

**ANALISIS RESPON DAN PERILAKU DINAMIK BANGUNAN TINGGI
DENGAN SISTEM PENAHAN GEMPA DUAL SISTEM DAN BASE
ISOLASI**

Tugas Akhir

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Malang

Untuk memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik

Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

IRFAN PANGULU

202010340311080

CHAERUNISA DIAH AYU NATASYA

202010340311274

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

2025

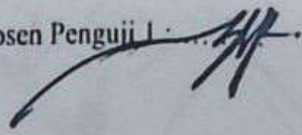
LEMBAR PENGESAHAN

Judul : ANALISIS RESPON DAN PERILAKU DINAMIK BANGUNAN
TINGGI DENGAN SISTEM PENAHAN GEMPA DUAL SISTEM
DAN BASE ISOLASI
Nama : Irfan Pangulu/Chaerunisa Diah Ayu Natasya
NIM : 202010340311080/202010340311274

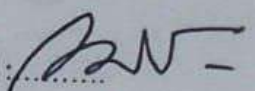
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Tanggal 20 Januari 2025,

Susunan Dewan Penguji

1. Zamzami Septiropa, S.T.,M.T.Ph.D

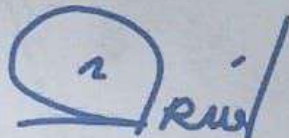
Dosen Penguji 1 : 

2. Rizki Amalia Tri Cahyani, S.T., M.T.

Dosen Penguji 2 : 

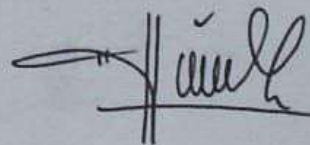
Menyetujui dan Mengesahkan

Dosen Pembimbing 1



Ir. Erwin Rommel, M.T.

Dosen Pembimbing 2




Aulia Indira Kumalasari, S.T., M.T.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil




Dr. Ir. Sulianto, M.T.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irfan Pangulu

NIM : 202010340311080

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Muhammadiyah Malang

Dengan ini saya menyatakan sebenar-benarnya bahwa tugas akhir dengan judul: **"ANALISIS RESPON DAN PERILAKU DINAMIK BANGUNAN TINGGI DENGAN SISTEM PENAHAN GEMPA DUAL SISTEM DAN BASE ISOLASI"** adalah hasil karya saya dan bukan karya tulis orang lain. 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, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan apabila ini Tidak benar saya bersedia mendapat sanksi akademis.

Malang, 02 Februari 2025

Yang menyatakan,



Irfan Pangulu

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Chaerunisa Diah Ayu Natasya
NIM : 202010340311274
Jurusan : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Muhammadiyah Malang

Dengan ini saya menyatakan sebenar-benarnya bahwa tugas akhir dengan judul: **"ANALISIS RESPON DAN PERILAKU DINAMIK BANGUNAN TINGGI DENGAN SISTEM PENAHAN GEMPA DUAL SISTEM DAN BASE ISOLASI"** adalah hasil karya saya dan bukan karya tulis orang lain. 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, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan apabila ini Tidak benar saya bersedia mendapat sanksi akademis.

Malang, 02 Februari 2025

Yang menyatakan,



Chaerunisa Diah Ayu Natasya

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan kemudahan yang diberikan kepada kami dalam menyelesaikan skripsi ini, kami mempersembahkan karya ini kepada:

1. Kepada orang tua kami yang telah menjadi sumber inspirasi, motivasi, serta doa yang tak pernah putus dalam setiap langkah kami. Terima kasih atas segala kasih sayang, dukungan, dan pengorbanan yang tiada henti. Kepada Bapak Alm. La Awu Pangulu dan Ibu Nuriati, selaku orang tua dari Irfan Pangulu, dan kepada Bapak Alm. Endriyono,S.P dan Ibu Anik Ambar Andayani, selaku orang tua dari Chaerunisa Diah Ayu Natasya.
2. Keluarga tercinta yang selalu memberikan semangat dan doa dalam setiap perjalanan kami. Kepada Kak Jely, Kak Lili, Kak Nila, dan Kak Nunu, serta kepada Mbah Tias Arsih Utami, Tante Kurnia Yuniati, dan Adik Najwa Zahira Dwi Malika.
3. Dosen pembimbing dan seluruh dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang yang telah membimbing, mengarahkan, serta memberikan ilmu yang berharga selama proses perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini.
4. Sahabat dan teman seperjuangan yang selalu mendukung, memberikan semangat, dan menemani di setiap proses perkuliahan hingga penelitian ini selesai.
5. Almamater tercinta, Universitas Muhammadiyah Malang, tempat kami menimba ilmu dan membentuk diri menjadi pribadi yang lebih baik.
6. Serta kepada pribadi penyusun yang telah mampu berjuang dan berproses sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik meskipun terdapat banyak sekali kendala di setiap prosesnya. Tidak dapat dipungkiri bahwa ada kebanggaan tersendiri terhadap pribadi penyusun setelah dapat melewati semua halangan dan rintangan yang ada dan berada pada posisi saat ini.

Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi dunia akademik serta menjadi langkah awal bagi kami dalam mengembangkan ilmu di bidang teknik sipil.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “*Analisis Respon dan Perilaku Dinamik Bangunan Tinggi dengan Sistem Penahan Gempa Dual Sistem dan Base Isolasi*”. Tugas akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya perencanaan struktur bangunan tinggi yang mampu menahan beban gempa secara optimal, mengingat Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat aktivitas seismik yang tinggi. Dual sistem dan base isolasi merupakan dua metode penahan gempa yang sering diterapkan dalam desain struktur modern untuk meningkatkan ketahanan terhadap gaya lateral akibat gempa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respon serta perilaku dinamik bangunan tinggi yang menerapkan sistem tersebut, guna memperoleh pemahaman lebih mendalam terkait efektivitas dan kinerja strukturalnya.

Penyusunan tugas ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Nazaruddin, S.E.,M.Si., selaku rektor Universitas Muhammadiyah Malang.
2. Bapak Prof. Ilyas Masudin, S.T., MLogSCM., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang
3. Bapak Dr. Ir. Sulianto, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang.
4. Bapak Ir. Erwin Rommel, M.T., selaku Dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan, saran, dan bimbingan dengan penuh kesabaran selama proses penyusunan tugas akhir ini. Serta selaku Dosen pengampu matakuliah

Struktur Bangunan Tahan Gempa, sehingga penyusun mendapat gambaran mengenai metode penahan gempa modern seperti base isolasi.

5. Ibu Aulia Indira Kumalasari, S.T.M.T, selaku Dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan, saran, dan bimbingan dengan penuh kesabaran selama proses penyusunan tugas akhir ini, serta dalam penyusunan jurnal publikasi dari penelitian ini sehingga didapat publikasi jurnal yang dapat dijadikan tambahan referensi bagi ilmu teknik sipil.
6. Bapak Zamzami Septiropa, S.T., M.T. Ph.D, selaku Dosen penguji I dari pelaksanaan sidang ujian tugas akhir yang telah membantu dalam membimbing dalam asistensi terkait revisi tugas akhir ini.
7. Ibu Rizky Amalia Tri Cahyani, S.T., M.T, selaku Dosen penguji II dari pelaksanaan sidang ujian tugas akhir yang telah membantu dalam membimbing dalam asistensi terkait revisi tugas akhir ini.
8. Bapak/Ibu Dosen Teknik Sipil, yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang sangat berharga selama masa perkuliahan.
9. Keluarga tercinta, yang selalu memberikan doa, dukungan moral, dan motivasi tanpa henti sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
10. Kepada Mas Syarif Hidayatullah serta senior-senior sipil yang telah membantu dalam memberikan arahan serta bimbingan terkait pelaksanaan tugas akhir ini.
11. Kepada rekan-rekan organisasi IMM Aufklarung Rayon Sipil yang telah membantu dan mendukung dalam proses penyusunan Laporan ini. Terimakasih kepada, Rizka, Dian, Rahma, Atta, Rayhan, dan lainnya.
12. Kepada rekan-rekan organisasi LSO Surya Team yang telah menemani saya dalam berproses dan berkembang menjadi pribadi yang lebih baik. Terimakasih kepada Mas Fathur, Mas sendy, Mas Dhinun, Mas Ivan, Mas Aliek, Geby, Fitri, Rosma, Syifa, Eko, Imdad, Uji, Viego, Rizal, Naufal dan anggota lainnya yang tidak dapat saya sebutkan secara satu persatu.

13. Teman-teman seperjuangan, yang telah memberikan semangat, diskusi, serta bantuan dalam berbagai bentuk selama proses penelitian dan penulisan tugas akhir ini. Terimakasih kepada Faza, Belqis, dan teman-teman lainnya.

14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan serta dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang membangun guna perbaikan di masa mendatang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, khususnya dalam bidang rekayasa struktur dan perencanaan bangunan tahan gempa.

Akhir kata, penulis berharap agar penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan di bidang Teknik Sipil serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Malang, 02 Februari 2024

Penyusun I



Irfan Pangulu

Penyusun II



Chaerunisa Diah Ayu Natasya

Analisis Respon dan Perilaku Dinamik Bangunan Tinggi Dengan Sistem Penahan Gempa Dual Sistem dan Base Isolasi

Irfan Pangulu¹, Chaerunisa Diah Ayu Natasya², Erwin Rommel³, Aulia Indira Kumalasari⁴

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik – Universitas Muhammadiyah Malang

²Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik – Universitas Muhammadiyah Malang

³⁻⁴Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik – Universitas Muhammadiyah Malang

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Malang Kampus III

Jalan Raya Tlogomas No.246, Malang 654155, Jawa Timur

Email: chaerunisadiyahayunatasya@webmail.umm.ac.id

irfanpangulu@webmail.umm.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis perilaku dinamis dan respon bangunan rendah, menengah, dan tinggi menggunakan metode sistem ganda dan isolasi dasar untuk penahan gempa, dengan fokus pada periode fundamental, gaya geser dasar, *drift storey*, dan *drift ratio* pada struktur beton bertulang SRPMK. Analisis dilakukan menggunakan metode *response spectrum analysis* (RSA) dengan software SAP2000, dengan tiga model struktur yang dianalisis: *fixed base*, sistem ganda (SRPMK dan dinding geser), dan isolasi dasar *Lead Rubber Bearing* (LRB), yang dikategorikan berdasarkan ketinggian bangunan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem LRB secara signifikan meningkatkan periode fundamental, dengan kenaikan 4,09 detik pada bangunan rendah dan 5,01 detik pada bangunan tinggi, yang meningkatkan fleksibilitas struktur. Sistem LRB juga mengurangi gaya geser dasar sebesar 88% pada bangunan rendah, 80% pada bangunan sedang, dan 81% pada bangunan tinggi dibandingkan dengan sistem *fixed base*. Selain itu, LRB mengurangi *drift storey* hingga 98% dan *drift ratio* hingga 87%, mengungguli sistem ganda. Kesimpulannya, sistem isolasi dasar LRB secara signifikan meningkatkan kinerja struktural dalam penahan gempa dengan mengurangi deformasi lateral dan meningkatkan fleksibilitas, terutama pada bangunan bertingkat tinggi.

Kata kunci: *respons dinamik, sistem ganda, isolasi dasar, gedung bertingkat, gempa.*

Analysis of Response and Dynamic Behavior of High-Rise Buildings with Dual System and Base Isolation

Irfan Pangulu¹, Chaerunisa Diah Ayu Natasya², Erwin Rommel³, Aulia Indira Kumalasari⁴

¹Civil Engineering Student, Faculty of Engineering – Universitas Muhammadiyah Malang

²Civil Engineering Student, Faculty of Engineering – Universitas Muhammadiyah Malang

³⁻⁴Lecturer, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering – Universitas Muhammadiyah Malang

Department of Civil Engineering, Universitas Muhammadiyah Malang, Campus III

Tlogomas St No.246, Malang 654155, East Java, Indonesia

Email: chaerunisadiahayunatasya@webmail.umm.ac.id

irfanpangulu@webmail.umm.ac.id

ABSTRACT

This study analyzes the dynamic behavior and response of low, medium, and high-rise buildings using the dual system and base isolation method for seismic resistance, focusing on fundamental periods, base shear forces, story drift, and drift ratio in reinforced concrete moment-resisting frame structures (SRPMK). The analysis was conducted using the Response Spectrum Analysis (RSA) method with SAP2000 software, examining three structural models: fixed base, dual system (SRPMK and shear walls), and Lead Rubber Bearing (LRB) base isolation, categorized based on building height.

The results indicate that the LRB system significantly increases the fundamental period, with an increase of 4.09 seconds for low-rise buildings and 5.01 seconds for high-rise buildings, enhancing structural flexibility. The LRB system also reduces base shear forces by 88% in low-rise buildings, 80% in medium-rise buildings, and 81% in high-rise buildings compared to the fixed-base system. Additionally, LRB decreases story drift by up to 98% and drift ratio by up to 87%, outperforming the dual system. In conclusion, the LRB base isolation system significantly improves structural performance in seismic resistance by reducing lateral deformation and increasing flexibility, particularly in high-rise buildings.

Keywords: *dynamic response, dual system, base isolation, high-rise building, earthquake.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	viii
ABSTRAC.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat	5
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tren Pembangunan Gedung Bertingkat.....	7
2.2 Gempa di Indonesia.....	8
2.2.1 Wilayah dan Daerah Rawan Gempa	8
2.3 Sistem Struktur Konvensional atau <i>Fixed Base</i>	11
2.4 Sistem Struktur Bagunan Tahan Gempa	11
2.4.1 Metode Sistem Ganda	12
2.4.1.1 Desain Sistem Ganda	13
2.4.2 Metode Base Isolasi Tipe Lead Rubber Bearing (LRB).....	16
2.4.2.1 Desain <i>Lead Rubber Bearing</i> (LRB).....	18
2.5 Pembebanan	20
2.5.1 Beban Mati.....	20
2.5.2 Beban Hidup	21
2.5.3 Beban Angin	23
2.5.4 Beban Gempa.....	23

2.5.4.1	Klasifikasi Situs dan Kategori Risiko Struktur Bangunan	24
2.5.4.2	Parameter Spektrum Respons Spektra Percepatan Gempa	27
2.5.4.3	Kategori Desain Seismik.....	29
2.5.4.5	Faktor Reduksi Gempa.....	30
2.6	Kombinasi Pembebanan	33
2.7	Respon Dinamik Struktur.....	34
2.7.1	Periode Fundamental (T_a)	34
2.7.2	Gaya Geser Dasar Seismik.....	35
2.7.3	Partisipasi Massa	37
2.7.4	Simpangan.....	38
BAB III.....		41
METODOLOGI PENELITIAN		41
3.2	Diagram alir/Flow Chart Penelitian	41
3.2	Model Penelitian	43
3.3	Data Penelitian.....	46
3.3.1	Data Umum.....	46
3.3.2	Data Material.....	46
3.3.3	Desain Sistem Struktur Bangunan	47
3.3.3.1	Desain Sistem Struktur Bangunan <i>Fixed Base</i>	47
3.3.3.2	Desain Sistem Struktur Bangunan Sistem Ganda.....	48
3.3.3.3	Desain Sistem Struktur Bangunan Base Isolasi.....	51
3.3.4	Pembebanan.....	59
3.3.4.3	Beban Mati.....	59
3.3.4.2	Beban Hidup.....	60
3.3.4.3	Beban Gempa	61
3.3.4.3.1	Metode Analisis Gempa Menggunakan (RSA).....	61
3.3.4.4	Kombinasi Pembebanan	66
BAB IV.....		67
HASIL DAN PEMBAHASAN		67
3.8	Tinjauan Umum.....	67
4.2	Hasil Analisis Struktur.....	67
4.2.1	Berat Sendiri Bangunan.....	67
4.3.1	Sistem Struktur Fixed Base	69
4.3.1.1	Kontrol Desain Struktur Fixed Base	69

5.3.1	Sistem Struktur Sistem Ganda	86
5.3.1.1	Kontrol Desain Struktur Sistem Ganda	86
4.3.2	Sistem Struktur Base isolasi	106
4.3.2.1	Kontrol Desain Struktur Base isolasi	106
4.4.1	Hasil Analisa Struktur Keseluruhan.....	126
4.4.1.1	Perbandingan Periode, Gaya geser dasar, Simpangan, dan Drift	126
BAB V		136
KESIMPULAN DAN SARAN		136
5.1	Kesimpulan	136
5.2	Saran.....	137
DAFTAR PUSTAKA		138



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel kenaikan jumlah penduduk di Indonesia.....	7
Tabel 2.2. Skala Intensitas Gempabumi (SIG) BMKG.....	9
Tabel 2.3 Ketentuan desain yang menentukan segmen vertikal dinding.....	14
Tabel 2.4 Beban mati pada gedung.....	20
Tabel 2.5 Beban hidup pada gedung.....	22
Tabel 2.6 Tabel klasifikasi situs (SNI 1726:2019).....	24
Tabel 2.7 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa (SNI 1726:2019).....	25
Tabel 2.8 Faktor keutamaan gempa (SNI 1726:2019).....	27
Tabel 2.9 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek (SNI 1726:2019).....	29
Tabel 2.10 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik (SNI 1726:2019).....	30
Tabel 2.11 Faktor R, Cd, dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik.....	30
Tabel 2.12 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	35
Tabel 2.13 Koefisien untuk batas pada periode yang dihitung.....	35
Tabel 2.14 Simpangan antar tingkat izin berdasarkan SNI 1726:2019.....	39
Tabel 3.1 Tabel Spesifikasi struktur <i>Dual System</i>	51
Tabel 3.2 Tabel spesifikasi struktur Base isolasi Baguann bertingkat rendah.....	57
Tabel 3.3 Tabel spesifikasi struktur Base isolasi bangunan bertingkat sedang.....	57
Tabel 3.4 Tabel spesifikasi struktur Base isolasi bangunan bertingkat tinggi.....	58
Tabel 3.5 Parameter base isolasi LRB yang diinput kedalam <i>software</i> SAP2000.....	58
Tabel 3.6. Beban Mati tambahan pada lantai gedung.....	59
Tabel 3.7. Beban hidup pada lantai gedung.....	60
Tabel 3.8. Interpolasi koefisien situs, Fa dan Fv (SNI 1726:2019).....	62
Tabel 3.9. Nilai S_{DS} dan S_{D1} untuk kota Lombok.....	62
Tabel 3.10 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek.....	63
Tabel 3.11 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik.....	64
Tabel 3.12 Data spektrum respon untuk Kota Lombok untuk tanah sedang.....	66
Tabel 3.9 Tabel kombinasi pembeban yang akan diinput di <i>software</i>	66

Tabel 4.1 Hasil berat sendiri bangunan struktur gedung bertingkat rendah <i>fixed base</i> , sistem ganda dan base isolasi.....	68
Tabel 4.2 Hasil berat sendiri bangunan struktur gedung bertingkat sedang <i>fixed base</i> , sistem ganda dan base isolasi.....	68
Tabel 4.3 Hasil berat sendiri bangunan struktur gedung bertingkat tinggi <i>fixed base</i> , sistem ganda dan base isolasi.....	69
Tabel 4.4 Pengecekan nilai perioda (T) struktur <i>fixed base</i>	70
Tabel 4.5 Nilai V_{statik} yang didapat melalui perhitungan manual bangunan gedung <i>fixed base</i>	71
Tabel 4.6 Gaya geser minimum bangunan dengan sistem ganda.....	71
Tabel 4.7 Kontrol mass ratio pada gedung bertingkat rendah struktur <i>fixed base</i>	72
Tabel 4.8 Kontrol mass ratio pada gedung bertingkat sedang struktur <i>fixed base</i>	72
Tabel 4.9 Kontrol mass ratio pada gedung bertingkat tinggi struktur <i>fixed base</i>	73
Tabel 4.10 Drift Storey Arah Utama (Y) bangunan bertingkat rendah <i>fixed base</i>	74
Tabel 4.11 Drift Storey Arah Non Utama (X) bangunan bertingkat rendah <i>fixed base</i>	75
Tabel 4.12 Drift Storey Arah Utama (Y) bangunan bertingkat sedang <i>fixed base</i>	76
Tabel 4.13 Drift Storey Arah Non Utama (X) bangunan bertingkat sedang <i>fixed base</i>	76
Tabel 4.14 Drift Storey Arah Utama (Y) bangunan bertingkat tinggi <i>fixed base</i>	77
Tabel 4.15 Drift Storey Arah Non Utama (X) bangunan bertingkat tinggi <i>fixed base</i>	78
Tabel 4.16 Drift Ratio Arah Utama (Y) bangunan bertingkat rendah <i>fixed base</i>	79
Tabel 4.18 Drift Ratio Arah Utama (Y) bangunan bertingkat sedang <i>fixed base</i>	80
Tabel 4.19 Drift Ratio Arah Non Utama (X) bangunan bertingkat sedang <i>fixed base</i>	80
Tabel 4.20 Drift Ratio Arah Utama (Y) bangunan bertingkat tinggi <i>fixed base</i>	81
Tabel 4.21 Drift Ratio Arah Non Utama (X) bangunan bertingkat tinggi <i>fixed base</i>	82
Tabel 4.22a Kontrol Simpangan Arah Utama (Y) pada bangunan bertingkat rendah <i>fixed base</i>	83
Tabel 4.22b Kontrol Simpangan Arah Non Utama (X) pada bangunan bertingkat rendah <i>fixed base</i>	83
Tabel 4.23a Kontrol Simpangan Arah Utama (Y) pada bangunan bertingkat sedang <i>fixed base</i>	84
Tabel 4.23b Kontrol Simpangan Arah Non Utama (X) pada bangunan bertingkat sedang <i>fixed base</i>	84
Tabel 4.24a Kontrol Simpangan Arah Utama (Y) pada bangunan bertingkat tinggi <i>fixed base</i>	85
Tabel 4.24b Kontrol Simpangan Arah Non Utama (X) pada bangunan bertingkat tinggi <i>fixed base</i>	85

Tabel 4.25 Pengecekan nilai perioda (T) struktur sistem ganda.....	87
Tabel 4.26 Nilai V_{statik} yang didapat melalui perhitungan manual bangunan gedung dengan sistem ganda.....	88
Tabel 4.27 Gaya geser minimum bangunan dengan sistem ganda.....	88
Tabel 4.28 Kontrol gaya geser minimum bangunan dengan sistem ganda.....	89
Tabel 4.29 Kontrol mass ratio pada gedung bertingkat rendah dengan sistem ganda.....	89
Tabel 4.30 Kontrol mass ratio pada gedung bertingkat sedang dengan sistem ganda.....	90
Tabel 4.31 Kontrol mass ratio pada gedung bertingkat tinggi dengan sistem ganda.....	90
Tabel 4.32 Drift Storey Arah Utama (Y) bangunan bertingkat rendah dengan sistem ganda.....	92
Tabel 4.33 Drift Storey Arah Non Utama (X) bangunan bertingkat rendah dengan sistem ganda.....	92
Tabel 4.34 Drift Storey Arah Utama (Y) bangunan bertingkat sedang dengan sistem ganda.....	94
Tabel 4.35 Drift Storey Arah Non Utama (X) bangunan bertingkat sedang dengan sistem ganda.....	94
Tabel 4.36 Drift Storey Arah Utama (Y) bangunan bertingkat tinggi dengan sistem ganda.....	96
Tabel 4.37 Drift Storey Arah Non Utama (X) bangunan bertingkat tinggi dengan sistem ganda.....	96
Tabel 4.38 Drift Ratio Arah Utama (Y) bangunan bertingkat rendah dengan sistem ganda.....	98
Tabel 4.39 Drift Ratio Arah Non Utama (X) bangunan bertingkat rendah dengan sistem ganda.....	98
Tabel 4.40 Drift Ratio Arah Utama (Y) bangunan bertingkat sedang dengan sistem ganda.....	99
Tabel 4.41 Drift Ratio Arah Non Utama (X) bangunan bertingkat sedang dengan sistem ganda.....	99
Tabel 4.42 Drift Ratio Arah Utama (Y) bangunan bertingkat tinggi dengan sistem ganda.....	101
Tabel 4.43 Drift Ratio Arah Non Utama (X) bangunan bertingkat tinggi dengan sistem ganda.....	101
Tabel 4.44a Kontrol Simpangan Arah Utama (Y) pada bangunan bertingkat rendah dengan sistem ganda.....	103
Tabel 4.44b Kontrol Simpangan Arah Non Utama (X) pada bangunan bertingkat rendah dengan sistem ganda.....	103
Tabel 4.45a Kontrol Simpangan Arah Utama (Y) pada bangunan bertingkat sedang dengan sistem ganda.....	104
Tabel 4.45b Kontrol Simpangan Arah Non Utama (X) pada bangunan bertingkat sedang dengan sistem ganda.....	104
Tabel 4.46a Kontrol Simpangan Arah Utama (Y) pada bangunan bertingkat tinggi dengan sistem ganda.....	105

Tabel 4.46b Kontrol Simpangan Arah Non Utama (X) pada bangunan bertingkat tinggi dengan sistem ganda.....	105
Tabel 4.47 Pengecekan nilai perioda (T) struktur sistem base isolasi.....	107
Tabel 4.48 Rekapitulasi gaya geser diatas struktur isolasi.....	108
Tabel 4.49 Rekapitulasi gaya geser dibawah struktur isolasi.....	109
Tabel 4.50 Rekapitulasi gaya geser diatas pondasi base isolasi.....	109
Tabel 4.51 Kontrol mass ratio pada gedung bertingkat rendah dengan base isolasi.....	110
Tabel 4.52 Kontrol mass ratio pada gedung bertingkat sedang dengan base isolasi.....	110
Tabel 4.53 Kontrol mass ratio pada gedung bertingkat sedang dengan base isolasi.....	111
Tabel 4.54 Drift Storey Arah Utama (Y) bangunan bertingkat rendah dengan base isolasi.....	112
Tabel 4.55 Drift Storey Arah Non Utama (X) bangunan bertingkat rendah dengan base isolasi.....	113
Tabel 4.56 Drift Storey Arah Utama (Y) bangunan bertingkat sedang dengan base isolasi.....	114
Tabel 4.57 Drift Storey Arah Non Utama (X) bangunan bertingkat sedang dengan base isolasi.....	114
Tabel 4.58 Drift Storey Arah Utama (Y) bangunan bertingkat tinggi dengan base isolasi.....	116
Tabel 4.59 Drift Storey Arah Non Utama (X) bangunan bertingkat tinggi dengan base isolasi.....	116
Tabel 4.60 Drift Ratio Arah Utama (Y) bangunan bertingkat rendah dengan base isolasi.....	118
Tabel 4.61 Drift Ratio Arah Non Utama (X) bangunan bertingkat rendah dengan base isolasi.....	118
Tabel 4.62 Drift Ratio Arah Utama (Y) bangunan bertingkat sedang dengan base isolasi.....	119
Tabel 4.63 Drift Ratio Arah Non Utama (X) bangunan bertingkat sedang dengan base isolasi.....	119
Tabel 4.64 Drift Ratio Arah Utama (Y) bangunan bertingkat tinggi dengan base isolasi.....	121
Tabel 4.65 Drift Ratio Arah Non Utama (X) bangunan bertingkat tinggi dengan base isolasi.....	121
Tabel 4.66a Kontrol Simpangan Arah Utama (Y) pada bangunan bertingkat rendah base isolasi.....	122
Tabel 4.66b Kontrol Simpangan Arah Non Utama (X) pada bangunan bertingkat rendah base isolasi.....	122
Tabel 4.67a Kontrol Simpangan Arah Utama (Y) pada bangunan bertingkat sedang dengan base isolasi.....	123
Tabel 4.67b Kontrol Simpangan Arah NonUtama (X) pada bangunan bertingkat sedang dengan base isolasi.....	123
Tabel 4.68a Kontrol Simpangan Arah Utama (Y) pada bangunan bertingkat tinggi dengan base isolasi.....	124

Tabel 4.68B Kontrol Simpangan Arah NonUtama (X) pada bangunan bertingkat tinggi dengan base isolasi.....125

Tabel 4.69 Perbandingan gaya geser dasar struktur fixed base, sistem ganda dan base isolasi.....125

Tabel 4.70 Perbandingan gaya geser dasar struktur *fixed base*, sistem ganda dan base isolasi.....126

Tabel 4.71 Perbandingan simpangan lantai tertinggi struktur *fixed base*, sistem ganda dan base isolasi.....127

Tabel 4.72 Perbandingan Drift storey lantai tertinggi struktur dengan *fixed base*, sistem ganda dan base isolasi..... 132

Tabel 4.73 Perbandingan drift ratio struktur *fixed base*, sistem ganda, dan base isolasi...132



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta respon spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar sb untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun (redaman 5%).....	8
Gambar 2.2 Peta respon spektra percepatan 1 detik di batuan dasar sb untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun (redaman 5%).....	9
Gambar 2.3 a) Defleksi pada portal struktur <i>fixed base</i> , b) Defleksi pada portal struktur sistem ganda dengan dinding geser & SRPMK.....	13
Gambar 2.4 Contoh desain dinding geser tipe <i>Slender wall</i>	15
Gambar 2.5 Contoh desain dinding geser tipe <i>Squat wall</i>	16
Gambar 2.6 a) Defleksi pada portal struktur <i>fixed base</i> , b) Defleksi pada portal dengan base isolasi.....	17
Gambar 2.7 Model desain <i>Lead Rubber Bearing (LRB)</i>	18
Gambar 2.7 Peta transisi periode panjang spektrum respons desain (SNI 1726:2019).....	28
Gambar 3.1 Diagram alir (<i>Flow Chart</i>) penelitian.....	42
Gambar 3.2 Denah Tbeam (Lantai Dasar) Bangunan dengan Sistem ganda dan Base isolasi.....	43
Gambar 3.3 Denah Lantai 1 sampai Lantai tertinggi Bangunan dengan Sistem ganda dan Base isolasi.....	44
Gambar 3.4 Denah potongan struktur bangunan rendah dengan sistem ganda.....	44
Gambar 3.5 Denah potongan struktur bangunan sedang dengan sistem ganda.....	44
Gambar 3.6 Denah potongan struktur bangunan tinggi dengan sistem ganda.....	44
Gambar 3.7 Denah potongan struktur bangunan rendah dengan base isolasi.....	44
Gambar 3.8 Denah potongan struktur bangunan sedang dengan base isolasi.....	44
Gambar 3.9 Denah potongan struktur bangunan tinggi dengan base isolasi.....	44
Gambar 3.10 Pemodelan desain Stuktur dengan sistem ganda pada <i>software</i> SAP 2000.....	51
Gambar 3.11 Pemodelan desain Stuktur dengan Base Isolasi tipe LRB pada <i>software</i> SAP 2000.....	59
Gambar 3.12 Grafik spektrum respon gempa rencana.....	65
Gambar 4.1 Perbandingan periode bangunan struktur <i>fixed base</i> , sistem ganda dan base isolasi.....	127
Gambar 4.2 Perbandingan gaya geser dasar srtuktur bangunan arah X struktur <i>fixed base</i> , sistem ganda dan base isolasi.....	129

Gambar 4.3 Perbandingan gaya geser dasar srtuktur bangunan arah Y struktur fixed base, sistem ganda dan base isolasi.....	129
Gambar 4.4 Simpangan Bangunan Rendah Arah Y.....	131
Gambar 4.5 Simpangan Bangunan Rendah Arah X.....	131
Gambar 4.6 Simpangan Bangunan Sedang Arah Y.....	131
Gambar 4.7 Simpangan Bangunan Sedang Arah X.....	131
Gambar 4.8 Simpangan Bangunan Tinggi Arah Y.....	131
Gambar 4.9 Simpangan Bangunan Tinggi Arah X.....	131
Gambar 4.8 Drift Storey Bangunan Rendah Arah Y.....	133
Gambar 4.9 Drift Storey Bangunan RendahArah X.....	133
Gambar 4.10 Drift Storey Bangunan Sedang Arah Y.....	133
Gambar 4.11 Drift Storey Bangunan Sedang Arah X.....	133
Gambar 4.12 Drift Storey Bangunan Tinggi Arah Y.....	133
Gambar 4.13 Drift Storey Bangunan Tinggi Arah X.....	133



DAFTAR PUSTAKA

- Wena, M. (2019). Tinjauan Teoritik Dan Empirik Perawatan Dan Pemeliharaan Gedung Tinggi (High Rise Building) Di Indonesia. *Bangunan*, 24(1).
- Rismawati, R. (2019). *Panduan Keselamatan saat Gempa Bumi*. Diva Press.
- ISKANDAR, R. (2024). Analisis Kekuatan Material dalam Konstruksi Gedung Bertingkat Tinggi. *Circle Archive*, 1(6).
- Putra, A. E., & Iranata, D. (2014). Modifikasi Perencanaan Struktur Gedung Apartemen Puncak Kertajaya Menggunakan Struktur Baja Dengan Sistem Ganda Pada Wilayah Gempa Kuat. *J. Tek. POMITS*, 1-6.
- Salim, M. A., & Ardhani, M. S. (2019). Perbaikan Struktur Beton Bertulang, Dinding dan Baja Pasca Gempa Lombok. *Prosiding Sains Nasional dan Teknologi*, 1(1).
- Wiyono, D. R., Milyardi, R., & Lesmana, C. (2020, July). Distribution of Story Shear and Reinforcement in Dual System. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 852, No. 1, p. 012061). IOP Publishing.
- Kencanawati, N. N., Suparjo, S., Rusdianto, R., & Widianty, D. (2023). PARAMETER DESAIN STRUKTUR BANGUNAN KOMPOSIT BAJA-BETON DENGAN ISOLASI DASAR (STUDI KASUS HOTEL SUTAN RAJA MATARAM): Structural Design Parameters of Composite Steel-Concrete with Base Isolation Buildings (Case Study: Sutan Raja Hotel Mataram). *Spektrum Sipil*, 10(2), 129-136
- Annisa, A., Oka, I. G. M., & Turu'allo, G. (2020). Perbandingan beban gempa rencana hasil analisis menggunakan metode statik ekuivalen dan respon spektrum berdasarkan SNI 1726-2012. *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako*, 2089-8630.
- Patel, D., Mourya, V. K., Pandey, G., & Kumar, R. (2024). Advancements in base isolation for seismic mitigation: Perspectives on elastomeric and lead rubber bearings. *Res Eng Struct Mater*, 1-33.

Pida, D. F., Aini, K. N., & Putri, C. A. (2025). Dampak Urbanisasi terhadap Perkembangan Kota di Indonesia: Tinjauan dari Aspek Ekonomi Pembangunan. *WISSEN: Jurnal Ilmu Sosial dan Humaniora*, 3(1), 226-238.

Wicaksono, P. S. D. (2022). *Bangunan gedung bertingkat dan jenis-jenisnya* (Laporan penelitian, 2302190256). Politeknik Keuangan Negara STAN. Retrieved from

http://eprints.pknstan.ac.id/1021/5/06.%20Bab%20II%20Pramaditya%20Septian%20Dimas%20Wicaksono_2302190256_1.pdf

Huzain, R. M. I., Warsito & Suprpto, B., 2021. Perencanaan Gedung Rumah Sakit Islam Ahmad Yani Surabaya Menggunakan Sistem Struktur Ganda. *Jurnal Rekayasa Sipil*, Agustus, 10(5), pp. 53-61.

Utama D , Alrasyid R. (2024). Pengaruh dimensi dan tata letak dinding geser pada studi kasus gedung rumah sakit 7 (tujuh) lantai di purwokerto. Skripsi. Universitas Islam Sultan Agung.

Firnando, N. (2019). *Gempa bumi dan dampaknya terhadap infrastruktur di Indonesia*. *Jurnal Geoteknik dan Rekayasa Bangunan*, 7(3), 123-134.

Yılmaz, M., & Öztürk, M. (2020). Seismic performance of dual systems in high-rise buildings. *Journal of Structural Engineering*, 146(3), 04020019.

Srinivasan, S., & Kumar, S. (2019). Design and analysis of dual systems for seismic resistance in high-rise buildings. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 9(5), 1-7.

Handayani, N. K., Iksanudin, B., Setiawan, B., & Nurchasanah, Y. (2022). Perencanaan dinding geser pada gedung kuliah 7 lantai dengan sistem ganda. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2022*, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Honarto, R. J., Handono, B. D., & Pandaleke, R. (2019). Perencanaan bangunan beton bertulang dengan sistem rangka pemikul momen khusus di kota manado. *Jurnal Sipil Statik*, 7(2), 201-208.

Xie, L., & Zhao, D. (2021). Performance and design of lead rubber bearings in seismic isolation. *Journal of Structural Engineering*, 147(5), 04021067. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ST.1943-541X.0002681](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0002681)

Kariso, P. H., Dapas, S. O., & Pandaleke, R. (2018). Perencanaan struktur gedung beton bertulang dengan sistem rangka pemikul momen khusus. *Jurnal Sipil Statik*, 6(6), 361–372.

Ratnasari, A. F., & Pawirodikromo, W. (2018). Pengaruh kandungan frekuensi gempa terhadap simpangan dan drift ratio 2 arah struktur bangunan set-back bertingkat banyak. *Universitas Islam Indonesia*.

Rahayu, R. A. D., Tethool, Y. C. V., & Puteri, M. K. F. (2023). Studi perencanaan struktur beton bertulang menggunakan SRPMK dan dinding geser pada gedung kantor Dewan Pimpinan Wilayah Nasional Demokrat Papua Barat. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2023*, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Sharapov, D. A., Gebre, T. H., & Ali, Y. M. (2021). The effect of story drift in a multi-story building under the influence of an earthquake. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*, 17(3), 270–277. <https://doi.org/10.22363/1815-5235-2021-17-3-270-277>

Özsoy Özbay, A. E., & Gündeş Bakır, P. (2021). Estimation of interstory drift ratio and performance levels for the multistory buildings considering the effect of soil-structure interaction. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 27(3), 291–303. <https://doi.org/10.5505/pajes.2020.26675>

Madhukumar, M., Santhi, H. M., & Vasugi, V. (2022). Performance analysis of lead rubber bearing isolation system for low, medium and high-rise RC buildings. *Research on Engineering Structures and Materials*, MIM Research Group. <https://jresm.org/archive/resm2022.437ie0526.pdf>

SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI

Mahasiswa/i atas nama,

1. Nama : Irfan Pangulu

NIM : 202010340311080

2. Nama : Chaerunisa Diah Ayu Natasya

NIM : 202010340311274

Telah dinyatakan memenuhi standar maksimum plagiasi dengan hasil,

BAB 1 13 % $\leq 10\%$

BAB 2 23 % $\leq 25\%$

BAB 3 34 % $\leq 35\%$

BAB 4 13 % $\leq 15\%$

BAB 5 4 % $\leq 5\%$

Naskah Publikasi 8 % $\leq 20\%$

Malang, 2 Februari 2025



Sandi Wahyudiono, ST., MT