

TUGAS AKHIR

**STUDI PERENCANAAN GEDUNG BETON BERTULANG
TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN ANALISIS ORDE DUA
ELASTIS (*ELASTIC SECOND ORDER ANALYSIS*)**

**(STUDI KASUS : GEDUNG LABORATORIUM TERPADU FAKULTAS
TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER)**



Disusun oleh :

IMAM BAIHAQI KRISNA BAYU

1610611012

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

2020

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Allah SWT, Puji syukur kehadiratNya atas segala nikmat, taufik dan hidayahNya , Alhamdulillah saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar dan sukses.
2. Keluarga (Ayah Alm. Imam Zunaedi Salaf, Ibu Endang Sulastri, Bapak H. Imam Bukhori, Ibu Hj. Sulianah, Kakak Fenti Andriana, S.Pd., Kakak Dian Ratna Pertiwi, Adik Dwi Apink Della Nesfian, Adik Desi Rahmawati R.U.M yang memberikan semangat dan dukungan moril, materiel ,maupun spiritual.
3. Guru-guru yang telah mendidik saya sejak TK sampai SMA yang telah memberikan kepada saya ilmu dan bimbingannya.
4. Almamater saya Universitas Muhammadiyah Jember yang memberikan sarana dan prasaranan untuk saya mengabdikan dan menimbah ilmu.
5. Dosen pembimbing 1. Bapak Dr. Muhtar, ST.,MT. dan dosen pembimbing 2. Bapak Ir. Pujo Priyono, MT.
6. Ketua Program Studi Teknik Sipil Ibu Irawati, ST.,MT. yang telah memberikan bimbingan dan ilmu kepada saya.
7. Dekan Fakultas Teknik Bapak Nanang Saiful Rizal, ST.,MT. Yang telah memberikan bimbingan dan ilmu kepada saya.
8. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu, pengalaman dan bimbingan kepada saya.
9. Seluruh mahasiswa Teknik Sipil Khususnya angkatan 2016 seperjuangan yang telah bekerjasama dan saling mendukung selama berkuliah di Universitas Muhammadiyah jember.

MOTTO

“Sebesar Apapun Kesengsaraan Hidup Jika Diterima Dengan Hati Yang Ikhlas
Maka Hanya Akan Menjadi Cobaan Semata”

(Alm. RM. Imam Koesoepangat)

“Jangan Suka Berbuat Jelek Kepada Orang Lain Apa Salahnya Berbuat Baik Dan
Membuat Senang Orang Lain”

(Alm. KRAT. H. Tarmadji Budi Harsono, SE)

“Ilmu Yang Berasal Dari Membaca Buku Dan Mendengarkan Hanya Akan
Membuka Nalar Tetapi Ilmu Yang Berasal Dari Pembelajaran Dan Pengalaman
Hidup Selain Membuka Nalar Juga Akan Membuka Rasa Pangrasa”

(KRT. Tjatur Njoto Rijanto, S.sos. Msi.)

“Manusia Dapat Dihancurkan, Manusia Dapat Dimatikan, Tetapi Manusia Tidak
Dapat Dikalahkan Selama Manusia Itu Masih Setia Pada Hatinya”

(Falsafah Persaudaraan Setia Hati Terate)

“Hati Yang Ikhlas Dan Doa Yang Tulus Adalah Dua Tentara Yang Tidak
Terkalahkan”

(Ibnu Taimiyyah)

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Imam Baihaqi Krisna Bayu

NIM : 1610611012

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tugas akhir saya ini yang berjudul “Studi Perencanaan Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa Menggunakan Analisis Orde Dua Elastis (*Elastic Second Order Analysis*) (Studi Kasus : Gedung Laboratorium Terpadu Fakultas Teknik Universitas Jember)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus di junjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak benar.

Jember , Juli 2020

Yang Membuat Pernyataan



Imam Baihaqi Krisna Bayu

NIM.1610611012

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**“STUDI PERENCANAAN GEDUNG BETON BERTULANG
TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN ANALISIS ORDE DUA
ELASTIS (*ELASTIC SECOND ORDER ANALYSIS*)”**

**(STUDI KASUS : GEDUNG LABORATORIUM TERPADU FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember*

Yang diajukan oleh :

Imam Baihaqi Krisna Bayu
NIM. 1610611012

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I,



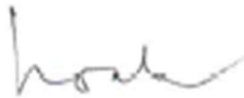
Dr. Muhtar, ST., MT.
NIDN. 0010067301

Dosen Pembimbing II,



Ir. Pujo Priyono, MT.
NIDN. 0022126402

Dosen Penguji I,



Dr. Ir. Noor Salim, M.Eng
NIDN. 0021016301

Dosen Penguji II,



Arief Alihudien, ST., MT.
NIDN. 0725097101

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

“STUDI PERENCANAAN GEDUNG BETON BERTULANG
TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN ANALISIS ORDE DUA
ELASTIS (*ELASTIC SECOND ORDER ANALYSIS*)”
(STUDI KASUS : GEDUNG LABORATORIUM TERPADU FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER)

Disusun Oleh :

Imam Baihaqi Krisna Bayu
NIM. 1610611012

Telah mempertanggung jawabkan laporan skripsinya pada sidang skripsi tanggal
20, juli, 2020 sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

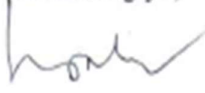
Dosen Pembimbing I,


Dr. Muhtar, ST., MT.
NIDN. 0010067301

Dosen Pembimbing II,


Ir. Pujo Privono, MT.
NIDN. 0022126402

Dosen Penguji I,


Dr. Ir. Noor Salim, M.Eng
NIDN. 0021016301

Dosen Penguji II,


Arief Alihudien, ST., MT.
NIDN. 0725097101

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik


Nawang Saiful Rizal, ST., MT.
NIDN. 0705047806



Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil


Irawati, ST., MT.
NIDN. 0702057001



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini Dengan judul “ **STUDI PERENCANAAN GEDUNG BETON BERTULANG TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN ANALISIS ORDE DUA ELASTIS (*ELASTIC SECOND ORDER ANALYSIS*) (STUDI KASUS : GEDUNG LABORATORIUM TERPADU FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS JEMBER) ”.**

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah jember.

Dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, kami mendapat bantuan dari berbagai pihak berupa pengarahan, saran, penyediaan data, dan lain – lain. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan baik material spiritual berupa doa, semangat, dan dorongan dalam penyelesaian penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Nanang Saiful Rizal, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.
3. Ibu Irawati, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.
4. Bapak, Dr. Muhtar, ST., MT. selaku dosen pembimbing pertama dan bapak Ir. Pujo Priyono, MT. selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan yang sangat berarti dan berguna bagi penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Angkatan 2016 yang telah memberikan banyak masukan kepada penulis baik dalam perkuliahan maupun dalam penulisan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kelemahan dan kekurangan. Kritik serta saran yang membangun penulis harapkan dari semua pihak demi kelancaran laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi semua pihak, khususnya bagi rekan-rekan Program Studi Teknik Sipil.



Jember, Juli 2020

Penyusun

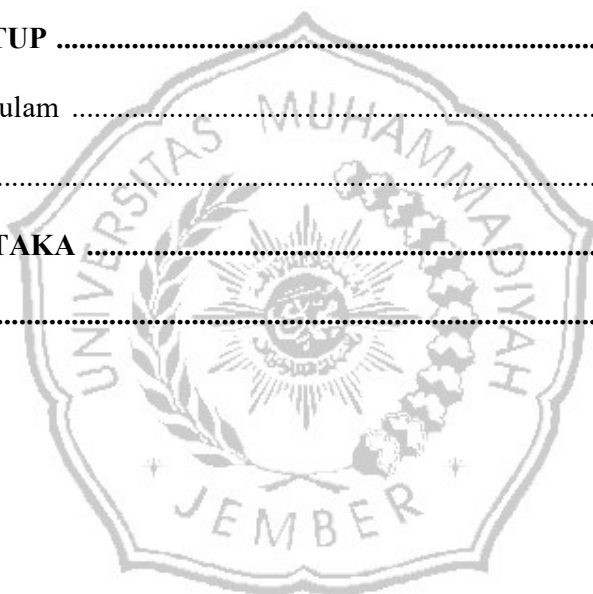
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
ABSTRAK	xix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Gempa Bumi	4
2.2. Kekakuan Struktur	4

2.3. Analisis Orde Dua Elastis	5
2.4. Sifat-Sifat Penampang	6
2.5 Preliminary Design	6
2.6 Pembebanan	6
2.6.1 Beban Mati (Dead Load)	7
2.6.2 Beban Hidup (Live Load)	8
2.6.3 Beban Gempa (Earthquake Load)	9
2.7 Kombinasi Pembebanan	9
2.8 Zonasi Gempa	9
2.9 Kategori Resiko Bangunan Gedung Dan Faktor Keutamaan Gempa ...	11
2.10 Koefisien Situs F_a Dan F_v	14
2.11 Nilai S_{ms} Dan S_{ml}	15
2.12 Nilai S_{DS} Dan S_{D1}	15
2.13 Kategori Desain Seismik (KDS)	16
2.14 Koefisien Modifikasi Respon (R)	17
2.15 Periode Getar (T) Pendekatan	18
2.16 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)	19
2.16.1 Material Beton Dan Tulangan Baja	20
2.16.2 Syarat-Syarat SRPMK	20
2.17 Kolom Pendek	21
2.18 Harga Faktor Reduksi Kekuatan	23
2.19 Periode Getar	25
2.20 Perpindahan Pada Puncak Kolom (δ)	25
BAB III. METODE PENELITIAN	26

3.1 Umum	26
3.2 Konsep Penelitian	26
3.3 Lokasi Penelitian	26
3.4 Data Teknis Bangunan	27
3.5 Dasar-Dasar Perencanaan	28
3.6 Data Perencanaan	28
3.7 Tahapan Penelitian	28
3.8 <i>Flowchart</i> Penelitian	30
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Data Spesifikasi Bangunan	32
4.1.1 Denah Bangunan	32
4.1.2 Lokasi Bangunan	32
4.1.3 Fungsi Bangunan	32
4.1.4 Elevasi Antar Lantai	33
4.1.5 Data Geometri Bangunan	33
4.2 Preliminary Desain	33
4.3 Pemodelan Dan Analisis Struktur	35
4.4 Kelas Situs Tanah	35
4.5 Respons Spektra Desain	37
4.6 Periode Getar	38
4.7 Langkah-Langkah Pemodelan Struktur Pada SAP 2000	39
4.8 Hasil Output Pemodelan SAP 2000	45
4.9 Perencanaan Tulangan Kolom	46
4.9.1 Kolom K2	46

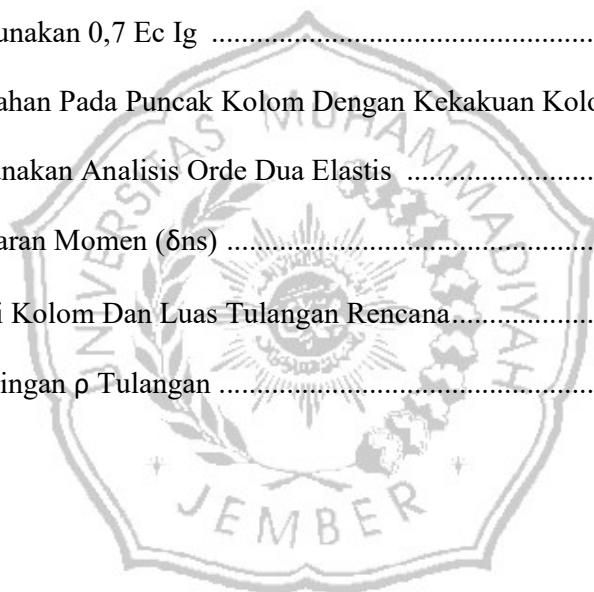
4.9.2 Kolom K3	57
4.9.3 Kolom K4	65
4.9.4 Kolom K5	75
4.9.5 Kolom K6	83
4.10 Rekapitulasi Hasil Perencanaan Tulangan Kolom	93
4.11 Pembahasan	94
4.11.1 Kekakuan Kolom Menggunakan Analisis Orde Dua Elastis	94
4.11.2 Hubungan Kekakuan Kolom Terhadap Pembesaran Momen	95
BAB V. PENUTUP	100
5.1. Kesimpulan	100
5.2. Saran	101
DAFTAR PUSTAKA	102
LAMPIRAN	104



DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
2.1	Beban Mati Pada Pelat Lantai	7
2.2	Beban Pada Pelat Atap	8
2.3	Beban Hidup Pada Pelat Lantai	8
2.4	Beban Hidup Pada Pelat Atap	9
2.5	Kategori Risiko Bangunan	11
2.6	Faktor Keutamaan Gempa	14
2.7	Koefisien Situs Fa	14
2.8	Koefisien Situs Fv	15
2.9	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek.....	16
2.10	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik.....	16
2.11	Faktor R, Cd, Dan Ω^0 Untuk Sistem Penahan Gaya Gempa.....	17
2.12	Nilai Parameter Periode Getar Pendekatan Ct Dan x.....	19
2.13	Formulasi \emptyset Untuk Berbagai Mutu Baja Dengan Tulangan Geser Sengkang	24
4.1	Elevasi Antar Lantai	33
4.2	Dimensi Struktur	33
4.3	Perhitungan Nilai N Rata-rata	36
4.4	Periode Getar Dari Analisis SAP 2000	38
4.5	Output Gaya Aksial Terbesar Pada Kolom	45

4.6	Output Momen Terbesar Pada Kolom	45
4.7	Hasil Penulangan Kolom	93
4.8	Kekakuan Kolom Efektif	94
4.9	Periode Getar Dengan Kekakuan Kolom Efektif Menggunakan 0,7 Ec Ig	95
4.10	Periode Getar Dengan Kekakuan Kolom Efektif Menggunakan Analisis Orde Dua Elastis	96
4.11	Perpindahan Pada Puncak Kolom Dengan Kekakuan Kolom Menggunakan 0,7 Ec Ig	97
4.12	Perpindahan Pada Puncak Kolom Dengan Kekakuan Kolom Menggunakan Analisis Orde Dua Elastis	97
4.13	Pembesaran Momen (δ_{ns})	98
5.1	Dimensi Kolom Dan Luas Tulangan Rencana.....	100
5.2	Perbandingan ρ Tulangan	100



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
2.1	Koefisien Risiko Terpetakan, Periode Respons Spektral 1 Detik	10
2.2	Koefisien Risiko Terpetakan, Periode Respons Spektral 0,2 Detik ...	10
2.3	Faktor Panjang Efektif (k)	23
2.4	Nilai Faktor Reduksi (\emptyset)	24
2.5	Perpindahan Pada Puncak Kolom Akibat Beban Lateral.....	25
3.1	Lokasi Proyok Pembangunan Gedung Laboratorium Terpadu Fakultas Teknik Universitas Jember	27
3.2	Diagram Alir Penelitian	31
4.1	Denah Lantai 1	32
4.2	Pemodelan Struktur 3 Dimensi	35
4.3	Respons Spektra Desain.....	37
4.4	Material Beton.....	39
4.5	Pendimensian Kolom Dan Balok.....	40
4.6	Pendimensian Pelat	40
4.7	Respons Spektrum Desain	41
4.8	Load Pattern	42
4.9	Load Casses.....	42
4.10	Massa Lantai (Mass Source)	43
4.11	Kombinasi Pembebanan	44
4.12	Input Pembebanan	44
4.13	Denah Bangunan	46

4.14	Portal As G-4'	47
4.15	Aligment Chart Rangka Bergoyang	49
4.16	Aligment Chart Rangka Tidak Bergoyang	51
4.17	Aligment Chart Rangka Bergoyang	52
4.18	Penulangan Kolom K2	54
4.19	Portal As G-5	58
4.20	Penulangan Kolom K3	61
4.21	Portal As C-5.....	65
4.22	Penulangan Kolom K4	69
4.23	Portal As D-9	76
4.24	Penulangan Kolom K5	79
4.25	Portal As C-4	84
4.26	Penulangan Kolom K6	87
4.27	Perpindahan Pada Puncak Kolom Akibat Beban Lateral	96



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Keyplan Kolom Lantai 1.....	105
Lampiran 2.	Keyplan Kolom Lantai 2.....	106
Lampiran 3.	Keyplan Kolom Lantai 3.....	107
Lampiran 4.	Keyplan Kolom Lantai 4.....	108
Lampiran 5.	Keyplan Kolom Lantai 5.....	109
Lampiran 6.	Keyplan Kolom Lantai 6.....	110
Lampiran 7.	Tabel Kolom K1 - KP.....	111
Lampiran 8.	Keyplan Balok Lantai 2.....	112
Lampiran 9.	Keyplan Balok Atap Samping.....	113
Lampiran 10.	Keyplan Balok Lantai 3.....	114
Lampiran 11.	Keyplan Balok Pelat Atap Tangga Darurat.....	115
Lampiran 12.	Keyplan Balok Lantai 4.....	116
Lampiran 13.	Keyplan Balok Lantai 5.....	117
Lampiran 14.	Keyplan Balok Lantai 6.....	118
Lampiran 15.	Keyplan Balok Atap.....	119
Lampiran 16.	Keyplan Balok Pelat Atap Lift.....	120
Lampiran 17.	Keyplan Balok Pelat Atap Tangga Darurat.....	121
Lampiran 18.	Tabel Balok B1 – B6.....	122
Lampiran 19.	Tabel Balok B7 – B12.....	123
Lampiran 20.	Tabel Balok B13 – B18.....	124

Lampiran 21. Tabel Balok B19 – B24.....	125
Lampiran 22. Tabel Balok B25 – B30.....	126
Lampiran 23. Tabel Balok B31	127

