



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - RC145501

**MODIFIKASI DESAIN DERMAGA CURAH CAIR
di SUNGAI KAHAYAN UNTUK KAPAL
KAPASITAS 10.000 DWT**

**MUCHAMAD ABDUR ROHMAN
NRP 3113.030.013**

**Dosen Pembimbing I
Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D.
NIP. 19620328 198803 1 001**

**Dosen Pembimbing II
R. BUYUNG ANUGRAHA A, ST., MT.
NIP. 19740203 200212 1 002**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

Surabaya 2017



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - RC145501

**MODIFIKASI DESAIN DERMAGA CURAH CAIR
di SUNGAI KAHAYAN UNTUK KAPAL
KAPASITAS 10.000 DWT**

**MUCHAMAD ABDUR ROHMAN
NRP 3113.030.013**

**Dosen Pembimbing I
Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D.
NIP. 19620328 198803 1 001**

**Dosen Pembimbing II
R. BUYUNG ANUGRAHA A, ST., MT.
NIP. 19740203 200212 1 002**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

Surabaya 2017



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - RC145501

**DESIGN MODIFICATOIN OF LIQUID BULK
CARRIER DOCK AT KAHAYAN RIVER FOR 10.000
DWT SHIP CAPACITY**

**MUCHAMAD ABDUR ROHMAN
NRP 3113.030.013**

**Advisor Lecturer I
Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D.
NIP. 19620328 198803 1 001**

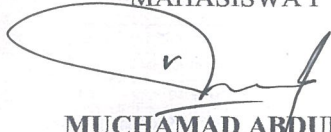
**Advisor Lecturer II
R. BUYUNG ANUGRAHA A, ST., MT.
NIP. 19740203 200212 1 002**

**INFRASTRUCTURE CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF VOCATIONAL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

Surabaya 2017

**MODIFIKASI DESAIN DERMAGA CURAH CAIR DI
SUNGAI KAHAYAN UNTUK KAPAL KAPASITAS
10.000 DWT**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelara Ahli Madya Teknik
Pada
Program Studi Diploma III Departemen Teknik Infrastruktur
Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, Agustus 2017
Disusun Oleh :
MAHASISWA I



MUCHAMAD ABDUR R.
NRP. 3113.030.013

Disetujui Oleh :
DOSEN PEMBIMBING I



AGUNG BUDIPIRYANTO, M.Eng., Ph.D.

NIP. 196203281988031001

DOSEN PEMBIMBING II

03 AUG 2017

03/08/2017

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

NIP. 1997402032002121002

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA CURAH CAIR DI SUNGAI KAHAYAN UNTUK KAPAL KAPASITAS 10.000 DWT

Nama Mahasiswa : Muchamad Abdur Rohman
NRP : 3113 030 013
Jurusan : Diploma III Departemen Teknik Infrastruktur
Sipil Fakultas Vokasi - ITS
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Agung Budipriyanto, M.Eng., Ph.D.
2. R. Buyung Anugraha A, ST., MT.

Abstrak

Dermaga curah cair di sungai kahayan merupakan bagian dari pelabuhan Pulang Pisau yang masih dalam wilayah kerja PT. Pelabuhan Indonesia (Pelindo) III cabang Banjarmasin. Pelabuhan Laut Pulang Pisau terletak di tepi Sungai Kahayan, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah. Dermaga ini mampu memfasilitasi kapal berkapasitas 5.000 DWT. Kegiatan pendistribusian minyak bumi di Kalimantan harus dipacu demi pertumbuhan ekonomi negara. Maka dari itu diperlukan adanya perencanaan ulang atau memodifikasi desain dermaga curah cair yang sudah ada untuk kapal yang memiliki kapasitas yang lebih besar yaitu 10.000 DWT.

Pengerjaan tugas akhir ini menggunakan metode yang mencakup dengan modifikasi desain. Dimana dari desain awal yang menggunakan kapal dengan kapasitas 5000 DWT ditingkatkan menjadi 10.000 DWT. Dari hal tersebut memengaruhi desain awal yang ada, sehingga perlu diadakannya perubahan layout pada dermaga. Perubahan layout yang ada meliputi perubahan dimensi loading platform, panjang trestle, dan penambahan jumlah dari berthing dolphin maupun mooring dolphin. Selain hal tersebut juga ditambahkan sistem bongkar muat satatis berupa marine loading arm. Dalam perencanaan struktur dermaga ini, sistem struktur diaanalisis dengan bantuan program SAP 2000. Penulangan struktur dan stabilitas struktur direncanakan menggunakan standard SNI 03-2847-2002 Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung.

Dari hasil modifikasi desain yang disesuaikan untuk kapal 10.000 DWT, diperoleh dimensi loading platform 16m x 20m. sedangkan

untuk memenuhi kebutuhan draft kapal, diperoleh dimensi trestle sepanjang 47,8m dengan lebar plat trestle 4m. dimensi berthing dolphin dipakai 4m x 5,5m dengan tebal 2m. dimesi mooring dolphin dipakai 4m x 4m. bertambahnya beban yang ada mempengaruhi struktru yang direncanakan sehingga dipakai tebal plat 0,3m, dengan dimensi balok memanjang 1m x 0,6m dan balok melintang 0,8m x 0,5m. adapun diperlukan balok anak dengan dimensi 0,8m x 0,4m.

Kata Kunci : Dermaga, Curah Cair, 10.000 DWT,

DESIGN MODIFICATOIN of LIQUID BULK CARRIER DOCK at KAHAYAN RIVER for 10.000 DWT SHIP CAPACITY

Student : Muchamad Abdur Rohman
NRP : 3113 030 013
Department : Diploma III Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi - ITS
Advisor Lecturer : 1. Ir. Agung Budipriyanto, M.Eng., Ph.D.
2. R. Buyung Anugraha A, ST., MT.

Abstract

Bulk liquid wharf on the river is part of the kahayan Harbor Home Knife still in the working area of PT Indonesia (Pelindo) Harbor III branches of Banjarmasin. Seaport Home Knife is located in Riverside County, Kahayan Home knife, Central Kalimantan. The dock is capable of memfaisilitasi ship capacity 5,000 DWT. petroleum distribution Activities in Borneo should be spurred economic growth for the sake of the country. Therefore required the existence of a perencanaan or modify the design of the liquid bulk dock that already exists for the ship which has a larger capacity i.e. 10,000 DWT.

This final project work using methods that include design modifications. Where the initial design of the menggunakan ship with a capacity of 5000 DWT increased to 10,000 DWT. Of that affect the initial design is there, so it is necessary to hold the change layout on the pier. Existing layout changes include changes to the dimensions of the loading platform, a long trestle desk, and increased the amount of berthing dolphin as well as mooring dolphin. In addition it also added satatis loading and unloading system in the form of marine loading arm. In planning the structure of this pier, truktur diaanalisis system with the help of SAP 2000 program. Penulangan structure and stability of the structure is planned using the standard 03-2847-2002 SNI Ordinance the calculation of concrete structures for buildings.

Design modification of the results are adjusted to 10,000 DWT ships, acquired the dimensions of loading platform 16 m x 20 m. whereas to meet the needs of the ship's draft, obtained along the trestle desk dimensions 47, 8 m with a width of 4 m trestle desk plate.

the dimensions of the berthing dolphin used 4 m x 5, 5 m with 2 m thick. dimesi mooring dolphin used 4 m x 4 m. increasing the existing burden affects struktru planned so worn thick plate 0, 3 m, with the dimensions of the beam extends 1 m x 0, 6 m and a transverse beam 0, 8 m x 0, 5 m. as for the required beam dimensions with a 0, 8 m x 0, 4 m.

Keywords: Liquid, bulk Dock, 10.000 DWT,

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya Proyek Akhir kami yang berjudul “Modifikasi Desain Dermaga di Sungai Kahayan untuk Kapal Kapasitas 10000 DWT” dapat tersusun serta terselesaikan dengan baik dan dapat mempresentasikan pada Sidang Proyek Akhir.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademis pada program studi Diploma III Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari penulisan Proyek akhir ini agar mahasiswa dapat memahami serta mengetahui langkah kerja dalam perencanaan struktur dermaga.

Tersusunnya Laporan Proyek Akhir ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan orang sekitar. Dalam kesempatan ini diucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan Proyek Akhir ini, yaitu :

1. Ir. Agung Budipriyanto, M.Eng., Ph.D dan R. Buyung Anugraha A. ST., MT. selaku dosen pembimbing proyek akhir.
2. Orang Tua dan Keluarga yang telah memberi dorongan baik moral maupun materil yang tak terhingga, sehingga dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini.
3. Rekan – rekan mahasiswa jurusan D III Teknik Sipil ITS Surabaya yang telah banyak membantu penyelesaian Proyek Akhir ini.
4. Seluruh pihak yang secara langsung ataupun tidak langsung telah membantu kami dalam menyelesaikan proyek akhir kami, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Surabaya, 10 Januari 2017

Penulis,

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| Abstrak..... | V |
| Abstract..... | VII |
| KATA PENGANTAR..... | IX |
| DAFTAR ISI..... | XI |
| DAFTAR TABEL..... | XV |
| DAFTAR GAMBAR..... | XIX |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 1 |
| 1.3 Tujuan..... | 2 |
| 1.4 Manfaat..... | 2 |
| 1.5 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.6 Lokasi..... | 3 |
| BAB II DASAR TEORI..... | 5 |
| 2.1 Tinjauan Umum..... | 5 |
| 2.2 Dasar - dasar Perencanaan..... | 6 |
| 2.3 Kriteria Perencanaan..... | 6 |
| 2.3.1 Dermaga..... | 6 |
| 2.3.2 Dimensi Plat..... | 8 |
| 2.3.3 Dimensi Balok..... | 8 |
| 2.3.4 Dimensi Tiang Pancang..... | 9 |
| 2.3.5 Dimensi Poer..... | 10 |
| 2.3.6 Dimensi Dolphin..... | 10 |
| 2.4 Beban yang Bekerja..... | 10 |
| 2.4.1 Beban Vertikal..... | 10 |
| 2.4.2 Beban Horisontal..... | 14 |
| 2.5 Kombinasi Pembebanan..... | 22 |
| 2.5.1 Kombinasi pada Loading Platform dan Trestel | 22 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 2.5.2 | Kombinasi pada Berthing Dolphin..... | 23 |
| 2.5.3 | Kombinasi pada Mooring Dolphin..... | 23 |
| 2.6 | Fender dan Bollard..... | 23 |
| 2.6.1 | Fender | 23 |
| 2.6.2 | Bollard..... | 26 |
| 2.7 | Analisa Struktur dan Penulangan | 27 |
| 2.7.1 | Penulangan Plat..... | 27 |
| 2.7.2 | Kontrol Stabilitas pada Plat..... | 28 |
| 2.7.3 | Penulangan Balok | 30 |
| 2.7.4 | Kontrol Stabilitas pada Balok | 33 |
| 2.7.5 | Daya Dukung Pondasi..... | 34 |
| 2.7.6 | Pada Penulangan Poer..... | 37 |
| 2.7.7 | Penulangan Shear Ring | 38 |
| 2.7.8 | Struktur Dolphin | 38 |
| BAB III METODOLOGI..... | | 41 |
| 3.1 | Tinjauan Umum | 41 |
| 3.1.1 | Tahap Persiapan | 41 |
| 3.1.2 | Pengumpulan Data | 41 |
| 3.1.3 | Analisis dan Pengolahan Data..... | 42 |
| 3.1.4 | Analisis data kapal | 42 |
| 3.1.5 | Analisis data kondisi lingkungan | 42 |
| 3.1.6 | Analisis data kondisi tanah | 43 |
| 3.2 | Perencanaan | 43 |
| 3.2.1 | Perencanaan Tipe dan Struktur Dermaga..... | 43 |
| 3.2.2 | Kontrol Dimensi..... | 44 |
| 3.2.3 | Pembebanan | 44 |
| 3.2.4 | Perencanaan Fender dan Bollard..... | 44 |
| 3.2.5 | Analisa Struktur | 45 |
| 3.2.6 | Penulangan dan Kontrol Stabilitas Struktur.. | 45 |
| 3.2.7 | Penulisan Laporan..... | 45 |
| 3.2.8 | Penggambaran Struktur..... | 46 |
| 3.3 | Bagan Alir..... | 47 |
| BAB IV PERENCANAAN DERMAGA | | 49 |

| | | |
|--|-----------------------------------|-----------|
| 4.1 | Tinjauan Umum | 49 |
| 4.2 | Dimensi Dermaga | 49 |
| 4.2.1 | Panjang Dermaga | 50 |
| 4.2.2 | Lebar Dermaga..... | 51 |
| 4.2.3 | Elevasi Dermaga | 51 |
| 4.2.4 | Dimensi Trestel..... | 52 |
| 4.2.5 | Jarak Portal..... | 53 |
| 4.2.6 | Dimensi Plat..... | 61 |
| 4.2.7 | Dimensi Balok | 61 |
| 4.2.8 | Tiang Pancang..... | 64 |
| 4.2.9 | Dimensi Poer..... | 67 |
| 4.2.10 | Dimensi Dolphin..... | 67 |
| 4.3 | Beban Yang Bekerja | 71 |
| 4.3.1 | Beban Vertikal | 71 |
| 4.3.2 | Beban Horizontal | 72 |
| 4.4 | Fender Dan Bollard..... | 85 |
| 4.4.1 | Fender | 85 |
| 4.4.2 | Bollard..... | 88 |
| BAB V ANALISA STRUKTUR DAN PERHITUNGAN... | | 95 |
| 5.1 | Tinjauan Umum | 95 |
| 5.2 | Permodelan Struktur | 95 |
| 5.2.1 | Permodelan Loading Platform | 95 |
| 5.2.2 | Permodelan Trestel | 96 |
| 5.2.3 | Permodelan Berthing Dolphin | 97 |
| 5.2.4 | Permodelan Mooring Dolphin | 98 |
| 5.3 | Perhitungan Penulangan..... | 99 |
| 5.3.1 | Penulangan Plat..... | 99 |
| 5.3.2 | Penulangan Balok | 106 |
| 5.3.3 | Penulangan Poer..... | 125 |
| 5.3.4 | Penulangan Shear Ring | 136 |
| 5.3.5 | Penulangan Dolphin..... | 139 |
| 5.4 | Abutment..... | 151 |

| | | |
|-----------------------------------|------------------------------|-----|
| 5.4.1 | Pembebanan Abutmen | 153 |
| 5.4.2 | Perhitungan Stabilitas | 165 |
| 5.4.3 | Perhitungan Tulangan | 168 |
| 5.5 | Daya Dukung Pondasi..... | 187 |
| 5.5.1 | Daya Dukung Vertikal | 187 |
| 5.5.2 | Daya Dukung Horisontal | 190 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | | 195 |
| 6.1 | Kesimpulan | 195 |
| 6.1.1 | Plat | 195 |
| 6.1.2 | Balok..... | 195 |
| 6.1.3 | Poer | 196 |
| 6.1.4 | Dolphin | 196 |
| 6.1.5 | Abutment..... | 196 |
| 6.1.6 | Pondasi..... | 196 |
| 6.2 | Saran | 197 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 199 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2. 1. Tabel Tinggi Jagaan berdasarkan Kedalaman Kolam Pelabuhan | 7 |
| Tabel 2. 2. Tabel beban pangkalan pada struktur..... | 13 |
| Tabel 2. 3. Spesifikasi Pipa Instalasi Dermaga | 14 |
| Tabel 2. 6. Tabel nilai kelas situ | 20 |
| Tabel 2. 7. Tabel Faktor Amplifikasi untuk periode 0 detik dan 0,2detik (F_{PGA}/F_a) | 21 |
| Tabel 2. 8. Tabel nilai factor amplifikasi untuk periode 1 detik (F_v)..... | 21 |
| Tabel 2. 9. Gaya Bollard dan jarak antar Bollard | 26 |
| Tabel 4. 1. Elevasi Apron diatas HWS | 52 |
| Tabel 4. 2. Table schedule pipa baja..... | 64 |
| Tabel 4. 3Panjang Penjepitan untuk tiang dermaga | 65 |
| Tabel 4. 4Panjang penjepitan untuk tiang trestel | 66 |
| Tabel 4. 5Panjang Penjepitan untuk tiang trestle (lanjutan 1) | 66 |
| Tabel 4. 6. Panjang Penjepitan untuk tiang trestle (lanjutan 2) | 67 |
| Tabel 4. 7. Table berat isi matrial per meter pipa | 72 |
| Tabel 4. 8. Tabel Berat pipa dan isi | 72 |
| Tabel 4. 9. Tabel Persebaran Arah Angin | 75 |
| Tabel 4. 10. Tabel nilai kelas situ | 81 |
| Tabel 4. 11. Tabel perhitungan nilai N untuk menentukan nilai kelas situ | 82 |
| Tabel 4. 12. Tabel Faktor Amplifikasi untuk periode 0 detik dan 0,2detik (F_{PGA}/F_a) | 83 |
| Tabel 4. 13. Tabel nilai factor amplifikasi untuk periode 1 detik (F_v)..... | 83 |
| Tabel 4. 14. Bentuk tipikal respon spektra di permukaan tanah | 83 |
| Tabel 4. 15. Tabel perhitungan nilai spectra..... | 84 |
| Tabel 4. 16. Tabel Gaya moment dan tambat kapal..... | 92 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 5. 1. Tabel Moment Plat..... | 100 |
| Tabel 5. 2. Tabel Perhitungan Tulangan Plat..... | 102 |
| Tabel 5. 3. Tabel Perhitungan Tulangan(Lanjutan) | 103 |
| Tabel 5. 4. Tabel Gaya Dalam Balok Loading Platform..... | 106 |
| Tabel 5. 5. Tabel Gaya Dalam Balok Loading Platform (lanjutan)..... | 106 |
| Tabel 5. 6. Tabel Gaya Dalam Balok Trestel..... | 106 |
| Tabel 5. 7. Tabel Perhitungan Tulangan Balok (1)..... | 119 |
| Tabel 5. 8. Tabel Perhitungan Tulangan Balok (2)..... | 119 |
| Tabel 5. 9. Tabel Perhitungan Tulangan Balok (3)..... | 120 |
| Tabel 5. 10. Tabel Perhitungan Tulangan Balok (4)..... | 121 |
| Tabel 5. 11. Tabel Perhitungan Tulangan Balok (5)..... | 122 |
| Tabel 5. 12. Tabel Perhitungan Tulangan Balok (6)..... | 122 |
| Tabel 5. 13. Tabel Perhitungan Tulangan Balok (7)..... | 123 |
| Tabel 5. 14. Tabel Perhitungan Tulangan Balok (8)..... | 124 |
| Tabel 5. 15. Tabe dimensi poer dan gaya dalam Poer | 125 |
| Tabel 5. 16. Table Reaksi pada Berthing Dolphin | 139 |
| Tabel 5. 17. Tabel Reaksi pad Mooring Dolphin..... | 140 |
| Tabel 5. 18. Tabel Perhitungan Berat Sendiri Abutmen | 155 |
| Tabel 5. 19. Tabel statis momen | 156 |
| Tabel 5. 20. Tabel rekapitulasi Pembebanan | 160 |
| Tabel 5. 21. Kombinasi Pembebanan 1..... | 161 |
| Tabel 5. 22. Kombinasi Pembebanan 2..... | 161 |
| Tabel 5. 23. Kombinasi Pembebanan 3..... | 162 |
| Tabel 5. 24. Tabel Reaksi Tiang | 164 |
| Tabel 5. 25. Tabel Momen Penahan | 165 |
| Tabel 5. 26. Tabel Momen Guling..... | 165 |
| Tabel 5. 27. Tabel Reaksi Tiang Pilecap Abutment..... | 178 |
| Tabel 5. 28. TABEL Perhitungan Berat sendiri wingwall.... | 184 |
| Tabel 5. 29. Tabel Beban tekanan tanah pada wingwall..... | 184 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 5. 30. Tabel Perhitungan Daya dukung tanah | 189 |
| Tabel 6. 1. Tabel hasil peritungan Tulangan pada Plat | 195 |
| Tabel 6. 2. Table perhitungan penulangan pada balok Loading Platform | 195 |
| Tabel 6. 3. Tabel Penulangan pada balok Trestel | 196 |
| Tabel 6. 4. Tabel Hasil Penulangan Abutment | 196 |

Halaman Ini Sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. 1. Lokasi Kabupaten Pulang Pisau..... | 3 |
| Gambar 1.2. Kawasan Pelabuhan Pulang pisau..... | 3 |
| Gambar 1.3. Wilayah Pengembangan Pelabuhan Pulang Pisau | 4 |
| Gambar 1. 4. Denah Lokasi Dermaga dan Bathymetry | 4 |
| Gambar 2. 1. Gambar Anatomi Beban Truk..... | 11 |
| Gambar 2. 2. Gambar Anatomi Persebaran Beban Roda Truk ditengah Bentang | 11 |
| Gambar 2. 3. Gambar Anatomi Persebaran Beban Roda Truk ditepi Bentang | 12 |
| Gambar 2. 4. Marine Loading Arm..... | 12 |
| Gambar 2. 5. Berthing Kapal | 15 |
| Gambar 2. 6. Grafik Koefisien Blok | 16 |
| Gambar 2. 7. Peta percepatan puncak dibatuandasar (PDA) untuk probalitas 7% dalam 75 tahun..... | 19 |
| Gambar 2. 8. Peta perscepatan spektra 0,2 detik dibatuan dasar untu probalitas 7% dalam 75 tahun..... | 19 |
| Gambar 2. 9. Peta perscepatan spektra 1 detik dibatuan dasar untu probalitas 7% dalam 75 tahun..... | 20 |
| Gambar 2. 10. Bentuk tipikal respon spektra di permukaan tanah..... | 22 |
| Gambar 2. 11. Contoh diagram defleksi fender. Fender SCK Cell dari trelleborg. | 24 |
| Gambar 3. 1. Bagan Metodologi (a) | 47 |
| Gambar 3. 2. Bagan Metodologi (b) | 48 |
| | |
| Gambar 4. 1. Pengikatan Sumber : Trelleborg safe berthing and mooring seccion 10 bollard..... | 51 |
| Gambar 4. 2. Lay Out Rencana Dermaga | 54 |
| Gambar 4. 3. Gambar Denah Dermaga..... | 55 |
| Gambar 4. 4. Gambar Potongan Memanjang..... | 56 |
| Gambar 4. 5. Potongan Loading Platform | 57 |
| Gambar 4. 6. Tampak Depan Loading Platform..... | 58 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 4. 7. Tampak Samping Loading Platform | 59 |
| Gambar 4. 8. Potongan Melintang Trestel | 60 |
| Gambar 4. 9. Berthing Dolphin..... | 69 |
| Gambar 4. 10. Mooring Dolphin..... | 70 |
| Gambar 4. 11. Windrose | 76 |
| Gambar 4. 12. Peta percepatan puncak dibatuandasar (PDA) untuk probalitas 7% dalam 75 tahun..... | 79 |
| Gambar 4. 13. Peta persepatan spektra 0,2 detik dibatuan dasar untu probalitas 7% dalam 75 tahun | 80 |
| Gambar 4. 14. Peta persepatan spektra 1 detik dibatuan dasar untu probalitas 7% dalam 75 tahun..... | 80 |
| Gambar 4. 15. Tipikal respon spektra pada tanah yang ditempati | 85 |
| Gambar 4. 16. Dimensi Fender Trelleborg SAN Super ARC 1000H E1.5 | 86 |
| Gambar 4. 17. Tampak Atas Fender Trelleborg SAN Super ARC 1000H E1.5 | 87 |
| Gambar 4. 18. Tabel dimensi bollard..... | 89 |
| Gambar 4. 19. Posisi Tambat dalam Keadaan HWS | 90 |
| Gambar 4. 20. Posisi Tambat dalam Keadaan LWS | 91 |
| Gambar 4. 21. Bollard 50 ton..... | 94 |
| | |
| Gambar 5. 1. PERmodelan Loading Platform pada SAP 2000 | 96 |
| Gambar 5. 2. Gambar Permodelan Trestel pada SAP 200.... | 97 |
| Gambar 5. 3. Gambar Permodelan Berthing dolphin pada SAP 2000 | 98 |
| Gambar 5. 4. Gambar Permodelan Mooring Doolphin pada SAP 2000 | 99 |
| Gambar 5. 5. Penulangan Plat Loading Platform..... | 104 |
| Gambar 5. 6. Penulangan Plat Trestel..... | 105 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 5. 7. Rencana Dimensi Abutment | 152 |
| Gambar 5. 8. Pembagian Segmen Abutmen | 154 |
| Gambar 5. 9. Gambar Diagram tekanan tanah..... | 158 |

Halaman Ini Sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal dan melakukan bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang. Bentuk dan dimensi dermaga tergantung pada jenis dan ukuran kapal yang bertambat pada dermaga tersebut. Dermaga harus direncanakan sedemikian rupa sehingga kapal dapat merapat dan bertambat serta melakukan kegiatan pelabuhan dengan aman, cepat dan lancar. Di belakang dermaga terdapat apron dan fasilitas jalan. (Triatmojo, 2009)

Dermaga memiliki berbagai tipe, seperti dermaga curah cair, dermaga curah kering, dan dermaga untuk kapal kontainer. Dermaga curah cair adalah dermaga yang memfasilitasi distribusi barang berupa benda cair (minyak bumi) melalui kapal. Di Sungai Kahayan di Pulang Pisau Kalimantan Tengah telah dibangun sebuah dermaga curah cair untuk kapal kapasitas 5.000 DWT. Kalimantan Tengah kaya akan hasil bumi berupa minyak bumi, jadi dapat dipastikan kegiatan pendistribusian minyak bumi tinggi. Untuk itu diadakan perencanaan ulang atau modifikasi desain dermaga curah cair di Sungai Kahayan untuk kapal kapasitas 10.000 DWT.

Dalam perencanaan ulang dermaga curah cair ini, menggunakan kapal rencana *oil carier* dengan kapasitas 10.000 DWT. Selain itu direncanakan pula kapal dengan kapasitas dibawah 10.000 DWT tetap bisa menggunakan fasilitas dermaga curah cair ini. Dengan cara melakukan rekayasa pada jumlah dan jarak *dolphin* dari dermaga utama yang terhubung dengan *jetty*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada uraian latar belakang diatas, dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas sebagai berikut :

- a. Bagaimana menentukan tipe dan layout dermaga berdasarkan kebutuhan kapal?
- b. Bagaimana menghitung struktur dermaga?
- c. Bagaimana menghitung struktur *dolphin*?
- d. Bagaimana menghitung kebutuhan fender dan bollard?

1.3 Tujuan

Dalam penyusunan tugas akhir ini, mengambil topik perencanaan ulang dengan merencanakan ulang struktur dermaga. Adapun tujuan yang ingin dicapai sebagai berikut :

- a. Merencanakan tipe dan layout dermaga dengan kebutuhan kapal
- b. Menghitung struktur dermaga meliputi plat, balok dan poer
- c. Menghitung struktur *dolphin*
- d. Menghitung dan menentukan kebutuhan fender dan bollard untuk dermaga

1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dalam penyusunan tugas akhir perencanaan ulang struktur dermaga ini adalah :

- a. Mendapatkan dermaga dengan ukuran yang lebih besar untuk meningkatkan kinerja dermaga
- b. Memberikan penulis pengalaman dalam mendesain dermaga

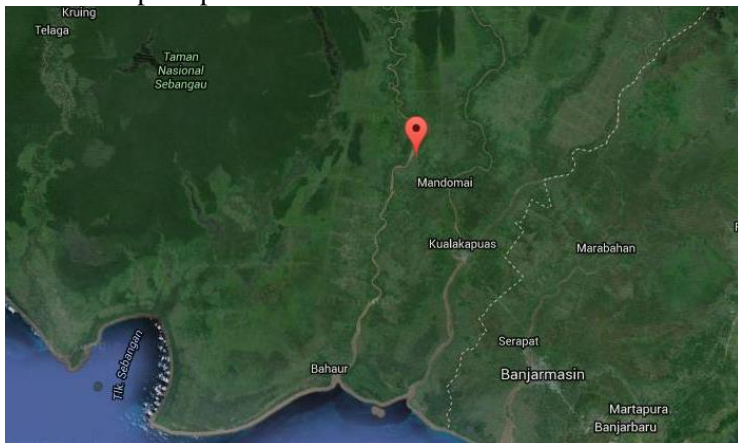
1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penyusunan tugas akhir ini sebagai berikut :

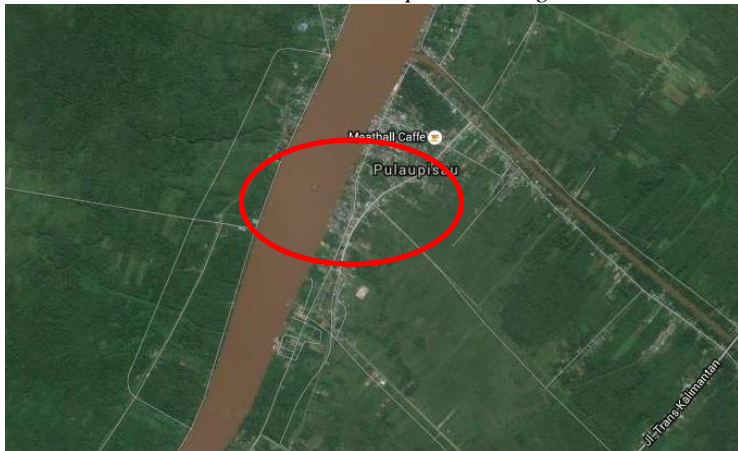
- a. Desain berdasarkan data sekunder
- b. Tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya
- c. Tidak merencanakan Metode Pelaksanaan
- d. Tidak meninjau operasional alur pelayaran kapal
- e. Tidak meninjau fungsi dermaga yang telah ada

1.6 Lokasi

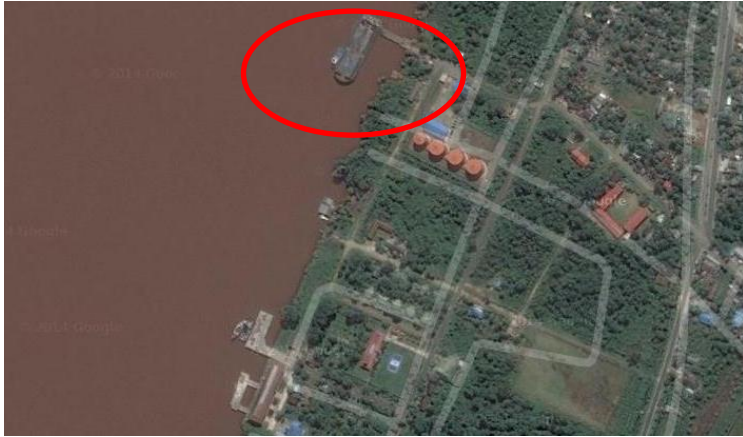
Lokasi studi dari tugas akhir ini adalah di pelabuhan sungai Kahayan kabupaten Pulang Pisau Kalimantan Tengah sebagai mana tertera pada peta dibawah ini.



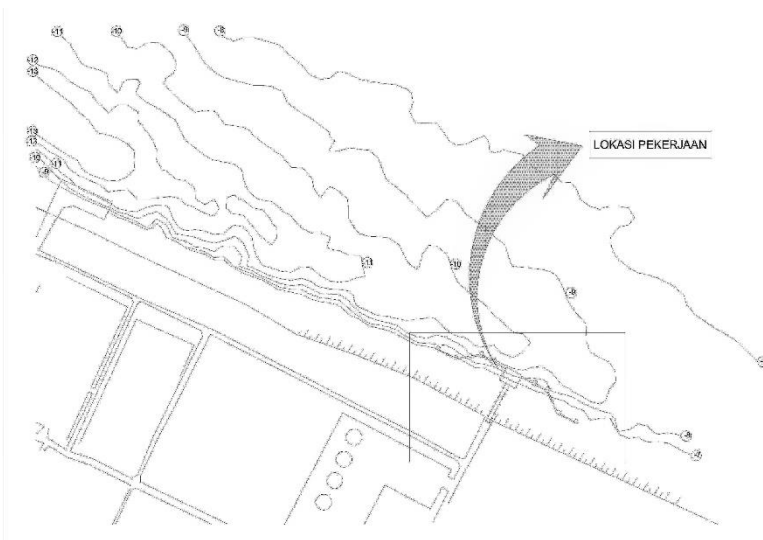
Gambar 1. 1.Lokasi Kabupaten Pulang Pisau



Gambar 1.2. Kawasan Pelabuhan Pulang pisau



Gambar 1.3. Wilayah Pengembangan Pelabuhan Pulang Pisau



Gambar 1. 4. Denah Lokasi Dermaga dan Bathymetry

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Umum

Dalam perencanaan pelabuhan sangat diperlukan pemikiran jangka panjang mengenai kemungkinan peningkatan arus keluar masuk muatan. Hal ini diperlukan karena akan mempengaruhi proses pengoperasian pelabuhan dimasa yang akan datang. Prasarana dan infrastruktur yang terdapat di lingkungan pelabuhan yang direncanakan, dermaga misalnya diharapkan tidak mengalami kendala dalam pelayanan dimasa yang akan datang.

Selain hal diatas, secara khusus dalam hal ini adalah perencanaan dermaga terdapat beberapa tahap yang harus dilakukan. Tahap pertama yaitu penetapan elemen struktur dalam bentuk *preliminary design*. Tahap kedua yaitu menentukan dimensi dari setiap elemen struktur yang telah direncanakan. Penetapan dimensi dibedakan dalam beberapa hal, pertama yaitu dimensi pada dermaga yang meliputi panjang dermaga, lebar dermaga dan elevasi dermaga. Selain hal tersebut terdapat pula dimensi secara spesifik yaitu dimensi stuktur balok, plat, poer dan tiang pancang. Tahap ketiga adalah tahap permodelan struktur beserta pembebanan yang meliputi beban vertika dan beban horizontal yang meliputi beban mati, beban hidup, beban pangkalan, beban tubukan (*berthing*) kapal, beban tarikan (*mooring*) kapal, beban angin, beban arus dan beban gempa. Tahap keempat adalah tahap penulangan struktur dimana perhitungan setiap elemen struktur akibat gaya gaya yang bekerja. Tahap kelima adalah tahap daya dukung pondasi. Dalam perhitungan daya dukung pondasi pembebanan diperoleh dari permodelan stuktur dan perhitungan daya dukung tiang pancang berdasarkan hasil penyelidikan tanah. Dan tahap terakhir adalah control stabilitas struktur, dimana perhitungan didasarkan ada kekekuatan struktur terhadap seluruh gaya yang bekerja.

2.2 Dasar - dasar Perencanaan

Pedoman atau dasar yang digunakan dalam perencanaan dermaga curah cair pelabuhan Pulang Pisau Kahayan hilir ini secara umum dari buku – buku dibawah ini :

- a. Standart Design and Criteria For Port in Indonesia, (Communications, 1984), 1984.
- b. Technical Standards Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japa, (OCDI), 2009.
- c. Perencanaan Pelabuhan, Bambang Triatmodjo, 2009
- d. Panduan Perencanaan Teknik Jembatan BMS, 1992.
- e. SNI 03 – 2847 – 2002, Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, 2002
- f. RSNI 2833 – 2013, Perencanaan Jembatan terhadap Beban Gempa

2.3 Kriteria Perencanaan

2.3.1 Dermaga

Dermaga adalah bangunan yang keberadaanya dipengaruhi kondisi lingkungan. Pemilihan tipe dermaga juga melihat kondisi lingkungan yang ada selain melihat jenis kapal dan sistem bongkar muat. Faktor yang mempengaruhi pemilihan tipe dermaga antara lain :

- a. Letak dan kedalaman perairan dermaga yang direncanakan.
- b. Beban muatan yang harus dipikul oleh dermaga.
- c. Sebagai konstruksi sementara atau tetap.
- d. Kondisi tanah perairan yang bersangkutan.
- e. Tinjauan ekonomis.

Dengan keadaan pelabuhan yang terdapat pada aliran sungai kahayan hilir, maka dipilih tipe dermaga *Jetty*. Dermaga ini mencakup sebuah *loading platform* yang terhubung dengan *trestle* dan dilengkapi dengan *breasting dolphin* dan *mooring dolphin*.

2.3.1.1 Dimensi Dermaga

Dimensi *Jetty* menyesuaikan keadaan kapal dan keadaan kedalaman sungai yang ada. Karena *Jetty* dibangun menjorok untuk mendapatkan kedalaman yang cukup.

- Panjang dermaga dalam hal ini merupakan panjang *loading platform* disesuaikan dengan sistem bongkar muat yang dilakukan.
- Panjang area sandar kapal menggunakan *Breasting Dolphin*. Dalam hal ini harus mencakup 40% s.d 80% dari panjang keseluruhan kapal.
- Panjang tambatan akan digunakan *Mooring Dolphin*. Dalam hal ini panjang tambatan harus mencakup 110% s.d 115% dari panjang keseluruhan kapal. Atau secara prinsip menurut *Standard Design and Criteria for Port in Indonesia, 1984 tabel 7.1.1 halaman 29*, panjang dermaga rencana adalah $LoA + 10m$ atau $LoA + 10\%$

Selain hal tersebut panjang tambatan juga memperhatikan sudut pengikatan kapal. Dimana kapal harus diika pada sisi haluan dan buritan. Masing – masing sisi terdapat tiga(3) tali pengikat dengat arah kedalam, tegak lurus panjang kapal dan arah keluar.

- Lebar *loading platform* ditentukan dari sistem bongkar muat.

2.3.1.2 Elevasi Dermaga

Hal-hal yang menentukan elevasi dermaga adalah tinggi pasang surut, sarat kapal (daft) ditambah dengan tinggi jagaan 1 m.

Tabel 2. 1. Tabel Tinggi Jagaan berdasarkan Kedalaman Kolam Pelabuhan

| For a berth with a | Tidal range | |
|-------------------------------|---------------|---------------|
| | 3m or more | Less than 3m |
| Water depth of 4,5m or more | 0,5m s.d 1,5m | 1,0m s.d 2,0m |
| Water depth of less than 4,5m | 0,3m s.d 1,0m | 0,5m s.d 1,5m |

Sumber : *Standard Design and Criteria for Port in Indonesia, 1984*

Elevasi dermaga dapat ditentukan dari penambahan elevasi muka air tertinggi ditambah dengan tidal range dan tinggi jagaan (0,5m)

2.3.2 Dimensi Plat

Pada perencanaan dermaga lantai dermaga merupakan struktur yang berfungsi sebagai penerima beban paling awal atau secara langsung. Beban-beban tersebut berupa beban mati, beban hidup dan beban pangkalan. Beban yang diterima diteruskan kepada struktur dibawahnya yaitu balok.

Perhitungan kekuatan plat lantai dermaga terlentur disesuaikan dengan kekuatan plat pada jembatan berdasarkan **Panduan Perencanaan Teknik Jembatan BMS 1992 tabel 5.2 halaman 5-4**, harus memiliki tebal minimum (D) :

$$t_s \geq 200mm \quad \dots 2-1$$

$$t_s \geq 100 + 0,04 L \quad \dots 2-2$$

dimana :

t_s = tebal plat lantai (mm)

L = bentang plat lantai antara pusat tumpuan (mm)

Untuk plat lantai menerus dengan 3 tumpuan atau lebih, bisa direduksi sebesar 10% dari ketebalan plat minimum.

2.3.3 Dimensi Balok

Pada dermaga, terdapat balok melintang dan balok memanjang. Dimensi balok terdiri dari tinggi balok dan lebar penampang balok. Sedangkan panjang balok diambil dari *preliminary design* yang direncanakan. Berdasarkan **Bridge Design Manual BMS part 3 section 5 halaman 5-3**, tinggi efektif gelagar dengan kekuatan memadai direncanakan berdasarkan persamaan :

$$H \geq 165 + 0,06 L \quad \dots 2-3$$

dengan :

H = tinggi gelagar

L = panjang gelagar

Sedangkan untuk lebar penampang gelagar ditentukan dari $2/3 H$, dan tinggi gelagar menerus adalah 90% dari tinggi bentang sederhana diatas.

Berdasarkan *Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan BMS 1992 pasal 6.5.8.2 halaman 6-47*, control kelangsingan minimum balok atau gelgar digunakan persamaan sebagai berikut

$$\frac{L_t}{b_{eff}} \leq 240 \frac{b_{eff}}{H} \quad \dots 2-4$$

$$\frac{L_t}{b_{eff}} \leq 60 \quad \dots 2-5$$

dengan :

L_t = jarak antar pengekang melintang

b_{eff} = Lebar balok

H = tinggi total balok

2.3.4 Dimensi Tiang Pancang

Dalam perencanaan dermaga ini digunakan struktur terbuka (*open structur*) sehingga pondasi pada struktur dermaga ini direncanakan menggunakan tiang pancang baja. Dalam perencanaan dimensi tiang pancang dilakukan metod *trial and error* dengan mencari kemungkinan dimensi yang mengalami defleksi minimum dengan mempertimbangkan:

- Model struktur potongan melintang
- Susunan tiang pancang
- Jumlah tiang pancang
- Modifikasi dimensi tiang pancang

Selain hal diatas, dalam perencanaan tiang pancang juga diperlukan panjang penjepitan. Panjang lokasi penjepitan merupakan asumsi panjang tiang yang digunakan untk permodelan struktur. Menurut *Technical Standards Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japa, 2009 part III Chapter 2 halaman 463*, panjang penjepitan (l_0) diperoleh dari persamaan berikut :

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k_{ch}B}{4EI}} \quad \dots 2-6$$

$$l_m = \frac{1}{\beta} \left(\tan^{-1} \frac{1}{1+2\beta h} \right) \quad \dots 2-7$$

$$l_0 = \frac{1}{\beta} \left(\tan^{-1} \frac{\beta h + 1}{\beta h - 1} \right) \quad \dots 2-8$$

$$k_{ch} = 3910 N^{0,733} \quad \dots 2-9$$

dengan :

E = Modulus elastisitas tiang (kg/cm^2)
 $= 2 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$

I = moment inersia (cm^4)

h = tinggi pembebanan

kch = modulus reaksi horizontal yang harganya konstan sepanjang tiang terbeban. (kn/m^3)

B = diameter tiang

2.3.5 Dimensi Poer

Poer atau *Pile Cap* merupakan struktur yang berfungsi sebagai konstruksi penahan eksentrisitas lapangan. Dimensi poer dari pusat poer minimal adalah D, dimana D adalah diameter tiang. Sedangkan untuk ketebalan poer sendiri menurut *SNI 03 – 2847 – 2002, Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, 2002 pasal 17.7*, ketebalan pondasi telapak diatas lapisan tulangan bawah tidak boleh kurang dari 300mm untuk pondasi telapak di atas tiang pancang.

2.3.6 Dimensi Dolphin

Dolpin merupakan struktur terpisah dari dermaga yang berfungsi sebagai penambat kapal. Secara sederhana dolphin memiliki struktur berupa sekelompok tiang dengan poer (*pilecap*) yang mengikat diatasnya. Sehingga dimensi dolphin dapat ditentukan dengan metode yang sama dengan dimensi poer. Tentunya dengan ketentuan tambahan berupa jarak antar tiang diambil $2D \sim 3D$, dimana D adalah diameter tiang.

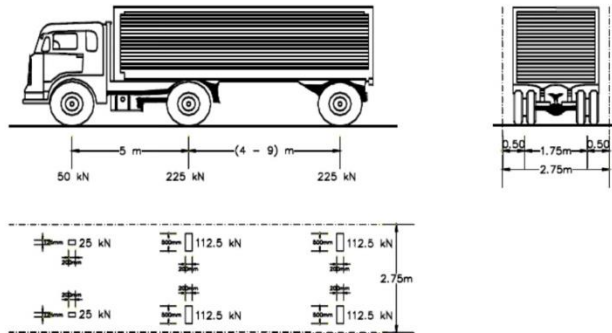
2.4 Beban yang Bekerja

2.4.1 Beban Vertikal

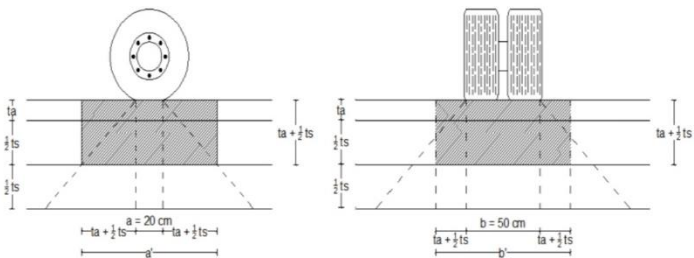
Beban yang bekerja secara vertikal pada dermaga adalah sebagai berikut :

- Beban Mati Merata
 - Berat sendiri plat ($t=0,30 \text{ m}$)
 - Berat Air hujan ($t=0,05 \text{ m}$)
 - Berat Aspal ($t=0,07 \text{ m}$)
- Beban Hidup terpusat

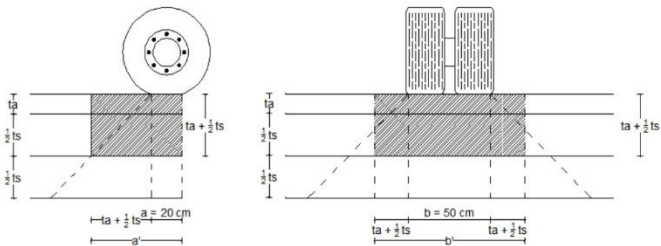
- Beban terpusat akibat muatan T roda kendaraan berdasarkan *Peraturan perencanaan Teknik jembatan BMS 1992 pasal 2.3.4.1. halaman 2-27.*



Gambar 2. 1. Gambar Anatomi Beban Truk



Gambar 2. 2. Gambar Anatomi Persebaran Beban Roda Truk ditengah Bentang



Gambar 2. 3. Gambar Anatomi Persebaran Beban Roda Truk ditepi Bentang

- Beban terpusat system operasional berupa **Marine system loading arm** berdasarkan katalog **Emco Wheaton Marine Loading Arm B0030** diambil beban sebesar 22,680 ton dan moment sebesar 51,85 Ton-m.



Gambar 2. 4. Marine Loading Arm

- **Beban Hidup Merata Khusus**
 - Beban hidup merata (qL) khusus yang bekerja pada dermaga collector lokal, berdasarkan **Standard design and Criteria for Port in Indonesia** (1984) **Pasal V.2 tabel 5.3 hal 16** adalah sebesar 2 t/m^2 .

Tabel 2. 2. Tabel beban pangkalan pada struktur

| | | FREEDER | | | | | | | |
|-----|------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------------|------------------|
| | | TRUNK | | | | | | | |
| | | COLLECTOR | | | | | | | |
| | | GATE WAY | | | | | | | |
| No. | Load | Container | | Ocean Going | | Short Sea | | Perintis/Lokal/Pelra | |
| | | Wharf | Terminal | Wharf | Terminal | Wharf | Terminal | Wharf | Terminal |
| 1 | Uniform Distributed t/m2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1-2 | 1-2 |
| 2 | Gantry Crane | 40' | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | - Mobile Crane | 40' | 40' | | | | | | |
| | -Stradle Carrier | - | - | 15t cap | 15t cap | 15t cap | 15t cap | | |
| | -Travel Lift for stacking | - | *) | | | | | | |
| 4 | -Top Loader | - | 40t.cap | | | | | | |
| | -Side Loader | 40t.cap | 40t.cap | | | | | | |
| | -Fork Lift | | 15t.cap | 10t.cap | 10t.cap | 3t.cap | 3t.cap | 3t.cap | 3t.cap |
| 5 | Truck Head Truc + Chasis | chasis 40' (2x20') | chasis 40' (2x20') | 20t.cap (2x20') | 12t.cap (2x20') | 6t.cap (2x20') | 6t.cap (2x20') | 1,5t.cap (2x20') | 1,5t.cap (2x20') |
| | *) Dipeps on type of carrier | | | | | | | | |

Sumber : Standard design and Criteria for Port in Indonesia (1984) Pasal V.2 tabel 5.3 hal 16

➤ Beban Hidup Pipa

Untuk perencanaan instalasi pipa yang terpasang pada dermaga dan trstel sebagai berikut :

- Pipa Minyak Loading/Unloading OD 8" jumlah 2 buah
- Pipa BBM OD 6" Jumlah 1 buah
- Pipa Air bersih OD 6" jumlah 1 buah
- Pipa kabel listrik OD 4" jumlah 2 buah

Untuk spesifikasi pipa yang digunakan dapat dilihat dalam table berikut :

Tabel 2. 3. Spesifikasi Pipa Instalasi Dermaga

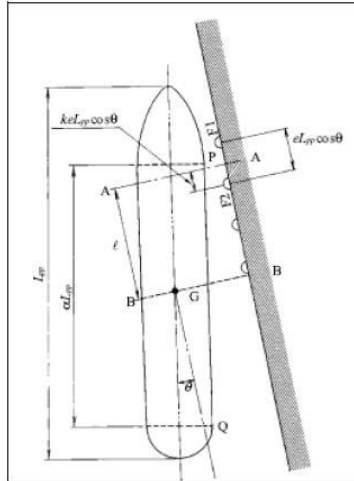
| Nominal Size | Outside Diameter | | Wall Thickness | | Weight Class | Schedule No | Weight | | Test Pressure (Min) Grade B | | |
|--------------|------------------|-------|----------------|------|--------------|-------------|--------|-------|-----------------------------|---------|-----|
| | inch | mm | inch | mm | | | lb/ft | kg/m | psi | kgf/cm2 | bar |
| 1/2 | 0.840 | 21,3 | 0.109 | 2,77 | STD | 40 | 0.85 | 1,27 | 700 | 49 | 48 |
| 3/4 | 1.050 | 26,7 | 0.113 | 2,87 | STD | 40 | 1.13 | 1,69 | 700 | 49 | 48 |
| 1 | 1.315 | 33,4 | 0.133 | 3,38 | STD | 40 | 1.68 | 2,50 | 700 | 49 | 48 |
| 1 1/4 | 1.660 | 42,2 | 0.14 | 3,56 | STD | 40 | 2.27 | 3,39 | 1300 | 91 | 90 |
| 1 1/2 | 1.900 | 48,3 | 0.145 | 3,68 | STD | 40 | 2.72 | 4,05 | 1300 | 91 | 90 |
| 2 | 2.375 | 60,3 | 0.154 | 3,91 | STD | 40 | 3.66 | 5,44 | 2500 | 176 | 172 |
| 2 1/2 | 2.875 | 73,0 | 0.203 | 5,16 | STD | 40 | 5.80 | 8,63 | 2500 | 176 | 172 |
| 3 | 3.500 | 88,9 | 0.125 | 3,18 | - | - | 4.51 | 6,72 | 1500 | 105 | 103 |
| | | 0.156 | 3,96 | - | - | - | 5.58 | 8,29 | 1870 | 131 | 129 |
| | | 0.188 | 4,78 | - | - | - | 6.66 | 9,92 | 2260 | 159 | 156 |
| | | 0.216 | 5,49 | STD | 40 | 40 | 7.58 | 11,29 | 2500 | 176 | 172 |
| 4 | | 0.125 | 3,18 | - | - | - | 5.85 | 8,71 | 1170 | 82 | 81 |
| | | 0.156 | 3,96 | - | - | - | 7.24 | 10,78 | 1460 | 103 | 101 |
| | | 0.172 | 4,37 | - | - | - | 7.94 | 11,85 | 1610 | 113 | 111 |
| | | 0.188 | 4,78 | - | - | - | 8.67 | 12,91 | 1750 | 123 | 121 |
| | | 0.203 | 5,16 | - | - | - | 9.30 | 13,89 | 1900 | 134 | 131 |
| | | 0.210 | 5,56 | - | - | - | 10.02 | 14,91 | 2040 | 143 | 141 |
| 5 | | 0.237 | 6,02 | STD | 40 | 40 | 10.80 | 16,07 | 2210 | 155 | 152 |
| | | 0.25 | 6,35 | - | - | - | 11.36 | 16,90 | 2330 | 164 | 161 |
| | | 0.281 | 7,14 | - | - | - | 12.67 | 18,87 | 2620 | 184 | 181 |
| | | 0.156 | 3,96 | - | - | - | 9.02 | 13,41 | 1180 | 83 | 81 |
| 6 | | 0.188 | 4,78 | - | - | - | 10.80 | 16,09 | 1420 | 100 | 98 |
| | | 0.219 | 5,56 | - | - | - | 12.51 | 18,61 | 1650 | 116 | 114 |
| | | 0.258 | 6,55 | STD | 40 | 40 | 14.63 | 21,77 | 1950 | 137 | 134 |
| 7 | | 0.188 | 4,78 | - | - | - | 12.94 | 19,27 | 1190 | 84 | 82 |
| | | 0.203 | 5,16 | - | - | - | 13.91 | 20,76 | 1290 | 91 | 89 |
| | | 0.219 | 5,56 | - | - | - | 15.00 | 22,31 | 1390 | 98 | 96 |
| | | 0.240 | 6,35 | - | - | - | 17.04 | 25,36 | 1590 | 111 | 109 |
| | | 0.280 | 7,11 | STD | 40 | 40 | 18.99 | 28,26 | 1780 | 125 | 123 |
| 8 | | 0.312 | 7,92 | - | - | - | 21.06 | 31,32 | 1980 | 139 | 137 |
| | | 0.344 | 8,74 | - | - | - | 23.10 | 34,39 | 2180 | 153 | 150 |
| | | 0.375 | 9,52 | - | - | - | 25.05 | 37,28 | 2380 | 167 | 164 |
| | | 0.188 | 4,78 | - | - | - | 16.96 | 25,26 | 920 | 65 | 63 |
| | | 0.203 | 5,16 | - | - | - | 18.28 | 27,22 | 1000 | 70 | 69 |
| | | 0.219 | 5,56 | - | - | - | 19.68 | 29,28 | 1070 | 75 | 74 |
| 9 | | 0.250 | 6,35 | - | - | 20 | 22.38 | 33,31 | 1220 | 86 | 84 |
| | | 0.277 | 7,04 | - | - | 30 | 24.72 | 36,31 | 1350 | 95 | 93 |
| | | 0.312 | 7,92 | - | - | - | 27.73 | 41,24 | 1520 | 107 | 105 |
| | | 0.322 | 8,18 | STD | 40 | 40 | 28.58 | 42,55 | 1570 | 110 | 108 |
| | | 0.344 | 8,74 | - | - | - | 30.45 | 45,34 | 1680 | 118 | 116 |
| | | 0.375 | 9,52 | - | - | - | 33.07 | 49,20 | 1830 | 129 | 126 |
| | | 0.406 | 10,31 | - | - | 60 | 35.67 | 53,08 | 2000 | 141 | 138 |
| 10 | | 0.438 | 11,13 | - | - | - | 38.33 | 57,08 | 2130 | 150 | 147 |
| | | 0.500 | 12,70 | X5 | 80 | 80 | 43.43 | 64,64 | 2430 | 171 | 168 |

Sumber : Bakrie Steel – Brochure pipa baja

2.4.2 Beban Horisontal

2.4.2.1 Beban Berthing

Pada waktu merapat ke dermaga kapal masih memiliki kecepatan sehingga akan terjadi benturan antara kapal dan dermaga. Gaya yang ditimbulkan disebut gaya sandar (*berthing forces*) dalam perencanaan dianggap bahwa benturan maksimum terjadi apabila kapal bermuatan penuh menghantam dermaga pada sudut 10^0 terhadap sisi depan dermaga.



Gambar 2. 5. Berthing Kapal

Berdasarkan **Perencanaan Pelabuhan, Bambang Triatmodjo, hal 220, 2009** besarnya energi benturan yang diberikan oleh kapal adalah sesuai dengan rumus berikut :

$$E = \frac{WV^2}{2g} C_m C_c C_s C_c \quad \dots 2- 10$$

Dimana :

E = energi kinetik yang timbul akibat benturan kapal (t-m)

V = kecepatan kapal saat merapat (m/det)

W = Displacemen/berat (ton)

g = Percepatan Gravitasi (m/d²)

C_m = Koefisien Massan

C_e = Koefisien Eksentrisitas

C_s = Koefisien Kekerasan (diambi 1)

C_c = Koefisien bentuk dari tambatan (diambil 1)

Koeffisien massa bergantung pada gerakan air disekeliling kapal, yang dapat dihitung dengan persamaanberikut :

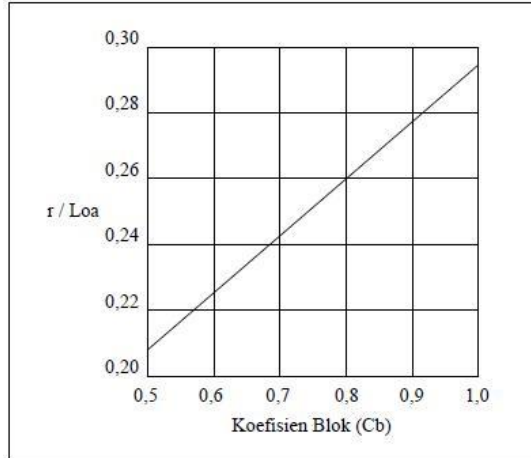
$$C_e = \frac{1}{1 + \left(\frac{l}{r}\right)^2} \quad \dots 2- 11$$

dimana :

$$l = \frac{1}{4} L_{oA} \text{ untuk dermaga} \quad \dots 2-12$$

$$l = \frac{1}{6} L_{oA} \text{ untuk dolphin} \quad \dots 2-13$$

Sedangkan untuk nilai r dapat diketahui dengan grafik berikut



Gambar 2. 6. Grafik Koefisien Blok

dengan :

l = jarak sepanjang permukaan air dermaga dari pusat berat kapal sampai titik sandar

r = jari – jari perputaran atau jari – jari girasi kapal

$$C_m = 1 + \frac{\pi}{2C_b} \frac{d}{B} \quad \dots 2-14$$

Dimana :

$$C_b = \frac{W}{L_{wl} B d \gamma_0} \quad \dots 2-15$$

dengan :

C_b = Koefisien blok kapal

d = Sarat kapal/draft (m)

B = Lebar kapal (m)

L_{pp} = Panjang garis air (m)

γ_0 = Berat jenis air laut (t/m^3)

2.4.2.2 Beban Mooring Akibat Angin

Angin yang berhembus ke arah badan kapal yang ditambat akan menyebabkan gerakan pada kapal yang bisa menimbulkan gaya terhadap dermaga. Apabila arah angin menuju ke dermaga, maka gaya tersebut akan berupa benturan kepada dermaga. Sedangkan apabila arah angin meninggalkan dermaga, maka gaya tersebut akan mengakibatkan gaya tarikan kepada alat penambat.

Berdasarkan *Perencanaan Pelabuhan, Bambang Triatmodjo, hal 220, 2009* besar gaya angin tergantung pada arah hembus angin dan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

$$R_w = 0,42 \times Q_a \times A_w \quad \dots 2-16$$

Gaya longitudinal, apabila angin datang dari arah buritan ($\alpha = 180^\circ$)

$$R_w = 0,5 \times Q_a \times A_w \quad \dots 2-17$$

Gaya lateral, apabila angin datang dari arah lebar ($\alpha = 90^\circ$)

$$R_w = 1,1 \times Q_a \times A_w \quad \dots 2-18$$

$$Q_a = 0,063 \times V^2 \quad \dots 2-19$$

dimana :

R_w = gaya akibat angin (kg)

Q_a = tekanan angin (kg/m)

V = kecepatan angin (m/det)

A_w = proyeksi bidang kapal yang tertiuip angin (m²)

2.4.2.3 Beban Mooring Akibat Arus

Seperti halnya angin, arus yang bekerja pada bagian kapal yang terendam air juga akan menyebabkan terjadinya gaya pada kapal yang kemudian diteruskan pada alat penambat dan dermaga. Berdasarkan *Perencanaan Pelabuhan, Bambang Triatmojo, hal 225, 2009* Besarnya gaya yang ditimbulkan oleh arus ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$R_a = C_c \gamma_0 A_c \frac{V_c^2}{2g} \quad \dots 2-20$$

dimana :

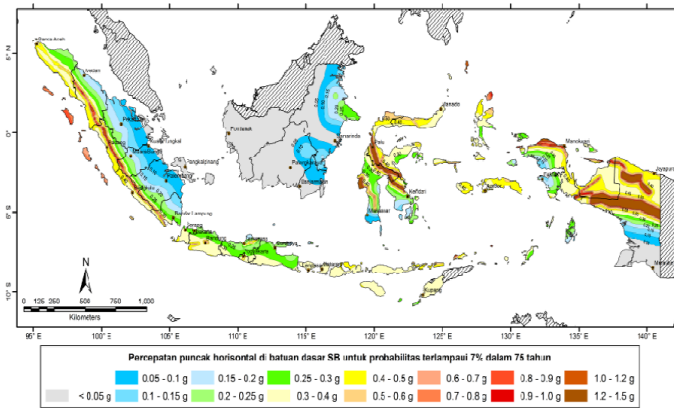
| | |
|------------|---|
| R | = gaya akibat arus (kgf) |
| C_c | = koefisien tekanan arus |
| γ_0 | = rapat massa air laut ($\rho = 102,5$ kgf d/m) |
| A_c | = luas tumpang kapal yang terendam oleh air (m ²) |
| V_c^2 | = kecepatan arus (m/d) |

2.4.2.4 Beban Gempa

Beban gempa merupakan gaya yang bekerja melalui tanah yaitu berupa pergeseran tanah yang diakibatkan adanya gempa. Besaran beban gempa diterima oleh setiap portal yang diteruskan ke pondasi. Dalam desain fasilitas pelabuhan seperti dermaga, efek gempa harus diperhatikan untuk menghindari kerusakan struktur akibat gempa. Dalam menentukan pengaruh gempa rencana yang ditinjau adalah menurut **RSNI 2833 – 2013, Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa**.

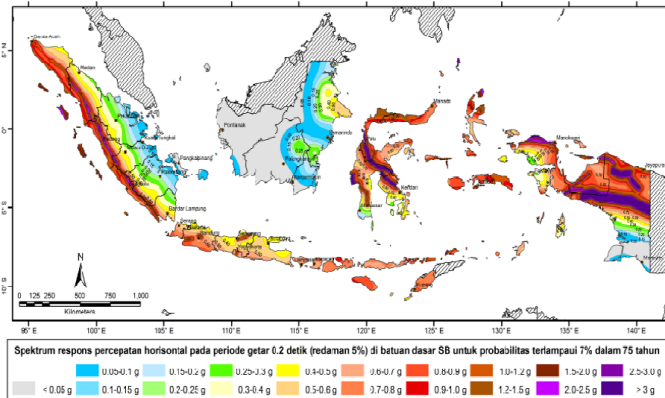
Beban gempa yang diambil sebagai gaya horizontal ditentukan dari nilai spektrum yang nantinya akan dibuat. Kemudian dari nilai spectrum tersebut dilakukan analisa struktur menggunakan perbantuan program SAP200. Adapun proses penentuan nilai spektrum sebagai berikut :

- a. Menentukan nilai PGA, S_s , S_1 , untuk gempa 7% dalam 75tahun (1000 tahun).
 - Nilai percepatan puncak di batuan dasar (PGA) ditentukan melalui.



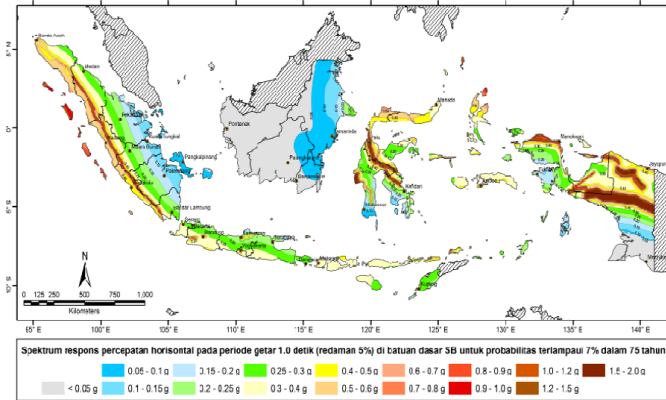
Gambar 2. 7. Peta percepatan puncak dibatuandasar (PDA) untuk probabilitas 7% dalam 75 tahun

- Nilai respon spektra percepatan 0,2 detik dibatuan dasar (S_s) ditentukan melalui.



Gambar 2. 8. Peta percepatan spektra 0,2 detik dibatuan dasar untuk probabilitas 7% dalam 75 tahun

- Nilai respon spektra percepatan 1 detik dibatuan dasar (S_1) ditentukan melalui.



Gambar 2. 9. Peta percepatan spektra 1 detik di batuan dasar untuk probabilitas 7% dalam 75 tahun

- b. Menentukan Nilai Kelas Situ Berdasarkan Tabel 3 **RSNI 2833 – 2013, Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa** halaman 15.

Tabel 2. 4. Tabel nilai kelas situ

| Kelas Situ | \bar{V}_z (m/s) | \bar{N} | \bar{S}_u (kPa) |
|---|---|---------------------------|------------------------------|
| A. Batuan Keras | $\bar{V}_z \geq 1500$ | N/A | N/A |
| B. Batuan | $750 < \bar{V}_z \leq 1500$ | N/A | N/A |
| C. Tanah Sangat Padat dan Batuan Lunak | $350 < \bar{V}_z \leq 750$ | $\bar{N} > 50$ | $\bar{S}_u \geq 100$ |
| D. Tanah Sedang | $175 < \bar{V}_z \leq 350$ | $15 \leq \bar{N} \leq 50$ | $50 \leq \bar{S}_u \leq 100$ |
| E. Tanah Lunak | $\bar{V}_z < 175$ | $\bar{N} < 15$ | $\bar{S}_u < 50$ |
| | Atau setiap profil lapisan tanah dengan ketebalan lebih dari 3 m dengan karakteristik sebagai berikut : <ol style="list-style-type: none"> 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air (w) $\geq 40\%$, dan 3. Kuat geser tak terdrainase $\bar{S}_u < 25$ kPa | | |
| F. Lokasi yang membutuhkan penyelidikan geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik | Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik seperti : <ul style="list-style-type: none"> - Rentan dan berpotensi gagal terhadap beban gempa seperti likuifaksi, tanah lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung organik tinggi dan/atau gambut (dengan ketebalan $> 3m$) - Plastisitas tinggi (ketebalan $H > 7.5m$ dengan $PI > 75$) - Lapisan lempung lunak/medium kaku dengan ketebalan $H > 35m$ | | |

Catatan : N/A = tidak dapat digunakan

Untuk menentukan nilai kelas situ dapat dilakukna denga data tanah berupa cepat rambat gelombang dasar (\bar{V}), Hasil uji penetrasi standar (\bar{N}), dan kuat geser takterdrainase (\bar{S}) dengan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{V_{si}} \right)} \quad \dots 2-21$$

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{N} \right)} \quad \dots 2-22$$

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{S_{si}} \right)} \quad \dots 2-23$$

- c. Menentukan nilai F_{PGA}/F_a Berdasarkan Tabel 4 **RSNI 2833 – 2013, Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa halaman 16.**

Tabel 2. 5. Tabel Faktor Amplifikasi untuk periode 0 detik dan 0,2detik (F_{PGA}/F_a)

| Kelas situs | PGA ≤ 0,1 S _z ≤ 0,25 | PGA = 0,2 S _z = 0,5 | PGA = 0,3 S _z = 0,75 | PGA = 0,4 S _z = 1,0 | PGA > 0,5 S _z ≥ 1,25 |
|-------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Batuan Keras (SA) | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Batuan (SB) | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Tanah Keras (SC) | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 1,0 |
| Tanah Sedang (SD) | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,0 |
| Tanah Lunak (SE) | 2,5 | 1,7 | 1,2 | 0,9 | 0,9 |
| Tanah Khusus (SF) | SS | SS | SS | SS | SS |

Catatan : Untuk nilai-nilai antara dapat dilakukan interpolasi linier

- d. Menentukan nilai F_v Berdasarkan Tabel 5 **RSNI 2833 – 2013, Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa halaman 16.**

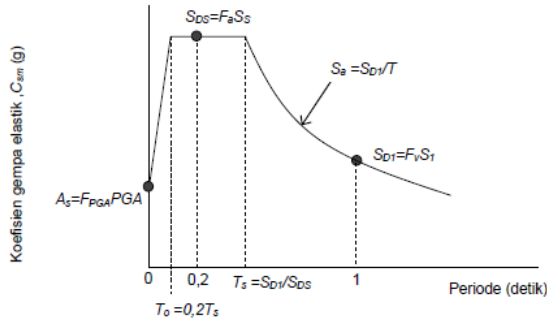
Tabel 2. 6. Tabel nilai factor amplifikasi untuk periode 1 detik (F_v)

| Kelas situs | S _r ≤ 0,1 | S _r = 0,2 | S _r = 0,3 | S _r = 0,4 | S _r ≥ 0,5 |
|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Batuan Keras (SA) | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Batuan (SB) | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Tanah Keras (SC) | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,3 |
| Tanah Sedang (SD) | 2,4 | 2,0 | 1,8 | 1,6 | 1,5 |
| Tanah Lunak (SE) | 3,5 | 3,2 | 2,8 | 2,4 | 2,4 |
| Tanah Khusus (SF) | SS | SS | SS | SS | SS |

Catatan : Untuk nilai-nilai antara dapat dilakukan interpolasi linier

- e. Menghitung nilai karakteristik spektral gempa
Respon spektra gempa adalah nilai yang menggambarkan respon maksimum dari sistem berderajat kebebasan tunggal pada berbagai frekuensi alami akibat suatu goyangan

tanah. Untuk kebutuhan yang lebih praktis respon spektra dibuat dalam bentuk yang telah disederhanakan.



Gambar 2. 10. Bentuk tipikal respon spektra di permukaan tanah
Untuk selanjutnya nilai spektra dapat ditentukan dalam persamaan sebagai berikut :

$$A_s = F_{PGA} \times PGA \quad \dots 2- 24$$

$$S_{DS} = F_a \times S_s \quad \dots 2- 25$$

$$S_{D1} = F_v \times S_1 \quad \dots 2- 26$$

2.5 Kombinasi Pembebanan

Dalam kondisi yang sebenarnya, beban atau gaya bekerja dalam berbagai keadaan. Sedangkan beban mati, adalah beban yang selalu ada. Oleh sebab itu diperlukan adanya kombinasi pembebanan dalam analisa struktur yang dilakukan. Sehingga, bisa didapatkan kondisi dimana struktur mengalami pembebanan secara maksimum. Namun dalam kondisi lain, beban gempa, beban angin dan gaya tarik terhadap bollard dianggap beban pada kondisi khusus, yaitu beban sementara. Dalam perencanaan ini dipergunakan beberapa kombinasi beban sebagai berikut

2.5.1 Kombinasi pada Loading Platform dan Trestel

- a. DLu + LLu
- b. DLu + LLu + EQx
- c. DLu + LLu + EQy
- d. DLu + TLu
- e. DLu + TLu + EQx

- f. $DLu + TLu + EQy$
- g. $DLu + EQx$
- h. $DLu + EQy$

2.5.2 Kombinasi pada Berthing Dolphin

- a. $DLu + BLu$
- b. $DLu + MLu$
- c. $DLu + MLu + EQx$
- d. $DLu + MLu + EQy$
- e. $DLu + EQx$
- f. $DLu + EQy$

2.5.3 Kombinasi pada Mooring Dolphin

- a. $DLu + MLu$
- b. $DLu + MLu + EQx$
- c. $DLu + MLu + EQy$
- d. $DLu + EQx$
- e. $DLu + EQy$

dimana :

DLu = *ultimate Dead Load*

LLu = *ultimate Live Load*

TLu = *ultimate Truck Load*

BLu = *ultimate Berthing force Load*

MLu = *ultimate Mooring force Load*

EQx = *Earthquake x*

EQy = *Earthquake y*

2.6 Fender dan Bollard

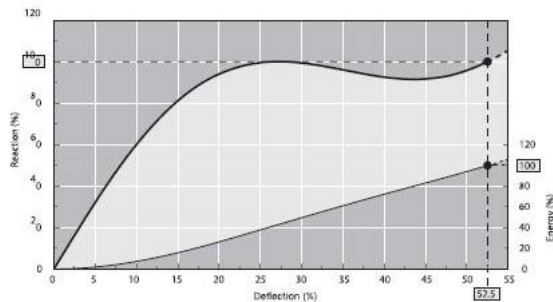
2.6.1 Fender

Fender merupakan sebuah sistem yang digunakan untuk mencegah kerusakan pada lambung kapal dan dermaga pada saat kapal merapat ke dermaga. Selain itu sistem fender juga untuk melindungi dari gesekan, benturan, tekanan antara kapal dan dermaga saat kapal bertambat. Sistem ini bekerja dengan cara menyerap benturan yang terjadi antara kapal dan Dermaga. Jumlah energi yang diserap dan gaya maksimum yang diteruskan pada struktur dermaga digunakan untuk menentukan jenis dan ukuran fender.

Perencanaan sistem fender didasarkan pada hukum kekekalan energi. Energi benturan kapal dengan dermaga sebagian diserap oleh sistem fender sedang sisanya diserap oleh struktur dermaga. Struktur dermaga yang sangat kaku dianggap tidak menyerap energi benturan, sehingga energi benturan ditahan oleh sistem fender. bprosedur perencanaan fender diberikan sebagai berikut :

2.6.1.1 Penentuan Tipe dan Dimensi Fender

Berdasarkan dengan energy benturan kapal tipe dan dimensi kapal secara sederhana harus memenuhi syarat E (Energi bertambat efektif) (ton) $\leq n \times E_{fender}$ (ton). Namun dalam perencanaan diperlukan defleksi rencana untuk mengetahui E maksimum yang dapat diserap saat fender mengalami defleksi. E mkasimum ini dapat diketahui menggunakan diagram defleksi fender



Gambar 2. 11. Contoh diagram defleksi fender. Fender SCK Cell dari trelleborg.
Sumber : Trelleborg Fender system v1.1 tahun 2013

2.6.1.2 Penentuan Jarak Fender

Untuk meningkatkan efektifitas dalam penggunaan fender, maka perlu diatur dan ditentukan pemasangan dalam arah horisontalnya. Tidak seperti pada dermaga dengan stuktur tertutup, dalam dermaga terbuka penempatan fender pada umumnya mengikuti jarak antar portal dermaga. Dalam hal ini dermaga direncanakan menggunakan struktur dermaga terbuka dengan kelengkapan *dolphin*. Berdasarkan hal tersebut jarak fender tidak perlu ditentukan melainkan ditempatkan sesuai kedudukan *dolphin*. Sedangkan untuk

meningkatkan efektifitas penyerapan energy, digunakan system *single fender* dan/atau *double fender* untuk setiap *dolphin*.

2.6.1.3 Penentuan Elevasi Fender

Untuk meningkatkan efektifitas penggunaan *fender* terutama untuk mengatue efektifitas bidang yang tersentuh lambung kapal, maka perlu ditentukan elevasi *fender* dari bidang paling atas lantai pada dermaga ataupun *dolphin*. Penentuan elevasi *fender* itu sendiri dapat ditentukan dari persamaan

$$hi = \frac{H - (\delta_{maks} \times H)}{tg\theta} \quad \dots 2- 27$$

dengan :

hi = Jarak atas fender (m)

H = tebal fender

δ_{maks} = Defleksi fender

θ = Sudut kemiringan tebal fender

2.6.1.4 Penentuan Reaksi Fender

Reaksi fender adalah beban yang diteruskan dan dimasukkan dalam perhitungan struktur dermaga. Untuk menghitung reaksi fender yang terjadi, diperlukan analisa posisi lambungkapa yang berbenturan dengan fender. Dikarenakan lambung bagian depan kapal yang berbenturan dengan fender tidak tegak lurus seperti bagian samping kapal, maka perlu dilakukan koreksi menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Ls' = Ls - b + \sqrt{a^2 + b^2} \quad \dots 2- 28$$

dengan :

Ls' = Tinggi bidang sentuh kapal terkoreksi

Ls = Tinggi idang sentuh pada panel kontak *fender*

a = δ_{maks}

b = a tg θ

Selanjutnya gaya reaksi fender dapat diketahui dengan persamaan berikut :

$$Rn' = \frac{Rn}{L} Ls' \quad \dots 2- 29$$

dengan :

Rn' = Gaya reaksi *fender*

Rn = nilai R pada yang dimiliki tipe *fender*

Ls = panjang bidang sentuh pada panel kontak *fender*

Ls' = bidang sentuh kapal terkoreksi

2.6.2 Bollard

Kapal yang merapat di sepanjang dermaga akan berhenti sebagian dengan mengguankan mesinnya sendiri dan sebagian ditahan oleh tali penambat yang diikatkan pada *bollard*. Dengan demikian *bollard* harus mampu menahangaya tarikan, yang kurang lebih sama dengan gaya yang bisa memutuskan tali penambat. Dimensi *bollard* dan pengangkernya pada dermaga harus direncanakan sedemikian hingga mampu menahan gaya.

2.6.2.1 Dimensi Bollard

Dimensi bollard ditentukan dari katalog dimensi *bollard*. Dengan membandingkan beban tarikan yang terjadi terhadap kekuatan yang mampu ditahan oleh *bollard* tersebut. Dengan ketentuan beban yang terjadi harus kurang dari kemampuan *bollard* yang dipasang. Berikut tabel rencana *bollard* dan perkiraan jarak antar *bollard*.

Tabel 2. 7. Gaya *Bollard* dan jarak antar *Bollard*

| Displacement kapal (ton) | Gaya <i>Bollard</i> (ton) | Jarak Antar <i>Bollard</i> (m) | Gaya <i>Bollard</i> Tegak lurus tambatan (kN/m) | Gaya <i>Bollard</i> sepanjang Tambatan (kN/m) |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------------|---|---|
| 2000 | 100 | 5 – 10 | 15 | 10 |
| 5000 | 200 | 10 – 15 | 15 | 10 |
| 10000 | 300 | 15 | 20 | 15 |
| 20000 | 500 | 20 | 25 | 20 |
| 30000 | 600 | 20 | 30 | 20 |
| 50000 | 800 | 20 – 25 | 35 | 20 |
| 100000 | 1000 | 25 | 40 | 25 |
| 200000 | 1500 | 30 | 50 | 30 |

Sumber : Perencanaan Pelabuhan hal 226, 2009

2.6.2.2 Perencanaan Angkur pada Bollard

Angkur pada *bollard* berfungsi sebagai penghubung dan pengikat *bollard* terhadap struktur beton. Adapun langkah-langkah perencanaan angkur *bollard* sebagai berikut :

- Menghitung reaksi-reaksi yang terjadi pada *bollard* untuk menentukan luas ankur.
- Menghitung diameter ankur dengan persamaan :

$$d = \sqrt{\frac{As}{1/4\pi}} \quad \dots 2-30$$

dengan :

d = Diameter ankur *bollard* (mm)

As = Luas penampang ankur *bollard* (mm²/mm)

- Menghitung panjang penjangkaran baut terhadap ankur *bollard*
Panjang penjangkaran baut menurut **Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, BMS** (1992) **halaman 5-156** untuk suatu batang kait dengan F_y sama dengan 400 MPa harus diambil sebesar :

$$L_{sf1} = \frac{k_1 k_2 f_{sy} A_b}{(2a + d_b) \sqrt{f_c'}} \geq 25 k_1 d_b \quad \dots 2-$$

31

dengan :

k1 = 1,0 (batang memanjang lain)

k2 = 2,4 (batang memanjang lain)

Ab = Luas penampang baut

db = diameter baut

L_{sf1} = Panjang penjangkaran

2.7 Analisa Struktur dan Penulangan

2.7.1 Penulangan Plat

Dalam perencanaan tulangan pada plat, digunakan metode *moment ultimate* berdasarkan pada besarnya *moment* yang terjadi akibat beban-beban yang bekerja. Dalam perencanaan dermaga pada umumnya digunakan plat dengan tipe plat dua arah, sehingga dapat di asumsikan plat terjepit secara penuh. Dalam kondisi ini akan terjadi konsentrasi *moment* yang lebih besar pada daerah tumpuan dibandingkan daerah lapangan. Selain hal tersebut *moment* akan dibedakan dalam dua arah yaitu arah x dan arah y. Dengan langkah langkah perencanaan sebagai berikut :

- Menentukan *moment* arah x (M_x) dan *moment* arah y (M_y) menggunakan analisis struktural menggunakan program SAP 2000
- Menentukan nilai-nilai di bawah ini berdasarkan *moment* yang diambil dari program SAP 2000.

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c} \quad \dots 2-32$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} \quad \dots 2-33$$

$$\rho_b = \beta \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} \quad \dots 2-34$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b \quad \dots 2-35$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \quad \dots 2-36$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \quad \dots 2-37$$

- Menghitung kebutuhan tulangan dengan persamaan :

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \quad \dots 2-38$$

- Menghitung spasi antar tulangan dengan persamaan :

$$s = \frac{1/4 \pi D^2 b}{A_s} \quad \dots 2-39$$

dimana :

ρ, ρ_{min} = rasio tulangan

b = lebar yang ditinjau (mm)

d = tebal plat (mm)

A_s = kebutuhan Tulangan (mm^2/mm)

2.7.2 Kontrol Stabilitas pada Plat

Kontrol stabilitas pada plat meliputi tinjauan kekuatan plat terhadap retakan dan kekuatan plat terhadap lendutan sebagaimana berikut :

2.7.2.1 Kontrol Geser Pons

Kontrol geser pons merupakan kontrol ketebalan plat dimana kemampuan tebal plat menahan beban 1 roda. Adapun kontrol geser pons dilakukan pada plat bagian tengah bentang dan plat bagian tepi

bentang. Kontrol geser pons dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

a. Kontrol Geser Pons Tengah Bentang

Berdasarkan dengan gambar 2.2. Gambar Anatomi persebaran Beban Roda di tengah bentang maka persamaan kontrol geser pons ditengah bentang adalah:

$$2. \varphi. P_{tt} \leq 2[a + 2ta + D + b + 2ta + D]D. \frac{1}{6} \sqrt{fc'}. \phi \dots 2- 40$$

b. Kontrol Geser Pons Tepi Bentang

Berdasarkan dengan gambar 2.3. Gambar Anatomi persebaran Beban Roda ditepi bentang maka persamaan kontrol geser pons ditepi bentang adalah:

$$2. \varphi. P_{tt} \leq 2 \left[a + ta + \frac{D}{2} + b + 2ta + D \right] D. \frac{1}{6} \sqrt{fc'}. \phi \dots 2- 41$$

2.7.2.2 Kontrol Stabilitas Retakan

Berdasarkan *Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, BMS 1992 pasal 5.3*, retakan yang terlentur bias dianggap terkendali bila jarak pada titi berat plat ke titik berat tulangan pada masing-masing arah tidak melampaui harga terkecil dari D atau 300 mm. maksudnya adalah tulangan yang berdiameter kurang dari setengah diameter tulangan terbesar pada penampang harus diabaikan

2.7.2.3 Kontrol Stabilitas Lendutan

Berdasarkan *Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, BMS 1992 pasal 5.3*, batas lendutan untuk plat dan gelagar harus dibatasi sedemikian bahwa

- Lendutan akibat pengaruh tetap (lawan lendut atau lendutan) adalah dalam batas wajar, yaitu :

$$0 < \Delta < L/300 \quad \dots 2- 42$$

- Lendutan pada beban hidup layan termasuk kejut yaitu :

$$\Delta < L/800 \quad (\text{Untuk bentang}) \quad \dots 2- 43$$

$$\Delta < L/400 \quad (\text{Untuk Kantilever}) \quad \dots 2- 44$$

dimana :

Δ = Lendutan yang terjadi

- Lentutan sesaat ditentukan dari analisa struktur melalui program SAP2000 akibat pengaruh beban tetap dan sementara.
- Lentutan jangka panjang (Δ_{LT}) ditentukan melalui sebuah faktor pengali sebagai berikut :

$$K_{cs} = 2,0 - 1,2 \frac{A_{sc}}{A_{st}} \geq 0,8 \quad \dots 2-45$$

dimana :

K_{cs} = faktor kali lentutan

A_{sc}/A_{st} = Rasio perbandingan antara tulangan tekan dan tulangan tarik pada tengah-tengah bentang

2.7.3 Penulangan Balok

Penulangan balok perlu diperhitungkan keretakan dan lentutan balok tersebut, baik lentutan sementara maupun lentutan jangka panjang. Penulangan pada balok juga harus memperhitungkan kekuatan terhadap lentur, geser, punter dan lentutan yang terjadi akibat beban yang sebenarnya serta control letak pada penampang balok. Untuk analisa mekanika yang menghasilkan nilai *moment*, gaya lintang dan nilai-nilai analisa struktur lainnya, digunakan program SAP2000

2.7.3.1 Perencanaan Lentur Murni

Perencanaan tulangan lentur adalah perencanaan tulangan yang diperlukan untuk menahan *moment* yang terjadi sepanjang bentangan balok. Untuk perencanaan balok dilakukan control setiap jarak bentangan tertentu untuk memastikan kekuatan yang mampu menahan beban yang terjadi. Penulangan lentur murni dapat digunakan persamaan sesuai persamaan 2-32 s.d persamaan 2-39

2.7.3.2 Perencanaan Tulangan Rangkap

Tulangan ganda atau tulangan tekan dibutuhkan kan jika keadaan $M_u - M_{nc} < 0$. Dimana M_{nc} dapat dihitung dengan persamaan :

$$M_{nc} = A_{sc} \cdot f_y \left(d - \frac{\beta \cdot x}{2} \right) \quad \dots 2-46$$

dengan :

$$x = 0,75 \cdot x_b \quad \dots 2-47$$

$$xb = \frac{600}{600+f_y} \cdot d \quad \dots 2-48$$

$$A_{sc} = 0,85 \cdot \beta \cdot f'_c \cdot b \cdot \frac{x}{f_y} \quad \dots 2-49$$

Selanjutnya jika diperlukan tulangan tekan, maka tentukan nilai :

$$C'_s = \frac{M_n - M_{nc}}{(d - d'')} \quad \dots 2-50$$

$$f'_s = \left(1 - \frac{d''}{x}\right) 600 \quad \dots 2-51$$

Setelah nilai-nilai diatas terpenuhi, maka dapat ditentukan kebutuhan tulangan tekan yang diperlukan dengan persamaan :

$$A'_s = \frac{C'_s}{(f'_s - 0,85 \cdot f'_c)} \quad \dots 2-$$

52

dimana :

A'_s = Kebutuhan Tulangan tekan

2.7.3.3 Perencanaan Kuat Geser

Kekuatan geser merupakan kekuatan yang menahan gaya lintang, yaitu gaya yang bekerja sejajar dengan penampang balok. Untuk kekuatan geser pada balok diaplikasikan dalam bentuk tulangan sengkang. Dimana dapat diketahui kebutuhannya dengan algoritma sebagai berikut :

- Menentukan besaran gaya geser ultimit (V_u),
-
- Menghitung nilai V_n' ,

$$V_n' = \frac{V_u}{\phi_s} \quad \dots 2-53$$

- Menghitung kapasitas geser beton

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b d \quad \dots 2-54$$

- Menghitung kapasitas geser tulangan sengkang

$$V_s = \frac{f_y A_v d}{s} \quad \dots 2-55$$

- Mengecek kekuatan *concrete crushing*

$$V_{smax} = \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b d \quad \dots 2-56$$

Apabila $V_{smax} < V_s$, maka akan terjadi *concrete crushing*

- Menghitung kapasitas geser total

$$V_n = V_s + V_c \quad \dots 2-57$$

- Apabila $V_n > V_n'$ maka kapasitas mencukupi, jika tidak memenuhi maka tentukan melalui persamaan berikut :

$$V_{sperlu} = \frac{V_u}{\phi} - \phi V_c \quad \dots 2-58$$

- Menentukan rencana diameter tulangan sengkang dan hitung dengan persamaan :

$$A_v = 2 \frac{1}{4} \pi D^2 \quad \dots 2-59$$

- Menghitung jarak antar sengkang

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \quad \dots 2-60$$

2.7.3.4 Perencanaan Kuat Puntir

Perencanaan tulangan punter diperlukan untuk menahan gaya puntir atau torsi yang terjadi sepanjang bentangan balok. Gaya puntir terjadi akibat beban yang tidak seimbang diatas struktur. Menurut **SNI 03 – 2847 – 2002, Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, 2002 pasal 13.6 ayat 1** pengaruh puntir dapat diabaikan bila nilai *moment* puntir yang terjadi adalah :

$$T_u \leq \frac{\phi \sqrt{f_c'}}{12} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \quad \dots 2-61$$

dimana :

T_u = Besaran gaya torsi ultimate

A_{cp} = $b_w \times h$ (mm^2)

P_{cp} = $b_w + h$ (mm)

- Kontrol dimensi penampang balok

Untuk perencanaan tulangan torsi, dimensi penampang balok harus mencukupi persamaan :

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d} \right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1,7 A_{oh}^2} \right)^2} \leq \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + \frac{2 \sqrt{f_c'}}{3} \right) \quad \dots 2-62$$

dengan :

$$P_h = 2(x_1 + y_1) \quad \dots 2-63$$

$$A_{0h} = x_1 y_1 \quad \dots 2-64$$

$$x_1 = b_w - 2(d' + D) \quad \dots 2-65$$

$$y_1 = h - 2(d' + D) \quad \dots 2-66$$

- Menentukan nilai :

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_n}{2A_0 f_{yv} \cot \phi} \quad \dots 2-67$$

dengan :

$$T_n = 0,8 \cdot T_u \quad \dots 2-68$$

$$A_0 = 0,85 \cdot A_{0h} \quad \dots 2-69$$

$$\cot \phi = 1$$

- selanjutnya tetukan kebutuhan tulangan torsi

$$A_l = \frac{A_t}{s} p_h \frac{f_{yv}}{f_{yl}} \cot^2 \phi \quad \dots 2-70$$

$$A_{lmin} = \frac{5 \sqrt{f'_c} A_{cp}}{12 f_{yl}} - A_l \quad \dots 2-71$$

- Menghitung jumlah tulangan torsi dan lentur pada tengah bentang

$$\Sigma A_s = \frac{A_l}{4} + A_s \quad \dots 2-72$$

2.7.4 Kontrol Stabilitas pada Balok

2.7.4.1 Kontrol Stabilitas Retakan

Retak pada balok terjadi karena *moment* yang bekerja pada balok tersebut. Untuk menghindari bahaya dari keretakan diperlukan kontrol terhadap kemungkinan terjadinya keretakan pada balok. Berdasarkan *peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, BMS 1992 pasal 6.6.6.1 halaman 6-73*, Retak lentur pada balok beton bertulang bias dianggap terkendali apabila persyaratan berikut dipenuhi :

- Jarak tulangan dari pusat ke pusat dekat muka yang tertarik dari balok tidak melebihi 200mm
- Jarak dari tepi atau dasar balok ke pusat tulangan memanjang terdekat jangan lebih dari 100mm.

Dengan maksud adalah tulanga yang mempunyai diameter yang kurang dari setengah kali diameter tulangan terbesar harus diabaikan.

2.7.4.2 Kontrol Stabilitas Lendutan

Lendutan dari balok menurut *peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, BMS 1992 pasal 6.6.5.1 halaman 6-70 s.d 6-73*, harus dihitung sesuai dengan *pasal 6.6.5.2*, perhitungan lendutan balok dengan cara perhitungan lebih teliti harus ada kelonggaran, untuk maksud sebagai berikut :

- Sifat-sifat penyusutan dan rangkak dari beton
- Beban yang diharapkan akan bekerja
- Retak dana pengakuan Tarik

atau 6.6.5.3, Lendutan balok dengan cara disederhanaan. Dengan lendutan seketika akibat beban daya layan luar dan prategang yang terjadi seketika pada waktu beban bekerja bias ditentukan dengan menggunakan harga E yang ditentukan. Dengan tidak adanya cara perhitungan yang lebih teliti , lendutan jangka panjang tambahan dari balok beton bertulang akibat rankak dan penyusutan bias dihitung dengan menggunakan lendutan seketika yang disebabkan oleh beban tetap yang dipikul yang ditinjau dengan pengali sesuai dengan persamaan 2-41.

2.7.5 Daya Dukung Pondasi

Dalam perencanaan pondasi tiang, daaya dukung pondasi tiang didapat dari tahanan ujung pada tiang, dan faktor gesekan (friction) yang terjadi antara selimut tiang dengan tanah. Sehingga daya dukung yang didapat pada pondasi tiang jauh lebih besar.Pada pondasi tiang dimungkinkan terjadinya momen karena panjang tiang itu sendiri dan dipengaruhi beban yang terjadi. Oleh sebab itu pondasi tiang tidak hanya mengalami penurunan, tetapi juga bisa mengalami penarikan. Sehingga, daya dukung tiang ditinjau berdasarkan kekuatan tekan dan kekuatan tarik. Sehingga penentuan pondasi tiang dapat ditinjau dari hal berikut :

2.7.5.1 Kekuatan Bahan

Jenis tiang dibedakan juga menurut jenis bahan yang digunakan. Beberapa jenis bahan yang sering digunakan untuk tiang

pancang adalah beton *precast*, baja, kayu, bambu. Pada umumnya penggunaan tiang baja dengan ujung terbuka, akan menghasilkan perpindahan yang besar pada tanah sekitar tiang yang diakibatkan oleh desakkan tiang pada waktu pemancangan (*small displacement pile*) dibandingkan dengan penggunaan tiang beton yang menghasilkan perpindahan yang kecil pada tanah sekitar tiang yang diakibatkan oleh desakkan tiang pada waktu pemancangan (*large displacement pile*). kekuatan bahan tiang dapat diketahui dengan menggunakan persamaan :

$$P = A_p \cdot f_i \quad \dots 2-73$$

dimana :

P = daya dukung aksial tiang (ton)

A_p = luas penampang tiang (m^2)

f_i = tegangan ijin bahan (ton/m^2)

2.7.5.2 Daya Dukung Vertikal

Daya dukung vertical tiang diperoleh dari analisa data tanah yang digunakan. Data tanah merupakan data yang harus ada dalam suatu perencanaan pondasi bangunan. Karena jenis pondasi ditentukan dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan (tanah) tempat berdirinya pondasi. Penyelidikan tanah dilapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi tanah dan jenis lapisannya. Penyelidikan tanah ini dilakukan dalam berbagai cara seperti :

- Deep boring
- Sondir
- Standart Penetration Test (SPT)

Dari penyelidikan tanah tersebut didapat data – data yang dapat membantu untuk perencanaan pondasi. Dimana dari data yang dihasilkan, dapat diketahui daya dukung tanah untuk pondasi. Selain itu juga dapat ditentukan daya dukung pondasi yang direncanakan. Dalam hal ini digunakan data dari hasil uji Standart Penetration Test (SPT) yang menghasilkan data berupa N-SPT.

Menurut (mayerhof) daya dukung ijin tekan tiang pancang berdasarkan data N-SPT adalah :

$$P_{ijin} = \frac{(Q_c + Q_s)}{SF} \quad \dots 2-74$$

$$Q_c = Nb \cdot Ap \quad \dots 2-75$$

$$Q_s = fi \cdot \Sigma As \quad \dots 2-76$$

dimana :

Nb = 20 N, untuk Silt/Clay

= 40 N, untuk Sand

N = Nilai N-SPT, maksimum 40, jika lebih ambil 40

Ap = Luas Penampang Tiang

Σas = Luas selimut tiang

fi = Gaya Geser pada selimut segmen tiang

= N maksimum 12 ton/m², untuk Silt/Clay

= N/5 maksimum 10 ton/m², untuk Sand

SF = Safety Factor,

= 2 untuk pembebanan sementara

= 3 untuk pembebanan tetap

Daya dukung cabut (tarik) tiang adalah :

$$P_{ijin} = \frac{Q_s}{SF} \quad \dots 2-77$$

dimana :

SF = Safety Factor,

= 2,5 untuk pembebanan sementara

= 5 untuk pembebanan tetap

2.7.5.3 Daya Dukung Horizontal

Daya dukung horizontal merupakan kekuatan tahanan terhadap gaya horizontal yang bekerja terhadap tiang. Daya dukung horizontal ini dihitung menggunakan rumus dari *Technical Standards for Ports and Harbour in Japan 2009* halaman 463 – 464, dengan persamaan-persamaan berikut :

$$y_t = \frac{(1+\beta h)^3 + 1/2}{3EI\beta^3} \cdot H_t + \frac{(1+\beta h)^2}{2EI\beta^2} \cdot M_t \quad \dots 2-78$$

$$y_0 = \frac{1+\beta h_0}{2EI\beta^2} \cdot H_t \quad \dots 2-$$

dengan :

$$h_0 = h + \frac{M_t}{H_t} \quad \dots 2- 80$$

dimana :

y_t = pergeseran kepala tiang

y_0 = pergeseran tiang pada permukaan tanah

h = tinggi kepala tiang diatas tanah

H_t = Besaran gaya horizontal yang diterima kepala tiang

M_t = Besaran *moment* yang diterima kepala tiang

β = (sesuai persamaan 2-6)

sehingga dapat ditentukan besaran *moment* maksimum yang terjadi sebagai berikut :

$$M_{max} = -\frac{H_t}{2\beta} \cdot \sqrt{1 + (\beta h)^2} \cdot \exp(-\beta l_m) \quad \dots 2- 81$$

dimana :

l_m = (sesuai persamaan 2-7)

M_{max} = nilai *moment* maksimum

Daya dukung horizontal dihitung berdasarkan beban pergeseran normal yang diijinkan pada kepala tiang, yaitu pergeseran paling maksimum pada ujung tiang. Bila besarnya pergeseran tiang normal sudah ditetapkan maka daya dukung mendatar yang di iijinkan dapat ditentukan berdasarkan ***Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, Suyoono S, Kazuto Nakazawa***, dengan persamaan sebagai berikut :

$$H_a = \frac{4EI \cdot \beta^3}{1 + \beta h} \cdot \delta_a \quad \dots 2- 82$$

dengan :

H_a = Kapasitas daya Dukung Tiang

E = Modulus elastisitas Bahan

I = Momen Inersia Penampang

δ_a = Pergeseran Normal

2.7.6 Pada Penulangan Poer

Penulangan terhadap poer dilakukan untuk menghindari retak geser pons yang terjadi akibat gaya dan *moment* yang bekerja diatas poer maupun dibawah poer. Berdasarkan ***SNI 03 – 2847 – 2002, Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, 2002 pasal 17.3 ayat 3 halaman 160***, untuk pondasi telapak diatas tiang

pancan, perhitungan *moment* dan geser boleh didasarkan pada anggapan bahwa reaksi raksi dari setiap tiang pancang adalah terpusat di titik pusat tiang. Untuk melakukan penulangan terhadap poer perlu dilakukan langkah-langkah seperti pada persamaan 2-32 s.d. 2-39.

2.7.7 Penulangan Shear Ring

Shear ring merupakan alat pemersatu struktur pertemuan antara struktur baja daam hal ini tiang pancang dan struktur beton dalam hal ini pilecap. Penulangan shear ring dilakukan dengan gaya tekan maksimal yang terjadi pada tiang pancang. Gaya tekan yang terjadi dapat diketahui dengan menggunakan program SAP2000. Dengan langkah penulangan shear ring sebagai berikut :

- Menentukan kekuatan beton dalam tiang pancang

$$P_c = A_c \cdot 0,85 \cdot \varphi \cdot f'_c \quad \dots 2- 83$$

- Kontrol kekuatan ring

$$V_{shet\ ring} = n \cdot A_{shear\ ring} \cdot \Phi_{Shear\ ring} \cdot \varphi \cdot f'_c \quad \dots 2- 84$$

- Kontol retak beton dengan $V_c > V_u$

- Kontrol kekuatan las

$$S = \sigma_e \cdot n \cdot (Keliling\ las \cdot tebal\ las) \quad \dots 2- 85$$

- Luas panjang penyaluran

$$A_{tiang} \cdot f_{sy\ tiang} = A_{st\ pertu} \cdot f_{sy\ tulangan} \quad \dots 2- 86$$

- Panjang penyaluran

$$l_{db} = d_b \frac{f_y}{\left(4 \sqrt{f'_c}\right)} \quad \dots 2- 87$$

Sedangkan menurut **SNI 03-2847-2002** pasal **14.2** , panjang penyaluran dalam kondisi Tarik ditentukan dengan persamaan :

$$l_{db} = d_b \frac{3 \cdot f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \lambda}{\left(5 \sqrt{f'_c}\right)} \quad \dots 2- 88$$

2.7.8 Struktur Dolphin

Struktur dolphin dibedakan menjadi dua jenis, yaituberthing dolphin dan mooring dolphin. Berthing dolpin berfungsi sebagai penahan benturan kapal. Sedangkan mooring dolphin berfungsi sebagai penambat kapal atau yang menahan beban tambat kapal.

2.7.8.1 Jumlah Tiang dan Efisiensi Tiang

Untuk merencanakan tiang jumlah tiang pancang pendukung *mooring dolphin* dan *berthing dolphin* dihitung gaya-gaya vertical dan horizontal serta momen gayaterhadap titik tengah pada sisi datar *dolphin*. Dengan kontrol tiang yang mendukung untuk *dolphin* adalah :

$$n = \frac{P}{Q} \quad \dots 2- 89$$

dimana :

- n = jumlah tiang
- P = Beban vertikal
- Q = daya dukung ijin tanah

Dalam sebuah kelompok tiang, diperlukan untuk mengetahui daya dukung efektif setiap tiang pancangnya. Sehingga diperlukan kontrol terhadap efisiensi daya dukung setiap tiang pancangnya dengan persamaan :

$$\eta = 1 - \theta \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{90m-n} \right] \quad \dots 2- 90$$

dimana :

- η = Efisiensi tiang
- θ = $\tan^{-1} D/S$ dalam derajat
- s = jarak tiang kepusat
- D = diameter tiang
- m = jumlah baris tiang
- n = jumlah tiang dalam satu baris

maka dapat ditentukan daya dukung tiang setelah koreksi adalah :

$$Q_{total} = \eta \cdot n \cdot Q_{ijin} \quad \dots 2- 91$$

2.7.8.2 Penulangan Dolphin

Penulangan terhadap *dolphin* tidak berbeda dengan penulangan terhadap pilecap. Dikarenakan struktur *dolphin* yang digunakan adalah struktur kelompok tiang yang difungsikan untuk *dolphin*. sehingga penulangan terhadap *dolphin* dapat dilakukan menggunakan persamaan 2-32 s.d. 2-3

Halaman Ini Sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI

3.1 Tinjauan Umum

Pada bab ini merupakan pembahasan keseluruhan proses yang dilakukan untuk perencanaan dermaga curah cair pelabuhan Pulang Pisau. Untuk membuat suatu perencanaan yang teliti dan bisa diterima, dibutuhkan data – data yang lengkap dan teori yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi. Semakin kompleks permasalahan yang dihadapi memerlukan ketelitian dan pemahaman yang baik pula. Untuk itu dalam pengumpulan data – data yang dibutuhkan diperlukan tahapan penting yang perlu dilakukan sebagai berikut.

3.1.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahapan awal yang harus dilakukan. Persiapan disini dimaksudkan untuk menyusun rencana dan strategi yang tepat sehingga tahapan selanjutnya dapat dilakukan dengan efisien dan efektif. Pada tahap ini juga dilakukan pengamatan dan pemahaman kondisi sehingga mendapatkan gambaran umum yang dalam mengidentifikasi dan merumuskan masalah. Tahapan persiapan ini meliputi :

- a. Studi pustaka terhadap materi tugas akhir yang dipilih
- b. Menentukan kebutuhan data – data yang dibutuhkan
- c. Mendata instansi/pihak yang yang dapat dijadikan sumber
- d. Pengadaan surat dan adminstrasi lain untuk pengumpulan data

Tahap persiapan diatas harus dilakukan dengan cermat untuk menghindari pekerjaan yang berulang ataupun kesalahan yang mungkin saja terjadi. Hal tersebut bertujuan agar pengumpulan data dapat dilakukan scara optimal.

3.1.2 Pengumpulan Data

Tahapan selanjutnya adalah tahapan pengumpulan data. Dalam tahapan ini bertujuan untuk mengetahui gambaran masalah

yang akan dihadapi. Selanjutnya dilakukan perumusan masalah sesuai kondisi yang telah diketahui. Selain itu, dalam tahapan ini diperlukan pemikiran untuk menentukan alternatif pemecahan masalah yang dirumuskan. Adapun metode yang dilakukan dalam pengumpulan data ini adalah Metode literatur. Metode literatur merupakan metode yang dilakukan tanpa mengunjungi lokasi studi yang ditinjau. Metode ini cukup dengan meminjam data dari instansi terkait tentang data yang diperlukan dalam perencanaan.

3.1.3 Analisis dan Pengolahan Data

Analisis dan pengolahan data merupakan tahapan yang sangat penting dalam perencanaan. Dimana analisis dan pengolahan data dilakukan berdasarkan data – data yang didapatkan. Selanjutnya data – data dikelompokkan dalam jenis identifikasi permasalahan yang telah dirumuskan. Sehingga dalam pengolahan data didapat analisa yang tepat dan sesuai dengan permasalahan yang ada. Dalam tahapan ini dilakukan analisis data meliputi :

3.1.4 Analisis data kapal

Analisis data kapal merupakan analisis dari karakteristik kapal yang direncanakan untuk dermaga. Hal ini diperlukan karena untuk menentukan tipe dermaga, dimensi dermaga, dan bentuk operasi pangkalan yang dilakukan diatas dermaga. Selain itu ketepatan dalam hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan fungsi dermaga.

3.1.5 Analisis data kondisi lingkungan

Dalam analisis data kondisi alam terdapat beberapa data yang harus ditinjau, yaitu :

- Data angin

Data angin sangat berpengaruh pada kondisi dermaga. Hal ini dikarenakan angin dapat mempengaruhi pergerakan kapal saat bertambat ataupun saat merapat. Sehingga kapal mendapat gaya

tambahan saat mengalami benturan dengan dermaga ataupun saat bollard tertarik oleh kapal.

- Data arus

Data arus juga sangat berpengaruh dalam pada kondisi dermaga. Arah dan kecepatan arus mempengaruhi pergerakan kapal saat bertambat ataupun saat merapat. Sehingga kapal mendapat gaya tambahan saat mengalami benturan dengan dermaga ataupun saat bollard tertarik oleh kapal. Selain itu kondisi arus air juga berpengaruh pada kondisi pondasi dermaga.

3.1.6 Analisis data kondisi tanah

Analisis ini diperlukan untuk perencanaan pondasi dan struktur bawah dermaga, yaitu dengan melihat kedalaman lapisan tanah dan daya dukung tanah yang adaterhadap struktur dermaga. Sehingga dapat direncanakan model dan jenis pondasi untuk struktur bawah dermaga.

3.2 Perencanaan

Perencanaan merupakan tahapan yang harus dilakukan selanjutnya. Dalam perencanaan ini diperlukan pemahaman dan ketelitian dalam pengerjaan sehingga didapatkan hasil yang diinginkan. Dalam hal ini juga diperlukan ketepatan dalam mengambil metode/teori untuk penyelesaian masalah yang dihadapi. Sehingga disain dalam perencanaan menjadi sesuai dengan kebutuhan dan mendapatkan hasil yang optimal. Adapun urutan – urutan dalam perencanaan dermaga ini sebagai berikut :

3.2.1 Perencanaan Tipe dan Struktur Dermaga

Perencanaan tipe dan dimensi dermaga merupakan langkah awal dalam merencanakan struktur dermaga. Dimana perencanaan ini menentukan tipe dermaga berdasarkan kondisi yang sesuai. Selain itu ditentukan pula dimensi berupa :

- Panjang dan lebar dermaga
- Panjang trestle jika perlu
- Elevasi dermaga
- Dimensi plat
- Dimensi balok

- Lebar portal antar pondasi
- Dimensi pondasi rencana
- Dimensi poer

3.2.2 Kontrol Dimensi

Kontrol dimensi dilakukan berdasarkan *Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, BMS 1992*, dimana dimensi dimensi yang direncanakan harus sesuai dan mampu menahan strukturnya sendiri dan beban-beban yang terjadi.

3.2.3 Pembebanan

Sperti halnya struktur pada umumnya, dermaga juga mendapati beban atau gaya ang bekerja terhadap strukturnya. Beban-beban yang bekerja pada struktur dermaga meliputi beban vetikal dan horizontal serta kombinasi keduanya. Adapun beban-beban tersebut diantaranya :

- a. Beban Verikal
 - Beban Mati
 - Beban Hidup Merata
 - Beban Hidup Terpusat
 - Beban Pipa
 - Beban Marine Loading Arm
- b. Beban Horizontal
 - Beban Sandar (Berthing force)
 - Beban Tambat (Mooring Force)
 - Beban Gempa
- c. Kombinasi Beban

3.2.4 Perencanaan Fender dan Bollard

Fender dan Bollard merupakan fasilitas pada dermaga yang difungsikan untuk fasilitas sandar dan tambatnya kapal. Fender merupakan bantalan yang menahan benturan kapal terhadap dermaga, sehingga tidak ada kerusakan pada dermaga maupun lambung kapal. Dalam perencanaan fender perlu mempertimbangkan beberapa hal seperti perhitungan energy sandar kapal, tipe fender, jarak fender dan elevasi fender.

Bollard merupakan pengait yang terbuat dari baja dimana difungsikan untuk mengaitkan tali kapal. Bollard ini berfungsi sebagai penahan posisi kapal saat bersandar. Dalam merencanakan bollard perlu dipertimbangkan beberapa hal seperti besaran gaya Tarik kapal, kemampuan bollard menahan gaya tahanan kapal, luasan angkur bollard dan panjang penjangkaran baut pada angkur bollard.

3.2.5 Analisa Struktur

Analisa struktur merupakan cara yang digunakan untuk mengetahui besaran gaya dalam yang bekerja pada struktur akibat pengaruh beban-beban yang bekerja. Dalam perencanaan ini analisa struktur digunakan program SAP2000 sebagai media bantu analisa. Dimana, dari hasil analisa yang dilakukan dengan program SAP2000 akan didapatkan gaya dalam yang diperlukan dalam perhitungan struktur.

3.2.6 Penulangan dan Kontrol Stabilitas Struktur

Penulangan disini dilakukan dengan persamaan-persamaan yang berdasarkan pada standar-standar yang telah dipilih untuk merencanakan. Untuk mendukung proses penulangan diambil besaran gaya dari langkah Analisa struktur diatas. Penulangan yang dilakukan meliputi penulangan pada plat, balok, poer, shear ring dan dolphin.

Kontrol stabilitas diperlukan untuk menjamin perilaku struktur terhadap beban yang bekerja. Kontrol stabilitas ini dilakukan untuk mengetahui apakah struktur mampu menahan beban yang terjadi ataukah harus dilakukan modifikasi dimensi. Kontrol stabilitas ini meliputi kontrol terhadap kekuatan tahanan, kontrol lendutan dan kontrol retak.

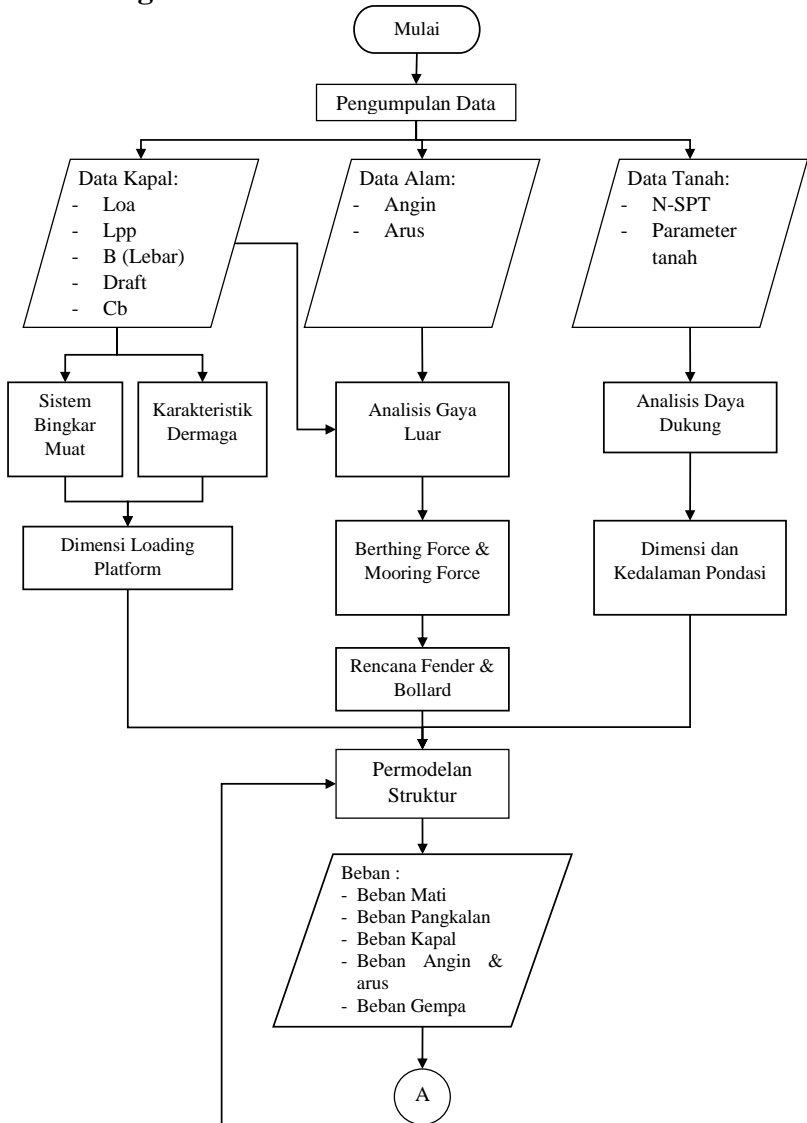
3.2.7 Penulisan Laporan

Tugas akhir merupakan sebuah bentuk karya ilmiah, maka dalam pembuatan tugas akhir diperlukan penulisan laporan yang penulisannya disusun secara sistematis dan terperinci.

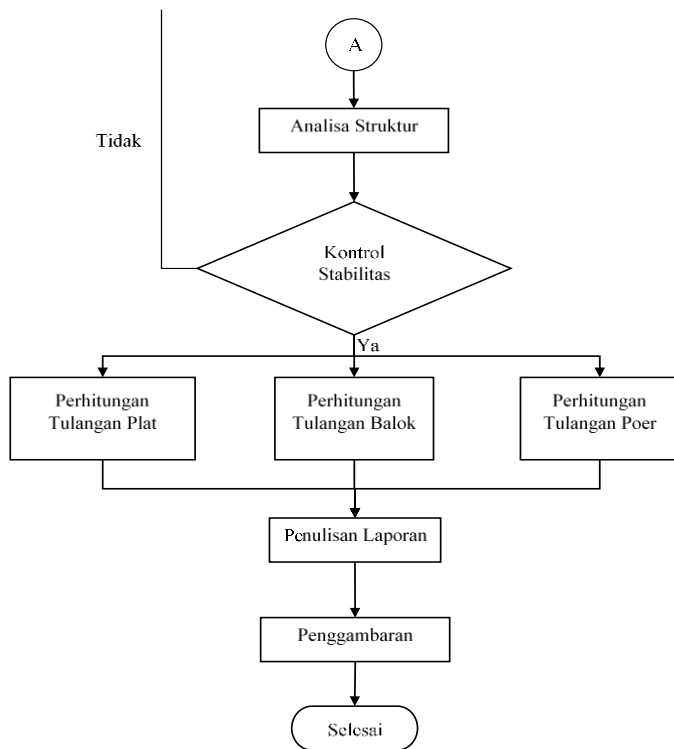
3.2.8 Penggambaran Struktur

Setelah perhitungan struktur selesai, maka dilakukan penggambaran struktur yang dilakukan mengguankan program AutoCad. Penggambaran dilakukan dalam skala yang sesuai dengan standar penggambaran.

3.3 Bagan Alir



Gambar 3. 1. Bagan Metodologi (a)



Gambar 3. 2. Bagan Metodologi (b)

BAB IV

PERENCANAAN DERMAGA

4.1 Tinjauan Umum

Dalam modifikasi desain dermaga curah cair di sungai kahayan untuk kapal kapasitas 10.000 DWT ini, perlu diperhatikan hal – hal khusus yang harus diperhatikan. Terdapat urutan dalam pelaksanaan modifikasi desain ini, yaitu :

1. Dimensi Dermaga
 - a. Panjang Dermaga
 - b. Lebar Dermaga
 - c. Elevasi Dermaga
 - d. Dimensi Plat
 - e. Dimensi Balok Rencana
 - f. Dimensi Tiang pancang Rencana
 - g. Dimensi Poer
 - h. Dimensi Dolphin
2. Beban yang bekerja
 - a. Beban Vertikal
 - i. Beban mati
 - ii. Beban hidup
 - iii. Beban pangkalan
 - b. Beban Horizontal
 - i. Beban Sandar (Berthing)
 - ii. Beban Tambat (Mooring)
 - iii. Beban Gempa
3. Perhitungan Fender dan Bollard

4.2 Dimensi Dermaga

Ukuran dermaga didapatkan dari perhitungan ukuran kapal yang direncanakan akan bersandar pada dermaga. Selain ukuran kapal, jenis kapal juga mempengaruhi bentuk dari dermaga itu sendiri. Hal ini dikarenakan jenis kapal yang berbeda memiliki sistem bongkar muat yang berbeda pula.

Dalam modifikasi desain yang dilakukan ini digunakan jenis kapal curah cair. Sehingga dermaga hanya mencakup sistem

bongkar muatnya saja. Sedangkan untuk fasilitas tambat dan sandar kapal digunakan sistem *dolphin*.

4.2.1 Panjang Dermaga

Dalam perencanaan panjang dermaga ini dibedakan menjadi tiga hal, yaitu :

1. Panjang dermaga (*Loading Platform*)

Panjang dermaga untuk *Loading platform* diambil panjang 20m. Hal ini mempertimbangkan dari segi sistem bongkar muat dengan penggunaan *Marine Loading Arm*.

2. Panjang area sandar (*Berthing Dolphin*)

Panjang area sandar merupakan panjang yang harus dimiliki dermaga untuk menahan sandaran kapal. Panjang area sandar ini harus mencakup 40% s.d 80% dari panjang keseluruhan (LoA) kapal.

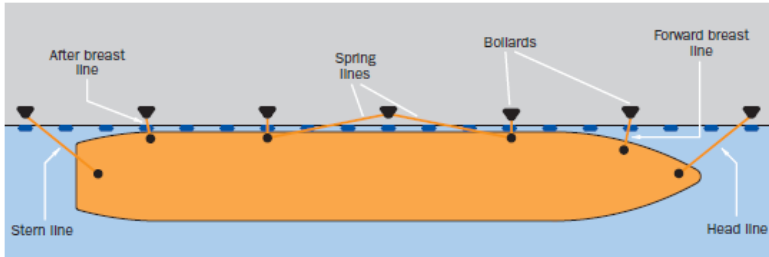
$$\begin{aligned} Lp \text{ min} &= 40\% \times LoA \\ &= 40\% \times 127\text{m} \\ &= 50,8\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Lp \text{ max} &= 80\% \times LoA \\ &= 80\% \times 127\text{m} \\ &= 101,6\text{m} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas diambil jarak antara dua *berthing dolphin* terluar adalah 84m.

3. Panjang area tambat (*Mooring Dolphin*)

Panjang area tambat merupakan panjang yang harus dimiliki dermaga untuk menambatkan kapal. Panjang area tambat ini harus mencakup 80% s.d 115% dari panjang keseluruhan (LoA) kapal. Selain hal tersebut perlu diperhatikan pula sudut pengikatan kapal. Dimana kapal memiliki tiga ikatan dihaluan dan tiga ikatan dibagian buritan. Masing – masing ikatan tersebut membentuk sudut kedalam, tegak lurus dengan arah kapal dan sudut keluar kapal.



Gambar 4. 1. Pengikatan

Sumber : Trelleborg safe berthing and mooring section 10 bollard

- Pengikatan kedalaman (*spring line*) dilakukan dibagian sisi terluar dari *Loading Platform*
- Pengikatan tegak lurus kapal (*Breast line*) digunakan *Mooring Dolphin* dengan kisaran jarak antara dua *Mooring Dolphin* sama dengan panjang kapal. Dalam hal ini diambil jarak 130m
- Pengikatan keluar (*Head line* dan *Stem line*) digunakan *Mooring Dolphin* dengan kisaran jarak mencakup 115% dari panjang kapal atau membentuk sudut 45°.

$$\begin{aligned}
 L_p &= 115\% \times LoA \\
 &= 115\% \times 127m \\
 &= 146,05m
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas diambil jarak antara dua Mooring Dolphin terluar adalah 175m.

4.2.2 Lebar Dermaga

Lebar dermaga yang direncanakan sebesar 16m. lebar ini ditentukan dari sistem bongkar muat yang direncanakan dan sistem operasional perpipaan yang terdapat diatas *loading platform*. Termasuk juga mempertimbangkan ruang gerak operator yang membantu kapal bertambat.

4.2.3 Elevasi Dermaga

Elevasi dermaga ditentukan oleh beberapa data yaitu : kedalaman air pelabuhan, pasang surut dan jenis kapal. Berdasarkan pada *Standard Design Citeria for port in Indonesia*

(1984), *pasal 6.2.5 hal 27*, kedalaman kolam pelabuhan ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kedalaman kolam} &= (1,05 \sim 1,15) \times \text{draft penuh kapal} \\ &= (1,05 \sim 1,15) \times 7,9\text{m} \\ &= 8,3\text{m} \sim 9,1\text{m} \end{aligned}$$

Direncanakan kedalaman kolam pelabuhan rncana adalah 8,5m.

Berdasarkan Standard *Design Criteria for port in Indonesia* (1984), *tabel 7.2 hal 10* sebagai berikut:

Tabel 4. 1. Elevasi Apron diatas HWS

| For a berth with a | Tidal range | |
|-------------------------------|---------------|---------------|
| | 3m or more | Less than 3m |
| Water depth of 4,5m or more | 0,5m s.d 1,5m | 1,0m s.d 2,0m |
| Water depth of less than 4,5m | 0,3m s.d 1,0m | 0,5m s.d 1,5m |

Selanjutnya elevasi apron dapat ditentukan menggunakan Tabel 5.1 sebagai acuan, dan dimasukkan dalam persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Elevasi Apon} &= \text{HWS} + (0,5\text{m} \sim 1,5\text{m}) + \text{Tinggi jagaan} \\ &= 2,7\text{m} + (0,5\text{m} \sim 1,5\text{m}) + 0,5\text{m} \\ &= 3,7\text{m} \sim 4,7\text{m} \end{aligned}$$

maka dai perhitungan diatas elevasi apron direncanakan dengan tinggi apron 4,5m dari LWS.

4.2.4 Dimensi Trestel

Trestel merupakan struktur penghubung antara daratan dengan dermaga yang terletak pada garis kedalaman tertentu, dalam hal ini pada garis kedalaman 8,5m. selain hal tersebut, trestle juga merupakan struktur pendukung yang diperlukan untuk menyangga (*support*) utilitas dermaga seperti halnya instalasi pipa air, pipa bahan bakar, jaringan listrik dan sebagainya.

Dimensi trestle sangat dipengaruhi kepentingan yang diperlukan diatasnya dan jarak dermaga dengan daratan. Trestle direncanakan dilewati sebuah kendaraan sedang setara damkar

dengan lebar kendaraan 2,6 m. selain hal tersebut dibutuhkan balok kantilever penyangga instalasi pipa penghubung muatan dari kapal ke tangka penampung. Dengan kebutuhan yang ada tersebut direncanakan dimensi trestle dalam hal ini yaitu dengan panjang 47,8m dengan lebar lantai trestle 4m. dengan rincian lebar, plat 4m dan tambahan kantilever balok 2 m disetiap sisinya.

4.2.5 Jarak Portal

Struktur dermaga yang menggunakan tipe struktur terbuka dengan sistem struktur *deck on pile*, menjadi alasan harus ditentukannya jarak antar portal untuk setiap stukturunya. Pada *loading platform* yang direncanakan dengan panjang 20m dan lebar 16m, direncanakan portal sebagai berikut :

$$\text{Bentang Memanjang} = 1,0\text{m} + (3 \times 6,0\text{m}) + 1,0\text{m} = 20,0\text{m}$$

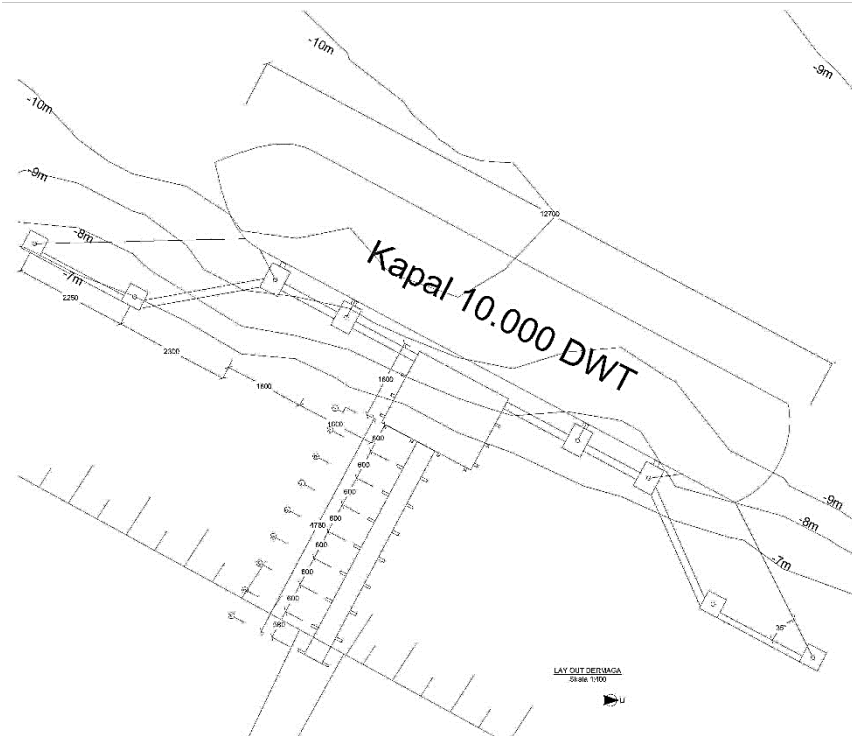
$$\text{Bentang Melintang} = 1,3\text{m} + (3 \times 4,5\text{m}) + 1,2\text{m} = 16,0\text{m}$$

Untuk jarak portal pada *trestle* yang direncanakan dengan panjang 23,8m dengan lebar 6m, direncanakan portal sebagai berikut :

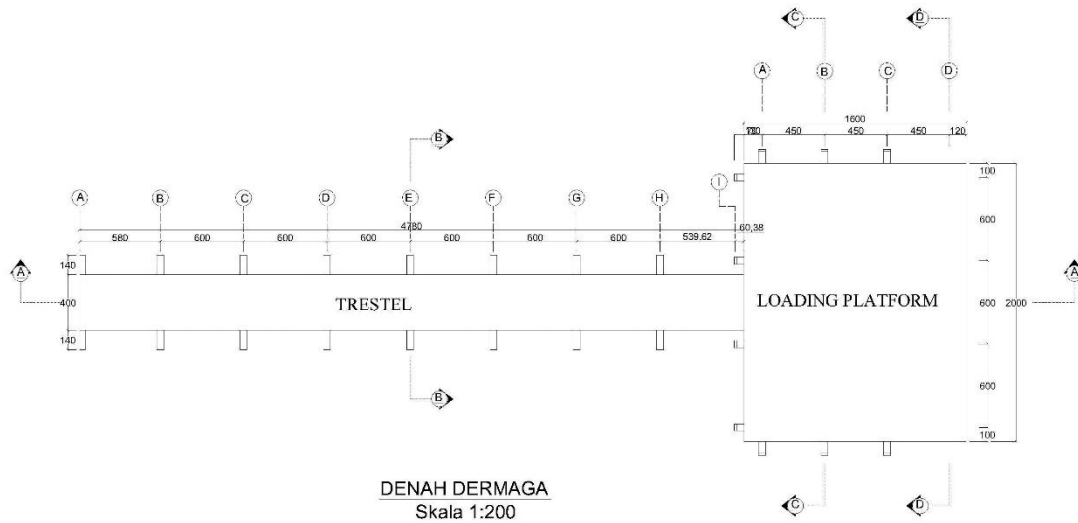
$$\text{Bentang Memanjang} = 5,8 + (7 \times 6\text{m}) = 47,8\text{m}$$

$$\text{Bentang Melintang} = 2\text{m} + 2,8\text{m} + 2\text{m} = 6,8\text{m}$$

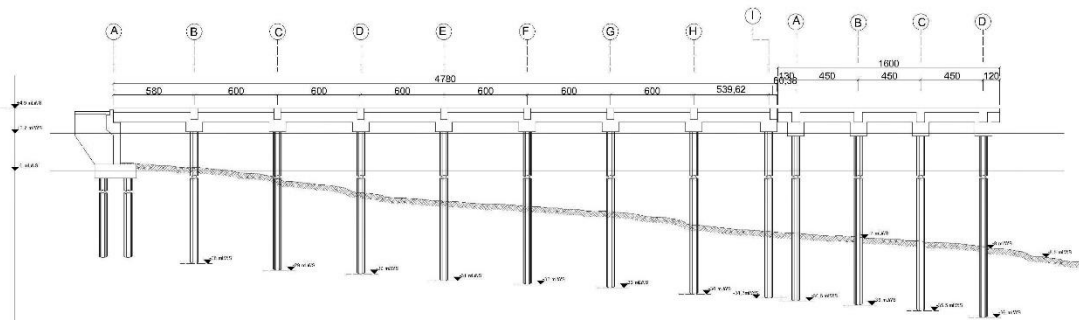
Pada tiang pancang miring, kemiringan tiang direncanakan untuk menahan beban-beban horizontal yang terjadi pada srtuktur dipakai kemiringan vertika sebesar 1:8, dengan kemiringan horizontal membentuk sudut 15^0 terhadap sumbu y.



Gambar 4. 2. Lay Out Rencana Dermaga

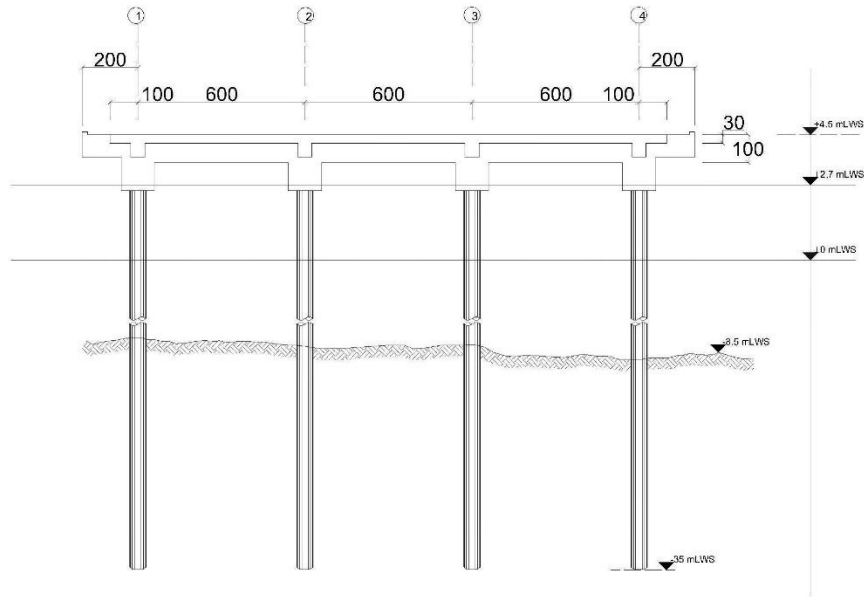


Gambar 4. 3. Gambar Denah Dermaga



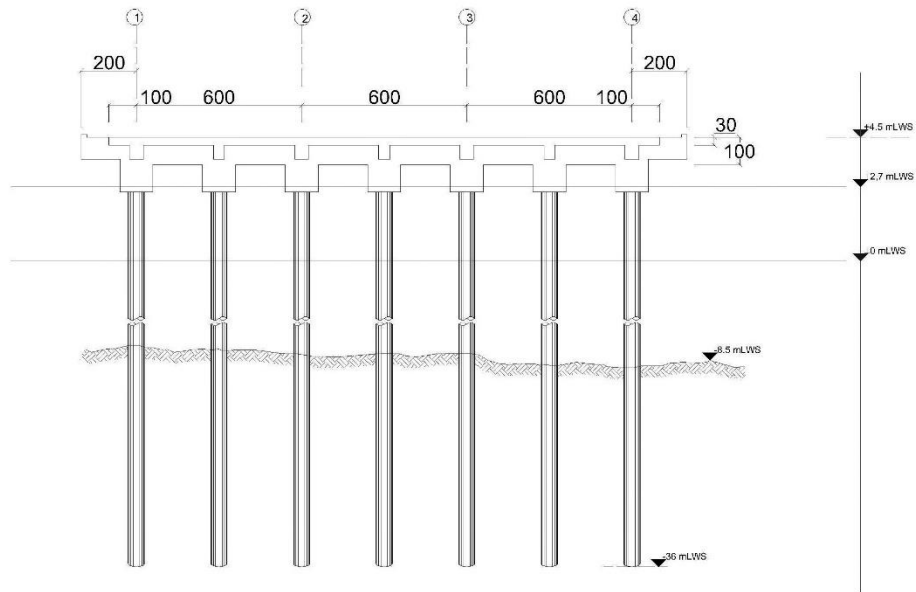
POTONGAN A-A
Skala 1:200

Gambar 4. 4. Gambar Potongan Memanjang



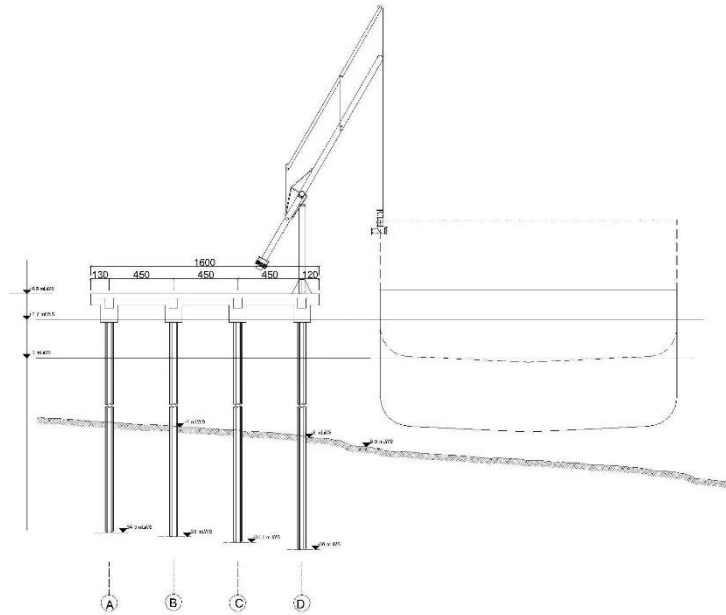
POTONGAN C - C
Skala 1:200

Gambar 4. 5. Potongan Loading Platform



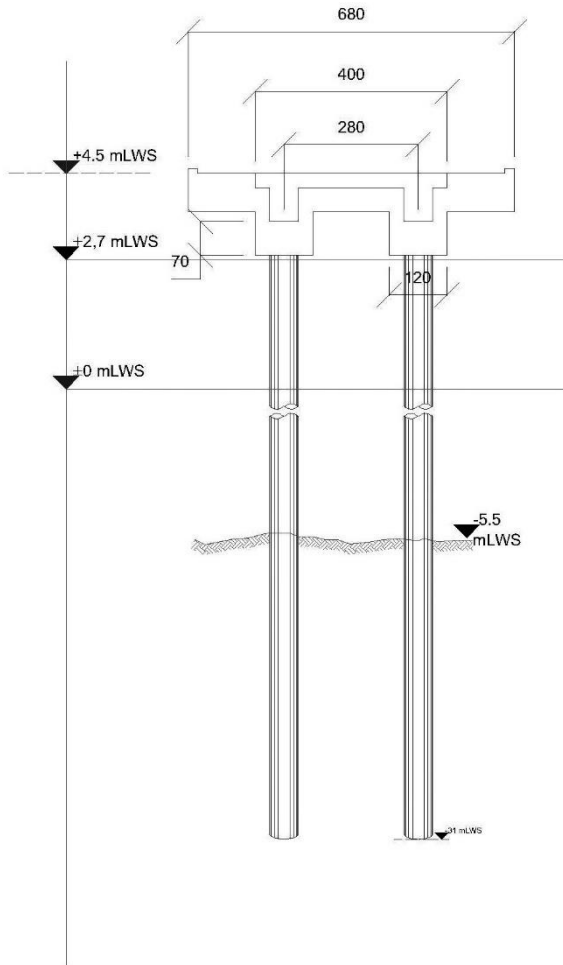
POTONGAN D - D
Skala 1:200

Gambar 4. 6. Tampak Depan Loading Platform



TAMPAK SAMPIING LOADING PLATFORM
Skala 1:200

Gambar 4. 7. Tampak Samping Loading Platform



Gambar 4. 8. Potongan Melintang Trestel

4.2.6 Dimensi Plat

Plat lantai dermaga berfungsi sebagai penerima beban yang langsung bekerja di atasnya. Beban yang diterima diteruskan kepada balok dibawahnya. Beban yang diterima lantai secara langsung berupa beban mati, beban hidup, dan beban merata dan terpusat. Perhitungan kekuatam plat lantai dermaga terlentur disesuaikan dengan perhitungan plat terlentur pada jembatan, yang sesuai dengan persamaan 2.1 dan 2.2 sebagai berikut :

$$t_s \geq 200 \text{ mm}$$

$$t_s \geq 100 + 0,04 L$$

dimana :

$$t_s = \text{tebal plat lantai (mm)}$$

$$L = \text{bentang plat lantai antara pusat tumpuan (mm)}$$

Maka, tebal plat dermaga dalam hal ini *Loading Platform*

$$t_s = 100 + (0,04 \times 4500) = 280 \text{ mm}$$

$$t_s \geq 200 \text{ mm}$$

Sedangkan, tebal plat Trestel

$$t_s = 100 + (0,04 \times 2800) = 212 \text{ mm}$$

$$t_s \geq 200 \text{ mm}$$

berdasarkan perhitungan diatas, maka tebal plat lantai dermaga dan trestle direncanakan dengan tebal 300mm.

4.2.7 Dimensi Balok

Balok merupakan konstruksi dibawah plat yang terdiri dari balok memanjang dan balok melintang. Perencanaan awal dimensi balok dihitung berdasarkan persamaan 2.3 sebagai berikut

$$H \geq 165 + 0,06 L$$

dengan :

$$H = \text{tinggi gelagar}$$

$$L = \text{panjang gelagar}$$

Selain hal diatas, perencanaan dimensi balok diperlukan kontrol terhadap kelangsingan balok. Dimana, kontrol kelangsingan balok dapat di tentukan dengan persamaan 2.4 dan 2.5 sebagai berikut :

$$\frac{L_t}{b_{\text{eff}}} \leq 240 \frac{b_{\text{eff}}}{H}$$

$$\frac{L_t}{b_{\text{eff}}} \leq 60$$

dengan :

L_t = jarak antar pengekang melintang

b_{eff} = Lebar balok

H = tinggi total balok

4.2.7.1 Balok Memanjang

Dimensi balok memanjang ditentukan dari bentangan portal memanjang yang paling panjang, yaitu 6000mm. Maka dimensi balok memanjang dapat ditentukan sebagai berikut :

$$H \geq 165 + 0,06 L$$

$$H \geq 165 + 0,06 (6000)$$

$$H \geq 525\text{mm}$$

$$b = 2/3 H$$

$$b = 2/3 \cdot 525\text{mm}$$

$$b = 350\text{mm}$$

Dengan mempertimbangkan *SNI 03 – 2847 – 2002, Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, 2002, pasal 9.7* bahwa tebal selimut beton untuk beton yang berhubungan dengan tanah dan cuaca adalah 50mm. akan tetapi dengan mempertimbangkan struktur yang berhubungan dengan air, maka selimut beton direncanakan dengan tebal 75mm. dengan dimensi balok memanjang 600mm x 1000mm.

Selanjutnya untuk memastikan kekuatan struktur balok, maka perlu dilakukan kontrol kelangsingan sebagai berikut :

$$\frac{L_t}{b_{\text{eff}}} \leq 240 \frac{b_{\text{eff}}}{H}$$

$$\frac{6000}{600} \leq 240 \frac{600}{1000}$$

$$10 \leq 144 \quad \dots \text{(OK)}$$

$$\frac{L_t}{b_{\text{eff}}} \leq 60$$

$$\frac{6000}{600} \leq 60$$

$$10 \leq 60 \quad \dots \text{ (OK)}$$

4.2.7.2 Balok Melintang

Dimensi balok memanjang ditentukan dari bentangan portal memanjang yang paling panjang, yaitu 5000mm. Maka dimensi balok memanjang dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} H &\geq 165 + 0,06 L \\ H &\geq 165 + 0,06 (4500) \\ H &\geq 435\text{mm} \\ b &= 2/3 H \\ b &= 2/3 435\text{mm} \\ b &= 290\text{mm} \end{aligned}$$

Dengan mempertimbangkan *SNI 03 – 2847 – 2002, Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, 2002, pasal 9.7* bahwa tebal selimut beton untuk beton yang berhubungan dengan tanah dan cuaca adalah 50mm. akan tetapi dengan mempertimbangkan struktur yang berhubungan dengan air, maka seliut beton direncanakan dengan tebal 75mm. dengan dimensi balok memanjang 500mm x 800mm.

Selanjutnya untuk memastikan kekuatan struktur balok, maka perlu dilakukan kontrol kelangsingan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \frac{L_t}{b_{\text{eff}}} &\leq 240 \frac{b_{\text{eff}}}{H} \\ \frac{5000}{500} &\leq 240 \frac{500}{800} \\ 10 &\leq 150 \quad \dots \text{ (OK)} \end{aligned}$$

$$\frac{L_t}{b_{\text{eff}}} \leq 60$$

$$\frac{5000}{500} \leq 60$$

$$10 \leq 60 \quad \dots \text{ (OK)}$$

Dari perencanaan balok di atas, diperoleh dimensi balok memanjang dan melintang. Direncanakan balok dermaga dan tresel adalah identic dengan ketentuan :

Balok memanjang $bw \times H$ = 600mm x 1000mm

Balok melintang $bw \times H$ = 500mm x 800mm

4.2.8 Tiang Pancang

4.2.8.1 Dimensi Tiang Pancang

Penentuan dimensi tiang paancang terdapat dua cara, dengan menggunakan analisa kekuatan bahan terhadap kekuatan tanah dan menggunakan *Trial and error* pada analisa stuktur menggunakan program SAP2000. Untuk itu perlu di lakukan pembatasan dimensi tiang pancang baja untuk kemudian dilakukan analisa. Pembatan dimensi tiang pancang dilakukan berdasarkan nominal diameter terluar dan tebal schedule pipa. Untuk nominal diameter terluar dibatasi 24". Sedangkan untuk schedule tebal pipa dibatasi pada schedule 20, dan 30. Dimana dapat dilihat dari table schedule pipa sebagai berikut :

Tabel 4. 2. Table schedule pipa baja

| NB | OD (mm) | Schedule Pipa(mm) | |
|-----|------------|-------------------|------|
| | | 20 | 30 |
| 24" | 609,6 | 9,5 | 14,3 |

Direncanakan menggunakan tiang pancang pipa baja dengan diameter 609,6mm dengan tebal schedule 14,3 untuk dermaga, dan pipa baja diameter 609,6mm dengan tebal 9,5 untuk struktur trestle.

4.2.8.2 Panjang Penjepitan

Penentuan panjang penjepitan tiang pancang dimaksudkan untuk mengetahui panjang tiang pancang saat penggunaan praktis dalam perhitungan desain. Panjang penjepitan dihitung dari persamaan yang terdapat pada *Technical Standards*

Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japa, 2009 part III Chapter 2 halaman 463 sesuai dengan persamaan nomor 2-6 s.d 2-9 sebagai berikut :

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k_{ch}B}{4EI}}$$

$$l_m = \frac{1}{\beta} \left(\tan^{-1} \frac{1}{1+2\beta h} \right)$$

$$l_0 = \frac{1}{\beta} \left(\tan^{-1} \frac{\beta h + 1}{\beta h - 1} \right)$$

$$k_{ch} = 3910 N^{0,733}$$

dengan :

E = Modulus elastisitas tiang (kg/cm²)
= 2 . 10⁶ kg/cm²

I = moment inersia (cm⁴)

h = tinggi pembebanan

kch = modulus reaksi horizontal yang harganya konstan sepanjang tiang terbenan. (kn/m³)

B = diameter tiang

Sehingga direncanakan panjang tiang pancang yang dipakai untuk input perhitungan struktur (dengan SAP2000) seperti ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 4. 3Panjang Penjepitan untuk tiang dermaga

| Uraian | Unit | ø 609,6 | ø 609,6 | ø 609,6 | ø 609,6 |
|---|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| tebal Tiang | cm | 1,43 | 1,43 | 1,43 | 1,43 |
| Tinggi Apron | cm | 375 | 375 | 375 | 375 |
| Kedalaman | cm | 650 | 700 | 800 | 850 |
| h | cm | 1025 | 1075 | 1175 | 1225 |
| E | kg/cm ² | 2100000 | 2100000 | 2100000 | 2100000 |
| I | cm ⁴ | 118537,05 | 118537,05 | 118537,05 | 118537,05 |
| N | Blow/feet | 37 | 37 | 37 | 37 |
| Kch | kg/cm ³ | 0,5517 | 0,5517 | 0,5517 | 0,5517 |
| $\beta = (Kch \cdot B / 4EI)^{0,25}$ | m ⁻¹ | 0,241071 | 0,241071 | 0,241071 | 0,241071 |
| 1/β | | 4,1482 | 4,1482 | 4,1482 | 4,1482 |
| $\tan^{-1} (\beta h + 1 / \beta h - 1)$ | | 0,7894 | 0,7893 | 0,7889 | 0,7888 |
| LO | m | 3,275 | 3,274 | 3,273 | 3,272 |
| Panjang Penjepitan | m | 13,525 | 14,024 | 15,023 | 15,522 |

Tabel 4. 4Panjang penjepitan untuk tiang trestel

| Uraian | Unit | ø 609,6 | ø 609,6 | ø 609,6 | ø 609,6 |
|----------------------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| tebal Tiang | cm | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| Tinggi Apron | cm | 375 | 375 | 375 | 375 |
| Kedalaman | cm | 25 | 150 | 200 | 250 |
| h | cm | 400 | 525 | 575 | 625 |
| E | kg/cm ² | 2100000 | 2100000 | 2100000 | 2100000 |
| I | cm ⁴ | 80642,354 | 80642,354 | 80642,354 | 80642,354 |
| N | Blow/feet | 37 | 37 | 37 | 37 |
| Kch | kg/cm ³ | 0,5517 | 0,5517 | 0,5517 | 0,5517 |
| $\beta = (Kch*B/4EI)^{0,25}$ | cm ⁻¹ | 0,2654 | 0,2654 | 0,2654 | 0,2654 |
| 1/β | | 3,7673 | 3,7673 | 3,7673 | 3,7673 |
| $\tan^{-1}(\beta h+1/\beta h-1)$ | | 0,7948 | 0,7926 | 0,7919 | 0,7914 |
| L0 | m | 2,994 | 2,986 | 2,984 | 2,982 |
| Panjang Penjepitan | m | 6,994 | 8,236 | 8,734 | 9,232 |

Tabel 4. 5Panjang Penjepitan untuk tiang trestle (lanjutan 1)

| Uraian | Unit | ø 609,6 | ø 609,6 | ø 609,6 |
|----------------------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| tebal Tiang | cm | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| Tinggi Apron | cm | 375 | 375 | 375 |
| Kedalaman | cm | 350 | 400 | 450 |
| h | cm | 725 | 775 | 825 |
| E | kg/cm ² | 2100000 | 2100000 | 2100000 |
| I | cm ⁴ | 80642,354 | 80642,354 | 80642,354 |
| N | Blow/feet | 37 | 37 | 37 |
| Kch | kg/cm ³ | 0,5517 | 0,5517 | 0,5517 |
| $\beta = (Kch*B/4EI)^{0,25}$ | cm ⁻¹ | 0,2654 | 0,2654 | 0,2654 |
| 1/β | | 3,7673 | 3,7673 | 3,7673 |
| $\tan^{-1}(\beta h+1/\beta h-1)$ | | 0,7906 | 0,7903 | 0,7900 |
| L0 | m | 2,978 | 2,977 | 2,976 |
| Panjang Penjepitan | m | 10,228 | 10,727 | 11,226 |

Tabel 4. 6. Panjang Penjepitan untuk tiang trestle (lanjutan 2)

| Uraian | Unit | ø 609,6 | ø 609,6 | ø 609,6 |
|---|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| tebal Tiang | cm | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| Tinggi Apron | cm | 375 | 375 | 375 |
| Kedalaman | cm | 500 | 550 | 600 |
| h | cm | 875 | 925 | 975 |
| E | kg/cm ² | 2100000 | 2100000 | 2100000 |
| I | cm ⁴ | 80642,354 | 80642,354 | 80642,354 |
| N | Blow/feet | 37 | 37 | 37 |
| Kch | kg/cm ³ | 0,5517 | 0,5517 | 0,5517 |
| $\beta = (Kch \cdot B / 4EI)^{0,25}$ | cm ⁻¹ | 0,2654 | 0,2654 | 0,2654 |
| 1/ β | | 3,7673 | 3,7673 | 3,7673 |
| $\tan^{-1} (\beta h + 1 / \beta h - 1)$ | | 0,7897 | 0,7895 | 0,7893 |
| L0 | m | 2,975 | 2,974 | 2,973 |
| Panjang Penjepitan | m | 11,725 | 12,224 | 12,723 |

4.2.9 Dimensi Poer

Dimensi poer direncanakan berdasarkan diameter tiang pancang yang digunakan. Untuk jarak dari pusat tiang terhadap tepi poer ditentukan nilai sama dengan diameter tiang. Sehingga untuk poer yang terdapat satu tiang, lebar poer diambil sebesar 2D.

$$L = B = 2D$$

$$L = B = 2 \times 600\text{mm}$$

$$L = B = 1200\text{mm}$$

Sedangkan untuk ketebalan poer sendiri menurut *SNI 03 – 2847 – 2002, Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, 2002 pasal 17.7*, ketebalan pondasi telapak diatas lapisan tulangan bawah tidak boleh kurang dari 300mm untuk pondasi telapak di atas tiang pancang. Maka ketebalan poer dibawah balok direncanakan dengan ketebalan 500mm.

4.2.10 Dimensi Dolphin

Dimensi dolphin sama halnya dengan dimensi poer. Dimana struktur dolphin merukan kelompok tiang yang disatukan dengan poer untuk fungsi tertentu.

4.2.10.1 Berthing Dolphin

Berthing dolphin dirancang untuk menahan energy benturan kapal. Pada berthing dolphin nantinya dipasang fender dengan tambahan struktur berupa plank fender didepan dolphin. Dikarenakan difungsikan untuk menahan gaya horizontal tegak lurus dengan arah kapal, maka berthing dolphin direncanakan dengan jumlah 12 tiang pancang dengan empat baris tiang pancang arah y dan tiga baris tiang pancang arah x. maka dimensi berthing dolphin adalah sebagai berikut :

$$B = 2D + (2 \times 2D)$$

$$B = 1200\text{mm} + (2 \times 1200\text{mm})$$

$$B = 3600\text{mm}$$

Dipakai lebar berthing dolphin 4000mm dengan jarak antar tiang pancang arah x = 1400mm dari pusat tiang pancang.

$$L = 2D + (3 \times 2D)$$

$$L = 1200\text{mm} + (3 \times 1200\text{mm})$$

$$L = 4800\text{mm}$$

Dipakai panjang berthing dolphin 5500mm dengan jarak antar tiang pancang arah y 1200, dengan sisa 700mm untuk kebutuhan Plank fender.

Sedangkan untuk ketebalan poer sendiri menurut *SNI 03 – 2847 – 2002, Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, 2002 pasal 17.7* , ketebalan pondasi telapak diatas lapisan tulangan bawah tidak boleh kurang dari 300mm untuk pondasi telapak di atas tiang pancang. Maka ketebalan dolphin direncanakan 1500mm

4.2.10.2 Mooring Dolphin

Mooring dolphin dirancang untuk menahan gaya tarikan kapal yang disalurkan melalui tali dan bollard. Dikarenakan difungsikan untuk menahan gaya tarikan, maka direncanakan dengan tiang pancang berjumlah 9 buah dengan tiga baris tiang pancang arah y dan tiga baris tiang pancang arah x. maka dimensi berthing dolphin adalah sebagai berikut :

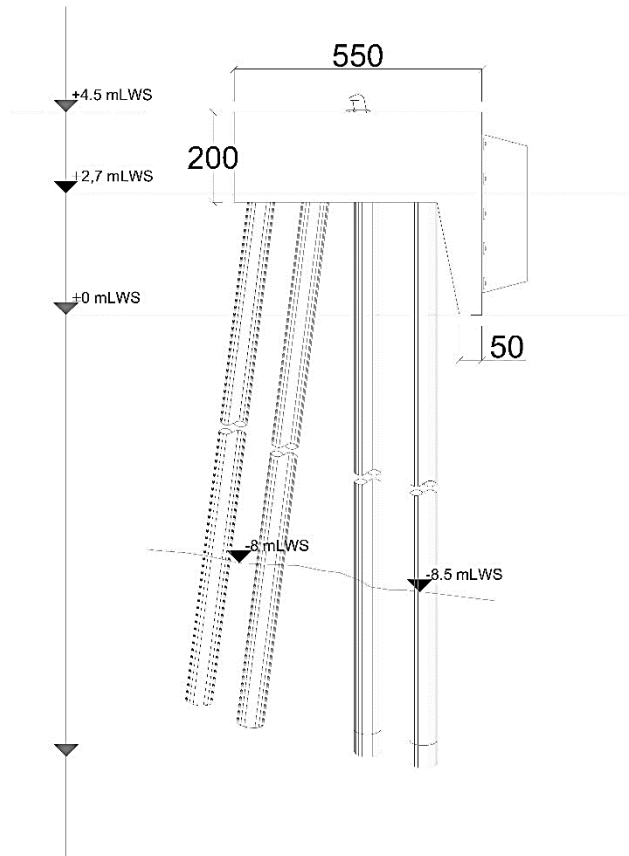
$$B = L = 2D + (2 \times 2D)$$

$$B = L = 1200\text{mm} + (2 \times 1200\text{mm})$$

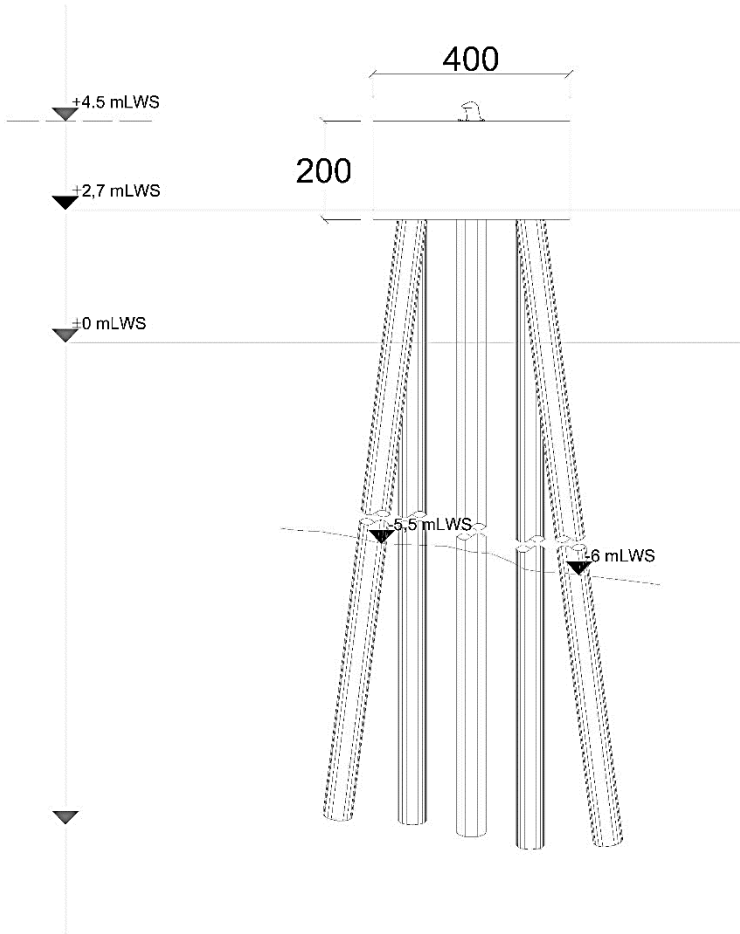
$B = L = 3600\text{mm}$

Dipakai dimensi mooring dolphin $4000\text{mm} \times 400\text{mm}$ dengan jarak antar tiang pancang arah $x = 1400\text{mm}$ dari pusat tiang pancang.

Seperti halnya berthing dolphin, mooring dolphin direncanakan dengan ketebalan identik.



Gambar 4. 9. Berthing Dolphin



Gambar 4. 10. Mooring Dolphin

4.3 Beban Yang Bekerja

4.3.1 Beban Vertikal

Beban yang bekerja pada plat dermaga adalah sebagai berikut :

- Beban Mati Merata
 - Berat sendiri plat ($t=0,3$) = $0,30 \times 2,5 = 0,75 \text{ t/m}^2$
 - Berat Air hujan ($t=0,05$) = $0,05 \times 1,0 = 0,05 \text{ t/m}^2$
 - Berat Aspal ($t=0,07$) = $0,07 \times 2,2 = 1,54 \text{ t/m}^2$
- Beban Hidup Terpusat
 - Beban terpusat akibat muatan T roda kendaraan berdasarkan *Peraturan perencanaan Teknik jembatan BMS 1992 pasal 2.3.4.1. halaman 2-27* sebesar 11,25 ton. Dengan ukuran beban terpusat pada plat kendaraan :
 Arah bentangan $l_y = a = 30 + (2 \times 22) = 74 \text{ cm}$
 Arah bentangan $l_x = b = 50 + (2 \times 22) = 94 \text{ cm}$
 - Beban terpusat system operasional berupa *Marine system loading arm* berdasarkan katalog *Emco Wheaton Marine Loading Arm B0030* diambil beban sebesar 22,680 ton. Selain beban tersebut, marine loading arm juga memberikan beban moment sebesar 51,85 ton-m.
- Beban Hidup Merata Khusus
 - Beban hidup merata khusus yang bekerja pada dermaga collector lokal, berdasarkan *Standard design and Criteria for Port in Indonesia (1984) Pasal V.2 tabel 5.3 hal 16* adalah sebesar 2 t/m^2 .
- Beban Hidup Pipa
 - Untuk perencanaan instalasi pipa yang terpasang pada dermaga dan trestel sebagai berikut :
 - Pipa Minyak Loading/Unloading OD 8" jumlah 2 buah
 - Pipa BBM OD 6" Jumlah 1 buah
 - Pipa Air bersih OD 6" jumlah 1 buah
 - Pipa kabel listrik OD 4" jumlah 2 buah

Berdasarkan dengan tabel katalog pipa 2.3, maka dapat direncanakan beban hidup pipa sebagai berikut

Tabel 4. 7. Table berat isi matrial per meter pipa

| No. | Jenis Matial | tebal(mm) | Diameter dalam(m) | Luas Penampangan g(m2) | Berat Jenis Isi(kg/m3) | Berat Isi/m Pipa(kg/m) |
|-----|--------------------|-----------|-------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | Pipa Loading 8" | 6,02 | 0,191 | 0,0287 | 820 | 23,534 |
| 2 | Pipa BBM 6" | 7,11 | 0,138 | 0,0150 | 820 | 12,297 |
| 3 | Pipa Air bersih 6" | 7,11 | 0,138 | 0,0150 | 1000 | 14,996 |
| 4 | Pipa Listrik 4" | 10,31 | 0,081 | 0,0052 | - | 0,782 |

Tabel 4. 8. Tabel Berat pipa dan isi

| NO. | Jenis Pipa | Jumlah | Berat Pipa (kg/m) | Berat Isi (kg/m) | Berat Total (kg/m) |
|-----|--------------------|--------|-------------------|------------------|--------------------|
| 1 | Pipa Loading 8" | 2 | 53,08 | 23,534 | 76,614 |
| 2 | Pipa BBM 6" | 1 | 28,26 | 12,297 | 40,557 |
| 3 | Pipa Air bersih 6" | 1 | 28,26 | 14,996 | 43,256 |
| 4 | Pipa Listrik 4" | 2 | 16,07 | 0,782 | 16,852 |

Dalam perencanaan, pipa ditumpu oleh balok kantilever dengan jarak 6 meter. Dari tabel perhitungan diatas, didapatkan berat pipa untuk diinputkan dalam program sap per 6 meter adalah 812,24 kg

4.3.2 Beban Horizontal

4.3.2.1 Beban Sandar (Berthing Force)

Dalam perencanaan dianggap bahwa benturan maksimum terjadi apabila kapal bermuatan penuh menghantam dermaga pada sudut 10^0 terhadap sisi depan dermaga.

Energi benturan kapal saat sandar dihitung dengan menggunakan persamaan (2.10) :

$$E = \frac{WV^2}{2g} C_m C_c C_s C_c$$

Dengan data kapal kapasitas 10.000DWT yang telah diketahui berikut,

| | | |
|------------------|---------|-----|
| Displacement (W) | = 14300 | ton |
| LoA | = 127 | m |
| Lpp | = 121 | m |

| | | |
|--------------------|--------|----------------|
| Lebar (B) | = 20,8 | m |
| Tinggi (D) | = 10,0 | m |
| Draft (d) | = 7,9 | m |
| Wind Area | | |
| Lateral full draft | = 688 | m ² |
| Lateral ballast | = 1090 | m ² |
| Front fulldraft | = 255 | m ² |
| Front ballast | = 303 | m ² |

Maka perhitungan dapat dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

1. Menghitung nilai koefisien blok (C_b) dengan persamaan (2-13)

$$C_b = \frac{W}{L_{pp} B d \gamma_0}$$

$$C_b = \frac{14300}{121 \times 20,8 \times 7,9 \times 1,025}$$

$$C_b = 0,701$$

2. Menghitung nilai koefisien massa (C_m) dengan persamaan (2-12)

$$C_m = 1 + \frac{\pi d}{2 C_b B}$$

$$C_m = 1 + \frac{\pi}{2 \times 0,701} \frac{7,9m}{20,8m}$$

$$C_m = 1,850$$

3. Menghitung nilai koefisien eksentrisitas (C_e)
Dengan koefisien blok (C_b) = 0,701, maka digunakan Gambar 2.2. di dapatkan rasio $r/LoA = 0,235$, sehingga nilai $r = 0,235 \times LoA$

$$r = 0,242 \times 127$$

$$r = 30,73m$$

Untuk perencanaan *Dolphin* digunakan nilai $l = 1/6 LoA$

$$l = \frac{1}{6} \times 127$$

$$l = 21,167\text{m}$$

Selanjutnya nilai koefisien eksentrisitas (C_e) dapat dihitung menggunakan persamaan (2.11)

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

$$C_e = \frac{1}{1 + \left(\frac{21,167\text{m}}{30,73\text{m}}\right)^2}$$

$$C_e = 0,678$$

4. Nilai Koefisien Kekerasan (C_s) dan koefisien bentuk (C_c) masing – masing diambil = 1,0
5. Energi sandar

$$E = \frac{WV^2}{2g} C_m C_c C_s C_e$$

$$E = \frac{14300 \text{ ton} \times (0,15 \text{ m/d})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/d}^2} \times 1,850 \times 0,678 \times 1,0 \times 1,0$$

$$E = 20,581 \text{ ton} - \text{m}$$

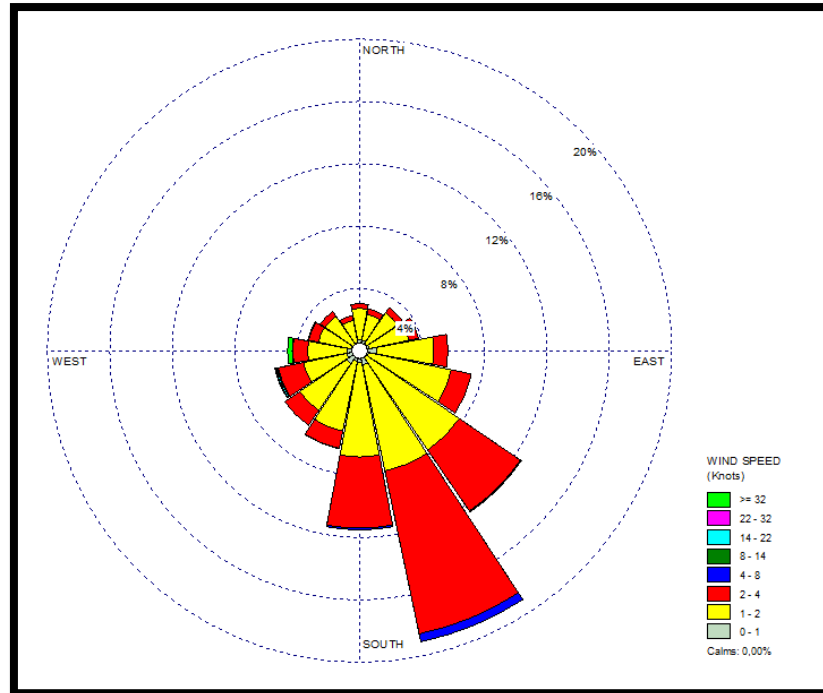
4.3.2.2 Beban Angin

Berdasarkan analisa data angin yang dilakukan, arah angin dominan berhembus kearah selatan menenggara. Sesuai dengan letak dermaga yang ada, arah angin bekerja pada bidang haluan atau buritan kapal. Dari data angina yang ada diketahui kecepatan maksimum angin adalah 64,3 knot.

Tabel 4. 9. Tabel Persebaran Arah Angin

| Directions / Wind Classes (Knots) | 0 - 1 | 1 - 2 | 2 - 4 | 4 - 8 | 8 - 14 | 14 - 22 | 22 - 32 | >= 32 | Total (%) |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|-------|-----------|
| 348,75 - 11,25 | 0,69 | 2,03 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,01 |
| 11,25 - 33,75 | 0,71 | 1,67 | 0,36 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,74 |
| 33,75 - 56,25 | 0,55 | 2,39 | 0,41 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,34 |
| 56,25 - 78,75 | 0,63 | 2,58 | 0,63 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,83 |
| 78,75 - 101,25 | 1,12 | 3,62 | 0,91 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,64 |
| 101,25 - 123,75 | 0,60 | 5,38 | 1,32 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,28 |
| 123,75 - 146,25 | 0,55 | 7,16 | 4,72 | 0,03 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 12,49 |
| 146,25 - 168,75 | 0,93 | 6,94 | 10,64 | 0,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 19,00 |
| 168,75 - 191,25 | 0,74 | 6,06 | 4,55 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 11,45 |
| 191,25 - 213,75 | 0,69 | 4,58 | 1,12 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 6,41 |
| 213,75 - 236,25 | 0,99 | 3,65 | 1,15 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 5,78 |
| 236,25 - 258,75 | 0,85 | 2,83 | 1,65 | 0,03 | 0,05 | 0,08 | 0,05 | 0,00 | 5,53 |
| 258,75 - 281,25 | 0,77 | 2,55 | 0,96 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,30 | 4,60 |
| 281,25 - 303,75 | 0,58 | 2,11 | 0,63 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,37 |
| 303,75 - 326,25 | 0,49 | 2,17 | 0,38 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 3,04 |
| 326,25 - 348,75 | 0,58 | 1,43 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,30 |
| Sub-Total | 11,45 | 57,04 | 29,98 | 0,74 | 0,08 | 0,11 | 0,08 | 0,33 | 99,81 |
| Calms | | | | | | | | | 0 |
| Missing/Incomplete | | | | | | | | | 0,19 |
| Total | | | | | | | | | 100 |

Sumber : Data Permodelan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Maritim Surabaya



Gambar 4. 11. Windrose

Maka digunakan persamaan (2.16) untuk perhitungan gaya akibat angin.

$$R_w = 1,1 \times Q_a \times A_w$$

$$Q_a = 0,063 \times V^2$$

Dimana :

$$\begin{aligned} V &= \text{Kecepatan angin (m/d)} \\ &= 64,3 \text{ knot} \times 0,5144 \\ &= 33,076 \text{ m/d} \end{aligned}$$

Dan Q_a dapat dihitung dengan persamaan (2-17)

$$\begin{aligned} Q_a &= 0,063 \times V^2 \text{ (Tekanan angin)} \\ &= 0,063 \times (33,076 \text{ m/d})^2 \\ &= 68,923 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Proyeksi bidang kapal yang tertiuip angin dianggap 70% dari luas bagian kapal yang berada diatas permukaan air. Keadaan paling ekstrim ketika kapal tertium angin adalah keadaan kapal kosong (dengan *ballast*) dengan luas bidang lateral kapal :

$$A_w = 1090 \text{ m}^2$$

Maka gaya angin pada kapal adalah :

$$R_w = 1,1 \times Q_a \times A_w$$

$$R_w = 1,1 \times 68,923 \text{ kg/m}^2 \times 70\% \times 1090 \text{ m}^2$$

$$R_w = 57.847 \text{ kg}$$

$$R_w = 57,847 \text{ ton}$$

4.3.2.3 Beban Arus

Seperti halnya angin, arus air bekerja pada bidang bagian kapal yang terendam air dan mengakibatkan pergerakan pada kapal yang dapat mempengaruhi fasilitas tambat. Sesuai dengan letak dermaga yaitu disungai, maka arah aliran arus mengalir ke muara sungai. Sehingga gaya arus bekerja pada bidang buritan kapal yang terendam air. Keadaan paling ekstim ketika kapal tertabrak arus adalah saat kapal dengan muatan penuh. Luas bidang kapal yang dapat terseret arus dapat diumpamakan budang persegi dengan perkalian antara lebar kapal (B) dan draft (d)

$$A_c = B \times d$$

$$A_c = 20,8\text{m} \times 7,9\text{m}$$

$$A_c = 164,32 \text{ m}^2$$

kapal maksimum. Maka gaya arus pada kapal dapat dihitung dengan persamaan 2-20.

$$R_a = C_c \gamma_0 A_c \frac{V_c^2}{2g}$$

$$R_a = 1 \times (1,025 \text{ ton/m}^3) \times 70\% \times 164,32 \text{ m}^2 \frac{(0,6\text{m/d})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/d}^2}$$

$$R_a = 2,168 \text{ ton}$$

Selain hal tersebut terdapat juga gaya arus yang menimpa tiang pancang dermaga. Beban ini di bebaskan sebagai beban merata yang dihitung dari *seabath* hingga level permukaan air. Adapun besar beban arus yang akan dibebankan pada tiang pancang adalah sebagai berikut :

Dengan menggunakan persamaan 2-20 dengan mengganti koefisien A dengan setenga keliling luar tiang pancang, maka akan didapatkan beban arus dalam satuan permeter.

$$\frac{1}{2}K = \frac{1}{2} \pi \cdot D$$

$$\frac{1}{2}K = \pi \cdot 0,6096\text{m}$$

$$\frac{1}{2}K = 0,9575\text{m}$$

maka, Besar beban arus untuk tiang pancang adalah :

$$R_a = C_c \gamma_0 \frac{1}{2}K \frac{V_c^2}{2g}$$

$$R_a = 1 \times (1,025 \text{ ton/m}^3) \times 0,9575 \text{ m} \frac{(0,6\text{m/d})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/d}^2}$$

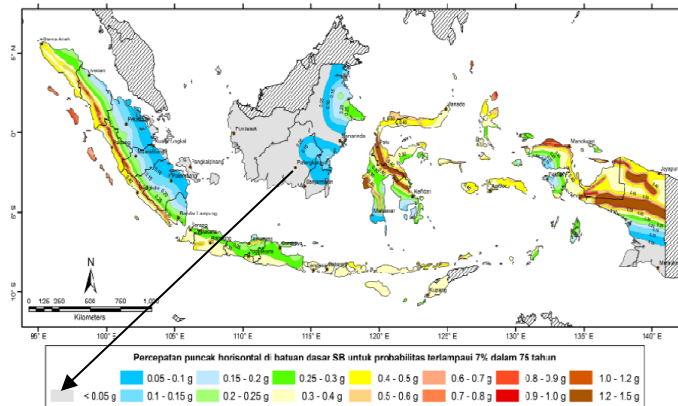
$$R_a = 0,018 \text{ ton/m}$$

4.3.2.4 Beban Gempa

Beban gempa merupakan gaya pergeseran sesaat pada tanah yang berpengaruh terhadap struktur di atasnya. Beban gempa diterima oleh setiap portal yang diteruskan ke pondasi. Perhitungan beban gempa disini dilakukan dengan input respon spektrum kedalam Program SAP 2000. Didalam program SAP 2000 beban gempa dianggap memiliki arah pergeseran sumbu x dan sumbu y.

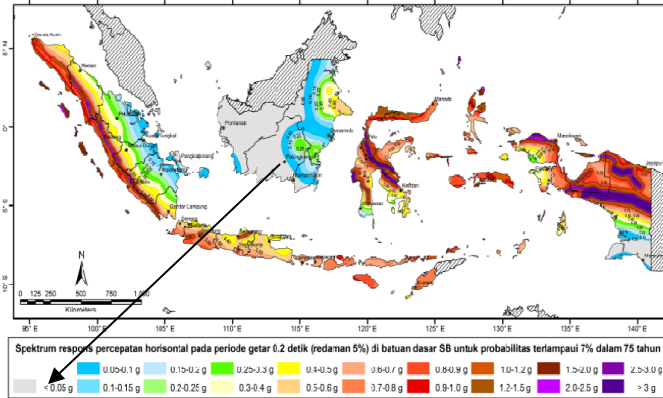
Beasaran beban gempa yang diwujudkan dalam bentuk respon spektrum yang dimasukkan dalam program SAP2000, menggunakan standar yaitu *RSNI 2833 – 2013, Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa*. Adapun perencanaan besaran beban gempa yang digunakan ialah sebagai berikut :

- a. Menentukan nilai PGA, S_s , S_1 , untuk gempa 7% dalam 75tahun (1000 tahun).
 - Nilai percepatan puncak di batuan dasar (PGA) ditentukan melalui.



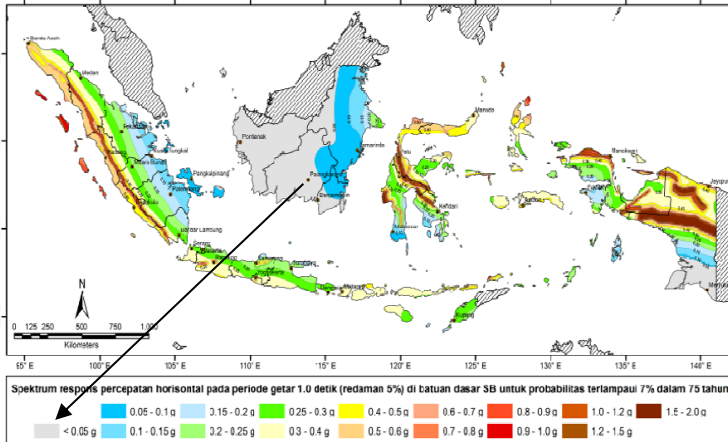
Gambar 4. 12. Peta percepatan puncak dibatuandasar (PDA) untuk probalitas 7% dalam 75 tahun

- Nilai respon spektra percepatan 0,2 detik dibatuan dasar (S_s) ditentukan melalui.



Gambar 4. 13. Peta percepatan spektra 0,2 detik di batuan dasar untu probalitas 7% dalam 75 tahun

- Nilai respon spektra percepatan 1 detik di batuan dasar (S_1) ditentukan melalui.



Gambar 4. 14. Peta percepatan spektra 1 detik di batuan dasar untu probalitas 7% dalam 75 tahun

dari tiga peta diatas, ditentukan nilai PGA, S_s , S_1 untuk digunakan dalam perhitungan selanjutnya. Adapun nilai yang diambil dari masing masing adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{PGA} &= 0,03 \\ S_s &= 0,05 \\ S_1 &= 0,03 \end{aligned}$$

- b. Menentukan Nilai Kelas Situ Berdasarkan Tabel 3 *RSNI 2833 – 2013, Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa halaman 15.*

Tabel 4. 10. Tabel nilai kelas situ

| Kelas Situ | \bar{V}_z (m/s) | \bar{N} | \bar{S}_u (kPa) |
|---|--|---------------------------|------------------------------|
| A. Batuan Keras | $\bar{V}_z \geq 1500$ | N/A | N/A |
| B. Batuan | $750 < \bar{V}_z \leq 1500$ | N/A | N/A |
| C. Tanah Sangat Padat dan Batuan Lunak | $350 < \bar{V}_z \leq 750$ | $\bar{N} > 50$ | $\bar{S}_u \geq 100$ |
| D. Tanah Sedang | $175 < \bar{V}_z \leq 350$ | $15 \leq \bar{N} \leq 50$ | $50 \leq \bar{S}_u \leq 100$ |
| E. Tanah Lunak | $\bar{V}_z < 175$ | $\bar{N} < 15$ | $\bar{S}_u < 50$ |
| | Atau setiap profil lapisan tanah dengan ketebalan lebih dari 3 m dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air (w) $\geq 40\%$, dan 3. Kuat geser tak terdrainase $\bar{S}_u < 25$ kPa | | |
| F. Lokasi yang membutuhkan penyelidikan geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik | Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik seperti : - Rentan dan berpotensi gagal terhadap beban gempa seperti likuifaksi, tanah lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung organik tinggi dan/atau gambut (dengan ketebalan > 3 m) - Plastisitas tinggi (ketebalan $H > 7.5$ m dengan $PI > 75$) - Lapisan lempung lunak/medium kaku dengan ketebalan $H > 35$ m | | |

Catatan : N/A = tidak dapat digunakan

untuk menentukan nilai kelas situ dari data tanah yang ada, dapat digunakan persamaan 2-21 s.d 2-23. Dalam hal ini digunakan persamaan 2-22, yang mana perhitungannya sebagai berikut :

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m \left(\frac{t_i}{N} \right)}$$

Tabel 4. 11. Tabel perhitungan nilai N untuk menentukan nilai kelas situ

| Depth (m) | N-SPT (blow/30) | | | | |
|--------------|--------------------|-------|---------|----------------|-----------------------------|
| | | t_i | t_i/N | $\Sigma t_i/N$ | $\Sigma t_i/(\Sigma t_i/N)$ |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 3,565 | 10,658 |
| - 2 | 0 | 2 | 0 | | |
| - 4 | 0 | 2 | 0 | | |
| - 6 | 0 | 2 | 0 | | |
| - 8 | 6 | 2 | 0,333 | | |
| - 10 | 8 | 2 | 0,250 | | |
| - 12 | 4 | 2 | 0,500 | | |
| - 14 | 3 | 2 | 0,667 | | |
| - 16 | 3 | 2 | 0,667 | | |
| - 18 | 4 | 2 | 0,500 | | |
| - 20 | 19 | 2 | 0,105 | | |
| - 22 | 23 | 2 | 0,087 | | |
| - 24 | 18 | 2 | 0,111 | | |
| - 26 | 20 | 2 | 0,100 | | |
| - 28 | 40 | 2 | 0,050 | | |
| - 30 | 50 | 2 | 0,040 | | |
| - 32 | 51 | 2 | 0,039 | | |
| - 34 | 51 | 2 | 0,039 | | |
| - 36 | 51 | 2 | 0,039 | | |
| - 38 | 53 | 2 | 0,038 | | |

dari tabel perhitungan diatas didapatkan hasil \bar{N} adalah 10,658. Maka dapat disimpulkan berdasarkan tabel nilai kelas situ, tanah yang ditempati merupakan tanah lunak.

- c. Menentukan nilai F_{PGA}/F_a Berdasarkan Tabel 4 *RSNI 2833 – 2013, Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa halaman 16*. Dari nilai PGA dan S_s yang telah diketahui, maka dapat diketahui, nilai Faktor Amplifikasi untuk periode 0 detik dan 0,2detik (F_{PGA}/F_a) – nya sebesar 1,6.

Tabel 4. 12. Tabel Faktor Amplifikasi untuk periode 0 detik dan 0,2detik (F_{PGA}/F_a)

| Kelas situs | PGA ≤ 0,1 $S_s \leq 0,25$ | PGA = 0,2 $S_s = 0,5$ | PGA = 0,3 $S_s = 0,75$ | PGA = 0,4 $S_s = 1,0$ | PGA > 0,5 $S_s \geq 1,25$ |
|-------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Batuan Keras (SA) | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Batuan (SB) | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Tanah Keras (SC) | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 1,0 |
| Tanah Sedang (SD) | 1,6 | 1,4 | 1,2 | 1,1 | 1,0 |
| Tanah Lunak (SE) | 2,5 | 1,7 | 1,2 | 0,9 | 0,9 |
| Tanah Khusus (SF) | SS | SS | SS | SS | SS |

Catatan : Untuk nilai-nilai antara dapat dilakukan interpolasi linier

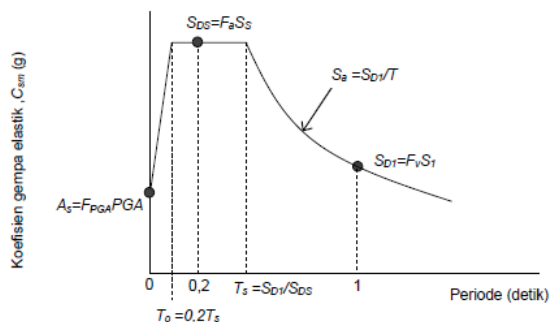
- d. Menentukan nilai F_V Berdasarkan Tabel 5 *RSNI 2833 – 2013, Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa halaman 16*. Dari nilai S_s yang telah diketahui, maka dapat diketahui nilai factor amplifikasi untuk periode 1 detik (F_V) – nya sebesar 3,5.

Tabel 4. 13. Tabel nilai factor amplifikasi untuk periode 1 detik (F_V)

| Kelas situs | $S_1 \leq 0,1$ | $S_1 = 0,2$ | $S_1 = 0,3$ | $S_1 = 0,4$ | $S_1 \geq 0,5$ |
|-------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| Batuan Keras (SA) | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Batuan (SB) | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Tanah Keras (SC) | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,3 |
| Tanah Sedang (SD) | 2,4 | 2,0 | 1,8 | 1,6 | 1,5 |
| Tanah Lunak (SE) | 3,5 | 3,2 | 2,8 | 2,4 | 2,4 |
| Tanah Khusus (SF) | SS | SS | SS | SS | SS |

Catatan : Untuk nilai-nilai antara dapat dilakukan interpolasi linier

- e. Menghitung nilai karakteristik spektral gempa
 Respon spektra gempa adalah nilai yang menggambarkan respon maksimum dari sistem berderajat kebebasan tunggal pada berbagai frekuensi alami akibat suatu goyangan tanah.



Tabel 4. 14. Bentuk tipikal respon spektra di permukaan tanah

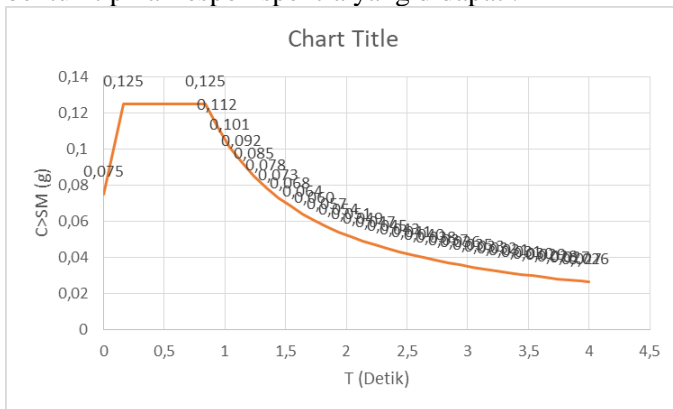
Berdasarkan bentuk tipikal respon spektra diatas, nilai parameter gempa yang ada, maka dapat ditentukan besar beban dalam bentuk spektra untuk daerah tanah yang ditempati adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 15. Tabel perhitungan nilai spectra

| T | T | CSM |
|--------|---------|-------|
| | (detik) | (g) |
| 0 | 0 | 0,075 |
| T0 | 0,17 | 0,125 |
| Ts | 0,84 | 0,125 |
| Ts+0,1 | 0,94 | 0,112 |
| Ts+0,2 | 1,04 | 0,101 |
| Ts+0,3 | 1,14 | 0,092 |
| Ts+0,4 | 1,24 | 0,085 |
| Ts+0,5 | 1,34 | 0,078 |
| Ts+0,6 | 1,44 | 0,073 |
| Ts+0,7 | 1,54 | 0,068 |
| Ts+0,8 | 1,64 | 0,064 |
| Ts+0,9 | 1,74 | 0,060 |
| Ts+1,0 | 1,84 | 0,057 |
| Ts+1,1 | 1,94 | 0,054 |
| Ts+1,2 | 2,04 | 0,051 |
| Ts+1,3 | 2,14 | 0,049 |
| Ts+1,4 | 2,24 | 0,047 |
| Ts+1,5 | 2,34 | 0,045 |
| Ts+1,6 | 2,44 | 0,043 |
| Ts+1,7 | 2,54 | 0,041 |
| Ts+1,8 | 2,64 | 0,040 |
| Ts+1,9 | 2,74 | 0,038 |
| Ts+2,0 | 2,84 | 0,037 |
| Ts+2,1 | 2,94 | 0,036 |
| Ts+2,2 | 3,04 | 0,035 |
| Ts+2,3 | 3,14 | 0,033 |
| Ts+2,4 | 3,24 | 0,032 |
| Ts+2,5 | 3,34 | 0,031 |
| Ts+2,6 | 3,44 | 0,031 |
| Ts+2,7 | 3,54 | 0,030 |

| | | |
|--------|------|-------|
| Ts+2,8 | 3,64 | 0,029 |
| Ts+2,9 | 3,74 | 0,028 |
| Ts+3,0 | 3,84 | 0,027 |
| Ts+3,1 | 3,94 | 0,027 |
| | 4,00 | 0,026 |

Dengan mengacu tabel hasil perhitungan spektra diatas, berikut bentuk tipikal respon spektra yang didapat :



Gambar 4. 15. Tipikal respon spektra pada tanah yang ditempati

4.4 Fender Dan Bollard

4.4.1 Fender

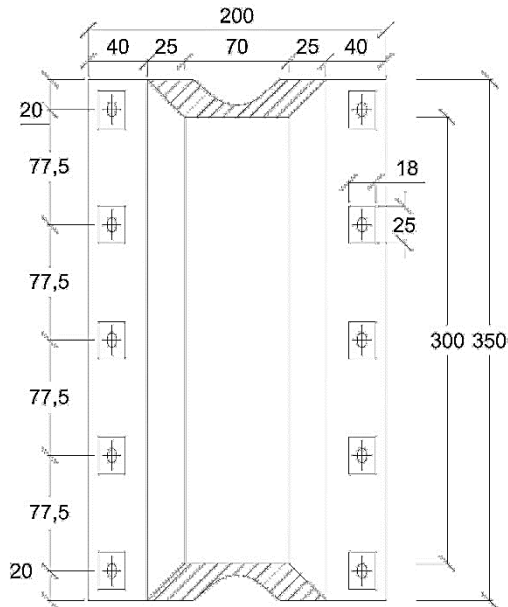
Fender merupakan sebuah sistem yang digunakan untuk mencegah kerusakan pada lambung kapal dan dermaga pada saat kapal merapat ke dermaga. Selain itu sistem fender juga untuk melindungi dari gesekan, benturan, tekanan antara kapal dan dermaga saat kapal bertambat. Sistem ini bekerja dengan cara menyerap benturan yang terjadi antara kapal dan Dermaga. Jumlah energi yang diserap dan gaya maksimum yang diteruskan pada struktur dermaga digunakan untuk menentukan jenis dan ukuran fender.

4.4.1.1 Pemilihan Type Fender

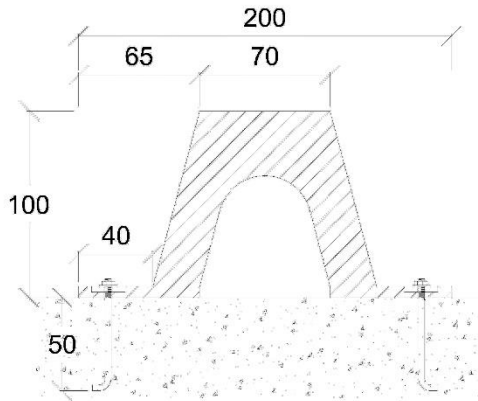
Berdasarkan energi sandar kapal yang bekerja yaitu 20, 581 ton – m, direncanakan dermaga memakai tipe fender **Trelleborg SAN 1000H E1.5** dengan data – data sebagai berikut

| | | |
|-----------------|-----------|----------|
| H | = 1000mm | |
| R | = 690 KN | = 69 ton |
| E | = 290 KNm | = 29 ton |
| δ_{maks} | = 45% | |
| Rubber grade | = E1.5 | |

Pemilihan tipe fender ARC ini dengan Ls (panjang bidang sentuh) = 3000mm



Gambar 4. 16. Dimensi Fender Trelleborg SAN Super ARC 1000H E1.5



Gambar 4. 17. Tampak Atas Fender Trelleborg SAN Super ARC 1000H E1.5

4.4.1.2 Elevasi Fender

Memperhatikan keadaan pasang surut yang cukup tinggi, maka diperlukan penempatan elevasi fender guna memaksimalkan penyerapan energy yang terjadi. Dengan menganggap sisi lambung kapal yang membentur fender membentuk sudut 30° . Maka, menurut persamaan 2-27, elevasi fender dapat direncanakan sebagai berikut :

$$h_i = \frac{H - (\delta_{\text{maks}} \times H)}{\text{tg}\theta}$$

$$h_i = \frac{1000 - (45\% \times 1000)}{\text{tg}30}$$

$$h_i = 952 \text{ mm}$$

diambil nilai $h_i = 0,5\text{m}$ dari sisi atas apron, sehingga elevasi tepi atas fender adalah

$$\begin{aligned} \text{Elv Fender} &= \text{Elv Apron} - h_i \\ &= 4,5 \text{ mLWS} - 0,5 \text{ mLWS} \\ &= 4 \text{ mLWS} \end{aligned}$$

4.4.1.3 Reaksi Fender

Reaksi fender merupakan reaksi yang akan diteruskan kedalam struktur. Gaya reaksi inilah yang selanjutnya menjadi beban yang bekerja pada struktur. Perlu adanya dilakukan koreksi terhadap reaksi fender yang terjadi dikarenakan beberapa faktor yang terjadi. Berdasarkan persamaan 2-24 dan 2-25, reaksi fender dapat dihitung sebagai berikut :

$$Ls' = Ls - b + \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$a = H \times 45\%$$

$$a = 1000 \times 45\%$$

$$a = 450\text{mm}$$

$$b = a \tan 30^\circ$$

$$b = 450 \tan 30^\circ$$

$$b = 259,8\text{mm}$$

maka,

$$Ls' = 3000 - 129,9 + \sqrt{450^2 + 259,8^2}$$

$$Ls' = 2220,58 \text{ mm}$$

Dari data diatas maka reaksi fender yang terjadi saat LWS adalah :

$$Rn' = \frac{Rn}{L} Ls'$$

$$Rn' = \frac{56,8\text{ton}}{3000\text{mm}} 2220,58\text{mm}$$

$$Rn' = 51,073$$

Maka, besar beban yang terjadi akibat tumbukan kapal yang dimasukkan dalam analisa struktur adalah sebesar 51,073ton.

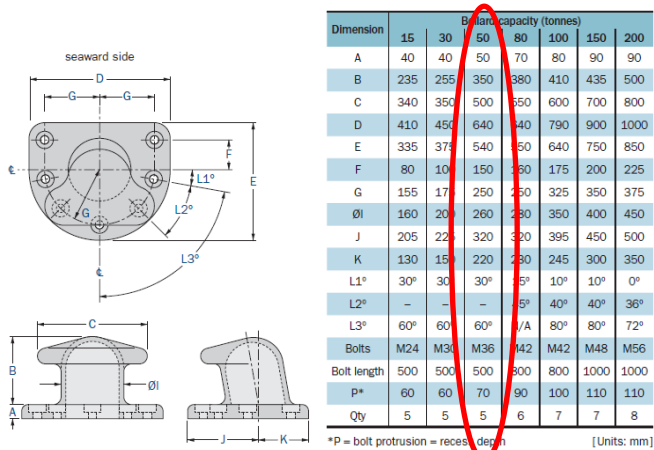
4.4.2 Bollard

Bollard ditentukan dengan berdasarkan pengaruh akibat gaya angin dan arus yang bekerja pada kapal yang sedang bertambat. Arah angin yang berhembus meninggalkan dermaga akan menyebabkan gaya tarikan pada bollard. Dalam pembahasan beban horizontal diketahui besar beban tarikan kapal sebesar 60,016ton. Dalam perhitungan bollard, satu bollard dianggap

menahan setengah dari beban yang terjadi, maka beban yang ditahan bollard adalah :

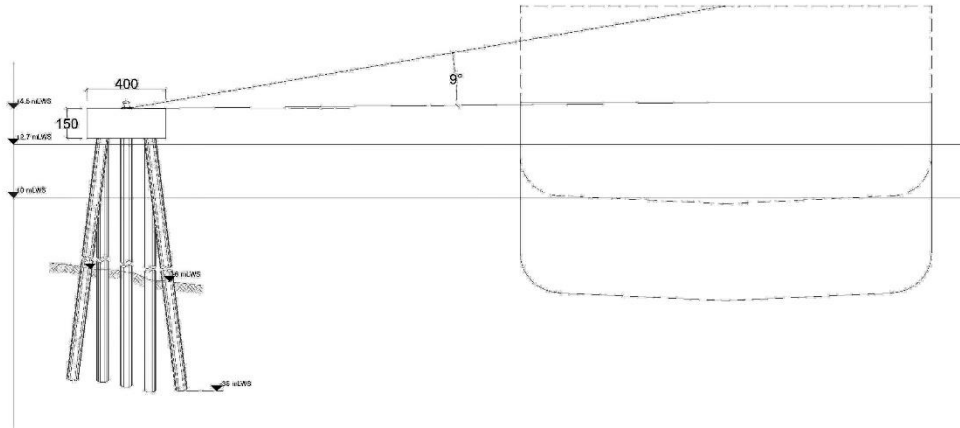
$$T = 0,5 \times 60,016 \text{ ton} = 30,008 \text{ ton}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dipakai bollard Trelleborg dengan kekuatan dasar 50ton. Dengan dimensi sebagai berikut

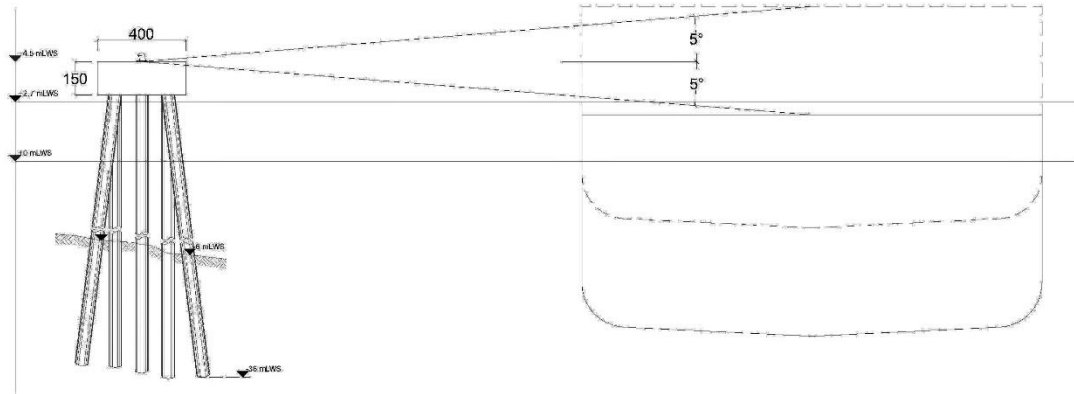


Gambar 4. 18. Tabel dimensi bollard

Berdasarkan analisa system pengikatan pada kapal yang dilakukan, didapatkan gaya yang bekerja pada bollard sebagai berikut



Gambar 4. 19. Posisi Tambat dalam Keadaan HWS



Gambar 4. 20. Posisi Tambat dalam Keadaan LWS

Tabel 4. 16. Tabel Gaya moment dan tambat kapal

| Kondisi Muka Air | Kapal Kosong | | | Kapal Penuh | | |
|------------------|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|--------|
| | T ^m | T ^r | M | T ^m | T ^r | M |
| LWL | 1,0474 | 60,0064 | 24,0026 | -5,231 | 59,787 | 23,915 |
| HWL | 10,422 | 59,1038 | 23,6415 | 5,231 | 59,787 | 23,915 |

Berdasarkan data gaya yang terjadi pada bollard di atas maka dapat dihitung angkur yang diperlukan bollard.

$$\sum v = 0$$

$$V + Cc = 0$$

$$T^m + 0,5 \cdot 0,45 \cdot f_c' \cdot b \cdot x - A_s \cdot f_y = 0$$

$$104,42 \cdot 10^3 \text{ KN} + 0,5 \cdot 0,45 \cdot 35 \cdot 640 \cdot x - A_s \cdot 400 = 0$$

$$104,42 \cdot 10^3 \text{ KN} + 5040 x - 400 A_s = 0$$

Meninjau moment dari tepi penampang

$$Cc \left(d - \frac{x}{3} \right) + V \left(\frac{1}{2} b - d \right) - M = 0$$

$$5040x \left(590 - \frac{x}{3} \right) + 104,42 \cdot 10^3 (0,5 \cdot 640 - 50) - 236,4 \cdot 10^6 = 0$$

$$-1680 x^2 + 2,97 \cdot 10^6 x - 208,20 \cdot 10^6 = 0$$

$$x^2 - 1770 x - 123932,5 = 0$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$= \frac{1770 \pm \sqrt{(-1770)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (123932,5)}}{2 \cdot 1}$$

$$= \frac{1770 \pm 1623,93}{2}$$

$$x_1 = \frac{1770 + 1623,93}{2} = 1696,965 \text{ mm}$$

$$x_2 = \frac{1770 - 1623,93}{2} = 173,035 \text{ mm}$$

Dipakai $x_2 = 1,535 \text{ mm}$

Ditrisbusikan kedalam persamaan 1

$$104,42 \cdot 10^3 + 5040 \cdot 73,035 - 400 A_s = 0$$

$$A_s = 1181,29 \text{ mm}^2$$

Direncanakan menggunakan 7 angkur yang tertanam, maka

:

$$A_s = \frac{1181,29 \text{ mm}^2}{7} = 168,75$$

$$D = \sqrt{\frac{A_s}{\frac{1}{4}\Pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{168,75}{\frac{1}{4}\Pi}} = 14,56$$

Dipasang angkur dengan diameter D16

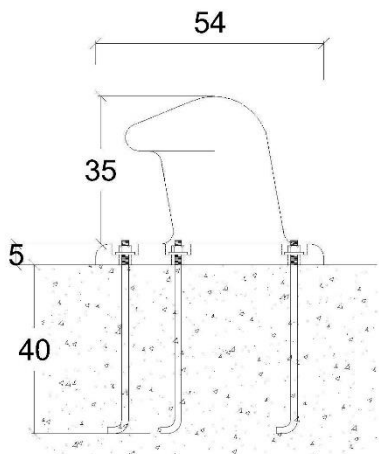
Selanjutnya panjang penjangkaran pada bollard dapat dihitung menggunakan persamaan 2-27 bahwa panjang penyaluran yang dipergitungkan dalam tarikan adalah sebagai berikut

$$L_{sf1} = \frac{k_1 k_2 f_{sy} A_b}{(2a + d)\sqrt{f_c}} \geq 25 k_1 d$$

$$L_{sf1} = \frac{1,2 \cdot 4 \cdot 400 \cdot \frac{1}{4} \Pi \cdot 16^2}{(2 \cdot 75 + 16)\sqrt{35}} \geq 25 \cdot 1 \cdot 16$$

$$L_{sf1} = 196,5 \text{ mm} < 400 \text{ mm}$$

Dipakai panjang penjangkaran sedalam 400mm.



Gambar 4. 21. Bollard 50 ton

BAB V

ANALISA STRUKTUR DAN PERHITUNGAN

5.1 Tinjauan Umum

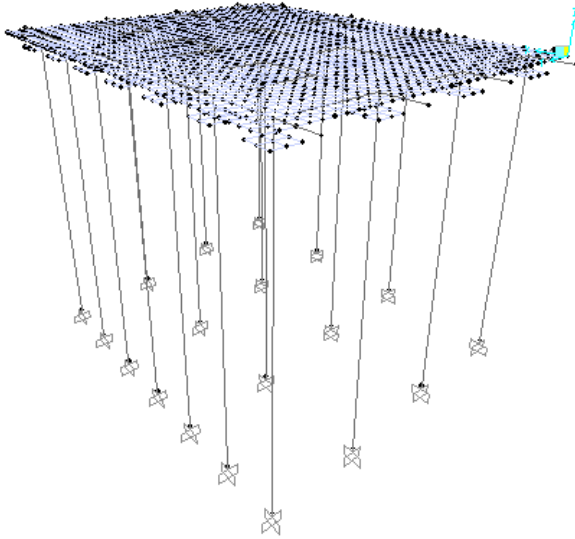
Analisa struktur dilakukan dengan bantuan program SAP 2000. Dimana permodelan struktur dimodelkan dalam bentuk tiga(3) dimensi. Selanjutnya permodelan diberikan beban sesuai dengan perhitungan beban yang telah dilakukan pada sub bab sebelumnya. Hasil dari analisa menggunakan program sap inilah yang selanjutnya digunakan untuk menghitung struktur penulangan yang diperlukan. Adapun hasil dari analisa struktur program SAP 2000 sebagai berikut :

- Output momen, gaya geser dan momen torsi
- Output *displacement, reaction* dan *applied loads*

5.2 Permodelan Struktur

5.2.1 Permodelan Loading Platform

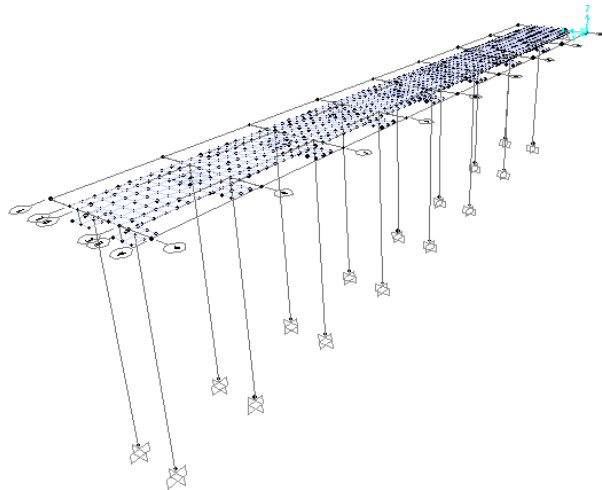
Permodelan loading platform dimodelkan dengan 3D pada program SAP 2000. dalam permodelan ini dibebankan beban-beban yang terjadi lalu dikombinasikan sesuai kebutuhan. Setelah dilakukan analisis, akan didapatkan output berupa gaya dalam yang dialami struktur. Gaya dalam ini disajikan dalam bentuk table yang selanjutnya dipakai gaya dalam maksimum untuk perencanaan struktur. Adapun permodelan loading platform sebagai berikut.



Gambar 5. 1. Permodelan Loading Platform pada SAP 2000

5.2.2 Permodelan Trestle

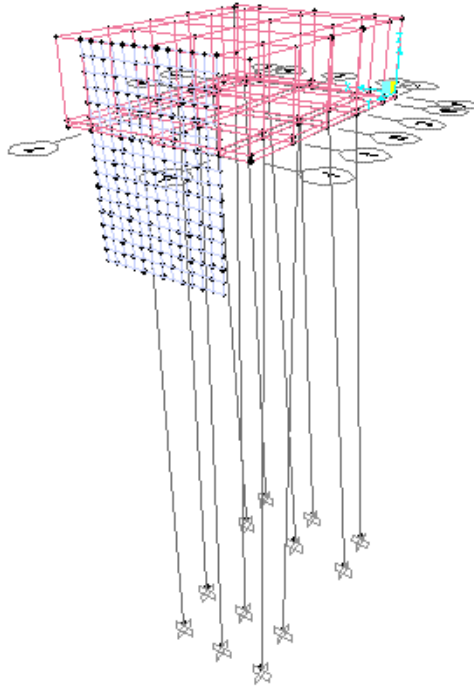
Sama halnya dengan loading platform, trestle dimodelkan dengan permodelan 3D pada program SAP 2000. Dalam permodelannya trestle menerima beban yang hampir sama dengan yang diterima loading platform. Namun terdapat beberapa beban yang berbeda yang tidak diterima trestle, yaitu beban operasional pangkalan berupa *marine loading arm*. Adapun permodelan Trestel yang dilakukan sebagai berikut.



Gambar 5. 2. Gambar Permodelan Trestel pada SAP 200

5.2.3 Permodelan Berthing Dolphin

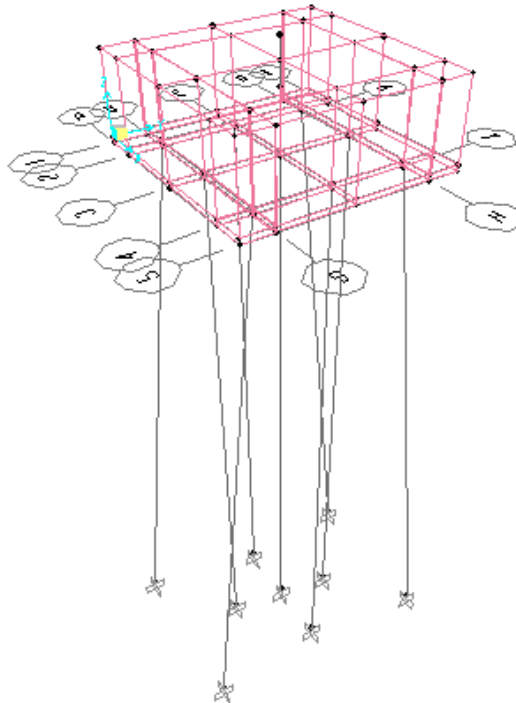
Sama halnya dengan dua struktur sebelumnya, berthing dolphin juga dimodelkan dalam bentuk 3D. Berdasarkan layout rencana, permodelan berthing dolphin direncanakan menerima beban sandar kapal dan beban tarikan kapal. Adapun kedua beban tersebut merupakan beban kusus yang bersifat sementar. Adapun permodelan berthing dolphin sebagai berikut.



Gambar 5. 3. Gambar Permodelan Berthing dolphin pada SAP 2000

5.2.4 Permodelan Mooring Dolphin

Sama halnya dengan struktur berthing dolphin. Hanya saja mooring dolphin hanya direncanakan untuk menerima beban taikan kapal. Struktur mooring dolphin ini merupakan struktur dengan sekelompok tiang yang diikat dalam satu pile cap yang berperan sebagai plat mooring. Adapun permodelan pada mooring dolphin sebagai berikut.



Gambar 5. 4. Gambar Permodelan Mooring Doolphin pada SAP 2000

5.3 Perhitungan Penulangan

5.3.1 Penulangan Plat

Plat merupakan struktur paling atas dalam bangunan dermaga. Struktur plat inilah yang pertama kali menerima beban sebelum disalurkan kesruktur yang ada dibawahnya. Beban yang bekerja pada plat lantai dermaga curah cair ini meliputi beban mati, beban hidup pangkalan, beban air hujan. Beban hidup pangkalan sesuai dengan tabel (2.2) diambil besar beban hidup pangkalan

sebesar 2ton/m^2 . Untuk beban air hujan, dianggap tinggi genangan air hujan 5cm.

Berdasarkan permodelan struktur yang dilakukan menggunakan SAP 2000, momen yang terjadi pada plat adalah sebagai berikut

Tabel 5. 1. Tabel Moment Plat

| | Plat Loading Platform (tm/m) | Plat Trestel (tm/m) |
|-----|---------------------------------|------------------------|
| Mtx | 8328,8 | 6338,3 |
| Mty | 9007,5 | 6197,5 |
| Mlx | 12519,5 | 5206,0 |
| Mly | 12069,6 | 39916 |

1. Perhitungan tulangan

$$\begin{aligned}
 \text{Direncanakan } f_c' &= 35 \text{ Mpa} \\
 F_y &= 400 \text{ Mpa} \\
 D &= D19 \\
 \text{Decking} &= 75\text{mm} \\
 dx &= 300 \text{ mm} - 75\text{mm} \\
 &= 225\text{m} \\
 dy &= ts - d' \\
 &= 206 \text{ mm} - 75\text{mm} - D \\
 &= \text{mm} \\
 b &= 1000 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tulangan lapangan arah x

Hitung nilai Mn

$$\begin{aligned}
 M_n &= \frac{M_{lx}}{0,85} \\
 M_n &= \frac{9798.6 \text{ ton} - \text{m}}{0,85} \\
 M_n &= 97986000\text{Nmm}
 \end{aligned}$$

Hitung nilai m

$$m = \frac{f_y}{0,85f'_c}$$

$$m = \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}$$

$$m = 13,4454$$

Hitung nilai Rn

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$R_n = \frac{97986000 \text{ Nmm}}{1000 \text{ mm} \cdot (215,5 \text{ mm})^2}$$

$$R_n = 2,1099$$

Hitung nilai ρ_b

$$\rho_b = \beta \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_b = 0,85 \frac{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}} \cdot \frac{600}{600 + 400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_b = 0,0379$$

Hitung nilai ρ_{\max}

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times 0,0379$$

$$\rho_{\max} = 0,02845$$

Hitung nilai ρ_{\min}

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_{\min} = 0,0035$$

Hitung ρ

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,4454} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,4454 \cdot 2,1099}{400}} \right)$$

$$\rho = 0,0055$$

Hitung kebutuhan tulangan dengan

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d'$$

$$A_s = 0,0055 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 215,5 \text{ mm}$$

$$A_s = 1180,18 \text{ mm}^2$$

Dipasang Tulangan **D19 – 150**

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi D^2 \cdot b}{S}$$

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi 19^2 \cdot 1000}{150}$$

$$A_s \text{ pasang} = 1890,952 \text{ mm}^2$$

$A_s \text{ Pasang} > A_s \text{ Perlu}$ (OK)

Sedangkan untuk perhitungan tulangan plat yang lainnya, disajikan dalam table berikut ini :

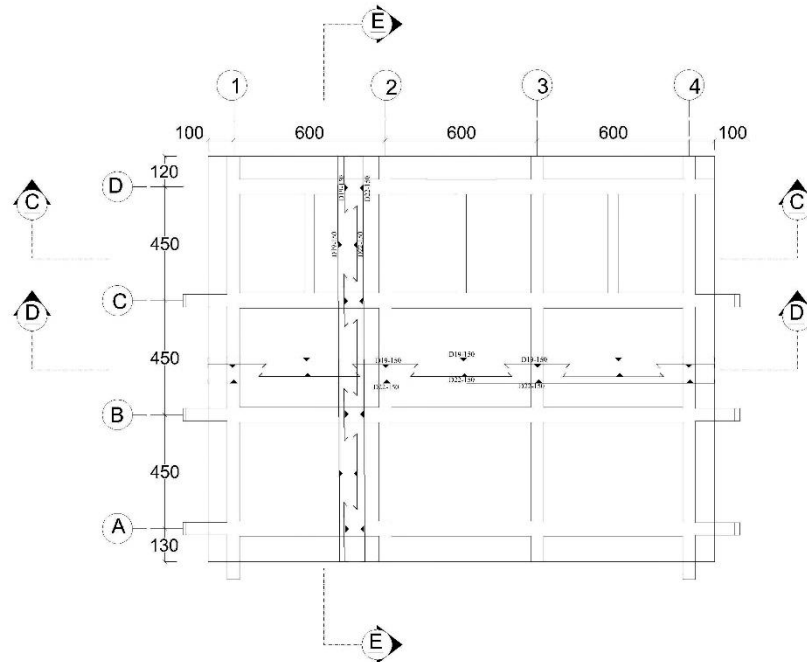
Tabel 5. 2. Tabel Perhitungan Tulangan Plat

| tipe plat | | Mu (kg-m) | Mn (Nmm) | dx(mm) | Rn | Rho |
|-----------------|-----|-----------|-------------|--------|---------|---------|
| Plat Trestel | Mtx | 7456,835 | 74568352.94 | 215.5 | 1.60568 | 0.00413 |
| | Mty | 7291,141 | 72911411.76 | 225 | 1.44023 | 0.00369 |
| | MIx | 6124,718 | 61247176.47 | 217 | 1.30067 | 0.00333 |
| | MIy | 4696,012 | 46960117.65 | 201 | 1.16235 | 0.00296 |
| | Mtx | 9798,6 | 97986000 | 215.5 | 2.10994 | 0.00548 |

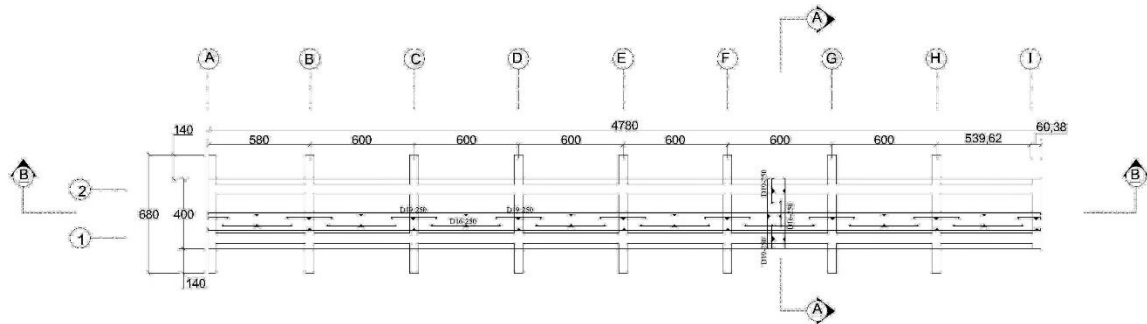
| | | | | | | |
|--------------|-----|----------|-------------|-------|---------|---------|
| Plat Dermaga | Mty | 10597,01 | 105970117.6 | 196.5 | 2.74447 | 0.00721 |
| | Mlx | 14728,87 | 147288705.9 | 214 | 3.21619 | 0.00853 |
| | Mly | 12069,6 | 141994823.5 | 192 | 3.85186 | 3.85186 |

Tabel 5. 3. Tabel Perhitungan Tulangan(Lanjutan)

| tipe plat | As Perlu | | Tulangan | As pasang | Predikat |
|--------------|----------|------------|----------|-----------|----------|
| Plat Trestel | Mtx | 889.75888 | D19-250 | 1134.571 | OK |
| | Mty | 830.74726 | D19-250 | 1134.571 | OK |
| | Mlx | 721.75094 | D16-250 | 804.571 | OK |
| | Mly | 595.96011 | D16-250 | 804.571 | OK |
| Plat Dermaga | Mtx | 1180.17869 | D19-150 | 1890.952 | OK |
| | Mty | 1416.90537 | D19-150 | 1890.952 | OK |
| | Mlx | 1825.33000 | D22-150 | 2535.238 | OK |
| | Mly | 1987.15350 | D22-150 | 2535.238 | OK |



Gambar 5. 5. Penulangan Plat Loading Platform



Gambar 5. 6. Penulangan Plat Trestel

5.3.2 Penulangan Balok

Balok merupakan struktur yang menerima beban terusan dari plat. Beban yang bekerja pada balok adalah beban yang bekerja pada plat. Akan tetapi terdapat beban tambahan berupa berat sendiri balok. Berdasarkan permodelan struktur yang dilakukan pada SAP 2000. Diperoleh gaya momen, gaya geser, dan gaya punter yang terjadi pada balok. Berikut adalah gaya gaya dalam yang terjadi pada balok.

Tabel 5. 4. Tabel Gaya Dalam Balok Loading Platform

| (Ton-m) | Balok Memanjang | | Balok Melintang | |
|---------|-----------------|----------|-----------------|----------|
| | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan |
| Mu | 56,89 | 79,101 | 28,612 | 30,855 |
| Vu | 48,10 | 0,543 | 26,42481 | 0,14265 |
| Tu | 8,94 | 0,022 | 4,209 | 0,06172 |

Tabel 5. 5. Tabel Gaya Dalam Balok Loading Platform (lanjutan)

| (Ton-m) | Balok Kantilever | | Balok Anak | |
|---------|------------------|----------|------------|----------|
| | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan |
| Mu | 14,41235 | 0,08458 | 18,03847 | 23,75659 |
| Vu | 12,94447 | 12,89842 | 14,45302 | 3,41394 |
| Tu | 2,003 | 0,009 | 3,125 | 2,865 |

Tabel 5. 6. Tabel Gaya Dalam Balok Trestel

| (Ton-m) | Balok Memanjang | | Balok Melintang | |
|---------|-----------------|-----------|-----------------|----------|
| | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan |
| Mu | 21,093 | 25,756 | 10,71653 | 8,49181 |
| Vu | 17,714 | 1,041 | 10,07171 | 0,00604 |
| Tu | 5,141 | 0,004 | 1,58569 | 0,00049 |
| (Ton-m) | Balok Katilever | | | |
| | Tumpuan | Lapangan | | |
| Mu | 3,37441 | 9,322E-14 | | |
| Vu | 2,23038 | 0,20762 | | |
| Tu | 0,38504 | 0,04493 | | |

Berikut ini akan diuraikan cara perhitungan penulangan balok, contoh balok Memanjang Loading Platform dengan dimensi penampang 600/1000 mm, baik tulangan lentur, torsi, maupun geser. Untuk perhitungan tulangan balok lainnya disajikan pada lampiran.

1. Penulangan Lentur

Data Perencanaan :

$$b = 600 \text{ mm}$$

$$h = 1000 \text{ mm}$$

$$d' = 75 \text{ mm}$$

$$D \text{ tul} = 19 \text{ mm}$$

$$\phi = 0.8$$

Mutu Beton :

$$f_c' = 35 \text{ MPa}$$

$$\beta = 0.85 - (0.008 * (f_c' - 30)) = 0.81 \text{ MPa}$$

Mutu Baja U-40 :

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

Tulangan Lentur Tumpuan

Hitung nilai Mn

$$M_n = \frac{M_t}{0,85}$$

$$M_n = \frac{56,89 \text{ ton} - \text{m}}{0,85}$$

$$M_n = 669373764,7 \text{ Nmm}$$

Hitung nilai m

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'}$$

$$m = \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}$$

$$m = 13,4454$$

Hitung nilai R_n

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$R_n = \frac{669373764,7 \text{ mm}}{600 \text{ mm} \cdot (925 \text{ mm})^2}$$

$$R_n = 1,304$$

Hitung nilai ρ_b

$$\rho_b = \beta \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_b = 0,85 \frac{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}} \cdot \frac{600}{600 + 400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_b = 0,0379$$

Hitung nilai ρ_{max}

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \times \rho_b$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \times 0,0379$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,02845$$

Hitung nilai ρ_{min}

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,0035$$

Hitung ρ

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,4454} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,4454 \cdot 1,304}{400}} \right)$$

$$\rho = 0,0033$$

Hitung kebutuhan tulangan dengan

$$A_s = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d'$$

$$A_s = 0,0035 \cdot 600\text{mm} \cdot 925\text{mm}$$

$$A_s = 1942,5 \text{ mm}^2$$

Dipasang Tulangan 8 - D19

$$A_s \text{ pasang} = \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot n$$

$$A_s \text{ pasang} = \frac{1}{4} \pi 19^2 \cdot 8$$

$$A_s \text{ pasang} = 2268,229896 \text{ mm}^2$$

$A_s \text{ Pasang} > A_s \text{ Perlu (OK)}$

Tulangan Lentur Lapangan

Hitung nilai M_n

$$M_n = \frac{M_t}{0,85}$$

$$M_n = \frac{79,10128\text{ton} - \text{m}}{0,85}$$

$$M_n = 930603294,1\text{Nmm}$$

Hitung nilai m

$$m = \frac{f_y}{0,85f'_c}$$

$$m = \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}$$

$$m = 13,4454$$

Hitung nilai R_n

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$R_n = \frac{930603294,1\text{mm}}{600\text{mm} \cdot (925\text{mm})^2}$$

$$R_n = 1,812716424$$

Hitung nilai ρ_b

$$\rho_b = \beta \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_b = 0,85 \frac{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}} \cdot \frac{600}{600 + 400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_b = 0,03793125$$

Hitung nilai ρ_{\max}

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times 0,03793125$$

$$\rho_{\max} = 0,028448438$$

Hitung nilai ρ_{\min}

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_{\min} = 0,0035$$

Hitung ρ

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,4454} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,4454 \cdot 1,812716424}{400}} \right)$$

$$\rho = 0,004678969$$

Hitung kebutuhan tulangan dengan

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d'$$

$$A_s = 0,004678969 \cdot 600 \text{ mm} \cdot 925 \text{ mm}$$

$$A_s = 2596,827924 \text{ mm}^2$$

Dipasang Tulangan 10 - D19

$$A_s \text{ pasang} = \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot n$$

$$As \text{ pasang} = \frac{1}{4} \pi 19^2 \cdot 10$$

$$As \text{ pasang} = 2835,28737\text{mm}^2$$

As Pasang > As Perlu (OK)

2. Penulangan Rangkap (Tekan)

Tulangan Rangkap tekan dipakai 50% dari tulangan lentur yang ada.

Tulangan Rangkap Tumpuan

$$As' = 0,5 \cdot As$$

$$As' = 0,5 \cdot 1942,5$$

$$As' = 971,25\text{mm}^2$$

Dipasang Tulangan 4 - D19

$$As \text{ pasang} = \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot n$$

$$As \text{ pasang} = \frac{1}{4} \pi 19^2 \cdot 4$$

$$As \text{ pasang} = 1134,115\text{mm}^2$$

As Pasang > As Perlu (OK)

Tulangan Rangkap Lapangan

$$As' = 0,5 \cdot As$$

$$As' = 0,5 \cdot 2596,827$$

$$As' = 1298,4139\text{mm}^2$$

Dipasang Tulangan 5 - D19

$$As \text{ pasang} = \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot n$$

$$As \text{ pasang} = \frac{1}{4} \pi 19^2 \cdot 5$$

$$As \text{ pasang} = 1417,6436\text{mm}^2$$

As Pasang > As Perlu (OK)

3. Penulangan Torsi

Data Perencanaan :

$$b = 600 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 h &= 1000 \text{ mm} \\
 p &= 75 \text{ mm} \\
 D \text{ tul} &= 25 \text{ mm} \\
 \phi &= 0.75 \\
 \theta &= 45^\circ \text{ (struktur nonpratekan)} \\
 \cot \theta &= 1 \\
 \text{Mutu Beton :} \\
 f_c' &= 35 \text{ MPa} \\
 \beta &= 0.85 - (0.008 * (f_c' - 30)) = 0.81 \text{ MPa} \\
 \text{Mutu Baja U-40 :} \\
 f_y &= 400 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Perhitungan tulangan :

$$\begin{aligned}
 T_u &= 8,94534 \text{ Ton-m} \\
 V_u &= 481054 \text{ N} \\
 A_{cp} &= b \times h \\
 &= 600 \times 1000 = 600000 \text{ mm}^2 \\
 P_{cp} &= 2 (b + h) \\
 &= 2 (600 + 1000) = 3200 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Hitung batasan nilai momen torsi yang boleh diabaikan.

$$\begin{aligned}
 T_u &> \phi \cdot \frac{\sqrt{f_c'}}{12} \cdot \left(\frac{A^2_{cp}}{P_{cp}} \right) \\
 &> 0.75 \cdot \frac{\sqrt{35}}{12} \cdot \left(\frac{600000^2}{3200} \right)
 \end{aligned}$$

$$8,94534 > 4,43706 \text{ Ton-m}$$

Maka torsi harus diperhitungkan.

Hitung tahanan momen torsi yang diperlukan :

$$\begin{aligned}
 T_n &= T_u / \phi \\
 &= 8,94534 / 0.75 \\
 &= 11,92712 \text{ Ton-m}
 \end{aligned}$$

Hitung sifat-sifat tampang datar yang diperlukan, $A_o = 0.85 \cdot A_{oh}$, dimana A_{oh} merupakan bagian luasan

penampang yang dibatasi garis berat sengkang tertutup. Jika diasumsikan diameter sengkang 16 mm dan selimut beton atas 60 mm, bawah dan samping 75mm, maka :

$$\begin{aligned}x_1 &= 600 - 2(75 + 16/2) = 434 \text{ mm} \\y_1 &= 925 - 2(75 + (16/2)) = 759 \text{ mm} \\A_{oh} &= x_1 \cdot y_1 = 329406 \text{ mm}^2 \\A_o &= 0.85 \times A_{oh} = 279995,1 \text{ mm}^2 \\d &= 1000 - 75 = 925 \text{ mm} \\Ph &= 2(x_1 + y_1) = 2386 \text{ mm}\end{aligned}$$

Periksa kecukupan dimensi penampang :

$$\begin{aligned}\sqrt{\left(\frac{V_u}{b \cdot h}\right)^2 + \left(\frac{T_u \cdot Ph}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} &\leq \phi \left(\frac{V_c}{b \cdot h} + \frac{2\sqrt{f_c'}}{3}\right) \\V_c &= \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \cdot b \cdot d = 547237,3799 \text{ N} \\ \sqrt{\left(\frac{481054}{600 \times 925}\right)^2 + \left(\frac{8,94534 \times 2386 \times 10000}{1.7 \times 329406^2}\right)^2} &\leq \\0.8 \left(\frac{547237,3799}{600 \cdot 925} + \frac{2\sqrt{35}}{3}\right)\end{aligned}$$

$$0,866764196 \text{ MPa} < 3,944053189 \text{ MPa} , \rightarrow \mathbf{OK}$$

Maka kuat lentur tampang mencukupi.

Hitung kebututuhan tulangan torsi :

$$\begin{aligned}\frac{A_t}{s} &= \frac{T_n}{2 \cdot A_o \cdot f_{yv} \cdot \cot\theta} = \frac{7,156}{2 \times 279995,1 \times 400 \times 1} \\ &= 0,319 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\frac{A_t}{s} \geq bw / 6f_{yv} = 600 / (6 \times 390) = 0,0154 \rightarrow \mathbf{OK}$$

Kebutuhan tulangan torsi arah longitudinal :

$$\begin{aligned}A_l &= \frac{A_t}{s} Ph \left(\frac{f_{yv}}{f_{yl}}\right) \cot^2\theta \\ &= 0,319 \times 2386 \times \left(\frac{390}{400}\right) \times 1^2 \\ &= 1048,032 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_l \text{ min} &= \frac{5 \sqrt{f_c} A_{cp}}{12 f_{yl}} - \frac{A_t}{s} \times Ph \times \frac{f_{yv}}{f_{yl}} \\
 &= \frac{5 \sqrt{35} \cdot 600000}{12 \times 400} - 1048,032 \\
 &= 2649,518 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$A_l = 1048,032 \text{ mm}^2 < A_l \text{ min} = 2649,518 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan tulangan torsi arah longitudinal 10822,48 mm².

Dalam pemasangannya tulangan torsi longitudinal (Al) disebar; ½ Al didistribusikan merata pada muka tampang arah vertikal

Tulangan bagian badan :

$$\frac{1}{2} \times 10822,48 \text{ mm}^2 = 5411,24 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai } \mathbf{12D-25} = 5887,5 \text{ mm}^2 \mathbf{OK}$$

4. Penulangan Geser

Data Perencanaan :

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$h = 2000 \text{ mm}$$

$$p = 75 \text{ mm}$$

$$\phi = 0.8$$

Mutu Beton :

$$f_c' = 35 \text{ MPa}$$

$$\beta = 0.85 - (0.008 * (f_c' - 30)) = 0.81 \text{ MPa}$$

Mutu Baja U-40 :

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

Tulangan Tumpuan

$$V_u = 481054 \text{ N}$$

$$V_n = V_u / \phi$$

$$= 481054 / 0.8$$

$$= 601317 \text{ N}$$

$$V_c = \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \cdot b \cdot d = 547237,3799 \text{ N}$$

$$V_s = \frac{\sqrt{f_c'}}{3} \cdot b \cdot d = 1094474,76 \text{ N}$$

$$V_{s.\min} = \frac{1}{3} \cdot b \cdot d = 168731525,5 \text{ N}$$

$$V_{s.\max} = \frac{2}{3} \cdot b \cdot d = 2188949,52 \text{ N}$$

Kondisi 1 :

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

$$481054 \text{ N} < 0,5 \times 0,8 \times 547237,3799 \text{ N}$$

$$481054 \text{ N} > 218894,95196 \quad \rightarrow \text{TIDAK OK}$$

Kondisi 2 :

$$V_u < \phi \cdot V_c$$

$$481054 \text{ N} < 0,8 \times 547237,3799 \text{ N}$$

$$481054 \text{ N} > 437789,90392 \quad \rightarrow \text{TIDAK OK}$$

Kondisi 3 :

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

$$481054 \text{ N} < 0,8 \times (547237,3799 + 168731525,5)$$

$$481054 \text{ N} < 135423010,30392 \quad \rightarrow \text{OK}$$

Kondisi 4 :

$$V_u < \phi \cdot (V_c + V_s)$$

$$481054 \text{ N} < 0,8 \times (547237,3799 + 1094474,76)$$

$$481054 \text{ N} < 1313369,71192 \quad \rightarrow \text{OK}$$

Artinya, memerlukan tulangan geser

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_y \cdot d}$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{1094474,76 \text{ N}}{400 \times 925}$$

$$\frac{A_v}{s} = 3,0339 \text{ mm}$$

$$\frac{A_v \text{ tot}}{s} = \frac{2 A_t}{s} + \frac{A_v}{s}$$

$$\frac{A_v \text{ tot}}{s} = 2(0,319) + 3,0339 = 3,6729 \text{ mm}$$

Dipasang sengkang 4 kaki berdiameter 16 mm.

Spasi tulangan :

$$s = \frac{A_v}{A_v \text{ tot} / s}$$

$$s = \frac{\left(\frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 \cdot 4\right)}{3,6729}$$

$$s = 218,9710 \text{ mm Jadi s. Pakai} = 100 \text{ mm}$$

Maka digunakan sengkang : **D 16 – 100 mm**

Sedangkan nilai A_v total minimum adalah

$$A_v + 2 A_t = s \sqrt{f_c'} \frac{b_w \times s}{1200 f_y}$$

$$A_v + 2 A_t = 100 \sqrt{35} \frac{600 \times 100}{1200 \times 400}$$

$$A_v + 2 A_t = 75,8472 \text{ mm}$$

Dan nilai $A_v + 2 A_t$ tidak boleh kurang dari :

$$1/3 \times b \times s / f_y = 1/3 \times 1000 \times 85 / 400 = 51,2821 \text{ mm}$$

$$A_v > A_v + 2 A_t > 1/3 \times b \times s / f_y$$

$$804,2477 > 75,8472 > 51,2821 \rightarrow \mathbf{OK}$$

Tulangan Lapangan

$$V_u = 5430 \text{ N}$$

$$V_n = V_u / \phi$$

$$= 5430 / 0,8$$

$$= 6788 \text{ N}$$

$$V_c = \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \cdot b \cdot d = 547237,3799 \text{ N}$$

$$V_s = \frac{\sqrt{f_c'}}{3} \cdot b \cdot d = 1094474,76 \text{ N}$$

$$V_{s.\text{min}} = \frac{1}{3} \cdot b \cdot d = 168731525,5 \text{ N}$$

$$V_{s,max} = \frac{2}{3} \cdot b \cdot d = 2188949,52 \text{ N}$$

Kondisi 1 :

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

$$5430 \text{ N} < 0,5 \times 0,8 \times 547237,3799 \text{ N}$$

$$5430 \text{ N} < 218894,95196 \rightarrow \mathbf{OK}$$

Kondisi 2 :

$$V_u < \phi \cdot V_c$$

$$5430 \text{ N} < 0,8 \times 547237,3799 \text{ N}$$

$$5430 \text{ N} < 437789,90392 \rightarrow \mathbf{OK}$$

Kondisi 3 :

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

$$5430 \text{ N} < 0,8 \times (547237,3799 + 168731525,5)$$

$$5430 \text{ N} < 135423010,30392 \rightarrow \mathbf{OK}$$

Kondisi 4 :

$$V_u < \phi \cdot (V_c + V_s)$$

$$5430 \text{ N} < 0,8 \times (547237,3799 + 1094474,76)$$

$$5430 \text{ N} < 1313369,71192 \rightarrow \mathbf{OK}$$

Artinya, memerlukan tulangan geser

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_y \times d}$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{1094474,76 \text{ N}}{390 \times 925}$$

$$\frac{A_v}{s} = 3,0339 \text{ mm}$$

$$\frac{A_v \text{ tot}}{s} = \frac{2 A_t}{s} + \frac{A_v}{s}$$

$$\frac{A_v \text{ tot}}{s} = 2(0,001) + 3,0339 = 3,0355 \text{ mm}$$

Dipasang sengkang 4 kaki berdiameter 16 mm.

Spasi tulangan :

$$\begin{aligned}
 s &= \frac{A_v}{A_v \text{ tot} / s} \\
 s &= \frac{\left(\frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 \cdot 4\right)}{3,0355} \\
 s &= 264,9491 \text{ mm} \text{ Jadi } s. \text{ Pakai} = 150 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka digunakan sengkang : **D 16 – 150 mm**

Sedangkan nilai A_v total minimum adalah

$$\begin{aligned}
 A_v + 2 A_t &= s \sqrt{f_c'} \frac{b_w \times s}{1200 f_y} \\
 A_v + 2 A_t &= 150 \sqrt{35} \frac{600 \times 150}{1200 \times 390} \\
 A_v + 2 A_t &= 170,6561 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dan nilai $A_v + 2 A_t$ tidak boleh kurang dari :

$$(1/3 \times b) \times (s / f_y) = (1/3 \times 600) \times (150/390) = 76,9231 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 A_v &> A_v + 2. A_t &> 1/3 \times b \times s / f_y \\
 804,2477 &> 170,6561 &> 76,9231 \rightarrow \mathbf{OK}
 \end{aligned}$$

Hasil penulangan balok lainya disajikan dalam bentuk tabel berikut

Tabel 5. 7. Tabel Perhitungan Tulangan Balok (1)

| | Loading Platform | | | | | | | |
|-------------------------------|------------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|
| | Balok Memanjang | | Balok Melintang | | Balok Anak | | Balok Kantilever | |
| | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan |
| <u>Tulangan Lentur</u> | | | | | | | | |
| Mu total (ton-m) | 56,89677 | 79,10128 | 28,61242 | 30,85498 | 18,03847 | 23,75659 | 14,41235 | 0,08458 |
| Mn (Nmm) | 669373764,7 | 930603294,1 | 336616705,9 | 362999764,7 | 212217294,1 | 279489294,1 | 169557058,8 | 995058,8235 |
| Rn= | 1,304 | 1,813 | 1,281 | 1,381 | 1,009 | 1,329 | 0,645 | 0,004 |
| $\rho =$ | 0,0035 | 0,0047 | 0,0035 | 0,0035 | 0,0035 | 0,0035 | 0,0035 | 0,0035 |
| As perlu = | 1942,5000 | 2596,8279 | 1268,7500 | 1282,2132 | 1015,0000 | 1015,0000 | 1268,7500 | 1268,7500 |
| Dipasang Tulangan | 8 D 19 | 10 D 19 | 6 D 19 | 6 D 19 | 4 D 19 | 4 D 19 | 5 D 19 | 5 D 19 |
| As Terpasang = | 2268,229896 | 2835,28737 | 1701,172422 | 1701,172422 | 1134,114948 | 1134,114948 | 1417,643685 | 1417,643685 |

Tabel 5. 8. Tabel Perhitungan Tulangan Balok (2)

| | Loading Platform | | | | | | | |
|---|------------------|--------------|-----------------|------------|-------------|-------------|------------------|-------------|
| | Balok Memanjang | | Balok Melintang | | Balok Anak | | Balok Kantilever | |
| | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan |
| <u>Tulangan Rangkap</u> | | | | | | | | |
| $x_b = 600 / (600 + f_y) * d$ | 555 | | 435 | | 435 | | 435 | |
| $x < 0,75 * x_b$ | 405,15 | | 317,55 | | 317,55 | | 317,55 | |
| $A_{sc} = 0,85 * \beta * f_c' * b * x / f_y$ | 15367,84594 | | 10037,55703 | | 8030,045625 | | 10037,55703 | |
| $M_{nc} = A_{sc} * f_y * (d - (\beta * x / 2))$ | 4627,634924 | | 2369,029079 | | 1895,223263 | | 2369,029079 | |
| Mn-Mnc | -4560,697548 | -4534,574595 | -2335,36741 | -2332,7291 | -1874,00153 | -1867,27433 | -2352,07337 | -2368,92957 |
| Kebutuhan | cukup 50% | cukup 50% | cukup 50% | cukup 50% | cukup 50% | cukup 50% | cukup 50% | cukup 50% |
| As perlu = | 971,250 | 1298,414 | 634,375 | 641,107 | 634,375 | 641,107 | 634,375 | 634,375 |
| Dipasang Tulangan | 4 D 19 | 5 D 19 | 3 D 19 | 3 D 19 | 2 D 19 | 2 D 19 | 3 D 19 | 3 D 19 |
| As Terpasang = | 1134,115 | 1417,644 | 850,586 | 850,586 | 567,057 | 567,057 | 850,586 | 850,586 |

Tabel 5. 9. Tabel Perhitungan Tulangan Balok (3)

| | Loading Platform | | | | | | | |
|--|------------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|
| | Balok Memanjang | | Balok Melintang | | Balok Anak | | Balok Kantilever | |
| | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan |
| Tulangan Torsi | | | | | | | | |
| Mtu total (ton-m) | 8,94534 | 0,0223 | 4,209 | 0,06172 | 3,906 | 3,58155 | 2,50394 | 0,01078 |
| $Tu = \Phi \cdot \sqrt{f_c} / 12 * (A_{cp} / 2 P_{cp})$ | 4,437059837 | | 2,427109655 | | 1,682796027 | | 2,427109655 | |
| Kontrol | Hitung | Abaikan | Hitung | Abaikan | Hitung | Hitung | Hitung | Abaikan |
| $x_1 = bw - 2(d_{eking} + D.sengkang / 2)$ | 434 | | 334 | | 234 | | 334 | |
| $y_i = d - 2(d_{eking} + D.sengkang / 2)$ | 759 | | 559 | | 559 | | 559 | |
| $A_0 h = x_1 \cdot y_1$ | 329406 | | 186706 | | 130806 | | 186706 | |
| $A_0 = 0.85 \cdot A_0 h$ | 279995,1 | | 158700,1 | | 111185,1 | | 158700,1 | |
| $ph = 2 \cdot (x_1 + y_1)$ | 2386 | | 1786 | | 1586 | | 1786 | |
| Cek Kecukupan Penampang | | | | | | | | |
| $\sqrt{((V_u / bw \cdot d)^2) + ((T_u \cdot ph / 1,7 A_0 h^2)^2)} =$ | 0,867 | | 0,729 | | 0,498 | | 0,357 | |
| $V_c = \sqrt{f_c} / 6 * bw * d$ | 547237,380 | | 357429,820 | | 285943,856 | | 357429,820 | |
| $\Phi((V_c / bw \cdot d) + (2 \cdot \sqrt{f_c} / 3))$ | 3,944 | | 3,944 | | 3,944 | | 3,944 | |
| Kontrol | Cukup | | Cukup | | Cukup | | Cukup | |
| $T_n = 0,8 * T_u$ | 7,156272 | 0,01784 | 3,3672 | - | 3,1248 | 2,86524 | 2,003152 | - |
| $A_t / s = T_n / 2 \cdot A_0 \cdot f_y \cdot \cot \theta$ | 0,31948202 | 0,000796443 | 0,265217224 | - | 0,351306065 | 0,322124997 | 0,157778098 | - |
| $A_l = (A_t / s) \cdot ph \cdot (f_{yv} / f_{yl}) \cdot \cot^2 \theta$ | 1048,031682 | 2,612657149 | 651,2394952 | - | 471,4037323 | 432,2468094 | 387,4232886 | - |
| $A_l \min = 5 \cdot \sqrt{f_c} \cdot A_{cp} / 12 \cdot f_{yl} - A_l$ | 2649,518183 | 3694,937207 | 1813,793748 | - | 1500,622862 | 1539,779785 | 2077,609954 | - |
| Dipasang Tulangan | 10 D 19 | 10 D 19 | 8 D 19 | 8 D 19 | 6 D 19 | 6 D 19 | 8 D 19 | 8 D 19 |
| $A_l \text{ Terpasang} =$ | 2835,28737 | 2835,28737 | 2268,229896 | 2268,229896 | 1701,172422 | 1701,172422 | 2268,229896 | 2268,229896 |

Tabel 5. 10. Tabel Perhitungan Tulangan Balok (4)

| | Loading Platform | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|
| | Balok Memanjang | | Balok Melintang | | Balok Anak | | Balok Kantilever | |
| | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan |
| <u>Tulangan Sengkang</u> | | | | | | | | |
| Vu | 48,10537 | 0,54301 | 26,42481 | 0,14265 | 14,45302 | 3,41394 | 12,94447 | 12,89842 |
| Vu | 481053,7 | 5430,1 | 264248,1 | 1426,5 | 144530,2 | 34139,4 | 129444,7 | 128984,2 |
| Vn | 601317,125 | 6787,625 | 2642481000 | 14265000 | 180662,75 | 42674,25 | 161805,875 | 161230,25 |
| Vc | 547237,3799 | 547237,3799 | 357429,8202 | 357429,8202 | 285943,8562 | 285943,8562 | 357429,8202 | 357429,8202 |
| Vs | 1094474,76 | 1094474,76 | 714859,6405 | 714859,6405 | 571887,7124 | 571887,7124 | 714859,6405 | 714859,6405 |
| Vs.min | 168731525,5 | 168731525,5 | 86378873,22 | 86378873,22 | 69103098,58 | 69103098,58 | 86378873,22 | 86378873,22 |
| Vs.max | 2188949,52 | 2188949,52 | 1429719,281 | 1429719,281 | 1143775,425 | 1143775,425 | 1429719,281 | 1429719,281 |
| Kondisi 1 | NOT | OK | NOT | OK | NOT | OK | OK | OK |
| Kondisi 2 | NOT | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| Kondisi 3 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| Kondisi 4 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| Kondisi 5 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| Av/s | 3,033887068 | - | - | - | - | - | - | - |
| Av.tot/s | 3,672851107 | - | - | - | - | - | - | - |
| D tul | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Kaki Sengkang | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Av | 804,2477193 | 804,2477193 | 402,1239 | 402,1239 | 402,1239 | 402,1239 | 402,1239 | 402,1239 |
| Av + 2At | 75,84717671 | 170,6561476 | - | - | - | - | - | - |
| 1/3*b*s/fy | 51,28205128 | 76,92307692 | - | - | - | - | - | - |
| Cek | OK | OK | - | - | - | - | - | - |
| Spasi Perlu | 218,9709563 | 264,9491124 | Praktis | Praktis | Praktis | Praktis | Praktis | Praktis |
| Spasi Terpasang | 100 | 150 | 150 | 250 | 200 | 300 | 200 | 300 |

Tabel 5. 11 Tabel Perhitungan Tulangan Balok (5)

| | Trestel | | | | | |
|-------------------------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|-------------|
| | Balok Memanjang | | Balok Melintang | | Balok Kantilever | |
| | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan |
| <u>Tulangan Lentur</u> | | | | | | |
| Mu total (ton-m) | 21,09287 | 25,7563 | 10,71653 | 8,49181 | 3,37441 | 9,322E-14 |
| Mn (Nmm) | 248151411,8 | 303015294,1 | 126076823,5 | 99903647,06 | 39698941,18 | 1,09671E-06 |
| Rn= | 0,483372606 | 0,590241625 | 0,479721564 | 0,380132783 | 0,151054235 | 4,17296E-15 |
| $\rho =$ | 0,0035 | 0,0035 | 0,0035 | 0,0035 | 0,0035 | 0,0035 |
| As perlu = | 1942,5 | 1942,5 | 1268,75 | 1268,75 | 1268,75 | 1268,75 |
| Dipasang Tulangan | 8 D 19 | 8 D 19 | 6 D 19 | 6 D 19 | 5 D 19 | 5 D 19 |
| As Terpasang = | 2268,229896 | 2268,229896 | 1701,172422 | 1701,172422 | 1417,643685 | 1417,643685 |

Tabel 5. 12. Tabel Perhitungan Tulangan Balok (6)

| | Trestel | | | | | |
|--|-----------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|--------------|
| | Balok Memanjang | | Balok Melintang | | Balok Kantilever | |
| | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan |
| <u>Tulangan Rangkap</u> | | | | | | |
| $x_b = 600 / (600 + f_y) * d$ | 555 | | 435 | | 435 | |
| $x \leq 0,75 * x_b$ | 405,15 | | 317,55 | | 317,55 | |
| $A_{sc} = 0,85 \cdot \beta \cdot f_c' \cdot b \cdot x / f_y$ | 15367,84594 | | 10037,55703 | | 10037,55703 | |
| $M_{nc} = A_{sc} \cdot f_y \cdot (d - (\beta \cdot x / 2))$ | 4627,634924 | | 2369,029079 | | 2369,029079 | |
| Mn-Mnc | -4602,81978 | -4597,33339 | -2356,4214 | -2359,03871 | -2365,05918 | -2369,029079 |
| Kebutuhan | cukup 50% | cukup 50% | cukup 50% | cukup 50% | cukup 50% | cukup 50% |
| As perlu = | 971,25 | 971,25 | 634,375 | 634,375 | 634,375 | 634,375 |
| Dipasang Tulangan | 4 D 19 | 4 D 19 | 3 D 19 | 3 D 19 | 3 D 19 | 3 D 19 |
| As Terpasang = | 1134,114948 | 1134,114948 | 850,586211 | 850,586211 | 850,586211 | 850,586211 |

Tabel 5. 13. Tabel Perhitungan Tulangan Balok (7)

| | Trestel | | | | | |
|--|-----------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|-------------|
| | Balok Memanjang | | Balok Melintang | | Balok Kantilever | |
| | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan |
| <u>Tulangan Torsi</u> | | | | | | |
| Mtu total (ton-m) | 5,14103 | 0,00436 | 1,58569 | 0,00049 | 0,38504 | 0,04493 |
| $Tu = \Phi \cdot \sqrt{f_c'} / 12 \cdot (A_{cp}^2 / P_{cp})$ | 4,437059837 | | 2,427109655 | | 2,427109655 | |
| Kontrol | Hitung | Abaikan | Abaikan | Abaikan | Abaikan | Abaikan |
| $x_1 = bw - 2(\text{deking} + D \cdot \text{senggang} / 2)$ | 434 | | 334 | | 334 | |
| $y_1 = d - 2(\text{deking} + D \cdot \text{senggang} / 2)$ | 759 | | 559 | | 559 | |
| $A_{0h} = x_1 \cdot y_1$ | 329406 | | 186706 | | 186706 | |
| $A_0 = 0,85 \cdot A_{0h}$ | 279995,1 | | 158700,1 | | 158700,1 | |
| $ph = 2 \cdot (x_1 + y_1)$ | 2386 | | 1786 | | 1786 | |
| Cek Kekucupan Penampang | | | | | | |
| $\sqrt{((V_u / bw \cdot d)^2) + ((T_u \cdot ph / 1,7 A_{0h}^2)^2)} =$ | 0,319179251 | | 0,277840687 | | 0,061527834 | |
| $V_c = \sqrt{f_c'} / 6 \cdot bw \cdot d$ | 547237,3799 | | 357429,8202 | | 357429,8202 | |
| $\Phi(V_c / bw \cdot d) + (2 \cdot \sqrt{f_c'} / 3)$ | 3,944053189 | | 3,944053189 | | 3,944053189 | |
| Kontrol | Cukup | | Cukup | | Cukup | |
| $T_n = 0,8 \cdot T_u$ | 4,112824 | - | - | - | - | - |
| $A_t / s = T_n / 2 \cdot A_0 \cdot f_y \cdot \text{Cot} \theta$ | 0,183611427 | - | - | - | - | - |
| $A_f = (A_t / s) \cdot ph \cdot (f_{yv} / f_{yl}) \cdot \text{cot}^2 \theta$ | 602,3205733 | - | - | - | - | - |
| $A_l \text{ min} = 5 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot A_{cp} / 12 \cdot f_{yl} - A_f$ | 3095,229291 | - | - | - | - | - |
| Dipasang Tulangan | 12 D 19 | 12 D 19 | 4 D 19 | 4 D 19 | 4 D 19 | 4 D 19 |
| $A_l \text{ Terpasang} =$ | 3402,344844 | 3969,402318 | 1134,114948 | 1134,114948 | 1134,114948 | 1134,114948 |

Tabel 5. 14. Tabel Perhitungan Tulangan Balok (8)

| | Trestel | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|-------------|
| | Balok Memanjang | | Balok Melintang | | Balok Kantilever | |
| | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan |
| <u>Tulangan Sengkang</u> | | | | | | |
| Vu | 17,71441 | 1,04136 | 10,07171 | 0,00604 | 2,23038 | 0,20762 |
| Vu | 177144,1 | 10413,6 | 100717,1 | 60,4 | 22303,8 | 2076,2 |
| Vn | 221430,125 | 13017 | 1007171000 | 604000 | 27879,75 | 2595,25 |
| Vc | 547237,3799 | 547237,3799 | 357429,8202 | 357429,8202 | 357429,8202 | 357429,8202 |
| Vs | 1094474,76 | 1094474,76 | 714859,6405 | 714859,6405 | 714859,6405 | 714859,6405 |
| Vs.min | 168731525,5 | 168731525,5 | 86378873,22 | 86378873,22 | 86378873,22 | 86378873,22 |
| Vs.max | 2188949,52 | 2188949,52 | 1429719,281 | 1429719,281 | 1429719,281 | 1429719,281 |
| Kondisi 1 | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| Kondisi 2 | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| Kondisi 3 | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| Kondisi 4 | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| Kondisi 5 | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| Av/s | - | - | - | - | - | - |
| Av.tot/s | - | - | - | - | - | - |
| D tul | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Kaki Sengkang | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Av | 402,1239 | 402,1239 | 402,1239 | 402,1239 | 402,1239 | 402,1239 |
| Av + 2At | - | - | - | - | - | - |
| 1/3*b*s/fy | - | - | - | - | - | - |
| Cek | - | - | - | - | - | - |
| Spasi Perlu | Praktis | Praktis | Praktis | Praktis | Praktis | Praktis |
| Spasi Terpasang | 200 | 300 | 200 | 300 | 200 | 300 |

5.3.3 Penulangan Poer

Poer merupakan struktur pemersatu dari struktur bawah dan struktur atas. Pembebanan dari poer merupakan lanjutan dari struktur di atasnya yaitu balok. Adapun moment yang didapat dari moment eksentrisitas sebagai berikut.

Tabel 5. 15. Tabe dimensi poer dan gaya dalam Poer

| | Dimensi | | Mu (ton-m) | |
|--------|---------|------|------------|--------|
| Poer A | L | 1200 | My | 109,7 |
| | B | 1200 | Mx | 109,70 |
| Poer B | L | 1200 | My | 21,55 |
| | B | 1200 | Mx | 21,55 |

5.3.3.1 Perhitungan Tulangan Poer A

$$\begin{aligned}
 \text{Direncanakan } f_c' &= 35 \text{ Mpa} \\
 F_y &= 400 \text{ Mpa} \\
 D &= D22 \\
 h &= 1000 \text{ mm} \\
 \text{Decking} &= 75 \text{ mm} \\
 dx &= 1000 \text{ mm} - 75 \text{ mm} - 1,5 D \\
 &= 887,5 \text{ mm} \\
 dy &= ts - d' \\
 &= 1000 \text{ mm} - 75 \text{ mm} - 0,5 D \\
 &= 912,5 \text{ mm} \\
 b &= 1000 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tulangan arah x

Hitung nilai Mn

$$\begin{aligned}
 Mn &= \frac{My}{0,8} \\
 Mn &= \frac{109,7 \text{ ton} - \text{m}}{0,8} \\
 Mn &= 1371278893 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Hitung nilai m

$$m = \frac{f_y}{0,85f'_c}$$

$$m = \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}$$

$$m = 13,4454$$

Hitung nilai Rn

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$R_n = \frac{1371278893 \text{ Nmm}}{1000\text{mm} \cdot (912,5\text{mm})^2}$$

$$R_n = 1,64687$$

Hitung nilai ρ_b

$$\rho_b = \beta \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_b = 0,85 \frac{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}} \cdot \frac{600}{600 + 400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_b = 0,0379$$

Hitung nilai ρ_{\max}

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times 0,0379$$

$$\rho_{\max} = 0,02845$$

Hitung nilai ρ_{\min}

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_{\min} = 0,0035$$

Hitung ρ

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,4454} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,4454 \cdot 1,64687}{400}} \right)$$

$$\rho = 0,00423$$

Dikarenakan $\rho_{\min} < \rho$ maka dimakai ρ

Hitung kebutuhan tulangan dengan

$$A_s = \rho_{\min} \cdot b \cdot d'$$

$$A_s = 0,00423 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 912,5 \text{ mm}$$

$$A_s = 3867,103 \text{ mm}^2$$

Dipasang Tulangan D25 – 100

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi D^2 \cdot b}{S}$$

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi 25^2 \cdot 1000}{100}$$

$$A_s \text{ pasang} = 4908,738 \text{ mm}^2$$

$A_s \text{ Pasang} > A_s \text{ Perlu (OK)}$

Tulangan arah y

Hitung nilai Mn

$$Mn = \frac{Mx}{0,8}$$

$$Mn = \frac{109,7 \text{ ton} - m}{0,8}$$

$$Mn = 1371278893 \text{ Nmm}$$

Hitung nilai m

$$m = \frac{f_y}{0,85f'_c}$$

$$m = \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}$$

$$m = 13,4454$$

Hitung nilai Rn

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2}$$

$$Rn = \frac{1371278893 \text{ Nmm}}{1000\text{mm} \cdot (887,5\text{mm})^2}$$

$$Rn = 1,74096$$

Hitung nilai ρ_b

$$\rho_b = \beta \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_b = 0,85 \frac{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}} \cdot \frac{600}{600 + 400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_b = 0,0379$$

Hitung nilai ρ_{max}

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b$$

$$\rho_{max} = 0,75 \times 0,0379$$

$$\rho_{max} = 0,02845$$

Hitung nilai ρ_{min}

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_{min} = 0,0035$$

Hitung ρ

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,4454} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,4454 \cdot 1,74096}{400}} \right)$$

$$\rho = 0,004487$$

Dikarenakan $\rho_{\min} < \rho$ maka dipakai ρ

Hitung kebutuhan tulangan dengan

$$A_s = \rho_{\min} \cdot b \cdot d'$$

$$A_s = 0,004487 \cdot 1000\text{mm} \cdot 887,5\text{mm}$$

$$A_s = 3982,93 \text{ mm}^2$$

Dipasang Tulangan D25 – 100

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi D^2 \cdot b}{S}$$

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi 25^2 \cdot 1000}{100}$$

$$A_s \text{ pasang} = 4908,7385 \text{ mm}^2$$

$A_s \text{ Pasang} > A_s \text{ Perlu}$ (OK)

5.3.3.2 Perhitungan Tulangan Poer B

| | | |
|--------------|---------|--------------------------|
| Direncanakan | f_c' | = 35 Mpa |
| | F_y | = 400 Mpa |
| | D | = D22 |
| | h | = 1000 mm |
| | Decking | = 75mm |
| | d_x | = 1000 mm – 75mm – 1,5 D |
| | | = 887,5m |
| | d_y | = $t_s - d'$ |
| | | = 1000 mm – 75 mm- 0,5 D |
| | | = 912,5 mm |
| | b | = 1000 mm |

Tulangan arah x

Hitung nilai Mn

$$Mn = \frac{My}{0,8}$$

$$Mn = \frac{109,7 \text{ ton} \cdot \text{m}}{0,8}$$

$$Mn = 1371278893 \text{ Nmm}$$

Hitung nilai m

$$m = \frac{f_y}{0,85f'_c}$$

$$m = \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}$$

$$m = 13,4454$$

Hitung nilai Rn

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2}$$

$$Rn = \frac{1371278893 \text{ Nmm}}{1000\text{mm} \cdot (912,5\text{mm})^2}$$

$$Rn = 1,64687$$

Hitung nilai ρb

$$\rho_b = \beta \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_b = 0,85 \frac{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}} \cdot \frac{600}{600 + 400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_b = 0,0379$$

Hitung nilai ρ_{\max}

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times 0,0379$$

$$\rho_{\max} = 0,02845$$

Hitung nilai ρ_{\min}

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_{\min} = 0,0035$$

Hitung ρ

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,4454} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,4454 \cdot 1,64687}{400}} \right)$$

$$\rho = 0,00423$$

Dikarenakan $\rho_{\min} < \rho$ maka dipakai ρ

Hitung kebutuhan tulangan dengan

$$A_s = \rho_{\min} \cdot b \cdot d'$$

$$A_s = 0,00423 \cdot 1000\text{mm} \cdot 912,5 \text{ mm}$$

$$A_s = 3867,103 \text{ mm}^2$$

Dipasang Tulangan D25 – 100

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi D^2 \cdot b}{S}$$

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi 25^2 \cdot 1000}{100}$$

$$A_s \text{ pasang} = 4908,738 \text{ mm}^2$$

$A_s \text{ Pasang} > A_s \text{ Perlu}$ (OK)

Tulangan arah y

Hitung nilai Mn

$$M_n = \frac{M_x}{0,8}$$

$$M_n = \frac{109,7 \text{ ton} - \text{m}}{0,8}$$

$$M_n = 1371278893 \text{ Nmm}$$

Hitung nilai m

$$m = \frac{f_y}{0,85f'_c}$$

$$m = \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}$$

$$m = 13,4454$$

Hitung nilai R_n

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$R_n = \frac{1371278893 \text{ Nmm}}{1000\text{mm} \cdot (887,5\text{mm})^2}$$

$$R_n = 1,74096$$

Hitung nilai ρ_b

$$\rho_b = \beta \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_b = 0,85 \frac{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}} \cdot \frac{600}{600 + 400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_b = 0,0379$$

Hitung nilai ρ_{\max}

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times 0,0379$$

$$\rho_{\max} = 0,02845$$

Hitung nilai ρ_{\min}

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_{\min} = 0,0035$$

Hitung ρ

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,4454} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,4454 \cdot 1,74096}{400}} \right)$$

$$\rho = 0,004487$$

Dikarenakan $\rho_{\min} < \rho$ maka dipakai ρ

Hitung kebutuhan tulangan dengan

$$A_s = \rho_{\min} \cdot b \cdot d'$$

$$A_s = 0,004487 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 887,5 \text{ mm}$$

$$A_s = 3982,93 \text{ mm}^2$$

Dipasang Tulangan D25 – 100

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi D^2 \cdot b}{S}$$

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi 25^2 \cdot 1000}{100}$$

$$A_s \text{ pasang} = 4908,7385 \text{ mm}^2$$

As Pasang > As Perlu (OK)

5.3.4 Penulangan Shear Ring

Data Perencanaan:

| | |
|--------------------|--------------|
| D tiang | = 609,5 mm |
| D dalam tiang | = 590,5 mm |
| Tebal | = 9,5 mm |
| ϕ | = 0,8 |
| f_c' | = 35 MPa |
| f_y | = 400 MPa |
| P_{kerja} | = 179,96 ton |

Kontrol kekuatan beton dalam tiang

$$P_{\text{beton dalam tiang}} \geq P_{\text{kerja}}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{beton dalam tiang}} &= A_{\text{beton}} \times 0.85 \times \phi \times f_c' \\ &= 1/4(3.14)(590,5^2) \times 0.85 \times 0.8 \times 35 \\ &= 651,4579941 \text{ ton} > 179,96 \text{ ton (OK)} \end{aligned}$$

Kontrol retak Pile cap

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \sqrt{f_c'} b \cdot d \\ &= 1/6 \sqrt{35} 2000 \cdot 1387.5 \\ &= 308 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$P_{\text{kerja}} < 2 \cdot \phi \cdot V_c$$

$$191 < 2 \times 0.7 \times 308$$

$$191 < 430 \text{ ton} \quad \text{(OK) beton tidak retak.}$$

Kontrol kekuatan las

Direncanakan menggunakan las E 60 XX

Tegangan ijin tarik las (σ) = 460 Mpa

Direncanakan tebal las tebal 4 mm

Maka kekuatan las

$$\begin{aligned} &= (\text{keliling las} \times \text{tebal las}) \times \sigma \\ &= (3.14 \times 590,5 \times 4) 460 \\ &= 341,16728 \text{ ton} \end{aligned}$$

341,16728 Ton > 179,95786 Ton**OK** (kekuatan las cukup)

Tulangan dari tiang ke struktur atas

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} \cdot f_{y\text{tulangan}} &\geq P / \phi \\ A_s \text{ perlu} \cdot &\geq P / (\phi \times f_{y\text{tulangan}}) \\ A_s \text{ perlu} \cdot &= \frac{1799578,6 \text{ N}}{0,7 \times 400} \\ A_s \text{ perlu} \cdot &= 6427,07 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipasang 18 D22 (6838,92 mm²)
Senggang spiral Ø12 – 200 mm

Panjang penyaluran

Nilai yang diperhitungkan untuk panjang penyaluran dalam tekan yaitu dihitung sesuai persamaan berikut:

$$\begin{aligned} l_{db} &= d_b \cdot \frac{f_y}{(4\sqrt{f_c})} \\ l_{db} &= 22 \cdot \frac{400}{(4\sqrt{35})} = 371,8678721 \text{ mm} = 370 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dan tidak boleh kurang dari :

$$0,04 \cdot d_b \cdot f_y = 0,04 \cdot 25 \cdot 400 = 400 \text{ mm}$$

Panjang penyaluran dasar harus dikalikan dengan faktor yang berlaku untuk luas tulangan terpasang lebih besar dari luas tulangan yang diperlukan.

Faktor modifikasi

$$\begin{aligned} &= A_s \text{ perlu} / A_s \text{ terpasang} \\ &= 0,058488767 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sehingga panjang penyaluran total adalah

$$L_{db} \cdot \text{Faktor modifikasi} = 0,058488767 \times 22 \\ = 1,286752879 \text{ mm}$$

Dipakai panjang penyaluran sebesar 1000 mm. (minimal setengah lebih dari tebal pilecap).

Panjang penyaluran dasar tulangan dalam kondisi tarik dihitung menurut SNI 2847-03-2002 pasal 14.2 :

$$l_d = \frac{3 \cdot f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \lambda}{5 \sqrt{f_c}} \cdot d_b$$

$$\alpha = 1$$

$$\beta = 1$$

$$\lambda = 1$$

maka panjang penyaluran dasar tulangan adalah:

$$l_d = \frac{3 \cdot 400 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{5 \sqrt{35}} \cdot 22 \\ = 892,482893 \text{ mm}$$

dipakai panjang berkas 1500 mm.

Base Plate

Base plate digunakan sebagai penahan beton segar saat pengisian beton isian tiang. Base plate direncanakan menggunakan plat baja dengan tebal 10 mm.

Sedangkan untuk menahan base plate digunakan tulangan pengait yang menahan base plate pada tiang pancang.

Berat yang dipikul oleh base plate :

$$P = A \text{ dalam tiang} \times (t_p \cdot BJ_{\text{baja}} + BJ_{\text{beton}} \cdot L)$$

$$P = 273721,8463 \times (0,01 \times 7850 + 2500 \times 1,5)$$

$$= 1,048 \text{ ton}$$

Perhitungan pengait base plat

$$A = \frac{P}{\sigma} = \frac{1,048 \times 10^4}{1600} \\ = 65,497 \text{ mm}^2$$

Digunakan 6 buah pengait

$$A \text{ tiap pengait} = \frac{65,5}{6} = 10,916 \text{ mm}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{6 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{6 \times 10,92}{3,14}} = 4,567 \text{ mm}$$

Dipasang pengait 6 ϕ 10mm

As 471 > 65,497 mm² **OK**

5.3.5 Penulangan Dolphin

Dolphin merupakan struktur khusus yang memiliki fungsi tertentu. Dalam hal ini dolphin dibedakan menjadi dua, yaitu berthing dolphin dan mooring dolphin. berthing dolphin berfungsi sebagai penahan beban benturan kapal dan tarkan kapal. Sedangkan mooring dolphin dalam hal ini difungsikan sebagai penahan gaya tarikan kapal saja. Untuk perhitungan struktur dolphin, digunakan reaksi tiang yang terjadi pada sumbu x dan sumbu y. keduanya dikalikan dengan jarak untuk mendapatkan momen eksentrisitas pada dolphin. adapun reaksi yang terjadi pada dolphin didapat dari permodelan dari SAP 2000. Berikut reaksi tabel reaksi yang terjadi

Tabel 5. 16. Table Reaksi pada Berthing Dolphin

| Berthing Dolphin | | | |
|------------------|-----------|---------|-----------|
| Sumbu x | | Sumbu y | |
| P1= | 213,15481 | P1= | 136,33315 |
| P2= | 132,45714 | P2= | 128,90364 |
| P3= | 104,03038 | P3= | 92,48356 |

| | | | |
|--|--|-----|-----------|
| | | P4= | 104,03038 |
|--|--|-----|-----------|

Tabel 5. 17. Tabel Reaksi pad Mooring Dolphin

| Mooring Dolphin | | | |
|-----------------|-----------|---------|----------|
| Sumbu x | | Sumbu y | |
| P1= | 104,87828 | P1= | 199,9339 |
| P2= | 181,69449 | P2= | 141,9376 |
| P3= | 199,9339 | P3= | 156,9659 |

Direncanakan $f_c' = 35 \text{ Mpa}$

$F_y = 400 \text{ Mpa}$

$D = D22$

$h = 2000 \text{ mm}$

Decking $= 75 \text{ mm}$

$d_x = 2000 \text{ mm} - 75 \text{ mm} - 0,5 D$
 $= 1912,5 \text{ mm}$

$d_y = t_s - d'$
 $= 2000 \text{ mm} - 75 \text{ mm} - 1,5 D$
 $= 1887,5 \text{ mm}$

$b = 1000 \text{ mm}$

5.3.5.1 Perhitungan Tulangan Berthing Dolphin

Berthing dolphin dengan Dimensi $L \times B \times h = 5500 \times 4000 \times 2000$

Tulangan arah x

Hitung Moment Eksentrisitas

$$M_n = (P1. s) + (P2. S) + (P3. s) + (P4. s)$$

$$M_n = (136,333.1,4) + (128,903.1,4) + (92,483.1,4) + (104,03038.1,4)$$

$$M_n = \text{ton} - \text{m}$$

Hitung nilai M_n

$$M_n = \frac{M_y}{0,8}$$

$$M_n = \frac{646,451 \text{ ton} - \text{m}}{0,8}$$

$$M_n = 8080637775 \text{ Nmm}$$

Hitung nilai m

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c}$$

$$m = \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}$$

$$m = 13,4454$$

Hitung nilai Rn

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$R_n = \frac{8080637775 \text{ Nmm}}{1000 \text{ mm} \cdot (1910,5 \text{ mm})^2}$$

$$R_n = 2,213$$

Hitung nilai ρ_b

$$\rho_b = \beta \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_b = 0,85 \frac{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}} \cdot \frac{600}{600 + 400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_b = 0,0379$$

Hitung nilai ρ_{\max}

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times 0,0379$$

$$\rho_{\max} = 0,02845$$

Hitung nilai ρ_{\min}

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_{\min} = 0,0035$$

Hitung ρ

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,4454} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,4454 \cdot 2,213}{400}} \right)$$

$$\rho = 0,00575$$

Hitung kebutuhan tulangan dengan

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d'$$

$$A_s = 0,00575 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 1910,5 \text{ mm}$$

$$A_s = 10999,739 \text{ mm}^2$$

Dipasang Tulangan D29 – 100

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi D^2 \cdot b}{S}$$

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi 29^2 \cdot 1000}{100}$$

$$A_s \text{ pasang} = 13210,39711 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ Pasang} > A_s \text{ Perlu (OK)}$$

Tulangan arah y

Hitung Moment Eksentrisitas

$$M_x = (P1 \cdot s) + (P2 \cdot S) + (P3 \cdot s)$$

$$M_x = (213,154 \cdot 1,2) + (132,457 \cdot 1,2) + (104,030 \cdot 1,2)$$

$$M_x = 539,570 \text{ ton} - \text{m}$$

Hitung nilai Mn

$$M_n = \frac{M_x}{0,8}$$

$$M_n = \frac{539,570 \text{ ton} - \text{m}}{0,8}$$

$$M_n = 6744634950 \text{ Nmm}$$

Hitung nilai m

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c}$$

$$m = \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}$$

$$m = 13,4454$$

Hitung nilai Rn

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$R_n = \frac{6744634950 \text{ Nmm}}{1000 \text{ mm} \cdot (1881,5 \text{ mm})^2}$$

$$R_n = 1,905$$

Hitung nilai ρ_b

$$\rho_b = \beta \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_b = 0,85 \frac{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}} \cdot \frac{600}{600 + 400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_b = 0,0379$$

Hitung nilai ρ_{\max}

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times 0,0379$$

$$\rho_{\max} = 0,02845$$

Hitung nilai ρ_{\min}

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_{\min} = 0,0035$$

Hitung ρ

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,4454} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,4454 \cdot 1,905}{400}} \right)$$

$$\rho = 0,0049$$

Hitung kebutuhan tulangan dengan

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d'$$

$$A_s = 0,0049 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 1881,5 \text{ mm}$$

$$A_s = 9268,738 \text{ mm}^2$$

Dipasang Tulangan D29 – 100

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi D^2 \cdot b}{S}$$

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi 29^2 \cdot 1000}{100}$$

$$A_s \text{ pasang} = 13210,39 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ Pasang} > A_s \text{ Perlu (OK)}$$

5.3.5.2 Penulangan Mooring dolphin

Mooring dolphin dengan Dimensi $L \times B \times h = 4000 \times 4000 \times 1500$

Tulangan arah x

Hitung Moment Eksentrisitas

$$\begin{aligned}
 M_y &= (P1. s) + (P2. S) + (P3. s) \\
 M_y &= (199,93.1,4) + (141,937.1,4) + (156,965.1,4) \\
 M_y &= 681,109 \text{ ton} - \text{m}
 \end{aligned}$$

Hitung nilai Mn

$$\begin{aligned}
 M_n &= \frac{M_y}{0,8} \\
 M_n &= \frac{698,372 \text{ ton} - \text{m}}{0,8} \\
 M_n &= 8729654850 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Hitung nilai m

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{f_y}{0,85f'_c} \\
 m &= \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}} \\
 m &= 13,4454
 \end{aligned}$$

Hitung nilai Rn

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} \\
 R_n &= \frac{8729654850 \text{ Nmm}}{1000\text{mm} \cdot (1910,5\text{mm})^2} \\
 R_n &= 1,3835
 \end{aligned}$$

Hitung nilai ρb

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \beta \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} \\
 \rho_b &= 0,85 \frac{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}} \cdot \frac{600}{600 + 400 \text{ Mpa}} \\
 \rho_b &= 0,0379
 \end{aligned}$$

Hitung nilai ρmax

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\
 \rho_{\max} &= 0,75 \times 0,0379
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0,02845$$

Hitung nilai ρ_{\min}

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_{\min} = 0,0035$$

Hitung ρ

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,4454} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,4454 \cdot 1,3835}{400}} \right)$$

$$\rho = 0,00624$$

Hitung kebutuhan tulangan dengan

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d'$$

$$A_s = 0,003543 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 1910,5 \text{ mm}$$

$$A_s = 11923,531 \text{ mm}^2$$

Dipasang Tulangan D29– 100

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi D^2 \cdot b}{S}$$

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi 29^2 \cdot 1000}{100}$$

$$A_s \text{ pasang} = 13210,39 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ Pasang} > A_s \text{ Perlu (OK)}$$

Tulangan arah y

Hitung Moment Eksentrisitas

$$M_x = (P1. s) + (P2. S) + (P3. s)$$

$$M_x = (104,878.1,4) + (181,694.1,4) + (199,93.1,4)$$

$$M_x = 681,1093 \text{ ton} - \text{m}$$

Hitung nilai Mn

$$M_n = \frac{M_x}{0,8}$$

$$M_n = \frac{681,1093 \text{ ton} - \text{m}}{0,8}$$

$$M_n = 8513866725 \text{ Nmm}$$

Hitung nilai m

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c}$$

$$m = \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}$$

$$m = 13,4454$$

Hitung nilai Rn

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$R_n = \frac{8513866725 \text{ Nmm}}{1000 \text{ mm} \cdot (1881,5 \text{ mm})^2}$$

$$R_n = 2,4050$$

Hitung nilai ρb

$$\rho_b = \beta \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_b = 0,85 \frac{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}} \cdot \frac{600}{600 + 400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_b = 0,0379$$

Hitung nilai ρmax

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \times \rho_b$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \times 0,0379$$

$$\rho_{\max} = 0,02845$$

Hitung nilai ρ_{\min}

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_{\min} = 0,0035$$

Hitung ρ

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,4454} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,4454 \cdot 2,4050}{400}} \right)$$

$$\rho = 0,006277464$$

Hitung kebutuhan tulangan dengan

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d'$$

$$A_s = 0,003543 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 1912,5 \text{ mm}$$

$$A_s = 11811,049 \text{ mm}^2$$

Dipasang Tulangan D29 – 100

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi D^2 \cdot b}{S}$$

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi 29^2 \cdot 1000}{100}$$

$$A_s \text{ pasang} = 13210,39711 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ Pasang} > A_s \text{ Perlu (OK)}$$

5.3.5.3 Penulangan Plank Fender

$$\text{Direncanakan } f_c' = 35 \text{ Mpa}$$

$$F_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$D = D25$$

$$h = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Decking} = 75 \text{ mm}$$

$$d_x = 1000 \text{ mm} - 75 \text{ mm} - 0,5 D$$

$$= 912,5 \text{ mm}$$

$$d_z = t_s - d'$$

$$= 1000 \text{ mm} - 75 \text{ mm} - 1,5 D$$

$$= 887,5 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

Plank Fender dengan Dimensi LxBxh = 4500 x 2800 x 1000

Tulangan Lentur

Hitung Moment Eksentrisitas

$$M_z = (R.s) + (W.s)$$

$$M_z = (69.2,25) + (1,495.3.1,3)$$

$$M_z = 161,0805 \text{ ton} - \text{m}$$

Hitung nilai Mn

$$M_n = \frac{M_x}{0,8}$$

$$M_n = \frac{161,0805 \text{ ton} - \text{m}}{0,8}$$

$$M_n = 2013506250 \text{ Nmm}$$

Hitung nilai m

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c}$$

$$m = \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}$$

$$m = 13,4454$$

Hitung nilai R_n

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$R_n = \frac{1207500000 \text{ Nmm}}{1000\text{mm} \cdot (912,5\text{mm})^2}$$

$$R_n = 2,418$$

Hitung nilai ρ_b

$$\rho_b = \beta \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\rho_b = 0,85 \frac{0,85 \cdot 35 \text{ Mpa}}{400 \text{ Mpa}} \cdot \frac{600}{600 + 400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_b = 0,0379$$

Hitung nilai ρ_{\max}

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times 0,0379$$

$$\rho_{\max} = 0,02845$$

Hitung nilai ρ_{\min}

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{400 \text{ Mpa}}$$

$$\rho_{\min} = 0,0035$$

Hitung ρ

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right)$$

$$\rho = \frac{1}{13,4454} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,4454 \cdot 2,418}{400}} \right)$$

$$\rho = 0,0063$$

Hitung kebutuhan tulangan dengan

$$A_s = \rho \min. b \cdot d'$$

$$A_s = 0,0063 \cdot 1000\text{mm} \cdot 912,5\text{mm}$$

$$A_s = 3193,750\text{mm}^2$$

Dipasang Tulangan D25 – 150

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi D^2 \cdot b}{S}$$

$$A_s \text{ pasang} = \frac{\frac{1}{4} \pi 25^2 \cdot 1000}{150}$$

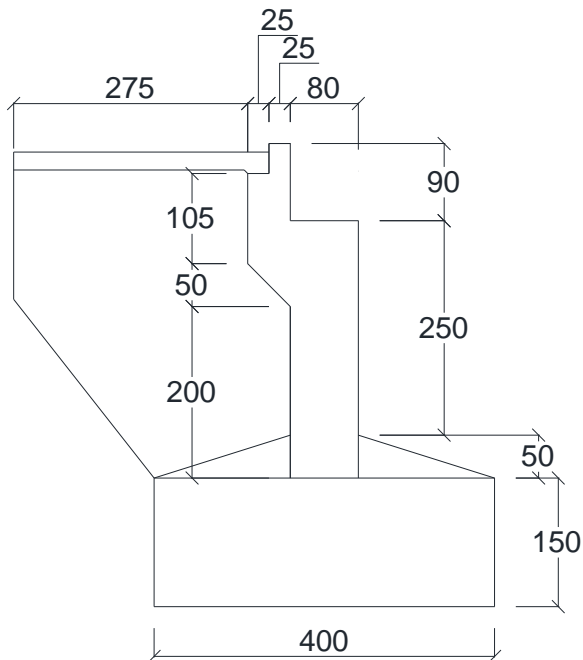
$$A_s \text{ pasang} = 3272,49 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ Pasang} > A_s \text{ Perlu (OK)}$$

5.4 Abutment

Abutment merupakan bangunan penahan tanah yang sekaligus berfungsi sebagai kepala jembatan untuk

menghubungkan satu daratan menuju daratan lain. Dalam hal ini abutment digunakan untuk menopang ujung trestle yang berada ditepi sungai. Abutment sendiri terdiri dari beberapa segmen bangunan yang saling tergabung dengan fungsi masing masing. Adapun dalam perencanaan abutment ini meliputi dinding penahan atau breast wall, stopper, *corbel*, Plat injak, wingwall dan pilecap abutment. Abutmen di desain menggunakan pondasi tiang pancang dengan dimensi tiang rencana 609,6mm. Beban beban yang bekerja dalam perencanaan abutment ini ditinjau secara manual dan dengan reaksi bangunan atas yang di dapat dari program SAP 2000.



Gambar 5. 7. Rencana Dimensi Abutment

5.4.1 Pembebanan Abutmen

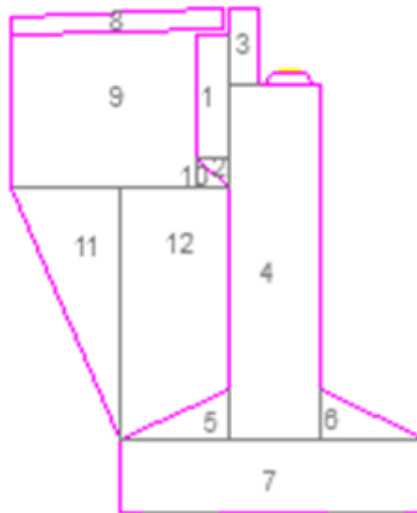
5.4.1.1 Beban struktur atas

Dalam perencanaan abutmen ini, beban struktur atas tidak dihitung secara manual melainkan diambil dari nilai output yang didapat dari program SAP. Adapun beban struktur atas tersebut adalah berikut :

| No | Jenis Beban | V (KN) | H (KN) |
|----|----------------------|--------|---------|
| 1 | Reaksi Bangunan Atas | 232,07 | 141,363 |

5.4.1.2 Berat Sendiri Abutmen

Berat sendiri abutmen dihitung secara segmental. Adapun berat sendiri abutmen sebagai berikut :



Gambar 5. 8. Pembagian Segmen Abutmen

Tabel 5. 18. Tabel Perhitungan Berat Sendiri Abutmen

| Segmen | p | l | t | Volume | Berat (w) | X | Z |
|----------|-----|------|------|-------------------|------------|--------|-------|
| | (m) | (m) | (m) | (m ³) | (kN) | (m) | (m) |
| 1 | 4,5 | 0,5 | 1,05 | 2,3625 | 59,0625 | -0,650 | 4,025 |
| 2 | 4,5 | 0,5 | 0,5 | 1,125 | 28,125 | -0,567 | 3,167 |
| 3 | 4,5 | 0,25 | 0,35 | 0,39375 | 9,84375 | -0,275 | 4,675 |
| 4 | 4,5 | 0,8 | 3 | 10,8 | 270 | 0,000 | 3,000 |
| 5 | 4,5 | 1,7 | 0,5 | 1,9125 | 47,8125 | -0,567 | 1,667 |
| 6 | 4,5 | 1,8 | 0,5 | 2,025 | 50,625 | 0,567 | 1,667 |
| 7 | 6 | 4 | 1,5 | 36 | 900 | 0,000 | 0,750 |
| 8 | 4,5 | 3 | 0,3 | 4,05 | 101,25 | -1,900 | 2,250 |
| 9 | 0,3 | 2,75 | 1,55 | 2,5575 | 63,9375 | -1,775 | 1,275 |
| 10 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,15 | 3,75 | -0,567 | 0,333 |
| 11 | 0,3 | 1,65 | 2 | 1,98 | 49,5 | -1,225 | 3,000 |
| 12 | 0,3 | 1,8 | 2 | 2,16 | 54 | -1,600 | 1,333 |
| Σ | | | | 63,35625 | 1583,90625 | | |

Dari perhitungan berat sendiri abutmen diatas, bisa didapatkan perhitungan berupa statis momen abutmen terhadap sumbu pusat abutmen. Statis momen abutmen dihitung sebagai berikut :

Tabel 5. 19. Tabel statis momen

| Segmen | w.X | w.Z |
|----------|--------|--------|
| | (kN.m) | (kN.m) |
| 1 | -38,4 | 237,7 |
| 2 | -15,9 | 89,1 |
| 3 | -2,7 | 46,0 |
| 4 | 0,0 | 810,0 |
| 5 | -27,1 | 79,7 |
| 6 | 28,7 | 84,4 |
| 7 | 0,0 | 675,0 |
| 8 | -192,4 | 227,8 |
| 9 | -113,5 | 81,5 |
| 10 | -2,1 | 1,3 |
| 11 | -60,6 | 148,5 |
| 12 | -86,4 | 72,0 |
| Σ | -510,5 | 2553,0 |

Sehingga didapat titik berat gaya :

$$X = \frac{w.X}{w \text{ total}} = \frac{-510,5}{1583,906} = -0,3223 \quad \text{m}$$

$$Z = \frac{w.Z}{w \text{ total}} = \frac{2553,0}{1583,906} = 1,61 \quad \text{m}$$

5.4.1.3 Tekanan Tanah

Beban tekanan merupakan beban paling berpengaruh terhadap perencanaan abutmen. Dimana dorongan tanah sangat memengaruhi kestabilan abutmen. Beban tekanan tanah diperhitungkan sebagai berikut :

Dengan mengambil nilai N tanah sebesar 6, maka didapatkan perhitungan

Sudut geser dalam,

Menurut Oshaki

$$\begin{aligned}\varphi &= \sqrt{20N} + 15 \\ &= 10,954 + 15 \\ &= 25,954\end{aligned}$$

Menurut Dunham

$$\begin{aligned}\varphi &= \sqrt{12N} + 25 \\ &= 8,4853 + 25 \\ &= 33,485\end{aligned}$$

Menurut Mayerhoff

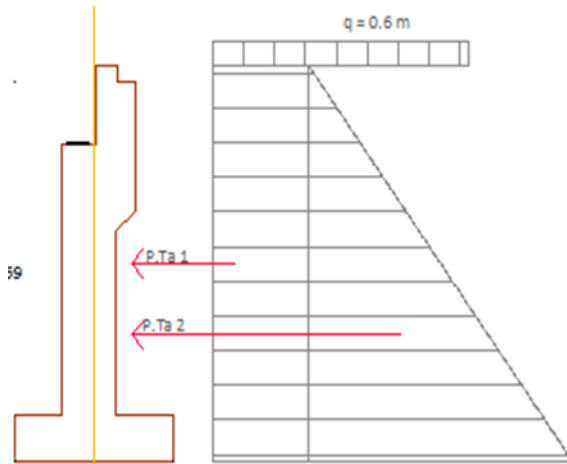
$$\begin{aligned}\varphi &= \sqrt{12N} + 20 \\ &= 8,4853 + 20 \\ &= 28,485\end{aligned}$$

Menurut Peck,

$$\begin{aligned}\varphi &= \sqrt{12N} + 15 \\ &= 8,4853 + 15 \\ &= 30\end{aligned}$$

maka diambil nilai sudut geser dalam (φ) = 25,9545

| | | | |
|-------------------|------------|-------|-------------------|
| Tinggi timbunan | H | = 5,1 | m |
| Berat jenis tanah | γ_t | = 17 | kN/m ³ |
| Sudut geser tanah | φ | = 26° | |
| Lebar abutment | By | = 4,5 | m |



Gambar 5. 9. Gambar Diagram tekanan tanah

$$\begin{aligned}
 K_a &= \tan^2 (45^\circ - \phi) \\
 &= 0,39115 \\
 q &= 0,6 \quad \text{m} \quad \times \quad \gamma t \\
 &= 10,2 \quad \text{kN/m}^2 \\
 P_{ta1} &= q \times K_a \times H \times B_y \\
 &= 90,6672878 \quad \text{kN} \\
 P_{ta2} &= 0,5 \times K_a \times \gamma t \times H^2 \times B_y \\
 &= 381,5581695 \quad \text{kN} \\
 P_{total} &= P_{ta1} + P_{ta2} \\
 &= 472,2254573 \quad \text{kN}
 \end{aligned}$$

Beban tanah aktif akibat gempa

$$\begin{aligned}
 \gamma t &= 17 \quad \text{kN/m}^3 \\
 \phi &= 26 \quad ^\circ \\
 \delta &= 17,30296743 \quad ^\circ \\
 \alpha &= 0 \quad ^\circ \\
 \beta &= 0 \quad ^\circ
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K_a &= 0,391152906 \\
 K_h &= A_s \times 0,5 = 0,05 \\
 I &= 1 \\
 &= \text{Jembatan sangat penting} \\
 R &= 1,5 \\
 T &= 0,2 \text{ dtk} \quad T_o < T < T_s \\
 C_{sm} &= S_{ds} = 0,125 \\
 W_{\text{atas}} &= 232,068 \text{ kN} \\
 W_{\text{bawah}} &= 1583,906 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_q &= \frac{C_{sm} \times W_{\text{bawah}}}{R} \\
 &= \frac{0,125 \times 1583,90625 \text{ kN}}{1,5} \\
 &= 131,992 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Gaya gempa horizontal
bangunan atas

$$\begin{aligned}
 E_q &= \frac{C_{sm} \times W_{\text{atas}}}{R} \\
 &= \frac{0,125 \times 232,068 \text{ kN}}{1,5} \\
 &= 19,339 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

5.4.1.4 Rekapitulasi Pembebanan dan Kombinasi

Tabel 5. 20. Tabel rekapitulasi Pembebanan

| Beban | V | Hx | Hy | x | y | z | Mx | My |
|----------------------------|----------|---------|---------|-----|---|------|-------|-------|
| | kN | kN | kN | m | m | m | kN.m | kN.m |
| 1. Beban Terjadi | | | | | | | | |
| Abutment | 1583,906 | | | 0,3 | | | 510,5 | |
| R Struktur atas (dari SAP) | 232,068 | 141,363 | | 0,3 | | | 58,02 | |
| Tek. Tanah aktif 1 | | 90,667 | | | | 0,8 | 73,07 | |
| Tek. Tanah aktif 2 | | 381,558 | | | | 0,5 | 205 | |
| 2. Gempa | | | | | | | | |
| R Struktur atas (dari SAP) | | 19,339 | 19,339 | | | 4,7 | 90,41 | 90,41 |
| Abutment | | 131,992 | 131,992 | | | 1,61 | 212,7 | 212,7 |
| Tek. Tanah Dinamis | | 472,225 | | | | 0,81 | 380,6 | |

Kombinasi 1

Tabel 5. 21. Kombinasi Pembebanan 1

| No | Beban | Fak. Beb. | V | Hx | Hy | Mx | My |
|----|-----------------|--------------|------------|------------|----|-------|------|
| | | | kN | kN | kN | kN.m | kN.m |
| 1 | Berat sendiri | 1 | 1815,974 | | | 568,5 | |
| 2 | R Bangunan Atas | 1 | | | | | |
| 3 | Tekanan Tanah | 1 | | 472,225457 | | 278,1 | |
| | Total | | 1815,97425 | 472,225457 | 0 | 846,6 | 0 |

Kombinasi 2

Tabel 5. 22. Kombinasi Pembebanan 2

| No | Beban | Fak. Beb. | V | Hx | Hy | Mx | My |
|----|-----------------------|--------------|----------|---------|--------|-------|--------|
| | | | kN | kN | kN | kN.m | kN.m |
| 1 | Berat sendiri | 1 | 1815,974 | | | 568,5 | |
| 2 | Beban gempa | 1 | | 151,331 | 45,399 | 303,2 | 90,946 |
| 3 | Tekanan Tanah Dinamis | 1 | | 472,225 | | 380,6 | |
| | Total | | 1815,974 | 623,556 | 45,399 | 1252 | 90,946 |

Kombinasi 3

Tabel 5. 23. Kombinasi Pembebanan 3

| No | Beban | Fak. Beb. | V | Hx | Hy | Mx | My |
|----|-----------------------|--------------|----------|---------|---------|-------|---------|
| | | | kN | kN | kN | kN.m | kN.m |
| 1 | Berat sendiri | 1 | 1815,974 | | | 568,5 | |
| 2 | Beban gempa | 1 | | 45,399 | 151,331 | 90,95 | 303,156 |
| 3 | Tekanan Tanah Dinamis | 1 | | 472,225 | | 380,6 | |
| | Total | | 1815,974 | 517,624 | 151,33 | 1040 | 303,156 |

5.4.1.5 Perbitungan Reaksi tiang

$$P_{\max} = \frac{P_u}{n_p} \pm \frac{M_y \cdot X}{\Sigma X^2} \pm \frac{M_x \cdot Y}{\Sigma Y^2}$$

Dimana,

| | | | |
|--------------|---|--|-------|
| P_{\max} | = | beban maksimum tiang | |
| P_u | = | gaya aksial yang terjadi | |
| M_y | = | momen yang bekerja tegak lurus sumbu y | |
| M_x | = | momen yang bekerja tegak lurus sumbu x | |
| X | = | jarak tiang arah sumbu x | =1,8m |
| Y | = | jarak tiang arah sumbu y | =1,5m |
| ΣX^2 | = | jumlah kuadrat X | |
| ΣY^2 | = | jumlah kuadrat Y | |
| n_p | = | jumlah tiang | |
| n | = | 8 | |

Tabel 5. 24. Tabel Reaksi Tiang

| No | x | y | x ² | y ² | Komb. 1 | Komb. 2 | Komb. 3 |
|----|------|-------|----------------|----------------|---------|---------|---------|
| | m | m | m ² | m ² | KN | KN | KN |
| 1 | 0,9 | 2,25 | 0,81 | 5,0625 | 292,116 | 335,952 | 349,102 |
| 2 | 0,9 | 1,5 | 0,81 | 2,25 | 270,410 | 303,844 | 322,435 |
| 3 | 0,9 | -1,5 | 0,81 | 2,25 | 183,584 | 175,412 | 215,768 |
| 4 | 0,9 | -2,25 | 0,81 | 5,0625 | 161,877 | 143,304 | 189,102 |
| 5 | -0,9 | 2,25 | 0,81 | 5,0625 | 292,116 | 310,689 | 264,892 |
| 6 | -0,9 | 1,5 | 0,81 | 2,25 | 270,410 | 278,581 | 238,225 |
| 7 | -0,9 | -1,5 | 0,81 | 2,25 | 183,584 | 150,149 | 131,558 |
| 8 | -0,9 | -2,25 | 0,81 | 5,0625 | 161,877 | 118,041 | 104,892 |
| | | | 6,48 | 29,25 | | | |

| | | | |
|------|---|----------|------|
| Pmax | = | 349,102 | kN |
| Pmin | = | 104,892 | kN |
| My | = | 303,156 | kN.m |
| Mx | = | 1252,210 | kN.m |

5.4.2 Perhitungan Stabilitas

5.4.2.1 Kontrol Stabilitas Guling

$$\text{Syarat, } \frac{\text{Momen penahan}}{\text{Momen guling}} > 1,1$$

Tabel 5. 25. Tabel Momen Penahan

| Gaya Penahan | V | Lengan | Faktor | Momen |
|---------------------|----------|--------|---------|----------|
| | kN | m | Ultimit | kN.m |
| Beban bangunan atas | 232,068 | 2 | 1,3 | 603,3768 |
| Beban abutment | 1583,906 | 2,32 | 1,3 | 4781,765 |
| | | | TOTAL | 5385,141 |

Tabel 5. 26. Tabel Momen Guling

| Gaya Guling | V | Lengan | Faktor | Momen |
|-----------------------|----------|----------|---------|----------|
| | kN | m | Ultimit | kN.m |
| Tekanan tanah aktif 1 | 90,66729 | 2,525 | 1,25 | 286,1686 |
| Tekanan tanah aktif 2 | 381,5582 | 1,683333 | 1,25 | 802,862 |
| | | | TOTAL | 1089,031 |

$$\frac{\text{Momen penahan}}{\text{Momen guling}} > 1,1$$

$$\frac{5385,141409}{1089,030609} > 1,1$$

$$4,944894446 > 1,1 \quad \mathbf{OK}$$

5.4.2.2 Kontrol Stabilitas Geser

| | | | | |
|-----------------------------------|--------|-----|---------------------|-------------------|
| Tahanan lateral abutment | P | $=$ | 1583,906 | kN |
| Sudut geser tanah | ϕ | $=$ | 26 | $^{\circ}$ |
| Nilai kohesi tanah | C_u | $=$ | 45 | kPa |
| Nilai kohesi tanah yang direduksi | C_u' | $=$ | $K_{rc} \times C_u$ | |
| | | $=$ | 0,7 | \times 45 |
| | | $=$ | 31,5 | kN/m ² |

| | | | |
|----------------------------|-----------|-----|--------------------------|
| Luas bidang kontak efektif | A_{eff} | $=$ | $B_{eff} \times L_{eff}$ |
| | | $=$ | 4,5m \times 3,5m |
| | | $=$ | 15,8 m ² |

| | | |
|-------|-----|--|
| R_s | $=$ | 0,4 \times A_{eff} \times C_u' |
| | $=$ | 0,4 \times 15,8 m ² \times 31,5 kN/m ² |
| | $=$ | 198 kN |

| | | |
|-------|-----|---------------------------|
| R_s | $=$ | $P \times \tan \phi$ |
| | $=$ | 1583,906 kN \times 0,49 |
| | $=$ | 770,9646 kN |

Gaya Lateral Ultimit

| | | | | |
|----------------------------------|-------------|-----|--|-------------------|
| Tinggi timbunan | H | $=$ | 5,05 | m |
| Berat jenis tanah | γ_t | $=$ | 17 | kN/m ³ |
| Sudut geser tanah | ϕ | $=$ | 26 | $^{\circ}$ |
| | $\tan \phi$ | $=$ | 0,49 | |
| Sudut geser tanah yang direduksi | ϕ' | $=$ | $\tan^{-1} (K_r \cdot \phi \times \phi)$ | |
| | | $=$ | $\tan^{-1} (0,8 \times 0,49)$ | |
| | | $=$ | 21,3 | |

Non Kohesif,

$$\begin{aligned} K_a &= \frac{1 - \sin \phi'}{1 + \sin \phi'} \\ &= \frac{1 - 0,36}{1 + 0,36} \\ &= 0,47 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_a &= \text{Tekanan tanah lateral non kohesif} \\ &= (0,5 \times \gamma t \times H^2 \times K_a) \\ &= 0,5 \times 17 \text{ kN/m}^3 \times 25,5 \text{ m}^2 \times 0,47 \\ &= 101 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_a \times T &= \text{Tekanan tanah akibat lapisan 0,6 m} \\ &= \gamma t \times 0,6 \text{ m} \times H \times K_a \\ &= 17 \text{ kN/m}^3 \times 0,6 \text{ m} \times 5,05 \text{ m} \\ &= 24,1 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ Gaya lateral} &= P_a + P_a \times T \\ &= 101 \text{ kN/m} + 24,1 \text{ kN/m} \\ &= 125 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Kohesif,

$$\begin{aligned} P_T &= (\gamma t \times H) - (2 C_u) \\ &= 85,85 \text{ kN/m}^2 - 63 \text{ kN/m}^2 \\ &= 22,9 \text{ kN/m}^2 \quad \times \quad 1 \quad \text{m} \\ &= 22,9 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\Sigma \text{ Penahan lateral} > 1,1$$

| | | | |
|-----------------------|--|---|---------------|
| Σ Gaya lateral | | | |
| 969,414594 kN | | > | 1,1 |
| 666,997203 kN | | | |
| 1,45 | | > | 1,1 OK |

5.4.3 Perhitungan Tulangan

5.4.3.1 Penulangan Breast Wall(Dinding Penahan)

Dimensi & Data Perencanaan

| | | | | |
|-----------------------------|----------------|---|-----------|-----------------|
| Tinggi breastwall | H | = | 3 | m |
| Lebar breastwall | L | = | 0,8 | m |
| Panjang breastwall | B | = | 4,5 | m |
| Kuat tekan beton | fc' | = | 35 | Mpa |
| Modulus elastis beton | Ec | = | 27805,575 | MPa |
| Tegangan leleh baja > 12 mm | fy | = | 400 | MPa |
| Tegangan leleh baja < 12 mm | fy | = | 390 | MPa |
| Diameter tulangan pokok | \emptyset_p | = | 32 | mm |
| Luas tulangan pokok | A | = | 804,24772 | mm ² |
| Diameter tulangan bagi | \emptyset_s | = | 25 | mm |
| Luas tulangan bagi | A | = | 491 | mm ² |
| Diameter tulangan geser | \emptyset_v | = | 16 | mm |
| Luas tulangan geser | A _v | = | 201 | mm ² |
| Selimut beton | d' | = | 75 | mm |
| Tebal efektif beton | d | = | 685 | mm |

$$M_u = 1252,209508 \text{ kN.m}$$

$$\begin{aligned}
 M_n \text{ perlu} &= M_u / \emptyset \\
 &= 1252,209508 \text{ kN.m} : 0,8 \\
 &= 1565 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 1565261885 \quad \text{N.mm} \\
 R_n &= \frac{Mn}{b \times d^2} \\
 &= \frac{1565261885 \text{ N.mm}}{1000 \text{ mm} \times 469225 \text{ mm}^2} \\
 &= 3,336 \\
 m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \\
 &= \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \times 35 \text{ Mpa}} \\
 \rho &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\
 &= 0,074 \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{89,7}{400}} \right) \\
 &= 0,0089 \\
 \rho_{\min} &= 1,4 / f_y \\
 &= 0,0035 \\
 \rho_{\max} &= 0,75 \times \frac{0,85 f_c'}{f_y} \times \beta_1 \times \frac{600}{600 + f_y} \\
 &= 0,75 \times 0,074 \times 0,85 \times 0,6
 \end{aligned}$$

$$= 0,0284$$

Tulangan Utama

Luas tulangan perlu,

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0089 \times 1000 \text{ mm} \times 685 \text{ mm} \\ &= 6074,80898 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan pokok $D = 32 \text{ mm}$

Jarak antar tulangan

$$\begin{aligned} s_{\max} &= \frac{A_s \text{ tulangan pasang}}{A_s \text{ perlu}} \\ &= \frac{804,2 \text{ mm}^2 \times 1000 \text{ mm}}{6074,80898 \text{ mm}^2} \\ &= 132,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka direncanakan tulangan pokok

D 32 - 100

Tulangan Geser

$$V_u = 1815,97425 \text{ kN}$$

$$= 1815974,25 \text{ N}$$

$$V_c = \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \times b \times d$$

$$= 0,986013297 \text{ Mpa} \times 1000 \text{ mm} \times 685 \text{ mm}$$

$$= 675419,1086 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,75 \times 675419,1086 \text{ N}$$

$$= 506564,3314 \text{ N}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi}$$

$$= \frac{1815974,25 \text{ N} - 506564,3314 \text{ N}}{0,75}$$

$$= 1745879,891 \text{ N}$$

Direncanakan tulangan geser 2

lengan, maka $A_v = 402 \text{ mm}$

$$s = 250 \text{ mm}$$

A_v

$$\min = \frac{b_w \times s}{3 F_y}$$

$$= \frac{1000 \text{ mm} \times 250 \text{ mm}}{1200}$$

$$= 208,3333333 \text{ mm}^2$$

Kontrol jarak tulangan,

Syarat

$$1, \quad s \leq d/2$$

$$250 < 342,5 \text{ mm} \quad \mathbf{OK}$$

Syarat

$$2, \quad s \leq 600 \text{ mm}$$

$$250 < 600 \text{ mm} \quad \mathbf{OK}$$

Maka direncanakan tulangan geser **D16 - 250**

5.4.3.2 Penulangan Korbel

Dimensi & Data

Perencanaan

Tinggi

$$\text{korbel} \quad H1 = 1,05 \text{ m}$$

$$H2 = 1,55 \text{ m}$$

Lebar

$$\text{korbel} \quad L = 0,5 \text{ m}$$

Panjang korbel

$$B = 4,5 \text{ m}$$

| | | | | |
|-----------------------------|---------------|---|-------------|-----------------|
| Kuat tekan beton | f_c' | = | 35 | Mpa |
| Modulus elastis beton | E_c | = | 27805,57498 | MPa |
| Tegangan leleh baja > 12 mm | f_y | = | 400 | MPa |
| Tegangan leleh baja < 12 mm | f_y | = | 240 | MPa |
| Diameter tulangan pokok | \emptyset_p | = | 19 | mm |
| Luas tulangan pokok | A | = | 283,528737 | mm ² |
| Diameter tulangan bagi | \emptyset_s | = | 16 | mm |
| Luas tulangan bagi | A | = | 201,0619298 | mm ² |
| Diameter tulangan geser | \emptyset_v | = | 16 | mm |
| Luas tulangan geser | A_v | = | 201,0619298 | mm ² |
| Selimut beton | d' | = | 50 | mm |
| Tebal efektif beton | d | = | 423 | mm |

$$M_u = 118,9825458 \quad \text{kN.m}$$

$$\begin{aligned}
 M_n \text{ perlu} &= M_u / \emptyset \\
 &= 118,9825 \quad \text{kN.m} \quad : \quad 0,8 \\
 &= 148,7 \quad \text{kN.m} \\
 &= 148728182,2 \quad \text{N.mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\
 &= \frac{148728182,2 \quad \text{N.mm}}{1000 \text{ mm} \times 178929 \text{ mm}^2} \\
 &= 0,831 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \\
 &= \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \times 35 \text{ Mpa}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\
 &= 0,074 \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{22,35}{400}} \right) \\
 &= 0,0021
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\min} &= 1,4 / f_y \\
 &= 0,0035
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,75 \times \frac{0,85 f_c'}{f_y} \times \beta_1 \times \frac{600}{600 + f_y} \\
 &= 0,75 \times 0,074 \times 0,85 \times 0,6 \\
 &= 0,0284
 \end{aligned}$$

Tulangan Utama

Luas tulangan perlu,

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,0021 \times 1000 \text{ mm} \times 423 \text{ mm} \\
 &= 891,643456 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan pokok $D = 19 \text{ mm}$

Jarak antar tulangan

$$\begin{aligned}
 s_{\max} &= \frac{\text{As tulangan pasang}}{\text{As perlu}} \\
 &= \frac{283,5 \text{ mm}^2 \times 1000 \text{ mm}}{891,643456 \text{ mm}^2} \\
 &= 318 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka direncanakan tulangan pokok

D19 - 250

Tulangan Bagi

Luas tulangan bagi perlu

$$\begin{aligned}
 \text{As}' &= 20\% \text{ As pokok} \\
 &= 0,2 \times 891,643456 \text{ mm}^2 \\
 &= 178,3286912 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan

$$\text{bagi} \quad D = 16 \text{ mm}$$

Jarak antar
tulanagn

$$\begin{aligned}
 s_{\max} &= \frac{\text{As tulangan pasang}}{\text{As perlu}} \\
 &= \frac{201,1 \text{ mm}^2 \times 1000 \text{ mm}}{178,3 \text{ mm}^2} \\
 &= 1127 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka direncanakan tulangan bagi

D16 - 300

5.4.3.3 Penulangan Stopper

Dimensi & Data Perencanaan

| | | | |
|------------------|-------|-----|-----|
| Tinggi stopper | H = | 0,9 | m |
| Lebar stopper | L = | 0,5 | m |
| Panjang stopper | B = | 4,5 | m |
| Kuat tekan beton | fc' = | 35 | Mpa |

| | | | | |
|-----------------------------|---------------|---|-----------|-----------------|
| Modulus elastis beton | E_c | = | 27805,574 | MPa |
| Tegangan leleh baja > 12 mm | f_y | = | 400 | MPa |
| Tegangan leleh baja < 12 mm | f_y | = | 240 | MPa |
| Diameter tulangan pokok | \emptyset_p | = | 22 | mm |
| Luas tulangan pokok | A | = | 380,132 | mm ² |
| Diameter tulangan bagi | \emptyset_s | = | 16 | mm |
| Luas tulangan bagi | A | = | 201,062 | mm ² |
| Selimit beton | d' | = | 75 | mm |
| Tebal efektif beton | d | = | 395 | mm |

$$\begin{aligned}
 M_u &= 217,636525 \text{ kN.m} \\
 M_n \text{ perlu} &= \frac{M_u}{\emptyset} \\
 &= \frac{217,636525 \text{ kN.m}}{0,8} \\
 &= 272 \text{ kN.m} \\
 &= 272045656,3 \text{ N.mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\
 &= \frac{272045656,3 \text{ N.mm}}{1000 \text{ mm} \times 156025 \text{ mm}^2} \\
 &= 0,831 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \\
 &= \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \times 35 \text{ Mpa}}
 \end{aligned}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right)$$

$$= 0,074 \times 1 - \sqrt{1 - \frac{46,88}{400}}$$

$$= 0,0045$$

$$\begin{aligned} \rho \text{ min} &= 1,4 / f_y \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho \text{ max} &= 0,75 \times \frac{0,85 f_c'}{f_y} \times \beta_1 \times \frac{600}{600 + f_y} \\ &= 0,75 \times 0,074 \times 0,85 \times 0,6 \\ &= 0,0284 \end{aligned}$$

Tulangan Utama

Luas tulangan perlu,

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0045 \times 1000 \text{ mm} \times 395 \\ &= 1775,457555 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan pokok $D = 22 \text{ mm}$

Jarak antar tulangan

$$\begin{aligned} s \text{ max} &= \frac{A_s \text{ tulangan pasang}}{A_s \text{ perlu}} \\ &= \frac{380,1 \text{ mm}^2 \times 1000 \text{ mm}}{1775,457555 \text{ mm}^2} \\ &= 214,1 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka direncanakan tulangan pokok

D22 - 200

Tulangan Bagi

Luas tulangan bagi perlu

$$\begin{aligned}
 As' &= 20\% \text{ As pokok} \\
 &= 0,2 \times 1775,457555 \text{ mm}^2 \\
 &= 355,0915109 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan

$$\text{bagi} \quad D = 16 \text{ mm}$$

Jarak antar
tulanagn

$$\begin{aligned}
 s \text{ max} &= \frac{\text{As tulangan pasang}}{\text{As perlu}} \\
 &= \frac{201,1 \text{ mm}^2 \times 1000 \text{ mm}}{355,1 \text{ mm}^2} \\
 &= 566,2 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka direncanakan tulangan bagi

D16-250**5.4.3.4 Penulangan Pilecap****Dimensi & Data****Perencanaan**

| | | | |
|-----------------------------|------|-----------|-----------------|
| Tinggi pilecap | H = | 1,5 | m |
| Lebar pilecap | L = | 4 | m |
| Panjang pilecap | B = | 6 | m |
| Kuat tekan beton | fc' | 35 | Mpa |
| Modulus elastis beton | Ec = | 27805,574 | MPa |
| Tegangan leleh baja > 12 mm | fy = | 400 | MPa |
| Tegangan leleh baja < 12 mm | fy = | 240 | MPa |
| Diameter tulangan pokok | Øp = | 32 | mm |
| Luas tulangan pokok | A = | 804,247 | mm ² |
| Diameter tulangan bagi | Øs = | 16 | mm |
| Luas tulangan bagi | A = | 201,062 | mm ² |

| | | | |
|-------------------------|-----------------|---------|-----------------|
| Diameter tulangan geser | $\emptyset_v =$ | 16 | mm |
| Luas tulangan geser | $A_v =$ | 201,062 | mm ² |
| Selimit beton | $d' =$ | 75 | mm |
| Tebal efektif beton | $d =$ | 1385 | mm |

Tabel 5. 27. Tabel Reaksi Tiang Pilecap Abutment

| Reaksi Akibat | Jarak terhadap tengah Pilecap (m) | Momen (kN.m) | | |
|---------------|-----------------------------------|--------------|-----------|----------|
| | | Komb 1 | Komb 2 | Komb 3 |
| $\Sigma P1$ | 0,9 | 3268,753 | 1634,376 | 1634,376 |
| $\Sigma P2$ | 0,9 | 817,188 | 771,71502 | 665,610 |

$$M_u = 3268,75365 \text{ KN}$$

$$M_u/m = 3268,75365 : 6 \text{ m}$$

$$= 544,792 \text{ KN}$$

$$M_u = 544,792 \text{ kN.m}$$

$$M_n \text{ perlu} = M_u / \emptyset$$

$$= 544,792 \text{ kN.m} : 0,8$$

$$= 680,9 \text{ kN.m}$$

$$= 680990343,8 \text{ N.mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2}$$

$$= \frac{680990343,8 \text{ N.mm}}{1000 \text{ mm} \times 1918225 \text{ mm}^2}$$

$$= 0,831 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \times 35 \text{ Mpa}} \\
 \rho &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{f_y}} \right) \\
 &= 0,074 \times 1 - \sqrt{1 - \frac{9,54}{400}} \\
 &= 0,0009 \\
 \rho \text{ min} &= 1,4 / f_y \\
 &= 0,0035 \\
 \rho \text{ max} &= 0,75 \times \frac{0,85 f_c'}{f_y} \times \beta_1 \times \frac{600}{600 + f_y} \\
 &= 0,75 \times 0,074 \times 0,85 \times 0,6 \\
 &= 0,0284
 \end{aligned}$$

Tulangan Utama

Luas tulangan perlu,

$$\begin{aligned}
 \text{As} &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,0035 \times 1000 \text{ mm} \times 1385 \text{ mm} \\
 &= 4847,5 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan pokok $D = 32 \text{ mm}$

Jarak antar tulangan

$$s \text{ max} = \frac{\text{As tulangan pasang}}{\text{As perlu}}$$

$$= \frac{804,2 \text{ mm}^2 \times 1000 \text{ mm}}{4847,5 \text{ mm}^2}$$

$$= 165,9 \text{ mm}$$

Maka direncanakan tulangan pokok

D 32 - 150

$$V_u = 3631,9485 \text{ kN}$$

$$V_u \text{ per meter} = 3631,9485 \text{ kN} : 6 \text{ m}$$

$$= 605,32475 \text{ kN/m'}$$

$$= 605324,75 \text{ N}$$

$$V_c = \frac{\sqrt{f'c'}}{6} \times b \times d$$

$$= 0,986013297 \text{ Mpa} \times 1000 \text{ mm} \times 138 \text{ mm}$$

$$= 1365628,417 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,75 \times 1365628,417 \text{ N}$$

$$= 1024221,312 \text{ N}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi}$$

$$= \frac{605324,75 \text{ N} - 1024221,312 \text{ N}}{0,75}$$

$$= 558528,75 \text{ N}$$

Direncanakan tulangan geser 2 lengan,

maka

$$A_v = 402,1 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s \text{ perlu}}$$

$$= \frac{402,1 \text{ mm}^2 \times 400 \text{ Mpa} \times 1385 \text{ mm}}{558528,75 \text{ N}}$$

$$= -398,863296 \text{ mm}$$

Kontrol jarak tulangan,

Syarat

$$1, \quad s \leq d/2$$

$$200 < 692,5 \text{ mm} \quad \mathbf{OK}$$

Syarat

$$2, \quad s \leq 600 \text{ mm}$$

$$200 < 600 \text{ mm} \quad \mathbf{OK}$$

Maka direncanakan tulangan geser **D16 - 200**

5.4.3.5 Penulangan Plat Injak

Data Perencanaan

| | | | |
|-----------------------------|-------|-----------|-----------------|
| Tinggi pelat injak | H1 = | 0,3 | m |
| | H2 = | 0,3 | m |
| Lebar pelat injak | L = | 3 | m |
| Panjang pelat injak | B = | 4,5 | m |
| Kuat tekan beton | fc' = | 35 | Mpa |
| Modulus elastis beton | Ec = | 27805,574 | MPa |
| Tegangan leleh baja > 12 mm | fy = | 400 | MPa |
| Tegangan leleh baja < 12 mm | fy = | 240 | MPa |
| Diameter tulangan pokok | Øp = | 25 | mm |
| Luas tulangan pokok | A = | 490,873 | mm ² |
| Diameter tulangan bagi | Øs = | 16 | mm |
| Luas tulangan bagi | A = | 201,062 | mm ² |
| Selimit beton | d' = | 50 | mm |
| Tebal efektif beton | d = | 217 | mm |

$$Mu = 242,284 \text{ kN.m}$$

$$Mn \text{ perlu} = Mu / \phi$$

$$\begin{aligned}
 &= 242,284 \text{ kN.m} : 0,8 \\
 &= 302,9 \text{ kN.m} \\
 &= 302856031,3 \text{ N.mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\
 &= \frac{302856031,3 \text{ N.mm}}{1000 \text{ mm} \times 47089 \text{ mm}^2} \\
 &= 6,432 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \\
 &= \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \times 35 \text{ Mpa}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\
 &= 0,074 \times 1 - \sqrt{1 - \frac{172,9}{400}} \\
 &= 0,0183
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\min} &= 1,4 / f_y \\
 &= 0,0035
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \frac{0,85 f_c'}{f_y} \times \beta_1 \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,75 \times 0,074 \times 0,85 \times 0,6 \\
 &= 0,0284
 \end{aligned}$$

Tulangan Utama

Luas tulangan perlu,

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,0183 \times 1000 \text{ mm} \times 217 \text{ mm} \\
 &= 3979,817493 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan pokok $D = 25 \text{ mm}$

Jarak antar tulangan

$$\begin{aligned}
 s_{\max} &= \frac{A_s \text{ tulangan pasang}}{A_s \text{ perlu}} \\
 &= \frac{490,9 \text{ mm}^2 \times 1000 \text{ mm}}{3979,817493 \text{ mm}^2} \\
 &= 123,3 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka direncanakan tulangan pokok **D25 - 100**

Tulangan Bagi

Luas tulangan bagi perlu

$$\begin{aligned}
 A_s' &= 20\% A_s \text{ pokok} \\
 &= 0,2 \times 3979,817493 \text{ mm}^2 \\
 &= 795,9634986 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan bagi $D = 16 \text{ mm}$

Jarak antar
tulangan

$$\begin{aligned}
 s_{\max} &= \frac{A_s \text{ tulangan pasang}}{A_s \text{ perlu}} \\
 &= \frac{201,1 \text{ mm}^2 \times 1000 \text{ mm}}{796 \text{ mm}^2}
 \end{aligned}$$

$$= 252,6 \text{ mm}$$

Maka direncanakan tulangan bagi

D16 - 200

5.4.3.6 Penulangan Wingwall

Data Perencanaan

| | | | | |
|-----------------------------|-----|---|-----------|-----------------|
| Tebal wingwall | d | = | 0,3 | m |
| Kuat tekan beton | fc' | = | 35 | Mpa |
| Modulus elastis beton | Ec | = | 27805,575 | MPa |
| Tegangan leleh baja > 12 mm | fy | = | 400 | MPa |
| Tegangan leleh baja < 12 mm | fy | = | 240 | MPa |
| Diameter tulangan pokok | Øp | = | 22 | mm |
| Luas tulangan pokok | A | = | 380,133 | mm ² |
| Diameter tulangan bagi | Øs | = | 16 | mm |
| Luas tulangan bagi | A | = | 201,062 | mm ² |
| Selimut beton | d' | = | 75 | mm |
| Tebal efektif beton | d | = | 195 | mm |

Tabel 5. 28. Tabel Perhitungan Berat sendiri wingwall

| Bag | Vol | Berat | L | Fak | Mu |
|-------|----------------|-----------|-------|-----|-------------|
| | m ³ | kN | m | Beb | kN.m |
| 1 | 2,5575 | 58,234275 | 1,375 | 1,3 | 104,0937666 |
| 2 | 0,15 | 3,4155 | 0,333 | 1,3 | 1,48005 |
| 3 | 1,98 | 45,0846 | 2,35 | 1,3 | 137,733453 |
| 4 | 2,16 | 49,1832 | 0,9 | 1,3 | 57,544344 |
| Total | | | | | 300,8516136 |

Tabel 5. 29. Tabel Beban tekanan tanah pada wingwall

| Bag | Gaya | L | Fak | Mu |
|-----|------|---|-----|------|
| | kN | m | Beb | kN.m |

| | | | | |
|-------|-------------|-------|-------|-------------|
| P ta1 | 20,14828618 | 1,625 | 1,25 | 40,9262063 |
| P ta2 | 84,79070434 | 1,083 | 1,25 | 114,8207455 |
| | | | Total | 155,7469518 |

$$\begin{aligned}
 \text{Mu} &= 456,598 \quad \text{kN.m} \\
 \text{Mn perlu} &= \text{Mu} / \emptyset \\
 &= 456,598 \quad \text{kN.m} \quad : \quad 0,8 \\
 &= 570,7 \quad \text{kN.m} \\
 &= 570748206,6 \quad \text{N.mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rn} &= \frac{\text{Mn}}{b \times d^2} \\
 &= \frac{570748206,6 \text{ N.mm}}{1000 \text{ mm} \times 38025 \text{ mm}^2} \\
 &= 2,972 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \\
 &= \frac{400 \text{ Mpa}}{0,85 \times 35 \text{ Mpa}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times \text{Rn}}{f_y}} \right) \\
 &= 0,074 \times 1 - \sqrt{1 - \frac{79,25}{400}} \\
 &= 0,0078
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho \text{ min} &= 1,4 / f_y \\ &= 0,0035\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho \text{ max} &= 0,75 \times \frac{0,85 f_c'}{f_y} \times \beta_1 \times \frac{600}{600 + f_y} \\ &= 0,75 \times 0,074 \times 0,85 \times 0,6 \\ &= 0,0284\end{aligned}$$

Tulangan Utama

Luas tulangan
perlu,

$$\begin{aligned}\text{As} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0078 \times 5050 \text{ mm} \times 195 \text{ mm} \\ &= 7724,640171 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Direncanakan tulangan pokok D = 22 mm

Jarak antar tulangan

$$\begin{aligned}s \text{ max} &= \frac{\text{As tulangan pasang}}{\text{As perlu}} \\ &= \frac{380,1 \text{ mm}^2 \times 5050 \text{ mm}}{7724,640171 \text{ mm}^2} \\ &= 248,5 \text{ mm}\end{aligned}$$

Maka direncanakan tulangan pokok **D22 - 200**

Tulangan Bagi

Luas tulangan bagi perlu

$$\begin{aligned}\text{As}' &= 20\% \text{ As pokok} \\ &= 0,2 \times 7724,640171 \text{ mm}^2 \\ &= 1544,928034 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Direncanakan tulangan

bagi $D = 16 \text{ mm}$

Jarak antar

tulangan

$$\begin{aligned}
 s_{\max} &= \frac{\text{As tulangan pasang}}{\text{As perlu}} \\
 &= \frac{201,1 \text{ mm}^2 \times 5050 \text{ mm}}{1545 \text{ mm}^2} \\
 &= 658 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka direncanakan tulangan bagi

D16 - 250

5.5 Daya Dukung Pondasi

Daya dukung pondasi atau daya dukung ijin pondasi di analisa berdasarkan dua(2) kondisi. Kondisi yang dimaksud adalah kondisi kekuatan pondasi terhadap beban vertical dan kekuatan pondasi terhadap beban horizontal. Selain hal tersebut, daya dukung pondasi juga ditinjau dari kekuatan penampang bahan dan kekuatan daya dukung tanah.

5.5.1 Daya Dukung Vertikal

5.5.1.1 Kekuatan bahan

Kekuatan aksial pondasi berdasarkan kekuatan penampang bahannya dapat dihitung dengan persamaan 2-67 sebagaimana berikut.

$$P = A_p \cdot f_i$$

Direncanakan tiang yang digunakan adalah tiang pancang baja dengan diameter luar 609,6mm dan ketebalan ,5mm. direncanakan baja yang digunakan memiliki f_y 240.

$$A_p = \frac{1}{4} \pi D^2 - (D - 2 \cdot t)^2$$

$$A_p = \frac{1}{4} \pi 609,6^2 - (609,6 - 2 \cdot 9,5)^2$$

$$A_p = 0,0179m^2$$

Maka, kekuatan bahan da09,ri tiang pancang dengan D 609,6 mm dan tebal 9,5mm adalah

$$P = 0,0179m^2 \cdot 240 = 429,84 \text{ ton.}$$

5.5.1.2 Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah merupakan daya dukung pondasi yang berasal dari kuat tekan tanah tersebut. Daya dukung tanah ini digunakan sebagai batasan dimana bahan pondasi yang digunakan harus lebih besar dari daya dukung tanah yang ada. Dalam perhitungan daya dukung tanah sepenuhnya mengacu terhadap data parameter tanah yang ada dan diameter tiang rencana. Adapun perhitungan daya dukung tanah dapat dilakukan menggunakan persamaan 2-68 s.d 2.71.

Tabel 5. 30. Tabel Perhitungan Daya dukung tanah

| Depth (m) | N-SPT (blow/30cm) | Jenis Tanah C/S | Nb (Ton/m ²) | N (Ton/m ²) | Ap (m ²) | As (m ²) | qc (Ton) | qs (Ton) | Q ult (Ton) | Q ijin (Ton) | | Q ijin Cabut (Ton) | |
|-----------|-------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------|----------|-------------|--------------|----------|--------------------|----------|
| | | | | | | | | | | SF= 3 | SF= 2 | SF= 5 | SF= 2,5 |
| 0 | 0 | c | 0 | 0 | 0,0271 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| - 2 | 0 | c | 0 | 0 | 0,0271 | 3,8302 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| - 4 | 0 | c | 0 | 0 | 0,0271 | 7,6605 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| - 6 | 0 | c | 0 | 0 | 0,0271 | 11,4907 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| - 8 | 6 | c | 120 | 6 | 0,0271 | 15,3209 | 3,2530 | 91,9255 | 95,1786 | 31,7262 | 47,5893 | 18,3851 | 36,7702 |
| - 10 | 8 | c | 160 | 8 | 0,0271 | 19,1511 | 4,3374 | 153,2092 | 157,5466 | 52,5155 | 78,7733 | 30,6418 | 61,2837 |
| - 12 | 4 | c | 80 | 4 | 0,0271 | 22,9814 | 2,1687 | 91,9255 | 94,0942 | 31,3647 | 47,0471 | 18,3851 | 36,7702 |
| - 14 | 3 | c | 60 | 3 | 0,0271 | 26,8116 | 1,6265 | 80,4348 | 82,0613 | 27,3538 | 41,0307 | 16,0870 | 32,1739 |
| - 16 | 3 | c | 60 | 3 | 0,0271 | 30,6418 | 1,6265 | 91,9255 | 93,5520 | 31,1840 | 46,7760 | 18,3851 | 36,7702 |
| - 18 | 4 | c | 80 | 4 | 0,0271 | 34,4721 | 2,1687 | 137,8883 | 140,0570 | 46,6857 | 70,0285 | 27,5777 | 55,1553 |
| - 20 | 19 | s | 760 | 3,8 | 0,0271 | 38,3023 | 20,6026 | 145,5487 | 166,1513 | 55,3838 | 83,0757 | 29,1097 | 58,2195 |
| - 22 | 23 | s | 920 | 4,6 | 0,0271 | 42,1325 | 24,9400 | 193,8096 | 218,7496 | 72,9165 | 109,3748 | 38,7619 | 77,5239 |
| - 24 | 18 | s | 720 | 3,6 | 0,0271 | 45,9628 | 19,5182 | 165,4659 | 184,9842 | 61,6614 | 92,4921 | 33,0932 | 66,1864 |
| - 26 | 20 | s | 800 | 4 | 0,0271 | 49,7930 | 21,6869 | 199,1719 | 220,8589 | 73,6196 | 110,4294 | 39,8344 | 79,6688 |
| - 28 | 40 | s | 1600 | 8 | 0,0271 | 53,6232 | 43,3738 | 428,9857 | 472,3596 | 157,4532 | 236,1798 | 85,7971 | 171,5943 |
| - 30 | 50 | s | 1600 | 10 | 0,0271 | 57,4534 | 43,3738 | 574,5345 | 617,9083 | 205,9694 | 308,9541 | 114,9069 | 229,8138 |
| - 32 | 51 | s | 1600 | 10 | 0,0271 | 61,2837 | 43,3738 | 612,8368 | 656,2106 | 218,7369 | 328,1053 | 122,5674 | 245,1347 |
| - 34 | 51 | s | 1600 | 10 | 0,0271 | 65,1139 | 43,3738 | 651,1391 | 694,5129 | 231,5043 | 347,2564 | 130,2278 | 260,4556 |
| - 36 | 51 | s | 1600 | 10 | 0,0271 | 68,9441 | 43,3738 | 689,4414 | 732,8152 | 244,2717 | 366,4076 | 137,8883 | 275,7765 |
| - 38 | 53 | s | 1600 | 10 | 0,0271 | 72,7744 | 43,3738 | 727,7437 | 771,1175 | 257,0392 | 385,5587 | 145,5487 | 291,0975 |

Melihat hasil perhitungan daya dukung tanah dan kekuatan bahan yang tersedia. Pondasi tiang pancang dapat direncanakan hingga kedalaman 28 meter.

Tiang Diameter 1422 mm

| | |
|-----------------------------------|--|
| Diameter tiang | = 0,6096 m |
| Teg. leleh baja BJ39 (σ) | = 2400 kg/cm ² |
| Teg. Aksial ijin | = 2600 kg/cm ² |
| Luas permukaan ujung | = $\frac{1}{4} \pi 0,609^2$ = 0,0271 m ² |
| DD ujung tiang (Qp) | = 236,18 ton (tekan) |
| DD selimut tiang (Qs) | = 171,5943ton (tarik) |

- **Modulus Section Tiang Baja**

$$W = \frac{\pi (D^4 - (D - 2t)^4)}{32 \times D} = \frac{3.14 \times (60,96^4 - (60,96 - 2,9)^4)}{32 \times 60,96}$$

$$= 3937,497663 \text{ cm}^3$$

- **Momen Ultimate pada Tiang**

$$\begin{aligned} Mu &= \sigma \times W \\ &= 2400 \times 3937,497663 \\ &= 9449994,392 \text{ kg-cm} \\ &= 94,50 \text{ ton-m} \end{aligned}$$

$$Mu = 94,50 \text{ ton-m} > M_{\text{aktual}} = 22,413 \text{ ton-m(SAP) OK}$$

5.5.2 Daya Dukung Horisontal

Daya dukung horizontal tiang maksudnya adalah kemampuan tiang dalam menahan beban horizontal yang terjadi. Daya dukung mendatar yang diijikan terjadi adalah sebagai berikut.

$$Ha = \frac{kh \times D}{\beta} \times \delta a$$

Dimana :

$$\begin{aligned} kh &= 0,5517 \text{ kg/cm}^3 \\ \delta a &= 1 \text{ cm} \\ \beta &= \sqrt{\frac{kh \cdot D}{4 E I}} = 0,00240295 \\ 1/\beta &= 0,240295 \text{ cm} \end{aligned}$$

Sehingga, Daya Dukung Horizontal Tiang:

$$Ha = \frac{0,5517 \times 60,96}{0,00240295} \times 1 = 13,995 \text{ ton}$$

- **Kontrol terhadap Kekuatan Bahan**

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{P}{A} \pm \frac{M}{W} \\ \sigma &= \frac{236179,78}{2917,16} \pm \frac{2079016,00}{3937,497663} \end{aligned}$$

$$\sigma = 608,9667345 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \quad \mathbf{OK}$$

$$\sigma = -447,0420191 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \quad \mathbf{OK}$$

- **Kontrol terhadap Tekuk**

$$P_{cr} = \frac{\pi \times E \times I}{(e + Zf)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{3,14 \times 2100000 \times 120075,80}{(1225 + 416,2)^2}$$

P_{cr} harus lebih besar dari gaya aksial tekan aktual struktur.

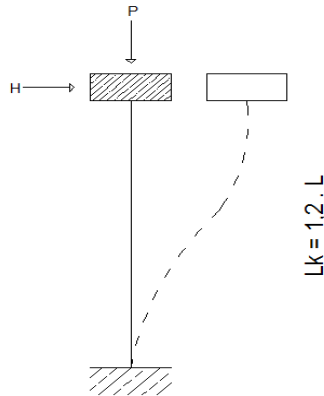
$$P_{cr} = 293,97 \text{ ton} > 236,18 \text{ ton} \quad \mathbf{OK}$$

- **Kontrol Kelangsingan**

$$Lk = 1,2L \rightarrow L = (e + Zf)$$

$$= 1,2 (16,412)$$

$$Lk = 19,694 \text{ m}$$



Gambar 5.27. Asumsi Panjang Tekuk Tiang

$$\begin{aligned}
 i &= \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{120075,80}{271,09}} \\
 &= 21,046 \text{ cm} \\
 &= 0,210 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{Lk}{i} = 93,57$$

Angka kelangsingan batas (λ_g) dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$\lambda_g = \sqrt{\frac{E}{0,7 \times f_c'}} \times \pi$$

$$\begin{aligned}
 \lambda_g &= \sqrt{\frac{2100000}{245}} \times 3,14 \\
 &= 290,71 > \lambda = 93,57 \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

$$\lambda_s = \lambda / \lambda_g = 0,32 \text{ kolom sedang}$$

Dengan nilai $0,183 < \lambda_s < 1$, maka nilai ω dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\omega &= 1.41 / (1.593 - \lambda_s) \\ &= 1,109262\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_{\text{tekan ijin (beban tetap)}} &= (\sigma_{\text{Aksial ijin}} \times A) / \omega \\ &= (1600 \times 271,09) / 0,932923375 \\ &= 464,923 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$P_{\text{tekan ijin}} = 464,923 > P_{\text{tekan terjadi}} = 179,96\text{ton} \quad \mathbf{OK}$$

$$\begin{aligned}P_{\text{tekan ijin (beban sementara)}} &= (\sigma_{\text{Aksial ijin}} \times A) / \omega \\ &= (2080 \times 271,09) / 0,932923375 \\ &= 604,401 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$P_{\text{tekan ijin}} = 604,401 > P_{\text{tekan terjadi}} = 179,96\text{ton}$$

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa yang telah dilakukan terhadap tugas akhir ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

6.1.1 Plat

Penulangan pada plat didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 6. 1. Tabel hasil perhitungan Tulangan pada Plat

| tipe plat | Tulangan | As pasang | Predikat |
|-----------------|----------|-----------|----------|
| Plat Trestel | D19-250 | 1134.571 | OK |
| | D19-250 | 1134.571 | OK |
| | D16-250 | 804.571 | OK |
| | D16-250 | 804.571 | OK |
| Plat Dermaga | D19-150 | 1890.952 | OK |
| | D19-150 | 1890.952 | OK |
| | D22-150 | 2535.238 | OK |
| | D22-150 | 2535.238 | OK |

6.1.2 Balok

Penulangan balok didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 6. 2. Table perhitungan penulangan pada balok Loading Platform

| | Loading Platform | | | | | | | |
|------------------|------------------|------------|-----------------|----------|------------|-----------|------------------|-----------|
| | Balok Memanjang | | Balok Melintang | | Balok Anak | | Balok Kantilever | |
| | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan |
| Tulangan Lentur | 8 D 19 | 10 D 19 | 6 D 19 | 6 D 19 | 4 D 19 | 4 D 19 | 6 D 19 | 6 D 19 |
| Tulangan Rangkap | 4 D 19 | 5 D 19 | 3 D 19 | 3 D 19 | 2 D 19 | 2 D 19 | 3 D 19 | 3 D 19 |
| Tulangan Torsi | 10 D 19 | 10 D 19 | 8 D 19 | 8 D 19 | 6 D 19 | 6 D 19 | 8 D 19 | 8 D 19 |
| Tulangan Geser | 4D16 - 100 | 4D16 - 200 | D16-150 | D16-150 | D16 - 200 | D16 - 300 | D16 - 200 | D16 - 300 |

Tabel 6. 3. Tabel Penulangan pada balok Trestel

| | Trestel | | | | | |
|------------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|------------------|-----------|
| | Balok Memanjang | | Balok Melintang | | Balok Kantilever | |
| | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan | Tumpuan | Lapangan |
| Tulangan Lentur | 8 D 19 | 8 D 19 | 6 D 19 | 6 D 19 | 5 D 19 | 5 D 19 |
| Tulangan Rangkap | 4 D 19 | 4 D 19 | 3 D 19 | 3 D 19 | 3 D 19 | 3 D 19 |
| Tulangan Torsi | 10 D 19 | 10 D 19 | 4 D 19 | 4 D 19 | 4 D 19 | 4 D 19 |
| Tulangan Geser | D16 - 200 | D16 - 300 | D16 - 200 | D16 - 300 | D16 - 200 | D16 - 300 |

6.1.3 Poer

Poer pada loading platform dengan dimensi 1200 x 1200 x 1000 didapatkan hasil perhitungan tulangan arah x dan arah y sebesar D25-100.

Sedangkan poer pada trestle dengan dimensi 1200 x 1200 x 700 didapatkan hasil perhitungan tulangan arah x dan arah y sebesar D 22 - 200

6.1.4 Dolphin

Dolphin dengan dimensi 5500 x 4000 x 1500 untuk berthing dolphin dan dimensi 4000 x 4000 x 1500 untuk mooring dolphin didapatkan hasil perhitungan tulangan arah x dan arah y sebesar D29-100

6.1.5 Abutment

Desain abutment yang direncanakan menghasilkan penulangan pada abutment sebagai berikut

Tabel 6. 4. Tabel Hasil Penulangan Abutment

| No. | Type segmen | Tulangan Utama | Tulangan Bagi |
|-----|-------------|----------------|---------------|
| 1 | Breast Wall | D 32 - 100 | D 16 - 250 |
| 2 | Korbel | D 19 - 250 | D 16 - 300 |
| 3 | Stopper | D 22 - 200 | D 16 - 250 |
| 4 | Pilecap | D 32 - 150 | D 16 - 100 |
| 5 | Plat Injak | D 25 - 100 | D 16 - 100 |
| 6 | Wingwall | D 22 - 100 | D 16 - 250 |

6.1.6 Pondasi

Desain pondasi direncanakan sedemikian rupa dengan pondasi tiang pancang baja. Dengan hasil adalah tiang pancang

baja diameter 609,6mm dengan ketebalan 14,5mm untuk loading platform, dolphin dan abutmen, dan tiang pancang baja diameter 406,4 dengan tebal 6,5mm untuk trestle. Tiang pancang di desain pada kedalaman 28 meter dibawah *seabath*.

6.2 Saran

Perlu dilakukan studi lebih lanjut dan mendalam untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dengan mempertimbangkan aspek teknis, nilai ekonomis dan estetika, sehingga hasil dari perbandingan yang telah dilakukan akan menjadi semakin lengkap. Tanpa mengurangi aspek teknis (kekuatan), nilai ekonomis dapat ditekan dengan memperhatikan presentase antara luas penampang beton dengan luas penampang tulangan terpasang ($\rho_{maks} > \rho > \rho_{min}$). Apabila syarat prosentase belum dipenuhi maka perlu adanya perbaikan pada saat *preliminary design*.

Halaman Ini Sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Bridge Manual System (BMS)*. (1992). Direktorat Umum Jalan Raya Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- BSNI. (2002). *SNI 03 - 2847 - 2002, Tata cara Perhitungan struktur beton bangunan gedung*.
- BSNI. (2013). *RSNI 2833 - 2013, Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa*.
- Communications, D. G. (1984). *Standart Design and Criteria for Port in Indonesia*. maritim sector development programme directorate general of sea communications.
- Institute, P. a. (2009). *Technical Standards for Ports and Harbours Facilities in Japan*. Tokyo: The Overseas Coastal Area Development Institute (OCDI) of Japan.
- Triatmojo, B. (2009). *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset.

LAMPIRAN

BORING PROFILE



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

| DEPTH | SPT | N-SPT | CURVE | | | | | | KIND OF TEST | NO. SAMPLE | BOR PROFILE | DESCRIPTION |
|-------|----------|----------|---------|----|----|----|----|----|--------------|-----------------|--|---|
| | | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | | | | |
| 0.00 | | | | | | | | | | | | Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat lunak |
| 1.00 | | | | | | | | | | | | |
| 2.00 | 1 45 | 0 | | | | | | | X | SPT 1 | | |
| 3.00 | | | | | | | | | | | | |
| 4.00 | 1 45 | 0 | | | | | | | X | SPT 2 | | |
| 5.00 | | | | | | | | | | | | |
| 6.00 | 1 45 | 0 | | | | | | | X | UDS 1 SPT 3 | | |
| 7.00 | | | | | | | | | | | | |
| 7.80 | | | | | | | | | | | | |
| 8.00 | 2 15 | 3 15 | 3 15 | 6 | | | | | X | SPT 4 | | Lempung plastisitas sedang (CL), coklat keabu-abuan kemerahan, sedang |
| 9.00 | | | | | | | | | | | | |
| 10.00 | 2 15 | 4 15 | 4 15 | 8 | | | | | X | UDS 2 SPT 5 | | |
| 10.80 | | | | | | | | | | | | |
| 11.00 | | | | | | | | | | | | |
| 12.00 | 1 15 | 2 15 | 2 15 | 4 | | | | | X | SPT 6 | Lempung plastisitas sedang (CL), abu-abu, lunak | |
| 12.45 | | | | | | | | | | | | |
| 13.00 | | | | | | | | | | | | |
| 14.00 | 1 15 | 1 15 | 2 15 | 3 | | | | | X | SPT 7 | Lempung plastisitas sedang (CL), abu-abu kecoklatan, lunak | |
| 14.45 | | | | | | | | | | | | |
| 15.00 | | | | | | | | | | | | |
| 16.00 | 1 15 | 1 15 | 2 15 | 3 | | | | | X | UDS 3 SPT 8 | Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, lunak | |
| 17.00 | | | | | | | | | | | | |
| 18.00 | 1 15 | 2 15 | 2 15 | 4 | | | | | X | SPT 9 | | |
| 18.45 | | | | | | | | | | | | |
| 19.00 | | | | | | | | | | | | |
| 20.00 | 16 15 | 10 15 | 9 15 | 19 | | | | | X | UDS 4 SPT 10 | Lanau berpasir plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat kaku | |
| 20.45 | | | | | | | | | | | | |

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

BORING PROFILE



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

| DEPTH | SPT | N-SPT | CURVE | KIND OF TEST | NO. SAMPLE | BOR PROFILE | DESCRIPTION |
|-------|----------------------|-------|-------|--------------|------------|-------------|--|
| | | | | | | | |
| 20.00 | | | | | | | Lanau berpasir plastisitas sedang (ML), abu-abu, sangat kaku |
| 21.00 | | | | | | | Pasir halus, putih, medium |
| 22.00 | 13 11 12 15 15 15 | 23 | | X | SPT 11 | | |
| 23.00 | | | | | | | |
| 24.00 | 4 8 10 15 15 15 | 18 | | X | SPT 12 | | |
| 25.00 | | | | | | | Pasir halus, putih kecoklatan, medium |
| 26.00 | 5 8 12 15 15 15 | 20 | | X | SPT 13 | | |
| 27.00 | | | | | | | Pasir halus, putih kecoklatan, padat |
| 28.00 | 8 17 23 15 15 15 | 40 | | X | SPT 14 | | |
| 29.00 | | | | | | | Pasir halus, putih keabu-abuan, sangat padat |
| 30.00 | 6 22 28 15 15 15 | 50 | | X | SPT 15 | | |
| 31.00 | | | | | | | |
| 32.00 | 12 23 28 15 15 15 | 51 | | X | SPT 16 | | |
| 33.00 | | | | | | | |
| 34.00 | 10 24 27 15 15 15 | 51 | | X | SPT 17 | | |
| 35.00 | | | | | | | |
| 36.00 | 11 29 22 15 15 8 | 51 | | X | SPT 18 | | |
| 37.00 | | | | | | | |
| 38.00 | 12 25 28 15 15 10 | 53 | | X | SPT 19 | | |
| 39.00 | | | | | | | END OF THIS BORING |
| 40.00 | | | | | | | |

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

BORING PROFILE



| | | | | |
|-------------|---|------------|---|--------------------------------------|
| Project | Penyelidikan Tanah Zona Perkantoran dan Zona Curah Cair | Coordinate | | BORING NO. BH-2 |
| Location | Pelabuhan Pulang Pisau - Kalimantan Tengah | X | - | |
| Date | December 9 - 14, 2014 | Y | - | |
| Total Depth | 50.41 m | Z | - | |
| GWL | - 1.20 m | | | |

| DEPTH | SPT | N-SPT | CURVE | | | | | | KIND OF TEST | NO. SAMPLE | BOR PROFILE | DESCRIPTION |
|-------|----------|-------|-------|----|----|----|----|----|--------------|------------|---|--|
| | | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | | | | |
| 0.00 | | | | | | | | | | | | Lempung, kuning kecoklatan, sangat lunak |
| 1.00 | | | | | | | | | | | | Lanau plastisitas tinggi (MH), abu-abu, sangat lunak |
| 1.85 | 1 | 0 | | | | | | | X | SPT 1 | | |
| 2.00 | 45 | | | | | | | | | | | |
| 3.00 | | | | | | | | | | | | |
| 4.00 | 1 | 0 | | | | | | | ■ | UDS 1 | | |
| 4.50 | 45 | | | | | | | | X | SPT 2 | | |
| 5.00 | | | | | | | | | | | | |
| 6.00 | 1 | 0 | | | | | | | X | SPT 3 | | |
| 6.50 | 45 | | | | | | | | | | | |
| 7.00 | | | | | | | | | | | | |
| 8.00 | 1 | 0 | | | | | | | ■ | UDS 2 | | |
| 8.50 | 45 | | | | | | | | X | SPT 4 | | |
| 9.00 | | | | | | | | | | | | |
| 10.00 | 1 | 0 | | | | | | | X | SPT 5 | | |
| 10.50 | 45 | | | | | | | | | | | |
| 11.00 | | | | | | | | | | | | |
| 12.00 | 1 | 0 | | | | | | | X | SPT 6 | | |
| 12.50 | 45 | | | | | | | | | | | |
| 13.00 | | | | | | | | | | | | |
| 14.00 | 1 2 3 | 5 | | | | | | | ■ | UDS 3 | Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, sedang | |
| 14.50 | 15 15 15 | | | | | | | | X | SPT 7 | | |
| 15.00 | | | | | | | | | | | Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu, kaku | |
| 16.00 | 2 6 8 | 14 | | | | | | | | | | |
| 16.45 | 15 15 15 | | | | | | | | X | SPT 8 | | |
| 17.00 | | | | | | | | | | | Lanau plastisitas sedang (ML), coklat keabu-abuan, sedang | |
| 18.00 | 2 2 3 | 5 | | | | | | | ■ | UDS 4 | | |
| 18.45 | 15 15 15 | | | | | | | | X | SPT 9 | | |
| 19.00 | | | | | | | | | | | Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu kecoklatan, sedang | |
| 20.00 | 1 3 5 | 8 | | | | | | | | | | |
| 20.50 | 15 15 15 | | | | | | | | X | SPT 10 | | |

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

BORING PROFILE



| | | | | |
|-------------|---|------------|---|--------------------------------------|
| Project | Penyelidikan Tanah Zona Perkantoran dan Zona Curah Cair | Coordinate | | BORING NO. BH-2 |
| Location | Pelabuhan Pulang Pisau - Kalimantan Tengah | X | - | |
| Date | December 9 - 14, 2014 | Y | - | |
| Total Depth | 50.41 m | Z | - | |
| GWL | - 1.20 m | | | |

| DEPTH | SPT | | | N-SPT | CURVE | KIND OF TEST | NO. SAMPLE | BOR PROFILE | DESCRIPTION |
|-------|----------|----------|----------|-------|-------|--------------|------------|-------------|--|
| | 1 | 2 | 3 | | | | | | |
| 20.00 | | | | | | | | | Lanau plastisitas sedang (ML), abu-abu kecoklatan, sedang |
| 21.00 | | | | | | | | | |
| 22.00 | 2 15 | 3 15 | 4 15 | 7 | | | | | Organik, hitam, sedang Pasir halus, putih kecoklatan, padat |
| 23.00 | | | | | | X | SPT 11 | | |
| 23.20 | | | | | | | | | |
| 23.70 | | | | | | | | | |
| 24.00 | 21 15 | 32 15 | 19 12 | 51 | | | | | Pasir halus, putih kecoklatan, padat |
| 25.00 | | | | | | X | SPT 12 | | |
| 26.00 | 14 15 | 32 15 | 17 15 | 49 | | | | | Pasir kasar, putih kecoklatan, sangat padat |
| 27.00 | | | | | | X | SPT 13 | | |
| 28.00 | 14 15 | 19 15 | 23 15 | 42 | | | | | Pasir halus, putih keabu-abuan, medium |
| 29.00 | | | | | | X | SPT 14 | | |
| 30.00 | 7 15 | 16 15 | 21 15 | 37 | | | | | Pasir halus, putih keabu-abuan, medium |
| 31.00 | | | | | | X | SPT 15 | | |
| 32.00 | 16 15 | 23 15 | 28 14 | 51 | | | | | Pasir halus, putih keabu-abuan, medium |
| 33.00 | | | | | | X | SPT 16 | | |
| 34.00 | 26 15 | 32 15 | 20 7 | 52 | | | | | Pasir halus, putih keabu-abuan, medium |
| 35.00 | | | | | | X | SPT 17 | | |
| 36.00 | 8 15 | 11 15 | 14 15 | 25 | | | | | Pasir halus, putih keabu-abuan, medium |
| 37.00 | | | | | | X | SPT 18 | | |
| 38.00 | 10 15 | 12 15 | 16 15 | 28 | | | | | Pasir halus, putih keabu-abuan, medium |
| 39.00 | | | | | | X | SPT 19 | | |
| 40.00 | | | | | | | | | |

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

BORING PROFILE



| | | | | |
|-------------|---|------------|---|--------------------------------------|
| Project | Penyelidikan Tanah Zona Perkantoran dan Zona Curah Cair | Coordinate | | BORING NO. BH-2 |
| Location | Pelabuhan Pulang Pisau - Kalimantan Tengah | X | - | |
| Date | December 9 - 14, 2014 | Y | - | |
| Total Depth | 50.41 m | Z | - | |
| GWL | - 1.20 m | | | |

| DEPTH | SPT | N-SPT | CURVE | KIND OF TEST | NO. SAMPLE | BOR PROFILE | DESCRIPTION |
|-------|---|-------|-------|--------------|------------|-------------|--|
| | | | | | | | |
| 40.00 | | | | | | | Pasir halus, putih keabu-abuan, padat |
| 41.00 | | | | | | | |
| 42.00 | <u>9</u> 18 <u>24</u> 15 15 15 | 42 | | X | SPT 20 | | |
| 43.00 | | | | | | | |
| 44.00 | <u>10</u> 18 <u>24</u> 15 15 15 | 42 | | X | SPT 21 | | |
| 45.00 | | | | | | | |
| 45.70 | | | | | | | |
| 46.00 | <u>4</u> <u>5</u> <u>17</u> 15 15 15 | 22 | | X | SPT 22 | | Lempung kepasiran, abu-abu, sangat kaku |
| 46.70 | | | | | | | |
| 47.00 | | | | | | | Pasir halus, putih keabu-abuan, sangat padat |
| 48.00 | <u>13</u> <u>25</u> <u>26</u> 15 15 10 | 51 | | X | SPT 23 | | |
| 49.00 | | | | | | | |
| 50.00 | <u>14</u> <u>27</u> <u>25</u> 15 15 11 | 52 | | X | SPT 24 | | |
| 50.41 | | | | | | | |
| 51.00 | | | | | | | END OF THIS BORING |
| 52.00 | | | | | | | |
| 53.00 | | | | | | | |
| 54.00 | | | | | | | |
| 55.00 | | | | | | | |
| 56.00 | | | | | | | |
| 57.00 | | | | | | | |
| 58.00 | | | | | | | |
| 59.00 | | | | | | | |
| 60.00 | | | | | | | |

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



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
 Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
 Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
 Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2006

| TGL | Januari | | Februari | | Maret | | April | | Mei | | Juni | | Juli | | Agustus | | September | | Oktober | | November | | Desember | |
|-----|---------|------|----------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|---------|------|-----------|------|---------|------|----------|------|----------|------|
| | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. |
| 1 | 232 | 1.7 | 1 | 1.7 | 33 | 1.9 | 318 | 1.8 | 236 | 1.0 | 88 | 1.5 | 135 | 2.0 | 144 | 2.6 | 166.03 | 2.7 | 184 | 3.6 | 108 | 1.8 | 240 | 0.7 |
| 2 | 265 | 1.6 | 348 | 1.4 | 52 | 1.8 | 3 | 1.6 | 109 | 1.2 | 237 | 0.9 | 148 | 2.0 | 140 | 1.6 | 175 | 2.5 | 162 | 3.8 | 99 | 1.0 | 226 | 1.0 |
| 3 | 220 | 1.4 | 44 | 2.1 | 92 | 2.8 | 292 | 1.1 | 321 | 1.7 | 107 | 1.2 | 163 | 1.4 | 122 | 2.6 | 149 | 2.4 | 155 | 4.3 | 145 | 1.7 | 199 | 1.2 |
| 4 | 226 | 1.3 | 4 | 0.7 | 355 | 2.0 | 243 | 1.2 | 29 | 1.4 | 127 | 1.9 | 166 | 1.4 | 137 | 2.5 | 144 | 2.7 | 154 | 3.6 | 139 | 3.3 | 30 | 1.6 |
| 5 | 224 | 0.9 | 66 | 1.1 | 189 | 1.5 | 277 | 1.0 | 69 | 0.9 | 100 | 2.0 | 172 | 1.8 | 134 | 2.5 | 153 | 3.0 | 138 | 4.3 | 103 | 2.2 | 161 | 1.5 |
| 6 | 9 | 1.3 | 66 | 0.8 | 350 | 2.1 | 15 | 0.8 | 345 | 0.8 | 84 | 2.0 | 172 | 2.2 | 145 | 2.0 | 154 | 2.7 | 147 | 3.9 | 324 | 1.1 | 43 | 1.2 |
| 7 | 208 | 1.2 | 47 | 1.0 | 212 | 1.6 | 186 | 1.0 | 63 | 1.1 | 110 | 1.5 | 157 | 2.0 | 150 | 1.8 | 125 | 2.8 | 157 | 3.6 | 187 | 1.0 | 349 | 0.7 |
| 8 | 354 | 1.5 | 38 | 1.1 | 171 | 1.5 | 332 | 0.9 | 34 | 1.3 | 146 | 1.7 | 146 | 2.1 | 140 | 2.5 | 169 | 1.8 | 120 | 1.8 | 124 | 1.5 | 357 | 1.0 |
| 9 | 112 | 1.3 | 122 | 1.4 | 233 | 1.3 | 71 | 1.7 | 317 | 1.0 | 160 | 1.4 | 133 | 2.4 | 141 | 2.5 | 141 | 2.0 | 160 | 2.7 | 54 | 1.3 | 2 | 1.4 |
| 10 | 63 | 2.0 | 82 | 1.2 | 176 | 1.3 | 23 | 1.6 | 178 | 1.0 | 108 | 1.7 | 154 | 2.6 | 183 | 2.2 | 157 | 3.0 | 155 | 3.7 | 83 | 0.9 | 182 | 1.3 |
| 11 | 103 | 1.8 | 16 | 1.1 | 314 | 1.5 | 16 | 0.9 | 182 | 1.4 | 134 | 1.2 | 170 | 2.4 | 177 | 3.3 | 148 | 2.9 | 160 | 3.5 | 290 | 0.6 | 151 | 1.3 |
| 12 | 297 | 1.4 | 328 | 1.7 | 193 | 1.1 | 88 | 1.2 | 142 | 1.4 | 154 | 1.0 | 120 | 2.1 | 158 | 2.8 | 152 | 2.7 | 152 | 3.9 | 173 | 1.2 | 67 | 1.0 |
| 13 | 274 | 1.5 | 30 | 1.7 | 174 | 1.2 | 85 | 1.3 | 143 | 1.3 | 148 | 1.3 | 155 | 1.7 | 169 | 2.1 | 140 | 1.9 | 165 | 3.4 | 55 | 1.8 | 85 | 1.1 |
| 14 | 276 | 1.4 | 77 | 1.2 | 316 | 1.5 | 22 | 0.5 | 148 | 2.0 | 108 | 1.3 | 145 | 2.2 | 156 | 2.2 | 288 | 1.1 | 142 | 1.9 | 73 | 1.8 | 93 | 1.1 |
| 15 | 332 | 1.5 | 304 | 1.4 | 39 | 1.2 | 24 | 1.0 | 128 | 1.8 | 175 | 1.3 | 130 | 2.6 | 173 | 2.3 | 202 | 1.5 | 164 | 2.3 | 8 | 1.5 | 119 | 1.3 |
| 16 | 274 | 1.5 | 349 | 1.0 | 44 | 1.6 | 4 | 1.5 | 92 | 1.6 | 221 | 1.6 | 141 | 1.6 | 131 | 2.1 | 174 | 1.4 | 158 | 1.9 | 90 | 2.3 | 254 | 1.1 |
| 17 | 315 | 2.5 | 334 | 0.8 | 138 | 0.8 | 27 | 2.0 | 119 | 1.4 | 120 | 1.5 | 155 | 1.3 | 156 | 1.9 | 147 | 2.3 | 305 | 0.7 | 106 | 3.1 | 12 | 0.5 |
| 18 | 274 | 2.8 | 268 | 1.1 | 23 | 2.5 | 327 | 1.4 | 126 | 1.9 | 136 | 1.6 | 157 | 0.8 | 92 | 1.2 | 155 | 2.6 | 146 | 2.7 | 71 | 2.4 | 171 | 1.1 |
| 19 | 279 | 1.8 | 243 | 1.3 | 19 | 1.5 | 50 | 1.4 | 132 | 1.1 | 172 | 1.5 | 212 | 0.7 | 139 | 2.4 | 139 | 2.2 | 153 | 3.1 | 78 | 2.3 | 248 | 1.4 |
| 20 | 287 | 1.9 | 324 | 1.4 | 349 | 1.2 | 22 | 1.6 | 85 | 0.9 | 126 | 1.7 | 165 | 0.7 | 144 | 2.5 | 163 | 2.2 | 140 | 3.6 | 85 | 2.0 | 38 | 1.4 |
| 21 | 108 | 1.1 | 281 | 1.6 | 29 | 1.5 | 43 | 0.6 | 309 | 2.1 | 198 | 1.7 | 141 | 2.2 | 141 | 2.6 | 118 | 1.2 | 116 | 1.9 | 88 | 1.7 | 235 | 1.0 |
| 22 | 241 | 1.6 | 97 | 1.4 | 253 | 1.0 | 353 | 1.4 | 309 | 1.7 | 132 | 1.3 | 144 | 2.4 | 176 | 1.3 | 161 | 2.2 | 122 | 1.7 | 83 | 1.5 | 201 | 1.1 |
| 23 | 229 | 1.4 | 61 | 1.1 | 38 | 1.1 | 123 | 1.0 | 331 | 1.2 | 135 | 1.1 | 147 | 1.8 | 143 | 1.8 | 183 | 3.1 | 76 | 1.5 | 334 | 1.0 | 38 | 1.0 |
| 24 | 284 | 0.9 | 63 | 1.4 | 149 | 1.4 | 216 | 0.8 | 10 | 1.5 | 141 | 1.3 | 134 | 2.1 | 169 | 2.5 | 155 | 3.1 | 141 | 2.9 | 81 | 1.9 | 358 | 1.0 |
| 25 | 247 | 1.3 | 131 | 1.6 | 59 | 2.0 | 283 | 1.1 | 139 | 1.0 | 157 | 1.3 | 152 | 2.1 | 154 | 3.1 | 164 | 3.2 | 156 | 2.1 | 144 | 1.5 | 6 | 1.4 |
| 26 | 321 | 1.4 | 237 | 1.1 | 2 | 1.5 | 58 | 1.1 | 84 | 0.9 | 153 | 0.8 | 150 | 2.1 | 155 | 3.0 | 163 | 3.0 | 165 | 0.6 | 16 | 1.6 | 247 | 1.3 |
| 27 | 274 | 2.1 | 316 | 1.4 | 339 | 0.9 | 153 | 0.9 | 60 | 0.6 | 186 | 1.5 | 198 | 0.7 | 147 | 2.2 | 170 | 2.3 | 241 | 1.3 | 46 | 1.6 | 49 | 1.0 |
| 28 | 173 | 1.5 | 63 | 1.8 | 207 | 0.7 | 118 | 1.6 | 33 | 0.9 | 170 | 1.6 | 139 | 1.3 | 99 | 0.6 | 162 | 3.2 | 180 | 2.4 | 28 | 1.3 | 308 | 1.1 |
| 29 | 145 | 1.7 | | | 317 | 0.9 | 93 | 1.6 | 63 | 1.2 | 169 | 1.6 | 149 | 2.0 | 196 | 1.2 | 147 | 3.7 | 170 | 2.8 | 188 | 1.3 | 276 | 1.3 |
| 30 | 109 | 1.3 | | | 340 | 1.8 | 33 | 1.9 | 136 | 1.3 | 165 | 1.5 | 155 | 2.9 | 177 | 2.5 | 169.99 | 4.1 | 163 | 2.6 | 95 | 1.6 | 278 | 1.9 |
| 31 | 52 | 1.9 | | | 1 | 1.6 | | | 37 | 1.4 | | | 152 | 2.6 | 150 | 2.8 | | | 163 | 2.3 | | | 312 | 1.2 |

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat



Surabaya, 22 April 2016
 Kasel Observasi & Informasi
Ditmas
 Intan Paramajanti
 NIP.196106171982032002



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
 Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
 Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
 Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2007

| TGL | Januari | | Februari | | Maret | | April | | Mei | | Juni | | Juli | | Agustus | | September | | Oktober | | November | | Desember | |
|-----|---------|------|----------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|---------|------|-----------|------|---------|------|----------|------|----------|------|
| | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. |
| 1 | 270 | 1.8 | 216 | 1.4 | 33 | 2.0 | 333 | 0.9 | 66 | 1.8 | 90 | 1.2 | 60 | 1.4 | 147 | 1.6 | 148 | 1.5 | 161 | 3.7 | 305 | 1.9 | 4 | 0.9 |
| 2 | 284 | 3.3 | 201 | 1.6 | 346 | 2.6 | 326 | 1.1 | 318 | 1.7 | 125 | 1.2 | 130 | 1.7 | 138 | 1.7 | 121 | 2.8 | 130 | 3.6 | 258 | 2.2 | 102 | 1.9 |
| 3 | 285 | 2.9 | 239 | 1.7 | 61 | 1.7 | 55 | 1.7 | 339 | 1.1 | 80 | 0.7 | 110 | 1.7 | 177 | 1.8 | 176 | 2.9 | 151 | 3.1 | 313 | 1.8 | 247 | 1.2 |
| 4 | 259 | 2.0 | 101 | 1.6 | 265 | 1.2 | 350 | 2.0 | 166 | 1.1 | 162 | 1.2 | 152 | 1.9 | 153 | 1.8 | 73 | 0.9 | 106 | 3.8 | 27 | 1.6 | 220 | 1.9 |
| 5 | 257 | 1.9 | 181 | 1.4 | 12 | 2.4 | 82 | 1.7 | 104 | 1.0 | 114 | 1.0 | 130 | 1.7 | 132 | 1.9 | 322 | 0.5 | 95 | 3.7 | 1 | 2.1 | 174 | 2.4 |
| 6 | 310 | 1.5 | 149 | 0.9 | 333 | 2.1 | 333 | 1.7 | 159 | 1.3 | 124 | 0.8 | 98 | 2.0 | 150 | 2.1 | 142 | 1.1 | 348 | 3.9 | 99 | 1.5 | 193 | 1.0 |
| 7 | 304 | 0.4 | 91 | 1.8 | 18 | 2.5 | 79 | 2.3 | 129 | 1.5 | 36 | 1.1 | 150 | 1.2 | 164 | 2.4 | 172 | 1.0 | 77 | 1.6 | 353 | 2.0 | 46 | 1.7 |
| 8 | 264 | 0.6 | 49 | 2.1 | 64 | 1.5 | 19 | 1.5 | 119 | 1.9 | 100 | 0.8 | 143 | 1.3 | 139 | 2.4 | 217 | 1.2 | 71 | 1.5 | 67 | 1.2 | 79 | 1.2 |
| 9 | 166 | 1.4 | 39 | 1.1 | 64 | 1.0 | 36 | 1.5 | 89 | 1.1 | 168 | 1.1 | 138 | 1.7 | 135 | 2.7 | 185 | 1.2 | 145 | 0.7 | 139 | 1.3 | 243 | 1.2 |
| 10 | 205 | 0.8 | 18 | 1.0 | 358 | 1.2 | 53 | 1.6 | 76 | 0.9 | 161 | 1.6 | 116 | 2.3 | 134 | 1.7 | 133 | 1.4 | 279 | 1.3 | 0 | 2.0 | 165 | 0.9 |
| 11 | 296 | 1.3 | 9 | 0.7 | 162 | 1.1 | 12 | 1.0 | 81 | 1.2 | 134 | 2.3 | 119 | 2.8 | 127 | 2.8 | 112 | 1.6 | 91 | 1.5 | 337 | 2.5 | 14 | 2.1 |
| 12 | 266 | 1.4 | 75 | 1.7 | 111 | 0.9 | 10 | 1.0 | 118 | 1.5 | 76 | 2.0 | 102 | 2.8 | 124 | 1.4 | 124 | 2.2 | 86 | 1.4 | 356 | 2.0 | 322 | 1.5 |
| 13 | 201 | 1.6 | 12 | 2.2 | 356 | 1.8 | 107 | 0.8 | 142 | 1.6 | 149 | 1.7 | 111 | 1.6 | 79 | 1.4 | 91 | 2.8 | 146 | 1.6 | 56 | 1.3 | 314 | 0.8 |
| 14 | 261 | 1.3 | 81 | 0.8 | 44 | 2.1 | 306 | 1.4 | 301 | 1.6 | 164 | 1.6 | 115 | 1.6 | 140 | 2.9 | 144 | 1.8 | 173 | 2.1 | 151 | 1.7 | 17 | 1.0 |
| 15 | 249 | 0.8 | 149 | 0.9 | 118 | 1.1 | 124 | 1.5 | 307 | 1.5 | 66 | 1.8 | 78 | 1.7 | 122 | 2.4 | 119 | 2.4 | 154 | 2.3 | 294 | 1.6 | 165 | 1.1 |
| 16 | 290 | 0.7 | 244 | 1.4 | 334 | 1.6 | 300 | 1.2 | 355 | 1.6 | 126 | 1.2 | 127 | 1.7 | 126 | 2.1 | 109 | 2.3 | 118 | 2.2 | 268 | 1.7 | 66 | 1.2 |
| 17 | 258 | 0.6 | 32 | 1.1 | 348 | 1.3 | 247 | 0.8 | 177 | 1.2 | 252 | 1.6 | 109 | 2.2 | 94 | 2.2 | 165 | 2.5 | 20 | 1.2 | 323 | 1.1 | 68 | 1.5 |
| 18 | 71 | 1.1 | 33 | 1.6 | 294 | 0.9 | 97 | 1.2 | 130 | 1.2 | 275 | 1.3 | 130 | 1.6 | 127 | 1.5 | 108 | 3.3 | 271 | 0.9 | 307 | 1.2 | 304 | 1.1 |
| 19 | 344 | 1.0 | 92 | 1.3 | 56 | 1.1 | 352 | 1.1 | 251 | 0.8 | 56 | 2.1 | 82 | 0.8 | 74 | 1.2 | 120 | 3.4 | 138 | 0.9 | 305 | 1.9 | 276 | 1.0 |
| 20 | 39 | 1.1 | 352 | 1.3 | 6 | 1.4 | 341 | 1.0 | 113 | 0.9 | 136 | 2.4 | 96 | 0.7 | 16 | 1.2 | 123 | 3.6 | 338 | 0.8 | 251 | 2.2 | 4 | 0.9 |
| 21 | 62 | 1.3 | 326 | 1.7 | 333 | 0.7 | 84 | 1.7 | 73 | 1.6 | 207 | 1.5 | 205 | 1.4 | 145 | 2.1 | 152 | 2.4 | 106 | 1.8 | 272 | 3.1 | 355 | 2.2 |
| 22 | 191 | 1.4 | 77 | 0.8 | 354 | 1.7 | 98 | 1.3 | 129 | 1.3 | 206 | 1.6 | 181 | 1.0 | 157 | 1.7 | 179 | 1.5 | 58 | 1.3 | 279 | 3.2 | 353 | 1.7 |
| 23 | 233 | 2.0 | 331 | 1.7 | 297 | 2.0 | 286 | 1.0 | 101 | 1.7 | 121 | 1.5 | 192 | 1.5 | 104 | 1.1 | 89 | 1.8 | 225 | 1.1 | 228 | 2.2 | 283 | 0.6 |
| 24 | 265 | 1.8 | 1 | 2.2 | 90 | 1.5 | 30 | 1.7 | 115 | 1.7 | 166 | 1.6 | 178 | 2.0 | 163 | 1.2 | 155 | 1.9 | 315 | 1.2 | 241 | 1.6 | 269 | 0.9 |
| 25 | 251 | 1.3 | 36 | 1.5 | 310 | 1.6 | 30 | 1.3 | 147 | 1.3 | 174 | 0.8 | 201 | 2.2 | 163 | 1.6 | 153 | 2.4 | 178 | 2.0 | 235 | 1.9 | 253 | 2.1 |
| 26 | 206 | 1.4 | 318 | 1.1 | 11 | 1.3 | 329 | 0.9 | 74 | 0.9 | 117 | 1.6 | 124 | 1.9 | 103 | 1.3 | 130 | 2.7 | 118 | 1.6 | 265 | 1.8 | 261 | 3.7 |
| 27 | 308 | 1.2 | 349 | 1.4 | 357 | 1.8 | 351 | 1.2 | 81 | 1.5 | 79 | 2.0 | 24 | 1.9 | 150 | 1.3 | 162 | 2.7 | 77 | 1.0 | 258 | 2.0 | 291 | 3.4 |
| 28 | 289 | 1.5 | 347 | 2.0 | 47 | 1.9 | 193 | 1.0 | 121 | 1.5 | 22 | 1.7 | 70 | 1.1 | 209 | 1.2 | 142 | 2.6 | 306 | 1.1 | 234 | 1.7 | 278 | 2.7 |
| 29 | 277 | 2.6 | | | 152 | 0.5 | 154 | 2.0 | 95 | 1.9 | 26 | 1.4 | 88 | 0.9 | 138 | 1.6 | 175 | 2.9 | 298 | 2.0 | 225 | 1.2 | 264 | 3.2 |
| 30 | 289 | 1.8 | | | 160 | 1.0 | 357 | 3.1 | 62 | 1.3 | 117 | 1.1 | 106 | 1.5 | 134 | 1.5 | 176 | 3.2 | 352 | 2.1 | 176 | 1.0 | 256 | 2.3 |
| 31 | 275 | 1.5 | | | 41 | 1.3 | | | 112 | 1.0 | | | 114 | 1.7 | 141 | 1.6 | | | 302 | 2.2 | | | 196 | 2.5 |

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat



Surabaya, 22 April 2016
 Kasr. Observasi & Informasi

Intan Paramajanti
 Intan Paramajanti
 NIP.196106171982032002



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
 Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
 Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
 Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2008

| TGL | Januari | | Februari | | Maret | | April | | Mei | | Juni | | Juli | | Agustus | | September | | Oktober | | November | | Desember | |
|-----|---------|------|----------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|---------|------|-----------|------|---------|------|----------|------|----------|------|
| | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. |
| 1 | 216 | 1.6 | 187 | 1.3 | 308 | 1.9 | 270 | 1.4 | 269 | 1.4 | 53 | 1.5 | 94 | 2.9 | 140 | 2.7 | 107 | 1.2 | 26 | 1.4 | 6 | 1.7 | 3 | 1.0 |
| 2 | 307 | 1.7 | 258 | 1.2 | 111 | 1.2 | 43 | 1.6 | 61 | 1.1 | 128 | 1.3 | 81 | 3.3 | 135 | 2.7 | 138 | 1.6 | 245 | 1.2 | 289 | 1.2 | 222 | 1.1 |
| 3 | 268 | 1.8 | 27 | 1.5 | 274 | 1.6 | 63 | 1.3 | 99 | 2.2 | 78 | 1.6 | 80 | 1.8 | 121 | 2.7 | 134 | 1.8 | 103 | 1.0 | 333 | 2.6 | 219 | 1.5 |
| 4 | 218 | 1.5 | 295 | 0.9 | 298 | 2.1 | 28 | 0.7 | 106 | 1.2 | 115 | 1.5 | 150 | 2.2 | 89 | 2.7 | 148 | 2.3 | 116 | 1.3 | 298 | 1.9 | 309 | 1.1 |
| 5 | 215 | 1.6 | 100 | 1.4 | 285 | 2.6 | 355 | 0.3 | 133 | 1.2 | 144 | 1.5 | 109 | 1.7 | 76 | 2.2 | 154 | 2.0 | 93 | 0.7 | 37 | 1.1 | 222 | 1.2 |
| 6 | 294 | 0.7 | 350 | 2.0 | 326 | 1.4 | 349 | 0.8 | 79 | 1.9 | 146 | 1.6 | 122 | 1.7 | 103 | 1.8 | 163 | 2.1 | 248 | 0.7 | 332 | 1.7 | 252 | 1.3 |
| 7 | 222 | 1.1 | 225 | 2.4 | 272 | 1.5 | 252 | 1.0 | 101 | 1.6 | 137 | 1.5 | 107 | 2.2 | 147 | 1.5 | 210 | 1.2 | 139 | 1.3 | 15 | 1.9 | 284 | 1.5 |
| 8 | 276 | 2.1 | 283 | 1.9 | 30 | 1.5 | 97 | 1.1 | 110 | 2.0 | 340 | 1.1 | 106 | 2.0 | 158 | 1.4 | 35 | 1.6 | 21 | 0.6 | 85 | 1.1 | 238 | 1.1 |
| 9 | 248 | 1.8 | 288 | 1.7 | 123 | 1.2 | 106 | 2.4 | 125 | 2.3 | 43 | 0.5 | 78 | 1.2 | 102 | 1.6 | 181 | 1.4 | 118 | 1.4 | 308 | 0.8 | 320 | 1.5 |
| 10 | 202 | 1.8 | 28 | 1.2 | 161 | 1.2 | 63 | 1.5 | 103 | 1.9 | 41 | 1.5 | 154 | 1.7 | 55 | 1.1 | 53 | 2.4 | 121 | 1.9 | 82 | 0.9 | 291 | 2.1 |
| 11 | 219 | 2.8 | 276 | 2.0 | 263 | 1.2 | 297 | 1.5 | 100 | 2.7 | 124 | 1.4 | 136 | 1.4 | 43 | 1.9 | 59 | 2.4 | 82 | 2.1 | 138 | 1.2 | 193 | 0.9 |
| 12 | 238 | 2.3 | 341 | 2.1 | 197 | 0.6 | 108 | 1.6 | 92 | 2.5 | 87 | 1.6 | 104 | 1.2 | 45 | 1.4 | 95 | 1.8 | 82 | 1.6 | 273 | 1.9 | 85 | 0.9 |
| 13 | 239 | 2.7 | 257 | 1.3 | 3 | 1.5 | 159 | 1.3 | 139 | 1.9 | 16 | 1.5 | 123 | 1.4 | 111 | 1.4 | 76 | 1.4 | 67 | 2.1 | 262 | 1.2 | 261 | 1.9 |
| 14 | 201 | 2.1 | 330 | 0.9 | 357 | 1.9 | 338 | 1.2 | 126 | 2.6 | 82 | 2.1 | 108 | 2.5 | 96 | 1.9 | 152 | 1.2 | 78 | 1.4 | 285 | 1.1 | 201 | 2.0 |
| 15 | 248 | 0.9 | 288 | 2.2 | 358 | 0.7 | 202 | 1.1 | 129 | 2.2 | 133 | 1.2 | 150 | 2.2 | 133 | 2.1 | 175 | 2.1 | 204 | 1.2 | 333 | 2.0 | 281 | 2.4 |
| 16 | 4 | 1.3 | 329 | 3.3 | 101 | 1.4 | 2 | 2.0 | 52 | 2.3 | 106 | 1.8 | 71 | 1.6 | 132 | 1.9 | 141 | 2.0 | 242 | 1.5 | 296 | 1.9 | 209 | 2.8 |
| 17 | 238 | 1.2 | 210 | 1.7 | 359 | 1.4 | 75 | 2.1 | 133 | 2.8 | 93 | 1.7 | 169 | 1.1 | 80 | 1.2 | 88 | 1.6 | 99 | 1.6 | 348 | 1.4 | 267 | 2.3 |
| 18 | 116 | 1.7 | 156 | 1.5 | 10 | 1.4 | 70 | 1.5 | 143 | 2.9 | 100 | 2.2 | 130 | 2.8 | 92 | 1.8 | 125 | 1.4 | 100 | 1.4 | 229 | 1.3 | 267 | 1.7 |
| 19 | 226 | 2.0 | 232 | 2.5 | 226 | 1.3 | 92 | 0.7 | 129 | 2.7 | 111 | 2.5 | 158 | 2.5 | 75 | 1.6 | 156 | 1.3 | 181 | 0.8 | 319 | 2.4 | 212 | 1.4 |
| 20 | 186 | 1.9 | 212 | 3.0 | 333 | 0.9 | 107 | 0.3 | 115 | 2.6 | 76 | 2.3 | 100 | 2.4 | 138 | 1.3 | 141 | 1.7 | 138 | 0.9 | 319 | 2.6 | 213 | 1.6 |
| 21 | 234 | 0.9 | 250 | 1.3 | 21 | 1.2 | 302 | 2.4 | 116 | 1.7 | 98 | 3.5 | 113 | 2.0 | 154 | 2.0 | 303 | 1.3 | 307 | 0.7 | 337 | 1.4 | 216 | 1.6 |
| 22 | 233 | 1.0 | 334 | 2.1 | 290 | 1.9 | 294 | 1.7 | 103 | 1.9 | 115 | 2.8 | 150 | 1.4 | 106 | 2.0 | 223 | 0.9 | 190 | 1.3 | 307 | 1.2 | 45 | 1.2 |
| 23 | 135 | 1.6 | 236 | 1.0 | 257 | 2.0 | 25 | 1.8 | 63 | 2.2 | 109 | 2.5 | 95 | 2.6 | 142 | 1.1 | 113 | 2.6 | 215 | 1.8 | 30 | 2.2 | 177 | 1.5 |
| 24 | 74 | 2.2 | 37 | 2.4 | 351 | 2.3 | 77 | 1.4 | 94 | 1.9 | 115 | 2.6 | 65 | 2.3 | 152 | 1.5 | 103 | 2.1 | 210 | 1.3 | 342 | 2.0 | 175 | 2.3 |
| 25 | 22 | 2.2 | 57 | 1.3 | 344 | 1.8 | 175 | 1.2 | 112 | 1.4 | 137 | 2.6 | 166 | 1.9 | 64 | 1.6 | 129 | 1.9 | 289 | 2.2 | 339 | 1.8 | 253 | 2.8 |
| 26 | 348 | 1.9 | 5 | 0.6 | 251 | 0.7 | 67 | 1.4 | 113 | 0.8 | 136 | 1.8 | 141 | 1.5 | 110 | 1.5 | 122 | 0.7 | 3 | 1.4 | 307 | 1.6 | 287 | 1.2 |
| 27 | 174 | 1.2 | 41 | 1.1 | 140 | 1.3 | 114 | 1.8 | 133 | 1.3 | 99 | 1.7 | 143 | 1.7 | 93 | 1.6 | 144 | 1.9 | 155 | 2.4 | 226 | 1.0 | 202 | 0.5 |
| 28 | 3 | 1.7 | 266 | 1.6 | 180 | 1.6 | 74 | 1.7 | 64 | 1.7 | 113 | 1.8 | 91 | 1.9 | 127 | 1.3 | 108 | 2.5 | 98 | 1.6 | 150 | 1.5 | 106 | 1.0 |
| 29 | 6 | 1.6 | 304 | 2.7 | 107 | 0.7 | 58 | 1.1 | 115 | 1.7 | 129 | 1.9 | 95 | 1.3 | 177 | 1.4 | 150 | 2.6 | 124 | 1.4 | 145 | 1.2 | 62 | 1.2 |
| 30 | 357 | 1.3 | | | 271 | 1.0 | 0 | 2.0 | 99 | 1.8 | 103 | 2.5 | 75 | 2.2 | 11 | 1.6 | 118 | 1.6 | 72 | 1.1 | 43 | 0.8 | 18 | 1.8 |
| 31 | 108 | 1.7 | | | 318 | 1.5 | | | 104 | 1.4 | | | 121 | 2.4 | 201 | 1.4 | | | | | | | 230 | 0.9 |

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat

Surabaya, 22 April 2016
 Kasi Observasi & Informasi

 Intan Paramajanti
 NIP. 196106171982032002



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
 Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
 Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
 Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2009

| TGL | Januari | | Februari | | Maret | | April | | Mei | | Juni | | Juli | | Agustus | | September | | Oktober | | November | | Desember | |
|-----|---------|------|----------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|---------|------|-----------|------|---------|------|----------|------|----------|------|
| | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. |
| 1 | 06 | 1.2 | 219 | 0.9 | 277 | 1.2 | 83 | 0.8 | 35 | 0.8 | 15 | 0.6 | 250 | 1.5 | 151 | 3.2 | 173 | 3.1 | 164 | 1.4 | 95 | 1.1 | 327 | 1.3 |
| 2 | 236 | 0.9 | 130 | 1.1 | 228 | 1.3 | 37 | 1.0 | 180 | 2.6 | 148 | 1.9 | 131 | 1.5 | 160 | 2.4 | 175 | 3.1 | 139 | 1.4 | 58 | 1.5 | 160 | 1.1 |
| 3 | 255 | 2.6 | 7 | 1.6 | 30 | 0.8 | 293 | 0.5 | 120 | 2.2 | 181 | 1.2 | 95 | 1.9 | 133 | 1.8 | 141 | 2.3 | 170 | 1.3 | 109 | 2.0 | 324 | 1.1 |
| 4 | 218 | 1.7 | 305 | 1.6 | 127 | 0.8 | 106 | 1.4 | 133 | 1.8 | 148 | 2.1 | 143 | 0.6 | 183 | 3.7 | 162 | 3.1 | 136 | 1.2 | 38 | 1.9 | 146 | 1.6 |
| 5 | 176 | 1.5 | 345 | 3.5 | 237 | 1.0 | 134 | 1.6 | 110 | 1.9 | 88 | 1.3 | 63 | 1.8 | 181 | 3.9 | 164 | 4.2 | 217 | 1.3 | 151 | 1.9 | 200 | 1.1 |
| 6 | 229 | 1.5 | 272 | 2.3 | 81 | 1.6 | 24 | 1.4 | 141 | 1.1 | 159 | 1.2 | 148 | 2.4 | 194 | 2.6 | 151 | 4.4 | 139 | 2.2 | 148 | 1.3 | 176 | 1.2 |
| 7 | 358 | 1.5 | 209 | 2.6 | 323 | 2.1 | 7 | 1.6 | 105 | 1.5 | 148 | 1.7 | 149 | 1.3 | 192 | 1.6 | 153 | 3.3 | 171 | 2.0 | 172 | 1.7 | 34 | 1.1 |
| 8 | 205 | 1.2 | 196 | 2.0 | 248 | 1.6 | 127 | 1.9 | 136 | 0.7 | 234 | 1.6 | 212 | 1.9 | 207 | 2.7 | 138 | 3.4 | 112 | 1.4 | 70 | 1.0 | 181 | 1.2 |
| 9 | 231 | 1.9 | 168 | 2.9 | 229 | 3.0 | 112 | 2.0 | 246 | 0.9 | 186 | 1.0 | 142 | 1.8 | 172 | 2.0 | 165 | 3.1 | 144 | 2.1 | 174 | 1.2 | 192 | 1.5 |
| 10 | 272 | 2.5 | 168 | 1.6 | 276 | 1.5 | 137 | 2.1 | 54 | 2.3 | 125 | 1.5 | 163 | 1.6 | 178 | 2.6 | 139 | 2.2 | 37 | 1.7 | 81 | 1.5 | 304 | 1.5 |
| 11 | 308 | 2.5 | 228 | 2.4 | 207 | 1.5 | 161 | 2.2 | 126 | 1.1 | 167 | 1.6 | 94 | 1.5 | 159 | 1.1 | 144 | 3.0 | 85 | 2.3 | 57 | 2.3 | 178 | 1.3 |
| 12 | 255 | 1.4 | 239 | 2.6 | 331 | 1.3 | 321 | 1.2 | 198 | 1.1 | 94 | 1.4 | 145 | 1.2 | 119 | 1.4 | 152 | 3.8 | 123 | 1.7 | 192 | 2.3 | 172 | 1.3 |
| 13 | 351 | 1.2 | 186 | 1.1 | 239 | 0.9 | 276 | 0.9 | 88 | 1.4 | 34 | 0.8 | 162 | 2.1 | 245 | 1.4 | 156 | 3.0 | 225 | 2.3 | 339 | 0.9 | 104 | 1.3 |
| 14 | 148 | 2.8 | 272 | 1.9 | 232 | 1.5 | 193 | 0.8 | 158 | 1.2 | 121 | 0.9 | 86 | 1.9 | 143 | 3.1 | 159 | 3.1 | 92 | 0.8 | 241 | 1.3 | 259 | 1.6 |
| 15 | 186 | 1.7 | 183 | 2.1 | 231 | 3.0 | 184 | 1.6 | 28 | 1.2 | 122 | 1.4 | 79 | 0.8 | 146 | 1.8 | 170 | 1.1 | 212 | 2.0 | 184 | 1.5 | 348 | 1.3 |
| 16 | 297 | 1.8 | 82 | 2.3 | 262 | 0.9 | 32 | 1.7 | 172 | 1.3 | 149 | 1.9 | 128 | 1.4 | 153 | 3.1 | 172 | 1.6 | 123 | 2.2 | 49 | 1.0 | 175 | 1.5 |
| 17 | 294 | 1.6 | 90 | 1.6 | 37 | 0.4 | 234 | 1.6 | 329 | 1.3 | 160 | 1.4 | 124 | 1.5 | 165 | 2.6 | 144 | 2.3 | 159 | 2.4 | 227 | 1.2 | 332 | 1.4 |
| 18 | 242 | 1.4 | 175 | 1.6 | 229 | 0.9 | 95 | 1.6 | 276 | 1.6 | 142 | 1.8 | 176 | 2.3 | 136 | 3.1 | 176 | 2.8 | 131 | 3.4 | 355 | 1.6 | 102 | 1.2 |
| 19 | 209 | 1.4 | 49 | 1.4 | 46 | 2.2 | 291 | 1.8 | 82 | 1.0 | 187 | 2.1 | 143 | 1.6 | 151 | 2.2 | 170 | 3.0 | 136 | 2.1 | 50 | 1.5 | 306 | 1.2 |
| 20 | 182 | 1.1 | 216 | 1.4 | 353 | 2.3 | 199 | 2.0 | 163 | 0.8 | 133 | 2.2 | 50 | 1.5 | 135 | 2.3 | 160 | 2.9 | 137 | 1.8 | 276 | 1.6 | 34 | 1.3 |
| 21 | 18 | 0.8 | 287 | 1.5 | 183 | 1.7 | 86 | 1.2 | 78 | 1.3 | 164 | 1.6 | 129 | 1.9 | 141 | 2.3 | 143 | 2.8 | 204 | 2.1 | 307 | 2.0 | 192 | 0.7 |
| 22 | 235 | 1.6 | 247 | 1.6 | 273 | 1.4 | 286 | 1.6 | 156 | 1.0 | 87 | 1.0 | 147 | 1.7 | 101 | 1.6 | 149 | 2.7 | 199 | 2.2 | 217 | 2.2 | 355 | 0.3 |
| 23 | 237 | 0.6 | 19 | 1.3 | 237 | 1.5 | 126 | 0.8 | 58 | 1.1 | 159 | 0.7 | 85 | 1.4 | 138 | 3.1 | 144 | 2.5 | 349 | 0.8 | 254 | 1.7 | 192 | 1.2 |
| 24 | 128 | 0.9 | 39 | 1.1 | 335 | 1.0 | 209 | 1.4 | 37 | 1.2 | 193 | 1.5 | 95 | 1.2 | 140 | 3.1 | 158 | 2.2 | 147 | 1.1 | 350 | 1.2 | 157 | 0.9 |
| 25 | 244 | 0.9 | 306 | 1.4 | 204 | 2.1 | 259 | 1.4 | 53 | 2.3 | 146 | 1.9 | 347 | 1.3 | 157 | 1.7 | 189 | 2.5 | 154 | 1.2 | 212 | 1.4 | 349 | 0.9 |
| 26 | 205 | 1.3 | 213 | 2.2 | 289 | 1.0 | 101 | 0.8 | 73 | 1.6 | 135 | 1.2 | 91 | 1.6 | 151 | 2.3 | 175 | 2.6 | 95 | 1.4 | 308 | 0.7 | 187 | 1.2 |
| 27 | 348 | 0.8 | 140 | 1.2 | 197 | 1.6 | 85 | 1.0 | 179 | 1.8 | 71 | 1.3 | 167 | 1.4 | 160 | 1.9 | 166 | 3.7 | 231 | 0.9 | 146 | 1.2 | 329 | 1.7 |
| 28 | 236 | 1.3 | 63 | 1.0 | 319 | 1.2 | 76 | 1.4 | 106 | 2.5 | 114 | 1.5 | 74 | 1.2 | 137 | 1.7 | 164 | 3.2 | 190 | 1.1 | 228 | 1.5 | 192 | 1.2 |
| 29 | 345 | 1.3 | | | 286 | 1.4 | 56 | 1.3 | 96 | 1.6 | 172 | 2.0 | 292 | 1.4 | 176 | 3.1 | 177 | 3.1 | 167 | 2.3 | 241 | 1.8 | 355 | 2.0 |
| 30 | 302 | 1.5 | | | 186 | 0.6 | 56 | 1.3 | 55 | 1.2 | 75 | 2.0 | 182 | 2.7 | 134 | 2.1 | 170 | 3.5 | 178 | 2.4 | 246 | 1.4 | 292 | 1.2 |
| 31 | 248 | 1.1 | | | 238 | 1.0 | | | 126 | 1.1 | | | 153 | 3.4 | 157 | 3.1 | | | 138 | 2.1 | | | 274 | 1.0 |

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat

Surabaya, 22 April 2016
 Kasi Observasi & Informasi

 Intan Paramajanti
 NIP.196106171982032002



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
 Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
 Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
 Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2010

| TGL | Januari | | Februari | | Maret | | April | | Mei | | Juni | | Juli | | Agustus | | September | | Oktober | | November | | Desember | |
|-----|---------|------|----------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|---------|------|-----------|------|---------|------|----------|------|----------|------|
| | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. |
| 1 | 238 | 1.0 | 140 | 1.4 | 311 | 1.4 | 228 | 1.2 | 92 | 2.7 | 122 | 1.8 | 124 | 1.4 | 136 | 1.5 | 101 | 1.3 | 134 | 1.3 | 179 | 1.1 | 272 | 1.7 |
| 2 | 13 | 1.0 | 289 | 2.0 | 243 | 1.9 | 219 | 2.2 | 57 | 0.9 | 120 | 1.8 | 121 | 1.3 | 163 | 0.9 | 158 | 2.0 | 73 | 2.5 | 206 | 1.6 | 203 | 2.0 |
| 3 | 135 | 0.7 | 289 | 1.2 | 101 | 0.8 | 308 | 0.6 | 93 | 1.0 | 101 | 1.8 | 170 | 1.7 | 206 | 0.9 | 170 | 1.2 | 57 | 2.4 | 55 | 1.6 | 206 | 1.9 |
| 4 | 34 | 1.5 | 30 | 0.7 | 172 | 1.3 | 279 | 1.0 | 85 | 1.6 | 72 | 1.6 | 242 | 1.3 | 255 | 0.5 | 134 | 0.9 | 11 | 1.0 | 166 | 1.6 | 248 | 1.9 |
| 5 | 21 | 1.4 | 159 | 1.2 | 31 | 1.3 | 247 | 1.3 | 252 | 1.4 | 120 | 1.2 | 349 | 2.6 | 135 | 1.2 | 59 | 1.2 | 119 | 1.1 | 304 | 2.2 | 230 | 2.7 |
| 6 | 358 | 1.5 | 255 | 2.1 | 53 | 1.7 | 3 | 1.4 | 69 | 1.3 | 98 | 0.9 | 19 | 2.0 | 255 | 0.9 | 196 | 0.8 | 203 | 1.3 | 189 | 2.1 | 313 | 2.6 |
| 7 | 229 | 0.8 | 24 | 2.0 | 167 | 1.7 | 254 | 1.6 | 78 | 1.3 | 244 | 1.4 | 169 | 1.8 | 162 | 1.3 | 78 | 1.1 | 201 | 1.6 | 226 | 1.0 | 207 | 2.1 |
| 8 | 222 | 1.6 | 66 | 2.5 | 215 | 1.0 | 270 | 1.4 | 287 | 1.8 | 340 | 0.9 | 39 | 1.3 | 244 | 0.9 | 184 | 1.3 | 249 | 2.3 | 308 | 1.3 | 284 | 2.9 |
| 9 | 241 | 0.6 | 63 | 2.6 | 329 | 1.1 | 104 | 1.2 | 226 | 1.9 | 333 | 1.1 | 195 | 0.8 | 195 | 1.2 | 243 | 1.2 | 231 | 1.5 | 101 | 2.1 | 249 | 3.0 |
| 10 | 184 | 1.6 | 70 | 1.4 | 272 | 0.9 | 178 | 1.6 | 357 | 1.0 | 64 | 1.4 | 146 | 1.0 | 109 | 2.1 | 319 | 1.4 | 297 | 2.0 | 91 | 1.6 | 209 | 2.1 |
| 11 | 283 | 1.8 | 115 | 1.6 | 305 | 1.0 | 331 | 1.3 | 27 | 1.2 | 81 | 1.5 | 169 | 1.6 | 101 | 2.3 | 235 | 0.9 | 202 | 1.8 | 33 | 2.0 | 243 | 2.7 |
| 12 | 236 | 2.9 | 249 | 1.2 | 23 | 0.5 | 235 | 1.0 | 281 | 1.5 | 115 | 0.9 | 112 | 1.2 | 109 | 2.5 | 296 | 1.5 | 203 | 0.5 | 191 | 1.2 | 174 | 2.4 |
| 13 | 241 | 2.5 | 124 | 2.0 | 80 | 1.1 | 244 | 1.2 | 5 | 1.2 | 30 | 1.1 | 275 | 1.2 | 88 | 0.9 | 88 | 2.0 | 200 | 1.5 | 180 | 1.2 | 138 | 2.1 |
| 14 | 285 | 3.3 | 188 | 2.3 | 97 | 1.4 | 27 | 2.5 | 304 | 1.2 | 42 | 1.7 | 127 | 2.0 | 132 | 1.1 | 94 | 1.0 | 217 | 0.8 | 140 | 1.0 | 346 | 1.6 |
| 15 | 321 | 2.1 | 188 | 0.9 | 321 | 1.5 | 178 | 1.8 | 290 | 1.6 | 49 | 1.6 | 131 | 2.1 | 192 | 1.0 | 182 | 2.7 | 200 | 1.3 | 187 | 0.8 | 155 | 2.2 |
| 16 | 1 | 2.4 | 321 | 1.0 | 253 | 0.9 | 220 | 2.1 | 94 | 2.4 | 120 | 1.5 | 109 | 1.9 | 159 | 2.3 | 150 | 1.9 | 63 | 0.9 | 200 | 1.8 | 205 | 1.6 |
| 17 | 229 | 2.3 | 208 | 1.2 | 152 | 1.2 | 343 | 2.2 | 166 | 0.6 | 221 | 0.7 | 99 | 1.0 | 200 | 1.6 | 46 | 1.0 | 231 | 1.0 | 231 | 1.6 | 273 | 1.9 |
| 18 | 176 | 2.0 | 87 | 0.8 | 221 | 2.2 | 61 | 1.3 | 154 | 1.3 | 57 | 1.1 | 219 | 1.9 | 149 | 1.1 | 76 | 1.1 | 290 | 0.8 | 141 | 1.5 | 216 | 1.2 |
| 19 | 83 | 0.9 | 208 | 1.7 | 162 | 1.1 | 281 | 0.9 | 42 | 1.3 | 106 | 1.4 | 298 | 0.9 | 130 | 1.2 | 31 | 1.0 | 200 | 2.8 | 228 | 1.0 | 218 | 2.1 |
| 20 | 34 | 0.8 | 346 | 1.7 | 260 | 1.1 | 171 | 0.6 | 194 | 0.9 | 126 | 1.6 | 149 | 1.1 | 112 | 1.3 | 148 | 1.1 | 275 | 3.3 | 193 | 1.1 | 190 | 2.1 |
| 21 | 261 | 0.9 | 278 | 1.9 | 315 | 1.4 | 306 | 1.7 | 274 | 0.9 | 112 | 1.0 | 155 | 2.6 | 300 | 2.1 | 36 | 0.8 | 303 | 1.8 | 355 | 2.1 | 226 | 1.1 |
| 22 | 320 | 0.8 | 217 | 1.4 | 276 | 0.9 | 9 | 1.5 | 53 | 1.9 | 116 | 1.8 | 158 | 3.2 | 64 | 1.3 | 239 | 1.0 | 299 | 1.4 | 259 | 0.9 | 152 | 1.1 |
| 23 | 43 | 1.3 | 4 | 0.9 | 98 | 0.6 | 335 | 1.8 | 120 | 1.8 | 159 | 2.4 | 155 | 2.3 | 100 | 1.3 | 182 | 1.1 | 55 | 1.7 | 207 | 1.9 | 266 | 1.5 |
| 24 | 11 | 1.1 | 256 | 1.5 | 195 | 1.2 | 24 | 2.0 | 152 | 2.0 | 67 | 1.0 | 173 | 1.2 | 64 | 1.3 | 284 | 1.3 | 78 | 1.3 | 227 | 1.4 | 269 | 1.3 |
| 25 | 296 | 0.8 | 44 | 2.0 | 204 | 1.1 | 52 | 1.8 | 347 | 0.9 | 175 | 1.1 | 108 | 1.3 | 63 | 2.2 | 146 | 1.2 | 224 | 1.4 | 296 | 1.8 | 247 | 1.1 |
| 26 | 113 | 1.6 | 103 | 1.1 | 218 | 2.3 | 118 | 1.3 | 134 | 1.8 | 94 | 1.0 | 174 | 1.8 | 143 | 1.8 | 177 | 1.3 | 246 | 1.6 | 273 | 0.9 | 215 | 1.3 |
| 27 | 222 | 1.1 | 206 | 2.5 | 221 | 1.5 | 53 | 0.7 | 155 | 1.8 | 135 | 1.8 | 49 | 2.2 | 133 | 1.6 | 219 | 1.0 | 2 | 1.8 | 153 | 1.6 | 232 | 2.1 |
| 28 | 320 | 1.5 | 126 | 1.3 | 243 | 2.7 | 248 | 0.9 | 63 | 1.2 | 66 | 0.9 | 117 | 1.4 | 122 | 1.5 | 291 | 1.0 | 353 | 1.6 | 202 | 1.4 | 243 | 0.9 |
| 29 | 30 | 0.8 | | | 313 | 1.8 | 149 | 1.0 | 118 | 1.3 | 282 | 1.5 | 9 | 2.0 | 128 | 1.5 | 209 | 0.8 | 67 | 1.7 | 242 | 1.6 | 194 | 1.5 |
| 30 | 69 | 1.0 | | | 302 | 1.2 | 151 | 2.0 | 123 | 1.2 | 180 | 1.3 | 110 | 1.8 | 145 | 1.1 | 318 | 0.9 | 309 | 1.5 | 284 | 1.9 | 43 | 1.3 |
| 31 | 3 | 1.0 | | | 290 | 1.1 | | | 140 | 1.2 | | | 136 | 1.9 | 159 | 1.1 | | | 281 | 1.8 | | | 173 | 1.8 |

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat

Surabaya, 22 April 2016
 Kasi Observasi & Informasi

 Intan Paramajanti
 NIP. 196106171982032002



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
 Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
 Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
 Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2011

| TGL | Januari | | Februari | | Maret | | April | | Mei | | Juni | | Juli | | Agustus | | September | | Oktober | | November | | Desember | |
|-----|---------|------|----------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|---------|------|-----------|------|---------|------|----------|------|----------|------|
| | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. |
| 1 | 101 | 1.0 | 349 | 1.2 | 254 | 2.2 | 195 | 0.9 | 225 | 1.7 | 16 | 1.4 | 149 | 2.2 | 134 | 3.2 | 156 | 2.4 | 166 | 2.9 | 218 | 1.2 | 130 | 2.4 |
| 2 | 57 | 1.2 | 162 | 1.9 | 19 | 1.1 | 209 | 1.3 | 291 | 0.6 | 112 | 1.4 | 152 | 2.3 | 165 | 3.6 | 146 | 2.8 | 168 | 2.4 | 204 | 1.8 | 205 | 2.1 |
| 3 | 116 | 0.7 | 178 | 0.9 | 124 | 1.8 | 249 | 1.1 | 178 | 1.2 | 122 | 2.2 | 177 | 2.1 | 147 | 3.8 | 146 | 2.0 | 167 | 2.2 | 216 | 1.4 | 276 | 2.4 |
| 4 | 157 | 1.1 | 237 | 2.5 | 181 | 2.0 | 218 | 1.0 | 193 | 1.5 | 138 | 2.3 | 165 | 2.4 | 160 | 3.1 | 159 | 1.4 | 169 | 2.7 | 239 | 2.2 | 203 | 2.1 |
| 5 | 54 | 1.9 | 238 | 1.8 | 171 | 1.9 | 227 | 2.0 | 156 | 1.6 | 158 | 1.7 | 179 | 2.5 | 181 | 3.0 | 143 | 2.4 | 155 | 3.4 | 278 | 2.5 | 323 | 1.3 |
| 6 | 190 | 2.1 | 229 | 2.6 | 114 | 1.9 | 248 | 2.6 | 118 | 1.7 | 162 | 1.4 | 161 | 2.5 | 165 | 2.8 | 143 | 3.9 | 157 | 2.3 | 174 | 1.5 | 274 | 1.0 |
| 7 | 229 | 1.3 | 138 | 1.3 | 215 | 1.4 | 208 | 2.2 | 202 | 2.2 | 177 | 1.9 | 155 | 2.1 | 154 | 2.7 | 150 | 3.9 | 134 | 1.8 | 108 | 1.7 | 11 | 1.2 |
| 8 | 120 | 1.5 | 152 | 1.8 | 20 | 1.2 | 122 | 0.6 | 165 | 2.4 | 198 | 1.9 | 168 | 2.2 | 166 | 2.5 | 174 | 3.2 | 125 | 1.9 | 165 | 2.1 | 205 | 2.1 |
| 9 | 106 | 1.7 | 142 | 2.0 | 236 | 1.1 | 210 | 1.8 | 128 | 2.1 | 171 | 2.9 | 161 | 2.6 | 170 | 2.9 | 164 | 2.5 | 183 | 0.8 | 161 | 1.2 | 203 | 2.0 |
| 10 | 114 | 1.1 | 165 | 2.7 | 196 | 1.9 | 245 | 1.2 | 104 | 1.6 | 165 | 3.2 | 169 | 2.5 | 151 | 3.7 | 153 | 2.5 | 159 | 1.7 | 147 | 2.0 | 218 | 2.1 |
| 11 | 281 | 2.4 | 227 | 1.3 | 105 | 0.7 | 27 | 0.7 | 130 | 2.3 | 134 | 2.9 | 149 | 1.8 | 161 | 3.1 | 138 | 3.0 | 152 | 1.5 | 160 | 2.2 | 215 | 2.0 |
| 12 | 267 | 3.6 | 239 | 1.2 | 211 | 1.5 | 42 | 1.2 | 121 | 1.5 | 149 | 2.7 | 155 | 2.0 | 151 | 2.7 | 137 | 2.2 | 141 | 2.8 | 111 | 1.9 | 207 | 2.2 |
| 13 | 238 | 2.3 | 51 | 2.1 | 182 | 0.9 | 119 | 1.6 | 305 | 1.3 | 175 | 2.7 | 149 | 2.2 | 185 | 2.6 | 148 | 1.6 | 166 | 2.6 | 291 | 1.9 | 240 | 1.1 |
| 14 | 318 | 2.0 | 37 | 1.7 | 252 | 1.3 | 121 | 1.6 | 206 | 1.3 | 142 | 2.3 | 137 | 1.7 | 154 | 3.2 | 290 | 1.0 | 151 | 1.9 | 170 | 1.6 | 320 | 1.3 |
| 15 | 254 | 2.2 | 204 | 2.1 | 233 | 1.9 | 146 | 1.1 | 294 | 2.1 | 172 | 0.9 | 146 | 1.5 | 156 | 3.0 | 134 | 2.4 | 148 | 2.7 | 216 | 1.8 | 358 | 1.1 |
| 16 | 48 | 1.3 | 193 | 1.5 | 344 | 1.2 | 245 | 0.8 | 283 | 1.7 | 89 | 2.5 | 142 | 1.5 | 155 | 2.8 | 133 | 2.4 | 159 | 2.3 | 206 | 1.5 | 194 | 1.5 |
| 17 | 266 | 1.6 | 205 | 1.9 | 219 | 1.1 | 172 | 1.7 | 146 | 1.6 | 169 | 2.5 | 166 | 1.5 | 139 | 2.2 | 168 | 2.2 | 153 | 2.1 | 196 | 1.5 | 274 | 1.5 |
| 18 | 204 | 1.8 | 78 | 1.6 | 48 | 1.8 | 204 | 1.3 | 180 | 2.3 | 170 | 3.5 | 166 | 1.8 | 178 | 2.1 | 151 | 1.7 | 100 | 1.4 | 185 | 1.2 | 231 | 1.1 |
| 19 | 213 | 1.7 | 140 | 2.4 | 212 | 1.1 | 147 | 0.9 | 151 | 2.4 | 165 | 2.7 | 162 | 2.3 | 163 | 3.2 | 164 | 2.3 | 147 | 1.2 | 185 | 1.3 | 237 | 1.5 |
| 20 | 59 | 1.7 | 213 | 2.0 | 196 | 1.2 | 123 | 1.1 | 69 | 2.2 | 133 | 2.6 | 143 | 2.6 | 165 | 3.6 | 140 | 3.0 | 200 | 1.3 | 167 | 1.6 | 242 | 1.7 |
| 21 | 112 | 2.2 | 186 | 1.5 | 291 | 1.8 | 303 | 1.7 | 145 | 2.2 | 139 | 2.1 | 113 | 1.6 | 156 | 3.4 | 160 | 3.7 | 113 | 1.1 | 186 | 1.7 | 248 | 2.3 |
| 22 | 145 | 1.8 | 108 | 1.8 | 336 | 1.7 | 156 | 1.7 | 123 | 1.5 | 169 | 2.0 | 146 | 2.1 | 164 | 3.6 | 163 | 2.8 | 92 | 1.7 | 176 | 1.5 | 273 | 2.0 |
| 23 | 305 | 1.0 | 161 | 2.3 | 293 | 1.5 | 155 | 2.0 | 168 | 2.2 | 175 | 1.7 | 169 | 2.5 | 152 | 3.8 | 174 | 1.9 | | | 158 | 1.5 | 295 | 1.4 |
| 24 | 45 | 1.2 | 80 | 1.4 | 278 | 1.4 | 226 | 1.1 | 143 | 2.0 | 84 | 1.5 | 175 | 2.7 | 174 | 3.1 | 177 | 3.2 | | | 215 | 1.7 | 288 | 1.6 |
| 25 | 130 | 1.4 | 179 | 1.3 | 287 | 0.6 | 145 | 1.2 | 178 | 1.6 | 131 | 2.0 | 168 | 2.3 | 165 | 3.1 | 151 | 4.1 | | | 171 | 2.2 | 277 | 1.4 |
| 26 | 192 | 1.5 | 158 | 1.7 | 256 | 1.9 | 151 | 1.5 | 202 | 1.1 | 91 | 0.7 | 185 | 2.3 | 181 | 3.2 | 165 | 4.6 | 53 | 1.8 | 140 | 2.9 | 219 | 1.2 |
| 27 | 189 | 1.8 | 225 | 2.1 | 252 | 2.6 | 297 | 1.6 | 160 | 2.0 | 175 | 1.1 | 167 | 2.9 | 149 | 3.1 | 160 | 4.5 | 95 | 2.2 | 144 | 1.5 | 226 | 2.4 |
| 28 | 197 | 2.2 | 231 | 2.2 | 221 | 1.8 | 134 | 2.1 | 126 | 1.1 | 86 | 1.0 | 157 | 3.5 | 155 | 2.8 | 171 | 2.8 | 175 | 1.2 | 333 | 2.0 | 247 | 3.3 |
| 29 | 183 | 1.4 | 183 | 1.4 | 177 | 2.1 | 107 | 1.7 | 132 | 1.8 | 318 | 1.4 | 140 | 3.6 | 147 | 3.8 | 180 | 2.4 | 201 | 1.6 | 301 | 2.0 | 215 | 3.0 |
| 30 | 174 | 1.3 | 174 | 1.3 | 273 | 1.3 | 185 | 1.4 | 109 | 1.3 | 125 | 2.8 | 145 | 3.2 | 166 | 2.9 | 179 | 3.4 | 154 | 2.3 | 176 | 1.8 | 212 | 1.9 |
| 31 | 255 | 2.4 | | | 126 | 1.3 | | | 173 | 1.9 | | | 150 | 2.9 | 156 | 1.5 | | | 69 | 0.8 | | | 75 | 0.9 |

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat

Surabaya, 22 April 2016
 Kasi Observasi & Informasi

 Intan Paramajanti
 NIP. 196108171982032002



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
 Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
 Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
 Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2012

| TGL | Januari | | Februari | | Maret | | April | | Mei | | Juni | | Juli | | Agustus | | September | | Oktober | | November | | Desember | |
|-----|---------|------|----------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|---------|------|-----------|------|---------|------|----------|------|----------|------|
| | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. |
| 1 | 236 | 2.0 | 90 | 2.4 | 243 | 2.1 | 175 | 2.0 | 149 | 1.6 | 164 | 2.4 | 138 | 2.3 | 155 | 2.9 | 165 | 3.3 | 172 | 2.7 | 161 | 1.9 | 311 | 1.3 |
| 2 | 227 | 1.3 | 73 | 1.7 | 177 | 1.4 | 92 | 1.9 | 149 | 1.5 | 183 | 2.4 | 145 | 2.2 | 173 | 2.9 | 160 | 3.1 | 165 | 2.8 | 265 | 1.7 | 277 | 1.6 |
| 3 | 204 | 1.7 | 351 | 1.4 | 260 | 2.0 | 86 | 2.0 | 151 | 1.5 | 174 | 2.4 | 139 | 2.8 | 155 | 3.6 | 166 | 2.8 | 159 | 3.1 | 33 | 1.7 | 275 | 2.0 |
| 4 | 164 | 2.0 | 190 | 1.8 | 304 | 1.5 | 215 | 1.6 | 305 | 1.1 | 139 | 2.0 | 147 | 3.0 | 149 | 3.2 | 179 | 3.1 | 170 | 3.3 | 148 | 1.7 | 316 | 1.4 |
| 5 | 262 | 2.4 | 167 | 2.1 | 123 | 1.0 | 341 | 0.6 | 159 | 2.0 | 144 | 2.0 | 150 | 3.5 | 153 | 2.8 | 177 | 3.4 | 156 | 3.0 | 246 | 2.1 | 295 | 1.5 |
| 6 | 259 | 2.3 | 228 | 1.4 | 169 | 1.7 | 169 | 1.9 | 69 | 1.6 | 158 | 1.9 | 159 | 2.2 | 170 | 3.2 | 168 | 2.8 | 166 | 3.0 | 258 | 1.8 | 133 | 1.5 |
| 7 | 237 | 2.1 | 263 | 1.2 | 173 | 1.7 | 182 | 1.6 | 205 | 1.1 | 125 | 2.0 | 113 | 1.5 | 158 | 3.4 | 159 | 2.3 | 163 | 1.5 | 269 | 1.7 | 171 | 1.1 |
| 8 | 243 | 2.0 | 206 | 1.3 | 265 | 1.7 | 159 | 1.7 | 200 | 1.7 | 142 | 2.2 | 132 | 1.8 | 157 | 3.3 | 164 | 2.3 | 60 | 1.2 | 143 | 1.6 | 216 | 1.3 |
| 9 | 185 | 1.0 | 252 | 2.7 | 19 | 3.0 | 141 | 2.5 | 209 | 1.2 | 129 | 1.2 | 128 | 1.8 | 165 | 2.6 | 183 | 3.1 | 177 | 1.8 | 186 | 1.4 | 197 | 1.5 |
| 10 | 113 | 1.2 | 276 | 2.4 | 132 | 1.9 | 102 | 1.9 | 165 | 1.8 | 273 | 2.4 | 142 | 1.5 | 148 | 3.1 | 161 | 3.4 | 205 | 2.5 | 267 | 0.6 | 340 | 1.1 |
| 11 | 63 | 1.0 | 230 | 1.3 | 118 | 1.3 | 122 | 1.5 | 190 | 2.0 | 276 | 1.6 | 182 | 0.7 | 149 | 3.0 | 178 | 3.6 | 178 | 3.1 | 204 | 1.2 | 345 | 1.7 |
| 12 | 102 | 2.2 | 177 | 2.4 | 102 | 1.7 | 120 | 2.2 | 221 | 2.0 | 178 | 2.2 | 173 | 1.8 | 150 | 2.6 | 164 | 3.3 | 185 | 2.6 | 244 | 1.5 | 201 | 1.6 |
| 13 | 85 | 1.3 | 164 | 2.5 | 112 | 1.8 | 113 | 2.6 | 173 | 1.6 | 152 | 2.5 | 125 | 1.5 | 163 | 3.1 | 164 | 2.8 | 142 | 1.4 | 215 | 1.8 | 211 | 1.4 |
| 14 | 206 | 1.0 | 185 | 1.8 | 303 | 1.4 | 102 | 2.1 | 164 | 2.3 | 182 | 2.4 | 190 | 1.6 | 168 | 2.9 | 177 | 2.2 | 163 | 1.7 | 174 | 2.5 | 214 | 1.4 |
| 15 | 16 | 2.3 | 204 | 2.5 | 338 | 1.9 | 51 | 1.3 | 142 | 2.5 | 166 | 2.7 | 166 | 2.2 | 163 | 3.4 | 152 | 3.2 | 188 | 1.4 | 205 | 1.6 | 52 | 1.6 |
| 16 | 252 | 1.3 | 63 | 1.2 | 189 | 1.4 | 75 | 1.8 | 122 | 1.9 | 184 | 2.8 | 127 | 2.6 | 164 | 3.4 | 154 | 3.8 | 160 | 1.8 | 11 | 1.5 | 6 | 1.3 |
| 17 | 109 | 2.0 | 224 | 1.4 | 128 | 1.1 | 220 | 0.9 | 141 | 1.9 | 123 | 2.3 | 159 | 2.7 | 152 | 2.9 | 179 | 1.5 | 258 | 0.8 | 37 | 1.7 | 161 | 1.3 |
| 18 | 181 | 1.9 | 220 | 1.9 | 201 | 2.2 | 152 | 1.7 | 81 | 2.2 | 133 | 2.4 | 172 | 1.6 | 147 | 3.1 | 170 | 1.4 | 158 | 1.8 | 125 | 1.4 | 205 | 1.6 |
| 19 | 187 | 1.5 | 190 | 1.7 | 207 | 1.9 | 104 | 1.3 | 146 | 2.3 | 146 | 1.8 | 136 | 1.7 | 154 | 3.1 | 167 | 2.0 | 143 | 1.4 | 161 | 1.0 | 191 | 1.2 |
| 20 | 268 | 1.6 | 254 | 2.0 | 224 | 2.0 | 164 | 1.3 | 154 | 2.5 | 148 | 1.9 | 157 | 1.8 | 175 | 2.9 | 152 | 2.3 | 174 | 1.4 | 227 | 1.1 | 134 | 1.3 |
| 21 | 276 | 1.5 | 113 | 1.4 | 251 | 2.7 | 277 | 1.4 | 152 | 2.6 | 148 | 2.3 | 143 | 2.5 | 176 | 2.8 | 167 | 2.6 | 193 | 2.0 | 79 | 1.2 | 189 | 1.0 |
| 22 | 179 | 1.9 | 86 | 1.6 | 219 | 1.8 | 342 | 0.7 | 168 | 2.7 | 140 | 2.4 | 150 | 2.9 | 173 | 3.3 | 166 | 3.3 | 183 | 3.1 | 177 | 1.4 | 295 | 1.0 |
| 23 | 280 | 1.9 | 171 | 2.1 | 167 | 1.7 | 141 | 1.5 | 154 | 2.7 | 153 | 2.3 | 159 | 3.0 | 178 | 3.5 | 161 | 3.7 | 175 | 3.3 | 119 | 1.7 | 321 | 1.5 |
| 24 | 332 | 2.7 | 176 | 2.2 | 234 | 2.2 | 127 | 1.5 | 153 | 2.8 | 165 | 2.4 | 155 | 2.5 | 161 | 3.2 | 180 | 2.9 | 147 | 1.3 | 146 | 1.3 | 207 | 1.3 |
| 25 | 239 | 2.1 | 128 | 1.1 | 230 | 2.5 | 161 | 1.7 | 140 | 2.7 | 147 | 2.3 | 139 | 1.7 | 162 | 2.3 | 174 | 2.8 | 282 | 1.4 | 42 | 0.6 | 262 | 2.0 |
| 26 | 208 | 1.9 | 156 | 1.6 | 224 | 2.9 | 176 | 1.0 | 144 | 2.2 | 150 | 2.6 | 197 | 1.9 | 168 | 2.1 | 155 | 2.9 | 140 | 1.6 | 228 | 1.1 | 258 | 1.6 |
| 27 | 158 | 1.6 | 204 | 1.3 | 205 | 2.6 | 319 | 1.6 | 128 | 1.7 | 153 | 2.4 | 152 | 2.6 | 138 | 1.4 | 179 | 3.0 | 82 | 1.3 | 141 | 1.5 | 212 | 1.3 |
| 28 | 45 | 1.4 | 108 | 1.7 | 218 | 2.3 | 76 | 3.3 | 148 | 1.5 | 156 | 2.1 | 156 | 2.7 | 196 | 1.4 | 178 | 3.5 | 147 | 1.5 | 201 | 1.7 | 81 | 1.9 |
| 29 | 38 | 2.1 | 209 | 1.5 | 236 | 2.2 | 110 | 2.0 | 175 | 1.7 | 152 | 2.2 | 160 | 2.7 | 154 | 2.6 | 119 | 2.8 | 244 | 1.8 | 146 | 1.7 | 77 | 1.7 |
| 30 | 349 | 1.3 | | | 235 | 1.6 | 102 | 1.4 | 103 | 1.5 | 145 | 2.3 | 175 | 2.7 | 189 | 1.3 | 173 | 1.8 | 153 | 2.1 | 120 | 1.4 | 219 | 1.6 |
| 31 | 39 | 1.4 | | | 303 | 1.3 | | | 162 | 2.2 | | | 179 | 2.7 | 158 | 2.5 | | | 136 | 1.4 | | | 342 | 1.4 |

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat

Surabaya, 22 April 2016
 Kasi Observasi & Informasi

 Intan Paramajanti
 NIP. 196106171982032002



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
 Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
 Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
 Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2013

| TGL | Januari | | Februari | | Maret | | April | | Mei | | Juni | | Juli | | Agustus | | September | | Oktober | | November | | Desember | |
|-----|---------|------|----------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|---------|------|-----------|------|---------|------|----------|------|----------|------|
| | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. |
| 1 | 345 | 2.0 | 153 | 1.4 | 108 | 1.9 | 157 | 2.0 | 158 | 1.8 | 151 | 1.9 | 139 | 2.3 | 153 | 2.3 | 120 | 2.3 | 163 | 3.3 | 176 | 2.8 | 171 | 1.6 |
| 2 | 218 | 0.9 | 124 | 2.0 | 157 | 1.7 | 159 | 1.7 | 56 | 1.7 | 164 | 1.9 | 102 | 1.7 | 151 | 2.3 | 147 | 2.1 | 158 | 3.5 | 156 | 2.1 | 153 | 1.0 |
| 3 | 279 | 2.3 | 53 | 2.5 | 21 | 0.6 | 195 | 1.4 | 113 | 2.4 | 179 | 1.5 | 128 | 1.6 | 85 | 1.9 | 85 | 1.4 | 171 | 2.9 | 185 | 1.6 | 177 | 1.5 |
| 4 | 269 | 2.7 | 119 | 1.4 | 215 | 1.3 | 318 | 1.2 | 149 | 1.9 | 196 | 2.1 | 132 | 1.1 | 134 | 1.9 | 132 | 2.2 | 176 | 2.9 | 258 | 1.6 | 326 | 2.3 |
| 5 | 249 | 1.9 | 229 | 1.4 | 178 | 1.3 | 190 | 1.2 | 124 | 1.8 | 193 | 1.3 | 132 | 1.9 | 41 | 1.0 | 137 | 2.1 | 193 | 3.6 | 262 | 1.1 | 271 | 1.4 |
| 6 | 238 | 1.9 | 274 | 1.5 | 219 | 1.5 | 245 | 1.2 | 156 | 0.9 | 184 | 1.4 | 159 | 2.1 | 145 | 1.6 | 183 | 1.9 | 175 | 3.7 | 162 | 1.3 | 153 | 1.6 |
| 7 | 286 | 2.4 | 315 | 1.0 | 237 | 1.5 | 298 | 1.2 | 109 | 1.1 | 338 | 1.4 | 79 | 1.9 | 106 | 1.1 | 141 | 0.9 | 170 | 2.9 | 18 | 1.5 | 242 | 1.7 |
| 8 | 280 | 3.0 | 190 | 0.7 | 229 | 1.4 | 240 | 1.3 | 196 | 1.5 | 103 | 0.7 | 84 | 1.4 | 194 | 1.8 | 119 | 1.9 | 150 | 1.7 | 171 | 1.5 | 320 | 2.0 |
| 9 | 295 | 4.0 | 279 | 2.2 | 203 | 0.7 | 100 | 1.4 | 112 | 1.7 | 192 | 1.6 | 165 | 1.9 | 193 | 1.0 | 140 | 2.0 | 175 | 2.7 | 227 | 1.3 | 211 | 1.2 |
| 10 | 288 | 4.0 | 322 | 1.0 | 236 | 1.1 | 146 | 1.9 | 105 | 1.4 | 228 | 1.7 | 270 | 1.8 | 147 | 2.3 | 159 | 2.6 | 154 | 2.6 | 217 | 1.7 | 84 | 1.3 |
| 11 | 305 | 2.4 | 183 | 1.4 | 294 | 1.2 | 214 | 1.8 | 51 | 2.6 | 233 | 1.0 | 101 | 1.7 | 148 | 2.4 | 151 | 2.2 | 195 | 2.7 | 102 | 1.9 | 186 | 1.2 |
| 12 | 250 | 2.1 | 273 | 0.8 | 72 | 0.9 | 33 | 1.2 | 169 | 1.3 | 353 | 2.2 | 166 | 1.5 | 154 | 2.2 | 146 | 1.5 | 178 | 3.8 | 252 | 1.8 | 176 | 1.0 |
| 13 | 239 | 1.8 | 76 | 1.5 | 317 | 1.0 | 205 | 1.6 | 81 | 2.1 | 19 | 1.5 | 205 | 1.7 | 152 | 2.0 | 157 | 1.7 | 183 | 4.1 | 214 | 1.3 | 207 | 1.9 |
| 14 | 194 | 1.6 | 115 | 1.6 | 207 | 1.3 | 295 | 1.1 | 162 | 2.0 | 160 | 1.1 | 251 | 2.0 | 91 | 2.1 | 168 | 2.7 | 171 | 4.4 | 276 | 1.5 | 275 | 1.2 |
| 15 | 218 | 3.3 | 358 | 1.7 | 110 | 1.2 | 191 | 1.2 | 240 | 0.7 | 154 | 1.2 | 207 | 1.8 | 102 | 2.2 | 143 | 2.3 | 159 | 3.6 | 228 | 1.2 | 304 | 1.1 |
| 16 | 242 | 1.8 | 95 | 1.6 | 158 | 1.3 | 134 | 1.2 | 37 | 1.4 | 153 | 1.0 | 74 | 1.7 | 148 | 2.3 | 141 | 2.4 | 152 | 2.8 | 143 | 0.9 | 119 | 1.8 |
| 17 | 183 | 1.4 | 172 | 0.9 | 117 | 1.1 | 116 | 1.5 | 58 | 2.3 | 294 | 1.0 | 165 | 1.2 | 163 | 3.2 | 179 | 1.5 | 117 | 2.4 | 259 | 1.1 | 211 | 1.8 |
| 18 | 178 | 2.0 | 248 | 1.3 | 137 | 2.0 | 176 | 1.2 | 126 | 1.6 | 86 | 1.1 | 35 | 0.6 | 162 | 2.8 | 174 | 2.0 | 75 | 1.7 | 356 | 2.1 | 153 | 1.4 |
| 19 | 159 | 1.4 | 265 | 1.0 | 176 | 1.7 | 306 | 1.1 | 18 | 1.5 | 185 | 2.2 | 205 | 1.0 | 164 | 3.2 | 148 | 2.8 | 176 | 2.4 | 138 | 1.6 | 220 | 1.8 |
| 20 | 117 | 1.5 | 246 | 1.1 | 311 | 1.9 | 107 | 1.3 | 212 | 1.7 | 170 | 2.4 | 189 | 1.2 | 172 | 3.7 | 152 | 3.5 | 182 | 3.0 | 35 | 1.7 | 299 | 1.7 |
| 21 | 116 | 1.3 | 248 | 2.9 | 29 | 0.7 | 144 | 1.8 | 183 | 1.2 | 140 | 1.7 | 155 | 2.6 | 153 | 2.7 | 189 | 3.0 | 159 | 0.9 | 8 | 2.0 | 296 | 3.6 |
| 22 | 35 | 1.5 | 299 | 1.1 | 150 | 1.6 | 119 | 1.5 | 109 | 1.8 | 136 | 2.2 | 139 | 2.4 | 147 | 2.8 | 149 | 2.8 | 176 | 1.4 | 143 | 1.8 | 282 | 1.9 |
| 23 | 129 | 1.2 | 244 | 1.1 | 173 | 1.7 | 188 | 1.5 | 183 | 1.1 | 147 | 1.8 | 150 | 2.5 | 133 | 2.7 | 151 | 3.5 | 200 | 2.5 | 238 | 1.5 | 220 | 0.7 |
| 24 | 239 | 1.5 | 134 | 2.0 | 198 | 1.4 | 2 | 0.8 | 166 | 1.6 | 161 | 2.1 | 134 | 2.1 | 134 | 2.9 | 165 | 3.4 | 198 | 1.9 | 232 | 1.9 | 251 | 2.5 |
| 25 | 184 | 1.5 | 138 | 1.4 | 197 | 1.4 | 183 | 1.6 | 176 | 1.6 | 179 | 2.1 | 120 | 1.7 | 150 | 2.5 | 137 | 2.8 | 215 | 2.1 | 276 | 1.6 | 240 | 3.2 |
| 26 | 268 | 1.8 | 149 | 1.4 | 173 | 1.3 | 101 | 0.8 | 228 | 0.6 | 162 | 1.9 | 119 | 1.3 | 144 | 3.2 | 160 | 4.3 | 178 | 1.7 | 181 | 2.1 | 232 | 2.5 |
| 27 | 261 | 0.9 | 127 | 1.6 | 188 | 1.5 | 121 | 2.1 | 194 | 1.3 | 168 | 2.3 | 157 | 2.1 | 153 | 3.1 | 169 | 3.8 | 176 | 1.4 | 225 | 1.8 | 241 | 2.1 |
| 28 | 240 | 1.7 | 357 | 1.6 | 40 | 1.2 | 34 | 1.9 | 195 | 1.4 | 181 | 2.3 | 156 | 2.3 | 152 | 2.5 | 168 | 3.5 | 278 | 1.4 | 251 | 2.1 | 246 | 1.6 |
| 29 | 241 | 1.8 | | | 209 | 1.7 | 129 | 2.4 | 205 | 1.0 | 154 | 2.6 | 157 | 2.9 | 150 | 2.0 | 184 | 3.7 | 247 | 1.9 | 236 | 2.3 | 256 | 1.2 |
| 30 | 212 | 1.8 | | | 181 | 1.3 | 146 | 2.3 | 210 | 1.4 | 134 | 2.4 | 163 | 2.2 | 113 | 1.7 | 158 | 2.5 | 231 | 2.3 | 211 | 1.9 | 67 | 1.1 |
| 31 | 289 | 1.5 | | | 191 | 1.5 | | | 181 | 1.6 | | | 187 | 2.2 | 138 | 2.3 | | | 234 | 1.1 | | | 289 | 0.7 |

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat

Surabaya, 22 April 2016
 Kasi Observasi & Informasi

 Intan Paramajanti
 NIP. 196106171982032002



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
 Surabaya - 60165


TGM : KASMAR SURABAYA
 Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
 Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2014

| TGL | Januari | | Februari | | Maret | | April | | Mei | | Juni | | Juli | | Agustus | | September | | Oktober | | November | | Desember | |
|-----|---------|------|----------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|---------|------|-----------|------|---------|------|----------|------|----------|------|
| | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. |
| 1 | 161 | 1.5 | 266 | 2.5 | 196 | 1.8 | 283 | 1.0 | 142 | 1.4 | 141 | 1.0 | 131 | 1.4 | 164 | 3.0 | 138 | 3.0 | 163 | 3.5 | 180 | 2.6 | 271 | 2.2 |
| 2 | 233 | 1.6 | 253 | 1.6 | 212 | 2.2 | 181 | 0.9 | 117 | 1.3 | 209 | 1.4 | 143 | 1.8 | 157 | 2.4 | 171 | 3.4 | 181 | 3.9 | 171 | 3.3 | 311 | 1.5 |
| 3 | 233 | 1.4 | 33 | 1.6 | 297 | 1.9 | 99 | 1.4 | 74 | 1.6 | 142 | 1.6 | 147 | 2.4 | 154 | 2.1 | 161 | 3.2 | 166 | 3.9 | 166 | 3.1 | 241 | 3.7 |
| 4 | 197 | 1.7 | 145 | 1.7 | 126 | 2.2 | 248 | 0.9 | 124 | 2.0 | 105 | 1.5 | 142 | 3.0 | 136 | 2.6 | 184 | 3.0 | 162 | 4.0 | 157 | 2.2 | 256 | 2.2 |
| 5 | 283 | 1.1 | 143 | 2.0 | 194 | 1.9 | 68 | 1.5 | 100 | 1.7 | 136 | 2.0 | 140 | 2.7 | 136 | 3.3 | 174 | 2.7 | 159 | 3.7 | 184 | 1.3 | 301 | 2.3 |
| 6 | 184 | 1.0 | 206 | 2.1 | 170 | 1.3 | 272 | 1.7 | 81 | 1.7 | 144 | 1.5 | 145 | 2.5 | 130 | 3.3 | 202 | 2.8 | 172 | 3.3 | 231 | 1.3 | 324 | 1.2 |
| 7 | 213 | 1.8 | 221 | 2.0 | 200 | 1.5 | 203 | 1.5 | 122 | 1.3 | 110 | 1.9 | 148 | 2.8 | 149 | 2.7 | 163 | 2.4 | 160 | 3.0 | 169 | 1.6 | 240 | 2.6 |
| 8 | 235 | 2.3 | 209 | 1.3 | 150 | 0.7 | 294 | 1.3 | 20 | 1.0 | 118 | 2.1 | 143 | 2.8 | 137 | 2.2 | 143 | 3.0 | 164 | 3.6 | 131 | 1.3 | 243 | 2.5 |
| 9 | 220 | 1.7 | 190 | 1.4 | 99 | 1.0 | 175 | 1.7 | 320 | 1.2 | 140 | 1.7 | 259 | 48.4 | 110 | 1.6 | 157 | 3.5 | 162 | 3.1 | 176 | 1.5 | 232 | 2.7 |
| 10 | 32 | 0.9 | 244 | 2.1 | 126 | 1.3 | 176 | 1.5 | 94 | 2.1 | 216 | 1.8 | 260 | 64.3 | 95 | 1.5 | 151 | 4.0 | 162 | 1.3 | 305 | 0.9 | 264 | 1.6 |
| 11 | 259 | 1.3 | 181 | 1.7 | 189 | 1.6 | 197 | 2.0 | 150 | 1.5 | 212 | 1.9 | 260 | 61.3 | 136 | 2.7 | 150 | 3.4 | 163 | 1.4 | 233 | 2.0 | 183 | 1.4 |
| 12 | 212 | 2.7 | 155 | 1.9 | 246 | 2.2 | 247 | 2.4 | 328 | 1.7 | 134 | 2.2 | 260 | 58.2 | 146 | 3.4 | 126 | 2.9 | 163 | 1.4 | 216 | 1.8 | 233 | 1.8 |
| 13 | 188 | 3.1 | 177 | 2.9 | 228 | 1.6 | 213 | 1.8 | 94 | 1.7 | 143 | 2.0 | 260 | 55.2 | 144 | 3.2 | 143 | 3.5 | 163 | 1.5 | 176 | 1.2 | 201 | 1.7 |
| 14 | 241 | 3.5 | 193 | 2.4 | 135 | 1.6 | 237 | 1.8 | 192 | 1.5 | 155 | 2.0 | 260 | 52.2 | 153 | 3.3 | 156 | 3.8 | 163 | 1.6 | 0 | 1.6 | 180 | 1.5 |
| 15 | 240 | 3.5 | 218 | 2.1 | 158 | 1.5 | 207 | 1.2 | 354 | 1.3 | 121 | 1.6 | 259 | 49.1 | 146 | 3.5 | 154 | 3.7 | 163 | 1.6 | 21 | 1.1 | 187 | 1.7 |
| 16 | 241 | 2.3 | 267 | 1.7 | 220 | 1.7 | 174 | 1.6 | 57 | 2.1 | 255 | 2.0 | 127 | 46.1 | 153 | 3.4 | 156 | 2.7 | 173 | 1.7 | 162 | 1.8 | 314 | 1.4 |
| 17 | 253 | 1.2 | 80 | 0.9 | 112 | 2.0 | 201 | 1.9 | 99 | 1.7 | 131 | 2.1 | 259 | 43.1 | 153 | 3.3 | 136 | 2.0 | 164 | 1.7 | 157 | 1.8 | 265 | 2.2 |
| 18 | 264 | 2.6 | 193 | 1.9 | 228 | 1.8 | 210 | 1.8 | 136 | 0.9 | 139 | 1.5 | 259 | 40.0 | 134 | 2.6 | 156 | 1.9 | 164 | 1.8 | 196 | 1.9 | 220 | 1.9 |
| 19 | 242 | 2.5 | 99 | 1.0 | 181 | 1.9 | 209 | 1.5 | 234 | 1.7 | 181 | 1.6 | 259 | 37.0 | 169 | 1.8 | 168 | 1.8 | 164 | 1.9 | 222 | 1.2 | 167 | 1.4 |
| 20 | 312 | 2.6 | 197 | 1.3 | 262 | 2.2 | 224 | 1.7 | 196 | 2.0 | 133 | 1.9 | 259 | 36.5 | 142 | 1.7 | 149 | 2.2 | 164 | 1.9 | 125 | 1.3 | 322 | 1.7 |
| 21 | 284 | 2.3 | 143 | 1.2 | 63 | 1.4 | 189 | 1.6 | 163 | 2.5 | 115 | 2.2 | 259 | 30.9 | 179 | 1.4 | 157 | 2.9 | 164 | 2.0 | 118 | 1.2 | 263 | 1.0 |
| 22 | 274 | 2.9 | 184 | 1.3 | 167 | 1.7 | 290 | 1.7 | 123 | 2.0 | 157 | 2.6 | 258 | 27.9 | 152 | 2.9 | 147 | 3.0 | 164 | 2.1 | 143 | 1.5 | 197 | 1.8 |
| 23 | 254 | 2.6 | 95 | 0.6 | 165 | 1.5 | 180 | 1.4 | 127 | 2.0 | 155 | 1.8 | 258 | 24.9 | 135 | 3.4 | 143 | 3.8 | 164 | 2.1 | 88 | 1.5 | 206 | 1.8 |
| 24 | 225 | 1.3 | 158 | 2.0 | 184 | 1.8 | 196 | 1.6 | 62 | 1.8 | 152 | 2.3 | 257 | 21.8 | 149 | 3.5 | 154 | 3.6 | 164 | 2.2 | 259 | 1.2 | 28 | 1.5 |
| 25 | 201 | 2.2 | 139 | 1.7 | 199 | 2.2 | 53 | 1.3 | 128 | 2.1 | 154 | 1.9 | 257 | 18.8 | 151 | 3.5 | 149 | 3.7 | 165 | 2.2 | 191 | 1.5 | 191 | 1.3 |
| 26 | 212 | 2.4 | 77 | 1.8 | 177 | 2.1 | 188 | 1.4 | 136 | 1.8 | 118 | 1.5 | 256 | 15.8 | 160 | 3.4 | 155 | 3.3 | 165 | 2.3 | 239 | 0.8 | 342 | 1.8 |
| 27 | 213 | 2.2 | 144 | 1.8 | 165 | 1.4 | 218 | 2.3 | 141 | 1.3 | 151 | 1.6 | 255 | 12.7 | 148 | 3.4 | 156 | 1.8 | 165 | 2.4 | 214 | 2.1 | 310 | 2.1 |
| 28 | 171 | 1.9 | 149 | 0.9 | 152 | 1.5 | 217 | 1.7 | 145 | 1.1 | 165 | 2.0 | 253 | 9.7 | 168 | 3.3 | 163 | 2.6 | 165 | 2.4 | 259 | 1.9 | 276 | 2.6 |
| 29 | 224 | 2.1 | | | 122 | 1.9 | 342 | 0.9 | 167 | 1.4 | 140 | 2.1 | 250 | 6.8 | 166 | 3.4 | 171 | 2.8 | 165 | 2.5 | 182 | 1.6 | 310 | 1.8 |
| 30 | 224 | 2.5 | | | 90 | 1.7 | 179 | 1.4 | 151 | 1.5 | 166 | 1.7 | 242 | 3.9 | 157 | 3.5 | 175 | 3.1 | 165 | 2.6 | 236 | 2.0 | 291 | 2.6 |
| 31 | 242 | 3.0 | | | 63 | 1.0 | | | 151 | 1.7 | | | 211 | 1.7 | 163 | 3.4 | | | 165 | 2.6 | | | 271 | 2.1 |

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat

Surabaya, 22 April 2016
 Kasi Observasi & Informasi

 Intan Paramajanti
 NIP. 196106171982032002



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
 Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
 Email : meteomaritimsby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
 Telp/Fax : (031) 3287123

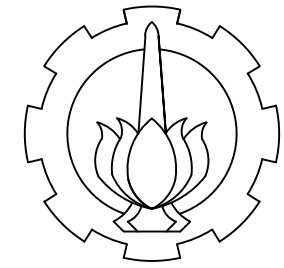
DATA ANGIN PELABUHAN PULAU PISAU SIKAHAYAN, KALIMANTAN TENGAH TAHUN 2015

| TGL | Januari | | Februari | | Maret | | April | | Mei | | Juni | | Juli | | Agustus | | September | | Oktober | | November | | Desember | |
|-----|---------|------|----------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|---------|------|-----------|------|---------|------|----------|------|----------|------|
| | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. | Arah | Kec. |
| 1 | 257 | 2.6 | 150 | 1.1 | 164 | 1.1 | 124 | 1.4 | 246 | 1.5 | 151 | 1.5 | 172 | 2.4 | 186 | 2.2 | 162 | 3.5 | 155 | 3.8 | 147 | 2.2 | 213 | 1.4 |
| 2 | 293 | 2.5 | 219 | 1.3 | 353 | 1.5 | 233 | 2.0 | 229 | 1.3 | 167 | 0.6 | 163 | 2.7 | 158 | 3.2 | 151 | 3.9 | 157 | 3.9 | 194 | 1.5 | 224 | 1.2 |
| 3 | 254 | 1.6 | 94 | 1.1 | 98 | 1.4 | 259 | 1.5 | 168 | 1.5 | 162 | 1.7 | 161 | 3.3 | 157 | 3.4 | 147 | 3.7 | 143 | 3.6 | 206 | 2.3 | 49 | 1.3 |
| 4 | 267 | 1.5 | 334 | 1.7 | 114 | 2.0 | 155 | 1.7 | 234 | 1.6 | 134 | 2.7 | 164 | 3.0 | 172 | 3.4 | 156 | 4.1 | 161 | 3.1 | 187 | 2.2 | 123 | 1.3 |
| 5 | 226 | 1.6 | 18 | 2.3 | 37 | 0.9 | 110 | 1.7 | 80 | 1.4 | 128 | 2.3 | 163 | 2.6 | 169 | 3.2 | 167 | 3.0 | 153 | 2.1 | 134 | 1.7 | 6 | 1.2 |
| 6 | 233 | 1.4 | 147 | 1.5 | 185 | 1.3 | 344 | 1.1 | 134 | 1.6 | 137 | 2.3 | 157 | 2.9 | 167 | 2.8 | 165 | 3.5 | 185 | 1.2 | 89 | 1.4 | 214 | 1.0 |
| 7 | 226 | 1.6 | 12 | 1.5 | 19 | 1.0 | 149 | 1.6 | 99 | 1.5 | 127 | 2.0 | 153 | 3.2 | 186 | 2.9 | 167 | 3.7 | 176 | 2.0 | 199 | 1.3 | 87 | 1.4 |
| 8 | 281 | 1.9 | 259 | 1.0 | 350 | 0.8 | 86 | 2.1 | 157 | 2.0 | 147 | 1.5 | 166 | 3.6 | 160 | 3.5 | 157 | 3.7 | 168 | 2.9 | 165 | 1.2 | 134 | 1.7 |
| 9 | 282 | 3.5 | 222 | 0.6 | 87 | 1.3 | 135 | 2.1 | 135 | 1.8 | 74 | 1.4 | 171 | 3.7 | 164 | 2.7 | 162 | 4.3 | 162 | 4.0 | 167 | 1.8 | 62 | 1.3 |
| 10 | 285 | 2.4 | 225 | 1.0 | 141 | 1.3 | 166 | 1.5 | 143 | 2.1 | 92 | 0.8 | 161 | 2.4 | 153 | 2.5 | 160 | 4.4 | 170 | 3.6 | 167 | 1.4 | 130 | 1.6 |
| 11 | 263 | 0.9 | 316 | 1.7 | 9 | 0.4 | 183 | 1.6 | 118 | 1.5 | 163 | 1.6 | 151 | 2.3 | 155 | 3.1 | 152 | 2.6 | 80 | 1.0 | 187 | 1.5 | 316 | 1.5 |
| 12 | 147 | 1.5 | 304 | 1.3 | 164 | 1.3 | 338 | 2.1 | 139 | 0.9 | 182 | 1.6 | 132 | 2.6 | 171 | 2.7 | 175 | 2.8 | 176 | 1.9 | 112 | 1.5 | 233 | 1.5 |
| 13 | 160 | 1.9 | 79 | 1.5 | 23 | 1.9 | 32 | 0.6 | 140 | 1.1 | 169 | 2.3 | 142 | 3.0 | 171 | 2.5 | 161 | 4.1 | 171 | 3.1 | 142 | 1.4 | 226 | 1.2 |
| 14 | 239 | 2.3 | 139 | 1.6 | 125 | 1.8 | 166 | 1.8 | 121 | 1.5 | 152 | 1.5 | 146 | 2.9 | 159 | 2.7 | 178 | 4.0 | 163 | 3.6 | 182 | 1.4 | 272 | 1.9 |
| 15 | 261 | 3.2 | 132 | 1.1 | 56 | 0.8 | 113 | 1.6 | 148 | 0.9 | 190 | 1.4 | 135 | 2.3 | 154 | 3.6 | 163 | 3.7 | 178 | 3.7 | 138 | 1.6 | 294 | 1.8 |
| 16 | 302 | 2.5 | 263 | 1.4 | 351 | 1.4 | 259 | 0.9 | 283 | 1.6 | 134 | 2.0 | 153 | 2.3 | 148 | 4.3 | 145 | 3.4 | 152 | 3.0 | 186 | 0.9 | 248 | 1.7 |
| 17 | 240 | 2.4 | 158 | 1.0 | 224 | 1.3 | 111 | 1.5 | 147 | 2.1 | 171 | 1.7 | 149 | 3.5 | 165 | 3.3 | 139 | 2.8 | 165 | 4.2 | 176 | 1.1 | 249 | 1.8 |
| 18 | 235 | 1.7 | 113 | 1.4 | 226 | 0.9 | 157 | 1.7 | 173 | 2.2 | 146 | 2.4 | 147 | 2.8 | 167 | 3.5 | 130 | 1.9 | 162 | 4.4 | 35 | 1.8 | 253 | 2.5 |
| 19 | 197 | 1.6 | 8 | 1.5 | 200 | 1.9 | 202 | 1.4 | 157 | 1.9 | 146 | 2.6 | 147 | 2.6 | 183 | 2.9 | 186 | 2.9 | 164 | 3.7 | 140 | 1.8 | 254 | 3.3 |
| 20 | 208 | 1.7 | 239 | 1.7 | 173 | 1.9 | 78 | 1.6 | 147 | 1.9 | 97 | 2.7 | 166 | 2.6 | 174 | 3.1 | 186 | 3.3 | 176 | 3.7 | 185 | 1.8 | 249 | 3.1 |
| 21 | 1 | 0.9 | 279 | 0.8 | 111 | 1.6 | 145 | 1.6 | 154 | 2.8 | 171 | 2.9 | 148 | 1.9 | 174 | 3.3 | 188 | 3.1 | 156 | 2.3 | 152 | 2.1 | 248 | 1.4 |
| 22 | 285 | 1.4 | 52 | 1.2 | 337 | 1.4 | 126 | 1.4 | 141 | 1.9 | 176 | 2.3 | 168 | 2.4 | 169 | 3.0 | 143 | 3.9 | 136 | 2.4 | 157 | 1.9 | 150 | 1.4 |
| 23 | 140 | 1.3 | 33 | 1.2 | 120 | 1.3 | 329 | 1.1 | 154 | 1.4 | 157 | 2.4 | 160 | 1.6 | 151 | 2.1 | 158 | 3.7 | 154 | 2.9 | 110 | 1.0 | 211 | 1.5 |
| 24 | 206 | 1.5 | 153 | 1.4 | 117 | 1.6 | 182 | 1.1 | 174 | 1.4 | 166 | 2.7 | 171 | 3.0 | 180 | 2.0 | 160 | 3.5 | 122 | 1.8 | 163 | 0.7 | 236 | 1.4 |
| 25 | 241 | 1.7 | 164 | 1.0 | 86 | 1.2 | 264 | 1.0 | 150 | 1.4 | 149 | 1.8 | 163 | 3.2 | 154 | 2.4 | 171 | 3.9 | 144 | 1.7 | 158 | 1.4 | 100 | 1.2 |
| 26 | 269 | 1.7 | 132 | 1.5 | 178 | 1.5 | 109 | 1.5 | 181 | 1.7 | 152 | 2.3 | 148 | 2.7 | 163 | 1.7 | 158 | 4.1 | 150 | 2.4 | 172 | 2.0 | 175 | 1.5 |
| 27 | 290 | 1.2 | 127 | 1.3 | 144 | 1.7 | 143 | 1.5 | 145 | 2.1 | 158 | 2.6 | 150 | 2.9 | 150 | 1.8 | 172 | 3.6 | 119 | 2.0 | 148 | 2.0 | 159 | 1.3 |
| 28 | 247 | 1.7 | 299 | 0.5 | 144 | 1.8 | 47 | 1.6 | 161 | 1.6 | 178 | 2.3 | 150 | 2.8 | 172 | 2.6 | 171 | 3.1 | 142 | 2.1 | 99 | 1.6 | 149 | 1.0 |
| 29 | 244 | 2.4 | | | 104 | 1.9 | 35 | 1.6 | 162 | 2.3 | 180 | 2.1 | 134 | 2.3 | 165 | 3.4 | 150 | 3.4 | 131 | 2.0 | 146 | 1.6 | 190 | 1.2 |
| 30 | 266 | 1.5 | | | 121 | 1.8 | 154 | 1.5 | 155 | 2.3 | 174 | 2.3 | 151 | 2.9 | 165 | 4.0 | 157 | 3.5 | 148 | 1.9 | 179 | 1.7 | 113 | 1.5 |
| 31 | 167 | 1.5 | | | 111 | 1.6 | | | 136 | 1.7 | | | 160 | 3.0 | 159 | 3.1 | | | 135 | 1.4 | | | 133 | 1.8 |

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat



Surabaya, 22 April 2016
 Kasi Observasi & Informasi
Intan Paramianti
 Intan Paramianti
 NIP. 196106171982032002



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

BATHYMETRY

1:4000

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

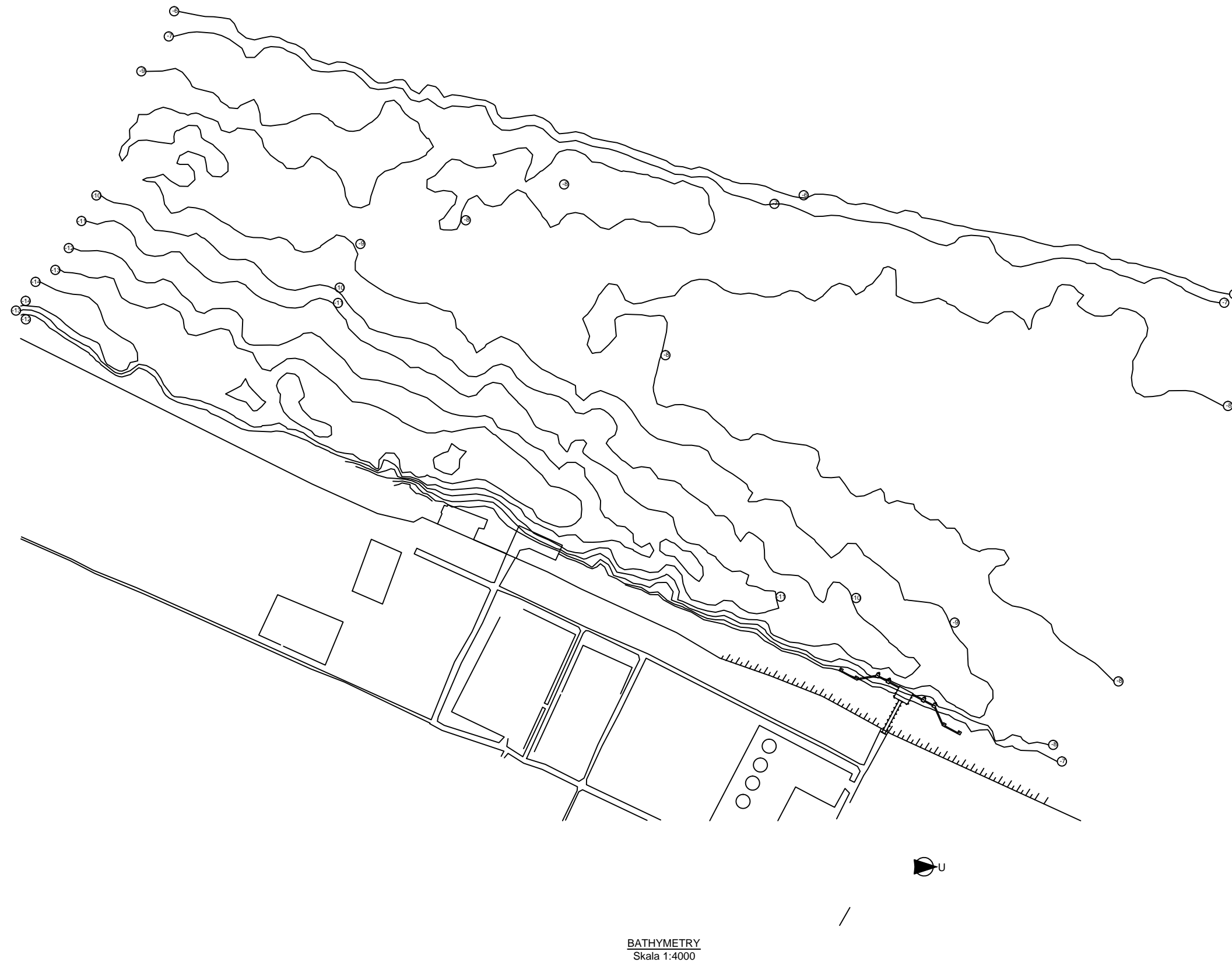
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

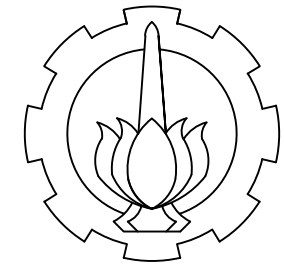
NO. LBR.

JML. GB.

1

35





PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

PETA LOKASI

1:2000

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

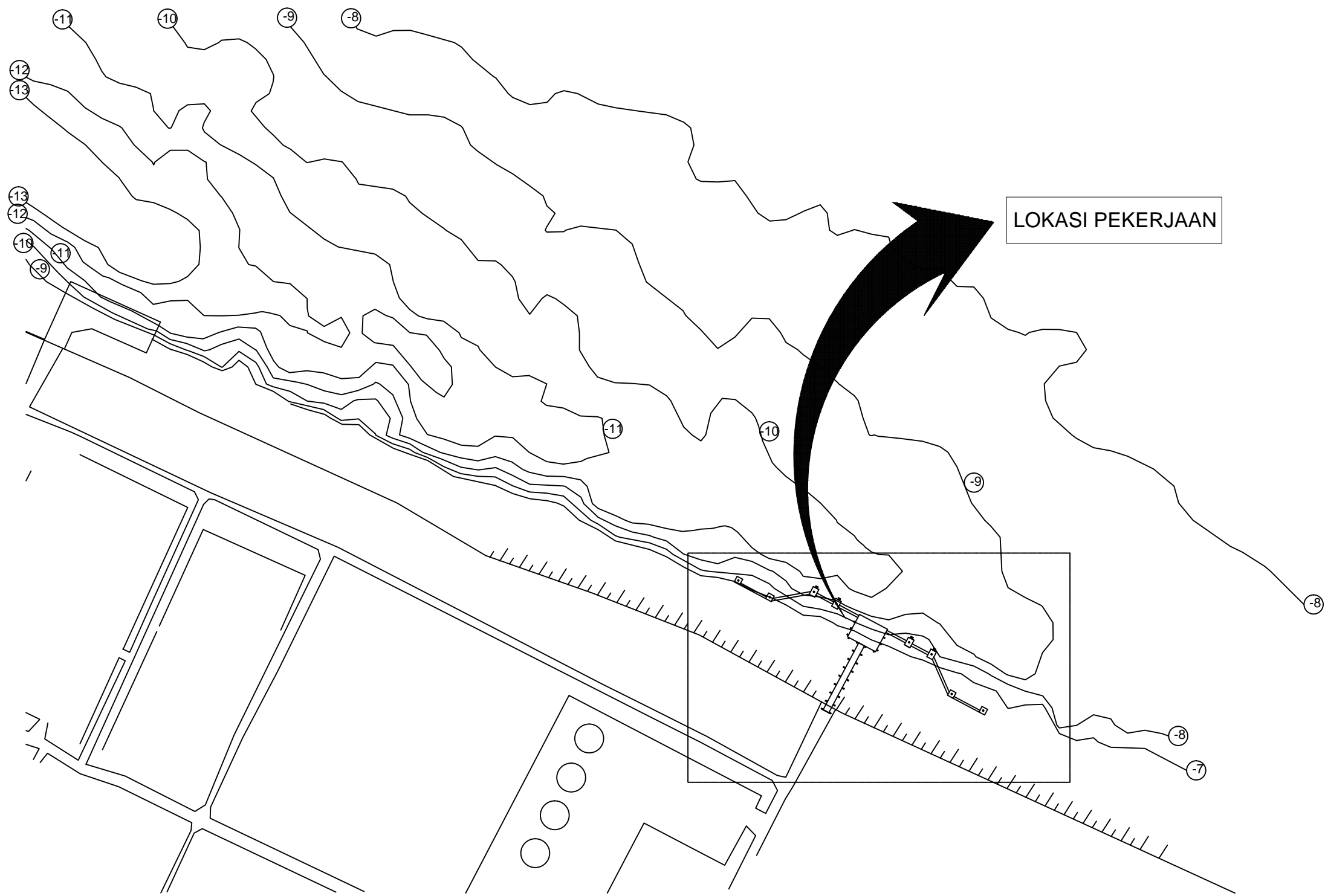
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

JML. GB.

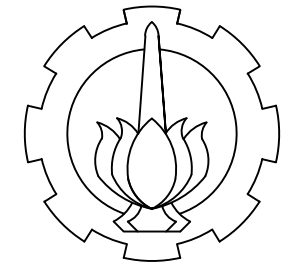
2

35



PETA LOKASI
Skala 1:2000





PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

LAY OUT DERMAGA

1:400

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

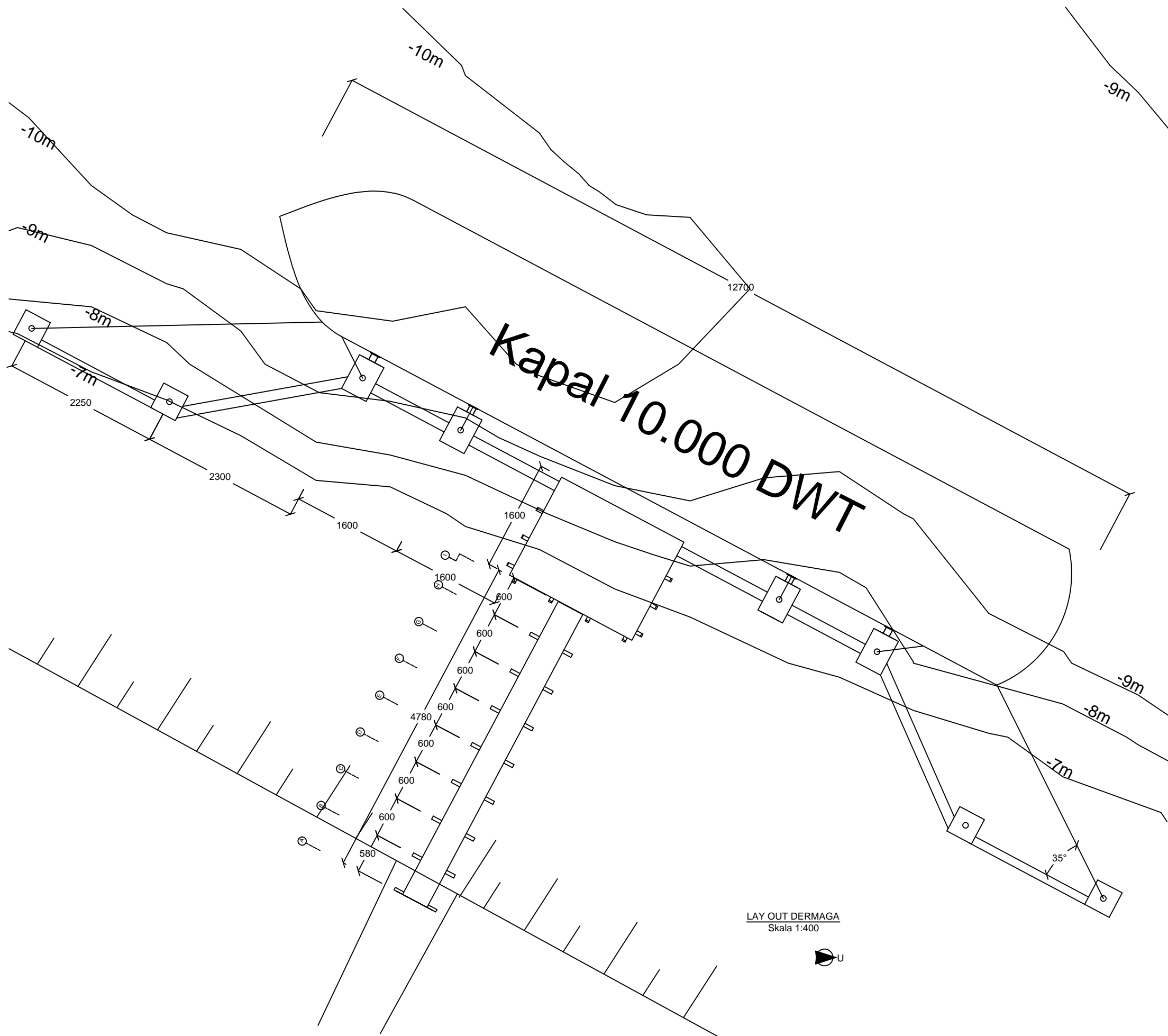
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

JML. GB.

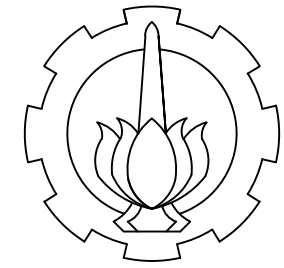
3

35



LAY OUT DERMAGA
Skala 1:400





PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

DENAH DERMAGA
POTONGAN A-A

1:400

DOSEN PEMBIMBING

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

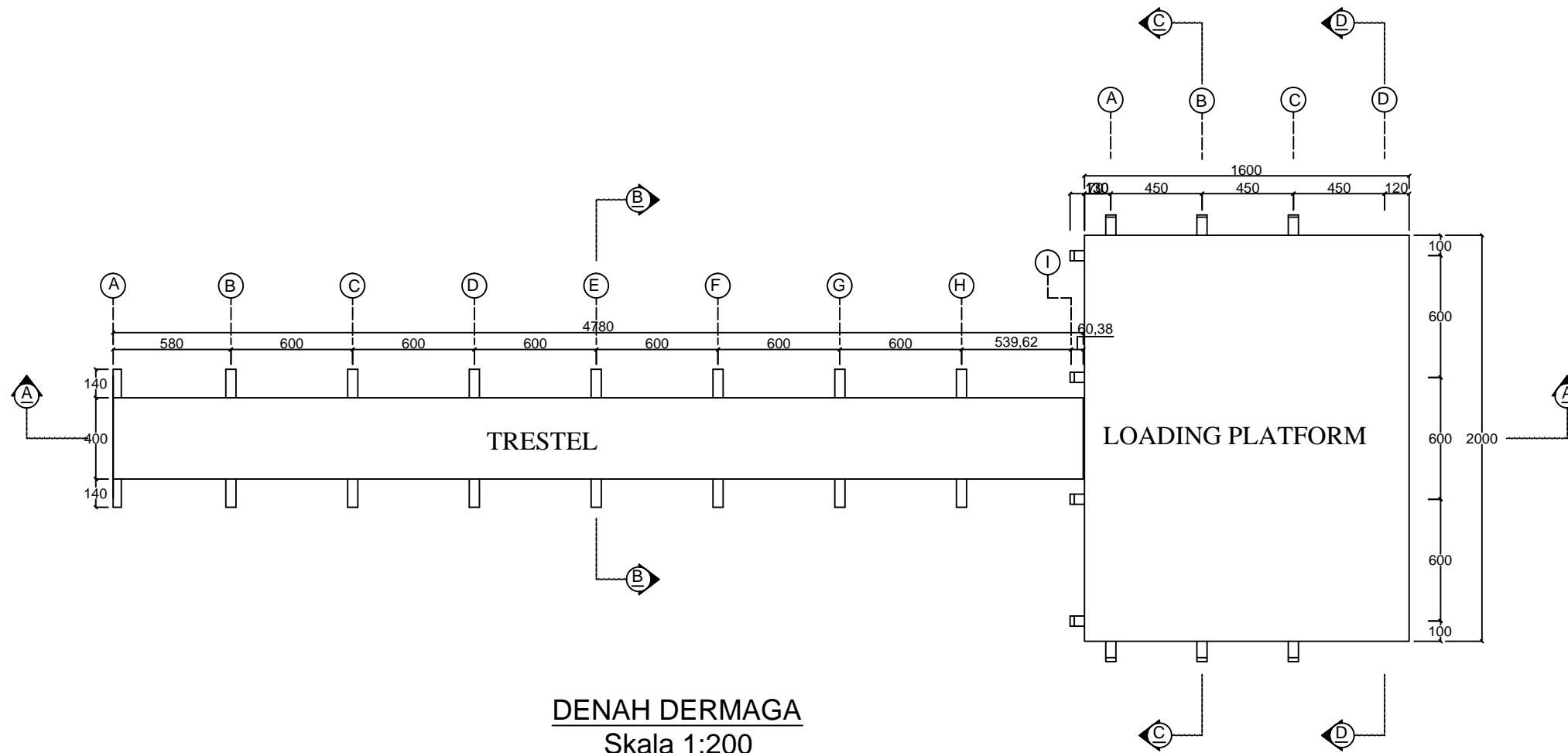
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

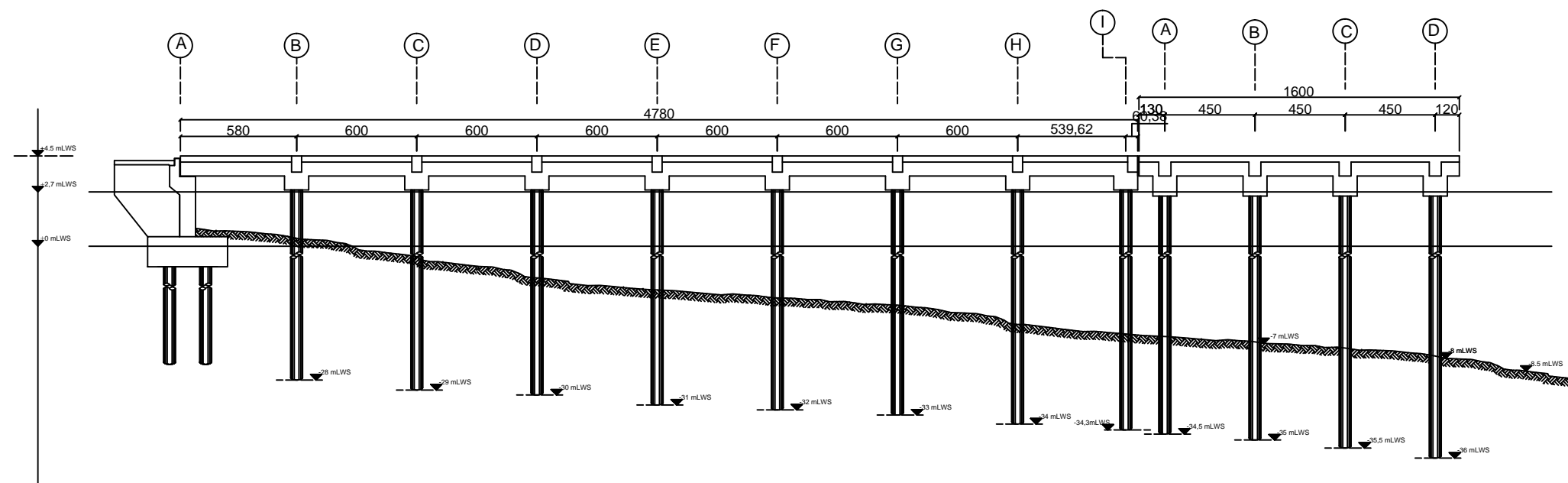
JML. GB.

4

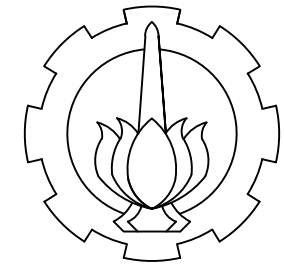
35



DENAH DERMAGA
Skala 1:200



POTONGAN A-A
Skala 1:200



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

DENAH TIANG
PANCANG
DENAH PILE CAP

1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

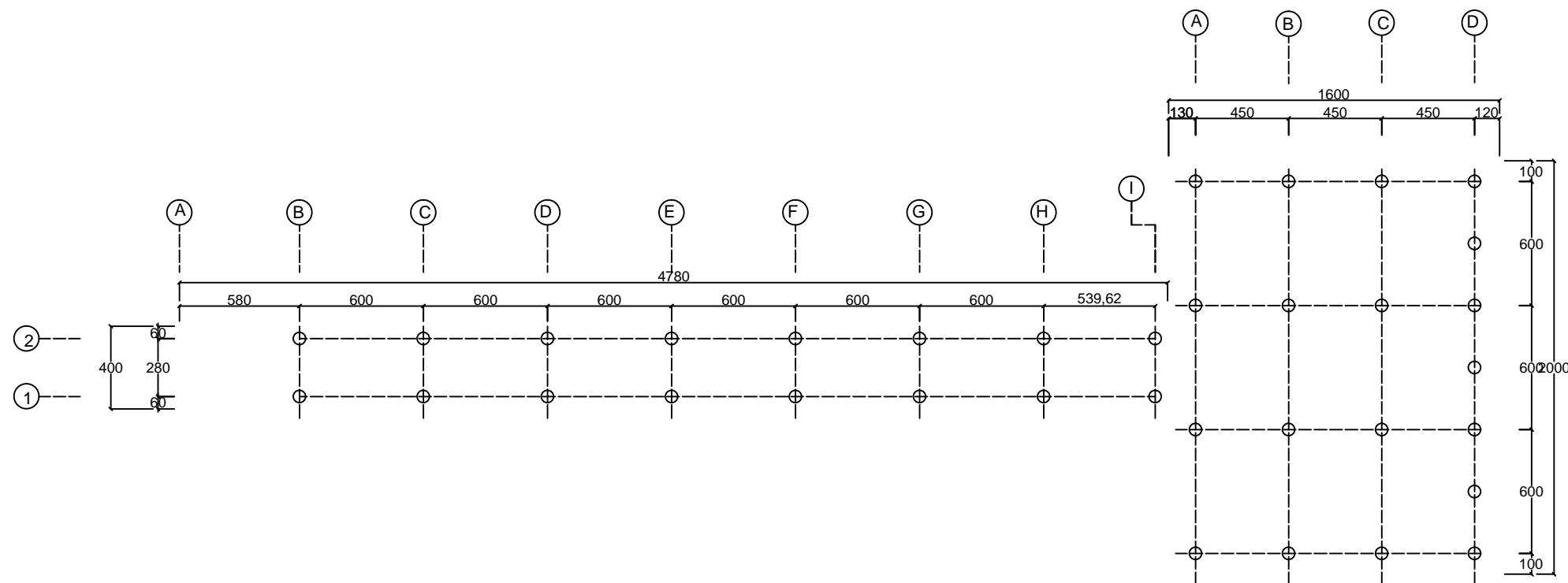
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

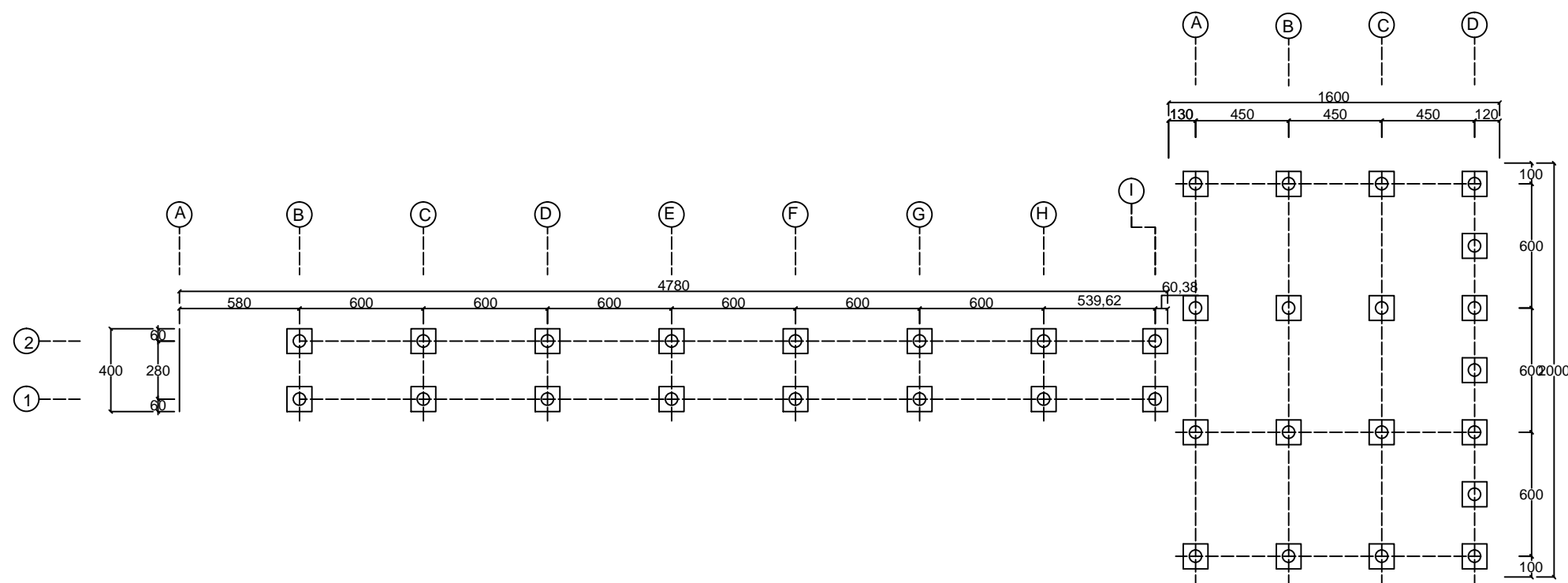
JML. GB.

5

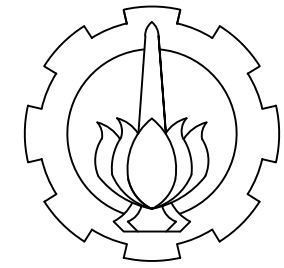
35



DENAH TIANG PANCANG
Skala 1:200



DENAH PILE CAP
Skala 1:200



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

POTONGAN B - B
POTONGAN C - C
POTONGAN D - D

1:100
1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

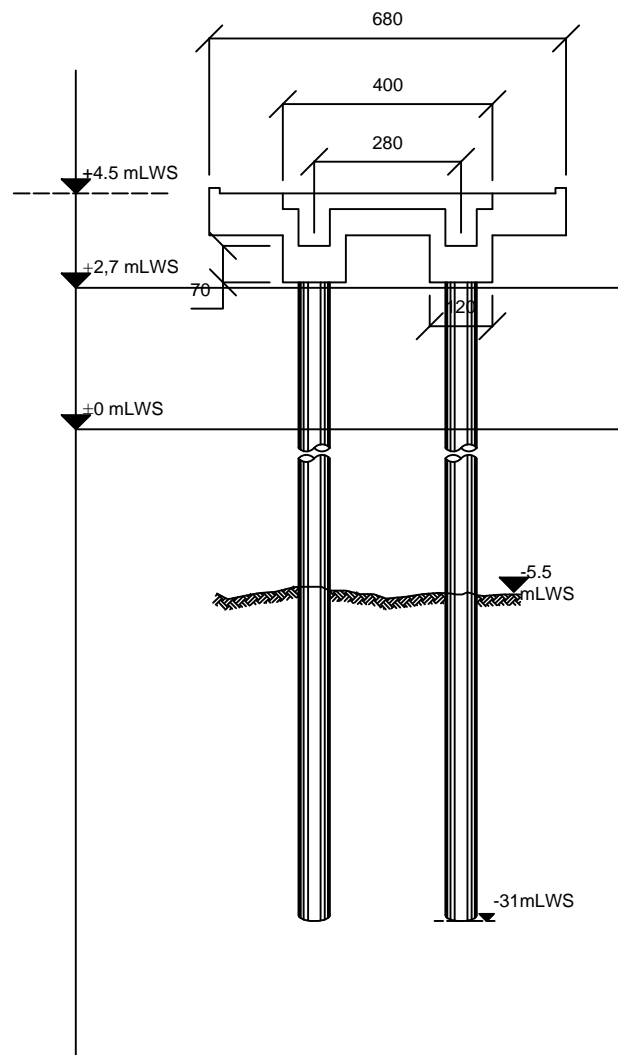
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

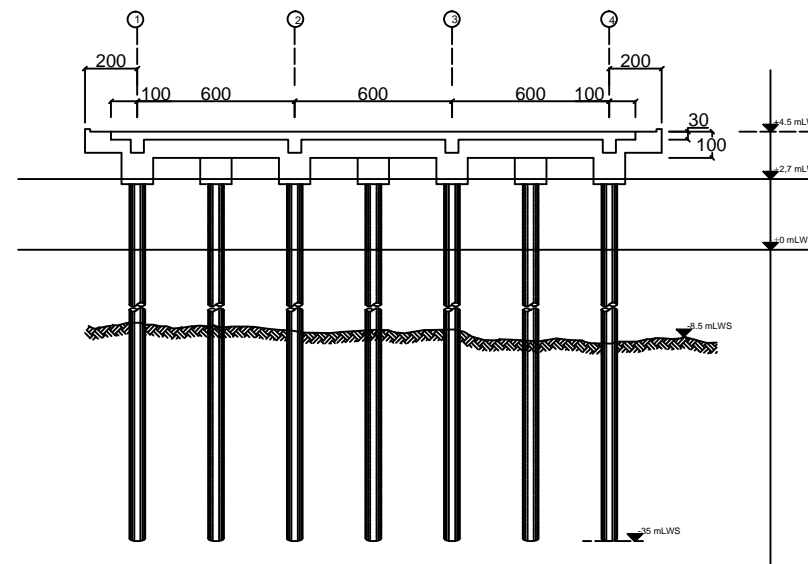
JML. GB.

6

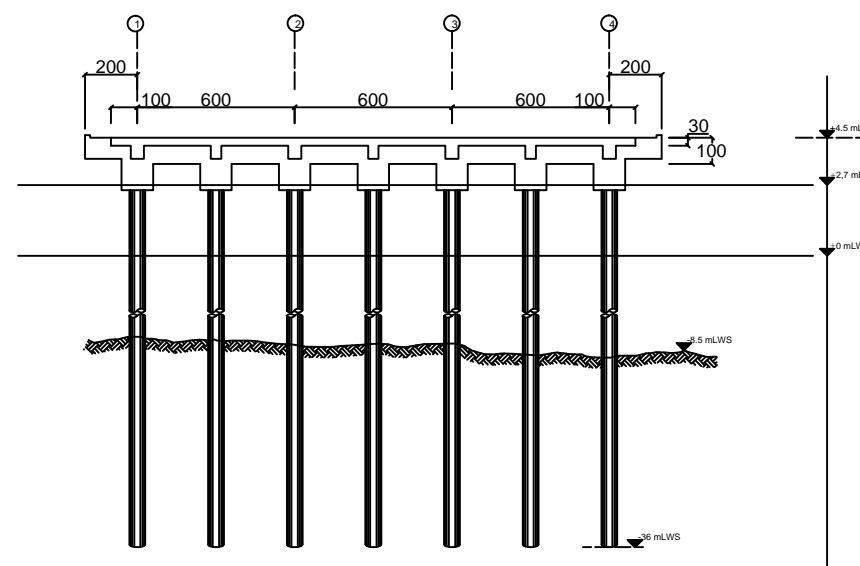
35



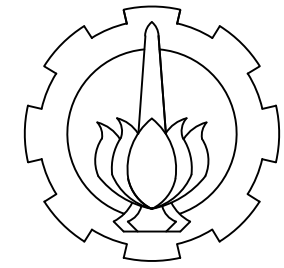
POTONGAN B - B
Skala 1:100



POTONGAN C - C
Skala 1:200



POTONGAN D - D
Skala 1:200



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAL KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

DENAH TIANG
PANCANG
DENAH PILE CAP

1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

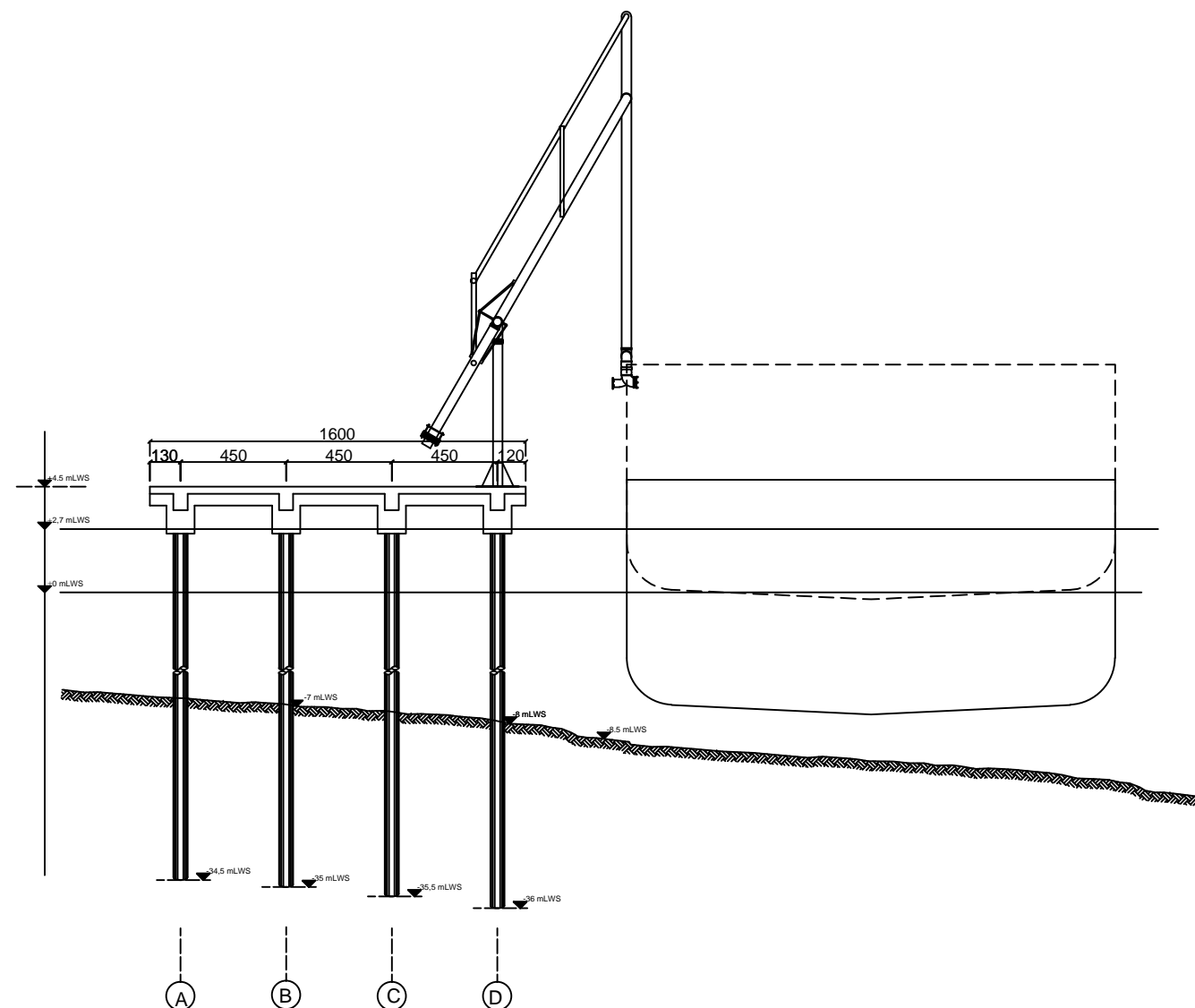
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

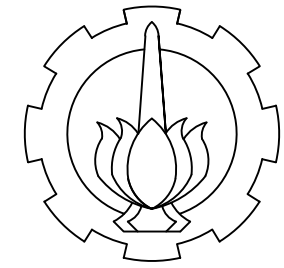
JML. GB.

7

35



TAMPAK SAMPING LOADING PLATFORM
Skala 1:200



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

DENAH BALOK
LOADING PLATFORM

1:100

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

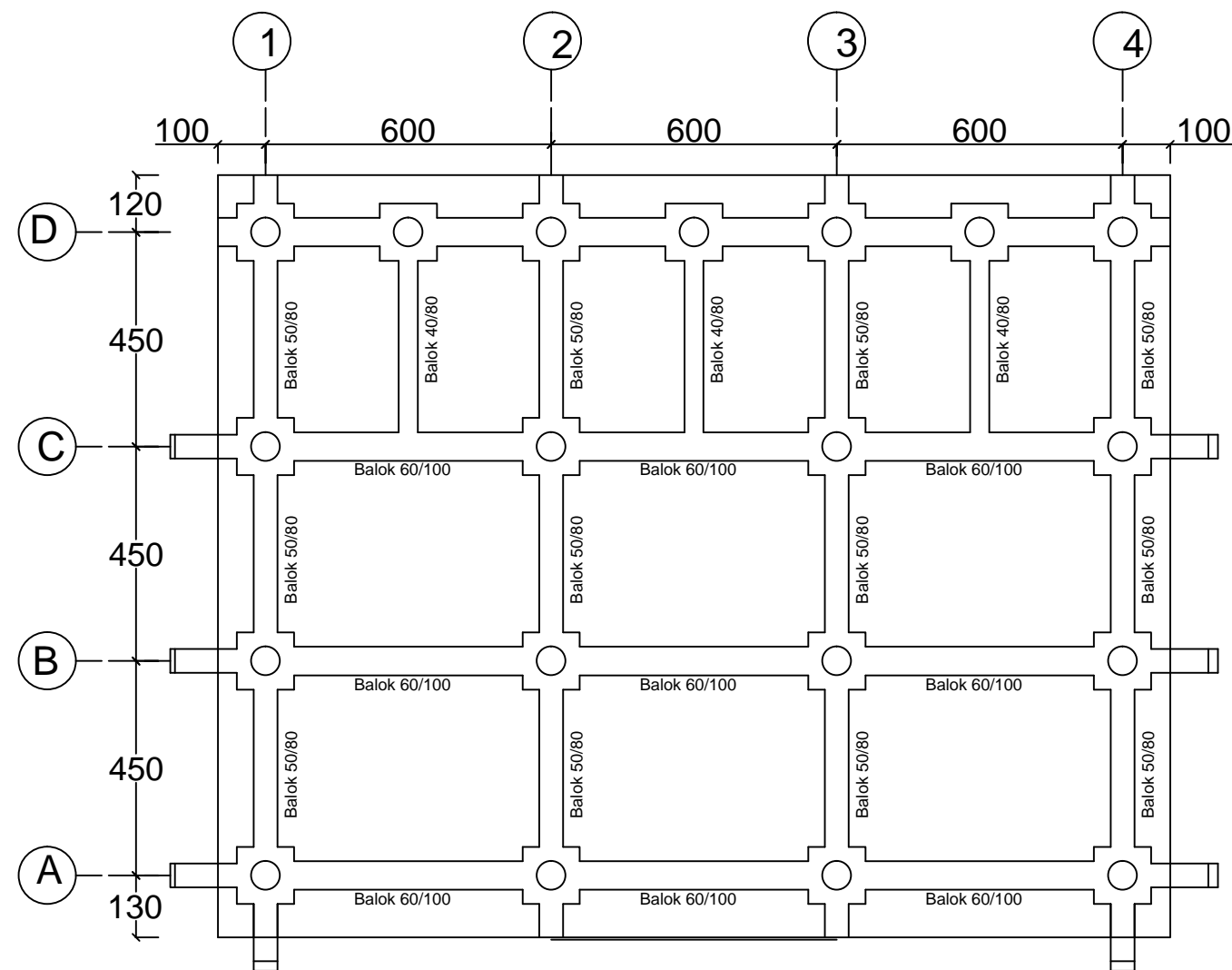
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

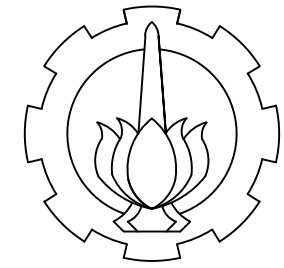
JML. GB.

8

35



DENAH BALOK LOADING PLATFORM
Skala 1:100



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

| JUDUL GAMBAR | SKALA |
|---------------------------------------|-------|
| DENAH PLAT LANTAI LOADING PLATFORM | 1:100 |

DOSEN PEMBIMBING

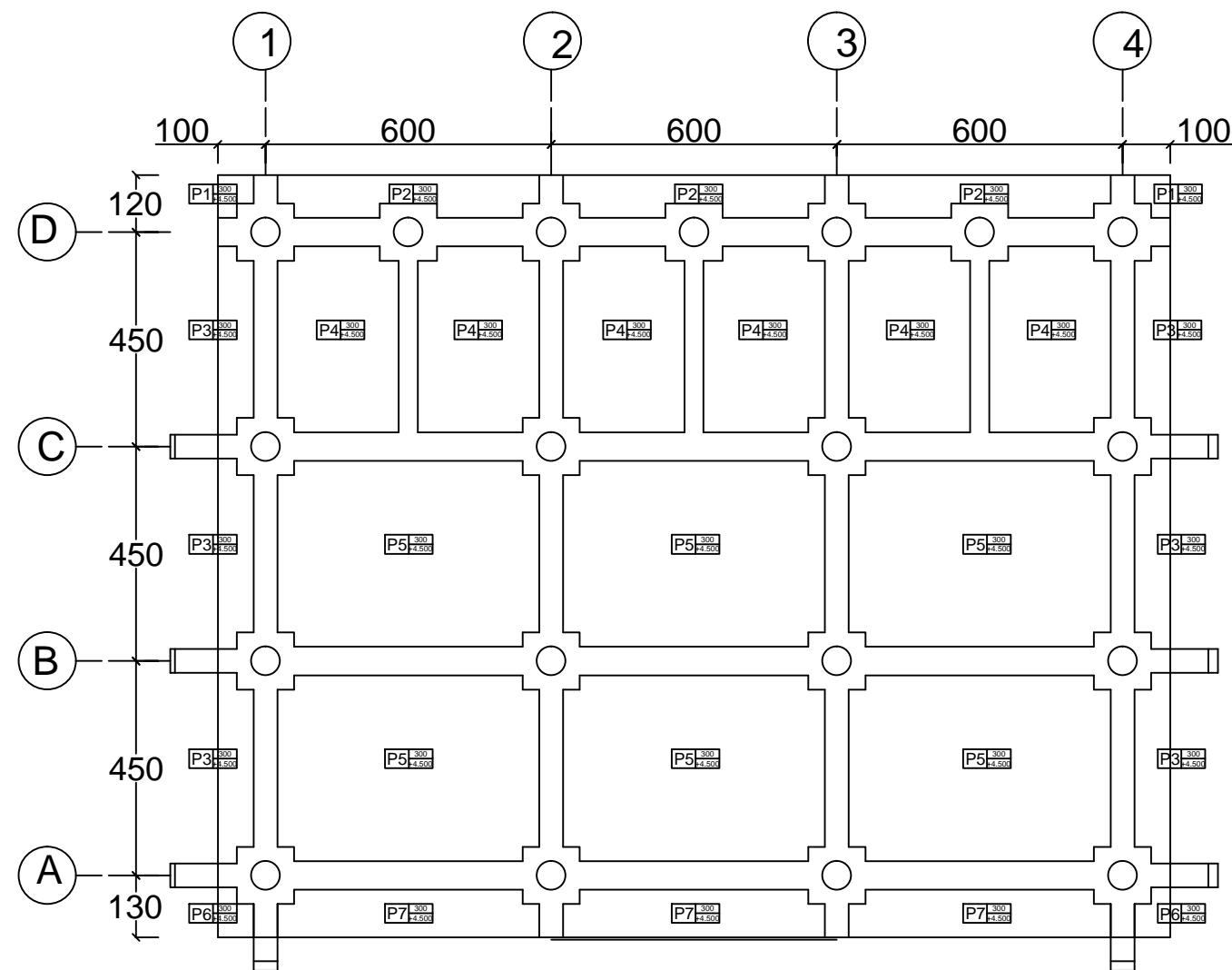
Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

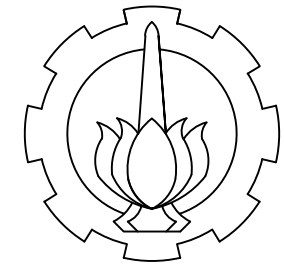
MAHASISWA

MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

| NO. LBR. | JML. GB. |
|----------|----------|
| 9 | 35 |



DENAH PLAT LANTAI LOADING PLATFORM
Skala 1:100



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

DENAH BALOK dan
PLAT TRESTEL

1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

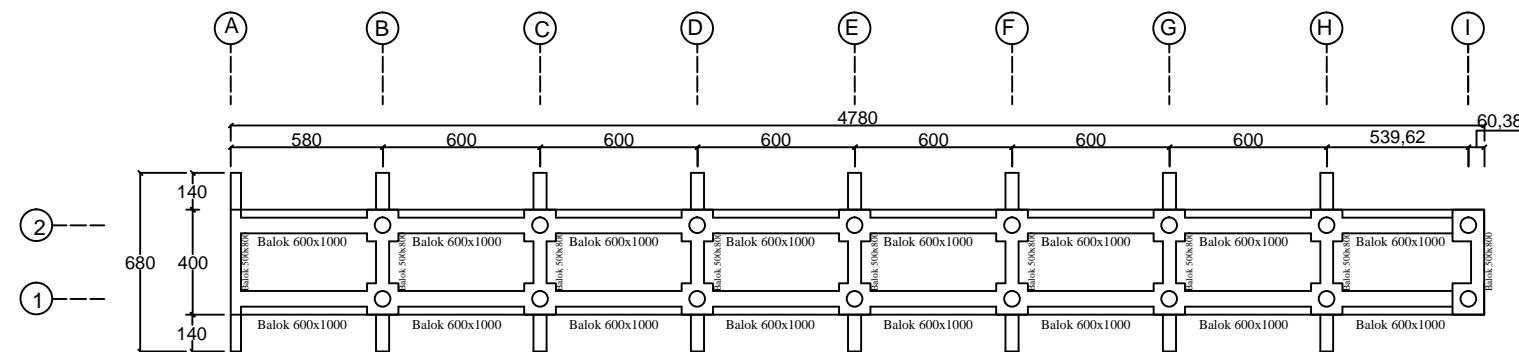
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

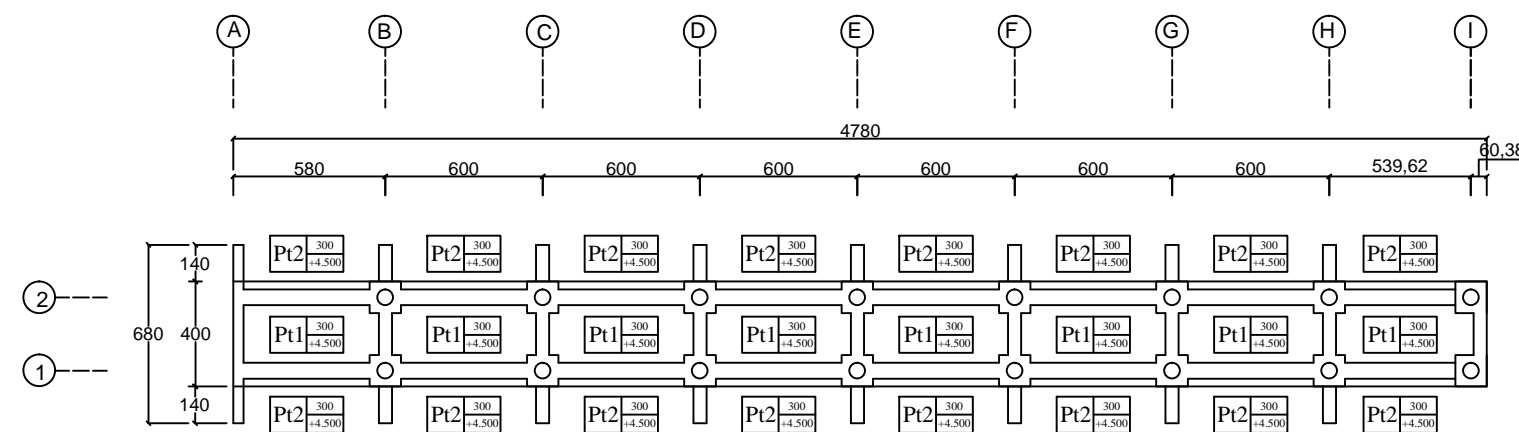
JML. GB.

10

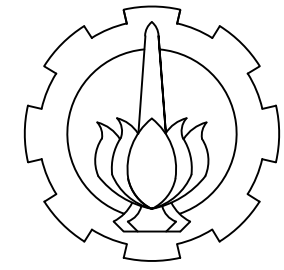
35



DENAH BALOK TRESTLE
Skala 1:200



DENAH PLAT TRESTLE
Skala 1:200



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

TAMPAK SAMPING
TRESTLE
PENULANGAN PLAT
TRESTLE

1:200

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

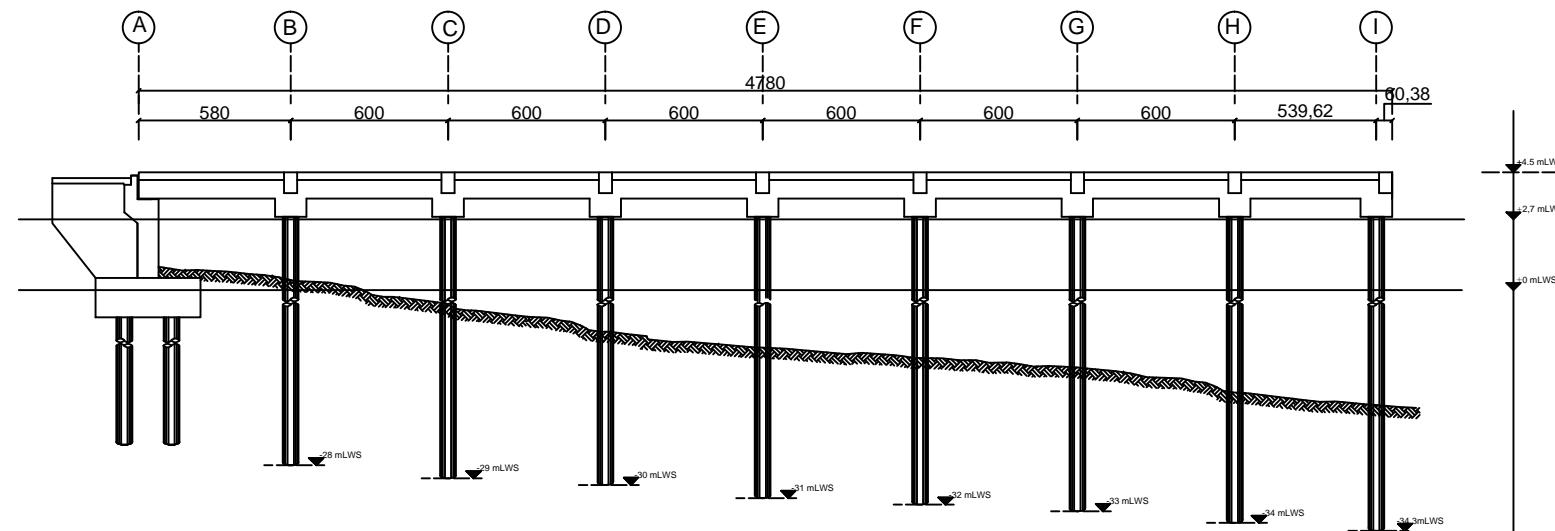
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

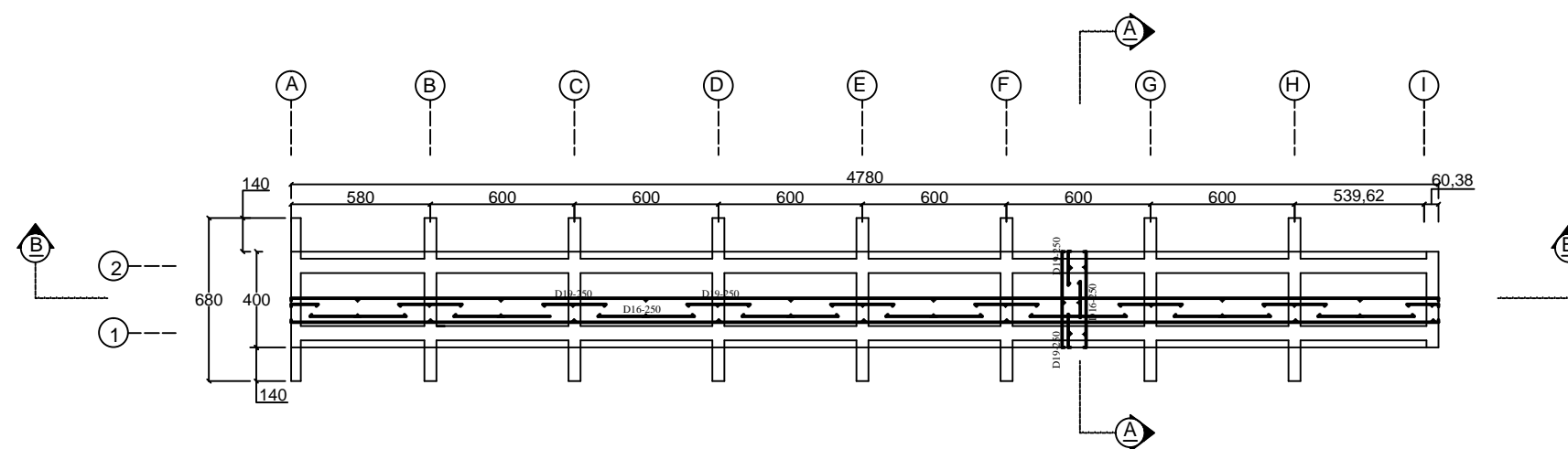
JML. GB.

11

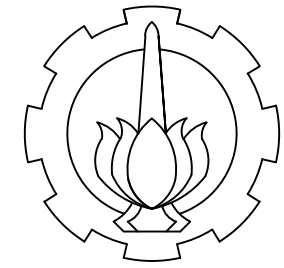
35



TAMPAK SAMPING TRESTLE
Skala 1:200



PENULANGAN PLAT TRESTLE
Skala 1:200



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

PENULANGAN PLAT
LOADING PLATFORM

1:100

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

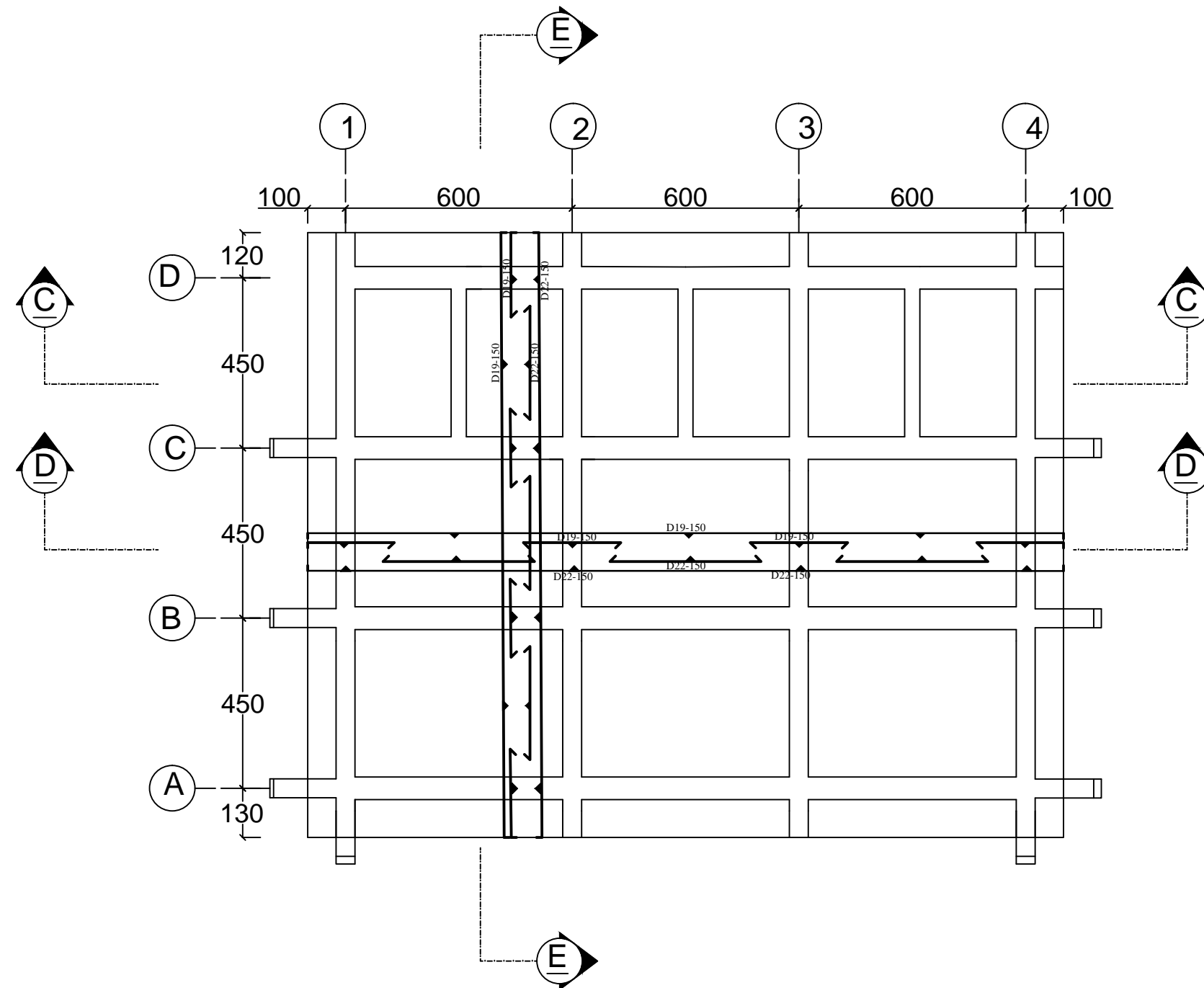
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

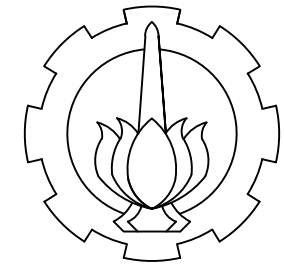
JML. GB.

12

35



PENULANGAN PLAT LOADING PLATFORM
Skala 1:100



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

TABEL PENULANGAN
BALOK

1:50

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

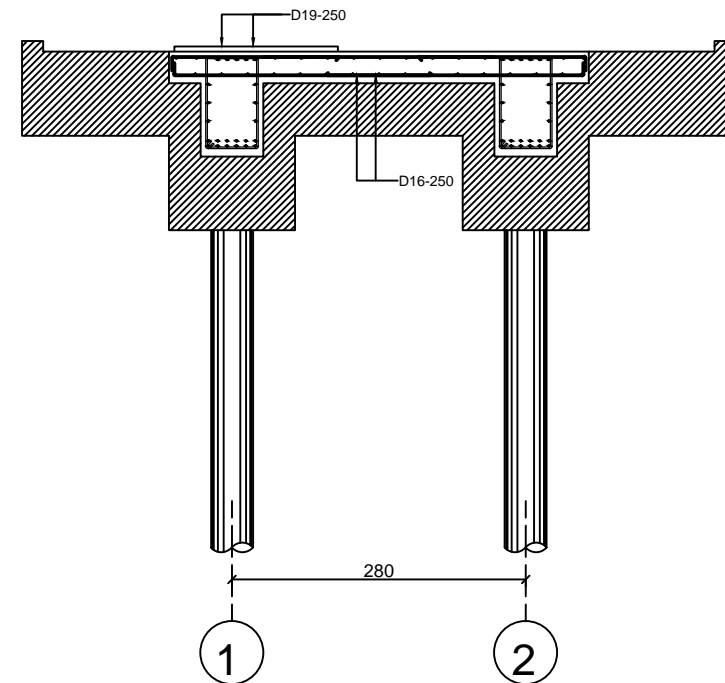
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

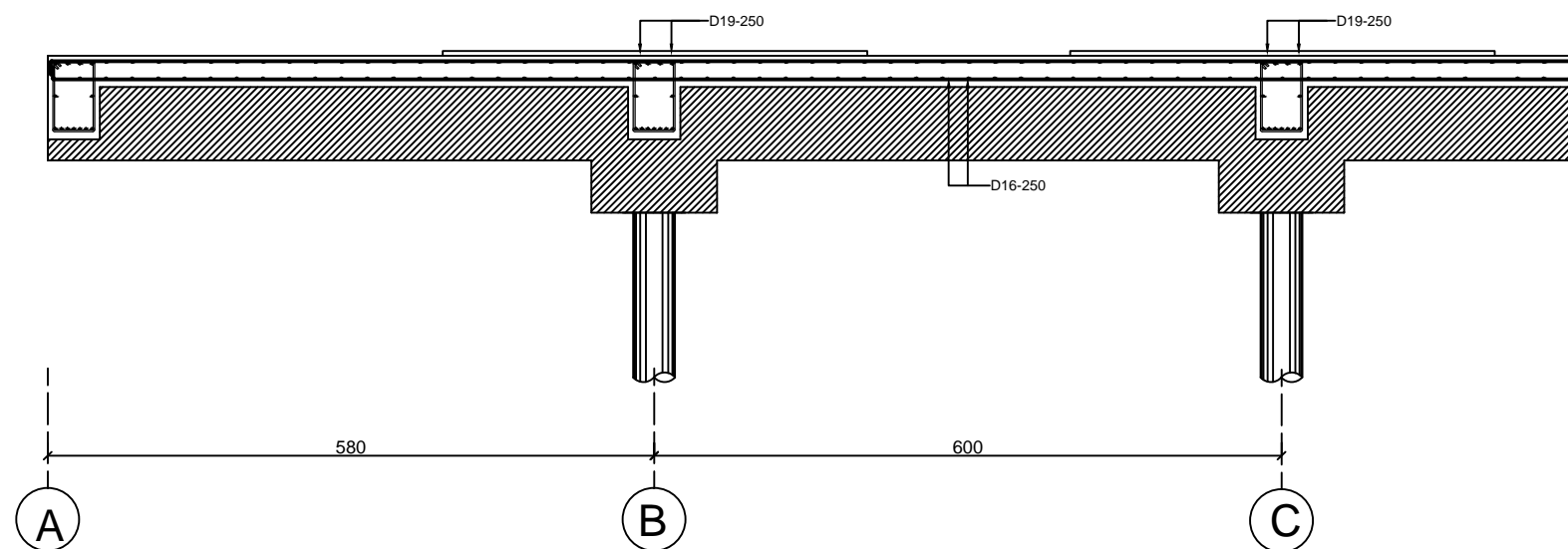
JML. GB.

13

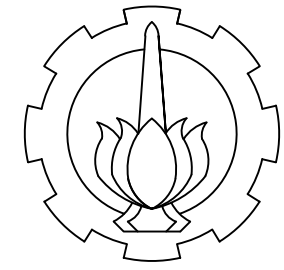
35



PENULANGAN PLAT TRESTLE POTONGAN A-A
Skala 1:50



PENULANGAN PLAT TRESTLE POTONGAN B-B
Skala 1:50



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

TABEL PENULANGAN
BALOK

1:50

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

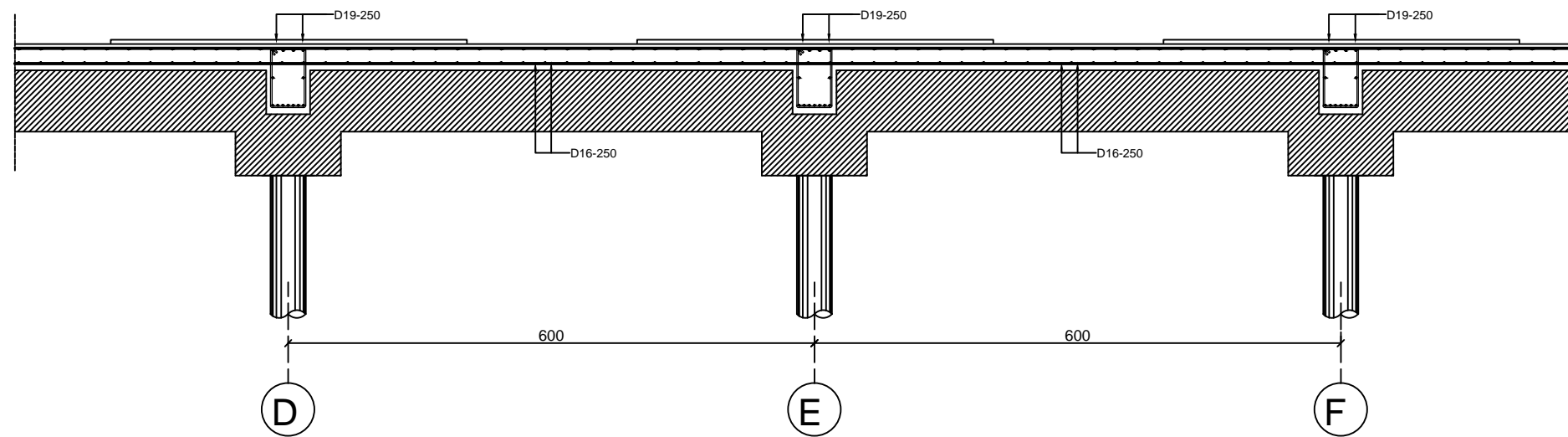
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

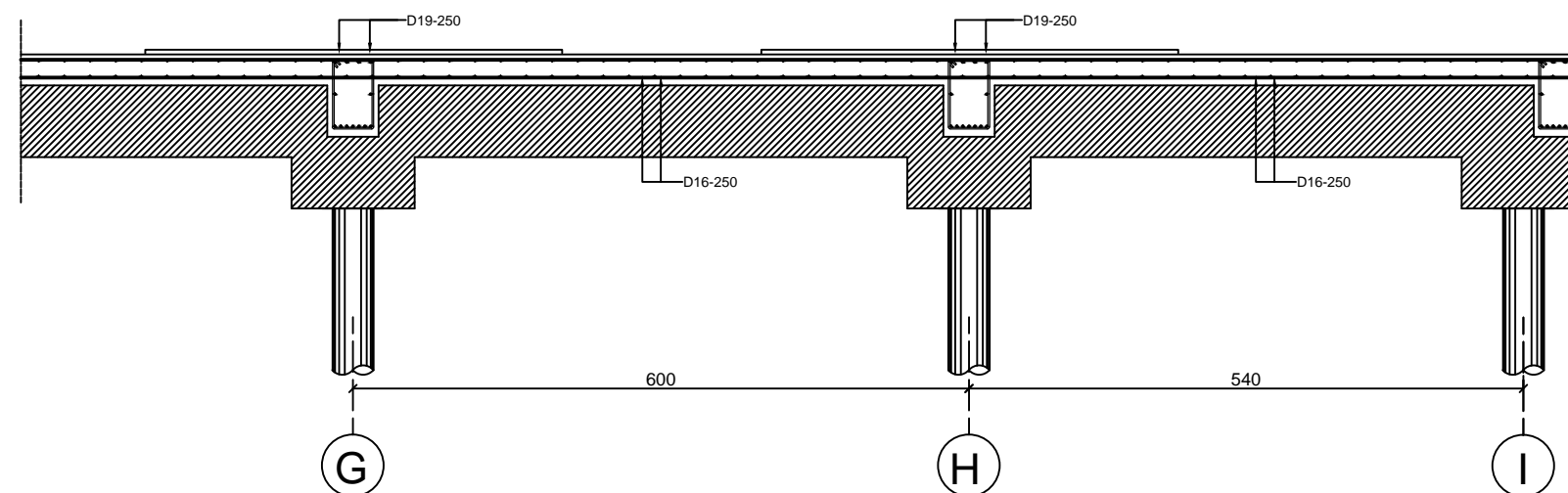
JML. GB.

14

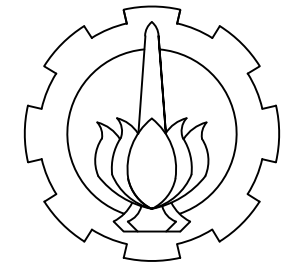
35



PENULANGAN PLAT TRESTLE POTONGAN B-B
Skala 1:50



PENULANGAN PLAT TRESTLE POTONGAN B-B
Skala 1:50



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAL KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

PENULANGAN PLAT

1:100

DOSEN PEMBIMBING

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

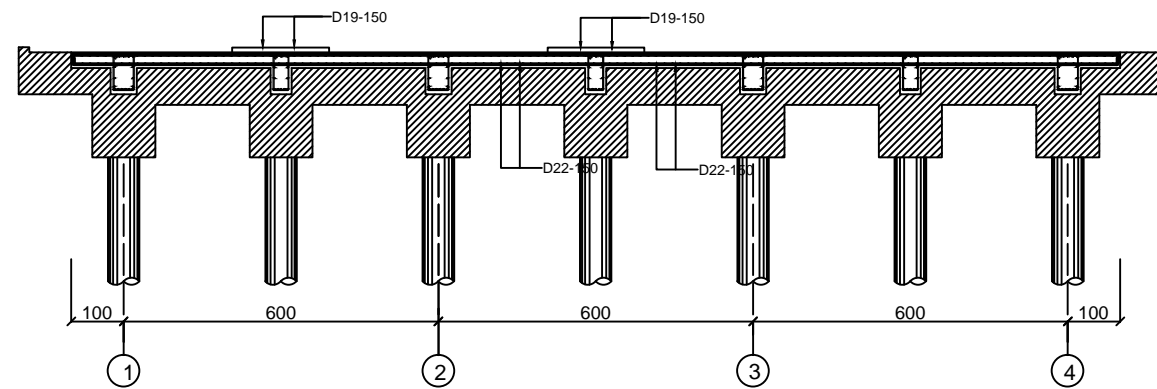
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

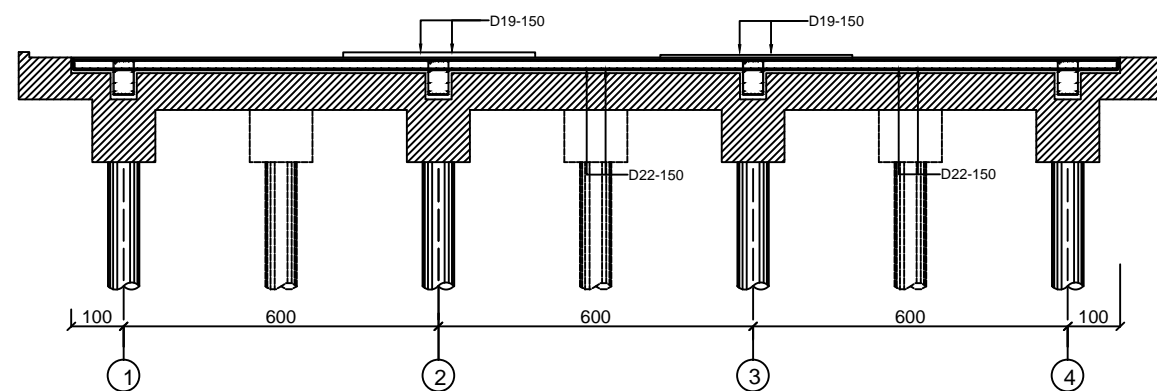
JML. GB.

15

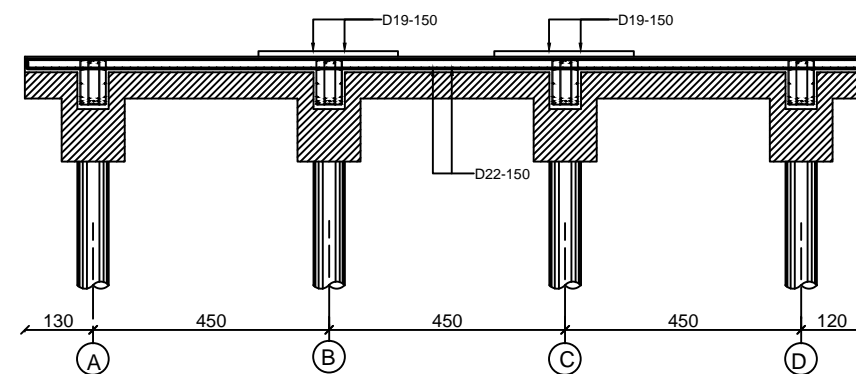
35



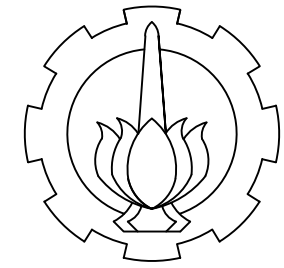
PENULANGAN PLAT LOADING PLATFORM
POTONGAN C-C
Skala 1:100



PENULANGAN PLAT LOADING PLATFORM
POTONGAN D-D
Skala 1:100



PENULANGAN PLAT LOADING PLATFORM
POTONGAN E-E
Skala 1:100



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

PENULANGAN BALOK
MEMANJANG TRESTEL

1:50

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

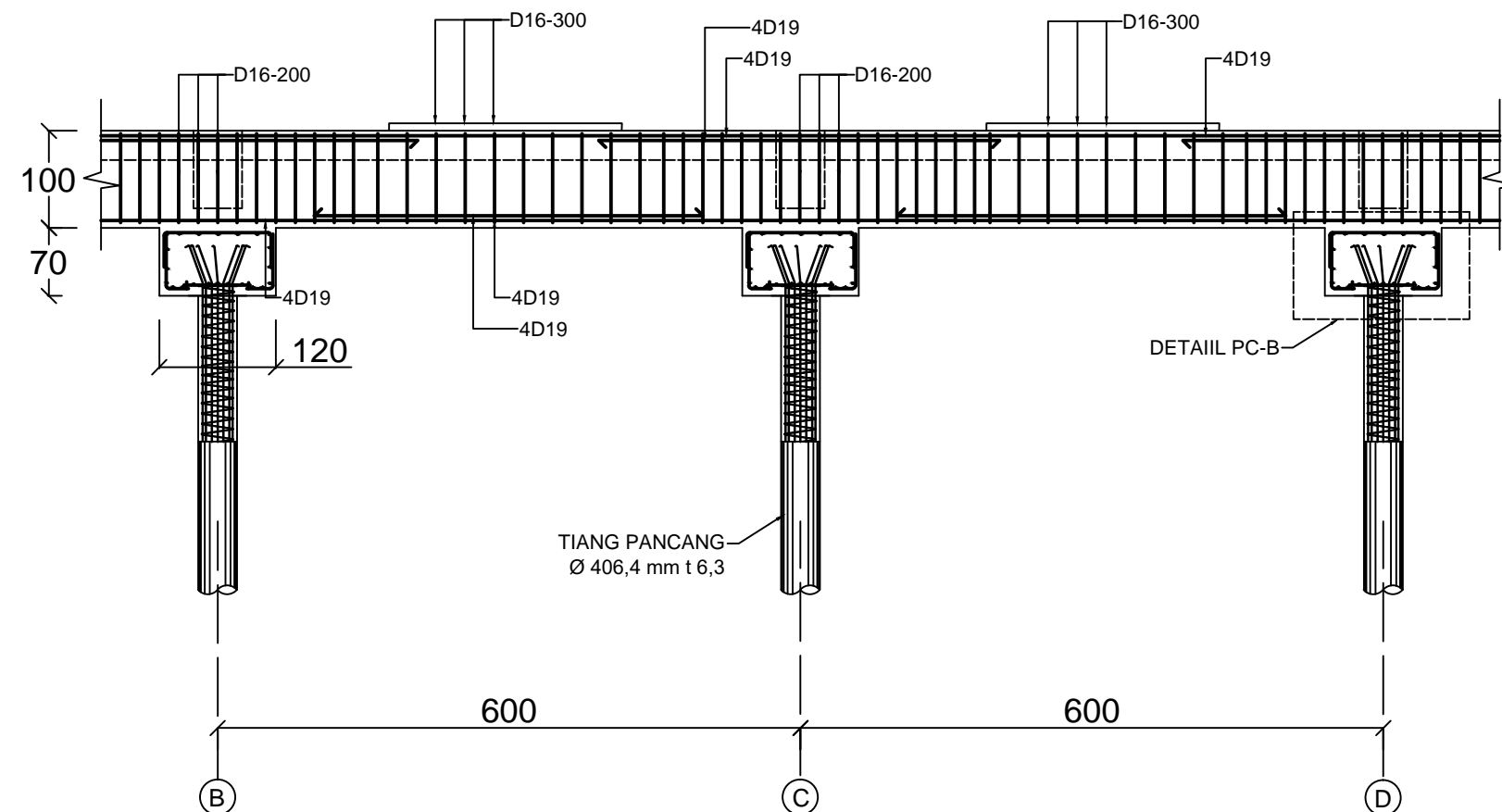
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

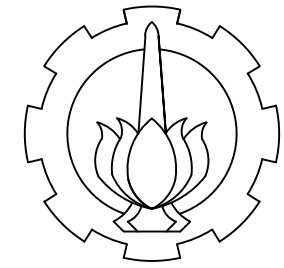
JML. GB.

16

35



PENULANGAN BALOK MEMANJANG TRESTLE
Skala 1:50



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

| JUDUL GAMBAR | SKALA |
|---------------------------------------|-------|
| PENULANGAN BALOK MELINTANG TRESTEL | 1:50 |

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

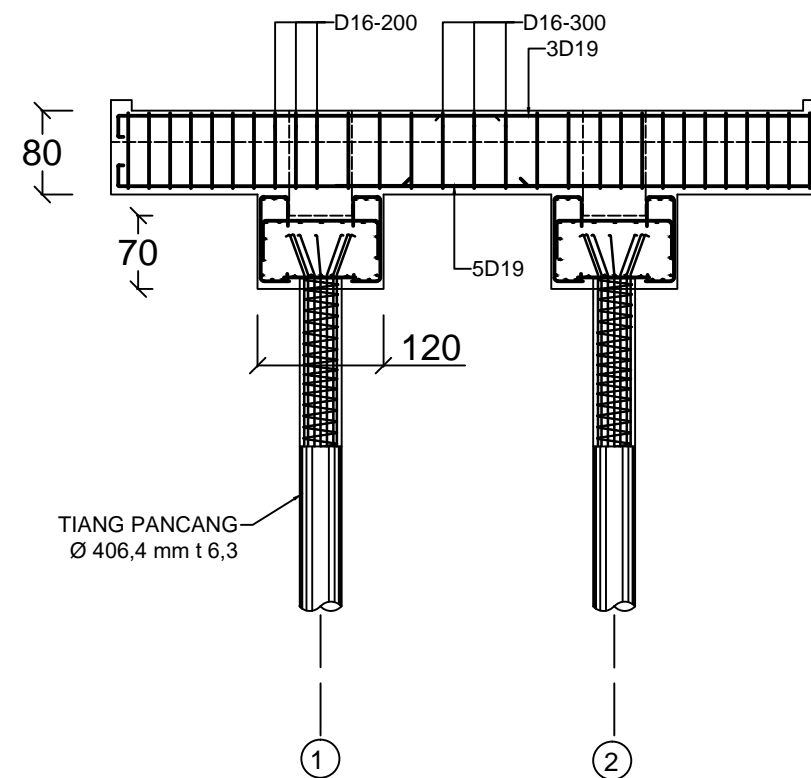
R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

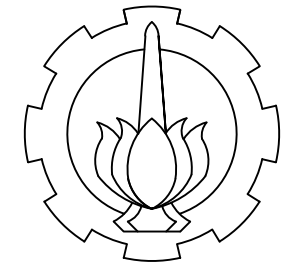
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

| NO. LBR. | JML. GB. |
|----------|----------|
|----------|----------|

| | |
|-----------|-----------|
| 17 | 35 |
|-----------|-----------|



PENULANGAN BALOK MEMANJANG TRESTLE
Skala 1:50



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

TABEL PENULANGAN
BALOK

1:20

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

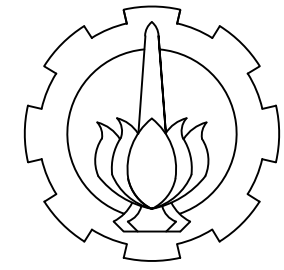
JML. GB.

18

35

| BALOK | MEMANJANG TRESTLE | | MELINTANG TRESTLE | |
|----------------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|
| DIMENSI | 600 X 1000 | | 500 X 800 | |
| MUTU BETON | fc 35 | | fc 35 | |
| LETAK | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN |
| BENTUK | | | | |
| SELIMUT BETON | 75 mm | 75 mm | 75 mm | 75 mm |
| TULANGAN ATAS | 8 - D19 | 4 - D19 | 6 - D19 | 3 - D19 |
| TULANGAN BAWAH | 4 - D19 | 8 - D19 | 3 - D19 | 6 - D19 |
| TULANGAN TORSI | 12 - D19 | 12 - D19 | 4 - D19 | 4 - D19 |
| TULANGAN GESER | D16 - 200 | D16 - 300 | D16 - 200 | D16 - 300 |

| BALOK | KANTILEVER TRESTLE | |
|----------------|--------------------|-----------|
| DIMENSI | 500 X 800 | |
| MUTU BETON | fc 35 | |
| LETAK | TUMPUAN | LAPANGAN |
| BENTUK | | |
| SELIMUT BETON | 75 mm | 75 mm |
| TULANGAN ATAS | 4 - D19 | 3 - D19 |
| TULANGAN BAWAH | 3 - D19 | 4 - D19 |
| TULANGAN TORSI | 4 - D19 | 4 - D19 |
| TULANGAN GESER | D16 - 200 | D16 - 300 |



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

PENULANGAN BALOK
MELINTANG dan
MEMANJANG LOADING
PLATFORM

1:20

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

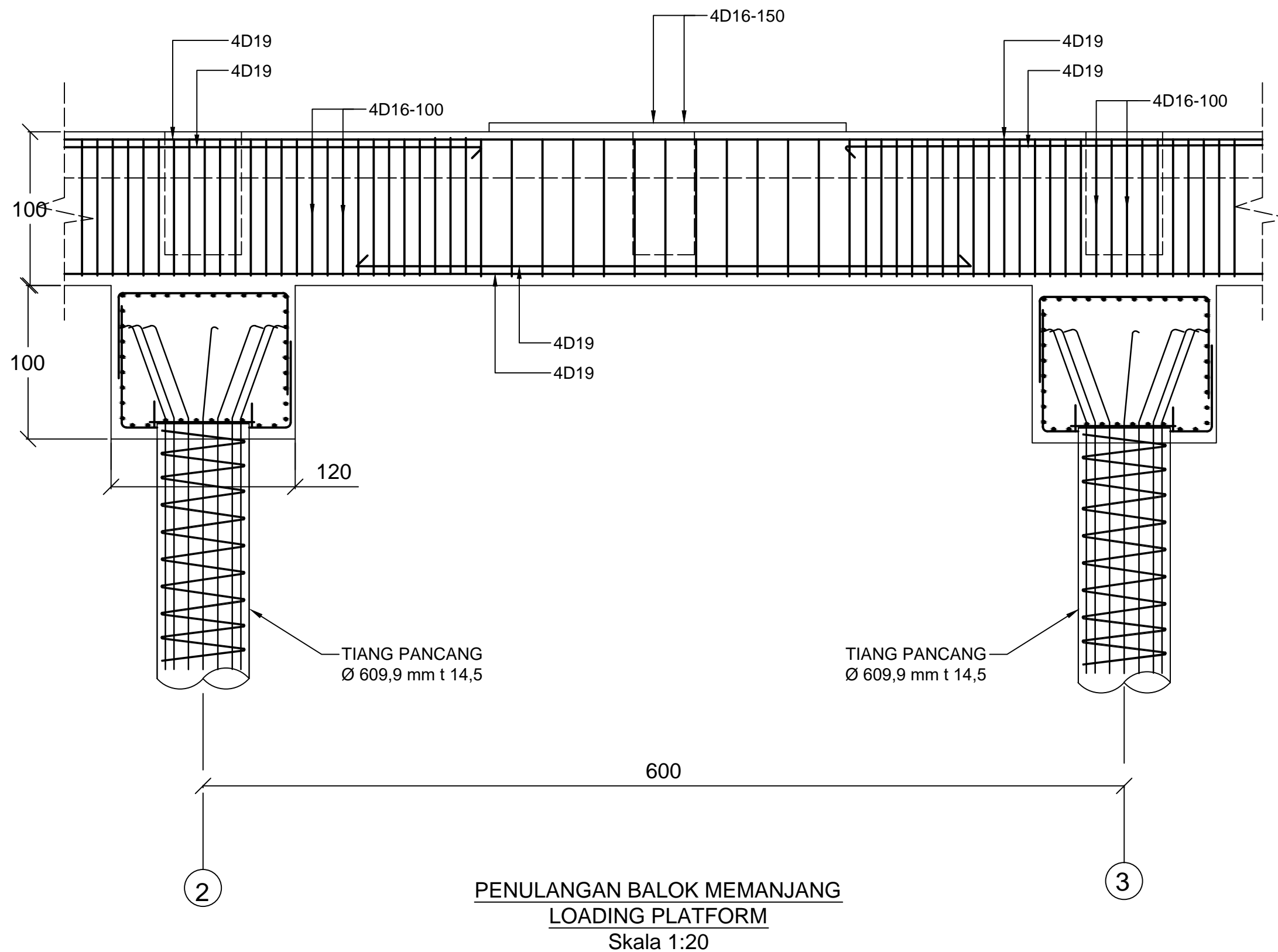
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

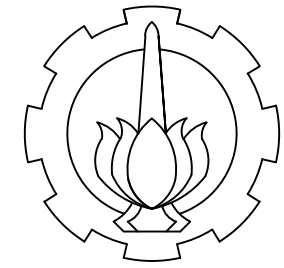
NO. LBR.

JML. GB.

19

35





PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

PENULANGAN BALOK
MELINTANG dan
MEMANJANG LOADING
PLATFORM

1:20

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

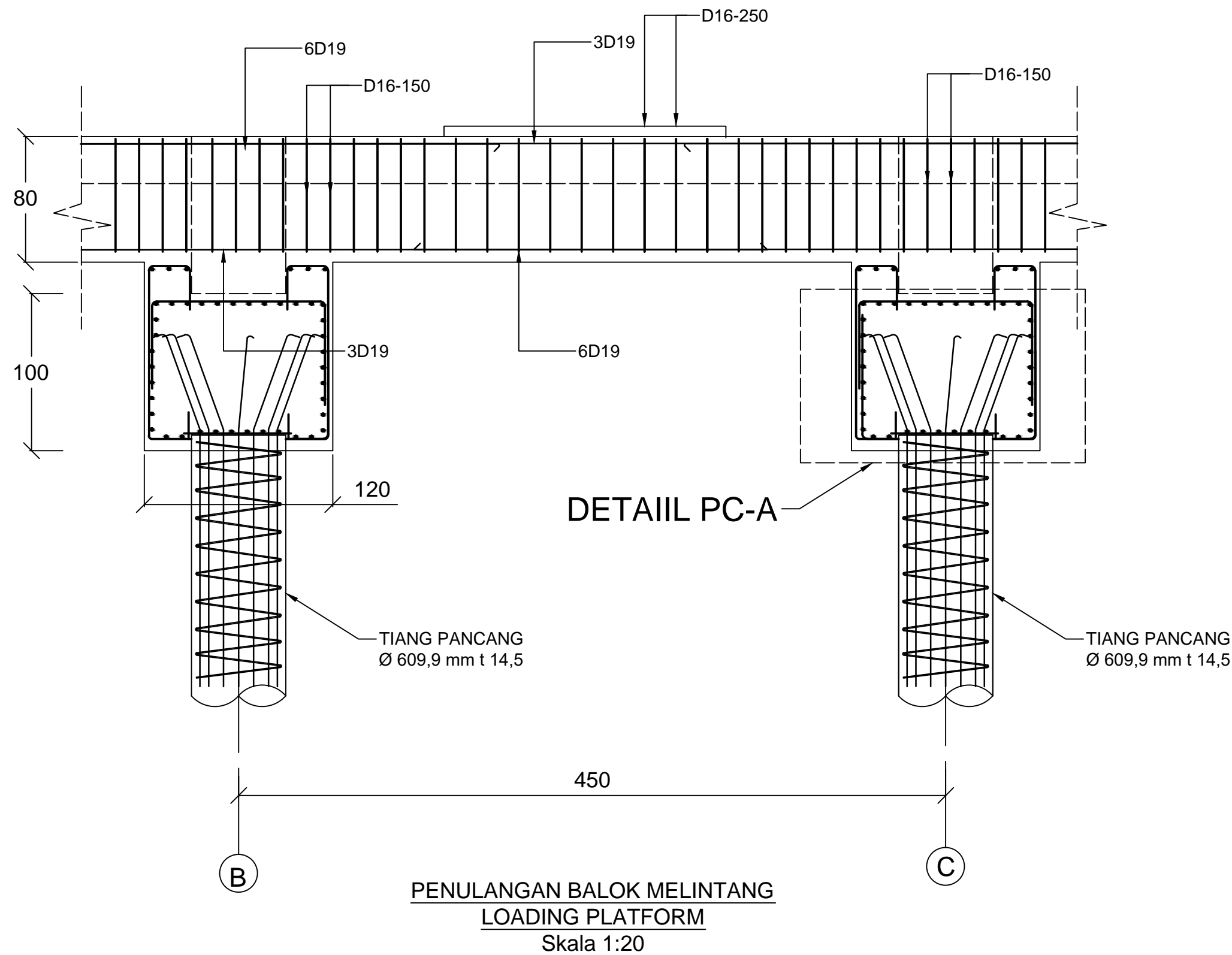
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

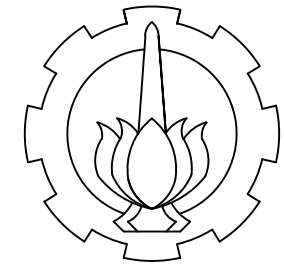
NO. LBR.

JML. GB.

20

35





PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

PENULANGAN BALOK
MELINTANG dan
MEMANJANG LOADING
PLATFORM

1:20

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

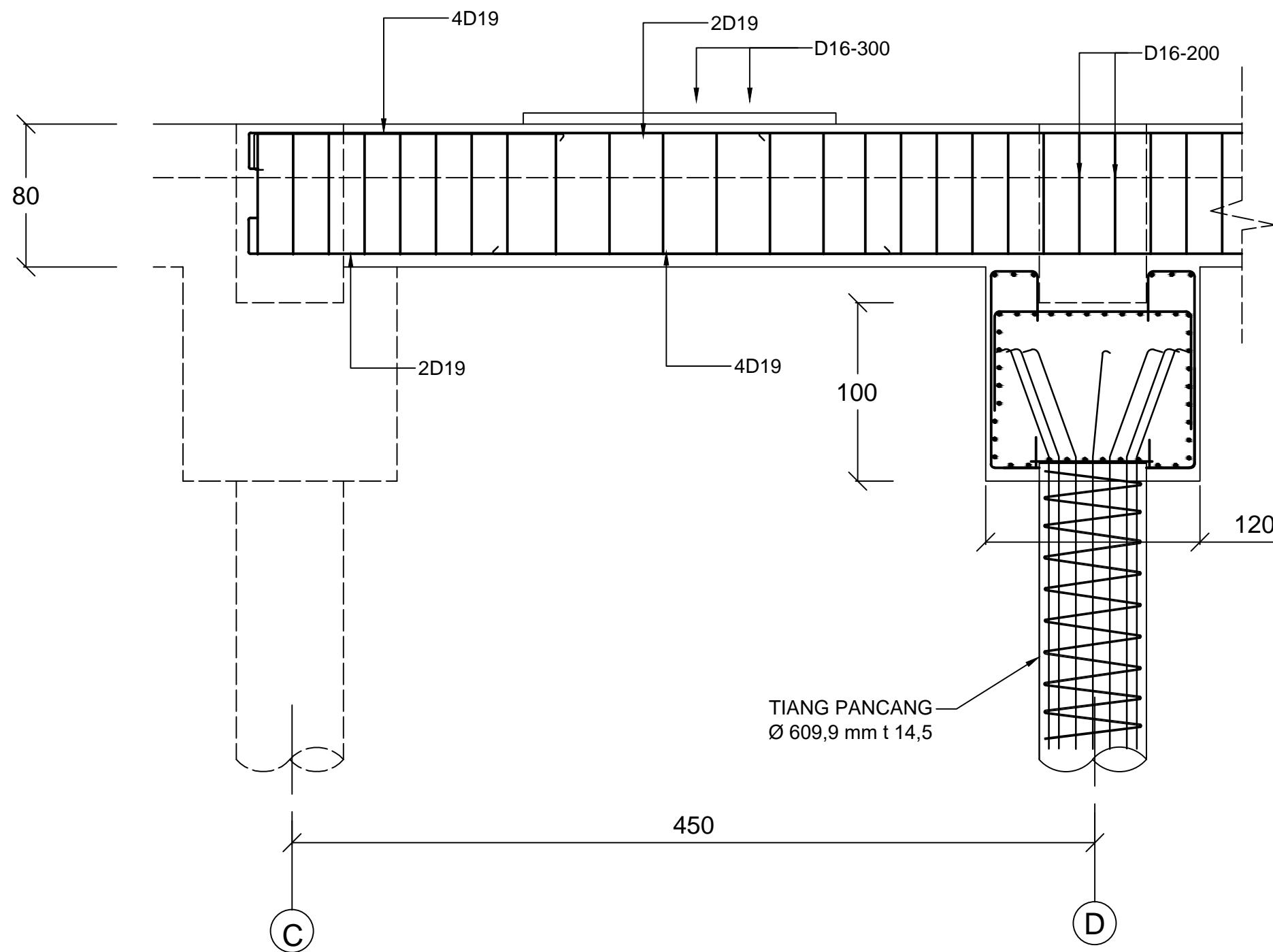
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

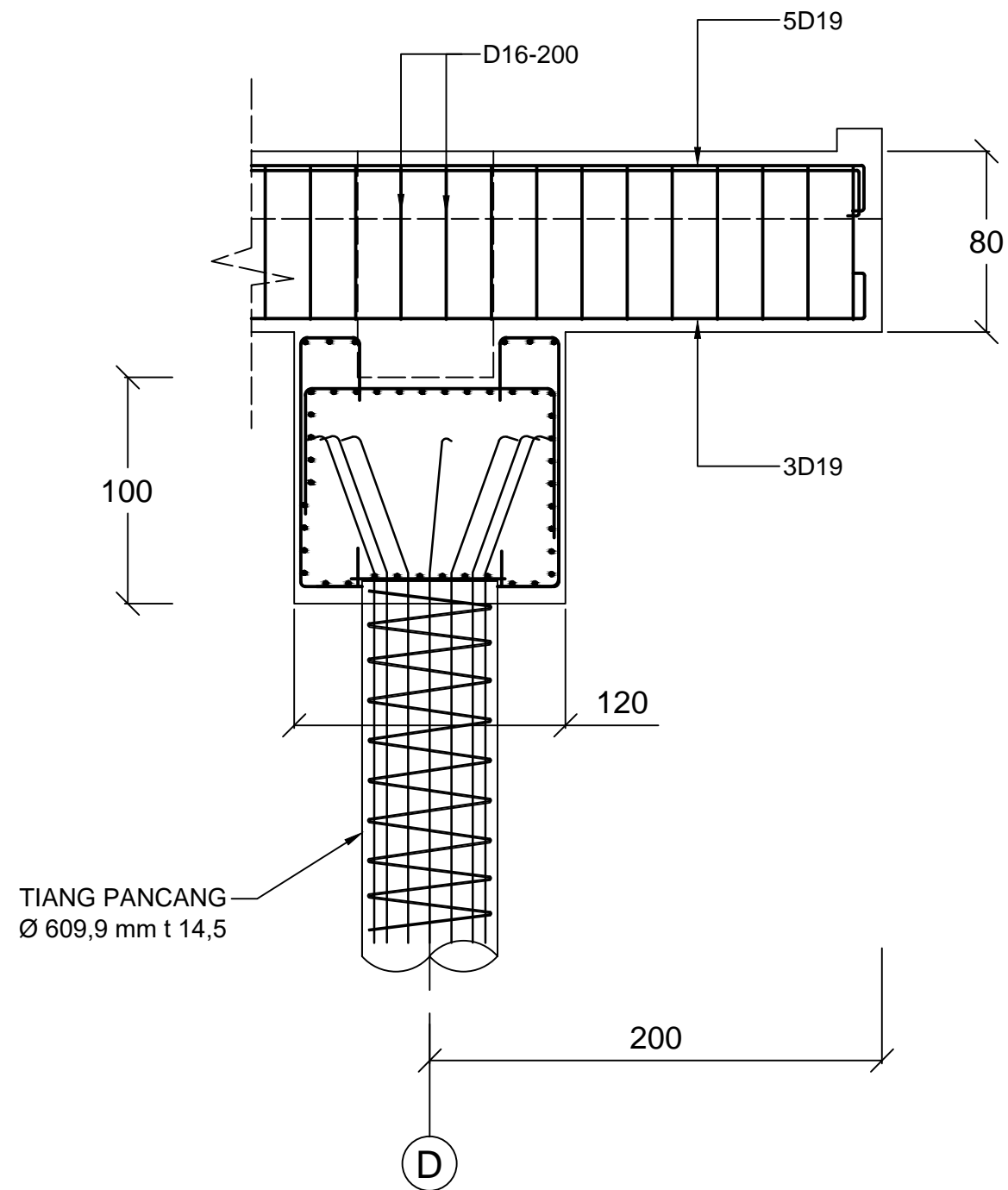
JML. GB.

21

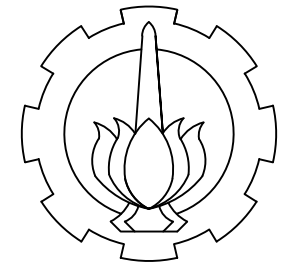
35



PENULANGAN BALOK ANAK LOADING PLATFORM
Skala 1:20



**PENULANGAN BALOK KANTILEVER
LOADING PLATFORM**
Skala 1:20



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

PENULANGAN BALOK
MELINTANG dan
MEMANJANG LOADING
PLATFORM

1:20

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

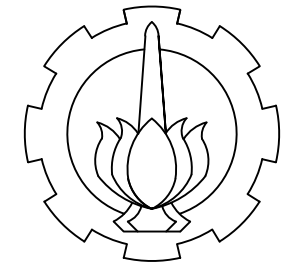
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

JML. GB.

22

35



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

TABEL PENULANGAN
BALOK

1:20

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

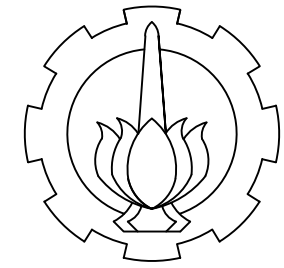
JML. GB.

23

35

| BALOK | MEMANJANG LOADING PLATFORM | | MELINTANG LOADING PLATFORM | |
|----------------|----------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| DIMENSI | 600 X 1000 | | 500 X 800 | |
| MUTU BETON | fc 35 | | fc 35 | |
| LETAK | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN |
| BENTUK | | | | |
| SELIMUT BETON | 75 mm | 75 mm | 75 mm | 75 mm |
| TULANGAN ATAS | 8 - D19 | 5 - D19 | 6 - D19 | 3 - D19 |
| TULANGAN BAWAH | 4 - D19 | 10 - D19 | 3 - D19 | 6 - D19 |
| TULANGAN TORSI | 10 - D19 | 10 - D19 | 8 - D19 | 8 - D19 |
| TULANGAN GESER | 4D16 - 100 | D16 - 150 | D16 - 150 | D16 - 200 |

| BALOK | ANAK LOADING PLATFORM | | KANTILEVER LOADING PLATFORM | |
|----------------|-----------------------|-----------|-----------------------------|-----------|
| DIMENSI | 400 X 800 | | 500 X 800 | |
| MUTU BETON | fc 35 | | fc 35 | |
| LETAK | TUMPUAN | LAPANGAN | TUMPUAN | LAPANGAN |
| BENTUK | | | | |
| SELIMUT BETON | 75 mm | 75 mm | 75 mm | 75 mm |
| TULANGAN ATAS | 4 - D19 | 4 - D19 | 5 - D19 | 3 - D19 |
| TULANGAN BAWAH | 2 - D19 | 2 - D19 | 3 - D19 | 5 - D19 |
| TULANGAN TORSI | 6 - D19 | 6 - D19 | 8 - D19 | 8 - D19 |
| TULANGAN GESER | D16 - 200 | D16 - 300 | D16 - 200 | D16 - 300 |



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

PENULANGAN PILECAP
dan
TIANG PANCANG

1:20

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

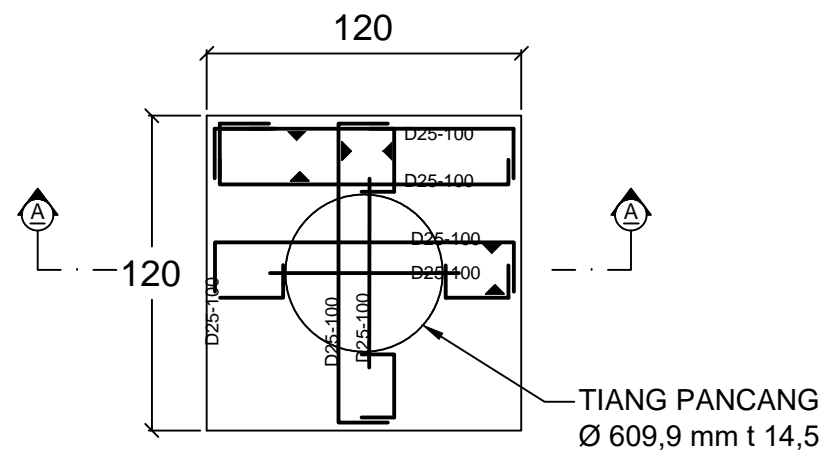
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

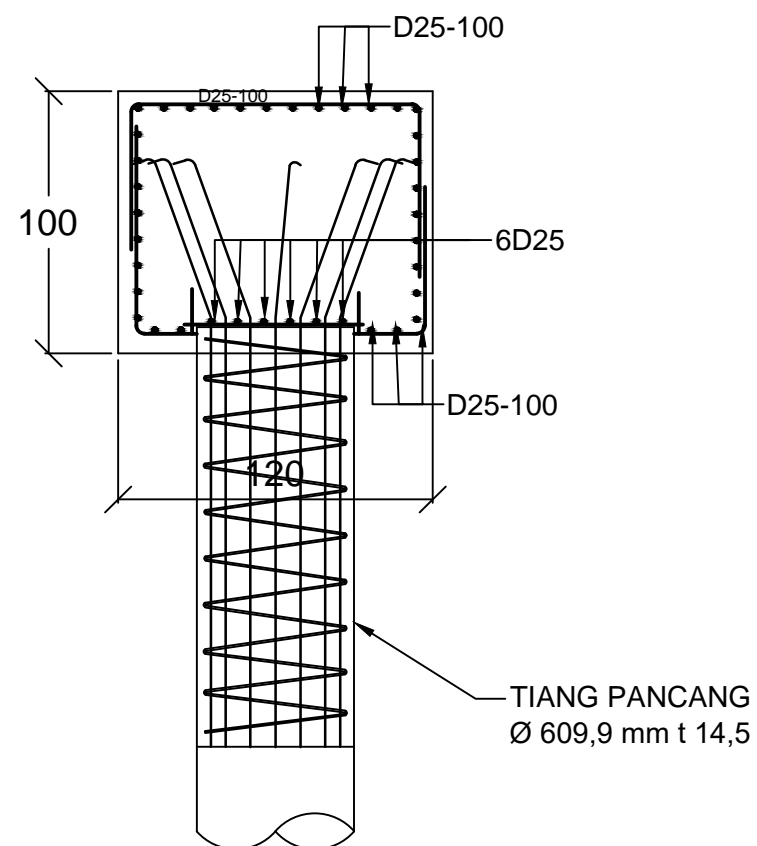
JML. GB.

24

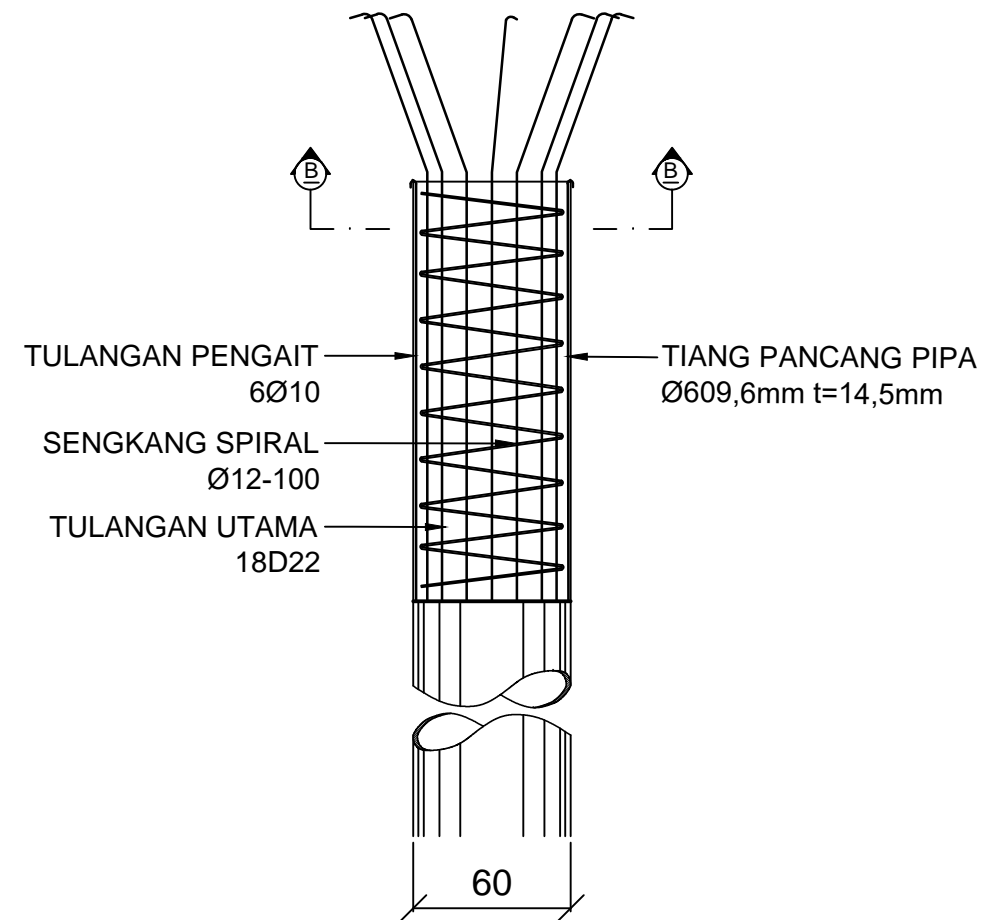
35



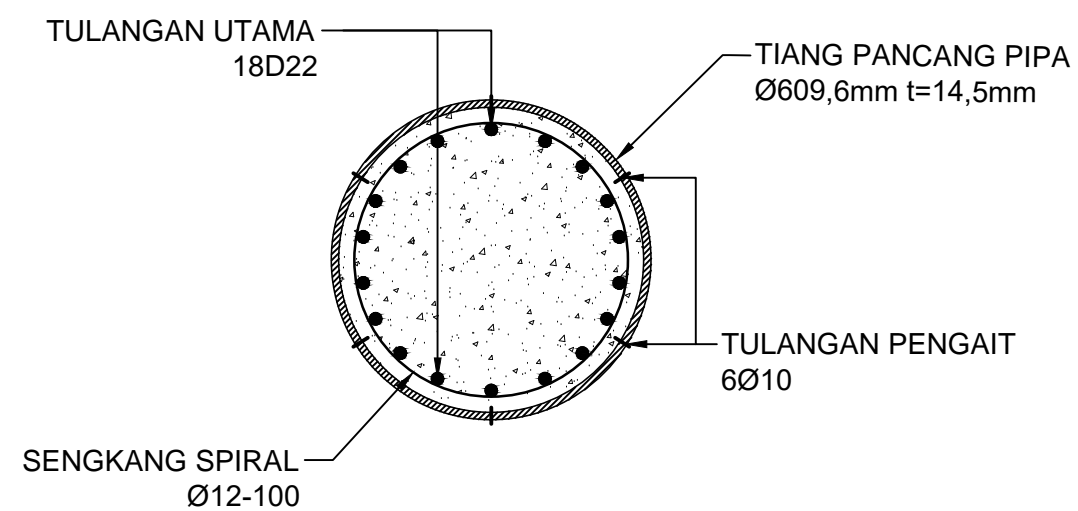
DETAIL PILE CAP - A
Skala 1:20



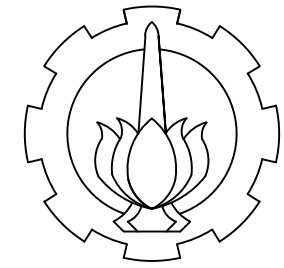
POTONGAN A-A
Skala 1:20



DETAIL TIANG PANCANG
Skala 1:20



POTONGAN B-B
Skala 1:10



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

PENULANGAN PILECAP
dan
TIANG PANCANG

1:20

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

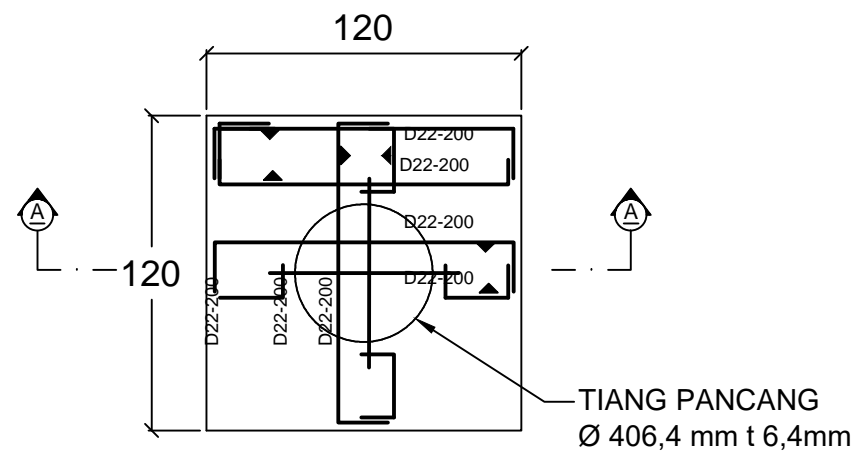
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

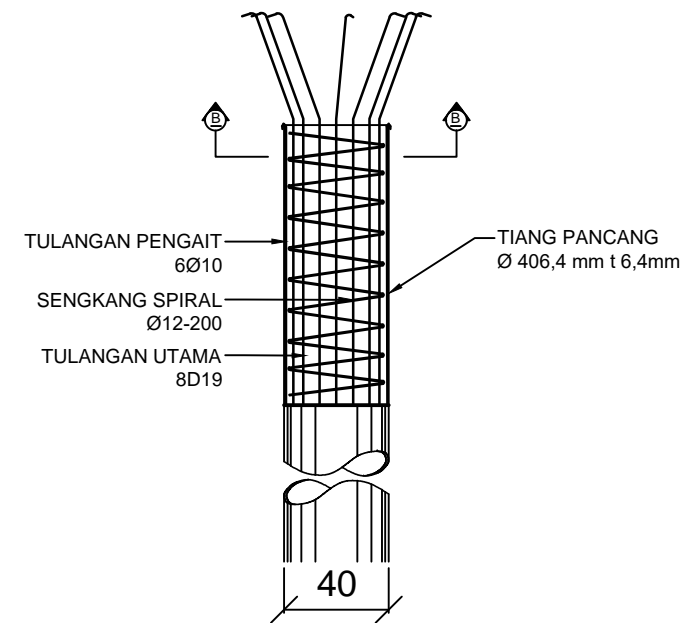
JML. GB.

25

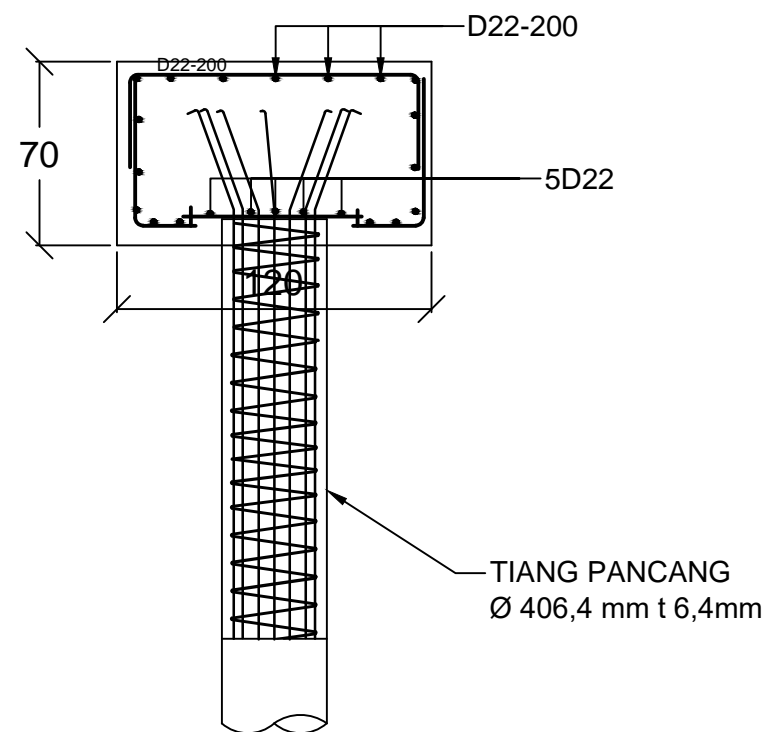
35



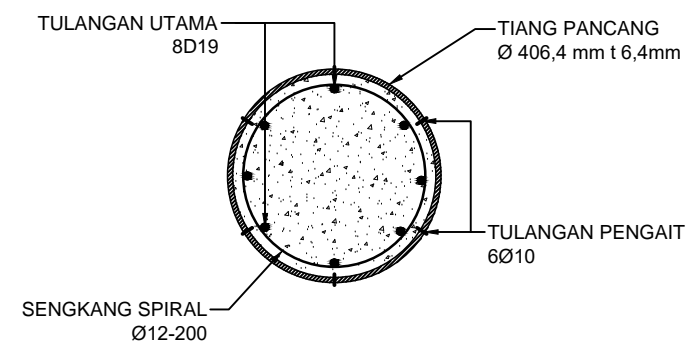
DETAIL PILE CAP B
Skala 1:20



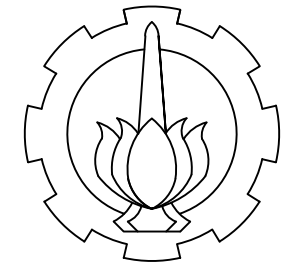
DETAIL TIANG PANCANG
Skala 1:20



POTONGAN A-A
Skala 1:20



POTONGAN B-B
Skala 1:10



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

BERTHING DOLPHIN

1:100

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

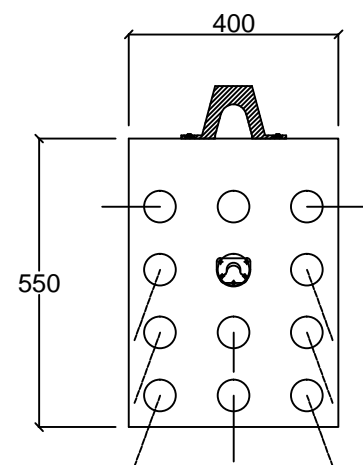
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

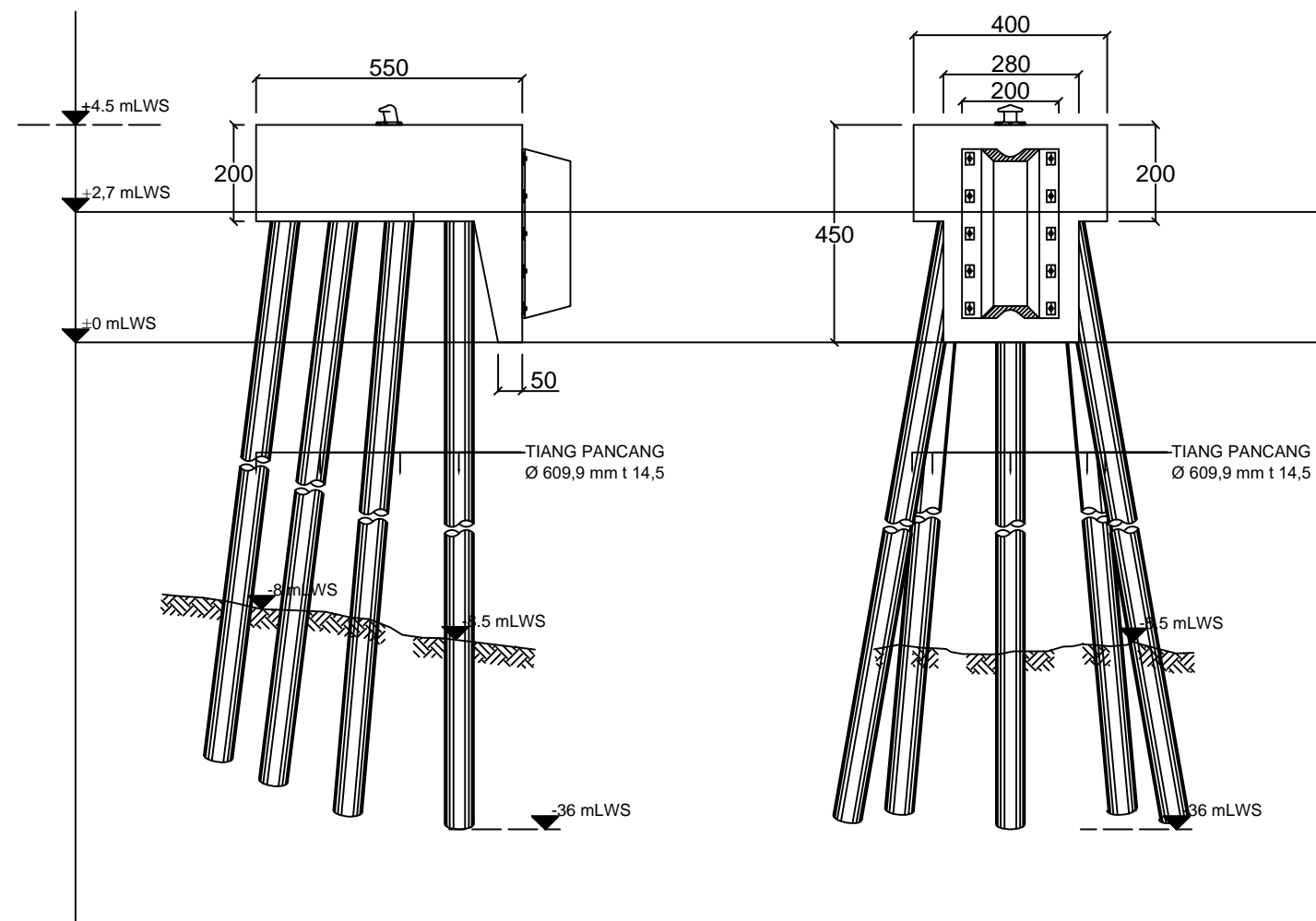
JML. GB.

26

35

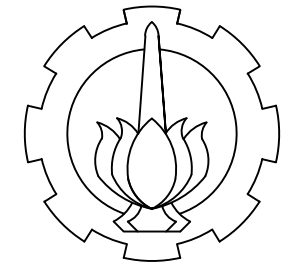


DENAH BERTHING DOLPHIN
Skala 1:200



**TAMPAK SAMPING
BERTHING DOLPHIN**
Skala 1:100

**TAMPAK DEPAN
BERTHING DOLPHIN**
Skala 1:100



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

BERTHING DOLPHIN

1:50

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

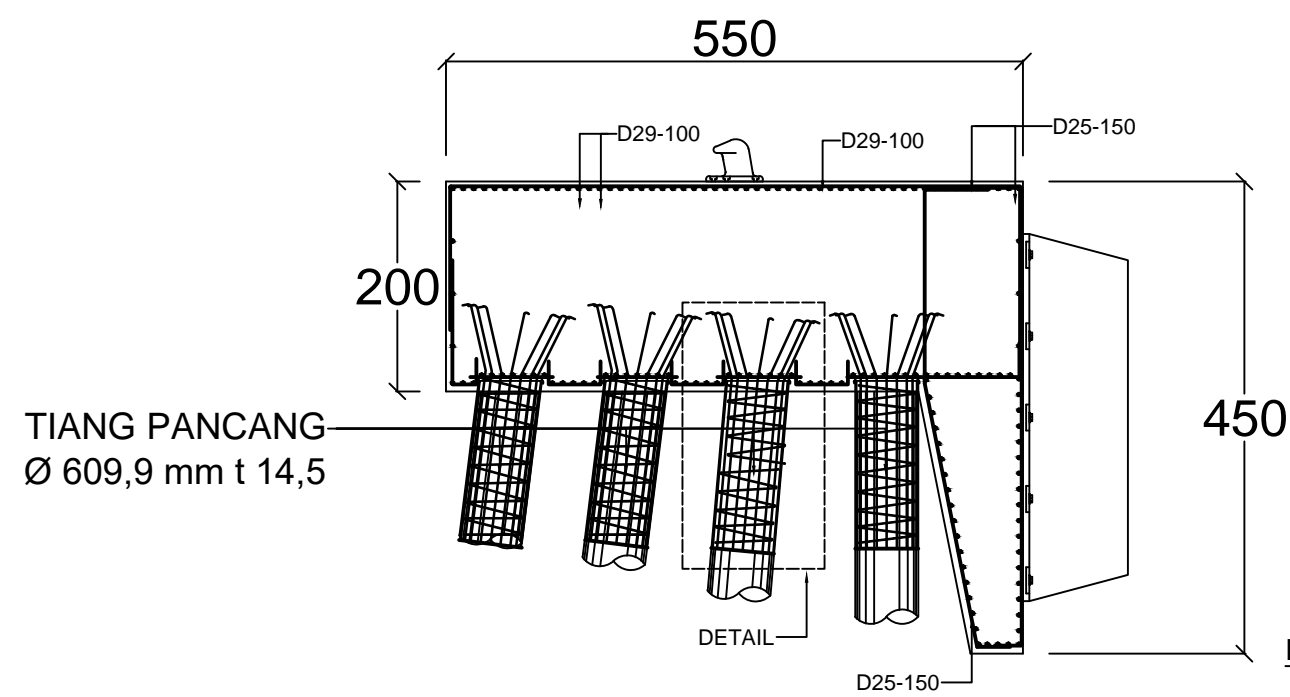
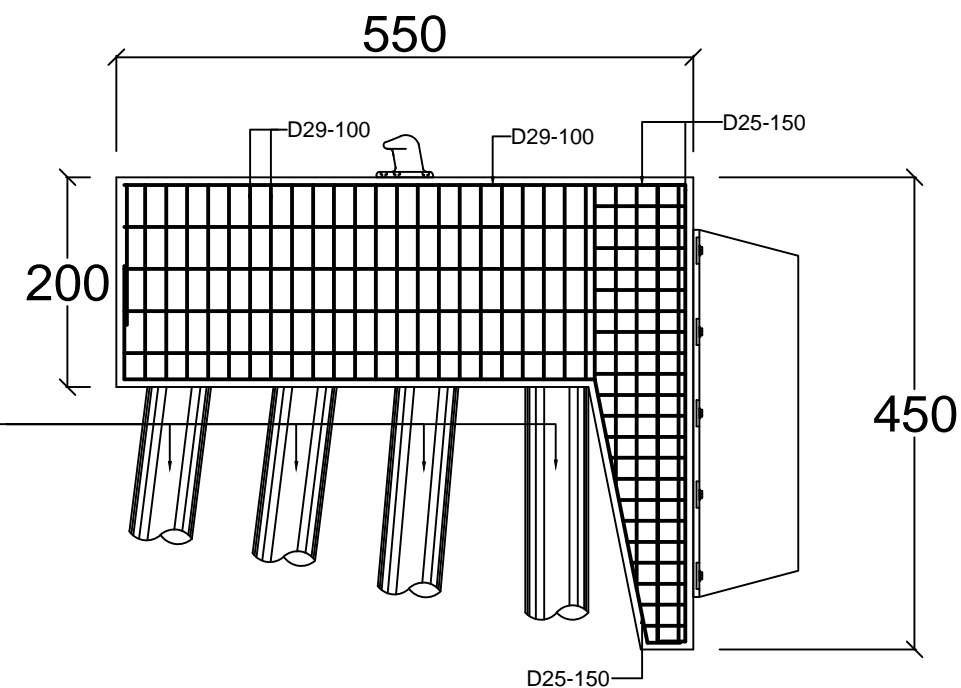
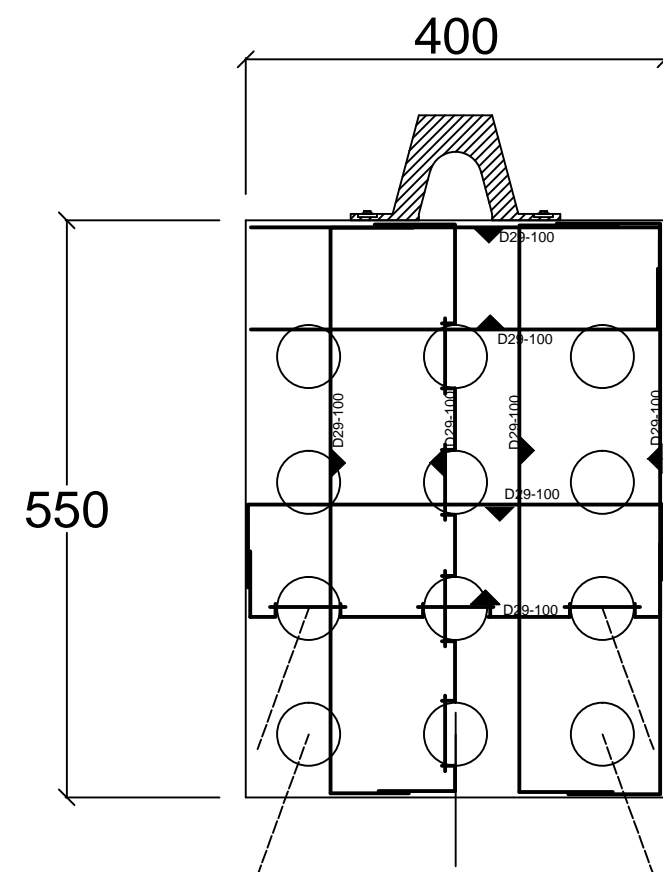
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

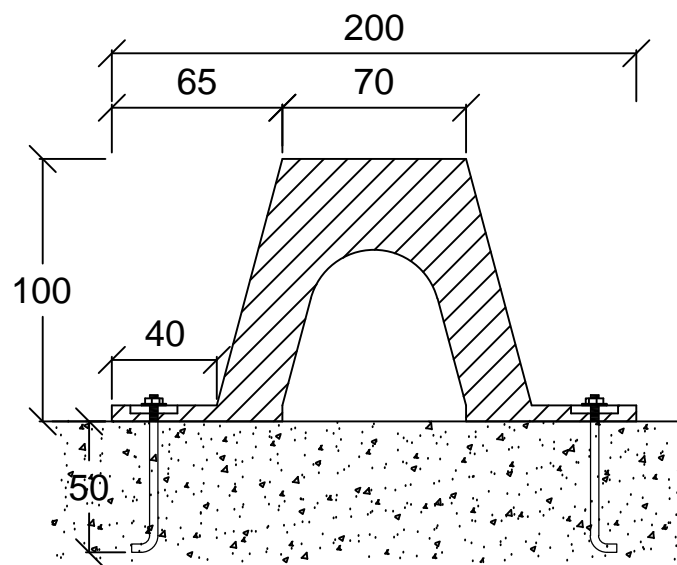
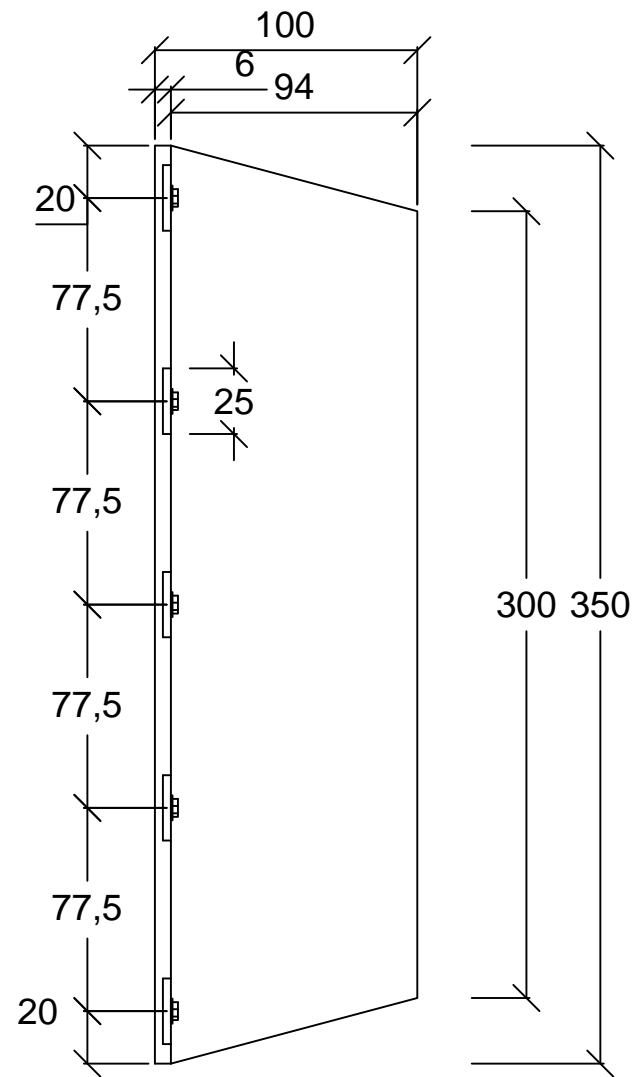
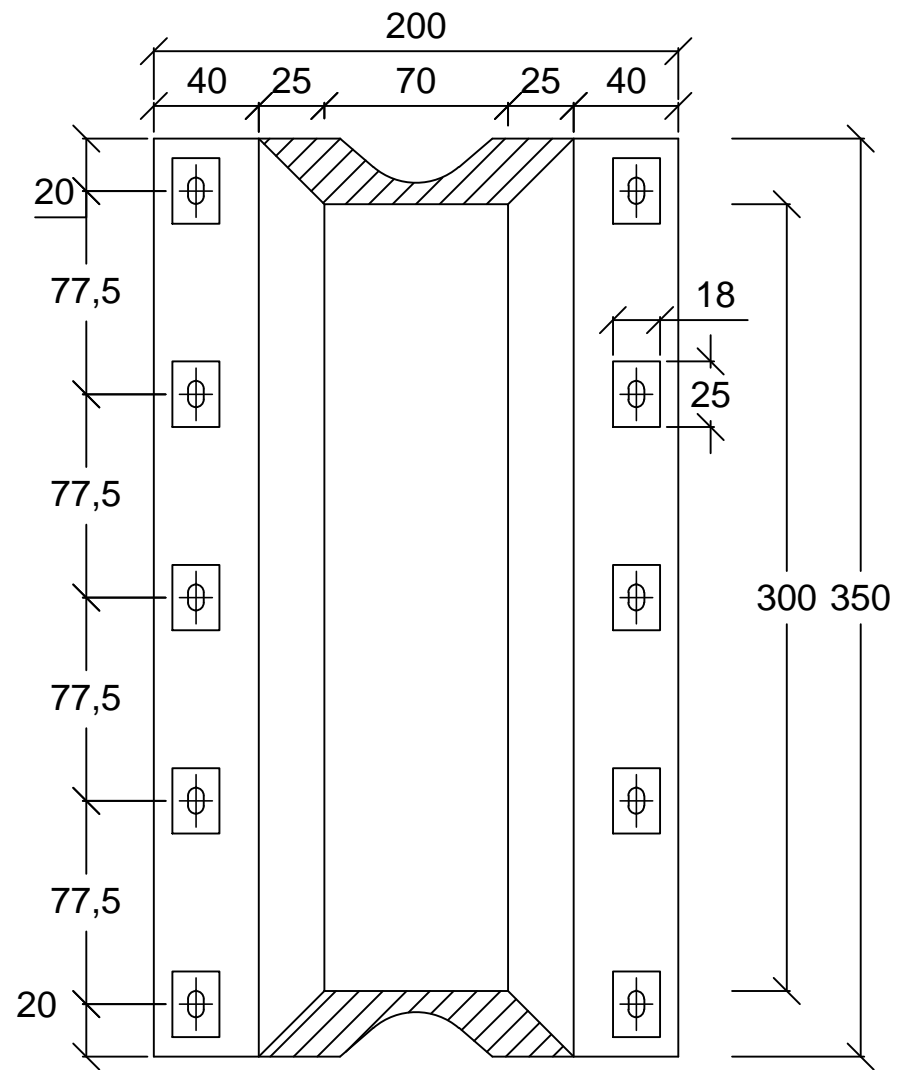
JML. GB.

27

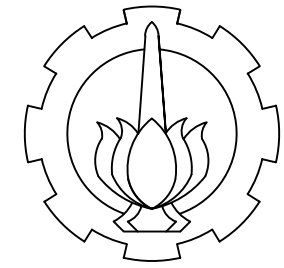
35



DETAIL PENULANGAN BERTHING DOLPHIN
Skala 1:50



DETAIL FENDER
Skala 1:20



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

DETAIL FENDER

1:20

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

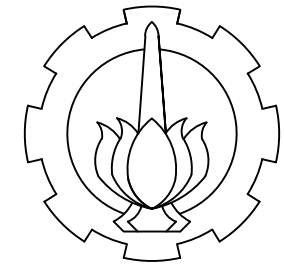
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

JML. GB.

28

35



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

MOORING DOLPHIN

1:100

DOSEN PEMBIMBING

Ir. AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

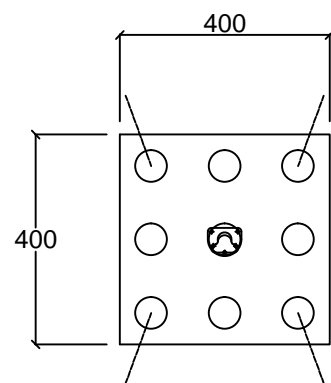
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

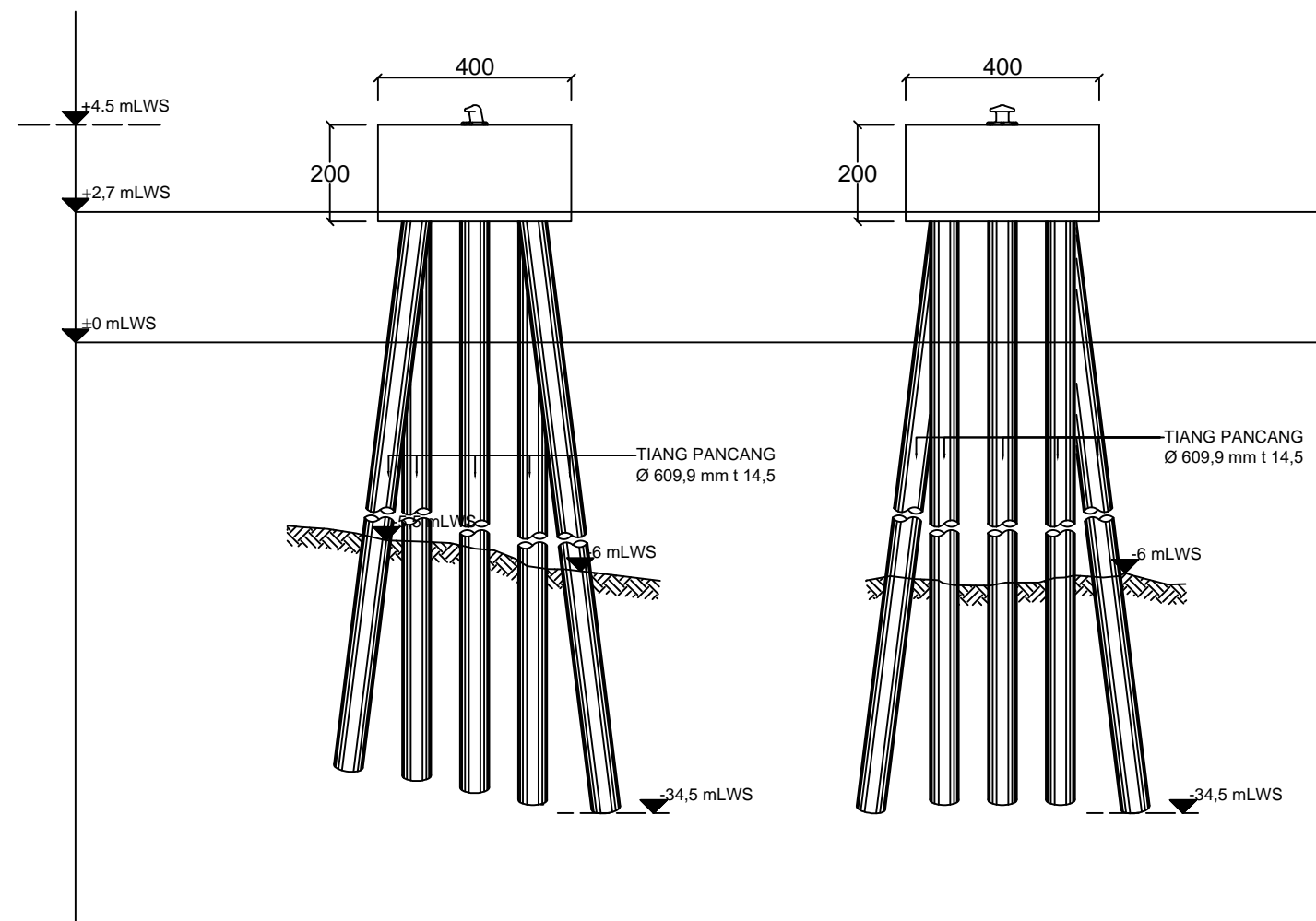
JML. GB.

29

35

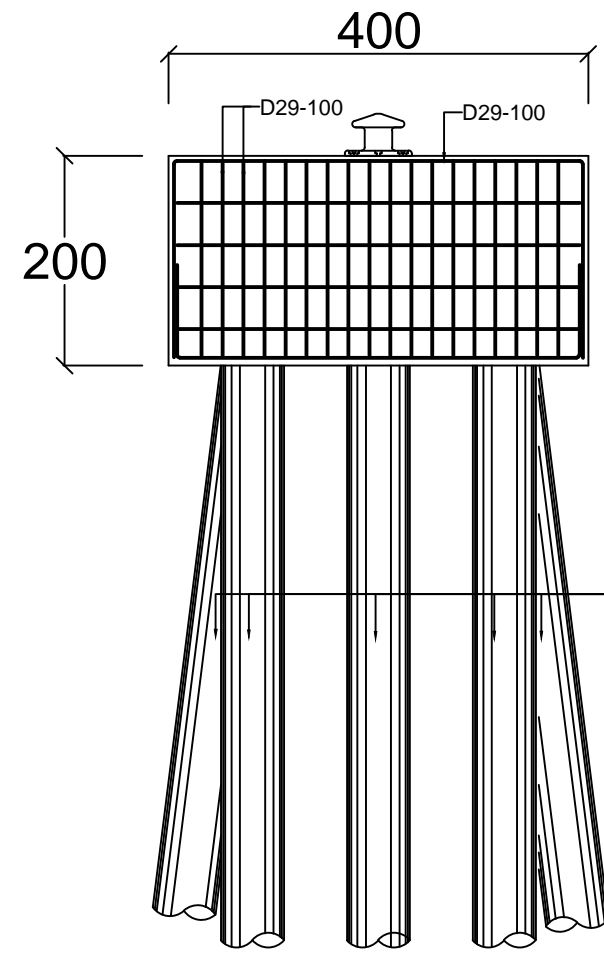
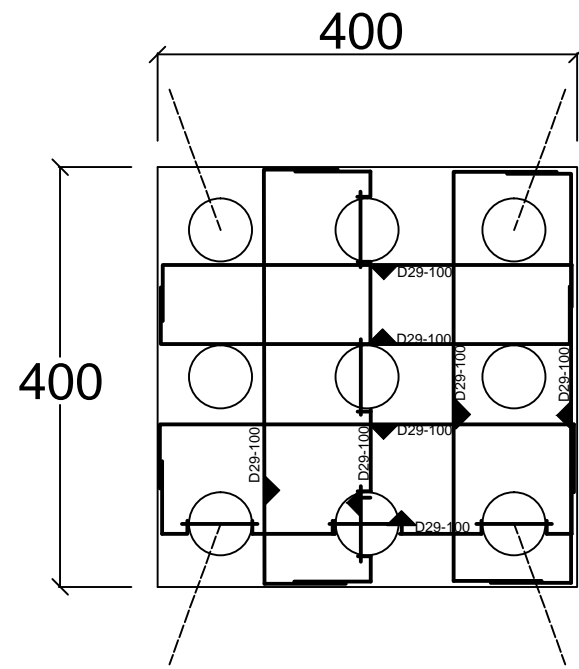


DENAH MOORING DOLPHIN
Skala 1:100

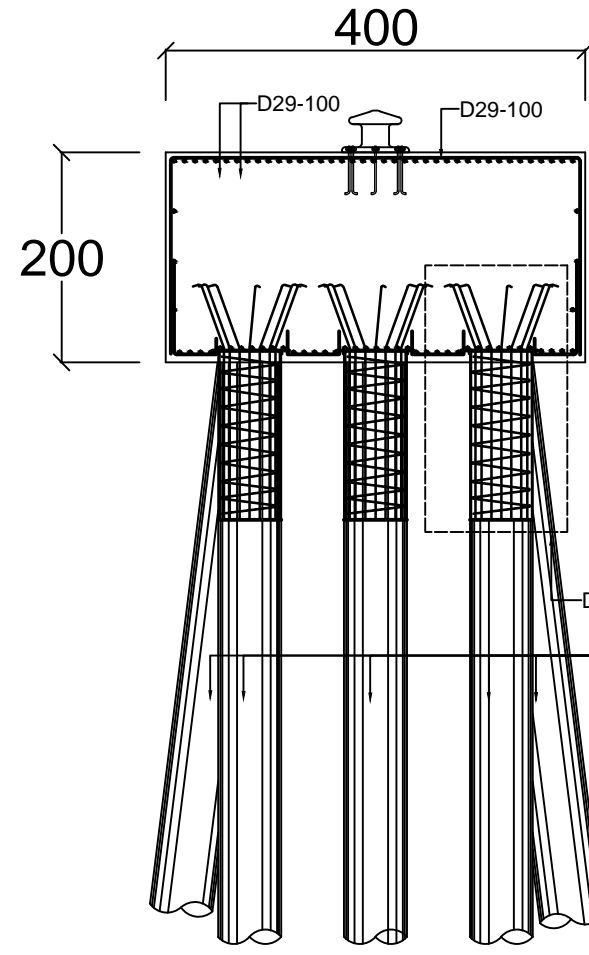


TAMPAK SAMPING
MOORING DOLPHIN
Skala 1:100

TAMPAK DEPAN
MOORING DOLPHIN
Skala 1:100

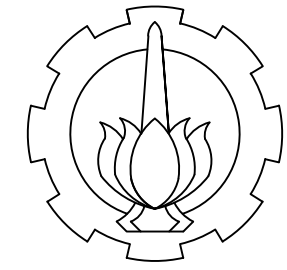


TIANG PANCANG
Ø 609,9 mm t 14,5



TIANG PANCANG
Ø 609,9 mm t 14,5

DETAIL PENULANGAN MOORING DOLPHIN
Skala 1:50



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

| JUDUL GAMBAR | SKALA |
|-----------------|-------|
| MOORING DOLPHIN | 1:50 |

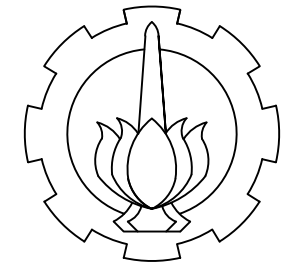
DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D
R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

| NO. LBR. | JML. GB. |
|----------|----------|
| 30 | 35 |



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

DETAIL BOLLARD

1:20

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

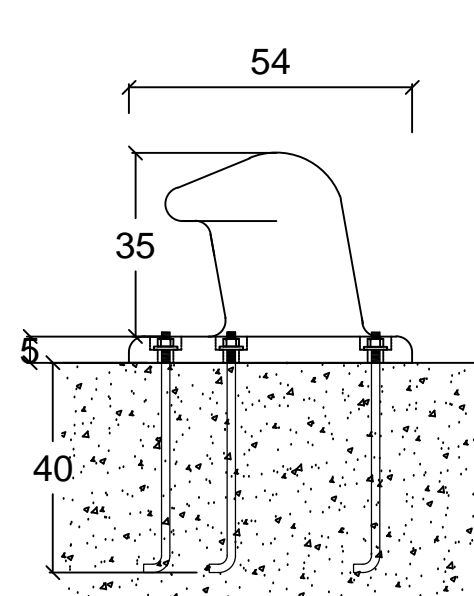
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

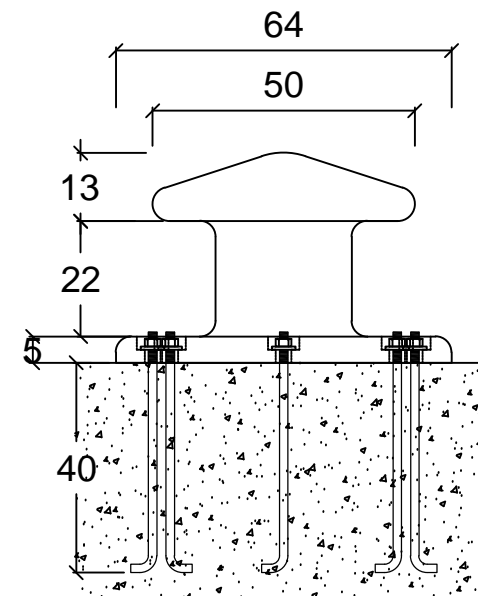
JML. GB.

31

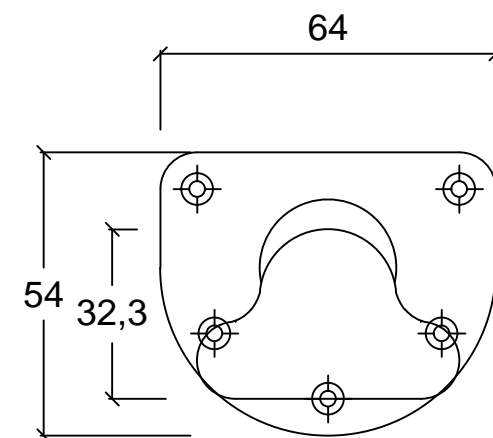
35



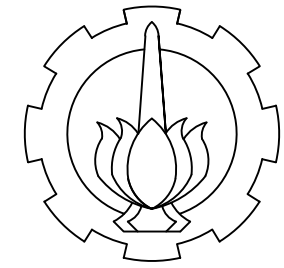
TAMPAK SAMPING BOLLARD
Skala 1:20



TAMPAK DEPAN BOLLARD
Skala 1:20



TAMPAK ATAS BOLLARD
Skala 1:20



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

PENULANGAN PILECAP
dan
TIANG PANCANG

1:20

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

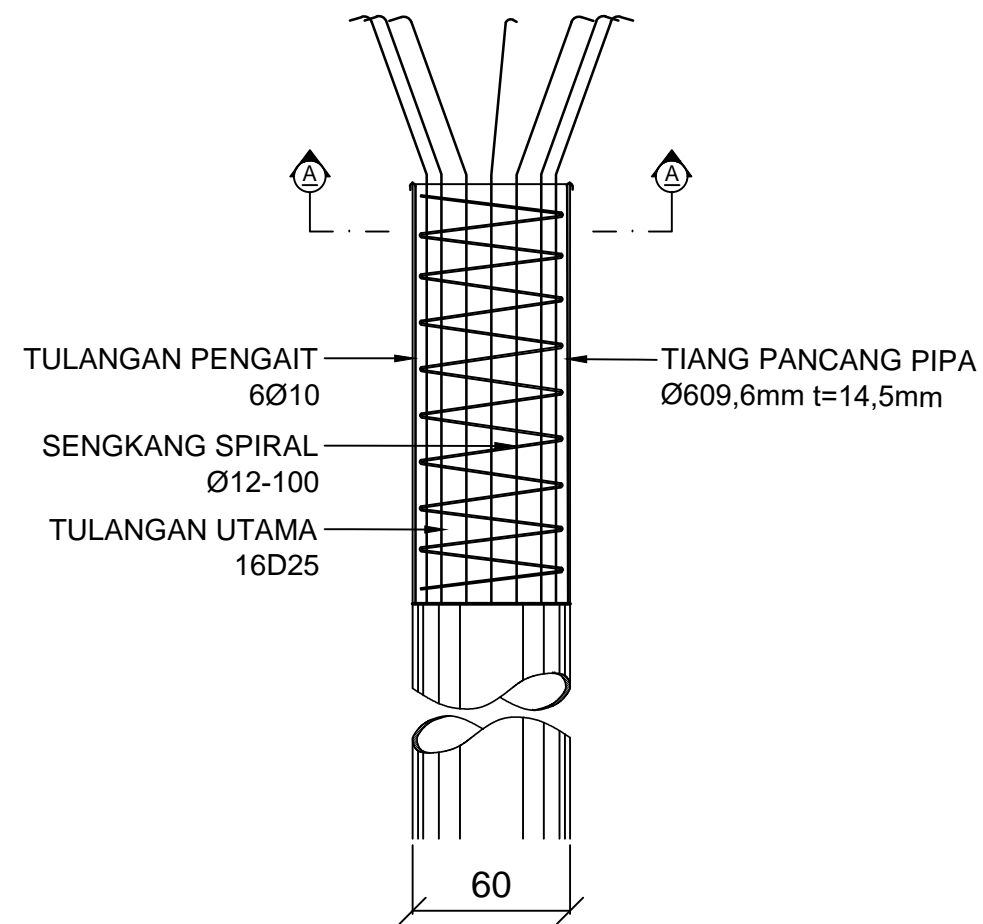
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

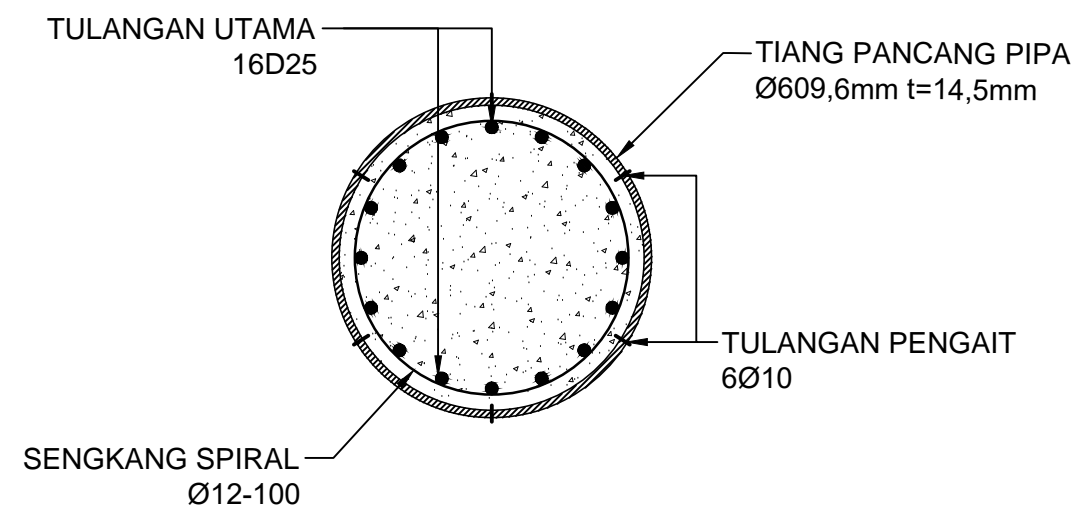
JML. GB.

32

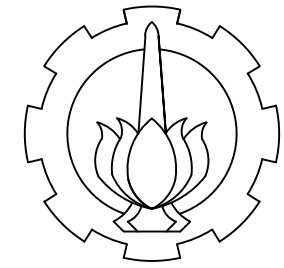
35



DETAIL TIANG PANCANG DOLPHIN
Skala 1:20



POTONGAN A-A
Skala 1:10



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

MOORING DOLPHIN

1:50

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

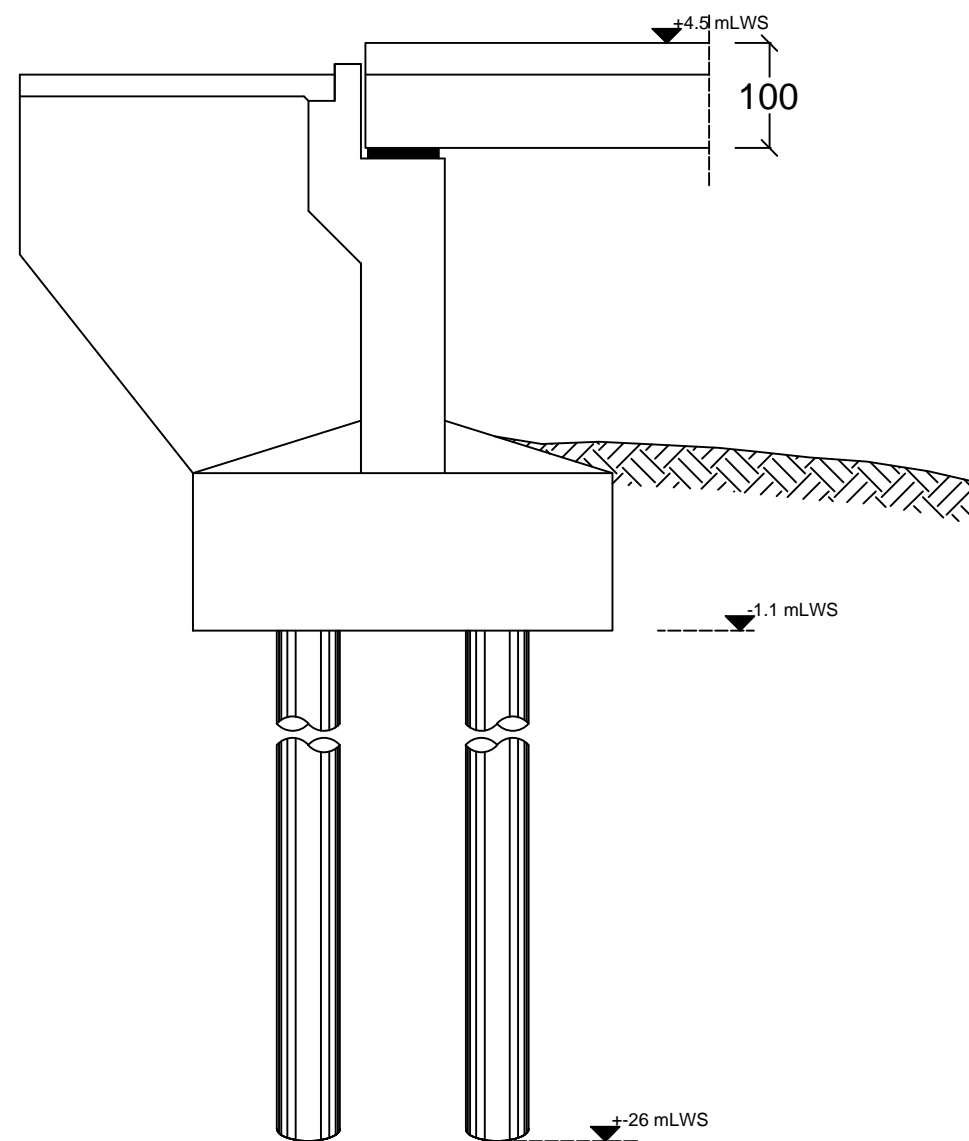
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

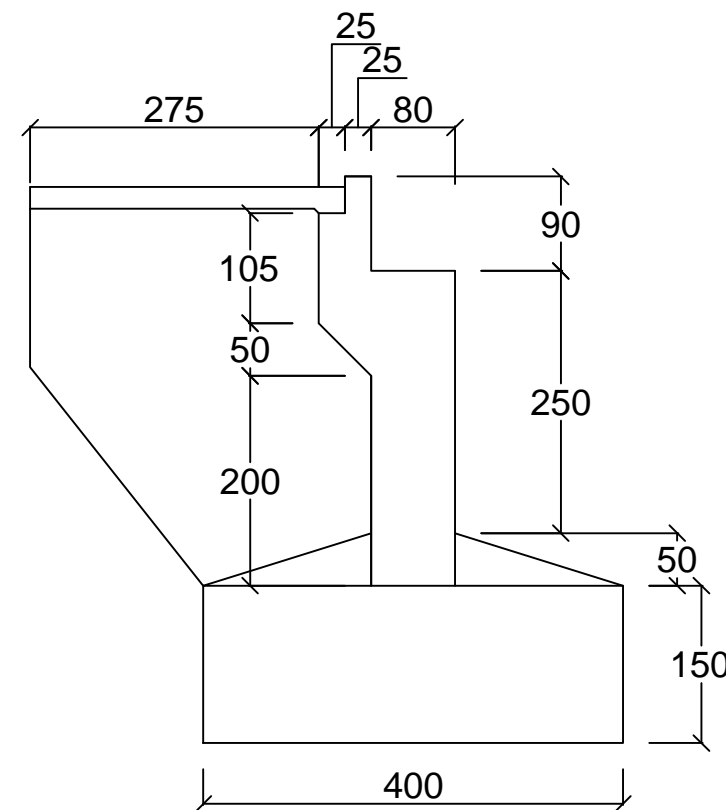
JML. GB.

33

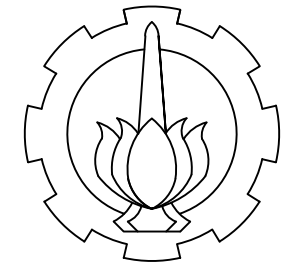
35



KEDUDUKAN ABUTMENT
Skala 1:50



DIMENSI ABUTMENT
Skala 1:50



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

MOORING DOLPHIN

1:50

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

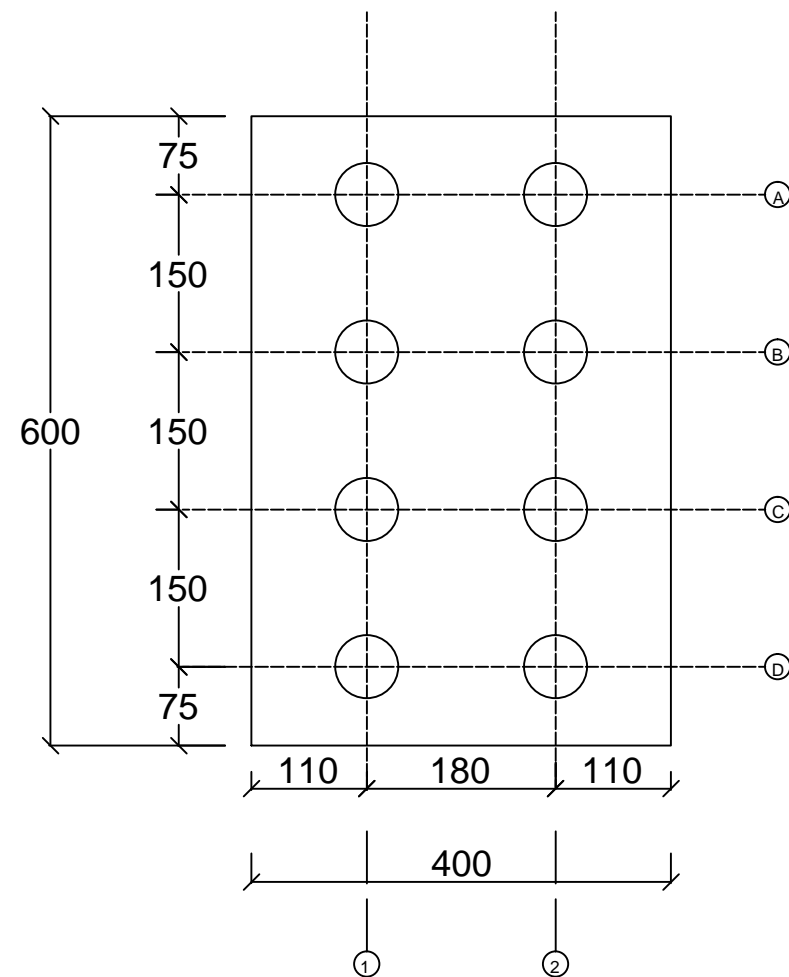
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

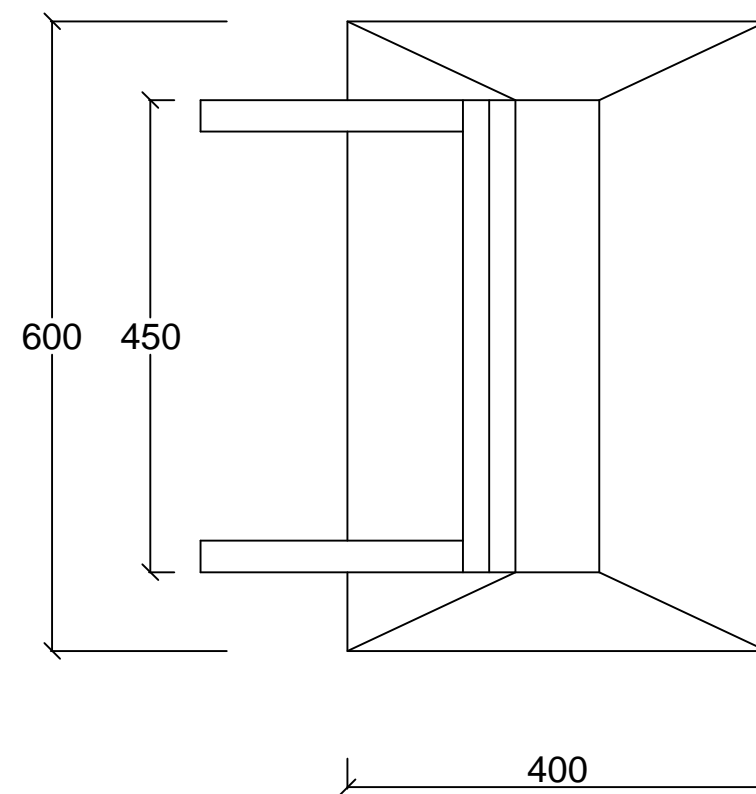
JML. GB.

34

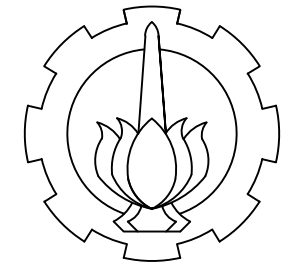
35



PILECAP ABUTMENT
Skala 1:50



TAMPAK ATAS ABUTMENT
Skala 1:50



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI - ITS

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DESAIN DERMAGA
CURAH CAIR di SUNGAI KAHAYAN
untuk KAPAI KAPASITAS 10.000 DWT

JUDUL GAMBAR

SKALA

MOORING DOLPHIN

1:50

DOSEN PEMBIMBING

Ir.AGUNG BUDIPRIYANTO, M.Eng., Ph.D

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST., MT.

MAHASISWA

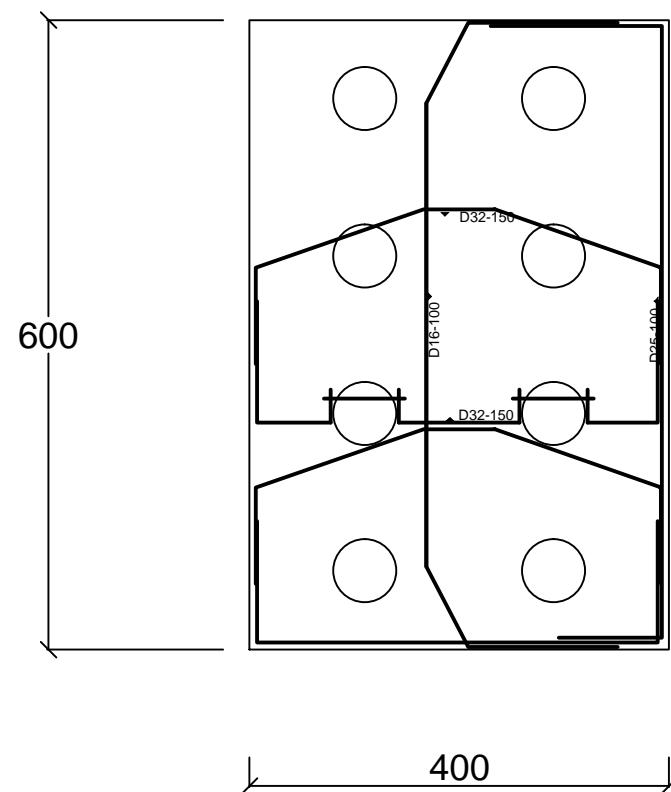
MUCHAMAD ABDUR R.
3113 030 013

NO. LBR.

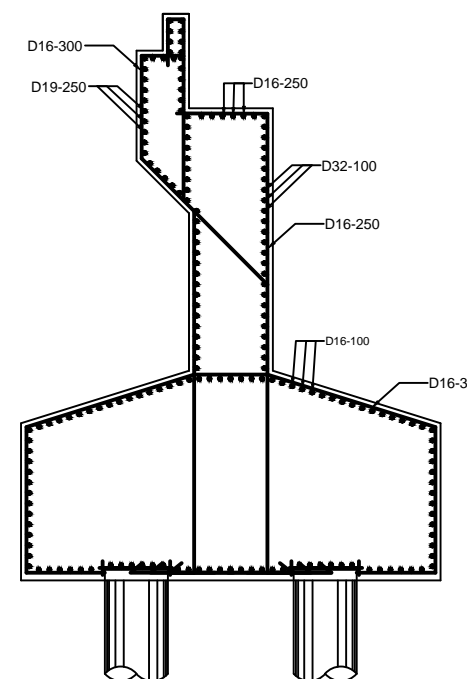
JML. GB.

35

35



PENULANGAN PILECAP ABUTMENT
Skala 1:50



PENULANGAN ABUTMENT
Skala 1:50

BIODATA PENULIS



Muchamad Abdur Rohman, sering dipanggil “maman” dilahirkan di bagian selatan Jawa Timur, tepatnya Kabupaten Tulungagung pada tanggal 06 Desember 1994, bertepatan pada hari Rabu 3 Rojab tahun itu. Yang mana merupakan anak ke – 2 dari tiga bersaudara. Pendidikan formal diawali dari Sekolah Dasar Negeri Simo, ditempuh selama 6 tahun dan lulus pada tahun 2007. Melanjutkan studi di SMP Negeri 3 Tulungagung selama 3 tahun dan lulus pada tahun 2010. Pendidikan terakhir ditempuh di MAN Tulungagung 1 dan lulus pada tahun 2013.

Pengalaman Organisasi dalam pendidikan non – formal Gerakan Pramuka, menjadikan dasar dan landasan kuat untuk memutuskan menempuh pendidikan tinggi diluar kota. Aktif digerakan Pramuka sejak pendidikan menengah, membawanya menjadi tonggak organisasi Gerakan Pramuka pada jenjang SMA/MA pada periode 2011/2012. Selain berorganisasi bersama teman – temanya giat melakukan kegiatan luar ruangan yang bersifat menantang.

More Information :



muchamad.arohman@gmail.com



0857 3644 4595