

## PENGGUNAAN *BEAM BRACING* SEBAGAI PENGGANTI *SHEAR WALL* PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT TINGGI

**Jaka Propika<sup>1</sup>, Yanisfa Septiarsilia<sup>2</sup>, Dita Kamarul Fitriyah<sup>3</sup>**

*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya  
ITATS Surabaya*

*Telp. 087732145459, Faks.-*

*E-mail: [jakapropika@gmail.com](mailto:jakapropika@gmail.com), [yanisfa.septi@gmail.com](mailto:yanisfa.septi@gmail.com), [ditaka.fitriyah@gmail.com](mailto:ditaka.fitriyah@gmail.com)*

### ABSTRAKS

*Pembangunan gedung bertingkat telah menjadi prioritas utama, keterbatasan lahan yang tersedia maka dibuat bangunan yang memaksimalkan penggunaan lahan dengan membuat bangunan yang bertingkat misalnya bangunan tinggi. Pada bangunan tinggi material utama biasanya yang digunakan yaitu shear wall. Penggunaan shear wall memiliki banyak kekurangan dan penelitian ini penggunaan shear wall diganti dengan pengaku beam bracing. Fungsi bracing adalah untuk memperkuat struktur secara keseluruhan. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan hasil kontrol Analisa penggunaan beam Bracing sebagai pengganti shear wall. Permodelan dan Analisa Struktur menggunakan SAP2000 v.14.2.5 dengan 4 desain yang sudah disempurnakan. Hasil analisa dari penelitian tersebut desain 4 (Sistem Rangka dan Bracing) memenuhi persyaratan periode getar fundamental yang terjadi. Selisih nilai gaya geser dasar (base shear) dari hitungan manual dan SAP2000 dengan nilai rata-rata selisih berkisar 3,5%. Penurunan nilai simpangan horisontal arah X dan Y paling besar pada Desain 4 yaitu sebesar 75,91% dan 19,73%. Dengan hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa Desain 4 (Sistem Rangka dan Bracing) mampu digunakan sebagai pengganti Shear Wall berdasarkan nilai-nilai simpangan horisontal arah X dan Y.*

*Kata Kunci: beam bracing, shear wall, gedung bertingkat.*

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Pada saat sekarang ini pembangunan gedung bertingkat telah menjadi prioritas utama, keterbatasan lahan yang tersedia maka dibuat bangunan yang memaksimalkan penggunaan lahan dengan membuat bangunan yang bertingkat. Bangunan bertingkat mempunyai variasi yaitu dari bangunan tinggi sampai gedung-gedung pencakar langit. Pada bangunan tinggi menggunakan struktur beton bertulang sebagai material utama biasanya yang digunakan yaitu *shear wall*. Namun penggunaan *shear wall* memiliki banyak kekurangan dan penelitian ini penggunaan *shear wall* diganti dengan pengaku *beam bracing* dengan kombinasi struktur beton bertulang dan struktur baja.

Pada perencanaan struktur Gedung bertingkat, faktor pembebanan sangat berpengaruh terhadap kekuatan sebuah bangunan maka fungsi *bracing* adalah untuk memperkuat struktur secara keseluruhan. Dengan perencanaan *bracing* dan tanpa *bracing* dapat diketahui tingkat kekakuan dari struktur portal dan dijadikan pembanding. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan hasil kontrol analisa penggunaan *beam bracing* sebagai pengganti *shear wall*.

#### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat diambil beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

- a) Bagaimana desain yang digunakan sebagai analisa penggunaan beam bracing sebagai pengganti shear wall ?
- b) Bagaimana merencanakan dimensi awal elemen struktur yang meliputi balok, kolom, pelat dan dinding geser (shear wall) ?
- c) Bagaimana memodelkan dan menganalisa struktur dengan program bantu ?
- d) Bagaimana merencanakan dimensi awal elemen struktur beam bracing ?
- e) Bagaimana hasil kontrol analisa penggunaan beam bracing sebagai pengganti shear wall ?

#### 1.3 Tujuan

- a) Mendapatkan desain yang digunakan sebagai analisa penggunaan beam bracing sebagai pengganti shear wall.
- b) Mendapatkan dimensi awal elemen struktur yang meliputi balok, kolom, pelat dan dinding geser (shear wall).
- c) Mendapatkan permodelan dan analisa struktur dengan program bantu.
- d) Mendapatkan dimensi awal elemen struktur beam bracing.

- e) Mendapatkan hasil kontrol analisa penggunaan beam bracing sebagai pengganti shear wall dalam bentuk tabel dan grafik.

**2. TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Struktur Bresing Baja**

Struktur *Braced Frame* di sini digunakan sebagai alternatif pengaku struktur selain *shear wall*. Terdapat 2 jenis portal *Braced Frames*, yaitu *Concentrically Braced Frames* (CBF) dan *Eccentrically Braced Frame* (EBF). Sistem Rangka Bresing Konsentrik (CBF) terjadi kekakuan akibat adanya elemen pengaku yang berfungsi sebagai penahan gaya lateral. Sistem EBF mempunyai nilai Daktilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan CBF yang lebih mengutamakan pada kekuatan strukturnya.

Sistem Rangka Bresing Konsentrik (CBF) dikembangkan sebagai sistem penahan gaya lateral dan memiliki tingkat kekakuan yang cukup baik. Kekakuan sistem ini terjadi akibat adanya elemen pengaku yang berfungsi sebagai penahan gaya lateral yang terjadi akibat pada struktur. Dengan sistem ini diharapkan mampu berdeformasi inelastik yang besar tanpa terjadi kehilangan yang signifikan pada kekuatan dan kekakuan struktur.

Kekurangan pada sistem CBF dalam menerima gaya lateral telah diatasi dengan munculnya sistem EBF. Sistem portal EBF ini pertama kali diperkenalkan oleh Popov yang sekarang telah banyak digunakan untuk sistem bangunan tahan terhadap beban lateral seperti gempa. Sistem EBF mempunyai nilai Daktilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan CBF yang lebih mengutamakan pada kekuatan strukturnya (Inge Dharmawijaya, 2017). Sistem ini disebut eksentrik karena ujung batang dari bresing didesain memiliki eksentrisitas yang biasanya terletak pada balok. Tingginya nilai daktilitas pada sistem EBF akibat adanya elemen link yang berfungsi sebagai fuse (sekring) pada struktur. Elemen link akan mengalami leleh terlebih dahulu melalui mekanisme lentur dan atau geser sebelum terjadi tekuk pada elemen yang mengalami tekan (Taranath, 2012).

**2.2 Batas Simpangan antar Tingkat**

Simpangan antar lantai tingkat desain ( $\Delta$ ) yang terjadi tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat ijin ( $\Delta_a$ ) yang telah disyaratkan. Batasan simpangan antar lantai tingkat ijin dibagi dari beberapa jenis sistem struktur yang ditunjukkan pada tabel berikut.

**Tabel 1. Simpangan Antar Lantai Tingkat Ijin**

Struktur	Kategori risiko		
	I, II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan	0,025hsx	0,020hsx	0,015 hsx
Struktur dinding geser	0,010hsx	0,010hsx	0,010 hsx
Struktur dinding geser batu bata	0,00 7 hsx	0,00 7 hsx	0,007 hsx
Semua struktur lainnya	0,02 0 hsx	0,01 5 hsx	0,010 hsx

**2.3 Tekuk Torsi (Torsional Buckling)**

Elemen pelat pada penampang berputar atau memuntir terhadap sumbu batang. Tekuk ini terjadi pada profil siku ganda dan T. Kuat nominal kolom yang mengalami tekuk torsi dapat dihitung sebagai berikut :

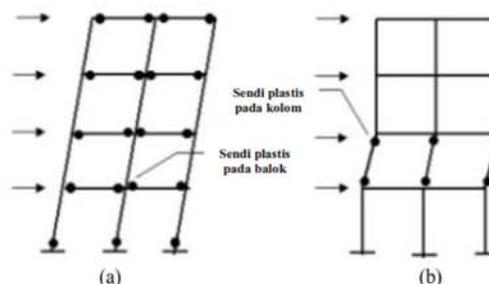
$$N_{ult} = Ag \cdot f_{ctt} \tag{1}$$

$$f_{ntt} = \left( \frac{f_{ey} + f_{ez}}{2H} \right) \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{4f_{ey}f_{ez}H}{(f_{ey} + f_{ez})^2}} \right] \tag{2}$$

**2.4 Perilaku Struktur Terhadap Beban Gempa**

Untuk menghindari dari keruntuhan bangunan secara total digunakan sistem keruntuhan struktur yang aman. Ada dua tipe mekanisme keruntuhan yang biasanya terjadi :

- a) Mekanisme pada balok dari struktur bangunan, keadaan dimana sendi-sendi palstis terbentuk pada balok dari struktur bangunan kemudian diikuti dengan keruntuhan pada kolom sturktur.
- b) Mekanisme keruntuhan pada kolom, yaitu keadaan dimana sendi-sendi plastis terbentuk pada kolom dari bangunan pada suatu tingkat kemudian baru diikuti dengan keruntuhan balok.



**Gambar 1. Mekanisme leleh pada stuktur Gedung**

### 2.4 Daktilitas Struktur

Tingkat daktilitas merupakan perbandingan antara simpangan maksimum struktur sebelum mengalami keruntuhan ( $\delta_m$ ) dengan simpangan struktur pada saat terjadi leleh pertama ( $\delta_y$ ). Tingkat daktilitas struktur dapat dibedakan menjadi 3 yaitu sebagai berikut :

- a) Tingkat 1 (struktur elastis), yaitu dimana sturktur didesain sedemikian rupa sehingga dapat memenuhi persyaratan penyelesaian detail struktur yang ringan dimana stuktur akan menerima gaya gempa secara elastik.
- b) Tingkat 2 (daktilitas parsial), yaitu dimana sturktur didesain sedemikian rupa sehingga dapat memenuhi persyaratan penyelesaian detail struktur yang ringan dimana stuktur akan menerima gaya gempa secara elastik dan tidak mengalami keruntuhan getas.
- c) Tingkat 3 (daktilitas penuh), yaitu dimana sturktur didesain sedemikian rupa sehingga dapat mmenuhi persyaratan penyelesaian detail lebih rinci sehingga strukur yang mampu merespon gempa kuat secara inelastik dengan elemen-elemen sendi plastis didalam balok dan kolom.
- d) Daktilitas struktur dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$1 < \mu = \frac{\delta_m}{\delta_y} \tag{3}$$

Pada persamaan diatas  $\mu = 1$  adalah tingkat daktilitas struktur yang berperilaku elastis penuh. Parameter daktilitas untuk stuktur gedung dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 2. Parameter Daktilitas untuk Struktur Gedung**

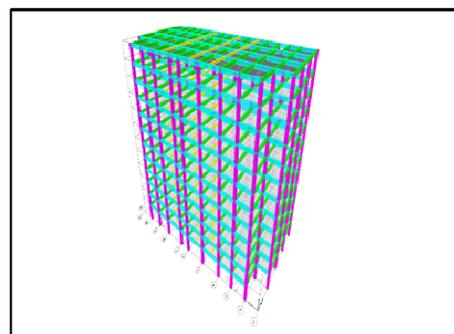
Taraf Kinerja Struktur Gedung	$\mu$		R
Elastik Penuh	1,0		1,6
Daktil Parsial	1,5		2,4
	2,0		3,2
	2,5		4,0
	3,0		4,8
	3,5		5,6

Daktil Penuh	4,0		6,4
	4,5		7,2
	5,0		8,0
	5,3		8,5

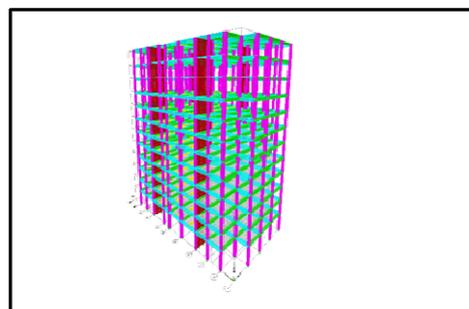
### 3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Permodelan

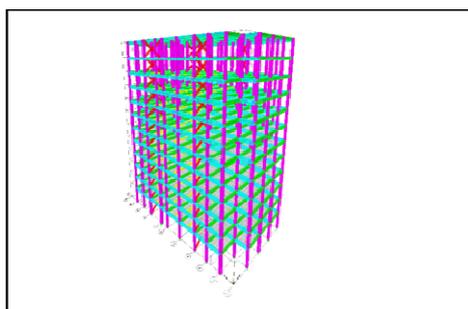
Permodelan dan Analisa struktur menggunakan SAP 2000 v.14.2.5. Permodelan 3 Dimensi dengan 3 Tipe Perbandingan Struktur. Tipe 1 menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen, Tipe 2 menggunakan Struktur Sistem Rangka dan Shear Wall, dan Tipe 3 menggunakan Sistem Rangka dan Bracing. Struktur yang akan dianalisis berupa struktur bangunan 12 lantai dengan atap plat beton. Fungsi gedung digunakan sebagai apartemen. Bangunan terletak pada zona wilayah gempa 3 pada kondisi jenis tanah sedang. Permodelan struktur menggunakan bantuan program SAP2000 v.14.2.5 kemudian dimodelkan dalam bentuk struktur tiga dimensi. Analisis dilakukan secara tiga dimensi agar perilaku struktur yang dianalisis dapat mendekati kondisi aktual struktur di lapangan. Pemodelan struktur pada program SAP2000 v.14.2.5 secara tiga dimensi seperti tampak pada Gambar di bawah ini.



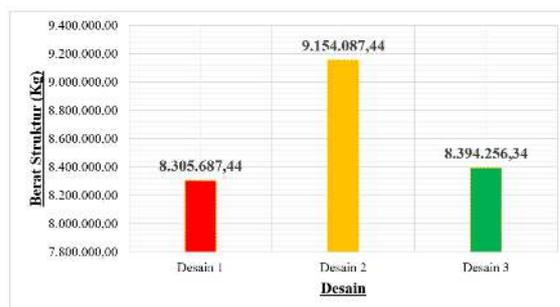
**Gambar 2. Desain 1 (Sistem Rangka)**



**Gambar 3. Desain 2 (Sistem Rangka & Shear Wall)**



Gambar 4. Desain 3 (Sistem Rangka & Bracing)

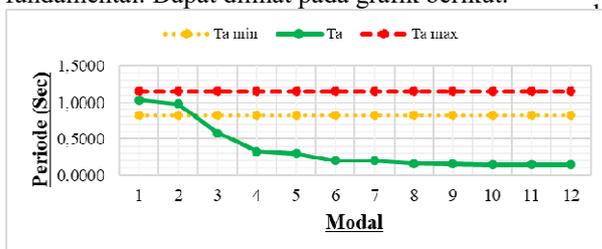


Gambar 7. Rekapitulasi Kontrol Berat Bangunan

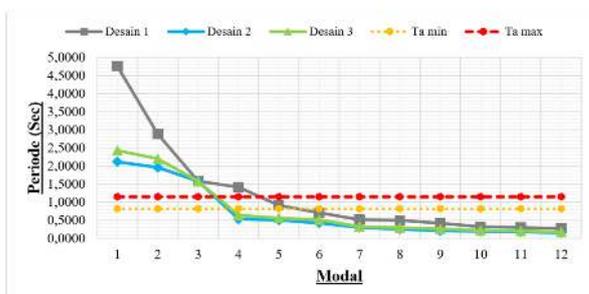
### 3.2 Hasil Analisis

#### a) Periode Getar Fundamental

Dari permodelan struktur dan pembebanan yang dilakukan dengan menggunakan bantuan software SAP2000 v.14.2.5 didapatkan nilai periode getar fundamental. Dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 5. Periode Getar Fundamental Desain 3 (Sistem Rangka dan Bracing)



Gambar 6. Perbandingan Periode Getar Fundamental Desain 1, 2, 3

#### b) Berat Struktur

Dari permodelan struktur dan pembebanan yang dilakukan dengan menggunakan bantuan software SAP2000 v.14.2.5 didapatkan nilai berat struktur yang dikontrol dengan berat struktur dari hasil hitungan manual.

### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan mengenai penggunaan Beam Bracing sebagai pengganti Shear Wall pada struktur gedung bertingkat tinggi, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Untuk menganalisis penggunaan Beam Bracing sebagai pengganti Shear Wall pada struktur gedung bertingkat tinggi dilakukan permodelan struktur dengan 3 alternatif desain, yaitu:
  - a) Desain 1 (Sistem Rangka);
  - b) Desain 2 (Sistem Rangka dan Shear Wall);
  - c) Desain 3 (Sistem Rangka dan Bracing).
- 2) Dari hasil analisis Periode Getar Fundamental dapat disimpulkan bahwa nilai penurunan periode getar fundamental Desain 1 dan Desain 2 adalah sebesar 42%, sedangkan Desain 1 dan Desain 3 adalah sebesar 36%. Dengan hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa Desain 3 yaitu Sistem Rangka dan Bracing mampu menggantikan Desain 2 yaitu Sistem Rangka dan Shear Wall berdasarkan nilai Periode Getar Fundamental, dengan catatan harus ditambahkan posisi Bracing untuk memenuhi persyaratan  $Ta_{min} < Ta < Ta_{max}$ .
- 3) Dari hasil analisis Berat Struktur dapat disimpulkan bahwa permodelan struktur pada SAP2000 v.14.2.5 menunjukkan adanya perubahan berat struktur antara Desain 1 dan 2 sebesar 10,21%. Sedangkan Desain 1 dan 3 sebesar 1,07%. Dengan hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa Desain 3 lebih ringan dibandingkan dengan Desain 2 berdasarkan nilai berat struktur.
- 4) Dari hasil analisis Sistem Struktur Ganda dapat disimpulkan bahwa permodelan struktur SAP2000 v.14.2.5 sudah memenuhi persyaratan, yaitu nilai beban gempa yang diterima Sistem Rangka harus memenuhi syarat sesuai SNI 1726:2012 pasal 7.2.5.1, rangka pemikul momen harus mampu menahan paling sedikit 25% gaya gempa desain

sehingga tahanan gaya gempa total harus disediakan oleh kombinasi rangka pemikul momen dan dinding geser dengan distribusi proporsional terhadap kekakuannya. Frame yang dianalisis frame arah X dan Y karena memiliki sistem penahan gaya ganda.

- 5) Dari hasil analisis Simpangan Antar Lantai (Story Drift) dapat disimpulkan bahwa penurunan nilai simpangan horisontal arah X dan Y paling besar pada Desain 2 yaitu sebesar 62,03% dan 9,94%. Begitupun pada Desain 3 lebih kecil dari Desain 2 yaitu sebesar 42,55% dan 31,01%. Dengan hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa Desain 3 (Sistem Rangka dan Bracing) mampu digunakan sebagai pengganti Shear Wall berdasarkan nilai nilai simpangan horisontal arah X dan Y. Dengan catatan harus ditambahkan elemen bracing di lokasi frame yang lain.
- 6) Penggunaan Beam Bracing pada struktur gedung bertingkat tinggi dapat mengurangi secara signifikan periode getar fundamental, berat struktur, dan simpangan antar lantai (story drift) sampai tidak melebihi kinerja batas layan dan batas ultimit sehingga struktur aman dari pelelehan baja yang berlebihan dan keruntuhan struktur.

## PUSTAKA

- Tavio & Usman, W. 2018. *Desain Rekayasa Gempa Berbasis Kinerja (Performance Based Design) Dilengkapi Contoh & Aplikasi Program ETABS*. Surabaya: Andi OFFSET.
- Anugrah, P & Erny, H. 2018. *Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Sesuai SNI 03-1726-2012, SNI-1727-2013 & SNI 03-2847-2013 Memakai Program SAP2000*. Jakarta: Andi OFFSET.
- Sri, H & Dian, A. 2015. *Penggunaan Struktur Bresing Konsentrik Tipe X Untuk Perbaikan Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Terhadap Beban Lateral Akibat Gempa*. Surakarta : e-Jurnal Matriks Teknik Sipil.

Halaman ini sengaja dikosongkan.