

TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR ATAS GEDUNG INTEGRATED LABORATORY FOR SCIENCE POLICY AND COMMUNICATION UNIVERSITAS NEGERI JEMBER MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)

*Ditulis untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar sarjana
S1 (Strata Satu)*

Disusun Oleh:

DIAN ROBY SUGARA

16.21.070



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

2020

TUGAS AKHIR

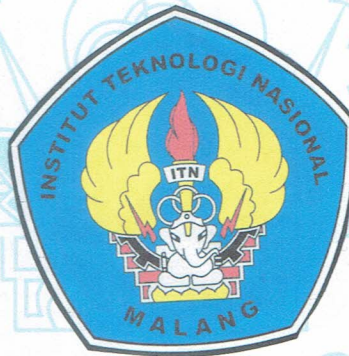
**DESAIN STRUKTUR ATAS
GEDUNG *INTEGRATED LABORATORY FOR SCIENCE
POLICY AND COMMUNICATION*
UNIVERSITAS NEGERI JEMBER MENGGUNAKAN
SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)**

*Ditulis untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar sarjana
S1 (Strata Satu)*

Disusun Oleh:

DIAN ROBY SUGARA

16.21.070



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

2020

**LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**DESAIN STRUKTUR ATAS
GEDUNG *INTEGRATED LABORATORY FOR SCIENCE*
POLICY AND COMMUNICATION
UNIVERSITAS NEGERI JEMBER MENGGUNAKAN SISTEM
RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)**

Oleh:
DIAN ROBY SUGARA
16.21.170

**Telah disetujui oleh pembimbing
Pada tanggal 6 Februari 2020**

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Ir. Ester Priskasari, MT
NIP.Y. 103 9400 265

Pembimbing II

Mohammad Arfan, ST, MT.
NIP.Y. 1031500508

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

Ir. I. Wayan Mundra, MT
NIP.Y. 1018700150

**PROGRAM TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2020**

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR ATAS
GEDUNG *INTEGRATED LABORATORY FOR SCIENCE*
POLICY AND COMMUNICATION
UNIVERSITAS NEGERI JEMBER MENGGUNAKAN SISTEM
RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS

Tugas Akhir Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 6 Februari 2020 dan Diterima
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil S-1

disusun oleh :
DIAN ROBY SUGARA
16.21.170

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Ir. Agus Santosa, MT.
NIP.Y. 1018700155

Ir. Eding Iskak Imananto, MT.
NIP. 19660506 199303 1 004

Disahkan oleh

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

Sekretaris Program Studi

Ir. I. Wayan Mundra, MT.
NIP.Y. 1018700150

Mohammad Erfan, ST, MT.
NIP.Y. 1031500508

PROGRAM TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2020

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam penyusunan skripsi ini. Judul skripsi ini adalah **"DESAIN STRUKTUR ATAS GEDUNG INTEGRATED LABORATORY FOR SCIENCE POLICY AND COMMUNICATIONUNIVERSITAS NEGERI JEMBER MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)"**.

Adapun tujuan dari penyusunan skripsi ini untuk memenuhi persyaratan dalam menempuh Gelar Sarjana di Program Studi Teknik Sipil S1 Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Kustamar, MT selaku Rektor ITN Malang.
2. Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSc selaku Dekan Fakultas Teknik sipil dan Perencanaan.
3. Ir. I Wayan Mundra, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
4. Ir. Deviany Kartika, MT selaku Kepala Studio Skripsi.
5. Ir. Ester Priskasari, MT selaku Dosen Pembimbing I.
6. Mohammad Erfan, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II.
7. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan mendukung.
8. Sahabat yang selalu memberikan semangat dan mendukung.

Dengan segala kerendahan hati, penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Malang , Februari 2020

Penulis

LEMBAR KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dian Roby Sugara

NIM : 1621170

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Skripsi yang berjudul :

DESAIN STRUKTUR ATAS GEDUNG *INTEGRATED LABORATORY FOR SCIENCE POLICY AND COMMUNICATION* UNIVERSITAS NEGERI JEMBER MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)

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 secara 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 bersedia TUGAS AKHIR ini gi gugurkan 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, 6 Februari 2020

Yang membuat pernyataan



DIAN ROBY SUGARA

16.21.170

DESAIN STRUKTUR ATAS GEDUNG *INTEGRATED LABORATORY FOR SCIENCE POLICY AND COMMUNICATION* UNIVERSITAS NEGERI JEMBER MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)

Dian Roby Sugara

*Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
, Institut Teknologi Nasional Malang*

Email : diansugara5@gmail.com

Dosen Pembimbing

¹⁾ Ester Priskasari

²⁾ Mohammad Ervan

ABSTRAK

Beberapa tahun terakhir Indonesia sering dilanda bencana gempa bumi. Penyebabnya tak lain karena negara kepulauan ini dilalui oleh jalur pertemuan 3 lempeng tektonik serta termasuk dalam cincin api pasifik yang di tandai dengan banyaknya gugusan gunung berapi. Dewasa ini pembagunan vertikal menjadi trend seiring dengan padatnya pembangunan, yang mana resiko akibat gempa juga meningkat mengingat gempa datang secara tiba-tiba. Pembagunan gedung tinggi harus diimbangi dengan pemahaman sistem struktur gedung tahan terhadap gempa.

Untuk meminimalisir kerusakan insfrastuktur serta bertambahnya korban jiwa akibat gempa bangunan pada Gedung *Integrated Laboratory For Science Policy And Communication* Universitas Negeri Jember didesain menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Rangka dimana komponen struktur dan joint menahan gaya melalui lentur, geser, dan gaya aksial. Rangka momen di tetapkan sebagai sistem penahan gaya gempa pada Laboratorium bahasa 6 lantai ini. Beban gempa didesain menggunakan respon spektrum yang mengacu pada SNI 1726 2012 . Permodelan dan analisa struktur menggunakan program bantu ETABS 2016 V.16.2.1. Desain penulangan struktur balok, kolom, dan hubungan balok kolom (HBK) berlandaskan SNI 2847 2013.

Berdasarkan hasil analisa dan desain struktur balok dan kolom yang disesuaikan dengan kondisi eksisting mempunyai ketahanan terhadap gempa. Ketahan terhadap gempa tersebut dapat dilihat dengan terpenuhinya kondisi *Strong Column Weak Beam*.

Kata kunci : Struktur Tahan Gempa, Sistem Rangka, Balok, Kolom, Hubungan Balok Kolom

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi.....	1
1.3. Masalah Rumusan	2
1.4. Maksud dan Tujuan	2
1.5. Batasan Masalah.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	4
2.1. Konsep Struktur Tahan Gempa	4
2.2. Daktilitas Struktur	4
2.3. Pembebanan Struktur	5
2.3.1. Beban Mati	5
2.3.2. Beban Hidup	5
2.3.3. Beban Hidup Atap.....	5
2.3.4. Beban Gempa	5
2.4. Parameter Perhitungan Beban Gempa.....	6
2.5. Metode Analitis Beban Gempa	13
2.5.1. Metode Analisa Dinamis (<i>Dynamic Analysis</i>)	13
2.5.2. Metode Analisis Statik Ekuivalen (<i>Static Equivalent Analysis</i>)	14
2.6. Faktor Redudansi.....	18
2.7. Kombinasi Beban	18

vii

2.7.1.	Pengaruh Beban Gempa	18
2.7.2.	Kombinasi Beban Gempa	19
2.7.3.	Pengaruh Beban Gempa dengan Faktor Kuat Lebih.....	19
2.7.4.	Pengaruh Beban Gempa Horizontal dengan Faktor Kuat Lebih.....	20
2.7.5.	Kombinasi Beban dengan Faktor Kuat Lebih.....	20
2.8.	Eksentrisitas.....	22
2.8.1.	Eksentrisitas Pusat Massa Terhadap Pusat Rotasi Lantai Tingkat..	22
2.8.2.	Eksentrisitas Rencana.....	22
2.8.3.	Eksentrisitas Tambahan	23
2.9.	Analisis Spektrum Respon Ragam	23
2.9.1.	Jumlah Ragam.....	23
2.9.2.	Skala Nilai untuk Respon Terkombinasi.....	23
2.10.	Simpangan	23
2.11.	Perencanaan Struktur Balok.....	25
2.11.1.	Dimensi Balok.....	25
2.11.2.	Desain Tulangan Longitudinal.....	25
2.11.3.	Desain Tulangan Geser Desain	27
2.11.4.	Terhadap Torsi	30
2.12.	Perencanaan Struktur Kolom.....	31
2.12.1.	Dimensi Kolom	31
2.12.2.	Desain Tulangan Longitudinal.....	31
2.12.3.	Diagram Interaksi Kolom.....	32
2.12.4.	Desain Tulangan Transversal	33
2.13.	Hubungan Balok Kolom / Joint	36
2.14.	Pendetailan Tulangan.....	37
2.14.1.	Penyaluran Batang Tulangan Ulir dan Kawat Ulir Dalam Kondisi Tarik dan Tekan Pada Balok	37
2.14.1.	Penyaluran Kait Standar.....	38
2.14.2.	Sambungan Lewatan Tulangan Kolom.....	39
BAB III	METODE PERENCANAAN	40
3.1.	Data Proyek	40

3.1.1.	Lokasi Proyek	40
3.1.2.	Data Teknis Proyek	40
3.1.3.	Mutu Bahan Bangunan.....	40
3.2.	Teknik Pengumpulan Data	41
3.3.	Tahap Perencanaan	41
3.3.1.	Studi Literatur	41
3.3.2.	Pengumpulan Data	41
3.3.3.	Analisa Pembebanan	41
3.3.4.	Pemodelan dan Analisa Struktur	41
3.3.5.	Pemeriksaan Hasil (<i>Output</i>)	42
3.4.	Bagan Alir	43
BAB IV	ANALISA DAN PEMBAHASAN	45
4.1.	Perencanaan Dimensi Balok dan Kolom	45
4.1.1.	Dimensi Balok.....	45
4.1.2.	Dimensi Kolom	45
4.2.	Perhitungan Pembebanan	46
4.2.1.	Beban Mati	46
4.2.2.	Beban Hidup	50
4.2.3.	Beban Gempa	51
4.3.	Kombinasi Beban	67
4.4.	Kontrol Perilaku Struktur	70
4.4.1.	Eksentrisitas	70
4.4.2.	Kontrol Nilai <i>Base Shear</i> (Gaya Geser Dasar)	72
4.4.3.	Kontrol Partisipasi Massa	72
4.4.4.	Kontrol Simpangan	73
4.5.	Perhitungan Penulangan Struktur	76
4.5.1.	Penulangan Balok B1 (400 × 700 mm).....	76
4.5.2.	Penulangan Kolom K1 (700 × 700 mm).....	107
4.5.3.	Penulangan Hubungan Balok Kolom / <i>Joint</i>	158
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	164
5.1.	Kesimpulan.....	164

5.2. Saran	165
DAFTAR PUSTAKA	166
LAMPIRAN	167

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Peta Percepatan Spectrum Respons 0,2 Detik (S_s) Dengan Nisbah Redaman 5% di Batuan Dasar SB Untuk Probabilitas Terlampaui 2% Dalam 50 Tahun Berdasarkan Peta Gempa 2017	6
Gambar 2. 2. Peta Percepatan Spectrum Respons 1 Detik (S_1) Dengan Nisbah Redaman 5% di Batuan Dasar SB Untuk Probabilitas Terlampaui 2% Dalam 50 Tahun Berdasarkan Peta Gempa 2017	7
Gambar 2. 3. Spektrum Respons Desain.....	14
Gambar 2. 4. Penentuan simpangan antar lantai	24
Gambar 2. 5. Gambar Skema Gaya Geser Desain	28
Gambar 2. 6. Geser Desain Untuk Kolom	33
Gambar 2. 7. Tulangan Transversal Pada Kolom	34
Gambar 2. 8. Luas Hubungan Balok Kolom (<i>Joint</i>) Efektif	37
Gambar 2. 9. Detail Batang Tulangan Untuk Penyaluran Kait Standar	38
Gambar 3. 1. Lokasi Gedung <i>Integrated Laboratory For Science Policy And Communication</i> Universitas Negeri Jember.....	40
Gambar 4. 1. Percepatan spectrum respons 0,2 detik (S_s) Gedung <i>Integrated Laboratory For Science Policy And Communication</i> Universitas Negeri Jember	55
Gambar 4. 2. Percepatan spectrum respons 1 detik (S_1) Gedung <i>Integrated Laboratory For Science Policy And Communication</i> Universitas Negeri Jember	55
Gambar 4. 3. Letak titik pada respon spektrum	59
Gambar 4. 4. Respon Spektrum Gedung <i>Integrated Laboratory For Science Policy And Communication</i> Universitas Negeri Jember	61
Gambar 4. 5. Rencana penulangan longitudinal tumpuan kiri.....	78
Gambar 4. 6. Skema tata letak d' dan d''.....	79
Gambar 4. 7. Diagram Regangan-Tegangan Penulangan Tumpuan.....	81
Gambar 4. 8. Rencana penulangan longitudinal tumpuan kiri.....	84
Gambar 4. 9. Skema tata letak d' dan d''.....	85
Gambar 4. 10. Diagram Regangan-Tegangan Penulangan Tumpuan.....	87
Gambar 4. 11 Rencana penulangan longitudinal lapangan.....	89

Gambar 4. 12. Skema tata letak d'	90
Gambar 4. 13. Diagram Regangan-Tegangan Penulangan Lapangan	92
Gambar 4. 14 Gaya geser akibat beban grafitasi 1,2 D + 1 L (V graf) (Goyangan ke kiri).....	95
Gambar 4. 15. Gaya Geser Akibat Momen Ujung (V Mpr) Goyangan Gempa ke Kiri	95
Gambar 4. 16. Skema geser desain akibat goyangan ke kiri.....	96
Gambar 4. 17. Gaya geser desain akibat goyangan gempa ke kiri	96
Gambar 4. 18 Gaya geser akibat beban grafitasi 1,2 D + 1 L (V graf) (Goyangan ke Kanan).....	97
Gambar 4. 19. Gaya Geser Akibat Momen Ujung (V Mpr) Goyangan Gempa ke kanan	97
Gambar 4. 20. Skema geser desain akibat goyangan ke kanan.....	98
Gambar 4. 21. Gaya geser desain akibat goyangan gempa ke kanan	98
Gambar 4. 22. Skema Xob dan Yob	104
Gambar 4. 23. Desain penulangan torsi B1.....	106
Gambar 4. 24. Jarak antar tulangan (x).....	108
Gambar 4. 25. Diagram Regangan-Tegangan Penulangan Kolom Dengan FormasiTulangan 32D22 (Kondisi Seimbang)	111
Gambar 4. 26. Diagram Regangan-Tegangan Penulangan Kolom Dengan FormasiTulangan 32D22 (Kondisi Seimbang 1.25 fy).....	118
Gambar 4. 27 Diagram Regangan-Tegangan Penulangan Kolom Dengan FormasiTulangan 32D22 (Kondisi Patah Desak)	126
Gambar 4. 28 Diagram Regangan-Tegangan Penulangan Kolom Dengan FormasiTulangan 32D22 (Kondisi Patah Tarik).....	133
Gambar 4. 29 Diagram Regangan-Tegangan Penulangan Kolom Dengan FormasiTulangan 32D22 (Kondisi Lentur Murni).....	142
Gambar 4. 30. Diagram interaksi kolom 700×700	150
Gambar 4. 31. Spasi terbesar antar sengkang	153
Gambar 4. 32. Skema gaya yang bekerja pada HBK.....	159
Gambar 4. 33. Luas join pada hbk yang ditinjau	161

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Kategori resiko bangunan	8
Tabel 2. 2. Faktor keutamaan gempa, I_e	9
Tabel 2. 3. Klasifikasi situs	10
Tabel 2. 4. Koefisien situs, F_a	11
Tabel 2. 5. Koefisien situs, F_v	11
Tabel 2. 6. KDS berdasarkan S_{DS}	12
Tabel 2. 7. KDS berdasarkan S_{DI}	12
Tabel 2. 8. Nilai C_t dan X untuk parameter perioda pendekatan	15
Tabel 2. 9 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Perioda Yang Dihitung	16
Tabel 2. 10 faktor R , C_d dan Ω_o untuk sistem penahan gaya gempa	16
Tabel 2. 16. Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik ($SD1$).	58
Tabel 2. 17. Rekapitulasi parameter-parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan beban gempa	58
Tabel 4. 1. Kategori resiko struktur	51
Tabel 4. 2. Faktor keutamaan gempa, I_e	51
Tabel 4. 3. Rekapitulasi Data uji SPT sampel 1	52
Tabel 4. 4. Rekapitulasi Data uji SPT sampel 2	53
Tabel 4. 5. Klasifikasi kelas situs	54
Tabel 4. 6. Koefisien situs, F_a	56
Tabel 4. 7. Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek (SDS).	57
Tabel 4. 8. Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	61
Tabel 4. 9. faktor R , C_d dan Ω_o untuk sistem penahan gaya gempa	62
Tabel 4. 10. rekapitulasi Berat seismik efektif struktur	64
Tabel 4. 11. Rekapitulasi perhitungan gaya gempa lateral (F)	67
Tabel 4. 12. <i>Centers of Mass and Rigidity</i>	70
Tabel 4. 13. Perhitungan Eksentrisitas Rencana (e_d)	71
Tabel 4. 14. <i>Base Reactions</i>	72
Tabel 4. 15. Konfigurasi <i>Base Shear</i>	72

Tabel 4 .16. <i>Modal Participating Mass Ratios</i>	72
Tabel 4 .17.Simpangan akibat gempa dinamis (RSPX dan RSPY)	73
Tabel 4. 18.Simpangan arah X	74
Tabel 4. 19.Simpangan arah Y	74
Tabel 4. 20. Cek syarar V_n (akibat $M_{pr} \geq 0,5 V_e$)	99
Tabel 4. 21. Koordinat Diagram Interaksi Formasi Tulangan 24D22	149
Tabel 4. 22.Koordinat Diagram Interaksi Formasi Tulangan 28D22	149
Tabel 4. 23.Koordinat Diagram Interaksi Formasi Tulangan 32D22	149

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Brosur Bata Ringan
- Lampiran 2 Brosur Blok Ventilasi
- Lampiran 3 Berat Pintu dan Jendela
- Lampiran 4 Input beban dinding lantai F1 pada ETABS 2016 V.16.2.1
- Lampiran 5 *Input* beban dinding seluruh lantai pada ETABS 2016 V.16.2.1
- Lampiran 6 Hasil uji SPT Sampel 1 Gedung Integrated Laboratory For Science Policy And Communication Universitas Negeri Jember
- Lampiran 7 Hasil Uji SPT Sampel 2 Gedung Integrated Laboratory For Science Policy And Communication Universitas Negeri Jember
- Lampiran 8 Desain Spektra dari (Puskim.pu.go.id).
- Lampiran 9 Balok yang ditinjau
- Lampiran 10 Momen maksimum daerah tumpuan balok yang ditinjau
- Lampiran 11 Momen maksimum daerah lapangan balok yang ditinjau
- Lampiran 12 V_u Akibat 1,2DL + IL Tumpuan Kiri balok yang ditinjau
- Lampiran 13 Gaya aksial (P_u) dan momen torsi maksimum pada balok yang ditinjau
- Lampiran 14 Kolom yang di tinjau
- Lampiran 15 Nilai V_u dan M_u max pada kolom pada kolom yang ditinjau
- Lampiran 16 Gaya aksial dan torsi maksimum pada kolom yang ditinjau