



**TUGAS AKHIR RC 09-1380**

**PERENCANAAN SLIPWAY  
DI DESA TABUNGANEN SUNGAI BARITO  
KOTA BANJARMASIN  
PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

**MUHAMMAD ZAINI GANI  
3109 100 050**

**Dosen Pembimbing :  
Ir. DYAH IRIANI W., M.Sc**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014**



**TUGAS AKHIR RC 09 - 1380**

**PERENCANAAN SLIPWAY  
DI DESA TABUNGANEN SUNGAI BARITO  
KOTA BANJARMASIN  
PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

**MUHAMMAD ZAINI GANI  
3109 100 050**

**Dosen Pembimbing :  
Ir. DYAH IRIANI W., M.Sc**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2014**



**FINAL PROJECT RC 09 - 1380**

**SLIPWAY PLAN IN TABUNGANEN  
BARITO RIVER  
BANJARMASIN SOUTH KALIMANTAN**

**MUHAMMAD ZAINI GANI  
3109 100 050**

**Supervisor :  
Ir. DYAH IRIANI W., M.Sc**

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2014**

**PERENCANAAN SLIPWAY DI DESA TABUNG ANEN  
SUNGAI BARITO KOTA BANJARMASIN  
PROVINSI KALIMANTAN SELATAN**

**Nama Mahasiswa** : MUHAMMAD ZAINI GANI  
**NRP** : 3109 100 050  
**Jurusan** : TEKNIK SIPIL FTSP – ITS  
**Dosen Pembimbing** : Ir. DYAH IRIANI W, M.Sc

**ABSTRAK**

*Semakin meningkatnya kebutuhan distribusi akan barang di Indonesia, maka dibutuhkan pula sebuah fasilitas penunjang yang cukup memadai. Salah satu fasilitas penunjang yang utama adalah transportasi melalui jalur laut. Untuk Indonesia yang merupakan sebuah Negara maritim, 2/3 dari seluruh wilayahnya merupakan perairan, sehingga untuk kebutuhan transportasi laut, Indonesia sangat memadai. Namun, untuk kebutuhan kapal serta fasilitasnya di Indonesia masih sangat minim*

*Sehingga diperlukan fasilitas pendukung sistem transportasi seperti pelabuhan, dermaga, galangan kapal dll. Galangan kapal adalah Suatu bangunan atau tempat yang terletak di tepi laut atau sungai yang berfungsi sebagai tempat untuk membangun dan memperbaiki (reparasi) kapal. Salah satu dari jenis galangan kapal adalah Slipway. Konstruksi slipway terdiri dari rel yang dipasang pada landasan beton seperti pada building berth, dan kereta (cradle) di atasnya. Cradle dapat bergerak di atas rel dengan bantuan kabel baja (slink) yang ditarik mesin Derek (winch).*

*Mengingat Slipway ini akan dibangun di tepi muara Sungai Barito Kota Banjarmasin Provinsi Kalimantan Selatan yang daratannya didominasi oleh tanah rawa,, maka permasalahannya adalah bagaimana merencanakan struktur*

*Slipway tersebut dengan struktur pondasi yang dapat stabil di daerah bertanah rawa.*

*Pada Tugas Akhir ini, Kapal 10.000 DWT lah yang akan dijadikan sebagai data perencanaan. Adapun aspek yang akan dijadikan sebagai faktor pembanding dalam penelitian ini adalah aspek teknis yang mencakup aspek pelaksanaan, operasional dan kapasitas. Dari aspek tersebut diharapkan dapat merencanakan dimensi slipway yang paling optimum untuk dibangun di tepi Sungai Barito, Desa Tabung Anen, Kota Banjarmasin, Provinsi Kalimantan Selatan.*

***Kata kunci*** : Banjarmasin, Galangan Kapal, Slipway, Cradle.

## **SLIPWAY PLAN IN TABUNG ANEN BARITO RIVER BANJARMASIN SOUTH KALIMANTAN**

**Student Name : MUHAMMAD ZAINI GANI**  
**NRP : 3109100050**  
**Departement : Civil Engineering FTSP – ITS**  
**Supervisor : Ir. Dyah Iriani W, M.Sc**

### **ABSTRACT**

*Distribution of goods is increasing in Indonesia, so it needs an adequate supporting facilities. One of the main supporting facilities is transport by sea. For Indonesia, a maritime country, two thirds of its territory is water and as a result Indonesia is in dire need of sea transport. However, ships and facilities in Indonesia are still very minimal.*

*Therefore it needs transportation systems supporting facilities such as ports, docks, shipyards, etc.. The shipyard is a building or place that is located by the sea or a river that serves as a place to build and repair ships. One of the shipyard type is Slipway. Slipway construction consists of rails mounted on concrete foundation such as in building berth, and trains (cradle) on top of it. Cradle can move on the tracks with the help of steel cables (slink) which drawn by crane machine (winch).*

*The slipway will be built on the edge of the estuary of the Barito River Banjarmasin, South Kalimantan which the land is dominated by swamplands, so the problem is how to plan the Slipway structure with a stable foundation structure in the swamp area.*

*In this final project, 10,000 DWT ship used as a planning data. The aspects that will be used as a comparison factor in this study are technical aspects that include aspects of*

*implementation, operational and capacity. From these aspects, it is expected to plan the optimum dimensions of the slipway to be built on the banks of the Barito River, Tabung Anen Village, Banjarmasin, South Kalimantan.*

***Keywords : Banjarmasin, Shipyard, Slipway, Cradle***

## LEMBAR PENGESAHAN

### PERENCANAAN SLIPWAY DI DESA TABUNGANEN SUNGAI BARITO KOTA BANJARMASIN PROVINSI KALIMANTAN SELATAN

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Bidang Studi Transportasi (Pelabuhan)  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**MUHAMMAD ZAINI GANI**  
NRP 3109 100 050

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Ir. Dyah Iriani W, M.Sc.  
NIP . 19611219 198603 2002



**SURABAYA**  
**JULI, 2014**



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat serta salam tak lupa penulis haturkan kepada Rasulullah Muhammad SAW atas segala tuntunan dalam menjalani kehidupan ini.

Penulis ingin menyampaikan penghormatan dan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, terutama kepada:

1. Bapak H. Husein dan Ibu Hj. Siti Aisyah, selaku orang tua penulis yang telah mendidik dan membesarkan penulis serta tak henti-hentinya memberikan doa, dukungan, dan semangat setiap saat.
2. Sepuluh saudara penulis yang selalu memberikan semangat dan doa.
3. Nadya Laksmi Leozita, terima kasih telah menjadi penyebab dan alasan bagi penulis untuk terus berusaha menjadi yang terbaik. Terima kasih atas pengertian, kesabaran, dan doa yang senantiasa menjadi penyemangat penulis.
4. Ibu Ir. Dyah Iriani W, M.Sc. atas pengertian dan kesabaran saat menjadi Dosen Pembimbing.
5. Ibu Farida Rahmawati dan Bapak Abdullah Hidayat sebagai Dosen Wali penulis, yang telah membantu penulis selama menempuh kuliah S1.
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS, yang telah banyak memberikan ilmu dan bimbingan yang tak ternilai harganya bagi penulis.
7. Bapak dan Ibu pegawai dan staff jurusan Teknik Sipil FTSP ITS atas berbagai bantuan yang diberikan selama masa perkuliahan.
8. Andreyan Rizky Baskara bin Basuki, Wahyu Ika Aprilia binti Wagito, Adinegoro Choliq bin Ahsin, Deka Agrapradhana, M.Yody Aryangga bin Amir dan

teman-teman yang telah membantu penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir (TA).

9. Teman-teman seperjuangan dalam mengerjakan Tugas Akhir (TA) 2014. Reza Badak, Rizal Pong, Cak Surya, Galih udin, dan Mas Tantan atas kerjasama dan suka duka yang dilalui bersama.
10. Keluarga Besar Angkatan 2009 yang telah menjadi keluarga kedua penulis selama menempuh kuliah.
11. Pihak-pihak lain yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis telah berusaha sebaik-baiknya dalam menyusun Tugas Akhir ini, namun penulis mohon maaf apabila terdapat kekurangan, kesalahan, maupun kelalaian yang telah dilakukan. Penulis berharap Tugas Akhir ini bisa bermanfaat bagi masyarakat, bangsa, dan negara.

Surabaya, Juni 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xxi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Lokasi Perencanaan .....	2
1.3 Tujuan Perencanaan.....	4
1.4 Lingkup Pekerjaan .....	5
1.5 Perumusan dan Batasan Masalah .....	5
1.6 Metodologi .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>11</b>
2.1 Struktur Slipway .....	11
2.1.1 Pembahasan Umum Struktur .....	11
2.1.2 Slipway .....	15
2.1.3 Desain Perencanaan Slipway.....	15
2.1.4 Pembebanan Pada Slipway .....	16
2.1.5 Pembebanan Menaiki dan Menuruni Slipway .....	18
2.1.6 Kapasitas dan Dimensi Utama Kapal .....	20
2.1.7 Perencanaan Cradle .....	24
2.2 Pengumpulan Data Analisa Data .....	25
2.2.1 Peta Bathymetri dan Topografi.....	25
2.2.2 Data Arus dan Pasang Surut .....	26
2.2.3 Data Angin.....	27
2.2.4 Data Tanah.....	28
2.2.5 Data Kapal .....	28
2.3 Perhitungan Struktur Slipway.....	29
2.3.1 Struktur Atas.....	30
2.3.2 Struktur Bawah.....	34
2.4 Perhitungan Struktur Cradle .....	39

<b>BAB III PENGUMPULAN DAN ANALISA DATA .....</b>	<b>45</b>
3.1 Umum.....	45
3.2 Data Bathymetri.....	45
3.3 Data Arus dan Pasang Surut .....	47
3.3.1 Data Arus.....	47
3.3.2 Pasang Surut.....	48
3.4 Data Angin.....	50
3.5 Data Tanah.....	51
3.6 Data Kapal .....	59
<b>BAB IV PERENCANAAN LAYOUT .....</b>	<b>61</b>
4.1 Umum.....	61
4.2 Kondisi Eksisting.....	61
4.3 Perencanaan Dimensi .....	61
4.4 Perencanaan Elevasi Slipway .....	64
<b>BAB V KRITERIA DESAIN .....</b>	<b>69</b>
5.1 Peraturan Yang Digunakan.....	69
5.2 Kualitas Material .....	69
5.2.1 Mutu Beton.....	69
5.2.2 Mutu Baja Tulangan .....	70
5.2.3 Mutu Baja .....	70
5.3 Kreteria Kapal Rencana.....	71
5.4 Desain Dimensi Struktur Slipway .....	72
5.5 Pembebanan Struktur Slipway.....	74
5.5.1 Beban mati.....	74
5.5.2 Beban Hidup.....	74
<b>BAB VI PERENCANAAN STRUKTUR SLIPWAY .....</b>	<b>85</b>
6.1 Perhitungan Struktur Cradle dan Kebutuhan Winch .	85
6.1.1 Umum.....	85
6.1.2 Perhitungan Struktur Cradle .....	88
6.2 Perhitungan Struktur Slipway.....	98
6.2.1 Umum.....	98
6.2.2 Perhitungan Struktur Slipway.....	99
6.2.3 Perencanaan Balok .....	105
6.2.4 Perencanaan Pile Cap .....	124
6.2.5 Perencanaan Pondasi .....	130

<b>BAB VII METODE PELAKSANAAN .....</b>	<b>137</b>
7.1 Umum.....	137
7.2 Metode Pelaksanaan Slipway .....	137
7.2.1 Metode Pelaksanaan Slipway .....	137
7.2.2 Tahap Konstruksi.....	138
7.2.3 Tahap Pasca Konstruksi .....	145
7.3 Metode Pelaksanaan Cradle.....	146
7.3.1 Tahap Prakonstruksi .....	147
7.3.2 Tahap Konstruksi.....	147
7.3.3 Tahap Pasca Konstruksi .....	147
<b>BAB VIII RENCANA ANGGARAN BIAYA .....</b>	<b>149</b>
8.1 Umum.....	149
8.2 Harga Material dan Upah .....	149
8.3 Analisa Harga Satuan .....	152
8.4 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya .....	157
<b>BAB IX KESIMPULAN.....</b>	<b>163</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>165</b>
<b>BIODATA PENULIS.....</b>	<b>167</b>

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Harga koefisien $\omega$ , C3, C4 dan C5 (PBI 1971) ...	32
Tabel 2.2 Base Coefficient ( $\alpha$ ) dan Shaft (Coefficient ( $\beta$ )) ....	36
Tabel 3.1 Data Angin Tahun 2008-2012 .....	50
Tabel 3.2 Koordinator Letak Titik Bor dan Deskripsi Tanah	52
Tabel 3.3 Borelog BH-1 .....	53
Tabel 3.4 Borelog BH-3 .....	54
Tabel 6.1 Output SAP2000 Cradle .....	90
Tabel 6.2 Output SAP2000 Slipway .....	104
Tabel 6.3 Tabel Penulangan Balok Melintang Slipway .....	123
Tabel 6.4 Tabel Penulangan Balok Memanjang Slipway ...	123
Tabel 6.5 Output Gaya Dalam Tiang Pancang Baja JIS A 5525 .....	130
Tabel 8.1 Daftar Harga Material .....	149
Tabel 8.2 Daftar Sewa Peralatan .....	151
Tabel 8.3 Daftar Upah Pekerja .....	152
Tabel 8.4 Daftar Analisa Harga Satuan .....	153
Tabel 8.5 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Persiapan ..	158
Tabel 8.6 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Slipway .....	159
Tabel 8.7 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Cradle .....	160
Tabel 8.8 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Total .....	161

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Slipway.....	2
Gambar 1.2 Lokasi Perencanaan Slipway.....	3
Gambar 1.3 Layout Rencana Slipway.....	4
Gambar 1.4 Urutan Metodologi .....	9
Gambar 2.1 Graving Dock .....	12
Gambar 2.2 Floating Dock.....	13
Gambar 2.3 Lift Dock .....	14
Gambar 2.4 Slipway.....	15
Gambar 2.5 Pembebanan Saat Kapal Ditarik Ke Atas Slipway. 18	
Gambar 2.6 Pembebanan Saat Kapal Bergerak Turun Diatas Slipway .....	19
Gambar 2.7 Layout Area Kerja.....	23
Gambar 2.8 Sketsa Panjang Landasan Slipway .....	23
Gambar 2.9 Tinggi Manfaat Penampang .....	31
Gambar 2.10 Posisi Titik Jepit Tiang Pancang .....	35
Gambar 2.11 Letak dari Nilai-nilai N dalam Perhitungan Np ...	37
Gambar 3.1 Peta Hydral Perairan Pantai Selatan Kalimantan, Muara Sungai Barito .....	46
Gambar 3.2 Data Arus Perairan Pantai Selatan Kalimantan, .....	47
Gambar 3.3 Grafik Pasang Surut .....	49
Gambar 3.4 Wind Rose Perairan Pantai Selatan Kalimantan, Muara Sungai Barito .....	51
Gambar 3.5 Lokasi Titik Boring dan SPT di Muara Sungai Barito .....	52
Gambar 3.6 Daya Dukung Driven Pile Ø40,50,60 cm di BH-1	57
Gambar 3.7 Daya Dukung Driven Pile Ø40,50,60 cm di BH-3	58
Gambar 3.8 Dimensi Kapal Tongkang .....	60
Gambar 4.1 Skesta Dimensi dan Elevasi Slipway .....	66
Gambar 4.2 Sketsa Layout Slipway .....	67
Gambar 5.1 Hubungan Antara Kondisi Saat Berlabuh dan Kecepatan Labuh Kapal Berdasarkan Ukuran .....	72
Gambar 5.2 Layout Pembalokan Slipway.....	73
Gambar 5.3 Tahapan Permodelan Beban Kapal Pada Program SAP2000 .....	76

Gambar 5.4 Wilayah Gempa Indonesia Dengan Periode Ulang 500tahun.....	79
Gambar 5.5 Respon Spektrum Gempa Rencana Wilayah Gempa 1 .....	80
Gambar 5.6 Tinggi Struktur .....	82
Gambar 6.1 Keelblock Melintang dan Memanjang .....	85
Gambar 6.2 Rangkaian Cradle .....	86
Gambar 6.3 Dimensi Satu Segmen Cradle.....	87
Gambar 6.4 Denah Keelblock di Satu Segmen Cradle .....	87
Gambar 6.5 Model Struktur Cradle Persegmen dari SAP2000..	88
Gambar 6.6 Beban Keelblock dan Kapal.....	89
Gambar 6.7 Beban Tarikan Winch .....	89
Gambar 6.8 Frame Cradle Yang Ditinjau .....	90
Gambar 6.9 Gaya Dalam Yang Bekerja Pada Frame 151.....	91
Gambar 6.10 Gaya Dalam Yang Bekerja Pada frame 115.....	94
Gambar 6.11 Mesin Winch .....	97
Gambar 6.12 Model Struktur Slipway Dari SAP2000.....	98
Gambar 6.13 Beban Mati Area Akibat Berat Rel .....	99
Gambar 6.14 Beban Mati Terpusat Akibat Berat Pile Cap.....	100
Gambar 6.15 Beban Hidup Area Akibat Berat 1/3, 2/3, 1 Kapal Cradle, dan Keelblock di Ujung Struktur.....	101
Gambar 6.16 Beban Hidup Area Akibat Berat Kapal, Cradle dan Keelblock di tengah struktur .....	102
Gambar 6.17 Beban Hidup Area Akibat Berat Kapal, Cradle dan Keelblock Di Pangkal Struktur .....	102
Gambar 6.18 Beban Horisontal Terpusat Akibat Angin Tegak Lurus Kapal.....	103
Gambar 6.19 Beban Horisontal Terpusat Akibat Angin Sejajar Kapal .....	104
Gambar 6.20 Pot. Detail Penulangan Geser/Sengkan Balok Melintang .....	113
Gambar 6.21 Pot. Melintang Tumpuan Dan Lapangan Balok Melintang .....	113
Gambar 6.22 Pot. Melintang Tumpuan dan Lapangan Balok Memanjang .....	122



Gambar 6.23 Pot. Detail Penulangan Geser/Sengkok Balok Memanjang .....	122
Gambar 6.24 Beban Yang Bekerja Pada Pilecap Tunggal.....	125
Gambar 6.25 Detail Penulangan Pilecap dan Tiang Pancang ..	135
Gambar 7.1 Ponton Pancang dan Ponton Crane Pada Proses Pemasangan .....	139
Gambar 7.2 Penentuan Titik dan Kemiringan Tiang Pancang Dengan Menggunakan Teodolit.....	140
Gambar 7.3 Proses Pemasangan Tiang.....	140
Gambar 7.4 Penyambungan Tiang Pancang .....	141
Gambar 7.5 Landasan Bekisting Poer.....	142
Gambar 7.6 Pemasangan Bekisting Poer .....	142
Gambar 7.7 Bekisting Poer .....	143
Gambar 7.8 Pemasangan Bekisting Balok Pada Slipway .....	144
Gambar 7.9 Beton Decking.....	144
Gambar 7.10 Pemasangan Rel .....	146

# BAB I

## PENDAHULUAN

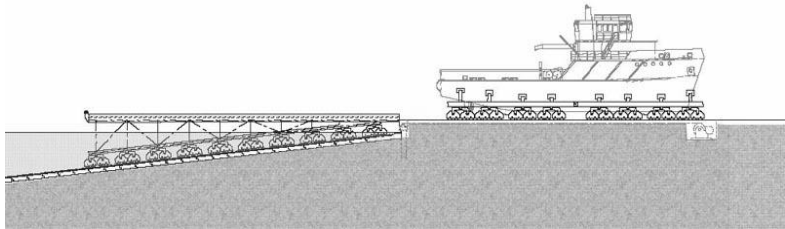
### 1.1 Latar Belakang

Semakin meningkatnya kebutuhan distribusi akan barang di Indonesia, maka dibutuhkan pula sebuah fasilitas penunjang yang cukup memadai. Salah satu fasilitas penunjang yang utama adalah transportasi melalui jalur laut, karena distribusi melalui jalur laut dengan jumlah barang yang cukup besar memiliki kelebihan tersendiri dari segi biaya dibandingkan dengan transportasi jalur darat maupun udara. Untuk Indonesia yang merupakan sebuah Negara maritime, 2/3 dari seluruh wilayahnya merupakan perairan, sehingga untuk kebutuhan transportasi laut, Indonesia sangat memadai. Namun, untuk kebutuhan kapal serta fasilitasnya di Indonesia masih sangat minim.

Oleh karena itu, diperlukan sarana dan fasilitas-fasilitas pendukung sistem transportasi seperti pelabuhan, dermaga, galangan kapal dll. Galangan kapal adalah Suatu bangunan atau tempat yang terletak di tepi laut atau sungai yang berfungsi sebagai tempat untuk membangun dan memperbaiki (reparasi) kapal dan alat-alat apung lainnya. Salah satu dari jenis galangan kapal adalah *Slipway*. *Slipway* merupakan salah satu jenis sarana pokok untuk pekerjaan docking kapal yang paling sederhana untuk menaikan dan menurunkan kapal yang akan direparasi. Konstruksi *slipway* terdiri dari rel yang dipasang pada landasan beton seperti pada *building berth*, dan kereta (*cradle*) di atasnya. *Cradle* dapat bergerak di atas rel dengan bantuan kabel baja (*slink*) yang ditarik mesin Derek (*winch*) **Gambar 1.1.**

Kalimantan Selatan, sebagai salah satu provinsi yang memiliki banyak potensi sumber daya alam menuntut adanya fasilitas pendukung perekonomian, dalam hal ini adalah fasilitas transportasi laut. Fasilitas seperti galangan kapal memang tidak memadai sehingga kebutuhan akan sarana docking kapal di Kota Banjarmasin belum terpenuhi. Faktanya banyak dari beberapa

perusahaan pemilik kapal melakukan docking atau perbaikan kapal di luar Provinsi Kalimantan Selatan.



**Gambar 1.1** Slipway

Propinsi Kalimantan Selatan merupakan wilayah dataran rendah, perbukitan, dan pegunungan. Sebagian besar dari hamparan dataran rendah tersebut terutama di wilayah bagian barat merupakan dataran rawa.

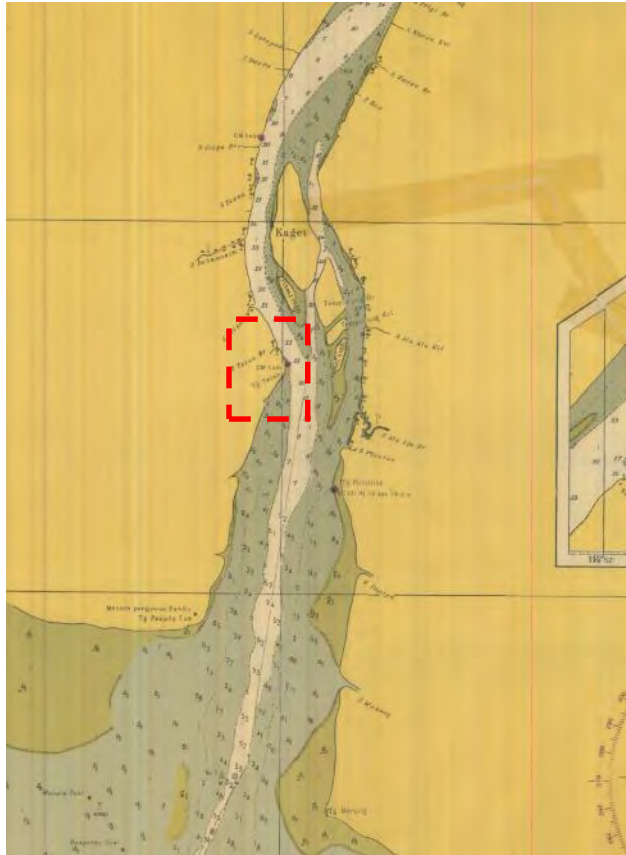
Tanah rawa adalah jenis tanah lembek atau tanah dengan daya dukung rendah terhadap konstruksi di atasnya. Oleh karenanya hal yang menjadi perhatian adalah memperkuat tanahnya atau membuat teknik sub-struktur (struktur yang berada di bawah tanah dalam hal ini pondasi) yang dapat stabil di daerah bertanah rawa sehingga dapat menopang konstruksi dengan stabil

Pada Tugas Akhir ini, Kapal 10.000 DWT lah yang akan dijadikan sebagai data perencanaan. Adapun aspek yang akan dijadikan sebagai faktor pembanding dalam penelitian ini adalah aspek teknis yang mencakup aspek pelaksanaan, operasional dan kapasitas. Dari aspek tersebut diharapkan dapat merencanakan dimensi slipway yang paling optimum untuk dibangun di tepi Sungai Barito, desa Tabung Anen, Kota Banjarmasin, Provinsi Kalimantan Selatan.

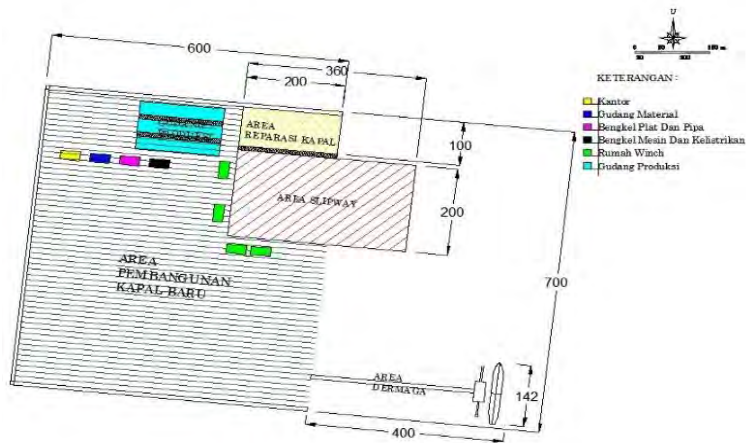
## **1.2 Lokasi Perencanaan**

Lokasi dari perencanaan *Slipway* ini adalah di kota Banjarmasin tepatnya di desa tabung anen muara sungai barito dengan koordinat  $3^{\circ}27'36''\text{S}$   $114^{\circ}29'40''\text{E}$  (lihat Gambar 1.2).

Tabung Anen merupakan lokasi yang tepat untuk perencanaan *Slipway* karena letaknya dianggap strategis baik ditinjau dari jalur pelayaran maupun kondisi perairan yang cukup tenang. Sedangkan layout rencana dapat dilihat (lihat Gambar 1.3)



**Gambar 1.2 Lokasi Perencanaan Slipway**



**Gambar 1.3 Layout Rencana Slipway**

### 1.3 Tujuan Perencanaan

Adapun tujuan perencanaan dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Dapat Merencanakan layout serta kebutuhan dimensi *Slipway* di Desa Tabung Anen Sungai Barito Kota Banjarmasin Kalimantan Selatan.
2. Dapat mengevaluasi layout terhadap pengaruh alur sungai Barito.
3. Dapat Merencanakan detail struktur *Slipway* (rel, landasan, beton, cradle, winch dan struktur bawah ).
4. Dapat merencanakan sistem penarikan winch (kapasitas penarikan).
5. Merencanakan metode pelaksanaan pembangunan *Slipway*.
6. Menghitung anggaran biaya pembangunan *Slipway*.

## 1.4 Lingkup Pekerjaan

Adapun lingkup pekerjaan dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Perencanaan Layout dan dimensi *Slipway*.
2. Evaluasi layout terhadap pengaruh pergerakan kapal di alur sungai barito.
3. Perencanaan detail struktur *Slipway*(rel, landasan, beton.cradle, winch dan struktur bawah ).
4. Sistem penarikan winch (kapasitas penarikan).
5. Metode pelaksanaan.
6. Menghitung Rencana Anggaran Biaya.

## 1.5 Perumusan dan Batasan Masalah

Permasalahan perencanaan *slipway* yang tepat di Desa Tabung Anen Kota Banjarmasin Provinsi Kalimantan Selatan

1. Merencanakan layout yang sesuai akan kebutuhan kapal.
2. Diperlukan detail struktur Slipway yang ideal.

Adapun batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Data- data yang digunakan adalah data sekunder.
2. Tidak merencanakan atau mengkaji pengerukan.

## 1.6 Metodologi

Metodologi yang digunakan mempunyai tahapan sebagai berikut atau selanjutnya dapat dilihat pada **Gambar 1.4**:

### 1. Pendahuluan

Membahas mengenai latar belakang, permasalahan, tujuan, batasan masalah, manfaat, dan metodologi dari penulisan tugas akhir.

### 2. Tinjauan Pustaka

Menjelaskan tentang dasar-dasar teori, peraturan dan perumusan yang dipakai.

### 3. Pengumpulan dan Analisa Data

Data teknis yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait, berupa :

- a. Data Hidro-oseanografi
  - Data pasang surut, digunakan untuk menentukan pedoman untuk mengetahui elevasi muka air tertinggi dan terendah
  - Data arus laut, digunakan untuk mengetahui kecepatan arus laut.
  - Data bathymetri, digunakan untuk mengetahui kedalaman dasar laut.
  - Data angin, digunakan untuk menentukan bangkitan gelombang yang berpengaruh dalam perencanaan slipway, dan tekanan angin pada kapal.
- b. Data topografi
- c. Data tanah, digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah dan karakteristik dari tanah
- d. Data kapal

### 4. Perencanaan Layout

Membahas analisa layout dengan data yang sudah diperoleh, meliputi :

- a. Analisa layout perairan.

Evaluasi Layout perairan ini memperhatikan kedalaman perairan. Kedalaman perairan pada prinsipnya harus lebih dalam dari draft penuh kapal terbesar. Oleh karena itu ukuran kapal sangat menentukan kedalaman perairan yang memperhatikan draft kapal.
- b. Analisa layout *Slipway*.
  - Panjang *Slipway*
  - Lebar *Slipway*
  - Elevasi *Slipway*

## 5. **Kriteri Perencanaan *Slipway***

Membahas kriteria perencanaan pembangunan *Slipway* dengan data yang sudah diperoleh, meliputi :

- a. Kriteria kapal rencana
- b. Kualitas bahan dan material
- c. Kriteria pembebanan

## 6. **Perencanaan Struktur *Slipway***

### - **Perhitungan Struktur atas**

- a. Layout pembalokan
- b. Rel
- c. Kereta (*Cradle*)
- d. Kebutuhan Mesin Derek (*Winch*)
- e. Dudukan Kapal (*Keelblock*)
- f. Detail gambar

### - **Perhitungan Struktur Bawah**

- a. Perencanaan pondasi
- b. Detail gambar

## 7. **Metode Pelaksanaan**

Dari sekian banyak bidang yang harus diselesaikan, perlu juga direncanakan mengenai metode pelaksanaan yang akan digunakan. Adapun metode-metode yang direncanakan adalah metode pelaksanaan struktur *slipway* ini yaitu untuk pelaksanaan pemancangan, pengecoran poer, pengecoran balok melintang dan memanjang pemasangan rel, pemasangan *cradle*, dan lain-lain.

## 8. **Perhitungan RAB**

Analisa ini dilakukan sesuai dengan standar dan kebutuhan yang ada. Hal ini terutama perlu memperhatikan adanya pengaruh inflasi dan faktor resiko. Tahapan dari analisa ini yaitu :

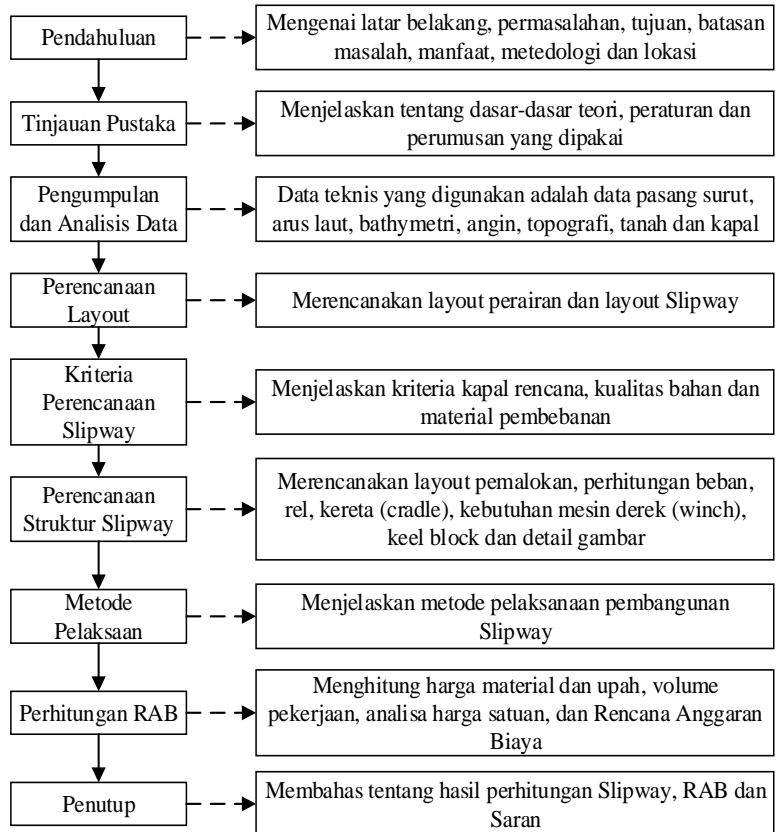
- a. Harga material dan upah



- b. Analisa harga satuan
- c. Rencana total anggaran biaya

## **9. Penutup**

Menampilkan kesimpulan dari hasil perencanaan struktur *Slipway*, penentuan metode pelaksanaan, dan perhitungan rencana anggaran biaya dalam pelaksanaan tugas akhir ini.



**Gambar 1.4 Urutan Metodologi**

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **1.1 Struktur Slipway**

##### **1.1.1 Pembahasan Umum Struktur**

Galangan kapal dapat diartikan sebagai bengkel bengkel kerja yang tetap yang mengerjakan kapal baru dan reparasi kapal dari suatu konstruksi benda terapung yang cukup berat yang terbuat dari baja dan berlokasi pada suatu tempat yang mempunyai perairan yang lebar dan dalam untuk pengapungan konstruksi tersebut dan mempunyai luasan tertentu.

Berdasarkan aktifitas yang dilakukan, galangan kapal dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu :

- ❖ Galangan Kapal Khusus Bangunan Baru  
Galangan kapal yang hanya membangun kapal kapal baru. Jangka waktu pembangunan kapal baru relative panjang, perbandingan antara volume pekerjaan dan jumlah tenaga kerja tidak selalu konstan. Diawal dan akhir proses produksi jumlah pekerjaan lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah tenaga kerja yang tersedia. Hal ini menyebabkan galangan menjadi kurang efisien ditambah lagi jumlah pesanan yang relatif sedikit.
- ❖ Galangan Kapal Khusus Reparasi  
Galangan khusus reparasi dapat menerima pekerjaan beberapa kapal dalam kurun waktu yang relatif singkat. Serta menyingkat banyaknya kapal-kapal yang memerlukan jasa reparasi maka galangan jenis ini lebih terjamin kelangsungannya.
- ❖ Galangan Kapal Bangunan Baru dan Reparasi  
Galangan yang memiliki aktifitas ganda. Galangan jenis ini yang paling banyak terdapat di Indonesia karena tenaga kerja yang tidak digunakan di bangunan baru dapat dialihkan untuk pekerjaan reparasi kapal. Sehingga kontinuitas pekerjaan dan kelangsungan hidup galangan

lebih terjamin. Agar galangan kapal dapat melaksanakan aktifitasnya baik membangun kapal baru maupun merawat atau memperbaiki kapal, maka galangan kapal harus mempunyai sarana pokok dan sarana penunjang.

Untuk dapat beroperasi, galangan kapal harus memiliki sarana pokok. Beberapa jenis sarana pokok galangan kapal meliputi :

a. *Graving dock*

*Graving dock* adalah tempat untuk membangun atau memperbaiki kapal dimana bentuknya seperti kolam dengan konstruksi beton yang terletak di tepi pantai/laut. Antara konstruksi kolam dan laut disekat oleh pintu yang kedap air. Cara kerja sarana galangan ini untuk pembuatan konstruksi kapal baru adalah pintu kedap air ditutup kemudian air di dok dikosongkan dengan cara memompa air keluar. Setelah dok dalam kondisi benar – benar kering, pekerjaan konstruksi pembuatan kapal kapal baru dapat dikerjakan. Sedangkan untuk pekerjaan reparasi kapal, cara kerjanya adalah yang pertama masuk ke sarana dimana kolam masih berisi air sehingga kapal dapat mengapung diatasnya. Kemudian pintu kedap air ditutup dan air dipompa keluar hingga kondisi kolam benar benar kering. Dibawah kapal diberikan penumpu penumpu yang akan menopang kapal dan selanjutnya pekerjaan reparasi dapat dilakukan.



**Gambar 1.1 Graving Dock**

b. Floating dock

*Floating dock* merupakan tipe dock yang portable sehingga dapat dengan mudah dipindahkan. *Floating dock* dibuat dari baja sehingga dapat biaya perawatannya cukup mahal. Proses pengedokan dengan cara menenggelamkan dan mengapungkan dock pada sarat air tertentu dibantu dengan pompa pompa pengisi. Hal terpenting pada saat pengedokan adalah urutan pengisian air ke dalam kompartemen atau ponton-ponton agar tidak terjadi defleksi yang berlebihan pada konstruksi *floating dock* tersebut. Keuntungan penggunaan *floating dock* adalah biaya pembuatan untuk kapasitas yang sama lebih murah dari *graving dock*, dapat dipindahkan ketempat lain, dapat mereparasi kapal lebih panjang dari panjang *floating dock*, dan dapat melakukan *self docking* apabila mengalami kerusakan. Sedangkan kerugiannya adalah biaya perawatan mahal, hanya menguntungkan untuk pekerjaan reparasi, umur pemakaian relatif lebih pendek dibandingkan dengan tipe yang lain karena pengaruh korosi, memerlukan perairan yang tenang untuk menjaga stabilitas kapal di atas dok serta memerlukan perairan yang dalam.

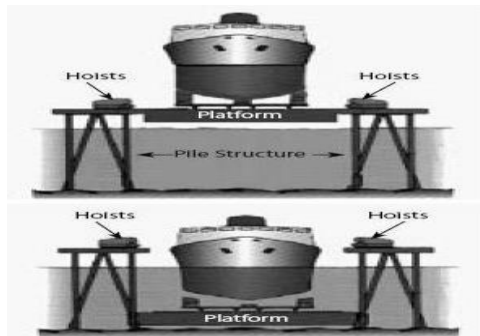


**Gambar 1.2 Floating Dock**

c. Lift dock

*Lift dock* atau *ship lift* merupakan sebuah tipe dari *dry dock* yang diangkat (dinaik turunkan). Landasan tempat pengerjaan kapal-kapal dari *lift dock* berupa sebuah *platform*

dan diturunkan ke dalam air secara vertikal dan dihentikan sampai kedalaman tertentu. Kapal yang akan doking diapungkan diatas platform yang telah ditenggelamkan dan akan diangkat ke atas sampai kapal dan *platform* seluruhnya berada di atas air. Naik turun nya platform dibantu dengan pesawat angkat (*hoist*). *Hoist* ditopang dan diletakan di dermaga atau konstruksi beton yang tetap. Jumlah kapasitas *hoist* dan jarak diantaranya tergantung dengan kapal rencana.



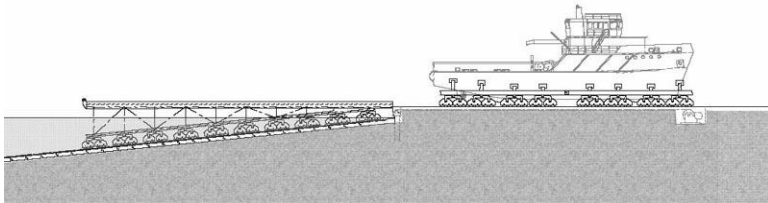
**Gambar 1.3 Lift Dock**

d. Slipway

*Slipway* adalah suatu landasan dengan kelandaian tertentu yang dibangun dipantai untuk meluncurkan kelaut ataupun menaikkan kapal dari dan ke daratan. Digunakan untuk membangun dan mereparasi kapal. Pengangkatan kapal keatas *slipway* tidaklah terlalu sulit, dilakukan pada saat air laut sedang pasang lunas kapal ditumpukan keatas suatu kereta(*cradle*) yang bisa bergerak di atas rel, kemudian setelah lunas kapal duduk di atas *cradle* dengan baik dan air laut mulai surut kapal ditarik dengan kerekan keatas *slipway*.

Setelah berada di atas *slipway*, pekerjaan perawatan kapal sudah bisa dilakukan, bila pekerjaan perbaikan sudah diselesaikan kapal bisa diluncurkan kembali kelaut pada saat air laut pasang.





**Gambar 1.4 Slipway**

### 1.1.2 Slipway

Merupakan salah satu jenis sarana pokok untuk pekerjaan docking kapal yang paling sederhana untuk menaikkan kapal yang akan direparasi. Konstruksi slipway terdiri dari rel yang dipasang pada landasan beton seperti pada *building berth*, dan kereta (*cradle*) di atasnya. *Cradle* dapat bergerak di atas rel dengan bantuan kabel baja (*slink*) yang ditarik mesin Dere (*winch*).

Tipe sarana pokok galangan kapal membutuhkan daerah perairan dimana mempunyai kemiringan dasar laut atau sungai yang landai. Hal ini disebabkan karena struktur sarana pokok ini berupa landasan beton yang memanjang ke arah perairan. Landasan beton ini dibuat sedarat mungkin agar kapal mudah melewati struktur ini saat akan masuk atau keluar dari galangan. Letak struktur ini adalah di sekitar pantai yang cukup mempengaruhi terjadinya pendangkalan.

*Slipway* membutuhkan kemiringan dasar laut yang landai agar landasan yang dibangun tidak curam yang akan membahayakan kapal melewati sarana pokok galangan kapal ini.

### 1.1.3 Desain Perencanaan Slipway

*Slipway* adalah suatu landasan dengan kelandaian tertentu yang dibangun dipantai untuk meluncurkan kelaut atau sungai maupun menaikkan kapal ke daratan. Digunakan untuk membangun dan mereparasi kapal. Jenis galangan *slipway* terbagi menjadi dua sistem yaitu :

a. Sistem *slipway* melintang (*side launching slipway*)

Sistem ini digunakan jika kondisi perairan pada lokasi mempunyai area yang terbatas sehingga hanya mungkin dilakukan peluncuran secara melintang. Sudut kemiringan sistem *slipway* ini yaitu antara 1:12 hingga 1:10. Sistem *slipway* bisa digunakan untuk pembangunan kapal baru dan dapat digunakan untuk kebutuhan reparasi dan pemeliharaan kapal (*ship production*). Komponen dari sistem *slipway* ini adalah adanya beberapa *trolley* yang bergerak melalui *sliptrailer*. Fungsi dari *trolley* adalah sebagai tempat tumpuan kapal.

b. Sistem *slipway* memanjang (*end launching slipway*)

Untuk sistem *slipway* ini dibutuhkan kondisi perairan dengan lebar harus dapat memenuhi saat proses kapal melewati landasan *slipway* dan saat kapal berhenti setelah proses *launching*. Sistem ini bisa digunakan untuk pembuatan kapal baru dan perbaikan. Sistem ini membutuhkan kemiringan dasar laut atau sungai dengan perbandingan 1:16 hingga 1:20.

#### 1.1.4 Pembebanan Pada Slipway

Pembebanan pada *slipway* dibedakan menjadi beban vertikal dan beban horizontal.

##### 1.1.4.1 Beban Vertikal

Beban Vertikal yang terjadi pada struktur ini dapat berupa beban benda itu sendiri (beban mati), beban hidup merata akibat muatan, dan beban terpusat.

- **Beban Mati**

Beban mati adalah berat sendiri dari komponen struktur yang secara permanen dan konstan membebani selama waktu hidup konstruksi. Perhitungan beban tergantung dari volume dari jenis komponen-komponen tersebut. Komponen-komponen terdiri dari beban pelat, balok, *cradle*, dan fasilitas-fasilitas lain di atasnya.

- **Beban Hidup Merata**

Beban hidup merupakan beban akibat muatan yang dianggap merata membenai di atas *slipway* yang ditentukan berdasarkan beban muatan. Beban hidup terbagi rata bisa berupa beban pangkalan, beban akibat berat dari komponen yang beroperasi di atas konstruksi *slipway*. Komponen yang termasuk di dalam beban hidup di atas *slipway* adalah kapal yang akan di doking dan di *launching*.

- **Beban Hidup Terpusat**

Beban terpusat yang terjadi pada struktur *slipway* antara lain disebabkan oleh roda-roda *cradle* yang akan digunakan untuk menopang berat kapal yang akan di doking. Dalam hal ini beban maksimum yang dialami oleh *cradle* adalah ketika lunas depan kapal mulai duduk pada *cradle*. Dengan 1/8 dari displasemen ditumpu hanya pada *cradle* bagian depan. Sedangkan untuk distribusi beban yang diterima oleh *cradle* berdasarkan Design of Dock, 1961 adalah 70% dibagian tengah, sedangkan masing masing 15% di bagian samping.

#### 1.1.4.2 Beban Horisontal

Beban-beban horizontal yang terjadi pada struktur *slipway* berasal dari gaya yang diterima oleh kapal akibat gaya arus, tekanan angin, dan beban gempa.

- **Tekanan Angin**

Tekanan angin pada badan kapal yang ada di atas permukaan air dihitung dengan rumus (sumber OCDI)

$$P_w = C_w(A_w \cdot \sin \theta + B_w \cdot \cos \theta) \cdot V_w^2 / 1600$$

Dengan :

$P_w$  = Tekanan angin akibat kapal yang bertambat

$C_w$  = Koefisien tekanan angin

Angin melintang  $C_w = 1.3$

Angin dari belakan  $C_w = 0.8$

Angin dari depan  $C_w = 0.9$

$A_w$  = Luasan proyeksi arah memanjang, diatas air

$B_w$  = Luasan proyeksi arah muka ( $m^2$ )

$\Theta$  = Sudut arah datangnya angin

$V_w$  = Kecepatan angin (m/s)

- **Beban Gempa**

Dengan menggunakan program bantu SAP 2000 perhitungan beban gempa dilakukan secara dinamis dengan menggunakan respon spektrum menurut SNI 03-1726-2002.

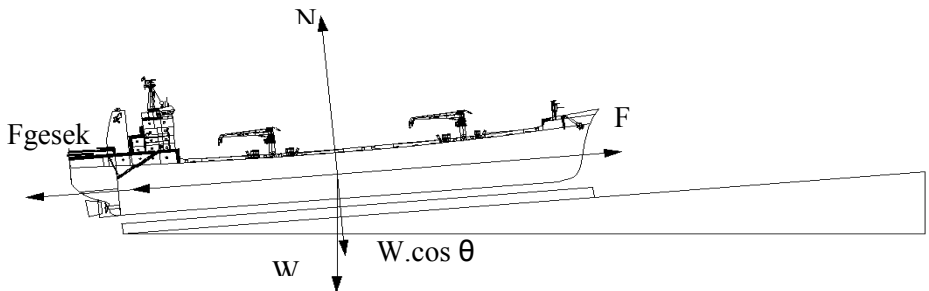
- **Beban Tumbukan Kapal**

Beban tumbukan kapal berasal dari energi yang ditimbulkan ketika kapal merapat dan menaiki *cradle slipway*. Energi ini kemudian diabsorpsi dan ditransfer menjadi gaya horisontal tekan yang harus mampu dipikul oleh struktur *slipway*.

### 1.1.5 Pembebanan Menaiki dan Menuruni Slipway

#### 1.1.5.1 Pembebanan Saat Beban Menaiki Slipway

Bergerakannya kereta (*cradle*) menaiki bidang miring slipway yang membentuk sudut kemiringan  $\theta$  dengan ditumpui beban kapal dipengaruhi oleh beberapa gaya yang bekerja. Gaya utama yang menjadi penggerak untuk menaikkan kapal adalah gaya tarik yang dilakukan oleh mesin Derek (*winch*). Besarnya gaya tarik yang dibutuhkan oleh mesin Derek (*winch*) untuk menggerakkan kereta (*cradle*) yang telah dibebani oleh kapal, tergantung pada gaya berat beban, gaya gesek, dan pengaruh sudut kemiringan  $\theta$ .

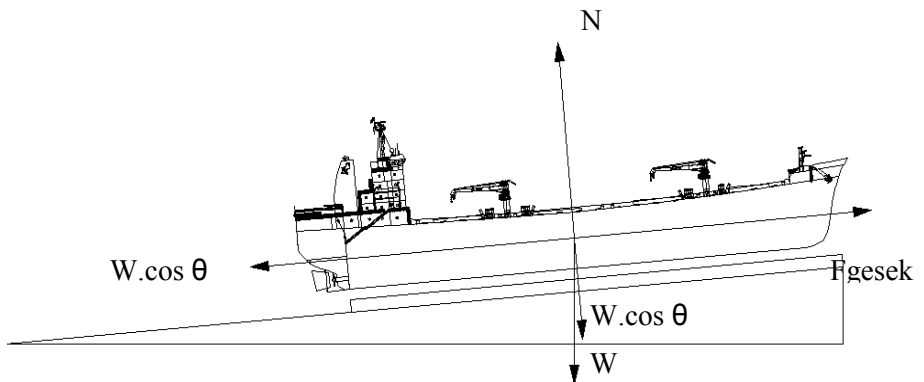


Gambar 1.5 Pembebanan Saat Kapal Ditarik Ke Atas Slipway

Agar kereta (*cradle*) bisa bergerak naik, maka gaya tarik mesin Derek (*winch*) yaitu  $F$  haruslah lebih besar dari gaya yang berlawanan arah yaitu jumlah gaya berat pengaruh sudut kemiringan ( $W \cdot \sin \theta$ ) dan gaya gesek yang terjadi ( $F_{\text{gesek}}$ ). Atau bisa disimpulkan, sistem akan bekerja dengan mengupayakan agar  $F > (W \sin \theta + F_{\text{gesek}})$ .

### 1.1.5.2 Pembebanan Saat Beban Menuruni Slipway

Bergerakannya kereta (*cradle*) menuruni bidang miring slipway yang membentuk sudut kemiringan  $\theta$  dengan ditumpui beban kapal yang dipengaruhi oleh beberapa gaya yang bekerja. Gaya utama yang menjadi penggerak untuk menurunkan kapal adalah gaya berat beban itu sendiri, akibat pengaruh kemiringan  $\theta$ . Besarnya gaya yang dibutuhkan, agar kereta (*cradle*) dapat bergerak menuruni slipway, tergantung pada gaya berat beban, gaya gesek, dan pengaruh sudut kemiringan  $\theta$ .



**Gambar 1.6 Pembebanan Saat Kapal Bergerak Turun Diatas Slipway**

Agar kereta (*cradle*) bisa bergerak turun, maka gaya berat akibat pengaruh kemiringan ( $W \cdot \sin \theta$ ) haruslah lebih besar dari gaya yang berlawanan arah yaitu gaya penahan/gesek yang

terjadi (Fgesek). Atau bisa disimpulkan, sistem akan bekerja dengan mengupayakan agar  $W \cdot \sin \theta > F_{gesek}$ .

### 1.1.5.3 Menentukan Kpasitas Mesin Derek (Winch)

Slipway direncanaan dalam pengoperasiannya adalah mampu untuk mengangkat kapal dari air ke atas cradle di lanjutkan ke daratan maupun sebaliknya. Sehingga cradle ini dibantu dengan mesin Derek (winch) yang di terletak pada ujung slipway.

Mesin Derek (winch) tersebut berguna untuk menarik kapal dari air maupun menurunkan kapal ke air secara perlahan. Oleh karena itu winch juga harus menahan beban maksimum yang diangkut kereta (cradle). Untuk mengetahui kebutuhan kapasitas mesin Derek (winch) suatu slipway adalah dengan persamaan sebagai berikut :

$$P = (w_1 + w_2) \tan \theta + f_1$$

Dengan

P = Gaya Tarik yang Diperlukan

$w_1$  = Berat kapal

$w_2$  = Berat Cradle

$\theta$  = Sudut Kemiringan Slipway

$f_1$  = Gaya Gesek Akibat Berat Sendiri

Contoh dari Katalog Manual Ingersoll Rand Winch and High Capacity Hoists didapat:

Tipe Winch, Kapasitas, Diameter Drum, Rasio gear, Panjang Handle, dll.

## 1.1.6 Kapasitas dan Dimensi Utama Kapal

### 1.1.6.1 Kapasitas Kapal

Displacement adalah jumlah berat air yang dipindahkan oleh kapal atau berat underwater volume dari kapal yang sama beratnya dengan kapal. Untuk mengetahui displacement suatu

kapal adalah dengan mengkalikan volume displacement kapal dengan berat jenis air laut seperti persamaan sebagai berikut :

$$D = L \times B \times T \times C_b \times \gamma$$

Dengan :

D = displacement (ton)

L = lebar kapal (m)

T = tinggi kapal (m)

$C_b$  = koefisien block kapal

$\gamma$  = berat jenis air laut ( $\text{ton/m}^3$ )

Displacement juga merupakan hasil jumlah dari berat pada kapal yang tidak berubah terhadap fungsi waktu (*light weight tonnage*) dengan berat pada kapal yang berubah terhadap fungsi waktu (*death weight tonnage*)

$$D = DWT + LWT \text{ (ton)}$$

Yang termasuk dalam DWT adalah diantaranya berat crew, berat air tawar, berat logistic, berat bahan bakar, dan sebagainya yang beratnya berubah terhadap fungsi waktu. Sedangkan berat plat dan baja kapal itu sendiri, berat mesin kapal, berat peralatan elektrik kapal, berat furniture kapal dan lain lain yang beratnya tidak berubah terhadap fungsi waktu termasuk dalam LWT. Dengan berpatokan pada berat kapal kosong kapal yang akan docking pada slipway, maka dapat menentukan kapasitas dari slipway yang akan didesain.

Perhitungan tonase kotor kapal dijelaskan di dalam regulation 3 dari Annex 1 dalam *The International Convention on Tonnage Measurement of Ship*, 1969. Tergantung dari dua variable yaitu :

- V adalah total volume dalam meter kubik ( $\text{m}^3$ ), dan
- K adalah factor pengali berdasarkan volume kapal.

Factor pengali K mempengaruhi persentase volume kapal yang dinyatakan sebagai tonase kotor. Untuk kapal kecil nilai K lebih kecil, sedangkan untuk kapal besar nilai K lebih besar. Nilai K bervariasi pada rentang antara 0.22 sampai 0.32 dan dihitung dengan rummus :

$$K = 0.2 + 0.22 \cdot \log_{10} (V)$$

Setelah  $V$  dan  $K$  diketahui, tonase kotor dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$GT = K \cdot V$$

Rumus ini juga dapat digunakan untuk menghitung LWT pada kapal. Dengan mengasumsikan berat perletakan kapal adalah 7% -16% dari berat kapal kosong, dalam hal ini adalah perencanaan kapal, maka dapat diketahui sarat kapal kosong sebagai berikut :

$$T_o = (LWT + 10\% LWT) : (L \times B \times C_b \times \gamma)$$

Dengan :

- $T_o$  = Sarat kapal kosong
- $C_b$  = Koefisien block kapal
- $\gamma$  = Berat jenis air laut (ton/m<sup>3</sup>)

### 1.1.6.2 Ukuran Slipway

Slipway direncanakan mampu untuk menahan beban kapal 10.000 DWT. Panjang dari slipway umumnya berkisar antara 2 – 2.5 kali panjang kapal maksimum yang direncanakan akan dinaikkan.

Untuk menentukan besarnya area slipway yang ada didarat maupun area yang di perairan maka digunakan sebuah pendekatan berdasarkan ketentuan yang ada didalam referensi Buku *Marine Engineering Specialized Application*, Tsinker sebagai berikut :

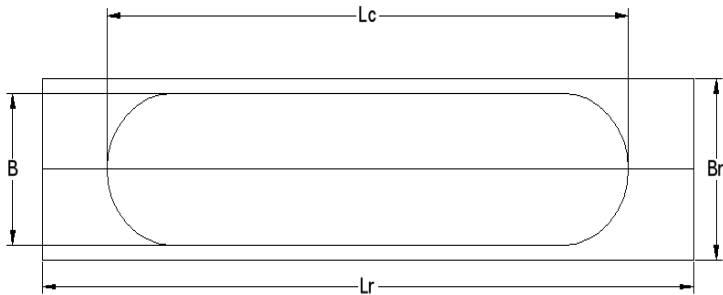
Panjang Area kerja diatas Slipway adalah :

$$L_r = L_c + 2a + 2b$$

Dengan :

- $L_c$  = Panjang maksimum kapal
- $a$  = Lebar ruang kerja 1 – 2 meter
- $b$  = jarak minimum untuk akses jalan pekerja pada bagian depan, belakang, dan samping kapal





**Gambar 1.7 Layout Area Kerja**

Lebar area kerja di atas slipway adalah :

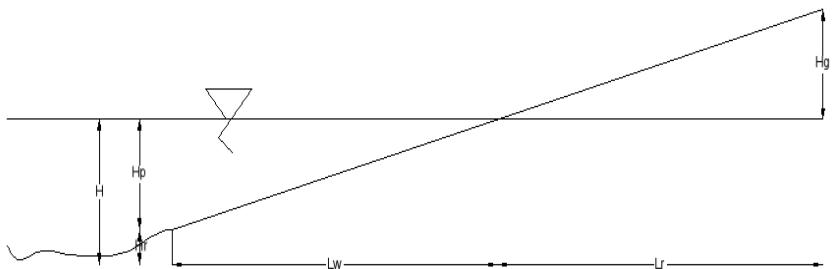
$$Br = B + 2a + 2b$$

Dengan :

Br = Lebar maksimum kapal

a = Lebar ruang kerja 1 – 2 meter

b = jarak minimum untuk akses jalan pekerja pada bagian depan, belakang, dan samping kapal



**Gambar 1.8 Sketsa Panjang Landasan Slipway**

Sedangkan untuk menghitung panjang landasan slipway yang di perairan adalah sebagai berikut :

$$Lw = hp / \tan \theta$$

Dengan :

$\beta$  = Sudut kemiringan dari slipway

hp = Kedalaman air di ujung landasan

- $$= 1.25 (hd + hs) + hw + allowance$$
 $hd$  = Tinggi sarat kapal kosong  
 $hs$  = tinggi dari *sliding* atau *cradle*  
 $hw$  = selisih antara ketinggian air maksimum dengan ketinggian air minimum

### 1.1.7 Perencanaan Cradle

Cradle merupakan kereta yang menyangga kapal yang berada di atasnya. Kemudian ditransfer melalui keel blocks ke *Slipway* dengan menggunakan roda. Hal yang sangat penting diperhatikan dalam merencanakan cradle ini adalah bentuk cradle harus disesuaikan dengan bentuk *Slipway* yang memiliki kemiringan. Hal ini dimaksudkan agar bentuk lunas kapal cocok dengan bentuk cradle yang berada pada *Slipway* yang memiliki kemiringan.

Posisi kapal mulai ditarik keluar dari air sampai dengan berada pada posisi keelblock, bagian atas cradle selalu membentuk garis lurus dengan bentuk dari lunas kapal yang juga membentuk garis lurus. Sehingga beban kapal dapat terdistribusi secara merata pada cradle.

Rangkaian cradle terdiri dari beam yang disusun sepanjang kapal dengan analogi bahwa kapal yang akan dinaikan harus ditumpu dibagian gading besar serta dibagian sekat melintangnya. Jadi untuk perencanaanya jarak pada rangkaian cradle harus menyangga setiap sekat kapal saat docking.

Perhitungan beam mengacu pada kekuatan beam untuk mengangkat beban kapal akan dinaikan. Beam digunakan untuk profil WF karena banyak tersedia di pasaran. Selain itu, secara teknis bentuk WF lebih kuat menahan beban vertikal.

Dengan menggunakan beam, maka beban kapal akan disalurkan merata pada beam dan kemudian diteruskan ke roda. Untuk mengurangi defleksi pada beam, dipasang penumpu tengah dan samping. Beam juga diperhitungkan agar kuat menahan beban kapal pada bagian terberat yaitu kamar mesin. Penyebaran gaya berat akan lebih besar pada ruang mesin karena

berat mesin dan bangunan atas. Sehingga untuk perencanaan beam pada cradle, beban kapal diambil pada bagian yang paling ekstrim.

Beban terbesar terjadi pada saat lunas depan kapal mulai duduk pada cradle, dimana  $\frac{1}{8}$  dari berat displacement ditumpu hanya pada cradle yang paling depan. Untuk distribusi beban yang diterima oleh cradle berdasarkan Design of Dock, 1961 adalah 70% dibagian tengah dan 15% untuk dibagian samping.

## **1.2 Pengumpulan Data Analisa Data**

### **1.2.1 Peta Bathymetri dan Topografi**

#### **1.2.1.1 Data Bathymetri**

Peta bathymetri merupakan peta yang menunjukkan kontur kedalaman dasar laut diukur dari posisi 0.00 m LWS. Pembuatan peta bathymetri merupakan kegiatan pengumpulan data kedalaman dasar laut dengan metode penginderaan atau rekaman dari permukaan dasar perairan, yang akan diolah untuk menghasilkan relief dasar perairan, sehingga dapat digambarkan susunan dari garis-garis kedalaman (kontur).

Kegunaan dari peta Bathymetri antara lain:

- Mengetahui kedalaman perairan dan bentuk kontur dasar laut sehingga dapat digunakan untuk merencanakan kedalaman perairan yang aman bagi kapal
- Mengetahui tingkat kelandaian dasar laut sehingga dapat digunakan penentuan tipe slipway yang sesuai
- Berguna untuk menentukan elevasi rencana slipway
- Mengetahui volume pengerukan yang diperlukan pada saat pembuatan kolam pelabuhan

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan Bathymetri terdiri beberapa alat pendukung diantaranya Handy talki, bendera (menara tonggak), dan perahu boat, sedang alat yang

utama adalah alat ukur jarak Theodolith dan alat ukur kedalaman Echo sounder.

Hasil dari pemetaan kondisi dasar perairan tersebut dikonversikan dalam keadaan surut terendah atau LWS (Low Water Surface).

### 1.2.1.2 Data Topografi

Peta topografi adalah peta yang menunjukkan kontur permukaan daratan yang digambarkan dengan susunan dari garis-garis permukaan tanah. Pemetaan kondisi daratan dikonversikan dengan titik BM (*Bench Mark*). Data topografi dipakai untuk mendapatkan gambaran situasi dan ketinggian daerah di lokasi survey. Salah satu manfaat data tersebut adalah menentukan posisi yang tepat untuk lokasi *Slipway* dan fasilitas – fasilitas.

## 1.2.2 Data Arus dan Pasang Surut

### 1.2.2.1 Data Arus

Pada umumnya arus yang terjadi di sepanjang pantai disebabkan oleh perbedaan muka air pasang surut antara satu lokasi dengan lokasi yang lain, sehingga perilaku arus dipengaruhi pola pasang surut. Arus terjadi akibat adanya perubahan ketinggian permukaan air laut. Perubahan tersebut akan menyebabkan pergerakan air secara horisontal.

Kegunaan data arus pada perencanaan *Slipway* antara lain

:

- menghindari pengaruh tekanan arus berarah tegak lurus kapal (*cross currents*), agar dapat bermanuver dengan cepat dan mudah,
- mengevaluasi kondisi stabilitas garis pantai, mengalami erosi atau sedimentasi.

Analisis Pengolahan data arus disusun berdasar kegunaan data. Pada umumnya yang dibutuhkan adalah mengetahui

frekuensi arah dan kecepatan arus terhadap pola aliran pasang surut.

### 1.2.2.2 Data Pasang Surut

Pasang surut merupakan fenomena alam yang berupa rangkain pola pergerakan permukaan air laut yang terjadi akibat gaya tarik-menarik antara bumi, bulan, dan matahari. Rangkaian pola ini bersifat berulang-ulang. Pada saat bulan mengitari bumi pada orbitnya dengan jarak paling dekat dengan bumi maka akan menyebabkan air pasang (High Water Spring). Sebaliknya jika berada pada posisi terjauh maka akan menyebabkan air surut (Low Water Spring). Pada saat posisi bumi, bulan, dan matahari berada pada satu garis lurus maka akan terjadi serangkaian pasang surut yang perbedaannya sangat besar (Spring Tide) sebab gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi saling memperkuat. Akan tetapi jika membentuk sudut siku maka gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi akan saling mengurangi sehingga tinggi pasang surut kecil (Neap Tide).

Data Pasang Surut ini dipergunakan untuk melengkapi kebutuhan penggambaran peta bathymetri (peta kontur kedalaman laut), dan mengetahui posisi muka air laut absolut terendah, dan pola pasang surutnya. Hasil dari analisis pasang surut adalah :

- LWS = Low water *Spring* = merupakan hasil perhitungan level muka air rata-rata terendah(surut), sering disebut juga MLWS (mean low water surface).
- MSL = Mean Sea Level = adalah elevasi rata-rata muka air pada kedudukan pertengahan antara muka air terendah dan tertinggi.

HWS = High Water *Spring* = adalah elevasi rata-rata muka air tertinggi (pasang), disebut juga MHWS (mean high water surface).

### 1.2.3 Data Angin

Angin merupakan gerakan udara dari daerah dengan tekanan udara tinggi ke daerah dengan tekanan udara yang lebih rendah. Biasanya angin ditimbulkan oleh perbedaan temperatur pada sebuah daerah satu dengan daerah yang lainnya.

Kegunaan data angin diantaranya adalah:

- Perhitungan analisis gelombang,
- Mengetahui distribusi arah dan kecepatan angin yang terjadi tepat di rencana lokasi ,.
- Perencanaan beban horizontal yang bekerja pada badan kapal.

Data angin dapat diperoleh dari stasiun meteorologi terdekat atau dari bandar udara terdekat, bila diperlukan pengukuran langsung dapat digunakan peralatan Anemometer dan asesorisnya yang disurvei selama minimal setahun terus menerus.

Penyajian data angin dapat diberikan dalam bentuk tabel atau *Wind Rose* agar karakteristik angin bisa dibaca dengan cepat. Analisis data angin bertujuan untuk mendapatkan kecepatan dan arah angin yang dominan pada lokasi yang direncanakan pendirian Slipway.

### 1.2.4 Data Tanah

Survey data tanah bertujuan untuk merencanakan struktur bagian bawah *Slipway*. Beberapa pengambilan data tanah yang dilakukan adalah dengan pengeboran dengan mesin bor. Kedudukan titik bor dilakukan dengan bantuan alat teodolit. Kemudian contoh dari hasil pemboran ini disajikan dalam bentuk *booring log*. Uji penetrasi standar (SPT) dilakukan dalam interval 2 atau 3 m, dimaksudkan untuk memperoleh nilai N dari lapisan-lapisan tanah bawah.

### 1.2.5 Data Kapal

Data kapal digunakan untuk mengetahui jenis dan berat kapal yang akan menaiki Slipway. Dalam perencanaan data kapal yang diperlukan adalah bobot kapal, panjang kapal, lebar dan draft kapal.

### 1.3 Perhitungan Struktur Slipway

Kriteria struktur perencanaan *Slipway* yang telah dijelaskan pada poin sebelumnya, maka dapat dilakukan perencanaan secara detail. Adapun prosedur perencanaannya adalah sebagai berikut :

Perencanaan layout penentuan ukuran *Slipway* dan bentuk keseluruhan tata letak fasilitas lainnya.

- a. Penentuan layout struktur *Slipway*, posisi struktur *Slipway*, posisi tiang pancang.
- b. Penentuan dimensi struktur *Slipway*.
- c. Penentuan beban yang bekerja pada struktur *Slipway*.
- d. Perhitungan kekuatan struktur dan penulangan struktur.
- e. Pengecekan terhadap stabilitas stuktur secara keseluruhan terhadap beban-beban yang bekerja pada struktur itu sendiri dan kondisi tanah.
- f. Pembuatan detail gambar dan spesifikasi bahan.

*Slipway* ini direncanakan menggunakan konstruksi beton untuk upper strukturnya. Perhitungan konstruksi beton dapat dilakukan dengan berdasarkan pada Peraturan Beton Indonesia (PBI) 1971 dan SK SNI 1991. dalam PBI 1971 perhitungan strukturnya berdasarkan teori elastis. Pada teori elastis, apabila terjadi beban lebih (overload) maka struktur tersebut masih bisa menahannya atau tidak mengalami retak. Sedangkan pada SK SNI 1991, perhitungan strukturnya berdasarkan teori kekuatan batas, dimana pada teori ini apabila terjadi beban lebih (overload) maka struktur akan mengalami retak.

Pada perhitungan konstruksi ini dipilih berdasarkan PBI 1971 dengan pertimbangan :

- Pada struktur di perairan, harus dihindarkan terjadinya retak agar tulangan struktur terhindar dari korosi.
- Terjadinya beban lebih pada bangunan di perairan sering terjadi, baik akibat beban luar (arus, pasang surut) maupun beban gempa.

### 1.3.1 Struktur Atas

Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan program bantu analisis struktur SAP 2000. Analisis struktur bertujuan untuk mendapatkan output gaya dalam berupa gaya aksial, geser, dan momen. Analisis struktur dicari dengan menggunakan *software* SAP 2000 dan peraturan PBI'71.

Dengan menerapkan beberapa kombinasi pembebanan sesuai kondisi masing-masing slipway, akan diperoleh hasil perhitungan pada tiap-tiap sambungan (joints) dan simpul, selanjutnya perlu dipilih yang menghasilkan angka maksimum untuk dipakai sebagai dasar perhitungan kebutuhan tulangan dan pengecekan kekuatan bahan. Adapun cara perhitungan penulangan pada balok dihitung dengan menggunakan perhitungan lentur "n". Untuk perhitungan tulangan poer dianalisis sebagai balok jika perbandingan antara tebal poer dan lebar poer  $> 0,4$ . Metode perhitungan tulangan utama balok dan poer yaitu :

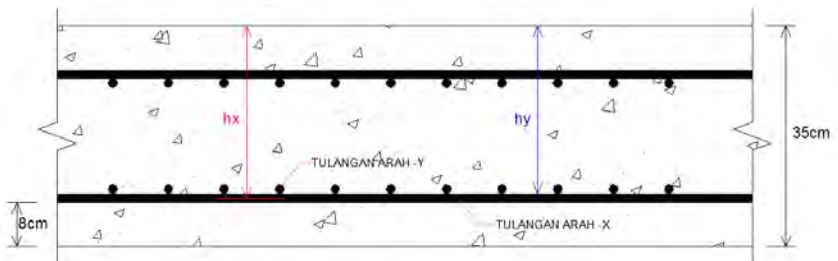
- Menentukan besarnya momen ultimit ( $M_u$ ) yang bekerja pada poer dari hasil analisis SAP 2000.
- Menentukan perbandingan antar luas tulangan tarik dengan tulangan tekan ( $\delta$ ). Nilai  $\delta$  diambil 0 dianggap tidak memerlukan tulangan tekan.
- Menghitung nilai  $C_a$ :

$$C_a = \frac{h}{\sqrt{\frac{n \times M}{b \times \sigma' \times a}}}$$



Dimana:

- h = tinggi manfaat penampang  
= jarak antara titik berat tulangan tarik dan tepi penampang yang tertekan.
- b = lebar penampang
- Mu = momen ultimate
- $\sigma^{\prime}a$  = tegangan baja yang diijinkan menurut Tabel 10.4.1 dalam PBI'71
- n = angka ekivalensi antara modulus elastisitas baja dengan modulus tekan beton =  $Ea/Es$



**Gambar 1.9 Tinggi Manfaat Penampang**

- Mencari nilai  $\phi$ ,  $\phi'$ , dan  $\omega$  dari tabel  
Dengan menggunakan "Tabel Perhitungan Lentur dengan Cara - n disesuaikan kepada Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 oleh Ir. Wiratman W". didapatkan nilai :

$$\phi > \phi_0 = \frac{\sigma^{\prime}a}{n \times \sigma^{\prime}a}$$

$$\phi'100n\omega$$

Dimana :

$\sigma^{\prime}b$  = Tegangan tekan beton akibat lentur tanpa dan atau dengan gaya normal tekan =  $0,33\sigma^{\prime}bk$  (Tabel 4.2.1 PBI 1971)

- Menghitung luas tulangan tarik dan tekan

$$A = \omega \times b \times h$$

$$As' = \delta A$$

Dimana :

$$A = \text{Luas tulangan tarik}$$

$As'$  = Luas tulangan tekan

- Untuk balok dengan tinggi lebih dari 90 cm perlu dipasang tulangan samping sebesar minimum 10% dari tulangan tariknya ( PBI '71 Pasal.9.3(5) ).
- Kontrol terhadap retak

Berdasarkan PBI 1971 pasal 10.7.1b retak yang diijinkan 0,01 cm. Dengan menggunakan Tabel 10.7.1 PBI 1971 maka didapatkan koefisien – koefisien  $\omega_p$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  dan  $C_5$  yang harus diambil dari Tabel 10.7.1, PBI 1971 (lihat Tabel 2.1 Harga koefisien  $\omega_p$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  dan  $C_5$  (PBI 1971)

**Tabel 1.1 Harga koefisien  $\omega_p$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  dan  $C_5$  (PBI 1971)**

Uraian	$\omega_p$	$C_3$	$C_4$	$C_5$
Balok persegi dan balok T yang mengalami lentur murni	$\frac{A}{b_0 \cdot h}$	1,50	0,04	7,5
Balok persegi dan balok T yang mengalami lentur dengan gaya normal tekan	$\frac{A}{b(h-y)}$	1,50	0,07	12
Bagian-bagian konstruksi yang mengalami tarik aksial	$\frac{A}{B_t}$	1,50	0,16	30

Lebar retak = w

$$w = \alpha \left( C_3 \cdot c + C_4 \cdot \frac{d}{\omega_p} \right) \left( \sigma_a - \frac{C_5}{\omega_p} \right) 10^{-6} \quad (cm)$$

Dimana :

c = tebal penutup beton

d = diameter batang polos

Mu = momen ultimate

$\sigma_a$  = tegangan baja yang bekerja di tempat retak (kg/cm<sup>2</sup>)

A = luas tulangan tarik (cm<sup>2</sup>)

bo = lebar balok (cm)

H = tinggi manfaat balok (cm)

y = jarak garis netral terhadap tepi yang tertekan (cm<sup>2</sup>)

Bt = luas penampang beton yang tertarik (cm)

$\alpha$  = koefisien yang bergantung pada jenis batang tulangan dan harus diambil 1,2 untuk batang polos dan 1 untuk batang yang diprofilkan.

▪ Metode perhitungan tulangan geser balok dan poer adalah sebagai berikut:

○ Menentukan besarnya gaya lintang yang bekerja pada tumpuan.

○ Menghitung tegangan beton ijin berdasarkan PBI '71 tabel 10.4.2 akibat geser oleh lentur dengan puntir, dengan tulangan geser :

- Untuk pembebanan tetap :  $\tau'_{bm-t} = 1.35\sqrt{\sigma'_{bk}}$   
(37.a)

- Untuk pembebanan sementara :  $\tau'_{bm-s} = 2.12\sqrt{\sigma'_{bk}}$   
(37.b)

○ Menghitung tegangan geser lentur beton akibat beban kerja di tengah-tengah tinggi penampang dengan rumus sebagai berikut

$$\tau_b = \frac{D}{b \times \frac{7}{8}h}$$

Dimana :

D = gaya lintang

○ Diperlukan tulangan geser jika

$$\tau_b < \tau'_{bm-t} \quad \dots \text{OK !}$$

○ Untuk perhitungan tulangan geser lentur-puntir ini, tegangan geser puntir dapat dianggap seolah-olah memperbesar tegangan geser lentur pada seluruh lebar balok, yang besarnya dapat diambil menurut rumus sesuai PBI '71 Pasal 11.8.6 berikut ini :

$$\tau''_b = \frac{Mt}{b \times Ft}$$

Dimana :

Mt = T = Momen Torsi akibat beban batas

Ft = luas penampang balok

Disyaratkan dalam PBI '71 Pasal 11.8.(4)

$$\tau_s \geq \tau_b + \tau''_b$$

Menghitung jarak tulangan sengkang,

$$as = \frac{As \times \bar{\sigma}_a}{\tau_s \times b}$$

### 1.3.2 Struktur Bawah

Type material untuk tiang pancang meliputi: Kayu, Beton Precast, Beton Prestress, Pipa baja bulat maupun kotak dengan atau tanpa sepatu tiang, baja pita yang dibentuk pipa, Profil baja bentuk I atau H dengan atau tanpa selimut beton, tiang ulir baja, dan sebagainya. Daya dukung tiang pada masing-masing kedalaman menggunakan perumusan yang ada misal dari Meyerhoff, Terzaghi, Luciano Decourt dan sebagainya sehingga dihasilkan grafik kurva daya dukung untuk beberapa ukuran dan type tiang.

Kontrol kekuatan internal bahan dilakukan dengan mengecek besarnya tegangan yang terjadi akibat beban luar harus lebih rendah dari tegangan ijin bahan, dan Momen yang terjadi harus lebih kecil dari kekuatan momen ultimate atau momen crack dari bahan. Tiang juga perlu dicek kekuatannya pada saat berdiri sendiri, khususnya terhadap frekuensi gelombang. Frekuensi tiang harus lebih besar dari frekuensi gelombang supaya tiang tidak bergoyang dan patah.

#### ○ Defleksi Maksimum

Defleksi keseluruhan sisi bawah struktur atas dari hasil analisis struktur dengan defleksi bagian atas tiang pancang besarnya disyaratkan maksimum 4 mm. Untuk mendapatkan besarnya

defleksi horizontal (Y) dari tiang vertikal (untuk fixed-headed pile) dapat menggunakan rumus :

$$Y = \frac{H(e + Z_f)^3}{12EI}$$

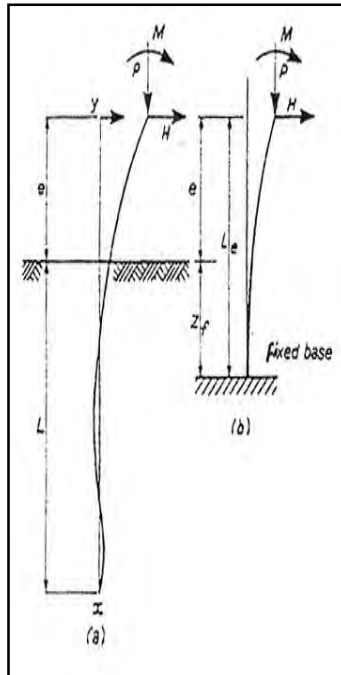
Dimana :

H = Lateral Load

e = Jarak lateral load dengan dengan muka tanah

Z<sub>f</sub> = posisi titik jepit tanah terhadap sebuah tiang pondasi

(lihat **Gambar 2.8**)



**Gambar 1.10 Posisi Titik Jepit Tiang Pancang**

(Sumber : Daya Dukung Pondasi Dalam, Wahyudi)

○ Daya dukung tiang

Dari buku Daya Dukung Pondasi Dalam (*Wahyudi, 1999*), Daya dukung tiang pondasi dapat dihitung dengan rumus Luciano De Court :

$$Q_L = Q_p + Q_s$$

$$Q_p = \alpha \times q_p \times A_p = \alpha (N_p \times K) \times A_p$$

$$Q_s = \beta \times q_s \times A_s = \beta \times \left( \frac{N_s}{3} + 1 \right) \times A_s$$

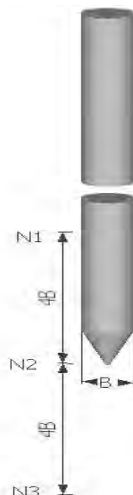
Dimana :

- $Q_L$  = Daya dukung tanah maksimum pada pondasi
- $Q_p$  = Resistance ultime di dasar pondasi
- $Q_s$  = Resistance ultime akibat lekatan lateral
- $q_p$  = Tegangan diujung tiang
- $A_p$  = Luas penampang tiang dasar
- $B$  = Diameter pondasi
- $q_s$  = Tegangan akibat lekatan lateral
- $N_s$  = Harga rata – rata SPT sepanjang tiang yang tertanam
- $A_s$  = Luas selimut tiang
- $A$  = *Base* coefficient (Tabel 2.9)
- $B$  = *Shaft* coefficient (Tabel 2.9)
- $K$  = Koefisien karakteristik tanah yang mana :
  - **Lempung murni** = 12 t/m<sup>2</sup>
  - **Lempung berlanau** = 15 t/m<sup>2</sup>
  - **Lempung berpasir** = 22 t/m<sup>2</sup>
  - **Lanau berlempung** = 20 t/m<sup>2</sup>
  - **Lanau berpasir** = 25 t/m<sup>2</sup>
  - **Pasir berlempung** = 30 t/m<sup>2</sup>
  - **Pasir berlanau** = 35 t/m<sup>2</sup>
  - **Pasir** = 40 t/m<sup>2</sup>

$\overline{N}_p$  = Harga rata – rata SPT di sekitar 4B diatas hingga 4B dibawah dasar tiang pondasi.

**Tabel 1.2 Base Coefficien ( $\alpha$ ) dan Shaft (Coefficient ( $\beta$ ))**

Pile/Soil	Bored pile		Driven pile		Injection pile	
	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$
Clay	0,85	0,85	1	1	1	3
Intermediate soil	0,6	0,65	1	1	1	3
sand	0,5	0,5	1	1	1	3



**Gambar 1.11 Letak dari Nilai-nilai N dalam Perhitungan  $N_p$**

Dengan menyamakan daya dukung tiang total dengan gaya maksimum yang bekerja pada satu tiang , maka akan didapat panjang tiang yang harus dipancang.

- Titik jepit tiang (*point of fixity*)

Posisi titik jepit tiang dari permukaan tanah ( $Z_f$ ) untuk *normally consolidated clay* dan *granular soil* adalah 1.8 T, di mana T adalah faktor kekakuan yang dihitung sebagai berikut :

$$T = \sqrt[5]{EI / n_h} \quad (\text{dalam satuan panjang})$$

dimana :

- nh = untuk cohesionless soil diperoleh dari Terzaghi,  
 = untuk normally consolidated clays  
 = 350 s/d 700 KN/m<sup>3</sup> dan soft organic silts  
 = 150 KN/m<sup>3</sup>.
- E = modulus elastisitas Young yang tergantung dari bahan tiang pancang
- I = momen inersia dari penampang tiang pancang

○ Kontrol kekuatan bahan

Kontrol kekuatan bahan dilakukan dengan mengecek besarnya momen yang terjadi pada tiang pancang harus lebih kecil dari pada momen Crack bahan. Momen pada tiang pancang didapatkan dari perhitungan SAP sedangkan momen crack bahan didapatkan dari spesifikasi bahan oleh pabrik:

$$M_{tp} < M_{crack}$$

○ Perhitungan kalendering

Perhitungan kalendering pada saat pemancangan tiang pancang berguna untuk mengetahui daya dukung dari tiang yang dipancang, dalam kata lain guna mengetahui kapan pemancangan dihentikan atau apakah kedalaman pemancangan sudah memenuhi. Final set adalah nilai penetrasi tiang pancang tiap pukulan yang bisa diperoleh dari hasil kalendering. Final set digunakan untuk menghitung daya dukung tiang pancang dengan menggunakan HILLEY FORMULA yaitu :

$$Q_u = \frac{\alpha \cdot W \cdot H}{s + 0.5C} \times \frac{W + n^2 \cdot W_p}{W + W_p}$$

Dimana :

- Q<sub>u</sub> = Daya dukung tiang (ton)  
 α = Efisiensi *hammer* yaitu :  
 = 2.5 untuk *hydraulic hammer*  
 = 1.0 untuk *diesel hammer*  
 (Kobelco → α = 0.8)



- = 0.75 untuk *drop hammer*
- W = Berat hammer (K25 = 2.5 ton; K35 = 3.5 ton)
- $W_p$  = Berat tiang pancang (ton)
- H = Tinggi jatuh *hammer* (1.9 m s/d 2 m untuk kondisi normal). Namun khusus untuk *diesel hammer*, nilai H dikalikan 2 (= 2 H)
- n = Koefisien restitusi, dimana untuk :  
 tiang kayu atau beton = 0.25  
 tiang beton tanpa *cap* = 0.40  
 tiang baja tanpa *cushion* = 0.55
- S = final set atau penetrasi tiang pada pukulan terakhir (cm atau mm/blow).

Pengamatan biasanya dilakukan rata-rata di 3 set terakhir dengan 10 pukulan setiap setnya.

- C = Total kompresi sementara (mm)  
 =  $C_1 + C_2 + C_3$

$C_1$  = Kompresi sementara dari *cushion* (*pile head* & *cap*) yang mana menurut BSP adalah :

- *Hard cushion* = 3 mm
- *Hard cushion + packing, soft cushion* = 5 mm
- *Soft cushion + packing* = 7 mm

$C_2$  = Kompresi sementara dari tiang, yang dapat dihitung dengan perumusan berikut :

$$C_2 = \frac{Q_u \cdot L}{A_p \cdot E_{pile}}$$

$C_3$  = Kompresi sementara dari tanah, di mana nilai nominal = 2.5 mm

Tanah keras (SPT  $\geq 50$ ) : 0 – 1 mm

Tanah sedang (SPT 20 – 30) : 2 – 3 mm

Tanah lunak (SPT 10 – 20) : 4 – 5 mm

Adapun pemilihan tipe *hammer* harus didasarkan pada penetrasi per set selama pemancangan yaitu tidak kurang dari 5 mm (5 blows / 25 mm) dan *final set* kira-kira 2 mm (10 – 12

blows / 25 mm). Apabila selama 3 menit mencapai 25 blows per 25 mm, maka *hammer* harus segera dihentikan.

#### 1.4 Perhitungan Struktur Cradle

Cradle ini direncanakan dengan menggunakan konstruksi baja yang terdiri dari frame baja WF. Perhitungan cradle dapat dilakukan dengan metode perhitungan struktur lentur pada SNI 03-1729-2002.

Cradle hanya terdiri dari balok yang merupakan bagian dari struktur rangka utama yang berfungsi sebagai pemikul dari beban gravitasi baik hidup maupun mati yang berada di atasnya. Dalam perencanaan balok pendekatan yang harus dilakukan:

- Kontrol Penampang
- Sayap

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} \qquad \lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}}$$

$$\frac{bf}{2tf} \leq \frac{170}{\sqrt{f_y}}$$

Dimana:

$b_f$  : lebar sayap

$t_f$  : tebal sayap

$f_y$  : kuat leleh profil baja

$f_r$  : tegangan tekan residual pada plat sayap

- Badan

$$\lambda = \frac{h}{tw} \qquad \lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}}$$

$$\frac{h}{tw} \leq \frac{1680}{\sqrt{f_y}}$$

Dimana:

$h$  : tinggi profil

$t_w$  : tebal pelat badan

$f_y$  : kuat leleh profil baja

Jika:

- Penampang kompak :  $\lambda \leq \lambda_p$   
 $M_n = M_p$

- Penampang tak kompak :  $\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r$   
$$M_n = M_p - (M_p - M_r) \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p}$$

- Penampang Langsing :  $\lambda_r \leq \lambda$   
$$M_n = M_r \left( \frac{\lambda_r}{\lambda} \right)^2$$

- Kontrol tekuk lateral  
 $L_b$  = jarak pengaku lateral

- a. Menghitung  $L_p$  dan  $L_r$

$$L_p = 1,76 \times i_y \times \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$L_r = \frac{r_y \times X_1}{(f_y - f_r)} \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 (f_y - f_r)^2}}$$

$$X_1 = \frac{\pi}{S_x} \sqrt{\frac{EGJA}{2}}$$

$$X_2 = 4 \times \frac{Cw}{I_y} \left[ \frac{Sx}{GJ} \right]^2$$

b. Bentang Pendek ( $L_b \leq L_p$ )

$$M_n = M_p$$

$$M_p = Z_x \times f_y$$

c. Bentang Menengah ( $L_p \leq L_b \leq L_r$ )

$$M_n = Cb \left[ Mr + (Mp - Mr) \frac{Lr - Lb}{Lr - Lp} \right] \leq Mp$$

$$Cb = \frac{12,5M \max}{2,5M \max + 3MA + 4MB + 3MC}$$

d. Bentang Panjang ( $L_b \geq L_r$ )

$$M_n = M_{cr} = Cb \frac{\pi}{L_b} \sqrt{EI_y GJ + \left[ \frac{\pi E}{L_b} \right]^2} I_y Cw \leq Mp$$

$$M_n = \phi M_n$$

$$\phi = 0,9$$

- Kontrol Kuat Geser

$$\text{Syarat: } Vu \leq \phi V_n$$

- $$\frac{h}{tw} \leq \frac{1100}{\sqrt{f_y}}$$

Maka  $V_n = 0,6 \times f_y \times A_w$

- Jika  $1,10 \times \sqrt{\frac{kn \times E}{f_y}} \leq 1,37 \times \sqrt{\frac{kn \times E}{f_y}}$

Maka  $V_n = 0,6 \times f_y \times A_w \times \left[ \frac{\sqrt{\frac{kn \times E}{f_y}}}{\frac{h}{tw}} \right]$

- Jika  $1,37 \times \frac{kn \times E}{f_y} \leq \frac{h}{tw}$

Maka  $V_n = \left[ \frac{A_w \times 0,9 \times kn \times E}{\frac{h^2}{tw}} \right]$

$$V_u = \phi V_n$$

$$\phi = 0,9$$

Dengan Prosedur kontrol balok profil baja diatas dapat ditentukan apakah profil memenuhi syarat dalam perencanaan struktur baja atau tidak.

## **BAB III**

### **PENGUMPULAN DAN ANALISA DATA**

#### **1.1 Umum**

Perencanaan Slipway ini berada di wilayah Perairan pantai selatan Kalimantan, tepatnya disekitar muara sungai barito Desa tabunganen, Kabupaten Barito Kuala , Provinsi Kalimantan selatan. Posisi geografinya sekitar  $3^{\circ}27'36''$  S dan  $114^{\circ}29'40''$  E .

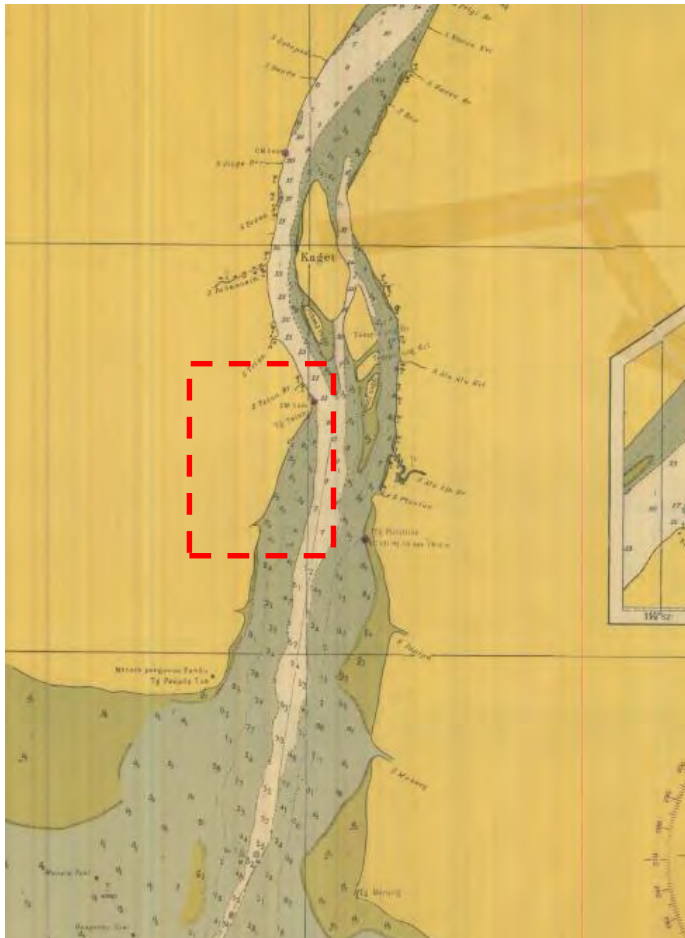
Sebelum dilakukan perencanaan detail slipway ini, terlebih dahulu perlu dilakukan pengumpulan dan analisa data. Data – data yang dipergunakan ini merupakan data sekunder yang di dapatkan oleh BMKG(Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisik) dan dari hasil Proyek dermaga trisakti Banjarmasin.

#### **1.2 Data Bathymetri**

Peta Bathymetri merupakan peta yang menunjukkan kontur permukaan dasar laut dari posisi 0.00 mLWS. Kegunaan dari peta ini adalah :

- Mengetahui kedalaman perairan dan bentuk dasar laut sehingga dapat dipergunakan untuk merencanakan kedalaman perairan yang aman bagi kapal.

Dari peta bathymetri yang bisa dilihat pada gambar **3.1** terlihat bahwa kondisi kedalaman di sekitar wilayah perairan pantai selatan Kalimantan Sungai Barito rata - rata -13 mLWS.

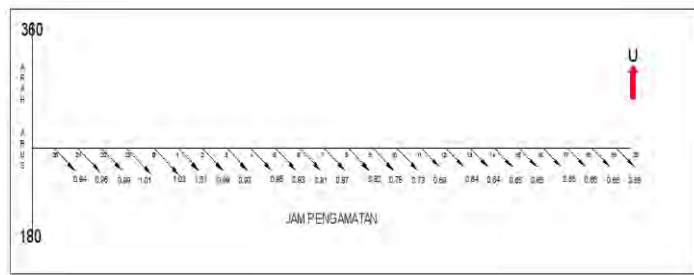


**Gambar 1.1** Peta Hydral Perairan Pantai Selatan Kalimantan, Muara Sungai Barito

### 1.3 Data Arus dan Pasang Surut

#### 1.3.1 Data Arus

Data arus pada daerah perairan pantai Selatan Kalimantan, Muara Sungai Barito bisa diambil berdasarkan hasil pengukuran dan pengamatan tanggal 11-12 januari 2011 di sungai barito kalimantan selatan, Gambar 1.2 Data Arus Perairan Pantai Selatan Kalimantan,.



**Gambar 1.2 Data Arus Perairan Pantai Selatan Kalimantan, Muara Sungai Barito**

Secara umum, dari data pengamatan arus laut dapat disimpulkan bahwa:

- kecepatan arus antara 0.65 – 1.03 m/s dengan arah arus ke tenggara dan barat laut.
- pada kondisi neap tide arah arus secara dominan menuju tenggara (SE) dengan kecepatan maksimal 1.03 m/s .
- pada kondisi spring tide arah arus secara dominan menuju tenggara (SE) dengan kecepatan maksimal 0.73 m/s.
- kecepatan arus relatif tenang dengan kondisi nyaman karena maksimum adalah 1.03 m/s, jauh lebih kecil dibandingkan dengan kecepatan arus maksimum untuk kapal bermanuver, yaitu 1.5 m/s (3 knot), sehingga besar kecepatan arus ini tidak menjadi masalah.



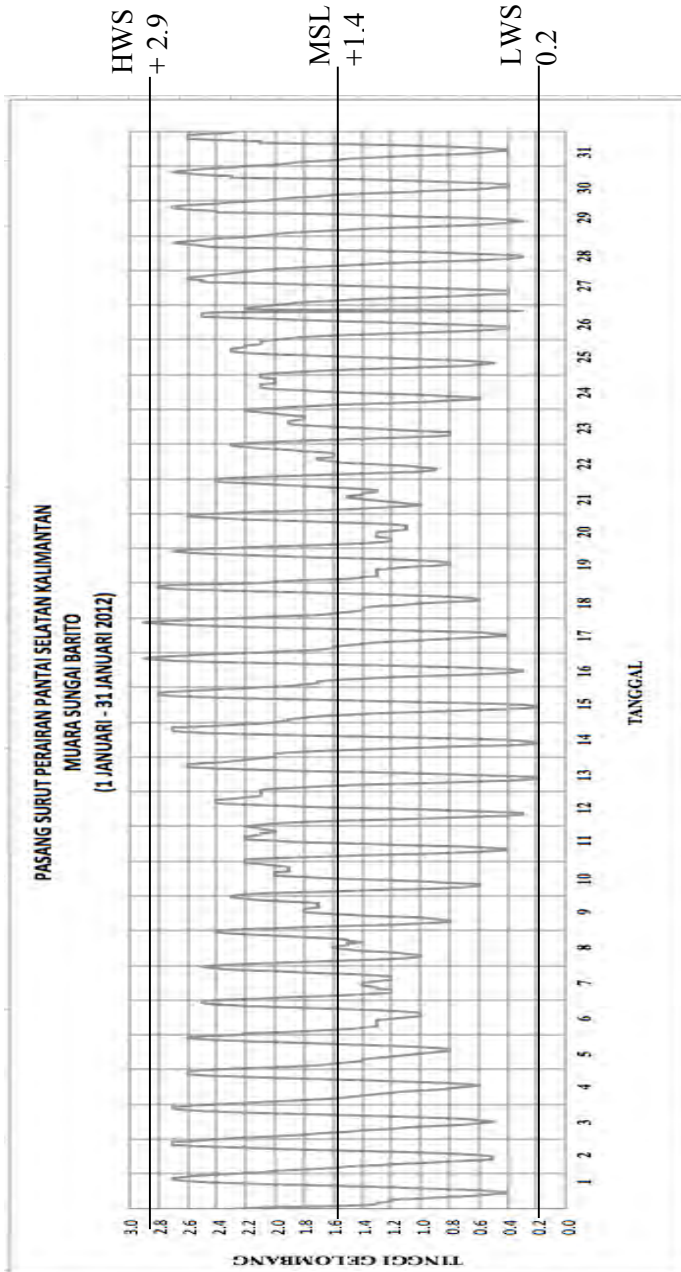
### 1.3.2 Pasang Surut

Pasang surut merupakan fenomena alam yang berupa rangkaian pola pergerakan permukaan air laut yang terjadi akibat gaya tarik-menarik antara bumi, bulan dan matahari. Rangkaian pola ini bersifat berulang-ulang karena pada saat bulan mengitari bumi pada orbitnya dengan jarak yang paling dekat dengan bumi maka akan menyebabkan air pasang (*High Water Spring*). Sebaliknya jika berada pada posisi terjauh maka akan air surut (*Low Water Spring*). Pada saat posisi bumi, bulan dan matahari berada pada satu garis lurus maka akan terjadi serangkaian pasang surut yang perbedaannya sangat besar (*Spring Tide*) sebab gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi saling mendekat. Akan tetapi jika membentuk sudut siku maka gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi akan saling mengurangi sehingga tinggi pasang surut kecil (*Neap Tide*).

Perilaku pasang surut diambil dari stasiun Karang Jamuang yang memiliki letak geografis  $06^{\circ} 55' 50''$  LS dan  $112^{\circ} 43' 10''$ BT kemudian di analisis sebagai berikut:

- Type pasang surut bersifat harian tunggal (*Diurnal Tide*)
- Beda pasang surut 2.7 m diatas mLWS
- Elevasi HWS (High Water Spring) pada +2.9 mLWS
- Elevasi LWS (Low Water Spring) pada +0.2 mLWS

Pada gambar 3.3 dapat dilihat permodelan dari grafik pasang surut



**Gambar 1.3 Grafik Pasang Surut**

#### 1.4 Data Angin

Data angin yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Maritim Perak II Surabaya adalah data angin tahun 2008 – 2010 (Tabel 3.1). Penyajian dapat diberikan dalam bentuk tabel atau *Wind Rose* agar karakteristik angin bisa dibaca dengan cepat.

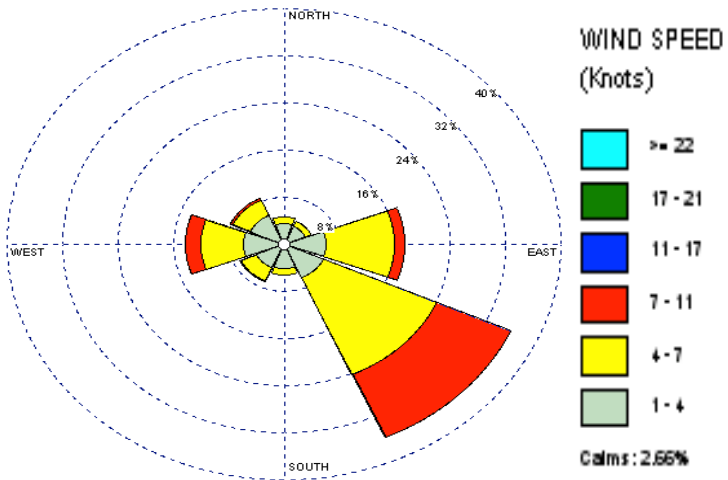
**Tabel 1.1 Data Angin Tahun 2008-2012**

Kec. Angin		Frekuensi kejadian (%)									Total
(knot)	(m/s)	calm	U	TL	T	TG	S	BD	B	BL	
calm	calm	2.662	-	-	-	-	-	-	-	-	2.662
1 sd 4	2	-	3.582	3.345	6.150	6.230	4.073	4.409	5.935	5.403	39.129
4 sd 7	3.5	-	1.147	0.934	9.792	17.836	1.126	2.349	6.109	2.819	42.112
7 sd 11	5.5	-	0.041	0.007	1.464	11.681	0.087	0.201	2.234	0.322	16.038
11 sd 17	8.5	-	0.0	0.0	0.0	0.034	0.0	0.009	0.016	0.0	0.059
Total			4.770	4.286	17.407	35.782	5.287	6.968	14.295	8.544	100.0

(Sumber : BMKG Maritim Perak II Surabaya )

Dari tabel di atas dapat ditampilkan model *Wind Rose* untuk perairan pantai Selatan Kalimantan, Muara Sungai Barito dapat dilihat pada gambar 3.4

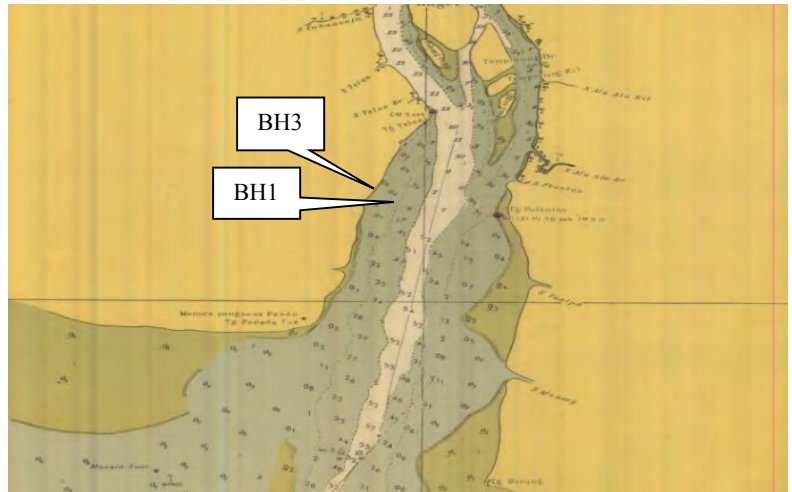
Dari Analisa data didapatkan angin dominan dari arah Tenggara (17.836%) dengan kecepatan angin sebesar 4 - 7 knot atau 3.5 m/s. Namun ada yang mencapai 7 – 11 knot ke arah Tenggara tetapi tidak dominan dengan presentasi 11.681%.



**Gambar 1.4 Wind Rose Perairan Pantai Selatan Kalimantan, Muara Sungai Barito**

## 1.5 Data Tanah

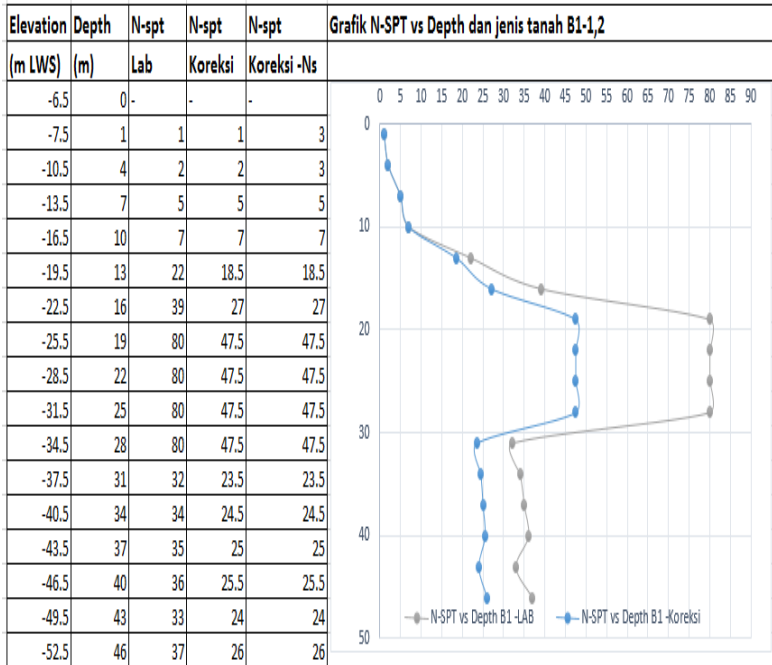
Survey data tanah bertujuan untuk merencanakan struktur bagian bawah slipway. Beberapa pengambilan data tanah yang dilakukan adalah dengan pengeboran dengan mesin bor dan pompa dengan tenaga diesel. Kedudukan titik bor dilakukan dengan bantuan alat teodolit. Kemudian contoh dari hasil pemboran ini disajikan dalam bentuk *booring log*. Kedudukan titik bor (**Gambar 3.10**) dan keadaan umum tanah di lokasi dapat dilihat pada **Tabel 3.2**.



**Gambar 1.5 Lokasi Titik Boring dan SPT di Muara Sungai Barito**

**Tabel 1.2 Koordinator Letak Titik Bor dan Deskripsi Tanah**

Titik Bor	Koordinat		Kedalaman	N-SPT	Deskripsi
	X	Y	(m)		
BH 1	0228338	9631367	0,00 - 15,00	1~39	Lanau Berpasir Putih, Keras
			15,00 - 30,00	80	Pasir, Putih, Sangat Keras
			30,00 - 45,00	30~40	Lanau Perpasir Putih, Keras
BH 3	0228597	9631463	0,00 - 15,00	1~40	Lanau Berpasir Putih, Keras
			15,00 - 30,00	50~80	Lanau Berpasir Putih, Keras
			30,00 - 45,00	80	Pasir, Putih, Sangat Keras

**Tabel 1.3 Borelog BH-1**

*Sumber : Bore Log Dermaga Terminal Peti Kemas  
Banjarmasin , Kalimantan Selatan*

**Tabel 1.4 Borelog BH-3**

Elevation	Depth	N-spt	N-spt	N-spt	Grafik N-SPT vs Depth dan jenis tanah B3-1,2
(m LWS)	(m)	Lab	Koreksi	Koreksi -Ns	
-4.9	0	-	-	-	
-5.9	1	1	1	3	
-8.9	4	3	3	3	
-11.9	7	7	7	7	
-14.9	10	11	11	11	
-17.9	13	40	27.5	27.5	
-20.9	16	49	32	32	
-23.9	19	56	35.5	35.5	
-26.9	22	80	47.5	47.5	
-29.9	25	80	47.5	47.5	
-32.9	28	80	47.5	47.5	
-35.9	31	80	47.5	47.5	
-38.9	34	80	47.5	47.5	
-41.9	37	80	47.5	47.5	
-44.9	40	80	47.5	47.5	
-47.9	43	80	47.5	47.5	
-50.9	46	80	47.5	47.5	

*Sumber : Bore Log Dermaga Terminal Peti Kemas  
Banjarmasin , Kalimantan Selatan*

#### ✚ Contoh Perhitungan :

Perhitungan Daya Dukung 1 Tiang Pancang Baja :

Tipe pondasi : (Driven) Steel pipe pile

Diameter : 609,6 mm

Lokasi : Borelog (BH-3)

Kedalaman : -7.00m (dari river-bed)

✓ Harga N-SPT :

Pada kedalaman 7meter N-SPT hasil lab yaitu 50.

Harus dikoreksi dengan rumus  $N=15+0,5(N-15)$ , untuk harga  $N-SPT > 15$  dan berada di bawah muka air tanah.

Jadi  $N-SPT_{\text{koreksi}} = 32,5$  pukulan

- ✓  $A_P$  (luas penampang dasar tiang steel pile) :  
 $= 0,25 \pi d^2 = 0,25 \times \pi \times (0,6096)^2 = 0,29186 \text{ m}^2$
- ✓  $A_S$  (luas selimut= keliling tiang x kedalaman yg ditinjau)  
 $= \pi \cdot d \times \text{depth} = \pi \cdot 0,6096 \text{ m} \cdot 7 \text{ m} = 13,4058 \text{ m}^2$
- ✓  $N_P$  (rata-rata  $N-SPT_{\text{koreksi}}$ )  
 4B diatas ujung tiang, dan 4B dibawah ujung tiang.  
 $= (32,5 + 32,5 + 32,5)/3 = 32,5$  pukulan.
- ✓  $N_S$  (rata-rata nilai  $N-SPT$  disepanjang tiang terbenam)  
 Yang telah dikoreksi dengan syarat batasan  $N-SPT$ :  

$$3 \leq N \leq 50$$

$$N_S = [(3 \times 4) + (32,5 \times 11)]/15 = 24,63 \text{ blows}$$
- ✓ Koefisien karakteristik tanah (K)  
 Pada kedalaman -7.00 m jenis tanahnya lempung sangat keras, disimpulkan batu pasir berlempung ( $n-spt > 50$ ) jadi koefisien  $K = 30 \text{ t/m}^2$
- ✓ Base coefficient ( $\alpha$ ) dan Shaft (Coefficient ( $\beta$ ))  
 Untuk Driven pile /tiang pancang (lihat tabel 2.9)  
 $\alpha = 1$  ;  $\beta = 1$
- ✓ Resistance ultimate di dasar pondasi ( $Q_P$ )  

$$Q_P = q_p \times A_P \times \alpha = (N_P \times K) A_P \alpha$$

$$= (32,5 \text{ blows} \times 30 \text{ t/m}^2) \times 0,29186 \text{ m}^2 \times 1 = 284,56 \text{ ton}$$



- ✓ Resistance ultimate akibat lekatan lateral ( $Q_s$ )

$$Q_s = q_s \times A_s \times \beta = [(N_s/3)+1] \times A_s \times \beta$$

$$= [(24,63/3)+1] \times 13,4058 \text{ m}^2 \times 1$$

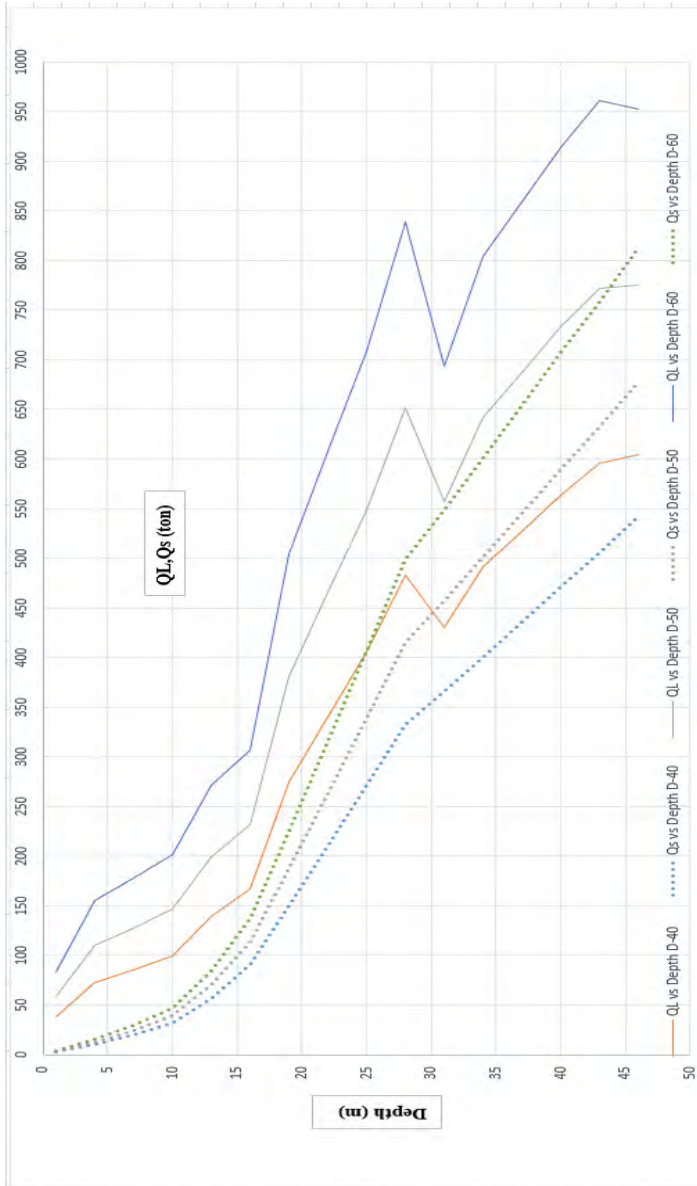
$$= 123,467 \text{ ton}$$

- ✓ Daya dukung tanah maximum pada pondasi ( $Q_L$ )

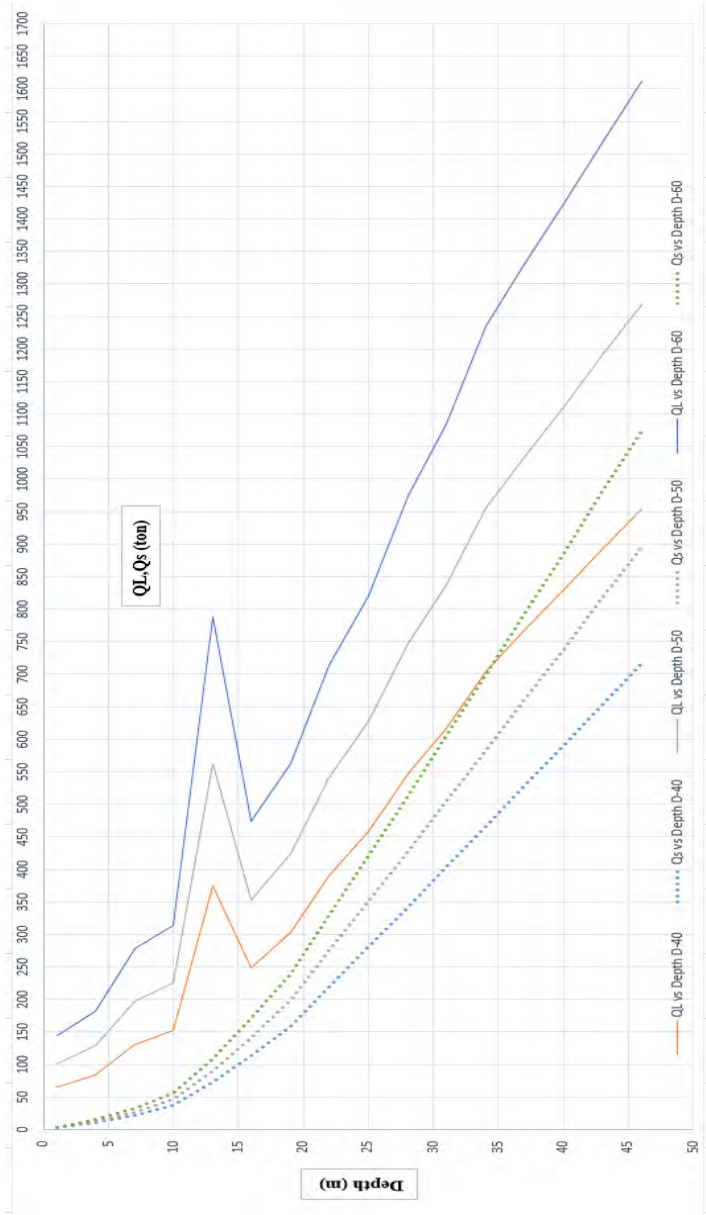
$$Q_L = Q_p + Q_s$$

$$= 284,56 \text{ ton} + 123,467 \text{ ton} = 408,027 \text{ ton}$$

Untuk BH-3, setiap kedalaman dihitung  $Q_L$  -nya kemudian diplot dalam grafik yang hasilnya terlihat pada **Gambar 3.6** dan **Gambar 3.7**.



**Gambar 1.6 Daya Dukung Driven Pile Ø40,50,60 cm di BH-1**



Gambar 1.7 Daya Dukung Driven Pile Ø40,50,60 cm di BH-3

### **Hasil Analisa Data Tanah :**

Data tanah diperoleh dari hasil penyelidikan di 6 titik bor, dengan 2 titik bor berada pada area rencana slipway yaitu BH 1 dan BH 3, lihat **Tabel 3.2**. Dari hasil titik bor tersebut didapatkan nilai SPT (Standart Penetration Test) dan karakteristik fisik tanah.

Pada saat dilakukan pengeboran pada BH 1 kedalaman air mencapai 6.5 meter, kemudian lapisan tanah 20 meter dibawah dasar sungai memiliki SPT = 1-5 , dengan deskripsi tanah lanau berlempung sangat lunak. Selanjutnya lapisan tanah dibawahnya setebal 20 meter memiliki jenis tanah pasir, memiliki SPT = 39-80. Proses boring dilakukan hingga kedalaman 61 meter dibawah dasar sungai, nilai SPT = 39-80, namun terdapat 3 lapisan tanah berbeda. Lapisan tanah pasir, berwarna putih, sangat keras setebal 20 meter pada kedalaman -40,5 sampai -52,5 dari dasar sungai. Lapisan lanau berlempung, abu-abu muda, keras setebal 15 meter pada kedalaman -52,5 sampai -67,5 dibawah dasar sungai.

Pada saat dilakukan pengeboran pada BH 3 kedalaman air mencapai -0,5 meter. Pada kedalaman 20 meter di bawah dasar sungai SPT = 1-3, jenis tanah lanau berlempung, abu-abu, sangat lunak. Selanjutnya lapisan tanah dibawahnya setebal 30 meter, memiliki jenis tanah yang sama, namun memiliki SPT = 5-11. Proses boring dilakukan hingga kedalaman 61 meter dibawah dasar sungai, nilai SPT = 80. Lapisan pasir berlanau, putih, sangat keras setebal 30 meter pada kedalaman -33.0 sampai -65.9 dari dasar sungai.

Secara umum lapisan tanah yang mendominasi adalah lanau berlempung dan pasir berlanau.

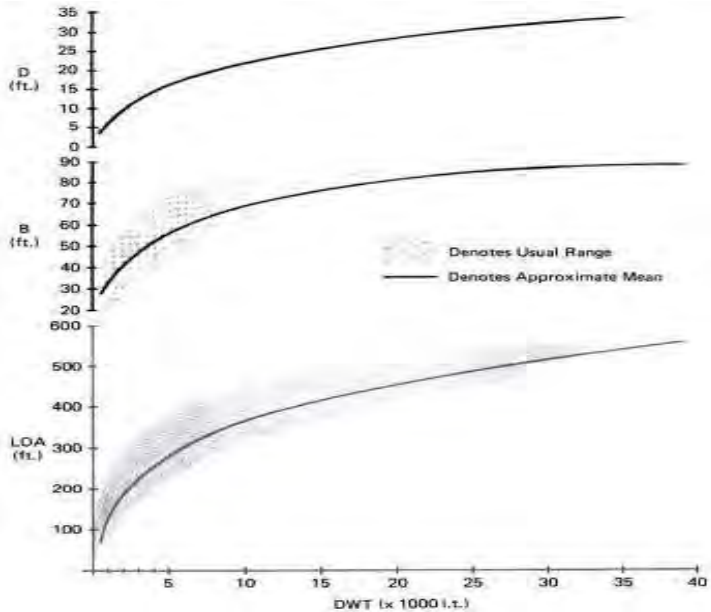
## **1.6 Data Kapal**

Data kapal mencakup ukuran baik berat maupun dimensinya. Struktur *Slipway* direncanakan untuk kapal tongkang dengan kapasitas 10.000 DWT. Mengacu pada

“Design of marine facilities for the berthing, mooring, and repair of vessels, John Gaythwaite, 2004” spesifikasi kapal tongkang yang disarankan untuk kapasitas 10.000 DWT, terlihat pada **Gambar 3.8**.

**Spesifikasi Kapal Tongkang :**

Vessel type	= Flat Top Deck Cargo Barge (400 ft. x 92 ft. x 20 ft.)
LOA (Length of Overall)	= 400ft. (122 m)
Breadth	= 92 ft. (28 m)
Depth	= 20 ft. (6.1 m)
DWT	= 10,000 tons
GRT	= 5,809 tons
NRT	= 1742 tons
Deck strength	= 15 tons/m <sup>2</sup>



**Gambar 1.8 Dimensi Kapal Tongkang**

(Sumber: John Gaythwaite, 2004)

## **BAB IV**

### **PERENCANAAN LAYOUT**

#### **1.1 Umum**

Perencanaan layout suatu fasilitas galangan kapal perlu direncanakan dengan seksama. Galangan kapal dalam hal ini tipe slipway harus memiliki dimensi dan elevasi yang cukup untuk melayani keperluan perbaikan kapal maupun pembuatan kapal. Dimensi dan elevasi slipway di desain untuk bisa dioperasikan pada saat kondisi air pasang maksimum dan surut maksimum.

#### **1.2 Kondisi Eksisting**

Fasilitas ini yang terdiri dari slipway terletak di muara Sungai Barito. Dengan Lebar sungai 1000 m hingga 1200 m di beberapa tempat tertentu dan kedalam air mencapai 11 m- 15 m. Sedangkan kebutuhan kedalaman perairan untuk kapal 10.000 DWT minimal -4.5 m.

#### **1.3 Perencanaan Dimensi**

Slipway direncanakan dapat menaikan kapal 10.000 DWT. Panjang dari slipway umumnya berkisar antara 2- 2,5 kali panjang kapal maksimum yang direncanakan akan dinaikkan. Kapal yang dijadikan sebagai perencanaan adalah kapal Tongkang dengan ketentuan :

Spesifikasi Kapal Tongkang :

Vessel type = Flat Top Deck Cargo Barge  
(400 ft. x 92 ft. x 20 ft.)

LOA (Length of Overall) = 400ft. (122 m)

Breadth = 92 ft. (28 m)

Depth = 20 ft. (6.1 m)

DWT = 10,000 tons

$$\text{Draft} = 4.5 \text{ m}$$

**Perhitungan :**

- Panjang Area kerja slipway

$$L_r = LOA + 2a + 2b$$

Dengan :

$$L_c = \text{Panjang Maksimum Kapal Rencana (LOA)} ; \\ 142 \text{ m}$$

$$a = \text{Lebar ruang kerja } 2\text{-}4 \text{ m}$$

$b = \text{Jarak Minimum untuk akses pekerja bagian belakang, dan samping kapal } 1,5 \text{ m}$

Jadi panjang area kerja slipway adalah :

$$L_r = LOA + 2a + 2b \\ = 122 + (2 \times 2) + (2 \times 1,5) \\ = 129 \text{ m} \sim 150 \text{ m}$$

- Lebar Area kerja slipway

$$B_r = B + 2a + 2b$$

Dengan :

$$B = \text{Lebar maksimum kapal rencana} ; 19 \text{ m}$$

$$a = \text{Lebar ruang kerja } 1\text{-}2 \text{ m}$$

$b = \text{Jarak Minimum untuk akses pekerja bagian belakang, dan samping kapal } 1 \text{ m}$

Jadi lebar Area kerja slipway adalah :

$$B_r = B + 2a + 2b \\ = 28 + (2 \times 1) + (2 \times 1) \\ = 32 \text{ m} \sim 30 \text{ m}$$

Sedangkan untuk perhitungan panjang landasan slipway yang tercelup air adalah sebagai berikut :

- Sarat kapal kosong adalah

$$T_o = (LWT + 10\% LWT) : (L \times B \times C_b \times \gamma)$$

Dengan :

$$LWT = \text{Berat kapal kering (ton)} ; 4521.12 \text{ ton}$$

$L$  = lebar kapal (m); 28 m  
 $C_b$  = koefisien block kapal ; 0,60  
 $\gamma$  = berat jenis air laut ( $\text{ton/m}^3$ ) ; 1,028  
 Jadi sarat kapal kosong adalah :  
 $T_o = (LWT + 10\% LWT) : (L \times B \times C_b \times \gamma)$   
 $= (4521.12 + 452) / (122 \times 28 \times 0.60 \times 1.028)$   
 $= 2.36 \text{ m} \sim 3 \text{ m}$

- Kedalaman Air diujung Landasan Slipway :

$$H_p = T_o + h \text{ cradle} + 2/3 \text{ LOA} \cdot \tan \theta$$

Dengan :

$T_o$  = Sarat kapal kosong  
 $h \text{ cradle}$  = Tinggi cradle ; 1 m  
 $\text{LOA}$  = Panjang maksimum kapal ; 122 m  
 $\theta$  = Sudut kemiringan Slipway :  $2^\circ$

Jadi kedalaman air diujung landasan slipway adalah :

$$\begin{aligned}
 H_p &= T_o + h \text{ cradle} + 2/3 \text{ LOA} \cdot \tan \theta \\
 &= 3 + 1 + 2/3 \cdot 122 \cdot \tan 2 \\
 &= 6.84 \text{ m} \sim 7 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan lain

$$H_p = 1,25 (T_o + h_s) + h_w + \text{allowance}$$

Dengan :

$h_s$  = tinggi cradle ; 1m  
 $h_w$  = selisih antara ketinggian air maksimum  
 dengan ketinggian air minimum ; 2,7 m

Jadi kedalaman air diujung landasan slipway adalah

$$\begin{aligned}
 H_p &= 1,25 (T_o + h_s) + h_w + \text{allowance} \\
 &= 1,25 (3 + 1) + 2,7 + 0.5 \\
 &= 8.2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Diambil  $H_p$  terkecil 7 m

- Panjang landasan slipway yang tercelup air adalah



$$L_w = h_p / \tan \theta$$

Dengan :

$H_p$  = kedalaman air diujung landasan slipway ; 7 m

$\theta$  = Sudut kemiringan Slipway ;  $2^\circ$

Jadi Panjang landasan slipway yang tercelup air (peluncur) adalah :

$$\begin{aligned} L_w &= h_p / \tan \theta \\ &= 7 / \tan 2 \\ &= 200,45 \text{ m} \sim 205 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jadi Total Panjang slipway adalah

$$\begin{aligned} L \text{ slipway} &= L_w + L_r + \text{Freezone} \\ &= 205 + 150 + 5 \\ &= 360 \text{ m} \end{aligned}$$

Dalam penentuan ukuran panjang total slipway, ada beberapa aspek yang harus diperhatikan, yaitu :

- Pada saat kondisi perairan pasang air tertinggi, kapal yang sedang doking (posisi kapal area kerja) harus masih berada di atas permukaan air. Atau dengan kata lain area kerja kapal ( $L_r$ ) harus dikasih spasi beberapa meter dari batas ketinggian air maksimum yang menjangkau daratan.
- Pada saat kondisi perairan surut, kedalaman perairan diujung landasan harus tetap lebih besar daripada ketinggian sarat air kapal dan cradle tetap pada posisinya. Sehingga pada saat surut maksimum, kapal diharapkan masih bisa melakukan doking.

#### 1.4 Perencanaan Elevasi Slipway

Elevasi Slipway dipengaruhi oleh pertama besarnya kapal yang akan dinaikan atau diturunkan, Kedua oleh fluktuasi pasang surut.

1. Elevasi ujung Slipway yang tercelup air (peluncur)

Bagian ini akan didesain berdasarkan perhitungan dimensi dimana di perlukan kedalaman air diujung landasan (hp) sebesar 11 m. Sehingga

$$\text{El.hp} = - 7 \text{ m} + \text{Hws}$$

$$\text{El.hp} = - 4.1 \text{ mLWS}$$

## 2. Elevasi Slipway area kerja

Elevasi area kerja biasanya terletak di ketinggian air rata-rata. Namun, jika terjadi perbedaan ketinggian air besar, maka akhir bagian ini harus ditempatkan di atas level air rata-rata. Dengan demikian ketinggian tepi bagian atas slipway area kerja (hg) atas permukaan air rata-rata harus dihitung berikut :

$$\text{hg} = (\text{Lr} + \text{Freezone}) \cdot \tan \theta$$

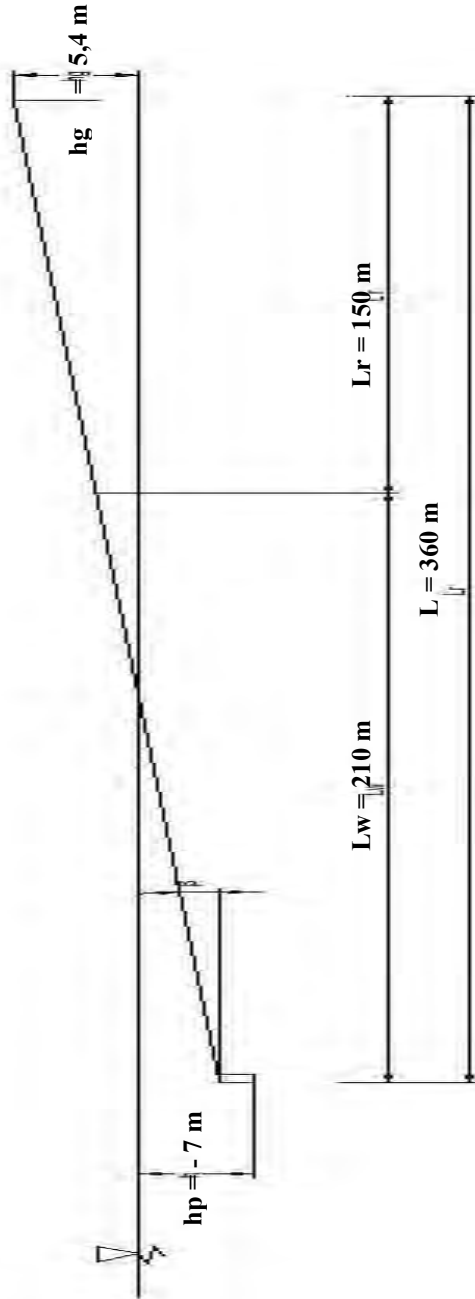
dengan :

$$\text{Lr} = \text{panjang area kerja slipway; } 150 \text{ m}$$

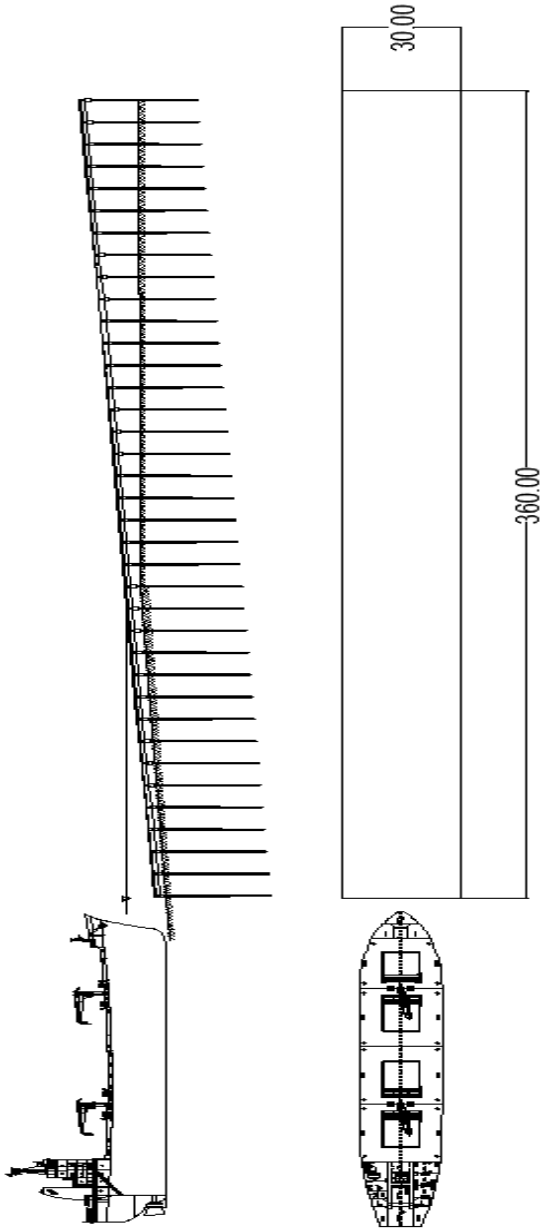
$$\theta = \text{Sudut kemiringan Slipway ; } 2^\circ$$

Jadi El.slipway area kerja adalah :

$$\begin{aligned} \text{hg} &= (\text{Lr} + \text{Freezone}) \cdot \tan \theta \\ &= (150 + 5) \cdot \tan 2^\circ \\ &= 5.4 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 1.1 Skesta Dimensi dan Elevasi Slipway



Gambar 1.2 Sketsa Layout Slipway

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## **BAB V**

### **KRITERIA DESAIN**

#### **1.1 Peraturan Yang Digunakan**

Dalam perencanaan ini digunakan beberapa peraturan sebagai dasar dalam perencanaan yaitu:

- Dock And Harbour Engineering Volume 1 (The Design Of Docks), 1968
- Marine Structures Engineering (Specialized Applications)
- Standard Criteria of Port in Japan (OCDI), 2002
- Peraturan Beton Indonesia (PBI) 1971
- Maritime Structures Part 3
- British Standart 6349-3 : 1988 (Design of Dry Dock, Lock and Slipway)
- SNI 03-1729-2002

#### **1.2 Kualitas Material**

##### **1.2.1 Mutu Beton**

Mutu beton yang direncanakan memiliki kuat tekan karakteristik (K) sebesar K350. Berikut kualifikasi dari beton yang digunakan:

- kuat tekan karakteristik K350 = 350kg/cm<sup>2</sup> (benda uji kubus 15x15cm) = 35 Mpa

konversi :

$f'_c$  = kuat tekan beton yang disyaratkan (silinderØ15cm)

$$f'_c = [0,76 + 0,2 \log (35\text{Mpa}/15)]35\text{Mpa}$$

$$= 0,8336 \times 35 \text{ Mpa} = 29,176 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 29 \text{ Mpa (benda uji silinder)}$$

- Modulus Elastisitas diambil berdasarkan PBI 1971

$$E_c = 6400\sqrt{350 \text{ kg.cm}^{-2}} = 1.197 \times 10^5 \text{ kg.cm}^{-2}$$

$$\sigma'_{bk} = 350 \text{ kg/cm}^2 \text{ (PBI Tabel 4.2.1)}$$

$$E_b = 6400 \sqrt{\sigma_{bk}} = 6400 \sqrt{350} = 119733.04 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = \frac{E_a}{E_b} = \frac{2.1 \times 10^6}{119733.04} = 17.54$$

$$\sigma_{b'} = 0.33 \sigma_{bk} = 0.33 \times 350 = 115.5 \text{ kg/cm}^2$$

- Tebal selimut beton (decking) untuk :
  - Pelat 8.0 cm
  - Balok 8.0 cm

### 1.2.2 Mutu Baja Tulangan

Mutu baja tulangan yang digunakan adalah baja tulangan U-39. Berikut ini data mutu baja berdasarkan PBI 1971:

- $\sigma_{au}$  = Tegangan leleh karakteristik  
= 3900 kg/cm<sup>2</sup>
- $E_a$  = 2,1 x 10<sup>6</sup> kg/cm<sup>2</sup>
- $\sigma_a$  = Tegangan Tarik/tekan baja akibat beban tetap (PBI 1971 Tabel 10.4.1)  
= 2250kg/cm<sup>2</sup>
- $\sigma_{au}^*$  = Tegangan Tarik/tekan yang diijinkan (Tabel 10.4.3)  
= 3390kg/cm<sup>2</sup>

Diameter Tulangan = 16 mm ( untuk pelat )  
= 22 dan 29 mm ( untuk balok )

### 1.2.3 Mutu Baja

Mutu baja yang digunakan adalah baja dengan jenis BJ 41 Dengan spesifik sebagai berikut :

- $f_u$  = Tegangan putus minimum  
= 410 Mpa

- $f_u$  = Tegangan leleh minimum  
= 250 Mpa
- $E$  = Modulus elastisitas  
= 200.000 MPa
- $G$  = Modulus geser  
= 80.000 MPa
- $\mu$  = 0,3
- $\alpha$  = Koef. pemuaian  
=  $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

### 1.3 Kreteria Kapal Rencana

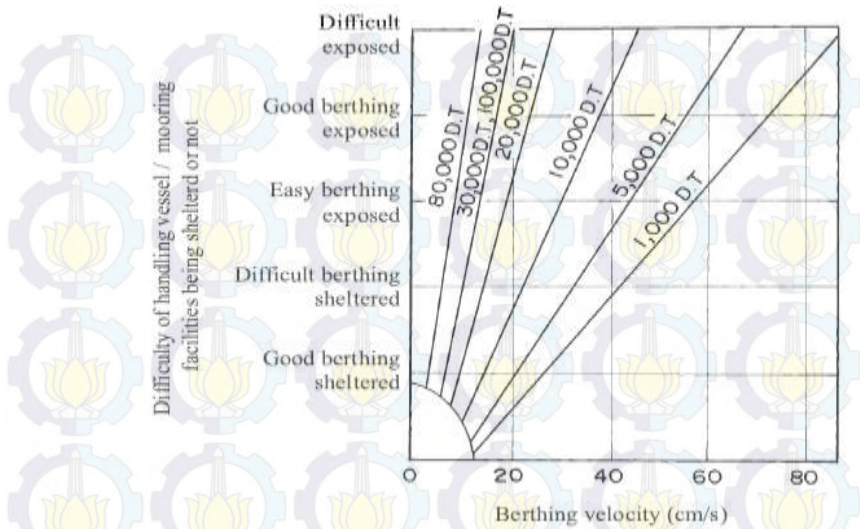
Dalam Tugas Akhir ini kapal dengan kapasitas 10.000 DWT yang direncanakan dinaikan ke slipway mempunyai data sebagai berikut:

#### Spesifikasi Kapal Tongkang :

Vessel type	= Flat Top Deck Cargo Barge (400 ft. x 92 ft. x 20 ft.)
LOA (Length of Overall)	= 400ft. (122 m)
Breadth	= 92 ft. (28 m)
Depth	= 20 ft. (6.1 m)
DWT	= 10,000 tons
GRT	= 5,809 tons
NRT	= 1742 tons
Deck strength	= 15 tons/m <sup>2</sup>

Menurut *OCDI (berthing velocity)* kapal dengan dengan data diatas, diperkirakan berlabuh dengan kecepatan 20 cm/s ,dengan asumsi kondisinya cukup sulit berlabuh, perairan terlindung (*Good berthing sheltered*).





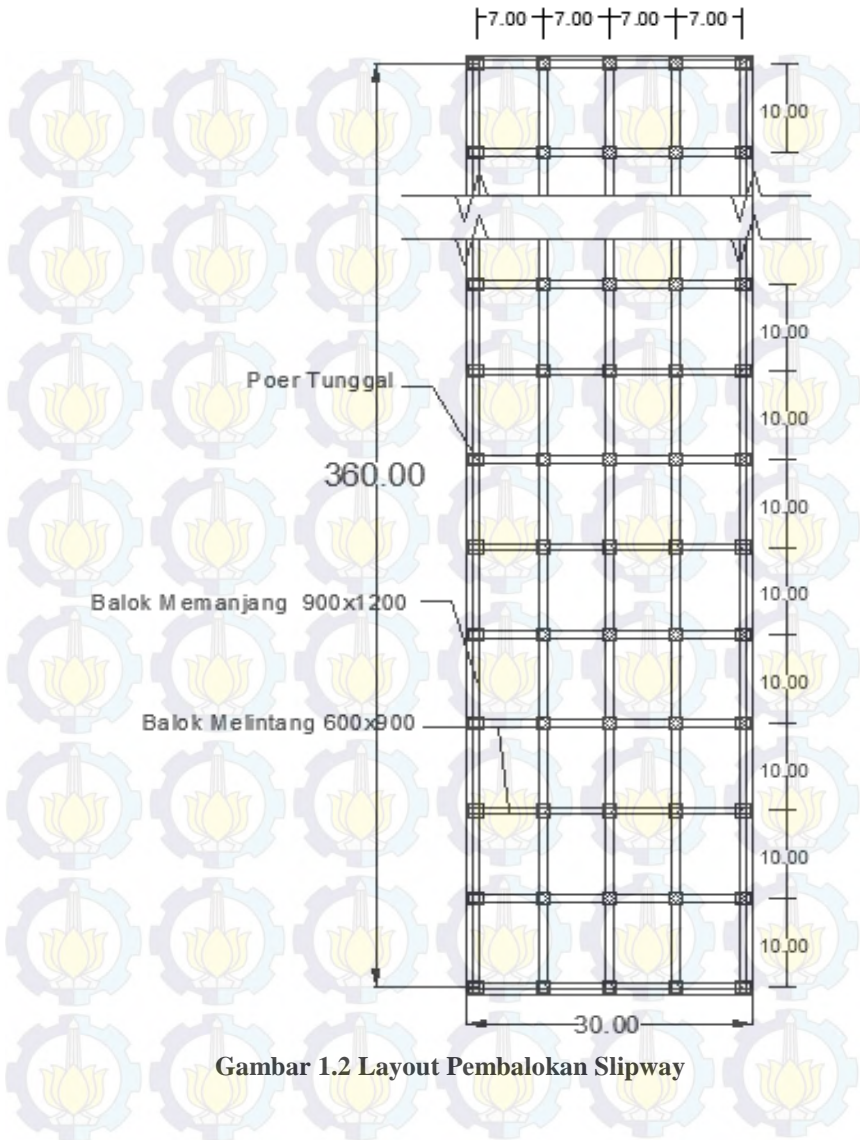
**Gambar 1.1** Hubungan Antara Kondisi Saat Berlabuh dan Kecepatan Labuh Kapal Berdasarkan Ukuran  
(Sumber: OCDI 2002 Part II, Chapter 2)

#### 1.4 Desain Dimensi Struktur Slipway

Berikut ini adalah desain dimensi struktur slipway :

Panjang slipway	: 360 m
Lebar slipway	: 30 m
Balok Melintang	: 60 x 90 cm
Balok Memanjang	: 90 x 120 cm
Tebal Poer	: 120 cm
Poer tiang tunggal	: 120 cm x 120 cm
Diameter Tiang Pancang	: $\varnothing = 60,96$ cm
Steel Pipe Pile JIS A 5525 STK 41	
Tebal	: 1,6 cm
Baja	: 101,6 cm
Tebal	: 19 mm

Untuk layout pembalokan dapat dilihat pada **Gambar 5.2**



Gambar 1.2 Layout Pembalokan Slipway

## 1.5 Pembebanan Struktur Slipway

Perhitungan beban dihitung dari beban yang bekerja di slipway yaitu :

### 1.5.1 Beban mati

Beban mati merupakan berat dari struktur.

Berat beton bertulang diambil =  $2900 \text{ kg/m}^3 = 2,9 \text{ t/m}^3$

(Sumber: *Technical Standars for Port and Harbour in Japan*).

Sehingga berat tambahan konstruksi adalah :

Berat rel tipe 54 =  $0.05443 \text{ t/m}^2$

### 1.5.2 Beban Hidup

#### 1.5.2.1 Beban Kapal

Beban Kapal yang maksud ialah berat kapal dengan muatan kosong yang akan menaiki atau menuruni slipway. Lebih spesifiknya ialah berat LWT kapal. LWT adalah berat baja kapal dan machinery atau bobot mati kapal hasil dari perhitungan pada saat kapal kosong. Untuk mendapatkan nilai LWT kapal, maka terlebih dahulu menghitung berat total kapal (DT).

#### Spesifikasi Kapal Tongkang :

Vessel type = Flat Top Deck Cargo Barge  
(400 ft. x 92 ft. x 20 ft.)

LOA (Length of Overall) = 400ft. (122 m)

Breadth = 92 ft. (28 m)

Depth = 20 ft. (6.1 m)

DWT = 10,000 tons

GRT = 5,809 tons

NRT = 1742 tons

Deck strength =  $15 \text{ tons/m}^2$

Dengan menggunakan rumus perhitungan displacement dijelaskan di dalam Standard Criteria of Port in Japan (OCDI), 2002 :

Asumsi untuk Kapal 10.000DWT :

$$\log(DT) = 0,51 + 0,913 \log(DWT) \dots \dots \text{OCDI}$$

$$\log(DT) = 0,51 + 0,913 \log(10.000)$$

$$\log(DT) = 4,162$$

$$DT = 14521,12 \text{ Ton}$$

$$DT = LWT + DWT$$

$$LWT = DT - DWT$$

$$LWT = 14521,12 - 10.000$$

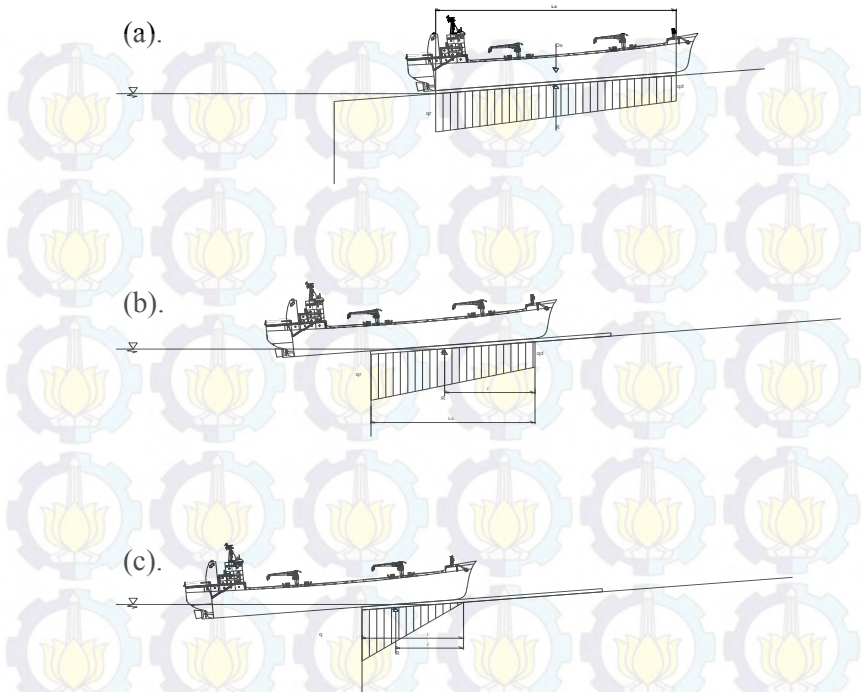
$$= 4521,12 \text{ ton}$$

Beban LWT kapal akan terdistribusi secara merata ke cradle, yang akan di teruskan ke rel dan ke struktur utama slipway.

Untuk melakukan permodelan pada program SAP , beban kapal dimodelkan dengan tiga tahapan menurut Mazurkiewicz (1980) dijelaskan di dalam Marine Structure Engineering. Tahap pertama(a) pada saat seluruh bagian kapal telah duduk di cradle.

Tahap kedua(b) pada saat 2/3 bagian kapal menaiki cradle. Dan selanjutnya, tahap ketiga (c) pada saat kapal pertama kali menyentuh cradle.





**Gambar 1.3 Tahapan Permodelan Beban Kapal Pada Program SAP2000**

### 1.5.2.2 Beban Cradle

Beban cradle sebagai beban hidup yang menopang kapal di atas struktur slipway. Berat cradle diassumsikan 6 %- 10% dari beban kapal Dengan memilih berat sebesar 10 % , maka didapat :

$$\begin{aligned}
 W_{\text{cradle}} &= 10 \% \times \text{Beban Kapal} \\
 &= 10 \% \times 4521,12 \text{ ton} \\
 &= 452,112 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

### 1.5.2.3 Gaya Tarik Akibat Angin

Berdasarkan Bab III Pengumpulan Data dan Analisa di dapat data kecepatan angin rata-rata dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Maritim Perak II Surabaya adalah sebesar 6,5 knot (= 3,4 m/s). Untuk mendapat kondisi terkritik diasumsikan angin datang membentuk sudut  $90^0$  dengan sumbu memanjang kapal pada saat menaiki atau menuruni slipway.

Maka, tekanan akibat angin pada kapal yang tertambat ( $P_w$ ) adalah sebagai berikut :

$$P_w = C_w \left( A_w \sin \phi + B_w \cos \phi \right) \frac{V_w^2}{1600}$$

Dimana :

$P_w$  = Tekanan angin pada kapal yang bertambat

$C_w$  = Koefisien tekanan angin

$C_w = 0,8$  (angin dari belakang)

$C_w = 1,3$  (angin dari samping)

$B_w$  = Luasan proyeksi arah muka (melintang) kapal

= [(depth-draft) x lebar kapal]

$A_w$  = Luasan proyeksi arah memanjang, di atas air

= [panjang kapal x (depth - draft)]

$B_w$  = Draft x lebar

=  $8,3 \times 19$

$B_w = 157,7 \text{ m}^2$

$A_w$  = LOA . (tinggi - draft)

=  $142 \cdot (12 - 8,3)$

$A_w = 525,4 \text{ m}^2$

$\phi$  = Sudut arah datang angin

=  $90^0$

$V_w$  = Kecepatan angin

=  $3,4 \text{ m/s}$

Maka besarnya gaya tarik akibat angin yang :

- Tegak lurus dengan sumbu kapal

$$P_w = 1,3(525,4 \sin 90^\circ + 157,7 \cos 90^\circ) \frac{3,4^2}{1600}$$

$$= 4,94 \text{ ton}$$

- Sejajar dengan sumbu kapal

$$P_w = 0,8(525,4 \sin 0^\circ + 157,7 \cos 0^\circ) \frac{3,4^2}{1600}$$

$$= 0,91 \text{ ton}$$

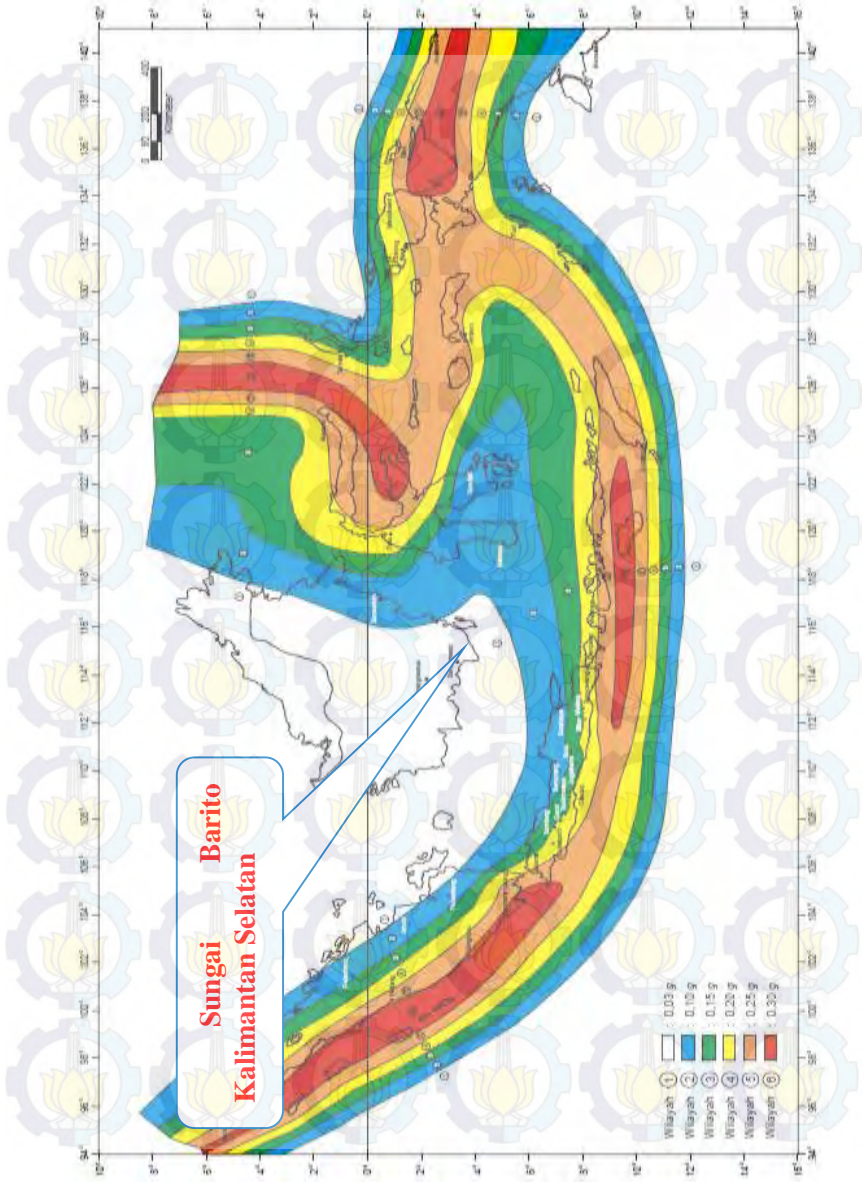
#### 1.5.2.4 Input Gaya Gempa

Berdasarkan **Gambar 5.3** Muara Sungai Barito, Kalimantan Selatan merupakan wilayah yang masuk dalam **Zone Gempa 1** dengan jenis tanah lunak (soft soil, sehingga ditetapkan spektrum respons seperti pada **Gambar 5.4**.

Dan scale factor diisi

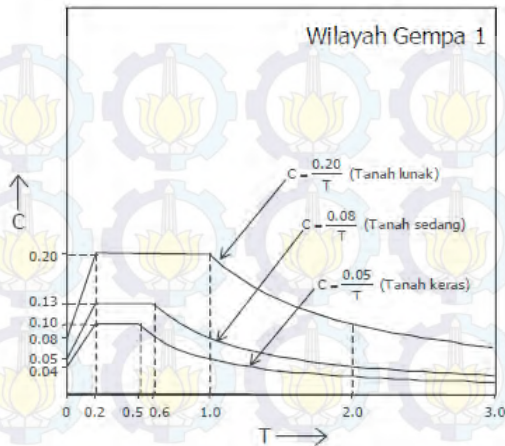
$$\frac{I}{R} \cdot g = \frac{1,5}{5,5} \times 9,81 = 2,675$$

Nilai I merupakan factor keutamaan gedung (*Tabel.1 SNI-03-1726-2002*) diambil 1,5 dan R merupakan faktor reduksi berdasarkan Tabel. 3 SNI 1726-2002 diambil 5,5



**Gambar 1.4 Wilayah Gempa Indonesia Dengan Periode Ulang 500tahun**  
(Sumber: SNI-03-1726-2002)





**Gambar 1.5 Respon Spektrum Gempa Rencana Wilayah Gempa 1**  
 (Sumber: SNI-03-1726-2002)

- **Tinggi Struktur**

Tinggi struktur diambil dari titik jepit tiang (point of fixity) ke elevasi tertinggi dari struktur slipway.

Perhitungan letak titik jepit tanah terhadap tiang pancang untuk tanah normally consolidated clay & granular soil, digunakan persamaan :

$$Z_f = 1,8 T \rightarrow T = \sqrt[5]{\frac{EI}{nh}}$$

dimana :

E = Modulus Elastisitas

E =  $2,1 \times 10^6$  Kg/cm<sup>2</sup> (tiang baja)

$$I = \text{Momen Inersia tiang} = \frac{1}{64} \times \pi \times d^4$$

Baja ( $\phi = 60,96 \text{ cm}$ ,  $t = 1,6 \text{ cm}$ )

$$I = \frac{1}{64} \times \pi \times (\phi^4 - (\phi - 2t)^4) = \text{cm}^4$$

$$I = \frac{1}{64} \times \pi \times (60,96^4 - (60,96 - 2 \times 1,6)^4) \\ = 131515,5052 \text{ cm}^4 \sim 132000 \text{ cm}^4$$

$n_h$  = koefisien modulus variasi tanah

$n_h = 1.4 \text{ MN/m}^3$ , untuk submerged soil, loose.

$n_h = 0.14 \text{ kg/cm}^3$  (Terzaghi, dalam Daya Dukung Pondasi Dalam, Herman Wahjudi .1999)

$T =$  Stiffness Factor

$$T = \sqrt[5]{\frac{2,1 \times 10^6 \times 132000}{0.14}} = 287.96 \text{ cm}$$

letak titik jepit dari seabed :

$$Z_f = 1,8 \times 287.96 \text{ cm} = 518.3 \text{ cm} \approx 5.2 \text{ m}$$

Tinggi Struktur Slipway

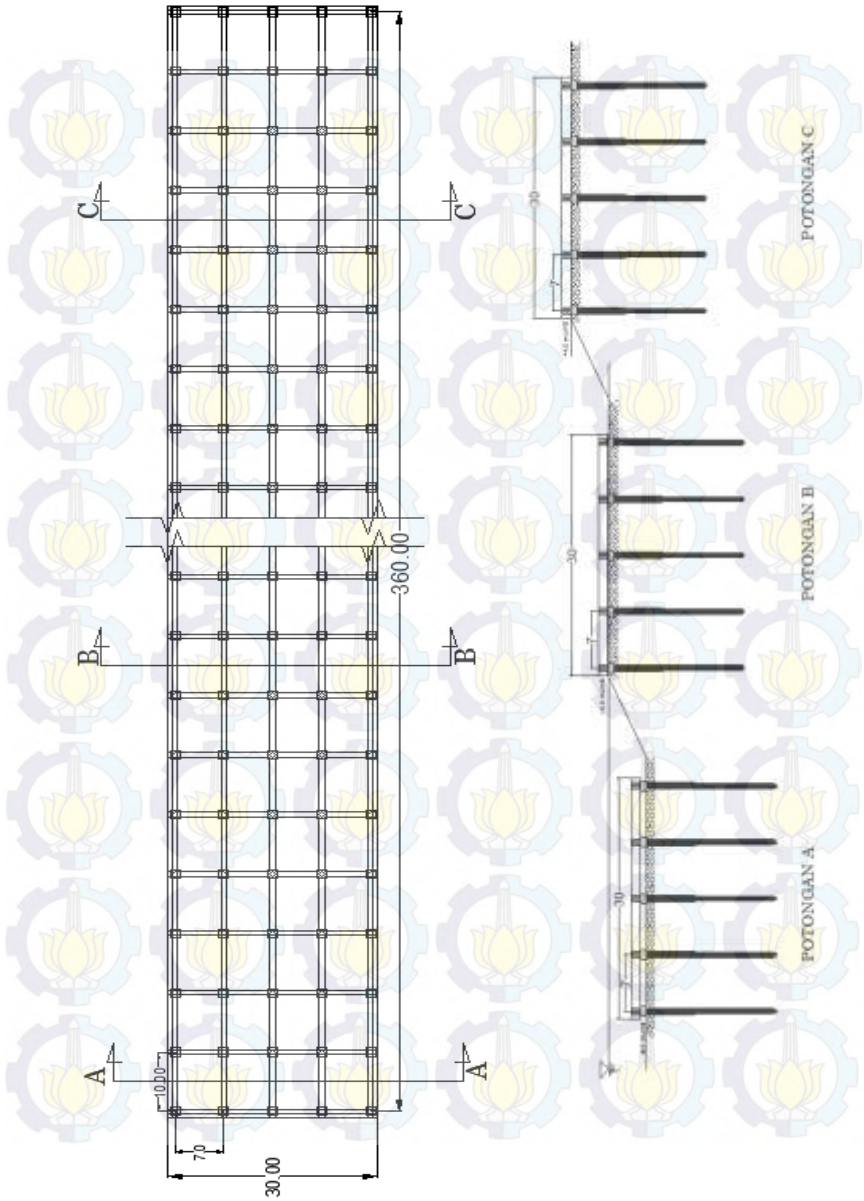
$$H_{\text{total}} = Z_f + H_{\text{pilecap}} + H_{\text{balok}}$$

$$= 5.2 + 1.2 + 1.2$$

$$= 7.6 \text{ m}$$

Lihat **Gambar.5.5**

Karena Kemiringan Slipway maka  $Z_f$  dan  $H_{\text{total}}$  diambil dari beberapa potongan.



Gambar 1.6 Tinggi Struktur

### 1.5.2.5 Kombinasi Pembebanan

Dalam desain struktur slipway yang pertama dilakukan adalah menentukan pembebanan yang paling kritis yang mungkin terjadi, sehingga gaya yang diterima struktur adalah gaya maksimum. Berdasarkan gaya tersebut maka selanjutnya dilakukan perhitungan struktur. Dalam perencanaan ini digunakan berbagai kombinasi beban yaitu :

1.  $1,2 DL + 1,6 PWT + 1,6 WKPL + 1,6 WCRD$
2.  $1,2 DL + 1,6 PWS + 1,6 WKPL + 1,6 WCRD$
3.  $1,2 DL + 1,6 WCRD + 1,6 WKPL + 1,0 WGx + 0,3 W Gy$
4.  $1,2 DL + 1,6 WCRD + 1,6 WKPL + 0,3 WGx + 1,0 W Gy$

Dengan ;

DL	= Beban Mati Struktur
PWT	= Beban Angin tegak lurus sumbu Kapal
PWS	= Beban Angin sejajar sumbu Kapal
WKPL	= Beban Kapal
WCRD	= Beban Cradle
WGx	= Beban Gempa terhadap sumbu x
W Gy	= Beban Gempa terhadap sumbu y





*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## BAB VI PERENCANAAN STRUKTUR SLIPWAY

### 1.1 Perhitungan Struktur Cradle dan Kebutuhan Winch

#### 1.1.1 Umum

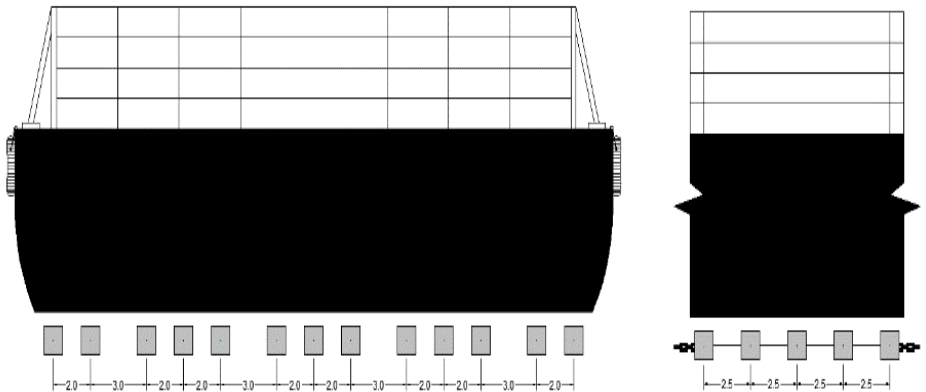
Struktur Cradle adalah kereta yang berfungsi menyangga dan menerima beban kapal dengan keelblock sebagai tumpuan agar beban kapal dapat terdistribusi secara maksimal di cradle yang nantinya akan diteruskan ke struktur slipway. Beban kapal diambil dari beban LWT yaitu sebesar 4521,12 ton yang akan dibagikan kesejumlah keelblock.

#### Susunan Keelblock

Keelblock berfungsi untuk mendistribusikan beban kapal ke cradle. Jarak antar keelblock bervariasi di jarak antara 2 – 4 meter.

Sehingga dapat ditentukan jarak keelblock yaitu:

- Keelblock melintang kapal : 2 m dan 3 m
- Keelblock memanjang kapal : 2.5 m



**Gambar 1.1 Keelblock Melintang dan Memanjang**

### Sistem Cradle

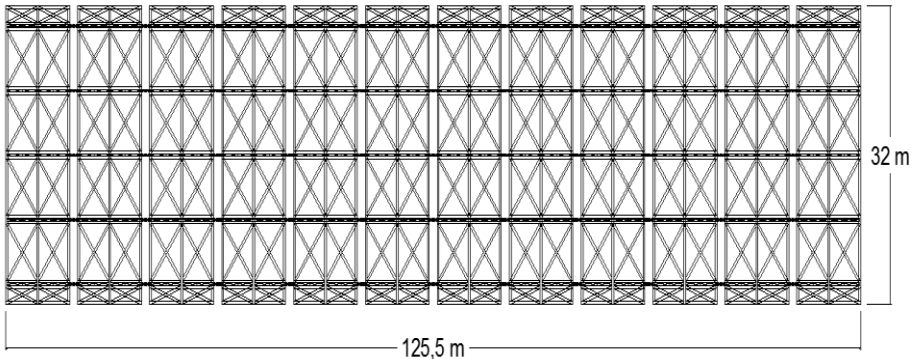
Rangkaian cradle terdiri dari baja frame WF yang disusun sepanjang kapal dengan asumsi bahwa kapal yang dinaikan harus ditumpu di semua bagian. Cradle direncanakan persegmen agar dapat mengurangi resiko tekuk frame baja akibat beban total kapal dan dapat mempermudah pelaksanaan perbaikan kapal. Spesifikasi kapal dengan ketentuan :

Tipe Kapal	= Barge 330ft Jumbo
LOA	= 122 m
B	= 30 m

Dengan spesifikasi diatas direncanakan cradle :

Panjang	= 125.5 m
Cradle akan terbagi menjadi 12 segmen	
Lebar	= 32 m
(ditambahkan 1 meter dikedua sisi untuk akses pekerja)	

Cradle akan dirangkai dengan menggunakan rantai atau sling penghubung, dengan jarak antar segmen cradle 0.5 meter.



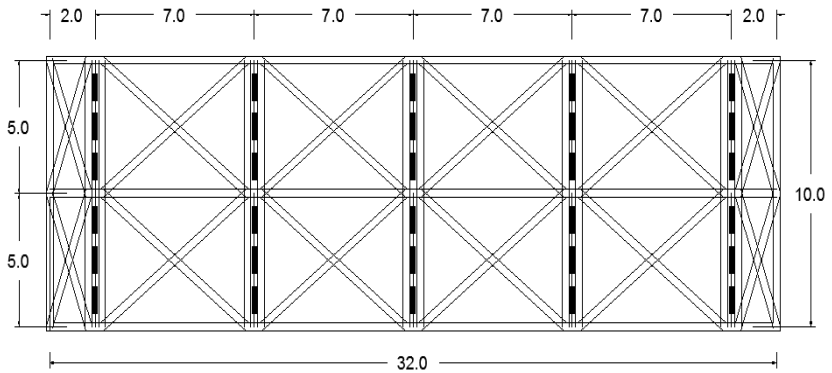
**Gambar 1.2 Rangkaian Cradle**

Jadi dimensi satu segmen Cradle :

Panjang = 10 m

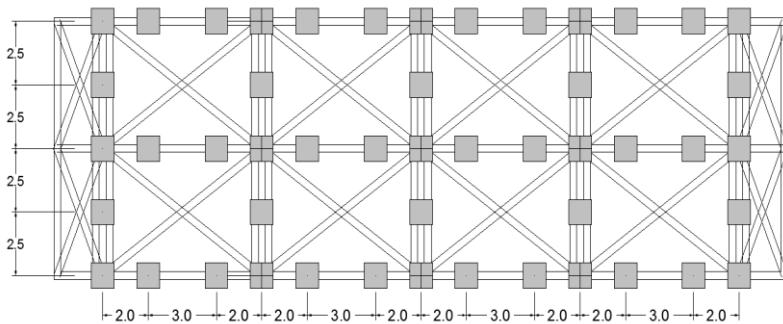
Lebar = 32 m

Jumlah Roda = 30 Roda



**Gambar 1.3 Dimensi Satu Segmen Cradle**

Dengan didapatkan dimensi cradle dan rencana susunan keelblock maka didapat denah keelblock di satu segmen cradle.



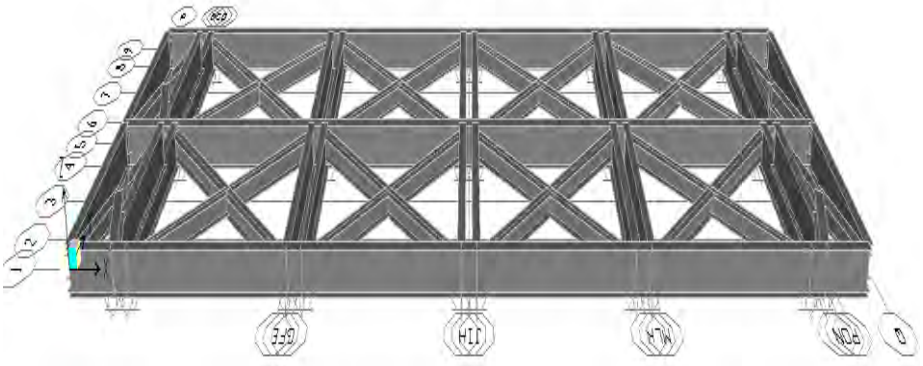
**Gambar 1.4 Denah Keelblock di Satu Segmen Cradle**



### 1.1.2 Perhitungan Struktur Cradle

#### Umum

Struktur Cradle yang direncanakan harus mampu menahan beban kapal rencana. Segmen cradle terdiri dari rangkaian frame baja WF. Struktur cradle bergerak di atas struktur slipway dimana roda cradle diassumsikan dengan perletakan rol., Beban cradle akan didistribusikan secara merata ke rel struktur slipway.



**Gambar 1.5 Model Struktur Cradle Persegmen dari SAP2000**

Bagian-bagian dari struktur cradle yang direncanakan adalah ((*Preliminary Design*)) :

- Jumlah Cradle : 12 segmen
- Panjang Cradle : 32 m
- Lebar Cradle : 10 m
- Tinggi Cradle : 1.2 m
- Dimensi Profil Balok : WF 700x300x13x24
- Dimensi Profil Bracing : WF 350x350x19x19
- Diameter Roda : 60 cm
- Jumlah Roda persegmen : 30 roda

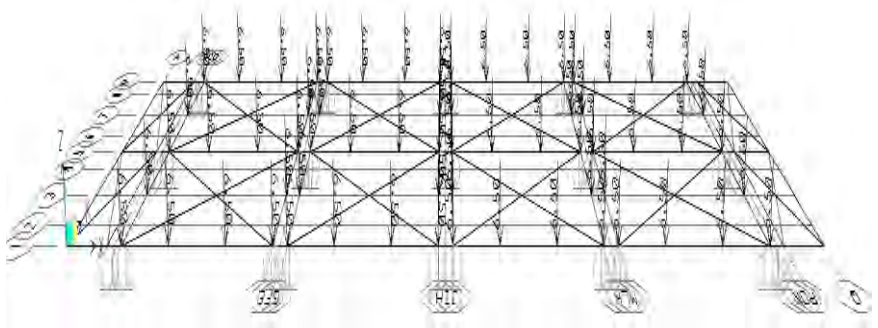
### 1.1.2.1 Pembebanan Pada Satu Segmen Struktur Cradle

#### A. Beban Vertikal

##### Beban Mati (DL)

Beban sendiri pada cradle akan dihitung sendiri secara otomatis di program SAP2000, jadi beban mati yang dimasukkan merupakan beban mati tambahan. Beban mati tambahan itu berasal dari :

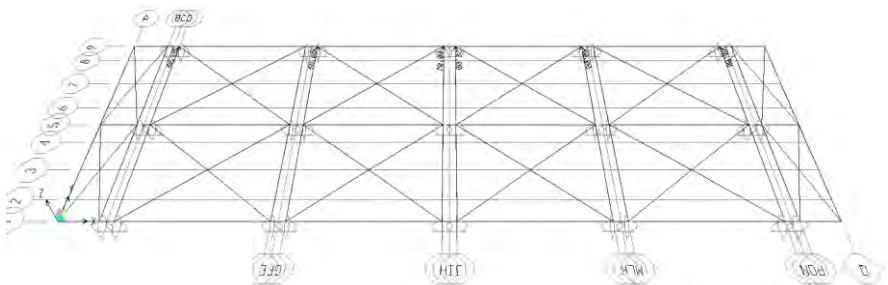
- Berat Kapal = 6.03 ton
  - Berat Keelblock = 0.37 ton
- Total = 6.5 ton



**Gambar 1.6 Beban Keelblock dan Kapal**

#### B. Beban Horizontal

Beban horizontal terdiri dari tarikan winch di lima titik sebesar 40 ton beban tarikan winch dimodelkan sebagai point load pada ujung sumbu - y cradle.



**Gambar 1.7 Beban Tarikan Winch**

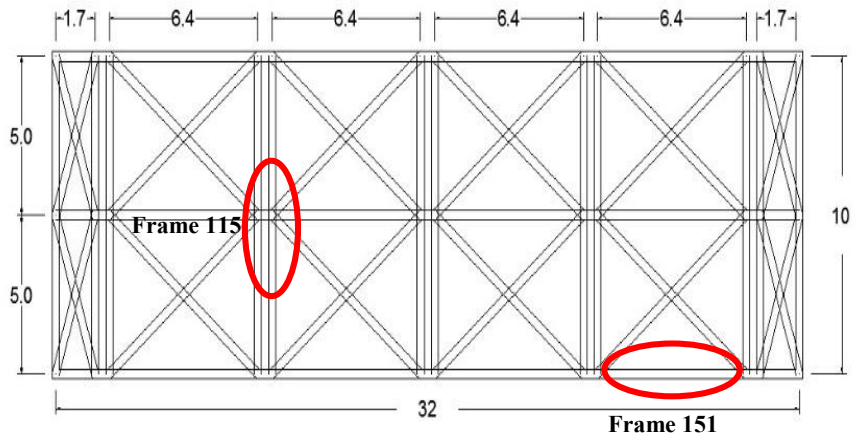
### C. Hasil Analisa Struktur

Tabel 1.1 Output SAP2000 Cradle

Balok	Frame	Panjang	Aksial (P)	Momen (M3)	Lintang(V2)	Torsi(T)	OutputCase
		(m)	KN	KN-M	KN	KN-M	
memanjang	151	6.4	-409.6	-158.7858	-132.138	0.00044	1.2DL+1.6(keelblock+kapal)+1.6winch
melintang	115	5	-204.8	-118.8562	97.348	-0.001	1.2DL+1.6(keelblock+kapal)+1.6winch

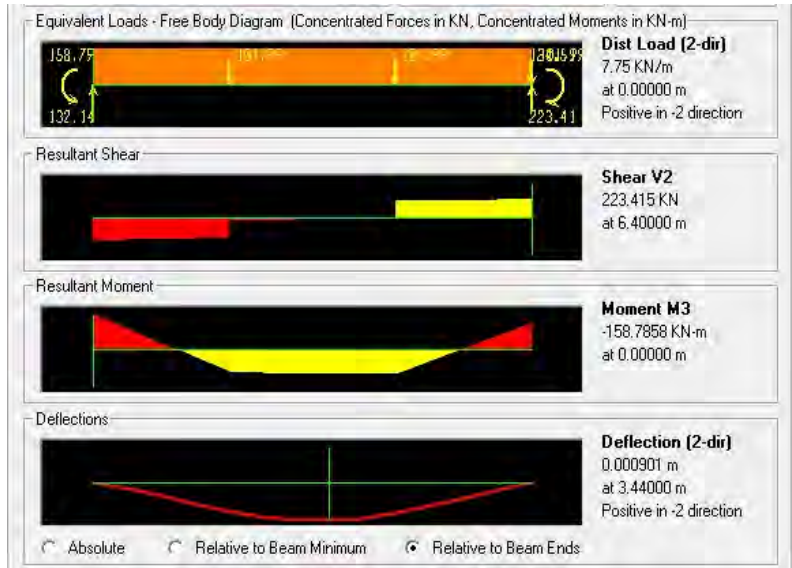
### D. Kontrol Profil Cradle

Kontrol kekuatan struktur terhadap profil yang digunakan dalam struktur cradle supaya dapat diketahui apakah profil dapat digunakan atau tidak.



Gambar 1.8 Frame Cradle Yang Ditinjau

Pada Frame 151 dengan  $L_b = 6.4$  meter dan frame 115 dengan  $L_b = 5$  meter digunakan profil WF 700x300x13x24 dengan mutu baja BJ 41.



**Gambar 1.9 Gaya Dalam Yang Bekerja Pada Frame 151**

### Kontrol Penampang

\* Kontrol Sayap

$$\left. \begin{aligned} \frac{b_f}{2t_f} &= \frac{300}{24} = 6,25 \\ \lambda_p &= \frac{170}{\sqrt{f_y}} = \frac{170}{\sqrt{250}} = 10,75 \end{aligned} \right\} \frac{b_f}{2t_f} < \lambda_p$$

\* Kontrol Badan

$$\left. \begin{aligned} \frac{h}{t_w} &= \frac{700}{13} = 53,84 \\ \lambda_p &= \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{250}} = 106,25 \end{aligned} \right\} \frac{h}{t_w} < \lambda_p$$

### Kontrol Lateral Buckling

Profil dengan bentang berjarak  $L_B = 640$  cm

$L_p = 337.511$  cm (Tabel profil baja WF berdasarkan LRFD)

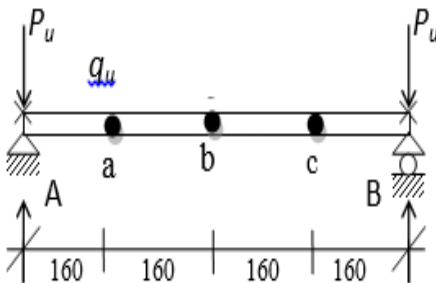
$L_R = 1000.308$  cm (Tabel profil baja WF berdasarkan LRFD)

$L_p < L_B < L_R \rightarrow$  Bentang Menengah!

$$M_n = C_b \left[ M_R + (M_p - M_R) \frac{L_R - L_B}{L_R - L_p} \right] \leq M_p$$

$$M_R = S_x (f_y - f_r) = 5560 \times (2500 - 700) = 10008000 \text{ kgcm}$$

$$M_p = Z_x f_y = 6249 \times 2500 = 15622500 \text{ kgcm}$$



$$M_A = 42,5628 \text{ kNm}$$

$$M_B = 101,7773 \text{ kNm}$$

$$M_C = 59,7028 \text{ kNm}$$

$$M_{\max} = 158,7858 \text{ kNm}$$

$$C_b = \frac{12,5 M_{\max}}{2,5 M_{\max} + 3 M_A + 4 M_B + 3 M_C} \leq 2,30$$

$$C_b = \frac{12,5 \times 158,7858}{2,5 \times 158,7858 + 3 \times 42,5628 + 4 \times 101,7773 + 3 \times 59,7028} = 1,79$$

maka  $C_b = 1,79$

$$M_n = 1,79 \left[ 100080 + (156225 - 100080) \frac{1000.308 - 640}{1000.308 - 337.51} \right]$$

$$M_n = 233776,306 \text{ kgm}$$

$$= 233,776 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \times 233,776 \text{ kNm} = 210,399 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 210,399 \text{ kNm} > M_{u \text{ max}} = 158,7858 \text{ kNm (OK)}$$

### Kontrol Geser

$$\frac{h}{tw} = \frac{700}{13} = 53,84$$

$$\frac{1100}{\sqrt{f_y}} = \frac{1100}{\sqrt{250}} = 69,57$$

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{tw} = 53,84 \\ \frac{1100}{\sqrt{f_y}} = 69,57 \end{array} \right\} \frac{h}{tw} < \frac{1100}{\sqrt{f_y}} \rightarrow \text{plastis}$$

$$\begin{aligned} V_n &= 0,6 \times f_y \times A_w \\ &= 0,6 \times 2500 \times 13 \times 70 \\ &= 1365000 \text{ kg} = 13650 \text{ kN} \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned} \phi V_n &\geq V_u \\ 0,9 \times 1365000 \text{ kg} &\geq 132.138 \text{ kN} \\ 12285 \text{ kN} &\geq 132.138 \text{ kN} \quad \dots \text{ OK} \end{aligned}$$

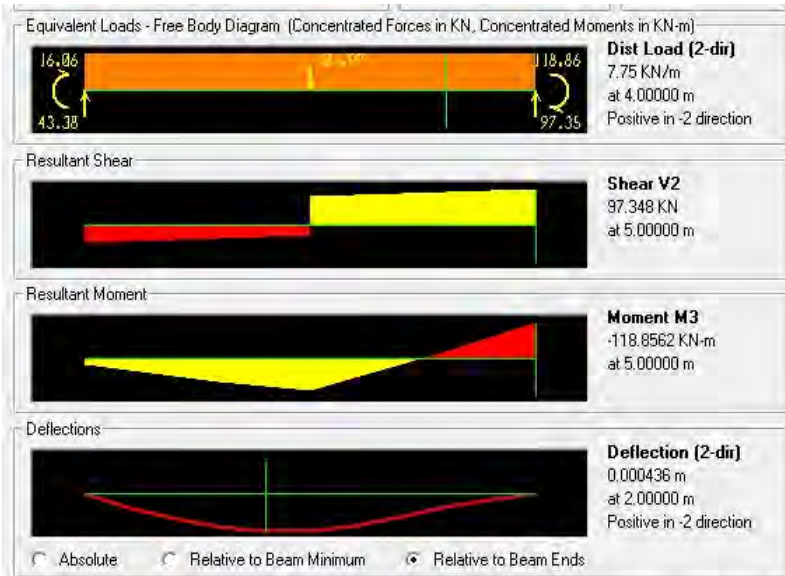
### Kontrol Lendutan

$$\begin{aligned} L_{ijin} &> L_{lapangan} \\ L/240 &> 0.857 \text{ mm} \\ 6400/240 &> 0.857 \text{ mm} \\ 26.66 \text{ mm} &> 0.857 \text{ mm} \dots \text{ OK !!} \end{aligned}$$

WF 700x300x13x24 dengan  $L_b = 6,4 \text{ m}$  sudah memenuhi syarat.

Dengan cara perhitungan yang sama dengan kontrol profil WF 700x300x13x24  $L_b = 6,4$  m , maka didapatkan hasil untuk frame 115 dengan  $L_b = 5$  m yaitu :

✓ Hasil perhitungan WF 700x300x13x24 dengan  $L_b = 5$  m



Gambar 1.10 Gaya Dalam Yang Bekerja Pada frame 115

### Kontrol Penampang

$$\text{Penampang Kompak } M_n = M_p$$

### Kontrol Lateral Buckling

$$L_b = 500 \text{ cm}$$

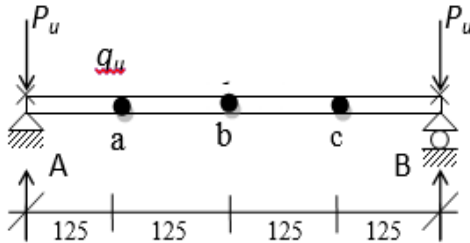
$$L_p = 337.511 \text{ cm (Tabel profil baja WF bedasakan LRFD)}$$

$$L_R = 1000.308 \text{ cm (Tabel profil baja WF bedasakan LRFD)}$$

$$L_p < L_b < L_R \rightarrow \text{Bentang Menengah!}$$

$$M_R = 10008000 \text{ kgcm}$$

$$M_p = 15622500 \text{ kgcm}$$



$$M_A = 63,9938 \text{ kNm}$$

$$M_B = 100,3019 \text{ kNm}$$

$$M_C = -3,4664 \text{ kNm}$$

$$M_{\max} = -118,8562 \text{ kNm}$$

$$C_b = 1,65$$

$$M_n = 235060,661 \text{ kgm}$$

$$= 235,06 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \times 235,06 \text{ kNm} = 211,554 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 211,554 \text{ kNm} > M_{u \max} = 118,8562 \text{ kNm (OK)}$$

### Kontrol Geser

$$\frac{h}{tw} < \frac{1100}{\sqrt{f_y}} \rightarrow \text{plastis}$$

$$V_n = 1365000 \text{ kg} = 13650 \text{ kN}$$

Syarat :

$$\begin{aligned} \phi V_n &\geq V_u \\ 0,9 \times 13650 \text{ kN} &\geq 132.138 \text{ kN} \\ 12285 \text{ kN} &\geq 132.138 \text{ kN} \quad \dots \text{ OK} \end{aligned}$$

### Kontrol Lendutan

$$L_{\text{ijin}} > L_{\text{lapangan}} \quad 20,83 \text{ mm} > 0.436 \text{ mm} \dots \text{ OK !!}$$

WF 700x300x13x24 dengan  $L_b = 5 \text{ m}$  sudah memenuhi syarat.



### 1.1.2.2 Perhitungan Kapasitas Winch

Sistem penarikan kapal terdiri dari mesin Derek (winch) yang kuat yang beroperasi dengan sistem elektro-hidraulis. Tali sling digunakan untuk penarikan.

Gaya Tarik dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$P = (W_{\text{kapal}} + W_{\text{cradle}}) \tan \theta + f_1$$

Dimana

P = Gaya Tarik

$W_{\text{kapal}}$  = Berat kapal = 4521.1 ton

$W_{\text{cradle}}$  = Berat Cradle = 706,98 ton

$\theta$  = Sudut kemiringan Slipway = 2 derajat

$f_1$  = Koef.gesek permukaan besi = 0.05

Jadi

$$P = (4521.1 + 706,98) \tan 2 + 0.05$$

$$= 443.97 \approx 445 \text{ ton}$$

### Pemilihan Tipe Mesin Derek (Winch)

Dengan Gaya Tarik sebesar 400 ton. Direncanakan mesin derek dengan kapasitas 350 ton untuk 2 sistem penarikan dengan total kapasitas 700 ton. Maka dipilih mesin derek dari **TTS MARINE CRANES**.

Dengan spesifikasi sebagai berikut :

Jenis : TTS-AHT-300-400-2D

Tipe Mesin : Waterfall type

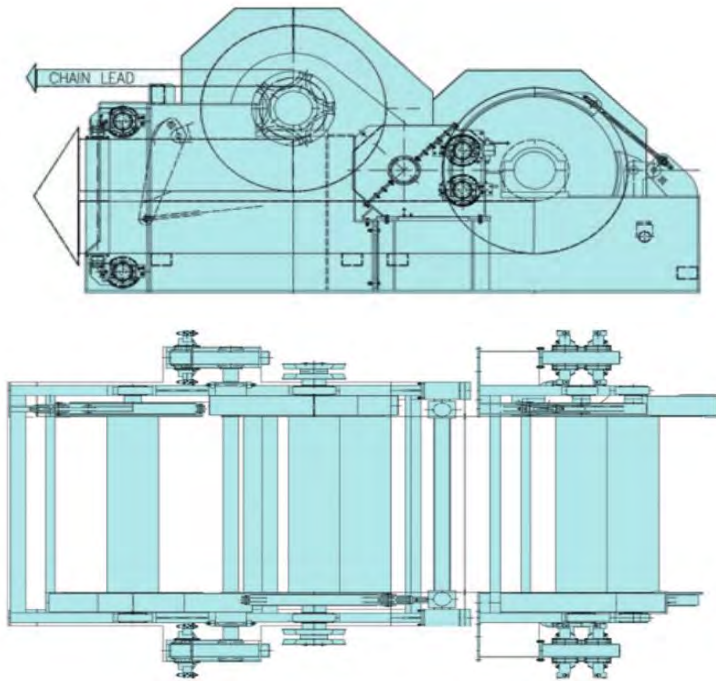
Performa tarikan : 300 ton

Jumlah Drums : 2 buah

Kapasitas Sling :

Panjang : 2000 m

Diameter sling : 64 mm

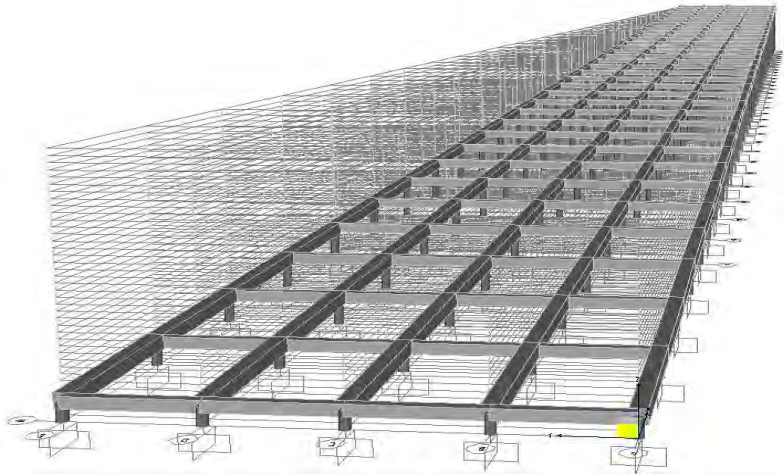


**Gambar 1.11 Mesin Winch**

## 1.2 Perhitungan Struktur Slipway

### 1.2.1 Umum

Struktur *Slipway* terdiri dari balok memanjang melintang pada struktur atasnya dan *Pile Cap* serta tiang pancang pada struktur bawah. Struktur ini memiliki kemiringan tertentu yang berakibat perbedaan elevasi di ujung dan pangkal slipway.



**Gambar 1.12 Model Struktur Slipway Dari SAP2000**

Bagian-bagian dari struktur *slipway* yang direncanakan adalah (*Preliminary Design*) :

- Panjang Slipway : 360m
- Lebar Slipway : 28 m
- Tinggi Pile Cap : 1 m
- Dimensi Pile Cap Tunggal : 1,2 m x 1,2 m
- Dimensi Balok Beton Bertulang (melintang) : 0,6 m x 0,9 m
- Dimensi Balok Beton Bertulang (memanjang) : 0,9 m x 1,2 m
- Spesifikasi Tiang Pancang : Steel Pipe Pile

- Ø609,6 mm t = 16 mm
- Elevasi dasar slipway  
     ujung slipway : - 3.1 mLWS  
     pangkal slipway : +7.0 mLWS
  - Tinggi Struktur (dari seabed) : 2.8 m
  - Tinggi Struktur (dari  $Z_f$ ) : 8 m
  - *Point of Virtual Fixity* ( $Z_f$ ) : 5.2 m (dibawah seabed)

## 1.2.2 Perhitungan Struktur Slipway

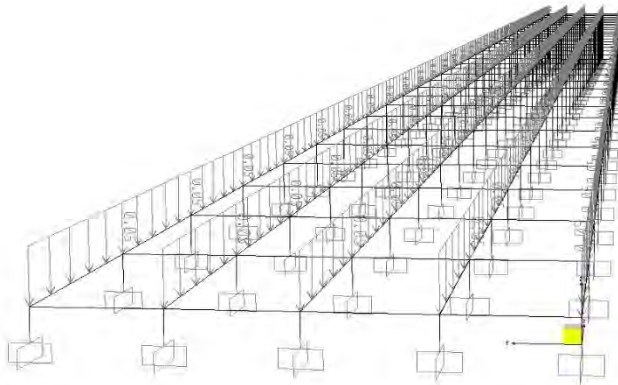
### 1.2.2.1 Pembebanan Pada Struktur Slipway

#### A. Beban Vertikal

##### i. Beban Mati (DL)

Berat sendiri balok pada struktur slipway akan dihitung sendiri secara otomatis di program SAP2000, jadi beban mati yang dimasukan merupakan beban mati tambahan. Beban mati tambahan itu berasal dari :

- Berat Rel tipe 54 = 0,05443 t/m<sup>2</sup>

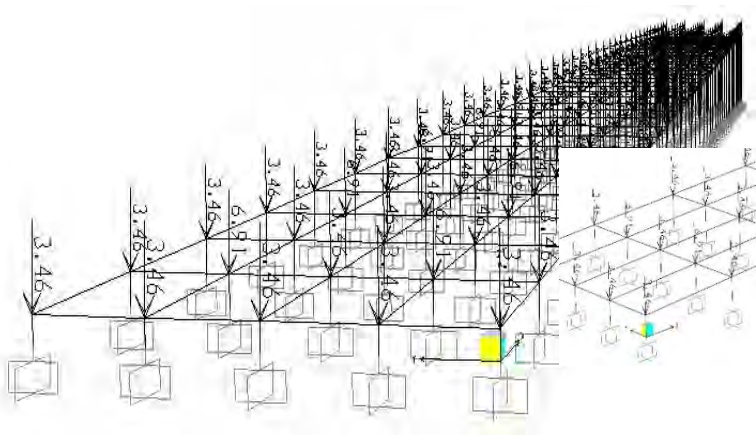


**Gambar 1.13 Beban Mati Area Akibat Berat Rel**

*Pile Cap* tidak dimodelkan dalam program SAP2000 sebagai bagian dari struktur, maka *Pile Cap* diasumsikan menjadi beban mati tambahan.

Besarnya beban adalah :

- Berat *Pile Cap*/Poer Tunggal =  $1,2 \times 1,2 \times 1,0 \times 2,4$   
= 3,456 ton

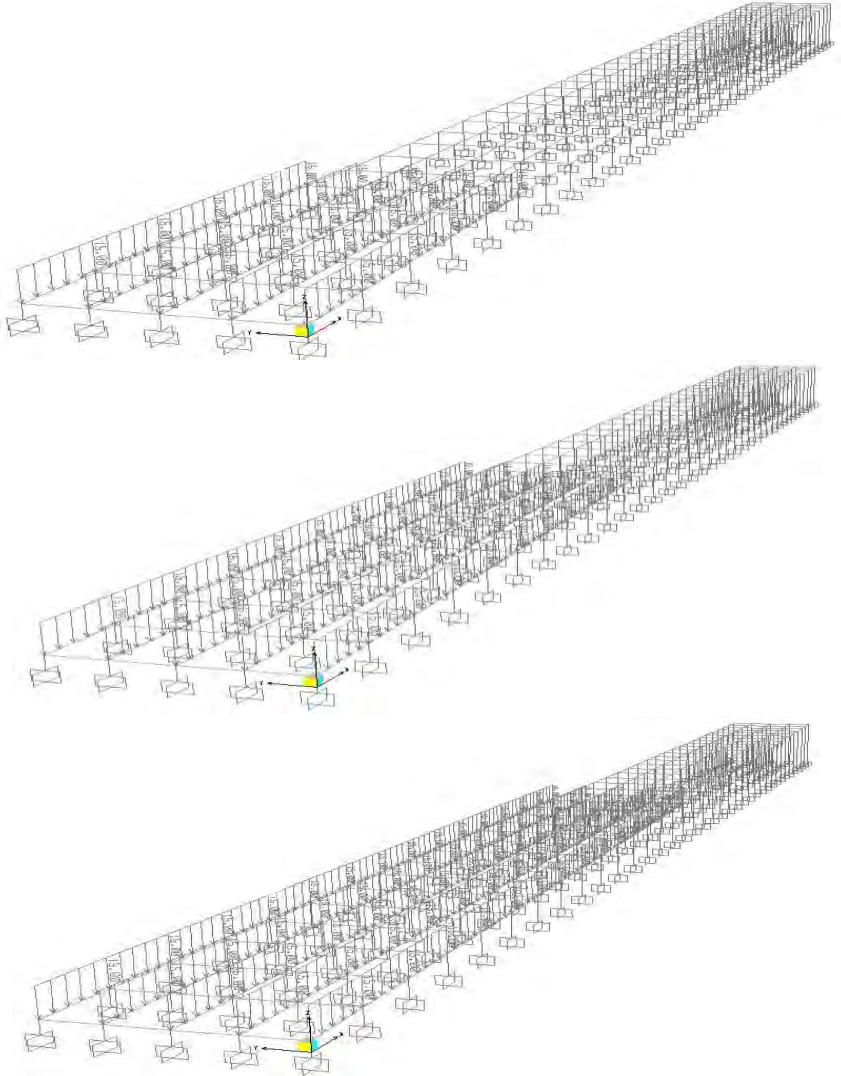


**Gambar 1.14** Beban Mati Terpusat Akibat Berat *Pile Cap*

## ii. Beban Hidup

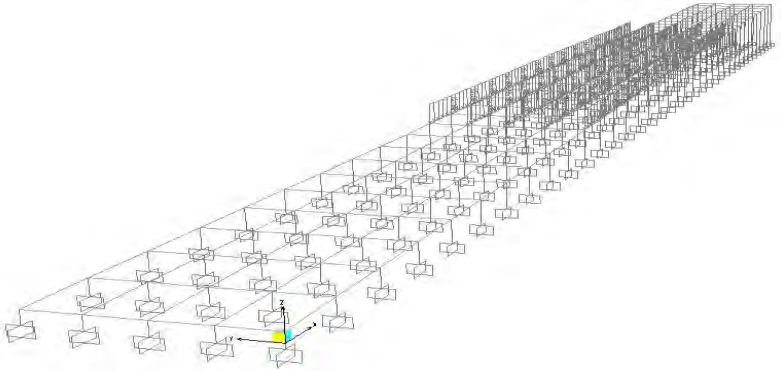
Beban hidup dari Struktur Slipway adalah beban dinamis akibat Kapal dan Cradle yang diasumsikan statis dengan kombinasi.

- Beban Kapal = 6.03 ton/m<sup>2</sup>
- Beban Cradle = 0.6 ton/m<sup>2</sup>
- Beban Keelblock dan bilgeblock = 0.37 ton/m<sup>2</sup>

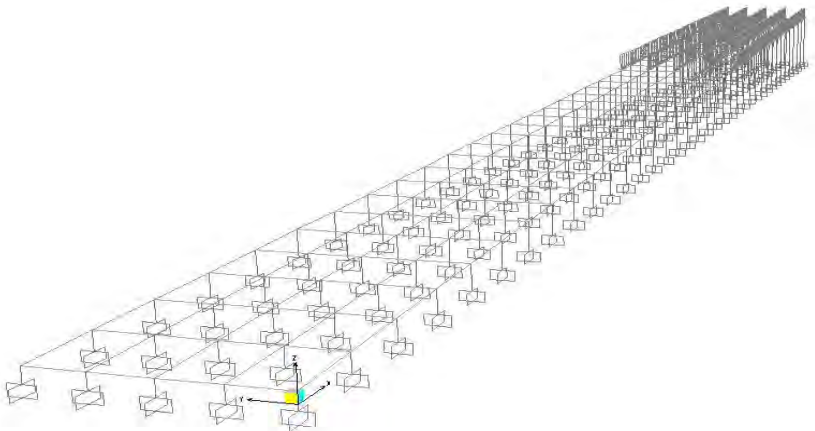


**Gambar 1.15** Beban Hidup Area Akibat Berat  $1/3$ ,  $2/3$ ,  $1$  Kapal Cradle, dan Keelblock di Ujung Struktur

Beban Kapal dan Cradle dimodelkan dengan tiga tahapan posisi yang nantinya akan dikombinasi beban envelope pada SAP 2000 agar permodelan mendapatkan nilai maksimum dan minimum dari semua posisi beban statis.



**Gambar 1.16** Beban Hidup Area Akibat Berat Kapal, Cradle dan Keelblock di tengah struktur



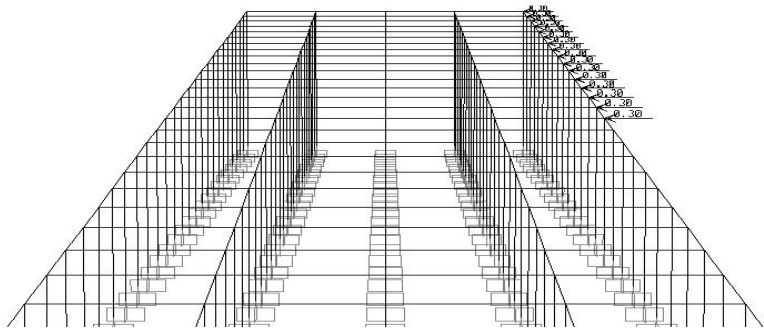
**Gambar 1.17** Beban Hidup Area Akibat Berat Kapal, Cradle dan Keelblock Di Pangkal Struktur

## B. Beban Horizontal

Beban horizontal terdiri dari beban angin sejajar kapal, angin tegak lurus kapal dan beban gempa.

- Beban angin tegak lurus kapal

Sebesar 4.94 ton beban angin tegak lurus sumbu kapal dimodelkan terdistribusi sebagai point-load pada posisi kapal di pangkal struktur slipway.

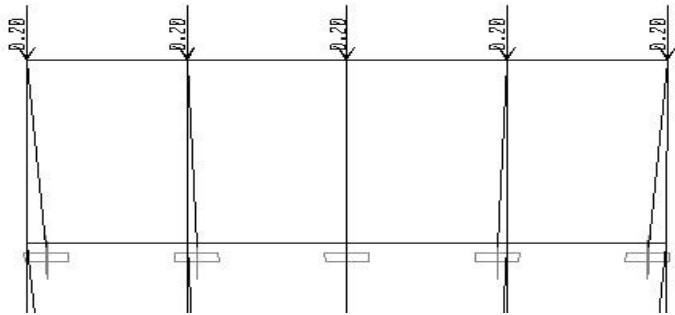


**Gambar 1.18 Beban Horizontal Terpusat Akibat Angin Tegak Lurus Kapal**

- Beban angin sejajar kapal

Sebesar 0.91 ton beban angin sejajar dengan sumbu kapal dimodelkan terdistribusi sebagai point-load pada posisi kapal di pangkal struktur slipway.





**Gambar 1.19** Beban Horizontal Terpusat Akibat Angin Sejajar Kapal

- Beban Gempa

Lokasi Slipway terletak di Desa Tabunganen Sungai Barito Kota Banjarasin Kalimantan Selatan yang berada pada wilayah gempa satu. Perhitungan gaya gempa dihitung dengan cara respon spectrum dinamis pada program SAP 2000.

### C. Hasil Analisa Struktur

**Tabel 1.2** Output SAP2000 Slipway

Balok	Frame	Panjang (m)	Posisi	Momen(M3) (tonf-m)	Lintang(V2) (tonf)	Torsi(T) (tonf-m)	Output Case
<b>Melintang</b>	190	7	pivot	7.25792			1.2DL+1.6PWT+1.6(Wkapal+Wcradle)
	315	7	field	-9.11832			1.2DL+1.6PWT+1.6(Wkapal+Wcradle)
	312	7			7.8101		1.2DL+1.6PWT+1.6(Wkapal+Wcradle)
	190	7	pivot			-0.00769	1.2DL+1.6PWT+1.6(Wkapal+Wcradle)
<b>Memanjang</b>	180	10	pivot	115.32846			1.2DL+1.6PWT+1.6(Wkapal+Wcradle)
	37	10	field	-153.05511			1.2DL+1.6PWT+1.6(Wkapal+Wcradle)
	37	10			87.5439		1.2DL+1.6PWT+1.6(Wkapal+Wcradle)
	34	10	pivot			0.08161	1.2DL+1.6PWT+1.6(Wkapal+Wcradle)

### 1.2.3 Perencanaan Balok

#### 1.2.3.1 Penulangan Balok Melintang

*Data data perencanaan balok melintang :*

Lebar (b)	=	60 cm
Tinggi (h)	=	90 cm
Selimit beton	=	8 cm

#### Mutu Beton

$\sigma'_{bk}$	=	350 kg/cm <sup>2</sup> (K-350)
$\sigma'_b$	=	115,5 kg/cm <sup>2</sup>
$E_b$	=	$1,2 \times 10^5$ kg/cm <sup>2</sup>

#### Mutu Baja

$\sigma_{au}$	=	390 Mpa = 3900 kg(U-39)-lentur
	=	320 Mpa = 3200 kg(U-32)-geser
$E_a$	=	$2,1 \times 10^6$ kg/cm <sup>2</sup>
$\sigma_a = \sigma'_a$	=	2250 kg/cm <sup>2</sup> (PBI 1971 Tabel 10.4.1)
$\sigma^*_{au}$	=	3390 kg/cm <sup>2</sup> (PBI 1971 Tabel 10.4.3)

Diameter Tulangan = 22 mm (Tulangan lentur/utama)  
 = 16 mm (Tul.geser/senggang)

n = Angka ekivalensi antara modulus elastisitas baja dengan modulus tekan beton

$$n = \frac{E_a}{E_b} = \frac{2,1 \times 10^6}{1,2 \times 10^5} = 17,5$$

$\phi_0$  = Perbandingan antara tegangan baja tarik dan n kali tegangan tekan beton di serat yang paling tertekan pada keadaan seimbang.

$$\phi_0 = \frac{\sigma'_a}{(n \times \sigma'_b)} = \frac{2250}{(17,5 \times 115,5)} = 1,113$$

Momen Balok

Dalam perhitungan ini penulangan balok melintang diambil berdasarkan gaya maksimum yang bekerja dari hasil SAP 2000. Lihat **Tabel 6.2**

$$\begin{aligned} Mu_{pivot} &= -9118.32 \text{ kg.m (tumpuan)} \\ Mu_{field} &= +7257.92 \text{ kg.m (lapangan)} \end{aligned}$$

✓ **Perhitungan Tulangan Tumpuan**

Dari analisa struktur didapatkan momen Tumpuan

$$Mu = -9118.32 \text{ kg.m (tumpuan)}$$

$$h = ht - \text{Sel.Beton} - \text{Ø geser} - 0,5 \text{ Øtul.lentur}$$

(ht = Tinggi balok)

$$h = 900 - 80 - 16 - 0,5 \times 22 = 793 \text{ mm}$$

$$= 79,3 \text{ cm}$$

$$Ca = \frac{h}{\sqrt{\frac{n \times M}{b \times \sigma'_a}}} = \frac{79,3 \text{ cm}}{\sqrt{\frac{17,5 \times 9118.32 \text{ kg.m}}{0,6 \text{ m} \times 2250 \text{ kg/cm}^2}}}$$

$$= 7.293$$

Dengan melihat tabel Perhitungan Lentur Cara “n”, untuk  $Ca = 7.293$  dengan  $\delta = 0,4$ , didapatkan :

*\*(untuk balok umumnya perbandingan luas tul-tarikan dan tarik ( $\delta$ ) berkisar 0,4-0,6)*

$$\delta = 0,4 \rightarrow \phi' = 7.293 > \phi_0 = 1,113$$

$$100n\omega = 1.926$$

Luas Tulangan yang diperlukan adalah

**Tulangan Tarik :**

$$A = \omega \times b \times h$$

$$= \frac{1.926}{100 \times 17,5} \times 60 \times 79,3$$

$$= 5.2365 \text{ cm}^2 = 523.6519 \text{ mm}^2$$

Dipasang **5-D22** ( $A_s = 1900.66 \text{ mm}^2$ )

### **Tulangan Samping**

$$\begin{aligned} A &= 10 \% \times A_{\text{tarik}} \text{ (PBI '71 Pasal.9.3(5))} \\ &= 10 \% \times 1600.66 \\ &= 190.066 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipasang **2-D16** ( $A_s = 402.123 \text{ mm}^2$ )

### **Cek jarak tulangan tarik**

Tulangan direncanakan dipasang 1 lapis dengan jumlah tulangan 5, sehingga jarak tulangan sebesar :

$$s = \frac{B - 2x_{\text{decking}} - 2x_{\phi_{\text{sengkang}}} - 5x\phi_{\text{tulangan}}}{5 - 1} =$$

$$s = \frac{60 - 2x8 - 2x1,6 - 5x2,2}{5 - 1} = 7.45 \text{ cm} > 6 \text{ cm, OK}$$

karena  $S > 6 \text{ cm}$  , maka tulangan cukup dipasang satu baris.

### **Tulangan Tekan :**

$$\begin{aligned} A' &= \delta \times A_s \text{ pakai tulangan tarik} \\ &= 0,4 \times 1900.66 \\ &= 706.265 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipasang **4-D22** ( $A_s = 1520.53 \text{ mm}^2$ )

### **Kontrol Retak :**

Berdasarkan PBI 1971 pasal 10.7.1b retak yang diijinkan 0,01 cm. Dengan menggunakan Tabel 10.7.1 PBI 1971 maka didapatkan :

Koefisien untuk perhitungan lebar retak

$$\omega_p = \frac{A}{Bt} ; C_3 = 1,50 ; C_4 = 0,07 \text{ dan } C_5 = 12$$

Bt = luas penampang beton yang tertarik =  $60 \times 79,3 \text{ cm}^2$ ,

$$\text{maka } \omega_p = \frac{1900.663}{600 \times 793} = 0,003994$$

$$\sigma_a = \frac{\sigma_a}{\Phi} = \frac{2250}{11} = 204.545$$

berat baja tulangan ulir D22 = 2,985 kg/m

d = diameter pengenalan ( $d_p$ ) menurut pasal 3.7 ayat(4).

$$d = 12,8 \times \sqrt{2,985} = 22,115 \text{ mm} = 2,2115 \text{ cm}$$

Besarnya lebar retak pada pembebanan tetap akibat beban kerja dihitung dengan rumus berikut ini (PBI'71 /10.7.3) :

$$w = \alpha \left( C_3 \cdot c + C_4 \cdot \frac{d}{\omega_p} \right) \left( \sigma_a - \frac{C_s}{\omega_p} \right) 10^{-6} \quad (cm)$$

$$w = 1 \left( 1,50 \cdot 8 + 0,07 \cdot \frac{2,2115}{0,003994} \right) \left( 204.545 - \frac{12}{0,003994} \right) 10^{-6} (cm)$$

$$w = -0,142 \text{ cm} < 0,01 \text{ cm ( OK, tidak retak ! )}$$

Dengan cara perhitungan yang sama dengan tulangan tumpuan, maka didapatkan hasil untuk tulangan lapangan yaitu :

✓ **Hasil perhitungan Tulangan Lapangan :**

$$M_{\text{field}} = +7257.92 \text{ kg.m}$$

$$C_a = 8.175 ; \delta = 0,4 ; 100n\omega = 1.569 ; \phi' = 14$$

**Tulangan Tarik :** ( $A_{S_{\text{perlu}}} = 426.5887 \text{ mm}^2$ )

Dipasang **4-D22** ( $A_s = 1520.53 \text{ mm}^2$ )

**Tulangan Samping :**

Dipasang **2-D16** ( $A_s = 402,124 \text{ mm}^2$ )

**Tulangan Tekan :**

Dipasang **4-D22** (As = 1520.53 mm<sup>2</sup>)

**Kontrol Retak :**

Besar lebar retak yang terjadi dari perhitungan dengan rumus PBI 1971 psl 10.7.3 = -0,217cm < 0,01cm **(OK)**

**✓ Kontrol Dimensi Balok :**

$$V = 7810.1 \text{ kg}$$

$$T = 769 \text{ kg.cm}$$

$$\tau_b = \frac{V}{b \times \frac{7}{8} \times h} = \frac{7810.1}{60 \times \frac{7}{8} \times 79,3} = 1.8759 \text{ kg/cm}^2$$

Untuk  $h_t > b$

$$\psi = 3 + \frac{2,6}{0,45 + \frac{h_t}{b}} = 3 + \frac{2,6}{0,45 + \frac{90}{60}} = 4,333$$

$\psi$  = koefisien untuk menghitung tegangan geser puntir

Tegangan geser puntir beton pada penampang balok persegi di tengah-tengah tepi penampang yang vertikal (**PBI '71 Pasal 11.8.1**) :

$$\tau'_b = \frac{\psi \times T}{b^2 \times ht} = \frac{4,333 \times 769 \text{ kg.cm}}{60^2 \times 90} = 0.0102 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_b + \tau'_b = 1.8759 + 0.0102 = 1.8862 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{bm} = 1,499\sqrt{350} = 28,044 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_b + \tau'_b < \tau_{bm} \text{ .....OK !}$$

Ukuran balok 60/90 sudah memenuhi syarat.

✓ **Perhitungan Tulangan Geser :**

Tegangan beton yang diijinkan berdasarkan PBI '71 tabel 10.4.2 akibat geser oleh lentur dengan puntir, dengan tulangan geser :

Untuk pembebanan tetap :

$$\begin{aligned}\tau'_{bm-t} &= 1,35\sqrt{\sigma'_{bk}} \\ &= 1,35 \times \sqrt{350} = 25,26 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Untuk pembebanan sementara:

$$\begin{aligned}\tau'_{bm-s} &= 2,12\sqrt{\sigma'_{bk}} \\ &= 2,12 \times \sqrt{350} = 39,66 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

**Senggang di tumpuan balok :**

$$\begin{aligned}\tau_b &= \frac{V}{b \times \frac{7}{8} h} \dots\dots (\text{PBI '71 Pasal.11.7(1)}) \\ &= \frac{7810.1}{60 \times \frac{7}{8} \times 79,3} = 1.8759 \text{ kg/cm}^2 (L= 7m)\end{aligned}$$

$$\left. \begin{array}{l} \tau_b < \tau'_{bm-t} \\ \tau_b < \tau'_{bm-s} \end{array} \right\} \dots\dots \text{OK !}$$

.....OK ! **diperlukan senggang !**

Direncanakan senggang :

Diameter = 16 mm (U-32),  $\bar{\sigma}_a = 1850$  kg/cm<sup>2</sup>. (PBI 71 Tabel 10.4.1

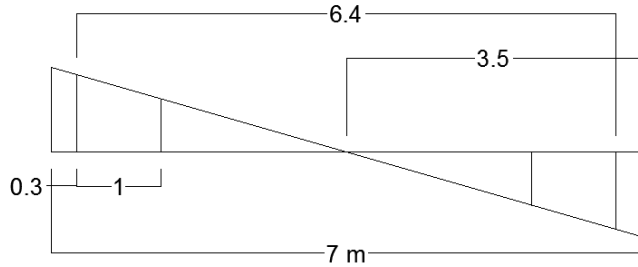
$$\tau_b = \frac{(3,5 - 0,3)}{3,5} \cdot 1.8759 = 1.7151 \text{ kg/cm}^2 (L= 6.4m)$$

As = 2,01cm<sup>2</sup> x 2 kaki = 4,02 cm<sup>2</sup> (senggang 2-kaki)

$$as < \frac{As \times \bar{\sigma}_a}{\tau_b \times b} = \frac{4,02 \times 1850}{1.7151 \times 60} = 72,27 \text{ cm}$$

Jadi dipasang senggang **D16 – 300** mm

**Senggang di daerah  $> 1$  m dari ujung balok ( $L=6,4$ m) :**



$$\tau_b = \frac{(3,2-1)}{3,2} \cdot 1,7151 = 1,18 \text{ kg/cm}$$

$$\tau_b < \tau'_{bm-t} \quad \left. \vphantom{\tau_b} \right\} \text{.....OK !}$$

$$\tau_b < \tau'_{bm-s} \quad \left. \vphantom{\tau_b} \right\} \text{.....OK ! } \underline{\text{diperlukan senggang !}}$$

Direncanakan senggang

Diameter = 16 mm

As = 4,02 cm<sup>2</sup> (2-kaki)

$$as < \frac{As \times \bar{\sigma}_a}{\tau_s \times b} = \frac{4,02 \times 1850}{1,18 \times 60} = 105,1481 \text{ cm}$$

Jadi dipasang senggang **D16 – 400** mm pada daerah  $> 1$  meter dari ujung balok ( $L= 6,4$ m) hingga tengah balok. Untuk mengetahui lebih jelas tentang penulangan balok melintang, perhatikan **Gambar 6.28**, dan **Gambar 6.29**.

✓ **Panjang tulangan penyaluran :**

Untuk *tulangan tarik*, berdasarkan PBI'71 pasal 8.6.2 diambil nilai terbesar dari persamaan berikut :

$$L_d = 0,07 \frac{A_s \sigma_{au}^*}{\sqrt{\sigma'_{bk}}} \geq 0,0065 \cdot d_p \cdot \sigma_{au}$$



$$A_s \text{ tulangan D22} = 3,8 \text{ cm}^2$$

$$L_d = 0,07 \frac{3,8 \times 3390}{\sqrt{350}} \geq 0,0065 \times 2,2115 \text{ cm} \times 3390$$

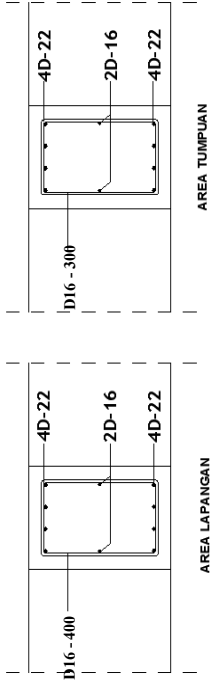
$$L_d = 48,2 \geq 48,73, \text{ Jadi } L_d \text{ yang dipakai} = \mathbf{50 \text{ cm}}$$

Untuk *tulangan tekan*, berdasarkan PBI'71 pasal 8.7.2 diambil nilai terbesar dari persamaan berikut :

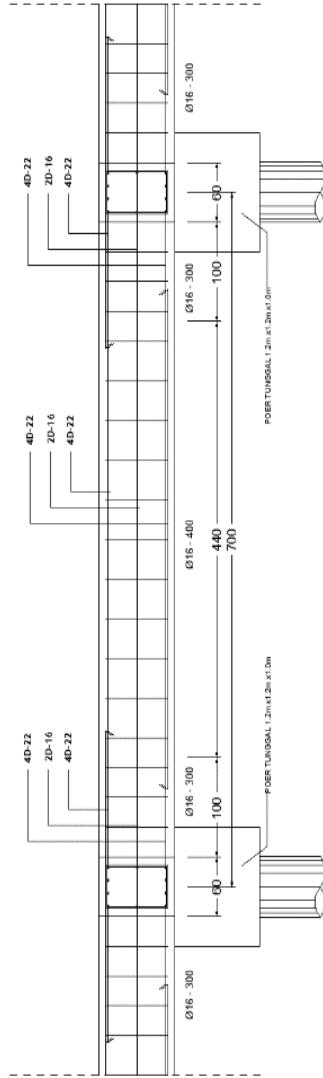
$$L_d = 0,09 \frac{d \cdot \sigma_{au}^*}{\sqrt{\sigma'_{bk}}} \geq 0,005 \cdot d_p \cdot \sigma_{au}$$

$$L_d = 0,09 \frac{2,2 \times 3390}{\sqrt{350}} \geq 0,005 \times 2,2115 \times 3390$$

$$L_d = 35,87 \geq 37,48, \text{ Jadi } L_d \text{ yang dipakai} = \mathbf{40 \text{ cm}}$$



Gambar 1.21 Pot. Melintang Tumpuan Dan Lapangan Balok Melintang



Gambar 1.20 Pot. Detail Penulangan Geser/Sengkan Balok Melintang

### 1.2.3.2 Penulangan Balok Memanjang

**Data data perencanaan balok memanjang :**

Lebar (b)	=	90 cm
Tinggi (h)	=	120 cm
Selimit beton	=	8 cm

#### Mutu Beton

$\sigma'_{bk}$	=	350 kg/cm <sup>2</sup> (K-350)
$\sigma'_b$	=	115,5 kg/cm <sup>2</sup>
$E_b$	=	$1,2 \times 10^5$ kg/cm <sup>2</sup>

#### Mutu Baja

$\sigma_{au}$	=	390 Mpa = 3900 kg(U-39)-lentur
	=	320 Mpa = 3200 kg(U-32)-geser
$E_a$	=	$2,1 \times 10^6$ kg/cm <sup>2</sup>
$\sigma_a = \sigma'_a$	=	2250 kg/cm <sup>2</sup> (PBI 1971 Tabel 10.4.1)
$\sigma^*_{au}$	=	3390 kg/cm <sup>2</sup> (PBI 1971 Tabel 10.4.3)

Diameter Tulangan = 29 mm (Tulangan lentur/utama)  
= 16 mm (Tul.geser/senggang)

n = Angka ekuivalensi antara modulus elastisitas baja dengan modulus tekan beton

$$n = \frac{E_a}{E_b} = \frac{2,1 \times 10^6}{1,2 \times 10^5} = 17,5$$

$\phi_0$  = Perbandingan antara tegangan baja tarik dan n kali tegangan tekan beton di serat yang paling tertekan pada keadaan seimbang.

$$\phi_0 = \frac{\sigma'_a}{(n \times \sigma'_b)} = \frac{2250}{(17,5 \times 115,5)} = 1,113$$

### Momen Balok

Dalam perhitungan ini penulangan balok memanjang diambil berdasarkan gaya maksimum yang bekerja dari hasil SAP 2000. Lihat **Tabel 6.12**

$$\begin{aligned} Mu_{pivot} &= -153055.11 \text{ kg.m (tumpuan)} \\ Mu_{field} &= +115328.46 \text{ kg.m (lapangan)} \end{aligned}$$

### ✓ Perhitungan Tulangan Tumpuan

Dari analisa struktur didapatkan momen Tumpuan

$$Mu = -153055.11 \text{ kg.m (tumpuan)}$$

$$h = ht - \text{Sel.Beton} - \text{Ø geser} - 0,5 \text{ Øtul.lentur}$$

(ht = Tinggi balok)

$$\begin{aligned} h &= 1200 - 80 - 16 - 0,5 \times 29 = 793 \text{ mm} \\ &= 108,95 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ca &= \frac{h}{\sqrt{\frac{n \times M}{b \times \sigma'_a}}} = \frac{108.95 \text{ cm}}{\sqrt{\frac{17,5 \times 1153055.11 \text{ kg.m}}{0,6 \text{ m} \times 2250 \text{ kg/cm}^2}}} \\ &= 2,996 \end{aligned}$$

\*( $C_a$ =koefisien penampang)

Dengan melihat tabel Perhitungan Lentur Cara “n”, untuk  $C_a = 2,996$  dengan  $\delta = 0,4$ , didapatkan :

*\*(untuk balok umumnya perbandingan luas tahanan dan tarik ( $\delta$ ) berkisar 0,4-0,6)*

$$\delta = 0,4 \rightarrow \phi' = 2,396 > \phi_0 = 1,113$$

$$100n\omega = 12,59$$

Luas Tulangan yang diperlukan adalah :

#### **Tulangan Tarik :**

$$A = \omega \times b \times h$$

$$= \frac{12,59}{100 \times 17,5} \times 90 \times 108,95$$

$$= 70,5435 \text{ cm}^2 = 7054,35 \text{ mm}^2$$

Dipasang **12-D29** ( $A_s = 7926,24 \text{ mm}^2$ )

**Tulangan Samping**

$$\begin{aligned} A &= 10 \% \times A_{\text{tarik}} \text{ (PBI '71 Pasal.9.3(5))} \\ &= 10 \% \times 7926,24 \\ &= 792,624 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipasang **4-D16** ( $A_s = 804,248 \text{ mm}^2$ )

**Cek jarak tulangan tarik :**

$$s = \frac{90 - 2 \times 8 - 4 \times 1,6 - 8 \times 2,9}{8 - 1} = 6,34 \text{ cm} > 6 \text{ cm, OK}$$

karena  $S > 6 \text{ cm}$  , maka 8 tulangan cukup dipasang satu baris 8, 4 tulangan sisanya diatsnya.

**Tulangan Tekan :**

$$\begin{aligned} A' &= \delta \times A_s \text{ pakai tulangan tarik} \\ &= 0,4 \times 7926,24 \\ &= 3170,50 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipasang **5-D29** ( $A_s = 3302,60 \text{ mm}^2$ )

**Kontrol Retak :**

Berdasarkan PBI 1971 pasal 10.7.1b retak yang diijinkan 0,01 cm. Dengan menggunakan Tabel 10.7.1 PBI 1971 maka didapatkan :

Koefisien untuk perhitungan lebar retak

$$\omega_p = \frac{A}{Bt} ; C_3 = 1,50 ; C_4 = 0,07 \text{ dan } C_5 = 12$$

$Bt$  = luas penampang beton yang tertarik =  $60 \times 79,3 \text{ cm}^2$ ,

$$\text{maka } \omega_p = \frac{7926,24}{900 \times 1089,5} = 0,00808$$

$$\sigma_a = \frac{\sigma_a}{\Phi} = \frac{2250}{2,396} = 939,065$$

berat baja tulangan ulir D29 = 5,185 kg/m  
 d = diameter pengenalan ( $d_p$ ) menurut pasal 3.7 ayat(4).  
 $d = 12,8 \times \sqrt{5,185} = 29,146 \text{ mm} = 2,9146 \text{ cm}$

Besarnya lebar retak pada pembebanan tetap akibat beban kerja dihitung dengan rumus berikut ini (PBI'71 /10.7.3) :

$$w = \alpha \left( C_3 \cdot c + C_4 \cdot \frac{d}{\omega_p} \right) \left( \sigma_a - \frac{C_s}{\omega_p} \right) 10^{-6} \quad (cm)$$

$$w = 1 \left( 1,50 \cdot 8 + 0,07 \cdot \frac{2,9146}{0,00808} \right) \left( 939.065 - \frac{12}{0,00808} \right) 10^{-6} (cm)$$

$$w = -0,0203 \text{ cm} < 0,01 \text{ cm} \quad (\text{OK, tidak retak !})$$

✓ **Hasil perhitungan Tulangan Lapangan :**

Dengan cara perhitungan yang sama dengan tulangan tumpuan, maka didapatkan hasil untuk tulangan lapangan yaitu :

$$M_{\text{field}} = +115328.46 \text{ kg.m}$$

$$Ca = 3,451 ; \delta = 0,4 ; 100n\omega = 9,028 ; \phi' = 3$$

**Tulangan Tarik :** ( $A_{S_{\text{perlu}}} = 5058,517 \text{ mm}^2$ )

Dipasang **8-D29** ( $A_s = 5284,158 \text{ mm}^2$ ) satu lapis

**Tulangan Samping :**

Dipasang **4-D16** ( $A_s = 804,248 \text{ mm}^2$ )

**Tulangan Tekan :**

Dipasang **5-D29** ( $A_s = 3302,599 \text{ mm}^2$ )

**Kontrol Retak :**

Besar lebar retak yang terjadi dari perhitungan dengan rumus PBI 1971 psl 10.7.3 = -0,073 cm < 0,01cm . **OK**

✓ **Kontrol Dimensi Balok :**

$$V = 87543,9 \text{ kg} ; T = 8161 \text{ kg.cm}$$

$$\tau_b = \frac{V}{b \times \frac{7}{8} \times h} = \frac{87543,9}{90 \times \frac{7}{8} \times 108,95} = 10,204 \text{ kg/cm}^2$$

Untuk  $h_t > b$

$$\psi = 3 + \frac{2,6}{0,45 + \frac{h_t}{b}} = 3 + \frac{2,6}{0,45 + \frac{120}{90}} = 4,458$$

$\psi$  = koefisien untuk menghitung tegangan geser puntir

Tegangan geser puntir beton pada penampang balok persegi di tengah-tengah tepi penampang yang vertikal (**PBI '71 Pasal 11.8.1**) :

$$\tau'_b = \frac{\psi \times T}{b^2 \times h_t} = \frac{4,458 \times 8161 \text{ kg.cm}}{90^2 \times 120} = 0,03743$$

kg/cm<sup>2</sup>

$$\tau_b + \tau'_b = 10,204 + 0,03743 = 10,241 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{bm} = 1,499\sqrt{350} = 28,044 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_b + \tau'_b < \tau_{bm} \text{ .....OK !}$$

Ukuran balok 90/120 sudah memenuhi syarat.

✓ **Perhitungan Tulangan Geser :**

Tegangan beton yang diijinkan berdasarkan PBI '71 tabel 10.4.2 akibat geser oleh lentur dengan puntir, dengan tulangan geser :

Untuk pembebanan tetap :

$$\begin{aligned} \tau'_{bm-t} &= 1,35\sqrt{\sigma'_{bk}} \\ &= 1,35 \times \sqrt{350} = 25,26 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Untuk pembebanan sementara:

$$\begin{aligned}\tau'_{bm-s} &= 2,12 \sqrt{\sigma'_{bk}} \\ &= 2,12 \times \sqrt{350} = 39,66 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

**Senggang di tumpuan balok :**

$$\begin{aligned}\tau_b &= \frac{V}{b \times \frac{7}{8} h} \dots\dots (\text{PBI '71 Pasal.11.7(1)}) \\ &= \frac{87543,9}{90 \times \frac{7}{8} \times 108,95} = 10,204 \text{ kg/cm}^2 \text{ (L= 10 m)}\end{aligned}$$

$$\left. \begin{array}{l} \tau_b < \tau'_{bm-t} \\ \tau_b < \tau'_{bm-s} \end{array} \right\} \dots\dots \text{OK !}$$

**diperlukan sengkang !**

Direncanakan sengkang :

Diameter = 16 mm (mutu U-32),  $\bar{\sigma}_a = 1850 \text{ kg/cm}^2$ . (PBI 71 Tabel 10.4.1)

$$\tau_b = \frac{(5 - 0,45)}{5} \cdot 10,204 = 9,592 \text{ kg/cm}^2 \text{ (L= 9,4m)}$$

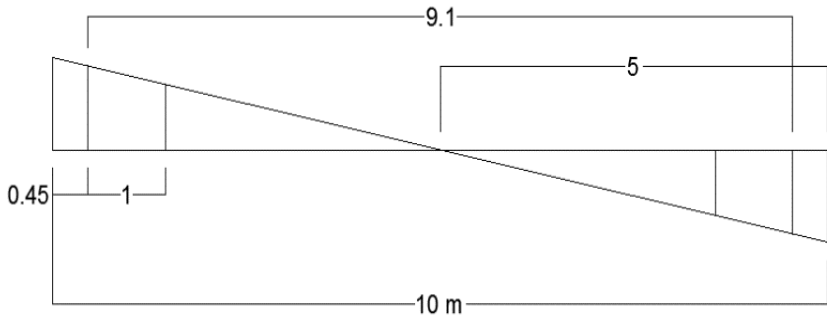
As = 2,01 cm<sup>2</sup> x 2 kaki = 4,02 cm<sup>2</sup> (sengkang 2-kaki)

$$as < \frac{As \times \bar{\sigma}_a}{\tau_b \times b} = \frac{4,02 \times 1850}{9,592 \times 90} = 8,62 \text{ cm}$$

Jadi dipasang sengkang **D16 – 100** mm



*Senggang di daerah > 1 m dari ujung balok(L=9,1m) :*



$$\tau_b = \frac{(4.55 - 1)}{4.55} \cdot 9.592 = 7.5511 \text{ kg/cm}$$

$$\tau_b < \tau'_{bm-t} \quad \left. \vphantom{\tau_b} \right\} \text{.....OK !}$$

$$\tau_b < \tau'_{bm-s} \quad \left. \vphantom{\tau_b} \right\} \text{.....OK ! diperlukan senggang !}$$

Direncanakan senggang

Diameter = 16 mm

As = 4,02 cm<sup>2</sup> (2-kaki)

$$as < \frac{As \times \bar{\sigma}_a}{\tau_s \times b} = \frac{4,02 \times 1850}{7,5511 \times 90} = 10,95 \text{ cm}$$

Jadi dipasang senggang **D16 – 200** mm pada daerah > 1 meter dari ujung balok hingga tengah balok. Untuk mengetahui lebih jelas tentang penulangan balok memanjang, perhatikan **Gambar 6.39**, dan **Gambar 6.40**.

✓ **Panjang tulangan penyaluran :**

Untuk *tulangan tarik*, berdasarkan PBI'71 pasal 8.6.2 diambil nilai terbesar dari persamaan berikut :

$$L_d = 0,07 \frac{A \cdot \sigma_{au}^*}{\sqrt{\sigma'_{bk}}} \geq 0,0065 \cdot d_p \cdot \sigma_{au}$$

$$A_s \text{ tulangan D29} = 6.6 \text{ cm}^2$$

$$L_d = 0,07 \frac{6.6 \times 3390}{\sqrt{350}} \geq 0,0065 \times 2,9146 \text{ cm} \times 3390$$

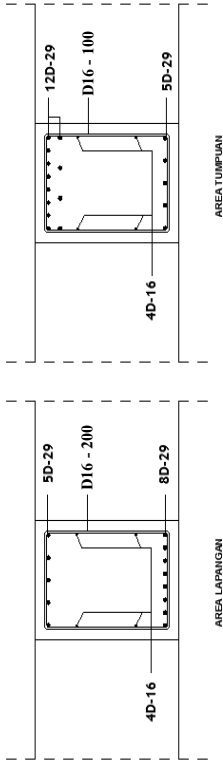
$$L_d = 83,78 \geq 64,224, \text{ Jadi } L_d \text{ yang dipakai} = \mathbf{85 \text{ cm}}$$

Untuk *tulangan tekan*, berdasarkan PBI'71 pasal 8.7.2 diambil nilai terbesar dari persamaan berikut :

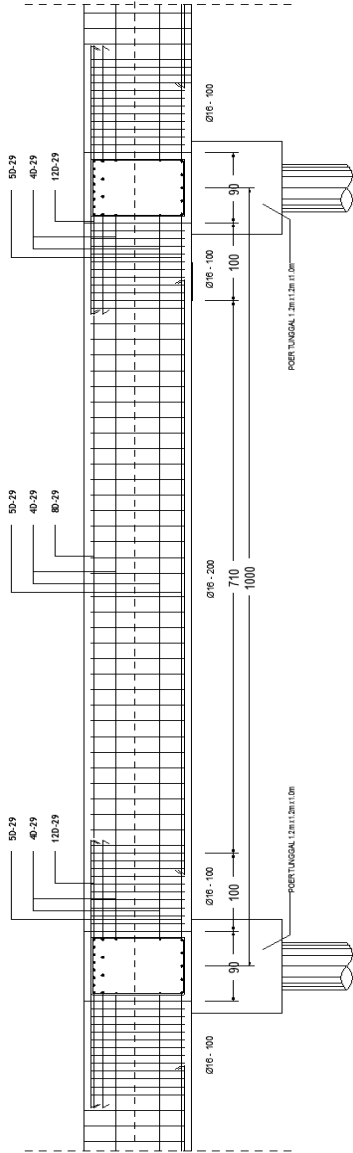
$$L_d = 0,09 \frac{d \cdot \sigma_{au}^*}{\sqrt{\sigma'_{bk}}} \geq 0,005 \cdot d_p \cdot \sigma_{au}$$

$$L_d = 0,09 \frac{6,6 \times 3390}{\sqrt{350}} \geq 0,005 \times 2,916 \times 3390$$

$$L_d = 47,30 \geq 49,40, \text{ Jadi } L_d \text{ yang dipakai} = \mathbf{50 \text{ cm}}$$



Gambar 1.22 Pot. Melintang Tumpuan dan Lapangan Balok Memanjang



Gambar 1.23 Pot. Detail Penulangan Geser/Senggang Balok Memanjang

Rekapitulasi perhitungan balok melintang dan memanjang struktur slipway dapat dilihat pada table 6.3 dan 6.4 dibawah ini.

**Tabel 1.3 Tabel Penulangan Balok Melintang Slipway**

Area	Mu t.m	$\delta = 0,4$		Asperlu $\text{mm}^2$	Aspakai $\text{mm}^2$	Tul.terpasang		
		Ca	100n $\omega$			tarik	tekan	samping
Tumpuan	9.11832	7.29	1.926	523.6519	1900.664	4D-22	4D-22	2D-16
Lapangan	7.25792	8.18	1.569	426.5887	1520.531	4D-22	4D-22	2D-16

**Tabel 1.4 Tabel Penulangan Balok Memanjang Slipway**

Area	Mu t.m	$\delta = 0,4$		Asperlu $\text{mm}^2$	Aspakai $\text{mm}^2$	Tul.terpasang		
		Ca	100n $\omega$			tarik	tekan	samping
Tumpuan	153.0551	2.996	12.59	7054.357	7926.238	12D-29	5D-29	4D-16
Lapangan	115.3285	3.451	9.028	5058.517	5284.159	8D-29	5D-29	4D-16

### 1.2.4 Perencanaan Pile Cap

Struktur poer berfungsi sebagai penyambung antara ujung atas tiang pancang dengan balok memanjang maupun melintang.

Pada perencanaan ini, adapun dimensi dan tipe poer adalah:

Poer tunggal = 1200 x 1200 x 1000 mm

Pile cap yang direncanakan bukan precetak.

#### ✚ Data data perencanaan poer tunggal :

Lebar (b) =  $l_x = 120 \text{ cm}$

Tinggi (h) =  $100 \text{ cm}$

Panjang =  $l_y = 120 \text{ cm}$

Selimit beton =  $8 \text{ cm}$

#### Mutu Beton

$\sigma'_{bk}$  =  $350 \text{ kg/cm}^2$  (K-350) atau ( $f'_c = 29 \text{ Mpa}$ )

$\sigma'_b$  =  $115,5 \text{ kg/cm}^2$

$E_b$  =  $1,2 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$

#### Mutu Baja

$\sigma_{au}$  =  $390 \text{ Mpa} = 3900 \text{ kg}$  (U-39)

$E_a$  =  $2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_a = \sigma'_a$  =  $2250 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma^*_{au}$  =  $3390 \text{ kg/cm}^2$

Diameter Tulangan =  $22 \text{ mm}$  (tul. utama)

=  $22 \text{ mm}$  (sejangkang)

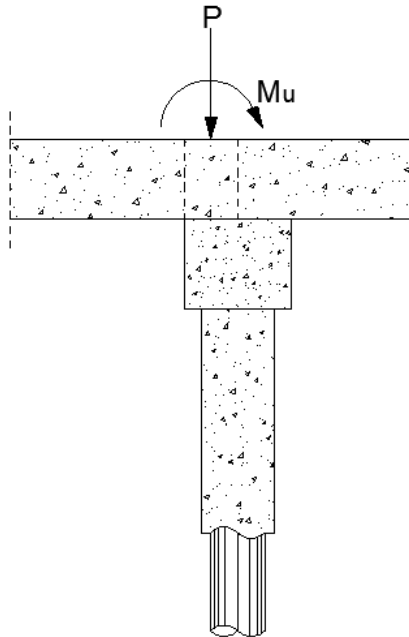
$n$  = Angka ekuivalensi antara modulus elastisitas baja dengan modulus tekan beton

$$n = \frac{E_a}{E_b} = \frac{2,1 \times 10^6}{1,2 \times 10^5} = 17,5$$

$\phi_0$  = Perbandingan antara tegangan baja tarik dan  $n$  kali tegangan tekan beton di serat yang paling tertekan pada keadaan seimbang.

$$\phi_0 = \frac{\sigma'_a}{(n \times \sigma'_b)} = \frac{2250}{(17,5 \times 115,5)} = 1,113$$

Dari perhitungan program SAP 2000 didapat gaya-gaya yang bekerja pada poer. Dengan asumsi pelaksanaan yang sulit maka direncanakan eksentrisitas pada pile cap tunggal.



**Gambar 1.24 Beban Yang Bekerja Pada Pilecap Tunggal**

Dari hasil SAP2000 untuk tiang pancang tunggal didapatkan :

$$\begin{aligned}
 P_{\max(\text{axial load})} &= -183,2724 \text{ tonf (joint 113, frame 589)} \\
 \text{Combo} &= 1,2\text{DL}+1,6\text{LL}_2+1,6\text{B}+1\text{GY}_{(\text{mmjng})} \\
 M_{\text{pada batang tsb}} &= -12,20329 \text{ ton.m (frame 589, joint 113)} \\
 \text{Combo} &= 1,2\text{DL}+1,6\text{LL}_1+1,6\text{F}+1\text{GX}_{(\text{mmjng})}
 \end{aligned}$$

$$e_x = 0,3 \text{ m}$$

$$e_y = 0,3 \text{ m}$$

$$M_x = P_{\max} \times e_y + M_{\max} \\ = 183,2724 \times 0,3 + 29,13499 = 84,11671 \text{ ton.m}$$

$$M_y = P_{\max} \times e_x + M_{\max} \\ = 183,2724 \times 0,3 + 29,13499 = 84,11671 \text{ ton.m}$$

### Perhitungan Tulangan Arah Y dan X

Dari analisa struktur didapatkan momen

$$M_n = 84116,71 \text{ kg.m}$$

$$h = ht - \text{Sel.Beton} - \text{Ø geser} - 0,5 \text{ Øtul-lentur}$$

$$h = 1000 - 80 - 22 - (0,5 \times 22) = 887 \text{ mm}$$

$$= 88,7 \text{ cm}$$

$$Ca = \frac{h}{\sqrt{\frac{n \times M}{b \times \sigma'_a}}} = \frac{88,7 \text{ cm}}{\sqrt{\frac{17,5 \times 84116,71 \text{ kg.m}}{1,2 \text{ m} \times 2250}}}$$

$$= 3,798$$

Dengan melihat tabel Perhitungan Lentur Cara “n”, untuk  $Ca = 3,798$  dengan  $\delta = 1$  (tulangan simetris,tul. tarik-tekan sama), didapatkan :

$$\delta = 1 \rightarrow \phi = 3,798 > \phi_0 = 1,113 \dots \dots \text{(OK)}$$

$$100n\omega = 7,663$$

Luas Tulangan yang diperlukan adalah

Tulangan Tarik

$$A = \omega \times b \times h$$

$$= \frac{7,663}{100 \times 17,5} \times 120 \times 88,7$$

$$= 46,6085 \text{ cm}^2 = 4660,85 \text{ mm}^2$$

Dipasang **13 - D22** ( $A_s = 4941,72 \text{ mm}^2$ )

Tulangan Samping

$$A = 10 \% \times A_{\text{tarik}} \text{ ( PBI '71 Pasal.9.3(5) )}$$

$$= 10 \% \times 4941,72 \text{ mm}^2$$

$$= 494,172 \text{ mm}^2$$

Dipasang **2-D22** ( $A_s = 760,265 \text{ mm}^2$ )

Tulangan Tekan

Tulangan tekan direncanakan simetris ( $\delta = 1$ ) sehingga

$$\begin{aligned} A' &= \delta \times A \\ &= 1 \times 494,172 \\ &= 494,172 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipasang **13- D22** ( $A_s = 4941,72 \text{ mm}^2$ )

### **Kontrol kemampuan tulangan menahan gaya geser**

$$Ah = \frac{P}{\sigma_a \cdot \mu} < A_s \text{ (PBI '71 (11.10))}$$

Ah = luas efektif tulangan horisontal yg diperlukan dengan  $\mu = 1,4$

$$Ah = \frac{183,2724 \text{ kg}}{2250 \text{ kg/cm}^2 \times 1,4} = 58,182 \text{ cm}^2 = 5818,2 \text{ mm}^2$$

Tulangan yang dipakai (13-D22)

$$n, A_s = 13 \times 0,25 \times 3,14 \times 22^2 = 4941,72 \text{ mm}^2$$

$$Ah = 5818,2 \text{ mm}^2 > A_s = 4941,72 \text{ mm}^2$$

Ah > A<sub>s</sub> . . . . . **(NOT OK)**

Tulangan yang dipakai (16-D22)

$$n, A_s = 16 \times 0,25 \times \pi \times 22^2 = 6082,123 \text{ mm}^2$$

$$Ah = 5818,2 \text{ mm}^2 < A_s = 6082,123 \text{ mm}^2$$

Ah < A<sub>s</sub> . . . . . **(OK)**

Jadi tulangan yang terpasang (**16 - D22**) pada pile tunggal mampu menahan tegangan geser

### **Cek jarak tulangan tarik :**

Tulangan direncanakan dipasang 1 lapis, sehingga jarak tulangan sebesar :

$$s = \frac{120 - 2 \times 8 - 2 \times 2,2 - 16 \times 2,2}{16 - 1} = 4,29 \text{ cm} > 3,2 \text{ cm} \dots \text{OK}$$



### Kontrol Geser Pons

Tegangan geser pons ditentukan oleh rumus:

$$\tau_{bp} = \frac{P}{\pi \cdot (c + ht) \cdot ht} \leq \tau_{bm} \quad (\text{PBI 71 11.9.(2)})$$

Dimana:

P = gaya aksial<sub>max</sub> yang bekerja pada tiang pancang

= dari SAP diperoleh P<sub>tekan max</sub> = 183,3751 ton

c = diameter tiang pancang

ht = tinggi total pilecap atau poer

$\tau_{bm}$  = tegangan ijin beton ( $0.65\sqrt{\sigma'_{bk}}$ )

$\tau_{bp}$  = tegangan aktual yang terjadi pada beton

Sehingga:

$$\tau_{bp} = \frac{183,2724 \times 10^3}{\pi \cdot (60,96 + 100) \cdot 100} \leq 0.65\sqrt{350}$$

$$\tau_{bp} = 3,624 \text{ kg/cm}^2 \leq 12 \text{ kg/cm}^2$$

Karena geser pons yang terjadi lebih kecil dari tegangan ijin beton, maka poer dikatakan **aman** dari gaya pons atau keruntuhan akibat geser pons.

### Kontrol kekuatan tulangan dan beton pada sambungan antara pile-pilecap-balok dalam menerima gaya geser

Gaya horisontal maksimum (Shear Force) pada tiang pancang 17,6065 ton = 176065 N (*frame365*).

Beberapa hal yang perlu dikontrol:

a) Kekuatan tulangan di dalam steel pile (**I2 - D13**)

$$P_{nt} = A_s \cdot n \cdot f_y \cdot \emptyset \quad (f_y = 400 \text{ Mpa})$$

Dimana  $\emptyset$  = 0.75 (shear reduction factor)

$$P_{nt} = 132,732 \times 12 \times 400 \times 0.75 = 477835,2 \text{ N}$$

$$= 47,78 \text{ ton} > 17,6065 \text{ ton} \dots \text{OK}$$

b) Tegangan geser beton dan pelat, serta kekuatan beton menerima gaya horisontal.

Kekuatan beton disekeliling tulangan =  $n \times L \times d \times f_c$

Dimana:  $f_c' = 29 \text{ Mpa}$  (K350)  
 $L = \text{panjang tul. di atas pile}$   
 $= (750-500)\text{mm} = 250\text{mm}$

Kekuatan beton terhadap gaya horisontal (shear force)  
 $= 12 \times 250 \text{ mm} \times 13 \text{ mm} \times 29 \text{ Mpa}$   
 $= 1131000 \text{ N} > 176065 \text{ N} \dots \dots \text{OK}$

c) Kekuatan tulangan angker (12 - D16,  $f_y=400\text{Mpa}$ )

$$P_{nt} = A_s \cdot n \cdot f_y \cdot \emptyset$$

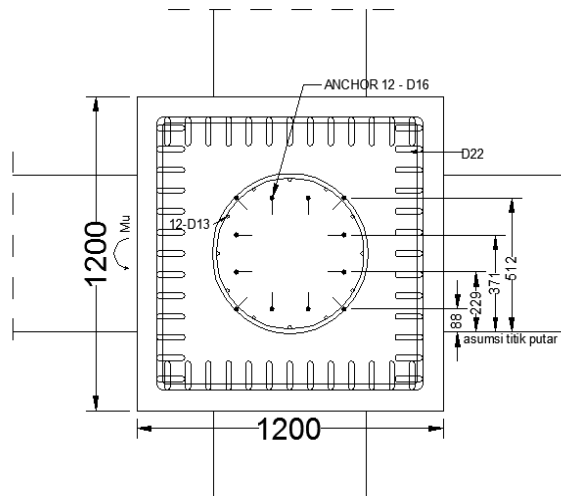
Dimana,  $\emptyset = 0.75$  (shear reduction factor)

$$P_{nt} = 201,062 \times 12 \times 400 \times 0.75 = 723823,2 \text{ N}$$

$$= 723823,2 \text{ N} > 176065 \text{ N} \dots \dots \text{OK}$$

**Kontrol kekuatan tulangan angker pada sambungan antara pilecap-balok dalam menerima momen**

Momen max pada ujung tiang tegak  $M_u = 29,135 \text{ ton.m}$   
 Frame589 (1,2DL+1,6PWS+1,6(Wkapal+Wcradle))



$$T_{u_{\max}} = \frac{M_u \cdot d_{\max}}{\sum d^2} = \frac{2913500 \times 512}{(4 \times 512^2) + (2 \times 371^2) + (2 \times 229^2) + (4 \times 88^2)}$$

$$Tu_{\max} = \frac{Mu \cdot d_{\max}}{\sum d^2} = \frac{149171200}{14597.16} = 10219 \text{ kg} \leq \frac{145,971 \text{ ton}}{12 \text{ tulangan}}$$

Karena gaya tarik akibat momen yang terjadi pada satu tulangan angker lebih kecil dari kemampuan tulangan menahan tarik, maka tulangan **12-D22** mampu menahan  $Mu=29,135$  ton.m.

$$\text{Tarik}_{\text{ulti}} = 10,219 \text{ ton} \leq \text{Tijin} = 12,164 \text{ ton} \dots \dots \text{(OK)}$$

### 1.2.5 Perencanaan Pondasi

Pondasi yang digunakan untuk struktur *Slipway* ini adalah tiang pancang baja. Dasar pemilihan ini telah dijelaskan pada Bab 5 Kriteria Desain.

#### a. Data Tiang Pancang

Tiang pancang baja JIS A 5525 :

Diameter	=	609,6 mm
Tebal	=	16 mm
Luas penampang	=	298,4 cm <sup>2</sup>
Berat	=	243 kg/ m
Momen Inersia	=	132 x 10 <sup>3</sup> cm <sup>4</sup>
Section Modulus(elastis)	=	4314,813 cm <sup>3</sup>
Jari-jari Girasi	=	21 cm ( $r = (\text{Inersia}/A)^{0.5}$ )
Luas selimut surface	=	1,19 m <sup>2</sup> /m'
Young modulus(baja)	=	2100000 kg/cm <sup>2</sup>

#### b. Kontrol Kebutuhan Kedalaman Tiang

Pada perencanaan struktur *Slipway* ini, semua dipakai tiang pancang tegak karena gaya horizontal yang tidak besar. Rekap gaya dalam yang terjadi pada tiang dapat di lihat pada Tabel 6.5 di bawah ini.

**Tabel 1.5 Output Gaya Dalam Tiang Pancang Baja JIS A 5525**

Tipe Tiang	Beban	Kombinasi	Frame/joint	Besar
Tegak	P (tekan)	1.2DL+1.6PWT+1.6(Wkapal+Wcradle)	589/113	183.2724 ton
	V	1.2DL+1.6PWT+1.6(Wkapal+Wcradle)	365	7.6065 ton
	M	1.2DL+1.6PWT+1.6(Wkapal+Wcradle)	365/37	29.13499 ton.m
Defleksi Tiang	U1	1.2DL+1.6PWT+1.6(Wkapal+Wcradle)	joint 556	0.23 m
	U2	1.2DL+1.6PWT+1.6(Wkapal+Wcradle)	joint 632	0.22 m

Sumber : Hasil perhitungan SAP2000

Tiang tegak

$$Q_L = 3 \times P = 3 \times 183,2724 = 549,8172 \text{ ton}$$

Kedalaman tiang yang dibutuhkan untuk memikul gaya ini adalah sedalam 22 m dari riverbed atau -27 m LWS. Grafik daya dukung tanah vs kedalaman dapat dilihat pada **Gambar 3.6 dan 3.7**. Mengenai detail contoh cara perhitungannya bisa dilihat pada Bab 3 subbab 3.5 Data tanah.

**c. Kontrol Tiang Pancang Terhadap Korosi**

Korosi tiang diasumsikan terjadi sampai tiang ditumbuhi karang yaitu selama 10 tahun. Metode perawatan digunakan dengan menyediakan alokasi tebal tiang yang akan terkorosi yaitu setebal 3mm. sesuai dengan aturan OCDI kecepatan korosi adalah 0.3 mm/tahun, sehingga

$$\text{Diameter rencana(outside)} = 609,6\text{mm} - 2 \times 3\text{mm} = 603,6$$

$$\text{Diameter dalam} = 577,6\text{mm} + 2 \times 3\text{mm} = 583,6$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang (A)} &= 0.25 \pi (D_1^2 - D_2^2) \\ &= 0.25 \pi (603,6^2 - 583,6^2) \\ &= 18648,494 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen inersia (I)} &= 1/64 \pi (D_1^4 - D_2^4) \\ &= 1/64 \pi (603,6^4 - 583,6^4) = \\ &821608261,9\text{mm}^4 = 82160,8261\text{cm}^4 \end{aligned}$$

$$\text{Section modulus (S}_{xy}) = \frac{\pi(60,36^4 - 58,36^4)}{32(60,36)} = 2722,36 \text{ cm}^3$$

$$f_y \text{ minimal (JIS A 5525 STK 41)} = 2350 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} M_{ijin \text{ max}} &= f_y \times \text{Section Modulus} \\ &= 2350 \times 2722,36 \\ &= 6397546 \text{ kgcm} = 63,97 \text{ t-m} \end{aligned}$$

$$M_{ijin} > M_u (29,134 \text{ t.m}) \dots\dots \text{(OK)}$$

**d. Kelendering**

Perumusan kalendering yang dipakai adalah *Alfred Hiley Formula (1930)* :

$$Q_u = \frac{\alpha.W.H}{S + 0,5.C} \times \frac{W + n^2.Wp}{W + Wp}$$

Karena perhitungan dilakukan sebelum pemancangan, maka yang dihitung adalah nilai  $S$  atau penetrasi/blow, yaitu pengamatan yang dilakukan rata-rata di tiga set terakhir, dengan 10 pukulan tiap setnya. Dan disyaratkan apabila untuk kedalaman yang sama  $S > S'$ , maka pemancangan dihentikan.

Dimana :

$S$  = nilai penetrasi/ blow rencana dari perhitungan

$S'$  = nilai penetrasi/ blow saat pemancangan

#### ▪ Kalendering tiang pancang tegak

$H_{\text{hammer}} = 2\text{m}$ , tinggi jatuh hammer untuk kondisi normal.

$\emptyset_{\text{tiang}} = 60,96\text{ cm}$

tebal = 1.6 cm

$P = 125,2492\text{ ton}$

$SF = 3$

$Q_u = 3 \times 183,2724 = 549,8172\text{ ton}$

$W = 3,5\text{ ton}$  (*hydraulic hammer*)

$\alpha = 2.5$  (*hydraulic hammer*)

Panjang tiang pancang tegak yang dibutuhkan:

$(L) = 27\text{ m}$

$W_p = \text{berat tiang pancang (ton)}$

= berat per meter x  $L$

=  $0,234\text{ton/m} \times 27\text{ m} = 6,318\text{ ton}$

$n = 0.55$  (*hammer on steel pile without cushion*)

$S = \text{set/pile penetration for last blow (cm or mm/blow)}$

$C_1 = \text{Kompresi sementara dari cushion (pile head \& cap)}$

= 0 (*without cushion*)

$C_2 = 10\text{ mm}$  (*untuk steel pile*)

$C_3 = 1\text{ mm}$  (*hard ground, SPT > 50*)

$\rightarrow C = C_1 + C_2 + C_3 = 0 + 10 + 1 = 11\text{ mm} = 0.011\text{ m}$

$$Q_u = \frac{\alpha \cdot W \cdot H}{S + 0.5 \cdot C} \cdot \frac{W + n^2 \cdot W_p}{W + W_p}$$

$$549,8172 = \frac{2.5 \cdot 3,5 \cdot 2}{S + 0.5 \cdot 0.011} \cdot \frac{3,5 + 0.55^2 \cdot 6,318}{3,5 + 6,318}$$

$$549,8172 = \frac{9,6452}{S + 0.0055}$$

$$S = \frac{9,6452}{549,8172} - 0.0055 = 0.012\text{m} = 12 \text{ mm}$$

Jadi final set kalendering yang digunakan untuk tiang pancang tegak adalah 12 mm/10 blow atau 1,2 mm/blow

- e. **Kontrol Kuat Tekuk (Axial maks terhadap buckling)**  
Tiang pancang tegak (fixed & translating headed condition)

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(Z_f + e)^2}$$

e = jarak antara lateral load (H) yang bekerja dengan muka

tanah. = 14 meter (lihat Bab 5)

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 2100000 \cdot 1315151,50 \text{ 52}}{(520 + 760)^2} = 1663699,50 \text{ 4 kg} = 1663.67 \text{ ton}$$

$P_{cr} > P_u$  183,2724 ton → dari **Tabel 6.16**) . . . . . (OK)

- f. **Kontrol Gaya Horisontal**

$$Hu = \frac{2xMu}{(e + Zf)} \text{ (Tomlinson)}$$

$M_u$  = yang dipakai  $M_u$  ijin dianggap setelah terjadi korosi

Yaitu = 63,97 t.m (lihat: kontrol tiang terhadap korosi)

$$Hu = \frac{2x 63,97}{(7.6 + 5.2)} = 9,995 \text{ ton}$$

$H_{\max}$  yang terjadi pada tiang tegak = 7,6065 ton (**Tabel 6.16**)  
 $H_{\max}$  yang terjadi pada tiang tegak <  $H_u$  Tiang . . . .(OK)

**g. Kontrol Tegangan/ kontrol kekuatan bahan**

Tegangan yang terjadi akibat beban aksial (P) dan momen (M) pada tiang yang didapat dari analisa SAP 2000 harus lebih kecil dari tegangan ijin tiang pancang ( $f_y$ ). Tegangan pada tiang pancang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

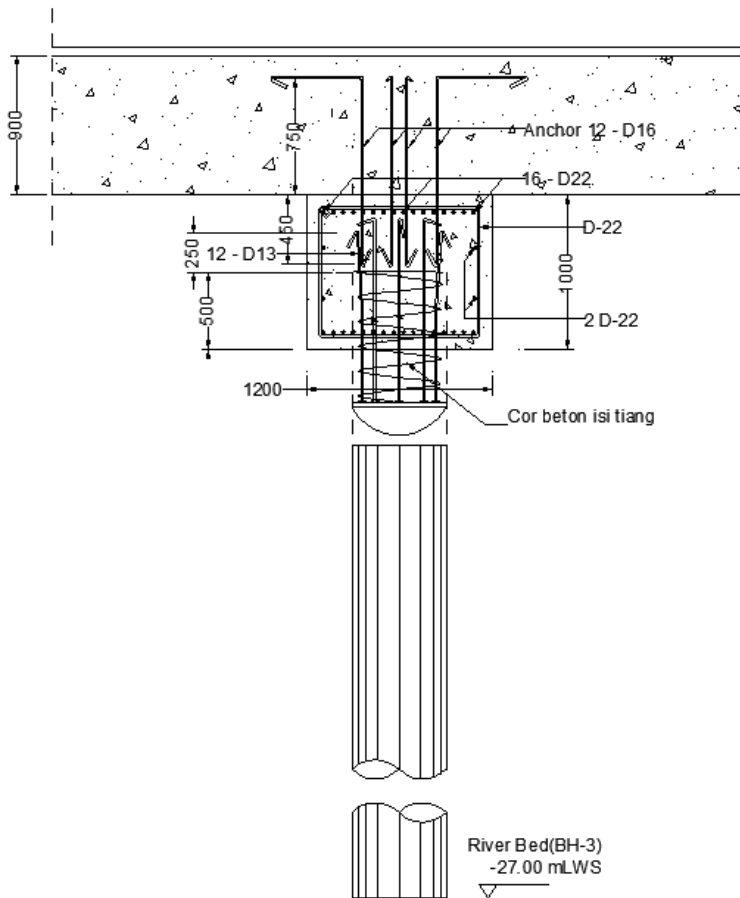
$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P}{A} \pm \frac{M.y}{I} \\ y &= 0,5 * \text{Diamater pancang} = 0,3048 \text{ m} \\ y' &= 0,5 * \text{Diameter setelah terkorosi} = 0,3018 \text{ m}\end{aligned}$$

maka tegangan tiang,

$$\begin{aligned}\text{Tiang tegak, } \sigma &= \frac{183272,4}{0,02984} + \frac{29134,9 \times 0,3048}{0,00132} \\ &= 12869349,73 \text{ kg/m}^2 \\ &= 1286,9349 \text{ kg/cm}^2 < 2350 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}\end{aligned}$$

Setelah terjadi korosi selama 10 tahun:

$$\begin{aligned}\text{Tiang tegak, } \sigma &= \frac{183272,4}{0,01865} + \frac{29134,9 \times 0,3018}{0,000821608} \\ &= 20529016,24 \text{ kg/m}^2 \\ &= 2052,90 \text{ kg/cm}^2 < 2350 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}\end{aligned}$$



**Gambar 1.25 Detail Penulangan Pilecap dan Tiang Pancang**



*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## **BAB VII METODE PELAKSANAAN**

### **1.1 Umum**

Dalam bab ini, akan direncanakan metode pelaksanaan dari hasil perencanaan pada bab-bab sebelumnya yang meliputi:

1. Metode pelaksanaan pembangunan Slipway
2. Metode pelaksanaan Cradle dan Sistem Winch

Sebelum pelaksanaan suatu proyek dapat dilakukan, perlu diadakan beberapa pekerjaan persiapan. Pekerjaan-pekerjaan itu meliputi :

- Pengukuran lokasi proyek, pemasangan patok dan pagar proyek
- Penyediaan direksi kit atau kantor proyek
- Penyediaan gudang material dan peralatan
- Penyediaan pos keamanan

### **1.2 Metode Pelaksanaan Slipway**

Dalam pelaksanaan struktur Slipway, perencanaan dibagi menjadi 3 tahap :

- Tahap prakonstruksi
- Tahap konstruksi
- Tahap pasca konstruksi

#### **1.2.1 Metode Pelaksanaan Slipway**

Tahap prakonstruksi dilaksanakan setelah pekerjaan persiapan selesai dilakukan. Secara umum, tahap prakonstruksi atau pekerjaan persiapan terdiri dari pekerjaan :

- a. Pembersihan lahan, yaitu dengan membersihkan lahan proyek dan lahan di sekitar proyek yang telah dibebaskan dari hal – hal yang akan mengganggu jalannya proyek secara keseluruhan.

- b. Pengadaan material konstruksi seperti semen, besi, kayu dan sebagainya
- c. Mobilisasi alat berat seperti crane, ponton dan hammer hidrolik untuk keperluan pemancangan tiang pancang struktur.

### **1.2.2 Tahap Konstruksi**

Pekerjaan tahap konstruksi dapat dibagi menurut urutan pengerjaannya. Adapun tahap-tahap konstruksi adalah sebagai berikut :

- a. Pemancangan tiang pancang
- b. Metode pelaksanaan poer
- c. Metode pelaksanaan balok

#### **1.2.2.1 Pemancangan Tiang Pancang**

Pekerjaan pemancangan tiang pancang untuk substruktur pada pelaksanaan struktur ini dilaksanakan di wilayah daratan dan perairan, untuk wilayah perairan pelaksanaan pemancangan harus menggunakan ponton sebagai alat angkut. Jumlah ponton yang harus disediakan minimal 2 buah, yaitu untuk mengangkut hammer dan stock pile dari tiang pancang. Adapun peralatan yang diperlukan dalam pekerjaan ini adalah sebagai berikut :

- 2 kapal ponton
- 1 tugboat
- 1 mobile crane
- 1 hydraulic hammer
- 2 buah Teodolit / Waterpas

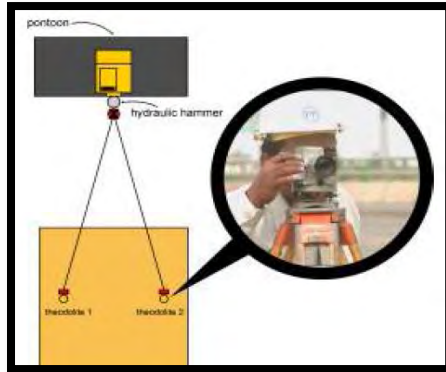
Dalam pekerjaan pemancangan, tiang pancang baja yang dipakai memiliki diameter  $\text{Ø}609,6$  mm. Pemancangan dilakukan dengan 2 buah ponton, dimana 1 ponton untuk membawa hydraulic hammer dan ponton crane untuk mobilisasi tiang pancang dari areal penumpukan ke ponton pancang. Alat Teodolit dipergunakan untuk mengukur ketepatan posisi dan kemiringan tiang pada waktu proses pemancangan.



**Gambar 1.1 Ponton Pancang dan Ponton Crane Pada Proses Pemancangan**

Secara umum, metode pelaksanaan pemancangan adalah sebagai berikut :

- Tiang pancang dipindahkan dari lapangan penumpukan ke ponton crane, kemudian tiang pancang dipindahkan dari ponton crane ke ponton pancang untuk dilakukan proses pemancangan.
- Ponton pancang diarahkan ke titik yang dituju, dengan bantuan alat teodolit untuk menentukan mendapatkan titik serta kemiringan tiang yang tepat sesuai rencana.



**Gambar 1.2 Penentuan Titik dan Kemiringan Tiang Pancang Dengan Menggunakan Teodolit**

- Tali pengikat tiang pada hydraulic hammer dikendorkan sehingga tiang pancang akan turun sampai dasar laut dan diukur kembali ketepatannya dengan teodolit.
- Memulai pemancangan dengan hydraulic hammer sampai kedalaman yang direncanakan



**Gambar 1.3 Proses Pemancangan Tiang**

- Pada umumnya panjang tiang pancang yang difabrikasi tidak memenuhi kedalaman rencana dari pondasi. Untuk menambah panjang dari tiang rencana, maka tiang disambung dengan las.



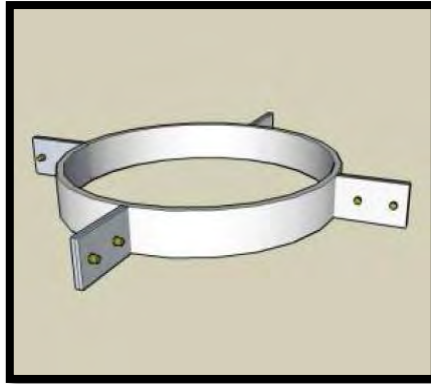
**Gambar 1.4 Penyambungan Tiang Pancang**

- Untuk pemberhentian proses pemancangan, pada sepuluh pukulan terakhir dilakukan kalendering, apabila  $S_{rencana} > S_{lapangan}$ , pemancangan dapat dihentikan.
- Pemotongan tiang pancang yang berlebih dilakukan dengan menggunakan *blender* sampai pada elevasi tiang yang direncanakan.

#### **1.2.2.2 Metode Pelaksanaan Poer (Pilecap)**

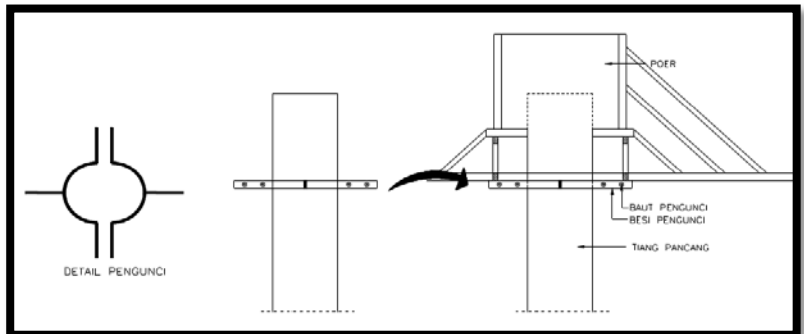
Setelah kegiatan pemancangan selesai dilaksanakan, pekerjaan berikutnya adalah pelaksanaan poer pada ujung tiang pancang. Adapun metode pelaksanaan poer adalah sebagai berikut:

- Memasang landasan untuk bekisting berupa sabuk pengikat yang dibaut dengan 2 baut untuk tiap pengikatnya pada tiang pancang.



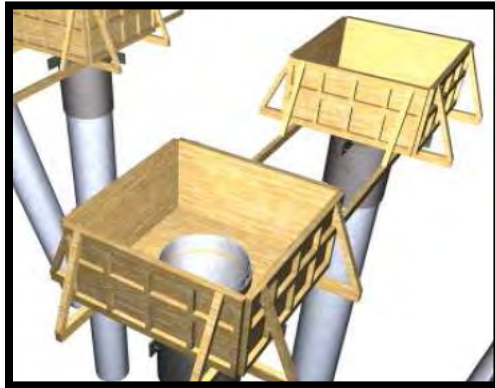
**Gambar 1.5 Landasan Bekisting Poer**

- Melanjutkan perakitan bekisting poer diatas landasan yang telah ada, sesuai dengan ukurannya. Bekisting poer ini dapat menggunakan kayu. Bekisting ini juga harus dikerjakan dengan teliti dan lurus, serta hubungan antar papan bekisting harus rapat agar adukan beton tidak merembes keluar.



**Gambar 1.6 Pemasangan Bekisting Poer**

- Memasang balok kayu yang menghubungkan antara tiang satu dengan lainnya baik arah memanjang maupun melintang. Hal ini untuk menghindari Bergeraknya bekisting poer pada arah horisontal.
- Memasang tulangan spiral pada ujung tiang pancang sedalam -1 mLWS dan pada ujung tulangan sebelah dalam tiang, dipasang landasan berupa papan kayu sebagai tempat berhentinya beton saat dicor. Selanjutnya dilakukan pemasangan tulangan beton pengisi tiang dan tulangan poer.
- Melanjutkan pekerjaan pengecoran.



**Gambar 1.7 Bekisting Poer**

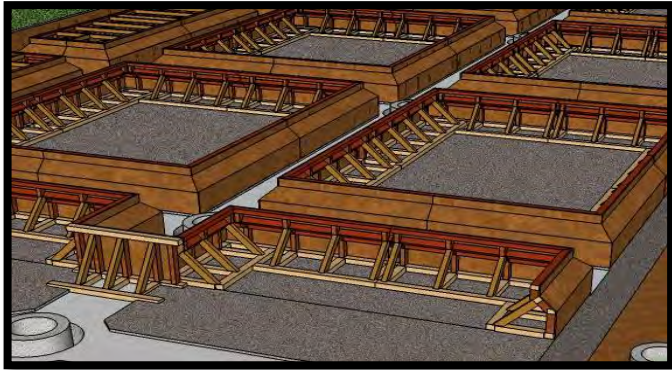
### **1.2.2.3 Metode Pelaksanaan Balok**

Setelah pemasangan bekisting poer dan pengecorannya selesai dilaksanakan, pekerjaan berikutnya adalah pelaksanaan balok dan pelat. Adapun metode pelaksanaan balok dan pelat adalah sebagai berikut :

- Memasang bekisting balok memanjang dan melintang sesuai dengan ukuran rencana dan ditopang dengan kayu ke landasan yang telah terpasang pada bekisting tersebut.



seperti halnya bekisting poer, bekisting balok ini juga dapat dibuat dari kayu dan pembuatannya harus benar-benar diperhatikan, baik itu kelurusan, kekokohan, maupun kerapatannya.



**Gambar 1.8 Pemasangan Bekisting Balok Pada Slipway**

- Penulangan pada balok dirangkai terlebih dahulu di workshop, sedangkan penulangan pelat dirangkai di tempat. Pada saat penempatan tulangan di lapangan, harus diperhatikan jarak antara tulangan dengan bekisting untuk mendapatkan tebal selimut minimum 8 cm. Untuk mendapatkan tebal selimut ini, biasanya dipakai beton decking yang ditempatkan pada titik tertentu agar besi tulangan tidak melendut.



**Gambar 1.9 Beton Decking**

- Ketika semua tulangan selesai terpasang, pengecoran mulai dilakukan dengan menuangkan beton readymix ke dalam bekisting dan dipadatkan dengan vibrator. Pada saat beton basah dituangkan, tinggi jatuh beton readymix tidak lebih dari 1 m, hal ini untuk menghindari agar jatuhnya beton tersebut tidak membuat bekisting rusak.
- Pengecoran dilakukan secara menerus dan hanya boleh berhenti di tempat-tempat yang dianggap aman dan telah direncanakan sebelumnya.
- Bila pengecoran dihentikan, dan kemudian akan disambung lagi, maka pengecoran sebelumnya harus dibersihkan permukaannya dan dibuat kasar agar hasil pengecoran yang baru bisa melekat sempurna dengan permukaan yang lama.
- Sebelum pengecoran yang baru dilakukan, permukaan yang akan disambung harus disiram dengan air semen 1 PC : 0,45 air, kemudian permukaan sambungan dilapisi dengan lem beton dan dicor kembali.
- Selama waktu pengerasan, beton harus dilindungi dengan air bersih atau ditutup dengan karung basah (curing) terus menerus selama paling tidak 10 hari setelah pengecoran.
- Pembongkaran bekisting beton tidak boleh dilakukan sebelum waktu pengerasan menurut PBI 1971 dipenuhi dan pembongkarannya dilakukan hati-hati agar jangan sampai merusak beton yang sudah mengeras.

### **1.2.3 Tahap Pasca Konstruksi**

Pekerjaan yang dilakukan pada tahap pasca konstruksi adalah sebagai berikut :

- Pemasangan Rel dan Bantalan Rel  
Setelah beton mengeras dengan sempurna, Rel ditempatkan pada posisinya lalu dipasangkan bantalan dan dibuat.

- Pemasangan Utilitas  
Karena Slipway yang direncanakan menggunakan Cradle dan winch untuk penarikan kapal maka dibutuhkan beberapa perlengkapan diantaranya roller, dan sling.



**Gambar 1.10 Pemasangan Rel**

### **1.3 Metode Pelaksanaan Cradle**

Dalam pelaksanaan struktur Cradle, perencanaan dibagi menjadi 3 tahap:

- Tahap prakonstruksi
- Tahap konstruksi
- Tahap pasca konstruksi

### **1.3.1 Tahap Prakonstruksi**

Tahap prakonstruksi dalam pelaksanaan struktur cradle yaitu menyiapkan dudukan atau tempat perletakan dari cradle itu sendiri. Menyiapkan frame baja dan roller yang nantinya akan dirakit menjadi segmen- segmen.

### **1.3.2 Tahap Konstruksi**

Pada tahap konstruksi ini dilakukan dengan perakitan frame baja dengan sambungan las dan baut. Setelah cradle jadi persegmen maka cradle dilanjutkan dengan perakitan seluruh cradle yang nantinya akan disiapkan untuk kapal yang akan menggunakan slipway.

### **1.3.3 Tahap Pasca Konstruksi**

Pada tahap ini, yaitu setelah cradle selesai dibangun, kemudian dipasang roller untuk rel yang sudah disediakan serta keelblock pada cradlenya.

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## **BAB VIII**

### **RENCANA ANGGARAN BIAYA**

#### **1.1 Umum**

Pada bab Rencana Anggaran Biaya ini dijelaskan mengenai prosedur analisis biaya keseluruhan pembangunan *Slipway*. Adapun prosedurnya meliputi:

1. Penentuan harga material, alat dan upah
2. Analisis harga satuan tiap pekerjaan
3. Perhitungan volume pekerjaan dan rencana anggaran biaya

#### **1.2 Harga Material dan Upah**

Harga material dan upah diambil dari “Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 75 Tahun 2013 tentang Standar Biaya Tahun 2014 Di Lingkungan Kementerian Perhubungan”. Berikut ini adalah rincian daftar harga material (Tabel 8.1), daftar harga sewa peralatan (Tabel 8.2) dan daftar harga upah pekerja (Tabel 8.3).

**Tabel 1.1 Daftar Harga Material**

<b>No.</b>	<b>Jenis Peralatan</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga</b>
<b>A.</b>	<b>Semen, Ready Mix</b>		
1	Semen portland	sak	Rp70,723.54
2	Beton Readymix (K.350)	m3	Rp870,768.14
<b>B.</b>	<b>Bahan dan Material Alam</b>		
1	Pasir beton	m3	Rp188,398.66
2	Sirtu	m3	Rp238,009.14
3	Batu pecah	m3	Rp250,846.23
4	Kawat bindraad	kg	Rp24,152.16

6	Besi tulangan	kg	Rp11,847.35
7	Besi tulangan 16mm	btg	Rp224,341.47
8	Besi tulangan 22mm	btg	Rp424,372.16
9	Besi tulangan 29mm	btg	Rp737,142.27
10	Plywood (t=12 mm)	lembar	Rp314,988.72
11	Kayu bekisting	m3	Rp3,679,302.00
12	Paku	kg	Rp23,367.25

<b>C. Profil Baja</b>			
1	Steel pile D=609,6mm t=16mm	m'	Rp6,012,934.86
2	Baja WF	kg	Rp15,741.28
3	Profil WF 700 x 300 x 13 x 24	m'	Rp3,392,752.00
4	Profil WF 350 x 350 x 19 x 19	m'	Rp2,860,915.20
5	Pelat Baja t = 12 mm	kg	Rp15,741.28
6	Baut 5/8" Panjang 20 cm	buah	Rp21,783.92
7	Rel R 54	m'	Rp990,316.80
8	Baut bantalan dia. 19. p = 270 mm	buah	Rp57,929.38

<b>D. Aksesoris Rel</b>			
1	Plat Landas Rel	buah	Rp539,190.67
2	Penambat elastis	Set	Rp757,844.23
3	Rantai penahan	Set	Rp693,669.84
4	Perangkat roda	Set	Rp88,517,081.24
5	Sling Baja	ls	Rp25,609.17

<b>E.</b>	<b>Lain-lain</b>		
1	Oli	liter	Rp40,354.26
2	Solar	liter	Rp11,771.47
3	Percobaan pembebanan tiang pancang	unit	Rp8,400,213.25
4	Tes beton di laboratorium	Ls	Rp17,193,000.00
5	Pile loading trials	unit	Rp12,000,000.00
6	Densopole	roll	Rp288,211.99
7	Densopaste	tube	Rp198,682.31
8	Densotape	roll	Rp221,984.55
9	Pengelasan	cm	Rp3,679.30
10	Genset. Mesin Las. Dll	unit	Rp12,264,340.00
11	Grease	kg	Rp85,850.38
12	Mesin las 40 Amp	jam	Rp317,735.94
13	Profil C 75 x 45 x 2.3	kg	Rp14,904.85
14	Pelat cincin baja	kg	Rp14,904.85
15	Keel block	unit	Rp500,000.00
16	Kawat las	kg	Rp30,660.85

**Tabel 1.2 Daftar Sewa Peralatan**

<b>No.</b>	<b>Jenis Peralatan</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga</b>
1	Ponton pancang	jam	Rp1,766,064.96
2	Ponton Transport	jam	Rp1,226,434.00
3	Tugboat untuk menarik ponton	jam	Rp762,189.49
4	Generator Set	jam	Rp312,740.67
5	Crawler crane	jam	Rp461,384.47
6	Concrete vibrator	jam	Rp168,634.68
7	Concrete pump	jam	Rp22,964.98



8	Concrete mixer	jam	Rp164,035.55
9	Mesin bor dan bahan bakat /lubang	jam	Rp97,268.48
10	Mesin las 40 Amp	jam	Rp317,735.94
11	Crane 10-15 ton	jam	Rp421,770.65
12	Pile Driver + Hammer	jam	Rp1,213,188.51

**Tabel 1.3 Daftar Upah Pekerja**

No.	Jenis Pekerja	Satuan	Harga satuan
1	Mandor	org/hari	Rp142,115.49
2	Pekerja	org/hari	Rp92,630.11
3	Kepala tukang	org/hari	Rp125,619.96
4	Tukang	org/hari	Rp109,094.98
5	Tukang Kayu	org/hari	Rp109,109.70
6	Tukang Besi	org/hari	Rp109,109.70
5	Operator	org/hari	Rp109,109.70
6	Pembantu operator	org/hari	Rp65,614.22
7	Tukang selam	org/hari	Rp229,649.77
8	Tukang las	org/hari	Rp109,109.70
9	Penjaga malam	org/hari	Rp103,935.38
10	Nahkoda	org/hari	Rp193,776.57
11	ABK	org/hari	Rp215,676.64

### 1.3 Analisa Harga Satuan

Analisis harga satuan berisi mengenai harga satuan yang dihabiskan dalam pemenuhan setiap bagian dari pekerjaan, misalnya harga satuan pembuatan beton per m<sup>3</sup>, harga pembuatan

bekisting per m<sup>2</sup>. Analisis harga satuan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 1.4 Daftar Analisa Harga Satuan**

No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga satuan	Jumlah
<b>1</b>	<b>1 m3 beton K-350</b>				
	<b>Bahan :</b>				
	Beton ready mix K-350	1	m3	Rp870,768.14	Rp870,768.14
	<b>Alat :</b>				
	Concrete pump	0.3	jam	Rp22,964.98	Rp6,889.49
	Vibrator	0.6	jam	Rp168,634.68	Rp101,180.81
	<b>Upah :</b>				
	Mandor	0.3	org/hari	Rp142,115.49	Rp42,634.65
	Pekerja	2	org/hari	Rp92,630.11	Rp185,260.21
	Kepala tukang	0.1	org/hari	Rp125,619.96	Rp12,562.00
	Tukang	1	org/hari	Rp109,094.98	Rp109,094.98
	<b>Biaya 1 m3 beton</b>				<b>Rp1,328,390.28</b>
No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga satuan	Jumlah
<b>2</b>	<b>10 m2 Bekisting</b>				
	<b>Bahan :</b>				
	Kayu bekisting	0.4	m3	Rp3,679,302.00	Rp1,471,720.80
	Paku	3.5	kg	Rp23,367.25	Rp81,785.36
	<b>Upah :</b>				
	Mandor	0.1	org/hari	Rp142,115.49	Rp14,211.55
	Pekerja	6	org/hari	Rp92,630.11	Rp555,780.64
	Kepala tukang	0.5	org/hari	Rp125,619.96	Rp62,809.98
	Tukang kayu	5	org/hari	Rp109,109.70	Rp545,548.50
	<b>Biaya 10 m2 bekisting</b>				Rp2,731,856.84
	<b>Biaya 1 m2 bekisting</b>				<b>Rp273,185.68</b>
<b>3</b>	<b>100 kg pembesian</b>				
	<b>Bahan :</b>				
	Besi tulangan	100	kg	Rp11,847.35	Rp1,184,735.24
	Kawat bindraad	2	kg	Rp24,152.16	Rp48,304.33
	<b>Upah :</b>				
	Pekerja	4.8	org/hari	Rp92,630.11	Rp444,624.51
	Tukang besi	4.8	org/hari	Rp109,109.70	Rp523,726.56
	Kepala tukang	4.8	org/hari	Rp125,619.96	Rp602,975.79
	<b>Biaya 100 kg pembesian</b>				Rp2,804,366.44
	<b>Biaya 1 kg pembesian</b>				<b>Rp280,436.64</b>
<b>4</b>	<b>Perancah (Klem)</b>				
	<b>Bahan :</b>				
	Profil C 75 x 45 x 2.3	5.92	kg	Rp14,904.85	Rp88,236.73
	Pelat cincin baja	39.92	kg	Rp14,904.85	Rp595,001.71
	Kawat Las	0.25	kg	Rp30,660.85	Rp7,665.21
	<b>Alat :</b>				

	Mesin las	0.0045	hari	Rp317,735.94	Rp1,429.81
	<b>Upah :</b>				
	Mandor	0.1	org/hari	Rp142,115.49	Rp14,211.55
	Pekerja	0.001	org/hari	Rp92,630.11	Rp92.63
	Kepala tukang	2	org/hari	Rp125,619.96	Rp251,239.91
	<b>Biaya perancah</b>				<b>Rp957,877.55</b>
No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga satuan	Jumlah
5.1	<b>1 m3 Beton K350 Bertulang :</b>				
	<b>1m3 Beton untuk poer tunggal</b>				
	Beton readymix k350	1	m3	Rp870,768.14	Rp870,768.14
	Besi Beton	328	kg	Rp11,847.35	Rp3,885,931.60
	Bekisting	0.6	m2	Rp3,679,302.00	Rp2,207,581.20
	Peralatan (concrete mixer)	1	set	Rp164,035.55	Rp164,035.55
	<b>Biaya poer tunggal</b>				<b>Rp7,128,316.49</b>
5.2	<b>1m3 Beton K350 Pengisi Tiang Pancang</b>				
	Beton readymix k350	1	m3	Rp870,768.14	Rp870,768.14
	Besi beton	80	kg	Rp11,847.35	Rp947,788.20
	Peralatan (concrete mixer)	1	set	Rp164,035.55	Rp164,035.55
	<b>Biaya isian tiang pancang</b>				<b>Rp1,982,591.88</b>
5.3	<b>1m3 Beton untuk balok melintang</b>				
	Beton readymix k350	1	m3	Rp870,768.14	Rp870,768.14
	Besi Beton	185	kg	Rp11,847.35	Rp2,191,760.20
	Bekisting	0.6	m2	Rp3,679,302.00	Rp2,207,581.20
	Peralatan (concrete mixer)	1	set	Rp164,035.55	Rp164,035.55
	<b>Biaya balok melintang</b>				<b>Rp5,434,145.09</b>
No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga satuan	Jumlah
5.4	<b>1m3 Beton untuk balok memanjang</b>				
	Beton readymix k350	1	m3	Rp870,768.14	Rp870,768.14
	Besi Beton	280	kg	Rp11,847.35	Rp3,317,258.68
	Bekisting	0.6	m2	Rp3,679,302.00	Rp2,207,581.20
	Peralatan (concrete mixer)	1	set	Rp164,035.55	Rp164,035.55
	<b>Biaya balok memanjang</b>				<b>Rp6,559,643.57</b>
No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga satuan	Jumlah
6	<b>Pemancangan Tiang</b>				
	<b>Alat</b>				
	Ponton pancang	8	jam	Rp1,766,064.96	Rp14,128,519.68
	Tugboat untuk menarik ponton	8	jam	Rp762,189.49	Rp6,097,515.88
	Generator Set	8	jam	Rp312,740.67	Rp2,501,925.36
	Pile Driver + Hammer	8	jam	Rp1,213,188.51	Rp9,705,508.10
	<b>Upah</b>				
	Mandor	1	org/hari	Rp142,115.49	Rp142,115.49
	Pekerja	8	org/hari	Rp92,630.11	Rp741,040.86

	Operator	6	org/hari	Rp109,109.70	Rp654,658.20
	Pembantu operator	6	org/hari	Rp65,614.22	Rp393,685.31
	Penyelam	3	org/hari	Rp229,649.77	Rp688,949.30
	Biaya Pemancangan tiang per hari				Rp35,053,918.19
	Panjang pemancangan tiap hari				
	- tiang tegak 5 buah x 27m (panjang tiang)=(L1)	135	m		
	Biaya pemancangan per-meter				
	- tiang tegak (5 buahx 27 m)	1	m'		<b>Rp259,658.65</b>
<b>7</b>	<b>Penyambungan Tiang Pancang</b>				
	<b>Alat</b>				
	Alat bantu penyambungan tiang pancang	35	ls	Rp21,400.00	Rp749,000.00
	<b>Upah</b>				
	Mandor	0.45	org/hari	Rp142,115.49	Rp63,951.97
	Pekerja	6	org/hari	Rp92,630.11	Rp555,780.64
	Tukang las	2	org/hari	Rp109,109.70	Rp218,219.40
	<b>Biaya penyambungan tiang pancang</b>				<b>Rp1,586,952.02</b>
No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga satuan	Jumlah
<b>8</b>	<b>Pemotongan Tiang Pancang</b>				
	<b>Alat</b>				
	Alat bantu pemotongan tiang pancang	7	ls	Rp30,602.00	Rp214,214.00
	<b>Upah</b>				
	Mandor	0.13	org/hari	Rp142,115.49	Rp18,475.01
	Pekerja	2.83	org/hari	Rp92,630.11	Rp262,143.20
	Tukang las	0.83	org/hari	Rp109,109.70	Rp90,561.05
	<b>Biaya pemotongan tiang pancang</b>				<b>Rp585,393.27</b>
<b>9</b>	<b>Pengangkatan Tiang Pancang</b>				
	<b>Alat</b>				
	Crane 10-15 ton	1.6	hari	Rp421,770.65	Rp674,833.04
	Ponton Transport	4	hari	Rp1,226,434.00	Rp4,905,736.00
	Tugboat untuk menarik ponton	1.6	hari	Rp762,189.49	Rp1,219,503.18
	<b>Upah</b>				
	Mandor	1	org/hari	Rp142,115.49	Rp142,115.49
	Operator	5	org/hari	Rp109,109.70	Rp545,548.50
	Pembantu operator	5	org/hari	Rp65,614.22	Rp328,071.10
	Nahkoda	1	org/hari	Rp193,776.57	Rp193,776.57
	ABK	2	org/hari	Rp215,676.64	Rp431,353.27
	Jumlah Pengangkatan dalam 1 hari				10
	<b>Biaya Pengangkatan Tiang Pancang</b>				<b>Rp800,958.39</b>
No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga satuan	Jumlah
<b>10</b>	<b>Pembuatan 1 Buah Sepatu Tiang</b>				
	Pelat baja	100	kg	Rp8,000.00	Rp800,000.00
	Alat bantu sepatu tiang pancang	5	ls	Rp24,503.00	Rp122,515.00
	<b>Upah</b>				
	Mandor	0.45	org/hari	Rp142,115.49	Rp63,951.97

	Pekerja	1	org/hari	Rp92,630.11	Rp92,630.11
	Tukang las	1	org/hari	Rp109,109.70	Rp109,109.70
	<b>Biaya pembuatan 1 buah tiang pancang</b>				<b>Rp1,188,206.78</b>
<b>11</b>	<b>Pengecatan Perlindungan Korosi</b>				
	<b>Bahan</b>				
	Densopole	1	roll	Rp288,211.99	Rp288,211.99
	Densopaste	0.5	liter	Rp198,682.31	Rp99,341.15
	Densotape	1	roll	Rp221,984.55	Rp221,984.55
	<b>Upah</b>				
	Pekerja	2	org/hari	Rp92,630.11	Rp185,260.21
	<b>Biaya perlindungan korosi</b>				<b>Rp794,797.91</b>
<b>12</b>	<b>Pengelasan Kerangka Baja</b>				
	<b>Alat</b>				
	Las	1	m	Rp600,000.00	Rp600,000.00
	Peralatan Las	1	unit	Rp12,264,340.00	Rp12,264,340.00
	<b>Upah</b>				
	Tukang Las	2	org/hari	Rp109,109.70	Rp218,219.40
	<b>Biaya pengelasan kerangka baja</b>				<b>Rp13,082,559.40</b>
No.	Jenis Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga satuan	Jumlah
<b>13</b>	<b>Pembelian, pengangkutan, pengecatan tiang Diameter 609,6 mm, t = 16 mm</b>				
	Steel pile	4860	m	Rp6,012,934.86	Rp29,222,863,428.81
	Pengecatan perlindungan korosi	2.9033	m <sup>2</sup>	Rp794,797.91	Rp2,307,536.78
	Solar	160	liter	Rp11,771.47	Rp1,883,435.84
	Grease	2	kg	Rp85,850.38	Rp171,700.76
	<b>Alat</b>				
	Tugboat untuk menarik ponton	8	jam	Rp762,189.49	Rp6,097,515.88
	Ponton Transport	8	jam	Rp1,226,434.00	Rp9,811,472.00
	<b>Upah</b>				
	Nahkoda	1	org/hari	Rp193,776.57	Rp193,776.57
	Pekerja	2	org/hari	Rp92,630.11	Rp185,260.21
	<b>Pengangkutan tiang</b>				<b>Rp29,243,514,126.86</b>
<b>14</b>	<b>Pemasangan Rel dan Aksesoris</b>				
	<b>Bahan</b>				
	Rel R 54	1800	m	Rp990,316.80	Rp1,782,570,240.00
	Plat Landas Rel	450	buah	Rp539,190.67	Rp242,635,801.59
	Penambat elastis	450	set	Rp757,844.23	Rp341,029,903.25
	Kawat las	50	kg	Rp30,660.85	Rp1,533,042.50
	<b>Alat</b>				
	Las	1	m	Rp600,000.00	Rp600,000.00
	Peralatan Las	1	unit	Rp97,268.48	Rp97,268.48

	Baut bantalan dia. 19. p = 270 mm	3600	buah	Rp57,929.38	Rp208,545,780.80
	Mesin bor dan bahan bakat /lubang	2	ls	Rp97,268.48	Rp194,536.96
	<b>Upah</b>				
	Tukang Las	2	org/hari	Rp109,109.70	Rp218,219.40
	Pekerja	4	org/hari	Rp92,630.11	Rp370,520.43
	<b>Biaya pemasangan rel</b>				<b>Rp2,577,424,792.98</b>

<b>15</b>	<b>Kerangka Cradle Satu Segmen</b>				
	Profil WF 700 x 300 x 13 x 24	166	m	Rp3,392,752.00	Rp563,196,832.00
	Profil WF 350 x 350 x 19 x 19	181	m	Rp2,860,915.20	Rp517,825,651.20
	Baut 5/8" Panjang 20 cm	400	buah	Rp21,783.92	Rp8,713,568.28
	Kawat las	50	kg	Rp30,660.85	Rp1,533,042.50
	<b>Alat</b>				
	Las	1	m	Rp600,000.00	Rp600,000.00
	Peralatan Las	1	unit	Rp5,054,870.37	Rp5,054,870.37
	<b>Upah</b>				
	Tukang Las	2	org/hari	Rp109,109.70	Rp218,219.40
	Pekerja	2	org/hari	Rp92,630.11	Rp185,260.21
	<b>Kerangka cradle satu segmen</b>				<b>Rp1,097,142,183.76</b>

#### 1.4 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Dalam rencana anggaran biaya ini, tahapan pekerjaan yang dihitung meliputi :

1. Pekerjaan Persiapan
2. Pekerjaan Slipway
3. Pekerjaan Cradle

Berikut ini adalah rincian kebutuhan biaya tiap pekerjaan yang ditampilkan pada tabel 8.5 sampai tabel 8.8.

Tabel 1.5 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Persiapan

No.	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Pembersihan Lahan	1	ls	Rp 15,000,000.00	Rp 15,000,000.00
2	Pengukuran dan Pemasangan Bouplank	1	ls	Rp 25,600,000.00	Rp 25,600,000.00
3	Mobilisaasi dan Demobilisasi	1	ls	Rp 500,000,000.00	Rp 500,000,000.00
4	Admnistrasi dan dokumentasi	1	ls	Rp 5,000,000.00	Rp 5,000,000.00
5	Dreksi Keet	1	ls	Rp 25,200,000.00	Rp 25,200,000.00
	<b>Total</b>				<b>Rp 570,800,000.00</b>

Tabel 1.6 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Slipway

No.	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Pengadaan dan Pengerukan Tiang 609.6 mm (27 m x 1805 titik)	4860	m <sup>3</sup>	Rp 6,017,183.98	Rp 29,243,514,126.86
2	Pengerukan Tiang	4860	m <sup>3</sup>	Rp 800,958.39	Rp 3,892,657,767.63
3	Pembuatan Sepatu Tiang	1805	buah	Rp 1,188,206.78	Rp 2,144,713,237.25
4	Pemancangan Tiang	4860	m <sup>3</sup>	Rp 259,658.65	Rp 1,261,941,054.89
5	Penyambungan Tiang (4 x 1805 ) buah	7220	buah	Rp 1,586,952.02	Rp 11,457,793,557.04
6	Pemotongan Tiang	1805	buah	Rp 585,393.27	Rp 1,056,634,850.46
7	Poer Tunggai (1.2 x 1.2 x 1 x 1805 buah)	259.2	m <sup>3</sup>	Rp 7,128,316.49	Rp 1,847,659,633.64
8	Pile Loading Trials	2	unit	Rp 12,000,000.00	Rp 24,000,000.00
9	Tes Beton di Laboratorium	1	unit	Rp 17,193,000.00	Rp 17,193,000.00
10	Balok Melintang (60/90)	5458.32	m <sup>3</sup>	Rp 5,434,145.09	Rp 29,661,302,821.64
11	Balok Memanjang (90/120)	19440	m <sup>3</sup>	Rp 6,559,643.57	Rp 127,519,471,014.41
12	Pemasangan Rel dan Aksesoris	1800	m <sup>3</sup>	Rp 1,431,902.66	Rp 2,577,424,792.98
	<b>Total</b>				<b>Rp 210,704,305,856.81</b>



Tabel 1.7 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Cradle

No.	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Kerangka Cradle Satu Segmen	12	Segmen	Rp 1,097,142,183.76	Rp 13,165,706,205.11
2	Sling Baja	1800	m'	Rp 25,609.17	Rp 46,096,503.04
3	Rantai Penahan (pernyambung antar segmen cradle)	720	buah	Rp 693,669.84	Rp 499,442,287.66
4	Keel Block	600	buah	Rp 500,000.00	Rp 300,000,000.00
5	Perangkat Roda	12	buah	Rp 88,517,081.24	Rp 1,062,204,974.86
5	Pengelasan Rangkaian Cradle	12	buah	Rp 13,082,559.40	Rp 156,990,712.82
	<b>Total</b>			<b>Rp</b>	<b>15,230,440,683.48</b>

Tabel 1.8 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Total

No.	Uraian	Jumlah	Total
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 570,800,000.00	Rp 570,800,000.00
2	Slipway	Rp 210,704,305,856.81	Rp 210,704,305,856.81
3	Cradle	Rp 15,230,440,683.48	Rp 15,230,440,683.48
	Jumlah Total		Rp 226,505,546,540.29
	PPn 10%		Rp 22,650,554,654.03
	Total + PPn		Rp 249,156,101,194.32
	Jumlah Akhir (dibulatkan)		<b>Rp 249,156,101,195.00</b>
	<b>Terbilang:</b>	<b>Dua Ratus Empat Puluh Sembilan Milyar Seratus Lima Puluh Enam Juta Seratus Satu Ribu Seratus Sembilan</b>	
		<b>Lima Rapiiah</b>	

Jadi, total biaya yang dianggarkan untuk pembangunan Slipway ini adalah sebesar **Rp.249,156,101,195.00**

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

## **BAB IX KESIMPULAN**

Berdasarkan pada bab – bab sebelumnya diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Spesifikasi kapal rencana:
  - Vessel Type: Flat Top Deck Cargo Barge (400 ft. x 100 ft. x 20ft.)
  - DWT (Dead Weight Tonnage) : 10.000 tons
  - GRT (Gross Registred Tonnage): 5809 tons
  - NRT (Netto Registred Tonnage): 1742 ton
  - Panjang kapal (LOA) : 122 m (400 ft)
  - Lebar kapal (B) : 30 m(100 ft)
  - D (depth) : 6.1 m (20 ft)
  - Draft kapal : 4,5 m
  - Deck strength : 15 tons/m
  
2. Struktur yang direncanakan terdiri dari Struktur Slipway, dan Cradle.
  
3. Struktur Slipway direncanakan beton bertulang cast in situ dengan spesifikasi:
  - Dimensi struktur : 360 x 28 m<sup>2</sup>
  - Kemiringan Slipway : 2 derajat
  - Dimensi balok melintang : 60 x 90 cm<sup>2</sup>
  - Dimensi balok memanjang : 90 x 120 cm<sup>2</sup>
  - Selimut beton : 8 cm
  - Mutu beton : K-350
  - Mutu baja : U-39

- Poer pancang tunggal : 120 x 120 x 100 cm<sup>3</sup>
  - Tiang pancang : Steel Pipe Pile
    - Ø609,6mm t = 16mm
    - Kedalaman tiang tegak : -27 m LWS
4. Struktur Cradle direncanakan Rangkaian Frame Baja dengan spesifikasi:
- Jumlah Cradle : 12 segmen
  - Panjang Cradle : 32 m
  - Lebar Cradle : 10 m
  - Dimensi Profil Balok : WF 700x300x13x24
  - Dimensi Profil Bracing : WF 350x350x19x19
  - Mutu Baja : BJ 41
  - Diameter Roda : 60 cm
  - Jumlah Roda Persegmen : 30 roda
5. Rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk pembangunan Slipway di Desa TabungAnen Kota Banjarmasin Provinsi Kalimantan Selatan adalah sebesar : **Rp.249,156,101,195.00**

## DAFTAR PUSTAKA

- British Standard BS 6349-3. 1988. *Maritime Structures – Part 3 Design of dry dock, locks, slipway and shipbuilding berths, shiplifts and dock and lock gates.*
- Henry, F Cornick. 1968. *Dock and Harbour Engineering - Volume 1 The Design of Dock.*
- Gregory P. Tsinker. 1995. *Marine Structures Engineering : Specialized Application.*
- John W. Gaythwaite. 2004. *Design of Marine Facilities for the berthing, Mooring and Repair of Vessels.*
- Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Direktorat Jendral Cipta Karya. 1971. *Peraturan Beton Indonesia 1971.* Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung
- Iriani, Dyah. 2000. *Diktat Pelabuhan.* Surabaya. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS.
- Sutami. 1971. *Konstruksi Beton Indonesia.* Badan Penerbit Pekerjaan. Jakarta.
- Wahyudi, Herman. 1999. *Daya Dukung Pondasi Dalam.* Surabaya. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS.
- Wangsadinata, Wiratman. 1979. *Perhitungan Lentur Dengan Cara “n”.* Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung.
- The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI).2002. *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan.* Japan: Daikousha Printing Co.,Ltd.

## BIODATA PENULIS

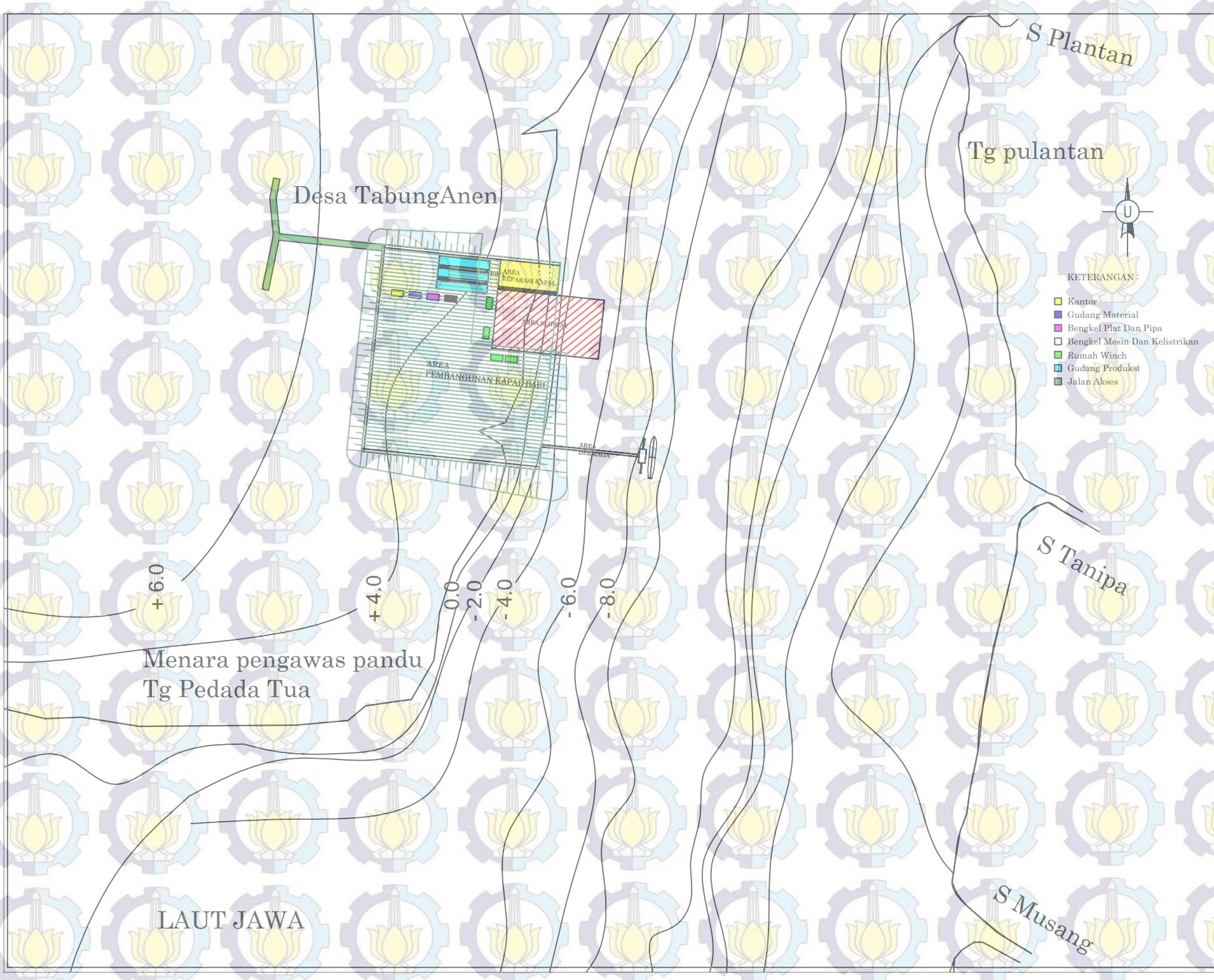


Penulis, Muhammad Zaini Gani, lahir di Banjarmasin, Kalimantan Selatan pada tanggal 25 April 1992. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah di SD Belitung Selatan 5 Banjarmasin, SMP Negeri 3 Peterongan Jombang PP Darul Ulum, dan SMAN 1 Banjarmasin. Pada tahun 2009, setelah tamat sekolah menengah atas, penulis melanjutkan pendidikan sarjana di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur Mandiri, terdaftar dengan NRP 3109 100 050.

Di jurusan Teknik Sipil FTSP ITS, pada semester tujuh penulis mengambil bidang minat transportasi yaitu pelabuhan. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan seminar maupun kemahasiswaan yang diselenggarakan oleh Jurusan maupun Himpunan Mahasiswa Sipil ITS. Selain itu, pada semester lima dan tujuh penulis sempat menjadi salah satu anggota Steering Committee Kaderisasi di HMS-ITS kepengurusan 2011-2012 dan 2012 – 2013.

Penulis dapat dihubungi via e-mail ke [muhammadzainigani@gmail.com](mailto:muhammadzainigani@gmail.com).



JUDUL TUGAS

Tugas Akhir  
Perencanaan Slipway

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Dyah Iriyani W., M.Sc.

MAHASISWA

MUHAMMAD ZAINI GANI  
( 3109 100 050 )

NAMA GAMBAR

Lokasi Slipway

NO. GAMBAR

01      12

SKALA

1 : 20.000

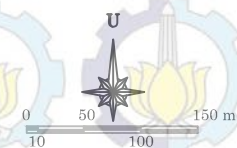
CATATAN

Ukuran dalam  
meter





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA  
2014



KETERANGAN :

- Kantor
- Gudang Material
- Bengkel Plat Dan Pipa
- Bengkel Mesin Dan Kelistrikan
- Rumah Winch
- Gudang Produksi



JUDUL TUGAS

Tugas Akhir  
Perencanaan Slipway

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Dyah Iriyani W., M.Sc.

MAHASISWA

MUHAMMAD ZAINI GANI  
(3109 100 050)

NAMA GAMBAR

Layout Slipway

NO. GAMBAR

02

12

SKALA

1 : 6.500

CATATAN

Ukuran dalam  
meter





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA  
2014

JUDUL TUGAS

Tugas Akhir  
Perencanaan Slipway

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Dyah Iriyani W., M.Sc.

MAHASISWA

MUHAMMAD ZAINI GANI  
(3109 100 050)

NAMA GAMBAR

Denah KeelBlock dan  
Dimensi Cradle

NO. GAMBAR

03

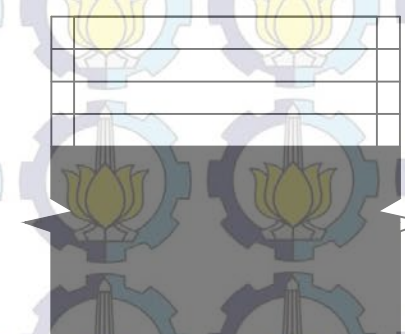
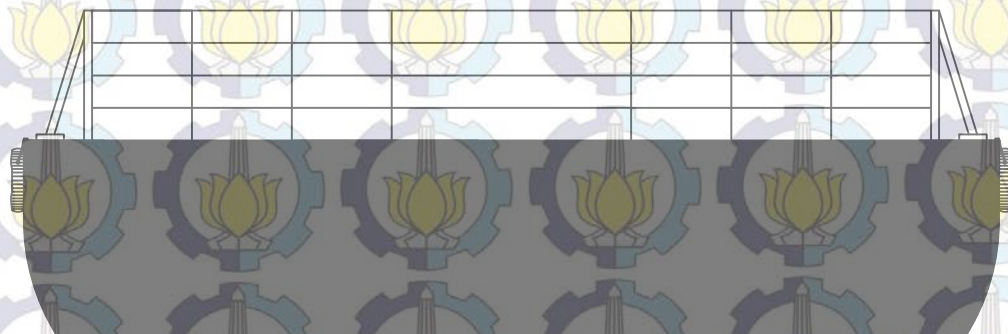
12

SKALA

1 : 700

CATATAN

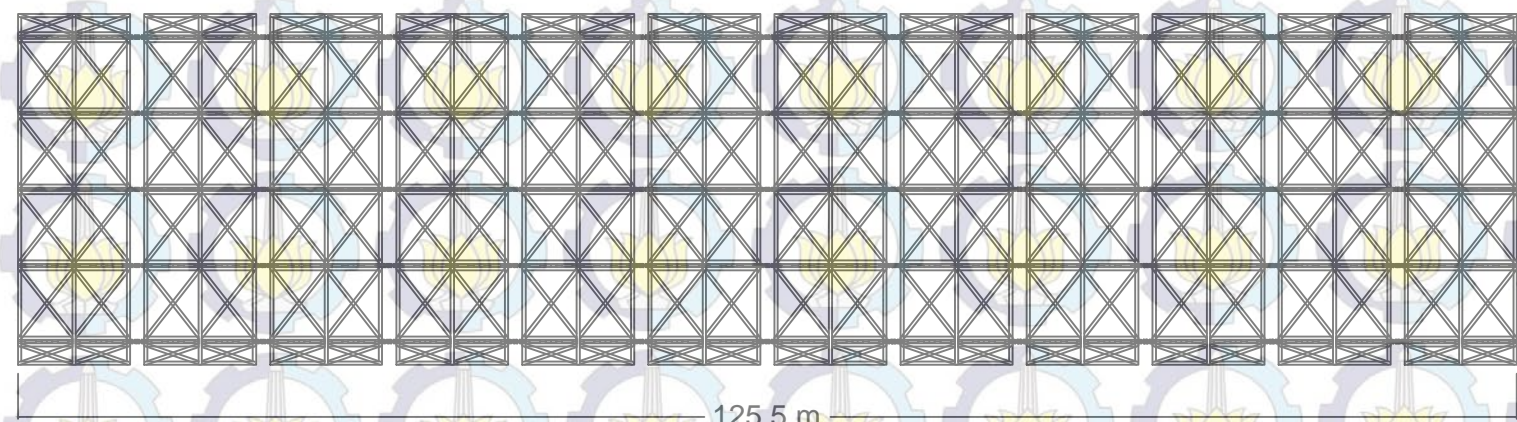
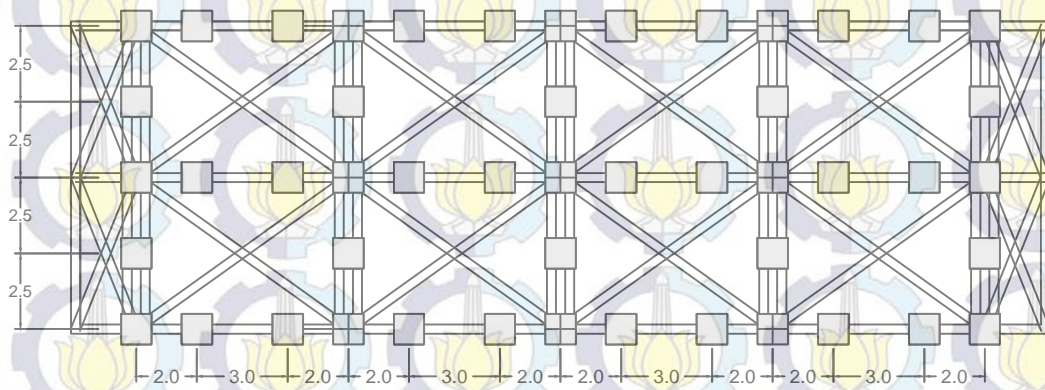
Ukuran dalam  
meter



### KEELBLOCK KAPAL 30 M

jarak antar keelblock melintang 2m dan 3 keelblock memanjang 2.5m

TOTAL KEELBLOCK 49 BUAH







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA  
2014

JUDUL TUGAS

Tugas Akhir  
Perencanaan Slipway

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Dyah Iriyani W., M.Sc.

MAHASISWA

MUHAMMAD ZAINI GANI  
(3109 100 050)

NAMA GAMBAR

Potongan Slipway dan  
Cradle

NO. GAMBAR

04

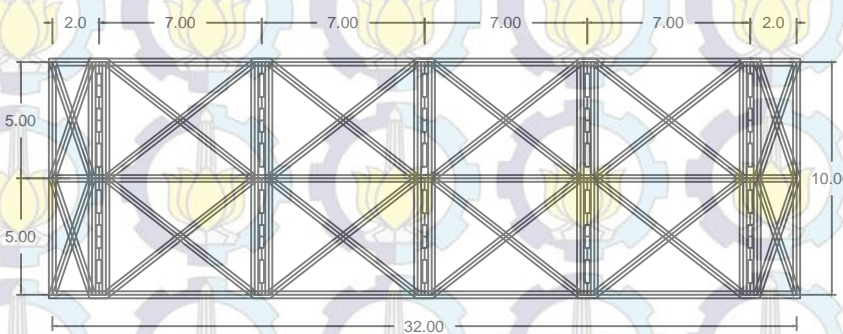
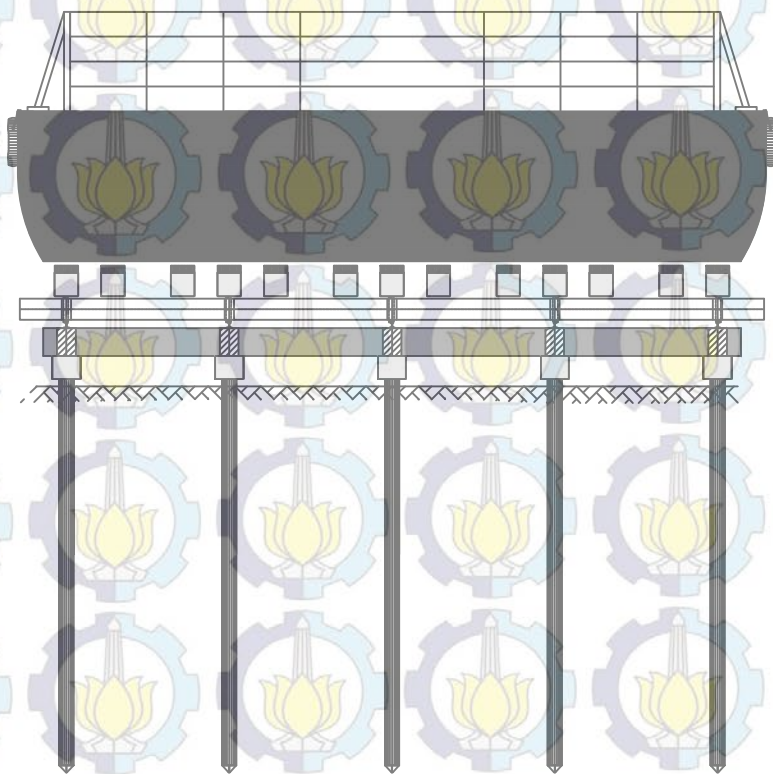
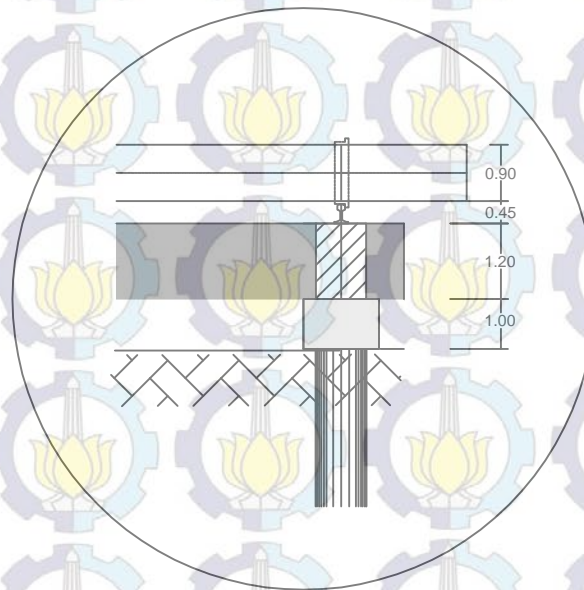
12

SKALA

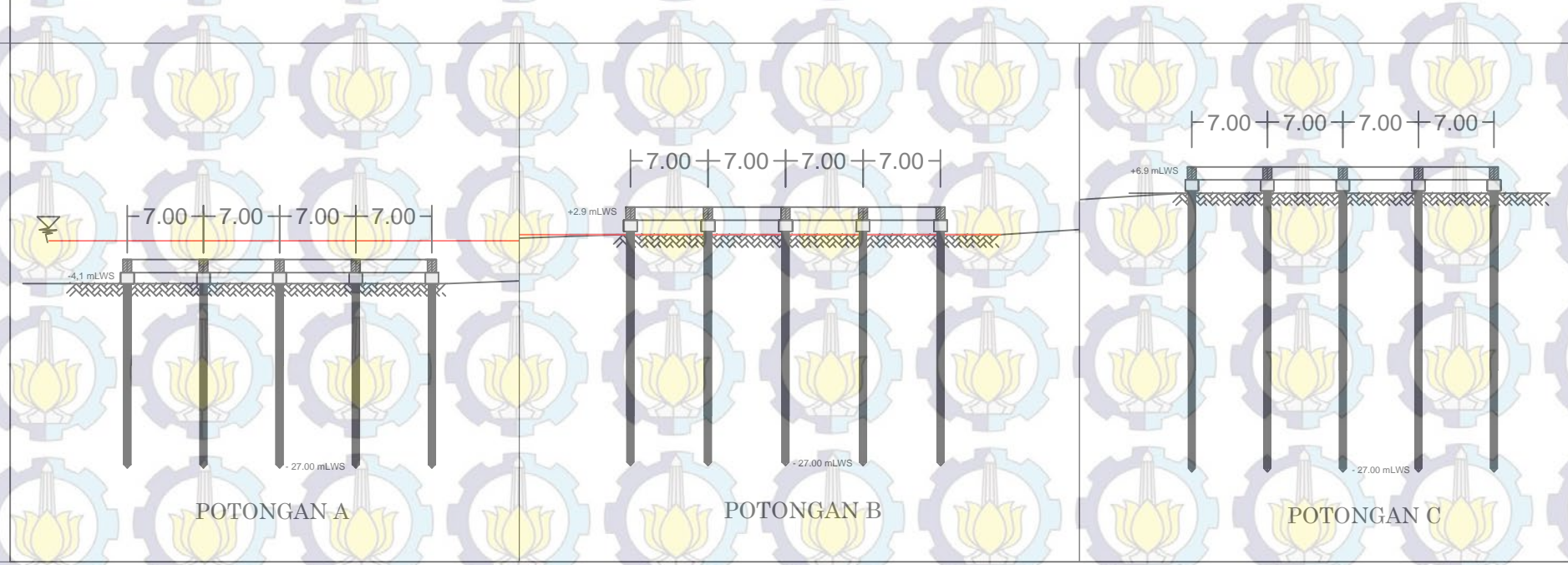
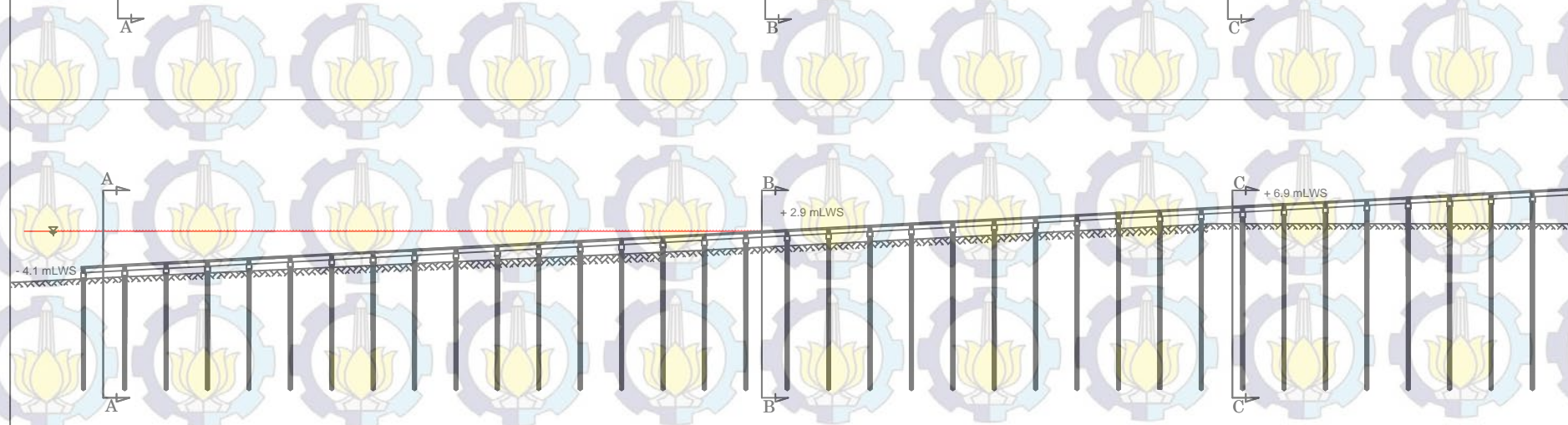
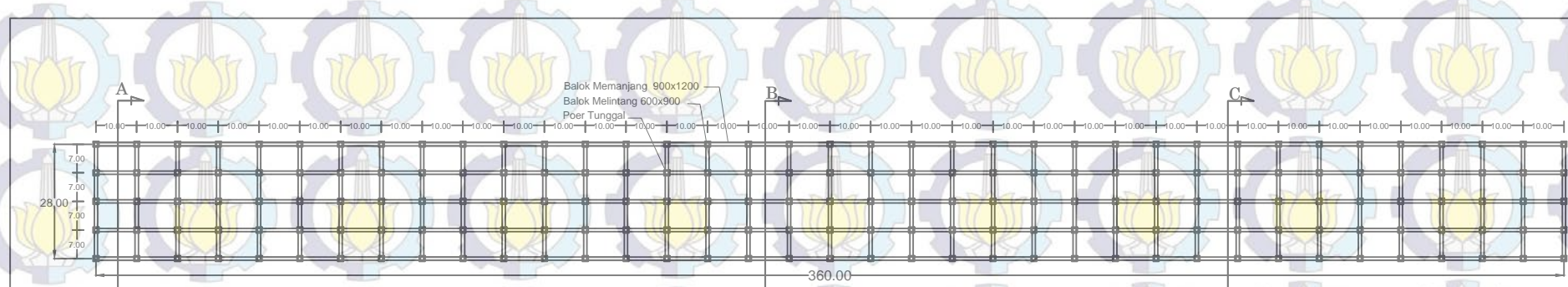
1 : 350

CATATAN

Ukuran dalam  
meter







JUDUL TUGAS

Tugas Akhir  
Perencanaan Slipway

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Dyah Iriyani W., M.Sc.

MAHASISWA

MUHAMMAD ZAINI GANI  
(3109 100 050)

NAMA GAMBAR

Potongan Slipway dan  
Elevasi

NO. GAMBAR

05 12

SKALA

1 : 700

CATATAN

Ukuran dalam  
meter





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA  
2014

JUDUL TUGAS

Tugas Akhir  
Perencanaan Slipway

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Dyah Iriyani W., M.Sc.

MAHASISWA

MUHAMMAD ZAINI GANI  
(3109 100 050)

NAMA GAMBAR

Layout Pembalokan

NO. GAMBAR

06

12

SKALA

1 : 700

CATATAN

Ukuran dalam  
meter

Balok Memanjang 900x1200

Balok Melintang 600x900

Poer Tunggal

360.00

28.00

7.00

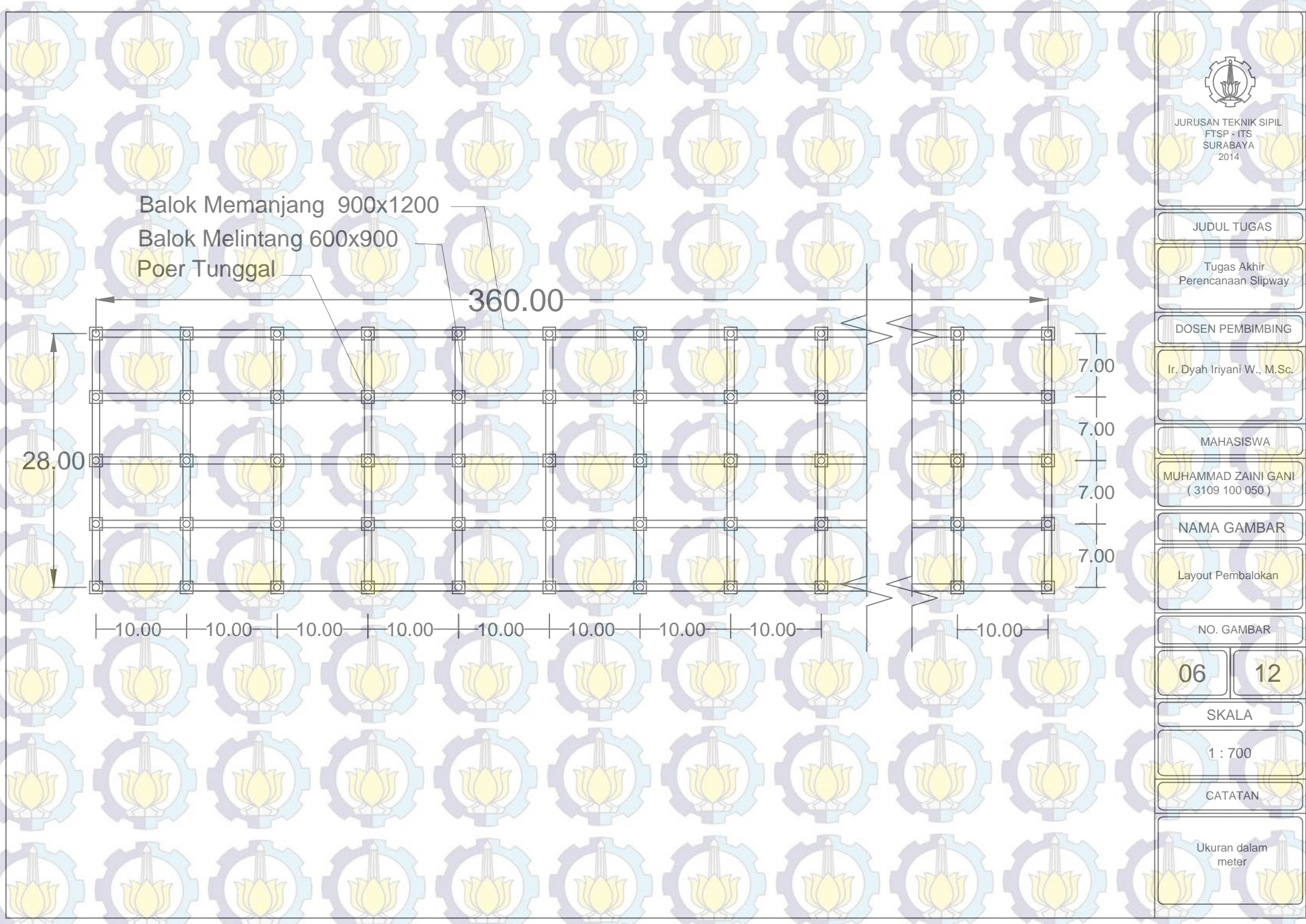
7.00

7.00

7.00

10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00

10.00







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA  
2014

JUDUL TUGAS

Tugas Akhir  
Perencanaan Slipway

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Dyah Iriyani W., M.Sc.

MAHASISWA

MUHAMMAD ZAINI GANI  
(3109 100 050)

NAMA GAMBAR

Balok Melintang

NO. GAMBAR

07

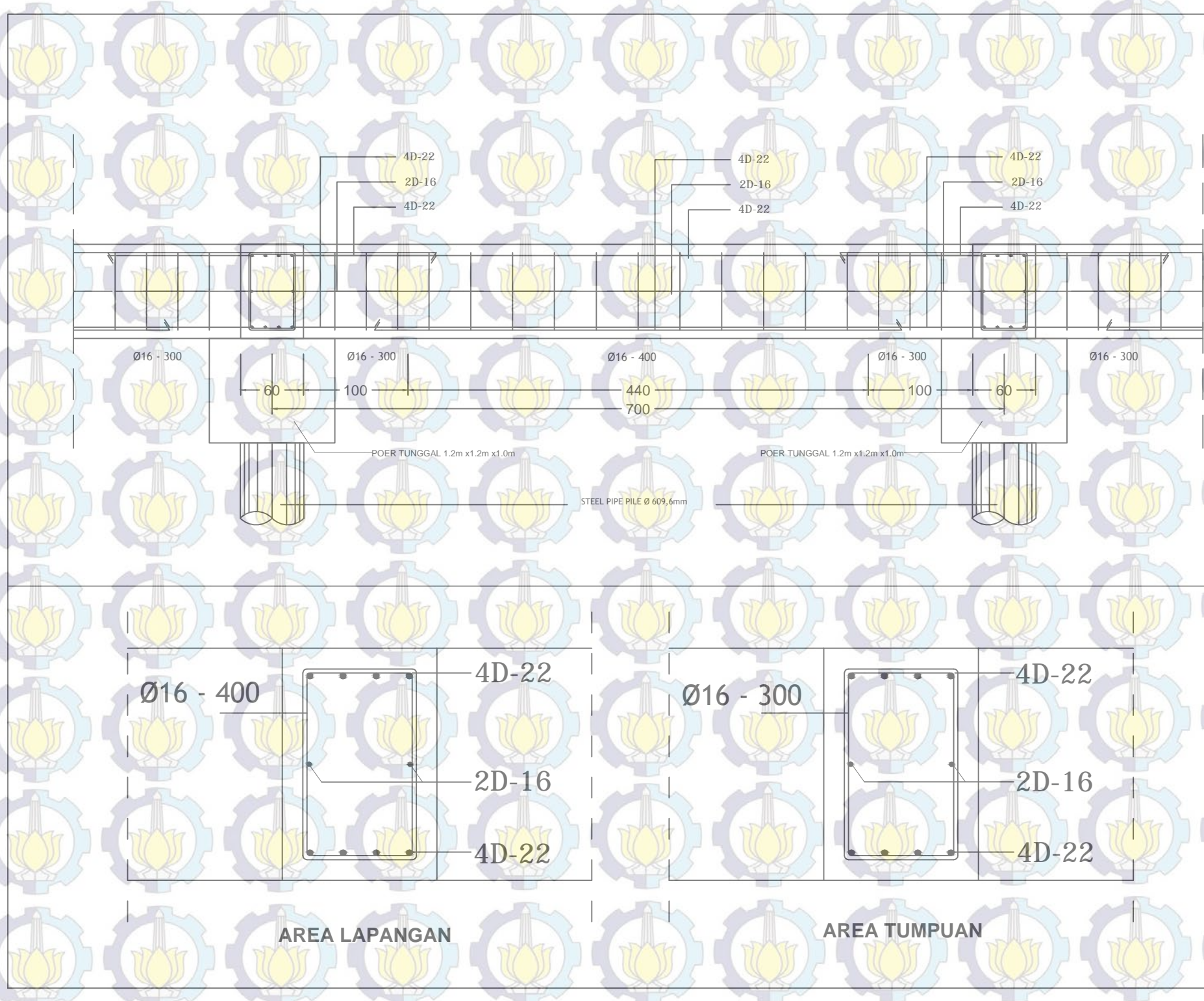
12

SKALA

1 : 45

CATATAN

Ukuran dalam  
centimeter







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA  
2014

JUDUL TUGAS

Tugas Akhir  
Perencanaan Slipway

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Dyah Iriyani W., M.Sc.

MAHASISWA

MUHAMMAD ZAINI GANI  
(3109 100 050)

NAMA GAMBAR

Balok Memanjang

NO. GAMBAR

08

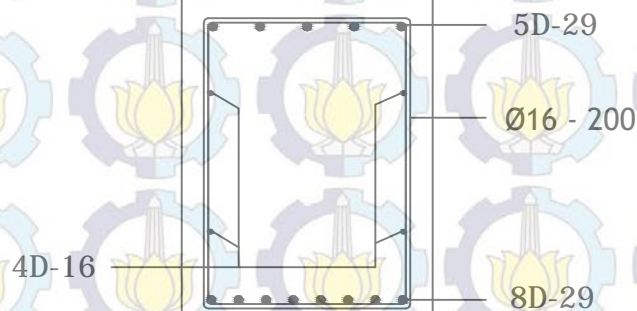
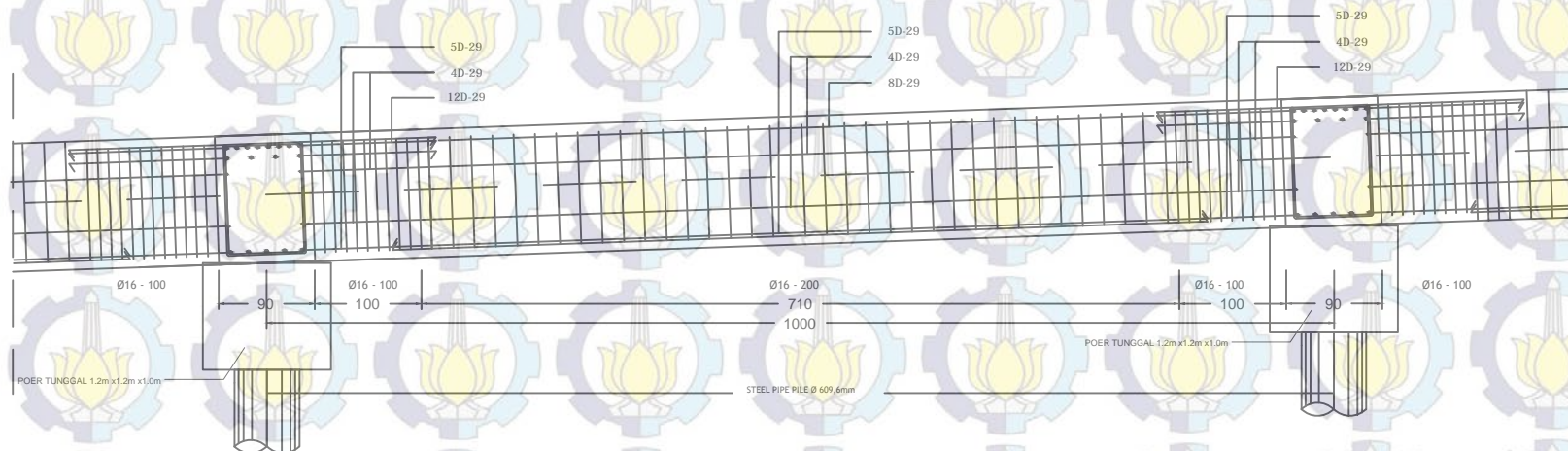
12

SKALA

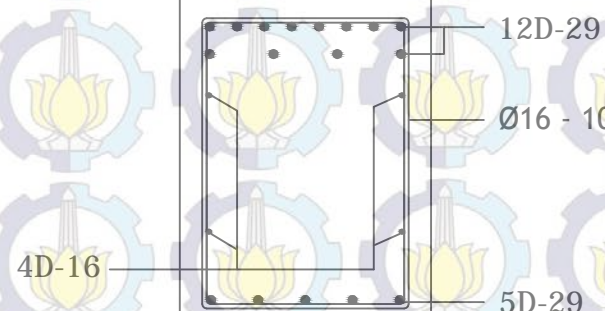
1 : 65

CATATAN

Ukuran dalam  
centimeter

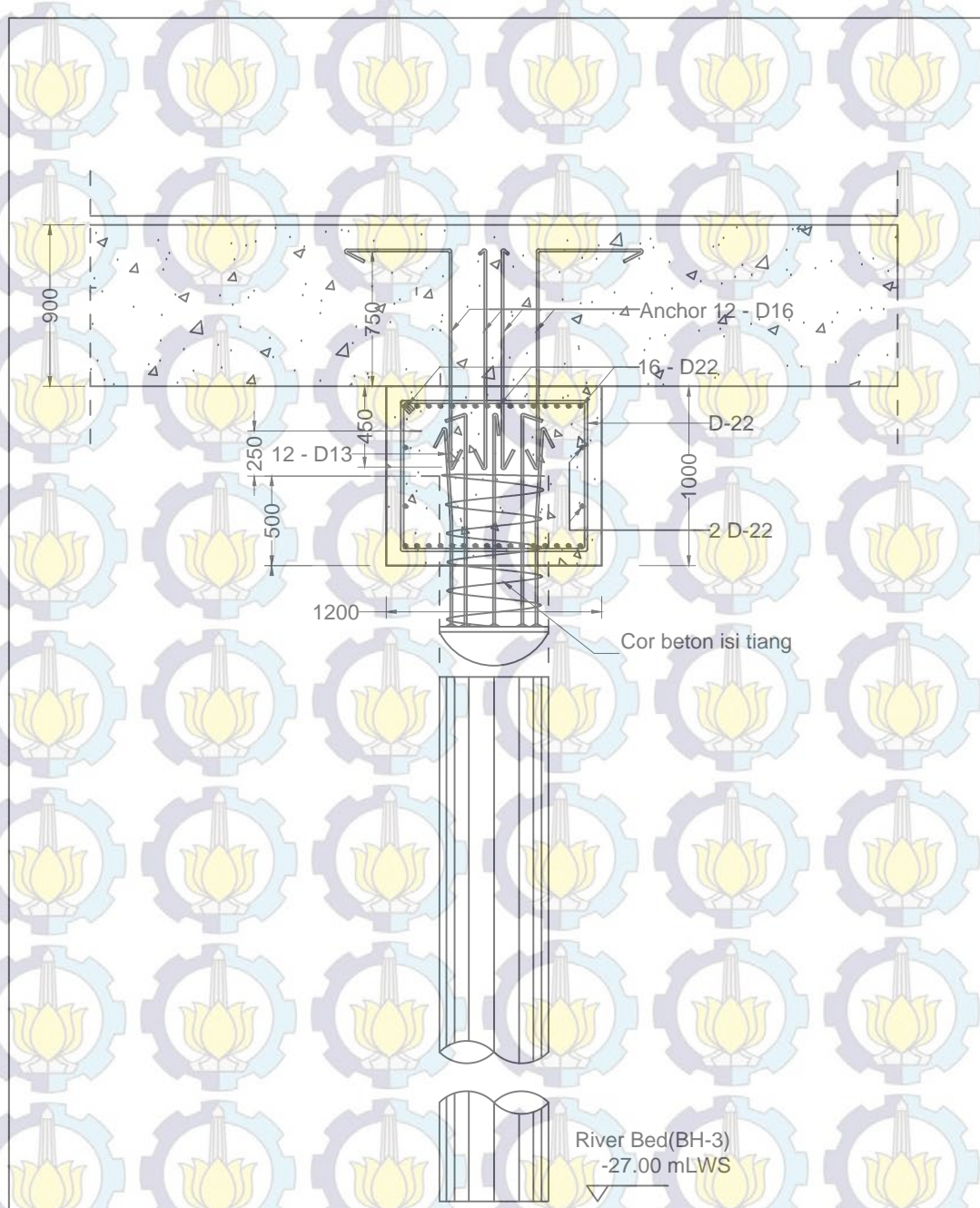


AREA LAPANGAN



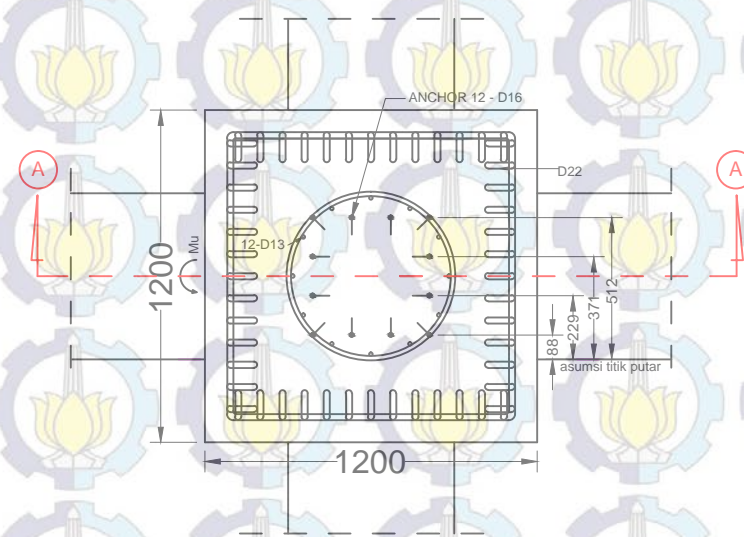
AREA TUMPUAN





POTONGAN A - A PILECAP TUNGGAL

TAMPAK ATAS PILECAP TUNGGAL



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA  
2014

JUDUL TUGAS

Tugas Akhir  
Perencanaan Slipway

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Dyah Iriyani W., M.Sc.

MAHASISWA

MUHAMMAD ZAINI GANI  
(3109 100 050)

NAMA GAMBAR

Detail PileCap

NO. GAMBAR

09

12

SKALA

1 : 25

CATATAN

Ukuran dalam  
milimeter





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA  
2014

JUDUL TUGAS

Tugas Akhir  
Perencanaan Slipway

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Dyah Iriyani W., M.Sc.

MAHASISWA

MUHAMMAD ZAINI GANI  
(3109 100 050)

NAMA GAMBAR

Potongan A

NO. GAMBAR

10

12

SKALA

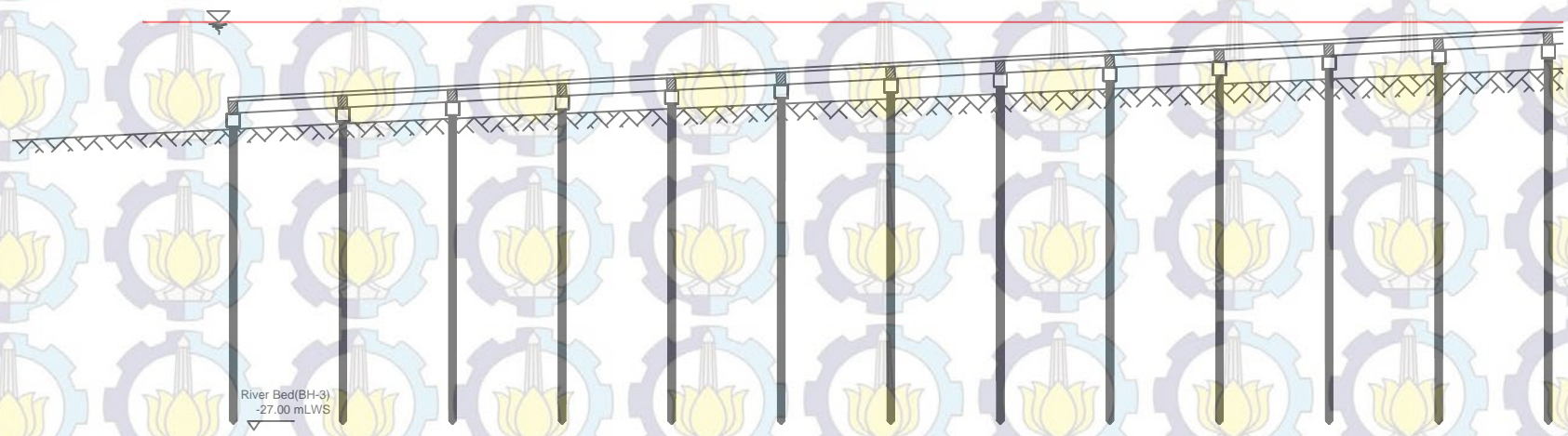
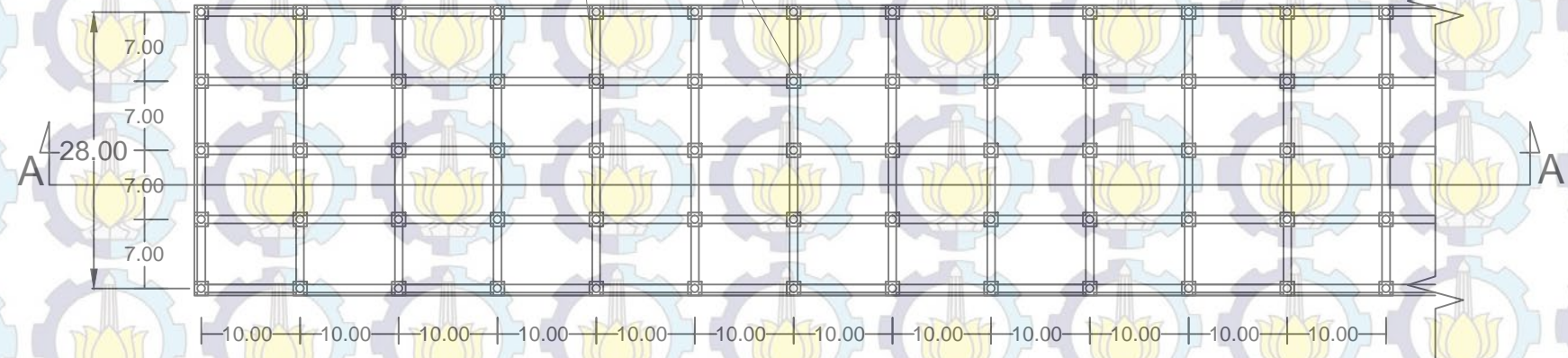
1 : 650

CATATAN

Ukuran dalam  
meter

Balok Memanjang 900x1200  
Balok Melintang 600x900

Poer Tunggal



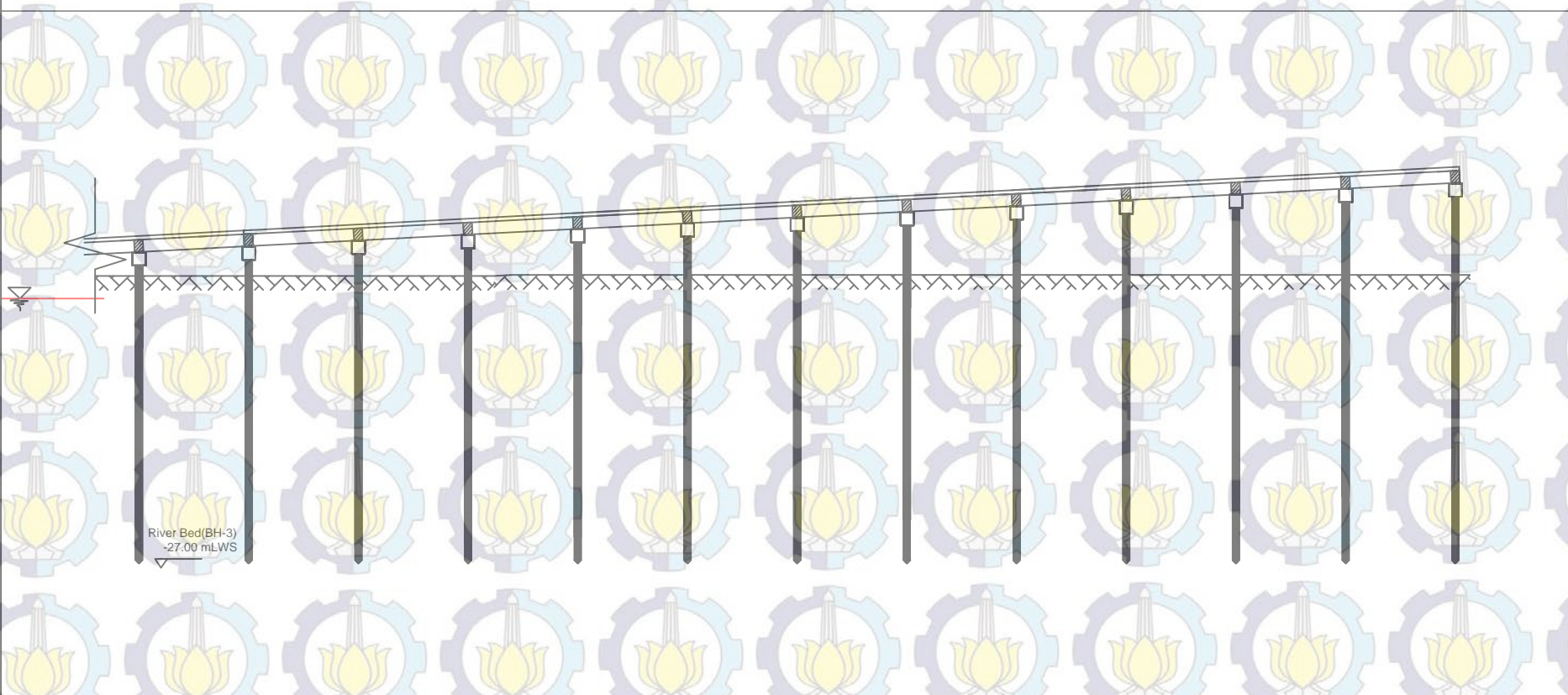
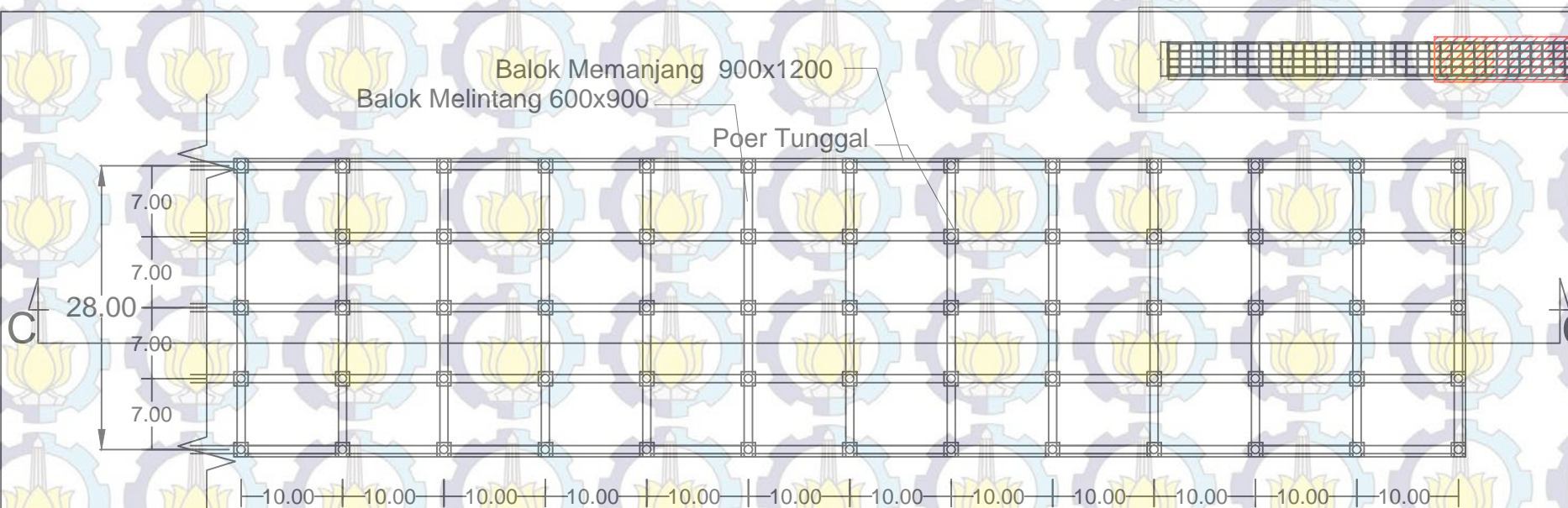




JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA  
2014

JUDUL TUGAS	
Tugas Akhir Perencanaan Slipway	
DOSEN PEMBIMBING	
Ir. Dyah Iriyani W., M.Sc.	
MAHASISWA	
MUHAMMAD ZAINI GANI (3109 100 050)	
NAMA GAMBAR	
Potongan B	
NO. GAMBAR	
11	12
SKALA	
1 : 650	
CATATAN	
Ukuran dalam meter	







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA  
2014

JUDUL TUGAS	
Tugas Akhir Perencanaan Slipway	
DOSEN PEMBIMBING	
Ir. Dyah Iriyani W., M.Sc.	
MAHASISWA	
MUHAMMAD ZAINI GANI (3109 100 050)	
NAMA GAMBAR	
Potongan C	
NO. GAMBAR	
12	12
SKALA	
1 : 650	
CATATAN	
Ukuran dalam meter	