

# Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Erection Jembatan Kalirejo dengan Metode Cantilever dan Perancah

Nanang Edy Sularno<sup>1</sup>, Ali Mokhtar<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang  
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

Kontak Person:

**Nanang Edy Sularno**

E-mail: nanangndoy01@gmail.com

## Abstrak

*Pembangunan Jembatan Kalirejo yang berlokasi di Kabupaten Banyuwangi adalah pembangunan jembatan di kawasan perkebunan milik PT perkebunan Nusantara XII, yang akan menghubungkan 2 wilayah yaitu Afdeling Sidodadi dan afdeling Sekarbaru. Jenis jembatan yang dibangun di Kalirejo ini merupakan Jembatan rangka Baja dengan panjang bentang 60 Meter, atau Jembatan Rangka Baja type A-60. Untuk dapat menentukan metode pelaksanaan yang lebih efektif dan efisien, maka diperlukan studi perbandingan biaya dan waktu pelaksanaan erection antara metode kantilever dan metode perancah. Berdasarkan hasil penelitian ini metode perancah terbukti lebih efektif dan efisien dibandingkan metode kantilever.*

**Kata kunci:** Metode Erection Jembatan, Kantilever, Perancah

## Pendahuluan

Jembatan merupakan suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah, dimana rintangan ini biasanya jalan berupa lain yaitu jalan air atau jalan lalu lintas biasa [1]. Jembatan memiliki arti penting bagi setiap orang, dengan tingkat kepentingan yang berbeda-beda tiap orangnya. Menurut Dr. Ir. Bambang Supriyadi, jembatan bukan hanya konstruksi yang berfungsi menghubungkan suatu tempat ke tempat lain akibat terhalangnya suatu rintangan, namun jembatan merupakan suatu sistem transportasi, jika jembatan runtuh maka sistem akan lumpuh. [2]

Pembangunan Jembatan Kalirejo yang berlokasi di Kabupaten Banyuwangi adalah pembangunan jembatan di kawasan perkebunan milik PT perkebunan Nusantara XII, yang akan menghubungkan 2 wilayah yaitu Afdeling Sidodadi dan afdeling Sekarbaru. Selain sebagai sarana transportasi penduduk dan perpindahan barang dari kedua daerah tersebut, pembangunan Jembatan Kalirejo juga bertujuan untuk mendukung kegiatan pengiriman tebu untuk mendukung produksi pabrik gula pada Industri Gula Glenmore (IGG) yang juga merupakan anak perusahaan dari PTPN XII. Pembangunan Jembatan Kalirejo ini diharapkan akan mampu menambah efektivitas jarak tempuh angkutan tebu dari kebun tebu ke pabrik gula IGG, sehingga akan bisa menekan biaya produksi gula, karena jembatan tersebut memotong rute perjalanan tebu dari kebun ke pabrik yang sebelumnya harus memutar dan jauh.

Jenis jembatan yang dibangun di Kalirejo ini merupakan Jembatan rangka Baja dengan panjang bentang 60 Meter, yaitu Jembatan Rangka Baja type A-60, dengan tipikal sungai yang tidak begitu dalam dan lebar sungai yang relatif kecil, namun bantaran sungainya yang melebar. Dengan kondisi tipikal sungai seperti itu, bentangan sungai yang ada aliran airnya juga relatif pendek, bentang sungai yang ada aliran airnya kurang lebih 10 meter. Dengan pertimbangan kondisi topografi sungai tersebut, maka perlu adanya pertimbangan dan kajian metode pelaksanaan Erection Rangka Baja setelah pekerjaan bawah jembatan yang terdiri atas pondasi dan abutmen selesai, sehingga ditemukan metode yang efektif dan efisien dalam pelaksanaan erection jembatan tersebut.

Jembatan Kalirejo yang komponen rangka bajanya dipasok pabrikan, terdiri dari komponen-komponen rangka baja standar yang dibuat dengan ketelitian tinggi dan dirakit dengan baut. Pemasangan jembatan ini adalah untuk jembatan rangka baja kelas A bentang 60 m. Jembatan memiliki dua jalur lalu lintas dengan lebar lantai kendaraan 7 m dengan kerb selebar 1,0 m di kiri dan kanannya. Jembatan ini direncanakan menggunakan lantai beton yang mengisi pelat

baja gelombang yang menumpu pada penopang bentang di antara gelagar melintang. Gelagar melintang tersebut berlaku non komposit dengan lantai beton di atasnya. Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui berapa lama waktu dan biaya dari kedua metode pekerjaan *erection* Jembatan Kalirejo dan mendapatkan metode pelaksanaan yang lebih efektif dan efisien pada *erection* Jembatan Kalirejo. Jembatan tersebut dipasok lengkap termasuk tumpuan karet, penahan melintang, peredam gempa, pipa drainase dan sandaran untuk merakit bagian-bagian jembatan menjadi jembatan yang utuh. Komponen-komponen rangka baja secara jelas dapat dirakit dengan beberapa metode perakitan (*erection*) diantaranya sistem *Cantilever*, sistem luncuran, sistem perancah, dan semi *cantilever* [3].

### Teori Erection Rangka Baja

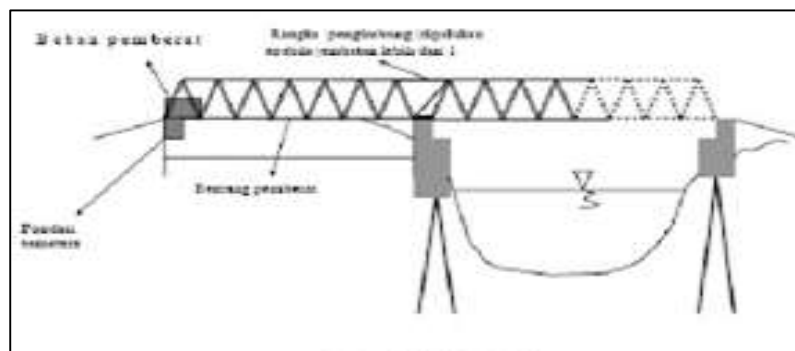
Secara umum metode perakitan jembatan rangka baja ada empat metode, yaitu metode perancah, metode semi kantilever dan metode kantilever serta metode sistem peluncuran. Pemilihan sistem perakitan yang akan dipakai sangat tergantung pada situasi dan kondisi lokasi yang akan dibangun. Komponen jembatan rangka baja dirancang menggunakan baut yang digalvanis. Komponen tersebut dikirim bersama alat perakitan dan buku panduan atau *manual book*. Beberapa faktor penting yang mendasari pemilihan sistem perakitan adalah pertimbangan mengenai kemudahan pelaksanaan, kecepatan, biaya dan keamanan konstruksi selama perakitan, ilustrasi umum masing-masing metode dapat ditunjukkan sebagai berikut:

#### 2.1 Sistem Kantilever

Perakitan dengan sistem kantilever adalah suatu sistem perakitan jembatan rangka baja yang dilakukan tanpa alat penyangga/perancah tetapi merupakan sistem pemasangan komponen per komponen yang dipasang setempat secara bertahap mulai dari abutment dan pilar hingga posisi akhir (abutment dan pilar berikutnya) dengan cara penambahan dan pemasangan masing-masing komponen pada sebagian bentang yang telah dipasang sebelumnya, hingga membentuk kantilever yang bergerak segmen demi segmen menuju ke perletakan jembatan berikutnya. [4]

Pemasangan Metode kantilever komponen per komponen merupakan perakitan jembatan setahap demi setahap dari bentang jembatan rangka yang dimulai dari kepala jembatan menuju ke arah kepala jembatan atau pilar di seberangnya. Penambahan dan pengikatan komponen rangka baja menuju pada posisi akhir yang diselesaikan secara setahap demi setahap hingga terbentuk sebuah sistem konstruksi kantilever. Prosedur ini tidak membutuhkan perancah, melainkan membutuhkan bentang pemberat yang akan memberikan stabilitas pada konstruksi tersebut.

Perakitan kantilever biasa dilaksanakan pada perakitan bentang rangka jembatan di tengah sungai (area jalur pelayaran), banyak dilakukan pada perakitan bentang jamak/multi span atau pada sungai yang memiliki dasar yang dalam dengan tebing yang curam atau pada celah yang dalam, sehingga terdapat kesulitan bila dipasang perancah meskipun bukan bentang jamak. Dengan pemanfaatan bentang sebelumnya yang sudah selesai dirakit yang sekaligus dapat menjadi bentang pemberat. Hal tersebut dilaksanakan jika perangkat penghubung dipindahkan untuk perakitan pada bentang berikutnya. Untuk ilustrasi sistem kantilever dan kantilever bentang banyak (multi span) dapat dilihat pada gambar berikut:



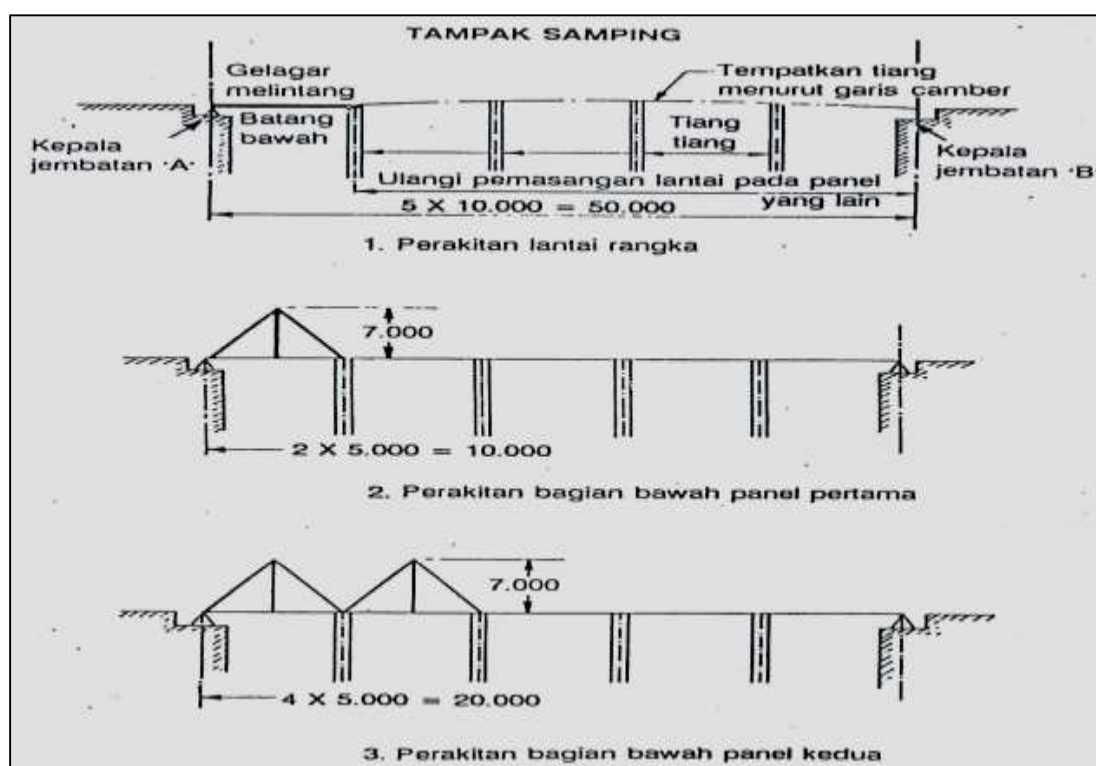
Gambar 1. Ilustrasi Sistem Kantilever

## 2.2 Sistem Perancah

Pemasangan Jembatan Rangka Metode Perancah adalah metode pemasangan jembatan dengan menggunakan perancah. Metode Perancah ini tidak disarankan untuk karakteristik Sungai yang dalam dan deras arusnya. Peralatan yang digunakan adalah pemberat *quy derrick* untuk mengangkat komponen, dan bambu atau kayu untuk perancah. [4]

Pada sistem ini, balok jembatan dicor di tempat (cast in situ) atau dipasang (precast), di atas landasan yang didukung sepenuhnya oleh sistem perancah, kemudian setelah selesai perancah dibongkar. Sistem perakitan dengan perancah ini juga dipakai sebagian pada sistem semi kantilever yaitu pada bagian sungai yang landai saja biasanya masih berupa daratan, sedang pada area pelayaran yang dalam dilanjutkan dengan metode kantilever (metode semi kantilever banyak terjadi pada perakitan bentang jamak).

Perakitan dengan perancah biasa dilaksanakan pada sungai yang tidak begitu dalam dengan tepi sungai yang landai sehingga memungkinkan dipasang perancah untuk perakitan. Perancah dipasang pada buhul dengan jarak antara 10 sampai dengan 15 m (3 buhul @ 5 m). Ilustrasi tentang sistem perancah bisa dilihat pada gambar di bawah ini :

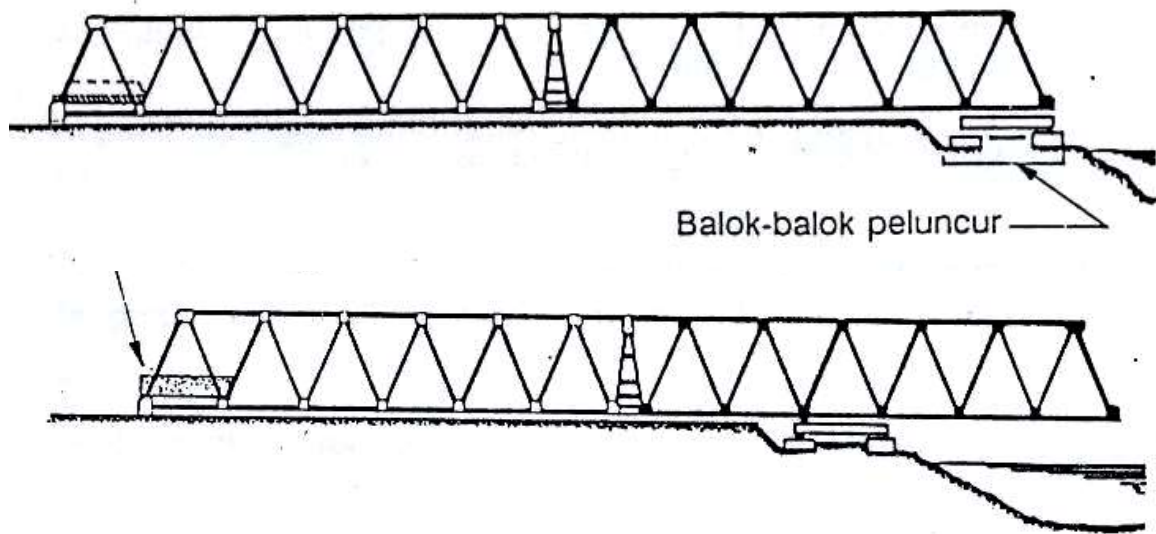


Gambar 2. Ilustrasi Sistem Perancah

## 2.3 Sistem Luncuran

Pemasangan Jembatan Rangka Metode Luncuran adalah metode pemasangan jembatan dengan peluncuran, bentang rangka baja yang ada dirakit di daerah perakitan secara utuh, setelah selesai perakitan utuh bentang jembatan, maka dilakukan penarikan rangka dari seberang sungai. Dibutuhkan alat katrol penarik, sling baja dan Roll untuk menarik rangka baja dalam proses peluncuran. [4]

Sistem peluncuran biasanya memiliki kriteria-kriteria khusus, mengingat untuk system ini membutuhkan biaya relatif lebih mahal karena melibatkan suatu tambahan perangkat khusus yang harus disediakan yaitu : seperangkat peralatan untuk sistem peluncuran. Metode ini relatif kurang fleksibel mengingat untuk lokasi yang bersifat remote area akan menjadi beban kesulitan tambahan, oleh karena itu di Indonesia jarang dipakai metode ini.

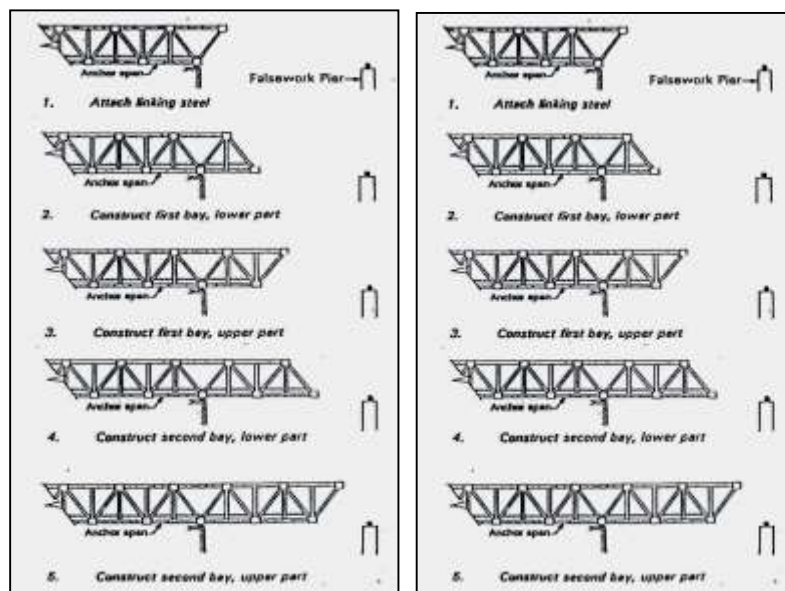


Gambar 3. Ilustrasi Sistem Luncuran

### 2.3 Sistem Semi Kantilever

Pemasangan Metode semi Kantilever adalah memadukan sistem kantilever dan sistem perancah, yaitu pada perakitan awal tetap dibutuhkan link set untuk bentang tertentu, setelah perakitan link set, dilanjutkan dengan perakitan rangka baja dengan ditopang perancah pada bentang jembatan. [4] Selanjutnya perakitan jembatan setahap demi setahap dari bentang jembatan rangka dan seterusnya diikuti oleh perancah, sampai dengan selesai perakitan di seberang sungai.

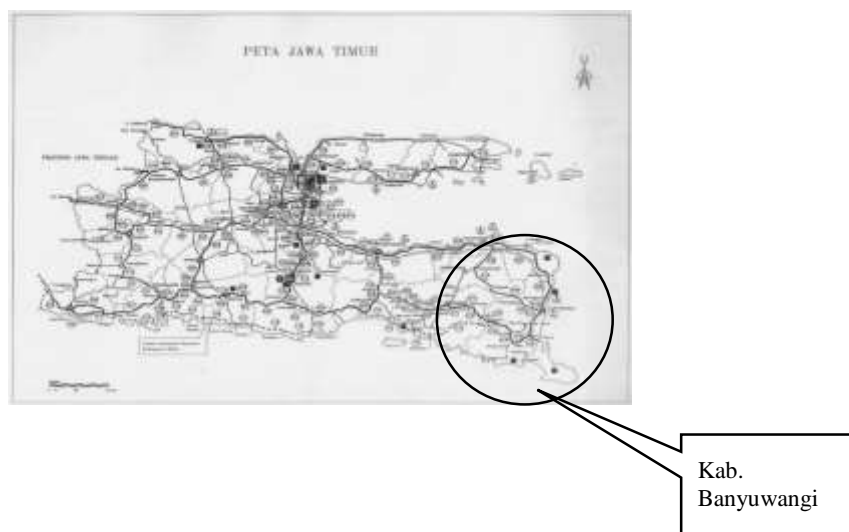
Perakitan sistem semi kantilever merupakan gabungan antara sistem perancah dengan sistem kantilever sehingga bisa terjadi jika kondisi sungai yang memiliki kondisi gabungan yaitu memiliki bagian yang dangkal/landai (tepi sungai) dan kondisi yang dalam (area alur pelayaran), ilustrasi pada Gambar :



Gambar 4. Ilustrasi Sistem Semi Kantilever

Lokasi studi penelitian adalah pada proyek *Pembangunan Jembatan Sukorejo, Kebun Kalirejo, Kabupaten Banyuwangi*, berada di kawasan PT. Perkebunan Nusantara XII. Secara

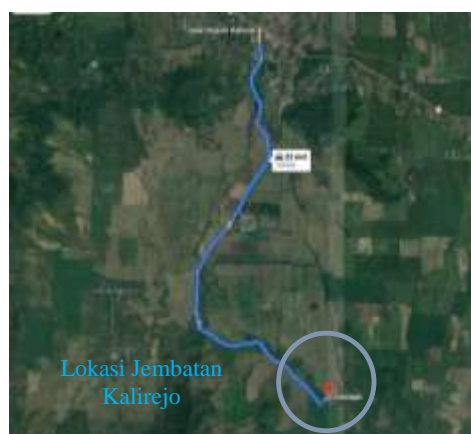
Administrasi berada Desa Karangharjo kecamatan Glenmore Kabupaten Banyuwangi, sedangkan secara Geografis terletak di 8,3846S 114,0646E. Berikut gambaran lokasi pekerjaan



**Gambar 5.** Peta Kabupaten Banyuwangi



**Gambar 6.** Peta Kecamatan Glenmore



**Gambar 7.** Peta Lokasi Jembatan Kalirejo

Pada tahap ini dilakukan pengecekan lokasi penelitian yang akan ditinjau. Pengecekan ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui bagaimana keadaan lapangan dan apa saja yang diperlukan untuk melakukan penelitian. Selanjutnya dilakukan studi literatur dengan tujuan untuk memperoleh dasar ilmu dan aturan yang akan digunakan untuk merancang langkah-langkah pengambilan dan pengolahan data. Studi literatur ini dapat berupa landasan teori, metode yang akan digunakan dalam mengolah data, serta hasil-hasil penelitian yang akan dilakukan sebelumnya dimana memiliki kaitan dan mendukung penelitian itu sendiri.

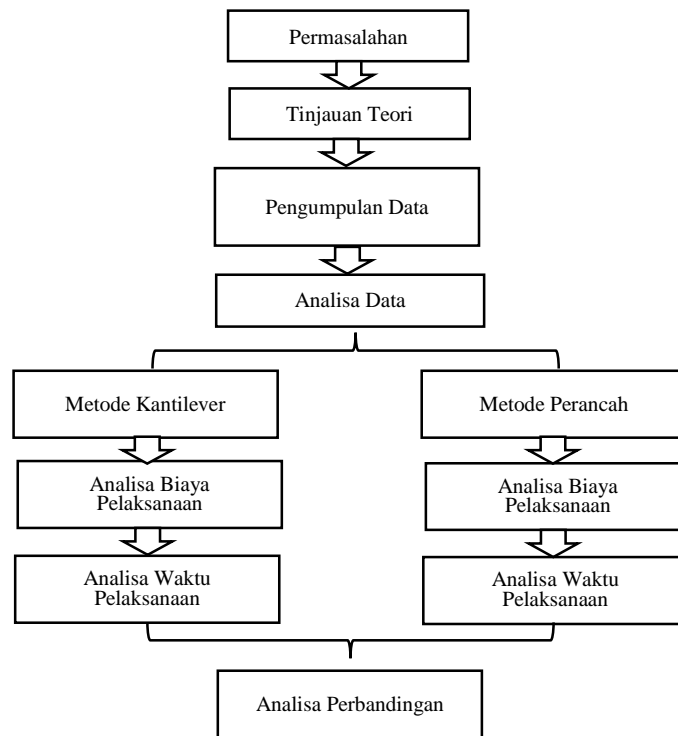
Untuk mencapai tujuan penelitian, diperlukan data yang akan digunakan untuk diolah sesuai dengan landasan teori yang didapat. Data sendiri terbagi dua; data primer dan data sekunder. Data primer berupa data-data yang diperoleh dan dikumpulkan melalui survei secara langsung ke lokasi penelitian. Data sekunder didapat bisa dengan cara mencari melalui internet, teman kerja maupun mendatangi langsung ke kantor-kantor atau instansi yang bersangkutan. Dalam penelitian kali ini peneliti hanya menggunakan data sekunder.

Data sekunder, merupakan data yang diperoleh dari instansi yang terkait pada penelitian ini yaitu dari PT. Perkebunan Nusantara XII. Data sekunder yang diperlukan adalah: (1) Gambar



rencana proyek, (2) Jadwal pekerjaan proyek, (3) Harga satuan pekerjaan, dan (4) Harga satuan bahan berdasarkan SNI. Setelah diperoleh data sekunder maka pada tahap ini, analisa data. Pada tahap analisis data, peneliti melakukan analisa biaya pelaksanaan metode kantilever, analisa biaya pelaksanaan metode perancah, analisa waktu pelaksanaan metode kantilever, analisa waktu pelaksanaan metode perancah, untuk kemudian melakukan analisa perbandingan biaya dan waktu pelaksanaan erection Jembatan Kalirejo.

Secara ringkas alur kerja penelitian ini dapat dilihat dari diagram alir berikut ini.



**Gambar 8** Diagram Alir Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Data Biaya Perakitan Jembatan Rangka Baja A-60

Data perbandingan biaya perakitan jembatan Rangka Baja A-60 dapat diketahui melalui Tabel 1. Perbandingan Biaya Perakitan Rangka Baja A-60 berikut ini

**Tabel 1.** Perbandingan Biaya Perakitan Rangka Baja A-60

No	Item Pekerjaan	Satuan	Met. Kantilever Harga Satuan (RP)	Met. Perancah Harga Satuan (RP)
1	Sewa Link Set Rangka Baja A-60 (termasuk Mobilisasi, Pemasangan dan Pembongkaran)	Bln	58.000.000,00	
2.	Sewa Perancah Rangka Baja A-60 (termasuk Mobilisasi, Pemasangan dan Pembongkaran)	Bln		46.000.000,00

3.	Erection Rangka Baja A-60	Kg	3.750,00	3.750,00
----	---------------------------	----	----------	----------

### 3.2. Perbandingan Biaya Erection Jembatan Rangka Baja A-60

#### 1) Erection Rangka Baja Metode Kantilever

**Tabel 2. Erection Rangka Baja Metode Kantilever**

No	Uraian	Sat	Harga Sat (Rp)	Volume	Jumlah Harga (Rp)	Bobot (%)
1	Sewa link set ranka baja A-60 (mobilitas dan pemasangan dan pembongkaran)	Bln	Rp 58,000,000	3	Rp 174,000,000	21,241
2	Erection rangka baja A-60	Kg	Rp 3,750	172,050	Rp 645,187,500	78,759
					Rp 819,187,500	100,000

#### 2) Erection Rangka Baja Metode Perancah

**Tabel 3. Erection Rangka Baja Metode Perancah**

No	Uraian	Sat	Harga Sat (Rp)	Volume	Jumlah Harga (Rp)	Bobot (%)
1	Sewa pencacah erection rangka baja (mobilitas dan pemasangan dan pembongkaran)	Bln	Rp 45,000,000	1	Rp 45,000,000	6,520
2	Erection rangka baja A-60	Kg	Rp 3,750	172,050	Rp 645,187,500	93,480
					Rp 690,187,500	100,000

### 3.3. Proses Erection Rangka Baja Jembatan kalirejo dengan Metode Perancah

**Tabel 4** Proses Erection Rangka Baja Jembatan kalirejo dengan Metode Perancah



--	--

### 3.4. Perbandingan Waktu Pelaksanaan Erection jembatan Rangka baja A-60

(1) Jadwal Waktu Pelaksanaan Erection Rangka Baja Metode kantilever

**Tabel 5.** Jadwal Waktu Pelaksanaan Erection Rangka Baja Metode kantilever

No	Uraian	Bobot (%)	Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Keterangan
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Perakitan dan pembongkaran Link Set	21.241	1.770	1.770	1.770	1.770	1.770	1.770	1.770	1.770	1.770	1.770	1.770	1.770	
2	Erection Rangka Baja	78.759					19.690	19.690	19.690	19.690					
			1.770	1.770	1.770	1.770	21.460	21.460	21.460	21.460	1.770	1.770	1.770	1.770	
			1.770	3.540	5.310	7.080	28.540	50.000	71.460	92.920	94.690	96.460	98.230	100.000	

### 3) Jadwal Waktu Pelaksanaan Erection Rangka Baja Metode Perancah

**Tabel 6.** Jadwal Waktu Pelaksanaan Erection Rangka Baja Metode Perancah

No	Uraian	Bobot (%)	Bulan 1				Bulan 2		Keterangan
			1	2	3	4	5	6	
1	Perakitan dan pembongkaran Perancah	6.520		1.304	1.304	1.304	1.304	1.304	
2	Erection Rangka Baja	93.480	18.696	18.696	18.696	18.696	18.696		
		100.000	18.696	20.000	20.000	20.000	20.000	1.304	

### 3.5. Perbandingan Waktu dan Biaya Erection Jembatan Rangka baja A-60

**Tabel 7.** Perbandingan Waktu dan Biaya Erection Jembatan Rangka baja A-60

No	Uraian	Metode Kantilever	Metode Perancah
----	--------	-------------------	-----------------



1.	Ketersediaan material Link set / Perancah	Material Jarang	Tersedia
2.	Penambahan Pemberat	Perlu	Tidak perlu
3.	Mobilisasi	Bisa dikirim ke lokasi	Bisa dikirim ke lokasi
4.	Biaya	Rp. 819.187.500,00	Rp. 690.187.500,00
5.	Waktu	3 Bulan	1,5 Bulan
6.	Keterangan	Resiko dalam hal keamanan dan keterlambatan waktu lebih besar, karena metode ini lebih rumit dan kompleks	Resiko dalam hal keamanan dan keterlambatan waktu lebih kecil, karena metode ini lebih sederhana

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari dua metode pelaksanaan pembetonan pada salah satu abutment yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- (1) Metode pelaksanaan Kantilever membutuhkan waktu pelaksanaan 3 bulan dengan biaya sebesar Rp. 819.187.500,-. Sedangkan Metode pelaksanaan Perancah membutuhkan waktu pelaksanaan 1,5 bulan dengan biaya sebesar Rp. 690.187.500,-
- (2) Metode pelaksanaan Perancah pada *erection* sisi atas Jembatan Kalirejo lebih praktis dan efisien dari pada Metode pelaksanaan Kantilever, karena biaya Metode Perancah jauh lebih murah dan lebih cepat daripada Metode Kantilever dengan perbedaan nominal sebesar Rp. 129.000.000,- dan selisih waktu 1,5 bulan.

##### 4.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dari dua metode pelaksanaan pembetonan pada abutment yang telah dilakukan, diusulkan beberapa saran sebagai berikut :

- (1) Pemilihan metode pelaksanaan *erection* Jembatan Kalirejo yang menguntungkan bergantung pada situasi dan kondisi proyek yang akan dikerjakan.
- (2) Pemilihan metode pelaksanaan *erection* Jembatan Kalirejo, lebih menguntungkan dengan menggunakan metode pelaksanaan Perancah karena pelaksanaannya lebih cepat dan murah.
- (3) Pelaksanaan metode Perancah lebih menguntungkan untuk dilaksanakan tetapi juga membutuhkan ketelitian dan keahlian dalam proses pembuatan hingga pemasangannya.

## References

- [1] J. V. d. V. K. d. S. Struyk, Jembatan, Jakarta: PT. Pradaya Paramita, 1995.
- [2] B. d. A. S. M. Supriyadi, Jembatan, Yogyakarta: FT Universitas Gadjah Mada, 2000.
- [3] Departemen Pekerjaan Umum, *Pedoman Pemeriksaan Jembatan Rangka Baja*, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 2009.
- [4] Asiyanto, *Metode Konstruksi Jembatan Beton*, Cetakan Pertama penyunt., Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press), 2005.
- [5] D. Ardian, *Studi Kelakuan Dinamis Struktur Jembatan Penyeberangan Orang (JPO) akibat Beban Manusia Yang Bergerak : JPO Baja Depan McDonald Basuki Rahmat dan JPO Beton Depan Citibank Basuki Rahmat*, Surabaya: Teknik Sipil FTSP - ITS, 2010.
- [6] E. Asmara, "Metode Penilaian Bangunan Atas Jembatan Rangka Baja Dengan Pendekatan Fracture Critical Member," Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2012.
- [7] Badan Standardisasi Nasional, *SNI T-02-2005 Standar Pembebanan untuk Jembatan*, Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2005.
- [8] Badan Standardisasi Nasional, *SNI T-03-2005 Perencanaan Struktur Baja Untuk*

- jembatan*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2005.
- [9] Departemen Perhubungan dan Prasarana Wilayah, *Pt T-05-2002-B Pedoman Penilaian Kondisi Jembatan Untuk Bangunan Atas dengan Cara Uji Getar*, Jakarta: Departemen Perhubungan dan Prasarana Wilayah, 2002.
- [10] A. Indianto, "Prototype Rangka baja pratekan untuk Jembatan Rangka baja lantai diatas," dalam *Seminar Nasional Teknik Sipil 2010 Politeknik Negeri Jakarta*, Jakarta, 2010.
- [11] Dirjen Bina Marga, *Bridge Management System Panduan Pemeriksaan Jembatan*, Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 1993a.
- [12] Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, *Bridge Management System Panduan Prosedur Umum Jembatan*, Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 1993b .