

**TINJAUAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI PEKERJAAN
STRUKTUR BOX GIRDER BALANCE CANTILEVER
DENGAN METODE FORM TRAVELER PADA PROYEK
PEMBANGUNAN JEMBATAN OGAN TOL KAYU AGUNG
PALEMBANG BETUNG**



LAPORAN KERJA PRAKTIK

**Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu syarat menyusun Skripsi pada
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bina Darma
Palembang**

DISUSUN OLEH :

**M. SYAFUADTUDDIN
161710021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BINA DARMA
PALEMBANG
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : M.Syafuadtuddin
Nim : 161710021
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Tinjauan Pelaksanaan Konstruksi Pekerjaan Box Girder Balance
Cantilever Dengan Metode Form Traveler Pada Proyek
Pembangunan Jembatan Ogan Tol Kayu Agung Palembang Betung

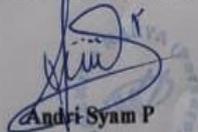
Menyatakan bahwa Laporan Kerja Praktik ini

telah disetujui dan disahkan

Oleh

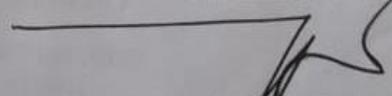
Disetujui ,

Pembimbing Lapangan,



Andri Syam P

Pembimbing Universitas,

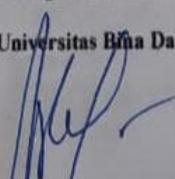


Farlin Rosyad, ST.,M.Kom,MT.

Disahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Universitas Bina Darma,



Drs. H. Ishak Yunus, S.T.,M.T.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr..Wb

Alhamdulillah Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Kerja Praktik dan Laporan Kerja Praktik ini dengan baik dan lancar.

Penulisan laporan Kerja Praktik ini merupakan salah satu syarat dalam pengambilan skripsi pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil di Universitas Bina Darma dan sebagai pertanggung jawaban atas apa yang telah penulis dapatkan selama Kerja Praktik. Adapun judul laporan Kerja Praktik ialah “Tinjauan Pekerjaan Pilar Pada Titik P15 Proyek Pembangunan Jembatan Ogan Tol Kayu Agung Palembang Betung”.

Pada kesempatan ini pula penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada semua yang telah banyak membantu baik berupa saran, petunjuk, serta bimbingan sehingga Laporan Kerja Praktik ini selesai pada waktunya, khususnya kepada yang terhormat.

1. Dr. Sunda Ariana, M.Pd.,M.M selaku Rektor Universitas Bina Darma Palembang.
2. Dr. Firdaus,S.T.,M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bina Darma Palembang.
3. Drs.H.Ishak Yunus,S.T.,M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bina Darma Palembang.
4. Farlin Rosyad, ST.,MT.,M.KOM. selaku pembimbing universitas yang telah memberikan masukan dan bimbingan serta semangat agar penulis dapat menyelesaikan laporan kerja praktik dengan baik.
5. Andri Syam P selaku pelaksana dan pembimbing lapangan yang dengan baik telah membimbing saya selama melaksanakan kerja praktik ini.
6. Orang tua, tersayang yang selalu mendoakan dan membiayai kuliah saya
7. Teruntuk saudara serta semua teman seangkatan jurusan teknik sipil 2016 yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi, menemani dan dukungan saya selama menyelesaikan laporan ini.
8. Seluruh pihak yang terlibat dalam membantu penulisan Laporan Kerja

Praktik yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Demikian yang dapat saya buat pada laporan PKL ini, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak yang sifatnya membangun dan membimbing demi penyempurnaan laporan kerja praktik dimasa yang akan datang.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Palembang, 1 Desember 2019

Penulis,

M.Syafuadtuddin

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Kerja Praktik	2
1.3 Ruang Lingkup Pembahasan	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II DATA PROYEK	5
2.1 Data Umum Proyek	5
2.2 Lokasi Proyek	6
2.3 Data Teknis Proyek	6
2.4 Struktur Organisasi Proyek	8
2.5 Pihak Pelaksana Proyek	9
2.5.1 Pemilik Proyek	9
2.5.2 Konsultan Perencana	10
2.5.3 Konsultan Pengawas	10
2.5.4 Kontraktor	10
2.6 Struktur Organisasi Kontraktor Proyek.....	10
BAB III DATA UMUM PROYEK	12
3.1 Jembatan.....	12
3.2 Tipe Jembatan	12
3.2.1 Tipe Jembatan Berdasarkan Fungsi	12
3.2.2 Tipe Jembatan Berdasarkan Bahan Konstruksi.....	13
3.2.3 Tipe Jembatan Berdasarkan Jenis Struktur	16
3.2.4 Tipe Jembatan Berdasarkan Formasi Lantai Kendaraan.....	19
3.3 Bagian Struktur Jembatan	20
3.3.1 Struktur Bagian Atas	20
3.3.2 Struktur Bagian Bawah	22
3.3.3 Fondasi	22
3.3.4 Bangunan Pelengkap (Complimentary Structures).....	23
3.4 Gelagar Kotak (<i>Box Girder</i>).....	24
3.5 Beton Prategang	24
3.5.1 Prinsip Dasar Beton Prategang.....	25
3.5.2 Sistem Prategang Mengubah Beton Getas menjadi Elastis.....	25
3.5.3 Sistem Prategang Kombinasi Baja Mutu Tinggi dan Beton Mutu Tinggi	26
3.5.4 Sistem Prategang Mencapai Keseimbangan Beban	27
3.6 Metode Prategang.....	27
3.6.1 Pratarik (<i>Pre-Tension Metod</i>)	27
3.6.2 Pascatarik (<i>Post-Tension Method</i>)	29
3.7 Tahap Pembebasan.....	30
3.7.1 Tahap <i>Transfer</i>	30

3.7.2 Tahap <i>Service</i>	30
3.8 Material Beton Prategang	31
3.8.1 Beton	31
3.8.2 Baja Prategang	31
3.9 Metode Pelaksanaan Konstruksi	32
3.9.1 Beton	33
3.9.2 Dokumen Metode Pelaksanaan Proyek Konstruksi	37
3.9.3 Aspek Penilaian Metode Pelaksanaan Pekerjaan	37
3.10 Proyek Konstruksi	39
3.11 Karakteristik Proyek Konstruksi	40
3.12 Manajemen Proyek Konstruksi	41
3.12.1 Manajemen Konstruksi	41
3.12.2 Manajemen Biaya	42
3.12.3 Manajemen Mutu	43
3.12.4 Manajemen Waktu	43
3.13 Manajemen Kualitas	44
3.13.1 <i>Quality Assurance</i>	45
3.13.2 <i>Quality Control</i>	45
3.14 Manajemen K3	45
3.15 Perangkat Manajemen Proyek Konstruksi	47
3.15.1 <i>Barchart</i>	47
3.15.2 Kurva S	48
3.15.3 <i>Critical Path Method (CPM)</i>	49
3.15.4 <i>Precedence Diagram Method</i>	50
BAB IV TINJAUAN PELAKSANAAN PEKERJAAN	53
4.1 Pekerjaan Persiapan	53
4.2 Pekerjaan Persiapan Lokasi Kerja	54
4.2.1 Pengukuran dan Pemasangan Pagar Proyek	54
4.2.2 Direksi Keet	55
4.2.3 Stockyard Material	55
4.2.4 Area Pabrikasi Besi	56
4.2.5 Pembuatan Barak Pekerja	56
4.2.6 Pengadaan Air Dan Listrik Kerja	57
4.3 Pekerjaan Persiapan Material	57
4.3.1 Persiapan Material Pembesian <i>Box girder</i>	57
4.3.2 Persiapan Material Pekerjaan <i>Stressing Box girder</i>	62
4.4 Persiapan Peralatan	64
4.5 Pekerjaan Persiapan <i>Box girder</i> dengan <i>Form Traseller</i>	73
4.6 Urutan Pekerjaan <i>Box girder</i> dengan <i>Form Traseeler</i>	76
4.6.1 Instal <i>Form Traseller</i>	76
4.6.2 Pembesian <i>Box girder</i>	78
4.6.3 Pengecoran <i>Box girder</i>	82
4.6.4 Pekerjaan <i>Curing Beton</i>	84
4.6.5 <i>Stressing/Penarikan dan Grouting Tendon</i>	85
4.7 Permasalahan yang terjadi	87
4.8 Penanggulangan Masalah	88

BAB V PENUTUP	91
5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	91
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	46
LAMPIRAN 1	
LAMPIRAN 2	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Lokasi proyek jembatan Ogan, Palembang.....	6
Gambar 2.2. Pembagian pekerjaan pada jembatan Ogan.....	7
Gambar 2.3. Potongan melintang denah jembatan sungai Ogan	8
Gambar 2.4. Struktur organisasi proyek pembangunan Jembatan Tol Kapal Betung Seksi II.....	9
Gambar 2.5. Struktur organisasi Kontraktor pada proyek pembangunan Jembatan Ogan.....	11
Gambar 3.1. Jembatan pasangan batu dan batu bata.....	14
Gambar 3.2. Jembatan konstruksi baja	15
Gambar 3.3. Jembatan Komposit.....	16
Gambar 3.4. Bentuk penampang <i>Box Girder</i>	17
Gambar 3.5. Jembatan gantung.....	18
Gambar 3.6. <i>Box Girder</i>	24
Gambar 3.7. Pemberian Gaya prategang dan momen eskternal	26
Gambar 3.8. Gaya pada beton prategang dan beton bertulang	26
Gambar 3.9. Beban merata pada balok prategang.....	27
Gambar 3.10. Penarikan tendon Pratarik	28
Gambar 3.11. Penarikan tendon pascatarik.....	29
Gambar 3.12. Kerangka gagasan dan konsep metode optimal dalam pelaksanaan konstruksi	33
Gambar 3.13. Metode kantilever (balance cantilever) cast insitu.....	39
Gambar 3.14. Three dimentional objective.....	40
Gambar 3.15. Proyek sebagai suatu sistem.....	41
Gambar 3.16. Contoh diagram batang	48
Gambar 3.17. Kurva S.....	49
Gambar 3.18. CPM	50
Gambar 3.19. Diagram jaringan kerja.....	51
Gambar 4.1. Pagar pengaman proyek	54
Gambar 4.2. Direksi keet	55
Gambar 4.3. <i>Stockyard material</i>	55

Gambar 4.4.	Area pabrikasi	56
Gambar 4.5.	Barak pekerja.....	56
Gambar 4.6.	Pengadaan air bersih dan genset.....	57
Gambar 4.7.	Material tulangan ulir diameter 16 mm dan tulangan blister diameter 25 mm.....	58
Gambar 4.8.	Kawat pengikat.....	59
Gambar 4.9.	Plywood atau multiplex.....	59
Gambar 4.10.	Beton decking.....	60
Gambar 4.11.	Sikagrout-215	60
Gambar 4.12.	Sikabond-NV.....	61
Gambar 4.13.	Antisol	61
Gambar 4.14.	<i>Strand</i>	62
Gambar 4.15.	Gambar angkur	63
Gambar 4.16.	Duct	63
Gambar 4.17.	<i>Form traveller</i>	64
Gambar 4.18.	Tower crane.....	65
Gambar 4.19.	Crawler crane	65
Gambar 4.20.	<i>Concrete truck mixer</i>	66
Gambar 4.21.	<i>Concrete pump</i>	66
Gambar 4.22.	Tug boat dan kapal tongkang	67
Gambar 4.23.	<i>Concrete vibrator</i>	67
Gambar 4.24.	Cetakan uji beton silinder dan alat uji slump	68
Gambar 4.25.	Hydraulic jack	68
Gambar 4.26.	Hydraulic pump.....	69
Gambar 4.27.	<i>Chain block</i>	69
Gambar 4.28.	Generator set	70
Gambar 4.29.	Scaffolding	70
Gambar 4.30.	<i>Bar cutter</i>	71
Gambar 4.31.	<i>Bar bender</i>	71
Gambar 4.32.	<i>Cutting wheel</i>	72
Gambar 4.33.	Total station.....	72
Gambar 4.34.	Alat las.....	73

Gambar 4.35.	Flowchart pekerjaan segmental box girder di P15	74
Gambar 4.36.	Flowchart pekerjaan post tension di P15.....	75
Gambar 4.37.	Ilustrasi bagian-bagian <i>traveller formwork</i>	77
Gambar 4.38.	Pemasangan bagian-bagian <i>traveller formwork</i> di lapangan	78
Gambar 4.39.	Pembesian <i>box girder</i>	79
Gambar 4.40.	Pemasangan duct untuk tendon <i>box girder</i>	80
Gambar 4.41.	Bagian-bagian angkur tendon	81
Gambar 4.42.	Pemasangan angkur & pembesian blister tendon <i>box girder</i>	81
Gambar 4.43.	Pelaksanaan ceklis pembesian dan tendon.....	82
Gambar 4.44.	Pelaksanaan pekerjaan pengecoran <i>box girder</i> di lapangan.....	84
Gambar 4.45.	Pekerjaan curing menggunakan geotekstil yang diberi air.....	85
Gambar 4.46.	Stressing tendon <i>box girder</i>	87
Gambar 4.47.	Pipa tendon tersumbat beton coran	88
Gambar 4.48.	<i>Chipping</i> beton.....	89
Gambar 4.49.	<i>Coring</i> pipa tendon.....	89

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Data teknik proyek	7
Tabel 2.2. Data teknis pekerjaan <i>box balance cantilever</i>	7
Tabel 3.1. Jenis baja prategang	32
Tabel 4.1. Komposisi beton f_c' 42 MPa <i>high early strength slump flow</i> 45- 55 cm	58
Tabel 4.2. Resume <i>jacking force</i>	82

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Transportasi merupakan salah satu aspek yang penting bagi manusia dalam menjalani kehidupan setiap hari. Perkembangan transportasi di Indonesia saat ini meningkat pesat seiring perkembangan ilmu dan teknologi dibidang transportasi. Masyarakat dalam memenuhi kebutuhan di bidang transportasi lebih memilih menggunakan kendaraan pribadi dibandingkan menggunakan kendaraan umum sebagai pilihan utama sehingga menyebabkan jumlah kendaraan meningkat dengan pesat dan berdampak pada kemacetan di berbagai titik ruas jalan yang jumlahnya tidak sebanding dengan jumlah kendaraan pada saat ini.

Salah satu tantangan yang dialami negara berkembang seperti di Indonesia yaitu tidak terkendalinya pertumbuhan penduduk. Pertumbuhan penduduk yang tidak terkendali tentu akan menimbulkan banyak pengaruh di berbagai bidang salah satunya bidang transportasi. Seiring bertambahnya jumlah penduduk dalam suatu wilayah, mengakibatkan bertambahnya kepadatan lalu lintas yang berdampak pada meningkatnya kebutuhan sarana dan prasarana.

Jembatan merupakan struktur yang dibuat untuk menyeberangi jurang atau rintangan seperti sungai, rel kereta api ataupun jalan raya. Jembatan sering menjadi komponen kritis dari suatu ruas jalan, karena sebagai penentu beban maksimum kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut. Dalam perkembangannya, pembangunan jembatan di Indonesia mengalami peningkatan yang pesat sejalan dengan berkembangnya kebutuhan transportasi darat dan air.

Pembangunan jembatan yang melintasi Sungai Ogan dengan bentang jembatan sepanjang 360 meter pada Proyek Jembatan Tol Kayu Agung-Palembang-Betung Seksi II merupakan salah satu implementasi dari kebutuhan akan sarana transportasi.

Salah satu elemen struktur yang penting dalam pembangunan Jembatan Tol Kayu Agung-Palembang-Betung Seksi II ini adalah *box girder*. Sebagai elemen struktur yang berfungsi untuk tempat tumpuan beban kendaraan dan penghubung segmen jembatan, *box girder* sangat berpengaruh dalam perencanaan dan

pelaksanaan pembangunan jembatan. Dalam perencanaan dan pelaksanaannya, *box girder* didesain sebaik dan seoptimal mungkin agar tidak menimbulkan ketidaknyamanan atau membahayakan pengguna jalan. Perencanaan dan pelaksanaan pembangunan *box girder* yang tidak tepat dapat menimbulkan lendutan yang besar saat ada beban yang bekerja pada bagian sisi bentang tengah jembatan.

Terdapat beberapa mahasiswa yang meninjau pelaksanaan pekerjaan struktur lain dari Jembatan Tol Kayu Agung-Palembang-Betung Seksi II ini, seperti tinjauan pelaksanaan pekerjaan *pier column* dan *pier head*, tinjauan pelaksanaan pekerjaan *pier table*, dan tinjauan pelaksanaan pekerjaan *deck slab*. Oleh karena itu, dalam kerja praktek yang telah dilakukan penulis memutuskan untuk meninjau bagaimana metode pelaksanaan struktur *Box Girder Balance Cantilever* dengan *Form Traveller* di lapangan untuk penulisan laporan kerja praktik.

1.2. Tujuan Kerja Praktik

Tujuan dilaksanakan kerja praktik pada proyek pembangunan Jembatan Tol Kayu Agung-Palembang-Betung Seksi II ini adalah:

1. Mengetahui prosedur pelaksanaan pekerjaan struktur *Box Girder Balance Cantilever* dengan *Form Traveller* pada pembangunan Jembatan Tol Kayu Agung-Palembang-Betung Seksi II.
2. Mengidentifikasi masalah-masalah yang terjadi di lapangan selama pekerjaan struktur *Box Girder Balance Cantilever* dengan *Form Traveller* pada proyek pembangunan Jembatan Tol Kayu Agung-Palembang-Betung Seksi II.

1.3. Ruang Lingkup Pembahasan

Secara umum, pembangunan Jembatan Ogan Kota Palembang ini sangat luas dan berlangsung lama sedangkan waktu yang diberikan untuk kerja praktik ini sangat terbatas. Hal ini menyebabkan tidak memungkinkan untuk meninjau keseluruhan pelaksanaan proyek tersebut sampai selesai. Ruang lingkup permasalahan pada penulisan ini dibatasi pada pelaksanaan pekerjaan *box girder balance cantilever* dengan *form traveller*, yaitu berupa teknik pelaksanaan struktur

box girder di lapangan beserta analisa metode pelaksanaan pada proyek pembangunan Jembatan Tol Kayu Agung-Palembang-Betung Seksi II.

1.4. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam laporan kerja praktik ini dibagi menjadi beberapa pokok pembahasan, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, maksud dan tujuan penulisan, ruang lingkup penulisan, metode pengumpulan data dan sistematika penulisan laporan.

BAB 2 KAJIAN PUSTAKA

Bab ini membahas landasan teori mengenai topik yang ditinjau pada kerja praktek dan diperoleh dari berbagai literatur dan referensi.

BAB 3 DESKRIPSI PROYEK

Bab ini menjelaskan gambaran umum proyek mencakup data umum dan data teknis proyek, rencana pelaksanaan pekerjaan dan struktur organisasi proyek.

BAB 4 TINJAUAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI

Bab ini membahas mengenai teknik atau metode pelaksanaan pekerjaan *box girder balance cantilever* dengan *form traveller* serta permasalahan yang terjadi di lapangan dan solusinya.

BAB 5 TINJAUAN MANAJEMEN PROYEK

Bab ini membahas penjelasan mengenai manajemen waktu, manajemen mutu, manajemen biaya, serta sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja di lokasi proyek.

BAB 6 PENUTUP

Bab ini menjelaskan kesimpulan dan saran yang diambil dari hasil tinjauan di lapangan, yang berguna untuk mengoptimalkan pelaksanaan dan menyelaraskan dengan hasil perhitungan yang didapat.

DAFTAR PUSTAKA

Bab ini berisi daftar pustaka yang akan digunakan dalam penulisan Laporan Kerja Praktek.

LAMPIRAN

Bab ini berisi semua dokumen pendukung yang menjadi bagian dari laporan kerja praktik, seperti dokumen administrasi kerja praktik, lembar kehadiran kerja praktik, gambar teknik, data proyek, dan lain-lain.

BAB II

DATA PROYEK

2.1. Data Umum Proyek

Adapun data umum dari Proyek Pembangunan Jembatan Ogan, Kota Palembang antara lain:

1. Nama Kontrak : Pekerjaan Pembangunan Jalan Tol Kayu Agung – Palembang – Betung Seksi 2 Paket III.2
Jembatan Musi STA. 49+446 s/d STA. 51+130
Jembatan Kramasan STA. 42+708 s/d STA. 43+845
Jembatan Ogan STA. 37+135 s/d STA. 38+722
2. Nama Proyek : Jembatan Ogan Kayu Agung – Palembang – Betung Seksi 2
3. Nilai Kontrak : Rp. 873.653.285.940,63 (*exc.* PPN 10%)
 - Addendum II : Rp. 1.257.342.650.000,00 (*exc.* PPN 10%)
 - Addendum III : Rp. 1.257.342.650.000,00 (*exc.* PPN 10%)
 - Rencana Addendum VII : Rp. 1.257.342.650.000,00 (*exc.* PPN 10%)
4. Waktu pelaksanaan : 31 Juni 2016 s/d 16 Maret 2019
1020 (seribu dua puluh) hari kalender
 - Addendum III : 31 Juni 2016 s/d April 2019
 - Rencana Addendum VII : 31 Mei 2016 s/d Desember 2019
5. Waktu pemeliharaan : 1095 (seribu sembilan puluh lima) hari kalender
6. Sifat kontrak : *Fixed unit price*
7. Tipe Pembayaran : *Partial Turn Key*
8. Investor (*Owner*) : PT. Waskita Sriwijaya Tol
9. Kontraktor pelaksana : PT. Waskita Karya (Persero) Tbk
10. Konsultan supervisi : PT. Perentjana Djaja
11. Konsultan perencana : PT. Multi Phi Beta

2.2. Lokasi Proyek

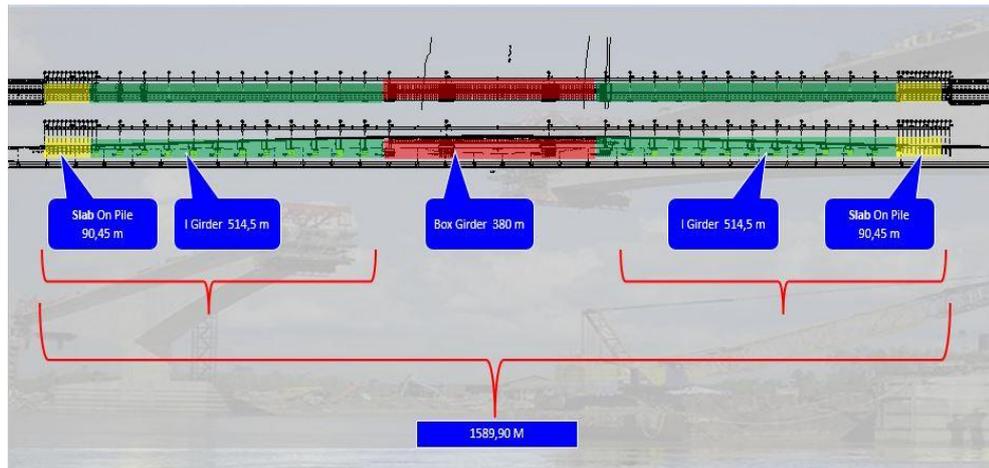
Proyek pembangunan ini merupakan milik Pemerintah Kota Palembang. Pelaksanaan proyek Jembatan Ogan direncanakan selama 1020 hari kalender, sejak serah terima pertama. Lokasi proyek pembangunan Jembatan Ogan Kota Palembang dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 2.1. Lokasi proyek Jembatan Ogan, Palembang
(Google Earth, 2018)

2.3. Data Teknis Proyek

Jembatan Ogan dibagi menjadi beberapa bagian yaitu *Pile Slab*, *I Girder*, dan *Box Balance Cantilever*. Bagian tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 2.2. Pembagian Pekerjaan Pada Jembatan Ogan

Untuk uraian atas keseluruhan pekerjaan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Data Teknik Proyek

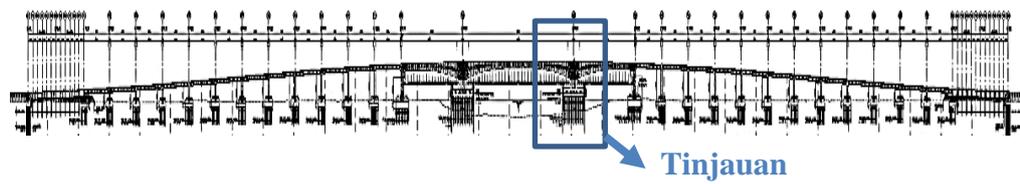
Data Teknis	<i>Pile Slab</i>	<i>"I" Girder</i>	<i>Box Balance Cantilever</i>
Jenis Pondasi	<i>Spun Pile Ø 60 cm</i>	<i>Spun Pile Ø 60 cm</i>	<i>Steel Pipe Ø 150 cm</i>
<i>Concrete Method</i>	<i>Cast In Situ</i>	<i>Pre-Cast</i>	<i>Cast in Situ</i>
<i>Contruccion Type</i>	-	<i>Post Tensioned</i>	<i>Post Tensioned</i>
<i>Upper Construction</i>	<i>Slab On Pile</i>	<i>PCI Girder 40,8 m</i>	<i>Box Balance Cantilever</i>
<i>Deck Slab</i>	<i>Cast In Situ</i>	<i>Cast In Situ</i>	-
<i>Total Length</i>	2 x 90,45 m	560 m	380 m
<i>Width</i>	2 x 12,7 m	2 x 12,7 m	2 x 12,7 m
<i>Panjang Bentang</i>	2 x 90,45 m	2 x 514,5 m	380 m

Pada saat pelaksanaan kerja praktek, penulis meninjau tentang *Box Balance Cantilever metode form traveller*. Adapun data teknis yang disajikan untuk pekerjaan *Box Balance Cantilever metode form traveller* adalah sebagai berikut.

Tabel 3.2 Data Teknis Pekerjaan *Box Balance Cantilever*

Struktur	Tipe	Material	Jumlah Segmen
<i>Box Balance Cantilever</i>	<i>Post Tensioned</i>	Baja BJTD 40	2x19 Segmen
		($f_y = 400$ MPa)	(P.14)
		<i>High Early Strength Concrete</i>	2x19 Segmen
		($f_c = 42$ MPa)	(P.15)

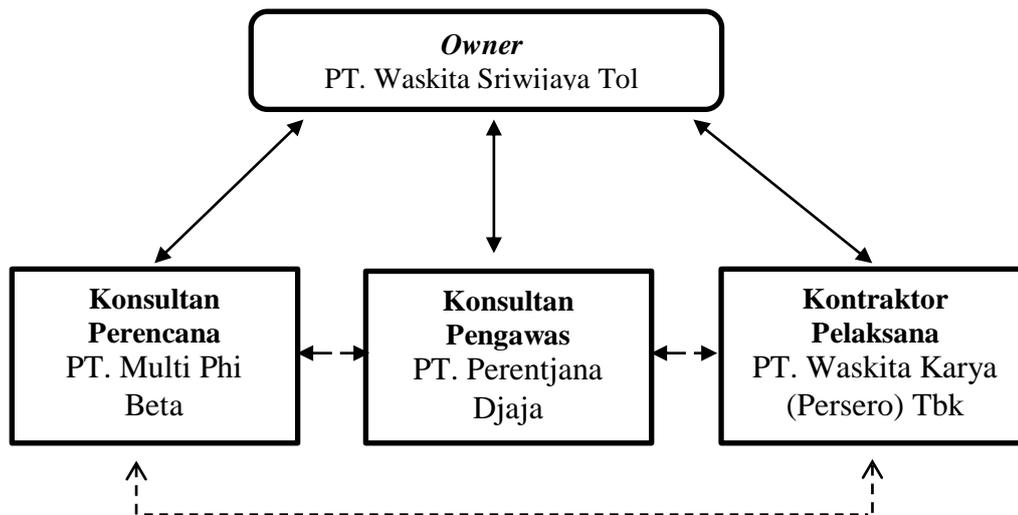
Denah melintang pada keseluruhan proyek pembangunan Jembatan Ogan Kota Palembang dan titik tinjauan dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 2.3. Potongan melintang denah Jembatan Sungai Ogan (PT. Waskita Karya (Persero) Tbk, 2017)

2.4. Struktur Organisasi Proyek

Suatu struktur organisasi merupakan bagian dari manajemen atau pengelolaan suatu proyek. Manajemen adalah suatu cara untuk mengelola kegiatan yang memiliki tujuan tertentu. Manajemen dalam proyek konstruksi merupakan suatu sistem yang mengkoordinasi seluruh kegiatan yang berhubungan dalam proyek konstruksi. Dimana pada tiap bagiannya memiliki hak dan kewajibannya masing masing. Akan tetapi, hubungan antar pihak dapat dilihat melalui garis-garis yang ditampilkan. Pihak yang terlibat dalam pembangunan proyek Jembatan Ogan Palembang dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Keterangan :

1. - - - - (Hubungan koordinasi)
2. ——— (Hubungan kontraktual)

Gambar 2.4. Struktur organisasi proyek pembangunan Jembatan Tol Kapal Betung Seksi II (Dokumen proyek PT. Waskita Karya, 2019)

2.5. Pihak Pelaksana Proyek

Secara umum, terdapat beberapa pihak yang terlibat dalam proses pembangunan Jembatan Ogan. Pihak-pihak tersebut memiliki hak dan kewajibannya masing-masing. Adapun pihak yang terlibat dalam proyek pembangunan Jembatan Ogan dijelaskan dalam subbab berikut.

2.5.1. Pemilik Proyek (*Owner*)

Pemilik proyek (*owner*) dapat berupa perorangan, pemerintah, ataupun pihak swasta yang memiliki sumber dana untuk membuat suatu proyek konstruksi. *Owner* memiliki peran dalam mengeluarkan surat perintah kerja kepada kontraktor mengenai pelaksanaan proyek sesuai dokumen kontrak, menambah ataupun mengurangi pekerjaan dalam proyek tersebut, dan mencari serta membantu dalam hal pendanaan yang akan berlangsung. Dalam proyek Jembatan Ogan, yang berperan sebagai *owner* adalah PT. Waskita Sriwijaya Tol.

2.5.2. Konsultan Perencana

Konsultan perencana adalah pihak yang ditunjuk oleh *owner* untuk bertindak selaku perencana, membuat gambar dari segi arsitektur dan detailnya, uraian perhitungan dari konstruksi gambar kerja, serta syarat pekerjaan dan uraian pelaksanaannya. Dalam proyek ini konsultan perencana adalah PT. Multi Phi Beta yang telah memenuhi persyaratan untuk mengerjakan perencanaan teknis, menyiapkan dokumen lelang, administrasi proyek dan memberikan spesifikasi teknis.

2.5.3. Konsultan Pengawas

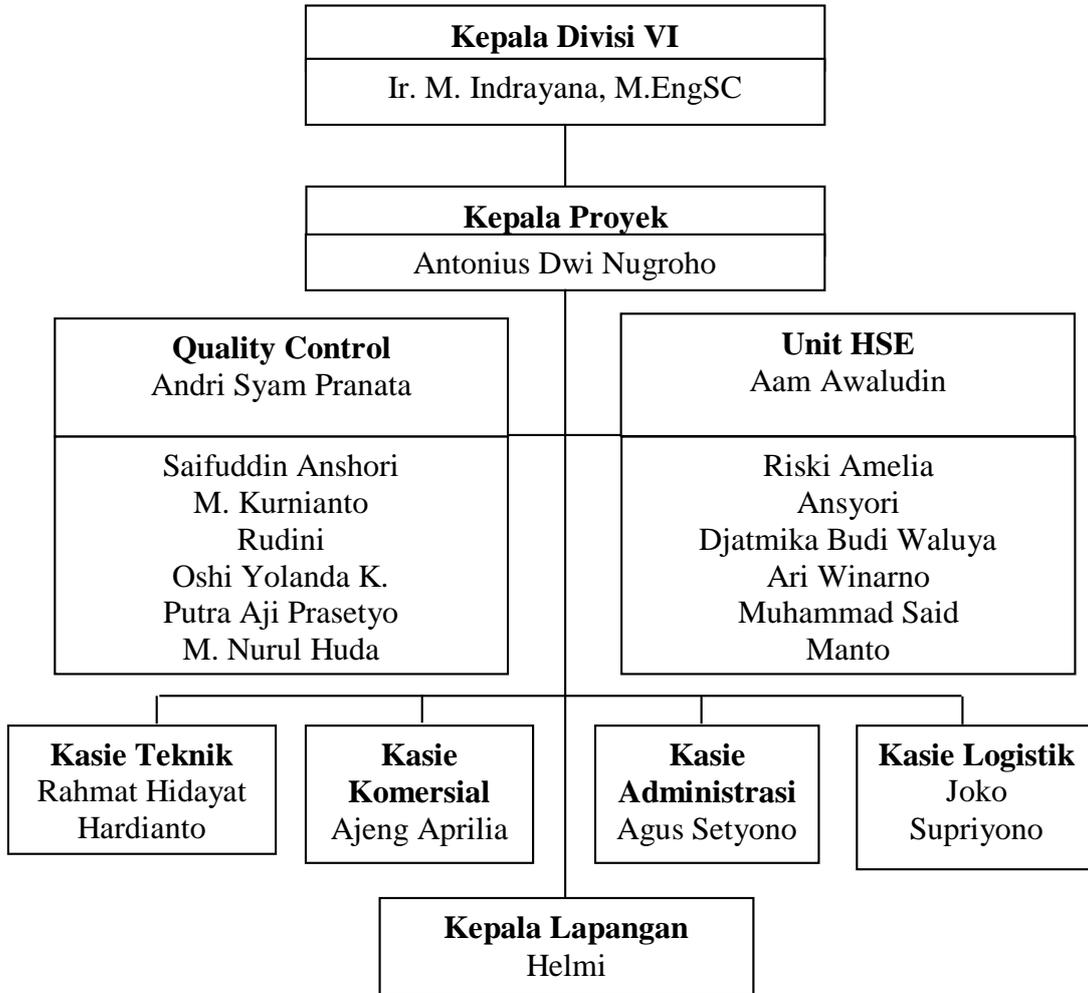
Konsultan pengawas merupakan pihak yang ditunjuk oleh *owner* untuk melaksanakan pekerjaan pengawasan. Pengawas melakukan pemantauan terhadap kualitas pelaksanaan yang dilakukan oleh kontraktor dan mutu bahan bangunan yang digunakan, apakah sudah sesuai atau tidak. Konsultan pengawas dapat berupa badan usaha atau perorangan. Dalam proyek ini konsultan pengawas adalah PT. Perentjana Djaja.

2.5.4. Kontraktor

Kontraktor merupakan perusahaan atau badan hukum yang telah memenuhi persyaratan administrasi sesuai dengan ketentuan yang telah disiapkan oleh Pemerintah Republik Indonesia. Kontraktor ditunjuk oleh *owner* untuk melaksanakan pekerjaan sesuai dengan gambar kerja, peraturan dan syarat yang telah ditetapkan oleh perencana. Maka dari itu, kontraktor harus membuat metode pelaksanaan yang akan digunakan, menyiapkan tenaga kerja yang ahli dan berpengalaman, dan penyediaan peralatan dan bahan yang dibutuhkan. Dalam proyek ini yang ditunjuk sebagai kontraktor adalah PT. Waskita Karya (Persero) Tbk.

2.6. Struktur Organisasi Kontraktor Proyek

Dalam kontraktor proyek pembangunan Jembatan Ogan terdapat struktur organisasi yang memiliki peran masing-masing. Struktur organisasi kontraktor pada proyek pembangunan Jembatan Ogan dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 2.5. Struktur organisasi kontraktor pada proyek pembangunan Jembatan Ogan (Dokumen proyek PT. Waskita Karya, 2019)

BAB III

DATA UMUM PROYEK

3.1 Jembatan

Dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 tentang Jalan (2006) dijelaskan bahwa jembatan adalah jalan yang terletak di atas permukaan air dan/atau di atas permukaan tanah. Selain itu, jembatan juga disebut sebagai bangunan pelengkap jalan yang berfungsi sebagai penghubung dua ujung jalan yang terputus oleh sungai, saluran, lembah, selat atau laut, jalan raya dan jalan kereta api (Departemen Pekerjaan Umum, 2008).

3.2 Tipe jembatan

Teknologi pembuatan jembatan beberapa tahun sudah sangat modern. Perkembangan teknologi ini didukung oleh perkembangan material konstruksi yang kuat dan tahan lama. Selain itu, seiring dengan berkembangnya ilmu arsitektur, variasi dari bentuk jembatan pun semakin beragam dan dapat disesuaikan dengan keinginan dan kebutuhan. Keberagaman ini menyebabkan tipe jembatan dikelompokkan menurut beberapa kategori, diantaranya: tipe jembatan berdasarkan fungsi; tipe jembatan berdasarkan bahan material; tipe jembatan berdasarkan jenis strukturnya; dan tipe jembatan berdasarkan formasi lantainya. Di bawah ini diuraikan beberapa kelompok jembatan yang ada.

3.2.1. Tipe Jembatan Berdasarkan Fungsi

Berdasarkan fungsinya, terdapat empat tipe jembatan, yaitu jembatan jalan raya, jembatan jalan kereta api, jembatan pejalan kaki/jembatan penyeberangan, dan jembatan pipa saluran.

1. Jembatan jalan raya (*highway bridge*), yaitu jembatan yang dirancang untuk memikul beban lalu lintas kendaraan baik kendaraan berat maupun ringan, biasa dilalui oleh kendaraan lalu lintas seperti mobil, motor, truk, atau pun kendaraan berat lainnya.
2. Jembatan jalan kereta api (*railway bridge*), yaitu jembatan yang digunakan khusus sebagai lintasan kereta api. Perencanaan jembatan ini dari jalan rel

kereta api, ruang bebas jembatan, hingga beban yang diterima oleh jembatan disesuaikan dengan kereta api yang melewati jembatan tersebut.

3. Jembatan pejalan kaki atau penyeberangan (*foot bridge*), yaitu jembatan yang berfungsi sebagai fasilitas menyeberang bagi pejalan kaki agar ketertiban pada jalan yang dilewati jembatan penyeberangan lebih aman dan terhindar dari kecelakaan lalu lintas.
4. Jembatan pipa saluran, yaitu jembatan yang digunakan untuk pipa yang melintasi saluran, sungai, atau lainnya, yang tidak memungkinkan pipa ditanam di dalam tanah.
5. Jembatan darurat, yaitu jembatan yang direncanakan dan dibuat untuk kepentingan darurat dan biasanya dibuat hanya untuk digunakan dalam jangka waktu tertentu (sementara). Umumnya jembatan darurat dibuat pada saat pembuatan jembatan baru, misalnya apabila jembatan lama dibongkar maka dibuat jembatan darurat hingga jembatan yang baru dibangun bisa difungsikan.

3.2.2. Tipe Jembatan Berdasarkan Bahan Konstruksi

Berkembangnya ilmu teknologi material konstruksi menyebabkan jembatan yang dulunya hanya terbuat dari kayu, kemudian berkembang menjadi besi, hingga saat ini ada 5 tipe jembatan jika dikategorikan menurut bahan konstruksi penyusunnya, diuraikan sebagai berikut :

1. Jembatan Kayu (*Log Bridge*)

Jembatan kayu merupakan jembatan sederhana yang mempunyai panjang relatif pendek dengan beban yang diterima relatif ringan. Meskipun pembuatannya menggunakan bahan utama kayu, struktur dalam perencanaan atau pembuatannya wajib memperhatikan dan mempertimbangkan ilmu gaya (mekanika).

2. Jembatan Pasangan Batu dan Batu Bata

Jembatan pasangan batu dan bata merupakan jembatan yang konstruksi utamanya terbuat dari batu dan bata. Untuk membuat jembatan dengan batu dan bata umumnya konstruksi jembatan dibuat melengkung. Seiring perkembangan zaman jembatan ini sudah tidak digunakan lagi. Contoh jembatan pasangan batu dan bata dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah ini.

Gambar 3.1. Jembatan pasangan batu dan batu bata
(Pxhere.com, 2016)



3. Jembatan Beton Bertulang (*Concrete Bridge*)

Saat material beton sudah mulai banyak digunakan sebagai material konstruksi, jembatan pun juga banyak yang dibangun dengan menggunakan beton bertulang sebagai material utama. Namun demikian, biasanya jembatan beton bertulang memiliki bentang yang relatif pendek. Untuk bentang yang lebih panjang, biasanya digunakan material beton prategang (*prestressed concrete*).

4. Jembatan Beton Prategang (*Prestressed Concrete Bridge*)

Pada jembatan tipe ini, diberikan gaya tekan awal yang dimaksudkan untuk mengimbangi tegangan yang terjadi akibat beban. Jembatan beton prategang dapat dilaksanakan dengan dua sistem, yaitu *pre tensioning* dan *post tensioning*. Pada sistem *pre tensioning*, beton dituang mengelilingi tendon prategang yang sudah ditegangkan terlebih dahulu dan transfer gaya prategang terlaksana karena adanya ikatan antara beton dengan tendon. Pada sistem *post tensioning*, tendon prategang ditempatkan di dalam *duct* setelah

beton mengeras dan transfer gaya prategang dari tendon pada beton dilakukan dengan penjangkaran di ujung gelagar. Jembatan beton prategang sangat efisien karena analisa penampang berdasarkan penampang utuh. Jembatan jenis ini dapat digunakan untuk variasi bentang jembatan 20—40 meter.

5. Jembatan Baja (*Steel Bridge*)

Jembatan baja pada umumnya digunakan untuk jembatan dengan bentang yang panjang dengan beban yang diterima cukup besar. Seperti halnya beton prategang, penggunaan jembatan baja banyak digunakan dan bentuknya lebih bervariasi, karena dengan jembatan baja bentang yang panjang biaya yang dikeluarkan dapat menjadi lebih ekonomis. Contoh jembatan konstruksi baja dapat dilihat pada gambar 2.2. sebagai berikut.



Gambar 3.2. Jembatan konstruksi baja
(Klikampera.com, 2018)

6. Jembatan Komposit (*Composite Bridge*)

Jembatan komposit merupakan perpaduan antara dua bahan yang sama atau berbeda, dengan memanfaatkan sifat menguntungkan dari masing bahan, sehingga diharapkan dapat menghasilkan elemen struktur yang lebih efisien. Gambar 2.3 di bawah ini menunjukkan contoh jembatan komposit.

Gambar 3.3. Jembatan komposit



(Researchgate.net, 2017)

3.2.3. Tipe Jembatan Berdasarkan Jenis Struktur

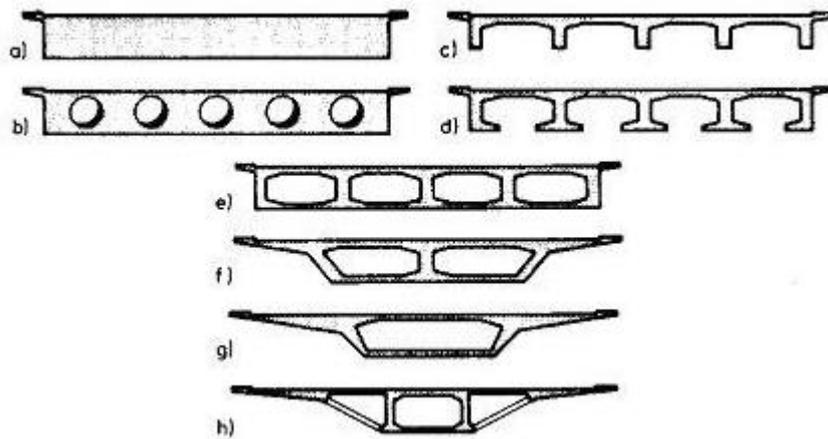
Berdasarkan jenis strukturnya, setidaknya ada delapan tipe jembatan, yaitu jembatan pelat, jembatan kabel, jembatan rangka, jembatan pelengkung, jembatan gantung, jembatan gelagar, dan jembatan kantilever.

1. Jembatan Pelat (*Slab Bridge*)

Jembatan yang memiliki elemen struktur horizontal yang berfungsi untuk menyalurkan beban mati ataupun beban hidup menuju rangka pendukung vertical dari suatu sistem struktur

2. Jembatan Gelagar Kotak (*Box Girder Bridge*)

Jembatan gelagar kotak (*box girder bridge*) tersusun dari gelegar longitudinal dengan slab di atas dan di bawah yang berbentuk rongga (*hollow*) atau gelegar kotak. Tipe gelegar kotak (*box girder*) digunakan untuk jembatan bentang panjang. Pada umumnya untuk bentang sederhana dengan panjang 40 ft (\pm 12 meter), tetapi bentang *box girder* beton bertulang lebih ekonomis pada bentang 60 – 100 ft (\pm 18 - 30 meter) dan didesain sebagai struktur menerus di atas pilar. Gelegar kotak beton prategang dalam desain lebih menguntungkan untuk bentang menerus dengan panjang bentang lebih dari 300 meter.



Gambar 3.4. Bentuk Penampang *Box Girder*

3. Jembatan Gantung (*Suspension Bridge*)

Dahulu, jembatan gantung yang paling awal digantungkan dengan menggunakan tali atau dengan potongan bambu. Jembatan gantung modern digantungkan dengan menggunakan kabel baja. Pada jembatan gantung modern, kabel menggantung dari menara jembatan kemudian melekat pada *caisson* (alat berbentuk peti terbalik yang digunakan untuk menambatkan kabel di dalam air) atau *cofferdam* (ruangan di air yang dikeringkan untuk pembangunan dasar jembatan). *Caisson* atau *cofferdam* akan ditanamkan jauh ke dalam lantai danau atau sungai. Lantai jembatan di tahan oleh kabel vertikal yang dihubungkan pada kabel suspensi di atasnya. Kabel suspensi adalah bagian terpenting dari jembatan gantung, karena berfungsi untuk menahan beban lantai jembatan yang nantinya diteruskan ke tumpuan yang ada di ujung jembatan.

Gambar 3.5. Jembatan gantung



4. Jembatan Rangka (*Truss Bridge*)

Jembatan rangka adalah salah satu jenis struktur jembatan modern yang paling tua. Jembatan rangka dibuat dengan menyusun tiang jembatan membentuk kisi agar setiap tiang hanya menampung sebagian berat struktur jembatan tersebut. Kelebihan sebuah jembatan tipe rangka adalah biaya pembuatannya yang lebih ekonomis karena penggunaan bahan yang lebih efisien. Selain itu, jembatan rangka dapat menahan beban yang lebih besar untuk jarak yang lebih jauh dengan menggunakan elemen yang lebih pendek daripada jembatan balok biasa. Jembatan rangka umumnya terbuat dari baja, dengan bentuk dasar berupa segitiga. Elemen rangka dianggap bersendi pada kedua ujungnya sehingga setiap batang hanya menerima gaya aksial tekan atau tarik saja.

5. Jembatan Kabel (*Cable Stayed Bridge*)

Seperti halnya jembatan gantung, jembatan kabel ditahan dengan menggunakan kabel. Yang membedakan adalah bahwa pada sebuah jembatan *cable stayed*, jumlah kabel yang dibutuhkan lebih sedikit dan panjang kabel yang ditahan oleh menara penahan jauh lebih pendek. Jembatan *cable stayed* yang pertama dirancang pada tahun 1784 oleh CT Loescher.

6. Jembatan Pelengkung (*Arch Bridge*)

Jembatan pelengkung merupakan tipe jembatan yang memiliki dinding tumpuan pada setiap ujungnya. Jembatan pelengkung yang paling awal diketahui dibangun oleh masyarakat Yunani, contohnya adalah Jembatan Arkadiko. Beban yang diterima oleh jembatan akan mendorong dinding tumpuan pada kedua sisinya.

7. Jembatan Kantilever (*Cantilever Bridge*)

Struktur jembatan tipe kantilever berupa balok horizontal yang disangga oleh tiang penopang hanya pada salah satu pangkalnya. Pembangunan jembatan tipe ini biasanya digunakan untuk mengatasi masalah pembuatan jembatan apabila keadaan tidak memungkinkan untuk menahan beban jembatan dari bawah sewaktu proses pembuatan. Sifat jembatan tipe kantilever cenderung agak kaku dan tidak mudah bergoyang, oleh karena itu struktur jembatan penyangga biasanya digunakan untuk membuat jembatan rel kereta api. Jembatan penyangga terbesar di dunia saat ini adalah jembatan penyangga Quebec Bridge di Quebec, Kanada yang memiliki panjang 549 meter.

3.2.4. Tipe Jembatan Berdasarkan Formasi Lantai Kendaraan

Berdasarkan formasi lantai kendaraan, dapat ditemui empat tipe jembatan yaitu jembatan lantai atas (*upper deck bridge*), jembatan lantai tengah, jembatan lantai bawah (*lower deck bridge*), dan jembatan lantai ganda (*double deck bridge*).

1. Jembatan lantai atas, di mana posisi lantai jembatan sebagai tempat lalu lintas kendaraan terletak di sisi atas struktur utama jembatan.
2. Jembatan lantai bawah, yaitu jembatan di mana posisi lantai jembatan terletak di sisi bawah struktur utama jembatan.
3. Jembatan lantai tengah, yaitu jembatan di mana posisi lantai jembatan terletak di sisi tengah struktur utama jembatan.
4. Jembatan lantai ganda, yaitu jembatan di mana sisi atas dan bawah dari jembatan digunakan untuk lalu lintas kendaraan.

3.3 Bagian Struktur Jembatan

Secara umum, bagian struktur jembatan dapat dibedakan menjadi empat, yaitu struktur bagian atas (*superstructures*), struktur bagian bawah (*substructures*), struktur fondasi (*foundation structures*), dan struktur bangunan pelengkap (*complimentary structures*). Penjelasan mengenai masing bagian struktur dijelaskan pada sub-subbab berikut ini.

3.3.1. Struktur Bagian Atas (*Upperstructures*)

Struktur bagian atas suatu jembatan merupakan bagian yang menahan beban lalu lintas secara langsung kemudian menyalurkannya ke struktur bagian bawah jembatan (Prawono dkk., 2007). Sedangkan Siswanto (1993) menyebutkan bahwa struktur atas jembatan adalah bagian dari jembatan yang mentransfer beban dari lantai jembatan menuju perletakan jembatan. Umumnya, struktur bagian atas sebuah jembatan terdiri dari struktur utama, sistem lantai, sistem perletakan, gelagar, dan tambahan arah melintang maupun memanjang. Tergantung jenis jembatannya, struktur utama sebuah jembatan dapat berupa pelat, gelagar, rangka, penggantung, kabel, maupun pelengkung. Berikut ini akan dijelaskan beberapa unsur struktur yang termasuk ke dalam *upperstructure* pada jembatan.

a. Pelat

Pelat atau *slab* lantai kendaraan merupakan bagian yang berfungsi sebagai penahan lapis perkerasan yang menahan beban langsung kendaraan lalu lintas yang melalui jembatan dan mendistribusikan beban yang diterima di sepanjang bentang jembatan, lalu menyalurkannya ke gelagar memanjang melalui gelagar melintang. Pelat lantai umumnya dibuat dengan kemiringan sebesar 2% ke arah tepi kiri dan kanan badan jalan untuk mengalirkan air dari badan jalan ke saluran drainase yang ada, sehingga genangan pada badan jalan dapat dihindari. Kebanyakan sistem konstruksi yang ada menggunakan konstruksi pelat beton bertulang, baik pada konstruksi gedung, dermaga, maupun jembatan. Pada konstruksi jembatan, pelat lantai merupakan bagian yang didesain untuk mendistribusikan beban yang terjadi di sepanjang bentang jembatan dan konstruksinya menyatu dengan sistem struktur lain pada jembatan. Pelat lantai jembatan berfungsi untuk menahan beban lalu

lintas kendaraan yang melewati jembatan lalu menyalurkannya ke gelagar memanjang melalui gelagar melintang. Pada jembatan tipe komposit, pelat lantai kendaraan ditopang oleh gelagar memanjang serta diperkuat oleh diafragma.

b. Gelagar

Ada dua macam gelagar yang dapat ditemui pada jembatan, yaitu gelagar induk atau gelagar memanjang yang diposisikan searah dengan arah jembatan (tegak lurus terhadap arus sungai) dan gelagar anak atau gelagar melintang yang diposisikan tegak lurus terhadap arah jembatan (sejajar arus sungai).

c. Balok Diafragma

Merupakan balok yang berfungsi sebagai pengaku antar gelagar jembatan terhadap pengaruh gaya melintang.

d. Trotoar

Merupakan bagian dari superstructure jembatan yang fungsinya sebagai tempat pejalan kaki untuk melintasi jembatan sehingga kenyamanan dan keamanannya dapat terjamin dan tidak terganggu arus lalu lintas kendaraan. Perencanaan konstruksinya sama seperti pelat beton yang tertumpu sederhana pada pelat jalan.

e. Ikatan Angin

f. Andas/Perletakan

Merupakan bagian yang berfungsi sebagai penahan beban berat (vertikal dan horizontal) dan peredam getaran untuk mencegah kerusakan pada abutment.

g. *Bearing*

Merupakan salah satu komponen utama dalam pembuatan jembatan yang terbuat dari karet, fungsinya yaitu untuk meredam benturan yang terjadi antara jembatan dan fondasi.

3.3.2. Struktur Bagian Bawah (*Substructures*)

Struktur bagian bawah jembatan berfungsi untuk memikul beban dari struktur bagian atas dan struktur bagian bawah itu sendiri untuk kemudian disalurkan ke bagian fondasi jembatan sebelum disebarkan ke tanah. Beban yang diterimanya, selain dari struktur bagian atas, juga dapat berasal dari tekanan tanah, aliran air,

tumbukan, gesekan pada tumpuan, dan sebagainya. Komponen jembatan yang termasuk ke dalam struktur bagian bawah adalah sebagai berikut.

a. Abutment

Merupakan komponen yang berperan untuk menyokong bangunan yang ada di atasnya serta sebagai dinding penahan tanah. Biasanya abutment terbuat dari beton bertulang.

b. Pilar Jembatan (*Pier*)

Merupakan bangunan yang terletak di tengah bentang jembatan. Pada jembatan rangka baja, pilar biasanya dibutuhkan apabila bentang sungai melampaui panjang maksimum yang diizinkan pada peraturan. Pada pilar jembatan terdapat tiga komponen penyusun, yaitu *pierhead*, kolom, dan *pilecap*.

c. Drainase

Drainase berfungsi untuk mencegah terjadinya genangan air pada badan jembatan. Tujuannya yaitu agar struktur jembatan lebih awet dan tidak cepat mengalami kerusakan akibat sering tergenang air. Ada dua macam saluran drainase, yaitu saluran samping dan saluran gorong. Saluran samping diletakkan di tepi kanan dan kiri badan jembatan.

3.3.3. Fondasi

Fondasi merupakan bagian jembatan yang fungsinya adalah meneruskan beban yang telah disalurkan dari struktur yang ada di atasnya ke tanah dasar. Kondisi tanah dasar sangat penting untuk diperhatikan dalam perencanaan fondasi jembatan, karena jenis tanah dasar akan menentukan tipe fondasi yang digunakan. Jenis beban yang diterima oleh fondasi dapat berupa beban vertikal maupun lateral. Selain kondisi tanah dasar, faktor lain yang menentukan jenis fondasi ialah kedalaman lapisan tanah keras, terkait dengan kemampuan daya dukung tanah terhadap struktur jembatan yang akan dibangun di atasnya.

3.3.4. Bangunan Pelengkap (*Complimentary Structures*)

Bangunan pelengkap pada jembatan berfungsi sebagai pengamanan terhadap struktur jembatan secara keseluruhan dan pengguna jembatan. Yang termasuk sebagai struktur bangunan pelengkap pada jembatan adalah sebagai berikut.

a. Oprit Jembatan

Merupakan struktur jalan yang menghubungkan suatu ruas jalan dengan struktur jembatan, dapat berupa tanah timbunan dengan pemadatan khusus atau pun struktur kaki seribu (*pile slab*) (Pranowo, dkk., 2007). Pada oprit yang menggunakan struktur timbunan, dapat ditemui permasalahan yaitu sering terjadi penurunan sehingga kondisinya sering dirawat dan dilakukan penimbunan ulang untuk mencegah terjadinya perbedaan elevasi pada pertemuan ruas jalan dan jembatan.

b. Talud

Merupakan bangunan pelindung abutment yang diletakkan sejajar dengan arah arus sungai.

c. *Guide Post*

Berfungsi sebagai penunjuk jalan bagi kendaraan dan biasanya diletakkan di sepanjang oprit jembatan.

d. Lampu Penerangan Jalan

Merupakan komponen yang diletakkan di sisi kiri dan kanan jalan maupun di median jalan yang gunanya untuk menerangi jalan dan lingkungan di sekitar jalan yang diperlukan.

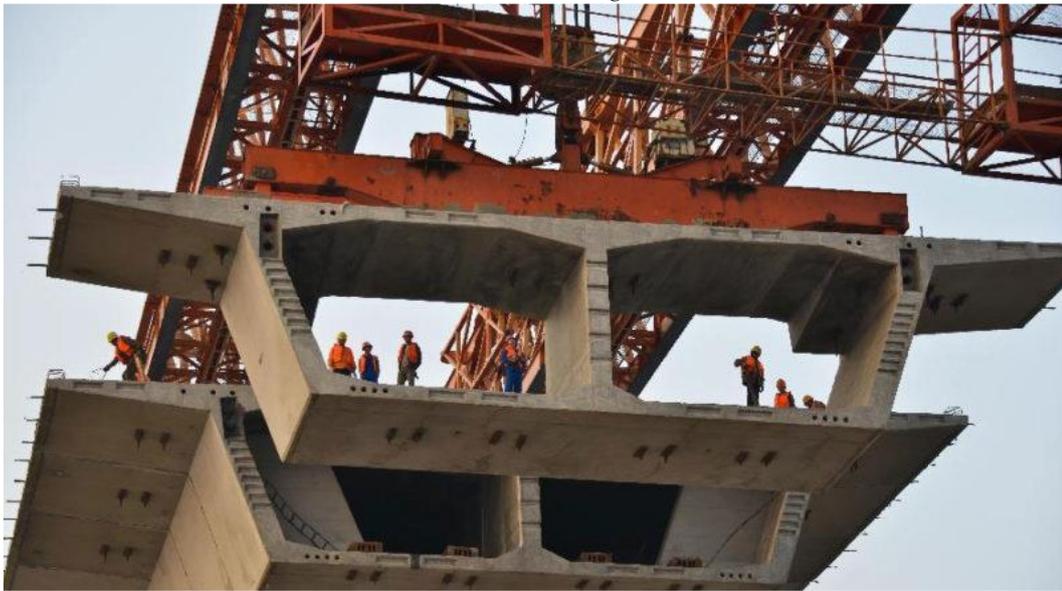
e. Trotoar

Merupakan jalur pejalan kaki yang umumnya sejajar dengan badan jalan dan lebih tinggi dari permukaan perkerasan jalan sehingga keamanan pejalan kaki terjamin.

3.4 Gelagar Kotak (*Box Girder*)

Box Girder adalah balok yang terletak di antara dua penyangga berupa *pier* ataupun *abutment* pada suatu jembatan atau *fly over* yang berfungsi menyalurkan beban berupa beban kendaraan, berat sendiri *girder* dan beban-beban lainnya yang berada di atas *girder* tersebut ke bagian struktur di bawahnya, yaitu *abutment* atau *pier*. Bahan pembuatan *girder* dapat berupa baja ataupun beton prategang. Untuk profil *box girder* ada bermacam, tetapi umumnya *box girder* yang digunakan berbentuk trapesium.

Gambar 3.6. *Box girder*



3.5 Beton Prategang

Beton adalah material yang kuat dalam kondisi tekan, tetapi lemah dalam kondisi tarik, kuat tariknya bervariasi dari 8 sampai 14 persen dari kuat tekannya. Karena rendahnya kapasitas tarik, maka retak lentur terjadi pada taraf pembebanan yang masih rendah. Untuk mencegah keadaan tersenut, gaya konsentris atau eksentris diberikan dalam arah longitudinal elemen struktural. Gaya ini mencegah berkembangnya retak dengan cara mengurangi tegangan tarik dengan signifikan di bagian tumpuan dan daerah kritis pada kondisi beban kerja, sehingga kapasitas lentur, geser, dan torsional penampang dapat meningkat. Gaya longitudinal yang diterapkan seperti di atas disebut gaya prategang, yaitu gaya tekan yang memberikan prategang pada penampang di sepanjang bentang suatu elemen struktural sebelum bekerjanya beban mati dan hidup transversal atau beban hidup horizontal tension. Pada beton prategang, kombinasi antara beton dengan mutu

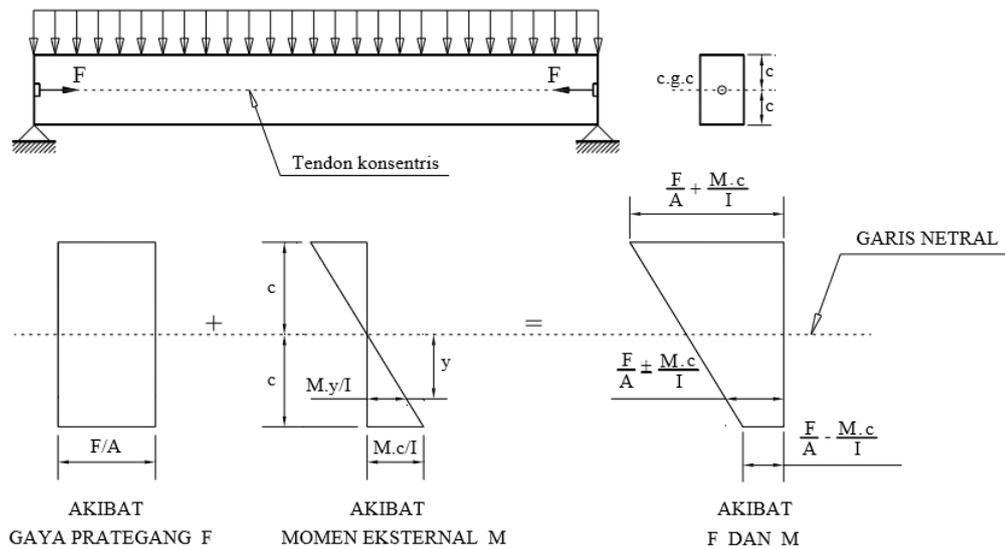
yang tinggi dan baja bermutu tinggi dikombinasikan dengan cara aktif, sedangkan beton bertulang kombinasinya secara pasif. Cara aktif ini dapat dicapai dengan cara menarik baja dengan menahannya kebeton, sehingga beton dalam keadaan tertekan. Karena penampang beton sebelum beban bekerja telah dalam kondisi tertekan, maka bila beban bekerja tegangan tarik yang terjadi dapat dikurangi oleh tegangan tekan yang telah diberikan pada penampang sebelum beban bekerja.

3.5.1. Prinsip Dasar Beton Prategang

Beton pratekan dapat didefinisikan sebagai beton yang diberikan tegangan tekan internal sedemikian rupa sehingga dapat mengurangi tegangan tarik yang terjadi akibat beban eksternal sampai suatu batas tertentu. Ada 3 (tiga) konsep yang dapat di pergunakan untuk menjelaskan dan menganalisa sifat dasar dari beton pratekan atau prategang.

3.5.2. Sistem Prategang Mengubah Beton Getas menjadi Elastis

Eugene Freyssinet menggambarkan dengan memberikan tekanan terlebih dahulu (pratekan) pada bahan beton yang pada dasarnya getas akan menjadi bahan yang elastis. Dengan memberikan tekanan (dengan menarik baja mutu tinggi), beton yang bersifat getas dan kuat memikul tekanan, akibat adanya tekanan internal ini dapat memikul tegangan tarik akibat beban eksternal. Hal ini dapat dijelaskan dengan gambar di bawah ini :

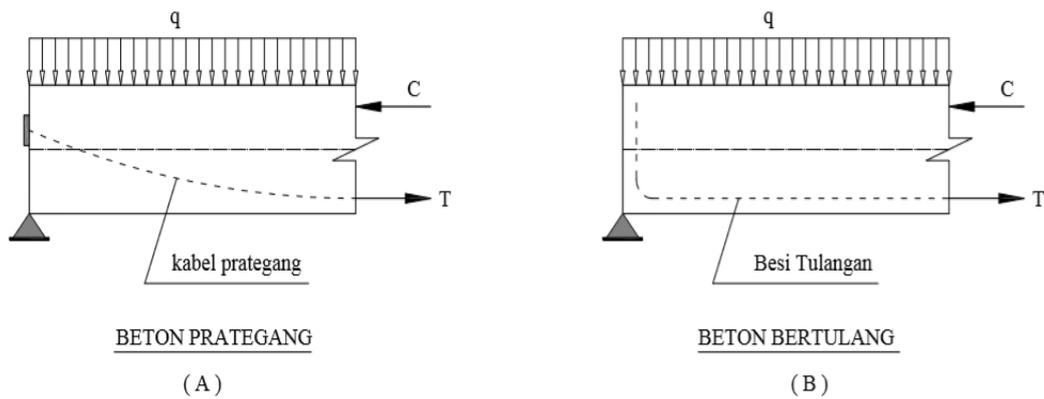


Gambar 3.7. Pemberian gaya prategang dan momen eksternal

3.5.3. Sistem Prategang Kombinasi Baja Mutu Tinggi dan Beton Mutu Tinggi

Konsep ini hampir sama dengan konsep beton bertulang biasa, yaitu beton prategang merupakan kombinasi kerja sama antara baja prategang dan beton, dimana beton menahan beban tekan dan baja prategang menahan beban tarik. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

Gambar 3.8. Gaya pada beton prategang dan beton bertulang



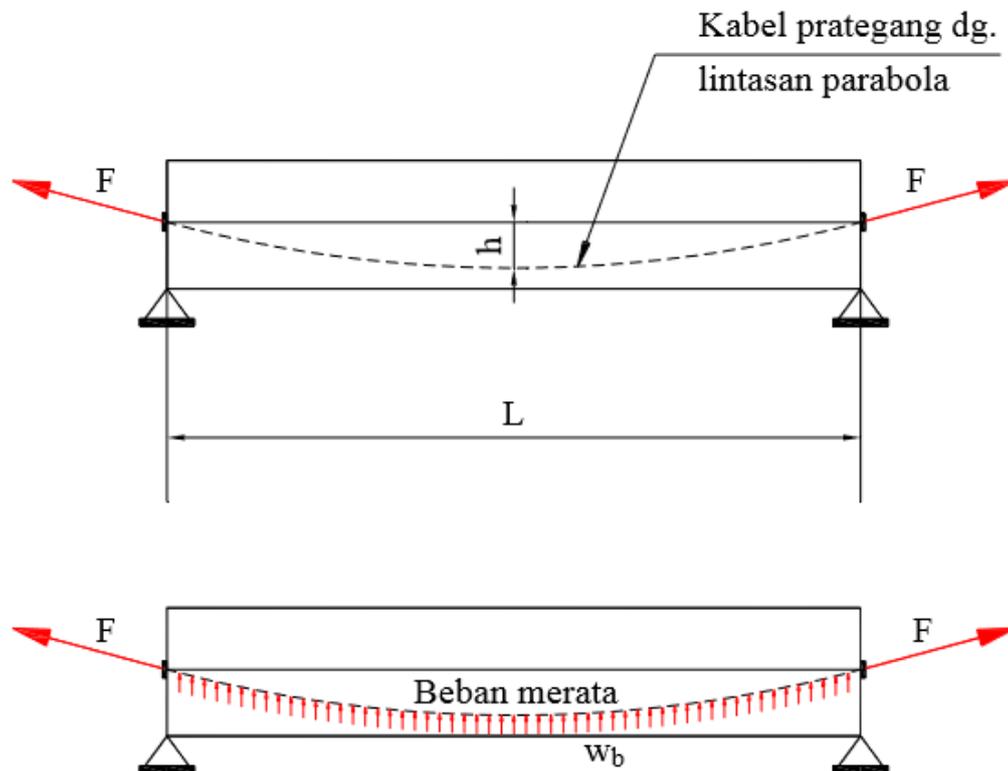
(Soetoyo,2011)

Pada beton prategang, baja prategang ditarik dengan gaya prategang T yang mana membentuk suatu kopel momen dengan gaya tekan pada beton C untuk melawan momen akibat beban luar. Sedangkan pada beton bertulang biasa, besi penulangan

menahan gaya tarik T akibat beban luar, yang juga membentuk kopel momen dengan gaya tekan pada beton C untuk melawan momen luar akibat beban luar.

3.5.4. Sistem Prategang Mencapai Keseimbangan Beban

Disini menggunakan prategang sebagai suatu usaha untuk membuat keseimbangan gaya pada suatu balok. Pada design struktur beton prategang, pengaruh dari prategang dipandang sebagai keseimbangan berat sendiri, sehingga batang yang mengalami lendutan seperti plat, balok dan gelagar tidak mengalami tegangan lentur pada kondisi pembebanan yang terjadi. Hal ini dapat dijelaskan pada Gambar 2.9. sebagai berikut:



Gambar 3.9. Beban merata pada balok prategang
(Soetoyo, 2011)

3.6 Metode Prategang

3.6.1. Pratarik (*Pre-Tension Metod*)

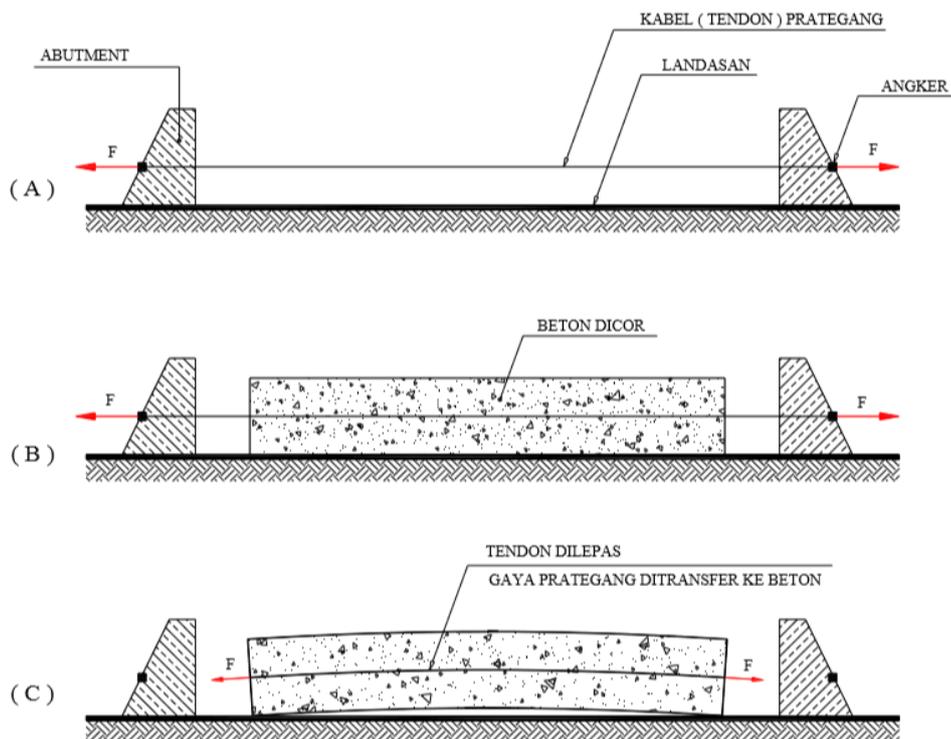
Pada metode pratarik ini baja prategang diberi gaya prategang dulu sebelum

beton dicor, oleh karena itu disebut *pretension method*. Adapun prinsip tahapan dari praktek ini sebagai berikut:

Tahap 1: Kabel (tendon) prategang ditarik atau diberi gaya prategang kemudian diangker pada suatu abutment atau.

Tahap 2: Beton dicor pada bekisting (*formwork*) dan landasan yang sudah sedemikian sehingga melingkupi tendon yang sudah diberi gaya prategang dan dibiarkan mengering.

Tahap 3: Setelah beton mengering dan cukup umur untuk menerima gaya prategang, tendon dipotong dan dilepas, sehingga gaya prategang ditransfer ke beton.

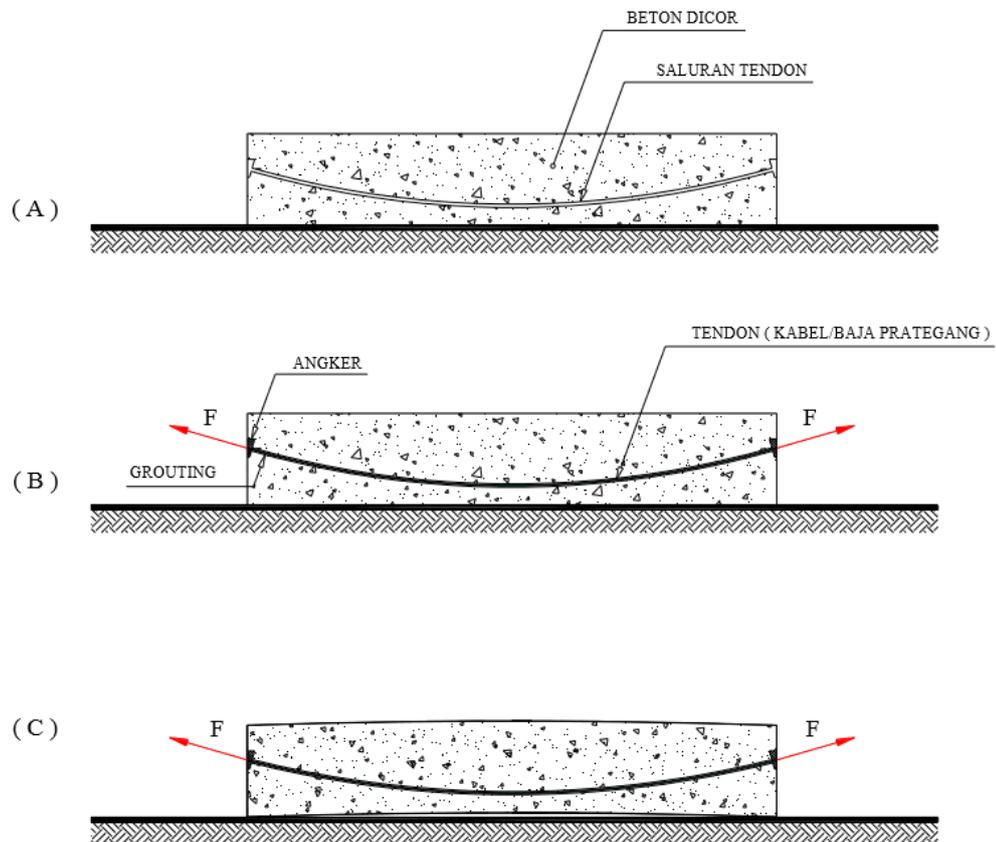


Gambar 3.10. Penarikan tendon pratarik
(Soetoyo, 2011)

Setelah gaya prategang ditransfer ke beton, balok tersebut melengkung ke atas sebelum menerima beban kerja. Setelah beban kerja bekerja, maka balok beton tersebut rata kembali.

3.6.2. Pascatarik (*Post-Tension Method*)

Pada metode pascatarik, beton dicor terlebih dahulu, dimana sebelumnya telah disiapkan saluran kabel atau tendon yang disebut *duct*. Secara singkat metode ini dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 3.11. Penarikan tendon pascatarik
(Soetoyo, 2011)

Tahap 1: Dengan cetakan (*formwork*) yang telah disediakan lengkap dengan saluran/selongsong kabel prategang (tendon *duct*) yang dipasang melengkung sesuai bidang momen balok, kemudian beton dicor.

Tahap 2: Setelah beton cukup umur dan kuat memikul gaya prategang, tendon atau kabel prategang dimasukkan dalam selongsong, kemudian ditarik untuk mendapatkan gaya prategang. Metode pemberian gaya prategang ini adalah salah satu ujung kabel diangker kemudian ujunglainnya ditarik (ditarik satu sisi). Adapun yang ditarik di kedua sisinya dan diangker

secara bersamaan. Setelah diangkur, kemudian saluran di grouting melalui lubang yang telah disediakan.

Tahap 3: Setelah diangkur, balok beton menjadi tertekan, jadi gaya prategang telah ditransfer ke beton. Karena tendon dipasang melengkung, maka akibat gaya prategang tendon memberikan beban merata ke balok yang arahnya ke atas, akibatnya balok melengkung ke atas.

3.7 Tahap Pembebasan

Beton prategang memiliki dua tahap pembebanan, tidak seperti pada beton bertulang pada umumnya. Pada setiap tahap pembebanan selalu diadakan pengecekan atas kondisi pada bagian yang tertekan maupun bagian yang tertarik untuk setiap penampang.

3.7.1. Tahap *Transfer*

Untuk metode pratarik, tahap transfer ini terjadi pada saat angker dileps dan gaya prategang ditransfer ke beton. Untuk metode pascatarik, tahap transfer ini terjadi pada saat beton sudah cukup umur dan dilakukan penarikan kabel prategang. Pada saat ini beban yang bekerja hanya berat sendiri struktur, beban pekerja dan peralatan sangat minimum, sementara gaya prategang yang bekerja adalah maksimum karena belum ada kehilangan gaya prategang.

3.7.2. Tahap *Service*

Setelah beton prategang digunakan atau difungsikan sebagai komponen struktur, maka mulailah masuk ke tahap service, atau tahap layan dari beton prategang tersebut. Pada tahap ini beban luar seperti *live load*, angin, gempa, dan lainnya mulai bekerja, sedangkan pada tahap ini semua kehilangan gaya prategang sudah dipertimbangkan di dalam analisa struktur.

3.8 Material Beton Prategang

3.8.1. Beton

Pada konstruksi beton prategang biasanya dipergunakan beton mutu tinggi dengan kuat tekan $f_c' = 30 - 40$ MPa, hal ini diperlukan untuk menahan tegangan tekan pada pengangkuran tendon (baja prategang) agar tidak terjadi keretakan.

3.8.2. Baja Prategang

Di dalam praktek baja prategang, tendon yang digunakan ada tiga macam, yaitu:

a. Kawat tunggal (*wire*)

Kawat tunggal ini biasanya dipergunakan dalam beton prategang dengan sistem pra-tarik (*pretension method*).

b. Untaian kawat (*strand*)

Untaian kawat ini biasanya dipergunakan dalam beton prategang dengan sistem pasca-tarik (*post-tension*).

c. Kawat batang (*bar*)

Kawat batang ini biasanya digunakan untuk beton prategang dengan sistem pra-tarik (*pretension*). Selain baja prategang di atas, beton prategang masih memerlukan penulangan biasa yang tidak diberi gaya prategang seperti tulangan memanjang, sengkang, tulangan untuk pengangkuran.

Jenis Baja Prategang	Diameter (mm)	Luas (mm ²)	Beban Putus (kN)	Tegangan Tarik (Mpa)
Kawat Tunggal (wire)	3	7.1	13.5	1900
	4	12.6	22.1	1750
	5	19.6	31.4	1600
	7	38.5	57.8	1500
	8	50.3	70.4	1400
Untaian Kawat (strand)	9.3	54.7	102	1860
	12.7	100	184	1840
	15.2	143	250	1750
	23	415	450	1080

Kawat Batangan (bar)	26	530	570	1080
	29	660	710	1080
	32	804	870	1080
	38	1140	1230	1080

Tabel 3.1. Jenis Baja Prategang

Jenis lain tendon yang sering digunakan untuk beton prategang pasa sistem *pre-tension* adalah *seven-wire strand* dan *single-wire*. Untuk *seven-wire* ini, satu bendel kawat terdiri dari 7 buah kawat, sedangkan *single wire* terdiri dari kawat tunggal.

Sedangkan untuk beton prategang dengan sistem *post-tension* sering menggunakan tendon *nonostrand*, batang tunggal, *multi-wire* dan *multi-strand*. Untuk jenis *post-tension method* ini, tendon dapat bersifat *bonded* (dimana sasaran kabel diisi dengan material *grouting*) dan *unbonded* saluran kabel diisi dengan minyak gemuk atau *grease*. Tujuan utama dari *grouting* adalah untuk:

- a. Melindungi tendon dari korosi
- b. Mengembangkan lekatan antara baja prategang dan beton sekitarnya

Material *grouting* ini biasanya terdiri dari campuran semen dan air dengan *w/c ratio* 0,5 dan *admixture* (*water reducing and expansive agent*).

3.9 Metode Pelaksanaan Konstruksi

Metode pelaksanaan proyek konstruksi pada hakekatnya adalah penjabaran tata cara dan teknik pelaksanaan pekerjaan, yang merupakan inti dari seluruh kegiatan dalam sistem manajemen konstruksi. Metode pelaksanaan proyek konstruksi merupakan kunci untuk dapat mewujudkan seluruh perencanaan menjadi bentuk bangunan fisik. Pada dasarnya metode pelaksanaan konstruksi merupakan penerapan konsep rekayasa berpijak pada keterkaitan antara persyaratan dalam dokumen pengadaan, keadaan teknis dan ekonomis yang ada dilapangan, dan seluruh sumber daya termasuk pengalaman kontraktor. Kombinasi dan keterkaitan ketiga elemen secara interaktif membentuk kerangka gagasan dan konsep metode optimal yang diterapkan dalam pelaksanaan konstruksi (Dipohusodo, I, 1996), seperti bentuk bagan dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 3.12. Kerangka gagasan dan konsep metode optimal dalam pelaksanaan konstruksi

3.9.1. Beton

Pada pelaksanaannya, pekerjaan box girder memiliki karakteristik yang berbeda pada setiap proyek. Pihak kontraktor selaku pelaksana pekerjaan di lapangan setelah melakukan suvey melakukan pemilihan metode pelaksanaan apa yang cocok pada kondisi di lapangan. Box Girder sendiri dalam pelaksanaannya dibagi menjadi 2 jenis, yaitu jenis box girder pracetak (precast) dan cetak setempat (cast in situ). Konsep pelaksanaan pekerjaan box girder umumnya sebagai beton prategang, sehingga pada penampang box girder diberi tegangan pada kabel tendon yang di pasang dan di stressing sesuai jumlah segmen box girder di lapangan. Khusus pada proyek jembatan, box girder digunakan sebagai pengganti bentang balok memanjang maupun melintang pada jembatan rangka maupun jembatan bentang bentang pendek pada umumnya. Pekerjaan box girder sendiri memiliki keuntungan pada proses pelaksanaannya di lapangan dalam beberapa tahun terakhir jembatan box girder sudah banyak digunakan sebagai solusi estetika dan ekonomi. Kekuatan torsial yang sangat besar tertutup bagian plat lantai box girder yang memberikan struktur di bawahnya lebih estetik. Lebih efisien untuk penampangnya dikarenakan memiliki berat struktur yang lebih ringan. Secara interior jembatan box girder dapat digunakan untuk mengakomodasi layanan seperti pipa gas, air, instalasi listik, dan lain-lain. Untuk bentang besar (flens) bawah dapat digunakan sebagai dek lain yang bisa digunakan untuk mengakomodasi lalu lintas juga, selain itu juga pemeliharaan box girder lebih mudah. Box girder memiliki nilai efisiensi

struktural tinggi yang dapat meminimalkan kekuatan pretessing yang diperlukan untuk menahan momen lentur yang diberikan.

Pelaksanaan struktur box girder ballance cantilever dengan form traveler yang dimana pekerjaannya cetak setempat (cast in situ) memiliki beberapa hal yang wajib diperhatikan dari pihak kontraktor. Kondisi cuaca menjadi faktor non-teknis yang juga lebih diperhatikan agar tidak terjadinya kegagalan pelaksanaan pekerjaan box girder terhadap siklus pekerjaan yang telah di rencanakan. Adapun urutan dalam pelaksanaan pekerjaan box girder yang umum digunakan pada proyek jembatan yaitu sebagai berikut :

a. Pekerjaan Pembesian Box Girder.

Pelaksanaan pekerjaan pembesian box girder memiliki perbedaan dari metode yang digunakan, cetak setempat (cas in situ) maupun pracetak (precast). Pembesian box girder dengan metode cast in situ, rangkaian tulangan pembesian dikerjakan sesuai profil box girder yang digunakan, baik berbentuk trapesium atau persegi. Apabila menggunakan alat bantu perancah (form traveller) sebagai bekisting utama segmen box girder, pekerjaan pembesian dibagi menjadi 3 sisi bagian box girder, yaitu dimulai dari sisi bawah (bottom) box girder, sisi dinding (web) box girder, dan sisi atas (top) box girder. Penggunaan alat berat (form traveller) sebagai satu elemen pekerjaan box girder membuat diperlukan adanya pemasangan pipa duct yang fungsinya sebagai lubang angkur dari form traveler tersebut. Pekerjaan pembesian tulangan pada box girder dengan metode cast in situ memerlukan pengawasan yang teliti dari pihak pengawas dilapangan terhadap hasil dari pekerjaan yang dilakukan oleh tenaga kerja sehingga kontraktor dapat memastikan detail pembesian tulangan box girder sesuai dengan perencanaan pada gambar shop drawing sebagai acuan pelaksanaan pekerjaan.

b. Pengecoran Box Girder.

Pekerjaan pengecoran struktur box girder diperlukan perencanaan JMF (Job Mix Formula) terlebih dahulu berdasarkan kesepakatan dari pihak kontraktor dan konsultan perencana serta dari batching plant sebagai produsen beton. Pada umumnya struktur box girder menggunakan kuat tekan beton (strength) yang berkisar ± 45 Mpa. Hal ini disebabkan karena struktur box girder merupakan suatu segmen dari balok prategang (pre-stressed) sehingga memerlukan kuat tekan yang besar di

segala sisi box girder dan juga kepadatan yang baik dari pengecoran sehingga mengurangi kegagalan dari pelaksanaan pekerjaan pengecoran box girder akibat retak susut karena terdapat rongga pada bagian dalam penampang box girder. Pada pelaksanaan pengecoran box girder dengan menggunakan metode cast in situ, hal yang wajib diperhatikan adalah memastikan beton dari batching plant hingga sampai ke lokasi pengecoran tidak mengalami keterlambatan sehingga mengurangi kegagalan pada pelaksanaan pengecoran pada suatu segmen box girder. Selain itu, setiap material beton dari truck mixer yang siap dicor, dilakukan uji slump terlebih dahulu yang bertujuan untuk memastikan kembali apakah perencanaan JMF (Job Mix Formula) mengalami perubahan atau tidak saat di perjalanan menuju ke lokasi pengecoran. Cuaca sangat berpengaruh dari jalannya proses pengecoran sehingga diperlukannya antisipasi terhadap perubahan cuaca yang menyebabkan proses pengecoran menjadi terhambat.

c. Curing Beton.

Pelaksanaan perawatan beton (curing) diperlukan tidak hanya pada struktur box girder saja, tetapi juga pada setiap struktur bangunan yang dilaksanakan pekerjaan pengecoran. Proses curing khususnya pada struktur box girder cast in situ umumnya dengan cara melapisi bagian permukaan yang berpotensi mengalami hidrasi tinggi yaitu pada permukaan sisi bawah (bottom) dan sisi atas (top) box girder. Teknik perawatan (curing) pada box girder yaitu dengan melapisi sisi box girder dengan lapisan geotekstil (non-woven) dan karung goni yang basah.

d. Stressing Box Girder.

Pekerjaan stressing box girder bertujuan untuk membuat segmen box girder menjadi suatu kesatuan beton prategang. Dalam pelaksanaan dilapangan, stressing box girder memiliki tahapan persiapan dan tahapan pelaksanaan sesuai pedoman pada standar operasional pekerjaan box girder yang disepakati dari pihak kontraktor. Adapun tahapan pelaksanaan pekerjaan stressing box girder yaitu sebagai berikut :

- a. Melakukan pengujian terhadap sampel beton.
- b. Melakukan penusukan kabel strand sesuai jumlah yang terdapat pada gambar rencana (shop drawing).

- c. Pekerjaan stressing baja prategang hanya diizinkan dilakukan setelah mendapatkan persetujuan dari pengawas dan owner jika mutu beban yang di uji telah mencapai minimal 80% dari yang disyaratkan dan dibuktikan dengan pengujian sampel.
- d. Melakukan pengecekan terhadap elongasi saat pekerjaan stressing baja dengan toleransi +7 % atau -7 % dari yang direncanakan.
- e. Pengecekan terhadap chamber box.
- f. Pemotongan strand dapat dilakukan setelah stressing box girder selesai dilakukan dan data hasil stressing tersebut disetujui oleh pengawas dan owner.
- g. Pekerjaan grouting dapat dikerjakan setelah pemotongan strand.
- h. Setelah pekerjaan stressing selesai, form traveler dapat dipindah ke segmen berikutnya.

e. *Traveler Formwork*

Formwork (acuan dan perancah) atau bekisting adalah suatu konstruksi pembantu yang bersifat sementara yang merupakan cetakan / mal (beserta pelengkapannya) pada bagian samping dan bawah dari suatu konstruksi beton yang dikehendaki. *Traveler formwork* berarti bekisting berjalan, bekisting yang difungsikan berulang kali pada pekerjaan segmental, difungsikan sebagai penggantung atau penopang bekisting serta penggerak bekisting untuk pengecoran segmen berikutnya.

Biaya konstruksi acuan (formwork) mungkin sepertiga atau bahkan lebih dari keseluruhan biaya bangunan beton, oleh karena itu desain dan konstruksi *formwork* diusahakan se-ekonomis mungkin. Selain itu, bagus tidaknya tampak permukaan beton yang sudah dikerjakan serta kecepatan konstruksinya tergantung pada penggunaan konstruksi acuan (*formwork*) yang digunakan serta pengaturannya agar diperoleh penggunaan yang paling efisien. Ada beberapa jenis metode pekerjaan *traveler formwork*, secara garis besar dibagi menjadi:

- a. *Traveler* dengan sistem pergerakan manual
- b. *Traveler* dengan sistem pergerakan hidrolis

3.9.2. Dokumen Metode Pelaksanaan Proyek Konstruksi

Dokumen metode pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi (Syah, M. S, 2004), pada umumnya terdiri dari :

1. Project plant, dimana dokumen ini isinya meliputi :
 - a. Denah fasilitas proyek (jalan kerja,dan bangunan fasilitas).
 - b. Lokasi pekerjaan, Jarak angkut.
 - c. Komposisi alat.
2. Sket atau gambar bantu, merupakan penjelasan pelaksanaan pekerjaan.
3. Uraian pelaksanaan pekerjaan.
4. Perhitungan kebutuhan tenaga kerja dan jadwal kebutuhan tenaga kerja.
5. Perhitungan kebutuhan material dan jadwal kebutuhan material.
6. Perhitungan kebutuhan peralatan konstruksi dan jadwal kebutuhan peralatan.
7. Dokumen lainnya sebagai penjelasan dan pendukung perhitungan dan kelengkapan yang lain.

3.9.3. Aspek Penilaian Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Menurut Syah, M. S (2004), metode pelaksanaan pekerjaan yang baik dapat dikatakan apabila memenuhi persyaratan teknis, persyaratan ekonomis, memenuhi pertimbangan nonteknis, dan sebagai alternatif yang terbaik. Berikut beberapa aspek penilaian sebuah metode pelaksanaan pekerjaan yaitu :

- a. Lengkapnya metode pelaksanaan komponen pekerjaan yang direncanakan atau mencerminkan bahwa proyek dapat disesuaikan secara lengkap.
- b. Kesesuaian waktu metode pelaksanaan komponen pekerjaan atau keseluruhan pekerjaan yang direncanakan dengan jadwal waktu pelaksanaan. Jadwal pelaksanaan sesuai dengan metode pelaksanaan pekerjaan.
- c. Tepatnya metode yang direncanakan dengan kondisi medan lokasi dan tenaga kerja atau peralat yang diadakan.
- d. Praktis, efisien, dan efektif dari sudut biaya yang dibutuhkan serta penggunaan waktu yang tersedia.
- e. Aman terhadap tenaga kerja, fasilitas bangunan yang dikerjakan dan lingkungan proyek.
- f. Metode pelaksanaan logis dan dapat dilaksanakan.

- g. Bagi kontraktor metode pelaksanaan dibuat guna memperoleh cara pelaksanaan yang efektif dan efisien.
- h. Bentuk metode pelaksanaan berupa gambar kerja serta berurut pelaksanaan pekerjaan (procedure, work instruction) sehingga dapat digunakan sebagai acuan pelaksanaan.

Pada bangunan atas untuk jembatan beton, biasanya memiliki tiga alternatif metode pelaksanaannya seperti sistem perancah, sistem cantilever, atau sistem launching. Adapun penjelasan metode pelaksanaannya yaitu sebagai berikut :

1. Metode Perancah (Falsework) pada Bangunan Atas Konstruksi Jembatan.

Pada sistem ini, balok jembatan dicor ditempat (cast insitu) atau dipasang (precast), di atas landasan yang didukung sepenuhnya oleh sistem perancah, kemudian setelah selesai perancah dibongkar, (Asiyanto, 2005). Erection/pemasangan lantai jembatan dengan sistim perancah/form work adalah sistem pemasangan lantai dengan bantuan perancah. Sistim ini biasa dipakai pada jembatan beton yang dicor ditempat (cast insitu) sehingga tidak memerlukan alat berat. Metode beton yang dicor ditempat (cast insitu) biasa dipakai kalau pelaksanaan pembangunan jembatannya diperkirakan boleh mengganggu lalu lintas yang melewati jembatan tersebut dan dasar sungai dengan kondisi tanah baik untuk perancah serta ketinggian pondasi memungkinkan dibuat perancah.

2. Metode Peluncuran (Launching) pada Bangunan Atas Konstruksi Jembatan.

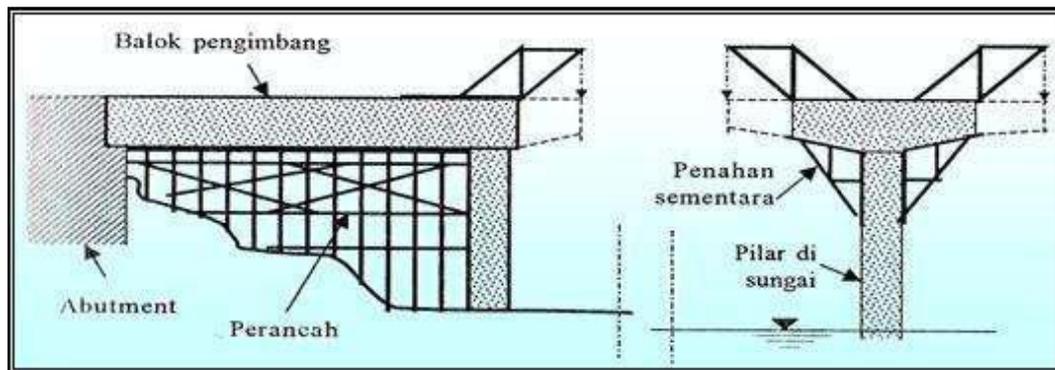
Metode peluncuran (launching) pada konstruksi jembatan, biasanya dilaksanakan pada bangunan atas. Pada sistem ini balok jembatan dicor di salah satu sisi jembatan, kemudian diluncurkan dengan cara ditarik/didorong hingga mencapai sisi lain jembatan. Untuk bentang lebih dari satu, sistem ini memerlukan bantuan launching nose yang disambung di depan balok (untuk mengurangi moment akibat kantilever). Bila struktur jembatan cukup besar, dan lahan terbatas, biasanya digunakan system incremental launching. Berbagai sistem tersebut merupakan alternatif untuk dipilih yang paling mungkin/aman/efisien, dengan cara pemilihan sistem yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan bangunan dan kondisi desain bangunan itu sendiri.

3. Metode Kantilever (Balance Cantilever) Cast Insitu

Metode kantilever (balance cantilever) cast insitu adalah pengecorannya dilakukan ditempat (cast insitu) tetapi sistemnya adalah kantilever (balance cantilever). Adapun urutan pelaksanaan sistem kantilever (balance cantilever) cast insitu dapat dilaksanakan dengan langkah sebagai berikut:

- a. Diselesaikan terlebih dahulu bagian yang diperlukan untuk balance, dapat dengan metode perancah atau perancah gantung (menempel pada pier), untuk pengecoran awal.
- b. Memasang dan menyetel traveling form pada segmen beton yang akan dicor (bertumpu pada bagian yang telah dicor)
- c. Pemasangan besi beton dan tendon duct.

Kantilever biasanya dibangun dalam 3 segmen sepanjang $\pm 6m$. segmen ini mungkin akan dilemparkan di tempat atau pracetak di halaman tujuan dibangun di dekatnya, diangkut ke spesifik dermaga darat, air, atau di jembatan selesai, dan didirikan pada tempatnya.



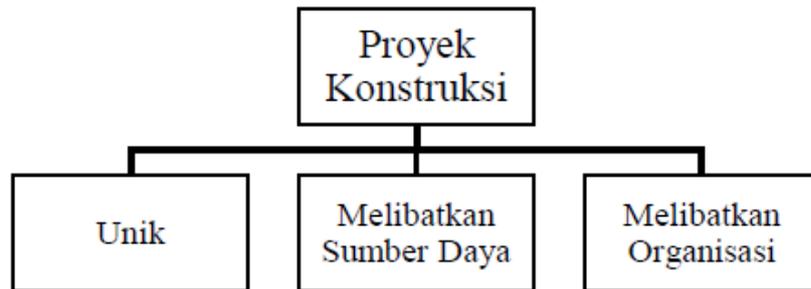
Gambar 3.13. Metode kantilever (balance cantilever) cast insitu

3.10 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali di laksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proses yang terjadi dalam rangkaian kegiatan tersebut tentunya melibatkan pihak – pihak yang terkait, baik secara langsung maupun tidak langsung. Karakteristik proyek konstruksi dapat dipandang dalam tiga dimensi, yaitu unik, melibatkan sejumlah sumber daya, dan membutuhkan organisasi (Ervianto, 2007).

3.11 Karakteristik Proyek Konstruksi

Menurut Wulfram I Ervianto, karakteristik proyek konstruksi dipandang dalam tiga dimensi yaitu dapat dilihat pada Gambar 2.14. berikut:



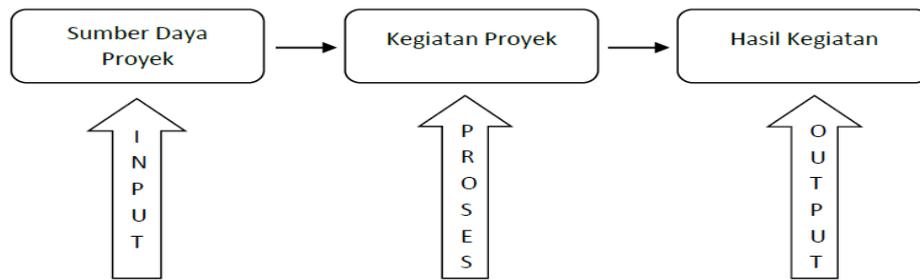
Gambar 3.14. Three dimensional objective (Ervianto, 2007)

Berdasarkan gambar diatas, karakteristik proyek konstruksi ialah bersifat unik, melibatkan sumber daya, sert melibatkan organsasi. Proyek konstruksi bersifat unik dimana keunikan dari proyek konstruksi adalah tidak pernah terjadi rangkaian kegiatan yang sama persis atau tidak ada proyek identik, yang ada adalah proyek sejenis, dimana proyek bersifat sementara dan selalu melibatkan grup pekerjaan yang berbeda.

Karakteristik proyek konstruksi yang melibatkan sumber daya atau resources, didefinisikan sebagai dimana setiap proyek konstruksi membutuhkan sumber daya dalam penyelesaian. Sumber daya yang dimaksud ialah sumber daya manusia atau pekerja dan “sesuatu“ berupa uang, mesin, metoda, dan material.

Kegiatan proyek konstruksi juga melibatkan organisasi. Dimana setiap organisasi mempunyai keragaman tujuan dimana didalamnya terlibat sejumlah individu dengan ragam keahlian, ketertarikan, kepribadian dan juga ketidakpastian. Langkah awal yang perlu dilakukan yaitu menyatukan

keberagaman dalam satu visi yang ditetapkan oleh organisasi. Adapun bagan aliran dalam kegiatan proyek sebagai suatu sistem yang dapat dilihat pada Gambar 2.15. berikut.



Gambar 3.15. Proyek Sebagai Suatu Sistem (Ervianto, 2007)

3.12 Manajemen Proyek Konstruksi

Manajemen proyek konstruksi adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Manajemen proyek tumbuh karena dorongan mencari pendekatan pengelolaan yang sesuai dengan tuntutan dan sifat kegiatan proyek, suatu kegiatan yang dinamis dan berbeda dengan kegiatan operasional rutin.

3.12.1. Manajemen Konstruksi

Manajemen pada suatu konstruksi merupakan suatu alat untuk mengefektifkan dan mengefisienkan kegiatan pada proyek tersebut. Parameter yang digunakan di sini adalah fungsi waktu dan biaya dari setiap kegiatan proyek konstruksi. Sehingga mengatur dan menata kegiatan ini seseorang lebih dahulu mengerti serta memahami persoalan dari awal sampai akhir.

Sasaran manajemen konstruksi adalah untuk menata pekerjaan konstruksi agar pekerjaan tersebut berlangsung dengan hemat dan maksimal. Konstruksi itu sendiri merupakan susunan yang terabjatis, artinya konstruksi itu tersusun A – B – C – D, bukan seperti C – B – D – A. Jika diurut mengenai penataan pada suatu konstruksi, maka data yang diperlukan yaitu antara lain :

a. Studi kelayakan

Layak tidaknya suatu konstruksi di bangun, menyangkut pengaruh terhadap lingkungan, jauh dekatnya dengan fasilitas umum. Disini manajemen konstruksi mulai berperan.

b. Rekayasa desain

Di sinilah berfungsinya manajemen konstruksi pemukiman dan gedung, menyangkut dengan penyediaan fasilitas, sistem pembuangan air kotor, sistem air bersih, pemipaan dan sebagainya.

c. Pengadaan

Setelah desain selesai diperlukan biaya dan bahan (material) dan sumber daya.

d. Pelaksanaan konstruksi

Diperlukan manajemen untuk menata dan mengatur setiap kegiatan dengan pemanfaatan sumber daya yang efektif dan efisien. Memantau setiap pekerjaan yang telah dikerjakan dan memantau konflik antar sumber daya yang terjadi.

e. Pemanfaatan

f. Pemeliharaan

3.12.2. Manajemen Biaya

Adapun kegiatan dalam proyek perlu memiliki standar kinerja biaya proyek yang dibuat secara akurat dengan cara membuat format perencanaan seperti dibawah ini.

1. Kurva S, selain dapat mengetahui progres waktu proyek, kurva S berguna juga untuk mengendalikan kinerja biaya, hal ini ditunjukkan dari bobot pengeluaran kumulatif masing-masing kegiatan yang dapat di kontrol dengan membandingkannya dengan baseline periode tertentu sesuai dengan kemajuan aktual proyek.
2. Diagram cash flow, diagram yang menunjukkan rencana aliran pengeluaran dan pemasukan biaya selama proyek berlangsung. Pembuatan diagram ini ditujukan agar pengendalian keseluruhan biaya proyek dapat dilakukan dengan detail sehingga tidak mengganggu keseimbangankas proyek.
3. Kurva earned value yang menyatakan nilai uang yang telah dikeluarkan pada baseline tertentu sesuai dengan kemajuan aktual proyek. Bila ada indikasi biaya yang dikeluarkan melebihi rencana, maka biaya itu dikoreksi dengan melakukan penjadwalan ulang dan meramalkan seberapa besar biaya yang harus dikeluarkan sampai akhir proyek karena penyimpangan tersebut.

4. Balance sheet, yaitu menyatakan besarnya aktif dan pasif keuangan perusahaan selama periode satu tahun dengan keseluruhan proyek yang telah dikerjakan beserta aset-aset yang dimiliki perusahaan.

3.12.3. Manajemen Mutu

Jaminan mutu dapat diperoleh dengan melakukan proses berdasarkan kriteria material atau kerja yang telah ditetapkan hingga didapat standar produk akhir, dapat pula dengan melakukan suatu proses prosedur kerja yang berbentuk sistem mutu hingga didapat standar sistem mutu terhadap produk akhir. Quality control dimaksudkan untuk menjamin mutu material atau kerja yang diperoleh sesuai dengan sasaran dan tujuan yang ditetapkan.

3.12.4. Manajemen Waktu

Standar kinerja waktu ditentukan dengan merujuk seluruh tahapan kegiatan proyek beserta durasi dan penggunaan sumber daya. Dari semua informasi dan data yang telah diperoleh, dilakukan proses penjadwalan sehingga akan ada output berupa format-format laporan lengkap mengenai indikator progres waktu, sebagai berikut:

- a. Barchart, merupakan diagram batang yang secara sederhana dapat menunjukkan informasi rencana jadwal proyek beserta durasinya, lalu dibandingkan dengan progres aktual sehingga diketahui apakah proyek terlambat atau tidak.
- b. Network Planning, sebagai jaringan kerja berbagai kegiatan dapat menunjukkan kegiatan-kegiatan kritis yang membutuhkan pengawasan ketat agar pelaksanaannya tidak terlambat. Format network planning juga digunakan untuk mengetahui kegiatan-kegiatan yang longgar waktu penyelesaiannya berdasarkan total float-nya, sehingga kesemua itu dapat digunakan untuk memperbaiki jadwal dan alokasi sumber dayanya menjadi lebih efektif serta efisien.
- c. Kurva S, berguna dalam pengendalian kinerja waktu. Hal ini ditunjukkan dari bobot penyelesaian kumulatif masing-masing kegiatan dibandingkan dengan keadaan aktual, sehingga apakah proyek terlambat atau tidak dapat dikontrol dengan memberikn baseline pada periode tertentu.

Agar pelaksanaan proyek dapat tercapai sesuai dengan tujuan yaitu target dan rencana dalam pelaksanaan pembangunan proyek harus tepat waktu, biaya ekonomis dan kualitas yang maksimal, maka seorang ketua tim teknis pembangunan harus dapat melaksanakan fungsi manajemen dengan baik, yang meliputi hal-hal sebagai berikut :

- a. Perencanaan, meliputi penentuan strategi, kebijaksanaan proyek, program maupun metode yang digunakan untuk mencapai tujuan yang diharapkan, yang meliputi perencanaan waktu, gambar, pengadaan bahan, pengadaan peralatan, dan perencanaan keuangan.
- b. Pengarahan, merupakan bagian dari koordinasi proyek yang bertujuan agar masing-masing bagian mengetahui tanggung jawabnya masing-masing.
- c. Pengawasan, untuk mengetahui apakah pelaksanaan pekerjaan telah sesuai dengan perencanaan mutu, biaya, dan waktu.
- d. Evaluasi, menilai hasil pekerjaan apakah sudah sesuai dengan perencanaan atau belum.
- e. Perencanaan Ulang, dilakukan terhadap pekerjaan yang menyimpang dari perencanaan dengan tujuan untuk merumuskan penyelesaian yang terbaik, agar kesalahan yang sama tidak terulang kembali

3.13 Manajemen Kualitas

Pada pelaksanaan pekerjaan box girder, diperlukan kontrol terhadap material, alat, maupun tenaga kerja guna mencapai rencana pekerjaan yang sesuai pada kontrak. Dalam sebuah proyek, dibutuhkan 2 jenis pekerjaan utama yang mengatur dari sisi mutu dan kualitas material maupun alat yang digunakan yaitu *Quality Assurance* dan *Quality Control*.

3.13.1. Quality Assurance

Adapun tugas utama sebagai Quality Assurance yaitu sebagai berikut :

- a. Memastikan Metode Kerja yang telah disetujui tersedia dan pekerjaan dilaksanakan sesuai dengan metode kerja, dokumen kontrak dan vendor dokumen.

- b. Metode kerja wajib diketahui oleh setiap orang yang terlibat dalam pekerjaan
- c. Memberikan Inspection Test Plan (ITP) dan memastikan ceklist internal persiapan pekerjaan telah dipenuhi sebelum pekerjaan dilaksanakan.
- d. Melakukan identifikasi semua material, alat, prosedur, sumber daya dan manajemen agar tercapai pekerjaan baik.

3.13.2. Quality Control

Adapun tugas utama sebagai Quality Control yaitu sebagai berikut :

- a. Melakukan ijin pekerjaan yang disetujui sesuai dengan metoda, area, material dan peralatan.
- b. Melakukan kontrol pada ITP dan menjamin dapat terlaksana
- c. Melakukan update ITP guna meningkatkan mutu hasil pekerjaan
- d. Mempersiapkan rencana, prosedur dan dokumen terkait pekerjaan
- e. Urutan setiap pekerjaan mengikuti metoda kerja termasuk pengakhiran.
- f. Melakukan kontrol mutu terhadap hasil pekerjaan sesuai dengan ITP dan memastikan rekam mutu disimpan dengan baik.

3.14 Manajemen K3

Dalam hal ini, manajemen K3 memiliki tugas utama yaitu guna menjamin keselamatan para tenaga kerja dengan target “zero accident” dan juga mengontrol resiko bahaya yang terjadi pada setiap jenis pekerjaan. Dalam beberapa kasus proyek di Indonesia, sering terjadinya kecelakaan disebabkan karena kurangnya peran manajemen K3 tersebut terhadap keberlangsungan sebuah pekerjaan konstruksi. Berikut dijelaskan beberapa mengenai fungsi utama K3 pada sebuah proyek yaitu sebagai berikut :

- a. Pengenalan keselamatan dan kesehatan kerja sudah diperkenalkan kepada setiap orang yang terlibat di proyek sebelum pekerjaan konstruksi dimulai melalui induksi K3
- b. Urutan kerja, potensi yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja baik peralatan, material maupun metoda kerja dijelaskan dalam tahap awal dan pada tool box meeting/pre start meeting. Hal ini dituangkan secara detail dalam Job Safety Analysis (JSA)

- c. Semua orang yang terlibat dalam pekerjaan diwajibkan memakai alat pelindung diri selama dalam area proyek. Pemberian rambu keamanan dan kesehatan kerja selalu ditempatkan pada lokasi yang sesuai.
- d. Petugas mekanik bersama safety selalu memeriksa peralatan yang sedang dipakai dan yang dipakai dalam proses konstruksi secara berkala.
- e. Hal khusus yang memerlukan perhatian yaitu :
 - i. Penempatan material
 - ii. Pemeriksaan akses transportasi
 - iii. Alat angkat tidak mengalami overload
 - iv. Alat yang digunakan dalam kondisi yang baik, dan sesuai dengan beban yg di angkat.
 - v. Perhatian ditujukan secara khusus pada material kimia (admixture), berikan tempat khusus dengan tanda khusus.
- f. Peralatan perlindungan kerja yang wajib digunakan adalah:
 - a. Helm
 - b. Safety shoe
 - c. Safety glove
 - d. Full body harness
 - e. Safety vest
 - f. Safety glasses

3.15 Perangkat Manajemen Proyek Konstruksi

Dalam manajemen konstruksi, terdapat perangkat yang dapat digunakan untuk memantau jalannya kegiatan suatu proyek dan memperoleh informasi yang diperlukan yaitu *barchart*, kurva S, PDM, dan CPM.

3.15.1. Barchart

Dalam dunia konstruksi, teknik penjadwalan yang paling sering digunakan adalah *barchart* atau diagram batang atau bagan balok. *Barchart* merupakan sekumpulan kegiatan atau aktivitas dalam lingkup pekerjaan yang ditempatkan

pada kolom vertikal, sedangkan waktu ditempatkan dalam tempat horizontal yang menyatakan satuan waktu dalam hari, minggu, bulan sebagai durasinya. Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagan. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari kegiatan dan biasanya kegiatan tersebut disusun berdasarkan kronologi pekerjaannya.

Barchart dibuat pertama kali oleh Henry L. Gantt pada masa perang dunia I, sehingga sering juga disebut sebagai Ganttchart. Adapun ciri-ciri *barchart* adalah sebagai berikut :

1. Dalam pembuatan dan persiapannya mudah.
2. Memiliki bentuk yang mudah dimengerti.
3. Apabila digabungkan dengan metode lain, seperti kurva S dapat dipakai lebih jauh sebagai pengendalian biaya.

Meskipun memiliki segi keuntungan tersebut, penggunaan metode *barchart* terbatas karena kendala-kendala berikut. (Suprihatiningsih, 2016).

1. Tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antar kegiatan, sehingga sangat sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal seluruh proyek.
2. Sukar mengadakan pembaruan atau perbaikan, karena umumnya harus dilakukan dengan membuat bagan balok baru, padahal tanpa adanya pembaharuan segera, akan menjadi kuno dan menurun daya gunanya.
3. Untuk proyek berukuran sedang dan besar, atau lebih kompleks, penggunaan bagan balok akan menghadapi kesulitan. Aturan umum penggunaan penjadwalan dengan *Barchart* menyatakan bahwa metode ini hanya digunakan untuk proyek yang kurang dari 100 kegiatan. Jika lebih dari 100, maka akan menjadi sulit untuk dibaca dan digunakan.

No	Urutan Pekerjaan	Minggu ke												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Pek. Pondasi	■	■	■	■									
2	Pek Beton		■	■	■	■	■	■	■					
3	Pek. Kap							■	■	■	■	■		
4	Pek. Loteng									■	■	■	■	■
5	Pek. Plesteran						■	■	■	■				
6	Pek. Lantai				■	■	■	■	■					
7	Pek. Pintu									■	■			
8	Pek. Pengecatan							■	■	■	■	■		
9	Pek. Perlengkapan									■	■	■	■	■

Gambar 3.16. Contoh Diagram Batang (Yurry, 2008)

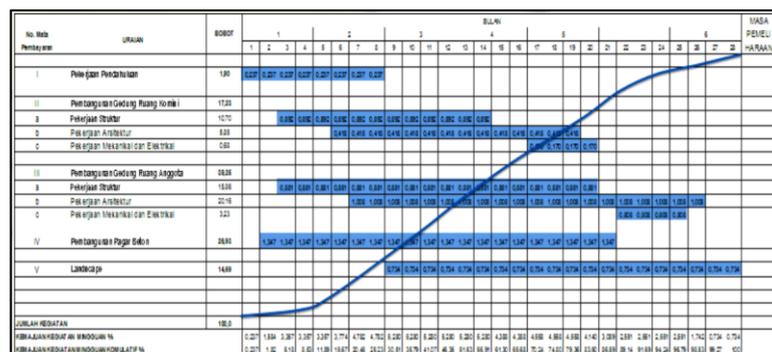
3.15.2. Kurva S

Kurva S merupakan suatu grafik yang menunjukkan hubungan antara kemajuan pelaksanaan proyek terhadap waktu penyelesaian, di mana fungsinya sebagai alat kontrol atas maju mundurnya pelaksanaan pekerjaan.

Menurut Hannum (penemu kurva S) aturan yang wajib dipenuhi dalam membuat Kurva S adalah:

- Pada seperempat waktu pertama, grafiknya naik landai sampai 10%.
- Pada setengah waktu, grafiknya naik terjal mencapai 45%.
- Pada saat tiga per empat waktu terakhir, grafiknya naik terjal mencapai 82%.
- Waktu terakhirnya, grafiknya naik landai hingga mencapai 100%.

Pada sebagian besar proyek, pengeluaran sumber daya untuk setiap satuan waktu condong untuk memulainya dengan lambat, berkembang ke puncak dan kemudian berkurang secara berangsurangsur bila telah mendekati ke ujung akhir.



Gambar 3.17. Kurva S (Artika, 2014)

Beberapa kelebihan dan kelemahan perangkat Bar Chart dan kurva S adalah sebagai berikut:

- Kelebihan:
 - Mudah dalam membaca waktu mulainya suatu pekerjaan;
 - Mudah dalam membaca waktu suatu pekerjaan diselesaikan;
 - Memberikan informasi cepat, normal atau terjadi keterlibatan pelaksana setiap pekerjaan dalam pelaksanaan suatu proyek;

- d. Memberikan informasi mengenai persentase pekerjaan yang telah diselesaikan.
2. Kelemahan:
 - a. Tidak memberikan informasi mengenai rincian pekerjaan secara pasti seperti susunan pekerjaan yang sesuai dengan pelaksanaan di lapangan;
 - b. Tidak memberikan informasi mengenai hubungan ketergantungan antar kegiatan;
 - c. Tidak memberikan informasi mengenai adanya kegiatankegiatan dengan waktu kritis, sehingga tidak dapat dilakukan percepatan suatu pekerjaan bila terjadi keterlambatan.

3.15.3. Critical Path Method (CPM)

CPM (*critical path method*) merupakan salah satu teknik penjadwalan rencana kerja yang digambarkan dalam bentuk jaringan seperti kegiatan pada anak panah (*activity on arrow*–AOA). CPM atau Metode Jalur Kritis adalah suatu kumpulan pekerjaan proyek yang menjadi bagian kritis atas terselesainya proyek secara keseluruhan. Apabila tidak terselesaikan tepat waktu pada suatu pekerjaan yang termasuk dalam pekerjaan kritis, akan menyebabkan proyek mengalami keterlambatan karena waktu *finish* proyek akan menjadi mundur.

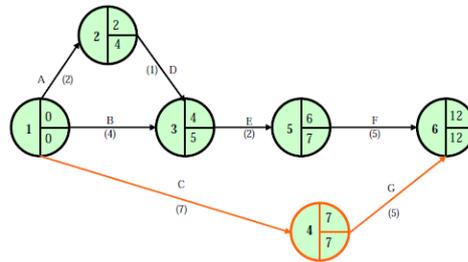
Adapun langkah standar dalam penentuan CPM adalah sebagai berikut :

1. Membagi seluruh pekerjaan menjadi beberapa jenis pekerjaan dan mengelompokkan pekerjaan yang sejenis.
2. Menentukan durasi penyelesaian pekerjaan setiap masing-masing jenis pekerjaan.
3. Menentukan keterkaitan antara kelompok-kelompok pekerjaan tersebut.
4. Menentukan *critical path method* berdasarkan hubungan saling keterkaitannya.
5. Membandingkan durasi total pekerjaan dengan waktu yang dibutuhkan.

Tahapan analisis jaringan kerja :

1. Membuat rincian kegiatan, menyusun urutan kejadian, menentukan keterkaitan antar pekerjaan, menentukan jenis pekerjaan yang harus didahulukan.

2. Memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan jenis pekerjaan, menentukan mulai dan berakhirnya suatu pekerjaan, dan memperkirakan berakhirnya pekerjaan pada suatu proyek.
3. Menetapkan alokasi biaya dan peralatan untuk jenis pekerjaan.

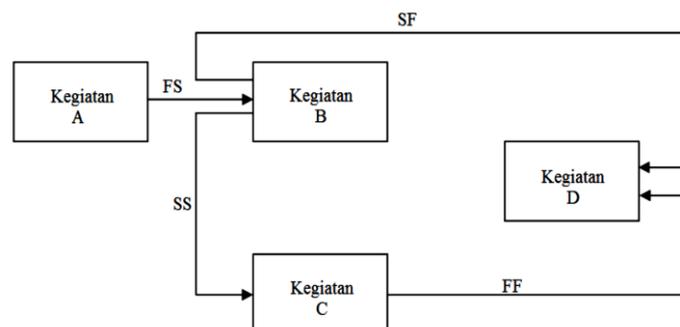


Gambar 3.18. CPM (Telaumbanua, 2017)

3.15.4. Precedence Diagram Method

Precedence Diagram Method (PDM) adalah salah satu teknik penjadwalan rencana jaringan kerja atau *Networking Planning*. PDM merupakan jaringan kerja yang termasuk dalam klasifikasi AON (*Activity On Node*). Kegiatan ditulis dalam kotak dan anak panah hanya menjelaskan hubungan ketergantungan diantara kegiatan-kegiatan. Di dalam *node* biasanya dapat diisikan hal-hal berikut :

1. Durasi pekerjaan.
2. Nomor kegiatan.
3. Deskripsi kegiatan.
4. ES, EF, LS, LF.
5. *Float* yang terjadi.



Gambar 2.19. Diagram Jaringan Kerja menggunakan PDM (Budiono, 2006)

PDM mempunyai hubungan logis ketergantungan yang bervariasi. Hubungan antara dua kegiatan dalam PDM ada empat macam hubungan yang bervariasi yaitu:

1. *Finish to finish* (FF)

Hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya (*finish*) kegiatan berikutnya (*successor*) tergantung pada selesainya (*finish*) kegiatan sebelumnya (*predecessor*).

2. *Finish to start* (FS)

Hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya kegiatan berikutnya tergantung pada selesainya kegiatan sebelumnya.

3. *Start to start* (SS)

Hubungan yang menunjukkan bahwa mulainya kegiatan berikutnya tergantung pada mulainya kegiatan sebelumnya.

4. *Start to finish* (SF)

Hubungan yang menunjukkan bahwa selesainya kegiatan berikutnya tergantung pada mulainya kegiatan sebelumnya.

BAB IV

TINJAUAN PELAKSANAAN PEKERJAAN

Bab ini membahas tahapan pelaksanaan pekerjaan konstruksi *box girder* balance cantilever dengan *form traveller* pada pembangunan jembatan Tol Kayu Agung-Palembang-Betung Seksi II. Pelaksanaan peninjauan pekerjaan konstruksi ini dilaksanakan pada masa kerja praktek dalam waktu kurang lebih 5 minggu dari tanggal 17 Juni 2019 sampai 5 Agustus 2019. Pada kerja praktek ini yang ditinjau *box girder* P15 sisi B segmen 3 yang dapat dilihat gambarnya pada Lampiran No 2. Pelaksanaan pekerjaan yang ditinjau pada proyek pembangunan jembatan Tol Kayu Agung-Palembang-Betung Seksi II ini meliputi:

1. Pelaksanaan pekerjaan Setting *Form Traveller*
2. Pelaksanaan pekerjaan *Box girder* dengan *Form Traveller*
3. Permasalahan pada Pelaksanaan Proyek dan Penanggulangannya.

4.1. Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi persiapan material dan peralatan pekerjaan konstruksi *box girder* balance cantilever jembatan Tol Kayu Agung-Palembang-Betung Seksi II.

1. Persiapan Lokasi Kerja
Persiapan tempat-tempat penting yang digunakan sebagai tempat pelaksanaan kerja, penyimpanan material, dan fasilitas-fasilitas yang mendukung semua kegiatan yang ada di proyek.
2. Persiapan Material
Mempersiapkan material dan bahan yang digunakan pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi merupakan hal yang penting. Material yang digunakan harus sesuai dengan perencanaan yang dilakukan konsultan Perencana.
3. Persiapan Peralatan
Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan ditempatkan secara terpusat agar memudahkan pekerja dalam mengambil peralatan. Peralatan dicek keadaannya baik sebelum atau sesudah pelaksanaan suatu pekerjaan sehingga alat dalam keadaan baik dan siap pakai.

4. Persiapan pekerjaan *box girder* dengan *form traveller*

Persiapan pekerjaan *box girder* dengan *form traveller* ini merupakan tahapan utama pada pelaksanaannya. Tahapan pekerjaannya meliputi instal *form traveller*, pembesian *box girder*, pengecoran *box girder*, curing beton, dan *stressing box girder*. Detail pelaksanaan pekerjaan *box girder* meliputi pembesian *box girder*, gambar site plan segmen *box girder* yang dikerjakan dapat dilihat pada subbab Lampiran No 2.

4.2. Pekerjaan Persiapan Lokasi Kerja

Adapun pekerjaan persiapan yang perlu dilakukan guna tercapainya penyelesaian pengerjaan proyek sesuai dengan yang direncanakan, yaitu pagar pengaman proyek, direksi keet atau kantor sementara, *stockyard material*, area pabrikasi spiral, fasilitas kamar mandi dan toilet, serta pengadaan air dan listrik kerja.

4.2.1. Pengukuran dan Pemasangan Pagar Proyek

Pagar proyek dibuat untuk menjaga keamanan dan sterilisasi dari orang luar yang tidak berkepentingan di dalam proyek. Pagar pengaman dibuat dengan sistem *knockdown*, yang mudah dibongkar pasang. Pagar pengaman dibuat dengan menggunakan dinding seng dan diperkuat dengan menggunakan tiang besi dan balok kayu dan diikat dengan baut pengikat. Tampak pagar pengaman yang dipasang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Pagar pengaman proyek

4.2.2. Direksi Keet

Direksi keet merupakan kantor sementara yang dibuat sebagai tempat melaksanakan pengawasan maupun pengendalian pekerjaan serta administrasi proyek dilapangan. Tampak direksi keet dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Direksi keet

4.2.3. Stockyard Material

Stockyard material merupakan tempat penyusunan dan penyimpanan material disusun dengan rapi agar mudah dalam pelaksanaan instalasi ke pekerjaan yang dilakukan. Kondisi stockyard material yang ada di proyek dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. *Stockyard material*

4.2.4. Area Pabrikasi Besi

Area pabrikasi disiapkan dengan permukaan yang rata baik dengan pemadatan tanah dasar atau pembuatan lantai beton lean concrete. Selanjutnya juga disiapkan area pabrikasi bekisting dan pembesian di lokasi tersebut. Area pabrikasi dibuat secara rapi, penempatan besipun tidak boleh bersentuhan langsung dengan tanah dan wajib menggunakan bantalan yang dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Area pabrikasi

4.2.5. Pembuatan Barak Pekerja

Barak pekerja dibuat sebagai tempat istirahat pagi para pekerja, maupun karyawan proyek. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, mayoritas para pekerja berasal dari luar daerah yaitu dari pulau Jawa. Adapun tampak barak pekerja dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Barak pekerja

4.2.6. Pengadaan Air dan Listrik Kerja

Air kerja dipersiapkan sesuai dengan kebutuhan di lapangan, dengan memanfaatkan air dari sungai ogan yang telah diolah terlebih dahulu sebelum digunakan. Listrik kerja di persiapkan sesuai dengan kebutuhan di lapangan, dengan menggunakan daya listrik genset sehingga dapat memenuhi kebutuhan listrik baik pada bedeng kerja maupun pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Pengadaan air bersih dan penempatan genset dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6. Pengadaan air bersih dan genset

4.3. Pekerjaan Persiapan Material

4.3.1. Persiapan Material Pembesian *Box girder*

Pelaksanaan persiapan material pembesian tulangan *box girder* menggunakan:

1. Penulangan *box girder* dan blister

Penulangan sisi bawah (bottom) , dinding (web), atas (top) pada *box girder* menggunakan ukuran diameter tulangan D16-200 pada sumbu Y, dan D16-250 pada sumbu X. Penulangan blister menggunakan ukuran diameter tulangan 5D25-100. Detail tulangan *box girder* sisi bawah (bottom), dinding (web), atas (top) dan tulangan blister dapat dilihat pada Lampiran No 2.



Gambar 4.7. Material tulangan ulir diameter 16 mm dan tulangan blister diameter 25 mm

2. Spesifikasi beton pada pekerjaan pengecoran *box girder*

Pada konstruksi *box girder* pada proyek ini beton yang digunakan adalah beton dengan $f_c' 42$ MPa *high early strength slump flow 45-55* cm. Beton harus mampu mencapai 85% f_c' saat umur 48 jam untuk dapat segera dilakukan *stressing*. Penggunaan zat aditif untuk mencapai target slump flow 45-55 cm bertujuan untuk meningkatkan *workability* beton karena struktur tulangan dan tendon *box girder* yang cukup rapat. Sudah dilakukan trial mix beton untuk mutu yang disyaratkan dan diapprove (hasil trial & tes benda uji beton terlampir). Komposisi beton yang telah disetujui dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Komposisi beton $f_c' 42$ MPa *high early strength slump flow 45-55* cm

Material	Volume /m ³
Semen	560 kg
Split	1081 kg
Pasir	689 kg
Air	110 kg
<i>Admixture 1</i> (Viscocrete 8670)	7,03 L
<i>Admixture 2</i> (SIKA Fume)	20 kg

3. Kawat pengikat

Kawat digunakan sebagai pengikat untuk mengikat tulangan satu dengan tulangan lainnya sesuai jarak yang ditentukan dapat dilihat pada Gambar 4.8. berikut ini.



Gambar 4.8. Kawat pengikat

4. Phenolic atau multiplex

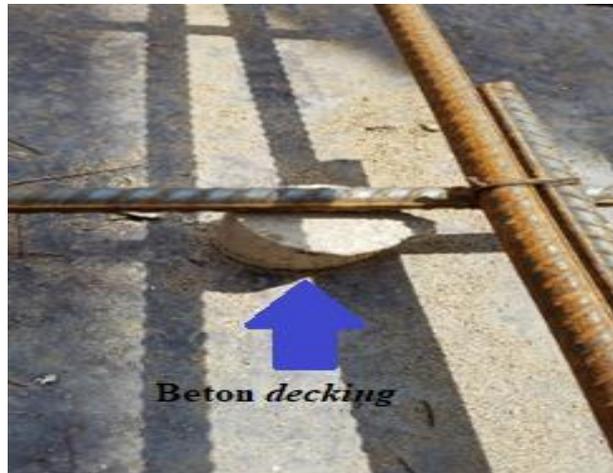
Phenolic atau multiplex digunakan untuk menghambat atau membatasi pergerakan beton pada saat pengecoran. Agar beton tidak melewati batas-batas pengecoran. Dalam balok beton prategang, Phenolic atau multiplex dipasang satu meter di sekeliling balok prategang untuk membatasi beda kekuatan beton yang digunakan. Ukuran phenolic yang digunakan berukuran 244 cm x 144 cm.



Gambar 4.9. Plywood atau multiplex

5. Beton decking

Beton decking adalah penyangga tulangan yang digunakan agar tulangan tidak menyentuh bekisting yang tebalnya sama dengan selimut beton. Dimensi beton decking yang digunakan pada pelaksanaan pekerjaan *box girder* pada beton prategang berdiameter 5 cm dengan tebal 4 cm.



Gambar 4.10. Beton decking

6. Sikagrout-215

Sikagrout-215 adalah semen grouting siap pakai yang mempunyai karakteristik tidak menyusut. Sikagrout-215 digunakan untuk menambal atau memperbaiki segmen *box girder* jika terjadi retak atau keropos.



Gambar 4.11. Sikagrout-215

7. Sikabond-NV

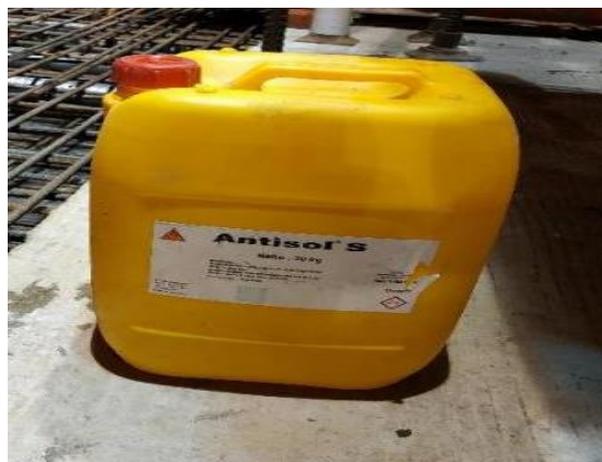
Sikabond-NV adalah cairan yang digunakan sebagai bahan perekat antara beton lama dan beton baru. Sikabond-NV dituangkan atau dioleskan pada beton lama. Kemudian, pada kondisi masih basah, tuangkan atau cor beton baru.



Gambar 4.12. Sikabond-NV

8. Antisol

Antisol adalah cairan yang digunakan sebagai pelapis pada permukaan beton segar setelah selesai pekerjaan pengeroran yang fungsinya sebagai membran penahan penguapan oleh air yang terkandung dalam beton segar untuk menghindari terjadinya hidrasi tinggi. Antisol disemprotkan keseluruh bagian top *box girder* agar sisi beton pada daerah tersebut tidak mengalami retak susut akibat penguapan air pada saat temperatur suhu berubah dari malam ke siang hari.



Gambar 4.13. Antisol

4.3.2. Persiapan Material Pekerjaan *Stressing Box girder*

Pekerjaan *stressing box girder* menggunakan jenis material khusus yang sering ditemui pada pekerjaan beton prategang. Adapun material yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan *stressing box girder* adalah sebagai berikut:

1. Strand

Strand merupakan material utama selain beton yang menjadi tulangan pra-tegang harus terdiri dari 7 kawat (wire) dengan kuat tarik tinggi, bebas tegangan, relaksasi rendah dengan panjang menerus tanpa sambungan atau kopel sesuai dengan ASTM A416-90A Grade 270 Low Relaxation Strand. Untaian kawat tersebut harus mempunyai kekuatan leleh minimum sebesar 1860 MPa .



Gambar 4.14. *Strand*

2. Angkur

Angkur dipastikan mampu menahan paling sedikit 95% kuat tarik minimum baja pra-tegang, dan harus memberikan penyebaran tegangan yang merata dalam beton pada ujung kabel pra-tegang. Perlengkapan harus disediakan untuk perlindungan jangkar dari korosi. Perkakas penjangkaran untuk semua sistem pasca-penegangan (post-tension) dipasang tepat tegak lurus terhadap semua arah sumbu kabel untuk pasca-penegangan. Jangkar wajib dilengkapi dengan selongsong atau penghubung yang cocok lainnya untuk memungkinkan penyuntikan (grouting). Berikut gambar 4.15. merupakan gambar angkur.



Gambar 4.15. Gambar Angkur

3. Duct

Duct atau sering juga disebut sebagai selongsong ini berfungsi sebagai pembungkus strand. Selongsong yang disediakan untuk kabel post tension harus dibentuk dengan bantuan selongsong berusuk yang lentur atau selongsong logam bergelombang yang digalvanisasi. Bahan dasarnya adalah "galvanized zinc" yang berupa pipa berulir, dan harus cukup kaku untuk mempertahankan profil yang diinginkan antara titik penunjang selama pekerjaan penegangan.



Gambar 4.16. Duct

4.4. Persiapan Peralatan

Adapun peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi *box girder* pada Proyek Pembangunan Jembatan Tol Kayu Agung-Palembang-Betung Seksi II adalah sebagai berikut:

1. *Form Traveller*

Form Traveller adalah alat konstruksi yang digunakan pada pembangunan jembatan cast in situ, berfungsi sebagai bekisting berjalan sehingga pengecoran beton struktur dapat dilakukan dengan segmental pada lokasi dimana pemasangan shoring tidak memungkinkan. Jenis *Form Traveller* yang digunakan yaitu FP2 dengan kapasitas maksimal 225 ton.



Gambar 4.17. *Form traveller*

2. Tower Crane dan Crawler Crane

Tower crane adalah alat yang dapat membantu memudahkan pengangkutan barang/material berat seperti tulangan, bekisting, concrete bucket, dan lainnya. Tower crane terdiri dari pondasi, tiang, unit putar, horizontal jib, bobotimbang, motor penggerak, tali baja, kait, dan tempat operator. Jenis tower crane yang digunakan pada proyek jembatan Tol Kayu Agung-Palembang-Betung Seksi II ini yaitu Comansa LC2070 dengan kapasitas maksimal 10 ton sebanyak 2 buah pada pylon 14 (P14) dan pada pylon 15 (P15).



Gambar 4.18. Tower crane

Sama halnya dengan fungsi alat pada tower crane, crawler crane membantu pekerjaan pengangkutan barang atau material terutama pada sisi *box girder* endspan di dekat jembatan pendekat untuk mengangkut material maupun barang seperti alat *stressing* strand. Jenis crawler crane yang digunakan adalah Hitachi dengan kapasitas maksimal 100 ton.



Gambar 4.19. Crawler crane

3. Concrete Mixer Truck

Concrete mixer truck adalah kendaraan yang digunakan untuk mengangkut

campuran beton dari batching plant ke lokasi pengecoran. Pada proyek ini, concrete mixer truck yang digunakan berkapasitas 7 m³ milik PT. Waskita Karya seperti



yang terlihat pada Gambar 4.20.

Gambar 4.20. *Concrete truck mixer*

4. Concrete Pump

Concrete pump adalah alat yang digunakan untuk memindahkan beton dari Concrete Mixer Truck ke dalam bekisting. Concrete Pump Truck adalah truk yang mempunyai pompa dan lengan (boom) untuk mengalirkan beton ke lokasi yang sulit dijangkau.



Gambar 4.21. *Concrete pump*

5. Tug Boat dan Kapal Tongkang

Tug Boat dan Kapal tongkang adalah alat transportasi yang digunakan untuk membantu pekerjaan pengecoran beton sebagai alat angkut Truck Mixer dan Concrete Pump ke lokasi titik dimana segmen *box girder* bentang tengah (main bridge) yang sulit dijangkau. Dibutuhkan 2 Tug Boat dan 2 kapal tongkang setiap pekerjaan pengecoran segmen *box girder* karena pekerjaan pengecoran *box girder* dilakukan secara langsung pada 2 sisi jembatan.



Gambar 4.22. Tug boat dan kapal tongkang

6. Concrete Vibrator

Concrete vibrator adalah alat penggetar semen saat pengecoran sedang dilakukan. Fungsinya adalah agar beton dapat mengisi seluruh ruangan sehingga tidak ada rongga udara diantara beton yang dapat menyebabkan terjadinya keropos pada beton.



Gambar 4.23. *Concrete vibrator*

7. Alat Cetak Benda Uji Beton Silinder dan Alat Uji Slump

Alat cetak ini berguna untuk mencetak benda uji berbentuk silinder yang diuji kuat tekannya. Sebelum memulai pengecoran, beton dari *concrete mixer truck* diambil untuk pengujian slump. Pengujian ini dilakukan untuk mengidentifikasi kualitas beton tetap dalam keadaan baik setelah perjalanan.



Gambar 4.24. Cetakan uji beton silinder dan alat uji slump

8. Hydraulic Jack

Hydraulic jack adalah alat yang digunakan untuk *stressing* strand. Pelaksanaan balok beton prategang pada proyek ini menggunakan dua model hydraulic jack yaitu ZPE 460 yang dapat melakukakn *stressing* maksimum dalam tendon berisi 19 strand dan ZPE 500 yang dapat melakukan *stressing* maksimum dalam tendon berisi 22 strand.



Gambar 4.25. Hydraulic jack

9. Hydraulic Pump

Hydraulic pump berfungsi sebagai alat untuk memberikan tenaga dan menggerakkan hydraulic jack. Pada hydraulic jack terdapat pula bacaan tekanan (dalam MPa).



Gambar 4.26. Hydraulic pump

10. Chain Block

Chain block dapat memudahkan pekerja membawa hydraulic jack yang memiliki berat yang cukup besar. Terdiri dari rantai yang dapat ditarik dan dilongarkan sedemikian rupa dan penggantung untuk menggantung chain balock tersebut.



Gambar 4.27. *Chain block*

11. Generator Set

Generator set digunakan untuk penyedia kebutuhan tenaga listrik untuk kegunaan pelaksanaan proyek konstruksi. Adapun kebutuhan tenaga listrik di proyek pembangunan antara lain untuk kebutuhan penerangan di malam hari dan menghidupkan alat yang membutuhkan tenaga listrik.



Gambar 4.28. Generator set

12. Scaffolding

Scaffolding adalah perancah terbuat dari besi yang berfungsi untuk akses pada pekerja untuk menaiki sisi top *box girder* pada jembatan Tol Kayu Agung-Palembang-Betung Seksi II. Pada proyek pembangunan ini, scaffolding digunakan pada pembangunan *Box girder* maupun pekerjaan Pylon.



Gambar 4.29. Scaffolding

13. Bar cutter

Bar cutter adalah alat yang berfungsi untuk memotong besi. Bar cutter memiliki dua mata pisau yang tajam untuk memotong besi baja menjadi beberapa bagian. Pengoperasian pada alat ini memerlukan perhatian khusus dikarenakan apabila operator tidak memperhatikan penggunaan bar cutter maka dapat membahayakan keselamatan saat bekerja.



Gambar 4.30. Bar cutter

14. Bar bender

Bar bender digunakan untuk membengkokkan baja tulangan ke berbagai macam sudut sesuai rencana. Setelah dilakukan pembengkokan dan terjadi kesalahan, baja tulangan tersebut tidak boleh lagi dibengkokkan kembali.



Gambar 4.31. *Bar bender*

15. Cutting Wheel

Cutting Wheel ini memiliki fungsi yang sama seperti bar cutter, yaitu untuk memotong baja tulangan sesuai dengan panjang yang ditentukan. Namun cutting wheel dijalankan secara manual.



Gambar 4.32. *Cutting wheel*

16. Alat Pengukuran

Alat pengukuran yang digunakan pada proyek ini antara lain total station, waterpass dan meteran. Alat pengukuran digunakan untuk menentukan elevasi sebelum dan setelah pemasangan *traveller*, pembesian, dan pengecoran. Hal ini dilakukan agar sesuai dengan koordinat yang direncanakan.



Gambar 4.33. Total station

17. Alat Las

Alat las digunakan untuk menyambung besi pada saat pemasangan besi terot dan sepatu dinding sebagai perkuatan untuk bekisitng. Dalam merancang sebuah sebuah kontruksi jembatan sangat diperhatikan dalam pengelasannya, karena itu adalah juga salah satu efek kuat dan tidaknya jembatan yang akan dibangun.

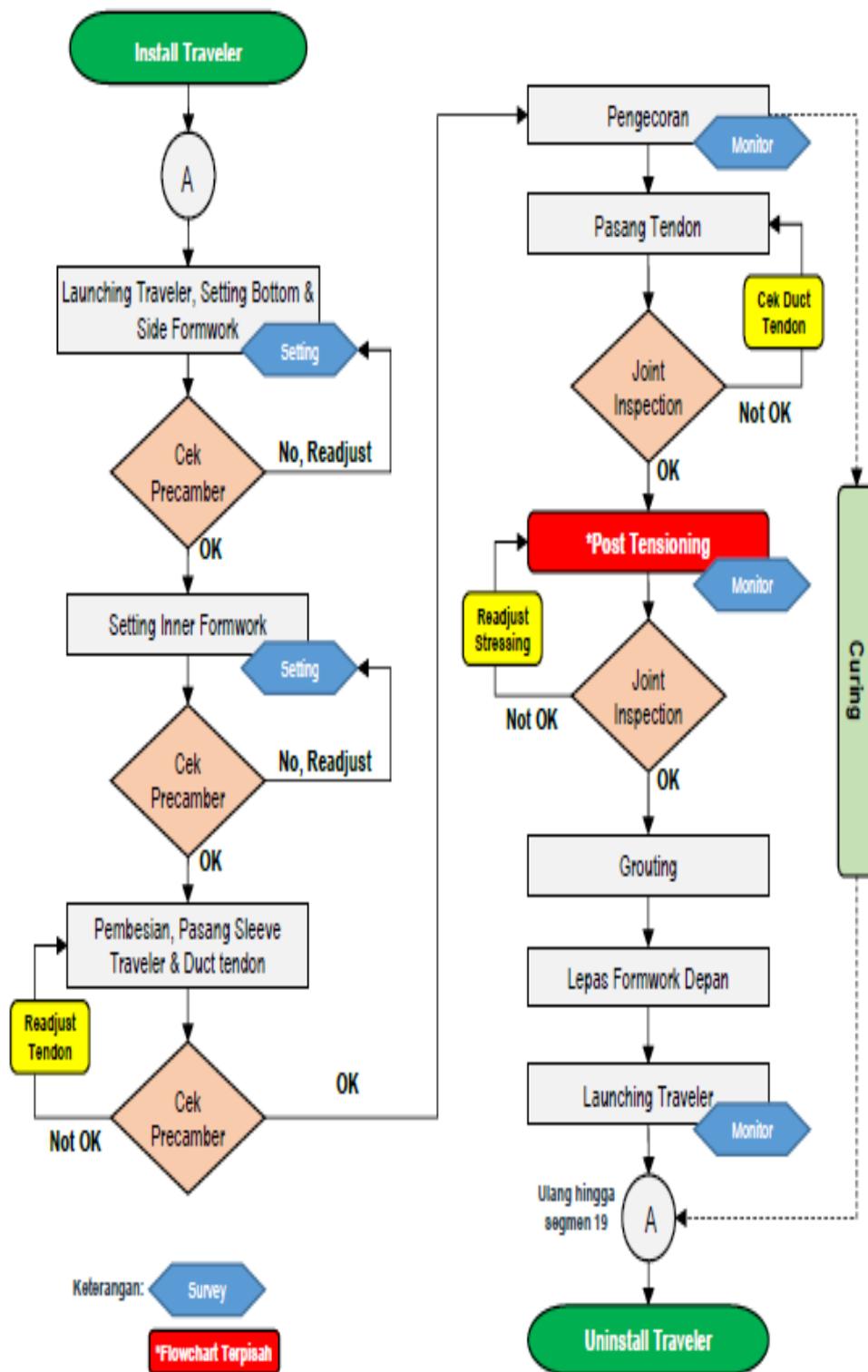


Gambar 4.34. Alat las

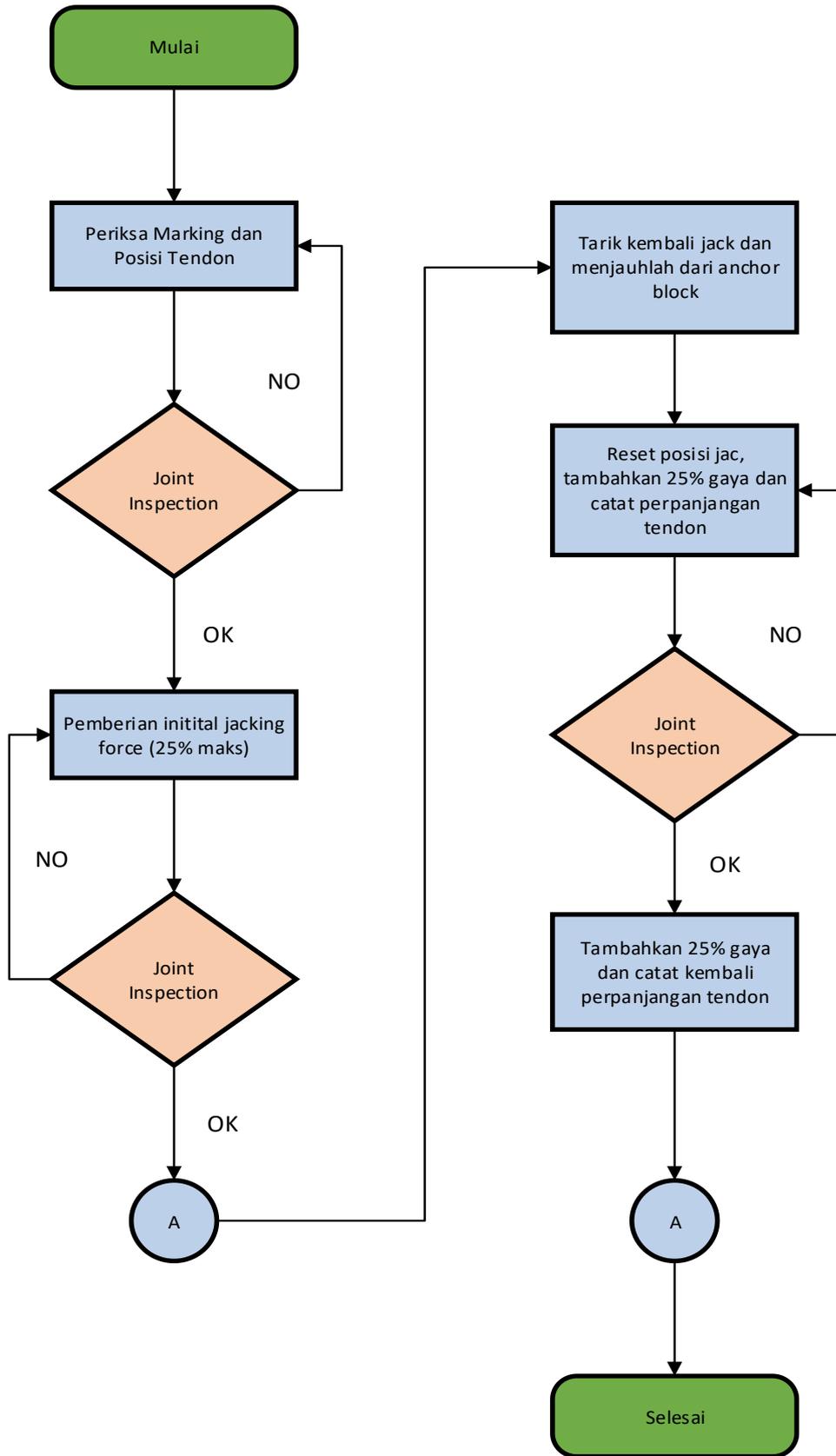
4.5. Pekerjaan Persiapan *Box girder* dengan *Form Traveller*

Tinjauan pelaksanaan pekerjaan pada proyek pembangunan Jembatan Tol Kayu Agung – Palembang – Betung Seksi II Paket III.2 yang berlokasi di wilayah Desa Babatan Saudagar, Pemulutan, Ogan Ilir (OI), Sumatra Selatan hanya dibatasi mengenai metode pelaksanaan pada pekerjaan *box girder* dengan *form traveller* pada *Pier* 15. Berikut uraian tahap pelaksanaan pekerjaan *box girder* dengan *form traveller*.

Berikut merupakan tahapan pekerjaan *box girder* dengan *form traveller* yang dilakukan di proyek pembangunan Jembatan Tol Kayu Agung – Palembang – Betung Seksi II secara garis besar dapat dijelaskan pada diagram alir Gambar 4.35. di bawah.



Gambar 4.35. Flowchart pekerjaan segmental box girder di P15



Gambar 4.36. Flowchart pekerjaan *post tension* di P15

4.6. Urutan Pekerjaan *Box girder* dengan *Form Traveller*

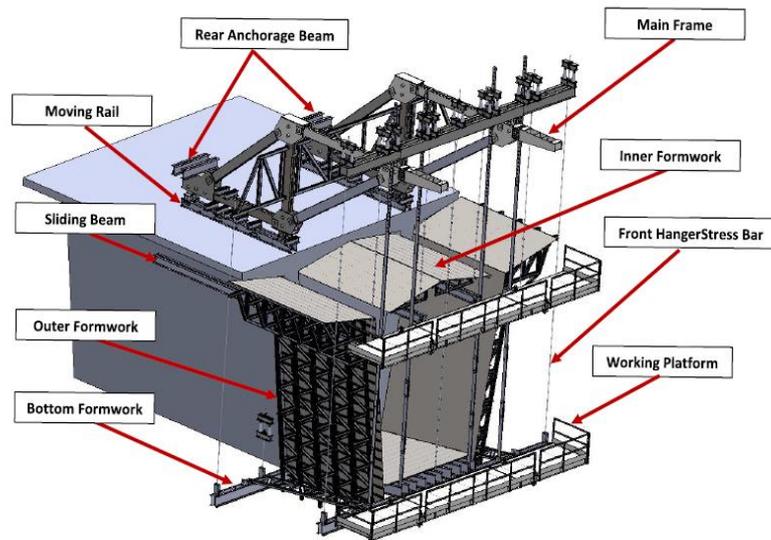
Adapun kegiatan pelaksanaan pekerjaan *box girder* dengan *form traveller* adalah sebagai berikut:

4.6.1. Instal *Form Traveller*

Secara umum bagian-bagian dari *form traveller* beserta fungsinya adalah sebagai berikut:

1. **Moving rail**
Befungsi sebagai dudukan *form traveller* pada beton sekaligus sebagai lintasannya untuk bergerak. *Moving rail* diangkur pada beton dengan menggunakan stress bar.
2. **Main frame**
Befungsi sebagai struktur utama *form traveller*. *Main frame* akan menahan beban pengecoran tiap segmen *box girder*.
3. **Rear anchorage beam**
Balok yang berfungsi sebagai ankur bagian belakang *form traveller*. *Rear anchorage beam* diangkur pada beton dengan menggunakan stress bar.
4. **Front Hanger Stress bar**
Stress bar yang berfungsi untuk menahan dan menyalurkan beban dari *bottom formwork* menuju *main frame*.
5. **Bottom formwork**
Struktur bawah *form traveller* yang berfungsi sebagai bekisting bagian bawah sekaligus menahan beban pengecoran.
6. **Outer formwork**
Bekisting bagian dinding luar dan bagian samping *top slab*. *Outer formwork* menumpu pada *sliding beam* yang diangkur ke *main frame* dan beton *box girder* sebelumnya.
7. **Inner formwork**
Bekisting bagian dinding dalam dan bagian bawah *top slab*. *Inner formwork* menumpu pada *sliding beam* yang diangkur ke *main frame* dan beton *box girder* sebelumnya.
8. **Working platform**

Berfungsi sebagai tempat pijakan pekerja saat setting *form traveller*, pembesian, pengecoran, dan *stressing* tendon *box girder*.

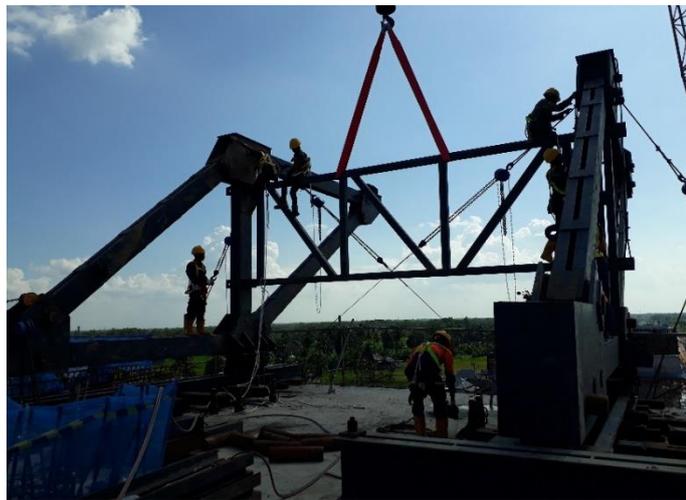


Gambar 4.37. Ilustrasi bagian-bagian *traveller formwork*

Berikut merupakan urutan pemasangan bagian *form traveller* adalah sebagai berikut:

1. Pasangudukan rel traveler yang telah di marking sesuai *shop drawing*
2. Install rel traveler rel
3. Install balok untuk rel traveler pada lubang sleeve yang disediakan
4. Pasang stressbar dan kencangkan nut
5. Assembly main frame dilakukan di stockyard
6. Install main frame dengan bantuan tower crane
7. Pastikan main frame benar-benar duduk pada rel traveler
8. Install rear anchorage main frame
9. Pasang chain block sebagai temporary bracing agar main frame dalam posisi vertikal
10. Install vertical truss
11. Setelah kedua main frame terpasang, install bracing traveller
12. Install bearing beam untuk rear bottom formwork
13. Assembly bottom formwork dilakukan di stockyard
14. Install bottom formwork

15. Install hanger rear inner/outer sliding beam
16. Install upper cross beam
17. Install bearing beam untuk hanger rear inner/outer sliding beam
18. Install hanger beam dan stressbar pada top bearing beam
19. Install outer sliding beam
20. Install footplate frame
21. Install inner sliding beam
22. Install footplate bracket
23. Install waller dan phenolic untuk bekisting inner dan outer
24. Install working platform di bagian depan dan belakang



Gambar 4.38. Pemasangan bagian-bagian *traveller formwork* di lapangan

4.6.2. Pemasangan *Box girder*

Tahapan selanjutnya yaitu pemasangan besi tulangan segmental *box girder*. Potongan-potongan besi tulangan difabrikasi terlebih dahulu di *stockyard* sesuai dengan *shop drawing* yang telah telah disetujui oleh konsultan supervisi dan pemilik proyek. Masing-masing potongan besi diberi label agar tidak tertukar pada saat pemasangan. Pemasangan besi tulangan dilakukan dengan bantuan *tower crane*. Pemasangan besi dilakukan dalam 3 tahap, yaitu:

1. Pemasangan besi tulangan bagian *bottom slab box girder*
2. Pemasangan besi tulangan bagian dinding *box girder*

3. Pemasangan besi tulangan bagian *top slab box girder*



Gambar 4.39. Pembesian *box girder*

Berikut merupakan urutan tahapan pelaksanaan pembesian *box girder* adalah sebagai berikut:

1. Melangsirkan besi dari area pabrikasi menuju lokasi *form traveler* menggunakan *tower crane*.
2. Memastikan kesiapan segmen *box girder* sebelumnya, yang dimana memiliki syarat telah dilakukan stressing hingga 100%, dan lebih aman jika telah dilakukan grouting.
3. Besi yang telah dilangsir, kemudian dilakukan perakitan pada form traveler.
4. Perakitan tulangan dilakukan dimulai dari bagian bawah/*bottom*, tengah, hingga atas dan sayap/*web box girder*. Jika terdapat diafragma dilakukan pembesian diafragma hingga bekisting.
5. Pemasangan instalasi ducting sesuai shop drawing dan pemasangan pipa paralon untuk menghindari kerusakan pada pipa saat pengecoran.
6. Pengecekan terhadap pertemuan ducting dengan tulangan, tulangan sedikit mengalah jika bertumpukan pada ducting.
7. Pemasangan beton decking pondasi samping pembesian agar tulangan tidak mengenai *form traveler*.
8. Pemasangan angkur block dan bursting.
9. Marking dan memasang lubang angkur untuk dudukan *form traveler*.

10. Pelaksanaan penyambungan besi.
11. Menguatkan setiap persilangan pasangan besi dengan kawat bendrat yang diawasi oleh supervisor.
12. Melakukan pengecekan dan memastikan jumlah besi, ukuran besi, dan instalasi ducting yang terpasang sesuai dengan gambar rencana.
13. *Form traveler* dibersihkan dari sisa-sisa kawat bendrat atau kotoran yang terdapat pada bagian dalam, dan mengoleskan minyak pada bagian dalam *form traveler*.

Bersamaan tahap ke-3, dilakukan pemasangan *duct* untuk tendon *box girder*. Posisi masing-masing *duct* tendon harus sesuai dengan titik ordinat pada *shop drawing*. Masing-masing *duct* dipasang pada *support bar* yang diikat pada tulangan *box girder*. Pada bagian sambungan antar *duct* tendon diperkuat dengan *coupler* dan *plastic tape* untuk mencegah material lain masuk.

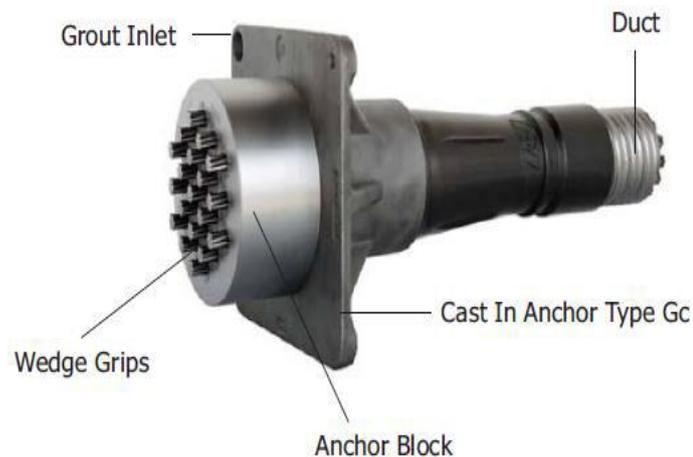


Gambar 4.40. Pemasangan duct untuk tendon *box girder*

Setelah *duct* sudah terpasang, dilanjutkan dengan pemasangan angkur pada blister dan bagian ujung setiap segmen *box girder*. Bagian-bagian angkur terdiri atas:

1. Casting block
2. Bursting steel
3. Anchor block
4. Wedges

Pada saat pemasangan *casting block* harus benar-benar dipastikan tidak ada celah yang terbuka agar beton tidak mengalir keluar. Pemasangan *bursting steel* harus sesuai dengan *shop drawing*.



Gambar 4.41. Bagian-bagian ankur tendon



Gambar 4.42. Pemasangan ankur & pembesian blister tendon *box girder*

Adapun hal-hal yang diperhatikan dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian *box girder* yaitu sebagai berikut:

1. Besi yang digunakan sesuai dengan spesifikasi dan mutu yang diisyaratkan.
2. Ducting dan ankur yang terpasang sesuai dengan spesifikasi yang diisyaratkan dan shop drawing.

3. Besi yang terpasang bebas dari kotoran.
4. Pembengkokan besi tidak boleh dilakukan dua kali pada titik yang sama.
5. Jumlah dan potongan besi sesuai dengan bestat.
6. Dipastikan besi yang disilangkan telah diperkuat oleh kawat bendrat dan tahan terhadap getaran.
7. Memperhatikan kerapatan tulangan saat pemasangan besi agar agregat terbesar beton segar (1,5 kali - 2 kali diameter tulangan) dapat masuk.

4.6.3. Pengecoran *Box girder*

Tahap selanjutnya yaitu proses pengecoran. Sebelum pengecoran dilaksanakan, terlebih dahulu dilakukan ceklist koordinat & elevasi, pemasangan besi, posisi tendon, angkur, & kesiapan peralatan bersama konsultan supervisi dan pemilik proyek. Pengecoran *box girder* dilakukan sekaligus pada 2 sisi agar struktur selalu dalam posisi *balance*.



Gambar 4.43. Pelaksanaan ceklis pembesian dan tendon

Pelaksanaan pengecoran *box girder* proyek jembatan Ogan ini menggunakan metode cor ditempat (*cast in situ*) yang dilaksanakan sesuai dengan urutan tahapan pelaksanaan pengecoran *box girder cast in situ* pada umumnya. Proses pengecoran menggunakan *concrete pump mobile & concrete pump portable*. Pada saat pengecoran harus diperhatikan tinggi jatuh beton $< 1,5$ m. Kondisi slump harus selalu dicek sebelum beton dituang. Setelah pengecoran selesai, segera dilakukan

curing dengan menggunakan *curing compound* dan ditutup dengan *geotextile* yang dibasahi. Proses pembasahan *geotextile* harus dilakukan secara rutin untuk mencegah terjadinya retak selama beton melalui fase *hardening*.

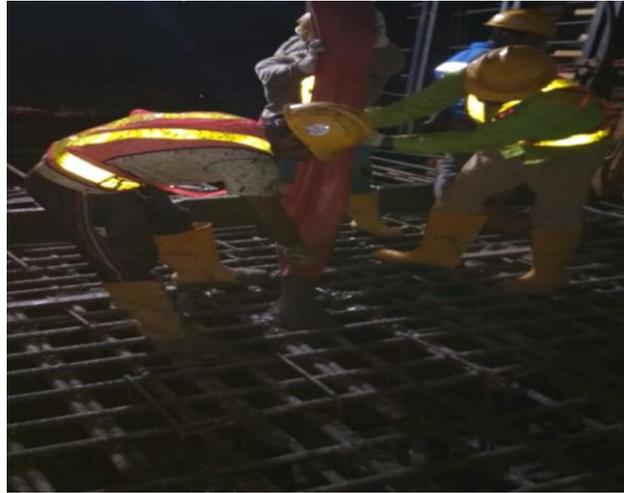
Berikut merupakan tahapan-tahapan pengecoran *box girder* adalah sebagai berikut:

1. Persiapan Pengecoran

Adapun yang dipersiapkan dari persiapan pengecoran ini yaitu sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan peralatan yang digunakan seperti 2 unit *concrete pump* + 1 unit cadangannya, 2 unit ponton beserta tug boat, dan palu karet dan vibrator (jika diperlukan).
 - b. Memastikan jumlah *Truck Mixer Concrete* sesuai kebutuhan pengecoran.
 - c. Memastikan kondisi lalu lintas saat pelaksanaan pengecoran untuk pengaturan siklus pengiriman beton dari *batching plant*.
 - d. Memastikan tenaga pekerja dalam keadaan sehat untuk menjaga konsentrasi selama pelaksanaan pengecoran.
 - e. Memperhatikan suhu dan cuaca serta langkah antisipasi ketika terjadi suhu yang sangat ekstrim, mempersiapkan terpal dan dibentangkan di atas area pengecoran dan tertutup penuh selama pekerjaan.
 - f. Memastikan metode pengecoran dilakukan dengan benar, tepat, dan tidak menyusahkan semua pihak.
 - g. Pengecoran dilakukan bersamaan antara segmen sisi Harapan dengan segmen sisi Rasau.
2. Pekerjaan pengecoran dimulai dari bagian bawah, tengah sebagian, tengah *full*, dan atas (*top*) *box girder*. Isi area bawah (*bottom*) terlebih dahulu kemudian mengisi area setengah web dan dinding tengah, bersamaan dengan sisi lainnya, dilanjutkan dengan pengecoran hingga dinding (*web*) penuh. Untuk area *top slab*, sebaiknya isi sampai penuh terlebih dahulu bagian tendon yang nantinya di *stressing*.
3. Pengecoran dilakukan secara berlanjut dan tidak boleh dihentikan sebelum volume rencana untuk 2 segmen dicor hingga penuh.

4. Selama proses pengecoran dilakukan penggetaran menggunakan vibrator dan diberikan pukulan-pukulan kecil menggunakan palu karet pada *form work* agar jika terdapat rongga, dapat dipadatkan oleh beton di atasnya.
5. Tinggi jatuh pengecoran maks 1,5 m, dan saat pengecoran web disarankan untuk menggunakan concrete pump dengan bantuan bucket agar mencapai tinggi jatuh yang disyaratkan saat pengecoran.



Gambar 4.44. Pelaksanaan pekerjaan pengecoran *box girder* di lapangan

4.6.4. Pekerjaan *Curing* Beton

Tujuan dari pekerjaan *curing* beton ini adalah memastikan reaksi hidrasi senyawa semen termasuk bahan tambahan atau pengganti supaya dapat berlangsung secara optimal sehingga mutu beton yang diharapkan dapat tercapai, dan menjaga supaya tidak terjadi susut yang berlebihan pada beton akibat kehilangan kelembaban yang terlalu cepat atau tidak seragam, sehingga dapat menyebabkan retak. Pekerjaan *curing* harus dilaksanakan dengan metode yang tepat agar beton tidak mengalami retak akibat proses hidrasi beton.

Berikut merupakan langkah-langkah untuk proses *curing* beton adalah sebagai berikut:

1. Setelah pengecoran selesai, lakukan *finishing* terhadap permukaan beton.
2. Apabila beton masih dalam proses *setting* awal /*initial setting* (1-2 jam) atau setengah kering, lakukan *grouping* (penyisiran beton).

3. *Couring compound* dapat disemprotkan secara merata pada seluruh permukaan beton yang baru selesai dikerjakan, dan pastikan tidak ditambahkan air.
4. Permukaan beton yang telah selesai disemprotkan *couring compound* selanjutnya ditutup menggunakan plastic yang kedap udara agar uap air yang terlepas dari proses hidrasi tidak menguap dan terjaga.
5. Saat beton yang telah waktu beton setting mengeras (*final setting*) yaitu \pm 6 jam, plastik curing dapat dibuka dan diganti dengan *geotekstil non woven* secara merata ke semua permukaan.
6. Pada permukaan *geotekstil* tersebut dialirkan air terus menerus hingga jam ke 36 setelah pengecoran (sebelum tes kuat tekan *early strength*).
7. Pastikan semua langkah-langkah perawatan dilakukan secara tepat agar hasil beton sesuai dengan rencana.



Gambar 4.45. Pekerjaan curing menggunakan *geotekstil* yang diberi air

4.6.5. *Stressing*/Penarikan dan *Grouting* Tendon

Tahap selanjutnya setelah pengecoran yaitu penarikan tendon/*stressing*. Penarikan tendon dilakukan setelah beton mencapai sekurang – kurangnya 85% dari f_c' (35,7 Mpa) pada saat 48 jam. Proses penarikan tendon dilakukan dengan menggunakan *multi-strand hydraulic jack*.

Tabel 4.2. Resume *jacking force*

Tendon Unit	No of strands	Minimum breaking load *). Pu (kN)	Design Jacking Force (kN)	Jacking Force [%]
6-19	19	4948	3711	75
6-22	22	5729	4297	75

*) Pu = Minimum Characteristic Strength (GUTS)

Pada Tabel 4.2. ditampilkan resume perhitungan *jacking force* untuk 2 tipe jumlah *strand* yang digunakan. Secara umum, penarikan tendon mengikuti skema sebagai berikut:

1. Persiapan

Pemeriksaan apakah casting sudah bersih dari minyak kemudian pasang *anchorage head* dan *wedges*. Pastikan pemasangan telah dilakukan dengan baik menggunakan pipa inci G.I.

2. Pengaturan Posisi Jack

Proses pemasangan jack otomatis. Alat jack juga dilengkapi dengan *chair* dan *pulling head*.

3. Penarikan/*Stressing*

Jack *stressing* ini ditenagai oleh pompa hidrolik bertekanan tinggi. Pada awal penarikan, strand terkunci pada *pulling head*. Tekanan dari manometer dan elongasi terukur dicatat pada report *stressing*. Perpanjangan aktual harus diukur antara datum tetap dan marking yang melekat pada 2 buah tendon (perhatikan ilustrasi)

4. Lock-off/Penguncian

Ketika jack telah mencapai ujung stroke atau gaya yang diinginkan telah diperoleh, tekanan di jack dilepaskan dan strand akan terkunci secara seragam pada angkur. Setelah piston jack kembali, pelat gripper posisinya difiksasikan kembali. Penarikan tendon dilanjutkan dalam beberapa tahap yang diperlukan untuk mendapatkan gaya yang diperlukan.

Proses penarikan tendon yang dilakukan pada proyek ini terdiri dari 4 tahap, yaitu:

1. Tahap 1, gaya *stressing* s.d 25% dari jacking force
2. Tahap 2, gaya *stressing* s.d 50% dari jacking force
3. Tahap 3, gaya *stressing* s.d 75% dari jacking force
4. Tahap 4, gaya *stressing* s.d 100% dari jacking force

Pada setiap tahapan penarikan tendon, elongasi yang terjadi harus dicatat pada *form stressing*. Selama *stressing* berlangsung, harus selalu dicek kondisi beton terutama pada bagian blister. Selain itu posisi wedges harus selalu dicek agar tidak terlepas dari anchor block.

Setelah *stressing* selesai dilakukan, tahap selanjutnya adalah pemotongan strand & grouting tendon. Grouting dilakukan segera setelah strand dipotong. Proses grouting dilakukan dengan cara memompa mortar grout kedalam tendon melalui lubang inlet. Grouting dilakukan sampai kekentalan pada lubang outlet sama dengan lubang inlet.



Gambar 4.46. *Stressing tendon box girder*

4.7. Permasalahan yang Terjadi

Adapun permasalahan yang terjadi pada saat pembuatan *box girder* ini adalah:

1. Terjadi segregasi pada beton yang menyebabkan retak rambut sepanjang 3 cm.
2. Pipa tendon tersumbat oleh beton coran dengan ketebalan ± 150 cm, hal ini terjadi karena pipa mengalami kebocoran pada saat bekisting ketika proses

pengecoran.



Gambar 4.47. Pipa tendon tersumbat beton coran

3. Kerusakan *concrete pump* yang sering terjadi sehingga seringkali jadwal pengecoran harus ditunda selama beberapa waktu hingga *concrete pump* dapat beroperasi kembali.
4. Perahu yang digunakan sebagai sarana transportasi untuk menyeberang rusak yang menyebabkan pekerja tidak dapat menyeberang sungai.
5. Pekerja tidak selalu menggunakan *body harness* saat melakukan pekerjaan di ketinggian.

4.8. Penanggulangan Masalah

Adapun beberapa penanggulangan yang dilakukan oleh pihak pelaksana kontraktor terhadap masalah yang terjadi selama pelaksanaan pekerjaan antara lain:

1. Dilakukan *chipping* dengan alat bor untuk meratakan bagian yang retak setelah di bor dilakukan pemasangan *wire mesh* lalu di cor kembali



Gambar 4.48. *Chipping* beton

2. Dilakukan coring untuk membersihkan dalam pipa yang kemasukan beton coran, coring dilakukan secara manual dengan memboboknya menggunakan alat bor.



Gambar 4.49. *Coring* pipa tendon

3. Dilakukan pemeriksaan dan perawatan berkala dan rutin oleh teknisi terhadap alat dan alat berat untuk menghindari kerusakan yang dapat menghambat pekerjaan di lapangan.

4. Perlu dilakukan pemeriksaan dan perawatan berkala pada perahu dan disediakan perahu cadangan jika perahu utama mengalami kerusakan.
5. Pihak K3 kontraktor menegur pekerja yang tidak memakai APD seperti body harness saat melakukan pekerjaan di ketinggian.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melaksanakan kerja praktik pada proyek pembangunan Jembatan Ogan, maka diperoleh kesimpulan dari hasil pengamatan selama di lokasi proyek. Kesimpulan dari hasil pengamatan selama kerja praktik adalah sebagai berikut:

1. Prosedur pelaksanaan pekerjaan *pierhead* terdiri dari pemasangan lantai kerja dan *scaffolding*, pekerjaan penulangan, pemasangan *bekisting*, pengecoran *pierhead*, curing, pelepasan *bekisting* dan *finishing*.
2. Kendala yang terjadi saat pelaksanaan pekerjaan proyek adalah kesalahan dalam pemasangan pembesian atas *pierhead* sehingga menyebabkan tulangan baja tidak mencapai elevasi yang ditentukan, rusaknya alat berat seperti *concrete pump* sehingga menghambat jadwal pengecoran, terjadinya *bekisting* yang merenggang, kerusakan sarana transportasi kerja, dan kurangnya pengawasan dan keamanan dalam proses pengerjaan

5.2 Saran

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di lokasi proyek, maka terdapat beberapa saran yang mungkin dapat berguna antara lain:

1. Diharapkan pengawasan dan keamanan lebih di tingkatkan sehingga tidak terjadi kesalahan dan kecelakaan dalam pelaksanaan pekerjaan.
2. Pelaksanaan lebih di perhatikan sehingga tidak terjadi keterlambatan waktu dalam proses pelaksanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, H. N., 1983, *Project Manajement*, A willey-interscience publication, John Willey & Son. Inc., Canada.
- Budiadi, A., 2008. *Desain Praktis Beton Prategang*, Andi, Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum., 1987, *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya*, Jakarta.
- Dipohusodo, Istimawan., 1996. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Kanisius: Yogyakarta
- Ervianto, Wulfram I. 2007. *Manajemen Proyek Kostruksi (Edisi Revisi)*. Andi, Yogyakarta.
- Husen, Abrar. 2011. *Manajemen Perencanaan, Penjadwalan, dan Pengendalian Proyek*. Andi, Yogyakarta.
- Nawy, Edward G., 2000. *Prestressed Concrete*, Third Edition, Prentice-Hall, New Jersey, Terjemahan Bambang S., 2001, *Beton Prategang: Suatu Pendekatan Mendasar*, Edisi Ketiga, Erlangga, Jakarta.
- Soetoyo, Ir., 2011. *Konstruksi Beton Pratekan*, Nova, Bandung.



Absensi kerja praktek
 Proyek Jembatan Ogan Tol Kapal Betung – Sumatera Selatan
 Divisi II



Nama : M.Syafuaduddin
 NIM : 16.171.0021
 Universitas : Binadarma Palembang
 Dosen PA : -

No	Hari/Tanggal	MASUK	PULANG	TTD pembimbing	Kegiatan	Keterangan
		Jam	Jam			
1	Senin 17/06 2019	08.30	16.30	Onf	Tinjauan lokasi Jalan Hutan - Rantau	
2	Tanggal 18/06 2019	08.30	16.30	Onf	Cutting Beton	
3	Senin 19/06 2019	08.30	16.30	Onf	penyusunan alat ukur untuk pemeriksaan piers dan pemasangan pier head pada 7/2-5/4	
4	Senin 20/06 2019	08.30	16.30	Onf	Pengecoran JRSIAB	
5	Selasa 21/06 2019	08.30	16.30	Onf	menyusun panel kerdas ke dalam lubang form beton	
6	Rabu 26/06 2019	08.30	21.00	Onf	- pemasangan pier head P13 - pemasangan pier head P13 - pengecoran pier head P13	pengecoran 28 busuk
7	Kamis 27/06 2019	10.00	16.30	Onf	- pemasangan pier head P13 - pemasangan beton ring pier head P13 sisi B segmen 2	
8	Jumat 28-06-2019	09.00	16.30	Onf	Pengecoran pier head P13 sisi A	
9	Sabtu 29/06-2019	09.00	21.00	Onf	pengecoran pier head P13 sisi B segmen 2	
10	Senin 1/07 2019	09.00	16.30	Onf	- pemasangan beton ring piers - cutting pier head P13 sisi B	
11	Selasa 2/07 2019	09.00	16.30	Onf	- cutting beton - curing	
12	Rabu 3/07 2019	09.00	21.00	Onf	- pemasangan beton traveling - finishing pier head P13 sisi B - pengecoran pier head P13	pengecoran 120 busuk
13	Kamis 4/07 2019	09.00	16.30	Onf	Persiapan stressing	
14	Jumat 5/07 2019	09.00	16.30	Onf	- stressing tendon T01 - stressing tendon T02	
15	Sabtu 6/07 2019	09.00	15.00	Onf	stressing tendon T01	
16	Senin 8/07 2019	09.00		Onf	menyis laporan harian	
17	Sabtu 27/06 2019			Onf	TIDAK MASUK	ke kampus
18	Senin 24/06 2019			Onf	TIDAK MASUK	mendantar pelaksanaan
19	Rabu 18/06 2019			Onf	TIDAK MASUK	ke kampus

20	09/07 2019	11.00	17.00	Camp	menulis laporan	
21	Rabu 10/07 2019	08.30	17.00	Camp	menulis laporan	
22	Kamis 11/07 2019	08.30	17.00	Camp	menulis laporan	
23	Jumat 12/07 2019	08.30	17.00	Camp	menulis laporan	
24	Sabtu 13/07 2019	08.30	14.00	Camp	menulis laporan	
25	Senin 15/07 2019	←		Camp	Tidak masuk	Sakit
26	Selasa 16/07 2019	10.30	17.00	Camp	Stressing	
27	Rabu 17/07 2019	←		Camp	Tidak masuk	menjadi orang yang sulit
28	Kamis 18/07 2019	08.30	17.00	Camp	menulis laporan	
29	Jumat 19/07 2019	08.30	17.30	Camp	menulis laporan	
30	Sabtu 20/07 2019	08.50	14.00	Camp	Persiapan traveller	
31	Senin 22/07 2019	08.40	17.00	Camp	Persiapan traveller	
32	Selasa 23/07 2019	08.30	17.00	Camp	Pelatihan traveller	
33	Rabu 24/07 2019	08.30	17.00	Camp	Pelatihan front team	
34	Selasa 30/07 2019	11.50	17.00	Camp	menulis laporan	
35	Kamis 28/07 2019	—		Camp	mengikuti turnameh di banyuwangi	

Mengetahui
Kepala Quality control

(Andri Syam Pranata)

Palembang, 2019
Dibuat oleh:

(M.Syafuaduddin)

36	Jumat 26/07 2019	—			mengikuti turnamen di bangung
37	Sabtu 27/07 2019	—			mengikuti turnamen di bangung
38	Senin 28/07 2019	—			mengikuti turnamen di bangung
39	Rabu 31/07 2019	8.50	17.00		menerima laporan
40	Kamis 1/08 2019	8.30	17.00		melib pas bokisting P14
41	Jumat 2/08 2019	8.30	17.00		melib bokisting P14
42	Sabtu 3/08 2019	10.30	16.00		pengacara Parafet
43	Senin 5/08 2019	10.50	17.00		perpisahan
44					
45					
46					
47					
48					

Mengetahui,
Kepala Quality Control

(Andri Syam Pranata)

Palembang, 2019
Dibuat Oleh:
(M Syafuadtuudin)

LEMBAR ASISTENSI

JUDUL LAPORAN KP : TINJAUAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI PEKERJAAN STRUKTUR BOX GIRDER BAALANCE CANTILEVER DENGAN METODE FORM TRAVELER PADA PRYEK JEMBATAN TOL KAYUAGUNG-PELEMBANG-BETUNT SEKSI II

NAMA : M.SYAFUADTUDDIN

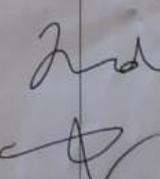
NIM : 161710021

FAKULTAS : TEKNIK

PRODI : TEKNIK SIPIL

PEMBIMBING : Farlin Rosyad, ST., MT., M.Kom

UNIVERSITAS : BINA DARMA PALEMBANG

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	$\frac{21}{12} 15$	Pemb...	
2	$\frac{6}{2} 20$	Pel...	
2	$\frac{7}{2} 20$	Pel...	
4	$\frac{d}{2} 20$	Aec g...	



**PT. WASKITA KARYA (Persero),Tbk
INFRASTRUCTURE 3**

Proyek Jembatan Ogan Tol Kayu Agung - Palembang - Betung Seksi 2
Opi Business Centre, Jl. Gubernur H. A. Bastari Blok B2 No 1&2, Palembang, Sumsel
Telp : (0711) 5740904, email : kapal.betung.bridge.2@gmail.com

Nomor : 847/WK/INF3/JEMBT-OGAN/2019

Palembang, 17 Juni 2019

Lamp. : -

Kepada Yth :
Universitas Bina Darma
Jl. Jendral Ahmad Yani No. 3
Palembang 30251

Up. Dr. Firdaus, S.T., M.T.

Perihal : Surat Ijin Kerja Praktek

Dengan hormat,
Sehubungan dengan surat dari Universitas Bina Darma, nomor 018/PKL/FT/UBD/V/2019, tanggal 02 Mei 2019, perihal Praktek Kerja Lapangan. Bersama ini kami mengijinkan mahasiswa/i dengan nama sebagai berikut ;

No.	Nama	NIM
1	Messy Wulandari	161710026
2	M. Syafuadtuudin	161710021
3	M. Reza Wijaya	161710041

Untuk melakukan kerja praktek mahasiswa di PT. Waskita Karya (Persero), Tbk Proyek Jembatan Ogan Tol Kayu Agung – Palembang – Betung Seksi 2. Kerja praktek mahasiswa akan dilaksanakan sesuai dengan Program Studi Teknik Sipil. Jangka waktu Kerja Praktek terhitung 17 Juni 2019 s.d 31 Juli 2019~

Demikian surat ini dibuat, untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pjs. Project Manager,

Antonius Dwi Nugroho

Tembusan :
1. Arsip



**PT. WASKITA KARYA (Persero),Tbk
INFRASTRUCTURE 3**

Proyek Jembatan Ogan Tol Kayu Agung - Palembang - Betung Seksi 2
Opi Business Centre, Jl. Gubernur H. A. Bastari Blok B2 No 1&2, Palembang, Sumsel
Telp. : (0711) 5740904, email : kapal.betung.bridge.2@gmail.com

Nomor : 863/WK/INF3/JEMBT-OGAN/2019
Lamp. :-

Palembang, 05 Agustus 2019

Kepada Yth :
Universitas Bina Darma
Jl. Jendral Ahmad Yani No. 3
Palembang 30251

Up. Dr. Firdaus, S.T., M.T.

Perihal : Surat Selesai Kerja Praktek

Dengan hormat,
Sehubungan dengan surat dari Universitas Bina Darma, nomor 018/PKL/FT/UBD/V/2019, tanggal 02 Mei 2019, perihal Praktek Kerja Lapangan. Bersama ini kami memberitahukan bahwa mahasiswa/i dengan nama sebagai berikut :

No.	Nama	NIM
1	Messy Wulandari	161710026
2	M. Syafuadtuddin	161710021
3	M. Reza Wijaya	161710041

Telah selesai melakukan kerja praktek mahasiswa di PT. Waskita Karya (Persero), Tbk Proyek Jembatan Ogan Tol Kayu Agung - Palembang - Betung Seksi 2. Kerja praktek mahasiswa akan dilaksanakan sesuai dengan Program Studi Teknik Sipil. Jangka waktu Kerja Praktek terhitung 17 Juni 2019 s.d 05 Agustus 2019.

Demikian surat ini dibuat, untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pjs. Project Manager,

Antonius Dwi Nugroho

Tembusan :
1. Arsip

