

ANALISA PERBANDINGAN STRUKTUR BAJA 3 LANTAI MENGUNAKAN SYSTEM CBF DAN EBF DENGAN METODE *PUSH OVER ANALYSIS*

Sumaidi, Wahyu Kartini dan Anna Rumintang

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email: sumaidiwijaya@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan termasuk negara yang berada di ring of fire dan di beberapa batas lempeng tektonik, sehingga tingkat risiko terjadinya gempa bumi sangatlah tinggi. Analisa struktur yang digunakan yaitu perbandingan sistem concentrically braced frames (CBF) dan eccentrically braced frames (EBF) berdasarkan pada peraturan struktur tahan gempa. Hasil analisis menunjukkan Daktilitas struktur dengan sistem CBF lebih kecil daripada sistem EBF. Struktur dengan sistem CBF lebih kaku dan kokoh dibandingkan dengan sistem EBF. Daktilitas yang bagus adalah yang bernilai lebih dari 1, sehingga struktur tidak mudah runtuh. Pada kondisi linier, sistem CBF memiliki perilaku atau kinerja yang lebih baik ditunjukkan dengan penggunaan material, displacement maksimum dan drift ratio yang lebih kecil. Pada kondisi nonlinier, sistem ini (EBF) memiliki perilaku maupun kinerja yang lebih baik terbukti dengan penyerapan energi dan daktilitas yang lebih baik.

Kata kunci: *Concentrically Braced Frames (CBF), Eccentrically Braced Frames (EBF), daktilitas*

ABSTRACT

Indonesia is a country that is in the ring of fire and on several tectonic plate boundaries. so the risk level of an earthquake is very high. The structural analysis used is a comparison of concentrically braced frames (CBF) and eccentrically braced frames (EBF) systems based on earthquake resistant structure regulations. The analysis result shows that the structure ductility with CBF system is smaller than the EBF system. The structure with the CBF system is more rigid and sturdier than the EBF system. Good ductility is more than 1, so the structure does not collapse easily. In linear conditions, CBF systems have better behavior or performance as indicated by the use of materials, maximum displacement and smaller drift ratios. In nonlinear conditions, this system (EBF) has better behavior and performance as evidenced by better energy absorption and ductility.

Keywords: *concentrically braced frames (CBF), eccentrically braced frames (EBF), ductility*

PENDAHULUAN

Pemilihan struktur baja sebagai struktur bangunan adalah pilihan bagus, baja mempunyai kapasitas tarik dan tekan yang relatif lebih baik. Kapasitas tarik yang besar mengakibatkan material baja jadi material yang daktil.

Dalam perencanaan ini digunakan dua sistem bracing yang berbeda yaitu sistem struktur *Centrically Braced Frames* (CBF) dan sistem struktur *Eccentrically Braced Frames* (EBF) dengan memperhatikan tolak ukur keberhasilan struktur tahamn gempa yaitu kinerja layan bangunan serta pola kegagalannya. Dalam hal ini digunakan metode dengan pushover analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah yang akan dibahas adalah :

1. Bagaimana pengaruh pemasangan *bracing* terhadap struktur baja?
2. Bagaimana perbandingan daktilitas dengan dua model pemasangan *bracing*?

Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penulisan jurnal analisa struktur ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh pemasangan *bracing* terhadap struktur baja.
2. Mengetahui perbedaan daktilitas struktur dengan dua model pemasangan *bracing*.

Batasan Masalah

1. Tinjauan hanya mencari perbandingan daktilitas pada struktur CBF (*Centrically Braced Frames*) dan struktur EBF (*Eccentrically Braced Frames*)
2. Pembebanan menggunakan peraturan SNI terbaru tentang Pembebanan untuk Gedung Perkantoran

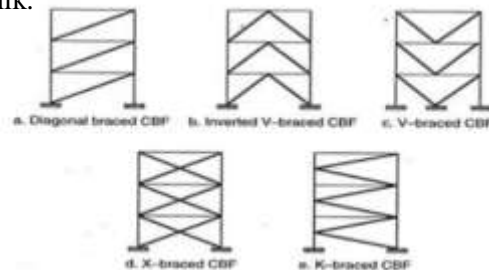
Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui efektifitas pengaplikasian *bracing* pada struktur 3 lantai.
2. Mampu mengembangkan ilmu struktur baja, khususnya perbandingan berbagai macam struktur
3. Menambah ilmu dan wawasan dalam mendesain struktur jembatan, khususnya pada gedung portal dengan struktur baja.

TINJAUAN PUSTAKA

Centrically Braced Frames (CBF)

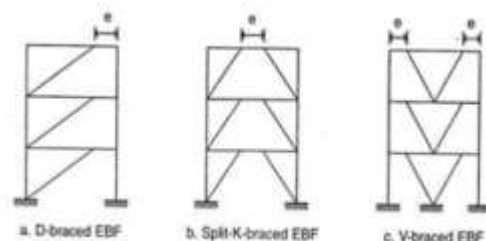
Berbeda dengan *Momen Resistent Frames* (MRF), sistem struktur *Centrically Braced Frames* (CBF) merupakan sistem penahan gaya lateral mempunyai kekakuan elastik yg lebih baik. Hal ini karena sitem CBF memiliki brasing yg mampolu menahan gaya lateral gempa. Brasing ini menahan gaya lateral bolak balik.



Gambar -1: Konfigurasi sistem CBF

Eccentrically Braced Frames (EBF)

Sistem struktur *Eccentrically braced frame* (EBF) adalah pengembangan dari sistem struktur CBF. Dengan memberikan eksentrisitas yang berupa balok link, Sitem EBF memiliki keuanungan dibanding sistemj sebelumnya, MRF dan CBF



Gambar -2: Konfigurasi sistem EBF

Beberapa hasil penelitian menunjukkan sistem EBF lebih baik dari sistem CBF karena dianggap mampu menggabungkan keunggulan dan menutupi kekurangan sistem CBF dan momen resistent frame (MRF).

Panjang Link

Persamaan berikut untuk panjang link (e) dapat digunakan untuk menggolongkan link (Bruneau, 1998):

- Link shear (pendek) : $e \leq \frac{1.6 M_P}{V_P}$
- Link sedang : $\frac{1.6 M_P}{V_P} < e < \frac{2 M_P}{V_P}$
- Link momen (panjang) : $e \geq \frac{2.6 M_P}{V_P}$

Daktilitas

Daktilitas adalah sebagai kemampuan struktur atau elemen struktur (balok – kolom) yang dipilih untuk deformasi inelastis tanpa

mengalami keruntuhan. (Mazzolani and Piluso, 1996).

Daktilitas yang diperlukan dalam studi ini adalah :

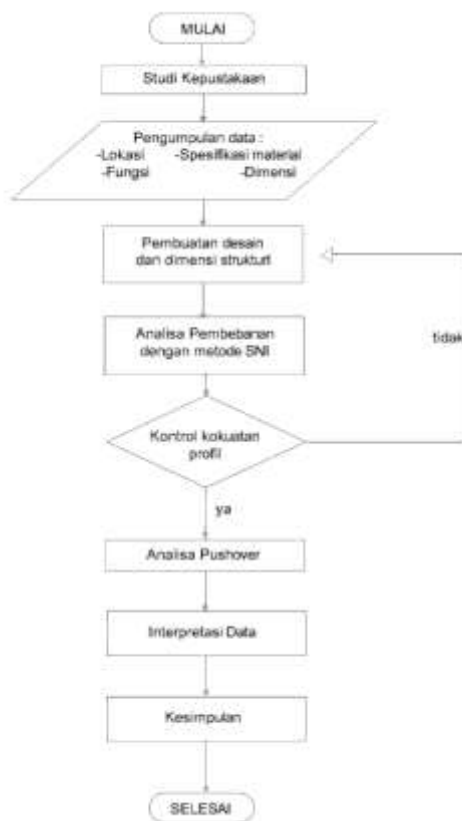
a. Daktilitas perpindahan (*Displacement Ductility*), yaitu perbandingan antara perpindahan maksimum dan perpindahan saat leleh pertama pada struktur dan dapat diformulasikan : $\mu = \frac{D_{maks}}{D_{ijin}}$

b. Daktilitas rotasi (*Rotational Ductility*), yaitu perbandingan antara putaran sudut maksimum dan putaran sudut saat leleh dapat diformulasikan :

$$\mu_{\theta} = \frac{\theta_u}{\theta_y} = \frac{\theta_y + \theta_p}{\theta_y} = 1 + \frac{\theta_p}{\theta_y}$$

METODE PENELITIAN

Langkah-langkah dalam penyelesaian Analisa Pushover ini dapat dilihat pada **Gambar 3.1** sebagai berikut :



Gambar 3: Flowchart Perencanaan

Pengumpulan Data

Data umum penelitian sebagai berikut :

- a. Proyek : Kantor Ojek Online
- b. Lokasi : Kota Surabaya
- c. Fungsi : Gedung Perkantoran
- d. Struktur : Struktur Portal CBF dan EBF

- e. Panjang Gedung : 20 meter
- f. Lebar Gedung : 15 Meter
- g. Tinggi Gedung : 15 Meter (3 lantai)
- h. Profil Baja Digunakan : Kolom WF 400x400x20x35 Balok WF 300x300x11x17 Bracing WF 250x250x14x14
- i. Mutu Baja Digunakan : $f_y = 410$ MPa ; $f_u = 550$ MPa
- j. Tebal Pelat Digunakan : 120 mm

Pengolahan Data

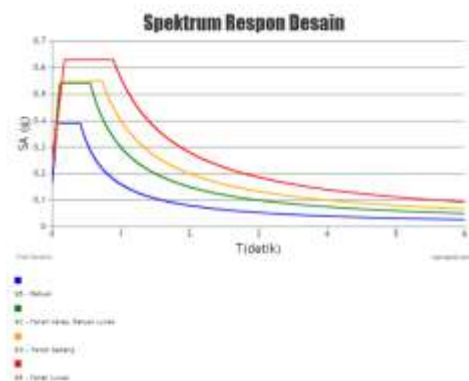
Pembebanan Struktur

Pada Gedung ini menggunakan beban yang sederhana karena hanya untuk mengetahui perbandingan dari kekuatan struktur yang berbeda.

- Beban mati : Berat sendiri pelat (Otomatis dari SAP2000 dengan *uniform to frame*)
- Beban hidup : Beban hidup Gedung perkantoran 2.5 kN/m²
- Beban gempa : beban dinamika gempa dengan pusat gempa di Kota Surabaya (*Response Spectrume*).

Analisa Faktor Beban Gempa (Respon Spektrum)

Dengan rencana pusat gempa di Kota Surabaya, di dapat data dari website puskim.pu.go.id sebagai berikut :



Grafik -1: Respon Spektrum

Digunakan Tanah Sedang

Nilai PGA = 0.327

Nilai Ss = 0.666

Nilai S1 = 0.246

“ANALISA PERBANDINGAN STRUKTUR BAJA 3 LANTAI...”(SUMAIDI, WAHYU KARTINI DAN ANNA RUMINTANG)

Tabel -1: parameter respon spektral

Koefisien Sitas, Fa					
Kelas Sitas	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCER) terpetakan pada periode pendek, T = 0.2 detik, Ss				
	Ss < 0.25	Ss = 0.5	Ss = 0.75	Ss = 1.0	Ss > 1.25
SA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
SB	1	1	1	1	1
SC	1.2	1.2	1.1	1	1
SD	1.6	1.4	1.2	1.1	1
SE	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
SF	Ssb				

Koefisien Sitas, Fv					
Kelas Sitas	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCER) terpetakan pada periode pendek, T = 0.2 detik, Ss				
	Ss < 0.25	Ss = 0.5	Ss = 0.75	Ss = 1.0	Ss > 1.25
SA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
SB	1	1	1	1	1
SC	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
SD	2.4	2	1.8	1.6	1.5
SE	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
SF	Ssb				

Nilai parameter spektrum respon percepatan pada periode pendek dan periode 1 detik berdasarkan SNI 1726 ; 2012 pasal 6.2

$$Sms = Fa \times Ss = 0.844$$

$$Sm1 = Fv \times S1 = 0.47$$

Parameter spektraal desain untuk periode pendek dan periode 1 detik berdasarkan SNI 1726 ; 2012 pasal 6.3

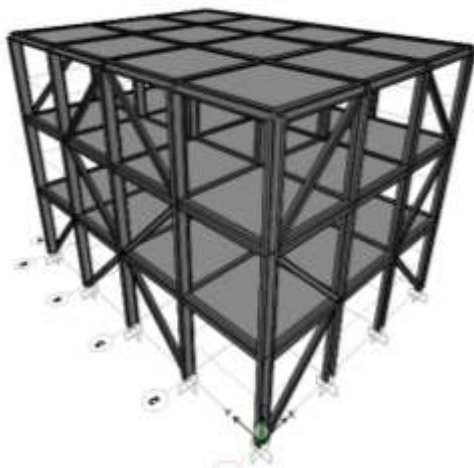
$$Sds = \frac{2}{3} \times Sms = 0.562$$

$$Sd1 = \frac{2}{3} \times Sm1 = 0.313$$

Pemodelan Struktur

Di desain Gedung perkantoran 3 lantai dengan dua sistem yang berbeda namun menggunakan material yang sama. Untuk system CBF menggunakan tipe *Single Diagonal*.

1. System CBF

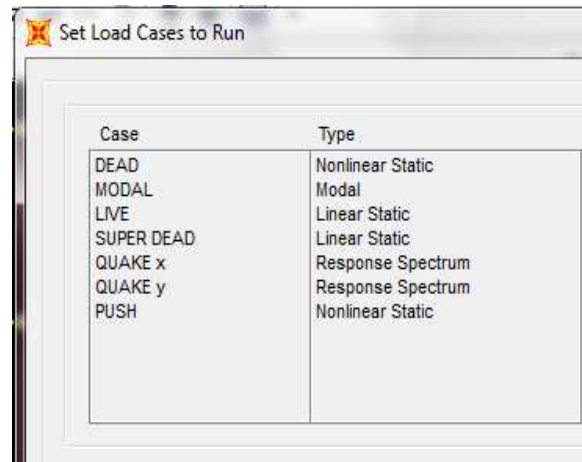


Gambar -4: Portal sistem CBF

Input Data Pembebanan di Program SAP2000

Pemberian beban pada kedua struktur ini di berikan beban yang sama, agar dapat di ketahui perbedaan kekuatan di antara kedua

struktur yang berbeda tersebut. Beban yang dimasukkan :



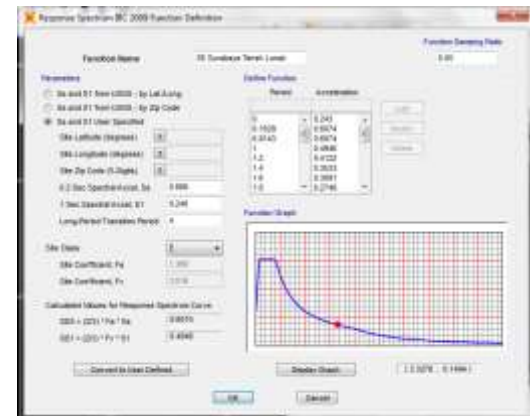
Gambar -4: Load Case Pada Program

Input beban gempa :



Gambar -5: input Load Case

Desain Beban Gempa *Response Spectrume* :

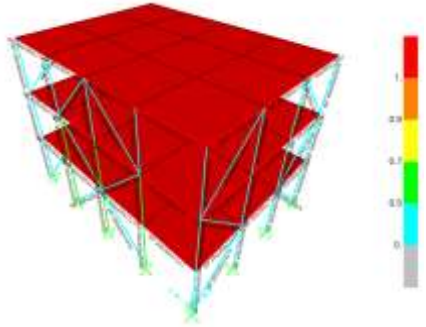


Gambar -6: Input Respon Spektrum

Kontrol Kekuatan Profil

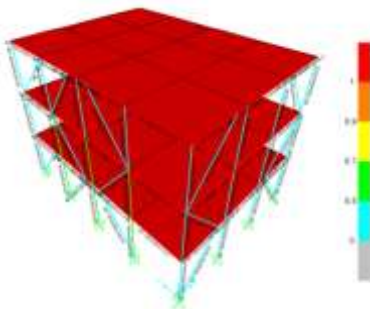
Setelah melakukan input pembebanan, akan dilakukan pengecekan kekuatan profil pada struktur. Jika dirasa profil tidak mampu menopang struktur dapat dilakukan penggantian profil yang lebih kuat.

1. System CBF



Gambar -7: model sistem CBF

2. System EBF



Gambar -8: model sistem EBF

Analisa Pushover

Setelah dilakukan pengecekan profil, di lanjutkan ke proses Analisa Pushover dengan cara menginput beban non linear dan mengatur Hinges.

Load Cases :

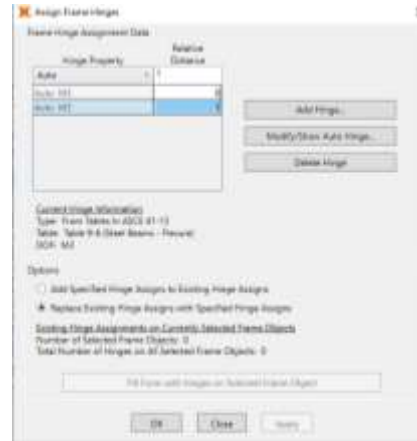
- DEAD (non linear)
- PUSH (non linear)



Gambar -8: Load case type pada program

Hinges Assignment :

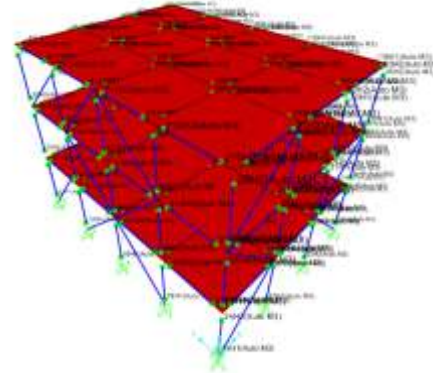
*Balok, Kolom, dan Bracing



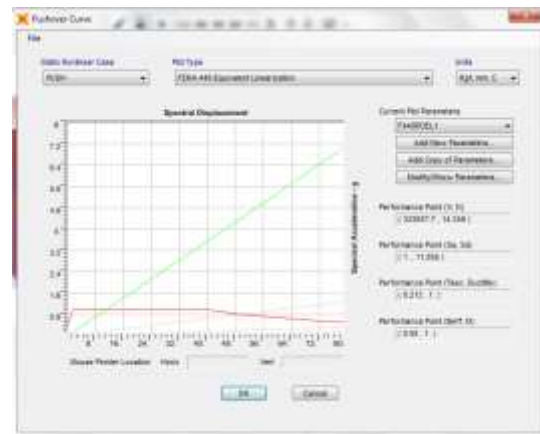
Gambar -9: input hinges pada program

Hasil Analisa Pushover

1. System CBF

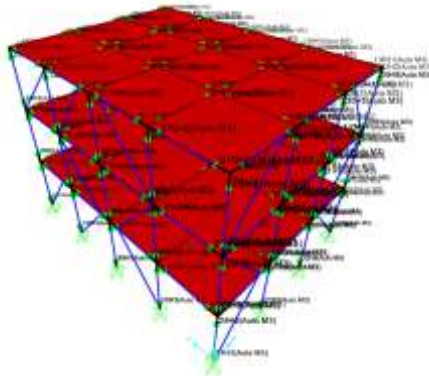


Gambar -10: analisa sistem CBF

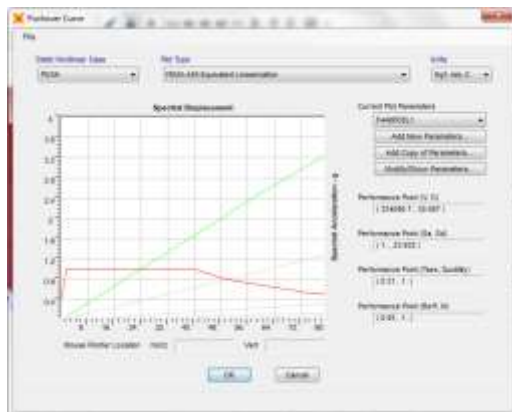


Gambar -11: spektral displacement CBF

2. System EBF



Gambar -12: analisa sistem EBF



Gambar -13: spektral displacement EBF

Interpretasi Data Hasil Analisa

Setelah melakukan semua perhitungan dengan menggunakan program SAP2000, di subbab ini akan merkapitulasi hasil keseluruhan analisis dan kaitan satu sama lain dalam perhitungan untuk menjawab rumusan permasalahan di bab satu.

1. System CBF

Dari program SAP2000 tersebut didapat :

- Gaya lateral = 333057.7 kg
- Titik kinerja = Sa, Sd
- Periode aktif = 0.213 s
- Displacement = 14.35 mm
- Simpangan ijin = $0.025 \times H$

$$= 0.025 \times 5000 = 125 \text{ mm}$$

- $\Delta_{max} < \Delta_{ijin} =$
 $14.35 \text{ mm} < 125 \text{ mm} \dots\dots \text{OK!}$

- Redaman efektif = 5 %
- Daktilitas = 8.71

2. System EBF

Dari program SAP2000 tersebut didapat :

- Gaya lateral = 334088.7 kg
- Titik kinerja = Sa, Sd
- Periode aktif = 0.31 s
- Displacement = 30.09 mm

- Simpangan ijin = $0.025 \times H = 0.025 \times 5000 = 125 \text{ mm}$
- $\Delta_{max} < \Delta_{ijin} =$
 $30.09 \text{ mm} < 125 \text{ mm} \dots\dots \text{OK!}$
- Redaman efektif = 5 %
 - Daktilitas = 4.15

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa perhitungan dalam perancangan struktur sistem CBF dan sistem EBF, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Daktilitas struktur dengan sistem CBF lebih kecil daripada sistem EBF.
2. Struktur dengan sistem CBF lebih kaku dan kokoh dibandingkan dengan sistem EBF
3. Daktilitas yang bagus adalah yang bernilai lebih dari 1, sehingga struktur tidak mudah runtuh.
4. Pada kondisi linier, sistem CBF memiliki perilaku atau kinerja yang lebih baik ditunjukkan dengan penggunaan material, displacement maksimum dan drift ratio yang lebih kecil.
5. Pada kondisi nonlinier, sistem EBF memiliki perilaku atau kinerja yang lebih baik ditunjukkan dengan penyerapan energi dan daktilitas yang lebih besar.

SARAN

Dalam perancangan gedung struktur baja terdapat beberapa saran sebagai berikut :

1. Mengganti profil – profil baja yang digunakan untuk kolom, balok, dan *bracing*. Agar kontrol kekuatan profil-nya bagus.
2. Memperhatikan faktor daktilitas, untuk mengetahui apakah gedung tersebut layak digunakan atau tidak.

DAFTAR PUSTAKA

Bruneau, M (1998), “Ductile Design of Steel Structure”, McGraw-Hill Companies. Inc

BSN. 2019. SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta, Indonesia.

Popov E P and Engelhardt M D (1988), “Seismic Eccentrically Braced Frames”, J. Construct. Steel Research.

Hamzah (2010), “Studi Perbandingan Perilaku Struktur Jack Up Platform Sistem Concentrically Braced Frame (CBF) dan Sistem Eccentrically Braced Frame (EBF) Tubular Link”, Jurnal Seminar Nasional, Teknik Sipil ITS, Surabaya.