



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN - RC096599

**MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA SAMUDRA
16.000 GT DI PELABUHAN PULANG PISAU
DENGAN METODE BETON PRACETAK**

**YUNITA NUR CAHYATI
NRP 3113 041 003**

**Dosen Pembimbing I
R. Buyung Anugraha A., ST., MT.
NIP : 19740203 200212 1 002**

**Dosen Pembimbing II
Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP : 19840919 201504 1 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC096599

**MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA SAMUDRA
16.000 GT DI PELABUHAN PULANG PISAU
DENGAN METODE BETON PRACETAK**

**YUNITA NUR CAHYATI
NRP 3113 041 003**

**Dosen Pembimbing I
R. Buyung Anugraha A., ST., MT.
NIP : 19740203 200212 1 002**

**Dosen Pembimbing II
Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP : 19840919 201504 1 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL PROJECT - RC096599

**SAMUDERA PORT MODIFIED STRUCTURE
16.000 GT AT PULANG PISAU HARBOUR WITH
PRECAST CONCRETE**

**YUNITA NUR CAHYATI
NRP 3113 041 003**

**Supervisor I :
R. Buyung Anugraha A., ST., MT.
NIP : 19740203 200212 1 002**

**Supervisor II :
Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP : 19840919 201504 1 001**

**DIPLOMA IV OF CIVIL ENGINEERING
CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING DEPARTMENT
FAKULTY OF VOCATION
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR TERAPAN
“MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA SAMUDERA
16.000 GT DI PELABUHAN PULANG PISAU DENGAN
METODE BETON PRACETAK”**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar

Sarjana Terapan pada

Program Studi Diploma IV Teknik Sipil

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Surabaya, 24 Juli 2017

Disusun oleh:

MAHASISWA



Yunita Nur Cahyati

NRP. 3113 041 003

Disetujui Oleh

26 JUL 2017

DOSEN PEMBIMBING I

DOSEN PEMBIMBING II

R. Buyung Anugraha A., ST., MT. **Afil Navir Refani, ST., MT.**
NIP. 19740203 200212 1 002 NIP. 19840919 201504 1 001



TUGAS AKHIR TERAPAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI ITS

037/13/112.VI.8.17/PP.06.007/20

Tanggal : 7/10/2017

Judul Tugas Akhir Terapan	Modifikasi Struktur Dermaga Samudra 16.000 GT di Pelabuhan Pulang Pisau dengan Metode Beton Pracetak		
Nama Mahasiswa	Yunita Nur Cahyati	NRP	3113041003
Dosen Pembimbing 1	R. Buyung Anugraha A., ST., MT. NIP 19740203 200212 1 002	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	Afif Navir Refani, ST., MT. NIP 19840919 201504 1 001	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<p>8. > Abstrak disajikan detail perhitungannya.</p> <p>9. > Cek balok kantilever, apakah pakai pracetak atau insitu</p> <p>10. > Cek fungsi Kapsor Spektumnya.</p> <p>11. > Cek tiang pancang Cabut pada dermaga.</p>	<p></p> <p>Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS. NIP 19600105 198603 1 003</p>
<p>> Masukan perhitungan kontrol pracetak untuk semua elemen pracetak. ✓</p> <p>> Lengkapi gambar detail Sambungan pracetak dan kontrol Sambungan.</p> <p>> lateral displacement untuk tiang pancang mohon dicek. ✓</p> <p>> lengkapi keterangan gambar ?</p>	<p></p> <p>Ir. Agung Budipriyanto, M.Eng. Ph.D. NIP 19620328 198803 1 001</p>
<p>> Lengkapi detail teleran pile cap hubungannya dg Tiang pancang baja. Cek letak penulangan.</p> <p>> Cek detail dg isi gambar, termasuk potongan Dermaga dan Jetty.</p> <p>> Cek hitungan Pondasi Pada Dermaga & trussle.</p> <p>> Cek kembali tabel Eksisual pada Eksposis 19.000 DWT dan 16.000 GRT</p>	<p></p> <p>Ir. Chomaedhi, CES.Geo. NIP 19550319 198403 1 001</p>
	- NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
Ir. Ibnu Pudji Rahardjo, MS. NIP 19600105 198603 1 003	Ir. Agung Budipriyanto, M.Eng., Ph.D. NIP 19620328 198803 1 001	Ir. Chomaedhi, CES.Geo. NIP 19550319 198403 1 001	- NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	R. Buyung Anugraha A., ST., MT. NIP 19740203 200212 1 002	Afif Navir Refani, ST., MT. NIP 19840919 201504 1 001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 YUNITA NUR CAHYATI 2
 NRP : 1 3113 041 003 2
 Judul Tugas Akhir : MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA SAMUDRA 16.000 DWT
 DI PELABUHAN PULANG PISAU DENGAN METODE BETON PRACETAK

Dosen Pembimbing : R. BURYUNG ANUGRAHA A., ST., MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	16 Feb 2017	- Preliminari design				
		- Penbebanan				
		- Anch, mooring, gelombang				
		- Penbebanan alat bongkar muat per roda		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Perencanaan slab / one way slab				
2.	25 Feb 2017	- Gaya gelombang, fender, crane				
		- Pemodelan UPL		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Posisi, ukuran tiang pancang				
		- Faktor modifikasi & komb. penbebanan				
		- Posisi fender				
3.	2 Feb 2017	→ Jarak fender max. 16 m		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		→ Spring constant, K_v → diganti opening				
		→ Posisi tiang miring, mass source (80/-100)				
		→ Beban Vehicle, mooring, gempa (Us aja)				
4.	19 Feb 2017	- Posisi beban UPL (ada revisi)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- merubah posisi tiang pancang, selang-seling				
		- EEL dibuat 1/2 bentang dermaga, karena sempit				
5.	1 Feb 2017	→ Revisi tiang pancang miring trestle				
		→ Beban UPL trestle bulan ston → resin		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		→ Struktur trestle & struktur abutmen danau				

di tempat berbeda

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.stipomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 2
 NRP : 1 2
 Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing :

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
	22 April 2017	- Pemodelan pelat one way - Ska pecat 1/30 slabotek → dimensi sama dengan pelat, pilek belah ketupat → check ukuran beton maku - Pemasangan peer dan balok precast - Mengevaluasi terjadinya momen negatif di balok melintang		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	2 Mei 2017	Kontrol angkat plat pracast Beban KEL tetap ditukan saat ada kombinasi Crane Segera selesakan output SAP		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	19 Mei 2017	- Plat pracast & komposit - Mass source - Faktor Modifikasi & dimensi tiang pancang		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	23 Mei 2017	- Perbandingan penulangan SAP & perhitungan manual dengan moment - Metode penulangan		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	30 Mei 2017	- Letak penulangan balok & plat - Perencanaan sambungan pracast		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Ket :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Yunko Mur C. 2
 NRP : 1 3113091003 2
 Judul Tugas Akhir : Modifikasi Struktur Vermaga Samudra 16.000 DWT

Dosen Pembimbing : Afif Nur R. ST., MT.,

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	15 Maret 2017	- Beban truk dimodelkan - Rensi beban crane - Kalm virtual → diabaikan - posisi tang pancang miring tetap. - Bab 1- selanjutnya (1-4) print		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	4 April 2017	- Beban crane bukit & joint load - Beban crane → per roda / per sili - Tulangan geser pada precast slab untuk mengatasi one way		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = TerLAMBAT dari jadwal

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN PULANG PISAU DENGAN METODE BETON PRACETAK

Nama Mahasiswa : Yunita Nur Cahyati
NRP : 3113 041 003
Jurusan : D4 Teknik Sipil FTSP ITS
Dosen Pembimbing : R. Buyung Anugraha A., ST., MT
Afif Navir Refani, ST., MT.

ABSTRAK

Dermaga Samudra adalah satu dermaga di Pelabuhan Pulang Pisau untuk kapal ± 5000 DWT yang akan dimodifikasi menjadi dermaga *multi purose* untuk melayani kapal curah kering /*dry bulk* (10.000 DWT, draught 7,9 m) dan kapal petikemas (± 16.000 GT atau 19.000 DWT (*Bridgestone Marine Fender Design*) draught 10,5 m). Dermaga juga dilengkapi dengan alat bongkar muat *Lifting Crane with Integrated Hopper Tukan 1500*.

Dermaga direncanakan dengan sistim struktur pemikul momen biasa dengan faktor modifikasi respons spektrum (R) yaitu 1,5 (SNI 2833-2013) untuk menahan gempa dengan periode ulang 1000 tahun. Kombinasi pembebanan mengikuti SNI 2833 2013, Standart Perencanaan Jembatan , dan *Port of Long Beach Design Wharf Design Creteria* yang disesuaikan dengan kondisi di Indonesia. Elemen struktur dermaga direncanakan dengan metode beton pracetak (*half beam* dan *half slab*). Pemilihan metode beton pracetak dikarena proses kontruksi yang cepat, tidak tergantung cuaca, mutu terkendali dan elemen struktur dermaga tipikal.

Dari perencanaan ini, didapat dimensi komposit meliputi balok induk dermaga (balok crane, memanjang dan melintang) yaitu 70x140cm, balok fender 60x300 cm balok anak 60 x 90 cm, sedangkan dimensi balok trestle 80/130 cm. Didapatkan pula dimensi pracetak meliputi balok induk dermaga 70x98 cm, balok anak dermaga 60x48 cm dan balok trestle 80x88 cm. Plat pracetak baik dermaga maupun trestle dengan tebal 200 cm. Semua hasil

perhitungan penulangan untuk semua elemen struktur disajikan pada gambar Teknik.

Kata kunci : Dermaga Multipurpose, Gempa 1000 Tahun, Beton Pracetak

SAMUDERA PORT MODIFIED 16.000 GT AT PULANG PISAU HARBOUR WITH PRECAST CONCRETE

Student Name : Yunita Nur Cahyati
NRP : 3113 041 003
Department : D-IV Teknik Sipil FV-ITS
Counsellor Lecturer : R. Buyung Anugraha A., ST., MT
Afif Navir Refani, ST., MT.

ABSTRACT

The Samudra Port is a Port at the Pulang Pisau Harbour designed for ± 5000 DWT ships which will be modified into a multi purpose port to serve dry bulk vessels (10,000 DWT, 7.9 m draught) and container vessels ($\pm 16,000$ GT or 19,000 DWT (Bridgestone Marine Fender Design) 10.5 m draught). The port is also equipped with loading and unloading tools (Lifting Crane) with Integrated Hopper Tukan 1500.

The port is planned to withstand earthquakes with a 1000-year repetition period with a typical moment-bearer structure system and a modification factor of the spectrum response (R) is 1.5 (SNI 2833-2013). The combination of loading is using SNI 2833 2013, about Standard Bridge Planning, and Port of Long Beach Design Wharf Design Criteria adapted to the conditions in Indonesia. The port structure elements are planned with precast concrete method (half beam and half slab). The choice of precast concrete method is due to the rapid construction process, independent from weather, controlled quality and typical dock structure elements.

From this planning, the composite dimensions are obtained including 70x140cm main beam (crane beam, longitudinal beam and transverse beam), 60x300 cm fender beam, 60 x 90 cm secondary beam, and 80/130 cm trestle beam. And also obtained the precast dimensions include 70x98 cm for main beam of port, 70x48 cm for sub beam on port and 80x88 cm for trestle

beams. Precast plate either port or trestle with 200 cm thickness. All repeating calculations for all structural elements are presented in Technical drawings.

Keywords: Multipurpose Port, 1000-year repetition period, precast concrete

KATA PENGANTAR

Penulis panjatkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala rahmat dan petunjuk-Nya, penyusunan Tugas Akhir Terapan dengan judul **“Modifikasi Struktur Dermaga Samudera 16.000 GT di Pelabuhan Pulang Pisau dengan Metode Beton Pracetak”** dapat terselesaikan.

Tersusunnya Tugas Akhir Terapan ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari beberapa pihak yang telah memberikan masukan serta bimbingan kepada penulis. Untuk itu, penulis ucapkan terima kasih terutama kepada:

1. PT. PELINDO (pesero) Tbk. dan Bapak Ir. Agung Budipriyanto, M. Eng., selaku pemberi data Tugas Akhir Terapan.
2. Kedua orang tua penulis, saudara-saudara, sebagai penyemangat terbesar serta teman-teman yang telah memberikan banyak dukungan moril maupun material terutama melalui doa dan semangatnya.
3. Bapak R. Buyung Anugraha A., ST., MT. dan Bapak Afif Navir Refani, ST., MT., selaku dosen pembimbing dalam penulisan Tugas Akhir Terapan, yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan.
4. Bapak Dr. Machsus, ST, MT, selaku koordinator Departemen Teknik Infrastruktur Sipil.
5. Para dosen penguji yang telah memberikan masukan.

Penulis sadari dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini tidaklah sempurna, maka penulis memohon maaf apabila masih terdapat kekurangan.

Demikian yang dapat penulis sampaikan, terima kasih.

Surabaya, 6 Juli 2017

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR NOTASI	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Perencanaan	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Lokasi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Umum.....	7
2.2 Dasar-dasar Perencanaan.....	7
2.3 Dermaga	8
2.3.1 Pengertian Dermaga	8
2.3.2 Bentuk/Tipe Dermaga	8
2.3.3 Dermaga On Pile	10
2.4 Perencanaan Dimensi Dermaga.....	10
2.4.1 Panjang Dermaga	10
2.4.2 Lebar Dermaga	11
2.4.3 Elevasi Apron/Lantai Dermaga	12

2.4.4	Kedalaman Dermaga	12
2.5	Karakteristik Kapal.....	13
2.6	Perencanaan Pembebanan Dermaga.....	17
2.6.1	Beban Horizontal.....	17
2.6.2	Beban Vertikal.....	33
2.7	Perencanaan Fender.....	35
2.7.1	Tipe –tipe Fender.....	35
2.7.2	Elevasi Fender	36
2.7.3	SSJarak Fender	37
2.8	Perencanaan Bollard / Mooring.....	38
2.8.1	Kapasitas Bollard	39
2.8.2	Penentuan Posisi Bollard.....	39
2.8.3	Perencanaan Panjang penjangkaran Bollard.....	40
2.9	Perencanaan Struktur Atas	40
2.9.1	Pelat Lantai.....	40
2.9.2	Balok Dermaga.....	48
2.10	Perencanaan Struktur Bawah.....	56
2.10.1	SPerencanaan Pile Cap.....	56
2.10.2	Perencanaan Pondasi	57
2.11	Beton Pracetak.....	60
2.11.1	Pengertian.....	60
2.11.2	Keuntungan Dan Kerugian.....	61
2.11.3	Elemen Pracetak	62
2.12	Kontrol Beton Pracetak	63
2.12.1	Tegangan Izin.....	63

2.12.2 Tegangan Terjadi.....	63
2.12.2 Pengangkatan.....	63
BAB III METODOLOGI	65
3.1 Tinjauan Umum.....	65
3.2 Pengumpulan Data dan Literatur.....	65
3.2.1 Data Pokok	65
3.2.2 Data Oceanografi.....	66
3.2.3 Literatur	66
3.3 Penentuan Dimensi Dermaga	66
3.4 Perencanaan Dimensi Elemen	67
3.5 Analisa pembebanan Struktur.....	67
3.5.1 Kombinasi pembebanan	67
3.6 Perencanaan Fender dan Bollard.....	68
3.7 Analisa Struktur Dermaga	69
3.8 Kontrol Design	69
3.9 Perhitungan Penulangan	69
3.10 Perencanaan Beton Pracetak	69
3.11 Gambar Teknik.....	69
3.12 Perencanaan Metode Pelaksanaan.....	70
3.13 Bagan Alir	71
BAB IV KRITERIA DESIGN	73
4.1 Data Yang Digunakan	73
4.1.1 Data Kapal.....	73
4.1.2 Data Bathymetri	74
4.1.3 Data Arus.....	75

4.1.4	Data Angin	75
4.1.5	Data Pasang Surut	77
4.1.6	Data Tanah	77
4.1.7	Data Crane	80
4.2	Kualitas Material	81
4.2.1	Beton	81
4.2.2	Baja Tulangan.....	81
4.2.3	Tiang Pondasi	82
4.3	Perencanaan Tata Letak dan Dimensi	82
4.3.1	Panjang Dermaga	82
4.3.2	Lebar Dermaga	83
4.3.3	Kedalaman dermaga rencana.....	84
4.3.4	Elevasi lantai dermaga.....	84
4.3.5	Dimensi Trestle	84
BAB V PRELIMINARY DESIGN		85
5.1	Tebal Struktur Plat Dermaga	85
5.2	Tebal Struktur Plat Treslte	85
5.3	Preliminary Design Balok Crane.....	86
5.4	Preliminary Design Balok Memanjang	88
5.5	Preliminary Design Balok Melintang.....	88
5.6	Preliminary Design Balok Anak.....	88
5.7	Preliminary Design Balok List Plank	89
BAB VI PEMBEBANAN		91
6.1	Beban Horizontal.....	91
6.1.1	Berthing Force.....	91

6.1.2	Mooring Force.....	101
6.1.3	Gempa	104
6.1.4	Arus	111
6.2	Beban Vertikal.....	113
6.2.1	Beban UDL (Uniform Distributed Load).....	113
6.2.2	Beban KEL (Knife Load).....	116
6.2.3	Beban Crane	116
6.3	Kombinasi Pembebanan	116
6.3.1	Kombinasi Pembebanan pada Dermaga.....	117
6.3.2	Kombinasi pembebanan Trestle	119
BAB VII ANALISA STRUKTUR.....		123
7.1	Pemodelan Struktur	123
7.1.1	Pemodelan Struktur Dermaga dan Trestle.....	123
7.1.2	Pemodelan Struktur Plat.....	124
7.2	Perhitungan Struktur Plat	125
7.2.1	Detail Perhitungan Stuktur Plat.....	125
7.3	Perhitungan Struktur Balok Dermaga	151
7.3.1	Perhitungan Stuktur Balok Dermaga.....	151
7.3.2	Rekap Penulangan Balok Dermaga dan Trestle	165
7.3.3	Perhitungan Kontrol Pracetak.....	168
7.3.4	Rekap hasil peritungan kontrol Balok Pracetak	174
7.3.5	Perencanaan Sambungan Balok Induk-Anak	178
7.3.6	Perencanaan Hubungan Balok – Kolom Virtual	181
7.4	Perhitungan Struktur Bawah	182
7.4.1	Penulangan Kolom Virtual.....	182

7.4.2	Panjang Penyaluran Tulangan Kolom Virtual...	182
7.4.3	Perhitungan Penulangan Pile Cap	183
7.4.4	Perencanaan Pile Cap Pracetak	185
7.4.5	Rekap Penulangan Pile Cap Dermaga dan Trestle 188	
7.4.6	Perhitungan Geser Pons Pile Cap	188
7.4.7	Perhitungan Shear Ring	189
7.4.8	Perhitungan Penulangan Abutmen	195
7.4.9	Rekap Penulangan Abutmen	198
7.5	Daya Dukung Pondasi	198
7.5.1	Daya Dukung Tanah Trestle Ø 700 m.....	199
7.5.2	Rekap Hasil Perhitungan Daya Dukung Pondasi 205	
BAB VIII METODE PELAKSANAAN.....		207
8.1	Umum.....	207
8.2	Metode Kontruksi Tiang Pancang	207
8.2.1	Tahap Penangkutan dari Stok Yard	207
8.2.2	Tahap Penangkutan ke Lokasi Pemancangan....	210
8.2.3	Tahap Pemancangan.....	211
8.2.4	Tahap Pemasangan Base Plate dan Tulangan Shearing 212	
8.3	Metode Kontruksi pile cap	212
8.4	Metode Kontruksi Balok	213
8.5	Metode Kontruksi Pelat.....	214
8.5.1	Tahap Pengecoran Finishing (topping off).....	214
BAB IX PENUTUP		217

9.1	Kesimpulan.....	217
9.2	Saran.....	222
	DAFTAR PUSTAKA.....	223
	DAFTAR LAMPIRAN	225

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi perencanaan (google.earth.com , KM 16 tahun 1998).....	4
Gambar 1. 2 Kondisi eksisting Dermaga Samudra	5
Gambar 1. 3 Modifikasi Dermaga Samudra.....	6
Gambar 2. 1 Tampang Dermaga (Triatmojo: 2009).....	8
Gambar 2. 2 Wharf pelabuhan Tokyo (PCI, 1980)	9
Gambar 2. 3 Dermaga on pile dengan beton bertulang (Soedjono : 2002).....	10
Gambar 2. 4 Perencanaan panjang dermaga (Triatmodjo : 2009)	11
Gambar 2. 5 Perencanaan kedalaman dermaga (Soedjono : 2002)	13
Gambar 2. 6 Keterangan dimensi kapal (Bridgestone Marine Fender Design Manual)	14
Gambar 2. 7 Grafik koefisien tekanan arus	22
Gambar 2. 8 Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun (SNI 2833 2013) ..	26
Gambar 2. 9 Peta respon spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun (SNI 2833 2013).....	27
Gambar 2. 10 Peta respon spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun (SNI 2833 2013).....	28
Gambar 2. 11 Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (SNI 2833 2013).....	29
Gambar 2. 12 Peta respon spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (SNI 2833 2013).....	30

Gambar 2. 13 Peta respon spektra percepatan 1 detik dibuatuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (SNI 2833 2013).....	31
Gambar 2. 14 Pembebanan truk	34
Gambar 2. 15 Tipe-tipe Fender (Marine Fender Design Manual, Bridgestone)	36
Gambar 2. 16 Posisi fender secara horizontal	37
Gambar 2. 17 Regangan dan tegangan pada beton bertulang (SNI T-12-2004)	41
Gambar 2. 18 Letak tulangan pokok dan tulangan bagi.....	44
Gambar 2. 19 Bidang penyebaran tekanan roda kendaraan (SNI T-02-2005)	47
Gambar 2. 20 Gambar sengkang terbuka (ACI 11.5.1).....	52
Gambar 2. 21 Tulangan sengkang terbuka (ACI 11.5.1)	52
Gambar 2. 22 Diagram perhitungan daya dukung ultimate tanah	59
Gambar 2. 23 Momen akibat posisi titik angkat balok (PCI Design Handbook 7th Edition).....	64
Gambar 4. 1 Peta Bathymetri Dermaga Samudra (PT. Pelindo III)	74
Gambar 4. 2 Diagram Wind Rose di Pelabuhan Pulang Pisau dari tahun 2011 – 2015	77
Gambar 4. 3 Boring profil (BH-1) Pelabuhan Pulang Pisau kedalaman 0,00 m - 20,45 m (KSE, 2014).....	79
Gambar 4. 4 Boring profil (BH-1) Pelabuhan Pulang Pisau kedalaman 20,00 m – 40,00 m (KSE, 2014)	79
Gambar 4. 5 Tukan Kangoroo 1500 Crane	80
Gambar 4. 6 Grafik kapasitas angkut Tukan Kangoroo 1500 Crane	80
Gambar 4. 7 Jarak antar roda crane	81

Gambar 6. 1 Spesifikasi SM 1000 H 2000 mm (Bridgestone Marine Fender Design).....	100
Gambar 6. 2 Peta Gambar 5 SNI 2833 2013 dan Lokasi Perencanaan Dermaga	106
Gambar 6. 3 Peta Gambar 6 SNI 2833 2013 dan Lokasi Perencanaan Dermaga	107
Gambar 6. 4 Grafik respond spectrum	111
Gambar 6. 5 Beban UDL Tipe 1 pada Wharf.....	114
Gambar 6. 6 Beban UDL Tipe 2 pada Wharf.....	114
Gambar 6. 7 Beban UDL Tipe 3 pada Wharf.....	114
Gambar 6. 8 Beban UDL Tipe 4 pada Wharf.....	114
Gambar 6. 9 Beban UDL Tipe 5 pada Wharf.....	114
Gambar 6. 10 Beban UDL Tipe 6 pada Wharf.....	115
Gambar 6. 11 Beban UDL Tipe 7 pada Wharf.....	115
Gambar 6. 12 Tabel Faktor Dinamis (SNI T-02 2005)	116
Gambar 7. 1 Pemodelan struktur dermaga pada SAP2000	123
Gambar 7. 2 Pemodelan struktur Trestle pada SAP2000	124
Gambar 7. 3 Kontur Momen plat akibat kombinasi pembebanan 1,3D + 1,8L +1,8M +1,3C (M11)	125
Gambar 7. 4 Kontur Momen plat akibat kombinasi pembebanan 1,3D + 1,8L +1,8M +1,3C (M22)	125
Gambar 7. 5 Titik pengangkatan plat	128
Gambar 7. 6 Penumpukan Plat	131
Gambar 8. 1 Pengangkatan ke setting bad.....	208
Gambar 8. 2 Peletakan di atas setting bad.....	209
Gambar 8. 3 Pengelasan pada Setting Bad	209
Gambar 8. 4 Pengangkatan Steel pipe pile dari Setting bad ke Poonton.....	210
Gambar 8. 5 Pengangkutan material steel pipe pile dan peralatan pemancangan.....	210

Gambar 8. 6 Pemasangan Steel Pipe Pile dengan Hydraulic Hammer	211
Gambar 8. 7 Pemasangan base plate	212
Gambar 8. 8 Pemasangan Pile Cap	213
Gambar 8. 9 Pemasangan Balok Pracetak	213
Gambar 8. 10 Pengecoran plat	214
Gambar 8. 11 Hasil pengecoran akhir	215

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Elevasi lantai dermaga di atas HWS	12
Tabel 2. 2 Dimensi kapal Ore Carier (Bridgestone Marine Fender Design Manual)	15
Tabel 2. 3 Dimensi kapal container (Bridgestone Marine Fender Design Manual)	16
Tabel 2. 4 Kecepatan tambat rencana (Marine Fender Design Manual,Bridgestone)	19
Tabel 2. 5 Koefisien drag	23
Tabel 2. 6 Kapasitas Bollard (Standart Design Criteria for Port in Indonesia : 1984)	39
Tabel 2. 7 Penentuan posisi bollard (Standart Design Criteria for Port in Indonesia : 1984)	39
Tabel 2. 8 Faktor Keamanan	59
Tabel 4. 1 Dimensi kapal Container 16.000 GT (Bridgestone Marine Fender Design Manual)	73
Tabel 4. 2 Dimensi Kapal Ore Carier 10.000 DWT (Bridgestone Marine Fender Design Manual)	73
Tabel 4. 3 Tabel kecepatan arus Sungai Kahayan	75
Tabel 4. 4 Tabel prosentase kecepatan angin di Pelabuhan Pulang Pisau dari tahun 2011 - 2015	76
Tabel 4. 5 Sifat mekassis tulangan baja (SNI 2052 2014)	82
Tabel 6. 1 Perhitungan N rata-rata	104
Tabel 6. 2 Tabel Faktor Ampifikasi (Fa) SNI 2833 2013	108
Tabel 6. 3 Tabel Perhitungan Spectra Acceleration	109
Tabel 7. 1 Rekap Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Balok Dermaga	166
Tabel 7. 2 Rekap Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Balok Trestle	167

Tabel 7. 3 Perhitungan Kontrol Pracetak balok dermaga dan trestle	175
Tabel 7. 4 Perhitungan control pengecoran	177
Tabel 7. 5 Rekap Penulangan Pile Cap Dermaga dan Trestle ...	188
Tabel 7. 6 Rekap hasil Perhitungan Daya Dukung Pondasi	205
Tabel 7. 7 Rekap Perhitungan Hasil Daya Dukung pondasi	205
Tabel 7. 8 Rekap Perhitungan Daya Dukung Pondasi	221
Tabel 9. 1 Dimensi Balok Dermaga dan Trestle	217
Tabel 9. 2 Dimensi Tiang Pancang Dermaga dan Trestle	218
Tabel 9. 3 Tabel Pembebanan pada dermaga	218
Tabel 9. 4 Pembebanan pada Struktur Trestle	219
Tabel 9. 5 Pebulangan Balok Dermaga	219
Tabel 9. 6 Penulangan Balok Trestle	219
Tabel 9. 7 Penulangan plat Dermaga dan Trestle	220
Tabel 9. 8 Penulangan pile cap	220
Tabel 9. 9 Perencanaan dimensi pracetak dermaga	220
Tabel 9. 10 Perencanaan dimensi balok pracetak trestle	221
Tabel 9. 11 Perencanaan Plat pracetak	221
Tabel 9. 12 Tabel Perhitungan daya dukung tanah	221

DAFTAR NOTASI

- A_b = Luas penampang baut (mm^2)
 A_{cp} = Luas yang dibatasi oleh keliling luar penampang beton, mm^2
 A_n = Luas bersih penampang (mm^2)
 A_{tp} = Luas penampang tiang pancang (mm^2)
 A_l = Luas total tulangan longitudinal penahan torsi (mm^2)
 A_o = Luasbruto yang dibatasi oleh lintasan aliran geser (mm^2)
 A_{oh} = Luas penampang yang dibatasi oleh garis as tulangan sengkang (mm^2)
 A_s = Luas tulangan tarik non prategang (mm^2)
 A_t = Luas satu kaki sengkang tertutup pada daerah sejarak s untuk menahan torsi (mm^2)
 A_v = Luas tulangan geser pada daerah sejarak s atau Luas tulangan geser yang tegak lurus terhadap tulangan lentur tarik dalam suatu daerah sejarak s pada komponen struktur lentur tinggi (mm^2)
 A_w = Proyeksi bidang yang tertiuip angin (m^2)
 b = Lebar daerah tekan komponen struktur (mm^2)
 B = Luas penampang sisi kapal yang terendam kapal (m^2)
 b_w = Lebar badan balok atau diameter penampang bulat (mm)
 C = Jarak dari serat tekan terluar ke garis netral (mm)
 C_c = Koefisien konfigurasi ($\pm 0,8 - 1,0$)
 C_H = Koefisien hidrodinamik
 C_M = Koefisien massa
 C_r = Koefisien eksentrisitas
 C_s = Koefisien kelunakan (0,9)
 d = Jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik (mm)
 d' = Jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan (mm)
 db = Diameter nominal batang tulangan, kawat atau strand prategang, diameter baut (mm)
 D = Beban mati atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan beban mati

- E_x = Pengaruh beban gempa atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan gempaX
 E = Energi tambat
 E_B = Energi *Berthing*
 E_{fender} = Energi ijin fender
 E_o = Modulus elastisitas tanah pondasi

 E_y = Pengaruh beban gempa atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan gempaY
 E_c = Modulus elastisitas beton (MPa)
 f_c' = Kuat tekan beton yang disyaratkan (MPa)
 f_{ci} = Kuat tekan beton pada umur tertentu (MPa)
 f_r = Tegangan izin beton yang disyaratkan untuk beton precetak (MPa)
 f_u = Kuat tekuk tulangan atau baja (MPa)
 f_{vy} = Kuat leleh tulangan torsi longitudinal (MPa)
 f_y = Kuat leleh yang disyaratkan untuk tulangan non prategang (MPa)
 f_{ys} = Kuat leleh tulangan sengkang torsi (MPa)
 g = Gaya grafitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)
 h = Tinggi total dari penampang
 k = Factor eksentrisitas
 k_o = Modulus reaksi horizontal yang harganya konstan sepanjang tiang tertanam
 k_x, k_y = Koefisien reaksi tanah dibawah permukaan tanah dalam arah mendatar
 li = Panjang tiang yang ditinjau (m)
 L_n = Bentang bersih balok
 L_p = panjang dermaga
 Loa = panjang kapal yang ditambat
 L_{sf} = panjang penjangkaran baut bollard (mm)
 M_u = Momen terfaktor pada penampang (Nmm)
 M_n = Kekuatan momen nominal jika batang dibebani lentur saja (Nmm)
 M_{nx} = Kekuatan momen nominal terhadap sumbu x

- M_{ny} = Kekuatan momen nominal terhadap sumbu y
 N = Nilai SPT
 N_u = Beban aksial terfaktor
 P_{cp} = keliling luar penampang beton (mm)
 Ph = Keliling dari garis as tulangan sengkang torsi
 P_n = Kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas yang diberikan (N)
 P_o = Kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas nol
 P_u = Beban aksial terfaktor pada eksentrisitas yang diberikan (N)
 P_a = Tekanan angin
 R_w = Gaya akibat angin (kg)
 R_f = Gaya akibat arus (kg)
 S = Spasi tulangan geser atau torsi ke arah yang diberikan (N)
 T_c = Kuat momen torsi nominal yang disumbangkan beton
 T_n = Kuat momen torsi nominal (Nmm)
 T_s = Kuat momen torsi nominal yang disumbangkan oleh Tulangan tarik
 T_u = Momen torsi terfaktor pada penampang (Nmm)
 V = Kecepatan tmbat
 V_c = Kuat geser nominal yang disumbangkan oleh beton
 V_n = kecepatan transisi normal ke dermaga (m/s)
 V_s = Kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser (N)
 V_u = Gaya geser terfaktor pada penampang (N)
 W = *Virtual Weight (long ton)*
 W_1 = Berat yang dipindahkan kapal (ton)
 W_2 = Beban tambahan kapal (ton)
 x = Dimensi pendek bagian berbentuk persegi dari penampang
 α = Rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur dari plat dengan lebar yang dibatasi secara lateral oleh garis panel yang bersebelahan pada tiap sisi balok
 α_m = Nilai rata-rata α untuk semua balok tepi dari suatu panel

- β = Rasio bentang dalam arah memanjang terhadap arah memendek dari plat dua arah
- γ = berat jenis air laut (1,024 ton/m³)
- δ_s = Faktor pembesaran momen untuk rangka yang ditahan terhadap goyangan ke samping, untuk menggambarkan pengaruh penyimpangan lateral akibat beban lateral dan gravitas
- δ_{\max} = Sudut kemiringan fender

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelabuhan Pulang Pisau merupakan pelabuhan yang terletak di Sungai Kahayan 90 km dari Palangkaraya, Kalimantan Tengah yang dimana pada tanggal 25 Maret 2015, PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero) Tbk. telah melakukan MoU dengan Bupati Pulang Pisau dalam rangka melakukan hubungan sinergi untuk pengembangan Dermaga Pulang Pisau. Dua instansi ini berharap dengan pengembangan pelabuhan tercipta peningkatan pertumbuhan ekonomi daerah dan nasional serta terciptanya kepuasan bagi pengguna jasa.

Dermaga Samudra adalah satu dermaga di Pelabuhan Pulang Pisau untuk kapal \pm 5000 DWT. Pada perencanaan ini Dermaga Samudra akan dimodifikasi menjadi dermaga *multi purpose*, untuk melayani curah kering /*dry bulk* (10.000 DWT, draught 7,9 m) dan kapal petikemas (\pm 16.000 GT draught 10,5 m). Dermaga ini akan dilengkapi dengan alat bongkar muat berupa *Portal Crane Tukan 1500* dengan beban roda maksimum 32 ton.

Dermaga direncanakan dengan sistim struktur pemikul momen biasa dengan faktor modifikasi respons spektrum (R) yaitu 1,5 (SNI 2833-201X) hal ini dikarenakan juga lokasi pembangunan di daerah dengan intensitas gempa rendah. Karena bangunan bukan bangunan gedung biasa, maka kombinasi pembebanan mengikuti SNI 2833 2013, Standart Perencanaan Jembatan dan *Technical Standart and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan* dan *Port of Long Beach Design Wharf Design Creteria* yang disesuaikan dengan kondisi di Indonesia.

Elemen struktur dermaga akan direncanakan dengan metode beton pracetak. Beton pracetak akan diimplementasikan

pada elemen pelat, balok dan pile cap. Pemilihan metode beton pracetak dikarena proses kontruksi yang cepat, tidak tergantung cuaca, mutu terkendali dan elemen struktur dermaga tipikal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka, rumusan masalah yang harus diselesaikan antara lain :

1. Bagaimana layout modifkasi struktur dermaga Samudra 16.000 GT di Pelabuhan Pulang Pisau berdasarkan data bathimetri dan kondisi eksisting.
2. Beban-beban apa saja yang berpengaruh pada modifkasi struktur dermaga Samudra 16.000 GT di Pelabuhan Pulang Pisau dengan beton pracetak.
3. Bagaimana analisa struktur dermaga Samudra 16.000 GT di Pelabuhan Pulang Pisau terhadap beban-beban yang bekerja.
4. Bagaimana perancangan elemen beton pracetak meliputi pelat, balok dan pile cap dermaga Samudra 16.000 GT di Pelabuhan Pulang Pisau.
5. Bagaimana menggambarkan hasil modifikasi struktur dermaga Samudra 16.000 GT di Pelabuhan Pulang Pisau.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari tugas akhir ini adalah :

1. Perencanaan struktur tugas akhir ini meliputi struktur *dermaga* dan *trestle* baik bangunan atas maupun bawah.
2. Tugas akhir ini tidak meninjau analisa biaya tetapi dilengkapi dengan pembahasan metode pelaksanaan beton pracetak untuk bangunan atas.
3. Data yang digunakan dalam tugas akhir ini merupakan data sekunder, termasuk data alat.
4. Tugas akhir ini tidak meninjau operasional dermaga dan kolam pelabuhan.

5. Dalam tugas akhir ini, balok trestel dan balok kantilever tidak direncanakan menggunakan metode beton pracetak

1.4 Tujuan Perencanaan

Tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk merencanakan layout modifikasi struktur dermaga Samudra 16.000 GT di Pelabuhan Pulang Pisau berdasarkan data bathimetri dan kondisi eksisting.
2. Untuk mendapatkan beban-beban yang berpengaruh pada modifikasi struktur dermaga Samudra 16.000 GT di Pelabuhan Pulang Pisau.
3. Untuk mendapatkan analisa struktur dermaga yang mampu menahan beban-beban yang bekerja.
4. Untuk merencanakan elemen beton pracetak meliputi pelat, balok dan pile cap pada dermaga Samudra 16.000 GT di Pulang Pisau.
5. Untuk mendapatkan hasil gambar teknik dari struktur yang direncanakan.

1.5 Manfaat

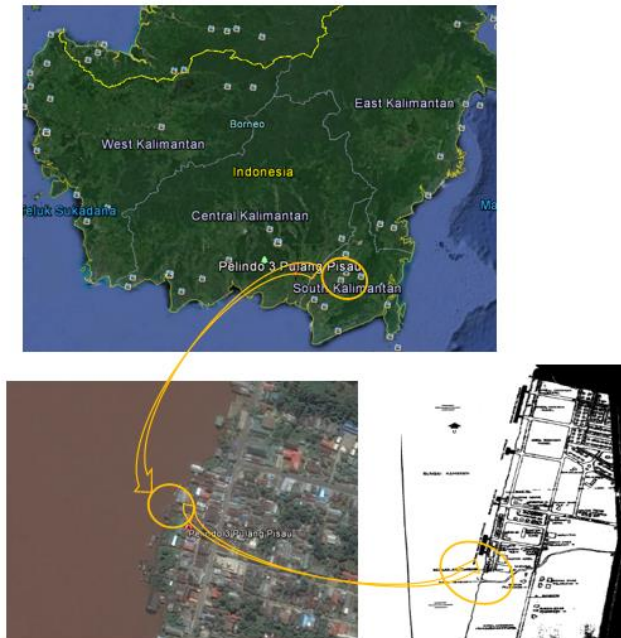
Manfaat yang diperoleh dalam penyusunan tugas akhir ini antara lain :

1. Tugas Akhir perencanaan Dermaga Multi purpose Pulang Pisau dengan beton menjadi syarat kelulusan bagi penulis.
2. Mahasiswa mampu mengaplikasikan keseluruhan ilmu yang telah dipelajari.
3. Memberikan gambaran tentang perencanaan Dermaga *Multi Purpose* kepada pembaca.
4. Menjadi referensi bagi mahasiswa, pemerintah atau instansi lain yang akan melaksanakan perencanaan serupa.

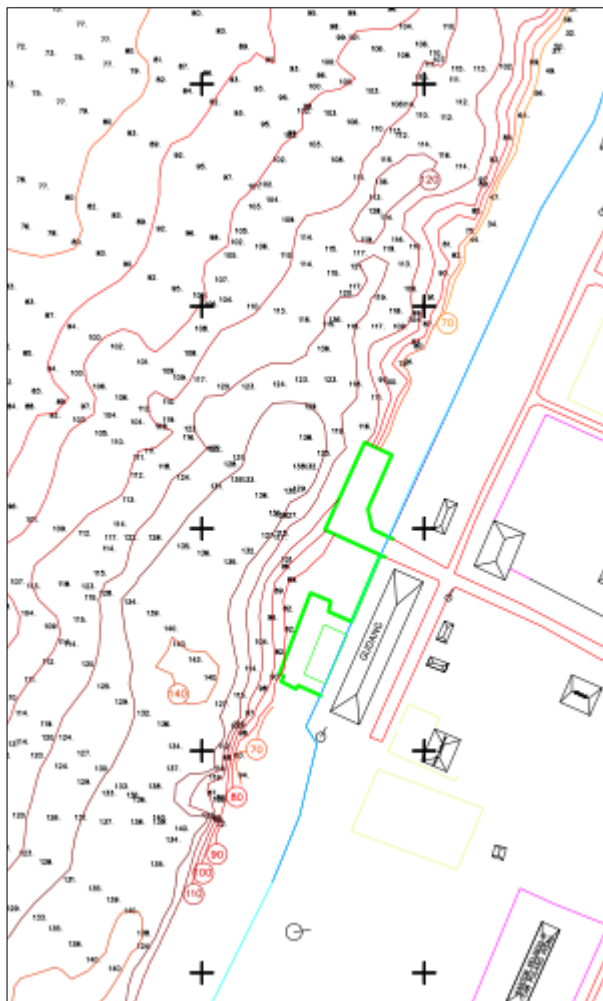
1.6 Lokasi

Lokasi Pelabuhan Pulang Pisau sendiri berada di tepi Kahayan sekitar 90 km dari Palangkaraya, di Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah. Daerah lingkup kerja pelabuhan Pulang Pisau terdiri dari 580.000 m² daratan dan 360 Ha perairan. Batas-batas tersebut juga tercantum dalam Keputusan Menteri 16 tahun 1998 tentang Batas –Batas Daaerah Lingkungan Kerja dan Daerah Lingkungan Kepentingan Pelabuhan Pulang Pisau dan Pelabuhan Bahaur.

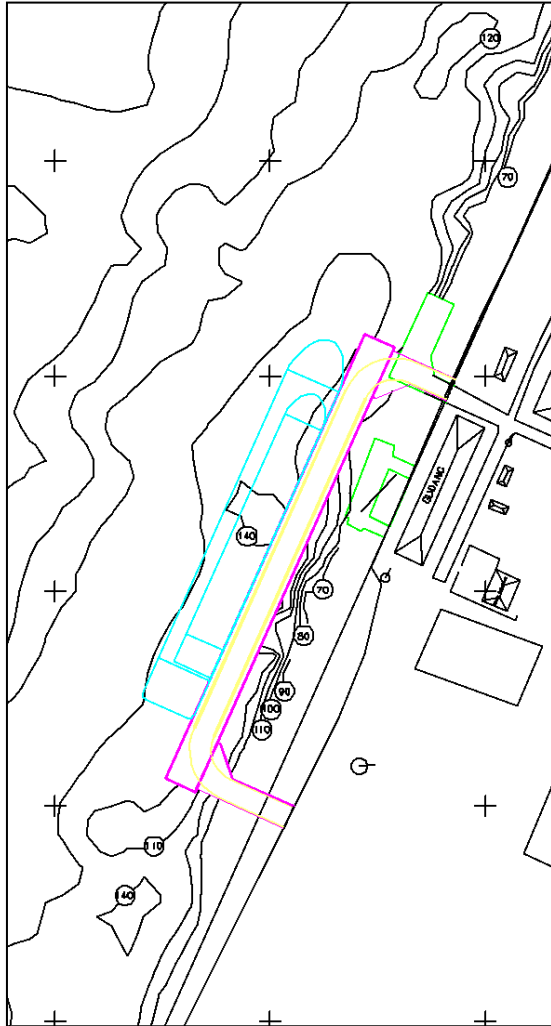
Berikut adalah gambar lokasi perencanaan :



Gambar 1. 1 Lokasi perencanaan (google.earth.com , KM 16 tahun 1998)



Gambar 1. 2 Kondisi eksisting Dermaga Samudra



Gambar 1. 3 Modifikasi Dermaga Samudra

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Setiap perencanaan akan memerlukan sebuah teori-teori yang mendukung terselesainya perencanaan tersebut. Dermaga yang direncanakan adalah tipe dermaga *multi purose*, yaitu bisa dipakai untuk dermaga curah kering /*dry bulk* (10.000 DWT, draught 7,9 m) dan juga untuk dermaga petikemas (\pm 16.000 GT draught 10,5 m). Dermaga ini adalah salah satu dermaga yang pembangunannya sangat di perioritaskan oleh PT. Pelabuhan Indonesia III. Dermaga ini memiliki fungsi dan master plan yang sangat luar biasa dalam mewujudkan Negara Maritim dan dalam Manajemen Percepatan Perluasan Peningkatan Ekonomi Indonesia (MP3EI).

2.2 Dasar-dasar Perencanaan

Pedoman atau dasar teori yang digunakan dalam perencanaan dermaga secara umum dari buku buku atau peraturan –peraturan di bawah ini, yaitu :

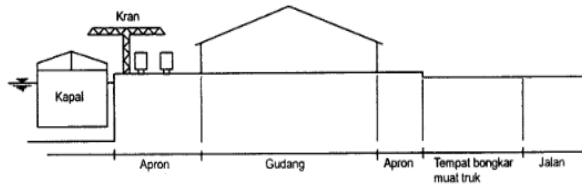
- a. *Standart Design and Creteria for Port in Indonesia*, (Communicatios, 1994), 1994
- b. Perencanaan Pelabuhan, Bambang Triatmodjo, 2009
- c. Perencanaan Pelabuhan, Suedjono Kramadibrata, 2002
- d. *Rubber Fender*, Kossan Rubber Industries Berhad, 2007
- e. *Marine Fender Design Manual*, Bridgestone
- f. SNI 03 – 2847 – 2002, Tata Cara Pelindungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, 2002
- g. SNI 2833-2008, Standart Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan

Berikut adalah teori-teori yang berkaitan dalam perencanaan Dermaga Pulang Pisau.

2.3 Dermaga

2.3.1 Pengertian Dermaga

Dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat barang dan menari-turunkan penumpang. (Triatmojo, Bambang : 2009). Dermaga memiliki dimensi dan bentuk rencana yang disesuaikan pada jenis kapal yang berlabuh, peruntukan dermaga atau fasilitas yang akan digunakan pada dermaga tersebut.



Gambar 2. 1 Tampang Dermaga (Triatmojo: 2009).

Dermaga juga dilengkapi dengan bangunan pelengkap seperti halnya pada gambar di atas yaitu terdiri dari apron, gudang penyimpanan, lapangan penimbunan, akses jalan bahkan terkadang dilengkapi oleh jalur rel kereta api. Apron sendiri adalah daerah di belakang muka dermaga atau daerah diantara sisi dermaga dan gudang (pada terminal barang umum atau *countainer yard* (pada terminal peti kemas) dan pada daerah inilah terjadi proses bongkar muat dan alur perjalanan truk pengangkut.

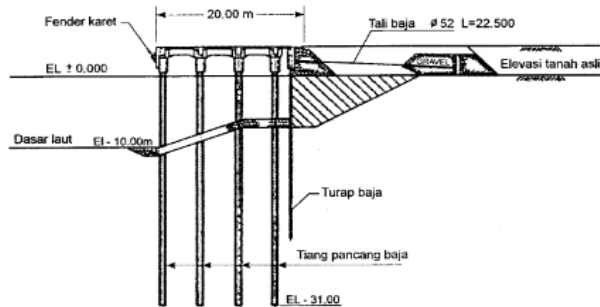
2.3.2 Bentuk/Tipe Dermaga

Dilihat dari penampilan pada layout pelabuhan, bentuk dermaga dapat dibagi menjadi :

a. *Wharf*

Dermaga yang paralel dengan garis pantai dan biasanya berhimpit dengan garis pantai. *Wharf* biasanya digunakan untuk pelabuhan barang potongan atau peti

kemas dimana dibutuhkan suatu alaman terbuka yang cukup luas untuk menjamin kelancaran angkutan barang. Contoh *Wharf* konstruksi terbuka adalah pelabuhan Tokyo yang digunakan untuk melayani kapal barang umum dan peti kemas dengan bobot 30.000 dwt (PCI, 1990).



Gambar 2. 2 Wharf pelabuhan Tokyo (PCI, 1980)

b. Dermaga/Pier

Pier adalah dermaga serupa *wharf* (berada di garis pantai) yang berbentuk seperti jari dan dapat untuk merapat kapal pada kedua sisinya, sehingga bisa digunakan bersandar kapal dalam jumlah lebih banyak untuk satu satuan panjang pantai. Perairan diantara dua *pier* yang berdampingan disebut *slip*.

c. Dolphin

Struktur yang digunakan untuk bersandar di laut lepas. *Dolphin* ada dua jenis yaitu untuk menahan benturan (*breasting dolphin*) di depan dermaga dan untuk mengikat kapal di gunakan *dolphi* penambat (*mooring dolphin*).

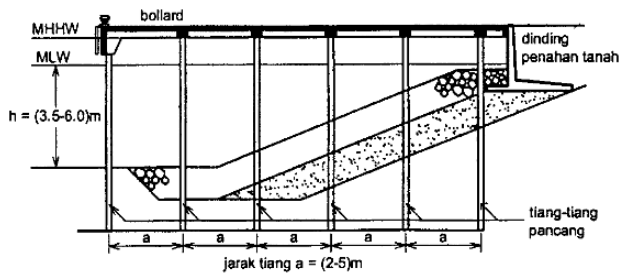
d. Bentuk Gabungan

Apabila garis kedalaman laut yang hampir merata dan sejajar dengan garis pantai terletak agak menjorok ke arah laut, maka bentuk dermaga sebaiknya *wharf* yang dikombinasikan dengan jembatan penghubung (*approach*

trestle). Pemilihan ini akan sangat mengurangi biaya pengerukan untuk menyediakan kolam pelabuhan.

2.3.3 Dermaga On Pile

Seperti namanya, dermaga on pile adalah dermaga yang menggunakan pondasi tiang sebagai konstruksi bangunan bawah sesuai dengan karakteristik dan kedalaman peruntukan. Jenis tiang pancang yang digunakan dapat berupa kayu (ulin) serta baja atau beton (bertulang/pratekan) jika diperlukan pondasi yang sangat dalam. Di Indonesia, penerapan dermaga tipe *on pile* dapat dijumpai hampir di semua pelabuhan.



Gambar 2. 3 Dermaga on pile dengan beton bertulang (Soedjono : 2002)

2.4 Perencanaan Dimensi Dermaga

2.4.1 Panjang Dermaga

Pada umumnya panjang dermaga adalah panjang kapal ditambah 10% dari panjang kapal pada ujung-ujungnya. Namun, ketentuan tersebut tidak sepenuhnya berlaku, karena dimensi dermaga dan perairan untuk tambat tergantung pada jenis, ukurannya dan jumlah kapal yang akan dilayani serta ada faktor-faktor lain seperti pengaruh dari fasilitas pelabuhan atau alat bongkar muat yang akan digunakan. Dermaga peruntukan kapal pengangkut curah cair/kering yang alat bongkar muatnya

cukup menggunakan media pipa cenderung memiliki ukuran dermaga yang lebih kecil.

Menurut *International Maritime Organization (IMO)* perencanaan panjang dermaga dapat dihitung dengan persamaan berikut :

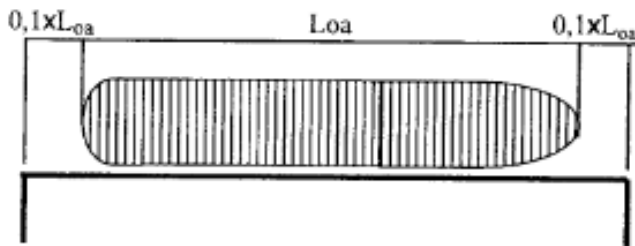
$$L_p = nL_{OG} + (n + 1) \times 10\% \times L_{OG}$$

dengan:

L_p : panjang dermaga

L_{oa} : panjang kapal yang ditambat

n : jumlah kapal yang ditambat



Gambar 2. 4 Perencanaan panjang dermaga (Triatmodjo : 2009)

2.4.2 Lebar Dermaga

Lebar dermaga ditentukan berdasarkan kegunaan dari dermaga yang ditinjau dari jenis dan volume barang yang mungkin ditangani dermaga tersebut serta ruang gerak yang cukup agar peralatan bongkar muat dapat melakukan manuver dengan aman, leluasa, cepat dan lancar. Lebar dermaga (apron) biasanya berukuran antara 15 m – 25 m (*Triatmodjo, Pelabuhan : 2009*). Pada bagian apron tersebut ditempatkan peralatan bongkar muat serta pengoperasian peralatan lainnya.

2.4.3 Elevasi Apron/Lantai Dermaga

Tinggi deck/lantai dermaga disesuaikan dengan kondisi muka air rencana dan pasang surut daerah setempat ditambah dengan angka kebebasan agar tidak terjadi limpasan (*overtopping*) pada saat terjadi gelombang. Berdasarkan *Standard Design Criteria for Ports in Indonesia (1984)*, tabel 7.2. elevasi lantai dermaga ditentukan sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Elevasi lantai dermaga di atas HWS

	Pasang surut terbesar 3m atau lebih	Pasang surut kurang dari 3m
Dermaga untuk kapal yang memerlukan kedalaman air $\geq 4,5$ m	0,5 – 1,5 m	1,0 – 3,0 m
Dermaga untuk kapal yang memerlukan kedalaman air $< 4,5$ m	0,3 – 1,0 m	0,5 – 1,5 m

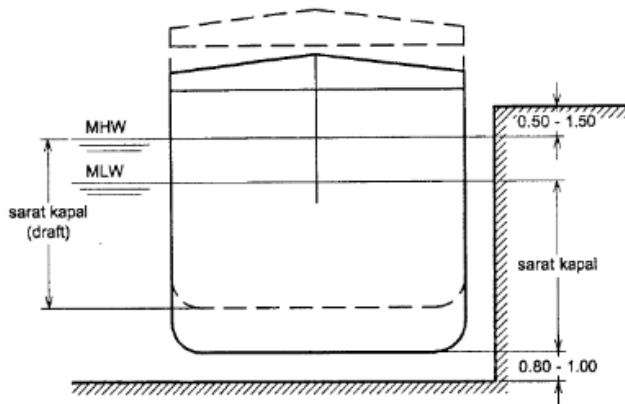
Berdasarkan ketentuan tabel tersebut, kedalaman air rencana yang dibutuhkan dalam menentukan elevasi apron dihitung dengan rumus:

$$(1,05 - 1,15) \times \text{Full Draft} \quad (2. 1)$$

2.4.4 Kedalaman Dermaga

Dalam perencanaan kedalaman dermaga hal yang harus diperhatikan adalah ketinggian draf kapal maksimum serta kondisi pasang surut yang di aplikasikan pada data bathymetry

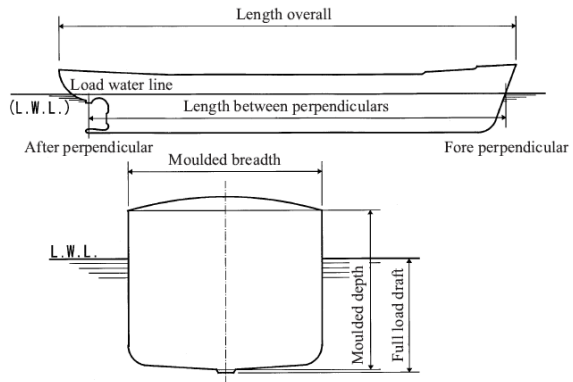
yang ada ditambah dengan jarak aman. Jarak aman dalam perencanaan dermaga (*clearance*) sebesar 0,8 – 1 m dibawah lunas kapal. Jarak ini ditentukan berdasarkan ketentuan operasional pelabuhan (panambatan kapal dengan/tanpa kapal tunda) dan konstruksi dermaga. Sedangkan untuk taraf dermaga ditentukan antara 0,5 – 1,5 m di atas MHWS sesuai dengan besar ukuran kapal.



Gambar 2. 5 Perencanaan kedalaman dermaga (Soedjono : 2002)

2.5 Karakteristik Kapal

Dalam perencananan dimensi dermaga, diperlukan data kapal yang akan bersandar pada dermaga untuk mengetahui dimensi-dimensi utama kapal. Kapasitas kapal tidak boleh melebihi kapasitas rencana dermaga.



Gambar 2. 6 Keterangan dimensi kapal (Bridgestone Marine Fender Design Manual)

Dimensi kapal yang digunakan pada perencanaan ini mengacu pada *Bridgestone Marine Fender Design Manual* seperti yang tertera pada tabel berikut :

Tabel 2. 2 Dimensi kapal Ore Carier (Bridgestone Marine Fender Design Manual)

Ore carrier	Dead weight tonnage	Loaded displacement tonnage	Length (m)	Width (m)	Depth (m)	Full draught (m)	Additional weight (ton)	Estimated weight (ton)	Berthing energy		
									Berthing speed (at 0.1 m/s)	Berthing speed (at 0.15 m/s)	Berthing speed (at 0.2 m/s)
1,000	1,333	61	8.9	4.8	4.3	906	2,239	0.8	1.8	2.3	
2,000	2,667	77	11.1	6.0	5.1	1,611	4,278	1.1	2.5	4.4	
3,000	4,000	88	12.7	6.8	5.7	2,300	6,300	1.6	3.6	6.4	
4,000	5,333	96	13.9	7.5	6.1	2,874	8,207	2.1	4.7	8.4	
5,000	6,667	104	14.9	8.1	6.5	3,535	10,202	2.6	5.9	10.4	
6,000	8,000	118	16.6	8.3	6.9	4,520	12,520	3.2	7.2	12.8	
8,000	10,667	130	17.6	9.5	7.4	5,728	16,395	4.2	9.5	16.7	
10,000	13,333	140	18.5	10.5	7.9	7,030	20,363	5.2	11.7	20.8	
12,000	16,000	150	19.4	11.2	8.5	8,720	24,720	6.3	14.2	25.2	
15,000	20,000	149	21.3	11.5	8.6	8,867	28,867	7.4	16.7	29.5	
20,000	26,667	164	23.4	12.7	9.2	11,169	37,836	9.7	21.8	38.6	
25,000	33,333	176	25.1	13.6	9.8	13,600	46,933	12.0	27.0	47.9	
30,000	40,000	187	26.6	14.4	10.3	15,962	55,962	14.3	32.2	57.1	
40,000	53,333	206	29.2	15.9	11.0	20,055	73,388	18.7	42.1	74.9	
50,000	66,667	222	31.4	17.1	11.7	24,451	91,118	23.2	52.2	93.0	
60,000	80,000	235	33.3	18.1	12.3	28,606	108,606	27.7	62.3	110.8	
70,000	93,333	248	35.0	19.0	12.8	32,893	126,026	32.2	72.5	128.6	
80,000	106,667	259	36.6	19.9	13.2	36,310	142,977	36.5	82.1	145.9	
100,000	133,333	278	39.3	21.4	14.0	43,841	177,174	45.2	101.7	180.8	
150,000	200,000	300	45.0	25.0	16.0	61,795	261,795	66.8	150.3	267.2	
200,000	266,667	315	50.0	28.0	18.0	82,120	348,787	89.0	200.3	356.0	
250,000	333,333	330	53.5	30.0	20.5	111,687	444,920	113.5	255.4	454.0	

Tabel 2. 3 Dimensi kapal container (Bridgestone Marine Fender Design Manual)

Container	Gross tonnage	Dead weight tonnage	Length (m)	Width (m)	Depth (m)	Full draught (m)	Additional weight (ton)	Estimated weight (ton)	Berthing energy (ton-m)		
									Berthing speed (at 0.1 m/s)	Berthing speed (at 0.15 m/s)	Berthing speed (at 0.2 m/s)
	16,240	19,636	187.0	26.0	15.0	10.5	16,596	46,050	11.7	26.4	47.0
	17,184	16,977	208.8	23.8	14.3	9.2	14,227	39,639	10.1	22.8	40.4
	21,057	20,400	196.0	27.6	16.6	10.5	17,395	47,995	12.2	27.5	49.0
	23,600	23,650	212.5	30.0	16.3	10.5	18,860	54,335	13.9	31.2	55.4
	40,000	26,100	242.0	32.2	19.6	10.5	21,478	60,628	15.5	34.8	61.9
	51,500	28,900	245.0	32.2	24.0	11.0	23,864	67,214	17.1	38.6	68.6
	54,500	33,600	252.0	32.2	24.4	11.0	24,546	74,946	19.1	43.0	76.5

2.6 Perencanaan Pembebanan Dermaga

Beban beban yang bekerja pada dermaga dibagi menjadi dua jenis yaitu beban horizontal dan beban vertikal. Sedangkan beban vertikal terdiri dari :

- a. Berat mati
- b. Beban hidup

2.6.1 Beban Horizontal

Beban arah horizontal terdiri dari :

- a. *Berthing force* atau gaya sandar
- b. Mooring Force atau gaya tambat
- c. Gaya akibat gelombang
- d. Beban gempa

2.6.1.1 Berthing Force

Berthing energi atau dikenal dengan gaya sandar adalah gaya benturan yang terjadi pada waktu kapal merapat ke dermaga dengan kecepatan tertentu (rata-rata 0,1 – 0,2 m/s). Benturan maksimal biasanya terjadi dengan adanya sudut tambat, meskipun ketika dilapangan sudut tambat kapal diusahakan mendekati 0 (nol) dengan bantuan kapal tunda.

Berdasarkan *Marine Fender Design Manual* oleh *Bridgestone*, terdapat 3 (tiga) formula yang digunakan dalam perencanaan energi tambat, yaitu :

$$E = \frac{(W_1 + W_2) \cdot V^2}{2 \cdot g} \cdot K \quad (2.2)$$

$$E = \frac{1}{2 \cdot g} \cdot W \cdot V_n^2 \cdot C_E \cdot C_H \cdot C_S \cdot C_C \quad (2.3)$$

$$E = \frac{W_1 \cdot V^2}{2 \cdot g} \cdot C_M \cdot C_E \cdot C_S \quad (2.4)$$

Dimana :

E	= energi tambat efektif(ton-m)	Vn	= kecepatan transisi normal ke dermaga (m/s)
W ₁	= berat yang dipindahkan (ton)	C _H	= koefisien hidrodinamik
W ₂	= beban tambahan (ton)	C _S	= koefisien kelunakan (0,9)
V	= kecepatan tambat (m/s)	C _C	= koefisien konfigurasi (± 0,8 – 1,0)
g	= percepatan gravitasi (9.8m/s ²)	C _E	= factor eksentrisitas (± 0,5)
K	= factor eksentrisitas	C _M	= factor massa (± 1,3)
W	= virtual weight (long ton)		

a. ***Displacemen Weight (W₁)***

W₁ dapat dihitung dengan persamaan beriku :

$$W_1 = \frac{4}{3} \cdot DWT \quad (2. 5)$$

Dimana :

W₁ : displacement weight (ton)

DWT : Dead Weight Tonnage kapal rencana (ton)

b. Berat kapal akibat pengaruh air disekelilingnya (W_2)

Berat air yang dibawa oleh kapal harus ditambahkan dalam berat kapal untuk menghitung energi kinetik kapal. Berat W_2 dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$W_2 = \rho LH^2 \frac{\pi}{4} = 0,805LH^2 \quad (tc) \quad (2.6)$$

Dimana :

- W_2 : displacement weight (ton)
- ρ : berat jenis air laut (1,025 t/m³)
- L : panjang kapal
- H : full draft (m)

c. Virtual Weight (W)

$$W = W_1 + W_2 \quad (2. 7)$$

d. Kecepatan tambat kapal (V)

Berdasarkan hasil survey dilapangan, kecepatan tambat kapal pada dermaga dipertimbangkan sebagai berikut :

Tabel 2. 4 Kecepatan tambat rencana (Marine Fender Design Manual, Bridgestone)

Ukuran kapal (DWT)	Kecepatan actual (m/s)	Kecepatan rencana (m/s)
Kurang dari 10.000 ton	0,1 – 0,30	0,20
10.000 – 50.000 ton	0,1 – 0,20	0,15

Lebih dari 0,1 – 0,15 0,15
50.000 ton

e. Faktor eksentrisitas (K)

Nilai K dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$K = \frac{1}{1 + \left(\frac{l}{r}\right)^2} \quad (2.8)$$

Dimana l adalah panjang kapal dan r biasanya $\frac{1}{4}$ panjang kapal.

2.6.1.2 Mooring Force

Gaya tambat kapal akibat pengaruh gaya angin dan arus dihitung berdasarkan *Standard Design Criteria for Ports in Indonesia (1984), pasal V.1.3*. Nilai gaya tambat yang bekerja pada bollard ditentukan dari besarnya beban yang bekerja akibat angin dan arus, kemudian dipilih yang paling dominan.

• **Beban Akibat Angin (Rw)**

Angin yang berhenbus dan menabrak badan kapal akan menyebabkan beban berupa gaya tarikan atau benturan pada dermaga yang disalurkan melalui fasilitas tambat (*bollard/mooring*). Berikut adalah persamaan yang dipakai untuk menghitung beban akibat angin menurut *Perencanaan Pelabuhan, Triatmodjo (2009)* :

1. Gaya longitudinal apabila angin datang dari arah haluan ($\alpha = 0^\circ$)

$$R_w = 0,42 Pa \cdot A_w \quad (2. 9)$$

2. Gaya longitudinal apabila angin datang dari arah haluan ($\alpha = 180^\circ$)

$$R_w = 0,5 Pa \cdot A_w \quad (2. 10)$$

3. Gaya longitudinal apabila angin datang dari arah haluan ($\alpha = 90^\circ$)

$$R_w = 1,1 Pa \cdot A_w \quad (2. 11)$$

Dimana :

$$Pa = 0,063 V^2 \quad (2. 12)$$

Dengan :

- Rw = gaya akibat angin (kg)
- Pa = tekanan angin (kg/m²)
- V = kecepatan angin (m/s)
- Aw = proyeksi bidang yang tertiuip angin (m²)

• Beban Akibat Arus

Besar gaya akibat arus dapat dihitung berdasarkan *Standard Design Criteria for Ports in Indonesia (1984)* dengan persamaan berikut :

a. Arah arus menuju haluan kapal

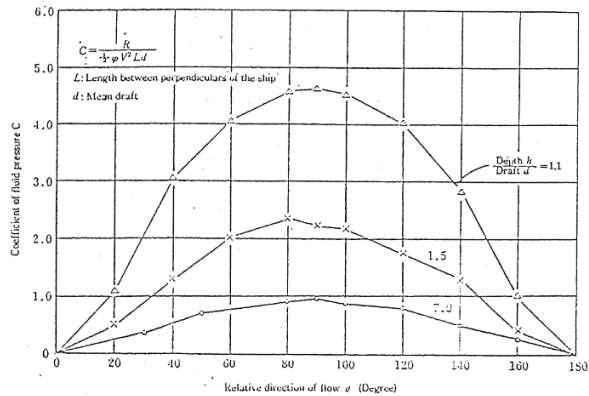
$$R_f = 0,14 \cdot S \cdot V^2 \quad (2. 13)$$

b. Arah arus menuju sisi kapal

$$R_f = 0,5 \cdot \rho \cdot C \cdot V^2 \cdot B \quad (2. 145)$$

Dimana :

- Rf : gaya akibat arus (kN)
- S : luas penampang kapal yang terendam air (m²)
- V : kecepatan arus (m/s)
- B : luas penampang sisi kapal yang terendam air (m²)
- C : koefisien tekanan arus



Gambar 2. 7 Grafik koefisien tekanan arus

2.6.1.3 Beban Akibat Gelombang

Gaya gelombang yang bekerja pada perencanaan dermaga adalah gelombang yang bekerja pada tiang-tiang pondasi dermaga. Jika terdapat sebuah tiang pancang dengan diameter D , ditabrak oleh gelombang dengan panjang gelombang sebesar L dimana L/D sangatlah besar, maka besar gaya dapat dihitung dengan persamaan Marison sebagai berikut :

$$F = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_D \cdot D \cdot u |u| + C_M \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot \frac{du}{dt} \quad (2. 15)$$

Dimana :

F = unit gaya tiap satuan pancang

ρ = berat jenis cairan

u = kecepatan tegak lurus terhadap tiang akibat gelombang

du/dt = percepatan tegak lurus terhadap tiang

D = diameter tiang

C_M = koefisien energi

C_D = koefisien drag.

2.6.1.4 Beban Akibat Arus

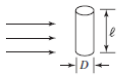
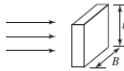
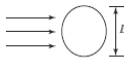
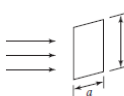
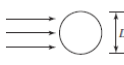
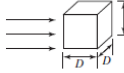
Beban yang dihitung akibat perilaku arus terhadap tiang terdiri dari gaya seret dan gaya angkat. Perhitungan beban arus berdasarkan *Technical Standards for Port and Harbour Facilities in Japan (2002), chapter 7.2.*

$$F_L = \frac{1}{2} C_L \cdot \rho \cdot A_L \cdot U^2 \quad (2. 16)$$

Dimana :

F_D	: gaya drag akibat arus (kN)
F_L	: gaya angkat akibat arus (kN)
C_D	: koefisien drag
C_L	: koefisien lift
ρ	: berat jenis air laut (1,03 t/m ³)
A	: luas penampang sejajar arus (m ²)
A_L	: luas penampang tegak lurus arus (m ²)
U	: kecepatan arus (m/s)

Tabel 2. 5 Koefisien drag

Shape	Projected area	Drag coefficient
Circular cylinder (rough surface) 	$D \ell$	$1.0 (\ell > D)$
Rectangular prism 	$B \ell$	$2.0 (\ell > B)$
Circular disc 	$\frac{\pi}{4} D^2$	1.2
Flat plate 	$a b$	$a/b = 1 \rightarrow 1.12$ $a/b = 2 \rightarrow 1.15$ $a/b = 4 \rightarrow 1.19$ $a/b = 10 \rightarrow 1.29$ $a/b = 18 \rightarrow 1.40$ $a/b = \infty \rightarrow 2.01$
Sphere 	$\frac{\pi}{4} D^2$	0.5~0.2
Cube 	D^2	1.3~1.6

2.6.1.5 Beban Gempa

Dermaga harus direncanakan agar memiliki kemungkinan kecil untuk runtuh namun dapat mengalami kerusakan yang signifikan dan gangguan terhadap pelayanan akibat gempa dengan kemungkinan terlampaui 7% dalam 75 tahun. Beban gempa diambil sebagai gaya horizontal yang ditentukan berdasarkan perkalian antara koefisien respon elastik (C_{sm}) dengan berat struktur ekuivalensi yang kemudian dimodifikasi dengan faktor modifikasi respon (R) dengan formulasi sebagai berikut :

$$E_Q = \frac{C_{sm}}{R} \times W_t$$

Keterangan :

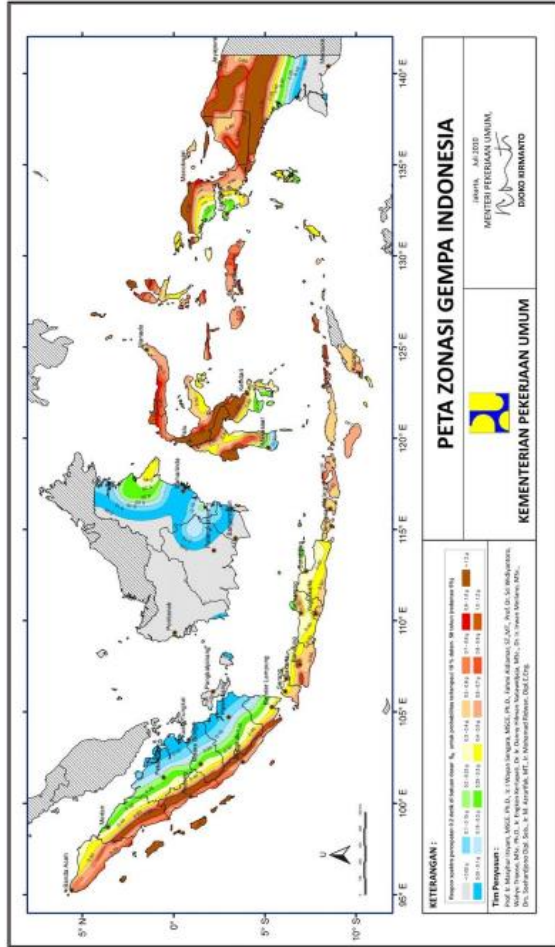
E_Q : gaya gempa horizontal statis (kN)

C_{sm} : koefisien respon gempa statik pada moda getar ke - m

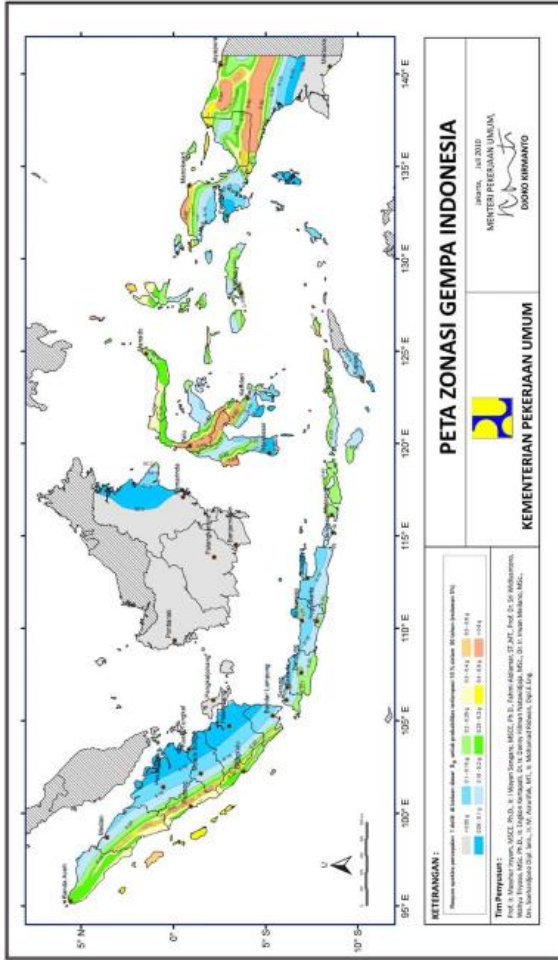
R : faktor modifikasi respon

W_t : berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup yang sesuai (kN)

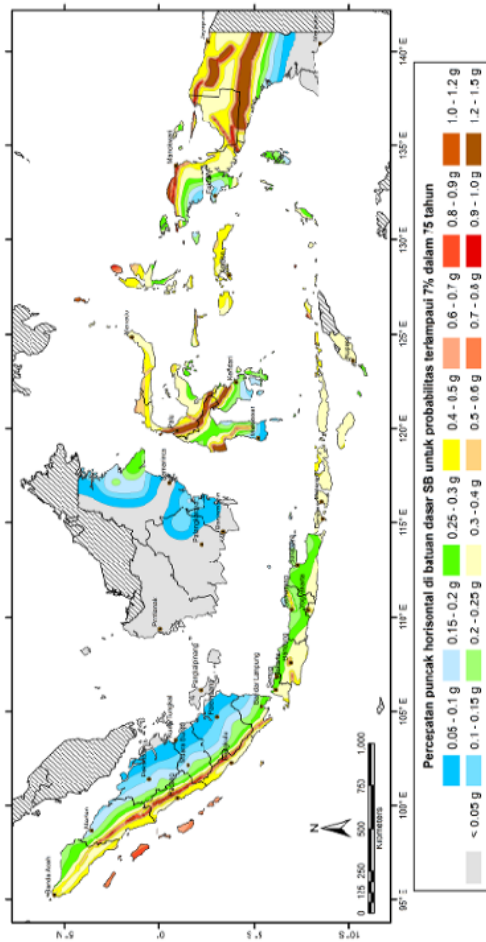
Koefisien respon elastik C_{sm} dapat diperoleh dari percepatan batuan dasar dan spektra percepatan sesuai gambar berikut :



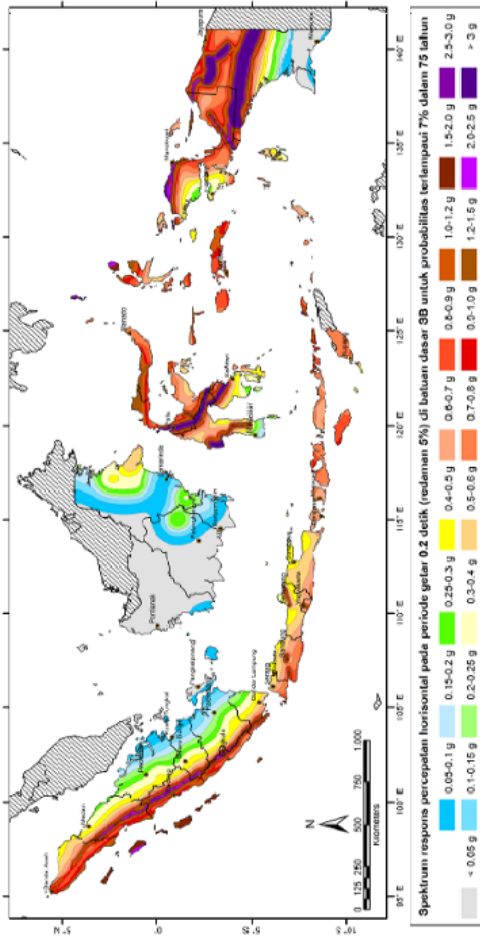
Gambar 2. 9 Peta respon spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun (SNI 2833 2013)



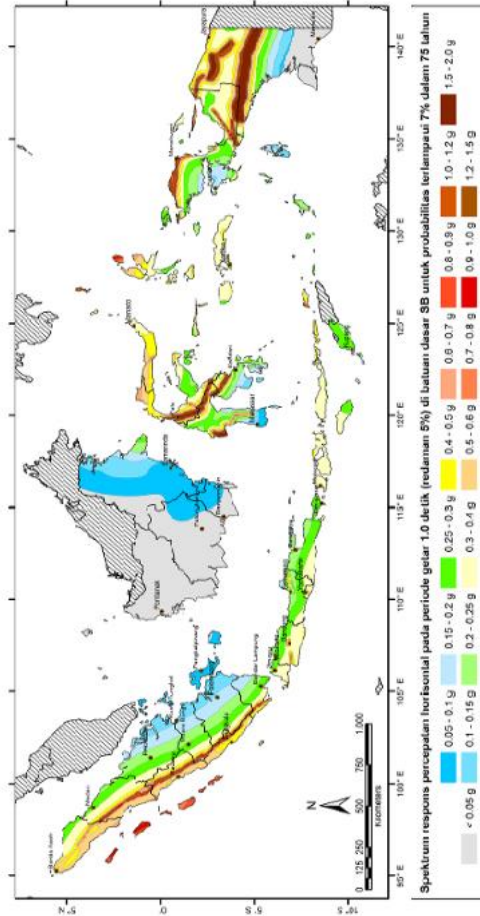
Gambar 2. 10 Peta respon spektra percepatan 1 detik dibatuan dasar untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun (SNI 2833 2013)



Gambar 2. 11 Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA) untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (SNI 2833 2013)



Gambar 2. 12 Peta respon spektra percepatan 0,2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (SNI 2833)



Gambar 2. 13 Peta respon spektra percepatan 1 detik dibatuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun (SNI 2833 2013)

a. Respon spektrum rencana

Respon spektra adalah nilai yang menggambarkan respons maksimum dari sistem berderajat-kebebasan-tunggal pada berbagai frekuensi alami (periode alami) teredam akibat suatu

goyangan tanah. Untuk kebutuhan praktis, maka respons spektra dibuat dalam bentuk respons spektra yang sudah disederhanakan.

Respons spektra di permukaan tanah ditentukan dari 3 (tiga) nilai percepatan puncak yang mengacu pada peta gempa Indonesia 2010 (PGA , S_s , dan S_1), serta nilai faktor amplifikasi F_{PGA} , F_s dan F_v . Perumusan respons spektra adalah sebagai berikut:

$$A_S = F_{PGA} \times PGA \quad (2. 18)$$

$$S_{DS} = F_a \times S_s \quad (2. 19)$$

$$S_{D1} = F_v \times S_1 \quad (2. 20)$$

Keterangan :

A_S : koefisien percepatan puncak muka tanah (g)

F_{PGA} : faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 0 detik

F_a : faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 0,2 detik

PGA : percepatan puncak batuan mengacu pada peta gempa Indonesia 2010

S_s : lokasi yang memerlukan investigasi geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik

S_1 : parameter respon spektra percepatan gempa untuk periode 1 detik

S_{D1} : spektra permukaan tanah pada periode 1 detik

b. Koefisien respon gempa elastik

Koefisien respon gempa elastik ditentukan berdasarkan 3 (tiga) kondisi, yaitu :

1. Untuk $T < T_0$, koefisien respons gempa elastik (C_{sm}) didapat dari persamaan berikut :

$$C_{sm} = (S_{DS} - A_S) \frac{T}{T_0} + A_S$$

$$(2. 21)$$

2. Untuk $T_0 \leq T \leq T_s$, maka nilai koefisien respons gempa elastik (C_{sm}) adalah

$$C_{sm} = S_{DS} \quad (2. 22)$$

3. Untuk $T > T_s$, koefisien respons gempa elastik (C_{sm}) didapat dari persamaan berikut :

$$C_{sm} = \frac{S_{D1}}{T} \quad (2. 23)$$

Setelah nilai koefisien gempa elastik diperoleh, langkah selanjutnya ialah menemukan nilai faktor modifikasi respon (R). Berdasarkan RSNI 2833 2013 pasal 5.9.3.2 nilai faktor modifikasi respon untuk gaya gempa yang dimodifikasi diambil sama dengan 1,0.

2.6.2 Beban Vertikal

2.6.2.1 Beban Mati Merata

Beban mati merupakan berat sendiri struktur dan/atau pondasi serta semua material yang melekat secara permanen pada struktur dermaga. Berikut adalah berat jenis material konstruksi pada struktur dermaga :

- Beton bertulang : 2.400 kg/m³
- Beton basah : 2.500 kg/m³
- Baja : 7.850 kg/m³
- Aspal beton : 2.300 kg/m³

2.6.2.2 Beban Hidup Merata

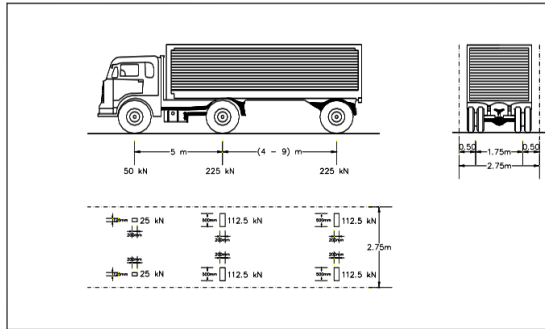
Beban hidup adalah muatan yang bersifat merata yang bekerja pada pelat lantai dermaga ditentukan berdasarkan *Standard Design Criteria for Ports in Indonesia (1984)*, pasal V.2 tabel 5.3 sebesar 3 t/m².

2.6.2.3 Beban Hidup Terpusat

Beban hidup terpusat merupakan beban yang bekerja pada lantai dermaga akibat alat dan fasilitas bongkar muat pada pelabuhan yang terdiri dari :

a. Beban Truk

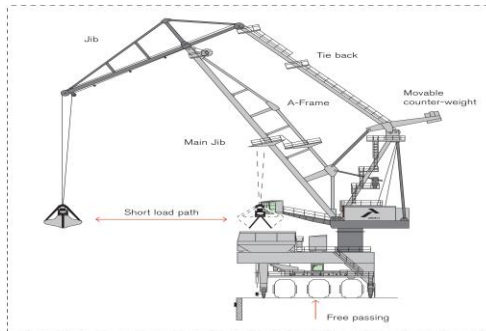
Beban truk *T* berdasarkan SNI T-02-2005 Standar Pembebanan untuk Jembatan, pasal 6.4.1 adalah beban yang diakibatkan oleh kendaraan semitrailer yang mempunyai susunan berat as seperti terlihat pada gambar berikut :



Gambar 2. 14 Pembebanan truk

b. Beban Crane

Beban Crane yang bekerja adalah beban terpusat tiap roda. Besarnya beban crane per roda dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan momen sederhana dengan mempertimbangkan kondisi paling kritis dari tiap kondisi crane terutama saat kondisi pengangkatan.



Gambar 2. Tukan 140

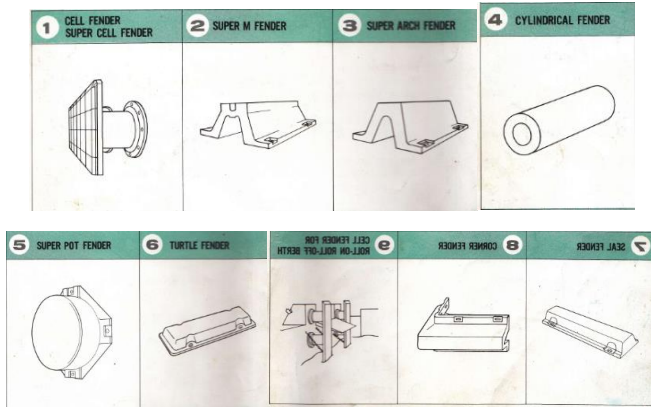
2.7 Perencanaan Fender

Pemasangan fender difungsikan untuk mencegah kerusakan pada dermaga akibat benturan kapal dan mencegah kerusakan lambung kapal serta fasilitas penambat karena gaya-gaya yang terjadi saat kapal menambat. Pada prinsipnya, pemilihan fender harus mempertimbangkan hal-hal berikut :

- Berthing energy yang terjadi saat kapal menambat
- Karakteristik dari struktur dermaga/penambat dan struktur kapal yang akan ditambat
- Pergerakan kapal yang menambat akibat gelombang terhadap elevasi struktur dermaga
- Kondisi pasang surut dan kondisi muatan yang dibawa kapal terhadap ketinggian draf kapal

2.7.1 Tipe –tipe Fender

Menurut *Marine Fender Design Manual, Bridgestone* terdapat kurang lebih tipe fender seperti yang tertera pada gambar berikut :



Gambar 2. 15 Tipe-tipe Fender (Marine Fender Design Manual, Bridgestone)

Tipe fender rencana harus memenuhi syarat sebagai berikut :

$$E_B(\text{ton}) \leq n \cdot E_{fender}(\text{ton})$$

Dimana :

- E_B : Berthing energy
 E_{fender} : Energi izin fender
 n : jumlah fender yang tertabrak

2.7.2 Elevasi Fender

- a. Elevasi tepi atas fender

$$h_i = \frac{H - (\delta_{maks} \cdot H)}{tg \theta} \quad (2. 25)$$

Dimana :

- h_i : jarak atas fender (m)
 H : tebal fender (m)
 δ_{maks} : sudut kemiringan fender ($^{\circ}$)

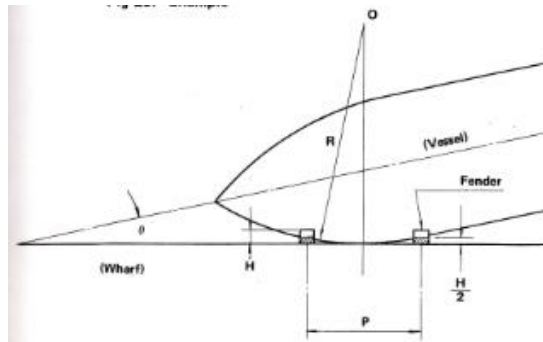
b. Elevasi tepi bawah fender

Penentuan elevasi bawah fender dapat dihitung dengan persamaan :

$$El_{tepi\ bawah} = El_{tepi\ atas} - L_{fender} \quad (2. 26)$$

2.7.3 SSJarak Fender

Menurut Marine Fender *Design Manual, Bridgestone* jarak fender secara horizontal harus direncanakan agar dermaga tidak tertabrak oleh lambung kapal yang berbentuk kurva.



Gambar 2. 16 Posisi fender secara horizontal

Jarak tersebut dapat direncanakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$P = \sqrt{4HR - H^2} \quad (2. 27)$$

Sedangkan menurut *Technical Standart and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*, jarak

maksimum antar fender dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$P = 2 \cdot \sqrt{R^2 - (R - H)^2} \quad (2. 28)$$

Dimana :

P = jarak fender

H = Ketinggian fender

R = jari jari kurva lambung kapal

2.8 Perencanaan Bollard / Mooring

Penentuan kapasitas *bollard* didasarkan pada analisa gaya tambat yaitu gaya-gaya horizontal dan vertikal yang disebabkan oleh angin dan arus. Sedangkan gaya-gaya yang bekerja pada *bollard* merupakan resultan dari kedua gaya angin dan arus yang dimodelkan dalam gaya- gaya arah transversal dan longitudinal.

$$Rr = \sqrt{Rw^2 - Rf^2} \quad (2. 29)$$

Dimana :

Rr = Reasultan gaya angin dan arus

R_w = Gaya akibat angin

R_f = Gaya akibat arus

Jumlah penambatan tali minimal pada *boulard* harus dihitung pula dengan persamaan :

$$n = \frac{Rw}{\text{Kapasitas Boulard rencana}} \quad (2. 30)$$

2.8.1 Kapasitas *Bollard*

Kapasitas bollard yang digunakan berdasarkan *Standart Design Criteria for Port in Indonesia :1984* seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2. 6 Kapasitas Bollard (Standart Design Criteria for Port in Indonesia : 1984)

Gross Tonnage (GT) of Ship (ton)	Tractive Force on Bollard (ton)
5.001 – 10.000	35
10.001 – 15.000	50
15.001 – 20.000	50
20.001 – 100.000	70

2.8.2 Penentuan Posisi *Bollard*

Penentua posisi bollard berdasarkan *Standart Design Criteria for Port in Indonesia :1984* seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2. 7 Penentuan posisi bollard (Standart Design Criteria for Port in Indonesia : 1984)

Gross Tonnage (GT) of Ship (ton)	Max. Spacing of Bollard (m)	Min. Number of Installation per Berth
5.001 – 20.000	25	6
20.001 – 50.000	35	8
50.001 – 100.000	45	8

2.8.3 Perencanaan Panjang penjangkaran Bollard

Panjang penjangkaran baut menurut *Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, BMS :1992* untuk suatu batangkait dengan $f_y = 400 \text{ Mpa}$ harus diambil sebesar :

$$L_{sf} = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot f_{sy} \cdot A_b}{(2a + d_b)\sqrt{f_c'}} \geq 25 \cdot k_1 \cdot d_b \quad (2. 31)$$

Dimana :

L_{sf}	= panjang penjangkaran baut bollard (mm)
k_1	= 1,0
k_2	= 2,4
A_b	= luas penampang baut (mm^2)
d_b	= diameter baut (mm)
$2a$	= 2 kali selimut pada batang tulangan

2.9 Perencanaan Struktur Atas

Struktur atas dermagamerupakan bagian yang menerima beban langsung yang meliputi berat sendiri, beban mati, beban mati tambahan dan beban-beban hidup. Struktur atas dermaga meliputi pelat dan balok yang terbuat dari elemen beton bertulang.

2.9.1 Pelat Lantai

Secara umum lantai dermaga tersusun dari pelat beton bertulang yang merupakan bagian struktural. Pelat lantai beton bertulang dianggap lantai dengan tulangan satu arah (*one way slab*), direncanakan megikuti kaidah struktur, yaitu menghitung momen dengan lentur dengan mengikuti sifat balok dengan banyak perletakan. Disamping momen lentur, juga yang harus diperiksa adalah geser pons pada lantai akibat tekanan roda kendaraan.

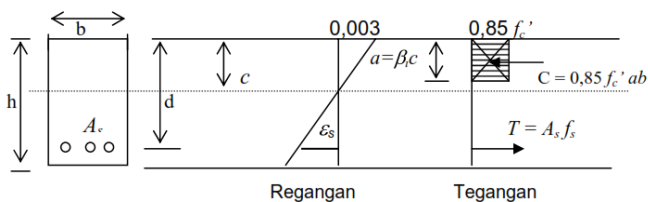
Standart yang digunakan dalam perencanaan struktur beton bertulang adalah RSNI T-12-2004 tentang perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan dan standart yang berkaitan dengan perencanaan struktur beton bertulang yaitu SK SNI 03-xxx-2002.

2.9.1.1 Asumsi Perencanaan

Perhitungan kekuatan dari suatu penampang yang terlentur harus memperhitungkan keseimbangan dari tegangan dan kompatibilitas regangan, serta konsisten dengan anggapan :

- Bidang rata yang tegak lurus sumbu tetap rata setelah mengalami lentur.
- Beton tidak diperhitungkan dalam memikul tegangan tarik.
- Distribusi tegangan tekan ditentukan dari hubungan tegangan-regangan beton.
- Regangan batas beton yang tertekan diambil sebesar 0,003.

Walaupun demikian, hubungan distribusi tegangan tekan beton dan regangan dapat dianggap dipenuhi oleh distribusi tegangan beton persegi ekuivalen, yang diasumsikan bahwa tegangan beton = $0,85 f_c'$ terdistribusi merata pada daerah tekan ekuivalen yang dibatasi oleh tepi tertekan terluar dari penampang dan suatu garis yang sejajar dengan sumbu netral sejauh $a = \beta_1 c$ dari tepi tertekan terluar tersebut.



Gambar 2. 17 Regangan dan tegangan pada beton bertulang (SNI T-12-2004)

Faktor β_1 harus diambil sebesar :

$\beta_1 = 0,85$ untuk $f_c' \leq 30$ Mpa

$\beta_1 = 0,85 - 0,008 (f_c' - 30)$ untuk $f_c' > 30$ Mpa

Tetapi β_1 untuk $f_c' > 30$ tidak boleh kurang dari 0,65.

Dimana :

β_1 = faktor tinggi balok tegangan tekan persegi ekuivalen beban
 f_c' = kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari
 (Mpa)

Sedangkan untuk perencanaan kekuatan pada penampang terhadap momen lentur harus berdasarkan kekuatan nominal yang dikalikan dengan faktor reduksi kekuatan.

$$Mu = Mn \cdot \phi \quad (2. 32)$$

Dimana :

Mu : Momen ultimate (N.mm)

Mn : Momen nominal (N.mm)

ϕ : faktor reduksi kekuatan

2.9.1.2 Faktor Reduksi Kekuatan

Faktor reduksi kekuatan (ϕ) diambil berdasarkan SNI T-12-2004 yaitu dengan nilai-nilai sebagai berikut :

- Lentur : 0,80
- Geser dan torsi : 0,70
- Aksial tekan
 - Dengan tulangan sepiral 0,70
 - Dengan sengkang biasa 0,65
- Tumpuan beton 0,70

Karena pelat lantai merupakan struktur beton pemikul momen lentur maka diambil $\phi = 0,80$

2.9.1.3 Tebal Minimum Pelat Lantai

Secara prinsip, perencanaan lantai dermaga sama halnya dengan perencanaan jembatan tetapi memiliki beban hidup merata yang sangat besar. Berdasarkan SNI T-03-2004 tebal pelat lantai untuk bangunan jembatan adalah :

$$T_s > 200 \text{ mm atau } t_s > (100 \text{ mm} + 40 \cdot s \text{ (mm)})$$

Dimana :

s = bentang pelat diukur dari as ke as tumpuan (m)

Namun, dalam perencanaan dermaga ini, pelat lantai diasumsikan terbuat dari beton pracetak yang harus mampu menumpu beban hidup sebesar 3 ton, maka direncanakan tebal minimum plat lantai adalah 400 mm.

2.9.1.4 Tulangan Minimum

Tulangan minimum yang harus dipasang untuk menahan tegangan tarik utama sebagai berikut :

- Pelat lantai yang ditumpu kolom

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{1,25}{f_y} \quad (2. 33)$$

- Pelat lantai yang ditumpu balok dan dinding

$$\frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{1,0}{f_y} \quad (2. 34)$$

Dimana :

A_s = Luas tulangan pelat (mm^2)

b = lebar pelat (diasumsikan 1 m lari / 1000 mm)

d = tebal efektif pelat (mm)

f_y = kuat tarik baja tulangan (Mpa)

2.9.1.5 Penyebaran Tulangan Untuk Pelat Lantai

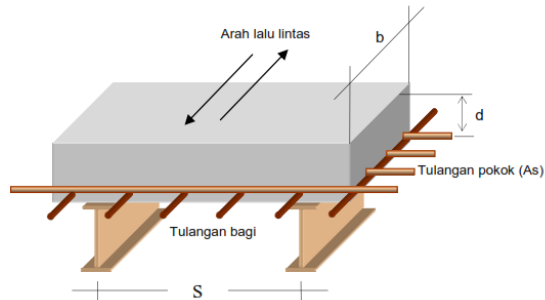
Tulangan harus dipasang (tulangan bagi) pada bagian bawah dengan arah menyilang terhadap tulangan pokok. Apabila tulangan tegak lurus arah lalu lintas, maka

$$\text{Persentase} = \frac{110}{\sqrt{s}} \quad (2. 35)$$

Maksimum 67% dan minimum 30% dari tulangan pokok

Dimana :

s = bentang pelat diukur dari as ke as tumpuan (m)



Gambar 2. 18 Letak tulangan pokok dan tulangan bagi

2.9.1.6 Koefisien Tahanan Momen

Dalam perencanaan tulangan lentur, perlu dipertimbangkan juga koefisien tahanan atau disebut juga sebagai koefisien kapasitas penampang. Koefisien yang dipakai adalah koefisien nominal (R_n), dimana R_n tidak boleh lebih dari koefisien tahanan momen maksimum R_{maks} . Berdasarkan *Modul 03 : Ir. Thamrin Nasution*, perhitungan R_n sebagai berikut :

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^3} \quad (2. 36)$$

Dimana :

R_n : koefisien tahanan nominal

M_n : Momen nominal

b : lebar elemen (m)/untuk pelat lantai biasa dipakai

1 meter lari

d : tinggi efektif elemen

Sedangkan perhitungan tahanan momen maksimum adalah sebagai berikut :

$$\rho_b = \beta_1 \cdot 0,85 \cdot \frac{f_c'}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \quad (2. 37)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b \quad (2. 38)$$

$$Rn_{maks} = \rho_{maks} \cdot f_y \cdot \left(1 - \frac{\frac{1}{2} \rho_{maks} \cdot f_y}{0,85 f_c'} \right)$$

Dimana :

ρ_b : rasio tulangan yang memberikan kondisi reganga seimbang

β_1 : faktor tinggi balok tegangan tekan persegi ekuivalen beban

f_c' : kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari (Mpa)

f_y : tegangan leleh tulangan

ρ_{maks} : rasio tulangan maksimal

Rn_{maks} : koefisien tahanan maksimal

2.9.1.7 Rasio Tulangan yang Diperlukan

Rasio tulangan yang diperlukan (ρ) dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Rn}{0,85 \cdot f_c'}} \right) \end{aligned} \quad (2. 40)$$

Dimana :

- ρ = rasio tulangan yang diperlukan
 f_c' : kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari (Mpa)
 f_y : tegangan leleh tulangan
 R_n : koefisien tahanan nominal

2.9.1.8 Rasio Tulangan Minimum

Rasio tulangan yang minimum (ρ_{min}) untuk pelat menurut *Modul 03 : Ir. Thamrin Nasution*, (ρ) dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \quad (2. 41)$$

Dimana :

- ρ_{min} = rasio tulangan minimum
 f_y : tegangan leleh tulangan

2.9.1.9 Luas Tulangan yang Diperlukan

Luas tulangan yang diperlukan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \quad (2. 42)$$

Dimana :

- ρ = rasio tulangan yang diperlukan
 b : lebar elemen (m)/untuk pelat lantai biasa dipakai 1 meter
 lari
 d : tinggi efektif elemen

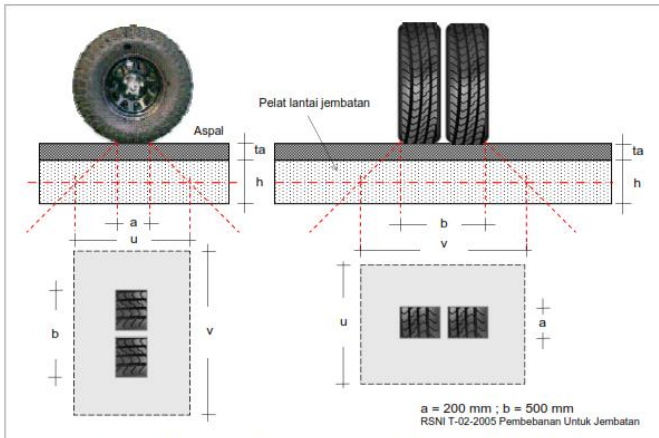
2.9.1.10 Jarak Antar Tulangan dan Tulangan bagi

Perhitungan tulangan bagi adalah sebagai berikut :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot dt^2 \cdot b}{A_s}$$

$$A_{bg} = 50\% \cdot A_s$$

2.9.1.11 Geser pons



Gambar 2. 19 Bidang penyebaran tekanan roda kendaraan (SNI T-02-2005)

Kekuatan pelat lantai terhadap geser untuk pelat beton bertulang tanpa tulangan geser, nilai minimum adalah sebagai berikut :

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b' \cdot h \quad (2. 45)$$

Dimana :

- V_c : kekuatan geser pons minimum
 f_c' : kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari (Mpa)

b' : lebar roda kendaraan (umumnya dipakai 500 mm)
 h : tinggi pelat lantai

2.9.2 Balok Dermaga

Balok merupakan komponen struktur utama dalam perencanaan dermaga yang berfungsi memikul momen lentur. Dasar perencanaan balok dermaga sama halnya pada perencanaan balok pada struktur gedung yaitu *SNI 2847-2013*. Secara umum perhitungan balok hampir sama dengan perhitungan pada struktur pelat satu arah yang telah di sebutkan pada sub-bab sebelumnya.

2.9.2.1 Perencanaan dimensi

Untuk konstruksi balok, syarat ketinggian dimensi balok berdasarkan *SNI 2847-2013* Pasal 9.5.2.1 sesuai tabel 2. 8, berlaku untuk konstruksi yang tidak menumpu atau tidak disatukan dengan partisi atau kontruksi lain yang mungkin rusak akibat lendutan yang besar. Sedangkan, untuk penentuan lebar balok dapat ditentukan sepertiga sampai duapertiga dari syarat ketinggian balok. Namun, untuk kontruksi dermaga, balok merupakan komponen yang menerima beban vertikal super besar sehingga perencanaan menggunakan perencanaan gedung ataupun jembatan kurang akurat. Disarankan perhitungan tinggi balok sesuai dengan perhitungan beban geser yang diterima yaitu :

$$\frac{V_u}{\phi} = V_c + V_s \quad (2. 46)$$

Dimana :

V_u : gaya geser ultimate
 V_c : gaya geser beton
 V_s : gaya geser tulangan

Jika V_s disini memiliki kekuatan yang sangat kecil dibanding V_c , sehingga dapat diabaikan, sedangkan perhitungan V_c adalah :

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \quad (2. 47)$$

Dimana :

- V_c : gaya geser beton
 f_c' : kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari (Mpa)
 b : lebar balok (mm)
 d : tinggi balok (mm)

Dari persamaan diatas maka dimensi balok dapat ditentukan.

2.9.2.2 Perhitungan Tulangan Longitudinal

Langkah-langkah peritungan tulangan longitudinal adalah sebagai berikut :

1. Menghitung momen nominal

$$M_u = M_n \cdot \phi \quad (2. 48)$$

Dimana :

- M_u : Momen ultimate (N.mm)
 M_n : Momen nominal (N.mm)
 ϕ : faktor reduksi kekuatan

2. Menentukan garis netral dalam kondisi balance

$$X_b = \frac{600}{600 + f_y} \cdot d \quad (2. 49)$$

Dimana :

- X_b : garis netral pada kondisi balance (mm)
 f_y : kekuatan leleh tulangan (Mpa)
 d : tinggi balok (mm)

3. Menentukan garis netral rencana

$$X_r \leq 0,75 X_b \quad (2. 50)$$

Dimana :

X_r : garis netral rencana

X_b : garis netral pada kondisi balance (mm)

Untuk mengurangi lendutan disarankan $X_r = 0,5 \cdot X_b$

4. Menghitung luas tulangan tekan (A_{sc})

$$A_{sc} = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c' \cdot b \cdot X_r}{f_y} \cdot d \quad (2. 51)$$

Dimana :

A_{sc} : luas tulangan tekan

β_1 : faktor tinggi balok tegangan tekan persegi ekuivalen beban

f_c' : kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari (Mpa)

f_y : tegangan leleh tulangan

X_r : garis netral rencana (mm)

d : tinggi balok (mm)

5. Menghitung Momen nominal tekan (M_{nc})

$$M_{nc} = A_{sc} \cdot f_y \left(d - \frac{\beta_1 \cdot X_r}{2} \right) \quad (2. 52)$$

Dimana :

M_{nc} : Momen nominal tekan

A_{sc} : luas tulangan tekan

β_1 : faktor tinggi balok tegangan tekan persegi ekuivalen beban

f_y : tegangan leleh tulangan

X_r : garis netral rencana (mm)

d : tinggi balok (mm)

6. Menghitung selisih momen
 - a. Bila $M_n - M_{nc} > 0$, maka perlu tulangan tekan
 - b. Bila $M_n - M_{nc} < 0$, maka tidak perlu tulangan tekan

7. Menghitung tulangan tekan perlu

$$C'_s = T_2 = \frac{M_n - M_{nc}}{d - d''} \quad (2. 53)$$

8. Kontrol kelelahan tulangan tekan

$f_s' = \left(1 - \frac{d''}{x_r}\right) \cdot 0,003 \cdot E_s \geq f_y$, maka tulangan tekan
leleh $f_s' = f_y$

$f_s' = \left(1 - \frac{d''}{x_r}\right) \cdot 0,003 \cdot E_s < f_y$, maka tulangan tekan
tidak leleh $f_s' = f_s$

Dimana :

E_s = modulus elastisitas baja (200.000 Mpa)

9. Menghitung tulangan tekan perlu dan tulangan tarik tambahan

$$A_s' = \frac{C_s'}{f_s' - 0,85 \cdot f_c'} \quad (2. 54)$$

$$A_{ss} = \frac{T_2}{f_y} \quad (2. 55)$$

10. Menghitung total tulangan perlu

$$A_s = A_{sc} + A_{ss} \quad (2. 56)$$

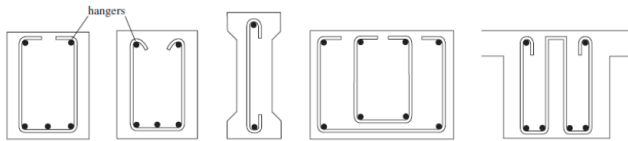
$$A_s' = A_s' \quad (2. 57)$$

2.9.2.3 Perhitungan Tulangan Geser

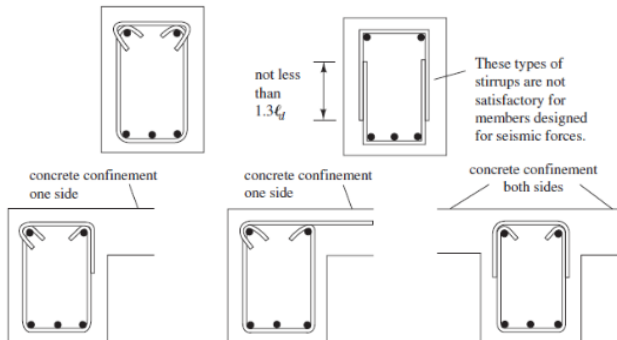
Terdapat empat fungsi tulangan geser antara lain :

1. Meneruskan sebagian gaya geser eksternal
2. Menahan agar beton tidak mengalami retak secara diagonal
3. Memegang tulangan longitudinal sehingga dapat tersedia kapasitas dowel yang dibutuhkan
4. Membatasi area kompresi pada beton jika sengkang dalam bentuk ikatan tertutup

Berikut adalah bentuk bentuk tulangan geser:



Gambar 2. 20 Gambar sengkang terbuka (ACI 11.5.1)



Gambar 2. 21 Tulangan sengkang terbuka (ACI 11.5.1)

Berikut adalah hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan tulangan geser balok:

a. Kekuatan geser nominal (N_u)

Kekuatan geser nominal (V_n) beton adalah kombinasi dari kekuatan geser dari beton (V_c) dan kekuatan geser dari tulangan (V_s), sehingga :

$$V_n = V_c + V_s \quad (2. 58)$$

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \quad (2. 59)$$

untuk perhitungan yang akurat maka dapat digunakan persamaan berikut :

$$V_c = \left[\frac{1}{7} \left(\sqrt{f_c'} + 120 \rho_w \frac{V_u \cdot d}{M_u \cdot b} \right) \right] b_w d \quad (2. 60)$$

$$\leq 0,3 \sqrt{f_c'} b_w \cdot d$$

dengan nilai ρ_w adalah sebagai berikut :

$$\rho_w = \frac{A_s}{b \cdot d} \frac{V_u \cdot d}{M_u} \leq 1 \quad (2. 61)$$

Dimana :

V_c : gaya geser beton

f_c' : kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari (Mpa)

b : lebar balok (mm)

d : tinggi balok (mm)

V_u : gaya geser ultimate

M_u : Momen ultimate

ρ_w : rasio A_s terhadap $b_w \cdot d$

b. Luas tulangan geser minimum ($A_v \text{ min}$)

$$A_{vmin} = \frac{b_w \cdot s}{3 \cdot f_y} \quad (2. 62)$$

Dimana :

- A_{vmin} : Luas tulangan geser minimum (mm^2)
- b_w : lebar balok (mm)
- s : jarak sengkang
- f_y : tegangan leleh baja (Mpa)

c. Gaya geser izin dari penulangan geser

$$V_{smin} = \frac{b_w \cdot d}{3} \quad (2. 63)$$

Dimana :

- V_{smin} : gaya geser izin minimal
- b_w : lebar balok (mm)
- d : tinggi balok (mm)
- f_c' : kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari (Mpa)

d. Batas-batas kondisi gaya geser

Perencanaan tulangangeser dibagi menjadi beberapa kategori yang masing-masing kategori sesuai dengan gaya geser pada beton. Kondisi/kategori tersebut antara lain :

- **Kondisi 1**

$$V_u \leq 0,5 \cdot \phi \cdot V_c \quad (2. 64)$$

Yaitu tulangan geser tidak dibutuhkan tetapi tetap dipasang dengan jarak maksimal 250 mm

- **Kondisi 2**

$$0,5 \cdot \phi \cdot V_c \leq V_u \leq \phi \cdot V_c$$

Yaitu $s_{\max} < d/2$ atau $s_{\max} = 250$ mm, tulangan geser maksimum perlu di cek.

- **Kondisi 3**

$$\phi \cdot V_c \leq V_u \leq \phi \cdot (V_c + V_{s \min})$$

Yaitu $s_{\max} < d/2$ atau $s_{\max} = 250$ mm, tulangan geser maksimum perlu di cek.

- **Kondisi 4**

$$\phi \cdot (V_c + V_{s \min}) \leq V_u \leq \phi \cdot \left(V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} b_w \cdot d \right)$$

Beban geser minimum yang dipikul oleh tulangan

$$\phi \cdot V_{s \text{ perlu}} = V_u - \phi V_c$$

$$\text{Luas tulangan geser minimum : } A_v = \frac{V_s \cdot s}{f_y \cdot d}$$

Spasi tulangan geser maksimum : $s_{\max} \leq d/4 \leq 250$ mm

- **Kondisi 5**

$$\phi \cdot \left(V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} b_w \cdot d \right) \leq V_u \leq \phi \cdot \left(V_c + \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} b_w \cdot d \right)$$

Beban geser minimum yang dipikul oleh tulangan

$$\phi \cdot V_{s \text{ perlu}} = V_u - \phi V_c$$

$$\text{Luas tulangan geser minimum : } A_v = \frac{V_s \cdot s}{f_y \cdot d}$$

- **Kondisi 6**

$$V_u \geq \phi \cdot \left(V_c + \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} b_w \cdot d \right)$$

Jika gaya geser pada kondisi ini maka penampang beton harus diperbesar

Keterangan :

V_u	: gaya geser pada balok
V_c	: gaya geser beton
b_w	: lebar balok (mm)
d	: tinggi balok (mm)
f_c'	: kuat tekan beton yang direncanakan pada umur 28 hari (Mpa)

2.10 Perencanaan Struktur Bawah

Struktur bawah dermaga terdiri dari komponen yang paling banyak melawan gaya horozontal. Struktur bawah ini terdiri dar perencanaan poer /pile cap dan perencanaan pondasi dalam.

2.10.1 SPerencanaan Pile Cap

2.10.1.1Perhitungan Tulangan *Pile Cap*

Prosedur dan dasar perencanaan tuangan pile cap sama dengan prosedur penulangan pada pelat lantai.

2.10.1.2Perhitungan Tulangan Shear Ring *Pile Cap*

Shear ring merupakan alat penyatu beton (pile cap) dengan baja (tiang pancang). Langkah-langkah penulangan pada shear ring sebagai berikut:

- Menentukan gaya tekan maksimal yang bekerja pada tiang pancang yang merupakan hasil kombinasi beban geser ultimate dari output SAP2000
- Tentukan kekuatan beton dalam tiang pancang

$$P_{\text{beton dalam tiang}} = L_{\text{penampang}} \cdot 0,85 \cdot K R_c \cdot f_c' \quad (2. 70)$$

- Kontrol retak beton

$$V_c = V_u \quad (2. 71)$$

$$V_c > V_u$$

- Kontrol kekuatan las

$$\text{Kekuatan las tiap ring} = (K \cdot t) \cdot \sigma_e \cdot n$$

dengan:

n : jumlah shear ring

K : keliling las

T : tebal las

- Luas panjang penyaluran dari tiang ke struktur atas secara praktis dihitung sebagai berikut:

$$A_p \cdot f_{y_p} = A_s \cdot f_{y_p} \quad (2. 73)$$

- Panjang penyaluran (ld)

Perhitungan panjang penyaluran sesuai dengan persamaan :

$$L_{sf} = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot f_{sy} \cdot A_b}{(2a + d_b) \sqrt{f_c'}} \geq 25 \cdot k_1 \cdot d_b$$

dengan:

L_{sf} = panjang penjangkaran baut bollard (mm)

k_1 = 1,0

k_2 = 2,4

A_b = luas penampang baut (mm²)

d_b = diameter baut (mm)

2a = 2 kali selimut pada batang tulangan

2.10.2 Perencanaan Pondasi

2.10.2.1 Spring Konstan

Spring konstan (kv) merupakan beban atau reaksi lapisan dibawah permukaan tanah dalam arah mendatar. Dihitung

menggunakan persamaan yang diambil dari Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, Suyono S, Kazuto Nakazawa.

$$E_0 = \left(\frac{N \cdot 28}{10} \right) \quad (2. 75)$$

$$K_0 = 0,2 \cdot E_0 \cdot D^{3/4} \quad (2. 76)$$

$$Kx = K_0 \cdot y^{1/2} \quad (2. 77)$$

$$\text{Spring konstantan} = Kx \cdot D \cdot Li \quad (2. 78)$$

Dimana :

K_0 : modulus reaksi horizontal yang harganya konstan sepanjang tiang terbenam

Kx : koefisien reaksi tanah dibawah permukaan dalam arah mendatar

y : besarnya pergeseran yang akan dicari (cm) = 1 cm

E_0 : modulus deformasi tanah pondasi

N : nilai SPT sepanjang 1m

Li : panjang tiang yang dihitung

D : diameter tiang (cm)

2.10.2.2 Daya Dukung Pondasi

Perhitungan daya dukung menggunakan perumusan dari *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, Suyono S, Kazuto Nakazawa hal. 99-107*

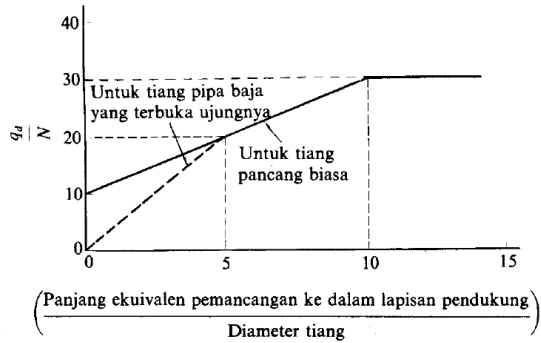
- a. Daya dukung tiang pancang terhadap gaya vertikal
Untuk tanah lunak, perhitungan gaya dukung tiang pancang adalah sebagai berikut :

- Daya dukung pada ujung tiang
 $Qd \cdot A \quad (2. 79)$

Dengan :

$$Qd = \frac{q_d}{N} \quad (2. 80)$$

Nilai Qd dapat di tentukan dengan menggunakan diagram berikut :



Gambar 2. 22 Diagram perhitungan daya dukung ultimate tanah

- Gaya geser maksimum dinding tiang

$$Q_f = U \cdot \sum li \cdot fi \quad (2. 81)$$
- Daya dukung ujung tiang

$$Q_u = Qd \cdot A + U \cdot \sum li \cdot fi \quad (2. 82)$$

Tabel 2. 8 Faktor Keamanan

	Jembatan jalan raya		Jembatan kereta api	Konstruksi pelabuhan	
	Tiang pendukung	Tiang geser	—	Tiang pendukung	Tiang geser
Beban tetap	3	4	3	Lebih besar dari 2,5	
Beban tetap + Beban sementara	—	—	2	—	
Waktu gempa	2	3	1,5 (1,2)	Lebih besar dari 1,5	Lebih besar dari 2,0

b. Perhitungan daya dukung terhadap gaya horizontal

$$H_a = \frac{4 \cdot E \cdot I \cdot \beta^3}{1 + \beta h} \cdot \delta \alpha \quad (2. 83)$$

dengan:

H_a = daya dukung horisontal tiang

E = momen inersia bahan

I = momen inersia penampang

$$\beta = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{k \cdot D}{4 \cdot E \cdot I}}$$

k = koefisien reaksi tanah dasar

$$= k_o \cdot y^{-0,5}$$

$k_o = 0,2 \cdot E_o \cdot D^{-3/4}$ (nilai k apabila pergeseran diambil sebesar 1 cm)

y = besar pergeseran yang dicari

E_o = modulus elastisitas tanah

h = tinggi tiang yang muncul di atas permukaan

δ = pergeseran normal (diambil sebesar 1 cm)

2.11 Beton Pracetak

2.11.1 Pengertian

Beton Pracetak adalah elemen atau komponen beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak terlebih dahulu sebelum dirakit menjadi bangunan (SNI 03 2847 2002). Pencetakan dan perawatan (*curing*) dapat dilakukan pada area konstruksi ataupun dapat dibuat

di pabrik. Penghematan biaya pengangkutan dapat dilakukan dengan meperpendek jarak *stock yard* dengan lokasi pemasangan.

2.11.2 Keuntungan Dan Kerugian

Menurut *Precast Concrete Structure*, kelebihan menggunakan beton precast dari pada menggunakan beton konvensional adalah :

1. Mudah dibangun
 - Urutan pekerjaan lebih mudah
 - Proses konstruksi aman dan stabilitas terjamin
 - Lebih ekonomis dalam penggunaan crane
 - Cocok untuk bangunan pelabuhan
2. Biaya Efektif
 - Biaya konstruksi komponen per struktur sebanding dengan material lain
 - Berkompetisi dalam biaya bangunan secara keseluruhan, pengkutan, pemeliharaan dan perawatan
 - Pembuatan bahan terjamin mutunya
3. Proses areksi cepat

Menurut *PCI Design Handbook Precast and Prestress 6th Edition*, keuntungan pemilihan beton precast sebagai elemen struktur adalah :

1. Pengerjaan cepat
2. Proses dan mutu saat pembuatan terkontrol
3. Tahan api dan
4. Pengerjaannya tidak tergantung cuaca
5. Penambahan baja prategang akan menambah rasio h/L , mengurangi material, kekuatan dapat dikontrol.

Kekurangan beton pracetak menurut *PCI Design Handbook Precast and Prestress 6th Edition* sebagai berikut :

1. Beton pracetak merupakan material dengan bentang sederhana
2. Ukuran dan bentuk beton pracetak terbatas
3. Beton merupakan material yang berat

2.11.3 Elemen Pracetak

Walaupun beton pracetak dapat diproduksi dengan berbagai macam ukuran dan bentuk yang disesuaikan, namun akan lebih ekonomis jika menggunakan produk yang umum dikembangkan oleh industri. Elemen-elemen struktur yang biasa menggunakan beton pracetak antara lain pelat, balok, kolom dan tiang pancang. Elemen pelat, balok dan kolom dapat berupa balok pracetak keseluruhan atau sebagian (*in situ*).

Berikut adalah jenis-jenis elemen pracetak yang biasa dibuat oleh sektor industri, yaitu :

- a. *Double tee*, efisiensi dengan bentang 40 ft – 90 ft (1200 cm – 2750 cm)
- b. *Hollow core slab*, lebar yang tersedia biasanya antara 12 ft – 16 ft dengan bentang diatas 40 ft
- c. *I beam, box beam, bulb tee* yang paling banyak dipakai pada konstruksi jembatan
- d. *Inverted tee, ladder beam and rectangular beam*
- e. *Square and rectangular columns* dengan atau tanpa konsol (*corbels*)
- f. *Pile* yang diproduksi dengan berbagai macam bentuk yaitu lingkaran, kotak, hexagonal.
- g. *Channel slab* yang biasa digunakan untuk menahan lantai yang berat dan beban atap dalam bentang menengah atau panjang,

2.12 Kontrol Beton Pracetak

2.12.1 Tegangan Izin

Tegangan izin pada beton pracetak dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$fr = 0,7\sqrt{fci} \quad (2. 84)$$

Dimana :

- fr : tegangan izin
 fci : kuat tekan beton pada umur tertentu
- $fci = fc'$ (pada umur 28 hari)
 - $fci = 0,88 \cdot fc'$ (pada umur 14 hari)
 - $fci = 0,65 \cdot fc'$ (pada umur 7 hari)
 - $fci = 0,45 \cdot fc'$ (pada umur 3 hari)

2.12.2 Tegangan Terjadi

$$\sigma = \frac{M}{W} \quad (2. 85)$$

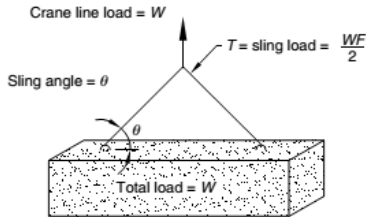
Dimana :

- σ : tegangan izin terjadi
- M : Momen yang terjadi
- W : momen tahanan yaitu $\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2$

2.12.2 Pengangkatan

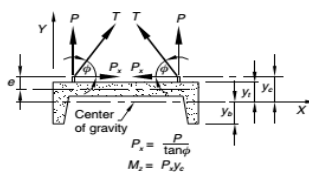
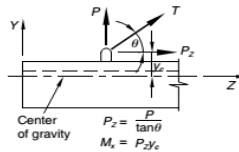
Elemen balok pracetak harus dirancang untuk menghindari kerusakan pada waktu proses pengangkatan. Pada kondisi ini beban yang bekerja adalah berat sendiri balok pracetak yang ditumpu oleh angkur pengangkatan yang menyebabkan terjadinya momen pada tengah bentang dan pada tumpuan. Ada dua hal yang

harus ditinjau dalam kondisi ini, yaitu kekuatan angkur pengangkatan (*lifting anchor*) dan kekuatan lentur penampang beton pracetak.



Multiplication factor F for the total load on sling with a sling angle of θ					
θ	90°	75°	60°	45°	30°
F	1.00	1.04	1.16	1.41	2.00

Note: θ is usually not less than 60°. Check bi-directional sling angle. A 30° sling angle is not recommended.



P = vertical component of force on lifting device
 T = force in sling due to two rigging angles

$$T = P \sqrt{\frac{1}{\tan^2 \phi} + \frac{1}{\sin^2 \theta}}$$

Gambar 2. 23 Momen akibat posisi titik angkat balok (PCI Design Handbook 7th Edition)

BAB III METODOLOGI

3.1 Tinjauan Umum

Metodologi merupakan pembahasan keseluruhan proses yang dilakukan untuk perencanaan dermaga multi purpose 16.000 GT di Pelabuhan Pulang Pisau dengan metode beton pracaetak. Untuk membuat suatu perencanaan yang teliti dan bisa diterima, dibutuhkan data – data yang lengkap dan teori yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi. Semakin kompleks permasalahan yang dihadapi memerlukan ketelitian dan pemahaman yang baik pula.

3.2 Pengumpulan Data dan Literatur

Dalam perencanaan suatu struktur diperlukan data-data yang akan digunakan sebagai dasar perencanaan. Data-data yang diperlukan dalam perencanaan ini terbagi menjadi dua yaitu data primer dan sekunder antara lain :

3.2.1 Data Pokok

3.2.1.1 Data Bathymetry

Data Bathymetri menunjukkan kontur kedalaman dasar laut yang diukur dari posisi 0,00 LWS. Data Bathymetri dalam tugas akhir ini didapatkan dari hasil survey yang berasal dari PT. Pelido III (Persero) Tbk.

3.2.1.2 Data Tanah

Survey data tanah digunakan untuk perencanaan struktur bawah dermaga yaitu perencanaan pondasi dermaga.

3.2.1.3 Data Layout Eksisting

Data Layout eksisting digunakan sebagai penentuan lokasi dermaga tersebut baik lokasi kolam putar, lokasi kolam dermaga, kedalaman kolam dermaga, dimensi dermaga.

3.2.2 Data Oceanografi

3.2.2.1 Data Pasang Surut

Pasang surut adalah kejadian yang diakibatkan pengaruh bumi terhadap bulan. Data pasang surut dibutuhkan sebagai pelengkap data bathymetri untuk merencanakan kedalaman kolam dermaga. Data ini juga diperlukan dalam perencanaan fender/fasilitas tambat.

Muka air tertinggi (HWL) : 2,7 m LWS

Muka air rata-rata (MSL) : 1,8 m LWS

3.2.2.2 Data Arus

Data arus didapatkan dari PT. Pelindo III (Persero) Tbk. Data ini dibutuhkan untuk perencanaan gaya pada mooring dan gaya pada pondasi pancang.

3.2.2.3 Data Angin

Sama halnya data arus data angin didapatkan dari PT. Pelindo III (Persero) Tbk. Data ini dibutuhkan untuk perencanaan gaya pada mooring dan gaya pada pondasi pancang.

3.2.2.4 Data Kapal

Data kapal yang digunakan dalam perencanaan dermaga ini adalah kapal untuk barang curah kering ore cargo 10.000 DWT dan juga kapal container dengan kapasitas 16.000 GT. Data kapal didapatkan dari buku *Marine Fender Design Manual*.

3.2.3 Literatur

Literatur yang digunakan sebagai tinjauan pada perencanaan struktur dermaga ini telah dijelaskan pada bab 2.

3.3 Penentuan Dimensi Dermaga

Dimensi-dimensi dermaga ditentukan berdasarkan jenis kapal dan alat bongkar muat kapal. Dimesi yaang direncanakan meliputi

- a. Panjang dermaga
- b. Lebar dermaga
- c. Kedalaman dermaga
- d. Elevasi lantai dermaga

3.4 Perencanaan Dimensi Elemen

Perencanaan dimensi elemen struktur dermaga meliputi plat, balok, pilecap dan tiang pancang.

3.5 Analisa pembebanan Struktur

Analisa pembebanan merupakan perhitungan terhadap beban-beban yang bekerja pada struktur dermaga meliputi beban horizontal, beban vertikal dan kombinasi pembebanan. Selain itu pada tahap ini dilakukan perencanaan kombinasi pembebanan yang akan digunakan.

3.5.1 Kombinasi pembebanan

Kombinasi pembebanan yang akan ditinjau berbadarkan peraturan *Port of Long Beach Wharf Design criteria*, dengan beban dan faktor kombinasi beban seperti pada tabel berikut :

Tabel 3. 1 Faktor beban dan kombinasi pembebanan menurut POLB

LOAD RESISTANCE FACTOR DESIGN (LRFD) ^a									
Case	LOAD COMBINATION FACTORS								
	D	L+I ^b	E	W	BE	M	R+S+T	BU	C
I	1.20	1.60	1.60	1.60	—	—	1.20	1.20	1.20
II ^c	0.90	—	1.60	1.60	—	—	1.20	1.00	1.20
III	1.20	1.00	1.60	1.60	1.60	—	—	1.20	1.20
IV	1.20	1.60	1.60	1.60	—	1.60	—	1.20	1.20
SERVICE LOAD DESIGN (SLD) ^d									
Case	LOAD COMBINATION FACTORS								
	D	L+I	E	W	BE	M	R+S+T	BU	C
I	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—	1.00	1.00	1.00
II	1.00	0.75	1.00	0.75	1.00	—	—	1.00	1.00
III	1.00	1.00	1.00	1.00	—	1.00	—	1.00	1.00
^a The Load Resistance Factor Design require the strength reduction factors, ϕ as specified in ACI-318 2008. Strength reduction factors shall follow ACI-318 (Ref. 2) for reinforced concrete design and AISC (Ref. 4) for structural steel design. ^b For the load factor of crane load case see Table 3-1. ^c Reduce load factor to 0.9 for dead load (D) to check members for minimum axial load and maximum moment. ^d Increase in allowable stress shall not be used.									

^a The lengthoad factor design require the strength reduction factors, ϕ as specified in ACI-318 2005

^b For the load factor of crane load case

^c Reduce load factor to 0.9 for dead load (D) to check member for minimum axial load and maximum moment

^d For uniform live load only

^e K = 0.50 (PGA), to account for the affects of the vertical component of the ground acceleration. The K-factor shall be applied to the vertical dead load (D) only, not to the inertia mass of the wharf

Load symbol

D = Dead load

L = Live laod

I = Impact load

BU = Buoyancy load

BE = Berthing load

E = Earth pressure load

EQ = Earthquake load

W = Wind load

R = Creep/rib shortering load

S = Shrinkage load

T = Temperature load

M = Mooring load

3.6 Perencanaan Fender dan Bollard

Prosedur penentuan ukuran dan kapasitas fender dan bollard telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya.

3.7 Analisa Struktur Dermaga

Analisa struktur dermaga dilakukan dengan menggunakan bantuan SAP 2000.

3.8 Kontrol Design

Kontrol disain dilakukan dengan menggunakan bantuan SAP 2000, pada tahap ini kapasitas penampang dan mutu elemen yang direncanakan dikontrol apakah mampu menahan pembebanan. Jika pada tahap ini didapatkan struktur tidak mampu menahan pembebanan maka perlu direncanakan ulang dimensi dan mutu elemen yang digunakan.

3.9 Perhitungan Penulangan

Perhitungan penulangan dilakukan pada elemen struktur atas dan bawah dengan gaya-gaya dalam diambil dari hasil analisa struktur (SAP 2000) , berikut adalah elemen-elemen yang perlu dilakukan perhitungan :

- a. Plat
- b. Balok
- c. Pile Cap
- d. Shear ring

3.10 Perencanaan Beton Pracetak

Perencanaan elemen beton pracetak direncanakan pada tiga elemen yaitu pelat lantai, balok dan pile cap.

3.11 Gambar Teknik

Sembari melakukan perhitungan dan penyusunan proposal, perlu dilakukan penggambaran teknik struktur dermaga rencana. Gambar-gambar tersebut meliputi :

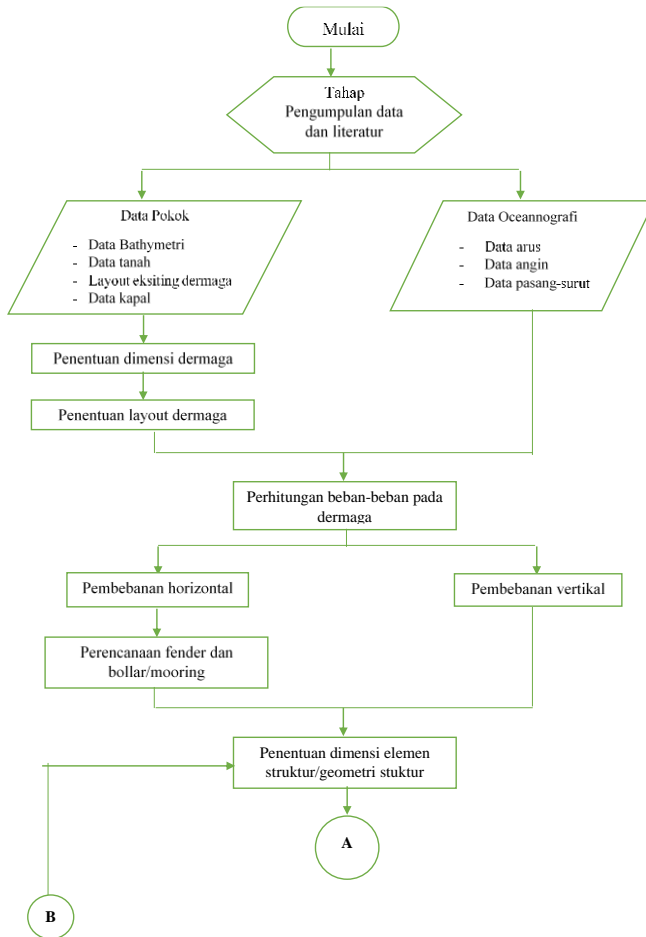
- a. Gambar layout/*site plan*
- b. Gambar Denah
- c. Gambar potongan memanjang
- d. Gambar potongan melintang
- e. Denah penulangan

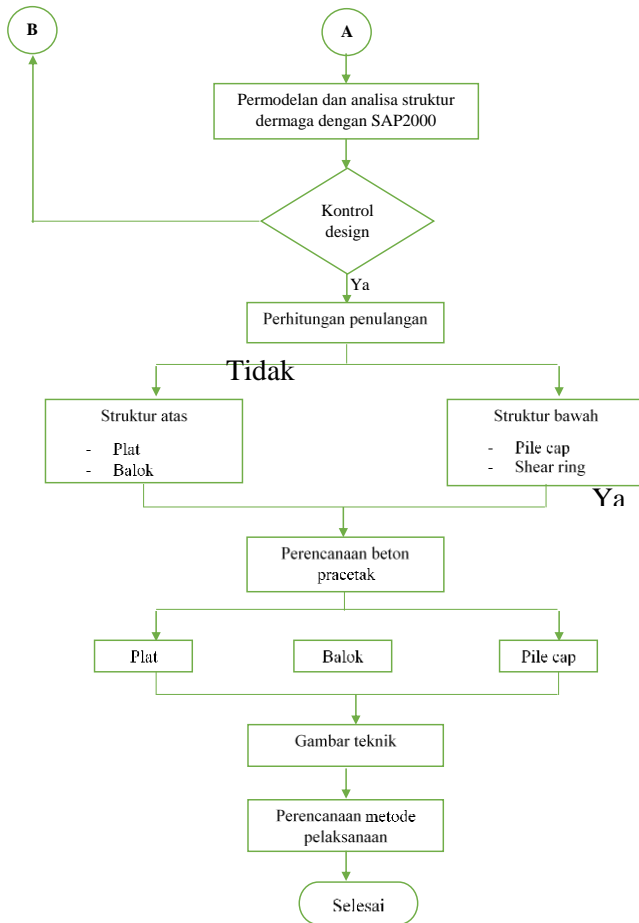
- f. Detail penulangan
 - Pelat
 - Balok
 - Pile cap
 - *Shear ring*
- g. Detail fender
- h. Detail bollard

3.12 Perencanaan Metode Pelaksanaan

Pada tahap ini, perencanaan dilakukan pada salah satu rencian kegiatan dan dibahas secara umum. Item yang dibahas yaitu metode pelaksanaan beton pracetak mulai pengangkatan, penumpukan, erection dan pengecoran insitu.

3.13 Bagan Alir





BAB IV KRITERIA DESIGN

4.1 Data Yang Digunakan

Berikut adalah data-data yang digunakan dalam perencanaan Dermaga Samudra.

4.1.1 Data Kapal

Kapal yang melabuh adalah kapal container kapasitas 16.000 GT atau setara dengan 19.000 DWT (*Bridgestone Marine Fender Design Manual*) dan kapasitas kapal curah kering maksimum yang diizinkan sebesar 10.000 DWT.

Berikut adalah data kriteria kapal yang digunakan dalam perencanaan ini yang diambil dari *Bridgestone Marine Fender Design Manual*.

Tabel 4. 1 Dimensi kapal Container 16.000 GT (*Bridgestone Marine Fender Design Manual*)

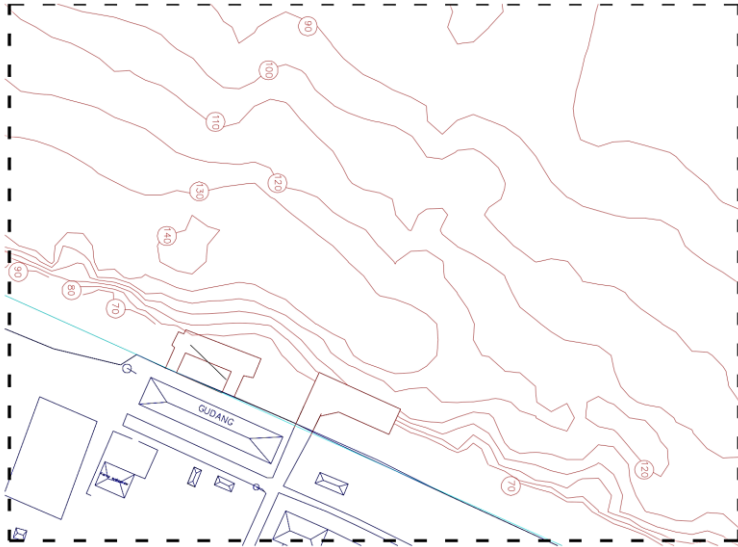
Container								Berthing energy (ton-m)		
Gross tonnage	Dead weight tonnage	Length (m)	Width (m)	Depth (m)	Full draught (m)	Additional weight (ton)	Estimated weight (ton)	Berthing speed (at 0.1 m/s)	Berthing speed (at 0.15 m/s)	Berthing speed (at 0.2 m/s)
16,240	19,636	187.0	26.0	15.0	10.5	16,596	46,050	11.7	26.4	47.0
17,184	16,977	208.8	23.8	14.3	9.2	14,227	39,639	10.1	22.8	40.4
21,057	20,400	196.0	27.6	16.6	10.5	17,395	47,995	12.2	27.5	49.0
23,600	23,650	212.5	30.0	16.3	10.5	18,860	54,335	13.9	31.2	55.4

Tabel 4. 2 Dimensi Kapal Ore Carrier 10.000 DWT (*Bridgestone Marine Fender Design Manual*)

Ore carrier								Berthing energy		
Dead weight tonnage	Loaded displacement tonnage	Length (m)	Width (m)	Depth (m)	Full draught (m)	Additional weight (ton)	Estimated weight (ton)	Berthing speed (at 0.1 m/s)	Berthing speed (at 0.15 m/s)	Berthing speed (at 0.2 m/s)
4,000	5,333	96	13.9	7.5	6.1	2,874	8,207	2.1	4.7	8.4
5,000	6,667	104	14.9	8.1	6.5	3,535	10,202	2.6	5.9	10.4
6,000	8,000	118	16.6	8.3	6.9	4,520	12,520	3.2	7.2	12.8
8,000	10,667	130	17.6	9.5	7.4	5,728	16,395	4.2	9.5	16.7
10,000	13,333	140	18.5	10.5	7.9	7,030	20,363	5.2	11.7	20.8
12,000	16,000	150	19.4	11.2	8.5	8,720	24,720	6.3	14.2	25.2
15,000	20,000	149	21.3	11.5	8.6	8,867	28,867	7.4	16.7	29.5
20,000	26,667	164	23.4	12.7	9.2	11,169	37,836	9.7	21.8	38.6

4.1.2 Data Bathymetri

Pada peta *Bathymetri* di pelabuhan Pulang Pisau menunjukkan elevasi 0,0 m diukur dari posisi *Lower Water Surface* (LWS) dengan kedalaman maksimal adalah -14 m LWS, sedangkan kedalaman rata-rata -13 m LWS. Kedalaman tersebut harus lebih besar dari pada kedalaman izin untuk kapal 16.000 GT berlabuh.



Gambar 4. 1 Peta Bathymetri Dermaga Samudra (PT. Pelindo III)

Kapal 16.000 GT memiliki tinggi *draft* 10,5 m dalam kondisi kosong, sehingga H kolam dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 H_{\text{kolam}} &= (\text{Draft} + 1,5 \text{ m}) \text{ LWS} \\
 &= (10,5 \text{ m} + 1,5 \text{ m}) \text{ LWS} \\
 &= 12 \text{ m LWS} < 13 \text{ m} \dots \text{ (O.k)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka, kedalaman kolam dermaga dapat diterima berdasarkan peta *bathymetri* tanpa melakukan pengerukan.

4.1.3 Data Arus

Data arus di sungai Kahayan yang digunakan pada perencanaan ini berasal dari jurnal pengukuran kecepatan sungai oleh UNLAM Banjarmasin. Data arus ini nantinya akan digunakan untuk menghitung pembebanan yang terjadi pada Bolard dan pada pondasi.

Berikut adalah data kecepatan arus di Sungai Kahayan :

Tabel 4. 3 Tabel kecepatan arus Sungai Kahayan

No	Stasiun	Parameter							
		DO	pH	NH ₄	BOD	Subu	Kecerahan	Kedalaman	Kecepatan Arus
		(mg/L)		(mg/L)	(mg/L)	(°C)	(cm)	(m)	(m/s)
1	S1T1	5,03	6,09	0,98	8,11	28,00	12,00	4,90	0,54
2	S1T2	5,47	5,70	0,79	11,11	28,73	10,67	5,00	0,52
3	S1T3	6,20	5,73	0,68	9,91	28,73	9,67	6,32	0,44
4	S2T1	5,13	5,42	0,97	4,20	28,63	10,67	6,59	0,57
5	S2T2	5,17	5,67	0,81	9,61	28,83	10,33	7,17	0,56
6	S2T3	5,93	5,80	0,69	9,91	28,83	9,33	7,11	0,55
7	S3T1	4,90	5,06	1,00	5,41	28,67	9,67	8,44	0,38
8	S3T2	4,87	5,53	0,82	9,01	28,70	10,00	8,96	0,39
9	S3T3	5,47	5,90	0,66	7,51	28,93	9,33	9,05	0,39
10	S4T1	4,63	5,53	1,00	9,91	28,6	9,67	7,89	0,61
11	S4T2	5,07	5,80	0,80	6,60	28,69	9,33	7,89	0,55
12	S4T3	5,77	6,20	0,64	10,81	28,73	9,67	8,12	0,48
13	S5T1	4,53	5,43	1,02	12,62	28,23	8,67	3,50	0,61
14	S5T2	4,77	5,27	0,62	7,51	28,67	9,00	3,80	0,55
15	S5T3	5,80	5,80	0,62	12,61	28,67	8,67	3,76	0,48

Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa kecepatan arus maksimum yang terjadi di Sungai kahayan adalah 0,61 m/s.

4.1.4 Data Angin

Data angin yang diperlukan adalah data arah dan kecepatannya. Data ini diperoleh dari BMKG Tanjung Perak berupa data arah dan kecepatannya perbulan dari tahun 2010-2015. Adapun data-data tersebut seperti yang tercantum pada lampiran

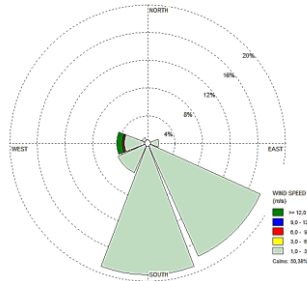
mengenai data angin. Lampiran mengenai data angin tersebut bisa diolah menggunakan *Aplikasi WRPlot* sebagai berikut :

1. Masukkan data angin tiap tahun yang meliputi arah angin berupa^o (derajat) dan kecepatan angin berupa knots.
2. Masukkan data koordinat stasiun angin (titik tempat observasi data angin).
3. Masing-masing arah angin dikelompokkan berdasarkan kecepatannya (1-3 m/det, 3-6 m/det, 6-9 m/det, 9-12 m/det, >12m det) lalu dihitung jumlah kejadiannya.
4. Data angin tersebut juga dikelompokkan berdasarkan prosentase dan arahnya. Prosentase yang didapat merupakan prosentase arah angin dominan dan kecepatannya.
5. Dari pengelompokan data-data diatas, maka bisa didapat Diagram Wind Rose sebagai output data.

Berikut adalah hasil pengolahan data angin dalam bentuk tabel dan *Wind Rose*.

Tabel 4. 4 Tabel prosentase kecepatan angin di Pelabuhan Pulang Pisau dari tahun 2011 - 2015

No.	Arah Angin	Prosentase Kejadian Angin pada Kecepatan (%)					Total
		1-3m/s	3-6m/s	6-9m/s	9-12m/s	>12m/s	
1	N	0,49	-	-	-	-	0,49
2	NE	0,49	-	-	-	-	0,49
3	E	1,64	-	-	-	-	1,64
4	SE	17,85	-	-	-	0,055	17,91
5	S	18,94	-	-	-	-	18,95
6	SW	4,71	-	-	-	-	4,71
7	W	3,39	0,11	0,11	0,11	0,77	4,49
8	NW	0,93	-	-	-	-	0,93
Subtotal		48,46	0,11	0,11	0,11	0,82	49,61
		>1m/s					50,39
		Total					100



Gambar 4. 2 Diagram Wind Rose di Pelabuhan Pulang Pisau dari tahun 2011 – 2015

Sumber : Hasil Analisa WA Plot

Kecepatan angin yang digunakan dalam perencanaan ini adalah 60 knot atau 111,7 km/jam = **31,028 m/s**

4.1.5 Data Pasang Surut

Data pasang surut adalah data elevasi muka air setempat yang diukur dari kedudukan tertentu (elevasi $\pm 0,00$ m) yang terdiri dari elevasi muka air terendah dan elevasi muka air tertinggi. Data pasang surut ini nantinya akan digunakan untuk menentukan elevasi lantai dermaga.

Berdasarkan data yang didapat, elevasi muka air pasang tertinggi dan muka air surut terendah diukur dari LWS adalah sebagai berikut :

- a. *High Water Level (HWL)* : $\pm 2,70$ m
- b. *Mean Water Level (MWL)* : $\pm 1,80$ m
- c. *Low Water Level (LWLS)* : $\pm 0,00$ m

4.1.6 Data Tanah

Data tanah yang digunakan dalam modifikasi Dermaga Samudra adalah terdiri dari 1 (macam) macam yang akan

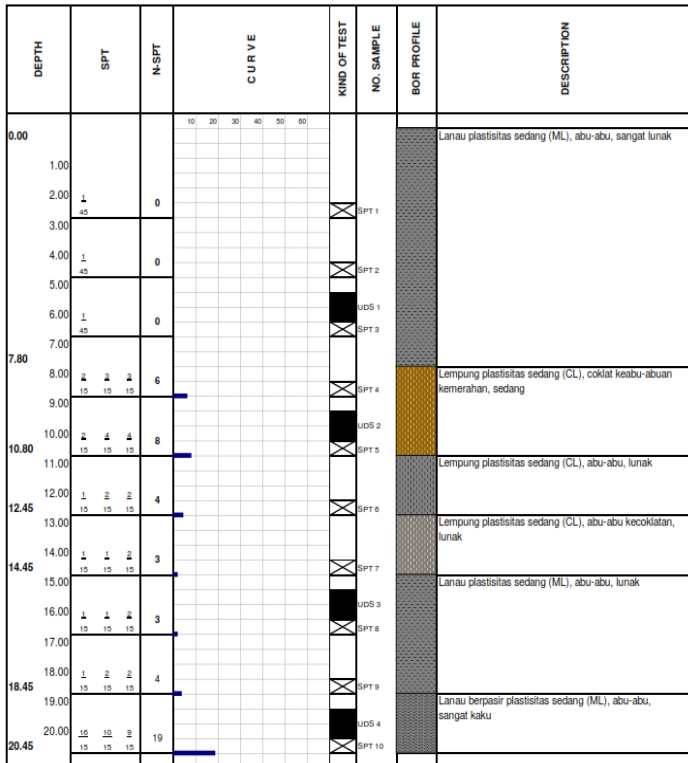
digunakan untuk perencanaan wharf dan data tanah yang digunakan untuk merencanakan *trestle*.

Data tanah BH-1 adalah data tanah yang akan digunakan dalam perencanaan Wharf/Dermaga dan Trestle. Berikut adalah data tanah BH-1 :

BORING PROFILE

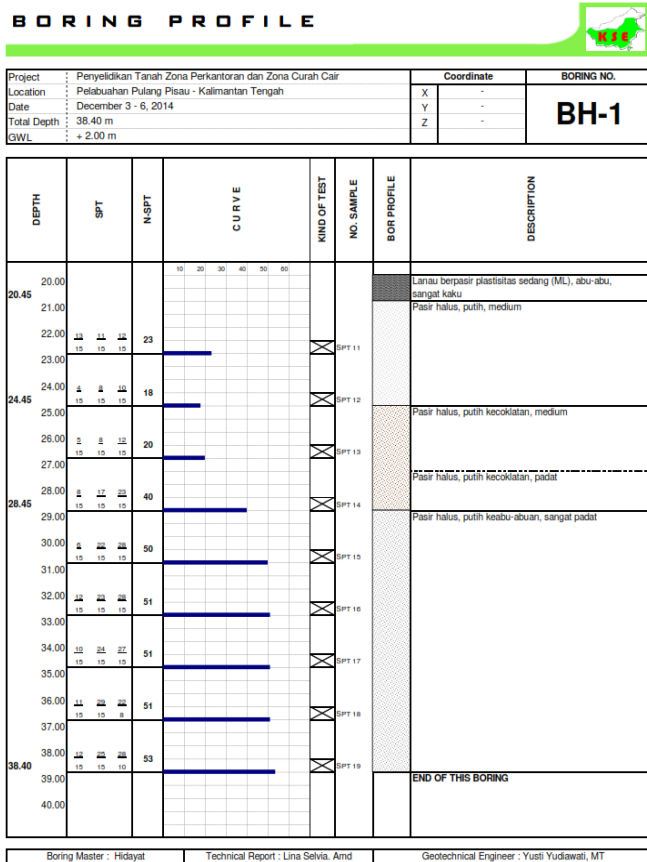


Project	Penyelidikan Tanah Zona Perkantoran dan Zona Curah Cair	Coordinate	BORING NO.
Location	Pelabuhan Putang Pisau - Kalimantan Tengah	X	-
Date	December 3 - 6, 2014	Y	-
Total Depth	38.40 m	Z	-
GWL	+ 2.00 m		BH-1



Boring Master : Hidayat	Technical Report : Lina Selvia, Amd	Geotechnical Engineer : Yusti Yudiawati, MT
-------------------------	-------------------------------------	---

Gambar 4. 3 Boring profil (BH-1) Pelabuhan Pulang Pisau kedalaman 0,00 m - 20,45 m (KSE, 2014)

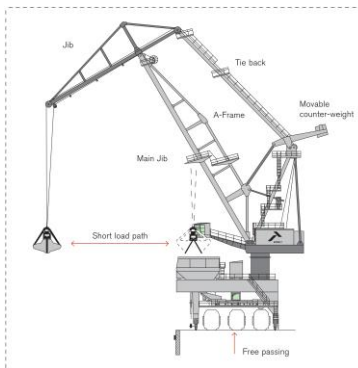


Gambar 4. 4 Boring profil (BH-1) Pelabuhan Pulang Pisau kedalaman 20,00 m – 40,00 m (KSE, 2014)

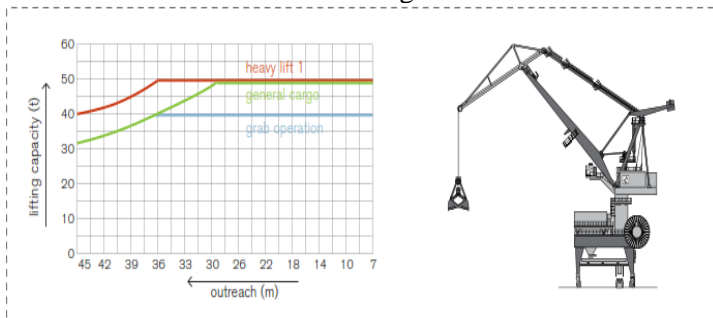
4.1.7 Data Crane

Crane yang digunakan pada perencanaan ini adalah Tukan Kangoroo 1500 *Double Jib Leve Luffing Crane with Integrated Hopper*. Spesifikasi Tukan Kangoroo 1500 *Double Jib Leve Luffing Crane with Integrated Hopper* sebagai berikut :

- Berat Crane : 280 ton
- Kapitas max : 40 ton
- Track Gauge : 15 m

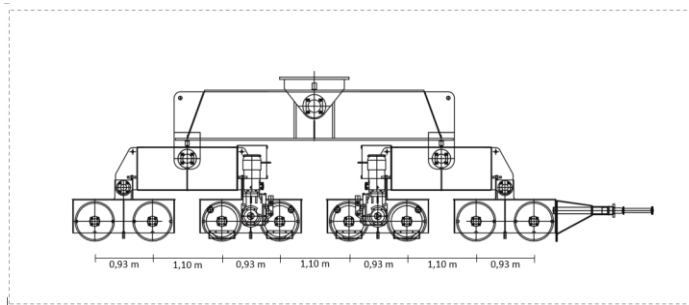


Gambar 4. 5 Tukan Kangoroo 1500 Crane



Gambar 4. 6 Grafik kapasitas angkut Tukan Kangoroo 1500 Crane

Jarak antar roda crane seperti yang terlihat pada gambar berikut :



Gambar 4. 7 Jarak antar roda crane

4.2 Kualitas Material

Adapun kualitas material yang digunakan dalam perencanaan ini adalah :

4.2.1 Beton

Adapun kualitas material beton dipakai adalah sebagai berikut :

- Mutu beton (f_c') = 35 MPa
- Modulus Elastisitas beton (E_c)

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{f_c'}$$

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{35 \text{ MPa}}$$

$$E_c = 27805,575 \text{ MPa}$$

4.2.2 Baja Tulangan

Mutu baja tulangan yang digunakan adalah :

- Mutu Baja Tulangan Bj TS 40 (SNI 2052 2014)
- Tegangan leleh (f_y) = 390 MPa
- Tegangan putus (f_u) = 560 MPa
- Modulus Elastisitas (E) = 200.000 Mpa

Tabel 4. 5 Sifat mekanis tulangan baja (SNI 2052 2014)

Kelas baja tulangan	Nomor batang uji	Uji tarik			Uji lengkung		TS/YS
		Kuat luluh minimum N/mm ² (kgf/mm ²)	Kuat tarik minimum N/mm ² (kgf/mm ²)	Regangan minimum %	Sudut lengkung	Diameter pelengkung	
BjTP 24	No. 2	235	380	20	180°	3 x d	-
	No. 3	(24)	(39)	24			
BjTP 30	No. 2	295	440	18	180°	d ≤ 16 = 3xd d > 16 = 4xd	-
	No. 3	(30)	(45)	20			
BjTS 30	No. 2	295	440	18	180°	d ≤ 16 = 3xd d > 16 = 4xd	-
	No. 3	(30)	(45)	20			
BjTS 35	No. 2	345	490	18	180°	16 < d ≤ 40 = 4xd d ≥ 40 = 5xd	-
	No. 3	(35)	(50)	20			
BjTS 40	No. 2	390	560	16	180°	5 x d	Min 1,2
	No. 3	(40)	(57)	18			
BjTS 50	No. 2	490	620	12	90°	d ≤ 25 = 5xd d > 25 = 6xd	Min 1,2
	No. 3	(50)	(63)	14			

CATATAN:

1. Hasil uji lengkung tidak boleh retak pada sisi luar lengkungan
2. Untuk baja tulangan sirip ≥ S.32 dikurangi 2 % dari nilai regangan
3. Untuk baja tulangan sirip S.40 dan S.50 dikurangi 4 % dari nilai regangan
4. 1 kgf/mm² = 9,81 N/mm²
5. Regangan adalah regangan total panjang yang dihitung setelah sample uji putus
6. Metode penentuan batas ulur dapat menggunakan metode *offset* dengan nilai *offset* 0,2%
7. Batang uji tarik No. 2 untuk diameter ≤ 22 mm dan batang uji tarik No. 3 untuk diameter ≥ 25 mm

4.2.3 Tiang Pondasi

Tiang pancang yang digunakan adalah tiang pancang pipa baja (*Steel Pipe Pile*) JIS A 5552 grade 3 dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Tengangan leleh (f_y) : 310 MPa
- Tengangan putus (f_u) : 455 MPa
- Modulus Young : 200000 MPa

4.3 Perencanaan Tata Letak dan Dimensi

4.3.1 Panjang Dermaga

Menurut *Standart Design Creteria for Port in Indonesia 1984* panjang dermaga pada perencanaan ini dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 L_p &= n \cdot L_{oa} + (n + 1) \times 10\% \times L_{oa} \\
 &= 1.187 \text{ m} + (1 + 1) \times 10\% \times 187 \text{ m} \\
 &= 225 \text{ m}
 \end{aligned}$$

atau,

$$L_p = L_{oa} + 10 \text{ m} = 187 \text{ m} + 10 \text{ m} = 197 \text{ m}.$$

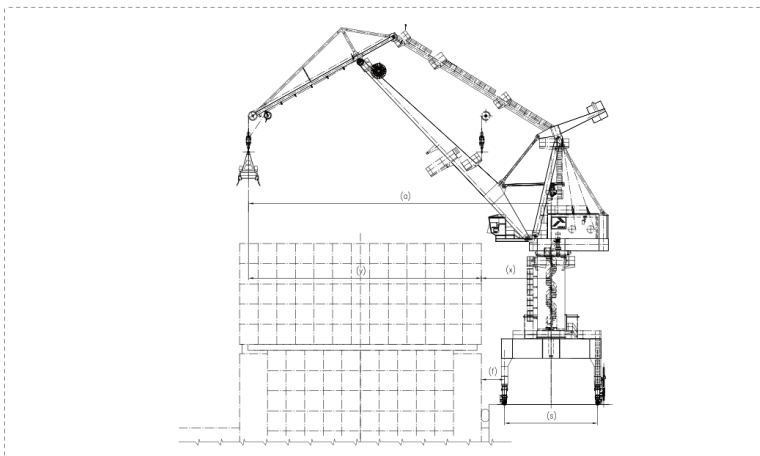
Dengan mempertimbangkan bentang balok dan panjang kapal maka dipakai $L_p = 224 \text{ m}$.

4.3.2 Lebar Dermaga

Perencanaan lebar dermaga pada perencanaan ini mengacu pada lebar *gauge track* crane ditambah jarak aman rel crane ke tepi dermaga.

During the development of the Tukan series we based our designs on the most commonly used ship sizes. For determination of the effective working range we have assumed the following ship sizes:

→ CRANE TYPE TUKAN / GRANDE TUKAN	→ MAX. OUTREACH (a)	→ NOMINAL GANTRY GAUGE (s)	→ MIN. DISTANCE RAIL - FENDER (f)	→ MIN. DISTANCE CENTRE - FENDER (x) = s/2 + f	→ MAX. OUTREACH OVER FENDER (y)
	m	m	m	m	m
750 - 27	27	10	2.5	7.5	19.5
1500 - 32	32	10	2.5	7.5	24.5
1500 - 35	35	12	2.5	8.5	26.5
1500 - 40	40	12	3.0	9.0	31.0
1500 - 45	45	12	3.0	9.0	36.0
3000 - 50	50	15	3.0	10.5	39.5
3000 - 63	63	15	3.0	10.5	52.5



Gambar 4. 8 Ketentuan Jarak Minimum Roda Crane ke Fender
(Brochure Ardel Tukan 750/1500/3000)

- Lebar *gauge track* = 15 m (*Tukan-K 1500 brochure*)
 - Jarak fender ke rel = 2,5 m (*Tukan 750/1500/3000 brochure*)
- Lebar dermaga = 15 m + 2 x 2,5 m
= 20 m

4.3.3 Kedalaman dermaga rencana

Pengukuran *kedalaman* dermaga diukur dari kondisi LWS.

Kedalaman rencana dermaga sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 H_{\text{rencana}} &= (\text{Draff} + 1,5 \text{ m}) \text{ LWS} < h_{\text{eksisting}} \\
 &= (10,5 \text{ m} + 1,5 \text{ m}) \text{ LWS} < 13 \text{ m} \\
 &= 12 \text{ m LWS} < 13 \text{ m} \dots\dots \textit{(Oke)}
 \end{aligned}$$

4.3.4 Elevasi lantai dermaga

Elevasi lantai dermaga direncanakan yaitu tinggi air kondisi HWL ditambah dengan tinggi jangaan yaitu 0 – 15 m.

$$\begin{aligned}
 H_{\text{lantai}} &= \text{HWL} + 1,5 \text{ m} \\
 H_{\text{lantai}} &= 2,7 \text{ m LWS} + 1,5 \text{ m} \\
 H_{\text{lantai}} &= 4,2 \text{ m LWS}
 \end{aligned}$$

4.3.5 Dimensi Trestle

Elevasi lantai testle direncanakan sama dengan elevasi dermaga. Sedangkan lebar dan panjang trestle disesuaikan dengan kebutuhan. Lebar dermaga rencana adalah 9 m dan panjang adalah 30 m.

BAB V PRELIMINARY DESIGN

5.1 Tebal Struktur Plat Dermaga

Tebal plat dermaga berdasarkan SNI T 12 2004 pasal 5.5.2 harus mempunyai ketebalan minimum yang memenuhi ketentuan berikut :

- $D \geq 200mm$, atau
- $D \geq 100 + 40(l)mm \dots (l \text{ dalam m})$
 $D \geq 100mm + 40(8)mm$
 $D \geq 100mm + 320mm = 420mm$

Sedangkan menurut SNI 2847 2013 pasal 9.5.2.2 tabel 9.5 (a), tebal minimum plat satu arah bila lendutan tidak dihitung dimana kedua ujung menerus harus memenuhi syarat berikut :

- $D \geq l / 28 = 8000mm / 28 = 214mm$

Dengan mempertimbangkan beban-beban yang bekerja diatas plat dan perencanaan struktur pracetak, maka direncanakan tebal plat dermaga adalah **420mm**. Untuk perencanaan tebal plat pracetak adalah **200mm** dan cor insitu adalah **220mm**.

5.2 Tebal Struktur Plat Trestle

Perencanaan tebal plat trestle sama dengan perencanaan tebal struktur plat demaga yaitu tebal plat minimum harus memenuhi ketentuan pada SNI T 12 2004 pasal 5.5.2 dan SNI 2847 2013 pasal 9.5.2.2 tabel 9.5 (a).

Sehingga, dengan bentang terpanjang plat sama dengan bentang dermaga yaitu 6 m, maka direncanakan tebal plat trestle adalah **420mm**. Untuk perencanaan tebal plat pracetak adalah **200mm** dan cor insitu adalah **220mm**.

5.3 Preliminary Design Balok Crane

Dimensi balok crane rencana harus direncanakan dengan mempertimbangkan ketentuan pada SNI T 12 2004 pasal 9.2.1 yaitu tinggi balok tidak boleh kurang dari ketentuan berikut :

- $h \geq 165 + 0,06Lmm$
- $h \geq 165 + 0,06(8000)mm$
- $h \geq 165 + 480mm = 645mm$

Sedangkan untuk dermaga dengan beban yang sangat besar tinggi balok harus memenuhi persamaan berikut :

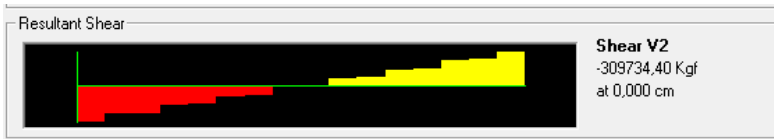
- $\phi.Vu = Vc + Vs$, dimana nilai Vs diambil $= V_s = \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} b.d$

Nilai Vu balok crane dapat dihitung dengan memperhitungkan beban-beban yang bekerja pada balok tersebut. Direncanakan balok crane dengan dimensi 700/1400mm dan beban beban yang bekerja adalah sebagai berikut:

- Berat sendiri
 $0,7m.1,4m.2400kg / m^3 = 2352kg / m$
- Beban tributary plat 420 mm, dengan jarak antar balok induk ke balok anak adalah 2,5 m.
 $2.(\frac{0,42m.2,5m}{2}).2400kg / m^3 = 2520kg / m$
- Beban tributary UDL
 $2.(\frac{2,5m}{2}).3000kg / m^3 = 7500kg / m$
- Beban Crane
32.000kg / roda jarak 1 m, sebanyak 8 roda

Maka,

- Beban mati merata
 $Q_D = 1,3 . (2352kg/m + 2520 kg/m) = 6333,6kg/m$
- Beban hidup merata
 $Q_D = 1,8 . (7500 kg/m) = 13500 kg/m$



Gambar 4. 9 Reaksi Balok Crane akibat beban yang terjadi (V_u)

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan :

$$V_u = 309734,4 \text{ kg} = 3097344 \text{ N}$$

$$\blacksquare V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{35 \text{ MPa}} \cdot b \cdot d = 0,99 b \cdot d$$

$$\blacksquare V_s = \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d = \frac{1}{3} \sqrt{35 \text{ MPa}} \cdot b \cdot d = 3,94 b \cdot d$$

$$\blacksquare V_u = 0,75 \cdot (0,99 + 3,94) b \cdot d$$

$$3097344 \text{ Nmm} = 3,7$$

$$b \cdot d = \frac{3097344 \text{ N}}{3,7} = 837674,71 \text{ mm}^2$$

- Direncanakan tebal cover = 120 mm, tulangan geser = 13 mm dan tulangan lentur = 25 mm, maka

$$\blacksquare d_{\text{rencana}} = 1400 \text{ mm} - 120 \text{ mm} - 13 \text{ mm} - 25 \text{ mm} - 0,5 \cdot 25 \text{ mm} = 1229,5 \text{ mm}$$

$$\blacksquare b \cdot d = 837674,71 \text{ mm}^2$$

$$b \cdot 1229,5 \text{ mm} = 837674,71 \text{ mm}^2$$

$$b = \frac{837674,71 \text{ mm}^2}{1229,5 \text{ mm}} = 681,31 \text{ mm}$$

$$b_{\text{rencana}} = 700 \text{ mm} > 681,31 \text{ mm} \dots (\text{o.k})$$

Maka dipakai dimensi balok crane 700/1400 mm

Kontrol kelangsingan balok

$$\blacksquare L / b_{ef} \leq 240 b_{ef} / D$$

$$8000 \text{ mm} / 700 \text{ mm} \leq 240 \cdot 700 \text{ mm} / 1400$$

$$11,4 \leq 120 \dots \dots \dots (\text{o.k})$$

5.4 Preliminary Design Balok Memanjang

Dimensi balok memanjang rencana harus direncanakan dengan mempertimbangkan ketentuan pada SNI T 12 2004 pasal 9.2.1 yaitu tinggi balok tidak boleh kurang dari ketentuan berikut :

- $h \geq 165 + 0,06Lmm$
- $h \geq 165 + 0,06(8000)mm$
- $h \geq 165 + 480mm = 645mm$

Untuk mempermudah pelaksanaan konstruksi maka dipakai dimensi yang sama dengan Balok Crane yaitu 700/1400.

Kontrol kelangsingan balok

- $L / b_{ef} \leq 240b_{ef} / D$
- $8000mm / 700mm \leq 240.700mm / 1400$
- $11,4 \leq 120 \dots\dots (o.k)$

5.5 Preliminary Design Balok Melintang

Dimensi balok memanjang rencana harus direncanakan dengan mempertimbangkan ketentuan pada SNI T 12 2004 pasal 9.2.1 yaitu tinggi balok tidak boleh kurang dari ketentuan berikut :

- $h \geq 165 + 0,06Lmm$
- $h \geq 165 + 0,06(5000)mm$
- $h \geq 165 + 300Lmm = 465mm$

Untuk mempermudah pelaksanaan konstruksi maka dipakai dimensi yang sama dengan Balok Crane yaitu 700/1400.

- $L / b_{ef} \leq 240b_{ef} / D$
- $8000mm / 700mm \leq 240.700mm / 1400$
- $11,4 \leq 120 \dots\dots (o.k)$

5.6 Preliminary Design Balok Anak

Dimensi balok memanjang rencana harus direncanakan dengan mempertimbangkan ketentuan pada SNI T 12 2004 pasal 9.2.1 yaitu tinggi balok tidak boleh kurang dari ketentuan berikut :

- $h \geq 165 + 0,06Lmm$

$$h \geq 165 + 0,06(8000)mm$$

$$h \geq 165 + 480Lmm = 645mm$$

Selain itu perencanaan balok anak harus memenuhi kontrol tahanan beton saat kondisi pracetak. Maka dipakai dimensi balok 600/900

Kontrol kelangsingan balok

- $L / b_{ef} \leq 240b_{ef} / D$
 $8000mm / 700mm \leq 240.700mm / 1400$
 $11,4 \leq 120 \dots\dots (o.k)$

5.7 Preliminary Design Balok List Plank

Dimensi balok list plank rencana harus direncanakan dengan mempertimbangkan ketentuan pada SNI T 12 2004 pasal 9.2.1 yaitu tinggi balok tidak boleh kurang dari ketentuan berikut :

- $h \geq 165 + 0,06Lmm$
 $h \geq 165 + 0,06(8000)mm$
 $h \geq 165 + 480Lmm = 645mm$

Selain itu perencanaan balok list plank harus memenuhi tinggi fender rencana yang akan digunakan sehingga dipakai dimensi 600/3000mm

Kontrol kelangsingan balok

- $L / b_{ef} \leq 240b_{ef} / D$
 $8000mm / 600mm \leq 240.600mm / 3000mm$
 $13,3 \leq 48 \dots\dots (o.k)$

Halaman ini sengaja di kosongkan

BAB VI PEMBEBANAN

6.1 Beban Horizontal

Beban horizontal yang bekerja pada dermaga meliputi empat gaya yaitu sebagai berikut :

6.1.1 *Berthing Force*

Berthing Force yang bekerja pada dermaga direncanakan terjadi karena kapal *Container* 16.240 GT dan kapal *Ore Carier* 10.000 DWT.

6.1.1.1 Kapal 16.240 GT (19.636 DWT)

a. Data Kapal 16.240 GT (19.636 DWT)

- Tipe kapal : Container
- Berat Kapal : 19.636 DWT (*Bridgestone Marine Febder Design Manual*)
- Loa : 187 m
- Lpp : $0,822 \cdot \text{Loa}^{1,0263}$
: $0,822 \cdot (187 \text{ m})^{1,0263}$
: 176,39 m
- Lebar kapal (B) : 26 m
- Tinggi kapal (H) : 15 m
- Draught (D) : 10,5 m
- HWL : 2,7 LWS
- MSL : 1,8 LWS
- *Berthing Velocity* : 0,15 m/s
- *Safety factor* : 2

b. Berthing Energy

Menurut buku Maarine Fender Design Manual terdapat 3 (tiga) persamaan dalam perhitungan Berthing Energi.

1. Formula I

$$E = \frac{(W_1 + W_2) \cdot V^2}{2 \cdot g} \cdot K$$

Nilai-nilai yang harus di cari terlebih dulu antara lain :

$$\begin{aligned} W_1 &= 4/3 \cdot DWT = 4/3 \cdot 19.636 \text{ DWT} \\ &= 26181,33 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2 &= \pi/4 \cdot \text{Loa} \cdot \text{Draught}^2 \cdot \gamma_w \\ &= \pi/4 \cdot 187 \text{ m} \cdot (10,5 \text{ m})^2 \cdot 1,025 \text{ ton/m}^3 \\ &= 16597,17 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$K = 0,5 \text{ (berdasarkan asumsi paling sering dilapangan)}$$

Jadi nilai E sebagai berikut :

$$\begin{aligned} E &= \frac{(W_1 + W_2) \cdot V^2}{2 \cdot g} \cdot K \\ E &= \frac{(26181,33 + 16597,17) \text{ ton} \cdot \left(0,15 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} \cdot 0,5 \end{aligned}$$

$$E = 24,554 \text{ ton}$$

Nilai *berthing energy* dikali *safety factor* adalah :

$$\begin{aligned} E \cdot SF &= 24,554 \text{ ton} \cdot 2 \\ &= 49,108 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Formula II

$$E = \frac{1}{2 \cdot g} W \cdot V^2 C_E \cdot C_H \cdot C_S \cdot C_C$$

Nilai-nilai yang harus dicari terlebih dahulu antara lain :

$$\begin{aligned} W &= W_1 + W_2 \\ &= (26181,33 + 16597,17) \text{ ton} \\ &= 42778,50 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r &= (0,19 C_b + 0,11) L_{pp} \\ &= 33 \end{aligned}$$

C_b = block coefficient

$$\begin{aligned} C_b &= V / (L_{pp} \times B \times d) \\ &= 0,397836 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \text{vol. of water displaced by the vessel (m}^3\text{)} \\ &= DWT / \gamma_{ws} \\ &= 19157,07 \end{aligned}$$

$$m = 75,92 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} C_E &= (r^2 + m^2 \cos^2 f) / (r^2 + m^2) \\ &= 0,25541 \text{ (yang biasa dipakai = 0,5)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_H &= 1 + 2D/B \\ &= 1 + 2 \cdot 10,5 \text{ m} / 26 \text{ m} = 1,81 \end{aligned}$$

C_s = nilai yang biasa dipakai 1

C_c = nilai yang biasa dipakai 1

Jadi nilai E adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} 42788,50 \text{ t} \cdot (0,15 \text{ m} \\ &\quad / \text{s})^2 \cdot 0,2554 \cdot 1,81 \cdot 1 \cdot 1 \\ E &= 22,673 \text{ ton} \end{aligned}$$

Nilai *berthing energy* dikali *safety factor* adalah :

$$\begin{aligned} E \cdot SF &= 22,673 \text{ ton} \cdot 2 \\ &= \mathbf{45,346 \text{ ton}} \end{aligned}$$

3. Formula III

$$E = \frac{1}{2 \cdot g} W \cdot V^2 C_E \cdot C_M \cdot C_S$$

Nilai-nilai yang harus di cari dahulu antara lain :

$$\begin{aligned} V &= \text{Vollume of water displaced by the vessel (m}^3\text{)} \\ &= \text{DWT}/\gamma_{\text{ws}} \\ &= 19636 \text{ DWT}/1,025 \text{ kg/m}^3 \\ &= 19157,1 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_b &= \text{block coefficient} \\ &= V/(\text{Lpp} \cdot B \cdot D) \\ &= 19157,1 \text{ m}^3 / (176,39 \text{ m} \cdot 26\text{m} \cdot 10,5 \text{ m}) \\ &= 0,39784 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_M &= 1 + \pi/2 \cdot C_b \times D/B \\ &= 1 + \pi/2 \cdot 0,39784 \times 10,5\text{m}/26 \text{ m} \\ &= 2,6 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi nilai E adalah sebagai berikut :

$$E = \frac{1}{2 \cdot g} W \cdot V^2 C_E \cdot C_M \cdot C_S$$

$$E = \frac{1}{2 \cdot 9,81\text{m/s}^2} 26181, \text{ t. } (0,15\text{m/s})^2 \cdot 0,2554 \cdot 1$$

$$E = 32,5422 \text{ ton}$$

Nilai *berthing energy* dikali *safety factor* adalah :

$$\begin{aligned} E \cdot SF &= 32,5422 \text{ ton} \cdot 2 \\ &= \mathbf{65,0844 \text{ ton}} \end{aligned}$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan *berthing energy* dari ketiga formula.

No.	Formula	Nilai <i>Berthing Energy</i> (ton)
1.	Formula I	49,108
2.	Formula II	43,346
3.	Formula III	65,0844

Berdasarkan hasil perhitungan *berthing energy* dari ketiga formula tersebut maka, diambil nilai terbesar yaitu **65,0844 ton**.

6.1.1.2 Kapal 10.00 DWT

a. Data Kapal 10.000 DWT

- Tipe kapal : *Ore carier / bulk carier*
- Berat Kapal : 10.000 DWT
- Loa : 140 m
- Lpp : $0,822 \cdot \text{Loa}^{1,0263}$
: $0,822 \cdot (140 \text{ m})^{1,0263}$
: 131,052 m
- Lebar kapal (B) : 18,5 m
- Tinggi kapal (H) : 10,5 m
- Draught (D) : 7,9 m
- HWL : 2,7 LWS
- MSL : 1,8 LWS
- *Berthing Velocity* : 0,15 m/s
- *Safety factor* : 2

b. Berthing Energy

Menurut buku *Maarine Fender Design Manual* terdapat 3 (tiga) persamaan dalam perhitungan Berthing Energi.

1. Formula I

$$E = \frac{(W_1 + W_2) \cdot V^2}{2 \cdot g} \cdot K$$

Nilai-nilai yang harus di cari terlebih dulu antara lain :

$$\begin{aligned} W_1 &= \frac{3}{4} \cdot \text{DWT} = \frac{3}{4} \cdot 10.000 \text{ DWT} \\ &= 13333,333 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_2 &= \pi/4 \cdot \text{Loa} \cdot \text{Draught}^2 \cdot \gamma_w \\ &= \pi/4 \cdot 140 \text{ m} \cdot (7,9 \text{ m})^2 \cdot 1,025 \text{ ton/m}^3 \\ &= 7033,896 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$K = 0,5 \text{ (berdasarkan asumsi paling sering dilapangan)}$$

Jadi nilai E sebagai berikut :

$$E = \frac{(W_1 + W_2) \cdot V^2}{2 \cdot g} \cdot K$$

$$E = \frac{(13333,333 + 7033,896) \text{ ton} \cdot \left(0,15 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} \cdot 0,5$$

$$E = 11,69 \text{ ton}$$

Nilai *berthing energy* dikali *safety factor* adalah :

$$\begin{aligned} E \cdot SF &= 11,69 \text{ ton} \cdot 2 \\ &= 23,381 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Formula II

$$E = \frac{1}{2 \cdot g} W \cdot V^2 C_E \cdot C_H \cdot C_S \cdot C_C$$

Nilai-nilai yang harus dicari terlebih dahulu antara lain :

$$\begin{aligned} W &= W_1 + W_2 \\ &= (13333,333 + 7033,896) \text{ ton} \\ &= 20367,229 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r &= (0,19 C_b + 0,11) L_{pp} \\ &= 27 \end{aligned}$$

C_b = block coefficient

$$\begin{aligned} C_b &= V / (L_{pp} \times B \times d) \\ &= 0,50937109 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \text{vol. of water displaced by the vessel (m}^3\text{)} \\ &= \text{DWT} / \gamma_{ws} \\ &= 9756,09756 \end{aligned}$$

$$m = 75,92 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} C_E &= (r^2 + m^2 \cos^2 f) / (r^2 + m^2) \\ &= 0,25541 \text{ (yang biasa dipakai = 0,5)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_H &= 1 + 2D/B \\ &= 1 + 2 \cdot 7,9 \text{ m} / 18,5 \text{ m} = 1,854 \end{aligned}$$

C_s = nilai yang biasa dipakai 1

C_c = nilai yang biasa dipakai 1

Jadi nilai E adalah sebagai berikut :

$$E = \frac{1}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} 20367,23 \text{ t. (0,15 m / s)}^2 \cdot 0,217 \cdot 1,854 \cdot 1 \cdot 1$$

$$E = 9,3967 \text{ ton}$$

Nilai *berthing energy* dikali *safety factor* adalah :

$$\begin{aligned} E \cdot SF &= 9,3967 \text{ ton} \cdot 2 \\ &= 19,7934 \text{ ton} \end{aligned}$$

3. Formula III

$$E = \frac{1}{2 \cdot g} W \cdot V^2 C_E \cdot C_M \cdot C_S$$

Nilai-nilai yang harus di cari dahulu antara lain :

$$\begin{aligned} V &= \text{Vollume of water displaced by the vessel (m}^3\text{)} \\ &= \text{DWT} / \gamma_{\text{ws}} \\ &= 10000 \text{ DWT} / 1,025 \text{ kg/m}^3 \\ &= 9756,1 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_b &= \text{block coefficient} \\ &= V / (L_{\text{pp}} \cdot B \cdot D) \\ &= 9756,1 \text{ m}^3 / (131,052 \text{ m} \cdot 18,5 \text{ m} \cdot 7,9 \text{ m}) \\ &= 0,5094 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_M &= 1 + \pi/2 \cdot C_b \cdot D/B \\ &= 1 + \pi/2 \cdot 0,5094 \cdot 7,9\text{m}/18,5 \text{ m} \\ &= 2,317 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi nilai E adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{2 \cdot g} W \cdot V^2 C_E \cdot C_M \cdot C_S \\ E &= \frac{1}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2} 20367,229 \text{ t} \cdot (0,15 \text{ m} \\ &\quad / \text{s})^2 \cdot 2,317 \cdot 1 \end{aligned}$$

$$E = 11,7425 \text{ ton}$$

Nilai *berthing energy* dikali *safety factor* adalah :

$$\begin{aligned} E \cdot SF &= 11,742 \text{ ton} \cdot 2 \\ &= 23,485 \text{ ton} \end{aligned}$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan *berthing energy* dari ketiga formula.

No.	Formula	Nilai <i>Berthing Energy</i> (ton)
1.	Formula I	11,69
2.	Formula II	19,7934
3.	Formula III	23,485

Berdasarkan hasil perhitungan *berthing energy* dari ketiga formula tersebut maka, diambil nilai terbesar yaitu **23,485 ton**.

6.1.1.3 Pemilihan Fender

Pemilihan fender dapat ditentukan dengan membandingkan nilai *berthing energy* rencana dengan kapasitas *berthing energy* yang dimiliki fender. Sedangkan panjang fender menyesuaikan bidang sentuh kapal terhadap fender. Dalam perencanaan ini dipilih fender SM 1000H 2000 m dengan spesifikasi gaya yang diterima seperti berikut :

SM1000H

(2) Performance

Rubber grade	ME				M1			
Deflection	52.5 %		57.5 %		50 %		55 %	
Performance	R	E	R	E	R	E	R	E
Length (m)	Tons Kips	Ton-M Ft-Kips	Tons Kips	Ton-M Ft-Kips	Tons Kips	Ton-M Ft-Kips	Tons Kips	Ton-M Ft-Kips
1.0	114.3 252.0	46.9 339.3	160.3 353.5	53.4 386.3	87.3 192.5	34.0 246.0	123.3 271.9	37.2 269.1
1.5	171.5 378.2	70.4 509.3	240.5 530.3	80.1 579.5	131.0 288.9	51.0 369.0	185.0 407.9	55.8 403.7
2.0	228.6 504.1	93.8 678.6	320.6 706.9	106.8 772.7	174.6 385.0	68.0 492.0	246.6 543.8	74.4 538.3

R: Reaction force E: Energy absorption Tolerance: ± 10%

Gambar 6. 1 Spesifikasi SM 1000 H 2000 mm (Bridgestone Marine Fender Design)

6.1.1.4 Berthing Force

Perhitungan gaya yang diterima oleh dermaga akibat *berthing energy* adalah sebagai berikut :

a. Kapal 16.240 GT (19.636 DWT)

Reaksi yang di terima oleh dermaga adalah sebagai berikut, dengan bidang sentuh kapal pada kondisi *HWL* dan *LWS* adalah 100%

Dipakai rubber fender SM (ME) 1000Hx2	E (t-m)	R (t)
E (deflection 52,5%) = 93,8 t-m		
R (deflection 52,5%) = 228,6 t		
Kondisi berthing vesel saat HWL :		
Bidang sentuh Kapal 16000DWT = 100%	65,08	158,62
Kondisi berthing vesel saat LWS :		
Bidang sentuh Kapal 16000DWT = 100%	65,08	158,62

b. Kapal 16.240 GT (19.636 DWT)

Reaksi yang di terima oleh dermaga adalah sebagai berikut, dengan bidang sentuh kapal pada kondisi *HWL* adalah 100 % dan kondisi *LWS* adalah 45%.

Dipakai rubber fender SM (M2) 1000Hx20	E (t-m)	R (t)
E (deflection 50%) = 93,8 t-m		
R (deflection 50%) = 228,6 t		
Kondisi berthung vesel saat HWL :		
Bidang sentuh Kapal 16000DWT = 100%	23,48	57,23
Kondisi berthung vesel saat LWS :		
Bidang sentuh Kapal 10000DWT = 45%	23,48	127,19

Reaksi yang diterima oleh dermaga diambil yang terbesar diantara 2 (dua) perhitungan di atas yaitu sebesar 158,62 ton atau bisa dibulatkan menjadi **160 ton**.

6.1.2 Mooring Force

Gaya *mooring* disebabkan oleh dua faktor yaitu akibat angin dan arus.

6.1.2.1 Akibat Angin

Besarnya beban angin menurut *Technical Standart and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{angin}} &= 111,7 \text{ km/jam} \\
 &= \frac{111,7 \text{ m/s}}{1000 \cdot 3600} \\
 &= 31,028 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_a &= 0,063 \cdot V^2 \\
 &= 0,063 \cdot (32,64 \text{ m/s})^2 \\
 &= 60,6515 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

a. Gaya angin arah melintang

Gaya akibat beban angin melintang adalah beban akibat hembusan angin yang mengenai sisi memanjang kapal dengan kriteria kapal 16.240 GT yaitu :

$$\text{Lebar kapal (B)} = 26 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi kapal (depth), H} = 15 \text{ m}$$

$$\text{Draft kapal (D)} = 10,5 \text{ m}$$

Tinggi kapal diatas permukaan air (d') :

$$d' = H - 1/3.D \dots\dots\dots (\text{kondisi saat kapal kosong})$$

$$d' = 15 \text{ m} - \left(\frac{1}{3} \cdot 10,5 \text{ m}\right)$$

$$d' = 11,5 \text{ m}$$

Luas area yang terhembus angin (A_w) :

$$A_w = B \cdot d'$$

$$A_w = 26 \text{ m} \cdot 11,5 \text{ m}$$

$$A_w = 229 \text{ m}^2$$

Gaya angin arah melintang (R_w) :

$$R_w = 0,8 \cdot Q_a \cdot A_w$$

$$R_w = 0,8 \cdot 60,6515 \text{ kg/m}^2 \cdot 226 \text{ m}^2$$

$$R_w = 14507,85 \text{ kg}$$

$$R_w = 14,5 \text{ ton}$$

b. Gaya angin arah memanjang

Gaya akibat beban angin melintang adalah beban akibat hembusan angin yang mengenai sisi memanjang kapal dengan kriteria kapal 16.240 GT yaitu :

$$\text{Lebar kapal (Loa)} = 187 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi kapal (depth), H} = 15 \text{ m}$$

$$\text{Draft kapal (D)} = 10,5 \text{ m}$$

Tinggi kapal diatas permukaan air (d') :

$$d' = H - 1/3.D \dots\dots\dots (\text{kondisi saat kapal kosong})$$

$$d' = 15 \text{ m} - \left(\frac{1}{3} \cdot 10,5 \text{ m}\right)$$

$$d' = 11,5 \text{ m}$$

Luas area yang terhembus angin (A_w) :

$$A_w = L_{oa} \cdot d'$$

$$A_w = 187 \text{ m} \cdot 11,5 \text{ m}$$

$$A_w = 2150,5 \text{ m}^2$$

Gaya angin arah melintang (R_w) :

$$R_w = 0,8 \cdot Q_a \cdot A_w$$

$$R_w = 0,8 \cdot 60,6515 \text{ kg/m}^2 \cdot 2150,5 \text{ m}^2$$

$$R_w = 104344,9 \text{ kg}$$

$$R_w = 104,34 \text{ ton}$$

6.1.2.2 Akibat Arus

Pada perencanaan ini, arus mengalir sejajar dengan sungai atau tegak lurus dengan sisi haluan kapal (arah lebar). Besarnya gaya *mooring* akibat arus adalah sebagai berikut.

$$R_f = 0,14 \cdot \rho \cdot S \cdot V^2$$

Dimana :

$$\rho \text{ (massa jenis air laut)} = 104,5 \text{ kg.s}^2/\text{m}^4$$

$$V \text{ (kecepatan arus)} = 0,61 \text{ m/s}$$

S (luas area yang terkena arus) yaitu :

$$S = B \cdot \text{draft}$$

$$S = 26 \text{ m} \cdot 10,5 \text{ m}$$

$$S = 273 \text{ m}^2$$

Jadi nilai *mooring force* akibat arus adalah

$$R_f = 0,14 \cdot \rho \cdot S \cdot V^2$$

$$R_f = 0,14 \cdot 104,5 \text{ kg.s}^2/\text{m}^4 \cdot 273 \text{ m}^2 \cdot (0,61 \text{ m/s})^2$$

$$R_f = 1437 \text{ kg}$$

$$R_f = 1,44 \text{ ton}$$

6.1.2.3 Gaya Resultan pada *Mooring*

Besarnya gaya resultan yang bekerja pada *mooring* akibat arus dan angin yaitu :

$$Rf = (Rw^2 + Rf^2)^2$$

$$Rf = (104,34 \text{ ton}^2 + 1,44 \text{ ton}^2)^2$$

$$Rf = 104,35 \text{ ton}$$

Jumlah bollard rencana yang akan ditambahi adalah 4 buah, maka, gaya yang bekerja pada 1 (satu) bollard adalah 26,09 ton. Sehingga bollard yang digunakan memiliki kapasitas minimum **30 ton**.

6.1.3 Gempa

Gempa pada modifikasi dermaga Samudra direncanakan menggunakan periode ulang 1000 tahun atau level gempa adalah 7% dalam 75 tahun (*SNI 2833 2013*). Beban gempa akan direncanakan menggunakan Respond Spectrum, berikut adalah perhitungan respond spectrum :

6.1.3.1 Penentuan Kelas Situs

Berikut adalah perhitungan penentuan kelas situs :

Tabel 6. 1 Perhitungan N rata-rata

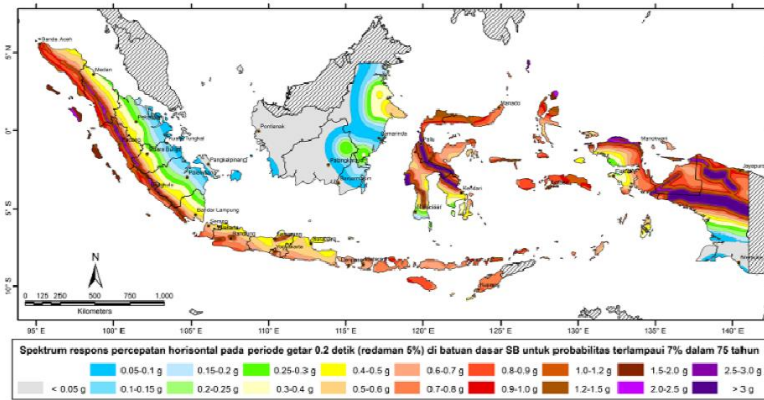
Elv.	Depth	Soil Type	N- SPT	Grafik SPT	ti	ti/N
-7	0	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat lunak	0			
-8	-1	Lempung plastisitas sedang (CL), coklat keabuabuan, kemerahan sedang	6		1	0,167
-9	-2	Lempung plastisitas sedang (CL), coklat keabuabuan, kemerahan sedang	6		1	0,167
-10	-3	Lempung plastisitas sedang (CL), coklat keabuabuan, kemerahan sedang	7		1	0,143
-11	-4	Lempung plastisitas sedang (CL), abu abu, lunak	8		1	0,125
-12	-5	Lempung plastisitas sedang (CL), abu abu, lunak	6		1	0,167
-13	-6	Lempung plastisitas sedang (CL), abu abu kecoklatan, lunak	4		1	0,250
-14	-7	Lempung plastisitas sedang (CL), abu abu kecoklatan, lunak	4		1	0,250
-15	-8	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, lunak	3		1	0,333
-16	-9	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, lunak	3		1	0,333

Elv.	Depth	Soil Type	N- SPT	Grafik SPT	ti	ti/N
-17	-10	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, lunak	3		1	0,333
-18	-11	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, lunak	4		1	0,250
-19	-12	Lanau berpasir plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat kaku	12		1	0,083
-20	-13	Lanau berpasir plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat kaku	19		1	0,053
-21	-14	Lanau berpasir plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat kaku	19		1	0,053
-22	-15	Pasir halus, putih, medium	23		1	0,043
-23	-16	Pasir halus, putih, medium	23		1	0,043
-24	-17	Pasir halus, putih, medium	18		1	0,056
-25	-18	Pasir halus, putih kecoklatan, medium	19		1	0,053
-26	-19	Pasir halus, putih kecoklatan, medium	20		1	0,050
-27	-20	Pasir halus, putih kecoklatan, padat	30		1	0,033
-28	-21	Pasir halus, putih kecoklatan, padat	40		1	0,025
-29	-22	Pasir halus, putih keabua-abuan, sangat padat	45		1	0,022
-30	-23	Pasir halus, putih keabua-abuan, sangat padat	50		1	0,020
-31	-24	Pasir halus, putih keabua-abuan, sangat padat	50		1	0,020
-32	-25	Pasir halus, putih keabua-abuan, sangat padat	51		1	0,020
-33	-26	Pasir halus, putih keabua-abuan, sangat padat	51		1	0,020
-34	-27	Pasir halus, putih keabua-abuan, sangat padat	51		1	0,020
-35	-28	Pasir halus, putih keabua-abuan, sangat padat	51		1	0,020
-36	-29	Pasir halus, putih keabua-abuan, sangat padat	51		1	0,020
-37	-30	Pasir halus, putih keabua-abuan, sangat padat	52	1	0,019	
Σ					30	3,189
N rata-rata					9,406	

Berdasarkan *SNI 1247 2012* tabel 3 dan *SNI 2833 2013* tabel 2 $N_{rata-rata} < 15$ sehingga tanah termasuk dalam situs tanah lunak (**SE**).

6.1.3.2 Menentukan Nilai S_s dan S_1

Niali S_s dan S_1 ditentukan dengan melihat peta gempa untuk periode ulang 1000 tahun pada *SNI 2833 2013* yaitu peta gambar 5 untuk nilai S_s dan peta gambar 6 untuk nilai S_1 .

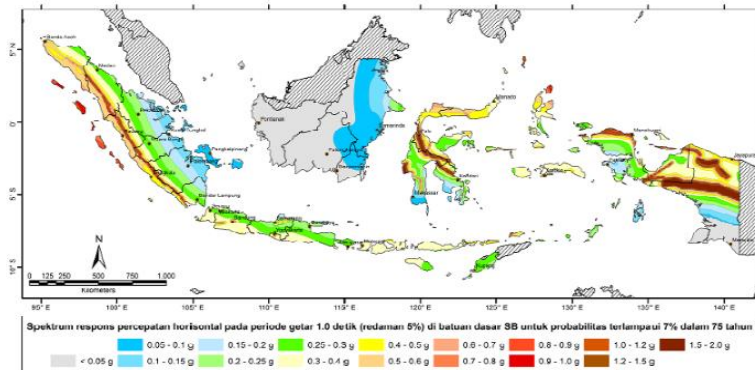


Gambar 5 - Peta respons spektra percepatan 0.2 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun



Gambar 6. 2 Peta Gambar 5 SNI 2833 2013 dan Lokasi Perencanaan Dermaga

Berdasarkan gambar diatas dapat ditentukan nilai $S_s = 0,075$



Gambar 6 - Peta respons spektra percepatan 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas terlampaui 7% dalam 75 tahun



Gambar 6. 3 Peta Gambar 6 SNI 2833 2013 dan Lokasi Perencanaan Dermaga

Berdasarkan gambar diatas dapat ditentukan nilai $S_s = 0,075$

6.1.3.3 Menentukan Faktor Amplifikasi (F_a)

Niali Faktor Amplifikasi (F_a) dapat ditentukan dengan melihat tabel 4 SNI 1729 2012 atau tabel 3 SNI 2833 2013 seperti pada tabel berikut :

Tabel 6. 2 Tabel Faktor Ampifikasi (Fa) SNI 2833 2013

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, $T=0,2$ detik, S_z				
	$S_z \leq 0,25$	$S_z = 0,5$	$S_z = 0,75$	$S_z = 1,0$	$S_z \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS ^b				

Berdasarkan kelas situs **SE** dan nilai $S_s \leq 0,25$ maka diambil nilai $F_a = 2,5$.

6.1.3.4 Menentukan Nilai Koefisien Situs (F_v)

Niali Faktor Amplifikasi (F_v) dapat ditentukan dengan melihat tabel 5 *SNI 1726 2012* atau tabel 4 *SNI 2833 2013* seperti pada tabel berikut :

Tabel 5 Koefisien situs, F_v

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan pada periode 1 detik, S_1				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS ^b				

CATATAN :

- Untuk nilai-nilai antara S_1 dapat dilakukan interpolasi linier
- SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

Berdasarkan kelas situs **SE** dan nilai $S_1 \leq 0,1$ maka diambil nilai $F_v = 3,5$.

6.1.3.5 Parameter Percepatan Spektral

Parameter percepatan spectral desain untuk periode pendek dan untuk periode 1 detik menurut *SNI 2833 2013* pasal 5.4.1 ditentukan dengan persamaan berikut :

- $S_{DS} = F_a.S_s = 2,5.0,075 = 0,19$

$$\blacksquare S_{D1} = Fv.S_1 = 3,5.0,025 = 0,09$$

6.1.3.6 Grafik Respond Spectrum

Sebelum membuat grafik respond spectrum terlebih dahulu menentukan nilai T_o dan T_s dengan persamaan sebagai berikut :

$$\blacksquare T_o = 0,2 \left(\frac{S_{D1}}{S_{DS}} \right) = 0,2 \left(\frac{0,09}{0,19} \right) = 0,09$$

$$\blacksquare T_s = \left(\frac{S_{D1}}{S_{DS}} \right) = \left(\frac{0,09}{0,19} \right) = 0,47$$

Sedangkan percepatan spectra dapat dihitung dengan memenuhi ketentuan *SNI 1726 2012 pasal 6.4* sebagai berikut :

- Untuk perioda lebih kecil dari T_o , spectrum respond percepatan desain $S_a = S_{DS} \cdot (0,4 + 0,6(T / T_o))$
- Untuk perioda lebih besar sama dengan T_o dan lebih kecil dari T_s , spectrum respond percepatan desain $S_a = S_{DS}$
- Untuk perioda lebih besar sama dari T_s , spectrum respond percepatan desain $S_a = S_{D1} / T$

Berikut adalah tabel perhitungan *Spectra Acceleration* :

Tabel 6. 3 Tabel Perhitungan Spectra Acceleration

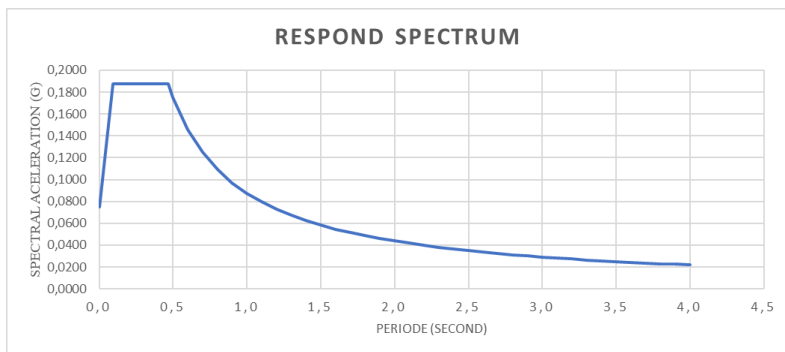
T	Sa
0,000	0,0750
0,005	0,0810
0,093	0,1875
0,467	0,1875
0,500	0,1750
0,600	0,1458
0,700	0,1250
0,800	0,1094

0,900	0,0972
1,000	0,0875
1,100	0,0795
1,200	0,0729
1,300	0,0673
1,400	0,0625
1,500	0,0583
T	Sa
1,600	0,0547
1,700	0,0515
1,800	0,0486
1,900	0,0461
2,000	0,0438
2,100	0,0417
2,200	0,0398
2,300	0,0380
2,400	0,0365
2,500	0,0350
2,600	0,0337
2,700	0,0324
2,800	0,0313
2,900	0,0302
3,000	0,0292
3,100	0,0282
3,200	0,0273
3,300	0,0265
3,400	0,0257
3,500	0,0250
3,600	0,0243
3,700	0,0236

3,800	0,0230
3,900	0,0224
4,000	0,0219

Sumber : hasil perhitungan

Dan berikut adalah grafik Respon Spektrum untuk perioda gempa 1000 tahun pada pelabuhan Pulau Pisau.



Gambar 6. 4 Grafik respond spectrum

6.1.4 Arus

Besarnya beban arus yang bekerja pada pondasi dapat dihitung dengan formula sebagai berikut :

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho_0 A U^2$$

Dimana :

F_D = gaya *drag* akibat arus(kN)

F_L = gaya angkat akibat arus(kN)

A = luas penampang yang kena arus (m^2)

U = kecepatan arus (m/s^2)

ρ = berat jenis air laut ($=1.03 t/m^3$)

C_D = koefisien Drag ($C_D = 1$ untuk tiang pancang silinder)

C_L = koefisien Lift ($C_L = 2$ untuk tiang pancang silinder)

s = bagian yang *free*

Tiang pancang yang terkena arus memiliki kealaman 13 m. Di mana luas area yang tertabrak arus dipengaruhi oleh diameter tiang pancang yang digunakan, dalam perencanaan ini ada 3 (tiga) kemungkinan dimensi tiang pancang yang digunakan yaitu :

- a. Pile 900 mm ($d = 0,90$ m)

$$A_s = L \cdot d$$

$$A_s = 13 \text{ m} \cdot 0,9 \text{ m}$$

$$A_s = 11,7 \text{ m}^2$$

- b. Pile 700 mm ($d = 0,70$ m)

$$A_s = L \cdot d$$

$$A_s = 13 \text{ m} \cdot 0,7 \text{ m}$$

$$A_s = 9,1 \text{ m}^2$$

- c. Pile 600 mm ($d = 0,60$ m)

$$A_s = L \cdot d$$

$$A_s = 13 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m}$$

$$A_s = 7,8 \text{ m}^2$$

Sehingga, jika diketahui $u = 0,61$ m/s gaya drag pada tiang pancang dapat dihitung sebesar :

- a. Pile 900 mm

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho_0 \cdot A \cdot u^2$$

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1,025 \text{ kg/m}^3 \cdot 11,7 \text{ m}^2 \cdot (0,61 \text{ m/s})^2$$

$$F_D = 2,23 \text{ kN}$$

$$F_D = 223 \text{ kg}$$

- b. Pile 700 mm

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho_0 \cdot A \cdot u^2$$

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1,025 \text{ kg/m}^3 \cdot 10,4 \text{ m}^2 \cdot (0,61 \text{ m/s})^2$$

$$F_D = 1,735 \text{ kN}$$

$$F_D = 173,5 \text{ kg}$$

- c. Pile 600 mm

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot C_D \cdot \rho_0 \cdot A \cdot u^2$$

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1,025 \text{ kg/m}^3 \cdot 7,8 \text{ m}^2 \cdot (0,61 \text{ m/s})^2$$

$$F_D = 1,4391 \text{ kN}$$

$$F_D = 146,85 \text{ kg}$$

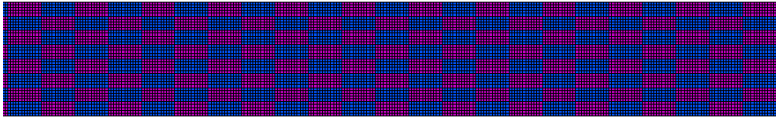
6.2 Beban Vertikal

Beban horizontal yang bekerja pada dermaga meliputi empat gaya yaitu sebagai berikut :

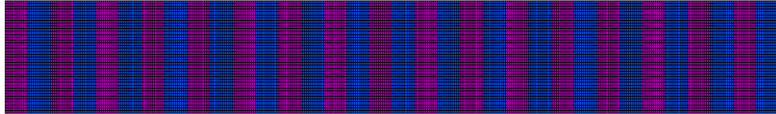
6.2.1 Beban UDL (Uniform Distributed Load)

Menurut *Standart Design Criteria for Port In Indonesia* tabel 5.3 besarnya beban UDL adalah 3 ton/m² untuk dermaga petikemas dan 2 ton/m² untuk trestle.

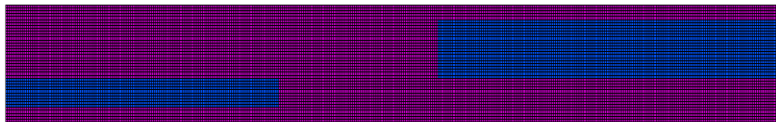
Berikut adalah tipe-tipe beban UDL :



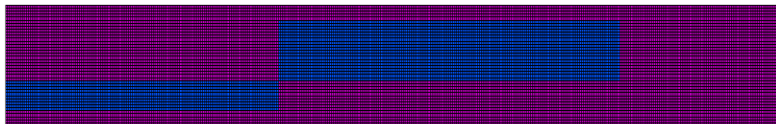
Gambar 6. 5 Beban UDL Tipe 1 pada Wharf



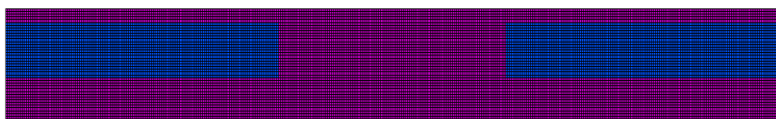
Gambar 6. 6 Beban UDL Tipe 2 pada Wharf



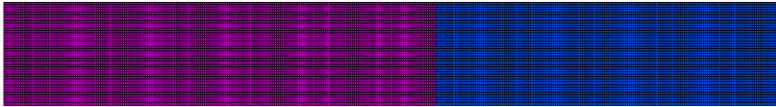
Gambar 6. 7 Beban UDL Tipe 3 pada Wharf



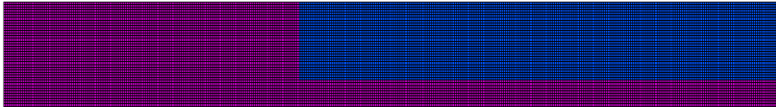
Gambar 6. 8 Beban UDL Tipe 4 pada Wharf



Gambar 6. 9 Beban UDL Tipe 5 pada Wharf



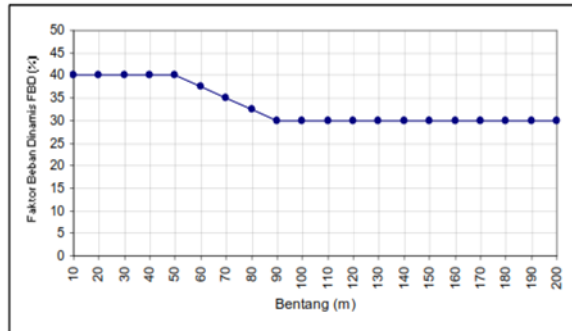
Gambar 6. 10 Beban UDL Tipe 6 pada Wharf



Gambar 6. 11 Beban UDL Tipe 7 pada Wharf

6.2.2 Beban KEL (*Knife Load*)

Menurut *SNI T-02 2005* besarnya beban KEL adalah 4,9 kN dikali faktor dinamis.



Gambar 9 : Faktor Beban Dinamis (FBD) untuk BGT, pembebanan lajur "D".
Sumber : RSNi T-02-2005.

Catatan :

Untuk $L \leq 50$ m	FBD = 0,40
Untuk $50 \text{ m} < L < 90$ m	FBD = $0,40 - 0,0025 \cdot (L - 50)$
Untuk $L > 90$ m	FBD = 0,30.

Gambar 6. 12 Tabel Faktor Dinamis (SNI T-02 2005)

Sehingga nilai beban KEL adalah sebagai berikut :

- a. Wharf ($L > 50$ m)
 - $4,9kN \cdot (1 + 0,3) = 6,37 \approx 6,5kN$
- b. Trestle ($L > 50$ m)
 - $4,9kN \cdot (1 + 0,4) = 6,86 \approx 7kN$

6.2.3 Beban Crane

Berdasarkan perhitungan menurut mekanika teknik sedernana, diketahui bahwa beban roda sisi darat adalah 7,75 ton dan sisi laut adalah 32,25 ton.

6.3 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang digunakan pada perencanaan ini mengacu pada *Port of Long Beach Wharf Design*

Criteria tabel 3.3 Load Combination, akan tetap faktor kombinasi yang digunakan disesuaikan dengan SNI T-02 2005 tentang pembebanan pada Jembatan.

- a. Pada kondisi ultimate
 - Beban mati = 1,3
 - Beban hidup = 1,8 dan 1 pada case III
- b. Pada kondisi service/layan
 - Beban hidup = 1
 - Beban mati = 1 dan 0,75 pada case III

adalah rangkuman pembebanan pada Dermaga Pulang Pisau.

6.3.1 Kombinasi Pembebanan pada Dermaga

Adapun kombinasi pembebanan pada modifikasi Dermaga Samudra yaitu mengikuti peraturan dari *Port of Long Beach Wharf Design Criteria Ver. 03 tahun 2012*

6.3.1.1 Kondisi Ultimate

LOAD RESISTANCE FACTOR DESIGN (LRFD) ^a									
Case	LOAD COMBINATION FACTORS								
	D	L+I ^b	E	W	BE	M	R+S+T	BU	C
I	1.20	1.60	1.60	1.60	—	—	1.20	1.20	1.20
II ^c	0.90	—	1.60	1.60	—	—	1.20	1.00	1.20
III	1.20	1.00	1.60	1.60	1.60	—	—	1.20	1.20
IV	1.20	1.60	1.60	1.60	—	1.60	—	1.20	1.20

Pada perencanaan dermaga ini, factor kombinasi mengacu pada SNI T 02 2005.

Keterangan

D = beban mati dan Super Dead

C = Current (beban arus)

L = beban hidup terdiri dari :

- Cr_n = beban crane, terdiri dari 1 dan 2
 - UDL_n = beban UDL, terdiri dari $UDL_1 - UDL_7$
 - KEL_n = beban KEL, terdiri dari $KEL_1 - KEL_5$
 - T = beban truk
- BE_n = beban *Berthing*, terdiri dari $BE_1 - BE_2$
 M_n = beban *Mooring*, terdiri dari $M_1 - M_2$

6.3.1.2 Kondisi Service

Tabel 6. 4 Tabel kombinasi service load design

SERVICE LOAD DESIGN (SLD) ^d									
Case	LOAD COMBINATION FACTORS								
	D	L+I	E	W	BE	M	R+S+T	BU	C
I	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—	1.00	1.00	1.00
II	1.00	0.75	1.00	0.75	1.00	—	—	1.00	1.00
III	1.00	1.00	1.00	1.00	—	1.00	—	1.00	1.00

Pada perencanaan dermaga ini, factor kombinasi mengacu pada SNI T 02 2005.

Keterangan

D = beban mati dan Super Dead

C = Current (beban arus)

L = beban hidup terdiri dari :

- Cr_n = beban crane, terdiri dari 1 dan 2
- UDL_n = beban UDL, terdiri dari $UDL_1 - UDL_7$
- KEL_n = beban KEL, terdiri dari $KEL_1 - KEL_5$
- T = beban truk

BE_n = beban *Berthing*, terdiri dari $BE_1 - BE_2$

M_n = beban *Mooring*, terdiri dari $M_1 - M_2$

6.3.1.3 Kondisi Gempa

Kombinasi pembebanan pada waktu gempa mengacu pada SNI 2833 2013 pasal 5.8 dengan factor modifikasi gempa adalah

1,5 dengan asumsi demaga sebagai bangunan dengan kategori penting sekali :

$$1. DL + \gamma_{EQ}LL \pm EQ_x \pm 0,3EQ_y$$

$$2. DL + \gamma_{EQ}LL \pm EQ_x \pm 0,3EQ_x$$

Keterangan:

DL : beban mati yang bekerja (kN)

γ_{EQ} : factor beban hidup kondisi gempa

$\gamma_{EQ} = 0,5$ (jembatan sangat penting)

$\gamma_{EQ} = 0,3$ (jembatan penting)

$\gamma_{EQ} = 0$ (jembatan lainnya)

LL : beban hidup yang bekerja (kN)

EQ_x : beban gempa yang bekerja pada arah x

EQ_y : beban gempa yang bekerja pada arah y

6.3.2 Kombinasi pembebanan Trestle

Kombinasi pembebanan Trestle juga mengikuti ketentuan *Port of Long Beach Wharf Design Creteria Ver. 03 tahun 2012* namun tanpa adanya beban *Berthing dan Mooring*.

Berikut adalah kombinasi pembebanan pada struktur dermaga.

6.3.2.1 Kondisi Ultimate

Pada konsisi ultimate terdiri dari dua *Case* pembebanan yaitu :

a. Case 1 : $1,3D + 1,8L + 1,3C$

$$1,3D + 1,8UDL_1 + 1,8KEL_1 + 1,3C$$

$$1,3D + 1,8UDL_1 + 1,8KEL_2 + 1,3C$$

$$1,3D + 1,8UDL_1 + 1,8KEL_3 + 1,3C$$

$$1,3D + 1,8UDL_1 + 1,8KEL_4 + 1,3C$$

$$1,3D + 1,8UDL_1 + 1,8KEL_2 + 1,3C$$

$$1,3D + 1,8UDL_2 + 1,8KEL_1 + 1,3C$$

$$1,3D + 1,8UDL_2 + 1,8KEL_2 + 1,3C$$

$$1,3D + 1,8UDL_2 + 1,8KEL_3 + 1,3C$$

$$1,3D + 1,8UDL_2 + 1,8KEL_4 + 1,3C$$

$$1,3D + 1,8UDL_2 + 1,8KEL_2 + 1,3C$$

$$1,3D + 1,8UDL_1 + 1,8T + 1,3C$$

$$1,3D + 1,8UDL_2 + 1,8T + 1,3C$$

b. Case II : $0,9D + 1,3C$

6.3.2.2 Kondisi Service

Pada kondisi service terdiri dari satu *Case* pembebanan yaitu :

a. Case 1 : $1D + 1L + 1C$

$$1D + 1UDL_1 + 1KEL_1 + 1C$$

$$1D + 1UDL_1 + 1KEL_2 + 1C$$

$$1D + 1UDL_1 + 1KEL_3 + 1C$$

$$1 D + 1UDL 1 + 1 KEL_4 + 1C$$

$$1 D + 1UDL 1 + 1 KEL_5 + 1C$$

$$1 D + 1UDL 2 + 1 KEL_1 + 1C$$

$$1 D + 1UDL 2 + 1 KEL_2 + 1C$$

$$1 D + 1UDL 2 + 1 KEL_3 + 1C$$

$$1 D + 1UDL 2 + 1 KEL_4 + 1C$$

$$1 D + 1UDL 2 + 1 KEL_5 + 1C$$

$$1D + 1UDL 1 + 1T + 1 C$$

$$1D + 1UDL 2 + 1T + 1 C$$

6.3.2.3 Kondisi Gempa

Kombinasi pembebanan pada waktu gempa mengacu pada SNI 2833 2013 pasal 5.8 dengan factor modifikasi gempa adalah 1,5 dengan asumsi demaga sebagai bangunan dengan kategori penting sekali :

1. $DL + \gamma_{EQ}LL \pm EQ_X \pm 0,3EQ_Y$
2. $DL + \gamma_{EQ}LL \pm EQ_X \pm 0,3EQ_X$

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VII ANALISA STRUKTUR

7.1 Pemodelan Struktur

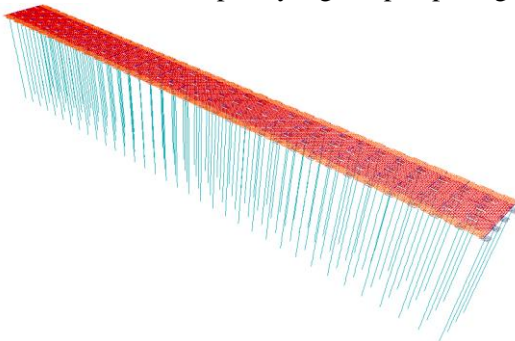
Analisa stuktur yang dilakukan pada tugas akhir ini meliputi analisa plat lantai dermaga, balok, poer dan tiang pancang baik pada struktur *dermaga* maupun *trestle*.

7.1.1 Pemodelan Struktur Dermaga dan Trestle

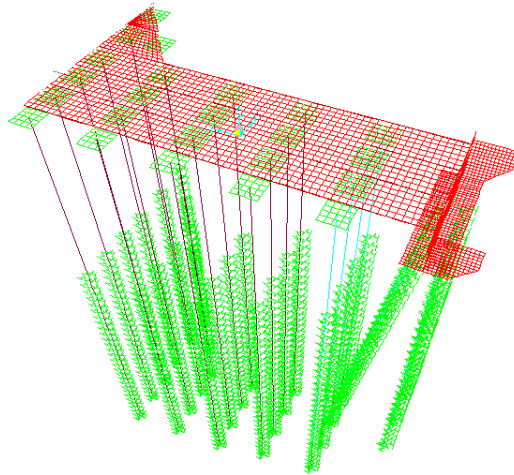
Struktur dermaga dan *trestle* dianalisa dengan menggunakan bantuan program *SAP2000* untuk medapatkan gaya-gaya dalam yang bekerja. Selaian itu hasil dari program *SAP2000* juga digunakan untuk membandingkan kebutuhan tulangan elemen struktur.

Beban beban yang bekerja pada saat kontruksi dermaga/*dermaga* meliputi berat sendiri, beban hidup (UDL), beban crane, beban KEL, beban tumbukan kapal (*berthing force*), beban tarikan kapal (*mooring force*) dan beban gempa.

Bentuk permodelan struktur dermaga menggunakan program bantu *SAP2000* seperti yang tampak pada gambar berikut.



Gambar 7. 1 Pemodelan struktur dermaga pada SAP2000



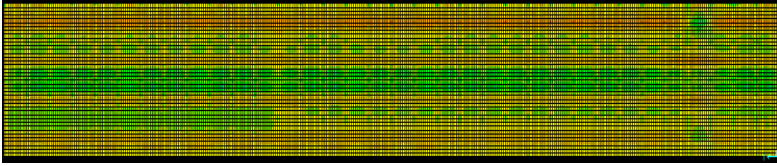
Gambar 7. 2 Pemodelan struktur Trestle pada SAP2000

7.1.2 Pemodelan Struktur Plat

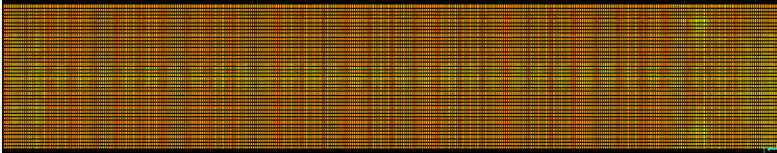
Struktur plat dianalisa dengan menggunakan bantuan program *SAP2000* untuk mendapatkan gaya-gaya dalam yang bekerja. Gaya-gaya dalam tersebut kemudian digunakan untuk perhitungan penulangan plat pada waktu komposit.

Dalam perhitungan momen plat dermaga, asumsi plat sebagai plat lentur dan dianggap terjepit penuh dengan balok di keempat sisinya. Dikatakan jepit penuh apabila tumpuan mampu mencegah plat berotasi dan relatif sangat kaku terhadap momen puntir. Bila balok tepi tidak cukup kuat untuk mencegah rotasi sama sekali, maka plat dikatakan terjepit sebagian atau jepit elastis.

Beban yang bekerja dalam analisa struktur plat antara lain berat sendiri plat, beban hidup merata (UDL), beban truk dan beban KEL. Hasil analisa dengan program bantu *SAP2000* disajikan dalam bentuk kontur momen plat sebagai berikut.



Gambar 7. 3 Kontur Momen plat akibat kombinasi pembebanan $1,3D + 1,8L + 1,8M + 1,3C$ (M11)



Gambar 7. 4 Kontur Momen plat akibat kombinasi pembebanan $1,3D + 1,8L + 1,8M + 1,3C$ (M22)

Sedangkan untuk analisa struktur daan perhitungan penulangan plat pada waktu kondisi pracetak dilakukan dengan metode mekanika teknik tertentu.

Hal-hal yang ditinjau pada waktu kondisi practek adalah kontrol lendutan dan kebutuhan tulangan untuk kondisi kontruksi meliputi penumpukan, pengangkatan, pemasangan dan pengecoran.

7.2 Perhitungan Struktur Plat

Perhitungan struktur plat meliputi perhitungan struktur plat dermaga dan struktur plat trestle.

7.2.1 Detail Perhitungan Stuktur Plat

Berikut akan ditampilkan perhitungan detail penulangan plat dermaga A1, sedangkan untuk tipe plat lainnya akan ditabelkan.

Data perencanaan untuk penulangan plat Dermaga :

- a. Lebar plat : 2500 mm
- b. Panjang plat : 8000 mm
- c. Tebal plat komposit : 420 mm
- d. Tebal pelat pracetak : 200 mm
- e. Tebal overtopping : 220 mm
- f. Tebal decking : 60 mm
- g. Diameter tul. rencana : D 19 mm
- h. Mutu tulangan : BJ TS grade 30
 - Tenggangan leleh (f_y) : 390 MPa
 - Tenggangan putus (f_u) : 560 Mpa
- i. Mutu beton (f_c') : 35 Mpa

Dari gambar dan data tersebut dapat diketahui bentang bersih plat yaitu :

- a. Bentang pendek (l_x)

$$L_x = l_{plat} - \frac{1}{2}(b_{balokinduk} + b_{balokanak}) + 2.I_n$$

$$L_x = 2500mm - \frac{1}{2}(700mm + 600mm) + 2.75 mm$$

$$L_x = 2000mm$$

- b. Bentang panjang (l_y)

$$L_y = L_{plat} - 2 \cdot \left[\frac{1}{2}(b_{melintang}) \right] + 2.I_n$$

$$L_y = 8000mm - 2 \cdot \left[\frac{1}{2}(700mm) \right] + 2.50mm$$

$$L_y = 7400mm$$

- c. Tipe plat yang ditinjau

$$\beta = \frac{7400mm}{2000mm} = 3,7 \rightarrow \text{one way}$$

Karena tipe plat adalah *one way* maka hanya terdapat satu tulangan utama yaitu searah dengan bentang terpendek. Sedangkan untuk arah bentang panjang merupakan tulangan pembagi untuk menahan susut seperti yang disarutkan pada *SNI 2847 2013*.

7.2.1.1 Perhitungan Struktur Plat Sebelum Komposit

Momen (M_u) yang digunakan dalam perhitungan penulangan plat sebelum komposit berasal dari perhitungan beban yang bekerja dikalikan dengan faktor kombinasi. Perhitungan penulangan juga harus mempertimbangkan beberapa kondisi pada proses kontruksi yaitu kondisi pengangkatan, penumpukan, pemasangan dan pengangkatan.

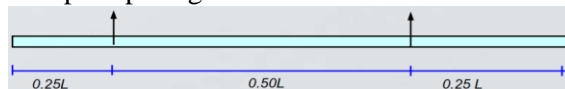
Berikut adalah perhitungan penulangan plat tiap kondisi dengan mutu beton sebagai berikut :

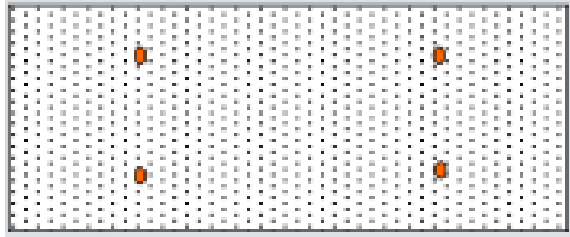
f_c'	= 35 Mpa	umur 28 hari
f_{ci}	= 88% . 35 Mpa = 30,8 Mpa	umur 14 hari
f_{ci}	= 65% . 35 Mpa = 22,5 Mpa	umur 7 hari
f_{ci}	= 46% . 35 Mpa = 16,1 Mpa	umur 3 hari

Nilai β_1 menurut *SNI 2847 2013* pasal 10.2.7.3 untuk f_c' antara 17 MPa – 28 MPa harus diambil 0,85, sedangkan diatas 28 MPa , maka harus direduksi sebesar 0,05 untuk setiap kelebihan kekuatan sebesar 7 MPa diatas 28 MPa, tetapi tidak boleh kurang dari 0,65.

a. Penulangan Pada Kondisi Pengangkatan

Pada proses pengangkatan, digunakan 4 (empat) titik angkat dengan detail seperti pada gambar berikut :





Gambar 7. 5 Titik pengangkatan plat

Proses pengangkatan dilakukan pada umur 3 (tiga) hari dengan mutu baja yaitu $f_c' = 16,1$ MPa.

Perhitungan beban- beban yang bekerja pada waktu pengangkatan :

- **Beban mati**

Berat sendiri	$0,20 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3$	=	960 kg/m	
				----- +
			q_D	= 960 kg /m

- **Beban hidup**

P pekerja		=	100 kg	
			P	= 100 kg

- **Beban ultimate**

Q_D	= $1,3 \cdot q_D = 1,3 \cdot 960 \text{ kg/m}$	=	1248 kg/m	
P_L	= $1,8 \cdot P = 1,8 \cdot 100 \text{ kg/m}$	=	180 kg/m	

Perhitungan momen (M_u)

- **Momen Lapangan**

$$M_u = \frac{1}{10} Q_D \cdot L^2 + \frac{1}{4} P \cdot L$$

$$Mu = \frac{1}{10} \cdot (1248 \text{ kg/m}) \cdot (0,5 \cdot 7,4 \text{ m})^2 + \frac{1}{4} \cdot 180 \text{ kg} \cdot (0,5 \cdot 7,4 \text{ m})$$

$$Mu = 2324,562 \text{ kg.m} = 23245620 \text{ N.mm}$$

Faktor kejut = 1,5

$$1,5 \cdot Mu = 1,5 \cdot 23245620 = 34868430 \text{ N.mm}$$

- Momen Tumpuan

$$Mu = \frac{1}{2} Q_D \cdot L^2$$

$$Mu = \frac{1}{2} \cdot 1248 \text{ kg/m} \cdot (0,25 \cdot 7,4 \text{ m})^2 = 2135,64 \text{ kg/m}$$

Perhitungan penulangan arah Lx

- $$m = \frac{fy}{0,85 \cdot fci'} = \frac{390 \text{ MPa}}{0,85 \cdot (16,1 \text{ MPa})} = 28,5$$

- $$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (fci' - 28)}{7} \right)$$

$$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (35 \text{ MPa} - 28 \text{ MPa})}{7} \right) = 0,80$$

- $$\rho_b = \frac{0,85 \cdot fci' \cdot \beta_1}{fy} \left[\frac{600}{600 + fy} \right]$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 16,1 \text{ MPa} \cdot 0,85}{390 \text{ MPa}} \left[\frac{600}{600 + 390 \text{ MPa}} \right] = 0,0170$$

- $$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot (0,0170) = 0,0128$$

- $$\rho_{\min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{390 \text{ MPa}} = 0,0036$$

- $$d = h - \text{decking} - 1/2D$$

$$d = 200 \text{ mm} - 60 \text{ mm} - \frac{1}{2} \cdot 19 \text{ mm} = 130,5 \text{ mm}$$

- $$Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{34868430 \text{ Nmm}}{0,8 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot (130,5 \text{ mm})^2} = 2,56$$

- $$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right)$$
- $$\rho = \frac{1}{28,5} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 28,5 \cdot 2,56}{390 \text{MPa}}} \right) = 0,0078$$
- Cek nilai $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$
 $0,0036 < 0,0078 < 0,0128$, maka dipakai $\rho = 0,0078$
- $A_s = \rho \cdot b \cdot d$
 $A_s = 0,0078 \cdot 1000 \text{mm} \cdot 130,5 \text{mm}$
 $A_s = 956 \text{mm}^2$
- Maka dipakai tulangan **D19 – 250 mm**
- $A_{s,used} = 956 \text{mm}^2 > 1190 \text{mm}^2 \dots\dots\dots(\mathbf{o.k})$

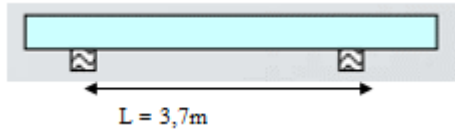
Perhitungan penulangan arah L_y

Menurut peraturan SNI 2847 2013 pasal 7.12.2.1, untuk plat *one way* maka tulangan searah bentang panjang harus disediakan dengan rasio antara 0,0020 dan 0,0018 untuk mutu baja 390 MPa.

- Mutu baja (f_y) = 390 MPa
- Rasio efektif = 0,001886
- $d = h - \text{decking} - 1/2D$
 $d = 180 \text{mm} - 60 \text{mm} - \frac{1}{2} \cdot 19 \text{mm} - 19 \text{mm} = 111,5 \text{mm}$
- $A_s = \rho \cdot b \cdot d$
 $A_s = 0,001886 \cdot 1000 \text{mm} \cdot 111,5 \text{mm}$
 $A_s = 210 \text{mm}^2$
- Maka dipakai tulangan **D19 – 250 mm**
- $A_{s,used} = 1134 \text{mm}^2 > 210 \text{mm}^2 \dots\dots\dots(\mathbf{o.k})$

b. Penulangan Pada Kondisi Penumpukan

Pada proses penumpukan, digunakan balok kayu sejarak seperempat bentang dari tepi plat seperti pada gambar beriku :



Gambar 7. 6 Penumpukan Plat

Proses penumpukan dilakukan pada umur 3 (tiga) hari dengan mutu baja yaitu $f_c' = 16,1$ MPa.

Perhitungan beban- beban yang bekerja pada waktu penumpukan :

- **Beban mati**
 Berat sendiri $0,20 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 960 \text{ kg/m}$
 ----- +
 $q_D = 960 \text{ kg/m}$
- **Beban hidup**
 P pekerja $= 100 \text{ kg}$
 $P = 100 \text{ kg}$
- **Beban ultimate**
 $Q_D = 1,3 \cdot q_D = 1,3 \cdot 960 \text{ kg/m} = 1248 \text{ kg/m}$
 $P_L = 1,8 \cdot P = 1,8 \cdot 100 \text{ kg/m} = 180 \text{ kg/m}$

Perhitungan momen (M_u)

- **Momen Lapangan**

$$M_u = \frac{1}{10} Q_D \cdot L^2 + \frac{1}{4} P \cdot L$$

$$M_u = \frac{1}{10} \cdot (1248 \text{ kg/m}) \cdot (0,5 \cdot 7,4 \text{ m})^2 + \frac{1}{4} \cdot 180 \text{ kg} \cdot (0,5 \cdot 7,4 \text{ m})$$

$$Mu = 2324,562 \text{ kg.m} = 23245620 \text{ N.mm}$$

Faktor kejut = 1,5

$$1,5.Mu = 1,5.23245620 = 34868430 \text{ N.mm}$$

- Momen Tumpuan

$$Mu = \frac{1}{2} Q_D \cdot L^2$$

$$Mu = \frac{1}{2} \cdot 1248 \text{ kg/m} \cdot (0,25 \cdot 7,4 \text{ m})^2 = 2135,64 \text{ kg/m}$$

Perhitungan penulangan arah Lx

- $m = \frac{fy}{0,85 \cdot fci'} = \frac{390 \text{ MPa}}{0,85 \cdot (16,1 \text{ MPa})} = 28,5$
- $\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (fc' - 28)}{7} \right)$
 $\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (35 \text{ MPa} - 28 \text{ MPa})}{7} \right) = 0,80$
- $\rho_b = \frac{0,85 \cdot fc' \cdot \beta_1}{fy} \left[\frac{600}{600 + fy} \right]$
 $\rho_b = \frac{0,85 \cdot 16,1 \text{ MPa} \cdot 0,85}{390 \text{ MPa}} \left[\frac{600}{600 + 390 \text{ MPa}} \right] = 0,0170$
- $\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot (0,0170) = 0,0128$
- $\rho_{\min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{390 \text{ MPa}} = 0,0036$
- $d = h - \text{decking} - 1/2D$
 $d = 200 \text{ mm} - 60 \text{ mm} - \frac{1}{2} \cdot 19 \text{ mm} = 130,5 \text{ mm}$
- $Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{34868430 \text{ Nmm}}{0,8 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot (130,5 \text{ mm})^2} = 2,56$
- $\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right)$

$$\rho = \frac{1}{28,5} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.28,5.2,56}{390MPa}} \right) = 0,0078$$

- Cek nilai $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$
 $0,0036 < 0,0078 < 0,0128$, maka dipakai $\rho = 0,0078$
- $A_s = \rho.b.d$
 $A_s = 0,0078 \cdot 1000mm \cdot 130,5mm$
 $A_s = 956mm^2$
- Maka dipakai tulangan **D19 – 250 mm**
- $A_{s,used} = 956mm^2 > 1190mm^2 \dots\dots\dots(o.k)$

Perhitungan penulangan arah L_y

Menurut peratunaran SNI 2847 2013 pasal 7.12.2.1 , untuk plat *one way* maka tulangan searah bentang panjang harus disediakan dengan rasio antara 0,0020 dan 0,0018 untuk mutu baja 390 MPa.

- Mutu baja (f_y) = 390 MPa
- Rasio efektif = 0,001886
- $d = h - \text{decking} - 1/2D$
 $d = 180mm - 60mm - \frac{1}{2} \cdot 19mm - 19mm = 111,5mm$
- $A_s = \rho.b.d$
 $A_s = 0,001886 \cdot 1000mm \cdot 111,5mm$
 $A_s = 210mm^2$
- Maka dipakai tulangan **D19 – 250 mm**
- $A_{s,used} = 1134mm^2 > 210mm^2 \dots\dots\dots(o.k)$

c. Penulangan Pada Kondisi Pemasangan

Pada proses pemasangan, plat langsung penumpu pada balok induk dan balok anak seperti pada gambar berikut :

Proses pemasangan dilakukan pada umur 7 (tiga) hari dengan mutu baja yaitu $f_c' = 22,75$ MPa

Perhitungan beban- beban yang bekerja pada waktu pengangkatan :

- **Beban mati**
 Berat sendiri $0,20 \text{ m} \times 7,4 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 3552 \text{ kg/m}$
 ----- +
 $q_D = 3552 \text{ kg/m}$
- **Beban hidup**
 P pekerja $= 100 \text{ kg}$
 $P = 100 \text{ kg}$
- **Beban ultimate**
 $Q_D = 1,3 \cdot q_D = 1,3 \cdot 3552 \text{ kg/m} = 4617,6 \text{ kg/m}$
 $P_L = 1,8 \cdot P = 1,8 \cdot 100 \text{ kg/m} = 180 \text{ kg/m}$

Perhitungan momen (Mu)

Dalam sistim plat *one way*, beban yang berkerja akan terdistribusikan ke arah bentang pendek (l_x) yaitu 2m.

- **Momen Lapangan**

$$Mu = \frac{1}{10} Q_D \cdot L^2 + \frac{1}{4} P \cdot L$$

$$Mu = \frac{1}{10} \cdot (4617,6 \text{ kg/m}) \cdot (2\text{m})^2 + \frac{1}{4} \cdot 180\text{kg} \cdot (2\text{m})$$

$$Mu = 2027,04\text{kg} \cdot \text{m} = 20270400 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Faktor kejut = 1,5

$$1,5 \cdot Mu = 1,5 \cdot 20270400 \text{ N} \cdot \text{mm} = 30405600 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

- Momen Tumpuan

$$Mu = \frac{1}{2} Q_D \cdot L^2$$

$$Mu = \frac{1}{2} \cdot 4617,6 \text{ kg/m} \cdot (2\text{m})^2 = 167,62 \text{ kg/m}$$

Perhitungan penulangan arah Lx

- $m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{390 \text{ MPa}}{0,85 \cdot (22,75 \text{ MPa})} = 20,2$

- $\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (f_c' - 28)}{7} \right)$

$$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (35 \text{ MPa} - 28 \text{ MPa})}{7} \right) = 0,80$$

- $\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \left[\frac{600}{600 + f_y} \right]$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 22,75 \text{ MPa} \cdot 0,85}{390 \text{ MPa}} \left[\frac{600}{600 + 390 \text{ MPa}} \right] = 0,0240$$

- $\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot (0,0170) = 0,0180$

- $\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390 \text{ MPa}} = 0,0036$

- $d = h - \text{decking} - 1/2D$

$$d = 200 \text{ mm} - 80 \text{ mm} - \frac{1}{2} \cdot 19 \text{ mm} = 130,5 \text{ mm}$$

- $Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{30405600 \text{ Nmm}}{0,8 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot (130,5 \text{ mm})^2} = 2,232$

- $\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right)$

$$\rho = \frac{1}{20,2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20,2 \cdot 2,232}{390 \text{ MPa}}} \right) = 0,0061$$

- Cek nilai $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$

$0,0036 < 0,0061 < 0,018$, maka dipakai $\rho = 0,0061$

- $A_s = \rho \cdot b \cdot d$
 $A_s = 0,0061 \text{ mm} \cdot 130,5 \text{ mm}$
 $A_s = 796 \text{ mm}^2$
- Maka dipakai tulangan ***D19 – 250 mm***
- $A_{s,used} = 1134 \text{ mm}^2 > 796 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots(\text{o.k})$

Perhitungan penulangan arah L_y

Menurut peraturanan SNI 2847 2013 pasal 7.12.2.1 , untuk plat *one way* maka tulangan searah bentang panjang harus disediakan dengan rasio antara 0,0020 dan 0,0018 untuk mutu baja 390 MPa.

- Mutu baja (f_y) = 390 MPa
- Rasio efektif = 0,001886
- $d = h - \text{decking} - 1/2D$
 $d = 200 \text{ mm} - 80 \text{ mm} - 19 \text{ mm} - \frac{1}{2} \cdot 19 \text{ mm} = 111,5 \text{ mm}$
- $A_s = \rho \cdot b \cdot d$
 $A_s = 0,001886 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 111,5 \text{ mm}$
 $A_s = 210 \text{ mm}^2$
- Maka dipakai tulangan ***D19 – 250 mm***
- $A_{s,used} = 1134 \text{ mm}^2 > 210 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots(\text{o.k})$

d. Penulangan Pada Kondisi Pengecoran

Pada proses pengecoran , plat langsung penumpu pada balok induk dan balok anak seperti pada gambar berikut :

Proses pengecoran dilakukan pada umur 7 (tujuh) hari dengan mutu baja yaitu $f_c' = 22,75 \text{ MPa}$

Perhitungan beban- beban yang bekerja pada waktu pengangkatan :

- Beban mati

$$\text{Berat sendiri} \quad 0,20 \text{ m} \times 7,4\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 3552 \text{ kg/m}$$

$$\text{Overtopping} \quad 0,22 \text{ m} \times 7,4 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 3907,2 \text{ kg/m}$$

----- +

$$q_D = 7459,2 \text{ kg /m}$$

- Beban hidup

$$P \text{ pekerja} = 100 \text{ kg}$$

$$P = 100 \text{ kg}$$

- Beban ultimate

$$Q_D = 1,3 \cdot q_D = 1,3 \cdot 7459,4 \text{ kg/m} = 9696,96 \text{ kg/m}$$

$$P_L = 1,8 \cdot P = 1,8 \cdot 100 \text{ kg/m} = 180 \text{ kg/m}$$

Perhitungan momen (Mu)

Dalam sistim plat *one way*, beban yang berkerja akan terdistribusikan ke arah bentang pendek (*lx*) yaitu 2m.

- Momen Lapangan

$$Mu = \frac{1}{10} Q_D \cdot L^2 + \frac{1}{4} P \cdot L$$

$$Mu = \frac{1}{10} \cdot (9696,96 \text{ kg / m}) \cdot (2\text{m})^2 + \frac{1}{4} \cdot 180 \text{ kg} \cdot (2\text{m})$$

$$Mu = 4058,784 \text{ kg} \cdot \text{m} = 40587840 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Faktor kejut = 1,5, maka

$$Mu = 40587840 \text{ N} \cdot \text{mm} \cdot 1,5 = 60881760 \text{ Nmm}$$

- Momen Tumpuan

$$Mu = \frac{1}{2} Q_D \cdot L^2$$

$$Mu = \frac{1}{2} \cdot 6945,12 \text{ kg} / \text{m} \cdot (2\text{m})^2 = 612,56 \text{ kg} / \text{m}$$

$$Mu = 612,56 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot 1,5 = 9188400 \text{ Nmm}$$

Perhitungan penulangan arah Lx

- $m = \frac{fy}{0,85 \cdot fc'} = \frac{390 \text{ MPa}}{0,85 \cdot (22,75 \text{ MPa})} = 20,2$
- $\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (fc' - 28)}{7} \right)$
 $\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (30,80 \text{ MPa} - 28 \text{ MPa})}{7} \right) = 0,80$
- $\rho_b = \frac{0,85 \cdot fc' \cdot \beta_1}{fy} \left[\frac{600}{600 + fy} \right]$
 $\rho_b = \frac{0,85 \cdot 22,5 \text{ MPa} \cdot 0,85}{390 \text{ MPa}} \left[\frac{600}{600 + 390 \text{ MPa}} \right] = 0,0024$
- $\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot (0,024) = 0,018$
- $\rho_{\min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{390 \text{ MPa}} = 0,0036$
- $d = h - \text{decking} - 1/2D$
 $d = 200 \text{ mm} - 80 \text{ mm} - \frac{1}{2} \cdot 19 \text{ mm} = 130,5 \text{ mm}$
- $Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{60881760 \text{ Nmm}}{0,8 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot (22,75,5 \text{ mm})^2} = 4,469$
- $\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right)$
 $\rho = \frac{1}{20,2} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20,2 \cdot 4,469}{390 \text{ MPa}}} \right) = 0,01322$
- Cek nilai $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$
 $0,0036 < 0,01322 < 0,018$, maka dipakai $\rho = 0,01322$
- $A_s = \rho \cdot b \cdot d$
 $A_s = 0,01322 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 130,5 \text{ mm}$

$$A_s = 1725 \text{ mm}^2$$

- Maka dipakai tulangan **D19 – 150 mm**
- $A_{s,used} = 1890 \text{ mm}^2 > 1725 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots(o.k)$

Perhitungan penulangan arah L_y

Menurut peraturanan SNI 2847 2013 pasal 7.12.2.1 , untuk plat *one way* maka tulangan searah bentang panjang harus disediakan dengan rasio antara 0,0020 dan 0,0018 untuk mutu baja 390 MPa.

- Mutu baja (f_y) = 390 MPa
- Rasio efektif = 0,001886
- $d = h - \text{decking} - 1/2D$

$$d = 200 \text{ mm} - 80 \text{ mm} - 19 \text{ mm} - \frac{1}{2} \cdot 19 \text{ mm} = 111,5 \text{ mm}$$

- $A_s = \rho \cdot b \cdot d$
 $A_s = 0,001886 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 111,5 \text{ mm}$
 $A_s = 210 \text{ mm}^2$
- Maka dipakai tulangan **D19 – 250 mm**
- $A_{s,used} = 1134 \text{ mm}^2 > 210 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots(o.k)$

7.2.1.2 Kontrol Plat Pracetak

Plat pracetak yang telah direncanakan harus dikontrol dimimna tegangan yang terjadi harus lebih besar dari teggangan izin bahan (f_{ci}).

Berikut adalah perhitungan pembebanan di tiap kondisi.

qu pengangkatan	$1,3 \cdot 0,2 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3$	=	624 kg/m ²
qu penumpukan	$1,3 \cdot 0,2 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3$	=	624 kg/m ²
Pu pemasangan	1,8 . 200 kg	=	360 kg
qu pngecoran	$1,3 \cdot 0,42 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3$	=	1310 kg/m ²

$$Pu_{\text{pnceoran}} = 1,8 \cdot 200 \text{ kg} = 360 \text{ kg}$$

Sedangkan momen tahanan plat terhadap beban dapat dihitung sebagai berikut :

- Arah x

$$W_x = \frac{1}{6} L t_1^2 = \frac{1}{6} 0,5 \cdot 740 \text{ cm} \cdot (2 \text{ cm})^2 = 24666,67 \text{ cm}^3$$

- Arah y

$$W_x = \frac{1}{6} L t_1^2 = \frac{1}{6} 0,5 \cdot 200 \text{ cm} \cdot (2 \text{ cm})^2 = 6666,67 \text{ cm}^3$$

a. Kontrol Pengangkatan ($f_{ci} = 16,1 \text{ MPa}$)

Berikut perhitungan untuk kontrol pengangkatan :

- $f_r = 0,7 \sqrt{f_{ci}} = 0,7 \sqrt{16,1 \text{ MPa}} = 2,8 \text{ MPa} = 28,09 \text{ kg / cm}^2$

- $M_x = -M_x = 0,0107 \cdot Q \cdot a^2 \cdot b \dots$ (*PCI Design Handbook for precast*)

$$M_x = -M_x = 0,0107 \cdot 624 \text{ kg / m} \cdot (2 \text{ m})^2 \cdot 7,4 \text{ m}$$

$$M_x = -M_x = 197,63 \text{ kg.m}$$

- $M_y = -M_y = 0,0107 \cdot Q \cdot b^2 \cdot a \dots$ (*PCI Design Handbook for precast*)

$$M_y = -M_y = 0,0107 \cdot 624 \text{ kg / m} \cdot (7,4 \text{ m})^2 \cdot 2 \text{ m}$$

$$M_y = -M_y = 731,24 \text{ kg.m}$$

- Faktor kejut = 1,5

- $M_x' = -M_x' = 1,5 \cdot M_x = 1,5 \cdot 197,63 \text{ kg.m} = 296,45 \text{ kg.m}$

- $M_y' = -M_y' = 1,5 \cdot M_y = 1,5 \cdot 731,24 \text{ kg.m} = 1096,86 \text{ kg.m}$

- Tegangan yang terjadi (x)

$$\sigma_x = \frac{M_x'}{W_x} = \frac{296,45 \cdot 100 \text{ kg.cm}}{24666,67 \text{ cm}^3} = 1,202 \text{ kg / cm}^2 < f_r = 28,09 \text{ kg / cm}^2$$

- Tegangan yang terjadi (y)

$$\sigma_x = \frac{M_x'}{W_x} = \frac{1096,86 \cdot 100 \text{ kg.cm}}{6666,67 \text{ cm}^3} = 16,45 \text{ kg / cm}^2 < f_r = 28,09 \text{ kg / cm}^2$$

b. Kontrol Penumpukan ($f_{ci} = 16,1 \text{ MPa}$)

Berikut perhitungan untuk kontrol pengangkatan :

- $f_r = 0,7\sqrt{f_{ci}} = 0,7\sqrt{16,1\text{MPa}} = 2,8\text{MPa} = 28,09\text{kg} / \text{cm}^2$

- Berat pelat per meter panjang

$$q_u = 1,3 \cdot 2\text{m} \cdot 0,2 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 1248\text{kg/m}^2$$

$$P_u = 1,8 \cdot 200 \text{ kg} = 360 \text{ kg}$$

- $W = \frac{1}{6} L t_1^2 = \frac{1}{6} \cdot 200\text{cm} \cdot (20\text{cm})^2 = 13333,33\text{cm}^3$

- $M_L = \frac{1}{10} q \cdot L^2 + 0,25 \cdot P_u \cdot L = 2041,51\text{kg} \cdot \text{m}$

- $M_T = \frac{1}{8} q \cdot L^2 = 2135,64\text{kg} \cdot \text{m}$

- Faktor kejut = 1,5

- $M_L = 1,5 \cdot 2041,51\text{kg} \cdot \text{m} = 3061,27\text{kg} \cdot \text{m}$

- $M_T = 1,5 \cdot 2135,64\text{kg} \cdot \text{m} = 3203,46\text{kg} \cdot \text{m}$

- Tegangan yang terjadi (x)

$$\sigma_L = \frac{M'}{W} = \frac{1475,17 \cdot 100\text{kg} \cdot \text{cm}}{9633,33\text{cm}^3} = 15,31\text{kg} / \text{cm}^2 < f_r = 28,09\text{kg} / \text{cm}^2$$

- Tegangan yang terjadi (x)

$$\sigma_x = \frac{Mx'}{Wx} = \frac{3203,46 \cdot 100\text{kg} \cdot \text{cm}}{13333,33\text{cm}^3} = 24,03\text{kg} / \text{cm}^2 < f_r = 28,09\text{kg} / \text{cm}^2$$

c. Kontrol Pemasangan ($f_{ci} = 22,75 \text{ MPa}$)

Berikut perhitungan untuk kontrol pemasangan, dimana plat pracetak ditumpu oleh batang terpendek plat.

- $f_r = 0,7\sqrt{f_{ci}} = 0,7\sqrt{22,75\text{MPa}} = 3,339\text{MPa} = 33,39\text{kg} / \text{cm}^2$

- Berat pelat per meter panjang

$$q_u = 1,3 \cdot 7,4 \text{ m} \cdot 0,2 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 1248 \text{ kg/m}^2$$

$$Pu = 1,8 \cdot 200 \text{ kg} = 360 \text{ kg}$$

- $W = \frac{1}{6} L t_1^2 = \frac{1}{6} \cdot 200 \text{ cm} \cdot (20 \text{ cm})^2 = 13333,33 \text{ cm}^3$
- $M_L = \frac{1}{10} q \cdot L^2 + 0,25 \cdot Pu \cdot L = 1005 \text{ kg} \cdot \text{m}$
- $M_T = \frac{1}{8} q \cdot L^2 = 975 \text{ kg} \cdot \text{m}$
- Faktor kejut = 1,5
- $M_L = 1,5 \cdot 1005 \text{ kg} \cdot \text{m} = 1507,5 \text{ kg} \cdot \text{m}$
- $M_T = 1,5 \cdot 975 \text{ kg} \cdot \text{m} = 1462,5 \text{ kg} \cdot \text{m}$
- Tegangan yang terjadi (x)

$$\sigma_L = \frac{M'}{W} = \frac{1507,5 \cdot 100 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{13333,33 \text{ cm}^3} = 11,31 \text{ kg} / \text{cm}^2 < fr = 33,39 \text{ kg} / \text{cm}^2$$
- Tegangan yang terjadi (x)

$$\sigma_x = \frac{Mx'}{Wx} = \frac{1462,50 \cdot 100 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{13333,33 \text{ cm}^3} = 10,97 \text{ kg} / \text{cm}^2 < fr = 33,39 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

d. Kontrol Pengecoran ($fci = 22,75 \text{ MPa}$)

Berikut perhitungan untuk kontrol pengecoran, dimana plat pracetak ditumpu oleh bantang terpendek plat yaitu 2 m. Gaya-gaya pun juga terdistribusi ke bantang terpendek (lx).

- $fr = 0,7 \sqrt{fci} = 0,7 \sqrt{22,75 \text{ MPa}} = 3,339 \text{ MPa} = 33,39 \text{ kg} / \text{cm}^2$
- Berat pelat per meter panjang

$$qu = 1,3 \cdot 5,3 \text{ m} \cdot 0,42 \text{ m} \cdot 2400 \text{ kg} / \text{m}^3 = 2620,8 \text{ kg} / \text{m}^2$$

$$Pu = 1,8 \cdot 200 \text{ kg} = 360 \text{ kg}$$
- $W = \frac{1}{6} L t_1^2 = \frac{1}{6} \cdot 200 \text{ cm} \cdot (42 \text{ cm})^2 = 58880 \text{ cm}^3$
- $M_L = \frac{1}{10} q \cdot L^2 + 0,25 \cdot Pu \cdot L = 1228,32 \text{ kg} \cdot \text{m}$
- $M_T = \frac{1}{8} q \cdot L^2 = 1310,40 \text{ kg} \cdot \text{m}$
- Faktor kejut = 1,5

- $M_L = 1,5.1228,32kg.m = 1842,48kg.m$
- $M_T = 1,5.1310,40kg.m = 1965,6kg.m$
- Tegangan yang terjadi (x)

$$\sigma_L = \frac{M'}{W} = \frac{1842,48.100kg.cm}{58800cm^3} = 3,133kg/cm^2 < fr = 33,39kg/cm^2$$
- Tegangan yang terjadi (x)

$$\sigma_x = \frac{Mx'}{Wx} = \frac{1965,6.100kg.cm}{58800cm^3} = 3,343kg/cm^2 < fr = 33,39kg/cm^2$$

e. Cek Lendutan yang terjadi

Lendutan yang terjadi yang harus dicek adalah pada waktu kondisi terkritis yaitu pada saat pengecoran.

Lendutan izin

- $f_o = \frac{1}{250}L = \frac{1}{250}.7,4m = 0,0296m = 2,96cm$

Lendutan terjadi

- $W = 0,42.2400kg/cm^3.2m = 2016kg/m = 20,16kg/cm$
- $L^4 = (7,4m)^4 = 2998,658m^4 = 299866000000cm^4$
- $E = 47000\sqrt{22,75MPa} = 224175,7kg/cm^2$
- $I = \frac{1}{12}.2m..(0,42m)^3 = 0,012348m^4 = 1234800cm^4$
- $f_{max} = \frac{5.W.L^4}{384.IE} = 0,2cm < f_o = 2,96cm \dots\dots\dots(o.k)$

7.2.1.3 Perhitungan Struktur Plat Sesudah Komposit

Momen (Mu) yang digunakan dalam perhitungan penulangan plat sesudah komposit berasal dari analisa menggunakan program SAP2000.

- Mu lapangan = 131102480 Nmm
- Mu tumpuan = 219045510 Nmm

a. Perhitungan penulangan arah Lx Lapangan

- $$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{390MPa}{0,85 \cdot (35MPa)} = 13,1$$
- $$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (f_c' - 28)}{7} \right)$$

$$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (35MPa - 28MPa)}{7} \right) = 0,80$$
- $$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \left[\frac{600}{600 + f_y} \right]$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 35MPa \cdot 0,85}{390MPa} \left[\frac{600}{600 + 390MPa} \right] = 0,037$$
- $$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot (0,037) = 0,0277$$
- $$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390MPa} = 0,0036$$
- $$d = h - \text{decking} - 1/2D$$

$$d = 420mm - 60mm - \frac{1}{2} \cdot 19mm = 350,5mm$$
- $$Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{131102480 \text{ Nmm}}{0,8 \cdot 1000mm \cdot (350,5mm)^2} = 1,334$$
- $$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,1} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,1 \cdot 1,334}{390MPa}} \right) = 0,0035$$
- Cek nilai $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$
 $0,0036 < 0,0035 < 0,0277$, maka dipakai $\rho = 0,0036$
- $$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0,0036 \cdot 1000mm \cdot 350,5mm$$

$$A_s = 1258mm^2$$
- Maka dipakai tulangan **D19 – 220 mm**
- $$A_{s \text{ used}} = 1289mm^2 > 1258mm^2 \dots\dots\dots(o.k)$$

b. Perhitungan penulangan arah Lx tumpuan

- $$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{390MPa}{0,85 \cdot (35MPa)} = 13,1$$
- $$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (f_c' - 28)}{7} \right)$$

$$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (35MPa - 28MPa)}{7} \right) = 0,80$$
- $$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \left[\frac{600}{600 + f_y} \right]}{f_y}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 35MPa \cdot 0,85 \left[\frac{600}{600 + 390MPa} \right]}{390MPa} = 0,037$$
- $$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot (0,037) = 0,0277$$
- $$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390MPa} = 0,0036$$
- $$d = h - \text{decking} - 1/2D$$

$$d = 420mm - 80mm - \frac{1}{2} \cdot 19mm = 350,5mm$$
- $$Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{21905510 \text{ Nmm}}{0,8 \cdot 1000mm \cdot (350,5mm)^2} = 2,229$$
- $$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,1} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,1 \cdot 2,229}{390MPa}} \right) = 0,00595$$
- Cek nilai $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$
 $0,0036 < 0,00595 < 0,0277$, maka dipakai $\rho = 0,00595$
- $$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0,00595 \cdot 1000mm \cdot 350,5mm$$

$$A_s = 2084mm^2$$
- Maka dipakai tulangan **D19 – 100 mm**

- $A_{s,used} = 2578mm^2 > 2084mm^2 \dots\dots\dots(o.k)$

c. **Perhitungan penulangan arah Ly**

Menurut peraturan SNI 2847 2013 pasal 7.12.2.1 , untuk plat *one way* maka tulangan searah bentang panjang harus disediakan dengan rasio antara 0,0020 dan 0,0018 untuk mutu baja 390 MPa.

- Mutu baja (f_y) = 390 MPa
- Rasio efektif = 0,001886
- $d = h - \text{decking} - 1/2D$

$$d = 420mm - 60mm - \frac{1}{2} \cdot 19mm - 19mm = 331,5mm$$

- $A_s = \rho \cdot b \cdot d$
 $A_s = 0,001886 \cdot 1000mm \cdot 331,5mm$
 $A_s = 625mm^2$
- Maka dipakai tulangan **D19 – 250 mm**
- $A_{s,used} = 1134mm^2 > 625mm^2 \dots\dots\dots(o.k)$

7.2.1.4 Perhitungan penulangan Stud Plat Lantai

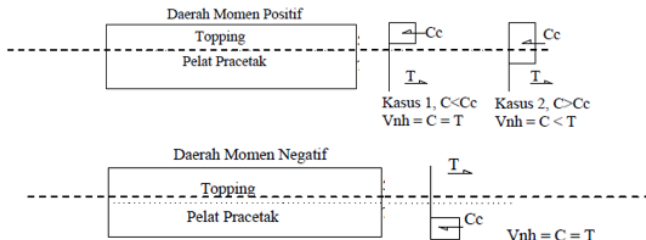
Pada perencanaan yang memakai elemen pracetak dan *topping* cor ditempatmaka transfer gaya regangan horizontal yang terjadi harus dipastikan mampu dipikul oleh seluruh penampang, baik oleh elemen pracetak maupun oleh *topping* cor. Oleh karena itu, dibutuhkan tulangan stud untuk mengikat elemen pracetak dengan elemen *overtopping*.

Stud berfungsi sebagai sengkang pengikat elemen sehingga mampu menstransfer gaya-gaya dalam yang bekerja pada penampang tekan menjadi gaya horizontal yang bekerja pada permukaan pertemuan elemen pracetak dengan *overtopping*.

Ada dua kasus gaya geser horizotal yang terjadi pada penampang komposit yaitu :

1. Gaya tekan elemen komposit kurang dari gaya tekan elemen cor setempat
2. Gaya tekan elemen komposit lebih dari gaya tekan elemen cor setempat.

Berikut adalah penggambaran kedua kasus tersebut :



Perhitungan Stud pelat 2000 mm x 5300 mm

- $C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot A_{topping}$
 $C_c = 0,85 \cdot 35 \text{ MPa} \cdot (420 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ mm}) = 6545000 \text{ N}$

Diameter tulangan stud rencana adalah **D 13 mm**

Mutu tulangan BJTP 30, $f_y = 390 \text{ MPa}$, $f_u = 560 \text{ MPa}$

- $A_{stud} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \phi^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (13 \text{ mm})^2 = 78,58 \text{ mm}^2$
- $V_{nh} = C = T$
 $V_{nh} = A_s \cdot f_y = 78,58 \text{ mm}^2 \cdot 390 \text{ MPa} = 51766 \text{ N}$
- $d = h - \text{decking} - 1/2D$
 $d = 420 \text{ mm} - 80 \text{ mm} - \frac{1}{2} \cdot 19 \text{ mm} = 355,5 \text{ mm}$
- $0,55A_c = 0,55 \cdot b \cdot w \cdot d$
 $0,55A_c = 0,55 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 355,5 \text{ mm}$
 $0,55A_c = 195525 \text{ N}$
- Syarat $V_{nh} < 0,55 \cdot A_c$
 $51766 \text{ N} < 195525 \text{ N} \dots\dots\dots(o.k)$

Sesuai dengan *SNI 2847 2013*, diasumsikan kontak permukaan plat pracetak adalah bersih dan bebas dari serpihan serta bidang kontak tidak dikasarkan dimana $Vnh \leq 0,55 bw.d$, maka s_{max} dapat dihitung sebesar 4 (empat) kali dimensi yang ditumpu tetapi tidak boleh melebihi 600 mm.

- $S_{max} = 4.220mm = 880mm > 600 \text{ mm}$,
maka $S_{max} = 600 \text{ mm}$.
- $S_{rencana} = 400mm$

Menghitung luas tulangan Stud minimal dengan mengambil yang terbesar dari dua persamaan berikut :

- $A_{v_{min}} = 0,062 \cdot \sqrt{f_c'} \frac{bw \cdot s}{f_y}$
 $A_{v_{min}} = 0,062 \cdot \sqrt{35MPa} \frac{1000mm \cdot 200mm}{390MPa} = 376,2mm^2$
- $A_{v_{min}} = \frac{0,35 \cdot bw \cdot s}{f_y}$
 $A_{v_{min}} = \frac{0,35 \cdot 1000mm \cdot 200mm}{390MPa} = 358,97mm^2$
- Maka dipakai $A_{v_{min}} = 376,2 \text{ mm}^2$
- Sehingga dipasang stud (*shear connector*) **D 13-500 mm** dengan $A_v = 398,2 \text{ mm}^2$.

7.2.1.5 Perhitungan Tulangan Angkat

Pelat pracetak direncanakan diangkat dengan 4 (empat) titik angkat. Berikut adalah perhitungan tulangan angkat :

Perhitungan beban yang bekerja

	qu	1,3 .2m. 0,2 m . 2400 kg/m ³	=	1060,8 kg/m
	Stud + tul angkat	10 % . 1060,8		106,08 kg/m
				----- +

$$\begin{array}{rcl}
 & q_{uDL} & 1166,88 \text{ kg/m} \\
 P_u & 1,8 \cdot 200 \text{ kg} & = 360 \text{ kg}
 \end{array}$$

Beban yang harus di angkat

- $W = q_{uDL} \cdot L + P_u = 1166,88 \text{ kg/m} \cdot 5,3 \text{ m} + 360 = 6544,464 \text{ kg}$

Beban yang diterima setiap titik angkat (P)

- $P = \frac{W}{4} = \frac{6544,464 \text{ kg}}{4} = 1639,116 \text{ kg}$

Digunakan baja BJTP grade 30 ($f_y = 265 \text{ MPa}$), dimana tegangan tarik izin baja adalah :

- $\sigma_{bj} = \frac{f_y}{1,5} = \frac{265 \text{ MPa}}{1,5} = 176,7 \text{ MPa} = 1767 \text{ kg/cm}^2$
- $A_s = \frac{P}{\sigma_{bj}} = \frac{1639,116 \text{ kg}}{1767} = 0,929 \text{ cm}^2$

Maka dipakai tulangan $\emptyset\text{-13}$ ($A_s = 1,33 \text{ cm}^2 > A_{s\text{perlu}} = 0,929 \text{ cm}^2$)

7.2.1.6 Rekap penulangan Plat Lantai Dermaga dan Trestle

Berikut adalah rekap penulangan plat dermaga dan trestle, pada waktu sebelum dan sesudah komposit :

Tabel 7. 1 Rekap Kebutuhan Tulangan Plat Dermaga Sebelum Komposit

Kondisi	Tebal	Penulangan lx		Penulangan ly		Tulangan Stud	Tulangan Angkat
	(mm)	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan		
Pengangkatan	200	D 19 - 250	D 19 - 250	D 19 - 250	D 19 - 250	D 13 - 400	4 D 13
Penumpukan	200	D 19 - 250	D 19 - 250	D 19 - 250	D 19 - 250		
Pemasangan	200	D 19 - 250	D 19 - 250	D 19 - 250	D 19 - 250		
Pengecoran	200	D 19 - 150	D 19 - 250	D 19 - 250	D 19 - 250		

Tabel 7. 2 Rekap Kebutuhan Tulangan Plat Trestle Sebelum Komposit

Kondisi	Tebal	Penulangan lx		Penulangan ly		Tulangan Stud	Tulangan Angkat
	(mm)	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan		
Pengangkatan	200	D 19 - 250	D 19 - 250	D 19 - 250	D 19 - 250	D 13 - 400	4 D 13
Penumpukan	200	D 19 - 250	D 19 - 250	D 19 - 250	D 19 - 250		
Pemasangan	200	D 19 - 200	D 19 - 250	D 19 - 250	D 19 - 250		
Pengecoran	200	D 19 - 100	D 19 - 250	D 19 - 250	D 19 - 250		

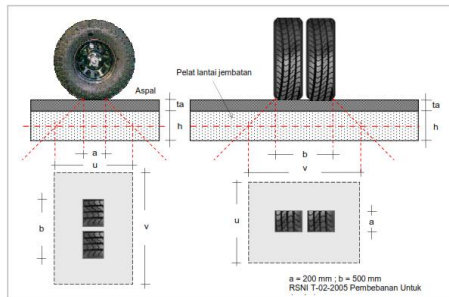
Tabel 7. 3 Rekap Kebutuhan Tulangan Plat Dermaga dan Trestle Setelah Komposit

Tipe Plat	Tebal	Penulangan lx		Penulangan ly	
	(mm)	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan
A1 Dermaga	420	D 19 - 220	D 19 - 100	D 19 - 250	D 19 - 250
A2 Trestle	420	D 19 - 200	D 19 - 200	D 19 - 250	D 19 - 250

7.2.1.7 Kontrol Geser Pons

Berdasarkan SNI 2847 2002 kontrol geser pounch di hitung dengan persamaan berikut :

$$V_{nc} = (1 + 2/\beta) \cdot \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) \cdot U \cdot d$$



Diketahui data-data perhitungan sebagai berikut :

- a : 200 mm
- b : 500 mm
- tebal plat (t) : 420 mm
- $b_o = 2 \cdot (0,5 \cdot t) + a$: 620 mm
- $d_o = 2 \cdot (0,5 \cdot t) + b$: 920 mm
- $\beta = \frac{b}{a} = \frac{500}{200} = 2,5$
- $U = \text{keliling kritis} = 2 \cdot (b_o + d_o) = 2 \cdot (620 + 920) \text{ mm} = 3080 \text{ mm}$
- Mutu beton (f_c') = 35 MPa
- Beban P roda = 190000N

Mencari kekuatan geser ultimate plat

- $V_{nc} = (1 + 2/\beta) \cdot \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{6}\right) \cdot U \cdot d$
 $V_{nc} = (1 + 2/2,5) \cdot \left(\frac{\sqrt{35 \text{ MPa}}}{6}\right) \cdot 3080 \text{ mm} \cdot 420 \text{ mm} = 2733228,86 \text{ N}$
- $V_c = \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{3}\right) \cdot U \cdot b = \left(\frac{\sqrt{35 \text{ MPa}}}{3}\right) \cdot 3080 \text{ mm} \cdot 500 \text{ mm} = 3036920,96 \text{ N}$
- $V_c = 3036920,96 \text{ N} > V_{nc} = 2733228,86 \text{ N} \dots \dots \text{(OK)}$
- $V_u = 1,8 \cdot P = 1,8 \cdot 190000 \text{ N} = 342000 \text{ N}$
- $0,6 \cdot V_c = 0,6 \cdot 3036920,96 \text{ N} = 1822152,7 \text{ N}$
- $0,6 \cdot V_c = 1822152,7 \text{ N} > V_u = 342000 \text{ N} \dots \dots \text{(o.k)}$

7.3 Perhitungan Struktur Balok Dermaga

Perhitungan struktur balok meliputi perhitungan struktur balok dermaga dan struktur balok trestle.

7.3.1 Perhitungan Struktur Balok Dermaga

Berikut akan diuraikan cara perhitungan penulangan balok pada struktur Dermaga yang terdiri dari penulangan lentur, geser

maupun torsi serta penulangan pracetak yang meliputi kontrol tegangan dan penulangan angkat. Uraian detail perhitungan yang akan disajikan adalah penulangan balok Crane 700/1400.

Berikut adalah data –data perencanaan yang akan digunakan dalam perencanaan struktur Balok Crane

- a. Lebar (b) : 700 mm
- b. Tinggi (h) : 1400 mm
- c. Mutu beton f_c' : 35 MPa
- d. Mutu baja
 - f_y : 390 Mpa
 - f_u : 560 MPa
- e. Diameter tulangan
 - Lentur : D 25
 - Geser : D 13
 - Web : D 25
- f. Cover : 120 mm
- g. L balok : 8 m

h.
$$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (f_c' - 28)}{7} \right)$$

$$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (35MPa - 28MPa)}{7} \right) = 0,80$$

- i. Gaya dalam

Berikut adalah *output* gaya-gaya dalam yang bekerja pada balok Crane 800/1600 mm

Momen Lapangan (N.mm)		Momen Tumpuan (N.mm)	
Positif	Negatif	Positif	Negatif
2689396455	943371535	1796979185	2196689172

Vu (N)		Tu (N.mm)	
Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
1609395,89	658512,32	248553310	263692892

7.3.1.1 Perhitungan Tulangan Lentur Kondisi Komposit

Berikut adalah urutan penulangan lentur balok Crane 800/1600 mm.

a. Penulangan Lentur Lapangan Tarik

Penulangan lentur lapangan balok Crane 700/1400 mm dengan :

- $M_u = + 2689396455 \text{ N.mm}$
- $m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{390 \text{ MPa}}{0,85 \cdot (35 \text{ MPa})} = 13,11$
- $\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (f_c' - 28)}{7} \right)$
 $\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (35 \text{ MPa} - 28 \text{ MPa})}{7} \right) = 0,80$
- $\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \left[\frac{600}{600 + f_y} \right]$
 $\rho_b = \frac{0,85 \cdot 35 \text{ MPa} \cdot 0,8}{390 \text{ MPa}} \left[\frac{600}{600 + 390 \text{ MPa}} \right] = 0,03699$
- $\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot (0,03699) = 0,02774$
- $\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390 \text{ MPa}} = 0,00359$
- $d = h - \text{decking} - 1/2D - D - \text{sengkang}$

$$d = 1400\text{mm} - 120\text{mm} - \frac{1}{2} \cdot 25\text{mm} - 25\text{mm} - 13 = 1246,5\text{mm}$$

$$\blacksquare Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{2689396455 \text{ Nmm}}{0,8 \cdot 800\text{mm} \cdot (1246,5\text{mm})^2} = 3,09$$

$$\blacksquare \rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,11} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,11 \cdot 3,1}{390\text{MPa}}} \right) = 0,0084$$

$$\blacksquare \text{Cek nilai } \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

0,00359 < 0,0084 < 0,027746 maka dipakai $\rho = 0,0084$

$$\blacksquare A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0,0084 \cdot 700\text{mm} \cdot 1426,5\text{mm}$$

$$A_s = 7317,5\text{mm}^2$$

- Dipakai tulangan **15 D 25 mm**, As pakai 7363,1 mm² > As perlu (**O.k**)

b. Penulangan Lentur Lapangan Tekan

Penulangan lentur lapangan balok Crane 700/1400 mm dengan :

Mu = - **943371535** N.mm

$$\blacksquare m = \frac{fy}{0,85 \cdot fc'} = \frac{390\text{MPa}}{0,85 \cdot (35\text{MPa})} = 13,11$$

$$\blacksquare \beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (fc' - 28)}{7} \right)$$

$$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (35\text{MPa} - 28\text{MPa})}{7} \right) = 0,80$$

$$\blacksquare \rho_b = \frac{0,85 \cdot fc' \cdot \beta_1}{fy} \left[\frac{600}{600 + fy} \right]$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 35\text{MPa} \cdot 0,8}{390\text{MPa}} \left[\frac{600}{600 + 390\text{MPa}} \right] = 0,03699$$

$$\blacksquare \rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot (0,03699) = 0,02774$$

- $\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390MPa} = 0,00359$
- $d = h - \text{decking} - 1/2D - D - \text{senggang}$
 $d = 1400mm - 120mm - \frac{1}{2} \cdot 25mm - 25mm - 13 = 1246,5mm$
- $Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{943371535 Nmm}{0,8 \cdot 800mm \cdot (1246,5mm)^2} = 1,084$
- $\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right)$
 $\rho = \frac{1}{13,11} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,11 \cdot 1,084}{390MPa}} \right) = 0,0028$
- Cek nilai $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$
 $0,00359 > 0,0028 < 0,02774$, maka dipakai $\rho = 0,00359$
- $A_s = \rho \cdot b \cdot d$
 $A_s = 0,00359 \cdot 700mm \cdot 1246,5mm$
 $A_s = 4469,62mm^2$
- Dipakai tulangan **10 D 25 mm**
- As pakai $4908,7 mm^2 > A_{s \text{ perlu}} = 4469,62 mm^2$ (**O.k**)

c. Penulangan Lentur Tumpuan Tarik

Penulangan lentur tumpuan balok Crane 700/1400 mm dengan :

- $Mu = 1796979185 N.mm$
- $m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{390MPa}{0,85 \cdot (35MPa)} = 13,11$
- $\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (f_c' - 28)}{7} \right)$
 $\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (35MPa - 28MPa)}{7} \right) = 0,80$
- $\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \left[\frac{600}{600 + f_y} \right]$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 35 \text{ MPa} \cdot 0,8 \left[\frac{600}{600 + 390 \text{ MPa}} \right]}{390 \text{ MPa}} = 0,03699$$

- $\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot (0,03699) = 0,02774$

- $\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390 \text{ MPa}} = 0,00359$

- $d = h - \text{decking} - 1/2D - D - \text{senggang}$

$$d = 1400 \text{ mm} - 120 \text{ mm} - \frac{1}{2} \cdot 25 \text{ mm} - 25 \text{ mm} - 13 = 1246,5 \text{ mm}$$

- $Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{2196689172 \text{ Nmm}}{0,8 \cdot 800 \text{ mm} \cdot (1426,5 \text{ mm})^2} = 2,06$

- $\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right)$

$$\rho = \frac{1}{13,11} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,11 \cdot 2,06}{390 \text{ MPa}}} \right) = 0,0055$$

- Cek nilai $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$

$$0,00359 > 0,0055 < 0,02774, \text{ maka dipakai } \rho = 0,0055$$

- $A_s = \rho \cdot b \cdot d$

$$A_s = 0,0055 \cdot 700 \text{ mm} \cdot 1426,5 \text{ mm}$$

$$A_s = 6211,9 \text{ mm}^2$$

- Dipakai tulangan **15 D 25 mm**

- As pakai $6381,4 \text{ mm}^2 > A_{s \text{ perlu}} = 6211,9 \text{ mm}^2$ (**O.k**)

d. Penulangan Lentur Tumpuan Tekan

Penulangan lentur tumpuan balok Crane 700/1400 mm dengan :

- $Mu = 1796979185 \text{ N.mm}$

- $m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{390 \text{ MPa}}{0,85 \cdot (35 \text{ MPa})} = 13,11$

- $\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (f_c' - 28)}{7} \right)$

$$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (35MPa - 28MPa)}{7} \right) = 0,80$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \left[\frac{600}{600 + f_y} \right]$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 35MPa \cdot 0,8}{390MPa} \left[\frac{600}{600 + 390MPa} \right] = 0,03699$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot (0,03699) = 0,02774$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390MPa} = 0,00359$$

$$d = h - \text{decking} - 1/2D - D - \text{senggang}$$

$$d = 1400mm - 120mm - \frac{1}{2} \cdot 25mm - 25mm - 13 = 1246,5mm$$

$$Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{1796979185 \text{ Nmm}}{0,8 \cdot 700mm \cdot (1426,5mm)^2} = 2,52$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,11} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,11 \cdot 2,52}{390MPa}} \right) = 0,0057$$

$$\text{Cek nilai } \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0,00359 > 0,0057 < 0,02774, \text{ maka dipakai } \rho = 0,0057$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0,0057 \cdot 700mm \cdot 1246,5mm$$

$$A_s = 4940,6mm^2$$

$$\text{Dipakai tulangan } \mathbf{11 D 25 \text{ mm}}$$

$$\text{As pakai } 5399,6 \text{ mm}^2 > A_{s \text{ perlu}} = 4940,6 \text{ mm}^2 \text{ (O.k)}$$

7.3.1.2 Perhitungan Tulangan Geser Kondisi Komposit

Berikut adalah rincian perhitungan penulangan geser balok 700/1400 mm.

a. Penulangan Geser Tumpuan

Untuk perhitungan penulangan geser, nilai V_u diambil dari *SAP2000* dan berikut adalah gaya geser yang bekerja pada Balok Crane 800/1600 mm.

- $V_u = 1609395,89 \text{ N}$
 - $d = h - \text{decking} - 1/2D - D - \text{senggang}$
 - $d = h - \text{decking} - 1/2D - D - \text{senggang}$
- $$d = 1400\text{mm} - 120\text{mm} - \frac{1}{2} \cdot 25\text{mm} - 25\text{mm} - 13 = 1246,5\text{mm}$$

Sesuai SNI 2847-2013 pasal 11,2.1.1 V_c untuk komponen struktur yang dikenai geser dan lentur saja dapat dihitung sebagai berikut dengan $\lambda = 1$ untuk beton nominal normal berdasarkan SNI 2847 – 2013 pasal 8.6.1.

- $V_c = 0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot w \cdot d$
 $V_c = 0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{35\text{MPa}} \cdot 700\text{mm} \cdot 1249,5\text{mm}$
 $V_c = 862417 \text{ MPa}$
- $\phi V_c = (0,75) \cdot 863417 \text{ MPa}$
 $\phi V_c = 646812 \text{ MPa}$
- $0,5\phi V_c = 0,5 \cdot 646812 \text{ MPa}$
 $0,5\phi V_c = 323406,199 \text{ MPa}$
- $\phi(V_c + V_{s_{\min}}) = 0,75(862417 \text{ MPa} + \frac{b \cdot w \cdot d}{3})$
 $\phi(V_c + V_{s_{\min}}) = 0,75(862417 \text{ MPa} + \frac{700\text{mm} \cdot 1249,5\text{mm}}{3})$
 $\phi(V_c + V_{s_{\min}}) = 865474,898 \text{ MPa}$
- $\phi(V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot w \cdot d)$

$$= 0,75(862417 \text{ MPa} + \frac{1}{3}\sqrt{35 \text{ MPa} \cdot 700 \text{ mm} \cdot 1249,5 \text{ mm}})$$

$$= 1940437,19 \text{ Mpa}$$

- $V_u = 1609395,89 \text{ Mpa}$ masuk kondisi IV, maka A_v perlu dihitung
- $V_{s_{perlu}} = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{1609395,89 \text{ MPa}}{0,75} - 862417 \text{ MPa}$
- $V_{s_{perlu}} = 1283445 \text{ Mpa}$
- $\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_y \cdot d} = \frac{1283445 \text{ MPa}}{390 \text{ MPa} \cdot 1249,5 \text{ mm}} = 263,376$
- Dipakai tulangan sengkang **2 kaki D13-100 mm**
- $A_{v_{used}} = 265 \text{ mm}^2 > A_{v_{perlu}} = 263,376 \text{ mm}^2 \dots (\mathbf{O.k})$
- Cek $\phi(V_s + V_c) = 0,75(1283445 \text{ MPa} + 862417 \text{ Mpa})$
- $\phi(V_s + V_c) = 1617029,02 \text{ Mpa} > V_u = 1609395 \text{ MPa} \dots (\mathbf{O.k})$

b. Penulangan Geser Lapangan

Untuk perhitungan penulangan geser, nilai V_u lapangan diambil dari *SAP2000* dan berikut adalah gaya geser yang bekerja pada Balok Crane 800/1600 mm.

- $V_u = 658512, \text{ m N}$
 - $d = h - \text{decking} - D - 1/2D$
- $$d = 1400 \text{ mm} - 100 \text{ mm} - 13 - 25 - \frac{1}{2} \cdot 25 \text{ mm} = 1249,5 \text{ mm}$$

Sesuai SNI 2847-2013 pasal 11,2.1.1 V_c untuk komponen struktur yang dikenai geser dan lentur saja dapat dihitung sebagai berikut dengan $\lambda = 1$ untuk beton nominal normal berdasarkan SNI 2847 – 2013 pasal 8.6.1.

- $V_c = 0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$
- $V_c = 0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{35 \text{ MPa}} \cdot 700 \text{ mm} \cdot 1249,5 \text{ mm}$

- $V_c = 862417 \text{ MPa}$
 - $\phi V_c = (0,75) \cdot 863417 \text{ MPa}$
 $\phi V_c = 646812 \text{ MPa}$
 - $0,5\phi V_c = 0,5 \cdot 646812 \text{ MPa}$
 $0,5\phi V_c = 323406,199 \text{ MPa}$
 - $\phi(V_c + V_{s_{\min}}) = 0,75(862417 \text{ MPa} + \frac{bw \cdot d}{3})$
 $\phi(V_c + V_{s_{\min}}) = 0,75(862417 \text{ MPa} + \frac{700 \text{ mm} \cdot 1249,5 \text{ mm}}{3})$
 $\phi(V_c + V_{s_{\min}}) = 865474,898 \text{ MPa}$
 - $V_u = 658512,32 \text{ Mpa}$ masuk kondisi III, maka A_v adalah tulangan geser minimum, dengan jarak 250 mm
 - $A_v = \frac{bw \cdot s}{3 \cdot f_y} = \frac{700 \text{ mm} \cdot 250 \text{ mm}}{3 \cdot 390 \text{ MPa}} = 149,573 \text{ mm}^2$
 - Dipakai tulangan sengkang **2 kaki D13-250 mm**
 - $A_{v_{used}} = 265 \text{ mm}^2 > A_{v_{perlu}} = 149,573 \text{ mm}^2 \dots \text{ (O.k)}$
 - $V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot s}{d} = \frac{265 \text{ mm}^2 \cdot 390 \text{ MPa} \cdot 250 \text{ mm}}{1249,5 \text{ mm}} = 517448,867 \text{ MPa}$
 - Cek $\phi(V_s + V_c) = 0,75(517448,867 \text{ MPa} + 862417 \text{ Mpa})$
 $\phi(V_s + V_c) = 1034899,05 \text{ Mpa} > V_u = 658512,32 \text{ MPa} \dots \text{ (O.k)}$

7.3.1.3 Perhitungan Tulangan Torsi Kondisi Komposit

Berikut adalah rincian perhitungan penulangan torsi balok 700/1400 mm pada tumpuan dan lapangan dimana gaya diambil dari *SAP2000*. Dimana nilai $\lambda = 1$ untuk beton normal dan $\phi = 0,75$ (SNI 2847 2013). Perhitungan ini juga akan menentukan tulangan longitudinal dan transversal yang akan digunakan.

a. Penulangan Torsi Tumpuan

Geser dan torsi yang terjadi pada balok crane 700/1400 mm adalah sebagai berikut :

- $V_u = 1609395,89 \text{ N}$
- $T_u = 263692892 \text{ N-mm}$

Periksa kebutuhan tulangan torsi berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 11.5 .

- $A_{cp} = b.h = 700\text{mm}.1400\text{mm} = 980000 \text{ mm}^2$
- $P_{cp} = 2(b+h) = 2.(700\text{mm}+1400\text{mm}) = 4200\text{mm}$
- Cek kebutuhan tulangan torsi jika $T_u > 0,083.\lambda.\sqrt{f_c'}\left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}}\right)$

$$T_u > 0,083.1.\sqrt{35\text{Mpa}}\left(\frac{(98000\text{mm}^2)^2}{4200}\right)$$

$363692892 \text{ N-mm} > 8484212437,67 \text{ N-mm}$, maka perlu tulangan torsi

Periksa kapasitas penampang untuk menahan torsi berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 11.5

- Lebar terkekang : $b_h = b - 2.\text{cover} - D.\text{senggang}$
 $b_h = 700\text{mm} - 2.100\text{mm} - 16\text{mm} = 524\text{mm}$
- Tinggi terkekang : $h_h = h - \text{cover} - D.\text{senggang}$
 $h_h = 1400\text{mm} - 100\text{mm} - 16\text{mm} = 1304\text{mm}$
- $A_{oh} = b_h.h_h = 524\text{mm}.1304\text{mm} = 683296\text{mm}^2$
- $P_{oh} = 2(b_h + h_h) = 2.(524\text{mm} + 1304\text{mm}) = 3656\text{mm}$

$$\begin{aligned} & \phi \sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u.P_h}{1,7.A_{oh}^2}\right)} \\ &= 0,75 \sqrt{\left(\frac{1609395,89 \text{ N}}{700\text{mm}.1291,5\text{mm}}\right)^2 + \left(\frac{363692892 \text{ N-mm}.3656\text{mm}}{1,7.683296\text{mm}^2}\right)} \\ &= 2,0777 \end{aligned}$$

- $V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{35 \text{MPa}} \cdot 700 \text{mm} \cdot 1291,5 \text{mm}$
 $V_c = 891405,32 \text{MPa}$
- $\phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 0,66 \sqrt{f_c'} \right) = 0,75 \cdot \left(\frac{891405,32 \text{N} - \text{mm}}{700 \text{mm} \cdot 1291,5 \text{mm}} + 0,66 \sqrt{35 \text{MPa}} \right)$
- $\phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 0,66 \sqrt{f_c'} \right) = 3,668$
- Cek $\phi \sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d} \right)^2 + \left(\frac{T_u \cdot P_h}{1,7 \cdot A_{oh}^2} \right)} < \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 0,66 \sqrt{f_c'} \right)$
 $= 2,0777 < 3,668 \dots\dots (\text{O.K})$

Penampang balok cukup untuk menahan torsi yang terjadi.

Perhitungan kebutuhan tulangan transversal

- $A_o = 0,85 \cdot A_{oh} = 0,85 \cdot 683296 \text{mm}^2 = 580801,6 \text{mm}^2$
- $A_t / s = \frac{T_u}{0,75 \cdot A_o \cdot f_y \cdot \text{Cot}(45)} = 1,552 \text{mm}^2 / \text{mm}$
- $A_v / s = 2,264 \text{mm}^2 / \text{mm}$
- $A_{vt} / s = 1,522 \text{mm}^2 / \text{mm} + 2,264 \text{mm}^2 / \text{mm} = 3,817 \text{mm}^2 / \text{mm}$
- Tulangan pakai adalah **3 kaki D 13 – 100 mm**
- $A_{vt} / s_{\text{pakai}} = 4,021 \text{mm}^2 / \text{mm} > 3,817 \text{mm}^2 / \text{mm} \dots\dots (\text{o.k})$

Perhitungan kebutuhan tulangan longitudinal

- $A_\lambda / s = A_t / s \cdot p_h \cdot \text{Cot}(45) = 1,552 \text{mm}^2 / \text{mm} \cdot 3656 \text{mm} \cdot \text{Cot}(45)$
 $A_\lambda / s = 5674,805 \text{mm}^2$
- $A_\lambda / s / 4 = \frac{5674,805 \text{mm}^2 / \text{mm}}{4} = 1418,701 \text{mm}^2$
- Maka, untuk tambahan tulangan longitudinal dipakai **3D25**
- $A_\lambda / s / 4_{\text{pakai}} = 1472,622 \text{mm}^2 > A_\lambda / s / 4 = 1418,701 \text{mm}^2$

Perhitungan kebutuhan tulangan web atau badan

- $A_{\lambda_{web}} = A_{\lambda} / s - 2 \cdot (A_{\lambda} / s / 4_{pakai}) = 5674,805 \text{ mm}^2 - 2 \cdot (1472,622 \text{ mm}^2)$
 $A_{\lambda_{web}} = 2729,562 \text{ mm}^2$
- Maka, dipakai tulangan **6 D 25 mm**
- $A_{\lambda_{web} \text{ pakai}} = 2945,243 \text{ mm}^2 > A_{\lambda_{web} \text{ perlu}} = 2729,562 \text{ mm}^2 \text{ ..(o.k)}$

b. Penulangan Torsi Lapangan

Geser dan torsi yang terjadi pada balok crane 700/1400 mm adalah sebagai berikut :

- $V_u = 658512,32 \text{ N}$
- $T_u = 248553310 \text{ N-mm}$

Periksa kebutuhan tulangan torsi berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 11.5 .

- $A_{cp} = b \cdot h = 700 \text{ mm} \cdot 1400 \text{ mm} = 980000 \text{ mm}^2$
- $P_{cp} = 2(b + h) = 2 \cdot (700 \text{ mm} + 1400 \text{ mm}) = 4200 \text{ mm}$
- Cek kebutuhan tulangan torsi jika $T_u > 0,083 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c'} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$

$$T_u > 0,083 \cdot 1 \cdot \sqrt{35 \text{ Mpa}} \left(\frac{(980000 \text{ mm}^2)^2}{4200} \right)$$

$363692892 \text{ N-mm} > 8484212437,67 \text{ N-mm}$, maka perlu tulangan torsi

Periksa kapasitas penampang untuk menahan torsi berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 11.5

- Lebar terkekang : $b_h = b - 2 \cdot \text{cover} - D \cdot \text{senggang}$
 $b_h = 700 \text{ mm} - 2 \cdot 100 \text{ mm} - 16 \text{ mm} = 524 \text{ mm}$
- Tinggi terkekang : $h_h = h - \text{cover} - D \cdot \text{senggang}$
 $h_h = 1400 \text{ mm} - 100 \text{ mm} - 16 \text{ mm} = 1304 \text{ mm}$
- $A_{oh} = b_h \cdot h_h = 524 \text{ mm} \cdot 1304 \text{ mm} = 683296 \text{ mm}^2$
- $P_{oh} = 2(b_h + h_h) = 2 \cdot (524 \text{ mm} + 1304 \text{ mm}) = 3656 \text{ mm}$

- $$\phi \sqrt{\left(\frac{Vu}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{Tu.P_h}{1,7.A_{oh}^2}\right)}$$

$$= 0,75 \sqrt{\left(\frac{658512,32N}{700mm.1291,5mm}\right)^2 + \left(\frac{288553310 Nmm.3656mm}{1,7.683296mm^2}\right)}$$

$$= 1,367$$
- $$Vc = \frac{1}{6} \sqrt{fc'} . b_w . d = \frac{1}{6} \sqrt{35MPa} . 700mm . 1291,5mm$$

$$Vc = 891405,32MPa$$
- $$\phi \left(\frac{Vc}{b_w d} + 0,66 \sqrt{fc'} \right) = 0,75 \cdot \left(\frac{891405,32N - mm}{700mm.1291,5mm} + 0,66 \sqrt{35MPa} \right)$$
- $$\phi \left(\frac{Vc}{b_w d} + 0,66 \sqrt{fc'} \right) = 3,668$$
- Cek
$$\phi \sqrt{\left(\frac{Vu}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{Tu.P_h}{1,7.A_{oh}^2}\right)} < \phi \left(\frac{Vc}{b_w d} + 0,66 \sqrt{fc'} \right)$$

$$= 1,367 < 3,668 \dots\dots \text{(O.K)}$$

Penampang balok cukup untuk menahan torsi yang terjadi.

Perhitungan kebutuhan tulangan transversal

- $$A_o = 0,85 . A_{oh} = 0,85 . 683296mm^2 = 580801,6mm^2$$
- $$A_t / s = \frac{Tu}{0,75 . A_o . f_y . Cot(45)} = 1,463mm^2 / mm$$
- $$A_v / s = 0,598mm^2 / mm$$
- $$A_{vt} / s = 1,463mm^2 / mm + 0,598mm^2 / mm = 2,061mm^2 / mm$$
- Tulangan pakai adalah **3 kaki D 13 – 150 mm**
- $$A_{vt} / s_{pakai} = 2,681mm^2 / mm > 2,061mm^2 / mm \dots\dots (o.k)$$

Perhitungan kebutuhan tulangan longitudinal

- $$A_\lambda / s = A_t / s . p_h . Cot(45) = 1,463mm^2 / mm . 3656mm . Cot(45)$$

$$A_\lambda / s = 5348,993mm^2$$

- $A_{\lambda} / s / 4 = \frac{5348,993mm^2 / mm}{4} = 1337,248mm^2$
- Maka, untuk tambahan tulangan longitudinal dipakai **3D25**
- $A_{\lambda} / s / 4_{pakai} = 1472,622mm^2 > A_{\lambda} / s / 4 = 1337,248mm^2$

Perhitungan kebutuhan tulangan web atau badan

- $A_{\lambda_{web}} = A_{\lambda} / s - 2.(A_{\lambda} / s / 4_{pakai}) = 5348,993mm^2 - 2.(1337,248mm^2)$
 $A_{\lambda_{web}} = 2403,750mm^2$
- Maka, dipakai tulangan **5 D 25 mm**
- $A_{\lambda_{web} pakai} = 2945,243mm^2 > A_{\lambda_{web} perlu} = 2403,750mm^2$..(o.k)

7.3.2 Rekap Penulangan Balok Dermaga dan Trestle

Untuk perhitungan tipe –tipe balok lainnya yang ada di dermaga akan disajikan dalam bentuk table. Berikut adalah tabel hasil perhitungan penulangan balok pada struktur dermaga dan trestle.

Tabel 7. 4 Rekap Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Balok Dermaga

Type Balok	Dimensi (cm)		Tul. Tumpuan			Tul. Lapangan			Web
	b	h	Tul. Atas	Tekan	Geser	Tarik	Tekan	Geser	
B1	60	300	18D25	18D25	4D13-200	18D25	18D25	4D13-200	2 x 5D25
B2	70	140	14D25	11D25	3D13-100	18D25	11D25	3D13-150	2 x 3D25
B3	70	140	12D25	12D25	3D13-150	14 D25	9 D 25	2D13-150	2 x 2D25
B4	60	90	6D25	6D25	2D13-150	12D25	6D25	2D13-150	2 x 1D25
B5	70	140	18D25	10D25	5D13-100	12D25	7D25	5D13-150	2 x 3D25

Tabel 7. 5 Rekap Hasil Perhitungan Kebutuhan Tulangan Balok Trestle

Tipe Balok	Dimensi (cm)		Tul. Tumpuan			Tul. Lapangan			Web
	b	h	Tarik	Tekan	Geser	Tarik	Tekan	Geser	
B mel	80	130	10D25	10D25	2D13-100	10D25	10D25	2D13-150	8D25
B mem	80	130	9D25	9D25	2D13-150	9D25	9D25	2D13-150	8D25

7.3.3 Perhitungan Kontrol Pracetak

Berikut akan diuraikan cara perhitungan kontrol balok pracetak pada struktur Dermaga. Uraian detail perhitungan yang akan disajikan adalah kontrol balok Anak 600/900, sedangkan untuk perhitungan tulangan balok lainnya akan disajikan dalam bentuk tabel. Balok anak 600/900 dianggap paliang mewakili Karena memiliki dimensi terkecil.

Perencanaan Balok Anak Pracetak

- a. Asumsi awal dimensi balok
 - b = 600 mm ; h = 900 mm
- b. Asumsi tulangan
 - f_y = 390 MPa
 - f_u = 560 MPa
 - f_s = 226 MPa
- c. Asumsi mutu beton
 - $f_{c'}$ = 35 MPa
- d. Asums dimensi tulangan
 - lentur = D25 ; rebar = D13
- a. Berat jenis beton = 2400 kg/m³
- b. Bentang balok memanjang = 8 m
- c. Bentang balok melintang = 6 m
- d. Tebal plat = 420 mm
- e. Decking = 80 mm
- f. Modulus baja = 200000 MPa

7.3.3.1 Pembebanan

- a. Pembebanan yang bekerja pada balok anak
 - Berat sendiri balok anak pracetak tebal penuh
 - q_{ba} = 0,6m x 0,48m x 2400 kg/m³
 - = 1296 kg/m
 - Berat plat pracetak dan beton di atasnya
 - q_{plat} = BJ x tebal plat x ½ l melintang

- $$= 2400\text{kg/m}^3 \times 0,42\text{m} \times 0,5 \times 5\text{m}$$
- $$= 2520 \text{ kg/m}$$
- P pekerja = $1,8 \times 200 \text{ kg} \times 2,5\text{m}/2 = 900 \text{ kg/m}$
 - Qd = $1296 \text{ kg/m} + 2520\text{kg/m} + 900\text{kg/m}$
= $4716 \text{ kg/m} = 4,716 \text{ t/m}$
 - Momen pada balok pracetak pada saat pemasangan
Mmaks = $1/8 \times 7,2\text{t/m} \times (8\text{m})^2 = 30,56\text{tm}$
Mu = 305596800 Nmm

Faktor kejut = 1,4

Mu = $1,4 \times 305596800 \text{ Nmm} = 4278335520 \text{ Nmm}$

7.3.3.2 Penentuan tebal minimum Balok Anak Pracetak

Dalam hal ini, direncanakan jumlah tulangan lentur secara coba -coba untuk mendapatkan kapasitas penampang yang cukup untuk menahan beban terberat saat konstruksi, yaitu beban pengecoran. Asumsi tulangan lentur balok anak 600/900 direncanakan sejumlah **12 D25**

- Dipakai 12D25 mm, dengan As = $5890,5 \text{ mm}^2$
- Tulangan dipasang dua lapis, sehingga jarak antar tulangan adalah :

$$s = (b - 2t - 2D_{\text{sengkanag}} - n \cdot D_{\text{lentur}}) / (n-1)$$

$$s = (600\text{mm} - 2 \cdot 80\text{mm} - 2 \cdot 13\text{mm} - 8 \times 25\text{mm}) / 7$$

$$s = 30,571 \text{ mm}$$

- Menghitung jarak tention ($a = y$)

$$T = C$$

$$As \cdot f_y = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot y$$

$$5890,5 \text{ mm}^2 \cdot 390 \text{ MPa} = 0,85 \cdot 35 \text{ MPa} \cdot 600\text{mm} \cdot y$$

$$2297289,6 \text{ Nmm} = 17850 \cdot y$$

$$y = 128,7 \text{ mm}$$

- Menentukan d minimum dari Mu yang terjadi

$$Mu = T(d - y/2)$$

$$427835520 \text{ Nmm} = 2297289,6 (d - 128,7 \text{ mm}/2)$$

$$d_{\min} = 229,13 \text{ mm}$$

- Dari perhitungan di atas maka, tebal minimum penampang balok anak pracetak harus lebih besar dari $d_{\min} = \mathbf{229,13}$ mm
- Tebal penampang balok anak pracetak aktual, dapat dihitung sebagai berikut : (h komposit = 900 mm)
 $h_{ba}' = h_{ba} - h_{\text{plat}} = 900 \text{ mm} - 420 \text{ mm} = 480 \text{ mm}$
 Cek tinggi efektif
 $d = h_{ba}' - t - D_{\text{senggang}} - 0,5 \cdot D_{\text{long}} - D_{\text{long}}$
 $= 480 \text{ mm} - 80 \text{ mm} - 13 \text{ mm} - 0,5 \times 25 \text{ mm} - 25 \text{ mm}$
 $= 349,5 \text{ mm} \geq 229,13 \text{ mm} \dots \text{ (OKE!)}$

7.3.3.3 Analisa Desain Balok Saat Pemasangan

Asumsi tul. lentur balok anak $\rightarrow 12D25 = 5890,5 \text{ mm}^2$

Kapasitas momen penampang (Mn)

$$M_n = T(d-y/2)$$

$$= 2297289,6 \times (349,5 \text{ mm} - 128,13 \text{ mm}/2)$$

$$M_n = 655072483,1 \text{ Nmm}$$

Syarat, $M_u < M_n$

$$427835520 \text{ Nmm} < 655072483,1 \text{ Nmm} \dots \text{ (OKE!)}$$

- Cek Lendutan
 $\delta = 5 \cdot q l^4 / (384 E I)$
 Diketahui: $E = 4700 \sqrt{f_c'} = 27805,575$
 $I = 1/12 b \cdot h^3 = 55296000000$
 $\delta = 16,358 \text{ mm}$
 Syarat lendutan, $\delta_{\text{ijin}} > \delta$
 $\delta_{\text{ijin}} = 8000 \text{ mm} / 240 = 33,3 \text{ mm} > 16,358 \text{ mm} \text{ (OKE!)}$

- Analisa Tegangan Penampang

Dimana, nilai tegangan ijin bahan

$$f_c = 0,33 f_c' = 0,33 \times 35 \text{ MPa} = 11,55 \text{ MPa}$$

$$f_s = 0,58 f_y = 0,58 \times 390 \text{ MPa} = 226,2 \text{ MPa}$$

Balok sebelum komposit

$$M_u = 427835520 \text{ Nmm}$$

$$\text{Tegangan} = \frac{M_u \cdot y}{I}$$

$$\sigma = \frac{(427835520 \text{ Nmm} \times 128,7 \text{ mm})}{55296000000 \text{ mm}^4} = -9,96 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma = -9,96 \text{ N/mm}^2 < f_c' = 11,6 \text{ (OKE!)}$$

$$\sigma = \frac{432000000 \text{ Nmm} \times (349,5 \text{ mm} \times 128,7 \text{ mm})}{55296000000 \text{ mm}^4} = 17,084 \text{ mm}$$

$$\sigma = 17,084 \text{ N/mm}^2 < f_s = 226,2 \text{ (OKE!)}$$

7.3.3.4 Menghitung Kapasitas Waktu Komposit

Hasil dengan SAP 2000 didapatkan:

$$M_u = 584383627 \text{ Nmm}$$

$$I_{com} = 1/12 b h^3 = 36450000000 \text{ mm}^4$$

- Cek kapasitas penampang setelah komposit

$$\begin{aligned} T &= C = A_s \cdot f_y \\ &= 5890,5 \text{ mm}^2 \cdot 390 \text{ MPa} \\ &= 2297289,6 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\text{Nilai } a = A_s \cdot f_y / (0,85 \cdot b \cdot f_c') = 128,7 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} d &= h - \text{cover} - D - D/2 \\ &= 900 \text{ mm} - 80 \text{ mm} - 13 \text{ mm} - 25 \text{ mm} - 0,5 \cdot 25 \text{ mm} \\ &= 783 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_n = T(d-a/2)$$

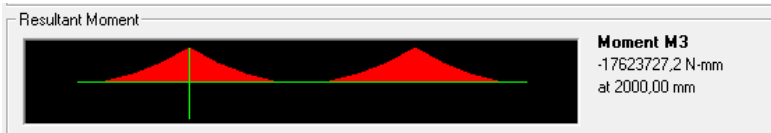
$$M_n = 1649798892 \text{ Nmm} > M_u = 584383627 \text{ Nmm} \text{ (OK!)}$$

Sehingga, penampang komposit mampu menahan momen yang terjadi.

Dari perhitungan diatas balok anak pracetak dapat direncanakan dengan dimensi 600/900, tetapi penulangan balok jumlah tulangan balok anak waktu pracetak lebih banyak, sehingga dipakai jumlah waktu pracetak yaitu 12D25.

7.3.3.5 Kontrol Pengangkatan umur 3 hari

Untuk kotrol pengecoran, dirienanakan balok anak mampu diangkat pada umur 3 hari dengan $f_{ci} = 16,1 \text{ MPa}$ (46%)
Momen yang terjadi saat pengangkatan :



$$\mathbf{Mu = 17623727,2 \text{ Nmm}}$$

$$\text{Faktor kejut} = 1,5$$

$$\text{Mu} \cdot \text{factor kejut} = 1,5 \cdot 17623727,2 \text{ Nmm} = 26435590,8 \text{ Nmm}$$

Direncanakan dipasang tulangan angkat sebanyak **2D25**, maka kapasitas momen adalah pada umur tersebut adalah :

- $A_s = 2 \times 0,25 \cdot \pi \cdot (25\text{mm})^2 = 981,75 \text{ mm}^2$
- $T = A_s \cdot F_y = 981,75\text{mm}^2 \cdot 390 = 382881,6 \text{ N}$
- $d = h_{ba} - t - D_{sengkan} - 0,5 \cdot D_{long} - D_{long}$
 $= 480 \text{ mm} - 80 \text{ mm} - 13 \text{ mm} - 0,5 \times 25\text{mm} - 25\text{mm}$
 $= 349,5\text{mm}$
- $a = T / (0,85 \cdot b \cdot f_c)$
 $= 382881,6 \text{ N} / (0,85 \cdot 600 \cdot 16,1 \text{ Mpa})$
 $= 279,78 \text{ mm}$
- $M_n = 124890173,9 \text{ Nmm} > 26435590,8 \text{ Nmm}$

Maka, balok anak 600/900 bisa angkat pada umur 3 hari, dengan tulangan angkat **2D25**

7.3.3.6 Perhitungan Tulangan *Lifting Hook*

Berikut adalah perhitungan penulangan angkat balok anak 600/900, untuk perhitungan balok lainnya akan disajikan dalam bentuk table.

Momen yang terjadi saat pengangkatan :

- Berat sendiri balok
 $q_d = 0,48 \times 0,6 \times 2400 \text{ kg/m}^3 \times 7,2 \text{ m} = 4976,64 \text{ kg/m}$
- $Q_D = 1,3 \times 4976,64 \text{ kg} = 6469,632 \text{ kg}$
-

Direncanakan balok diangkat dengan 2 titik angkat, dengan mutu tulangan angkat adalah $f_y = 390 \text{ MPa}$

- Tegangan tarik ijin = $390 \text{ MPa} \times 10 / 1,5 = 2600 \text{ kg/cm}^2$
- Gaya tiap tulangan = $6469,632 \text{ kg} / 2 = 3234,816 \text{ kg}$

Maka diameter tulangan angkat adalah

$$\begin{aligned} - D \text{ tulangan} &= 3234,816 \text{ kg} / (\pi \cdot 0,25 \cdot 2600 \text{ kg/cm}^2) \\ &= 1,25 \end{aligned}$$

Maka, dipakai tulangan angkat balok anak 600/900 2D13

7.3.3.7 Kontrol Pengecoran umur 7 hari

Untuk kontrol pengecoran, direncanakan balok anak dicor pada umur 7 hari dengan $f_{ci} = 22,75 \text{ MPa}$ (65%).

Momen yang terjadi saat pengecoran adalah sebagai berikut :

- Berat sendiri balok anak pracetak tebal penuh
 $Q_{ba} = 0,6 \text{ m} \times 0,48 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3$
 $= 1296 \text{ kg/m}$
- Berat plat pracetak dan beton di atasnya
 $q \text{ plat} = B \times \text{tebal plat} \times \frac{1}{2} l \text{ melintang}$
 $= 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,42 \text{ m} \times 0,5 \times 5 \text{ m}$
 $= 2520 \text{ kg/m}$
- P pekerja = $1,8 \times 200 \text{ kg} \times 2,5 \text{ m} / 2 = 900 \text{ kg/m}$
- $Q_d = 1296 \text{ kg/m} + 2520 \text{ kg/m} + 900 \text{ kg/m}$
 $= 4716 \text{ kg/m} = 4,716 \text{ t/m}$
- Momen pada balok pracetak pada saat pemasangan

$$\begin{aligned} M_{\text{maks}} &= 1/8 \times 7,2\text{t/m} \times (8\text{m})^2 = 30,56\text{tm} \\ \mu &= 305596800 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor kejut} &= 1,4 \\ \mu &= 1,4 \times 305596800 \text{ Nmm} = 4278335520 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Maka kapasitas momen adalah pada umur tersebut adalah :

- $T = A_s \cdot F_y = 4908,7 \cdot 390 = 1914408 \text{ N}$
- $d = h_{ba} - t - D_{\text{senggang}} - 0,5 \cdot D_{\text{long}} - D_{\text{long}}$
 $= 480 \text{ mm} - 80 \text{ mm} - 13 \text{ mm} - 0,5 \times 25\text{mm} - 25\text{mm}$
 $= 349,5\text{mm}$
- $a = T / (0,85 \cdot b \cdot f_c') = 1914408 \text{ N} / (0,85 \cdot 600 \cdot 35 \text{ Mpa})$
 $= 165 \text{ mm}$
- $M_n = 511147311,5 \text{ Nmm} > 4278335520 \text{ Nmm} \dots \text{(o.k)}$

Maka, balok anak 600/900 bisa dicor pada umur 7 hari

7.3.4 Rekap hasil perhitungan kontrol Balok Pracetak

Berikut adalah hasil perhitungan kebutuhan tulangan dan kontrol penampang pracetak Balok dermaga dan balok Dermaga .

Tabel 7. 6 Perhitungan Kontrol Pracetak balok dermaga dan trestle dan trestle

Lokasi	Nama Balok	Dimensi pracetak (cm)		Jumlah tulangan rencana			Umur beton saat pengecoran	fci (Mpa)	Mu Pengecoran (N)	Mn saat pengecoran (N)	ket
		b	h	n	D	25					
Jetty	Balok Crane (B2)	70	98	18	D	25	7 hari	22,75	543247059	2350866730	o.k
	Balok Mem. (B3)	70	98	14	D	25	7 hari	22,75	543247059	1904262281	o.k
	Balok Anak (B4)	60	48	12	D	25	7 hari	22,75	427835520	575471583,6	o.k
	Balok Mel. (B5)	70	98	12	D	25	7 hari	22,75	324748235	1756606561	o.k
Trestle	Balok Mem. (B6)	80	88	10	D	25	7 hari	22,75	349411765	1239818773	o.k
	Balok Mel. (B7)	80	88	9	D	25	7 hari	22,75	349411765	1126497731	o.k

Tabel 7. 7 Perhitungan Kontrol Pengangkatan

Lokasi	Nama Balok	Dimensi pracetak (cm)		Tulangan angkat			Umur beton saat pengangkatan	fci (Mpa)	Mu Pengangkatan (N)	Mn saat pengangkatan (N)	ket	Lifting Hook
		b	h	n	D	25						
Jetty	Balok Crane (B2)	70	98	2	D	25	3 hari	16,1	62968109	302290990,1	o.k	D 22
	Balok Mem. (B3)	70	98	2	D	25	3 hari	16,1	62968109	302290990,1	o.k	D 22
	Balok Anak (B4)	60	48	2	D	25	3 hari	16,1	26435591	124890173,9	o.k	D 19
	Balok Mel. (B5)	70	98	2	D	25	3 hari	16,1	24596918	317606254,3	o.k	D 13
Trestle	Balok Mem. (B6)	80	88	2	D	25	3 hari	16,1	36348937	264959288,3	o.k	D 19
	Balok Mel. (B7)	80	88	2	D	25	3 hari	16,1	9087234	264959288,3	o.k	D 13

Tabel 7. 8 Perhitungan kontrol pengecoran

Lokasi	Nama Balok	Dimensi pracetak (cm)		Jumlah tulangan rencana		Umur beton saat pengecoran	fci (Mpa)	Mu Pengecoran (N)	Mn saat pengecoran (N)	ket
		b	h	n	D 25					
Jetty	Balok Crane (B2)	70	98	18	D 25	7 hari	22,75	543247059	2350866730	o.k
	Balok Mem. (B3)	70	98	14	D 25	7 hari	22,75	543247059	1904262281	o.k
	Balok Anak (B4)	60	48	10	D 25	7 hari	22,75	443888824	511147311,5	o.k
	Balok Mel. (B5)	70	98	12	D 25	7 hari	22,75	324748235	1756606561	o.k
	Balok Mem. (B6)	80	88	10	D 25	7 hari	22,75	349411765	1239818773	o.k
Trestle	Balok Mel. (B7)	80	88	9	D 25	7 hari	22,75	349411765	1126497731	o.k

7.3.5 Perencanaan Sambungan Balok Induk-Anak

Pada perencanaan sambungan antara balok induk dan balok anak dipergunakan sambungan dengan menggunakan konsol pendek. Balok anak diletakkan pada konsol yang berada pada balok induk kemudian dirangkai menjadi satu kesatuan. Perencanaan konsol pada balok anak disesuaikan dengan SNI 2847:2013 pasal 11.8

7.3.5.1 Penulangan Konsol pada Balok Induk

Data perencanaan

- V_u pada balok anak : 241300,87 N
- Dimensi balok anak 60/90
- Dimensi konsol rencana :
 - b_w : 400 mm
 - h : 300 mm
 - d : 400 mm – 40mm -22 mm = 238 mm
- Dimensi tul. lentur : 22 mm
- f_c' : 35 MPa
- f_y : 390 MPa
- a_v : 150 mm

gaya yang terjadi pada konsol pendek sesuai dengan SNI 2847 : 2013 pasal 11.8.1

$$a_v/d = 150 \text{ mm} / 238 \text{ mm} = 0,63 < 1 \quad \dots \text{(o.k)}$$

$$N_{uc} \geq 0,2 V_u$$

$$N_{uc} = 0,2 \cdot 241300,87 \text{ N} = 48260,174 \text{ N}$$

$$V_n = V_u / \phi = 241300,87 \text{ N} / 0,75 = 321734,493 \text{ N}$$

Berdasarkan SNI 2847. 2013 pasal 11.6.9 untuk beton normal, kuat geser tidak boleh lebih besar dari

$$\begin{aligned} 0,23 f_c' A_c &= 0,23 \cdot 35 \text{ MPa} \cdot 400 \text{ mm} \cdot 238 \text{ mm} \\ &= 766360 \text{ N} > V_n \dots\dots \text{(o.k)} \end{aligned}$$

$$(3,3+0,08 f_c'). A_c = (3,3+0,08 \cdot 35 \text{ MPa}) \cdot 400 \text{ mm} \cdot 238 \text{ mm}$$

$$= 580720 \text{ N} > V_n \dots\dots(\mathbf{o.k})$$

$$11 \text{ Ac} = 11.400\text{mm} \cdot 238\text{mm} = 1047200 \text{ N} > V_n \text{ (o.k)}$$

$$Avf = V_n / (f_y \cdot \mu) = 321734,493 \text{ N} / (390 \text{ MPa} \cdot 1,4)$$

$\mu = 1,4$ karena beton dicor monolit (SNI 2847 : 2013 pasal 11.6.4.3)

7.3.5.2 Luas Tulangan Lentur

Perletakkan yang akan digunakan dalam konsol pendek adalah sendi-rol yang mengijinkan deformasi arah lateral ataupun horizontal. Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 11.8.3.4 akan digunakan N_{uc} minimum (N_{uc} = gaya tarik horizontal terfaktor yang diterapkan diatas korbel yang bekerja serentak dengan V_u).

- $$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{390 \text{ MPa}}{0,85 \cdot (35 \text{ MPa})} = 13,11$$
- $$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (f_c' - 28)}{7} \right)$$

$$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (35 \text{ MPa} - 28 \text{ MPa})}{7} \right) = 0,80$$
- $$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \left[\frac{600}{600 + f_y} \right]$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 35 \text{ MPa} \cdot 0,8}{390 \text{ MPa}} \left[\frac{600}{600 + 390 \text{ MPa}} \right] = 0,03699$$
- $$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot (0,03699) = 0,02774$$
- $$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390 \text{ MPa}} = 0,00359$$
- $$\begin{aligned} M_u &= V_n \cdot av + N_{uc}(h-d) \\ &= (321734,493 \text{ N} \cdot 150\text{mm}) + 48260,174 \\ &\quad \text{N} \cdot (400\text{mm} - 238\text{mm}) \\ &= 39187261,29 \text{ Nmm} \end{aligned}$$
- $$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{39187261,29 \text{ Nmm}}{0,8 \cdot 400\text{mm} \cdot (238\text{mm})^2} = 2,61$$

- $$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right)$$
- $$\rho = \frac{1}{13,11} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,11 \cdot 2,61}{390 \text{MPa}}} \right) = 0,0058$$
- $$Af1 = \frac{Mu}{0,85 \cdot \phi \cdot f_y \cdot d} = \frac{39187261,29 \text{Nmm}}{0,85 \cdot 0,75 \cdot 390 \text{MPa} \cdot (238 \text{mm})} = 662,25 \text{mm}^2$$
- $Af = \rho \cdot b \cdot d = 0,0058 \cdot 400 \text{mm} \cdot 238 \text{mm} = 548,44 \text{mm}^2$
- Af yang dipakai adalah $548,44 \text{mm}^2$

Tulangan pokok (tarik utama) Asc :

- $$An = \frac{Nuc}{\phi \cdot f_y} = \frac{48260,174 \text{Nmm}}{0,75 \cdot 390 \text{MPa}} = 164,992 \text{mm}^2$$
- $Asc = Af + An = 548,44 \text{mm}^2 + 164,992 \text{mm}^2 = 713,434 \text{mm}^2$
- $Asc = (2/3 \cdot Avf) + An = (2/3 \cdot 589,26 \text{mm}^2) + 164,992 \text{mm}^2 = 557,83 \text{mm}^2$
- $Asc = 713,434 \text{mm}^2$

Kebutuhan Tulangan geser

- $Ah = \frac{1}{2} (As - An) = 274,22 \text{mm}^2$
- $Ah = \frac{1}{3} Avf = 196,419 \text{mm}^2$

Maka dipasang tulangan $3\emptyset 10$, $As = 235,619 > Ah$

Kebutuhan Tulangan lentur

- $As = (2/3 \cdot Avf + An) = 557,83 \text{mm}^2$
- $Asc = Af + An = 548,44 \text{mm}^2 + 164,992 \text{mm}^2 = 713,83 \text{mm}^2$
- Maka kebutuhan tulangan tarik utama yang dipakai adalah $Asc = 713,83 \text{mm}^2$

Luas Plat landasan

- $Vu = \emptyset \cdot 0,85 \cdot f_c' \cdot Al$
- $Al = \frac{Vu}{\phi \cdot 0,85 \cdot f_c} = \frac{241300,87 \text{Nmm}}{0,75 \cdot 0,85 \cdot 35 \text{MPa}} = 10814,60 \text{mm}^2$
- Maka dipakai plat landas $100 \times 150 \text{mm}$

7.3.6 Perencanaan Hubungan Balok – Kolom Virtual

Hubungan balok dan kolom virtual direncanakan dengan meneruskan tulangan lentur dari balok pacetak. Panjang penyaluran dan pengakuran atau kait standar balok pracetak pada kolom virtual dihitung sesuai dengan *SNI 2847 2013* pasal 12.2.5 dan pasal 7.1.

Panjang penyaluran tulangan balok ke kolom virtual dihitung sesuai dengan *SNI 2847 2013* pasal 12.2.5 yaitu diambil yang terbesar dari :

a. Panjang minimum adalah 200 mm

$$b. \quad l_{dc} = \frac{0,24 \cdot f_y}{\lambda \sqrt{f_c}} \cdot d_b = \frac{0,24 \cdot 390 \text{ MPa}}{1 \cdot \sqrt{35 \text{ MPa}}} \cdot 25 \text{ mm} = 395,5 \text{ mm}$$

c. $l_{dc} = 0,043 \cdot f_y \cdot d_b = 0,043 \cdot 390 \text{ MPa} \cdot 25 \text{ mm} = 419,25 \text{ mm}$

Maka dipakai panjang penyaluran 419,25 ~ 420 mm

Sedangkan panjang kait standar menurut pasal 7.1 harus senilai tidak boleh kurang dari $12d_b = 12 \cdot 25 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$.

Dalam perencanaan ini, kait standart pada hubungan balok ke kolom virtual dibengkokkan dengan sudut 135° sehingga panjang pembekokan pada kait standart untuk menyalurkan tulangan lentur adalah sepanjang minimal $6d_b = 6 \cdot 25 \text{ mm} = 150 \text{ mm}$.

Kontrol untuk perencanaan hubungan balok dan kolom virtual pada struktur pemikul momen biasa cukup dengan mengikuti panjang penjaluran sesuai *SNI*, sedangkan kontrol geser tidak perlu di perhitungkan karena struktur tidak direncanakan secara daketail.

7.4 Perhitungan Struktur Bawah

Struktur bawah meliputi pile cap dan tiang pancang. Pada tahap ini pula perhitungan detail hanya akan meninjau satu elemen saja sedangkan untuk elemen lain disajikan dalam bentuk tabel.

7.4.1 Penulangan Kolom Virtual

Kebutuhan penulangan kolom virtual baik Dermaga maupun Trestle diambil dari hasil analisa *SAP 2000*.

Berdasarkan hasil output kebutuhan penulangan diketahui kebutuhan tulangan Kolom virtual 80x80 adalah sebagai berikut

a. Kolom virtual 80 x 80 pada dermaga : 9674 mm².

- Cek rasio tulangan = $\rho = 1\% - 6\%$
- A penampang = 800 mm . 800 mm = 640000 mm²
- $\rho = \frac{9674 \text{ mm}^2}{640000 \text{ mm}^2} = 0,15 = 1,5 \% > 1\% \dots \dots (o. k)$
- maka dipasang 20 D 25 As = 9817,5 mm²

b. Kolom virtual 80 x 80 pada trestle : 6400mm².

- Cek rasio tulangan = $\rho = 1\% - 6\%$
- A penampang = 800 mm . 800 mm = 640000 mm²
- $\rho = \frac{6400 \text{ mm}^2}{640000 \text{ mm}^2} = 0,15 = 1\% \geq 1\% \dots \dots (o. k)$
- maka dipasang 16 D 25 As = 7853,98 mm²

7.4.2 Panjang Penyaluran Tulangan Kolom Virtual

Penjang penyaluran tulangan kolom virtual dihitung sesuai dengan SNI 2847 2013 pasal 12.2.5 yaitu diambil yang terbesar dari :

- a. Panjang minimum adalah 200 mm
- b. $l_{dc} = \frac{0,24 \cdot f_y}{\lambda \sqrt{f_c}} db = \frac{0,24 \cdot 390 \text{ MPa}}{1 \cdot \sqrt{35 \text{ MPa}}} 25 \text{ mm} = 395,5 \text{ mm}$

c. $l_{dc} = 0,043 \cdot f_y \cdot db = 0,043 \cdot 390 \text{ MPa} \cdot 25 \text{ mm} = 419,25 \text{ mm}$
Maka dipakai panjang penyaluran 419,25 ~ 420 mm

7.4.3 Perhitungan Penulangan Pile Cap

Berikut adalah detail perhitungan pile cap dermaga yang dianggap mewakili perhitungan yang lainnya :

Data perencanaan untuk penulangan plat Dermaga :

- a. Dimensi pile cap insitu : 160 x 160 cm
- b. Tebal pile cap : 1500 mm
- c. Tebal decking : 80 mm
- d. Diameter tul. rencana : D 25 mm
- e. Mutu tulangan : BJ TS grade 30
 - Tenggangan leleh (f_y) : 390 MPa
 - Tenggangan putus (f_u) : 560 Mpa
- f. Mutu beton (f_c') : 35 Mpa

Momen (M_u) yang digunakan dalam perhitungan penulangan plat sesudah komposit berasal dari analisa menggunakan program *SAP2000*.

- $M_{u11} = 3622000 \text{ Nmm}$
- $M_{u22} = 3622000 \text{ Nmm}$

a. Perhitungan penulangan arah L_x

- $$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{390 \text{ MPa}}{0,85 \cdot (35 \text{ MPa})} = 13,1$$
- $$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (f_c' - 28)}{7} \right)$$

$$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (35 \text{ MPa} - 28 \text{ MPa})}{7} \right) = 0,80$$
- $$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \left[\frac{600}{600 + f_y} \right]$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 35 \text{ MPa} \cdot 0,85}{390 \text{ MPa}} \left[\frac{600}{600 + 390 \text{ MPa}} \right] = 0,037$$

- $\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot (0,037) = 0,0277$
- $\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390MPa} = 0,0036$
- $d = h - \text{decking} - 1/2D$
 $d = 1500mm - 100mm - \frac{1}{2} \cdot 25mm = 1407,5mm$
- $Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{36220000 Nmm}{0,8 \cdot 1000mm \cdot (1407,5mm)^2} = 0,002$
- $\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right)$
 $\rho = \frac{1}{13,1} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,1 \cdot 0,002}{390MPa}} \right) = 0,00002$
- Cek nilai $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$
 $0,0036 > 0,00002 < 0,0277$, maka dipakai $\rho = 0,0036$
- $A_s = \rho \cdot b \cdot d$
 $A_s = 0,0036 \cdot 1000mm \cdot 1407,5mm$
 $A_s = 5053mm^2$
- Maka dipakai tulangan **D29– 90 mm**
- $A_{s,used} = 5454mm^2 > 5063mm^2 \dots\dots\dots(o.k)$

b. Perhitungan penulangan arah Ly

- $m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{390MPa}{0,85 \cdot (35MPa)} = 13,1$
- $\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (f_c' - 28)}{7} \right)$
 $\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (35MPa - 28MPa)}{7} \right) = 0,80$
- $\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1}{f_y} \left[\frac{600}{600 + f_y} \right]$
 $\rho_b = \frac{0,85 \cdot 35MPa \cdot 0,85}{390MPa} \left[\frac{600}{600 + 390MPa} \right] = 0,037$

- $\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot (0,037) = 0,0277$
- $\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390 \text{ MPa}} = 0,0036$
- $d = h - \text{decking} - 1/2D$
 $d = 1500 \text{ mm} - 100 \text{ mm} - \frac{1}{2} \cdot 25 \text{ mm} = 1407,5 \text{ mm}$
- $Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{36220000 \text{ Nmm}}{0,8 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot (1407,5 \text{ mm})^2} = 0,002$
- $\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right)$
 $\rho = \frac{1}{13,1} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,1 \cdot 0,002}{390 \text{ MPa}}} \right) = 0,00002$
- Cek nilai $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$
 $0,0036 > 0,00002 < 0,0277$, maka dipakai $\rho = 0,0036$
- $A_s = \rho \cdot b \cdot d$
 $A_s = 0,0036 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 1407,5 \text{ mm}$
 $A_s = 5053 \text{ mm}^2$
- Maka dipakai tulangan **D29– 90 mm**
- $A_{s, \text{used}} = 5454 \text{ mm}^2 > 5063 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots (o.k)$

7.4.4 Perencanaan Pile Cap Pracetak

Desain pile cap pracetak direncanakan seperti pada gambar berikut. Dimana dimensi pilecap pracetak di dermaga dan di trestle adalah sama :

Pada gambar tersebut, dinding-dinding pile cap pracetak harus didesain mampu menahan tekanan lateral beton basah. Dimana kontrol untuk penulangan dinding pile cap pracetak adalah sebagai berikut :

Data- data perencanaan pilecap pracetak :

- a. D_{tulangan rencana} : 13 -150 mm
- b. Tebal selimut : 225 mm

- c. Cover : 80 mm
- d. d' : 80 mm - 0,5 . 13mm = 86,5 mm
- e. d : 225 mm – 86,5 mm = 138,5 mm
- f. Mutu tulangan BJ TS Grade 40
 - F_y = 390 Mpa
 - F_u = 560 MPa
- g. Modulus elastisitas baja : 200.000 MPa
- h. Mutu beton : 35 MPa
- i. Mutu beton umur 7 hari $f_{ci} = 0,65 \cdot 35 \text{ MPa} = 22,75 \text{ MPa}$
- j. $E_c = 4700 \cdot \sqrt{35 \text{ MPa}} = 27805,6 \text{ Mpa}$
- k. $n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{200000 \text{ MPa}}{27805,6 \text{ MPa}} = 7,193$

Luas dinding beton dan tulangan dihitung per meter lari :

- $A_c : 255 \text{ mm} \cdot 1000 \text{ mm} = 225000 \text{ mm}^2$
- $A_s : 0,25 \cdot \pi \cdot (13 \text{ mm})^2 \cdot (1000\text{mm}/ 150\text{mm}) = 884,882\text{mm}^2$

Menghitung letak garis netral tulangan

- $$y_a = \frac{A_c \cdot 0,5 \cdot t + n \cdot A_s \cdot d}{A_c + n \cdot A_s}$$

$$y_a = \frac{225000 \text{ mm}^2 \cdot 0,5 \cdot 225 \text{ mm} + 7,193 \cdot 884,882 \text{ mm}^2 \cdot 138,5 \text{ mm}}{225000 + 7,193 \cdot 884,882 \text{ mm}^2}$$

$$y_a = 113,215 \text{ mm}$$
- $y_b = 225 \text{ mm} - 113,215 \text{ mm} = 111,785 \text{ mm}$
- $$I_c = \frac{1}{12} \cdot 1000 \text{ mm} \cdot (300 \text{ mm})^3 + 1000 \text{ mm} \cdot 300 \text{ mm} \cdot (113,215 \text{ mm} - 112,25 \text{ mm})$$

$$I_c = 949333857 \text{ mm}^4$$
- $I_s = n \cdot A_s \cdot (d - y_a)$

$$I_s = 7,193 \cdot 884,882 \text{ mm}^2 \cdot (138,5 \text{ mm} - 113,215 \text{ mm})$$

$$I_s = 4069122 \text{ mm}^4$$
- $I_t = I_c + I_s = 949333857 \text{ mm}^4 + 4069122 \text{ mm}^4$

$$I_t = 953402978,6 \text{ mm}^2$$

Mencari gaya momen yang bekerja ,berikut adalah perhitungan gaya momen yang bekerja pada dinding pilecap

Besarnya tekanan yang diterima oleh dinding pilecap pracetak :

- $F = 0,5 \cdot K_a \cdot \gamma \cdot h^2$
 $= 0,5 \cdot 2 \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 \cdot (1300 \text{ mm})^2$
 $= 4056 \text{ kg}$
- $M = F \cdot 0,333 h$
 $= 4056 \text{ kg} \cdot 0,333 (1300 \text{ mm})$
 $= 2028000 \text{ kg.mm} = 20280000 \text{ N.mm}$

Menghitung tegangan yang terjadi

- $\sigma = \frac{M \cdot y_b}{I_t} = \frac{2028000 \text{ N.mm} \cdot 111,785 \text{ mm}}{953402978,6 \text{ mm}^4} = 2,38 \text{ MPa}$

Mencari nilai tegangan ijin beton ;umur 7 hari

- $f_r = 0,7 \sqrt{f_{ci}} = 0,7 \sqrt{22,75 \text{ MPa}} = 3,339 \text{ MPa}$
- Nilai $\sigma = 2,38 \text{ MPa} < f_r = 3,339 \text{ Mpa} \dots\dots(o.k)$

Karena tegangan beton pada umur 7 hari lebih besar dari pada tegangan yang terjadi akibat pengecoran maka disain pilecap pracetak dapat diterima.

7.4.5 Rekap Penulangan Pile Cap Dermaga dan Trestle

Berdasarkan hasil perhitungan, berikut saya sajikan hasil perhitungan penulangan pile cap dermaga dan dermaga.

Tabel 7. 9 Rekap Penulangan Pile Cap Dermaga dan Trestle

Tipe Pile Cap	Dimensi (mm)			Penulangan lx	Penulangan ly
	panjang	lebar	tinggi		
P1 Jetty	2000	2000	1500	D25 - 90	D25 -90
P2 Trestle	1500	1500	1200	D25 - 120	D25 -120

7.4.6 Perhitungan Geser Pons Pile Cap

Pile Cap harus di desain untuk memenuhi persyaratan bahwa kekuatan gaya geser nominal harus lebih besar dar gaya pons yang terjadi. Berikut adalah perhitungan kontrol geser pons pada pile cap.

Diketahui data-data perhitungan sebagai berikut :

- Diameter tiang pancang : 914 mm
- Tebal tiang : 19 mm
- P tiang : 330 ton (*Pu SAP2000*)

Kontrol :

$$(1+DLA).P.2 < 2. (a + b +2h)h. 1/6.\sqrt{f_c}\phi$$

$$(1+ 0,4).(3300000N. 2) < 2.(914.9,14+2.1500).1500. 1,6. \sqrt{35}. 0,8$$

$$4620000 N < 109681279,5 N \dots(o.k)$$

Pile cap mampu manahan gaya geser pons.

7.4.7 Perhitungan Shear Ring

7.4.7.1 Shear Ring Dermaga Ø 914 m

Berikut adalah data perencanaan perhitungan panjang penyaluran pada pile cap :

- a. Dimensi Poer
 - Lebar (b) = 1500 mm
 - Tinggi (h) = 1500 mm
- b. Cover = 100 mm
- c. D tiang = 914 mm
- d. D dalam tiang = 876 mm (tebal tiang 19 mm)
- e. ϕ = 0,7
- f. Mutu Beton = 35 MPa
- g. Mutu tulangan = 390 MPa
- h. D tul. Poer = 25 mm
- i. D tul. sengkang = 13 mm
- j. σ_e = 460 MPa
- k. tebal las rencana = 5 mm
- l. P_{kerja} = 0 N tidak ada gaya cabut (out put SAP 2000)

A. Kontrol kekuatan beton dalam tiang

$$\begin{aligned}
 \blacksquare P_{\text{beton dalam tiang}} &\geq P_{\text{kerja}} \\
 &= A_{\text{beton}} \cdot 0,85 \cdot \phi \cdot f_c' \\
 &= (1/4) \cdot \pi \cdot (876\text{mm})^2 \cdot 0,85 \cdot 0,7 \cdot 35 \text{ MPa} \\
 &= 1251137,97 \text{ N} > 0 \text{ (O.k)}
 \end{aligned}$$

B. Kontrol Retak Poer

$$\begin{aligned}
 \blacksquare V_c &\geq 1,6 f_c' \cdot b \cdot d \\
 &= 1,6 \cdot 35 \text{ MPa} \cdot 1500 \text{ mm} \cdot 1387,5 \text{ mm} \\
 &= 12140625 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Syarat ,

$$\begin{aligned}
 \blacksquare P_{\text{kerja}} &\leq 2 \cdot \phi \cdot V_c \\
 0 \text{ N} &\leq 2 \cdot 0,7 \cdot 12140625 \text{ N} \\
 0 \text{ N} &\leq 16996875 \text{ N} \quad \dots \text{ (o.k)}
 \end{aligned}$$

C. Kontrol Kekuatan Las

Direncanakan menggunakan las E 60 XX, dengan tegangan izin 460 MPa . ketebalan las rencana adalah 5 mm. Maka kekuatan las dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan las} &= K. \text{ las} . \text{ tebal las} . \sigma \\ &= (\pi. 1387,5 \text{ mm}). 5 \text{ mm}. 460 \text{ MPa} \\ &= 10025607,56 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat, Kekuatan las} &> P_{\text{kerja}} \\ 10025607,56 \text{ N} &> 0 \text{ N} \dots \text{(o.k)} \end{aligned}$$

D. Tulangan dari tiang ke struktur atas

Berikut adalah perhitungan tulangan dari tiang ke struktur atas :

$$\begin{aligned} \text{As. Perlu} . f_y \text{ tulangan} &= P / \phi \\ \text{As perlu} &= 0 \text{ N} / (0,7 . 390 \text{ MPa}) \\ &= 0 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Karena P cabut 0, maka tulangan dipasang sebesar 1% dari luas pancang yaitu :

- $As = \frac{1}{4} \pi . (876 \text{ mm})^2 . 0,01 = 6026,95 \text{ mm}^2$
- Maka dipasang 12 D 25, $As = 6037,75 \text{ mm}^2$

E. Jarak Shear Ring

- $S . \text{ akar} . f_c' . 1/6 . \pi . Dd < 0,85 f_c' Dsr . \pi . Dd$

$$S = \frac{0,85 . f_c' \text{ Mpa} . Dd . \pi}{\sqrt{f_c'} . 6}$$

$$S = \frac{0,85 . 35 \text{ Mpa} . 25 . \pi}{\sqrt{35} . 6}$$

$$S = 754 \text{ mm}$$

Jarak maksimum shear ring adalah 200 mm, maka dipasang tulangan shear ring $\text{Ø } 13 - 200 \text{ mm}$.

F. Panjang penyaluran

Nilai yang diperhitungkan untuk panjang penyaluran tekan yaitu diitung sesuai dengan persamaan berikut :

$$S = db \cdot \frac{fy}{\sqrt{fc'} \cdot 4}$$

$$S = 25mm \cdot \frac{390 \text{ Mpa}}{\sqrt{35 \text{ MPa}} \cdot 4} = 412 \text{ mm}$$

Dan tidak boleh kurang dari

$$0,04 \cdot db \cdot fy = 0,04 \cdot 25 \cdot 390 \text{ MPa} = 390 \text{ mm}$$

Panjang penyaluran dasar harus dikalikan dengan factor yang berlaku untuk luas tulangan terpasang lebih besar dari tulangan yang diperlukan .

$$\begin{aligned} \text{Faktor modifikasi} &= A_{s \text{ perlu}} / A_{s \text{ terpasang}} \\ &= 6026,95 \text{ mm}^2 / 6037,75 \text{ mm}^2 \\ &= 0,998 \end{aligned}$$

Sehingga panjang penyaluran minimal total adalah

$$\begin{aligned} l_{dh} \cdot \text{Factor modifikasi} &= 412 \text{ mm} \cdot 0,998 \text{ mm} \\ &= 411,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka dipakai panjang penyaluran terbesar yaitu $l_{min} = 412 \text{ mm}$, maka dipasang jarak 600 mm.

Panjang penyaluran dasar tulangan dalam kondisi tarik dihitung menurut SNI 2847 2013 pasal 14.2.

$$l_{dh} = \frac{3 \cdot fy \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \gamma}{5 \cdot \sqrt{fc'}} = \frac{3 \cdot 390 \text{ MPa} \cdot 1.1.1.1}{5 \cdot \sqrt{35 \text{ MPa}}} = 988,8 \text{ mm}$$

Maka panjang penyaluran tulangan dasar minimal adalah 988,8 mm, sehingga dipakai panjang 1500 mm.

G. Base Plate

Base plate digunakan sebagai penahan beton segar saat pengisian beton isian. Base plate direncanakan dengan menggunakan plat baja dengan tebal 10 mm. Sedangkan untuk menahan base plate pada tiang pancang.

Berat yang harus dipikul oleh base plate :

$$P = A_{\text{dalam tiang}} (tp \cdot BJ \text{ baja} + BJ \text{ beton} \cdot L)$$

$$= 0,25 \cdot \pi \cdot (0,876\text{m})^2 \cdot (0,01 \cdot 7850 + 2400 \cdot 1)$$

$$= 2940,25 \text{ kg } \approx 2,94 \text{ ton}$$

Perhitungan pengait base plate

$$\blacksquare A = \frac{P}{\sigma} = \frac{2940,25 \text{ kg}}{1600 \text{ kg/cm}^2} = 1,838 \text{ cm}^2 = 183,77 \text{ mm}^2$$

($\sigma = 1600 \text{ kg/cm}^2$ adalah tegangan izin pengait A307 dengan mutu normal)

Direncanakan digunakan 4 pengait maka, As tiap pengait adalah :

$$\blacksquare A_s = \frac{183,77 \text{ mm}^2}{4} = 45,94 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai pengait 4Ø10 ($A_s = 78,54 \text{ mm}^2$)

7.4.7.2 Shear Ring Trestle Ø 700 m

Berikut adalah data perencanaan perhitungan panjang penyaluran pada pile cap :

- a. Dimensi Poer
 - Lebar (b) = 1200 mm
 - Tinggi (h) = 1200 mm
- b. Cover = 100 mm
- c. D tiang = 700 mm
- d. D dalam tiang = 676 mm (tebal tiang 12 mm)
- e. ϕ = 0,7
- f. Mutu Beton = 35 MPa
- g. Mutu tulangan = 390 MPa
- h. D tul. Poer = 25 mm
- i. D tul. sengkang = 13 mm
- j. σ_c = 460 MPa
- k. tebal las rencana = 5 mm
- l. P_{kerja} = 0 N (out put SAP 2000)

A. Kontrol kekuatan beton dalam tiang

$$\begin{aligned}
 \blacksquare P_{\text{beton dalam tiang}} &\geq P_{\text{kerja}} \\
 &= A_{\text{beton}} \cdot 0,85 \cdot \phi \cdot f_c' \\
 &= (1/4) \cdot \pi \cdot (676 \text{ mm})^2 \cdot 0,85 \cdot 0,7 \cdot 35 \text{ MPa} \\
 &= 7474261,414 \text{ N} > 0 \text{ N (O.k)}
 \end{aligned}$$

B. Kontrol Retak Poer

$$\begin{aligned}
 \blacksquare V_c &\geq 1,6 f_c' \cdot b \cdot d \\
 &= 1,6 \cdot 35 \text{ MPa} \cdot 1200 \text{ mm} \cdot 1087,5 \text{ mm} \\
 &= 7612500 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Syarat ,

$$\begin{aligned}
 \blacksquare P_{\text{kerja}} &\leq 2 \cdot \phi \cdot V_c \\
 0 \text{ N} &\leq 2 \cdot 0,7 \cdot 7612500 \text{ N} \\
 0 \text{ N} &\leq 106576500 \text{ N} \quad \dots \text{ (o.k)}
 \end{aligned}$$

C. Kontrol Kekuatan Las

Direncanakan menggunakan las E 60 XX, dengan tegangan izin 460 MPa . ketebalan las rencana adalah 5 mm. Maka kekuatan las dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Kekuatan las} &= K_{\text{las}} \cdot \text{tebal las} \cdot \sigma_e \\
 &= (\pi \cdot 676 \text{ mm}) \cdot 5 \text{ mm} \cdot 460 \text{ MPa} \\
 &= 4884548,26 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Syarat, Kekuatan las} &> P_{\text{kerja}} \\
 4884548,26 \text{ N} &> 0 \text{ N} \quad \dots \text{ (o.k)}
 \end{aligned}$$

D. Tulangan dari tiang ke struktur atas

Berikut adalah perhitungan tulangan dari tiang ke struktur atas

$$\begin{aligned}
 A_s \cdot \text{Perlu} \cdot f_y \text{ tulangan} &= P / \phi \\
 A_s \text{ perlu} &= 0 \text{ N} / (0,7 \cdot 390 \text{ MPa}) \\
 &= 0 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Karena P cabut 0, maka tulangan dipasang sebesar 1% dari luas pancang yaitu :

$$\begin{aligned}
 \bullet A_s &= \frac{1}{4} \pi \cdot (676 \text{ mm})^2 \cdot 0,01 = 3598,08 \text{ mm}^2 \\
 \bullet \text{ Maka dipasang } 8 \text{ D } 25, A_s &= 3926,99 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

E. Jarak Shear Ring

- $S \cdot \text{akar} \cdot f_c' \cdot 1/6 \cdot \pi \cdot Dd < 0,85 f_c' Dsr \cdot \pi \cdot Dd$

$$S = \frac{0,85 \cdot f_c' \text{ Mpa} \cdot Dd \cdot \pi}{\sqrt{f_c'} \cdot 6}$$

$$S = \frac{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa} \cdot 25 \cdot \pi}{\sqrt{35} \cdot 6}$$

$$S = 754 \text{ mm}$$

Jarak maksimum shear ring adalah 200 mm, maka dipasang tulangan shear ring $\text{Ø } 13 - 200 \text{ mm}$.

F. Panjang penyaluran

Nilai yang diperhitungkan untuk panjang penyaluran tekan yaitu diitung sesuai dengan persamaan berikut :

- $S = db \cdot \frac{f_y}{\sqrt{f_c'} \cdot 4}$

$$S = 25 \text{ mm} \cdot \frac{390 \text{ Mpa}}{\sqrt{35 \text{ Mpa}} \cdot 4} = 412 \text{ mm}$$

Dan tidak boleh kurang dari

- $0,04 db \cdot f_y = 0,04 \cdot 25 \cdot 390 \text{ MPa} = 390 \text{ mm}$

Panjang penyaluran dasar harus dikalikan dengan factor yang berlaku untuk luas tulangan terpasang lebih besar dari tulangan yang diperlukan .

$$\begin{aligned} \text{Faktor modifikasi} &= A_s \text{ perlu} / A_s \text{ terpasang} \\ &= 3589,08 \text{ mm}^2 / 3926,99 \text{ mm}^2 \\ &= 0,91 \end{aligned}$$

Sehingga panjang penyaluran minimal total adalah

- $l_{dh} \cdot \text{Factor modifikasi} = 412 \text{ mm} \cdot 0,91 \text{ mm}$
 $= 376,56 \text{ mm}$

Maka dipakai panjang penyaluran terbesar yaitu $l_{min} = 412 \text{ mm}$, maka dipasang jarak 600 mm.

Panjang penyaluran dasar tulangan dalam kondisi tarik dihitung menurut SNI 2847 2013 pasal 14.2.

- $l_{dh} = \frac{3 \cdot f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \gamma}{5 \cdot \sqrt{f_c'}} = \frac{3 \cdot 390 \text{ Mpa} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{5 \cdot \sqrt{35 \text{ Mpa}}} = 988,8 \text{ mm}$

Maka panjang penyaluran tualangan dasar minimal adalah 988,83 mm, sehingga diapakai panjang 1500 mm.

G. Base Plate

Base plate digunakan sebagai penahan beton segar saat pengisian beton isian. Base plate direncanakan dengan menggunakan plat baja dengan tebal 10 mm. Sedangkan untuk menahan base plate pada tiang pancang.

Berat yang harus dipikul oleh base plate :

$$\begin{aligned} P &= A \text{ dalam tiang (tp . BJ baja + BJ beton. L)} \\ &= 0,25 \cdot \pi \cdot (0,676\text{m})^2 \cdot (0,01 \cdot 7850 + 2400 \cdot 1) \\ &= 889,554 \text{ kg} = 0,88955 \text{ ton} \end{aligned}$$

Perhitungan pengait base plate

$$\blacksquare A = \frac{P}{\sigma} = \frac{889,554 \text{ kg}}{1600 \text{ kg/cm}^2} = 0,556 \text{ cm}^2 = 55,6 \text{ mm}^2$$

($\sigma = 1600 \text{ kg/cm}^2$ adalah tegangan izin pengait A307 dengan mutu normal)

Direncanakan digunakan 4 pengait maka, As tiap pengait adalah :

$$\blacksquare As = \frac{55,597 \text{ mm}^2}{4} = 13,89 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai pengait 4Ø10 (As = 78,54 mm²)

7.4.8 Perhitungan Penulangan Abutmen

Abutmen pada trestle terdiri dari 2 (tiga) bagian yaitu *stopper*, *pier head*, *pier* dan *pile cap*. Pada perhitungan ini, perhitungan detail penulangan yang disajikan adalah penulangan *stopper* sedangkan untuk penulangan bagian abutmen lainnya akan disajikan dalam bentuk tabel. Berikut adalah detail dimensi abutmen dan data detail perhitungan.

Data perencanaan treste :

- a. Tebal stopper : 400 mm
- b. Tebal pier head : 800 mm
- c. Tebal pier : 1400 mm
- d. Decking : 80 mm

- e. Pile cap : 1500 mm
- f. Mutu tulangan : BJ TS grade 30
 - Tenggangan leleh (f_y) : 390 MPa
 - Tenggangan putus (f_u) : 560 Mpa
- g. Mutu beton (f_c') : 35 Mpa
- h. Tulangan rencana : D 16

Momen (M_u) yang digunakan dalam perhitungan penulangan abutmen sesudah komposit berasal dari analisa menggunakan program *SAP2000*. Berikut adalah momen yang terjadi pada struktur abutmen.

- $M_{u11} = 53734090 \text{ Nmm}$
- $M_{u22} = 124445100 \text{ Nmm}$

a. Perhitungan penulangan arah Lx

- $$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{390 \text{ MPa}}{0,85 \cdot (35 \text{ MPa})} = 13,1$$
- $$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (f_c' - 28)}{7} \right)$$

$$\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (35 \text{ MPa} - 28 \text{ MPa})}{7} \right) = 0,80$$
- $$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \left[\frac{600}{600 + f_y} \right]}{f_y}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 35 \text{ MPa} \cdot 0,85 \left[\frac{600}{600 + 390 \text{ MPa}} \right]}{390 \text{ MPa}} = 0,037$$
- $\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot (0,037) = 0,0277$
- $\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390 \text{ MPa}} = 0,0036$
- $d = h - \text{decking} - 1/2D$

$$d = 400 \text{ mm} - 80 \text{ mm} - \frac{1}{2} \cdot 16 \text{ mm} = 312 \text{ mm}$$

- $Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{53734090 \text{ Nmm}}{0,8 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot (312 \text{ mm})^2} = 0,69$
- $\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right)$
 $\rho = \frac{1}{13,1} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,1 \cdot 0,69}{390 \text{ MPa}}} \right) = 0,0018$
- Cek nilai $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$
 $0,0036 > 0,0018 < 0,0277$, maka dipakai $\rho = 0,0036$
- $A_s = \rho \cdot b \cdot d$
 $A_s = 0,0036 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 312 \text{ mm}$
 $A_s = 1120 \text{ mm}^2$
- Maka dipakai tulangan **D16– 150 mm**
- $A_{s,used} = 1340 \text{ mm}^2 > 1120 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots(\mathbf{o.k})$

b. *Perhitungan penulangan arah Ly*

- $m = \frac{fy}{0,85 \cdot fc'} = \frac{390 \text{ MPa}}{0,85 \cdot (35 \text{ MPa})} = 13,1$
- $\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (fc' - 28)}{7} \right)$
 $\beta_1 = 0,85 - \left(\frac{0,05 \cdot (35 \text{ MPa} - 28 \text{ MPa})}{7} \right) = 0,80$
- $\rho_b = \frac{0,85 \cdot fc' \cdot \beta_1}{fy} \left[\frac{600}{600 + fy} \right]$
 $\rho_b = \frac{0,85 \cdot 35 \text{ MPa} \cdot 0,85}{390 \text{ MPa}} \left[\frac{600}{600 + 390 \text{ MPa}} \right] = 0,037$
- $\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot (0,037) = 0,0277$
- $\rho_{\min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{390 \text{ MPa}} = 0,0036$
- $d = h - \text{decking} - 1/2D - D$
 $d = 400 \text{ mm} - 80 \text{ mm} - \frac{1}{2} \cdot 16 \text{ mm} - 16 \text{ mm} = 296 \text{ mm}$

- $Rn = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{124445100 \text{ Nmm}}{0,8 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot (296 \text{ mm})^2} = 1,78$
- $\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right)$
 $\rho = \frac{1}{13,1} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,1 \cdot 1,78}{390 \text{ MPa}}} \right) = 0,0047$
- Cek nilai $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$
 $0,0036 > 0,00002 < 0,0277$, maka dipakai $\rho = 0,0036$
- $A_s = \rho \cdot b \cdot d$
 $A_s = 0,0036 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 296 \text{ mm}$
 $A_s = 1390 \text{ mm}^2$
- Maka dipakai tulangan **D16– 150 mm**
- $A_{s,used} = 1340 \text{ mm}^2 > 1120 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots(o.k)$

7.4.9 Rekap Penulangan Abutmen

Berikut adalah rekap hasil perhitungan penulangan Abutmen untuk semua section dari *stopper* hingga penulangan pilecap.

Tabel 7. 10 Rekapitulasi Penulangan Abutmen

Section	Mu		Tulangan			Mn	
	Lx	Ly	D	-	s	Lx	Ly
<i>Stopper</i>	53734090	124445120	D16	-	150	143071024	157410424
<i>Pier</i>	853082250	374644840	D25	-	120	1169106602	790491670
<i>Wing Wal</i>	79403900	80397060	D16	-	150	143071024	143071024
<i>Pile Cap</i>	525316000	641600000	D25	-	90	2847334165	2847334165

7.5 Daya Dukung Pondasi

Daya dukung batas atas atau daya dukung ijin pondasi dianalisa agar mampu menahan gaya yang terjadi. Daya dukung dianalisa harus mampu menahan daya akibat beban tetap dan

akibat beban sementara. Sebagai contoh perhitungan diambil contoh perhitungan tiang pancang pada trestle

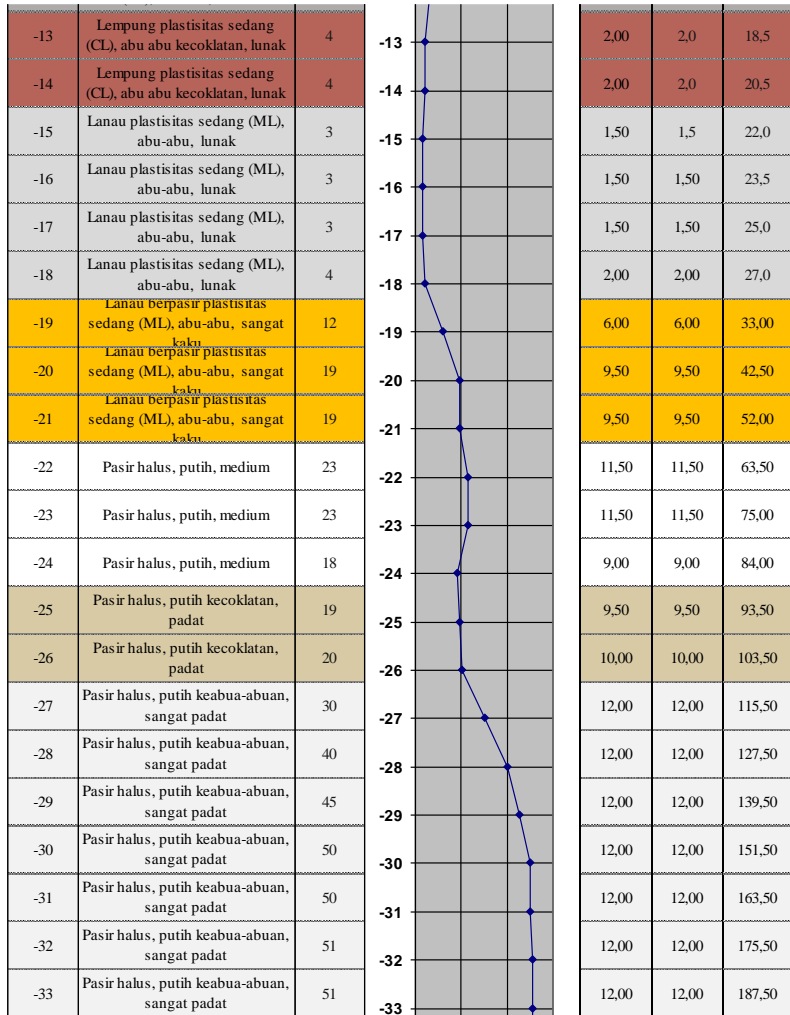
7.5.1 Daya Dukung Tanah Trestle Ø 700 m

Data- data perencanaan :

- Diameter tiang : 700 mm
- Tebal tiang : 12 mm
- Mutu tiang f_y : 310 MPa
 F_u : 455 MPa

Perhitungan Daya Dukung :

Data Tanah Borlog			L = 36.0 m			
Depth (m)	Jenis Tanah	N rata2	Grafik SPT	f_i (t/m ²)	Li . Fi (t/m)	Li . Fi (t/m)
0	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat lunak	0		0,00	0,00	0,00
-1	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat lunak	0		0,00	0,00	0,00
-2	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat lunak	0		0,00	0,00	0,00
-3	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat lunak	0		0,00	0,00	0,00
-4	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat lunak	0		0,00	0,00	0,00
-5	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat lunak	0		0,00	0,00	0,00
-6	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat lunak	0		0,00	0,00	0,00
-7	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat lunak	0		0,00	0,00	0,00
-8	Lempung plastisitas sedang (CL), coklat keabuabuan, kemerahan sedang	6		3,00	3,00	3,0
-9	Lempung plastisitas sedang (CL), coklat keabuabuan, kemerahan sedang	6		3,00	3,0	6,0
-10	Lempung plastisitas sedang (CL), coklat keabuabuan, kemerahan sedang	7		3,50	3,5	9,5
-11	Lempung plastisitas sedang (CL), abu abu, lunak	8		4,00	4,0	13,5
-12	Lempung plastisitas sedang (CL), abu abu, lunak	6	3,00	3,0	16,5	



-32	Pasir halus, putih keabua-abuan, sangat padat	51	-31						
-33	Pasir halus, putih keabua-abuan, sangat padat	51	-32				12,00	12,00	175,50
-34	Pasir halus, putih keabua-abuan, sangat padat	51	-33				12,00	12,00	187,50
-35	Pasir halus, putih keabua-abuan, sangat padat	51	-34				12,00	12,00	199,50
-36	Pasir halus, putih keabua-abuan, sangat padat	51	-35				12,00	12,00	211,50
-37	Pasir halus, putih keabua-abuan, sangat padat	52	-36		End of Pile \varnothing 914 mm		12,00	12,00	223,50
-38	Pasir halus, putih keabua-abuan, sangat padat	53	-37				12,00	12,00	235,50
-39	Pasir halus, putih keabua-abuan, sangat padat	53	-38				12,00	12,00	247,50
-40	Pasir halus, putih keabua-abuan, sangat padat	53	-39				12,00	12,00	259,50
-41		0	-40				12,00	12,00	271,50

A. Perhitungan Dukung pondasi

Perhitungan daya dukung tanah dilakukan sesuai dengan referensi dari buku berjudul Mekanika Teknik dan Teknis Pondasi – 1990 karangan Kazuto Nakazawa dan Suyono Sosrodarsono yang berjudul *Soil Mechanics and Foundation Engineering*. Pada perencanaan ini direncanakan kedalaman tiang adalah 36 m dari sea bed.

Diketahui :

Diameter luar tiang pancang (D_p)= 0,70 m

Tebal tiang (D_p') = 0,012 m

Luas tiang = $0,25\pi(0,7\text{m})^2$

= 0,3848 m²

Keliling tiang ($U_p = p \times D$) = 2,1991 m

Berat tiang = 203,61 kg/m'

B. Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang

a. Gaya Geser Maksimum Pada Dinding Tiang (R_f)

$R_f = U_p \times s (li \times fi)$

$$S (li \times fi) = 175,5 \text{ t/m}$$

b. Daya Dukung Pada Ujung Tiang

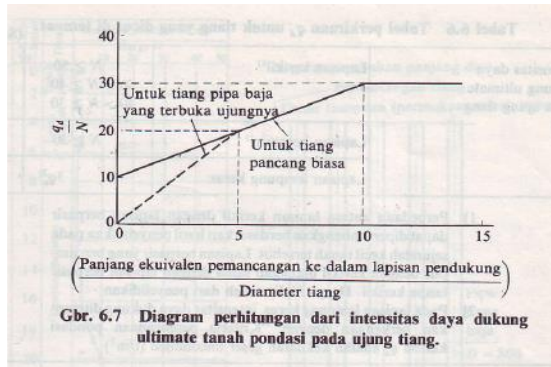
$$R_f = qD \times A$$

$$\begin{aligned} A &= 0,25\pi(dp)^2 - 0,25\pi(dp-2dp')^2 \\ &= 0,25\pi(0,70\text{m})^2 - 0,25\pi(0,70\text{m} - 2 \times 0,01\text{m})^2 \\ &= 0,026 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

I/D dimana,

I = 4,0 m (panjang penetrasi tiang sampai
Ke lapisan pendukung)

D = 0,7 m (diameter ujung tiang)



$$qd/N = 25,71428571$$

$$N = (N1 + N2) / 2 = 49$$

$$N1 = \text{Nilai N-SPT ujung tiang} = 50$$

$$N2 = \text{Nilai N-SPT rata-rata } 4D \text{ dr ujung tiang} = 49$$

$$qd = 1271,43 \text{ ton}$$

$$Qd/N = \frac{20+10}{10} \times I/D = 25,71$$

N = (N1+N2) / 2 dimana,

N1 = Nilai N-SPT pada ujung tiang
= 50

N2 = Nilai N-SPT rata-rata 4D dari ujung tiang
= 49

$$Q_d = \frac{Q_d}{N} \times N = 25,71 \times 49 = 1271,43 \text{ ton}$$

c. Daya Dukung Ultimate Tiang (R_u)

$$\begin{aligned} R_u &= R_f + R_t = 385,945 \text{ ton} + 32,97 \text{ ton} \\ &= 418,922 \text{ ton/tiang} \end{aligned}$$

d. Daya Dukung Ijin Tiang (R_a)

$$R_a = (R_u / SF) - W_p \quad \text{dimana,}$$

$$SF = 3$$

$$W_p = L_{\text{tot}} \times W_t \quad \text{dimana,}$$

$$L_{\text{tot}} = 36 \text{ m (panjang total tiang)}$$

$$W_t = 203,61 \text{ kg/m}^3 \text{ (berat tiang /m)}$$

$$\begin{aligned} W_p &= L_{\text{tot}} \times W_t = 36 \text{ m} \times 203,61 \text{ kg/m}^3 \\ &= 7330 \text{ ton/tiang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga, } R_a &= \frac{R_u}{SF} - W_p = \frac{418,922 \frac{\text{ton}}{\text{tiang}}}{3} - 7330 \frac{\text{ton}}{\text{tiang}} \\ &= 132,31 \text{ ton/tiang} \end{aligned}$$

C. Daya dukung tiang untuk beban sementara $R_a(s)$

$$R_a(s) = R_a \times 150 \% \quad \text{dimana,}$$

$$R_a(s) = 132,31 \times 1,5 = 198,47 \text{ ton/tiang}$$

D. Kapasitas Daya Dukung Horizontal

a. Ketentuan

1. Ujung atas tiang terbenam di bawah permukaan tanah
2. Nilai N-SPT di bawah muka tanah dasar diambil nilai N-SPT min = 3
3. Diameter tiang, diperhitungkan = 70 cm
4. Mutu beton baja = 310 MPa
5. Modulus elastisitas beton = 278056 kg/cm²
6. Momen inersia tiang (I) = $p/64 D^4$

b. Koefisien Reaksi Tanah Dasar (k)

$$k = 0,2 E_o \times D^{-0,75} \times y^{-0,5}$$

c. Modulus Elastisitas Tanah

Diketahui, $N = 3$

$$E_o = 28 \times N = 28 \times 3 = 84$$

d. Deformasi Tiang di Dasar Pile Cap (y_i)

$y_i = 1,0$ cm (deformasi horizontal ijin)

$$k = 0,6492 \text{ kg/cm}^3$$

$$b = (kD/(4EI))^{0,25} = 0,0025 \text{ cm}^{-1}$$

e. Virtual Fixity Point (L_m)

$$L_m = p/2\beta = \pi/2 \times 1/0,0025 \text{ cm}^{-1} = 635,594 \text{ cm}$$

$$= 6,37 \text{ m} = H^*$$

f. Daya Dukung Gaya Horizontal Tiang Tegak (H_a), untuk pergeseran sebesar y_i

$$H_a = \{(Kd \times 1/b^3)\} / y_i = 19,694 \text{ ton/tiang}$$

$$SF = 3 \rightarrow \text{beban tetap}$$

$$\text{Sehingga, } H_a \text{ untuk beban tetap} = H_a/SF = 6,56 \text{ ton/tiang}$$

$$SF = 2 \rightarrow \text{beban sementara}$$

$$\text{Sehingga, } H_a \text{ beban sementara} = H_a/SF = 9,85 \text{ ton/tiang}$$

g. Momen Lentur pada Posisi Virtual Fixity Point (M_a)

Berdasarkan kekuatan tanah

$$M_a = H_a \times H^* = 6,56 \text{ ton/tiang} \times 6,37 \text{ m} = 41,79 \text{ tm/tiang}$$

$$M_a = H_a \times H^* = 9,85 \text{ ton/tiang} \times 6,37 \text{ m} = 62,684 \text{ tm/tiang}$$

▪ Kapasitas Cabut Tiang (RC)

$$R_f = U_p \times S \text{ (li} \times \text{fi)}, \text{ dimana}$$

$$S \text{ (li} \times \text{fi)} = 163,50 \text{ t/m}$$

$$U_p = 2,199 \text{ m} \quad (\text{keliling tiang})$$

$$\text{Sehingga, } R_f = 2,199 \text{ m} \times 163,5 \text{ t/m} = 359,56 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned}
 SF &= 5 && \text{(standar jembatan di Jepang)} \\
 W_p &= 7,330 \text{ ton/tiang} && \text{(berat per titik tiang)} \\
 RC &= R_f/SF + W_p = 79,241 \text{ ton/tiang}
 \end{aligned}$$

Sehingga,

Kapasitas cabut ijin tiang (beban tetap)

$$RC = 79,2408 \text{ ton/tiang}$$

Kapasitas cabut ijin tiang (beban sementara) $\rightarrow SF=3$

$$RC = 127,18 \text{ ton/tiang}$$

7.5.2 Rekap Hasil Perhitungan Daya Dukung Pondasi

Berikut adalah hasil perhitungan daya dukung ijin dibandingkan dengan gaya yang terjadi. Untuk perhitungan daya dukung pondasi trestle menggunakan cara yang sama, sehingga hasil perhitungan disajikan dalam bentuk tabel :

Tabel 7. 11 Rekap hasil Perhitungan Daya Dukung Pondasi

Jenis Tiang	Diameter (mm)	L (m)	PERSYARATAN				TERJADI			
			Beban Tetap (t)		Beban Sementara (t)		Beban Tetap (t)		Beban Sementara (t)	
			P Tekan	P Cabut	P Tekan	P Cabut	P Tekan	P Cabut	P Tekan	P Cabut
Tiang tegak	914	36	545,22	101,52	817,83	164,12	472,56	0,00	200,04	0,00
Tiang tegak	700	36	132,31	79,24	198,47	127,18	-110,70	0,00	62,70	0,00

Tabel 7. 12 Rekap Perhitungan Hasil Daya Dukung pondasi

Jenis Tiang	Diameter (mm)	L (m)	PERSYARATAN				PERSYARATAN			
			Beban Tetap (t)	Beban Sementara (t)	Beban Tetap (t.m)	Beban sementara (t.m)	Beban Tetap (t)	Beban Sementara (t)	Beban Tetap (t.m)	Beban sementara (t.m)
			Ha	Ha	Momen	Momen	Ha	Ha	Momen	Momen
Tiang tegak	914	36	12,18	18,27	134,58	201,88	7,57	3,87	66,91	28,71
Tiang tegak	700	36	8,62	12,93	72,09	201,88	2,20	1,77	11,80	13,42

Tabel 7. 13 Reka[Perhitungan Hasil Daya Dukung Podasi Abutmen

Jenis Tiang	Diameter (mm)	L (m)	PERSYARATAN				TERJADI			
			Beban Tetap (t)		(t)		Beban Tetap (t)		Beban Sementara (t)	
			P Tekan	P Cabut	P Tekan	P Cabut	P Tekan	P Cabut	P Tekan	P Cabut
Tiang tegak	610	30	299,22	37,69	448,83	60,67	45,52	0,00	40,50	15,51
Tiang miring	610	30	299,22	37,69	448,83	60,67	107,81	0,00	55,29	0,00

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB VIII

METODE PELAKSANAAN

8.1 Umum

Dalam bab ini akan dijelaskan metode konstruksi Dermaga Dermaga Samudra di Pelabuhan Pulang Pisau. Tahapan Dermaga meliputi :

1. Metode konstruksi tiang pancang
2. Metode konstruksi pile cap
3. Metode konstruksi balok
4. Metode konstruksi pelat

8.2 Metode Konstruksi Tiang Pancang

Tahap pemancangan dilaksanakan di wilayah perairan, sedangkan *stoke yard* material konstruksi berada di wilayah daratan. Adapun tahap-tahap konstruksi tiang pancang adalah sebagai berikut :

8.2.1 Tahap Penangkatan dari *Stok Yard*

Tahap pengangkutan tiang pancang dari *stock yard* dilakukan dengan menggunakan bantuan mobile crane. Kapasitas crane yang digunakan pada proses pengangkutan harus lebih mempertimbangkan berat material yang ada di *stock yard*.

Adapun berat-berat material konstruksi

- a. Balok Crane precast :
 - $0,8 m . 1,18 m . 5,2 m . 2400 \frac{kg}{m^3} = 11,78 ton$
- b. Plat Pracetak Dermaga :
 - $0,2 m . 4,4 m . 5,3 m . 2400 \frac{kg}{m^3} = 11,19 ton$

c. Pancang Dermaga :

$$- \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,9^2 - 0,862^2) m^2 \cdot 8750 \frac{kg}{m^3} \cdot 12m = 5,52kg$$

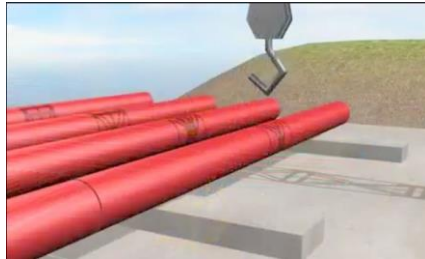
Sehingga digunakan Mobile Crane dengan kapasitas angkat 11,78 ton . Sf = 11,78 ton . 1,5 = 17,67 ton ~ 20 ton. Sebelum diangkat meju kapal pontoon terlebih dahulu pancang dilas per 2 (dua) segmen. Adapun peralatan lain yang dibutuhkan saat pengangkatan

- a. Mobile crane kapasitas 20 t
- b. Sling untuk pengangkatan tiang
- c. Kain untuk menghindari gesekan
- d. Setting bad, untuk proses tumpuan pancang saat pengelasan

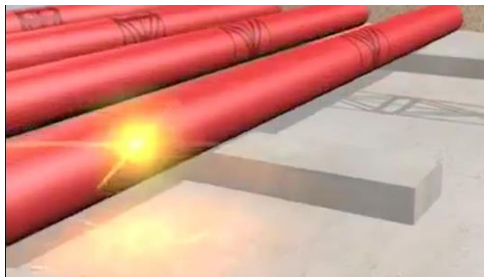
Berikut adalah gambar penagkatan ke *setting bad* :



Gambar 8. 1 Pengangkatan ke *setting bad*



Gambar 8. 2 Peletakan di atas setting bad



Gambar 8. 3 Pengelasan pada Setting Bad

Untuk mengangkat Steel pipe pipe dari Stock yard ke pounton maka digunakan Mobile Crane yang sudah siap di atas pounton. Dimana berat pancang menjadi 2x berat semula. Berat Steel pipe pipe setelah di las adalah sebagai berikut :

$$- \quad W_{spp} = 2.5,52 \text{ t} \cdot SF = 11,04 \text{ t} \cdot 1,5 = 16,56 \text{ t} < 20 \text{ t} \text{ (o.k)}$$

Berikut adalah proses pengangkatan dari *setting bad* ke *pontoon*.



Gambar 8. 4 Pengangkatan *Steel pipe pile* dari *Setting bad* ke *Pontoon*

8.2.2 Tahap Penangkutan ke Lokasi Pemancangan

Tiang pancang dari stock yard ke lokasi pemancangan diangkut dengan menggunakan kapal ponton. Jumlah ponton yang digunakan berjumlah minimal 2 (dua) buah, yaitu untuk mengangkut *hydraulic hammer* dan stock pile. Adapun peralatan lain yang digunakan dalam tahap ini adalah :

- a. Kapal Ponton, untuk mengangkut *hydraulic hammer*, *concrete pump*, *mobile crane*, dan material konstruksi.
- b. Tugboat, untuk menderek kapal ponton.



Gambar 8. 5 Pengangkutan material *steel pipe pile* dan peralatan pemancangan

8.2.3 Tahap Pemancangan

Tiang pancing yang telah tiba di lokasi pemancangan dipindahkan ke ponton pancang untuk proses pemancangan. Pengarahan titik-titik lokasi pemancangan dibantu dengan *theodolite*. Berikut peralatan saat pemancangan :

- a. *Theodolite*
 - b. *Hydraulic hammer*
 - c. *Sling*
 - d. *Alat las*
 - e. *Blender*
- *Steel pipe pile* diangkat dengan bantuan sling, kemudian sling dikendorkan hingga tiang pancang tur uke dasar laut.
 - *Steel pipe pile* dipancan dengan *hydraulic hammer* hingga kedalaman rencana yaitu *30 m* dari sea bed.
 - Dilakukan pengelasan saat ketinggian tiang belum memnuhi kedalaman rencana.
 - Untuk sepuluh pukulan terakhir dilakukan kalendering , jika $S_{rencana} > S_{lapangan}$, dihentikan pemancangan.
 - Pemotongan panjang tiang dengan *Blender* pada elevasi rencana.



Gambar 8. 6 Pemancangan Steel Pipe Pile denga Hydrulic Hammer

8.2.4 Tahap Pemasangan *Base Plate* dan Tulangan *Shearing*

Setelah tiang pancang dipotong sesuai elevasi rencana, dilakukan pemasangan *base plate* dengan cara diangkur pada tepi pancang kemudian di las, kemudian dipasang tulangan *shear ring*.



Gambar 8. 7 Pemasangan *base plate*

8.3 Metode Kontruksi *pile cap*

Setelah instalasi searing maka dilanjutkan proses installasi *pile cap* dengan rincian sebagai berikut :

- Sebelum *pile cap* dipasang terlebih dahulu di pasang clam pada tiang pancang sebagai penyangga *pile cap*. Untuk memerluas penampang maka di berikan plat kayu.
- Setelah clam dan plat kayu di pasang, selanjutnya *pile cap* dapat dipasang seperti pada gambar berikut :



Gambar 8. 8 Pemasangan Pile Cap

8.4 Metode Kontruksi Balok

Setelah *pile cap* sudah dipasangan sesuai rencana, maka balok *precast* dipasang. Balok dipasang diatas pile cap. Setelah balok terpasang maka diadakan pengecoran in situ untuk pengisian U-shell dan joint pada balok dengan *pile cap*.



Gambar 8. 9 Pemasangan Balok Pracetak

8.5 Metode Kontruksi Pelat

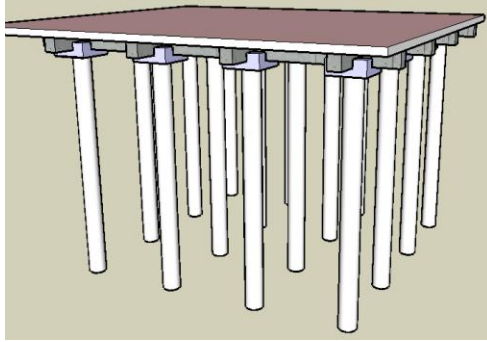
Setelah balok sudah dipasang. Maka di pasang *slab precast* yang sudah disediakan pada stockyard dan diangkut menggunakan mobile crane.



Gambar 8. 10 Pengecoran plat

8.5.1 Tahap Pengecoran *Finishing (topping off)*

Pada tahap ini hanya pengecoran untuk *finishing* saja. Hal ini perlu dilakukan agar beton tetap rekat pada setiap komponen precast yang sudah dipasang. Untuk perataan dapat menggunakan vibrator agar beton yang sudah di cor tidak keropos.



Gambar 8. 11 Hasil pengecoran akhir

Halaman ini sengaja di kosongkan

BAB IX PENUTUP

9.1 Kesimpulan

Dari analisa modifikasi struktur Dermaga Samudra di Kabupaten Pulang Pisau diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa perencanaan, *layout* termasuk tata letak dan dimensi ditetapkan sebagai berikut :
 - a. Dengan bobot kapal rencana terbesar adalah 16.000 GT maka ditetapkan dimensi dermaga dengan panjang 204 m, lebar 20 m, tinggi lantai dermaga +4,2 m LWS, dan kedalaman air rencana -13 m LWS.
 - b. Dimensi trestle dengan lebar 9m dan bentang 30 m sebanyak dua titik.
 - c. Dimensi plat dermaga dan dermaga ditetapkan dengan ketebalan yang sama yaitu 42 cm.
 - d. Dimensi balok ditetapkan seperti pada tabel berikut :

Tabel 9. 1 Dimensi Balok Dermaga dan Trestle

Lokasi	Tipe Balok	Keterangan	Dimensi	
			b (cm)	h (cm)
Jetty	B1	Balok fender	60	300
	B2	Balok Crane	70	140
	B3	balok memanjang	70	140
	B4	balok anak	60	90
	B5	balok melintang	70	140
Trestle	B6	balok memanjang	80	130
	B7	balok melintang	80	130

- e. Dimensi poer pada Dermaga ditetapkan 2000mm x 2000 mm dengan tebal 1500 mm, sedangkan di trestle ditetapkan dimensi 1500 mm x 1500 mm, tebal 1200 mm.

- f. Sedangkan untuk perencanaan tiang pancang, baik Dermaga maupun trestle menggunakan *Steel Pipe Pile* dengan dimensi seperti pada tabel berikut :

Tabel 9. 2 Dimensi Tiang Pancang Dermaga dan Trestle

Lokasi	Keterangan	Dimensi	
		Ø (mm)	tebal (mm)
Dermaga	tiang lurus	914	19
Trestle	tiang lurus	700	12

2. Dari analisa pembebanan diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 9. 3 Tabel Pembebanan pada dermaga

Jenis Beban	Value	Keterangan
Beban Hidup Tambahan		
Berat fender	3058 kg	Digunakan panjang fender 2 m, nilai beban diambil dari <i>broshure M and Arch fender Brigdgestone</i>
Beban Hidup		
UDL	3 t/m ²	
Crane	32,5 t/roda	- beban sisi laut, saat lifting dari kapal
	8 t/roda	- beban sisi darat, saat lifting dari kapal
	18 t/roda	- beban sisi laut, saat peletakan ke truk
	23 t/roda	- beban sisi darat, saat peletakan ke truk
Truk	50 ton	2,5 t x 2 roda depan
		11,25 t x 2 roda tengah
		11,25 t x 2 roda belakang
KEL	6,5 t	
Beban Horizontal		
Berthing	160 t	-
Mooring	30 t/ bollard	-
Gempa	-	- seperti yang terlampir pada perhitungan respond spectrum
		- Jenis tanah adalah tanah lunak
		- Zona gempa 4
		- Faktor modifikasi (R) adalah 1,5
Arus	0,250 t/m	sepanjang 13 m

Tabel 9. 4 Pembebanan pada Struktur Trestle

Jenis Beban	Value	Keterangan
Beban Hidup		
UDL	2 t/m ²	
Truk	50 ton	2,5 t x 2 roda depan
		11,25 t x 2 roda tengah
		11,25 t x 2 roda belakang
KEL	7 t	
Beban Horizontal		
Gempa	-	- seperti yang terlampir pada perhitungan respond spectrum
		- Jenis tanah adalah tanah lunak
		- Zona gempa 4
		- Faktor modifikasi (R) adalah 1,5
Arus	0,250 t/m	

3. Dari analisa struktur diperoleh penulangan elemen-elemen struktur yang diuraikan pada tabel berikut :

Tabel 9. 5 Pebulangan Balok Dermaga

Tipe Balok	Dimensi (cm)		Tul. Tumpuan			Tul. Lapangan			Web
	b	h	Tul. Atas	Tekan	Geser	Tarik	Tekan	Geser	
B1	60	300	18D25	18D25	4D13-200	18D25	18D25	4D13-200	2 x 5D25
B2	70	140	14D25	11D25	3D13-100	18D25	11D25	3D13-150	2 x 3D25
B3	70	140	12D25	12D25	3D13-150	14 D25	9 D 25	2D13-150	2 x 2D25
B4	60	90	6D25	6D25	2D13-150	12D25	6D25	2D13-150	2 x 1D25
B5	70	140	18D25	10D25	5D13-100	12D25	7D25	5D13-150	2 x 3D25

Tabel 9. 6 Penulangan Balok Trestle

Tipe Balok	Dimensi (cm)		Tul. Tumpuan			Tul. Lapangan			Web
	b	h	Tarik	Tekan	Geser	Tarik	Tekan	Geser	
B6	80	130	10D25	10D25	2D13-100	10D25	10D25	2D13-150	8D25
B7	80	130	9D25	9D25	2D13-150	9D25	9D25	2D13-150	8D25

Tabel 9. 7 Penulangan plat Dermaga dan Trestle

Tipe Plat	Tebal	Penulangan Ix		Penulangan Iy		Tulangan Stud
	(mm)	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	
A1 Jetty	420	D19 - 100	D19 - 100	D19 -250	D19-250	D13-500
A2 Trestle	420	D19 - 100	D19 - 100	D19 -250	D19-250	D13-500

Tabel 9. 8 Penulangan pile cap

Tipe Pile Cap	Dimensi (mm)			Penulangan Ix	Penulangan Iy
	panjang	lebar	tinggi		
P1 Jetty	2000	2000	1500	D25 - 90	D25 -90
P2 Trestle	1500	1500	1200	D25 - 120	D25 -120

4. Berdasarkan analisa, perencanaan elemen struktur pracetak dilakukan dengan metode half beam dan half slab. Untuk dimensi balok pracetak dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 9. 9 Perencanaan dimensi pracetak dermaga

Tipe Balok	Dimensi (cm)		Tul. Angkat
	b	h	
B2	70	140	D22
B3	70	140	D22
B4	60	90	D13
B5	70	140	D19

Tabel 9. 10 Perencanaan dimensi balok pracetak trestle

Tipe Balok	Dimensi (cm)		Tul. Angkat
	b	h	
B6	80	88	D19
B7	80	88	D19

Tabel 9. 11 Perencanaan Plat pracetak

Tipe Plat	Tebal	Penulangan lx		Penulangan ly		Tulangan Stud	Tulangan Angkat
	(mm)	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan		
A1 Dermaga	200	D 19 - 100	D 19 - 100	D 19 - 250	D 19 - 250	D 13 - 400	4 D 13
A2 Trestle	200	D 19 - 200	D 19 - 200	D 19 - 250	D 19 - 250	D 13 - 400	4 D 13

5. Berdasarkan hasil analisa daya dukung tanah kedalaman rencana tiang pancang dermaga dan trestle yaitu 36 m di bawah LWS. Berikut resume analisa daya dukung tanah.

Tabel 9. 12 Tabel Perhitungan daya dukung tanah

Jenis Tiang	Diameter (mm)	L (m)	PERSYARATAN				TERJADI			
			Beban Tetap (t)		Beban Sementara (t)		Beban Tetap (t)		Beban Sementara (t)	
			P Tekan	P Cabut	P Tekan	P Cabut	P Tekan	P Cabut	P Tekan	P Cabut
Tiang tegak	914	36	545,22	101,52	817,83	164,12	472,56	0,00	200,04	0,00
Tiang tegak	700	36	132,31	79,24	198,47	127,18	-110,70	0,00	62,70	0,00

Tabel 7. 14 Rekap Perhitungan Daya Dukung Pondasi

Jenis Tiang	Diameter (mm)	L (m)	PERSYARATAN				TERJADI			
			Beban Tetap (t)	Beban Sementara (t)	Beban Tetap (t.m)	Beban sementara (t.m)	Beban Tetap (t)	Beban Sementara (t)	Beban Tetap (t.m)	Beban sementara (t.m)
			Ha	Ha	Momen	Momen	Ha	Ha	Momen	Momen
Tiang tegak	914	36	12,18	18,27	134,58	201,88	7,57	3,87	66,91	28,71
Tiang tegak	700	36	8,62	12,93	72,09	201,88	2,20	1,77	11,80	13,42

Tabel 9. 13 Rekap Perhitungan Daya Dukung Pondasi Trestle

Jenis Tiang	Diameter (mm)	L (m)	PERSYARATAN				TERJADI			
			Beban Tetap (t)		(t)		Beban Tetap (t)		Beban Sementara (t)	
			P Tekan	P Cabut	P Tekan	P Cabut	P Tekan	P Cabut	P Tekan	P Cabut
Tiang tegak	610	30	299,22	37,69	448,83	60,67	45,52	0,00	40,50	15,51
Tiang miring	610	30	299,22	37,69	448,83	60,67	107,81	0,00	55,29	0,00

9.2 Saran

- a. Dalam perencanaan tata letak dermaga, harus memperhatikan kondisi kolam putar kapal. Sehingga kapal dapat berputar saat kembali ke laut.
- b. Memperbanyak membaca literature
- c. Perlu adanya perhitungan biaya untuk membandingkan metode konvensional dan metode pracetak secara detail.

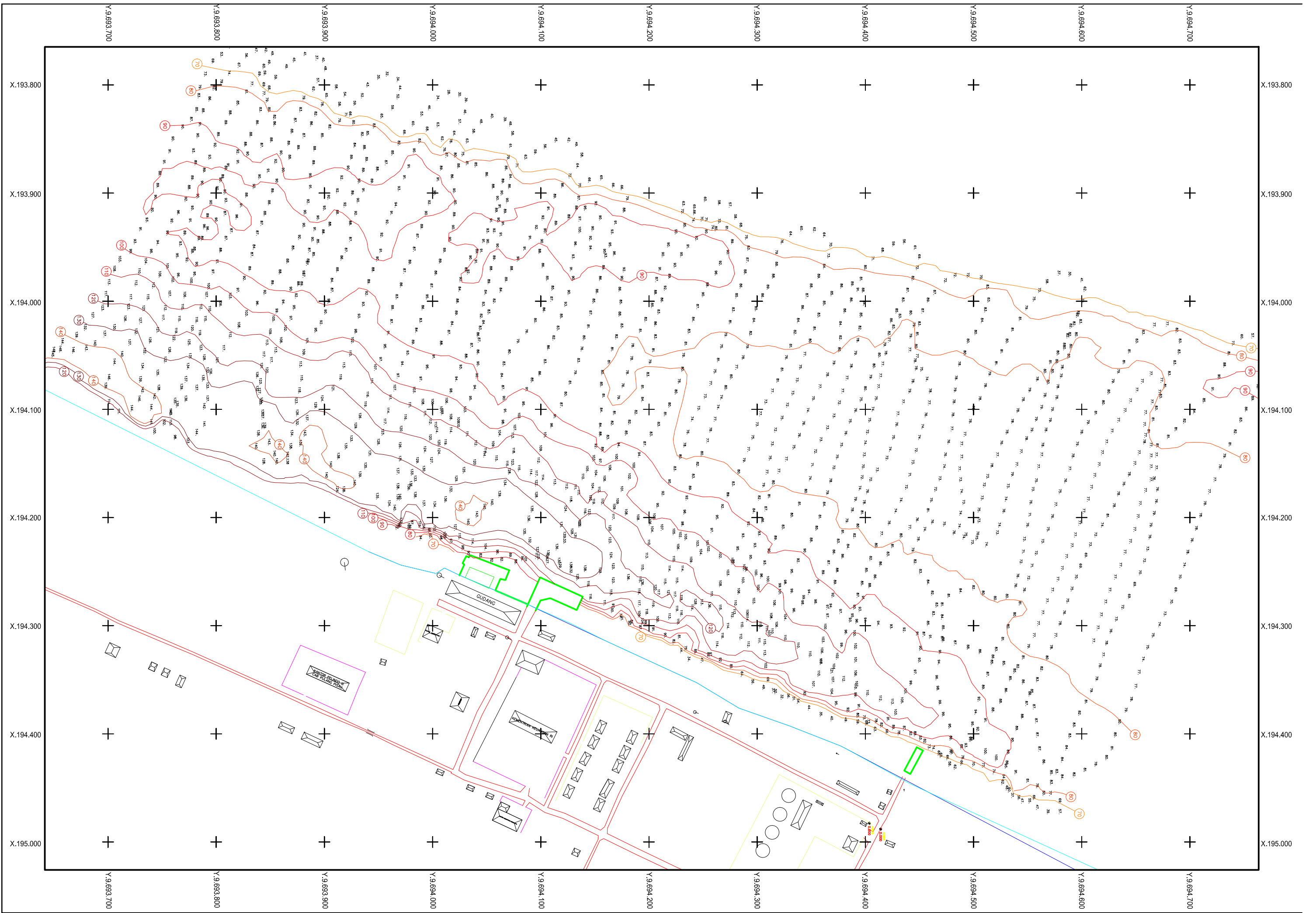
DAFTAR PUSTAKA

- Bridgestone, Marine Fender Design Manual*
- Directorat General of Sea Communication. 1984. *Standart Design Criteria for Port In Indonesia*
- Elliot, Kim. 2002. *Precast Concrete Struktur* : Library of Congress
- Kramadibra, Soedjono. 2002. *Perencanaan Dermaga* : Bandung : ITB
- PCI Design Handbook Precast and Prestress 6th Edition. Chikago : PCI Industry Hanbook Committee*
- RSNI 2833: 201X. *Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa*. Badan Standarisasi Nasional
- RSNI T-02-2005. *Standart Pembebanan Jembatan*
- SNI 7833-2012. *Tata Cara Perancangan Beton Pracetak dan Beton Prategang untuk Bangunan Gedung*
- Sosrodarsono, Ir. Suyono, Kazuto Nakazawa. 2000 .*Teknik Pondasi*. Jakarta : Pradnya Paramita
- Triatmojo, Bambang. 2009. *Perencanaan Pelabuhan* : Jogjakarta : Beta Offsite Yogyakarta
- The Overseas Coastal Area Developmen Institute of Japan. 2002. *Technical Standart and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A
Lampiran B
Lampiran C



BORING PROFILE



Project	Penyelidikan Tanah Zona Perkantoran dan Zona Curah Cair	Coordinate		BORING NO. BH-1
Location	Pelabuhan Pulang Pisau - Kalimantan Tengah	X	-	
Date	December 3 - 6, 2014	Y	-	
Total Depth	38.40 m	Z	-	
GWL	+ 2.00 m			

DEPTH	SPT	N-SPT	CURVE						KIND OF TEST	NO. SAMPLE	BOR PROFILE	DESCRIPTION	
			10	20	30	40	50	60					
0.00											[Grey pattern]	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat lunak	
1.00													
2.00	1 45	0							X	SPT 1			
3.00													
4.00	1 45	0							X	SPT 2			
5.00													
6.00	1 45	0							X	UDS 1 SPT 3			
7.00													
7.80												[Brown pattern]	Lempung plastisitas sedang (CL), coklat keabu-abuan kemerahan, sedang
8.00	2 3 3 15 15 15	6							X	SPT 4			
9.00													
10.00	2 4 4 15 15 15	8							X	UDS 2 SPT 5			
10.80											[Grey pattern]	Lempung plastisitas sedang (CL), abu-abu, lunak	
11.00													
12.00	1 2 2 15 15 15	4							X	SPT 6			
12.45											[Brown pattern]	Lempung plastisitas sedang (CL), abu-abu kecoklatan, lunak	
13.00													
14.00	1 1 2 15 15 15	3							X	SPT 7			
14.45											[Grey pattern]	Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, lunak	
15.00													
16.00	1 1 2 15 15 15	3							X	UDS 3 SPT 8			
17.00													
18.00	1 2 2 15 15 15	4							X	SPT 9			
18.45											[Grey pattern]	Lanau berpasir plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat kaku	
19.00													
20.00	16 10 9 15 15 15	19							X	UDS 4 SPT 10			
20.45													

Boring Master : Hidayat	Technical Report : Lina Selvia, Amd	Geotechnical Engineer : Yusti Yudiawati, MT
-------------------------	-------------------------------------	---

BORING PROFILE



Project	Penyelidikan Tanah Zona Perkantoran dan Zona Curah Cair	Coordinate		BORING NO. BH-1
Location	Pelabuhan Pulang Pisau - Kalimantan Tengah	X	-	
Date	December 3 - 6, 2014	Y	-	
Total Depth	38.40 m	Z	-	
GWL	+ 2.00 m			

DEPTH	SPT	N-SPT	CURVE	KIND OF TEST	NO. SAMPLE	BOR PROFILE	DESCRIPTION
20.00							Lanau berpasir plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat kaku
21.00							Pasir halus, putih, medium
22.00	13 11 12 15 15 15	23		X	SPT 11		
23.00							
24.00	4 8 10 15 15 15	18		X	SPT 12		
25.00							Pasir halus, putih kecoklatan, medium
26.00	5 8 12 15 15 15	20		X	SPT 13		
27.00							Pasir halus, putih kecoklatan, padat
28.00	8 17 23 15 15 15	40		X	SPT 14		
29.00							Pasir halus, putih keabu-abuan, sangat padat
30.00	6 22 28 15 15 15	50		X	SPT 15		
31.00							
32.00	12 23 28 15 15 15	51		X	SPT 16		
33.00							
34.00	10 24 27 15 15 15	51		X	SPT 17		
35.00							
36.00	11 29 22 15 15 8	51		X	SPT 18		
37.00							
38.00	12 25 28 15 15 10	53		X	SPT 19		
39.00							END OF THIS BORING
40.00							

Boring Master : Hidayat	Technical Report : Lina Selvia. Amd	Geotechnical Engineer : Yusti Yudiawati, MT
-------------------------	-------------------------------------	---



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
 Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
 Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
 Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2006

TGL	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.
1	232	1.7	1	1.7	33	1.9	318	1.8	236	1.0	88	1.5	135	2.0	144	2.6	166.03	2.7	184	3.6	108	1.8	240	0.7
2	265	1.6	348	1.4	52	1.8	3	1.6	109	1.2	237	0.9	148	2.0	140	1.6	175	2.5	162	3.8	99	1.0	226	1.0
3	220	1.4	44	2.1	92	2.8	292	1.1	321	1.7	107	1.2	163	1.4	122	2.6	149	2.4	155	4.3	145	1.7	199	1.2
4	226	1.3	4	0.7	355	2.0	243	1.2	29	1.4	127	1.9	166	1.4	137	2.5	144	2.7	154	3.6	139	3.3	30	1.6
5	224	0.9	66	1.1	189	1.5	277	1.0	69	0.9	100	2.0	172	1.8	134	2.5	153	3.0	138	4.3	103	2.2	161	1.5
6	9	1.3	66	0.8	350	2.1	15	0.8	345	0.8	84	2.0	172	2.2	145	2.0	154	2.7	147	3.9	324	1.1	43	1.2
7	208	1.2	47	1.0	212	1.6	186	1.0	63	1.1	110	1.5	157	2.0	150	1.8	125	2.8	157	3.6	187	1.0	349	0.7
8	354	1.5	38	1.1	171	1.5	332	0.9	34	1.3	146	1.7	146	2.1	140	2.5	169	1.8	120	1.8	124	1.5	357	1.0
9	112	1.3	122	1.4	233	1.3	71	1.7	317	1.0	160	1.4	133	2.4	141	2.5	141	2.0	160	2.7	54	1.3	2	1.4
10	63	2.0	82	1.2	176	1.3	23	1.6	178	1.0	108	1.7	154	2.6	183	2.2	157	3.0	155	3.7	83	0.9	182	1.3
11	103	1.8	16	1.1	314	1.5	16	0.9	182	1.4	134	1.2	170	2.4	177	3.3	148	2.9	160	3.5	290	0.6	151	1.3
12	297	1.4	326	1.7	193	1.1	88	1.2	142	1.4	154	1.0	120	2.1	158	2.8	152	2.7	152	3.9	173	1.2	67	1.0
13	274	1.5	30	1.7	174	1.2	85	1.3	143	1.3	148	1.3	155	1.7	169	2.1	140	1.9	165	3.4	55	1.8	85	1.1
14	276	1.4	77	1.2	316	1.5	22	0.5	148	2.0	108	1.3	145	2.2	156	2.2	288	1.1	142	1.9	73	1.8	93	1.1
15	332	1.5	304	1.4	39	1.2	24	1.0	128	1.8	175	1.3	130	2.6	173	2.3	202	1.5	164	2.3	8	1.5	119	1.3
16	274	1.5	349	1.0	44	1.6	4	1.5	92	1.6	221	1.6	141	1.6	131	2.1	174	1.4	158	1.9	90	2.3	254	1.1
17	315	2.5	334	0.8	138	0.8	27	2.0	119	1.4	120	1.5	155	1.3	156	1.9	147	2.3	305	0.7	106	3.1	12	0.5
18	274	2.8	268	1.1	23	2.5	327	1.4	126	1.9	136	1.6	157	0.8	92	1.2	155	2.6	146	2.7	71	2.4	171	1.1
19	279	1.8	243	1.3	19	1.5	50	1.4	132	1.1	172	1.5	212	0.7	139	2.4	139	2.2	153	3.1	78	2.3	248	1.4
20	287	1.9	324	1.4	349	1.2	22	1.6	85	0.9	126	1.7	165	0.7	144	2.5	163	2.2	140	3.6	85	2.0	38	1.4
21	108	1.1	281	1.6	29	1.5	43	0.6	309	2.1	198	1.7	141	2.2	141	2.6	118	1.2	116	1.9	88	1.7	235	1.0
22	241	1.6	97	1.4	253	1.0	353	1.4	309	1.7	132	1.3	144	2.4	176	1.3	161	2.2	122	1.7	83	1.5	201	1.1
23	229	1.4	61	1.1	38	1.1	123	1.0	331	1.2	135	1.1	147	1.8	143	1.8	183	3.1	76	1.5	334	1.0	38	1.0
24	284	0.9	63	1.4	149	1.4	216	0.8	10	1.5	141	1.3	134	2.1	169	2.5	155	3.1	141	2.9	81	1.9	358	1.0
25	247	1.3	131	1.6	59	2.0	283	1.1	139	1.0	157	1.3	152	2.1	154	3.1	164	3.2	156	2.1	144	1.5	6	1.4
26	321	1.4	237	1.1	2	1.5	58	1.1	84	0.9	153	0.8	150	2.1	155	3.0	163	3.0	165	0.6	16	1.6	247	1.3
27	274	2.1	316	1.4	339	0.9	153	0.9	60	0.6	186	1.5	198	0.7	147	2.2	170	2.3	241	1.3	46	1.6	49	1.0
28	173	1.5	63	1.8	207	0.7	118	1.6	33	0.9	170	1.6	139	1.3	99	0.6	162	3.2	180	2.4	28	1.3	308	1.1
29	145	1.7			317	0.9	93	1.6	63	1.2	169	1.6	149	2.0	196	1.2	147	3.7	170	2.8	188	1.3	276	1.3
30	109	1.3			340	1.8	33	1.9	136	1.3	165	1.5	155	2.9	177	2.5	169.99	4.1	163	2.6	95	1.6	278	1.9
31	52	1.9			1	1.6			37	1.4			152	2.6	150	2.8				2.3			312	1.2

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat



Surabaya, 22 April 2016
 Kasir Observasi & Informasi

Dintaw

Inlan Paramajanti
 NIP. 196106171982032002



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2007

TGL	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.
1	270	1.8	216	1.4	33	2.0	333	0.9	66	1.8	90	1.2	60	1.4	147	1.6	148	1.5	161	3.7	305	1.9	4	0.9
2	284	3.3	201	1.6	346	2.6	326	1.1	318	1.7	125	1.2	130	1.7	138	1.7	121	2.8	130	3.6	258	2.2	102	1.9
3	285	2.9	239	1.7	61	1.7	55	1.7	339	1.1	80	0.7	110	1.7	177	1.8	176	2.9	151	3.1	313	1.8	247	1.2
4	259	2.0	101	1.6	265	1.2	350	2.0	166	1.1	162	1.2	152	1.9	153	1.8	73	0.9	106	3.8	27	1.6	220	1.9
5	257	1.9	181	1.4	12	2.4	82	1.7	104	1.0	114	1.0	130	1.7	132	1.9	322	0.5	95	3.7	1	2.1	174	2.4
6	310	1.5	149	0.9	333	2.1	333	1.7	159	1.3	124	0.8	98	2.0	150	2.1	142	1.1	348	3.9	99	1.5	193	1.0
7	304	0.4	91	1.8	18	2.5	79	2.3	129	1.5	36	1.1	150	1.2	164	2.4	172	1.0	77	1.6	353	2.0	46	1.7
8	264	0.6	49	2.1	84	1.5	19	1.5	119	1.9	100	0.8	143	1.3	139	2.4	217	1.2	71	1.5	67	1.2	79	1.2
9	166	1.4	39	1.1	64	1.0	36	1.5	89	1.1	168	1.1	138	1.7	135	2.7	185	1.2	145	0.7	139	1.3	243	1.2
10	205	0.8	18	1.0	358	1.2	53	1.6	76	0.9	161	1.6	116	2.3	134	1.7	133	1.4	279	1.3	0	2.0	165	0.9
11	296	1.3	9	0.7	162	1.1	12	1.0	81	1.2	134	2.3	119	2.8	127	2.8	112	1.6	91	1.5	337	2.5	14	2.1
12	266	1.4	75	1.7	111	0.9	10	1.0	118	1.5	76	2.0	102	2.8	124	1.4	124	2.2	86	1.4	356	2.0	322	1.5
13	201	1.6	12	2.2	356	1.8	107	0.8	142	1.6	149	1.7	111	1.6	79	1.4	91	2.8	146	1.6	56	1.3	314	0.8
14	261	1.3	81	0.8	44	2.1	306	1.4	301	1.6	164	1.6	115	1.6	140	2.9	144	1.8	173	2.1	151	1.7	17	1.0
15	249	0.8	149	0.9	118	1.1	124	1.5	307	1.5	66	1.8	78	1.7	122	2.4	119	2.4	154	2.3	294	1.6	165	1.1
16	290	0.7	244	1.4	334	1.6	300	1.2	355	1.6	126	1.2	127	1.7	126	2.1	109	2.3	118	2.2	268	1.7	66	1.2
17	258	0.6	32	1.1	348	1.3	247	0.8	177	1.2	252	1.6	109	2.2	94	2.2	165	2.5	20	1.2	323	1.1	68	1.5
18	71	1.1	33	1.6	294	0.9	97	1.2	130	1.2	275	1.3	130	1.6	127	1.5	108	3.3	271	0.9	307	1.2	304	1.1
19	344	1.0	92	1.3	56	1.1	352	1.1	251	0.8	56	2.1	82	0.8	74	1.2	120	3.4	138	0.9	305	1.9	276	1.0
20	39	1.1	352	1.3	6	1.4	341	1.0	113	0.9	136	2.4	96	0.7	16	1.2	123	3.6	338	0.8	251	2.2	4	0.9
21	62	1.3	326	1.7	333	0.7	84	1.7	73	1.6	207	1.5	205	1.4	145	2.1	152	2.4	106	1.8	272	3.1	355	2.2
22	191	1.4	77	0.8	354	1.7	98	1.3	129	1.3	206	1.6	181	1.0	157	1.7	179	1.5	58	1.3	279	3.2	353	1.7
23	233	2.0	331	1.7	297	2.0	286	1.0	101	1.7	121	1.5	192	1.5	104	1.1	89	1.8	225	1.1	228	2.2	283	0.6
24	265	1.8	1	2.2	90	1.5	30	1.7	115	1.7	166	1.6	178	2.0	163	1.2	155	1.9	315	1.2	241	1.6	269	0.9
25	251	1.3	36	1.5	310	1.6	30	1.3	147	1.3	174	0.8	201	2.2	163	1.6	153	2.4	178	2.0	235	1.9	253	2.1
26	206	1.4	318	1.1	11	1.3	329	0.9	74	0.9	117	1.6	124	1.9	103	1.3	130	2.7	118	1.6	265	1.8	261	3.7
27	308	1.2	349	1.4	357	1.8	351	1.2	81	1.5	79	2.0	24	1.9	150	1.3	162	2.7	77	1.0	258	2.0	291	3.4
28	289	1.5	347	2.0	47	1.9	193	1.0	121	1.5	22	1.7	70	1.1	209	1.2	142	2.6	306	1.1	234	1.7	278	2.7
29	277	2.6			152	0.5	154	2.0	95	1.9	26	1.4	88	0.9	138	1.6	175	2.9	298	2.0	225	1.2	264	3.2
30	289	1.8			160	1.0	357	3.1	62	1.3	117	1.1	106	1.5	134	1.5	176	3.2	352	2.1	176	1.0	256	2.3
31	275	1.5			41	1.3			112	1.0			114	1.7	141	1.6			302	2.2			196	2.5

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat

Surabaya, 22 April 2016
Kasi Observasi & Informasi

Ortaw
Intan Paramajanti
NIP.196106171982032002





**BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA**

Jalan Kalimas Baru 97 B
Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2008

TGL	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.
1	216	1.6	187	1.3	308	1.9	270	1.4	269	1.4	53	1.5	94	2.9	140	2.7	107	1.2	26	1.4	6	1.7	3	1.0
2	307	1.7	258	1.2	111	1.2	43	1.6	61	1.1	128	1.3	81	3.3	135	2.7	138	1.6	245	1.2	289	1.2	222	1.1
3	268	1.8	27	1.5	274	1.6	63	1.3	99	2.2	78	1.6	80	1.8	121	2.7	134	1.8	103	1.0	333	2.6	219	1.5
4	218	1.5	295	0.9	298	2.1	28	0.7	106	1.2	115	1.5	150	2.2	89	2.7	148	2.3	116	1.3	298	1.9	309	1.1
5	215	1.6	100	1.4	285	2.6	355	0.3	133	1.2	144	1.5	109	1.7	76	2.2	154	2.0	93	0.7	37	1.1	222	1.2
6	294	0.7	350	2.0	326	1.4	349	0.8	79	1.9	146	1.6	122	1.7	103	1.8	163	2.1	248	0.7	332	1.7	252	1.3
7	222	1.1	225	2.4	272	1.5	252	1.0	101	1.6	137	1.5	107	2.2	147	1.5	210	1.2	139	1.3	15	1.9	284	1.5
8	276	2.1	283	1.9	30	1.5	97	1.1	110	2.0	340	1.1	106	2.0	158	1.4	35	1.6	21	0.6	85	1.1	238	1.1
9	248	1.8	288	1.7	123	1.2	106	2.4	125	2.3	43	0.5	78	1.2	102	1.6	181	1.4	118	1.4	308	0.8	320	1.5
10	202	1.8	28	1.2	161	1.2	63	1.5	103	1.9	41	1.5	154	1.7	55	1.1	53	2.4	121	1.9	82	0.9	291	2.1
11	219	2.8	276	2.0	263	1.2	297	1.5	100	2.7	124	1.4	136	1.4	43	1.9	59	2.4	82	2.1	138	1.2	193	0.9
12	238	2.3	341	2.1	197	0.6	108	1.6	92	2.5	87	1.6	104	1.2	45	1.4	95	1.8	82	1.6	273	1.9	85	0.9
13	239	2.7	257	1.3	3	1.5	159	1.3	139	1.9	16	1.5	123	1.4	111	1.4	76	1.4	67	2.1	262	1.2	261	1.9
14	201	2.1	330	0.9	357	1.9	338	1.2	126	2.6	82	2.1	108	2.5	96	1.9	152	1.2	78	1.4	285	1.1	201	2.0
15	248	0.9	288	2.2	358	0.7	202	1.1	129	2.2	133	1.2	150	2.2	133	2.1	175	2.1	204	1.2	333	2.0	281	2.4
16	4	1.3	329	3.3	101	1.4	2	2.0	52	2.3	106	1.8	71	1.6	132	1.9	141	2.0	242	1.5	296	1.9	209	2.8
17	238	1.2	210	1.7	359	1.4	75	2.1	133	2.8	93	1.7	169	1.1	80	1.2	88	1.6	99	1.6	348	1.4	267	2.3
18	116	1.7	156	1.5	10	1.4	70	1.5	143	2.9	100	2.2	130	2.8	92	1.8	125	1.4	100	1.4	229	1.3	267	1.7
19	226	2.0	232	2.5	226	1.3	92	0.7	129	2.7	111	2.5	158	2.5	75	1.6	156	1.3	181	0.8	319	2.4	212	1.4
20	186	1.9	212	3.0	333	0.9	107	0.3	115	2.6	76	2.3	100	2.4	138	1.3	141	1.7	138	0.9	319	2.6	213	1.6
21	234	0.9	250	1.3	21	1.2	302	2.4	116	1.7	98	3.5	113	2.0	154	2.0	303	1.3	307	0.7	337	1.4	216	1.6
22	233	1.0	334	2.1	290	1.9	294	1.7	103	1.9	115	2.8	150	1.4	106	2.0	223	0.9	190	1.3	307	1.2	45	1.2
23	135	1.6	236	1.0	257	2.0	25	1.8	63	2.2	109	2.5	95	2.6	142	1.1	113	2.6	215	1.8	30	2.2	177	1.5
24	74	2.2	37	2.4	351	2.3	77	1.4	94	1.9	115	2.6	65	2.3	152	1.5	103	2.1	210	1.3	342	2.0	175	2.3
25	22	2.2	57	1.3	344	1.8	175	1.2	112	1.4	137	2.6	166	1.9	64	1.6	129	1.9	289	2.2	339	1.8	253	2.8
26	348	1.9	5	0.6	251	0.7	67	1.4	113	0.8	136	1.8	141	1.5	110	1.5	122	0.7	3	1.4	307	1.6	287	1.2
27	174	1.2	41	1.1	140	1.3	114	1.8	133	1.3	99	1.7	143	1.7	93	1.6	144	1.9	155	2.4	226	1.0	202	0.5
28	3	1.7	266	1.6	180	1.6	74	1.7	64	1.7	113	1.8	91	1.9	127	1.3	108	2.5	98	1.6	150	1.5	106	1.0
29	6	1.6	304	2.7	107	0.7	58	1.1	115	1.7	129	1.9	95	1.3	177	1.4	150	2.6	124	1.4	145	1.2	62	1.2
30	357	1.3			271	1.0	0	2.0	99	1.8	103	2.5	75	2.2	11	1.6	118	1.6	72	1.1	43	0.8	18	1.8
31	108	1.7			318	1.5			104	1.4			121	2.4	201	1.4							230	0.9

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat

Surabaya, 22 April 2016
Kasi Observasi & Informasi
Intan Paramajanti
Intan Paramajanti
NIP. 196106171982032002



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2009

TGL	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.
1	06	1.2	219	0.9	277	1.2	83	0.8	35	0.8	15	0.6	250	1.5	151	3.2	173	3.1	164	1.4	95	1.1	327	1.3
2	236	0.9	130	1.1	228	1.3	37	1.0	180	2.6	148	1.9	131	1.5	160	2.4	175	3.1	139	1.4	58	1.5	160	1.1
3	255	2.6	7	1.6	30	0.8	293	0.5	120	2.2	181	1.2	95	1.9	133	1.8	141	2.3	170	1.3	109	2.0	324	1.1
4	218	1.7	305	1.6	127	0.8	106	1.4	133	1.8	148	2.1	143	0.6	183	3.7	162	3.1	136	1.2	38	1.9	146	1.6
5	176	1.5	345	3.5	237	1.0	134	1.6	110	1.9	88	1.3	63	1.8	181	3.9	164	4.2	217	1.3	151	1.9	200	1.1
6	229	1.5	272	2.3	81	1.6	24	1.4	141	1.1	159	1.2	148	2.4	194	2.6	151	4.4	139	2.2	148	1.3	176	1.2
7	358	1.5	209	2.6	323	2.1	7	1.6	105	1.5	148	1.7	149	1.3	192	1.6	153	3.3	171	2.0	172	1.7	34	1.1
8	205	1.2	196	2.0	248	1.6	127	1.9	136	0.7	234	1.6	212	1.9	207	2.7	138	3.4	112	1.4	70	1.0	181	1.2
9	231	1.9	168	2.9	229	3.0	112	2.0	246	0.9	186	1.0	142	1.8	172	2.0	165	3.1	144	2.1	174	1.2	192	1.5
10	272	2.5	168	1.6	276	1.5	137	2.1	54	2.3	125	1.5	163	1.6	178	2.6	139	2.2	37	1.7	81	1.5	304	1.5
11	308	2.5	228	2.4	207	1.5	161	2.2	126	1.1	167	1.6	94	1.5	159	1.1	144	3.0	85	2.3	57	2.3	178	1.3
12	255	1.4	239	2.6	331	1.3	321	1.2	198	1.1	94	1.4	145	1.2	119	1.4	152	3.8	123	1.7	192	2.3	172	1.3
13	351	1.2	186	1.1	239	0.9	276	0.9	88	1.4	34	0.8	162	2.1	245	1.4	156	3.0	225	2.3	339	0.9	104	1.3
14	148	2.8	272	1.9	232	1.5	193	0.8	158	1.2	121	0.9	86	1.9	143	3.1	159	3.1	92	0.8	241	1.3	259	1.6
15	186	1.7	183	2.1	231	3.0	184	1.6	28	1.2	122	1.4	79	0.8	146	1.8	170	1.1	212	2.0	184	1.5	348	1.3
16	297	1.8	82	2.3	262	0.9	32	1.7	172	1.3	149	1.9	128	1.4	153	3.1	172	1.6	123	2.2	49	1.0	175	1.5
17	294	1.6	90	1.6	37	0.4	234	1.6	329	1.3	160	1.4	124	1.5	165	2.6	144	2.3	159	2.4	227	1.2	332	1.4
18	242	1.4	175	1.6	229	0.9	95	1.6	276	1.6	142	1.8	176	2.3	136	3.1	176	2.8	131	3.4	355	1.6	102	1.2
19	209	1.4	49	1.4	46	2.2	291	1.8	82	1.0	187	2.1	143	1.6	151	2.2	170	3.0	136	2.1	50	1.5	306	1.2
20	182	1.1	216	1.4	353	2.3	199	2.0	163	0.8	133	2.2	50	1.5	135	2.3	160	2.9	137	1.8	276	1.6	34	1.3
21	18	0.8	287	1.5	183	1.7	86	1.2	78	1.3	164	1.6	129	1.9	141	2.3	143	2.8	204	2.1	307	2.0	192	0.7
22	235	1.6	247	1.6	273	1.4	286	1.6	156	1.0	87	1.0	147	1.7	101	1.6	149	2.7	199	2.2	217	2.2	355	0.3
23	237	0.6	19	1.3	237	1.5	126	0.8	58	1.1	159	0.7	85	1.4	138	3.1	144	2.5	349	0.8	254	1.7	192	1.2
24	128	0.9	39	1.1	335	1.0	209	1.4	37	1.2	193	1.5	95	1.2	140	3.1	158	2.2	147	1.1	350	1.2	157	0.9
25	244	0.9	306	1.4	204	2.1	259	1.4	53	2.3	146	1.9	347	1.3	157	1.7	189	2.5	154	1.2	212	1.4	349	0.9
26	205	1.3	213	2.2	289	1.0	101	0.8	73	1.6	135	1.2	91	1.6	151	2.3	175	2.6	95	1.4	308	0.7	187	1.2
27	348	0.8	140	1.2	197	1.6	85	1.0	179	1.8	71	1.3	167	1.4	160	1.9	166	3.7	231	0.9	146	1.2	329	1.7
28	236	1.3	63	1.0	319	1.2	76	1.4	106	2.5	114	1.5	74	1.2	137	1.7	164	3.2	190	1.1	228	1.5	192	1.2
29	345	1.3			286	1.4	56	1.3	96	1.6	172	2.0	292	1.4	176	3.1	177	3.1	167	2.3	241	1.8	355	2.0
30	302	1.5			186	0.6	56	1.3	55	1.2	75	2.0	182	2.7	134	2.1	170	3.5	178	2.4	246	1.4	292	1.2
31	248	1.1			238	1.0			126	1.1			153	3.4	157	3.1			138	2.1			274	1.0

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat


 Surabaya, 22 April 2016
 Kasi Observasi & Informasi

 Intan Paramajanti
 NIP.196106171982032002



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
 Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
 Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
 Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2010

TGL	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.
1	238	1.0	140	1.4	311	1.4	228	1.2	92	2.7	122	1.8	124	1.4	136	1.5	101	1.3	134	1.3	179	1.1	272	1.7
2	13	1.0	289	2.0	243	1.9	219	2.2	57	0.9	120	1.8	121	1.3	163	0.9	158	2.0	73	2.5	206	1.6	203	2.0
3	135	0.7	289	1.2	101	0.8	308	0.6	93	1.0	101	1.8	170	1.7	206	0.9	170	1.2	57	2.4	55	1.6	206	1.9
4	34	1.5	30	0.7	172	1.3	279	1.0	85	1.6	72	1.6	242	1.3	255	0.5	134	0.9	11	1.0	166	1.6	248	1.9
5	21	1.4	159	1.2	31	1.3	247	1.3	252	1.4	120	1.2	349	2.6	135	1.2	59	1.2	119	1.1	304	2.2	230	2.7
6	358	1.5	255	2.1	53	1.7	3	1.4	69	1.3	98	0.9	19	2.0	255	0.9	196	0.8	203	1.3	189	2.1	313	2.6
7	229	0.8	24	2.0	167	1.7	254	1.6	78	1.3	244	1.4	169	1.8	162	1.3	78	1.1	201	1.6	226	1.0	207	2.1
8	222	1.6	66	2.5	215	1.0	270	1.4	287	1.8	340	0.9	39	1.3	244	0.9	184	1.3	249	2.3	308	1.3	284	2.9
9	241	0.6	63	2.6	329	1.1	104	1.2	226	1.9	333	1.1	195	0.8	195	1.2	243	1.2	231	1.5	101	2.1	249	3.0
10	184	1.6	70	1.4	272	0.9	178	1.6	357	1.0	64	1.4	146	1.0	109	2.1	319	1.4	297	2.0	91	1.6	209	2.1
11	283	1.8	115	1.6	305	1.0	331	1.3	27	1.2	81	1.5	169	1.6	101	2.3	235	0.9	202	1.8	33	2.0	243	2.7
12	236	2.9	249	1.2	23	0.5	235	1.0	281	1.5	115	0.9	112	1.2	109	2.5	296	1.5	203	0.5	191	1.2	174	2.4
13	241	2.5	124	2.0	80	1.1	244	1.2	5	1.2	30	1.1	275	1.2	88	0.9	88	2.0	200	1.5	180	1.2	138	2.1
14	285	3.3	188	2.3	97	1.4	27	2.5	304	1.2	42	1.7	127	2.0	132	1.1	94	1.0	217	0.8	140	1.0	346	1.6
15	321	2.1	188	0.9	321	1.5	178	1.8	290	1.6	49	1.6	131	2.1	192	1.0	182	2.7	200	1.3	187	0.8	155	2.2
16	1	2.4	321	1.0	253	0.9	220	2.1	94	2.4	120	1.5	109	1.9	159	2.3	150	1.9	63	0.9	200	1.8	205	1.6
17	229	2.3	208	1.2	152	1.2	343	2.2	166	0.6	221	0.7	99	1.0	200	1.6	46	1.0	231	1.0	231	1.6	273	1.9
18	176	2.0	87	0.8	221	2.2	61	1.3	154	1.3	57	1.1	219	1.9	149	1.1	76	1.1	290	0.8	141	1.5	216	1.2
19	83	0.9	208	1.7	162	1.1	281	0.9	42	1.3	106	1.4	298	0.9	130	1.2	31	1.0	200	2.8	228	1.0	218	2.1
20	34	0.8	346	1.7	260	1.1	171	0.6	194	0.9	126	1.6	149	1.1	112	1.3	148	1.1	275	3.3	193	1.1	190	2.1
21	261	0.9	278	1.9	315	1.4	306	1.7	274	0.9	112	1.0	155	2.6	300	2.1	36	0.8	303	1.8	355	2.1	226	1.1
22	320	0.8	217	1.4	276	0.9	9	1.5	53	1.9	116	1.8	158	3.2	64	1.3	239	1.0	299	1.4	259	0.9	152	1.1
23	43	1.3	4	0.9	98	0.6	335	1.8	120	1.8	159	2.4	155	2.3	100	1.3	182	1.1	55	1.7	207	1.9	266	1.5
24	11	1.1	256	1.5	195	1.2	24	2.0	152	2.0	67	1.0	173	1.2	64	1.3	284	1.3	78	1.3	227	1.4	269	1.3
25	296	0.8	44	2.0	204	1.1	52	1.8	347	0.9	175	1.1	108	1.3	63	2.2	146	1.2	224	1.4	296	1.8	247	1.1
26	113	1.6	103	1.1	218	2.3	118	1.3	134	1.8	94	1.0	174	1.8	143	1.8	177	1.3	246	1.6	273	0.9	215	1.3
27	222	1.1	206	2.5	221	1.5	53	0.7	155	1.8	135	1.8	49	2.2	133	1.6	219	1.0	2	1.8	153	1.6	232	2.1
28	320	1.5	126	1.3	243	2.7	248	0.9	63	1.2	66	0.9	117	1.4	122	1.5	291	1.0	353	1.6	202	1.4	243	0.9
29	30	0.8			313	1.8	149	1.0	118	1.3	282	1.5	9	2.0	128	1.5	209	0.8	67	1.7	242	1.6	194	1.5
30	69	1.0			302	1.2	151	2.0	123	1.2	180	1.3	110	1.8	145	1.1	318	0.9	309	1.5	284	1.9	43	1.3
31	3	1.0			290	1.1			140	1.2			136	1.9	159	1.1			281	1.8			173	1.8

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat

Surabaya, 22 April 2016
 Kasi Observasi & Informasi

 Intan Paramajanti
 NIP. 196106171982032002



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
 Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
 Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
 Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2011

TGL	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.
1	101	1.0	349	1.2	254	2.2	195	0.9	225	1.7	16	1.4	149	2.2	134	3.2	156	2.4	166	2.9	218	1.2	130	2.4
2	57	1.2	162	1.9	19	1.1	209	1.3	291	0.6	112	1.4	152	2.3	165	3.6	146	2.8	168	2.4	204	1.8	205	2.1
3	116	0.7	178	0.9	124	1.8	249	1.1	178	1.2	122	2.2	177	2.1	147	3.8	146	2.0	167	2.2	216	1.4	276	2.4
4	157	1.1	237	2.5	181	2.0	218	1.0	193	1.5	138	2.3	165	2.4	160	3.1	159	1.4	169	2.7	239	2.2	203	2.1
5	54	1.9	238	1.8	171	1.9	227	2.0	156	1.6	158	1.7	179	2.5	181	3.0	143	2.4	155	3.4	278	2.5	323	1.3
6	190	2.1	229	2.6	114	1.9	248	2.6	118	1.7	162	1.4	161	2.5	165	2.8	143	3.9	157	2.3	174	1.5	274	1.0
7	229	1.3	138	1.3	215	1.4	206	2.2	202	2.2	177	1.9	155	2.1	154	2.7	150	3.9	134	1.8	108	1.7	11	1.2
8	120	1.5	152	1.8	20	1.2	122	0.6	165	2.4	198	1.9	168	2.2	166	2.5	174	3.2	125	1.9	165	2.1	205	2.1
9	106	1.7	142	2.0	236	1.1	210	1.8	128	2.1	171	2.9	161	2.6	170	2.9	164	2.5	183	0.8	161	1.2	203	2.0
10	114	1.1	165	2.7	196	1.9	245	1.2	104	1.6	165	3.2	169	2.5	151	3.7	153	2.5	159	1.7	147	2.0	218	2.1
11	281	2.4	227	1.3	105	0.7	27	0.7	130	2.3	134	2.9	149	1.8	161	3.1	138	3.0	152	1.5	160	2.2	215	2.0
12	267	3.6	239	1.2	211	1.5	42	1.2	121	1.5	149	2.7	155	2.0	151	2.7	137	2.2	141	2.8	111	1.9	207	2.2
13	238	2.3	51	2.1	182	0.9	119	1.6	305	1.3	175	2.7	149	2.2	185	2.6	148	1.6	166	2.6	291	1.9	240	1.1
14	318	2.0	37	1.7	252	1.3	121	1.6	206	1.3	142	2.3	137	1.7	154	3.2	290	1.0	151	1.9	170	1.6	320	1.3
15	254	2.2	204	2.1	233	1.9	146	1.1	294	2.1	172	0.9	146	1.5	156	3.0	134	2.4	148	2.7	216	1.8	358	1.1
16	48	1.3	193	1.5	344	1.2	245	0.8	283	1.7	89	2.5	142	1.5	155	2.8	133	2.4	159	2.3	206	1.5	194	1.5
17	266	1.6	205	1.9	219	1.1	172	1.7	146	1.6	169	2.5	166	1.5	139	2.2	168	2.2	153	2.1	196	1.5	274	1.5
18	204	1.8	78	1.6	48	1.8	204	1.3	180	2.3	170	3.5	166	1.8	178	2.1	151	1.7	100	1.4	185	1.2	231	1.1
19	213	1.7	140	2.4	212	1.1	147	0.9	151	2.4	165	2.7	162	2.3	163	3.2	164	2.3	147	1.2	185	1.3	237	1.5
20	59	1.7	213	2.0	196	1.2	123	1.1	69	2.2	133	2.8	143	2.6	165	3.6	140	3.0	200	1.3	167	1.6	242	1.7
21	112	2.2	186	1.5	291	1.8	303	1.7	145	2.2	139	2.1	113	1.6	156	3.4	160	3.7	113	1.1	186	1.7	248	2.3
22	145	1.8	108	1.8	336	1.7	156	1.7	123	1.5	169	2.0	146	2.1	164	3.8	163	2.8	92	1.7	176	1.5	273	2.0
23	305	1.0	161	2.3	293	1.5	155	2.0	168	2.2	175	1.7	169	2.5	152	3.8	174	1.9			158	1.5	295	1.4
24	45	1.2	80	1.4	278	1.4	226	1.1	143	2.0	84	1.5	175	2.7	174	3.1	177	3.2			215	1.7	288	1.6
25	130	1.4	179	1.3	287	0.6	145	1.2	178	1.6	131	2.0	168	2.3	165	3.1	151	4.1			171	2.2	277	1.4
26	192	1.5	158	1.7	256	1.9	151	1.5	202	1.1	91	0.7	185	2.3	181	3.2	165	4.6	53	1.8	140	2.9	219	1.2
27	189	1.8	225	2.1	252	2.6	297	1.6	160	2.0	175	1.1	167	2.9	149	3.1	160	4.5	95	2.2	144	1.5	226	2.4
28	197	2.2	231	2.2	221	1.8	134	2.1	126	1.1	86	1.0	157	3.5	155	2.8	171	2.8	175	1.2	333	2.0	247	3.3
29	183	1.4	183	1.4	177	2.1	107	1.7	132	1.8	318	1.4	140	3.6	147	3.8	180	2.4	201	1.6	301	2.0	215	3.0
30	174	1.3	174	1.3	273	1.3	185	1.4	109	1.3	125	2.8	145	3.2	166	2.9	179	3.4	154	2.3	176	1.8	212	1.9
31	255	2.4			126	1.3			173	1.9			150	2.9	156	1.5			69	0.8			75	0.9

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat

Surabaya, 22 April 2016
 Kasi Observasi & Informasi

 Intan Paramajanti
 NIP. 196108171982032002



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2012

TGL	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.
1	236	2.0	90	2.4	243	2.1	175	2.0	149	1.6	164	2.4	138	2.3	155	2.9	165	3.3	172	2.7	161	1.9	311	1.3
2	227	1.3	73	1.7	177	1.4	92	1.9	149	1.5	183	2.4	145	2.2	173	2.9	160	3.1	165	2.8	265	1.7	277	1.6
3	204	1.7	351	1.4	260	2.0	86	2.0	151	1.5	174	2.4	139	2.8	155	3.6	166	2.8	159	3.1	33	1.7	275	2.0
4	164	2.0	190	1.8	304	1.5	215	1.6	305	1.1	139	2.0	147	3.0	149	3.2	179	3.1	170	3.3	148	1.7	316	1.4
5	262	2.4	167	2.1	123	1.0	341	0.6	159	2.0	144	2.0	150	3.5	153	2.8	177	3.4	156	3.0	246	2.1	295	1.5
6	259	2.3	228	1.4	169	1.7	169	1.9	69	1.6	158	1.9	159	2.2	170	3.2	168	2.8	166	3.0	258	1.8	133	1.5
7	237	2.1	263	1.2	173	1.7	182	1.6	205	1.1	125	2.0	113	1.5	158	3.4	159	2.3	163	1.5	269	1.7	171	1.1
8	243	2.0	206	1.3	265	1.7	159	1.7	200	1.7	142	2.2	132	1.8	157	3.3	164	2.3	60	1.2	143	1.6	216	1.3
9	185	1.0	252	2.7	19	3.0	141	2.5	209	1.2	129	1.2	128	1.8	165	2.6	183	3.1	177	1.8	186	1.4	197	1.5
10	113	1.2	276	2.4	132	1.9	102	1.9	165	1.8	273	2.4	142	1.5	148	3.1	161	3.4	205	2.5	267	0.6	340	1.1
11	63	1.0	230	1.3	118	1.3	122	1.5	190	2.0	276	1.6	182	0.7	149	3.0	178	3.6	178	3.1	204	1.2	345	1.7
12	102	2.2	177	2.4	102	1.7	120	2.2	221	2.0	178	2.2	173	1.8	150	2.6	164	3.3	185	2.6	244	1.5	201	1.6
13	85	1.3	164	2.5	112	1.8	113	2.6	173	1.6	152	2.5	125	1.5	163	3.1	164	2.8	142	1.4	215	1.8	211	1.4
14	206	1.0	185	1.8	303	1.4	102	2.1	164	2.3	182	2.4	190	1.6	168	2.9	177	2.2	163	1.7	174	2.5	214	1.4
15	16	2.3	204	2.5	338	1.9	51	1.3	142	2.5	166	2.7	166	2.2	163	3.4	152	3.2	188	1.4	205	1.6	52	1.6
16	252	1.3	63	1.2	189	1.4	75	1.8	122	1.9	184	2.8	127	2.6	164	3.4	154	3.8	160	1.8	11	1.5	6	1.3
17	109	2.0	224	1.4	128	1.1	220	0.9	141	1.9	123	2.3	159	2.7	152	2.9	179	1.5	258	0.8	37	1.7	161	1.3
18	181	1.9	220	1.9	201	2.2	152	1.7	81	2.2	133	2.4	172	1.6	147	3.1	170	1.4	158	1.8	125	1.4	205	1.6
19	187	1.5	190	1.7	207	1.9	104	1.3	146	2.3	146	1.8	136	1.7	154	3.1	167	2.0	143	1.4	161	1.0	191	1.2
20	268	1.6	254	2.0	224	2.0	164	1.3	154	2.5	148	1.9	157	1.8	175	2.9	152	2.3	174	1.4	227	1.1	134	1.3
21	276	1.5	113	1.4	251	2.7	277	1.4	152	2.6	148	2.3	143	2.5	176	2.8	167	2.6	193	2.0	79	1.2	189	1.0
22	179	1.9	88	1.6	219	1.8	342	0.7	168	2.7	140	2.4	150	2.9	173	3.3	166	3.3	183	3.1	177	1.4	295	1.0
23	280	1.9	171	2.1	167	1.7	141	1.5	154	2.7	153	2.3	159	3.0	178	3.5	161	3.7	175	3.3	119	1.7	321	1.5
24	332	2.7	176	2.2	234	2.2	127	1.5	153	2.8	165	2.4	155	2.5	161	3.2	180	2.9	147	1.3	146	1.3	207	1.3
25	239	2.1	128	1.1	230	2.5	161	1.7	140	2.7	147	2.3	139	1.7	162	2.3	174	2.8	282	1.4	42	0.6	262	2.0
26	208	1.9	156	1.6	224	2.9	176	1.0	144	2.2	150	2.6	197	1.9	168	2.1	155	2.9	140	1.6	228	1.1	258	1.6
27	158	1.6	204	1.3	205	2.6	319	1.6	128	1.7	153	2.4	152	2.6	138	1.4	179	3.0	82	1.3	141	1.5	212	1.3
28	45	1.4	108	1.7	218	2.3	76	3.3	148	1.5	156	2.1	156	2.7	196	1.4	178	3.5	147	1.5	201	1.7	81	1.9
29	38	2.1	209	1.5	236	2.2	110	2.0	175	1.7	152	2.2	160	2.7	154	2.6	119	2.8	244	1.8	146	1.7	77	1.7
30	349	1.3			235	1.6	102	1.4	103	1.5	145	2.3	175	2.7	189	1.3	173	1.8	153	2.1	120	1.4	219	1.6
31	39	1.4			303	1.3			162	2.2			179	2.7	158	2.5			136	1.4			342	1.4

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat

Surabaya, 22 April 2016

Kasi Observasi & Informasi

Intan Paramajanti
Intan Paramajanti

NIP. 196106171982032002



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
Email : meteomaritimby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2013

TGL	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.
1	345	2.0	153	1.4	108	1.9	157	2.0	158	1.8	151	1.9	139	2.3	153	2.3	120	2.3	163	3.3	176	2.8	171	1.6
2	218	0.9	124	2.0	157	1.7	159	1.7	56	1.7	164	1.9	102	1.7	151	2.3	147	2.1	158	3.5	156	2.1	153	1.0
3	279	2.3	53	2.5	21	0.6	195	1.4	113	2.4	179	1.5	128	1.6	85	1.9	85	1.4	171	2.9	185	1.6	177	1.5
4	269	2.7	119	1.4	215	1.3	318	1.2	149	1.9	196	2.1	132	1.1	134	1.9	132	2.2	176	2.9	258	1.6	326	2.3
5	249	1.9	229	1.4	178	1.3	190	1.2	124	1.8	193	1.3	132	1.9	41	1.0	137	2.1	193	3.6	262	1.1	271	1.4
6	238	1.9	274	1.5	219	1.5	245	1.2	156	0.9	184	1.4	159	2.1	145	1.6	183	1.9	175	3.7	162	1.3	153	1.6
7	286	2.4	315	1.0	237	1.5	298	1.2	109	1.1	336	1.4	79	1.9	106	1.1	141	0.9	170	2.9	18	1.5	242	1.7
8	280	3.0	190	0.7	229	1.4	240	1.3	196	1.5	103	0.7	84	1.4	194	1.8	119	1.9	150	1.7	171	1.5	320	2.0
9	295	4.0	279	2.2	203	0.7	100	1.4	112	1.7	192	1.6	165	1.9	193	1.0	140	2.0	175	2.7	227	1.3	211	1.2
10	288	4.0	322	1.0	236	1.1	146	1.9	105	1.4	228	1.7	270	1.8	147	2.3	159	2.6	154	2.6	217	1.7	84	1.3
11	305	2.4	183	1.4	294	1.2	214	1.8	51	2.6	233	1.0	101	1.7	148	2.4	151	2.2	195	2.7	102	1.9	186	1.2
12	250	2.1	273	0.8	72	0.9	33	1.2	169	1.3	353	2.2	166	1.5	154	2.2	146	1.5	178	3.8	252	1.8	176	1.0
13	239	1.8	76	1.5	317	1.0	205	1.6	81	2.1	19	1.5	205	1.7	152	2.0	157	1.7	183	4.1	214	1.3	207	1.9
14	194	1.6	115	1.6	207	1.3	295	1.1	162	2.0	160	1.1	251	2.0	91	2.1	168	2.7	171	4.4	276	1.5	275	1.2
15	218	3.3	358	1.7	110	1.2	191	1.2	240	0.7	154	1.2	207	1.8	102	2.2	143	2.3	159	3.6	228	1.2	304	1.1
16	242	1.8	95	1.6	158	1.3	134	1.2	37	1.4	153	1.0	74	1.7	148	2.3	141	2.4	152	2.8	143	0.9	119	1.8
17	183	1.4	172	0.9	117	1.1	116	1.5	58	2.3	294	1.0	165	1.2	163	3.2	179	1.5	117	2.4	259	1.1	211	1.8
18	178	2.0	248	1.3	137	2.0	176	1.2	126	1.6	86	1.1	35	0.6	162	2.8	174	2.0	75	1.7	356	2.1	153	1.4
19	159	1.4	265	1.0	176	1.7	306	1.1	18	1.5	185	2.2	205	1.0	164	3.2	148	2.8	176	2.4	138	1.6	220	1.8
20	117	1.5	246	1.1	311	1.9	107	1.3	212	1.7	170	2.4	189	1.2	172	3.7	152	3.5	182	3.0	35	1.7	299	1.7
21	116	1.3	248	2.9	29	0.7	144	1.8	183	1.2	140	1.7	155	2.6	153	2.7	169	3.0	159	0.9	8	2.0	296	3.6
22	35	1.5	299	1.1	150	1.6	119	1.5	109	1.8	136	2.2	139	2.4	147	2.8	149	2.8	176	1.4	143	1.8	282	1.9
23	129	1.2	244	1.1	173	1.7	186	1.5	183	1.1	147	1.8	150	2.5	133	2.7	151	3.5	200	2.5	238	1.5	220	0.7
24	239	1.5	134	2.0	198	1.4	2	0.8	166	1.6	161	2.1	134	2.1	134	2.9	165	3.4	198	1.9	232	1.9	251	2.5
25	184	1.5	138	1.4	197	1.4	183	1.6	176	1.6	179	2.1	120	1.7	150	2.5	137	2.8	215	2.1	276	1.6	240	3.2
26	268	1.8	149	1.4	173	1.3	101	0.8	228	0.6	162	1.9	119	1.3	144	3.2	160	4.3	178	1.7	181	2.1	232	2.5
27	261	0.9	127	1.6	186	1.5	121	2.1	194	1.3	168	2.3	157	2.1	153	3.1	169	3.8	176	1.4	225	1.8	241	2.1
28	240	1.7	357	1.6	40	1.2	34	1.9	195	1.4	181	2.3	156	2.3	152	2.5	168	3.5	278	1.4	251	2.1	246	1.6
29	241	1.8			209	1.7	129	2.4	205	1.0	154	2.6	157	2.9	150	2.0	184	3.7	247	1.9	236	2.3	256	1.2
30	212	1.8			181	1.3	146	2.3	210	1.4	134	2.4	163	2.2	113	1.7	158	2.5	231	2.3	211	1.9	67	1.1
31	289	1.5			191	1.5			181	1.6			187	2.2	138	2.3			234	2.3			289	0.7

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat

Surabaya, 22 April 2016

Kasi Observasi & Informasi

Intan Peremajanti

NIP. 196106171982032002





**BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA**

Jalan Kalimas Baru 97 B
Surabaya - 60165


TGM : KASMAR SURABAYA
Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id


Telp/Fax : (031) 3291439
Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2014

TGL	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.
1	161	1.5	266	2.5	196	1.8	283	1.0	142	1.4	141	1.0	131	1.4	164	3.0	138	3.0	163	3.5	180	2.6	271	2.2
2	233	1.6	253	1.6	212	2.2	181	0.9	117	1.3	209	1.4	143	1.8	157	2.4	171	3.4	181	3.9	171	3.3	311	1.5
3	233	1.4	33	1.6	297	1.9	99	1.4	74	1.6	142	1.6	147	2.4	154	2.1	181	3.2	166	3.9	166	3.1	241	3.7
4	197	1.7	145	1.7	126	2.2	248	0.9	124	2.0	105	1.5	142	3.0	136	2.6	184	3.0	162	4.0	157	2.2	256	2.2
5	283	1.1	143	2.0	194	1.9	68	1.5	100	1.7	136	2.0	140	2.7	136	3.3	174	2.7	159	3.7	184	1.3	301	2.3
6	184	1.0	206	2.1	170	1.3	272	1.7	81	1.7	144	1.5	145	2.5	130	3.3	202	2.8	172	3.3	231	1.3	324	1.2
7	213	1.8	221	2.0	200	1.5	203	1.5	122	1.3	110	1.9	148	2.8	149	2.7	163	2.4	160	3.0	169	1.6	240	2.6
8	235	2.3	209	1.3	150	0.7	294	1.3	20	1.0	118	2.1	143	2.8	137	2.2	143	3.0	164	3.6	131	1.3	243	2.5
9	220	1.7	190	1.4	99	1.0	175	1.7	320	1.2	140	1.7	259	48.4	110	1.6	157	3.5	162	3.1	176	1.5	232	2.7
10	32	0.9	244	2.1	126	1.3	176	1.5	94	2.1	216	1.8	260	64.3	95	1.5	151	4.0	162	1.3	305	0.9	264	1.6
11	259	1.3	181	1.7	189	1.6	197	2.0	150	1.5	212	1.9	260	61.3	136	2.7	150	3.4	163	1.4	233	2.0	183	1.4
12	212	2.7	155	1.9	246	2.2	247	2.4	328	1.7	134	2.2	260	58.2	146	3.4	126	2.9	163	1.4	216	1.8	233	1.8
13	188	3.1	177	2.9	228	1.6	213	1.8	94	1.7	143	2.0	260	55.2	144	3.2	143	3.5	163	1.5	176	1.2	201	1.7
14	241	3.5	193	2.4	135	1.6	237	1.8	192	1.5	155	2.0	260	52.2	153	3.3	156	3.8	163	1.6	0	1.6	180	1.5
15	240	3.5	218	2.1	158	1.5	207	1.2	354	1.3	121	1.6	259	49.1	146	3.5	154	3.7	163	1.6	21	1.1	187	1.7
16	241	2.3	267	1.7	220	1.7	174	1.6	57	2.1	255	2.0	127	46.1	153	3.4	156	2.7	173	1.7	162	1.8	314	1.4
17	253	1.2	80	0.9	112	2.0	201	1.9	99	1.7	131	2.1	259	43.1	153	3.3	136	2.0	164	1.7	157	1.8	265	2.2
18	264	2.6	193	1.9	228	1.8	210	1.8	136	0.9	139	1.5	259	40.0	134	2.6	156	1.9	164	1.8	196	1.9	220	1.9
19	242	2.5	99	1.0	181	1.9	209	1.5	234	1.7	181	1.6	259	37.0	169	1.8	168	1.8	164	1.9	222	1.2	167	1.4
20	312	2.6	197	1.3	262	2.2	224	1.7	196	2.0	133	1.9	259	36.5	142	1.7	149	2.2	164	1.9	125	1.3	322	1.7
21	284	2.3	143	1.2	63	1.4	189	1.6	163	2.5	115	2.2	259	30.9	179	1.4	157	2.9	164	2.0	118	1.2	263	1.0
22	274	2.9	184	1.3	167	1.7	290	1.7	123	2.0	157	2.6	258	27.9	152	2.9	147	3.0	164	2.1	143	1.5	197	1.8
23	254	2.6	95	0.6	165	1.5	180	1.4	127	2.0	155	1.8	258	24.9	135	3.4	143	3.8	164	2.1	88	1.5	206	1.8
24	225	1.3	158	2.0	184	1.8	196	1.6	62	1.8	152	2.3	257	21.8	149	3.5	154	3.6	164	2.2	259	1.2	28	1.5
25	201	2.2	139	1.7	199	2.2	53	1.3	128	2.1	154	1.9	257	18.8	151	3.5	149	3.7	165	2.2	191	1.5	191	1.3
26	212	2.4	77	1.8	177	2.1	188	1.4	136	1.8	118	1.5	256	15.8	160	3.4	155	3.3	165	2.3	239	0.8	342	1.8
27	213	2.2	144	1.8	165	1.4	218	2.3	141	1.3	151	1.6	255	12.7	148	3.4	156	1.8	165	2.4	214	2.1	310	2.1
28	171	1.9	149	0.9	152	1.5	217	1.7	145	1.1	165	2.0	253	9.7	168	3.3	163	2.6	165	2.4	259	1.9	276	2.6
29	224	2.1			122	1.9	342	0.9	167	1.4	140	2.1	250	6.8	166	3.4	171	2.8	165	2.5	182	1.6	310	1.8
30	224	2.5			90	1.7	179	1.4	151	1.5	166	1.7	242	3.9	157	3.5	175	3.1	165	2.6	236	2.0	291	2.6
31	242	3.0			63	1.0			151	1.7			211	1.7	163	3.4			165	2.8			271	2.1

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat

Surabaya, 22 April 2016
Kasi Observasi & Informasi

Intan Paramajanti
NIP. 196106171982032002





BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2015

TGL	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.
1	257	2.8	150	1.1	164	1.1	124	1.4	246	1.5	151	1.5	172	2.4	186	2.2	162	3.5	155	3.8	147	2.2	213	1.4
2	293	2.5	219	1.3	353	1.5	233	2.0	229	1.3	167	0.6	163	2.7	158	3.2	151	3.9	157	3.9	194	1.5	224	1.2
3	254	1.8	94	1.1	98	1.4	259	1.5	168	1.5	162	1.7	161	3.3	157	3.4	147	3.7	143	3.6	206	2.3	49	1.3
4	267	1.5	334	1.7	114	2.0	155	1.7	234	1.6	134	2.7	164	3.0	172	3.4	156	4.1	161	3.1	187	2.2	123	1.3
5	226	1.6	18	2.3	37	0.9	110	1.7	80	1.4	128	2.3	163	2.6	169	3.2	167	3.0	153	2.1	134	1.7	6	1.2
6	233	1.4	147	1.5	185	1.3	344	1.1	134	1.6	137	2.3	157	2.9	167	2.8	165	3.5	185	1.2	89	1.4	214	1.0
7	226	1.6	12	1.5	19	1.0	149	1.6	99	1.5	127	2.0	153	3.2	186	2.9	167	3.7	176	2.0	199	1.3	87	1.4
8	281	1.9	259	1.0	350	0.8	86	2.1	157	2.0	147	1.5	166	3.6	160	3.5	157	3.7	168	2.9	165	1.2	134	1.7
9	282	3.5	222	0.6	87	1.3	135	2.1	135	1.8	74	1.4	171	3.7	164	2.7	162	4.3	162	4.0	167	1.8	62	1.3
10	285	2.4	225	1.0	141	1.3	166	1.5	143	2.1	92	0.8	161	2.4	153	2.5	160	4.4	170	3.8	167	1.4	130	1.6
11	263	0.9	316	1.7	9	0.4	183	1.6	118	1.5	163	1.8	151	2.3	155	3.1	152	2.6	80	1.0	187	1.5	316	1.5
12	147	1.5	304	1.3	164	1.3	338	2.1	139	0.9	182	1.6	132	2.6	171	2.7	175	2.8	176	1.9	112	1.5	233	1.5
13	160	1.9	79	1.5	23	1.9	32	0.6	140	1.1	169	2.3	142	3.0	171	2.5	161	4.1	171	3.1	142	1.4	226	1.2
14	239	2.3	139	1.6	125	1.8	166	1.8	121	1.5	152	1.5	146	2.9	159	2.7	178	4.0	163	3.6	182	1.4	272	1.9
15	261	3.2	132	1.1	56	0.8	113	1.6	148	0.9	190	1.4	135	2.3	154	3.6	163	3.7	178	3.7	138	1.6	294	1.8
16	302	2.5	263	1.4	351	1.4	259	0.9	283	1.6	134	2.0	153	2.3	148	4.3	145	3.4	152	3.0	186	0.9	248	1.7
17	240	2.4	158	1.0	224	1.3	111	1.5	147	2.1	171	1.7	149	3.5	165	3.3	139	2.8	165	4.2	176	1.1	249	1.8
18	235	1.7	113	1.4	226	0.9	157	1.7	173	2.2	146	2.4	147	2.8	167	3.5	130	1.9	162	4.4	35	1.8	253	2.5
19	197	1.6	8	1.5	200	1.9	202	1.4	157	1.9	146	2.6	147	2.6	183	2.9	186	2.9	164	3.7	140	1.8	254	3.3
20	208	1.7	239	1.7	173	1.9	78	1.6	147	1.9	97	2.7	166	2.6	174	3.1	186	3.3	176	3.7	185	1.8	249	3.1
21	1	0.9	279	0.8	111	1.6	145	1.6	154	2.8	171	2.9	148	1.9	174	3.3	188	3.1	156	2.3	152	2.1	248	1.4
22	285	1.4	52	1.2	337	1.4	126	1.4	141	1.9	176	2.3	168	2.4	169	3.0	143	3.9	136	2.4	157	1.9	150	1.4
23	140	1.3	33	1.2	120	1.3	329	1.1	154	1.4	157	2.4	160	1.6	151	2.1	158	3.7	154	2.9	110	1.0	211	1.5
24	206	1.5	153	1.4	117	1.6	182	1.1	174	1.4	166	2.7	171	3.0	180	2.0	160	3.5	122	1.8	163	0.7	236	1.4
25	241	1.7	164	1.0	86	1.2	264	1.0	150	1.4	149	1.8	163	3.2	154	2.4	171	3.9	144	1.7	158	1.4	100	1.2
26	269	1.7	132	1.5	178	1.5	109	1.5	181	1.7	152	2.3	148	2.7	163	1.7	158	4.1	150	2.4	172	2.0	175	1.5
27	290	1.2	127	1.3	144	1.7	143	1.5	145	2.1	158	2.6	150	2.9	150	1.8	172	3.6	119	2.0	148	2.0	159	1.3
28	247	1.7	299	0.5	144	1.8	47	1.6	161	1.6	178	2.3	150	2.8	172	2.6	171	3.1	142	2.1	99	1.6	149	1.0
29	244	2.4			104	1.9	35	1.6	162	2.3	180	2.1	134	2.3	165	3.4	150	3.4	131	2.0	146	1.6	190	1.2
30	266	1.5			121	1.8	154	1.5	155	2.3	174	2.3	151	2.9	165	4.0	157	3.5	148	1.9	179	1.7	113	1.5
31	167	1.5			111	1.6			136	1.7			160	3.0	159	3.1			135	1.4			133	1.8

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat



Surabaya, 22 April 2016
Kasi Observasi & Informasi
Intan Paramajanti
Intan Paramajanti
NIP. 196106171982032002

PELABUHAN PULANG PISAU DAN KUALA KAPUAS

1. Data – Data Umum Pelabuhan Laut Pulang Pisau

- Nama Pelabuhan : Pelabuhan Pulang Pisau
- Posisi Pelabuhan : 02°-45'-05" LS
- DAS (Daerah Aliran Sungai) : Sungai Kahayan
- Jarak Alur ke muara : 52 Mil
- Alur Pelayaran, lebar : 55 M
- Kedalaman : 4,3 M
- Kedalaman Air di depan Dermaga
 - Air Pasang Tertinggi : 5,2 M
 - Air Pasang Sedang : 4,3 M
 - Air tersurut : 2,5 M
- Luas DLKR,
 - Darat : 580.000 M²
 - Perairan : 360 Ha
- Luas DLKP : 225 Ha

Fasilitas Kantor

- Luas : 156 M²
- Tanah : 400 M²
- Konstuksi : Beton
- Letak : Jl. Samudra No.137

Fasilitas Pelabuhan

- Dermaga Kayu,
 - Panjang : 90 M
 - Lebar : 10 M
 - Konstruksi : Kayu
 - Letak : Jl. Samudra No.36
- Lapangan Penumpukan : 100 M x 20 M
- Terminal Penumpang : -
- Bak Air : -
- Sarana Bantu Navigasi Pelayaran
- Menara Suar : -
- Rambu Suar : 6 bh
- Pelsu : 4 bh
- Rambu Siang : 1 bh
- Anpel : -
- Sarana Telekomunikasi : SSB VHF_i Pelayaran (STP)
- Kapal Pengawasan Bandara : 2 Kapal
- Wilayah Kerja Pelabuhan
- Lokasi : BAHAUR
- Luas Pos : 50 M²
- Kostruksi : Kayu
- Luas Tanah : 300 M²

TUKAN KANGAROO 750 / 1500 / 3000

PRODUCT RANGE





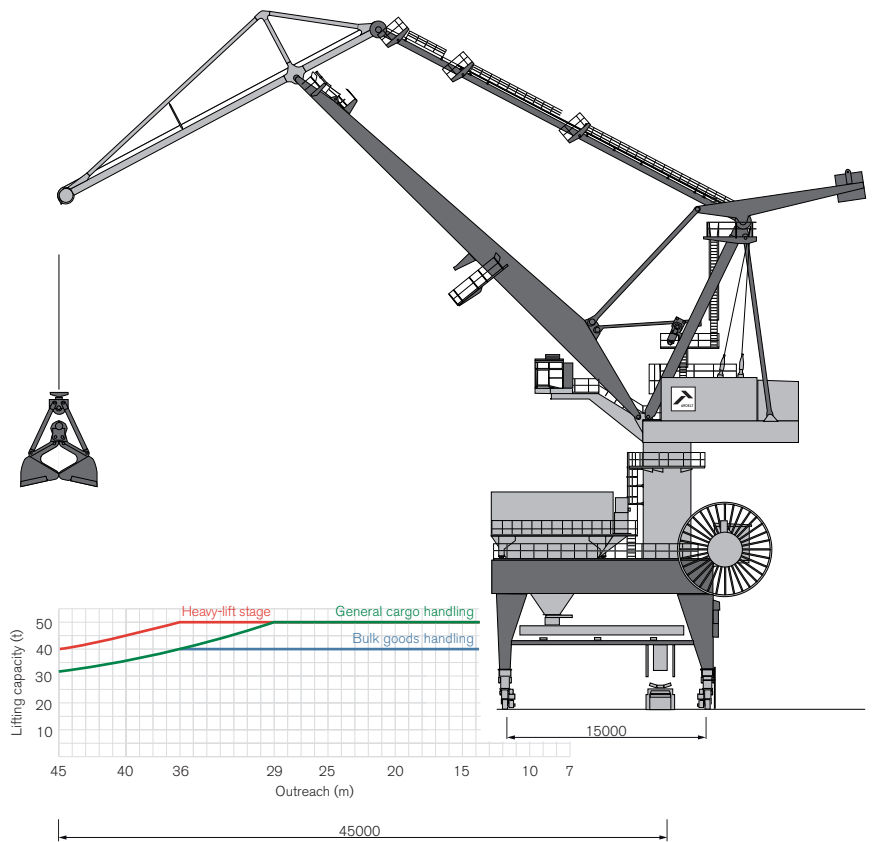
LIFTING CAPACITIES: TUKAN KANGAROO 1500 WITH 45 M OUTREACH.

AVERAGE PERFORMANCE WITH 32 T GRAB HOISTING GEAR

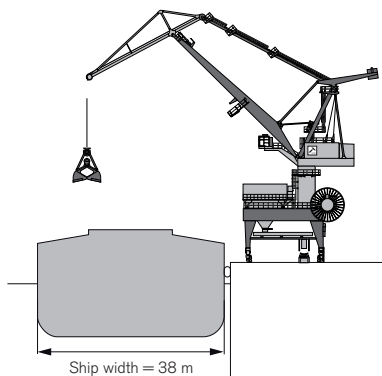
→ 1000 t/h for coal of density = 1.0 t/m³

WORKING SPEEDS

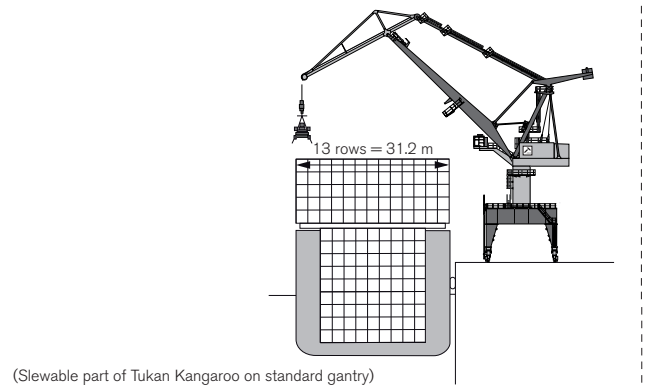
- Lifting with full grab: 90 m/min
- Lifting with empty grab: 120 m/min
- Luffing with full grab: 75 m/min
- Luffing with empty grab: 90 m/min
- Slewing: 0.8 rpm to 1.2 rpm
- Crane travel speed: 20 m/min



Bulk goods handling

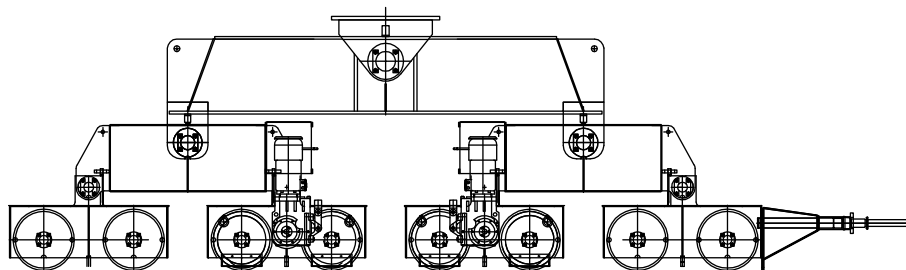


Container handling

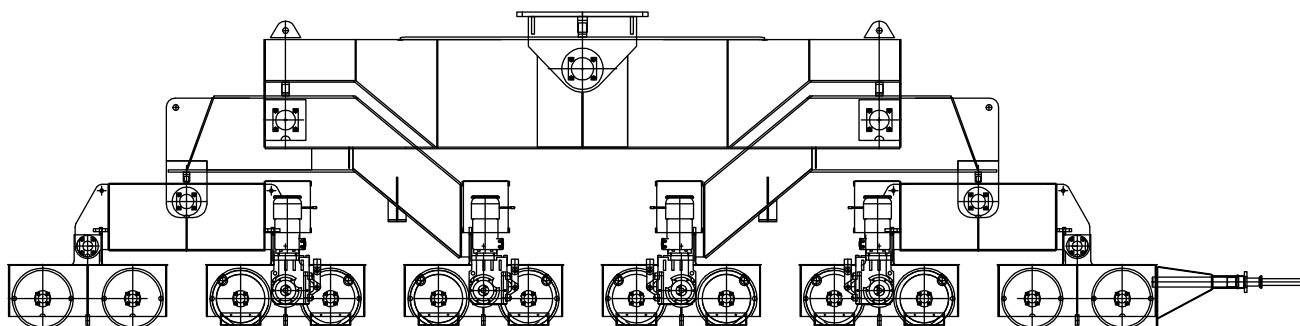


DRIVES ON THE TUKAN KANGAROO SERIES: TRAVELLING GEAR.

The travelling gear units are individually configured to meet the technical requirements (wheel loads, track loads, corner loads, rail type, etc.) using the modular construction system. Preferably, the centre drive system is used with running wheel size D. 630 mm. Individual wheel drives and larger running wheels are also available, if required.



↑
8-wheel standard travelling gear FW 630; versions with centre drive or direct drive are available.



↑
12-wheel standard travelling gear FW 630; versions with centre drive or direct drive are available.

KRANUNION. WORLD MARKET LEADERS UNITED.

The Kranunion is an association of three crane manufacturers who have specialised in the lifting and transporting of heavy loads:

KIROW is the world market leader for railway cranes and slag transporters

ARDELT is the world market leader for articulated jib cranes

KOCKS is the world market leader for Goliath cranes

At the centre of all Kranunion products are the technical concepts that have been developed by our own experts. Naturally, we continue to provide further optimisation of these fundamental concepts to the benefit of our customers. Kranunion products are therefore based on practical requirements and are a symbiosis of tradition and innovation combining the tried and tested, with the new.

Customers who choose Kranunion choose great German engineering skill: environmentally-friendly and safe, modern technology, low operating costs, high-tech performance and reliability.

ARDELT
HEEGERMÜHLER STRASSE 64
D-16225 EBERSWALDE

PHONE +49 (0)33 34.62-0

FAX +49 (0)33 34.62 23 08

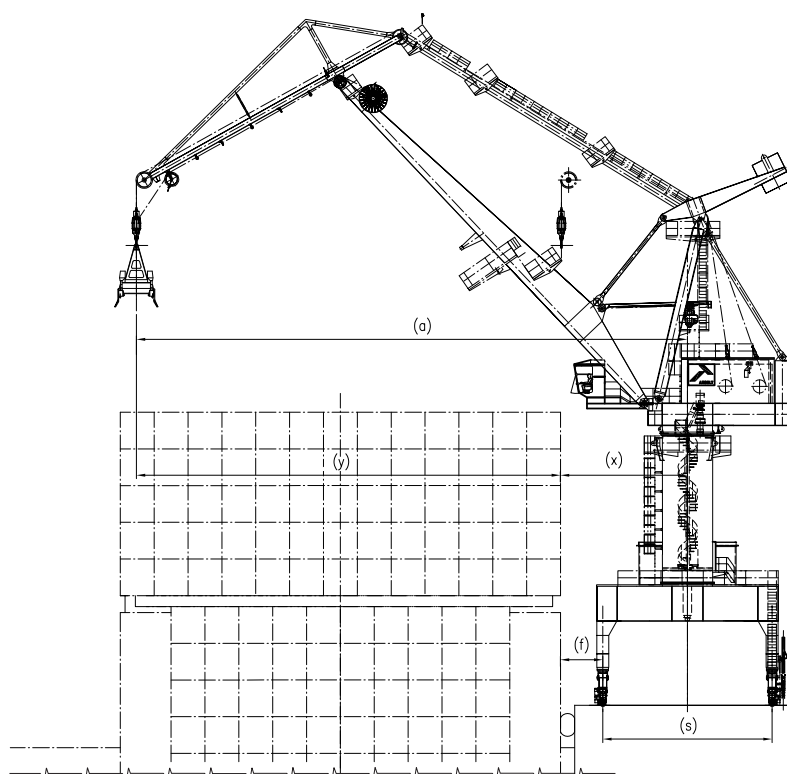
E-MAIL INFO@ARDELT.DE

WWW ARDELT.DE

OUTREACH / EFFECTIVE WORKING RANGE: RELATIVE TO GANTRY GAUGE AND FENDER DISTANCE.

During the development of the Tukan series we based our designs on the most commonly used ship sizes.
For determination of the effective working range we have assumed the following ship sizes:

→ CRANE TYPE TUKAN / GRANDE TUKAN	→ MAX. OUTREACH (a)	→ NOMINAL GANTRY GAUGE (s)	→ MIN. DISTANCE RAIL - FENDER (f)	→ MIN. DISTANCE CENTRE - FENDER (x) = s/2 + f	→ MAX. OUTREACH OVER FENDER (y)
	m	m	m	m	m
750 - 27	27	10	2.5	7.5	19.5
1500 - 32	32	10	2.5	7.5	24.5
1500 - 35	35	12	2.5	8.5	26.5
1500 - 40	40	12	3.0	9.0	31.0
1500 - 45	45	12	3.0	9.0	36.0
3000 - 50	50	15	3.0	10.5	39.5
3000 - 63	63	15	3.0	10.5	52.5



↑
Outreach/effective working range



PT. SWARNA BAJAPACIFIC

SPIRAL
WELDED
STEEL PIPES



CERTIFICATE NO. 18134

STANDARD SIZE ANE WEIGHT ASTM A 252 / JIS A 5525 - STEEL PIPE PILE

OUTSIDE DIAMETER		THICKNESS mm	WEIGHT Kg/m	CROSS SECTIONAL WALL AREA A (cm ²)	MODLUS OF INERTIA I (cm ⁴)	MODLUS OF SECTION Z (cm ³)	RADIUS OF GYRATION i (cm)
Inch	mm						
	318,5	6.0	46,24	58,9	719 x 10	452	9,1
		9.0	68,69	87,5	105 x 10 ²	659	10,9
12 3/4	323,9	7,1	55,47	70,6	887 x 10	54.8 x 10	11,2
		9,0	69,89	89,0	110 x 10 ²	68.2 x 10	11,1
14	355,6	6.0	51,73	69,1	105 x 10 ²	593	12,4
		9.0	76,92	98,00	147 x 10 ²	828	12,3
	400	9.0	86,78	110,6	211 x 10 ²	105.7 x 10	13,8
		12,0	114,82	146,3	276 x 10 ²	137.8 x 10	13,7
16	406,4	9.0	88,20	112,4	222 x 10 ²	109.2 x 10	14,1
		12,0	116,71	148,7	289 x 10 ²	142.4 x 10	14,0
20	508.0	9.0	110,75	141,1	439 x 10 ²	173 x 10	17,6
		12,0	146,78	187,0	575 x 10 ²	227 x 10	17,5
		14,0	170,55	217,3	663 x 10 ²	261 x 10	17,5
24	609,6	9,0	133,30	169,8	766 x 10 ²	251 x 10	21,2
		12,0	176,84	225,3	101 x 10 ³	330 x 10	21,1
		14,0	205,62	262,0	166 x 10 ³	381 x 10	21,1
		16,0	234,21	298,4	132 x 10 ³	431 x 10	21,0
28	711,2	9,0	155,85	198,5	122 x 10 ³	344 x 10	24,8
		12,0	206,91	263,6	161 x 10 ³	453 x 10	24,7
		14,0	240,70	306,6	186 x 10 ³	524 x 10	24,7
		16,0	274,80	349,4	211 x 10 ³	594 x 10	24,6
32	812,8	9,0	178,40	227,3	184 x 10 ³	452 x 10	28,4
		12,0	236,97	301,9	242 x 10 ³	596 x 10	28,3
		14,0	275,78	351,3	280 x 10 ³	690 x 10	28,2
		16,0	314,39	400,5	318 x 10 ³	782 x 10	28,2
36	914,4	12,0	267,04	340,2	346 x 10 ³	758 x 10	31,9
		14,0	310,85	396,0	401 x 10 ³	878 x 10	31,8
		16,0	354,47	451,6	456 x 10 ³	997 x 10	31,8
		19,0	419,53	534,5	536 x 10 ³	117 x 10 ²	31,7
40	1016.0	12,0	297,10	378,5	477 x 10 ³	939 x 10	35,5
		14,0	345,93	440,7	553 x 10 ³	109 x 10 ²	35,4
		16,0	394,56	502,7	628 x 10 ³	124 x 10 ²	35,4
		19,0	467,13	595,1	740 x 10 ³	146 x 10 ²	35,3
44	1117,6	12,0	327,17	416,8	637 x 10 ³	114 x 10 ²	39,1
		14,0	381,01	485,4	739 x 10 ³	132 x 10 ²	39,0
		16,0	434,65	553,7	840 x 10 ³	150 x 10 ²	39,0
		19,0	514,74	655,8	990 x 10 ³	177 x 10 ²	38,8
	1200	14,0	409,45	521,6	917 x 10 ³	153 x 10 ²	41,9
		16,0	467,16	595,1	104 x 10 ⁴	174 x 10 ²	41,9
		19,0	553,35	704,9	123 x 10 ⁴	205 x 10 ²	41,8
		22,0	639,09	814,2	141 x 10 ⁴	235 x 10 ²	41,7
48	1219,2	14,0	416,08	530,1	963 x 10 ³	158 x 10 ²	42,6
		16,0	474,73	604,8	109 x 10 ⁴	180 x 10 ²	42,5
		19,0	562,34	716,4	129 x 10 ⁴	212 x 10 ²	42,4
		22,0	649,50	827,4	148 x 10 ⁴	243 x 10 ²	42,3
	1300	14,0	443,98	565,6	117 x 10 ⁴	180 x 10 ²	45,5
		16,0	506,62	645,4	133 x 10 ⁴	205 x 10 ²	45,4
		19,0	600,20	764,6	157 x 10 ⁴	241 x 10 ²	45,3
		22,0	693,34	883,3	180 x 10 ⁴	278 x 10 ²	45,2

STANDARD SIZE AND WEIGHT ASTM A 252 / JIS A 5525 - STEEL PIPE PILE

OUTSIDE DIAMETER		THICKNESS	WEIGHT	CROSS SECTIONAL WALL AREA	MODULUS OF INTERTIA	MODULUS OF SECTION	RADIUS OF GYRATION
Inch	mm	mm	Kg/m	A (cm ²)	I (cm ⁴)	Z (cm ³)	i (cm)
52	1320,8	14,0	451,16	574,8	123 x 10 ⁴	186 x 10 ²	46,2
		16,0	514,82	655,9	140 x 10 ⁴	211 x 10 ²	46,1
		19,0	609,95	777,0	165 x 10 ⁴	249 x 10 ²	46,0
		22,0	704,62	897,7	189 x 10 ⁴	287 x 10 ²	45,9
	1400	14,0	478,50	609,6	146 x 10 ⁴	209 x 10 ²	49,0
		16,0	546,07	695,7	167 x 10 ⁴	238 x 10 ²	48,9
		19,0	647,05	824,3	197 x 10 ⁴	281 x 10 ²	48,8
		22,0	747,59	952,4	226 x 10 ⁴	323 x 10 ²	48,7
56	1422,4	14,0	486,24	619,4	154 x 10 ⁴	216 x 10 ²	49,8
		16,0	554,91	706,9	175 x 10 ⁴	246 x 10 ²	49,7
		19,0	657,55	837,7	206 x 10 ⁴	290 x 10 ²	49,6
		22,0	759,75	967,9	237 x 10 ⁴	334 x 10 ²	49,5
	1500	16,0	585,53	745,9	205 x 10 ⁴	274 x 10 ²	52,5
		19,0	693,91	884,0	242 x 10 ⁴	323 x 10 ²	52,4
		22,0	801,84	1021,5	279 x 10 ⁴	372 x 10 ²	52,3
		25,0	909,34	1158,5	315 x 10 ⁴	420 x 10 ²	52,2
60	1524,0	16,0	595,00	758,0	215 x 10 ⁴	283 x 10 ²	53,3
		19,0	705,15	898,3	254 x 10 ⁴	334 x 10 ²	53,2
		22,0	814,87	1038,1	293 x 10 ⁴	384 x 10 ²	53,1
		25,0	924,13	1177,3	331 x 10 ⁴	434 x 10 ²	53,0
	1600	16,0	624,98	796,2	250 x 10 ⁴	312 x 10 ²	56,0
		19,0	740,76	943,7	295 x 10 ⁴	369 x 10 ²	55,9
		22,0	856,10	1090,6	340 x 10 ⁴	424 x 10 ²	55,8
		25,0	970,99	1237,0	384 x 10 ⁴	480 x 10 ²	55,7
1800	1800	19,0	834,47	1063,1	422 x 10 ⁴	468 x 10 ²	63,0
		22,0	964,60	1228,9	486 x 10 ⁴	540 x 10 ²	62,9
		25,0	1.094,29	1394,1	549 x 10 ⁴	610 x 10 ²	62,8
2000	2000	22,0	1.073,10	1367,1	669 x 10 ⁴	669 x 10 ²	69,9
		25,0	1.217,59	1551,2	756 x 10 ⁴	756 x 10 ²	69,8
81	2057,4	19,0	955,07	1217,0	632 x 10 ⁴	615 x 10 ²	72,1
		22,0	1104,25	1407,3	729 x 10 ⁴	709 x 10 ²	72,0
		25,0	1252,97	1596,9	825 x 10 ⁴	802 x 10 ²	71,9
84	2133,6	19,0	990,77	1262,7	706 x 10 ⁴	662 x 10 ²	74,8
		22,0	1145,59	1460,0	814 x 10 ⁴	763 x 10 ²	74,7
		25,0	1299,95	1656,8	921 x 10 ⁴	863 x 10 ²	74,6
90	2286	19,0	1062,18	1353,7	870 x 10 ⁴	761 x 10 ²	80,2
		22,0	1228,27	1565,4	100 x 10 ⁵	878 x 10 ²	80,0
		25,0	1393,91	1776,5	114 x 10 ⁵	993 x 10 ²	80,0
96	2438,4	19,0	1133,59	1444,7	106 x 10 ⁵	867 x 10 ²	85,7
		22,0	1310,95	1670,8	122 x 10 ⁵	100 x 10 ³	85,5
		25,0	1487,86	1896,2	138 x 10 ⁵	113 x 10 ³	85,3
100	2540	19,0	1181,19	1505,4	120 x 10 ⁵	942 x 10 ²	89,3
		22,0	1366,07	1741,0	138 x 10 ⁵	109 x 10 ³	89,0
		25,0	1550,50	1976,1	156 x 10 ⁵	123 x 10 ³	88,8

Note : Weight is calculated using the following formula

$$W = (D-t) t \times 0.02466$$

W = Weight (kg/m)
D = Outside diameter of pipe (mm)
t = Thickness of material (mm)

Calculation result integrated into 2 decimal places.
Third place decimal <0.005 is eliminated, ≥ 0.005 is integrated up



PT. SWARNA BAJAPACIFIC

SPIRAL PIPE & STEEL FORMING INDUSTRY

Factory :: Jl. Raya Serang Km. 28 Kec. Balaraja, TANGERANG-BANTEN

Office :: Jl. P. Jayakarta 85 BO, JAKARTA 10730

Phone :: (+62 21) 6281923-27, Fax :: (+62 21) 6281932

Email :: pipa@swarnabaja.com

www.swarnabaja.com



MOORING BOLLARDS



MARITIME
International

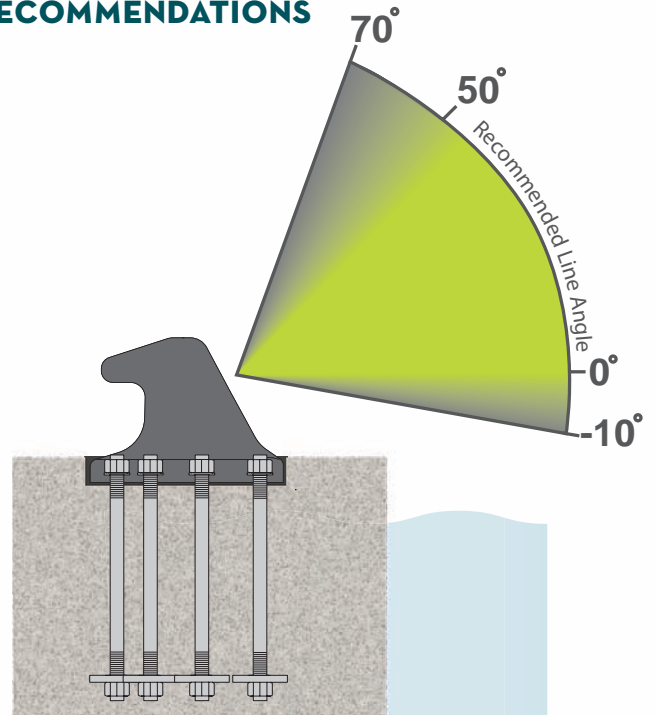


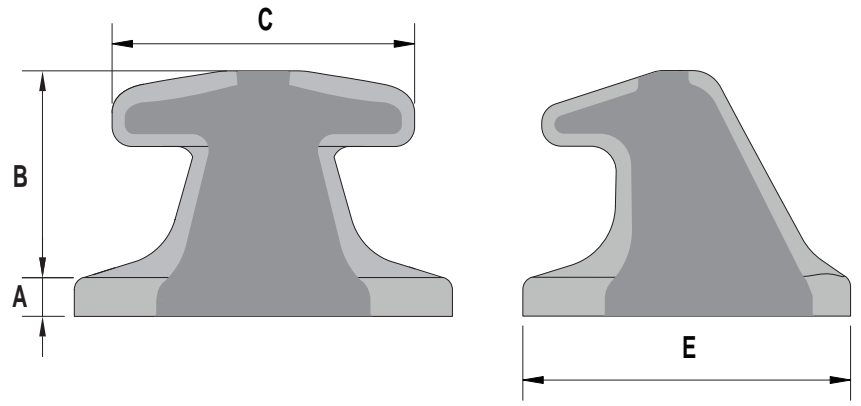
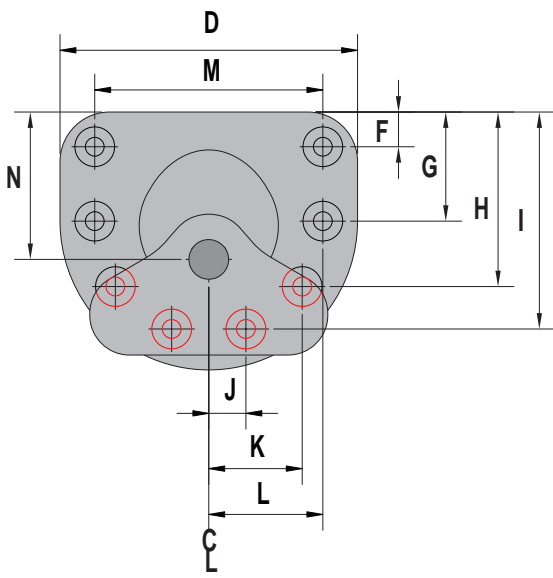
MT

T-HEAD BOLLARDS

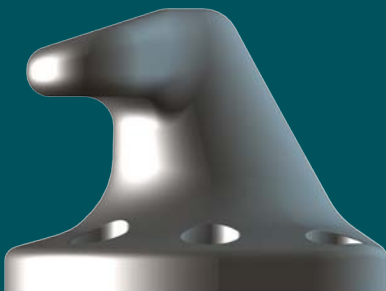
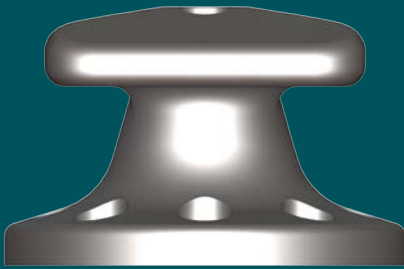


LOAD ANGLE RECOMMENDATIONS





DIMENSIONS AND CAPACITIES



Standard Bollard Capacity (Metric Tonnes)

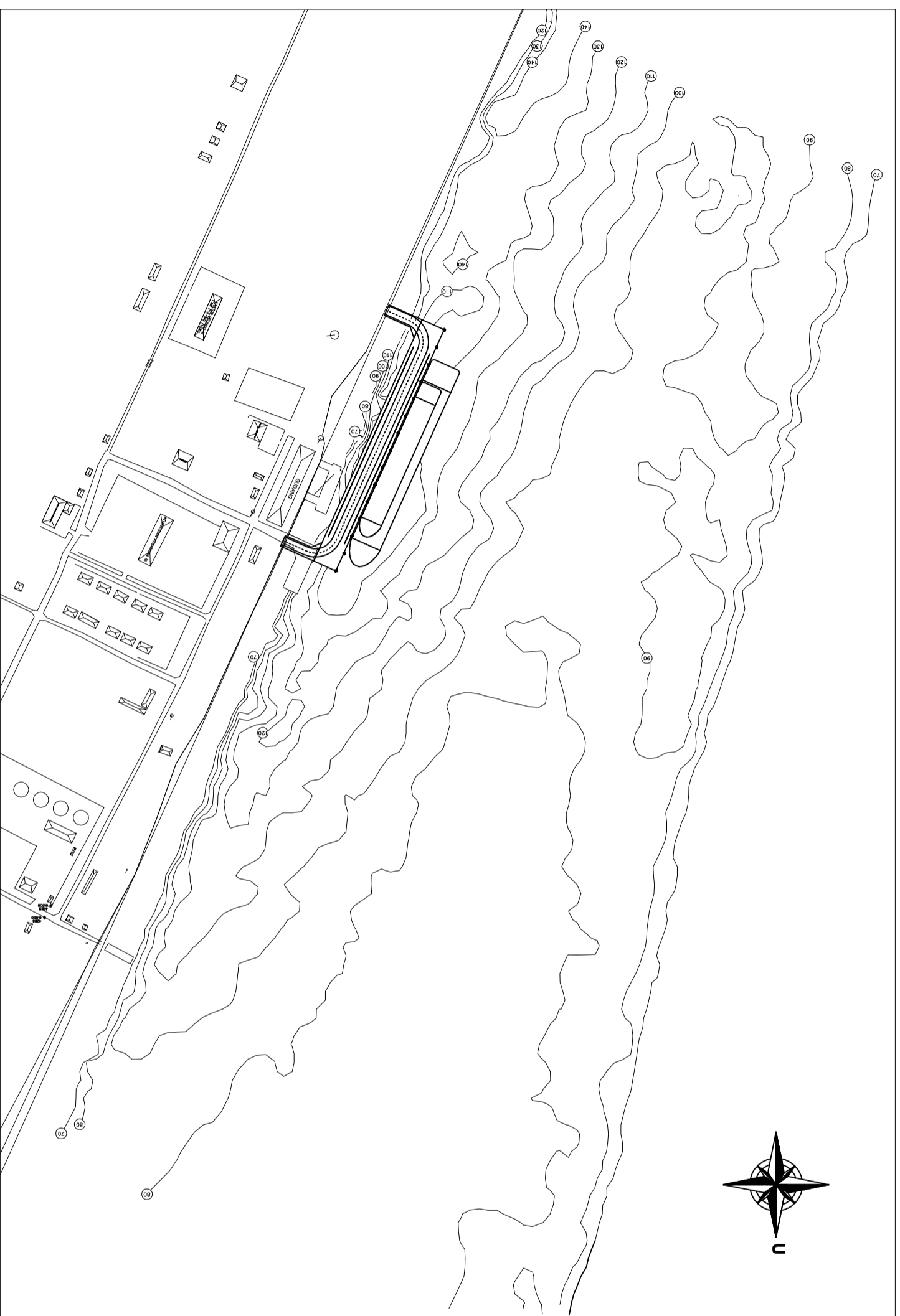
Imperial Dimensions (inches)	MT 10	MT 15	MT 20	MT 30	MT 50	MT 75	MT 100	MT 125	MT 150	MT 200
A	1-7/8	2	2-1/8	2-1/4	2-3/4	3-1/4	3-1/4	3-3/8	3-5/8	3-7/8
B	7-7/8	8-5/8	9-1/2	9-7/8	12-1/8	13-7/8	16-1/8	18	19-3/8	20-1/2
C	12	13-1/4	13-3/4	14-3/8	17-3/4	20-3/8	24	26-3/8	28-3/8	30
D	15	16-1/2	17-1/4	18	22-1/4	25-1/2	30	33	35-3/8	37-1/2
E	13	14-1/4	15	15-5/8	19-1/4	22-1/8	26	28-5/8	30-5/8	32-1/2
F	1-3/4	1-7/8	2	2-1/8	2-5/8	3	3-1/2	3-7/8	4-1/8	4-3/8
G	-	-	-	-	-	-	12	13-1/4	14-1/8	13-3/4
H	-	-	9-1/8	9-1/2	11-3/4	11-3/4	19-1/2	21-1/2	23-1/8	22
I	9-5/8	10-1/2	13	13-1/2	16-5/8	18-1/4	22-1/2	24-3/4	26-1/2	27-3/8
J	4-1/8	4-1/2	0	0	0	4-1/8	0	0	0	4-5/8
K	-	-	6	6-1/4	7-3/4	9-1/2	7-3/4	8-1/2	9-1/8	11-3/4
L	-	-	-	-	-	-	11-1/2	12-5/8	13-1/2	14-3/8
M	11-1/2	12-5/8	13-1/4	13-3/4	17	19-1/2	23	25-1/4	27-1/8	28-3/4
N	7-3/8	8-1/8	8-1/2	8-7/8	11	12-5/8	14-7/8	16-3/8	17-1/2	18-5/8
Bolt Size	1	1	1	1-1/8	1-3/8	1-1/2	1-3/4	1-3/4	2	2
Bolt Length	18	18	18	18	24	24	30	30	36	36
Bolt Qty	4	4	5	5	5	6	7	7	7	8

Standard Bollard Capacity (Metric Tonnes)

Metric Dimensions (mm)	MT 10	MT 15	MT 20	MT 30	MT 50	MT 75	MT 100	MT 125	MT 150	MT 200
A	47	52	54	57	70	80	80	87	93	97
B	199	219	240	250	308	354	413	458	492	521
C	305	335	351	366	451	518	610	671	719	762
D	381	419	438	457	564	648	762	838	899	952
E	330	363	380	396	489	561	660	726	779	826
F	44	49	51	53	66	76	89	98	105	111
G	-	-	-	-	-	-	305	335	360	349
H	-	-	232	242	298	298	496	546	586	559
I	243	267	329	343	423	463	572	629	674	694
J	103	114	0	0	0	105	0	0	0	119
K	-	-	152	159	196	241	195	215	231	299
L	-	-	-	-	-	-	291	320	343	365
M	292	321	336	351	432	497	584	643	689	730
N	189	208	217	226	279	321	377	415	445	472
Bolt Size	M24	M24	M24	M30	M36	M42	M42	M48	M48	M56
Bolt Length	450	450	450	450	600	600	600	750	750	915
Bolt Qty	4	4	5	5	5	6	7	7	7	8

DAFTAR GAMBAR

KODE GAMBAR	NAMA GAMBAR	NOMOR GAMBAR
ARS	SITE PLAN DERMAGA DAN TRESTLE	01
ARS	DENAH DERMAGA DAN TRESTLE	02
ARS	POTONGAN MELINTANG DERMAGA	03
STR	POTONGAN MELINTANG TRESTLE	04
STR	POTONGAN MELINTANG DERMAGA DAN TRESTLE	05
STR	PENULANGAN POTONGAN MELINTANG DERMAGA	06
STR	PENULANGAN POTONGAN MELINTANG DERMAGA DAN TRESTLE	07
STR	DENAH PEMBALOKAN DERMAGA	08
STR	DENAH PONDASI DERMAGA	09
STR	DENAH PLAT DERMAGA	10
STR	DENAH PENULANGAN PLAT PRACETAK DERMAGA	11
STR	DENAH PENULANGAN PLAT INSITU DERMAGA	12
STR	DENAH PEMBALOKAN TRESTLE	13
STR	DENAH PONDASI TRESTLE	14
STR	DENAH PLAT TRESTLE	15
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK PRECAST DERMAGA B2 & B3	16
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK PRECAST DERMAGA B4 & B5	17
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK PRECAST TRESTLE B6 & B7	18
STR	REKAP DETAIL PENULANGAN BALOK DAN TRESTLE	19
STR	DETAIL PENULANGAN PLAT PRECAST DERMAGA (A1)	20
STR	DETAIL PENULANGAN PLAT INSITU DERMAGA (A1)	21
STR	DETAIL FENDER DAN BOLLARD	22
STR	DETAIL PENULANGAN BANGUNAN BAWAH DERMAGA	23
STR	DETAIL PENULANGAN BANGUNAN BAWAH TRESTLE	24
STR	PENULANGAN ABUTMEN	25
STR	PENULANGAN WING WALL	26





Site Plan Dermaga dan Trestle
 SKALA 1 : 4000

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
 SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
 PULANG PISAU DENGAN METODE
 BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
 NIP. 19740203 200212 1 002

Aff Navir Refani, ST., MT.
 NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
 NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35$ MPa
 Mutu tulangan = 390 MPa
 Mutu Baja = ASTM 252, $f_y : 310$ MPa

NAMA GAMBAR

Site Plan Dermaga dan Trestle

KODE GAMBAR	SKALA
ARS	1 : 4000
NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = ASTM 252 , $f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

**Denah Dermaga
dan Trestle**

KODE GAMBAR

SKALA

ARS

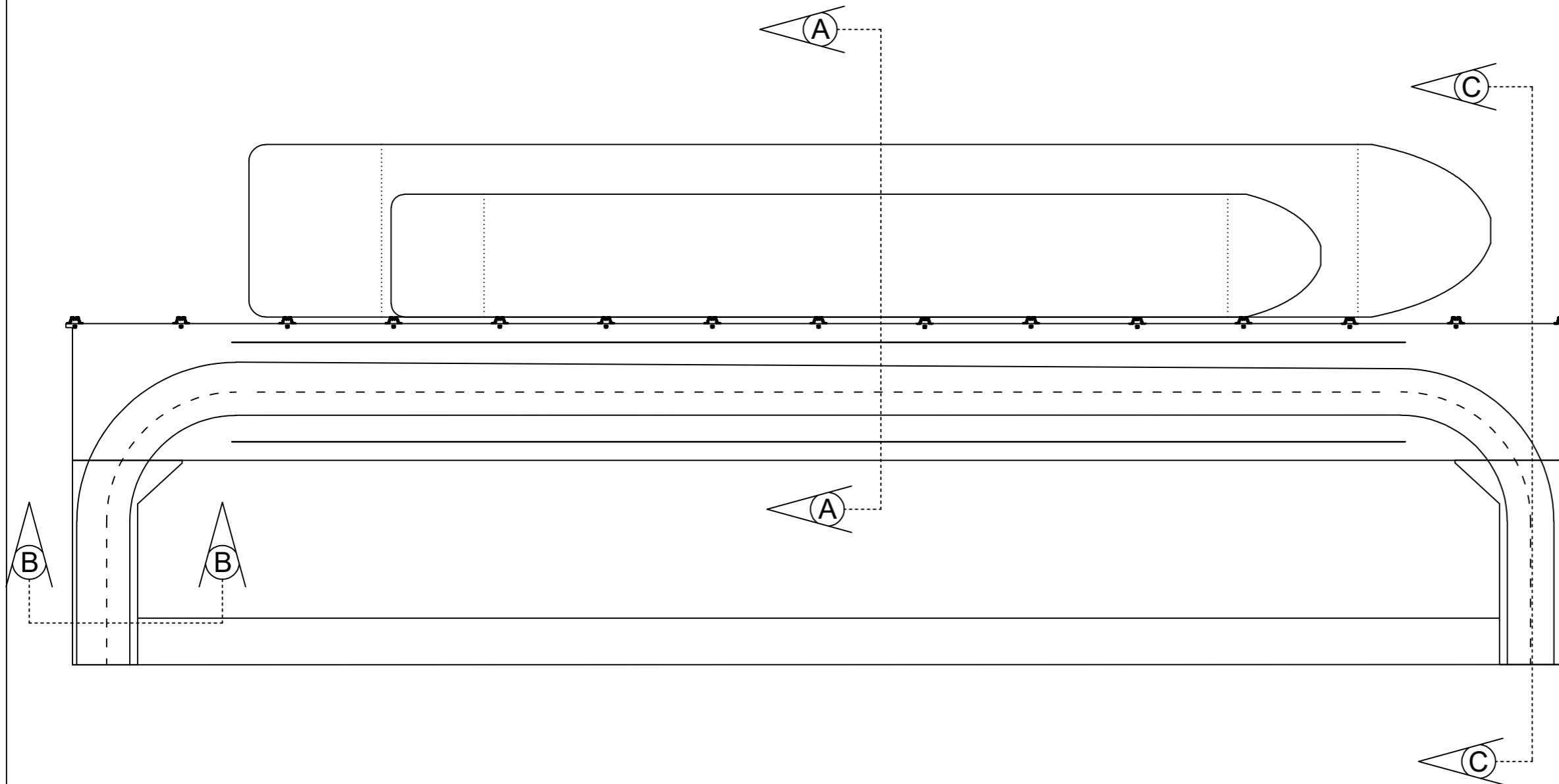
1 : 750

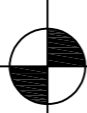
NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

02

26



 **Denah Dermaga dan Trestle**
SKALA 1 : 750

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = ASTM 252 , $f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

Potongan Melintang Dermaga

KODE GAMBAR

SKALA

STR

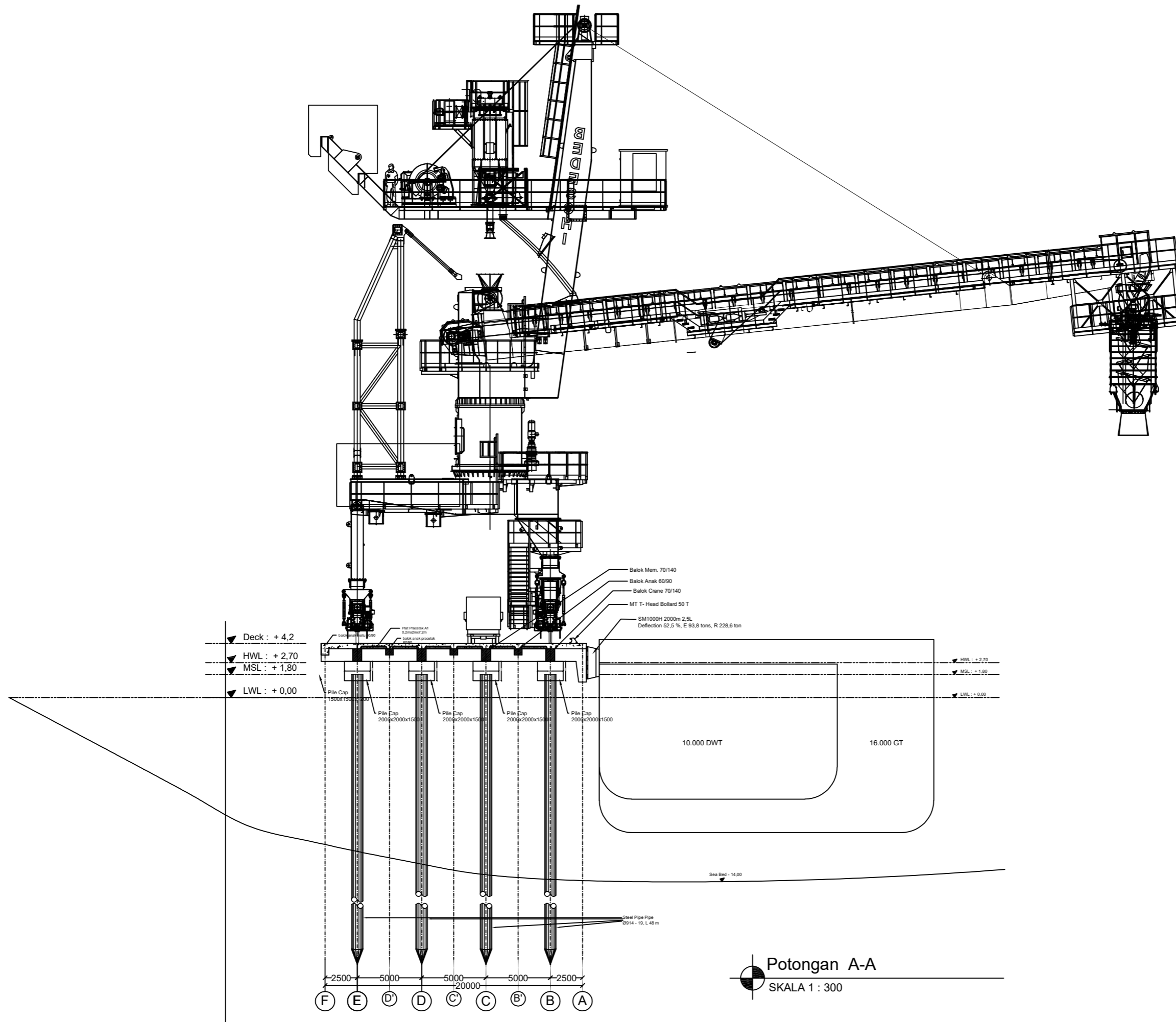
1 : 300

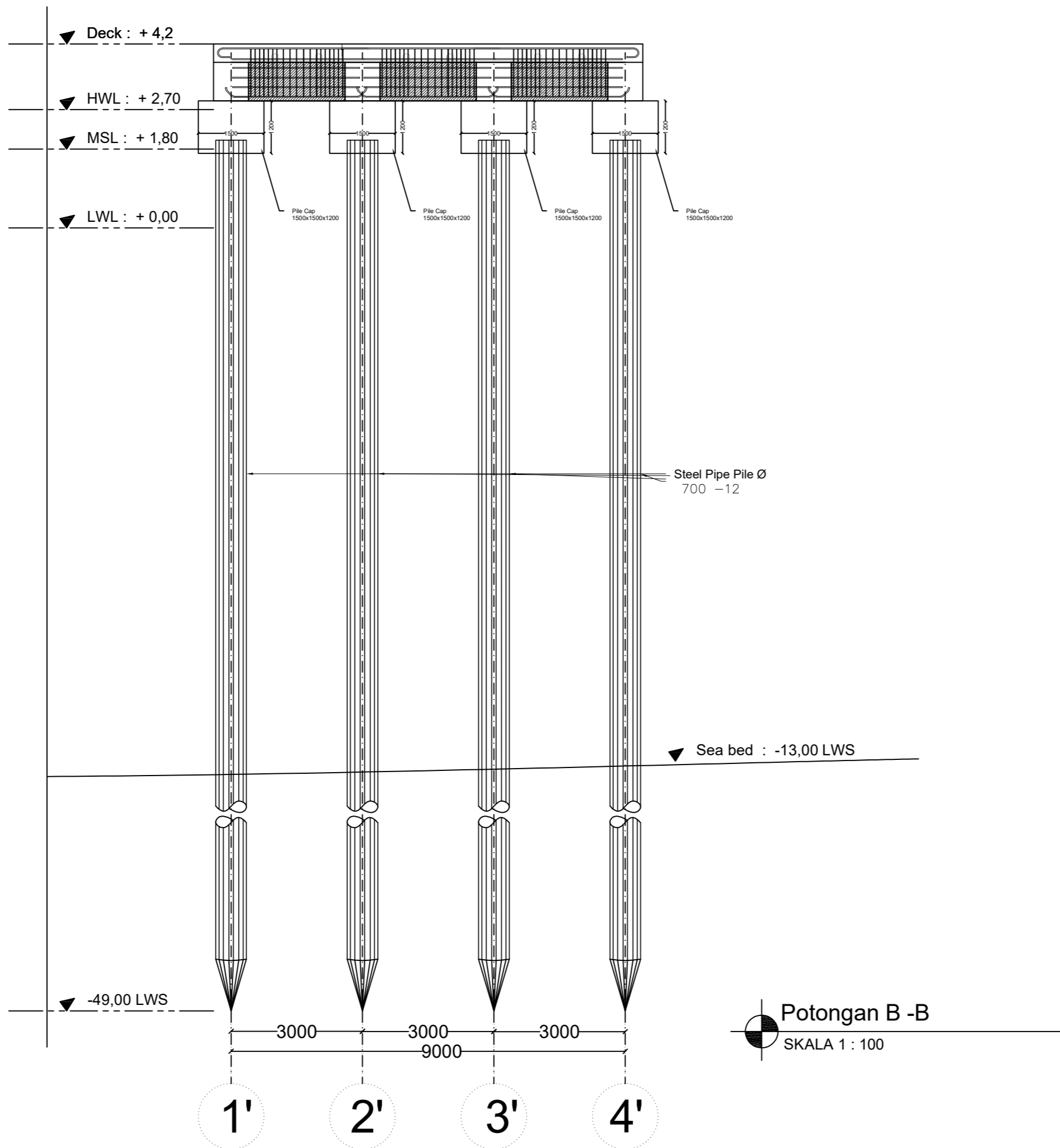
NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

03

26





JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = $\text{ASTM 252}, f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

Potongan Melintang
Trestle

KODE GAMBAR

SKALA

STR

1 : 100

NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

04

26

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = $\text{ASTM 252}, f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

**Potongan Melintang Dermaga
dan Trestle**

KODE GAMBAR

SKALA

STR

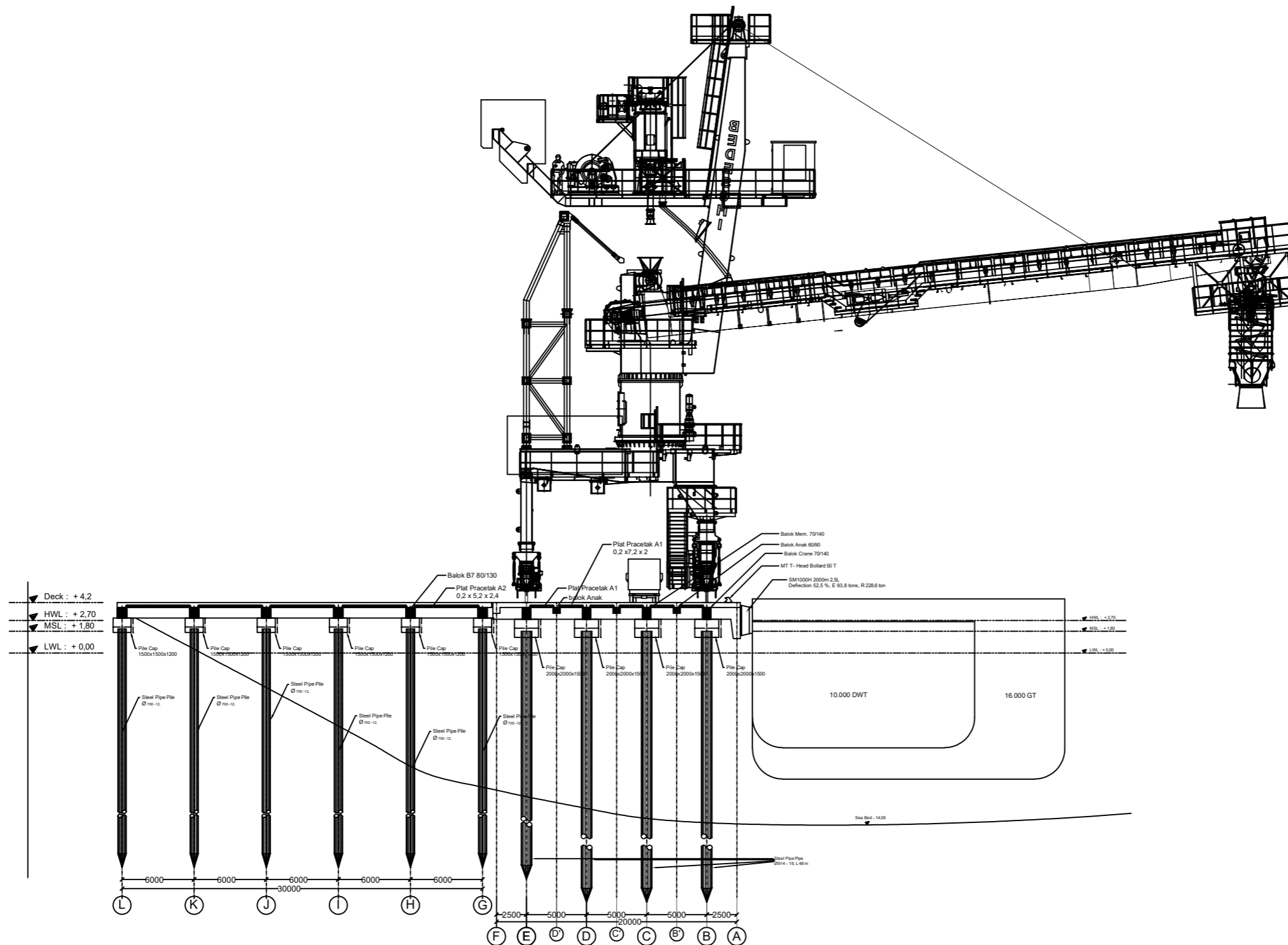
1 : 400

NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

05

26



Potongan C-C
SKALA 1 : 400

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = ASTM 252 , $f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

**Penulangan Potongan Melintang
Dermaga**

KODE GAMBAR	SKALA
-------------	-------

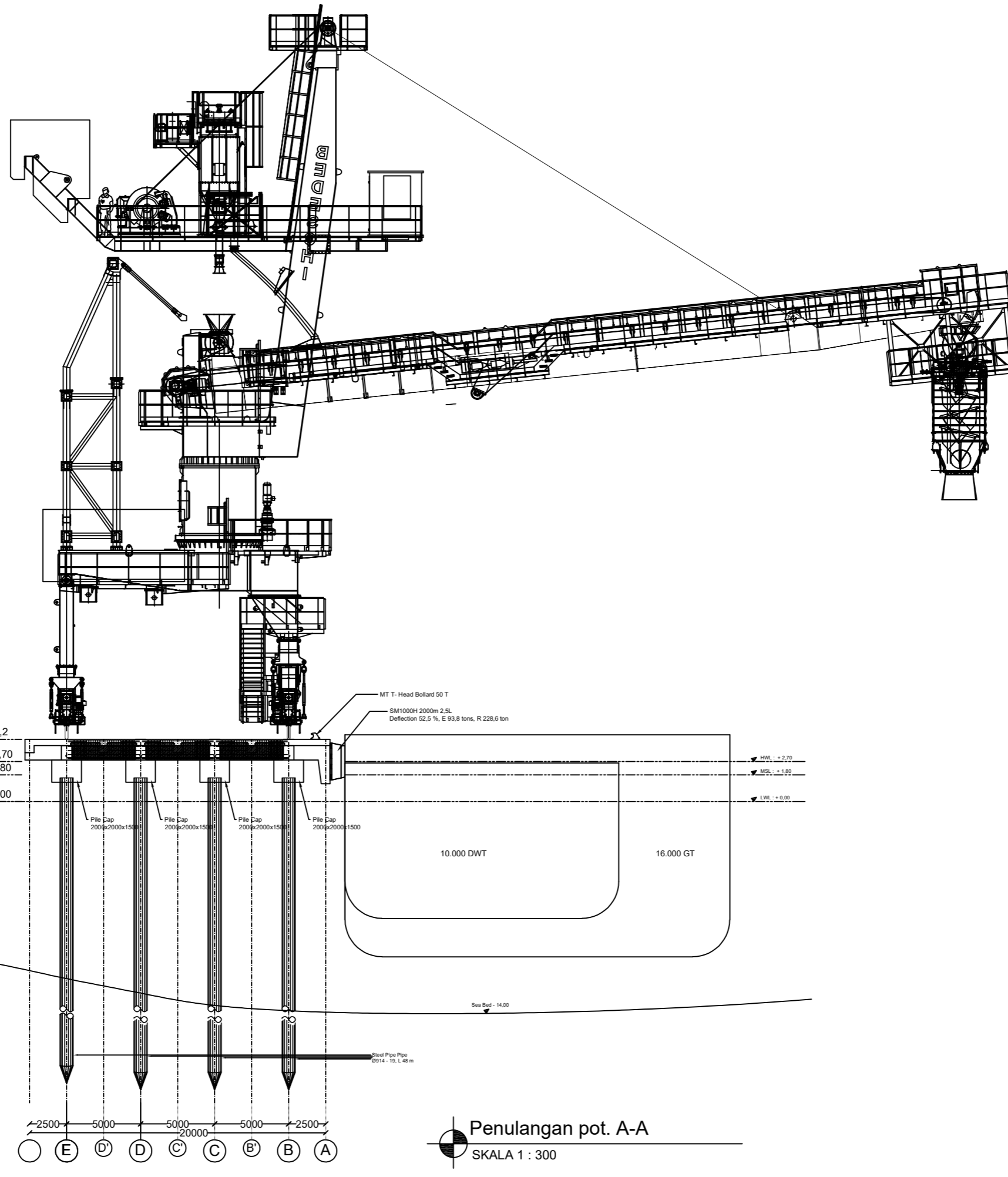
STR

1 : 300

NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------

06

26



JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = $\text{ASTM 252}, f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

**Penulangan Potongan
Melintang Dermaga dan
Trestle**

KODE GAMBAR	SKALA
-------------	-------

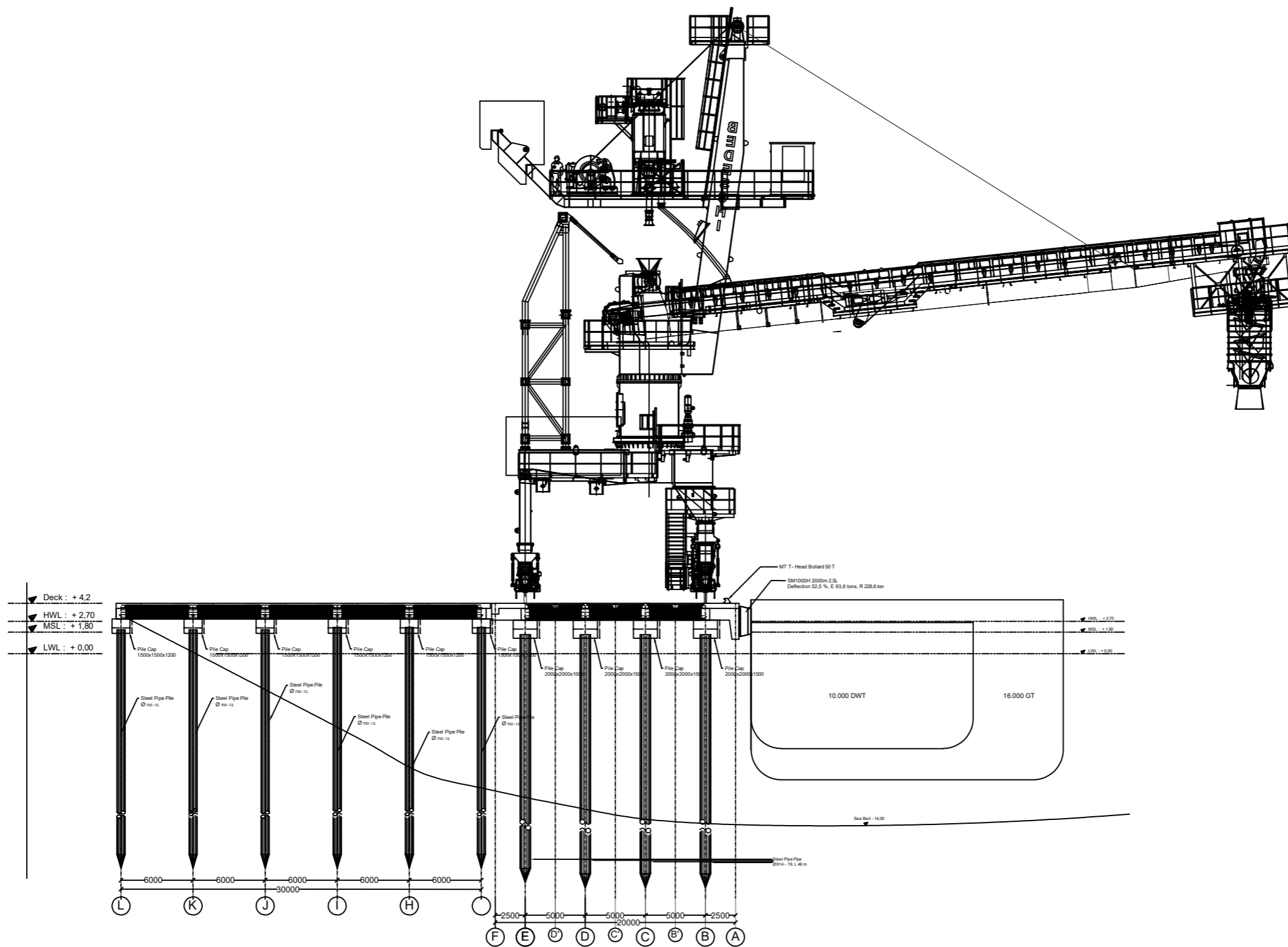
STR

1 : 400

NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------

07

26



Detail penulangan pot B-B
SKALA 1 : 400

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = ASTM 252 , $f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

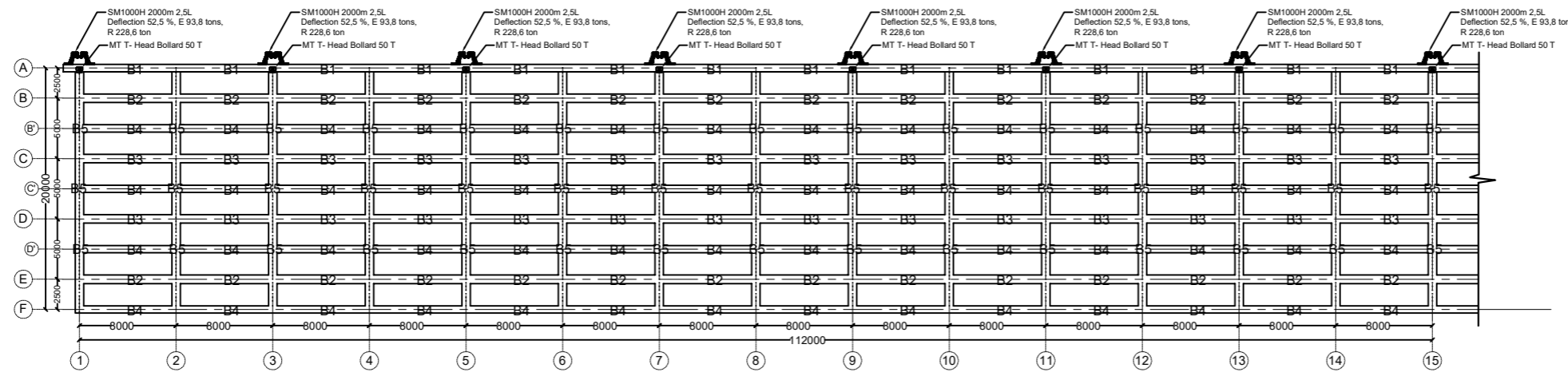
Denah Pembalokan Dermaga

KODE GAMBAR	SKALA
-------------	-------

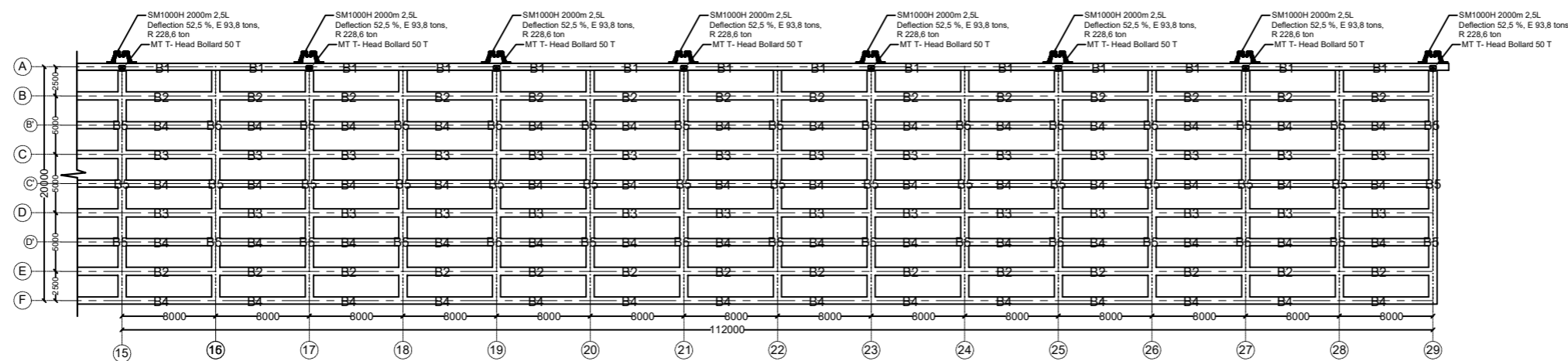
STR	1 : 500
-----	---------

NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------

08	26
-----------	-----------



Denah Pembalokan As 1 -15
SKALA 1 : 500



Denah Pembalokan As 15 -29
SKALA 1 : 500

Keterangan :

- B1 = Balok fender (60/300)
- B2 = Balok crane (70/140)
- B3 = Balok memanjang (70/140)
- B4 = Balok anak (60/90)
- B5 = Balok melintang (70/140)

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = ASTM 252 , $f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

Denah Pondasi Dermaga

KODE GAMBAR

SKALA

STR

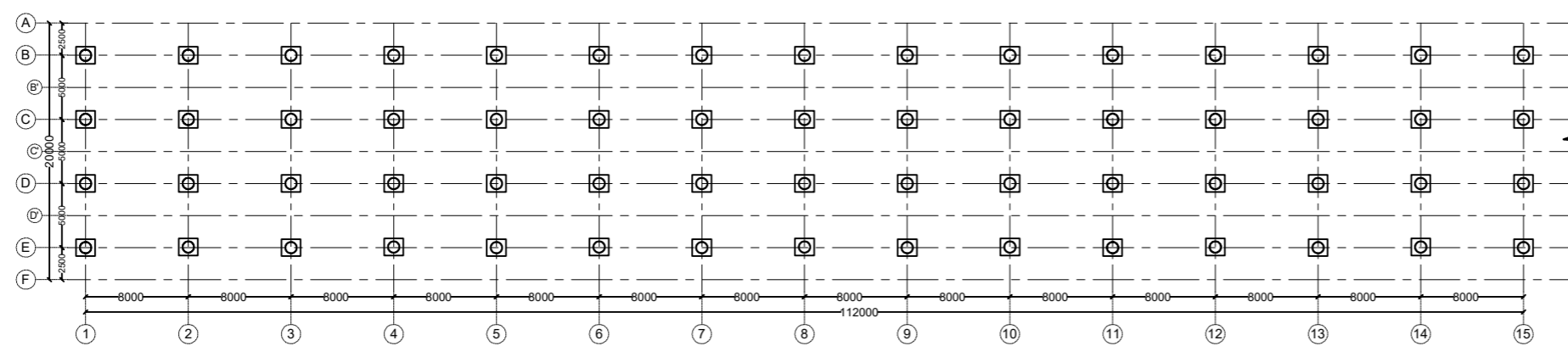
1 : 500

NO. LEMBAR

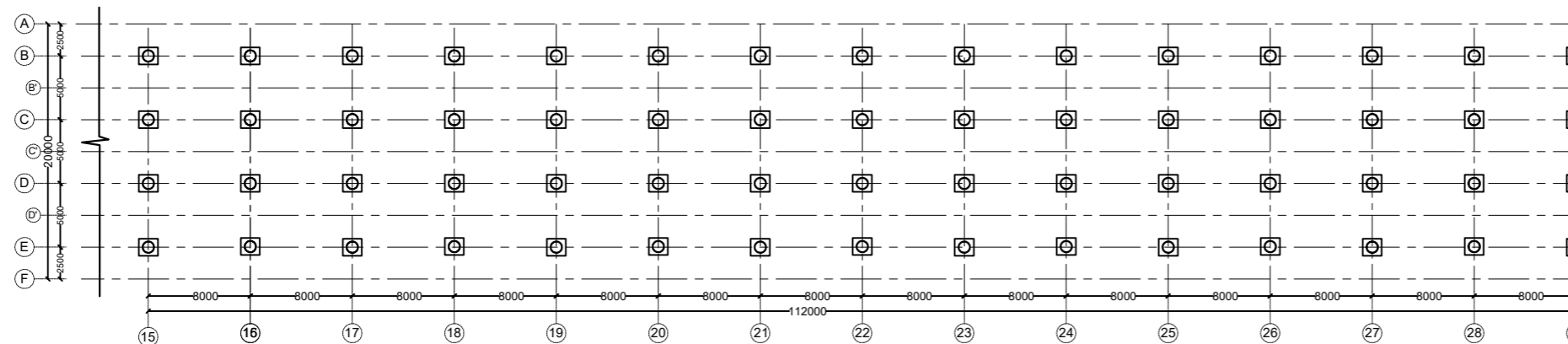
JUMLAH LEMBAR

09

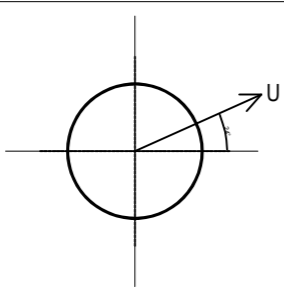
26



Denah Pondasi 1 -15
SKALA 1 : 500



Denah Pondasi As 15 -29
SKALA 1 : 500

PILE TYPE	SPP1 STEEL PIPE PILE Ø 900-19 mm
Lokasi	JETTY
GAMBAR	
Isian Beton	L = 1,5 m
Mutu bahan	$f_y = 310 \text{ Mpa}$
Pajang / miring	49 m -
Jumlah	116 piece

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = $\text{ASTM 252} , f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

Denah Plat Dermaga

KODE GAMBAR

SKALA

STR

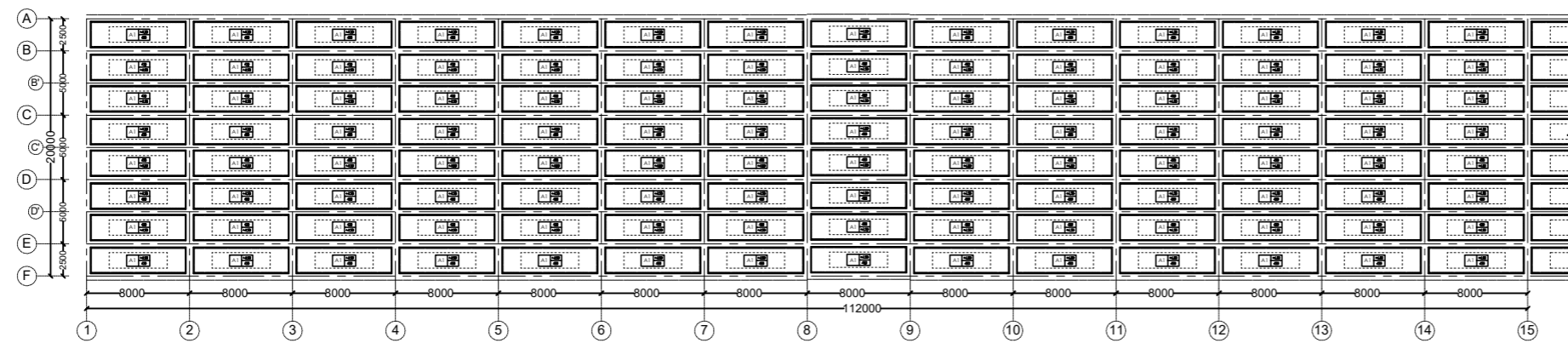
1 : 500

NO. LEMBAR

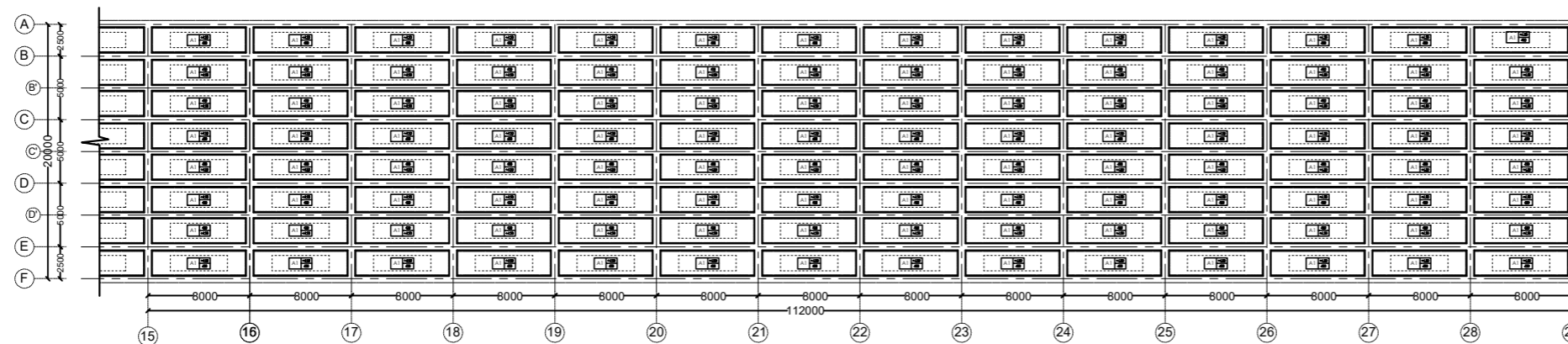
JUMLAH LEMBAR

10

26



Denah Plat A1 As 1 -15
SKALA 1 : 500



Denah Plat A1 As 15 -29
SKALA 1 : 500

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = $\text{ASTM 252} , f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

Denah Penulangan Plat Pracetak
Dermaga

KODE GAMBAR

SKALA

STR

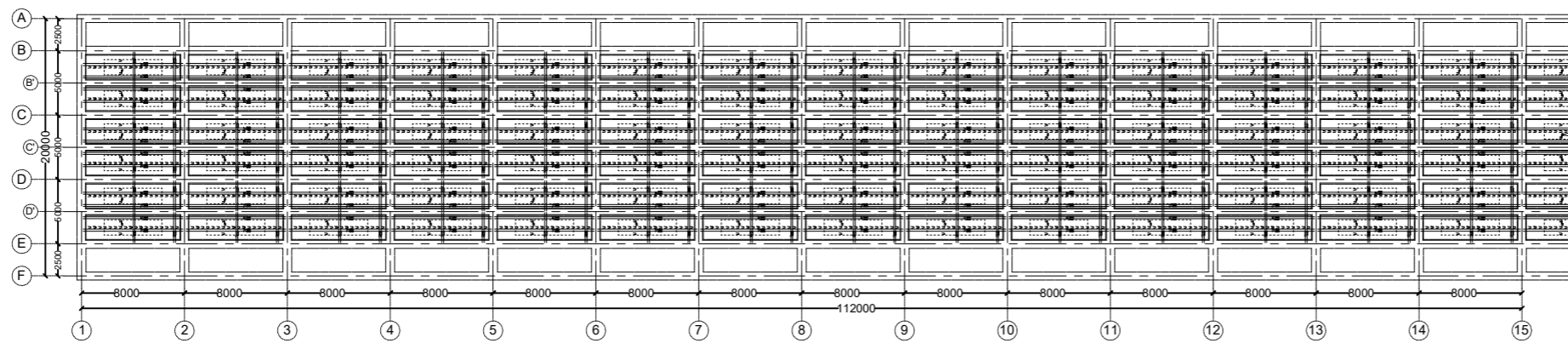
1 : 500

NO. LEMBAR

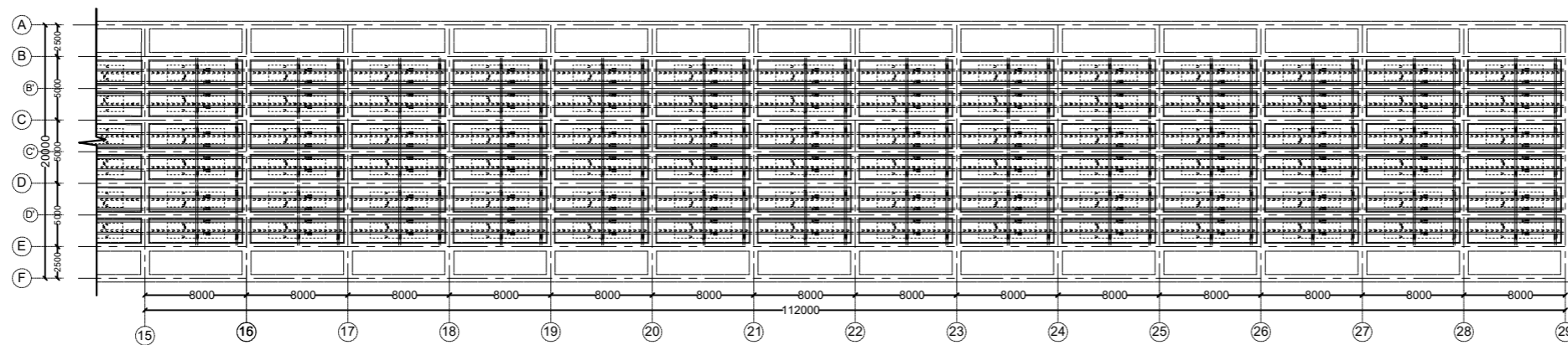
JUMLAH LEMBAR

11

26



Denah Penulangan plat pracetak As 1 -15
SKALA 1 : 500



Denah Penulangan Plat Pracetak As 15 -29
SKALA 1 : 500

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = ASTM 252 , $f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

Denah Penulangan Plat Insitu
Dermaga

KODE GAMBAR

SKALA

STR

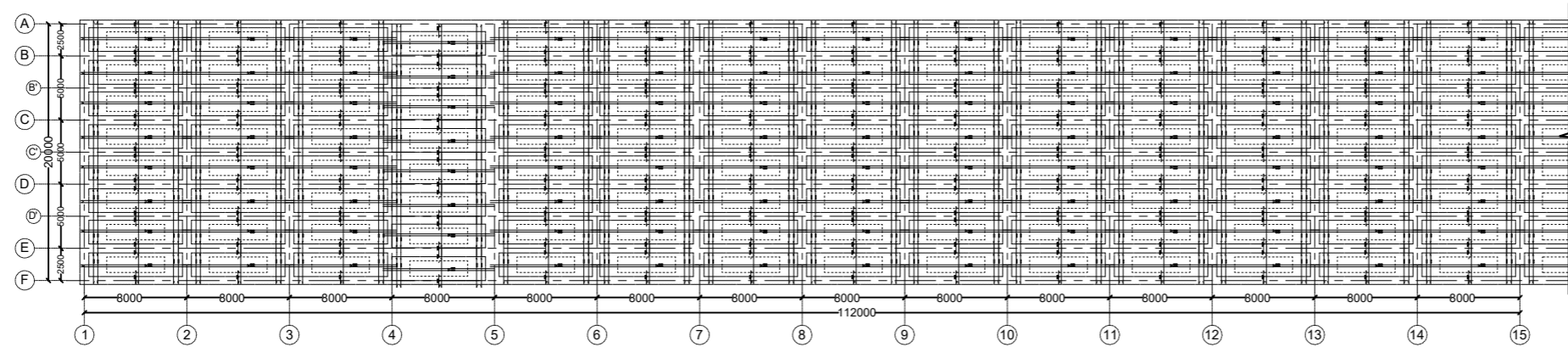
1 : 500

NO. LEMBAR

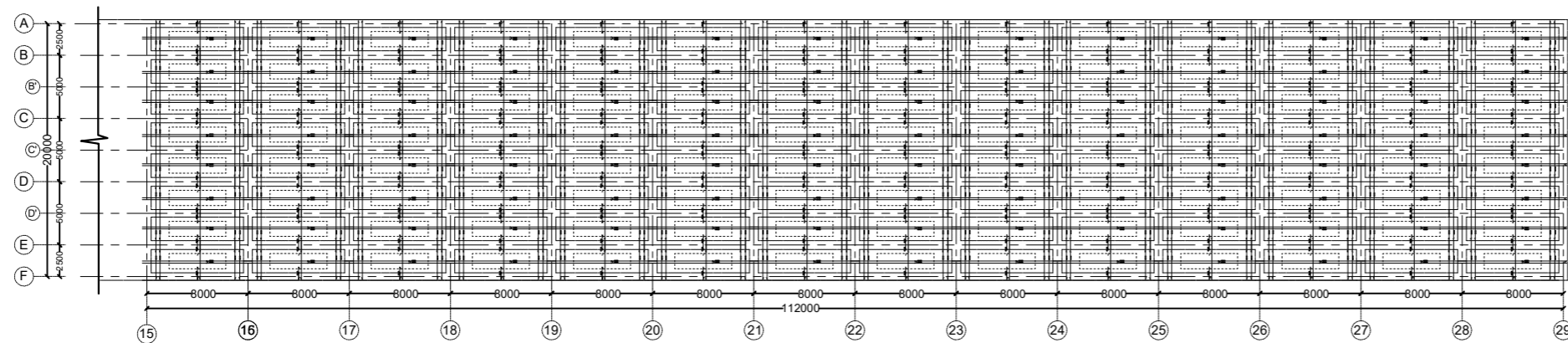
JUMLAH LEMBAR

12

26



Denah Penulangan Plat Insitu As 1 -15
SKALA 1 : 500



Denah Penulangan plat insitu As 15 -29
SKALA 1 : 500

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = ASTM 252 , $f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

Denah pembalokan Trestle

KODE GAMBAR

SKALA

STR

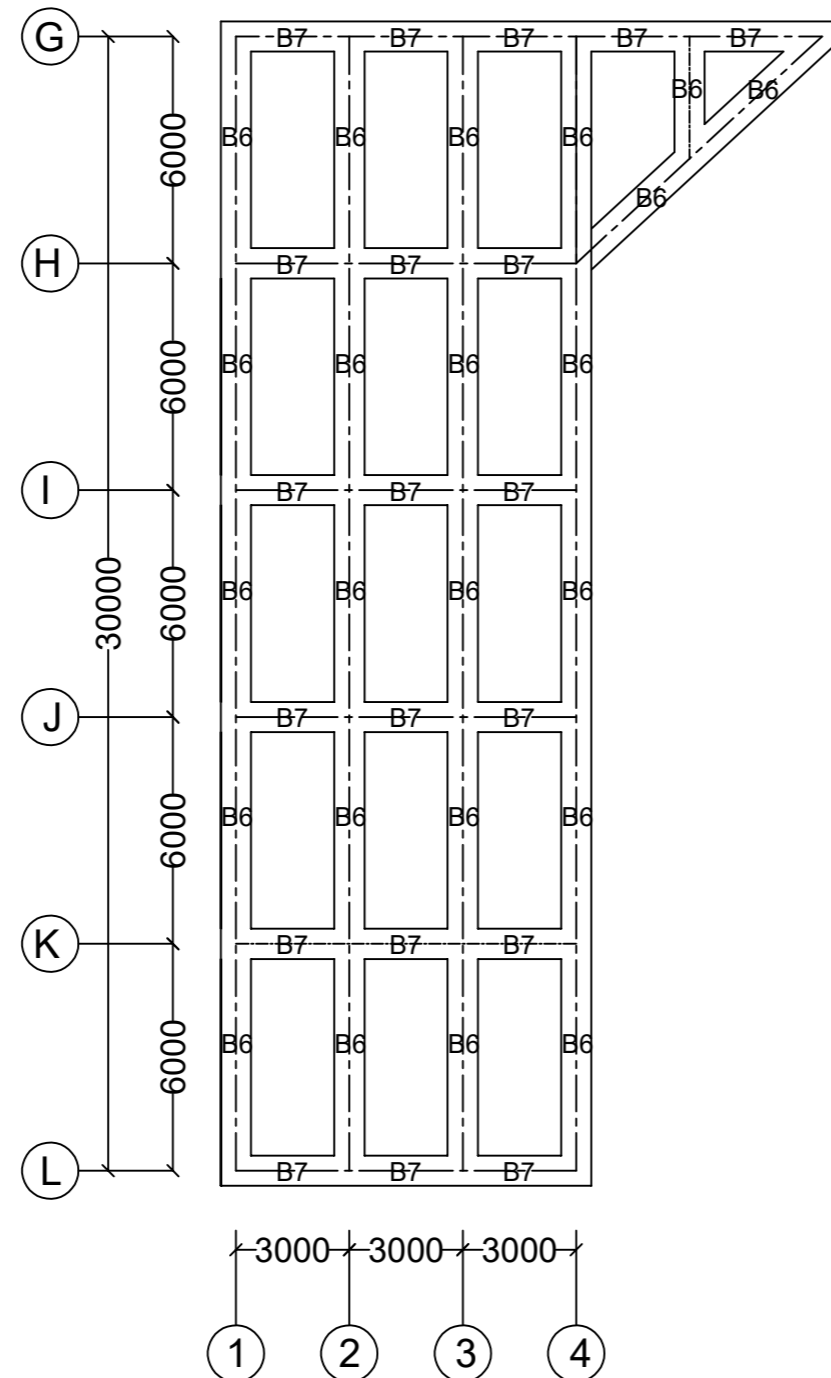
1 : 200

NO. LEMBAR

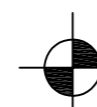
JUMLAH LEMBAR

13

26



Keterangan :
B6 : Balok memanjang 80/130
B7 : Balok melintang 80/130

 **Denah Pembalokan**
SKALA 1 : 200

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = ASTM 252 , $f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

Denah bangunan bawah trestle

KODE GAMBAR

SKALA

STR

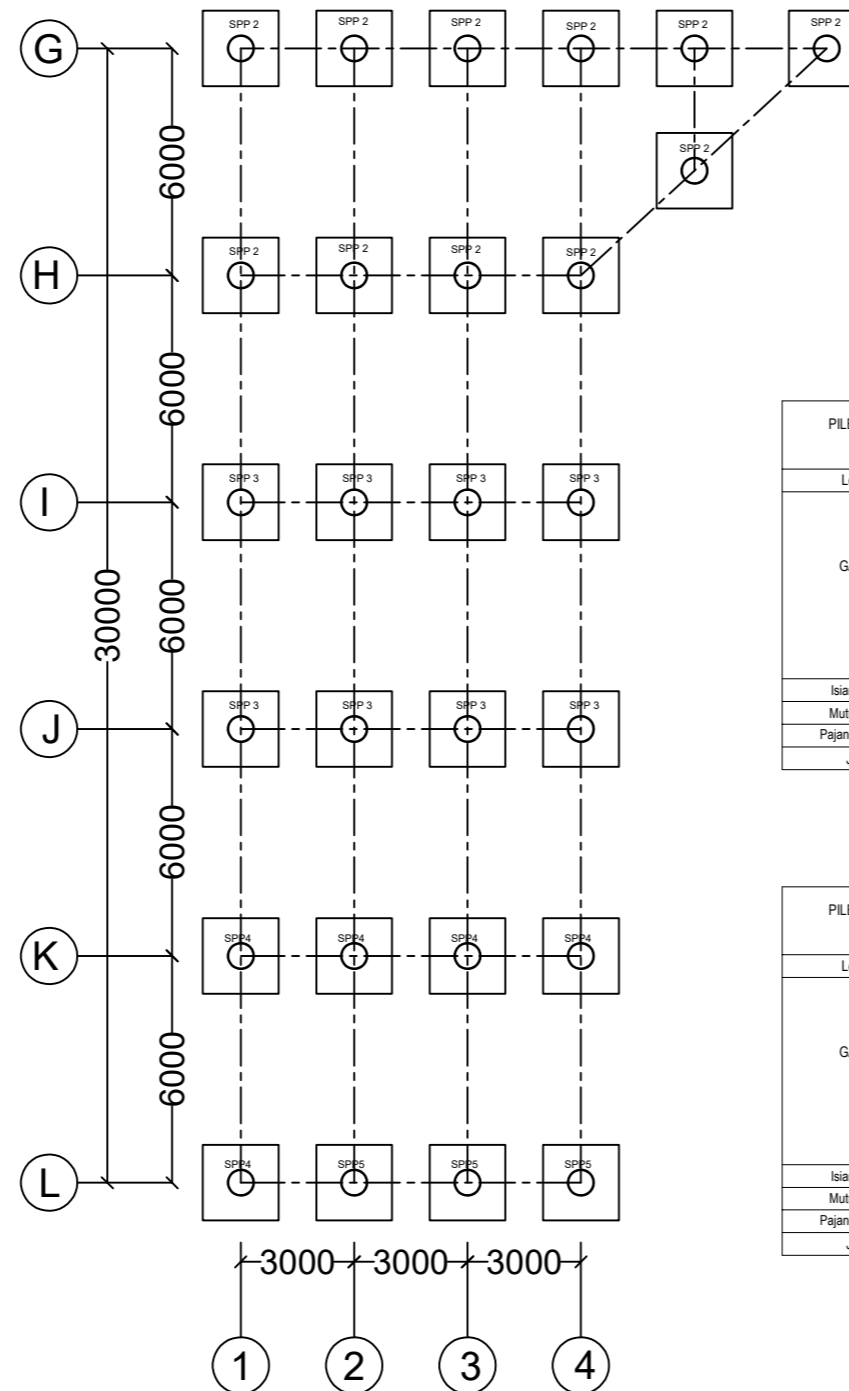
1 : 200

NO. LEMBAR

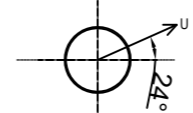
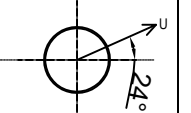
JUMLAH LEMBAR

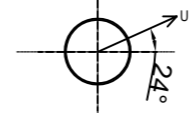
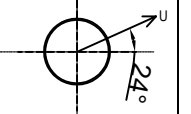
14

26



Denah Pondasi Trestle
SKALA 1 : 200

PILE TYPE	SPP2	SPP3
	STEEL PIPE PILE Ø 700-12 mm	STEEL PIPE PILE Ø 700-12 mm
Lokasi	TRESTLE	TRESTLE
GAMBAR		
Isian Beton	L = 1,5 m	L = 1,5 m
Mutu bahan	$f_y = 310 \text{ Mpa}$	$f_y = 310 \text{ Mpa}$
Panjang / miring	49 m	45 m
Jumlah	22 piece	16 piece

PILE TYPE	SPP4	SPP5
	STEEL PIPE PILE Ø 700-12 mm	STEEL PIPE PILE Ø 700-12 mm
Lokasi	TRESTLE	TRESTLE
GAMBAR		
Isian Beton	L = 1,5 m	L = 1,5 m
Mutu bahan	$f_y = 310 \text{ Mpa}$	$f_y = 310 \text{ Mpa}$
Panjang / miring	43 m	36 m
Jumlah	22 piece	16 piece

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = ASTM 252 , $f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

Denah plat trestle

KODE GAMBAR

SKALA

STR

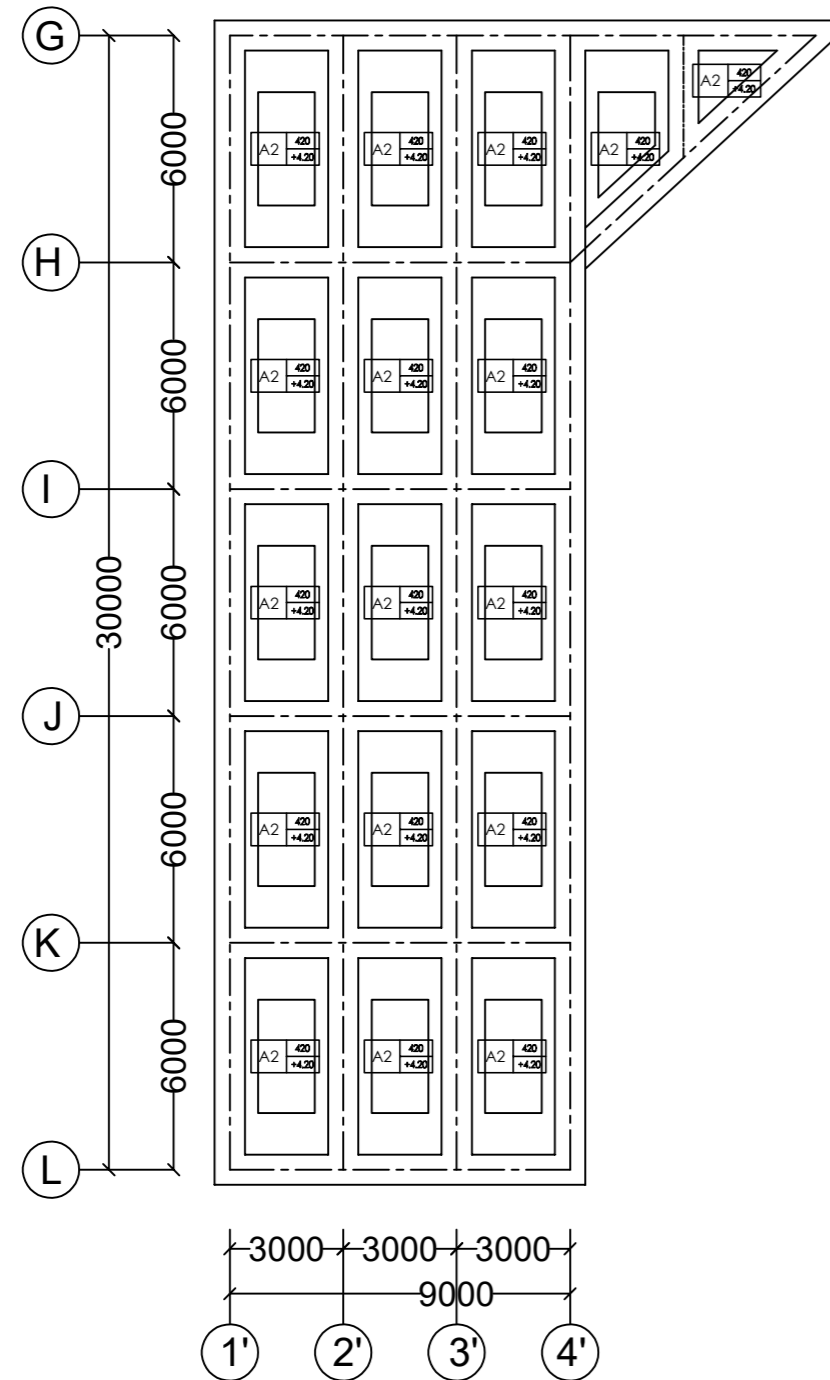
1 : 200


NO. LEMBAR

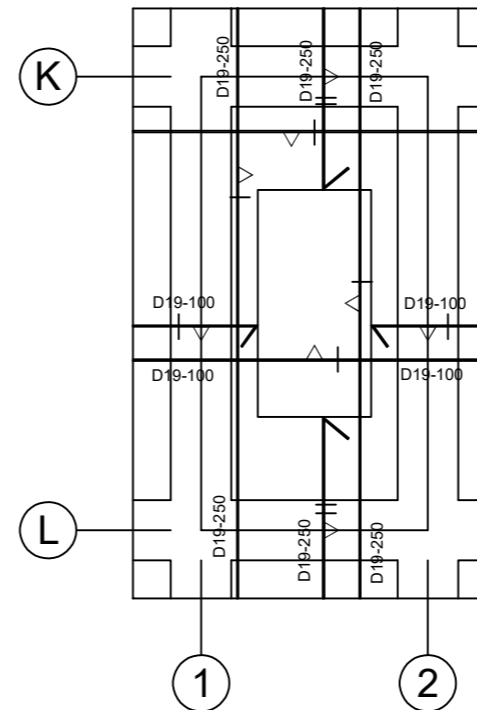
JUMLAH LEMBAR


15

26



 **Denah Pelat Trestle**
SKALA 1 : 100



 **Denah Penulangan Plat**
SKALA 1 : 100

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = $\text{ASTM 252}, f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

Detail Penulangan Balok
Precast Dermaga B2 & B3

KODE GAMBAR

SKALA

STR

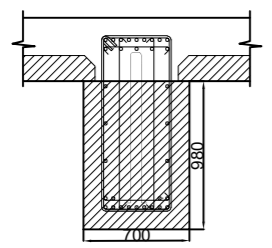
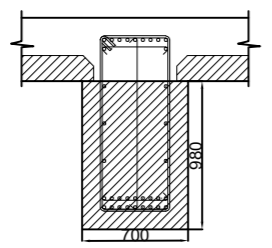
1 : 50

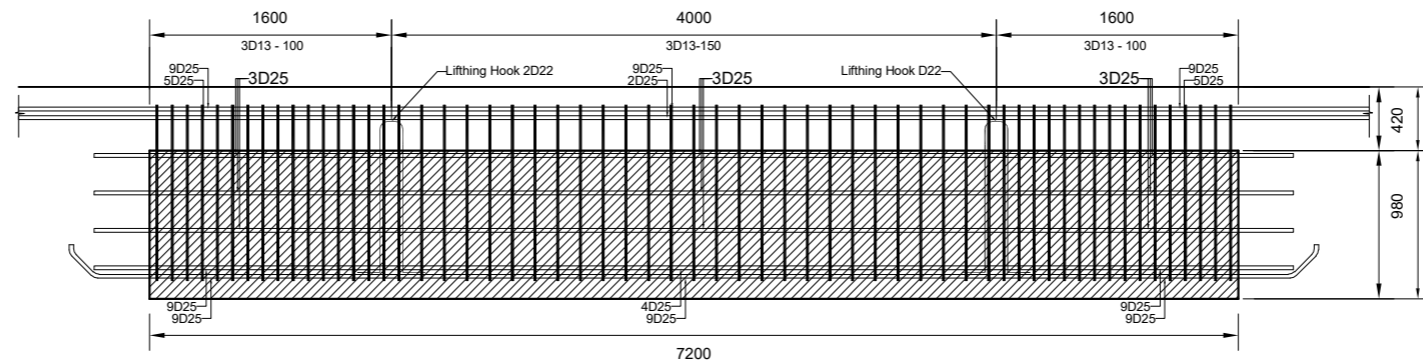
NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

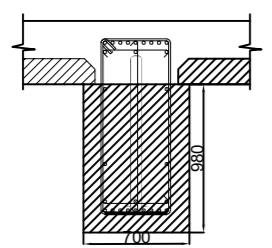
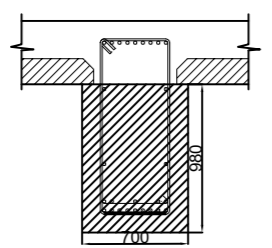
16

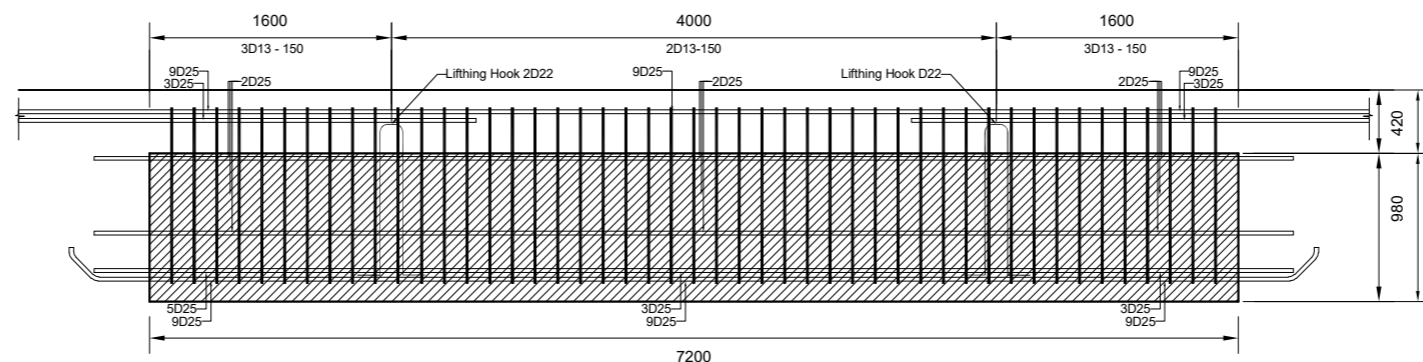
26

TIPE	B2	
POSISI	Tumpuan Kanan dan Kiri	Lapangan
POTONGAN		
DIMENSI (cm)	70 x 140	70 x 140
TULANGAN TARIK	14 D - 25	11 D - 25
TULANGAN BADAN	2x3 D - 25	2x3 D - 25
TULANGAN TEKAN	13 D - 25	18 D - 25
SENGKANG	3D13 - 100	3D13 - 150
JUMLAH	66 buah	



Balok Crane (B2)
SKALA 1 : 50

TIPE	B3	
POSISI	Tumpuan Kanan dan Kiri	Lapangan
POTONGAN		
DIMENSI (cm)	70 x 140	70 x 140
TULANGAN TARIK	12 D - 25	11 D - 25
TULANGAN BADAN	2x2 D - 25	2x2 D - 25
TULANGAN TEKAN	12 D - 25	14 D - 25
SENGKANG	3D13 - 150	3D13 - 150
JUMLAH	66 buah	



Balok Memanjang (B3)
SKALA 1 : 50

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = $\text{ASTM 252}, f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

Detail Penulangan Balok
Precast Dermaga B4 & B5

KODE GAMBAR

SKALA

STR

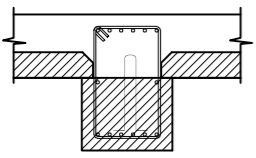
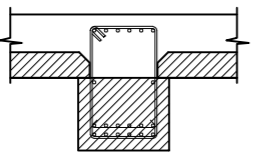
1 : 50

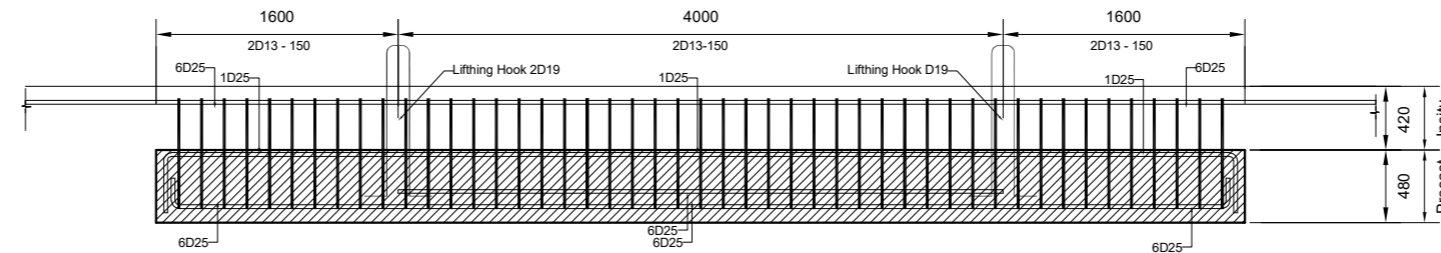
NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

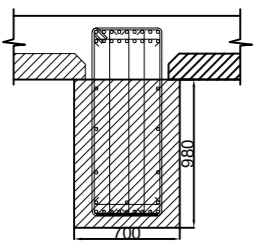
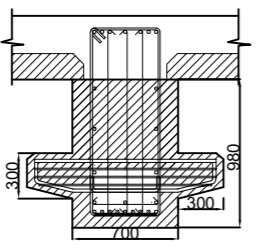
17

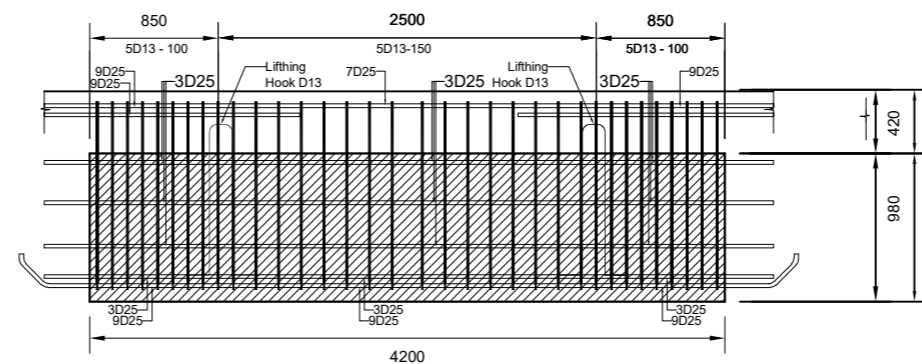
26

TIPE	B4	
POSISI	Tumpuan Kanan dan Kiri	Lapangan
POTONGAN		
DIMENSI (cm)	60 x 90	60 x 90
TULANGAN TARIK	6 D - 25	12 D - 25
TULANGAN BADAN	2x1 D - 25	2x1 D - 25
TULANGAN TEKAN	6 D - 25	6 D - 25
SENGKANG	2D13 - 150	2D13 - 150
JUMLAH	66 buah	



Balok Anak Memanjang (B4)
SKALA 1 : 50

TIPE	B5	
POSISI	Tumpuan Kanan dan Kiri	Lapangan
POTONGAN		
DIMENSI (cm)	70 x 140	70 x 140
TULANGAN TARIK	18 D - 25	11 D - 25
TULANGAN BADAN	2x3 D - 25	2x3 D - 25
TULANGAN TEKAN	12 D - 25	18 D - 25
SENGKANG	5D13 - 100	5D13 - 150
JUMLAH	87 buah	



Balok Melintang (B5)
SKALA 1 : 50

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = $\text{ASTM 252}, f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

Detail Penulangan Balok
Precast Trestle B6 & B7

KODE GAMBAR

SKALA

STR

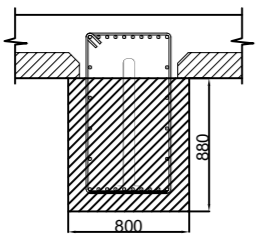
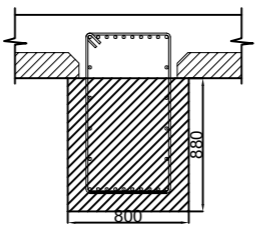
1 : 50

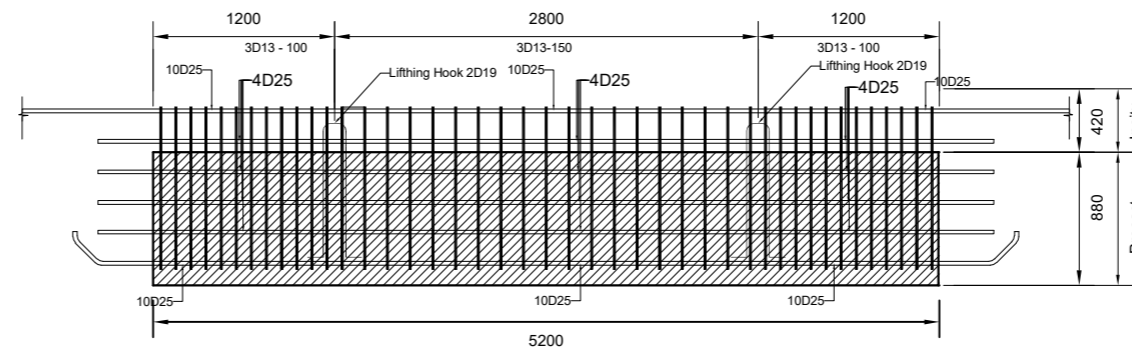
NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

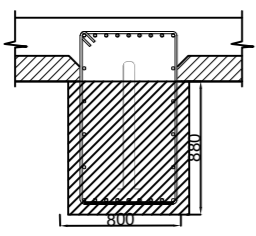
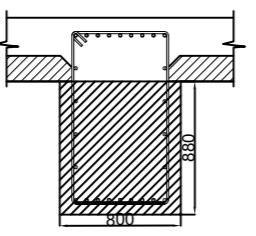
18

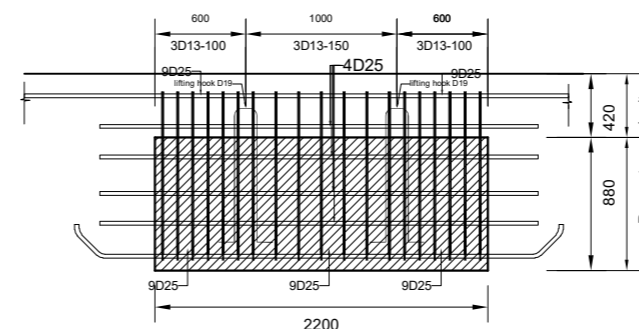
26

TIPE	B6	
POSISI	Tumpuan Kanan dan Kiri	Lapangan
POTONGAN		
DIMENSI (cm)	80 x 120	80 x 120
TULANGAN TARIK	10 D - 25	10 D - 25
TULANGAN BADAN	2x4 D - 25	2x4 D - 25
TULANGAN TEKAN	10 D - 25	10 D - 25
SENGKANG	3D13 - 100	3D13 - 150



Balok Memanjang (B6)
SKALA 1 : 50

TIPE	B7	
POSISI	Tumpuan Kanan dan Kiri	Lapangan
POTONGAN		
DIMENSI (cm)	80 x 120	80 x 120
TULANGAN TARIK	9 D - 25	9 D - 25
TULANGAN BADAN	2x4 D - 25	2x4 D - 25
TULANGAN TEKAN	9 D - 25	9 D - 25
SENGKANG	3D13 - 100	3D13 - 150



Balok Melintang (B7)
SKALA 1 : 50

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = ASTM 252 , $f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

Detail Penulangan Balok
Dermaga dan Trestle

KODE GAMBAR

SKALA

STR

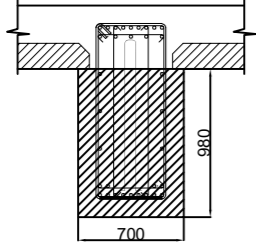
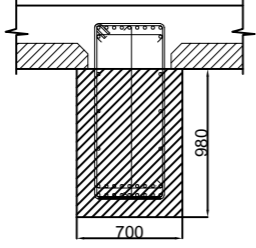
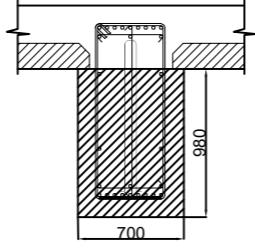
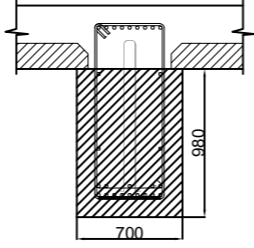
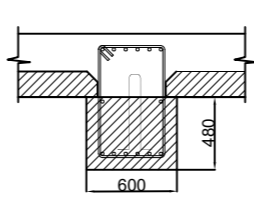
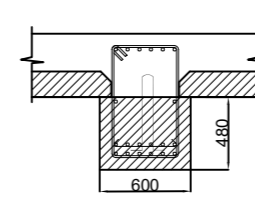
1 : 50

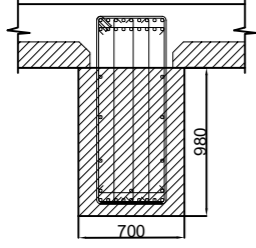
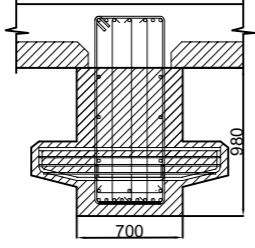
NO. LEMBAR

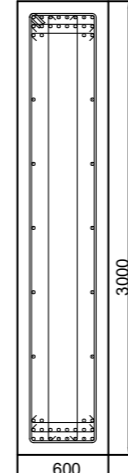
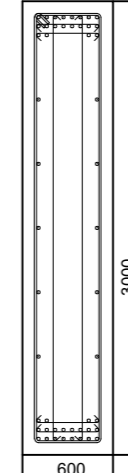
JUMLAH LEMBAR

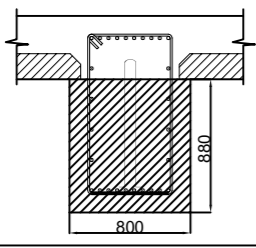
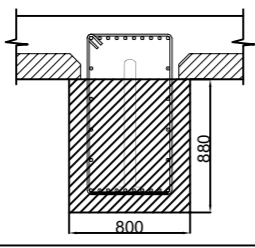
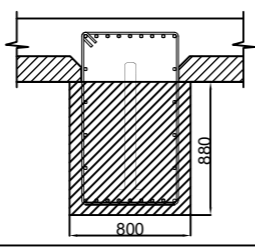
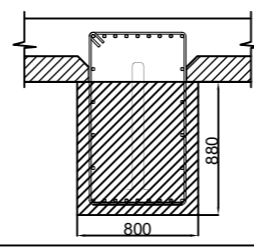
19

26

TIPE	B2		B3		B4	
POSISI	Tumpuan Kanan dan Kiri	Lapangan	Tumpuan Kanan dan Kiri	Lapangan	Tumpuan Kanan dan Kiri	Lapangan
POTONGAN						
DIMENSI (cm)	70 x 140	70 x 140	70 x 140	70 x 140	60 x 90	60 x 90
TULANGAN TARIK	14 D - 25	11 D - 25	12 D - 25	11 D - 25	6 D - 25	12 D - 25
TULANGAN BADAN	2x3 D - 25	2x3 D - 25	2x2 D - 25	2x2 D - 25	2x1 D - 25	2x1 D - 25
TULANGAN TEKAN	13 D - 25	18 D - 25	12 D - 25	14 D - 25	6 D - 25	6 D - 25
SENGKANG	3D13 - 100	3D13 - 150	3D13 - 150	3D13 - 150	2D13 - 150	2D13 - 150
JUMLAH	66 buah		66 buah		99 buah	

TIPE	B5	
POSISI	Tumpuan Kanan dan Kiri	Lapangan
POTONGAN		
DIMENSI (cm)	70 x 140	70 x 140
TULANGAN TARIK	18 D - 25	11 D - 25
TULANGAN BADAN	2x3 D - 25	2x3 D - 25
TULANGAN TEKAN	12 D - 25	18 D - 25
SENGKANG	5D13 - 100	5D13 - 150
JUMLAH	66 buah	

TIPE	B1	
POSISI	Tumpuan Kanan dan Kiri	Lapangan
POTONGAN		
DIMENSI (cm)	60 x 300	60 x 300
TULANGAN TARIK	18 D - 25	18 D - 25
TULANGAN BADAN	2x5 D - 25	2x5 D - 25
TULANGAN TEKAN	18 D - 25	18 D - 25
SENGKANG	4D13 - 200	4D13 - 200

TIPE	B6		B7	
POSISI	Tumpuan Kanan dan Kiri	Lapangan	Tumpuan Kanan dan Kiri	Lapangan
POTONGAN				
DIMENSI (cm)	80 x 120	80 x 120	80 x 120	80 x 120
TULANGAN TARIK	10 D - 25	10 D - 25	9 D - 25	9 D - 25
TULANGAN BADAN	2x4 D - 25	2x4 D - 25	2x4 D - 25	2x4 D - 25
TULANGAN TEKAN	10 D - 25	10 D - 25	9 D - 25	9 D - 25
SENGKANG	3D13 - 100	3D13 - 150	3D13 - 100	3D13 - 150

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN PULANG PISAU DENGAN METODE BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = ASTM 252 , $f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

Detail Penulangan Plat Precast Dermaga (A1)

KODE GAMBAR

SKALA

STR

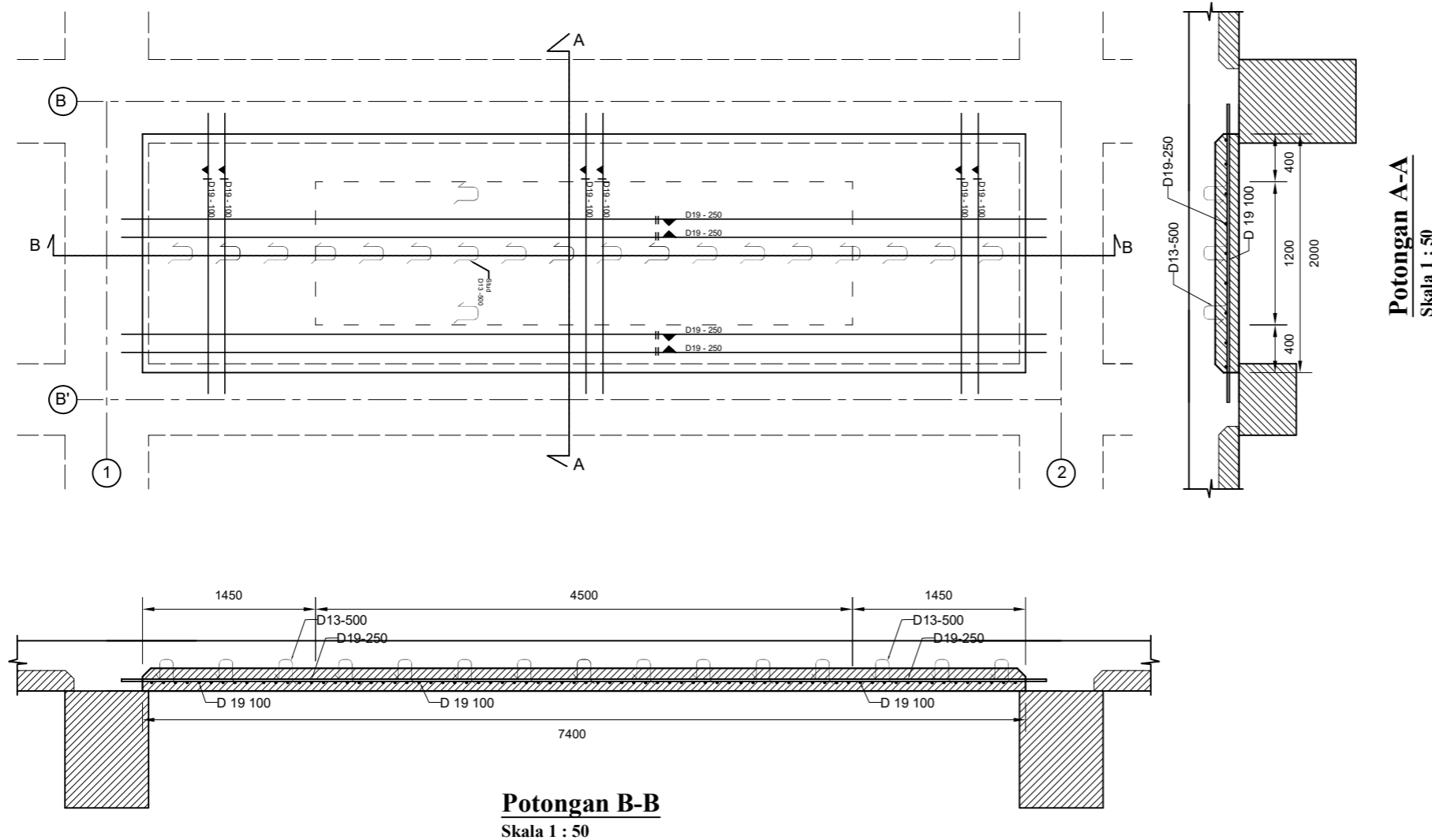
1 : 50

NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

20

26



JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = ASTM 252 , $f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

Detail Penulangan Plat Insitu
Dermaga (A1)

KODE GAMBAR

SKALA

STR

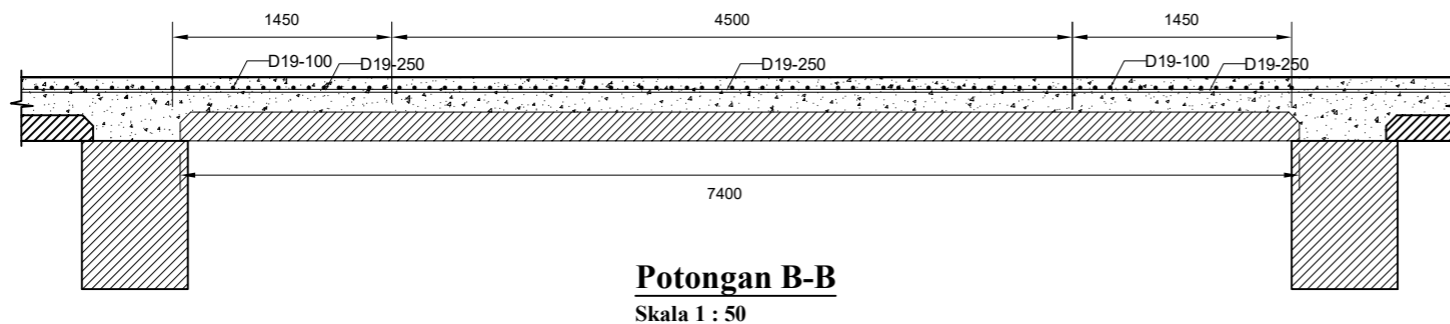
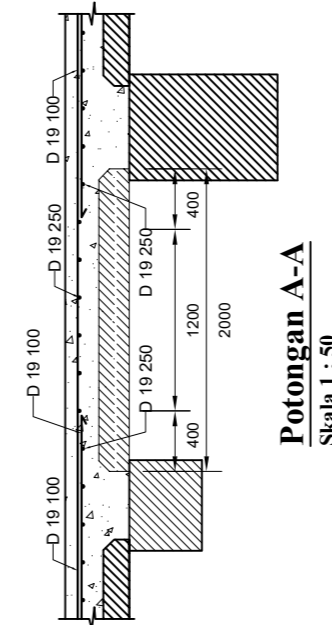
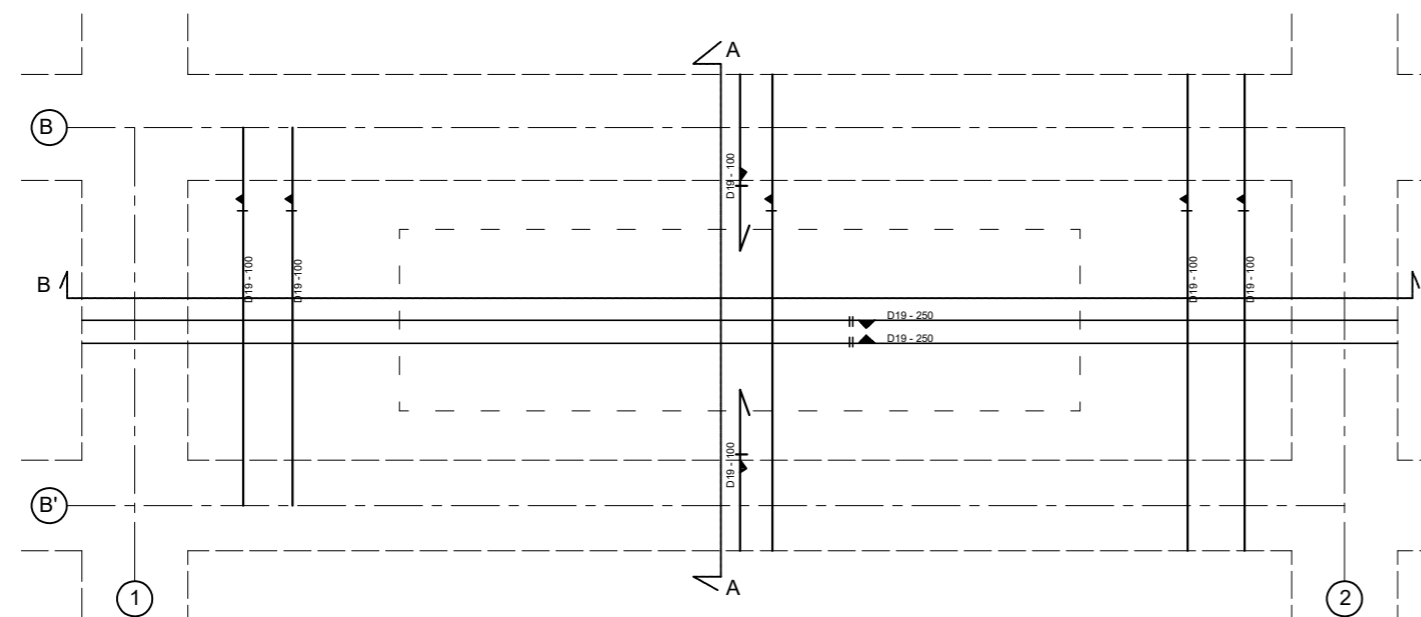
1 : 50

NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

21

26



JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = $\text{ASTM 252} , f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

Detail Fender dan Bollard

KODE GAMBAR

SKALA

STR

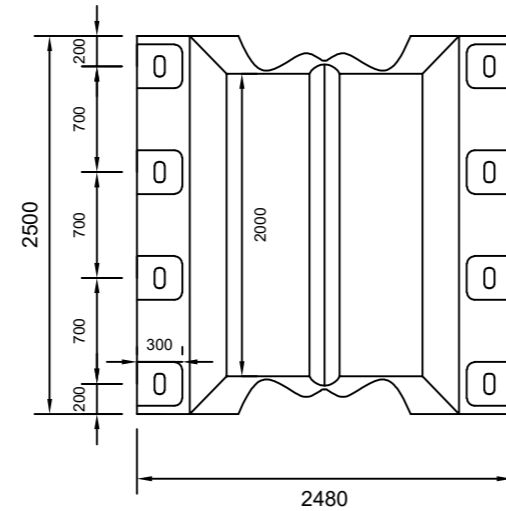
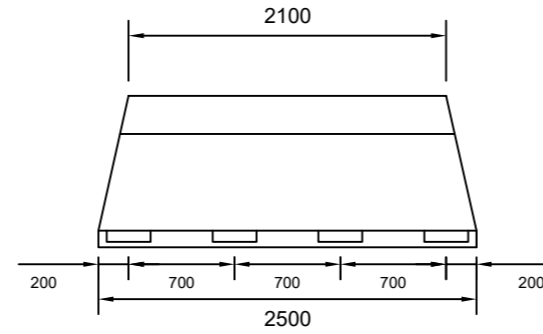
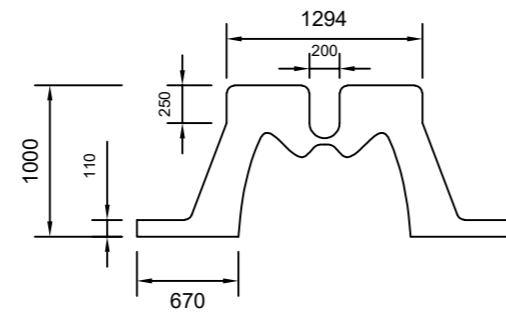
1 : 50

NO. LEMBAR

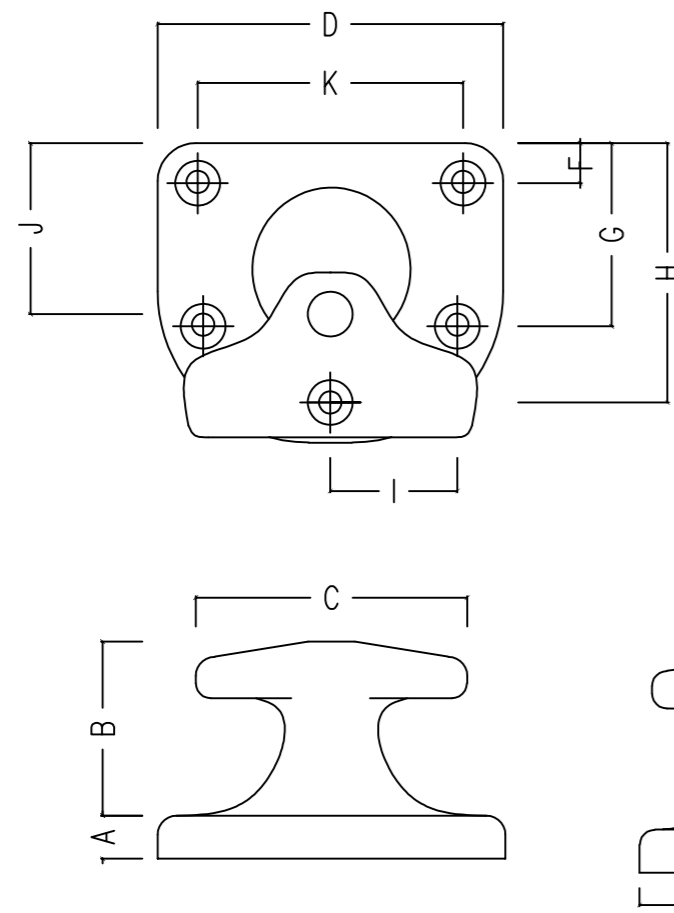
JUMLAH LEMBAR

22

26



DETAIL FENDER SM 1000 H 2000
SKALA 1 : 50



METRIC DIMENSION (mm)	MT 50
A	57 mm
B	250 mm
C	366 mm
D	457 mm
E	396 mm
F	53 mm
G	242 mm
H	343 mm
I	159 mm
J	226 mm
K	351 mm
Bolt Size	M50
Bolt Length	450 mm
Bolt Qty	5

DETAIL T-HEAD BOLLARD 50T
SKALA 1 : 10

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

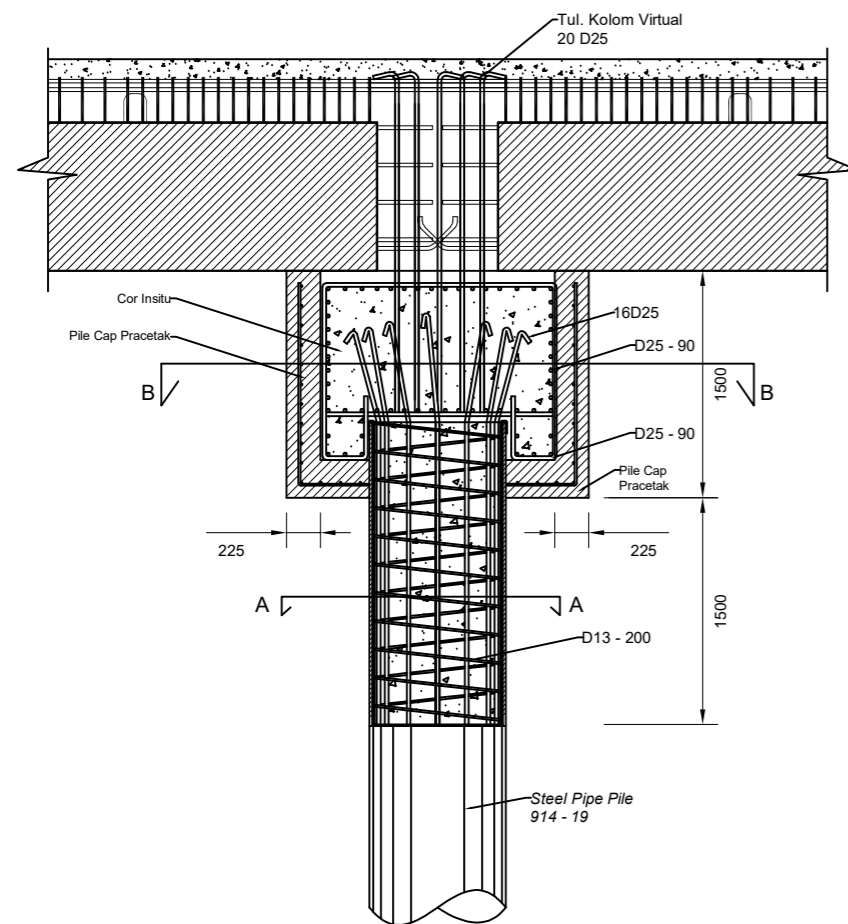
KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = ASTM 252, $f_y : 310 \text{ MPa}$

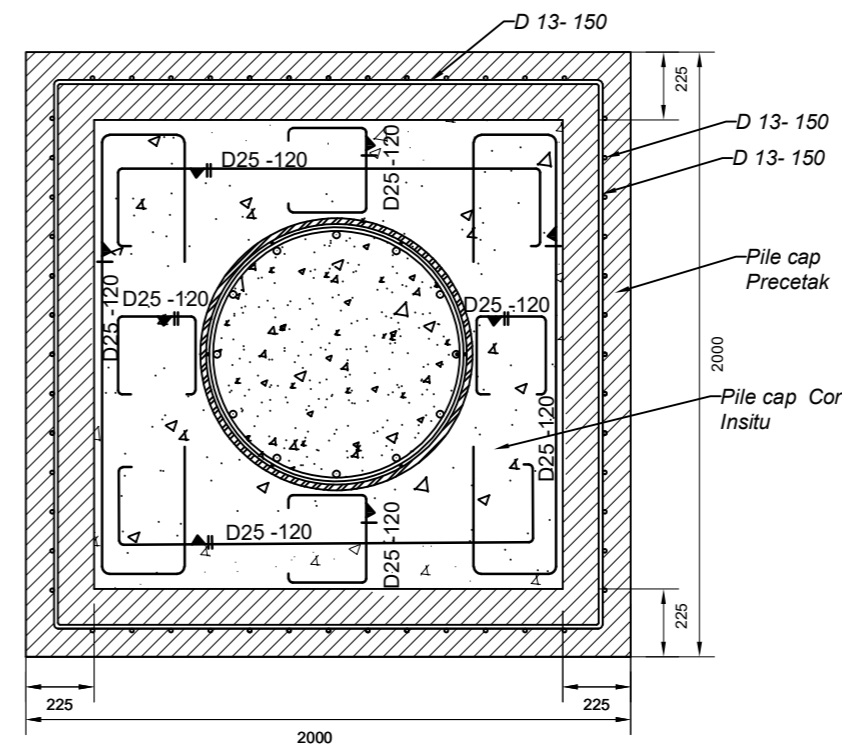
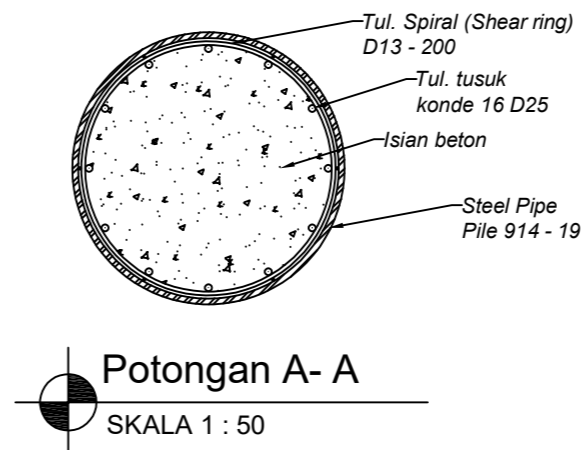
NAMA GAMBAR

Detail penulangan bangunan
bawah Dermaga

KODE GAMBAR	SKALA
STR	-
NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
23	26



Detail Penulangan Shear ring Dermaga
SKALA 1 : 50



Potongan B - B
SKALA 1 : 25

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = ASTM 252 , $f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

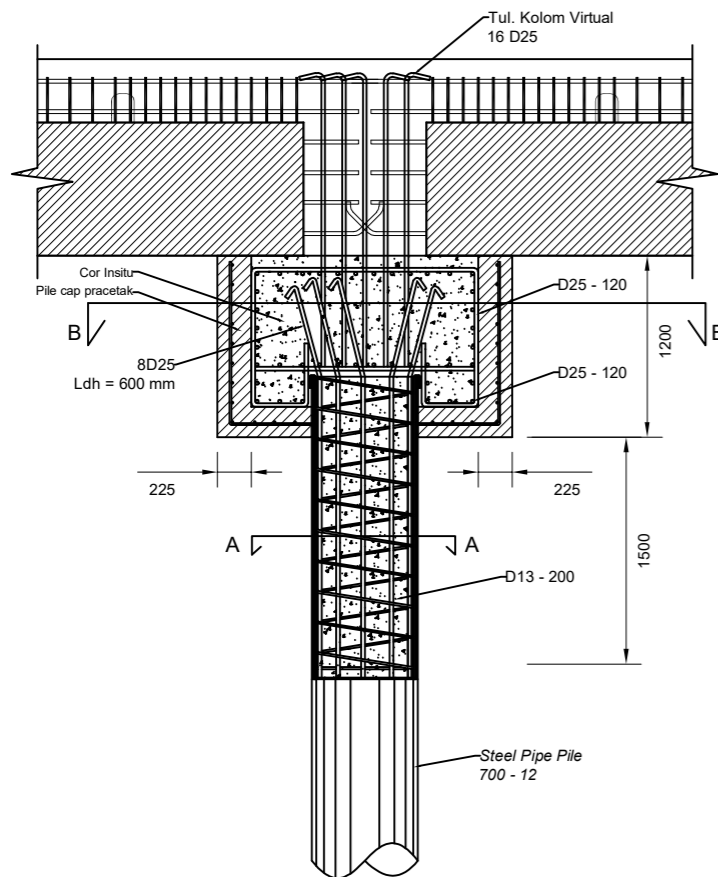
Detail penulangan bangunan
bawah Trestle

KODE GAMBAR	SKALA
-------------	-------

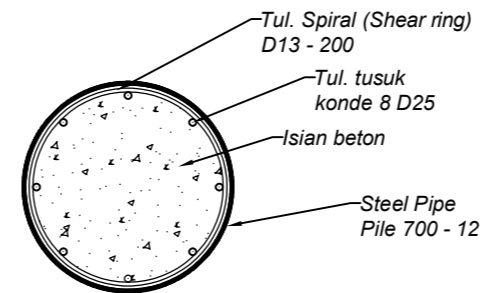
STR	-
-----	---

NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------

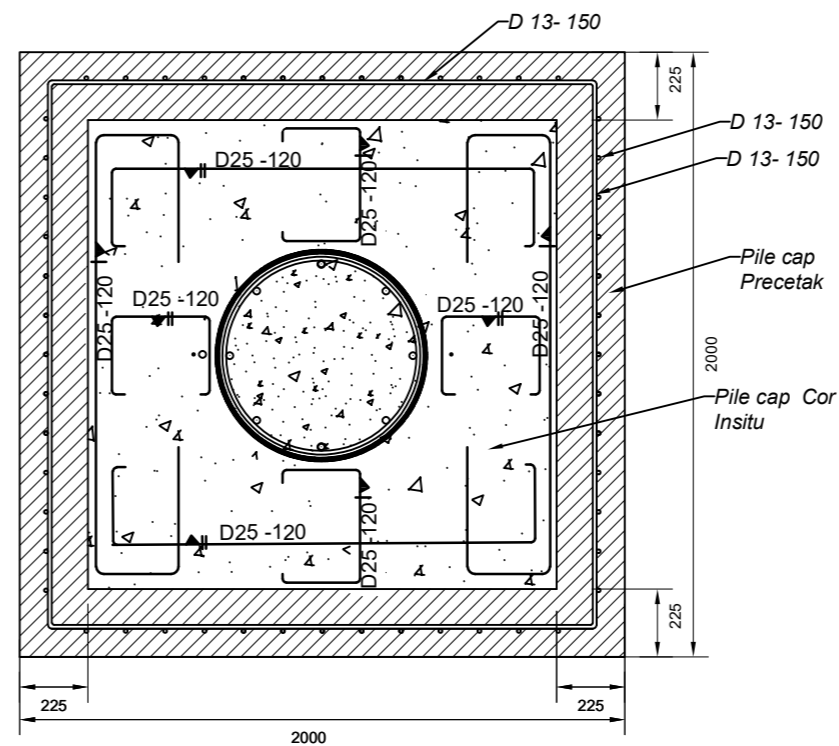
24	26
----	----



Detail Penulangan Shear ring trestle
SKALA 1 : 50



Potongan A - A
SKALA 1 : 25



Potongan B - B
SKALA 1 : 25

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35 \text{ MPa}$
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = ASTM 252 , $f_y : 310 \text{ MPa}$

NAMA GAMBAR

Penulangan Abutmen

KODE GAMBAR

SKALA

STR

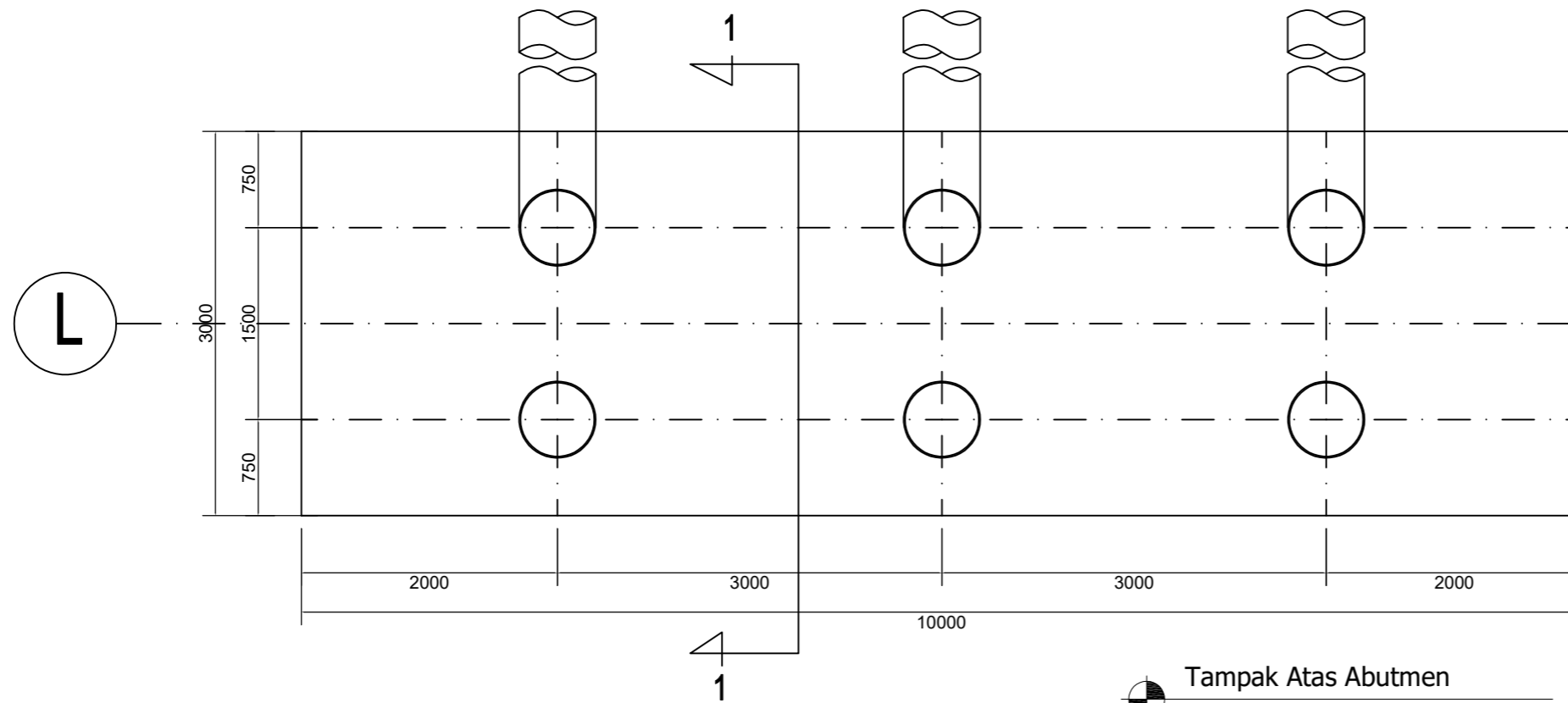
1 : 50

NO. LEMBAR

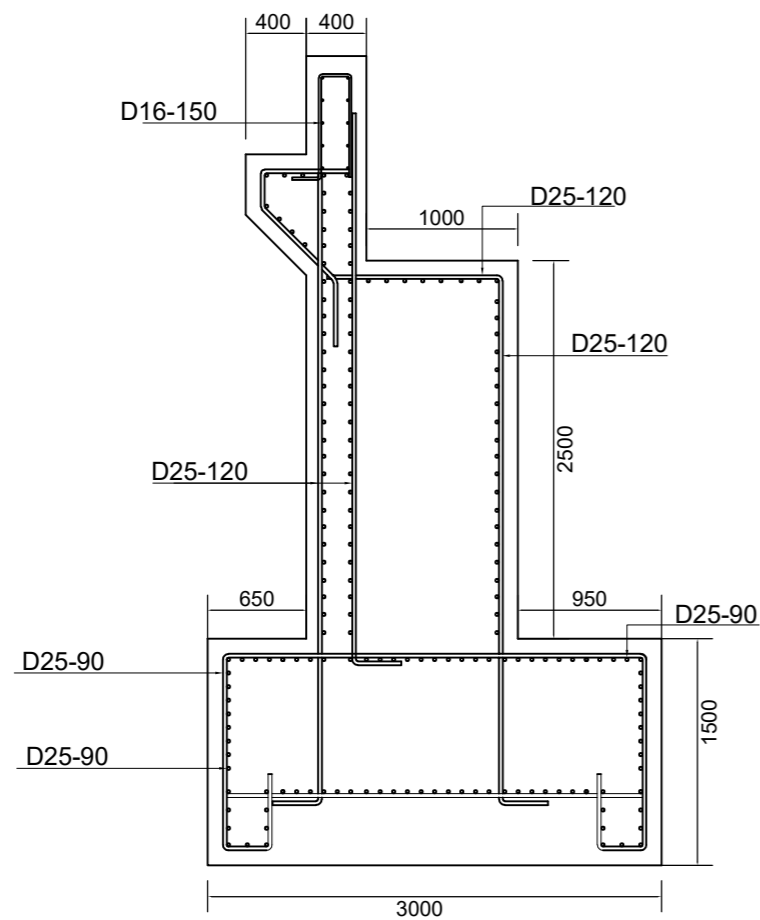
JUMLAH LEMBAR

25

26



Tampak Atas Abutmen
SKALA 1: 50



Detail Penulangan Abutmen Potongan 1-1
SKALA 1: 50

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

MODIFIKASI STRUKTUR DERMAGA
SAMUDRA 16.000 GT DI PELABUHAN
PULANG PISAU DENGAN METODE
BETON PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

R. Buyung Anugraha A., ST., MT
NIP. 19740203 200212 1 002

Afif Navir Refani, ST., MT.
NIP. 19840919 201504 1 001

NAMA MAHASISWA

Yunita Nur Cahyati
NRP. 3113041003

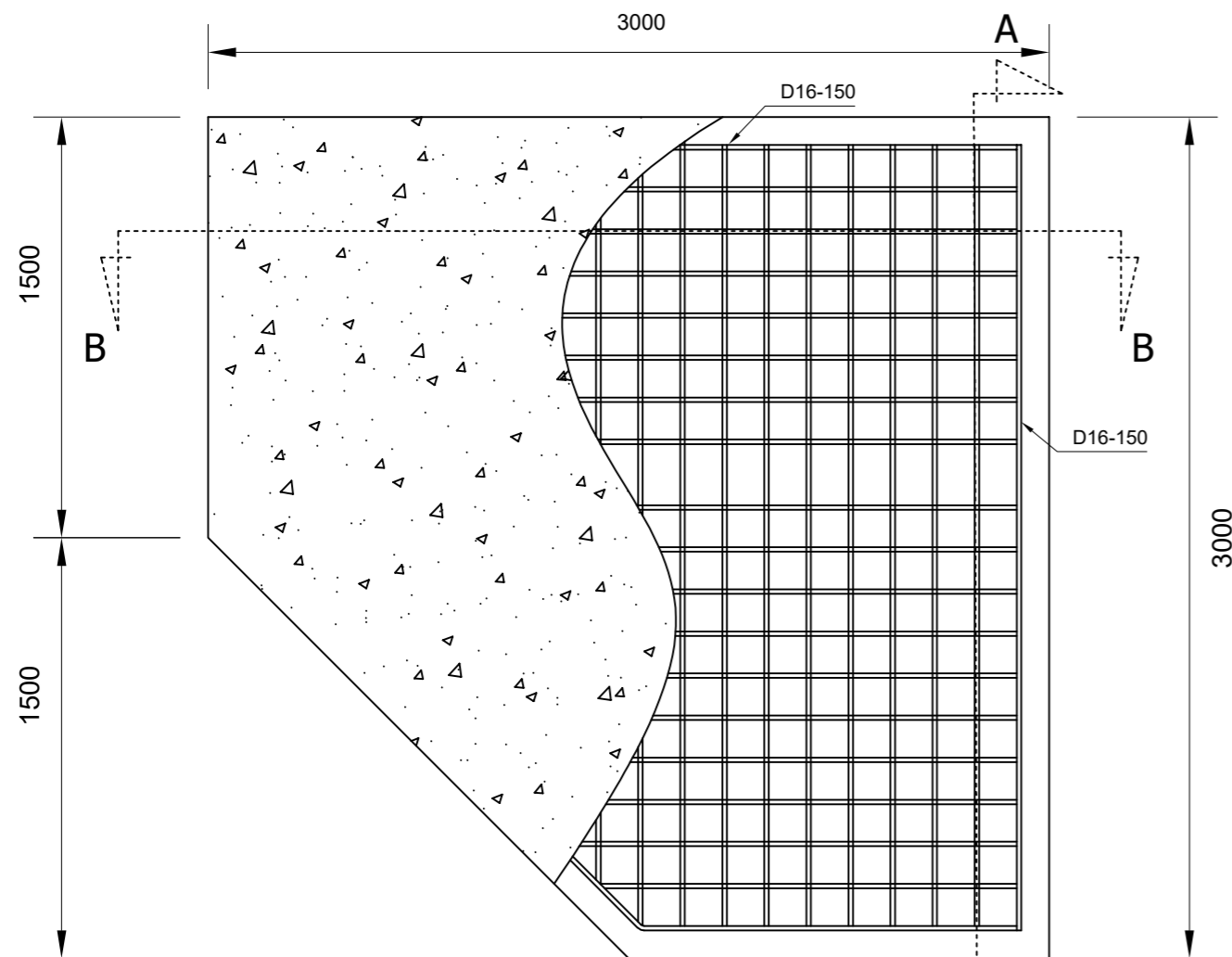
KETERANGAN

Mutu beton $f_c' = 35$ MPa
Mutu tulangan = 390 MPa
Mutu Baja = ASTM 252 , $f_y : 310$ MPa

NAMA GAMBAR

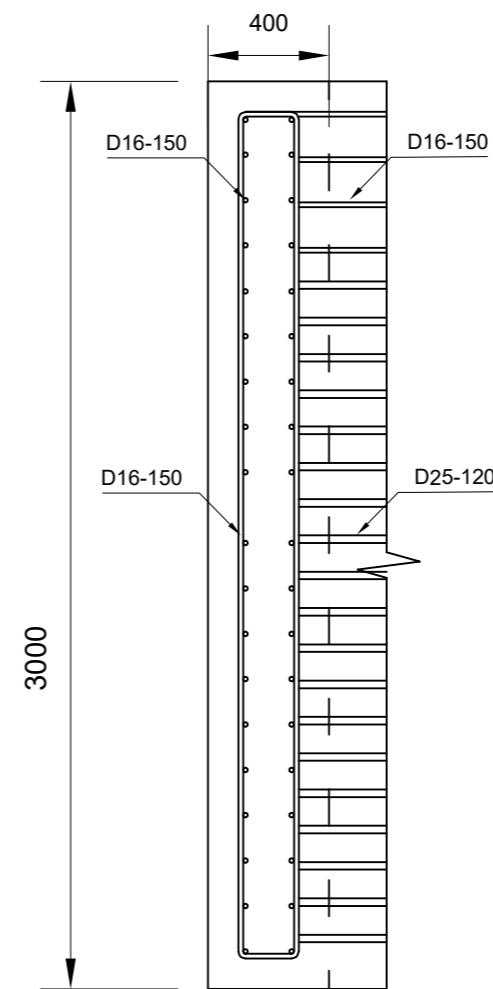
Penulangan Wing Wall

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1 : 25
NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
26	26



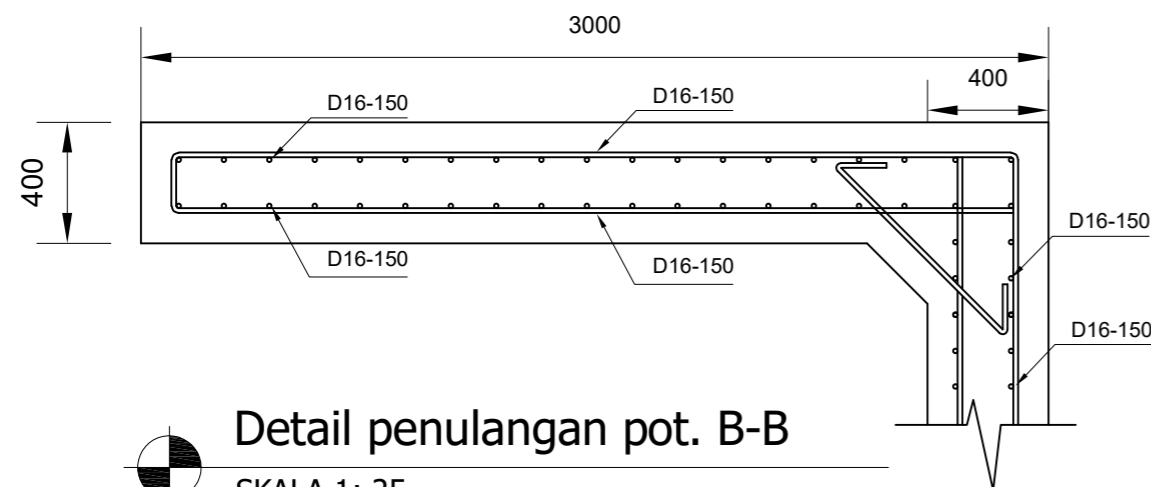
Detail Penulangan Wing Wall

SKALA 1: 25



Detail penulangan pot. A-A

SKALA 1: 25



Detail penulangan pot. B-B

SKALA 1: 25

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Ponorogo, 11 Juni 1995 merupakan anak terakhir dari 2 (dua) bersaudara. Penulis telah menempuh Pendidikan formal TK Dharmawanita Purworejo, SD Negeri Purworejo, SMPN 1 Balong dan SMA Negeri 2 Ponorogo. Setelah lulus penulis mengikuti ujian masuk DIV Reguler ITS dan diterima di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil tahun 2013 sehingga terdaftar dengan NRP 3113041003.

Penulis mengambil bidang Bangunan Transportasi di Program Studi DIV Teknik Sipil ITS. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan kepanitian dan organisasi yang diselenggarakan oleh jurusan, fakultas maupun institut yaitu di Himpunan Diploma Teknik Sipil (HMDS) periode 2015-2016, Pemandu FTSP ITS periode 2014 – 2016 dan Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) ITS periode 2016-2017.