

**STUDI PERANCANGAN STRUKTUR BETON BERTULANG PADA  
GEDUNG IGD TERPADU RSUD PROVINSI NTB DENGAN  
MENGUNAKAN SISTEM GANDA**

*Study Of Reinforced Concrete Structure Design In Integrated Emergency Room  
Building Of NTB Provincial Hospital Using Dual System*

Artikel Ilmiah  
Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
Mencapai Derajat Sarjana S-1 Jurusan Teknik Sipil



**Oleh:**

**SITI LAELATUL AZIZAH**

**F1A118075**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MATARAM**

**2023**

ARTIKEL ILMIAH

STUDI PERANCANGAN STRUKTUR BETON BERTULANG PADA  
GEDUNG IGD TERPADU RSUD PROVINSI NTB DENGAN  
MENGUNAKAN SISTEM GANDA

Oleh:

SITI LAELATUL AZIZAH

F1A118075

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

1. Pembimbing Utama



Hariyadi, ST., MSc(Eng)., Dr.Eng  
NIP. 19731027 199802 1 001

Tanggal:

30/8 2023

2. Pembimbing Pendamping



Shofia Rawiana, ST., MT.  
NIP. 19660305 199412 2 001

Tanggal:

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Mataram



Hariyadi, ST., MSc(Eng)., Dr.Eng  
NIP. 19731027 199802 1 001

ARTIKEL ILMIAH

ARTIKEL ILMIAH

STUDI PERANCANGAN STRUKTUR BETON BERTULANG PADA  
GEDUNG IGD TERPADU RSUD PROVINSI NTB DENGAN  
MENGUNAKAN SISTEM GANDA

Oleh:  
SITI LAELATUL AZIZAH  
F1A118075

Telah diujikan di depan tim Penguji  
Pada tanggal 21 Agustus 2023  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat mencapai derajat Sarjana S-1  
Jurusan Teknik Sipil

Susunan Tim Penguji

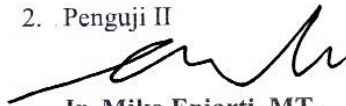
1. Penguji I



Dr. Ngudiyono, ST., MT.  
NIP:19740505 199903 1 003

Tanggal:

2. Penguji II



Ir. Miko Eniarti, MT.  
NIP:19650315 199103 2 002

Tanggal:

3. Penguji III

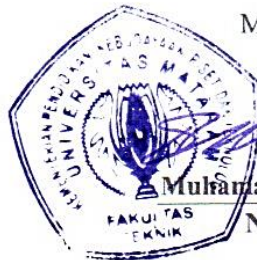


I Nyoman Merdana, ST., MT.  
NIP:19680913 199703 1 001

Tanggal:

30/8/2023

Mataram, 31 Agustus 2023  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Mataram



Muhammad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D.  
NIP:19720222 199903 1 002

# STUDI PERANCANGAN STRUKTUR BETON BERTULANG PADA GEDUNG IGD TERPADU RSUD PROVINSI NTB DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM GANDA

Siti Laelatul Azizah<sup>1</sup>, Hariyadi<sup>2</sup>, Shofia Rawiana<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mataram

<sup>2,3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

Email : sitilaelatulazizah1910@gmail.com

---

## ABSTRAK

Gedung IGD Terpadu RSUD Provinsi NTB merupakan salah satu fasilitas pelayanan kesehatan yang didirikan sebagai penunjang berbagai event internasional di Pulau Lombok. Wilayah Lombok berada pada kawasan yang rentan terhadap gempa untuk itu dalam perencanaan gedung rumah sakit harus memenuhi syarat-syarat bangunan tahan gempa. Tujuan dari penelitian adalah untuk mendapatkan dimensi dan jumlah tulangan yang dibutuhkan elemen-elemen struktur serta untuk mengetahui kinerja struktur gedung setelah dilakukannya penambahan dinding geser.

Pelaksanaan Penelitian dilakukan dengan mendesain ulang perancangan struktur gedung menggunakan sistem ganda, dimana jumlah dinding geser yang ada ditambah menjadi 8 penambahan jumlah dinding geser dianalisis menggunakan pushover untuk mengetahui tingkat kinerja struktur dengan program Etabs Student Edition.

Hasil dari penelitian ini setelah dilakukan penambahan dinding geser dari 6 menjadi 8 didapatkan dimensi dan jumlah tulangan yang lebih kecil dibandingkan desain awal (eksisting), untuk kinerja struktur diperoleh simpangan antar lantai yang lebih kecil daripada struktur eksisting, dimana pada struktur redesain simpangan antar lantai rata – rata untuk arah X sebesar 21,57 mm, dan arah Y sebesar 18,15 mm, dan untuk struktur eksisting simpangan antar lantai rata – rata arah X sebesar 29,32 mm dan arah Y sebesar 25,88 mm, namun baik struktur redesain maupun eksisting keduanya masih memenuhi syarat berdasarkan SNI 1726-2019. Untuk nilai simpangan aktual berdasarkan analisa *pushover* aturan FEMA 356 untuk arah X sebesar 0,00408 dan 0,00406 arah Y, sehingga struktur dinyatakan memiliki level kinerja *immediate Occupancy* (IO), kondisi dimana pada saat menerima gempa rencana struktur tidak mengalami kerusakan.

**Kata kunci :** Gedung Tahan Gempa, Sistem Ganda, Analisa *Pushover*, Kinerja.

## **PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan wilayah yang rawan gempa, salah satunya pada wilayah Pulau Lombok. seiring dengan perkembangan zaman Pulau Lombok kini menjadi kawasan wisata dengan daya tarik tinggi. Lombok menjadi salah satu tempat penggelaran berbagai event Internasional, sehingga berbagai pembangunan infrastruktur dibangun di Pulau Lombok.

Salah satu pembangunan yang kini baru saja dibangun di Lombok adalah pembangunan gedung IGD Terpadu RSUD Provinsi NTB yang berfungsi sebagai gedung pelayanan kesehatan. Mengetahui wilayah Lombok berada di kawasan yang rentan terhadap gempa, maka dalam perencanaan Gedung tersebut perlu didasarkan pada ketahanan terhadap gempa dengan faktor keutamaan gempa yang besar.

Gedung IGD ini sendiri sudah menggunakan Sistem Ganda pada perancangannya, namun pada penelitian ini akan dilakukan perancangan ulang dengan sistem yang sama tetapi dengan melakukan penambahan jumlah dinding geser serta melakukan analisis pushover untuk mengetahui tingkat kerusakan/kinerja struktur gedung secara terperinci dengan program Etabs.

Syahidah (2017) telah melakukan studi perbandingan antara desain struktur menggunakan sistem rangka dengan sistem ganda. Diperoleh hasil bahwa gedung dengan sistem ganda lebih optimal daripada gedung dengan sistem rangka saja.

Wicaksana (2017) juga melakukan penelitian mengenai pengaruh penempatan dinding geser pada perencanaan ulang gedung FAVE Hotel Surabaya. Diperoleh bahwa struktur dengan dinding geser dapat menyerap beban gempa dengan sangat baik.

Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Fadillah (2019) mengenai pengaruh variasi tata letak dinding

geser pada bangunan beton bertulang dengan analisa pushover pada gedung Kampus UINSU MEDAN. Diperoleh hasil bahwa pada dengan SRPMK tidak memenuhi syarat simpangan Gedung sedangkan dengan penambahan dinding geser pada model 2 dan model 3 nilai simpangan gedung menjadi memenuhi syarat sesuai dengan SNI.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan dimensi dan jumlah tulangan yang dibutuhkan elemen struktur dan untuk mengetahui kinerja struktur pada Gedung tinjauan setelah dilakukannya penambahan jumlah dinding geser.

### **Filosofi Bangunan Tahan Gempa**

Filosofi bangunan tahan gempa adalah sebagai berikut (Widodo, 2012).

1. Pada gempa kecil (light, atau minor earthquake), struktur utama bangunan harus tidak rusak dan berfungsi dengan baik.
2. Pada gempa menengah (moderate earthquake), struktur utama boleh mengalami kerusakan ringan dan komponen non - struktur boleh mengalami kerusakan namun masih bisa diperbaiki,
3. Pada gempa kuat (strong earthquake), struktur bangunan boleh rusak tetapi tidak boleh runtuh total. Kondisi seperti ini juga diharapkan pada gempa besar (great earthquake), yang tujuannya adalah melindungi manusia atau penghuni bangunan secara maksimum.

### **Analisis Respon Spektrum**

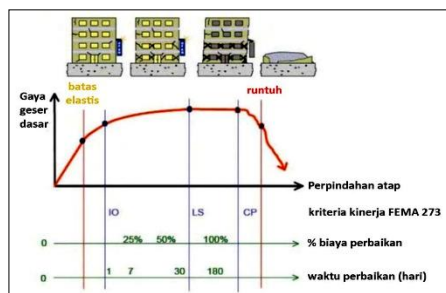
Analisis Respon Spektrum merupakan metode analisis dinamis-linier yang mengukur kontribusi dari mode alami getaran untuk menunjukkan kemungkinan respons seismik maksimum dari struktur yang elastis. Analisis

spektrum respons dapat berguna untuk mengambil keputusan desain yang berkaitan dengan pemilihan tipe struktural dengan kinerja dinamis.

### Analisa Statik Nonlinier (Pushover)

Analisa *pushover* atau analisa beban dorong statik merupakan prosedur analisa untuk mengetahui perilaku keruntuhan suatu bangunan terhadap gempa. Tujuan analisa *pushover* adalah untuk memperkirakan gaya maksimum dan deformasi yang terjadi serta untuk memperoleh informasi bagian mana saja yang kritis (Fadillah, 2019).

### Kinerja Struktur Metode FEMA 356



Gambar 1. Tingkat kinerja struktur (FEMA 356)  
(Sumber : Tavio dan Wijaya, 2018)

Adapun kategori bangunan pada tingkat kinerja struktur berdasarkan *FEMA 356*, sebagai berikut :

1. *Fully operational (FO)*,
2. *Immediate Occupancy (IO)*,
3. *Life Safety (LS)*,
4. *Collapse Prevention (CP)*,

### Sistem Rangka Pemikul Momen

Macam - macam Sistem Rangka Pemikul Momen menurut SNI 1726-2019 sebagai berikut :

- a. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB),

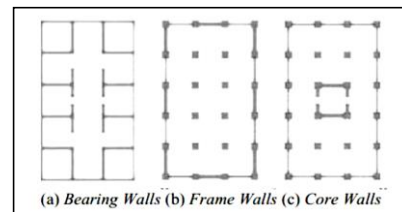
- b. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM),
- c. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

### Dinding Geser (Shear Wall)

Dinding geser adalah struktur vertikal yang digunakan pada bangunan tingkat tinggi. Fungsi utama dari dinding geser adalah menahan beban - beban lateral seperti gaya gempa dan angin.

Berdasarkan letak dan fungsinya, dinding geser dapat diklasifikasikan dalam 3 jenis yaitu :

1. *Bearing walls*
2. *Frame walls*
3. *Core walls*



Gambar 2. Shearwall berdasarkan letak dan fungsinya  
(Sumber : Nugroho, 2017)

### Konsep Struktur Sistem Ganda

Berdasarkan SNI 1726-2019 pembagian porsi sistem ganda adalah struktur rangka memikul  $\geq 25\%$  dari beban gempa dan struktur dinding geser memikul  $\leq 75\%$ . Struktur dinding geser memperoleh porsi yang lebih besar dikarenakan tingkat kekakuan dari geometri dinding geser sangat tinggi serta peran dinding geser dalam memikul beban gravitasi juga kecil. Sehingga struktur dinding geser sengaja didesain sebagai “garda terdepan” dalam memikul beban gempa. Sedangkan pada struktur rangka, dikarenakan tingkat kekakuannya relatif kecil (yang tersusun dari balok dan kolom serta peran memikul beban gravitasi sangat dominan), maka porsi yang

diberikan dibatasi  $\geq 25\%$ . Hal ini dikarenakan, bila struktur dinding geser hancur atau rusak maka struktur rangka setidaknya memiliki kekuatan cadangan 25% dalam memikul sisa energi gempa yang ada. Dengan demikian, meskipun struktur dinding geser telah rusak atau hancur, gedung masih bisa bertahan dan tidak mengalami kegagalan total.

## METODE PERANCANGAN

### Lokasi dan Deskripsi Gedung

IGD Terpadu RSUD Provinsi NTB berlokasi di Jl. Prabu Rangkasari, Dasan Cermen, Sandubaya, Kota Mataram, Provinsi NTB. Gedung IGD tersebut berfungsi sebagai gedung pelayanan kesehatan yang terdiri dari 8 lantai dilengkapi Helipad pada lantai atapnya dengan tinggi gedung 37,9 m.



Gambar 3. Lokasi perancangan gedung IGD RSUD Provinsi NTB

(Sumber : Doc. Rancangan Awal RSUD Provinsi NTB)

### Spesifikasi Bahan

#### a. Mutu Beton

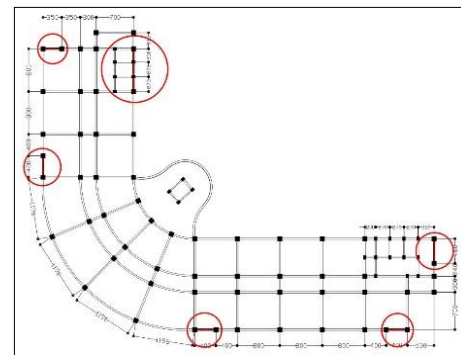
- Pelat,  $f'_c = 25 \text{ MPa}$
- Balok,  $f'_c = 25 \text{ MPa}$
- Kolom,  $f'_c = 30 \text{ MPa}$
- Dinding geser  $f'_c = 30 \text{ MPa}$

#### b. Mutu Baja Tulangan

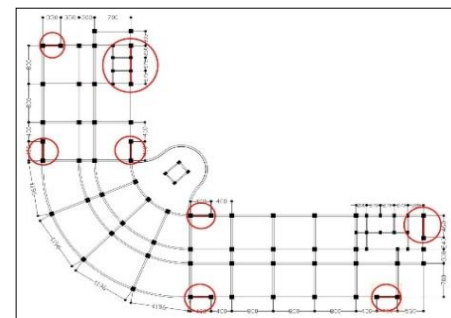
- Baja tulangan polos ( $\emptyset$ ),  $f_y = 280 \text{ MPa}$
- Baja tulangan ulir (D),  $f_y = 420 \text{ MPa}$

### Konfigurasi Bangunan

Struktur bangunan yang direncanakan adalah struktur beton bertulang dengan Sistem Ganda yaitu dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan dinding geser beton bertulang jenis *Frame Walls*, dengan menambah jumlah dinding geser dilihat perilaku struktur kemudian akan dilakukan analisis kinerja bangunan dengan analisis pushover.



Gambar 4. Denah IGD Terpadu RSUD Provinsi NTB (Eksisting)



Gambar 5. Denah IGD Terpadu RSUD Provinsi NTB (Redesain)

### Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur, dimana sumber dapat berasal dari buku, jurnal maupun peraturan yang berlaku yang bertujuan untuk mendapatkan hasil penelitian dengan dasar yang tepat dan dapat dipertanggung jawabkan.

### Tahapan Analisis Data

## 1. Preliminary Design

Pada tahap ini dilakukan perencanaan awal yang merupakan perkiraan komponen struktur bangunan.

## 2. Permodelan Struktur Sistem Ganda Menggunakan Program Etabs

Adapun tahapan-tahapan permodelan tersebut sebagai berikut :

- 1) Membuat grid line
- 2) Menentukan material struktur
- 3) Membuat dimensi struktur
  - Membuat elemen kolom
  - Membuat elemen balok
  - Membuat elemen pelat
- 4) Penggambaran model elemen struktur
- 5) Permodelan perletakan kolom dan dinding geser

## 3. Pembebanan Struktur

Perencanaan pembebanan struktur direncanakan berdasarkan peraturan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726-2019 dan Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain, SNI 1727-2020. Pembebanan yang dilakukan antara lain, pembebanan beban mati, beban hidup, dan beban gempa.

## 4. Kontrol Desain

Setelah melakukan pemodelan, tahap selanjutnya adalah *running* sistem struktur dengan menggunakan program bantuan ETABS. Kemudian dilakukan kontrol desain pada tiap pemodelan dengan mengontrol dimensi elemen struktur.

## 5. Analisis Struktur

Tahap analisis struktur ini bertujuan untuk mengetahui gaya dalam yang terjadi akibat

beban yang bekerja. Gaya tersebut adalah gaya geser, gaya aksial, momen lentur. Selain itu juga digunakan untuk mengetahui besarnya pergeseran lateral.

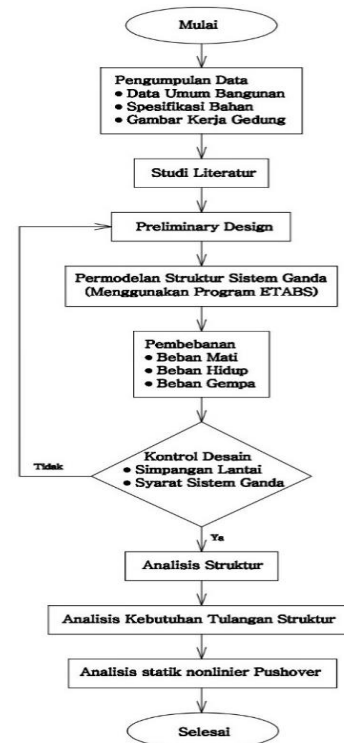
## 6. Analisis Kebutuhan Tulangan

Pada tahap ini dilakukan pendetailan tulangan balok, kolom, dan dinding geser untuk menunjang analisis pushover.

## 7. Analisis Statik Nonlinier Pushover

Pada tahap ini dibutuhkan model struktur yang telah diinput kebutuhan tulangannya pada masing – masing elemen struktur, analisis static nonlinier pushover ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan deformasi struktur yang didesain dengan jumlah kebutuhan tulangan aktual.

## Bagan Alir





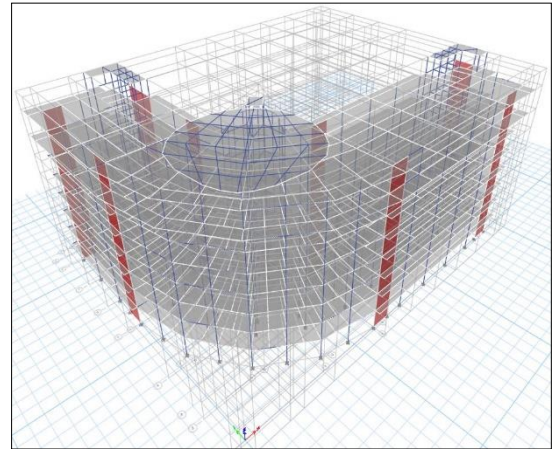
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Preliminary Design

Struktur gedung yang direncanakan dengan dimensi penampang yang berbeda dengan gedung eksisting. Berikut Rekapitulasi preliminary design untuk kondisi redesain.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil preliminary design komponen struktur

Struktur	Kondisi	
	Eksisting	Redesain
Balok (cm)	B1 (25x60)	B1 (25x60)
	B2 (25x50)	B2 (25x50)
	B3 (25x40)	B3 (25x40)
	B4 (20x40)	B4 (20x40)
	B5 (20x30)	B5 (20x30)
	BA1 (30x70)	BA1 (30x60)
	BA2 (30x60)	BA2 (30x50)
	G0 (40x100)	G0 (40x90)
	G1 (40x80)	G1 (40x70)
	G2 (40x70)	G2 (40x60)
	G3 (40x60)	G3 (35x50)
	G4 (40x50)	G4 (30x40)
	G5 (30x60)	G5 (30x60)
G6 (30x50)	G6 (30x50)	
GC (60x70)	GC (50x60)	
GD (70x60)	GD (70x60)	
Pelat (cm)	S1 (13)	S1 (13)
	S2 (12)	S2 (12)
	S3 (15)	S3 (15)
Kolom (cm)	K0 (80 x 80)	K0 (70 x 70)
	K1 (70 x 70)	K1 (60 x 60)
	K4 (60 x 60)	K4 (40 x 50)
	K5 (40 x 40)	K5 (40 x 40)
	K6 (40 x 60)	K6 (30 x 40)
	KA (90 x 90)	KA (80 x 80)
	KB (50)	KB (50)
Dinding Geser (cm)	SW (25)	SW (20)



Gambar 7. Proyeksi bangunan (redesain)

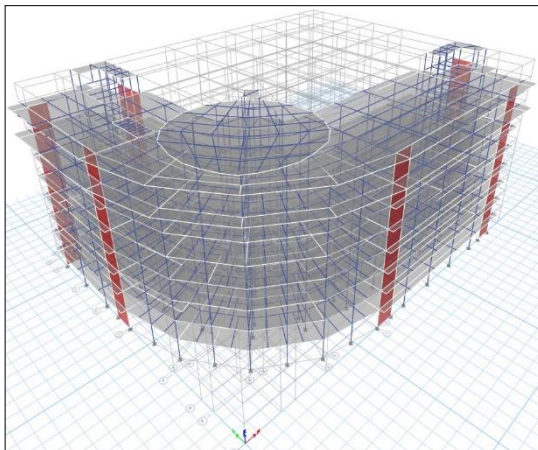
### Beban Gempa

Pembebanan gempa pada IGD Terpadu RSUD Provinsi NTB ini menggunakan Analisa Respon Spektrum yang disyaratkan berdasarkan SNI 1726-2019 dengan menggunakan RSA Puskim. Dengan data – data sebagai berikut.

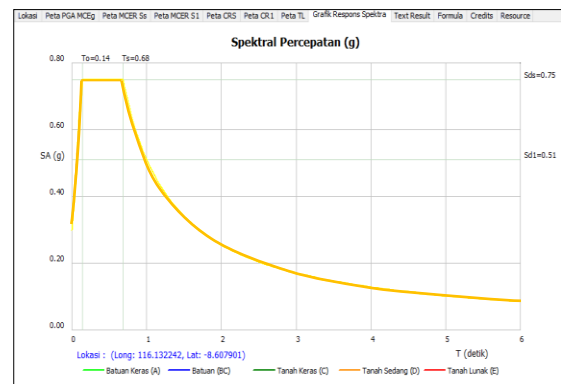
Fungsi bangunan : Rumah Sakit  
Zona wilayah gempa :Jl.Prabu Rangkasari, Dasan Cermen, Kec. Sandubaya, Kota Mataram, NTB.

Koordinat lokasi : Bujur/Longitude = - 8,607901°  
Lintang/Latitude = 116,132242°

### Permodelan Struktur Sistem Ganda



Gambar 6. Proyeksi bangunan (eksisting)



Gambar 8. Grafik Respon Spektrum

Dari grafik tersebut didapatkan data sebagai berikut.

PGA = 0,456611 g

PGAm	= 0,522084 g
S <sub>S</sub>	= 1,033995 g
S <sub>I</sub>	= 0,404254 g
TL	= 12 detik
F <sub>a</sub>	= 1,086402
F <sub>v</sub>	= 1,895746
S <sub>MS</sub>	= 1,123334 g
S <sub>M1</sub>	= 0,766364 g
S <sub>DS</sub>	= 0,748890 g
S <sub>D1</sub>	= 0,510909 g
T <sub>0</sub>	= 0,136444 detik
T <sub>S</sub>	= 0,682222 detik

### Kontrol Gedung

Dari analisa struktur yang dilakukan, dilakukan pengecekan terhadap struktur sesuai dengan SNI 1726-2019, SNI 2847-2019 dan analisa pondasi.

Tabel 2. Rekapitulasi kontrol Gedung IGD Terpadu RSUD Provinsi NTB

Parameter	Kondisi	
	Eksisting	Redesain
Gaya geser dasar	OK	OK
Translasi	OK	OK
Partisipasi massa	OK	OK
Batas layan struktur	OK	OK
Simpangan Antar Lantai	OK	OK
Efek P-delta	OK	OK
Ketidakteraturan horizontal	OK	OK
Ketidakteraturan vertikal	OK	OK

### Kontrol Syarat Sistem Ganda

Pada sistem ganda, gaya lateral yang masuk pada struktur gedung akan dibagi pada dua bagian yaitu pada struktur rangka dan pada struktur dinding geser. Besaran porsi gaya geser yang dipikul dari dua sistem tersebut (rangka dan dinding geser) diatur dalam SNI 1726-2019 pada pasal 7.2.5.1.

Pada tahap ini akan dilakukan kontrol terkait syarat sistem ganda berdasarkan pasal tersebut. Hasil yang diperoleh harus menunjukkan bahwa gaya geser yang dipikul oleh rangka minimal 25% dari gaya geser total.

Tabel 3. Rekapitulasi kontrol sistem ganda

Kondisi	Rasio Frame (arah x-x)	Rasio Frame (arah y-y)	Syarat Sistem Ganda	Kontrol Sistem Ganda
Redesain	26,93%	25,18%	≥ 25%	OK
Eksisting	38,76%	28,12%	≥ 25%	OK

Hasil permodelan sistem ganda baik pada kondisi eksisting maupun kondisi redesign nilai rasio rangkanya lebih dari 25% yang artinya sudah memenuhi persyaratan sistem ganda sesuai SNI 1726-2019.

### Analisa Struktur

Pada perancangan ini akan dilakukan analisa Pushover untuk mengetahui kinerja struktur namun, sebelum itu akan dilakukan analisa struktur terlebih dahulu dimana pada tahap ini akan dilakukan perhitungan kebutuhan tulangan yang diperlukan pada struktur. Kebutuhan tulangan yang dihitung bergantung dengan hasil dari output gaya dalam untuk masing - masing elemen yang didapatkan dari program *ETABS*

Berikut rekapitulasi hasil perhitungan kebutuhan tulangan yang diperlukan pada struktur :

### Pendetailan Pelat

Tabel 4. Rekapitulasi penulangan pelat lantai

Dimensi (cm)	Dimensi Tulangan (mm)	Jarak (mm)
150	13	300
130	10	250
120	10	200

## Pendetailan Balok

Tabel 5. Rekapitulasi penulangan balok

Balok	Tulangan Longitudinal				Tulangan Transversal	
	Tumpuan		Lapangan		Sengkang Tumpuan	Sengkang Lapangan
B1	Atas	4D16	Atas	3D16	2D10 - 90	2D10 - 150
	Tengah	2D10	Tengah	2D10		
	Bawah	3D16	Bawah	4D16		
B2	Atas	4D16	Atas	2D16	2D10-90	2D10-100
	Tengah	2D10	Tengah	2D10		
	Bawah	2D16	Bawah	3D16		
B3	Atas	5D16	Atas	2D16	2D10-80	2D10-100
	Tengah	-	Tengah	-		
	Bawah	3D16	Bawah	4D16		
B4	Atas	3D16	Atas	2D16	2D16-80	2D16-150
	Tengah	-	Tengah	-		
	Bawah	2D16	Bawah	3D16		
B5	Atas	3D16	Atas	2D16	2D10-60	2D10-80
	Tengah	-	Tengah	-		
	Bawah	2D16	Bawah	3D16		
BA1	Atas	5D19	Atas	3D19	2D10-100	2D10-150
	Tengah	2D10	Tengah	2D10		
	Bawah	4D19	Bawah	5D19		
BA2	Atas	5D19	Atas	2D19	2D13-100	2D13-150
	Tengah	2D10	Tengah	2D10		
	Bawah	3D19	Bawah	4D19		
G0	Atas	9D22	Atas	3D22	4D10-100	4D10-100
	Tengah	6D13	Tengah	6D13		
	Bawah	5D22	Bawah	5D22		
G1	Atas	7D22	Atas	3D22	3D13-80	3D13-80
	Tengah	4D13	Tengah	4D13		
	Bawah	4D22	Bawah	4D22		
G2	Atas	8D22	Atas	3D22	4D10-80	4D10-80
	Tengah	4D13	Tengah	4D13		
	Bawah	5D22	Bawah	4D22		
G3	Atas	7D19	Atas	3D19	4D10-100	4D10-100
	Tengah	2D13	Tengah	2D13		
	Bawah	5D19	Bawah	4D19		
G4	Atas	3D19	Atas	2D19	2D10-100	2D10-100
	Tengah	2D10	Tengah	2D10		
	Bawah	2D19	Bawah	3D19		
G5	Atas	5D19	Atas	2D19	2D10-80	2D10-80
	Tengah	2D10	Tengah	2D10		
	Bawah	3D19	Bawah	4D19		
G6	Atas	4D19	Atas	2D19	3D10-80	3D10-80
	Tengah	2D10	Tengah	2D10		
	Bawah	2D19	Bawah	3D19		
GC	Atas	9D22	Atas	5D22	2D13-80	2D13-80
	Tengah	4D13	Tengah	4D13		
	Bawah	5D22	Bawah	6D22		
GD	Atas	10D22	Atas	5D22	4D13-90	4D13-90
	Tengah	2D13	Tengah	2D13		
	Bawah	6D22	Bawah	8D22		

## Pendetailan Kolom

Tabel 6. Rekapitulasi penulangan kolom

Kolom	Tulangan	Transversal		Sengkang	
		X	Y	Tumpuan	Lapangan
K0	32 D25	4D13	4D13	D10-200	D10-200
K1	20 D19	2D16	4D12	D10-200	D10-200
K4	20 D19	2D13	2D13	D10-300	D10-300
K5	18D16	3D10	3D10	D10-300	D10-300
K6	14 D16	2D10	3D10	D10-400	D10-400
KA	30 D22	4D13	4D13	D10-150	D10-150
KB	10D19	-	-	D10-80	D10-100

## Pendetailan Dinding Geser

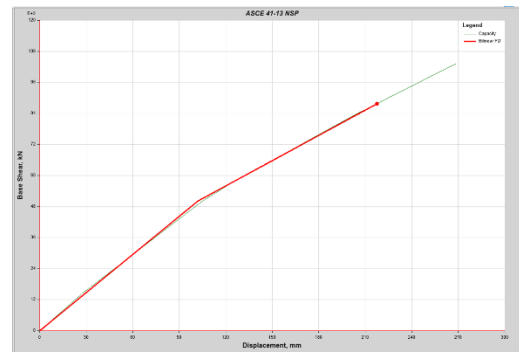
Tabel 7. Rekapitulasi penulangan dinding geser

Dimensi (cm)	
200	
Tulangan kolom	
Longitudinal	20 D19
Transversal X	2 D16
Transversal Y	4 D12
Tulangan Badan	
Longitudinal	D25-200
Transversal	D16 -400

## Analisa Pushover

### Level Kinerja

Pada tugas akhir ini untuk mengetahui level kinerja struktur digunakan metode koefisien perpindahan (FEMA 356).



Gambar 9. Kurva kapasitas bilinear arah X

Dari kurva *biner pushover* didapatkan parameter sebagai berikut :

Tabel 8. Evaluasi kinerja target perpindahan arah X

V <sub>x</sub> (kN)	S <sub>a</sub> (g)	T <sub>i</sub> (det)	K <sub>i</sub> (kN/m)	K <sub>e</sub> (kN/m)
49107,23	0,618	0,784	519726,254	470218,961

Dengan parameter diatas maka dapat dihitung nilai target perpindahan dengan dasar kurva idealisasi dari *pushover analisis*. Tahapan perhitungan target perpindahan sesuai *FEMA 356* sebagai berikut:

- Mengitung periode efektif struktur:

$$T_e = T_i \sqrt{\frac{K_i}{K_e}}$$

$$= 0,784 \sqrt{\frac{519726,254}{470218,961}}$$

$$= 0,8242 \text{ detik}$$

Menentukan nilai  $C_0$

Nilai  $C_0$  ditentukan berdasarkan tabel 3-2 *FEMA 356* dan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Faktor modifikasi  $C_0$  FEMA 356

Number of Stories	Shear Buildings		Other Buildings
	Triangular Load Pattern	Uniform Load Pattern	Any Load Pattern
1	1,0	1,0	1,0
2	1,2	1,15	1,2
3	1,2	1,2	1,3
5	1,3	1,2	1,4
10+	1,3	1,2	1,5

Maka digunakan nilai  $C_0 = 1,48$ , hasil interpolasidari tabel diatas untuk bangunan 8 lantai.

- Menentukan nilai  $C_1$

Jika  $T_e > T_s$ , maka  $C_1 = 1$

$$\text{Jika } T_e < T_s, \text{ maka } C_1 = \frac{1 + \frac{(R-1)T_s}{T_e}}{R}$$

Nilai  $T_e = 0,8242$ ,  $T_s = 0,6822 \rightarrow T_e > T_s$ , maka nilai  $C_1 = 1$

- Menentukan nilai  $C_2$

Nilai  $C_2$  ditentukan berdasarkan tabel 3-3 *FEMA 356* yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 10. Faktor modifikasi  $C_2$  FEMA 356

Structural Performance Level	$T \leq 0,1$ second		$T \leq T_s$ second	
	Framing Type 1	Framing Type 2	Framing Type 1	Framing Type 2
Immediate Occupancy	1,0	1,0	1,0	1,0
Life Safety	1,3	1,0	1,1	1,0
Collapse Prevention	1,5	1,0	1,2	1,0

Dari tabel di atas maka dapat ditentukan bahwa nilai level kinerja desain adalah Immediate Occupancy dengan nilai  $T_e > T_s$ , dan digunakan type 2 sehingga  $C_2 = 1$

- Nilai  $C_3 = 1$  (kekakuan pasca leleh adalah positif)

- Menghitung target perpindahan

$$\delta_T = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4 \pi^2} g$$

$$= 1,48 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,618 \times \frac{0,8242^2}{4 \pi^2} \times 9,81$$

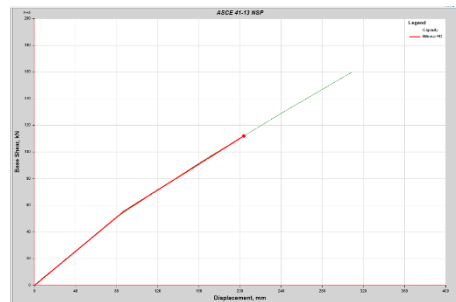
$$= 0,1546 \text{ m}$$

- *Drift* aktual

$$= \delta_T / H_{tot}$$

$$= 0,1546/37,9$$

$$= 0,00408 \rightarrow \text{Immediate occupancy}$$



Gambar 10. Kurva kapasitas bilinear arah X

Tabel 11. Evaluasi kinerja target perpindahan arah X

$V_y$ (kN)	$S_a$ (g)	$T_e$ (detik)	$T_1$ (detik)	$K_e$ (kN/m)	$K_1$ (kN/m)	$C_0$	$C_1$	$C_2$	$C_3$
53561,35	0,668	0,8603	0,667	51875,71	86292,51	1,25	1	1	1

- Menghitung target perpindahan

$$\delta_T = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4 \pi^2} g$$

$$= 1,25 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,688 \times \frac{0,8603^2}{4 \pi^2} \times 9,81$$

$$= 0,1537 \text{ m}$$

- *Drift* aktual

$$= \delta_T / H_{tot}$$

$$= 0,1537 / 37,9$$

$$= 0,00406 \rightarrow \text{Immediate occupancy}$$

### Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan hasil perancangan yang telah dilakukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan dilakukannya penambahan dinding geser pada gedung tinjauan diperoleh dimensi dan jumlah tulangan elemen struktur yang

lebih kecil dibandingkan desain awal (eksisting). Hasil perhitungan dimensi dan jumlah tulangan setiap elemen struktur (*lampiran D*).

2. Berdasarkan hasil analisa struktur pada gedung tinjauan setelah ditambahkannya jumlah dinding geser diperoleh simpangan antar lantai yang lebih kecil daripada struktur eksisting, dimana pada struktur redesain simpangan antar lantai rata – rata untuk arah X sebesar 21,57 mm, dan arah Y sebesar 18,15 mm, dan untuk struktur eksisting simpangan antar lantai rata – rata arah X sebesar 29,32 mm dan arah Y sebesar 25,88 mm, namun baik struktur redesain maupun eksisting keduanya masih memenuhi syarat berdasarkan SNI 1726-2019. Untuk nilai simpangan aktual berdasarkan analisa *pushover* aturan *FEMA 356* untuk arah X sebesar 0,00408 dan 0,00406 arah Y, sehingga struktur dinyatakan memiliki level kinerja *immediate Occupancy* (IO), kondisi dimana pada saat menerima gempa rencana struktur tidak mengalami kerusakan.

### Saran

Berdasarkan hasil perancangan struktur gedung IGD Terpadu RSUD Provinsi NTB yang telah diredesain, maka saran yang dilakukan untuk perancangan berikutnya sebagai berikut.

1. Ketelitian dalam menggunakan program untuk membantu analisis harus diperhatikan dengan cermat.
2. Perancangan selanjutnya dapat dicoba dengan pemindahan posisi dinding geser.
3. Perancangan selanjutnya dapat dicoba dengan menggunakan jenis dinding geser yang berbeda seperti *bearing walls* atau dengan *core walls*.

### DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 03-1726-2019 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 03-2847-2019 *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 1727:2020 *Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 1729-2020 *Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Badan Standardisasi Nasional.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1989). *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung*. Yayasan Badan Penerbit PU.
- Fauziah, L., Sumajouw, M.D.J., Dapas, S.O., & Windah, R.S. (2013). Pengaruh Penempatan Dan Posisi Dinding Geser Terhadap Simpangan Bangunan Beton Bertulang Bertingkat Banyak Akibat Beban Gempa. *Jurnal Sipil Statik*, 1(7), 466-472.
- FEMA 356. (2000). *Prestandart and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings*. Washington D.C. Federal Emergency Management Agency.
- Jannah, W. (2020). *Perencanaan Struktur Atas Gedung Hotel Kusuma Bangsa Surabaya Menggunakan Metode Dual System Berdasarkan SNI 1726-2012*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Kartikasari, D. (2019). *Perencanaan Ulang Struktur Gedung @Hom Hotel Gresik Menggunakan Sistem Ganda Penahan Gempa (SRPMK Dan Dinding Geser)*. Universitas Muhammadiyah Malang.

- Lesmana, Y. (2020). *Handbook Analisa Dan Desain Shear Wall Beton Bertulang Dual System Berdasarkan SNI 2847-2019 & 1726-2019 Edisi Pertama*. Nass Media Pustaka.
- Nugroho, F. (2017). Pengaruh Dinding Geser terhadap Perencanaan Kolom Dan Balok Bangunan Gedung Beton Bertulang. *Jurnal Momentum*, 19(1), 19 - 26.
- Ramadhyanita, M. (2017). *Modifikasi Struktur Gedung Perkuliahan Fakultas Pertanian Di Surabaya Menggunakan Dual System (Sistem Ganda) Serta Metode Pelaksanaan Konstruksi Kolom Dan Shearwall*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Setiawan, A. (2016). *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847: 2013*. Erlangga.
- Sutehno, W. (2014). Perencanaan Konstruksi Struktur Atas Serta Struktur Helipad pada Bangunan Rumah Sakit RK Charitas Palembang. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. Universitas Sriwijaya.
- Syahidah, F. (2017). *Studi Perbandingan Desain Struktur Menggunakan Sistem Rangka Gedung Dengan Sistem Ganda Sesuai SNI 1726: 2012 Dan SNI 2847: 2013.*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Tavio, & Wijaya, U. 2018. *Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (Performance Based Design)*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Wibowo, L. S. B. (2007). *Studi Perencanaan Struktur Bangunan Tahan Gempa Menggunakan Sistem Ganda Pada Gedung Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang*. Universitas Brawijaya.
- Widodo, P. (2012). *Seismologi Teknik Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta. Pusaka Pelajar.
- Yogisatrya, H. (2018). *The Study Of Cost And Performance Of Special Moment Frame Structure And Dual System On The Planning Of 6 Multi Storey Hotel In*