

Analisa Perbandingan Biaya dan Waktu Bangunan Konstruksi Baja Menggunakan Sistem Pre-Engineering Building dan Sistem Konvensional pada Proyek Pabrik Fober Cement Boards Mojosari

Rahmat Kurniawan E.P, Cahyono Bintang Nurcahyo dan Yusroniya Eka Putri R.W.

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

e-mail: cbintangn@yahoo.com

Abstrak- Bangunan konstruksi baja pada umumnya menggunakan sistem konvensional dengan elemen utama adalah hot rolled wf standar yang biasa kita jumpai dipasaran yang lebih berat dari non prismatic yang kemudian dilakukan fabrikasi dilapangan. Metode ini sudah banyak diterapkan dalam pelaksanaan konstruksi baja. Seiring berkembangnya teknologi dan inovasi dibidang konstruksi terdapat alternatif metode konstruksi lain yang dikembangkan untuk menghasilkan konstruksi baja yang lebih murah, implementasi yang efisien dan cepat dengan meminimal resiko kesalahan (akurasi), serta menghasilkan metode erection yang dilakukan secara bertahap, relatif mudah dan cepat. Metode yang dapat diterapkan ini yaitu dinamakan dengan metode konstruksi baja pre-engineering building. Tujuan untuk melakukan perbandingan metode konstruksi baja konvensional dan pre-engineering building dari aspek biaya dan waktu. Proyek yang dijadikan objek penelitian adalah Pembangunan Pabrik Fibre Cement Board Mojosari. Masing-masing metode akan dihitung biaya dan waktu pelaksanaan berdasarkan pelaksanaan teknis metode tersebut. Dari hasil perbandingan akan didapat biaya dan waktu yang diperlukan untuk metode konvensional dan pre-engineering building. Dari analisa perhitungan biaya dan waktu pada proyek pembangunan pabrik fibre cement boards didapat hasil untuk pekerjaan bangunan konstruksi baja dengan sistem pre-engineering building dengan biaya sebesar Rp. 1.674.677.166,65 dalam waktu 40 hari dan sistem konvensional dengan biaya sebesar Rp. 2.269.651.094,- dalam waktu 78 hari.

Kata kunci : konstruksi baja, pre-engineering building,

I. PENDAHULUAN

Inovasi terbaru konstruksi baja sangat diperlukan seiring dengan semakin berkembangnya teknologi di dunia konstruksi. Inovasi ini lebih dikenal dengan konstruksi baja Pre-Engineering Building, Konstruksi baja pada umumnya menggunakan sistem konstruksi baja konvensional, yakni baja profil WF sebagai rangka bangunan baja, mulai dari material struktur kolom, balok dan kuda-kuda pada atap. Konstruksi tersebut biasa diterapkan pada bangunan gedung perkantoran, pabrik, gudang, stadion, jembatan, dan sebagainya. Pada era ini konstruksi baja konvensional sudah sedikit demi sedikit ditinggalkan karena efisiensi terhadap waktu dan biaya yang sangat signifikan jika disbanding dengan menggunakan konstruksi baja Pre-Engineering Building. Para pakar engineering menyimpulkan bahwa baja Pre-Engineering Building didesain untuk bisa mereduksi

waktu pelaksanaan pekerjaan dan biaya dengan tidak mengesampingkan nilai mutu dan kualitasnya.

Dengan menggunakan konstruksi baja Pre-Engineering Building, kontrol terhadap waktu dan biaya menjadi signifikan dikarenakan desain yang di bikin mengefisiensi berat struktur seminimal mungkin, hal itu menjadi pembeda terhadap konstruksi baja konvensional yang cenderung memaksimalkan berat strukturnya, sehingga dari total beban yang di keluarkan dapat mengurangi biaya baja per kilogramnya yang saat ini relatif tinggi dikarenakan pasar ekonomi global dunia yang tidak stabil. Pada saat proses erection strukturnya juga memberi dampak yang sangat relatif lebih cepat hingga 20% dibanding konstruksi baja konvensional, dikarenakan fabrikasi sudah dilakukan di pabrian, sehingga material bisa langsung diirectionkan pada saat datang dilokasi proyek.

Di banding dengan konstruksi baja konvensional dengan desain arsitektur yang universal, dengan menggunakan konstruksi baja Pre-Engineering Building, berbagai macam desain yang diinginkan dapat terealisasi sedemikian rupa, dikarenakan fabrikasi yang dilakukan dengan sistem Pre-Engineering Building sangat memberikan peluang para owner untuk merealisasi desain yang mereka inginkan.

II. TINJAUAN TEORI

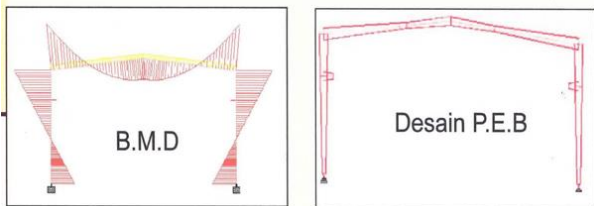
Definisi dari konstruksi baja Sistem Pre-Engineering Building adalah suatu konsep engineering dalam dunia konstruksi baja dimana pekerjaan fabrikasi dilakukan di workshop dengan teknologi mesin produksi yang memadai dari segi mutu maupun waktu. Komponen struktur utamanya juga di desain se-efisien mungkin sesuai kebutuhan beban dan fungsi dari suatu bangunan.

Sistem Pre-Engineering Building ini dikembangkan untuk menghasilkan konstruksi baja yang lebih murah, implementasi yang efisien dan cepat dengan meminimal resiko kesalahan (akurasi), serta menghasilkan metode erection yang dilakukan secara bertahap, relatif mudah dan cepat. Sambungan komponen saat erection dilakukan tanpa las dan tidak membutuhkan tenaga ahli berpengalaman, karena dalam sistem Pre-Engineering Building dilengkapi dengan adanya erection guide manual (panduan pengguna erection). Sehingga biaya dapat diketahui lebih akurat dan ekonomis. Secara umum

metode ini dapat menghemat 15%-20% dari biaya pembangunan.

Dalam pembuatan konstruksi baja Sistem Pre-Engineering Building, Pabrikasi konstruksi baja Sistem Pre-Engineering Building memainkan peran penting dalam rekayasa konstruksi baja yang meliputi desain dengan mengacu standar desain (AISC, MBMA, AWS, AISI, & JIS), gambar, fabrikasi, dan erection guide manual.

Jadi pemahaman konstruksi baja Pre-Engineering Building itu adalah pra-fabrikasi dari bangunan di mana kebutuhan desain keseluruhan bangunan telah disiapkan sebelumnya dalam bentuk Gedung Standar. Kemudian didesain dengan standar bangunan yang lengkap dan yang paling ekonomis. Material baja pada konsep ini didesain berdasarkan kebutuhan distribusi momen (B.M.D) pada portal rigid frame akibat beban-beban yang bekerja.



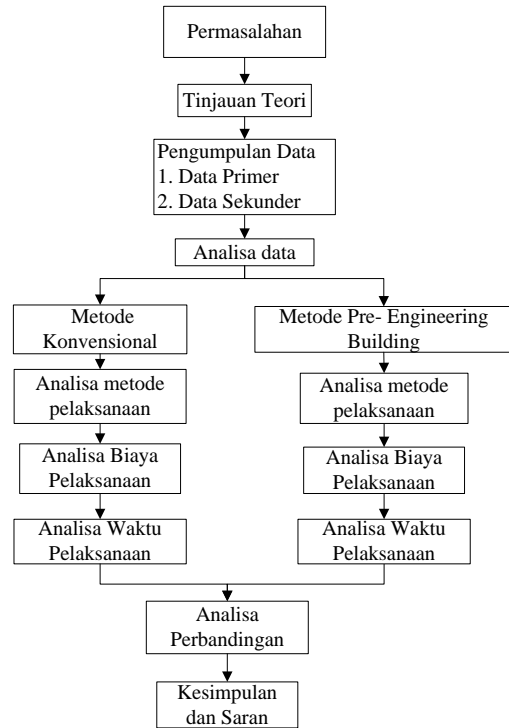
Gambar 1. Distribusi momen pada portal rigid frame akibat beban-beban yang bekerja (Sumber : Gunung Steel Group, 2010-2013)

Perhatikan gambar 1, ujung kolom bawah lebih kecil dari ujung atas sebab momen bagian bawah lebih kecil sehingga menghemat material baja dan tentunya akan lebih ringan. Profile seperti ini disebut Profile Tempered. profile tempered ini tidak diproduksi secara hot rolled seperti material hot rolled standar yang biasa kita jumpai dipasaran. Profile Tempered ini dibentuk dengan penggabungan 3 material plate yang diassembly menjadi komponen tempered.

Sedangkan pada konstruksi baja sistem konvensional, Pelaksanaan pekerjaan fabrikasi dilakukan dilapangan dengan material utama yang digunakan berupa material hot rolled atau biasa disebut profil WF. Hal ini sudah biasa kita jumpai pada bangunan konstruksi baja yang sudah ada pada umumnya.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab metodologi penelitian ini, dijelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan selama pelaksanaan penyusunan Tugas Akhir tentang “Analisa Perbandingan Biaya & Waktu Bangunan Konstruksi Baja Menggunakan Sistem Pre-Engineering Building dan Sistem Konvensional Pada Proyek Pabrik Fiber Cement Boards Mojosari” yang dijadikan kerangka acuan selama melaksanakan penelitian. Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir Tugas Akhir gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Bangunan

Pada proyek pembangunan pabrik fiber cement board di Mojosari ini, dengan dimensi bangunan 162 m x 17,5 m [1] dilakukan analisa data metode pelaksanaan, biaya dan waktu untuk bangunan konstruksi baja dengan menggunakan *sistem pre-engineering building* dan *sistem konvensional*. Analisa metode pelaksanaan, biaya dan waktu pada penelitian ini, berdasarkan gambar sebagai data sekunder.

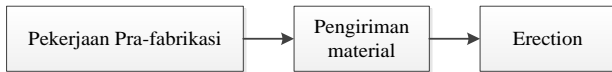
B. Analisa Metode Pelaksanaan

Pada metode pelaksanaan ini, terdapat langkah dan cara kerja dari tahapan-tahapan pekerjaan dengan menggunakan sistem *pre-engineering building* dan *sistem konvensional* sebagai berikut:

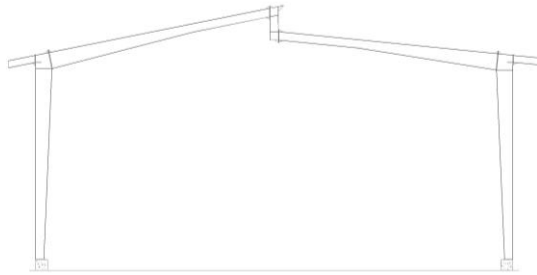
C. Analisa Metode Pelaksanaan Konstruksi Baja Dengan Sistem Pre-Engineering Building

Konstruksi baja *sistem pre-engineering building* yang terdapat pada proyek pembangunan pabrik fiber cement board di Mojosari, Kontraktor pelaksana menggunakan konstruksi baja dengan sistem *pre-engineering building* dengan menunjuk perusahaan manufaktur konstruksi baja sistem *pre-engineering* sebagai sub-kontraktor yang merupakan pengekspor material konstruksi baja dengan menggunakan *Sistem Pre-engineering Building*. Perusahaan manufaktur konstruksi baja tersebut bernama PEB Steel Buildings CO.,LTD, yang beralamatkan di Ho Chi Minh City, Vietnam.

Adapun tahapan-tahapan pekerjaan dan contoh desain framing portal utama bangunan konstruksi baja *Sistem Pre-engineering Building* [2] dapat dilihat pada gambar 3 dan 4 dan berikut ini.



Gambar 3. Diagram Alir Tahapan Pekerjaan Konstruksi Baja Sistem *Pre-engineering Building*



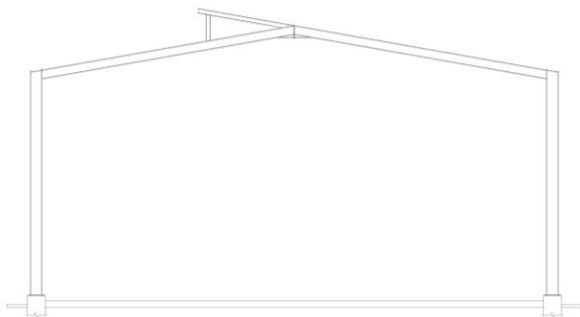
Gambar 4. Desain Framing Portal Bangunan Konstruksi Baja Sistem *Pre-engineering Building*

D. Analisa Metode Pelaksanaan Konstruksi Baja Dengan Sistem Konvensional

Didalam analisa metode pelaksanaan konstruksi baja *sistem konvensional* ini, dijelaskan tahapan-tahapan pekerjaan konstruksi baja menggunakan *sistem konvensional* [1]. Adapun tahapan-tahapan pekerjaan dan contoh desain framing portal utama bangunan konstruksi baja *Sistem konvensional* dapat dilihat pada gambar 5 dan 6 berikut ini.



Gambar 5. Diagram Alir Tahapan Pekerjaan Konstruksi Baja Sistem *Konvensional*



Gambar 6. Desain Framing Portal Bangunan Konstruksi Baja Sistem *Konvensional*

E. Analisa Biaya

Pada analisa biaya ini, perhitungan biaya di dapat setelah dilakukan perhitungan volume per item pekerjaan. Untuk menghitung hal tersebut dibutuhkan data seperti gambar rencana dari item pekerjaan.

F. Perhitungan Volume Konstruksi Baja Sistem Pre-Engineering Building.

Perhitungan volume dilakukan pada tiap-tiap item komponen bangunan konstruksi baja. Hasil perhitungan volume dari seluruh item material akan menjadi variabel dalam perhitungan rencana anggaran biaya.

Dari perhitungan volume berat material konstruksi baja dengan *sistem pre-engineering building*, didapat volume total berat material konstruksi baja dari tiap-tiap komponen pada tabel 1.

Tabel 1. Total Volume Material Konstruksi Baja *Sistem Pre-Engineering Building*

No.	Pekerjaan	Volume (kg)	Satuan
1	Kolom	28.089,60	kg
2	Girder	13.167,66	kg
3	Beam	10.254,60	kg
4	Rafter	25.958,37	kg
5	Bracing	4.792,06	kg
6	Purlin	22.241,62	kg
7	Girt	16.485,95	kg
8	Sagrod	1.632,50	kg
9	Connection Plate	12.100,21	kg
10	Anchor	264,00	bh
11	Mur & Baut		
	Baut M22	36,00	bh
	Baut M20	1.728,00	bh
	Baut M16	1.708,00	bh
	Mur M12	6.128,00	bh
12	Painting		
	Surface Preparation	4.041,68	m ²
	Prime Coat	4.041,68	m ²
	Intermediate Coat	4.041,68	m ²
	Finish Coat	4.041,68	m ²

G. Perhitungan Volume Konstruksi Baja Sistem Konvensional.

Dari perhitungan volume berat material konstruksi baja dengan *sistem konvensional*, didapat volume total berat material konstruksi baja dari tiap-tiap komponen pada tabel 2.

Tabel.2. Total Volume Material Konstruksi Baja *Sistem Konvensional*

No.	Pekerjaan	Volume (kg)	Satuan
1	Kolom	28.089,60	kg
2	Girder	13.167,66	kg
3	Beam	10.254,60	kg
4	Rafter	25.958,37	kg
5	Bracing	4.792,06	kg
6	Purlin	22.241,62	kg
7	Girt	16.485,95	kg
8	Sagrod	1.632,50	kg
9	Connection Plate	12.100,21	kg
10	Anchor	264,00	bh
11	Mur & Baut		
	Baut M22	36,00	bh
	Baut M20	1.728,00	bh
	Baut M16	1.708,00	bh
	Mur M12	6.128,00	bh
12	Painting		
	Surface Preparation	4.041,68	m ²
	Prime Coat	4.041,68	m ²
	Intermediate Coat	4.041,68	m ²
	Finish Coat	4.041,68	m ²

H. Rencana Anggaran Biaya.

Rencana Anggaran Biaya untuk masing-masing metode dapat dilihat pada tabel 3 untuk *sistem pre-engineering building* dan tabel 4 untuk *sistem konvensional*.

Tabel 3. Rencana Anggaran Biaya Konstruksi Baja

No.	Pekerjaan	Volume	Sat	Harga (Rp.)		Total Biaya (Rp.)
				Upah	Material	
		(1)		(2)	(3)	(4)=(1)*(2)+(1)*(3)
1	Kolom	11443,84	kg	1.018,06	18.834,06	227.184.441,85
2	Rafter	12572,15	kg	1.018,06	18.834,06	249.583.783,12
3	Tube Strut	3115,62	kg	1.018,06	18.834,06	61.851.690,09
4	Purlin/Girt	32934,60	kg	1.018,06	18.834,06	653.821.507,34
5	Bracing	68,00	set	10.180,57	152.708,59	11.076.462,80
6	Sag Arrestor	1923,95	kg	1.018,06	20.870,17	42.111.861,49
7	Anchor	152,00	bh	10.500,00	82.425,00	14.124.600,00
8	Mur & Baut	780,00	kg	1.018,06	20.870,17	17.072.819,96
9	Shot Blast + Painting	34000,00	kg		3.125,00	106.250.000,00
10	Transport ke job site					291.600.000,00
	TOTAL					1.674.677.166,65

= 78 hari

V. KESIMPULAN & SARAN

A. Kesimpulan

Setelah dilakukan perbandingan dari segi biaya dan waktu dari bangunan konstruksi baja dengan menggunakan sistem *pre-engineering building* dan *sistem konvensional* yang di analisa, maka didapatkan hasil pendekatan biaya dan waktu seperti tertera di bawah ini.

1. Dari analisa perhitungan biaya dan waktu bangunan konstruksi baja *sistem pre-engineering building* didapatkan biaya sebesar Rp. 1.674.677.166,65 dengan waktu 40 hari.
2. Dari analisa perhitungan biaya dan waktu bangunan konstruksi baja *sistem konvensional* didapatkan biaya sebesar Rp. 2.269.651.094,- dengan waktu 78 hari.

B. Saran

Dari kesimpulan diatas, untuk pekerjaan bangunan konstruksi baja *sistem pre-engineering building* disarankan kepada owner atau investor dan kontraktor sebagai berikut.

1. Bagi owner atau kontraktor yang belum berpengalaman dengan prosedur impor material kedalam negeri, disarankan untuk mempelajari dengan teliti setiap prosedur pengimporan material ke dalam negeri, agar supaya tidak terjadi kekacauan dalam kepabeanaan yang berdampak pada waktu dan biaya.
2. Mempelajari UUD Kepabeanaan[6] , agar supaya mengetahui besarnya nilai pajak impor material kedalam negeri, dimana didapati bea masuk anti dumping yang diatur dalam Pasal 19 (1) UU Kepabeanaan No.10 Tahun 1995 yang menyatakan bahwa bea masuk anti dumping yang dikenakan terhadap barang impor adalah setinggi-tingginya sebesar selisih antara nilai normal dengan harga ekspor dari barang tersebut. Bea Masuk Antidumping tersebut merupakan tambahan dari Bea Masuk yang dipungut berdasarkan Pasal 12 ayat (1), yakni bea tambahan dari tariff impor (bea masuk) berdasarkan tarif setinggi-tingginya 40 % (empat puluh persen) dari nilai pabeaan.
3. Bangunan konstruksi baja *sistem pre-engineering building* sudah mulai banyak dikembangkan oleh manufaktur-manufaktur konstruksi baja *sistem pre-engineering building* di Negara Indonesia. Hal ini bisa menjadi pertimbangan untuk membandingkan dengan mengeksport material konstruksi baja dengan desain serupa.
4. Pada tahapan erection dibutuhkan tenaga kerja yang berpengalaman dalam menangani pekerjaan erection bangunan konstruksi baja dengan *sistem pre-engineering building*.

Tabel 4. Rencana Anggaran Biaya Konstruksi Baja Sistem Konvensional

No.	Pekerjaan	Volume (kg)	Sat	Harga (Rp.)		Total Biaya (Rp.)
				Upah	Material	
		(1)		(2)	(3)	(4)=(1)*(2)+(1)*(3)
1	Kolom	28.089,60	kg	3.858,75	10.525,00	404.033.784,00
2	Girder	13.167,66	kg	3.858,75	10.525,00	189.400.329,53
3	Beam	10.254,60	kg	3.858,75	10.525,00	147.499.602,75
4	Rafter	25.958,37	kg	3.858,75	10.525,00	373.378.645,60
5	Bracing	4.792,06	kg	3.858,75	10.525,00	68.927.785,63
6	Purlin	22.241,62	kg	3.858,75	10.525,00	319.917.844,14
7	Girt	16.485,95	kg	3.858,75	10.525,00	237.129.812,08
8	Sagrod	1.632,50	kg	3.858,75	10.525,00	23.481.460,37
9	Connection Plate	12.100,21	kg	3.858,75	10.525,00	174.046.333,68
10	Anchor	264,00	bh	10.500,00	82.425,00	24.532.200,00
11	Mur & Baut					
	Baut M22	36,00	bh	525,00	11.182,50	421.470,00
	Baut M20	1.728,00	bh	525,00	6.300,00	11.793.600,00
	Baut M16	1.708,00	bh	525,00	4.725,00	8.967.000,00
	Mur M12	6.128,00	bh	525,00	2.625,00	19.303.200,00
12	Painting					
	Surface Preparation	4.041,68	m ²	2.625,00	3.150,00	23.340.683,22
	Prime Coat	4.041,68	m ²	5.250,00	13.125,00	74.265.810,26
	Intermediate Coat	4.041,68	m ²	5.250,00	7.875,00	53.047.007,33
	Finish Coat	4.041,68	m ²	5.250,00	6.825,00	48.803.246,74
13	Transport Ke job site					67.361.279,14
	TOTAL					2.269.651.094,46

I. Analisa Waktu

Untuk menghitung waktu pelaksanaan perlu diketahui produktivitas dari alat [3][4] yang digunakan dan kebutuhan pekerja per item pekerjaan.

J. Waktu Pelaksanaan Bangunan Konstruksi Baja Sistem Pre-Engineering Building

Analisa waktu pelaksanaan pada bangunan konstruksi baja *sistem pre-engineering building* [5] dibagi menjadi beberapa tahapan pekerjaan berikut ini.

Didapat total durasi waktu pekerjaan konstruksi baja *sistem pre-engineering building* sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi Waktu} &= \text{Waktu Pabrikasi} + \text{Pengiriman} \\ &\quad \text{Material} + \text{Waktu Erection} \\ &= 5 \text{ hari} + 30 \text{ hari} + 5 \text{ hari} \\ &= 40 \text{ hari} \end{aligned}$$

K. Waktu Pelaksanaan Bangunan Konstruksi Baja Sistem konvensional

Analisa waktu pelaksanaan pada bangunan konstruksi baja *sistem konvensional* dibagi menjadi beberapa tahapan pekerjaan berikut ini. Didapat total durasi waktu pekerjaan konstruksi baja *sistem pre-engineering building* sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi Waktu} &= \text{Waktu Pabrikasi} + \text{Pengiriman} \\ &\quad \text{Material} + \text{Waktu Erection} \\ &= 70 \text{ hari} + 3 \text{ hari} + 5 \text{ hari} \end{aligned}$$

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gunung Steel Group. (2010-2013). Pre-Engineering Building System. (<http://www.gunungsteel.com/> & <http://gentabaja.blogspot.com/>).
- [2] PEB Steel Buildings. 2011. Erection Manual Book and Pre-Engineering Building System. (<http://www.pebsteel.com/>)
- [3] Rekayasa Engineering. 2013. Konsultan Perencana Konstruksi Baja Sistem Konvensional. Jakarta: Rekayasa Engineering
- [4] Rostiyanti,Susi Fatena.2008. Alat Berat untuk Proyek Konstruksi. Jakarta: Rineka Cipta.
- [5] Kobelco Product Catalog. 2015. Katalog mobile crane tipe RK-200. ([http://www.kobelco-cranes.com/en/product w crane old](http://www.kobelco-cranes.com/en/product_w_crane_old))