

**PERENCANAAN GEDUNG STRUKTUR BAJA TAHAN GEMPA HOTEL “HASHIRA” DI  
YOGYAKARTA MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIK (SRBE)  
KONFIGURASI *K – SPLIT & INVERTED K – SPLIT BRACE***

**Adam Yanuar Adiba<sup>1</sup>, Utari Khatulistiani<sup>2\*</sup>**

<sup>1,2</sup>*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya*

*Jl. Dukuh Kupang XXV no. 54, Kota Surabaya, Jawa Timur, Indonesia, 62205*

*E-mail: <sup>1</sup>[adam.adiba29@gmail.com](mailto:adam.adiba29@gmail.com) & <sup>2</sup>[utari.kh@uwks.ac.id](mailto:utari.kh@uwks.ac.id)*

*\*Penulis koresponden*

**ABSTRAK:** Perencanaan Hotel Hashira direncanakan menggunakan struktur baja, ukuran 63 m x 35 m, luas 2205 m<sup>2</sup> dan terdiri dari 10 lantai dengan ketinggian total 40 m. Yogyakarta berada di lokasi gempa dengan getaran tinggi. Oleh sebab itu, gedung direncanakan menggunakan Sistem Rangka Bresing Eksentrik (SRBE) konfigurasi *K-Split* dan *Inverted K-Split Brace*. Sistem bresing eksentrik difokuskan pada *link* yang berfungsi untuk memecah gaya gempa sehingga gedung mampu menahan gaya gempa. Perencanaan struktur baja berdasarkan pada peraturan SNI 1729:2020 dan beban gempa berdasarkan pada SNI 1726:2019. Pembebanan mengacu pada SNI 1727:2020. Mutu baja digunakan BJ 41, dengan nilai  $f_y = 250$  MPa dan  $f_u = 410$  MPa. Mutu beton adalah  $f'_c = 30$  MPa. Hasil dari analisis struktur gedung Hotel Hashira diperoleh balok induk atap dan lantai, serta balok *link* arah x dan arah y menggunakan 2 tipe, yaitu WF 600.300.12.17 dan WF 700.300.13.20. Panjang element *link* untuk arah x dan arah y direncanakan 150 cm. Bresing menggunakan WF 400.400.13.21. Dimensi kolom menggunakan *Heavy Column* HC 70 (568.457.70.105). Nilai simpangan horisontal yang terjadi = 36,558 mm, lebih kecil dari nilai simpangan ijin ( $\Delta_a$ ) = 80 mm, maka struktur gedung mampu menahan beban gempa yang bekerja.

**KATA KUNCI :** *K-Split* dan *Inverted K-Split Brace*, Perencanaan Gedung, SRBE, Struktur Baja, Tahan Gempa

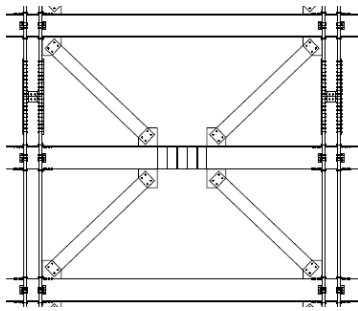
## 1. PENDAHULUAN

Kota Yogyakarta merupakan salah satu kota di Indonesia yang memiliki daya tarik wisata. Terdapat 3 parameter yang menjadi indikator kondisi pariwisata di suatu daerah. Mulai dari kunjungan wisata, lama tinggal wisatawan, dan nilai belanja para wisatawan. Berdasarkan data hingga akhir Juli 2022, jumlah wisatawan yang berkunjung ke Kota Yogyakarta tercatat sebanyak 3,9 juta orang, dan dapat bertambah 10% dari wisatawan mancanegara yang berarti ada sekitar 390.000 wisatawan mancanegara yang berkunjung (Adminwarta, 2022). Rata – rata lama tinggal wisatawan tercatat 1,8 hari dari target yang hanya 1,6 hari. Dengan durasi tersebut, maka diperlukan penambahan penginapan atau hotel bagi wisatawan yang jumlahnya semakin naik di Kota Yogyakarta. Dilakukan perencanaan Gedung Hotel Hashira yang didesain arah vertikal 10 lantai untuk mengatasi permasalahan lahan yang terbatas. Gedung Hotel Hashira perlu didesain sebagai struktur bangunan yang tahan gempa, karena Kota Yogyakarta merupakan wilayah yang memiliki getaran seismik yang tinggi berdasarkan peta potensi gempa Indonesia (Kusumawardani, 2016). Oleh karena itu, diperlukan struktur bangunan yang dapat menahan gaya gempa yang terjadi. Gedung Hotel Hashira didesain menggunakan struktur baja dengan pertimbangan merupakan suatu alternatif

yang menguntungkan dalam pembangunan dibanding struktur lainnya, karena bersifat elastis, juga berdasarkan pertimbangan dari segi ekonomi, sifat dan kekuatannya, cocok untuk memikul beban (DF Rahmawati, 2019). *The Kozai Club* (1983) menyatakan kekuatan baja bervariasi dari 300 MPa sampai 2000 MPa. Kekuatan yang cukup tinggi ini menjadikan struktur menggunakan baja lebih ringan daripada struktur dengan bahan yang lain.

Agar gedung berfungsi mampu menahan gaya gempa, perencanaan Gedung Hotel Hashira menggunakan sistem *Eccentrically Braced Frame (EBF)* atau disebut Sistem Rangka Bresing Eksentrik (SRBE). Bresing yang digunakan adalah Konfigurasi *K-Split & Inverted K-Split* dengan konfigurasi seperti pada **Gambar 1**, dimana gaya dari bresing dua lantai mempengaruhi satu *link*. Hal tersebut membuat gaya yang didapat oleh *link* tersebut menjadi dua kali lipat lebih besar daripada menggunakan konfigurasi bresing eksentris pada umumnya. Sehingga penampang balok *link* yang didapat berdasarkan kelelahan dapat menjadi lebih kecil (Maharani & Faimun, 2019).

**PERENCANAAN GEDUNG HOTEL "HASHIRA" 10 LANTAI TAHAN GEMPA DI YOGYAKARTA MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIK (SRBE) KONFIGURASI K – SPLIT & INVERTED K – SPLIT BRACE**  
(Adam Yanuar Adiba, Utari Khatulistiani)



**Gambar 1.** Konfigurasi *Bresing Tipe Split-K & Inverted Split-K Braces*

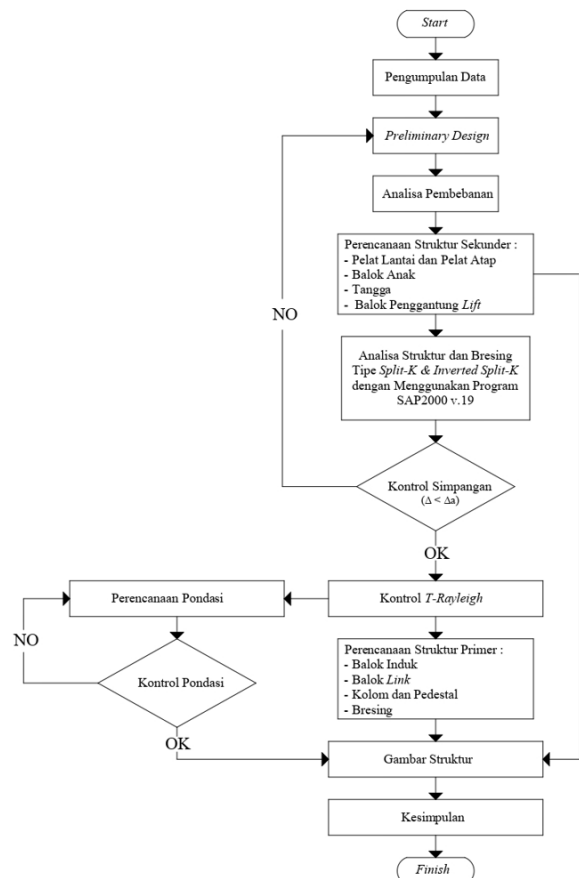
Dari uraian latar belakang di atas, didapatkan rumusan permasalahan yaitu berdasarkan hasil analisa dari perencanaan penempatan bresing eksentrik, apakah simpangan horizontal dan kontrol *T-Rayleigh* yang dihasilkan telah memenuhi syarat sehingga dapat digunakan sebagai perencanaan struktur gedung hotel di daerah rawan gempa tinggi? Berapa dimensi dari setiap komponen struktur primer kolom, balok, bresing eksentris, dan *link* pada Gedung Hotel Hashira menggunakan struktur baja dengan Sistem *Eccentrically Braced Frame (EBF)* atau Rangka Bresing Eksentrik (SRBE) sehingga dapat menahan beban gravitasi dan gempa lateral? Tujuan perencanaan yaitu menganalisa kekuatan struktur gedung hotel yang tahan gempa menggunakan struktur baja sistem *Eccentrically Braced Frame (EBF)* atau Sistem Rangka Bresing Eksentrik (SRBE) dengan konfigurasi *K – Split & Inverted K – Split Braced*. Manfaat yang didapat dari perencanaan ini, yaitu mampu merencanakan gedung baja struktural tahan gempa. Hasil dari perencanaan ini diharapkan bisa menjadi acuan bagi perencana bangunan di Indonesia untuk lebih mengembangkan desain bangunan struktur baja mengingat penggunaan konstruksi baja masih sedikit di Indonesia, dan dapat menjadi referensi kepada para akademis di bidang teknik sipil mengenai konstruksi baja struktural.

## 2. METODOLOGI PERENCANAAN

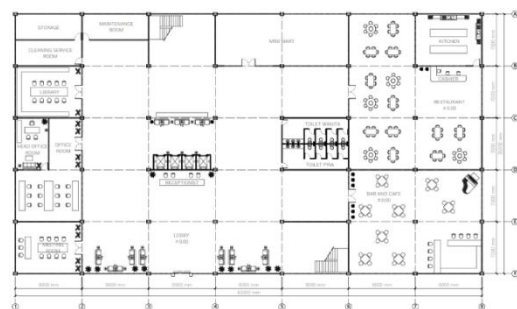
Dalam perencanaan struktur gedung 'Hotel Hashira' ini diuraikan dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) seperti pada **Gambar 2**. Diagram alir metodologi perencanaan adalah sebuah gambaran dari proses serta operasional perencanaan berdasarkan urutan dari suatu proses ke proses lainnya.

Denah lantai dan tampak gedung yang digunakan sebagai pemodelan struktur seperti pada **Gambar 3 dan Gambar 4**. Bresing eksentrik diletakkan pada bagian tepi kiri dan kanan, serta tengah gedung. Perencanaan struktur primer

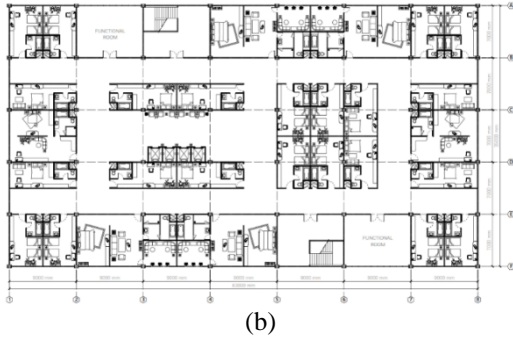
meliputi kolom, balok, bresing eksentris, dan *link*. Perencanaan struktur sekunder meliputi pelat, balok anak, balok penggantung lift, dan tangga. Analisa gaya-gaya dalam portal dengan cara memodelkan gedung dan analisa menggunakan program struktur SAP2000. Perencanaan sambungan dilakukan pada bagian elemen-elemen struktur yang memerlukan sambungan. Langkah terakhir mengilustrasikan hasil perencanaan dan perhitungan struktur dalam gambar rencana.



**Gambar 2.** Diagram Alir Perencanaan (Flowchart)



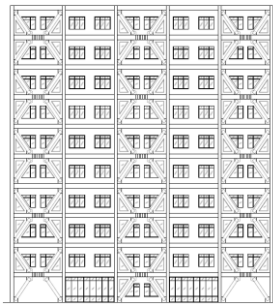
(a)



(b)  
**Gambar 3.** (a) Denah Lantai 1, (b) Denah Lantai 2 –10



(a)



(c)

**Gambar 4.** (a) Tampak Depan, (b) Tampak Samping

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Preliminary Design

*Preliminary Design* merupakan tahapan awal dalam merencanakan struktur Gedung Hotel Hashira dengan memperkirakan dimensi dari setiap komponen struktur primer maupun struktur sekunder.

#### 3.2 Perencanaan Struktur Sekunder

##### 3.2.1 Perencanaan Pelat

###### 1) Pelat Atap

Pelat atap rencana digunakan tebal 12 cm, dengan pertimbangan bila atap akan digunakan sebagai arena tempat bersantai (*roof top*). Berdasarkan PBI 1971, momen pelat atap yang diambil yaitu momen yang terbesar dengan arah  $X = 697,61$  kgm dan arah  $Y = 508,54$  kgm. Hasil

penulangan yang didapat yaitu arah  $X = D10 - 125$  mm dan arah  $Y = D10 - 125$  mm.

###### 2) Pelat Lantai

Pelat lantai rencana digunakan tebal 12 cm. Berdasarkan PBI 1971, momen pelat atap yang diambil yaitu nilai momen yang terbesar dengan arah  $X = 596,72$  kgm dan arah  $Y = 434,99$  kgm, serta hasil penulangan yang didapat yaitu arah  $X = D10 - 125$  mm dan arah  $Y = D10 - 125$  mm.

#### 3.2.2 Perencanaan Balok Anak

##### 1) Balok Anak Tipe 1

Panjang balok anak tipe 1 = 3,5 meter. Gaya dalam balok anak didapatkan dari hasil *output* program SAP2000 yaitu diperoleh nilai terbesar momen  $M_u = 21969720$  Nmm dan gaya geser  $V_u = 37662,38$  N. Direncanakan balok anak lantai tipe 1 menggunakan profil WF 200.100.5,5.8. Tegangan komposit balok diperoleh tegangan beton atas  $f_{ca} = 3,89$  MPa, tegangan beton bawah  $f_{cb} = 0,48$  MPa, tegangan baja atas  $f_{sa} = 3,83$  MPa, tegangan baja bawah  $f_{sb} = 62,07$  MPa. Digunakan *Shear Connector* dengan tipe *Stud 1/2" x 2 1/2"*, dengan mutu baja BJ 41 dan mutu beton  $f'_c = 30$  MPa, diperoleh jumlah stud sebanyak 14 buah untuk 1/2 bentang balok dengan jarak 250 mm.

##### 2) Balok Anak Tipe 2

Panjang balok anak tipe 2 = 4,5 meter. Gaya dalam balok anak didapatkan dari hasil *output* program SAP2000 yaitu diperoleh nilai terbesar momen  $M_u = 145626906,3$  Nmm dan gaya geser  $V_u = 84907,16$  N. Direncanakan balok anak lantai tipe 2 menggunakan profil WF 350.175.7.11.

Tegangan komposit balok diperoleh tegangan beton atas  $f_{ca} = 8,40$  MPa, tegangan beton bawah  $f_{cb} = 2,12$  MPa, tegangan baja atas  $f_{sa} = 16,98$  MPa, tegangan baja bawah  $f_{sb} = 129,46$  MPa. Digunakan *Shear Connector* dengan tipe *Stud 1/2" x 2 1/2"*, dengan mutu baja BJ 41 dan mutu beton  $f'_c = 30$  MPa, diperoleh jumlah stud sebanyak 32 buah untuk 1/2 bentang balok dengan jarak 140 mm.

##### 3) Balok Anak Tipe 3

Panjang balok anak tipe 3 = 7 meter. Gaya dalam balok anak diperoleh momen  $M_u = 251997876$  Nmm dan gaya geser  $V_u = 170813,55$  N. Direncanakan balok anak lantai tipe 3 menggunakan profil WF 450.200.9.14.

Tegangan komposit balok diperoleh tegangan beton atas  $f_{ca} = 7,1$  MPa, tegangan beton bawah  $f_{cb} = 2,39$  MPa, tegangan baja atas  $f_{sa} = 19,12$  MPa, tegangan baja bawah  $f_{sb} =$

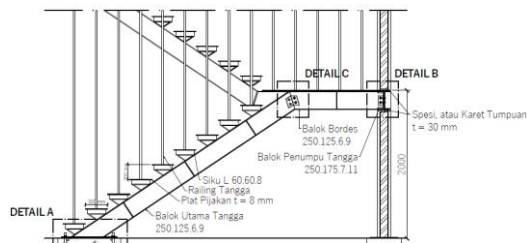
**PERENCANAAN GEDUNG HOTEL "HASHIRA" 10 LANTAI TAHAN GEMPA DI YOGYAKARTA MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIK (SRBE) KONFIGURASI K – SPLIT & INVERTED K – SPLIT BRACE**  
(Adam Yanuar Adiba, Utari Khatulistiani)

122,07 MPa . Digunakan *Shear Connector* dengan tipe *Stud 1/2" x 2 1/2"*, dengan mutu baja BJ 41 dan mutu beton  $f_c = 30$  MPa, diperoleh jumlah stud sebanyak 48 buah untuk 1/2 bentang balok dengan jarak 140 mm.

### 3.2.3 Perencanaan Tangga

Model tangga yang didesain ditampilkan pada **Gambar 5**. Balok utama tangga menggunakan WF. Anak tangga dan bordes menggunakan plat tebal 8 mm. Data perencanaan tangga :

Tinggi tangga = 4 meter  
Elevasi bordes = 2 meter  
Lebar pijakan = 30 cm  
Tinggi pijakan = 20 cm



**Gambar 5.** Model Tangga

Balok utama tangga diperoleh momen  $M_u = 22785385,08$  Nmm dan gaya geser  $V_u = 16213,64$  N. Direncanakan balok utama tangga menggunakan profil WF 250.125.6.9.

#### Kontrol Momen, Geser, dan Defleksi:

Kontrol momen :  $\phi M_n > M_u$   
 $72900000$  Nmm  $>$   $22785385,08$  Nmm (OK)  
Kontrol geser :  $\phi V_n > V_u$   
 $202500$  N  $>$   $16213,64$  N (Profil aman terhadap geser).

Kontrol defleksi :  $f_{ijin} > f_{terjadi}$   
 $= 9,33$  mm  $>$   $3,29$  mm (OK)

Balok bordes diperoleh momen  $M_u = 21392012,33$  Nmm dan gaya geser  $V_u = 20832,01$  N. Direncanakan balok bordes menggunakan profil WF 250.125.6.9.

#### Kontrol Momen, Geser, dan Defleksi:

Kontrol momen :  $\phi M_n > M_u$   
 $72900000$  Nmm  $>$   $21392012,33$  Nmm (OK)  
Kontrol geser :  $\phi V_n > V_u$   
 $202500$  N  $>$   $20832,01$  N (Profil aman terhadap geser)

Kontrol defleksi :  $f_{ijin} > f_{terjadi}$   
 $= 4,58$  mm  $>$   $0,58$  mm (OK)

Balok penumpu tangga diperoleh momen  $M_u = 19858934,8$  Nmm dan gaya geser  $V_u = 34689,96$  N. Direncanakan balok penumpu tangga menggunakan profil WF 250.175.7.11.

#### Kontrol Momen, Geser, dan Defleksi:

Kontrol momen :  $\phi M_n > M_u$   
 $112950000$  Nmm  $>$   $19858934,8$  Nmm (OK)  
Kontrol geser :  $\phi V_n > V_u$   
 $230580$  N  $>$   $34689,96$  N (Profil aman terhadap geser).  
Kontrol defleksi :  $f_{ijin} > f_{terjadi}$   
 $= 8,89$  mm  $>$   $0,61$  mm (OK)

### 3.2.4 Perencanaan Balok Penggantung Lift

Data – data spesifikasi untuk perencanaan balok penggantung lift sebagai berikut :

Kapasitas = 9 Orang (680 kg)  
Kecepatan = 1,5 m/s  
Lebar Pintu (*Opening Width*) = 800 mm  
Dimensi Sangkar (*Car Size*) = 1400 mm x 1250 mm

Dimensi Ruang Luncur (*Hoist Way*) = 4100 mm x 1950 mm (*Duplex*)

Dimensi Ruang Mesin (*Machine Room*) = 4100 mm x 1950 mm (*Duplex*)

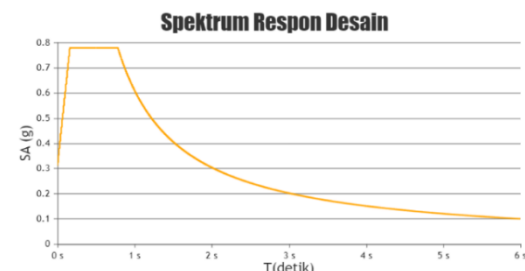
Beban Reaksi Ruang Mesin =  $R_1 = 3950$  kg dan  $R_2 = 2300$  kg.

Gaya dalam balok penggantung lift diperoleh momen  $M_u = 109541745$  Nmm dan gaya geser  $V_u = 164484,85$  N. Direncanakan balok penggantung lift menggunakan profil WF 250.175.7.11.

#### Kontrol Momen, Geser, dan Defleksi:

Kontrol momen :  $\phi M_n > M_u$   
 $112950000$  Nmm  $>$   $109541745$  Nmm (OK)  
Kontrol geser :  $\phi V_n > V_u$   
 $230580$  N  $>$   $164484,85$  N (Profil aman terhadap geser)

Kontrol defleksi :  $f_{ijin} > f_{terjadi}$   
 $= 9,72$  mm  $>$   $3,41$  mm (OK)



**Gambar 6.** Respon Spektrum Kota Yogyakarta (SD – Tanah Sedang)

### 3.3 Beban Gempa

Dalam menentukan beban gempa dibutuhkan data tinggi antar lantai gedung Hotel HASHIRA adalah 4 meter, Faktor Keutamaan Gempa ( $I_e$ ) = 1,0, Klasifikasi Situs Tanah = SD – Tanah Sedang, Nilai  $S_{ds}$  Kota Yogyakarta = 0,78, Nilai  $S_{dI}$  Kota Yogyakarta = 0,61, dan  $R = 8$ .

Parameter respon spektra Kota Yogyakarta pada **Gambar 6** diperoleh melalui link website *rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021*.

Klasifikasi situs tanah ditentukan berdasar data SPT yang mengacu pada peraturan SNI 1726:2019, yaitu  $\Sigma N = \Sigma T / \Sigma N' = 16,74399$ . Diperoleh klasifikasi situs adalah Tanah Sedang karena  $15 < 16,74399 < 50$ .

Distribusi beban gempa  $F_i$  diperhitungkan berdasarkan peraturan SNI 1726:2019 Pasal 7.8.3 seperti pada **Tabel 1** dimana  $k$  merupakan eksponen yang terkait dengan periode struktur dengan nilai  $k = 1$ . Apabila  $T \leq 0,5$  detik, nilai  $k = 1$ . Untuk  $T \geq 2,5$  detik, nilai  $k = 2$ . Dan untuk  $0,5 < T < 2,5$  detik, nilai  $k = 2$  atau dengan interpolasi linier antara 1 dan 2.

Untuk nilai  $k$  yang menggunakan interpolasi linier dengan nilai  $T_a = 1,16$  dapat dihitung dengan menggunakan perumusan :

$$k = 1 - \left( \frac{T_a - 0,5}{2,5 - 0,5} \right) (1 - 2) \dots\dots\dots (1)$$

$$= 1 - \left( \frac{1,16 - 0,5}{2,5 - 0,5} \right) (1 - 2)$$

$$= 1,33$$

Nilai beban gempa statik ekuivalen ( $F_i$ ) didapat dengan menggunakan perumusan berikut :

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i^k}{\Sigma W_i \cdot h_i^k} \cdot V \dots\dots\dots (2)$$

Untuk Lantai 10 (atap) diperoleh :

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i^k}{\Sigma W_i \cdot h_i^k} \cdot V$$

$$= \frac{1330320 \cdot 40^{1,33}}{1213776131,54} \cdot 533445,82 = 79003,73 \text{ kg}$$

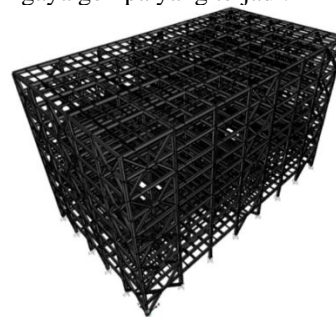
**Tabel 1.** Distribusi Beban Gempa Statik Ekuivalen ( $F_i$ )

Lantai	Tinggi ( $h_i$ ) (m)	Berat Tiap Lantai ( $W_i$ ) (kg)	Faktor ( $k$ )	Momen ( $W_i \cdot h_i^k$ )	Geser Dasar Seismik (V) (kg)	Gaya Lateral (Fix = $F_{iy}$ ) (kg)
10	40	1330320	1,33	179761165,88	533445,82	79003,73
9	36	2013189	1,33	236465036,83	533445,82	103924,67
8	32	2013189	1,33	202178086,18	533445,82	88855,80
7	28	2013189	1,33	169279665,32	533445,82	74397,19
6	24	2013189	1,33	137900411,30	533445,82	60606,23
5	20	2013189	1,33	108206787,65	533445,82	47556,10
4	16	2013189	1,33	80420021,89	533445,82	35344,02
3	12	2013189	1,33	54852404,16	533445,82	24107,23
2	8	2013189	1,33	31988530,72	533445,82	14058,73
1	4	2013189	1,33	12724021,62	533445,82	5592,12
<b>Total (<math>\Sigma</math>)</b>		<b>19449023</b>		<b>1213776131,54</b>		<b>533445,82</b>

Pemodelan struktur 3 dimensi (3D) gedung Hotel Hashira menggunakan program struktur seperti pada **Gambar 7**. Kemudian di *input* kombinasi pembebanan, dan dilakukan *run analyze* untuk mengetahui nilai gaya – gaya dalam yang terjadi. Tahapan berikutnya adalah melakukan *Check of Structure*. Apabila yang terlihat pada struktur tersebut berwarna merah, menunjukkan bahwa komponen struktur tersebut mengalami *failure* (kegagalan). Maka harus dilakukan *redesign* pada tahap *Preliminary Design*, kemudian diulang lagi seperti tahapan sebelumnya. Apabila warna dari struktur tersebut menunjukkan warna oranye, hijau, kuning, dan biru muda, artinya struktur tersebut mampu menahan beban – beban yang bekerja. Hasil analisa kekuatan struktur gedung Hotel Hashira diperoleh seperti pada **Gambar 8**. Struktur balok dan kolom berwarna biru, menunjukkan bahwa komponen struktur menggunakan dimensi rencana sudah mencukupi untuk menahan beban.

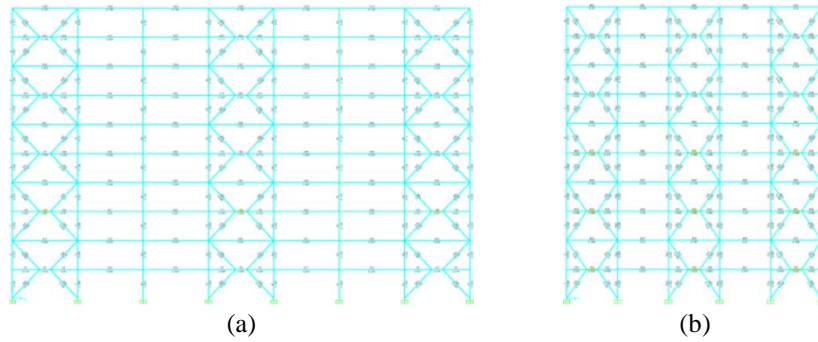
Penentuan simpangan antar lantai ( $\Delta$ ) diperhitungkan berdasarkan perbedaan defleksi sebagai pusat massa di tingkat teratas dan

terbawah yang akan ditinjau. Simpangan antar lantai ( $\delta x$ ) tidak diijinkan melebihi simpangan antar lantai ijin ( $\Delta a$ ) yang telah ditetapkan pada peraturan SNI 1726:2019 seperti pada **Tabel 2**. Gambar simpangan antar lantai yang terjadi pada gedung arah X dan Y ditampilkan pada Gambar 9(a) dan 9(b). Diperoleh simpangan terbesar arah X sebesar 26,664 mm dan arah Y sebesar 36,558 mm, lebih kecil dari simpangan ijin  $\Delta a$  (ijin) = 80 mm. Hal ini menunjukkan gedung mampu menahan gaya gempa yang terjadi.

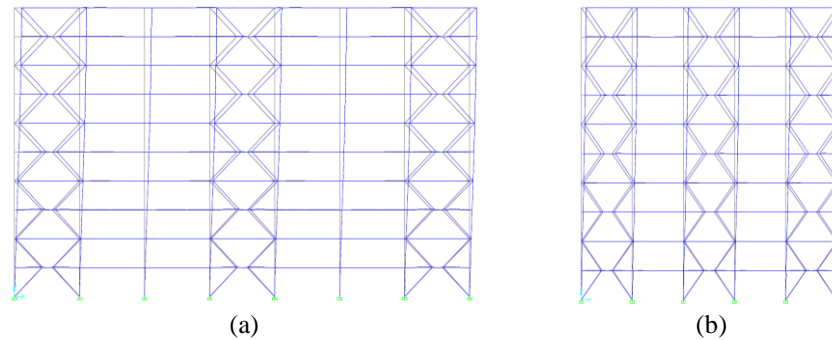


**Gambar 7.** Pemodelan 3D SAP2000

**PERENCANAAN GEDUNG HOTEL "HASHIRA" 10 LANTAI TAHAN GEMPA DI YOGYAKARTA MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIK (SRBE) KONFIGURASI K – SPLIT & INVERTED K – SPLIT BRACE**  
(Adam Yanuar Adiba, Utari Khatulistiani)



**Gambar 8.** (a) Analisa Kekuatan Struktur Arah X, (b) Analisa Kekuatan Struktur Arah Y



**Gambar 9.** (a) Simpangan Antar Lantai Arah X, (b) Simpangan Antar Lantai Arah Y

**Tabel 2.** Simpangan Tiap Lantai pada Sistem Rangka *Bresing* Eksentrik Tipe *Split-K and Inverted Split-K Brace*

Lantai	Elevasi (m)	$h_{sx}$ (mm)	$\delta_x$ (mm)	$\delta_y$ (mm)	$\Delta_x$ (mm)	$\Delta_y$ (mm)	$\Delta a$ (ijin) (mm)	Ket.
Atap	40	4000	48,71	66,68	9,264	11,464	80	Aman
10	36	4000	46,39	63,82	11,304	13,447	80	Aman
9	32	4000	43,57	60,45	16,334	21,696	80	Aman
8	28	4000	39,48	55,03	18,225	22,979	80	Aman
7	24	4000	34,93	49,28	22,513	29,993	80	Aman
6	20	4000	29,30	41,79	23,600	30,481	80	Aman
5	16	4000	23,40	34,17	26,664	36,558	80	Aman
4	12	4000	16,73	25,03	26,206	35,932	80	Aman
3	8	4000	10,18	16,04	24,269	35,797	80	Aman
2	4	4000	4,11	7,09	16,456	28,378	80	Aman
1	0	0	0	0	0	0	80	Aman

### 3.4 Perencanaan Struktur Primer

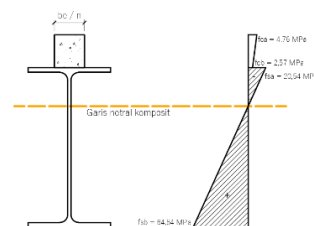
#### 3.4.1 Perencanaan Balok Induk

##### 1) Balok Induk Lantai Tipe 1

Panjang balok induk tipe 1 = 7 meter. Gaya dalam balok induk lantai tipe 1 diperoleh momen  $M_u = 288114492$  Nmm dan gaya geser  $V_u = 149739,02$  N. Direncanakan balok induk lantai tipe 1 menggunakan profil WF 600.300.12.17. Tegangan komposit balok (**Gambar 10**) diperoleh tegangan beton serat atas  $f_{ca} = 4,76$  MPa, tegangan beton serat bawah  $f_{cb} = 2,57$  MPa, tegangan baja serat atas  $f_{sa} = 20,54$  MPa, tegangan baja serat bawah  $f_{sb} = 64,64$  MPa.

Digunakan *Shear Connector* tipe *Stud*  $\frac{1}{2}$ " x  $2\frac{1}{2}$ ", dengan mutu baja BJ 41 dan mutu beton  $f'_c =$

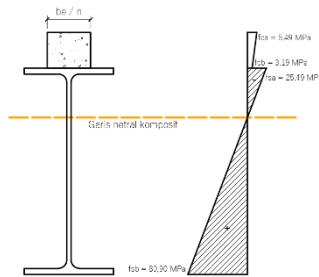
30 MPa, diperlukan jumlah stud sebanyak 52 buah untuk  $\frac{1}{2}$  bentang balok dengan jarak 130 mm.



**Gambar 10.** Diagram Tegangan Komposit Balok Induk Tipe 1

## 2) Balok Induk Lantai Tipe 2

Panjang balok induk tipe 2 = 9 meter. Gaya dalam balok induk lantai tipe 2 diperoleh momen  $M_u = 505426278$  Nmm dan gaya geser  $V_u = 126343,28$  N. Direncanakan balok induk lantai tipe 2 menggunakan profil WF 700.300.13.20. Tegangan komposit balok (**Gambar 11**) diperoleh tegangan beton atas  $f_{ca} = 5,49$  MPa, tegangan beton bawah  $f_{cb} = 3,19$  MPa, tegangan baja atas  $f_{sa} = 25,49$  MPa, tegangan baja bawah  $f_{sb} = 80,90$  MPa.



**Gambar 11.** Diagram Tegangan Balok Induk Tipe 2 Komposit

Digunakan *Shear Connector* tipe *Stud*  $\frac{1}{2}'' \times 2\frac{1}{2}''$ , dengan mutu baja BJ 41 dan mutu beton  $f'_c = 30$  MPa, diperlukan jumlah stud sebanyak 68 buah untuk  $\frac{1}{2}$  bentang balok dengan jarak 130 mm.

### 3.4.2 Perencanaan Link

Balok *link* arah X direncanakan menggunakan profil WF 700.300.13.20 dengan modulus penampang :

$$Z_x = 4980000 \text{ mm}^3, Z_y = 6020000 \text{ mm}^3$$

$$e = 1,6 \cdot \frac{M_p}{V_p} = 1,6 \cdot \frac{186750000}{1271400} = 2350,17 \text{ mm}$$

> *Link* rencana = 1500 mm (termasuk dalam kategori *Short Link*)

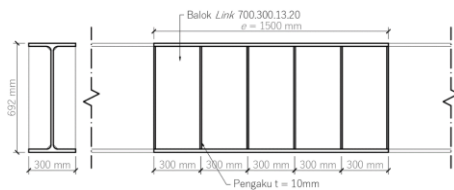
#### Kontrol Geser :

$$\phi V_n > V_u$$

1144260 N > 686506,99 N (Profil aman terhadap geser)

#### Kontrol Sudut Rotasi *Link* :

$$\alpha = 0,0393 \text{ rad} < \alpha \text{ ijin} = 0,08 \text{ rad (OK)}$$



**Gambar 12.** Jarak Pengaku *Link* Arah X

#### Perencanaan Pengaku *Link* Arah X :

Sudut rotasi *Link* =  $\alpha = 0,0247$  rad. Maka, dilakukan interpolasi :

$$S = 0,6 - \left( \frac{0,0393 - 0,02}{0,08 - 0,02} \right) \cdot (0,6 - 0,3) = 0,50 \text{ m}$$

$$= 500 \text{ mm}$$

Direncanakan pengaku *Link* seperti pada **Gambar 12**, menggunakan tebal 10 mm ukuran 692 x 150 mm dipasang dengan jarak 300 mm < 500 mm (OK).

Balok *link* arah Y direncanakan menggunakan profil WF 600.300.12.17 dengan modulus penampang:

$$Z_x = 3530000 \text{ mm}^3, Z_y = 5110000 \text{ mm}^3$$

$$e = 1,6 \cdot \frac{M_p}{V_p} = 1,6 \cdot \frac{1323750000}{986400} = 2147,20 \text{ mm}$$

> *Link* rencana = 1500 mm (termasuk dalam kategori *Short Link*)

#### Kontrol Geser dan Sudut Rotasi *Link*

$$\phi V_n > V_u$$

887760 N > 611187,79 N (Profil aman terhadap geser)

$$\alpha = 0,0420 \text{ rad} < \alpha \text{ ijin} = 0,08 \text{ rad (OK)}$$

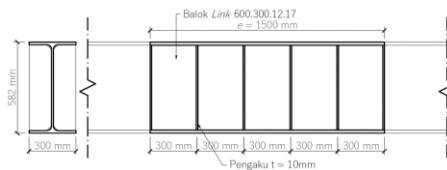
#### Perencanaan Pengaku *Link* Arah Y :

Sudut rotasi *Link* =  $\alpha = 0,0420$  rad. Maka, dilakukan interpolasi :

$$S = 0,6 - \left( \frac{0,0420 - 0,02}{0,08 - 0,02} \right) \cdot (0,6 - 0,3) = 0,49 \text{ m}$$

$$= 490 \text{ mm}$$

Direncanakan pengaku *Link* seperti pada **Gambar 13** menggunakan tebal 10 mm ukuran 582 x 150 mm, dipasang dengan jarak 300 mm < 490 mm (OK).



**Gambar 13.** Jarak Pengaku *Link* Arah Y

### 3.4.3 Perencanaan Balok di Luar *Link*

Balok di luar *link* arah X direncanakan menggunakan profil WF 700.300.13.20.

#### Kontrol Momen, Geser, dan Interaksi Geser dan Lentur:

$$\phi M_n > M_u$$

$$1680750000 \text{ Nmm} > 352073831 \text{ Nmm (OK)}$$

$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,375$$

$$\frac{352073831}{1680750000} + 0,625 \frac{2097810}{1214460} \leq 1,375$$

$$1,355 \leq 1,375 \text{ (OK)}$$

Balok di luar *link* arah Y direncanakan menggunakan profil WF 600.300.12.17.

#### Kontrol Momen, Geser, dan Interaksi Geser dan Lentur:

$$\phi M_n > M_u$$

$$1191375000 \text{ Nmm} > 272206393 \text{ Nmm (OK)}$$

**PERENCANAAN GEDUNG HOTEL "HASHIRA" 10 LANTAI TAHAN GEMPA DI YOGYAKARTA MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIK (SRBE) KONFIGURASI K – SPLIT & INVERTED K – SPLIT BRACE**  
(Adam Yanuar Adiba, Utari Khatulistiani)

$$\frac{Mu}{\phi Mn} + 0,625 \frac{Vu}{\phi Vn} \leq 1,375$$

$$\frac{272206393}{1191375000} + 0,625 \frac{1627560}{887760} \leq 1,375$$

$$1,374 \leq 1,375 \text{ (OK)}$$

### 3.4.4 Perencanaan Kolom

Kolom direncanakan menggunakan profil baja HC 70 yang memiliki dimensi 568.457.70.105. Kekuatan kolom ditentukan menggunakan rumusan dominan aksial :

$$\frac{Nu}{\phi Nn} + \frac{8}{9} \cdot \left( \frac{Mux}{\phi b \cdot Mnx} \right) \leq 1,0 \text{ (rumus dominan aksial)}$$

$$\frac{8703573,04}{25476762,07} + \frac{8}{9} \cdot \left( \frac{489776434}{6547500000} \right) \leq 1,0$$

$$0,341 + 0,0665 = 0,4075 < 1,0 \text{ (OK)}$$

Maka, Profil Baja *Heavy Column* 70 568.457.70.105 dapat digunakan sebagai struktur kolom.

### 3.4.5 Perencanaan Bresing

Berdasarkan peraturan SNI 7860:2020 Pasal F3.3 kuat kombinasi aksial dan lentur perlu pada batang bresing harus direncanakan berdasarkan gaya aksial dan momen lentur yang ditimbulkan oleh 1,25 kali kuat geser nominal dari *Link* sebesar 1,25 Ry.Vn. Panjang bresing direncanakan 5482,93 mm.

#### Bresing Arah X

Direncanakan menggunakan profil WF 400.400.13.21. Bresing yang akan digunakan hanya mampu menerima beban aksial atau hanya menerima gaya tarik dan tekan saja.

Periksa kapasitas penampang terhadap gaya tekan:

$$\frac{Nu}{\phi Nn} > 0,2 = \frac{1794132,38}{4647353,55} = 0,39 > 0,2 \text{ (OK)}$$

Periksa kapasitas penampang terhadap gaya tarik:

$$Nu \text{ profil} = 4920750 \text{ N} > Nu \text{ beban} = 1794132,38 \text{ N (OK)}$$

#### Bresing Arah Y

Direncanakan menggunakan profil WF 400.400.13.21. Bresing yang akan digunakan hanya mampu menerima beban aksial atau hanya menerima gaya tarik dan tekan saja.

Periksa kapasitas penampang terhadap gaya tekan:

$$\frac{Nu}{\phi Nn} > 0,2 = \frac{1588463,72}{4647324,53} = 0,34 > 0,2 \text{ (OK)}$$

Periksa kapasitas penampang terhadap gaya tarik:

$$Nu \text{ profil} = 4920750 \text{ N} > Nu \text{ beban} = 1588463,72 \text{ N (OK)}$$

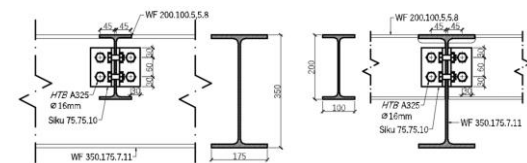
## 3.5 Perencanaan Building Connection

### 1) Sambungan Balok Anak dengan Balok Anak

Direncanakan sambungan menggunakan baut ulir dengan diameter 16 mm dan mutu A325. Diketahui bahwa tegangan putus baut,  $f_u^b = 825$  MPa dan direncanakan menggunakan pelat penyambung siku 75.75.10.

#### a) Sambungan Balok Anak Tipe 1 dengan Balok Anak Tipe 2

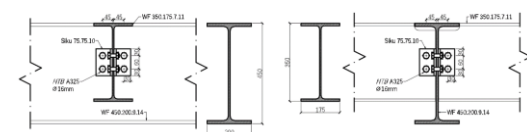
Dibutuhkan 2 buah baut untuk sambungan, seperti pada **Gambar 14**.



**Gambar 14.** Sambungan Balok Anak Tipe 1 dengan Balok Anak Tipe 2

#### b) Sambungan Balok Anak Tipe 2 dengan Balok Anak Tipe 3

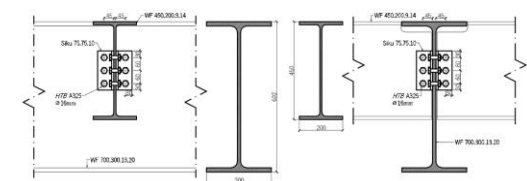
Dibutuhkan 2 buah baut untuk sambungan, seperti pada **Gambar 15**.



**Gambar 15.** Sambungan Balok Anak Tipe 2 dengan Balok Anak Tipe 3

#### c) Sambungan Balok Anak Tipe 3 dengan Balok Anak Tipe 2

Dibutuhkan 3 buah baut untuk sambungan, seperti pada **Gambar 16**.

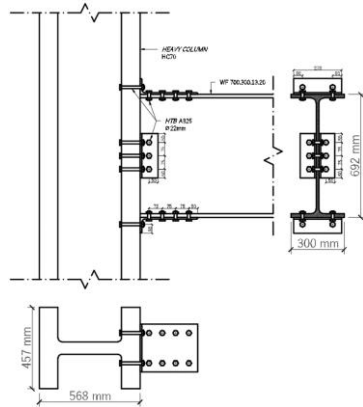


**Gambar 16.** Sambungan Balok Anak Tipe 3 dengan Balok Induk Tipe 2

### 2) Sambungan Balok Induk dengan Kolom

Direncanakan sambungan menggunakan baut ulir dengan diameter 22mm dan mutu A325. Diketahui bahwa tegangan putus  $f_u^b = 825$  MPa dan direncanakan menggunakan pelat penyambung dengan tebal 10 mm seperti pada **Gambar 17**.

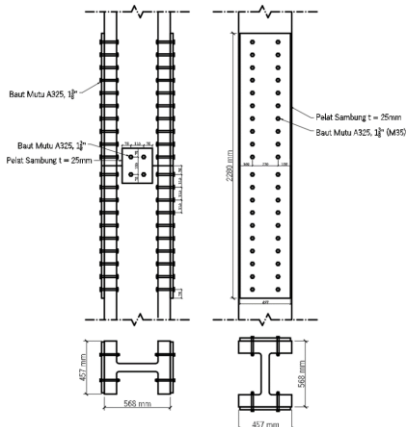




Gambar 17. Sambungan Balok Induk dengan Kolom

3) Sambungan Kolom dengan Kolom

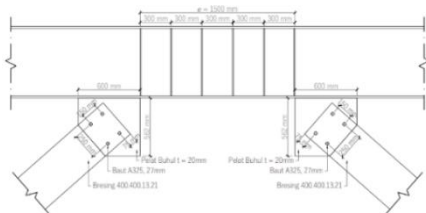
Direncanakan menggunakan baut ulir dengan diameter  $1\frac{3}{8}$ " dengan mutu baut A325 yang memiliki tegangan putus  $f_u^b = 825$  MPa. Sambungan direncanakan menggunakan pelat dengan tebal 25mm seperti pada Gambar 18.



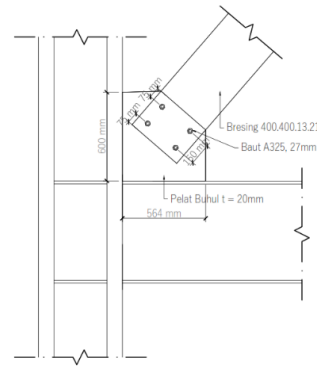
Gambar 18. Sambungan Kolom dengan Kolom

4) Sambungan Batang Bresing

Direncanakan menggunakan baut ulir dengan diameter 27mm dengan mutu baut A325 yang memiliki tegangan putus  $f_u^b = 825$  MPa. Sambungan juga direncanakan menggunakan pelat dengan tebal 20 mm seperti pada Gambar 19 untuk bresing batang tekan dan Gambar 20 untuk bresing batang tarik.



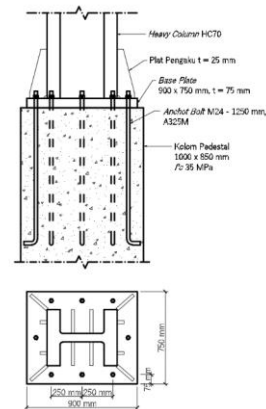
Gambar 19. Sambungan Bresing Batang Tekan



Gambar 20. Sambungan Bresing Batang Tarik

3.6 Perencanaan Pelat Dasar Kolom (Base Plate)

Digunakan tebal *base plate* = 75 mm, ukuran *base plate* adalah 900 mm x 750 mm x 75 mm. Digunakan 8 buah angkur M24 dengan diameter 24 mm seperti pada Gambar 21.



Gambar 21. Sambungan Base Plate dengan Kolom Pedestal

3.7 Perencanaan Kolom Pedestal

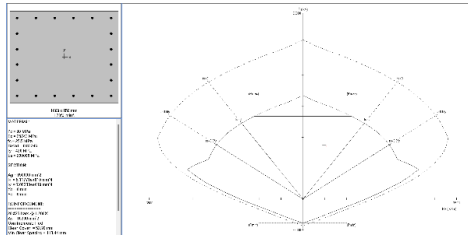
Kolom pedestal merupakan kolom utama yang digunakan sebagai sebagai dudukan kolom profil baja dan pelat kolom baja (*base plate*) dan pada kolom pedestal ditanamkan angkur baja. Pada perencanaan struktur gedung Hotel Hashira direncanakan kolom pedestal sebagai berikut:

- Dimensi kolom = 1000 x 850 mm
- Mutu beton ( $f'c$ ) = 30 MPa
- Mutu baja tulangan ( $f_y$ ) = 420 MPa
- Tinggi kolom = 4000 mm
- Selimut beton = 40 mm
- Diameter tulangan utama = D25 mm
- Diameter tulangan sengkang = D13 mm
- Tinggi efektif,  $d = 1000 - 40 - 13 - (0,5 \times 25) = 934,5$  mm

Berdasarkan hasil *output* analisa menggunakan *spColumn*, untuk menentukan luas tulangan yang dibutuhkan kolom pedestal melalui

**PERENCANAAN GEDUNG HOTEL "HASHIRA" 10 LANTAI TAHAN GEMPA DI YOGYAKARTA MENGGUNAKAN STRUKTUR BAJA SISTEM RANGKA BRESING EKSENTRIK (SRBE) KONFIGURASI K – SPLIT & INVERTED K – SPLIT BRACE**  
(Adam Yanuar Adiba, Utari Khatulistiani)

diagram interaksi Mn-Pn seperti pada **Gambar 22**. Dipakai tulangan longitudinal kolom 20-D25 mm dengan luas tulangan  $A_s = 10200 \text{ mm}^2$  dan  $A_g = 850000 \text{ mm}^2$ . Tulangan sengkang D13-150 mm.



*Horisontal Gedung Struktur Baja Tahan Gempa*. Prosiding Seminar Nasional Dies Natalis XXXVI Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, 106-113.

- Panjaitan, A., Khatulistiani, U. & Priantoro, S.M., (2018). *Perbandingan Bresing X-1 dan X-2 Pada Gedung Struktur Baja Ditinjau Dari Nilai Drift*. Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi, Vol. 6, No. 1, 01–08.
- Popov. Egor P., Kazuhiko Kasai, dan Michael D. Engelhardt. (1987). *Advances in Design of Eccentrically Braced Frames. Buletin of the New Zealand National Society for Earthquake Engineering*, Vol. 20, No. 1, Maret.
- Rahmawati, D. F., & Khatulistiani, U. (2019). *Analisa Drift Gedung Struktur Baja Tahan Gempa Menggunakan Kombinasi Two Story-X Bracing dan X Bracing di Surabaya*. Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi, Vol. 7, No. 1, 01–16.
- Trisya, D.S. & Khatulistiani, U. (2022). *Perencanaan Struktur Baja Gedung Ellysa 10 Lantai di Yogyakarta Menggunakan Sistem Rangka Bresing Eksentrik (SRBE) Konfigurasi Split-K*. Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi, Vol. 10, No. 3, 119–128.