

# Analisis Kinerja Struktur Gedung Rangka Baja Dengan Variasi Konfigurasi Bentuk Bresing Konsentrik

WENING DWI APSARI A., NESSA VALIANTINE D., BADRIANA NURANITA

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung

Email: [weningdwi05@gmail.com](mailto:weningdwi05@gmail.com)

## ABSTRAK

*Indonesia merupakan Negara yang rentan akan gempa bumi. Gempa bumi tersebut dapat mengakibatkan suatu kerusakan pada struktur bangunan. Di Indonesia pada umumnya menggunakan sistem rangka bresing untuk mengurangi resiko kerusakan tersebut. Bresing merupakan komponen struktur atau sistem yang memberikan kekakuan dan kekuatan untuk membatasi pergerakan ke luar bidang gambar dari komponen struktur, dengan begitu gedung akan menjadi lebih kaku dan kuat terhadap guncangan gempa bumi jika diberikan sistem pengaku baja (bresing) pada struktur bangunan. Pada penelitian ini sistem rangka bresing yang digunakan adalah Sistem Rangka Bresing Konsentrik Khusus dengan variasi bentuk bresing yang digunakan adalah diagonal dan K. Pada penelitian ini dilakukan perencanaan struktur gedung rangka baja yang berfungsi sebagai apartemen 10 tingkat dengan variasi konfigurasi bentuk bresing untuk mengetahui perbandingan efektivitas kinerja struktur berdasarkan nilai displacement, simpangan antar lantai, dan gaya geser dasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur gedung dengan bresing diagonal lebih efektif dalam menerima pengaruh gempa dibandingkan dengan bresing K.*

**Kata Kunci:** Bresing, Riwayat Waktu, gempa

## 1. PENDAHULUAN

Fakta mengatakan bahwa Indonesia sangat rawan akan terjadinya gempa dikarenakan letaknya yang berada pada jalur pusat pertemuan 3 lempeng tektonik utama. Sehingga gedung-gedung tinggi di Indonesia harus dibangun dengan meminimalisir kerusakan yang diakibatkan oleh gempa. Dalam merancang suatu struktur bangunan harus diperhatikan kekakuan, kestabilan struktur dalam menahan segala pembebanan yang dikenakan padanya, bagaimana perilaku struktur untuk menahan beban tersebut. Pada struktur stabil apabila dikenakan beban, struktur tersebut akan mengalami perubahan bentuk (deformasi) yang lebih kecil dibandingkan struktur yang tidak stabil. Hal ini disebabkan karena pada struktur yang stabil memiliki kekuatan dan kestabilan dalam menahan beban. Struktur stabil ini misalnya struktur dengan bresing.

Setiap jenis bresing tentunya memiliki kelebihan dan kekurangan yang berbeda untuk menyerap energi disipasi gempa tersebut, oleh karena itu dalam tugas akhir ini dilakukan perancangan terhadap gedung berlantai 10 dengan 2 model tipe struktur yaitu tipe A berupa struktur dengan jenis bresing diagonal, dan tipe B berupa struktur dengan jenis bresing K. Dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh dan efektifitas dari variasi penggunaan bresing baja penahan beban gempa terhadap nilai simpangan horizontal, gaya dalam, dan mengetahui variasi bresing yang paling efektif.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sistem Rangka Bresing Konsentrik

Bresing adalah elemen struktur tambahan yang dipergunakan apabila hendak menjadikan struktur portal lebih kaku (tidak bergoyang). Penggunaan bresing menambah kekakuan suatu portal secara efisien, karena pemasangan secara diagonal menyebabkan batang bresing hanya akan menahan gaya aksial saat melayani gaya geser horisontal (Smith and Coull, 1991). Ada berbagai macam pemasangan bresing diantaranya adalah *Diagonal Braced*, *X-Bracing*, *Two Story X-Bracing*, *V-Bracing*, *K-Bracing* dan *Inverted V-Bracing*.

### 2.2 Periode Struktur

Dalam SNI 1726:2019 menjelaskan bahwa periode fundamental struktur ( $T$ ) tidak boleh melebihi hasil perkalian koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung ( $C_u$ ) dan periode fundamental pendekatan ( $T_a$ ).

Untuk menentukan periode struktur dapat menggunakan persamaan-persamaan yang tercantum dalam SNI 1726:2019, sebagai berikut:

$$T_a \text{ min} = C_t \times h_n^x \quad \dots(1)$$

$$T_a \text{ max} = C_u \times T_a \text{ min} \quad \dots(2)$$

Keterangan:

$h_n$  adalah ketinggian struktur [m] dari dasar sampai tingkat tertinggi struktur, dan koefisien  $C_t$ ,  $C_u$ , dan  $x$  ditentukan dari Tabel 18 SNI 1726:2019.

### 2.3 Simpangan Antar Tingkat

Dalam SNI 1726:2019 disebutkan bahwa penentuan simpangan antar tingkat desain ( $\Delta$ ) harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau. Simpangan pusat massa di tingkat-x ( $\delta_x$ ) (mm) harus ditentukan sesuai dengan Persamaan berikut:

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \quad \dots (3)$$

Dengan  $C_d$  adalah faktor pembesaran simpangan lateral,  $\delta_{xe}$  adalah simpangan di tingkat-x, dan  $I_e$  adalah faktor keutamaan gempa.

### 2.4 Analisis Dinamik Riwayat Waktu

Analisis dinamik riwayat waktu adalah analisis dinamik dimana pada model struktur diberikan catatan rekaman gempa dan respon struktur dihitung langkah demi langkah pada interval tertentu. Pada analisa dinamik riwayat waktu, beban gempa yang dimasukkan dalam pembebanan struktur adalah rekaman gerakan tanah (*ground motion*) dari gempa-gempa yang telah terjadi. Rekaman gempa tanah ini biasa disebut akselogram. (Nessa Valiantine Diredja, 2012)

### 2.5 Level Kinerja Struktur

Level kinerja struktur merupakan pembatasan kondisi struktur berdasarkan kerusakan fisik, keselamatan jiwa dan kemampuan layan struktur pasca gempa meliputi komponen structural dan non-struktural. ATC-40 memberikan batas level kinerja struktur berdasarkan rasio simpangan (*drift*) atop dengan rincian pada **Tabel 1**.

**Tabel 1. Kriteria Level Kinerja Struktur**

Parameter	Displacement			
	IO	Damage Control	LS	Structural Stability
Maximum Drift	< 0,01	0,01-0,019	0,02	0,33 (Vi/Pi)
Maximum Inelastic Drift	< 0,005	0,005-0,015	No Limit	No Limit

Selanjutnya langkah menentukan level kinerja struktur menggunakan Persamaan 8 dan 9 berikut:

$$\text{Maximum drift} = \frac{Dt}{H} \quad \dots(8)$$

$$\text{Maximum inelastic drift} = \frac{Dt-D1}{H} \quad \dots(9)$$

dengan Dt adalah displacement pada atap (mm), D1 adalah displacement pada lantai 1 (mm), dan H adalah tinggi struktur (mm).

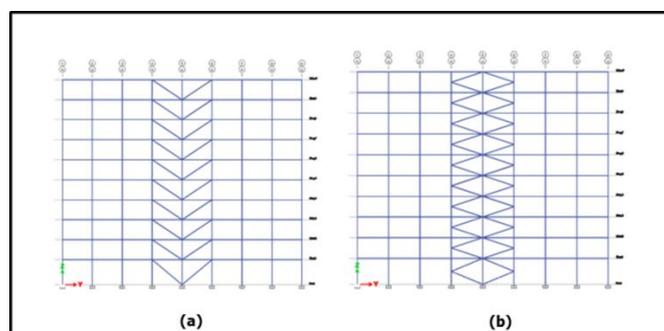
## 2.6 Rekaman Percepatan Gempa

Menurut Bambang Sunardi, 2015, Salah satu komponen utama dalam penyusunan peraturan kegempaan tersebut adalah tersedianya data percepatan tanah (*ground acceleration*) dan respons spektra. Untuk wilayah Indonesia, data percepatan tanah masih sangat sedikit, sehingga pada umumnya dalam analisis menggunakan data percepatan tanah (*ground acceleration*) dari wilayah lain. Analisis dinamik riwayat waktu dalam tugas akhir ini menggunakan percepatan gempa Kocaeli yang telah disesuaikan dengan SNI 1726:2019 dan *literature* [Irsyam, dkk., 2008]. Akselerogram gempa masukkan yang digunakan adalah gempa Kocaeli yang diperoleh dari *PEER Strong Motion Database*.

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur menggunakan *software* ETABS 18. Pemodelan dilakukan secara tiga dimensi menjadi 2 model antara lain yaitu, tipe A berupa struktur dengan jenis bresing diagonal, dan tipe B berupa stuktur dengan jenis bresing K. Peletakan bresing dilakukan pada tengah denah struktur. Tampak depan pemodelan tipe A dan tipe B dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1. Tampak depan pemodelan bresing (a) bresing diagonal, (b) bresing K**

Data Umum Struktur dan Properti Material disajikan pada **Tabel 2**.

**Tabel 2. Data Umum Struktur**

Data Umum Struktur		Properti Material	
Jumlah Lantai	10	Mutu Baja	BJ50
Fungsi Gedung	Apartemen	Fy	290 Mpa
Lokasi Gedung	Jakarta	Fu	500 Mpa
Panjang Gedung	64 m	Mutu Beton	30 Mpa
Lebar Gedung	48 m	Dimensi Kolom	900x300 mm
Tinggi Gedung	41 m	Dimensi Balok	600x200 mm
Jenis Tanah	Sedang	Dimensi Bresing	700x300 mm

#### 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Periode Struktur

Berdasarkan ketentuan pada SNI 1726:2019 mengatakan bahwa periode fundamental struktur (T) tidak boleh melebihi hasil perkalian koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung. Berikut hasil perhitungan untuk periode fundamental struktur dan batas atas:

$$T_{a \text{ min}} = C_t \times h_n^x = 1.184$$

$$T_{a \text{ max}} = C_u \times T_{a \text{ min}} = 1.658$$

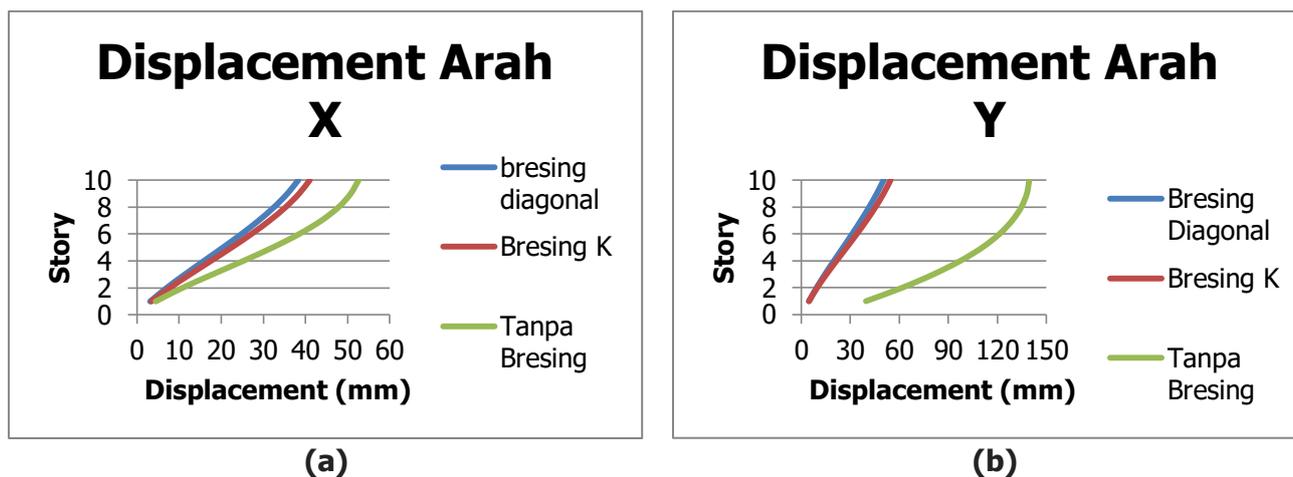
Berikut adalah hasil analisis waktu getar berdasarkan hasil ETABS untuk kedua struktur gedung yang dianalisis dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Variasi	Mode	Periode	UX	UY	RZ
		sec			
Tanpa Bresing	1	3,821	0	0,8788	0
	2	2,565	0,0005	0	0,8123
	3	1,889	0,7967	0	0,0005
Bresing Diagonal	1	1,566	0	0,7661	0
	2	1,253	0,0101	0	0,757
	3	1,191	0,7627	0	0,01
Bresing K	1	1,566	0	0,7645	0
	2	1,288	0,0248	0	0,7434
	3	1,248	0,7539	0	0,0244

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan menggunakan program ETABS didapatkan perioda struktur seperti pada **Tabel 3** dapat dilihat bahwa periode struktur terkecil terjadi pada bresing diagonal dan perioder struktur terbesar terjadi pada struktur tanpa bresing. Pada struktur tanpa bresing periode struktur melebihi batas periode maksimum yang telah ditentukan dalam SNI 1726:2019.

##### 4.2 Displacement

Dari hasil analisis menggunakan program ETABS diperoleh nilai *displacement* untuk kedua struktur gedung yang ditampilkan dalam **Gambar 3**.



**Gambar 3. Displacement (a) Arah X, dan (b) Arah Y**

Berdasarkan **Gambar 3.** dapat dilihat bahwa perpindahan terbesar terjadi pada struktur tanpa bresing sebesar 52,62 mm pada arah x dan 139,563 mm pada arah y, dan perpindahan terkecil terjadi pada struktur bresing diagonal sebesar 38,304 mm pada arah x dan 50,492 mm pada arah y.

#### 4.3 Simpangan Antar Tingkat

Dari hasil *displacement* tersebut dapat dihitung nilai simpangan antar tingkat. Berikut hasil analisis perbandingan simpangan antar tingkat maksimum untuk kedua struktur gedung yang ditampilkan dalam **Tabel 4.**

**Tabel 5. Perbandingan Nilai *Story Drift Maximum***

Variasi	Arah X		Arah Y	
	<i>Story Drift Maximum</i> (mm)	% Perbandingan	<i>Story Drift Maximum</i> (mm)	% Perbandingan
Tanpa Bresing	10,235		7,904	
Diagonal	12,875	-25,794	21,01	-165,815
K	12,545	-22,569	21,32	-169,737

#### 4.4 Gaya Geser Dasar

Dari hasil analisis dengan menggunakan program ETABS diperoleh nilai gaya geser dasar maksimum untuk kedua struktur gedung. Berikut perbandingan nilai gaya geser dasar maksimum yang ditampilkan dalam **Tabel 5.**

**Tabel 5. Perbandingan Nilai Gaya Geser Dasar**

Variasi	Arah X		Arah Y	
	Gaya Geser Dasar	% Perbandingan	Gaya Geser Dasar	% Perbandingan
Tanpa Bresing	536991		536991	
Diagonal	961275	-79,011	769144	-43,232
K	944168	-75,825	776558	-44,613

#### 4.5 Level Kinerja Struktur

Masing-masing struktur gedung menghasilkan level kinerja struktur yang berbeda-beda. Level kinerja struktur gedung dapat dilihat pada **Tabel 6**.

**Tabel 6. Tabel Kinerja Struktur Gedung Arah X**

Tipe Struktur	Maximum Drift		Maximum Inelastic Drift		Level Kinerja
	Arah x	Arah Y	Arah X	Arah Y	
Tanpa Bresing	0,0009	0,001	0,0008	0,001	IO
Bresing Diagonal	0,0009	0,001	0,0008	0,001	IO
Bresing K	0,001	0,001	0,0009	0,001	IO

Berdasarkan hasil perhitungan, dapat diketahui bahwa level kinerja semua gedung termasuk dalam kategori *Immediate Occupancy*, yaitu bila terjadi gempa, struktur masih aman dan hanya terjadi kerusakan minor.

### 5. KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan bresing dapat memperkuat bangunan, hal ini dilihat bahwa dengan penggunaan bresing dapat mengurangi periode dan *displacement* pada struktur.
2. Persentase perbandingan gaya geser dasar untuk struktur gedung tanpa bresing dengan struktur gedung yang dianalisis dengan analisis dinamik riwayat waktu untuk arah x adalah berkisar antara -79,001 sampai dengan -75,825% dan untuk arah y adalah berkisar antara -44,613% sampai dengan -43,232%.
3. *Displacement* terbesar terjadi pada struktur gedung tanpa bresing, sedangkan *displacement* terkecil terjadi pada struktur gedung dengan bresing diagonal.
4. *Story drift* terkecil terjadi pada struktur gedung tanpa bresing, sedangkan *story drift* terbesar pada arah x terjadi pada bresing diagonal dan pada arah y terjadi pada bresing K.
5. Berdasarkan ATC-40, analisis yang dilakukan pada struktur gedung dengan bentuk bresing diagonal dan K yang diberi beban gempa Kocaeli menghasilkan level kinerja struktur IO (*Immediate Occupancy*).

### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Diredja, Nessa Valiantine. 2012. *Analisis Dinamik Riwayat Waktu Akibat Gempa Utama dan Gempa Susulan Pada Gedung Beton Bertulang*. Bandung: Universitas Kristen Maranatha
- Nugroho, Fajar. 2018. *Pengaruh Penggunaan Bresing Cross dan Inverted V terhadap Penulangan Kolom Bangunan Gedung Beton Bertulang*. Jurnal Momentum, 20(2), 96
- Smith and Coull. 1991. *Tall Building Structures: Analysis and Desain*. New York: John Wiley & Sons, Inc
- SNI 1726:2019. 2019. *Tata Cara Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- Sunardi, Bambang. 2015. *Percepatan Tanah Sintetis Kota Yogyakarta Berdasarkan Deagregasi Bahaya Gempa*. Jurnal Lingkungan dan Bahaya Geologi, 6(3), 211-228