

# PERBANDINGAN *ERECTION* RANGKA BAJA JEMBATAN DENGAN MENGGUNAKAN *MAST CRANE* DAN *TOWER CRANE* PADA PROYEK JEMBATAN TRISULA BLITAR

Singgih Fitra Utama<sup>1</sup>, Agnes Hanna Patty<sup>2</sup>, Armin Naibaho<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

<sup>2,3</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

E-mail:singgihfitra@gmail.com

## Abstract

At Trisula bridge project Blitar, Mast Crane (MC) was used for the erection of steel frame bridge while Tower Crane (TC) was an alternative for the implementation of structure work. The purpose of the study is compare the two cranes in terms of time and cost. The bridge is of 70 m span; the maximum length of MC can reach is of 3 m and TC is of 40 m. The data of daily, weekly, and monthly report and the 18-week planned S – Curve were needed to find out the implementation time. The implementation cost was calculated from the setting cost of S – Curve at IDR 739.883.800,00. Pylon method was ratio of maximum strand force 0,914 for MC and 0,924 for TC.

The calculations result in 283,065 hours of MC use at IDR 739.883.800,00. And 161,219 hours of TC use at IDR 1.056.436.000,00.

**Keywords :** comparison, erection, frame.

## 1. PENDAHULUAN

Pembangunan Jembatan Trisula merupakan salah satu wujud kepedulian Pemerintah Kabupaten Blitar untuk peningkatan sarana dan prasarana daerah di Kabupaten Blitar pada bidang transportasi. Jembatan ini dibangun untuk memenuhi akses jalan Blitar–Tulungagung. Pembangunan Jembatan Trisula sendiri berada pada area sungai yang masih aktif aliran airnya sehingga dibutuhkan metode pelaksanaan yang tepat untuk dapat mengurangi biaya pembangunan proyek jembatan tanpa harus membendung sementara aliran sungainya. Pembangunan Jembatan Trisula Blitar direncanakan menggunakan *Mast Crane (MC)* sebagai alat *erection/* pemasang rangka baja jembatan dan *temporary tower* pada pekerjaan struktur. Pada kajian ini dianalisa perbandingan pemakaian alat berat (*MC*) dengan *Tower Crane (TC)* sebagai alat *erection/* pemasang rangka baja jembatan dan *temporary tower* sebagai penahan beban rangka baja sementara, pemakaian (*TC*) sendiri selain memiliki jangkauan lebih luas juga diperkirakan lebih cepat dalam pelaksanaan pekerjaan struktur. Berdasarkan pada kondisi tersebut setiap alat mempunyai kekurangan dan kelebihan masing-masing. Pemilihan alat berat harus dipertimbangkan baik-baik, sehingga diharapkan dapat menghasilkan analisa yang terbaik dari segi waktu atau biaya pelaksanaan proyek.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Definisi Proyek

Menurut Karaini, AA (2004), proyek adalah gabungan dari berbagai sumber daya, yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai suatu sasaran tertentu. Dari pengertian di atas, proyek merupakan kegiatan yang bersifat sementara (waktu terbatas), tidak berulang, tidak bersifat rutin, mempunyai waktu awal dan waktu akhir, sumber daya terbatas/tertentu dan dimaksudkan untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan, maka dapat dijabarkan beberapa karakteristik proyek sebagai berikut.

1. Waktu proyek terbatas, artinya jangka waktu, waktu mulai (awal proyek) dan waktu finish (akhir proyek) sudah tertentu.
2. Hasilnya tidak berulang, artinya produk suatu proyek hanya sekali, bukan produk rutin/ berulang (Pabrikasi).
3. Mempunyai tahapan kegiatan-kegiatan berbeda-beda, dengan pola di awal sedikit, berkembang makin banyak, menurun dan berhenti.

## 2.2. Biaya Proyek

Perencanaan biaya proyek merupakan hal yang penting selain rencana waktu penyelesaian proyek, kedua hal ini berkaitan erat dan dipengaruhi oleh metode pelaksanaan, pemakaian peralatan, bahan, dan tenaga kerja yang dipakai. Biaya konstruksi/proyek dibagi menjadi dua macam yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung

## 2.3. Waktu Proyek

Perencanaan adalah bagian penting untuk mencapai kesuksesan suatu proyek konstruksi. Perencanaan juga akan berpengaruh pada pendapatan proyek tersebut. Perencanaan nantinya juga digunakan sebagai dasar untuk melakukan kegiatan estimasi dan penjadwalan, selanjutnya juga digunakan sebagai acuan untuk pengendalian proyek. Penjadwalan adalah kegiatan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan dan urutan kegiatan juga untuk menentukan waktu proyek dapat diselesaikan.

1. Penjadwalan digunakan untuk:
  - a. Menunjukkan hubungan tiap kegiatan lainnya dan terhadap keseluruhan proyek.
  - b. Mengidentifikasi hubungan yang harus didahulukan di antara kegiatan.
  - c. Menunjukkan perkiraan biaya dan waktu yang realistis untuk tiap kegiatan.
2. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam membuat jadwal pelaksanaan proyek:
  - a. Kebutuhan dan fungsi proyek tersebut. Dengan selesainya proyek itu proyek diharapkan dapat dimanfaatkan sesuai dengan waktu yang sudah ditentukan.
  - b. Keterkaitannya dengan proyek berikutnya ataupun kelanjutan dari proyek selanjutnya.
  - c. Alasan sosial politik lainnya, apabila proyek tersebut milik pemerintah.

## 2.4. Alat Berat

Menurut Nurani, P. (2008), Pemilihan peralatan untuk suatu proyek harus sesuai dengan kondisi di lapangan, agar dapat memproduksi seoptimal dan seefisien mungkin. Faktor-faktor yang mempengaruhi yaitu:

1. Spesifikasi alat disesuaikan dengan jenis pekerjaannya, seperti pemindahan tanah, penggalian, produksi agregat, penempatan beton.
2. Syarat-syarat kerja serta rencana kerja yang tertulis dalam kontrak.
3. Kondisi lapangan, seperti keadaan tanah, keterbatasan lahan.
4. Letak daerah/ lokasi, meliputi keadaan cuaca, temperature, angin, ketinggian, sumber daya.
5. Jadwal rencana pelaksanaan yang digunakan.
6. Keberadaan alat untuk dikombinasikan dengan alat yang lain.
7. Pergerakan dari peralatan, meliputi mobilisasi dan demobilisasi.
8. Kemampuan satu alat untuk mengerjakan bermacam-macam pekerjaan.

### 2.4.1 Sumber Alat Berat Proyek

Dalam pelaksanaan pembangunannya, suatu proyek dapat memperoleh peralatan dengan jalan menyewa maupun membeli. Pada kondisi tertentu, pembelian peralatan akan menguntungkan secara financial, sedangkan pada kondisi yang lain akan lebih ekonomis dan efisien untuk menyewanya. Terdapat tiga alternatif dalam kepemilikan alat, yaitu:

1. Membeli alat konstruksi, umumnya untuk peralatan dengan pemakaian yang rutin
2. Menyewa peralatan konstruksi (biasanya dengan perjanjian leasing).
3. Menyewa peralatan konstruksi dan merencanakan akan membelinya kelak.

### 2.4.2 Definisi (MC)

(MC) adalah alat pengangkat khusus. *Mast crane* biasanya disebut derek tetap (*fixed crane*), berarti Mast crane dirakit dan dibongkar di lokasi di mana ia digunakan, (MC) ini menggunakan penggerak untuk mengangkat beban berupa *winch*, *winch* memiliki dua tipe yaitu *winch* yang menggunakan bensin dan *winch* dengan diesel. Spesifikasi (MC) adalah sebagai berikut:

1. Berat sendiri : max 5 ton

2. Kapasitas angkat : 3 ton dalam cantilever 3m untuk *member truss*, 3 ton untuk kantilever 0 m untuk *cross girder*, dan 3 ton untuk kantilever 0 m untuk *tie beam*.

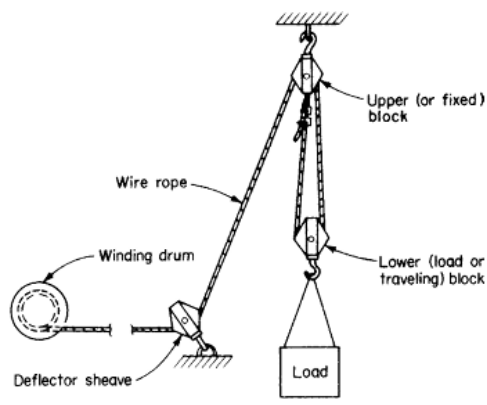
1. Mekanisme Kerja

a. *Hoisting Mechanism* ( mekanisme angkat )

Mekanisme ini digunakan untuk mengangkat beban. Gerakan ini adalah gerakan naik/ turun beban yang telah dipasang pada kait diangkat atau diturunkan dengan menggunakan *drum/ hook*, dalam hal ini putaran drum disesuaikan dengan drum/hook yang sudah direncanakan. *Hook* digerakkan oleh diesel *winch* dan gerakan drum/hook dihentikan dengan rem sehingga beban tidak akan naik atau turun setelah posisi yang ditentukan sesuai dengan yang direncanakan

b. *Slewing Mechanism* ( mekanisme putar )

Pada mekanisme ini digunakan untuk menggerakkan tiang (*MC*) sehingga dapat mencapai radius yang diinginkan, tetapi pada alat (*MC*) ini digerakkan/ diputar manual oleh tenaga manusia. Sket gambar (*MC*) seperti Gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme angkat  
Sumber : Roestiyanti, (2008)

2.4.3 Definisi (*TC*)

Menurut *Techno konstruksi*, Pada prinsipnya, (*TC*) merupakan pesawat pengangkat dan pengangkut yang memiliki mekanisme gerakan yang cukup lengkap, yakni: kemampuan mengangkat muatan (*lifting*) menggeser (*trolleying*), menahannya tetap di atas bila diperlukan dan membawa muatan ke tempat yang ditentukan (*slewing* dan *travelling*). Operasi kerja yang identik dan muatan yang seragam yang diangkutnya, memungkinkan fasilitas transport dilakukan secara otomatis. Bukan hanya untuk memindahkan, melainkan juga untuk proses bongkar muatan.

1) Jenis (*TC*)

Menurut *Rostiyanti (2002)*, Jenis- jenis (*TC*) dibagi berdasarkan cara crane tersebut berdiri yaitu: *Free Standing Crane*. Crane yang berdiri bebas (*free standing crane*) berdiri diatas pondasi yang khusus dipersiapkan untuk alat tersebut. Jika crane harus mencapai ketinggian yang besar maka kadang-kadang digunakan pondasi. ((*TC*) yang digunakan pada kajian)

2) Mekanisme Kerja

Mekanisme kerja (*TC*) terdiri dari:

1. *Hoisting Mechanism* (mekanisme angkat)

Mekanisme ini digunakan untuk mengangkat beban. Gerakan ini adalah gerakan naik/ turun beban yang telah dipasang pada kait diangkat atau diturunkan dengan menggunakan *drum/ hook*, dalam hal ini putaran drum disesuaikan dengan *drum/ hook* yang sudah direncanakan. *Hook* digerakkan oleh motor listrik dan gerakan *drum/ hook* dihentikan dengan rem sehingga beban tidak akan naik atau turun setelah posisi yang ditentukan sesuai dengan yang direncanakan

2. *Slewing Mechanism* (mekanisme putar)

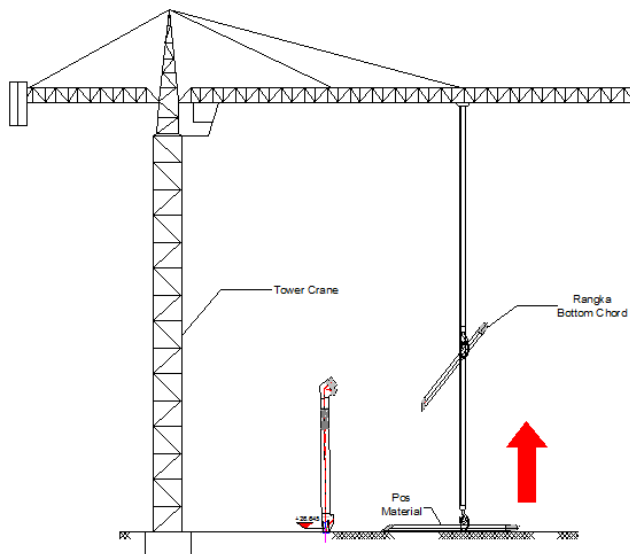
Mekanisme ini digunakan untuk memutar jib dan *counter jib* sehingga dapat mencapai radius yang diinginkan.

3. *Trolley Traveling Mechanism* (mekanisme jalan trolley)

Mekanisme ini digunakan untuk menjalankan trolley maju dan mundur sepanjang jib.

4. *Traveling Mechanism* (mekanisme jalan)

Mekanisme ini digunakan untuk menjalankan bogie (kereta) untuk traveling tower crane.



Gambar 2. Mekanisme angkat

2.5. Produktivitas ( Kapasitas Operasi ) Peralatan

2.5.1 Dasar Perhitungan Produksi

Dalam Merencanakan proyek yang dikerjakan dengan alat-alat berat, suatu hal yang sangat penting adalah menghitung kapasitas operasi peralatan tersebut. Kapasitas dari alat berat adalah kemampuan alat berat dalam membawa material setiap kali pengoperasiannya. Besarnya kapasitas ini, dipengaruhi oleh: jenis material, kemampuan operator, efektifitas alat berat, sehingga kapasitas setiap pengoperasiannya diharapkan semaksimal mungkin, agar dapat mendapatkan output yang maksimal pula. Satuan kapasitas adalah dalam satuan volume per siklus atau satu kali pengoperasian.

Terdapat beberapa metode dalam menentukan kapasitas operasi peralatan, yaitu:

a. Kapasitas Angkat

Perhitungan kapasitas angkat didasarkan pada volume yang dikerjakan persiklus waktu dan jumlah siklus dalam satu jam.

Rumus produksi perjam (Rochmanhadi : 1984) dengan menggunakan Persamaan 4.

$$Q = q \times \frac{60}{CM} \times E \tag{4}$$

dimana:

Q = Produksi perjam

q = produksi dalam satu siklus

cm = waktu siklus

E = efisien kerja

b. Daya kuda (*Horse Power*)

1 Hp = 4575 kgm / menit (Soedrajat, 1994 )

Kemampuan orang adalah 1/6 daya kuda (HP) Kemampuan peralatan mesin tergantung dari spesifikasi peralatan.

### 2.5.2 Metode Perhitungan Produksi

Secara umum output alat berat adalah hasil kerja pekerjaan yang dilakukan menggunakan alat berat, perhitungan hasil kerja ini berdasarkan setiap jam kerja, sehingga dapat ditentukan hasil setiap hari, bulan dan seterusnya.

Rumus dasar menentukan besarnya output dari alat berat dengan Persamaan 6.

$$\text{Output / jam} = \text{kapasitas / siklus} \times \text{jumlah siklus / jam} \times \text{efisiensi atau koreksi} \quad (6)$$

Faktor faktor yang berpengaruh dalam penentuan output alat berat yaitu:

#### 1. Kapasitas/ siklus

Kapasitas dari alat berat adalah kemampuan alat berat dalam membawa material setiap kali pengoperasiannya. Besarnya kapasitas ini, dipengaruhi oleh : jenis material, kemampuan operator, efektifitas alat berat, sehingga kapasitas setiap pengoperasiannya diharapkan semaksimal mungkin, agar dapat mendapatkan output yang maksimal pula. Satuan kapasitas adalah dalam satuan volume per siklus atau satu kali pengoperasian.

#### 2. Waktu siklus (*Cycle Time*)

Waktu siklus adalah jangka waktu yang dibutuhkan oleh alat berat untuk menyelesaikan satu kali lingkaran pengoperasian. Waktu siklus akan menentukan jumlah siklus/ jam, yaitu banyaknya lingkaran pengoperasian dalam satu jamnya. Jenis waktu siklus secara teoritis adalah : waktu tetap (*Fixed Time*) dan waktu variabel (*Variabel Time*).

##### 1. Waktu tetap (*Fixed Time*)

Yaitu waktu yang digunakan dalam pengoperasian alat berat, dimana waktu pengoperasian tersebut konstan atau tetap, misalnya waktu untuk memuat (*Loading*) dan membuang (*Dumping*), termasuk pengolahan gerak lain dan waktu lain yang mungkin diperlukan dalam pengoperasian alat berat tersebut secara tetap.

##### 2. Waktu yang berubah ubah (*Variabel Time*)

Adalah waktu yang digunakan dalam pengoperasian alat berat, dimana waktu tersebut selalu berubah-ubah selama perjalanan, contoh waktu untuk mengangkut, waktu ini berubah-ubah sesuai dengan jarak dan kondisi jalan angkutan, jarak antara daerah memuat (*Loading*) dan daerah membuang (*Dumping*)

Waktu siklus dapat diperpendek dengan cara:

##### 1. Memperpendek waktu tetap (*fixed time*)

Yaitu upaya upaya guna mendapatkan waktu tetap yang pendek atau cepat dengan cara:

- Tempat pengambilan material terletak sedemikian rupa supaya pemuatan dapat diturunkan besarnya.
- Mambatasi waktu menunggu di tempat pemuatan.
- Menempatkan peralatan lain untuk memperlancar pekerjaan.
- Pembongkaran material dipercepat.

##### 2. Memperpendek waktu variabel (*variabel time*)

Upaya-upaya guna memperpendek waktu variabel dengan cara:

- Jalan angkut dirancang dengan cermat
- Jalan angkut dirawat dengan rutin
- Jalan angkut diambil paling menguntungkan

Untuk dapat mendapatkan total waktu siklus adalah jumlah *fixed time* ditambah variabel time, sehingga dapat ditentukan jumlah siklus/ jam yaitu dengan cara  $60'/ws$  atau  $3600''/ws$ .

#### 3. Faktor efisiensi/ koreksi

Faktor efisiensi adalah faktor yang diperhitungkan untuk mendapatkan hasil yang sebenarnya, output akhir dari alat berat, faktor efisiensi ini adalah:

- Efisiensi kerja operator
- Efisiensi kerja alat berat
- Faktor cuaca
- Carry faktor (faktor muat), kondisi dan jenis material
- Kondisi pengelolaan/ management

Faktor koreksi digunakan untuk mengubah taksiran produksi, sesuai dengan pekerjaan, material dan kondisi yang berubah-ubah, tergantung dengan jenis alat beratnya.

### 3. METODOLOGI

Pada kajian ini, penulis menggunakan beberapa data seperti gambar proyek dan kurva S Proyek Jembatan Trisula Blitar, produktivitas ( $MC$ ). Sedangkan alur kegiatannya seperti pada Gambar 3.

#### 3.1. Studi Lapangan dan Literatur

Penggunaan literatur yang menunjang antara lain: buku tentang peralatan, buku petunjuk penggunaan alat berat, brosur dan lain – lain, sehingga dapat dipelajari dan diketahui cara penggunaan dan spesifikasinya alat berat yang digunakan. Setelah itu perlu dilakukan pengamatan dan wawancara di lapangan untuk mengetahui bagaimana mekanisme kerja dan penempatan alat berat tersebut di lapangan.

#### 3.2. Studi Peralatan

Mempelajari dengan detail hal-hal yang berhubungan dengan peralatan berat agar dapat mengetahui definisi, cara kerja, bagian-bagian, mekanisme kerja, dan tata letak atau penempatan peralatan berat TC dan MC di lapangan.

#### 3.3. Pengumpulan Data

Data-data yang berkaitan dengan permasalahan yang ada, tidak hanya berasal dari proyek tetapi juga dari sumber lain sehingga memberikan informasi yang dibutuhkan. Adapun Data yang berasal dari proyek yang bersangkutan antara lain:

1. Gambar struktur proyek
2. Volume pekerjaan
3. Jenis dan spesifikasi peralatan berat yang dipakai

#### 3.4. Menentukan Metode Pelaksanaan

Menentukan metode pelaksanaan pekerjaan antara penggunaan alat berat ( $MC$ ) dan ( $TC$ ) berpengaruh terhadap waktu, biaya dan struktur tendon *temporary tower* pada pelaksanaan di lapangan.

#### 3.5. Menganalisa Dan Mengolah Data

1. Melakukan perhitungan volume pekerjaan struktur atas pekerjaan *erection* rangka baja jembatan.
2. Menentukan posisi awal *erection* rangka baja jembatan serta jarak perpindahan material dan penempatan material dari lokasi proyek dan peralatan.
3. Melakukan perhitungan biaya peralatan

Biaya peralatan yang dapat dihitung berdasarkan lamanya peralatan tersebut beroperasi untuk menyelesaikan pekerjaan.

Yang termasuk dalam biaya peralatan adalah:

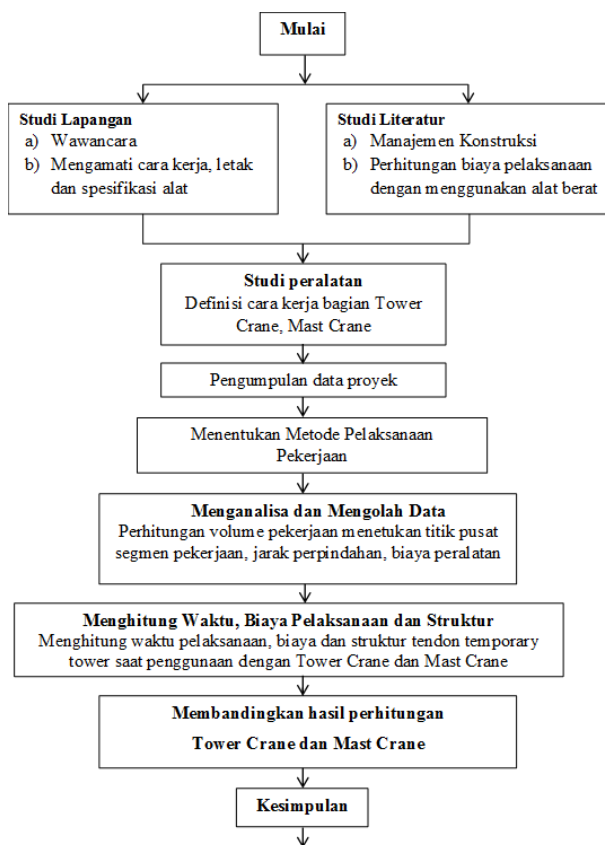
1. Biaya sewa
2. Biaya operasional, upah operator dan yang terdiri dari pemakaian bahan bakar, minyak pelumas, upah operator dan crew pendukung peralatan.

#### 3.6. Menghitung Waktu, Biaya Pelaksanaan dan Struktur

Setelah diketahui volume pekerjaan, posisi dan biaya peralatan maka waktu, biaya dan struktur tendon *temporary tower* pada pelaksanaan pekerjaan untuk penggunaan ( $TC$ ) dan ( $MC$ ) dapat diperoleh.

#### 3.7. Membandingkan Hasil dari Perhitungan dan Kesimpulan

Setelah waktu, biaya dan struktur pelaksanaan pekerjaan dari kedua alat berat diperoleh, maka dibandingkan antara kedua alat berat tersebut manakah yang paling efisien dari segi waktu, biaya dan struktur tendon.

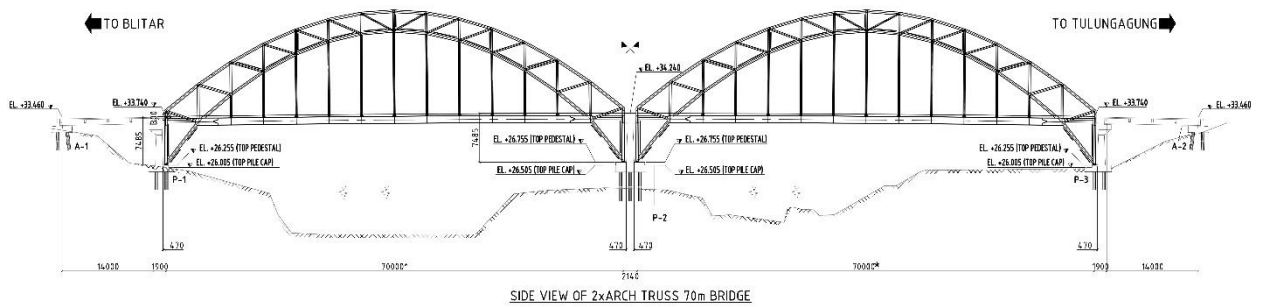


Gambar 3. Flow Chart Metodologi

## 4. METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN

### 4.1. Umum

Pada perencanaan penggunaan peralatan (*MC*) dan (*TC*) dalam pembangunan Jembatan Pelengkung Baja 2x70 m Trisula Blitar-Jawa Timur yang terletak di daerah Kademangan. Di sebelah barat dan timur lokasi proyek yang akan dibangun terdapat sungai berantas yang masih aktif mengalir, sehingga keselamatan pekerja yang bekerja di sekitar lokasi proyek perlu diperhatikan. Pada pelaksanaannya pembangunan proyek ini menggunakan alat berat yang salah satunya diantaranya adalah (*MC*) sebagai kondisi *existing* di lapangan. Dimana alat ini difungsikan sebagai pemasang rangka baja jembatan. Dari kondisi tersebut maka perlu dianalisa alternatif lain sebagai pembanding dalam penggunaan peralatan (*MC*) khususnya pada pekerjaan struktur, yaitu tower crane. Dimana alat ini juga mempunyai kemampuan baik mengangkat, memindah maupun untuk pekerjaan pemasangan rangka baja jembatan, selain itu (*TC*) memiliki jangkauan yang lebih baik untuk lokasi yang akan dituju, dengan merencanakan metode kerjanya yang disesuaikan dengan lokasi kerja *existing*.



Gambar 4. Tampak samping jembatan Rangka Baja Lengkung Trisula  
 Sumber: PT. Hutama Karya

## 4.2. Penggunaan (MC)

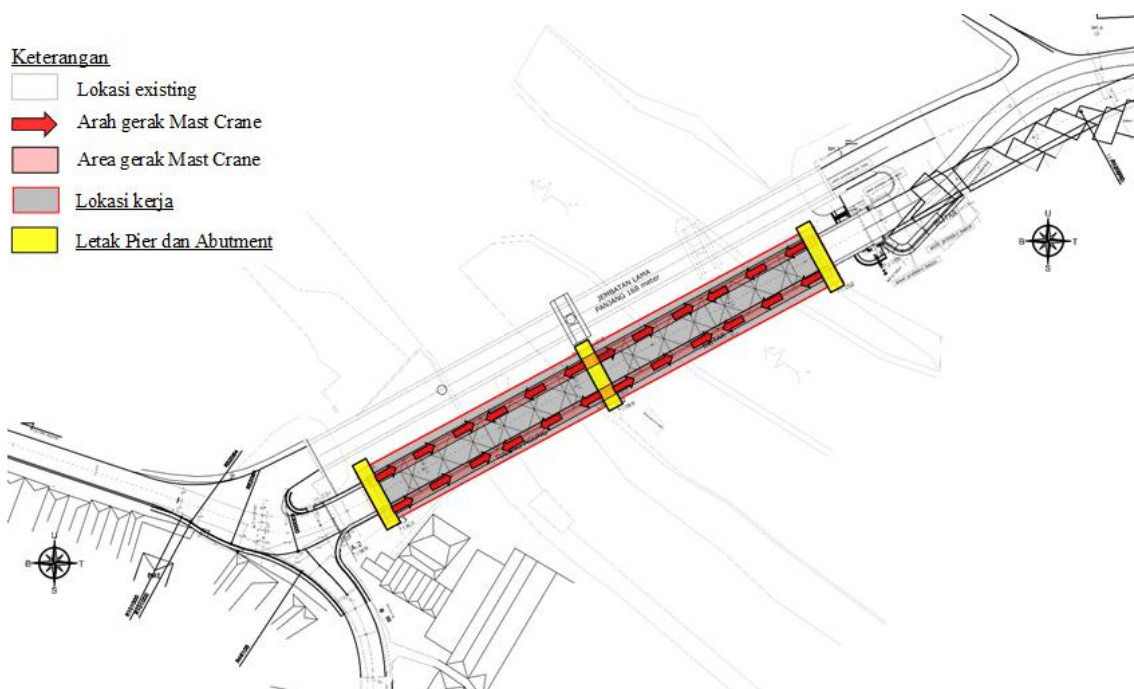
### 4.2.1 Spesifikasi Peralatan (MC)

Spesifikasi (MC) yang digunakan untuk proses *erection* jembatan adalah memiliki berat sendiri : max 5 ton; kapasitas angkat : 3 ton dalam cantilever 3 m untuk *member truss*, 3 ton untuk kantilever 0 m untuk *cross girder*, dan 3 ton untuk kantilever 0 m untuk *tie beam*.

### 4.2.2 Rencana Penempatan (MC)

Penempatan alat berat yang tepat pada lokasi proyek dapat memperlancar kegiatan suatu proyek. Proses perencanaan awal adalah dengan cara menganalisa kondisi lokasi proyek, diantaranya dengan cara mengatur jalur mobilisasi alat tersebut terhadap perencanaan tata letak atau penempatan baik itu penimbunan material, gudang, kantor dan lain-lain. Dimana penempatan alat ini harus mampu dimanfaatkan semaksimal mungkin dalam proses pelaksanaan suatu proyek.

Letak (MC) yang direncanakan dapat dipindahkan di posisi yang aman dari rangka batang atas bagian badan tanpa menimbulkan kerusakan pada bagian tersebut atau komponen lainnya dan kerusakan berupa korosi harus diproteksi. Pada skripsi ini letak penempatan (MC) sendiri sesuai dengan kondisi eksisting di lapangan, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Layout penempatan posisi (MC)



#### 4.2.3 Pelaksanaan Pekerjaan *Erection* Rangka Baja dengan (*MC*)

Sebelum pekerjaan *Erection* Rangka Baja ini dilakukan, pier, *abutment* dan *temporary support* harus sudah selesai terlebih dahulu. Pekerjaan yang perlu dipersiapkan dan direncanakan pada penggunaan (*MC*) adalah:

- Perencanaan posisi untuk (*MC*) pada lokasi proyek.
- Pengadaan alat bantu diantaranya diesel *winch* dan *rope*.
- Menghitung volume pekerjaan *erection* rangka baja. Serta jarak jarak terhadap posisi *mast crane*.
- Perencanaan letak dari penimbunan material, direksi keet, gudang dan lainnya
- Mengurutkan pekerjaan *erection* rangka baja sedemikian rupa dari sisi pier 1, pier 2 dan pier 3

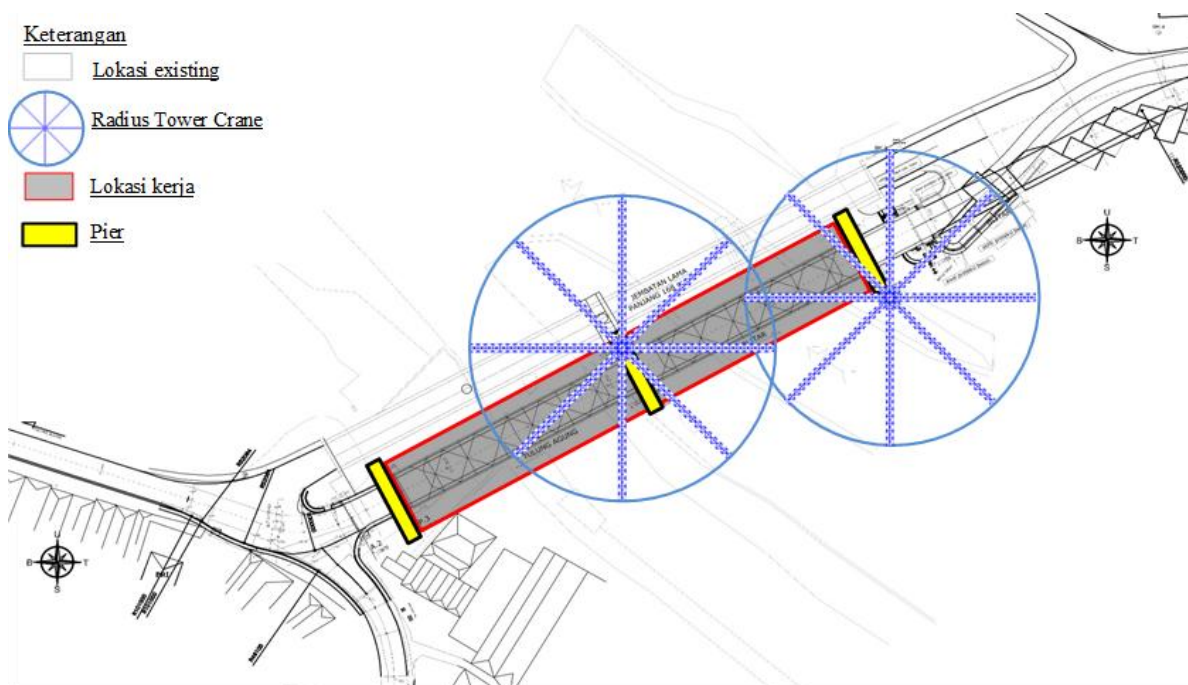
### 4.3. Penggunaan (*TC*)

#### 4.3.1 Spesifikasi Peralatan (*TC*)

Spesifikasi dari (*TC*) yang digunakan adalah tipe *Free Standing Crane* karena tipe (*TC*) ini mampu berdiri bebas dengan pondasi khusus untuk (*TC*) itu sendiri: dengan *Lifting capacity*: 3,2 ton di ujung jib dan maximum capacity: 8 ton dan memiliki jib radius 40 m. tipe ini dipilih dikarenakan keterbatasan spesifikasi crane untuk pembebanannya untuk menjangkau 1 segmen jembatan. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada brosur (*TC*) pada lampiran skripsi.

#### 4.3.2 Rencana Penempatan (*TC*)

Penempatan alat berat yang tepat pada lokasi proyek dapat memperlancar kegiatan suatu proyek. Proses perencanaan awal adalah dengan cara menganalisa kondisi lokasi proyek, diantaranya dengan cara mengatur jalur mobilisasi alat tersebut terhadap perencanaan tata letak atau penempatan baik itu penimbunan material, gudang, kantor dan lain-lain. Dimana penempatan alat ini harus mampu dimanfaatkan semaksimal mungkin dalam proses pelaksanaan suatu proyek. Letak (*TC*) yang direncanakan diletakkan disamping 2 pier segmen yang dikerjakan, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 6. Rencana perletakan (*TC*)

4.3.3 Pelaksanaan Pekerjaan *Erection* Rangka Baja dengan (TC)

Sebelum pekerjaan *Erection* Rangka Baja ini dilakukan, pier, *abutment* dan *temporary support* harus sudah selesai terlebih dahulu. Pekerjaan yang perlu dipersiapkan dan direncanakan pada penggunaan (TC) adalah:

1. Perencanaan posisi untuk (TC) pada area jembatan.
2. Pekerjaan pondasi untuk tower crane.
3. Pengadaan alat bantu diantaranya generator genset.
4. Menghitung volume pekerjaan *erection* rangka baja. Serta jarak - jarak terhadap posisi tower crane.
5. Perencanaan letak dari penimbunan material, direksi keet, gudang dan lainnya
6. Mengurutkan pekerjaan *erection* rangka baja sedemikian rupa dari sisi pier 1, pier 2 dan pier 3

4.4. Perhitungan Waktu dan Biaya dengan (MC) dan (TC)

Tabel 1. Dasar perhitungan waktu dengan (MC) dan (TC)

No	Perhitungan Waktu	(MC)	(TC)
1	Perhitungan waktu pengangkatan	<i>Hoisting</i> dan <i>landing</i>	<i>Hoisting, landing, swing, trolley</i>
2	Perhitungan waktu siklus	Waktu assembly + waktu angkat + waktu <i>pre assembly</i>	Waktu assembly + waktu angkat + waktu kembali + waktu <i>pre assembly</i>
3	Perhitungan waktu pelaksanaan	Volume rangka/ produksi per jam	Volume rangka/ produksi per jam

Tabel 2. Dasar perhitungan biaya metode (MC) dan (TC)

No	Perhitungan Biaya	(MC)	(TC)
1	Data operasional peralatan	Diameter mast 30 cm dan panjang mast @ 3 m disupport Diesel <i>Winch</i> 5 ton	<i>LIEBHERR</i> (TC) model 132 HC <i>FreeStanding</i> dengan radius 40 m, 82 hp AC <i>hoist</i> unit
2	Data harga sewa peralatan & biaya produksi	Harga Satuan Pekerjaan Pelaksana proyek	Analisa dan Harga Satuan Pekerjaan Pelaksana dan refrensi proyek
3	Perhitungan biaya penggunaan	Harga Satuan x waktu pelaksanaan	Harga Satuan x waktu pelaksanaan

4.5. Analisa Hasil Perhitungan

Setelah melakukan perhitungan waktu pelaksanaan dan biaya pelaksanaan terhadap masing-masing alat maka berikutnya adalah membandingkan waktu pelaksanaan antara (MC) dengan (TC) , selanjutnya pada biaya pelaksanaan *erection* rangka baja jembatan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Perbandingan waktu pelaksanaan

No	Pekerjaan	(MC) (jam)	(TC) (jam)
1	<i>Erection</i> rangka		
	a. <i>Bottom Chord</i>	74,660	43,215
	b. <i>Top Chord</i>	120,506	68,555
	c. <i>Vertikal Chord</i>	52,485	29,774
	d. <i>Diagonal Chord</i>	35,414	19,674
	TOTAL	283,065	161,219

Tabel 4. Perbandingan biaya pelaksanaan

No	Pekerjaan	(MC) (Rp)	(TC) (Rp)
1	Mobilisasi dan Demobilisasi	140.000.000,00	150.000.000,00
2	Pondasi	-	300.000.000,00
3	Sewa alat	99.072.800,00	80.609.400,00
4	PPN 10 %	9.907.300,00	8.061.000,00
5	Sewa genset	-	72.548.500,00
6	PPN 10%	-	7.254.900,00
7	Sewa diesel <i>winch</i>	70.766.300,00	-
8	PPN 10%	7.076.700,00	-
9	Operator	3.032.800,00	1.727.300,00
10	Bahan bakar	3.311.900,00	21.135.800,00
11	Pelumas	22.716.000,00	31.099.100,00
12	Sewa temporary support	384.000.000,00	384.000.000,00
TOTAL		739.883.800,00	1.056.436.000,00

Tabel 5. Perbandingan rasio kekuatan strand

No	Keterangan	Rasio (MC)	Rasio (TC)
1	2 Segmen Rangka (Pendek)	0,138	0,136
2	3 Segmen Rangka (Pendek)	0,251	0,242
3	4 Segmen Rangka (Pendek)	0,376	0,368
4	5 Segmen Rangka (Pendek)	0,52	0,511
5	6 Segmen Rangka (Pendek)	0,281	0,28
6	7 Segmen Rangka (Pendek)	0,914	0,924
7	2 Segmen Rangka (Panjang)	0,138	0,136
8	3 Segmen Rangka (Panjang)	0,252	0,242
9	4 Segmen Rangka (Panjang)	0,214	0,209
10	5 Segmen Rangka (Panjang)	0,296	0,291
11	6 Segmen Rangka (Panjang)	0,4	0,526
12	7 Segmen Rangka (Panjang)	0,522	0,527

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari analisa perbandingan perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan pada proyek pembangunan jembatan Trisula Blitar dengan menggunakan alat berat (*MC*) dan (*TC*) maka dapat diambil kesimpulan:

1. Rasio kekuatan maximum *strand wire* bila menggunakan (*MC*) sebesar 0,914 sedangkan rasio maximum *strand wire* bila menggunakan (*TC*) 0,924
2. Berdasarkan perbandingan waktu pelaksanaan pekerjaan *erection* rangka baja jembatan yang meliputi pekerjaan *erection* rangka *bottom chord*, *top chord*, *diagonal chord* dan *vertikal chord*, maka waktu yang dibutuhkan dengan menggunakan (*MC*) sebesar 283,065 jam sedangkan waktu yang dibutuhkan dengan menggunakan (*TC*) sebesar 161,219 jam. Sedangkan berdasarkan perbandingan biaya pelaksanaan pekerjaan *erection* rangka baja jembatan meliputi pekerjaan *erection* rangka *bottom chord*, *top chord*, *diagonal chord* dan *vertikal chord*, maka biaya pelaksanaan yang dibutuhkan dengan menggunakan (*MC*) sebesar Rp. 739.883.800,00 sedangkan biaya pelaksanaan yang dibutuhkan dengan menggunakan (*TC*) sebesar Rp. 1.056.436.000,00.
3. Sehingga alat berat yang paling murah dalam pelaksanaan pekerjaan *erection* rangka adalah (*MC*) sebesar Rp. 739.883.800,00 dan waktu yang paling cepat dalam pelaksanaan pekerjaan *erection* rangka adalah (*TC*) sebesar 161,219 jam

### 5.2. Saran

Pada suatu proyek pembangunan penggunaan alat berat dan pemilihan alat berat perlu ditinjau dari segi lokasi, kondisi area proyek, perencanaan bangunan yang meliputi waktu dan biaya pelaksanaan serta

metode pelaksanaan dari peralatan yang digunakan. Karena pembahasan Skripsi ini hanya dibatasi oleh dua penggunaan alat berat yaitu alat berat (*MC*) dan (*TC*) untuk pekerjaan *erection* rangka baja jembatan saja sehingga dirasa kurang lengkap. Maka untuk bisa menentukan alternatif atau penggunaan kombinasi peralatan yang lain perlu dibahas lagi suatu kajian atau studi lanjutan tentang permasalahan ini.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Karaini, Armaini Akhirson. *Seri Diktat Kuliah Pengantar Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Gunadarma.
- Nurani, Puri. *Buku Ajar Pemindahan Tanah Mekanis Output dan Biaya Penggunaan Alat Berat*. Malang: Polinema, 2008
- Roestiyanti, Susy Fatena. *Alat Berat untuk Proyek Alat Konstruksi (Edisi Kedua)*. Jakarta: Rineka Cipta, 2008
- Standard Nasional Indonesia. *Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan*. RSNI T02-2005. Departemen PU Dirjen Bina Marga.
- Standard Nasional Indonesia. *Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan*. RSNI T03-2005. Departemen PU Dirjen Bina Marga.
- Waagner Biro. 2012. *Trisula Bridge Design and Erection Manual*. Indonesia: Waagner Biro.
- Wulfram, I. Ervianto. *Cara Tepat Menghitung Biaya Bangunan*. Andi: Yogyakarta, 2005
- Rachmadi, 1990. *Pengantar Dan Dasar Pemindahan Tanah Mekanis*.