

METODE PELAKSANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN TAYAN

Ismerianto¹⁾ Safaruddin M.Nuh²⁾ Syahrudin²⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak

²⁾ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak

ABSTRAK

Tipe jembatan mengalami perkembangan sejalan dengan sejarah peradaban manusia. Tipe jembatan sederhana sampai kompleks, dengan material sederhana sampai moderen. Perencanaan jembatan menjadi penting, terutama dalam penentuan jenis jembatan yang tepat untuk dibangun dengan metode pelaksanaan yang digunakan yang sesuai. Penggunaan metode yang tepat, praktis, cepat dan aman sangat membantu dalam penyelesaian pekerjaan suatu proyek konstruksi. Tujuan penulisan adalah untuk mengetahui metode pelaksanaan penggunaan peralatan yang mengacu pada efisien peralatan, dan mengetahui penjadwalan urutan waktu yang praktis dan efisien pekerjaan pada pelaksanaannya, sehingga diperoleh susunan logis kegiatan struktur atas Jembatan Tayan di Kabupaten Sanggau. Penelitian dilakukan dengan cara pengambilan data perencanaan Jembatan Sungai Tayan. Hasil pengumpulan data, selanjutnya dilakukan proses pengolahan data dengan menggunakan metode pelaksanaan yang tepat. Hasil analisis data, pada Jembatan I, metode pelaksanaan jembatan simple girder merupakan Metode Balanced Cantilever Erection With Cranes, Jembatan II pendekat utara/selatan terdapat 2 tipe simple girder dan steel girder. Simple girder menggunakan metode yang sama dengan Jembatan I, lebih lanjut jembatan tipe steel girder menggunakan Metode Balanced Cantilever Erection With Lifting Frames dan Jembatan II ben-tang utama pelengkung baja menerus dengan Metode Full Temporary Support.

Kata Kunci: *Metode Pelaksanaan, Jembatan, Jembatan Tayan*

ABSTRACT

The type of bridge has developed in line with the history of human civilization. Simple to complex bridge types, with simple materials to modern. Bridge planning is important, especially in determining the right type of bridge to be built with the appropriate implementation method used. The use of the right method, practical, fast and safe is very helpful in completing the work of a construction project. The purpose of writing is to know the implementation method of the use of equipment that refers to equipment efficiency, and to know the timetable scheduling that is practical and efficient work on the implementation, so that logical structure of the Tayan Bridge in Sanggau District. The study was conducted by planning data collection in the Sungai Tayan Bridge. The results of data collection, then carried out data processing using the appropriate implementation method. The results of data analysis, in Bridge I, the simple girder bridge implementation method is the Balanced Cantilever Erection With Cranes Method, the north / south approach II Bridge, there are 2 types of simple girder and steel girder. Simple girder uses the same method as Bridge I, furthermore the steel girder type bridge uses the Balanced Cantilever Erection Method With Lifting Frames and Bridge II continuous steel arch main pliers with the Full Temporary Support Method

Keywords: *Implementation Method, Bridge, Tayan Bridge*

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara kepulauan yang memiliki banyak sungai besar maupun sungai kecil, khususnya yang terdapat di pulau Kalimantan. Dalam upaya mewujudkan sistem transportasi darat di pulau Kalimantan, pemerintah harus berusaha mewujudkannya dengan membangun jalan Trans Kalimantan, namun banyaknya sungai-sungai besar telah menjadi kendala

serius dalam merealisasikannya. Jalan Trans Kalimantan Lintas Selatan yang melintasi provinsi Kalimantan Barat juga masih terputus oleh adanya sungai Kapuas yang mempunyai lebar kira-kira 1.143 meter, sehingga pada ruas jalan ini perlu dilaksanakan pembangunan jembatan Tayan dengan panjang 1.420 meter, yang terdiri dari 2 buah jembatan dengan panjang masing-masing 280 meter dan 1.140 meter, dengan melintasi pulau Tayan



Gambar 1 : Peta Lintas Kalimantan.



Gambar 2 : Peta Lokasi Jembatan Tayan.

Jembatan Sei Tayan terletak 112 km dari Kota Pontianak, pada ruas Jalan Lintas Selatan Kalimantan yang menghubungkan Provinsi Kalimantan Barat dengan Kalimantan Tengah. Poros Selatan Kalimantan merupakan jalan arteri primer dan lintas utama perekonomian di Kalimantan.



Gambar 3 : Posisi main bridge jembatan tayan.

Pembangunan jembatan ini akan meningkatkan fungsi Lintas Selatan Kalimantan secara optimal, diharapkan dapat meningkatkan pelayanan transportasi darat yang akan mendukung pengembangan wilayah, perkembangan perekonomian, sosial dan budaya lebih cepat.

Tipe jembatan mengalami perkembangan yang sejalan dengan sejarah peradaban manusia, dari tipe sederhana sampai dengan tipe yang kompleks, dengan material yang sederhana sampai dengan material yang moderen. Perencanaan sebuah jembatan menjadi hal

yang penting, terutama dalam menentukan jenis jembatan apa yang tepat untuk dibangun di tempat tertentu dan metode pelaksanaan apa yang akan digunakan. Penggunaan metode yang tepat, praktis, cepat dan aman, sangat membantu dalam penyelesaian pekerjaan pada suatu proyek konstruksi.

2. METODOLOGI DAN PUSTAKA

Istimawan Dipohusodo (1996:4) menyatakan bahwa proyek dengan segala ilmu pengetahuan dan teknologi yang dilibatkan di dalamnya merupakan salah satu upaya manusia dalam rangka membangun kehidupannya.

Proyek merupakan upaya dengan mengarahkan sumber daya yang tersedia yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran, dan harapan penting tertentu. Proyek harus diselesaikan dalam jangka waktu terbatas sesuai dengan kesepakatan.

Sebuah proyek terdiri dari urutan dan rangkaian yang panjang dan dimulai sejak dituangkan gagasan, direncanakan, kemudian dilaksanakan, sampai benar-benar memberikan hasil yang sesuai dengan perencanaan. Sehingga pelaksanaan proyek pada umumnya merupakan serangkaian mekanisme tugas dan kegiatan kompleks yang membentuk saling ketergantungan dan mengandung berbagai permasalahan tersendiri.

Semakin kompleks mekanismenya sudah barang tentu semakin beraneka pula permasalahannya. Apabila tidak ditangani dengan benar, berbagai masalah tersebut akan memunculkan berbagai dampak negatif yang pada akhirnya bermuara pada kegagalan dalam mencapai tujuan dan sasaran yang dicita-citakan.

Iman Soeharto (1995:107) mengemukakan, dari segi penggunaan sumber daya, perencanaan dapat diartikan sebagai memberi pegangan bagi pelaksana mengenai alokasi sumber daya untuk melaksanakan kegiatan, sedangkan pengendalian memantau apakah hasil kegiatan yang telah dilakukan sesuai dengan patokan yang telah digariskan dan memastikan penggunaan sumber daya yang efektif. Iman Soeharto (1997:6) mengemukakan, setiap proyek memiliki pola tertentu yang merupakan ciri pokok yang melekat dan membedakannya dari kegiatan operasional rutin. Semakin besar dan kompleks suatu proyek, ciri tersebut semakin terlihat. Ciri ini dikenal sebagai dinamika kegiatan sepanjang siklus proyek (project life cycle). Dalam siklus proyek, kegiatan-kegiatan berlangsung mulai dari titik awal, kemudian jenis dan intensitasnya meningkat sampai ke puncak (peak), turun, dan berakhir. Kegiatan-kegiatan tersebut memerlukan sumber daya yang berupa jam-orang (man-hour), dana, material atau peralatan.

Menurut Istimawan Dipohusodo (1996:215), dalam penyelenggaraan konstruksi, faktor biaya merupakan

bahan pertimbangan utama karena biasanya menyangkut jumlah investasi besar yang harus ditanamkan Pemberi Tugas yang rentan terhadap resiko kegagalan. Fluktuasi pembiayaan suatu konstruksi bangunan juga tidak terlepas dari pengaruh situasi ekonomi umum yang mungkin dapat berupa kenaikan harga material, peralatan dan upah tenaga kerja karena inflasi, kenaikan biaya sebagai akibat dari pengembangan bunga bank, kesempatan modal kerja, atau penundaan waktu pelaksanaan kegiatan karena suatu keterlambatan.

Metode Pelaksanaan Jembatan Beton Bertulang

Metode Unit pracetak biasanya dibuat di luar lokasi dan dibuat dalam kuantitas yang cukup, sehingga dapat dibenarkan penggunaan acuan yang tahan lama dan bermutu tinggi. Bagian – bagian pracetak yang tipikal dari bangunan atas jembatan adalah papan – papan lantai, pelat lantai, gelagar, pelat soffit lantai, unit kereb dan tiang (post). Dalam pekerjaan pracetak, diharapkan adanya keseragaman mutu, bentuk, warna dan penampilan umum, dan ciri – ciri tersebut dipengaruhi oleh kuantitas acuan, jenis minyak acuan dan bahan pelapas acuan, perubahan dalam sifat atau proporsi bahan mentah yang dipakai, jumlah atau jenis getaran, jenis perawatan, umur pada pembongkaran dan bahkan pada perubahan cuaca.

Metode Cor In-Site Jembatan beton bertulang ini dipasang dengan menggunakan perancah. Perancah yang dibuat harus memperhatikan kondisi aliran sungai pada waktu banjir, apabila dilaksanakan pada saat kemungkinan adanya banjir. Kestabilan dan kekuatan perancah sangat dominan. Setelah perancah selesai dibuat dan diyakini stabil dan kuat, mulai dibuat acuan atau bekisting untuk gelagar beton bertulang. Acuan dibuat dengan dimensi sesuai dengan Gambar Rencana, mempunyai kelurusan yang baik dan tidak bocor. Setelah acuan selesai, mulai dipasang baja tulangan dalam acuan tersebut, dengan memperhatikan selimut tebal selimut beton dengan menahan baja tulangan dengan beton decking. Mutu beton decking harus lebih tinggi dari beton yang akan di cor. Setelah semua baja tulangan selesai dipasang dan acuan dibersihkan dari ko-toran-kotoran yang ada, maka barulah dilakukan pengecoran beton dengan mengacu pada pelaksanaan pekerjaan beton. Perancah baru boleh dilepas setelah beton mempunyai kuat tekan minimal 85% dari beton karakteristik. Untuk bentang pendek dapat dicor bersamasama dengan lantai.

Metode Pelat Lantai Acuan lantai dapat dilepas atau ditinggal di tempat. Yang ditinggalkan biasanya terbuat dari baja galvanisasi, semen serat kompresi (compressed fibre-cement or con-crete) atau beton. Acuan baja galvanisasi yang akan ditinggal di tempat biasanya merupakan lantai baja trough yang disangga balok memanjang dan gelagar melintang. Bagian bawah dari lantai beton dengan acuan yang

ditinggal tidak dapat diperiksa, oleh karena itu perlu perhatian khusus pada waktu pengecoran dan penggetaran beton untuk menghilangkan kemungkinan terjadinya beton berpori pada bagian bawah. Lantai kantilever dan trotoar adalah bagian yang paling kelihatan dari jembatan. Gelagar jembatan melendut pada waktu pelat lantai sedang dicor, dan lendutan ini harus diperhitungkan pada waktu memasang acuan pinggir, sehingga pinggir lantai merupakan garis menerus, lurus atau dengan lawan lendut (camber) pada bentang tengah. Acuan lantai harus disangga dari gelagar dan bukan dari tanah, pilar atau kepala jembatan. Pada waktu lantai dicor, penting untuk melindungi gelagar luar dan landasan terhadap pengaruh momen torsi yang disebabkan oleh perputaran lantai kantilever dan trotoar. Ini dilakukan dengan mengikat bagian atas gelagar menjadi satu dengan batang penguat yang dilas dan perkuatan (strutting) pada permukaan flens bawah. Perencanaan urutan pengecoran harus mempertimbangkan hal – hal sebagai berikut:

- melintang – dimulai pengecoran beton di tengah, bergerak keluar secara seimbang / teratur.
- memanjang – pengecoran beton sedemikian sehingga lendutan maksimum terjadi pada awal, sehingga bila pengerasan awal terjadi beton tidak akan terpengaruh oleh lendutan yang disebabkan pengecoran beton kemudian. Bila pelat yang sedang dicor tidak lurus, biasanya dalam praktek dikerjakan dari titik terendah menuju titik tertinggi.

Metode Pembentukan Rongga (Forming Voids) Rongga diadakan pada bangunan atas jembatan beton untuk penempatan kabel post-tensioning, untuk fasilitas umum, untuk meringankan bangunan, untuk displace beton dekat sumbu netral di mana terdapat sedikit beban, atau memudahkan pencapaian untuk pemeliharaan. Fasilitas umum (services) dapat pula dimasukkan di dalam tabung pipa plastik atau logam yang ditempatkan dalam bangunan atas, di bawah trotoar atau dipasang kemudian pada bagian luar jembatan. Plastik busa polystyrene cocok untuk membentuk rongga, tujuan diadakannya rongga adalah untuk meringankan bangunan dan busa itu dapat ditinggal di tempat, jika diijinkan. Tetapi busa dapat dilepas dengan mudah yaitu dengan kombinasi pemotongan yang dilanjutkan dengan penggunaan pelarut pada pinggir – pinggir yang menempel pada beton.

Metode Pelaksanaan Jembatan Gelagar Komposit

Pemasangan jembatan komposit merupakan hal penting dan memerlukan tahapan-tahapan yang harus dilakukan yaitu :

1. Pemasangan jembatan komposit terdiri atas dua tahap, yaitu
 - Tahap pemasangan gelagar baja

- Pengecoran lantai yang merupakan bagian struktur dari jenis komposit
2. Pemasangan gelagar dapat dilaksanakan dengan cara perancah atau dengan cara peluncuran.
 3. Pemasangan Gelagar harus mengacu pada desain yang dilaksanakan, karena apabila digunakan dengan cara peluncuran (launching), maka bisa terdapat anggapan dalam perhitungan bahwa gelagar menahan semua beban mati beton yang berada di atas gelagar sebelum beton mengeras. Sedangkan pada pemasangan dengan cara perancah, perancah harus dihitung dapat menahan beban gelagar baja dan beton sebagai beban mati sebelum mengeras.
 4. Buat camber sesuai yang disyaratkan , karena dengan tidak adanya camber akan mengurangi kapasitas keamanan gelagar komposit
 5. Gelagar komposit baru berfungsi sebagai komposit apabila beton yang berada di atas gelagar tersebut mengeras dan bekerja sama dengan gelagar menjadi satu kesatuan dalam suatu struktur.
 6. Komposit terbentuk melalui Shear Connector yang dipasang pada gelagar melintang.



Gambar 4 : Penampang Melintang Gelagar Komposit

Secara umum metode pelaksanaan Jembatan beton dibedakan menjadi Cast insitu dan Precast segmental. Cast insitu merupakan metode pelaksanaan Jembatan dimana dilakukan pengecoran di lokasi pembangunan sedangkan Precast segmental merupakan metode pelaksanaan dimana beton disuplai dari luar berupa Precast yang siap untuk dilakukan instalasi.

Metode Pelaksanaan Jembatan Rangka Baja

Pekerjaan ini jembatan rangka baja ini terdiri dari pemasangan struktur jembatan rangka baja hasil rancangan patent, seperti jembatan rangka (truss) baja, gelagar komposit, Bailey atau sistem rancangan lainnya termasuk penanganan, pemeriksaan, identifikasi dan penyimpanan semua bahan pokok lepas, pemasangan perletakan, pra-perakitan, peluncuran dan penempatan posisi akhir struktur jembatan, pencocokan komponen lantai jembatan (deck) dan operasi lainnya yang diperlukan untuk pemasangan struktur jembatan rangka baja sesuai dengan ketentuan.

Semua bahan atau komponen baja untuk pemasangan struktur jembatan rangka baja yang telah dibeli

sebelumnya oleh Pemilik dan disimpan dalam satu depot penyimpanan berbagai peralatan Pemilik atau lebih. Bahan untuk setiap struktur jembatan yang diberikan dapat baru atau pernah dipasang sebelumnya pada lokasi lain. Ketentuan bahan dan prosedur pemasangan untuk setiap struktur jembatan yang diberikan dapat berbeda-beda menurut sumber sistem patent bahan yang telah dibeli sebelumnya oleh Pemilik. Sistem tersebut dapat termasuk atau tidak termasuk komponen lantai jembatan dan dapat dipasang dengan salah satu cara pelaksanaan kantilever berikut ini :

- a) Perakitan awal seluruh komponen utama struktur jembatan termasuk beban pengimbang (counter-balance) yang cocok, pada penyangga sementara yang telah disiapkan, dengan demikian struktur yang terpasang dapat secara bertahap diluncurkan dari satu ujung jembatan ke ujung jembatan lainnya.
- b) Perakitan bertahap komponen utama struktur jembatan dimulai dari struktur rangka jangkar yang telah dipersiapkan sebelumnya pada satu ujung jembatan:

Metode Pelaksanaan Jembatan Khusus

Jembatan Cable Stayed (Kabel Cancang) Suspension bridge atau jembatan suspensi terbagi dalam dua macam desain yang berbeda yaitu “ suspension bridge (jembatan gantung)” yang berbentuk “M” dan “cable stayed bridge” (jembatan kabel cancang) yang berbentuk “A”. Jembatan cable stayed tidak memerlukan dua tower dan empat anker seperti jembatan gantung, namun kabel tersebut ditarik dari struktur jalur jalan ke tower tunggal (pylon) untuk diikat dan ditegangkan Ter-dapat berbagai cara pemasangan stay cables yang tergantung kondisi lapangan, serta hambatan ruang dan waktu. Berikut ini dijelaskan dua metode utama sebagai berikut :

- a) Selubung dipasang setelah kawat prategang ditempatkan dan distress.
- b) Kawat prategang ditempatkan setelah selubung luar HDPE terpasang Pertama, selubung HDPE dibentuk dahulu dengan panjang sesuai kebutuhan. Kemudian selubung pengarah yang dikaitkan dengan sebuah kawat prategang (strand) ditarik masuk keposisinya dengan menggunakan mesin penarik mini untuk kemudian dipasang pada tempatnya. Selanjutnya kawat-kawat prategang yang diperlukan, ditempatkan dalam stay pipa HDPE, selanjutnya distress satu per-satu sampai selesai.

Jembatan Suspension (Gantung) Jembatan gantung merupakan suatu kabel yang melintas diatas sungai atau laut dengan lantai jembatan (struktur jalur jalan) digantung pada kabel tersebut. Umumnya jembatan kabel yang modern mempunyai dua tower yang tinggi sebagai tempat kabel dikaitkan/ditumpangkan, artinya

tower tersebut merupakan penyangga dari berat struktur jalur jalan tersebut. Pemasangan jembatan gantung berikut ini diambil dari pemasangan "The Akashi – Kaikyo Suspension Bridge – Japan".

- Pemasangan Tower
- Pemasangan kabel
- Pemasangan Girder Methode Elemen
- Pemasangan Girder Methode Blok.

Metode Pelaksanaan Jembatan Tayan

Pada tahap inventarisasi kegiatan ini, yang dilakukan adalah menguraikan proyek menjadi kegiatan-kegiatan. Untuk mempermudah dalam menganalisa kegiatan-kegiatan proyek tersebut diperlukan penjabaran kegiatan proyek kedalam Bagan Kerja Proyek.

Untuk membuat Bagan Kerja Proyek, perlu diketahui bagian kegiatan proyek serta pentahapan kerja di setiap macam pekerjaan, yang mana ini didapatkan berdasarkan dokumen kontrak, dan gambar-gambar kerja. Pertama pengelompokan jenis-jenis pekerjaan dapat disusun dalam kelompok besar, kemudian masing-masing kelompok besar pekerjaan dibagi lagi menjadi jenis-jenis pekerjaan.

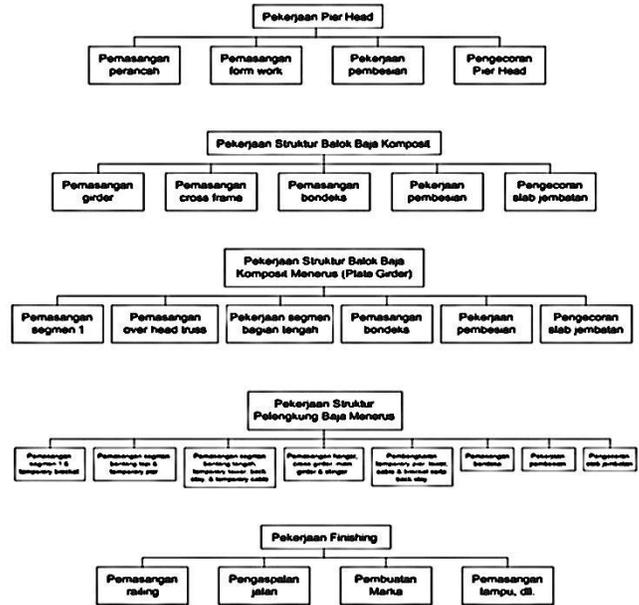
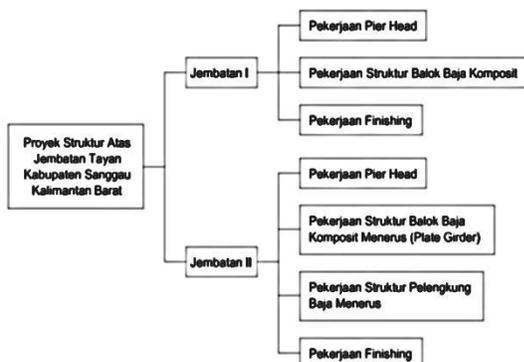
Untuk proyek struktur atas jembatan Tayan Kabupaten Sanggau Kalimantan Barat ini, menjadi kelompok-kelompok pekerjaan :

Jembatan I (menghubungkan jalan pendekat sisi utara dengan Pulau Tayan)

- Pekerjaan Pier Head
- Pekerjaan Struktur Balok Baja Komposit
- Pekerjaan Finishing

Jembatan II (menghubungkan Pulau Tayan dengan jalan pendekat sisi selatan)

- Pekerjaan Pier Head
- Pekerjaan Struktur Balok Baja Komposit Menerus (Plate Girder)
- Pekerjaan Struktur Pelengkung Rangka Baja Menerus
- Pekerjaan Finishing.

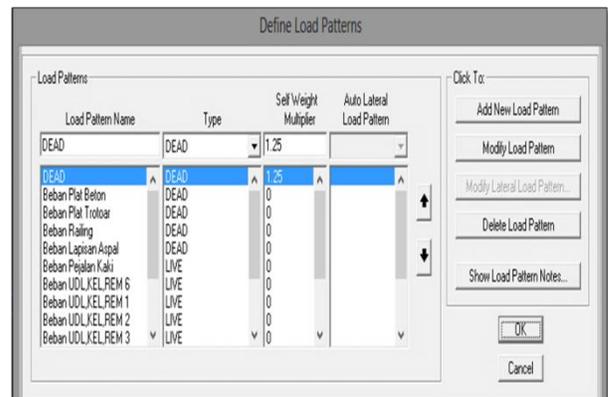


Gambar 5 : Skema Inventarisasi Kegiatan

Pembebanan Jembatan

Beban mati adalah semua beban tetap yang berasal dari berat sendiri jembatan atau bagian jembatan yang ditinjau, termasuk segala unsur tambahan yang dianggap merupakan satu kesatuan tetap dengannya.

- Berat Sendiri Rangka Berat sendiri rangka dihitung otomatis oleh program. Untuk memperhitungkan berat baut dan plat penyambung yang digunakan, maka berat sendiri dikalikan dengan faktor pembesaran yang diambil sebesar 1,25. Pemodelan untuk berat sendiri rangka pada program SAP2000 ditampilkan dalam Gambar berikut:



Gambar 6 : Self weight multiplier rangka jembatan

Beban Deck Beton Beban slab diasumsikan dipikul oleh cross beam, dengan itu berat slab yang dipikul oleh cross beam tergantung kepada besar spasi cross beam. Cross beam yang paling ujung menerima beban sepanjang setengah dari spasi cross beam yaitu 2,5 m (spasi dominant cross beam 5 m) dan cross beam kedua setelah cross beam ujung menerima beban 5 m. Untuk cross beam di atas pier utama, empat buah cross beam

direncanakan cross beam dengan spasi 7,5 m, untuk itu pada area ini ada cross beam yang memikul beban sepanjang 6,25 m dan 7,5 m. Besar gaya yang dipikul oleh masing-masing cross beam ditunjukkan dalam Tabel berikut :

Tabel 1 : Beban Deck Beton

No	Berat Jenis Beton	T ujung	T tengah	Spasi Cross beam	Q slab
	KN/m ³	m	m	m	KN/m
1	25	0,230	0,315	2,5	17,031
2		0,230	0,315	5	34,063
3		0,230	0,315	6,25	42,578
4		0,230	0,315	7,5	51,094

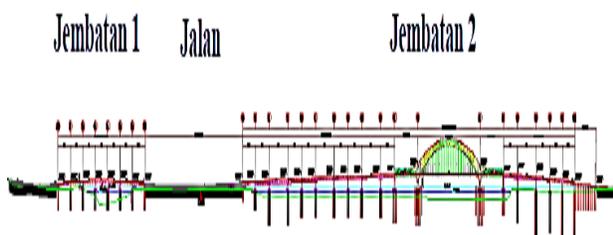
Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non struktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan kedalaman sungai mencapai 20 meter, pada musim hujan elevasi tertinggi air mencapai +30,37m dan elevasi terendah 27,25m pada musim kemarau elevasi terendah mencapai 25,25m sampai 30,14m data dalam dua tahun terakhir. Sedangkan pada perencanaan jembatan ini jarak ketinggian air dengan jembatan utama 9m sampai 13m. Dengan struktur atas yang berbeda-beda pada jembatan tayan yang saya tinjau untuk penulisan tugas akhir ini, maka ada bermacam-macam metode pelaksanaan yang saya pilih antara lain :

Pada Jembatan I (simple girder) dan Jembatan II pendekat utara/selatan (simple girder dan steel girder)

1. Metode Precast Segmental
 - o Balanced Cantilever Erection With Cranes
 - o Balanced Cantilever Erection With Lifting Frames
 - o Jembatan II bentang utama (pelengkung rangka baja menerus)
2. Metode Full Temporary Support
3. Metode Full Cantilever.



Gambar 7 : Rencana Pembagian Span Jembatan Tayan Jembatan I

Pada jembatan I ini terdapat 7 bentang simple girder dengan panjang bentang 40m, yang pada tiap bentang terdapat 7 balok komposit dari balok baja profil H dengan dimensi balok baja tinggi 110cm, lebar 30cm, tebal badan 1,6cm, dan tebal sayap 2,8cm, masing-

masing balok baja panjang 40m dengan berat sendiri mencapai 10 ton – 15 ton. Sesuai kebutuhan maka dipilihlah metode balanced cantilever erection with cranes. Metode ini digunakan untuk balok yang adalah hasil precast dan bukan hasil pengecoran in situ. Pada metoda ini digunakan bantuan crane dan ponton untuk mengangkat balok baja ke atas pier head yang sudah di pabrikan di workshop. Hal penting yang harus diperhatikan dalam persiapan pemasangan balok baja, ketujuh segmen balok baja yang akan menjadi satu kesatuan, di ajarkan sesuai bagian perletakkannya agar memudahkan pada saat pengangkatan, dibagian ujung pertemuan sudah dipersiapkan sambungan agar pada saat perletakan balok sudah siap disambung ke bearing pier head jembatan.

Metode pelaksanaan balok baja tiap-tiap bentang memiliki perbedaan. Hal ini disebabkan karena perbedaan kondisi setempat, bentang pendekat yang sangat berdekatan dengan sisi utara dan pendekat dengan jembatan II memiliki sungai yang cukup dangkal dan terpengaruh dengan pasang surut air sungai sehingga menggunakan metode yang tidak perlu menggunakan ponton tetapi tetap menggunakan crane untuk memudahkan pengangkatan, hal ini berbeda dengan bentang ditengah jembatan I kedalaman sungai relatif dalam dan tidak terpengaruh dengan pasang surut air sungai menggunakan metode crane yang perlu menggunakan ponton.

Balok baja yang telah terangkai 40m didesain untuk hanya menerima beban vertikal dan tidak untuk menerima beban horizontal, hal ini menyebabkan pengangkutan balok baja keatas pier head harus dibuat selurus mungkin untuk menghindarkan gaya horizontal akibat gerakan crane yang berlebihan yang menyebabkan balok baja patah.

Tahapan pengangkutan balok baja dilakukan satu persatu menggunakan crane setelah terletak tepat diatas pier head langsung disambung ke pier head. Setelah semua balok baja terpasang pada seluruh bentang jembatan I dilakukan pemasangan cross frame sebagai penambah kekuatan balok baja terhadap pengaruh warping, yang juga telah dipabrikan di workshop. Selanjutnya pemasangan lantai jembatan.



Gambar 8 : Pemasangan Balok Baja Jembatan I Tayan
 Pada jembatan tayan ini lantai menggunakan metode bondek dimana plat lantai jembatan tidak

menggunakan plat lantai kantilever dan bondek juga berfungsi sebagai form work (bekisting). Setelah bondek terpasang diikuti dengan pemasangan pembesian tetapi tidak memasang besi tulangan yang sudah difabrikasi di gudang diletakkan atau ditata berdasarkan tipe yang ada. Hal ini dilakukan untuk memudahkan proses pemasangan tulangan. Untuk menghindari adanya karat akibat angin dan air laut, besi ditutup dengan menggunakan terpal. Selain itu disiapkan scupper juga dan pipa PVC. Untuk mengetahui posisi dan elevasi pembesian, dilakukan pengukuran, dengan menggunakan teodolit dan waterpass. Yang pertama dipasang adalah tulangan dalam arah lebar jembatan kemudian dalam arah memanjang. Selanjutnya adalah pembesian pembatas jembatan pada bagian tepi. Sebagai proses terakhir pembesian dilakukan pemasangan dudukan untuk kanal dan baja WF yang berfungsi untuk memudahkan pelaksanaan pengecoran dan menghindarkan terinjaknya tulangan pada saat pengecoran. Pengecoran slab jembatan setebal 36cm dan tebal penutup aspal diatas beton 5cm dengan menggunakan concrete mixer dan concrete pump

Jembatan II

Pada jembatan II ada 2 sisi jembatan, sisi jembatan pendekat utara 10 bentang dengan 1 unit simple girder panjang bentang 40m sama dengan bentang jembatan I dan 3 unit steel girder berurutan dengan panjang per 1 unit steel girder 45m+60m+45m. pada sisi jembatan pendekat selatan 5 bentang dengan 1 unit steel girder berurutan dan 2 unit simple girder. bentang simple girder dengan panjang bentang 40m, yang pada tiap bentang terdapat 7 balok komposit dari balok baja profil H dengan dimensi balok baja tinggi 110cm, lebar 30cm, tebal badan 1,6cm, dan tebal sayap 2,8cm, masing-masing balok baja panjang 40m dengan berat sendiri mencapai 10ton – 15 ton, sedangkan pada bentang steel girder teridiri dari Main girder (baja WF tinggi 110cm, lebar 45cm, tebal badan 1,6cm, dan tebal sayap 2,8cm) adalah gelagar utama dalam jembatan ladder deck yang menggunakan plate girder. Cross girder atau gelegar silang dipasang dengan jarak 3,5 meter untuk menahan besarnya beban plat lantai, untuk tujuan struktural dengan jarak main girder antar 7-10 meter menggunakan cross girder. Cross frame sebagai penambah kekuatan cross girder terhadap pengaruh warping dan Stringer sebagai balok melintang tambahan yang berfungsi untuk sambungan antara cross girder dengan main girder. Pada masing-masing steel girder yang sudah dirakit berat sendiri steel girder 45m mencapai 80 ton sedangkan steel girder 65m beratnya mencapai 120ton.

Pada jembatan II ini metode yang dipilih adalah metode balanced cantilever erection with lifting frame, metode ini sama dengan metode pada jembatan I yang membedakan cuma pada alat bantu yang digunakan, jika pada jembatan I hanya membutuhkan crane pada metode

ini juga dibutuhkan peralatan heavy duty lifting jack, untuk mengangkat balok baja ke atas pier head yang sudah di pabrikasi di workshop.

Metode pelaksanaan balok baja tiap-tiap bentang jembatan II juga memiliki perbedaan. Hal ini disebabkan karena perbedaan unit balok yang terdapat 2 unit, dimana pada bentang jembatan yang berdekatan dengan paling utara maupun selatan menggunakan simple girder dimana pada bentang ini juga merupakan bagian sungai yang dangkal sehingga pada bentang ini menggunakan metode balanced cantilever erection with cranes.

Untuk memasang overhead truss untuk peralatan heavy lifting angkat steel girder pertama yang dirakit diatas ponton sepanjang 7,5m diletakkan diatas pier head menggunakan crane. Setelah erection pertama ini melekat pada bearing pier head langkah berikutnya barulah pemasangan overhead truss, mengingat peralatan dengan kapasitas sebesar tersebut masih dapat ditemukan di Indonesia. Klem dan sadel menggunakan baja tuang yang diproduksi secara lokal. Untuk memudahkan dibangun tower yang terbuat dari struktur baja, difabrikasi dalam kondisi terurai. Hal ini dilakukan agar pemasangan tower dapat dilakukan tanpa harus menggunakan alat angkat berkapasitas besar, overhead truss ini dikunci ke pile cap menggunakan tendon. segmen-segmen steel girder bagian tengah dirakit di atas ponton posisi perakitan harus segaris dengan segmen pertama, setelah selesai dilakukan pemasangan peralatan heavy duty lifting jack yang dikombinasikan dengan penggunaan ponton dan crawler crane. Kabel menggunakan tendon yang pada masing-masing sisi overhead truss terdiri dari Galvanized Spiral Wire Strand berdiameter 57,9 0,1mm, berat 10 ton per buah. Dimensi kabel ditentukan demikian untuk memudahkan dalam pengangkatan steel girder segmen tengah untuk diangkat secara perlahan-lahan barulah disambung ke steel girder erection pertama yang telah melekat di bearing. Setelah semua steel girder terpasang barulah melakukan pekerjaan lantai jembatan.

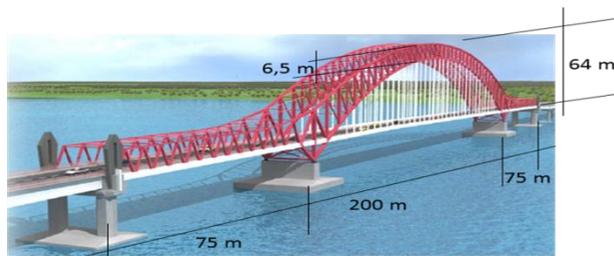


Gambar 9 : Rencana Pemasangan Segmen Tengah Steel Girder

Jembatan II Bentang Utama

Pada jembatan II bentang utama ini menggunakan struktur rangka baja menerus dimana bentang utama sepanjang 200m dengan bentang kedua sisi masing-

masing 75m dimana balok utama pada bentang ini berfungsi sebagai batang taring, hanger sebagai penggantung deck jembatan dan menyalurkan beban deck dan lalu lintas ke main girder, hanger dari jembatan utama berupa profil baja WF, jarak pusat dari kiri ke kanan sebesar 12,5m jembatan utama dihubungkan dengan bracing (tumpuan yang ada dikedua ujung jembatan didaerah perletakan) dari pipa baja, selain bracing semua elemen struktur berupa profil H single atau double, semua penyambung dihubungkan dengan baut mutu tinggi. Sistem lantai jembatan adalah balok komposit dari balok baja (cross beam dan stringer) dan pelat beton bertulang yang dihubungkan dengan shear connector.



Gambar 10 : Perspektif jembatan utama tayan

Pada jembatan bentang utama ini saya membuat perbandingan dengan menggunakan 2 metode, yaitu metode full temporary support dan metode full cantilever. Dimana pada 2 metode tersebut harus menggunakan temporary support berupa rangka baja sementara yang dibangun untuk mengurangi besarnya momen yang dipikul pada saat pelaksanaan masing-masing metode yang akan digunakan.

Metode Full Cantilever Pada jembatan II ini metode pertama yang dipilih adalah metode full cantilever, dimana metode ini mengharuskan pada setiap pekerjaan pilar jembatan tayan harus sudah selesai sehingga mampu menahan besarnya momen yang dipikul tiap memasang rangka baja dan mampu meminimalkan acuan perancah. Tahap pertama adalah dengan memasang masing-masing temporary pier di antara bentang jembatan 75m, temporary pier ini berfungsi untuk menahan beban sementara pada saat melakukan pemasangan segmen-segmen rangka baja yang tiap segmen beratnya mencapai 10 ton – 30 ton, maka dengan menggunakan metode full cantilever pada tiap pemasangan segmen-segmen rangka baja beban yang dipikul pilar jembatan akan bertambah dan rangka baja erection pertama juga akan mendapatkan beban yang semakin besar secara kontinyu. Untuk erection pertama rangka baja yang sudah dirakit diatas ponton di angkat menggunakan crane setelah terpasang pada erection pertama dipasang temporary breahead hal ini juga untuk mengurangi beban yang bekerja pada rangka baja yang sudah dipasang.

Setelah itu dibangun segmen-segmen selanjutnya dengan bantuan crane dan pada saat pemasang harus

sudah siap melekatkan sambungan tiap segmen. Pada saat segmen bentang tengah sudah mencapai segmen kelima menurut perencanaan sudah mencapai batas maksimal momen yang dipikul tiap segmen maupun pier untuk melanjutkan ke segmen selanjutnya sedangkan rangka baja segmen tepi dilanjutkan sampai selesai, oleh sebab itu untuk melanjutkan pemasangan rangka baja segmen tengah diperlukan pemasangan temporary tower

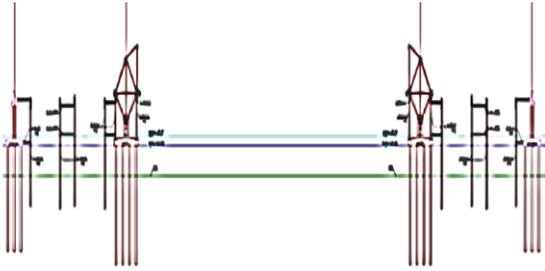


Gambar 11 Pemasangan Erection Pertama Struktur Rangka Baja dan Temporary breahead

Temporary tower ini dibangun di dua abutment bentang tengah, untuk mendukung temporary tower dipasang backstayed cable yang diikat ke abutment bentang tepi dan temporary cable yang digunakan untuk menahan pemasangan segmen-segmen berikutnya temporary tower ini mampu menahan beban maksimal asal kan tumpuan backstayed cabel yang diikat ke abutment mampu menahan, dari perencanaan temporary tower ini mampu menahan beban hingga di atas 100 ton. Selanjutnya pada pemasangan segmen ke 6 rangka baja bentang tengah sampai bentang ke 8 kemudian dipasang lagi temporary cable, dilakukan kontinyu tiap 3 segmen dipasang temporary cable sampai ketemu kedua sisi rangka baja. Hal ini dilakukan dengan bantuan crane untuk memudahkan pemasangan tiap rangka baja. Setelah selesai dilanjutkan dengan pemasangan hanger (batang penggantung) yang terbuat dari baja WF terdapat pin di kedua ujungnya yang berfungsi sebagai pengikat antara rangka baja dan cross girder, cross girder dipasang bersamaan dengan pemasangan hanger, setelah semua terpasang barulah dipasang main girder yang disambung tiap cross girder barulah dipasang stringer. Setelah semua struktur rangka baja bentang utama jembatan selesai terpasang langkah selanjutnya adalah pembongkaran temporary tower, temporary pier, backstayed cable, temporary cable dan temporary breahead barulah dilanjutkan dengan pekerjaan lantai jembatan yang sama seperti pada jembatan I dan II.

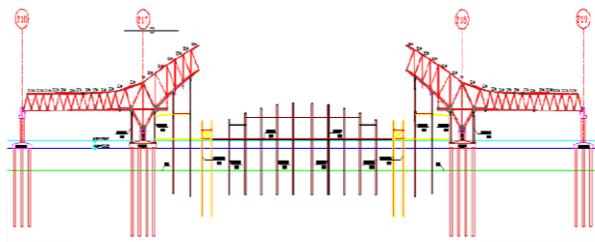
Metode Full Temporary Support Saya juga akan menganalisa bentang utama jembatan II ini dengan metode kedua, yang dipilih adalah metode full temporary support, dimana metode ini sebenarnya harus pada kondisi sungai yang dapat memungkinkan untuk dipasang perancah. Tahap pertama pasang bearing ke pier lalu segmen pertama rangka baja ke pier head atau lebih tepatnya pada bearing area dengan bantuan floating

crane yang juga di ikuti dengan pemasangan temporary breahhead.



Gambar 12 : Rencana Pemasangan Erection Pertama Rangka Baja

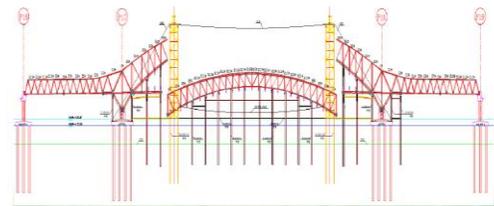
Kemudian membuat perancah untuk membantu pemasangan rangka baja selanjutnya, perlu di-perhatikan pada kasus bentang utama ini merupakan sungai yang mencapai kedalaman hingga 30 meter oleh sebab itu tiang perancah yang dbuat haruslah tertanam ke dasar sungai hingga kokoh dalam menahan rangka baja jembatan utama tetapi dengan syarat tiang perancah terse-but juga mudah di cabut pada saat proses pelaksanaan telah selesai. Setelah itu proses pemasan-gan perancah yang dibantu dengan floating crane dengan dimensi tiang yang mampu menahan beban hingga 40 ton, sehingga tiap segmen dengan berat sendiri mencapai 10 ton – 30 ton dapat dipikul, oleh sebab itu pada jembatan bentang tengah pasang tiang pancang masuk ke tanah dasar sungai mencapai 8 meter, dengan jarak antar tiang 11m dan 15m panjang bentang utama jadi total tiang perancah yang dbuat pada bentang tengah sebanyak 32 buah karna dibu-at untuk kiri dan kanan. Sedangkan pada betang tepi dbuat masing-masing 8 buah tiang perancah. Setelah perancah terpasang dibangun segmen-segmen selanjutnya dengan bantuan crane dan pada saat pemasang harus sudah siap pemasangan sambungan tiap segmen dengan metode perancah dan floating crane. Pada saat segmen bentang tengah sudah mencapai segmen kelima untuk proses selanjutnya memerlukan bantuan temporary tower sedangkan rangka baja segmen tepi dilanjutkan sampai selesai.



Gambar 13 : Proses Pemasangan Rangka Baja Pelengkung Utama Dengan metode perancah

Oleh sebab itu untuk melanjutkan pemasangan rangka baja segmen tengah diper-lukan pemasangan temporary tower ini dikunci ke perancah yang sudah dibuat khusus untuk mendukung temporary tower dipasang backstayed cable yang diikat ke

abutment.Segmen-segmen rangka baja bagian tengah dirakit di atas perancah dengan bantuan floating crane po-sisi perakitan harus segaris dengan segmen terakhir yang dibuat atau lebih tepatnya segmen 5 dari masing-masing pier head bentang tengah, setelah selesai dilakukan pemasangan peralatan heavy duty lifting jack yang dikombinasikan dengan penggunaan tower dan crawler crane. Kabel menggunakan tendon yang pada masing-masing sisi overhead truss terdiri dari Galvanized Spiral Wire Strand berdiameter 57,9 0,1mm, berat 10 ton per buah. Dimensi kabel diten-tukan demikian untuk memudahkan dalam pengangkatan rangka baja pelengkung segmen ten-gah diangkat secara perlahan-lahan dan dengan syarat pada saat pengangkatan kedua tower harus bersamaan dengan bantuan floating crane agar tidak salah satu tower menahan beban yang lebih besar, barulah disambung ke segmen rangka baja terakhir yang dipasang.



Gambar 14 : Proses Pemasangan Rangka Baja Pelengkung Utama Dengan Temporary Tower

Selanjutnya setelah selesai pemasangan rangka baja masih dengan metode perancah yang terpasang pada jembatan bentang utama dilanjutkan dengan pemasangan main girder,cross girder, setelah semua terpasang barulah dipasang stringer. Kemudian pasang hanger (batang penggantung) yang terbuat dari baja WF dipasang dengan bantuan temporary tower dan float-ing crane.Barulah kedua temporary tower dilepas begitu juga perancah yang telah dirakit ter-sebut di lepas, untuk bagian tiang perancah yang terpasang ke dasar sungai di cabut dengan bantuan floating crane.barulah dilanjutkan dengan pekerjaan lantai jembatan yang sama seper-ti pada jembatan I dan II.

Bangunan Pengaman

1. Jalan Pendekat (oprit), dibuat dari tanah timbunan, dan memerlukan pemadatan yang khusus, karena letak dan posisinya yang cukup sulit untuk dikerjakan, atau dapat juga berbentuk struktur kaki seribu (pile slab), yang berbentuk pelat yang disangga oleh balok kepala di atas tiang-tiang. Permasalahan utama pada timbunan jalan pendekat yaitu sering terjadinya penurunan atau deformasi pada ujung pertemuan antara struktur perkerasan jalan terhadap ujung kepala jembatan. Oleh karena itu pada pelaksanaannya dilakukan :
 - a. Pemadatan yang sempurna

- b. Pada saat pelaksanaan aliran air diatur keluar, dimana mencegah terjadi kapilerisasi pada lapisan atau kelurusan air melalui saluran drainase sehingga ada perubahan tegangan efektif.
 - c. Pemadatan lapisan timbunan jalan pendekat jangan berlebih, dimana terjadi perubahan kadar air yang mengakibatkan pengembangan lapisan tanah yang dapat mendesak permukaan perkerasan ke atas.
2. Guide post/patok penuntun
 3. Lampu penerangan
 4. Trotoar.

IV. PENUTUP

Kesimpulan

1. Pada Jembatan I untuk metode pelaksanaan jembatan simple girder adalah Metode Balanced Cantilever Erection With Cranes yang cocok digunakan pada pelaksanaan jembatan balok hasil precast bukan cor insitu dengan bantuan crane untuk pemasangan balok baja.
2. Jembatan II pendekat utara/selatan terdapat 2 tipe simple girder dan steel girder. Simple girder menggunakan metode yang sama dengan Jembatan I sedangkan jembatan tipe steel girder menggunakan Metode Balanced Cantilever Erection With Lifting Frames yaitu dengan bantuan crane dan peralatan heavy duty lifting jack yang memerlukan konstruksi sementara atau overhead truss sebagai tumpuan peralatan heavy lifting.
3. Jembatan II bentang utama pelengkung baja menerus penulis menganalisa dengan 2 metode yaitu Metode Full Cantilever menggunakan temporary pier dan temporary tower dengan cable stayed yang di pasang ke pier head sebagai tumpuan untuk pemasangan pelengkung rangka baja dan yang ke dua Metode Full Temporary Support yaitu metode dengan menggunakan perancah dan temporary tower yang bertumpu di atas perancah untuk mengangkat pelengkung utama rangka baja yang sudah di rakit menggunakan peralatan heavy lifting.
4. Pelaksanaan jembatan bentang pendek menggunakan balok hasil precast atau balok baja yang telah dirakit pada Jembatan I dan Jembatan II pendekat utara/selatan sangat cocok menggunakan metode Balanced Cantilever Erection With Cranes dan Balanced Cantilever Erection With Lifting Frames. Pada metode ini produktivitas erection tinggi dan tidak terpengaruh dengan tipe tanah yang ada dibawah lantai jembatan atau didasar sungai (sebatas mampu dilewati untuk manuver alat berat atau crane) walaupun menuntut biaya tinggi mengingat biaya sewa crane dengan kapasitas angkat tinggi sangat mahal.
5. Sedangkan pada pelaksanaan Jembatan II bentang utama pelengkung baja menerus, berdasarkan

perhitungan analisa struktur jembatan apabila menggunakan Metode Full Cantilever dengan temporary tower cable stayed yang di pasang ke pier head sebagai tumpuan dengan jarak pier head yang sangat jauh sepanjang 75m, tidak memungkinkan digunakan sebagai tumpuan temporary tower untuk mengangkat segmen tengah pengkung baja. Oleh sebab itu penulis memilih menggunakan Metode Full Temporary Support untuk pelaksanaan dilapangan yaitu metode dengan menggunakan perancah dan temporary tower yang bertumpu di atas perancah agar keamanan pada saat pemasangan pelengkung rangka baja utama yang menggunakan temporary tower dapat terjamin, walaupun produktivitas relatif rendah karena menuntut waktu yang lebih lama untuk persiapan perancah, menuntut tipe tanah yang harus baik, dan bila tanah yang ada untuk dudukan perancah kurang baik maka akan berakibat perlunya struktur pondasi khusus (luasan telapak yang lebar atau penggunaan pondasi dalam).

DAFTAR PUSTAKA

- Supriyadi, Bambang dan Agus Setyo Muntohar. 2007. Jembatan. Yogyakarta : Beta Offset.
- Ilham, M Noer. 2011. Jenis jembatan. <http://mnoerilham.blogspot.com/>. Diakses pada hari kamis, 7 Agustus 2014 pukul 20.43.
- Bridge Managament System. Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan. BMS 1992. Departemen PU Dirjen Bina Marga.
- Standar Nasional Indonesia. Standar Pembebanan Untuk Jembatan. RSNI T-02-2005. Departemen PU Dirjen Bina Marga.
- Liono, Sugito. (2009). Metode Pelaksanaan Konstruksi Precast Segmental Balance Cantilever (Studi Kasus Jalan Layang Pasupati-Bandung). Jurnal Teknik Sipil, 5, 122.
- Kristijanto, Heppy, Supani. (2007). Analisa Pemilihan Keputusan Metode Pelaksanaan Erection Girder (Studi Kasus Causeway Jembatan Suradmadu Sisi Madura). Jurnal Teknik Sipil, 13(2), 156.
- Wilopo, Djoko. (2009). Metode Pelaksanaan Konstruksi Jembatan dan Alat-Alat Berat. Jakarta : Universitas Indonesia (UI-Press).
- Asiyanto. 2005. Metode Konstruksi Jembatan Baja. Jakarta : Universitas Indonesia (UI-Press).
- Wahyudi, Herman, (1999). Metode Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Baja. Jakarta : Universitas Indonesia (UI-Press).a