

**128 / FT.EKS.01 / SKRIPSI / 12 / 2008**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**STUDI BANDING METODE PELAKSANAAN JEMBATAN TEKNIK  
SASTRA MENGGUNAKAN KONSTRUKSI BAJA DAN KONSTRUKSI  
BETON**

**SKRIPSI**

**MUHAMAD KUSMULYONO  
06 06 04 152 2**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM TEKNIK SIPIL  
DEPOK  
DESEMBER 2008**

128 / FT.EKS.01 / SKRIPSI / 12 / 2008



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**STUDI BANDING METODE PELAKSANAAN JEMBATAN TEKNIK  
SASTRA MENGGUNAKAN KONSTRUKSI BAJA DAN KONSTRUKSI  
BETON**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana**

**MUHAMAD KUSMULYONO**

**06 06 04 152 2**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM TEKNIK SIPIL  
DEPOK  
DESEMBER 2008**

ii

128 / FT.EKS.01 / SKRIPSI / 12 / 2008



UNIVERSITY OF INDONESIA

**COMPARATION STUDY BETWEEN STEEL AND CONCRETE  
CONSTRUCTION METHODES  
FOR ENGINEERING LETTER FACULTIES BRIDGE**

**FINAL ASSIGNMENT**

**Which made to fulfill graduation requirements to obtain Bachelor Degree in  
Engineering**

**MUHAMAD KUSMULYONO**

**06 06 04 152 2**

**FACULTY OF ENGINEERING  
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
DEPOK  
2008 DECEMBER**


iii

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Muhamad Kusmulyono

NPM : 06 06 04 152 2

Tanda Tangan : 

Tanggal : Desember 2008

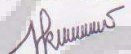


STATEMENT OF AUTHENTICITY

Herewith I honestly declare that this final assignment  
is made by myself, and all of references is valid

Name : Muhamad Kusmulyono

NPM : 06 06 04 152 2

Signatue : 

Date : 2008 Desember

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Muhamad Kusmulyono  
NPM : 06 06 04 152 2  
Program Studi : Program Sarjana Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Studi Banding Metode Pelaksanaan Jembatan Teknik  
Sastra Menggunakan Konstruksi Baja dan Konstruksi  
Beton

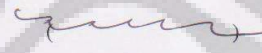
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, pada program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI :

Pembimbing : Ir. Bambang Setiadi



Penguji : Ir. Madsuri, MT



Penguji : Ir. Setyo Supryadi, Msi



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 23 Desember 2008

**SHEET OF APPROVAL**

This final assignment submitted by:

Name : Muhamad Kusmulyono  
NPM : 06 06 04 152 2  
Study Program : Civil Engineering  
Title : COMPARATION STUDY BETWEEN STEEL AND  
CONCRETE CONSTRUCTION METHODES FOR  
ENGINEERING – LETTER FACULTIES BRIDGE

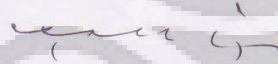
**Have succeeded to be submitted in Examiner Council and accepted one of  
requirement needed to achieve Bachelor Degree in Civil Engineering,  
Department Faculty of Engineering, University of Indonesia.**

**EXAMINER COUNCIL,**

Counsellor : Ir. Bambang Setiadi



Examiner : Ir. Madsuri, MT



Examiner : Ir. Setyo Supryadi, MSi



Decided in : Depok

Date : December, 23<sup>rd</sup> 2008

## KATA PENGANTAR

Dengan segala kerendahan hati saya sujud dan bersimpuh kepada Allah SWT yang memberikan rahmat dan hidayah-Nya, dalam bentuk cinta dan kasih sayang sebuah keluarga, saudara, sahabat, serta cahaya ilmu pengetahuan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Skripsi ini tidak akan tercipta tanpa dukungan orang yang saya hormati, saya cintai dan saya sayangi. Untuk itu penulis menyampaikan terima kasih dan mempersembahkan skripsi ini kepada :

1. Ir. Bambang Setiadi selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
2. PT. Krakatau Engginering yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
3. Ir. Madsuri, MT dan Ir. Setyo Supriyadi, Msi selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan masukan yang berarti;
4. Kedua orang tua (Drs. Kusran dan Ibu Sri Mulyanti) yang selama 24 tahun memberikan kasih sayang, dukungan, arahan, serta do'a yang tidak pernah terputus agar menjadi lebih baik. Maaf jika anak mu terkadang menyakiti semoga suatu saat anak mu ini bisa membuat mu bangga;
5. Adikku Ari Kusrini Yuliyanti yang menjadi semangat, mengisi canda dan tawa. Calon sarjana Teknik Sipil UNS. Pesan ku Selesaikanlah apa yang telah kamu mulai;
6. Keluarga besar bapak dan ibu yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu;
7. Mas Adit, Mb Nana, dan Danang Syailendra terima kasih telah hadir dalam hidup ku. Danang susul om kus jadi sarjana ya. Buat bangga Papa dan Mama;
8. My Best Friend Angga P, Annas, Arya, Darwin, Djody, Fajar, Hanafi, Hilmi, Ikhsan, Ican, Parlan, Randi, Taufik. Dan untuk semua teman-teman seperjuangan yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Terima kasih

telah hadir dalam hidup ku, terima kasih bantuan dan semangatnya. (Jangan memulai sesuatu yang tidak bisa kita selesaikan, jadi selesaikan lah kawan...);

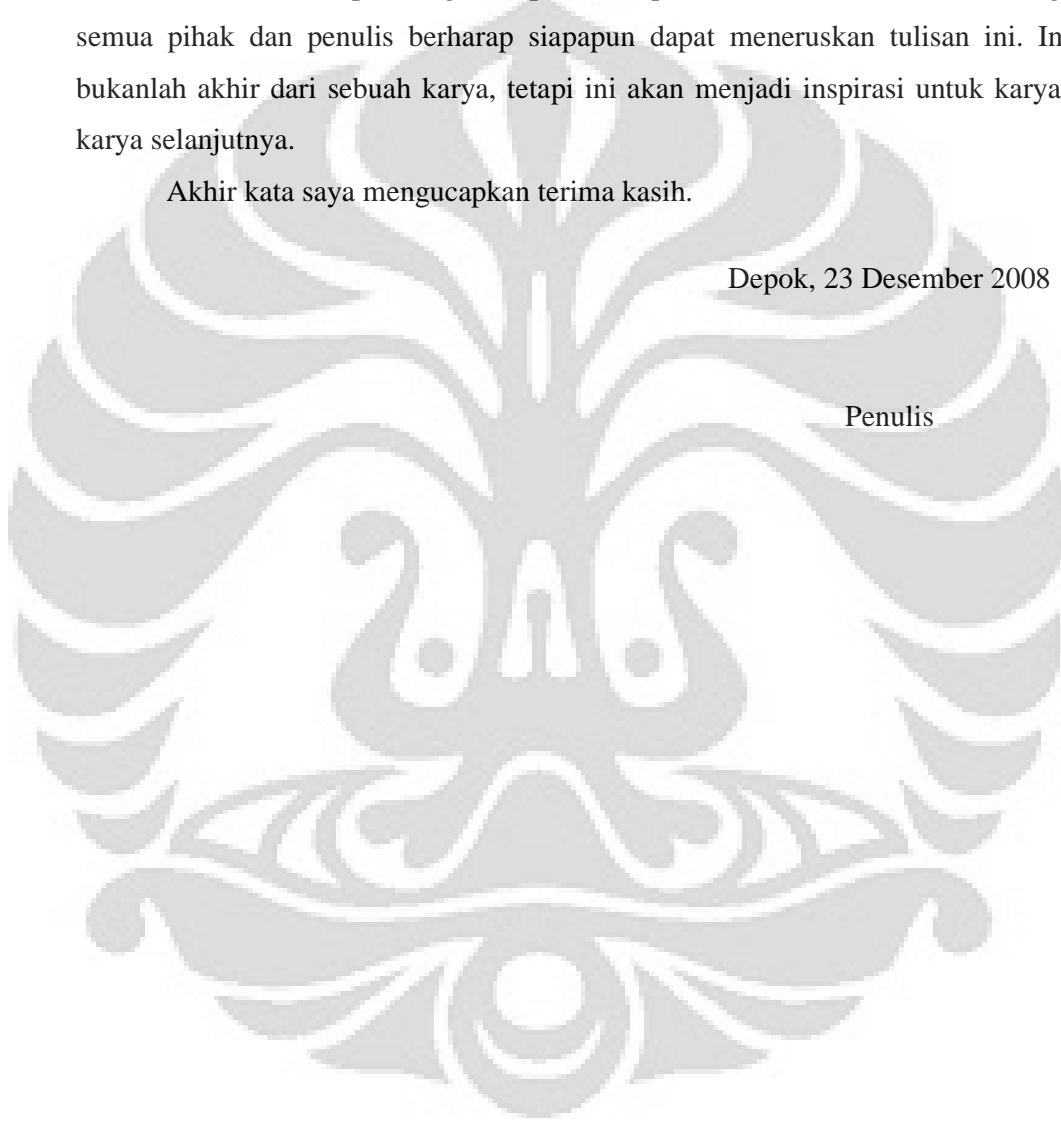
9. Jali, Hamid, Mb Dian, P' Karsim, administrasi jurusan terima kasih kerjasamanya.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat diterima dan bermanfaat bagi semua pihak dan penulis berharap siapapun dapat meneruskan tulisan ini. Ini bukanlah akhir dari sebuah karya, tetapi ini akan menjadi inspirasi untuk karya-karya selanjutnya.

Akhir kata saya mengucapkan terima kasih.

Depok, 23 Desember 2008

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhamad Kusmulyono  
NPM : 06 06 04 152 2  
Program Studi : Teknik Sipil  
Departemen : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

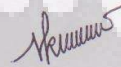
demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas skripsi saya yang berjudul :

**STUDI BANDING METODE PELAKSANAAN JEMBATAN TEKNIK  
SASTRA MENGGUNAKAN KONSTRUKSI BAJA DAN KONSTRUKSI  
BETON**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, mempublikasikan, skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada Tanggal : 23 Desember 2008  
Yang menyatakan



(Muhamad Kusmulyono)

x



## ABSTRAK

Nama : Muhamad Kusmulyono  
Program Studi : Program Sarjana Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Studi Banding Metode Pelaksanaan Jembatan Teknik Sastra Menggunakan Konstruksi Baja dan Konstruksi Beton

Jembatan adalah suatu konstruksi yang berguna untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah dan merupakan bagian suatu jaring-jaring jalan. Pada perencanaan awal Jembatan Teknik Sastra (Jembatan TEKSAS) menggunakan Konstruksi Beton sedangkan pelaksanaannya menggunakan Konstruksi Baja.

Dari permasalahan tersebut penulis ingin membandingkan metode pelaksanaan pada Jembatan Konstruksi Beton dan Jembatan Konstruksi Baja yang diterapkan pada lokasi yang sama dengan contoh kasus Jembatan Teknik Sastra (Jembatan TEKSAS) Universitas Indonesia.

Dari penulisan ini diharapkan bisa mendapatkan gambaran perbandingan waktu pelaksanaan, tingkat kesulitan, termasuk efek yang mungkin timbul serta keunggulan dan kekurang setiap metode yang digunakan.

Penelitian ini dibatasi metode pelaksanaan konstruksi Jembatan Baja Teknik Sastra (TEKSAS) yang berlokasi di Universitas Indonesia, yang meliputi tahap awal pelaksanaan, pelaksanaan struktur jembatan, serta rencana mutu dan K-3.

**Kata Kunci : Jembatan, Metode Pelaksanaan, Jembatan Baja, Jembatan Beton**

## ABSTRACT

Name : Muhamad Kusmulyono  
Study Program : Civil Engineering  
Title : Comparison Study Between Steel and Concrete Construction Methods For Engineering – Letter Faculties Bridge

A bridge is a construction that is used to connecting parts of roads through barriers usually lower elevations. Bridge also part of road system network. In this case, a bridge connecting Faculty of Engineering and Faculty of Letter in University of Indonesia (TEKSAS Bridge) is examined for its change from concrete structure in planning to steel construction in later stage.

According to this case, the methods of constructions for these two different types construction will be compared thoroughly using TEKSAS Bridge as example of study.

This study is expected to produce representative time schedules, effects, and also the strength and weakness of every method that is used.

This study is focused on construction methods of TEKSAS Bridge that is located in University of Indonesia, include Initial applied phase, Structural Bridge phase, and also Quality assessment and Safety (K3).

Key words: Bridge, Construction Methods, Steel Bridge, Concrete Bridge



# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b>	<b>iv</b>
<b>STATEMENT OF AUTHENTICITY</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>vi</b>
<b>SHEET OF APPROVAL</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>viii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN KARYA ILMIAH</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRAC</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN PENELITIAN	1
1.3 BATASAN MASALAH	2
1.4 SISTEMATIKA PENULISAN	2
<b>BAB II DASAR TEORI</b>	<b>3</b>
2.1 PENGERTIAN METODE KONSTRUKSI	3
2.2 JEMBATAN SECARA UMUM	3
2.3 BAGIAN-BAGIAN JEMBATAN	4
2.3.1 BANGUNANA BAWAH	5
2.3.2 BANGUNAN ATAS	7
2.4 METODE PEMASANGAN KONSTRUKSI JEMBATAN	8
2.4.1 PEMASANGAN STRUKTUR BAWAH JEMBATAN	8
2.4.2 PEMASANGAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>21</b>
3.1 GAMBARAN UMUM	21
3.2 METODE PENELITIAN	22

3.3 PPROSES PENELITIAN	24
3.4 PENDEKATAN KUANTITATIF	25
3.5 PENDEKATAN KUALITATIF	26
<b>BAB IV DATA PENELITIAN</b>	<b>27</b>
4.1 UMUM (Data Lapangan)	27
4.2 DATA JEMBATAN BAJA	28
4.3 TAHAP ERECTION	63
4.4 DATA RENCANA JEMBATAN BETON 1	71
4.5 DATA RENCANA JEMBATAN BETON 2	78
<b>BAB V ANALISA DATA</b>	<b>82</b>
5.1 ANALISA KUALITATIF JEMBATAN BAJA	82
5.2 ANALISA KUALITATIF JEMBATAN BETON	85
5.3 ANALISA KUANTITATIF	97
5.4 RENCANA MUTU DAN PEDOMAN K3	100
<b>BAB VI PENUTUP</b>	<b>106</b>
6.1 KESIMPULAN	106
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>108</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>109</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Bagian-bagian struktur utama konstruksi jembatan	5
Gambar 2.2 Pekerjaan Pemancangan	9
Gambar 2.3 Tiang Pancang setelah digali	10
Gambar 2.4 Pemotong sisa tiang pancang dan bliding stone	10
Gambar 2.5 Lean Concrete Footoing	10
Gambar 2.6 Penulangan Footing	10
Gambar 2.7 Pengecoran Footing	11
Gambar 2.8 Bekisting dinding abutment	11
Gambar 2.9 Pengecoran dinding abutment	11
Gambar 2.10 Abutment	12
Gambar 2.11 Penimbunan Footing Abutment	12
Gambar 2.12 Sistem Perancah	16
Gambar 2.13 Sistem Service Crane	17
Gambar 2.14 Sistem Launching Truss	18
Gambar 2.15 Counter Weight dan Link-Set	19
Gambar 2.16 Sistem Launching Gantry	19
Gambar 2.17 Sistem Traveller dan Heavy Gantry	20
Gambar 3.1 Diagram alir proses pelaksanaan penelitian	24
Gambar 3.2 Diagram alir proses analisa metode pelaksanaan jembatan	
Konstruksi Baja dan Konstruksi Beton	25
Gambar 4.1 Kondisi Eksisting	27
Gambar 4.2 Gambar Image 3 Dimensi	29
Gambar 4.3 Diameter Lubang Baut	31
Gambar 4.4 Panjang Baut	32
Gambar 4.5 Column, Post, Stud, dan Pengaku	49
Gambar 4.6 STAIRWAY	50
Gambar 4.7 LADDER	50
Gambar 4.8 Baut	60
Gambar 4.9 Erection Tahap 1	63

Gambar 4.10 Erection Tahap 2	63
Gambar 4.11 Erection Tahap 3	64
Gambar 4.12 Erection Tahap 4	65
Gambar 4.13 Erection Tahap 5	66
Gambar 4.14 Erection Tahap 6	67
Gambar 4.15 Erection Tahap 7	68
Gambar 4.16 Erection Tahap 8	69
Gambar 4.17 Erection Tahap 9	70
Gambar 4.18 Tampak Perspektif Jembatan Pejalan Kaki	71
Gambar 4.19 Tampak Samping Jembatan Pejalan Kaki	71
Gambar 4.20 Tampak Depan Jembatan Pejalan Kaki	72
Gambar 4.21 Detail Pembagian Kabel Jembatan Pejalan Kaki	72
Gambar 4.22 Letak Jogging Track terhadap Jembatan Pejalan Kaki	73
Gambar 4.23 Detail Struktur Rangka Pengaku Jembatan Pejalan kaki	73
Gambar 4.24 Detail Struktur Gelagar Jembatan Pejalan Kaki	74
Gambar 4.25 Detail Tampak Makara Jembatan Pejalan Kaki	74
Gambar 4.26 Tampak Bawah Jembatan Pejalan Kaki	75
Gambar 4.27 Berbagai Tampak Jembatan Pejalan kaki	75
Gambar 4.28 Denah Situasi Jembatan Pejalan Kaki	76
Gambar 4.29 Gambar Perspektif Jembatan Beton 2	78
Gambar 4.30 Gambar Tampak Samping Jembatan Beton 2	78
Gambar 4.31 Detail Jembatan Beton 2	79
Gambar 4.32 Gambar Tampak Rencana Jembatan Beton 2	80
Gambar 5.1 Pabrikasi Jembatan Baja	83
Gambar 5.2 Pelaksanaan di lokasi	83
Gambar 5.3 Bekisting Pilon	86
Gambar 5.4 Acuan perancah untuk kolom jembatan	87
Gambar 5.5 Acuan perancah untuk balok jembatan	87
Gambar 5.6 Pelaksanaan	90
Gambar 5.7 Pemasangan arch rib	91
Gambar 5.8 Tipikal Spiral Strand	91
Gambar 5.9 Tipikal Locked Coil Strand	92

Gambar 5.10 Tipe Struktural Rope	92
Gambar 5.11 Detail Kabel	92
Gambar 5.12 Acuan dan perancah bagian kepala jembatan	93
Gambar 5.13 Pengecoran bagian kepala jembatan	93
Gambar 5.14 Ilustrasi Pengecoran Lantai Jembatan	94
Gambar 5.15 Pemasangan arch rib	95
Gambar 5.16 Acuan perancah untuk bracing samping	96
Gambar 5.17 Acuan perancah untuk bracing atas dan balok	96



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1a Tipe Jembatan	14
Tabel 2.1b Tipe Jembatan	15
Tabel 4.1 Length to be added to the grip length $l_1$	32
Tabel 4.2 Minimum Preheat and Inter pass temperature	37
Tabel 4.3 Diskontinuitas	41
Tabel 4.4	42
Tabel 4.5	43
Tabel 4.6	46
Tabel 4.7	47
Tabel 4.8	48
Tabel 4.9 Pengecatan	51
Tabel 4.10 Toleransi	52
Tabel 4.11 Toleransi untuk bentuk mamber struktur Built-up	53
Tabel 4.12 Toleransi	57
Tabel 4.13 Tegangan Baut Minimum	59
Tabel 4.14 Toleransi untuk tangga, hand rail dan rantai baja	61
Tabel 4.15 Pengecatan	62
Tabel 5.1 Analisa Kuantitatif Tingkat kesulitan	97
Tabel 5.2 Analisa Kuantitatif Efek yang mungkin timbul	98
Tabel 5.3 Analisa Kuantitatif Tujuan Penelitian	99



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah dari jalan dan merupakan bagian suatu jaring-jaring jalan raya<sup>1</sup>. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa). Pada Jembatan Teknik Sastra Rintangannya adalah air dan jembatan ini adalah jembatan yang bukan merupakan bagian suatu jaring-jaring jalan raya, yakni merupakan jembatan perlintasan orang.

Perencanaan awal Jembatan Teknik Sastra ini adalah menggunakan Konstruksi Beton sedangkan pelaksanaannya menggunakan Konstruksi Baja.

Hal-hal seperti diatas yang membuat penulis ingin membandingkan penerapan metode pelaksanaan pada Jembatan Konstruksi Beton dan Jembatan Konstruksi Baja pada lokasi yang sama dan peruntukan yang sama yaitu Jembatan Teknik Sastra.

### **1.2 TUJUAN PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tujuan yang berkaitan dengan metode pelaksanaan konstruksi jembatan, yaitu :

1. Untuk mengetahui metode pelaksanaan konstruksi Jembatan Baja Teknik Sastra (TEKSAS) yang dilakukan oleh PT. Krakatau Enggining.
2. Untuk membandingkan penerapan metode pelaksanaan konstruksi Jembatan Teknik Sastra (TEKSAS) dengan menggunakan konstruksi baja dan menggunakan konstruksi beton sesuai desain awal.
3. Untuk mendapatkan gambaran perbandingan waktu pelaksanaan, tingkat kesulitan, termasuk efek yang mungkin timbul serta keunggulan dan kekurangan setiap metode yang digunakan.

---

<sup>1</sup> KH. Agus Iqbal Manu, Dr. Ir. MEng, MBA, MMF, PEng, MIHT, *Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Rangka Baja* ( Jakarta: PT. Mediatama Sapta Karya, 2003)



### 1.3 BATASAN MASALAH

Penelitian ini adalah penelitian tentang metode pelaksanaan konstruksi Jembatan Baja Teknik Sastra (TEKSAS) yang berlokasi di Universitas Indonesia, yang meliputi tahap awal pelaksanaan, pelaksanaan struktur jembatan, serta rencana mutu dan K-3.

### 1.4 SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan laporan tugas akhir ini disusun dalam beberapa bab, yaitu :

**BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini berisi mengenai latar belakang penelitian, maksud dan tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

**BAB II : DASAR TEORI**

Bab ini berisi mengenai dasar-dasar teori dengan permasalahan yang akan dibahas yaitu metode pelaksanaan yang digunakan untuk konstruksi jembatan beton dan baja.

**BAB III : METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang lokasi penelitian, hasil pengumpulan data dan beberapa gambar dari obyek penelitian ini.

**BAB IV : DATA**

Bab ini berisi data yang diperoleh dari PT. Krakatau Steel sebagai suplayer dan PT. Krakatau Enggining kontraktor pelaksanaan konstruksi Jembatan Teknik Sastra

**BAB V : ANALISA DATA**

Bab ini berisi analisa dari data-data pada BAB IV, seperti membandingkan metode pelaksanaan tersebut dengan metode pelaksanaan yang lain.

**BAB VI : PENUTUP**

Bab ini merupakan bagian penutup yang didalamnya berisi kesimpulan dan saran berdasarkan data-data yang telah dianalisa pada bab sebelumnya.

# BAB II

## DASAR TEORI

### 2.1 Pengertian Metode Konstruksi

Metode konstruksi adalah cara yang digunakan untuk mentransformasikan sumber-sumber daya (*resources*) menjadi produk-produk yang dibangun (*constructed products*) dan bagaimana konstruksi mengaplikasikan sumber-sumber daya<sup>1</sup>.

Prosedur-prosedur metode konstruksi dapat didefinisikan menentukan metode apa yang tepat (*right method*), peralatan yang tepat (*right equipment*), tenaga kerja yang tepat (*raight labor*) untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan yang memenuhi unsur manajemen konstruksi.

Manajemen konstruksi dalam hal ini adalah melakukan proses pelaksanaan proyek konstruksi yang mengacu kepada biaya, mutu, dan waktu. Yaitu dengan biaya yang ekonomis, mutu yang baik, serta waktu yang tepat.

Pelaksanaan Proyek Konstruksi memiliki peran yang sangat penting yaitu merupakan hasil dari suatu perencanaan, apabila metode konstruksi yang digunakan tidak tepat maka dapat menyebabkan salah satu atau mungkin ketiga sasaran manajemen proyek konstruksi di atas jadi tidak tepat seperti waktu pelaksanaan mungkin akan lebih lama dan akan menyebabkan biaya pelaksanaan jadi membengkak.

Tujuan utama dari mempelajari metode konstruksi adalah untuk memahami dasar-dasar teknologi pelaksanaan dari berbagai jenis bangunan agar dapat mengikuti perkembangan teknologi konstruksi yang semakin tepat dan cepat<sup>2</sup>.

### 2.2 Jembatan secara umum

Jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah dari jalan. Rintangan ini

---

<sup>1</sup> Tatum C.B. *Clasification System for Construction Technology*. Journal of Construction Engineering and Management. USA: ASCE.1988.

<sup>2</sup> Irdham A. *Materi Kuliah Metode Konstruksi*. Pasca Sarjana UI. Bidang Teknik Sipil Kekhususan Mamen Konstruksi. Jakarta: Sipil UI. 2001.

biasanya jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa)<sup>3</sup>. Fungsi dan arti jembatan digunakan dalam arti yang luas, yaitu dimana jembatan merupakan bagian dari suatu jaring-jaring sistim jalan dimana dihadapi suatu halangan dan kontinuitas jalan harus tetap terjamin. Dalam mengatasi halangan ini diperlukan perlintasan.

Jembatan yang bukan merupakan bagian suatu jaringan-jaringan jalan raya, juga termasuk dalam kategori jembatan, misalnya jembatan kereta api dan jembatan perlintasan orang, dimana konstruksi tersebut merupakan suatu bagian sistim transportasi tertentu.

Juga dimasukkan dalam kategori jembatan, beberapa jenis konstruksi penyangga yang melintasi bermacam-macam bangunan jalan, saluran air, bangunan dan lain-lain, misalnya: Pipa, saluran terbuka, dan lain-lain.

Lebih lanjut mengenai jembatan, struktur jembatan terdiri dari struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas adalah bagian yang menahan beban-beban yang ditimbulkan oleh arus lalu lintas yang melintasi jembatan tersebut. Struktur atas jembatan terdiri dari gelagar memanjang dan melintang, sistem lantai kendaraan, perletakan, bracing (ikatan-ikatan). Struktur bawah jembatan adalah konstruksi yang langsung berdiri diatas dasar tetap. Struktur bawah terdiri dari pangkal jembatan dan pancang.

### **2.3 Bagian-bagian jembatan**

Secara umum bagian-bagian struktur utama dari konstruksi jembatan adalah terdiri dari :<sup>4</sup>

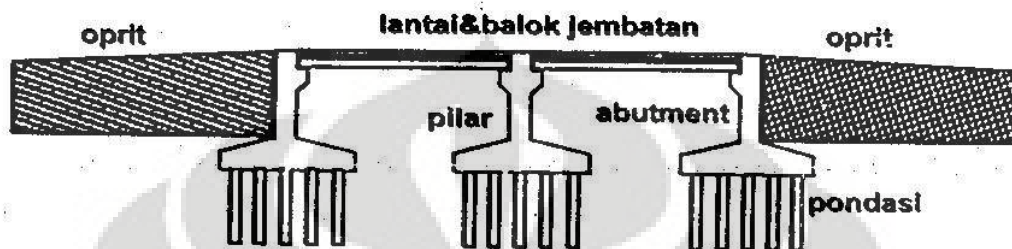
1. Struktur Pondasi, baik untuk struktur abutmen ataupun untuk struktur pilar. Struktur pondasi jembatan pada umumnya adalah struktur pondasi dalam, bisa merupakan pondasi tiang pancang ataupun pondasi tiang bor.
2. Struktur Abutmen, yaitu struktur dudukan lantai/balok jembatan sisi tepi
3. Struktur Pilar, yaitu struktur dudukan lantai/balok jembatan sisi tengah
4. Struktur lantai jembatan

---

<sup>3</sup> KH. Agus Iqbal Manu, Dr. Ir. MEng, MBA, MMF, PEng, MIHT, *Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Rangka Baja* ( Jakarta: PT. Mediatama Sapta Karya, 2003)

<sup>4</sup> PT. PP (PERSERO), *Buku Refferensi untuk Kontraktor Bangunan Gedung dan Sipil* (Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2003)

5. Struktur kabel, bila konstruksi jembatan adalah merupakan konstruksi jembatan kabel (cable stayed bridge atau suspension bridge)
6. Struktur Oprit, yaitu tanah timbunan di sisi-sisi tepi jembatan yang akan menghubungkan elevasi lantai jembatan dan elevasi jalan sebelum dan sesudah konstruksi jembatan.



Gambar 2.1

Bagian-bagian struktur utama konstruksi jembatan

Bagian-bagian struktur utama konstruksi jembatan di atas dibagi menjadi 2 bagian yaitu:<sup>5</sup>

- Bangunan Bawah (*Substructure*)
- Bangunan Atas (*Upper Structure*)

### 2.3.1 BANGUNAN BAWAH (*SUBSTRUCTURE*)

#### 2.3.1.1 Definisi

Yang termasuk kategori bangunan bawah dari suatu konstruksi jembatan adalah:

- Pangkal Jembatan (*abutmen*)
- Tiang Jembatan (*Pier*) pilar
- Pondasi

#### 2.3.1.2 Tinjau Jembatan/ Pilar (*Pier*)

Pilar jembatan pada umumnya terbuat dari beton bertulang. Terdapat bermacam variasi bentuk pilar seperti:

- Pilar Jembatan Kolom Tunggal
- Pilar Jembatan Bentuk Portal
- Pilar Bentuk Dinding
- Tiang Pondasi Sebagai Pilar Jembatan

<sup>5</sup> KH. Agus Iqbal Manu, Dr. Ir. MEng, MBA, MMF, PEng, MIHT, *Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Rangka Baja* ( Jakarta: PT. Mediatama Sapta Karya, 2003)

- Pilar *Caisson*

#### 2.3.1.3 Pangkal Jembatan (*abutmen*)

Pangkal Jembatan adalah salah satu konstruksi pendukung jembatan yang letaknya diujung-ujung jembatan. Pangkal jembatan juga berfungsi untuk memberikan transisi dari oprit ke lantai jembatan.

Pada prinsipnya pangkal jembatan terdiri dari balok atau dinding yang merupakan kepala pangkal jembatan melintang yang mendukung bangunan atas. Balok bangunan atas duduk diatas tumpuan yang ditempatkan pada alas beton yang dicor di atas kepala pangkal jembatan. Kepala pangkal jembatan ditumpu oleh sistem pondasi (dapat berupa pondasi langsung atau pondasi tiang pancang). Timbunan dari oprit dan badan jalan ditahan oleh dinding penahan belakang sedangkan timbunan samping ditahan oleh dinding sayap.

Melihat fungsi dari kepala jembatan diatas dapat disimpulkan bahwa konstruksi kepala jembatan selain harus mampu memikul beban vertikal akibat berat jembatan (muatan mati) dan muatan hidup juga harus mampu menahan tekanan horizontal dari tanah.

#### 2.3.1.4 Pondasi

Secara umum pondasi dapat dibedakan atas:

- Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal atau sering disebut pondasi langsung atau pondasi telapak karena konstruksi pondasi terletak langsung pada suatu lapisan yang cukup keras atau lapisan yang menurut perhitungan mampu memikul baban pondasi. Lapisan tanah keras tersebut dapat berupa cadas atau batuan.

Penggunaan pondasi dangkal adalah untuk kondisi tanah dimana letak lapisan tanah keras tidak terlalu dalam atau beban yang dipikul pondasi relatif tidak berat

Dilihat dari bentuknya pondasi telapak dapat dibedakan atas: Pondasi setempat (berbentuk segi empat, bujur sangkar, lingkaran/ bundar) dan Pondasi menerus/ jajur

- Pondasi Dalam

Penggunaan pondasi dalam adalah jika letak lapisan tanah keras cukup dalam atau beban yang dipikul pondasi cukup besar.

Yang termasuk kategori pondasi dalam adalah: Pondasi Sumuran (Caisson), Pondasi Tiang Bor, Pondasi Tiang Pancang

### 2.3.2 BANGUNAN ATAS (*UPPER STRUCTURE*)

#### 2.3.2.1 Tipe Bangunan Atas

Bangunan atas jembatan dapat diklasifikasikan atas berbagai tipe, yaitu:

- Tipe plat
- Tipe Blok dan Plat
- *Box Girder* (balok berbentuk kotak)
- Rangka
- Sistem konstruksi kabel (jembatan gantung, *cable stayed bridge*)

Ditinjau dari pemakaian bahan, bangunan atas jembatan dapat dibedakan atas:

- Gorong-gorong
- Jembatan konstruksi beton (jembatan beton bertulang dan jembatan beton pratekan)
- Jembatan baja
- Jembatan dengan penampang gabungan (balok dari profil baja dan plat/lantai kendaraan dari beton bertulang)
- Jembatan kayu

Dilihat dari tipe jembatan diatas maka terdapat beberapa faktor utama yang mempengaruhi pemilihan tipe jembatan tersebut. Seperti:

- Fungsi jembatan

Salah satu faktor yang mempengaruhi pemilihan tipe jembatan yaitu fungsi jembatan tersebut dibuat, apakah jembatan tersebut akan digunakan untuk lalu lintas kendaraan, pejalan kaki atau keperluan lain (misalkan untuk melewati air)

- Keadaan alam perlintasan
- Kondisi lokasi jembatan

Keadaan perlintasan, selain berfungsi untuk melewati lalu lintas kendaraan, orang, pembuatan jembatan juga dapat dimaksudkan untuk

mengatasi hambatan, jalan pemisah elevasi, pelintasan aliran, atau pemisah jalan kereta api.

- Panjang/ bentang jembatan

Panjang atau bentang jembatan merupakan salah satu faktor yang penting dalam penentuan tipe jembatan. Seperti terlihat pada tabel dibawah.

- Sumber-sumber material, peralatan yang tersedia
- Keuangan
- Esetika

## 2.4 Metode Pemasangan Konstruksi Jembatan

### 2.4.1 Struktur Bawah

#### 2.4.1.1 Pekerjaan Tanah

Pekerjaan tanah dilakukan untuk mendapatkan elevasi muka tanah yang direncanakan. Pekerjaan tanah pada struktur bawah digunakan untuk meratakan posisi titik dari *Pier* 1,2 dan *Abutment* 1 dan 2. Pekerjaan tanah disini meliputi penggalian dan penimbunan. Untuk pekerjaan galian, semua pekerjaan dilakukan dalam keadaan kering. Bila tempat galian berair air dipompa terlebih dahulu dari lokasi galian, sehingga tanah galian mudah dibuang dan tidak becek. Sedangkan untuk penimbunan digunakan tanah yang baik, artinya tanah tidak mengandung bahan organis atau batuan, sehingga kemampuan yang terjadi diharapkan maksimal.

#### 2.4.1.2 Pekerjaan Kepala Jembatan

Kepala jembatan atau *Abutment* adalah *Sub Structure* yang berada pada bagian tepi jembatan. Konstruksi *Abutment* merupakan konstruksi dinding penahan tanah yang direncanakan dibuat dari beton bertulang. Pekerjaan yang terdapat pada kepala jembatan yaitu antara lain:

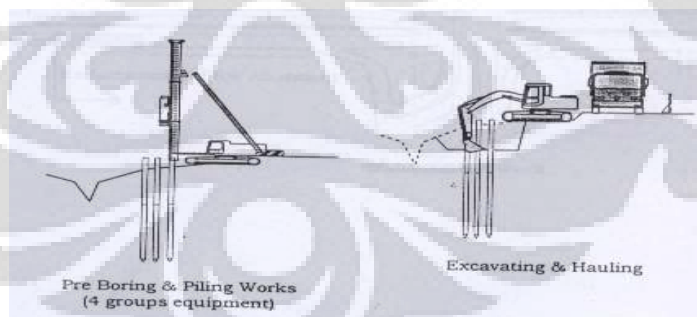
- ⊕ Pondasi, disini rencana pondasi menggunakan tiang pancang
- ⊕ *Footing* atau *Pile Cap* yang berbentuk telapak terbuat dari beton.
- ⊕ Dinding *Abutment* yaitu konstruksi dinding penahannya terbuat dari beton.

Urutan pelaksanaan pekerjaan *Abutment* adalah sebagai berikut :

- a. Penentuan lokasi kepala jembatan
- b. Pembesihan lapangan
- c. Penataan lapangan



- d. Pengukuran
- e. Pemasangan *Bow plank*
- f. Pelaksanaan pemancangan tiang pancang
  - Tiang pancang diangkat dari tempat penyimpanan sementara dan dibawa ke tempat pemancangan dengan menggunakan *Pile Driving Machine*.
  - Sampai ditempat pemancangan tiang pancang ditegakkan dan sumbu tiang diatur tepat pada tempat yang telah direncanakan berdasarkan gambar rencana.
  - Diatas kepala tiang pancang dipasang pelindung bantalan triplek tebal dan *hammer* diatur sedemikian rupa sehingga berada *sentris* diatas pelindung tiang pancang tersebut, maksud pemakaian pelindung agar pada waktu pemancangan kepala tiang tersebut tidak rusak akibat pukulan *hammer*.
  - Selama pemancangan dilakukan harus dicatat kedalaman pemancangan.
  - Bila tiang pancang telah mencapai kedalaman yang direncanakan, maka pemancangan dihentikan.
  - Pekerjaan *pilling* akan dilaksanakan dengan menggunakan 1 buah *pile driving machine* dengan produktivitas 8 unit /hari.
  - Pembuatan badan kepala jembatan
  - Pembuatan dinding pelindung tanah, kiri dan kanan jembatan

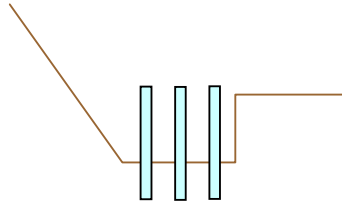


Gambar 2.2

Pekerjaan pemancangan

- g. Setelah pekerjaan pemancangan selesai lalu dilakukan penggalian tanah disekitar lokasi pemancangan dengan lebar sesuai dengan dimensi *Footing Abutment*. Hingga mencapai elevasi *Bottom of Footing Abutment*.

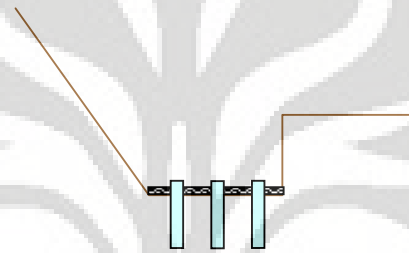




Gambar 2.3

Tiang pancang setelah digali

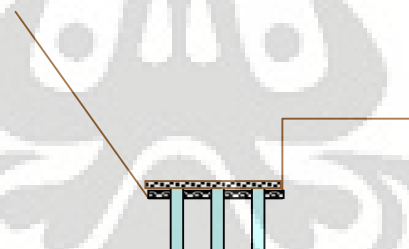
- h. Setelah dilakukan penggalian lalu sisa tiang pancang dibobok dan dipotong, serta lapisan dasar *Footing Abutment* diberikan *Blinding Stone* untuk meratakan elevasi.



Gambar 2.4

Pemotongan sisa tiang pancang dan Blinding stone

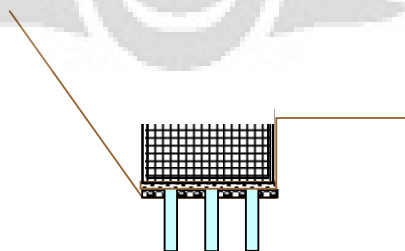
- i. Setelah diratakan lalu dicor dengan menggunakan beton K125 setebal 5 cm untuk lantai kerja (*Lean Concrete*)



Gambar 2.5

Lean concrete Footing

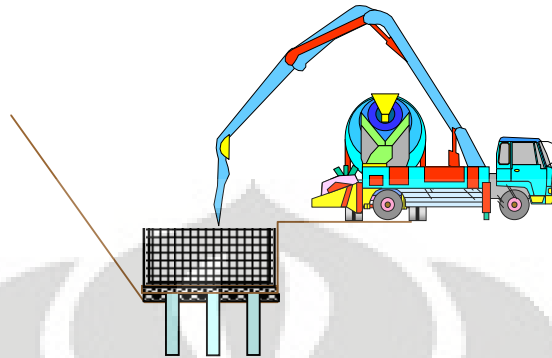
- j. Setelah dibuat lantai kerja lalu dipasang bekisting untuk *Abutment* Jembatan bersamaan dengan pemasangan tulangan *Abutment* Jembatan.



Gambar 2.6

Penulangan *Footing*

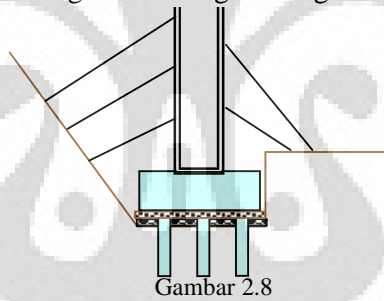
- k. Setelah bekisting dan penulangan *Footing Abutment* selesai lalu dilakukan pengecoran beton untuk *Footing Abutment*.



Gambar 2.7

Pengecoran *footing*

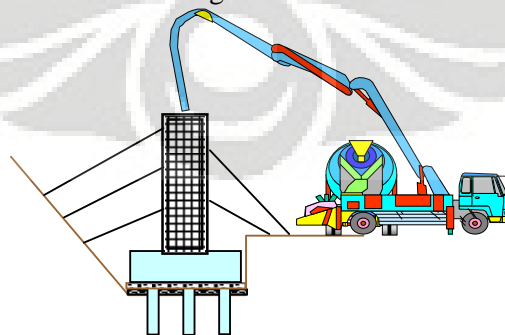
- l. Setelah Dilakukan pengecoran beton harus di *Curing* hingga cukup umur. Tiga hari setelah pengecoran beton bekisting dapat dilepas.
- m. Dilakukan Pemasangan Tulangan untuk Dinding *Abutment*. Setelah selesai lalu dilakukan pemasangan bekisting dinding *Abutment*.



Gambar 2.8

Bekisting dinding *Abutment*

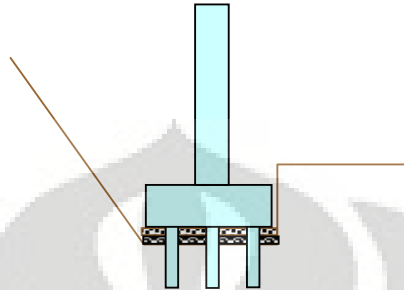
- n. Setelah Penulangan dinding *Abutment* dan instalasi bekisting selesai dipasang angkur untuk perletakkan girder jembatan lalu dilakukan pengecoran beton untuk dinding *Abutment*.



Gambar 2.9

Pengecoran dinding *Abutment*

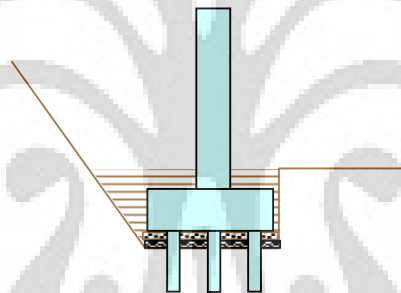
- o. Setelah Pengecoran dinding *Abutment* selesai dan Beton telah cukup umur ( $\pm 3$  hari) maka bekisting dinding *Abutment* dapat dibongkar. Kemudian dipasang perletakan sendi pada kedua *abutment*



Gambar 2.10

*Abutment*

- p. Setelah Pekerjaan *Abutment* selesai maka dilakukan pekerjaan penimbunan pada *Footing Abutment* dengan tanah.



Gambar 2.11

Penimbunan *Footing Abutment*

#### 2.4.1.3 Pekerjaan Pelindung Tanah

Pekerjaan pelindung tanah dilakukan pada timbunan sekitar *abutment* jembatan. Konstruksi pelindung tanah menggunakan batu kali berfungsi untuk melindungi tanah timbunan dari kelongsoran. Adapun tahapan pelaksanaannya adalah:

1. Pemasangan tanah timbunan
2. Pemasangan *bouwplank*
3. Setting ketinggian dan kemiringan tanah
4. Pemasangan pasangan batu kali

#### 2.4.2 Pemasangan struktur atas jembatan

Pekerjaan Struktur atas merupakan pekerjaan pada bagian atas dari suatu konstruksi jembatan. Pekerjaan Struktur atas yang utama adalah Girder dan Plat lantai jembatan. Pemasangan bangunan atas jembatan sangat tergantung beberapa faktor, yaitu:

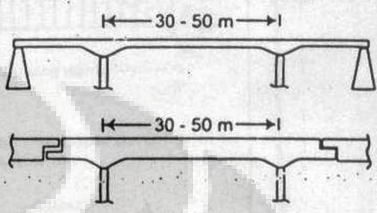
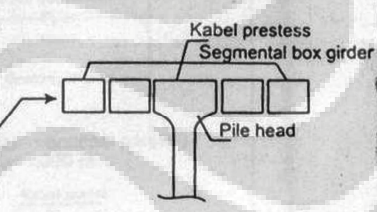
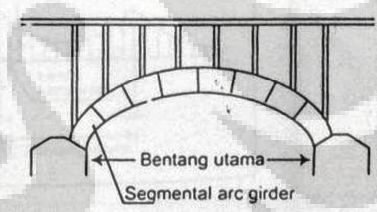
- Sistem konstruksi bangunan atas
- Peralatan berat yang mungkin dikerahkan ke lokasi
- Keadaan perlintasan (sungai atau jalan lain yang melayani lalu lintas)
- Areal di lokasi pembangunan apakah cukup luas untuk merakit jembatan diluar lokasi perlintasan

Bagian terpenting dalam metode konstruksi jembatan adalah proses *erection* lantai jembatan, dimana banyak metoda dimungkinkan untuk melakukan *erection* tersebut. Adapun metoda *erection* dari lantai jembatan juga sangat bervariasi dan sangat ditentukan oleh banyak pertimbangan antara lain:<sup>6</sup>

- Kondisi medan, apakah struktur jembatan terletak diatas permukaan air (sungai/laut) atau diatas daratan.
- Tipe alat yang telah dimiliki, dimana setiap pelaksanaan proyek harus mempertimbangkan jenis-jenis alat angkat yang telah dimiliki yang tentunya akan berakibat kepada biaya konstruksi yang efisien
- Kondisi akses menuju ke lokasi proyek, tipe alat berat apa saja yang dimungkinkan untuk melewatinya.
- Pertimbangan lalu lintas lama, dimana selama masa konstruksi lalu lintas yang telah ada tidak dapat terhenti, sehingga ada tuntutan penggunaan tipe alat tertentu untuk mengatasinya.
- Tipe material dan struktur jembatan yang digunakan, apakah baja atau beton
- Pertimbangan waktu pelaksanaan, dimana pada umumnya bila masa waktu konstruksi pendek maka system precast atau prefab harus digunakan.

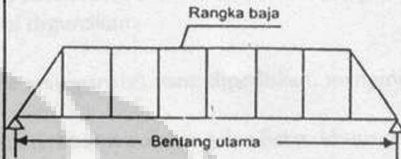

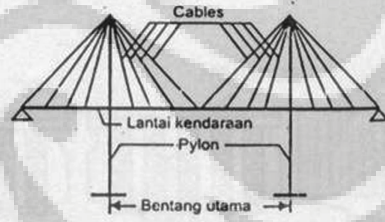

---

<sup>6</sup> PT. PP (PERSERO), *Buku Reeferensi untuk Kontraktor Bangunan Gedung dan Sipil* (Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2003)

No.	Tipe Jembatan	Bentang optimum yang ekonomis ( meter)	
I	<b>Beton Bertulang</b>		
1.	Gelegar utama berupa balok diatas 2 tumpuan	Sampai 30	Penampang berbentuk segi empat (masif atau berlubang), bentuk huruf T, I dan lain-lain.
2.	Gelegar utama berupa balok diatas beberapa tumpuan atau dengan cantilever.	30 - 50	 <p>Gelegar beton bertulang tidak dapat dilaksanakan secara segmental</p>
II.	<b>Beton Patekan</b>		
1.	Gelegar utama berupa balok diatas 2 tumpuan	20 - 50	
2.	Gelegar utama berupa balok di atas beberapa tumpuan	50 - 850	
3.	Gelegar utama berupa balok segmental dengan post tension prestressing	80 - 300	
4.	Gelegar utama berupa konstruksi busur (arc bridge)	100 - 300	
			

Tabel 2.1a  
Tipe Jembatan



No.	Tipe Jembatan	Bentang optimum yang ekonomis (meter)	Keterangan
III.	Konstruksi baja		
1.	Gelegar utama berupa balok diatas 2 tumpuan.	Sampai 30	
2.	Gelegar utama berupa balok diatas beberapa tumpuan.	30 - 50	
3.	Konstruksi utama berupa rangka baja	40 - 300	
4.	Konstruksi utama berupa busur rangka baja	200 - 500	
IV	Cable Stayed Bridge (Jembatan yang ditopang dengan kabel mutu tinggi)	200 - 500	<p>Sekarang sudah mencapai panjang bentang utama 690 m</p> 
V.	Suspension Bridge (Jembatan gantung)	Diatas 500	<p>Sekarang sudah mencapai panjang bentang utama - 4000 m</p> 

Tabel 2.1b  
Tipe Jembatan

Berikut ini adalah beberapa tipe metode *erection* lantai jembatan yang umumnya digunakan untuk berbagai konstruksi jembatan<sup>7</sup>.

#### 1. Sistem Perancah

Sistem ini digunakan bila struktur lantai jembatan berada diatas daratan, dan tidak adanya fungsi yang dihambat (pada lokasi tersebut, missal lalu lintas, air, dll) karena pemasangan perancah.

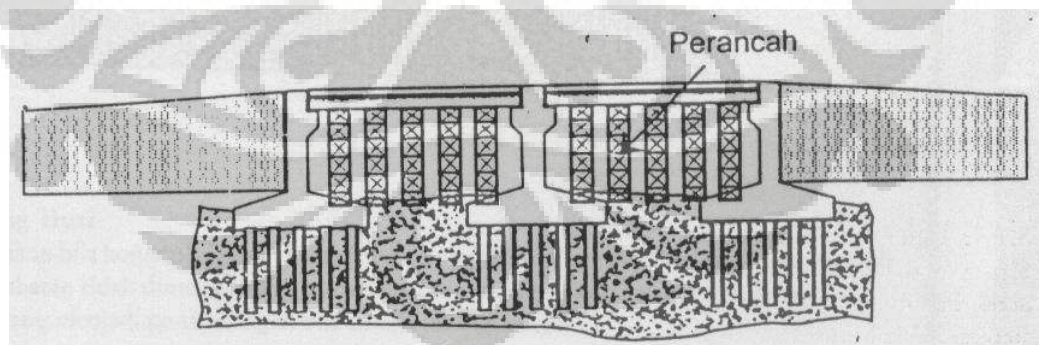
Sistem perancah ini juga dimanfaatkan untuk sistem beton cor ditempat (*cast in place*).

Keuntungan :

- Minimnya alat angkat berat (*service crane atau gantry*) yang diperlukan, mengingat pengecoran yang dilakukan adalah ditempat.
- Lebih minimnya biaya erection akibat tidak terlibatnya alat angkat berat, khususnya bila tipe ini telah dimiliki (*heavy duty shoring*)

Kerugian :

- Produktivitas yang relatif rendah karena pekerjaan cor ditempat menuntut waktu yang lebih lama untuk proses persiapan (*form work* dan perancah) dan proses setting beton
- Menuntut tanah yang harus baik, dan bila tanah yang ada untuk dudukan perancah kurang baik maka akan berakibat pada perlunya struktur pondasi khusus (luasan telapak yang lebar atau penggunaan pondasi dalam)



Gambar 2.12  
Sistem Perancah

<sup>7</sup> PT. PP (PERSERO), *Buku Refferensi untuk Kontraktor Bangunan Gedung dan Sipil* (Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2003)

## 2. Sistem *Service Crane*

Sistem ini digunakan bila konstruksi beton balok jembatan adalah berupa konstruksi *precast*, juga bila akses bawah jembatan dimungkinkan bagi pergerakan alat tersebut dan juga suplay bagi pengiriman girder.

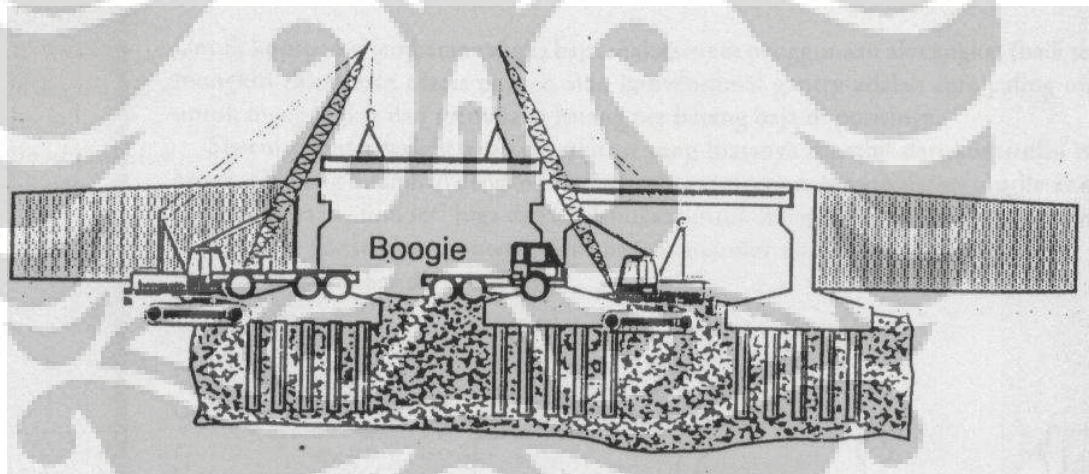
Keuntungan :

- Produktifitas *erection* yang tinggi
- Tidak terpengaruh kepada tipe tanah yang ada di bawah lantai jembatan (sebatas mampu dilewati untuk *maneuver* alat berat)

Kerugian :

- Umumnya penggunaan alat berat seperti ini memerlukan biaya tinggi mengingat biaya sewa *crane* dengan kapasitas angkat tinggi adalah *relative* mahal.
- Perlunya *access road* yang memadai untuk memobilisasi *service crane*

Diperlukannya alat-alat tambahan seperti *boogie* dan *extra service crane* di lahan *stock girder*.



Gambar 2.13

Gambar Sistem *Service Crane*

## 3. Sistem *Launching Truss*

Sistem ini digunakan bila konstruksi beton balok jembatan adalah berupa konstruksi *precast*, juga bila akses bawah jembatan tidak memungkinkan sama sekali digunakan sebagai akses alat berat.

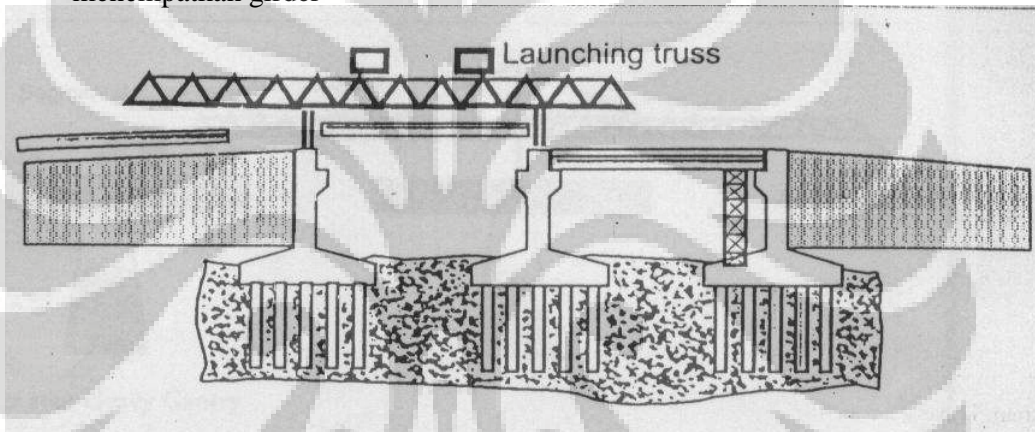


Keuntungan :

- Tidak terpengaruh kepada kondisi dibawah lantai jembatan (katakanlah sepenuhnya sungai)

Kerugian :

- Umumnya penggunaan alat berat seperti ini menuntut biaya tinggi
- Diperlukan sistem *booking* alat yang memadai mengingat tipe alat ini belum dimiliki oleh banyak sub kontraktor *erction*
- Produktivitas relatif lebih rendah dibandingkan sistem *service crane*, dimana perlu waktu *extra* untuk *erection truss* dan sistem angkat dan menempatkan girder



Gambar 2.14

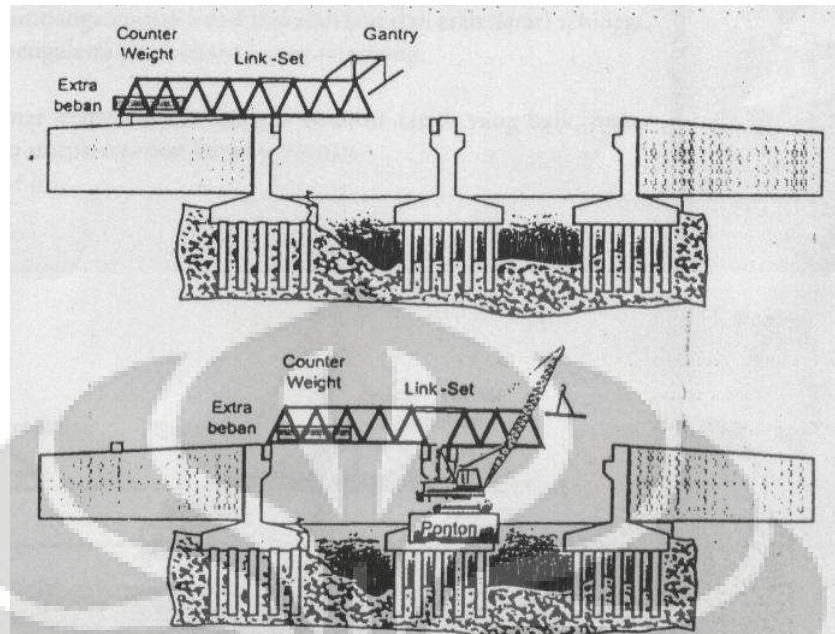
Sistem *Launching Truss*

#### 4. Sistem Penggunaan *Counter Weight* dan *Link-set*

Untuk konstruksi jembatan rangka baja, maka system penggunaan alat angkat (baik *service crane* yang memungkinkan diletakkan diatas pontoon atau konvensional *gantry* adalah cara paling umum digunakan untuk mengangkat dan memasang batang per batang baja di posisinya.

Sistem *counter weight* akan diperlukan yang biasanya diambil dari konstruksi rangka baja yang belum dipasang ditambah dengan *extra* beban, agar *erection* dengan *system cantilever* dapat dilakukan.

Penggunaan "*link-set*" juga dapat dilakukan untuk menghubungkan satu span rangka yang sudah jadi sebagai konstruksi *counter weight* bagi konstruksi rangka *span* selanjutnya.

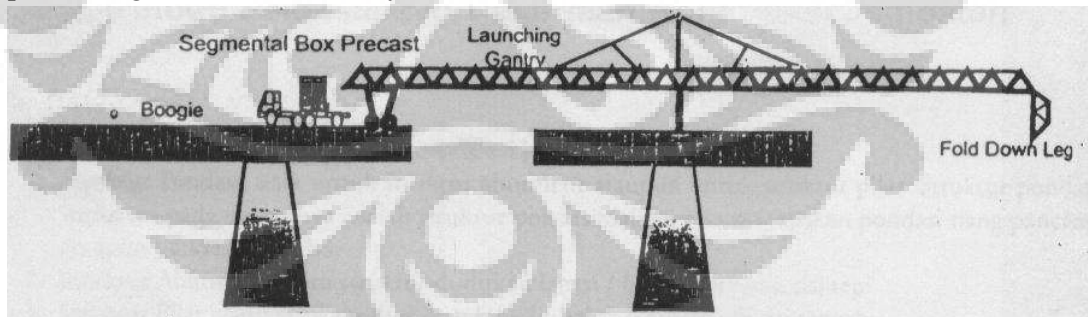


Gambar 2.15

Sistem *Counter Weight* dan *Link-Set*

#### 5. Sistem *Launching Gantry*

Untuk konstruksi jembatan dimana lantai jembatannya berupa struktur beton precast *segmental-box*, maka penggunaan alat *launching gantry* umumnya dapat digunakan, dimana system ini mempunyai kecepatan *erection* tinggi yang di dukung system *feeding segmental* dari sisi belakang alat (tidak dari bawah, karena pertimbangan lalu lintas misalnya)



Gambar 2.16

Sistem *Launching Gantry*

#### 6. Sistem *Traveler* atau *Heavy Gantry*

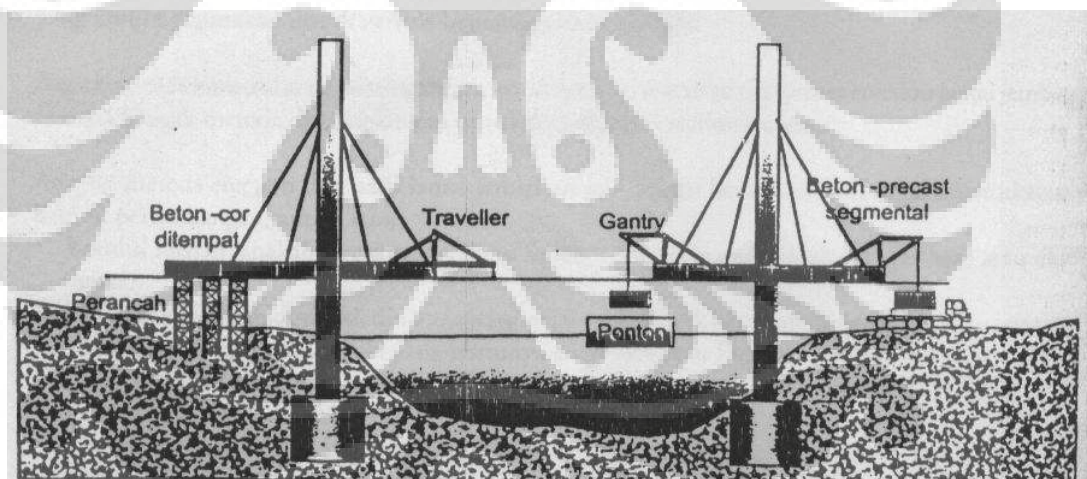
Sistem *Traveler* umumnya digunakan untuk tipe jembatan *Balance Box Cantilever*, khususnya untuk lantai jembatan dengan beton cor ditempat. Bila pada

tipe jembatan menggunakan beton precast *box segmental*, maka system alat angkat *gantry* harus digunakan.

Sistem kedua alat angkat ini juga digunakan untuk konstruksi jembatan kabel, khususnya untuk tipe *stay cable*, maka *erection deck* juga memanfaatkan struktur kabel sebagai tumpuan baru sebelum nantinya *system traveler* (bila beton adalah *cast in place*) atau *heavy gantry* (bila beton adalah precast) akan maju ke segmen berikutnya.

Sistem “*feeding*” dari precast girder umumnya dilakukan dari sisi bawah dengan menggunakan konstruksi *pontoon*. Hal terpenting dalam □system *erection* lantai jembatan pada tipe konstruksi jembatan ini adalah “konsep *Balancing*” yaitu keseimbangan posisi kabel (sisi arah laut dan arah darat) sehingga menjamin pilar/*pylon* dalam kondisi mengalami pembebanan yang seimbang.

Bila sisi darat lantai jembatan benar-benar diatas daratan dengan struktur tanah yang baik, maka sistem perancah juga dapat dipergunakan untuk *erection* lantai jembatan.



Gambar 2.17

Sistem *Traveler* dan *Heavy Gantry*

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 GAMBARAN UMUM**

Metode penelitian merupakan cara dan tahapan penelitian yang akan dilakukan untuk meneliti topik permasalahan. Metode penelitian dilakukan untuk memberikan gambaran tentang tahap-tahap yang akan dilakukan selama penelitian.

Penulisan skripsi ini adalah melakukan penelitian tentang metode pelaksanaan konstruksi jembatan Teknik Sastra dengan menggunakan konstruksi baja yang di kerjakan oleh PT. Krakatau Engginering dan membandingkannya dengan metode pelaksanaan jembatan Teknik Sastra dengan menggunakan konstruksi beton sesuai dengan perencanaan awalnya dengan analisa penulis.

Tujuan dari penulisan ini penulis berharap dapat mendapatkan gambaran perbandingan waktu pelaksanaan, tingkat kesulitan, termasuk efek yang mungkin timbul serta keunggulan dan kekurangan setiap metode yang digunakan.

Penelitian akan dilakukan dengan dua tahapan, yaitu:

1. Pengambilan data metode pelaksanaan jembatan dengan konstruksi baja yang dilakukan oleh PT. Krakatau Engginering untuk mendapatkan data primer pertama dan data primer kedua adalah jembatan dengan konstruksi beton yang akan penulis buat sendiri dengan menggunakan teori-teori yang ada.
2. Dengan menganalisa data yang didapat dengan literatur tentang metode pelaksanaan untuk mendapatkan data sekunder.

Kedua tahapan tersebut sebagai sistem optimalisasi metode pelaksanaan konstruksi jembatan teknik sastra dengan konstruksi baja dan konstruksi beton.

Tahap pelaksanaan penelitian dan penulisan yang dilakukan meliputi :

- a. melakukan studi literatur untuk mendapatkan landasan teori
- b. membuat model sistem pengumpulan data
- c. mengumpulkan data
- d. menganalisa data yang didapatkan



### 3.1.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahap yang sangat menentukan dalam proses penelitian yang dilakukan. Maksud dari studi literatur adalah:

- Mencari teori-teori penelitian yang akan kita gunakan sebagai sandaran atau tempat berpijak.
- Studi literatur bertujuan untuk melihat strategi, prosedur, dan alat-alat ukur (instrumen) yang telah diterapkan dan membandingkannya dengan pelaksanaan dilapangan.

Dalam penelitian ini studi literatur dilakukan dengan meneliti berbagai *text book*, jurnal, skripsi, dan tesis. Studi literatur difokuskan untuk mencari berbagai masalah yang mungkin timbul dalam berbagai metode pelaksanaan konstruksi yang bertujuan untuk menjadi bagian dari tahapan metode pelaksanaan konstruksi jembatan yang menggunakan konstruksi baja dan konstruksi beton serta tahapan-tahapan yang akan dilaksanakan.

### 3.1.2 Analisa Data, Membuat Rumusan dan Kesimpulan

Tahapan ini dilakukan dengan mengkaji berbagai data yang didapatkan selama pengumpulan data dengan acuan data yang didapatkan pada studi literature. Kegiatan pengumpulan data dan analisa data yang akan dilakukan adalah dengan urutan sebagai berikut:

- Melakukan pengumpulan data
- Melakukan analisa terhadap data yang didapat
- Menarik kesimpulan

## 3.2 METODE PENELITIAN

Teknik pemilihan suatu metode pelaksanaan jembatan konstruksi baja dan konstruksi beton pada skripsi ini dilakukan dengan pendekatan dua cara:

1. Berdasarkan aspek kuantitatif, yaitu dengan pendekatan teknis matematis teoritis (metode pelaksanaan dan waktu pelaksanaan)
2. Berdasarkan aspek kualitatif, misalnya: batasan lingkungan, batasan kondisi teknis, dan lain-lain.

Pendekatan kuantitatif akan menghasilkan pilihan yang sifatnya secara teori mempunyai derajat matematis teknis memenuhi syarat. Sedangkan

pendekatan kualitatif akan menghasilkan pilihan yang sifatnya *heuristic* berdasarkan batasan-batasan teknis. Kedua pendekatan tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan, suatu pilihan kuantitatif secara teknis dapat merupakan pilihan yang terbaik, tetapi apabila lingkungan secara teknis dapat merupakan tidak memungkinkan, maka suatu pilihan belum tentu terbaik. Demikian juga sebaliknya, suatu pilihan kualitatif secara mutu dan lingkungan sudah memenuhi syarat, tetapi standar teknis kurang terpenuhi. Idealnya suatu pilihan dapat memenuhi syarat kedua pendekatan tersebut secara penuh bersama-sama.

Pada skripsi ini dicoba untuk melakukan perumusan suatu teknik pemilihan metode pelaksanaan jembatan konstruksi baja dan konstruksi beton yang menggunakan kedua teknik pendekatan tersebut sebagai dasar untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Pendekatan kuantitatif adalah suatu teknik pengambilan data, ditinjau dari segi metode pelaksanaan dilapangan dan waktu pelaksanaan sebuah proyek konstruksi, dimana data yang diperoleh adalah data lapangan dari pelaksanaan proyek jembatan konstruksi baja teknik sastra.

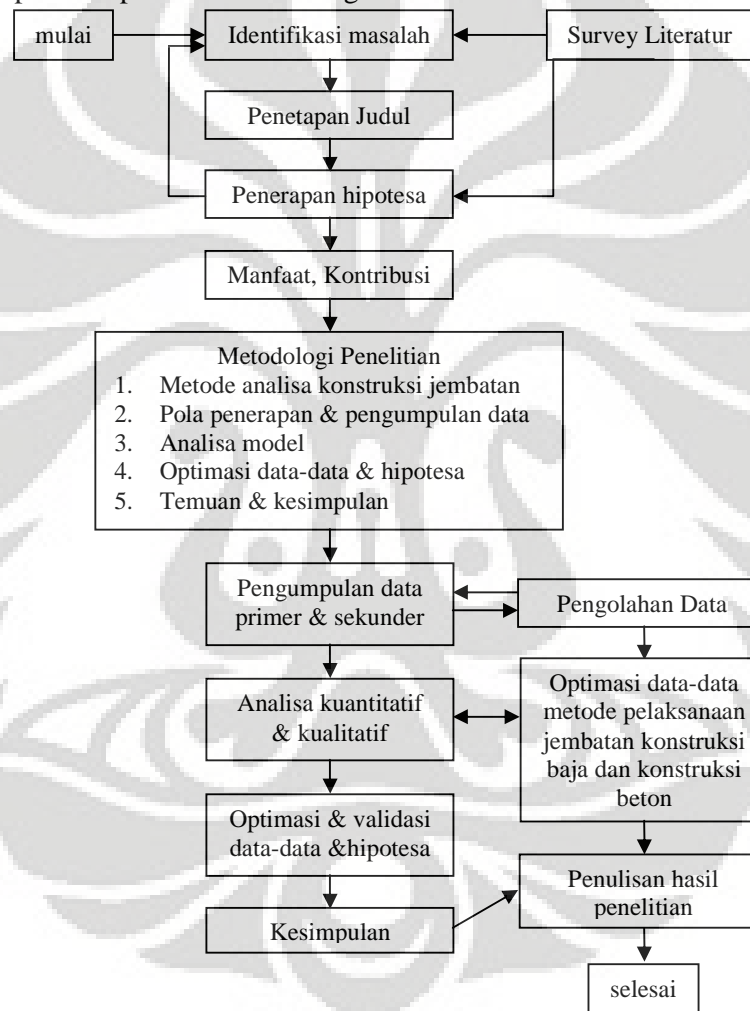
Sedangkan pendekatan kualitatif merupakan studi mengenai kondisi-kondisi kualitatif yang mempengaruhi pemilihan metode pelaksanaan jembatan konstruksi baja dan konstruksi beton serta membandingkannya. Teknik yang dipilih adalah membandingkan dengan merujuk pada studi literature yang ada.

Metode pelaksanaan penelitiannya adalah sebagai berikut:

1. Mengambil 1 (satu) buah proyek jembatan yang menggunakan konstruksi baja dan konstruksi beton pada lokasi yang sama. Hal ini tentunya sulit, jadi penulis mengambil jembatan teknik sastra. Karena jembatan ini pada awal perencanaannya menggunakan konstruksi beton tetapi pada pelaksanaannya menggunakan konstruksi baja.
2. Melakukan analisa dari data pelaksanaan yang didapatkan dan menarik kesimpulan.

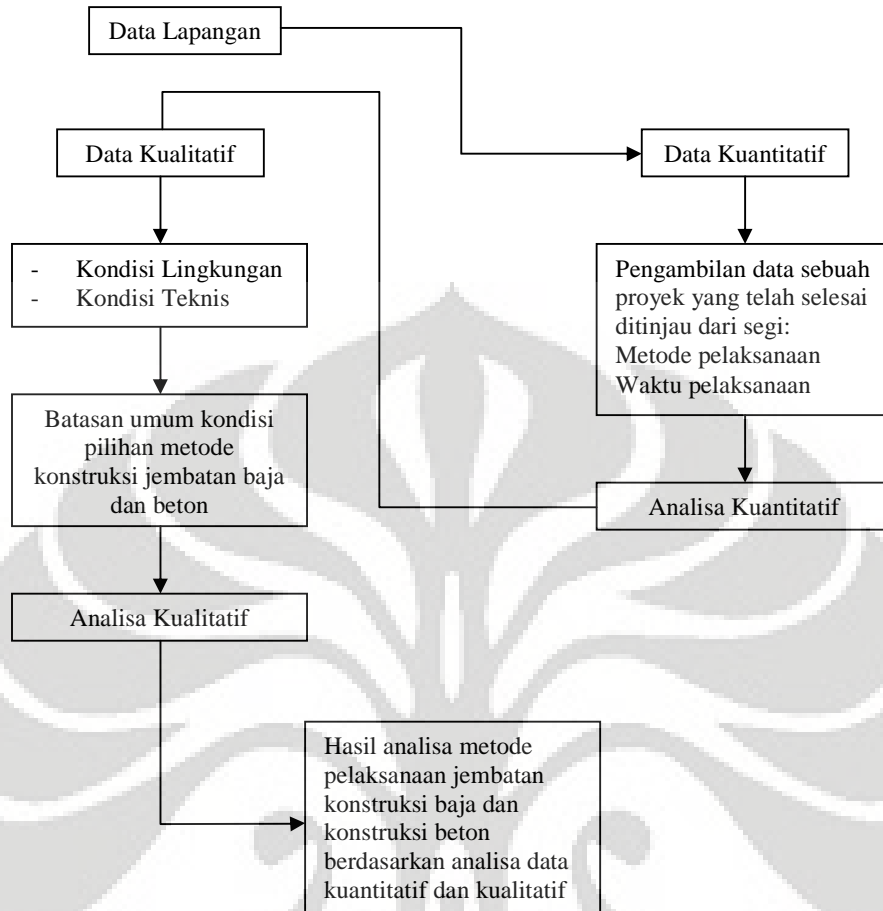
### 3.3 PROSES PENELITIAN

Secara umum, proses penelitian yang bisa dipergunakan dalam manajemen konstruksi diperlihatkan dalam gambar 3.1. Namun dalam proses penelitian dan perbandingan suatu metode pelaksanaan konstruksi khususnya konstruksi jembatan terdapat bagian-bagian yang tidak tercantum dalam proses penelitian konvensional sehingga perlu ada inovasi dalam alurnya. Dengan pertimbangan tersebut maka proses penelitian metode pelaksanaan konstruksi jembatan khusus pada skripsi ini diperlihatkan dalam gambar 3.2.



Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Pelaksanaan Penelitian





Gambar 3.2 Proses Analisa Metode Pelaksanaan Jembatan konstruksi baja dan konstruksi beton<sup>1</sup>

### 3.4 PENDEKATAN KUANTITATIF

Dalam pendekatan kuantitatif pada penelitian ini terdapat 2 variabel yang dianalisa yaitu: metode pelaksanaan dan waktu pelaksanaan. Tujuannya adalah agar tercapai suatu hasil yang optimal pada pelaksanaan proyek tersebut.

<sup>1</sup> (Sumber: Yusuf Latief, Bambang Trigunaryah et. Al. Dasar Penulisan Tesis yang bernilai tambah tinggi. Program Pasca Sarjana Magister Teknik Sipil Manajemen Konstruksi UI. Jakarta. 1998:08)

Metode pelaksanaan: Penentuan menggunakan metode yang akan digunakan merupakan faktor penentu apakah pelaksanaan akan berjalan sesuai dengan waktu pelaksanaan, serta lokasi dimana akan dilaksanakan.

Waktu pelaksanaan: Pengendalian waktu pelaksanaan merupakan usaha untuk memperoleh waktu pelaksanaan proyek yang tepat dan ekonomis. Hal utama yang berhubungan dengan pengendalian jadwal adalah sumber daya, baik berupa manusia, peralatan, maupun informasi.

Kedua variable diatas saling melengkapi dalam teknik manajemen konstruksi, sehingga apabila suatu tindakan atau teknik yang dipergunakan dapat mencakup salah satu bidang dan mendukung bidang yang lain, maka akan sangat berguna dalam manajemen suatu konstruksi.

### 3.5 PENDEKATAN KUALITATIF

#### 3.5.1 Dasar Pendekatan

Maksud dari pendekatan kualitatif disini adalah pendekatan berdasarkan alasan teknis yang di dapat dari *text book* yang akan dianalisa oleh penulis. Hal ini diambil karena metode pelaksanaan jembatan konstruksi beton pada jembatan teknik sastra tidak pernah dilaksanakan jadi penulislah yang menyusun metode pelaksanaan tersebut dengan menggunakan pendekatan studi literature.

#### 3.5.2 Perumusan

Seperti telah disebut diatas bahwa pendekatan akan dilakukan secara *text book*, membandingkan metode pelaksanaan jembatan teknik sastra konstruksi baja dan konstruksi beton. Yang tujuannya adalah mengetahui dan menganalisa metode pelaksanaan yang dilakukan PT. Krakatau Engginering (konstruksi jembatan baja) dan menganalisa metode pelaksanaan jembatan dengan menggunakan konstruksi beton.

## BAB IV

### DATA PENELITIAN

#### 4.1 UMUM (Data Lapangan)

Jembatan TekSas adalah jembatan penghubung dua kawasan di Lingkungan UI Depok yaitu Kawasan Fakultas Teknik & kawasan Fakultas Budaya/ Sastra yang dipisahkan oleh danau sepanjang 80 meter.

Pada awal perencanaannya jembatan teknik sastra ini direncanakan menggunakan konstruksi beton, namun pada pelaksanaannya menggunakan konstruksi baja.

Berikut ini adalah spesifikasi jembatan teknik sastra:

- Tipe Jembatan : Sebagai Jembatan Penghubung Pejalan Kaki
- Bentang : 80 m
- Jumlah lajur : 1 Lajur (*Walkway*)
- Materi Utama : awal perencanaan (Beton)  
Pelaksanaan dilapangan (Baja Tahan Karat Cuaca)
- Pondasi : Tiang Pancang/ *Bore Pile*
- Lapisan Aus : Aspal/ Beton



Gambar 4.1  
Kondisi Eksisting

## 4.2 Data Jembatan Baja

### 4.2.1 Data Teknis

- Pelaksana Jembatan : PT. Krakatau Steel + Supporting Group  
PT. Krakatau Engginering (Jasa Rancang Bangun)
- Tipe Jembatan : Sebagai Jembatan Penghubung Pejalan Kaki
- Bentang : 80 m
- Jumlah lajur : 1 Lajur (*Walkway*)
- Materi Utama : BTKC (Baja Tahan Karat Cuaca) FY 380 Mpa
- Disain & Pembebanan : PT. Krakatau Engginering (Kontraktor EPC)
- *Coating* : *Hot Dip Galvanized*
- *Pier Head* : *Steel Structure*
- Pondasi (*Sub-structure*) : Tiang Pancang/ *Bore Pile*
- Lapisan Aus : Aspal/ Beton
- Lantai Jembatan : Plat Baja
- Berat Total (*upper Structure*): 115 Ton
- Waktu Pelaksanaan : 4 Bulan (2 Bulan Fabrikasi, 2 bulan *Erection*)

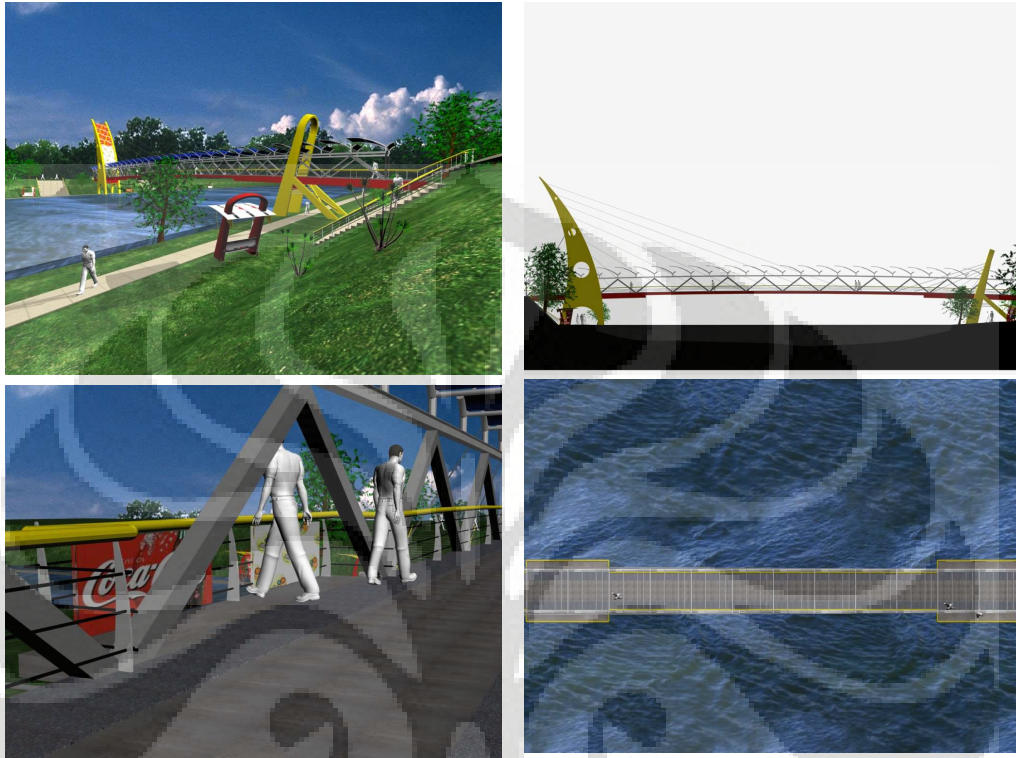
Sedangkan Tujuan dari pembuatan jembatan teknik sastra kerja sama antara Universitas Indonesia dan PT. Krakatau Engginering adalah Sebagai penghubung sekaligus menadi “*Icon* kawasan ini”, Sebagai sarana riset produk aplikasi baja, Sebagai media promosi tentang “Baja berestetika”.

Konsep jembatan ini mengarap pada dua pendekatan yaitu: Sisi Fakultas Teknik mempunyai karakter maskulin dan perkasa dilambangkan dengan *Pylon* jembatan berbentuk “Layar” menjulang dengan simbol “Lingga”. Sisi Fakultas Budaya/Sastra mempunyai karakter feminin dan *flexible* dilambangkan dengan *Pylon* jembatan berbentuk “Gerbang lubang” dengan simbol “Yoni”.

Dengan perpaduan dua karakter yang berbeda akan menjadi daya tarik tersendiri bagi pemakai jembatan ini dan selalu menjadi memorial pada: PT. Krakatau Steel akan produk bajanya “ingat jembatan baja igat Krakatau steel”.

Sumber Pembiayaan Jembatan ini adalah dari PT. Krakatau Steel. Dan rencananya PT. Krakatau Steel akan memanfaatkan Jembatan Teksas ini sebagai sarana bisnis iklan selama 10 tahun untuk mengembalikan investasi biaya yang telah dikeluarkan dengan demikaan di tahun mendatang akan banyak dibangun

jembatan serupa di tempat lain yang investasinya dari hasil keuntungan pengelolaan.



Gambar 4.2

Gambar *Image 3* Dimensi

#### 4.2.2 Spesifikasi Teknik Fabrikasi Struktur Baja

##### 1. LINGKUP PEKERJAAN

Spesifikasi ini mencakup syarat-syarat untuk fabrikasi baja struktural yang mempunyai kuat tarik minimum tertentu tidak melebihi  $5000 \text{ kg/cm}^2$  dan ketebalan maksimum 40 mm untuk JEMBATAN TEKSAS, UI – Depok, Indonesia.

##### 2. ACUAN

Persyaratan-persyaratan yang terkandung dalam edisi terakhir dari standar-standar di bawah ini merupakan satu kesatuan dengan persyaratan spesifikasi ini dalam cara dan hingga batas yang ditetapkan di sini.

AISC

*American Institute of Steel Construction*

**Universitas Indonesia**

AWS D1.1	<i>Structural Welding Code</i>
SSPC	<i>Steel Structures Painting Council</i>
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
JIS	<i>Japanese Industrial Standard</i>
Spesifikasi Produsen.	

### 3. BAHAN

Baja Struktur	Baja Tahan Karat Cuaca $F_y=380$ Mpa
Baut Kekuatan Tinggi	ASTM A325 atau yang setara
Baut Kekuatan Sedang	ASTM A307 atau yang setara
Electroda	ANSIIAWS A5.1 atau yang setara

### 4. PERSIAPAN

- Bahan-bahan baja yang dikirim ke lokasi kerja harus ditempatkan di atas bantalan sehingga baja tersebut tidak berhubungan langsung dengan tanah.
- Sebelum diberi tanda, bahan yang berubah bentuknya harus diperbaiki dengan cara sedemikian rupa sehingga tidak merusak bahan tersebut. Perubahan bentuk tersebut dapat diperbaiki dengan metode mekanik, atau melalui pemanasan (tidak lebih dari  $650^{\circ}$  C).
- Material baja harus dibersihkan dari semua serpihan *mill scale* yang terlepas dan zat asing. *Mill scale* tidak boleh dilepas selama melakukan persiapan. *Mill scale* hanya boleh dilepas bila memang perlu dilepas. Misalnya pada saat persiapan permukaan untuk pengecatan dan pengelasan.

### 5. PEMOTONGAN, PEMBENGGKOKAN, DAN LUBANG BAUT

#### Pemotongan

- Pemotongan bahan baja bisa dilakukan dengan salah satu metode mekanik berikut ini : penggergajian, pengguntingan, penggerindaan atau dengan pemotong gas otomatis.



- Perubahan bentuk dan kerusakan yang ditimbulkan akibat pekerjaan pemotongan harus diperbaiki atau digerinda sehingga permukaannya menjadi mulus kembali

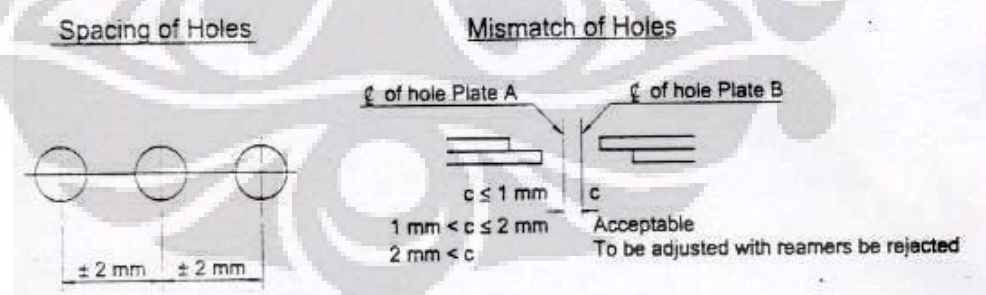
#### Pembengkokan

Material baja harus dibengkokkan pada suhu udara atau dengan pemanasan tidak melebihi 650 °C.

#### Lubang baut

- Lubang baut harus dibor atau di-*punch*.
- Serpihan di sekitar lubang harus dibersihkan dengan baik.
- Lubang harus ditempatkan secara akurat dan harus saling bersesuaian satu terhadap yang lainnya di mana bagian-bagian bertemu.
- Toleransi lubang harus sebagaimana tertera di dalam Gambar 1.
- Diameter lubang untuk baut selain baut angker maksimum 1.6 mm lebih besar dari diameter baut yang akan digunakan,
- Diameter lubang untuk baut angker maksimum 5.0 mm lebih besar dari diameter n baut yang akan digunakan.

Gambar 4.3  
Diameter Lubang Baut



## 6. BAUT KEKUATAN TINGGI.

### - Panjang baut

Ukuran panjang baut yang dibutuhkan harus ditentukan dengan menambahkan nilai yang tertera dalam tabel-1 dengan panjang genggamannya (*grip*)



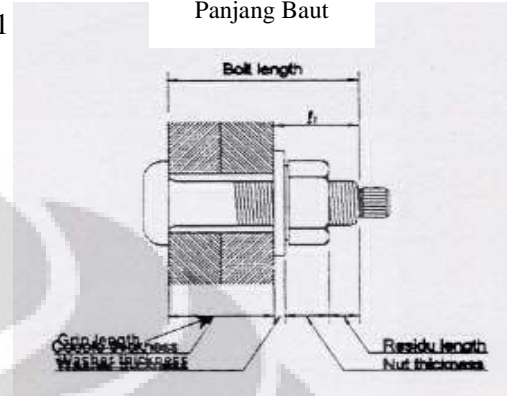
yang tertera dalam gambar-2. Baut-baut khusus harus sesuai dengan spesifikasi produsen yang disetujui oleh OWNER.

**Tabel – 4.1**

**Length to be added to the grip length  $l_1$**

Bolt size	W/One washer
M12	20 mm
M16	25 mm
M20	30 mm
M22	35 mm
M24	40 mm

Gambar 4.4  
Panjang Baut



Catatan : Panjang yang ditentukan oleh tabel diatas harus disesuaikan dengan ukuran berikutnya yang lebih panjang.

- Permukaan kontak

Dalam fabrikasi baja struktur, permukaan kontak untuk sambungan jenis friksi dengan baut kekuatan tinggi harus bersih dari serpihan *mill scale*, debu, cat minyak, pernis atau lapisan lainnya. Persiapan cat permukaan (*epoxy resin primer coat, inorganic zinc rich paint*) boleh diterapkan pada permukaan tersebut.

Apabila tidak, permukaan harus dilindungi dari debu dengan mempergunakan bahan yang tepat yang kemudian bisa dilepas sebelum pemasangan (*erection*).

- Penanganan baut, mur dan ring

Ketika menangani baut, mur dan ring mur untuk tujuan pengangkutan, penyimpanan atau lainnya, tindakan pencegahan harus diambil agar ulir dan permukaan yang telah dilapisi tidak menjadi rusak.

Baut, mur dan ring harus dijaga bebas dari debu, kelembaban dan zat asing lain dan dicegah dari pengkaratan.

- Pemeriksaan baut berkekuatan tinggi

Semua baut berkekuatan tinggi harus diperiksa secara kasat mata sesuai dengan spesifikasi produsen. Selain itu kekuatan untuk batas kuat tarik baut harus dilaksanakan secara acak.

- Pengencangan baut

Pengencangan baut untuk struktur harus dilaksanakan sesuai dengan Spesifikasi Teknis untuk Pemasangan Struktur Baja (Dokumen No 4186-03-WS-002).

## 7. PEKERJAAN LAS

- Umum

- Vendor harus menyerahkan rinci prosedur-prosedur pengelasan dan catatan uji persyaratan tukang las untuk mendapat persetujuan OWNER sebelum memulai pekerjaan.
- Tukang las, operator pengelasan dan juru las ikat yang terlibat dalam pekerjaan ini di bengkel kerja vendor harus memenuhi persyaratan sesuai dengan ANSI/AWS D1.1.
- Pengelasan hanya boleh dikerjakan oleh tukang las, juru las ikat, dan operator pengelasan yang sebelumnya telah dinyatakan memenuhi persyaratan dengan ujian.
- Semua prosedur pekerjaan las pra-kualifikasi yang akan digunakan harus diserahkan ke OWNER untuk dimintai persetujuannya melalui spesifikasi prosedur tertulis. Formulir yang disarankan yang menunjukkan informasi yang dibutuhkan dalam spesifikasi prosedur diberikan dalam appendix - A.
- Kecuali bila bukti tertulis tentang uji kualifikasi sebelumnya dapat diterima oleh OWNER, prosedur pengelasan sambungan yang diterapkan dalam melaksanakan pekerjaan harus dinyatakan memenuhi syarat sebelum digunakan menurut bagian 5 dari standar AWS D1.1

- Pengelasan tidak boleh dilakukan ketika permukaan basah atau tidak terlindung dari hujan, atau angin kencang juga bila dapat membahayakan keselamatan personil pengelas.
- Ukuran dan panjang las tidak boleh kurang dari yang telah ditentukan dalam gambar standar dan gambar-gambar rinci, juga tidak boleh jauh lebih besar dari pada persyaratan ini tanpa persetujuan dari OWNER.
- Lokasi las tidak boleh dirubah tanpa persetujuan dari OWNER.
- Logam dasar yang lebih tipis dari 3 mm tidak bisa diterima dalam pengelasan untuk fabrikasi baja struktur.

- Persiapan

- (1) Persiapan tepi titik pengelasan harus sesuai dengan section 3.2. dari ANSI/AWS D1.1, setelah disikat dan/atau digerinda untuk menghilangkan serpihan mill scale, kerak, karat, gemuk dan bahan-bahan asing lainnya.
- (2) Sebelum pengelasan pada deposit logam sebelumnya, semua kerak harus dibersihkan dan las serta logam dasar yang berdampingan harus disikat dengan bersih.
- (3) Pengelasan tidak diijinkan ketika permukaan titik pengelasan basah, tidak terlindung dari hujan atau angin kencang.
- (4) Untuk proses SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*), jenis elektroda berikut harus digunakan .

- Untuk sambungan balok utama

Jenis elektroda low hydrogen (AWS class SFA 5.1, E7016 atau E7018, atau setara).

- Untuk sambungan serbaneka seperti handrail dll.

Jenis elektoda high titania potassium (AWS class SFA 5.1, E6013).

Bahan-bahan pengelasan lainnya seperti jenis high cellulose atau jenis illuminate tidak boleh digunakan.

- (5) Pengeringan elektroda harus dilaksanakan, sesuai dengan instruksi berikut sebelum digunakan.
- Untuk jenis elektroda low hydrogen 300 - 400 °C, selama 1 jam.
  - Untuk jenis elektroda high titania potassium 70 - 100 °C, selama 0.5 jam.
- (6) Setelah pengeringan yang disebutkan di poin 5, tukang las harus menempatkan jenis elektroda low hydrogen di dalam sebuah pengering portabel (*portable dryer*) pada suhu 100 – 150 °C untuk mencegah agar tidak terjadi penyerapan kelembaban tambahan.
- (7) Semua hasil las-lasan harus diperiksa secara kasat mata (*visual*) sesuai dengan standar penerimaan dan persyaratan ANSIIAWS D1.1, section 8.15. "*Quality of Welds*" dan section 3.6. "*Weld profiles*". Disamping itu, hasil las tidak boleh mengalami retakan, (*goresan*) undercut dengan kedalaman lebih dari 0.8 mm, permukaan berlubang yang terbuka dan campuran kerak.
- (8) LPT (*Liquid Penetrant Test*) harus dilaksanakan acak pada tingkat 10%, tapi bisa berubah tergantung pada kinerja produksi pengelasan.
- Uji kualifikasi kinerja tukang las

Uji kualifikasi tukang las dan juru las ikat di bagian lapangan harus sesuai dengan berikut :

- Tukang las struktur untuk las-lasan beralur tirus (*groove*) Posisi uji las-lasan harus 3G. harus diuji dengan "Pemeriksaan visual dan pengujian radiographic" sesuai dengan ANSI/AWS D1.1. Dalam hal munculnya posisi 4G untuk produksi pengelasan aktual, uji posisi 4G harus diterapkan.
- Tukang las struktur untuk las-lasan sudut (*fillet*) Posisi uji las-lasan harus 3F dan 4F. Las-lasan harus dibuat dengan beberapa kali lintas dan diperiksa secara visual. Las tidak boleh mengalami

retakan, undercut dengan kedalaman lebih dari 0.8 mm, permukaan berpori dan campuran kerak.

- Juru las ikat Posisi uji las-lasan harus 3F dan 4F harus dibuat dengan sekali lintas dan *fillet-weld-break-test* harus dilakukan sesuai dengan ANSI/AWS D1.1.

- Persiapan logam dasar

- Permukaan dan tepi-tepi yang akan dilas harus bebas dari serpihan *mill scale*, kerak, karat, gemuk/pelumas, cat dan bahan asing lainnya kecuali bahwa *mill scale* yang berfungsi untuk menahan gesekan sikat kawat dapat dibiarkan.
- Permukaan sambungan harus bebas dari sirip (*fins*) and sobekan (*tears*).
- Persiapan bagian tepi dengan pemotongan menggunakan gas (*gas cutting*), bilamana mungkin, harus dilakukan dengan sebuah alat las yang dapat dikendalikan secara mekanik.

- Perakitan

- Komponen-komponen yang akan digabung dengan menggunakan las sudut (*fillet*), dan separasi antara permukaan (sambungan lintas) *lap joint* dari permukaan ujung las harus diusahakan berkontak sedekat mungkin.
- Bagian-bagian yang akan disambung dengan las-lasan beralur tirus (*groove*) terlebih dahulu harus disesuaikan (*alignment*) dengan benar.
- Batang yang akan dilas dipasang pada posisi yang benar dengan menggunakan baut, klem, pasak, *guy line*, *strut*, perangkat lain yang tepat atau dengan *tack weld* hingga pengelasan telah selesai dilakukan. Pemakaian *jig* dan *fixture* adalah direkomendasikan bilamana mungkin.

- Celah harus disediakan untuk mengantisipasi terjadinya pengerutan dan penyusutan
- *Tack weld* harus mengikuti persyaratan mutu yang sama dengan las akhir.
- Dalam merakit dan menghubungkan komponen suatu struktur atau batang-batangya dan dalam mengelas komponen penguat/pengaku pada batang, prosedur dan urutannya adalah sedemikian rupa sehingga akan meminimalkan perubahan bentuk (*distorsi*) dan penyusutan.

- Logam pengisi (*Filler metal*)

Semua logam pengisi yang telah dikeluarkan dari kemasannya harus dilindungi atau disimpan sehingga karakteristiknya atau sifat pengelasannya tidak akan terpengaruh.

Elektroda yang basah tidak boleh digunakan. Elektrode *low hidrogen* harus dikeringkan menurut petunjuk produsen sebelum digunakan.

- Suhu sebelum pengelasan (*preheat temperature*) dan suhu antar lintasan (*inter pass temperature*)

Sebelum pengelasan, logam dasar harus dipanaskan terlebih dahulu menurut persyaratan suhu yang ditetapkan dalam tabel-2

**Tabel-4.2**

**Minimum preheat and inter pass temperature**

Proses las	<i>Ketebalan dari bagian yang paling tebal di titik las</i>	
	Sampai dengan 20 mm termasuk	Lebih dari 20 mm sampai dengan 38 mm termasuk
<i>Shield metal-arc</i> Pengelasan dengan Elektrode <i>low hidrogen</i>	Tidak ada	200 °C

\* Bila suhu logam dasar berada di bawah 0 °C, maka logam dasar harus dipanaskan terlebih dahulu hingga mencapai sekurang-kurangnya 20 °C dan suhu tersebut harus tetap dipertahankan selama pengelasan .

- Prosedur pengelasan

**a. Umum**

- *Arc strike* di luar daerah las permanen harus dicegah agar tidak berkontak dengan logam dasar (*base metal*).
- Sebelum melakukan pengelasan pada deposit logam sebelumnya, maka kerak harus dibersihkan dan las dan logam dasar di dekatnya harus disikat bersih.
- Tab ujung harus digunakan untuk las alur (*groove welds*) agar diperoleh las yang baik.
- Tab ujung, jika digunakan, harus dilepas pada saat pengelasan selesai dan telah menjadi dingin, dan ujung las harus dibuat halus dan rata dengan bagian di dekatnya.
- Setelah pengelasan selesai dilakukan, lubang baut sementara harus diisi dengan baja, dilas dan dibuat halus/rata.
- Pelat sandaran (*steel backing*), jika digunakan, harus dibuat kontinu sepanjang las, dan tidak perlu dilepas kecuali jika ditetapkan sebaliknya.
- Las di dekat atau di sekitar peralatan hanya boleh dilakukan dengan menggunakan alas yang tepat agar tidak menimbulkan kerusakan pada peralatan. Kerusakan ini dapat meliputi kerusakan pada *bearing* dan peralatan elektronik.

**b. Manual Shield Metal-Arc Welding**

- (1) Pekerjaan harus dilakukan dalam posisi datar bila mana mungkin.
- (2) Klasifikasi dan ukuran elektroda, panjang lengkung-elektroda, tegangan dan kuat arus harus disesuaikan dengan ketebalan bahan, jenis alur tirus (*groove*), posisi pengelasan dan keadaan lainnya yang timbul pada saat melakukan pekerjaan.
- (3) Ukuran maksimum elektroda adalah sebagai berikut:



- 8,0 mm untuk semua las yang dilakukan dalam posisi datar, kecuali untuk *root pass*.
- 6,4 mm untuk *fillet weld* horisontal, dan *root pass* pada las alur (*groove*) yang dilakukan dalam posisi datar dengan sandaran (*backing*) dan dengan *root opening* sebesar 6,4 mm atau lebih.
- 4,0 mm untuk las yang dilakukan dengan EXX14 yang ditetapkan dalam spesifikasi AWS dan elektroda *low hydrogen* dalam posisi vertikal dan posisi di atas kepala (*over-head position*).
- 4,8 mm untuk *root pass* pada las alur (*groove*) dan semua las lainnya yang tidak tercakup di atas.
- (4) Ukuran minimum *root pass* adalah sedemikian rupa agar dapat mencegah terjadinya retakan.
- (5) Ketebalan maksimum lapisan berikutnya pada *root pass* untuk *fillet weld* dan ketebalan maksimum semua lapisan las alur (*groove*) adalah :
- 6.4 mm *for root passes of groove welds.*
- 3.2 mm *for subsequent layers of welds made in the flat position.*
- 4.8 mm *for subsequent layers of welds made in the vertical, overhead and horizontal positions.*
- (6) Maksimum ukuran las *fillet* yang bisa di buat dalam satu lintasan adalah :
- 9.6 mm dalam posisi datar
- 8.0 mm dalam posisi horisontal atau posisi *overhead*.
- 12.7 mm dalam posisi vertikal.
- (7) Bila pengelasan dilakukan dalam posisi vertikal, maka pengelasan untuk semua lintasan dilakukan dari bawah ke atas.

- (8) Kecuali jika dibuat dengan menggunakan sandaran (*backing material*) atau dilas dalam posisi datar dari kedua sisi bahan bertepi persegi dengan ketebalan tidak lebih dari 8 mm dengan *root opening* tidak kurang dari setengah ketebalan terkecil dari komponen yang akan digabungkan, maka las *alur* (*groove*) harus memiliki akar (*root*) pada lapisan awal yang dicungkil (*gouged out*) pada sisi belakangnya sebelum pengelasan dimulai dari sisi, dan harus dilas sedemikian rupa sehingga terjadi penggabungan (fusi) logam yang baik dan sempurna di seluruh penampang melintang.

c. Pengelasan busur dibawah permukaan air

Pengelasan busur dibawah permukaan air harus dikerjakan sesuai dengan section 4, part C, *submerged arc welding*, of AWS DI. 1

d. *Gas metal - arc and flux cored arc welding*

*Gas metal-arc and flux cored arc welding* harus dilakukan menurut sub bagian 4, bagian D, *gas metal-arc and flux cored arc welding*, dalam AWS DI.1

- Toleransi Inspeksi and Koreksi Pengelasan

a. Logam dasar

- Sebelum pengelasan, semua permukaan logam dasar harus diperiksa secara *visual* dan bila ditemukan adanya cacat atau takikan/goresan, maka harus dihilangkan dan diperbaiki dengan melakukan penggerindaan dan pengelasan dengan elektroda rendah-hidrogen (*low hydrogen*) yang ukurannya tidak lebih dari 4 mm, dengan memperhatikan persyaratan yang berlaku dalam bagian 7.8.2. spesifikasi ini, dan melakukan penggerindaan agar permukaan yang telah selesai dilas menjadi rata/halus dengan permukaan di sekitarnya sehingga tampak rapi.
- Dalam melakukan perbaikan dan menentukan batas-batas cacat internal yang diamati secara *visual* pada tepi guntingan atau tepi potongan oksigen (*oxygen cut edge*) dan yang disebabkan oleh kerak atau zat yang

terperangkap, produk deoksidasi, kantong gas, atau rongga (*blow hole*), jumlah logam yang dibuang/dikelupas adalah seminimum mungkin sebagaimana yang diperlukan untuk menghilangkan cacat tersebut atau untuk menentukan bahwa batas ijin yang ditunjukkan dalam tabel 3 tidak dilampaui.

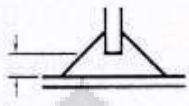
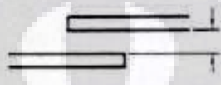
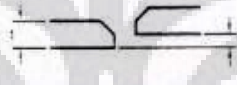
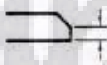
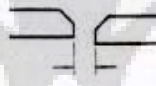


**Tabel-4.3**

<b>Keterangan tentang diskontinuitas (tidak menerus)</b>	<b>Perbaikan yang Diperlukan</b>
Diskontinuitas yang panjangnya 25 mm Atau kurang	Tidak ada ----- tidak perlu
Diskontinuitas yang panjangnya lebih dari 25 mm dan kedalaman maksimum 3 mm	Tidak ada ----- kedalaman Harus diperhatikan
Diskontinuitas yang panjangnya lebih dari 25 mm dengan kedalaman lebih dari 3 mm tetapi tidak lebih besar dari 6 mm	Buang - tidak perlu dilas
Diskontinuitas yang panjangnya lebih dari 25 mm dengan kedalaman lebih dari 6 mm tetapi tidak lebih besar dari 25 mm	Buang seluruhnya dan dilas.
Diskontinuitas yang panjangnya lebih dari 25 mm dengan kedalaman lebih besar dari 25 mm	5.15.1.2 dalam AWS D1.1. harus diikuti.

b. Toleransi rakitan

- Kelurusan (*alinemen*), sudut *alur (groove)*, *root opening* dan kebersihan permukaan yang akan dilas harus diperiksa sebelum pengelasan dan batas toleransinya adalah seperti yang ditunjukkan dalam tabel - 4..
- Ukuran penampang melintang sambungan yang dilas yang berbeda dengan ukuran yang telah ditetapkan lebih dari pada batas toleransi yang ditabulasikan harus diberitahukan kepada OWNER untuk mendapatkan persetujuan atau koreksi darinya.

Tabel 4.4

Item	Figure	Tolerance (MM)	
		Root Not gouged	Gouged
Separator of fillet welding joint (Note 1)		4.8	-
Separator of facing surface of lap joint and butt joint on backing		1.6	-
Misalignment at butt welded joint (Note 2)		3.2 or $t/10$ whichever smaller	3.2 or $t/10$ whichever smaller
Root face of joint		$\pm 1.6$	not limited
Root opening without backing (Note 3)		$\pm 1.6$	+ 1.6 - 3.2
Root opening without backing		+ 6.4 - 1.6	-
Groove angle of joint		$\pm 5$ deg	+ 10 deg - 5 deg

Catatan :

- (1) Jika separasi berjarak 1,6 mm atau lebih besar, maka ukuran *fillet weld* harus ditingkatkan sebesar ukuran separasi tersebut. Jika melibatkan bentuk dimana setelah meluruskan dan dalam perakitan, celah tersebut tidak dapat ditutup secara memadai untuk memenuhi batas toleransi ini, maka celah maksimum sebesar 8,0 mm masih dapat diterima asalkan las penambal (*sealing weld*) atau bahan penutup (*backing matella*) yang sesuai digunakan untuk mencegah lelehan tembus.

- (2) Dalam memperbaiki ketidaklurusan, komponen struktur tidak boleh ditarik hingga mencapai kemiringan lebih dari 4/10.0.
- (3) *Root opening* yang lebih lebar dari toleransi ini tetapi tidak lebih besar dari ketebalan bagian komponen yang paling tipis dapat diperbaiki dengan pengelasan hingga diperoleh ukuran yang dapat diterima.

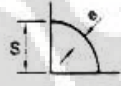
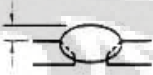

c. Toleransi ukuran

Toleransi ukuran untuk batang struktur yang dilas harus berada dalam batas nilai yang ditetapkan dalam bagian 10 spesifikasi ini.

d. Profil las

- (1) Las harus bebas dari *undercut*, *throat* yang tidak memadai, *overlap*, *leg* yang tidak memadai, atau penguatan yang berlebihan. Toleransi cacat ini adalah seperti yang ditunjukkan dalam tabel-5.

Tabel 4.5

Item	Figure	Tolerance (mm)
Convexity of fillet weld		$e = 0.1 s + 0.76$
Reinforcement for groove weld		3.18
Undercut		0.26 for transverse direction to primary tensile stress 0.8 for all other situations

- (2) Bagian las yang cacat harus dibuang tanpa banyak mengelupas logam dasar. Logam las tambahan untuk menggantikan kekurangan ukuran harus diendapkan dengan menggunakan elektrode sebaiknya yang

lebih kecil dari yang digunakan dalam pengelasan awal, dan sebaiknya diameternya tidak lebih dari 4,0 mm.

Las atau logam dasar yang cacat atau tidak baik harus diperbaiki dengan mengelupasnya dan menggantinya dengan las yang baru, atau dalam cara sebagai berikut.

- (a) *Overlap* atau konveksitas (kecembungan) yang berlebihan :  
Kurangi dengan membuang logam las yang berlebih
- (b) Konkavitas (kecekungan) las atau cekungan (*crates*) yang berlebihan, las yang berukuran lebih kecil dari seharusnya, pemotongan yang terlalu kecil : Lakukan pengelasan tambahan.
- (c) Protitas las yang berlebihan, adanya kerak yang berlebihan, penggabungan yang tidak sempurna : Buang dan las ulang.
- (d) Retakan pada las atau logam dasar :  
Hilangkan retakan dan tambal logam 50 mm di atas masing-masing jung retakan dan las ulang.

e. Koreksi atas batang stuktur yang berubah bentuk

Batang struktur yang berubah bentuk karena pengelasan harus diluruskan dengan alat mekanis atau dengan menggunakan panas lokal dalam jumlah terbatas yang diaplikasikan dan diawasi dengan cermat.

Temperatur daerah yang dipanaskan tidak boleh lebih dari 650 °C (warna merah pudar).

## 8. TANDA IDENTIFIKASI

- Persyaratan adalah sebagai berikut:

- (1) Semua komponen baja yang difabrikasi harus diidentifikasi dengan jelas menurut spesifikasi ini.
- (2) Bila suatu batang struktur terdiri dari dua atau lebih komponen, maka masing-masing darinya harus memiliki tanda identifikasi yang berbeda.

- (3) Batang struktur yang identik dapat memiliki tanda identifikasi yang sama.
- (4) Tanda identifikasi yang diberikan pada batang struktur baja adalah identik dengan yang digunakan pada gambar pengangkatan dan daftar kemasan.
- (5) Tanda identifikasi adalah sebagai berikut :
  - (a) Tipe A  
Huruf dan angka dengan ketinggian minimum 90 mm, lebar 50 mm yang dicat putih kecuali jika ditetapkan lain.
  - (b) Tipe B  
Huruf dan angka dengan ketinggian minimum 9 mm dan lebar minimum 6 mm yang ditarik pada baja.
- (6) Komponen baja yang tidak memiliki tempat yang cukup bagi penandaan dengan huruf harus diidentifikasi dengan menggunakan label.

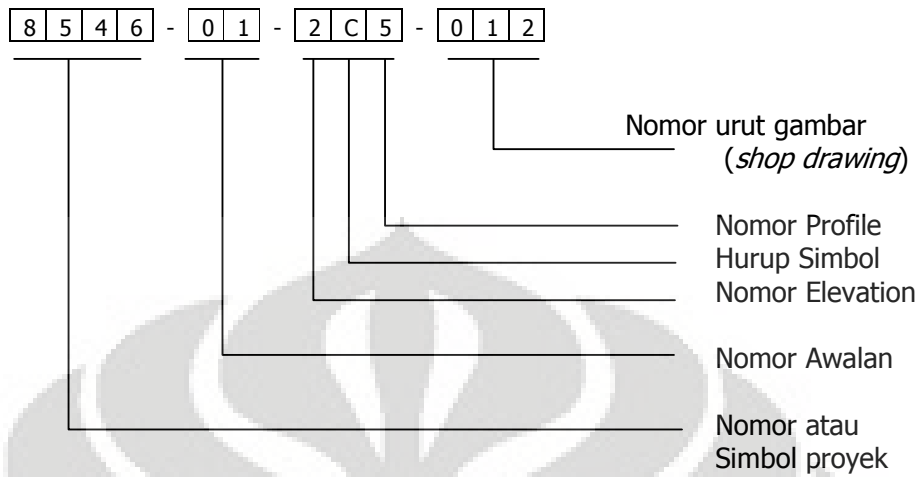
- Sistem Pengkodean

Sistem pengkodean untuk masing-masing batang struktur baja adalah sebagai berikut:

- (1) Tanda identifikasi terdiri atas nomor awalan, huruf simbol dan nomor urut sebagaimana yang ditetapkan.
- (2) Nama proyek untuk mengidentifikasi proyek.
- (3) Nomor awalan untuk mengidentifikasi bangunan/fasilitas atau struktur adalah seperti yang ditunjukkan dalam tabel-6
- (4) Nomor indeks elevasi untuk huruf simbol untuk mengidentifikasi elevasi batang struktur, jika diperlukan.



Misalnya :



- (5) Huruf simbol untuk masing-masing nomor adalah seperti yang ditunjukkan dalam tabel-7.
- (6) Nomor profil untuk mengidentifikasi ukuran profil.
- (7) Nomor gambar harus menggunakan nomor yang berbeda untuk setiap gambar dalam bangunan/fasilitas yang sama dan sama dengan nomor gambar.

**Tabel-4.6**

Prefix no.	Facility

Tabel-4.7

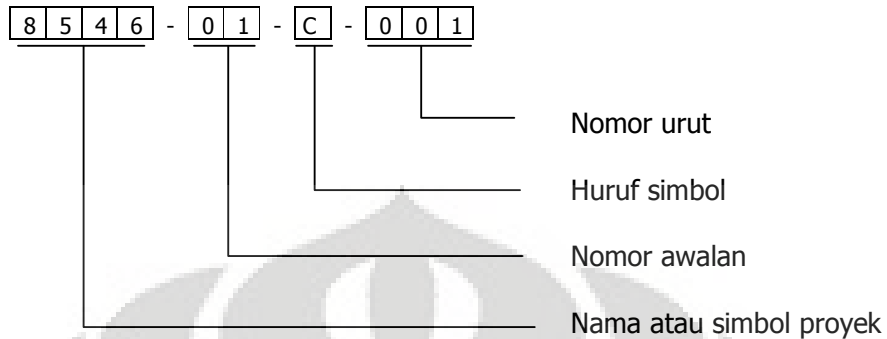
Member of parts	Symbol Letter	Remarks
Columns	C	
Girders Rigid Joint	GX	x direction
	GY	y direction
Girders Pin Joint	GBX	x direction
	GBY	y direction
Beams or Tie beam	BX	x direction
	BY	y direction
Trusses	T	
Post or stud	P	
Vertical bracing	VB	
Horizontal bracing	HB	
Floor joist	J	
Floor plates (checkered plate), Girts	Y	Include floor deck, plates Grating expanded metal, etc
Stairs	GR	
Ladders	ST	
Hand Rails	LD	
Rafter	HR	
Sag Rod	RF	
Purlin	SR	
Mono Rail	PR	
	HS	

- Sistem penomoran gambar untuk gambar kerja (*shop drawing*)

Sistem penomoran adalah sebagai berikut

- (1) Nomor gambar terdiri atas nomor proyek/nama proyek, nomor awalan, huruf simbol dan nomor urut sebagaimana yang ditetapkan.
- (2) Nomor awalan untuk mengidentifikasi bangunan atau struktur adalah seperti yang ditunjukkan dalam tabel – 4.6.
- (3) Huruf simbol untuk setiap batang struktur adalah seperti yang ditunjukkan dalam tabel-4.8.
- (4) Jika nama atau simbol proyek diperlukan, maka harus dilanjutkan dengan tanda identifikasi.

Misalnya :



**Tabel-4.8**

Member of parts	Symbol Letter	Remarks
General Arrangement	GA	
Columns	C	
Girders	G	
Beam of Ties	B	
Trusses	T	
Post and stud	P	
Vertical Bracing	VB	
Horizontal Bracing	HB	
Floor joists	J	
Floor plates	CH	Termasuk <i>floor deck, plates, grating, expanded material</i> , dsb.
Girts	GR	
Stairs	ST	
Ladder	LD	
Hand Rail	HR	
Rafter	RF	
Sag Rod	SR	
Purlin	PR	

- Pemasangan tanda

Pemasangan tanda harus sebagai berikut:

- Tanda tanda harus harus dipasang pada tempat yang tepat seperti ditunjukkan dalam figure-3 sampai dengan figure-7
- Pelat lantai dan member sejenis lainnya harus mempunyai sebuah tanda identifikasi "Type-A" pada muka atas pelat.

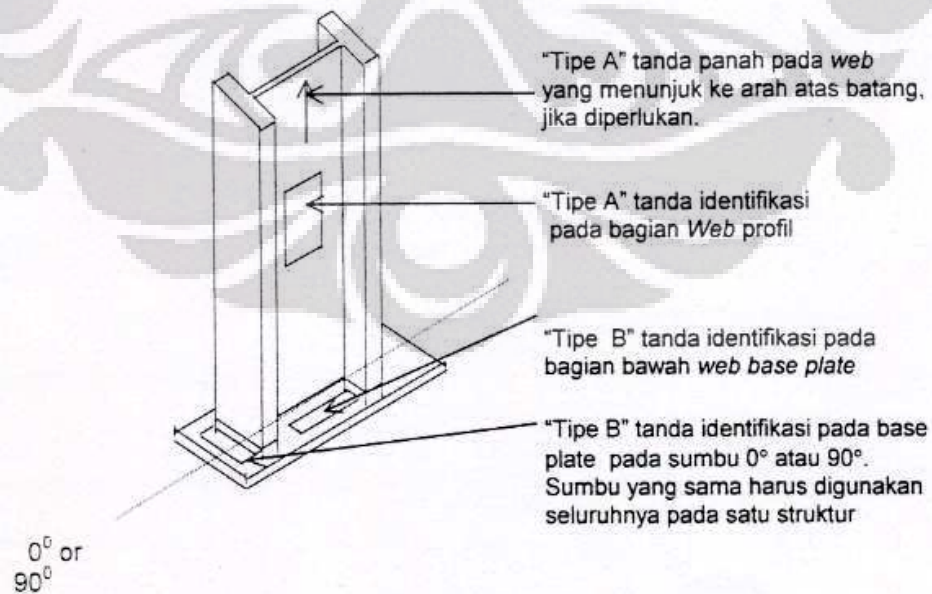
- Lempengan-lempengan pelat, batang-batang, pipa-pipa, dll harus diikat dengan benar dan diberi label paling tidak dengan dua pelat logam yang mempunyai tanda identifikasi "Type B".
- *Beam-beam* asimetris dan *girder-girder* harus mempunyai tanda orientasi "Type-A" pada web (bagian badan) yang menunjukkan "O" (*North*) atau 900 (*East*).
- Jika dibutuhkan, untuk *member-member vertical* termasuk pengaku vertikal masing-masing harus memiliki tanda panah "Type A" menunjukkan kebagian atas seperti di perlihatkan dalam figure-3 atau 5
- Peti-peti dan kaleng-kaleng yang berisi baut, ring mur dan sebagainya, harus diberi label yang menunjukkan jenis, ukuran dan jumlah masingmasing isinya.

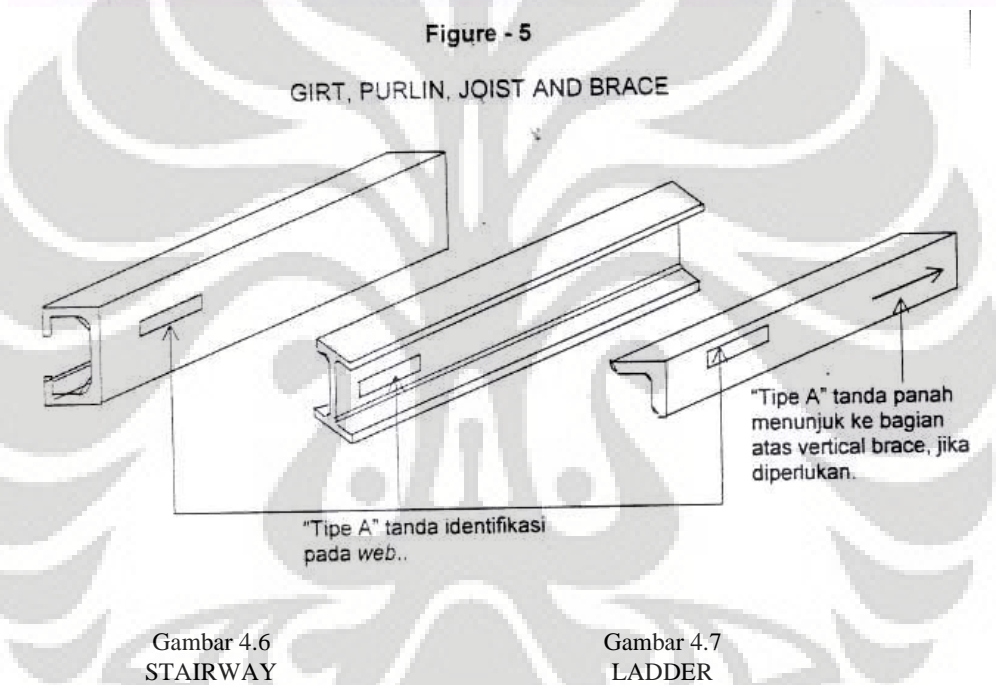
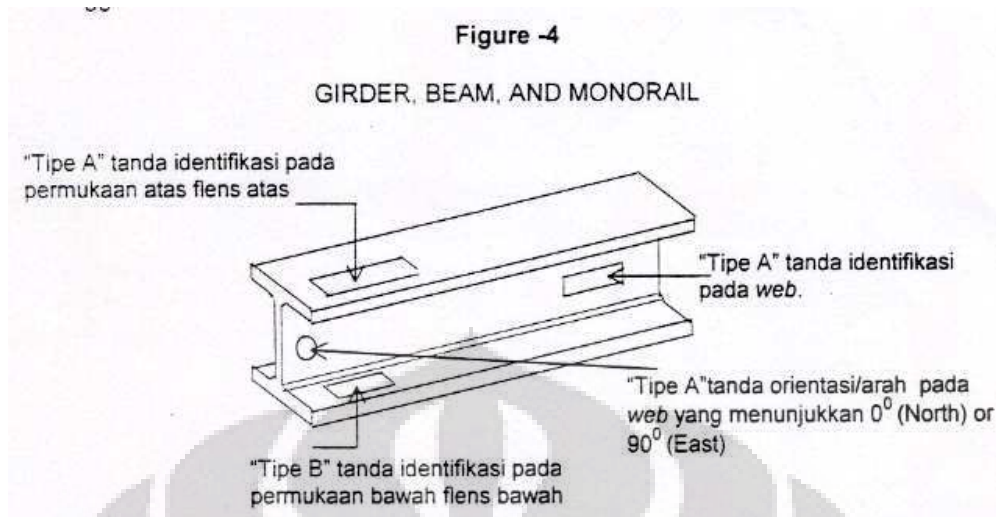
- Material Cat Penanda

Cat yang digunakan untuk tanda "Type A" harus dari bahan yang sama dengan cat finishing.

Gambar 4.5

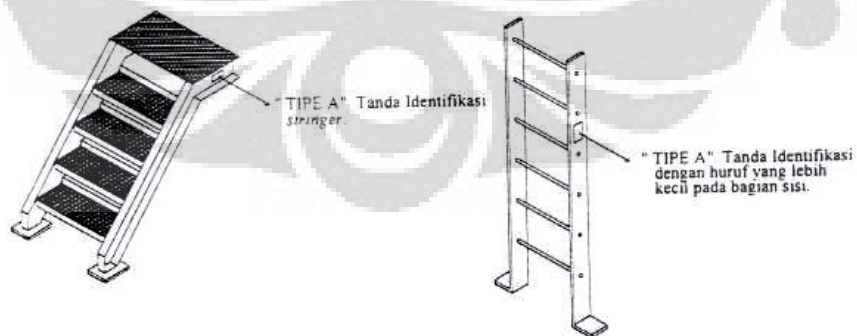
COLUMN, POST, STUD, DAN PENGAKU





Gambar 4.6  
STAIRWAY

Gambar 4.7  
LADDER



## 9. PENGECATAN

Sebelum pemakaian cat, permukaan harus dipersiapakan seperti dipersyaratkan oleh SSPC– *SP10, Near White Blast Cleaning*.

Pengecatan di bengkel kerja (*shop painting*) untuk baja struktur ditetapkan sesuai dengan tabel dibawah ini:

Tabel 4.9  
Pengecatan

Company	Primer	Intermediate Coat	Finish Coat
Carboline	Hi build Epoxy	Hi build Epoxy	Polyurethane
Hempel	Resistance until 120° C	Resistance until 120° C	Resistance until 120° C
atau merk lain yang setara	50 Micron	50 Micron	50 Micron

## 10. INSPEKSI, TOLERANSI DAN PERBAIKAN

### - Inspeksi

- (1) Semua bahan yang dipabrikasi harus diinspeksi di bengkel kerja sebelum dicat atau digalvanisasi
- (2) Jika diminta secara khusus, bahan-bahan yang dipabrikasi harus dirakit dan direksi sementara, dan diinspeksi di bengkel kerja.

### - Toleransi

#### Kelurusan

- *Member* struktur yang terutama terdiri dari *single rolled shape* harus lurus masuk dalam batas toleransi yang diperkenankan oleh standar atau aturan yang ditetapkan dalam spesifikasi ini.
- Batang struktur *built-up* yang dipabrikasi dengan baut dan pengelasan harus lurus masuk dalam batas toleransi yang tercantum dalam tabel-9.



Tabel-4.10 Toleransi

Bagian	Peniana (mm)	Toleransi (mm)
<i>Column</i>	$L \leq 14,000$	$d \leq U 1,000$ or 9.5
	$L \geq 14,000$	$d < 9.5 + (L-14,000) / 1,000$
	Semua	$D \leq L / 1.000$
Balok induk ( <i>Girder</i> ) dan balok dimana tidak terdapat camber atau sweep yang ditetapkan	Semua	$L / 1.000$ atau $d \leq 10$ Diambil yang terkecil
Girder dan beam dari camber yang telah ditentukan	$L \leq 24,600$	$- 64 \leq d \leq + 6.4$
	$L \geq 24,600$	$-0.26 L / 1,000 \leq d \leq + 0.26 L / 1,000$

Dimana L : Panjang total

D : Deviasi (penyimpangan) dari arah lurus

L : Panjang antara titik-titik yang disangga secara lateral

Panjang

Batang struktur yang tidak memiliki ujung, yang dibuat sebagai *contact bearing*, boleh memiliki perbedaan (variasi) dari panjang detil sebesar tidak lebih dari toleransi di bawah ini

Dimana  $L < 9,000$  ;  $d < 1.6$

$L > 9,000 - 1 d < 3.2$

L : Panjang total (mm)

d : Variasi dari panjang detil (mm)

Bentuk

Toleransi untuk bentuk batang struktur yang terutama terdiri dari *single rolled shape* harus sesuai dengan spesifikasi atau aturan yang terdapat dalam spesifikasi ini.

Toleransi untuk bentuk batang struktur *built-up* dari pelat harus sesuai dengan Gambar 4.8 dan Tabel-4.1 0.

Lain-lain

Toleransi lainnya untuk *member* struktur fabrikasi harus sesuai dengan gambar 4.9 dan tabel-4.1 1

## - Koreksi

Koreksi terhadap member struktur fabrikasi harus dilakukan sebelum pengecatan dilakukan di bengkel kerja sesuai dengan ketentuan yang berlaku dalam spesifikasi ini.

**Tabel – 4.11**  
**Toleransi Untuk Bentuk Member Struktur Built-Up**

Keterangan		Ukuran Nominal penampang	Toleransi (mm)
Ketebalan	(t <sub>1</sub> )	Sampai dengan 16 Dari 16 s.d 24 Dari 25 s.d 39 40 ke atas	$\pm 1,0$ $\pm 1,5$ $\pm 2,0$ $\pm 2,5$
	(t <sub>2</sub> )	Sampai dengan 16 Dari 16 s.d 24 Dari 25 s.d 39 40 ke atas	$\pm 1,5$ $\pm 2,0$ $\pm 2,5$ $\pm 3,0$
(B) Lebar flens		Semua ukuran	$\pm 3,0$
(A) Kedalaman		s.d 400 dari 400 s.d 599 600 ke atas	$\pm 3,0$ $\pm 4,0$ $\pm 5,0$
Flens (T + T') Persegi, Maks		s.d 300 300 ke atas	0,024 B 0,030 B
(E) Bagian tengah Web, Maks		s.d 300 300 ke atas	$\pm 3,0$ $\pm 4,5$
(C) Kedalaman maks. Pada setiap Penampang lintang diatas kedalaman teoritis		s.d 300 300 ke atas	(A) + $\frac{1}{2}$ (T + T') (A) + $\frac{1}{2}$ (T + T')

#### 4.2.3 Spesifikasi Teknik Pemasangan Struktur Baja

##### 4.2.3.1 Lingkup Pekerjaan

Spesifikasi ini mencakup persyaratan bagi pengangkatan baja struktur pada JEMBATAN TEKSAS – UI - Depok, Indonesia.

##### 4.2.3.2 Acuan

Persyaratan yang terkandung dalam edisi terakhir standar-standar di bawah ini merupakan satu kesatuan dengan persyaratan spesifikasi ini dalam cara dan hingga batas yang ditetapkan di sini.

<i>AISC</i>	<i>American Institute of Steel Construction</i>
<i>AWS D1.1</i>	<i>Structural Welding Code</i>
<i>SSPC</i>	<i>Steel Structures Painting Council</i>
<i>ASTM</i>	<i>American Society for Testing and Materials</i>
<i>J/S</i>	<i>Japanese Industrial Standards</i>
4186-03-WS-001	<i>Spesifikasi Teknis untuk Fabrikasi Struktur Baja</i>

##### 4.2.3.3 Bahan

Baja Struktur	Baja Tahan Karat Cuaca (BTKC) $F_y = 380$ MPa
Baut Berkekuatan Tinggi	ASTM A325 atau yang setara
Baut Biasa	ASTM A307, JIS B1 180 atau yang setara
Elektroda	AWS A5.1 atau yang setara

##### 4.2.3.4 PENGANGKUTAN DAN PERSIAPAN

- (1) Material baja struktur adalah material yang baru dan memiliki sertifikat dari pabrik. Pengangkutan material fabrikasi harus dilakukan dengan hati-hati agar material tersebut tidak mengalami deformasi (berubah bentuk) atau menjadi rusak. Baja yang rusak atau telah berubah bentuk harus dikeluarkan dari lokasi.

- (2) Bila fabrikasi yang bengkok atau terpuntir harus diperiksa ketidak sempurnaannya dan apabila masih dalam batas toleransi harus diperbaiki sebelum dipasang/didirikan.
- (3) Material fabrikasi tidak boleh diletakkan secara langsung pada tanah berlumpur atau tanah yang bersifat korosif selama penyimpanan.
- (4) Sebelum didirikan, permukaan kontak harus dibersihkan dari serpihan, debu, minyak, cat, pemis atau lapisan lainnya kecuali *epoxy primer coat containing in organic zinc rich paint*, sebagaimana yang ditetapkan dalam SSPC SP-1 dan SP-2.
- (5) Batang harus ditempatkan pada posisi yang benar agar batang tidak menjadi bengkok atau terpuntir.

#### 4.2.3.5 PEMASANGAN

- (1) Untuk melindungi terhadap hembusan angin kencang, gempa bumi, atau beban tiba-tiba lainnya selama pemasangan, maka baja harus disangga dengan tali kawat, tali rami, *turnbuckle*, dll.
- (2) Baut sementara dan sambungan las untuk pemasangan harus memiliki kekuatan yang memadai agar dapat menahan beban pada saat pemasangan tsb.
- (3) Kecuali jika ditetapkan lain dalam gambar konstruksi, semua baut sementara dalam sambungan las dapat dibiarkan tetap pada tempatnya. Baut tersebut harus merupakan baut akhir (*finished bolt*).
- (4) Struktur harus diselaraskan (*aligned*) dan diperiksa.
- (5) Posisi yang telah diselaraskan harus tetap dipertahankan secara akurat selama pekerjaan pemasangan baut dan pengelasan.
- (6) Semua baut angker pada dasar kolom harus segera dikencangkan setelah struktur diselaraskan.
- (7) Tangga, aksesoris dan kaitan yang dilas pada struktur yang dimaksudkan untuk pemasangan dan keselamatan menurut gambar

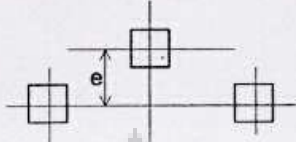

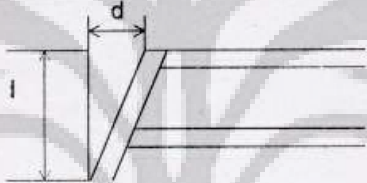
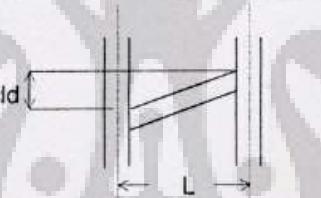
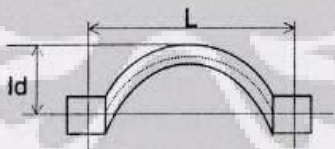
konstruksi harus dibiarkan pada tempatnya, kecuali jika ditetapkan sebaliknya.

- (8) Baut berkekuatan tinggi yang digunakan sebagai bahan permanen tidak boleh digunakan untuk tujuan pengangkatan selama pekerjaan ini.
- (9) Toleransi untuk pemasangan diberikan pada tabel-1.
- (10) Pemasangan harus dilakukan oleh kelompok pemasangan yang berpengalaman, yang telah dilengkapi dengan peralatan yang sesuai.
- (11) Pekerjaan baja harus dilakukan menurut cara yang telah disetujui agar tidak terjadi tegangan berlebih pada setiap batang.
- (12) Jika kontraktor menemukan adanya struktur baja yang rusak di daerah penyimpanan/ *laydown area*, maka kontraktor harus segera memberitahukan hal ini kepada PEMBERI TUGAS.

PEMBERI TUGAS akan segera memberikan instruksi perbaikan kepada kontraktor atau pemasok struktur baja.

- (13) Tidak ada waktu tambahan yang akan diberikan kepada kontraktor untuk memperbaiki struktur baja.

Tabel 4.12  
Toleransi

ITEM	GAMBAR	TOLERANSI
Eksentrisitas kolom (e)		Untuk kolom yang bersebelahan $\pm 5$ mm
Ketinggian lantai (H)		$\pm 3$ mm
Kemiringan kolom (d)		$d < H/500$ atau $d < 25$ mm yang manapun yang lebih kecil
Kedataran balok (d)		$d < L/1,000$ atau $d < 5$ mm yang lebih kecil
Bentang (sweep) balok girder (d)		$d < L/500$ $d < 10$ mm yang lebih kecil

#### 4.2.3.6 BAUT BERKEKUATAN TINGGI

##### Umum

- Setelah menyelaraskan dan memeriksa struktur yang didirikan, pengencangan baut berkekuatan tinggi bisa dimulai. *Pre-tightening* (pra-tegang) tidak boleh lebih dari 50% hingga 70% minimum tegangan untuk ukuran dan kelas baut yang digunakan.



- Baut berkekuatan tinggi harus dipilih secara memadai berkenaan dengan kelas, ukuran dan panjangnya sesuai dengan instruksi pada gambar pemasangan atau daftar tanda identifikasi yang dipersiapkan oleh pembuatnya.
- Ketika menangani baut, mur dan ring mur untuk diangkat, disimpan atau untuk tujuan lainnya, maka tindakan pencegahan harus diambil agar ulir dan permukaannya yang telah dilapisi tidak menjadi rusak. Baut, mur dan ring mur harus selalu bebas dari debu, cairan dan zat asing lainnya dan harus dicegah agar tidak berkarat.
- Bila lubang baut dari komponen baja berselisih 1 mm atau lebih, maka *reamer* (alat pelebar lubang) harus digunakan agar lubang tersebut cocok dengan ukuran baut.
- Baut yang digunakan pada sambungan yang dikombinasikan dengan pengelasan harus dikencangkan sebelum pengelasan.

#### Mengencangkan baut

##### Umum

- Bila permukaan kepala baut atau mur dan permukaan baja membentuk kemiringan 1 banding 20 atau lebih, ring yang tirus (*tapered*) harus digunakan agar sambungannya menjadi kencang.
- Bila baut, mur atau ring mur berada dalam kondisi basah sebelum dikencangkan, maka perangkat baut, mur dan ring tersebut harus digantikan dengan perangkat yang baru.
- Baut harus dikencangkan dengan memutar murnya. Hanya bila tak terelakkan, kepala baut dapat diputar untuk mengencangkan baut setelah mendapatkan persetujuan dari PEMBERI TUGAS.
- Baut tidak boleh dipakai ulang.
- Baut pada sambungan harus dikencangkan secara bertahap dan sistematis mulai dari bagian tengah sambungan hingga ke tepi bebasnya.

- Masing-masing baut harus dikencangkan, sehingga ketika semua baut pada sambungan sudah kencang, maka akan tersedia sekurang-kurangnya tegangan minimum yang ditunjukkan dalam tabel-4.13 menurut ukuran dan kelas baut yang digunakan.

**Tabel – 4.13**  
**Tegangan Baut Minimum**  
**ASTM A 325 M**

Tipe	Ukuran		Tegangan
	Mm	Inci	
M 16x2	16 mm	5/8	6,12
M 20 x 2,5	20 mm	%	8,8
M 22 x 2,5	22 mm	7/8	12,02
M 24 x 3	24 mm	1	15,69

#### Mengencangkan Baut *Tension Control* (TC)

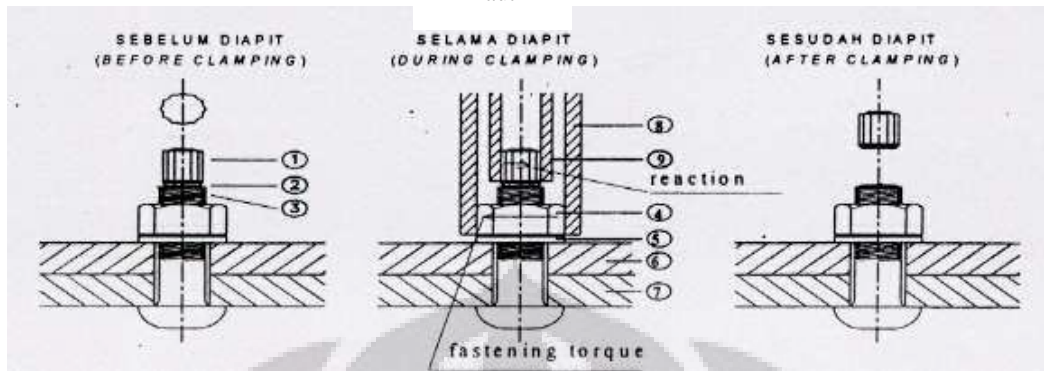
Baut *tension control* harus dikencangkan menurut prosedur di bawah ini.

Prosedur instalasi :

1. Masukkan selubung dalam dengan baik di atas ujung baut dan pasang selubung luar di atas mur dengan agak menekan kunci (*wrench*).
2. Atur saklar ke posisi on. Lalu selubung luar akan berotasi, hal ini akan mengencangkan baut sehingga takikan pengontrol puntir ujung baut menjadi terpotong.
3. Atur saklar ke posisi *off* bila ujung takikan baut sudah terpotong. Tarik *wrench* ke belakang untuk melepaskan selubung luar dari mur.
4. Tarik tuas ujung (*tip level*) untuk mengeluarkan ujung baut yang tertinggal di dalam selubung dalam.

Baut memberikan reaksi terhadap terhadap puntir pengunci (*fastening torque*) dan ujung takikan baut akan terpotong. Gaya pengkleman yang dibutuhkan akan terjadi.

Gambar 4.8  
Baut



- |                |                            |                            |
|----------------|----------------------------|----------------------------|
| (1) Ujung baut | (4) Mur                    | (7) Bagian yang tersambung |
| (2) Takik      | (5) Ring mur               | (8) Selubung Luar          |
| (3) Ulir       | (6) Bagian yang tersambung | (9) Selubung Dalam         |

#### Nilai puntir

Nilai puntir dapat diperoleh dari rumus di bawah ini

$$T = \frac{K \times d \times N}{1000}$$

Dimana,

T = nilai puntir ( kg. m

K = faktor puntir (0,150 ~ 0,190)

d = ulir utama di luar diameter baut (mm)

N = tegangan baut (kg)

#### Memeriksa Baut Berkekuatan Tinggi

Semua baut berkekuatan tinggi harus diperiksa secara kasat mata (visual) menurut spesifikasi produsen. Di samping itu, uji kekuatan untuk batas tarik baut harus dilakukan secara acak.

#### 4.2.3.7 PENGELASAN

Persyaratan pengelasan di lapangan dapat dilihat pada spesifikasi sebagaimana yang disebutkan dalam bagian – 7 Spesifikasi Teknis untuk Fabrikasi Struktur Baja (No. Dokumen : 4186-03-WS-001).

#### 4.2.3.8 PEMOTONGAN DAN PEMBORAN

Pemotongan dan pemboran di lapangan harus dilakukan dalam cara yang benar dan akurat. Serabut yang terjadi karena pergeseran/gejakan dan pemotongan harus dihilangkan.

#### 4.2.3.9 PEMASANGAN LANTAI BAJA (*STEEL FLOORING*)

Lantai baja harus dipasang dan dilas datar dengan menggunakan perangkat dan prosedur yang tepat.

Tabel 4.14

Toleransi untuk tangga, *hand rail* dan lantai baja

ITEM	GAMBAR	TOLERANSI
Kemiringan tangga		$d \leq H / 500$
Ketinggian hand rail tangga		$\pm 5 \text{ mm}$
Kelurusan hand rail (rel atas)		$d \leq 10 \text{ mm}$
Kelurusan hand rail (rel tengah dan pelat)		$d \leq L / 300$
Kedataran lantai baja		$d \leq L / 200$

#### 4.2.3.10 PENGECATAN

Pengecatan di lapangan untuk struktur baja harus dilakukan menurut standar SSPC SP-3 (Power Tool Cleaning). Bagian yang rusak karena pengangkutan atau pemasangan harus dicat ulang.

Pengecatan di lapangan (*site painting*) untuk baja struktur ditetapkan sesuai dengan tabel dibawah ini:

Tabel  
Pengecatan

Company	Primer	Intermediate Coat	Finish Coat
Carboline	Hi build Epoxy	Hi build Epoxy	Polyurethane
Hempel	Resistance until 120° C	Resistance until 120° C	Resistance until 120° C
atau merk lain yang setara	50 Micron	50 Micron	50 Micron

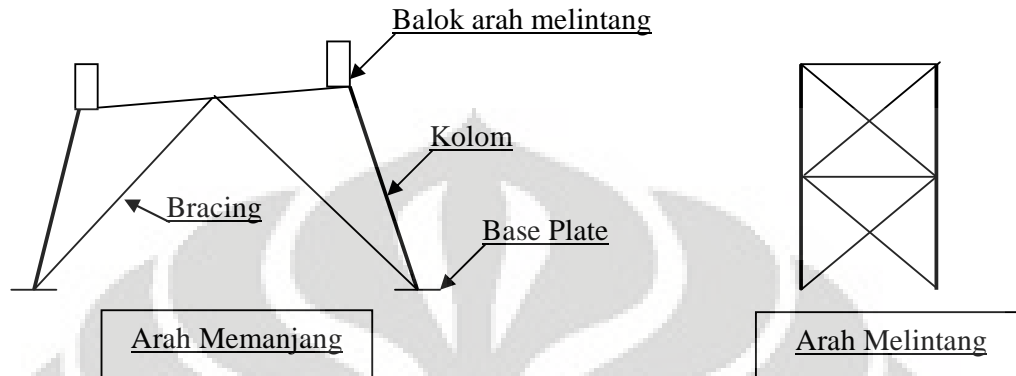
#### 4.2.3.11 PEMERIKSAAN

- (1) Selain pemeriksaan yang dijelaskan sebelumnya di sini, semua rantai, susunan tangga (*handrail*) dan tangga harus diperiksa secara visual menurut toleransi yang ditunjukkan dalam tabel-3.
- (2) Semua ukuran lubang baut angker untuk peralatan (*Equipment*) pada struktur baja harus diukur dan dilaporkan kepada PEMBERI TUGAS.

### 4.3 TAHAPAN *ERECTION*

#### **TAHAP 1:**

*Erection* Kolom pada **Sisi Fakultas Teknik** sebagai berikut :

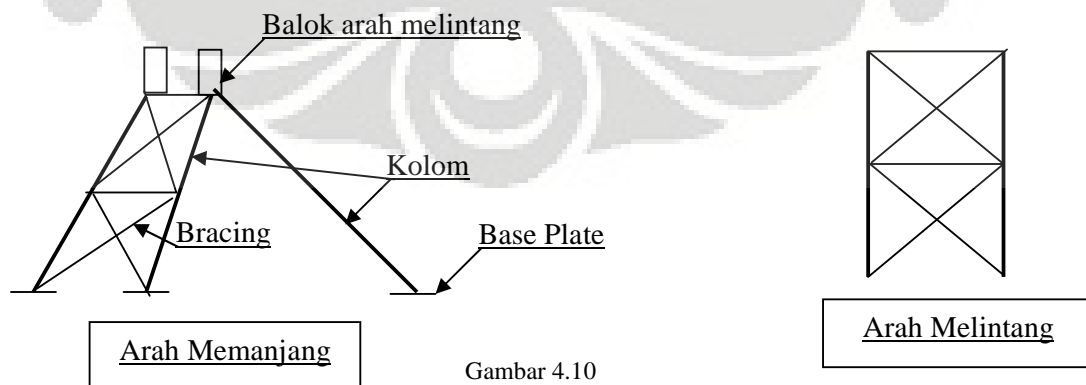


Gambar 4.9  
Erection Tahap 1

1. Menempatkan *Base Plate* bawaan kolom pada angkur-angkur yang telah di *setting*, jarak dan levelnya yang sudah sesuai dengan gambar desain.
2. Kolom yang sudah berdiri, dilanjutkan pemasangan bracing-bracing kolom, baik arah memanjang maupun arah melintang, dengan *tack weld*. Kemudian dibaca tegaknya kolom dalam arah memanjang jembatan, bila ok, pengelasan yang semula *tack weld* disempurnakan.
3. Memasang balok arah melintang yang akan menumpu rangka *bridge*.

#### **TAHAP 2:**

*Erection* Kolom pada **Sisi Fakultas Sastra** sama halnya dengan *erection* kolom pada Fak. Teknik sebagai berikut :



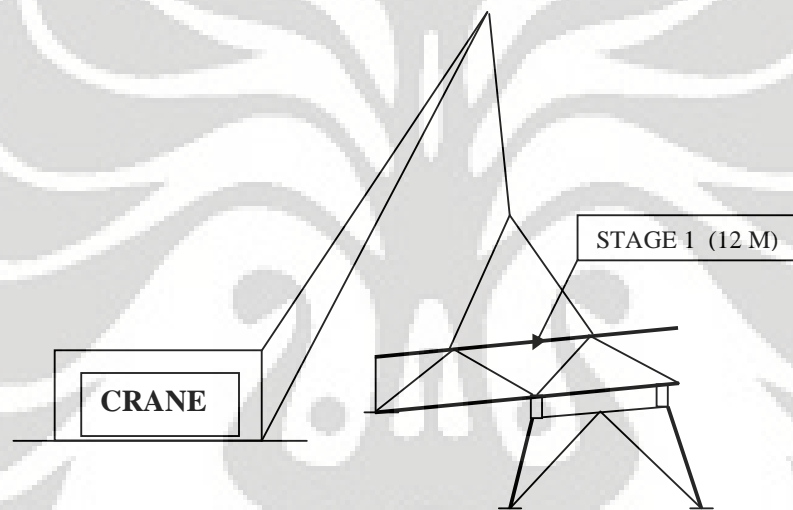
Gambar 4.10  
Erection Tahap 2



1. Menempatkan *Base Plate* bawaan kolom pada angkur-angkur yang telah di *setting*, jarak dan levelnya yang sudah sesuai dengan gambar desain.
2. Kolom yang sudah berdiri, dilanjutkan pemasangan bracing-bracing kolom, baik arah memanjang maupun arah melintang, dengan *tack weld*. Kemudian dibaca tegaknya kolom dalam arah memanjang jembatan, bila ok, pengelasan yang semula *tack weld* disempurnakan.
3. Memasang balok arah melintang yang akan menumpu rangka *bridge*.

### **TAHAP 3 :**

*Erection* jembatan **Stage 1** pada sisi **Fakultas Teknik** sebagai berikut :

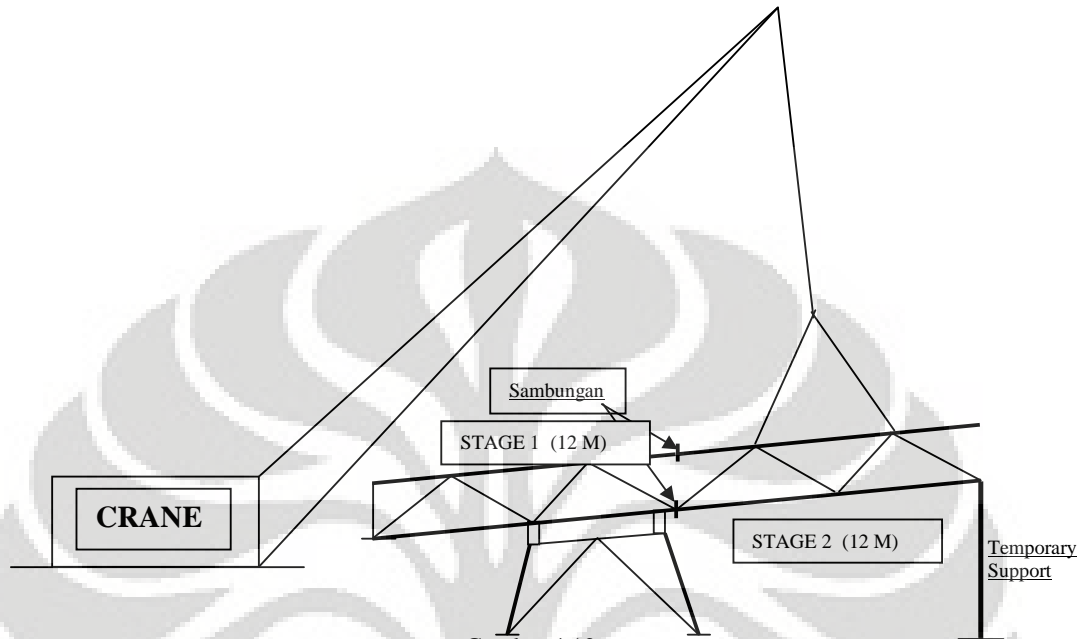


Gambar 4.11  
Erection Tahap 3

1. Mengangkat stage 1 (berat 10 ton) yang telah di fabrikasi dengan bantuan *crane cap.* 200 ton dengan kemampuan jangkauan 40 m.
2. Dudukkan stage 1 di atas balok yang sudah terpasang

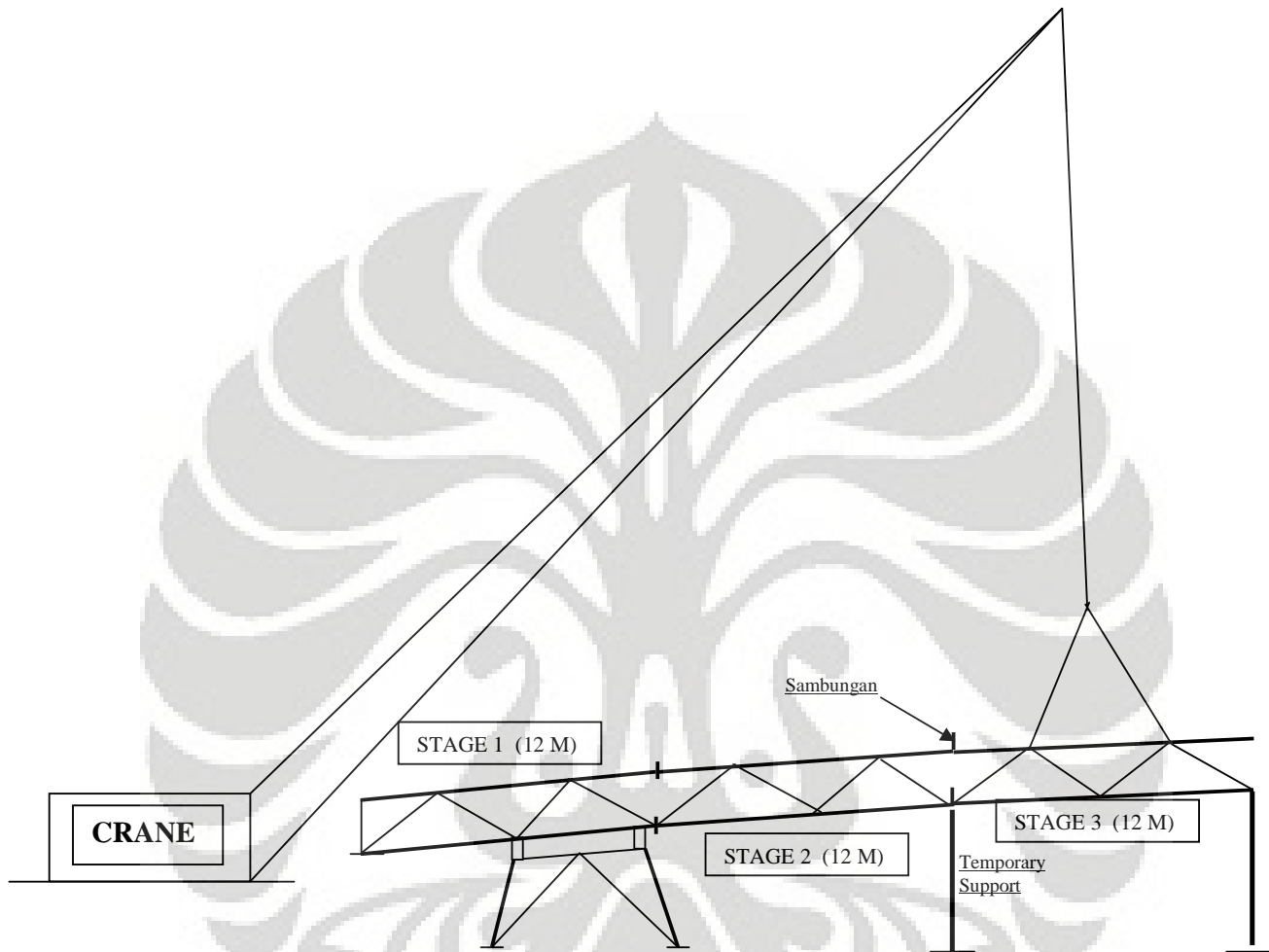
**TAHAP 4 :**

*Erection* jembatan **Stage 2** pada sisi **Fakultas Teknik** sebagai berikut :



Gambar 4.12  
Erection Tahap 4

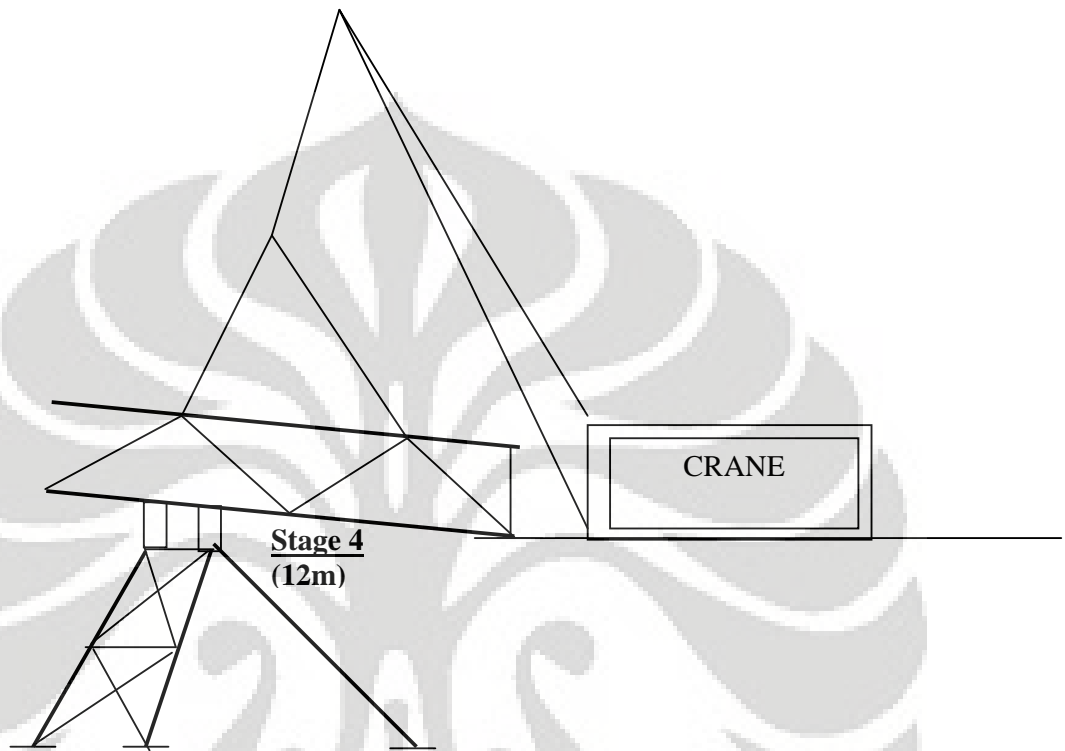
1. Mengangkat stage 2 (berat 10 ton) yang telah di fabrikasi dengan bantuan *crane cap.* 200 ton dengan kemampuan jangkauan 40 m.
2. Sambungkan stage 2 terhadap stage 1 (sambungan dapat dilihat pada gambar desain) dan pada bagian ujung stage 2 dipasang *temporary support* sampai *bridge* dalam keadaan berdiri stabil, kemudian *crane* bisa melepas talinya, untuk mengangkat stage berikutnya.

**TAHAP 5 :**

Gambar 4.13  
Erection Tahap 5

Begitu juga untuk **Stage 3** sama halnya dengan Stage-stage sebelumnya, sebagai berikut :

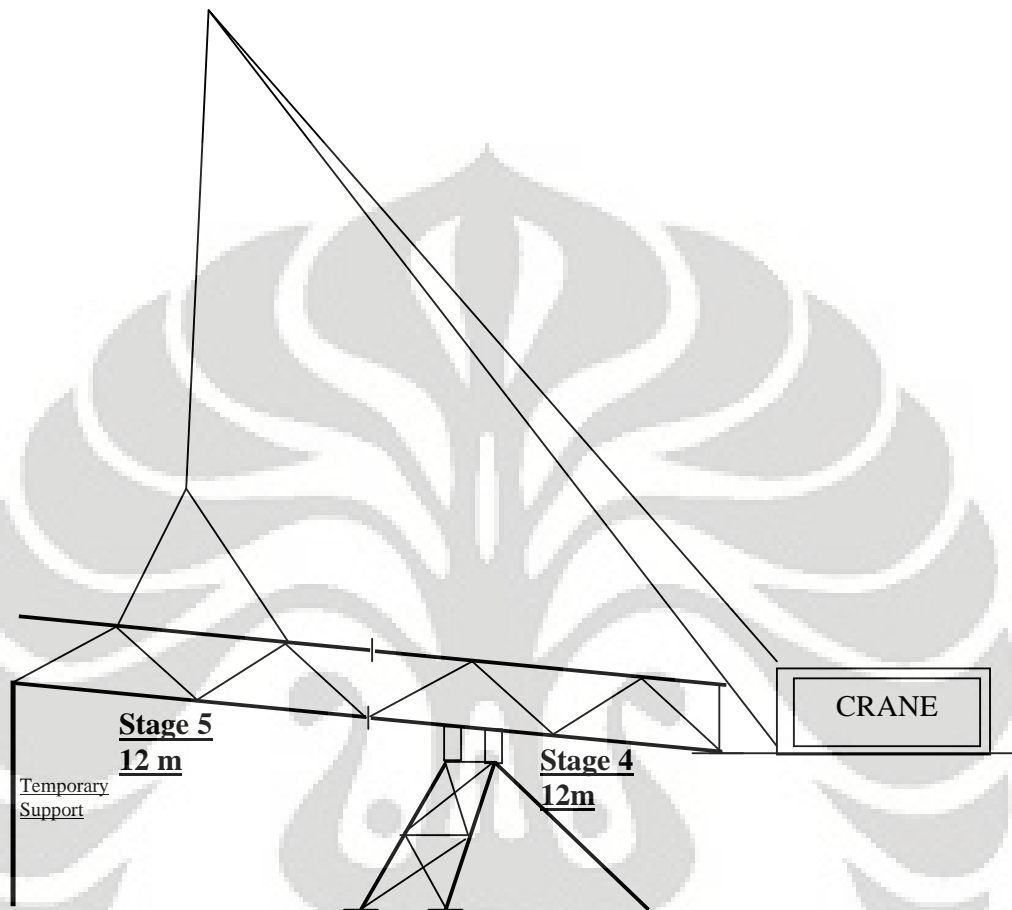
1. Mengangkat stage 3 (berat 10 ton) yang telah di fabrikasi dengan bantuan *crane cap.* 200 ton dengan kemampuan jangkauan 40 m.
2. Sambungkan stage 3 terhadap stage 2 (sambungan dapat dilihat pada gambar desain) dan pada bagian ujung stage 3 dipasang *temporary support* sampai *bridge* dalam keadaan berdiri stabil, kemudian *crane* bisa melepas talinya, untuk mengangkat stage berikutnya.

**TAHAP 6**

Gambar 4.14  
Erection Tahap 6

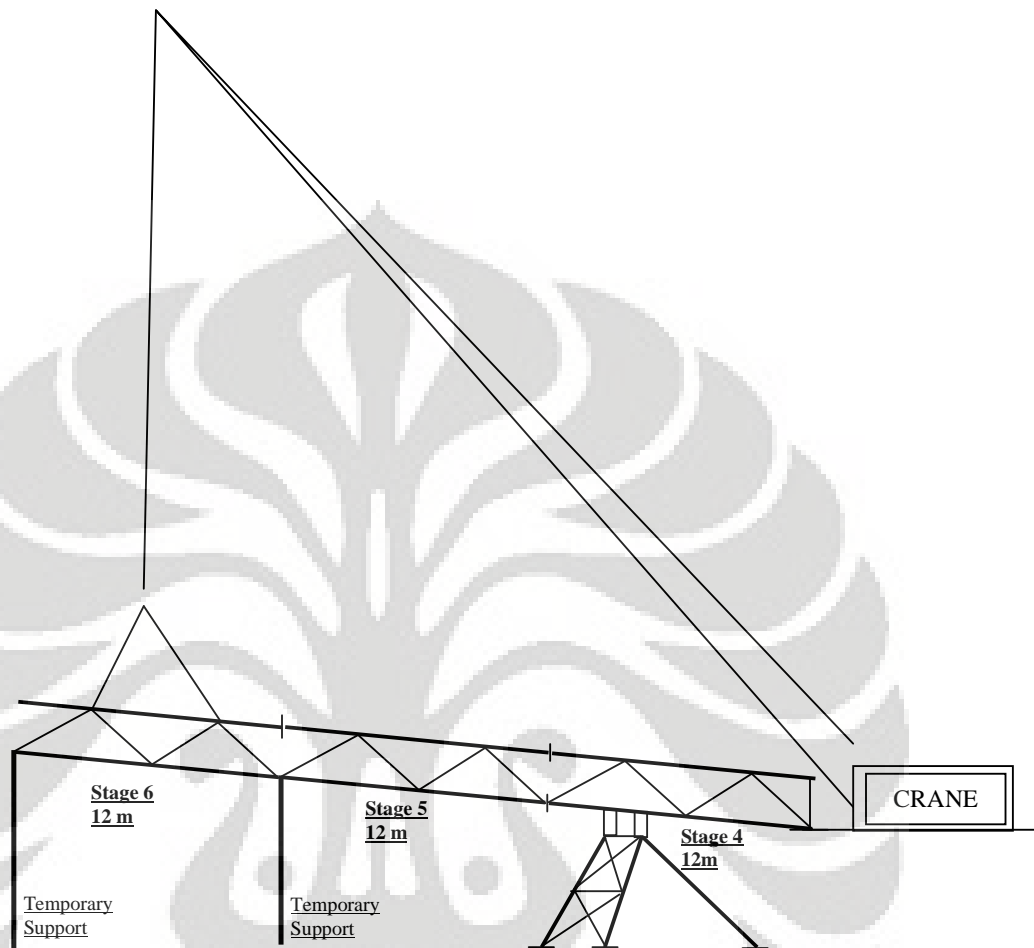
*Erection* jembatan **Stage 4** pada sisi **Fakultas Sastra** sebagai berikut :

1. Mengangkat stage 4 (berat 10 ton) yang telah di fabrikasi dengan bantuan *crane cap.* 200 ton dengan kemampuan jangkauan 40 m.
2. Dudukkan stage 4 di atas balok yang sudah terpasang

**TAHAP 7:**

Gambar 4.15  
Erection Tahap 7

1. Mengangkat stage 5 (berat 10 ton) yang telah di fabrikasi dengan bantuan *crane cap.* 200 ton dengan kemampuan jangkauan 40 m.
2. Sambungkan stage 5 terhadap stage 4 (sambungan dapat dilihat pada gambar desain) dan pada bagian ujung stage 5 dipasang *temporary support* sampai *bridge* dalam keadaan berdiri stabil, kemudian *crane* bisa melepas talinya, untuk mengangkat stage berikutnya.

**TAHAP 8 :**

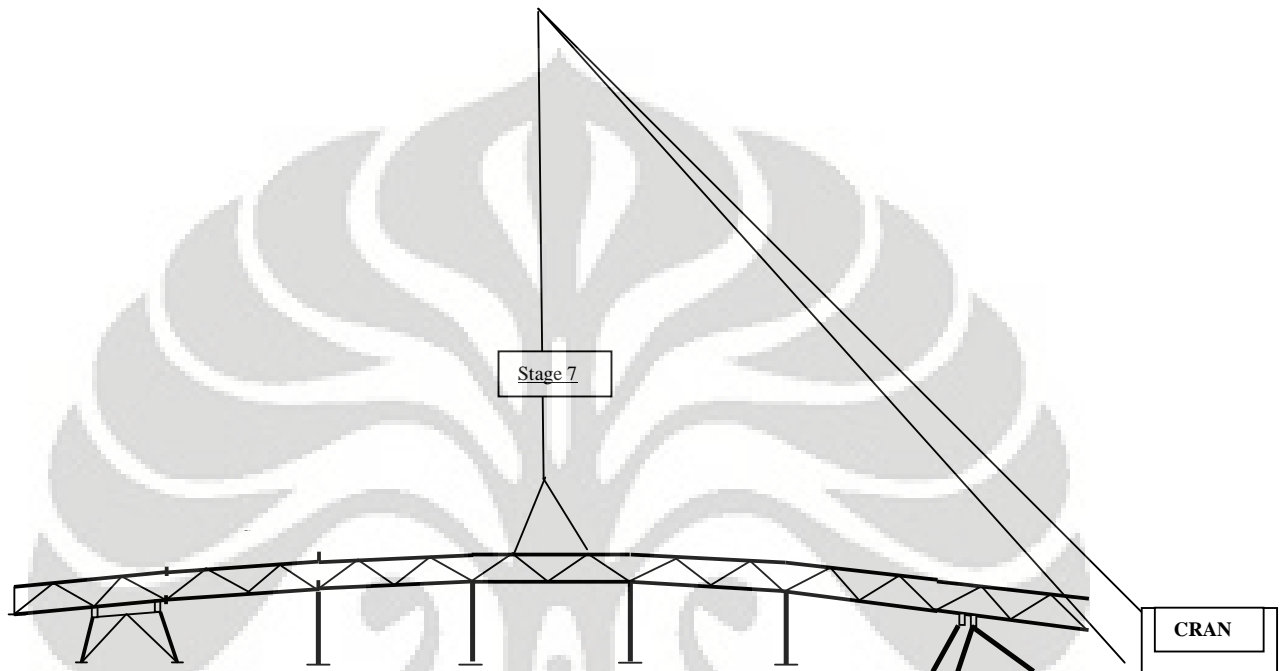
Gambar 4.16  
Erection Tahap 8

1. Mengangkat stage 6 (berat 10 ton) yang telah di fabrikasi dengan bantuan *crane cap.* 200 ton dengan kemampuan jangkauan 40 m.
2. Sambungkan stage 6 terhadap stage 5 (sambungan dapat dilihat pada gambar desain) dan pada bagian ujung stage 6 dipasang *temporary support* sampai *bridge* dalam keadaan berdiri stabil, kemudian *crane* bisa melepas talinya, untuk mengangkat stage berikutnya.



**TAHAP 9**

Adalah tahap akhir dari Pemasangan Stage-stage dari *bridge*



Gambar 4.17  
Erection Tahap 9

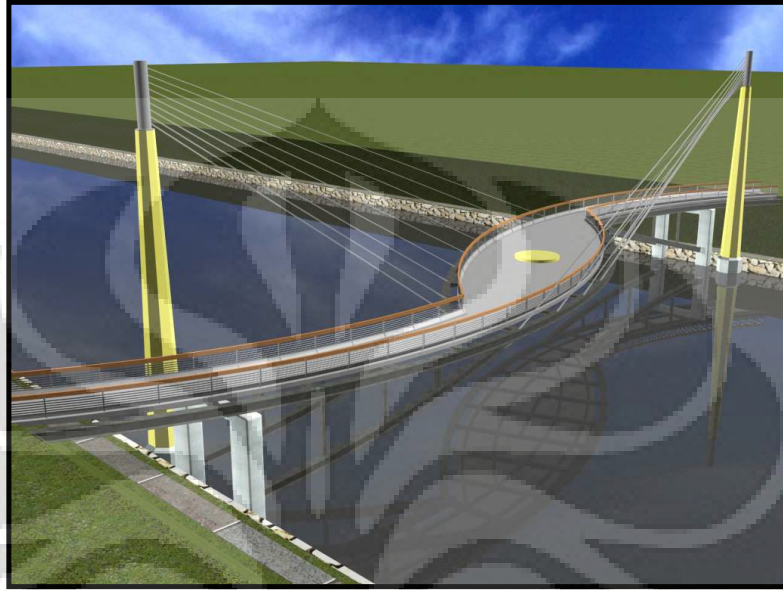
1. Mengangkat stage 7 (berat 10 ton) yang telah di fabrikasi dengan bantuan *crane cap.* 200 ton dengan kemampuan jangkauan 40 m.
2. Sambungkan stage 7 terhadap stage 6 dan stage3 (sambungan dapat dilihat pada gambar desain)

**TAHAP 10**

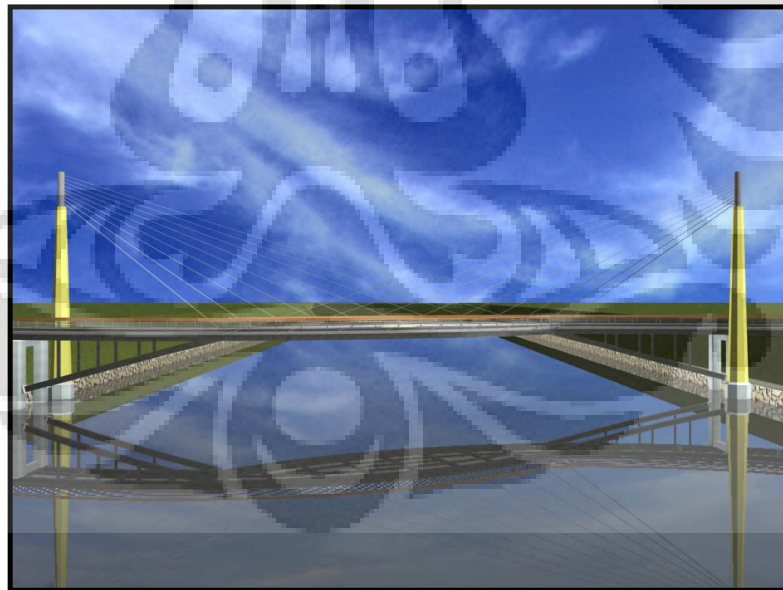
Adalah Pemasangan *Pilon*, baik di sisi Fak. Teknik, maupun pada sisi Fak. Sastra.

#### 4.4 DATA RENCANA JEMBATAN BETON 1

##### 4.4.1 Data Gambar (Perspektif, Tampak, Denah Situasi)



*Gambar 4.18 : Tampak Perspektif Jembatan Pejalan Kaki*



*Gambar 4.19 : Tampak Samping Jembatan Pejalan Kaki*



*Gambar 4.20 : Tampak Depan Jembatan Pejalan Kaki*



*Gambar 4.21 : Detail Pembagian Kabel Jembatan Pejalan Kaki*

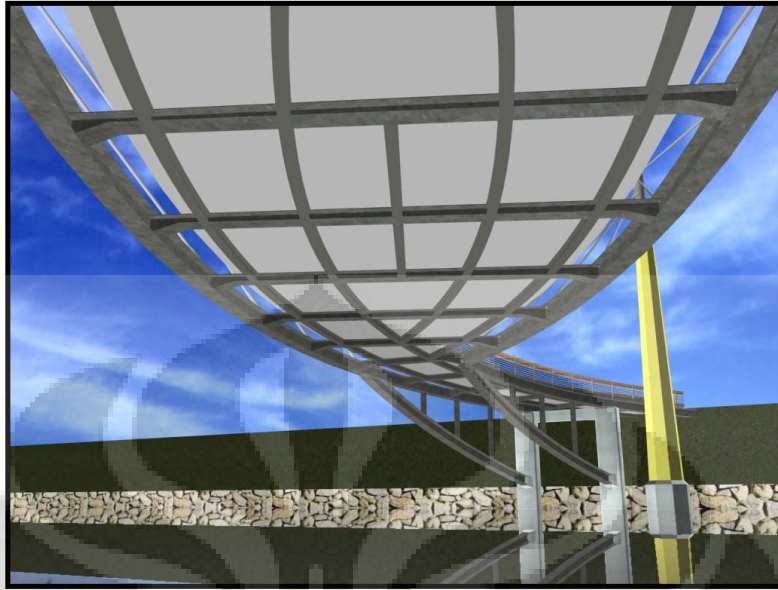


*Gambar 4.22 : Letak Jogging Track Terhadap Jembatan Pejalan Kaki*

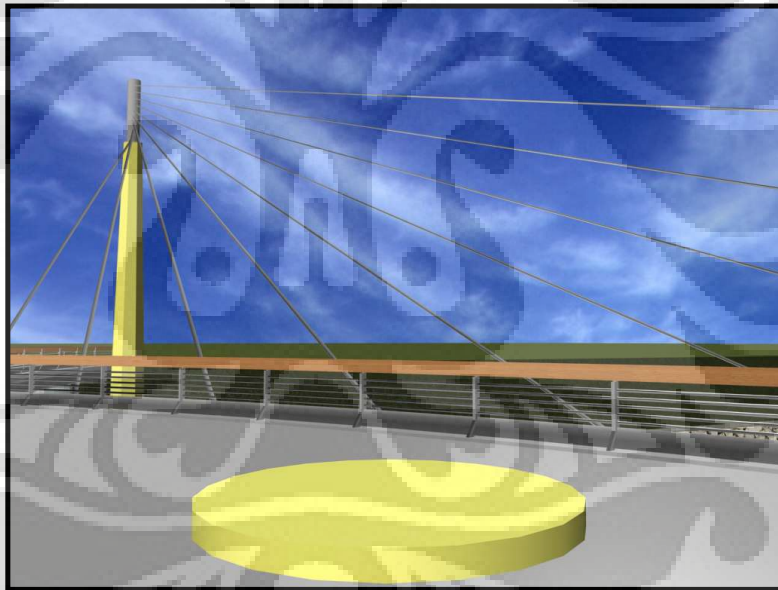


*Gambar 4.23 : Detail Struktur Rangka Pengaku Jembatan Pejalan Kaki*





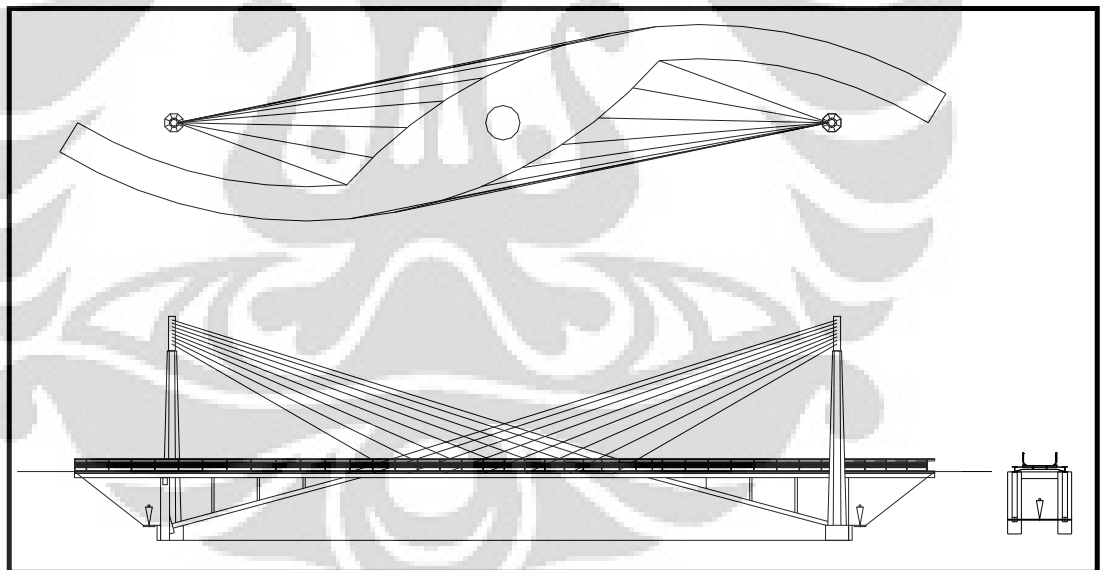
*Gambar 4.24 : Detail Struktur Gelegar Jembatan Pejalan Kaki*



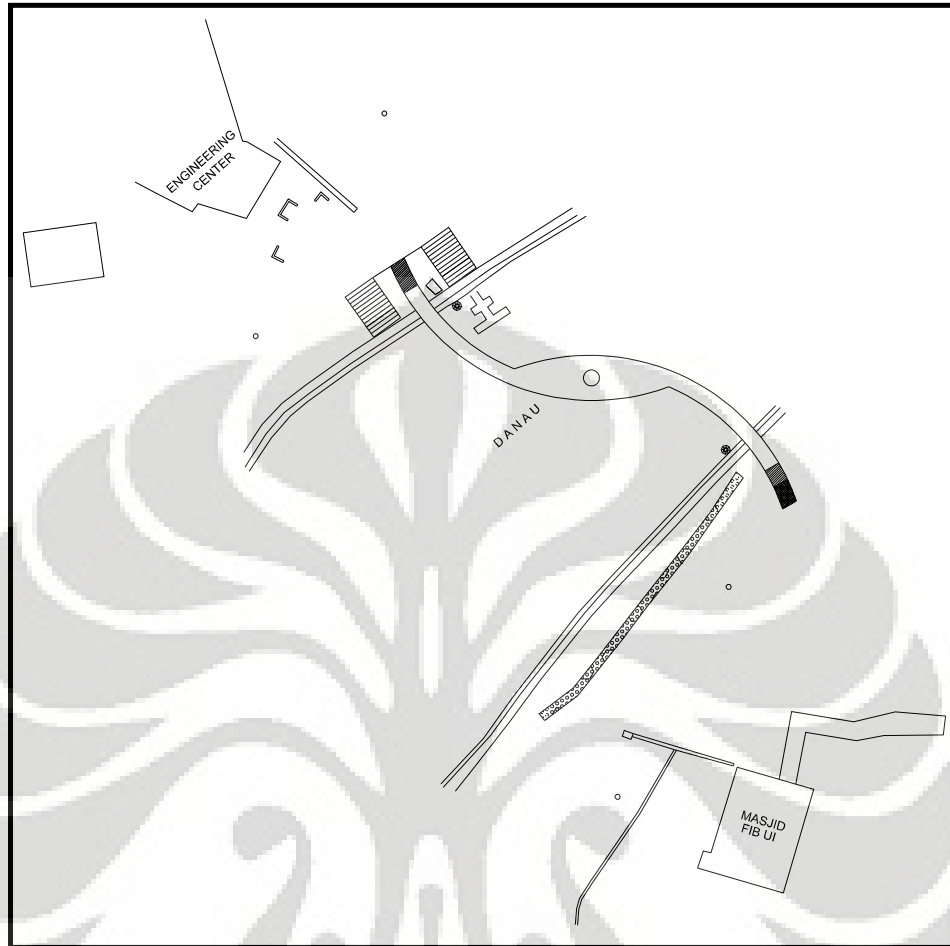
*Gambar 25 : Detail Tampak Makara Jembatan Pejalan Kaki*



Gambar 4.26 : Tampak Bawah Jembatan Pejalan Kaki



Gambar 4.27 : Berbagai Tampak Jembatan Jembatan Pejalan Kaki



Gambar 4.28 : Denah Situasi Jembatan Pejalan Kaki

#### 4.4.2 Spesifikasi Umum Jembatan :

Badan Jembatan :

- Panjang total : 75.00 m
- Panjang per segmen : 25.00 m
- Lebar *slab* : 3.00 m
- Tebal *slab* : 0.12 m
- Lebar (bersih) *pedestrian* : 2.40 m
- Lebar masing-masing *railing* : 0.30 m
- Tinggi *railing* : 1.10 m
- Luas total *slab (pedestrian)* : 560.00 m<sup>2</sup>



Mata Jembatan :

- Panjang segmen : 25.00 m
- Lebar total segmen tengah : 8.60 m
- Diameter mata : 3.00 m
- Tebal mata : 0.30 m
- Luas *slab* mata : 314.00 m<sup>2</sup>

Tiang Jembatan (*Pylon*) :

- Tinggi total *pylon* : 21.50 m
- Jarak antar *pylon* : 56.00 m
- Tinggi pedestal *pylon* dari M.A.T.: 1.30 m
- Dimensi pedestal *pylon* : 2.0 m x 2.0 m x 1.5 m

Kabel Jembatan :

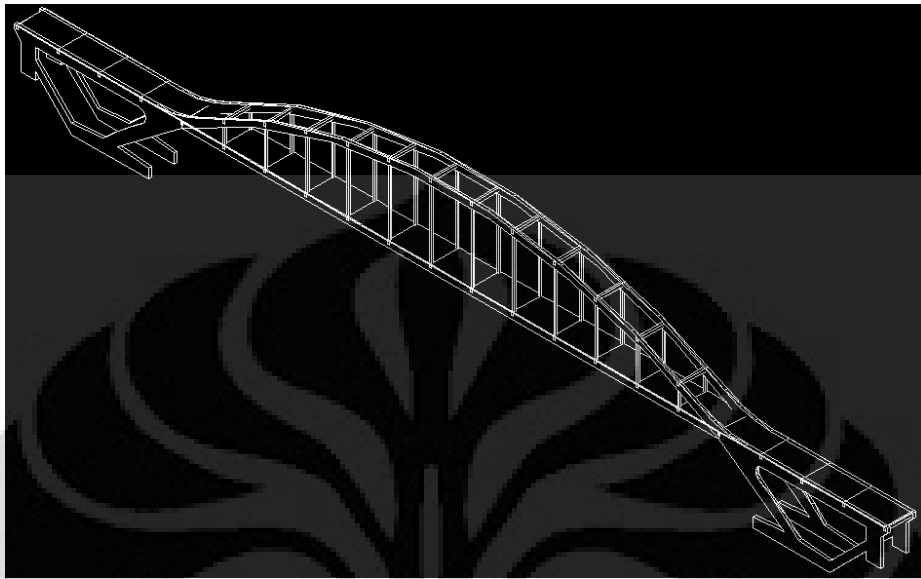
- Kabel terpanjang : 44.80 m
- Kabel terpendek : 22.50 m
- Jarak antar kabel horizontal : 4.00 m
- Jumlah kabel per sisi : 9 buah
- Total jumlah kabel : 18 buah

Lokasi Jembatan :

- Jarak tepi air ke tepi jembatan : 7.50 m
- Tinggi M.A.T ke *slab* jembatan : 6.00 m
- Tinggi *jogging track* ke *slab* : 4.70 m

## 4.5 DATA RENCANA JEMBATAN BETON 2

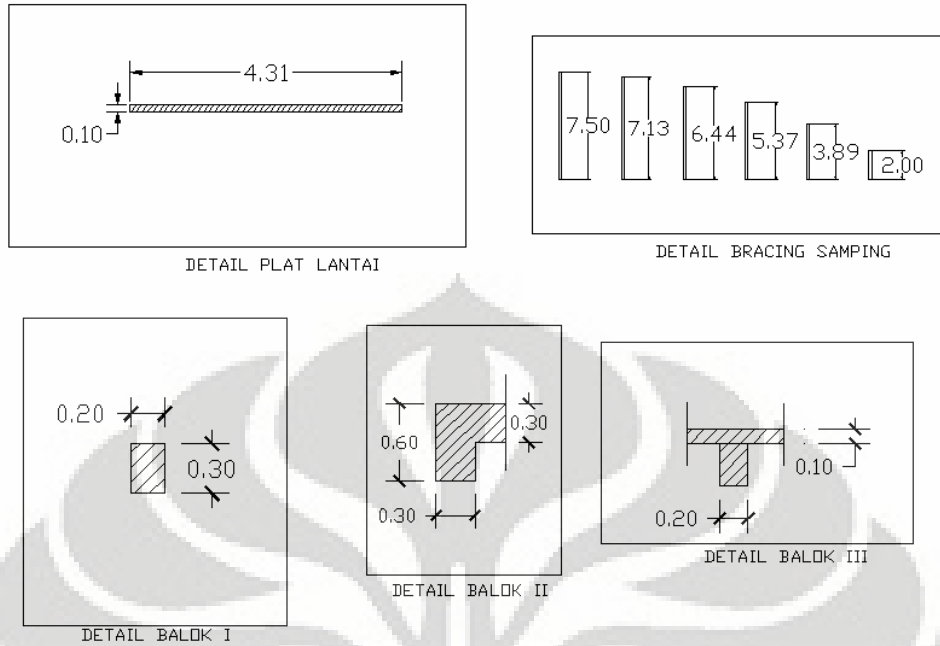
### 4.5.1 Data Gambar (Perspektif, Tampak, Detail)



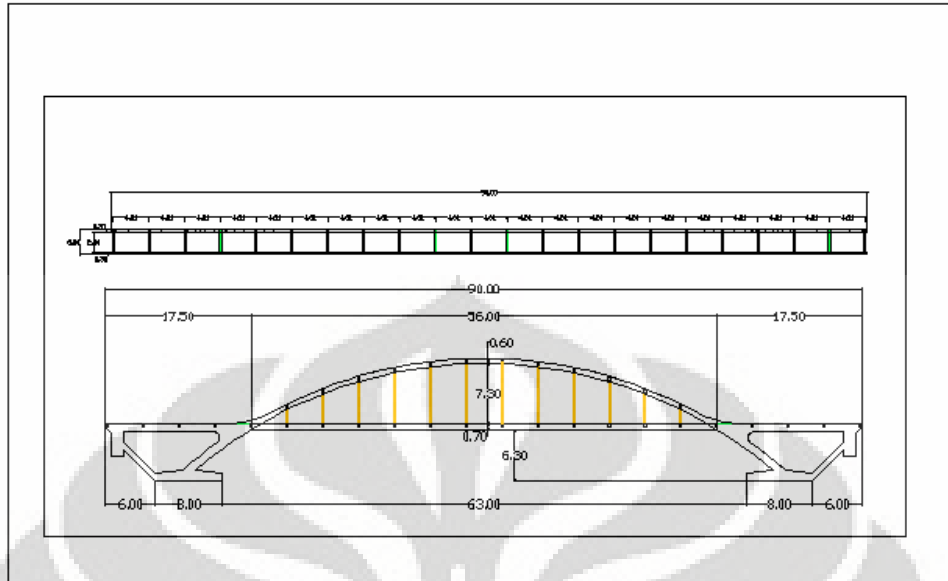
Gambar 4.29 Perspektif Jembatan Beton 2



Gambar 4.30 Tampak samping Jembatan Beton 2



Gambar 4.31 Detail Jembatan Beton 2



TAMPAK RENCANA JEMBATAN BETON 2

#### 4.5.2 Spesifikasi Umum Jembatan

##### Badan Jembatan :

- Panjang total : 90.00 m
- Panjang Efektif : 56.00 m
- Panjang per segmen : 4.31 m
- Lebar *slab* : 3.00 m
- Tebal *slab* : 0.12 m
- Lebar (bersih) *pedestrian* : 2.40 m
- Lebar masing-masing *railing* : 0.30 m
- Tinggi *railing* : 1.10 m

##### Bagian Kepala Jembatan :

- Panjang segmen : 17.50 m
- Lebar slab : 3.00 m
- Tebal slab : 0.12 m
- Lebar (bersih) *pedestrian* : 2.40 m

##### Brasing Jembatan :

- Basing Samping terpanjang : 7.50 m
- Basing Samping terpendek : 2.00 m
- Jarak antar kolom horizontal : 4.31 m
- Jumlah Brasing samping per sisi : 12 buah
- Total jumlah Brasing samping : 24 buah
- Panjang Brasing atas : 3.00 m
- Jumlah Brasing atas : 12 buah

##### Lokasi Jembatan :

- Jarak tepi air ke tepi jembatan : 7.50 m
- Tinggi M.A.T ke *slab* jembatan : 6.30 m
- Tinggi *jogging track* ke *slab* : 4.70 m

# BAB V

## ANALISA DATA

### 5.1 ANALISA KUALITATIF JEMBATAN BAJA

Analisa kualitatif pada jembatan teknik sastra menggunakan konstruksi baja adalah sebagai berikut:

Tahapan metode pelaksanaan terbagi menjadi 3 (tiga) tahap:

#### 5.1.1 Pekerjaan Persiapan (Pengukuran di lapangan)

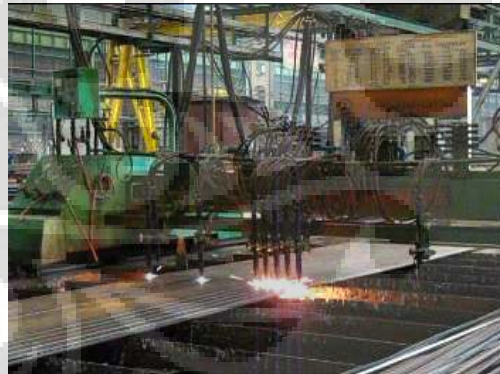
Tahapan awal dari pekerjaan pembangunan jembatan baja teknik sastra ini adalah pekerjaan persiapan. Pembuatan Direksi Keet, Pekerjaan pengukuran, pemasangan *bowplank* di lokasi atau di lapangan, dan lain-lain. Pekerjaan pengukuran sangatlah penting karena berpengaruh terhadap tingkat keakurasian pada saat *erection* atau *launching* jembatan.

Tahapan awal ini juga bertujuan mengetahui kondisi *actual* di lokasi pekerjaan. Seperti kedalaman MAT, Panjang Jembatan dihitung dari Pondasi, acuan perencanaan mobilisasi dan demobilisasi pekerjaan tersebut, penentuan metode *erection*, dan lain-lain.

#### 5.1.2 Pabrikasi Jembatan Baja Teknik Sastra



1. *Coil*



2. *Cutting*

3. Pembentukan *Profil*4. *Assembly* awal + Pengecatan

Gambar 5.1

### Pabrikasi Jembatan Baja

Proses metode pelaksanaan jembatan teknik sastra pada tahap kedua adalah Pabrikasi jembatan baja, yang tahapannya seperti pada gambar di atas, tahapan tersebut adalah *Coil*, *Cutting*, Pembentukan *Profil*, *Assembly* awal, pengecatan.

Proses *assembly* awal adalah merupakan proses perakitan di pabrik jembatan secara keseluruhan apakah sudah sesuai dengan perencanaan, untuk mengurangi atau menghindari kesalahan di lapangan. Hasil dari *assembly* awal semua sudah sesuai dengan perencanaan siap untuk dikirim ke lokasi pemasangan.

#### 5.1.3 Pelaksanaan di Lokasi



1. Setting Angkur dan Base Plate



2. Launching Girder

Gambar 5.2

### Pelaksanaan di Lokasi



Tahapan yang ketiga adalah melakukan pengukuran dan penyettingan angkur dan *base plate* dan melaksanakan pekerjaan *erection* atau *launching* jembatan.

Pada pekerjaan *erection* jembatan, jembatan ini menggunakan system perancah (*temporary support*) di bawah jembatan dengan dibantu oleh 2 buah *crane*. Jadi dalam hal ini jembatan dibagi menjadi 6 segmen (12 m per segmen), mekanisme pelaksanaan adalah dari kedua sisi jembatan. Selibuhnya seperti pada (4.3 TAHAPAN *ERECTION*) data jembatan baja di atas.

Pada pelaksanaan di lapangan ternyata terdapat perbedaan dengan *assembly awal* di pabrik. Di tengah bentang jembatan di lokasi pekerjaan ada selisih 30 cm, selisih ini adalah selisih yang tidak masuk batas toleransi. Yang seharusnya selisih tersebut adalah mm. Jadi pada bentang tengah harus di potong di tengah 15 cm (sisi teknik) – 15 cm (sisi sastra).

Setelah tahapan dilaksanakan setelah itu pemasangan tiang dan kabel pada jembatan. Hal ini di mungkinkan dilakukan di tahap akhir karena *erection* jembatan menggunakan perancah dan desain kabel jembatan pada jembatan ini pengaruhnya tidak banyak.

## 5.2 ANALISA KUALITATIF JEMBATAN BETON

Pada perencanaan awal dari jembatan teknik sastra menggunakan jembatan beton dengan konstruksi *cabel stay* ditambah dengan bentuk khusus seperti terlihat pada gambar dan jembatan beton dengan konstruksi rangka berbentuk arc bridge.

### 5.2.1 Analisa Jembatan Beton *Cabel Stay*

#### Perencanaan Umum

- *Pylon* : *I shape*
- *Girger* : *Box girder*
- *Cable* : *Single plan*

Dari gambar sudah terlihat keunikan jembatan ini. Jembatan ini terdiri dari 2 buah *pilon* (1 buah *pilon* sisi teknik dan 1 buah *pilon* sisi sastra), 18 buah kabel (9 buah kabel sisi teknik dan 9 buah kabel sisi sastra), dan lantai jembatan (terbagi menjadi 3 segmen).

#### Pekerjaan Persiapan

Pembuatan Direksi Keet, Pekerjaan pengukuran, pemasangan *bowplank* di lokasi atau di lapangan, dan lain-lain.

#### Pembuatan Tiang Jembatan (*Pylon*)

- Bentuk *pylon* : *I shape*

- Data perencanaan:

- Tinggi total *pylon* : 21.50 m
- Tinggi pedestal *pylon* dari M.A.T. : 1.30 m
- Dimensi pedestal *Pylon* : 2.0 m x 2.0 m x 1.5 m

- Data alat yang digunakan seperti pada gambar dibawah didapat:

Panjang (h) yang tersedia : 3,00 m ; 2,4 m ; 1,20 m ; 0,30 m

Diameter ( $\emptyset$ ) yang tersedia : 30 cm ; 35 cm ; 40 cm ; 45 cm ; 50 cm ; 55 cm ;  
60 cm ; 65 cm ; 70 cm ; 25 cm

- Dari data diatas pada perencanaan pelaksanaan tiang jembatan (*pylon*) didapat:

Tinggi *Pylon* (h) 21,50 m : di buat 5 (lima) segmen (4,30 m / segmen)

diameter 70 cm, 60 cm, 50 cm, 40 cm, 30 cm.

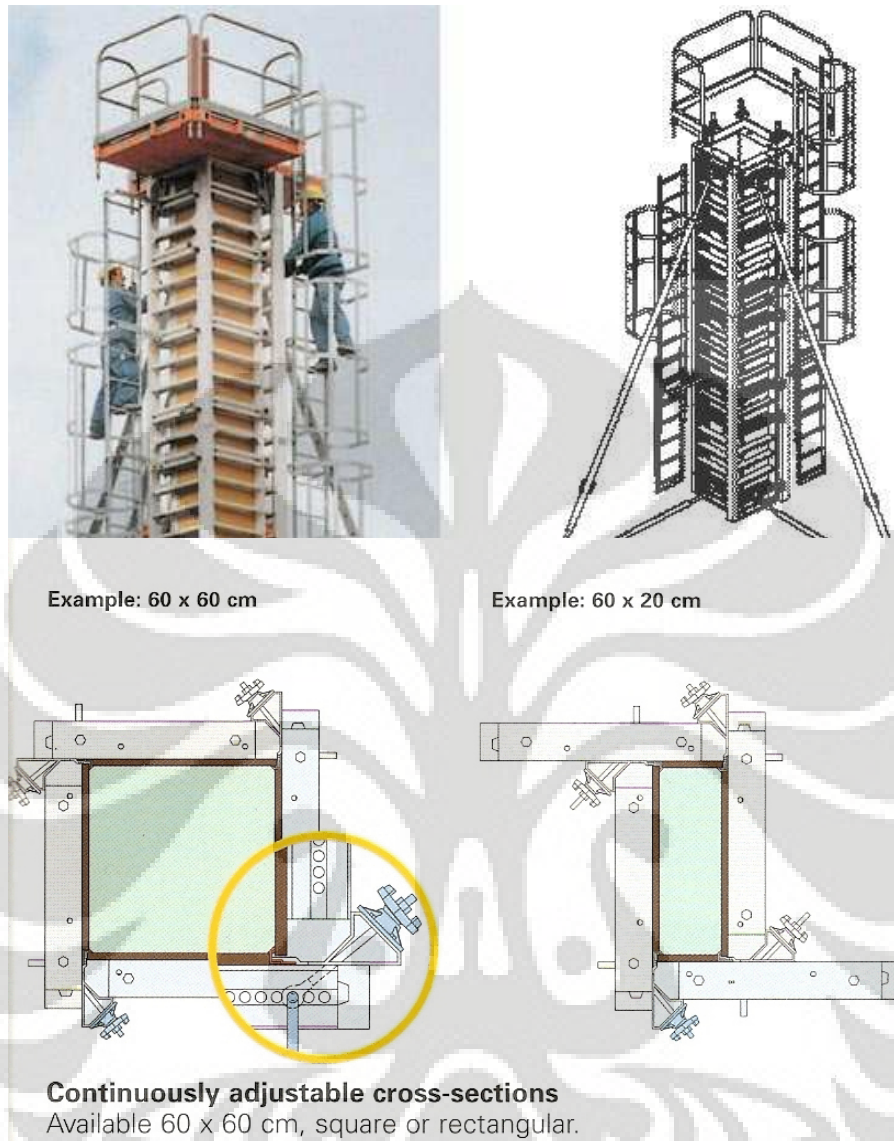


Gambar 5.3  
Bekisting Pilon

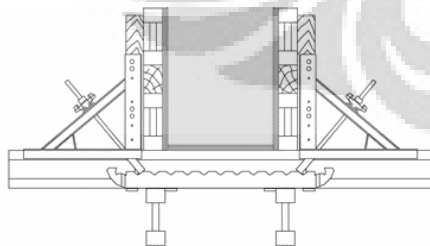
#### Pembuatan Pilar Jembatan

- Data perencanaan:

- Dimensi Pilar : 1.5 m x 1.5 m x 6.0 m
- Dimensi Balok : 3.0 m x 1.5 m x 0.5 m



Gambar 5.4 acuan perancah untuk kolom jembatan



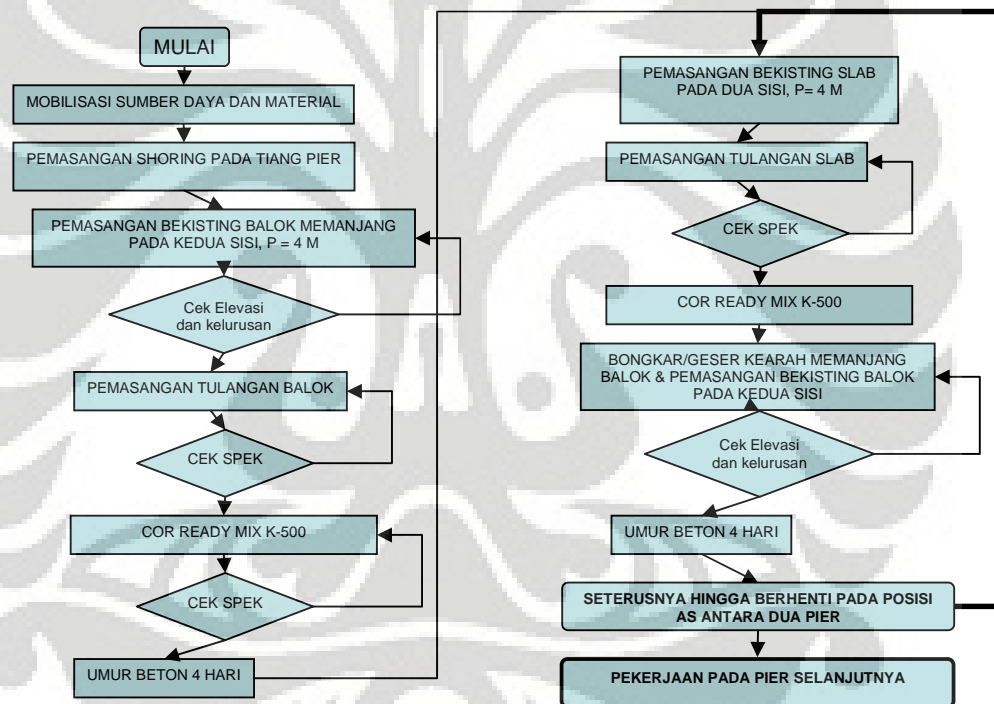
Gambar 5.5 acuan perancah untuk balok

## Pembuatan Lantai Jembatan, Arch Rib dan Pemasangan Kabel

### - Pembuatan Lantai Jembatan

Lantai jembatan pada jembatan teknik sastra ini sangatlah unik seperti pada gambar, lantai jembatan terbagi menjadi 3 (tiga) segmen yang 1 (satu) segmen berbentuk seperti mata 25 m dan 2 (dua) segmen lagi jembatan yang melengkung masing-masing 25 m dan ada satu bagian di kedua sisi *arch rib*.

Metode pelaksanaan yang saya gunakan adalah sistem *Traveller*. Sistem ini cocok digunakan untuk jembatan seperti ini tipe jembatan *Balance Box Cantilever*, jembatan kabel dan jembatan cor ditempat dengan halangan sebuah sungai.



Alat yang digunakan

1. *Concrete vibrator*
2. *Bar bender*
3. *Bar cutter*
4. *Theodolit*
5. *Concrete pump*
6. *Traveller*



#### Urutan Pelaksanaan

1. Pekerjaan persiapan dan mobilisasi alat *traveller*
2. Pemasangan perancah/*shoring* pada tiang *pier* untuk perancah balok *slab deck pier*
3. Pemasangan *bekisting* balok dan *slab* pada kedua sisi dengan bersamaan.
4. Pembesian balok dan *slab*. Cek jarak antar tulangan, serta kekuatan *bekisting* maupun perancah
5. Pengecoran dilakukan setelah mendapat persetujuan dari pengawas.
6. Setelah *Traveler* terpasang, maka segera dilakukan install *bekisting* balok arah memanjang jembatan
7. Pemasangan *bekisting* pada kedua sisi harus bersamaan.
8. Setelah *bekisting* balok terpasang, maka dilanjutkan dengan pekerjaan pembesian
9. Pengecoran balok dengan beton *ready mix* K-500
10. Setelah beton umur 4 hari, baru *Traveller* di buka dan digeser ke arah memanjang balok. Pembongkaran *Traveller* bersamaan pada kedua sisi jembatan.
11. Selanjutnya pemasangan *bekisting slab* jembatan, dan diteruskan dengan pembesian. Pemasangan *bekisting slab* dilakukan bersama pada kedua sisi jembatan
12. Cek tulangan, jarak dan spesifikasi harus sesuai dengan gambar rencana.
13. Lakukan pengecoran dengan beton K-500
14. Setelah beton *slab* umur 4 hari, maka dilakukan pembongkaran *Traveller*, dan digeser ke arah memanjang jembatan secara bersamaan pada kedua sisi
15. Pekerjaan selanjutnya adalah pemasangan *bekisting traveller* pada balok dan pemasangan tulangan
16. Selanjutnya dilakukan pengecoran, dan dilakukan seperti pada tahapan no. 14
17. Demikian seterusnya hingga pengecoran struktur jembatan berhenti pada tengah-tengah bentang antar *pier*
18. Pertemuan struktur atau penutup (*closure*) dengan material yang telah disetujui oleh pengawas dan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.
19. Cor dengan beton *ready mix* K-500, dan pemadatan dengan *concrete vibrator*

20. Pemadatan pada satu titik tidak boleh lebih dari 3 menit
21. Setelah pengecoran selesai, lakukan perawatan beton dengan *curing compound*, penyiraman, maupun karung basah.
22. Setelah beton umur 4 hari, bekisting dibuka dan disiapkan untuk pemasangan *traveler*.
23. Pemasangan *traveler* dipasang bersamaan pada kedua sisi, dengan bentang per 5 m

#### Ilustrasi Pelaksanaan



**Gambar persiapan cor balok**



**Traveler dari samping**



**Traveler tampak atas**



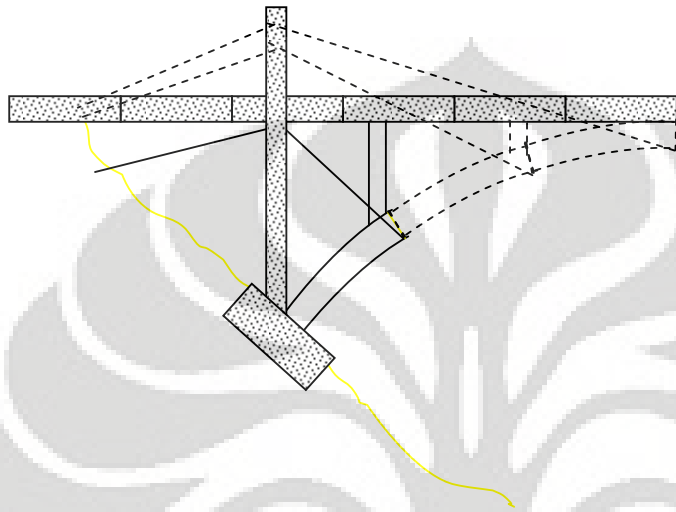
**Install traveler pada tiang pier**

#### Gambar 5.6 Pelaksanaan

Tingkat kesulitan dari pekerjaan jembatan ini adalah bentuknya yang tidak lurus seperti jembatan pada umumnya. Namun walaupun demikian hal ini dimungkinkan dengan menggunakan metode seperti ini.



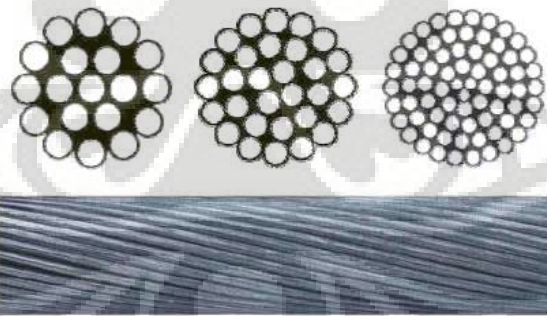
- Pemasangan *arch rib*



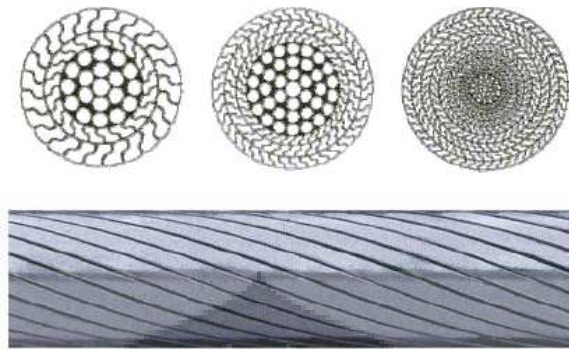
Gambar 5.7 pemasangan arch rib

Pemasangan *arch rib* dengan menggunakan *travelling form* seperti pada gambar di atas.

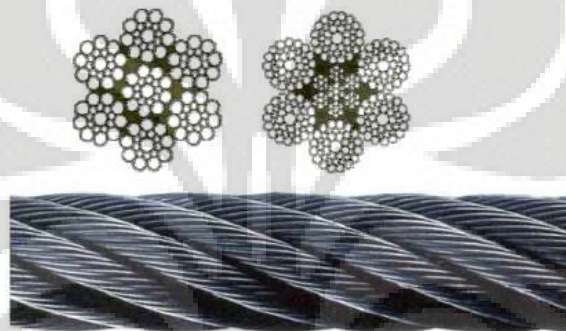
- Pemasangan Kabel Jembatan



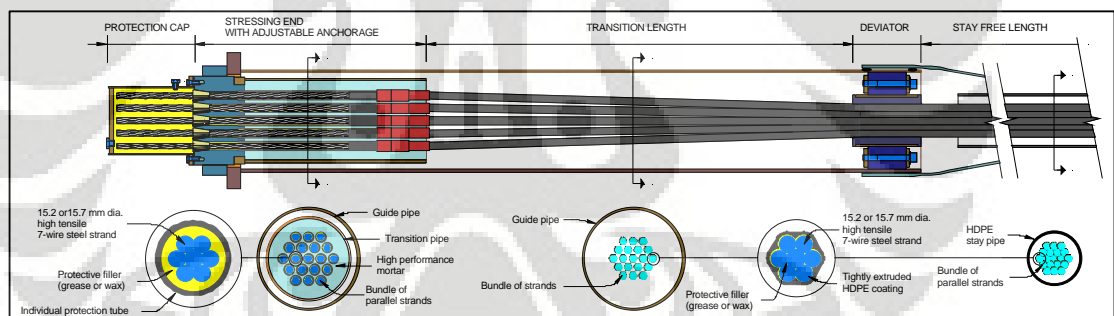
Gambar 5.8 *Tipikal Spiral Strand*



Gambar 5.9 *Tipikal Locked Coil Strand*



Gambar 5.10 *Tipe Struktural Rope*



Gambar 5.11 *Detail Kabel*

## 5.2.2 Analisa Jembatan Beton Rangka

### Pekerjaan Persiapan

Pembuatan Direksi Keet, Pekerjaan pengukuran, pemasangan *bowplank* di lokasi atau di lapangan, dan lain-lain.

### Pekerjaan pembuatan bagian dari kepala jembatan



Gambar 5.12 acuan dan perancah bagian kepala jembatan

Seperti pada gambar diatas tahapan berikut adalah tahapan pembuatan acuan dan perancah serta pembesian struktur bagian dari kepala jembatan yang di ikuti dengan pengecoran seperti gambar di bawah.



Gambar 5.13 pengecoran bagian kepala jembatan



Pembuatan Lantai Jembatan, Arch Rib, bracing samping, dan bracing atas

- Pembuatan Lantai Jembatan

Lantai jembatan pada jembatan teknik sastra ini 56 m di tengah bentang pelaksanaan dari kedua sisi tebagi menjadi 13 segmen per segmen 4,31 m dan di ikuti pekerjaan, *arch rib*, bracing samping dan atas.

Metode pelaksanaan yang saya gunakan adalah sistem *Traveller*. Sistem ini cocok digunakan untuk jembatan seperti ini tipe jembatan *Balance Box Cantilever, arch rib* dan jembatan cor ditempat dengan halangan sebuah sungai.

Gambar 5.15 Ilustrasi Pelaksanaan Lantai



Gambar persiapan cor balok



Traveler dari samping

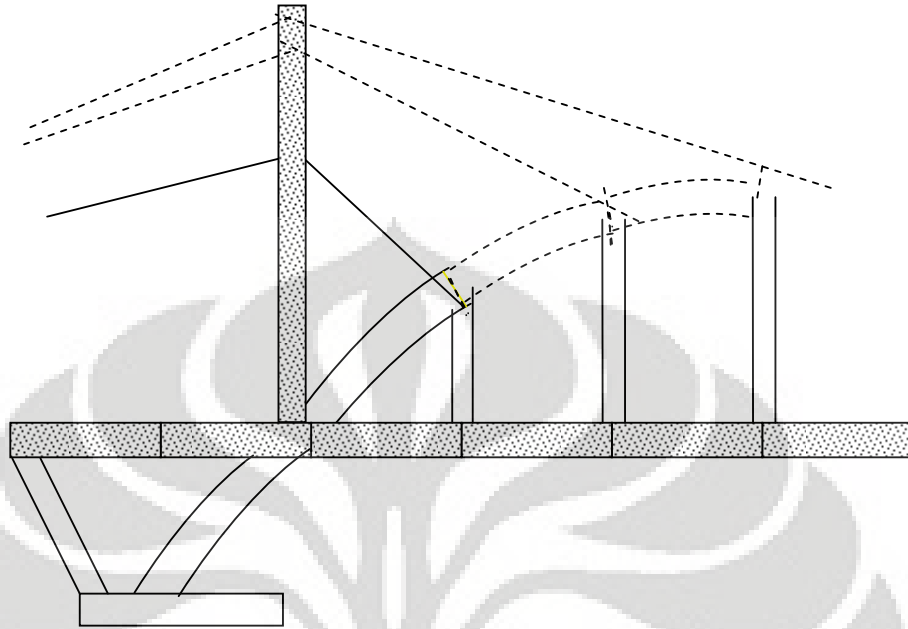


Traveler tampak atas



Install traveler pada tiang pier

- Pemasangan *arch rib* dan *bracing*

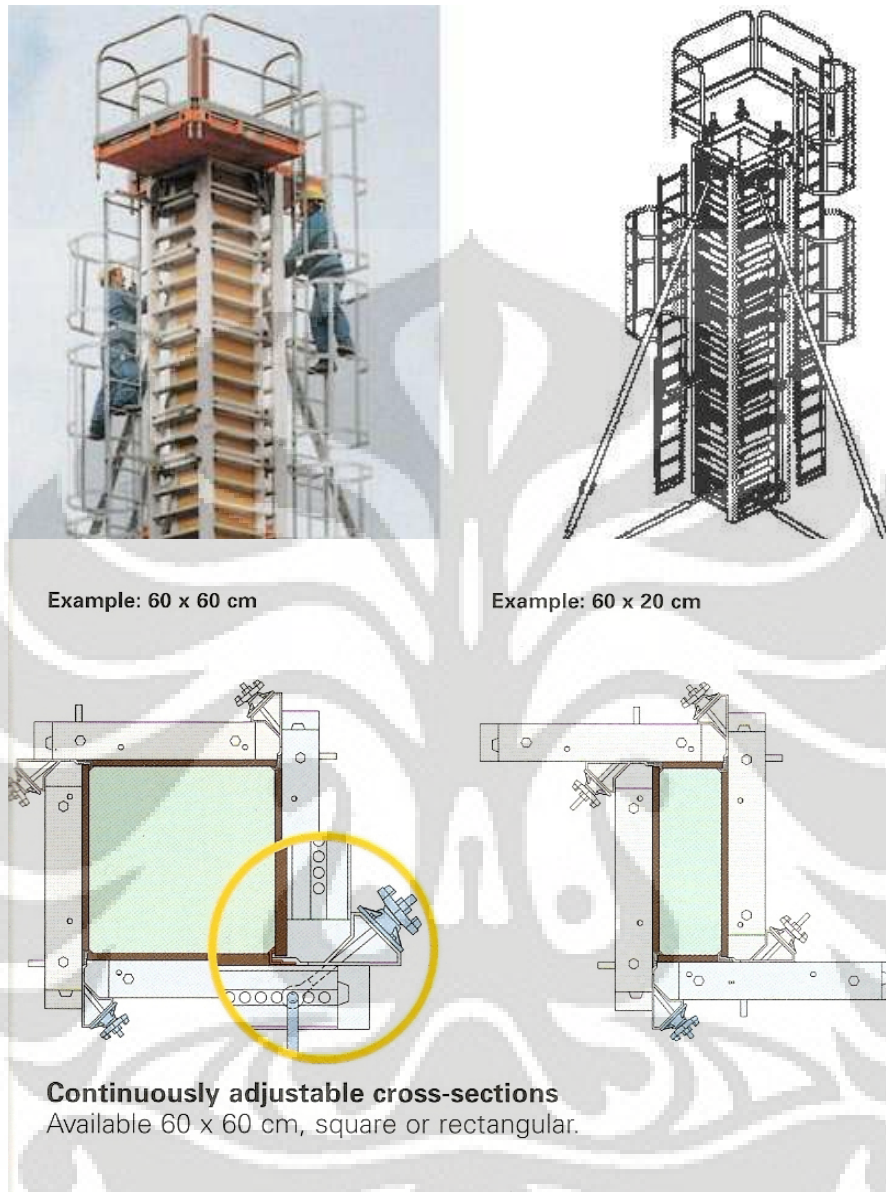


Gambar 5.15 pemasangan *arch rib*

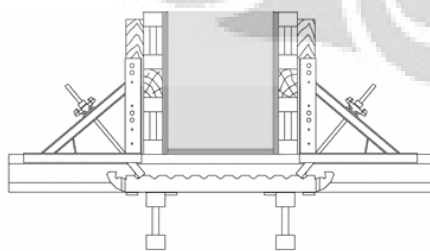
Pemasangan *bracing*

- Data perencanaan:

- Jumlah *bracing* samping : 12 buah kanan dan 12 buah kiri
- Dimensi *bracing* samping : 7.5 m x 0.3 m x 0.2 m (4 buah)
- 7.13 m x 0.3 m x 0.2 m (4 buah)
- 6.44 m x 0.3 m x 0.2 m (4 buah)
- 5.37 m x 0.3 m x 0.2 m (4 buah)
- 3.89 m x 0.3 m x 0.2 m (4 buah)
- 2.00 m x 0.3 m x 0.2 m (4 buah)
- Jumlah *bracing* atas : 12 buah
- Dimensi *bracing* atas : 3.0 m x 0.3 m x 0.2 m



Gambar 5.16 acuan perancah untuk *bracing* samping



Gambar 5.17 acuan perancah untuk bracing atas dan balok

### 5.3 ANALISA KUANTITATIF

Tabel 5.1 Analisa Kuantitatif Tingkat Kesulitan

No	Tingkat Kesulitan	Jembatan Teknik Sastra		
		Baja	Beton	
		Cable Stay	Cabel Stay	Rangka (Arc Bridge)
1	2	3	4	5
1	Ketersediaan Peralatan	2	4	3
2	Ketersediaan Material	2	3	2
3	Petunjuk Pekerjaan	2	4	3
4	Mebutuhkan tenaga ahli	2	5	3
5	Penentuan Satandar Mutu	3	5	3
J U M L A H		11	21	14
PERSENTASE TINGKAT KESULITAN		44 %	84 %	56 %
PERBANDINGAN TINGKAT KESULITAN MADING-MADING METODE			40 %	12 %

- \* 1. Sangat Mudah  
 2. Mudah  
 3. Sedang  
 4. Sulit  
 5. Sangat Sulit



Tabel 5.2 Analisa Kuantitatif Efek yang mungkin timbul

No	Efek yang Mungkin Timbul	Jembatan Teknik Sastra		
		Baja	Beton	
		Cable Stay	Cabel Stay	Rangka (Arc Bridge)
1	2	3	4	5
1	Kerusakan Akses Jalan	3	4	4
2	Kebisingan yang mengganggu aktifitas kampus	1	3	3
3	Ketersediaan tempat untuk peralatan dan material	3	3	4
4	Polusi udara yang ditimbulkan	1	3	3
5	Sampah proyek yang dihasilkan	3	5	5
<b>J U M L A H</b>		<b>11</b>	<b>18</b>	<b>19</b>
<b>PERSENTASE EFEK YANG MUNGKIN TIMBUL</b>		<b>44 %</b>	<b>72 %</b>	<b>76 %</b>
<b>PERBANDINGAN EFEK YANG MUNGKIN TIMBUL MASING-MASING METODE</b>			<b>28 %</b>	<b>32 %</b>

- \* semakin besar skor kerusakan jalan semakin banyak  
 semakin besar skor semakin mengganggu aktifitas kampus  
 semakin besar skor semakin sulit untuk menempatkan alat dan material  
 semakin besar skor semakin banyak menghasilkan polusi udara  
 semakin besar skor sampah yang dihasilkan semakin banyak

Tabel 5.3 Analisa Kuantitatif Tujuan Penelitian

No	Tujuan Penelitian	Jembatan Teknik Sastra		
		Baja	Beton	
		Cable Stay	Cabel Stay	Rangka (Arc Bridge)
1	2	3	4	5
1	Perbandingan Waktu Pelaksanaan	4 Bulan	8 Bulan	6 Bulan
2	Tingkat Kesulitan	2,2	4,2	2,8
3	Efek yang Mungkin Timbul	2,2	3,6	3,8

## 5.4 Rencana Mutu dan Pedoman Keselamatan dan Kesehatan Kerja

### 5.4.1 Rencana Mutu

#### Tujuan

Tujuan dari diberlakukannya rencana mutu adalah untuk menjamin seluruh pekerjaan proyek pada setiap tahapan telah dilaksanakan seperti sebagai mana mestinya sehingga persyaratan-persyaratan mutu yang telah disepakati bersama dengan pelanggan dapat dipenuhi secara benar.

#### Ketentuan Umum

- Setiap tahapan produksi mempunyai prosedur pelaksanaan produksi dan instruksi kerja masing-masing jenis pekerjaan baik pelaksanaan, pemeriksaan dan pengujian.
- Penanggung jawab setiap tahapan produksi adalah pemimpin unit kerja dimana produksi tersebut dilakukan.
- Rencana Mutu harus dibuat sebelum proses produksi dilaksanakan. Proses yang membutuhkan *statistic* untuk pengendaliannya harus diberi tanda pada tahapan produksi dan cara pelaksanaan yang diuraikan.
- Lokasi pekerjaan yang mengandung resiko harus diidentifikasi dilapangan seperti pemasangan rambu-rambu dan pembatas agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan (K3).

#### Tanggung jawab

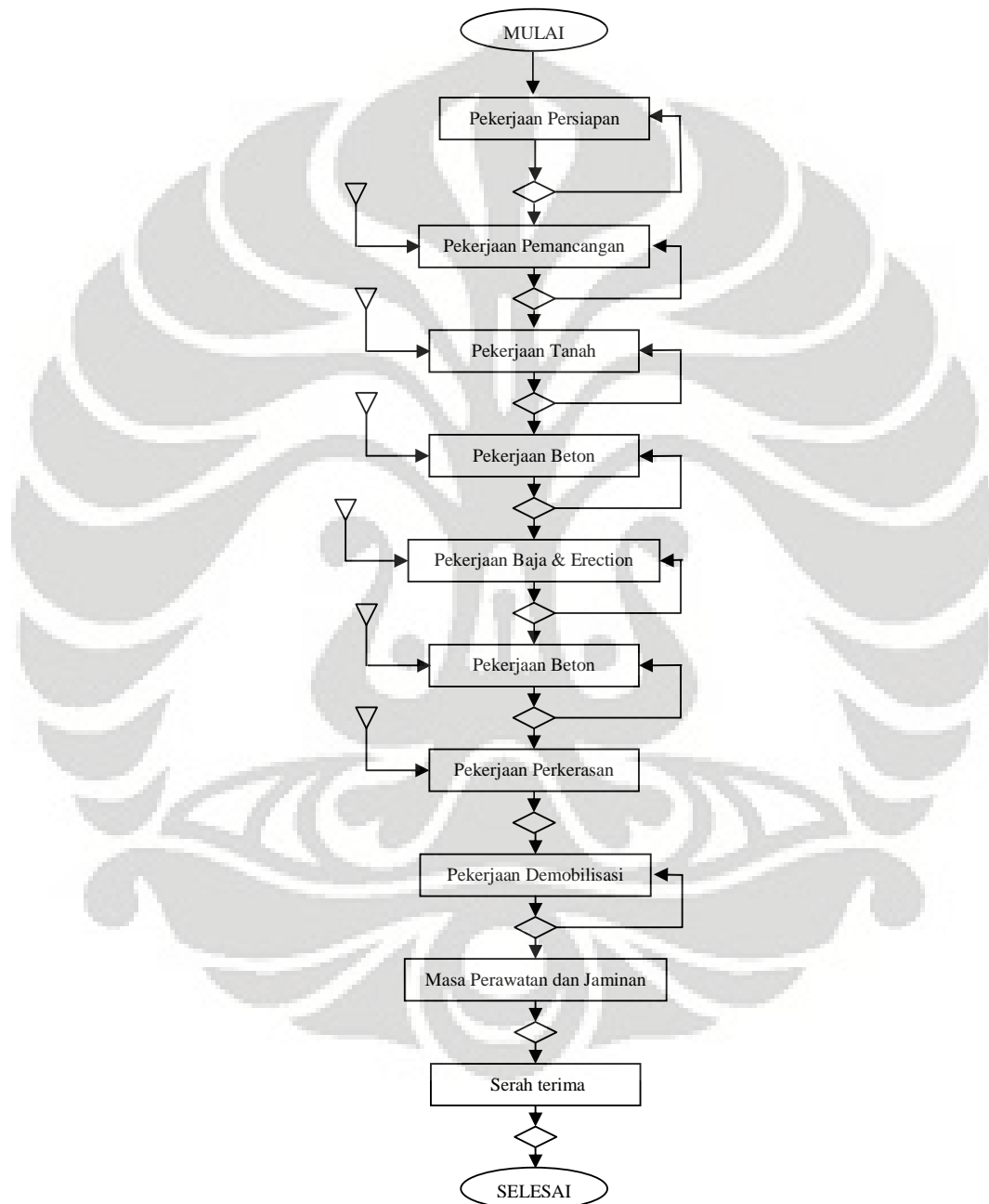
Rencana Mutu harus dipenuhi dalam setiap kegiatan Tingkat paling bawah yang harus melakukan control terhadap rencana mutu adalah pelaksana, pelaksana minimal harus melakukan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan metoda pelaksanaan dan metoda konstruksi yang berlaku dalam proyek.

Manajer Proyek bertanggung jawab atas penetapan Rencana Mutu (*Quality Plan*) beserta instruksi kerja yang merupakan bagian dari pedoman kerja, pedoman inspeksi, pedoman pengujian agar mutu produk yang dihasilkan sesuai dengan syarat yang telah ditentukan.





Pengawasan terhadap mutu pekerjaan dilapangan dilakukan oleh *Quality Control* (QC) dan *Quality Assurance* (QA). Pengawasan lapangan

dapat berupa pengawasan rutin maupun pengawasan meendadak, tergantung jumlah kebutuhan.

### RENCANA MUTU PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN TEKNIK SASTRA



Keterangan :

-  : Mulai dan Berakhir
-  : Aktifitas atau kegiatan
-  : Kegiatan Pengawasan (Inspeksi)
-  : Input material

#### 5.4.2 Pedoman Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

##### Dasar Hukum

- UUD 1945 Pasal 27 ayat 2
- Pasal 9 ayat 10 UU No 14 tahun 1969
- Pasal 10 ayat 1 dan 2 UU Ketenagakerjaan No 1 tahun 1970
- Peraturan Pelaksanaan Keputusan No. Kep. 04/Men/87 tentang P2K3 dan Tata Cara Penunjukan ahli K3

##### Tujuan dan Fungsi P2K3

Tugas Pokok adalah memberikan saran dan pertimbangan baik diminta maupun tidak kepada pengusaha tempat kerja yang bersangkutan mengenai masalah-masalah K3.

Fungsinya :

- Menghimpun dan mengolah segala data dan atau permasalahan K3 ditempat kerja.
- Mendorong ditingkatkannya penyuluhan, pengawasan, latihan dan penelitian K3.

Penyuluhan kepada setiap tenaga kerja :

- Penjelasan factor-faktor yang dapat menimbulkan gangguan K3
- Penjelasan cara dan sikap yang benar dan aman dalam melaksanakan pekerjaan.

Pelaksanaan K3 Konstruksi meliputi :

- Pra Konstruksi
- Proses Konstruksi
- Pasca Konstruksi

Tujuan dari pelaksanaan K3 Konstruksi adalah untuk melindungi seluruh sumber daya sarana dan prasarana peralatan bangunan dan sarana bangunan atau hasil produk pekerjaan itu sendiri.

Petugas P2K3 harus melakukan pengawasan yang meliputi :

- Memeriksa kelengkapan K3
- Menghentikan proses pekerjaan yang sedang berlangsung bila ternyata persyaratan K3 belum dipenuhi atau terdapat kondisi yang membahayakan K3.

Petugas K3 harus melakukan pengolahan dan penelitian data yang antara lain :

- Mengevaluasi cara kerja, proses dan lingkungan kerja.
- Menghentikan tindakan koreksi dengan alternative terbaik.
- Mengevaluasi penyebab timbulnya kecelakaan, penyakit akibat kerja dan mengambil langkah-langkah yang diperlukan.
- Membuat laporan kegiatan penerapan K3 kepada *internal* maupun *Eksternal* ke Depnakertrans.
- Faktor yang mempengaruhi efisiensi dan produktivitas kerja.

Perencanaan Manajemen Resiko harus mencakup :

- Identifikasi sumber bahaya
- Penilaian resiko
- Pengendalian resiko

Pelaksanaan K3 harus memenuhi kriteria :

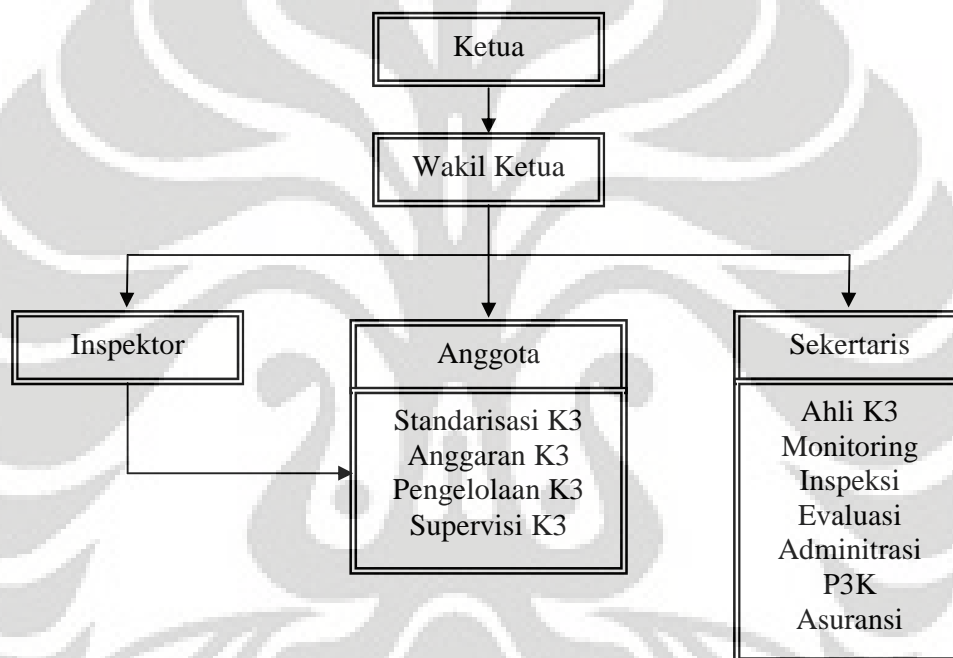
- Perundangan K3
- Standar K3
- Pedoman Teknis K3
- Aturan K3 lainnya

Agar Penerapan K3 berjalan efektif, maka perusahaan mengembangkan kemampuan dan mekanisme pendukung untuk mencapai kebijakan, tujuan dan sasaran K3. Kegiatan yang dapat menunjang untuk mengetahui hasil dari Penerapan K3 yaitu, komunikasi, pelaporan, pendokumentasian, pencatatan.

Perusahaan harus memantau, mengukur dan mengevaluasi kinerja K3 serta melakukan tindakan pencegahan dan perbaikan, tindakan tersebut dapat berupa :

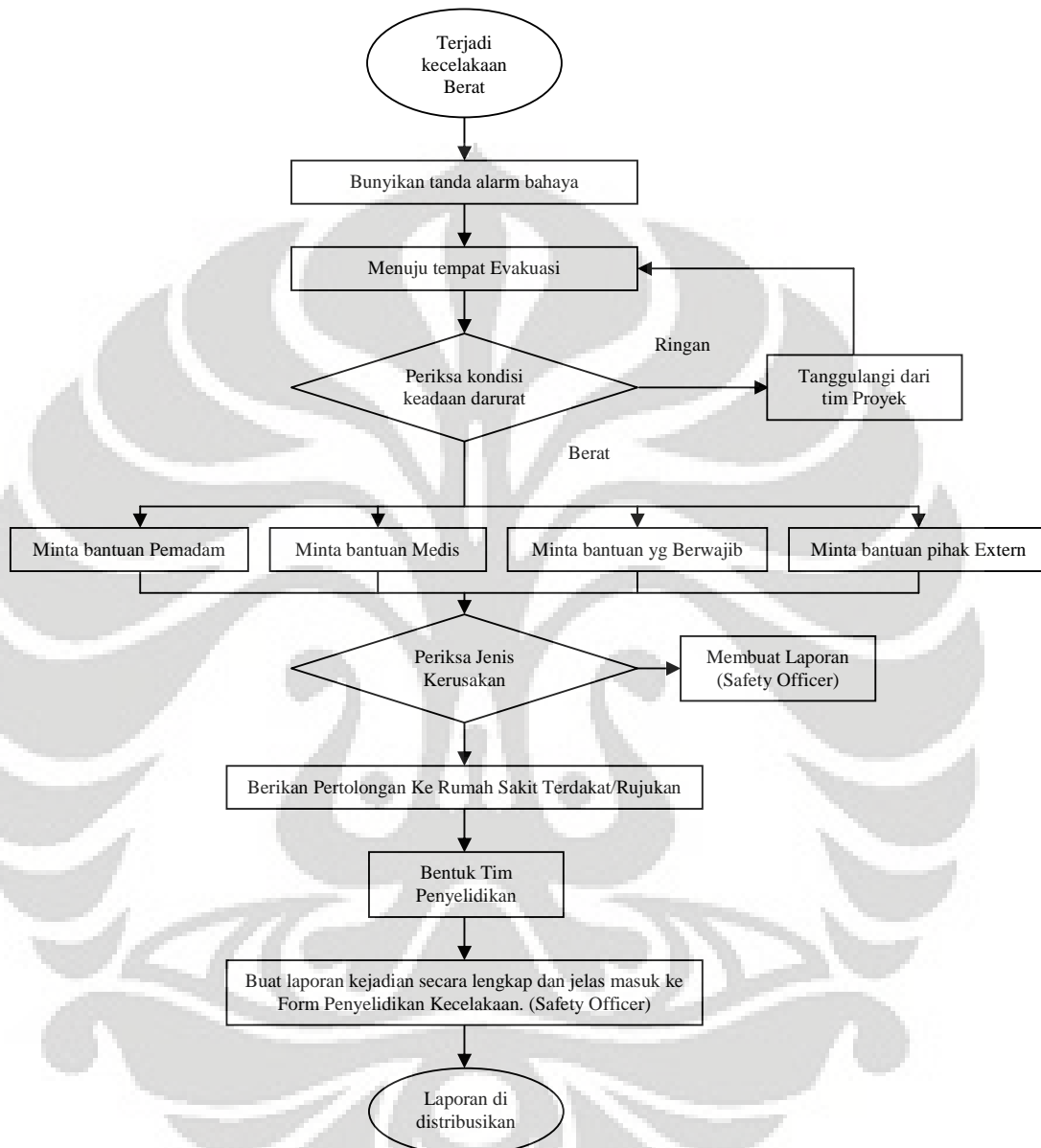
- Inspeksi, pemantauan, pengujian K3
- Audit P2K3
- Tindakan pencegahan dan perbaikan

#### STRUKTUR ORGANISASI P2K3 PROYEK





TATA CARA PELAPORAN DAN PENGAMANAN APABILA TERJADI  
KECELAKAAN DARURAT



# BAB VI

## PENUTUP

### 1.1 KESIMPULAN

Pada dasarnya ketiga jembatan tersebut memiliki klasifikasi fungsi yang sama yaitu jembatan pejalan kaki dengan bentang 80 m dengan rintangannya sungai. Yang membedakannya adalah jenis bahan yang digunakan baja dan beton.

Jadi secara umum yang membedakannya adalah fokus pekerjaan persiapan saja yang berbeda antara jembatan dengan konstruksi baja dan konstruksi beton (*cabel stay* dan rangka beton).

Pelaksanaan Jembatan dengan konstruksi baja :

1. Pabrikasi atau membuat jembatan di pabrik.
2. Lalu dilanjutkan dengan *assembly* awal dipabrik atau perakitan awal di pabrik setelah sesuai dengan perencanaan lalu dilakukan pengecatan dan
3. Selanjutnya adalah mobilisasi ke lokasi pembuatan untuk dilakukan perakitan atau *erection* jembatan baja dilokasi metode pelaksanaan *erection* jembatan menggunakan sistem perancah (*temporary support*) di bawah jembatan dengan bantuan 2 buah *crane*.

Sedangkan untuk jembatan beton *cabel stay* :

1. Pembuatan *pilon* dan pemilihan kabel yang akan digunakan
2. Dilanjutkan dengan pelaksanaan lantai atau girder jembatan dengan menggunakan sistem *traveller*.

Dan untuk jembatan beton rangka :

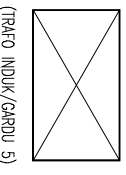
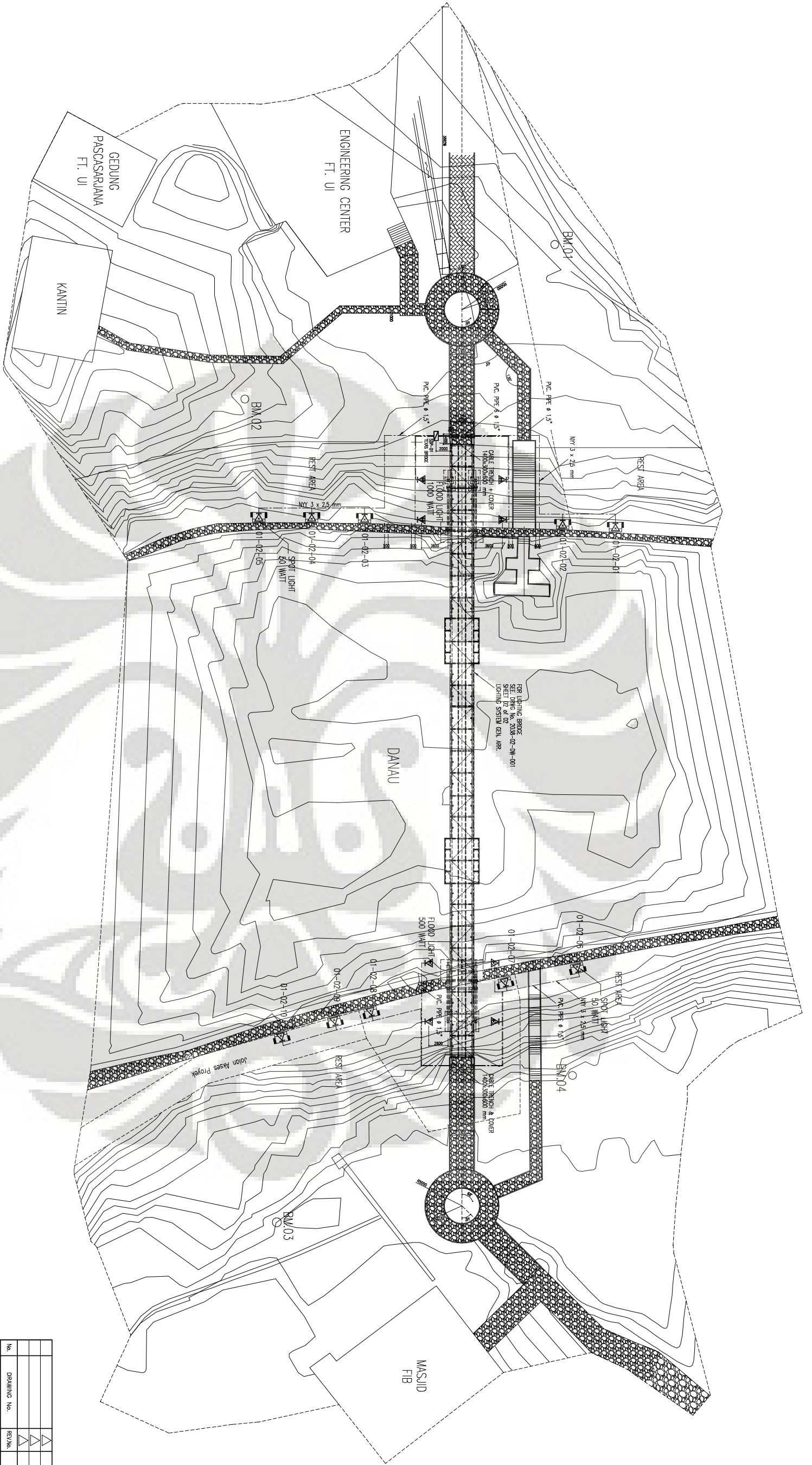
1. Pembuatan sturuktur yang merupakan bagian dari kepala jembatan
2. Dilanjutkan dengan pelaksanaan lantai atau girder jembatan yang juga menggunakan sistem *traveller* di ikuti dengan pembuatan *bracing* samping, *bracing* atas dan *arch rib* dengan menggunakan metode *travelling form*.

Dari analisa kuantitatif didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Waktu pelaksanaan jembatan konstruksi baja lebih cepat 2 sampai 4 bulan dari pada jembatan beton

2. Tingkat kesulitan metode pelaksanaan jembatan konstruksi baja mencapai 44% (lebih mudah dibanding metode pelaksanaan jembatan konstruksi beton) atau dengan kata lain metode pelaksanaan jembatan konstruksi beton lebih sulit 12% - 40%
3. Efek negatif yang mungkin timbul selama pekerjaan untuk yang baja mencapai 44% lebih sedikit efek nya atau efek meode pelaksanaan jembatan beton lebih memberikan dampak negatif 28% - 32%





(RABO INDIK/GARBU 5)

NOTE:  
 UNTUK SURVY DAN CAKUP. RABO  
 DAN RABO INDIK DI PANGK. DI PANGK. KALIMANTAN  
 DAN RABO INDIK DI PANGK. DI PANGK. KALIMANTAN  
 DAN RABO INDIK DI PANGK. DI PANGK. KALIMANTAN

NOTES :

- = SPOT LIGHT 50 W, 220 V~
- = SURFACE OUT BOW TYPE CEILING MOUNTED
- = FLOOD LIGHT 500 W, 220 V~
- = SURFACE OUT BOW TYPE WITH POLE
- = FLOOD LIGHT 1000 W, 220 V~
- = LIGHTING PANEL (IP-01), 3 PHASE, 380/220 V~, 50 Hz
- = SURFACE OUT BOW OUT DOOR TYPE (WATER PROOF)
- = UNDERGROUND CABLE
- = ALL CROSSING ROAD WITH P.C. PEG & PROTECTION

NOTES :

1. SEMUA UKURAN DALAM MILIMETER KECUALI DISEBUTKAN LAIN

No.	DRAWING No.	REV.	DESCRIPTION	DATE	BY	CHECKED	APPROVED
			AS BILD DRAWING	0/09/07			

REFERENCE DRAWING	
No.	DRAWING TITLE

OWNER	
PT. KRAKATAU STEEL	
CILEGON	
CLIENT	
UNIVERSITAS INDONESIA	
PT. KRAKATAU ENGINEERING	
( KRAKATAU STEEL GROUP )	
PROJECT	
JEMBATAN TEKSAS	
UNIVERSITAS INDONESIA	

2007	DATE	SKR	TITLE
DESIGNED	10/07	SKR	LIGHTING SYSTEM
DRAWN	11/07	SKR	GENERAL ARRANGEMENT
CHECKED	18/07	SKR	
APPROVED	18/07	SKR	
SCALE	1:125		
SHEET	1	TOTAL	1

Item	Unit	Quantity	Price	Total
1. Semen Portland	m <sup>3</sup>	1.00	1.200.000	1.200.000
2. Batu Kali	m <sup>3</sup>	1.00	1.000.000	1.000.000
3. Pasir	m <sup>3</sup>	1.00	1.000.000	1.000.000
4. Besi Beton	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
5. Kayu	m <sup>3</sup>	1.00	1.000.000	1.000.000
6. Cat	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
7. Gypsum	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
8. Mortar	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
9. Plester	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
10. Lantai	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
11. Dinding	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
12. Atap	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
13. Listrik	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
14. Air	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
15. Pagar	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
16. Taman	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
17. Lampu	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
18. Meja	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
19. Kursi	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
20. Kulkas	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
21. TV	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
22. AC	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
23. Lemari	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
24. Perabot	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
25. Lain-lain	kg	1.00	1.000.000	1.000.000
<b>Jumlah</b>				<b>15.000.000</b>



