



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
  2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

No.27/SKRIPSI/S.Tr.-TKG/2022

SKRIPSI

**KINERJA STRUKTUR GEDUNG MENGGUNAKAN SISTEM GANDA DAN  
SISTEM RANGKA GEDUNG PADA BANGUNAN TAHAN GEMPA**



Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV  
Politeknik Negeri Jakarta

Disusun Oleh :

Nadia Aulia Febrizki  
NIM 1801421042

Pembimbing :

Dr. Anis Rosyidah  
NIP 197303181998022004  
Jonathan Saputra, S. Pd., M. Si.  
NIP 199111222019031010

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2022



## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul :

**KINERJA STRUKTUR GEDUNG MENGGUNAKAN SISTEM GANDA DAN SISTEM RANGKA GEDUNG PADA BANGUNAN TAHAN GEMPA** yang disusun oleh **Nadia Aulia Febrizki (NIM 1801421042)** telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi Tahap II**

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pembimbing 1

Dr. Ani Rosyidah  
197303181998022004

Pembimbing 2

Jonathan Saputra, M. Si.  
199111222019031010



## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi Berjudul :

**KINERJA SISTEM STRUKTUR MENGGUNAKAN SISTEM GANDA DAN SISTEM RANGKA GEDUNG PADA BANGUNAN TAHAN GEMPA** yang disusun oleh **Nadia Aulia Febrizki (NIM 1801421042)** telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi Tahap II di depan Tim Penguji pada hari Senin tanggal 25 Juli 2022

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
<b>Ketua</b>	Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D NIP: 198012042020121001	
<b>Anggota</b>	Andreas Rudi Hermawan, S.T., M.T. NIP: 196601181990111001	
	Amalia, S.Pd., S.S.T., M.T. NIP: 197401311998022001	

**Mengetahui, Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Jakarta**



**Dyah Nurwidyaningrum, S.T., MM. M Ars**  
NIP 197407061999032001

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Nadia Aulia Febrizki

NIM : 1801421042

Prodi : D4 Teknik Konstruksi Gedung

Alamat Email : nadia.auliafebrizki.ts18@mhs.w.pnj.ac.id

Judul Naskah : Kinerja Sistem Struktur Menggunakan Sistem Ganda dan Sistem Rangka Gedung pada Bangunan Tahan Gempa

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2021/2022 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutkan dalam segala bentuk kegiatan akademis.

Apabila dikemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Depok, 15 Agustus 2022

Yang menyatakan,

Nadia Aulia Febrizki

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi yang berjudul **KINERJA STRUKTUR GEDUNG MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA GEDUNG DAN SISTEM GANDA PADA BANGUNAN TAHAN GEMPA** ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, para sahabat, dan umatnya. Penyusunan naskah skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan jenjang pendidikan Program Diploma IV pada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta. Dalam penulisan naskah skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan doa dan dukungan selama penyusunan naskah skripsi ini.
2. Ibu Dr. Anis Rosyidah dan Bapak Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si. selaku Dosen Pembimbing penulis yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dari awal hingga akhir untuk memberikan bimbingannya kepada penulis dengan sabar dan teliti.
3. Ibu Dr. Dyah Nurwidyaningrum, ST,MM,M Ars selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Yanuar Setiawan, S.T, M.T selaku Pembimbing Akademik yang amat sangat banyak berjasa dalam berkontribusi memberikan masukan dan motivasi selama menjalani perkuliahan terutama tugas akhir ini kepada kelas 4 Teknik Konstruksi Gedung 2.
5. Bapak Mudiono Kasmuri, S. T., M. Eng., Ph. D. selaku Kepala Program Studi Teknik Konstruksi Gedung.
6. Para dosen yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuannya serta karyawan dan staff dari Administrasi Jurusan Politeknik Negeri Jakarta.
7. Paulus Setianugroho dan Husnul Khotimah, teman sesama KBK struktur yang senantiasa membantu dan memberi dukungan dari segala hal, baik berupa ilmu, waktu, tenaga, maupun dukungan secara moril.
8. Semua teman – teman Gedus 18 yang terlibat dan selalu memberikan dukungannya kepada penulis selama penulisan naskah skripsi ini.

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penulis juga menyadari bahwa naskah skripsi ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk menyempurnakan naskah skripsi ini. Skripsi ini memenuhi maksud dan tujuan agar naskah skripsi ini memberikan manfaat bagi kita semua. Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah dan berharap ridho-Nya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.



Depok, 2022

Nadia Aulia Febrizki



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## KINERJA STRUKTUR GEDUNG MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA GEDUNG DAN SISTEM GANDA PADA BANGUNAN TAHAN GEMPA

Nadia Aulia Febrizki<sup>1</sup>, Anis Rosyidah<sup>2</sup>, Jonathan Saputra<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Konstruksi Gedung, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta Jalan Prof.Dr.G.A. Siwabessy, Kampus Baru UI, Kukusan, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat, 16424.

[nadia.auliafebrizki.ts18@mhs.w.pnj.ac.id](mailto:nadia.auliafebrizki.ts18@mhs.w.pnj.ac.id)<sup>1</sup>, [anis.rosyidah@sipil.pnj.ac.id](mailto:anis.rosyidah@sipil.pnj.ac.id)<sup>2</sup>,  
[jonathan.saputra@sipil.pnj.ac.id](mailto:jonathan.saputra@sipil.pnj.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Sebuah gedung tinggi dengan banyak orang didalamnya ketika diberi beban lateral akan berubah bentuk. Deformasi yang melebihi persyaratan dapat mengganggu fungsi bangunan. Selain itu, dapat menyebabkan bangunan runtuh dan membahayakan orang yang berada di dalamnya. Oleh karena itu, bangunan memerlukan suatu sistem struktur untuk menahan gaya-gaya lateral. Dalam penelitian ini membandingkan kinerja dua sistem struktur yang memiliki kemiripan visual, yaitu sistem ganda beton bertulang dan sistem rangka bangunan beton bertulang, sebagai penopang gaya lateral pada bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kinerja dan keruntuhan progresif yang terjadi pada struktur gedung. Gedung pada penelitian ini yang berlokasi di Jakarta dengan kategori desain seismik (KDS) D, akan dimodelkan gedung 10 lantai pada setiap sistem struktur yang diuji menggunakan aplikasi ETABS. Kinerja gedung akan dianalisis menggunakan metode *performance-based design* dengan analisis beban gempa menggunakan analisis *pushover*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan tingkat kinerja struktur melebihi tingkat kinerja yang ditargetkan berupa *Damage Control* (DC) untuk sistem ganda. Sedangkan untuk sistem rangka gedung memiliki target kinerja *Damage Control* pada arah X namun tidak dapat ditentukan kinerja level pada arah Y dikarenakan tidak ditemukan *performance point*-nya.

Kata Kunci : Sistem Ganda, Sistem Rangka Gedung, *Performance-Based Design*, Analisis *Pushover*, Level Kinerja, Pola Keruntuhan

### ABSTRACT

*A tall building with many people is given a lateral load; consequently, it will deform. Deformation that exceeds requirements can disturb the functions of the building; moreover, it can cause the building to collapse and endanger the people inside. Therefore, the building requires a structural system to resist the lateral forces. For that reason, this study compares the performance of two structural systems with visual similarities, namely the reinforced concrete dual system and the reinforced concrete building-frame system, as support for lateral forces in the building. This research aims to analyze the level of performance and the progressive collapse that occurs in building structures. The building in this study, located in Jakarta with a seismic design category (SDS) of D, will be modeled 10 stories building on each tested structural system using the ETABS application. Building performance will be analyzed using the performance-based design method with seismic load analysis using pushover analysis. The results of this research indicate, the performance level of the structure exceeds the target in the form of Damage Control (DC) for dual systems. Meanwhile, the building frame system has a Damage Control performance target in the X direction, but the performance level in the Y direction cannot be determined because the performance point cannot be found.*

Keywords : Dual System, Building-Frame System, Performance-Based Design, Pushover Analysis, Performance Level, Progressive Collapse



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUTAN.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Penelitian Terdahulu.....	4
2.1. Sistem Struktur Bangunan.....	5
2.2. Sistem Rangka Gedung.....	6
2.3. Sistem Ganda.....	7
2.4. Analisis Beban Gempa.....	8
2.4.1 Analisis Dinamik Respon Spektrum.....	8
2.4.2 Analisis <i>Pushover</i> .....	13
2.5. <i>Performance Based Design</i> .....	13
2.6. Pola Keruntuhan.....	15
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>16</b>
3.1 Gambaran Umum.....	16
3.2 Objek Penelitian.....	16
3.3 Rancangan Penelitian.....	18
3.4 Tahapan Penelitian.....	19
3.4.1. Studi Literatur.....	20
3.4.2. Penentuan Objek Penelitian dan <i>Preliminary Design</i> .....	21

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.4.3. Pemodelan Bangunan .....	21
3.4.4. Analisis Struktur.....	21
3.4.5. Detailing Penulangan Komponen Struktur .....	21
3.4.6. Analisis Kinerja Struktur .....	22
3.4.7. Analisis Statistik.....	22
3.4.8. Kesimpulan .....	22
3.5 Peraturan yang Digunakan.....	23
3.6 Luaran.....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>24</b>
4.1 Data Penelitian.....	24
4.1.1 Preliminary Design.....	24
4.1.2 Pembebanan.....	25
4.1.3 Analisis Statistik Ekuivalen.....	25
4.1.4 Rekapitulasi Tulangan pada Komponen Struktur .....	25
4.2 Pembahasan.....	27
4.2.1 Joint Displacement.....	27
4.2.2 Story Drift.....	29
4.2.3 Pengaruh P-Delta.....	30
4.2.4 Gaya Geser Dasar.....	33
4.2.5 Analisis Kinerja Struktur dan Pola Kegagalan.....	34
4.2.6 Analisis Statistik.....	42
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>44</b>
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>45</b>



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu..... 4

Tabel 2. 2 Faktor Keutamaan Gempa SNI 1726:2019..... 9

Tabel 2. 3 Koefisien Situs,  $F_a$ ..... 10

Tabel 2. 4 Koefisien Situs,  $F_v$ ..... 10

Tabel 2. 5 Kategori Desain Seismik berdasarkan  $S_s$ ..... 11

Tabel 2. 6 Kategori Desain Seismik berdasarkan  $S_l$ ..... 11

Tabel 2. 7 Nilai Parameter Periode Pendekatan  $C_t$  dan  $x$ ..... 12

Tabel 2. 8 Koefisien  $C_u$ ..... 12

Tabel 4. 1 Rekapitulasi *Preliminary Design* Sistem ganda dan Sistem Rangka Gedung.....24

Tabel 4. 2 Rekapitulasi Tulangan Balok Induk 1 dan Balok Induk 2 Sistem Ganda 25

Tabel 4. 3 Rekapitulasi Tulangan Balok Anak Sistem Ganda ..... 25

Tabel 4. 4 Rekapitulasi Tulangan Balok Induk 1 dan Balok Induk 2 Sistem Rangka Gedung ..... 26

Tabel 4. 5 Rekapitulasi Tulangan Balok Anak Sistem Rangka Gedung ..... 26

Tabel 4. 6 Rekapitulasi Penulangan Kolom Sistem Ganda dan Sistem Rangka Gedung ..... 26

Tabel 4. 7 Rekapitulasi Penulangan Shearwall Sistem Ganda dan Sistem Rangka Gedung ..... 26

Tabel 4. 8 *Joint Displacements - Absolute* Sistem Ganda ..... 27

Tabel 4. 9 *Joint Displacements - Absolute* Sistem Rangka Gedung ..... 27

Tabel 4. 10 *Story Drift* pada Sistem Ganda dan Sistem Rangka Gedung..... 29

Tabel 4. 11 Pengaruh P-Delta Arah X pada Sistem Ganda..... 31

Tabel 4. 12 Pengaruh P-Delta Arah Y pada Sistem Ganda..... 31

Tabel 4. 13 Pengaruh P-Delta Arah X pada Sistem Rangka Gedung..... 31

Tabel 4. 14 Pengaruh P-Delta Arah Y pada Sistem Rangka Gedung..... 32

Tabel 4. 15 Gaya Geser pada Dasar Dinding Struktur dan Struktur Rangka..... 33

Tabel 4. 16 Kinerja Struktur Sistem Ganda dan Sistem Rangka Gedung ..... 41

Tabel 4. 17 Uji Homogenitas Normalitas *Joint Displacement* pada Sistem Ganda dan Sistem Rangka Gedung..... 42

Tabel 4. 18 *Independent-T Test* pada Sistem Ganda dan Sistem Rangka Gedung.... 43

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Rangka Gedung.....	6
Gambar 2. 2 Sistem Ganda.....	7
Gambar 2. 3 Deformasi Sistem Ganda .....	8
Gambar 2. 4 Parameter Percepatan Tanah $S_s$ .....	8
Gambar 2. 5 Parameter Percepatan Tanah $S_j$ .....	9
Gambar 3. 1 Denah Balok dan Kolom (Lt.1 – Lt.10) Sistem Ganda .....	16
Gambar 3. 2 Denah Lantai Atap Sistem Ganda .....	17
Gambar 3. 3 Denah Balok dan Kolom (Lt.1 – Lt.10) Sistem Rangka Gedung.....	17
Gambar 3. 4 Denah Lantai Atap Sistem Rangka Gedung.....	18
Gambar 3. 5 Variabel Penelitian.....	19
Gambar 3. 6 Tahapan Penelitian.....	20
Gambar 4. 1 Perpindahan pada Sistem Ganda dan Sistem Rangka Gedung .....	28
Gambar 4. 2 <i>Story Drift</i> Arah X Sistem ganda dan Sistem Rangka Gedung.....	30
Gambar 4. 3 <i>Story Drift</i> Arah Y Sistem ganda dan Sistem Rangka Gedung.....	30
Gambar 4. 4 Pengaruh P-Delta Arah X Sistem Ganda dan Sistem Rangka Gedung	32
Gambar 4. 5 Pengaruh P-Delta Arah Y Sistem Ganda dan Sistem Rangka Gedung	32
Gambar 4. 6 Sendi Plastis Arah X pada Bangunan Sistem Ganda.....	34
Gambar 4. 7 Sendi Plastis Arah Y pada Bangunan Sistem Ganda.....	35
Gambar 4. 8 Kurva Keruntuhan Arah X Bangunan Sistem Ganda.....	35
Gambar 4. 9 Kurva Keruntuhan Arah Y Bangunan Sistem Ganda.....	36
Gambar 4. 10 <i>Performance Point</i> Arah X Bangunan Sistem Ganda Menggunakan Metode FEMA 440 .....	36
Gambar 4. 11 <i>Performance Point</i> Arah Y Bangunan Sistem Ganda Menggunakan Metode FEMA 440 .....	37
Gambar 4. 12 Sendi Plastis pada Sistem Rangka Gedung Arah X.....	38
Gambar 4. 13 Sendi Plastis pada Sistem Rangka Gedung Arah Y.....	38
Gambar 4. 14 Kurva Keruntuhan Arah X pada Bangunan Sistem Rangka Gedung.	39
Gambar 4. 15 Kurva Keruntuhan Arah Y pada Bangunan Sistem Rangka Gedung.	39
Gambar 4. 16 <i>Performance Point</i> Arah X Sistem Rangka Gedung Menggunakan Metode FEMA 440 .....	40
Gambar 4. 17 <i>Performance Point</i> Arah Y Sistem Rangka Gedung Menggunakan Metode FEMA 440 .....	40

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Preliminary Design</i> .....	49
Lampiran 2 Pembebanan.....	57
Lampiran 3 Analisis Statik Ekuivalen.....	63
Lampiran 4 Perhitungan Tulangan.....	70
Lampiran 5 <i>Joint Displacement</i> dan <i>Story Drift</i> .....	111
Lampiran 6 Hasil <i>Pushover</i> Sistem Ganda.....	116
Lampiran 7 Hasil <i>Pushover</i> Sistem Rangka Gedung.....	119
Lampiran 8 Perbandingan Sendi Plastis per Lantai (Arah X).....	122
Lampiran 9 Perbandingan Sendi Plastis per Lantai (Arah Y).....	126





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Bangunan yang melibatkan banyak orang di dalamnya, seharusnya didesain menggunakan analisis tahan gempa dengan penahan lateral agar menghindari pola keruntuhan gedung yang dapat berpotensi besar membahayakan penghuni. Beban dinamis yang disebabkan oleh gempa, arahnya berubah dari waktu ke waktu sehingga menyebabkan respons terhadap bangunannya juga berubah seiring waktu. Akibat dari beban tersebut, bangunan akan mengalami perpindahan horizontal. Jika perpindahan horizontal ini melebihi persyaratan atau target yang ditetapkan oleh peraturan, maka bangunan tersebut akan runtuh (Virawan, 2021). Oleh sebab itu, suatu bangunan *high rise* perlu menggunakan sistem struktur. Salah satu alternatifnya adalah desain bangunan dengan dinding geser (Agha, 2021 ; Bachaki, 2018 ; Puspita 2019). Untuk bangunan tingkat tinggi, terdapat dua sistem struktur yang menggunakan kombinasi sistem rangka pemikul momen dan dinding struktural, yaitu sistem ganda dan sistem rangka gedung (SNI 1726 : 2019). Pemilihan sistem ganda atau sistem rangka gedung dalam merencanakan bangunan tahan gempa memiliki peranan penting dalam menunjang beban lateral pada bangunan (Septianto, 2019). Namun keduanya sama – sama diperbolehkan dengan syarat dan ketentuan sesuai peraturan terpenuhi.

Sistem ganda mempunyai karakteristik dasar yaitu rangka ruang lengkap yang memikul gaya gravitasi, sistem rangka pemikul momen (SRPM) serta dinding geser yang bekerja sama memikul beban lateral dengan sekurang-kurangnya 25% beban lateral ditahan oleh sistem rangka, serta kedua sistem yang harus dirancang untuk menahan beban lateral total sebanding dengan kekuatan relatifnya (SNI 1726 – 2019). Salah satu keunggulan sistem ganda adalah adanya interaksi antara rangka ruang dengan dinding geser, dikarenakan keduanya memiliki perilaku defleksi yang berbeda dan berlawanan (Ramadhani, 2022 ; Shany, 2020 ; Liu, 2018), sehingga menimbulkan kekuatan diantara keduanya.

Sistem rangka gedung adalah sistem struktur yang beban gravitasinya dipikul oleh sistem rangka sedangkan beban gempanya ditahan oleh dinding geser atau rangka bresing (SNI 1726:2019). Pada bangunan bertingkat rendah hingga sedang, dinding geser digabungkan dengan rangka, maka dapat dianggap bahwa dinding



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

struktur dapat menarik semua beban lateral sehingga rangka dapat didesain hanya untuk menahan beban gravitasi (Smith, 1991). Dikarenakan beban lateral difokuskan pada dinding geser, sehingga dimensi kolom atau balok dapat diperkecil, akibatnya area ruang menjadi lebih luas.

Pemilihan struktur antara sistem rangka gedung maupun sistem ganda, keduanya diperbolehkan dengan syarat kinerja struktur terpenuhi sesuai nilai ijin atau target. Dalam pengimplementasian sistem ganda dan sistem rangka gedung terlihat sama secara visual, namun dalam proses mendesain akan nampak jelas perbedaan kinerjanya. Dalam penelitian ini akan dibahas mengenai gaya dalam, pola keruntuhan dan jenis kinerja struktur pada sistem ganda dan sistem rangka gedung. Tujuannya adalah untuk memperoleh penggunaan yang optimum terhadap kedua sistem rangka tersebut. Oleh karena itu, penulis akan melakukan penelitian mengenai kinerja struktur terhadap desain bangunan tahan gempa dengan sistem ganda dan sistem rangka gedung.

### 1.2. Rumusan Masalah

Dalam sistem struktur terdapat beberapa syarat yang harus ditinjau dan dipenuhi, namun dalam penelitian ini hanya akan dilakukan kajian mengenai gaya dalam, pola keruntuhan bangunan, dan taraf kinerja strukturnya. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, penulis akan meninjau analisis struktur berupa gaya dalam yang kemudian dianalisis menggunakan *pushover analysis* sehingga diperoleh pola kegagalannya serta dapat diketahui taraf kinerja strukturnya. Berdasarkan identifikasi masalah, dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana gaya dalam yang terjadi pada sistem rangka gedung dan sistem ganda?
2. Bagaimana taraf kinerja dan pola kegagalan yang terjadi pada sistem rangka gedung dan sistem ganda?
3. Bagaimana perbandingan hasil analisis kinerja struktur yang terjadi pada sistem rangka gedung dan sistem ganda?

### 1.3. Tujuan

Dari rumusan masalah yang telah dijelaskan, didapatkan beberapa tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menganalisis gaya dalam yang terjadi pada sistem rangka gedung dan sistem ganda.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Menganalisis taraf kinerja dan pola kegagalan yang terjadi pada sistem rangka gedung dan sistem ganda.
3. Menganalisis perbandingan hasil analisis kinerja struktur yang terjadi pada sistem rangka gedung dan sistem ganda.

**1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah, sebagai berikut:

1. Bangunan dimodelkan 10 lantai sebagai bangunan menengah
2. Kondisi tanah merupakan tanah sedang.
3. Hanya meninjau kinerja bangunan (gaya dalam, simpangan, pola keruntuhan, dan kinerja struktur).
4. Hanya meninjau dan menganalisis struktur atas.

**1.5. Sistematika Penulisan**

Secara keseluruhan, penelitian ini dibagi dalam beberapa bab sebagai berikut:

**BAB I : PENDAHULUAN**

Dalam bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

**BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini berisi penelitian terdahulu, dasar teori mengenai sistem struktur, sistem rangka gedung, sistem ganda, taraf kinerja bangunan, pola keruntuhan bangunan, *performance based design* dan analisis beban gempa.

**BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam bab ini berisi gambaran umum, studi literatur, objek penelitian, rancangan penelitian, dan tahapan penelitian.

**BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini berisi analisis dan pembahasan dari data yang telah didapatkan pada bab sebelumnya.

**BAB VI : PENUTUP**

Dalam bab ini berisi jawaban dari rumusan masalah yang telah dilakukan dalam penelitian ini dan disertakan saran untuk penelitian mendatang.



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Kesimpulan

1. Dengan berat yang hampir sama, dengan nilai sistem ganda sebesar 93893.63 kN dan sistem rangka gedung sebesar 94000.2 kN menyebabkan gaya geser dasar yang terjadi pada sistem rangka gedung 1.138 kN lebih besar dibanding sistem ganda. Sedangkan *joint displacement*, *story drift*, dan pengaruh P-delta pada sistem ganda dan sistem rangka gedung tidak memiliki perbedaan yang signifikan.
2. Bangunan dengan sistem ganda mengalami leleh balok pada step ke 8 untuk arah X dan Y. Sedangkan bangunan dengan sistem rangka gedung mengalami sendi plastis pada balok di step 14 untuk arah X dan step 15 untuk arah Y yang terus bertambah hingga bangunan runtuh. Sehingga dapat diartikan bahwa bangunan sistem rangka gedung bersifat lebih elastis dibandingkan sistem rangka gedung.
3. Bangunan dengan sistem ganda melebihi target kinerja desain (*Life Safety*) berupa *Damage Control* pada kedua arah X dan Y. Sedangkan arah Y pada sistem rangka gedung tidak ditemukan *performance point* nya sehingga tidak memenuhi target kinerja yang ditentukan.

#### 5.2. Saran

1. Penyesuaian berat bangunan hendaknya dilakukan untuk sistem rangka terlebih dahulu dikarenakan cenderung membutuhkan dimensi yang besar untuk dapat mencapai target kinerja.





## DAFTAR PUSTAKA

- Agha, Wesam A., Umamaheswari, N. 2021. Analytical Study of Irregular Reinforced Concrete Building with Shear Wall and Dual Framed-Shear Wall System by Using Equivalent Static and Response Spectrum Method. *Materials Today: Proceedings*
- Agha, Wesam A., Waleed A., Nambiappan U., Amjad A., 2020. Study The Seismik Response Of Reinforced Concrete High-Rise Building With Dual Framed-Shear Wall System Considering The Effect Of Soil Structure Interaction. *Materials Today: Proceedings*
- ATC-40. 1996. *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2019)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan non Gedung (SNI 1726:2019)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Baehaki, Soelarso, Nurlaela Fitria. 2018. Analisis Perilaku Struktur Pada Sistem Ganda Apartemen 9 Lantai Menggunakan Metode Time History Analysis Sesuai Peraturan Sni 1726:2012. *Jurnal Fondasi*, Vol. 7 No. 1
- Devi, Govindan N. 2013. Behaviour of Reinforced Concrete Dual Structural System: Strength, Deformation Characteristics, and Failure Mechanism. *IACSIT International Journal of Engineering and Technology*
- FEMA 356. 2000. *Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Building. Rehabilitation 2000 (November)*
- Gonzalez, A., Enrico Spacone, Roberto N. 2017. *Performance-Based Seismik Design Framework for RC Floor Diaphragms in Dual Systems*. *Procedia Engineering*
- Hardani, A., Hikmatul, H., Ardiani. 2020. *Metode Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif*. Pustaka Ilmu
- Kiakojouri, F., Valerio De B., Bernardino C., Mohannad R. S. 2020. Progressive Collapse of Framed Building Structures: Current Knowledge and Future Prospects. *Engineering Structures*
- Liu, Y., J.S. Kuang, Qunxian Huang. 2018. Modified Spectrum-Based Pushover Analysis for Estimating Seismic Demand of Dual Wall-Frame Systems. *Engineering Structures*

### Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Puspita, Annisa D., Anis Rosyidah . 2019. Force Based Design And Direct Displacement Based Design For Dual System Structure. *Logic : Journal of Engineering Design and Technology*
- Rahmantyo, Aji, Relly A. 2019. Analisis Story Drift dan Kondisi Sendi Plastik Berbasis Performa pada Gedung Bertingkat dengan Konfigurasi Struktur Persegi Panjang, U, L, H, dan T. *Media Komunikasi Teknik Sipil*
- Ramadhani, S. Jonathan S., Anis R. 2022. Efek Torsi Bangunan terhadap Respon Struktur pada Sistem Rangka. *Dinamika Rekayasa*
- Rosyidah, A., Indriyana L. 2022. Structural Performance of 1 Way And 2 Way Setback With the Soft First Story Using DDBD. *Jurnal Tekno Sains*
- Septianto, B., Daniel Christianto, Hadi Pranata . 2019. *Evaluasi Struktur Sistem Rangka Gedung Dengan Dinding Geser Berbasis Kinerja*. Universitas Tarumanagara : *Jurnal Mitra Teknik Sipil*
- Shany, Shabrina A., Andrianus A. S., Mohammad Erfan. 2020. Analisa Perbandingan Simpangan pada Sistem Rangka Pemikul Momen dan Sistem Ganda. *Jurusan Teknik Sipil*
- Smith, Bryan S., Alex Coull. 1991. *Tall Building Structure Analysis and Design*. John Wiley and Sons INC.
- Shoeibi, Shahrokh. Mohammad Ali K., Majid Gholhaki. 2018. Performance-Based Seismic Design and Parametric Assessment of Linked Column Frame System. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*
- Starossek, U. 2018. *Progressive Collapse of Structures*, 2<sup>nd</sup> ed. London : ICE Publishing.
- Sugiyono. 2007. *Statistik untuk Penelitian*. Alfabeta
- Sullivan, Timothy., Daniel Saborio-Romano, Gerard J. O'Reilly, David P., Luca Landi. 2018. Simplified Pushover Analysis of Moment Resisting Frame Structures. *Journal of Earthquake Engineering*
- Tavio, Usman Wijaya. 2018. *Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja*. Yogyakarta : ANDI
- Virawan, Z., S. Sangadji, H. A. Saifullah. 2021. Fragility Curves for Low-to-Mid-Rise Concrete Frame Building Retrofitted by Shear Wall-Frame System. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*