

# ANALISA PERBANDINGAN PEMAKAIAN BAJA KONVENSIONAL PROFIL WF (PABRIKASI) DENGAN PROFIL TERSUSUN (*BUILT-UP*) SIKU SAMA KAKI PADA KONSTRUKSI BANGUNAN *PORTAL FRAME*

Srikirana Meidiani<sup>1</sup>, dan Leni Marlina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas IBA, Palembang

<sup>2</sup>Alumni Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas PGRI, Palembang

**Abstrak.** Pada bangunan industri struktur baja yang digunakan adalah Struktur *Gable*. Baja dapat dimanfaatkan sebagai struktur utama sebuah bangunan seperti gudang, bengkel kerja, bangunan lapangan futsal dan lain-lain. Penelitian ini dilakukan berdasarkan metode ASD (*Allowable Stress Design*) dan interpolasi polar. Konstruksi ini digunakan pada bangunan sederhana berupa portal frame, dimana profil yang digunakan adalah profil WF (pabrikasi) dan profil tersusun siku sama kaki (*built-up*), tujuan penelitian ini yaitu untuk meninjau berat dan harga konstruksi yang lebih efisien. Hasil analisa Ditinjau dari berat profil WF (pabrikasi) dengan mutu baja BJ 37 dan BJ 41 berat totalnya 21822,9452 kg, lebih ringan 25,50% dibandingkan dengan berat profil tersusun siku sama kaki (*built-up*) mutu baja BJ 37 dan BJ 41 yaitu 29292,3577 kg. Pada mutu baja BJ 44 berat profil WF 21656,3955 kg, lebih ringan 13,55% dibandingkan dengan berat profil tersusun siku sama kaki (*built-up*) mutu baja BJ 44 yaitu 25049,4554 kg. Pada mutu baja BJ 50 berat profil WF 21656,3955 kg, lebih ringan 15,72% dibandingkan dengan berat profil tersusun siku sama kaki (*built-up*) mutu baja BJ 50 yaitu 25696,0992 kg. Pada mutu baja BJ 52 berat profil WF 20030,835 kg, lebih ringan 18,71% dibandingkan dengan berat profil tersusun siku sama kaki (*built-up*) mutu baja BJ 52 yaitu 24640,1998 kg.

**Kata Kunci :** baja *built-up*, baja WF, mutu baja, portal *gable frame*

## I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman sudah terlalu banyak bangunan struktur rangka atap yang menggunakan konstruksi kayu hingga disarankan untuk menggunakan konstruksi berbahan baja, tidak hanya konsumen di kota-kota tapi di daerah-daerah dan pelosok pun sekarang sudah mulai menggunakan konstruksi baja. Baja adalah bahan dasar vital untuk industri. Semua segmen kehidupan, mulai dari peralatan dapur, transportasi, generator pembangkit listrik, sampai kerangka gedung dan jembatan menggunakan struktur baja. Pada bangunan industri struktur baja yang digunakan adalah Struktur *Gable*. Baja dapat dimanfaatkan sebagai struktur utama sebuah bangunan seperti gudang, bengkel kerja, bangunan lapangan futsal dan lain-lain.

Konstruksi baja berat (seperti WF) pada kekuatan tarik maupun tekannya memiliki kekuatan yang sama tinggi dan sama kuat, oleh karena itu baja adalah elemen struktur yang memiliki batasan sempurna yang akan menahan beban jenis tarik aksial, tekan

aksial, dan lentur. Namun dipandang dari sudut biaya harga baja cukup tinggi, maka *cost* untuk pemakaian baja juga akan tinggi. Hal ini dapat disiasati dengan cara mengalihkan pemakaian profil baja dengan kekuatan tinggi seperti WF dengan menggunakan profil tersusun (*built-up*) yang memiliki kekuatan sama tinggi.

Dengan pertimbangan dan dengan tuntutan ekonomi yang tinggi, penulis tertarik untuk menganalisa penggunaan material baja konvensional yang lebih efisien antara konstruksi baja profil tersusun (*built-up*) siku samakaki dengan profil WF (pabrikasi) pada konstruksi bangunan *portal frame*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi pemakaian material baja konvensional antara profil tersusun (*built-up*) siku samakaki dengan profil WF (pabrikasi) pada bangunan sederhana *portal frame* dan memberikan kontribusi untuk pemakaian konstruksi baja berat dengan profil yang lebih kecil namun diharapkan memiliki *serviceability* yang lebih aman.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Profil Baja Tersusun (*Built-up*)

Baja tersusun (*built-up*) adalah suatu batang profil yang adakalanya tidak menguntungkan dipasang sebagai profil tunggal dan sering kali karena beban/gaya luar yang besar, maka suatu profil tidak cukup kuat sehingga kita harus memakai batang majemuk yang terdiri dari dua buah batang atau lebih. Dengan jarak yang memenuhi syarat dan sistem sambungan yang direncanakan.

Batang tekan majemuk umumnya dipasang pelat kopel, dimana fungsi dari pelat kopel:

- Memperkecil  $L_k$  dari profil tunggal.
- Memperbesar daya perlawanan batang terhadap pembengkokan.
- Memberi perlawanan terhadap pergeseran profil atau terhadap pergeseran yang lainnya.
- Memberikan keteguhan bentuk.

Hubungan antara pelat kopel dan batang dapat dilaksanakan dengan:

- Paku keling
- Las lumer, las sudut, las tumpul.

Dari percobaan-percobaan yang dilakukan oleh Krohn dengan batang-batang yang disusun dari dua buah pelat tunggal, supaya sama kuat dikedua arah.

$$P_1 = \frac{280}{280 - \lambda} \times \frac{F_1}{F_t} \times p \quad (1)$$

Dimana:

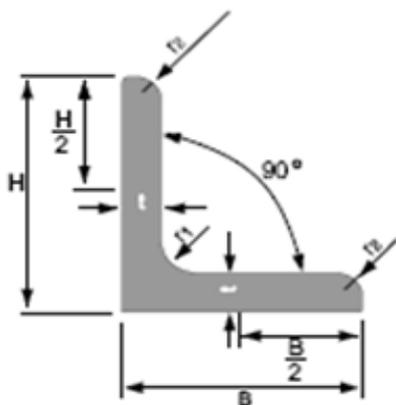
P = Berat total

$P_1$  = Beban pada profil tunggal (bukan  $\frac{1}{2} p$ , karna adanya eksentrisitas)

$F_t$  = Luas penampang total

$F_1$  = Luas penampang dari profil tunggal

$\lambda$  = Kelangsingan dari  $I_y$  (terhadap sumbu bebas bahan)

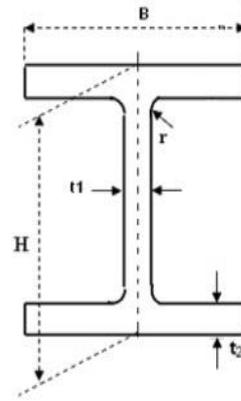


Gambar 1. Profil baja siku sama kaki

### B. Profil Baja Wide Flange (*pabrikasi*)

Profil *Wide Flange* adalah profil berpenampang H atau I yang dihasilkan dari proses canai panas (*Hot*

*rolling mill*). Baja Profil *WF-beam* memiliki dimensi tinggi badan (H), lebar sayap (B), tebal badan ( $t_1$ ), tebal sayap ( $t_2$ ) merata dari ujung hingga pangkal radius (r) dengan penjelasan seperti pada Gambar 2.



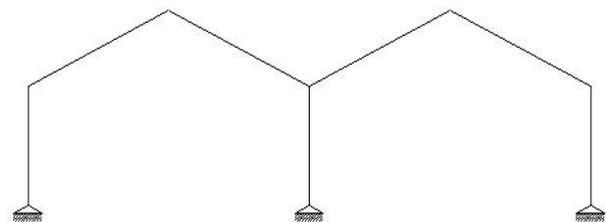
Gambar 2. Profil baja wide flange

## III. METODE PENELITIAN

### A. Data Umum

Bentang total bangunan	= 2 x 20 m
Panjang bangunan	= 50 m
Tinggi kolom bangunan	= 7.5 m
Kemiringan atap bangunan	= 26,5°
Penutup atap bangunan	= Spandek

Perhitungan perencanaan menggunakan metode elastis dan plastis.



Gambar 3. Desain perhitungan cross

### B. Langkah-langkah Perhitungan

#### 1. Perhitungan Gording

Gording dipengaruhi oleh :

- Beban mati = - Berat sendiri atap ( 4.55 kg/m<sup>2</sup>
- Beban hidup = - Beban pekerja (P) = 100 kg
- Beban angin = - Muka angin → **angin tekan**

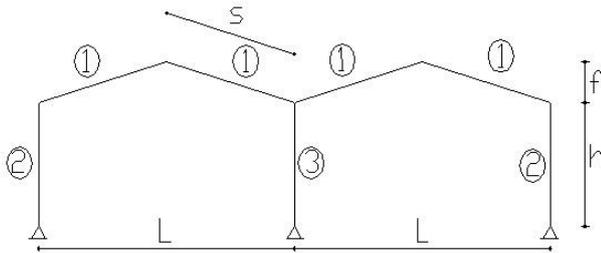
Untuk  $\alpha \leq 65^\circ$ , koefisien angin : 0,02  $\alpha$  -0,4

- Belakang angin → **angin isap**

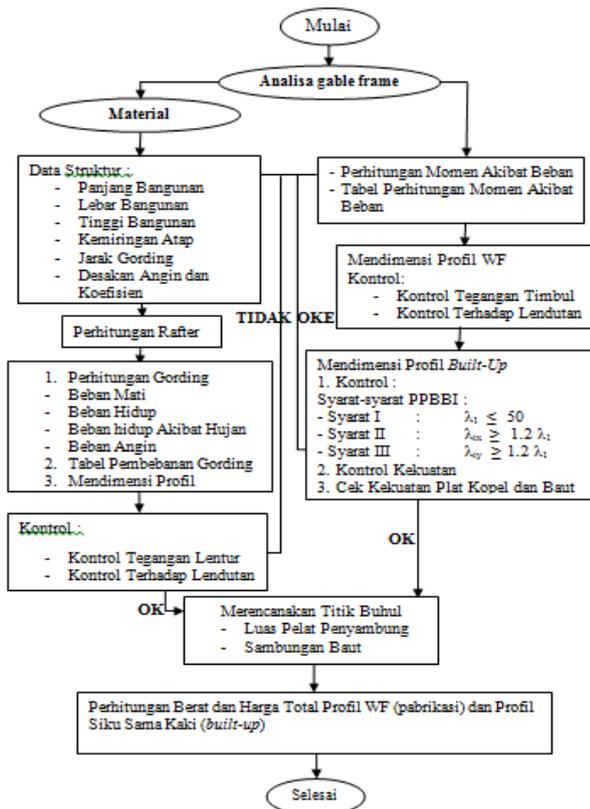
Untuk  $\alpha \leq 65^\circ$ , koefisien angin : -0,4

- Mendimensi profil.
- Kontrol

#### 2. Perhitungan Pembebanan akibat Momen pada Portal Gable Frame



Gambar 4. Struktur gable frame



Gambar 5. Diagram alur sistem struktur

### 3. Mendimensi Profil WF

Dalam mendimensi profil batang diambil gaya maksimum.

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq \sigma = 2400 \text{ kg/cm}^2 \quad (2)$$

Kontrol Lendutan menurut PPBBI 1984 bagian IV bab 15 pasal 15.1 hal 106 :

1. Lendutan akibat beban mati + beban hidup  
Syarat I =  $f_p + q \leq f = 1/250.L$  (3)

2. Lendutan maksimum akibat beban hidup  
Syarat II =  $f_p \leq f = 1/500.L$  (4)

3. Lendutan maksimum arah sejajar bidang atap (akibat beban hidup)  
Syarat III =  $f_{px} \leq f = 25 \text{ mm}$  (5)

### 4. Mendimensi Profil Built-Up

Syarat-syarat PPBBI :

1. Syarat I =  $\lambda_1 \leq 50$  (6)

2. Syarat II =  $\lambda_{ix} \geq 1.2 \lambda_1$  (7)

3. Syarat III =  $\lambda_{iy} \geq 1.2 \lambda_1$  (8)

### 5. Perhitungan pelat Kopel

$$\text{Syarat } \frac{I_P}{\alpha} \geq 10 \frac{I_n}{L_1} \quad (9)$$

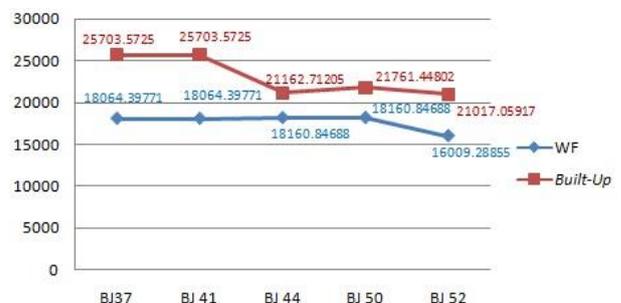
### 6. Perhitungan Titik Sambungan

$$N_g = 1/4\pi d^2 \cdot \sigma_g \quad (\sigma_g = 0,6 \cdot \sigma) \quad (10)$$

$$N_{tp} = d \cdot s \cdot \sigma_{tp} \quad (11)$$

Terlihat pada Tabel 1 berat dan harga total maksimum terletak pada profil baja WF mutu baja BJ 37 dan BJ 41 yaitu 21822,9452 kg dengan harga Rp 272.786.815,37 profil WF 250x250. Berat dan harga profil WF pada mutu baja BJ 44 dan BJ 50 lebih rendah dengan menggunakan profil WF 200x200 yaitu 21656,3955 kg dengan harga Rp 270.704.943,18. Sedangkan berat dan harga total minimum terletak pada mutu baja BJ 52 profil WF 300x150 yaitu 20030,8350 kg seharga Rp 250.385.437,56.

Terlihat pada Tabel 2 bahwa profil tersusun siku sama kaki yang memiliki berat dan harga total maksimum terletak pada mutu baja BJ 37 dan BJ 41 yaitu 29292,3577 kg dengan harga Rp 284.934.672,56 menggunakan profil siku sama kaki 25x25x5. Pada mutu baja BJ 44 berat dan harganya turun yaitu 25049,4554 kg dengan harga Rp 243.662.815,86 menggunakan profil siku sama kaki 40x40x4. Pada mutu baja BJ 50 berat dan harganya lebih tinggi dari mutu baja BJ 44 yaitu 25696,0992kg dengan harga Rp 249.952.895,07 menggunakan profil siku sama kaki 35x36x4. Sedangkan pada mutu baja BJ 52 berat dan harganya paling minimum yaitu 24640,1998 kg seharga Rp 239.681.876,15.



Gambar 6. Berat total profil WF (pabrikasi) dan profil siku sama kaki (built-up)

Berdasarkan Gambar 6 memperlihatkan bahwa profil tersusun siku sama kaki (built-up) memiliki berat konstruksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan profil WF (pabrikasi).

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### C. Rekapitulasi Perhitungan Berat dan Harga Total Profil Baja WF (pabrikasi) dan Profil Baja Tersusun Siku Sama Kaki (built-up)

Tabel 1. Rekapitulasi perhitungan berat dan harga total profil Baja WF

Berat jenis baja	Profil WF	Berat profil WF	Berat total gording	Berat total tupai - tupai	Berat total ikatan angin	Berat total penutup atap	Berat total pelat simpul	Berat total baut	Berat total (Kg)	Harga	Harga total
BJ 37	250x250	4777,9	1466,7	6364,58	212,81	7631,77	1300,384	68,8	21822,9	Rp 12.500,00	Rp272.786.815,37
BJ 41	250x250	4777,9	1466,7	6364,58	212,81	7631,77	1300,384	68,8	21822,9	Rp 12.500,00	Rp272.786.815,37
BJ 44	200x200	4874,4	1466,7	6364,58	212,81	7631,77	1037,385	68,8	21656,4	Rp 12.500,00	Rp270.704.943,18
BJ 50	200x200	4874,4	1466,7	6364,58	212,81	7631,77	1037,385	68,8	21656,4	Rp 12.500,00	Rp270.704.943,18
BJ 52	300x150	2722,8	1466,7	6364,58	212,81	7631,77	1563,383	68,8	20030,8	Rp 12.500,00	Rp250.385.437,56

Tabel 2. Rekapitulasi perhitungan berat dan harga total profil baja tersusun siku sama kaki

Berat jenis baja	Profil siku sama kaki	Berat profil built-up	Berat pelat built-up	Berat gording	Berat tupai - tupai	Berat ikatan angin	Berat penutup atap	Berat pelat simpul	Berat baut	Berat total (Kg)	Harga	Harga total
BJ 37	25x25x5	1050,6	3885,1	1466,7	6364,6	212,8	7631,8	1300,4	7380,5	29292,4	Rp9.727	Rp284.934.672,6
BJ 41	25x25x5	1050,6	3885,1	1466,7	6364,6	212,8	7631,8	1300,4	7380,5	29292,4	Rp9.727	Rp284.934.672,6
BJ 44	40x40x4	1436,4	2370,3	1466,7	6364,6	212,8	7631,8	1037,4	4529,6	25049,5	Rp9.727	Rp243.662.815,9
BJ 50	35x35x4	1246,4	2660,5	1466,7	6364,6	212,8	7631,8	1037,4	5075,9	25696,1	Rp9.727	Rp249.952.895,1
BJ 52	60x60x4	2783,7	1578,2	1466,7	6364,6	212,8	7631,8	1563,4	3039,1	24640,2	Rp9.727	Rp239.681.876,2

Tabel 3. Prosentase perbandingan berat profil

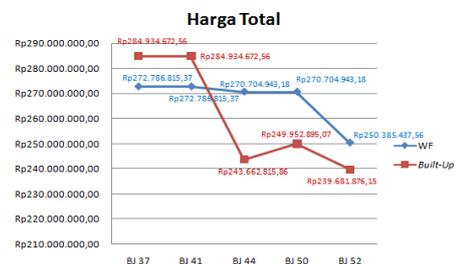
Berat jenis baja	Berat total profil WF	Berat total profil built-up	Persentase berat	
			Naik	Turun
BJ 37	21822,9452	29292,3577	25,50%	
BJ 41	21822,9452	29292,3577	25,50%	
BJ 44	21656,3955	25049,4554	13,55%	
BJ 50	21656,3955	25696,0992	15,72%	
BJ 52	20030,835	24640,1998	18,71%	

Berdasarkan Tabel 3 terlihat berapa persen perbedaan antara berat konstruksi profil baja WF (pabrikasi) dan berat konstruksi profil baja tersusun siku sama kaki (*built-up*). Pada mutu baja BJ 37 dan BJ 41 profil WF lebih ringan 25,50% dibandingkan dengan profil tersusun siku sama kaki. Pada mutu baja BJ 44 profil WF lebih ringan 13,55% dibandingkan dengan profil siku sama kaki. Pada mutu baja BJ 50 profil WF lebih ringan 15,72% dibandingkan dengan profil tersusun siku sama kaki, dan pada mutu baja BJ 52 profil WF lebih ringan 18,71% dibandingkan dengan profil siku sama kaki.

Berdasarkan Gambar 7 memperlihatkan bahwa profil tersusun siku sama kaki (*built-up*) pada mutu baja BJ 37 dan BJ 41 memiliki harga konstruksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan profil WF (pabrikasi).

Berdasarkan Tabel 4 terlihat berapa persen perbedaan antara harga konstruksi profil baja WF (pabrikasi) dan profil baja tersusun siku sama kaki (*built-up*). Pada mutu baja BJ 37 dan BJ 41 profil WF harganya lebih murah 4,26% dibandingkan dengan profil tersusun siku sama kaki. Pada mutu baja BJ 44 profil WF harganya lebih tinggi 9,99% dibandingkan dengan profil siku sama kaki. Pada mutu baja BJ 50

profil WF harganya lebih tinggi 7,67% dibandingkan dengan profil tersusun siku sama kaki, dan pada mutu baja BJ 52 profil WF harganya lebih tinggi 4,27% dibandingkan dengan profil siku sama kaki.



Gambar 7. Harga total profil WF (pabrikasi) dan profil siku sama kaki (*built-up*)

Tabel 4. Prosentase Perbandingan Harga Profil

Berat jenis baja	Harga total profil WF	Harga total profil built-up	Persentase berat	
			Naik	Turun
BJ 37	Rp272.786.815,37	Rp284.934.672,56	4,26%	
BJ 41	Rp272.786.815,37	Rp284.934.672,56	4,26%	
BJ 44	Rp270.704.943,18	Rp243.662.815,86		9,99%
BJ 50	Rp270.704.943,18	Rp249.952.895,07		7,67%
BJ 52	Rp250.385.437,56	Rp239.681.876,15		4,27%

## V. KESIMPULAN

Dari analisa perhitungan diketahui bahwa:

1. Dilihat dari berat konstruksi, maka pemakaian material baja profil WF (pabrikasi) lebih ringan dibandingkan profil tersusun (*built-up*) siku sama kaki.
2. Berdasarkan biaya (*cost*) konstruksi pemakaian material baja profil WF (pabrikasi) lebih efisien dibandingkan profil tersusun (*built-up*) siku sama

kaki, yaitu untuk mutu baja BJ 37 dan BJ 41. Sedangkan pada mutu baja BJ 44, BJ 50 dan BJ 52 harga (*cost*) konstruksi profil tersusun (*built-up*) siku sama kaki lebih efisien dibandingkan dengan profil WF (pabrikasi).

3. Pemakaian pelat kopel menyebabkan konstruksi pada profil tersusun (*built-up*) siku sama kaki menjadi lebih berat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bappeda, 2015. *Standarisasi harga satuan upah, bahan bangunan dan gedung*.
- Gunawan. T : Margaret. S, 2002. *Konstruksi Baja I*, Delta Teknik Grup Jakarta.
- Gunawan. T : Margaret. S, 2002. *Konstruksi Baja II*, Delta Teknik Grup Jakarta.
- Jurusan Teknik Sipil 2014. *Pedoman Penulisan Skripsi*.
- Meidiani, Srikirana, 2014. *Struktur Baja I*, Universitas PGRI Palembang.
- Munzal, Muhamad, 2013. *Kajian Optimalisasi Bentang Struktur Rangka Atap Baja Ringan Profil [ 75.75*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Universitas PGRI Palembang.
- Standar Nasional Indonesia, 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*, SNI-03-1729-2002, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.