. 62 Rencana las sumbu lemah kolom.....	213
Gambar 4. 63 Output Etabs Mu dan Vu sambungan kolom-kolom (Lantai 2 C6)	215
Gambar 4. 64 Output Etabs Pu sambungan kolom-kolom (Lantai 2 C6).....	216

Gambar 4. 65 Letak penempatan sambungan kolom-kolom	217
Gambar 4. 66 Konfigurasi sambungan pada sayap kolom.....	220
Gambar 4. 67 Konfigurasi sambungan pada badan kolom	222
Gambar 4. 68 Detal sambungan kolom-kolom	224
Gambar 4. 69 Penempatan FVD	224
Gambar 4. 70 Output Gaya Pu	225
Gambar 4. 71 Pelat sambungan pin.....	228
Gambar 4. 72 Lebar efektif pelat	229
Gambar 4. 73 Detail rencana las untuk PIN.....	231
Gambar 4. 74 Rencana sambungan HSS Circle dan FVD.....	233
Gambar 4. 75 Detail sambungan FVD.....	236
Gambar 4. 76 Perencanaan Base Plate	237
Gambar 4. 77 Output Gaya Pu Kolom.....	237
Gambar 4. 78 Output Gaya Vu Kolom.....	238
Gambar 4. 79 Rencana Las	243
Gambar 4. 80 Detail Base Plate	245
Gambar 4. 81 Skema d dan d'	246
Gambar 4. 82 Jarak antar tulangan.....	247
Gambar 4. 83 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi patah desak	249
Gambar 4. 84 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi seimbang.....	256
Gambar 4. 85 Diagram tegangan regangan kondisi seimbang 1.25fy	262
Gambar 4. 86 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi patah Tarik	268
Gambar 4. 87 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi lentur murni	275
Gambar 4. 88 Output Reaksi Perletakan	280
Gambar 4. 89 Diagram interaksi Kolom Pedestal.....	281
Gambar 4. 90 Detail penulangan Transversal	284
Gambar 4. 91 Detail Penulangan Pada Kolom Pedestal	285

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Studi Literatur Terdahulu	5
Tabel 2. 2 Kategori Resiko Gempa	10
Tabel 2. 3 Faktor keutamaan gempa	10
Tabel 2. 4 Klasifikasi Situs Tanah	11
Tabel 2. 5 Koefisien Situs, F_a	13
Tabel 2. 6 Koefisien Situs, F_v	13
Tabel 2. 7 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada	14
Tabel 2. 8 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada	14
Tabel 2. 9 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik	16
Tabel 2. 10 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	17
Tabel 2. 11 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	17
Tabel 2. 12 Ketidakberaturan Vertikal	19
Tabel 2. 13 Ketidakberaturan Horizontal	21
Tabel 2. 14 Ketebalan minimum pelat solid satu arah nonprategang	23
Tabel 2. 15 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang tanpa balok interior	24
Tabel 2. 16 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang dengan balok di antara	24
Tabel 2. 17 Pemilihan untuk Perencanaan Batang Tekan	29
Tabel 2. 18 Komponen Struktur Kompak dan NonKompak	31
Tabel 2. 19 Rasio lebar terhadap tebal elemen	37
Tabel 2. 20 Penentuan parameter R_g dan R_p	42
Tabel 2. 21 Kekuatan Nominal Pengencang dan Bagian Berulir	44
Tabel 2. 22 Pratarik Baut Minimum	44
Tabel 2. 23 Dimensi Lubang Nominal	45
Tabel 2. 24 Jarak Minimum Baut ke Tepi Sambungan	45
Tabel 2. 25 Ukuran Minimum Las Sudut	48

Tabel 3. 1 Spesifikasi Fluid Viscous Damper	60
Tabel 4. 1 Kekakuan stiffness FVD.....	73
Tabel 4. 2 Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa berdasarkan fungsi bangunan.....	87
Tabel 4. 3 Faktor Keutamaan Gempa berdasarkan Kategori Risiko	87
Tabel 4. 4 Klasifikasi kelas situs tanah	89
Tabel 4. 5 Koefesien Fa.....	90
Tabel 4. 6 Koefesien Fv	91
Tabel 4. 7 Kategori desain sismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek.....	92
Tabel 4. 8 Kategori Desain Seismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik	92
Tabel 4. 9 Koefesien untuk batas atas pada perode yang dihitung.....	93
Tabel 4. 10 Nilai parameter periode pendekatan Ct dan x	93
Tabel 4. 11 Modal Participating mass rasio	94
Tabel 4. 12 Menentukan Faktor R, Cd, Ω_0	95
Tabel 4. 13 Output Mass Summary	97
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Massa Bangunan	97
Tabel 4. 15 Faktor distribusi vertical.....	100
Tabel 4. 16 Gaya gempa lateral perlantai.....	100
Tabel 4. 17 Kontrol ketidak beraturan torsi Arah X.....	103
Tabel 4. 18 Kontrol ketidak beraturan torsi Arah Y.....	103
Tabel 4. 19 Kontrol Ketidak beraturan Sudut arah x	104
Tabel 4. 20 Kontrol Ketidak beraturan Sudut arah y	105
Tabel 4. 21 Kontrol Ketidakberaturan Tingkat Lunak	106
Tabel 4. 22 Ketidak beraturan berat (massa).....	107
Tabel 4. 23 Diskontinuitas dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral	108
Tabel 4. 24 Centers of Mass and Rigidity	110
Tabel 4. 25 Base Reaction.....	111
Tabel 4. 26 Base Shear Dinamik	111
Tabel 4. 27 Pengecekan simpangan akibat gempa dinamis (RSPX).....	112

Tabel 4. 28 Pengecekan simpangan akibat gempa dinamis (RSPY).....	112
Tabel 4. 29 Perbandingan Deformasi Arah X	114
Tabel 4. 30 Perbandingan Deformasi Arah Y	115
Tabel 4. 31 Story Force	116
Tabel 4. 32 Pengecekan P-delta arah X.....	116
Tabel 4. 33 Pengecekan P-delta arah Y	117
Tabel 4. 34 Modal Partisipasi Massa Ratio	118
Tabel 4. 35 Rekapitulasi penulangan pelat lantai.....	136
Tabel 4. 36 Rasio tegangan leleh ekspetasi (Ry).....	149
Tabel 4. 37 Titik Berat Penampang Komposit Daerah Tekan	157
Tabel 4. 38 Titik Berat Penampang Komposit Daerah Tarik	157
Tabel 4. 39 Rasio tegangan leleh ekspetasi (Ry).....	168
Tabel 4. 40 jarak pada baut	222
Tabel 4. 41 Gaya dan jarak yang bekerja pada tiap baut.....	223
Tabel 4. 42 Rekapitulasi nilai ϕP_n dan ϕM_n tulangan 24D25	279
Tabel 4. 43 Rekapitulasi nilai P_u , M_u tulangan 24D25	280

DAFTAR NOTASI

- a : Tinggi daerah tekan beton
- Ab : Luas baut
- Ae : luas netto penampang
- Ag : luas bruto penampang
- Asa : luas penampang angkur baja stad berkepala
- Aw : luas penampang link
- beff : Lebar efektif
- Cc : Gaya tekan beton
- Cpr : faktor akibat kondisi sambungan dan strain hardening bahan
- Cs : Gaya tekan baja
- Cv : Koefesien geser bahan
- Afm : Nilai rata-rata α_f untuk semua balok pada tepi panel
- Ec : Modulus elastisitas beton
- Es : Modulus elastisitas baja
- E80XX : Mutu las
- fc' : Kuat tekan beton
- fy : Tegangan leleh baja
- fu : Tegangan tarik baja
- fub : Tegangan tarik baut
- fnv : Tegangan geser baut
- Ie : Faktor keutamaan gempa
- KDS : Kategori desain seismic
- S_{MS} : Percepatan periode pendek
- S_{M1} : Percepatan periode pendek 1 detik
- S_S, S₁ : Parameter percepatan gempa
- ρ : Faktor redundesi
- Δ : Simpangan
- Δ_{ijin} : Simpangan ijin
- h_{sx} : Tinggi tingkat dibawah
- S_{D1} : Parameter percepatan respons spektral desain pada periode sebesar 1 detik

Cd : Faktor pembesaran simpangan

Θ : Koefisien stabilitas

Fa : koefisien situs untuk periode pendek yaitu pada periode 0,2 detik

Fv : koefisien situs untuk periode panjang (pada periode 1 detik)

ϕ : Faktor ketahanan

Mu : Momen ultimate

Mn : Momen nominal

Vu : Kekuatan geser terfaktor

Vn : Kekuatan geser nominal

d : Tinggi penampang profil

bf : Lebar sayap penampang profil

tf : Tebal sayap profil

tw : Tebal badan profil

W : Berat profil

Ag : Luasan profil

Ix, Iy : Momen inersia sumbu X, Y

Sx, Sy : Modulus elastis penampang terhadap sumbu X, Y

Zx, Zy : Modulus penampang plastis terhadap sumbu X, Y

rx, ry : Radius girasi terhadap sumbu X, Y