

**ANALISIS STRUKTUR RANGKA GEDUNG BERTINGKAT DENGAN
MODIFIKASI PENAMBAHAN *MULTILEVEL* KANTILEVER PADA
GEDUNG GRAND HEAVEN SIDOARJO**

TUGAS AKHIR

**Untuk memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil (S-1)**



Disusun oleh:

RAYNALDI DENIS SWARA
17035010057

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2022**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS STRUKTUR RANGKA GEDUNG BERTINGKAT DENGAN
MODIFIKASI PENAMBAHAN MULTILEVEL KANTILEVER PADA
GEDUNG GRAND HEAVEN SIDOARJO**

Disusun oleh :

Raynaldi Denis Swara
NPM. 17035010057

Telah diuji, dipertabankan, dan diterima dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Pada tanggal 6 April 2022

Pembimbing

1. Pembimbing 1



Sumaedi, S.T., M.T.
NPT. 3 7909 05 0204 1

2. Pembimbing 2



Ir. Wahyu Kartini, M.T.
NPT. 3 6304 94 0031 1

Tim Penguji

1. Ketua Penguji



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

2. Dosen Penguji I



Data Iranata, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19800430 200501 1 002

3. Dosen Penguji II



Budi Suswanto, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 19730128 199802 1 002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



DR. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS STRUKTUR RANGKA GEDUNG BERTINGKAT DENGAN
MODIFIKASI PENAMBAHAN MULTILEVEL KANTILEVER PADA
GEDUNG GRAND HEAVEN SIDOARJO**

Disusun oleh :

Raynaldi Denis Swara
NPM. 17035010057

Telah dituji, dipertahankan, dan diterima dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Pada tanggal 6 April 2022

Pembimbing Utama



Sumaidi, S.T., M.T.
NPT. 3 7909 05 0204 1

Pembimbing Pendamping



Ir. Wahyu Kartini, M.T.
NPT. 3 6304 94 0031 1

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



DR. Dra. Jarayah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

**ANALISIS STRUKTUR RANGKA GEDUNG BERTINGKAT DENGAN
MODIFIKASI PENAMBAHAN MULTILEVEL KANTILEVER PADA
GEDUNG GRAND HEAVEN SIDOARJO**

**RAYNALDI DENIS SWARA
17035010057**

**Jurusan Teknik Sipil
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Email : raynaldidenis83@gmail.com**

ABSTRAK

Grand Heaven Sidoarjo merupakan rumah duka terbesar di Jawa Timur yang memiliki 2 gedung yaitu Gedung Utama Grand Heaven dan Gedung Kantor Grand Heaven. Penulis akan melakukan modifikasi dengan menambahkan kantilever pada Gedung Utama Grand Heaven yang berfungsi sebagai kantor dari Grand Heaven itu sendiri, sehingga Gedung Kantor Grand Heaven bisa di alih fungsikan sebagai lahan parkir. Material yang digunakan pada struktur gedung ini yaitu beton bertulang dan elemen struktur yang akan dimodifikasi menggunakan struktur kolom komposit pada kolom exterior dan kantilever baja. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui perilaku struktur gedung dengan adanya penambahan kantilever. Penelitian ini akan menggunakan *Capacity Spectrume Method (CSM)* sebagai cara dalam perencanaan struktur dan selanjutnya dilakukan analisis statik non-linear *pushover* untuk mengetahui pola keruntuhan dan perilaku struktur bangunan tersebut pada saat terjadinya gempa. Program bantu yang digunakan yaitu ETABS sebagai permodelan struktur. Hasil dari penelitian ini memiliki kinerja *Immediate Occupancy (IO)*. Komponen struktur yang dihasilkan mampu untuk mencapai kestabilan struktur dengan dimensi balok terbesar yang dipakai berukuran 350x650 mm, kolom beton sebesar 700x700 mm, balok baja dengan profil WF 500.300.11.18 dan kolom komposit kingcross dengan profil 600.300.12.20 dengan dimensi beton 700x700 mm. Hubungan balok-kolom pada kantilever telah memenuhi persyaratan *strong column-weak beam* dengan menggunakan sambungan tipe kaku *extended end-plate*.

Kata Kunci : Kantilever, *Pushover*, *Capacity Spectrume Method (CSM)*, perilaku struktur

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir dengan judul “Analisis Struktur Rangka Gedung Bertingkat Dengan Modifikasi Penambahan Multilevel Kantilever Pada Gedung Grand Heaven Sidoarjo”.

Dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Dra. Jariyah M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Sumaidi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir pertama yang telah memberikan saran, semangat dan telah membantu membimbing selama penyusunan.
4. Ir. Wahyu Kartini, MT., selaku dosen pembimbing tugas akhir kedua yang telah memberikan saran, semangat dan telah membantu membimbing selama penyusunan.
5. Kedua orang tua tercinta dan kakak, serta seluruh keluarga yang telah banyak memberikan do’a dan dukungan secara moral maupun material.
6. Segenap keluarga besar Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

7. Teman – teman seperjuangan di Teknik Sipil angkatan 2017, yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam mengerjakan tugas akhir ini.

Dengan besar hati penyusun sangat menyadari bahwa Proposal Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan. Akhir kata penyusun ucapkan terimakasih.

Surabaya, 14 April 2022

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Lokasi	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Kantilever	5
2.3 Komposit	6
2.3.1 Kolom Komposit.....	7

2.4 Hubungan Balok Kolom	8
2.5 <i>Capacity Spectrum Method (CSM)</i>	9
2.5.1 <i>Capacity Spectrum</i>	9
2.5.2 <i>Demand Respon Spectrum</i>	10
2.5.3 <i>Performance Point</i>	10
2.6 Pushover Analysis.....	11
2.7 Kriteria Struktur Tahan Gempa.....	12
BAB III	13
METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Metode Penelitian	13
3.2 Diagram Alir Penelitian	13
3.3 Studi Literatur	14
3.4 Pengumpulan Data	15
3.5 <i>Preliminary Design</i>	17
3.6 Permodelan Struktur	17
3.7 Pembebanan	18
3.7.1 Beban Gravitasi.....	18
3.7.2 Beban Lateral	18
3.7.3 Kombinasi Pembebanan.....	20
3.8 Analisa Struktur	21
3.8.1 Pelat.....	21

3.8.2	Balok.....	23
3.8.3	Kolom	27
3.8.4	Penghubung Geser	29
3.9	Analisis Pushover.....	30
3.10	Evaluasi Kinerja dan Kontrol Desain.....	30
3.11	Interpretasi Data dan Kesimpulan.....	30
3.12	Detail Engineering Design	31
BAB IV		32
ANALISIS PERHITUNGAN.....		32
4.1	Data Perencanaan.....	32
4.1.1	Data Umum Proyek.....	32
4.1.2	Konfigurasi Gedung.....	33
4.2	<i>Preliminary Design</i>	33
4.2.1	Pelat.....	33
4.2.2	Balok	34
4.2.3	Kolom	36
4.3	Pembebanan	40
4.3.1	Beban Gravitasi.....	40
4.3.2	Beban Gempa.....	42
4.4	Pemodelan Struktur.....	46
4.5	Analisa Struktur	48
4.5.1	Deformasi Struktur Hasil <i>Running</i> Program.....	48

4.5.2	Gaya Dalam Struktur Hasil <i>Running</i> Program Bantu	49
4.6	Pendetailan Perhitungan Elemen Struktur	60
4.6.1	Pelat.....	60
4.6.2	Balok Beton.....	64
4.6.3	Balok Baja Kantilever.....	75
4.6.4	Kolom Beton.....	84
4.6.1.	Hubungan Balok Kolom (HBK)	93
4.6.5	Kolom Komposit.....	97
4.6.6	Perencanaan Sambungan.....	100
4.7	Analisa <i>Pushover</i>	118
4.7.1	Sendi Plastis	118
4.7.2	Kurva Kapasitas	120
4.7.3	Evaluasi Kinerja.....	123
4.7.4	Daktilitas Sktruktur.....	124
4.8	Interpretasi Data.....	126
BAB V	128
KESIMPULAN DAN SARAN	128
5.1	Kesimpulan	128
5.2	Saran	129
DAFTAR PUSTAKA	130

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi Proyek Grand Heaven Sidoarjo.....	4
Gambar 2.1 Balok Komposit	6
Gambar 2.2 Kolom Komposit.....	7
Gambar 2.3 Ilustrasi hubungan balok kolom komposit	8
Gambar 2.4 (a) Kurva Kapasitas dan (b) Spektrum Kapasitas	10
Gambar 2.5 Perubahan Format Respons Spektrum Standar(a) ke ADRS(b)	10
Gambar 2.6 Penentuan <i>Performance Point</i>	11
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	14
Gambar 3.2 Denah Lantai dasar Gedung Grand Heaven Sidoarjo	15
Gambar 3.3 Potongan Memanjang Existing	16
Gambar 3.4 Potongan Melintang dengan Modifikasi Penambahan Kantilever.....	16
Gambar 4.1 Potongan Melintang Gedung Grand Heaven.....	32
Gambar 4.2 Denah Kolom Interior pada Lantai Dasar	36
Gambar 4.3 Contoh Input Beban Mati (Super Dead) pada program bantu ETABS .	41
Gambar 4.4 Contoh Input Beban Hidup untuk ruangan Lobby pada Program Bantu	42
Gambar 4.5 Contoh Input Beban Hidup untuk ruangan Kantor pada Program Bantu	42
Gambar 4.6 Grafik Respon Spektrum.....	46
Gambar 4.7 Pemodelan Gedung Gedung Rumah Duka Grand Heaven	47
Gambar 4.8 Deformasi pada kombinasi 1,4D.....	48
Gambar 4.9 Deformasi pada kombinasi $1,2D + E_v + E_h + L$	48
Gambar 4.10 Bidang N (a), D (b) dan M (c) kombinasi pembebanan 1,4D.....	49
Gambar 4.11 Bidang N(a), D(b) dan M(c) kombinasi $1,2D + E_v + E_h + L$	50

Gambar 4. 12 Potongan Melintang Shear Connector	80
Gambar 4. 13 Tulangan Kolom K1	85
Gambar 4.14 Diagram Interaksi Kolom K1-A	86
Gambar 4. 15 Sketsa HBK Interior.....	87
Gambar 4.16 Sketsa Hubungan Balok Baja dengan Balok Baja	102
Gambar 4.18 Penampang Baut Balok Baja Kantilever.....	106
Gambar 4.19 Penampang Sambungan Las Balok Baja	107
Gambar 4.20 Sambungan Balok-Kolom Baja	108
Gambar 4.21 Sketsa Sambungan Balok Beton dengan Kolom Komposit.....	109
Gambar 4.22 Sketsa <i>Flange</i> Kingcross yang telah dilubangi.....	109
Gambar 4.23 Ilustrasi Baseplate	112
Gambar 4.24 Gaya yang Terjadi pada Baseplate.....	113
Gambar 4.25 Perencanaan Baseplate.....	116
Gambar 4.26 Grafik Penentuan Koefisien penulangan lentur Kolom	117
Gambar 4.27 Letak sendi plastis pada arah y	119
Gambar 4.28 Letak sendi plastis pada arah x	119
Gambar 4.29 Pengaturan sendi plastis pada kolom	119
Gambar 4.30 Pengaturan sendi plastis pada balok	120
Gambar 4.31 Kurva Kapasitas Arah X-X.....	121
Gambar 4. 32 Kurva Kapasitas Arah Y-Y	122
Gambar 4.33 Grafik <i>Performance Point</i> Arah X.....	123

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Elevasi Gedung Rumah Duka Grand Heaven	33
Tabel 4.2 Rekapitulasi Dimensi Balok	36
Tabel 4.3 Beban Mati.....	37
Tabel 4.4 Rekapitulasi Dimensi Kolom.....	40
Tabel 4.5 Beban Mati.....	40
Tabel 4.6 Beban Hidup Sesuai Fungsi Ruang	41
Tabel 4.7 Koefisien situs, F_a	43
Tabel 4.8 Koefisien situs, F_v	43
Tabel 4.9 Kategori Resiko Desain Seismik	44
Tabel 4.10 Parameter Beban Gempa	45
Tabel 4.11 Perhitungan Periode dengan Spektrum Respons Percepatan Desain.....	46
Tabel 4.12 Gaya Maksimal pada Balok Induk Desain 1 (400x650 mm)	51
Tabel 4.13 Gaya Maksimal pada Balok Induk Desain 2 (350x650 mm)	51
Tabel 4.14 Gaya Maksimal pada Balok Anak BA1 (300x400 mm).....	52
Tabel 4.15 Gaya Maksimal pada Balok Anak BA1 (250x400 mm).....	53
Tabel 4. 16 Gaya Maksimal pada Kolom Beton (700x700 mm).....	53
Tabel 4.17 Gaya Maksimal pada Kolom Komposit.....	54
Tabel 4.18 Gaya Maksimal pada Balok Baja Kantilever.....	55
Tabel 4.19 Hasil Partisipasi Massa	56
Tabel 4.20 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	56
Tabel 4.21 Faktor R , Ω_0 , dan C_d untuk sistem pemikul gaya seismik.....	57
Tabel 4.22 Gaya geser dasar statik ekuivalen dan respon spektrum	58

Tabel 4. 23 Kontrol Gaya geser dasar.....	58
Tabel 4. 24 Hasil Gaya Geser Setelah dikali V/Vt	59
Tabel 4.25 Rekapitulasi Perhitungan Simpangan Antar Tingkat	60
Tabel 4.26 Rekapitulasi Perhitungan Tulangan Pelat	63
Tabel 4.27 Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Balok B1	82
Tabel 4.28 Hasil Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Balok B2.....	82
Tabel 4.29 Hasil Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Balok BA1	83
Tabel 4.30 Hasil Rekapitulasi Perhitungan Penulangan Balok BA2.....	83
Tabel 4. 31 Gaya dalam kolom pada HBK.....	87
Tabel 4.32 Rekapitulasi Perhitungan $\sum M_{nc}$	88
Tabel 4.33 Rekapitulasi M_{nb} pada Joint Kolom K1A HBK	89
Tabel 4.34 Perhitungan SCWB Joint HBK Kolom	89
Tabel 4. 35 Perbandingan Parameter Respon Spektrum.....	125