

# Pengaruh Faktor Air Semen Terhadap Perilaku Portal Bidang Baja Hollow yang Diisi Mortar

Syahrul Alamsyah<sup>1</sup> Huzaim<sup>2</sup> Rudiansyah Putra<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

<sup>2,3</sup> Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

Email: syahrulalamsyah68@gmail.com

## Abstract

Infrastructure development is now progressing very rapidly. Material that is widely used is hollow steel. But the weakness of the hollow steel profile structure is easily buckling. Because it is used mortar to fill the shortcomings. Where mortar is very good on its compressive strength and excellent steel in its tensile strength. The purpose of this study is to obtain a field structure filled with mortar with a variety of FAS that can work more optimally to withstand the load given. FAS variation on hollow steel used is 0.3; 0.4; 0.5 with hollow steel profile size 40/80 mm, thickness 1.3 mm and frame height 50 cm. The results showed that the effect of FAS variation on field portal was not significant because the results obtained for PBVF 0.3 load and maximum deflection of 11,380 tons and 27,840 mm for PBVF 0.4 were 13.240 tons and 25,640 mm and for PBVF 0.5 of 11,550 tons and 35.450 mm.

Keywords: Field Portal (Plame Frame), Steel Hollow Profile, Ductility, FAS 0,3; 0,4; 0,5.

## Abstrak

Pembangunan infrastruktur kini mengalami kemajuan sangat pesat. Material yang mulai banyak digunakan adalah baja hollow. Tetapi kelemahan dari struktur profil baja hollow yaitu mudah mengalami tekuk. Karena itu digunakan mortar untuk mengisi kekurangannya. Dimana mortar sangat baik pada kuat tekannya dan baja sangat baik pada kuat tariknya. Tujuan dari penelitian ini didapat struktur portal bidang yang diisi mortar dengan variasi FAS yang dapat bekerja lebih optimal untuk menahan beban yang diberikan. Variasi FAS pada baja hollow yang digunakan yaitu 0,3 ; 0,4 ; 0,5 dengan ukuran profil baja hollow 40/80 mm, ketebalannya 1,3 mm dan ketinggian rangka 50 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh variasi FAS terhadap portal bidang tidak terlalu signifikan karena hasil yang didapat untuk benda uji PBVF 0.3 beban dan lendutan maksimumnya sebesar 11,380 ton dan 27,840 mm, untuk PBVF 0.4 sebesar 13,240 ton dan 25,640 mm dan untuk PBVF 0.5 sebesar 11,550 ton dan 35,450 mm.

Kata kunci: Portal Bidang (Plame Frame), Profil Baja Hollow, Daktilitas, FAS 0,3 ; 0,4 ; 0,5.

## 1. Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur kini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Salah satu material yang mulai banyak digunakan adalah baja hollow. Baja hollow sendiri dapat digunakan sebagai konstruksi struktural maupun sebagai konstruksi non-struktural. Kelemahan dari struktur profil baja hollow yaitu mudah mengalami tekuk. Karena itu untuk mengisi kelemahan pada baja hollow dapat digunakan mortar. Dimana mortar sangat baik pada kuat tekannya dan baja sendiri sangat baik pula pada kuat tariknya, sehingga dari perpaduan dua material tersebut diharapkan bisa saling menopang kekurangan satu dengan yang lainnya.

Tujuan dari penelitian ini didapat struktur portal bidang yang diisi mortar dengan variasi FAS yang dapat bekerja lebih optimal untuk menahan beban yang diberikan. Variasi FAS pada baja hollow yang digunakan adalah variasi yang berbeda yaitu 0,3 ; 0,4 ; 0,5 dengan ukuran profil baja hollow 40/80 mm, ketebalannya 1,3 mm dan ketinggian rangka 50 cm.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh variasi FAS terhadap portal bidang tidak terlalu signifikan karena hasil yang didapat untuk benda uji PBVF 0.3 beban dan lendutan maksimumnya sebesar 11,380 ton

dan 27,840 mm, untuk PBVF 0.4 sebesar 13,240 ton dan 25,640 mm dan untuk PBVF 0.5 sebesar 11,550 ton dan 35,450 mm.

## 2. Tinjauan Kepustakaan

### 2.1 Portal Bidang (Plane Frame)

Portal bidang (*plane frame*) dapat didefinisikan sebagai kumpulan elemen-elemen linear dua dimensi yang tergabung pada titik hubungannya secara kaku atau sambungan sendi, dan beban serta reaksi terjadi pada bidang struktur tersebut Kassimali[1]

#### 2.1.1 Batang tak homogen (komposit)

Untuk memudahkan perhitungan pada penampang komposit digunakan angka ekuivalensi ( $n$ ), dimana:

$$n = \frac{E_s}{E_c} \dots\dots\dots 1)$$

$$E_s = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots 2)$$

$$E_c = 4700\sqrt{f'_c} \dots\dots\dots 3)$$

Dimana:  $n$  = Angka Ekuivalensi;

$E_s$  = Modulus Elastisitas Baja (kg/cm<sup>2</sup>);

$E_c$  = Modulus Elastisitas Beton (kg/cm<sup>2</sup>);

$\sigma$  = Tegangan baja (MPa);

$\varepsilon$  = Regangan baja;  
 $f^c$  = Kuat tekan beton (kg/cm<sup>2</sup>).

Adapun untuk mencari momen inersia dan luasan dapat menggunakan rumus berikut:

$$I_s = \left( \frac{1}{12} \times b_1 \times h_1^3 \right) - \left( \frac{1}{12} \times b_2 \times h_2^3 \right) \dots\dots\dots 4)$$

$$I_s = \frac{\left( \frac{1}{12} \times b_2 \times h_2^3 \right)}{n} \dots\dots\dots 5)$$

$$I_{komposit} = I_s + I_c \dots\dots\dots 6)$$

$$F_s = (b_1 \times h_1) - (b_2 \times h_2) \dots\dots\dots 7)$$

$$F_c = \frac{(b_2 \times h_2)}{n} \dots\dots\dots 8)$$

$$F_{komposit} = F_s + F_c \dots\dots\dots 9)$$

Dimana :  $b_1$  = Panjang dimensi baja (mm);  
 $h_1$  = Lebar dimensi baja (mm);  
 $b_2$  = Panjang dimensi beton (mm);  
 $h_2$  = Lebar dimensi beton (mm);  
 $I_s$  = Momen inersia baja (mm<sup>4</sup>);  
 $I_c$  = Momen inersia beton (mm<sup>4</sup>);  
 $F_s$  = Luas baja (mm<sup>2</sup>);  
 $F_c$  = Luas beton (mm<sup>2</sup>).

### 2.1.2 Batang tekan

Suatu komponen yang mengalami gaya tekan, akibat beban terfaktor  $P_u$ , menurut Standar Nasional Indonesia 1729-2015, harus memenuhi :

$$P_u < \phi_c \cdot P_n \dots\dots\dots 10)$$

Dimana:  $P_u$  = Beban terfaktor (N);  
 $P_n$  = Kekuatan tekan nominal komponen struktur tekan (N);  
 $\phi_c$  = Faktor reduksi.

Faktor reduksi kekuatan  $\phi_c$  untuk komponen struktur yang memikul gaya tekan aksial (SNI 1729-2015) sebesar 0,9. Daya dukung nominal  $P_n$  struktur tekan ditentukan berdasarkan keadaan batas tekuk lentur sebagai berikut :

$$P_n = A_g \cdot F_{cr} \dots\dots\dots 11)$$

Dimana:  $A_g$  = Luas penampang (mm<sup>2</sup>);  
 $F_{cr}$  = Tegangan kritis (Mpa).

Dengan besarnya  $F_{cr}$  ditentukan sebagai berikut :

$$\text{Bila } \frac{KL}{r} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ maka } F_{cr} = [0,658 \frac{F_y}{F_e}] \dots\dots\dots 12)$$

$$\text{Bila } \frac{KL}{r} > 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \text{ maka } F_{cr} = 0,877 F_e \dots\dots\dots 13)$$

Dimana:  $K$  = Faktor panjang tekuk;  
 $L$  = Panjang struktur tekan (mm);  
 $r$  = Jari-jari girasi struktur tekan (mm).

Perilaku tekuk merupakan salah satu penyebab keruntuhan batang tekan. Tekuk sendiri hanya terjadi pada elemen langsing dan yang memikul gaya tekan. Rumus tekuk adalah sebagai berikut Dewobroto[2]:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2} \dots\dots\dots 14)$$

Dimana :  $P_{cr}$  = Beban aksial sesaat sebelum tekuk (*buckling*) (N);  
 $E$  = Modulus elastisitas (Mpa);  
 $I$  = Inersia penampang (mm<sup>4</sup>);  
 $L$  = Panjang struktur tekan (m).

### 2.1.3 Batang tarik

Batang tarik sangat efektif dalam memikul beban. Batang tarik dapat terdiri dari profil tunggal maupun profil-profil tersusun Setiawan[8]. Untuk leleh tarik pada penampang bruto dan keruntuhan tarik pada penampang netto diperoleh sebagai berikut:

$$P_u < \phi \cdot P_n \dots\dots\dots 15)$$

Dimana:  $P_u$  = Beban terfaktor (Mpa);  
 $\phi$  = Faktor reduksi yang besarnya 0,9;  
 $P_n$  = Tahanan nominal komponen struktur tarik (Mpa).

Bila kondisi leleh menentukan, maka tahanan nominal  $P_n$ , dari batang tarik memenuhi persamaan:

$$P_n = A_g \cdot f_y \dots\dots\dots 16)$$

Dimana:  $A_g$  = Luas bruto dari struktur (mm<sup>2</sup>);  
 $f_y$  = Tegangan leleh minimum (Mpa).

Bila kondisi keruntuhan tarik menentukan, maka tahanan nominal  $P_n$ , dari batang tarik memenuhi persamaan:

$$P_n = F_u \cdot A_e \dots\dots\dots 17)$$

Dimana:  $A_e$  = Luas netto efektif (mm<sup>2</sup>);  
 $F_u$  = Kekuatan tarik minimum (Mpa).

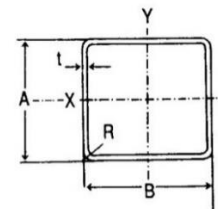
Syarat kekakuan berdasarkan pada rasio kelangsingan, yaitu:

$$\lambda = \frac{L}{r} < 300 \dots\dots\dots 18)$$

Dimana:  $\lambda$  = Kelangsingan komponen struktur;  
 $L$  = Panjang komponen struktur (mm);  
 $r$  = Jari-jari girasi (mm).

## 2.2 Profil Baja Hollow

Baja *hollow* adalah baja berongga (pipa) berbentuk kotak atau disebut juga SHS (*Square Hollow Section*) dan berbentuk persegi panjang atau RHS (*Rectangular Hollow Section*).



Gambar 1 Penampang Profil Baja Hollow

### 2.3 Mortar

Mortar merupakan suatu campuran yang terdiri dari semen, agregat halus, dan air baik dalam keadaan dikeraskan ataupun tidak dikeraskan Anonim[3].

### 2.6 Faktor Air Semen

Faktor Air Semen (FAS) atau *Water Cement Ratio* (WCR) adalah indikator yang sangat penting dalam perencanaan campuran beton karena FAS merupakan perbandingan jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton.

### 2.5 Bahan Tambah

Menurut Anonim[4], *viscocrete-10* adalah generasi ketiga dari *superplasticizer* untuk beton dan mortar. *Viscocrete-10* merupakan jenis *superplasticizer* dengan kemampuan mengalir sangat baik.

## 2.6 Pelat Buhul

Untuk menghitung tegangan pada buhul digunakan rumus sebagai berikut Dewobroto[2] :

$$f_a = P/A \dots\dots\dots 19)$$

$$f_b = M/S_x \dots\dots\dots 20)$$

$$f_{v-avg} = V/A \dots\dots\dots 21)$$

$$f_v = \frac{3}{2} f_{v-avg} \dots\dots\dots 22)$$

$$R = \sqrt{\left(\frac{f_a}{2}\right)^2 + (f_v)^2} \dots\dots\dots 23)$$

$$f_{tarik} = \frac{f_a}{2} - R \dots\dots\dots 24)$$

$$f_{desak} = \frac{f_a}{2} + R \dots\dots\dots 25)$$

Dimana : P = Beban pada batang (N);  
 A = Luas penampang (mm<sup>2</sup>);  
 M = Momen (Nm);  
 S<sub>x</sub> = Modulus potongan (mm<sup>3</sup>);  
 f<sub>a</sub> = Tegangan pada satu sisi potongan (N);  
 f<sub>b</sub> = Tegangan pada satu sisi potongan (N);  
 f<sub>v</sub> = Tegangan pada satu sisi potongan (N);  
 R = Resultan tegangan sumbu netral (N);  
 f<sub>tarik</sub> = Tegangan tarik buhul (N);  
 f<sub>desak</sub> = Tegangan desak buhul (N).

## 2.7 Sambungan Las

Standar Nasional Indonesia 1729-2015, kekuatan desain dan kekuatan yang diizinkan dari joint yang dilas harus merupakan nilai terendah dari kekuatan material dasar yang ditentukan menurut keadaan batas dari keruntuhan tarik dan keruntuhan geser dan kekuatan logam las yang ditentukan menurut keadaan batas dari keruntuhan berikut ini :

$$\phi R_n \geq R_u \dots\dots\dots 26)$$

Dimana:  $\phi$  = Faktor tahanan;  
 R<sub>n</sub> = Tahanan nominal (N);  
 R<sub>u</sub> = Beban terfaktor (N).

Kuat rencana per satuan panjang las sudut, ditentukan sebagai berikut:

$$\phi R_n = 0,75 \cdot F_{nBM} \cdot (A_{BM}) \text{ (logam dasar)} \dots\dots\dots 27)$$

$$\phi R_n = 0,75 \cdot F_{nw} \cdot (A_{we}) \text{ (logam las)} \dots\dots\dots 28)$$

Dimana: F<sub>nBM</sub> = Tegangan nominal dari logam dasar (MPa);  
 F<sub>nw</sub> = Tegangan nominal dari logam las (Mpa);  
 A<sub>BM</sub> = Luas penampang logam dasar (mm<sup>2</sup>)  
 A<sub>we</sub> = Luas efektif las (mm<sup>2</sup>).

Dengan besarnya A<sub>we</sub> ditentukan sebagai berikut :

$$A_{we} = t_{efektif} \times L \dots\dots\dots 29)$$

Dimana: t<sub>efektif</sub> = Tebal efekti plat (mm);  
 L = Panjang pengelasan (mm).

## 2.8 Pengekangan Beton

Pengekangan (*confinement*) beton adalah salah satu cara untuk meningkatkan daktilitas dan kuat tekan beton Safitri & Nuroji[5].

## 2.9 Kapasitas Struktur

Menurut Afrilianto dan Rahmania[6] menyatakan bahwa kapasitas struktur adalah memperkirakan urutan kejadian dari kegagalan suatu struktur berdasarkan beban maksimum yang dialami struktur.

## 2.10 Daktilitas

Menurut Oscar[7], daktilitas merupakan kemampuan struktur atau sub-struktur untuk menahan respon inelastik yang dominan dalam memikul beban agar tidak runtuh.

$$\mu = \frac{\Delta_u}{\Delta_y} \dots\dots\dots 30)$$

Dimana:  $\mu$  = Daktilitas;  
 $\Delta_u$  = Defleksi pada saat runtuh (mm);  
 $\Delta_y$  = Defleksi pada saat leleh (mm).

## 2.11 Analisa Portal Bidang Metode Matriks

Menurut Kassimali[1] portal bidang (*plane frame*) dapat didefinisikan sebagai kumpulan elemen-elemen linear dua dimensi yang tergabung pada titik hubungannya secara kaku atau sembugan sendi, dan beban serta reaksi terjadi pada bidang struktur tersebut.

$$\{P\} = [K] \{U\} \dots\dots\dots 31)$$

Dimana :  $\{P\}$  = Matriks gaya;  
 $[K]$  = Matriks kekakuan;  
 $\{U\}$  = Matriks perpindahan.

Perhitungan analisis matriks portal bidang (*plane frame*) berdasarkan *Matrix Analysis of Structures, Second Edition* Kassimali[7] adalah sebagai berikut:

$$L = \sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2} \dots\dots\dots 32)$$

$$C = \cos \theta = \frac{x_j - x_i}{L} \dots\dots\dots 33)$$

$$S = \sin \theta = \frac{y_j - y_i}{L} \dots\dots\dots 34)$$

Matriks transformasi:

$$[T] = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cos \theta & \sin \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \dots\dots 35)$$

Matriks *transpose* dari matriks transformasi:

$$[T^T] = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \dots\dots 36)$$

Matriks kekakuan elemen koordinat lokal:

$$[k] = \frac{EI}{L^3} =$$

$$\begin{bmatrix} \frac{AL^2}{I} & 0 & 0 & -\frac{AL^2}{I} & 0 & 0 \\ 0 & 12 & 6L & 0 & -12 & 6L \\ 0 & 6L & 4L^2 & 0 & -6L & 2L^2 \\ -\frac{AL^2}{I} & 0 & 0 & \frac{AL^2}{I} & 0 & 0 \\ 0 & -12 & -6L & 0 & 12 & -6L \\ 0 & 6L & 2L^2 & 0 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix} \dots\dots\dots 37)$$

Matriks kekakuan elemen koordinat global:

$$[K] = [T^T][k][T] \dots\dots\dots 38)$$

Perpindahan struktur yang timbul:

$$[d]=[S^{-1}][P] \dots\dots\dots 39)$$

Perpindahan akhir elemen pada sistem koordinat lokal:

$$[u]=[T][v] \dots\dots\dots 40)$$

Perpindahan akhir elemen pada sistem koordinat global:

$$[v]=[T^T][u] \dots\dots\dots 41)$$

Gaya akhir elemen pada sistem koordinat lokal:

$$[Q]=[k][u] \dots\dots\dots 42)$$

Gaya akhir elemen pada sistem koordinat global:

$$[F]=[T^T][Q] \dots\dots\dots 43)$$

### 3. Metode Penelitian

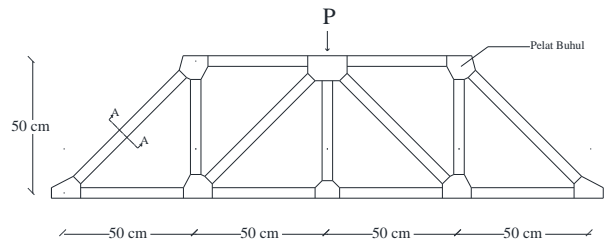
#### 3.1 Perencanaan Struktur Portal Bidang

Sistem struktur yang direncanakan adalah struktur portal bidang (*plane frame*) yang memiliki 13 elemen dan 8 *joint* dengan tumpuan sendi dan sendi. Struktur portal bidang dianalisis dengan menggunakan metode matriks dengan rencana kehancuran berada pada batang tekan. Berdasarkan hasil analisis portal bidang dengan menggunakan metode matriks menunjukkan bahwa elemen B2, B3, V1, dan V3 merupakan batang tarik sedangkan elemen A1, A2, B1, B4, D1, D2, D3, dan D4 merupakan batang tekan. Dari hasil perhitungan didapat gaya batang terbesar berada elemen D1, D2, D3, dan D4.

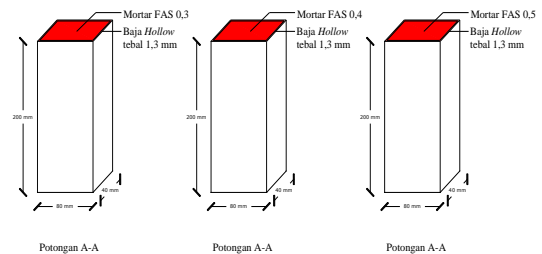
Ada 3 (tiga) tipe struktur portal bidang yang dianalisis. Tipe-tipe tersebut memiliki ukuran profil dan ketebalan yang sama dengan tipe portal bidang yang diuji pada saat penelitian. Hal ini bertujuan agar hasil yang diperoleh dari perencanaan yaitu gaya dan tegangan maksimum dapat dijadikan sebagai acuan pada saat dilakukan pengujian benda uji portal bidang.

Tabel 1 Tipe Benda Uji Yang Digunakan

Rangka Bidang	Ukuran Profil Baja Hollow
Tipe A	80 x 40 x 1,3 FAS 0.3
Tipe B	80 x 40 x 1,3 FAS 0.4
Tipe C	80 x 40 x 1,3 FAS 0.5



Gambar 2 Desain Benda Uji Portal Bidang



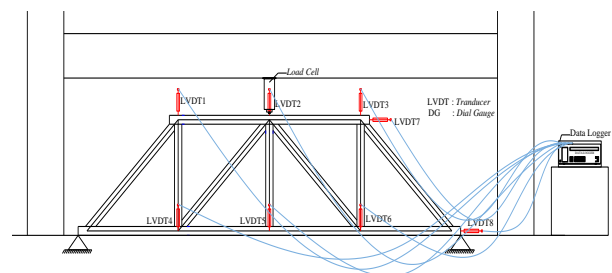
Gambar 3 Potongan A-A Portal Bidang

### 3.2 Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji portal bidang yang diisi mortar dilakukan dengan mengecat seluruh permukaan benda uji portal bidang. Perawatan benda uji kubus dilakukan dengan cara direndam dalam kolam selama 20 hari lalu.

### 3.3 Pengujian Pembebanan Portal Bidang

Pada saat pengujian pembebanan portal bidang akan digunakan LVDT sebanyak 8 buah yang dipasang pada *joint* tertentu. Pembacaan lendutan (*displacement*) dilakukan dengan menggunakan alat LVDT1, LVDT2, LVDT3, LVDT4, LVDT5, dan LVDT6. Alat LVDT7 dan LVDT8 digunakan untuk pembacaan perpindahan (*deformation*) horizontal. Pembacaan dengan alat LVDT tercatat pada *data logger*.



Gambar 4 Set-up LVDT

### 3.4 Analisis Data

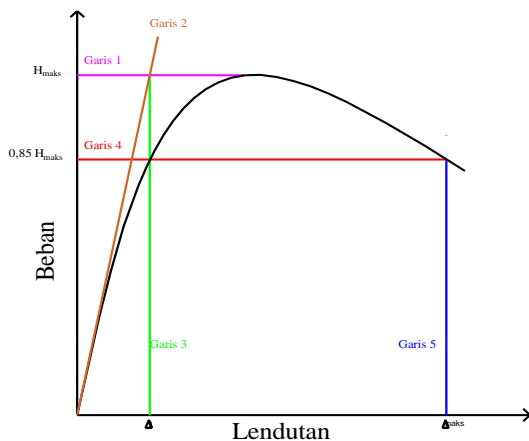
#### 3.4.1 Analisis kapasitas portal bidang

Tinjauan dari kapasitas berupa beban dan lendutan dari benda uji portal bidang, yaitu dengan menggunakan grafik hubungan beban-lendutan, maka diperoleh kekuatan suatu struktur. Kekuatan struktur dapat dilihat dari besarnya beban maksimum yang mampu dipikul oleh struktur portal bidang.

#### 3.4.2 Daktilitas

Lendutan pada saat leleh dan pada saat runtuh diperoleh dari kurva hubungan beban-lendutan dari portal

bidang. Lendutan pada saat leleh diperoleh dengan cara menarik suatu garis lurus horizontal (garis 1) dari beban maksimum pada kurva hubungan beban dan lendutan *joint* 5 (LVDT 5), kemudian tarik garis miring (garis 2) sedemikian rupa sehingga mengenai kebanyakan garis. Tarik garis sejajar sumbu y (garis 3) dari titik perpotongan garis 1 dan 2. Defleksi yang dihasilkan dari garis 3 adalah defleksi pada saat leleh, sedangkan defleksi pada saat runtuh dilakukan dengan menarik garis horizontal (garis 4) yang merupakan 85 % dari beban maksimum kemudian tarik garis sejajar sumbu y (garis 5) sehingga defleksi pada saat runtuh.



Gambar 5 Metode Garis Kurva Untuk Nilai Daktilitas

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Hasil Sifat-sifat Fisis Agregat

Data pendukung diperoleh dari hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa agregat yang digunakan memenuhi syarat sebagai material pembentuk mortar beton. Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat diperlihatkan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisis Agregat

Jenis Agregat	BD (Kg/l)	SG		Absorpsi (%)	FM
		SSD	OD		
Fine Sand	1,671	2,675	2,587	1,389	2,595

### 4.2 Hasil Perencanaan Campuran Mortar

Perhitungan perencanaan campuran beton dilakukan dengan mengacu kepada *American Concrete Institute (ACI) Standard 211.1-9*. Perencanaan campuran mortar untuk tiga variasi Faktor Air Semen (FAS) dan enam kubus berukuran 50 mm × 50 mm × 50 mm. Dan hasil perhitungan komposisi 1 m<sup>3</sup> campuran mortar diperlihatkan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3 *Mix Design* Mortar Komposisi 1m<sup>3</sup>

Benda Uji	FAS	Semen (Kg)	Pasir (Kg)	Air (Kg)
PBP 30/60	0,3	23,9096	33,7522	7,1729
PBP 40/80	0,4	17,9322	39,7296	7,1729
PBP 50/100	0,5	14,3458	43,3161	7,1729

### 4.3 Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja *Hollow*

Hasil pengujian kuat tarik baja *hollow* diperlihatkan pada Tabel 4. Dari hasil tersebut didapatkan grafik hubungan tegangan-regangan.

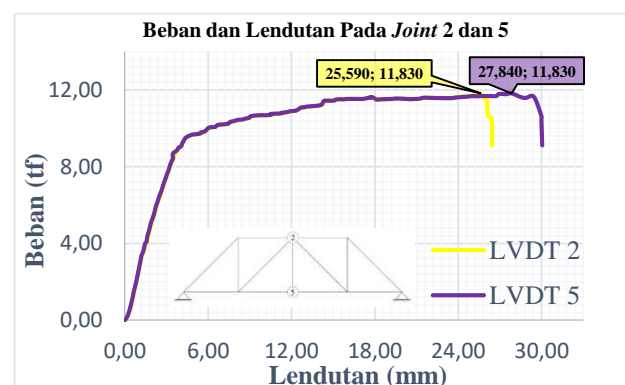
Tabel 4 Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja *Hollow*

Ukuran Benda Uji (mm)	Tegangan Luluh (Kg/cm <sup>2</sup> )	Regangan Luluh	Modulus Elastisitas (Kg/cm <sup>2</sup> )
(a)	(b)	(c)	(d) = (b)/(c)
80 × 40 × 1,3	2500	0,002	1250000

### 4.4 Hasil Pengujian Portal Bidang

#### 4.4.1 Benda uji PBVF 0.3

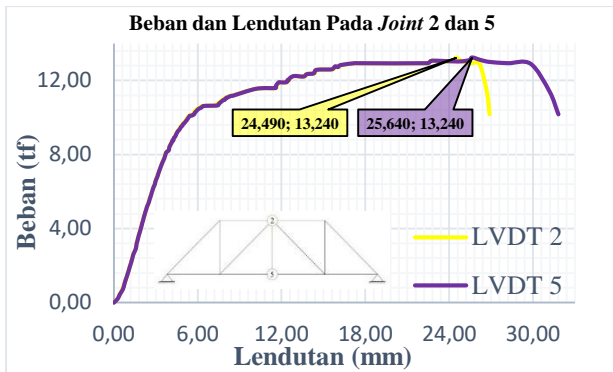
Beban maksimum yang dicapai pada benda uji portal bidang dengan FAS 0.3 sebesar 11,380 ton dan lendutan maksimum yang timbul akibat beban tersebut terjadi pada *joint* 5 yaitu 27,840 mm.



Gambar 6 Grafik Beban-Lendutan PBVF 0.3

#### 4.4.2 Benda uji PBVF 0.4

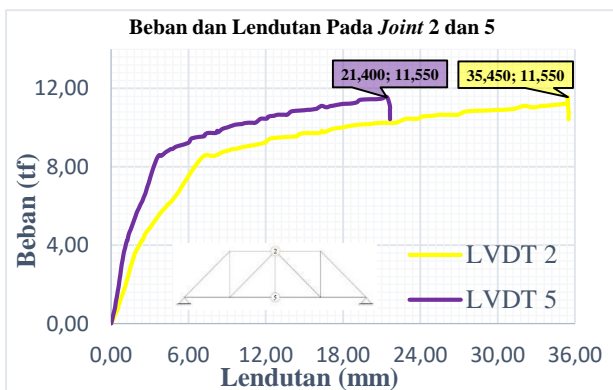
Beban maksimum yang dicapai pada benda uji portal bidang dengan FAS 0,4 sebesar 13,240 ton dan lendutan maksimum yang timbul akibat beban tersebut terjadi pada *joint* 5 yaitu 25,640 mm.



Gambar 7 Grafik Beban-Lendutan PBVF 0.4

#### 4.4.3 Benda uji PBVF 0.5

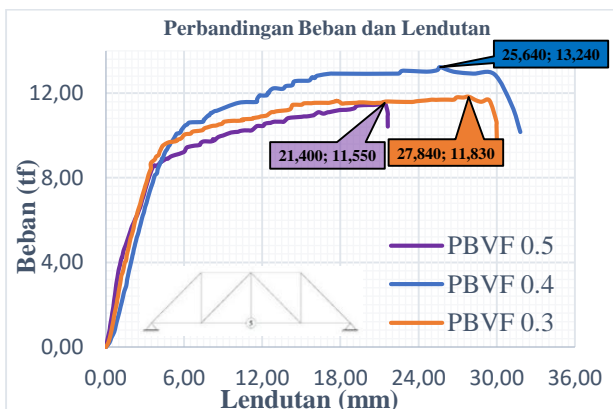
Beban maksimum yang dicapai pada benda uji portal bidang dengan FAS 0,5 sebesar 11,550 ton dan lendutan maksimum yang timbul akibat beban tersebut terjadi pada *joint* 2 yaitu 35,450 mm.



Gambar 8 Grafik Beban-Lendutan PBVF 0.5

#### 4.5 Pengaruh FAS Terhadap Kekuatan Struktur Portal Bidang

Kondisi FAS yang kecil tidak selalu baik, karena pada penelitian ini FAS yang paling optimal untuk portal bidang ini adalah FAS 0.4 karena mampu memikul beban lebih besar dari yang lainnya.



Gambar 9 Grafik Beban-Lendutan Maksimum

Tabel 5 Presentase Kenaikan Beban

Nama Benda Uji	Beban Maksimum (ton)	Lendutan Maksimum (mm)	Presentase Kenaikan Beban (%)
PBVF 0.3	11,830	27,840	-
PBVF 0.4	13,240	25,640	11,92
PBVF 0.5	11,550	35,450	2,37 (-)

#### 4.6 Daktilitas

Hasil dari perhitungan nilai daktilitas pada PBVF 0.3, PBVF 0.4, dan PBVF 0.5 diperlihatkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Nilai Daktilitas Portal Bidang

Nama Benda Uji	$\Delta u$ (mm)	$\Delta y$ (mm)	$\mu = \Delta u / \Delta y$
PBVF 0.3	30,00	4,25	7,06
PBVF 0.4	31,48	6,00	5,25
PBVF 0.5	21,70	3,50	6,20

Dari tabel di atas diperoleh informasi bahwa indeks daktilitas dari benda uji portal bidang PBVF 0.3, PBVF 0.4 dan PBVF 0.5 termasuk kedalam daktilitas struktural penuh.

#### 5. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian tentang portal bidang baja *hollow* dengan bahan pengisi mortar adalah sebagai berikut:

1. Beban maksimum yang mampu diterima benda uji PBVF 0.3 yaitu 11,830 ton, benda uji PBVF 0.4 beban maksimum yang diterima sebesar 13,240 ton, dan benda uji PBVF 0.5 beban maksimum yang diterima sebesar 11,550 ton. Hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi FAS yang paling optimal untuk benda uji portal bidang tersebut adalah FAS 0.4 karena beban yang dapat diterima lebih besar dari yang lainnya.
2. Persentase kenaikan beban maksimum antara benda uji PBVF 0.3 dengan benda uji PBVF 0.4 sebesar 11,92 %. Sedangkan pada benda uji PBVF 0.3 dengan benda uji PBVF 0.5 mengalami penurunan beban maksimum sebesar 2,37 %.
3. Lendutan maksimum terjadi pada tengah bentang (*joint* 5) dengan nilai pada PBVF 0.3 yaitu 27,84 mm, pada PBVF 0.4 yaitu 25,64 mm, dan pada PBVF 0.5 yaitu 21,40 mm.
4. Indeks daktilitas dari portal bidang PBVF 0.3 adalah 7,06, PBVF 0.4 memiliki indeks daktilitas sebesar 5,25, dan PBVF 0.5 memiliki indeks daktilitas sebesar 6,20. PBVF 0.3, PBVF 0.4 dan PBVF 0.5 termasuk kedalam daktilitas struktural penuh.
5. Hasil pengujian laboratorium memiliki beban lebih kecil dibandingkan perhitungan teoritis dikarenakan portal bidang saat pengujian tidak kaku dengan sempurna seperti yang diasumsikan pada saat perhitungan teoritis.

**Daftar Kepustakaan**

1. Kassimali, A., 2010, *Matrix Analysis of Structures - Second Edition*, Cengage Learning, Stamford-USA.
2. Dewobroto, W., 2016, *Struktur Baja (Perilaku, Analisis & Desain – AISC 2010) Edisi Ke-2*, Penerbit Jurusan Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan, Lippo Karawaci, Tangerang.
3. Anonim, 2015, *Standar Nasional Indonesia 2049-2015 : Semen Portland*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
4. Anonim, 2012, *Sika Viscocrete-10, Product Data Sheet Edition 21/02/2012*, Sika South Africa (Pty) Ltd, Westmead-South Africa.
5. Safitri E., dan Nuroji, 2013, *Efek Berbagai Jarak External Confinement Terhadap Deformability Beton*, Konferensi Nasional Teknik Sipil 7, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
6. Afrilianto, G., dan P. Rahmania, 2010, *Perencanaan Struktur Gedung ICT Universitas Diponegoro – Tembalang Semarang*, Tugas Akhir, Universitas Diponegoro, Semarang.
7. Oscar, F. N., 2009, *Analisa Pengaruh Penambahan Tulangan Tekan Terhadap Daktilitas Kurvatur Balok Beton Bertulang*, Jurnal Rekayasa Sipil, Vol. 5, No. 1, Universitas Andalas, Sumatera Barat.
8. Setiawan, A., 2008, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)*, Penerbit Erlangga.