

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR RANGKA GEDUNG OVAL PADA RUMAH SAKIT
UPT VERTIKAL SURABAYA
(Studi Kasus: Gedung A)**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil (S1)**



Disusun Oleh :

YUDHA SAFRIANA WAHDI

NPM. 20035010068

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2024

**ANALISIS KINERJA STRUKTUR RANGKA GEDUNG OVAL PADA RUMAH
SAKIT UPT VERTIKAL SURABAYA
(Studi Kasus: Gedung A)**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil (S1)**



Disusun Oleh :

YUDHA SAFRIANA WAHDI

NPM. 20035010068

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA STRUKTUR RANGKA GEDUNG OVAL PADA RUMAH SAKIT UPT VERTIKAL SURABAYA (Studi Kasus: Gedung A)

Disusun oleh:
YUDHA SAFRIANA WAHDI
NPM. 20035010068

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Hari Kamis, 12 Desember 2024

Pembimbing:
Pembimbing Utama


Wahyu Kartini, M.T.
196304202021212001

Tim Penguji:

1. Penguji I


Sumaidi, S.T., M.T.
NIP. 197909072021211004

Pembimbing Pendamping


Dwi Puspitasari, S.T., M.T.
21219881011307

2. Penguji II


Dr. Ir. Made Dharma Astawa, M.T.
NIDK. 8880523419

3. Penguji III


Dr. Yerry Kahaditu Firmansyah, S.T., M.T., A.md HATTI.
NIP. 20119860129207

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

ANALISIS KINERJA STRUKTUR RANGKA GEDUNG OVAL PADA RUMAH SAKIT UPT
VERTIKAL SURABAYA (Studi Kasus: Gedung A)

Disusun oleh:
YUDHA SAFRIANA WAHDI
NPM. 20035010068

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Hari Kamis, 12 Desember 2024


Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Ir. Wahyu Kartini, M.T.
NIP. 196304202021212001


Nia Dwi Puspitasari, S.T., M.T.
NIP. 21219881011307

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 196504031991032001

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yudha Safriana Wahdi
NPM : 20035010068
Fakultas / Program Studi : Fakultas Teknik dan Sains / Teknik Sipil
Judul Skripsi / Tugas Akhir : Analisis Kinerja Struktur Rangka Gedung Oval Pada Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya (Studi Kasus: Gedung A)

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 12 Desember 2024

Yang Menyatakan,



Yudha Safriana Wahdi
(20035010068)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Analisis Kinerja Struktur Rangka Gedung Oval Pada Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya”**.

Tugas akhir yang penulis susun ini bertujuan untuk melengkapi tugas akademik dan memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar pendidikan sarjana (S-1) Teknik Sipil di Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran Jawa Timur”. Dalam proses menyelesaikan tugas akhir ini tentunya penulis mendapat bantuan dari banyak pihak yang sudah mendukung serta membimbing penulis. Kasih yang tulus, penghargaan, ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ibu Prof Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Bapak Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Ir. Wahyu Kartini, M.T. dan Ibu Nia Dwi Puspitasari, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir ini.
4. Para dosen dan staf prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan moral dan material hingga tugas akhir ini terselesaikan.
6. Teman-teman teknik sipil angkatan 2020 yang memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis selama proses pengerjaan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa skripsi yang penulis buat ini masih banyak kekurangan dikarenakan terbatasnya pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan adanya saran dan masukan bahkan kritik membangun dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi para pembaca dan pihak-pihak khususnya dalam bidang teknik sipil.

Surabaya, 11 Desember 2024

Penulis

ANALISIS KINERJA STRUKTUR RANGKA GEDUNG OVAL PADA RUMAH SAKIT UPT VERTIKAL SURABAYA

(Studi Kasus: Gedung A)

YUDHA SAFRIANA WAHDI

20035010068

ABSTRAK

Gedung A pada Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya merupakan salah satu contoh pemanfaatan keterbatasan lahan sehingga kebutuhan ruang terpenuhi. Namun, hal ini menyebabkan gedung tersebut memiliki geometri/struktur rangka yang berbeda yaitu berbentuk oval. Perubahan geometri struktur bangunan mengakibatkan terjadinya ketidakaturan pada tingkat lunak, baik ketidakaturan lateral maupun massa. Kondisi tersebut berpengaruh pada elemen struktur, menyebabkan ketidakberaturan dimensi dan posisi elemen struktur balok, pelat, dan kolom sehingga sendi plastis timbul diberbagai titik, mengindikasikan keretakan yang dapat menyebabkan keruntuhan. Penelitian ini akan menganalisis stabilitas, kinerja, dan daktilitas dari gedung A tersebut. Penelitian ini juga akan dilakukan perencanaan modifikasi penambahan 4 lantai menjadi 11 lantai dengan tinggi tiap lantai 4.25 m sehingga total ketinggian adalah 50.25 m. Oleh karena itu, analisis terhadap beban gempa dan angin penting dilakukan. Tingkat kapasitas struktur dianalisis dengan metode *Performance Based Design*. Metode ini melakukan *Pushover Analysis* dengan memberikan beban lateral dinamis tertentu pada struktur, kemudian ditingkatkan bertahap sehingga struktur mencapai batas maksimal dan terjadi kegagalan struktur. Nilai-nilai gaya pada elemen struktur (Hubungan Balok Kolom) yang dihasilkan akan diolah menggunakan acuan standart yang berlaku sehingga menghasilkan struktur yang stabil dan kuat. Hasil penelitian ini didapatkan nilai daktilitas sebesar 1.21 untuk arah X dan 1.46 untuk arah Y, nilai tersebut membuat struktur tergolong sebagai daktil parsial. Level kinerja struktur pada arah X sebesar 0.002 dan pada arah Y sebesar 0.0019, sehingga struktur tergolong SP-1 Immediate Occupancy yaitu aman sekali.

Kata Kunci: *Pushover*, Rumah Sakit, HBK.

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat	4
1.6. Lokasi Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tinjauan Umum.....	5
2.2. ATC-40	5
2.2.1. Kurva Kapasitas dan Spektrum Kapasitas.....	8
2.2.2. <i>Spectrum Demand</i>	9
2.3. Analisis <i>Pushover</i>	10
2.4. Struktur Beton Bertulang	10
2.4.1. Pelat	11
2.4.2. Balok.....	12
2.4.3. Kolom.....	12
2.4.4. <i>Shear Wall</i>	12
2.5. Daktilitas	13
2.6. Hubungan Balok Kolom (HBK)	14
2.7. Bangunan Berbentuk Lingkaran	14
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1. Data Struktur	16

3.2. Metode Penelitian.....	17
3.3. Tahapan dan Prosedur Penelitian	17
3.3.1. Studi Literatur.....	18
3.3.2. Pegumpulan Data Sekunder	18
3.3.3. <i>Preliminary Design</i>	19
3.3.4. Pemodelan Struktur	21
3.3.5. Analisis Pembebanan.....	24
3.3.6. Analisis Struktur	33
3.3.7. Analisis <i>Pushover</i>	41
3.3.8. Periksa Daktilitas Struktur dan Level Kinerja Berdasarkan ATC-40	42
3.3.8. <i>Detail Engineering Design</i>	43
3.3.9. Kesimpulan Hasil Analisis	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1. Data Perencanaan	45
4.2. <i>Preliminary Design</i>	45
4.2.1. Balok.....	45
4.2.2. Pelat	50
4.2.3. Kolom.....	64
4.2.4. <i>Shear Wall</i>	67
4.2.5. Tangga	67
4.3. Pembebanan	68
4.3.1. Beban Mati	68
4.3.2. Beban Mati Tambahan.....	68
4.3.3. Beban Hidup.....	68

4.3.3. Beban Gempa	68
4.3.4. Beban Angin	69
4.4. Kontrol Analisis Struktur	71
4.4.1. Gaya Geser Dasar Seismik	71
4.4.2. Kontrol Periode Struktur	72
4.4.3. Kontrol Partisipasi Massa.....	74
4.4.4. Simpangan Antar Lantai	75
4.4.5. Kontrol Sistem Ganda	77
4.4.6. Kontrol Ketidakberaturan Torsi.....	78
4.4.7. Kontrol Ketidakberaturan Sudut Dalam	79
4.4.8. Gaya Dalam Elemen Struktur.....	81
4.5. Penulangan Struktur	93
4.5.1. Penulangan Pelat	93
4.5.2. Penulangan Balok.....	91
4.5.3. Penulangan Kolom	119
4.5.4. Penulangan <i>Shear Wall</i>	129
4.6. Hubungan Balok Kolom	136
4.6.1 Pengecekan Strong-Column-Weak-Beam	136
4.6.2 Hubungan Balok Kolom Interior.....	141
4.6.3. Hubungan Balok Kolom Eksterior	151
4.7. Analisis <i>Pushover</i>	155
4.7.1. <i>Performance Point</i>	156
4.7.2. Evaluasi Kinerja Struktur (ATC-40).....	158
4.8. Interpretasi Data	159

BAB 5 PENUTUP	165
5.1. Kesimpulan	165
5.2. Saran.....	166
DAFTAR PUSTAKA	167
LAMPIRAN	169

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Lokasi Gedung Rumah Sakit di Kota Surabaya	4
Gambar 2. 1. Peta Pertemuan Lempang Tektonik di Indonesia	5
Gambar 2. 2. Tipikal Kurva Kapasitas Pada Berbagai Tingkat Kinerja.....	7
Gambar 2. 3. Titik Kinerja Struktur	8
Gambar 2. 4. Kurva Kapasitas.....	8
Gambar 2. 5. Spektrum Kapasitas	9
Gambar 2. 6. Respon Spektrum (Format standart).....	10
Gambar 2. 7. Respon Spektrum (Format ADRS).....	10
Gambar 2. 8. Grafik Perbandingan Antara Daktail dan Getas	13
Gambar 2. 9. Hubungan Balok Kolom.....	14
Gambar 2. 10. Sistem Pembalokan Pada Bangunan Lingkaran	15
Gambar 3. 1. Denah Gedung Rumah Sakit Lantai 2	16
Gambar 3. 2. Denah Gedung Rumah Sakit Lantai 7	16
Gambar 3. 3. Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 3. 4. Potongan memanjang sebelum modifikasi	21
Gambar 3. 5. Potongan melintang sebelum modifikasi.....	22
Gambar 3. 6. Potongan memanjang modifikasi	22
Gambar 3. 7. Potongan melintang modifikasi.....	22
Gambar 3. 8. Respon Spektrum Kota Surabaya.....	27
Gambar 3. 9. Spektrum Respon Desain	29
Gambar 4. 1. Lebar Sayap Balok T Interior dan Eksterior.....	50
Gambar 4. 2. Denah Posisi Tinjau Pelat S1.....	51

Gambar 4. 3. Penampang Balok T Pelat S1 dan Balok BA3	52
Gambar 4. 4. Penampang Balok T Pelat S1 dan Balok B3	54
Gambar 4. 5. Denah Posisi Tinjau Pelat S3.....	56
Gambar 4. 6. Pengukuran L_y efektif dan L_x efektif.....	57
Gambar 4. 7. Penampang Balok T Pelat S3 dan Balok B2	58
Gambar 4. 8. Penampang Balok T Pelat S3 dan Balok B4	59
Gambar 4. 9. Denah Posisi Tinjau Pelat S4.....	61
Gambar 4. 10. Ekuivalen Pelat Trapesium	62
Gambar 4. 11. Denah Posisi Tinjau Kolom.....	64
Gambar 4. 12. Pemodelan Gedung A	71
Gambar 4. 13. Dimensi Proyeksi Struktur	80
Gambar 4. 14. Detail Penulangan Pelat Sc.....	101
Gambar 4. 15. Faktor Reduksi Momen Nominal	95
Gambar 4. 16. Lendutan Balok B1	110
Gambar 4. 17. Diagram Interaksi Kolom	120
Gambar 4. 18. Diagram Interaksi Shear Wall.....	133
Gambar 4. 19. Kolom Tinjauan SCWB.....	136
Gambar 4. 20. Konsep SCWB.....	136
Gambar 4. 21. Detail Balok-T B2A Tumpuan.....	138
Gambar 4. 22. Kolom Tinjauan HBK Interior	141
Gambar 4. 23. Hubungan Balok Kolom Eksterior	151
Gambar 4. 24. Grafik Performance Point Arah X	156
Gambar 4. 25. Grafik Performance Point Arah Y	156

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Tabel Batasan Simpangan Kinerja Struktur	7
Tabel 2. 2. Parameter Daktilitas	13
Tabel 3. 1. Tabel Perhitungan Klasifikasi Situs.....	26
Tabel 3. 2. Tabel Perhitungan Momen	34
Tabel 4. 1. Rekapitulasi Dimensi Balok	50
Tabel 4. 2. Rekapitulasi Dimensi Pelat	63
Tabel 4. 3. Tabel Beban Mati Total	64
Tabel 4. 4. Tabel Beban Hidup Total	66
Tabel 4. 5. Rekapitulasi Pembebanan Pelat Lantai	71
Tabel 4. 6. Periode Fundamental Struktur.....	73
Tabel 4. 7. Partisipasi Massa Struktur	75
Tabel 4. 8. Simpangan Antar Lantai Arah X	76
Tabel 4. 9. Simpangan Antar Lantai Arah Y	76
Tabel 4. 10. Simpangan Antar Lantai Baru Arah Y.....	77
Tabel 4. 11. Simpangan Antar Lantai Baru Arah Y	77
Tabel 4. 12. Persentase Gaya Gempa Seismik Desain	78
Tabel 4. 13. Kontrol Ketidakberaturan Torsi Arah X	79
Tabel 4. 14. Kontrol Ketidakberaturan Torsi Arah Y	79
Tabel 4. 15. Gaya Dalam Balok B1	82
Tabel 4. 16. Gaya Dalam Balok B2.....	83
Tabel 4. 17. Gaya Dalam Balok B3.....	84
Tabel 4. 18. Gaya Dalam Balok B4.....	85
Tabel 4. 19. Gaya Dalam Balok BA1	86

Tabel 4. 20. Gaya Dalam Balok BA2	87
Tabel 4. 21. Gaya Dalam Balok BA3	88
Tabel 4. 22. Gaya Dalam Balok BK1	89
Tabel 4. 23. Gaya Dalam Balok BAK.....	90
Tabel 4. 24. Gaya Dalam Balok Bordes	91
Tabel 4. 25. Gaya Dalam Kolom Utama	91
Tabel 4. 26. Gaya Dalam Shear Wall	92
Tabel 4. 27. Rekapitulasi Tulangan Pelat	100
Tabel 4. 28. Tabel Pengelompokan Tulangan.....	101
Tabel 4. 29. Panjang Penyaluran Tulangan	112
Tabel 4. 30. Rekapitulasi Tulangan Balok Induk	117
Tabel 4. 31. Rekapitulasi Tulangan Balok Anak	118
Tabel 4. 32. Detail Gaya Dalam Kolom Lantai 1	124
Tabel 4. 33. Nilai Mpr Kolom Lantai 1	124
Tabel 4. 34. Rekapitulasi Tulangan Kolom	128
Tabel 4. 35. Hasil Analisis Shear Wall	133
Tabel 4. 36. Rekapitulasi Tulangan Shear Wall.....	135
Tabel 4. 37. Hasil SpColumn Mnc Atas	137
Tabel 4. 38. Hasil SpColumn Mnc Bawah	137
Tabel 4. 39. Rekapitulasi Mnb	140
Tabel 4. 40. Base Reaction Mode ke-7.....	157
Tabel 4. 41. Hasil Performance Point Jumlah Ragam Minimal 90%	157
Tabel 4. 42. Hasil Performance Point Sendi Plastis Terjadi	158
Tabel 4. 43. Gaya Dalam Balok B1A.....	160

Tabel 4. 44. Penulangan Balok B1A	160
Tabel 4. 45. Gaya Dalam Kolom K1	160
Tabel 4. 46. Penulangan Kollom K1	160
Tabel 4. 47. Gaya Dalam Shear Wall SW1	160
Tabel 4. 48. Penulangan Shear Wall SW1	161
Tabel 4. 49. Simpangan Antar Lantai Arah X (800 x 800).....	162
Tabel 4. 50. Simpangan Antar Lantai Arah Y (800 x 800).....	162
Tabel 4. 51. Simpangan Antar Lantai Arah X (1000 x 1500).....	162
Tabel 4. 52. Simpangan Antar Lantai Arah Y (1000 x 1500).....	162