

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Pekerjaan *Erection* Jembatan termasuk pekerjaan struktur atas jembatan sebelum dilakukan kegiatan pengecoran lantai kendaraan. Sehingga pada tahapan pekerjaan tersebut berpengaruh besar pada terselesaikannya tidaknya pembangunan jembatan tersebut. Proses cepat atau tidaknya erection jembatan tergantung jenis konstruksi jembatan dan metode pelaksanaan yang digunakan. Dalam penelitian ini meneliti pemilihan metode *Erection* untuk Jembatan Bojonegoro - Trucuk dengan desain profil Box baja dengan panjang jembatan 145 m, Lebar 8 m dan ketinggian 27 m dan rata – rata berat material baja pada segmen atas 16 ton dan segmen bawah 8 ton akan dianalisis dan buat permodelan metode *Erection* jembatan dengan membandingkan *waktu* dan *biaya* pelaksanaannya dari kedua metode *Erection* tersebut. Dengan aspek – aspek tersebut maka untuk memperdalam pembahasan penelitian ini, penulis mengakomodir dari beberapa penelitian terdahulu yang sejenis berkaitan ataupun sejenis dan dapat dijadikan referensi untuk melihat kesamaan ataupun perbedaan terhadap penelitian yang akan dilakukan. Objek, metode penelitian dan metode pelaksanaan yang terdapat pada referensi jurnal pada Tabel 2.1. ini dapat menambah pendalaman dari penelitian ini. Oleh karena itu pentingnya peranan referensi ini dalam penulisan penelitian ini merupakan penambahan wawasan akan analisa yang digunakan, perkembangan alat – alat untuk metode pelaksanaan, faktor – faktor yang mempengaruhi metode pelaksanaan, tahapan – tahapan pelaksanaan yang dapat memudahkan dan mempercepat proses *Erection* dan juga analisa estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan *Erection* jembatan tersebut.

Dalam Tabel 2.1. ini merupakan rangkuman referensi jurnal yang bersumber dari jurnal internasional dan Jurnal nasional, sebagaimana pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
1	Prataprao Jadhav, Dr. G. Mohan Ganesh, Vinayagamoo rthy M. (2017)	<i>Erection Stage Dynamic Behavior of CABLE Stayed Bridge Using Construction Stage Analysis</i>	Metode unit load digunakan Dalam penelitian ini. Untuk verifikasi, Perangkat lunak Elemen Hingga (Midas Civil) digunakan untuk Menentukan kekuatan kabel menggunakan fungsi Unknown Load Factor. Juga analisis tahap konstruksi untuk jembatan cable stayed dijelaskan menggunakan perangkat lunak. Berbagai parameter dipengaruhi pada kekuatan kabel serta kekuatan tiang	Setelah pemeriksaan analisis tahap konstruksi, model yang diberikan menunjukkan pentingnya pertimbangan mengubah konfigurasi pada setiap tahap. Di sini, aktivasi ke dek cacat dan kabel akan mengarah pada perkiraan yang salah dari kekuatan kabel. Kekuatan kabel yang ideal ditentukan untuk mencapai kinerja struktural yang optimal karena beban permanennya. Untuk analisis tahap konstruksi, 17 tahap dimodelkan menggunakan Perangkat Lunak Elemen sehingga memungkinkan untuk memasukkan setiap tahap <i>Erection</i> . Sebagian besar kekuatan kabel yang dihitung sama dengan kekuatan final dari data yang dibandingkan dengan perangkat lunak. Dalam analisis yang dilakukan, tekanan awal kabel diterapkan dalam hal beban pretensi

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
				<p>yang bukan merupakan parameter dasar. Oleh karena itu, beban konstruksi harus ditentukan secara akurat untuk mendapatkan kekuatan kabel awal. Model ini tidak termasuk geometris maupun material non-linearitas dalam analisis tahap konstruksi. Perhitungan akhir harus dilakukan untuk mempertimbangkan efek-efek ini ke dalam akun karena dapat mengoptimalkan kekuatan kabel.</p>
2	<p>Piyush Rathod, Jayesh Pitroda, J.J.Bhavsar. (2015)</p>	<p><i>A Short Study On Launching Techniques</i></p>	<p>Metode teknik peluncuran tidak akan pernah menjadi prosedur paling ekonomis untuk membangun jembatan. Metode Peluncuran Bertambah (ILM) membutuhkan sejumlah besar analisis dan keahlian desain dan peralatan konstruksi khusus. Dalam Makalah ini</p>	<p>Dari studi tinjauan literatur dan studi kasus jembatan. Studi tentang urutan <i>Erection</i> jembatan mencapai bahwa konstruksi jembatan dengan urutan yang tepat membuat pekerjaan lebih tenang dan ekonomis tanpa waktu lebih cepat dan bermanfaat bagi semua yang terlibat dalam pekerjaan. Konstruksi jembatan bermanfaat bagi orang-orang di semua jalan. Pembangunan fasilitas jembatan</p>

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
			<p>harus konten metode peluncuran dan manfaat Inncriminal. TI harus lebih mudah dan proses kerja cepat. Dalam waktu dekat ini digunakan sebagian besar karena tidak memerlukan banyak ruang di lokasi. Tapi itu tidak berfungsi di daerah dugaan karena juga teknik yang berisiko.</p>	<p>rakyat dengan memperpendek jarak perjalanan, menghemat bahan bakar. Karenanya menghemat jumlah uang mereka dan kemungkinan besar waktu di era dunia dan teknologi modern ini.</p>
3	Mark J. Sofia, P.E., Elie H. Homsy, P.E (1994)	<i>Fabrication and Erection of Precast Concrete Segmental Boxes for Baldwin Bridge</i>	Lift Shuttle 300 ton (272 t) adalah digunakan untuk memuat segmen pada khusus Trailer hidraulik 12 poros, 96 roda dipilih oleh Joint Venture untuk port segmen dari casting halaman ke situs <i>Erection</i> skema yang menjanjikan dikembangkan dengan bantuan dari Finley	Pada banyak jembatan segmental, kontraktor sering gagal mengenali upaya rekayasa yang diperlukan untuk membangun struktur sebesar ini. Ini tidak halnya dengan Perini-PCL-0 &G. Dari awal proyek ini, mereka berkomitmen untuk memberikan pengalaman insinyur dan pengawasan untuk staf proyek dan untuk memperoleh essary di luar bantuan teknik untuk memenuhi

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
			McNary Engi- lebih baik dan terdiri dari peluncuran sendiri gantry diatas kepala. Metode alternatif ini disajikan beberapa keunggulan	tantangan teknis proyek teknologi canggih diperlukan untuk membangun jembatan berkualitas. Ini adalah hasil dari insinyur, kontraktor dan pemilik bekerja melalui teknologi dan kurva belajar manajemen. Sebagai kemajuan tahun 1990-an dan semua pihak terkait diciptakan dengan desain, konstruksi, dan manajemen konstruksi segmen-tal jembatan menjadi lebih berpendidikan dan memiliki pengetahuan.
4	Mathias Rack, Frank Schanack, Per Tveit. (2004)	<i>Erection Of Network Arches</i>	Metode <i>Erection</i> yang paling menjanjikan menggabungkan baja structural dengan sementara akord yang lebih rendah. Struktur baja ini dapat digerakkan dan/ atau diangkat. Memiliki kekuatan yang cukup dan kekakuan untuk Membawa	Semua anggota dalam lengkungan jaringan optimal membawa kekuatan yang sangat efisien. Dikombinasikan dengan metode <i>Erection</i> yang sesuai lengkungan jaringan yang optimal harus menjadi solusi ekonomis. Itu lengkungan jaringan akan sangat efektif di Negara - negara dunia ketiga dengan rasio biaya yang tinggi bahan untuk biaya tenaga

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
			<p>casting dari ikatan beton permanen. Ikatan lengkungan jaringan yang optimal adalah lempengan beton sederhana. Ini memberikan yang sesingkat mungkin landai ketika lalu lintas harus diangkat untuk memberikan ruang bagi lalu lintas di bawah jembatan. Selama casting balok tepi, relaksasi gantungan harus dihindari</p>	<p>kerja. Pengetahuan teknis tinggi yang memadai harus tersedia. Sebuah Perusahaan konsultan India telah merancang lima lengkungan jaringan untuk Jalan Raya Nasional 21 dan 22. Lengkungan jaringan optimal yang telah dibangun dan contoh- contoh yang dirancang dalam beberapa tesis kelulusan dalam beberapa tahun terakhir Menunjuk kan bahwa sangat sedikit baja yang digunakan. Bangunan lengkungan jaringan akan menghemat uang. Jika lengkungan jaringan optimal adalah tipe standar jembatan, yang diketahui sebagian besar insinyur jembatan, mungkin akan sulit untuk diperdebatkan meyakinkan untuk jembatan lengkungan tali busur yang biasa.</p>
5	R. B. A. Affandhie, Chomaedhi,	<i>Modifikasi Desain dan Metode Pelaksanaan Duplikasi</i>	Pada tahapan Awal perencanaan jembatan dilakukan studi literatur.	Dari hasil modifikasi desain duplikasi Jembatan Sembayat dengan struktur busur rangka baja

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
	E. Hardiyanto. (2018)	<i>Jembatan Sembayat Kabupaten Gresik pada STA 0+350 — STA 0+530 dengan Sistem Jembatan Busur Rangka Baja</i>	Tahapan kedua adalah pengumpulan data sekunder yang didapat dari Pemilik Pekerjaan, Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Kabupaten Gresik. Perencanaan struktur Bangunan atas dimulai dengan perencanaan plat lantai jembatan sebagai struktur komposit dengan gelagar melintang serta perencanaan struktur utama busur yang menggunakan tipe half through arch Perencanaan struktur bangunan bawah yang disampaikan terdiri 1 struktur abutment dan 1 struktur pilar yang dianggap paling kritis yang ditunjang oleh pondasi	maka diperoleh data-data perencanaan sebagai berikut: <ol style="list-style-type: none"> 1. Dimensi jembatan dengan panjang bentang 180 meter, lebar jalan (4/2 UD) 12 meter dengan 2 lajur ke arah Tuban dan 2 lajur ke arah Gresik ditambah 1,5 meter lebar trotoar dimasing-masing sisi jembatan, 2. Untuk dimensi busur sendiri, memiliki tinggi fokus busur 35 meter dan tinggi penampang 6 meter, 3. Tebal plat lantai jembatan 25 cm dengan mutu beton $f_c' 35$ MPa, 4. Mutu untuk baja profil yang digunakan adalah BJ 55, 5. Profil gelagar memanjang WF 488x300x 18 x 11, sedangkan untuk profil gelagar melintang WF 900 x 300 x 28 x 16 dengan ikatan angin pada lantai kendaraan berupa box 250 x 250

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
			<p>tiang pancang. Standart acuan yang dipakai pada perencanaan bangunan atas adalah RSNI T-03-2005[4], RSNI T-12-2004[5], SNI 1725:2016[6] yang digunakan dalam perhitungan tegangan-tegangan dalam konstruksi adalah beban primer, beban sekunder dan beban khusus.</p>	<p>x 18, 6. Cable road yang digunakan adalah tipe kabel M520 carbon steel dengan ukuran M105 (diameter 102 mm), 7. Elemen busur atas menggunakan box 900 x 700x50, sedangkan elemen busur box 1100x 900 x 50, 8. Kolom portal akhir menggunakan 700 x 700 x 5, sedangkan balok portal akhir menggunakan box 350 x 350 x 12, 9. Perletakan menggunakan jembatan menggunakan sistem perletakan rol dan sendi, 10. Abutment jembatan direncanakan dengan tinggi dinding 6 meter dan lebar 15 meter. Untuk lebar pile cap pada abutment direncanakan 17,2 meter dengan tebal 2 meter. Mutu beton yang digunakan</p>

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
				<p>adalah $f'c$ 30 MPa.</p> <p>11. Pilar jembatan direncanakan dengan tinggi kolom 6 meter dan lebar 15 meter. Untuk lebar pile cap pada pilar direncanakan 17,2 meter dengan tebal 2/18/1,5 meter. Mutu beton yang digunakan adalah $f'c$ 30 MPa.</p> <p>12. Pondasi pada struktur abutment dan pilar menggunakan tiang pancang beton (spunpile) dengan diameter 60 cm.</p> <p>13. Metode pelaksanaan struktur bangunan atas direncanakan menggunakan metode balanced cantilever dengan menggunakan tension cable yang dihubungkan ke temporary tower.</p>
6	Widi Nugraha, Achmad Riza Chairulloh. (2018)	<i>Analisis Metode Pengangkat Gelagar Boks Baja Modular Untuk Jembatan Lintas Atas Sungai (Erection</i>	Penelitian ini secara garis besar menggunakan metode penelitian evaluasi dengan pendekatan kuantitatif. Dalam	Dari hasil analisis pada tahapan konstruksi dengan metode pengangkatan gelagar boks baja modular dengan tiga crane untuk jembatan lintas atas sungai ini,

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
		<i>Method Analysis of Modular Steel Box Girder for Bridge Over The River)</i>	penelitian ini, dilakukan analisis elemen gelagar boks baja modular dengan model finite element method(FEM) terhadap setiap tahapan metode pengangkatan gelagar jembatan lintas atas sungai yang digunakan untuk Pilot Project Jembatan Gelagar Boks Baja Modular di Sungai Cimanis, Kabupaten Cirebon. Evaluasi dilakukan dengan mengamati Parameter tegangan efektif terbesar dan defleksi vertikal terbesar yang terjadi pada elemen dalam model FEM pada setiap tahapan konstruksi. Kedua besaran tersebut kemudian	didapatkan tegangan efektif terbesar yang terjadi pada gelagar adalah 50,37 MPa dan defleksi vertikal terbesar adalah 21,98 mm. Besaran tegangan dan defleksi ini masih memenuhi kriteria desain jembatan ini, yaitu tegangan izin 380 MPa dan defleksi izin 50 mm. Kemudian, rasio yang paling kritis (terkecil) dari kapasitas lug terhadap gaya reaksi terbesar pada kabel gantung adalah 3,71. Terakhir, rasio kapasitas angkut mobile crane terhadap gaya reaksi terbesar setiap posisi penggantung gelagar untuk setiap tahapan bernilai lebih dari 1, dengan tahapan 4 sebagai kondisi tahapan kritis. Penanganan yang perlu dilakukan pada tahapan 4 adalah peralihan dari tahapan 3 ketahapan 5 yang perlahan dan menjaga sudut boom agar lebih dari 30 derajat agar rasio kapasitas crane tetap lebih dari

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
			dibandingkan terhadap batasan tegangan izin dan defleksi izin sebagai batasan kriteria keamanan struktur.	1. Dapat disimpulkan dari seluruh analisis terhadap setiap tahapan peluncuran gelagar, metode konstruksi ini dapat digunakan dan menjadi acuan untuk metode konstruksi jembatan gelagar boks baja modular untuk lintas atas Sungai.
7	Elvis Adril, Nasirwan , Tri Wibowo dan Julnaidi. (2014)	<i>AnalisisKegagalan Boom Crane Dan Pencegahannya Failure Analysis of Boom Crane And Prevention</i>	Untuk mencapai tujuan Penelitian ini maka dilaksanakan melalui prosedur tahapan kegiatan sebagai identifikasi dan investigasi kejadian, untuk metakukan identifikasi dan Investigasi dilakukan dengan mengambil dokumentasi, pengukuran bagian yang gagal, serta mewawancarai operator dan pengambilan material sample	Berdasarkan hasil Penelitian dan Hasil analisa yang dilakukan diatas menunjukkan bahwa patahnya lengan crane bukan semata - mata disebabkan oleh pemilihan material yang kurang tepat, hal ini dapat dilihat pada saat dilakukan analisa tegangan dimana pada lengan crane hanya menerima gaya tekan, sedangkan bagian pendan / tali kawat baja penahan yang menerima beban tarik, sehingga bagian inilah yang berpotensi mengalami kegagalan patah akibat tegangan tarik. Dari data dan fakta yang ada

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
				<p>menunjukkan bahwa pada permukaan patahan boom crane ditemukan bentuk patahan yang disebabkan oleh beban puntir, dimana beban puntir ini sendiri dihasilkan dari instabilitas atau tidak stabilnya landasan yang digunakan dalam hal ini adalah ponton/kapal apung. Pada proses pengangkatan beban tiba-tiba terjadi gelombang sungai yang mengakibatkan terbentuknya sudut kemiringan dari ponton sehingga titik beban yang diangkat berpindah ke titik sudut ponton sekitar 45°. Bila dilihat dari Aspek operasional ada beberapa sumber yang memicu terjadinya kegagalan ini antara lain Operator yang mengoperasikan alat ini tidak memiliki sertifikasi sebagai seorang operator yang diterbitkan oleh instansi yang berwenang sehingga diragukan kemampuannya dalam mengoperasikan peralatan.</p>

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
				<p>Pada saat pengangkatan posisi radius kerja alat Dan sudut kemiringan boom melebihi batas aman yang diizinkan oleh pabrik pembuatnya Dalam hal ini momen yang ditimbulkan adalah 2008,6 KN.m sedangkan momen maksimum yang aman oleh pabrik pembuatnya adalah 1815KN.m Pengangkatan beban tidak mengacu pada daftar alat keselamatan yakni load Chartini dibuktikan bahwa beban yang diangkat melebihi kapasitas yang diizinkan. Salah persepsinya si operator dalam memahami kapasitas Crane dimana Crane kapasitas 50Ton dianggap mampu pada semua arah dan gerakan Alat Keselamatan pada peralatan tidak berfungsi seperti alat beban lebih Level indikator sehingga operator tidak dapat memprediksi apakah Peralatan yang digunakan pada posisi aman</p>

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
8	Wahyu Kurniawan, Sri Nuryati, Fajar Prihesnanto. (2019)	<i>Analisa Perbandingan an Metode Erection Girder Menggunakan an Beam Launcher Dan Crawler Crane Dari Segi Waktu Dan Biaya Pada Proyek Jalan Bebas Hambatan Tanjung Priok Seksi E2</i>	Penelitian ini Merupakan penelitian yang bersifat kualitatif dengan pendekatan deskriptif, yaitu dengan mengumpulkan data yang didapat dari hasil pengamatan dan observasi langsung dilapangan untuk dijadikan bahan analisa perbandingan pemasangan girder jembatan dari segi waktu dan biaya dengan metode beam launcher dan crawler crane.	<p>Dari hasil analisa perhitungan durasi dan biaya pekerjaan <i>Erection</i> girder, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Waktu pekerjaan pemasangan girder dengan menggunakan metode beam launcher adalah selama 217 hari, sedangkan dengan metode crawler crane adalah selama 37 hari. 2. Biaya pekerjaan pemasangan girder dengan menggunakan metode beam launcher adalah sebesar Rp. 4,000,901,912,00. Sedangkan dengan metode crawler crane adalah sebesar Rp. 1,080,433,448,00. 3. Waktu pekerjaan pemasangan girder pada 1 bentang jembatan dengan metode crawler crane lebih cepat dibandingkan dengan beam launcher yaitu selama 1065 menit, sedangkan dengan metode

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
				<p>crawler crane selama 705 menit.</p> <p>4. Biaya sewa perjam pada pekerjaan pemasangan girder dengan menggunakan metode beam launcher lebih murah dibandingkan dengan metode crawler crane yaitu sebesar Rp. 3,650,113/jam. Sedangkan dengan metode beam launcher sebesar 2,304,667/ jam.</p> <p>5. Pemilihan metode tergantung pada situasi dan kondisi lingkungan pekerjaan, beam launcher digunakan pada lingkungan dengan ruang yang terbatas, sedangkan crawler crane digunakan pada lingkungan yang mempunyai ruang kerja yang cukup.</p>
9	Wahid Sulistiyono Husein, Dwi	<i>Perbandingan Gantry Dan Mobile Crane Pada Jalan Layang Dari Segi Waktu,</i>	Penelitian ini dilakukan dengan mencari data-data yang diperlukan, dan mengidentifikasi masalah-	Dari hasil analisa dan perhitungan alat berat gantry dan mobile crane pada jalan layang non tol Kampung Melayu – Tanah Abang pada paket

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
	Dinariana (2013)	<i>Metode Kerja, Dan Biaya</i>	masalah yang ada tentang hal-hal yang berhubungan dengan bagaimana proses dan pelaksanaan dari alat berat launching gantry dan mobile crane dari segi waktu, biaya, dan metode kerjanya. Setelah itu dilakukan studi literatur yang dilanjutkan dengan menganalisa data teknis studi kasus yang berupa data- data yang diperlukan untuk meneliti efisiensi waktu, metode kerja, dan biaya dari alat berat launchig gantry dan mobile crane dari proyek jalan layang non tol Kampung Melayu Tanah Abang. Selanjutnya dilakukan analisa perbandingan	Mas Mansyur, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: a. Pembangunan jalan layang non tol pada paket Mas Mansyur, proses pengerjaan gantry lebih cepat dibandingkan pada proses pengerjaan mobile crane. b. Proses <i>Erection</i> segment dengan menggunakan alat berat gantry membutuhkan tenaga kerja yang lebih sedikit dibandingkan dengan proses <i>Erection</i> segment dengan menggunakan alat berat mobile crane. c. Dalam perhitungan biaya, Biaya penyewaan alat berat mobile crane lebih terjangkau dibandingkan gantry, hal tersebut dapat diketahui dari hasil analisa perhitungan biaya pada alat berat. d. Dari hasil analisa dalam segi waktu, metode kerja, dan biaya pada proyek jalan layang non tol

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
			<p>kelebihan dan kekurangan dari alat berat launching gantry dan mobile crane, dengan mengetahui kekurangan dan kelebihan dari kedua alat berat tersebut sehingga dapat mengetahui efisiensi dari kedua alat berat tersebut, sehingga launching gantry dan mobile crane dapat bekerja dengan maksimal. Untuk mengetahui Hasil kerja alat Launching gantry dan Mobile crane dapat diketahui dari laporan harian, mingguan, dan bulanan.</p>	<p>Kampung Melayu-Tanah Abang pada paket Mas Mansyur, menggunakan alat berat gantry dan mobile crane dapat digunakan, namun penggunaan alat berat gantry lebih efisien dari segi waktu dan metode kerja. Sehingga untuk proses pengerjaan <i>Erection</i> segment pada jalan layang sebaiknya menggunakan alat berat gantry.</p> <p>e. Namun apabila dalam pembuatan flyover/jalan layang dengan jarak yang pendek sebaiknya menggunakan mobile crane, dikarenakan proses pemasangan dan launching atau pemindahan pada gantry memakan waktu yang cukup lama, dan memerlukan tenaga ahli untuk proses pemasangan alat berat gantry tersebut.</p> <p>f. Untuk pekerjaan proyek dengan</p>

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
				<p>garis horizontal yang panjang, mobile crane lebih unggul dari gantry, karena mobile crane memiliki roda yang bebas bergerak, sedangkan gantry hanya bisa bergerak horizontal sepanjang lebar dari roller gantry tersebut.</p>
10	Hidayat Widyarsono (2018)	<i>Analisa Beban Maksimum Yang Dapat Diangkat Crawler Crane Xcmg QUY55</i>	<p>Data-data yang diperlukan sebagai sarana Pendukung kelengkapan laporan tugas akhir ini ditulis dan dikumpulkan dengan cara sebagai berikut</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Library Research (pengambilan data melalui literatur), data-data dipelajari dengan pedoman Manual Book, Part Catalog, Manual Service, dll. 2) Field Research (pengamatan 	<p>Dari hasil analisa yang dilakukan dapat di simpulkan bahwa beban maksimum yang dapat di angkat crawler crane XCMG 0UY55 adalah:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Menggunakan Main Boom 52m dengan Radius kerja 34m. <ol style="list-style-type: none"> a. Crawler Crane posisi normal. Beban maksimum yang dapat diangkat adalah 1.567,64kg, dengan persentase beban yang diizinkan terhadap beban maksimum yang dapat di angkat adalah 57,41 %. b. Crawler Crane posisi slewing90°.

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
			<p>lapangan), pengamatan ini dilakukan untuk mengambil data kenyataan dilapangan dengan cara;</p> <p>a. Interview(wawancara), cara ini dilakukan dengan melakukan wawancara/dialog langsung dengan karyawandan trainer PT Gaya Makmur Tracktors.</p> <p>b. Observation (pengamatan), cara ini dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung dilapangan untuk memperoleh data yang tepat.</p>	<p>Beban maksimum yang dapat diangkat adalah 1.073,56kg, dengan persentase beban yang diizinkan terhadap beban maksimum yang dapat di angkat adalah 83,84 %.</p> <p>2) Menggunakan Main Boom 52m dengan Radius kerja 12 m.</p> <p>a. Crawler Crane posisi normal. Beban maksimum yang dapat diangkat adalah 7.1.715,429kg, dengan persentase beban yang diizinkan terhadap beban maksimum yang dapat di angkat adalah 51,38 %.</p> <p>b. Crawler Crane posisi slewing902. Beban maksimum yang dapat diangkat adalah 12.331,986kg, dengan persentase beban yang diizinkan terhadap beban maksimum yang dapat di angkat adalah 76,99 %.</p>

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
				<p>3) Menggunakan Main Boom 34 m dan Fixed Jib15,25m dengan Radius kerja 30m.</p> <p>a. Crawler Crane posisi normal. Beban maksimum yang dapat diangkat adalah 5.415,293kg,dengan persentase beban yang diizinkan terhadap beban maksimum yang dapat di angkat adalah 48,01 %.</p> <p>b. Crawler Crane posisi slewing90°. Beban maksimum yang dapat di angkat adalah 3.796,17kg, dengan persentase beban yang diizinkan terhadap beban maksimum yang dapat di angkat adalah 68,49 %.</p> <p>4) Menggunakan Main Boom 34 m dan Fixed Jib15,25m dengan Radius kerja 18m.</p> <p>a. Crawler Crane posisi normal. Beban maksimum yang dapat diangkat adalah 8.326,83kg,</p>

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No.	Peneliti	Judul	Metode	Kesimpulan
				<p>dengan persentase beban yang diizinkan terhadap beban maksimum yang dapat di angkat adalah 38,43 %.</p> <p>b. Crawler Crane posisi slewing 90°. Beban maksimum yang dapat di angkat adalah 5.056,89kg, dengan persentase beban yang diizinkan terhadap beban maksimum yang dapat di angkat adalah 63,28 %</p>

Sumber : *Hasil Olahan*

Penjelasan pada tabel 2.1 diatas adalah sebagai berikut :

1. Prataprao Jadhav, Dr. G. Mohan Ganesh, Vinayagamoorthy M., 2017, "*Erection Stage Dynamic Behcviior of CABLE Stayed Bridge Using Construction Stage Analysis*". Metode unit load digunakan dalam penelitian ini di verifikasi, perangkat lunak Elemen Hingga (Midas Civil). Menentukan kekuatan kabel menggunakan fungsi Unknown Load Factor. Juga analisis tahap konstruksi untuk jembatan cable stayed dijelaskan dengan perangkat lunak. Parameter dipengaruhi pada kekuatan kabel serta kekuatan tiang. Untuk analisis tahap konstruksi, 17 tahap dimodelkan menggunakan Perangkat Lunak Elemen setiap tahap *Erection*. Sebagian besar kekuatan kabel yang dihitung sama dengan kekuatan final dari data yang dibandingkan dengan perangkat lunak. Dalam analisis, tekanan awal kabel diterapkan dalam hal beban pretensi yang bukan merupakan parameter dasar. Beban konstruksi harus ditentukan secara akurat untuk mendapatkan kekuatan kabel awal. Model ini tidak termasuk geometris maupun material non-linearitas dalam analisis tahap konstruksi. Perhitungan akhir harus dilakukan untuk mempertimbangkan efek-efek ini ke dalam akun karena dapat mengoptimalkan kekuatan kabel.
2. Piyush Rathod, Jayesh Pitroda, J.J.Bhavsar., 2015, "*A Short Study On Launching Technique*", Metode teknik peluncuran tidak akan pernah menjadi prosedur paling ekonomis untuk membangun jembatan. Metode ini sering digunakan karena tidak memerlukan banyak ruang, di lokasi dapat berfungsi di daerah karena teknik yang berisiko. analisis dan keahlian desain dan peralatan konstruksi khusus. Studi tentang urutan *Erection* jembatan mencapai bahwa konstruksi jembatan dengan urutan yang tepat membuat pekerjaan lebih tenang dan ekonomis tanpa waktu lebih cepat dan bermanfaat bagi semua yang terlibat dalam pekerjaan.
3. Mark J. Sofia, P.E., Elie H. Homsy, P.E., 1994, "*Fabrication and Erection of Precast Concrete Segmental Boxes for Baldwin Bridge*", Lift Shuttle 300 ton (272 t) digunakan untuk memuat segmen dan khusus Trailer hidrolik 12 poros, 96 roda dipilih untuk port segmen dari casting halaman ke lokasi *Erection*. Metode *Erection* di revisi dengan baik, terdiri dari peluncuran sendiri gantry di atas kepala.

4. Mathias Rack, Frank Schanack, Per Tveit., 2004, "*Erection Of Network Arches*", Metode *Erection* yang paling menjanjikan menggabungkan baja struktural dengan sementara akord yang lebih rendah. Struktur baja ini dapat digerakkan dan atau diangkat. Ia memiliki kekuatan yang cukup dan kekakuan untuk membawa casting dari ikatan beton permanen. Ikatan lengkungan jaringan yang optimal adalah lempengan beton sederhana. Landai ketika lalu lintas harus diangkat untuk memberikan ruang bagi lalu lintas di bawah jembatan. Selama Casting balok tepi. Dikombinasikan dengan metode *Erection* yang sesuai lengkungan jaringan yang optimal harus menjadi solusi ekonomis. lengkungan jaringan akan sangat efektif di negara-negara dunia ketiga dengan rasio biaya yang tinggi bahan untuk biaya tenaga kerja. Pengetahuan teknis tinggi yang memadai harus tersedia. Bangunan lengkungan jaringan akan menghemat uang. Jika lengkungan jaringan optimal adalah tipe standar jembatan.
5. R. B. A. Affandhie, Chomaedhi, E. Hardiyanto., 2018, "*Modifikasi Desain dan Metode Pelaksanaan Duplilcasi Jembatan Sembayat Kabupaten Gresik pada STA 0+350 — STA 0+530 dengan Sistem Jembatan Busur Rangka Baja*", Standar acuan yang dipakai pada perencanaan bangunan atas adalah RSNI T-03-2005 [4], RSNI T-12-2004 [5], SNI 1725:2016 [6] yang digunakan dalam perhitungan tegangan-tegangan dalam konstruksi adalah beban primer, beban sekunder dan beban khusus. Metode pelaksanaan struktur bangunan atas direncanakan menggunakan metode balanced cantilever dengan menggunakan tension cable yang dihubungkan ke temporary tower.
6. Widi Nugraha, Achmad Riza Chairulloh., 2018, "*Analisis Metode Pengangkatan Gelagar Boks Baja Modular Untuk Jembatan Lintas Atas Sungai (Erelcsi Method Analysis of Modular Steel Box Girder for Bridge Over The River)*", metode penelitian evaluasi dengan pendekatan kuantitatif. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis elemen gelagar boks baja modular dengan model finite element method (FEM) terhadap setiap tahapan metode pengangkatan gelagarjembatan lintas atas sungai yang digunakan untuk Pilot Project Jembatan Gelagar Boks Baja Modular di Sungai Cimanis, Kabupaten Cirebon. dengan mengamati

parameter tegangan efektif terbesar dan defleksi vertikal terbesar yang terjadi pada elemen dalam model FEM pada setiap tahapan konstruksi. Kedua besaran tersebut kemudian dibandingkan terhadap batasan tegangan izin dan defleksi izin sebagai batasan kriteria keamanan struktur. Hasil analisis pada tahapan konstruksi dengan metode pengangkatan gelagar boks baja modular dengan tiga crane untuk jembatan lintas atas sungai ini, didapatkan tegangan efektif terbesar yang terjadi pada gelagar adalah 50,37 MPa dan defleksi vertikal terbesar adalah 21,98 mm. Besaran tegangan dan defleksi ini masih memenuhi kriteria desain jembatan ini, yaitu tegangan izin 380 MPa dan defleksi izin 50 mm. Disimpulkan dari seluruh analisis terhadap setiap tahapan peluncuran gelagar, metode konstruksi ini dapat digunakan dan menjadi acuan untuk metode konstruksi jembatan gelagar boks baja modular untuk lintas atas sungai.

7. Elvis Adril, Nasirwan, Tri Wibowo dan Julnaidi., 2014, "*Analisis Kegagalan Boom Crane dan Pencegahannya Failure Analysis of Boom Crane and Prevention*", Tahapan kegiatan yaitu identifikasi dan investigasi kejadian, untuk melakukan identifikasi dan investigasi dilakukan dengan mengambil dokumentasi, pengukuran bagian yang gagal, serta mewawancarai operator dan pengambilan material sample. Hasil analisa yang dilakukan diatas menunjukkan bahwa patahnya lengan Crane bukan semata-mata disebabkan oleh pemilihan material yang kurang tepat, analisa tegangan dimana pada lengan crane hanya menerima gaya tekan, sedangkan bagian pendan/ tali kawat baja penahan yang menerima beban tarik, sehingga bagian inilah yang berpotensi mengalami kegagalan patah akibat tegangan tarik. permukaan patahan boom crane ditemukan bentuk patahan yang disebabkan oleh beban puntir, dimana beban puntir ini sendiri dihasilkan dari instabilitas atau tidak stabilnya landasan yang digunakan dalam hal ini adalah ponton/ kapal apung.
8. Wahyu Kurniawan, Sri Nuryati, Fajar Prihesnanto., 2019, "*Analisa Perbandingan Metode Erection Girder Menggunakan Beam Launcher Dan Crawler Crane Dari Segi Waktu Dan Biaya Pada Proyek Jalan Bebas Hambatan Tanjung Priok Seksi E2*", Penelitian ini merupakan

penelitian yang bersifat kualitatif dengan pendekatan deskriptif, yaitu dengan mengumpulkan data yang didapat dari hasil pengamatan dan observasi langsung dilapangan untuk dijadikan bahan analisa perbandingan pemasangan girder jembatan dari segi waktu dan biaya dengan metode beam launcher dan crawler crane. Pemilihan metode tergantung pada situasi dan kondisi lingkungan pekerjaan, beam launcher digunakan pada lingkungan dengan ruang yang terbatas, sedangkan crawler crane digunakan pada lingkungan yang mempunyai ruang kerja yang cukup.

9. Wahid Sulistiyono Husein, Dwi Dinariana, 2013, "*Perbandingan Gantry Dan Mobile Crane Pada Jalan Layang Dari Segi Waktu, Metode Kerja, Dan Biaya*", Analisa perbandingan kelebihan dan kekurangan dari alat berat launching gantry dan mobile crane, dengan mengetahui kekurangan dan kelebihan dari kedua alat berat tersebut sehingga dapat mengetahui efisiensi dari kedua alat berat tersebut, sehingga launching gantry dan mobile crane dapat bekerja dengan maksimal. Untuk mengetahui hasil kerja alat launching gantry dan mobile crane dapat diketahui dari laporan harian, mingguan, dan bulanan.
10. Hidayat Widyarsono, 2018, "*Analisa Beban Maksimum Yang Dapat Diangkat Crawler Crane Xcmg QUY55*", hasil analisa yang dilakukan dapat di simpulkan bahwa beban maksimum yang dapat di angkat crawler crane XCMG QUY55 dengan berbagai radius dan load maksimal yang diijinkan untuk mengangkat beban sebagaimana dalam kesimpulan penelitian tersebut.

2.2. Dasar Teori

Dalam proses perhitungan pada pengolahan analisa data kebutuhan waktu dan biaya berdasarkan data primer dan sekunder, antara lain :

- a. AASHTO LRFD 2012 Bridge Design Specifications 6th Ed (US)
- b. SNI 1725-2016 Pembebanan untuk Jembatan
- c. AHSPK (Analisa harga Satuan Pekerjaan Kabupaten) Bina Marga Kabupaten Bojonegoro.
- d. Standart Spesifikasi Alat Berat / Load Chart Crawler Crane CKE 2500 / Crane 250 ton (Kobelco)

- e. Standart Spesifikasi Alat Berat / Load Chart Crawler Crane BMS 1000 / Crane 100 ton (Kobelco)

2.3. Hipotesis Penelitian

2.3.1. Manajemen Proyek

Andhika (2016) Manajemen proyek merupakan suatu usaha meliputi merencanakan, mengorganisir, mengarahkan, mengkoordinasi, dan mengawasi kegiatan dalam sebuah proyek dengan sedemikian rupa sehingga sesuai dengan jadwal waktu dan anggaran yang telah ditetapkan. Suatu studi oleh H. Kurzner (1982) dikutip dalam Armaini (1994:5) menyimpulkan bahwa manajemen proyek adalah merencanakan, menyusun organisasi, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan.

Keberhasilan proyek-proyek besar semakin menuntut diperlukannya manajemen yang lebih baik. Tidak hanya untuk para pembangun dan subkontraktor, tapi juga untuk semua sumberdaya yang terlibat di dalamnya. Seringkali buruh- buruh dari beberapa perusahaan kontraktor berbeda disatukan untuk mengerjakan satu macam pekerjaan pada suatu saat. Maka dari itulah manajemen yang baik diharapkan dapat mengorganisir dan mengkoordinasi sumberdaya yang terlibat agar pembangunan proyek berjalan lancar.

Manajemen proyek konstruksi ialah penerapan fungsi-fungsi manajemen pada suatu proyek dengan menggunakan sumber daya efektif dan efisien agar tujuan dapat tercapai. Menurut Ervianto (2002), Manajemen konstruksi meliputi cara bagaimana agar sumber daya yang terlibat dapat diaplikasikan oleh manajer proyek secara tepat. Sumber daya yang dimaksud disini ialah meliputi manpower, material, machine, money, dan method. Menurut Suharto (1995 : 18), Manajemen proyek ialah bagaimana cara merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Manajemen Konstruksi meliputi mutu fisik konstruksi, biaya dan waktu. Manajemen tenaga kerja dan manajemen material akan lebih ditekankan dalam suatu pekerjaan

konstruksi. Hal tersebut dikarenakan pekerjaan pelaksanaan seperti pengendalian biaya dan waktu proyek lebih banyak berperan ketimbang manajemen perencanaan.

Dalam manajemen proyek, pemimpin organisasi proyek akan mengelola dan mengarahkan perangkat dan sumber daya yang terlibat didalamnya agar dapat mencapai suatu pencapaian yang maksimal dan sesuai dengan standar kinerja proyek dalam hal mutu, waktu, biaya, dan keselamatan kerja. Agar mencapai hasil yang maksimal, kegiatan proyek haruslah disusun dengan detail dan akurat untuk menghindari penyimpangan-penyimpangan yang mungkin dapat terjadi.

2.3.2. Fungsi Dasar Manajemen Proyek

Soeharto (1995 : 48) menjelaskan di dalam bukunya bahwa manajemen proyek diharuskan memenuhi fungsi dasarnya. Fungsi dasar manajemen proyek dikelompokkan menjadi 4 (empat), yaitu :

1. Pengelolaan Lingkup Proyek

Lingkup proyek adalah total kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan produk yang diinginkan. Dalam lingkup proyek, batasan-batasan yang memuat kuantitas, kualitas, dan spesifikasi merupakan hal yang perlu diperhatikan agar dalam pelaksanaannya tidak menimbulkan implementasi- implementasi yang salah antara pihak-pihak yang berkepentingan.

2. Pengelolaan waktu dan Jadwal

Dalam pelaksanaan proyek, waktu dan jadwal merupakan sasaran utama dari kegiatan tersebut. Keterlambatan akan mengakibatkan kerugian-kerugian misalnya penambahan biaya. Pengelolaan waktu meliputi perencanaan, penyusunan, dan pengendalian jadwal.

3. Pengelolaan Biaya

Pengelolaan biaya meliputi segala aspek yang berkaitan antara dana dan kegiatan proyek. Agar pengelolaan dapat efektif, maka disusun berbagai metode dan teknik seperti penyusunan anggaran biaya, konsep nilai hasil, dan sebagainya.

4. Mengelola Kualitas dan Mutu

Agar kegiatan proyek tersebut dapat memenuhi syarat yang telah direncanakan, maka diperlukan proses yang panjang mulai dari mengkaji syarat-syarat pelaksanaan, menjabarkan persyaratan tersebut menjadi spesifikasi, dan menuangkannya menjadi gambar kerja.

2.3.3. Manajemen Waktu Proyek

Standar kinerja waktu merujuk pada seluruh tahapan kegiatan pada proyek, durasi, serta pengalokasian sumber daya. Waktu pelaksanaan proyek adalah bagian dari rencana proyek yang berisikan perkiraan waktu untuk menyelesaikan setiap pekerjaan. Manajemen waktu dalam sebuah proyek merupakan bagian yang sangat penting dalam penyelesaian dan pengendalian proyek.

Keberhasilan dalam sebuah proyek akan ditentukan apabila waktu penyelesaian proyek lebih kecil daripada waktu yang direncanakan. Apabila waktu penyelesaian lebih besar dibandingkan waktu rencana, maka proyek tersebut dapat dikatakan terlambat.

Selain itu, terdapat pula masalah-masalah yang dapat timbul sehingga dapat menghambat kinerja waktu pekerjaan proyek. Beberapa masalah yang kerap terjadi yaitu :

1. Penempatan sumber daya yang tidak efektif dan efisien karena penyebarannya yang fluktuatif dan ketersediaan yang tidak mencukupi. Untuk mengatasi masalah tersebut, dilakukan pemerataan jumlah sumber daya, penjadwalan ulang, serta merelokasi sumber daya agar lebih efektif.
2. Terjadinya keterlambatan proyek karena beberapa sebab seperti jumlah tenaga kerja yang terbatas, cuaca yang buruk, kesalahan metode kerja, dan lainnya. Untuk mengatasinya dilakukan penambahan tenaga kerja dan peralatan namun dengan konsekuensi akan terjadi peningkatan biaya namun dapat mempercepat durasi proyek.
3. Kondisi alam yang diluar perkiraan dapat mempengaruhi jadwal rencana kerja. Antisipasi keadaan tersebut sebaiknya perlu dilakukan.

2.3.4. Penjadwalan Proyek

Seringkali penjadwalan dan perencanaan disalah artikan sebagai suatu pekerjaan yang sama. Padahal sebenarnya, penjadwalan dan perencanaan mempunyai arti yang berbeda walaupun berkaitan. Penjadwalan sendiri adalah suatu kegiatan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan, urutan kegiatan yang akan dilakukan, dan menentukan waktu selesainya kegiatan tersebut.

Penjadwalan merupakan salah satu elemen hasil dari perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya yang berupa tenaga kerja, biaya, peralatan, material, serta rencana durasi proyek dan progres waktu. Proses penjadwalan menyusun kegiatan dan hubungan antar kegiatan secara terperinci. Hal tersebut bertujuan agar dapat mempermudah dalam pelaksanaan evaluasi proyek.

Penjadwalan adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melakukan masing-masing pekerjaan agar dapat diselesaikan dengan hasil yang optimal namun tetap mempertimbangkan batasan-batasan yang ada. Penjadwalan akan terus mengikuti perkembangan proyek dengan berbagai permasalahan yang terjadi. Proses monitoring serta updating selalu dilakukan untuk mendapatkan penjadwalan yang realistis agar sumber daya dan durasi rencana sesuai dengan sasaran dan tujuan proyek. Proses monitoring diharapkan dapat mengontrol kegiatan di dalam sebuah proyek sehingga proyek tersebut tetap berjalan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan.

Berikut ini merupakan beberapa manfaat dari penjadwalan proyek secara umum, yaitu :

1. Memberikan pedoman terhadap unit kegiatan dan pekerjaan mengenai batas waktu untuk memulai dan mengakhiri masing-masing kegiatan.
2. Memberikan sarana bagi manajemen untuk melakukan koordinasi secara sistematis dalam menentukan alokasi prioritas sumber daya dan waktu.
3. Sebagai sarana menilai kemajuan pekerjaan.

4. Menghindari pemakaian sumber daya secara berlebihan dengan harapan proyek dapat segera selesai sebelum waktu yang ditentukan.
5. Sarana penting dalam mengendalikan proyek.

Semakin besar skala proyek yang dikerjakan maka akan semakin kompleks pula penjadwalannya karena dana yang akan dikelola jumlahnya sangat besar, kebutuhan akan sumber daya juga besar, kegiatan yang dilakukan beragam, serta durasi dari proyek tersebut akan menjadi sangat panjang. Oleh karena itu, agar penjadwalan dapat diimplementasikan dengan baik, digunakanlah metode penjadwalan yang efektif.

Penjadwalan yang dilakukan oleh scheduler yang berkompeten dan dibantu dengan software komputer akan membantu memberikan hasil penjadwalan yang optimal. Dalam menyusun sebuah penjadwalan proyek, terdapat beberapa faktor yang harus dipertimbangkan agar sesuai dengan kriteria pekerjaan yang dilaksanakan. Syah (2004 : 85) menggolongkan faktor-faktor tersebut ke dalam beberapa poin. Faktor-faktor tersebut diantaranya :

1. Kebutuhan dan fungsi proyek.
2. Keterkaitan antara proyek sekarang dengan proyek selanjutnya.
3. Kondisi alam dan lokasi proyek.
4. Keterjangkauan lokasi proyek ditinjau dari fasilitas perhubungannya.
5. Ketersediaan sumber daya.

2.3.5. Metode Penjadwalan Proyek

Penjadwalan merupakan hal yang sangat penting pada suatu kegiatan proyek. Penjadwalan berisikan tentang perencanaan kegiatan pada proyek yang sedang berjalan. Dalam penjadwalan, keterbatasan-keterbatasan di dalam sebuah proyek dan alokasi waktu dipertimbangan agar penyelesaian suatu proyek dapat berjalan secara maksimal. Dari sebuah penjadwalan akan diketahui apakah proyek tersebut telah berjalan baik atau tidak.

Berbedanya proyek satu dengan lainnya membuat penjadwalan proyek dibuat mengikuti perkembangan proyek. Hal tersebut bertujuan agar alokasi sumber daya tepat sasaran dan realistis sesuai dengan

keadaan. Dalam pembuatan jadwal sebuah proyek, penyusunan kegiatan dibuat detail agar dapat membantu dalam evaluasi proyek.

Terdapat beberapa metode penjadwalan yang sering digunakan dalam pengelolaan waktu dan sumber daya proyek. Masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan. Pertimbangan dalam penggunaan metode penjadwalan didasarkan atas kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai. Metode-metode ini digunakan tergantung pada kebutuhan dan tujuan masing-masing proyek.

2.3.6. Kurva S

Kurva S ialah suatu grafik hubungan antara waktu pelaksanaan proyek dengan nilai akumulasi progres yang telah dicapai proyek tersebut. Bisa dikatakan kurva S merupakan metode perencanaan dan kendali waktu paling populer dalam monitoring pelaksanaan proyek. Hampir semua proyek, baik pemerintah maupun swasta, telah lama menggunakan metode ini.

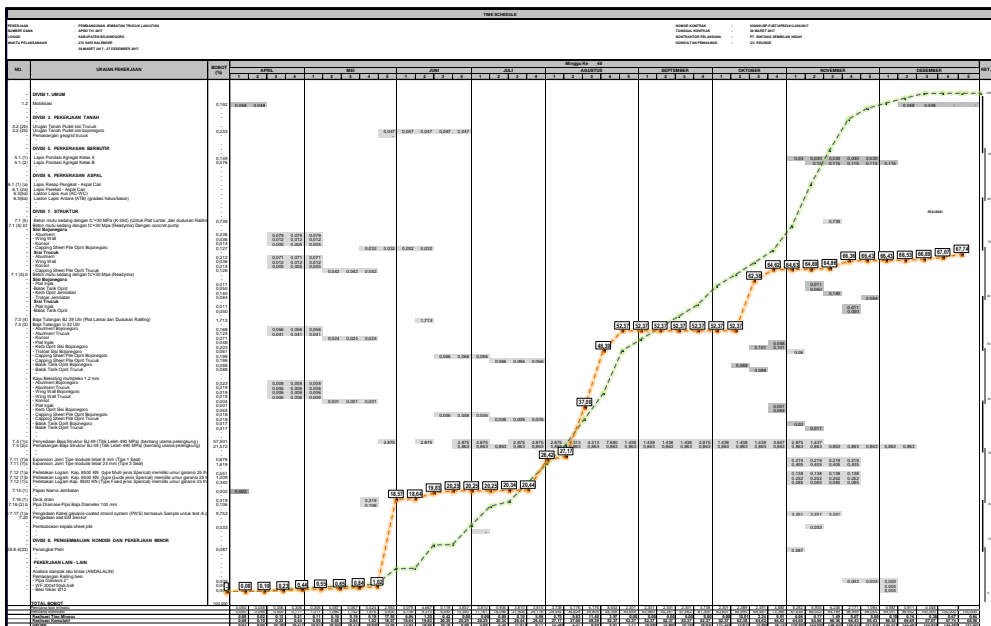
Pada awalnya, grafik kurva S dikembangkan oleh Jendral Warren Hannum. Di dalam pengaplikasiannya, kurva S dapat digunakan sebagai berikut:

1. Pengarah penilaian atas progres pekerjaan.
2. Pada permulaan kegiatan menunjukkan progres yang kecil. Maka, rencana juga harus sesuai dengan kemampuan dan kondisi persiapan pekerjaan.
3. Kurva S sangat membantu seorang perencana proyek. Suatu proyek umumnya dimulai dengan rencana program yang kecil dan kemudian meningkat pada beberapa waktu kemudian. Kurva S dapat berfungsi sebagai pengkoreksi jadwal yang telah dibuat.

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, kurva S diperlukan sebagai pedoman dalam melakukan aktifitas pembangunan agar dapat berjalan tepat waktu. Selain itu, kurva S juga digunakan sebagai acuan dalam merencanakan biaya proyek. Beberapa mafaat kegunaan kurva S yaitu:

1. Sebagai jadwal pelaksanaan proyek. Dari kurva S, kita dapat mengetahui kapan proyek tersebut dimulai dan kapan proyek tersebut berakhir.

2. Kurva S sebagai pedoman keuangan proyek.
3. Kurva S dapat menunjukkan pekerjaan apa yang terdapat di lintasan kritis. Lintasan kritis ialah item yang harus segera kita selesaikan agar pekerjaan proyek dapat selesai tepat waktu.
4. Untuk mengetahui progres yang telah dikerjakan.
5. Sebagai pedoman manajer untuk mengambil tindakan dan kebijakan agar pelaksanaan proyek dapat berjalan sesuai dengan kesepakatan.
6. Kurva S sebagai bahan pelaporan proyek kepada konsultan atau owner.



Sumber : *Time Schedule Pelaksanaan*

Gambar 2.1. Contoh Kurva S dalam RAB Pekerjaan

2.3.7. Durasi Kegiatan

Perkiraan durasi kegiatan dalam metode jaringan kerja adalah lama waktu yang diperlukan dalam melakukan kegiatan dari awal hingga akhir. Soeharto (1995:193) menjelaskan durasi kegiatan dapat diperkirakan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Perkiraan Durasi} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Perhari}}$$

Sumber : Tugas besar Manajemen Konstruksi

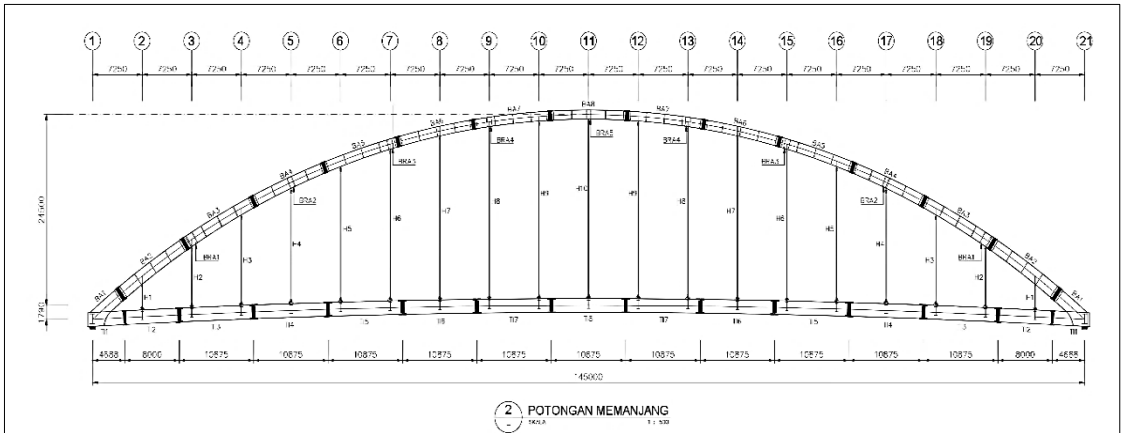
Dalam memeperkirakan durasi pekerjaan, Soeharto (1995:193) mengelompokkan beberapa faktor yang perlu diperhatikan. Faktor-faktor tersebut adalah :

- a. Angka yang digunakan sebagai perkiraan hendaklah bebas dari pertimbangan pengaruh kurun waktu kegiatan yang mendahului. Contohnya kegiatan pemasangan batu bata bergantung pada tersedianya semen, namun dalam memeperkirakan waktunya jangan dimasukkan faktor kemungkinan terlambatnya penyediaan semen.
- b. Angka perkiraan kurun waktu kegiatan dihasilkan dari asumsi bahwa sumber daya tersedia dalam jumlah yang normal.
- c. Digunakan hari kerja normal, bukan diasumsikan kerja lembur, terkecuali apabila hal tersebut telah direncanakan khusus pada proyek yang bersangkutan.
- d. Bebas dari pertimbangan pencapaian target jadwal penyelesaian proyek karena dikhawatirkan mendorong untuk menentukan angka yang disesuaikan dengan target tersebut.
- e. Tidak memasukkan angka kontigensi untuk hal-hal seperti bencana alam, pemogokan, dan sebagainya.

2.3.8. Erection Jembatan Tipe Pelengkung (Arch Bridge)

Jembatan Bojonegoro – Trucuk adalah jembatan tipe pelengkung (arch Bridge) simpel span dengan panjang span 145 m dan tinggi arch 26,29 m. Bagian Pelengkung jembatan berupa Box Baja/ Beam Pelengkung dengan dimensi tinggi 2,24 m dan lebar 1,20 m, sedangkan bagian bawah berupa tied beam. Menurut Sunggono (1995) *Erection* merupakan proses pemasangan segmen precast atau girder yang dimulai dari remove hingga remove alat kembali dan dinyatakan dalam satuan waktu. Dengan kata lain *Erection* Jembatan tipe pelengkung (arch Bridge) merupakan proses pemasangan segmen – segmen jembatan mulai dari persiapan alat dan bahan hingga perakitan selesai dan siap di teruskan dengan pekerjaan lantai kendaraan sehingga jembatan dapat di

fungsi. Gambar segmentasi struktur atas jembatan sebagaimana gambar berikut ;



Sumber : Gambar Struktur Baja Jembatan Bojonegoro - Trucuk

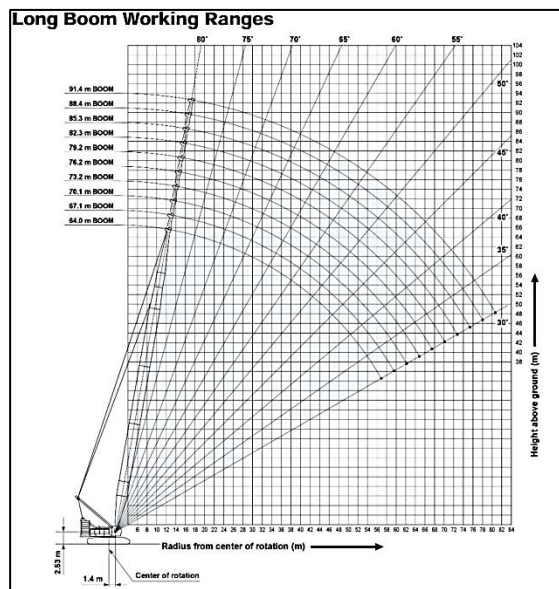
Gambar 2.2. Gambar Tampak Samping Kontruksi Baja Struktur Atas Jembatan Bojonegoro – Trucuk

Pelaksanaan pekerjaan jembatan Bojonegoro – Trucuk ini telah dilaksanakan pada tahun anggaran 2017, pada pelaksanaan *Erection* jembatan mengalami kesalahan pemilihan metode pelaksanaan, awal mula menggunakan Mast Crane hingga 2 bulan tidak membuahkan hasil atau progres pelaksanaan, hingga akhirnya diganti menggunakan crane 100 ton. Namun pada pelaksanaannya metode tersebut terhambat dengan debit air bngawan solo semakin tinggi karena bertepatan dengan musim penghujan. Berbenah dari hal tersebut penelitian ini menganalisis penggunaan alat Crawler Crane 250 ton yang akan di bandingkan dengan Crawler Crane 100 ton dengan menggunakan Ponton Modular. Dengan pertimbangan analisis *Biaya* dan *Waktu*, maka diharapkan akan didapatkan metode yang lebih ideal untuk digunakan.

2.3.9. Alat dan Bahan

2.3.9.1. Crawler Crane

Crawler crane adalah suatu alat untuk menarik atau mengangkat Box Baja Struktur Jembatan. Crawler crane apabila digunakan pada daerah yang luas biasanya lebih banyak menghabiskan biaya dan susah diterapkan karena untuk memindahkan dari satu ke lokasi yang lain harus menggunakan alat bantu berupa trailer atau bogie. Radius beban untuk crawler crane dapat diukur seperti pada alat truck crane dan dengan bentuk serta cara kerja yang hampir sama pula seperti yang terlihat pada Gambar 2.3. dan Tabel 2.2. untuk Crawler Crane 250 ton dan Gambar 2.4. dan Tabel 2.3. untuk Crawler Crane 100 ton. Alat ini mampu bekerja pada kemampuan yang mendekati maksimum seperti truck crane, namun juga dengan syarat harus pada kondisi permukaan yang cukup rata dan kuat.



Sumber : *Kobelco Cranes Co., LTD, Bulletin No. CKE2500-2SPEC-EU2, 080201IF Printed in Japan*

Gambar 2.3. Area Long Boom Crawler Crane 250 ton

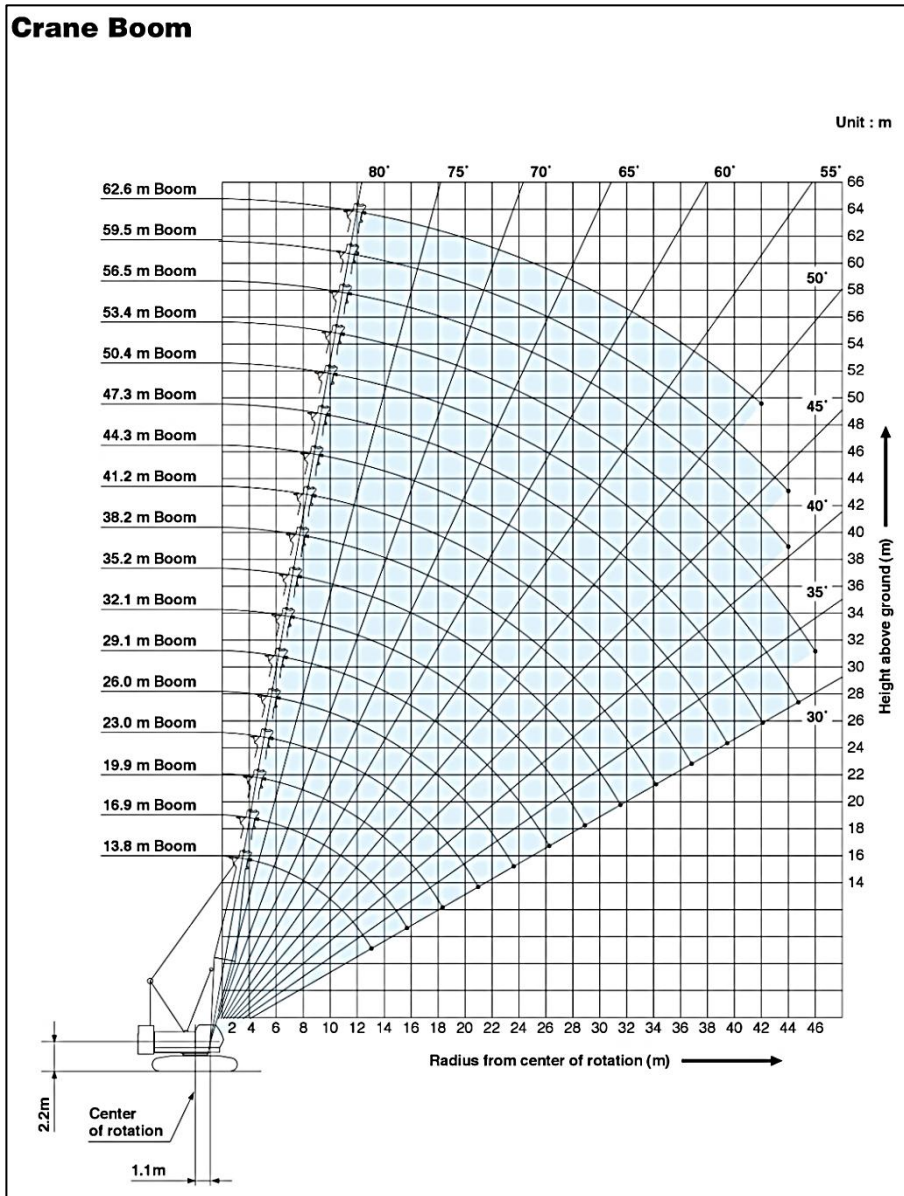
**Tabel 2.2. Kapasitas Angkat Long Boom Crawler Crane 250 ton
Long Boom Lifting Capacity**

Working radius (m)	64.0		67.1		70.1		73.2		76.2		79.2		82.3		Reeves
	Boom length (m)	Working radius (m)	Boom length (m)	Working radius (m)	Boom length (m)	Working radius (m)	Boom length (m)	Working radius (m)	Boom length (m)	Working radius (m)	Boom length (m)	Working radius (m)	Boom length (m)	Working radius (m)	
12.0	12.8 m/47.1		13.3 m/48.1		13.8 m/49.0									12.0	
14.0	45.0	44.9	44.8	14.3 m/44.2	14.9 m/41.1	15.4 m/38.2	15.9 m/32.3	14.0						14.0	
16.0	42.0	41.9	41.8	41.7	39.6	35.5	32.2	16.0						16.0	
18.0	39.4	39.3	39.2	39.1	37.2	33.2	30.1	18.0						18.0	
20.0	37.2	37.1	37.0	36.9	35.1	31.3	28.3	20.0						20.0	
22.0	35.2	35.1	35.0	34.9	33.3	29.6	26.7	22.0						22.0	
24.0	33.4	33.3	33.2	33.1	31.7	28.0	25.2	24.0						24.0	
26.0	31.5	31.3	31.2	30.9	30.2	26.7	24.0	26.0						26.0	
28.0	28.5	28.3	28.1	27.9	27.8	25.5	22.8	28.0						28.0	
30.0	25.9	25.7	25.6	25.4	25.3	24.4	21.8	30.0						30.0	
32.0	23.7	23.5	23.4	23.1	23.0	22.9	20.9	32.0						32.0	
34.0	21.9	21.6	21.5	21.2	21.1	21.0	20.1	34.0						34.0	
36.0	20.1	19.9	19.8	19.5	19.4	19.3	19.2	36.0						36.0	
38.0	18.7	18.4	18.3	18.1	18.0	17.9	17.8	38.0						38.0	
40.0	17.3	17.1	17.0	16.7	16.6	16.5	16.4	40.0						40.0	
42.0	16.2	15.9	15.8	15.5	15.4	15.3	15.2	42.0						42.0	
44.0	15.1	14.8	14.7	14.5	14.4	14.3	14.2	44.0						44.0	
46.0	14.1	13.9	13.7	13.5	13.4	13.3	13.2	46.0						46.0	
48.0	13.3	13.0	12.9	12.6	12.5	12.4	12.3	48.0						48.0	
50.0	12.5	12.2	12.1	11.8	11.7	11.6	11.5	50.0						50.0	
52.0	11.7	11.5	11.3	11.1	11.0	10.9	10.8	52.0						52.0	
54.0	11.1	10.8	10.7	10.4	10.3	10.2	10.1	54.0						54.0	
56.0	10.4	10.2	10.0	9.8	9.7	9.6	9.5	56.0						56.0	
58.0	56.9 m/10.2	9.6	9.5	9.2	9.1	9.0	8.9	58.0						58.0	
60.0		59.6 m/9.2	8.9	8.7	8.6	8.5	8.4	60.0						60.0	
62.0			8.5	8.2	8.1	8.0	7.9	62.0						62.0	
64.0			62.2 m/8.4	7.7	7.6	7.5	7.4	64.0						64.0	
66.0				64.9 m/7.6	7.2	7.1	7.0	66.0						66.0	
68.0					67.5 m/6.9	6.8	6.7	68.0						68.0	
70.0						6.4	6.3	70.0						70.0	
72.0						70.2 m/6.3	6.0	72.0						72.0	
74.0							72.8 m/5.9	74.0						74.0	
Reeves	4	4	4	4	4	3	3	Reeves							

Unit: metric ton
Counterweight: 90.0 t,
Carbody weight: 24.0 t

Working radius (m)	85.3		88.4		91.4		Reeves
	Boom length (m)	Working radius (m)	Boom length (m)	Working radius (m)	Boom length (m)	Working radius (m)	
16.0	16.5 m/27.0		17.0 m/24.9		17.5 m/21.3		16.0
18.0	27.0	24.0	20.9	18.0			18.0
20.0	25.3	22.4	19.5	20.0			20.0
22.0	23.9	21.1	18.3	22.0			22.0
24.0	22.6	19.9	17.3	24.0			24.0
26.0	21.4	18.9	16.3	26.0			26.0
28.0	20.4	18.0	15.5	28.0			28.0
30.0	19.5	17.1	14.8	30.0			30.0
32.0	18.6	16.4	14.1	32.0			32.0
34.0	17.9	15.7	13.6	34.0			34.0
36.0	17.2	15.1	13.0	36.0			36.0
38.0	16.6	14.6	12.6	38.0			38.0
40.0	16.1	14.1	12.1	40.0			40.0
42.0	15.1	13.6	11.7	42.0			42.0
44.0	14.1	13.2	11.4	44.0			44.0
46.0	13.1	12.8	11.0	46.0			46.0
48.0	12.2	12.3	10.7	48.0			48.0
50.0	11.4	11.3	10.5	50.0			50.0
52.0	10.7	10.6	10.2	52.0			52.0
54.0	10.0	9.9	9.8	54.0			54.0
56.0	9.4	9.3	9.2	56.0			56.0
58.0	8.9	8.7	8.6	58.0			58.0
60.0	8.3	8.2	8.1	60.0			60.0
62.0	7.8	7.7	7.6	62.0			62.0
64.0	7.3	7.2	7.1	64.0			64.0
66.0	6.9	6.8	6.7	66.0			66.0
68.0	6.6	6.5	6.4	68.0			68.0
70.0	6.2	6.1	5.9	70.0			70.0
72.0	5.9	5.8	5.7	72.0			72.0
74.0	5.6	5.5	5.4	74.0			74.0
76.0	75.4 m/5.4	5.3	5.1	76.0			76.0
78.0		4.9	4.8	78.0			78.0
80.0			4.5	80.0			80.0
82.0			80.7 m/4.4	82.0			82.0
84.0				84.0			84.0
Reeves	2	2	2	Reeves			

Note:
Ratings according to EN13000.
Ratings shown in [] are determined by the strength of the boom or other structural components.
Refer to notes P18.



Sumber : *Kobelco Cranes Co., LTD, Bulletin No. BMS1000-SPEC-NR3, 150501F Printed in Japan*

Gambar 2.4. Area Boom Crawler Crane 100 ton

Tabel 2.3. Kapasitas Angkat Boom Crawler Crane 100 ton

Crane Boom Lifting Capacities											Counterweight: 37.1 t Carbody Weight: 14.6 t Unit: metric ton			
Working radius (m)	Boom length (m)		13.8	16.9	19.9	23.0	26.0	29.1	32.1	35.2	38.2	41.2	Boom length (m)	
	Working radius (m)	Working radius (m)												
3.8	100.0													3.8
4.3	4.3m/90.0	4.3m/87.5	4.8m/78.0											4.3
5.0	74.0	74.0	73.5	5.4m/70.0	5.9m/61.5									5.0
6.0	61.5	61.5	61.5	61.5	61.0	6.4m/56.8								6.0
7.0	51.3	51.1	51.0	50.9	50.8	50.8	50.0	7.5m/45.0						7.0
8.0	42.4	42.2	42.1	42.0	41.9	41.8	41.8	41.7	41.3	8.5m/37.5				8.0
9.0	36.0	35.9	35.7	35.6	35.5	35.5	35.4	35.3	35.2	35.1				9.0
10.0	31.3	31.1	31.0	30.9	30.8	30.7	30.6	30.5	30.4	30.3				10.0
12.0	22.0	24.5	24.3	24.2	24.1	24.0	24.0	23.8	23.7	23.6				12.0
14.0	13.2m/18.7	20.1	19.9	19.8	19.7	19.6	19.5	19.4	19.2	19.2				14.0
16.0		15.8m/14.9	16.8	16.7	16.5	16.5	16.4	16.2	16.1	16.0				16.0
18.0			13.6	14.3	14.2	14.1	14.0	13.8	13.7	13.7				18.0
20.0			18.5m/12.5	12.5	12.4	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8				20.0
22.0				21.1m/11.1	10.9	10.8	10.7	10.5	10.4	10.3				22.0
24.0					23.8m/9.8	9.6	9.5	9.3	9.2	9.1				24.0
26.0						8.7	8.5	8.3	8.2	8.1				26.0
28.0							26.4m/8.2	7.7	7.5	7.4	7.3			28.0
30.0								29.0m/7.3	6.8	6.7	6.6			30.0
32.0									31.7m/6.3	6.1	6.0			32.0
34.0										5.5	5.4			34.0
36.0										34.3m/5.5	4.9			36.0
38.0											37.0m/4.7			38.0
Reeves	8	7	7	6	5	5	4	4	4	4	3			Reeves

Working radius (m)	Boom length (m)		44.3	47.3	50.4	53.4	56.5	59.5	62.6	Boom length (m)	
	Working radius (m)	Working radius (m)									
9.0	9.1m/34.6	9.6m/31.8									9.0
10.0	30.2	30.1	10.1m/25.0	10.7m/25.0	11.2m/21.6	11.7m/20.1					10.0
12.0	23.5	23.4	23.3	23.2	19.5	19.4	12.2m/18.0				12.0
14.0	19.0	18.9	18.9	18.7	18.6	18.0	15.4				14.0
16.0	15.9	15.7	15.7	15.5	15.4	15.0	14.5				16.0
18.0	13.5	13.4	13.3	13.2	13.0	12.9	12.7				18.0
20.0	11.6	11.5	11.5	11.3	11.2	11.0	10.9				20.0
22.0	10.2	10.0	10.0	9.8	9.7	9.6	9.4				22.0
24.0	9.0	8.8	8.8	8.6	8.5	8.4	8.2				24.0
26.0	8.0	7.8	7.8	7.6	7.5	7.3	7.2				26.0
28.0	7.1	7.0	6.9	6.8	6.6	6.5	6.3				28.0
30.0	6.4	6.3	6.2	6.0	5.9	5.8	5.6				30.0
32.0	5.8	5.6	5.6	5.4	5.3	5.1	5.0				32.0
34.0	5.2	5.1	5.0	4.8	4.7	4.6	4.4				34.0
36.0	4.8	4.6	4.5	4.4	4.2	4.1	3.9				36.0
38.0	4.3	4.2	4.1	3.9	3.8	3.7	3.5				38.0
40.0	39.6m/4.0	3.8	3.7	3.6	3.4	3.3	3.0				40.0
42.0		3.5	3.4	3.2	3.0	2.9	2.6				42.0
44.0		42.2m/3.5	3.1	2.9	2.7	2.5					44.0
46.0			44.9m/3.0	2.5							46.0
Reeves	3	3	2	2	2	2	2				Reeves

Note:
 Ratings according to Japanese Construction Codes for Mobile Cranes and Japanese Safety Ordinance on Cranes, etc.
 Ratings shown in are determined by the strength of the boom or other structural components.
 Refer to notes P8.
 Lifting capacities may vary depending on hook used or with/without auxiliary sheave.
 Please refer rated chart in operator's cabin.

Sumber : Kobelco Cranes Co., LTD, Bulletin No. BMS1000-SPEC-NR3, 150501F Printed in Japan

Kemampuan atau kapasitas beban alat sangat bergantung dan jarak pengangkatan dari posisi awal boom karena itu semakin jauh radius / jarak kerja alat dalam menempatkan beban, maka kapasitas maksimum alat juga akan berkurang. Selain itu, jarak kerja (working range) alat crawler crane juga tergantung pada jarak minimum dari alat dan tinggi atau panjang boom dari masing - masing alat.

2.3.9.2. Baja Struktur Jembatan dan Aksesorisnya

Baja Struktur yang digunakan pada pekerjaan ini adalah Baja Struktur yang telah di pabrikasi oleh parikator PT. WIKA Konstruksi. Adapun material ataupun asesoris yang digunakan spesifikasinya sebagaimana berikut ini :

i. Baja Struktur

Baja SM490YB – JIS G 3106 : 2004
 Modulus Elastisitas, E : 200000 MPa
 Passion Ratio : 0,3
 Fy : 355 MPa
 Fu : 490 Mpa
 Total Volume Baja : 1.001.733,60 Kg

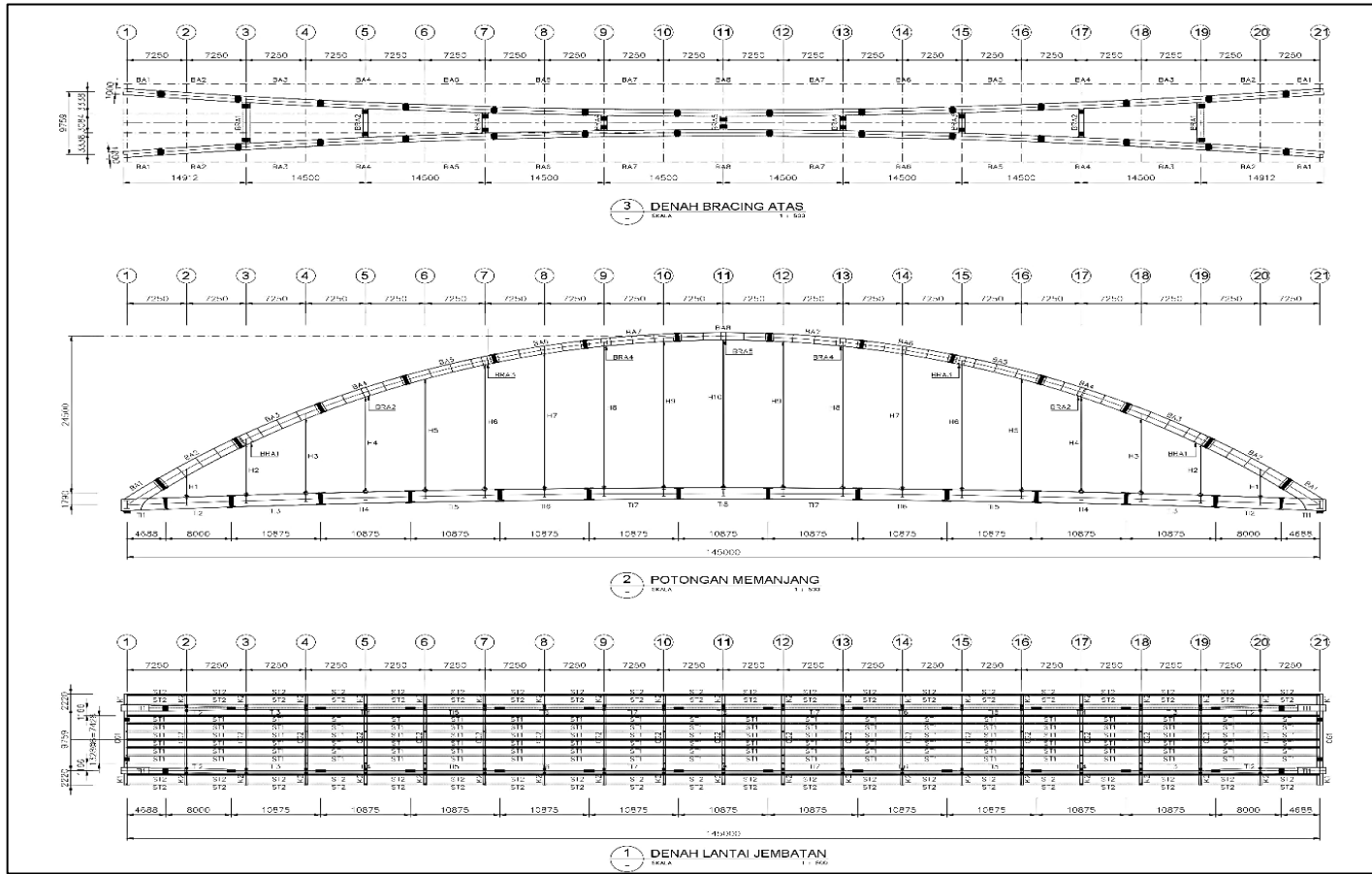
ii. Kabel Hanger

Mutu Kabel : ASTM A416 Grade 1770
 Yield Strength : Fy = 1540 MPa
 Grade Stranght : Fu = 1770 Mpa
 Modulus Elastisitas : E = 205000 MPa
 Total Volume Baja : 1.4756,45 Kg

iii. Temporary Kabel Stay

Yield Strength : Fy = 1540 MPa
 Grade Stranght : Fu = 1770 Mpa
 Modulus Elastisitas : E = 205000 MPa
 Tegangan Batas : fpe = 0,45 fpu

Selain Spesifikasi bahan tersebut, terdapat juga Gambar Struktur Baja Jembatan pada Gambar 2.5. sebgaimana berikut ini;



Sumber : Gambar Struktur Baja Jembatan Bojonegoro - Trucuk

Gambar 2.5. Struktur Baja Jembatan Bojonegoro - Trucuk

2.3.10. Pemilihan Alat

Pemilihan peralatan yang tepat sesuai dengan jenis pekerjaan dan fungsinya akan dapat hasil yang sesuai dengan yang diharapkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan peralatan adalah (Day, Benjamin, 1991):

1. Spesifikasi alat disesuaikan dengan jenis pekerjaannya, seperti pemindahan tanah, penggalian, produksi agregat, penempatan beton.
2. Syarat - syarat kerja dan rencana kerja yang tertulis dalam kontrak
3. Kondisi lapangan, seperti keadaan tanah , keterbatasan lahan dan ruang gerak,
4. Letak lokasi, meliputi keadaan cuaca, temperatur, angin, ketinggian, akses masuk ke lokasi, dan sumber daya yang ada.
5. Keberadaan alat untuk dikombinasikan dengan yang lain,
6. Pergerakan dari peralatan (mobilisasi)
7. Kemampuan alat untuk mengerjakan bermacam - macam pekerjaan.

2.3.10.1. Sumber Peralatan

Dalam pelaksanaannya, suatu proyek dapat memperoleh peralatan dengan jalan menyewa maupun membeli. Pada kondisi tertentu, pembelian peralatan akan menguntungkan secara finansial, sedangkan pada kondisi lain akan lebih ekonomis dan memuaskan untuk penyewaanya. Terdapat tiga metode yang dapat digunakan dalam penggunaan (mendapatkan) peralatan konstruksi (Peurifoy: 1988), yaitu : Membeli, Menyewa, dan Menyewa dengan maksud membeli dikemudian hari.

2.3.10.2. Kapasitas Operasi Peralatan

Pada proyek konstruksi yang menggunakan alat - alat berarti berat sebagai penunjang, yaitu perlu diperhatikan faktor kapasitas alat yang menunjukkan kemampuan dari alat untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan beban yang diberikan

dan waktu pelaksanaan yang telah dicanangkan. Sedangkan salah satu cara untuk menghitung kapasitas suatu alat yaitu dengan didasarkan pada volume yang dikerjakan per siklus waktu dalam satu jam. Setelah hasil perhitungan waktu yang dibutuhkan oleh satu alat untuk menyelesaikan suatu pekerjaan didapatkan, barulah kemudian dihitung jam kerja dan jumlah alat yang diperlukan. Dan perumusannya akan menggunakan cara sebagai berikut :

a. Kapasitas Produksi

$$Q = q \times N \times Ek$$

Sumber : Rochmanhadi, Ir. : 1984, 12

Dimana :

Q = Produksi per setahun waktu

q = Kapasitas produksi peralatan persatuan waktu

$$N = \frac{T \text{ (Jumlah trip per satuan waktu)}}{Ws}$$

Ws = Waktu Siklus

Ek = Efisiensi Kerja

b. Volume Pekerjaan

c. Waktu Siklus

Efisiensi kerja di sebut juga faktor koreksi sehingga faktor produktifitasnya nielihat kondisi di lapangan. Efisiensi kerja tergantung pada kondisi pengoperasian dan pemeliharaan alat. Harga untuk efisiensi kerja dapat di lihat pada tabel - tabel di bawah ini:

Tabel 2.4. Efisiensi Kerja

Kondisi Pekerjaan	Pemeliharaan Mesin			
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
Baik Sekali	0,84	0,81	0,75	0,7
Baik	0,75	0,75	0,71	0,65
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60
Jelek	0,68	0,61	0,57	0,52

Sumber : Rochmanhadi, 1994, hal. 15

Tabel 2.5. Efisiensi Waktu

Kondisi Kerja	E
Menyenangkan	0,9
Normal	0,83
Jelek	0,75

*Sumber : Training Center Departement PT United Tractors,
1997, Latihan Dasar Sistem Mesin (B). Jakarta*

(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)