

3205714/08



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

RUS
627.31
An
P-1
2007

TUGAS AKHIR PS - 1380

PERENCANAAN LAYOUT DAN DETAIL DERMAGA WISATA MARINA DI KAWASAN KAKI JEMBRATAN SURAMADU SISI SURABAYA

INDAH DWI ARIYANI
NRP 3102 100 086

Dosen Pembimbing
Ir. Dyah Iriani W, M.Sc.

DETAIL ENGINEERING DESIGN OF MARINNA TOUR PIER ON SURABAYA SIDE OF SURAMADU BRIGDE

JURUSAN Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2007

PERPUSTAKAAN ITS	
Igl. Terims	10 - 3 - 2008
Terims hari	H
No. Agenda Prp.	230820

**PERENCANAAN DETAIL DERMAGA WISATA MARINA
DI KAWASAN KAKI JEMBRATAN SURAMADU
SISI SURABAYA**

TUGAS AKHIR

Dijukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar sarjana
Pada

Bidang studi Transportasi (Struktur Pelabuhan)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh :

Indah Dwi Ariyani
NRP. 3102 100 086

Menyetujui
Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Dyah Iriani W, M.Sc.
Dosen Pembimbing



Surabaya, Pebruari 2008

PERENCANAAN DETAIL DERMAGA WISATA MARINA DI KAWASAN KAKI JEMBATAN SURAMADU SISI SURABAYA

Nama : Indah Dwi Ariyani
NRP : 3102 100 086
Jurusan : Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Ir. Dyah Iriani W, M.Sc

ABSTRAK

Rencana pengembangan Jembatan Suramadu sebagai kawasan wisata pantai merupakan rencana positif bagi pemerintah kota Surabaya. Hal itu dikarenakan belum adanya kawasan wisata pantai yang memadai di Surabaya, sedangkan wisata pantai merupakan alternatif bagi pemenuhan kebutuhan wisata bagi wisatawan yang tertarik pada daya tarik pantai terutama wisatawan dari Surabaya sendiri dan daerah sekitarnya. Oleh karena itu untuk mendukung wisata pantai, di daerah tersebut perlu dibangun suatu dermaga yang dikhususkan untuk menampung jenis kapal wisata.

Kapal yang akan ditampung di dermaga tersebut nantinya adalah jenis kapal *power boat* dengan karakteristik panjang kapal 17 m, lebar kapal 4,5 m, syarat draft maksimum kapal 1,75 m dan bobot mati kapal 19 ton. Bangunan dermaga ini dari daratan adalah *trestle* dihubungkan dengan jembatan tangga menuju dermaga dengan struktur ponton.

Bahan utama dari *trestle* adalah beton, sedangkan jembatan tangga dan dermaganya sendiri dari baja. Jembatan dan dermaga dari bangunan ini bersifat naik turun mengikuti pasang surut air laut dan muatan di atas dermaga, maka posisi jembatan dan dermaganya juga mengikuti elevasi pasang surut air laut yaitu sebagai berikut :

Dalam kondisi dermaga penuh muatan dan air laut pasang maka posisi jembatan dan dermaga pada elevasi + 4,07 mLWS, dan waktu air laut surut posisi jembatan dan dermaga berada pada elevasi + 0.67 mLWS.

Dalam kondisi dermaga kosong muatan dan air laut pasang jembatan dan dermaga berada pada elevasi + 4.14 mLWS, dan waktu air laut surut pada elevasi + 0.74 mLWS.

Dari perhitungan RAB didapatkan biaya pembangunan total seluruhnya adalah Rp 35,030,000,000.00

Kata kunci : *Trestle, Dermaga ponton, Jembatan tangga penghung*

DETAIL ENGINEERING DESIGN OF MARINNA TOUR PIER ON SURABAYA SIDE OF SURAMADU BRIDGE

Name : Indah Dwi Ariyani
Reg. number : 3102 100 086
Departement : Civil Engineering FTSP - ITS
Advisor Lecturer : Ir. Dyah Iriani. W., M.Sc

ABSTRACT

Detail engineering design of Suramadu as a marina tour pier area represents a positive plan of Surabaya's government. This is because of there is no adequate tour pier area in Surabaya. In fact, this is an alternative to accomplish the tourist requirement especially from Surabaya and surroundings. Therefore, in order to support tour pier, it needs to be built a pier with special function to hold power boat in that area.

The kind of ship that will be hold is power boat which length is 17 m, width is 4,5 m and draft maximum of power boat is 1,75 m while ship weight must be 19 ton. This design has trestle connected by bridge to tour pier with Pontoon Structure.

The main material of trestle is concrete by steel bridge and pier. The bridge an pontoon move by water fluctuation and the load of them. There are two conditions of pontoon position. First, pontoon full with load and the sea level rose in +4,07 mLWS and +0,67 mLWS in sea level decrease. It has +4,14 mLWS in unload and sea level rose condition and 0,74 mLWS when sea level decrease.

It is got Rp 35,030,000,000.00 as the development total estimate cost.

Keyword : Trestle, Pontoon, Marina Tour Pier and Bridge.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobil'alamin, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena hanya dengan pertolongan-Nya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir yang berjudul Perencanaan Detail Dermaga Wisata marina di kawasan kaki Jembatan suramadu sisi Surabaya . Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Kedua orangtua tercinta (almarhum), kasih sayangnya yang selalu membekas
2. Kedua saudaraku kakaku (ina wati) the power woman u always in my hearth, adiku yang manja (kita akhirnya lulus bareng juga) satu tahun terakhir ini.
3. Keluarga besar 'bapak Joni sekeluarga " yang sudah memberi banyak dukungan moral dan material, yang hanya bisa di balas dengan kebaikan serupa kepada orang lain suatu saat nanti
4. Semua keluargaku budhe, pakde; bulik,paklik untuk semua bantuanya
5. Ir Dyah Iriani W. MSc selaku dosen pembimbing " Ibu saya sebenarnya bisa dan mampu " Ibu harus percaya itu dan memberikan kesempatan kepada saya (Ilmu yang ibu berikan kepada saya adalah harta yang berharga bagi saya dan semuanya Insyallah akan barokah dunia dan akhirat)
6. Pak herman Wahyudi (saya ingin mengerjakan revisi (sangat saya harapkan, dan saya berdoa supaya bapak memberikan revisi ke saya)ini dengan sungguh-sungguh pak, bimbing saya ya pak dengan ilmu yang bapak miliki)
7. Semua Dosen baik dari jurusan sipil ato jurusan lain yang telah membantu untuk trselesainya Tugas akhir ini.

8. Untuk sahabat-sahabatku : tyas matematika 2002 (yang dikirimkan Allah kepadaku ketika aku jatuh dan butuh teman → aku tidak akan melupakan itu), Elli Geodesi 2002 (untuk semua nasehat-nasehatnya yang tidak pernah lelah mengingatkan saya kalo ketemu → dari awal semester samapi sekarang ini anti sudah di jakarta dan aku masih di Surabaya), Indra dan okak sipil 2002 untuk semua kepercayaan dan bantuannya yang masih diberikan ke saya meski aku pernah salah sama kalian Kalian berempat akan ada dalam ruang hatiku.
9. All Mr ku dan teman2ku lq untuk semua kebersamaanya.
10. teman2ku di sipil semua angkatan 2002 (danang, febi, mahma, dwi, fikri, risma, nanang, heri, putri, aris dan semua yang ga bisa aku sebutkan : maaf ya, aku kurang bisa jadi teman yang baik for all)
11. Adik-adik di sipil ida'04, lya'06, indah '06 dan semua keluarga besar sipil semuanya terutama for my special young sister lya'06 (keep fight)
12. Semua teman2ku lintas jurusan kuabeh ae(memuji, mengkritik, menyindir, menyebalkan, sedikit kasar dan kasar) semua itu akan jadi pelajaran tersendiri bagi saya.

Sungguh itu semua tidak terjadi secara kebetulan, tapi itu semua sudah di set sama Allah, semoga pertemuanku dengan kalian semua di atas (menyakitkan hatiku, menuntut kedewasaanku, ajang keexistanku) akan selalu mengingatkan dan mendekatkan aku sama Allah karena itu adalah yang utama dari segala2nya yang ada di dunia ini.

Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, untuk itu kritik dan saran sangat diharapkan untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat dan member inspirasi kedepannya.

Surabaya, Pebruari 2007

Penulis

1900

1900

1900

1900

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL (Bahasa Indonesia)	i
HALAMAN PERSYARATAN DAN PERSETUJUAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiiiv
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar belakang Tugas Akhir	1
1.2. Permasalahan	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Ruang Lingkup dan Batasan Pengerjaan	2
1.5. Lokasi Studi	2
1.6. Metodologi	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1. Data Lapangan	13
2.1.1. Bathymetri	13
2.1.2. Pasang Surut	13

2.1.3.	Arus	14
2.1.4.	Tanah	14
2.2	Perencanaan <i>Lay Out</i> Pelabuhan	15
2.2.1.	Cek Kedalaman Perairan	15
2.2.2.	<i>Lay Out</i> Darat	15
2.3.	Kriteria Pembebanan Dermaga Apung	16
2.3.1.	Beban Vertikal	16
2.3.2.	Beban Horizontal	17
2.3.3.	Gaya <i>Up-lift</i> Fluida	21
2.4.	Perhitungan Kontruksi Dermaga Apung	23
2.4.1.	Ponton	24
2.4.2.	Perencanaan Jembatan Tangga	26
2.4.3.	Perencanaan Bangunan Bawah	26

BAB III PENGUMPULAN DATA

3.1.	Pasang Surut	33
3.2.	Bathymetri	33
3.3.	Arus	33
3.4.	Kapal	33
3.5.	Tanah	33

BAB IV PERENCANAAN DERMAGA MARINA APUNG (PONTON)

4.1.	Kriteria Desain	35
4.1.1.	Peraturan yang digunakan	35

4.1.2. Kapal Rencana	35
4.1.3. Perencanaan Lay Out	36
4.1.4. Dimensi Dermaga	49
4.1.5. Pra Desain Ponton sebagai Struktur Dermaga	50
4.1.6. Anggapan dalam Analisis	53
4.2. Kriteria Pembebanan	53
4.2.1. Beban Vertikal	54
4.2.2. Beban Horisontal	55
4.3. Perencanaan Plat	57
4.3.1. Tebal Plat	57
4.2.2. Kontrol Tebal Plat	59
4.4. Perhitungan Struktur Plat Dermaga	62
4.4.1. Struktur Plat Atas	62
4.5. Perhitungan Hidrostatik	68
4.6. Perencanaan Plat Kupingan pada Ponton sebagai dermaga beserta tiang pancangnya	71
4.6.1. Peraturan yang digunakan	72
4.6.2. Kualitas Material dan Desain Struktur	72
4.6.3. Dimensi Plat	73
4.7. Kriteria Pembebanan	73
4.7.1. Beban Vertikal	73
4.7.2. Beban Horisontal	73
4.8. Kontrol Kekuatan Bahan Tiang Pancang	75

4.8.1. Pemilihan Bahan Tiang Pancang	75
4.8.2. Kalendering	77
4.8.3. Penentuan Kedalaman Pemancangan	79
4.9. Desain dan Analisa Perhitungan Struktur Plat Kuping an Ponton sebagai Struktur Dermaga	83
4.9.1. Perhitungan Dimensi Plat Beserta Sambungannya	83
4.9.2. Analisa Perhitungan Plat Terhadap Gaya Geser (<i>Horisontal Force</i>)	85

BAB V PERENCANAAN JEMBATAN PENGHUBUNG BAJA

5.1. Kriteria Desain	89
5.1.1. Peraturan yang digunakan	89
5.1.2. Dimensi Jembatan	89
5.2. Desain Plat Lantai Jembatan	92
5.3. Perencanaan Balok Memanjang	93
5.4. Perencanaan Balok Melintang	96

BAB VI PERENCANAAN TRESTLE

6.1. Kriteria Desain	101
6.1.1. Peraturan yang digunakan	101
6.1.2. Lay Out Trestle	101
6.1.3. Kualitas Material Yang digunakan	102
6.1.4. Kriteria Pembebanan	102

6.2.	Perhitungan Penulangan Plat lantai	105
6.2.1.	Perhitungan Pembebanan	105
6.2.2.	Perhitungan Momen Plat	105
6.2.3.	Perhitungan Penulangan Plat	108
6.3.	Perhitungan Elemen Struktur	114
6.3.1.	Penulangan Balok Melintang	114
6.3.2.	Penulangan Balok Memanjang	119
6.3.3.	Perencanaan Poer	122
6.3.4.	Perencanaan Tiang Pancang	127
6.3.5.	Kontrol Terhadap Kekuatan bahan	130
6.3.6.	Penentuan Kedalaman Pemancangan	131
6.3.7.	Kalendering	134

BAB VII METODE PELAKSANAAN

7.1.	Umum	137
7.2.	Metode Pelaksanaan Trestle	138
7.2.1.	Pemancangan	138
7.2.1.1.	Alat Yang Digunakan	138
7.2.1.2.	Hal-Hal Yang diperhatikan Dalam Pemancangan	138
7.2.1.3.	Langkah-Langkah Pemancangan	139
7.2.2.	Pekerjaan Poer	143
7.2.3.	Pekerjaan Balok dan Plat Lantai	144

7.3.	Pemancangan Tiang Pancang untuk Dermaga	144
7.4.	Perakitan Dermaga Ponton di Darat	144
	7.4.1. Alat Yang Digunakan	144
	7.4.2. Hal-Hal Yang Harus Diperhatikan	145
	7.4.3. Langkah-Langkah Pengerjaan	145
7.5.	Pemasangan Ponton di Laut	145
7.6.	Pemasangan Plat Kupingan di Laut	146
7.7.	Pemasangan Jembatan Penghubung	146
	7.7.1. Alat Yang Digunakan	146
	7.7.2. Hal-Hal Yang Harus Diperhatikan	146
	7.7.3. Langkah-Langkah Pengerjaan	146

BAB VIII ANALISA BIAYA

8.1	Harga Material dan Upah	149
8.2	Analisa Harga Satuan	151
8.3	Rencana Anggaran Biaya	160

BAB VII KESIMPULAN

	DAFTAR PUSTAKA	169
--	-----------------------	-----

	LAMPIRAN	171
--	-----------------	-----

	BIODATA PENULIS	194
--	------------------------	-----

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Hal
Gambar 1.1.	Lokasi Tambak Wedi terhadap Peta Jawa	5
Gambar 1.2.	Lokasi Tambak Wedi antara Surabaya dan Madura	6
Gambar 1.3.	Lokasi Tambak Wedi terhadap Jembatan Suramadu	7
Gambar 1.4.	Lokasi Tambak Wedi terhadap Pelabuhan Tanjung Perak	8
Gambar 1.5.	Lokasi Dermaga Wisata Marina terhadap Peta Slat Madura	9
Gambar 1.6.	Peta <i>Batymetri</i> Daerah Tambak Wedi	10
Gambar 1.8.	Flowchart Metodologi Penulisan Tugas Akhir	11
Gambar 2.1.	Perencanaan <i>Layout</i> Darat Dermaga Marina (sumber <i>Design Technical Port and Harbour in Japan</i>)	16
Gambar 2.2.	Grafik Penentuan Kecepatan Merapat Kapal Menurut PIANC	18
Gambar 2.3.	Grafik Koefisien Arus	21
Gambar 2.4.	Balok Memanjang dan Melintang	25
Gambar 4.1.	Kapal Power Boat	36
Gambar 4.2.	Grafik Hubungan Wisatawan Vs Tahun di Marina Benoa	39
Gambar 4.3.	Grafik Hubungan Wisatawan Vs Tahun di Marina Ancol	41
Gambar 4.4.	<i>Layuot</i> Umum Dermaga	44
Gambar 4.8.	Dimensi Dermaga	49
Gambar 4.6.	Dimensi Dermaga (lanjutan)	49
Gambar 4.7.	<i>Draft</i> Dermaga	50
Gambar 4.8.	<i>Layout</i> Pembalokan Dermaga	51
Gambar 4.9.	Pembagian Balok	51
Gambar 4.10.	<i>Layout</i> Pengelasan Balok pada Plat Dermaga	52
Gambar 4.11.	<i>Layout</i> Pemasangan Plat pada Dermaga	52

Gambar 4.12.	Dimensi Boulder	58
Gambar 4.12.	Plat Kupingan Baja	88
Gambar 4.13.	<i>Layout</i> Kupingan Plat dan Tiang Pancang pada Ponton sebagai Struktur Dermaga	89
Gambar 4.14.	Grafik Korelasi antara Daya Dukung Pondasi Maksimum dengan Kedalaman ($D = 40$ cm, $t = 7,5$ cm)	96
Gambar 4.15.	Plat dan Sambungan terhadap Ponton Struktur Dermaga	97
Gambar 4.16.	Daerah HAZ pada Pengelasan	97
Gambar 4.17.	Dimensi Kupingan Plat	98
Gambar 4.18.	<i>Layout</i> Kupingan Plat dan Tiang Pancang	99
Gambar 4.19.	Proyeksi Perhitungan Gaya Geser pada Kupingan Plat	100
Gambar 4.20.	Layout Jembatan Tangga (Tampak Atas)	104
Gambar 4.21.	Tampak Samping Tangga	105
Gambar 4.20.	Tampak Atas Tangga (Air Pasang)	105
Gambar 4.20.	Tampak Samping Tangga (Air surut)	106
Gambar 4.20.	Detail Hubungan Antara Tangga dan Dermaga	106
Gambar 6.1.	Grafik Hubungan Daya Dukung Vs Kedalaman <i>Trestle</i>	146
Gambar 7.1.	Digram Alir Urutan Pelaksanaan (Network Planning)	151
Gambar 7.1.	Ponton Pancang dan Ponton Crane	154
Gambar 7.2.	Alat <i>Theodolit</i>	155
Gambar 7.3.	Penumpukan Tiang Pancang	155
Gambar 7.4.	Pemancangan Tiang Pancang	156
Gambar 7.5.	Penyambungan Tiang Pancang	156

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Hal
Tabel 2.1.	Kekuatan Boulder	20
Tabel 2.2.	Kriteria Pemilihan Tiang Pancang	27
Tabel 2.3.	Harga Koefisien Karakteristik Tanah	29
Tabel 4.1.	Data Wisatawan yang Berkunjung di Dermaga Marina Benoa Bali 1997 - 2002	39
Tabel 4.2.	Data Wisatawan yang Berkunjung di Pantai Ancol tahun 1996 - 2000	41
Tabel 4.3.	Perencanaan Tebal Plat Dermaga Ponton beserta Kontrol Kekuatannya	65
Tabel 4.4.	Hasil Analisa SAP Balok Melintang Dermaga Plat Atas	67
Tabel 4.5.	Hasil Analisa SAP Balok Memanjang Kecil Dermaga Plat Atas	69
Tabel 4.6.	Hasil Analisa SAP Balok Melintang Besar Dermaga Plat Atas	70
Tabel 4.7.	Hasil Analisa SAP Balok Melintang Kecil Dermaga Plat Bawah	71
Tabel 4.8.	Hasil Analisa SAP Balok Memanjang Dermaga Plat Bawah	73
Tabel 4.9.	Hasil Analisa SAP Balok Melintang Besar Dermaga Plat Bawah	75
Tabel 4.10.	Hasil Analisa SAP Balok Melintang Kecil Plat Sisi 21x2.4 m	76
Tabel 4.11.	Hasil Analisa SAP Balok Memanjang Plat Sisi 21x2.4 m	77
Tabel 4.12.	Hasil Analisa SAP Balok Melintang Besar Plat Sisi 21x2.4 m	79
Tabel 4.13.	Hasil Analisa SAP Balok Melintang Plat Sisi 2 x 2.4 m	80
Tabel 4.14.	Hasil Analisa SAP Balok Memanjang Plat Sisi 2 x 2.4 m	81

Tabel 4.14.	Karakteristik Material berdasarkan <i>WIKA PILE CLASIFIGATION</i>	90
Tabel 4.15.	Hasil Analisa SAP 2000 untuk Momen Maksimum Tiang Pancang Kupingan Plat	90
Tabel 4.16.	Hasil Analisa SAP 2000 untuk Gaya Horizontal Maksimum Tiang Pancang Kupingan Plat	90
Tabel 4.17.	Hasil Analisa SAP 2000 untuk Gaya Aksial Maksimum Tiang Pancang Kupingan Plat	91
Tabel 4.18.	Daya Dukung Tanah dari Tiang Pancang Beton Berdasarkan Metode <i>Luciano Decourt</i> dengan $D = 40$ cm, dan $t = 7,5$ cm	93
Tabel 6.1	Hasil Perhitungan Penulangan Plat <i>Trestle</i>	126
Tabel 6.2.	Hasil Analisa SAP 2000 untuk Momen Maksimum Balok Melintang Tumpuan	129
Tabel 6.3.	Hasil Analisa SAP 2000 untuk Momen Maksimum Balok Melintang Lapangan	130
Tabel 6.4.	Hasil Analisa SAP 2000 untuk Gaya Aksial Balok Melintang	130
Tabel 6.5.	Hasil Analisa SAP 2000 untuk Gaya Geser Balok Melintang	132
Tabel 6.8.	Hasil Analisa SAP 2000 untuk Momen Maksimum Balok Memanjang Tumpuan	133
Tabel 6.9.	Hasil Analisa SAP 2000 untuk Momen Maksimum Balok Memanjang Lapangan	134
Tabel 6.10.	Hasil Analisa SAP 2000 untuk Gaya Aksial Balok Memanjang	134
Tabel 6.11.	Hasil Analisa SAP 2000 untuk Gaya Geser Balok Memanjang	135
Tabel 6.12.	Hasil Analisa SAP Gaya Geser untuk <i>Poer</i>	136
Tabel 6.13.	Hasil Perhitungan Balok Memanjang dan Melintang <i>Trestle</i>	137
Tabel 6.14.	Kontrol Dimensi dan Retak pada <i>Trestle</i>	139
Tabel 6.15.	Perhitungan Tulangan Geser Balok Memanjang dan Melintang <i>Trestle</i>	140
Tabel 6.16.	Perhitungan <i>Poer</i> Tiang Tunggal	140

	60 x 60 x 80 cm	
Tabel 6.17.	Perhitungan Daya Dukung Pondasi	141
Tabel 6.18.	Hasil Analisa SAP 2000 untuk Gaya Aksial Tiang Pancang <i>Trestle</i>	144
Tabel 6.19.	Hasil Analisa SAP 2000 untuk Momen Maksimum <i>Trestle</i>	145
Tabel 6.20.	Hasil Analisa SAP 2000 untuk Gaya Geser <i>Trestle</i>	145
Tabel 6.21.	Posisi Dasar Tiang Pancang <i>Trestle</i> dari 0.0mLWS	147
Tabel 8.1.	Harga Satuan	163
Tabel 8.2.	Harga Sewa Alat	164
Tabel 8.3.	Harga Upah Tenaga Kerja	164
Tabel 8.4.	Analisa Harga Satuan	166
Tabel 8.5.	Rencana Anggaran Biaya Dermaga	176
Tabel 8.6.	Rekapitulasi Anggaran Biaya	179

120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jembatan suramadu merupakan jembatan terpanjang di Indonesia yang menghubungkan antara Jawa Timur dan Madura. Pembangunan Jembatan Suramadu adalah salah satu bentuk bukti kebangkitan perekonomian di Indonesia yang telah tertimpa krisis berkepanjangan. Pembangunan Jembatan Suramadu diharapkan dapat memberikan dampak positif bagi pemerintah Indonesia terutama daerah Surabaya dan Madura. Segala sarana yang akan dan dapat mendukung tujuan itu perlu diperhatikan, salah satunya adalah pembukaan kawasan wisata di areal kaki jembatan suramadu sisi Surabaya.

Pemanfaatan areal kosong di kawasan kaki Jembatan Suramadu sisi Surabaya sebagai kawasan wisata merupakan solusi untuk meningkatkan perekonomian di daerah Surabaya. Dengan dibangunnya kawasan wisata di kaki jembatan suramadu, sehingga diperlukan adanya pelabuhan yang dapat melayani kapal - kapal wisata yang berlabuh.

Rencana pengembangan areal tersebut terletak di Desa Tambak Wedi kecamatan Sukolilo. Desa Tambak Wedi merupakan daerah potensial terletak di pesisir utara, berada pada perlintasan jalur tol Gresik Surabaya, jalan lingkaran timur Surabaya –Sidoarjo dan Jembatan suranadu. Dari segi teknis, wilayah ini berada di selat yang terlindung dari gelombang karena merupakan pantai dangkal dan terdapat cekungan untuk penambatan perahu nelayan sehingga dalam pelaksanaannya tidak perlu adanya bangunan pemecah gelombang yaitu breakwater.

Desa ini merupakan lokasi yang tepat untuk rencana pengembangan pelabuhan wisata dengan kapal jarak pendek. Pada saat ini kondisi sekitar pantai berupa perumahan penduduk, tambak dan ruang terbuka serta makam penduduk.

1.2 Permasalahan

Yang menjadi permasalahan dalam tugas akhir ini adalah :

1. Belum adanya layout pelabuhan/dermaga dari instansi terkait.
2. Beban horizontal yang diterima oleh trestle terlalu berat.
3. Bagaimana memudahkan operasional dermaga untuk mengatasi beda pasang surut yang besar sedangkan ukuran kapalnya kecil?
4. Bagaimana metode pelaksanaan yang sesuai untuk system pelabuhan tersebut?
5. Berapa Rencana Anggaran Biaya yang dibutuhkan?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini yaitu :

1. Mendapatkan desain layout dermaga.
2. Merencanakan desain struktur trestle.
3. Merencanakan desain dermaga dengan sistem apung dari baja.
4. Merencanakan metode pelaksanaan yang sesuai.
5. Menyusun rencana anggaran biaya (RAB).

1.4 Ruang Lingkup Dan Batasan Pengerjaan

Meliputi :

1. Data-data yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data sekunder.
2. Perencanaan layout mengacu pada Standart Port And harbourt in Japan 1991
3. Sistem trestle yang direncanakan bersifat fixxed dan strukturnya dari beton.
4. Tidak merencanakan reklamasi.

1.5 Lokasi Studi

Dermaga marina dalam tugas akhir ini terletak di kawasan kaki jembatan Suramadu sisi Surabaya. Tepatnya terletak di desa Tambak Wedi kecamatan Sukolilo berada pada

$7^{\circ}12'47,91''$ LS dan $112^{\circ}46'57,00''$ LU. Untuk lebih jelasnya peta lokasi dan peta hidral daerah tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 1.1 sampai dengan gambar 1.7.

1.6 Metodologi

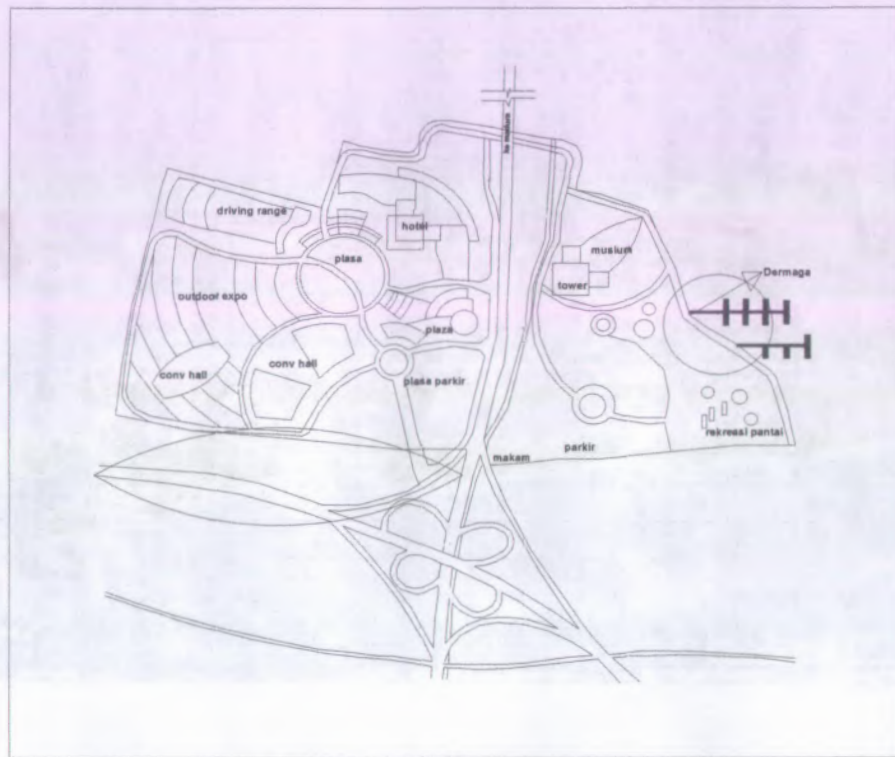
Metodologi penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- ↓ Permasalahan dan batasan-batasan
Menjelaskan mengenai permasalahan yang ada dan batasan-batasan yang dijadikan acuan dalam pengerjaan tugas akhir ini.
- ↓ Tinjauan pustaka
Menjelaskan mengenai teori dan rumusan-rumusan yang dipergunakan dalam tugas akhir ini
- ↓ Pengumpulan dan analisa data
Meliputi :
 - Data bathymetri
 - Data arus
 - Data pasang surut
 - Data tanah (diambil dari Rencana Pelabuhan PELNI Bulak Banteng Surabaya, Jawa Timur, Bagian Proyek Pengembangan Pelabuhan PELNI, Juni 2000), karena lokasi ini berdekatan dengan lokasi dalam tugas akhir ini.
- ↓ Perencanaan layout pelabuhan
 - Perhitungan kebutuhan layout dermaga untuk jenis kapal power boat
 - Gambar rencana layout dermaga
- ↓ Perencanaan trestle
 - Desain trestle
 - Perhitungan struktur trestle
- ↓ Perencanaan dermaga apung struktur ponton
 - Desain dermaga pontoon
 - Perhitungann struktur dermaga pontoon
- ↓ Perencanaan jembatan bentuk tangga
 - Desain jembatan

- Perhitungan struktur jembatan
 - ✦ Metode pelaksanaan
 - Metode pelaksanaan trestle
 - Metode pelaksanaan dermaga dengan struktur ponton
 - Metode pelaksanaan pembangunan jembatan tangga
 - Metode pelaksanaan Penyusunan RAB (rencana anggaran biaya)
 - Perhitungan volume pekerjaan
 - Analisa harga satuan
 - Perhitungan rencana anggaran biaya
- Metode penulisan secara diagram dapat dilihat pada diagram 1.7.



Gambar 1.1 – Lokasi Tambak Wedi terhadap Peta Jawa



Gambar 1.2 – Lokasi Tambak Wedi antara Surabaya dan Madura



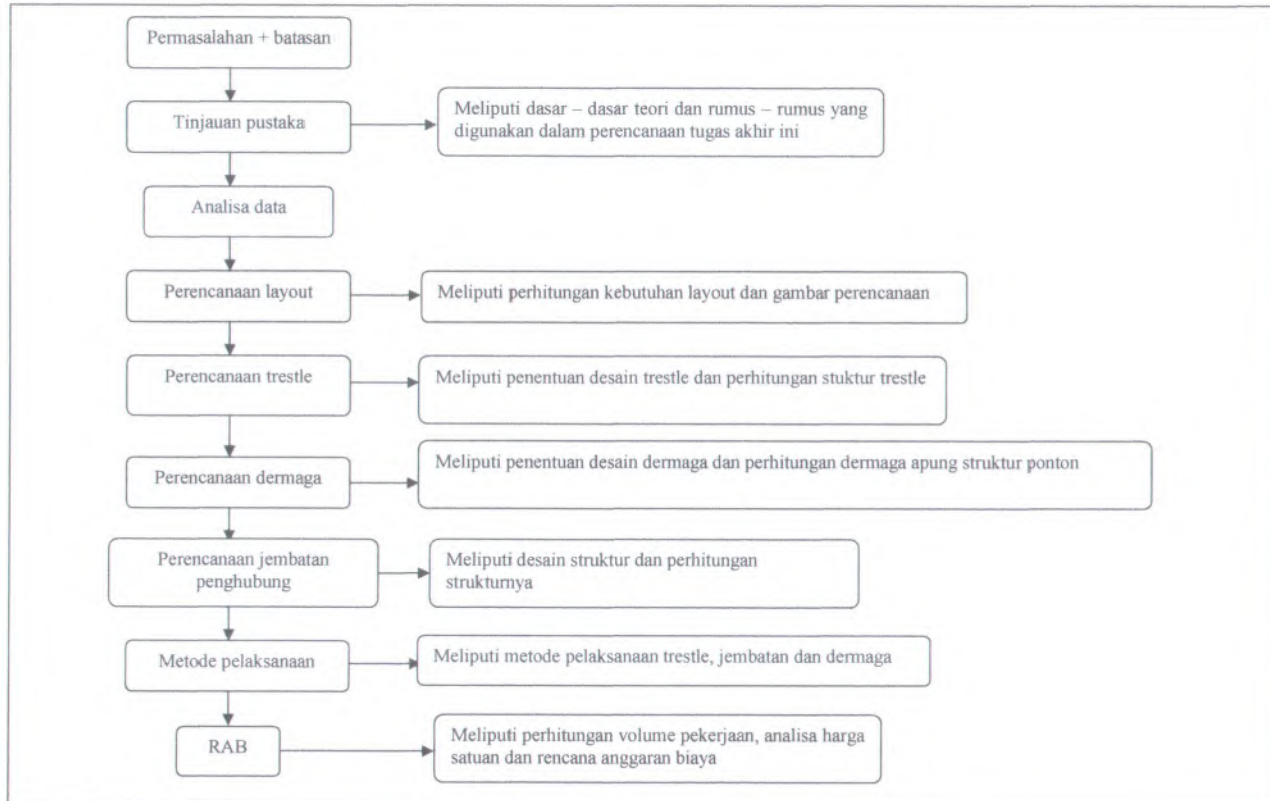
Gambar 1.3 – Lokasi Tambak Wedi terhadap Jembatan Suramadu



Gambar 1.4 – Lokasi Tambak Wedi terhadap Pelabuhan Tanjung Perak



Gambar 1.5 – Lokasi Tambak Wedi di Selat madura



Gambar 1.7 – Flowchart Metodologi Penulisan Tugas Akhir

'Halaman ini sengaja dikosongkan'

BAB II DASAR TEORI

2.1 Data Lapangan

Data lapangan adalah istilah untuk data primer hasil pengukuran langsung di lapangan yang mewakili kondisi fisik dan gaya alam yang terjadi di rencana lokasi pembangunan pelabuhan. Tujuan pengumpulan data lapangan adalah untuk identifikasi kondisi lapangan untuk identifikasi kondisi lapangan untuk mengetahui seluruh pola dan karakteristik gaya alam yang akan bekerja pada struktur.

Data ini akan berguna bagi proses perencanaan, baik untuk keperluan studi kelayakan maupun perencanaan detil teknis (detail design), jadi pengukuran dapat dilakukan saat proses studi kelayakan kemudian dilengkapi pada proses detil desain. Pembahasan dalam bab ini hanya mencakup pengambilan data hidro – oceanografi saja. Sedangkan data lapangan lain yang dibutuhkan mencakup data lapangan lain yang dibutuhkan mencakup data topografi, karakteristik tanah, tidak seluruhnya dapat dijelaskan disini.

Data hidrooceanografi yang dibutuhkan untuk perencanaan Pelabuhan mencakup : data bathymetri, pasang surut, arus, tanah dan kapal dan penjelasannya seperti di bawah ini :

2.1.1 Bathymetri

Peta bathymetri adalah peta yang menunjukkan kontur kedalaman dasar laut diukur dari 0.00 m LWS. Peta ini berfungsi untuk mengetahui kedalaman dasar laut sehingga kapal dapat disediakan kedalaman yang cukup untuk beroperasi dan struktur dapat direncanakan dengan tepat.

2.1.2 Pasang surut

Data pasang surut terjadi terutama karena pengaruh posisi ini dapat menyebabkan naiknya muka air laut yang disebut

pasang (High water Spring = HWS) dan turunya muka air laut yang disebut surut (Low Water Spring = LWS). Data pasang surut ini digunakan untuk mengetahui posisi muka air laut dan pola pasang surutnya.

Selanjutnya posisi air surut dan terendah (LWS) berdasar pola pasang surut setempat digunakan sebagai acuan untuk penetapan elevasi kontur tanah dan elevasi seluruh bangunan, sehingga kondisi kedalaman perairan dan elevasi dari struktur dan wilayah darat dapat ditentukan.

2.1.3 Arus

Arus yang terjadi di sungai atau pantai oleh pengaruh yang sifatnya lokal seperti akibat pergerakan angin, perbedaan kerapatan / densitas air, perbedaan suhu air, perbedaan pasang surut dan perbedaan ketinggian muka tanah dasar. Adapun kegunaan data arus pada perencanaan pelabuhan adalah :

- Menghindari pengaruh tekanan arus berarah tegak lurus kapal (cross current), agar kapal dapat bermanuver dengan cepat dan mudah.
- Dalam rangka mengadakan evaluasi terhadap kondisi stabilitas garis pantai
- Pada pelabuhan yang berada disungai, data arus digunakan untuk menghitung debit air, intrusi air laut, sedimen transport, dan arah membeloknya delta sungai

2.1.4 Tanah

Data tanah digunakan untuk perencanaan struktur bawah dermaga maupun lapangan penumpukan, jalan. Metode pengambilan data yang biasa digunakan adalah boring yang dikombinasikan dengan SPT. Data boring digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah.

2.2 Perencanaan Lay out Pelabuhan

Dalam Tugas akhir ini perencanaan layout dermaga hanya dibatasi pada perhitungan kebutuhan layout darat dan laut. Sedangkan untuk pemilihan lokasi pelabuhan yang cocok tidak di bahas dalam Tugas akhir ini. Adapun langkah-langkah perencanaanya sebagai berikut :

2.2.1 Cek Kedalaman Perairan

Pada prinsipnya harus lebih dalam dari draft penuh kapal terbesar, PIANC merekomendasikan kedalaman perairan minimum adalah draft kapal 9 summer salt draft) ditambah 1,5 sampai 2,5. Kebutuhan kedalaman perairan ini dapat dirinci dari penjumlahan beberapa faktor berikut :

Beda pasang surut = $\Delta T1$

Draft kapal = D

Jarak bebas lunas = $\Delta T2$

Toleransi ketidakaturan = $\Delta T3$

Toleransi sedimentasi = $\Delta T4$

Atau dapat ditulis seperti dibawah ini =

Kedalaman perairan = $\Delta T1 + D + \Delta T2 + T3 + T4$

Untuk kemudahan penentuan ini dapat digunakan rekomendasi dari hasil riset PIANC, yaitu :

Perairan tenang, kedalaman perairan = 1,1 x draft kapal

Perairan terbuka bergelombang, kedalaman perairan = 1,2 x draft kapal

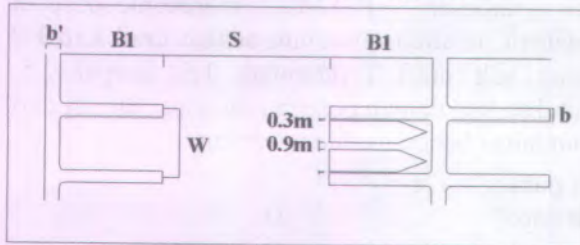
2.2.2 Layout darat

Meliputi ukuran dermaga baik panjang, lebar dan jarak antar dermaga satu dengan lainnya. Sumber yang di jadikan acuan dalam perhitungan layout daratan diambil dari peraturan ‘

Technical Standards For Port And Harbour Facilities In Japan 1991'.

- ✚ B1 = $(1 - 1,2)L$
- ✚ S = $(1,5 - 2)L$
- ✚ b' = 2 - 3 m
- ✚ b = 1 - 1,5 m
- ✚ W = lebar kapal + b + (0,3 - 0,6 m)

Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 - Perencanaan layout darat dermaga marina (sumber design technical port and harbour in Japan)

2.3 Kriteria Pembebanan Dermaga Apung

Dalam perencanaan dermaga yang perlu diperhatikan adalah masalah pembebanan yang akan diterima oleh struktur dermaga di mana beban-beban yang diperhitungkan dermaga apung marina dalam tugas akhir ini adalah :

2.3.1 Beban Vertikal

Meliputi beban mati (berat sendiri, beban hidup merata dan beban terpusat), penjelasan masing-masing adalah sebagai berikut :

✚ Beban Mati

Beban mati (berat sendiri) merupakan beban-beban mati yang secara permanen membebani konstruksi yaitu plat, balok memanjang dan balok melintang. Khusus dalam tugas akhir ini beban mati ditambah dengan beban kayu di atas plat.

Untuk besar dari masing-masing beban tersebut, tergantung dari berat volum bahan yang digunakan. Mengacu pada peraturan pembangunan Indonesia untuk gedung 1984, pasal 2.1 dan struktur design for port Indonesia (SDCPI) 1984, pasal 4.2.2 :

- Beton bertulang : 2400 kg/m³
- Beton tak bertulang : 2200 kg/m³
- Baja : 7850 kg/m³

✦ Beban hidup merata

Adalah beban merata yang diakibatkan oleh beban hidup yang ada diatas dermaga sebesar 2-3 t/m³. Sedangkan pada saat gempa besarnya beban hidup di hitung sebesar 1 t/m³ dan beban air hujan sebesar 1 t/m³ x 0,05 m = 0,05 t/m². Dalam tugas akhir ini diambil 2550 kg/m³.

2.3.2 Beban horisontal

Berupa gaya fender, boulder, angin dan arus, masing-masing dijelaskan di bawah ini :

✦ Gaya fender

Fender merupakan sistem konstruksi yang dipasang didepan dermaga, berfungsi sebagai penahan beban tumbukan kapal pada waktu akan bertambat ke dermaga. Perencanaan fender sebaiknya dilakukan terlebih dahulu sebelum perhitungan pembebanan dilakukan.

Jenis dan ukuran fender dipilih berdasar kemampuan jenis atau bahan fender dalam mengatasi besarnya energi tumbukan akibat ukuran kapal rencana terbesar yang akan bertambat.

Gaya benturan kapal yang bekerja secara horisontal dapat dihitung berdasarkan energi benturan kapal. Hubungan antara gaya dan energi benturan tergantung pada tipe fender yang digunakan.

$$E_f = \frac{WV^2}{2g} C_E \cdot C_H \cdot C_S \cdot C_C$$

dimana :

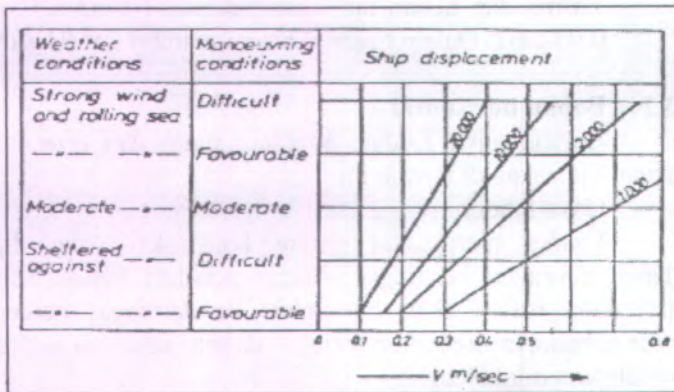
E_f = total energi kinetik yang diserap fender (ton.m)

g = percepatan gravitasi = $9,8 \text{ m/s}^2$

W = displacement tonnage (DWT), merupakan berat total kapal dan muatannya pada saat kapal dimuati sampai garis draft.

V = kecepatan kapal waktu merapat

Penentuan kecepatan kapal waktu merapat bisa ditentukan berdasarkan grafik seperti pada gambar 2.2 atau berdasarkan rekomendasi PIANC



Gambar 2.2 - Grafik penentuan kecepatan merapat kapal menurut PIANC

Rekomendasi PIANC :

- Kondisi nyaman, $V = 0,10 \text{ m/s}$
- Kondisi sangat tidak nyaman dengan cross current, $V = 0,25 \text{ m/s}$

C_H = koefisien massa hidrodinamis, merupakan faktor untuk memperhitungkan besarnya massa air yang bergerak di sekeliling

kapal dan massa air ini menambah besar massa kapal yang merapat.

$$C_H = 1 + \frac{(2\pi \cdot D)}{(2Cb \cdot B)} \approx 1 + \frac{2D}{B}$$

Dimana :

D = draft kapal (m)

B = lebar kapal (m)

Cb = coefficient blok

$$= 1 + \frac{W_s}{(D \times L_{pp} \times B \times \rho a)}, \text{ dimana :}$$

L_{pp} = length between perpendicular (m)

ρa = berat jenis air laut

Bila data kurang lengkap, maka harga C_H dapat diambil sebagai berikut :

$C_H = 1,5$; untuk kedalaman perairan $\cong 1,5$ draft

$C_H = 1,8$; untuk kedalaman perairan $\cong 1,1$ draft

C_E = koefisien ecentricity, merupakan koefisien perbandingan antara energi yang tersisa akibat merapatnya kapal terhadap energi kinetik waktu merapa

$$C_E = \frac{L}{\left(L + \left(\frac{r}{i} \right)^2 \right)}$$

Di sini terlihat bahwa harga C_E tergantung dari posisi bagian kapal yang menumbuk terlebih dahulu. Dari rumus di atas dibutuhkan harga L , r dan i , dimana :

i = jari-jari inersia kapal, pada umumnya diambil 0,2– 0,25 L

r = jarak antara titik pusat massa kapal dengan titik tumbuk pada dermaga, umumnya antara 0,25 – 0,35 L (lihat gambar 2.8)

Harga C_E umumnya diambil antara 0,5 – 0,6 untuk dermaga dengan sistem fender yang menerus, sedangkan untuk fender



pada *breasting dolphin* yang berdiri sendiri dapat diambil harga C_E antara 0,7 – 0,8

C_c = configuration coefficient, adalah koefisien untuk konfigurasi struktur tambatan dalam rangka memperhitungkan adanya efek bantalan air. Efek ini timbul karena adanya massa air yang terjepit antara posisi kapal merapat dengan tambatan. Bila tambatan merupakan konstruksi solid (*misal:kade*) maka adanya efek bantalan akan mengurangi energi tumbukan, sedang pada konstruksi *open pier* atau *jetty*, air tidak membentuk banta

$C_c = 0,8$; untuk kade, wharf

$C_c = 1$; untuk *jetty*, *open pier*

C_s = softness coefficient, untuk mengantisipasi pengaruh deformasi elastis terhadap badan kapal maupun konstruksi tambatan. Harga C_s : 0,9 – 1,0 ; biasanya diambil $C_s = 1,0$ (tidak ada deformasi)

(Sumber : Widyastuti, 2005)

4. Gaya boulder

Gaya boulder merupakan gaya tarik atau tekan pada dermaga sebagai akibat dari pengikatan kapal yang mau merapat ke dermaga. Gaya boulder dipengaruhi oleh gaya tekan angin dan arus. Posisi pengikatan boulder terdapat di sekitar ujung depan (bow) dan ujung belakang (sterna). Berikut disajikan data kekuatan boulder yang dipakai terdapat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 - Kekuatan boulder

GRT	Gaya tarik boulder (ton)
200 – 500	10
501 – 1000	15
1001 – 2000	25
2001 – 3000	25
3001 – 5000	35
5001 – 10000	50
10001 – 15000	50
15001 – 20000	50
20001 - 100000	70

Sumber : Iriani, 2004

✦ Tekanan arus

$$P_c = C_c \cdot \gamma_c \cdot A_c \cdot \frac{V_c^2}{2g}$$

dimana :

P_c = tekanan arus pada kapal yang bertambat (ton)

γ_c = berat jenis air laut (= 1,025 t/m³)

A = luasan kapal yang ada di bawah permukaan air (m²)

V_c = kecepatan arus (m/dt)

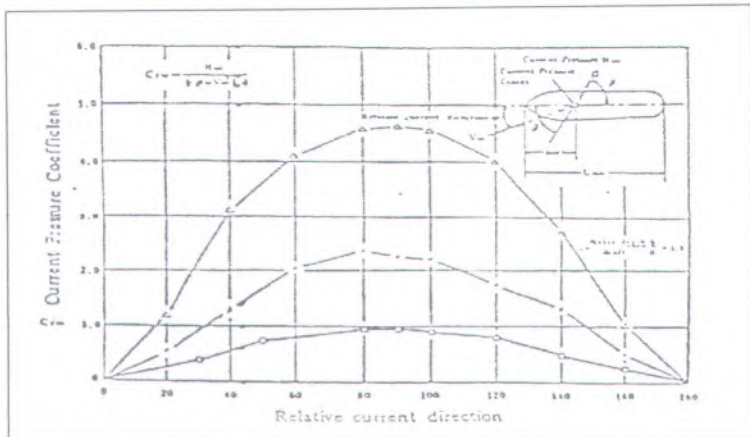
C_c = koefisien arus (lihat gambar 2.6)

= 1- 1,5 ; untuk perairan dalam

= 2 ; untuk kedalaman perairan = 2 x draft kapal

= 3 ; untuk kedalaman perairan = 1,5 x draft kapal

= 6 ; untuk kedalaman kapal yang mendekati draft kapal



Gambar 2.3 - Grafik koefisien arus

2.3.3 Gaya Up-Lift Fluida

Fluida yang dimaksud di sini adalah air. Dalam perhitungan kombinasi pembebanan pada plat dermaga dalam tugas akhir ini, gaya reaksi arah vertikal yang muncul akibat pembebanan dilakukan oleh air. Sehingga di dalam perhitungannya

di lakukan pendekatan terhadap prinsip-prinsip dasar mekanika fluida.

✦ Tekanan dalam suatu fluida

Jika suatu fluida berada dalam keadaan setimbang, maka setiap bagian fluida berada dalam keadaan setimbang. Selanjutnya resultan gaya-gaya yang bekerja pada fluida dalam keadaan setimbang mekanik haruslah sama dengan nol.

$$P \times A = P_0 \times A + W \\ = P_0 \times A + \rho \times g \times A \times dy, \text{ sehingga}$$

$$\frac{dp}{dy} = -\rho g, \text{ dimana :}$$

p = tekanan vertikal fluida

A = luasnya penampang

p_0 = tekanan vertikal yang bekerja pada permukaan

W = gaya berat elemen

ρ = masa jenis elemen

dy = tebal elemen yang berada dalam fluida

Sumber : " *fisika dasar* " Sutrisno, penerbit ITB, bandung 1986

Persamaan ini menyatakan bagaimana tekanan dalam suatu fluida berubah dengan ketinggian tempat di dalam fluida dalam keadaan setimbang statik.

✦ **Prinsip kerja pascal dan archimedis**

Jika suatu zat cair berada dalam keadaan diam, maka beda tekanan antara dua titik hanya bergantung pada beda ketinggian tempat dan rapat masa. Jadi jika tekanan pada suatu titik dalam fluida di tambah, maka tekanan pada semua titik akan mendapat tekanan yang sama dalam kondisi rapat masa tidak ikut berubah (tetap)

Peristiwa ini mula-mula dinyatakan oleh Ilmuwan Prancis bernama Blaise Pascal (1623-1662) dan disebut prinsip pascal. Prinsip ini biasanya dinyatakan sebagai berikut "Tekanan yang dilakukan dalam suatu zat cair yang tertutup diteruskan ke setiap

bagian dalam zat cair dan dinding-dinding tempat fluida tanpa mengalami perubahan nilai”.

Akibat lain dari hukum-hukum statik fluida adalah hukum archimedes. Hukum ini berbunyi “ setiap benda yang terendam seluruhnya atau sebagian didalam fluida mendapat gaya apung berarah ke atas, yang besarnya sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh benda tersebut”.

2.4 Perhitungan Konstruksi Dermaga

Seperti telah dibicarakan diatas tipe dermaga yang digunakan adalah dermaga dengan menggunakan sistem terapung (floating dock). Yang dimaksud terapung dalam konstruksi ini adalah plat dermaganya. Sehingga dalam perhitungannya struktur seluruh beban pada dermaga dengan arah vertikal baik beban mati maupun beban hidup yang menahan adalah gaya uplift pada luasan plat dasar dermaga. Untuk trestel penghubung dermaga berupa jembatan baja bentuk tangga.

Struktur plat dermaga terbuat dari pontoon terapung. Material yang umum digunakan adalah plat baja dan ferrocement dengan penguat berupa balok-balok memanjang maupun melintang yang terbuat dari profil baja yang sering disebut gading.

Ferrocement adalah suatu bahan konstruksi kedap air yang terbuat dari jaring-jaring kawat baja dan diselimuti oleh plesteran beton. Struktur yang menggunakan bahan ini mempunyai keuntungan tahan korosi, sehingga banyak digunakan untuk bangunan-bangunan lepas pantai.

Tetapi struktur ini juga mempunyai kelemahan disamping harganya yang cukup mahal karena bahan hasil pabrikan ferrocement ternyata jauh lebih berat bila dibanding plat baja. Sehingga untuk pembuatan pontoon hanya digunakan untuk konstruksi-konstruksi besar.

Pada tugas akhir ini bahan yang digunakan adalah plat baja. Alasan pemilihan plat baja adalah karena harga bahan yang relatif murah dan dalam metode pelaksanaanya tidak terlalu sulit.

2.4.1 Pontoon

Pontoon adalah struktur terapung yang dalam perhitungan struktur pontoon mengacu pada cara/aturan perhitungan yang dikeluarkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI'04).

Adapun prosedur perencanaan pontoon sebagai berikut :

✚ Perencanaan Struktur Utama

Penentuan dimensi pontoon direncanakan sesuai dengan hasil perhitungan perencanaan layout pelabuhan baik di darat maupun di air. Untuk panjang dan lebar pontoon masing-masing yaitu : panjang dan lebar disesuaikan dengan ukuran panjang dan lebar dermaga.

✚ Perhitungan hidrostatik

Perhitungan hidrostatik diperlukan untuk mengetahui sifat-sifat badan pontoon yang tercelup didalam air.

❖ Displacement (Δ).

Displacement adalah berat air yang dipindahkan karena adanya volum badan pontoon yang tercelup ke dalam air.

Dari penjelasan prinsip archimedis sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan suatu benda yang berada di dalam air akan mengapung bila berat air yang dipindahkan oleh benda tersebut lebih besar dari berat benda itu sendiri.

Agar sebuah kotak dengan lebar y dapat terapung di dalam air, maka :

Wair yang dipindahkan $>$ W kotak

$$B \times h \times y \times \rho_{\text{air}} > \{(B \times H \times y) - (B - 2t_x H - 2t_x y - 2t) \} \rho_{\text{kotak}}$$

❖ Ton Per Centimeter immersion (TPC)

Karena pontoon dalam tugas akhir ini dipergunakan sebagai plat dermaga, maka perlu diperhitungkan berapa ton berat muatan untuk perubahan sarat sebesar 1 cm, sehingga nantinya dapat diprediksi berapa muatan maksimum yang dapat dipikul oleh pontoon tersebut.

Dalam penentuan TPC pontoon dianggap sebagai kapal yang mempunyai bentuk uniform serta dindingnya vertikal, sehingga tidak ada perubahan luas garis air pada tiap perubahan sarat sebesar 1 cm, dan lengkungnya hanya berupa garis linier biasa.

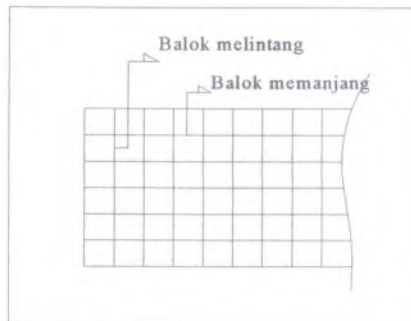
Jika pontoon ditenggelamkan sebesar 1cm, maka perubahan volume adalah hasil kali luas garis air tersebut. Dengan demikian penambahan volume dan berat dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Penambahan volum} = t \times \text{WPA} \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Penambahan berat} = t \times \text{WPA} \times 1,025 = 0,935 \text{ ton}$$

Perhitungan konstruksi

- ❖ Perhitungan beban
 - Beban vertikal pada plat dermaga
Berupa beban mati dan beban hidup (merata dan terpusat) pada plat dermaga
 - Beban hidrostatis
Berupa gaya perlawanan air akibat adanya displacement volum air akibat sarat pontoon.
- ❖ Perhitungan tebal plat
 - Plat atas
- ❖ Perhitungan balok memanjang dan melintang



Gambar 2.4 - Balok memanjang dan melintang

2.4.2 Perencanaan Jembatan Tangga

Pada bagian ini, perencanaan meliputi pradesain jembatan, perencanaan plat jembatan, perhitungan struktur.

✦ Pradesain jembatan

Karena elevasi dermaga yang berubah-ubah menurut ketinggian permukaan air maka kemiringan jembatan juga ikut berubah sesuai elevasi trestel dan dermaga pontoon.

✦ Perencanaan plat jembatan

Plat yang digunakan yaitu dari baja

✦ Perhitungan struktur

❖ Pembebanan jembatan

Beban yang akan bekerja pada jembatan terdiri atas beban mati dan beban hidup (orang + barang bawaan)

❖ Perhitungan balok memanjang, balok melintang

Pembebanan diasumsikan dengan ketentuan beban pada plat jembatan diteruskan kepada balok memanjang yang bertumpu diantara balok melintang.

2.4.3 Perencanaan bangunan bawah

Pada bagian ini, perencanaan meliputi pemilihan tiang pancang, perhitungan daya dukung, kontrol kekuatan bahan dan kalendering. Penjelasannya seperti di bawah ini :

✦ Pemilihan tiang pancang

Faktor yang mempengaruhi dalam pemilihan tiang pancang yang dipergunakan di struktur bangunan bawah dermaga adalah :

- Kondisi tanah khususnya berhubungan dengan kemampuan tiang menembus lapisan tertentu
- Kemudahan pelaksanaan dan perlu dicek terhadap kemampuan tiang pada saat dimobilisasi saat pelaksanaan
- Perbandingan antara biaya terhadap keawetan dan biaya pemeliharaannya.

Perencanaan tiang pancang didasarkan pada hasil SPT maupun boring di lapangan. Perencanaan tiang pancang dimulai dengan merencanakan beban yang

diterima oleh tiang pancang, kemudian dilakukan pemilihan bahan yang akan digunakan. Setelah itu dilakukan kontrol kekuatan internal bahan, dilakukan dengan mengecek besarnya tegangan yang terjadi akibat beban luar harus lebih kecil daripada tegangan ijin bahan. Selain itu momen yang terjadi harus lebih kecil dari momen ultimit bahan.

Dalam tugas akhir ini, jenis tiang pancang yang dipergunakan adalah tiang pancang beton.

✚ Pembebanan

Didasarkan pada perhitungan struktur utama dengan menggunakan program SAP sehingga diperoleh gaya yang berfungsi sebagai beban yang bekerja pada tiang pancang tegak atau miring.

Tabel 2.2 - Kriteria pemilihan tiang pancang

No	Spesifikasi	Jenis Tiang Pancang		
		Beton	Baja	Kayu
1	Nilai N – SPT yang dapat ditembus	<50	>50	<50
2	Kedalaman	Terbatas	Bebas	Terbatas
3	Berat Tiang	Cukup Ringan	Lebih Ringan	Ringan
4	Mobilisasi	Mudah	Mudah	Mudah
5	Pelaksanaan	Relatif Mudah	Relatif Mudah	Relatif Mudah
6	Pengangkatan	Makin panjang makin sulit	Mudah karena ringan	Makin panjang makin sulit
7	Penyambungan	Mudah dengan las	Mudah dengan las	Sulit dengan baut
8	Harga tiang	Cukup murah	Mahal	Mahal
9	Biaya transport	Mahal, berdasar berat	Murah, berdasar volume	Mahal, berdasar berat
10	Perawatan	Murah	Mahal, perlu	Murah

			anti karat	
11	Tahan korosi	Baik	Mudah berkarat	Baik
12	Faktor salah teknis	Retak/pecah saat pancang	Hampir tak ada	Retak/pecah saat pancang
13	Momen max yang dipikul	Terbatas WIKA Mcrack = 29tm	Lebih besar dari beton	Terbatas
14	Defleksi kepala tiang	Kecil	Kecil	Kecil

(Sumber : Wahyudi, 1999)

✚ Perhitungan daya dukung tanah

Meliputi daya dukung tanah akibat beban vertikal dan daya dukung tanah akibat beban horisontal, penjelasannya di bawah ini :

❖ Daya dukung tanah akibat beban vertikal

Perhitungan Daya Dukung Tanah Luciano De Cort :
dimana :

$$Q_1 = Q_p + Q_s$$

$$\text{Dengan } Q_p = N_p * K * A_p$$

$$Q_s = (N_s/3 + 1) * A_s$$

Dimana :

Q_1 = daya dukung tiang maksimum (ton)

Q_p = Resistance ultimat di dasar pondasi

Q_s = Resisten ultimat akibat lekatan lateral

N_p = Harga rata-rata SPT disekitar 4B diatas hingga 4B dibawah dasar pondasi

N_s = Harga rata-rata sepanjang tiang yang tertanam, dengan batasan $3 < N < 50$

A_p = luas penampang tiang (m^2) = $\pi \cdot D^2 / 4$

A_s = keliling x panjang tiang yang terbenam

K = koefisien karakteristik tanah

(dipakai 20 dan 25 karena tanah dalam tugas akhir ini berupa tanah lanau lempung dan lanau berpasir)

$$Q_{ad} = \frac{Q_L}{SF} \text{ dengan } SF = 3$$

Untuk harga koefisien tanah dapat dilihat pada *tabel 2.3*.

Tabel 2.3 - Harga Koefisien Karakteristik Tanah

HARGA KOEFISIEN (t/m ²)	JENIS TANAH
12	Tanah lempung
20	Lanau berlempung
25	Tanah lanau berpasir
40	Tanah berpasir

- ❖ Kontrol kekuatan bahan
 - Meliputi kontrol terhadap tegangan, gaya horisontal
 - Terhadap Momen
 - Momen di sap harus lebih kecil dari momen crak dari tiang pancang
 - Terhadap tegangan
 - Tegangan yang terjadi akibat beban yang bekerja harus lebih kecil daripada tegangan bahan yang diijinkan

$$\sigma = \frac{V}{A} + \frac{M}{W} < \sigma_{ijin}$$

- Gaya horisontal
 - Kontrol lendutan

$$y = \frac{Hu \times (e + zf)^3}{3EI}, \text{ untuk free-headed pile}$$

$$y = \frac{Hu \times (e + zf)^3}{12EI}, \text{ untuk fixed-headed}$$

pile

- Kontrol tekuk

$$Hu = \frac{Mu}{e + zf}, \text{ untuk free-headed pile}$$

$$Hu = \frac{2 \times Mu}{e + zf}, \text{ untuk fixed-headed pile}$$

dengan : $Mu = \sigma \times z$

(Sumber : Wahyudi, 1999)

❖ Kalendering

Berdasarkan Buku "Daya Dukung Pondasi Dalam" oleh Dr.Ir.Herman Wahyudi, Perumusan yang dipergunakan adalah formula dari Hiley sebagai berikut :

$$Qu = \frac{\alpha \cdot W \cdot H}{S + \frac{c}{2}} \times \frac{W + n^2 W_p}{W + W_p}$$

$$R = \frac{1}{sf} \cdot R_u$$

dimana :

Qu = Daya Dukung Ultimate (Ton)

W = Berat Pemukul = 2,5 ton (K25)

H = Tinggi jatuh pada ram B = 1-9 s/d 2 m

S = Penurunan tiang rata-rata pada 3 set terakhir dengan 10 pukulan di setiap setnya (cm)

α = coefisiensi of hammer = 2,5 (hidraulic hammer)

n = coefisien of restitution = 0,25

Wp =weight of pile

C = Total temporary compression (C1 + C2 + C3)

- C1 =Temporary compression of cushion (pile head & cap)
- C2 =Temporary compression of pile
- C3 =Temporary compression of soil

'Halaman ini sengaja dikosongkan'

BAB III PENGUMPULAN DAN ANALISA DATA

3.1 Pasang Surut

Berdasarkan hasil analisa data pasang surut yang diperoleh dari pihak Konsultan Perencana Dinas Perhubungan Jawa Timur, pasang surut yang terjadi yaitu :

- ◆ HWS = + 3,4 mLWS
- ◆ MSL = + 1,7 mLWS
- ◆ LWS = + 0,0 mLWS

3.2 Bathymetri

Dari peta bathymetri tersebut dapat disimpulkan bahwa kontur perairan di daerah tersebut berupa perairan landai. Untuk lebih jelasnya data bathymetri dapat dilihat pada gambar terlampir.

3.3 Arus

Arus maksimum dan dominan yang terjadi sebesar 0,589 m/detik dari arah timur laut dan barat daya.

3.4 Kapal

Data kapal diambil dari buku naval arsitektur. Kapal yang dipakai dalam tugas akhir ini yaitu jenis power boat dengan karakteristik yaitu sebagai berikut :

Bobot mati kapal	: 19 ton
Panjang kapal (LOA)	: 17 m
Lebar kapal (B)	: 4.5 m
Sarat penuh maximum kapal (D)	: 1.75 m

3.5 Tanah

Data tanah diambil dari data tanah Pengembangan Dermaga di Tanjung Perak. Dalam hal ini penulis mengambil data dari *Rcana Pelabuhan PELNI Bulak Banteng Surabaya, Jawa Timur, Bagian Proyek Studi dan Pengembangan Pelabuhan*

PELNI, Juni 2000. Data tanah di ambil di lokasi Bulak banteng karena letaknya berdekatan dengan Tambak Wedi.

BAB 1V

PERENCANAAN DERMAGA APUNG DENGAN STRUKTUR PONTON

4.1 Kriteria Desain

Pada sub bab ini, akan dijabarkan dasar-dasar/acuan yang akan digunakan dalam perencanaan dermaga marina di kaki Jembatan Suramadu sisi Surabaya ini menggunakan stuktur ponton yang dirakit dari baja.

4.1.1 Peraturan Yang Digunakan

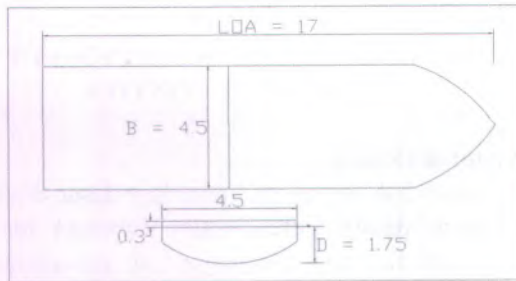
Peraturan yang digunakan untuk perencanaan dermaga dalam tugas akhir ini adalah :

1. Standart Criteria Of Port In Japan, 1991 sebagai pedoman dalam perencanaan boulder.
2. Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung dengan penggunaan metode LRFD, yaitu peraturan penggunaan baja sebagai bahan/material utama pontoon..
3. Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 2004, yaitu peraturan pembuatan kapal sebagai acuan dasar dalam perencanaan pontoon.
4. ASTM sebagai acuan dalam penentuan baja sebagai bahan/material untuk plat kupingan pada pontoon.

4.1.2 Kapal Rencana

Kapal rencana yang dgunakan dalam perencanaan dermaga ini tipe power boat yang memiliki karakteristik sebagai berikut :

Bobot mati kapal	: 19 ton
Panjang kapal (LOA)	: 17 m
Lebar kapal (B)	: 4.5 m
Sarat penuh maximum kapal (D)	: 1.75 m



Gambar 4.1 – Kapal power boat

4.1.3 Perencanaan Layout

✦ Umum

Desa Tambak Wedi dekat dengan jalan akses berada pada perlintasan jalur tol Gresik Surabaya, jalan lingkaran timur Surabaya – Sidoarjo dan Jembatan Suranadu. Oleh karena itu dermaga wisata ini cocok dibangun di lokasi tersebut, karena mudah dijangkau oleh pengguna jasa dermaga itu nantinya.

Arus dominan dan maksimum di lokasi ini datang dari arah timur laut dan barat daya. Untuk memudahkan kapal dalam bermanuver secara cepat, maka dermaga di lokasi ini dibangun menghadap ke arah selatan dan utara. Karena kecepatan maksimum arus di daerah ini kurang dari 2 m/s, sehingga lokasi ini cukup aman untuk dibangunnya dermaga.

Desa Tambak Wedi ini terletak di selat Madura dan ini berakibat gelombang yang datang di daerah tersebut terhalang oleh pulau Madura, sehingga dalam perencanaannya dermaga ini tidak membutuhkan bangunan penangkis gelombang (breakwater).

Kondisi kedalaman perairan di daerah ini cukup dangkal, sehingga biaya yang dibutuhkan untuk reklamasi tidak mahal. Reklamasi di daerah ini dibutuhkan untuk memperluas areal yang nantinya bisa digunakan untuk sarana pendukung dermaga tersebut. Selain itu dengan adanya reklamasi dapat mengurangi panjang trestle.

Dermaga disini direncanakan tipe open pier dengan tujuan supaya mendapatkan kontur kedalaman perairan dermaga yang dibutuhkan yaitu sampai kedalaman - 3.2 mLWS. Dengan demikian tidak perlu adanya pengerukan untuk mendapatkan kedalaman perairan yang dibutuhkan. Karena biaya pengerukan yang mahal untuk perawatannya setiap tahun, sedangkan daerah tersebut cukup berpotensi untuk pengendapan. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar lampiran.

Cek terhadap Kedalaman Perairan

Kedalaman kolam pelabuhan direncanakan dengan tujuan agar kapal dapat berlabuh dengan aman. Karena dermaga yang direncanakan dalam tugas akhir ini berlokasi di daerah yang perairannya tenang sehingga kedalaman perairan diambil :

$$\begin{aligned} D &= 1.1 \times \text{draft kapal} \\ &= 1.1 \times 1.75 \\ &= 1.925 \text{ mLWS} \end{aligned}$$

Kedalaman pada lokasi pembangunan dermaga diketahui sebesar -3,2 m. Jadi kedalaman perairan tersebut sudah memenuhi kedalaman yang dibutuhkan. Sehingga tidak perlu dilakukan evaluasi layout perairan.

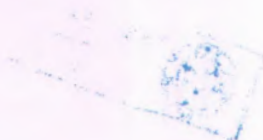
✦ **Perencanaan layout daratan**

Jumlah dermaga dalam tugas akhir ini yang pengoperasiannya direncanakan untuk jangka waktu 5 tahun kedepan sebanyak 10 unit.

Untuk mengetahui tingkat efisiensi dari jumlah dermaga yang direncanakan tersebut perlu adanya cek jumlah wisata yang akan berkunjung, jumlah kapal yang ditampung berdasarkan tingkat kebutuhan dari dermaga tersebut yang berlokasi di Tambak Wedi. Pengecekan tersebut didasarkan pada data wisatawan yang berkunjung dan jumlah kapal berdasarkan tingkat kebutuhannya di dermaga Benoa Marina Bali dan Marina Ancol.

Berikut ditampilkan data yang menjadi dasar perencanaan untuk jumlah dermaga di Tambak Wedi dengan asumsi-asumsi dan perbandingan-perbandingan dari dermaga Benoa marina Bali dan dermaga Marina Ancol.

- ❖ Asumsi-asumsi dasar perencanaan awal jumlah dermaga di Tambak Wedi yaitu :
 - Jumlah kunjungan kapal pertahun $(P) = 1\%$ dari jumlah wisata dibagi 5.
 - Jumlah wisata yang akan berkunjung di dermaga marina Tambak Wedi diambil 1 juta dengan alasan bahwa rata-rata sebagian besar dari jumlah wisatawan yang berkunjung dari tahun 1997 sampai tahun 2002 di marina ancil dan benoa bali jumlahnya berkisar antara 1 jutaan.
- ❖ Data-data kualitatif jumlah wisatawan yang berkunjung di marina ancil dan benoa bali ditampilkan di bawah ini, untuk kemudian data-data tersebut dijadikan dasar perbandingan untuk perencanaan jumlah dermaga di Tambak Wedi.

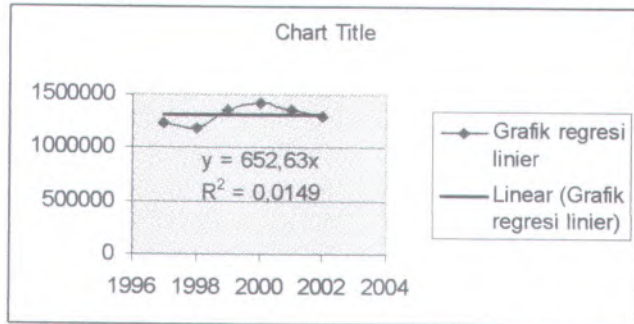


- Bena internasional marina Bali
 Dermaga bali internasional marina mempunyai pier sebanyak 8 buah dan masing-masing pier menampung 5 kapal. Jadi kapasitas benoa internasional marina mampu menampung 40 kapal dengan jumlah wisatawan yang berkunjung dari tahun 1997 sampai 2002 sebagai berikut di bawah ini :

Tabel 4.1 - Data wisatawan yang berkunjung di Pantai Marina Bena tahun 1997 – 2002

No	Tahun	Jumlah wisatawan (orang asing)
1	1997	1230316
2	1998	1187153
3	1999	1355799
4	2000	1412840
5	2001	1356775
6	2002	1286555

Sumber : BPPS Propinsi Bali



Gambar 4.2 - grafik hubungan wisatawan Vs Tahun di marina Bena



Dari grafik diatas didapatkan $R^2 = 0,0149$
 dan $y = 652,63 x$.

- Uji hitung (t_{hitung}) untuk mengetahui ada tidaknya korelasi antara tahun dan jumlah wisatawan yang berkunjung

H_0 = tidak ada korelasi antara tahun dan jumlah wisatawan yang berkunjung

H_1 = ada korelasi antara tahun dan jumlah wisatawan yang berkunjung

$R^2 = 0,0149$

$Y = 652,63 x$

N = derajat kebebasan = $6 - 1 = 5$

Selang kepercayaan = 95 %

$$t_{hitung} = \frac{|R|\sqrt{(n-1)}}{\sqrt{(1-R^2)}} = 0,275$$

Sehingga didapatkan dari tabel untuk data-data diatas : $t_{tabel} = 2,57$

Dari perhitungan didapatkan $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka H_0 diterima. Sehingga dapat disimpulkan antara tahun dan jumlah wisatawan yang berkunjung tidak ada korelasi.

➤ Marina jaya ancol

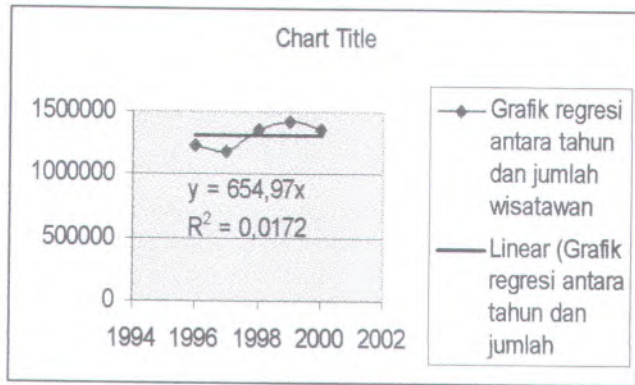
Marina Ancol mempunyai jumlah dermaga / pier 23 buah dan masing-masing pier dapat menampung 5 kapal. Jadi kapasitas marina ancol mampu menampung hingga 115 kapal.



Tabel 4.2 - Data Wisatawan yang Berkunjung di Pantai Ancol tahun 1996 – 2000

No	Tahun	Jumlah wisatawan (orang asing)
1	1996	1230316
2	1997	1187153
3	1998	1355799
4	1999	1412840
5	2000	1356775

Sumber : marina ancol



Gambar 4.3 - grafik hubungan wisatawan Vs tahun di Marina Ancol

Dari grafik diatas didapatkan $R^2 = 0,0172$ dan $y = 654,97x$.

- Uji hitung (t_{hitung}) untuk mengetahui ada tidaknya korelasi antara tahun dan jumlah wisatawan yang berkunjung
 H_0 = tidak ada korelasi antara tahun dan jumlah wisatawan yang berkunjung

H1 = ada korelasi antara tahun dan jumlah wisatawan yang berkunjung

$$R^2 = 0,0172$$

$$Y = 654,97 \times$$

$$N = \text{derajat kebebasan} = 5 - 1 = 4$$

Selang kepercayaan = 95 %

$$t_{\text{hitung}} = \frac{|R| \sqrt{(n-1)}}{\sqrt{(1-R^2)}} = 0,264$$

Sehingga didapatkan dari tabel untuk data-data diatas : $t_{\text{tabel}} = 2,78$

Dari perhitungan didapatkan $t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}}$, maka H_0 diterima. Sehingga dapat disimpulkan antara tahun dan jumlah wisatawan yang berkunjung tidak ada korelasi.

- ❖ Mengacu pada dua data kualitatif di atas dapat disimpulkan bahwa kegiatan pariwisata di Indonesia terutama wisata pantai yang ditujukan untuk wisatawan prospeknya masih cukup bagus. Bahkan tahun tingkat kunjungan wisatawan ditargetkan akan meningkat 15% tahun 2004. Jumlah peningkatan ini sama dengan tahun 2004 dalam periode Januari hingga Nopember wisatawan nusantara naik 15%, sedangkan wisatawan asing naik 1,48% (Sumber : Suara Merdeka, Rabu 5 Januari 2005). Oleh karena itu perlu adanya tindak lanjut dari pemerintah yang mengajak investor untuk membangun dermaga marina. Karena dermaga dalam tugas akhir ini berlokasi di Tambak Wedi Surabaya, maka dari perbandingan data wisatawan di bali dan ancol, diasumsikan

bahwa jumlah wisatawan yang akan berkunjung di dermaga ini sebesar 771933 wisatawan (diambil dari 60% * jumlah wisatawan data terakhir dari 2 dermaga diatas yaitu tahun 2002 di marina bali terdapat 1286555 wisatawan)

- ❖ Penentuan jumlah dermaga berdasar data kualitatif diatas dengan penggunaan asumsi seperti yang disebutkan diatas, perhitunganya sebagai berikut.
$$N \text{ dermaga} = \frac{\text{Jumlah kunjungan kapal} / \text{tahun} * t}{365}$$

Jumlah kunjungan kapal :

: 1% * jumlah wisatwan / 5

: 0,01 * 77193

: 1543,87 kapal = 1544 kapal

t : waktu tambat kapal paling lama : diasumsikan : 2 hari untuk.

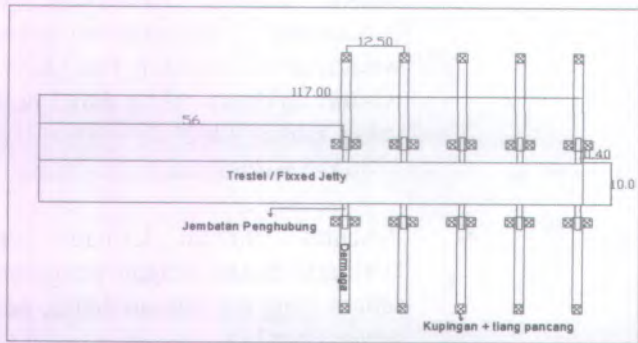
Maka dari rumus diatas didapat jumlah dermaga di Tambak Wedi :

$$\text{Jumlah dermaga} : \frac{1544 * 2 \text{hari}}{365} = 8,46 = 9$$

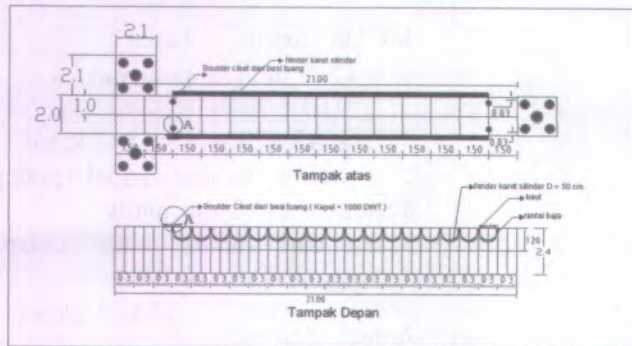
buah (karena ada 2 sisi jadi jumlah dermaga jadi 10 buah).

✦ **Dimensi Dermaga**

penentuan ukuran panjang dan lebar dermaga marina ini di ambil dari peraturan Technical Standard For Port And Harbour Facilities In Japan untuk ketentuan ukuran dermaga marina :



Gambar 4.4 - Layout umum dermaga



Gambar 4.5 - Layout satu slot dermaga

❖ Panjang keseluruhan jети

Dari gambar dan berdasarkan rumus pada bab 2 diambil (diambil satu sisi) :

- Terdapat 5 dermaga, dan jarak antar dermaga adalah 12.5 m, sehingga total kebutuhan lebarnya adalah : $4 \times 12 = 48$ m. Dengan rincian sebagai berikut
 - Jarak dari kapal ke dermaga direncanakan 0,5 m, karena ada 2 jadi totalnya 1 m

- Jarak minimal slip kapal adalah 0,9 m, tapi dalam perencanaan dermaga ini diambil 1,5 m
- Kapal dengan lebar 5 m, karena ada 2 jadi totalnya 10 m

Jadi jarak antar dermaga ke dermaga berikutnya adalah total keseluruhan :
 $1 + 1,5 + 10 = 12,5 \text{ m}$

- Panjang jetty sampai pada dermaga terdekat dengan daratan dalam perencanaan tugas akhir ini adalah 56 m (sudah memenuhi kedalamanya)
- Lebar dermaga (floating pier) diambil 2 m dan terdapat 5 dermaga, sehingga total kebutuhan lebar dermaga adalah : $5 \times 2 = 10 \text{ m}$

Jadi total panjang jetty yang direncanakan dalam tugas akhir ini yaitu : $57 + 50 + 10 = 117 \text{ m}$.

- ❖ Panjang dermaga (L)
 - L = $(1 - 1,2) \times \text{LOA}$
 - = $1,2 \times 17$
 - = 20,4 m diambil 21 m
- ❖ Lebar dermaga (B) = diambil 2 m (hanya digunakan untuk pejalan kaki saja)
- ❖ Tinggi ponton / dermaga keseluruhan direncanakan 2,4.

✦ Elevasi Trestle dan dermaga

❖ Elevasi trestle

Elevasi trestle dihitung dalam keadaan pasang yaitu :

$$= (0,3 - 1) + 3,4 = 3,7 \text{ sampai } 4,4 \text{ m}$$

diambil 4,2 m

❖ Elevasi dermaga

Elevasi dermaga dipengaruhi oleh pasang surut air laut dan juga muatan di atasnya dengan data sebagai berikut :

- Tinggi keseluruhan badan ponton
H : 2,4 m.
- Syarat draft maksimum : T : 0,85 H
 - Elevasi muka darat (elevasi plat trestle) : 4,2 m
 - Beda pasang surut : 3,4 mLws
 - Kedalaman perairan dermaga terdekat dengan darat (paling dangkal) : 2,1 m
 - Wmuatan : 2 ton
 - Wstruktur : 26,9 ton
 - Wbalastmaks:

$$0,6 * L * B * H * \gamma_{air\ laut} : 61,99 \text{ ton}$$

Dari data diatas kemudian dilakukan perhitungan (dalam perhitungan hidrostatis untuk displacement) untuk mengetahui badan pontoon yang tercelup dalam air, didapatkan hasil sebagai berikut :

- Elevasi dermaga pada kondisi pasang yaitu 3,4 mHws dan dermaga dalam kondisi penuh muatan, posisi dermaga berada pada elevasi + 4.07 mLws dengan perincian posisi badan ponton sebagai berikut : ponton yang muncul dipermukaan air yaitu 0,67 m sedangkan

badan ponton yang tercelup kedalam air 1,73 m.

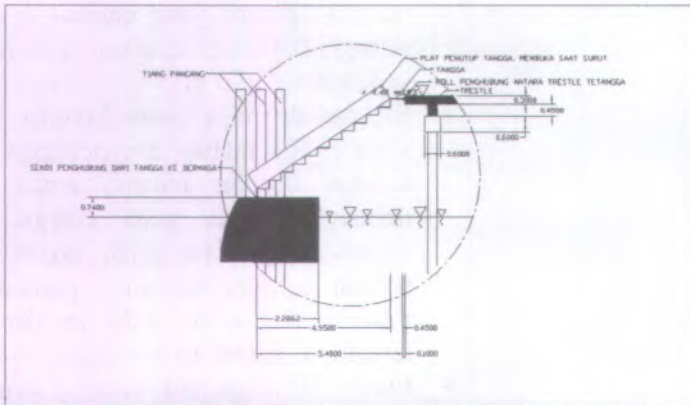
- Elevasi dermaga pada kondisi surut yaitu 0 m dan dermaga/ponton dalam kondisi penuh muatan posisi dermaga berada pada elevasi + 0,67 mLws mLws, dengan perincian posisi badan ponton sebagai berikut : ponton yang muncul di atas air setinggi 0,67 m sedangkan yang tercelup kedalam air 1,73 m.
- Elevasi dermaga pada kondisi pasang yaitu + 3,4 mHws dan dermaga dalam kondisi kosong muatan maka posisi dermaga berada pada elevasi 41,14 mLws dengan perincian posisi badan ponton sebagai berikut : ponton yang muncul diatas air 0,74 m dan yang tercelup kedalam air setinggi 1,66 m.
- Elevasi dermaga pada kondisi surut yaitu 0,0 mLWS dan dermaga dalam dalam kondisi kosong muatan, posisi dermaga berada pada elevasi + 0,74 mLws dengan perincian posisi badan ponton sebagai berikut : ponton yang muncul diatas air 0,74 m dan yang tercelup kedalam air setinggi 1,66m.

✦ **Detail tangga dan hubungan dengan Trestle dan Dermaga**

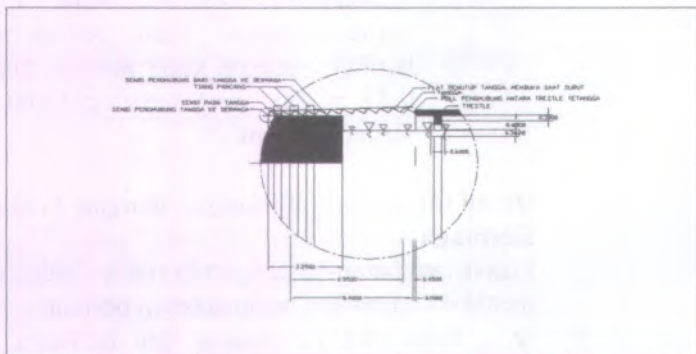
Posisi jembatan dipengaruhi oleh beda elevasi trestle dan dermaga, yaitu sebagai berikut :

- ❖ Pada saat air pasang dan dermaga dalam kondisi penuh maka posisi jembatan penghubung yang masuk dalam pontoon sepanjang 3.30 m pada elevasi + 4,07 mLws

- ❖ Pada saat air surut dan dermaga dalam kondisi penuh posisi jembatan penghubung yang masuk dalam pontoon sepanjang 2.28 m pada elevasi + 0,67 mLws
- ❖ Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.6 dan 4.7



Gambar 4.6 – Detail tangga saat air laut dalam kondisi surut dan dermaga penuh muatan



Gambar 4.7 – Detail tangga saat air laut dalam kondisi pasang dan dermaga penuh muatan

✦ **Posisi Tambatan**

Tidak berubah posisinya karena tidak dipengaruhi oleh perbedaan elevasi trestle dan dermaga.

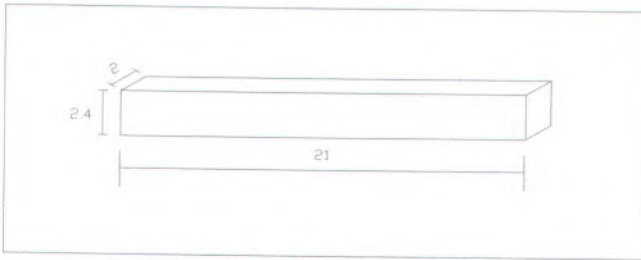
4.1.4 Dimensi Dermaga

Dari ketentuan dan batasan minimum untuk plat dan dermaga di atas, maka ditentukan dimensi pontoon sebagai berikut :

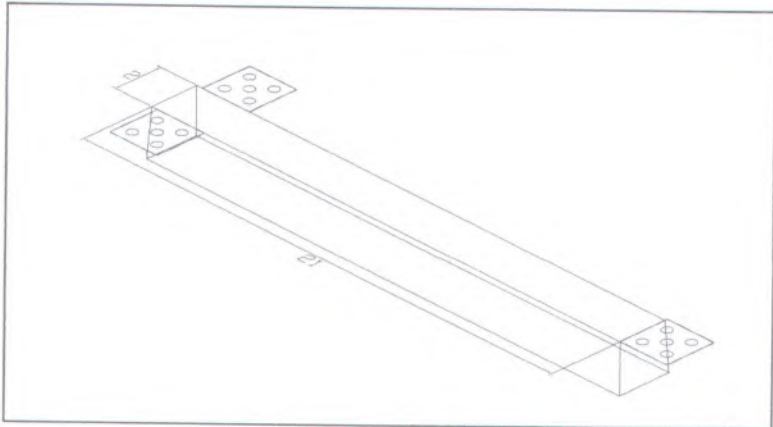
Panjang ponton (L) = 21 m

Lebar ponton (B) = 2 m

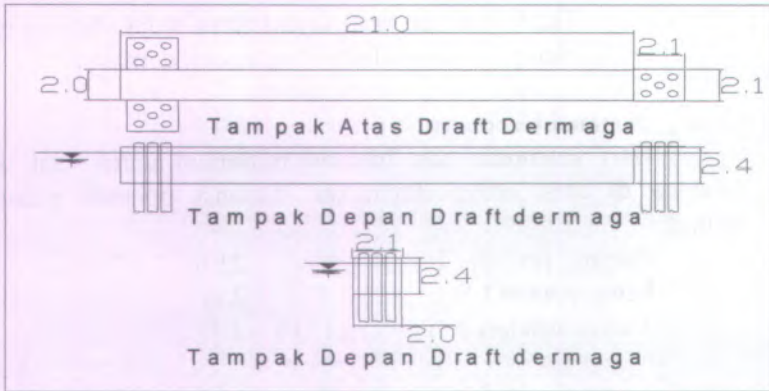
Tinggi keseluruhan ponton (H) = 2.4



Gambar 4.8 - Dimensi dermaga



Gambar 4.9 - Dimensi dermaga



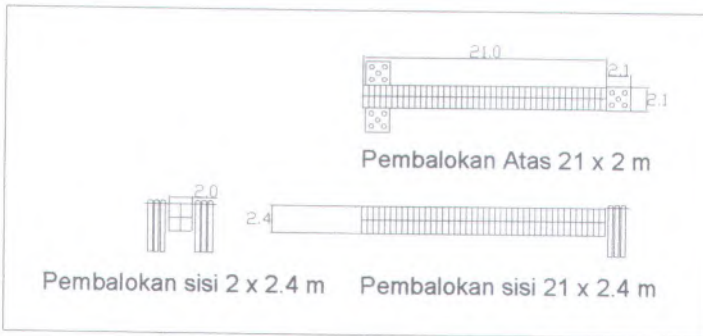
Gambar 4.10. - Draft dermaga

Dalam perencanaan jarak gading (balok memanjang dan melintang) menurut BKI kurang dari atau sama dengan 0.6 m. Hal ini dikarenakan material plat yang akan digunakan adalah baja, sehingga diperlukan pengaku dengan jarak kecil untuk menghindari bulking yang berlebihan (terlalu besar). Disamping itu dengan dimensi profil dan tebal plat yang tidak terlalu besar akan membuat pontoon tidak terlalu berat. Akan tetapi untuk peraturan di BKI yang baru tidak adanya batasan untuk jarak antar balok minimal (terserah perencana dengan mempertimbangkan suatu resiko). Oleh karena itu untuk mempermudah perhitungan, panjang dan lebar pontoon dibagi merata, sehingga jarak antar balok melintang diambil 0.5m sedangkan memanjang 1 m.

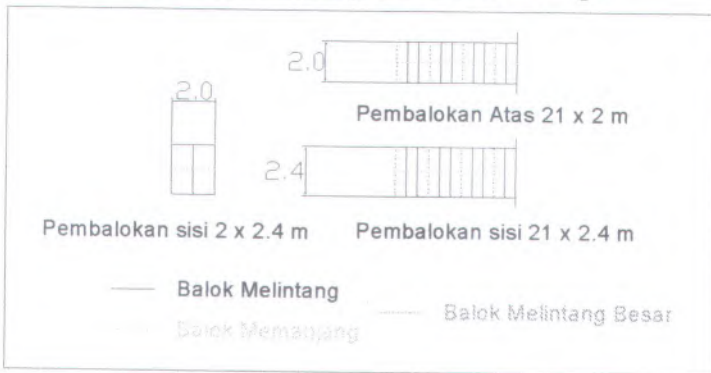
4.1.5 Pra Desain Ponton Sebagai Struktur Dermaga

Sebelum dilakukan perhitungan terhadap struktur pontoon, dibuat terlebih dahulu layout dari pembalokannya. Dengan tujuan agar tidak terjadi kesalahan dalam perhitungannya. Asumsi yang digunakan layout pembalokan dermaga dalam tugas akhir ini yaitu :

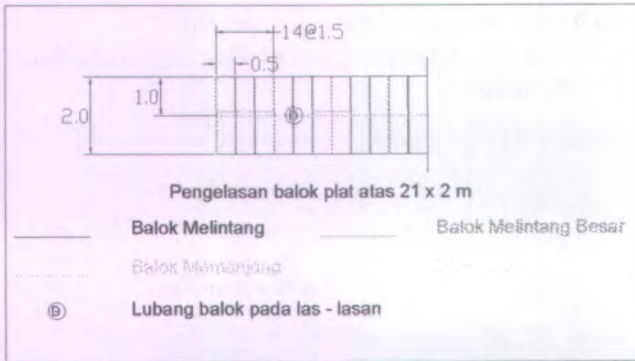
1. Untuk plat atas dan plat bawah, terdapat 2 jenis balok melintang dan 1 jenis balok memanjang
2. Untuk plat sisi, terdapat 2 jenis balok melintang dan 1 jenis balok memanjang



Gambar 4.11 - Layout pembalokan dermaga



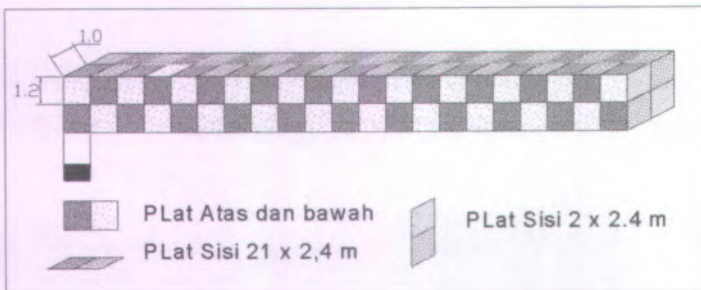
Gambar 4.12 - Pembagian balok



Gambar 4.13 - Lay out pengelasan balok pada plat dermaga

Ketentuan – ketentuan pengelasan balok pada plat dermaga :

1. Untuk pengelasan pada balok kecil metode pengelasannya dibuat garis zig-zag dengan panjang las-lasan setiap 50 mm.
2. Untuk pengelasan pada balok besar dalam hal ini balok melintang besar dan balok memanjang, metode pengelasannya dibuat lurus pada 2 garis (dobel las)
3. Setiap pertemuan antar balok dibuat lubang las
4. lajur las (daerah tidak boleh ada las – lasan) di gunakan setiap jarak 100 mm pengelasan balok pada plat yang terletak sejajar



Gambar 4.14 - Lay out pemasangan plat pada dermaga

4.1.6 Anggapan Dalam Analisis

Setelah pendenahan pembalokan, maka langkah berikutnya sebelum perhitungan struktur (perencanaan dimensi balok dan kolom) adalah membuat beberapa anggapan dalam analisis struktur sebagai batasan dalam perhitungan, yaitu :

1. Baja yang dipakai adalah baja BJ 41, dengan tegangan putus putus (f_u) = 410 Mpa, dan tegangan leleh (f_y) = 250 Mpa.
2. Struktur portal adalah stuktur beraturan sehingga dalam analisa struktur dan kontrol dapat dianalisa sebagai suatu rangka 2 dimensi.
3. Semua balok memikul beban plat + beban hidup diatas plat.
4. Urutan perencanaan adalah :
 - a. Balok melintang kecil (B dengan jarak antar antar balok 0,5 m) memikul beban hidup merata dan beban mati dan menumpu pada balok memanjang (L : 1 m)
 - b. Balok memanjang memikul beban hidup merata dan beban mati merata (berat plat) dan menumpu pada balok melintang besar (L : 1,5 m)
 - c. Balok melintang memikul beban hidup merata dan beban mati merata (berat plat) dan menumpu pada balok memanjang (L : 2 m)
 - d. Semua sambungan baja/struktur menggunakan las.
 - e. Untuk ukuran plat ada 2 macam, yaitu untuk plat sisi 1,2 x 1 m dan plat atas dan bawah 1 x 1 m

Dalam perencanaan balok melintang dan balok memanjang dianggap sebagai pengekang plat, sehingga plat tidak mengalami lendutan yang melampaui lendutan ijin yang disyaratkan oleh Perencanaan Struktur Baja Untuk Banguna Gedung (LRFD).

4.2 Kriteria Pembebanan

Material yang digunakan adalah baja, sehingga dalam perencanaan pembebanan beban mati mengacu ke berat jenis baja sebesar 7850 kg/cm³. Dan berat profil tergantung dari spesifikasi profil yang akan digunakan.

4.2.1 Beban Vertikal

✚ Basic External Dynamic Load PO

$$PO = 2.1 * (Cb + 0.7) * Co * Cl * f * CRW$$

Dimana :

PO = basic external dinamic load (BKI section 4, konstata awal perhitungan beban)

Cb = koefisien akibat sarat pontoon = 1

Co = koefisien gelombang
= $L/25 + 4,1$ ($L < 90$ m)

$$= 21/25 + 4,1$$

$$= 4,94$$

Cl = koefisien pengaruh panjang pontoon

$$= \sqrt{L/90} = \sqrt{21/90} = 0,483 \text{ dengan } L < 90 \text{ m}$$

CRW = koefisien daerah operasi (daerah terlindung = 0,6)

f = 1 (faktor probability untuk plat luar)

$$PO = 2,1 * (0,95 + 0,7) * 4,94 * 0,483 * 1 * 0,6 = 5,111 \text{ KN/m}^2$$

✚ Beban Hidrostatik di Bawah Kapal (Pontoon)

$$Pb = 10T + Po * cf$$

Dimana :

cf = koefisien untuk kapal yang terendam (karena pontoon berbentuk uniform = 0,65)

$$T_{max} = 0,85 * H \text{ ponton} = 2,04 \text{ m}$$

$$Pb = 10 * 2,04 + 5,111 * 0,65 = 23,72 \text{ KN/m}^2$$

✚ Beban Hidrostatik di Sisi Kapal (pontoon) BKI section 4

Di bawah garis air :

$$Ps = 10 (zT - z) + Po * cf (1 + z/T)$$

Dimana :

Z = pusat pembebanan dari bawah (base line)=0,95 m

$$Ps = 10 * (0,95 * 2,04 - 0,95) + 5,111 * 1 * (1 + 0,95/2,04)$$

$$= 13,26 \text{ KN/m}^2$$

Di atas garis air

$$Ps = Po * cf * (20/10 + z - T)$$

$$= 5,111 * 1 * (20/10+0,95-2,04)$$

$$= 4,65 \text{ KN/m}^2$$

✦ **Beban Hidup di Atas Dek (Lantai Dermaga)**

Beban hidup merata menurut BKI adalah sebesar $2,5 \text{ t/m}^2$, sedangkan beban merata pada dermaga biasa adalah $2 - 3 \text{ t/m}^2$. Sehingga beban hidup merata rencana yang akan digunakan dalam dermaga apung ini adalah $2,5 \text{ t/m}^2$ ditambah dengan beban air hujan $0,05 \text{ t/m}^2$. Sehingga tptal beban vertikal merata diatas lantai dermaga adalah $P = 2,55 \text{ t/m}^2 = 25,5 \text{ KN/m}^2$

4.2.2 **Beban Horisontal**

Pada saat kapal sedang dalam proses merapat ke dermaga akan terjadi pembebanan berupa gaya tekan terhadap struktur dermaga akibat tumbukan kapal terhadap dermaga melalui fender, sehingga disebut gaya fender.

Pada saat sandar, arus dan angin yang arahnya menjauhi sisi depan dermaga kan memberikan gaya tarik melalui tali kapal yang akan menegang dan disalurkan ke boulder sehingga disebut gaya boulder.

✦ **Gaya Fender (Gaya Tekan Kapal)**

Pada saat kapal menabrak konstruksi dermaga, ada energi kinetik tumbukan yang harus di absorpsi dan ditransfer menjadi gaya horisontal yang harus mampu ditahan oleh struktur dermaga. Untuk menentukan ukuran fender, harus dihitung terlebih dahulu besarnya E_f yang merupakan energi kinetik saat kapal merapat :

$$E_f = C_h * C_e * C_c * C_s * (W_s * V^2 / 2g),$$

dimana :

$$C_H = \text{koefisien massa hidrolis}$$

$$= 1 + (2 * D/B)$$

$$= 1 + (2 * 1,8 / 4,5)$$

$$= 1,8$$

$$C_E = \text{koefisien ecentricity}$$

$$= 0,85$$

- C_c = koefisien kehalusan
 = 1 (Untuk mengantisipasi pengaruh deformasi elastis terhadap badan kapal, ditentukan dengan asumsi tidak terjadinya deformasi)
 C_s = 1
 W_s = displacemen tonnage
 = 200 ton
 V = kecepatan kapal merapat

Kecepatan kapal merapat kapal dalam perencanaan ini diperhitungkan pada kondisi tidak nyaman. Berdasarkan rekomendasi PIANC maka kecepatan merapat kapal untuk kondisi tidak nyaman adalah 0,25 m.s yang terjadi jika ada cross current.

Dari keseluruhan variabel diatas, dapat dihitung energi fender yaitu :

$$\begin{aligned}
 E_f &= 1,8 * 0,85 * 1 * 1 * 1 * \left(\frac{W_s * V^2}{2g} \right) \\
 &= 0,98 \text{ tm}
 \end{aligned}$$

Pemilihan jenis fender

Dengan $E_f = 0,98 \text{ tm}$, perencanaan fender dipilih menggunakan fender silinder (FR7), dengan kapasitas :

$$\begin{aligned}
 E_f &= 2,4 \text{ tm} > E_f = 0,98 \text{ tm} \dots\dots\dots \text{ok} \\
 R &= 0,98/2,4 * 34,6 = 14,12
 \end{aligned}$$

Pemasangan fender

a. Arah vertikal

Karena elevasi dermaga juga akan mengikuti pasang surut permukaan air, sehingga seluruh permukaan fender akan menjadi bidang sentuh dengan kapal rencana.

$$\delta \text{ max} = 50 \% * 1500 = 750 \text{ mm}$$

Anggap sudut lambung kapal dengan bidang vertikal dermaga

(φ) = 30° , sehingga elevasi atas vender (h_i) :

$$h_i = \frac{H - \delta \max * H}{\operatorname{tg} \varphi^0} = 1472 \text{ mm}$$

Jadi jarak fender maksimum yang harus dipasang adalah 1,47 m. Untuk mempermudah pemasangan maka fender dipasang di tengah kolom.

b. Arah horisontal

Untuk pemasangan fender pada arah horisontal di pasang sepanjang panjang badan dermaga.

✚ Gaya Tarik Boulder

Boulder dalam tugas akhir ini mempunyai gaya tarik sebesar 15 ton, yang bekerja pada 2 titik yaitu dikedua ujungnya.

Berdasarkan pada Standard design criteria for port in japan,1991 maka boulder yang harus disediakan agar mampu melayani kapal dengan bobot mati 19 ton direncanakan:

Tipe = boulder cleat dari besi tuang

Kekuatan = 15 ton



Gambar 4.15 – Boulder tipe cleat

4.3 Perencanaan Plat

4.3.1 Tebal Plat

✚ Plat Bawah

$$t_{B1} = 1,9 * n_f * a * \sqrt{p_B * k} + t^k \dots \dots L < 90 \text{ m dan}$$

$$R^{eH} = 265 \text{ N/mm}^2$$

$$= 1,9 * 1 * 0,5 * \sqrt{23,72 * 0,91} + 1,5$$

$$= 5,89 \text{ mm}$$

$t_k = 1,5 \text{ mm}$ untuk $t^3 \leq 10 \text{ mm}$, dimana t^3 tergantung pada $t_{kmin} = 2,5 \text{ mm}$

$n_f = 1$ (untuk balok melintang)

Berdasarkan peraturan BKI, tebal plat alas tidak boleh kurang dari $(1,5-0,01*L)\sqrt{L*k}$ $L < 90$ m, maka tebal plat alas adalah $= (1,5-0,01*21)\sqrt{21*0,91} = 5,64$ m berarti tb memenuhi. Akan tetapi tebal plat bawah dalam tugas akhir ini direncanakan 17 mm.

Plat Sisi

❖ Di bawah syarat

$$\begin{aligned}
 ts &= 1,9*nf*a*\sqrt{p_s*k} + t^k \text{} L < 90 \text{ m dan} \\
 R^{eH} &= 265 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 1,9*1*0,5*\sqrt{13,26*0,91} + 1.5 \\
 &= 5.30 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan peraturan BKI, tebal plat alas tidak boleh kurang dari $(1,5-0,01*L)\sqrt{L*k}$ $L < 90$ m, maka tebal plat alas adalah $= (1,5-0,01*21)\sqrt{21*0,91} = 5,64$ mm, maka ts tidak memenuhi sehingga dipakai tebal plat sisi ts = 13 mm.

❖ Di atas syarat

$$\begin{aligned}
 ts &= 1,9*nf*a*\sqrt{p_s*k} + t^k \text{} L < 90 \text{ m dan} \\
 R^{eH} &= 265 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 1,9*1*0,5*\sqrt{4.65*0,91} + 1.5 \\
 &= 3.45 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan peraturan BKI, tebal plat alas tidak boleh kurang dari $(1,5-0,01*L)\sqrt{L*k}$ $L < 90$ m, maka tebal plat alas adalah $= (1,5-0,01*21)\sqrt{21*0,91} = 5,64$ mm, maka ts tidak memenuhi sehingga dipakai tebal plat sisi ts = 13 mm.

✦ **Plat atas**

$$\begin{aligned}
 T &= c \cdot a \cdot \sqrt{p \cdot k} + t_k \\
 &= 1,1 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{25,5 \cdot 0,91} + 1,5 \\
 &= 9,98 \text{ mm, dipakai } 17 \text{ mm.}
 \end{aligned}$$

4.3.2 Kontrol Tebal Plat

Untuk kontrol tebal plat ($\gamma_{\text{baja}} = 7850 \text{ kg/m}^3$) yang digunakan adalah kontrol tegangan dan kontrol lendutan, dengan rumus sebagai berikut :

Kontrol tegangan:

$$\sigma = \frac{M}{S_y} \leq \sigma_{ijin} \text{ kg/cm}^2, \text{ dengan } \sigma_{ijin} = \phi f_y = 0,75 \cdot 2500 = 1875 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol lendutan :

$$y_{ijin} < y \quad (\text{dalam LRFD tabel 6.4.1})$$

$$L/240 < 5 \cdot q \cdot L^4 / (384 \cdot E \cdot I)$$

$$\text{Dengan } I = 1/12 \text{ bh}^3$$

✦ **Plat atas**

$$t = 17 \text{ mm}$$

$$l = 100 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$\text{Berat plat} = t \cdot l \cdot \gamma_{\text{baja}} = 0,017 \cdot 1 \cdot 7850 = 70.65 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban hidrostatik} = 23.72 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sehingga } q_{\text{plat}} = Q \cdot l = 2372 \cdot 1 = 2372 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Beban keseluruhan} = 70.65 + 2372 = 2442.65 \text{ kg/m}$$

$$M_y = 1/8 \cdot 2442 \cdot 1^2 = 335,43 \text{ kgm}$$

$$S_y = 1/6 \cdot 100 \cdot 1,7^2 = 50 \text{ cm}^3$$

Kontrol tegangan

$$\sigma = \frac{33543}{50} = 696,40 \leq 1875 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{ok}$$

Kontrol lendutan

$$y^{ijin} > y$$

$$L/240 > 5 \cdot q \cdot L^4 / (384 \cdot E \cdot I)$$

$$100/240 > 5 \cdot 24,42 \cdot 100^4 / (384 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 40)$$

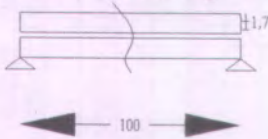
$$0,42 > 0,41 \dots \dots \dots \text{ok}$$

Perhitungan tebal-tebal plat lainnya ditampilkan dalam bentuk tabel 4.3.

4.4 Perhitungan Struktur Plat Dermaga

4.4.1 Struktur Plat Atas

↓ Balok Melintang



Dengan $l = 100 \text{ cm}$

$b = 50 \text{ cm}$

dimensi plat = $100 \times 100 \text{ cm}$

Direncanakan profil rectangular

❖ Beban mati

○ Berat sendiri $= 6 \text{ kg/m}$

○ Berat plat : $1 \times 0,017 \times 7850 = 133,5 \text{ kg/m}$

$$q^D = 139,5 \text{ kg/m}$$

❖ Beban hidup $q_L : 2550 \times 0,5 \text{ m} = 1275 \text{ kg/m}$

❖ Kombinasi pembebanan

$$q_U = 1,2q^D + 1,6q_L$$

$$= 2207,3 \text{ kg/m}$$

❖ Momen

$$M_U = 1/8 \times q_U \times l^2$$

$$= 1/8 \times 2207,3 \times 1^2$$

$$= 275,9 \text{ kgm} = 27590 \text{ kgcm}$$

❖ Kontrol kekuatan lentur

$$M_U =$$

$$\phi * M_U \dots \dots \phi = 0,9 (\text{untuk bidang tarik})$$

$$27590 = 0,9 \times 2500 \times Z_x$$

$$Z_x = 12,3 \text{ cm}^3$$

Pakai profil rectanguler ambil $b = 0.8 \text{ cm}$

$$Z_x = bh^2/4 = 0,8h^2/4$$

$$12,3 = 0,8h^2/6$$

$$h = 7,8 \text{ cm} = 9 \text{ cm (profil dipasaran)}$$

$$A_w = 0,8 * 9 = 7,2 \text{ cm}^2$$

Sehingga berat profil = $7,2 * 10^{-4} * 7850$

$$= 5,7 < 6 \text{ kg/m (berat sendiri)}$$

❖ Cek penampang

$$b/t \leq 335/\sqrt{f_y}$$

$$9/0,8 \leq 335/\sqrt{250}$$

$$11,13 \leq 21,87. \dots\dots(\text{penampang kompak})$$

❖ Kontrol lendutan

Lendutan dikontrol terhadap beban kerja

$$\Delta \leq \Delta_{ijin}$$

$$\frac{5 * q * L^4}{384 * E * I} \leq \frac{1}{360} L$$

$$\frac{5 * 22,07 * 100^4}{384 * 2,1 * 10^6 * 48,6} \leq \frac{1}{360} 100$$

$$0,2 < 0,3 \dots\dots\dots (OK)$$

❖ Kontrol geser

$$h/t_w \leq 1100/\sqrt{f_y}$$

$$11,13 \leq 69,57 \dots\dots\dots(\text{plastis})$$

$$V_U = (133,5 + 1275) * \frac{1}{2} * 1 \text{ m}$$

$$= 704,225 \text{ kg}$$

$$\phi V_N = 0,6 * f_y * A_w * 0,9$$

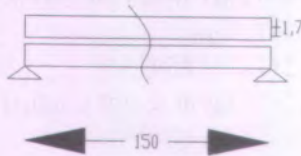
$$= 0,6 * 2500 * 7,2 * 0,9$$

$$= 9720 \text{ kg}$$

$$V_U \leq \phi V_N, \text{ dengan } \phi = 0,9$$

$$704,225 \leq 9720 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

↓ Balok Memanjang



Direncanakan profil rectangular

❖ Beban mati

○ Berat sendiri	= 14	kg/m
○ Berat plat : $1 \cdot 0,017 \cdot 7850$	= 133,5	kg/m
	<hr/>	
q^D	= 147,5	kg/m

❖ Beban mati terpusat
berat profil balok melintang = 5,7 kg

❖ Beban hidup q_L : $2550 \cdot 1 \text{ m} = 2550 \text{ kg/m}$

❖ Kombinasi pembebanan

$$q_U = 1,2q_D + 1,6 q_L$$

$$= 4256,9 \text{ kg/m} = 425690 \text{ kg}$$

$$P_U = 1,2 P$$

$$= 1,2 \cdot 5,7 = 6,78 \text{ kg}$$

$$R_U = P_U + \frac{1}{2} \cdot q_U \cdot L$$

$$= 3199,49 \text{ kg}$$

❖ Momen

$$M_U = (R_U \cdot L/2) - (P_U \cdot L/3) - (1/8 \cdot q_U \cdot L^2)$$

$$= 1198,96$$

❖ Kontrol kekuatan lentur

$$M_U = \varphi * M_U \dots \dots \varphi = 0,9 (\text{untuk bidang tarik})$$

$$119896 = 0,9 * 2500 * Z_x$$

$$Z_x = 53,29 \text{ cm}^3$$

Pakai profil rectangular ambil $b = 1,2 \text{ cm}$

$$Z_x = bh^2/4$$

$$53,29 = 1,2h^2/4$$

$$h = 13,3 \text{ cm} = 14 \text{ cm}$$

$$A_w = 1,2 * 14 = 16,8 \text{ cm}^2$$

Sehingga berat profil = $16,8 * 10^{-4} * 7850$

$$= 13,2 < 14 \text{ kg/m (berat sendiri)}$$

❖ Cek penampang

$$h/t_w \leq 335/\sqrt{f_y}$$

$$14/1,2 \leq 335/\sqrt{250}$$

$$11,7 \leq 21,87 \dots \dots (\text{penampang kompak})$$

❖ Kontrol lendutan

Lendutan dikontrol terhadap beban kerja

$$\Delta \leq \Delta_{ijin}$$

$$\frac{5 * q * L^4}{384 * E * I} + \frac{23 * P * L^3}{648 * E * I} \leq \frac{1}{360} L$$

$$\frac{5 * 150^4 * 26,8}{384 * 2,1 * 10^6 * 274,4} + \frac{23 * 5,7 * 150^3}{648 * 2,1 * 10^6 * 274,4} \leq \frac{1}{360} 150$$

$$0,3 < 0,4$$

❖ Kontrol geser

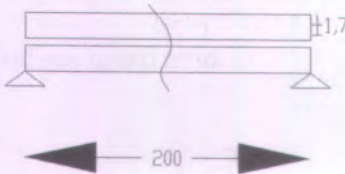
$$h/t_w \leq 1100/\sqrt{f_y}$$

$$11,7 \leq 69,57 \dots \dots (\text{plastis})$$

$$V_U = (133,5 + 2550) * \frac{1}{2} * 1,5 + 5,7$$

$$\begin{aligned}
 &= 2018,2 \text{ kg} \\
 \phi V_N &= 0,6 * f_y * A_w * 0,9 \\
 &= 0,6 * 2500 * 16,8 * 0,9 \\
 &= 22680 \text{ kg} \\
 V_U &\leq \phi V_N, \text{ dengan } \phi = 0,9 \\
 2018,2 &\leq 22680 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK!}
 \end{aligned}$$

✦ Balok Melintang utama



Direncanakan profil rectangular

- ❖ Beban mati
 - Berat sendiri = 23 kg/m
 - Berat plat : $1 * 0,017 * 7850$ = 133,5 kg/m

$q^D = 156,5 \text{ kg/m}$
- ❖ Beban mati terpusat
berat profil balok memanjang = 13,2 kg
- ❖ Beban hidup $q_L : 2550 * 1,5 \text{ m} = 3825 \text{ kg/m}$
- ❖ Kombinasi pembebanan
 - $q_U = 1,2q_D + 1,6 q_L$
 - $= 6307,7 \text{ kg/m} = 630770 \text{ kg/cm}$
 - $P_U = 1,2 P$
 - $= 1,2 * 13,2 = 15,83 \text{ kg}$
 - $R_U = (P_u/2) + (q_u * L/2)$
 - $= 6315,65 \text{ kg}$

❖ Momen

$$M_U = (R_u * L / 2) - (1/8 * q_u * L^2)$$

$$= 3161,8 \text{ kgm} = 316180 \text{ kgcm}$$

❖ Kontrol kekuatan lentur

$$M_U =$$

$$\phi * M_U \dots \phi = 0,9 (\text{untuk bidang tarik})$$

$$316180 = 0,9 * 2500 * Z_x$$

$$Z_x = 140,5 \text{ cm}^3$$

Pakai profil rectangular ambil $b = 1,4 \text{ cm}$

$$Z_x = bh^2/4$$

$$179,6 = 1,4h^2/4$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

$$A_w = 1,4 * 20 = 19,5 \text{ cm}^2$$

$$\text{Sehingga berat profil} = 19,5 * 10^{-4} * 7850$$

$$= 22 < 23 \text{ kg/m (berat sdr)...(OK)}$$

❖ Cek penampang

$$h/t_w \leq 335 / \sqrt{f_y}$$

$$20/1,4 \leq 335 / \sqrt{250}$$

$$14,3 \leq 21,87 \dots \dots (\text{penampang kompak})$$

❖ Kontrol lendutan

Lendutan dikontrol terhadap beban kerja

$$\frac{5 * q * L^4}{384 * E * I} + \frac{1 * P * L^3}{48 * E * I} \leq \frac{1}{360} L$$

$$\frac{5 * 200^4 * 39,6}{384 * 2,1 * 10^6 * 938,6} + \frac{1 * 13,2 * 200^3}{48 * 2,1 * 10^6 * 938,6} \leq \frac{1}{360} * 200$$

$$0,42 < 0,6$$

❖ Kontrol geser

$$\begin{aligned}
 h/t_w &\leq 1100/\sqrt{f_y} \\
 14,3 &\leq 69,57 \dots\dots\dots(\text{plastis}) \\
 V_U &= (133,5+3825) * \frac{1}{2} * 2 + 13,2 \\
 &= 3971,64 \text{ kg} \\
 \phi V_N &= 0,6 * f_y * A_w * 0,9 \\
 &= 0,6 * 2500 * 19,5 * 0,9 \\
 &= 37871 \text{ kg} \\
 V_U &\leq \phi V_N, \text{ dengan } \phi = 0,9 \\
 3971,64 &\leq 37871 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK}
 \end{aligned}$$

Perhitungan plat yang lainnya di tampilkan dalam bentuk tabel di lampiran 1.

4.5 Perhitungan Hidrostatik

Perhitungan hidrostatik diperlukan untuk mengetahui sifat-sifat badan pontoon yang tercelup di dalam air.

↓ Displacement (Δ)

Displacement adalah berat air yang dipindahkan karena adanya volume badan pontoon yang tercelup ke dalam air.

Dari penjelasan prinsip archimedes sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan suatu benda yang berada di dalam air akan mengapung bila berat air yang dipindahkan oleh benda tersebut lebih besar dari berat benda itu sendiri.

Sebelum menghitung total displacement pontoon, maka perlu diketahui berat struktur dari pontoon tersebut.

- Plat atas = $0.017 \times 21 \times 2 \times 7850 = 5604,9 \text{ kg}$
- Balok melintang kecil = $5,65 \times 2 \times 28 \times bh = 316,4 \text{ kg}$
- Balok memanjang = $13,19 \times 21 = 276,99 \text{ kg}$
- Balok melintang utama = $22,02 \times 2 \times 15 \times bh = 660,6 \text{ kg}$
- Plat bawah = $0.017 \times 21 \times 2 \times 7850 = 5604,9 \text{ kg}$
- Balok melintang kecil = $5,65 \times 2 \times 28 = 316,4 \text{ kg}$
- Balok memanjang = $13,2 \times 21 = 276,99 \text{ kg}$
- Balok melintang utama = $22,02 \times 2 \times 15 = 660,6 \text{ kg}$

- Plat sisi 2 x 2.4 m = $0.013 \times 2 \times 2.4 \times 7850 \times 2 = 979,68 \text{ kg}$
- Balok melintang plat sisi 2 x 2.4 m = $14,13 \times 2 \times 2 = 28,26 \text{ kg}$
- Balok memanjang plat sisi 2 x 2.4 m = $18,84 \times 2.4 \times 2 = 90,43 \text{ kg}$
- Plat sisi 21 x 2.4 m = $0.013 \times 21 \times 2.4 \times 7850 \times 2 = 10286,64 \text{ kg}$
- Balok melintang kecil = $4,39 \times 2,4 \times 28 \times 2 = 590 \text{ kg}$
- Balok memanjang = $9,42 \times 21 \times 2 = 395,64 \text{ kg}$
- Balok melintang utama = $21,2 \times 2.4 \times 15 = 763,2 \text{ kg}$
- ❖ Jadi berat total struktur ponton dengan dimensi
 $W_{st} = P \times L \times H = 21 \times 2 \times 2.4 = 26880,63 \text{ kg} = 26,9 \text{ ton}$.
- ✚ **Untuk kondisi ponton terisi penuh**
- ❖ Berat balast penuh pada kondisi pasang
 $W_{bls} = 0.43 \times L \times B \times H \times \gamma_{air laut}$
 $= 0.43 \times 21 \times 2 \times 2.4 \times 1.025 = 44,6 \text{ ton}$
- ❖ Berat muatan di atasnya menurut BKI $W_{mt} = 2 \text{ ton}$
 Dengan asumsi = $T_{max} = 0.85 H$ (dengan T adalah tinggi ponton maksimum yang tercelup ke dalam air), dan (H adalah tinggi keseluruhan ponton)
 $C_b = 1$ (untuk ponton)
 Gaya buoyancy = Displacement
- ✚ Gaya buoyancy = volume karena $\gamma_{air laut}$
 $= L \times B \times T \times C_b \times 1.025$
- ✚ Displacement = $DWT + LWT$
 $= W_{muatan} + W_{balas} + W_{struktur}$
 $= 3 \text{ ton} + 61.992 \text{ ton} + 26,9 \text{ ton}$
 $= 91,8 \text{ ton}$
- ✚ Displacement = gaya buoyancy
 $Dwt + Lwt = \nabla \text{ karena } \gamma_{air laut}$
 $W_{muatan} + W_{balast} + W_{struktur}$
 $= L \cdot B \cdot T \cdot C_b \cdot 1.025$
 $= 3 \text{ ton} + 44,6 \text{ ton} + 26,9 \text{ ton}$

$$= 21 * 2 * T * 1 * 1.025$$

$$74,5 \text{ ton} = 43.05 * T$$

$$T = \frac{74,5}{43.05}$$

$$= 1,73 \text{ m}$$

- ✦ Dari $H = 2.4 \text{ m}$, diperoleh T_{maks} yang diijinkan:

$$T_{\text{maks}} = 0.85 * H$$

$$= 0.85 * 2.4 \text{ m}$$

$$= 2.04 \text{ m}$$

- ✦ Karena dari perhitungan diperoleh :

$$T < T_{\text{maks}}$$

$$1.73 \text{ m} < 2.04 \text{ m} \dots (\text{ok !!})$$

Dapat disimpulkan bahwa desain ponton dengan dimensi $P \times L \times H = 21 \times 2 \times 2.4 \text{ m}$, dengan perincian beban yang digunakan dapat digunakan. Dan untuk $H = 2.4 \text{ m}$ bisa diturunkan, karena dalam kenyataanya desain pontoon untuk dimensi tinggi keseluruhan badan ponton terlalu berlebih. Akan tetapi dalam tugas akhir ini tinggi badan pontoon keseluruhan tetap digunakan 2.4 m , dengan syarat badan pontoon maksimal yang tercelup kedalam air adalah $= 2.04 \text{ m}$.

- ✦ **Untuk ponton dalam kondisi kosong**

Yang berpengaruh adalah Dwt untuk berat balastnya dan

Lwt untuk berat struktur pontonya, sehingga dapat dihitung :

$$\text{Displacement} = \text{ gaya buoyancy}$$

$$\text{Dwt} + \text{Lwt} = \nabla \text{ karena } \times \gamma_{\text{air laut}}$$

$$\text{W}_{\text{balast}} + \text{W}_{\text{struktur}} = L * B * T * C_b * 1.025$$

$$44,6 \text{ ton} + 26,9 \text{ ton} = 21 * 2 * T * 1 * 1.025$$

$$71,5 \text{ ton} = 43.05 * T$$

$$T = \frac{71.5}{43.05}$$

$$= 1.66 \text{ m}$$

Jadi berat badan ponton yang tercelup air untuk dermaga dalam kondisi kosong adalah 1.66 m.

✦ **Ton per Centimeter Immersion (TPC)**

Karena pontoon dalam tugas akhir ini diperuntukan sebagai plat dermaga, maka perlu diperhitungkan berapa ton berat muatan untuk perubahan sarat sebesar 1 cm, sehingga nantinya dapat diprediksi berapa muatan maksimum yang dapat dipikul oleh pontoon tersebut.

Dalam penentuan TPC pontoon dianggap sebagai kapal yang mempunyai bentuk uniform serta dindingnya vertikal, sehingga tidak ada perubahan luas garis air pada tiap perubahan sarat sebesar 1 cm, dan lengkungnya hanya berupa garis linier biasa. Jika pontoon ditenggelamkan sebesar 1 cm, maka perubahan volume adalah hasil kali luas garis air pada garis air tersebut.

Dengan demikian penambahan volume dan berat dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Penambahan berat} &= t \times WPA \times \gamma_{air} \\ &= t \times (21 \times 2) \times 1025 \\ &= t \times 43050 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Jadi untuk perubahan garis air (draft) sebesar 1 cm, adalah akibat adanya tambahan beban di atas dermaga sebesar $43050 \times 0,01 = 430.5 \text{ kg} = 0.43 \text{ ton}$.

4.6 Perencanaan Plat Kupingan pada pontoon sebagai Struktur Dermaga beserta Tiang Pancangnya

Karena plat dermaga berupa pontoon, maka perlu direncanakan tambatan untuk dermaga agar tetap pada posisinya. Tambatan ini nantinya diharapkan dapat menahan gaya horisontal dari impact tumbukan kapal ke pontoon yang kemudian diteruskan ke tambatan tiang pancang. Untuk rencana sambungan (tidak dibahas dalam tugas akhir ini) didesain supaya hubungan antara ponton dan plat tidak lepas, sehingga dalam hal ini

hubungan struktur antara plat dan ponton merupakan komposit. Karena hubungan antara plat dan pontoon komposit diperkuat dengan sambungan maka distribusi beban yang menumbuk pontoon ke masing – masing plat bersifat sama rata. Beban yang tersalur ke plat kemudian di teruskan ke masing – masing tiang pancang diplat tersebut. (dianalisa menggunakan SAP 2000).

Pada sub bab ini, akan dijabarkan dasar-dasar / acuan yang akan digunakan dalam merencanakan struktur tambatan dermaga apung di Tambak Wedi.

4.6.1 Peraturan Yang Digunakan

Adapun peraturan-peraturan yang dipergunakan adalah :

1. Peraturan Beton Indonesia PBI (1971)

Sebagian besar perumusan-perumusan konstruksi beton diambil dari PBI 1971, seperti perhitungan lentur cara 'n' (Ir. Wiratman W)

2. PPTGIUG 1987

Merupakan dasar perhitungan gempa, yang terdiri atas komponen-komponen seperti : faktor keutamaan (I), faktor jenis struktur/daktilitas (K), koefisien dasar gempa (C), dan pembagian zona gempa

4.6.2 Kualitas Material dan Desain Struktur

Kualitas material stuktur yang akan digunakan sebagai penambat pontoon pada dermaga marina di Tambak Wedi adalah:

- ✦ Mutu beton K 300, $\sigma'_{bk} = 300 \text{ kg/cm}^2$ (PBI tabel 10.4.2)

$$E_b = 6400 \sqrt{\sigma'_{bk}} = 6400 \sqrt{300}$$

$$= 11851,2517 \text{ kg/cm}^2 \text{ (PBI tabel 11.1.1)}$$

$$n = E_b/E_a = 2,1 \times 10^6 / (11851,2517) = 18,94$$

$$\sigma_b' = 0,33 \sigma_b = 0,33 \times 300 = 99 \text{ kg/cm}^2$$

- ✦ Baja ASTM A709 tanpa W dengan tipe high carbon steel, dengan spesifikasi :

$$F_y = 345 \text{ Mpa}$$

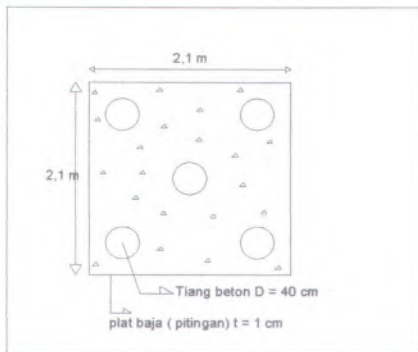
$$F_{ult} = 485 \text{ Mpa}$$

$t_{max} = 2$ inch, dalam perencanaan ini diambil 1 cm, karena dengan tebal 1 cm sudah memenuhi.

4.6.3 Dimensi plat

Struktur perletakan tiang beton (bentuk plat tipis) :

- Panjang plat = 2.1 m
- Lebar plat = 2.1 m
- Tebal plat = 0,1 m
- Diameter tiang pancang beton = 40 cm



Gambar 4.16 - Plat kupingan baja

4.7 Kriteria Pembebanan

4.7.1 Beban vertikal

✚ Beban mati

Berat sendiri konstruksi :

Berat plat : $0,01 \times 2,1 \times 2,1 \times 7850 = 346,185$ kg

Berat tiang pancang : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2 \times 20 \times 2400$
: 9420 kg

4.7.2 Beban horisontal

✚ Gaya fender

Berdasarkan perhitungan gaya fender pada dermaga (BAB IV), didapat R sebesar 14.12 ton.

✦ **Gaya boulder**

Dari bab 4 didapat :

Tipe : Bolard baja kempa isi beton

Kekuatan (Pa) : 15 ton

✦ **Tekanan arus pada pontoon**

$$P_c : C_c \times \gamma_c \times A_c \times V_c^2 / 2g$$

Dimana :

$$\gamma_c, \text{ berat jenis air laut} = 1,025 \text{ t/m}^3$$

A_c , luasan pontoon yang akan dipengaruhi oleh arus pantai, maka luasan pontoon ini adalah lebar pontoon x sarat pontoon penuh.

$$A_c = 2 \text{ m} \times 1,73 \text{ m} = 3,46 \text{ m}^2$$

$$V_c, \text{ kecepatan arus} = 0,589 \text{ m/s}$$

$$C_c, \text{ koefisien arus} = 1,25$$

$$g, \text{ percepatan grafitasi} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

maka :

$$\begin{aligned} P_c &= 1,25 \times 1,025 \times 3,46 \times 0,589^2 / (2 \times 9,81) \\ &= 0,078 \text{ ton} = 78 \text{ kg} = 100 \text{ kg} \end{aligned}$$

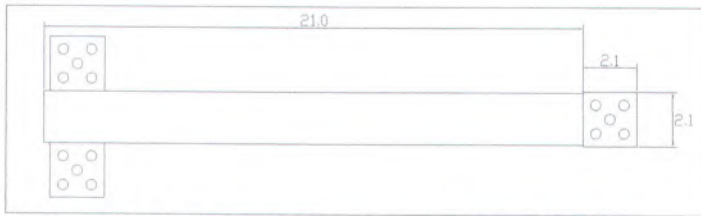
✦ **Analisa SAP 2000 untuk gaya pada tiang beton**

Dari ketiga gaya diatas akan dianalisa dengan program SAP 2000 dengan analisa 3 dimensi, untuk masing-masing tiang pancang. Dan kombinasi terhadap gaya-gaya tersebut :

Combinasi 1 : Beban tarik + dead load

Combinasi 2 : Beban tarik + dead load

Combinasi 3 : Beban tarik + beban tekan



Gambar 4.17 - Lay out kupingan plat dan tiang pancang pada ponton sebagai struktur dermaga

4.8 Kontrol Kekuatan Bahan Tiang Pancang

4.8.1 Pemilihan bahan tiang pancang

Spesifikasi tiang pancang beton yang digunakan :

- ❖ D = 400 cm
- t = 7.5 cm

Tabel 4.4 - Karakter material berdasarkan WIKA PILE CLASSIFICATION

D (mm)	cls	Area of concrete Ac (cm ²)	Efektif prestress f _{pe} (kgf/cm ²)	f _c ' (kgf/cm ²)	thick mm	PC wire		section modulus (cm ³)	Bending momen	
						D (mm)	numb		crack T _{fm}	Ultimate T _{fm}
400	C	765.77	105.53	300	75	9	16	5503.81	9	18

Kontrol tiang pancang beton D = 40 cm dan t = 7.5 cm

↓ **Kontrol momen**

$$7,969 \text{ tm} < 9 \text{ tm} \dots\dots (\text{OK})$$

Tabel 4.5 - Hasil analisa SAP 2000 untuk momen maksimum tiang pancang kupingan plat

TABLE: Joint Reactions						
Joint	OutputCase	CaseType	F2	F3	M1	M3
26	COMB1	Combination	11649.65	-14782.56	-7969.71	4.547E-13

↓ *Kontrol terhadap gaya horizontal*

$$H_u = \frac{2Mu}{(e + Z_f)} = \frac{2 \times 13209144}{(650 + 458)} = 24281,515 \text{ kg}$$

$$13,76 \text{ ton} < 24,282 \text{ ton} \dots\dots\dots (\text{OK})$$

Tabel 4.6 – Hasil analisa SAP 2000 untuk gaya horizontal maksimum tiang pancang kupingan plat

TABLE: Joint Reactions					
kg/cm ² Joint t	OutputCase	CaseType	F2	F3	M1
23	COMB1	Combination	1376 8	283.7 7	-6343.43

↓ *Kontrol tegangan*

$$\sigma = \frac{V}{A} + \frac{M}{W} < \sigma' b \text{ tekan}$$

dengan $\sigma' b k = 300 \text{ kg/cm}^2$

$$\sigma' b \text{ tekan} = 0,33 \times \sigma' b k = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$= \frac{14782,6}{765,77} + \frac{7969,7}{3620}$$

$$= 21,51 \text{ kg/cm}^2 < 100 \text{ kg/cm}^2$$

↓ *Kontrol terhadap baban aksial*

Tabel 4.7 – Hasil analisa SAP 2000 untuk gaya aksial maksimum tiang pancang kupingan plat

TABLE: Joint Reactions						
Joint	OutputCase	CaseType	F2	F3	M1	M3
26	COMB1	Combination	11649.65	-14782.56	-7969.71	4.547E-13

Karena aksial actual dari SAP (14,782 t) < Aksial tiang pancang (102,62 t) maka tiang pancang dapat digunakan.

✦ **Kontrol terhadap defleksi untuk tiang pancang**

Defleksi hasil analisa SAP = 0,00483 m = 0,483 cm

Sedangkan defleksi maksimum tiang agar tidak runtuh adalah :

$$\begin{aligned} Y_{\text{maks}} &= H_u \times (e + Zf)^3 / (12 \times E \times I) \\ &= 24300 \times (650 + 458)^3 / (12 \times 2,1 \times 10^6 \times 70862,7) \\ &= 17,53 \text{ cm} \dots \text{ (OK)} \end{aligned}$$

4.8.2 Kalendering

Berdasarkan buku "Daya Dukung Pondasi Dalam" oleh Dr.Ir. Herman Wahjudi 1999, untuk perhitungan kalendering tiang pancang dipilih dengan menggunakan Alfred Hilley formula (1930), dengan rumus :

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

Perhitungan kalendering dilakukan sebelum pemancangan. Variabel yang dicari dalam perhitungan kalendering adalah S yaitu pengamatan yang dilakukan rata-rata di 3 set terakhir dengan 10 pukulan tiap setnya. Disyaratkan $S > S'$, dimana :

S = Nilai penetrasi/blow rencana dari perhitungan

S' = Nilai penetrasi/blow saat pemancangan

Data dan asumsi untuk perhitungan kalendering yaitu sebagai berikut :

P_{max} tiang pancang dari analisa SAP : 14,782 t dengan SF : 3

Daya dukung tiang : 44,346 t

$H_{\text{jatuh hamer}}$: 2 m (untuk kondisi normal)

D_{tiang} : 40 cm , $t = 7,5$ cm

Q_a : 14,782 t

Q_u : 44,346 t

W : 2,5 t untuk hidraulic hammer K25

α : 2,5 untuk hidraulic hammer

W_p : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times (4^2) \times 12 \times 2400$

: 3,620 t

n : 0,55 (hammer on steel pile without cushion)

C : total temporary compression dalam mm

- : C1 + C2 + C3
 C1 : 5 mm (menurut BSP untuk hard cushion +
 packing)
 C2 : 10 mm (untuk concrete pile)
 C3 : 2,5 mm (average ground SPT 20 – 30)
 C : 17,5 mm

Setting tiang pancang

$$Q_u : \frac{2,5 \times 2,5 \times 2}{S + 0,5 \times 0,0175} \times \frac{2,5 + 0,55^2 \times 3,620}{2,5 + 3,620}$$

$$S : 0,158 \text{ m}$$

Jadi perencanaan penetrasi akhir yang dipakai untuk tiang pancang pada plat kupingan adalah 15 cm/blow.

4.8.3 Penentuan kedalaman pemancangan

Perhitungan daya dukung tanah memakai perumusan Luciano Decourt

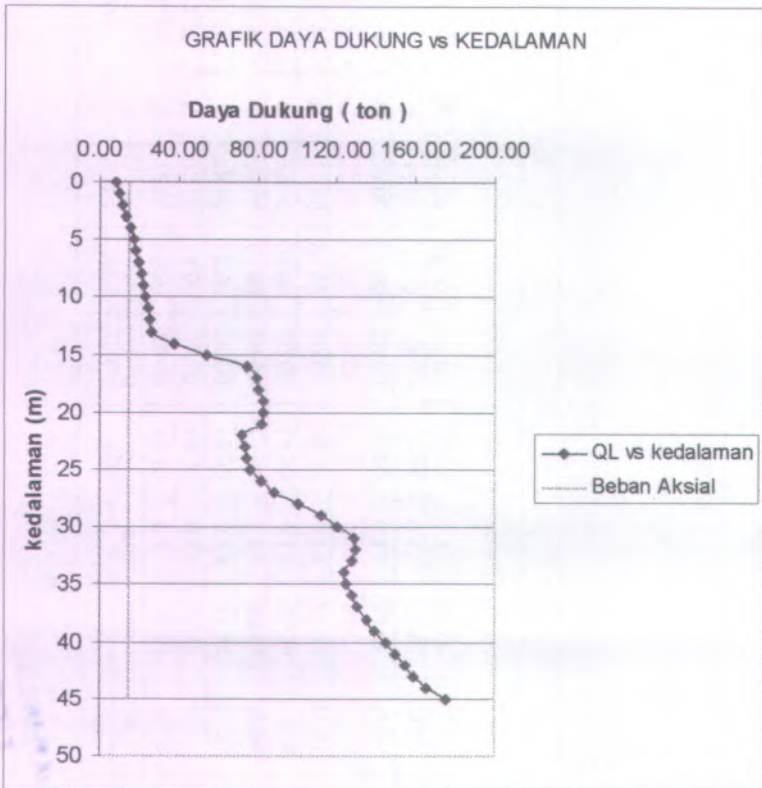
Tabel 4.8 – Daya dukung tanah dari tiang pancang beton berdasarkan metode luciano decourt dengan $D = 40$ cm, dan $t = 7$ cm

no	mLWS		D	N	N'	K	Np	Ap	QP	As	Ns1	Ns	Qs	QL	Qu	Aksial
			m					m ²	ton	m ²			ton	ton	ton	ton
1	+	3.64	0	0.00	7.50	25.00	8.33	0.13	23.55	0.00	3.00	3.00	0.00	23.55	7.85	14.78
2	+	2.64	1	2.00	8.50	25.00	8.75	0.13	26.69	1.26	3.00	3.00	2.51	29.20	9.73	14.78
3	+	1.64	2	3.00	9.00	25.00	9.20	0.13	28.26	2.51	3.00	3.00	5.02	33.28	11.09	14.78
4	+	0.64	3	5.00	10.00	25.00	9.95	0.13	31.40	3.77	5.00	3.50	8.16	39.56	13.19	14.78
5	-	0.36	4	7.00	11.00	25.00	10.53	0.13	34.54	5.02	5.00	3.80	11.39	45.93	15.31	14.78
6	-	1.36	5	7.50	11.25	25.00	11.03	0.13	35.33	6.28	7.00	4.33	15.35	50.68	16.89	14.78
7	-	2.36	6	7.75	11.38	25.00	11.30	0.13	35.72	7.54	7.50	4.79	19.56	55.28	18.43	14.78
8	-	3.36	7	8.00	11.50	25.00	11.30	0.13	36.11	8.79	7.75	5.16	23.90	60.01	20.00	14.78
9	-	4.36	8	7.75	11.38	25.00	11.15	0.13	35.72	10.05	8.00	5.47	28.38	64.09	21.36	14.78
10	-	5.36	9	7.00	11.00	25.00	10.93	0.13	34.54	11.30	7.75	5.70	32.78	67.32	22.44	14.78
11	-	6.36	10	6.00	10.50	25.00	10.65	0.13	32.97	12.56	7.00	5.82	36.92	69.89	23.30	14.78
12	-	7.36	11	5.50	10.25	25.00	10.38	0.13	32.19	13.82	6.00	5.83	40.68	72.87	24.29	14.78
13	-	8.36	12	5.25	10.13	25.00	12.18	0.13	31.79	15.07	5.50	5.81	44.25	76.04	25.35	14.78
14	-	9.36	13	5.00	10.00	25.00	16.48	0.13	31.40	16.33	5.25	5.77	47.72	79.12	26.37	14.78
15	-	10.36	14	25.00	20.00	25.00	23.43	0.13	62.80	17.58	5.00	5.72	51.09	113.89	37.96	14.78
16	-	11.36	15	49.00	32.00	25.00	29.90	0.13	100.48	18.84	25.00	6.92	62.31	162.79	54.26	14.78
17	-	12.36	16	75.00	45.00	25.00	35.30	0.13	141.30	20.10	49.00	9.40	83.04	224.34	74.78	14.78
18	-	13.36	17	70.00	42.50	25.00	37.70	0.13	133.45	21.35	50.00	11.65	104.29	237.74	79.25	14.78

no	mLWS		D	N	N'	K	Np	Ap	QP	As	Ns1	Ns	Qs	Q _L	Qu	Aksial
			m					m ²	ton	m ²			ton	ton	ton	ton
19	-	14.36	18	59.00	37.00	25.00	36.70	0.13	116.18	22.61	50.00	13.67	125.63	241.81	80.60	14.78
20	-	15.36	19	49.00	32.00	25.00	32.10	0.13	100.48	23.86	49.00	15.44	146.66	247.14	82.38	14.78
21	-	16.36	20	39.00	27.00	25.00	26.30	0.13	84.78	25.12	39.00	16.56	163.78	248.56	82.85	14.78
22	-	17.36	21	29.00	22.00	25.00	21.40	0.13	69.08	26.38	29.00	17.13	176.94	246.02	82.01	14.78
23	-	18.36	22	12.00	13.50	20.00	17.40	0.13	33.91	27.63	12.00	16.90	183.31	217.22	72.41	14.78
24	-	19.36	23	10.00	12.50	20.00	14.00	0.13	31.40	28.89	10.00	16.61	188.88	220.28	73.43	14.78
25	-	20.36	24	9.00	12.00	20.00	12.30	0.13	30.14	30.14	9.00	16.31	194.03	224.17	74.72	14.78
26	-	21.36	25	5.00	10.00	25.00	13.60	0.13	31.40	31.40	5.00	15.88	197.56	228.96	76.32	14.78
27	-	22.36	26	12.00	13.50	25.00	16.60	0.13	42.39	32.66	12.00	15.73	203.90	246.29	82.10	14.78
28	-	23.36	27	25.00	20.00	20.00	20.70	0.13	50.24	33.91	25.00	16.06	215.48	265.72	88.57	14.78
29	-	24.36	28	40.00	27.50	20.00	25.40	0.13	69.08	35.17	40.00	16.89	233.14	302.22	100.74	14.78
30	-	25.36	29	50.00	32.50	20.00	29.60	0.13	81.64	36.42	50.00	17.99	254.87	336.51	112.17	14.78
31	-	26.36	30	52.00	33.50	20.00	31.30	0.13	84.15	37.68	50.00	19.02	276.62	360.78	120.26	14.78
32	-	27.36	31	54.00	34.50	20.00	30.10	0.13	86.66	38.94	50.00	19.99	298.41	385.07	128.36	14.78
33	-	28.36	32	42.00	28.50	20.00	26.30	0.13	71.59	40.19	42.00	20.66	316.97	388.56	129.52	14.78
34	-	29.36	33	28.00	21.50	20.00	22.20	0.13	54.01	41.45	28.00	20.88	329.86	383.87	127.96	14.78
35	-	30.36	34	12.00	13.50	20.00	18.00	0.13	33.91	42.70	12.00	20.62	336.24	370.16	123.39	14.78
36	-	31.36	35	11.00	13.00	20.00	15.10	0.13	32.66	43.96	11.00	20.35	342.22	374.87	124.96	14.78



no	mLWS		D	N	N'	K	Np	Ap	QP	As	Ns1	Ns	Qs	QL	Qu	Aksial
			m					m ²	ton	m ²			ton	ton	ton	ton
37	-	32.36	36	12.00	13.50	20.00	14.10	0.13	33.91	45.22	12.00	20.13	348.59	382.50	127.50	14.78
38	-	33.36	37	13.00	14.00	20.00	14.90	0.13	35.17	46.47	13.00	19.94	355.37	390.54	130.18	14.78
39	-	34.36	38	18.00	16.50	20.00	16.30	0.13	41.45	47.73	18.00	19.89	364.18	405.63	135.21	14.78
40	-	35.36	39	20.00	17.50	20.00	17.80	0.13	43.96	48.98	20.00	19.89	373.81	417.77	139.26	14.78
41	-	36.36	40	25.00	20.00	20.00	19.30	0.13	50.24	50.24	25.00	20.02	385.48	435.72	145.24	14.78
42	-	37.36	41	27.00	21.00	20.00	20.30	0.13	52.75	51.50	27.00	20.18	397.97	450.72	150.24	14.78
43	-	38.36	42	28.00	21.50	20.00	21.50	0.13	54.01	52.75	28.00	20.37	410.87	464.88	154.96	14.78
44	-	39.36	43	28.00	21.50	20.00	23.00	0.13	54.01	54.01	28.00	20.54	423.78	477.79	159.26	14.78
45	-	40.36	44	32.00	23.50	20.00	18.80	0.13	59.03	55.26	32.00	20.79	438.33	497.36	165.79	14.78
46	-	41.36	45	40.00	27.50	20.00	14.50	0.13	69.08	56.52	40.00	21.21	456.15	525.23	175.08	14.78

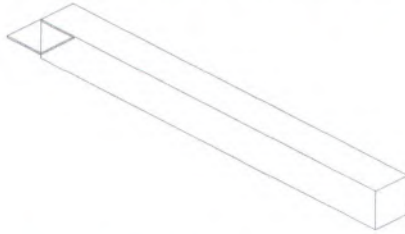


Gambar 4.18 – Grafik korelasi antara daya dukung pondasi maksimum dengan kedalaman ($D = 40 \text{ cm}$, $t = 7 \text{ cm}$)

Beban aksial dari analisa SAP didapat sebagai berikut : 14,78 t, sehingga dapat ditentukan kedalaman pemancangan yang dibutuhkan untuk menerima baban dengan SF = 3 yaitu sedalam 3.5 m dari seabed.

4.9 Desain dan Analisa Perhitungan Struktur Plat Kupingan dan Sambungannya ke ponton sebagai Struktur Dermaga

4.9.1 Perhitungan Dimensi Plat beserta Sambungannya



Gambar 4.19- plat dan sambungan terhadap ponton struktur dermaga

✦ Asumsi dalam desain

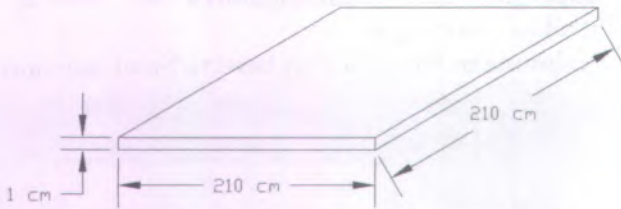
- Tegangan yield pada filler (logam pengisi las) sama dengan tegangan yield pada plat sendiri karena sebagai bentuk perhitungan aman biasanya tegangan filler > tegangan plat sendiri (induk)
- Pada pengelasan daerah yang paling cepat mudah rusak adalah daerah HAZ



Gambar 4.20 - Daerah HAZ pada pengelasan

Daerah HAZ → yaitu daerah yang mengalami perubahan sifat mekanis dan struktur mikro akibat proses pengelasan

✚ Dimensi Plat



Gambar 4.21 - Dimensi kupingan plat

Karakteristik plat baja :

Menggunakan baja ASTM A 709 tanpa W type high carbon steel karena baja ini cocok untuk konstruksi yang dibaut dan dilas serta tahan terhadap korosi

$F_y = 345 \text{ Mpa}$

$F_u = 485 \text{ Mpa}$

$t_{max} = 2 \text{ inch}$, tetapi dalam perencanaan tugas akhir ini menggunakan tebal plat 1 cm

Panjang plat = 210 cm

Lebar plat = 210 cm

Jadi $P \times L \times T = 210 \times 210 \times 1 \text{ cm}$

✚ Perhitungan Kekuatan Sambungan Las

A : Luas daerah las-lasan

F_c : gaya tekan (fender + arus)

F_t : gaya tarik (boulder)

Aplied force : gaya yang bisa diterima oleh las-lasan

S_f : safety factor untuk produk jepang : 1,25

➤ Menggunakan Perhitungan Ekstrim (langkah amanya) yang artinya beban F_c dan F_t seluruhnya diterima oleh satu plat

A : $(210 \times 2) + (1 \times 2)$

: 422 cm^2

: $0,0422 \text{ m}^2$

Aplied force (max)

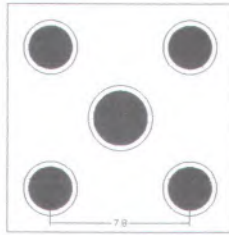
$$\sigma = \frac{\sigma_y}{sf} = \frac{345}{1,25} = 276 \text{ Mpa} = 276 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

Aplied force (real)

$$\sigma_c = \frac{P}{A} = \frac{15000 \times 9,18}{0,0422} = 3,26 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

Karena $\sigma \geq \sigma_c \rightarrow$ aman sehingga dimensi plat bisa dipakai dan dengan tebal sambungan 1 cm sudah cukup kuat (aman untuk sambungannya)

4.9.2 Analisa Perhitungan Plat terhadap Gaya Geser (Horizontal Force)



Gambar 4.22 - Lay out kupingan plat dan tiang pancang

➤ Menggunakan perhitungan ekstrim

Prinsip : $\sum F = 0$, artinya plat kuat terhadap geser sehingga tidak robek

W : Wudara – Wair

Wudara : Wtiangpancang + Wpontoon + Wplat

Wtiangpancang : $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t$

$$: \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,4^2 \times 17 \times 2400$$

$$: 5124 \text{ kg}$$

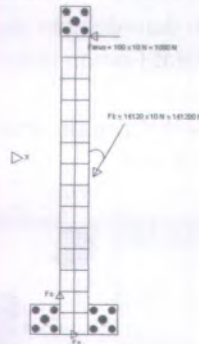
Wtottiangpancang : $5124 \times 5 \times 3$

$$: 76860 \text{ kg}$$

Wplatkupingan : $2,1 \times 2,1 \times 0,01 \times 7850$

$$: 346,185 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Wtotplatkupingan} &: 3 \times 346,185 \\
 &: 1038,55 \text{ kg} \\
 \text{Wair} &: L \times B \times T_{\text{max}} \times C_b \times \gamma_{\text{air}} \\
 &: 21 \times 2 \times 2,04 \times 1 \times 1,025 \\
 &: 87,822 \text{ t} = 87822 \text{ kg} \\
 \text{Wbenda} &: \text{Wudara-Wair} \\
 &: 16776,55 \text{ kg}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.23 - Proyeksi perhitungan gaya geser pada kupingan plat

$$\begin{aligned}
 F_s &= W_{\text{benda}} \times \mu \\
 &= (16776,55 \times 10 \text{ N}) \times 0,64 \\
 &= 107369,92 \text{ N} \\
 \mu &= \text{viskositas air} = 0,64 \\
 \sum F_x &= 0 \\
 F_s - F_{\text{arus}} - F_k \cos 10^\circ + x &= 0 \\
 x &= F_{\text{arus}} + F_k \cos 10^\circ - F_s \\
 &= 1000 + 141200 \cos 10^\circ - 107369,92 \\
 &= 32684,935 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum F_y &= 0 \\
 F_s - F_k \sin 10^\circ + y &= 0 \\
 y &= F_k \sin 10^\circ - F_s
 \end{aligned}$$

$$= 141200 \sin 10 - 107369,92$$

$$= -82850,797 \text{ N}$$

Dimana x dan y adalah komponen gaya normal yang menyebabkan timbulnya tegangan normal σ_{xx} dan σ_{yy}

$$\sigma_{xx} = \frac{x}{A_x}$$

$$\sigma_{yy} = \frac{y}{A_y}$$

Dimana A_x dan A_y adalah luas bidang yang menerima gaya :



$$A_x \text{ dan } A_y = (1/4 \pi \times d_1^2) - (1/4 \pi \times d_2^2)$$

$$= 0,07065 \text{ m}^2$$

$$\sigma_{xx} = \frac{x}{A_x}$$

$$= \frac{32684,935 \text{ N}}{0,07065 \text{ m}^2} = 462631,78 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma_{yy} = \frac{y}{A_y}$$

$$= \frac{-82850,797 \text{ N}}{0,07065 \text{ m}^2} = -1172693,52 \text{ N/m}^2$$

$$\tau_{\max} = \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_{xx} - \sigma_{yy}}{2} \right)^2} + \tau_{xy}, \text{ dengan } \tau_{xy} = 0$$

$$= \pm \sqrt{\left(\frac{462631,78 + 1172693,52}{2}\right)^2} + 0$$

$$= \pm 817662,65 \text{ N/m}^2$$

Teori kegagalan

$$\tau \text{ max} \leq \frac{Syt}{sf}$$

$$8,2 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \leq \frac{345 \times 10^6 \text{ N/m}^2}{1,25}$$

$$8,2 \times 10^5 \text{ N/m}^2 \leq 276 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

Dengan retak berarti geser

$$\tau \text{ max} \leq \frac{Sut}{sf}$$

$$8,2 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \leq \frac{485 \times 10^6 \text{ N/m}^2}{1,25}$$

$$6,8 \times 10^6 \text{ N/m}^2 \leq 388 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

Berari aman terhadap geser dan tidak retak

- **Metode pengelasan dan bahan filler pengelas**
Metode pengelasannya memakai TIG (tuntun inert gas) dengan bahan fillernya dari aluminium yang sebelumnya dilapisi dengan buttering.

BAB V
PERENCANAAN JEMBATAN TANGGA PENGHUBUNG
DARI TRESTLE KE DERMAGA

5.1 Kriteria Desain

Pada bab ini akan dibahas dasar-dasar asumsi yang digunakan dalam merencanakan jembatan

5.1.1 Peraturan Yang Digunakan

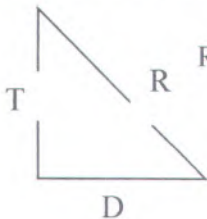
Peraturan-peraturan yang digunakan yaitu :

- 1) Bridge Management System 1992, bagian 2 tentang beban jembatan
- 2) Perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung menggunakan metode LRFD peraturan penggunaan baja sebagai bahan/material utama pontoon.

5.1.2 Dimensi Jembatan

Yang menjadi acuan dalam penentuan panjang jembatan tangga dari trestle ke dermaga adalah beda pasang surut air laut dan kondisi dermaga dalam kondisi penuh muatan. Hal ini disebabkan draft dermaga pada waktu dermaga dalam kondisi penuh muatan lebih besar jika dibandingkan dengan draft dermaga ketika dalam kondisi kosong.

Dari sini akan didapatkan dimensi panjang jembatan tangga paling kritis, yang nantinya dimensi ini di jadikan acuan untuk penentuan dimensi panjang jembatan tangga. Perencanaan tangga menggunakan dasar untuk plat injakan datar (langkah datar) adalah 45 cm, dan langkah naik adalah 30 cm. Untuk beda elevasi dari trestle (+4.40 mLWS) dengan plat dermaga teratas (+ 0.67 mLWS) adalah 3.73 m. Sehingga didapatkan panjang plat jembatan tangga adalah :


$$R = \sqrt{T^2 + D^2} = \sqrt{45^2 + 30^2} = 54.08 \text{ cm}$$

Dengan : D = Langkah datar

T = Langkah naik

R = Panjang sisi miring

Sehingga didapatkan panjang jembatan tangga seluruhnya adalah:

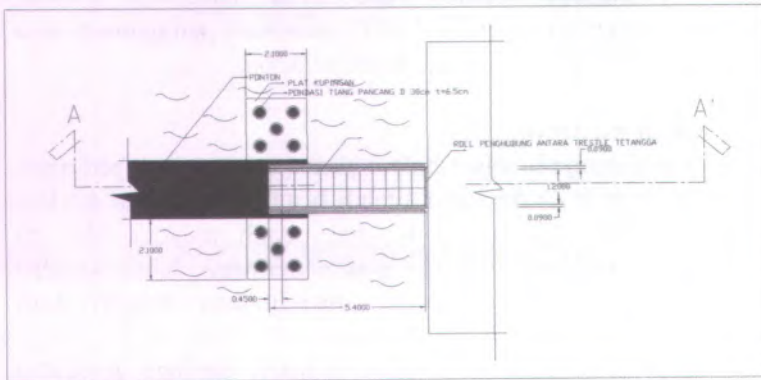
$$\text{Panjang jembatan} = (373 \text{ cm} : 30 \text{ cm}) * 54.08 \text{ cm}$$

$$= 672.40 \text{ cm}$$

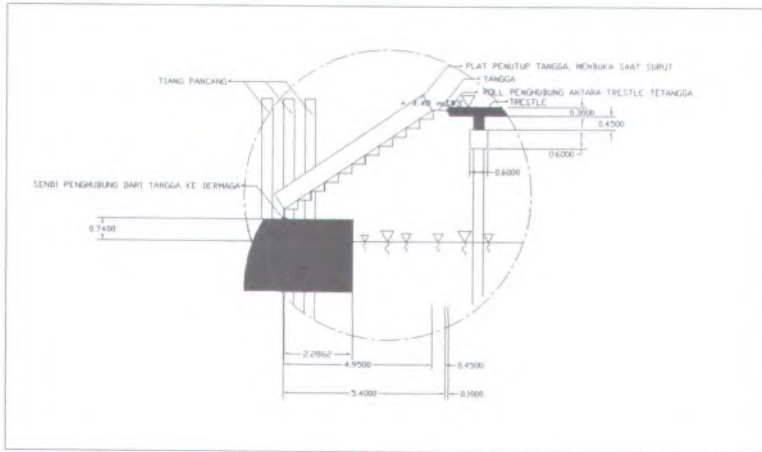
$$= 6.7 \text{ m}$$

$$= 7 \text{ m}$$

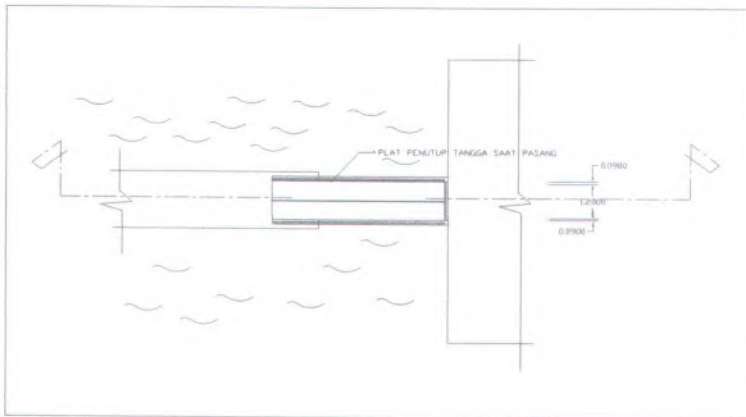
Penghubung antara trestle dan jembatan tangga adalah rol, sedangkan antara jembatan tangga dan dermaga (ponton) adalah sendi. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.1 – 5.5.



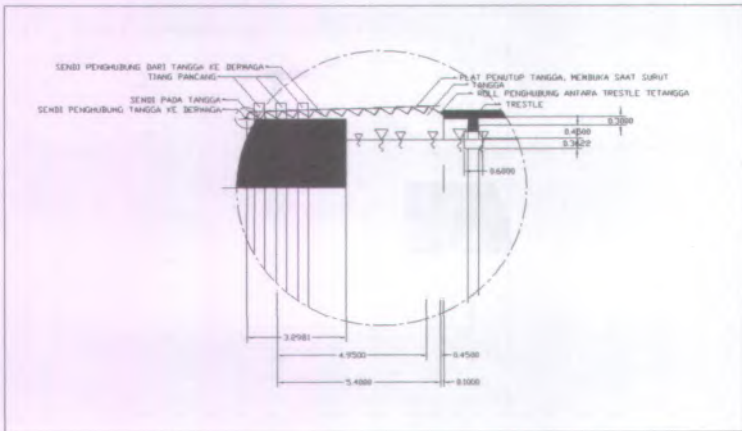
Gambar 5.1 – Layout jembatan tangga (tampak atas)



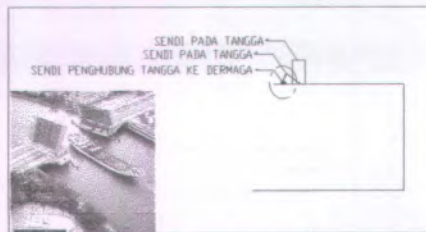
Gambar 5.2 – Tampak samping jembatan tangga



Gambar 5.3 – Tampak atas tangga ketika air dalam kondisi pasang.



Gambar 5.4 – tampak samping tangga ketika air dalam kondisi pasang



Gambar 5.5 – detail hubungan antara tangga dan dermaga

5.2 Desain Plat Lantai Jembatan

Direncanakan dengan tebal 9 mm

Kontrol Tebal Plat

Untuk kontrol tebal plat (γ baja = 7850 kg/m^3) yang digunakan adalah kontrol tegangan dan kontrol lendutan, dengan rumus sebagai berikut :

Kontrol tegangan:

$$\sigma = \frac{M}{S_y} \leq \sigma_{ijin} \text{ kg/cm}^2, \text{ dengan } \sigma_{ijin} = \phi f_y = 0,75 * 2500 = 1875 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol lendutan :

$$y_{ijin} < y \quad (\text{dalam LRFD tabel 6.4.1})$$

$$L/240 < 5 * q * L^4 / (384 * E * I)$$

Dengan $I = 1/12 bh^3$



Berat plat

$$t = 9 \text{ mm}$$

$$l = 7 \text{ m}$$

$$b = 1,2 \text{ m}$$

$$Q \text{ plat} = t * b * \gamma_{baja} = 0,009 * 1,2 * 7850 = 84,78 \text{ kg/m}$$

$$M_y = 1/8 * 84,78 * 7^2 = 519,28 \text{ kgm}$$

$$S_y = 1/6 * 7 * 0,009^2 = 0,0000945 \text{ m}^3$$

Kontrol tegangan

$$\sigma = \frac{519,28}{0,0000945} = 5495026,455 \text{ kg/m}^2 \leq 18750000 \text{ kg/m}^2$$

Karena tegangan aktual bahan > tegangan real plat maka plat dengan tebal 9mm dapat digunakan.

Kontrol lendutan

$$y_{ijin} > y$$

$$L/240 > 5 * q * L^4 / (384 * E * I)$$

$$7/240 > 5 * 84,78 * 7^4 / (384 * 2,1 * 10^6 * 21,6)$$

$$0,029 > 0,0000012 \dots\dots\dots\text{ok}$$

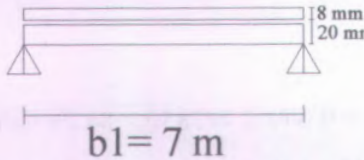
5.3 Perencanaan Balok Memanjang

Direncanakan profil WF 600 x 300 x 12 x 17

Data profil :

d	= 600 mm	ix	= 24,3 cm
bf	= 300 mm	iy	= 6,63 cm

tw	= 12 mm	Zx	= 3530 cm ⁴
tf	= 17 mm	Zy	= 511 cm ⁴
r	= 28 mm		
Ag	= 174,5 cm ²		
Ix	= 103000 cm ⁴	q	= 137 kg/m = 1,37 KN/m
Iy	= 7670 cm ⁴		



Data baja : BJ 41 \rightarrow $f_u = 410 \text{ Mpa}$, $f_y = 250 \text{ Mpa}$

Faktor beban : baja = 1,1 (BMS 2.2.2)

✦ **Beban mati merata**

- Plat baja: $78,5 \times 1,2 \times 0,009$ = 0,85 KN/m
 - Berat sendiri : $1,37 \times 1,1$ = 1,507 KN/m
-
- $q_{mtota} = 2,357 \text{ KN/m}$

Momen ditengah bentang :

$$\begin{aligned} M_c(m) &= 1/8 \times q \times \lambda^2 \\ &= 1/8 \times 2,357 \times 7^2 \\ &= 14,44 \text{ KNm} \end{aligned}$$

✦ **Beban hidup**

- **Beban hidup D (UDL) merata (BMS)**

$$\lambda = 7 \text{ m} < L = 30 \text{ m}, \rightarrow q = 8 \text{ Kpa} = 8 \text{ KN/m}^2$$

$$\begin{aligned} q_l &= q \times b1 \\ &= 8 \times 7 \\ &= 56 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

- **Beban hidup P (KEL)**

Beban KEL harus diperbesar dengan DLA untuk memperhitungkan beban hidup pengaruh dinamik. Untuk bentang $> 50 \text{ m}$, maka $DLA = 32,5 \% p$, dengan $p = 44 \text{ KN/m}$. Maka :

$$\begin{aligned} P(\text{KEL}) &= p(1 + DLA) \times b1 \\ &= 44(1 + 0,325) \times 7 \end{aligned}$$

$$= 408.1 \text{ KN}$$

✦ **Momen Maksimum**

$$\begin{aligned} M_c(h)p+q &= 1/4 P_{(KEL)} \lambda + 1/8 q \lambda^2 \\ &= 1/4 \times 408.1 \times 7 + 1/8 \times 56 \times 7^2 \\ &= 1057.18 \text{ KNm} \end{aligned}$$

✦ **Kontrol lendutan**

Lendutan dikontrol terhadap beban kerja

$$\begin{aligned} f_{UDL + KEL} &= \frac{5}{384} x \frac{q \lambda^4}{EIx} + \frac{P_{(KEL)} \lambda^3}{48EIx} \\ &= \frac{5}{384} x \frac{58.357 x 700^4}{2 x 10^6 x 103000} + \frac{408.1 x 700^3}{48 x 2 x 10^6 x 103000} \\ &= 0,85 + 0,014 \\ &= 0,864 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta i_{jin} &= 1/800 x \lambda \\ &= 1/800 x 700 \\ &= 0,875 \text{ cm} \end{aligned}$$

Karena $f < \Delta i_{jin} = 0,864 < 0,875 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{OK}$

✦ **Kontrol tekuk lateral**

λ balok memanjang = 7 m

$$\begin{aligned} L_p &= 1,76 \text{ iy} \sqrt{\frac{E}{f_y}} \\ &= 1,76 \times 6,63 \times \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{250}} \\ &= 3,38 \text{ m} = 338 \text{ cm} < 700 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{OK!} \end{aligned}$$

Sehingga $M_{nx} = M_{px}$

$$\begin{aligned} M_p &= f_y \times Z_x \\ &= 2500 \times 3530 \\ &= 8825000 \text{ kgcm} = 8825 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_U &= 1,2 Mc(m) + 1,6 Mc(h)p+q \\
 &= 1,2 \times 14,44 + 1,6 \times 1057,18 \\
 &= 1708,816 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

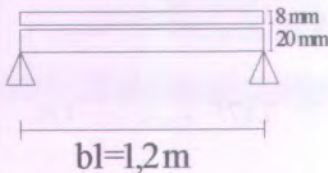
Karena $M_p \geq M_u$, maka memenuhi.

5.4 Perencanaan Balok Melintang

Direncanakan profil WF 900 x 300 x 15 x 23

Data profil :

d	= 900 mm	i_x	= 35,7 cm
bf	= 300 mm	i_y	= 6,16 cm
tw	= 15 mm	Z_x	= 7760 cm ⁴
tf	= 23 mm	Z_y	= 688 cm ⁴
r	= 28 mm	q	= 270,9 kg/m = 2,79 KN/m
Ag	= 270,9 cm ²		
I_x	= 345000 cm ⁴		
I_y	= 10300 cm ⁴		



Data baja : BJ 41 \rightarrow $f_u = 410$ Mpa, $f_y = 250$ Mpa

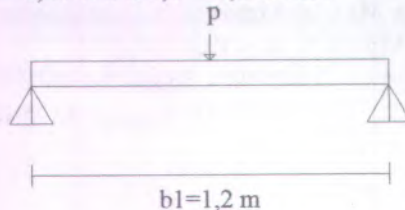
Faktor beban : baja = 1,1 (BMS 2.2.2)

± **Beban mati**

- Plat baja : $78,5 \times 1,2 \times 0,009 = 19,2$ KN/m
 - Berat sendiri : $2,79 \times 1,1 = 3,069$ KN/m
- $Q_{mtot} = 22,269$ KN/m

Beban terpusat dari balok memanjang :

$$= 1,37 \times 6 \times 1,1 = 9,042 \text{ KN}$$



$$\begin{aligned} \sum MB &= 0 \\ 1,2 \times RA &= 22,269 \times 1,2 \times 0,6 + 9,042 \times 0,6 \\ &= 21,459 \text{ KN} \\ RA &= 17,88 \text{ KN} \\ M_{qm} &= RA \times 0,6 - P \times 0 \\ &= 10,73 \text{ KNm} \end{aligned}$$

✦ **Beban hidup**

- **Beban hidup D (UDL) merata (BMS)**

$$\lambda = 7 \text{ m} < L = 30 \text{ m}, \rightarrow q = 8 \text{ Kpa} = 8 \text{ KN/m}^2$$

$$\begin{aligned} q_l &= q \times b_l \\ &= 8 \times 7 \\ &= 56 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

- **Beban hidup P (KEL)**

Beban KEL harus diperbesar dengan DLA untuk memperhitungkan beban hidup pengaruh dinamik. Untuk bentang $> 50 \text{ m}$, maka $DLA = 32,5 \% p$, dengan $p = 44 \text{ KN/m}$. Maka :

$$\begin{aligned} P(\text{KEL}) &= p(1 + DLA) \times b_l \\ &= 44(1 + 0,325) \times 7 = 408,1 \text{ KN} \end{aligned}$$

- **Kontrol lendutan**

Lendutan dikontrol terhadap beban hidup

$$\begin{aligned} f_{UDL + KEL} &= \frac{5}{384} \times \frac{q\lambda^4}{EI} + \frac{P_{(KEL)}\lambda^3}{48EI} = \\ &= \frac{4}{384} \frac{78.269 \times 700^4}{2,1 \times 10^6 \times 345000} + \frac{417.142 \times 700^3}{48 \times 2,1 \times 10^6 \times 345000} \\ &= 0,270 + 0,0041 \\ &= 0,2741 \text{ cm} \\ \Delta i_{jin} &= 1/800 \times \lambda \end{aligned}$$

$$= 1/800 \times 700$$

$$= 0,875 \text{ cm}$$

Karena $f < \Delta i_{jin} = 0,274 < 0,875 \text{ cm} \dots\dots\dots \text{OK!}$

- **Kontrol geser**

$$V_a = 17,88 \text{ KN}$$

Jadi V_a yang digunakan adalah $V_a = 17,88 \text{ KN}$

$$\frac{h}{tw} \leq \frac{1100}{\sqrt{fy}}$$

$$\frac{900}{15} \leq \frac{1100}{\sqrt{250}}$$

$$60 \leq 69,57 \dots\dots (\text{plastis})$$

$$V_n = 0,6 \times fy \times A_w$$

$$= 0,6 \times 250 \times 90 \times 1,5$$

$$= 20250 \text{ kg}$$

$$V_u = \phi \times V_n, \text{ dengan } \phi = 0,9$$

$$= 0,9 \times 20250$$

$$= 18225 \text{ kg}$$

Karena $V_a \leq V_u$, yaitu $= 178,8 \text{ kg} \leq 12285 \text{ kg} \dots \text{ok!}$

- **Kontrol penampang**

$$\checkmark \frac{h}{tw} \leq \frac{1680}{\sqrt{fy}}$$

$$\frac{900}{15} \leq \frac{1680}{\sqrt{250}}$$

$$60 \leq 106,253 \dots\dots \text{ok!}$$

$$\checkmark \frac{b}{2tf} \leq \frac{172}{\sqrt{fy}}$$

$$\frac{300}{2 \times 23} \leq \frac{172}{\sqrt{250}}$$

$$6,52 \leq 10,9 \text{ ok!}$$

Penampang kompak : $M_{nx} = M_{px}$

$$M_p = f_y \times Z_x = 250 \times 7760 = 1940000 \text{ kgcm}$$

$$M_u = 1,2 \times M_c(m)$$

$$= 1,2 \times 10,73 \text{ KN}$$

$$= 12,876 \text{ KNm}$$

Karena $M_u \leq \phi \times M_p$ (dengan $\phi = 0,9$)

$$\text{yaitu} = 12876 \text{ kgcm} \leq 1900000 \text{ kgcm ok!}$$

'Halaman ini sengaja dikosongkan'

BAB VI PERENCANAAN TRESTEL

6.1 Kriteria Desain

Dasar acuan yang akan digunakan dalam perencanaan struktur jetty ini adalah sebagai berikut :

6.1.1 Peraturan Yang Digunakan

Meliputi :

- ✦ Standart kriteria of port in Japan 1991
- ✦ PIANC, sebagai sumber dalam menentukan kedalaman kolam pelabuhan
- ✦ Peraturan beton indonesia 1971 (PBI 1971), sebagai perumusan-perumusan konstruksi beton
- ✦ PPKGURG 1987, sebagai dasar perhitungan gempa seperti : faktor keutamaan (I), faktor jenis struktur/daktilitas (K), koefisien gempa (C) dan pembagian zona gempa

6.1.2 Layout Trestle

Layout jetty dalam tugas akhir ini direncanakan sebagai berikut :

- ✦ Elevasi + 4.40 mLWS
- ✦ Plat dengan ketebalan 30 cm
- ✦ Panjang jetty dari darat sampai ujung dermaga 117 m dan lebar 10 m
- ✦ Jarak antar balok memanjang 5 m dengan kantilever ujung darat dari jetty 1 m dan paling ujung dari dermaga dengan kantilever 1 m dan dimensi balok 35 x 45 cm
- ✦ Jarak antar balok melintang 4 m, dengan kantilever masing-masing ujung 1 m dan dimensi balok 35 x 45 cm
- ✦ Poer dengan jarak sesuai dengan jarak balok memanjang dan melintang dan dimensi 60 x 60 x 80 cm
- ✦ Tiang pancang tunggal dari beton dengan jarak sesuai jarak balok memanjang dan melintang dan diameter 40 cm, dengan tebal 7,5 cm.

- ↓ Selimut beton 10 cm

6.1.3 Kualitas Material yang Digunakan

Kualitas material dari struktur jetty dalam tugas akhir ini direncanakan sebagai berikut :

- ↓ Mutu beton K 300, $\sigma'_{bk} = 300 \text{ kg/cm}^2$

$$\diamond E_b = 6400 \sqrt{300} = 110851.25 \text{ kg/cm}^2$$

$$\diamond n = \frac{E_a}{E_b} = \frac{2.1 \times 10^6}{110851.25} = 18.94$$

$$\diamond \bar{\sigma}'_b = 0.33 \sigma'_{bk} = 99 \text{ kg/cm}^2$$

- ↓ Baja tulangan U-32, dengan spesifikasi sebagai berikut :

$$\diamond E_a = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$\diamond \bar{\sigma}_a = 1850 \text{ kg/cm}^2$$

$$\diamond \sigma_{au} = 2780 \text{ kg/cm}^2$$

$$\diamond \phi_n = \frac{\bar{\sigma}_a}{(n \cdot \sigma_b)} = 1.081$$

- ↓ Diameter tulangan 19 dan 25 mm

6.1.4 Kriteria pembebanan

- ↓ **Beban vertikal**

- ❖ **Beban mati (berat sendiri)**

Beban mati beton diambil $0.6 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 1440 \text{ kg/m}^3$

Beban mati baja diambil $0.4 \times 7850 \text{ kg/m}^3 = 3140 \text{ kg/m}^3$

Sehingga berat total adalah sebesar : 4.58 t/m^3

- Berat plat : 0.3×4.58
: 1.374 t/m^2
 - Berat balok memanjang : $0.35 \times 0.45 \times 4.58$
: 0.72 t/m
 - Berat balok melintang : $0.35 \times 0.45 \times 4.58$
: 0.72 t/m

- ❖ **Beban hidup merata**

- **Beban merata akibat muatan (beban pangkalan)**
diambil 2 t/m^2
 - **Beban air hujan** = $0.05 \times 1 \text{ t/m}^3 = 0.05 \text{ t/m}^2$

✚ Beban horizontal

❖ Beban gempa

Didasarkan pada PPKGURG 1987, perumusan yang digunakan yaitu :

$$V = C \times I \times K \times W_T$$

- $C = 0.03$ (karena lokasi terletak di wilayah gempa 4 dan stuktur bangunan diatas tanah keras dan $T = 0.118$ detik dari perhitungan dibawah)
- $I = 1$ (termasuk gedung-gedung lain)
- $K = 1$
- W_{total} yaitu sebagai berikut :
 - Berat plat : $10 \times 117 \times 0.3 \times 4.58 = 1607.60$
 - balok memanjang : $0.35 \times 0.45 \times 117 \times 3$
: 55.28
 - balok melintang : $0.35 \times 0.45 \times 10 \times 24$
: 37.8
 - Beban pangkalan : $2 \times 117 \times 10 \times 0.5$
: 1170
 - air hujan : $1 \times 0.05 \times 117 \times 10 \times 0.5$
: 29.25

Jadi berat total = 2899.93 t

- Perhitungan getar alami (T)
Waktu getar alami (untuk portal beton)
berdasarkan PPKGURG 1987 adalah :

$$T = 0.06 H^{1/3}, \text{ dimana :}$$

$$H = Z_f + \text{kedalaman dasar laut}$$

Perhitungan letak titik jepit tanah terhadap tiang pancang untuk tanah normally consolidated clay dan granular soil, diperlukan $Z_f = 1.8T$ dengan

$$T = \sqrt[5]{\frac{EI}{nh}} \text{ dengan :}$$

$$E = \text{modulus elastisitas beton} = 2.1 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 I &= \text{momen inersia} = 1/64 \times \pi \times d^4, \text{ dengan } D = 40 \text{ cm}, t = 7,5 \text{ cm} \\
 &= 1/64 \times 3.14 \times (40^4 - (40 - 7,5)^4) \\
 &= 70862,73 \text{ cm}^4 \\
 nh &= 1400 \text{ kn/m}^3 = 0.14 \text{ kg/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T &= \sqrt[5]{\frac{2.1 \times 10^5 \times 70862,73}{0.14}} \\
 &= 254,274 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\text{Jadi } Z_f = 1.8T = 1.8 \times 254,274 = 4,58 \text{ cm}$$

Kedalaman dasar laut di dermaga adalah elevasi = dermaga + kedalaman perairan

$$= 4,4 + 2.1 = 6.5 \text{ m}$$

Sehingga $H = Z_f + \text{kedalaman dasar laut}$

$$= 4,58 + 6.5 = 11.08 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Sehingga } T_x = T_y &= 0.06 \times 11,08^{1/3} \\
 &= 0.134 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= C \times I \times K \times W_T \\
 &= 0.03 \times 1 \times 1 \times 2899.93 \\
 &= 86.998 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Untuk masing-masing portal :

- Arah memanjang = $86.998 / 3 = 28.999 \text{ ton}$
- Arah melintang = $86.998 / 24 = 3.625 \text{ ton}$

❖ **Beban jembatan**

- Dimensi jembatan untuk panjangnya 7 m sedangkan lebar 1.2 m dengan asumsi :
 - Lebar jembatan 1.2 m berbentuk tangga susun digunakan pada waktu pontoon berada pada elevasi 0.00 mLWS dan ketika air berada pada posisi HWS maka tangga susun ditutup dengan plat selebar 1.2 m (ketebalan plat 9 mm)

- Untuk tangga susun digunakan tinggi injakan naik = 20 m sedangkan untuk langkah datar = 25 cm, digunakan untuk satu orang jalan.

- Plat 9 mm
- Profil balok memanjang = $600 \times 300 \times 12 \times 17$ mm, ada 1 balok memanjang
- Profil balok melintang = $900 \times 300 \times 15 \times 23$, ada 3 balok melintang

Sehingga dapat dihitung berat total dari jembatan sebagai berikut :

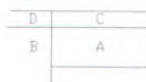
- Berat plat = $0.09 \times 7850 \times 1.2 \times 7 = 5934.6$ kg
 - Balok memanjang = $137 \times 7,850 \times 7 \times 1 = 7528.15$ kg
 - Balok melintang = $279 \times 7,850 \times 1.2 \times 3 = 7884,54$ kg
 - Berat rol 1 % $W_{tot} = 194,34$ kg
 - Berat sistem mekanis plat = 194,34
- Berat total = 21735.97 kg

6.2 Perhitungan Penulangan Plat lantai

Perhitungan penulangan plat lantai jetty menggunakan dasar PBI 1971 yaitu sebagai berikut.

6.2.1 Perhitungan pembebanan

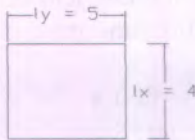
- ✚ Beban mati (berat plat sendiri)
= $0.3 \times 4580 = 1374$ kg/m²
- ✚ Beban hidup = beban pangkalan
= 2000 kg/m²



6.2.2 Perhitungan momen plat

Perhitungan momen pelat pada struktur jetty dilakukan dengan cara manual berdasarkan PBI 1971. Setelah didapatkan nilai momen akan dilakukan perhitungan kebutuhan penulangan serta kontrol retak dan tegangan pada plat.

↓ **Plat type A**



$$l_y/l_x = 5/4 = 1.25 = 1.3$$

Karena typenya plat terjepit elastis keempat sisinya maka diperoleh koefisien sebagai berikut :

$$M_{lx} = - M_{tx} = 50$$

$$M_{ly} = - M_{ty} = 38$$

❖ Akibat beban mati

➤ Momen lapangan

$$M_{lx} = 0.001 \times 1374 \times 4^2 \times 50 = 1099.2 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0.001 \times 1374 \times 4^2 \times 38 = 835.4 \text{ kgm}$$

➤ Momen tumpuan

$$M_{tx} = - 0.001 \times 1374 \times 4^2 \times 50 = - 1099.2 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = - 0.001 \times 1374 \times 4^2 \times 38 = - 835.4 \text{ kgm}$$

❖ Akibat beban hidup

➤ Momen lapangan

$$M_{lx} = 0.001 \times 2000 \times 4^2 \times 50 = 1600 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0.001 \times 2000 \times 4^2 \times 38 = 1216 \text{ kgm}$$

➤ Momen tumpuan

$$M_{tx} = - 0.001 \times 2000 \times 4^2 \times 50 = - 1600 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = - 0.001 \times 2000 \times 4^2 \times 38 = - 1216 \text{ kgm}$$

↓ **Plat type B**



$$l_y/l_x = 4/1 = 4$$

Karena typenya plat terjepit elastis ketiga sisinya maka diperoleh koefisien sebagai berikut :

$$M_{lx} = - M_{tx} = 63$$

$$M_{ly} = 13$$

$$- M_{ty} = 38$$

❖ Akibat beban mati

➤ Momen lapangan

$$M_{lx} = 0.001 \times 1374 \times 1^2 \times 63 = 86.562 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0.001 \times 1374 \times 1^2 \times 13 = 17.862 \text{ kgm}$$

➤ Momen tumpuan

$$M_{tx} = -0.001 \times 1374 \times 1^2 \times 63 = -86.562 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0.001 \times 1374 \times 1^2 \times 38 = -52.212 \text{ kgm}$$

❖ Akibat beban hidup

➤ Momen lapangan

$$M_{lx} = 0.001 \times 2000 \times 1^2 \times 63 = 126 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0.001 \times 2000 \times 1^2 \times 13 = 26 \text{ kgm}$$

➤ Momen tumpuan

$$M_{tx} = -0.001 \times 2000 \times 1^2 \times 63 = -126 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0.001 \times 2000 \times 1^2 \times 38 = -76 \text{ kgm}$$

✦ Plat type C



$$l_y/l_x = 5/1 = 5$$

Karena tipenya plat terjepit elastis ketiga sisinya maka diperoleh koefisien sebagai berikut :

$$M_{lx} = -M_{tx} = 54$$

$$M_{ly} = 19$$

$$-M_{ty} = 56$$

❖ Akibat beban mati

➤ Momen lapangan

$$M_{lx} = 0.001 \times 1374 \times 1^2 \times 54 = 74.196 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0.001 \times 1374 \times 1^2 \times 19 = 26.106 \text{ kgm}$$

➤ Momen tumpuan

$$M_{tx} = -0.001 \times 1374 \times 1^2 \times 54 = -74.196 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0.001 \times 1374 \times 1^2 \times 56 = -76.944 \text{ kgm}$$

❖ Akibat beban hidup

➤ Momen lapangan

$$M_{lx} = 0.001 \times 2000 \times 1^2 \times 54 = 108 \text{ kgm}$$

- $Mly = 0.001 \times 2000 \times 1^2 \times 19 = 38 \text{ kgm}$
 ➤ Momen tumpuan
 $Mtx = - 0.001 \times 2000 \times 1^2 \times 54 = - 108 \text{ kgm}$
 $Mty = - 0.001 \times 2000 \times 1^2 \times 56 = - 112 \text{ kgm}$

✦ Plat type D



$$ly/lx = 1/1 = 1$$

Karena typenya plat terjepit elastis kedua sisinya maka diperoleh koefisien sebagai berikut :

$$Mlx = - Mtx = 48$$

$$Mly = 48$$

$$- Mty = 48$$

❖ Akibat beban mati

➤ Momen lapangan

$$Mlx = 0.001 \times 1374 \times 1^2 \times 48 = 65.95 \text{ kgm}$$

$$Mly = 0.001 \times 1374 \times 1^2 \times 48 = 65.95 \text{ kgm}$$

➤ Momen tumpuan

$$Mtx = - 0.001 \times 1374 \times 1^2 \times 48 = - 65.95 \text{ kgm}$$

$$Mty = - 0.001 \times 1374 \times 1^2 \times 48 = - 65.95 \text{ kgm}$$

❖ Akibat beban hidup

➤ Momen lapangan

$$Mlx = 0.001 \times 2000 \times 1^2 \times 48 = 96 \text{ kgm}$$

$$Mly = 0.001 \times 2000 \times 1^2 \times 48 = 96 \text{ kgm}$$

➤ Momen tumpuan

$$Mtx = - 0.001 \times 2000 \times 1^2 \times 48 = - 96 \text{ kgm}$$

$$Mty = - 0.001 \times 2000 \times 1^2 \times 48 = - 96 \text{ kgm}$$

6.2.3 Perhitungan penulangan plat

Direncanakan tebal plat = 30 cm

$$ht = 30 \text{ cm}, b = 100 \text{ cm}$$

$$h = ht - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} \text{ diameter tulangan} - \text{diameter tul}$$

$$= 30 - 10 - \frac{1}{2} \times 1.9 - 1.9 = 17.30 \text{ cm}$$

$$\text{Amin} = \frac{12}{\sigma_{tu}} \times b \times h$$

$$= \frac{12}{2780} \times 100 \times 17.30$$

$$= 7.467 \text{ cm}^2$$

↓ Plat type A

❖ Penulangan lapangan arah sumbu x

$$Mlx = 2699.2 \text{ kgm} = 269920 \text{ kgcm}$$

$$\begin{aligned} Ca &= \frac{h}{\sqrt{nxM/bx\sigma'a}} \\ &= \frac{17.30}{\sqrt{\frac{18.94 \times 269920}{100 \times 1850}}} \\ &= 3.291 \end{aligned}$$

Dengan melihat tabel perhitungan lentur cara n dengan $\delta = 0$, didapatkan :

- ϕ = 1.740
- $100nw$ = 10.49
- n = 18.94
- ω = 0.0055

Luas tulangan yang diperlukan = $\omega \times b \times h = 9.515 \text{ cm}^2$

Dipakai tulangan = D19 – 250 ($A = 1134,1 \text{ mm}^2$)

❖ Penulangan lapangan arah sumbu y

$$Mly = 2051.4 \text{ kgm} = 205140 \text{ kgcm}$$

$$\begin{aligned} Ca &= \frac{h}{\sqrt{nxM/bx\sigma'a}} \\ &= \frac{17.30}{\sqrt{\frac{18.94 \times 205140}{100 \times 1850}}} \\ &= 3.775 \end{aligned}$$

Dengan melihat tabel perhitungan lentur cara n dengan $\delta = 0$, didapatkan :

- ϕ = 2.067
- $100nw$ = 7.884

- $n = 18.94$
- $\omega = 0.00416$

Luas tulangan yang diperlukan = $\omega \times b \times h = 7.1968 \text{ cm}^2$

Dipakai tulangan = D19 - 250 ($A = 1134,1 \text{ mm}^2$)

- ❖ Penulangan tumpuan arah sumbu x
 $M_{tx} = 2699.2 \text{ kgm} = 269920 \text{ kgcm}$

$$\begin{aligned} Ca &= \frac{h}{\sqrt{\frac{nxM}{bx\sigma'a}}} \\ &= \frac{17.30}{\sqrt{\frac{18.94 \times 269920}{100 \times 1850}}} \\ &= 3.291 \end{aligned}$$

Dengan melihat tabel perhitungan lentur cara n dengan $\delta = 0$, didapatkan :

- $\phi = 1.740$
- $100nw = 10.49$
- $n = 18.94$
- $\omega = 0.0055$

Luas tulangan yang diperlukan = $\omega \times b \times h = 9.515 \text{ cm}^2$

Dipakai tulangan = D19 - 250 ($A = 1134,1 \text{ mm}^2$)

- ❖ Penulangan tumpuan arah sumbu y
 $M_{ty} = 2051.4 \text{ kgm} = 205140 \text{ kgcm}$

$$\begin{aligned} Ca &= \frac{h}{\sqrt{\frac{nxM}{bx\sigma'a}}} \\ &= \frac{17.30}{\sqrt{\frac{18.94 \times 205140}{100 \times 1850}}} \end{aligned}$$

$$= 3.775$$

Dengan melihat tabel perhitungan lentur cara n dengan $\delta = 0$, didapatkan :

- ϕ = 2.067
- 100nw = 7.884
- n = 18.94
- ω = 0.00416

Luas tulangan yang diperlukan = $\omega \times b \times h = 7.1968 \text{ cm}^2$

Dipakai tulangan = D19 - 250 ($A = 1134,1 \text{ mm}^2$)

❖ Kontrol retak

Lebar retak maksimum pada pembebanan tetap akibat beban kerja untuk beton diluar ruang bangunan yang tidak terlindungi oleh air hujan, terik matahari langsung, kontinyu berhubungan dengan air dan tanah atau berada di lingkungan agresif adalah 0.0 cm (PBI 1971 pasal 10.7 ayat 1.b)

$$\omega p = \frac{A}{(bxh)} = \frac{11,34}{(100 \times 17,30)} = 0.0065$$

$$\sigma a = \frac{\sigma' a}{\phi'} = \frac{1850}{1.740} = 1063.218$$

$$\begin{aligned} W &= \alpha (C3 \times c + C4 \times D / \omega p) (\sigma a - C5 / \omega p) \times 10^{-6} \\ &= 1.2 (1.5 \times 10 + 0.04 \times 1.9 / 0.0065) (1063.22 - 7.5 / 0.0065) 10^{-6} \\ &= -0.004 \leq 0.01 \text{ cm} \dots \text{ (ok)} \end{aligned}$$

Perhitungan penulangan plat jetty selengkapnya dengan menggunakan cara perhitungan seperti plat A ditampilkan dalam tabel 6.1 dan gambar penulangan plat dapat dilihat pada gambar lampiran.

Tabel 6.1 – Hasil perhitungan penulangan plat trestle

Jenis	Arah	Momen	Ca	□	Koefisien		A _{perlu}	A _{pakai}	Tulangan
Plat	Sumbu	(kg.cm)			100n ⁰		cm ²	cm ²	yang dipakai
<i>Lapangan</i>									
A	x	Mlx : 269920	3,291	0	10,49	1,74	9,582	11,34	D19 - 250
	y	Mly : 205140	3,775	0	7,884	2,067	7,201	11,34	D19 - 250
<i>Tumpuan</i>									
	x	Mtx : 269920	3,291	0	10,49	1,74	9,582	11,34	D19 - 250
	y	Mty : 205140	3,775	0	7,884	2,067	7,201	11,34	D19 - 250
<i>Lapangan</i>									
B	x	Mlx : 21256	11,727	0	0,747	7,696	0,716	11,34	D19 - 250
	y	Mly : 4386,2	25,817	0	-	-	-	11,34	D19 - 250
<i>Tumpuan</i>									
	x	Mtx : 21256	11,727	0	0,747	7,696	0,716	11,34	D19 - 250
	y	Mty : 12821	15,100	0	-	-	-	11,34	D19 - 250
<i>Lapangan</i>									
C	x	Mlx : 18220	12,667	0	-	-	-	11,34	D19 - 250
	y	Mly : 6410,6	21,355	0	-	-	-	11,34	D19 - 250
<i>Tumpuan</i>									
	x	Mtx : 18220	12,667	0	-	-	-	11,34	D19 - 250

	y	Mty	:	18894	12,439	0	-	-	-	11,34	D19 - 250
<i>Lapangan</i>											
	x	Mlx	:	16195	13,435	0	-	-	-	11,34	D19 - 250
D	y	Mly	:	16195	13,435	0	-	-	-	11,34	D19 - 250
<i>Tumpuan</i>											
	x	Mtx	:	16195	13,435	0	-	-	-	11,34	D19 - 250
	y	Mty	:	16195	13,435	0	-	-	-	11,34	D19 - 250



6.3 Perhitungan Elemen Struktur

Menggunakan SAP 2000 versi 10, dengan kombinasi dan input data sebagai berikut :

- ↓ Kombiansi 1 : gempa x + deadload + 0,5 beban vertical
- Kombinasi 2 : gempa y + deadload + 0,5 beban vertical
- Kombinasi 3 : deadload + 0,5 beban vertical
- Kombinasi 4 : deadload + 0,5 beban vertical + 0,5 beban terpusat
- ↓ Beban mati
 - ❖ Berat balok memanjang
 - ❖ Berat balok melintang
 - ❖ Berat tiang pancang
 - ❖ Berat plat
- ↓ Beban terpusat
 - ❖ Poer tunggal : $0.6 \times 0.6 \times 0.8 \times 4580 = 1319.04 \text{ kg}$
- ↓ Beban gempa
 - ❖ Arah memanjang = 28.999 ton
 - ❖ Arah melintang = 3.625 ton
- ↓ Beban jembatan
 - Dengan arah horizontal sebesar 21735.97 kg
- ↓ Beban hidup vertical merata
 - ❖ Orang = 2050 kg/m^2
- ↓ Dimensi rangka yaitu sebagai berikut :
 - ❖ Balok memanjang : 35 x 45 cm ada 2 buah
 - ❖ Balok melintang : 35 x 45 cm ada 23 buah
 - ❖ Tiang pancang beton D : 40 cm dengan t : 7,5 cm
 - ❖ Poer tunggal 60 x 60 x 80 cm
 - ❖ Pelat t : 30 cm

6.3.1 Penulangan balok melintang

Data Rencana :

$$\phi \text{ tulangan} = 25 \text{ mm}$$

$$\phi \text{ sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$h = 45 \text{ cm} ; b = 35 \text{ cm}$$

$$ht = h - \text{selimut beton} - \phi \text{ sengkang} - 1/2 \phi \text{ tulangan}$$

$$= 45 - 10 - 1 - \frac{1}{2} \times 2.5$$

$$= 32.75 \text{ cm}$$

$$A_{\text{min}} = 12 / \alpha u \times b \times h = 12 / 2780 \times 35 \times 32.75 = 4,948 \text{ cm}^2$$

❖ Penulangan tumpuan

Tabel 6..2 – Hasil analisa SAP 2000 untuk momen maksimum balok melintang tumpuan

TABLE: Element Forces - Frames								
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	T	M2	M3
36	4	COMB3	Combination	84.23	6316.01	5.73	0.18	14703.98

$$M1 = - 1470398 \text{ kgcm}$$

$$\begin{aligned}
 Ca &= \frac{h}{\sqrt{\frac{nxM}{bx\sigma'a}}} \\
 &= \frac{32,75}{\sqrt{\frac{18.94 \times 1470398}{35 \times 1850}}} \\
 &= 1.61
 \end{aligned}$$

Dari melihat tabel perhitungan lentur cara n dengan $\delta = 0,4$ didapatkan :

- ϕ = 0.91
- ϕ' = 1,12
- 100nw = 45.18
- n = 18.94
- ω = 0,0249

$$\text{Luas tulangan yang diperlukan} = \omega \times b \times h = 39,23 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan} = 8D25 \text{ (} A = 39,27 \text{ cm}^2 \text{)}$$

$$A' = \delta \times A = 0.4 \times 39,27 = 15,71 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan} = 4D25 \text{ (} A' = 19,63 \text{ cm}^2 \text{)}$$

❖ **Penulangan lapangan**

Tabel 6.3 – Hasil analisa SAP 2000 untuk momen maksimum balok melintang lapangan

TABLE: Element Forces - Frames							
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M2	M3
36	0	COMB3	Combination	84.23	4802.26	0.25	7532.56

$$Ml = 753256 \text{ kgcm}$$

$$\begin{aligned}
 Ca &= \frac{h}{\sqrt{\frac{nxM}{bx\sigma'a}}} \\
 &= \frac{32,75}{\sqrt{\frac{18.94 \times 753256}{35 \times 1850}}} \\
 &= 2,25
 \end{aligned}$$

Dari melihat tabel perhitungan lentur cara n dengan $\delta = 0,4$ didapatkan :

- ϕ = 1,27
- ϕ' = 1,65
- 100nw = 22,83
- n = 18.94
- ω = 0.0126

Luas tulangan yang diperlukan = $\omega \times b \times h = 19,82 \text{ cm}^2$

Dipakai tulangan = 5D25 ($A = 24,54 \text{ cm}^2$)

$A' = \delta \times A = 0.4 \times 24,54 = 9,82 \text{ cm}^2$

Dipakai tulangan = 2D25 ($A' = 9,82 \text{ cm}^2$)

❖ **Kontrol dimensi balok**

Tabel 6.4 – Hasil analisa SAP 2000 untuk gaya aksial balok melintang

TABLE: Element Forces - Frames							
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	T	M3
107	0	COMB3	Combination	831.33	-2068.38	308.14	-4844.16

Gaya lintang (D) = 831,33 kg

$$tb = \frac{D}{bx7/8xh} = \frac{831,33}{35x7/8x45} = 0,603 \text{ kg/cm}^2$$

$$\psi = 3 + \frac{2,6}{0,45 + b/h}, \text{ untuk } b > ht$$

$$= 10,429$$

$$\tau'b = \frac{\psi x M}{(b^2 x h)} = \frac{10,43 x 30814}{(35^2 x 45)} = 5,829$$

$$tb + \tau'b \leq tbm(1,35\sqrt{300}) \dots\dots\dots \text{tabel 11.8.5 PBI 1971}$$

$$6,433 \geq 23,383 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

❖ Penulangan geser

Tegangan-tegangan beton yang diijinkan berdasarkan PBI 1971 tabel 10.4.2 adalah sebagai berikut :

✓ Untuk pembebanan tetap :

$$\tau'b - t = 0,54\sqrt{\tau'bk}$$

$$= 0,54 \sqrt{300} = 9,353 \text{ kg/cm}^2$$

✓ Untuk pembebanan sementara :

$$\tau'b - s = 0,85\sqrt{\tau'bk}$$

$$= 0,85 \sqrt{300} = 14,722 \text{ kg/cm}^2$$

$$tb = \frac{D}{bx7/8xht} = \frac{9805,51}{35x7/8x32,75} = 7,12$$

Karena $\tau'b - t > tb < \tau'b - s$, sehingga perlu tulangan geser.

Tulangan geser yang diperlukan sengkang yaitu :

As = 3 x b x as / σ_{au} (PBI 71 pasal 8.17.2)

Direncanakan as < 30 cm (PBI 71 pasal 9.3.6)

Dengan sengkang 1,2 cm, didapat As = 1,13 cm²

$$as = \frac{Asx\alpha u}{3xb} = \frac{1,13x2780}{3x35} = 29,93$$

Sehingga dipasang sengkang $\phi 12mm$ dengan jarak 25 cm

Tabel 6.5 – Hasil analisa SAP 2000 untuk gaya geser balok melintang

Untuk balok melintang						
TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
9	1	COMB1	Combination	-1.02	9805.51	-9616.3

❖ Kontrol retak

Lebar retak maksimum pada pembebanan tetap akibat beban kerja untuk beton diluar ruang bangunan yang tidak terlindung dari hujan, terik matahari langsung, kontinyu berhubungan dengan air tanah atau berada dilingkungan yang agresif adalah 0,01 cm (PBI 1971 pasal 10.7 ayat 1.b)

$$\omega p = \frac{A}{bxh} = \frac{39,27}{35x32,75} = 0,034$$

$$\sigma a = \frac{\sigma' a}{\phi'} = \frac{1850}{1.12} = 1654,74 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} W &= \alpha (C3 \times c + C4 \times D / \omega p) (\sigma a - C5 / \omega p) \times 10^{-6} \\ &= 1.2 (1.5 \times 10 + 0.04 \times 2,5 / 0.034) (1654,74 - \\ &\quad 7.5 / 0.034) \times 10^{-6} \\ &= 0,034 \text{ cm} \leq 0,01 \text{ cm} \dots \dots \text{ KO.} \end{aligned}$$

6.3.2 Penulangan balok memanjang

❖ Penulangan tumpuan

Tabel 6.6 – hasil analisa SAP 2000 untuk momen maksimum balok memanjang tumpuan

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
107	0	COMB2	Combination	737.95	-2296.76	-5538.89

$$Ml = - 553889 \text{ kgcm}$$

$$\begin{aligned}
 Ca &= \frac{h}{\sqrt{\frac{nxM}{bx\sigma'a}}} \\
 &= \frac{32,75}{\sqrt{\frac{18.94 \times 553889}{35 \times 1850}}} \\
 &= 2,63
 \end{aligned}$$

Dari melihat tabel perhitungan lentur cara n dengan $\delta = 0,4$ didapatkan :

- $\phi = 1,5$
- $\phi' = 2$
- $100nw = 16,67$
- $n = 18,94$
- $\omega = 0,0092$

Luas tulangan yang diperlukan = $\omega \times b \times h = 14,47 \text{ cm}^2$

Dipakai tulangan = 3D25 ($A = 14,73 \text{ cm}^2$)

$A' = \delta \times A = 0,4 \times 14,73 = 5,89 \text{ cm}^2$

Dipakai tulangan = 2D25 ($A' = 9,82 \text{ cm}^2$)

❖ **Penulangan lapangan**

Tabel 6.7 – hasil analisa SAP 2000 untuk momen maksimum balok memanjang lapangan

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
107	5	COMB2	Combination	737.95	-404.58	1214.45

$$Ml = 121445 \text{ kgcm}$$

$$\begin{aligned}
 Ca &= \frac{h}{\sqrt{\frac{nxM}{bx\sigma'a}}} \\
 &= \frac{32,75}{\sqrt{\frac{18,94 \times 121445}{35 \times 1850}}} \\
 &= 5,62
 \end{aligned}$$

Dari melihat tabel perhitungan lentur cara n dengan $\delta = 0,4$ didapatkan :

- ϕ = 3,44
- ϕ' = 6,20
- 100nw = 3,49
- n = 18.94
- ω = 0.019

Luas tulangan yang diperlukan = $\omega \times b \times h = 3,03 \text{ cm}^2$

Dipakai tulangan = 2D25 ($A = 9,82 \text{ cm}^2$)

$A' = \delta \times A = 0.4 \times 9,82 = 3,92 \text{ cm}^2$

Dipakai tulangan = 2D25 ($A' = 9,82 \text{ cm}^2$)

❖ **Kontrol dimensi balok**

Tabel 6.8 – hasil analisa SAP 2000 untuk gaya aksial balok memanjang

TABLE: Element Forces - Frames							
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	T	M3
161	0	COMB2	Combination	737.95	-2296.76	-308.11	-5538.89

Gaya lintang (D) = 737,95 kg

$$tb = \frac{D}{bx7/8xh} = \frac{737,95}{35x7/8x45} = 0,103 \text{ kg/cm}^2$$

$$\psi = 3 + \frac{2,6}{0,45 + b/h}, \text{ untuk } b > ht$$

$$= 10,43$$

$$\tau'b = \frac{\psi x M}{(b^2 x h)} = \frac{10,43 x 30811}{(35^2 x 45)} = 5,823$$

$$tb + \tau'b \leq tbm(1,35\sqrt{300}) \dots\dots\dots \text{tabel 11.8.5 PBI 1971}$$

$$5,926 \geq 23,383 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

❖ Penulangan geser

Tabel 6.9 – hasil analisa SAP 2000 untuk gaya geser balok memanjang

Untuk balok memanjang						
TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
106	1	COMB1	Combination	-1.39	5091.97	-4902.76

Tegangan-tegangan beton yang diijinkan berdasarkan PBI 1971 tabel 10.4.2 adalah sebagai berikut :

✓ Untuk pembebanan tetap :

$$\tau'b - t = 0,54\sqrt{\tau'bk}$$

$$= 0,54 \sqrt{300} = 9,353 \text{ kg/cm}^2$$

✓ Untuk pembebanan sementara :

$$\tau'b - s = 0,85\sqrt{\tau'bk}$$

$$= 0,85 \sqrt{300} = 14,722 \text{ kg/cm}^2$$

$$tb = \frac{D}{bx7/8xht} = \frac{5091,97}{35x7/8x32,75} = 3,69$$

Karena $\tau'b - t > \tau'b - s$, sehingga perlu tulangan geser

Tulangan geser yang diperlukan sengkang yaitu :

$$As = 3 \times b \times as / \alpha u \quad (\text{PBI 71 pasal 8.17.2})$$

Direncanakan $as < 30 \text{ cm}$ (PBI 71 pasal 9.3.6)

Dengan sengkang 1,2 cm, didapat $As = 1,13 \text{ cm}^2$

$$as = \frac{As \alpha u}{3xb} = \frac{1,13 \times 2780}{3 \times 35} = 29,93$$

Sehingga dipasang sengkang $\phi 12 \text{ mm}$ dengan jarak 25 cm

❖ Kontrol retak

Lebar retak maksimum pada pembebanan tetap akibat beban kerja untuk beton diluar ruang bangunan yang tidak terlindung dari hujan, terik matahari langsung, kontinyu berhubungan dengan air tanah atau berada dilingkungan yang agresif adalah 0,01 cm (PBI 1971 pasal 10.7 ayat 1.b)

$$\omega p = \frac{A}{bxh} = \frac{14,73}{35 \times 32,75} = 0,0085$$

$$\sigma a = \frac{\sigma' a}{\phi'} = \frac{1850}{2} = 925 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} W &= \alpha (C3 \times c + C4 \times D / \omega p) (\sigma a - C5 / \omega p) \times 10^{-6} \\ &= 1.2 (1.5 \times 10 + 0.04 \times 2,5 / 0.0085) (925 - 7.5 / 0.0085) \times 10^{-6} \\ &= -0,008 \text{ cm} \leq 0,01 \text{ cm} \dots \dots \text{ OK.} \end{aligned}$$

6.3.3 Perencanaan poer

Tabel 6.10 - Hasil analisa SAP gaya geser untuk poer

Balok Melintang Shear						
TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
12	0	COMB1	Combination	-1.02	-9805.51	-9616.3

Balok Memanjang Shear

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	M3
106	1	COMB1	Combination	-1.39	5091.97	-4902.76

Poer pada dermaga ini hanya berupa poer tiang tunggal dengan rencana dimensi 60 x 60 x 80 cm.

Dipakai tulangan D25 mm, selimut beton 10 cm

$$d = ht - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} \text{ diameter tulangan} \\ = 80 - 10 - 1,25 = 68,75 \text{ cm}$$

$$A_{min} = 12/2780 \times 60 \times 68,75 = 17,805 \text{ cm}^2$$

Berdasarkan PBI 1971 pasal 12.9.2 perhitungan tegangan geser

pons adalah: $\tau_{pu} = Pu / (\pi(c + h1) \times h1)$

$$= 4351.4 / (3,14 \times (68,75 + 80) \times 80)$$

$$= 0.12 \text{ kg/cm}^2 < 1,3 \sqrt{\sigma_{bk}} = 22,52 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK!!}$$

↓ **Penulangan poer arah x**

$$M_x = (5091,97 \times 60) + (5091,97 \times 80) = 712875,80 \text{ kgcm}$$

$$Ca = \frac{h}{\sqrt{\frac{nxM}{bx\sigma'a}}} \\ = \frac{68,75}{\sqrt{18,94 \times 712875,80 / 60 \times 1850}} = 6,26$$

Dengan $\delta = 0,4$, maka didapat :

- $\phi = 3,878$
- $100nw = 2,790$
- $n = 18,94$
- $\omega = 0,0015$

Luas tulangan yang diperlukan = 7,07 cm²

dipakai tulangan 3D25 mm, dengan luasnya yaitu: 14,73 cm²

↓ **Penulangan poer arah y**
 $M_y = 9805,51 \times 80 = 784441 \text{ kgcm}$

$$Ca = \frac{h}{\sqrt{\frac{nxM}{bx\sigma'a}}} = \frac{68,75}{\sqrt{18,94 \times 784442 / 60 \times 1850}} = 5,96$$

Dengan $\delta = 0,4$, maka didapat :

- $\phi = 3,762$
- $100nw = 2,956$
- $n = 18,94$
- $\omega = 0,0017$

Luas tulangan yang diperlukan = $5,91 \text{ cm}^2$

dipakai tulangan 2 D25 mm, dengan luasnya yaitu : $9,82 \text{ cm}^2$

Tabel 6.11 - Hasil perhitungan balok memanjang dan melintang trestle

Blk	b	h	ht	Momen	Ca	d	f	f'	100nw	W	x	x x h	Aperlu	Amin	Tul	A pakai	A'	Tul
	cm	cm	cm	kgcm									cm ²	cm ²	pakai	cm ²	cm ²	pakai
Balok Melintang																		
T	35	45	32.75	1470398	1.61	0.40	0.91	1.12	45.18	0.0249	0.94	42.17	39.23	4.9	8D25	39.27	15.71	4D25
L	35	45	32.75	753256	2.25	0.40	1.27	1.65	22.83	0.0126	0.44	19.80	19.82	4.9	5D25	24.54	9.82	2D25
balok memanjang																		
T	35	45	32.75	553889	2.63	0.40	1.50	2.00	16.67	0.0092	0.40	18.00	14.47	4.9	3D25	14.73	5.89	2D25
L	35	45	32.75	121415	5.62	0.40	3.44	6.20	3.49	0.0019	0.23	10.13	3.03	4.9	2D25	9.81	3.92	2D25

Tabel 6.12 - Kontrol dimensi dan retak pada trestle

Balok	P (D) (kg)	Momen torsi (kgcm)	τ_b (kg/cm ²)	ψ	τ'_b (kg/cm ²)	$\tau'_b + \tau_b$ (kg/cm ²)	τ_{bm} (kg/cm ²)	ket	ω_p	W	kontrol	Ket
Balok melintang												
lapangan	831.330	30814.000	0.603	10.429	5.829	6.433	23.383	OK	0.021	0.015	0.010	OK
Tumpuan	737.950	30811.000	0.535	10.429	5.829	6.364	23.383	OK	0.034	0.029	0.010	OK
Balok memanjang												
lapangan	96.560	30775.000	0.070	10.429	5.822	5.892	23.383	OK	0.013	-0.013	0.010	OK
Tumpuan	141.960	30778.000	0.103	10.429	5.823	5.926	23.383	OK	0.0085	-0.008	0.010	OK

Tabel 6.13- Perhitungan tulangan geser balok memanjang dan melintang trestle

Balok	tegangan beton ijin (τ_b) (kg/cm ²)	tegangan beton struktur (τ_{bt}) (kg/cm ²)	ϕ (cm)	As (cm ²)	as (cm)	as pakai (cm)	ket (< 30 cm)
balok memanjang	9.35	3.69	1.20	1.13	29.93	25.00	Ok
balok melintang	9.35	7.12	1.20	1.13	29.93	25.00	Ok

Tabel 6.14- Perhitungan poer tiang tunggal 60 x 60 x 80 cm

Kontrol geser pons τ_{bpu}	$1,3\sqrt{\tau_{bk}}$	Ket	M (kgcm)	h (cm)	Ca	100nw	w	Aperlu (cm ²)	Apakai (cm ²)	tulangan
Penulangan arah y										
2.13	22.52	Ok	784441.00	69.00	5.9640	3.13	0.0017	7.93	9.82	2D25
Penulangan arah x										
2.13	22.52	Ok	712875.80	69.00	6.2562	2.79	0.0015	7.07	14.73	3D25

6.3.4 Perencanaan tiang pancang

Perencanaan tiang pancang meliputi :

↓ **Perhitungan daya dukung pondasi**

Tabel 6.15- Perhitungan daya dukung pondasi

no	mLWS		D	N	N'	K	Np	Ap	QP	As	Ns1	Ns	Qs	QL	Qu	Aksial
			m					M ²		m ²			ton			
1	+	3.64	0	0.00	7.50	25.00	8.33	0.13	23.55	0.00	3.00	3.00	0.00	23.55	7.85	74.06
2	+	2.64	1	2.00	8.50	25.00	8.75	0.13	26.69	1.26	3.00	3.00	2.51	29.20	9.73	74.06
3	+	1.64	2	3.00	9.00	25.00	9.20	0.13	28.26	2.51	3.00	3.00	5.02	33.28	11.09	74.06
4	+	0.64	3	5.00	10.00	25.00	9.95	0.13	31.40	3.77	5.00	3.50	8.16	39.56	13.19	74.06
5	-	0.36	4	7.00	11.00	25.00	10.53	0.13	34.54	5.02	5.00	3.80	11.39	45.93	15.31	74.06
6	-	1.36	5	7.50	11.25	25.00	11.03	0.13	35.33	6.28	7.00	4.33	15.35	50.68	16.89	74.06
7	-	2.36	6	7.75	11.38	25.00	11.30	0.13	35.72	7.54	7.50	4.79	19.56	55.28	18.43	74.06
8	-	3.36	7	8.00	11.50	25.00	11.30	0.13	36.11	8.79	7.75	5.16	23.90	60.01	20.00	74.06
9	-	4.36	8	7.75	11.38	25.00	11.15	0.13	35.72	10.05	8.00	5.47	28.38	64.09	21.36	74.06
10	-	5.36	9	7.00	11.00	25.00	10.93	0.13	34.54	11.30	7.75	5.70	32.78	67.32	22.44	74.06
11	-	6.36	10	6.00	10.50	25.00	10.65	0.13	32.97	12.56	7.00	5.82	36.92	69.89	23.30	74.06
12	-	7.36	11	5.50	10.25	25.00	10.38	0.13	32.19	13.82	6.00	5.83	40.68	72.87	24.29	74.06
13	-	8.36	12	5.25	10.13	25.00	12.18	0.13	31.79	15.07	5.50	5.81	44.25	76.04	25.35	74.06
14	-	9.36	13	5.00	10.00	25.00	16.48	0.13	31.40	16.33	5.25	5.77	47.72	79.12	26.37	74.06
15	-	10.36	14	25.00	20.00	25.00	23.43	0.13	62.80	17.58	5.00	5.72	51.09	113.89	37.96	74.06
16	-	11.36	15	49.00	32.00	25.00	29.90	0.13	100.48	18.84	25.00	6.92	62.31	162.79	54.26	74.06
17	-	12.36	16	75.00	45.00	25.00	35.30	0.13	141.30	20.10	49.00	9.40	83.04	224.34	74.78	74.06
18	-	13.36	17	70.00	42.50	25.00	37.70	0.13	133.45	21.35	50.00	11.65	104.29	237.74	79.25	74.06

no	mLWS		D	N	N'	K	Np	Ap	QP	As	Ns1	Ns	Qs	QL	Qu	Aksial
			m					m ²	ton	m ²			ton	ton	ton	ton
19	-	14.36	18	59.00	37.00	25.00	36.70	0.13	116.18	22.61	50.00	13.67	125.63	241.81	80.60	74.06
20	-	15.36	19	49.00	32.00	25.00	32.10	0.13	100.48	23.86	49.00	15.44	146.66	247.14	82.38	74.06
21	-	16.36	20	39.00	27.00	25.00	26.30	0.13	84.78	25.12	39.00	16.56	163.78	248.56	82.85	74.06
22	-	17.36	21	29.00	22.00	25.00	21.40	0.13	69.08	26.38	29.00	17.13	176.94	246.02	82.01	74.06
23	-	18.36	22	12.00	13.50	20.00	17.40	0.13	33.91	27.63	12.00	16.90	183.31	217.22	72.41	74.06
24	-	19.36	23	10.00	12.50	20.00	14.00	0.13	31.40	28.89	10.00	16.61	188.88	220.28	73.43	74.06
25	-	20.36	24	9.00	12.00	20.00	12.30	0.13	30.14	30.14	9.00	16.31	194.03	224.17	74.72	74.06
26	-	21.36	25	5.00	10.00	25.00	13.60	0.13	31.40	31.40	5.00	15.88	197.56	228.96	76.32	74.06
27	-	22.36	26	12.00	13.50	25.00	16.60	0.13	42.39	32.66	12.00	15.73	203.90	246.29	82.10	74.06
28	-	23.36	27	25.00	20.00	20.00	20.70	0.13	50.24	33.91	25.00	16.06	215.48	265.72	88.57	74.06
29	-	24.36	28	40.00	27.50	20.00	25.40	0.13	69.08	35.17	40.00	16.89	233.14	302.22	100.74	74.06
30	-	25.36	29	50.00	32.50	20.00	29.60	0.13	81.64	36.42	50.00	17.99	254.87	336.51	112.17	74.06
31	-	26.36	30	52.00	33.50	20.00	31.30	0.13	84.15	37.68	50.00	19.02	276.62	360.78	120.26	74.06
32	-	27.36	31	54.00	34.50	20.00	30.10	0.13	86.66	38.94	50.00	19.99	298.41	385.07	128.36	74.06
33	-	28.36	32	42.00	28.50	20.00	26.30	0.13	71.59	40.19	42.00	20.66	316.97	388.56	129.52	74.06
34	-	29.36	33	28.00	21.50	20.00	22.20	0.13	54.01	41.45	28.00	20.88	329.86	383.87	127.96	74.06
35	-	30.36	34	12.00	13.50	20.00	18.00	0.13	33.91	42.70	12.00	20.62	336.24	370.16	123.39	74.06
36	-	31.36	35	11.00	13.00	20.00	15.10	0.13	32.66	43.96	11.00	20.35	342.22	374.87	124.96	74.06

no	mLWS		D	N	N'	K	Np	Ap	QP	As	Ns1	Ns	Qs	QL	Qu	Aksial
			m					m ²	ton	m ²			ton	ton	ton	ton
37	-	32.36	36	12.00	13.50	20.00	14.10	0.13	33.91	45.22	12.00	20.13	348.59	382.50	127.50	74.06
38	-	33.36	37	13.00	14.00	20.00	14.90	0.13	35.17	46.47	13.00	19.94	355.37	390.54	130.18	74.06
39	-	34.36	38	18.00	16.50	20.00	16.30	0.13	41.45	47.73	18.00	19.89	364.18	405.63	135.21	74.06
40	-	35.36	39	20.00	17.50	20.00	17.80	0.13	43.96	48.98	20.00	19.89	373.81	417.77	139.26	74.06
41	-	36.36	40	25.00	20.00	20.00	19.30	0.13	50.24	50.24	25.00	20.02	385.48	435.72	145.24	74.06
42	-	37.36	41	27.00	21.00	20.00	20.30	0.13	52.75	51.50	27.00	20.18	397.97	450.72	150.24	74.06
43	-	38.36	42	28.00	21.50	20.00	21.50	0.13	54.01	52.75	28.00	20.37	410.87	464.88	154.96	74.06
44	-	39.36	43	28.00	21.50	20.00	23.00	0.13	54.01	54.01	28.00	20.54	423.78	477.79	159.26	74.06
45	-	40.36	44	32.00	23.50	20.00	18.80	0.13	59.03	55.26	32.00	20.79	438.33	497.36	165.79	74.06
46	-	41.36	45	40.00	27.50	20.00	14.50	0.13	69.08	56.52	40.00	21.21	456.15	525.23	175.08	74.06

6.3.5 Kontrol Terhadap Kekuatan Bahan

✦ Kontrol Terhadap Defleksi

Defleksi maksimum supaya tiang tidak runtuh dapat dihitung dengan perumusan sebagai berikut :

$$Y_{\text{maks}} = \frac{Hu(e + Z_f)^3}{12EI}$$

Dengan :

Hu = gaya horizontal maksimum yang mampu dipikul tiang

$$Hu = \frac{2xMu}{(e + Z_f)}$$

D = diameter tiang = 40 cm , t = 7,5 cm

e = jarak antara horizontal dan muka tanah = 6.5 m = 650 cm

Zf = jarak antara titik jepit tiang dengan seabed = 4,58 m = 458 cm

I = momen inersia = 70862,73 cm⁴

Zx = 5503.81 cm³

σ = 2400 kg/cm²

Mu = momen ultimate pada tiang

$$= \sigma \times Z_x$$

$$= 2400 \times 5503.81$$

$$= 13209144 \text{ kg cm}$$

$$= 132.09144 \text{ t m}$$

Jadi didapat :

$$Hu = 23.84 \text{ ton} = 23840 \text{ kg}$$

Sehingga :

$$Y_{\text{maks}} = 17,583 \text{ cm}$$

Y aktual analisa SAP 2000 didapat : 0.24 cm < Ymaks

(17,58 cm) OK!

✦ Kontrol Terhadap Gaya Aksial

Tabel 6.16 – Hasil analisa SAP 2000 untuk gaya aksial tiang pancang trestle

TABLE: Element Forces – Frames

Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V3	T
257	10	COMB6	Comb	-74060.59	0.00001327	-0.00002119

Gaya aksial yang mampu dipikul tiang pancang dengan diameter 40 cm dan tebal 7.5 cm adalah : 102.62 ton

Sedangkan gaya aksial analisa SAP 2000 didapat : 74.06 ton, jadi dapat terpenuhi karena kurang dari gaya aksial yang disyaratkan oleh Wika PC Piles Classification.

✚ Kontrol Terhadap Momen

Momen ultimate tiang dari Wika : $M_{cr} = 9$ tm

Momen aktual analisa SAP : 6.4 tm

Karena $6.4 \text{ tm} < M_{cr} (9 \text{ tm})$ (OK!!)

Tabel 6.17 – Hasil analisa SAP 2000 untuk momen maksimum trestle

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V3	M2
299	0	COMB3	Combination	-59311.41	-1275.5	-6404.9

✚ Kontrol Terhadap Gaya Horizontal

Gaya horizontal maksimum tiang adalah : 24,28 ton

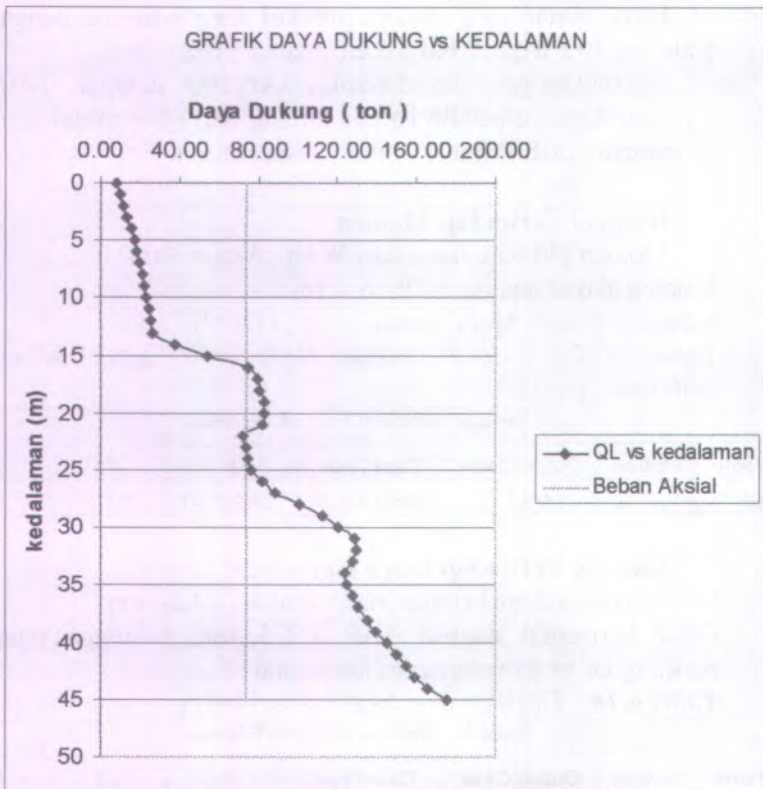
Gaya horizontal analisa SAP 1,275 ton, sehingga tiang pancang tahan terhadap gaya horizontal.

Tabel 6.18 – Hasil analisa SAP 2000 untuk gaya geser trestle

TABLE: Element Forces - Frames						
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V3	M2
299	0	COMB3	Combination	-59311.4	-1275.5	-6404.9

6.3.6 Penentuan Kedalaman Pemancangan

Beban aksial dari analisa SAP didapat sebagai berikut : 74,06 t, sehingga dapat ditentukan kedalaman pemancangan yang dibutuhkan untuk menerima baban dengan SF = 3 dari yaitu sedalam 16 m dari seabed.



Gambar 6.1 - grafik hubungan daya dukung Vs kedalaman trestle

Posisi dasar tiang pancang trestle dari 0.0 mLWS dapat dilihat pada tabel 6.19.

Tabel 6.19 – Posisi dasar tiang pancang trestle dari 0.0 mLWS

Tiang pancang	Kedalaman seabed (mLWS)	Kedalaman pemancangan dari seabed (m)	Dasar tiang (mLWS)
1	-3.200	-16	-19.200
2	-3.204	-16	-19.204
3	-3.207	-16	-19.207
4	-3.211	-16	-19.211
5	-3.214	-16	-19.214
6	-3.218	-16	-19.218
7	-3.221	-16	-19.221
8	-3.225	-16	-19.225
9	-3.228	-16	-19.228
10	-3.232	-16	-19.232
11	-3.235	-16	-19.235
12	-3.239	-16	-19.239
13	-3.242	-16	-19.242
14	-3.246	-16	-19.246
15	-3.249	-16	-19.249
16	-3.253	-16	-19.253
17	-3.256	-16	-19.256
18	-3.260	-16	-19.260
19	-3.263	-16	-19.263
20	-3.267	-16	-19.267
21	-3.270	-16	-19.270
22	-3.274	-16	-19.274
23	-3.277	-16	-19.277

6.3.7 Kalendering

Berdasarkan buku "Daya Dukung Pondasi Dalam" oleh Dr.Ir. Herman Wahjudi 1999, untuk perhitungan kalendering tiang pancang dipakai Alfred Hilley formula (1930), dengan rumus :

$$Q_u = \frac{\alpha WH}{S + 0.5C} \times \frac{W + n^2 W_p}{W + W_p}$$

Perhitungan kalendering dilakukan sebelum pemancangan. Variabel yang dicari dalam perhitungan kalendering adalah S yaitu pengamatan yang dilakukan rata-rata di 3 set terakhir dengan 10 pukulan tiap setnya. Disyaratkan $S > S'$, dimana :

S = Nilai penetrasi/blow rencana dari perhitungan

S' = Nilai penetrasi/blow saat pemancangan

Data dan asumsi untuk perhitungan kalendering yaitu sebagai berikut :

Pmax tiang pancang dari analisa SAP : 74,06 t, dengan SF : 3

Daya dukung tiang : 222,18 t

H_{jatuh hamer} : 2 m (untuk kondisi normal)

Dtiang : 40 cm , t = 7,5 cm

Qa : 74,06 t

Qu : 222,18 t

W : 2,5 t untuk hidraulic hammer K25

α : 2,5 untuk hidraulic hammer

Wp : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times (4^2) \times 12 \times 2400$
: 3,620 t

n : 0,55 (hammer on steel pile without cushion)

C : total temporary compression dalam mm
: C1 + C2 + C3

C1 : 5 mm (menurut BSP untuk hard cushion + packing)

C2 : 10 mm (untuk concrete pile)

C3 : 2,5 mm (average ground SPT 20 - 30)

C : 17,5 mm

Setting tiang pancang

$$\begin{aligned}
 Q_u &: \frac{2,5 \times 2,5 \times 2}{S + 0,5 \times 0,0175} \times \frac{2,5 + 0,55^2 \times 3,620}{2,5 + 3,620} \\
 S &: 0,024 \text{ m}
 \end{aligned}$$

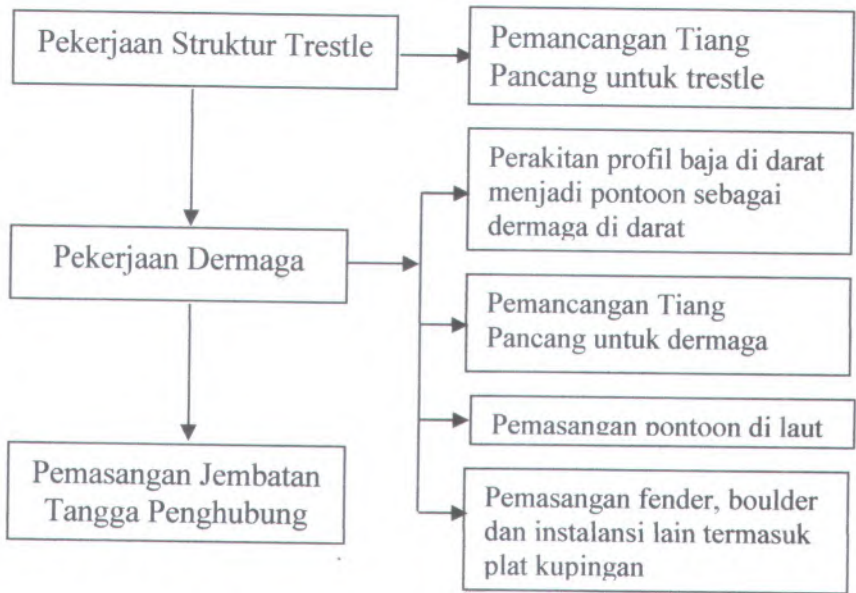
Jadi perencanaan penetrasi akhir yang dipakai untuk tiang pancang pada plat kupingan adalah 2,44 cm/blow

'Halaman ini sengaja dikosongkan'

BAB VII METODE PELAKSANAAN

7.1 Umum

Pada bab ini akan dijelaskan bagaimana metode pelaksanaan pembuatan struktur dermaga, trestle dan jembatan penghubung. Untuk tahapan prakonstruksi seperti pembersihan lokasi proyek, pembuatan kantor direksi kit, pos jaga dan fasilitas proyek lainnya tidak dijelaskan pada bab ini. Tahapan pengerjaan dimulai dari darat ke laut, dimulai dari trestel, ponton sebagai dermaga yang sudah dirakit di darat dan diteruskan dengan kupingan plat dan pemasangan tangga sebagai jembatan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 7.1 berikut ini :



Gambar 7.1 – Diagram Alir Urutan Pelaksanaan



7.2 Metode Pelaksanaan Trestel

Pekerjaan – pekerjaan yang dilakukan dalam pelaksanaan trestle adalah sebagai berikut :

- ✚ Pemancangan
- ✚ Pekerjaan Poer
- ✚ Pekerjaan balok dan lantai

7.2.1 Pemancangan

7.2.1.1 Alat yang dipergunakan adalah :

- buah ponton
- 1 crane
- 1 hammer hidraulik K25
- 2 buah teodolit

Dalam pekerjaan pemancangan, tiang pancang WIKA yang dipakai adalah $\phi 40$ cm dengan ketebalan pile 7,5 cm. Pemancangan dilakukan dengan 2 ponton, 1 ponton untuk diesel hammer pemancangan dan satunya lagi untuk crane pengambilan tiang pancang dari areal penumpukan ke ponton pancang. Theodolit digunakan untuk pengamatan dari 2 arah yaitu arah memanjang dan melintang dari pemancangan sehingga diperoleh ketepatan titik yang diharapkan.

7.2.1.2 Hal-hal yang harus diperhatikan sebelum pemancangan :

- Tiang pancang yang dipakai adalah tiang pancang beton D40 tebal 7,5 cm.
- Pekerjaan pemancangan dimulai dari pemancangan tiang trestel yang paling ujung di daratan.
- Lokasi penumpukan tiang pancang dapat ditempatkan di areal pelabuhan yang dekat dengan pekerjaan, tetapi pengambilan tiang pancang harus pada keadaan pasang, sehingga pada saat pengambilan tiang pancang ke pontoon diambil minimal untuk pekerjaan 1 hari. Dengan demikian pemancangan dapat bekerja

secara kontinyu tanpa terhambat oleh ketersediaan tiang pancang di ponton.

- Sebelum pemancangan dilakukan, masing-masing tiang pancang diberi tanda berupa garis dan angka yang menunjukkan panjang pembenaman tiang. Garis tersebut berjarak 0,5 meteran, hal ini untuk memudahkan pemantauan terhadap masuknya tiang pancang.

7.2.1.3 Langkah-langkah pemancangan tiang

- Tiang-tiang pancang didatangkan melalui jalur laut, hal ini untuk menghemat biaya, karena tiang pancang dapat diangkat sekaligus
- Dari kapal pengangkut tiang pancang, tiang-tiang tersebut kemudian dipindahkan dari kapal pengangkut ke lokasi penampungan, yaitu di areal dekat lokasi pemancangan. Pemindahan tiang pancang dilakukan oleh crane service, sebagian yang lain dipindahkan ke ponton service dan ponton pemancangan untuk keperluan pemancangan.
- Pada saat pemancangan, langkah pertama yang dilakukan adalah tiang pancang diarahkan ke titik yang dituju, dengan bantuan alat teodolit untuk menentukan ketepatan titik serta kelurusan/kemiringan tiang
- Setelah semuanya sesuai, tali pengikat tiang pada diesel hammer dikendorkan sehingga tiang pancang akan turun sampai seabed dan diukur kembali ketepatan titik serta kelurusan/kemiringan tiang dengan teodolit, apabila sudah sesuai kembali baru mulai dipancang oleh hammer hydraulic sampai kedalaman yang direncanakan. Pada struktur trestle ini direncanakan tiang pancang dipancang sampai kedalaman – 19.28 mLWS.
- Langkah-langkah diatas dilakukan sampai semua tiang pancang perencanaan terpancang pada posisinya. Setiap tiang dilakukan kalendering untuk 10 pukulan terakhir.

Hal ini untuk menentukan apakah pada kedalaman tersebut, tiang pancang sudah mencapai daya dukung yang direncanakan apa belum.

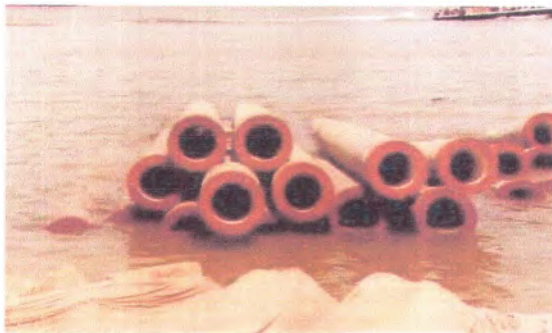
- Setelah beberapa tiang pancang selesai dipancang, dapat dilakukan pemotongan tiang pancang yang panjangnya berlebih sampai pada elevasi tiang yang direncanakan
- Apabila pemotongan tiang sudah selesai semua, pekerjaan selanjutnya adalah pekerjaan pembuatan poer.



Gambar 7.1 – Ponton pancang dan ponton crane



Gambar 7.2 – Theodolit



Gambar 7.3 – Penumpukan tiang pancang



Gambar 7.4 – Pemancangan tiang pancang



Gambar 7.5 – Penyambungan tiang pancang

7.2.2 Pekerjaan Poer

Kegiatan-kegiatan yang dilakukan dalam pekerjaan poer :

- Pengecoran beton isi tiang.
Pengecoran ini bertujuan agar tiang pancang dapat menyatu dengan poer. Beton isi tiang ini dibuat sedalam 1 m dari cut of elevation. Pekerjaan ini dilakukan dengan urutan sebagai berikut :
 - Tulangan untuk beton isi tiang dimasukan kedalam tiang. Pada bagian bawah dari tulangan ini dipasang multiplex agar cor-coran tertahan
 - Setelah tulangan terpasang dengan baik, beton readymix siap dituangkan kedalam tiang. Selain beton dituangkan dilakukan juga pekerjaan rojokan secara manual dengan menggunakan perojok dari kayu atau dari besi.
- Pemasangan Bekisting
Sebelum bekisting dipasang, terlebih dahulu dipasang dudukan untuk bekisting pengecoran. Dudukan ini terbuat dari baja profil yang dilas ke tiang pancang. Sebelum tulangan poer terpasang, bekisting poer hanya dipasang untuk dasar poer (bagian bawah poer). Sedangkan bekisting pada sisi-sisi poer dipasang setelah tulangan poer terpasang.
- Pemasangan Tulangan
Tulangan dirangkai sebagian di workshop, selanjutnya pekerjaan penulangan diteruskan setelah tulangan terpasang pada stuktur.
- Pengecoran Poer.
Setelah tulangan dan bekisting terpasang dengan baik dan terikat dengan kuat, beton readymix siap dituangkan. Selama pengecoran disertai juga pekerjaan rojokan dengan menggunakan vibrator.

Pada saat beton dituangkan tinggi jatuh beton ready mix tidak boleh lebih dari 1 m, hal ini untuk menghindari agar jatuhnya beton tersebut tidak membuat bekisting jebol dan juga terjadinya segregasi.

7.2.3 Pekerjaan Balok dan Plat Lantai

Balok dan plat lantai dicor secara bersama-sama, pekerjaan pengecoran ini dilakukan dengan urutan sebagai berikut

- Pemasangan bekisting
Sebelum melakukan pengecoran terlebih dahulu dipasang bekisting balok dan plat lantai, yang diberi perancah kayu balok dan menumpu pada balok-balok kayu yang digunakan sebagai tumpuan bekisting poer.
- Pemasangan tulangan
Tulangan balok dirangkai di workshop sedangkan tulangan plat lantai dirangkai di tempat. Tulangan balok yang sudah dirangkai kemudian diletakan pada bekisting untuk balok.
- Pengecoran
Sama seperti pengecoran pada poer.

- #### 7.3 Pemancangan Tiang Pancang untuk Dermaga
- Kegiatan pemancangan untuk dermaga sama dengan pemancangan tiang pancang untuk trestle. Pemancangan untuk dermaga ini sampai pada kedalaman -19.28 mLWS, dan elevasi ujung atas tiang pancang sampai + 4.65 mLWS.

7.4 Perakitan Dermaga Ponton di Darat

7.4.1 Alat yang digunakan

- Mesin pemotong baja
- Welding set (mesin las)
- Alat pengukur

7.4.2 Hal-hal yang perlu diperhatikan

- Seluruh pengerjaan dilakukan di dalam galangan kapal
- Plat yang akan digunakan adalah plat baja dengan ketebalan 17 mm (untuk plat atas dan bawah), 13 mm (untuk plat sisi)
- Profil yang digunakan yaitu profil rectangular
- Semua penyambungan menggunakan las
- Struktur kupingan plat ponton menggunakan baja ASTM A709 tanpa W dengan $F_y = 345$ Mpa dan $F_u = 485$ Mpa
- Dimensi plat kupingan 210 x 210 x 1 cm
- Tiang pancang $D = 40$ cm, $t = 7,5$ cm

7.4.3 Langkah-langkah pengerjaan

- Semua profil dipotong sesuai dimensi yang diinginkan.
- Plat baja sebagai penutup struktur dilas menjadi satu kesatuan sesuai dengan luasan masing-masing. Dimana plat atas dengan tebal 17 mm luasanya $100 \times 100 \text{ mm}^2$, plat sisi dengan tebal 13 mm dan luasanya $120 \times 100 \text{ mm}^2$
- Setelah semua profil dipotong dilanjutkan dengan pekerjaan pengelasan dan kemudian dilanjutkan dengan penyambungan plat ke rangka pontoon
- Kemudian pekerjaan dilanjutkan dengan pemasangan bollard dan anchor untuk fender pada plat atas dermaga.

7.5 Pemasangan Ponton di Laut

Ponton yang sudah selesai dirakit di darat, kemudian dibawa ke areal pelabuhan dengan menggunakan kapal penarik. Ponton diletakkan di antara tiang-tiang pancang dermaga yang sudah dipancang.

7.6 Pemasangan Pelat Kupingan.

Setelah penempatan dermaga ponton selesai dilakukan, kemudian dilakukan pemasangan kupingan plat pada tiang pancang dengan cara memasukkan tiang pancang pada lubang-lubang yang dibuat pada pelat kupingan. Kemudian ujung plat lainnya dilas dengan ponton. Pelat ini sebagai pengikat dermaga ponton ke struktur tiang pancang.

7.7 Pemasangan Jembatan Penghubung.

Pekerjaan pada struktur ini terdiri dari pembuatan struktur utama, kemudian dilanjut dengan pemasangan plat baja setebal 9 mm dan pemasangan sistem mekanis membuka dan menutup plat serta pemasangan rol jembatan pada balok trestel.

7.7.1 Alat yang digunakan

- Mesin pemotong baja
- Welding set (mesin las)
- Walles

7.7.2 Hal-hal yang perlu diperhatikan

- Plat lantai terbuat dari baja dengan ketebalan 9 mm
- Profil yang digunakan yaitu WF

7.7.3 Langkah-langkah pengerjaan

- Semua profil dipotong sesuai dimensi yang diinginkan
- Seluruh penyangga (perahu kecil) dianchor di laut
- Setelah semua profil dipotong dan penyangga ditengah telah ditambatkan, dilanjutkan dengan pekerjaan penyambungan seluruh profil baja
- Kemudian pekerjaan dilanjutkan dengan pemasangan plat

- Pemasangan rol pada balok trestel
- Pemasangan sistem mekanis membuka dan menutup plat dengan 2 segmen dan masing-masing segmen berukuran 6 x 0,6 m.

'Halaman ini sengaja dikosongkan'

BAB VIII ANALISA BIAYA

Dalam bab ini akan dibahas tentang biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan trestle, jembatan penghubung tangga dan dermaga ponton.

8.1 Harga Material dan Upah

Harga material dan upah diambil dari " Daftar Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Surabaya Tahun 2007 " seperti tertera di bawah ini :

Tabel 8.1 - Harga Satuan

No	Jenis Material	Satuan	Harga Total (Rp)
1	Pasir Cor	m ³	92760
2	tanah urug	m ³	61,663
3	Batu Pecahan	m ³	119,382
4	Semen Portland	Sak	38,300
5	Kawat Bendrat	Kg	8,420
6	Besi Tulangan	Kg	5,165
7	Kayu meranti	m ³	1,550,000
8	Besi tuang boulder	buah	20,000,000
9	Propil baja	ton	7,200,000
10	Elektroda las	ton	40,000,000
11	Paku	kg	9,000
12	Fender karet SA200H-2000L	buah	35,000,000
13	Bolard 15 ton	buah	35,000,000

Tabel 8.2 - Harga sewa alat

No	Jenis Material	Satuan	Harga Total (Rp)
1	Pile Driver Barge	jam	434,500
2	Sewa Walles (min 5 jam)	jam	460,000
3	Sewa Crane 40 ton	hari	600,000
4	Positioning (dengan alat Theodolite)	Set	300,000
5	Perahu	hari	50,000
6	Diesel hammer	hari	2,400,000
7	Welding Set	hari	150,000
8	sewa concret mixer 0.5 m3 (min 3 jam)	jam	50,000
9	sewa concret pam 9 min 3 jam	jam	25,000
10	sewa vibrator (min 5 jam)	jam	135,000
11	sewa alat bantu (1 set) @ 3 alat	jam	1,000
12	Ponton kap 1 ton	hari	273,327

Tabel 8.3 - Harga upah tenaga kerja

No	Jenis Material	Satuan	Harga Total (Rp)
1	Mandor	org/hri	60,000
2	Pekerja	org/hri	37,500
3	Kepala tukang	org/hri	50,000
4	Tukang	org/hri	42,500
5	Operator	org/hri	50,000
6	Pembantu Operator	org/hri	40,000
7	Sopir	org/hri	40,000
8	Penyelam	org/hri	60,000
9	Tukang las	org/hri	50,000

8.2 Analisa harga satuan

Perhitungan analisa harga satuan mencakup 5 hal pokok, yaitu :

- ✦ Material
- ✦ Tenaga kerja
- ✦ Peralatan
- ✦ Biaya tak terduga
- ✦ Keuntungan

Hasil perhitungannya ditampilkan dalam bentuk tabel 8.4.

Tabel 8.4 - Analisa harga satuan

No	Uraian	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	1 m ³ Pengurugan tanah + Pemasatan				
a	Bahan				
	Tanah urug	1.2000	m ³	61663.00	35500.00
b	Upah				
	Pekerja terampil	0.3000	org/hri	37500.00	11250.00
	Mandor	0.0100	org/hri	60000.00	600.00
c	Sewa Peralatan				
	Sewa alat bantu (1 set @ 3alat)	0.2130	jam	1000.00	213.00
	Biaya 1 m ³ Urugan				47563.00
2	1 m ³ Beton K-350 (1:2:3)				
a	Bahan				
	Semen Portland 50 kg	7.1603	Sak	38300.00	274239.49
	Pasir Cor / beton	0.4882	m ³	92760.00	45285.43
	Batu pecah mesin 1/2 cm	0.8137	m ³	119382.00	97141.13
b	Upah				
	Pekerja	2.1000	org/hri	37500.00	78750.00
	Mandor	0.0840	org/hri	60000.00	5040.00
	Tukang batu	0.2100	org/hri	42500.00	8925.00
	Kepala tukang batu	0.0350	org/hri	50000.00	1750.00
c	Sewa peralatan				
	sewa concret mixer 0.5 m ³ (min 3 jam)	0.2520	jam	50000.00	12600.00

	sewa concreet pam 9 min 3 jam	0.2520	jam	25000.00	6300.00
	sewa vibrator (min 5 jam)	1.0000	jam	135000.00	135000.00
	sewa alat bantu (1 set) @ 3 alat	0.1680	jam	1000.00	168.00
	Biaya 1 m ³ beton				665199.06
3	Acuan untuk beton struktur (1 m ³ Bekisting)				
a	Bahan				
	Kayu miranti bekisting	0.4000	m ³	1550000.00	620000.00
	Paku	4.0000	kg	9000.00	36000.00
b	Upah				
	Pekerja	3.0000	org/hri	37500.00	112500.00
	Mandor	0.0600	org/hri	60000.00	3600.00
	Tukang kayu	3.0000	org/hri	42500.00	127500.00
	Kepala tukang	0.3300	org/hri	50000.00	16500.00
c	sewa peralatan				
	sewa alat bantu (1 set 3 alat)	0.3243	jam	1000.00	324.30
	Biaya 1 m ³ bekisting				916424.30
4	Pekerjaan pembesian (kg)				
a	Bahan				
	besi beton	1.1250	kg	5165.00	5810.63
	Kawat Bendrat	0.0220	kg	8420.00	185.58
b	Upah				
	Pekerja	0.1500	org/hri	37500.00	5625.00

	Tukang besi	0.0050	org/hri	42500.00	212.50
	Kepala tukang	0.0050	org/hri	50000.00	250.00
	Mandor	0.0050	org/hri	60000.00	300.00
	Biaya 1 kg pembersian				12383.70
5	1 m ³ Beton bertulang plat K350 dengan pemakaian besi 120 kg				
a	Item				
	pekerjaan pembersian	120.0000	Kg	12383.70	1486044.22
	Acuan untuk beton struktur (1 m ³ Bekisting)	5.0000	m ³	916424.30	4582121.50
	pembongkaran cetakan penyiraman beton	1.0000	m ³	75000.00	75000.00
	pekerjaan beton berstruktur K350	1.0000	m ³	665199.06	665199.06
	Biaya 1 m ³ beton bertulang				6808364.77
No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
6	1 m ³ Beton bertulang balok memanjang 35/45 K350 dengan pembersian 270 kg				
a	Item				
	pekerjaan pembersian	270.0000	Kg	12383.70	3343599.49
	Acuan untuk beton struktur (1 m ³ Bekisting)	5.0000	m ³	916424.30	4582121.50
	pembongkaran cetakan penyiraman beton	1.0000	m ³	75000.00	75000.00
	pekerjaan beton berstruktur K350	1.0000	m ³	665199.06	665199.06
	Biaya 1 m ³ beton bertulang				8665920.04

7	1 m ³ Beton bertulang balok melintang 35/45 K350 dengan pembersian 340 kg				
a	Item				
	pekerjaan pembersian	270.0000	kg	12383.70	3343599.49
	Acuan untuk beton struktur (1 m ³ Bekisting)	5.0000	m ³	916424.30	4582121.50
	pembongkaran cetakan penyiraman beton	1.0000	m ³	75000.00	75000.00
	pekerjaan beton berstruktur K350	1.0000	m ³	665199.06	665199.06
	Biaya 1 m ³ beton bertulang				8665920.04
8	1 m ³ Beton bertulang poer tiang tunggal K350 dengan pembersian 30 kg				
a	Item				
	pekerjaan pembersian	30.0000	kg	12383.70	371511.05
	Acuan untuk beton struktur (1 m ³ Bekisting)	5.0000	m ³	916424.30	4582121.50
	pembongkaran cetakan penyiraman beton	1.0000	m ³	75000.00	75000.00
	pekerjaan beton berstruktur K350	1.0000	m ³	665199.06	665199.06
	Biaya 1 m ³ beton bertulang				5693831.61
10	Pemancangan tiang pancang D = 40 cm (m')				
a	Upah				
	Surveyor Geodesi	4.0000	orng/hri	100000.00	400000.00
	Mandor	1.0000	orng/hri	60000.00	60000.00

	operator	4.0000	orng/hri	50000.00	200000.00
	Pembantu Operator	4.0000	orng/hri	40000.00	160000.00
	pekerja	6.0000	orng/hri	37500.00	225000.00
	penyelam	2.0000	orng/hri	60000.00	120000.00
b	Sewa Peralatan				
	Positioning (dengan alat Theodolite)	2.0000	set	300000.00	600000.00
	Sewa Crane 40 ton min 8 jam min 8 (termasuk mob/demob , operator ,BBM)	1.0000	hari	600000.00	600000.00
	Sewa Diessel Hammer tiang pancang jam (termasuk mob/demob , operator , BBM)	1.0000	hari	2400000.00	2400000.00
	Sewa Ponton kapasitas 1000 ton	1.0000	hari	273327.00	273327.00
					5038327.00
	dalam 1 hari pemancangan (m')				34.00
	Biaya pemancangan 1 m tiang pancang tunggal				148186.09
11	Pemotongan tiang pancang D = 40 cm 1 buah				
a	Upah				
	Pekerja	0.7500	orng/hri	37500.00	28125.00
	Mandor	0.0012	orng/hri	60000.00	72.00

	Kepala Tukang Batu	0.0120	orng/hri	50000.00	600.00
	Tukang Batu	0.2500	orng/hri	42500.00	10625.00
	Tukang Besi	0.0200	orng/hri	42500.00	850.00
	Biaya pemotongan 1buah tiang pancang				40272.00
12	Isian 1 Tiang pancang				
	Pekerjaan Pembesian Besi Beton	20.36	kg	12383.70	252157.50
	Acuan untuk beton struktur (1 m ³ Bekisting)	0.8500	m ³	916424.30	778960.66
	Pekerjaan Beton K-350	0.1230	m ³	665199.06	81819.48
	Biaya isian 1 tiang pancang tunggal				1112937.64
13	Penyambungan tiang pancang				
a	Upah				
	Pekerja	6.0000	orng/hri	37500.00	225000.00
	Mandor	0.4500	orng/hri	60000.00	27000.00
	tukang las	2.0000	orng/hri	50000.00	100000.00
	kepala tukang	0.2000	orng/hri	50000.00	10000.00
b	alat				
	alat bantu	1.0000	jam	300000.00	300000.00
	Jumlah				662000.00

15	Pengangkatan tiang pancang				
a	Upah				
	Mandor	1.0000	orng/hri	60000.00	60000.00
	Operator	6.0000	orng/hri	50000.00	300000.00
	Pembantu operator	6.0000	orng/hri	50000.00	300000.00
	Sopir	3.0000	orng/hri	40000.00	120000.00
b	alat				
	Sewa Crane 40 ton min 8 jam min 8 (termasuk mob/demob , operator ,BBM)	1.0000	hari	600000.00	600000.00
	Sewa Perahu	1.0000	hari	500000.00	500000.00
	Jumlah				1880000.00
	Dalam 1 hari pengangkatan (m')				34.00
	Biaya pengangkatan 1 m tiang				55294.12
16	Pekerjaan las				
a	Upah				
	Mandor	0.5000	orng/hri	60000.00	30000.00
	Pekerja/buruh tak trampil	0.2000	orng/hri	37500.00	7500.00
	tukang besi	0.3000	orng/hri	42500.00	12750.00
	sewa welding set (minimal 5 jam)	0.1000	orng/hri	150000.00	15000.00

b	bahan				
	Elektroda baja	0.0100	ton	40000000.00	400000.00
	Jumlah (per kg)				465250.00

8.3 Rencana Anggaran Biaya

Dalam rencana anggaran biaya ini, tahapan pekerjaan yang dihitung adalah sebagai berikut :

- ✚ Pekerjaan Persiapan
 - Pembersihan lapangan
 - Pengukuran
 - Pembuatan direksi kit
 - Mobilisasi alat, bahan dan sebagainya
- ✚ Pekerjaan trestle
 - Pengadaan
 - Pengangkatan
 - Pemancangan
 - Penyambungan
 - Pemotongan tiang
 - Balok
 - Poer tunggal
- ✚ Pekerjaan Jembatan Penghubung
 - Plat
 - Balok
 - Sistem rol
 - Sistem mekanis buka dan tutup plat berdasar pasang surut air laut
- ✚ Pekerjaan Dermaga Ponton
 - Pengadaan
 - Pengangkatan
 - Pemancangan
 - Penyambungan
 - Pemotongan tiang
 - Pelat dermaga
 - Struktur utama (Balok) dermaga
 - Pemasangan kupingan plat
 - Pemasangan fender
 - Pemasangan boulder

Adapun nilai yang terdapat dalam rencana anggaran ini merupakan hasil perhitungan dari harga satuan yang dikalikan

dengan total volume pekerjaan keseluruhan pada masing-masing jenis pekerjaan dapat di lihat pada tabel 8.5.

Tabel 8.5 - Rencana anggaran biaya

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN				
I.1	Pembersihan Lapangan	1.000	Ls	8,000,000.00	8,000,000.00
I.2	Pengukuran dan Pemas. Bowplank	1.000	Ls	15,000,000.00	15,000,000.00
I.3	Mobilisasi dan Demobilisasi	1.000	Ls	50,000,000.00	50,000,000.00
I.4	Pengurugan+Pepadatan area proyek	12600.000	m ³	47,563.00	599,293,800.00
I.4	Direksi keet	1.000	Ls	50,000,000.00	50,000,000.00
	Sub Total I				722,293,800.00
II	DERMAGA 21x 2 M2				
II.1	Pengadaan Tiang Pancang Beton D = 40 cm, t = 7.5 cm, L = 11 m	6600.000	m'	225,000.00	1,485,000,000.00
II.2	Pemancangan	6000.000	m'	148,186.09	889,116,529.41
II.4	Penyambungan Tiang	300.000	buah	662,000.00	198,600,000.00
II.5	Pemotongan Tiang	300.000	buah	40,272.00	12,081,600.00
II.6	Pengangkatan Tiang	6600.000	m'	55,294.12	364,941,176.47
II.7	Balok melintang kecil	26.000	ton	7,200,000.00	187,200,000.00



II.8	Balok melintang besar	44.000	ton	7,200,000.00	316,800,000.00
II.9	Balok memanjang	22.000	ton	7,200,000.00	158,400,000.00
II.10	Plat atas	120.000	ton	7,200,000.00	864,000,000.00
II.11	Plat sisi	380.000	ton	7,200,000.00	2,736,000,000.00
II.12	Plat bawah	120.000	ton	7,200,000.00	864,000,000.00
II.13	Kupingan plat	84.000	ton	7,200,000.00	604,800,000.00
II.14	Pekerjaan las	148.000	ton	465,250.00	68,857,000.00
II.15	Fender Karet SA200H-2000L	304.000	buah	35,000,000.00	10,640,000,000.00
II.16	Pembuatan Bollard 15 ton	72.000	buah	35,000,000.00	2,520,000,000.00
	Sub Total II				21,909,796,305.88
III	TRESTLE 117x10 M2				
III.1	Pengadaan Tiang Pancang Beton D = 40cm, t = 7,5 cm, L = 11 m	3168.000	m'	225,000.00	712,800,000.00
III.2	Pemancangan	2880.000	m'	148,186.09	426,775,934.12
III.4	Penyambungan Tiang	144.000	buah	662,000.00	95,328,000.00
III.5	Pemotongan Tiang	144.000	buah	1,112,937.64	160,263,020.67
III.6	Pengangkatan Tiang	3168.000	m'	55,294.12	175,171,764.71
III.7	Plat Lantai Beton	702.000	m ³	6,808,364.77	4,779,472,069.52
III.8	Balok Melintang, 35/45	25.200	m ³	8,665,920.04	218,381,185.04

III.9	Balok Memanjang,35/45	22.806	m ³	8,665,920.04	197,634,972.46
III.10	Poer Beton Tiang Tunggal	41.472	m ³	5,693,831.61	236,134,584.51
III.11	Beton Isi Tiang	8.856	m ³	1,112,937.64	9,856,175.77
	Sub Total III				7,011,817,706.80
IV	JEMBATAN PENGHUBUNG 1.2 X 7 M				
IV.1	Plat lantai baja	10.174	ton	7,200,000.00	73,249,920.00
IV.2	Balok memanjang	129.240	ton	7,200,000.00	930,528,000.00
IV	Balok melintang	157.691	ton	7,200,000.00	1,135,373,760.00
V	Perletakan rol jembatan	3.886	ton	7,200,000.00	27,979,200.00
VI	Pemasangan sistem mekanis	3.886	ton	7,200,000.00	27,979,200.00
	membuka dan menutup plat				
	Sub Total IV				2,195,110,080.00

Rekapitulasi RAB

Tabel 8.6 Rekapitulasi Anggaran Biaya		
No	Uraian Pekerjaan	Jumlah (Rp)
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	722293800.000
II	DERMAGA 21x 2 M2	21909796305.882
III	TRESTLE 117x10 M2	7011817706.798
IV	JEMBATAN PENGHUBUNG 1.2 X 7 M	2195110080.000
	Jumlah	31839017892.680
	PPn 10 %	3183901789.268
	Jumlah Total	35022919681.948
	Dibulatkan	35.030.000.000.000

BAB IX KESIMPULAN

Kesimpulan

1. Dari perencanaan layout dermaga di dapat :
 - ↓ Jari-jari areal penjangkaran 27 m
 - ↓ Panjang alur masuk 120 m
 - ↓ Lebar alur masuk 26 m
 - ↓ Kedalaman alur masuk 2,1 m
 - ↓ Kolam putar $D = 70$ m
 - ↓ Kedalaman perairan 2,1 m
2. Trestel yang direncanakan dengan dimensi 117 x 10 m, tebal plat beton 30 cm, dimensi balok 35/45 cm dan diameter tiang pancang beton 40 cm, tebal 7,5 cm.
3. Jembatan penghubung bersifat moveable bridge dengan dimensi 7 x 1,2 m, tebal plat baja 9 mm dan profil balok memanjang WF 600 x 300 x 12 x 17 serta balok melintang WF 900 x 300 x 15 x 23
4. Posisi jembatan penghubung ada 2 kondisi yaitu :
 - ❖ Pada saat air pasang dan dermaga dalam kondisi penuh maka posisi jembatan penghubung yang masuk dalam pontoon sepanjang 2,99 m pada elevasi + 4,07 mLws
 - ❖ Pada saat air surut dan dermaga dalam kondisi penuh posisi jembatan penghubung yang masuk dalam pontoon sepanjang 1,85 m pada elevasi + 0,67 mLws
 - ❖ Pada saat air pasang dan dermaga dalam kondisi kosong muatan maka posisi jembatan yang masuk dalam ponton sepanjang 3,12 m pada elevasi + 4,14 mLws.
 - ❖ Pada saat air surut dan dermaga dalam kondisi kosong jembatan yang masuk dalam ponton 1,9 m pada elevasi + 0,74 mLWS

5. Dermaga ponton direncanakan bersifat floating pier dengan dimensi 21 x 2 m, sedangkan tinggi keseluruhan badan ponton 2,4 m dan draft maksimum 2,04 m. Sedangkan draft ponton ada 2 kondisi yaitu :
ketika kondisi ponton penuh adalah 1,73 m sedangkan untuk ponton dalam kondisi kosong didapatkan sarat 1,66m.
6. Plat dermaga terbuat dari baja dengan dimensi 100 x 100 cm dan 100 x 120 cm, sedangkan tebal plat atas dan bawah adalah 17 mm, dan tebal plat sisi 13 mm. Untuk perencanaan plat sisi diambil dari sarat di bawah drat sebagai langkah perhitungan aman dan kemudahan pelaksanaan.
7. Struktur plat utama menggunakan profil :
 - ↓ Struktur plat atas dan bawah
 - Balok melintang kecil 8 x 90 mm
 - Balok memanjang 12 x 140 mm
 - Balok melintang besar 14 x 200 mm
 - ↓ Struktur plat sisi 21 x 2,4 m
 - Balok melintang kecil 7 x 80 mm
 - Balok memanjang 10 x 120 mm
 - Balok melintang besar 15 x 180 mm
 - ↓ Struktur plat sisi 2 x 2,4 m
 - Balok melintang 12 x 150 mm
 - Balok memanjang 15 x 160 mm
8. Sambungan plat kupingan ke dermaga menggunakan sambungan las dengan ketebalan las 1 cm dan luas sambungan las adalah 422 cm².
9. Dimensi plat kupingan adalah 210 x 210 x 1 cm, mutu baja ASTM A 709 tanpa W dengan $f_y = 345$ Mpa, $f_u = 485$ Mpa.
10. Tiang pancang sebagai pondasi bagi ponton menggunakan D = 40 cm dan $t = 7,5$ cm.
11. Dari perhitungan RAB didapatkan biaya total keseluruhan bangunan adalah 35,030,000,000.00 setelah ditambah dengan PPN 10 %.

DAFTAR PUSTAKA

Laboratorium Mekanika Struktur Pusat Penelitian Antar Universitas Bidang Ilmu Rekayasa. Institut Teknologi Bandung.2000.**Perencanaan Struktur baja Untuk Bangunan Gedung menggunakan Metode LRFD**,Bandung.

PC PILE. Brosur PT. Wijaya Karya Beton. Jakarta.

Pekerjaan Umum, Departemen.1987. **Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung**, Jakarta, yayasan Penerbit PU.1971

PT.Biro Klasifikasi Indonesia. *Rule Construction of Hull for Sea Going Steel Ships*.Jakarta.2004.

Sinaga,timbul Christoph.ST.2006. **Perencanaan Detail Struktur Dermaga Apung Di Tanjung Pura Sumatra Utara**. Tugas Akhir FTSP – ITS.

Technical Standart for Port and Harbour Facilities in Japan. Jepang : 1991.

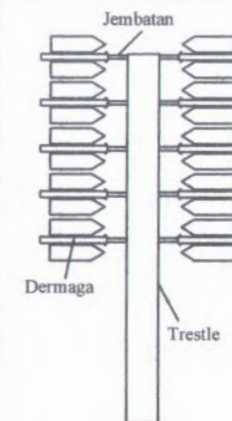
Triatmodjo,Bambang.Dr.Ir.CES.DEA.1996.**Pelabuhan**,Yogyakarta,Beta offset.

Wahyudi, Herman.Prof.Dr.Ir.DEA..1999. **Daya Dukung Pondasi Dangkal**, Surabaya.

Wahyudi, Herman.Prof.Dr.Ir.DEA..1999. **Daya Dukung Pondasi Dalam**, Surabaya.

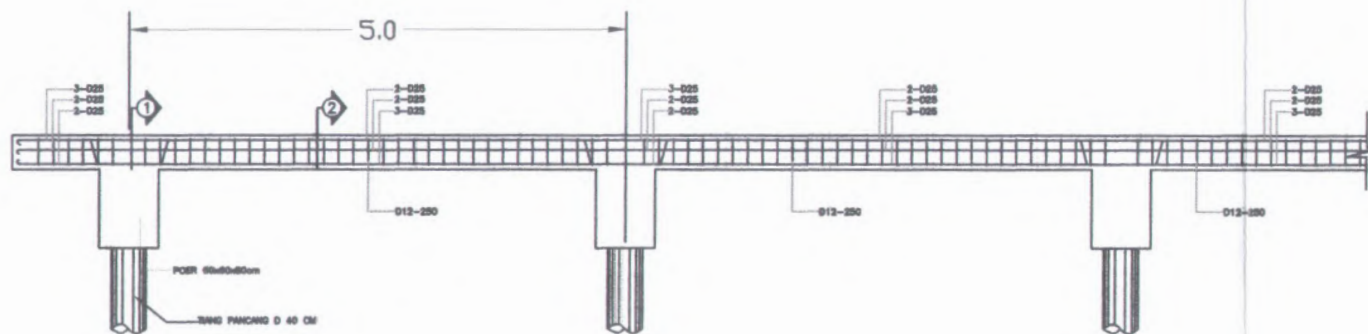
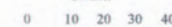
Wangsadinata, Wiratman, Ir.1979. **Perhitungan Lentur dengan cara n "n" disesuaikan kepada Peraturan Beton Bertulang Indonesia Bandung 1971**, Bandung, yayasan LPMB.

Widyastuti, Dyah Iriani.Ir.MSc.2000.**Diktat Pelabuhan**, Surabaya.

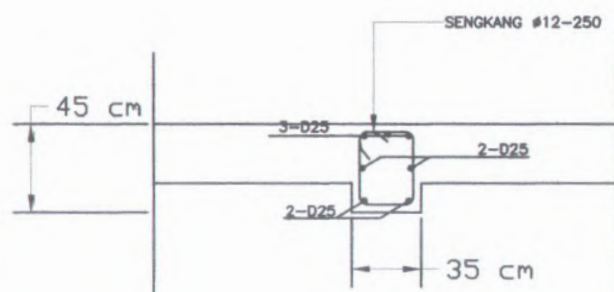


Layout umum

Skala

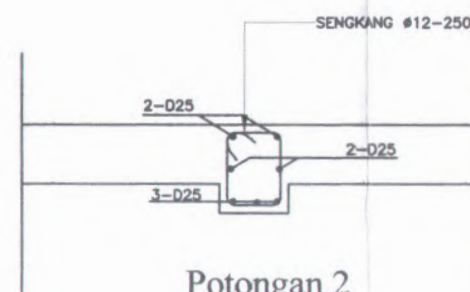


Potongan Memanjang



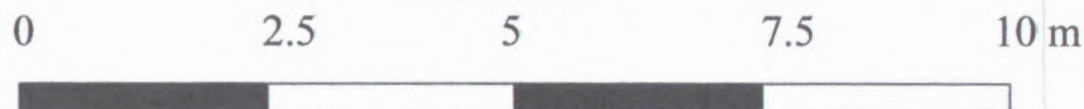
Potongan 1

Skala 1 : 2



Potongan 2

Skala



Dosen Pembimbing

Ir. Dyah Iriani, MSc.

Nip : 131 285 253

Nama mahasiswa

Indah Dwi Ariyani

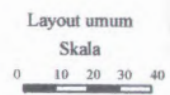
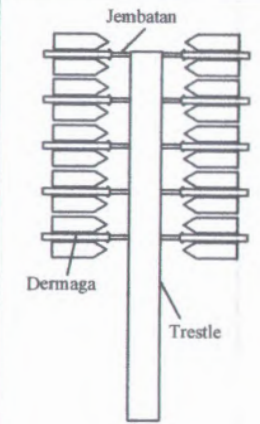
Nrp : 3102 100 086

Judul Gambar

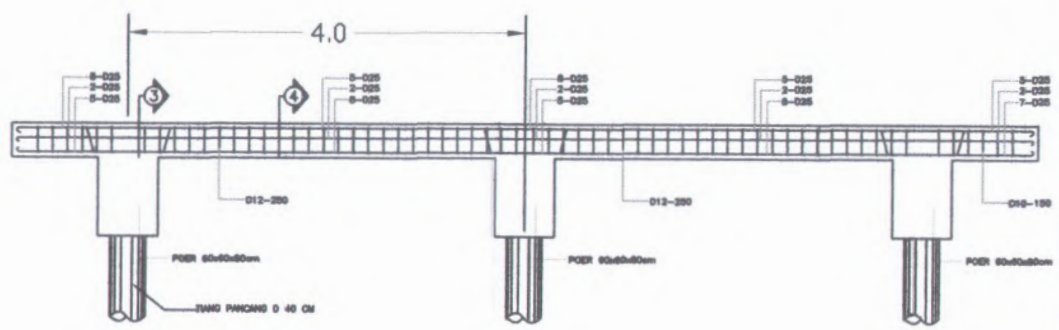
Penulangan balok Memanjang Trestle

Skala gambar

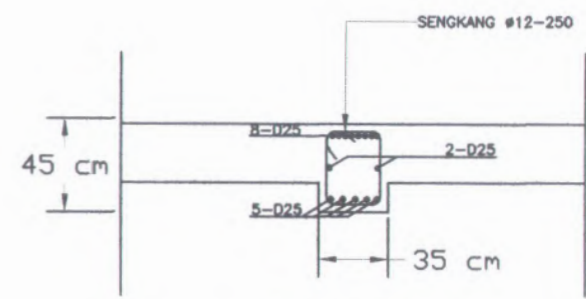
No Gambar	Jumlah gambar
10	22



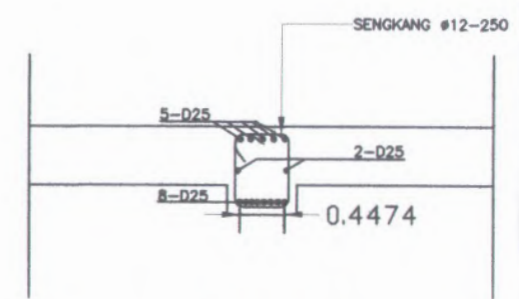
No Gambar	Jumlah gambar
11	22



Potongan Melintang

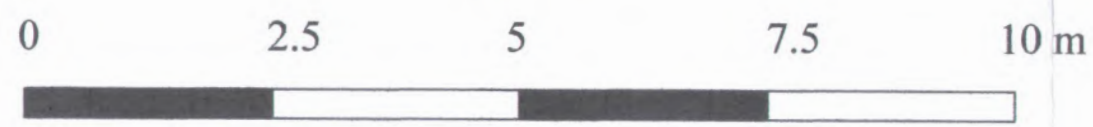


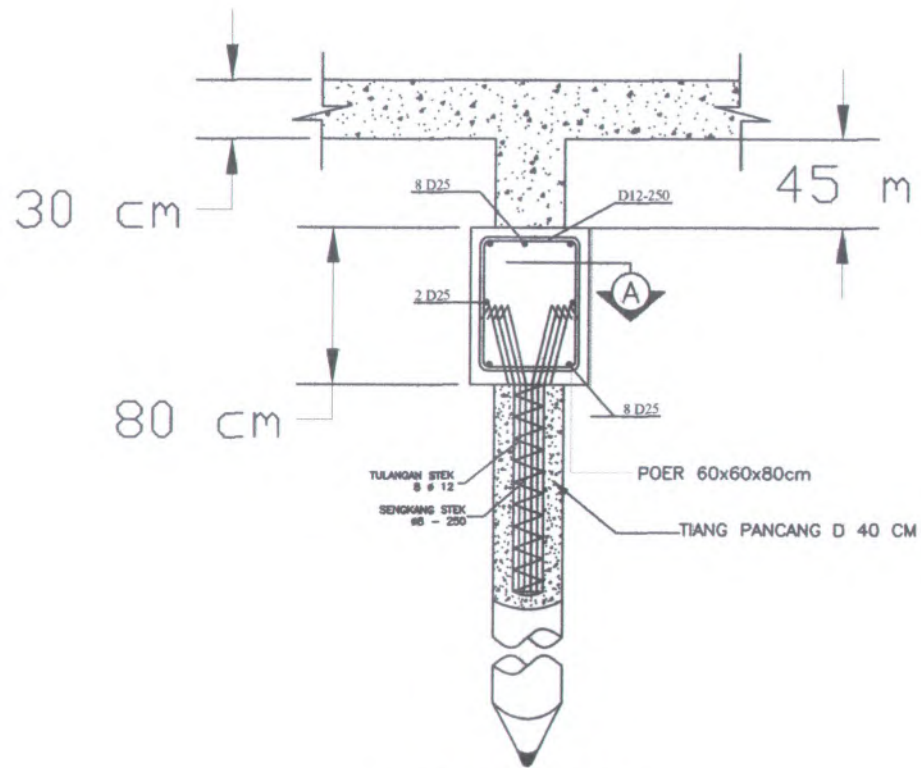
Potongan 3
 Skala 1 : 2



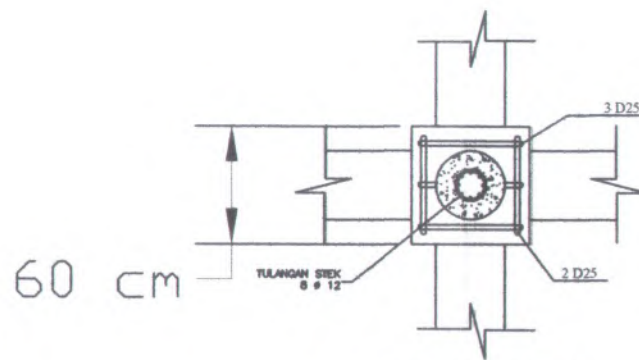
Potongan 4
 Skala 1 : 2

Skala

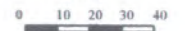
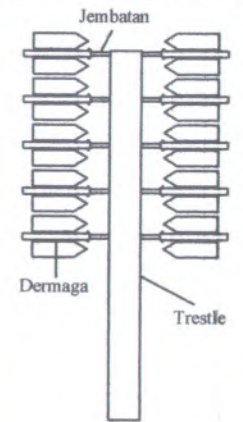


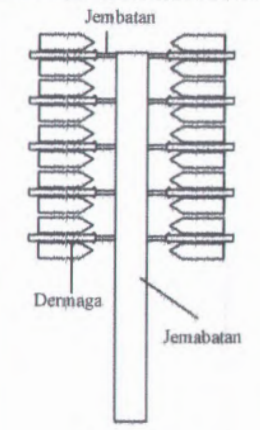


POER TUNGGAL



POTONGAN A





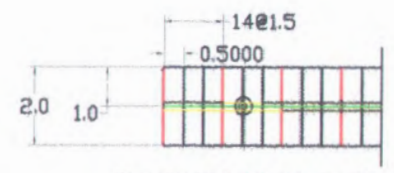
Layout umum
 Skala
 0 10 20 30 40

Ir. Dyah Iriani, MSc.
 Nip : 131 285 253

Indah Dwi Ariyani
 Nrp : 3102 100 086

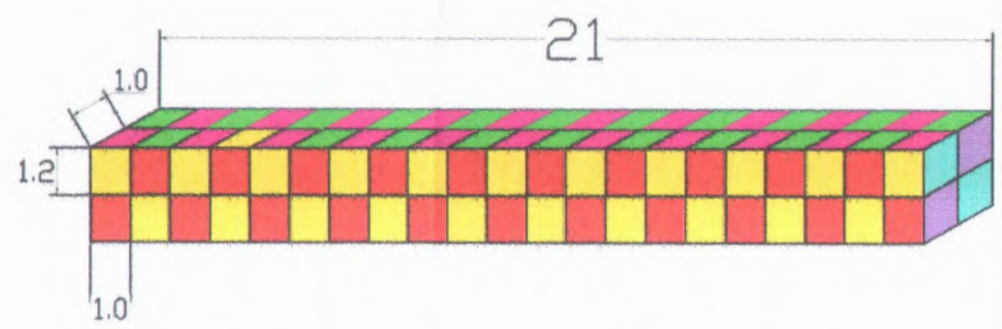
Lay Out Pengelasan + Plat Dermaga

No Gambar	Jumlah gambar
13	22

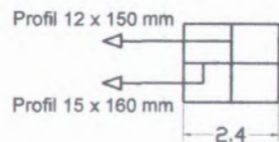
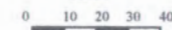
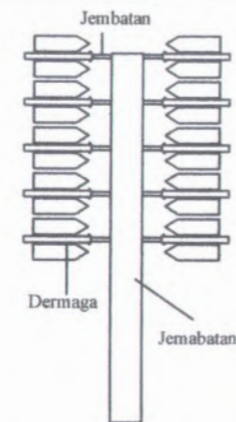


Pengelasan balok plat atas 21 x 2 m

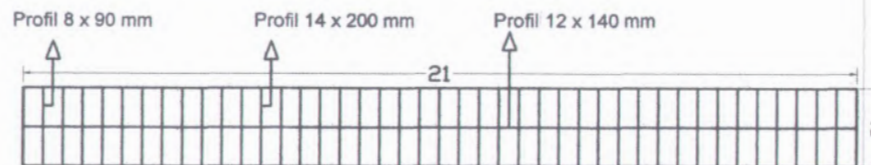
- Balok Melintang
- Balok Melintang Besar
- Balok Memanjang
- Lajur Las
- ⊙ Lubang balok pada las - lasan



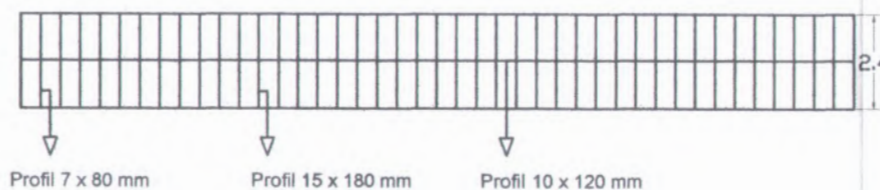
- Red and Yellow: PLat Atas dan bawah
- Green and Purple: PLat Sisi 21 x 2,4 m
- Cyan and Purple: PLat Sisi 2 x 2.4 m



Pembalokan plat sisi

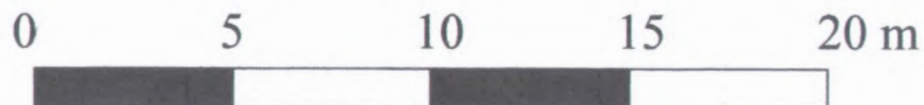


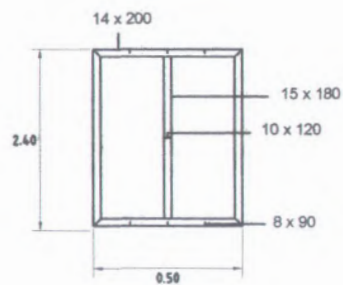
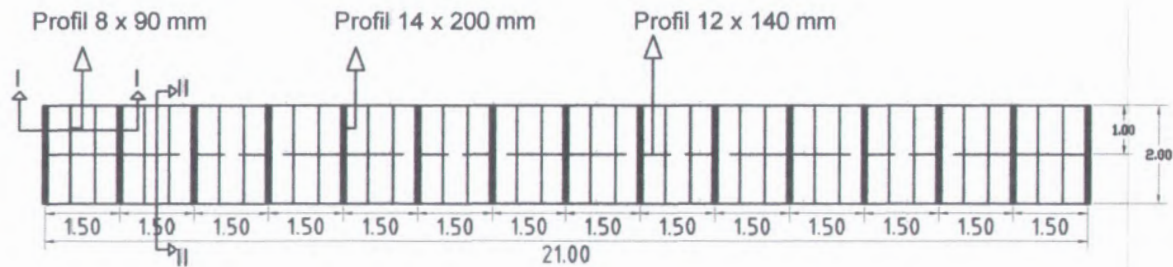
Pembalokan plat atas dan bawah



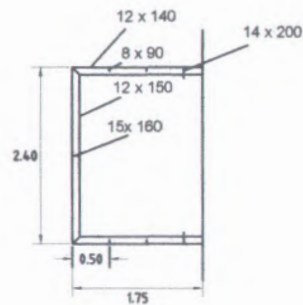
Pembalokan plat sisi di bawah sarat (diambil terbesar)

Skala



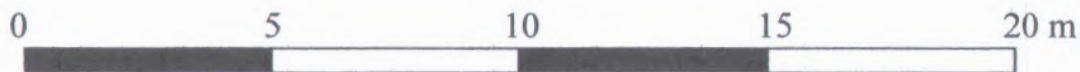


Potongan II - II
Skala 1 : 1.5



Potongan I - I
Skala 1 : 1.5

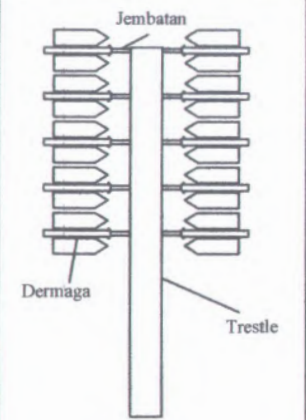
Skala



Judul Tugas Akhir

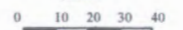
Perencanaan Detail
Dermaga Wisata Marina
Di
Kawasan kaki Jembatan Suramadu
Sisi Surabaya

Legenda



Layout umum

Skala



Dosen Pembimbing

Ir. Dyah Iriani, MSc.

Nip : 131 285 253

Nama mahasiswa

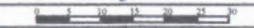
Indah Dwi Ariyani

Nrp : 3102 100 086

Judul Gambar

Pembagian Balok Dermaga

Skala gambar



No Gambar Jumlah gambar

15 22

Tabel perencanaan Desain Dimensi balok pada Dermaga Pontoon berdasarka BKI 2004

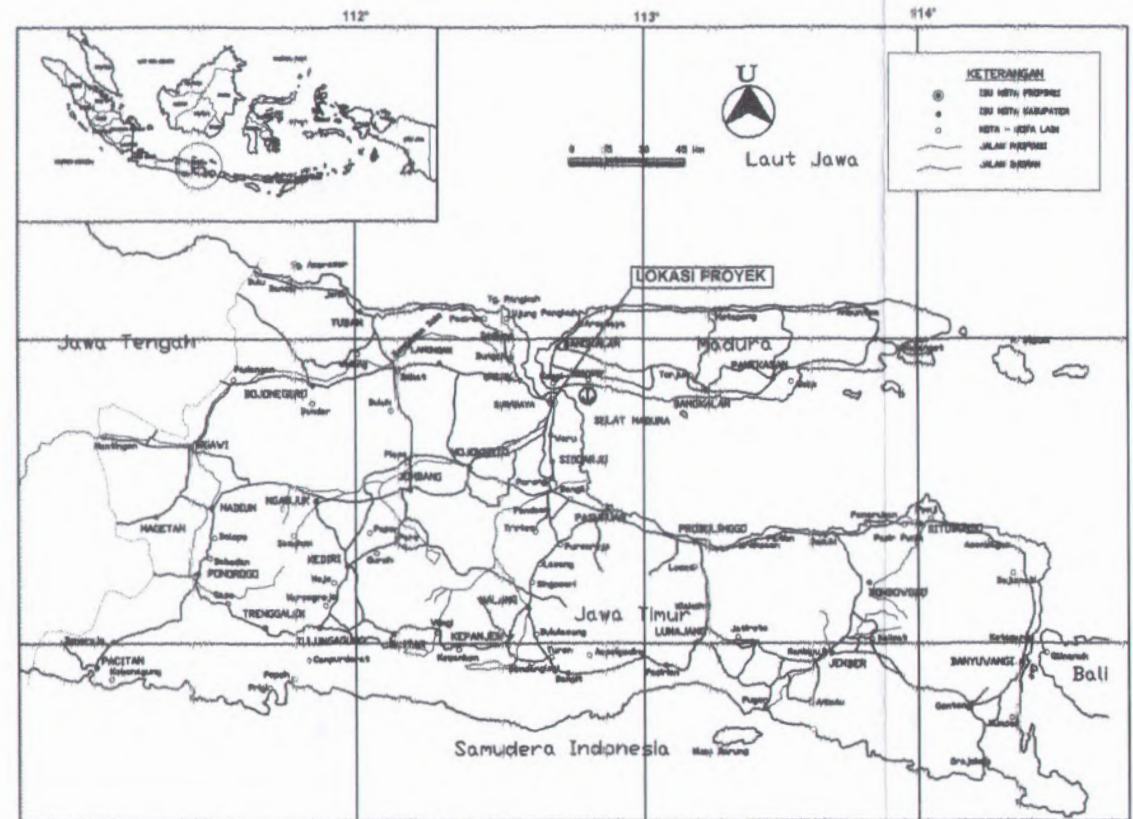
Nama balok	Dimensi (mm)	Berat plat	Beban terpusat	Beban hidup	kombinasi pembebanan			Momen	kontrol kekuatan lentur			Cek penampang		kontrol lendutan			Kontrol geser		
					Qu	Pu	Ru		Aw	Wprfil	Ket	h/tw	335Öfy	Ket	Δ	Δijin	Ket	VU	VN
Plat atas																			
Melintang kecil	8 x 90	133.45	0	1275	2207	0	0	275.92	7.2	5.652	OK	11.25	21.187	OK	0.18	0.278	OK	704.225	9720
Memanjang	12 x 140	133.45	5.652	2550	4257	6.7824	3199.5	1199	16.8	13.19	OK	11.6667	21.187	OK	0.312	0.417	OK	2018.24	22680
Melintang besar	14 x 200	133.45	13.188	3825	6308	15.826	6315.7	3161.8	28.1	22.02	OK	14.3124	21.187	OK	0.42	0.556	OK	3971.64	37870.63081
Plat bawah																			
Melintang kecil	8 x 90	-133.45	0	1221	1788	0	0	223.5	7.2	-5.652	OK	11.25	21.187	OK	0.139	0.278	OK	543.938	9720
Memanjang	12 x 140	-133.45	-5.652	2443	3734	-6.782	2793.5	1048.4	16.8	-13.19	OK	11.6667	21.187	OK	0.264	0.417	OK	1726.25	22680
Melintang besar	14 x 200	-133.45	-13.188	3664	5677	-15.83	5669.1	2830.6	28	-21.98	OK	14.2857	21.187	OK	0.38	0.556	OK	3517.34	37800
plat sisi atas syarat																			
Sisi 21 x 2,4 m																			
Melintang kecil	6 x 75	102.05	0	232.5	499.3	0	0	89.867	4.5	3.533	OK	12.5	21.187	OK	0.204	0.333	OK	200.73	6075
Memanjang	8 x 10	102.05	3.5325	558	1024	4.239	771.98	288.96	8	6.28	OK	12.5	21.187	OK	0.311	0.417	OK	498.57	10800
Melintang besar	13 x 140	102.05	6.28	697.5	1255	7.536	1510.1	908.31	18.2	14.29	OK	10.7692	21.187	OK	0.55	0.667	OK	965.74	24570
Sisi 2 x 2,4 m																			
Melintang	11 x 110	102.05	0	558	1027	0	0	513.63	12.1	9.499	OK	10	21.187	OK	0.537	0.556	OK	660.05	16335
Memanjang	11 x 120	102.05	9.4985	465	884.5	11.398	1067.1	643.65	13.2	10.36	OK	10.9091	21.187	OK	0.36	0.667	OK	689.959	17820
Plat sisi dibawah syarat																			
Sisi 21 x 2,4 m																			
Melintang kecil	7 x 80	102.05	0	663	1189	0	0	214.07	5.6	4.396	OK	11.4286	21.187	OK	0.329	0.333	OK	459.03	7560
Memanjang	10 x 120	122.46	4.396	1591	2705	5.2752	2033.9	762.06	12	9.42	OK	12	21.187	OK	0.37	0.42	OK	1289.64	16200
Melintang besar	15 x 180	102.05	9.42	1989	3326	11.304	3997.4	2401.8	27	21.2	OK	12	21.187	OK	0.59	0.667	OK	2518.68	36450
Sisi 2 x 2,4 m																			
Melintang	12 x 150	102.05	0	1591	2692	0	0	1346.2	18	14.13	OK	12.5	21.187	OK	0.50	0.556	OK	1693.25	24300
Memanjang	15 x 160	102.05	14.13	1326	2268	16.956	2728.7	1641.5	24	18.84	OK	10.6667	21.187	OK	0.58	0.667	OK	1727.79	32400



Judul Tugas Akhir

Perencanaan Detail
Dermaga Wisata Marina
Di
Kawasan kaki Jembatan Suramadu
Sisi Surabaya

Legenda



Dosen Pembimbing

Ir. Dyah Iriani, MSc.

Nip : 131 285 253

Nama mahasiswa

Indah Dwi Ariyani

Nrp : 3102 100 086

Judul Gambar

Peta Jawa Timur

Skala gambar

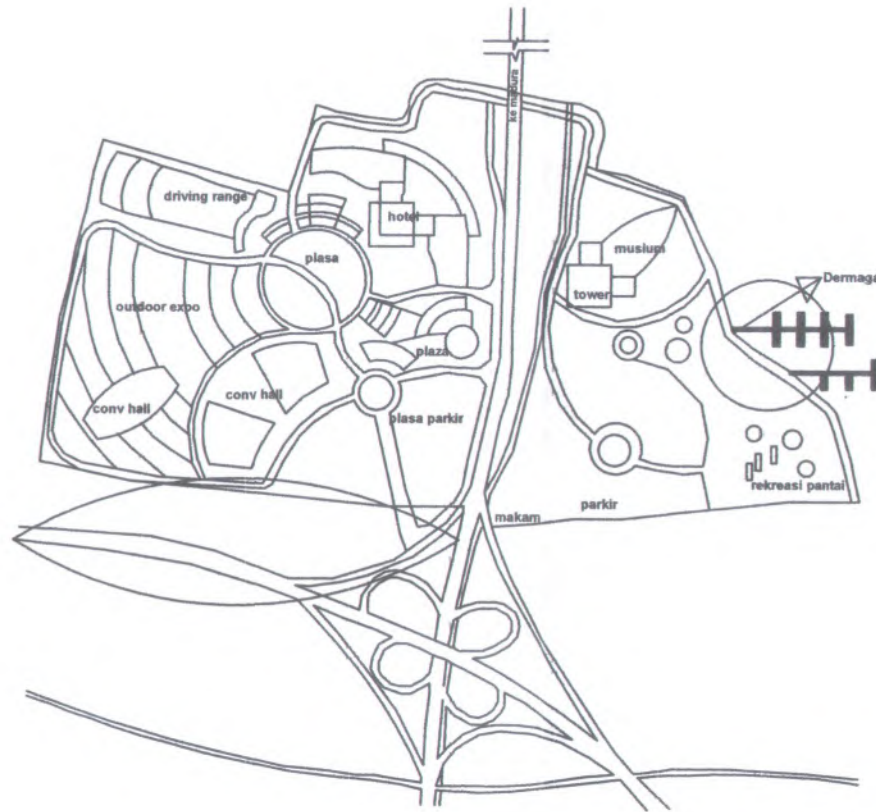
No Gambar	Jumlah gambar
-----------	---------------

1	22
---	----

Judul Tugas Akhir

Perencanaan Detail
 Dermaga Wisata Marina
 Di
 Kawasan kaki Jembatan Suramadu
 Sisi Surabaya

Legenda



Dosen Pembimbing

Ir. Dyah Iriani, MSc.
 Nip : 131 285 253

Nama mahasiswa

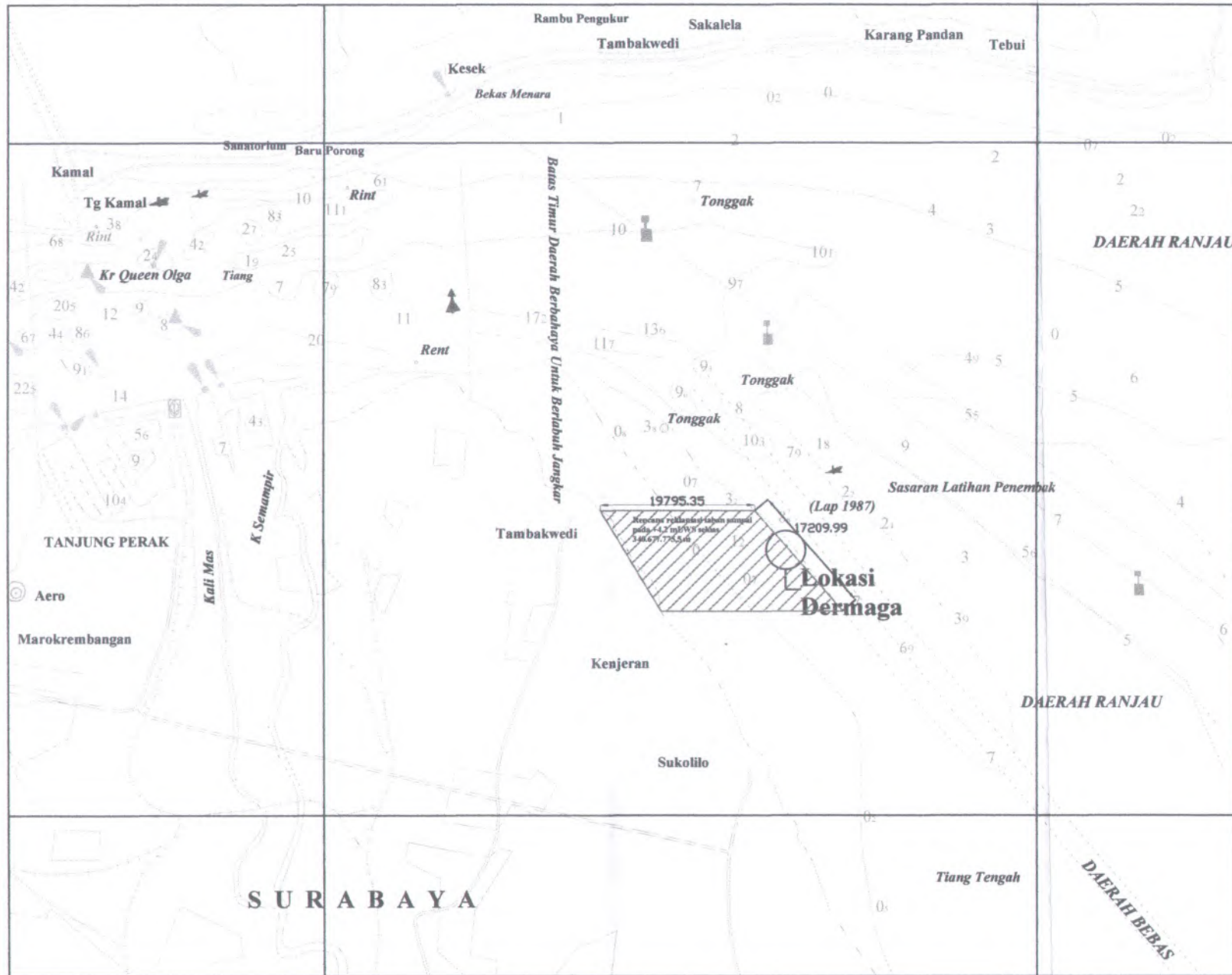
Indah Dwi Ariyani
 Nrp : 3102 100 086

Judul Gambar

Tambak Wedi

Skala gambar

No Gambar	Jumlah gambar
2	22

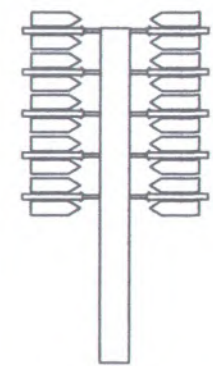


Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

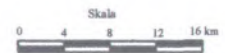
Judul Tugas Akhir

Perencanaan Detail
Dermaga Wisata Marina
Di
Kawasan kaki Jembatan Suramadu
Sisi Surabaya

Legenda



Layout umum



Dosen Pembimbing

Ir. Dyah Iriani, MSc
Nip : 131 285 253

Nama mahasiswa

Indah Dwi Ariyani
Nrp : 3102 100 086

Judul Gambar

Peta Bathymetri Tambak Wedi

Skala gambar

1 : 7500

No Gambar	Jumlah gambar
3	22

SURABAYA

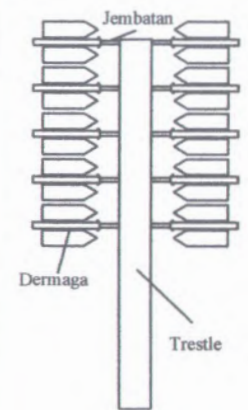


Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

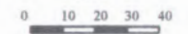
Judul Tugas Akhir

Perencanaan Detail
Dermaga Wisata Marina
Di
Kawasan kaki Jembatan Suramadu
Sisi Surabaya

Legenda



Layout umum
Skala



Dosen Pembimbing

Ir. Dyah Iriani, MSc.

Nip : 131 285 253

Nama mahasiswa

Indah Dwi Ariyani

Nrp : 3102 100 086

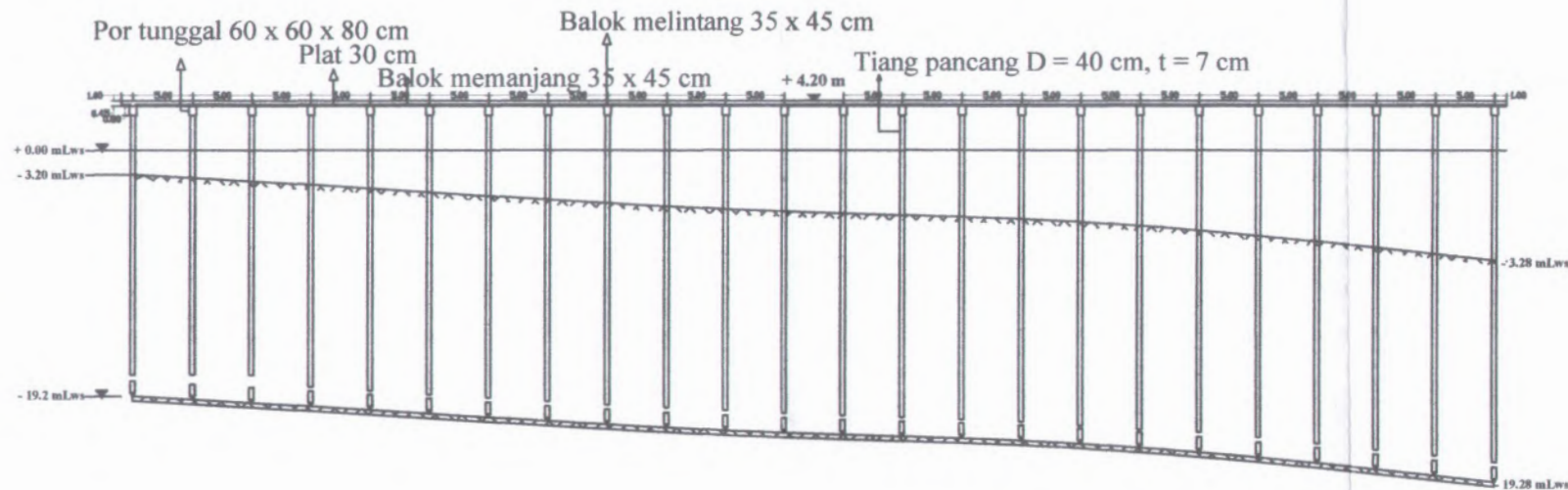
Judul Gambar

Potongan B - B

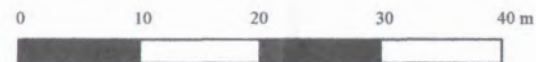
Skala gambar

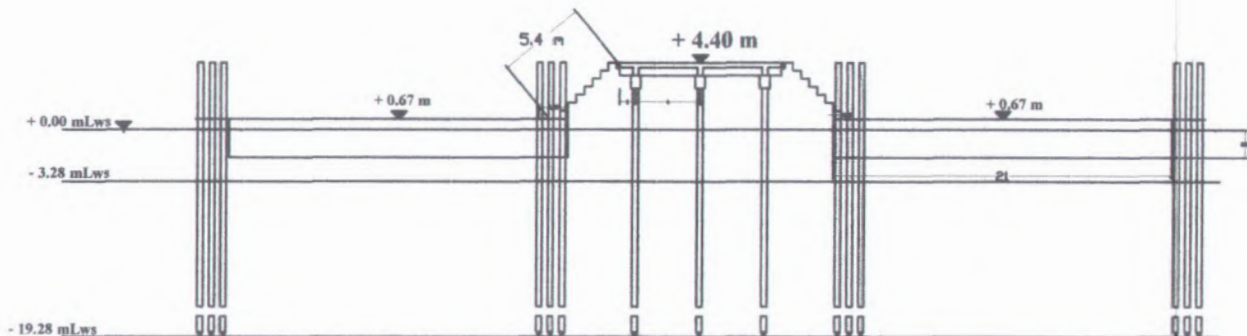
No Gambar	Jumlah gambar
-----------	---------------

5	22
---	----

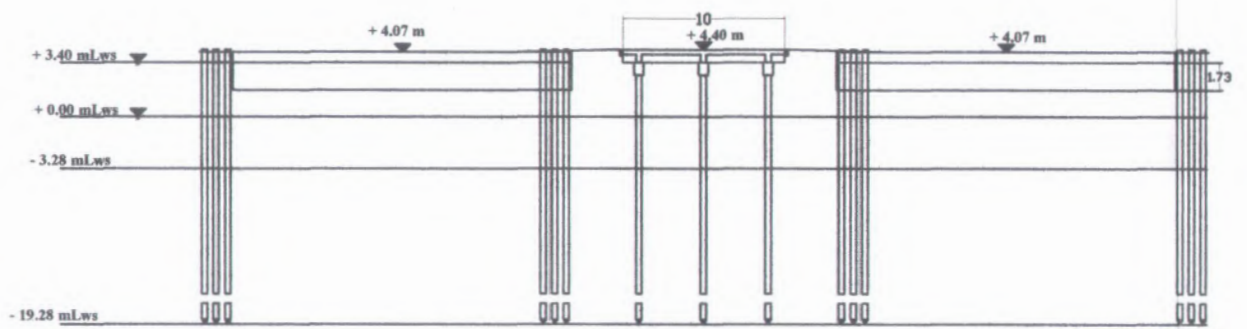


Skala



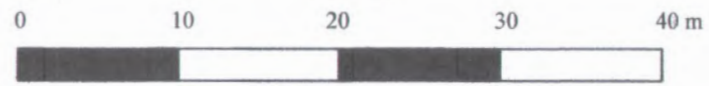


Posisi dermaga pada saat air surut berada pada 0.0 m Lws



Posisi dermaga pada saat air pasang berada pada 3.4 m Lws

Skala

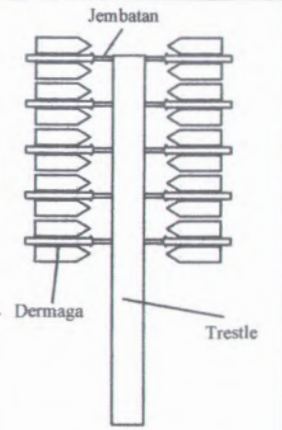


Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Judul Tugas Akhir

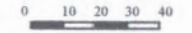
Perencanaan Detail
Dermaga Wisata Marina
Di
Kawasan kaki Jembatan Suramadu
Sisi Surabaya

Legenda



Layout umum

Skala



Dosen Pembimbing

Ir. Dyah Iriani, MSc.
Nip : 131 285 253

Nama mahasiswa

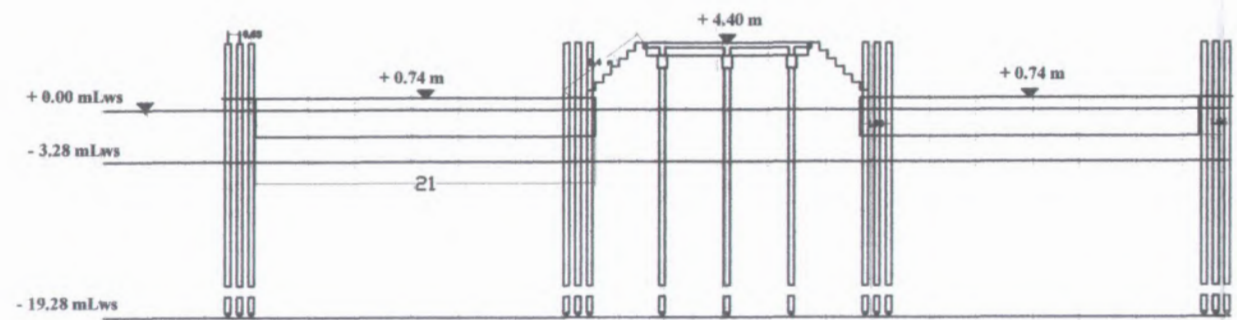
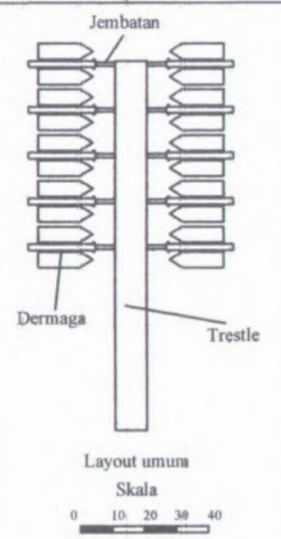
Indah Dwi Ariyani
Nrp : 3102 100 086

Judul Gambar

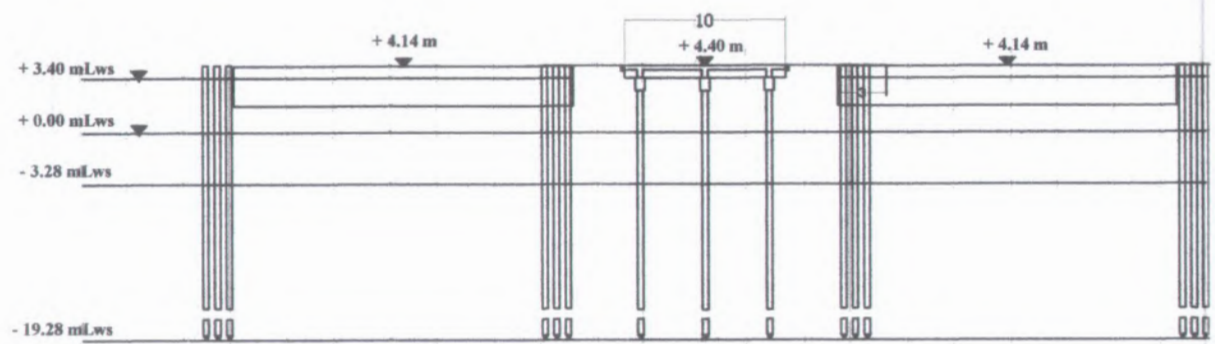
Potongan A-A Dermata Penuh

Skala gambar

No Gambar	Jumlah gambar
6	22

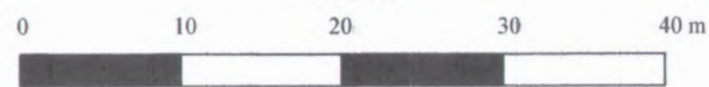


Posisi dermaga pada saat air surut berada pada 0.0 m Lws



Posisi dermaga pada saat air pasang berada pada 3.4 m Lws

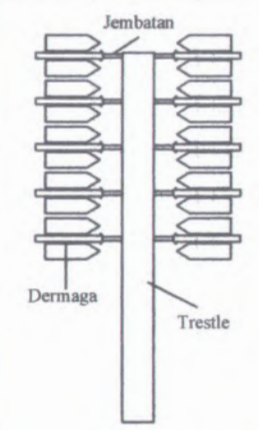
Skala



Judul Tugas Akhir

Perencanaan Detail
 Dermaga Wisata Marina
 Di
 Kawasan kaki Jembatan Suramadu
 Sisi Surabaya

Legenda



Layout umum
 Skala
 0 10 20 30 40

Dosen Pembimbing

Ir. Dyah Iriani, MSc.
 Nip : 131 285 253

Nama mahasiswa

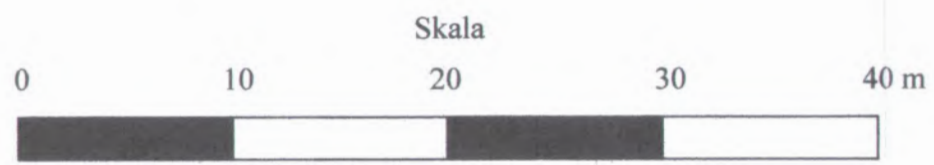
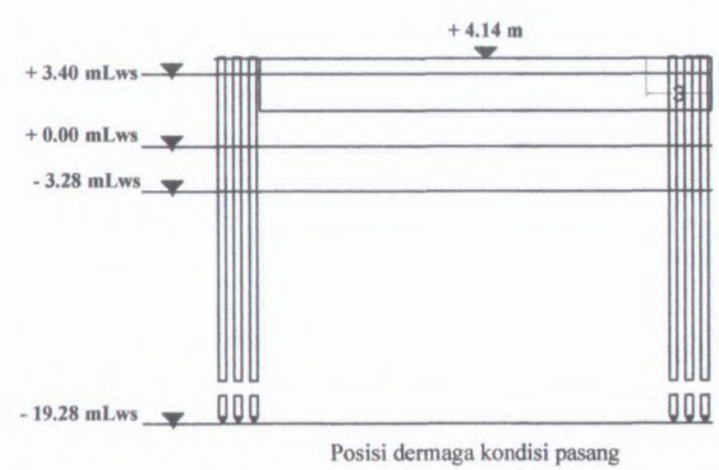
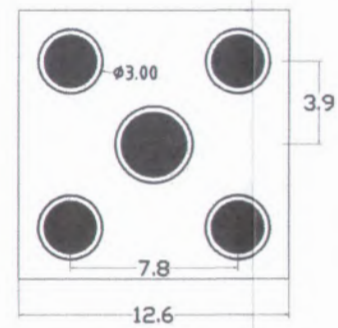
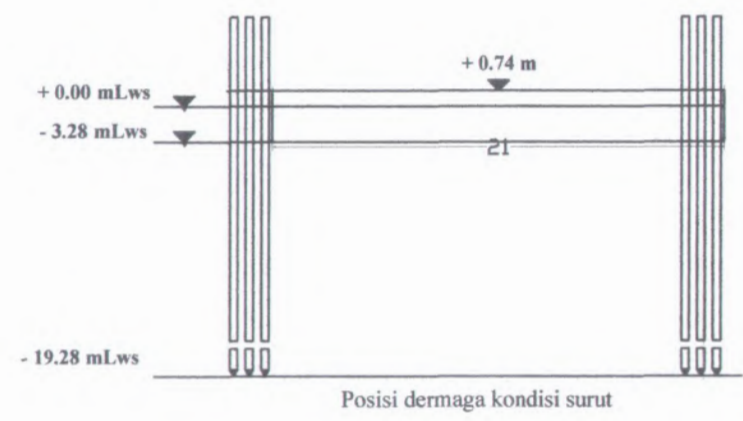
Indah Dwi Ariyani
 Nrp : 3102 100 086

Judul Gambar

Denah Tiang Pancang pada Kupingan

Skala gambar

No Gambar	Jumlah gambar
8	22

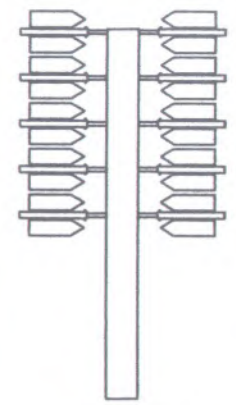




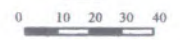
Judul Tugas Akhir

Perencanaan Detail
Dermaga Wisata Marina
Di
Kawasan kaki Jembatan Suramadu
Sisi Surabaya

Legenda



Layout umum
Skala



Dosen Pembimbing

Ir. Dyah Iriani, MSc.
Nip : 131 285 253

Nama mahasiswa

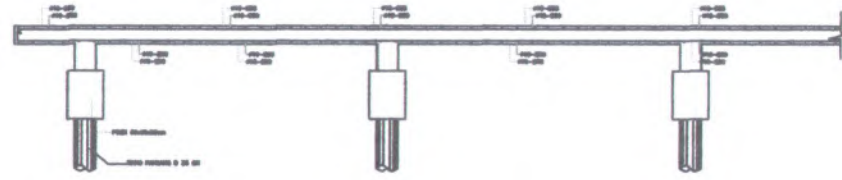
Indah Dwi Ariyani
Nrp : 3102 100 086

Judul Gambar

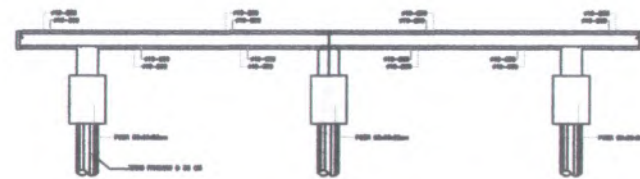
Penulangan Plat Trestle

Skala gambar

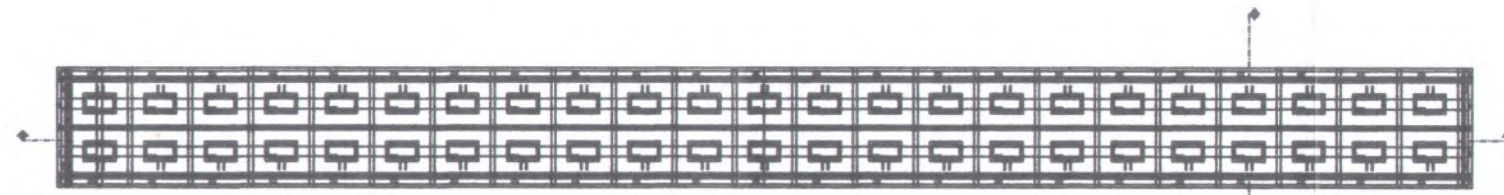
No Gambar	Jumlah gambar
9	22



POTONGAN A-A
Skala 1:5

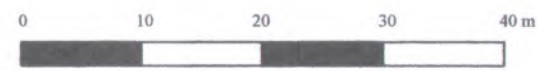


POTONGAN B-B
Skala 1:5



PENULANGAN PLAT
Skala 1:1

Skala



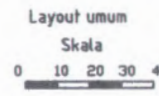
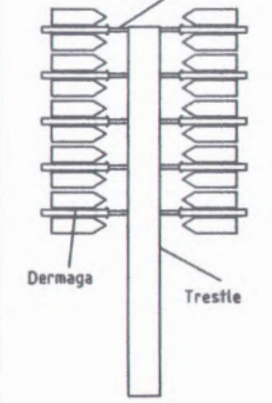


Judul Tugas Akhir

Perencanaan Detail
Dermaga Wisata Marina
Di
Kawasan kaki Jembatan Suramadu
Sisi Surabaya

Legenda

Jembatan



Dosen Pembimbing

Ir. Dyah Iriani, MSc.
Nip : 131 285 253

Nama mahasiswa

Indah Dwi Ariyani
Nrp : 3102 100 086

Judul Gambar

Profil dermaga

Skala gambar


No Gambar	Jumlah gambar
16	22




Profil I 18 x 90 mm
plat melintang kecil untuk
plat atas dan bawah




Profil I 12 x 140 mm
plat memanjang untuk
plat atas dan bawah




Profil I 14 x 200 mm
plat melintang besar untuk
plat atas dan bawah




Profil I 7 x 80 mm
plat melintang kecil untuk
plat sisi 21 x 2.4 m




Profil I 10 x 120 mm
plat memanjang
plat sisi 21 x 2.4 m



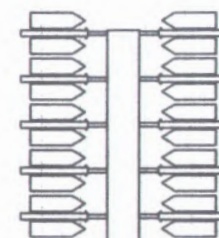
Profil I 15 x 180 mm
plat melintang besar
plat sisi 21 x 2.4 m



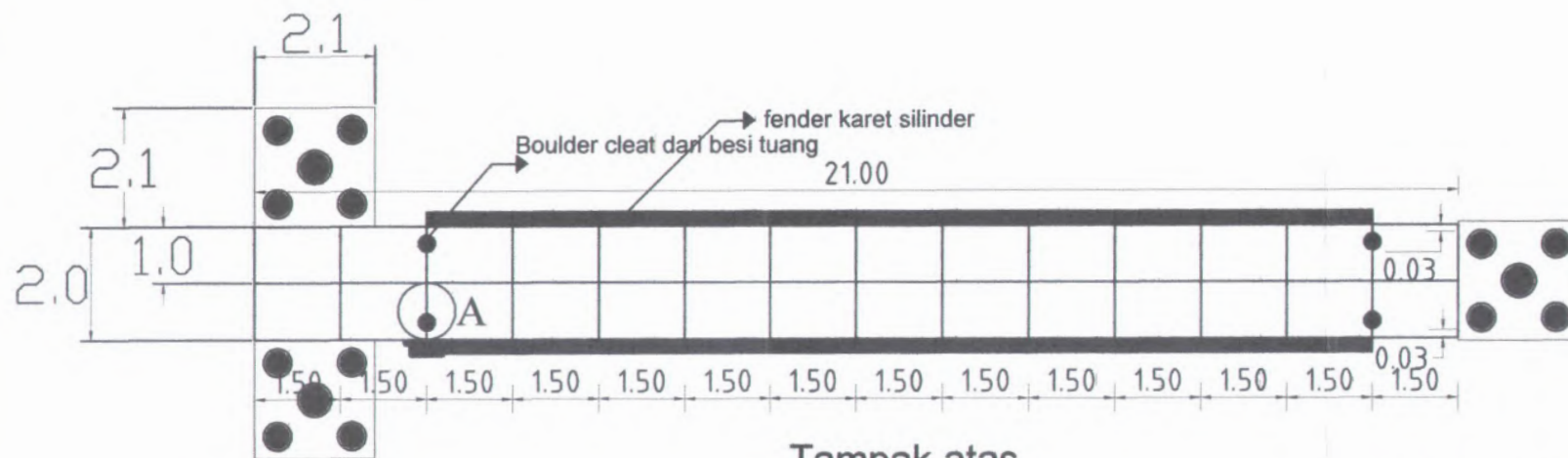
Profil I 12 x 150 mm
plat melintang
plat sisi 2 x 2.4 m



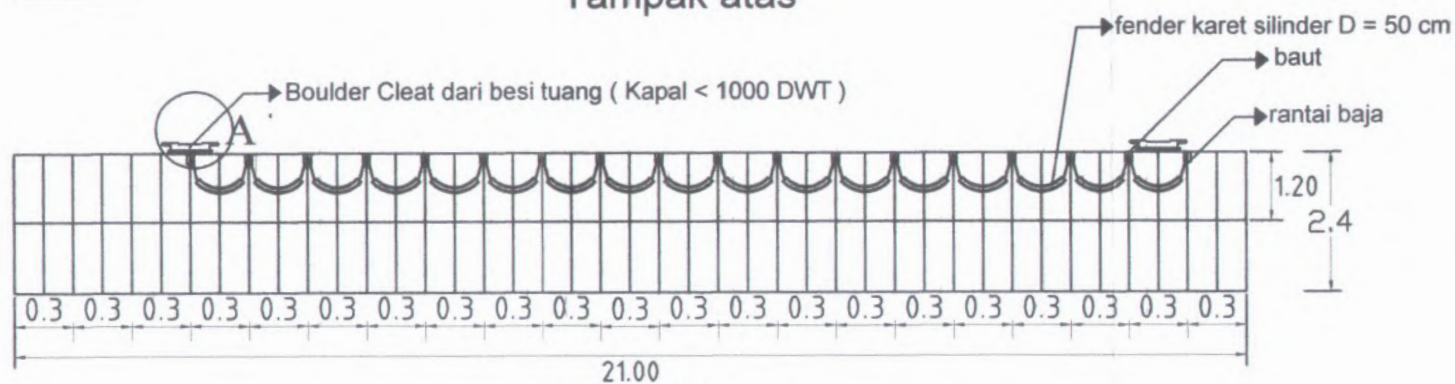
Profil I 10 x 120 mm
plat memanjang
plat sisi 2 x 2.4 m



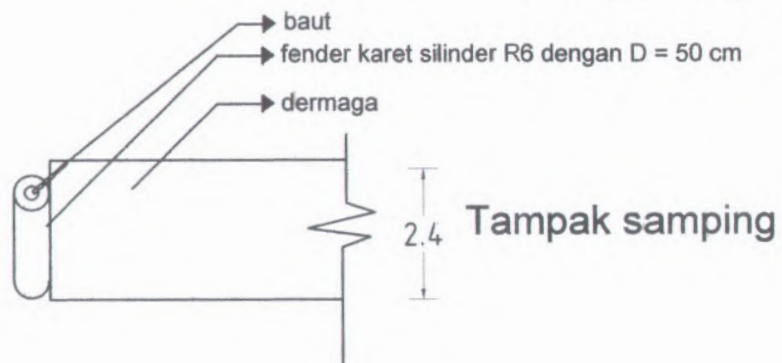
Layout umum



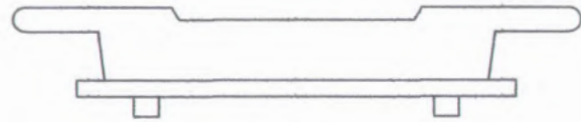
Tampak atas



Tampak Depan

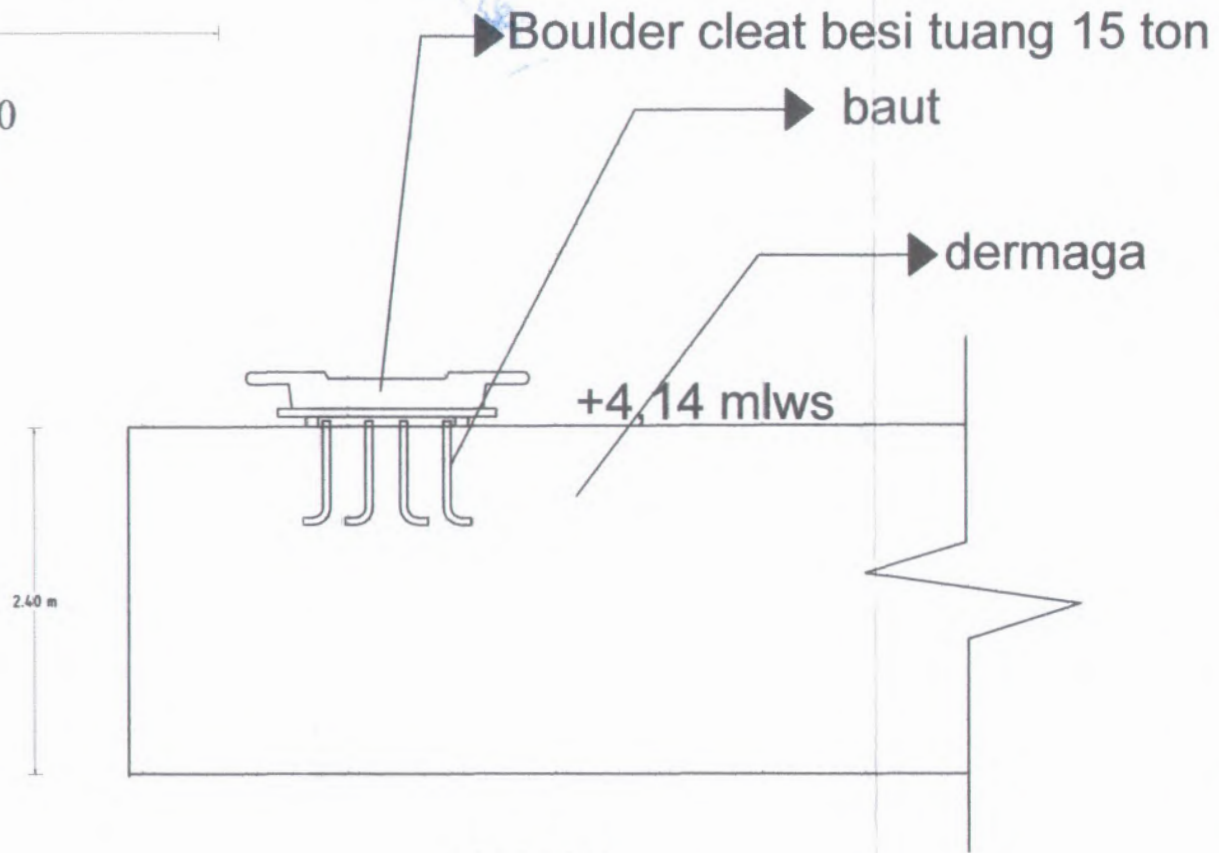


Tampak samping



60 cm

Skala 1:10



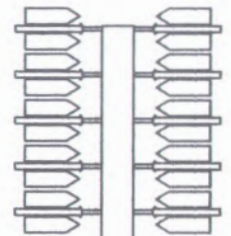
Skala 1:5

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Judul Tugas Akhir

Perencanaan Detail
Dermaga Wisata Marina
Di
Kawasan kaki Jembatan Suramadu
Sisi Surabaya

Legenda



Layout umum

Dosen Pembimbing

Ir. Dyah Iriani, MSc.

Nip : 131 285 253

Nama mahasiswa

Indah Dwi Ariyani

Nrp : 3102 100 086

Judul Gambar

Detail Border

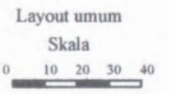
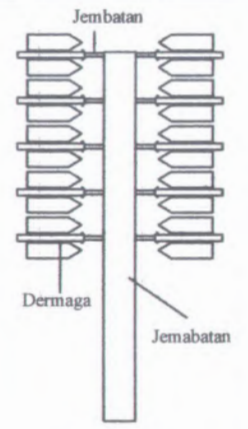
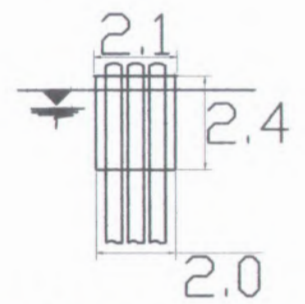
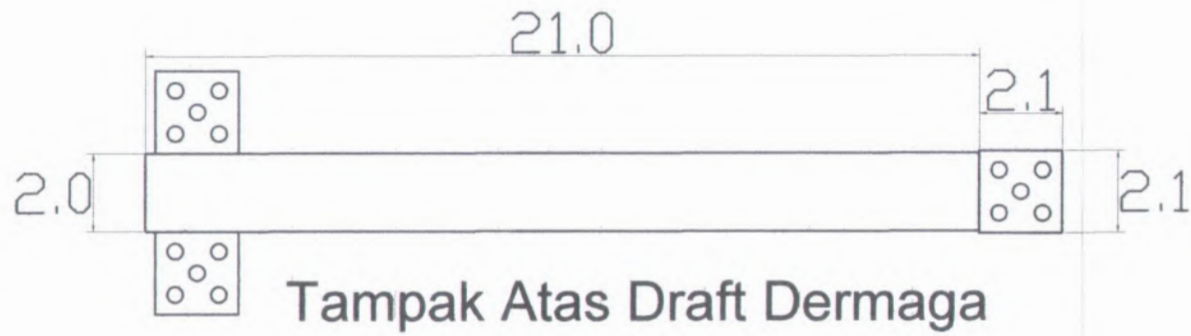
Skala gambar

No Gambar

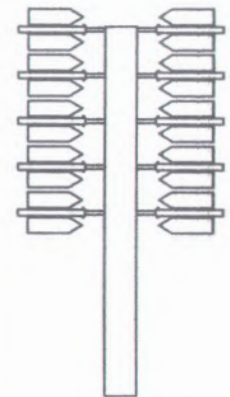
18

Jumlah gambar

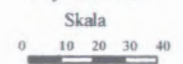
22



No Gambar	Jumlah gambar
19	22



Layout umum



Dosen Pembimbing

Ir. Dyah Iriani, MSc.

Nip : 131 285 253

Nama mahasiswa

Indah Dwi Ariyani

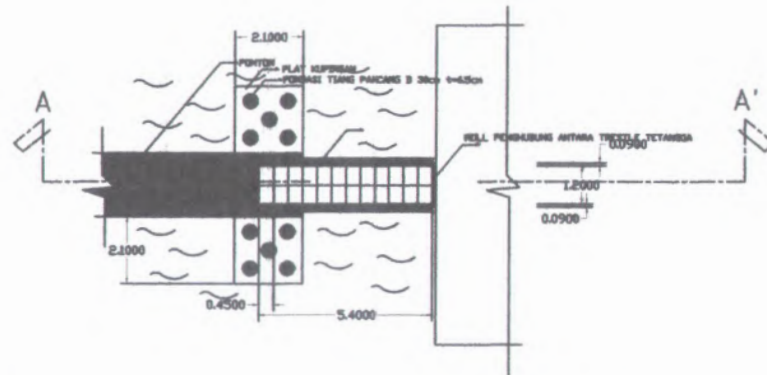
Nrp : 3102 100 086

Judul Gambar

Detail Tangga

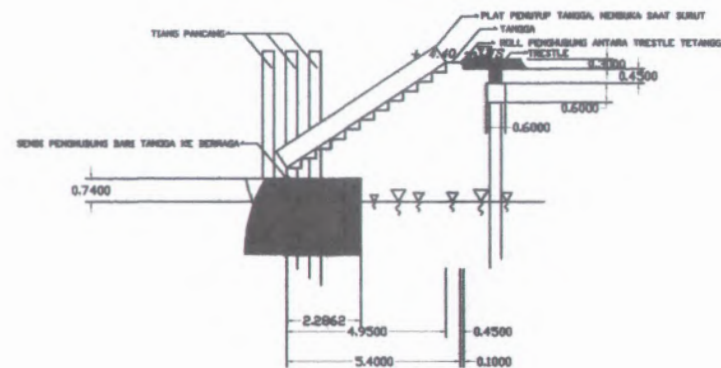
Skala gambar

No Gambar	Jumlah gambar
20	22



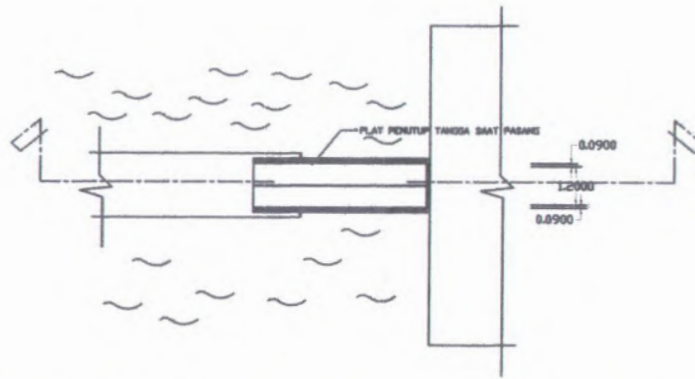
A

A = Denah Tampak atas tangga saat air laut surut dan dermaga dalam kondisi penuh muatam



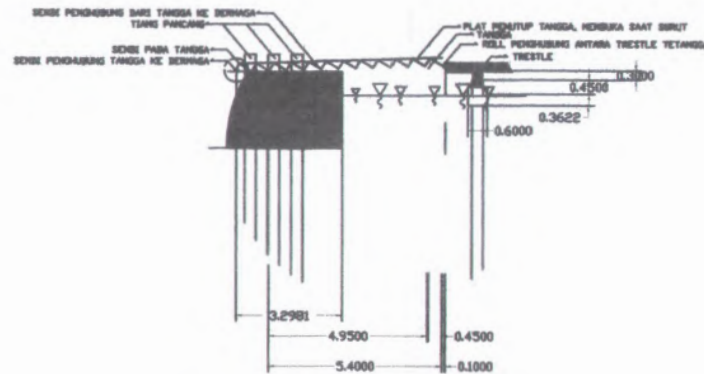
B

B = Denah Tampak samping tangga saat air laut surut dan dermaga dalam kondisi penuh muatam



C

C = Denah Tampak atas tangga saat air laut pasang dan dermaga dalam kondisi penuh muatam



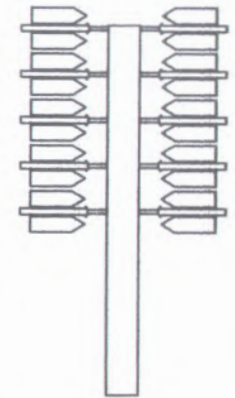
D

D = Denah Tampak samping tangga saat air laut pasang dan dermaga dalam kondisi penuh muatam

Judul Tugas Akhir

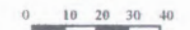
Perencanaan Detail
Dermaga Wisata Marina
Di
Kawasan kaki Jembatan Suramadu
Sisi Surabaya

Legenda



Layout umum

Skala



Dosen Pembimbing

Ir. Dyah Iriani, MSc.

Nip : 131 285 253

Nama mahasiswa

Indah Dwi Ariyani

Nrp : 3102 100 086

Judul Gambar

Detail Tangga

Skala gambar

No Gambar

21

Jumlah gambar

22

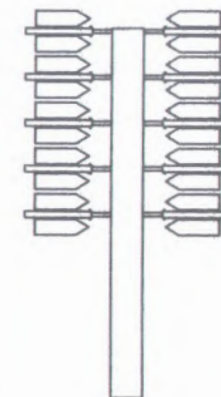


Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Judul Tugas Akhir

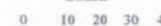
Perencanaan Detail
Dermaga Wisata Marina
Di
Kawasan kaki Jembatan Suramadu
Sisi Surabaya

Legenda



Layout umum

Skala



Dosen Pembimbing

Ir. Dyah Iriani, MSc.

Nip : 131 285 253

Nama mahasiswa

Indah Dwi Ariyani

Nrp : 3102 100 086

Judul Gambar

Detail Tangga

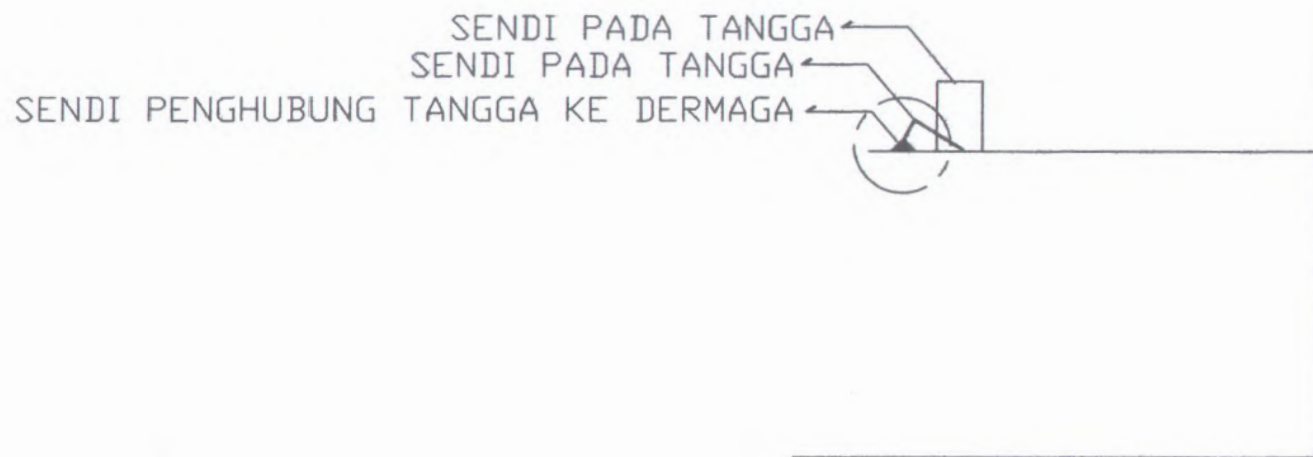
Skala gambar

No Gambar

22

Jumlah gambar

22



E

E = Detail hubungan antara
tangga dan dermaga

BD-1

Bore No: BD-1
 Project: Studi Calsion Dermaga Jarrud Utara
 Location: Tambatan Jarrud Polebuhan Tanjung Perak Surabaya
 Elevation: +3.84 m L.W.S.

Diameter of Bore : 73 mm
 Diameter of Casing : 89 mm

BORE LOG

Elevation (m LWS)	DEPTH (m)	BORE LOG	Standard Penetration Test (SPT) N / 30 cm	DESCRIPTION	COLOUR	SPT Value Depth sample (Blow / 30 cm)	Grain Size Analysis (%)				Physical Properties				Mechanical Properties					
							Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Water Content (%)	Specific Gravity G _s	Dry Density (γ _d) (g/cm ³)	Porosity n	Void Ratio e	Atterberg Test			Direct Shear Test	
																LL	PL	IP	c' (kg/m ²)	φ' (°)
+3.84	0		0 20 40 60 80	Asph. & concrete 5 cm, Concrete 10 cm																
+2.84	-1					0 + 1 + 1 = 2 1.00 - 1.50 m	5.85	52.05	32.33	8.77	32.15	2.842	1.041	0.48	0.85					
+1.84	2																			
+0.84	-3																			
-0.36	4					2 + 3 + 4 = 7 4.00 - 4.50 m	4.35	82.51	28.31	8.83	34.05	2.883	1.123	0.48	0.91					
-1.36	5																			
-2.36	6																			
-3.36	7					2 + 4 + 4 = 8 7.00 - 7.50 m	0.38	77.14	19.53	2.95	32.79	2.859	1.128	0.47	0.87					
-4.36	8																			
-5.36	9					2 + 3 + 3 = 8 10.00 - 10.50 m	1.18	75.88	18.48	2.78	33.04	2.653	1.121	0.47	0.82					
-6.36	10																			
-7.36	11					2 + 3 + 3 = 8 13.00 - 13.50 m	0.19	89.87	20.92	8.11	33.38	2.848	1.119	0.47	0.88					
-8.36	12																			
-9.36	13					2 + 2 + 3 = 5 16.00 - 16.50 m	23.18	48.81	19.77	8.28	30.07	2.873	1.812	0.45	0.80					
-10.36	14																			
-11.36	15					50 / 5 cm 18.00 - 18.50 m	30.74	47.45	15.95	5.86	31.42	2.888	1.588	0.48	0.84					
-12.36	16																			
-13.36	17					18 + 21 + 25 = 48 18.00 - 18.50 m	1.25	2.40	50.35	48.00	45.07	2.583	1.135	0.54	1.15	78.483	38.090	42.353	0.28	8
-14.36	18																			
-15.36	19					4 + 8 + 7 = 13 22.00 - 22.50 m	8.19	53.97	30.44	9.40	33.88	2.888	1.205	0.47	0.90					
-16.36	20																			
-17.36	21					1 + 2 + 2 = 4 25.00 - 25.50 m	0.79	12.71	45.98	48.52	44.08	2.583	1.321	0.53	1.14	74.728	35.198	39.529	0.37	9
-18.36	22																			
-19.36	23																			
-20.36	24																			
-21.36	25																			
-22.36	26																			
-23.36	27																			
-24.36	28																			
-25.36	29																			
-26.36	30																			
-28.36	31																			

pasir
 ← 40 → 35
 Loose Silty Sand

25 35
 Very dense Silty Sand
 pasir berpasir

lanau berlempung
 Medium Clayey Silt
 20 35

Loose Silty Sand
 40 35

lanau berlempung
 32

20

6,64235 12,120

1 unit = 1,8 cm

1 = 1,8
 2 = 3,6

1,8 cm = 1
 2, cm = x

x (1,1) = 2 cm x 750.000

2 cm

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Nganjuk, 17 Februari 1983 dengan nama INDAH DWI ARIYANI. Penulis adalah putri kedua dari 3 bersaudara keluarga Bapak Iskandar (Alm) dan Ibu Poniati (Almh). Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK Pertiwi Mojokendil (1988-1989), SDN I Mojokendil (1989-1995), SLTPN I Prambon (1995-1998), dan SMUN I Tanjung Anom (1998-2001). Setelah lulus dari SMUN I Tanjung Anom, penulis mengikuti SPMB di Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Surabaya dan diterima di Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS pada tahun 2002, terdaftar dengan NRP. 3102 100 086. Penulis mengambil Tugas Akhir di bidang Perhubungan spesifikasi Struktur Pelabuhan dengan judul **“PERENCANAAN DETAIL DERMAGA WISATA MARINA DI KAWASAN KAKI JEMBATAN SURAMADU SISI SURABAYA”** dengan pembimbing Ir. Dyah Iriani Widyastuti M.Sc. Selama masa kuliah penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan Seminar dan Pelatihan. Penulis juga pernah aktif sebagai Staf Departemen Hubungan Masyarakat (JMMI), Staf Departemen Hubungan Masyarakat (KAMMI), Staf Departemen Kajian Strategi Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HMS), Team Koordinator Nasional Gerakan Mahasiswa Peduli Aceh Badan Eksekutif Mahasiswa se Indonesia (BEM SI) sebagai bendahara.