

# Analisis Respon Spektrum Pada Bangunan Yang Menggunakan *Metalic Yielding Damper* Akibat Gaya Gempa

**FAUZAN FAZRIE<sup>1</sup>, BERNARDINIUS HERBUDIMAN<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Sipil, Insitut Teknologi Nasional Bandung  
Email: fauzanfazrie@gmail.com

## ABSTRAK

*Gempa bumi merupakan aktivitas getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi dari bawah permukaan secara tiba-tiba yang menciptakan gelombang seismik. Seiring dengan perkembangan ilmu teknologi, upaya untuk mengatasi kerusakan struktur akibat gempa dengan memberikan alat tambahan pada struktur bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi respon struktur bangunan dengan menggunakan *Metalic Yielding Damper*. struktur terhadap gempa yang digunakan yaitu dengan metode respon spektrum dengan objek bangunan yang dianalisis adalah struktur baja 9 lantai yang berlokasi di kota Nias dengan kondisi tanah sedang. Pada bangunan ini dipasang *Metalic Yielding Damper* jenis ADDAS. Hasil yang diperoleh dari perbandingan struktur yaitu terjadi penurunan periode getar struktur sebesar 15,6% , peningkatan gaya geser dasar sebesar 19,18% , penurunan simpangan antar tingkat rata-rata sebesar 33,625% dan penurunan koefisien stabilitas pada pengaruh P-Delta rata-rata sebesar 4,033%*

**Kata kunci:** struktur gedung rangka baja, kinerja struktur, struktur fixed base, analisis respon spektrum, *Metalic Yielding Damper*

## ABSTRACT

*An earthquakes is a vibration of the earth's surface caused by the sudden release of energy from beneath the surface, generating seismic waves. With advancements in technology, efforts have been made to reduce structural damage caused by earthquakes by incorporating additional tools into building structures. This research aims to analyze the response of building structures using the *Metalic Yielding Damper*. The structural response to earthquakes is evaluated using the spectrum respon method, with the object of analysis being a 9-story steel structure located in Nias and moderate soil conditions. ADDAS type *Metalic Yileding Damper* is installed in this building. The results obtained from the structural comparison show a decrease in the vibration period of the structure by 15.6%, an increase in the base shear force by 19.18%, a decrease in the average inter-story drift by 33.625%, and a decrease in the stability coefficient under P-Delta effects by an average of 4.033%.*

**Keywords:** steel frame building structure, structure performance, Fixed base structure, Respon Spectrum Analysis, *Metalic Yielding Damper*

## 1. PENDAHULUAN

Sebagian besar wilayah di Indonesia merupakan wilayah yang memiliki resiko gempa cukup tinggi. Salah satu dampak dari gempa bumi yaitu kerusakan pada bangunan. Untuk mencegah dan menanggulangi bahaya tersebut perlu dipertimbangkan ketahanan konstruksi bangunan dalam menghadapi bencana alam gempa bumi. Dengan perkembangan ilmu pengetahuan Teknik sipil dalam teknologi konstruksi saat ini, cara kerja teknologi ini tidak dengan memperkuat struktur bangunan akan tetapi dengan mereduksi gaya gempa yang bekerja pada bangunan.

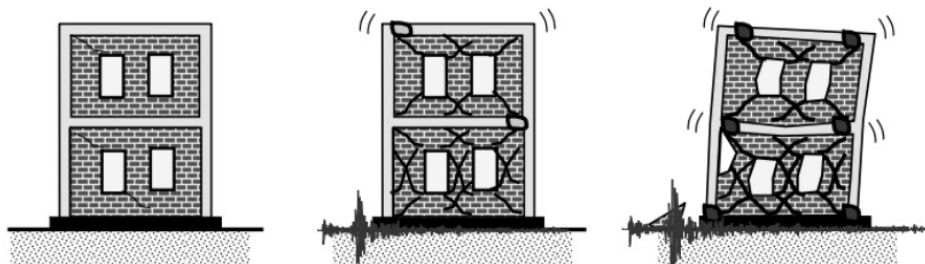
Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis dan perbandingan terhadap kinerja struktur bangunan tanpa *Metalic Yielding Damper* dengan struktur menggunakan *Metalic Yielding Damper*. Analisis dilakukan menggunakan metode *Respon Spectrum* Kota Nias dengan kelas Tanah Sedang (SD). Analisis dilakukan untuk mengetahui kinerja dari perbandingan kedua struktur tersebut seperti periode, gaya geser dasar, simpangan antar tingkat, perpindahan, kecepatan, dan percepatan.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Bangunan Tahan Gempa

Pengertian bangunan tahan gempa adalah bangunan yang kuat dan tidak runtuh saat terjadinya gempa. Selain itu bangunannya dapat bersifat fleksibel guna meredam getaran gempa tersebut. Tujuan utama dari perancangan bangunan tahan gempa ialah mencegah jatuhnya korban, meminimalisir kerusakan yang ditimbulkan akibat beban gempa, membatasi ketidaknyamanan yang timbul akibat gempa dan menjamin tetap berlangsungnya fungsi vital dari bangunan itu sendiri. Menurut Widodo (2012) filosofi bangunan tahan gempa terbagi menjadi 3;

1. Pada gempa kecil (*Minor earthquake*) yang sering terjadi. Struktur utama bangunan harus tidak rusak dan berfungsi dengan baik. Kerusakan kecil yang masih dapat ditoleransi pada elemen non struktur (dinding, pelat dll) masih dibolehkan.
2. Pada gempa menengah (*Moderate earthquake*) yang relative jarang terjadi. Struktur utama bangunan boleh rusak atau retak ringan tapi masih dapat diperbaiki. Elemen non struktur dapat saja rusak tetapi masih dapat diganti yang baru.
3. Pada gempa kuat (*Strong earthquake*) yang jarang rerjadi. Bangunan boleh rusak tetapi tidak boleh runtuh total (*totally collapse*). Kondisi seperti ini juga diharapkan pada gempa besar (*great earthquake*) yang bertujuan untuk melindungi manusia atau penghuni bangunan secara maksimum.

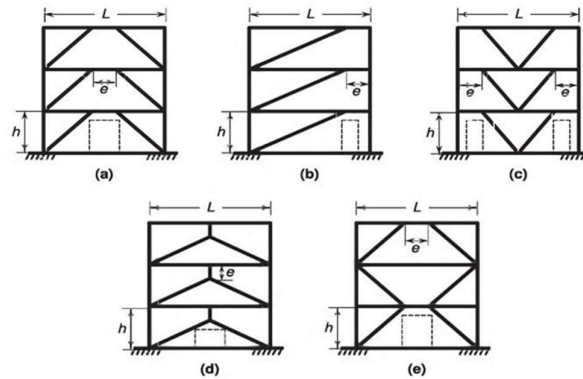


Gambar 1. Level-level kerusakan pada bangunan  
(Sumber: Widodo, 2012)

## 2.2 Bracing

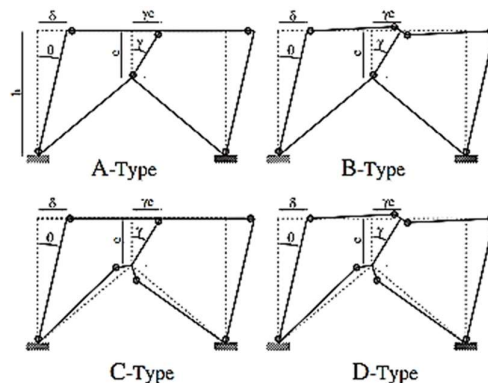
*Bracing* merupakan elemen struktur penahan gaya lateral yang dipasang pada portal struktur. Karakteristik bresing ialah mendominasi gaya aksial yang akan terjadi Ketika gaya lateral teradi. Dimana Ketika gempa terjadi, gaya lateral yang diterima oleh struktur akan diteruskan pada elemen bresing ini sebagai gaya aksial. *Bracing* untuk struktur portal terdiri dari dua, yaitu *Concentrically Braced Frame* dan *Eccentrically Braced Frame*.

*Eccentrically Braced Frames* (EBF) merupakan system penahan beban seismic lateral yang bergantung pada kekuatan, kekakuan dan daktilitas daripada system yang berkaitan dengan dimensi link. Gaya aksial pada system ini diinduksi oleh bresing ditransfer ke kolom atau bresing lain melalui geser dan lentur pada balok. Segemen balok kritis pada *Eccentrically Braced Frames* (EBF) disebut "Link" dan disimbolkan dengan huruf "e". Fungsi utama dari link adalah sebagai elemen yang didesain mengalami leleh terlebih dahulu dari semua komponen EBF, yang memiliki kapasitas deformasi plastis dan dapat menghilangkan atau mendisipasi energi yang dilepaskan oleh gempa bumi.



**Gambar 2. Eccentrically Braced Frames (EBF)**  
(Sumber: Bruneau,2011)

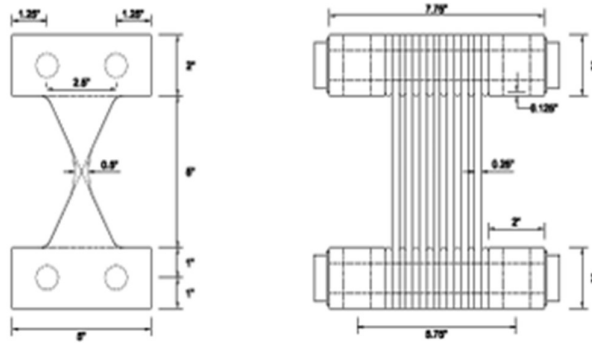
*Eccentrically Braced Frame* dengan link vertical (V-EBF) mempunyai kelebihan dari system H-EBF, antara lain pada daktilitas, kekuatan elastis yang tinggi, fungsional sebagai system fuse yang daktail dan keefektifan dalam proses bongkar pasang pasca terjadi kerusakan tanpa mengganggu elemen struktur lainnya.



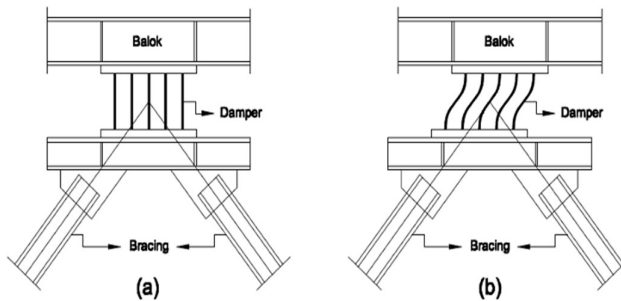
**Gambar 3. Skema Portal V-EBF Sederhana**  
(Sumber: Montouri,2014)

### 2.3 Metallic Yielding Damper

*Metallic Yielding Damper* terbagi atas beberapa bentuk, salah satunya ialah *Added Damping and Stiffness (ADDAS)* yang berbentuk X. Dalam penggunaannya, ADDAS terdiri dari kumpulan pelat baja yang didesain untuk dipasang rangka bangunan. Alat ini diletakkan diatas *bracing* dan digabungkan dengan sistem struktur menggunakan sambungan rigid diatas dan dibawahnya.



**Gambar 4. Damper ADDAS**  
(Sumber: Wang,2016)



**Gambar 5. Perletakan Damper pada Struktur dengan Sistem Bracing**  
(Sumber: Wang,2016)

*Hysteretic Loop* terbentuk dari grafik hubungan antara gaya leleh dan perpindahan damper. Faktor utama yang mempengaruhi elemen damper adalah kekakuan elastik ( $K_e$ ), perpindahan leleh ( $d_y$ ), dan gaya leleh ( $P_y$ ). *Ratio Post Yield Stiffness* ( $\alpha$ ) merupakan perbandingan kekakuan damper dari keadaan elastis dan plastis.

$$\alpha = \frac{K_p}{K_e} \dots \dots \dots (1)$$

$$K_d = nK_e \dots \dots \dots (2)$$

Dalam mendissipasi energi gempa, damper bekerja sama dengan *bracing* membentuk sebuah kekakuan horizontal sebagai satu kesatuan struktur. Pada sistem ini berlaku perilaku eleastis dan pengaruh defleksi *bracing* juga diperhitungkan.

$$\mu_d = \frac{F}{K_d} \dots \dots \dots (3)$$

$$\mu_b = \frac{F}{K_b} \dots \dots \dots (4)$$

Defleksi total akibat bresing dan damper;

$$u = u_d + u_b = F \left( \frac{1}{K_d} + \frac{1}{K_b} \right)$$

Sehingga kekakuan horizontal gabungan damper dan *bracing* ( $K_\alpha$ ) adalah,

$$K_\alpha = \frac{F}{u} = \frac{F}{F \left( \frac{1}{K_d} + \frac{1}{K_b} \right)} = \frac{K_b K_d}{K_b + K_d}$$

Rasio B/D merupakan perbandingan kekakuan antara kekakuan *bracing* terhadap kekakuan damper. Deformasi ADDAS terjadi hanya sesaat sewaktu pelat damper meleleh. Setelah leleh, kekakuan ADDAD menurun secara signifikan. Untuk itu direkomendasikan nilai rasio B/D lebih besar.

$$\frac{B}{D} = \frac{K_b}{K_d}$$

*Stiffness Ratio* (SR) merupakan perbandingan kekakuan gabungan damper dan *bracing* terhadap kekakuan struktur tanpa yielding damper. Stiffness ratio antara elemen damper dan kerangka struktur ditunjukkan oleh:

$$SR = \frac{K_a}{K_s}$$

## 2.4 Periode Struktur

Data percepatan permukaan tanah (PGA) berupa akselogram merupakan grafik perbandingan percepatan permukaan tanah (PGA) terhadap waktu atau durasi saat terjadinya gempa. Data akselogram ini akan menjadi parameter gempa masukan untuk suatu perancangan atau analisis struktur. Gaya gempa masukan yang digunakan berupa percepatan maksimum permukaan tanah (PGA) dari rekaman gempa sebenarnya.

$$PGA_M = F_{PGA} PGA$$

Keterangan:

- $PGA_M$  =  $MCE_G$  percepatan tanah puncak yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs
- $PGA$  = Percepatan tanah puncak terpetakan
- $F_{PGA}$  = Koefisien situs (**Tabel 1**)

**Tabel 1. Koefisien Situs,  $F_{PGA}$**

Kelas Situs	PGA ≤ 0.1	PGA = 0.2	PGA = 0.3	PGA = 0.4	PGA = 0.5	PGA ≥ 0.6
SA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
SB	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
SC	1.3	1.2	1.2	1.2	1	1.2
SD	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.1
SE	2.4	1.9	1.6	1.4	1.2	1.1
SF	$S_s^{(a)}$					

(Sumber: SNI 1726:2019)

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 11.1.4 parameter respon gaya harus dikalikan dengan  $I_e/R$ ,  $I_e$  adalah faktor keutamaan gempa dan R adalah koefisien modifikasi respons. Untuk mendapatkan nilai faktor keutamaan gempa dapat dilihat pada **Tabel 2** dan untuk mendapatkan nilai faktor R dapat dilihat pada **Tabel 3**

**Tabel 2. Faktor Keutamaan Gempa**

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, $I_e$
I atau II	1.0
III	1.25
IV	1.5

(Sumber: SNI 1726:2019)

**Tabel 3. Faktor Modifikasi Respon,  $R$**

No	Sistem Penahan Gaya Seismik	Koefisien Modifikasi Respon [ $R$ ]
<b>Sistem rangka pemikul momen</b>		
1	Rangka baja pemikul momen khusus	8
2	Rangka batang pemikul momen khusus	7
3	Rangka baja pemikul momen menengah	4.5
4	Rangka baja pemikul momen biasa	3.5
5	Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8
6	Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5
7	Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3
8	Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8
9	Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5
10	Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6
11	Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3
12	Rangka baja canai dingin pemikul momen khusus dengan pembautan	3.5

(Sumber: SNI 1726:2019)

Berdasarkan SNI 1726:2019, Periode fundamental struktur,  $T$ , tidak boleh melebihi hasil perkalian koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung ( $C_u$ ) dan periode fundamental pendekatan  $T_a$ , maka ditentukan oleh persamaan berikut

$$T_a = C_t \times h_n^x$$

Keterangan:

$T_a$  = Periode fundamental pendekatan

$C_t$  = Koefisien parameter pendekatan

$h_n^x$  = Ketinggian struktur diatas dasar sampai tingkat tertinggi struktur

**Tabel 4. Nilai parameter periode pendekatan  $C_t$  dan  $\alpha$**

Tipe Struktur	$C_t$	$\alpha$
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang di isyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa		
> Rangka baja pemikul momen	0.0724	0.8
> Rangka beton pemikul momen	0.0466	0.9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0.0731	0.75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0.0731	0.75
Semua sistem struktur lainnya	0.0488	0.75

(Sumber: SNI 1726:2019)

### 2.6 Simpangan Antar Lantai

Berdasarkan SNI 1726:2019, simpangan antar tingkat desain ( $\Delta$ ) tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin ( $\Delta_a$ ). penentuan simpangan antar tingkat desain harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa diatas dan dibawah tingkat yang ditinjau apabila pusat massa tidak segaris dalam arah vertikal, diizinkan untuk menghitung simpangan di dasar tingkat berdasarkan proyeksi vertikal dari pusat massa tingkat diatasnya.

$$\delta = \frac{C_d \delta_e}{I_e}$$

Nilai  $C_d$  diperoleh dari Tabel 12 SNI 1726:2019

Berikut adalah  $\delta_{izin}$  antar tingkat yang mengacu pada Tabel 20 SNI 1726:2019

**Tabel 6. Simpangan izin antar tingkat**

Struktur	Kategori risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat.	$0,025h_{sx}$	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$	$0,010h_{sx}$

(Sumber: SNI 1726:2019)

### 2.6 Gaya Geser Dasar

Berdasarkan SNI 1726:2019, gaya geser seismik dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut:

$$V = C_s \times W$$

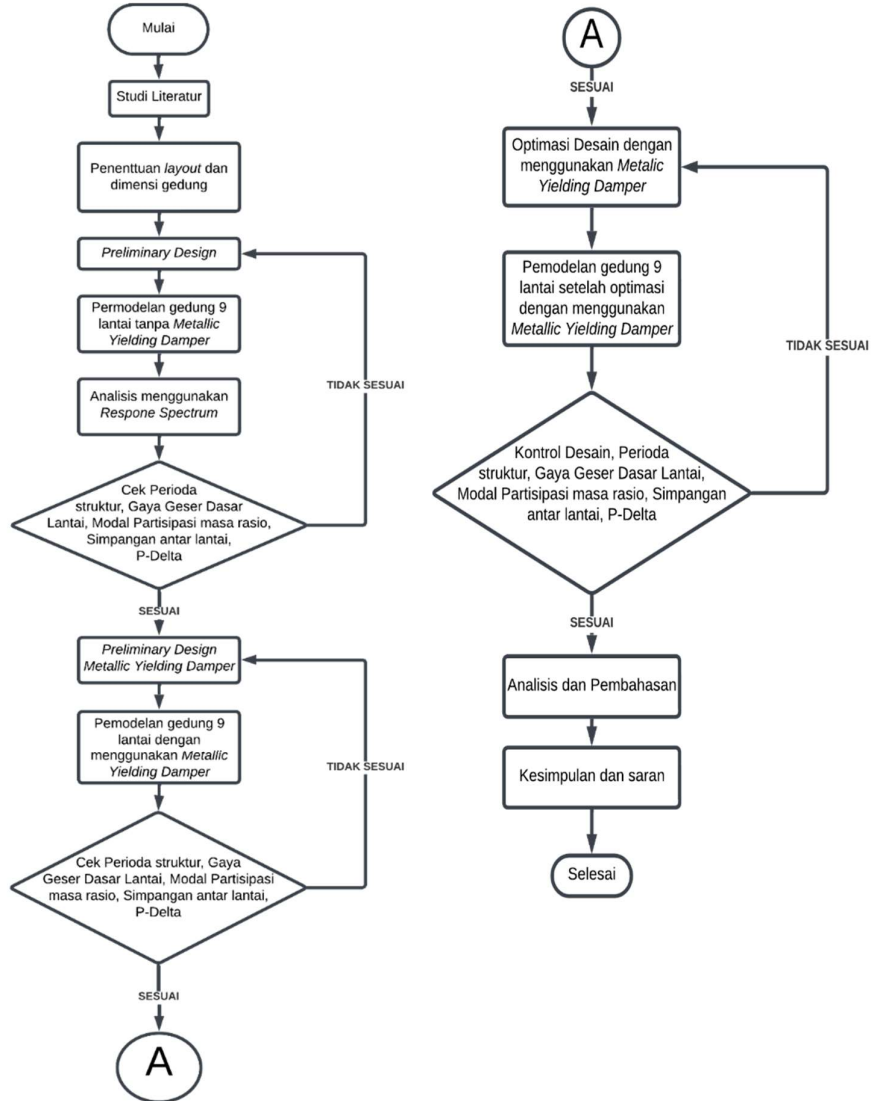
Keterangan:

- $C_s$  = Koefisien respon seismik  
 $W$  = Berat seismik efektif (kN)

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir

Adapun langkah-langkah kajian penelitian terlihat pada **Gambar 6** berikut

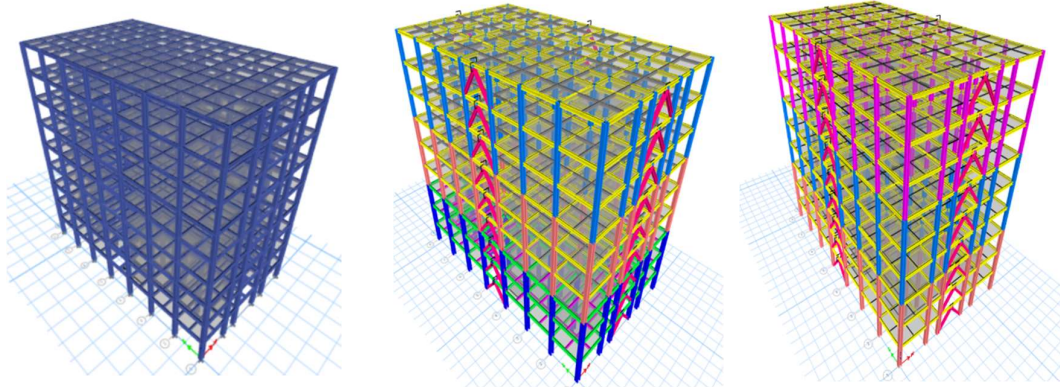


**Gambar 6. Diagram alir penelitian**



### 3.2 Perencanaan Elemen Struktur

Pada penelitian tugas akhir ini struktur gedung akan didesain dengan data yang telah ditentukan. Adapun denah bangunan yang sudah menggunakan *Metalic Yielding Damper* dan data struktur yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 7. Bangunan *Fixed based* (a), Bangunan MYD (b), Bangunan Optimasi (c)

Tabel 7. Data Struktur Bangunan

Data Struktur	Keterangan
Lokasi Bangunan	Kota Nias
Fungsi Bangunan	Hotel
Jenis Tanah	Tanah Sedang (SD)
Jumlah Lantai	9 Lantai
Tinggi Gedung	36 m
Panjang Gedung	35 m
Lebar Gedung	20 m
Mutu Baja	BJ 41
Dimensi Kolom	
Model 1 & 2	Hbeam 500x500 (Lt 1-3)
	Hbeam 450x450 (Lt 4-6)
	Hbeam 400x400 (Lt 7-9)
Model 3	Hbeam 450x450 (Lt 1-3)
	Hbeam 400x400 (Lt 4-6)
	Hbeam 350x350 (Lt 7-9)
Dimensi Balok Induk	
Model 1 & 2	IWF 400x200 (Lt 1-3)
	IWF 350x175 (Lt 4-9)
Model 3	IWF 350x175 (Lt 1-9)
Dimensi Balok Anak	
Model 1&2	IWF 300x150 (Lt 1-3)
	IWF 250x125 (Lt 4-9)
Model 3	IWF 250x125 (Lt 1-9)
Dimensi Bresing	Hbeam 250x250 (Lt 1-9)

### 3.3 Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur gedung pada penelitian dalam tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan bantuan aplikasi ETABS. Pemodelan struktur gedung direncanakan sebanyak 3 model struktur yaitu model 1 struktur baja tanpa *Metalic Yielding Damper*, model 2 struktur baja dengan *Metalic Yielding Damper* dan model 3 bangunan setelah di optimasi. Setelah itu dilakukan evaluasi dan pembahasan terhadap analisis yang sudah didapatkan.

### 3.4 Pembebanan

Pembebanan struktur dan kombinasi yang digunakan pada penelitian dalam tugas akhir ini pada masing-masing model struktur berpedoman kepada SNI 1727:2020 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain dan SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gempa dan Non Gedung.

## 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Periode Struktur

Dari proses iterasi yang dilakukan, dihasilkan perbandingan dari periode struktur dari bangunan tanpa *Metalic Yielding Damper* dengan bangunan yang menggunakan *Metalic Yielding Damper*.

**Tabel 10. Perbandingan Nilai Periode Struktur *fixed base* dan *Metalic Yielding Damper***

Periode	Arah	Nilai [Detik]			Perbandingan	
		Model 1 <i>Fixed Base</i>	Model 2 MYD	Model 3 Optimasi	Model 1 to Model 2	Model 1 to Model 3
Mode 2	X	20.450	17.670	2.037	15.60%	15.50%
Mode 1	Y	17.910	18.570	2.155	15.60%	15.60%
Mode 3	Rotasi	17.890	16.620	1.927	15.60%	15.60%

Dari **Tabel 10** menunjukkan pengaruh pemasangan *Metalic Yielding Damper*. Besaran reduksi antara bangunan *fixed base*, bangunan *Metalic Yielding Damper*, dan bangunan yang telah dioptimasi untuk arah X dan Y yaitu sebesar 15.6%

### 4.2 Gaya Geser Dasar

Dari proses iterasi yang dilakukan, dihasilkan perbandingan dari gaya geser dasar struktur tanpa *Metalic Yielding Damper* dengan struktur dengan *Metalic Yielding Damper*.

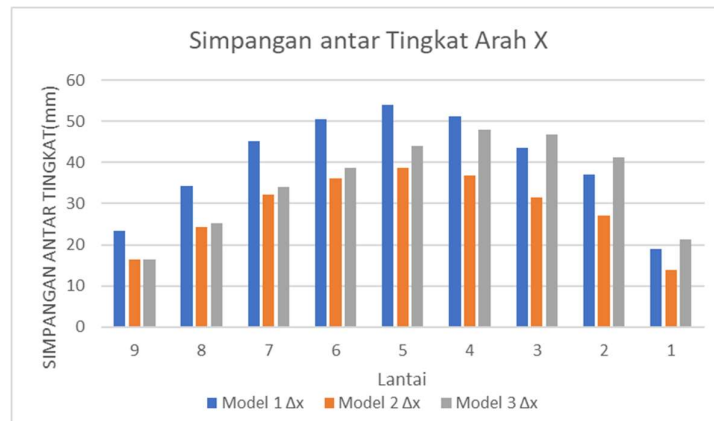
**Tabel 11. Perbandingan Gaya Geser Dasar struktur *fixed base* dan *Metalic yielding Damper***

Gaya Geser Dasar	Model 1 <i>Fixed Base</i>	Model 2 MYD	Model 3 Optimasi	Perbandingan (%)	
	kN	kN	kN	Model 1 to Model 2	Model 1 to Model 3
Vx	2.858,0663	3.080,9434	2.993,966	19.18%	15.82%
Vy	2.858,0663	3.080,9434	2.993,966	19.18%	15.82%

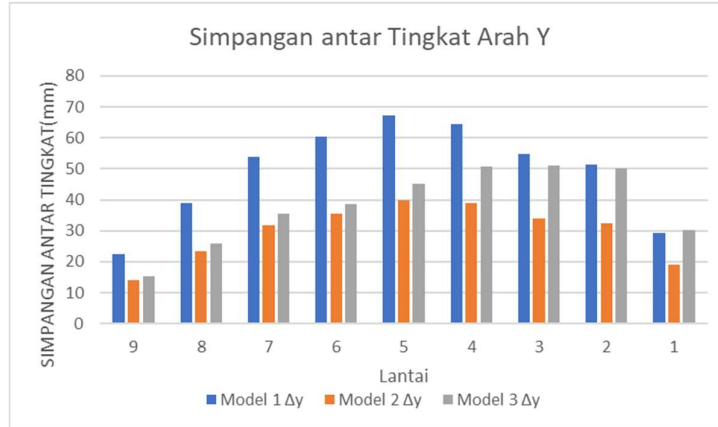
Berdasarkan **Tabel 11**, dapat diketahui pengaruh pemasangan *Metalic Yielding Damper* mengakibatkan nilai gaya geser dasar menjadi lebih besar dibandingkan dengan bangunan tanpa *Metalic Yielding Damper*.

### 4.3 Simpangan Antar Tingkat

Dari proses iterasi yang dilakukan, dihasilkan perbandingan dari Simpangan Antar Tingkat struktur *fixed based* dengan struktur menggunakan *Metalic Yielding Damper*.



**Gambar 8. Perbandingan Simpangan antar tingkat Arah X**

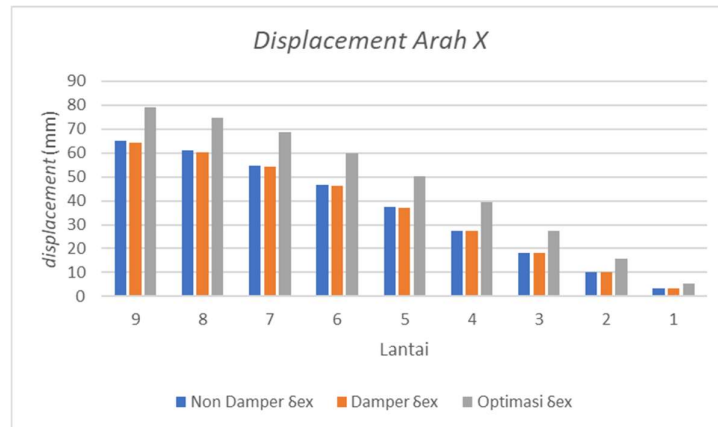


**Gambar 9. Perbandingan Simpangan antar tingkat Arah X**

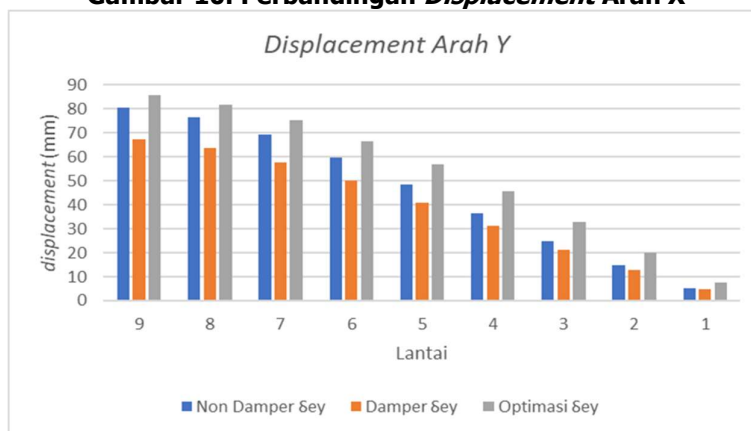
Berdasarkan **Gambar 8** dan **Gambar 9** menunjukkan pengaruh pemasangan *Metalic Yielding Damper* pada simpangan antar Tingkat menjadi lebih kecil dibandingkan dengan bangunan tanpa damper. Besarnya reduksi arah X yaitu 29.668% dan arah Y sebesar 41.262%.

#### 4.3 Perpindahan (*Displacement*)

Dari proses iterasi yang dilakukan, dihasilkan perbandingan dari *Displacement* struktur *fixed based* dengan struktur menggunakan *Metalic yielding Damper*.



**Gambar 10. Perbandingan *Displacement* Arah X**



**Gambar 11. Perbandingan *Displacement* Arah Y**

Dari **Gambar 10** dan **Gambar 11** menunjukkan pengaruh pemasangan *Metalic Yielding Damper* menjadi lebih besar pada arah X dan lebih kecil pada arah Y.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan serta pembahasan pada penelitian tugas akhir ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Model 1 merupakan bangunan fixed based (tanpa *Metalic Yielding Damper*). Model 2 merupakan bangunan yang menggunakan *Metalic Yielding Damper*. Dan model 3 merupakan bangunan yang menggunakan *Metalic Yielding Damper* namun mengalami optimasi terhadap rangka struktur.
2. Perencanaan *Metalic Yielding Damper* dengan tipe *Added Damping and Stiffness* (ADAS) berbentuk X yang terdiri dari pelat baja yang didesain untuk dipasang pada rangka bangunan. Alat ini diletakkan diatas bresing dan digabungkan dengan sistem struktur menggunakan sambungan rigid. Pada bangunan ini, Ukuran MYD yang digunakan yaitu tinggi 600mm dan lebar 250mm, berjumlah 10 buah dengan bresing IWF 250x250.
3. Pada periode struktur, model 1 memiliki periode struktur sebesar 1.782 untuk arah X dan Y. Model 2 memiliki periode struktur sebesar 1.504 untuk arah X dan Y. Sedangkan model 3 memiliki periode struktur sebesar 1.504 untuk arah X dan Y. *Metalic Yielding Damper* dapat mereduksi periode struktur sebesar 15.6%
4. Pada Gaya Geser Dasar, model 1 memiliki *base shear* sebesar 2585.0663 arah X dan Y. Model 2 memiliki *base shear* sebesar 3080.9434 arah X dan Y. Dan model 3 memiliki *base shear* sebesar 2993.966 arah X dan Y. Pembesaran *base shear* model 1 terhadap model 2 sebesar 19.18%, sedangkan pembesaran *base shear* model 1 terhadap 3 yaitu sebesar 15.82%.
5. *Metalic Yielding Damper* dapat mereduksi *displacement* pada model 1 terhadap model 2 sebesar 0.536% arah X, dan 14.771% arah Y. Mereduksi *displacement* pada model 1 terhadap model 3 sebesar 37.026% arah X dan 20.63% arah Y. Pembesaran perpindahan tersebut terjadi akibat adanya penambahan *Metalic Yielding Damper* pada bangunan.
6. Rata-rata reduksi P-Delta pada model 1 terhadap model 2 yaitu sebesar 1.77% arah X dan Y. Sedangkan pembesaran rata-rata P-delta pada model 1 terhadap 3 yaitu sebesar 25.126%.
7. Pengaruh penggunaan *Metalic Yielding Damper* dapat mereduksi hasil analisis perubahan dan analisis simpangan antar tingkat dan masih dibawah *Drift Limit* sesuai dengan yang ditetapkan pada SNI 1726:2019 Pasal 7.8.6
8. Koefisien stabilitas dari gedung menggunakan *metalic yeilding damper* pada epengaruh P-Delta masih dibawah Batas Pengaruh P-Delta dan Batas Stabilitas Strutkur sesuai dengan yang ditetapkan pada SNI 1726:2019 Pasal 7.8.7

### 5.2 Saran

Setelah dilakukannya penelitian tugas akhir ini, saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian tersebut dengan menggunakan perhitungan yang lebih detail pengaruh *Metalic Yielding Damper* terhadap struktur atap, pelat maupun fondasi
2. *Metalic Yielding Damper* perlu dijadikan pertimbangan dalam mendesain suatu gedung tahan gempa karena dapat mereduksi gaya lateral akibat gempa sehingga meminimalisir terjadinya kerusakan.
3. Perlu dilakukan penelitian membandingkan biaya dan perilaku struktur antar *fixed base structure* dengan *Metalic Yielding Damper* sehingga benar-benar diketahui keunggulan penggunaan *Metalic Yielding Damper* terhadap gedung.
4. Melakukan perhitungan terhadap sambungan untuk pendetailan penelitian tersebut.

## DAFTAR RUJUKAN

- Badan Standarisasi Nasional. (2019) SNI 1726:2019. 2019. *Tata Cara Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020) SNI 1727:2020. 2020. *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). SNI 1729:2020. *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Fauzan, Rizki. (2018). *Perencanaan Metallic Yielding Damper pada Struktur Bangunan Baja*. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumater Utara Medan.
- Abdulaziz, Fahmi. (2017). *Desain Modifikasi Struktur Gedung Apartemen Grand Dhika City Tower Emerald menggunakan Base Isolator dengan Nonlinier Time History Analysis*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Murdiansyah, Lukman. (2014). *Studi Pengaruh Kenaikan Kekakuan Metallic Yielding Damper Terhadap Respon Seismik Struktur Rangka Baja dengan Energi Redaman Tamabahan Peredam ADAS (Added Damping and Stiffness)*. Institut Teknologi Bandung.
- Pengestu, Ramesta Amanisa. (2021). *Analisis Performa Eccentrically Braces Frames Menggunakan Metallic Yielding Damper Tipe Hysteretic Steel Damper*. Institut Teknologi Sepuluh November