

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS
MENGUNAKAN SISTEM BAJA BRESING KONSENTRIS
TIPE V PADA GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS
NEGERI MALANG**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana**



Disusun Oleh:

Sandy Alfani Darmawanto AR

20.21.099

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

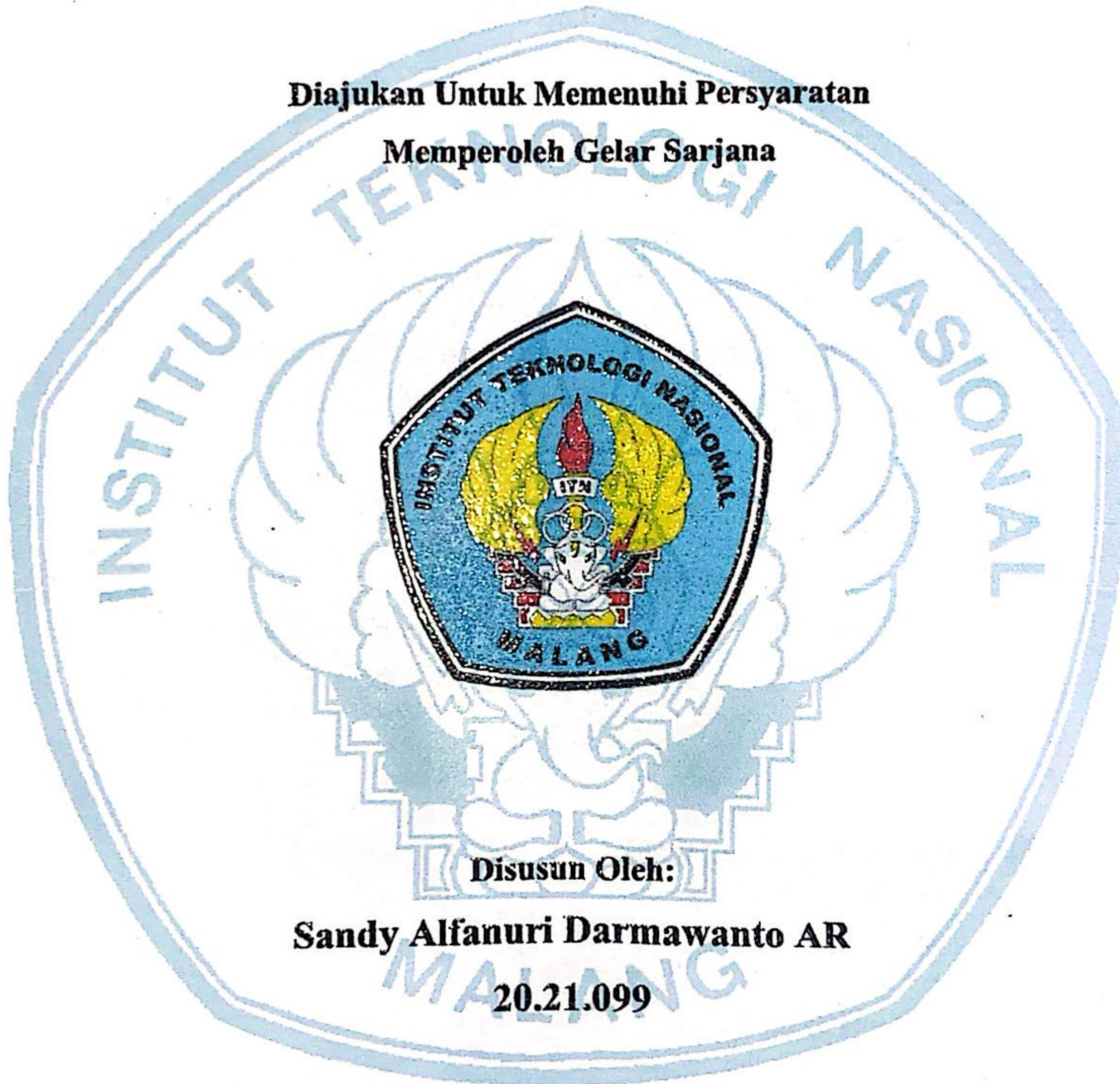
MALANG

2024

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS
MENGUNAKAN SISTEM BAJA BRESING KONSENTRIS
TIPE V PADA GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS
NEGERI MALANG**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana**



Disusun Oleh:

Sandy Alfanuri Darmawanto AR

20.21.099

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG**

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**“STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS
MENGUNAKAN SISTEM BAJA BRESING KONSENTRIS TIPE V
PADA GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS NEGERI MALANG”**

Disusun Oleh:

SANDY ALFANURI DARMAWANTO. AR

NIM 2021099

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan

Pada Tanggal 21 Agustus 2024

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Ester Priskaasari, MT.

NIP. P. 1039400265

Hadi Surya Wibawanto S, ST., MT

NIP. P. 1032000579

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



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

NIP. P. 1030300383

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

“STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS
MENGUNAKAN SISTEM BAJA BRESING KONSENTRIS
TIPE V PADA GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS
NEGERI MALANG”

Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Pembahas Tugas
Akhir Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 26 Agustus 2024 Dan Diterima
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Teknik Sipil S-1

Disusun Oleh:

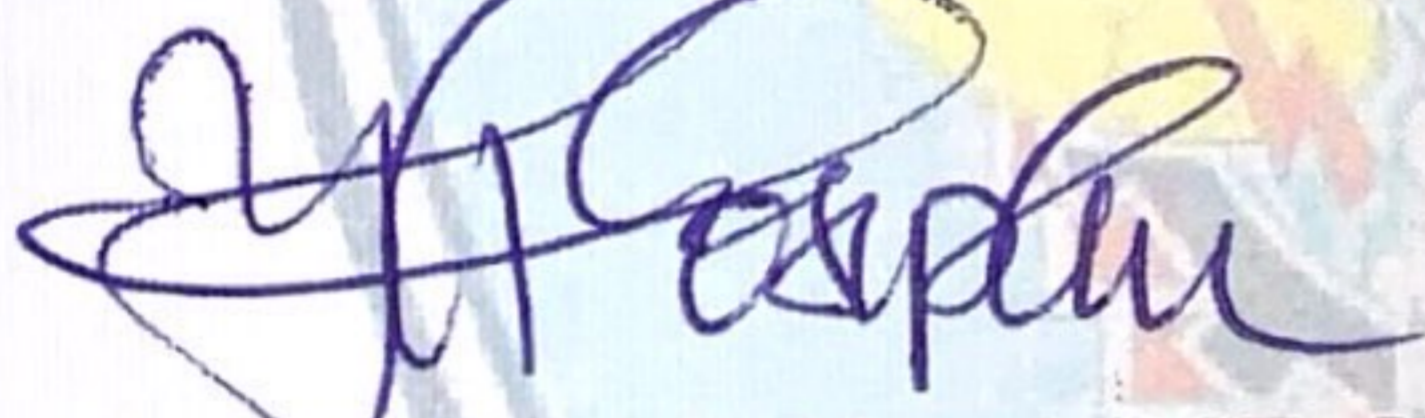
SANDY ALFANURI DARMAWANTO AR

NIM 2021099

Dosen Pembahas,

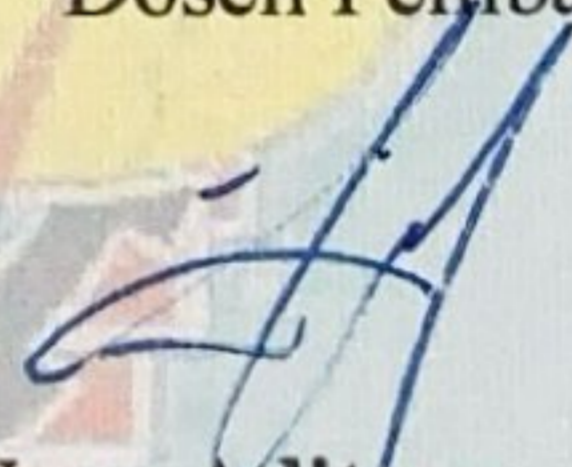
Dosen Pembahas I

Dosen Pembahas II



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

NIP. P. 1030300383



Vega Aditama, ST, MT.

NIP. P. 1031900559

Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi

Sekretaris Program Studi

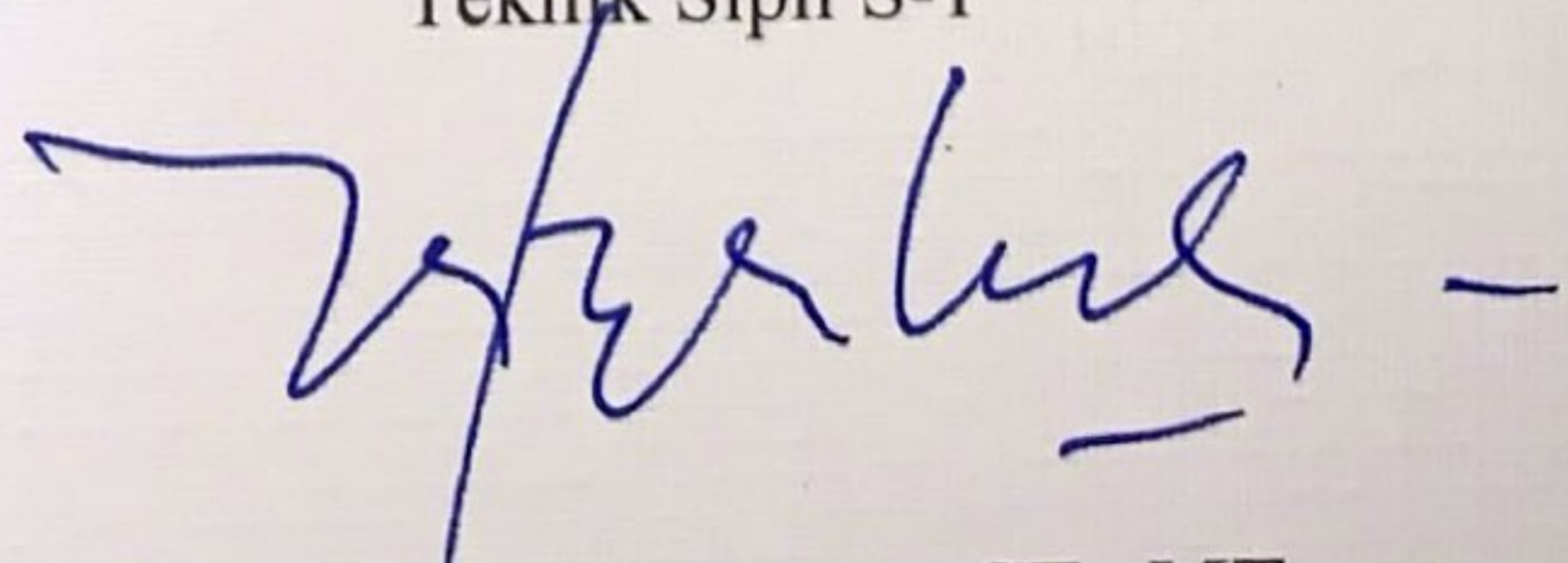
Teknik Sipil S-1

Teknik Sipil S-1



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

NIP. P. 1030300383



Nenny Roostrianawaty, ST., MT.

NIP. P. 1031700533

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sandy Alfani Darmawanto AR

NIM : 2021099

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul :

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS MENGGUNAKAN SISTEM BAJA BRESING KONSENTRIS TIPE V PADA GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS NEGERI MALANG

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 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, 26 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan



SANDY ALFANURI DARMAWANTO AR

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Robbil Alamin, sujud serta syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kesehatan jasmani dan rohani sehingga proses Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dari awal sampai akhir studi.

Pertama saya persembahkan Tugas Akhir ini kepada orang tua tercinta **Bapak Samsul Arifin** dan **Ibu Indah Samiasih** yang telah mendoakan dan memberikan dukungan moril maupun materi demi kesuksesan saya, karena tiada kata seindah lantunan doa dan tidak ada doa yang paling khusuk selain doa yang terucap dari kedua orang tua, tentunya ucapan terimakasih saja tidak akan cukup untuk membalas kebaikan orang tua, karena itu terimalah persembahan bakti dan cintaku untuk kalian bapak ibuku tercinta.

Tak lupa juga Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk **Ibu Ir. Ester Priskasari, MT.** dan **Bapak Hadi Surya Wibawanto S, ST, MT.** selaku dosen pembimbing yang telah membimbing saya dalam proses pengerjaan Tugas Akhir. Terimakasih telah memberikan bantuan, ilmu, saran dan masukan sehingga Tugas Akhir saya dapat terselesaikan dengan sebaik-baiknya.

Tak lupa saya persembahkan juga kepada orang terkasih yang selalu memberikan dukungan dan semangat dengan ketulusan yang tidak bisa dikalkulasikan dengan kata-kata, untuk itu terimalah persembahan Tugas Akhir ini sebagai bentuk terimakasih karena telah menjadi komponen mesin semangat dalam menyelesaikan studi juga Tugas Akhir.

Selanjutnya saya ucapkan terimakasih kepada *Squad* Optimum Pride yang telah menemani saya melewati empat tahun penuh distraksi dalam perkuliahan serta saya ucapkan terimakasih kembali atas dukungan dan bantuan selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini. Semoga kita semua bisa menjadi manusia yang lebih baik dan bermanfaat bagi orang-orang sekitar.

Akhir kata dari saya “Keberhasilan, didapatkan oleh orang-orang yang mampu bertahan dalam kondisi apapun

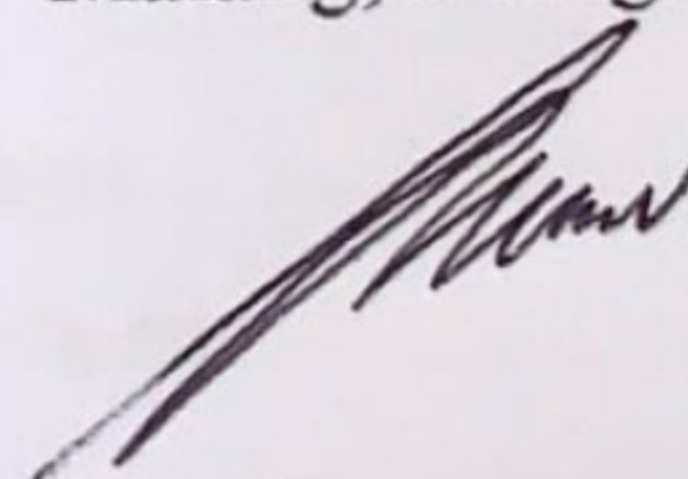
KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan hidayah-Nya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS MENGGUNAKAN SISTEM BAJA BREASING KONSENTRIS TIPE V PADA GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS NEGERI MALANG”** Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Dr. Yosimson P. Manaha. ST., MT.** Selaku Kepala Prodi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ibu **Ir. Ester Priskasari, MT.** Selaku Dosen Pembimbing I yang banyak memberikan bimbingan dan masukan guna penyelesaian penyusunan Tugas Akhir.
3. Bapak **Hadi Surya Wibawanto S. ST, MT.** Selaku Dosen Pembimbing II yang banyak memberikan bimbingan dan masukan guna penyelesaian penyusunan Tugas Akhir.
4. Bapak **Dr. Yosimson P. Manaha. ST., MT.** Selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan kritik dan saran untuk penyusunan Tugas Akhir.
5. Bapak **Ir. Vega Aditama.,ST.,MT.,IPM.** Selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran untuk penyusunan Tugas Akhir.

Dengan rendah hati penulis mengakui bahwa masih banyak kekurangan dalam menulis laporan Tugas Akhir, baik dari segi materi maupun penyajian. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata, semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi banyak orang.

Malang, 26 Agustus 2024



Penulis

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SIMBOL, SINGKATAN DAN DEVINISI.....	xvii
ABSTRAK	xxii
ABSTRACT	xxiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Maksud dan Tujuan	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Studi Literatur Terdahulu.....	5
2.2 Material Baja.....	8
2.3 Sistem Rangka Baja Breasing	8
2.3.1 Sistem Rangka Bresing Konsentris (SRBK).....	9
2.4 Pembebanan Struktur	9
2.4.1 Beban Mati	9
2.4.2 Beban Hidup	10
2.4.3 Beban Gempa	10
2.4.3.1 Parameter Perhitungan Beban Gempa	10
2.4.3.2 Kategori Resiko dan Faktor Keutamaan	11
2.4.3.3 Menentukan Kelas Situs.....	13
2.4.3.4 Menentukan Nilai Periode Pendek (F_a) dan Nilai Faktor Periode 1	14
2.4.3.5 Menghitung Nilai S_{ms} , S_{M1} , S_{DS} , S_{D1} , berdasarkan SNI 1726:2019	14
2.4.3.6 Menentukan Kategori Desain Seismik.....	14

2.4.3.7	Desain Respon Struktur	15
2.4.3.8	Metode Analisis Statik Ekuivalen (<i>Static Equivalent Analyst</i>)	16
2.4.4	Kombinasi Pembebanan.....	18
2.5	Kontrol Perilaku Struktur.....	19
2.5.1	Ketidakteraturan Vertikal dan Horizontal.....	19
2.5.2	Simpangan Antar Tingkat	26
2.5.3	Eksentrisitas	27
2.5.4	Pengaruh P-delta	28
2.6	Perencanaan Plat Lantai	28
2.7	Metode Desain Perencanaan Struktur	30
2.7.1	Kuat Desain Berdasarkan Desain Faktor Beban dan Ketahanan	30
2.7.2	Komponen Struktur Untuk Tarik	31
2.7.3	Komponen Struktur Untuk Tekan.....	35
2.7.4	Komponen Struktur Untuk Lentur	39
2.7.5	Komponen Struktur Untuk Geser.....	45
2.7.6	Perencanaan Komponen Struktur Kolom	46
2.7.7	Perencanaan Komponen Struktur Komposit.....	55
2.8	Perencanaan Sambungan.....	60
2.8.1	Sambungan Baut	60
2.8.2	Sambungan Las	65
2.8.3	Sambungan Balok-Kolom.....	68
2.8.4	Sambungan Balok Induk-Balok Anak	69
2.8.5	Sambungan Kolom.....	69
2.8.6	Sambungan Bresing	70
2.9	Base Plate	70
BAB III METODE PERENCANAAN		74
3.1	Data-data Perencanaan	74
3.1.1	Lokasi Proyek	74
3.1.2	Data Geometri Proyek	74
3.1.3	Data Rencana Perletakan Breasing	76
3.1.4	Data Teknik Proyek	77
3.1.5	Data material.....	77
3.2	Teknik Pengumpulan Data.....	77
3.2.1	Data Perencanaan.....	77
3.2.2	Studi Literatur	77
3.3	Teknik Perencanaan	78

3.3.1	Perhitungan Dimensi Penampang Baja.....	78
3.3.2	Analisa Pembebanan.....	78
3.3.3	Permodelan Struktur	78
3.3.4	Pemeriksaan Hasil <i>Output</i>	79
3.4	Bagan Alir	79
BAB IV PERHITUNGAN STRUKTUR.....		82
4.1	Data Perencanaan	82
4.1.1	Data Struktur Bangunan.....	82
4.1.2	Data Material	82
4.2	Pendimensian Kolom dan Balok.....	83
4.2.1	Balok Induk, Balok Anak Beton	83
4.2.2	Dimensi Kolom	85
4.3	Balok Induk, Balok Anak, Kolom dan Breasing Baja	86
4.3.1	Balok induk dan Balok Anak Baja.....	86
4.3.2	Kolom.....	87
4.3.3	Breasing.....	88
4.4	Perhitungan Pembebanan	88
4.4.1	Beban Mati	88
4.4.2	Beban Mati Tambahan	89
4.5.3	Beban Hidup	110
4.6	Beban Gempa	110
4.6.1	Parameter Beban Gempa.....	110
4.6.2	Desain Respon Spektrum	116
4.6.3	Periode Fundamental Struktur.....	118
4.6.4	Menghitung Geser Dasar Seismik/Base Shear.....	121
4.6.5	Menghitung Gaya Gempa Lateral (F)	122
4.6.6	Kombinasi Pembebana.....	125
4.7	Kontrol Perilaku Struktur	126
4.7.3	Kontrol Eksentrisitas	126
4.7.4	Kontrol Ketidak Beraturan Struktur.....	128
4.7.5	Kontrol Partisipasi massa	129
4.7.6	Kontrol Simpangan	130
4.7.7	Pengaruh P-delta	132
4.7.8	Kontrol Nilai Base Shear	133
4.8	Perhitungan Pelat Lantai	134
4.8.1	Menghitung tebal pelat.....	135

4.8.2	Penulangan Plat Lantai Kendaraan	137
4.9	Perhitungan Lebar Efektif Balok	149
4.9.1	Pada Balok Induk Komposit Tengah	150
4.9.2	Pada Balok Induk Komposit Tepi	159
4.9.3	Pada Balok Anak Komposit	165
4.10	Perencanaan Balok Induk Bentang 7,2 M.....	175
4.10.1	Kontrol Terhadap Lentur.....	175
4.10.2	Kontrol Balok Terhadap Geser	184
4.10.2	Kontrol Lendutan	186
4.10.3	Perhitungan Shear Connector.....	186
4.11	Perencanaan Balok Anak	190
4.11.1	Kontrol Terhadap Lentur.....	191
4.11.2	Kontrol Balok Terhadap Geser	199
4.11.3	Kontrol Lendutan	201
4.11.4	Perhitungan <i>Shear Connector</i>	201
4.12	Perencanaan Kolom	205
4.12.1	Kontrol Kolom Terhadap Aksial Tekan.....	205
4.12.2	Kontrol Lentur Kolom.....	214
4.12.3	Kontrol Balok Terhadap Geser	216
4.12.4	Kontrol Pengaruh Tekuk Lateral.....	219
4.12.5	Kontrol Terhadap Gaya Kombinasi	221
4.13	Perencanaan Breasing	223
4.13.1	Cek kelangsingan Penampang.....	223
4.13.2	Kontrol Penampang Terhadap Tekan.....	226
4.13.3	Kontrol Penampang Terhadap Tarik.....	228
4.14	Sambungan Kolom-Balok Induk.....	229
4.14.1	Penguraian Gaya Sambungan Balok Kolom.....	230
4.14.2	Kontrol baut terhadap geser, tumpu dan tarik.....	231
4.14.3	Perhitungan jumlah baut dan jarak antar baut.....	232
4.14.4	Pemeriksaan terhadap kuat tarik dari pelat penyambung pada sayap balok indduk.....	233
4.14.5	Pemeriksaan terhadap tarik fraktur dari pelat penyambung.....	233
4.14.6	Kontrol kuat geser blok pelat penyambung	233
4.14.7	Kontrol HBK Pada Portal	235
4.15	Sambungan Balok Anak – Induk	238
4.15.1	Perhitungan kapasitas tumpu pelat penyambung	240

4.15.2	Penentuan jumlah dan jarak antar baut	241
4.15.3	Kontrol terhadap geser blok (Block Shear).....	242
4.15.4	Kontrol kekuatan tarik baut.....	244
4.16	Sambungan Kolom - Kolom	247
4.16.1	Sambungan Flens Kolom	248
4.16.2	Sambungan Web Kolom	250
4.16.3	Kontrol Pada arah sumbu global (X-X).....	252
4.16.4	Kontrol Pada arah sumbu global (Y-Y).....	254
4.17	Sambungan Breasing.....	257
4.17.1	Perhitungan kekuatan penampang batang tekan	258
4.18	Base Plate	270
4.18.1	Mencari Kuat Perlu Base Plate	271
4.18.2	Mencari Tebal Minimum Base Plate.....	272
4.18.3	Kuat Baut Angkur Terhadap Gaya Geser	273
4.18.4	Las Fillet pada Base Plate dan Kolom	273
4.18.5	Desain Panjang Angkur.....	275
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		276
5.1	Kesimpulan	276
5.2	Saran.....	279
DAFTAR PUSTAKA		xix
LAMPIRAN.....		xxi

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh konfigurasi sistem rangka terbreis konsentris	9
Gambar 2. 2 Peta perencanaan spectrum respons 0,2 detik (Ss).....	10
Gambar 2. 3 Peta percepatan spectrum respons 1 detik (S1).....	11
Gambar 2. 4 Peta transisi periode panjang TL wilayah Indonesia.....	11
Gambar 2. 5 Spectrum respons desain	16
Gambar 2. 6 Ketidak beraturan struktur horizontal	22
Gambar 2. 7 Ketidak beraturan vertikal	26
Gambar 2. 8 Penentuan simpangan antar tingkat.....	26
Gambar 2. 9 Berapa penampang batang tarik	31
Gambar 2. 10 Pola sambungan baut segaris.....	33
Gambar 2. 11 Pola sambungan baut tidak segaris.....	33
Gambar 2. 12 Panjang tekuk untuk beberapa kondisi tumpuan.....	37
Gambar 2. 13 Portal bergoyang dan tidak bergoyang	47
Gambar 2. 14 Nomogram faktor panjang tekuk (k) kolom portal	48
Gambar 2. 15 Perilaku regangan dan blok tegangan kolom eksentris	50
Gambar 2. 16 Diagram interaksi Kolom	53
Gambar 2. 17 Geser Desain Untuk Kolom	54
Gambar 2. 18 Balok komposit	55
Gambar 2. 19 Lebar efektif balok komposit	56
Gambar 2. 20 Distribusi tegangan plastis	57
Gambar 2. 21 Jarak antar baut.....	63
Gambar 2. 22 Sambungan las sudut.....	66
Gambar 2. 23 Tebal efektif las sudut	66
Gambar 2. 24 Ukuran maksimum las.....	68
Gambar 2. 25 Sambungan momen pelat sayap berbaut	69
Gambar 2. 26 Sambungan balok induk – balok anak.....	69
Gambar 2. 27 Sambungan kolom-kolom	70
Gambar 2. 28 Sambungan breasing	70
Gambar 2. 29 Base plate dengan gaya aksial dan geser.....	71
Gambar 2. 30 Penampang base plate	72

Gambar 3 1 Denah lantai 1.....	74
Gambar 4. 1 Penampang balok profil baja.....	86
Gambar 4. 2 Penampang breasing profil baja	88
Gambar 4. 3 Percepatan spectrum respons (S_s).....	112
Gambar 4. 4 Percepatan spectrum respons (S_1).....	112
Gambar 4. 5 Transisi periode panjang (TL).....	113
Gambar 4. 6 Spectrum respons desain	116
Gambar 4. 7 Grafik respon spektrum.....	118
Gambar 4. 8 Penampang balok profil baja.....	149
Gambar 4. 9 Lebar efektif pelat penampang komposit balok induk tengah	150
Gambar 4. 10 Jarak titik berat penampang komposit.....	151
Gambar 4. 11 Garis netral balok komposit.....	152
Gambar 4. 12 Lebar Efektif pelat penampang komposit balok induk tepi	159
Gambar 4. 13 Jarak titik berat penampang terhadap sisi bawah	160
Gambar 4. 14 Garis netral balok induk komposit tepi	161
Gambar 4. 15 Penampang balok anak profil baja	165
Gambar 4. 16 Lebar efektif pelat penampang balok anak komposit.....	165
Gambar 4. 17 Jarak titik berat penampang balok anak komposit	167
Gambar 4. 18 Garis netral balok anak komposit.....	168
Gambar 4. 19 Penampang balok induk profil baja.....	175
Gambar 4. 20 Garis netral penampang jatuh pada plat beton	178
Gambar 4. 21 <i>Garis netral penampang jatuh pada badan profil</i>	182
Gambar 4. 22 gaya geser balok	184
Gambar 4. 23 Lendutan pada balok B112 lantai 5.....	186
Gambar 4. 24 Penampang balok anak profil baja	190
Gambar 4. 25 Garis netral penampang jatuh pada plat beton	193
Gambar 4. 26 Garis netral penampang jatuh pada badan profil.....	197
Gambar 4. 27 gaya geser balok	199
Gambar 4. 28 Lendutan pada balok B259 lantai 2.....	201
Gambar 4. 29 Penampang kolom profil baja	205
Gambar 4. 30 Grafik nomogram struktur bergoyang arah x.....	210

Gambar 4. 31 Grafik Nomogram Struktur Bergoyang Arah y.....	212
Gambar 4. 32 Desain gaya geser.....	217
Gambar 4. 33 Penampang breasing profil baja	223

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perencanaan Terdahulu	5
Tabel 2. 2 Material baja menurut SNI 7860:2020.....	8
Tabel 2. 3 Kategori resiko gempa	12
Tabel 2. 4 Klasifikasi situs	13
Tabel 2. 5 Faktor R, Cd, dan Ω untuk sistem pemikul gaya seismik.....	16
Tabel 2. 6 Ketidakberaturan horizontal pada struktur.....	19
Tabel 2. 7 Ketidakberaturan vertikal pada struktur.....	23
Tabel 2. 8 Simpangan antar lantai ijin	27
Tabel 2. 9 Faktor reduksi kekuatan untuk batas ultimit.....	30
Tabel 2. 10 Faktor lag geser.....	34
Tabel 2. 11 Panjang tekuk untuk beberapa kondisi tumpuan.....	37
Tabel 2. 12 Komponen struktur daktail sedang dan daktail tinggi	40
Tabel 2. 13 Kriteria perencanaan batang lentur	43
Tabel 2. 14 Koordinat (Mn,Pn) diagram interaksi	53
Tabel 2. 15 Penentuan parameter Rg dan Rp.....	59
Tabel 2. 16 Kekuatan nominal pengencang dan bagian berulir.....	61
Tabel 2. 17 Pratarik baut minimum.....	62
Tabel 2. 18 Dimensi lubang nominal	62
Tabel 2. 19 Jarak Minimum baut ke tepi sambungan	63
Tabel 2. 20 Ukuran minimum las sudut	68
Tabel 4. 1 Faktor keutamaan gempa berdasarkan kategori risiko.....	111
Tabel 4. 2 Koefisien situs Fa.....	113
Tabel 4. 3 Koefisien situs Fv	114
Tabel 4. 4 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek	115
Tabel 4. 5 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik.....	115
Tabel 4. 6 Tabel rekapitulasi perhitungan parameter beban gempa.....	116
Tabel 4. 7 Tabel nilai Sa	117
Tabel 4. 8 Nilai parameter parameter perioda pendekatan Ct dan x.....	118
Tabel 4. 9 Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung.....	119

Tabel 4. 10 Menentukan faktor R, Cd, Ω_0	120
Tabel 4. 11 interpolasi nilai K dari T	123
Tabel 4. 12 Faktor distribusi vertikal	124
Tabel 4. 13 Gaya gempa lateral perlantai.....	124
Tabel 4. 14 Perhitungan Eksentrisitas	126
Tabel 4. 15 Perhitungan koordinat pusat massa.....	127
Tabel 4. 16 Kontrol ketidak beraturan torsi	128
Tabel 4. 17 Modal partisipasi massa ratio.....	129
Tabel 4. 18 Story response	130
Tabel 4. 19 Hasil pengecekan simpangan	131
Tabel 4. 20 Nilai V_x	132
Tabel 4. 21 Hasil pengecekan P-delta.....	133
Tabel 4. 22 Base reactions	133
Tabel 4. 23 Konfigurasi base shear	134
Tabel 4. 24 Konfigurasi base reactions baru	134
Tabel 4. 25 As tulangan bagi.....	139
Tabel 4. 26 As untuk tulangan bagi	142
Tabel 4. 27 As untuk tulangan bagi	145
Tabel 4. 28 AS untuk tulangan bagi.....	148
Tabel 4. 29 Rekapitulasi tulangan pelat lantai	149
Tabel 4. 30 Titik berat terhadap garis netral komposit	151
Tabel 4. 31 Titik berat terhadap garis netral komposit	152
Tabel 4. 32 Lebar efektif balok induk tengah	153
Tabel 4. 33 Garis netral balok induk komposit.....	154
Tabel 4. 34 Tabel Momen inersia balok induk komposit.....	156
Tabel 4. 35 Titik berat terhadap garis netral	160
Tabel 4. 36 Titik berat terhadap garis netral komposit	161
Tabel 4. 37 Lebar efektif balok induk tepi.....	162
Tabel 4. 38 Garis netral balok induk komposit tepi.....	163
Tabel 4. 39 Momen inersia balok induk komposit tepi.....	164
Tabel 4. 40 Titik berat terhadap sisi bawah penampang.....	167
Tabel 4. 41 Titik berat terhadap garis netral komposit	168

Tabel 4. 42 Lebar efektif balok anak	169
Tabel 4. 43 Garis netral balok anak komposit.....	171
Tabel 4. 44 Momen inersia balok anak	173
Tabel 4. 45 Nilai R_y dan R_t untuk material baja dan material tulangan baja	176
Tabel 4. 46 Titik berat penampang komposit daerah tekan	182
Tabel 4. 47 Titik berat penampang komposit daerah tarik.....	182
Tabel 4. 48 Nilai R_y dan R_t untuk material baja dan material tulangan baja	191
Tabel 4. 49 Titik berat penampang komposit daerah tekan	197
Tabel 4. 50 Titik berat penampang komposit daerah tarik.....	197
Tabel 4. 51 Nilai R_y dan R_t untuk material baja dan material tulangan baja	206
Tabel 4. 52 Nilai R_y dan R_t untuk material baja dan material tulangan baja	224
Tabel 4. 53 Jarak pada baut.....	252
Tabel 4. 54 Jarak pada baut.....	255

DAFTAR SIMBOL, SINGKATAN DAN DEVINISI

A1	= Luas penampang baja konsentris menumpu pada permukaan beton (mm ²)
A2	= Luas maksimum permukaan beton secara geometris sama dengan 50 konsentris dengan daerah yang dibebani (mm ²)
Ab	= Luas baut (mm ²)
Ab	= Luas tubuh angkur (mm ²)
Ag	= Luas bruto
Asc	= Luas penampang shear connector jenis paku
Asr	= Luas tulangan transversal balok
Aw	= Luas badan balok baja, in.2 (mm ²)
B	= Lebar base plate
bf	= Lebar sayap
Ca	= Koefisien sehubungan dengan kekakuan dan kurvatur breis relatif
Cb	= Faktor modifikasi tekuk torsi-lateral untuk diagram momen tidak seragam apabila kedua ujung segmen terbreis
Cm	= 0,85; elemen dengan ujung-ujung kaku
Cm	= 1; elemen dengan ujung-ujung sederhana
Cvx	= Faktor distribusi vertikal
d	= Diameter baut nominal (mm)
D	= Pengaruh beban mati
d	= Tinggi keseluruhan balok dikenakan pada tingkat i atau xhi
E	= Modulus elastis baja = 29 000 ksi (200 000 MPa)
E	= Pengaruh beban seismik
Eh	= Pengaruh beban seismik horizontal
Ev	= Pengaruh beban seismik vertikal
f	= Lendutan
f'c	= Kekuatan tekan beton (Mpa)
f'c	= Kekuatan tekan beton terspesifikasi, ksi. (MPa)
Fcr	= Tegangan kritis
fijin	= Lendutan ijin
fmax	= Lendutan maksimum

F_{nt}	= Tegangan tarik nominal, Mpa
F_{nv}	= Tegangan geser nominal baut, Mpa
F_t	= Kuat tarik nominal angkur (Mpa)
f_u	= Kekuatan tarik minimum material yang disambung (MPa)
F_u	= Kekuatan tarik minimum terspesifikasi, ksi (MPa)
F_u	= Tegangan putus penghubung jenis paku
f_{uw}	= Kuat tarik putus logam las
F_v	= Kuat geser nominal angkur (Mpa)
F_y	= Tegangan leleh baja
F_y	= Tegangan leleh minimum terspesifikasi, ksi (MPa)
h	= Tinggi penampang
h_x	= Tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x
h_n	= Ketinggian struktur
I_e	= Faktor keutamaan gempa
k	= Eksponen yang terkait dengan periode struktur
L	= Beban hidup
L	= Panjang bentang balok
L	= Panjang bentang shear connector
L_b	= Panjang antara titik-titik yang terbreis terhadap perpindahan lateral sayap tekan atau terbreis terhadap puntir penampang, in. (mm)
L_p	= Batas panjang tak terbreis secara lateral untuk kondisi batas leleh, in. (mm)
L_r	= Pembatas panjang tidak di pengaku secara lateral untuk analisis plastis
L_w	= Panjang las yang dibutuhkan
m	= Bidang geser
M	= Momen maks akibat lentur yang diperoleh dari luas momen
M_{cx}	= Kekuatan lentur tersedia sumbu x
M_{cy}	= Kekuatan lentur tersedia sumbu y
M_{lt}	= Momen berfaktor pada analisa orde pertama yang diakibatkan beban yang menimbulkan pergoyangan (beban lateral)
M_n	= Kuat momen nominal lentur

- Mn = Momen nominal base plate
- Mntu = Momen berfaktor pada analisa orde pertama yang diakibatkan oleh beban tidak menimbulkan goyangan (beban gravitasi)
- Mp = Momen lentur plastis, kip-in (N-mm)
- MP = Momen tahan plastis
- Mpl = Momen lentur terfaktor yang terjadi pada base plate
- Mr = Kekuatan lentur perlu
- Mrx = Kekuatan momen lentur perlu sumbu x
- Mry = Kekuatan momen lentur perlu sumbu y
- Mu = Beban layan terfaktor
- n = Banyaknya titik-titik yang terbreis di dalam bentang
- N = Jumlah tingkat
- N = Panjang base plate
- N1 = Jumlah penghubung geser
- Ncrb = Gaya tekan kritis Euler untuk elemen tidak bergoyang (k-untuk tidak bergoyang)
- Nu = Gaya tekan berfaktor
- ϕR_{nw} = Tahanan nominal per satuan panjang las
- ϕ_c = Faktor reduksi = 0,65
- Pn = Kekuatan tekan aksial nominal
- Pn = Kekuatan tekan nominal, kips (N)
- Pp = Gaya aksial normal
- Pu = Gaya aksial terfaktor
- Pu = Gaya aksial terfaktor
- Pu = Kekuatan aksial tekan perlu dengan menggunakan kombinasi beban DFBT
- QE = Pengaruh gaya seismik horizontal dari V atau Fp
- Qn = Kuat geser nominal untuk penghubung geser
- R = Beban air hujan
- R = Faktor modifikasi respons
- Rn = Kekuatan nominal baut (Rn)
- Rnw = Tahanan nominal persatuan panjang las

Ru	= Beban terfaktor per satuan panjang las
Ru	= Beban terfaktor per satuan panjang las
Ru	= Gaya terfaktor yang terjadi pada baut (N)
RY	= Rasio kekuatan leleh terekspektasi terhadap kekuatan leleh minimum
S	= Jarak baut ke baut (mm)
S	= Modulus penampang
SD1	= Parameter percepatan spektral desain untuk periode 25 pendek
SD1	= Percepatan spektral desain untuk periode 1 detik
SDS	= Percepatan spektral desain untuk periode pendek
St	= Jarak baut ke tepi pelat (mm)
Sx	= Modulus penampang elastis terhadap sumbu x, in.3 (mm ³)
T	= Periode fundamental struktur
t	= Tebal material yang disambung (mm)
Ta	= Periode fundamental pendekatan
te	= Tebal efektif las (0,707a), dengan a = tebal las sudut
tf	= Tebal sayap
Tmax	= Periode maksimum
tp	= Tebal base plate
tw	= Tebal pelat badan
V	= Gaya lateral desain total atau geser dasar struktur
Vh	= Gaya geser horizontal
Vn	= Kapasitas nominal geser penampang
Vu	= Kapasitas geser perlu
Vub	= Gaya geser yang terjadi (N)
W	= Berat seismik efektif
Wx	= Bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan
Z	= Modulus penampang plastis terhadap sumbu lentur, in.3 (mm ³)
Zx	= Modulus penampang plastis
δ_b	= Faktor amplifikasi, untuk memasukan pengaruh P δ
δ_s	= Faktor amplifikasi, untuk memasukan pengaruh P Δ
λ	= Rasio lebar terhadap tebal untuk elemen

- λ_p = Batas parameter lebar terhadap tebal untuk elemen kompak
- λ_{pf} = Batas parameter lebar terhadap tebal untuk sayap kompak
- λ_r = Batas parameter lebar terhadap tebal untuk elemen nonkompak
- λ_{rf} = Batas parameter lebar terhadap tebal untuk sayap nonkompak
- ΣN_{crs} = Jumlah gaya kritis Euler untuk element bergoyang, (k-bergoyang)
dalam satu tingkat yang ditinjau
- ΣN_u = Jumlah gaya tekan berfaktor seluruh kolom dalam satutingkat yang
ditinjau
- Φ = Faktor reduksi untuk lentur (0,90)
- Φ = Faktor ketahanan baut = 0,75
- C_s = Koefisien respons seismik
- C_t = Koefisien periode pendekatan
- C_u = Koefisien batas atas pada periode yang dihitung
- T_c = Periode fundamental bangunan
- T_a = Periode fundamental

Sandy Alfanuri Darmawanto AR, 2021099. 2024. **STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS MENGGUNAKAN SISTEM BAJA BRESING KONSENTRIS TIPE V PADA GEDUNG REKTORAT UNIVERSITAS NEGERI MALANG.** Jurusan Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, Pembimbing I : Ir. Ester Priskasari, MT. Pembimbing II : Hadi S. W. Sunarwadi, ST., MT.

ABSTRAK

Material beton umum dijumpai di hampir semua bangunan seperti pada gedung rektorat universitas negeri Malang, akan tetapi dengan seiring perkembangan dan kemajuan teknologi, perkembangan dalam penelitian material terjadi, seperti halnya baja. Baja merupakan salah satu alternatif yang sering digunakan dalam merencanakan struktur gedung tahan gempa karena memiliki keunggulan fleksibilitas, daktilitas, dan efisiensi yang bagus dari segi waktu pelaksanaan. Pada perencanaan ini penulis menggunakan Sistem Rangka Bresing Konsentris tipe V sebagai pilihan untuk memperkuat struktur. Penambahan bresing pada konstruksi baja ini bertujuan untuk memberikan kekakuan pada struktur, sehingga dapat mengurangi deformasi yang timbul akibat gaya lateral yang disebabkan oleh gempa.

Objek studi yang diambil adalah Gedung Rektorat Universitas Negeri Malang dengan tinggi 58 m. Perencanaan ini menggunakan peraturan SNI 1727 : 2020, SNI 1729 : 2020, SNI 7972 : 2020, dan SNI 2847 : 2020. Permodelan dan analisis struktur menggunakan program bantu ETABS 2018 v18.1.1.

Dari hasil perencanaan didapatkan dimensi balok induk WF 600 x 200 x 12 x 22, untuk balok anak WF 350 x 175 x 7 x 11, kolom 1 Hbeam 400 x 400 x 30 x 45, kolom 2 Hbeam 200 x 200 x 10 x 16 dan bresing Box 300 x 300 x 16 x 16. Kemudian pada sambungan balok induk – kolom menggunakan desain sambungan pelat ujung yang diperkaku dengan jumlah baut 8 – Ø 7/8 inchi, sambungan balok anak – balok induk menggunakan siku L 80 x 80 x 9 dengan jumlah baut 4 – Ø 7/8 inchi, sambungan kolom – kolom menggunakan pelat penyambung yang disambung pada sayap dan badan dengan jumlah baut 14 – Ø 7/8 inchi pada sayap dan 14 – Ø 7/8 inchi pada badan, sambungan bresing – kolom menggunakan pelat buhul dengan tebal 20 mm dengan jumlah baut 27 – Ø 7/8 inchi, dan untuk base plate diperoleh dimensi 900 x 900 x 80 dengan jumlah angkur 8 – Ø 1,5 inchi.

Kata kunci : Baja, Bresing Konsentris, Bresing Konsentris Tipe V

Sandy Alfanuri Darmawanto AR, 2021099. 2024. **ALTERNATIVE STUDY OF UPPER STRUCTURE PLANNING USING TYPE V CONCENTRIC BRACE STEEL SYSTEM IN RECTORATE BUILDING OF STATE UNIVERSITY OF MALANG.** Department of Civil Engineering S-1, Faculty of Civil Engineering and Planning, National Institute of Technology Malang, Advisor I: Ir. Ester Priskasari, MT. Advisor II: Hadi S. W. Sunarwadi, ST., MT.

ABSTRACT

Concrete materials are common in almost all buildings such as the rectorate building of the State University of Malang, but along with technological developments and advances, developments in material research occur, such as steel. Steel is an alternative that is often used in planning earthquake-resistant building structures because it has the advantages of flexibility, ductility, and good efficiency in terms of implementation time. In this plan, the author uses the V-type Concentric Brace Frame System as an option to strengthen the structure. The addition of braces to this steel construction aims to provide rigidity to the structure, so as to reduce deformations arising from lateral forces caused by earthquakes.

The object of study taken is the Rectorate Building of State University of Malang with a height of 58 m. This planning uses SNI 1727 regulations: 2020, SNI 1729: 2020, SNI 7972: 2020, and SNI 2847: 2020. Modeling and structural analysis using the ETABS 2018 v18.1.1 auxiliary program.

From the planning results obtained the dimensions of the main beam WF 600 x 200 x 12 x 22, for the child beam WF 350 x 175 x 7 x 11, column 1 Hbeam 400 x 400 x 30 x 45, column 2 Hbeam 200 x 200 x 10 x 16 and Box brace 300 x 300 x 16 x 16. Then the main beam - column connection uses a stiffened end plate connection design with a total of 8 bolts - \varnothing 7/8 inches, the connection of the child beam - the main beam uses an L elbow 80 x 80 x 9 with a total of 4 bolts - \varnothing 7/8 inches, the column - column connection uses a connecting plate that is connected to the wing and body with a number of 14 - \varnothing 7/8 inches bolts on the wing and 14 - \varnothing 7/8 inches on the body, the brace - column connection uses a gusset plate with a thickness of 20 mm with a number of 27 - \varnothing 7/8 inches bolts, and for the base plate, the dimensions of 900 x 900 x 80 are obtained with a number of 8 - \varnothing 1.5 inch anchors.

Keywords: Steel, Concentric Brace, Concentric Brace Type V