

## Perbandingan Daktilitas Dengan Analisa Pushover Pada Struktur Rangka Baja Model *Eccentrically Braced Frame tipe K (EBF)* dan *Eccentrically Braced Frame tipe Y (EBF)* Melalui Program SAP2000

Ardila Mulyani Larasati<sup>1</sup>, Sumaidi<sup>2</sup>, Anna Rumintang<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia  
([sumaidiwijaya@gmail.com](mailto:sumaidiwijaya@gmail.com) <sup>2</sup>, [anna.ts@upnjatim.ac.id](mailto:anna.ts@upnjatim.ac.id) <sup>3</sup>)

### ABSTRAK

*Eccentrically Braced Frames* merupakan sebuah sistem struktur baja penahan gempa untuk bangunan gedung, dimana sistem ini pada salah satu dari ujung pengaku terhubung pada balok terdapat segmen terpisah yang disebut dengan link. Kinerja link yang efektif dapat menyerap beban lateral, sehingga penyerapan ini diharapkan terjadi pada saat struktur mulai mengalami deformasi akibat dari gempa, dengan mempertahankan komponen-komponen struktur lain seperti balok, kolom, dan bracing berada dalam kondisi elastik. Dengan sering terjadinya gempa bumi, maka pelaksanaan pembangunan infrastruktur di Indonesia memang harus memperhitungkan kekuatan bangunan terhadap gempa. Berdasarkan konsep dengan desain bangunan tahan gempa yang berlaku sekarang, struktur bangunan tahan gempa harus terbuat dari sistem struktur yang berperilaku daktil. Di antara beberapa material utama konstruksi, baja adalah material yang paling daktil. Baja mempunyai keunggulan dalam perancangan bangunan tahan gempa seperti tegangan lelehnya yang tinggi, regangan maksimumnya besar dan modulus elastisitas tinggi. Dalam analisa ini membandingkan dua sistem rangka *Eccentrically Braced Frame (EBF)* interved K dan *Eccentrically Braced Frame (EBF)* interved Y. Dari hasil analisa pushover menunjukkan bahwa model *EBF* pada kedua *system* tersebut didapat Daktilitas struktur yang tidak beda jauh. Namun dalam segi kekakuan, *system EBF K* dinilai lebih kaku dan lebih daktil daripada *EBF Y*.

**Kata kunci :** Sistem rangka *Eccentrically Braced Frame (EBF)*, Analisa *Pushover*, Daktilitas Struktur.

### ABSTRACT

*Eccentrically Braced Frames* is an earthquake resistant steel structure system for buildings, where this system at one end of the stiffener is connected to the beam there is a separate segment called a link. Link performance can effectively absorb lateral loads, so this absorption is expected to occur when the structure begins to deform due to the earthquake, by keeping the structural components such as beams, columns, and bracing in elastic conditions. With frequent earthquake, the implementation of infrastructure development in Indonesia must indeed take into account the strength of buildings against the earthquake. Based on the current concept of earthquake resistant building design, earthquake resistant building structures must be made of ductile structural system. Among some of the main construction materials, steel is the most ductile material. Steel has advantages is the design of earthquake resistant buildings such as high melting stress, large maximum strain and high elastic modulus. In the analysis, comparing two *Eccentrically Braced Frames interved K* and *Eccentrically Braced Frames interved Y* frame system. The results of pushover analysis show that the *EBF* model in both systems obtained structure ductility that is not much different. But in terms of stiffness, the *EBF K* system is considered more rigid and more ductile than *EBF Y*.

**Keywords :** *Eccentrically Braced Frame (EBF)*, *Concentrically Braced Frame (CBF)*, *Pushover*, Ductility

## I. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya pembangunan infrastruktur di Indonesia, seiring meningkat pula kebutuhan material struktur khususnya struktur baja. Hal itu disebabkan karena keuntungan pada material baja adalah memiliki kekuatan tarik tinggi daripada material lainnya, daktilitasnya yang baik, serta mudah saat pemasangan dan pengerjaan. Namun pembangunan struktur baja dengan bangunan gedung yang tinggi lebih cenderung mengalami deformasi yang tinggi juga, oleh sebab itu diperlukan *bracing* guna memperkaku dan memperkuat struktur. Mengingat bahwa Indonesia merupakan wilayah rawan gempa dengan intensitas yang tinggi di sebagian besar wilayah. Sehingga perlunya pertimbangan perencanaan gedung tahan gempa maka pengaplikasian struktur baja dibutuhkan karena memiliki daya tahan terhadap gempa lateral. Sistem EBF adalah struktur baja yang bisa menjadi solusi untuk mengurangi deformasi. Sistem EBF merupakan sebuah sistem penahan gempa lateral pada bangunan baja yang dianggap sebagai gabungan antara sistem rangka berpengaku momen dan sistem berpengaku sentrik. Dari permodelan di aplikasi SAP2000 bisa didapatkan banyak langkah yang akan terjadi dan dapat diketahui nilai daktilitas struktur tersebut. Bagaimana pengaruh pemasangan *bracing* terhadap struktur baja mempengaruhi daktilitas struktur dan bagaimana perbandingan analisis dari pengujian kedua model gedung rangka baja sistem *EBF K* dan *EBF Y* dengan bantuan software SAP2000.

## II. METODE

### Proses Analisis Penelitian

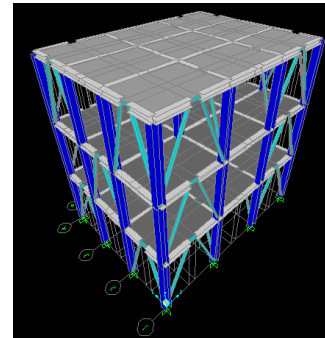
Untuk melakukan proses analisis maka akan digunakan bantuan software SAP2000. Material yang digunakan yaitu material baja dengan sistem struktur *EBF* portal 3D. Metode-metode yang akan digunakan pada penelitian ini yakni metode define material sesuai data perencanaan, dan metode respon spektrum untuk bangunan tahan gempa dengan menggunakan data puskim desain spektra indonesia 2011. Untuk selanjutnya dilakukan analisis static non linear (pushover analysis) untuk meninjau nilai daktilitas sebelum dan sesudah pengaplikasian *bracing*.

### Permodelan Struktur

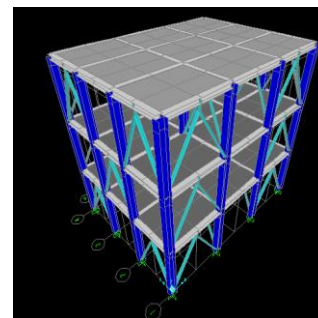
Perencanaan struktur dalam pengujian ini meliputi :

1. Perencanaan dimensi portal
  - Jumlah Tingkat = 3 lantai
  - Tinggi Portal = 4 m
  - Lebar Portal = 9 m
  - Panjang Link = 0,5 m
  - Digunakan model *K-Inverted Bracing*
  - Digunakan model *Y-Interved Bracing*
2. Perencanaan profil balok ( *Preliminary Design* )  
Balok direncanakan menggunakan profil WF

3. Perencanaan profil kolom ( *Preliminary Design* )  
Kolom direncanakan menggunakan profil WF
4. Perencanaan profil bresing ( *Preliminary Design* )  
Bresing direncanakan menggunakan profil Double Angle.



Gambar 1. Model EBFK



Gambar 2 Model EBF Y

### 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 dgn uniform to fram)  
Spesi per 2 cm = 42 kg/m<sup>2</sup>  
Tegel = 24 kg/m<sup>2</sup>  
MEP = 65 kg/m<sup>2</sup>  
Plafond = 7 kg/m<sup>2</sup>  
Penggantung Plafond = 11 kg/m<sup>2</sup> +  
= 149 kg/m<sup>2</sup>
- Beban hidup : Beban hidup Gedung perkantoran 250 kg/m<sup>2</sup>
- Beban gempa: Beban dinamika gempa di Kota Surabaya (Respon Spektrum)

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Preliminary Design

1. Data Perencanaan
  - Tipe Bangunan = Kantor

- Tinggi Bangunan = 12 m
- Tinggi Per Lantai = 4 m
- Panjang Bangunan = 12 m
- Lebar Bangunan = 9 m
- Lokasi Bangunan = Surabaya
- Jenis Tanah = Tanah Lunak (SE)
- Mutu Beton ( $f_c'$ ) = 30 MPa
- Mutu Baja = BJ 37
  - $f_y$  = 240 MPa
  - $f_u$  = 370 MPa

## 2. Dimensi Profil

- Tebal Pelat Atap = 0.10 m
- Tebal Pelat Lantai = 0.12 m
- Kolom = WF 400.400.21.21
- Balok = WF 300.300.15.15
- Bracing = D.Angle 100.100.10.10

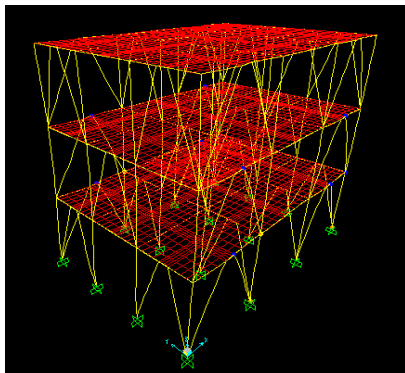
## 3. Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan berdasarkan SNI 1729 tahun 2019

- 1,4DL
- 1,2DL++1,6LL
- (1,2+0,2SDS)DL+0,5LL+1DX+0,3DY
- (1,2+0,2SDS)DL+0,5LL-1DX+0,3DY
- (1,2+0,2SDS)DL+0,5LL+1DX-0,3DY
- (1,2+0,2SDS)DL+0,5LL-1DX-0,3DY
- (1,2+0,2SDS)DL+0,5LL+0,3DX+1DY
- (1,2+0,2SDS)DL+0,5LL-0,3DX+1DY
- (1,2+0,2SDS)DL+0,5LL+0,3DX-1DY
- (1,2+0,2SDS)DL+0,5LL-0,3DX-1DY
- (0,9-0,2SDS)DL+1DX+0,3DY
- (0,9-0,2SDS)DL-1DX+0,3DY
- (0,9-0,2SDS)DL+1DX-0,3DY
- (0,9-0,2SDS)DL-1DX-0,3DY
- (0,9-0,2SDS)DL+0,3DX+1DY
- (0,9-0,2SDS)DL-0,3DX+1DY
- (0,9-0,2SDS)DL+0,3DX-1DY
- (0,9-0,2SDS)DL-0,3DX-1DY

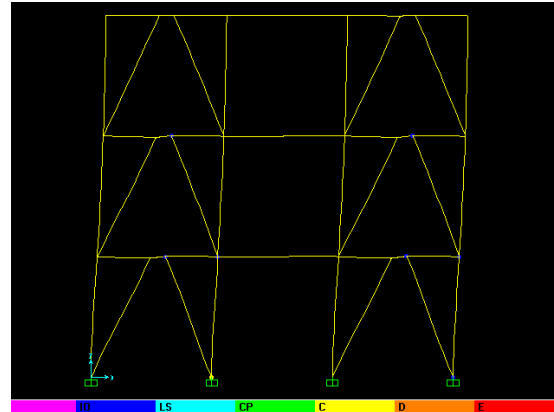
## 3.2 Analisa Struktur

### 1. Struktur EBF K



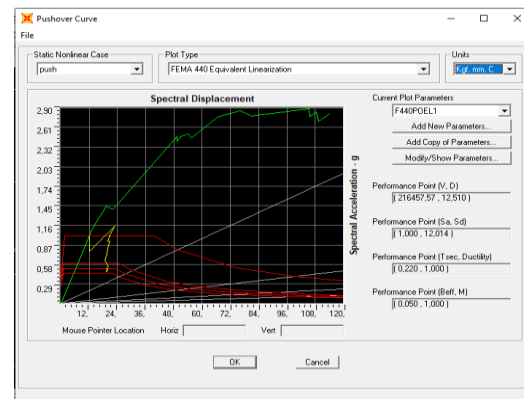
Gambar 1 Kontrol penampang profil CBF

Dari analisa penampang yang menunjukkan warna biru dapat disimpulkan bahwa profil dapat memenuhi kriteria dalam perencanaan.



Gambar 4 Kondisi sendi plastis EBF K

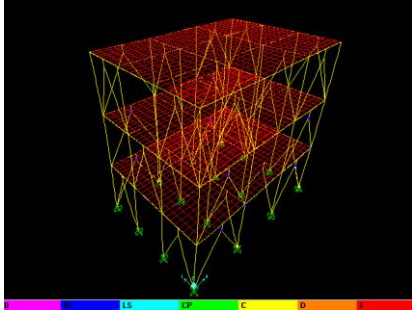
Pada hasil analisa diatas didapatkan hasil sesuai perencanaan dimana kondisi keruntuhan pertama terjadi pada bresing.



Gambar 5 Kurva *Pushover* EBF K berdasarkan Fema 40

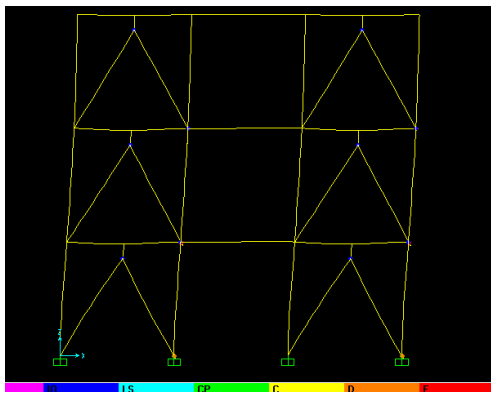
Berdasarkan grafik Fema-40 didapat nilai  $V = 2164,57$  kN; Displacement = 12,510 mm ; Titik kerja  $S_a = S_d = 1$  dan Redaman efektif sebesar 5%

## 2. Struktur EBF Y



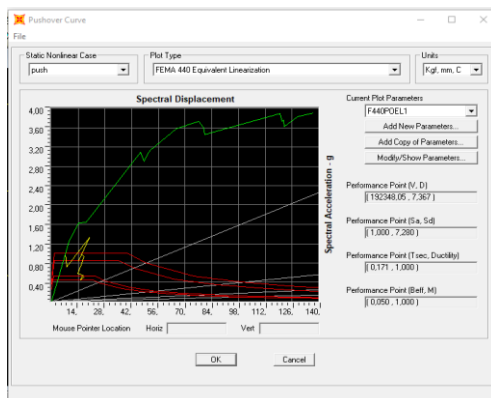
Gambar 6 Kontrol penampang profil EBF Y

Dari analisa penampang yang menunjukkan warna biru dapat disimpulkan bahwa profil dapat memenuhi kriteria dalam perancangan.



Gambar 7 Kondisi sendi plastis EBF Y

Pada gambar diatas terlihat bahwa keruntuhan dan kelelahan pertama terjadi pada *link beam* struktur. Hasil tersebut sesuai dengan perencanaan dimana *link* menjadi “sekering” pada suatu struktur yang ditargetkan mengalami kerusakan pertama kali



Gambar 8 Kurva *Pushover* EBF Y berdasarkan Fema40

Berdasarkan grafik Fema-40 didapat nilai  $V = 1923,48$  kN ; Displacement = 7,367 mm ; Titik kerja  $S_a = S_d = 01$  dan Redaman efektif sebesar 5%.

Dari analisa diatas untuk perbandingan daktilitas pada EBF K lebih besar daripada EBF Y sesuai dengan beberapa kajian, EBF K cenderung kaku dikarenakan bresing yang ada pada portal yang mengakibatkan deformasi yang kecil.

## IV. KESIMPULAN

Pada perbandingan struktur dengan analisa *Pushover* didapat :

1. Struktur EBF K cenderung memiliki nilai daktilitas lebih baik dari struktur EBF Y
2. Pada sistem EBF K kekuan lebih tinggi dari pada EBF Y.
3. Pada grafik hasil pushover struktur dengan EBF K lebih memperlihatkan jelas proses pelelehan link daripada struktur EBF Y.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Faizal, M Taufik., Suswanto, B & Piscesa, B. “Studi Perilaku *Non-Linier Pushover* Sistem *Eccentrically Braced Frame* (EBF)”. 2013. Teknik Sipil ITS, Surabaya.
- [2] Dewobroto, Wiryanto. “Evaluasi Kinerja Bangunan Baja Tahan Gempa dengan SAP2000”. 2006. Teknik Sipil UPH, Jakarta.
- [3] Nurcahyaning Sari., Suswanto, B., Isdarmanu. “Studi Perbandingan Perilaku Rangka *Eccentrically Braced Frame* (EBF) dan *Buckling Restrain Braced Frame-Eccentrically* (BRBF-E) dengan Konfigurasi Rangka V-Terbalik Akibat Beban Lateral gempa dengan Menggunakan *Software* MIDAS FEA”. Teknik Sipil ITS, Surabaya.
- [4] Aziz, Abdul. “Studi Perilaku Sistem Rangka Baja *K-Split EBF* (*Eccentrically Braced Frames*) Terhadap Beban Gempa dengan Analisis *Pushover*”. 2012. Skripsi UI, Depok.
- [5] Pangestu, I Made., S., W.. “Analisa Statik *Non-Linier Pushover* pada Optimalisasi Desain Gedung Pendidikan Bersama FKUB dengan Variasi Konfigurasi Bresing Baja”. 2017. Teknik Sipil UB, Malang.
- [6] Reivaldy, F, 2019, “Analisis Portal Struktur Baja Berdasarkan Konfigurasi Tipe dan Variasi Panjang Link Sistem EBF (*Eccentrically Braced Frames*), Vol.7, ISSN: 2337-6732