



TUGAS AKHIR (RC18-4803)

**PERENCANAAN KONSTRUKSI PENAHAN TANAH  
*CELLULAR COFFERDAMS* DAN PONDASI  
DERMAGA *JETTY* UNTUK KAPAL 17.500 DWT  
PADA PENGEMBANGAN WILAYAH PT. DOK &  
PERKAPALAN KODJA BAHARI, BATAM**

SHIDQI WAFIUDDIN  
NRP 0311154000017

Dosen Pembimbing 1  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT

Dosen Pembimbing II  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**TUGAS AKHIR (RC18-4803)**

**PERENCANAAN KONSTRUKSI PENAHAN TANAH  
*CELLULAR COFFERDAMS* DAN PONDASI  
DERMAGA *JETTY* UNTUK KAPAL 17.500 DWT  
PADA PENGEMBANGAN WILAYAH PT. DOK &  
PERKAPALAN KODJA BAHARI, BATAM**

SHIDQI WAFIUDDIN  
NRP 0311154000017

Dosen Pembimbing 1  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT

Dosen Pembimbing II  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**FINAL PROJECT (RC18-4803)**

**DESIGN OF *CELLULAR COFFERDAMS* AS A  
RETAINING STRUCTURE AND *JETTY*  
FOUNDATION FOR 17.500 DWT SHIP ON THE  
DEVELOPMENT OF PT. DOK & PERKAPALAN  
KODJA BAHARI, BATAM**

SHIDQI WAFIUDDIN  
NRP 0311154000017

Supervisor I  
Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT

Supervisor II  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Civil, Environment, and Geo Engineering  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya  
2019

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**PERENCANAAN KONSTRUKSI PENAHAN TANAH  
CELLULAR COFFERDAMS DAN PONDASI DERMAGA  
JETTY UNTUK KAPAL 17.500 DWT PADA  
PENGEMBANGAN WILAYAH PT. DOK & PERKAPALAN  
KODJA BAHARI, BATAM**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Reguler Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**SHIDQI WAFIUDDIN**  
NRP. 0311154000017

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir.

1. Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.T.
2. Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D



*(Signature)*  
*Indrasurya B. Mochtar*

**SURABAYA  
JULI 2019**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



**PERENCANAAN KONSTRUKSI PENAHAN TANAH  
CELLULAR COFFERDAMS DAN PONDASI DERMAGA JETTY  
UNTUK KAPAL 17.500 DWT PADA PENGEMBANGAN  
WILAYAH PT. DOK & PERKAPALAN KODJA BAHARI,  
BATAM**

**Nama Mahasiswa** : Shidqi Wafiuddin  
**NRP** : 0311154000017  
**Departemen** : Teknik Sipil FTSLK - ITS  
**Dosen Pembimbing I** : Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.T  
**Dosen Pembimbing II** : Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc, PhD

**ABSTRAK**

*PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari merupakan salah satu galangan kapal di Batam yang akan dilakukannya pengembangan wilayah untuk mengantisipasi masalah kebutuhan kapal yang terus meningkat di Batam. Pengembangan yang akan dilakukan terdiri dari pendalaman kolam yang mencapai kedalaman -8 m LWS untuk kebutuhan kapal 17.500 DWT dan pengadaan jetty seluas 125 m x 40 m. Secara umum, PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari dibangun diatas tanah dengan jenis tanah cohesive soil yang memiliki NSPT dibawah 10 sampai pada kedalaman 20 meter, dimana dengan kondisi tersebut perlu direncanakan konstruksi penahan tanah yang aman untuk kondisi tanah dan pendalaman kolam yang sangat dalam.*

*Pada tugas akhir ini, akan direncanakan konstruksi penahan tanah pada sisi darat bagian selatan yang akan dilakukan pendalaman kolam dan struktur dermaga jetty. Penahan tanah yang akan digunakan sebagai alternatif adalah Concrete Sheet Pile, Secant Pile, dan Cellular Cofferdams. Pada perencanaan dermaga jetty, direncanakan struktur atas yang terdiri dari balok dan pelat serta tiang pancang tegak dan tiang pancang miring sebagai struktur bawah dermaga. Perbandingan analisis biaya material konstruksi penahan tersebut diperlukan untuk menentukan*

*alternatif mana yang akan dipilih sebagai perkuatan yang kuat dan ekonomis.*

*Berdasarkan hasil analisis data tanah dan pasang surut air laut, kondisi tanah asli lokasi pengembangan memiliki tebal lapisan tanah lunak sampai pada kedalaman -24 m dan muka air tanah kritis sisi darat dan laut berada pada elevasi High Water Level +4,01 m dan Low Water Level +0,63 m. Berdasarkan hasil analisis beban rencana dermaga, beban vertikal berfaktor bernilai 6,043 ton/m<sup>2</sup> dan energi tumbukan kapal sebesar 6,945 ton-m dengan reaksi fender sebesar 40 ton. Berdasarkan hasil analisis perencanaan penahan tanah, konstruksi penahan tanah yang paling aman menggunakan Cellular Cofferdams yang tertanam dengan kedalaman 19 m dengan total panjang 32 m, diameter sel sebesar 5,82 m dan lebar efektif 5,22 m, serta profil sheet pile menggunakan Grand Piling China Type GPU26-750 dengan isian sel tanah urug pasir. Berdasarkan hasil analisis perencanaan dermaga, didapatkan dimensi struktur yang aman yaitu pelat dengan tebal 350 mm, balok 60/80, tiang pancang tegak sepanjang 29 m dan tiang pancang miring sepanjang 29,4 m dengan kemiringan 1:6,8, serta fender tipe CBR Super V Fender (CSVF) 500H x 1000H yang dipasang setiap 5 m memanjang.*

***Kata Kunci : PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Penahan Tanah, Concrete Sheet Pile, Secant Pile, Cellular Cofferdams, Jetty, Harga Material***

**DESIGN OF *CELLULAR COFFERDAMS* AS A RETAINING  
STRUCTURE AND *JETTY* FOUNDATION FOR 17.500 DWT  
SHIP ON THE DEVELOPMENT OF PT. DOK & PERKAPALAN  
KODJA BAHARI, BATAM**

**Nama Mahasiswa : Shidqi Wafiuddin**

**NRP : 0311154000017**

**Departemen : Teknik Sipil FTSLK - ITS**

**Dosen Pembimbing I : Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.T**

**Dosen Pembimbing II : Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc, PhD**

**ABSTRACT**

*PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari is one of the shipyards in Batam that will carry out a regional development to anticipate the increasing problem of ship needs in Batam. The development that will be done consists of the deepening of the pond up until -8 m LWS for the needs of 17,500 DWT vessels and the procurement of a 125 m x 40 m jetty. Generally, PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari was built on a type of cohesive soil which has an NSPT below 10 – 20 meters, whereas in that condition, a retaining structure that is safe for the soil condition and extreme pond deepening must be planned.*

*In this final project, a construction of retaining wall will be planned on the southern land, in which the pond is deepened and a jetty pier structure will be built. The soil retainers that will be used as an alternative are Concrete Sheet Pile, Secant Pile, and Cellular Cofferdams. In planning the jetty pier, the upper structure consisting of beams and plates as well as upright piles and sloping piles as the foundation of the jetty will be planned. A comparison of the analysis of the cost of the soil retainer construction material is needed to determine which alternative will be selected as a strong and economical reinforcement.*

*Based on the results of the analysis of soil and tidal water data, the condition of the original soil of the location for the development has*

*soft soil thickness to a depth of -24 m and critical ground water level on the land and sea at the elevation of High Water Level +4,01 m and Low Water Level +0,63 m. According to the analysis of the planned load of the dock, the factored vertical load is 6.043 tons / m<sup>2</sup> and the ship collision energy is 6.945 tons-m with a fender reaction of 40 tons. Based on the results of the soil retainer planning, the safest soil retainer construction uses Cellular Cofferdams which are embedded to a depth of 19 m with a total length of 32 m, cell diameter of 5,82 m, effective width of 5,22 m, and sheet pile profile using Grand Piling China Type GPU26-750 with sand fill cell fillings. Based on the results of the dock planning analysis, it was found that the dimensions of the structure will be safe with a 350 mm thick plate, 60/80 beam, 29 m upright pile and 29,4 m sloping pile with a slope of 1:6,8, plus a fender with the type CBR Super V Fender (CSVF) 500H x 1000H which is installed on every 5 meters.*

**Keywords : PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Soil Retainer, Concrete Sheet Pile, Secant Pile, Cellular Cofferdams, Jetty, Material Cost**

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum wr. wb*

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas rahmat, taufiq, serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Konstruksi Penahan Tanah Menggunakan *Cellular Cofferdams* dan Dermaga *Jetty* Untuk Kapal 17.500 DWT pada Pengembangan Wilayah PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam”.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Keluarga terutama kedua orang tua Bapak H. Dani Mardani, Almh. Hj. Fairuz, dan Ida Rupaida yang telah memberikan doa, dukungan moril dan materil, serta motivasi yang tiada hentinya kepada penulis.
2. Bapak Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., Ph.D dan Ibu Dr. Yudhi Lastiasih, S.T., M.T selaku dosen pembimbing atas segala ilmu, arahan, dan waktu yang diberikan kepada penulis.
3. Bapak Dr. Ir. Djoko Irawan, M.S. selaku dosen wali yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penulis berkuliah.
4. Seluruh dosen pengajar Departemen Teknik Sipil ITS yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis.
5. Teman – teman GND yang di Surabaya maupun Kota lainnya; Naufal, Rafli, Thareq, Muhammad, Aisyah, Kiki, Rafiano, Aji, Intan, Argya, Nadya, Ronny, dan Rafi yang telah memberikan doa, hiburan, dan semangatnya kepada penulis.
6. Teman – teman SKIP; Refo, Lunar, Maria, Lilla, Galih, Dias, dan Oki atas doa dan semangatnya yang telah diberikan. Serta Pelangi yang telah membantu dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
7. Yuniar Aliyah Risky, S.KG yang telah memberikan doa, semangat, dan dukungan selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
8. Teman – teman EXPLORER; Farid, Zulfikar, Sindy, Meidi, Regina, dan Fitri yang telah banyak menghibur dan memberikan nasihat serta semangat kepada penulis.
9. Tim Geoteknik Bersatu yang telah memberikan bantuan dan semangat selama mengerjakan Tugas Akhir ini.

10. Teman – teman angkatan 2015 Teknik Sipil ITS yang telah berjuang bersama penulis selama 4 tahun ini.
11. Rekan – rekan dan semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna, untuk itu segala saran dan masukan tentang penulisan Tugas Akhir ini sangat diharapkan.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga Tugas Akhir ini dapat memberi bermanfaat dan menambah wawasan bagi kita semua, penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang ada pada Tugas Akhir ini.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Surabaya, 24 Mei 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xix
<b>BAB I</b> .....	1
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	4
<b>1.3 Tujuan</b> .....	4
<b>1.4 Batasan Masalah</b> .....	4
<b>1.5 Manfaat</b> .....	5
<b>BAB II</b> .....	7
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
<b>2.1 Parameter Tanah</b> .....	7
<b>2.1.1 Data Boring</b> .....	8
<b>2.2 Lereng</b> .....	10
<b>2.2.1 Analisis Stabilitas Lereng</b> .....	11
<b>2.2.2 Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode BISHOP</b> .....	12
<b>2.3 Tekanan Tanah Horizontal</b> .....	13

2.3.1	Tekanan Lateral Aktif.....	13
2.3.2	Tekanan Lateral Pasif.....	14
2.4	<b>Konstruksi Dinding Penahan Tanah .....</b>	<b>15</b>
2.4.1	Konstruksi Turap Tanpa Angkur.....	15
2.4.2	Konstruksi Turap Dengan Angkur.....	16
2.4.3	Konstruksi Secant Pile .....	19
2.4.4	Konstruksi <i>Cellular Cofferdams</i> .....	20
2.5	<b>Perencanaan Pondasi Dalam .....</b>	<b>23</b>
2.5.1	Perencanaan Tiang Pancang .....	23
2.5.2	Daya Dukung Tiang.....	24
2.5.3	Daya Dukung Pondasi Metode Meyerhof.....	25
2.5.4	Daya Dukung Pondasi Metode Luciano Decourt.....	26
2.5.5	Daya Dukung Tiang Group .....	27
2.5.6	Kontrol Tiang Pancang .....	28
2.5.6.1	Titik Jepit Tiang Pancang.....	28
2.5.6.2	Kontrol Beban Maksimum Tiang Pancang.....	29
2.5.6.3	Kontrol Kuat Bahan Tiang .....	29
2.5.6.4	Beban Lateral Pondasi Tiang .....	30
2.6	<b>Perencanaan Dermaga .....</b>	<b>32</b>
2.6.1	Pasang Surut Air Laut dan Bathimetri .....	33
2.6.2	Karakteristik Kapal.....	35
2.6.3	Perencanaan Beban Pelabuhan .....	36
2.6.4	Evaluasi Layout Dermaga.....	40
2.6.5	Struktur Dermaga .....	43
2.7	<b>Program Bantu .....</b>	<b>44</b>



2.7.1	Program Bantu SP Column .....	45
2.7.2	Program Bantu GEO5 .....	45
2.7.3	Program Bantu SAP2000.....	45
<b>BAB III</b>	.....	<b>47</b>
<b>METODOLOGI</b>	.....	<b>47</b>
3.1	Bagan Alir Tahapan Perencanaan.....	47
3.2	Uraian Tahapan Perencanaan.....	48
<b>BAB IV</b>	.....	<b>53</b>
<b>ANALISA DATA PERENCANAAN</b>	.....	<b>53</b>
4.1	Analisa Data Tanah.....	53
4.1.1	Korelasi Data Tanah Dasar .....	56
4.1.2	Grafik Korelasi Parameter Tanah pada Titik BH3 dan BH2 62	
4.2	Analisa Pasang Surut.....	65
4.3	Analisa Bathimetri.....	66
4.4	Analisa Beban .....	67
4.4.1	Pembebanan Vertikal.....	67
4.4.2	Pembebanan Horizontal .....	67
4.5	Evaluasi <i>Layout</i> .....	71
4.5.1	Lebar Alur Masuk.....	71
4.5.2	Panjang Alur Masuk ( <i>stopping distance</i> ).....	72
4.5.3	Kedalaman Alur Masuk.....	72
4.5.4	Kebutuhan Lebar, Panjang, dan Kedalaman Kolam Dermaga .....	72
4.5.5	Hasil Evaluasi Layout Dermaga.....	73

<b>BAB V .....</b>	<b>75</b>
<b>PERENCANAAN KONSTRUKSI PENAHAN TANAH.....</b>	<b>75</b>
<b>5.1 Geometri dan Pembebanan Perencanaan Dinding Penahan Tanah .....</b>	<b>76</b>
<b>5.2 Perencanaan Dinding Tanpa Angkur .....</b>	<b>78</b>
<b>5.2.1 Perhitungan Tegangan Tanah Horizontal Aktif dan Pasif</b>	<b>78</b>
<b>5.2.2 Perhitungan Gaya Aktif dan Pasif serta Persamaan Momen</b>	<b>81</b>
<b>5.2.3 Menentukan Kedalaman dan Total Panjang Dinding</b>	<b>84</b>
<b>5.2.4 Menentukan Momen Maksimum .....</b>	<b>84</b>
<b>5.2.5 Perencanaan Profil Dinding.....</b>	<b>85</b>
<b>5.3 Perencanaan Turap Dengan Angkur .....</b>	<b>85</b>
<b>5.3.1 Perhitungan Tegangan Horizontal Aktif dan Pasif ..</b>	<b>86</b>
<b>5.3.2 Perhitungan Gaya Aktif dan Pasif serta Persamaan Momen</b>	<b>88</b>
<b>5.3.3 Menentukan Kedalaman dan Panjang Total Dinding</b>	<b>91</b>
<b>5.3.4 Menentukan Momen Maksimum .....</b>	<b>91</b>
<b>5.3.5 Perencanaan Profil Dinding.....</b>	<b>92</b>
<b>5.4 Perencanaan <i>Cellular Cofferdams</i> .....</b>	<b>92</b>
<b>5.4.1 Penentuan Diameter dan Kedalaman <i>Cellular Cofferdams</i> .....</b>	<b>93</b>
<b>5.4.2 Perhitungan Menggunakan Hansen’s Method .....</b>	<b>93</b>
<b>5.4.3 Kontrol Keamanan <i>Cellular Cofferdams</i> .....</b>	<b>100</b>

**5.4.4 Kontrol Keamanan Menggunakan Program GEO5**  
102

<b>BAB VI</b> .....	105
<b>PERENCANAAN DERMAGA <i>JETTY</i></b> .....	105
<b>6.1 Perencanaan Balok Dermaga</b> .....	105
<b>6.1.1 Data Perencanaan Balok</b> .....	106
<b>6.1.2 Perencanaan Dimensi Balok</b> .....	106
<b>6.1.3 Perencanaan Beban</b> .....	107
<b>6.1.4 Penulangan Balok</b> .....	107
<b>6.2 Perencanaan Pelat Dermaga</b> .....	109
<b>6.2.1 Data Perencanaan Pelat</b> .....	109
<b>6.2.2 Dimensi Pelat</b> .....	110
<b>6.2.3 Perencanaan Beban</b> .....	111
<b>6.2.4 Menghitung Momen Ultimate</b> .....	112
<b>6.2.5 Penulangan Pelat</b> .....	113
<b>6.3 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang <i>Jetty</i></b> .....	115
<b>6.3.1 Daya Dukung Tiang Pancang Terhadap Tanah</b> .....	117
<b>6.3.2 Kedalaman dan Kontrol Beban Maksimum 1 Tiang</b> 123	
<b>6.3.3 Kontrol Tiang Pancang Bahan</b> .....	130
<b>6.3.4 Konfigurasi Tiang Pancang Miring</b> .....	130
<b>6.3.5 Daya Dukung Tiang Grup Tiang Miring</b> .....	131
<b>6.3.6 Kontrol Defleksi dan Nilai Momen pada Tiang</b> .....	132
<b>6.4 Perencanaan Pile Cap</b> .....	136
<b>6.5 Perhitungan Harga Material</b> .....	139

<b>BAB VII</b> .....	143
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	143
<b>7.1 Kesimpulan</b> .....	143
<b>7.2 Saran</b> .....	144
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	145
<b>LAMPIRAN I</b> .....	147
<b>LAMPIRAN II</b> .....	163
<b>LAMPIRAN III</b> .....	194
<b>BIODATA PENULIS</b> .....	207

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Lokasi PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam (Google Maps).....	2
<b>Gambar 1.2</b> Layout Eksisting PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam.....	3
<b>Gambar 1.3</b> Layout Pengembangan PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam.....	3
<b>Gambar 2.1</b> Gaya yang Bekerja pada Lereng dengan Metode Irisan (DAS, 1999) .....	12
<b>Gambar 2.2</b> Gaya - gaya pada Diagram Tekanan Tanah Horizontal ...	16
<b>Gambar 2.3</b> Contoh Penjangkaran (K. Nakzawa dkk, 2000).....	16
<b>Gambar 2.4</b> Penentuan Lokasi Angker (Das, 1990) .....	18
<b>Gambar 2.5</b> Perencanaan Secant Pile (Chang-Yu Ou, 2006) .....	19
<b>Gambar 2.6</b> Tipe Cellular Cofferdams (USS Steel Sheet Pile, 1984)..	21
<b>Gambar 2.7</b> Steel Sheet Piling Cellular Cofferdams (US Steel Sheet Pile, 1984) .....	21
<b>Gambar 2.8</b> Terzaghi's Bearing Capacity .....	23
<b>Gambar 2.9</b> Mekanisme Transfer Beban Pondasi Tiang (Braja M. Das, 1985).....	24
<b>Gambar 2.10</b> Efisiensi Tiang Grup (Analisis dan Desain Pondasi Dalam, 1991).....	28
<b>Gambar 2.11</b> Posisi Titik Jepit Tiang Pancang (Daya Dukung Pondasi Dalam, 1999).....	29
<b>Gambar 2.12</b> Koefisien Variasi (f) Untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral (NAFVAC DM-7, 1971) .....	31
<b>Gambar 2.13</b> Koefisien - koefisien Untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi II (NAFVAC DM-7, 1971).....	32
<b>Gambar 2.14</b> Dermaga Tipe Jetty (Perencanaan Pelabuhan, 2009).....	33
<b>Gambar 2.15</b> Kedalaman Alur Pelayaran (Perencanaan Pelabuhan, 2009).....	41

<b>Gambar 2.16</b> Dimensi Dermaga (Perencanaan Pelabuhan, 2009) .....	43
<b>Gambar 3.1</b> Bagan Alir Tugas Akhir .....	47
<b>Gambar 3.2</b> Bagan Alir Tugas Akhir (Lanjutan) .....	48
<b>Gambar 4.1</b> Titik Data Tanah Proyek (PT. Pratama Widya) .....	53
<b>Gambar 4.2</b> Data Bor Log BH-2 (PT. Pratama Widya) .....	54
<b>Gambar 4.3</b> Data Bor Log BH-3 (PT. Pratama Widya) .....	55
<b>Gambar 4.4</b> Rekapitulasi Korelasi Parameter Titik BH-3 .....	61
<b>Gambar 4.5</b> Rekapitulasi Korelasi Parameter Titik BH-2 .....	62
<b>Gambar 4.6</b> Hubungan Kedalaman dengan NSPT .....	63
<b>Gambar 4.7</b> Hubungan Kedalaman dengan Berat Volume .....	63
<b>Gambar 4.8</b> Hubungan Kedalaman dengan Sudut Geser .....	64
<b>Gambar 4.9</b> Hubungan Kedalaman dengan Cu .....	64
<b>Gambar 4.10</b> Rekapitulasi Parameter Tanah Titik BH-3 .....	65
<b>Gambar 4.11</b> Potongan Melintang Bathymetri Cros 7, Cros 8, Cros 9 (Report Perencanaan PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, 2018) .....	66
<b>Gambar 4.12</b> Layout Area Dermaga (Google Earth) .....	71
<b>Gambar 5.1</b> Layout Pengembangan PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam .....	75
<b>Gambar 5.2</b> Geometri Perencanaan Dinding .....	77
<b>Gambar 5.3</b> Diagram Tekanan Horizontal Tanah Turap Tanpa Angkur .....	81
<b>Gambar 5.4</b> Geometri Perencanaan Turap Berangkur .....	86
<b>Gambar 5.5</b> Diagram Tekanan Horizontal Tanah Turap Berangkur ....	89
<b>Gambar 5.6</b> Geometri Perencanaan Cellular Cofferdams .....	93
<b>Gambar 5.7</b> Diagram Tekanan Tanah Horizontal dan Vertikal Cellular Cofferdams .....	97
<b>Gambar 5.8</b> Hasil Analisa Program Bantu GEO5 .....	102
<b>Gambar 5.9</b> Hasil Analisa Program Bantu GEO5 (Lanjutan) .....	103
<b>Gambar 5.10</b> Hasil Analisa Program Bantu GEO5 (Lanjutan) .....	103

<b>Gambar 6.1</b> Layout Perencanaan Jetty PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam.....	105
<b>Gambar 6.2</b> Tampak Atas Dermaga.....	106
<b>Gambar 6.3</b> Ilustrasi Dimensi Balok.....	110
<b>Gambar 6.4</b> Koefisien Momen pada Pelat .....	112
<b>Gambar 6.5</b> Permodelan Struktur Dermaga.....	116
<b>Gambar 6.6</b> Permodelan Struktur Dermaga (Lanjutan).....	117
<b>Gambar 6.7</b> Hubungan Kedalaman dan NSPT dengan Daya Dukung .....	122
<b>Gambar 6.8</b> Beban Fender Tinjauan 1 .....	123
<b>Gambar 6.9</b> Sket Kemiringan Tiang Pancang Miring.....	124
<b>Gambar 6.10</b> Layout Tiang Pancang Miring .....	125
<b>Gambar 6.11</b> Proyeksi Tiang Pancang Miring.....	125
<b>Gambar 6.12</b> Beban Fender Tinjauan 2 .....	128
<b>Gambar 6.13</b> Beban Fender Tinjauan 3 .....	129
<b>Gambar 6.14</b> Denah Tiang Pancang .....	131
<b>Gambar 6.15</b> Konfigurasi Tiang Pancang Miring.....	131
<b>Gambar 6.16</b> Analisa Nilai $f$ .....	133
<b>Gambar 6.17</b> Analisa Nilai $F\delta$ dan $F_m$ .....	135
<b>Gambar 6.18</b> Rekapitulasi Harga Material .....	142

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Korelasi Parameter Tanah dengan NSPT (J.E. Bowles, 1984) .....	8
<b>Tabel 2.2</b> Hubungan Jenis Tanah dan Poisson Ratio (J.E. Bowles, 1984) .....	9
<b>Tabel 2.3</b> Taksiran Harga Cu, NSPT, qc Cohesive Soil (Mochtar, 2012) .....	9
<b>Tabel 2.4</b> Taksiran Sudut Geser, Rd, NSPT dan Berat Volume Cohesionless Soil (Mochtar, 2009) .....	10
<b>Tabel 2.5</b> Tabel Korelasi Sudut Geser Untuk Tanah Kohesif Medium- Stiff (Burt Look, 2007).....	10
<b>Tabel 2.6</b> Koefisien Dasar Tiang $\alpha$ (Decourt & Quaresma, 1978; Decourt dkk, 1996).....	27
<b>Tabel 2.7</b> Koefisien Selimut Tiang $\beta$ (Decourt & Quaresma, 1978; Decourt dkk, 1996).....	27
<b>Tabel 2.8</b> International Rule Yacht (1965) .....	35
<b>Tabel 2.9</b> Dimension of Austal 48 (2007) .....	35
<b>Tabel 2.10</b> Gaya Bollard dan Jarak Antara Bollard.....	39
<b>Tabel 2.11</b> Beban Perencanaan Pelabuhan .....	39
<b>Tabel 2.12</b> Beban Perencanaan Pelabuhan (Lanjutan) .....	40
<b>Tabel 2.13</b> Lebar Alur Menurut OCDI (2002).....	41
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Korelasi Berat Volume Tanah ( $\Upsilon$ ) .....	56
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Korelasi Berat Volume Tanah ( $\Upsilon$ ) (Lanjutan) .....	57
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Korelasi Sudut Geser Tanah ( $\Phi$ ) .....	58
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Korelasi Undrained Shear Strength (Cu).....	59
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Korelasi Undrained Shear Strength (Cu) (Lanjutan)...	60
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Analisis Pasang Surut Air Laut .....	65
<b>Tabel 4.7</b> Data Dimensi Kapal.....	68
<b>Tabel 4.8</b> Kecepatan Merambat Kapal pada Dermaga .....	68
<b>Tabel 4.9</b> Hasil Evaluasi Layout Perairan Dermaga .....	73

<b>Tabel 5.1</b> Parameter Tanah Dasar .....	78
<b>Tabel 5.2</b> Tabel Terzaghi's Bearing Capacity .....	101
<b>Tabel 6.1</b> Beban Yang Diterima Balok .....	107
<b>Tabel 6.2</b> Hasil Penulangan Balok .....	109
<b>Tabel 6.3</b> Beban Ultimate Pada Pelat.....	111
<b>Tabel 6.4</b> Momen Ultimate Akibat Beban .....	112
<b>Tabel 6.5</b> Rekapitulasi Daya Dukung Tiang Pancang D50 D60.....	121
<b>Tabel 6.6</b> Kedalaman Pancang Berdasarkan Qijin Tekan dan Tarik ..	127

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

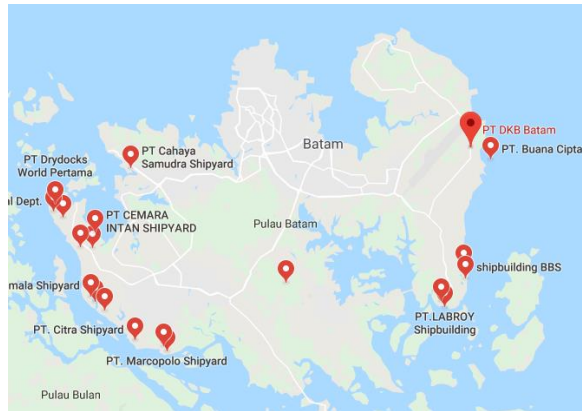
Galangan Kapal adalah suatu kawasan yang dirancang untuk memperbaiki dan membuat kapal. Kapal-kapal ini dapat berupa kapal pesiar atau yacht, armada militer, cruise line, dan pesawat barang atau penumpang. Berdasarkan data Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, industri galangan kapal terus mengalami pertumbuhan sekitar 15% setiap tahunnya. Saat ini ada sebanyak 250 galangan kapal di Indonesia dan pada akhir tahun 2017 galangan kapal nasional mampu memproduksi kapal hingga total 750.000 *dead weight tonnage* (dwt) dimana 250 galangan kapal di Indonesia, sekitar 70 galangan kapal berada di Batam.

Batam merupakan salah satu kota yang disinggahi para wisatawan untuk melihat objek wisata dan juga sebagai tempat transit kapal-kapal wisata sebelum melanjutkan perjalanan. Selain itu, Batam merupakan salah satu kota yang letaknya sangat strategis berada di jalur pelayaran internasional dan berbatasan langsung dengan Singapura. Keadaan ini menyebabkan Kota Batam berkembang semakin pesat sehingga aktivitas ekspor-impor menjadi semakin tinggi dan lalu lintas laut semakin padat setiap tahunnya. Oleh karena itu, dibutuhkan penambahan tempat-tempat untuk memproduksi dan mereparasi kapal yang sering dikenal dengan galangan kapal.

Dari 70 galangan kapal yang ada di Batam, terdapat 1 galangan kapal yang akan dikembangkan sebagai alternatif untuk mengantisipasi masalah kebutuhan kapal yang terus meningkat di Batam. Pengembangan wilayah galangan kapal tersebut dilakukan pada PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari. Kawasan galangan kapal PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari akan dikembangkan pada tahun 2018. Lokasi pengembangan PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam ditunjukkan pada Gambar 1.1.

PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari memiliki luas lahan 20,23 ha seperti ditunjukkan pada Gambar 1.2. Rencana pengembangan lokasi PT. Dok Perkapalan Kodja Bahari yaitu perluasan lahan menjadi 25,54 ha yang meliputi perluasan area Slipway yang semula 0,9 ha menjadi 2,43 ha. Perluasan area Slipway tersebut diakibatkan karena penambahan

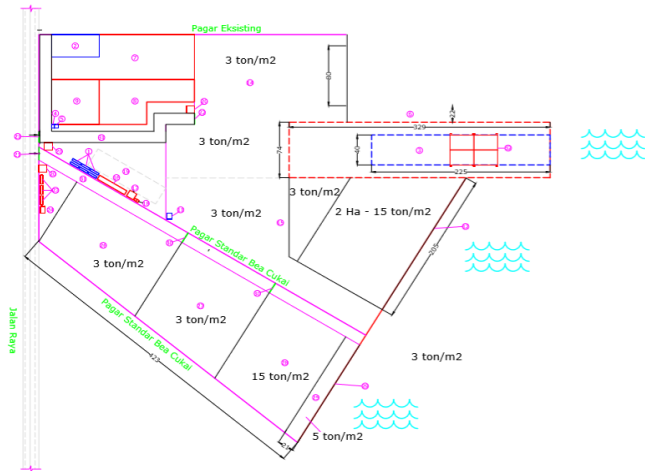
kapasitas kapal pada Slipway yang semula 6.500 DWT menjadi 17.500 DWT.



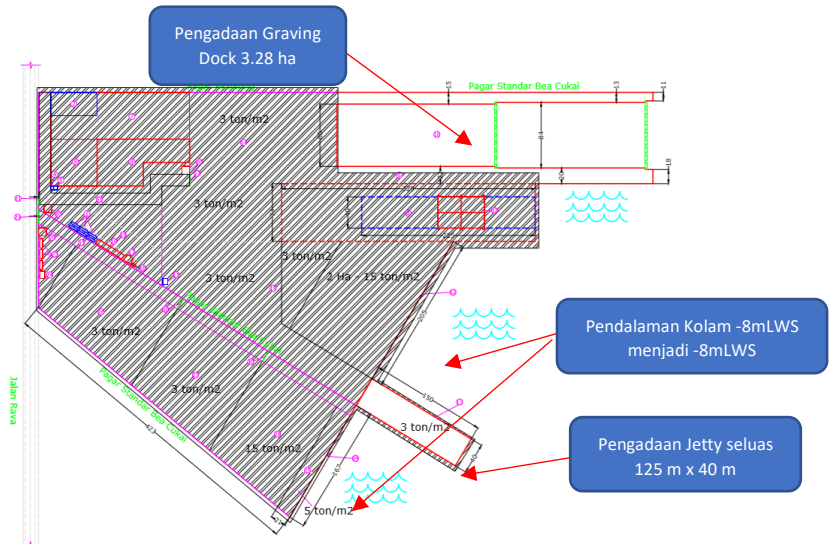
**Gambar 1.1** Lokasi PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam (Google Maps)

Disamping itu, PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari juga akan melakukan pengembangan lain yakni pengadaan Graving Dock seluas 3,28 ha serta pembuatan jetty sepanjang 150 m pada sisi bagian selatan. Rencana area perluasan PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari ditunjukkan pada Gambar 1.3. PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari juga direncanakan dapat membuat kapal yang lebih besar, sehingga pekerjaan pengerukan atau pendalaman kolam akan dilakukan hingga mencapai kedalaman -8 m LWS pada proyek ini.

Pengembangan wilayah PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari ini dilakukan diatas tanah yang didominasi lanau berpasir. Berdasarkan data BOR Log, secara umum merupakan jenis tanah *cohesive soil* yang memiliki NSPT dibawah 10 sampai pada kedalaman 20 m. Tanah tersebut memiliki pemampatan yang cukup besar dan berlangsung sangat lama serta memiliki daya dukung yang kecil. Oleh sebab itu, dalam kondisi eksisting tanah yang kurang baik dan beban operasional rencana yang cukup besar, pengembangan wilayah yang mencakup perluasan dan pendalaman kolam dikhawatirkan akan mengalami kelongsoran.



**Gambar 1.2** Layout Eksisting PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam (Report Pengembangan PT.DKB Batam)



**Gambar 1.3** Layout Pengembangan PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam (Report Pengembangan PT.DKB Batam)

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan diatas, pada tugas akhir ini akan direncanakan pendalaman kolam dan penimbunan tanah setinggi kurang lebih 5 meter pada sisi darat bagian tenggara yang dibangun di atas tanah lunak, oleh karena itu perlu dibangun konstruksi dinding penahan tanah untuk mencegah kelongsoran akibat pendalaman kolam tersebut. Perkuatan yang paling aman dan efisien akan menjadi alternatif. Selain itu, di sisi dermaga tepatnya pada pengadaaan *jetty* juga akan direncanakan pondasi tiang pancang serta struktur atas (pelat dan balok) seluas 125 m x 40 m yang aman untuk menahan beban rencana. Perbandingan analisis biaya material alternatif konstruksi penahan tanah dan dermaga *jetty* diperlukan untuk menentukan alternatif mana yang akan dipilih sebagai konstruksi yang kuat dan ekonomis.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan pada latar belakang, rumusan masalah yang akan dibahas dalam Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi tanah asli zona pengembangan PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam?
2. Bagaimana beban dana gaya – gaya yang dipikul oleh tanah zona pengembangan?
3. Bagaimana perencanaan konstruksi dinding penahan yang paling aman dan efisien?
4. Bagaimana perencanaan struktur *Jetty* meliputi struktur atas dan struktur bawah yang aman?
5. Berapa biaya material dan alternatif manakah yang akan dipilih sebagai alternatif yang paling murah?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah merencanakan konstruksi dinding penahan tanah yang tepat dan struktur dermaga *Jetty* pada pengembangan wilayah PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak merencanakan Graving Dock PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam.
2. Tidak merencanakan timbunan dan perbaikan tanah.

3. Alternatif terpilih hanya berdasarkan biaya harga material tanpa mempertimbangkan aspek teknis dan aspek lingkungan.
4. Data yang digunakan merupakan data sekunder.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah diharapkan dapat menjadi acuan dalam perencanaan konstruksi *Jetty* dan penahan tanah menggunakan *Cellular Cofferdams* pada pengembangan wilayah PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Parameter Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1985). Menurut Bowles (1988), tanah dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran butiran penyusun menjadi beberapa jenis sebagai berikut:

- a. Batuan dasar (Bedrock)  
Batuan pada tempat asalnya, biasanya terbentang secara meluas dalam arah horizontal dan arah vertical.
- b. Berangkal (Boulders)  
Potongan batu yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm sampai 300 mm. Untuk kisaran antara 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (cobble).
- c. Kerikil (Gravel)  
Batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
- d. Pasir (Sand)  
Partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, berkisar dari kasar (3-5 mm) sampai halus (kurang dari 1 mm).
- e. Lanau  
Partikel batuan berukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm. Lanau dan lempung dalam jumlah besar ditemukan dalam deposit yang disedimentasikan ke dalam danau atau di dekat garis pantai pada muara sungai.
- f. Lempung  
Partikel-partikel mineral yang ukurannya lebih kecil dari ukuran lanau, sekitar ukuran 0,002 mm atau lebih kecil. Tanah lempung mempunyai sifat plastisitas yang tinggi dan kohesif. Sifat-sifat tanah lempung sangat dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung.

### 2.1.1 Data Boring

Pengeboran merupakan cara yang paling awal dan mudah dalam penyelidikan tanah. Maksud dari pekerjaan bor ini adalah untuk mengidentifikasi kondisi tanah sampai kedalaman yang ditetapkan, sehingga dapat digunakan untuk merencanakan pondasi, timbunan tanah, khususnya untuk penanggulangan longsoran. Pekerjaan ini menggunakan mesin bor dan tabung untuk mengambil contoh tanah tak terganggu. Selain itu, dilakukan Standard Penetration Test (SPT) pada setiap interval tertentu. Korelasi N-SPT dapat digunakan untuk mendapatkan nilai parameter tanah yang digunakan dalam desain seperti  $D_r$ ,  $v$ ,  $\gamma$ ,  $\phi$ . Korelasi nilai N-SPT dengan parameter tanah diantaranya adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.1** Korelasi Parameter Tanah dengan NSPT

<i>Cohesionless Soil</i>					
<b>N (blows)</b>	0 - 3	4 - 10	11 - 30	31 - 50	>50
<b>Y (kN/m<sup>3</sup>)</b>	-	12 - 16	14 - 18	16 - 20	18 - 23
<b><math>\phi</math> (°)</b>	-	25 - 32	28 - 36	30 - 40	>35
<b>State</b>	<i>Very Loose</i>	<i>Loose</i>	<i>Medium</i>	<i>Dense</i>	<i>Very Dense</i>
<b>Dr (%)</b>	0 - 15	15 - 35	35 - 65	65 - 85	85 - 100
<i>Cohesive Soil</i>					
<b>N (blows)</b>	<4	4 - 6	6 - 15	16 - 25	>25
<b>Y (kN/m<sup>3</sup>)</b>	14 - 18	16 - 18	16 - 18	16 - 20	>20
<b>q (kPa)</b>	<25	20 - 50	30 - 60	40 - 200	>100
<b>Consistency</b>	<i>Very Soft</i>	<i>Soft</i>	<i>Medium</i>	<i>Stiffy</i>	<i>Hard</i>

(Sumber: J.E. Bowles, 1984)

**Tabel 2.2** Hubungan Jenis Tanah dan Poisson Ratio

<b>Material</b>	<b>Poisson Ratio (<math>\nu</math>)</b>
<b>Sand</b>	
Dense	0.3 – 0.4
Loose	0.2 – 0.25
Fine ( $e = 0.4-0.7$ )	0.25
Coarse ( $e = 0.4-0.7$ )	0.15

(Sumber: J.E. Bowles, 1984)

**Tabel 2.3** Taksiran Harga Cu, NSPT, qc Cohesive Soil

Konsistensi tanah	Taksiran harga kekuatan geser undrained, $C_u$		Taksiran harga SPT, harga N	Taksiran harga tahanan conus, $q_c$	
				(dari Sondir)	
	kPa	ton/ m <sup>2</sup>		kg/cm <sup>2</sup>	kPa
Sangat lunak (very soft)	0 – 12.5	0 – 1.25	0 – 2.5	0 – 10	0 – 1000
Lunak (soft)	12.5 – 25	1.25 – 2.5	2.5 – 5	10 – 20	1000–2000
Menengah (medium)	25 – 50	2.5 – 5.	5 – 10	20– 40	2000–4000
Kaku (stiff)	50 – 100	5.0 – 10.	10 – 20	40 –75	4000 – 7500
Sangat kaku (very stiff)	100 – 200	10. – 20.	20 – 40	75– 150	7500 – 15000
Keras (hard)	> 200	> 20.	> 40	> 150	> 15000

Sumber : Mochtar (2006), revised (2012)

(Sumber: Mochtar, 2012)

**Tabel 2.4** Taksiran Sudut Geser,  $R_d$ , NSPT dan Berat Volume Cohesionless Soil

Kondisi kepadatan	Relative Density (kepadatan relatif) $R_d$	Perkiraan Harga $N_{SPT}$	Perkiraan harga $\phi$ (°)	Perkiraan berat volume jenuh, $\gamma_{sat}$ ( $ton/m^3$ )
<b>very loose</b> (sangat renggang)	0 % s/d 15 %	0 s/d 4	0 s/d 28	< 1.60
<b>loose</b> (renggang)	15 % s/d 35 %	4 s/d 10	28 s/d 30	1.50 – 2.0
<b>medium</b> (menengah)	35% s/d 65 %	10 s/d 30	30 s/d 36	1.75 – 2.10
<b>dense</b> (rapat)	65% s/d 85 %	30 s/d 50	36 s/d 41	1.75 – 2.25
<b>very dense</b> (sangat rapat)	85% s/d 100 %	> 50	41*	
* perkiraan oleh Mochtar (2009)				

(Sumber: Mochtar, 2009)

**Tabel 2.5** Tabel Korelasi Sudut Geser Untuk Tanah Kohesif Medium-Stiff

Type	Soil description/state	Effective cohesion (kPa)	Friction angle (degrees)
Cohesive	Soft – organic	5–10	10–20
	Soft – non organic	10–20	15–25
	Stiff	20–50	20–30
	Hard	50–100	25–30

(Sumber: Burt Look, 2007)

## 2.2 Lereng

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang miring dan membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horisontal dan tidak terlindungi (Das 1985). Lereng yang ada dapat dikelompokkan kedalam lereng dengan tinggi terbatas (finite slope) dan lereng dengan tinggi tidak terbatas

(infinite slope). Lereng dengan tinggi terbatas adalah apabila harga  $H_c$  mendekati tinggi lereng (Das 1985).

### 2.2.1 Analisis Stabilitas Lereng

Analisis stabilitas lereng merupakan suatu analisis guna memeriksa keamanan lereng alamiah, lereng galian maupun lereng timbunan. Faktor yang perlu dilakukan pemeriksaan adalah menghitung dan membandingkan tegangan geser yang terbentuk sepanjang permukaan retak yang paling kritis dengan kekuatan geser tanah yang bersangkutan, hasil perbandingan dari kedua parameter tersebut dinamakan angka keamanan. Umumnya angka keamanan didefinisikan sebagai (Das 1985):

$$F_s = \frac{\tau_f}{\tau_d} \quad (2.1)$$

Keterangan :

$F_s$  : angka keamanan

$\tau_f$  : kekuatan tanah untuk menahan kelongsoran

$\tau_d$  : gaya dorong yang bekerja sepanjang bidang longsor

Kekuatan geser tanah terdiri dari dua komponen, yaitu kohesi dan sudut geser tanah, yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\tau_f = C + \sigma \tan \phi \quad (2.2)$$

Keterangan :

$C$  : kohesi

$\phi$  : sudut geser tanah

$\sigma$  : tegangan normal rata-rata pada permukaan bidang longsor

Dengan cara yang sama, dapat juga dituliskan :

$$\tau_f = C_d + \sigma \tan \phi_d \quad (2.3)$$

Keterangan :

$C_d$  : kohesi

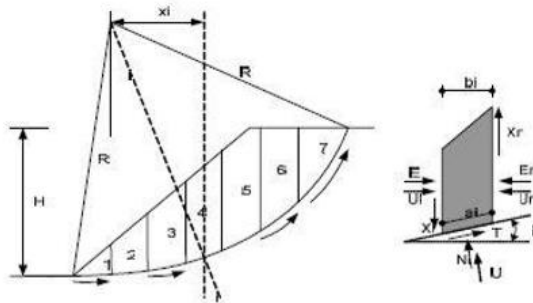
$\phi_d$  : sudut geser yang bekerja sepanjang bidang longsor

### 2.2.2 Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode BISHOP

Ada beberapa cara yang dapat dipakai untuk melakukan analisis kestabilan lereng, baik untuk lereng batuan maupun lereng tanah. Salah satu metode yang sering digunakan yaitu metode Bishop.

Metode Bishop digunakan dalam menganalisa kestabilan lereng dengan memperhitungkan gaya-gaya antar irisan yang ada dan memperhitungkan komponen gaya-gaya (horisontal dan vertikal) dengan memperhatikan keseimbangan momen dari masing-masing potongan seperti yang terlihat pada Gambar 2.1 Metode Bishop mengasumsikan bidang longsor berbentuk busur lingkaran atau circular.

Pertama yang harus diketahui adalah geometri dari lereng dan juga titik pusat busur lingkaran bidang luncur. Gambar 2.1 menunjukkan gaya-gaya yang bekerja pada lereng dengan menggunakan metode irisan. Pada metode irisan, massa tanah pada lereng dibagi menjadi beberapa pias atau irisan. Tiap-tiap pias atau irisan memberikan kestabilan terhadap lereng. Bentuk kelongsoran yang terjadi pada lereng didekati dengan pola berbentuk lingkaran dengan pusat longsor di titik O. Sehingga untuk pusat lingkaran O yang berada diatas lereng, terdapat pias tanah yang menambah kestabilan lereng, dan terdapat massa tanah yang melongsorkan lereng. Massa tanah pada lereng tersebut dibagi dalam beberapa irisan. Keseimbangan tiap irisan ditentukan oleh gaya-gaya yang bekerja pada irisan itu. Gaya-gaya itu adalah gaya geser ( $X_r$  dan  $X_l$ ), gaya normal efektif ( $E_r$  dan  $E_l$ ), resultan gaya geser efektif ( $T_i$ ), dan resultan gaya normal efektif ( $N_i$ ). Pada irisan juga bekerja tekanan air pori di kedua sisi ( $U_r$  dan  $U_l$ ) dan dari bawah irisan ( $U_i$ ).



**Gambar 2.1** Gaya yang Bekerja pada Lereng dengan Metode Irisan  
(DAS, 1999)

## 2.3 Tekanan Tanah Horizontal

Dinding penahan tanah, turap, galian yang diperkokoh maupun tidak, semuanya memerlukan perkiraan tekanan tanah lateral secara kuantitatif pada pekerjaan konstruksi, baik untuk analisa perencanaan maupun untuk analisa stabilitas. Tekanan tanah lateral merupakan salah satu bagian perencanaan penting, khususnya dalam hal teknik pondasi maupun bangunan penahan tanah.

Dalam memperkirakan dan menghitung kestabilan dinding penahan, diperlukan menghitung tekanan ke arah samping (lateral). Tekanan lateral terjadi karena massa tanah menerima beban akibat tegangan normal maupun berat kolom tanah. Hal ini menyebabkan terjadinya tekanan ke arah tegak lurus atau ke arah samping. Besarnya tekanan tanah lateral sendiri sangat dipengaruhi oleh fisik tanah, sudut geser, dan kemiringan tanah terhadap bentuk struktur dinding penahan.

Tekanan tanah lateral dibagi menjadi tekanan tanah dalam keadaan diam, tekanan tanah aktif, dan tekanan tanah pasif. Tekanan tanah dalam kondisi diam terjadi akibat massa tanah pada dinding penahan berada dalam kondisi seimbang. Tekanan tanah aktif merupakan tekanan yang berusaha untuk mendorong dinding penahan tersebut kedepan. Sementara tekanan tanah pasif merupakan tekanan yang berusaha mengimbangi tekanan tanah aktif.

### 2.3.1 Tekanan Lateral Aktif

Tekanan aktif merupakan tekanan yang mendorong dinding penahan tanah ke arah horizontal. Sementara dinding penahan tanah harus dalam keadaan seimbang dalam menahan tekanan arah horizontal. Tekanan ini dapat dievaluasi dengan menggunakan koefisien tanah  $K_a$ . Rumusan tekanan horizontal dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\sigma_a = K_a \times \gamma \times H \quad (2.4)$$

Dimana harga  $K_a$  :

Untuk tanah datar :

$$K_a = \tan^2(45 - \phi/2) \quad (2.5)$$

Untuk tanah miring :

$$K_a = \left( \frac{\cos Q}{1 + \sqrt{\frac{\sin Q \sin(Q-\delta)}{\cos \delta}}} \right)^2 \quad (2.6)$$

Keterangan :

Q = sudut geser tanah

$\delta$  = kemiringan tanah

Selain itu, kohesi sebagai lekatan antara butiran tanah juga memiliki pengaruh mengurangi tekanan aktif tanah yaitu sebesar  $2c\sqrt{K_a}$ , sehingga perumusan menjadi:

$$\sigma_h \text{ aktif} = \sigma_v \cdot K_a - 2c\sqrt{K_a} \quad (2.7)$$

dimana c = kohesi tanah

### 2.3.2 Tekanan Lateral Pasif

Tekanan lateral pasif tanah merupakan tekanan yang melawan arah dari tekanan lateral aktif. Hal ini disebabkan oleh gaya yang mendorong dinding cencerung ke arah urugannya. Tekanan pasif menunjukkan nilai maksimum dari gaya yang dapat dikembangkan oleh tanah, yaitu gaya yang dibutuhkan untuk menahan dinding penahan tanah sebelum terjadi kegagalan.

Rumusan tekanan horizontal pasif dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma_p = K_p \times \gamma \times H \quad (2.8)$$

Dimana harga  $K_p$

Untuk tanah datar adalah:

$$K_p = \tan^2(45 + \phi/2) = 1 K_a \quad (2.9)$$

Untuk tanah miring adalah:

$$K_a = \left( \frac{\cos Q}{1 + \sqrt{\frac{\sin Q \sin(Q+\delta)}{\cos \delta}}} \right)^2 \quad (2.10)$$

Keterangan :

Q = sudut geser tanah



$\delta$  = kemiringan tanah

Dalam kasus tekanan lateral pasif, kohesi (lekatan antar butiran tanah) mempunyai pengaruh memperbesar tekanan pasif tanah sebesar  $2c\sqrt{Ka}$ , sehingga perumusan menjadi:

$$\sigma_{h \text{ pasif}} = \sigma_v \cdot Kp + 2C\sqrt{Kp} \quad (2.11)$$

## 2.4 Konstruksi Dinding Penahan Tanah

### 2.4.1 Konstruksi Turap Tanpa Angkur

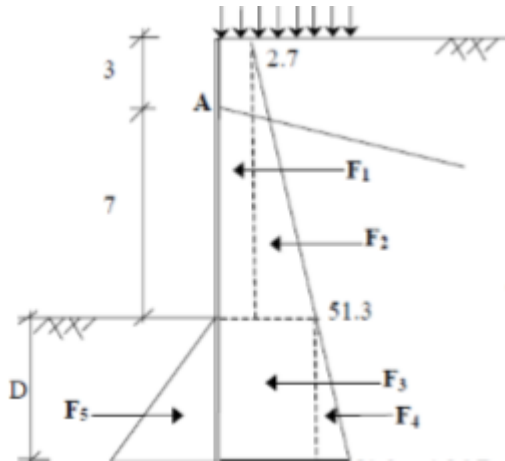
Berikut tahap-tahap dalam merencanakan turap tanpa angker:

1. Menggambar distribusi tekanan tanah aktif dan pasif
2. Mencari kedalaman turap

Kedalaman turap diperoleh dari keseimbangan momen pada titik O, yaitu titik dasar dari perencanaan turap. ( $\Sigma M_o = 0$ ). Kedalaman turap hasil perhitungan kemudian dikalikan dengan angka keamanan antar 1,2 s/d 2,0.

3. Menentukan profil turap

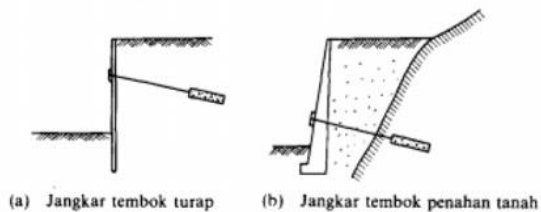
Profil turap ditentukan berdasarkan momen maksimum yang terjadi pada turap. Momen maksimum didapatkan dari turunan persamaan momen akibat gaya horisontal. Nilai yang didapatkan kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan momen akibat gaya horisontal.



**Gambar 2.2** Gaya - gaya pada Diagram Tekanan Tanah Horizontal

#### 2.4.2 Konstruksi Turap Dengan Angkur

Metode penjangkaran tanah disebut juga dengan nama *Alluvian Anchor*, *Ground Anchor*, atau *Tieback Anchor*, sesuatu yang dikembangkan di Eropa sekitar 20 tahun lalu. Dalam metode ini pemboran dilakukan di dalam tanah pondasi yang baik terdiri dari lapisan berpasir, lapisan berkerikil, lapisan berbutir halus ataupun batuan yang lapuk, serta suatu bagian yang menahan gaya Tarik seperti campuran semen dengan kabel baja atau semen dengan batang baja dimasukkan ke dalam lubang hasil pemboran tersebut, kemudian disertai suatu gaya tarik setelahnya untuk memperkuat konstruksinya. Dalam banyak hal dipergunakan untuk melawan tekanan seperti turap ataupun tembok penahan tanah, lihat Gambar 2.5.



**Gambar 2.3** Contoh Penjangkaran (K. Nakzawa dkk, 2000)

Perencanaan turap dengan anker memiliki tahap perhitungan yang hampir sama dengan perencanaan turap tanpa anker. Yang membedakan adalah cara menentukan kedalaman turap (D) serta adanya perencanaan anker. Pada turap tanpa anker, nilai D diperoleh dengan keseimbangan momen pada titik A (Gambar 2.12), yakni titik dimana anker dipasang. Langkah untuk menentukan profil turap sama. Untuk perencanaan anker sebagai berikut:

1. Perencanaan blok anker

Menurut Teng (1962), apabila  $H/h \leq 1,5$  sampai 2 tinggi blok anker dapat dianggap  $= H$ .

$$\text{Untuk } B/h \approx \infty; P_u = B(P_p - P_a) \quad (2.12)$$

Untuk  $B/h < 5$ , persamaan untuk menghitung kapasitas blok anker pendek di dekat tanah untuk tanah granular adalah sebagai berikut :

$$T_{ult} \leq B(P_p - P_a) + 1/3 K_o \gamma (\sqrt{K_p} + \sqrt{K_a}) H^3 \tan \phi \quad (2.13)$$

dimana :

$T_{ult}$  = kapasitas maksimum blok anker

$K_o$  = koefisien tekanan tanah diam (0,4)

$H$  = kedalaman anker terhadap permukaan tanah

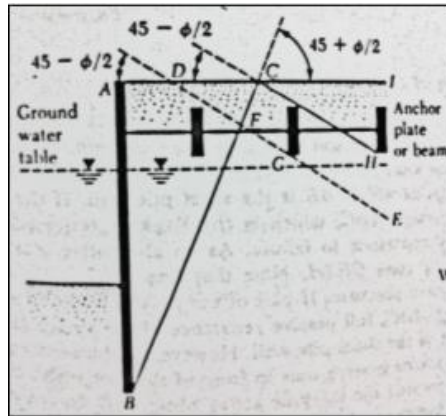
$B$  = lebar blok anker

$$P_p = 1/2 \gamma H^2 \tan^2(45 + \phi/2) \quad (2.14)$$

$$P_a = 1/2 \gamma H^2 \tan^2(45 - \phi/2) \quad (2.15)$$

2. Menentukan panjang Rod anker

Blok anker harus terletak di zona tanah yang stabil. Penggambaran zona aman dapat dilihat pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.4** Penentuan Lokasi Angker (Das, 1990)

### 3. Penulangan blok angker

Penulangan blok angker direncanakan seperti menghitung penulangan pelat beton. Penulangan diberikan pada sisi dimana rod angker dipasang. Berikut tahap perhitungan penulangan blok angker:

a. Menentukan nilai  $d$ ,  $f_y$ ,  $f'_c$ ,  $d'$ ,  $M_u$ , dan  $\emptyset$  yang digunakan.  
dimana:

$d$  = panjang tempat tulangan dipasang

$f_y$  = tegangan leleh baja

$f'_c$  = kuat tekan beton

$d'$  = selimut beton

$M_u$  = momen yang bekerja akibat gaya tarik rod angker

$M_u$  =  $1/4 PL$

$P$  = gaya akibat rod angker

$L$  = panjang penulangan

$\emptyset$  = diameter tulangan

b. Menentukan nilai  $m$

$$m = f_y / 0,85f'_c \quad (2.16)$$

c. Menentukan nilai  $R_n$

$$R_n = M_u / (0,85bd^2) \quad (2.17)$$

d. Menentukan rasio tulangan ( $\rho$ )

$$\rho = 1/m \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right) \quad (2.18)$$

$$\rho_{min} = \frac{1}{4} \cdot (1.4/fy) \quad (2.19)$$

bila,  $\rho_{min} > \rho$  digunakan  $\rho_{min}$

- e. Menentukan luas tulangan yang diperlukan (Asperlu)

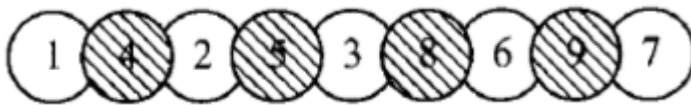
$$Asperlu = \rho \cdot b \cdot d \quad (2.20)$$

- f. Menentukan jarak antar tulangan (s)

$$s = \pi/4 \cdot \frac{b}{Asperlu} \quad (2.21)$$

### 2.4.3 Konstruksi Secant Pile

Perencanaan *secant pile* merupakan perencanaan menggunakan metode tiang bor yang disusun berbaris secara tumpang tindih sebagai dinding penahan tanah dengan cara cor di tempat. Prosedur konstruksi tiang bor dengan cara cor di tempat dilakukan dengan mengebor lubang terlebih dahulu, kemudian memasukkan tulangan ke dalamnya dan diakhiri dengan pengecoran memakai pipa *Tremie*. Adapun perencanaan *secant pile* pada umumnya ditunjukkan oleh Gambar 2.7.



**Gambar 2.5** Perencanaan Secant Pile (Chang-Yu Ou, 2006)

Pada Gambar 2.7 dijelaskan urutan pengerjaan secant pile dimana setelah pile nomor 1, 2, dan 3 selesai dikerjakan, sebelum mengental, pile nomor 4, 5, dan 6 dibuat dengan cara memotong tiang bor yang sebelumnya telah ada. Adapun keuntungan dari penggunaan tiang bor adalah sebagai berikut:

1. Tidak terlalu bising/bergetar dibandingkan dengan konstruksi soldier pile.
2. Kedalaman pile dapat disesuaikan.
3. Lebih kaku daripada soldier piles.
4. Pelaksanaan konstruksi lebih mudah pada tanah yang berpasir/

Sedangkan kekurangan akan konstruksi ini adalah sebagai berikut :

1. Tanpa pengekang lateral di arah paralel penggalian, tidak ada *arching effect* untuk menahan deformasi dinding.
2. Waktu konstruksi yang lebih lama dibandingkan konstruksi *soldier pile*.
3. Tingkat kekakuan lebih rendah daripada *diaphragm wall*.
4. Rentan terdapat kecacatan material setelah digali.

Perhitungan kontrol tulangan secant pile meliputi tulangan utama dan sengkang. Tulangan utama didapatkan melalui software PCA.Col. Penulangan geser direncanakan dengan kriteria perencanaan lentur sesuai SNI 2847:2013 pasal 11.1.1.

$$\phi V_n \geq V_u \quad (2.22)$$

dimana,

$\phi V_n$  = kuat geser penampang

$V_u$  = geser ultimate yang ditahan oleh penampang

Kuat geser nominal dari penampang merupakan gabungan kuat geser beton ( $V_c$ ) dan tulangan ( $V_s$ ) sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 11.2.1.1 dan pasal 11.4.5.3.

$$V_c = 0,17 \sqrt{f'_c} \times b_w \times d \quad (2.23)$$

$$V_s = 0,33 \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d \quad (2.24)$$

Menurut SNI 2847:2013 pasal 11.5.6.2 jarak maksimum antar sengkang yang tidak memerlukan sengkang tertutup tidak boleh melebihi

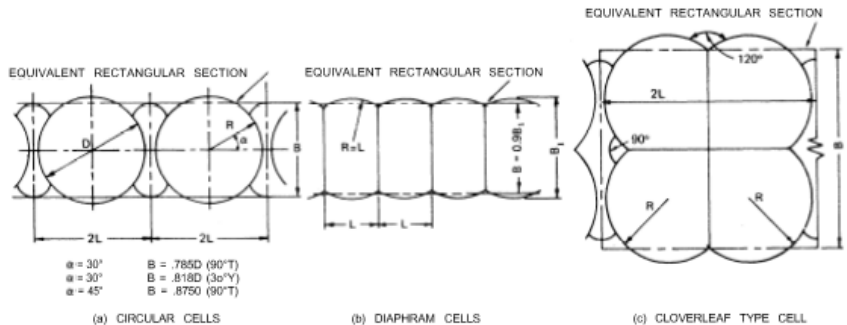
$$s = d/2 \leq 300 \text{ mm} \quad (2.25)$$

#### 2.4.4 Konstruksi *Cellular Cofferdams*

*Cellular Cofferdams* adalah struktur penahan tanah yang dibentuk dari serangkaian *sheet pile* baja yang saling berhubungan yang diisi dengan tanah, biasanya menggunakan jenis tanah pasir, atau pasir dan kerikil. Interkoneksi memberikan kedap air dan stabilitas diri terhadap tekanan lateral air dan tanah.

##### 1. Tipe *Cellular Cofferdams*

*Cellular Cofferdams* biasanya diklasifikasikan menurut konfigurasi dan pengaturan selnya. Gambar 2.8 menunjukkan 3 tipe dasar *Cellular Cofferdams*:

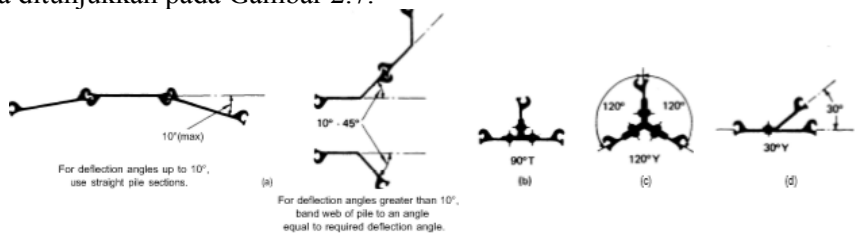


**Gambar 2.6** Tipe *Cellular Cofferdams* (US Steel Sheet Pile, 1984)

Tipe Circular – Tipe ini terdiri dari lingkaran berdiameter besar yang dihubungkan bersama busur dengan diameter yang lebih kecil. Busur – busur ini umumnya memotong lingkaran pada titik yang membuat sudut 30 atau 45 derajat dengan sumbu longitudinal dari cofferdam.

## 2. Komponen Utama

Komponen utama *Cellular Cofferdams* adalah steel sheet piling untuk sel itu sendiri, isi dari sel (tanah atau pasir), dan tanggul tanah yang sering digunakan untuk meningkatkan stabilitas. Koneksi standar dari baja ditunjukkan pada Gambar 2.7.



**Gambar 2.7** Steel Sheet Piling Cellular Cofferdams (US Steel Sheet Pile, 1984)

*Cellular Cofferdams* memperoleh banyak stabilitas dari ketahanan geser isi sel itu sendiri. Oleh karena itu, pemilihan bahan isi dari sel ini sangat penting untuk desain yang sukses. *The Tennessee Valley Authority* telah meringkas sifat – sifat berikut sebagai bahan pengisi sel:

- Tanah granular bebas pengeringan dengan sedikit fines
- Kekuatan geser dan koefisien gesek tinggi

- c) Berat unit tinggi
- d) Resistensi yang tinggi terhadap gerusan dan kebocoran.

### 3. Konsep Desain Secara Umum

Desain *Cellular Cofferdams* pada tugas akhir ini dilakukan dengan mengasumsi kedalaman dan diameter dari sel, sel – sel dan isi dari sel dianggap satu kesatuan sebagai pondasi raksasa dan memanfaatkan beratnya sendiri sebagai stabilitas. Kontrol yang dilakukan untuk mendesain antara lain:

- Kontrol Overturning

$$\Sigma M \leq 0 \quad (2.26)$$

$$SF = \frac{MR}{MO} \quad (2.27)$$

$\Sigma M$  = Total Momen Aktif – Total Momen Pasif

MR = Momen Penahan

MO = Momen Pengguling

- Kontrol Geser

$$\Sigma H \leq \frac{C.A+W\tan\phi}{SF} \quad (2.28)$$

$\Sigma H$  = Total Gaya Horizontal Aktif – Total Gaya Horizontal Pasif

C = Kohesi tanah ujung pondasi

A =  $B' \times B'$  (luas permukaan dasar pondasi)

W =  $\gamma'$ (isi tanah) x  $B' \times H \times B'$

$B'$  = Lebar efektif dari sel

- Kontrol Ambles

$$\sigma_{max} \leq \frac{q_{ult}}{SF} \quad (2.29)$$

$Q_{ultimate} = C \cdot N_c + \gamma' \cdot D_f \cdot N_q + k \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma$

$\sigma_{max} =$

Jika  $\frac{\Sigma V}{A} \geq \frac{\Sigma M}{Wi}$ , maka  $\sigma_{max} = \frac{\Sigma V}{A} + \frac{\Sigma M}{Wi}$  dan  $\sigma_{min} = \frac{\Sigma V}{A} - \frac{\Sigma M}{Wi}$

Jika  $\frac{\Sigma V}{A} \leq \frac{\Sigma M}{Wi}$ , maka  $\sigma_{max} = \frac{2 \Sigma V}{3(0,5B - \frac{\Sigma M}{\Sigma V})}$  (2.30)



$\Sigma V$  = Total Gaya Vertikal (W dan Gaya Lekatan)

$W_i$  =  $1/6 B^2$

$N_c, N_q,$  dan  $N_r$  didapat dari Tabel Terzaghi sebagai berikut

3.3 Terzaghi's Bearing Capacity Theory 127

**Table 3.1** Terzaghi's Bearing Capacity Factors—Eqs. (3.4), (3.5), and (3.6)

$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_r$ *	$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_r$ *
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.10	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

\*From Kumbhojkar (1993)

Activat  
Go to S

Gambar 2.8 Terzaghi's Bearing Capacity

## 2.5 Perencanaan Pondasi Dalam

### 2.5.1 Perencanaan Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang (pile foundation) adalah suatu bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan menyalurkan beban dari struktur atas ke tanah yang memiliki daya dukung pada kedalaman tertentu. Menurut bahan yang digunakan, pondasi tiang pancang dapat dibedakan menjadi empat jenis yaitu tiang pancang kayu, tiang pancang beton, tiang pancang baja, dan tiang pancang komposit (Sardjono HS, 1984). Jenis yang paling sering digunakan sebagai pondasi permanen adalah pondasi tiang pancang baja dan pondasi tiang pancang beton. Pemakaian jenis tiang pancang bergantung pada beberapa aspek di lapangan, seperti jenis tanahnya atau kebutuhan daya dukung pondasi itu sendiri.

Bila pemakaian pondasi tiang pancang telah ditetapkan, maka dimensi dan panjang tiang pancang perlu dihitung berdasarkan pada beban yang berasal dari bagian konstruksi di atas tanah dengan mempertimbangan kapasitas gaya aksial dan momen pada tiang yang diijinkan. Perencanaan perhitungan pondasi tiang pancang memiliki

beberapa metode perhitungan daya dukungnya, dalam perencanaan tiang pancang pada Tugas Akhir ini akan menggunakan metode Luciano De Court.

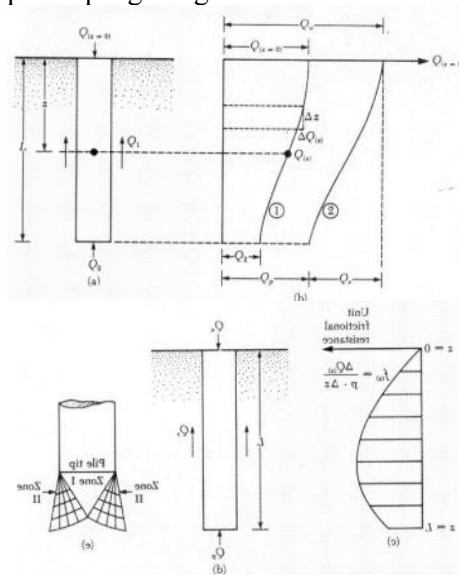
**2.5.2 Daya Dukung Tiang**

Pondasi tiang digunakan untuk mendukung beban apabila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam. Mekanisme transfer beban dari pondasi tiang ke tanah dapat dilihat pada Gambar 2.9. Beban yang bekerja pada tiang meningkat dari nol sampai  $Q(z=0)$  di permukaan tanah. Sebagian beban di terima oleh tahanan friksi sepanjang tiang,  $Q_1$  dan sebagian lagi diterima oleh tahanan ujung,  $Q_2$ . Dalam kurva 1 pada Gambar 2.9 menunjukkan beban yang dipikul oleh dinding tiang akibat beban  $Q(z=0)$  disebarkan kedalaman. Tahanan friksi disebarkan kedalaman dapat ditentukan sebagai berikut:

$$F(z) = \Delta Q(Z)/(p)(\Delta z) \tag{2.31}$$

Dimana:

$p$  = keliling dari penampang tiang.



**Gambar 2.9** Mekanisme Transfer Beban Pondasi Tiang (Braja M. Das, 1985)

Gambar 2.9 menunjukkan variasi  $f(z)$  dengan kedalaman. Jika beban  $Q$  dipermukaan berangsur-angsur meningkat, tahanan friksi maksimum sepanjang dinding tiang akan dikerahkan seluruhnya ketika perpindahan relatif antara tanah dengan tiang sekitar 5 sampai dengan 10 mm, terlepas dari ukuran dan panjang tiang. Bagaimanapun tahanan ujung maksimum  $Q_2 = Q_p$  tidak akan tercapai sampai ujung tiang bergerak 10 sampai dengan 25 % lebar tiang (diameter). Pada beban ultimate pada kurva 2 Gambar 2.9,  $Q(z=0) = Q_u$ , demikian:

$$Q_1 = Q_s \text{ dan } Q_2 = Q_p \quad (2.32)$$

Pada beban ultimit, permukaan keruntuhan dalam tanah terjadi pada ujung tiang (kegagalan daya dukung akibat  $Q_p$ ). Pada pondasi tiang keruntuhan pondasi biasanya berbentuk keruntuhan penetrasi. Zona 1 terbentuk di ujung tiang yang menekan tanah kebawah tanpa menimbulkan bidang gelincir lain. Ditanah pasir padat dan lempung kaku, zona geser radial, zona II, sebagian berkembang.

### 2.5.3 Daya Dukung Pondasi Metode Meyerhof

Daya dukung limit untuk pasir dari Meyerhof terdiri dari gabungan antara term titik (point) dan term lekatan (lateral friction). Adapun Persamaan dari Meyerhof (1956)

$$Q_L = Q_p + Q_s = 4 \cdot N \cdot A_p + \frac{\pi \cdot B \cdot D}{50} \cdot N_{av} \quad (2.33)$$

WIKI memodifikasi persamaan diatas menjadi

$$Q_L = 40 \cdot N \cdot A_p + (A_s \cdot N_{av}) / 5 \quad (2.34)$$

Dimana,

- $Q_L$  = Daya dukung tanah maksimum (ton)
- $N$  = Harga SPT di dasar pondasi
- $N_{av}$  = Harga  $N$  rata – rata disepanjang tiang tang terbenam ( $D$ )
- $A_p$  = Area of pile base ( $m^2$ ) =  $\pi \cdot D^2 / 4$
- $A_s$  = Gross surface area of shaft ( $m^2$ )
- $B$  = Diameter tiang pondasi (m)

#### 2.5.4 Daya Dukung Pondasi Metode Luciano Decourt

Perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang menggunakan metode konvensional adalah perhitungan daya dukung menggunakan angka keamanan (SF) yang telah ditentukan terlebih dahulu. Angka keamanan yang biasa digunakan adalah 2,5 atau 3. Namun pada perencanaan tugas akhir ini digunakan angka keamanan 3. Dalam penulisan Tugas Akhir ini akan digunakan perhitungan daya dukung tiang pancang Metode Mayerhof dan Bazaara dan Metode Luciano De Courts.

$$Q_{ult} = \alpha(q_p x A_p) + \beta(q_s x A_s) \quad (2.35)$$

$$Q_p + Q_s = [\alpha(N_p x K) x A_p] + [\beta x (N_s 3 + 1) x A_s] \quad (2.36)$$

Keterangan:

Q = daya dukung ultimate (ton)

Q<sub>p</sub> = daya dukung ujung tiang (end bearing capacity) (ton)

Q<sub>s</sub> = daya dukung selimut tiang (skin friction bearing) (ton)

N<sub>p</sub> = harga rata-rata SPT sekitar 4D diatas hingga 4D dibawah dasar tiang pondasi

(B = diameter pondasi)

K = koefisien karakteristik tanah (kPa)

12 t/m<sup>2</sup> (=117,7 kPa), untuk lempung

20 t/m<sup>2</sup> (=196 kPa), untuk lanau lempung

25 t/m<sup>2</sup> (=245 kPa), untuk lanau berpasir

40 t/m<sup>2</sup> (=392 kPa), untuk pasir

A<sub>p</sub> = luas penampang dasar tiang (m<sup>2</sup>)

A<sub>s</sub> = luas selimut tiang (keliling x panjang tiang yang terbenam) (m<sup>2</sup>)

q<sub>p</sub> = tegangan di ujung tiang (t/m<sup>2</sup>)

q<sub>s</sub> = tegangan akibatkan lekatan lateral (t/m<sup>2</sup>)

α = koefisien dasar tiang

β = koefisien selimut tiang

**Tabel 2.6** Koefisien Dasar Tiang  $\alpha$ 

Soil/Pile	Driven Pile	Bored Pile	Bored Pile (Bentonite)	Cotinuuous hollow auger	Root Piles	Injected Piles (high Pressure)
Clay	1,00	0,85	0,85	0,30	0,85	1,00
Intermediate Soils	1,00	0,60	0,60	0,30	0,60	1,00
Sands	1,00	0,50	0,50	0,30	0,50	1,00

(Sumber: Decourt & Quaresma, 1978; Decourt dkk, 1996)

**Tabel 2.7** Koefisien Selimut Tiang  $\beta$ 

Soil/Pile	Driven Pile	Bored Pile	Bored Pile (Bentonite)	Cotinuuous hollow auger	Root Piles	Injected Piles (high Pressure)
Clay	1,00	0,80	0,90	1,00	1,50	3,00
Intermediate Soils	1,00	0,65	0,75	1,00	1,50	3,00
Sands	1,00	0,50	0,65	1,00	1,50	3,00

(Sumber: Decourt & Quaresma, 1978; Decourt dkk, 1996)

### 2.5.5 Daya Dukung Tiang Group

Tiang pancang yang direncanakan dalam jumlah lebih dari satu dan disusun dengan memiliki jarak tertentu antar tiangnya, maka dapat dikategorikan sebagai tiang pancang grup. Sebuah tiang pancang dikatakan memiliki daya dukung grup apabila jarak antar tiang adalah  $2,5D - 5D$ . Apabila jarak antar tiang lebih besar dari  $5D$ , maka tiang tersebut memiliki daya dukung satu tiang atau *single pile*.

Daya dukung satu tiang pancang dalam grup dapat ditentukan dengan mengalikan daya dukung 1 tiang pancang dan efisiensi. Nilai efisiensi tiang pancang grup dapat ditentukan berdasarkan perumusan Converse-Labbare sebagai berikut:

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn} \quad (2.37)$$

Dimana:

$E_g$  = Efisiensi kelompok tiang

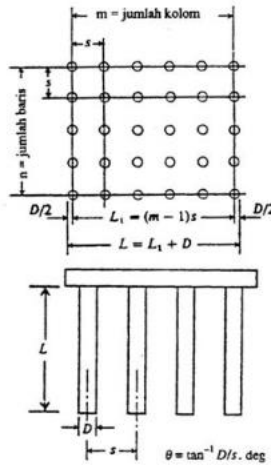
$\theta = \arcsin D/S$ , dalam derajat

$D$  = Diameter tiang

$S$  = Jarak pusat ke pusat tiang

$m$  = Jumlah baris tiang pancang

$n$  = Jumlah tiang dalam satu baris



**Gambar 2.10** Efisiensi Tiang Grup (Analisis dan Desain Pondasi Dalam, 1991)

## 2.5.6 Kontrol Tiang Pancang

### 2.5.6.1 Titik Jepit Tiang Pancang

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

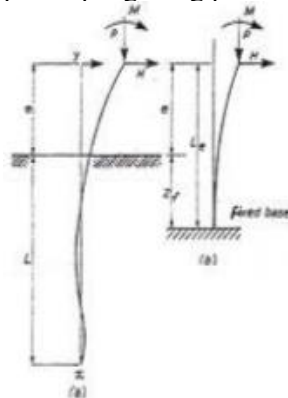
$$T = \sqrt[5]{\frac{EI}{nh}} \quad (2.38)$$

Dimana:

$nh$  = untuk cohesion less soil diperoleh dari Terzaghi, sedangkan untuk normally consolidated clays = 350 s/d 700 KN/m<sup>3</sup> dan soft organic silts = 150KN/m<sup>3</sup>.

$E$  = modulus elastisitas Young yang tergantung dari bahan tiang pancang  
 pancang

$I$  = momen inersia dari penampang tiang pancang



**Gambar 2.11** Posisi Titik Jepit Tiang Pancang (Daya Dukung Pondasi Dalam, 1999)

### 2.5.6.2 Kontrol Beban Maksimum Tiang Pancang

Untuk menghitung besarnya beban maksimum 1 tiang pancang dapat digunakan persamaan berikut:

$$P = \frac{V}{n} \pm \frac{M_y \cdot x}{\sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot y}{\sum y^2} \quad (2.39)$$

Dimana nilai  $P_{max}$  yang terjadi harus lebih kecil dari  $Q_{ijin}$  pada tiang pancang.

### 2.5.6.3 Kontrol Kuat Bahan Tiang

Kontrol kekuatan bahan dilakukan dengan mengecek besarnya momen yang terjadi pada tiang pancang, dimana momen tersebut harus lebih kecil daripada momen Crack bahan. Momen pada tiang pancang didapatkan dari perhitungan analisa SAP2000, sedangkan momen crack bahan didapatkan dari spesifikasi bahan oleh pabrik:

$$M \text{ tiang pancang} < M \text{ crack} \quad (2.40)$$

#### 2.5.6.4 Beban Lateral Pondasi Tiang

Selain didesain mampu menahan gaya vertikal, pondasi tiang pancang harus didesain untuk mampu menahan gaya lateral yang bekerja padanya. Perumusan yang dipakai dalam perhitungan gaya lateral yang mampu diterima oleh pondasi tiang pancang dalam tugas akhir ini diambil dari NAFVAC DM-7 (1971).

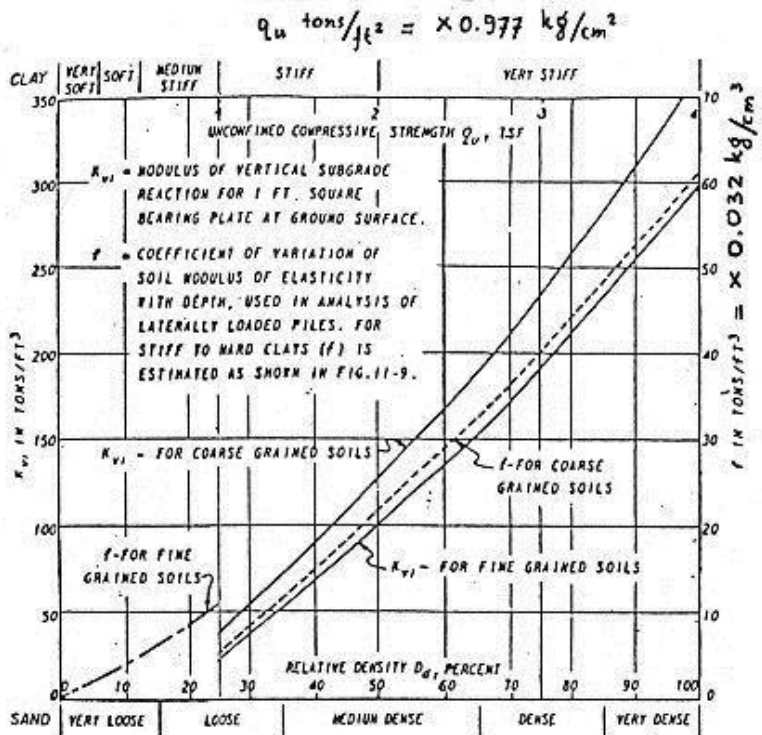
Menurut NAFVAC DM-7 (1971), gaya lateral yang bekerja pada pondasi tiang pancang dibedakan atas tiga kondisi, yaitu:

1. Tiang pancang yang poernya flexible atau tiang pancang yang terjepit diujungnya
2. Tiang pancang dengan poer kaku menempel diatas permukaan tanah
3. Tiang pancang dengan poer kaku terletak pada suatu ketinggian.

Untuk tiang pancang dengan poer kaku prosedur perhitungannya sebagai berikut:

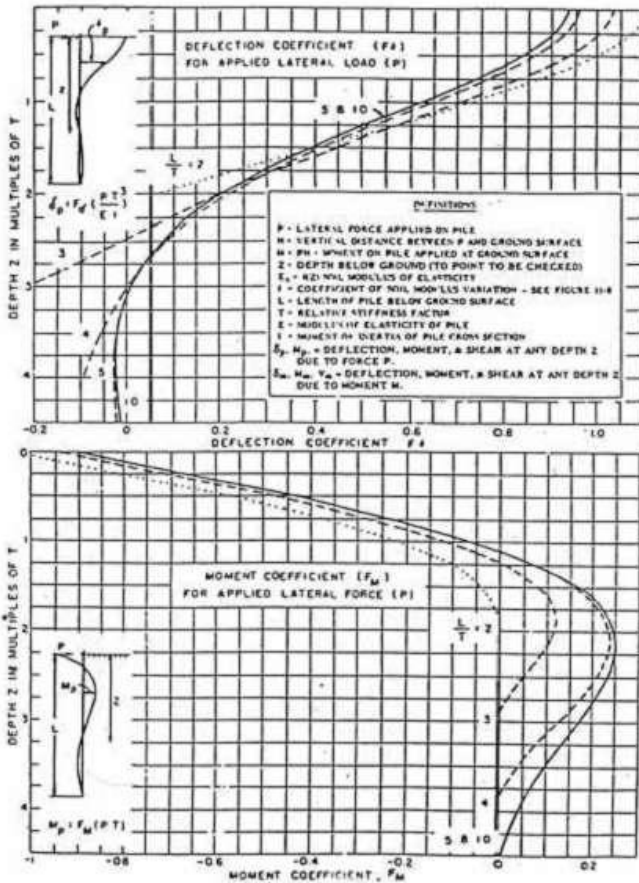
1. Menghitung faktor kekakuan relatif (relative stiffness factor) Untuk mencari besarnya nilai  $f$  didapat dari grafik pemampatan langsung untuk pondasi dalam pada Gambar 2.12.
2. Menentukan nilai koefisien defleksi ( $F\delta$ ) dan koefisien momen ( $F_m$ ) berdasarkan Gambar. Daerah yang megalami defleksi yang paling besar adalah pada area permukaan, sehingga untuk mencari koefisien defleksi ( $F\delta$ ) dan koefisien momen ( $F_m$ ) dapat di plot menggunakan Gambar 2.13.





**Gambar 2.12** Koefisien Variasi ( $f$ ) Untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral (NAFVAC DM-7, 1971)

3. Menghitung defleksi dan besarnya momen yang terjadi berdasarkan rumusan berikut : Besar defleksi dan momen yang dihitung ditinjau dari arah x dan arah y dengan batasan nilai defleksi maksimum sebesar 1 inch (2,54 cm) dan batasan momen maksimum yang terjadi berdasarkan momen crack tiang pancang yang direncanakan.

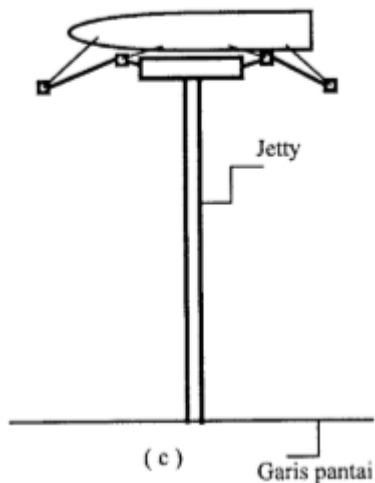


**Gambar 2.13** Koefisien - koefisien Untuk Tiang Pancang yang Menerima Beban Lateral pada Kondisi II (NAFVAC DM-7, 1971)

### 2.6 Perencanaan Dermaga

Dermaga adalah tempat kapal ditambatkan di pelabuhan atau galangan kapal. Dermaga adalah juga tempat berlangsungnya kegiatan bongkar muat barang dan naik turunnya orang atau penumpang dari dan ke atas kapal. Dermaga harus direncanakan sedemikian rupa sehingga kapal dapat merapat dan bertambat serta melakukan kegiatan di pelabuhan dengan aman, cepat, dan lancar. Dermaga dapat dibedakan menjadi 3 tipe yaitu *wharf*, *pier* dan *jetty*. Struktur wharf dan pier bias

berupa struktur tertutup atau terbuka, sementara *jetty* pada umumnya berupa struktur terbuka. Struktur tertutup bias berupa dinding gravitasi dan dinding turap, sedangkan struktur terbuka berupa dermaga yang didukung oleh tiang pancang. Dalam tugas akhir ini akan direncanakan dermaga terbuka tipe *Jetty*. *Jetty* adalah dermaga yang menjorok ke laut sedemikian sehingga sisi depannya berada pada kedalaman yang cukup untuk merapat kapal. *Jetty* digunakan untuk merapat kapal tanker atau kapal pengangkut gas alam, yang mempunyai ukuran sangat besar. Contoh gambar dermaga *jetty* seperti ditunjukkan pada Gambar 2.14 dibawah.



**Gambar 2.14** Dermaga Tipe *Jetty* (Perencanaan Pelabuhan, 2009)

### 2.6.1 Pasang Surut Air Laut dan Bathimetri

Gerakan permukaan air laut berubah-ubah dilihat dari waktu maupun tempat (Kramadibrata, 2002). Perubahan inilah yang disebut sebagai pasang surut air laut. Hal ini diakibatkan karena adanya gaya tarik benada-benda di langit terutama matahari dan bulan terhadap massa air bumi. Pengetahuan tentang pasang surut sangat penting dalam perencanaan pelabuhan. Elevasi muka air tertinggi dan terendah sangat penting untuk merencanakan bangunan-bangunan pelabuhan. Elevasi muka air selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang

ditetapkan berdasar data pasang surut yang dapat digunakan sebagai pedoman di dalam perencanaan pelabuhan. Beberapa elevasi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Muka air tinggi (high water level), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
2. Muka air rendah (low water level), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
3. Muka air tinggi rerata (mean high water level), rata-rata dari muka air tertinggi selama periode 19 tahun.
4. Muka air rendah rerata (mean low water level), rata-rata muka air rendah selama periode 19 tahun.
5. Muka air laut rata-rata (mean sea level), rata-rata antara muka air tinggi rata-rata dan muka air rendah rata-rata.
6. Muka air tinggi tertinggi (highest high water level), air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
7. Air rendah terendah (Lowest low water level), air terendah pada saat pasang surut bulan purnama.
8. Higher high water level, air tertinggi dari dua air tinggi dalam satu hari, seperti dalam pasang surut tipe campuran.
9. Lower low water level, air terendah dari dua air rendah dalam satu hari.

Ketinggian dermaga ditentukan oleh elevasi muka air pasang sedangkan kedalaman alur pelayaran ditentukan oleh elevasi muka air surut.

Bathimetri juga didefinisikan sebagai gambaran relief dasar laut, perbedaan kenampakan atau ciri-ciri dasar laut. Sebuah data Bathimetri umumnya menampilkan relief lantai atau dataran dengan garis-garis kontur (contour lines) yang disebut kontur kedalaman (depth contours atau isobath). Di daratan, garis kontur menghubungkan tempat-tempat berketinggian sama, sedangkan kontur pada Bathimetri menghubungkan tempat-tempat dengan kedalaman sama di bawah permukaan air. Data Bathimetri dalam aplikasinya memiliki banyak manfaat dalam bidang teknik sipil dan kelautan seperti perencanaan bangunan pinggir pantai dan lepas pantai. Seperti yang dibutuhkan dalam perencanaan konstruksi dermaga dalam Tugas Akhir ini.

### 2.6.2 Karakteristik Kapal

Dalam perencanaan pelabuhan ada beberapa karakteristik kapal yang dapat mempengaruhi yaitu berat (volume) kapal, dimensi kapal, dan karakteristik kapal lain. Data awal untuk merencanakan pelabuhan adalah data berkaitan dengan ukuran kapal Yacht secara international dan kapal Catamaran sebagaimana dalam Tabel 2.7 dan Tabel 2.8.

**Tabel 2.8** International Rule Yacht (1965)

Class	Rated length (m)	LOA (m)	Beam (m)	Draft (m)	Displ (tons)
12 (1)	12,00	21,40	3,60	2,70	25,3
12 (2)	12,00	20,27	3,60	2,80	28,6
8 (1)	6,78	14,02	2,21	1,98	8
6 (1)	6,00	10,67	1,91	1,52	3,15
6 (2)	6,00	11,73	1,83	1,68	4,02

(Sumber: Perencanaan Pelabuhan, 2017)

**Tabel 2.9** Dimension of Austal 48 (2007)

Principal Dimensions	
Length overall	47,5 m
Length (waterline)	43,8 m
Beam (moulded)	11,8 m
Hull depth (moulded)	3,8 m
Hull draft (maximum)	1,63 m

(Sumber: Perencanaan Pelabuhan, 2017)

### 2.6.3 Perencanaan Beban Pelabuhan

Beban yang bekerja pada masing-masing jenis pelabuhan berbeda-beda tergantung pada fungsi pelabuhan dan fasilitas penunjang yang harus ada pada pelabuhan tersebut. Gaya-gaya yang bekerja pada dermaga dapat dibedakan menjadi gaya vertikal dan horisontal. Gaya vertikal meliputi berat sendiri bangunan dermaga dan beban hidup. Sedangkan gaya horisontal meliputi gaya benturan kapal ketika kapal merapat ke dermaga (gaya sandar, *berthing forces*) dan gaya tambat (*mooring forces*), yaitu gaya yang ditimbulkan ketika kapal bertambat didermaga dan dipengaruhi oleh angin, arus dan gelombang.

#### 1. Gaya sandar (*berthing forces*)

Dalam perencanaan dianggap bahwa benturan maksimum terjadi apabila kapal bermuatan penuh menghantam dermaga pada sudut  $10^\circ$  terhadap sisi depan dermaga (Triadmojo, 2009). Gaya benturan dapat ditahan dermaga tergantung pada energy benturan yang diserap fender.

Energi benturan:

$$E = \frac{WV^2}{2g} C_m C_e C_s C_c \quad (2.41)$$

Dimana:

$E$  = energy benturan (ton meter)

$V$  = komponen tegak lurus sisi dermaga dari kecepatan kapal pada saat membentur dermaga (m/s)

$W$  = displacement (berat) kapal

$g$  = percepatan gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

$C_m$  = koefisien massa

$C_e$  = koefisien eksentrisitas

$C_s$  = koefisien kekerasan (diambil 1 karena dianggap tidak ada deformasi)

$C_c$  = koefisien bentuk dari tambatan (diambil 0,9 untuk struktur solid Quay)

$$C_m = 1 + \frac{\pi d}{2Cb b} \quad (2.42)$$

$$C_e = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{r}\right)^2} \quad (2.43)$$

Dimana:

- $C_b$  = koefisien blok kapal  
 $d$  = draft kapal (m)  
 $B$  = lebar kapal (m)  
 $L_{pp}$  = panjang garis air (m)  
 $\gamma_0$  = berat jenis air laut (t/m<sup>3</sup>)  
 $l$  = jarak sepanjang permukaan air dermaga dari pusat kapal sampai titik sandar kapal  
 $r$  = jari-jari putaran di sekeliling pusat berat kapal pada permukaan air

Panjang garis air ( $L_{pp}$ ) dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$L_{pp} = 0,846 L_o a^{1.0193} \quad (2.44)$$

Nilai  $l$  dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$l_1 = 0,5 \alpha + e(1 - k)L_{pp} \cos\theta \quad (2.45)$$

$$l_2 = 0,5 \alpha - e L_{pp} \cos\theta \quad (2.46)$$

Dimana:

$\theta$  = sudut bertambatnya kapal (diambil 10°)

$\alpha$  = rasio antara panjang paralel kapal terhadap  $L_{pp}$  (sebesar 0,5)

$e$  = rasio jarak antar fender dalam arah longitudinal kapal terhadap  $L_{pp}$   $e = 6 \cos \theta L_{pp}$

$k$  = parameter titik kapal yang akan mengenai mooring facilities antara fender 1 dan 2 (nilai  $k$  sebesar 0-1)

Nilai  $r$  dan  $C_b$  dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$r = 0,19C_b + 0,11L_{pp} \quad (2.47)$$

$$C_b = \frac{v}{L_{pp}.B.d} \quad (2.48)$$

Dimana:

$d$  = draft kapal (m)

$B$  = lebar kapal (m)

$L_{pp}$  = panjang garis air (m)

$V$  = volume yang dipindahkan,  $\frac{\text{Deadweight tonnage}}{\text{Massa jenis air laut}}$

## 2. Gaya tambat (*mooring forces*)

Gaya tambat yang terjadi diakibatkan oleh berbagai macam faktor yaitu angin, arus dan bollard. Angin yang berhembus pada badan kapal

dan dermaga akan menimbulkan gaya pada dermaga. Apabila arah angin menuju ke dermaga, maka gaya tersebut berupa gaya benturan ke dermaga. Sedangkan arahnya meninggalkan dermaga akan menyebabkan gaya tarikan kapal pada bollard. Besar gaya angin dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Triadmojo, 2009):

Gaya longitudinal

$$R_w = 0,5PaAw \quad (2.49)$$

Gaya lateral

$$R_w = 1,1PaAw \quad (2.50)$$

Dimana:

$$Pa = 0,063v^2 \quad (2.51)$$

$R_w$  = gaya akibat angin (kg)

$Pa$  = tekanan angin(kg/m<sup>2</sup>)

$V$  = kecepatan angin (m/s)

$Aw$  = proyeksi bidang yang tertiuip angin (m<sup>2</sup>)

Selain angin, arus yang bekerja pada bagian kapal yang terendam air juga akan menyebabkan terjadinya gaya pada kapal yang kemudian diteruskan pada bollard. Berdasarkan buku Perencanaan Pelabuhan Bambang Triadmodjo besar gaya ditimbulkan oleh arus dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Ra = Cc \gamma w Ac \frac{v^2}{2g} \quad (2.52)$$

Dimana:

$R$  = gaya akibat arus (kgf)

$Ac$  = luas kapal yang terendam air (m<sup>2</sup>)

$\gamma w$  = massa jenis air laut (1025 kg/m<sup>3</sup>)

$V$  = kecepatan arus (m/s)

$Cc$  = koefisien tekanan arus

Nilai  $Cc$  dapat ditentukan berdasarkan faktor berikut:

Untuk arus melintang

- Di air dalam, nilai  $Cc = 1,0 - 1,5$
- Kedalaman air/draf kapal = 2, nilai  $Cc = 2,0$
- Kedalaman air/draf kapal = 1,5, nilai  $Cc = 3,0$
- Kedalaman air/draf kapal = 1,1, nilai  $Cc = 5,0$
- Kedalaman air/draf kapal = 1, nilai  $Cc = 6,0$

Untuk arus memanjang

- Laut dalam  $Cc = 0,2$
- Kedalaman / draft kapal mendekati 1,  $Cc = 0,6$



Pada dermaga dimensi dan pengangkatan bollard didesain agar mampu menahan gaya tarikan kapal, yang paling tidak sama dengan gaya yang bisa memutuskan tali penambat. Tabel 2.9 memberikan gaya rencana pada bollard dan perkiraan jarak antar bollard.

**Tabel 2.10** Gaya Bollard dan Jarak Antara Bollard

Displacement Kapal (ton)	Gaya Bollard (kN)	Jarak Antara Bollard (m)	Gaya Bollard Tegak Lurus Tambatan (kN/m)	Gaya Bollard Sepanjang Tambatan (kN/m)
2.000	100	5-10	15	10
5.000	200	10-15	15	10
10.000	300	15	20	15
20.000	500	20	25	20
30.000	600	20	30	20
50.000	800	20-25	35	20
100.000	1.000	24	40	25
200.000	1.500	30	50	30

(Sumber: Perencanaan Pelabuhan, 2009)

**Tabel 2.11** Beban Perencanaan Pelabuhan

Beban Tambatan	Beban Operasional	
	Beban Merata	Beban Peralatan
General	Cargo 1-3 ton/m <sup>2</sup>	*) Mobile Crane *) Forklift *) Truck
Peti	Kemas 3-4 ton/m <sup>2</sup>	*) Gantry Crane *) Trailer *) Straddle Carrier

**Tabel 2.12** Beban Perencanaan Pelabuhan (Lanjutan)

Beban Tambatan	Beban Operasional	
	Beban Merata	Beban Peralatan
Curah Cair	1-2 ton/m <sup>2</sup>	*) Instalasi Pipa *) Mobile Crane
Curah Kering	1-2 ton/m <sup>2</sup>	*) Conveyor *) Mobile Crane
Penumpang	1-2 ton/m <sup>2</sup>	*) Penumpang *) Kendaraan
Ferry Ro-Ro	1-2.5 ton/m <sup>2</sup>	*) Kendaraan

(Sumber: Perencanaan Pelabuhan, 2009)

#### 2.6.4 Evaluasi Layout Dermaga

Layout dermaga harus dievaluasi dengan mempertimbangkan keselamatan navigasi kapal. Evaluasi meliputi layout perairan dan layout daratan.

##### 1) Layout Perairan

Konstruksi dermaga yang akan direncanakan merupakan konstruksi dermaga quay atau wharf dengan konstruksi sheet pile sebagai struktur utama. Adapun beberapa fasilitas perairan yang dibutuhkan dermaga marina ini, diantaranya:

- Alur Pelayaran

Alur pelayaran dalam istilah pelabuhan mempunyai pengertian bahwa daerah yang dilalui kapal sebelum masuk ke dalam wilayah pelabuhan. Alur pelabuhan mempunyai fungsi untuk memberi jalan kepada kapal untuk memasuki wilayah pelabuhan dengan aman dan mudah dalam memasuki kolam pelabuhan. Parameter yang diperlukan untuk penentuan alur pelayaran adalah lebar, kedalaman, tikungan, dan panjang alur.

##### a) Lebar alur pelayaran:

**Tabel 2.13** Lebar Alur Menurut OCDI (2002)

Panjang Alur	Kondisi Pelayaran	Lebar
Relatif panjang	Kapal sering bersimpangan	2LOA
	Kapal tidak sering bersimpangan	1,5LOA
Selain dari alur diatas	Kapal sering bersimpangan	1,5LOA
	Kapal tidak sering bersimpangan	LOA

b) Panjang alur masuk pelayaran

$$S_{dmin} = 3 \times Loa \quad (2.53)$$

c) Kedalaman alur pelayaran:

$$H = d + G + R + P + S + K = 1,15 \times d \quad (2.54)$$

Dimana,

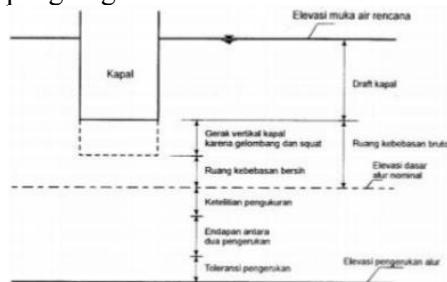
G = Gerak vertikal kapal karena gelombang dan squat

R = Ruang kebebasan bersih

P = Ketelitian pengukuran

S = Endapan antara dua pengerukan

K = Toleransi pengerukan



**Gambar 2.15** Kedalaman Alur Pelayaran (Perencanaan Pelabuhan, 2009)

- Kolam Dermaga  
Kolam pelabuhan adalah perairan yang berada didepan dermaga yang digunakan untuk bersandarnya kapal selama dalam pelabuhan. Saat kapal bersandar, kapal akan dengan mudah melakukan bongkar muat tanpa terganggu oleh gelombang, karena kolam pelabuhan berada didalam wilayah yang terlindung breakwater (pemecah gelombang) alami maupun buatan. Kedalaman dermaga dapat dihitung sebagai berikut:

$$H = 1,1 \times draft \quad (2.55)$$

- Turning Basin  
Kolam putar atau yang disebut dengan turning basin merupakan kolam yang berada diujung alur masuk atau dapat ditempatkan disepanjang alur bila alurnya panjang. Kapal diharapkan dapat bermanuver dengan kecepatan rendah (mendekati nol) atau dipandu. Area dibatasi dengan bentuk lingkaran berdiameter (Db). Sedangkan kedalaman kolam disamakan dengan alur masuk. Berdasarkan Technical Standards for Port and Harbour Facilities in Japan (OCDI) nilai Db sebesar:

$$Db = 3 \times LOA \quad (2.56)$$

## 2) Layout Daratan

Adapun evaluasi dari layout daratan adalah sebagai berikut :

- Dimensi Dermaga  
Ukuran atau dimensi dermaga tergantung pada pada dimensi kapal terbesar dan jumlah kapal yang menggunakan dermaga. IMO (International Maritime Organization) memberikan persamaan untuk menentukan panjang dermaga, seperti diberikan oleh bentuk berikut:

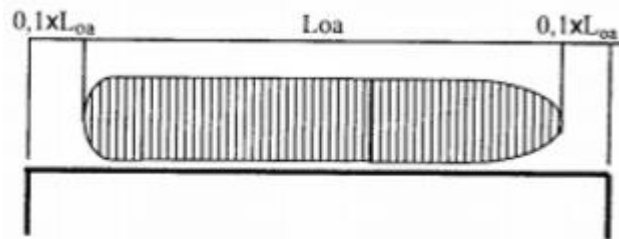
$$LP = nLOA + (n + 1) \times 10\% \times LOA \quad (2.57)$$

Dimana,

$LP$  = Panjang dermaga

$LOA$  = Panjang kapal yang ditambat

$n$  = jumlah kapal yang ditambat



**Gambar 2.16** Dimensi Dermaga (Perencanaan Pelabuhan, 2009)

- Elevasi Dermaga  
Evaluasi dermaga dipengaruhi oleh besarnya beda pasang surut.  
Elevasi dermaga yang digunakan diambil dari data pasang surut.  
Elevasi dermaga dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$El = \text{beda pasang} + (0,5 \sim 1,5) m \quad (2.58)$$

### 2.6.5 Struktur Dermaga

Dermaga merupakan batas muka antara daratan dan perairan dimana kapal dapat bertambat. Struktur dermaga dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu dermaga konstruksi terbuka dan dermaga konstruksi tertutup. Pada Tugas Akhir ini dibahas mengenai dermaga konstruksi terbuka berupa *jetty*. Dermaga konstruksi terbuka yaitu dermaga dimana lantai dermaga didukung langsung oleh tiang – tiang pancang. *Jetty* adalah dermaga yang dibangun menjorok cukup jauh ke arah laut dengan maksud agar ujung dermaga berada pada kedalaman yang cukup untuk merapat kapal. Dalam perencanaan dermaga ini pertama kali dihitung gaya – gaya yang bekerja pada dermaga, di antaranya adalah gaya berat sendiri dermaga, beban di atas dermaga, gaya benturan kapal, gaya tarikan kapal karena angin, arus dan gelombang. Gaya – gaya tersebut dihitung tersendiri dan kemudian dibebankan ke dermaga.

Dalam Tugas Akhir akan dibahas struktur atas dan bawah dermaga yaitu platform, mooring dolphin, breasting dolphin dan tiang pancang. Pada perencanaan bangunan atas meliputi perencanaan pelat, balok memanjang serta balok melintang dari platform. Perencanaan struktur

dermaga menggunakan program bantu SAP 2000 V16.0 dan penulangan memakai peraturan PBI 71 dengan alasan:

- a) Pada struktur di daerah pantai harus dihindari adanya retak agar tidak terjadi perkaratan pada tulangan yang akan berakibat fatal pada kerusakan struktur.
- b) Pada bangunan pelabuhan sering terjadi beban berlebih akibat beban luar, baik berupa arus, gelombang, gempa dan lain-lain.

Gaya – gaya yang bekerja pada dermaga adalah kombinasi pembebanan berikut ini:

1. Beban mati + benturan kapal + tekan arus + tekan angin
2. Bebn mati + tarik *bollard*
3. Beban mati + beban hidup + tarik *bollard*
4. Beban mati + beban gempa I, searah memanjang dermaga
5. Beban mati + beban gempa II, searah melintang dermaga
6. Beban mati + beban gempa I + beban gempa II

Kapasitas daya dukung tiang pancang pada masing-masing kedalaman menggunakan perumusan yang ada misal dari Meyerhoff, Terzaghi, Luciano Decourt dan sebagainya sehingga dihasilkan grafik kurva daya dukung untuk beberapa ukuran dan tipe tiang. Gaya -gaya yang terjadi pada struktur dihitung dengan menggunakan Software SAP2000, dan hasilnya dibandingkan dengan kapasitas daya dukung tiang pancang. Kontrol kekuatan internal bahan dilakukan dengan mengecek besarnya tegangan yang terjadi akibat beban luar harus lebih rendah dari tegangan ijin bahan, dan Momen yang terjadi harus lebih kecil dari kekuatan momen ultimate atau momen crack dari bahan. Tiang pancang juga perlu dicek kekuatannya pada saat berdiri sendiri, khususnya terhadap frekuensi gelombang. Frekuensi tiang harus lebih besar dari frekuensi gelombang supaya tiang tidak bergoyang dan patah. Tiang pancang juga perlu dicek defleksinya dikarenakan tiang pancang dermaga sangat panjang diatas Sea Bed dan kedalamannya pun cukup dalam.

## 2.7 Program Bantu

Program bantu ketekniksipilan berikut dapat menunjang penyelesaian Tugas Akhir ini, diantaranya adalah :

### **2.7.1 Program Bantu SP Column**

SP Column adalah salah satu program untuk membantu perhitungan tulangan yang akan digunakan untuk kolom. Program ini akan membantu perhitungan desain dari tulangan Secant Pile. Peraturan yang digunakan adalah SNI-2847-2013, perencanaan bangunan beton untuk bangunan. Input perhitungan yang diminta dari SPColumn ini adalah besar momen dan tekanan aksial yang terjadi, dimensi dari secant pile, data mutu beton dan tulangan, dan ukuran serta banyak dari tulangan yang digunakan.

### **2.7.2 Program Bantu PLAXIS**

PLAXIS (Finite Element Code For Soil and Rock Analysis) adalah program permodelan dan postprocessing metode elemen hingga yang mampu melakukan analisis masalah-masalah geoteknik dalam perencanaan sipil. PLAXIS menyediakan berbagai analisa teknik tentang displacement, tegangan-tegangan yang terjadi pada tanah, dan lain-lain. Program ini dirancang untuk dapat melakukan pembuatan geometri dinding penahan yang akan dianalisis.

### **2.7.3 Program Bantu GEO5**

GEO5 (*Geotechnical Software for Analytical and FEM Analysis*) adalah program permodelan dan postprocessing metode elemen hingga yang mampu melakukan analisis masalah-masalah geoteknik dalam perencanaan sipil. GEO5 menyediakan berbagai analisa teknik tentang displacement, tegangan-tegangan yang terjadi pada tanah, dan lain-lain. Program ini dirancang untuk dapat melakukan pembuatan geometri yang akan dianalisis dan mengecek *slope stability* dari konstruksi penahan tanah yang direncanakan.

### **2.7.4 Program Bantu SAP2000**

SAP 2000 adalah salah satu program bantu untuk memodelkan suatu struktur dan menghitung gaya dalam yang terjadi . Gaya dalam yang didapat dari program ini adalah gaya horizontal, gaya vertikal dan momen. Program ini membantu untuk perhitungan gaya dalam pada struktur atas dermaga yang akan direncanakan.

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

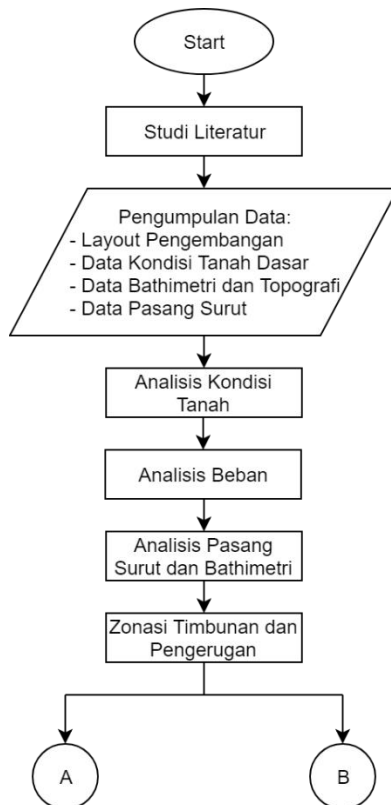


## BAB III

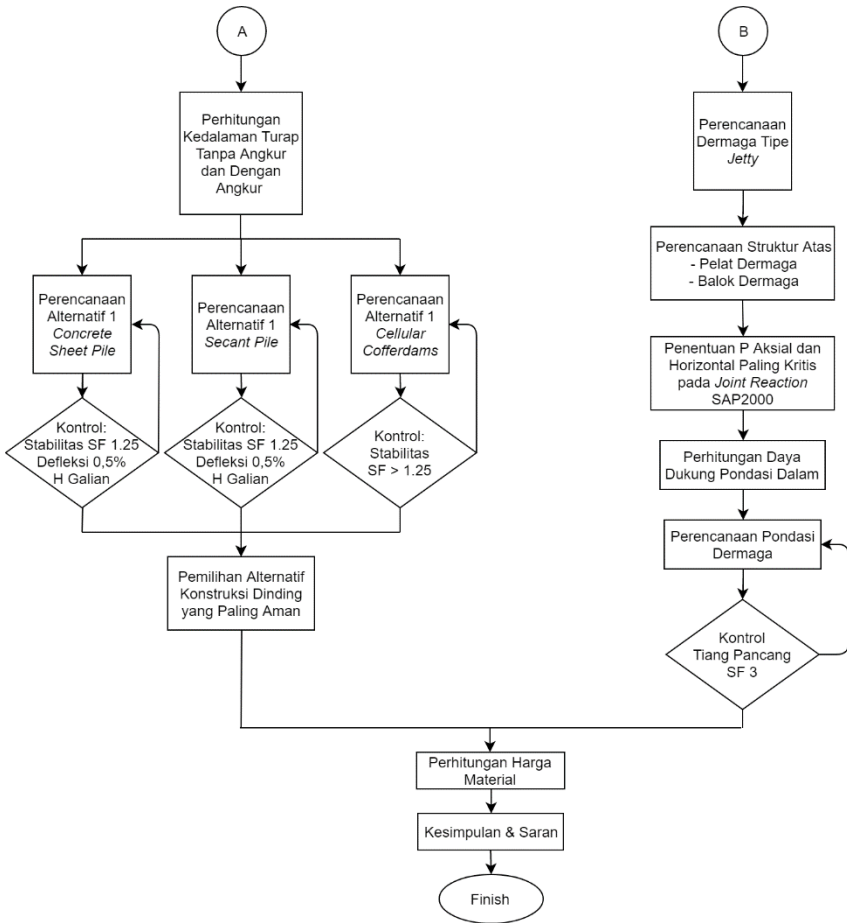
### METODOLOGI

#### 3.1 Bagan Alir Tahapan Perencanaan

Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 merupakan bagan alir dalam penulisan Tugas Akhir Alternatif Perencanaan Konstruksi Penahan Tanah Menggunakan *Cellular Cofferdams*, *Secant Pile*, dan *Solider Pile* serta Pondasi Dermaga Jetty pada Pengembangan Wilayah PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam.



**Gambar 3.1** Bagan Alir Tugas Akhir



**Gambar 3.2** Bagan Alir Tugas Akhir (Lanjutan)

**3.2 Uraian Tahapan Perencanaan**

Langkah-langkah pengerjaan Tugas Akhir ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pemahaman terhadap masalah agar tujuan dapat dicapai dengan tepat. Studi literatur mengacu pada teori yang berhubungan dengan pembahasan

masalah Tugas Akhir. Studi literatur yang dilakukan meliputi studi tentang tanah, korelasi data tanah, perhitungan tekanan lateral tanah, perhitungan kedalaman turap, perhitungan pondasi dalam, pengoperasian software SP Column dan PLAXIS, serta kontrol-kontrol dalam perencanaan.

## 2. Pengumpulan Data

Data – data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait. Data tersebut meliputi : layout pengembangan, data tanah berupa BOR Log, data beban rencana, data bathimetri dan topografi, data pasang surut.

## 3. Analisis Kondisi Tanah

Analisis stratigrafi tanah dasar pada sisi darat area perluasan dan korelasi N-SPT berdasarkan tanah dasar yang diketahui. Analisis stratigrafi meliputi pembagian lapisan tanah dasar di setiap kedalaman dan hubungan antar titik bor log yang diinterpolasikan untuk mendapatkan parameter-parameter tanah yang dibutuhkan.

## 4. Analisis Beban

Analisis beban dilakukan untuk mendapatkan total beban horizontal dan beban vertikal dalam perencanaan dermaga.

## 5. Analisis Pasang Surut dan Bathimetri

Analisis pasang surut dan bathimetri dari data yang telah didapatkan dari proyek dilakukan untuk menentukan elevasi *High Water Level* (HWL), *Mean Sea Level* (MSL), *Low Water Level* (LWL), dan *Sea Bed* pada perencanaan tugas akhir ini.

## 6. Zonasi Timbunan dan Pengerukan

Zonasi timbunan pada area pengembangan dan pengerukan pada area laut dilakukan untuk menentukan elevasi tertinggi pada sisi darat dan elevasi *Sea Bed* atau dasar laut dalam melakukan perencanaan konstruksi penahan tanah dan pondasi dermaga *Jetty* dalam tugas akhir ini.

#### 7. Perhitungan Kedalaman Turap Tanpa Angkur dan Dengan Angkur

Perencanaan turap meliputi perhitungan kedalaman, panjang turap total, momen maksimum, dan defleksi turap. Jika perhitungan tidak memenuhi standar keamanan maka menggunakan angkur. Perhitungan tersebut juga dilakukan untuk menentukan jenis-jenis konstruksi penahan tanah yang memenuhi stabilitas keamanan.

#### 8. Perencanaan Alternatif 1 *Cellular Cofferdams*

Perencanaan konstruksi penahan tanah menggunakan *Cellular Cofferdams* dilakukan jika kedalaman turap terlalu dalam yang menyebabkan defleksi turap sangat besar dan tidak aman. Perencanaan meliputi penentuan lebar dan kedalaman, perhitungan stabilitas dan kontrol. Kontrol stabilitas harus memiliki nilai *safety factor*  $> 1.5$ .

#### 9. Perencanaan Alternatif 2 *Secant Pile*

Perencanaan konstruksi penahan tanah menggunakan *Secant Pile* berangkur meliputi penentuan diameter pile, tulangan yang memenuhi, kontrol tulangan geser, dan perencanaan angkur dan blok angkur yang memenuhi. Kontrol stabilitas harus memiliki nilai *safety factor*  $> 1.5$ .

#### 10. Perencanaan Alternatif 3 *Soldier Pile*

Perencanaan konstruksi penahan tanah menggunakan *Soldier Pile* meliputi penentuan profil, kontrol momen, dan perencanaan angkur dan blok angkur yang memenuhi. Kontrol stabilitas harus memiliki nilai *safety factor*  $> 1.5$ .

#### 11. Pemilihan Alternatif Konstruksi Dinding Paling Murah

Pemilihan alternatif dinding ditentukan dari anggaran biaya yang paling murah.

#### 12. Perencanaan Dermaga Tipe *Jetty*

Perencanaan dermaga *Jetty* meliputi struktur atas dan pondasi dermaga

#### 13. Perencanaan Struktur Atas Dermaga

Perencanaan struktur atas dermaga meliputi pelat dermaga, balok dermaga, dan pile cap dermaga.

#### 14. Penentuan P Aksial dan Momen Paling Kritis

Penentuan P aksial dan momen paling kritis dilakukan dengan bantuan program bantu SAP2000 untuk menentukan kedalaman dan jenis pondasi dermaga yang akan direncanakan.

#### 15. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Dalam

Perhitungan daya dukung dilakukan untuk menentukan Qultimate pada tanah dan perencanaan pondasi yang memenuhi.

#### 16. Perencanaan Pondasi Dermaga

Perencanaan pondasi meliputi penentuan jenis pondasi yang memenuhi, kedalaman pondasi, kontrol terhadap 1 tiang dan kontrol tiang grup.

#### 17. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan berupa pemaparan perencanaan akhir alternatif konstruksi penahan tanah yang paling murah dan perencanaan dermaga.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB IV

### ANALISA DATA PERENCANAAN

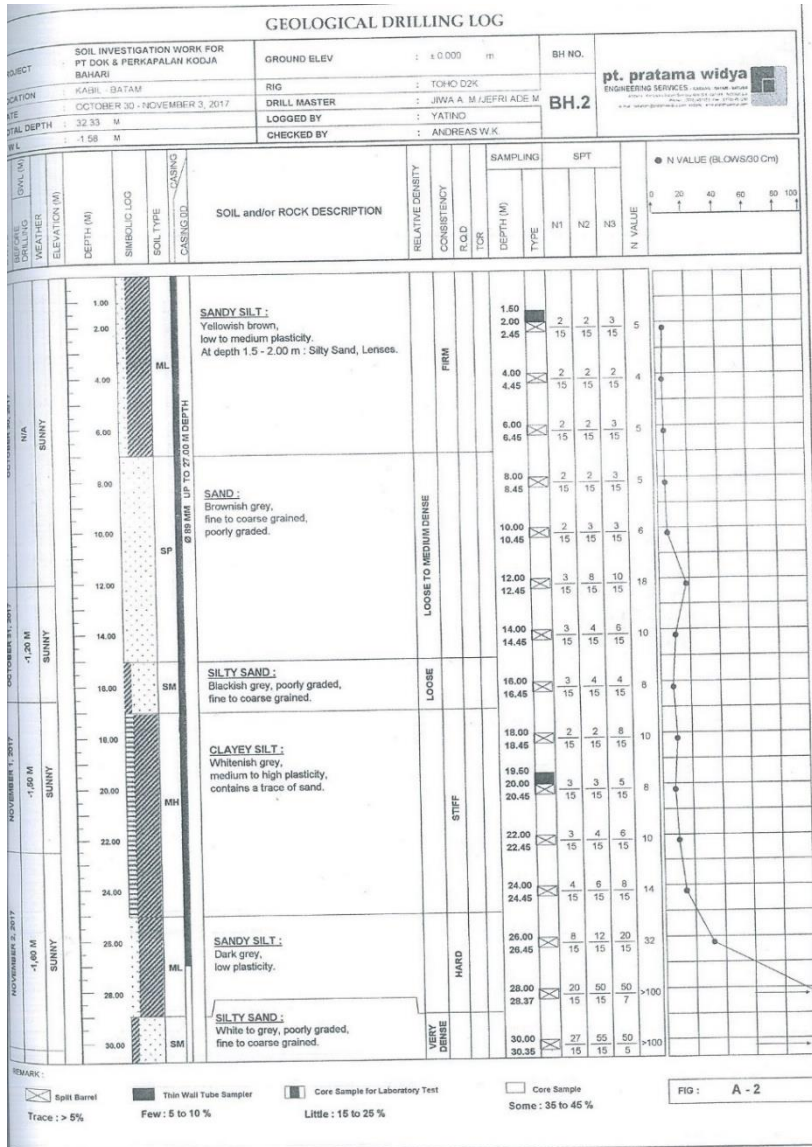
#### 4.1 Analisa Data Tanah

Data tanah yang akan dipakai pada tugas akhir ini adalah data bor log. Data tanah pada proyek ini diambil pada titik-titik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.



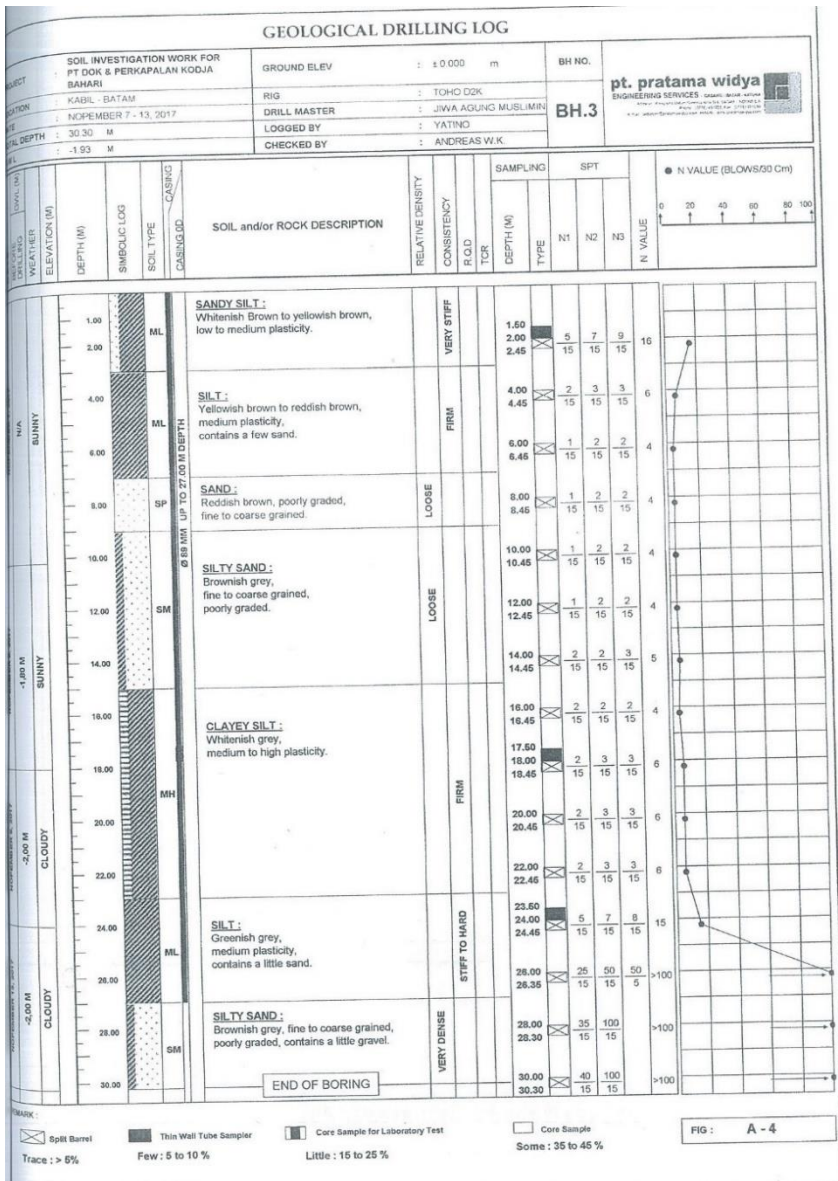
**Gambar 4.1** Titik Data Tanah Proyek (PT. Pratama Widya)

Dari layout pengambilan data tanah tersebut, titik boring adalah titik yang paling dekat dengan area pengembangan, yaitu titik B-3 dan B-2. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini dilakukan analisa pada kedua titik bor log tersebut. Adapun data bor log titik B-3 dan B-2 ditunjukkan pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 dibawah ini.



**Gambar 4.2 Data Bor Log BH-2 (PT. Pratama Widya)**





**Gambar 4.3** Data Bor Log BH-3 (PT. Pratama Widya)

#### 4.1.1 Korelasi Data Tanah Dasar

Korelasi parameter data tanah diperlukan untuk mendapatkan parameter-parameter tanah yang akan dibutuhkan dalam perencanaan. Adapun parameter-parameter yang dibutuhkan dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut :

##### a. Korelasi Berat Volume Tanah ( $\gamma$ )

Nilai berat volume tanah ( $\gamma$ ) ditentukan menggunakan interpolasi berdasarkan data NSPT tanah menggunakan tabel NSPT dan korelasi menurut J. E. Bowles (1984) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 sesuai dengan jenis tanahnya. Contoh perhitungan korelasi berat volume tanah ( $\gamma$ ) untuk tanah dasar kedalaman 2 m dengan jenis tanah lanau pada titik BH3 adalah sebagai berikut.

$$N = 16$$

$$\gamma = \left( \frac{16-4}{25-4} \times 2-1.6 \right) + 1.6 = 1,829 \text{ t/m}^3$$

Hasil korelasi berat volume tanah ( $\gamma$ ) untuk setiap 1 m kedalaman sampai pada kedalaman 30 m pada titik BH3 ditunjukkan pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Hasil Korelasi Berat Volume Tanah ( $\gamma$ )

Kedalaman (m)	NSPT	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )
0	-	-
1	-	-
2	16	1,829
3	12	1,752
4	6	1,638
5	5	1,619
6	4	1,600
7	4	1,232
8	4	1,232
9	4	1,232
10	4	1,232
11	4	1,232
12	4	1,232
13	4	1,232
14	5	1,240
15	5	1,240

**Tabel 4.2** Hasil Korelasi Berat Volume Tanah ( $\gamma$ ) (Lanjutan)

Kedalaman (m)	NSPT	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )
16	4	1,600
17	5	1,619
18	6	1,638
19	6	1,638
20	6	1,638
21	6	1,638
22	6	1,638
23	10	1,714
24	15	1,810
25	50	2,000
26	100	2,000
27	100	2,000
28	100	2,000
29	100	2,000
30	100	2,000

b. Korelasi Nilai Sudut Geser Tanah ( $\Phi$ )

Sudut geser dalam tanah ( $\Phi$ ) untuk tanah jenis pasir ditentukan menggunakan interpolasi berdasarkan korelasi menurut Mochtar (2009) Tabel 2.4 dan untuk tanah lunak (lanau) dengan konsistensi *medium stiff* ditentukan berdasarkan korelasi menurut Burt Look Tabel 2.5. Contoh perhitungan korelasi nilai sudut geser tanah pada titik BH3 adalah sebagai berikut.

Kedalaman = 14 m

Jenis tanah = Pasir (*loose*)

N = 5

$$\Phi = \left( \frac{5-4}{10-4} \times 30-28 \right) + 28 = 28.333^\circ$$

Kedalaman = 2 m

Jenis tanah = Lanau (*stiff*)

N = 16

$$\Phi = \left( \frac{2/3Cu-5}{100-5} \times 30-10 \right) + 10 = 20.175^\circ$$

Hasil korelasi sudut geser tanah ( $\Phi$ ) untuk setiap 1 m kedalaman sampai pada kedalaman 30 m pada titik BH3 ditunjukkan pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.3** Hasil Korelasi Sudut Geser Tanah ( $\Phi$ )

<b>Kedalaman (m)</b>	<b>NSPT</b>	<b><math>\Phi</math> (°)</b>
0	-	-
1	-	-
2	16	20.175
3	12	17.368
4	6	0
5	5	0
6	4	0
7	4	28
8	4	28
9	4	28
10	4	28
11	4	28
12	4	28
13	4	28
14	5	28.333
15	5	28.333
16	4	0
17	5	0
18	6	0
19	6	0
20	6	0
21	6	0
22	6	0
23	10	15.965
24	15	19.474
25	50	37.018
26	100	37.018
27	100	37.018
28	100	40
29	100	40
30	100	40

c. Korelasi *Undrained Shear Strength* (Cu)

*Undrained Shear Strength* (Cu) untuk tanah jenis lunak (lanau) ditentukan menggunakan interpolasi berdasarkan korelasi menurut Mochtar (2012) Tabel 2.4. Contoh perhitungan korelasi nilai kuat geser tanah pada titik BH3 adalah sebagai berikut.

Kedalaman = 4 m

Jenis tanah = Lanau (*soft*)

N = 6

Cu =  $(\frac{6-0}{40-0} \times 20-0) + 0 = 3 \text{ t/m}^2$

Hasil korelasi Cu untuk setiap kedalaman 1 m sampai kedalaman 30 m pada titik BH3 ditunjukkan pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.4** Hasil Korelasi *Undrained Shear Strength* (Cu)

Kedalaman (m)	NSPT	Cu (t/m <sup>2</sup> )
0	-	-
1	-	-
2	16	8
3	12	6
4	6	3
5	5	2,5
6	4	2
7	4	0
8	4	0
9	4	0
10	4	0
11	4	0
12	4	0
13	4	0
14	5	0
15	5	0
16	4	2
17	5	2,5
18	6	3
19	6	3

**Tabel 4.5** Hasil Korelasi Undrained Shear Strength (Cu) (Lanjutan)

<b>Kedalaman (m)</b>	<b>NSPT</b>	<b>Cu (t/m<sup>2</sup>)</b>
20	6	3
21	6	3
22	6	3
23	10	5
24	15	7,5
25	50	20
26	100	20
27	100	20
28	100	0
29	100	0
30	100	0

Adapun perhitungan korelasi untuk titik BH2 sama seperti perhitungan titik BH3, dan berikut ini adalah rekapitulasi hasil korelasi parameter tanah titik BH3 dan BH2 ditunjukkan pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5

No.	Kedalaman (m)	Jenis Tanah (Spesifik)	Jenis Tanah (Umum)	Kepadatan/ Konsistensi	N-SPT	$\gamma_{sat}$	$\Phi$	C			
					(ton/m <sup>3</sup> )	(°)	(t/m <sup>2</sup> )				
1	0	LANAU BERPASIR	LANAU	STIFF							
2	1										
3	2					16	1.83	20.18	8		
4	3	LANAU		SOFT		12	1.75	17.37	6		
5	4					6	1.64	0	3		
6	5					5	1.62	0	3		
7	6					4	1.60	0	2		
8	7	PASIR	PASIR	LOOSE	4	1.23	28.00	0			
9	8					4	1.23	28.00	0		
10	9					4	1.23	28.00	0		
11	10	PASIR BERLANAU				4	1.23	28.00	0		
12	11					4	1.23	28.00	0		
13	12					4	1.23	28.00	0		
14	13					4	1.23	28.00	0		
15	14					5	1.24	28.33	0		
16	15					5	1.24	28.33	0		
17	16				LANAU BERLEMPUNG	LANAU	MEDIUM	4	1.60	0	2
18	17							5	1.62	0	3
19	18							6	1.64	0	3
20	19							6	1.64	0	3
21	20							6	1.64	0	3
22	21							6	1.64	0	3
23	22						6	1.64	0	3	
24	23	LANAU	STIFF				10	1.71	15.96	5	
25	24						15	1.81	19.47	8	
26	25		LANAU	HARD				50	2.00	37.02	20
27	26					100	2.00	37.02	20		
28	27				100	2.00	37.02	20			
29	28	PASIR BERLANAU	PASIR	VERY DENSE	100	2.00	40	0			
30	29					100	2.00	40	0		
31	30					100	2.00	40	0		

**Gambar 4.4** Rekapitulasi Korelasi Parameter Titik BH-3

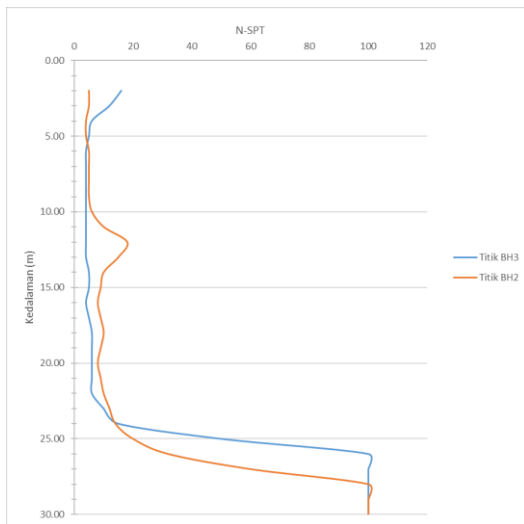
No.	Kedalaman	Jenis Tanah	Jenis Tanah	Kepadatan/ Konsistensi	N-SPT	γ <sub>sat</sub> (ton/m <sup>3</sup> )	Φ (°)	C (kn/m <sup>2</sup> )	
	(m)	(Spesifik)	(Umum)						
1	0.00	LANAU BERPASIR	LANAU	SOFT					
2	1.00								
3	2.00				5	1.62	0	25	
4	3.00				5	1.62	0	25	
5	4.00				4	1.60	0	20	
6	5.00				4	1.60	0	20	
7	6.00				5	1.62	0	25	
8	7.00	PASIR	PASIR	LOOSE TO MEDIUM	5	1.24	28.33	0	
9	8.00				5	1.24	28.33	0	
10	9.00				5	1.24	28.33	0	
11	10.00				6	1.25	28.67	0	
12	11.00				10	1.28	30.00	0	
13	12.00				18	1.34	32.40	0	
14	13.00				15	1.32	31.50	0	
15	14.00				10	1.28	30.00	0	
16	15.00				9	1.27	29.67	0	
17	16.00				PASIR				
18	17.00	BERLANAU							
19	18.00	LANAU BERLEMPUNG	LANAU	MEDIUM	10	1.71	0	50	
20	19.00				9	1.70	0	45	
21	20.00				8	1.68	0	40	
22	21.00				9	1.70	0	45	
23	22.00				10	1.71	0	50	
24	23.00				12	1.75	0	60	
25	24.00				14	1.79	0	70	
26	25.00				20	1.90	0	100	
27	26.00	LANAU							
28	27.00	BERPASIR		HARD	32	2	0	160	
29	28.00				60	2	0	200	
29	28.00	PASIR BERLANAU	PASIR	VERY DENSE	100	2	40	0	
30	29.00				100	2	40	0	
31	30.00				100	2	40	0	

**Gambar 4.5** Rekapitulasi Korelasi Parameter Titik BH-2

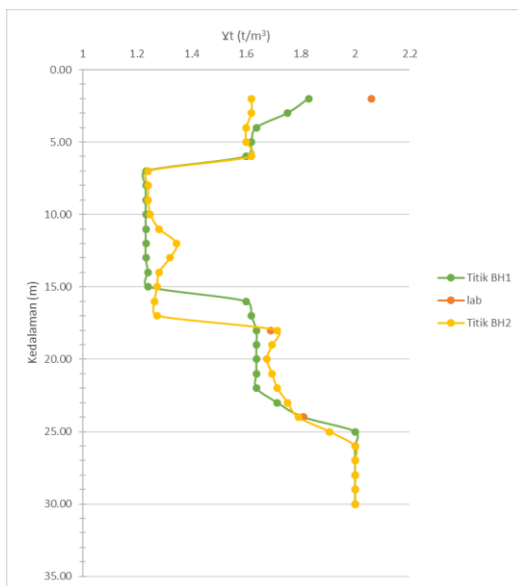
#### 4.1.2 Grafik Korelasi Parameter Tanah pada Titik BH3 dan BH2

Grafik korelasi di setiap parameter data tanah dasar diperlukan untuk membandingkan kedua titik dan penentuan titik mana yang akan dipakai pada perencanaan. Adapun grafik – grafik perbandingan parameter tanah titik BH-3 dan BH-2 ditunjukkan oleh Gambar 4.6 sampai Gambar 4.9 sebagai berikut.

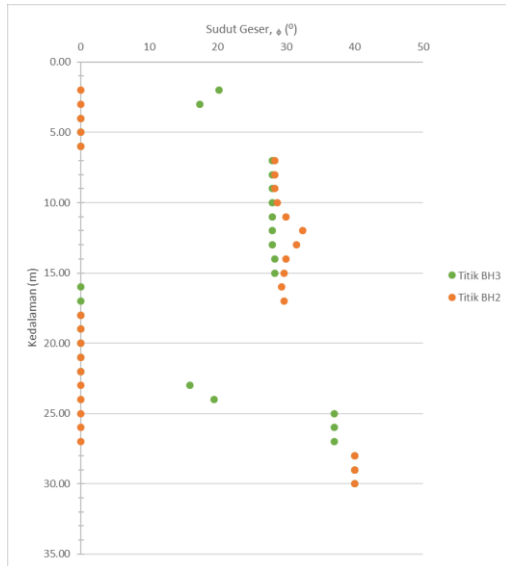




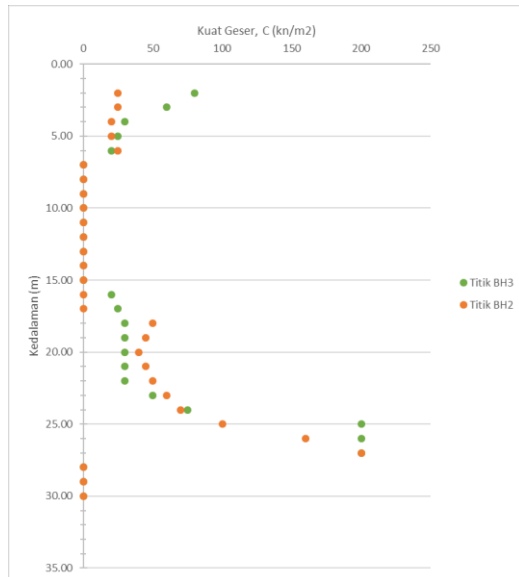
**Gambar 4.6** Hubungan Kedalaman dengan NSPT



**Gambar 4.7** Hubungan Kedalaman dengan Berat Volume



**Gambar 4.8** Hubungan Kedalaman dengan Sudut Geser



**Gambar 4.9** Hubungan Kedalaman dengan Cu

Dari grafik perbandingan antara titik BH3 dan BH2 dapat disimpulkan bahwa kondisi tanah titik BH3 lebih kritis dari titik BH2, dan titik BH3 merupakan titik terdekat dari area pengembangan yang akan direncanakan dalam tugas akhir ini. Oleh karena itu, data tanah dasar yang akan dipakai dalam perencanaan adalah data tanah dasar di titik BH3. Berikut adalah hasil rekapitulasi data tanah titik BH3 dimana sudah dilakukannya pengelompokkan dengan cara merata – ratakan parameter di setiap lapisan (sesuai jenis dan konsistensi tanah).

Elevasi	Ketebalan	Jenis Tanah	Kepadatan	N-SPT	$\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> )	$\phi$	C (t/m <sup>2</sup> )
0-3 m	3 m	LANAU	STIFF	14	1.79	18.77	7
3-6 m	3 m	LANAU	SOFT	5	1.62	0	2.5
6-15 m	9 m	PASIR	LOOSE	4	1.23	28.07	0
15-22 m	7 m	LANAU	MEDIUM	6	1.63	0	2.79
22-24 m	2 m	LANAU	STIFF	13	1.76	17.72	6.25
24-27 m	3 m	LANAU	HARD	83	2.00	37.02	20
27-30 m	3 m	PASIR	VERY DENSE	100	2.00	40	0

**Gambar 4.10** Rekapitulasi Parameter Tanah Titik BH-3

Perencanaan yang dilakukan dalam tugas akhir ini menggunakan parameter tanah yang mengacu pada analisis tersebut.

## 4.2 Analisa Pasang Surut

Analisis pasang surut dilakukan untuk mengetahui elevasi muka air laut yaitu LWL (*Low Water Level*), MSL (*Mean Sea Level*), dan HWL (*High Water Level*). Elevasi muka air laut tersebut akan digunakan dalam penentuan elevasi muka air tanah sisi laut pada perencanaan dinding penahan dan juga elevasi perencanaan dermaga. Dalam analisa pasang surut digunakan metode kuadrat terkecil (*least square method*). Hasil analisis pasang surut dapat dilihat pada Tabel 4.4:

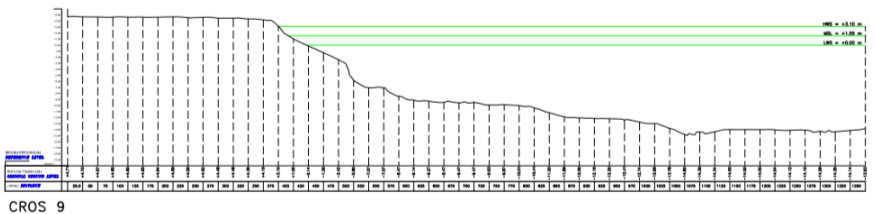
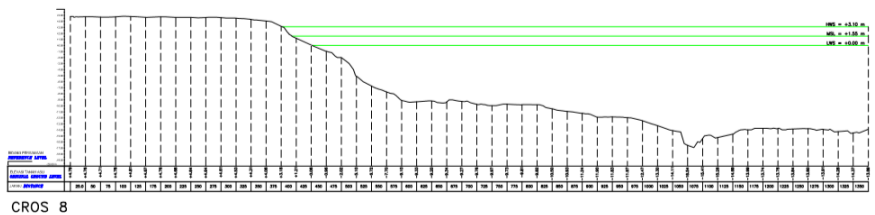
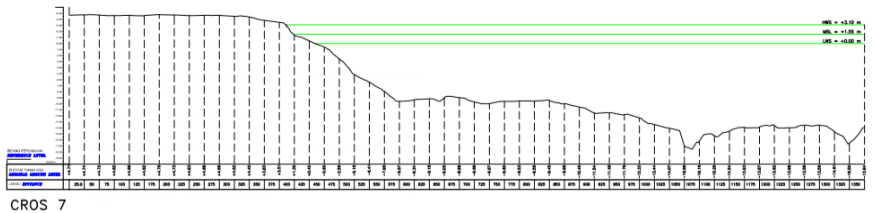
**Tabel 4.6** Hasil Analisis Pasang Surut Air Laut

Hasil	
HWL	4.01 m
MSL	2.32 m
LWS	0.63 m

Perencanaan yang dilakukan dalam tugas akhir ini menggunakan elevasi yang mengacu pada analisis tersebut.

### 4.3 Analisa Bathimetri

Analisis bathymetri dilakukan untuk mengetahui kondisi eksisting tanah pada laut dan tepi laut. Berikut adalah potongan melintang dari lereng sepanjang pantai ditunjukkan oleh Gambar 4.11 dibawah ini.



**Gambar 4.11** Potongan Melintang Bathymetri Cros 7, Cros 8, Cros 9 (Report Pengembangan PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, 2018)

Potongan bathymetri pada Gambar 4.11 menunjukkan bahwa dalam perencanaan akan dilakukan pengerukan kolam dipinggir area perluasan dan dermaga sampai pada kedalaman -8 m LWS karena adanya peningkatan produksi dan reparasi kapal yang mencapai 17.500 DWT.

#### 4.4 Analisa Beban

Analisis beban dilakukan untuk mengitung beban rencana yang bekerja pada area perluasan. Perhitungan beban yang bekerja pada dermaga yaitu beban vertikal dan beban horizontal:

##### 4.4.1 Pembebanan Vertikal

###### 1. Beban berat sendiri (beban merata)

Berat jenis beton bertulang diambil sebesar 2,9 ton/m<sup>3</sup> dan tebal pelat sebesar 0,35 m. Sehingga berat sendiri adalah:

$$\text{Berat pelat} = \text{tebal pelat} \times \text{berat jenis beton} = 0,35 \times 2,9 = 1,015 \text{ t/m}^2$$

###### 2. Beban hidup merata

Berat hidup merata berasal dari berat operasional rencana yaitu sebesar 3 t/m<sup>2</sup> dan berat hujan sebesar 1 t/m<sup>2</sup>. Sehingga berat sendiri adalah:

$$\text{Berat hidup operasional} = 3 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Berat hidup hujan} = \text{tebal} \times \text{beban} = 0,05 \times 1 = 0,05 \text{ t/m}^2$$

Nilai pembebanan vertikal berfaktor sebagai berikut:

$$U = 1,2QD + 1,6QL + 0,5 R$$

$$= 1,2 \times 1,015 + 1,6 \times 3 + 0,5 \times 0,05 = 6,043 \text{ t/m}^2$$

##### 4.4.2 Pembebanan Horizontal

###### 1. Gaya tumbukan kapal (gaya tekan)

Gaya tambat kapal akan diterima oleh fender dan ditransfer menjadi gaya horizontal pada dermaga. Perencanaan fender perlu memperhatikan beberapa aspek, yaitu: kecepatan kapal saat merapat ke *jetty* dan ukuran kapal yang direncanakan. Kapal yang digunakan dalam perencanaan adalah kapal yang paling besar yaitu Kapal 17.500 LTDW Product Oil Tanker (Class Lloyd's Register) dengan dimensi sebagai berikut:

**Tabel 4.7** Data Dimensi Kapal

Principal Dimensions	
Length Overall (LOA)	156,8 m
Length (Waterline)	149,3 m
Beam (B)	27,7 m
Hull Depth (Moulded)	12 m
Hull Draft (D)	7 m

(Report Pengembangan PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, 2018)

Besarnya gaya tumbukan dihitung menggunakan Persamaan 2.41 hingga Persamaan 2.48 pada Sub Bab 2.7.3.

a. *Displacement* atau berat kapal ( $W$ )

Untuk menentukan  $W$  atau *displacement* dapat dilihat dari jenis kapal yang direncanakan. Kapal yang direncanakan memiliki berat 17.500 ton.

b. Kecepatan kapal saat membentur dermaga ( $V$ )

Kecepatan kapal saat merapat merupakan salah satu faktor yang penting dalam perencanaan dermaga dan sistem fender. Hal ini dapat ditentukan dari Tabel 4.6 sebesar 0,15 m/s.

**Tabel 4.8** Kecepatan Merambat Kapal pada Dermaga

Ukuran Kapal (DWT)	Kecepatan Merapat	
	Pelabuhan (m/s)	Laut Terbuka (m/s)
Sampai 500	0,25	0,30
500-10.000	0,15	0,20
10.000-30.000	0,15	0,15
Diatas 30.000	0,12	0,15

(Perencanaan Pelabuhan, 2009)

c. Koefisien massa ( $C_b$ )

Koefisien blok dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$LOA = 156,8 \text{ m}$$

$$B = 27,7 \text{ m}$$

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

$$L_{pp} = 0,846 LOA^{1,0193} = 0,846 \times 156,8^{1,0193} = 146,247 \text{ m}$$

$$V = \text{Deadweight Tonnage} / \text{Massa Jenis Air Laut} = 17.500/1,025 \\ = 17073,17 \text{ m}^3$$

$$C_b = \frac{V}{L_{pp} \cdot B \cdot d} = \frac{17073,17}{146,247 \times 27,7 \times 7} = 0,351$$

d. Koefisien massa ( $C_m$ )

Koefisien massa bergantung pada gerakan air di sekeliling kapal, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$C_m = 1 + \frac{\pi \cdot d}{2 C_b B} = 1 + \frac{\pi \cdot 12}{2 \times 0,351 \times 27,7} = 2,938$$

e. Koefisien eksentrisitas ( $C_e$ )

Koefisien eksentrisitas merupakan perbandingan antara energi sisa dan energi kinetik kapal yang merapat, dan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$e = 6 \cos \frac{10^\circ}{146,247} = 0,040$$

$$L_1 = 0,5\alpha + e(1-k)L_{pp} \cdot \cos\theta$$

$$L_1 = 0,5 \times 0,5 + 0,040 \times (1 - 0,5) \times 146,247 \times \cos 10 = 3,160 \text{ m}$$

$$L_2 = (0,5 \alpha - ek)L_{pp} \cdot \cos\theta$$

$$L_2 = (0,5 \times 0,5 - 0,040 \times 0,5) \times 146,247 \times \cos 10 = 33,097 \text{ m}$$

$$r = (0,19 C_b + 0,11)L_{pp}$$

$$r = (0,19 \times 0,351 + 0,11) \times 146,247 = 25,846$$

$$C_{E1} = \frac{1}{1 + \left(\frac{3,160}{25,846}\right)^2} = 0,985$$

$$C_{E2} = \frac{1}{1 + \left(\frac{33,097}{25,846}\right)^2} = 0,379$$

Dari hasil  $C_{E1}$  dan  $C_{E2}$  diambil dari nilai  $C_E$  yang terbesar yaitu  $C_{E1} = 0,985$

f. Koefisien kekerasan ( $C_s$ )

Koefisien kekerasan memiliki nilai sebesar 1 untuk dermaga tipe *jetty*.

g. Koefisien bentuk dari tambatan ( $C_c$ )

Koefisien bentuk memiliki nilai sebesar 1, dianggap tidak ada deformasi.

Dengan menggunakan Persamaan 2.43 didapatkan nilai gaya tumbuk kapal sebagai berikut:

$$E_f = \frac{17.500 \times 0,15^2}{2 \times 9,81} \times 0,985 \times 0,351 \times 1 \times 1 = 6,945 \text{ ton-m}$$

Gaya Fender yang diperoleh dari besar energi yang dapat diabsorpsi oleh fender tersebut ( $E_r$ ) harus lebih besar dari energi tumbukan kapal ( $E_f$ ). Pada tugas akhir ini tipe fender yang digunakan adalah *CBR Super V Fender* (CSVF) dengan nilai  $E_r = 7,13 \text{ ton-m} > 6,945 \text{ ton-m}$  dengan reaksi ( $R_r$ ) = 40 ton. Selain itu, energi reaksi kapal juga harus diusahakan dapat diserap fender ketika kondisi fender bedeformasi. Dari katalog fender tipe CSVF dipilih fender tipe CSVF 500Hx1000H dengan data-data fender sebagai berikut (Lampiran 1):

Energi fender ( $E_r$ ) = 7,13 ton-m

Reaksi = 40 ton

Defleksi = 45%

Panjang CSVF = 500 mm

Sehingga gaya horizontal yang dihasilkan oleh energi fender adalah sebesar 40 ton.



#### 4.5 Evaluasi *Layout*

Evaluasi *Layout* dermaga PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari Batam perlu dilakukan untuk menentukan apakah perencanaan dermaga yang dilakukan sudah memenuhi spesifikasi dan sesuai dengan standar perencanaan yang ada. Dermaga PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari Batam merupakan dermaga yang difungsikan untuk persinggahan atau pemberangkatan kapal yang akan atau telah direparasi, serta persinggahan kapal untuk pengangkutan alat – alat berat. Dermaga ini direncanakan untuk disinggahi kapal tanker 17.500 DWT *Class Lloyd's Register*, dimensi kapal ditunjukkan pada Tabel 4.5. *Layout* rencana awal ditunjukkan oleh Gambar 4.12. Berdasarkan *layout* rencana awal tersebut dilakukan evaluasi *layout* perairan dan daratan.



**Gambar 4.12** Layout Area Dermaga (Google Earth)

##### 4.5.1 Lebar Alur Masuk

Untuk menentukan lebar alur masuk, hal – hal yang harus diperhatikan adalah kemungkinan kapal akan berpapasan dengan kapal lain atau tidak. Dalam perencanaan ini, direncanakan kapal tidak sering berpapasan, hal ini dikarenakan dermaga PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari Batam bukan dermaga suatu pelabuhan melainkan dermaga

sebuah galangan kapal dan tidak untuk kepentingan komersil. Lebar alur masuk direncanakan berdasarkan dimensi kapal tanker menggunakan Tabel 4.5. Sehingga:

$$W = 1 \times L_{OA} = 1 \times 156,8 = 156,8 \text{ m}$$

Jadi, lebar alur masuk memiliki lebar sebesar 156,8 meter.

#### 4.5.2 Panjang Alur Masuk (*stopping distance*)

Untuk menentukan panjang alur masuk, hal – hal yang harus diperhatikan adalah kemampuan kapal untuk menurunkan kecepatan dari kecepatan pada saat kapal berada di perairan bebas menjadi berhenti dengan kondisi mesin masih dalam keadaan hidup. Panjang minimum untuk kapal 17.500 DWT dengan kecepatan merapat kapal direncanakan dengan kecepatan 0,15 m/s menggunakan Persamaan 2.53.

$$Sd_{\min} = 3 \times L_{OA} = 3 \times 156,8 = 470,4 \text{ m}$$

Jadi, panjang alur masuk yang dibutuhkan kapal 17.500 DWT adalah 470,4 meter. Kedalaman untuk panjang alur masuk disesuaikan dengan kedalaman alur masuk.

#### 4.5.3 Kedalaman Alur Masuk

Untuk menentukan kedalaman alur masuk, hal – hal yang harus diperhatikan adalah kecepatan kapal ketika mendekati dermaga untuk perairan tenang atau tertutup dan kondisi dasar laut dari perairan yang akan ditinjau. Kondisi yang ideal kedalaman air di alur masuk harus cukup besar untuk memungkinkan pelayaran pada muka air terendah dengan kapal bermuatan penuh.

Kedalaman air total adalah

$$H = d + G + R + P + S + K = 1,15 \times d = 8 \text{ m}$$

Jadi, kedalaman perairan pada alur masuk yang dibutuhkan kapal 17.500 DWT agar dapat melintas adalah -8,00 mLWS.

#### 4.5.4 Kebutuhan Lebar, Panjang, dan Kedalaman Kolam Dermaga

Pada perencanaan dermaga ini, kapal yang akan bertambat hanya melayani 1 buah kapal 17.500 DWT. Untuk kedalaman dermaga, diambil 1,1 draft untuk perairan tertutup. Sedangkan untuk kebutuhan luasan kolam dermaga digunakan  $1,25 \times L_{OA}$  untuk panjang kolam dermaga dan

1,25 B untuk lebar kolam dermaga. Sehingga kebutuhan kolam dermaga adalah.

- Lebar kolam dermaga

Direncanakan lebar kolam dermaga sesuai dengan kondisi *existing* lebar dermaga yaitu 40 m

- Panjang kolam dermaga

$$L = 1,25 \times L_{OA} = 1,25 \times 156,8 = 196 \text{ m}$$

Karena dermaga direncanakan hanya bisa ditambahi 1 kapal tanker maka panjang kolam dermaga adalah 196 m

- Kedalaman kolam dermaga

Direncanakan kedalaman kolam dermaga

$$D = 1,1 \times \text{Draft} = 1,1 \times 7 = 7,7 = 8 \text{ m}$$

Kedalaman kolam dermaga disamakan dengan kedalaman alur masuk menjadi -8,00 mLWS

#### 4.5.5 Hasil Evaluasi Layout Dermaga

Berdasarkan hasil analisa dan evaluasi *layout* perairan Dermaga Jetty PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari Batam didapatkan nilai dari masing – masing komponen dari dermaga yang disajikan dalam Tabel 4.7. Hasil ini digunakan untuk memastikan bahwa pendalaman kolam yang akan dilaksanakan adalah benar sampai -8 mLWS, dan dapat digunakan untuk referensi perubahan layout dari layout eksisting yang telah ada.

**Tabel 4.9** Hasil Evaluasi Layout Perairan Dermaga

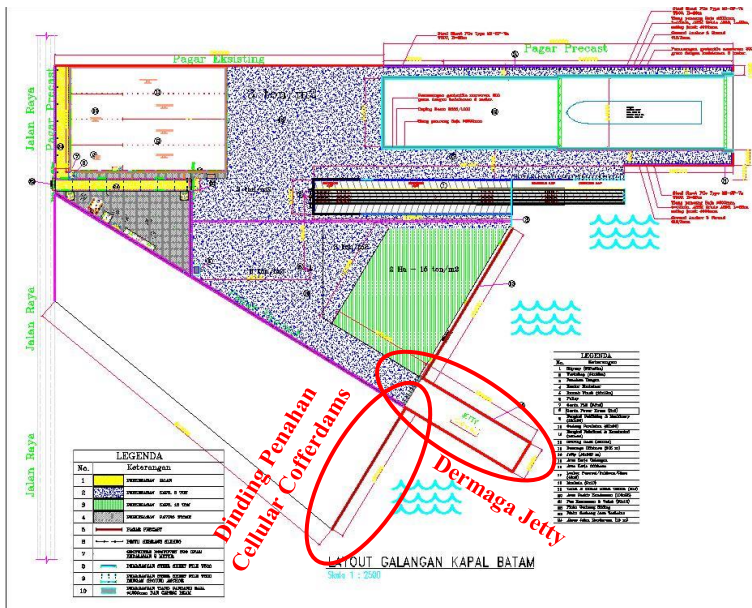
Rencana	Dimensi
Lebar Alur Masuk	156,8 m
Panjang Alur Masuk	470,4 m
Kedalaman Alur Masuk	8 m
Lebar Kolam Dermaga	40 m
Panjang Kolam Dermaga	196 m
Kedalaman Kolam Dermaga	8 m

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*

## BAB V

### PERENCANAAN KONSTRUKSI PENAHAN TANAH

Perencanaan dalam Tugas Akhir ini merupakan perencanaan proyek perluasan Galangan Kapal PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam. Perencanaan tersebut meliputi perencanaan konstruksi penahan tanah pada area pendalaman kolam dan perencanaan struktur dermaga *jetty* pada pengadaan *jetty*. Lokasi perencanaan dapat dilihat pada Gambar 5.1.

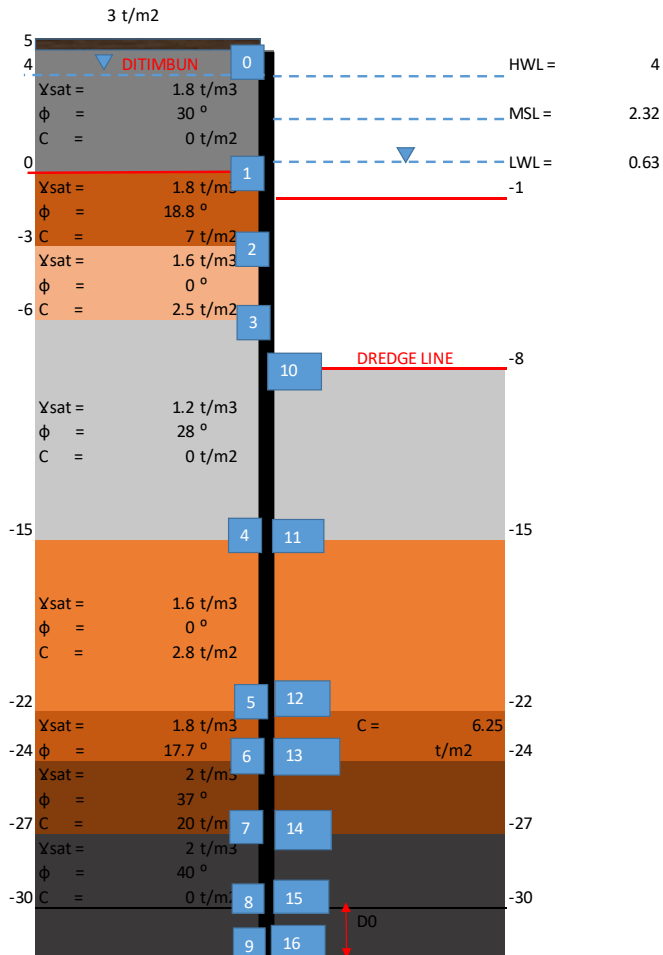


**Gambar 5.1** Layout Pengembangan PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam

Perencanaan konstruksi dinding yang akan dibahas pada bab ini meliputi perencanaan kedalaman turap yang dibutuhkan, perencanaan profil yang tepat, kontrol keamanan manual, serta kontrol keamanan menggunakan program bantu.

## **5.1 Geometri dan Pembebanan Perencanaan Dinding Penahan Tanah**

Perencanaan konstruksi penahan tanah pada proyek ini dilakukan karena adanya penambahan beban kapal 17.500 DWT yang menyebabkan adanya pendalaman kolam mencapai -8 mLWS pada area perluasan yang ditunjukkan Gambar 5.1. Pada sisi darat akan dilakukan penimbunan setinggi 5 meter yang akan digunakan sebagai tempat alat logistik pada galangan, beban yang direncanakan pada proyek perluasan ini adalah beban merata senilai 3 ton/m<sup>2</sup>. Elevasi kedalaman galian mencapai -8 dan tinggi timbunan mencapai +5 serta kondisi tanah dasar yang kurang baik membuat sisi dermaga pada proyek ini membutuhkan dinding penahan tanah yang benar – benar aman dan sesuai. Adapun geometri perencanaan dinding pada proyek ini dapat dilihat pada Gambar 5.2 dibawah ini.



**Gambar 5.2** Geometri Perencanaan Dinding

Tanah dasar yang digunakan untuk perencanaan dinding ini memiliki kedalaman 30 meter yang dibagi menjadi 7 lapisan dan asumsi lapisan d<sub>0</sub> untuk mencari nilai panjang jepit dari dinding berada pada lapisan ke-7 dengan kedalaman 30 meter kebawah. Parameter tanah dasar dapat dilihat pada Tabel 5.1.

**Tabel 5.1** Parameter Tanah Dasar

Elevasi	Ketebalan	Jenis Tanah	Kepadatan	N-SPT	ysat (t/m3)	$\phi$	C (t/m2)
0-3 m	3 m	LANAU	STIFF	14	1.79	18.77	7
3-6 m	3 m	LANAU	SOFT	5	1.62	0	2.5
6-15 m	9 m	PASIR	LOOSE	4	1.23	28.07	0
15-22 m	7 m	LANAU	MEDIUM	6	1.63	0	2.79
22-24 m	2 m	LANAU	STIFF	13	1.76	17.72	6.25
24-27 m	3 m	LANAU	HARD	83	2.00	37.02	20
27-30 m	3 m	PASIR	VERY DENSE	100	2.00	40	0

Alternatif perencanaan dinding penahan tanah yang akan direncanakan pada Tugas Akhir ini adalah *Concrete Sheet Pile*, *Secant Pile*, dan *Cellular Cofferdams*. Kedua alternatif tersebut (*Sheet Pile* dan *Secant Pile*) dianalisis dengan dan tanpa menggunakan angkur. Diharapkan dari ketiga alternatif yang telah dianalisis mendapatkan profil yang tepat dan murah.

## 5.2 Perencanaan Dinding Tanpa Angkur

Perencanaan dinding tanpa angkur dianalisis secara manual berdasarkan geometri perencanaan. Adapun tahapan dalam merencanakan dinding tanpa angkur adalah sebagai berikut:

### 5.2.1 Perhitungan Tegangan Tanah Horizontal Aktif dan Pasif

Perhitungan tegangan tanah horizontal aktif dan pasif menggunakan Persamaan 2.4 dan 2.11. Berikut adalah tahap perhitungan tegangan horizontal:

#### a. Mencari $K_a$ dan $K_p$

$$K_a = \tan^2 (45 - \Phi/2)$$

$$K_p = \tan^2 (45 + \Phi/2)$$

$$K_a \text{ timbunan} = \tan^2 (45 - 30/2) = 0,333$$

$$K_a 1 = \tan^2 (45 - 18,8/2) = 0,513$$

$$K_a 2 = \tan^2 (45 - 0/2) = 1$$

$$K_a 3 = \tan^2 (45 - 28/2) = 0,361$$

$$K_a 4 = \tan^2 (45 - 0/2) = 1$$

$$K_a 5 = \tan^2 (45 - 17,7/2) = 0,534$$

$$K_a 6 = \tan^2 (45 - 37/2) = 0,249$$

$$K_a 7 = \tan^2 (45 - 40/2) = 0,217$$



$$\begin{aligned}
 \text{Ka } 8 &= \tan^2 (45 - 40/2) &= 0,217 \\
 \text{Kp } 1 &= \tan^2 (45 + 28/2) &= 2,770 \\
 \text{Kp } 2 &= \tan^2 (45 + 0/2) &= 1 \\
 \text{Kp } 3 &= \tan^2 (45 + 17,7/2) &= 1,874 \\
 \text{Kp } 4 &= \tan^2 (45 + 37/2) &= 4,023 \\
 \text{Kp } 5 &= \tan^2 (45 + 40/2) &= 4,599 \\
 \text{Kp } 6 &= \tan^2 (45 + 40/2) &= 4,599
 \end{aligned}$$

### b. Perhitungan tegangan vertikal ( $\sigma_v'$ )

#### Aktif

$$\begin{aligned}
 \sigma_v' &= q + (\gamma' \times h) \\
 \sigma_v'0 &= q &= 3 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_v'1 &= 3 + (1,8 - 1) \times 5 &= 7 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_v'2 &= 7 + (1,8 - 1) \times 3 &= 9,4 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_v'3 &= 9,4 + (1,6 - 1) \times 3 &= 11,2 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_v'4 &= 11,2 + (1,2 - 1) \times 9 &= 13 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_v'5 &= 13 + (1,6 - 1) \times 7 &= 17,2 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_v'6 &= 17,2 + (1,8 - 1) \times 2 &= 18,8 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_v'7 &= 18,8 + (2 - 1) \times 3 &= 21,8 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_v'8 &= 21,8 + (2 - 1) \times 3 &= 24,8 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_v'9 &= 24,8 + (2 - 1) \times d_0 &= 24,8 + d_0 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

#### Pasif

$$\begin{aligned}
 \sigma_v'9 &= 0 \\
 \sigma_v'10 &= 0 + (1,2 - 1) \times 7 &= 1,4 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_v'11 &= 1,4 + (1,6 - 1) \times 7 &= 5,6 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_v'12 &= 5,6 + (1,8 - 1) \times 2 &= 7,2 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_v'13 &= 7,2 + (2 - 1) \times 3 &= 10,2 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_v'14 &= 10,2 + (2 - 1) \times 3 &= 13,2 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_v'15 &= 13,2 + (2 - 1) \times d_0 &= 13,2 + d_0 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

### c. Perhitungan tegangan horizontal ( $\sigma_h'$ )

$$\begin{aligned}
 \sigma_h \text{ aktif} &= (\sigma_v' \times \text{Ka}) - 2c \sqrt{Ka} \\
 \sigma_h \text{ pasif} &= (\sigma_v' \times \text{Kp}) - 2c \sqrt{Kp}
 \end{aligned}$$

Aktif

sh 0 bawah	$= (3 \times 0,333) - 2 \times 0 \sqrt{0,333}$	$= 1 \text{ t/m}^2$
sh 1 atas	$= (7 \times 0,333) - 2 \times 0 \sqrt{0,333}$	$= 2,333 \text{ t/m}^2$
sh 1 bawah	$= (7 \times 0,513) - 2 \times 7 \sqrt{0,513}$	$= -6,435 \text{ t/m}^2$
sh 2 atas	$= (9,4 \times 0,513) - 2 \times 7 \sqrt{0,513}$	$= -5,205 \text{ t/m}^2$
sh 2 bawah	$= (9,4 \times 1) - 2 \times 2,5 \sqrt{1}$	$= 4,4 \text{ t/m}^2$
sh 3 atas	$= (11,2 \times 1) - 2 \times 2,5 \sqrt{1}$	$= 6,2 \text{ t/m}^2$
sh 3 bawah	$= (11,2 \times 0,361) - 2 \times 0 \sqrt{0,361}$	$= 4,044 \text{ t/m}^2$
sh 4 atas	$= (13 \times 0,361) - 2 \times 0 \sqrt{0,361}$	$= 4,693 \text{ t/m}^2$
sh 4 bawah	$= (13 \times 1) - 2 \times 2,8 \sqrt{1}$	$= 7,4 \text{ t/m}^2$
sh 5 atas	$= (17,2 \times 1) - 2 \times 2,8 \sqrt{1}$	$= 11,6 \text{ t/m}^2$
sh 5 bawah	$= (17,2 \times 0,534) - 2 \times 6,25 \sqrt{0,534}$	$= 0,048 \text{ t/m}^2$
sh 6 atas	$= (18,8 \times 0,534) - 2 \times 6,25 \sqrt{0,534}$	$= 0,902 \text{ t/m}^2$
sh 6 bawah	$= (18,8 \times 0,249) - 2 \times 20 \sqrt{0,249}$	$= -15,270 \text{ t/m}^2$
sh 7 atas	$= (21,8 \times 0,249) - 2 \times 20 \sqrt{0,249}$	$= -14,524 \text{ t/m}^2$
sh 7 bawah	$= (21,8 \times 0,217) - 2 \times 0 \sqrt{0,217}$	$= 4,740 \text{ t/m}^2$
sh 8 atas	$= ((24,8 \times 0,217) - 2 \times 0 \sqrt{0,217})$	$= 5,393 \text{ t/m}^2$
sh 8 bawah	$= ((24,8 \times 0,217) - 2 \times 0 \sqrt{0,217})$	$= 5,393 \text{ t/m}^2$
sh 9 atas	$= ((24,8+d0) \times 0,217) - 2 \times 0 \sqrt{0,217}$	$=$
	$= 0,217d0 + 5,393 \text{ t/m}^2$	
sh air	$= d0 + 34 \text{ t/m}^2$	

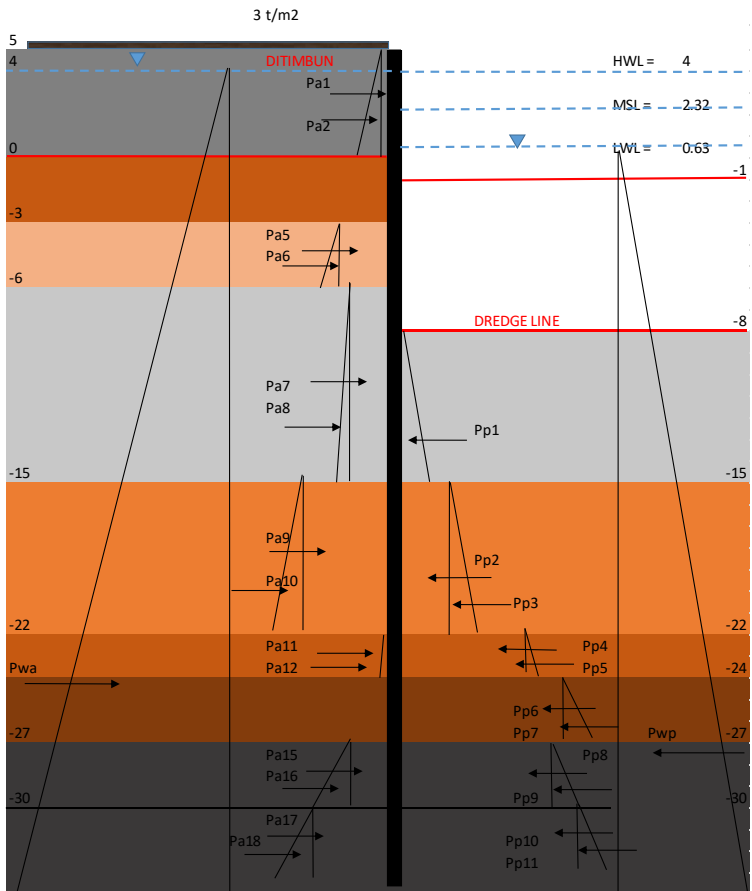
Pasif

sh 10 bawah	$= (0 \times 2,770) + 2 \times 0 \sqrt{02,770}$	$= 0 \text{ t/m}^2$
sh 11 atas	$= (1,4 \times 2,770) + 2 \times 0 \sqrt{2,770}$	$= 3,878 \text{ t/m}^2$
sh 11 bawah	$= (1,4 \times 1) + 2 \times 2,8 \sqrt{1}$	$= 7 \text{ t/m}^2$
sh 12 atas	$= (5,6 \times 1) + 2 \times 2,8 \sqrt{1}$	$= 11,2 \text{ t/m}^2$
sh 12 bawah	$= (5,6 \times 1,874) + 2 \times 6,25 \sqrt{1,874}$	$= 27,603 \text{ t/m}^2$
sh 13 atas	$= (7,2 \times 1,874) + 2 \times 6,25 \sqrt{1,874}$	$= 30,601 \text{ t/m}^2$
sh 13 bawah	$= (7,2 \times 4,023) + 2 \times 20 \sqrt{4,023}$	$= 109,192 \text{ t/m}^2$
sh 14 atas	$= (10,2 \times 4,023) + 2 \times 20 \sqrt{4,023}$	$= 121,260 \text{ t/m}^2$
sh 14 bawah	$= (10,2 \times 4,599) + 2 \times 0 \sqrt{4,599}$	$= 46,909 \text{ t/m}^2$
sh 15 atas	$= ((13,2 \times 4,599) + 2 \times 0 \sqrt{4,599})$	$= 60,706 \text{ t/m}^2$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{h15 \text{ bawah}} &= ((13,2 \times 4,599) + 2 \times 0 \sqrt{4,599}) = 60,706 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_{h16 \text{ atas}} &= ((13,2+d_0) \times 4,599) + 2 \times 0 \sqrt{4,599} = \\
 &= 4,599d_0 + 60,706 \text{ t/m}^2 \\
 \sigma_{h \text{ air}} &= d_0 + 30,63 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$


### 5.2.2 Perhitungan Gaya Aktif dan Pasif serta Persamaan Momen

Dari gaya – gaya horizontal aktif dan pasif di sub bab 5.2.1 c dapat dibuat diagram tegangan horizontal, diagram tegangan horizontal aktif dan pasif tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Diagram Tekanan Horizontal Tanah Turap Tanpa Angkur

**a. Perhitungan Gaya Horizontal**

Gaya Horizontal  = Tegangan Horizontal x Ketebalan

Gaya Horizontal  =  $\frac{1}{2}$  x Tegangan Horizontal x Ketebalan

Gaya Aktif (Pa)

Pa1	= 1 x 5	= 5 ton
Pa2	= $\frac{1}{2}$ x (2,333 – 1) x 5	= 3,333 ton
Pa3	= 0	= 0 ton
Pa4	= 0	= 0 ton
Pa5	= 4,4 x 3	= 13,2 ton
Pa6	= $\frac{1}{2}$ x (6,2 – 4,4) x 3	= 2,7 ton
Pa7	= 4,044 x 9	= 36,39 ton
Pa8	= $\frac{1}{2}$ x (4,693 – 4,044) x 9	= 2,924 ton
Pa9	= 7,4 x 7	= 51,8 ton
Pa10	= $\frac{1}{2}$ x (11,6 – 7,4) x 7	= 14,7 ton
Pa11	= 0,048 x 2	= 0,096 ton
Pa12	= $\frac{1}{2}$ x (0,902 – 0,048) x 2	= 0,650 ton
Pa13	= 0	= 0 ton
Pa14	= 0	= 0 ton
Pa15	= 4,740 x 3	= 14,221 ton
Pa16	= $\frac{1}{2}$ x (5,393 – 4,740) x 3	= 0,978 ton
Pa17	= 5,393 x D0	= 5,393.D0 ton
Pa18	= $\frac{1}{2}$ x ((0,217D0 + 5,393) – 5,393) x D0	= 0,109 D0 <sup>2</sup> ton
Pwa	= $\frac{1}{2}$ x (34 + D0) x (34 + D0)	= 0,5D0 <sup>2</sup> + 34D0 + 578 ton

Gaya Pasif (Pp)

Pp1	= $\frac{1}{2}$ x 3,878 x 7	= 13,572 ton
Pp2	= 7 x 7	= 49 ton
Pp3	= $\frac{1}{2}$ x (11,2 – 7) x 7	= 14,7 ton
Pp4	= 27,603 x 2	= 55,206 ton
Pp5	= $\frac{1}{2}$ x (30,601 – 27,603) x 2	= 2,998 ton
Pp6	= 109,192 x 3	= 327,575 ton
Pp7	= $\frac{1}{2}$ x (121,26 – 109,192) x 3	= 18,103 ton
Pp8	= 46,909 x 3	= 140,727 ton
Pp9	= $\frac{1}{2}$ x (60,706 – 46,909) x 3	= 20,695 ton
Pp10	= 60,706 x D0	= 60,706.D0 ton

$$\begin{aligned}
 Pp11 &= \frac{1}{2} \times ((4,599D0+60,706)-60,706) \times D0 = 2,299.D0^2 \text{ ton} \\
 Pwp &= \frac{1}{2} \times (30,63 + D0) \times (30,63 + D0) = 0,5D0^2 + 30,63D0 + 469,098
 \end{aligned}$$

### b. Perhitungan Momen

Momen = Gaya (ton) x Lengan (m)

Lengan adalah jarak titik berat gaya ke titik momen O di ujung kedalaman turap tanpa angkur.

#### Momen Aktif

$$\begin{aligned}
 Ma1 &= 5 \times (D0 + 32,5) = 5D0 + 162,5 \text{ t-m} \\
 Ma2 &= 3,333 \times (D0 + 31,667) = 3,333D0 + 105,556 \text{ t-m} \\
 Ma3 &= 0 = 0 \text{ t-m} \\
 Ma4 &= 0 = 0 \text{ t-m} \\
 Ma5 &= 13,2 \times (D0 + 25,5) = 13,2D0 + 336,6 \text{ t-m} \\
 Ma6 &= 2,7 \times (D0 + 25) = 2,7D0 + 67,5 \text{ t-m} \\
 Ma7 &= 36,39 \times (D0 + 19,5) = 36,39D0 + 709,647 \text{ t-m} \\
 Ma8 &= 2,924 \times (D0 + 18) = 2,924D0 + 52,639 \text{ t-m} \\
 Ma9 &= 51,8 \times (D0 + 11,5) = 51,8D0 + 595,7 \text{ t-m} \\
 Ma10 &= 14,7 \times (D0 + 10,333) = 14,7D0 + 151,9 \text{ t-m} \\
 Ma11 &= 0,096 \times (D0 + 7) = 0,096D0 + 0,670 \text{ t-m} \\
 Ma12 &= 0,650 \times (D0 + 6,667) = 0,650D0 + 4,332 \text{ t-m} \\
 Ma13 &= 0 = 0 \text{ t-m} \\
 Ma14 &= 0 = 0 \text{ t-m} \\
 Ma15 &= 14,221 \times (D0 + 1,5) = 14,221D0 + 21,331 \text{ t-m} \\
 Ma16 &= 0,978 \times (D0 + 1) = 0,978D0 + 0,978 \text{ t-m} \\
 Ma17 &= 5,393D0 \times (0,5D0) = 2,696 D0^2 \text{ t-m} \\
 Ma18 &= 0,109D0^2 \times (0,333D0) = 0,036 D0^3 \text{ t-m} \\
 Mwa &= (0,5D0^2 + 34D0 + 578) \times (0,333D0 + 11,333) \\
 &= 0,1637D0^3 + 17D0^2 + 578D0 + 6550,67 \text{ t-m}
 \end{aligned}$$

#### Momen Pasif

$$\begin{aligned}
 Mp1 &= 13,572 \times (D0 + 17,333) = 13,572D0 + 235,251 \text{ t-m} \\
 Mp2 &= 49 \times (D0 + 11,5) = 49D0 + 563,5 \text{ t-m} \\
 Mp3 &= 14,7 \times (D0 + 10,333) = 14,7D0 + 151,9 \text{ t-m} \\
 Mp4 &= 55,206 \times (D0 + 7) = 55,206D0 + 386,444 \text{ t-m} \\
 Mp5 &= 2,998 \times (D0 + 6,667) = 2,998D0 + 19,986 \text{ t-m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Mp6 &= 327,575 \times (D0 + 4,5) &&= 327,575D0 + 1474,09 \text{ t-m} \\
Mp7 &= 18,103 \times (D0 + 4) &&= 18,103D0 + 72,410 \text{ t-m} \\
Mp8 &= 140,727 \times (D0 + 1,5) &&= 140,727D0 + 211,09 \text{ t-m} \\
Mp9 &= 20,695 \times (D0 + 1) &&= 20,695D0 + 20,695 \text{ t-m} \\
Mp10 &= 60,706D0 \times (0,5D0) &&= 30,353 D0^2 \text{ t-m} \\
Mp11 &= 2,299D0^2 \times (0,333D0) &&= 0,766 D0^3 \text{ t-m} \\
Mwp &= (0,5D0^2 + 30,63D0 + 469,098) \times (0,333D0 + 10,21) \\
&= 0,167D0^3 + 15,315D0^2 + 469,098D0 + 4789,5 \text{ t-m}
\end{aligned}$$

### Persamaan Momen

$$\begin{aligned}
\Sigma \text{ Momen} &= \text{Total Momen Aktif} - \text{Total Momen Pasif} = 0 \\
-0,730D0^3 - 25,972D0^2 - 387,679D0 + 835,161 &= 0
\end{aligned}$$

### 5.2.3 Menentukan Kedalaman dan Total Panjang Dinding

Kedalaman dinding atau  $D0$  dapat dihitung dengan cara mengakarkan persamaan momen = 0 (kondisi setimbang). Akar – akar didapatkan dengan cara *trial and error*.

Adapun persamaan momen yang telah ditemukan pada subbab 5.2.2 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\Sigma \text{ Momen} &= 0 \\
-0,730D0^3 - 25,972D0^2 - 387,679D0 + 835,161 &= 0
\end{aligned}$$

$$D0 = 1,89961 \text{ m}$$

Akar  $D0$  yang didapat dari persamaan momen tersebut adalah sebesar 1,89961 m. Sehingga panjang tertanam dan total panjang dinding adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{Panjang Tertanam} &= 23,89961 \text{ m} \\
\text{Total Panjang} &= 36,89961 \text{ m} \approx 37 \text{ m}
\end{aligned}$$

### 5.2.4 Menentukan Momen Maksimum

Letak dan besar momen maksimum yang terjadi pada turap dapat ditemukan dengan cara mengurangi total gaya aktif dengan total gaya pasif atau menurunkan persamaan momen yang telah didapat pada subbab 5.2.3. Namun pada perencanaan ini, penulis langsung memodelkan turap dengan total panjang yang telah memenuhi ( $SF = \text{Momen Penahan}/\text{Momen Pendorong} \geq 1$ ) pada program PLAXIS v8.6. Sehingga didapatkan momen maksimum sebagai berikut :

Besar momen maksimum yang terjadi hasil run dari program PLAXIS adalah 466 ton-m = 46600000 kg-cm. Momen maksimum ini yang akan menentukan profil yang direncanakan dapat memenuhi persyaratan keamanan atau tidak memenuhi persyaratan keamanan pada sub bab selanjutnya.

### 5.2.5 Perencanaan Profil Dinding *Concrete Sheet Pile*

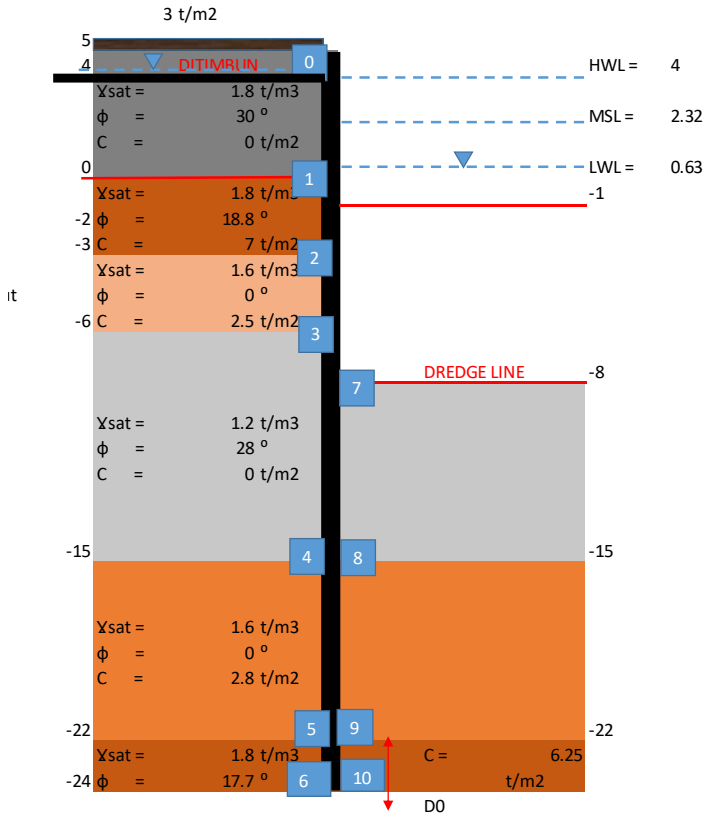
Profil *concrete sheet pile* dapat dihitung melalui *section modulus*. Nilai *section modulus* akibat momen yang bekerja didapatkan dengan membagi  $M_{max}$  dengan tegangan ijin, yakni sebesar 1500 kg/cm<sup>2</sup>, sehingga diperoleh *section modulus* sebesar.

$$Section\ modulus = \frac{46600000}{1500} = 31066,67\ cm^3/m$$

Berdasarkan profil turap dari Adhi Beton yang dapat dilihat pada **Lampiran 1**, *section modulus* profil turap terbesar adalah 25530 cm<sup>3</sup>. Dapat disimpulkan bahwa *section modulus* rencana lebih besar dari *section modulus* profil di pasaran. Percobaan permodelan pada PLAXIS v8.6 juga dapat dilihat pada **Lampiran 2** dengan hasil displacement 1.89 m yang mana tidak memenuhi persyaratan keamanan pada SNI 8460 2017 ps 10.3.8.2 tentang toleransi defleksi dinding yaitu 0,5% H galian, yang berarti pada perencanaan ini maksimum defleksi adalah 6,5 cm. Dengan alasan turap beresiko menyebabkan ground loss, penurunan tanah dibelakang dinding, dan kebocoran dinding, perencanaan turap *free-standing* tidak memenuhi persyaratan keamanan sebagai konstruksi penahan tanah pada Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, perhitungan turap dengan angkur akan dibahas pada subbab berikutnya.

### 5.3 Perencanaan Turap Dengan Angkur

Perencanaan dinding tanpa angkur dianalisis secara manual berdasarkan geometri perencanaan seperti pada Gambar 5.4 dibawah ini. Turap diletakkan 1,5 meter dari permukaan tanah dan D0 berada dibawah elevasi -22 meter.



Gambar 5.4 Geometri Perencanaan Turap Berangkur

### 5.3.1 Perhitungan Tegangan Horizontal Aktif dan Pasif

Perhitungan tegangan tanah horizontal aktif dan pasif menggunakan Persamaan 2.4 dan 2.11. Berikut adalah tahap perhitungan tegangan horizontal:

#### a. Mencari $K_a$ dan $K_p$

$$K_a = \tan^2 (45 - \Phi/2)$$

$$K_p = \tan^2 (45 + \Phi/2)$$

$$K_a \text{ timbunan} = \tan^2 (45 - 30/2) = 0,333$$

$$K_a 1 = \tan^2 (45 - 18,8/2) = 0,513$$

$$K_a 2 = \tan^2 (45 - 0/2) = 1$$

$$K_a 3 = \tan^2 (45 - 28/2) = 0,361$$



$$\begin{aligned}
 Ka\ 4 &= \tan^2 (45 - 0/2) &= 1 \\
 Ka\ 5 &= \tan^2 (45 - 17,7/2) &= 0,534 \\
 Kp\ 1 &= \tan^2 (45 + 28/2) &= 2,770 \\
 Kp\ 2 &= \tan^2 (45 + 0/2) &= 1 \\
 Kp\ 3 &= \tan^2 (45 + 17,7/2) &= 1,874
 \end{aligned}$$

### b. Perhitungan tegangan vertikal ( $\sigma_v'$ )

#### Aktif

$$\begin{aligned}
 \sigma_v' &= q + (\gamma' \times h) \\
 \sigma_v'0 &= q &= 3\ \text{t/m}^2 \\
 \sigma_v'1 &= 3 + (1,8 - 1) \times 5 &= 7\ \text{t/m}^2 \\
 \sigma_v'2 &= 7 + (1,8 - 1) \times 3 &= 9,4\ \text{t/m}^2 \\
 \sigma_v'3 &= 9,4 + (1,6 - 1) \times 3 &= 11,2\ \text{t/m}^2 \\
 \sigma_v'4 &= 11,2 + (1,2 - 1) \times 9 &= 13\ \text{t/m}^2 \\
 \sigma_v'5 &= 13 + (1,6 - 1) \times 7 &= 17,2\ \text{t/m}^2 \\
 \sigma_v'6 &= 17,2 + (1,8 - 1) \times D0 &= 0,8D0 + 17,2\ \text{t/m}^2
 \end{aligned}$$

#### Pasif

$$\begin{aligned}
 \sigma_v'7 &= 0 \\
 \sigma_v'8 &= 0 + (1,2 - 1) \times 7 &= 1,4\ \text{t/m}^2 \\
 \sigma_v'9 &= 1,4 + (1,6 - 1) \times 7 &= 5,6\ \text{t/m}^2 \\
 \sigma_v'10 &= 5,6 + (1,8 - 1) \times D0 &= 0,8D0 + 5,6\ \text{t/m}^2
 \end{aligned}$$

### c. Perhitungan tegangan horizontal ( $\sigma_h$ )

$$\begin{aligned}
 \sigma_h\ \text{aktif} &= (\sigma_v' \times Ka) - 2c \sqrt{Ka} \\
 \sigma_h\ \text{pasif} &= (\sigma_v' \times Kp) - 2c \sqrt{Kp}
 \end{aligned}$$

#### Aktif

$$\begin{aligned}
 \sigma_h\ 0\ \text{bawah} &= (3 \times 0,333) - 2 \times 0 \sqrt{0,333} &= 1\ \text{t/m}^2 \\
 \sigma_h\ 1\ \text{atas} &= (7 \times 0,333) - 2 \times 0 \sqrt{0,333} &= 2,333\ \text{t/m}^2 \\
 \sigma_h\ 1\ \text{bawah} &= (7 \times 0,513) - 2 \times 7 \sqrt{0,513} &= -6,435\ \text{t/m}^2 \\
 \sigma_h\ 2\ \text{atas} &= (9,4 \times 0,513) - 2 \times 7 \sqrt{0,513} &= -5,205\ \text{t/m}^2 \\
 \sigma_h\ 2\ \text{bawah} &= (9,4 \times 1) - 2 \times 2,5 \sqrt{1} &= 4,4\ \text{t/m}^2
 \end{aligned}$$

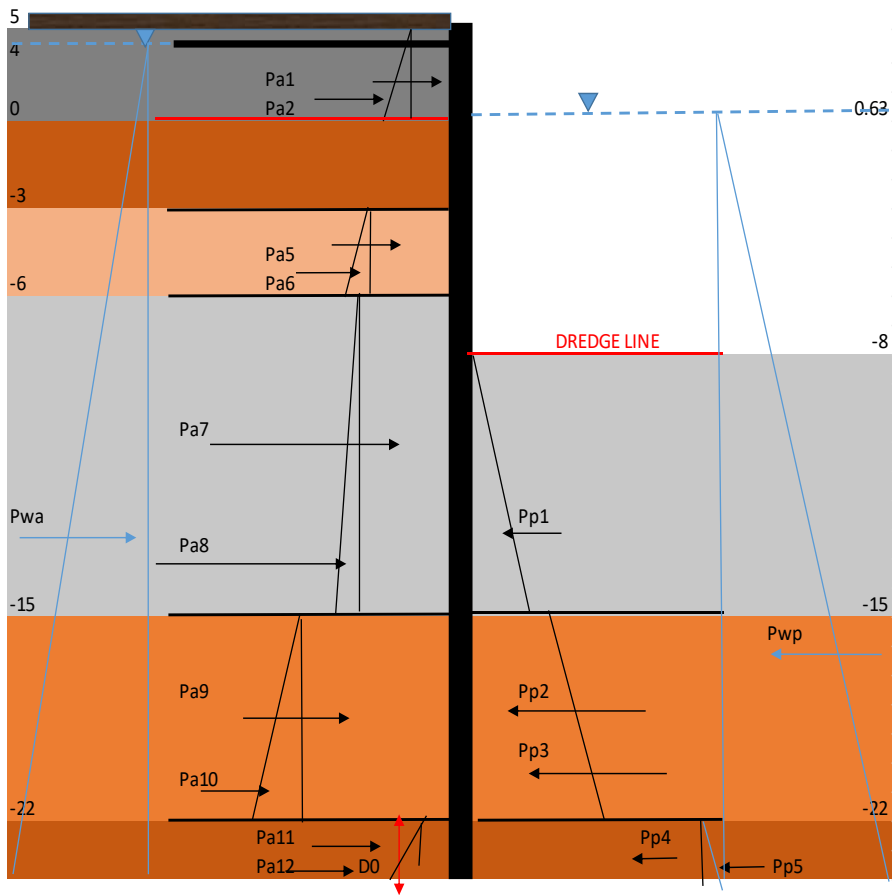
$$\begin{aligned}
\sigma_3 \text{ atas} &= (11,2 \times 1) - 2 \times 2,5 \sqrt{1} &&= 6,2 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_3 \text{ bawah} &= (11,2 \times 0,361) - 2 \times 0 \sqrt{0,361} &&= 4,044 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_4 \text{ atas} &= (13 \times 0,361) - 2 \times 0 \sqrt{0,361} &&= 4,693 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_4 \text{ bawah} &= (13 \times 1) - 2 \times 2,8 \sqrt{1} &&= 7,4 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_5 \text{ atas} &= (17,2 \times 1) - 2 \times 2,8 \sqrt{1} &&= 11,6 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_5 \text{ bawah} &= (17,2 \times 0,534) - 2 \times 6,25 \sqrt{0,534} &&= 0,048 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_6 \text{ atas} &= ((0,8D_0 + 17,2) \times 0,534) - 2 \times 6,25 \sqrt{0,534} \\
&= 0,427D_0 + 0,048 \text{ t/m}^2 \\
\sigma \text{ air} &= D_0 + 26 \text{ t/m}^2
\end{aligned}$$

### Pasif

$$\begin{aligned}
\sigma_7 \text{ bawah} &= (0 \times 2,770) + 2 \times 0 \sqrt{0,2,770} &&= 0 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_8 \text{ atas} &= (1,4 \times 2,770) + 2 \times 0 \sqrt{2,770} &&= 3,878 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_8 \text{ bawah} &= (1,4 \times 1) + 2 \times 2,8 \sqrt{1} &&= 7 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_9 \text{ atas} &= (5,6 \times 1) + 2 \times 2,8 \sqrt{1} &&= 11,2 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_9 \text{ bawah} &= (5,6 \times 1,874) + 2 \times 6,25 \sqrt{1,874} &&= 27,603 \text{ t/m}^2 \\
\sigma_{10} \text{ atas} &= ((0,8D_0 + 5,6) \times 1,874) + 2 \times 6,25 \sqrt{1,874} \\
&= 1,499D_0 + 27,603 \text{ t/m}^2 \\
\sigma \text{ air} &= D_0 + 22,63 \text{ t/m}^2
\end{aligned}$$

### **5.3.2 Perhitungan Gaya Aktif dan Pasif serta Persamaan Momen**


Dari gaya – gaya horizontal aktif dan pasif di sub bab 5.3.1 c dapat dibuat diagram tegangan horizontal, diagram tegangan horizontal aktif dan pasif tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.5.



**Gambar 5.5** Diagram Tekanan Horizontal Tanah Turap Berangkur

**a. Perhitungan Gaya Horizontal**

Gaya Horizontal  = Tegangan Horizontal x Ketebalan

Gaya Horizontal  = 1/2 x Tegangan Horizontal x Ketebalan

Gaya Aktif (Pa)

Pa1 = 1 x 5 = 5 ton

Pa2 = 1/2 x (2,333 - 1) x 5 = 3,333 ton

Pa3	= 0	= 0 ton
Pa4	= 0	= 0 ton
Pa5	= 4,4 x 3	= 13,2 ton
Pa6	= $\frac{1}{2} \times (6,2 - 4,4) \times 3$	= 2,7 ton
Pa7	= 4,044 x 9	= 36,39 ton
Pa8	= $\frac{1}{2} \times (4,693 - 4,044) \times 9$	= 2,924 ton
Pa9	= 7,4 x 7	= 51,8 ton
Pa10	= $\frac{1}{2} \times (11,6 - 7,4) \times 7$	= 14,7 ton
Pa11	= 0,048 x D0	= 0,048D0 ton
Pa12	= $\frac{1}{2} \times ((0,427D0 + 0,048) - 0,048) \times D0$	= 0,213 D0 <sup>2</sup> ton
Pwa ton	= $\frac{1}{2} \times (26 + D0) \times (26 + D0)$	= 0,5D0 <sup>2</sup> + 26D0 + 338

### Gaya Pasif (Pp)

Pp1	= $\frac{1}{2} \times 3,878 \times 7$	= 13,572 ton
Pp2	= 7 x 7	= 49 ton
Pp3	= $\frac{1}{2} \times (11,2 - 7) \times 7$	= 14,7 ton
Pp4	= 27,603 x D0	= 27,603D0 ton
Pp5	= $\frac{1}{2} \times ((1,499D0 + 27,603) - 27,603) \times D0$	= 0,749.D0 <sup>2</sup> ton
Pwp	= $\frac{1}{2} \times (22,63 + D0) \times (22,63 + D0)$	= 0,5D0 <sup>2</sup> + 22,63D0 + 256,058 ton

### **b. Perhitungan Momen**

Momen = Gaya (ton) x Lengan (m)

Lengan adalah jarak titik berat gaya ke titik angkur yaitu 1,5 meter dibawah permukaan tanah.

### Momen Aktif

Ma1	= 5 x (1)	= 5 t-m
Ma2	= 3,333 x (1,833)	= 6,111 t-m
Ma3	= 0	= 0 t-m
Ma4	= 0	= 0 t-m
Ma5	= 13,2 x (8)	= 105,6 t-m
Ma6	= 2,7 x (8,5)	= 22,95 t-m
Ma7	= 36,39 x (14)	= 509,49 t-m
Ma8	= 2,924 x (15,5)	= 45,328 t-m
Ma9	= 51,8 x (22)	= 1139,6 t-m
Ma10	= 14,7 x (23,167)	= 340,55 t-m

$$\begin{aligned} \text{Ma11} &= 0,048D0 \times (0,5D0 + 25,5) = 0,024D0^2 + 1,219D0 \text{ t-m} \\ \text{Ma12} &= 0,213D0^2 \times (0,667D0 + 25,5) = 0,142D0^3 + 5,444D0^2 \text{ t-m} \\ \text{Mwa} &= (0,5D0^2 + 26D0 + 338) \times (0,667D0 + 16,833) \\ &= 0,333D0^3 + 25,75D0^2 + 663D0 + 5689,67 \text{ t-m} \end{aligned}$$

#### Momen Pasif

$$\begin{aligned} \text{Mp1} &= 13,572 \times (16,167) = 219,416 \text{ t-m} \\ \text{Mp2} &= 49 \times (22) = 1078 \text{ t-m} \\ \text{Mp3} &= 14,7 \times (23,167) = 340,55 \text{ t-m} \\ \text{Mp4} &= 27,603D \times (0,5D0 + 25,5) = 13,802D0^2 + 703,879D0 \text{ t-m} \\ \text{Mp5} &= 0,749D0^2 \times (0,667D0 + 25,5) = 0,450D0^3 + 19,112D0^2 \text{ t-m} \\ \text{Mwp} &= (0,5D0^2 + 22,63D0 + 256,058) \times (0,667D0 + 17,957) \\ &= 0,333D0^3 + 24,065D0^2 + 577,065D0 + 4597,96 \text{ t-m} \end{aligned}$$

#### Persamaan Momen

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ Momen} &= \text{Total Momen Aktif} - \text{Total Momen Pasif} = 0 \\ -0,357D0^3 - 25,761D0^2 - 616,725D0 + 1628,37 &= 0 \end{aligned}$$

### 5.3.3 Menentukan Kedalaman dan Panjang Total Dinding

Kedalaman dinding atau  $D0$  dapat dihitung dengan cara mengakarkan persamaan momen = 0 (kondisi setimbang). Akar – akar didapatkan dengan cara *trial and error*.

Adapun persamaan momen yang telah ditemukan pada subbab 5.3.2 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ Momen} &= 0 \\ -0,357D0^3 - 25,761D0^2 - 616,725D0 + 1628,37 &= 0 \end{aligned}$$

$$D0 = 2,3932$$

Akar  $D0$  yang didapat dari persamaan momen tersebut adalah sebesar 2,3932 m. Sehingga panjang tertanam dan total panjang dinding adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Panjang Tertanam} &= 16,3932 \text{ m} \\ \text{Total Panjang} &= 29,3932 \text{ m} \approx 30 \text{ m} \end{aligned}$$

### 5.3.4 Menentukan Momen Maksimum

Letak dan besar momen maksimum yang terjadi pada turap dapat ditemukan dengan cara mengurangi total gaya aktif dengan total gaya pasif atau menurunkan persamaan momen yang telah didapat pada

subbab 5.3.2. Pada perencanaan turap dengan angkur penulis juga langsung memodelkan turap dengan total panjang yang telah memenuhi ( $SF = \text{Momen Penahan} / \text{Momen Pendorong} \geq 1$ ) pada program PLAXIS v8.6. Sehingga didapatkan momen maksimum sebagai berikut :

Besar momen maksimum yang terjadi hasil run dari program PLAXIS adalah  $103 \text{ ton-m} = 10300000 \text{ kg-cm}$ . Momen maksimum ini yang akan menentukan profil yang direncanakan dapat memenuhi persyaratan keamanan atau tidak memenuhi persyaratan keamanan pada sub bab selanjutnya.

### 5.3.5 Perencanaan Profil Dinding *Secant Pile*

Dimesni profil *secant pile* didapatkan menggunakan program bantu SP COLUMN dengan memasukkan input beban, asumsi diameter, dan tulangan utama. Beban yang dimasukkan adalah beban aksial dan momen maksimum dengan besar  $30 \text{ kN}$  dan momen  $1030 \text{ kNm}$  yang didapat dari perhitungan sebelumnya. Berikut merupakan hasil rekapitulasi dari SP COLUMN:

$d = 800 \text{ mm}$   
 tulangan utama = 16 D29

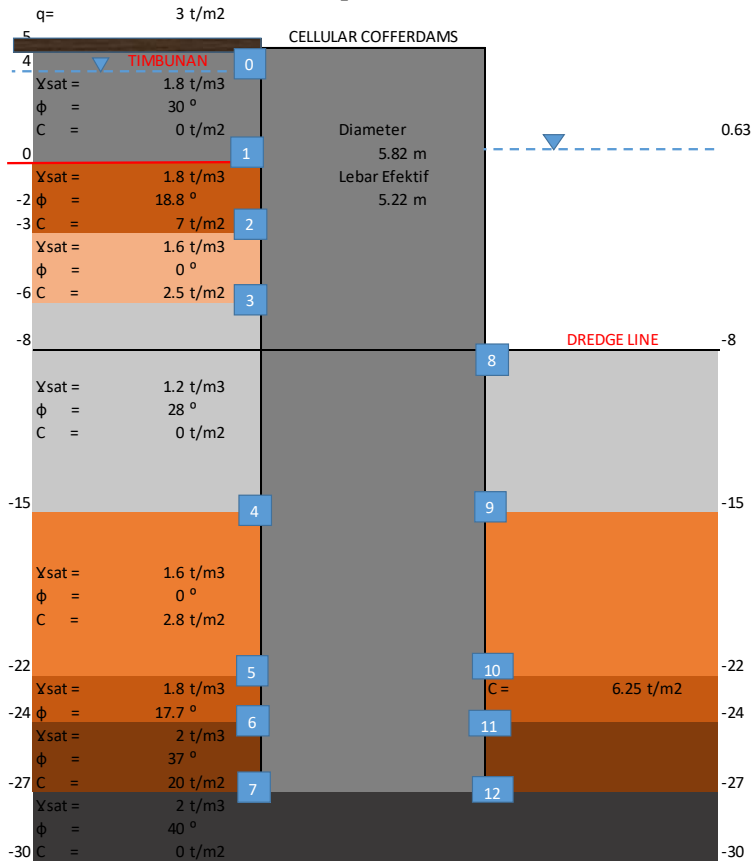
Dari trial and error penentuan diameter dan tulangan utama secant pile yang aman seperti yang terdapat pada **Lampiran 2**, didapatkan diameter  $800 \text{ mm}$  dan tulangan 16 D29. Kemudian dilakukan permodelan kembali pada program bantu PLAXIS v8.6 dengan angkur horizontal  $1,5 \text{ m}$  dibawah permukaan seperti pada **Lampiran 2**. Didapatkan defleksi dari turap sebesar  $12,3 \text{ cm}$  dimana masih melebihi batas syarat defleksi menurut SNI 8460 2017 yaitu  $6,5 \text{ cm}$ . Oleh karena itu, perencanaan turap berangkur dengan profil *secant pile* masih tidak dapat memenuhi persyaratan keamanan karena dikhawatirkan akan terjadi ground loss, penurunan tanah dibelakang dinding, dan kebocoran dinding.

### 5.4 Perencanaan *Cellular Cofferdams*

Perencanaan *Cellular Cofferdams* sebagai konstruksi penahan tanah pada tugas akhir ini dilakukan karena pada kedua alternatif yang telah direncanakan tidak dapat memenuhi standar keamanan dalam merencanakan konstruksi penahan tanah. Berikut adalah tahapan perhitungan konstruksi penahan tanah *Cellular Cofferdams* pada tugas akhir ini.

### 5.4.1 Penentuan Diameter dan Kedalaman *Cellular Cofferdams*

Asumsi diameter, lebar efektif, dan kedalaman dari *Cellular Cofferdams* dilakukan sebagai tahapan pertama dari menghitung penahan tanah ini, asumsi tersebut dapat dilihat pada gambar geometri perencanaan *Cellular Cofferdams* pada Gambar 5.6 berikut ini.



Gambar 5.6 Geometri Perencanaan *Cellular Cofferdams*

### 5.4.2 Perhitungan Menggunakan Hansen's Method

Perhitungan stabilitas *Cellular Cofferdams* pada Tugas Akhir ini dilakukan menggunakan metode Hansen's seperti pada persamaan 2.26 sampai 2.30 dengan cara mengasumsikan kedalaman dan profil terlebih

dahulu untuk kemudian dihitung stabilitas keamanannya. Asumsi kedalaman dan profil dari *Cellular Cofferdams* adalah sebagai berikut.

Kedalaman dari <i>dredge line</i>	: 19 m
Total panjang	: 32 m
Diameter (D)	: 5,82 m
Lebar efektif (B')	: 5,22 m

Adapun tahapan perhitungan tegangan sampai pada gaya aktif dan pasif horizontal dilakukan sama seperti pada Sub Bab 5.3, dengan perbedaan kedalaman telah diasumsikan.

### 1. Mencari Ka dan Kp

$$K_a = \tan^2 (45 - \Phi/2)$$

$$K_p = \tan^2 (45 + \Phi/2)$$

Ka timbunan	= $\tan^2 (45 - 30/2)$	= 0,333
Ka 1	= $\tan^2 (45 - 18,8/2)$	= 0,513
Ka 2	= $\tan^2 (45 - 0/2)$	= 1
Ka 3	= $\tan^2 (45 - 28/2)$	= 0,361
Ka 4	= $\tan^2 (45 - 0/2)$	= 1
Ka 5	= $\tan^2 (45 - 17,7/2)$	= 0,534
Kp 1	= $\tan^2 (45 + 28/2)$	= 2,770
Kp 2	= $\tan^2 (45 + 0/2)$	= 1
Kp 3	= $\tan^2 (45 + 17,7/2)$	= 1,874

### 2. Perhitungan tegangan vertikal ( $\sigma_v'$ )

#### Aktif

$\sigma_v'$	= $q + (\gamma' \times h)$	
$\sigma_v'0$	= $q$	= 3 t/m <sup>2</sup>
$\sigma_v'1$	= $3 + (1,8 - 1) \times 5$	= 7 t/m <sup>2</sup>
$\sigma_v'2$	= $7 + (1,8 - 1) \times 3$	= 9,4 t/m <sup>2</sup>
$\sigma_v'3$	= $9,4 + (1,6 - 1) \times 3$	= 11,2 t/m <sup>2</sup>
$\sigma_v'4$	= $11,2 + (1,2 - 1) \times 9$	= 13 t/m <sup>2</sup>
$\sigma_v'5$	= $13 + (1,6 - 1) \times 7$	= 17,2 t/m <sup>2</sup>
$\sigma_v'6$	= $17,2 + (1,8 - 1) \times 2$	= 18,8 t/m <sup>2</sup>
$\sigma_v'7$	= $18,8 + (2 - 1) \times 3$	= 21,8 t/m <sup>2</sup>



Pasif

$$\begin{aligned}\sigma_v'8 &= 0 \\ \sigma_v'9 &= 0 + (1,2 - 1) \times 7 = 1,4 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_v'10 &= 1,4 + (1,6 - 1) \times 7 = 5,6 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_v'11 &= 5,6 + (1,8 - 1) \times 2 = 7,2 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_v'12 &= 7,2 + (2 - 1) \times 3 = 10,2 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

**3. Perhitungan tegangan horizontal ( $\sigma'h$ )**

$$\begin{aligned}\sigma_h \text{ aktif} &= (\sigma_v' \times K_a) - 2c \sqrt{K_a} \\ \sigma_h \text{ pasif} &= (\sigma_v' \times K_p) - 2c \sqrt{K_p}\end{aligned}$$

Aktif

$$\begin{aligned}\sigma_h 0 \text{ bawah} &= (3 \times 0,333) - 2 \times 0 \sqrt{0,333} = 1 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_h 1 \text{ atas} &= (7 \times 0,333) - 2 \times 0 \sqrt{0,333} = 2,333 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_h 1 \text{ bawah} &= (7 \times 0,513) - 2 \times 7 \sqrt{0,513} = -6,435 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_h 2 \text{ atas} &= (9,4 \times 0,513) - 2 \times 7 \sqrt{0,513} = -5,205 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_h 2 \text{ bawah} &= (9,4 \times 1) - 2 \times 2,5 \sqrt{1} = 4,4 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_h 3 \text{ atas} &= (11,2 \times 1) - 2 \times 2,5 \sqrt{1} = 6,2 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_h 3 \text{ bawah} &= (11,2 \times 0,361) - 2 \times 0 \sqrt{0,361} = 4,044 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_h 4 \text{ atas} &= (13 \times 0,361) - 2 \times 0 \sqrt{0,361} = 4,693 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_h 4 \text{ bawah} &= (13 \times 1) - 2 \times 2,8 \sqrt{1} = 7,4 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_h 5 \text{ atas} &= (17,2 \times 1) - 2 \times 2,8 \sqrt{1} = 11,6 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_h 5 \text{ bawah} &= (17,2 \times 0,534) - 2 \times 6,25 \sqrt{0,534} = 0,048 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_h 6 \text{ atas} &= (18,8 \times 0,534) - 2 \times 6,25 \sqrt{0,534} = 0,902 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_h 6 \text{ bawah} &= (18,8 \times 0,249) - 2 \times 20 \sqrt{0,249} = -15,270 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_h 7 \text{ atas} &= (21,8 \times 0,249) - 2 \times 20 \sqrt{0,249} = -14,524 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_h \text{ air} &= (4 - (-27)) \times 1 = 31 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

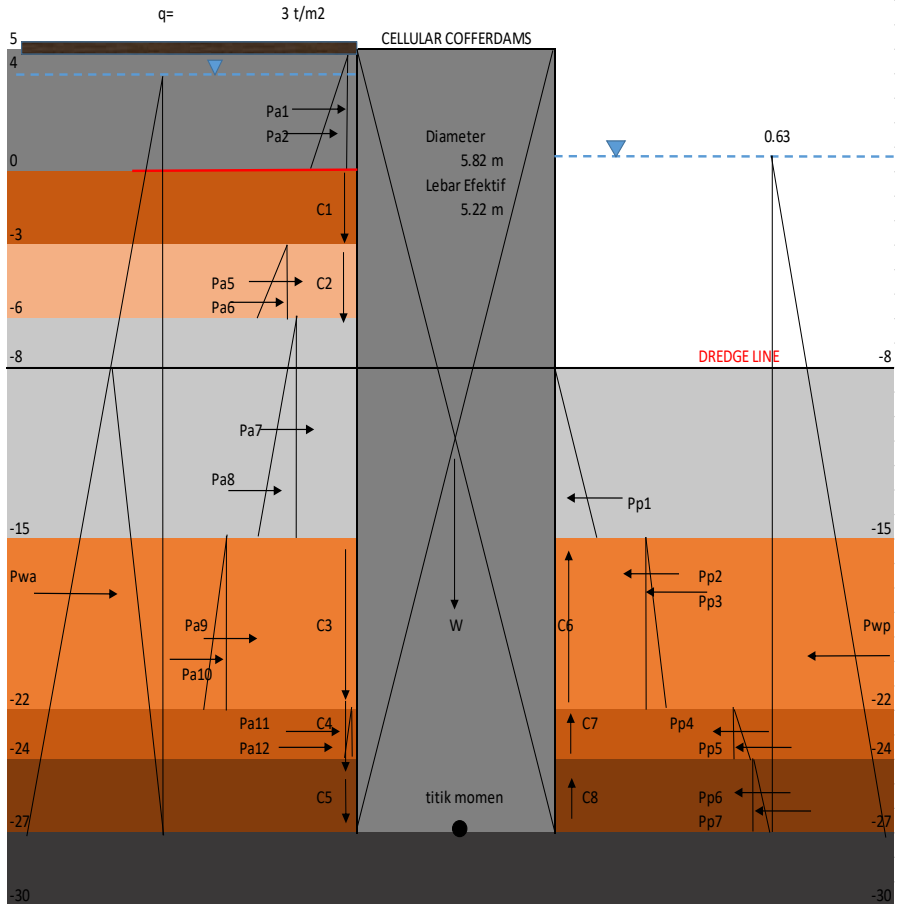
Pasif

$$\begin{aligned}\sigma_h 8 \text{ bawah} &= (0 \times 2,770) + 2 \times 0 \sqrt{0,2,770} = 0 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_h 9 \text{ atas} &= (1,4 \times 2,770) + 2 \times 0 \sqrt{2,770} = 3,878 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_h 9 \text{ bawah} &= (1,4 \times 1) + 2 \times 2,8 \sqrt{1} = 7 \text{ t/m}^2 \\ \sigma_h 10 \text{ atas} &= (5,6 \times 1) + 2 \times 2,8 \sqrt{1} = 11,2 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$


$$\begin{aligned}
\sigma_{h\ 10\ \text{bawah}} &= (5,6 \times 1,874) + 2 \times 6,25 \sqrt{1,874} &= 27,603\ \text{t/m}^2 \\
\sigma_{h\ 11\ \text{atas}} &= (7,2 \times 1,874) + 2 \times 6,25 \sqrt{1,874} &= 30,601\ \text{t/m}^2 \\
\sigma_{h\ 11\ \text{bawah}} &= (7,2 \times 4,023) + 2 \times 20 \sqrt{4,023} &= 109,192\ \text{t/m}^2 \\
\sigma_{h\ 12\ \text{atas}} &= (10,2 \times 4,023) + 2 \times 20 \sqrt{4,023} &= 121,260\ \text{t/m}^2 \\
\sigma_{h\ \text{air}} &= (0,63 - (-27)) \times 1 &= 27,63\ \text{t/m}^2
\end{aligned}$$


#### 4. Perhitungan Gaya

Dari tegangan - tegangan horizontal aktif dan pasif di sub bab 5.4.2 (3) dapat dibuat diagram tegangan dan juga komponen gaya lainnya. Diagram tegangan horizontal aktif dan pasif tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.7.



**Gambar 5.7** Diagram Tekanan Tanah Horizontal dan Vertikal Cellular Cofferdams

Gaya Horizontal  = Tegangan Horizontal x Ketebalan

Gaya Horizontal  = 1/2 x Tegangan Horizontal x Ketebalan

Gaya Aktif (Pa)

$$Pa1 = 1 \times 5 = 5 \text{ ton}$$

$$Pa2 = \frac{1}{2} \times (2,333 - 1) \times 5 = 3,333 \text{ ton}$$

Pa3	= 0	= 0 ton
Pa4	= 0	= 0 ton
Pa5	= 4,4 x 3	= 13,2 ton
Pa6	= $\frac{1}{2} \times (6,2 - 4,4) \times 3$	= 2,7 ton
Pa7	= 4,044 x 9	= 36,392 ton
Pa8	= $\frac{1}{2} \times (4,693 - 4,044) \times 9$	= 2,924 ton
Pa9	= 7,4 x 7	= 51,8 ton
Pa10	= $\frac{1}{2} \times (11,6 - 7,4) \times 7$	= 14,7 ton
Pa11	= 0,048 x 2	= 0,0956 ton
Pa12	= $\frac{1}{2} \times (0,902 - 0,048) \times 2$	= 0,854 ton
Pwa	= $\frac{1}{2} \times (31) \times (31)$	= 480,5 ton

### Gaya Pasif (Pp)

Pp1	= $\frac{1}{2} \times 3,878 \times 7$	= 13,572 ton
Pp2	= 7 x 7	= 49 ton
Pp3	= $\frac{1}{2} \times (11,2 - 7) \times 7$	= 14,7 ton
Pp4	= 27,603 x 2	= 55,206 ton
Pp5	= $\frac{1}{2} \times (30,601 - 27,603) \times 2$	= 2,998 ton
Pp6	= 109,192 x 3	= 327,575 ton
Pp7	= $\frac{1}{2} \times (121,26 - 109,192) \times 3$	= 18,103 ton
Pwp	= $\frac{1}{2} \times (27,63) \times (27,63)$	= 381,708 ton

### Berat (W) Cellular Cofferdams

*Cellular Cofferdams* terdiri dari *sheet pile* baja yang disambung membentuk lingkaran dan diisi dengan tanah atau pasir. Adapun pada Tugas Akhir ini parameter tanah yang digunakan untuk mengisi *Cellular Cofferdams* adalah sebagai berikut.

$\gamma_{\text{sat}}$	= 1,8 t/m <sup>3</sup>
$\Phi$	= 30°
C	= 0 t/m <sup>2</sup>

Maka, berat sendiri (W) *Cellular Cofferdams*

$$\begin{aligned}
 W &= \gamma' \times H \text{ (total panjang)} \times B' \times B' \\
 &= (1,8 - 1) \times 31 \times 5,22^2 = 697,559 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

### Komponen Friction (Tanah Kohesif)

Komponen gaya – gaya lekatan beserta arahnya yang terjadi pada lapisan tanah kohesif ditunjukkan pada Gambar 5.7.

C	= Cu x H x B'	
C1	= 7 x 3 x 5,22	= 109,62 ton
C2	= 2,5 x 3 x 5,22	= 39,15 ton
C3	= 2,8 x 7 x 5,22	= 102,312 ton
C4	= 6,25 x 2 x 5,22	= 65,25 ton
C5	= 20 x 3 x 5,22	= 313,2 ton
C6	= 2,8 x 7 x 5,22	= 102,312 ton
C7	= 6,25 x 2 x 5,22	= 65,25 ton
C8	= 20 x 3 x 5,22	= 313,2 ton

### Momen

Komponen gaya – gaya yang ada dikalikan dengan lengan (jarak ke titik O) agar didapatkan momen. Momen terdiri dari momen pengguling (+) dan momen penahan (-).

Ma1	= 5 x 29,5	= 147,5 tm
Ma2	= 3,333 x 28,667	= 95,556 tm
Ma5	= 13,2 x 22,5	= 297 tm
Ma6	= 2,7 x 22	= 59,4 tm
Ma7	= 36,392 x 16,5	= 600,471 tm
Ma8	= 2,924 x 15	= 43,866 tm
Ma9	= 51,8 x 8,5	= 440,3 tm
Ma10	= 14,7 x 7,333	= 107,8 tm
Ma11	= 0,096 x 4	= 0,383 tm
Ma12	= 0,854 x 3,667	= 3,131 tm
Mwa	= 480,5 x 10,333	= 4965,167 tm
Mp1	= 13,572 x 14,333	= 194,534 tm
Mp2	= 49 x 8,5	= 416,5 tm
Mp3	= 14,7 x 7,333	= 107,8 tm
Mp4	= 55,206 x 4	= 220,825 tm
Mp5	= 2,998 x 3,667	= 10,992 tm
Mp6	= 327,575 x 1,5	= 491,363 tm
Mp7	= 18,103 x 1	= 18,103 tm
Mwp	= 381,708 x 9,21	= 3515,535 tm
C1	= 109,62 x 2,61	= 286,108 tm
C2	= 39,15 x 2,61	= 102,182 tm
C3	= 102,312 x 2,61	= 267,034 tm
C4	= 65,25 x 2,61	= 170,303 tm

C5	= 313,2 x 2,61	= 817,452 tm
C6	= 102,312 x 2,61	= 267,034 tm
C7	= 65,25 x 2,61	= 170,303 tm
C8	= 313,2 x 2,61	= 817,452 tm

### 5.4.3 Kontrol Keamanan *Cellular Cofferdams*

Kontrol keamanan *Cellular Cofferdams* terdiri dari kontrol overturning, kontrol geser, dan kontrol ambles.

#### Kontrol Overturning

Tinjauan momen yang bekerja terletak pada titik tengah dan paling bawah dari *Cellular Cofferdams* seperti ditunjukkan pada Gambar 5.7.

Total momen penahan (MR) minimal harus sama dengan total momen pengguling (MO) agar kondisi dinding penahan dapat dikatakan setimbang.

$$\Sigma M \leq 0$$

$\Sigma M$  = Total Momen Pengguling – Total Momen Penahan

$$\Sigma M =$$

$$\begin{aligned} & (Ma1 + Ma2 + Ma5 + Ma6 + Ma7 + Ma8 + Ma9 + Ma10 + Ma11 + Ma12 \\ & + Mwa) - (Mp1 + Mp2 + Mp3 + Mp4 + Mp5 + Mp6 + Mp7 + Mwp + C1 \\ & + C2 + C3 + C4 + C5 + C6 + C7 + C8) = \\ & = 7873,519 - 6760,572 = -1112,946 \text{ tm (OK)} \end{aligned}$$

$$\Sigma H = P_{aktif} - P_{pasif} = -251,363 \text{ ton}$$

$$\Sigma V = \Sigma \text{Gaya Lekatan (friction)} + W_{cell} = 846,329 \text{ ton}$$

#### Kontrol Geser

$$\Sigma H \leq \frac{c \cdot A + W \tan \phi}{SF}$$

$$W \tan \phi = 0 + 697,559 \times \tan (2/3 \times 40^\circ) = 350,327 \text{ ton}$$

$$SF = 1,25$$

$$251,363 \leq 350,327 / 1,25$$

$$251,363 \leq 280,262 \quad (\text{OK})$$

#### Kontrol Ambles

$$q_{max} \geq \frac{q_{ultimate}}{SF}$$

Syarat  $\sigma_{max}$ ,

$$\text{Jika } \frac{\Sigma V}{A} \geq \frac{\Sigma M}{W_i}, \text{ maka } \sigma_{\max} = \frac{\Sigma V}{A} \pm \frac{\Sigma M}{W_i}$$

$$\text{Jika } \frac{\Sigma V}{A} \leq \frac{\Sigma M}{W_i}, \text{ maka } \sigma_{\max} = \frac{2 \Sigma V}{3 \left( 0,5B - \frac{\Sigma M}{\Sigma V} \right)}$$

$$Q_{\text{ultimate}} = C \cdot N_c + \gamma' \cdot D_f \cdot N_q + k \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_{\gamma}$$

$$SF = 3$$

$$\Sigma V / A = 846,329 / (5,22 \times 5,22) = 31,060 \text{ t/m}^2$$

$$\Sigma M / W_i = 0 \text{ (}\Sigma M \text{ - dianggap bernilai 0)}$$

$$\frac{\Sigma V}{A} \pm \frac{\Sigma M}{W_i} = 31,060 + 0 = 31,060 \text{ t/m}^2$$

Q.ultimate

Parameter didapatkan dari Tabel dibawah ini.

$$\Phi = 2/3 \times 40^\circ = 26,67^\circ$$

**Tabel 5.2** Tabel Terzaghi's Bearing Capacity

3.3 Terzaghi's Bearing Capacity Theory 127

**Table 3.1** Terzaghi's Bearing Capacity Factors—Eqs. (3.4), (3.5), and (3.6)

$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_{\gamma}$	$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_{\gamma}$
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.10	0.00	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

\*From Kumbhojkar (1993)

$$C = 0 \text{ t/m}^2$$

$$N_c = 29,24$$

$$N_q = 15,9$$

$$N_{\gamma} = 11,6$$

$$\gamma' = 2 - 1 = 1 \text{ t/m}^3$$

$$\begin{aligned} D_f &= 19 \text{ m} \\ k &= 0,5 \\ B &= 5,22 \text{ m} \end{aligned}$$

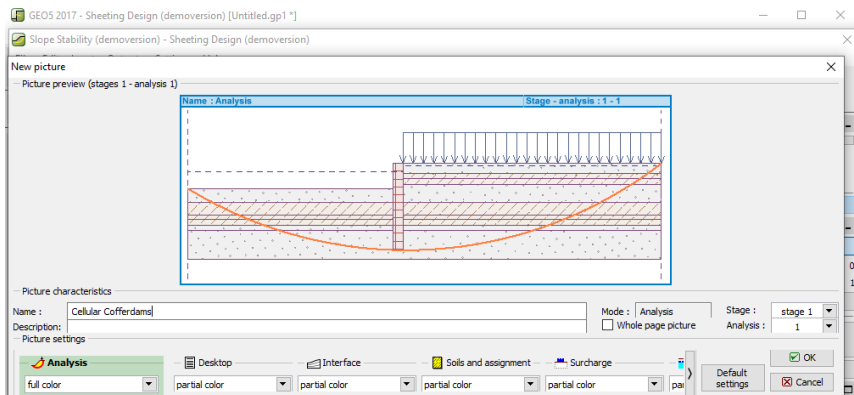
$$\begin{aligned} Q_{ult} &= 0 + 1 \times 19 \times 15,9 + 0,5 \times 1 \times 5,22 \times 11,6 \\ &= 332,376 \text{ t/m}^2 \\ Q_{ijin} &= 332,376 / 3 = 110,792 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$q_{max} \leq \frac{q_{ultimate}}{SF}$$

$$31,060 \leq 110,792 \quad (\text{OK})$$

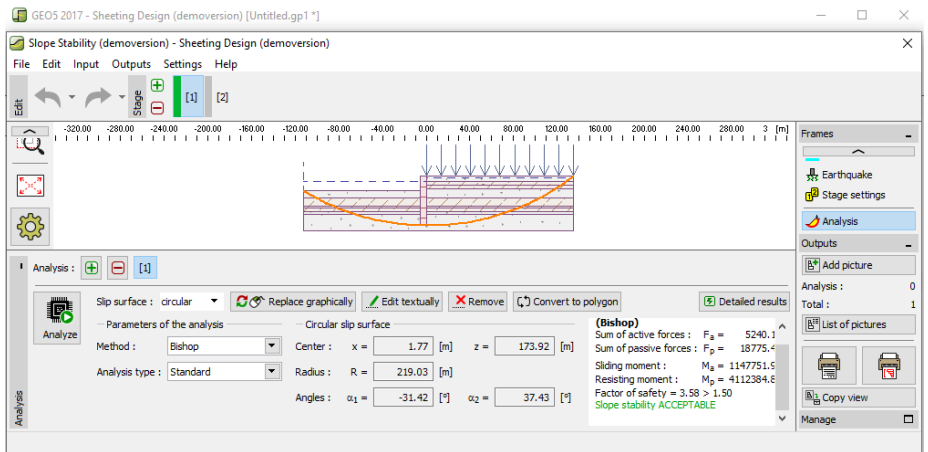
#### 5.4.4 Kontrol Keamanan Menggunakan Program GEO5

Kontrol keamanan menggunakan Program Bantu PLAXIS dilakukan untuk mengecek angka keamanan *overall stability* yang terjadi. Berikut ini adalah hasil dari permodelan *Cellular Cofferdams* pada program GEO5.

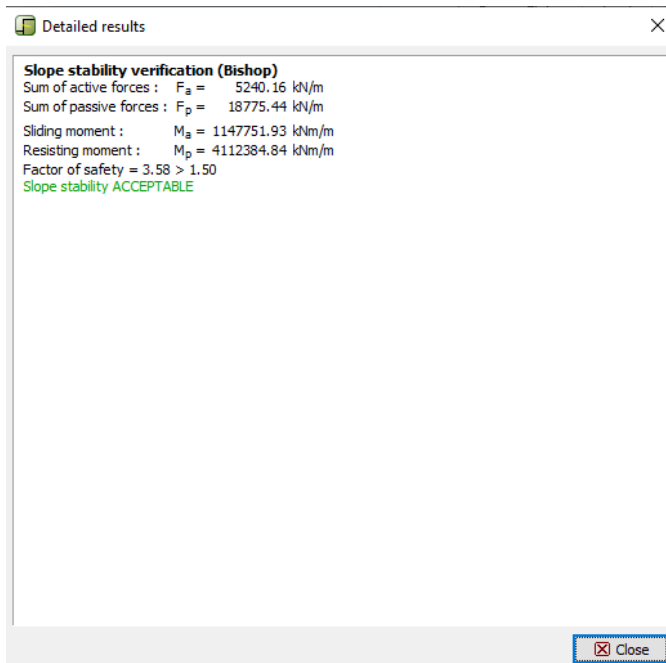


**Gambar 5.8** Hasil Analisa Program Bantu GEO5





**Gambar 5.9** Hasil Analisa Program Bantu GEO5 (Lanjutan)

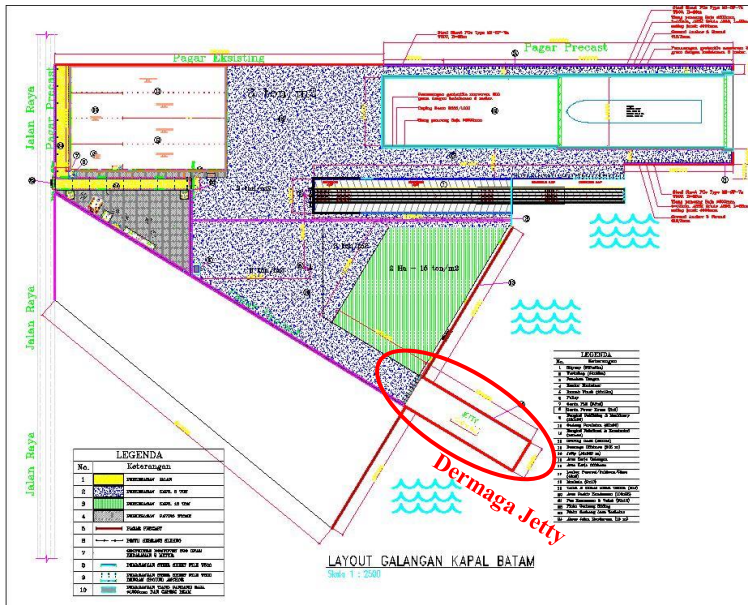


**Gambar 5.10** Hasil Analisa Program Bantu GEO5 (Lanjutan)

Hasil dari Analisis *Slope Stability* (Bishop) pada Program Bantu GEO5 menunjukkan bahwa *Safety Factor* 3,58 dan melebihi angka 1,5. Oleh karena itu, perencanaan Cellular Cofferdams memenuhi angka keamanan *Overall Stability*.

## BAB VI PERENCANAAN DERMAGA *JETTY*

Perencanaan dermaga *jetty* dalam Tugas Akhir ini dilakukan untuk menunjang kebutuhan penambahan kapal pada pengembangan wilayah PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari. *Jetty* seluas 125 x 40 meter ini di desain sebagai tempat bersandarnya kapal sebelum direparasi maupun kapal yang telah selesai dibuat dengan kapasitas sebesar 17.500 DWT. Perencanaan *jetty* dalam Tugas Akhir ini meliputi struktur atas dan struktur bawah. Lokasi perencanaan dapat dilihat pada Gambar 6.1.



**Gambar 6.1** Layout Perencanaan Jetty PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam

### 6.1 Perencanaan Balok Dermaga

Balok merupakan struktur yang berfungsi sebagai pembagi atau pendistribusi beban dari pelat menuju pondasi. Balok pada perencanaan dermaga ini direncanakan menggunakan satu jenis ukuran balok dengan preliminary pelat 5 m x 5 m seperti pada Gambar 6.2. Berikut ini adalah perencanaan dari struktur tersebut.

### 6.1.1 Data Perencanaan Balok

Perencanaan balok menggunakan data sebagai berikut:

Mutu Beton

$$F'c = 30 \text{ Mpa}$$

$$E_{\text{beton}} = 119733 \text{ kg/cm}^2$$

$$t \text{ selimut} = 40 \text{ mm}$$

Mutu Tulangan Baja

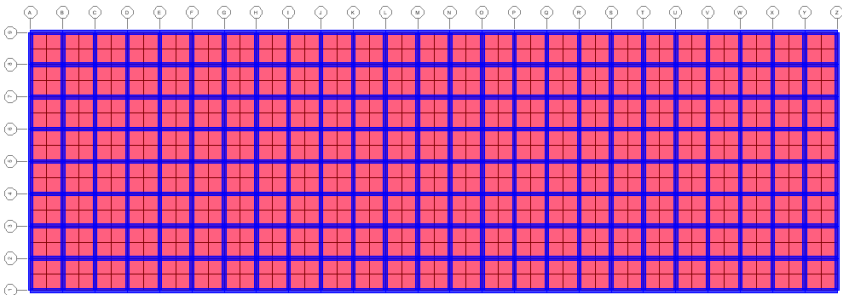
$$\text{Diameter utama} = 22 \text{ mm}$$

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

$$F_u = 400 \text{ Mpa}$$

$$F_y = 250 \text{ Mpa}$$

$$E_a = 2100000 \text{ kg/cm}^2$$



**Gambar 6.2** Tampak Atas Dermaga

### 6.1.2 Perencanaan Dimensi Balok

Perencanaan dimensi balok direncanakan sesuai SNI-2847-2013 yakni tinggi minimum balok  $H_{\min} = 1/16L$ , dengan  $L$  adalah panjang balok (bentang balok) dan jika digunakan mutu tulangan selain  $F_y 420$  Mpa maka nilai  $H_{\min}$  dikalikan dengan  $(0,4+F_y/700)$ . Dalam perencanaan ini digunakan mutu tulangan  $F_y 250$  Mpa, mutu beton  $F'c 30$  Mpa, panjang balok 5 m. Sehingga dimensi balok yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$H_{\min} = \frac{1}{16}L = \frac{1}{16} \times 500 = 31,25 \text{ cm}$$

Karena mutu tulangan yang digunakan bukan  $F_y 420$  Mpa melainkan 250 Mpa maka  $H_{\min}$  harus dikalikan dengan  $(0,4+F_y/700)$

$$H_{\min} = 31,25 \times \left(0,4 + \frac{400}{700}\right) = 30,357 \text{ cm}$$

$$B_{\min} = 2/3H = 20,238 \text{ cm}$$

Didapatkan dimensi 20,238/30,357. Dimensi balok pada perencanaan ini direncanakan menjadi 60/80 untuk alasan keamanan dan memudahkan dalam pelaksanaan.

### 6.1.3 Perencanaan Beban

Beban yang akan diterima oleh balok berasal dari beban *ultimate* berfaktor yang merupakan beban di atasnya dan beban struktur sendiri ditunjukkan oleh Tabel 6.1.

**Tabel 6.1** Beban Yang Diterima Balok

No.	Jenis Beban	P (m)	L (m)	t (m)	Y (t/m <sup>3</sup> )	Hasil	Satuan
1.	Beban Mati (DL)						
	Beban pelat	1		0,35	2,9	1,015	ton/m
	Beban balok	1	0,6	0,8	2,9	1,392	ton/m
2.	Beban Hidup (LL)						
	Beban operasional	1			3 t/m <sup>2</sup>	3	ton/m
	Beban air hujan	1		0,05	1	0,05	ton/m
Qu = 1,2D + 1,6L						7,768	ton/m

Dengan Qu = 7,768 ton/m maka nilai momen yang terjadi adalah

$$M(-) = 1/10 \times q \times L^2 = 1/10 \times 7,768 \times 5^2 = 19,421 \text{ tm}$$

$$M(+) = 1/14 \times q \times L^2 = 1/10 \times 7,768 \times 5^2 = 13,872 \text{ tm}$$

### 6.1.4 Penulangan Balok

Penulangan tulangan negative tumpuan:

Harga  $\beta_1$

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \frac{f'c - 28}{7} = 0,836$$

$\rho_{balance}$

$$\rho_{balance} = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f'_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_u} = 0,032$$

$\rho_{maksimum}$

$$\rho_{maks} = 0,025 \text{ atau } \rho_{maks} = 0,75\rho_{balance}$$

$\rho_{minimum}$

$$\rho_{min} = \frac{0,25 \times \sqrt{f'_c}}{f_y} = 0,0034$$

Harga  $m$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f'_c} = 15,686$$

Harga  $R_n$

$$R_n = \frac{Mu}{\phi b b^2} = 0,00079$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) = 0,00000198$$

Dengan nilai  $\rho$  digunakan nilai  $\rho$  minimum = 0,0034

Luas tulangan yang dibutuhkan

$$A_s = \rho \times b \times d = 1517,876 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

$$n = \frac{A_s \text{ butuh}}{A_s \text{ 1 tulangan}} = 3,993 = 4 \text{ buah}$$

Jarak tulangan

$$s = \frac{b - (n \times \phi L) - (2 \times d) - (2 \times \phi S)}{n - 1} = 137,333 \text{ mm} > 25 \text{ mm}$$

Tulangan geser:

Cek kemampuan penampang

Syarat

$$V_u \leq \phi (V_c + 2/3 \sqrt{f'_c} b d)$$

Nilai  $V_u$

$$V_u = 0,5 \times q \times L = 19421 \text{ kg}$$

Nilai  $V_s$

$$V_s = 1/3 \times \sqrt{f'_c} \times b \times d = 809533,94 \text{ kg}$$

Nilai  $V_c$

$$V_c = 1/6 \times \sqrt{f'_c} \times b \times d = 404766,97 \text{ kg}$$

Nilai

$$\phi (V_c + 2/3 \times \sqrt{f'_c} \times b \times d) = 1214300,91 \text{ kg}$$

Nilai  $V_u \leq \phi (V_c + 2/3 \sqrt{f'_c} b d)$  sehingga memenuhi syarat.

Cek kriteria kebutuhan tulangan geser

Syarat

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

$$19421 \text{ kg} < 121430 \text{ kg}$$

Sehingga tidak membutuhkan tulangan geser, namun tetap dipasang tulangan geser minimum dengan 2D10 – 300

Dengan cara perhitungan diatas maka hasil penulangan dapat dirangkum dalam **Tabel 6.2**

**Tabel 6.2** Hasil Penulangan Balok

Tumpuan		Lapangan		Geser
Negatif	Positif	Negatif	Positif	
4D22	2D22	2D22	4D22	2D10-300

## 6.2 Perencanaan Pelat Dermaga

### 6.2.1 Data Perencanaan Pelat

Perencanaan pelat menggunakan data sebagai berikut:

Balok yang menyangga berukuran

B : 60 cm

H : 80 cm

Mutu Beton

K-350 :  $f_c = 30 \text{ Mpa}$

Ebeton :  $119733 \text{ kg/cm}^2$

t pelat : 350 mm

t selimut : 50 mm

Mutu tulangan baja

Diameter : 16 mm

$F_u$  : 400 Mpa

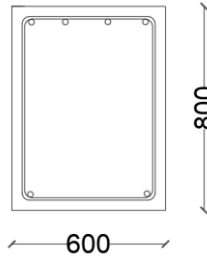
$F_y$  : 250 Mpa

$E_a$  :  $2100000 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_a = \sigma'_a$  :  $1850 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma^*_{au}$  :  $2780 \text{ kg/cm}^2$

$$\begin{aligned} dx & : (350 - 50 - 0,5 \times 16) & = 292 \text{ mm} \\ dy & : (350 - 50 - 0,5 \times 16 - 16) & = 276 \text{ mm} \end{aligned}$$



**Gambar 6.3** Ilustrasi Dimensi Balok

### 6.2.2 Dimensi Pelat

Dimensi pelat direncanakan berdasarkan pada ukuran pelat, karena ukuran semua pelat sama, direncanakan hanya 1 pelat. Panjang bersih bentang:

$$L_n = L_y - \frac{1}{2} (\text{lebar balok kanan} - \text{lebar balok kiri}) = 440 \text{ cm}$$

$$S_n = L_x - \frac{1}{2} (\text{lebar balok kanan} - \text{lebar balok kiri}) = 440 \text{ cm}$$

Rasio  $L_n/S_n$ :

$$\beta = L_n / S_n = 1 < 2$$

Nilai rasio  $L_n/S_n < 2$  menunjukkan bahwa pelat yang direncanakan merupakan pelat dua arah.

Lebar balok efektif:

$$b_w + 2h_w \geq b_w + 8t$$

$$b_e = b_w + 2h_w = 190 \text{ cm}$$

$$b_e = b_w + 8t = 180 \text{ cm}$$

Koefisien k:

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right) \left[4 - 6\left(\frac{t}{h}\right) + 4\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right)}$$

$$k = 1,586$$

Inersia:

Nilai  $I_b$  adalah

$$I_b = k \times \frac{b_w \times h^3}{12}$$

$$I_b = 4061229 \text{ cm}^4$$

Nilai  $I_p$  adalah

$$I_p = k \times \frac{b_p \times t^3}{12}$$



$$I_p = 392638 \text{ cm}^4$$

Stiffness:

$$\alpha_1 = \frac{I_b}{I_p}$$

$$\alpha_1 = 10,343$$

$$\alpha_1 > 2$$

Maka ketebalan pelat minimum adalah

$$h = \frac{\ln\left(0,8 + \left(\frac{f_y}{1500}\right)\right)}{36 + 9\beta} \text{ dan tidak boleh kurang dari 9 cm}$$

Nilai  $h = 10,616 \text{ cm}$

Dipakai ketebalan pelat 35 cm.

### 6.2.3 Perencanaan Beban

Pelat direncanakan menerima beban mati (DL) dan beban hidup (LL). Adapun kombinasi pembebanan yang dipakai sesuai dengan peraturan SNI 2847-2013

$$U = 1,2D + 1,6L + 0,5R$$

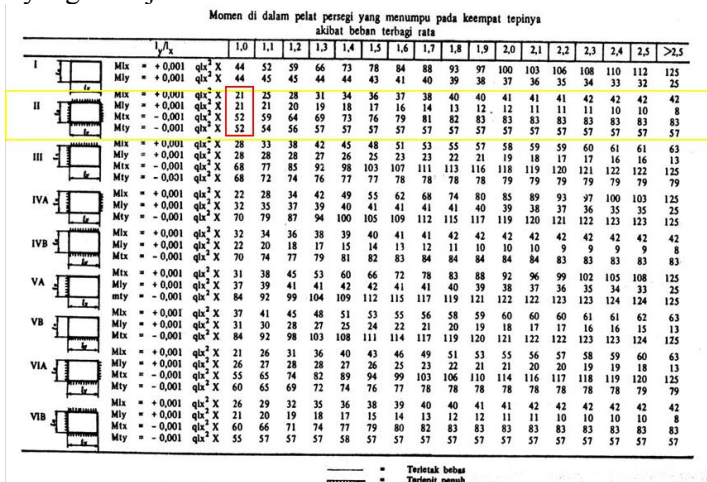
Beban ultimate yang dapat dilihat dalam **Tabel 6.3**.

**Tabel 6.3** Beban Ultimate Pada Pelat

No.	Jenis Beban	P (m)	L (m)	t (m)	Y (t/m <sup>3</sup> )	Hasil	Satuan
1	Beban Mati (DL)						
	Beban beton bertulang			0,35	2,9	0,58	ton/m <sup>2</sup>
2	Beban Hidup (LL)						
	Beban operasional				3	3	ton/m <sup>2</sup>
	Beban air hujan			0,05	1	0,05	ton/m <sup>2</sup>
U = 1,2D + 1,6L + 0,5R						6,043	ton/m <sup>2</sup>

### 6.2.4 Menghitung Momen Ultimate

Koefisien momen didapat dari Gambar 6.4 yang menunjukkan pelat terjepit penuh di keempat sisi dan nilai  $l_y/l_x$  sama dengan 1. Dengan data beban yang ada akan direncanakan pelat dapat menahan momen berikut yang ditunjukkan Tabel 6.4.



Gambar 6.4 Koefisien Momen pada Pelat

Tabel 6.4 Momen Ultimate Akibat Beban

Pelat	Ly/Lx	Koefisien X	Momen akibat beban (tm)			Total	
			Rumus	Mati	Hidup		
Lx	4,6	Mlx	21	+0,001qlx <sup>2</sup> x	0,541	2,144	2,685 tm
Ly	4,6	Mly	21	+0,001qlx <sup>2</sup> x	0,541	2,144	2,685 tm
		Mtx	52	-0,001qlx <sup>2</sup> x	-	-5,309	-6,649 tm
		Mty	52	-0,001qlx <sup>2</sup> x	-	-5,309	-6,649 tm

### 6.2.5 Penulangan Pelat

Direncanakan tulangan lentur pada tumpuan dan lapangan dengan dimensi yang sama. Untuk merencanakan diambil nilai momen terbesar. Penulangan pelat direncanakan berdasarkan SNI-2847-2013.

Penulangan arah X:

$$M_{tx} = M_u = -6,649 \text{ tm} = -67849,3 \text{ Nmm}$$

Dengan  $f'c = 30 \text{ Mpa}$

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \times \left( f'c - \left( \frac{28}{7} \right) \right) = 0,836$$

Nilai  $\rho_b$  adalah

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f'c}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0,032$$

Berdasarkan SNI-2847-2013  $\rho$  harus memenuhi syarat berikut ini:

- 1)  $\rho_{max}$  tidak boleh lebih dari  $\rho_{max} = 0,025$
- 2)  $\rho_{max}$  tidak boleh lebih dari  $\rho_{max} = 0,75\rho_b$
- 3)  $\rho_{max}$  tidak boleh kurang dari  $\rho_{min} = \frac{0,25 \times \sqrt{f'c}}{f_y \times b_w \times d}$   
dan tidak boleh kurang dari  $\rho_{min} = \frac{1,4 \times b_w \times d}{f_y}$

Nilai  $\rho_{perlu}$  adalah

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f'c} = 15,686$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b d x^2} = 0,00106$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) = 0,00000265$$

Dengan syarat tersebut digunakan  $\rho_{min} = 0,0035$ , hal ini dikarenakan  $\rho_{max} < \rho_{min} < \rho_{perlu}$ . Sehingga tulangan yang dibutuhkan adalah

$$A_s = \rho b d = 1022 \text{ mm}^2$$

Dengan jumlah tulangan

$$n = \frac{A_s}{\frac{1}{4}\pi d^2} = 5,08 = 6 \text{ buah}$$

Dengan jarak tulangan yang memiliki S.maks = 450 mm

$$S = \frac{1000}{n} = 166,667 \text{ mm}$$

$$\text{As pasang} = n \times \text{As} = 6 \times (1/4 \times \pi \times 16^2) = 1206,37 \text{ mm}^2$$

$$\text{As pasang} > \text{As perlu}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka digunakan tulangan lentur  $\emptyset 16 - 150 \text{ mm}$

Penulangan arah Y:

$$M_{t_y} = M_u = -6,649 \text{ tm} = -67849,3 \text{ Nmm}$$

Dengan  $f'c = 30 \text{ Mpa}$

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \times \left( f'c - \left( \frac{28}{7} \right) \right) = 0,836$$

Nilai  $\rho_b$  adalah

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f'c}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0,032$$

Berdasarkan SNI-2847-2013  $\rho$  harus memenuhi syarat berikut ini:

- 1)  $\rho_{max}$  tidak boleh lebih dari  $\rho_{max} = 0,025$
- 2)  $\rho_{max}$  tidak boleh lebih dari  $\rho_{max} = 0,75\rho_b$
- 3)  $\rho_{max}$  tidak boleh kurang dari  $\rho_{min} = \frac{0,25 \times \sqrt{f'c}}{f_y \times b_w \times d}$   
dan tidak boleh kurang dari  $\rho_{min} = \frac{1,4 \times b_w \times d}{f_y}$

Nilai  $\rho_{perlu}$  adalah

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f'c} = 15,686$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset b d x^2} = 0,00119$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) = 0,00000297$$

Dengan syarat tersebut digunakan  $\rho_{min} = 0,0035$ , hal ini dikarenakan  $\rho_{max} < \rho_{min} < \rho_{perlu}$ . Sehingga tulangan yang dibutuhkan adalah

$$\text{As} = \rho b d = 966 \text{ mm}^2$$

Dengan jumlah tulangan

$$n = \frac{\text{As}}{\frac{1}{4}\pi d^2} = 4,804 = 5 \text{ buah}$$

Dengan jarak tulangan yang memiliki  $S_{maks} = 450$  mm

$$S = \frac{1000}{n} = 200 \text{ mm}$$

$$As_{pasang} = n \times As = 6 \times (1/4 \times \pi \times 16^2) = 1005,31 \text{ mm}^2$$

$$As_{pasang} > As_{perlu}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka digunakan tulangan lentur  $\emptyset 16 - 200$  mm

### 6.3 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang *Jetty*

Kapal yang merapat akan memberikan gaya secara horizontal kepada dermaga. Gaya tersebut akan diterima oleh *fender*. Fender adalah alat penyerap energi tumbukan dari kapal yang menimbulkan gaya horizontal tekan. Pondasi yang digunakan untuk meneruskan beban horizontal akibat tambatan kapal adalah pondasi tiang. Beban horizontal yang diterima oleh pondasi tiang dapat dilihat pada Sub Bab 4.4.2 dengan besar sebagai berikut:

Gaya horizontal tekan : 40 ton

Karena gaya ini akan bekerja dalam waktu yang tidak bersamaan maka struktur dermaga akan direncanakan menggunakan gaya yang paling besar yaitu gaya horizontal tekan sebesar 40 ton. Struktur dianalisa menggunakan program bantu SAP2000 dengan permodelan yang ditunjukkan pada Gambar 6.5. Dari hasil analisa tersebut didapatkan besar gaya reaksi pada setiap joint seperti yang ditunjukkan pada **Lampiran 2** Tabel Joint Reaction. Dari reaksi tersebut digunakan reaksi maksimum untuk perencanaan pondasi sehingga didapatkan beban perencanaan tiang pancang sebagai berikut:

F3 : 117,438 ton

F1 : 8,339 ton

F2 : -8,466 ton

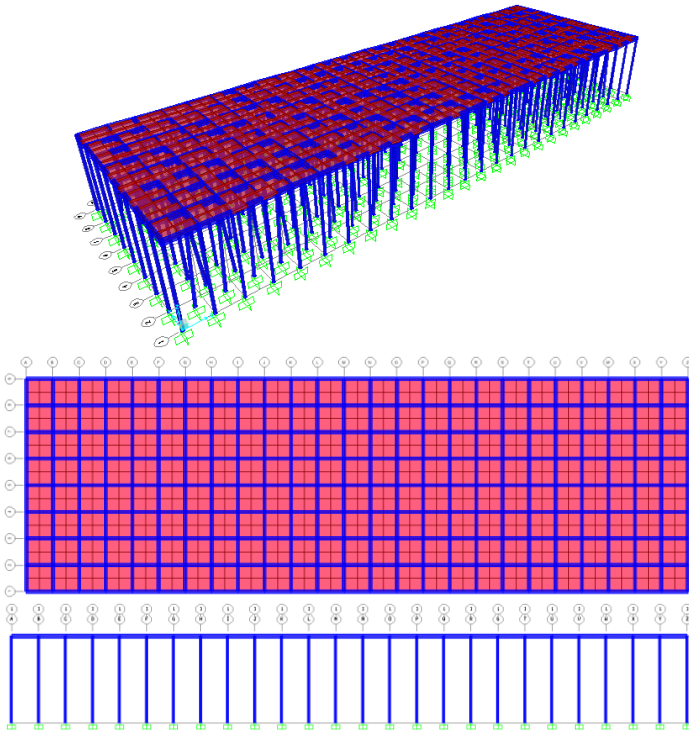
M1 : 2,229 tm

M2 : -1,679 tm

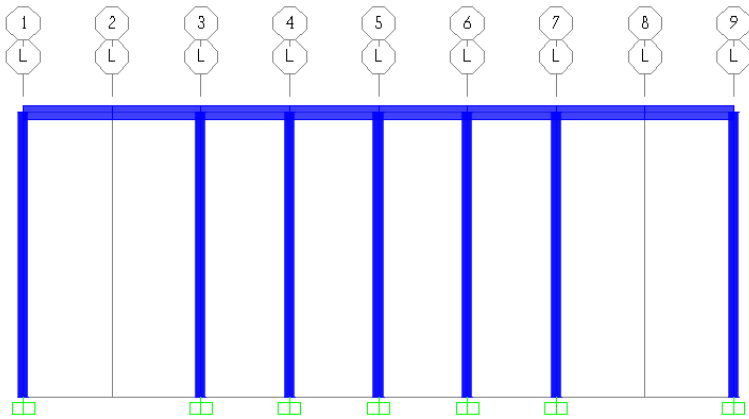
M3 : -0,145 tm

Pondasi tiang pancang yang digunakan adalah tiang beton bertulang Spun Pile. Spesifikasi tiang pancang yang akan digunakan adalah profil dari WIKA Pre-Tensioned Spun High Strength Concrete Piles Grade 80 Piles sebagai berikut (**Lampiran 1**):

Diameter	: 600 mm
Tebal	: 100 mm
Luas Penampang	: 1571 cm <sup>2</sup>
Mutu Beton	: 52 Mpa
Berat	: 409 kg/m
Momen Inersia	: 522308 cm <sup>4</sup>
Axial Allow	: 356 ton
M crack	: 20,36 tm
M ultimate	: 29,87 tm
Dengan tulangan sebagai berikut.	
Diameter	: 9 mm
Jumlah Tulangan	: 12
Luas Tulangan	: 7,63 cm <sup>2</sup>



**Gambar 6.5** Permodelan Struktur Dermaga



**Gambar 6.6** Permodelan Struktur Dermaga (Lanjutan)

### 6.3.1 Daya Dukung Tiang Pancang Terhadap Tanah

Data yang diperoleh dan yang digunakan dalam merencanakan pondasi dermaga adalah data tanah berdasarkan hasil korelasi Standard Penetration Test (SPT). Daya dukung pada pondasi tiang pancang Tugas Akhir ini dilakukan dengan Metode Meyerhof (1976). Analisa daya dukung dilakukan per 1 meter lapisan tanah dan meninjau diameter pancang D50 dan D60. Perhitungan daya dukung dihitung seperti pada Persamaan 2.33 sampai 2.36 Berikut ini adalah contoh perhitungan daya dukung tiang pancang D50 menggunakan Metode Meyerhof.

Elevasi -20

Kedalaman = 12 m

NSPT = 6

- Koreksi terhadap muka air tanah

Khusus untuk tanah berpasir halus, pasir lanau, dan pasir berlempung, yang berada di bawah muka air tanah dan hanya bila  $N > 15$

Jenis Tanah = Lanau

$N > 15$  sand  $15 + \frac{1}{2}(N-15)$  = NSPT < 15 = 6

$N > 15$  sand  $0,6N$  = NSPT < 15 = 6

N1 Pakai = 6

$\gamma_{sat}$  = 1,638 t/m<sup>3</sup>

$\gamma'$  = 1,638 - 1 = 0,638 t/m<sup>3</sup>

$$P' \text{ (teg. tanah per lapis)} = (Y' \times 1) + P' \text{ atasnya} = (0,638 \times 1) + 4,367 = 5,005 \text{ t/m}^2$$

$$Po \text{ (overburden)} = (0,5 \times Y' \times 1) + P' \text{ atasnya} = (0,5 \times 0,638 \times 1) + 4,367 = 4,686 \text{ t/m}^2$$

- Koreksi terhadap overburden tanah

Dari harga N1 koreksi lagi untuk pengaruh tekanan tanah vertikal seperti dibawah ini.

$$Po \ 4,686 < 7,5$$

Maka N2,

$$N2 = \frac{4 \times N1 \text{ pakai}}{1 + 0,4 \times Po} = 8,349$$

$$2 \ N1 = 2 \times 6 = 12$$

$$N2 < 2N1$$

Maka Ncorr,

$$Ncorr = N2 = 8,349$$

- N rata – rata 8D ke atas dan 4D ke bawah

N rata – rata ujung

$$8D = 8 \times 0,6 \text{ m} = 4,8 \text{ m ke atas}$$

$$4D = 4 \times 0,6 \text{ m} = 2,4 \text{ m ke bawah}$$

$$N\text{rata}^2 \text{ ujung} = 8,556 \text{ (rata}^2 \text{ Ncorr kedalaman 8 – 14 m)}$$

- Menghitung tahanan ujung

$$Q \text{ ujung} = 40 \times N\text{rata}^2 \text{ ujung} \times \frac{1}{4} \times \pi \times 0,6^2$$

$$= 67,196 \text{ ton}$$

- Menghitung hambatan geser selimut

Jenis Tanah “Lanau”

Maka fsi,

$$f\text{si} = N\text{corr} / 2 = 8,556 / 2 = 4,175 \text{ t/m}^2$$

$$R\text{si} = f\text{si} \times \pi \times D^2 \times 1 = 6,558 \text{ ton}$$

$$\Sigma R\text{si} = R\text{si} + \Sigma R\text{si atas} = 56,809 \text{ ton}$$

- Menghitung Qultimate

$$Q \text{ ult} = Q\text{ujung} + \Sigma R\text{si} = 124,005 \text{ ton}$$

- Menghitung Qijin

Berdasarkan SNI 8460-2017 pasal 9.2.3.1 menjelaskan bahwa SF besarnya minimum 2,5 untuk pondasi dalam.

$$SF = 3$$

Maka Qijin,

$$Q \text{ ijin} = Q\text{ult} / SF = 41,335 \text{ ton}$$



Daya dukung tiang pancang tarik (cabut) didapatkan dari  $\Sigma R_{si} / SF$

Maka Qijin Tarik,

$$Q_{ijin\ Tarik} = 56,809 / 3 = 18,936 \text{ ton}$$

Berikut ini adalah contoh perhitungan daya dukung tiang pancang D60.

Elevasi -10

$$\text{Kedalaman} = 2 \text{ m}$$

$$\text{NSPT} = 4$$

- Koreksi terhadap muka air tanah

Khusus untuk tanah berpasir halus, pasir lanau, dan pasir berlempung, yang berada di bawah muka air tanah dan hanya bila  $N > 15$ .

$$\text{Jenis Tanah} = \text{Pasir}$$

$$N > 15 \text{ sand } 15+... = \text{NSPT} < 15 = 4$$

$$N > 15 \text{ sand } 0,6N = \text{NSPT} < 15 = 4$$

$$N1 \text{ Pakai} = 4$$

$$Y_{sat} = 1,232 \text{ t/m}^3$$

$$Y' = 1,232 - 1 = 0,232 \text{ t/m}^3$$

$$P' \text{ (teg. tanah per lapis)} = (Y' \times 1) + P' \text{ atasnya} = (0,232 \times 1) + 0,464 = 0,696 \text{ t/m}^2$$

$$P_o \text{ (overburden)} = (0,5 \times Y' \times 1) + P' \text{ atasnya} = (0,5 \times 0,232 \times 1) + 0,696 = 0,58 \text{ t/m}^2$$

- Koreksi terhadap overburden tanah

Dari harga  $N1$  koreksi lagi untuk pengaruh tekanan tanah vertikal seperti dibawah ini.

$$P_o \ 0,58 < 7,5$$

Maka  $N2$ ,

$$N2 = \frac{4 \times N1_{pakai}}{1 + 0,4 \times P_o} = 12,987$$

$$2 \ N1 = 2 \times 4 = 8$$

$$N2 > 2N1$$

Maka  $N_{corr}$ ,

$$N_{corr} = 2N1 = 8$$

- $N$  rata – rata 8D ke atas dan 4D ke bawah

$N$  rata – rata ujung

$$8D = 8 \times 0,6 \text{ m} = 4,8 \text{ m ke atas}$$

$$4D = 4 \times 0,6 \text{ m} = 2,4 \text{ m ke bawah}$$

$$N_{rata^2 \text{ ujung}} = 8 \text{ (rata}^2 \text{ } N_{corr} \text{ kedalaman } 0 - 4 \text{ m)}$$

- Menghitung tahanan ujung

$$Q \text{ ujung} = 40 \times N_{rata}^2 \text{ ujung} \times \frac{1}{4} \times \pi \times 0,6^2$$

$$= 90,478 \text{ ton}$$

- Menghitung hambatan geser selimut

Jenis Tanah “Pasir”

Maka fsi,

$$f_{si} = N_{corr} / 5 = 8 / 5 = 1,6 \text{ t/m}^2$$

$$R_{si} = f_{si} \times \pi \times D^2 \times 1 = 3,016 \text{ ton}$$

$$\Sigma R_{si} = R_{si} + \Sigma R_{si} \text{ atas} = 9,048 \text{ ton}$$

- Menghitung Qultimate

$$Q_{ult} = Q_{ujung} + \Sigma R_{si} = 99,526 \text{ ton}$$

- Menghitung Qijin

Berdasarkan SNI 8460-2017 pasal 9.2.3.1 menjelaskan bahwa SF besarnya minimum 2,5 untuk pondasi dalam.

SF = 3

Maka Qijin,

$$Q_{ijin} = Q_{ult} / SF = 33,175 \text{ ton}$$

Daya dukung tiang pancang tarik (cabut) didapatkan dari  $\Sigma R_{si} / SF$

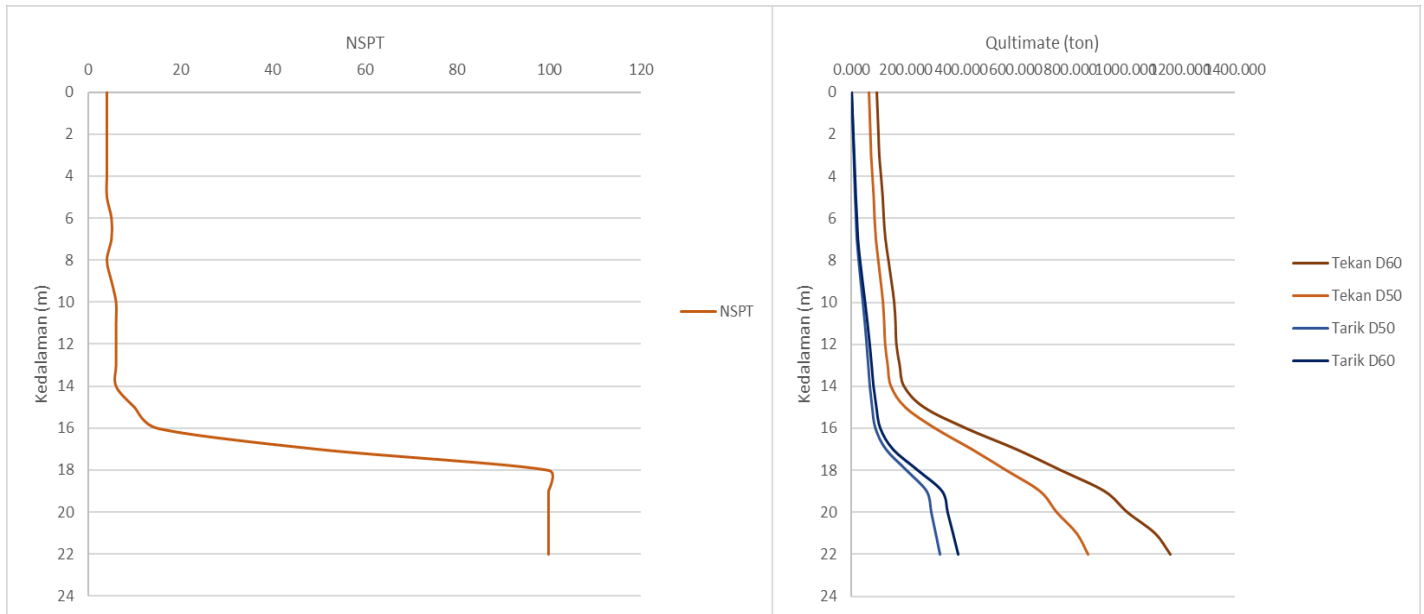
Maka Qijin Tarik,

$$Q_{ijin \text{ Tarik}} = 9,048 / 3 = 3,016 \text{ ton}$$

Tabel perhitungan daya dukung D50 dan D60 terdapat pada **Lampiran 2**. Berikut ini adalah tabel dan grafik rekapitulasi daya dukung tiang pancang D50 dan D60.

**Tabel 6.5** Rekapitulasi Daya Dukung Tiang Pancang D50 D60

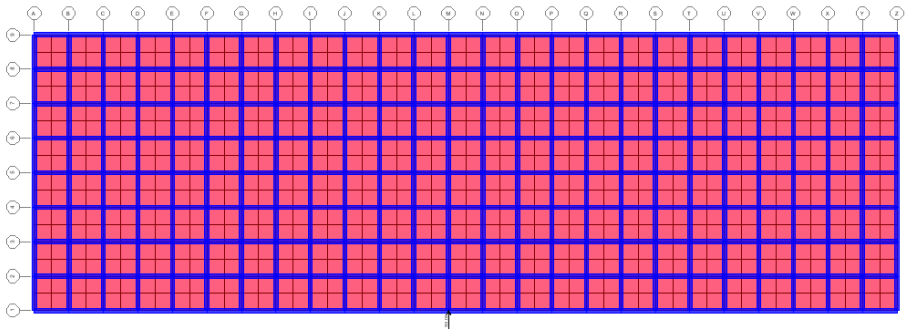
REKAPITULASI			TEKAN		TARIK	
Elevasi	Depth (m)	NSPT	Qijin D50	Qijin D60	Qijin D50	Qijin D60
-8	0	4	21.78171	31.1646	0.837758	1.00531
-9	1	4	22.61947	32.16991	1.675516	2.010619
-10	2	4	23.45723	33.17522	2.513274	3.015929
-11	3	4	24.29498	34.18053	3.351032	4.021239
-12	4	4	25.88074	36.26296	4.18879	5.026548
-13	5	4	27.4665	38.34538	5.026548	6.031858
-14	6	5	28.51369	39.60202	6.073746	7.288495
-15	7	5	30.10953	41.6487	7.120943	8.545132
-16	8	4	33.00882	45.32102	9.215338	11.05841
-17	9	5	35.92217	48.92141	11.69378	14.03254
-18	10	6	38.7106	52.29888	14.3516	17.22192
-19	11	6	40.23739	53.92173	16.75043	20.10051
-20	12	6	41.33492	54.97758	18.93625	22.7235
-21	13	6	44.44298	58.97138	20.94382	25.13258
-22	14	6	48.42486	64.2598	22.80001	27.36001
-23	15	10	65.82362	88.62647	25.66475	30.7977
-24	16	15	102.148	139.9816	29.63118	35.55742
-25	17	50	146.8058	201.2093	42.46281	50.95537
-26	18	100	188.6241	255.4158	67.51218	81.01462
-27	19	100	229.6351	308.6003	91.97637	110.3716
-28	20	100	249.8204	336.3474	97.47468	116.9696
-29	21	100	273.9762	369.8417	102.8503	123.4203
-30	22	100	287.7964	388.4808	108.1085	129.7302



**Gambar 6.7** Hubungan Kedalaman dengan NSPT dan Daya Dukung

### 6.3.2 Kedalaman dan Kontrol Beban Maksimum 1 Tiang

Tiang pancang pada perencanaan ini didesain 2 macam yaitu tiang pancang tegak dan tiang pancang miring, tiang pancang miring didesain agar dapat menyalurkan beban horizontal akibat tumbukan kapal rencana. Setelah mendapat joint reactions dari permodelan pada Program Bantu SAP2000, diambil reaksi maksimum arah vertikal dan horizontal untuk mendesain kedalaman tiang pancang tekan dan tiang pancang tarik (cabut). Beban horizontal fender yang di input pada SAP2000 perlu ditinjau di 3 titik dari titik tengah sampai dekat dengan ujung untuk meyakinkan reaksi paling besar atau paling kritis dari perencanaan. Tiang pancang direncanakan memakai diameter 60 cm sebagai berikut.



**Gambar 6.8** Beban Fender Tinjauan 1

Tiang Pancang Tekan:

$$F3 = 117,438 \text{ ton}$$

$$D = 60 \text{ cm}$$

$$SF = 3$$

$$Q_{\max} \leq \frac{Q_{\text{ult tanah dasar}}}{SF}$$

$$117,438 \text{ ton} \leq \frac{419,945}{3}$$

$$117,438 \text{ ton} \leq 139,982 \text{ ton} \quad (\text{OK})$$

Tiang pancang dipancang sampai pada kedalaman 16 m dari Sea Bed (Elevasi -8)

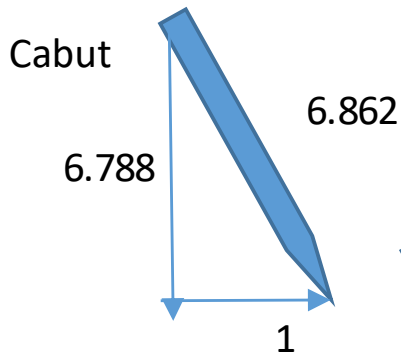
Tiang Pancang Tarik (Cabut):

F2 = 7,778 ton

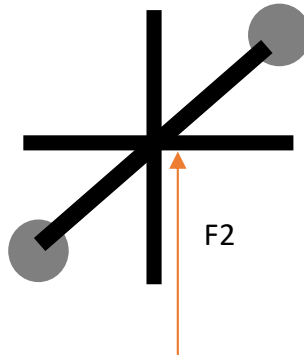
D = 60 cm

SF = 3

Kemiringan tiang didesain seperti pada gambar dibawah ini

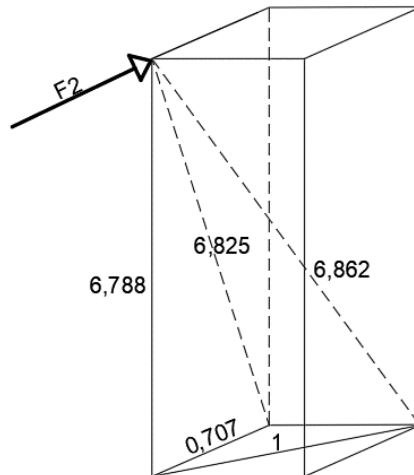
**Gambar 6.9** Sket Kemiringan Tiang Pancang Miring

Pada Program Bantu SAP2000, gaya reaksi yang dihasilkan searah dengan grid x, y, dan z, sedangkan tiang pancang miring yang direncanakan seperti gambar dibawah ini.



**Gambar 6.10** Layout Tiang Pancang Miring

Oleh karena itu, perlu adanya koreksi besar reaksi gaya yang dihasilkan Program Bantu SAP2000 dengan memproyeksikannya seperti pada gambar berikut ini.



**Gambar 6.11** Proyeksi Tiang Pancang Miring

$$Q_{\text{pancang cabut}} \leq \frac{Q_{\text{ult tanah dasar cabut}}}{SF}$$

$$Q \text{ tiang pancang cabut} = \frac{7,778 \times 6,862}{6,825} = 7,820 \text{ ton}$$

$$Q_{\text{ijin tanah dasar cabut}} = 25,635 / 3 = 8,545 \text{ ton}$$

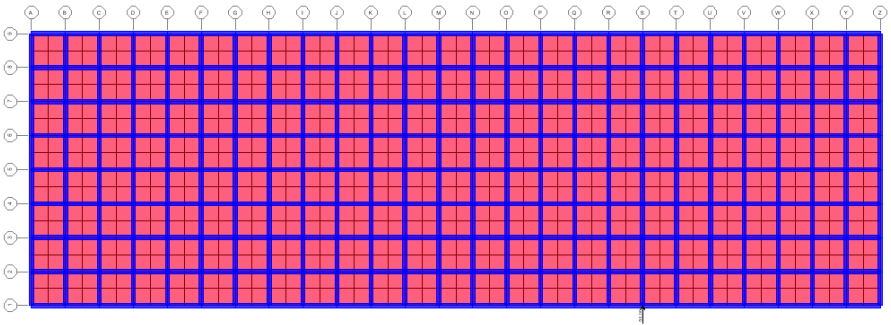
7,820 ton  $\leq$  8,545 ton (OK)

Tiang pancang dipancang sampai pada kedalaman 7 m dari Sea Bed (Elevasi -8)



**Tabel 6.6** Kedalaman Pancang Berdasarkan Qijin Tekan dan Tarik

REKAPITULASI			TEKAN	TEKAN	TARIK	TARIK
Elevasi	Depth (m)	NSPT	Qijin D50	Qijin D60	Qijin D50	Qijin D60
-8	0	4	21.78171	31.1646	0.837758	1.00531
-9	1	4	22.61947	32.16991	1.675516	2.010619
-10	2	4	23.45723	33.17522	2.513274	3.015929
-11	3	4	24.29498	34.18053	3.351032	4.021239
-12	4	4	25.88074	36.26296	4.18879	5.026548
-13	5	4	27.4665	38.34538	5.026548	6.031858
-14	6	5	28.51369	39.60202	6.073746	7.288495
-15	7	5	30.10953	41.6487	7.120943	8.545132
-16	8	4	33.00882	45.32102	9.215338	11.05841
-17	9	5	35.92217	48.92141	11.69378	14.03254
-18	10	6	38.7106	52.29888	14.3516	17.22192
-19	11	6	40.23739	53.92173	16.75043	20.10051
-20	12	6	41.33492	54.97758	18.93625	22.7235
-21	13	6	44.44298	58.97138	20.94382	25.13258
-22	14	6	48.42486	64.2598	22.80001	27.36001
-23	15	10	65.82362	88.62647	25.66475	30.7977
-24	16	15	102.148	139.9816	29.63118	35.55742
-25	17	50	146.8058	201.2093	42.46281	50.95537
-26	18	100	188.6241	255.4158	67.51218	81.01462
-27	19	100	229.6351	308.6003	91.97637	110.3716
-28	20	100	249.8204	336.3474	97.47468	116.9696
-29	21	100	273.9762	369.8417	102.8503	123.4203
-30	22	100	287.7964	388.4808	108.1085	129.7302



**Gambar 6.12** Beban Fender Tinjauan 2

Tiang Pancang Tekan:

$$F3 = 117,438 \text{ ton}$$

$$D = 60 \text{ cm}$$

$$SF = 3$$

$$Q_{\max} \leq \frac{Q_{\text{ult tanah dasar}}}{SF}$$

$$117,438 \text{ ton} \leq \frac{419,945}{3}$$

$$117,438 \text{ ton} \leq 139,982 \text{ ton} \quad (\text{OK})$$

Tiang pancang dipancang masih sampai pada kedalaman yang sama yaitu 16 m dari Sea Bed (Elevasi -8)

Tiang Pancang Tarik (Cabut):

$$F2 = 7,866 \text{ ton}$$

$$D = 60 \text{ cm}$$

$$SF = 3$$

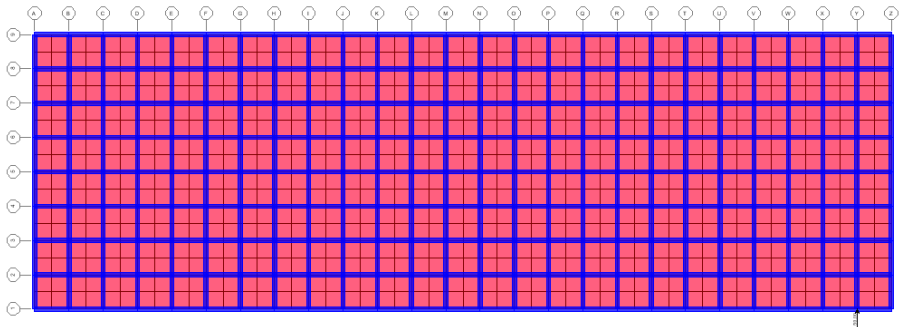
$$Q_{\text{pancang cabut}} \leq \frac{Q_{\text{ult tanah dasar cabut}}}{SF}$$

$$Q_{\text{tiang pancang cabut}} = \frac{7,866 \times 6,862}{6,825} = 7,909 \text{ ton}$$

$$Q_{\text{ijin tanah dasar cabut}} = 25,635 / 3 = 8,545 \text{ ton}$$

$$7,909 \text{ ton} \leq 8,545 \text{ ton} \quad (\text{OK})$$

Tiang pancang dipancang masih sampai pada kedalaman yang sama yaitu 7 m dari Sea Bed (Elevasi -8)



**Gambar 6.13** Beban Fender Tinjauan 3

Tiang Pancang Tekan:

$$F3 = 117,440 \text{ ton}$$

$$D = 60 \text{ cm}$$

$$SF = 3$$

$$Q_{\max} \leq \frac{Q_{\text{ult tanah dasar}}}{SF}$$

$$117,440 \text{ ton} \leq \frac{419,945}{3}$$

$$117,440 \text{ ton} \leq 139,982 \text{ ton} \quad (\text{OK})$$

Tiang pancang dipancang masih sampai pada kedalaman yang sama yaitu 16 m dari Sea Bed (Elevasi -8)

Tiang Pancang Tarik (Cabut):

$$F2 = 8,466 \text{ ton}$$

$$D = 60 \text{ cm}$$

$$SF = 3$$

$$Q_{\text{pancang cabut}} \leq \frac{Q_{\text{ult tanah dasar cabut}}}{SF}$$

$$Q_{\text{tiang pancang cabut}} = \frac{8,466 \times 6,862}{6,825} = 8,511 \text{ ton}$$

$$Q_{\text{ijin tanah dasar cabut}} = 25,635 / 3 = 8,545 \text{ ton}$$

8,511 ton  $\leq$  8,545 ton (OK)

Tiang pancang dipancang masih sampai pada kedalaman yang sama yaitu 7 m dari Sea Bed (Elevasi -8)

### 6.3.3 Kontrol Tiang Pancang Bahan

Kontrol kekuatan bahan diperlukan agar tiang pancang tidak mengalami kegagalan pada saat dipancang maupun secara permanen. Adapun Qallowable bahan dari WIKA Pre-Tensioned Spun High Strength Concrete Piles Grade 80 Piles 600 mm Class A adalah 356 ton.

Qijin tanah dasar  $\leq$   $\frac{1}{2}$  Qallow bahan

$$\begin{aligned} \text{Qijin tanah dasar kedalaman 16 m} &= 139,982 \text{ ton} \\ \frac{1}{2} \text{ Qallow bahan} &= \frac{1}{2} \times 356 = 178 \text{ ton} \\ 139,982 < 178 \text{ ton} &\quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total panjang tiang pancang tegak} &= 13 + 16 = 29 \text{ m} \\ \text{Jarak kemiringan} &= 29 / 6,788 = 4,272 \\ \text{Total panjang tiang pancang miring} &= \sqrt{(13 + 16)^2 + (4,272)^2} = \\ 29,313 \text{ meter} &\approx 29,4 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari 3 peninjauan letak beban fender, Joint Reaction paling maksimum adalah pada saat beban fender berada pada ujung dari dermaga. Oleh karena itu, tiang pancang dapat dipancang pada kedalaman 16 meter dari Sea Bed dengan total panjang tiang pancang tegak 29 m dan total panjang tiang pancang miring 29,4 m.

### 6.3.4 Konfigurasi Tiang Pancang Miring

Pondasi tiang untuk pondasi dermaga digunakan tiang pancang miring sebanyak 2 tiang di pasang 2 line masing – masing pada grid ke 2 memanjang seperti pada Gambar 6.14 dibawah ini. Ukuran balok 60/80 dengan bentang 40 m, sehingga ukutan *pile cap* adalah

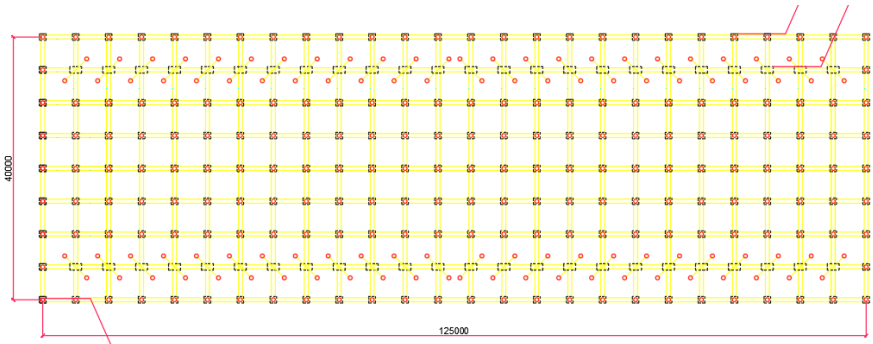
$$\begin{aligned} L &= 1800 \text{ mm} \\ P &= 3300 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk jarak ke tepi

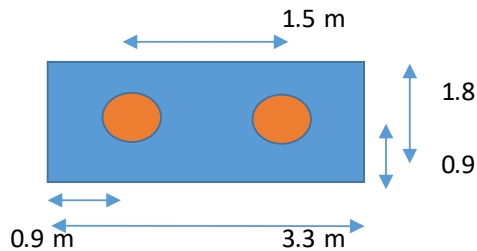
$$s = 1,5 \times \text{diameter} = 900 \text{ mm}$$

Untuk jarak tiang ke tiang

$$s = 2,5 \times \text{diameter} = 1500 \text{ mm}$$



**Gambar 6.14** Denah Tiang Pancang



**Gambar 6.15** Konfigurasi Tiang Pancang Miring

### 6.3.5 Daya Dukung Tiang Grup Pancang Miring

Daya dukung tiang grup dihitung dengan mengalikan daya dukung 1 tiang dengan efisiensi. Daya dukung 1 tiang pancang (Qijin tarik) berdasarkan SPT pada kedalaman 16 m adalah 35,557 ton. Efisiensi tiang pancang dalam grup didapatkan berdasarkan rumus *Converse-Labarre* dari persamaan dibawah ini:

$$\text{eff} = 1 - \frac{\theta}{90} \left( \frac{(n-1)m + (m-1)n}{mn} \right)$$

dengan  $\theta$  adalah arc tan (diameter/jarak tiang), n adalah jumlah tiang dalam satu baris sebanyak 2 buah dan m adalah jumlah baris sebanyak 1 baris.

$$\text{eff} = 1 - \frac{\text{atan}\left(\frac{600}{1500}\right)}{90} \left( \frac{(2-1)1 + (1-1)2}{2 \times 1} \right) = 0,758$$

sehingga didapatkan besar daya dukung tiang grup sebagai berikut:

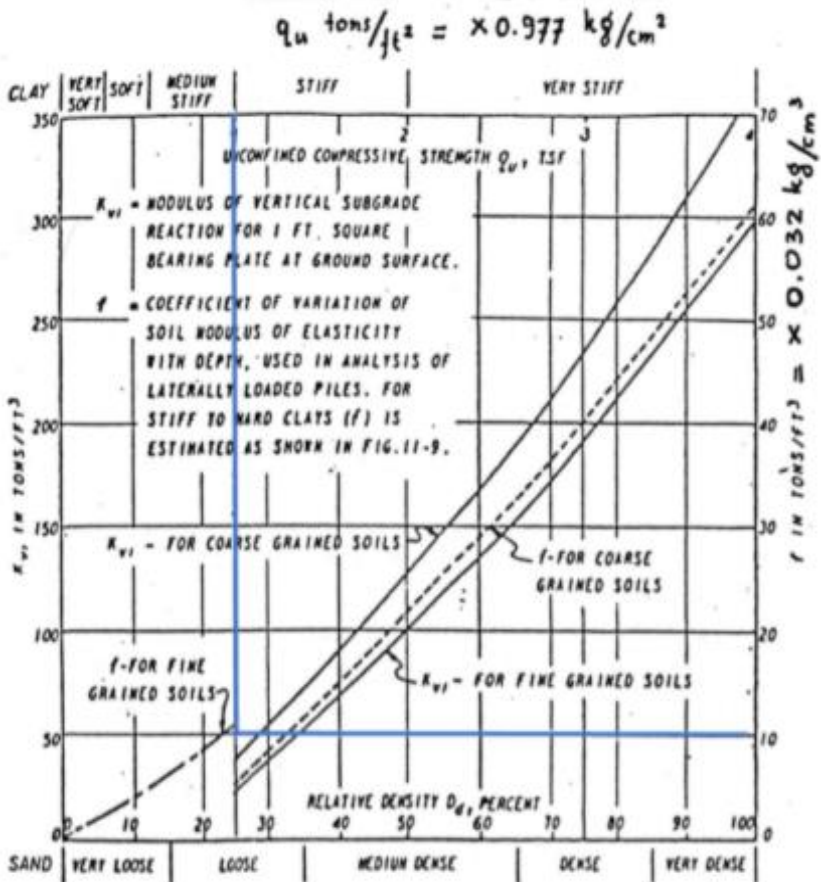
$$Q_{\text{grup}} = Q_{\text{ijin tarik}} \times n \times \text{eff} = 35,557 \times 2 \times 0,758 = 53,888 \text{ ton}$$

Beban perencanaan horizontal pada pondasi sebesar  $P = 8,511$  ton (maksimum  $F_2$  berdasarkan analisa fender) sehingga nilai  $Q_{\text{grup}} > P$  (OK), hal ini berarti tiang grup dapat menahan gaya horizontal yang dibebankan ke pondasi.

### 6.3.6 Kontrol Defleksi dan Nilai Momen pada Tiang

Defleksi dan momen yang terjadi pada tiang pancang tidak boleh melebihi batas yang diijinkan yaitu 2,54 cm. Berikut ini adalah perhitungan kontrol defleksi terhadap pondasi.

1. Mencari harga  $f$



**Gambar 6.16** Analisa Nilai  $f$

Jenis tanah pada perencanaan ini cenderung medium stiff, sehingga dari grafik didapatkan nilai  $f = 10 \text{ ton/ft}^3$  atau  $f = 10 \times 0,032 = 0,32 \text{ kg/cm}^3$

## 2. Menentukan nilai T

Dari spesifikasi tiang pancang didapatkan momen inersia tiang pancang sebesar  $I = 522308 \text{ cm}^4$ . Dan nilai E didapatkan dari rumus  $E = 4700\sqrt{f'c}$

$$E = 4700\sqrt{30} = 25742,96 \text{ Mpa} = 25742,96 \text{ kg}^2/\text{cm}$$

Sehingga nilai T adalah,

$$T = \left( \frac{EI}{f} \right)^{\frac{1}{5}}$$

$$T = \left( \frac{25742,96 \times 522308}{0,352} \right)^{\frac{1}{5}} = 133,256 \text{ cm}$$

### 3. Menentukan nilai $F\delta$ dan $Fm$

Untuk menentukan nilai  $F\delta$  dan  $Fm$  dapat digunakan grafik NAFVAC DM-8 berdasarkan nilai  $L/T$ , dimana  $L$  adalah panjang tiang  $L = 16 \text{ m}$ . Sehingga  $L/T$  yaitu:

$$L/T = 1600 / 133,256 = 12,007 \text{ cm}$$

Nilai  $F\delta$  dan  $Fm$  didapatkan dari Gambar 2.13 dibawah. Nilai  $L/T$  dibulatkan menjadi 10, karena plot pada Gambar 2.13 tidak perlu lebih dari 10. Kemudian dari plot tersebut akan mendapatkan nilai faktor defleksi yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 6.17 dibawah.

### 4. Menghitung nilai defleksi pada tiang

$$F\delta = 0,94$$

$$Fm = 0,88$$

Nilai yang didapatkan dari hasil analisa reaksi akibat beban fender pada SAP2000 yang maksimum yaitu  $V_x = 8,339 \text{ ton}$  sehingga nilai  $P_x = 8339/2 = 4169,45 \text{ kg}$ . Oleh karena itu defleksi yang terjadi sebagai berikut.

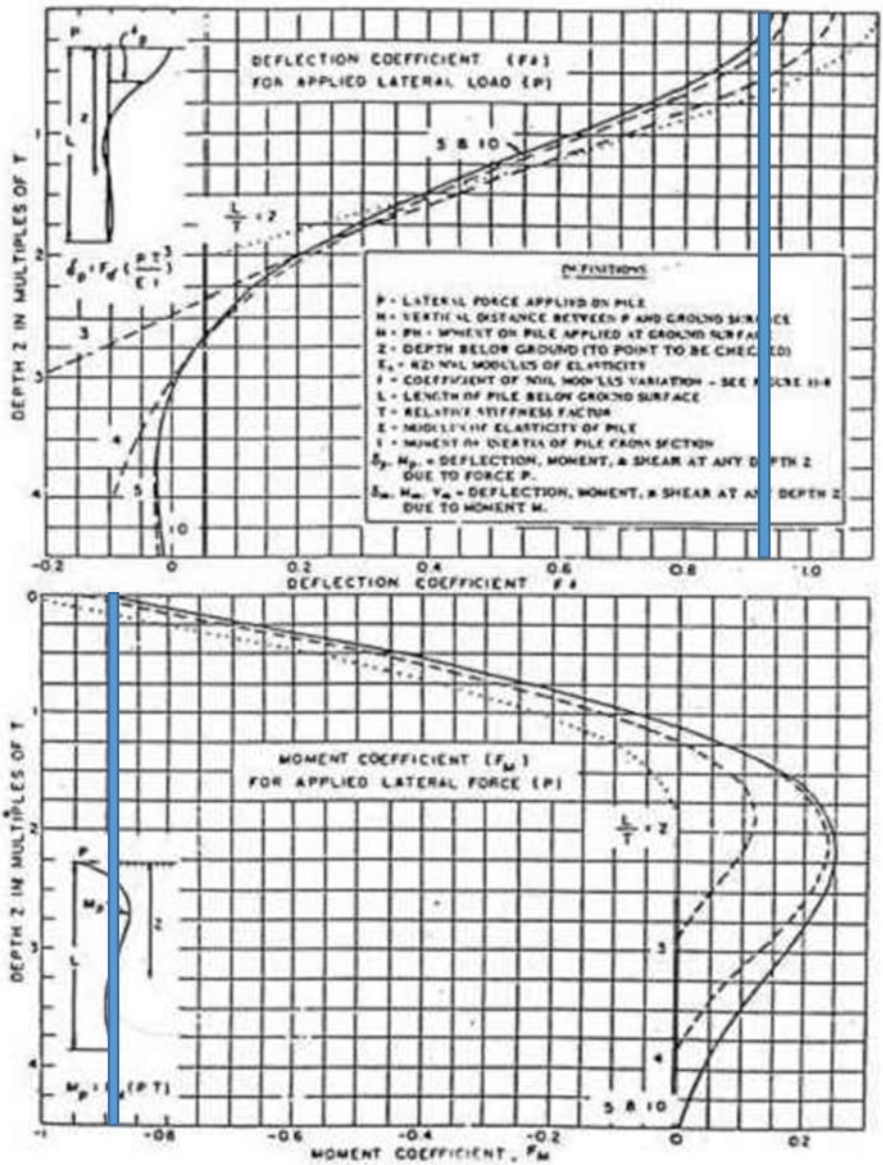
$$\delta_{px} = F\delta \left( \frac{PT^3}{EI} \right)$$

$$= 0,94 \left( \frac{4169,45 \times 133,256^3}{25742,96 \times 522308} \right) = 0,689 \text{ cm}$$

$$\delta_{px} < 2,54 \text{ cm (OK)}$$

Nilai yang didapatkan dari SAP untuk arah  $y$  yaitu  $V_y = 8,466 \text{ ton}$  sehingga  $P_y = 8466/2 = 4232,75$



Gambar 6.17 Analisa Nilai  $F_{\delta}$  dan  $F_m$

$$\delta_{px} = F\delta \left( \frac{PT^3}{EI} \right)$$

$$\delta_{px} = 0,88 \left( \frac{4232,75 \times 133,256^3}{25742,96 \times 522308} \right) = 0,700 \text{ cm}$$

$$\delta_{px} < 2,54 \text{ cm (OK)}$$

Keterangan:

P = F(x,y)/n

n = Jumlah tiang dalam satu grup

T = Faktor kekakuan relative

E = Modulus elastisitas tiang

I = Momen inersia dari potongan melintang tiang

$\delta < 1 \text{ inch (2,54 cm)}$

5. Menentukan nilai momen ( $M_p$ ) pada tiang

Momen yang terjadi pada tiang berada dibagian paling atas tiang. Momen tiang tidak boleh melebihi  $M_{crack}$  tiang yang diijinkan. Berdasarkan spesifikasi tiang pancang  $M_{crack} = 20,36 \text{ tm}$ . Besarnya momen dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$M_p = F_m.P.T$$

$$M_{px} = 0,88 \times 4,169 \times 1,333 = 4,889 \text{ tm}$$

$$M_{py} = 0,88 \times 4,233 \times 1,333 = 4,964 \text{ tm}$$

$$M_p < M_{crack} \text{ tiang (OK)}$$

#### 6.4 Perencanaan Pile Cap

Pile Cap dirancang untuk meneruskan gaya dari struktur atas ke pondasi tiang pancang. Oleh karena itu, pile cap harus memiliki kekuatan yang cukup terhadap geser pons dan lentur. Data perancangan pile cap adalah sebagai berikut:

$P_u$  : 117,440 ton

P 1 tiang : 117,440 ton

n : 2 buah

Dimensi : p x l x t = 1800 x 3300 x 500 mm

$F_y$  : 400 Mpa

$F'_c$  : 30 Mpa

Dtulangan : 25 mm

Selimit beton : 60 mm

$d_x$  efektif : 500 – 60 – 0,5 x 25 = 427,5 mm

dy efektif :  $500 - 60 - 25 - 0,5 \times 25 = 402,5 \text{ mm}$

### 1. Kontrol Geser Pons

Dalam merencanakan pile cap harus dipenuhi persyaratan kekuatan gaya geser nominal beton yang harus lebih besar dari geser pons yang terjadi. Hal ini sesuai yang disyaratkan pada SNI 2847-2013 pasal 11.11.2.1. Kuat geser yang disumbangkan beton dirumuskan dengan perumusan sebagai berikut, dimana  $V_c$  digunakan yang terkecil.

Batas 1

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{2}{\beta} \right) \lambda \sqrt{f'c} b_o d = 3558,796 \text{ kN}$$

Batas 2

$$V_c = 0,083 \left( \frac{asd}{b_o} + 2 \right) \lambda \sqrt{f'c} b_o d = 5218,601 \text{ kN}$$

Batas 3

$$V_c = 0,33 \lambda \sqrt{f'c} b_o d = 4517,853 \text{ kN}$$

Dengan nilai  $V_c$  terkecil 3558,796 kN, maka nilai  $\phi V_c$  adalah

$$\phi V_c = 0,75 V_c = 2669,1 \text{ kN} = 266,910 \text{ ton}$$

Kontrol geser pons dikatakan OK ketika  $P < \phi V_c$ . Nilai  $P = 117,440 \text{ ton}$  dan  $\phi V_c 266,910 \text{ ton}$ , maka telah memenuhi syarat geser pons.

Dimana,

- $\beta c$  adalah rasio dari sisi panjang terhadap sisi pendek beton dari daerah beban terpusat
- $b_o$  adalah keliling dari penampang kritis pada pile cap dengan rumus  $b_o = 2(bk+d)+2(hk+d)$
- $as = 20$  untuk kolom sudut, 30 untuk kolom tepi, dan 40 untuk kolom interior

### 2. Penulangan lentur

Untuk penulangan lentur, momen pada pile cap didapat dari beban aksial maksimum. Sehingga momen yang bekerja adalah  $M_x$  maksimum dari reaksi perletakan menggunakan SAP2000 yaitu.

$$M = 2,229 \text{ tm}$$

Dengan  $f'c = 30 \text{ Mpa}$

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \times \left( f'c - \frac{28}{7} \right)$$

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \times \left( 30 - \frac{28}{7} \right) = 0,836$$

$$0,836 > 0,65 \text{ (SNI 2847-2013 10.2.7.3)}$$

Nilai  $\rho_b$  adalah

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f'_c \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times 0,836 \times 30 \left( \frac{600}{600 + 400} \right)}{400} = 0,032$$

Berdasarkan SNI 2847-2013  $\rho$  harus memenuhi syarat berikut:

- $\rho_{max}$  tidak boleh lebih dari  $\rho_{max} = 0,025$
- $\rho_{max}$  tidak boleh lebih dari  $\rho_{max} = 0,75 \rho_b$
- $\rho_{max}$  tidak boleh kurang dari  $\rho_{min} = \frac{0,25 \times \sqrt{f'_c}}{f_y \times b_w \times d}$
- dan tidak boleh kurang dari  $\rho_{min} = \frac{1,4 \times b_w \times d}{f_y}$

Nilai  $\rho_{perlu}$  adalah

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f'_c} = \frac{320}{0,85 \times 30} = 15,686$$

$$Rn = \frac{Mu}{\phi b d x^2} = \frac{2,229}{0,75 \times 3300 \times 402,5} = 5,558 \times 10^{-9}$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,686 \times 5,558 \times 10^{-9}}{400}} \right) = 1,331 \times 10^{-6}$$

Dengan syarat tersebut digunakan  $\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = 0,0035$ , hal ini dikarenakan syarat  $\rho_{max} < \rho_{min} < \rho_{perlu}$  (SNI 2847-2013 7.6.5). Sehingga tulangan yang dibutuhkan adalah.

$$A_s = \rho b d = 4648,875 \text{ mm}^2$$

Dengan jumlah tulangan

$$n = \frac{A_s}{\frac{1}{4} \pi d^2} = \frac{4648,875}{\frac{1}{4} \pi 25^2} = 9,471 \text{ buah} = 10 \text{ buah}$$

Dengan jarak tulangan

$$S = 3200 / n = 3200 / 10 = 320 \text{ mm}$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka digunakan tulangan lentur D25 – 320 mm.

As pasang =  $n \times A_s = 4908,739 > A_s$  perlu 4648,875 (OK)

## 6.5 Perhitungan Harga Material

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan pemilihan alternatif termurah dari konstruksi penahan tanah, namun, alternatif penahan tanah *Concrete Sheet Pile* dan *Secant Pile* tidak dapat dijadikan sebagai alternatif. Oleh karena itu, pada sub bab ini hanya akan dilakukan perhitungan harga material dari masing – masing perencanaan *Cofferdams* dan *Jetty*. Harga material – material dari perhitungan dibawah ini mengacu pada brosur yang terdapat pada Lampiran 2. Berikut perhitungan harga material dari perencanaan.

### 1. Cellular Cofferdams

Total panjang rencana = 32 m  
*Sheet Pile* GPU26-750 dari Grand Piling China (Lampiran 2)  
 Berat per meter = 104,1 kg/m  
 Harga = 450 USD/ton = Rp6.501.847,00/ton  
 Harga /m<sup>3</sup> pasir = Rp280.000,00/m<sup>3</sup>

Perhitungan:

- Sheet Pile

Berat per sheet pile =  $32 \times 104,1 = 3331,2$  kg/sheet = 3,331 ton/sheet  
 Harga per sheet pile =  $3,331 \times 6501847 = \text{Rp}21.658.952,73/\text{sheet}$

Diameter 1 cofferdams = 5,82 m  
 Keliling 1 cofferdams =  $\pi \times d = 18,284$  m  
 W = 750 mm = 0,75 m  
 Banyak sheet/1 coff =  $18,284 / 0,75 = 24,379$  sheet  
 Keliling 1 coff. kecil = 7,551 m (autocad)  
 Sheet/1 coff kecil =  $7,551 / 0,75 = 10,068$  sheet  
 Banyak coff primer = 22 buah + 10,793 m (autocad)  
 Banyak coff kecil = 22 buah

Total kebutuhan sheet pile

$$= (22 \times 24,379) + (22 \times 10068) + (10,068/0,75) \\ = 772,214 \text{ sheet pile}$$

$$\text{Harga total kebutuhan} = 772,214 \times \text{Rp}21.658.952,73 \\ = \text{Rp}16.725.343.672,24$$

- *Cell Fill* (Pasir)

$$\text{Luasan 1 coff. primer} = 26,603 \text{ m}^2 \quad +(17,971 \text{ m}^2)$$

$$\text{Luasan 1 coff. kecil} = 12,496 \text{ m}^2$$

$$\text{Total panjang rencana} = 32 \text{ m}$$

$$\text{Volume 1 coff. primer} = 26,603 \times 32 = 851,306 \text{ m}^3 \quad +(575,061 \text{ m}^3)$$

$$\text{Volume 1 coff. kecil} = 12,496 \times 32 = 399,878 \text{ m}^3$$

$$\text{Banyak coff. primer} = 22$$

$$\text{Banyak coff. kecil} = 22$$

$$\text{Total volume cell fill} = (851,306 \times 22) + (399,878 \times 22) + (575,061) \\ = 28101,113 \text{ m}^3$$

$$\text{Harga total kebutuhan} = 28101,113 \times \text{Rp}280.000,00 \\ = \text{Rp}7.868.311.551,00$$

## 2. Dermaga *Jetty*

- Pelat Pre-cast

$$\text{Harga panel lantai} = \text{Rp}2.650.000,00/8\text{m}^2$$

$$\text{Harga grouting} = \text{Rp}240.000,00/8\text{m}^2$$

$$\text{Tulangan besi} = \text{Rp}240.000,00/8\text{m}^2$$

$$\text{Harga perkiraan 1 pelat} = (\text{panel} + \text{grouting} + \text{tulangan}) \\ = \text{Rp}3.130.000,00/8\text{m}^2$$

$$\text{Harga perkiraan /m}^2 = \text{Rp}3.130.000,00 / 8 = \text{Rp}391.250,00/\text{m}^2$$

Perhitungan:

$$\text{Jumlah pelat} = 8 \times 25 = 200 \text{ pelat}$$

$$\text{Luas 1 pelat} = 5 \times 5 = 25 \text{ m}^2$$

$$\text{Total luas pelat} = 200 \times 25 = 5000 \text{ m}^2$$

$$\text{Total harga pelat} = 5000 \times \text{Rp}391.250,00 = \text{Rp}1.956.250.000,00$$

- Balok

$F'c\ 30 = K300$

Harga cor jayamix CV. Dafa Aliet Mix = Rp860.000,00/m<sup>3</sup>

Perhitungan:

Total panjang	= (9 x 125) + (4,4 x 8 x 26)	= 2040,2 m
B x H x L	= 0,6 x 0,8 x 2040,2	= 979,296 m <sup>3</sup>
Total harga balok	= 979,296 x Rp860.000,00	
	= Rp842.194.560,00	

- Tiang Pancang

Harga pancang = Rp6.700.000,00/16m

Tegak

Panjang = 29 m

Jumlah tiang = 186 batang

Harga pancang tegak = (29 / 16) x Rp6.700.000,00 x 186  
= Rp2.258.737.500,00

Miring

Panjang = 29,4 m

Jumlah tiang = 96 batang

Harga pancang miring = (29,4 / 16) x Rp6.700.000,00 x 96  
= Rp1.181.880.000,00

- Fender

Harga jenis V500 1000L = Rp7.000.000,00

Jumlah fender (dipasang /5m) = 26 x 2 = 52 buah

Total harga = Rp7.000.000,00 x 52  
= Rp364.000.000,00

Berikut rekapitulasi harga material dari perencanaan *Cellular Cofferdams* dan *Jetty*.

Material	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
<b>Cellular Cofferdams</b>				
Sheet Pile Baja	772.214	buah	Rp21,658,952.73	Rp16,725,343,672.24
Tanah Pasir	28101.113	m3	Rp280,000.00	Rp7,868,311,550.68
			Total	Rp24,593,655,222.92
<b>Dermaga Jetty</b>				
Pelat (Precast)	5000	m2	Rp391,250.00	Rp1,956,250,000.00
Balok	979.296	m3	Rp860,000.00	Rp842,194,560.00
Tiang Pancang Tegak	186	buah	Rp12,143,750.00	Rp2,258,737,500.00
Tiang Pancang Miring	96	buah	Rp12,311,250.00	Rp1,181,880,000.00
Fender	52	buah	Rp7,000,000.00	Rp364,000,000.00
			Total	Rp6,603,062,060.00

**Gambar 6.18** Rekapitulasi Harga Material



## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini, didapatkan beberapa kesimpulan yaitu:

1. Kondisi tanah pada titik lokasi pengembangan PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari, Batam memiliki tebal lapisan tanah lunak sampai pada kedalaman -24 m seperti hasil analisa data tanah yang ditunjukkan pada Tabel 4.10. Elevasi muka air tanah direncanakan paling kritis yaitu elevasi +4,00 m pada sisi darat dan +0,63 m pada sisi laut seperti hasil analisa pasang surut pada Tabel 4.6.
2. Hasil analisa beban yang bekerja pada Dermaga *Jetty* adalah beban vertikal berfaktor bernilai 6,043 ton/m<sup>2</sup> dan energi tumbukan kapal sebesar 6,945 ton-m dengan rekasi fender sebesar 40 ton.
3. Dari hasil perencanaan konstruksi penahan tanah didapatkan total panjang turap tanpa angkur sebesar 37 m yang memiliki momen maksimum sebesar 466 tm dengan defleksi sebesar 1,89 m dan total panjang turap berangkur sebesar 30 m yang memiliki momen maksimum sebesar 103 tm dengan defleksi 12,3 cm. Alternatif perencanaan dengan *Concrete Sheet Pile* Tanpa Angkur dan *Secant Pile* Berangkur tidak dapat memenuhi persyaratan keamanan dalam perencanaan ini. Alternatif yang dipakai adalah konstruksi *Cellular Cofferdams* dengan hasil sebagai berikut:  
Kedalaman : 19 m  
Total Panjang : 32 m  
Dimensi : Diameter = 5,82 m; Lebar Efektif = 5,22 m  
Profil Sheet Pile : Grand Piling China Type GPU26-750  
Isian Sel : Tanah urug pasir extra beton  
 $\gamma_{\text{sat}} = 1,8 \text{ t/m}^3$  ;  $\phi = 30^0$  ;  $C = 0 \text{ t/m}^2$
4. Hasil perencanaan struktur atas dan bawah Dermaga *Jetty* adalah sebagai berikut:
  - Pelat dermaga tebal 350 mm dengan tulangan 6D16 untuk penulangan arah X dan 5D16 untuk penulangan arah Y.

- Balok dermaga berdimensi 60/80 dengan tulangan seperti ditunjukkan pada Tabel 6.2.
  - Fender tipe *CBR Super V Fender* (CSVF) 500H x 1000H dipasang setiap 5 m memanjang.
  - Tiang pancang tegak menggunakan diameter 600 mm dengan kedalaman 16 m dari Seabed dan total panjang 29 m. Tiang pancang miring menggunakan diameter 600 mm dengan kemiringan 1:6,8 dan kedalaman 16,4 m dari Seabed serta total panjang 29,4 m.
5. Harga material untuk perencanaan *Cellular Cofferdams* sebesar Rp24.593.655.222,92 dan untuk perencanaan *Jetty* sebesar Rp6.603.062.060,00.

## 7.2 Saran

1. Perlu mempertimbangkan jenis konstruksi penahan tanah lainnya sebagai alternatif untuk mencapai biaya yang lebih murah.
2. Diperlukan perhitungan biaya yang lebih cermat, teliti, dan memperhitungkan biaya semua aspek proyek (pekerja, sewa alat, dan sebagainya).

## DAFTAR PUSTAKA

Das, Braja M. 1988. **Mekanika Tanah: Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik jilid 1**. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Surabaya: Erlangga.

Das, Braja M. 1988. **Mekanika Tanah: Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik jilid 2**. Diterjemahkan oleh Noor Endah dan Indrasurya B.M. Surabaya: Erlangga.

Das, Braja M. 1990. **Principles of Foundation Engineering**. Boston: PWS-KENT

Ingles, O.G and J.B Metcalf. 1972. **Soil Stabilization Principles and Practice**. Sydney-Melbourne-Brisbane: Butterworths.

Istiarto. 2010. **Tabel Distribusi T**. Jurnal Statistik Teknik Sipil UGM

Mochtar, Indrasurya B. 2006. **Empirical Parameters For Soft Soil In Situ**. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Burt Look. 2007. **Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables**. London, UK: Taylor & Francis Group

Wahyudi, Herman. 2013. **Daya Dukung Pondasi Dalam**. Surabaya: ITSpress.

Triatmodjo, Bambang. 2009. **Perencanaan Pelabuhan**. Yogyakarta: Beta Offset.

Iriani, Dyah; Fuddoly. 2017. **Perencanaan Pelabuhan**. Yogyakarta: CV. Absolute Media.

Badan Standarisasi Nasional. 2017. SNI 8460-2017 **Persyaratan Perancangan Geoteknik**. Bandung: Badan Standarisasai Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. 2013. SNI 2847-2013 **Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung**. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

United States Steel, USS. 1984. **Steel Sheet Piling Design Manual**. USA: U. S. Department of Transportation FHWA.

U. S. Army Corps of Engineers. 1989. **Design of Sheet Pile Cellular Structures Cofferdams and Retaining Structures**. Washington, DC: Department of The Army U. S. Army Corps of Engineers.

**LAMPIRAN I**  
(Data dan Brosur)

## 1. Titik Data Tanah

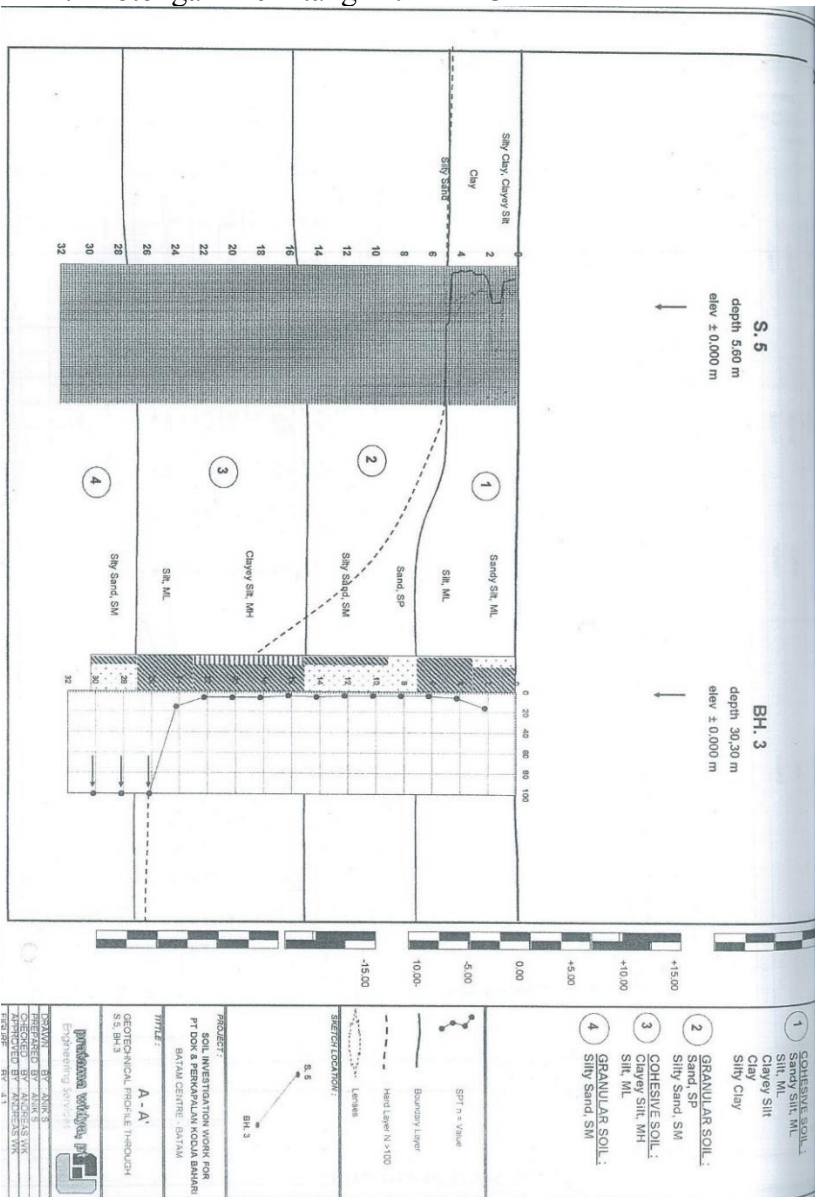
### 2.3. Data Analysis

The data obtained from field work and laboratory test are used as an evaluation base for foundation design.

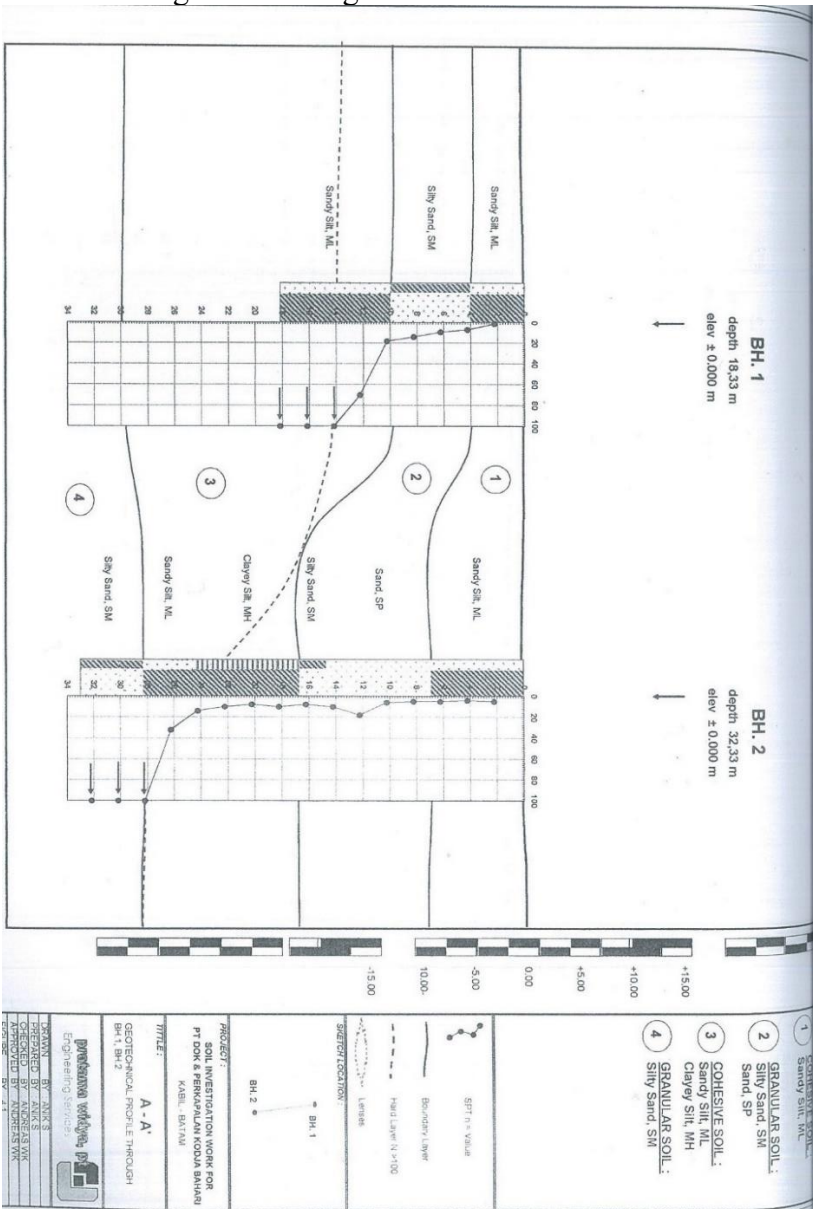


Figure 2.1. Location of Soil Investigation Work Bore Hole (BH), Sondir (CPT) and California Bearing Ratio (CBR)

## 2. Potongan Melintang Titik BH-3



### 3. Potongan Melintang Titik BH-2

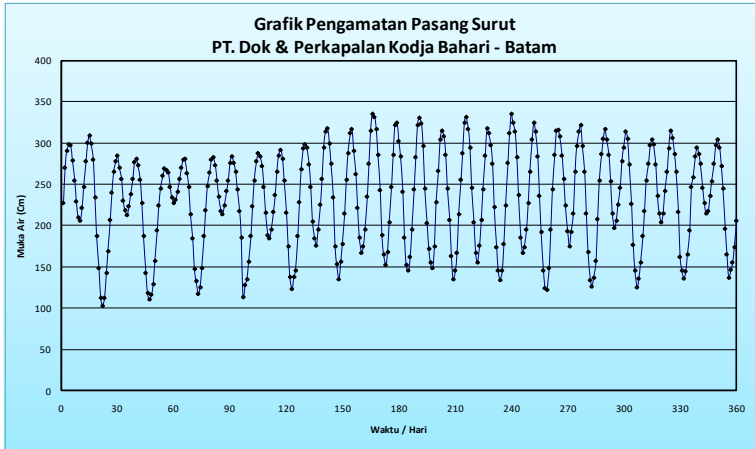




## 4. Data Pengukuran Pasang Surut

PROJEK LOKASI : PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari - Batam	PENGUKURAN PASANG SURUT (per 1 Jam)																									
	TANGGAL JUNI 2017																									
JAM	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26											
0000	2.27	1.69	1.29	1.17	1.13	1.75	2.34	2.86	2.96	3.17	3.25	3.16	3.05	2.75	2.58											
0100	2.70	2.07	1.57	1.25	1.28	1.38	1.75	2.43	2.45	2.95	3.14	3.08	3.17	2.97	2.84											
0200	2.91	2.40	1.94	1.48	1.35	1.23	1.53	1.88	2.03	2.46	2.83	2.85	3.04	3.04	2.95											
0300	2.98	2.65	2.24	1.87	1.56	1.38	1.35	1.65	1.72	2.04	2.37	2.57	2.88	2.98	2.87											
0400	2.97	2.78	2.45	2.19	1.87	1.45	1.56	1.52	1.55	1.67	1.85	2.24	2.54	2.74	2.75											
0500	2.79	2.85	2.80	2.48	2.23	1.87	1.78	1.68	1.48	1.55	1.67	1.93	2.15	2.38	2.46											
0600	2.55	2.70	2.89	2.64	2.55	2.28	2.15	2.04	1.75	1.76	1.74	1.75	1.97	2.15	2.27											
0700	2.29	2.57	2.67	2.80	2.78	2.68	2.56	2.47	2.28	2.07	1.95	1.92	2.06	2.04	2.15											
0800	2.10	2.30	2.64	2.83	2.88	2.94	2.88	2.86	2.68	2.44	2.27	2.15	2.25	2.15	2.18											
0900	2.06	2.19	2.47	2.73	2.84	2.98	3.12	3.22	3.04	2.85	2.65	2.65	2.46	2.42	2.36											
1000	2.21	2.13	2.34	2.55	2.72	2.95	3.17	3.25	3.15	3.18	3.04	2.95	2.78	2.65	2.54											
1100	2.47	2.23	2.27	2.35	1.36	2.74	2.91	3.02	3.08	3.12	3.25	3.14	2.95	2.94	2.75											
1200	2.78	2.38	2.31	2.18	2.16	2.47	2.62	2.84	2.88	2.97	3.14	3.22	3.14	3.15	2.97											
1300	3.00	2.57	2.41	2.14	1.88	2.05	2.21	2.41	2.45	2.22	2.84	2.96	3.05	3.08	3.04											
1400	3.09	2.77	2.57	2.24	1.84	1.84	1.85	1.95	2.07	2.22	2.36	2.65	2.74	2.87	2.95											
1500	2.99	2.81	2.70	2.42	1.95	1.76	1.67	1.52	1.63	1.74	1.92	2.15	2.28	2.68	2.72											
1600	2.80	2.73	2.80	2.55	2.17	1.95	1.75	1.45	1.35	1.45	1.45	1.68	1.77	2.17	2.45											
1700	2.34	2.56	2.81	2.76	2.37	2.25	1.95	1.62	1.45	1.34	1.24	1.34	1.45	1.62	1.96											
1800	1.87	2.27	2.63	2.94	2.65	2.57	2.35	1.95	1.67	1.45	1.22	1.26	1.25	1.45	1.65											
1900	1.48	1.87	2.47	2.76	2.85	2.95	2.75	2.44	2.14	1.78	1.48	1.37	1.36	1.36	1.37											
2000	1.13	1.43	2.14	2.65	2.92	3.14	3.15	2.83	2.56	2.24	1.95	1.57	1.55	1.44	1.46											
2100	1.03	1.18	1.84	2.44	2.81	3.18	3.35	3.22	2.88	2.76	2.44	2.08	1.87	1.65	1.55											
2200	1.12	1.10	1.47	2.18	2.55	2.99	3.32	3.31	3.25	3.12	2.86	2.55	2.18	1.94	1.74											
2300	1.42	1.16	1.32	1.85	2.16	2.75	3.17	3.24	3.32	3.35	3.15	2.87	2.55	2.47	2.06											
Jumlah :	55.349	53.390	54.644	55.350	52.860	55.530	57.240	57.860	55.780	56.430	56.060	55.100	56.450	57.020	56.620											
Keterangan :																										
Air Tertinggi	:	335,00 cm																								
Air Terendah	:	102,60 cm																								
MSL	:	232,44 cm																								
Fuktuasi Muka Air	:	232,40 cm																								

## 5. Grafik Pengamatan Pasang Surut





## 6. Design Water Level


Design Water Level	Symbol	Calculation	Elev. (m)	Elev. (m MSL)
Highest Astronomical Tide	HAT	$Z_0 + (\text{all constituents})$	4.19	1.9
Higher High Water Level	HHWL	$Z_0 + (M_2 + S_2 + K_2 + K_1 + O_1 + P_1)$	4.01	1.7
High Water Spring	HWS	$Z_0 + (M_2 + S_2 + K_1 + O_1)$	3.86	1.5
Mean High Water Spring	MHWS	$Z_0 + (M_2 + S_2)$ or $Z_0 + (K_1 + O_1)$	3.25	0.9
Mean Sea Level	MSL	$Z_0$	2.32	0
Mean Low Water Spring	MLWS	$Z_0 - (M_2 + S_2)$ or $Z_0 - (K_1 + O_1)$	1.39	-0.9
Chart Datum Level	CDL	$Z_0 - (M_2 + S_2 + K_1 + O_1)$	0.78	-1.5
Lower Low Water Level	LLWL	$Z_0 - (M_2 + S_2 + K_2 + K_1 + O_1 + P_1)$	0.63	-1.7
Lowest Astronomical Tide	LAT	$Z_0 - (\text{all constituents})$	0.45	-1.9

## 7. Brosur Tiang Pancang

PC PILES





Managed and Operated by 

### PC PILES

**DESCRIPTION**

Type of Piles  
 Prestressed Concrete Square Piles  
 Prestressed Concrete Spun Piles  
 Prestressed Concrete Spun Square Piles  
 Prestressed Concrete Triangular Piles

System of Joints  
 Welded at steel joint plate

Type of Shoe  
 Concrete Pencil Shoe (Standard) for PC Spun Piles,  
 Spun Square Pile & Square Piles  
 Mamira Shoe (Special Order) for PC Spun Pile

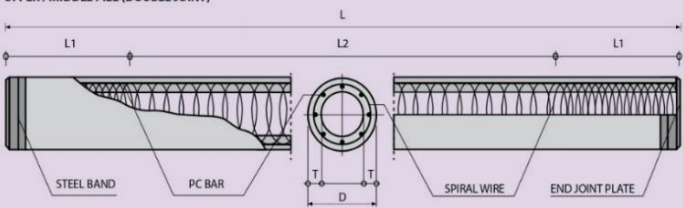
Method of Driving  
 Dynamic Pile Driving : Diesel Hammer and Hydraulic Hammer  
 Static Pile Driving : Hydraulic Static Pile Driver (Jacking Pile)

**DESIGN & MANUFACTURING REFERENCE**

Design	ACI 543R - 00 SNI 03 - 2847 - 2002	Design, Manufactured and Installation of Concrete Piles Indonesian Standard Code for Concrete
Manufacturing	WB - PRD - PS - 16	Production Manufacturing Procedure

### SPUN PILE WITH TEKCON TECHNOLOGIES, WIKA CLT STANDARD

**UPPER / MIDDLE PILE (DOUBLE JOINT)**



Outer Diameter of Piles D (mm)	Wall Thickness T (mm)	Spiral Wire Diameter (mm)	Pitch		Length of Pitch	
			Zone L1 (mm)	Zone L2 (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)
300	60	3.2	50	100	900	L - 2 (L1)
350	70	3.2	50	100	1050	L - 2 (L1)
400	75	3.2	50	100	1200	L - 2 (L1)
450	80	4.0	50	100	1350	L - 2 (L1)
500	90	4.0	50	100	1500	L - 2 (L1)
600	100	4.0	50	100	1800	L - 2 (L1)

January - 2015

## Brosur Tiang Pancang (Lanjutan)

### PRE-TENSIONED SPUN CONCRETE PILES SPECIFICATION

Structural Properties

Outer Diameter (mm)	Concrete/Wall Thickness (mm)	Class	PC Bar			Concrete Sectional Area (cm <sup>2</sup> )	Concrete Moment Inertia (cm <sup>4</sup> )	Effective Prestress (kg/cm <sup>2</sup> )	Allowable Axial Load (ton)		Bending Moment		Nominal Weight (kg/m)
			Diameter (mm)	Number	Sectional Area (cm <sup>2</sup> )				ES.8004-1986	ACI 543-1979	Cracking (Ltm)	Ultimate (Ltm)	
300	60	A	7.4	6	2.40	452	35472	47.03	64	73	2.7	3.5	118
350	70	A	7.4	8	3.20	616	65683	46.15	87	99	4.3	5.5	161
400	75	A	7.4	10	4.00	766	109130	46.37	108	123	6.2	7.9	200
		B	9.2	12	7.68	766	111559	82.55	101	118	8.4	15.1	200
450	80	A	9.2	8	5.12	930	170951	48.65	131	149	8.8	11.4	242
		B	9.2	16	10.24	930	175332	89.27	121	141	12.2	22.7	242
500	90	A	9.2	10	6.40	1159	262048	48.77	163	186	12.2	15.8	302
		B	9.2	18	11.52	1159	267428	81.91	154	178	16.0	28.4	302
600	100	A	9.2	12	7.68	1571	522509	43.63	223	253	19.3	22.7	409
		B	9.2	24	15.36	1571	534509	80.79	209	242	26.4	45.4	409

- Note: 1) TEKCON PC Piles are manufacture in compliance with JIS A 5335-1987 Pretensioned Spun Concrete Piles and generally conforming to other specification (ACI 543-1979 & BS.8004-1986 / BS.1110-1985) (ACI 543-1979)
- 2) PC Bar and Spiral Wires comply with JIS G 3137-1994 and BS.4482 respectively
- 3) Allowable Axial Load is applicable for pile acting as a short strut. Calculation is based on BS.8004-1986 Foundation & ACI 543-1979
- 4) Minimum compressive strength of concrete at age 28 days shall be 60 N/mm<sup>2</sup>
- 5) Standard piles length is 6 M, 9 M, 10 M and 12 M
- 6) Modification of the properties can be made upon orders
- 7) We have a right to modify our manufacturing specification without any prior notice

### PRE-TENSIONED SPUN HIGH STRENGTH CONCRETE PILES SPECIFICATION

Grade 80 Piles

Outer Diameter (mm)	Concrete/Wall Thickness (mm)	Class	PC Bar			Concrete Sectional Area (cm <sup>2</sup> )	Concrete Moment Inertia (cm <sup>4</sup> )	Effective Prestress (kg/cm <sup>2</sup> )	Allowable Axial Load (ton)		Bending Moment		Nominal Weight (kg/m)
			Diameter (mm)	Number	Sectional Area (cm <sup>2</sup> )				ACI 543-1979	Cracking (Ltm)	Ultimate (Ltm)		
300	60	A	7.1	6	2.37	452	35416	49.59	102		2.88	3.16	118
350	70	A	7.1	8	3.17	616	65533	48.71	139		4.54	6.75	161
400	75	A	7.1	10	3.96	766	108803	48.97	173		6.61	9.73	200
		B	9	12	7.63	766	111001	87.45	165		8.88	13.51	200
450	80	A	9	8	5.09	930	170556	51.59	209		9.41	10.13	242
		B	9	16	10.17	930	174626	94.54	198		12.97	20.27	242
		C	9	20	12.72	930	176660	112.77	194		14.55	25.34	242
500	90	A	9	10	6.36	1159	261750	51.78	261		13.02	14.08	302
		B	9	18	11.45	1159	266994	86.95	250		17.04	25.34	302
		C	9	24	15.26	1159	270927	109.67	243		19.75	33.78	302
600	100	A	9	12	7.63	1571	522308	44.38	356		20.36	29.87	409
		B	9	24	15.26	1571	534365	82.21	340		27.57	48.61	409
		C	9	32	20.35	1571	542404	103.80	331		31.89	55.53	409

- Note: 1) TEKCON PC Piles are manufacture in compliance with JIS A 5335-1987 Pretensioned Spun Concrete Piles and generally conforming to other specification (ACI 543-1979)
- 2) PC Bar and Spiral Wires comply with JIS G 3137-1994 and BS.4482 respectively
- 3) Allowable Axial Load is applicable for pile acting as a short strut. Calculation is based on ACI 543-1979
- 4) Minimum compressive strength of concrete at age 28 days shall be 80 N/mm<sup>2</sup>
- 5) Standard piles length is 6 M, 9 M, 10 M and 12 M
- 6) Modification of the properties can be made upon orders
- 7) We have a right to modify our manufacturing specification without any prior notice

## 8. Katalog Dimensi Circular Cellular Cofferdams (Steel Sheet Piling Handbook US)

**Estimating Dimensions Circular Structures**

Using 90° Tees  
Selected Dimensions—Sections P528 and P532

**American Engineering Units**

NO. OF PILES IN CELL*	D FT	Y FT	NO. OF M PILES	R FT	NO. OF N PILES	X FT	Z FT	E FT	AREA (SQ FT)		PILES PER FT WALL**
									WITHIN CIRCLE	BETWEEN CIRCLE	
48	19.10	24.80	11	7.97	9	1.17	5.69	17.11	287	138	2.66
52	20.70	25.93	12	7.97	9	1.73	5.22	18.43	337	141	2.70
56	22.29	28.18	13	8.76	10	1.73	5.89	19.87	390	170	2.70
60	23.88	29.30	14	8.76	10	2.29	5.42	21.20	448	173	2.73
64	25.48	31.56	15	9.56	11	2.29	6.08	22.64	510	205	2.72
68	27.07	32.68	16	9.56	11	2.86	5.62	23.97	575	208	2.75
72	28.66	33.81	17	9.56	11	3.42	5.15	25.31	645	211	2.66
76	30.25	36.06	18	10.35	12	3.42	5.81	26.74	719	246	2.77
80	31.84	37.18	19	10.35	12	3.98	5.35	28.08	796	248	2.80
84	33.43	39.44	20	11.15	13	3.98	6.00	29.51	878	286	2.64
88	35.02	40.56	21	11.15	13	4.54	5.54	30.86	963	288	2.81
92	36.61	41.69	22	11.15	13	5.10	5.07	32.21	1053	290	2.83
96	38.20	43.94	23	11.94	14	5.10	5.73	33.64	1146	332	2.82
100	39.79	45.06	24	11.94	14	5.67	5.27	34.99	1244	333	2.84
104	41.39	47.32	25	12.74	15	5.67	5.93	36.42	1345	378	2.83
108	42.98	48.44	26	12.74	15	6.23	5.46	37.77	1451	379	2.85
112	44.57	50.69	27	13.53	16	6.23	6.12	39.20	1560	427	2.84
116	46.16	51.82	28	13.53	16	6.79	5.66	40.55	1674	428	2.86
120	47.75	52.94	29	13.53	16	7.35	5.19	41.91	1791	428	2.87
124	49.34	55.19	30	14.33	17	7.35	5.85	43.34	1912	480	2.86
128	50.93	56.32	31	14.33	17	7.92	5.38	44.70	2038	480	2.88
132	52.53	58.57	32	15.12	18	7.92	6.04	46.12	2167	534	2.87
136	54.12	59.70	33	15.12	18	8.48	5.58	47.48	2300	534	2.88
140	55.71	60.82	34	15.12	18	9.04	5.11	48.85	2438	534	2.89
144	57.30	63.07	35	15.92	19	9.04	5.77	50.27	2579	592	2.89
148	58.89	64.20	36	15.92	19	9.60	5.31	51.63	2724	591	2.90
152	60.48	66.45	37	16.72	20	9.60	5.97	53.05	2873	652	2.89
156	62.07	67.57	38	16.72	20	10.17	5.50	54.42	3026	651	2.90
160	63.67	68.70	39	16.72	20	10.73	5.03	55.79	3183	649	2.91
164	65.26	70.95	40	17.51	21	10.73	5.69	57.20	3345	714	2.90
168	66.85	72.08	41	17.51	21	11.29	5.23	58.57	3510	712	2.91

\*Including 4-Tee piles  
Where M is an odd number of piles, one cell requires four tees (T-1-A or T-2-A) or four tees (T-1-B or T-2-B).  
Where M is an even number of piles, each cell requires two tees (T-1-A or T-2-A) and two tees (T-1-B or T-2-B).  
\*\*To estimate total weight of steel in cofferdam:  
For P528: Total weight (lb) = 35 x height (ft) x length (ft) x piles per foot (wall)  
Total weight (kg) = 52.1 x height (m) x length (m) x piles per meter (wall)  
For P532: Total weight (lb) = 40 x height (ft) x length (ft) x piles per foot (wall)  
Total weight (kg) = 59.5 x height (m) x length (m) x piles per meter (wall)

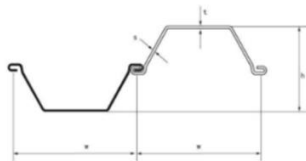
Katalog Dimensi Cellular Cofferdams (Lanjutan)

Metric Units	NO. OF PILES IN CELL*	D m	Y m	NO. OF PILES	R m	NO. OF N PILES	X m	Z m	E m	AREA (SQ. m)		PILES PER m WALL*
										WITHIN CIRCLE	BETWEEN CIRCLE	
48	5.82	7.56	11	2.43	9	0.36	1.73	5.22	26.7	12.8	8.72	
52	6.31	7.90	12	2.43	9	0.53	1.60	5.62	31.3	13.1	8.86	
56	6.79	8.59	13	2.67	10	0.53	1.80	6.06	36.3	15.8	8.86	
60	7.28	8.93	14	2.67	10	0.70	1.65	6.46	41.6	16.1	8.96	
64	7.77	9.62	15	2.91	11	0.70	1.85	6.90	47.4	19.0	8.92	
68	8.25	9.96	16	2.91	11	0.87	1.71	7.31	53.5	19.3	9.02	
72	8.74	10.31	17	2.91	11	1.04	1.57	7.72	59.9	19.5	8.73	
76	9.22	10.99	18	3.16	12	1.04	1.77	8.15	66.8	22.8	9.08	
80	9.71	11.33	19	3.16	12	1.21	1.63	8.56	74.0	23.0	9.19	
84	10.19	12.02	20	3.40	13	1.21	1.83	9.00	81.6	26.6	8.66	
88	10.67	12.36	21	3.40	13	1.38	1.70	9.41	89.5	26.8	9.22	
92	11.16	12.71	22	3.40	13	1.55	1.55	9.82	97.8	26.9	9.28	
96	11.64	13.39	23	3.64	14	1.55	1.75	10.25	106.5	30.8	9.25	
100	12.13	13.73	24	3.64	14	1.73	1.61	10.67	115.6	30.9	9.32	
104	12.62	14.42	25	3.88	15	1.73	1.81	11.10	125.0	35.1	9.28	
108	13.10	14.77	26	3.88	15	1.90	1.90	11.51	134.8	35.2	9.35	
112	13.59	15.45	27	4.12	16	1.90	1.66	11.95	144.9	39.7	9.32	
116	14.07	15.80	28	4.12	16	2.07	1.87	12.36	155.5	39.8	9.38	
120	14.55	16.14	29	4.37	17	2.24	1.73	12.77	166.4	39.8	9.42	
124	15.04	16.82	30	4.37	17	2.24	1.58	13.21	177.7	44.6	9.38	
128	15.52	17.17	31	4.61	18	2.41	1.78	13.63	189.3	44.6	9.45	
132	16.01	17.85	32	4.61	18	2.59	1.84	14.06	201.3	49.7	9.42	
136	16.50	18.50	33	4.61	18	2.59	1.70	14.47	213.7	49.7	9.45	
140	16.98	18.54	34	4.85	19	2.76	1.56	14.89	226.5	49.6	9.48	
144	17.47	19.22	35	4.85	19	2.76	1.76	15.32	239.6	55.0	9.48	
148	17.95	19.57	36	4.85	19	2.93	1.62	15.74	253.1	54.9	9.51	
152	18.43	20.25	37	5.10	20	3.10	1.82	16.17	266.9	60.6	9.48	
156	18.92	20.60	38	5.10	20	3.27	1.68	16.59	281.2	60.5	9.51	
160	19.41	20.94	39	5.34	21	3.27	1.53	17.00	295.8	60.3	9.55	
164	19.89	21.63	40	5.34	21	3.44	1.73	17.44	310.7	66.3	9.51	
168	20.38	21.97	41	5.34	21	3.44	1.59	17.85	326.1	66.1	9.55	

## 9. Brosur Sheet Pile

 **The Main sheet piling manufacturer in the world**  
has exported into over **180** different countries

Grand Piling



Biggest **Sheet Pile** Manufacturer  
in China, producing all types...

**US \$450 / Ton**  
**1 Ton (Min. Order)**

 **2 YRS** Nanjing Grand Steel P...

Section	Dimensions				Mass		Modulus of Section	Moment of inertia
	Width	Height	Thickness		Per pile	Wall		
	w	h	t	s				
mm	mm	mm	mm			cm <sup>3</sup> /m	cm <sup>4</sup> /m	
GPU6-600	600	170	7	7	47	78.3	632	5375
GPU7-600a	600	170	8	8	54.5	90.8	690	5872
GPU7-750	750	320	5	5	42.8	57	693	11089
GPU7-600b	600	310	6.5	6.5	46.3	77	745	11520
GPU8-600a	600	320	6	6	44	73.3	799	12791
GPU8-750	750	320	6	6	51.1	68.1	824	13191
GPU8-600b	600	310	7.5	7.5	53.4	89	830	12870
GPU9-600a	600	320	7	7	51	85	924	14783
GPU9-600b	600	355	7	7	52.6	87.7	947	16823
GPU9-750	750	320	7	7	59.3	79	953	15256
GPU10-700	700	310	9	9	71.2	101.7	1049	16270
GPU11-600	600	360	8	8	62.2	103.6	1162	20769
GPU12-600a	600	310	9	9	64.8	108	1200	18600
GPU12-600b	600	380	8.5	8.5	66.1	110.1	1200	22833
GPU12-600c	600	310	9.5	9.5	68.1	113	1240	19220
GPU13-600a	600	380	9	9	69.6	116	1255	23856
GPU13-600b	600	430	7	7	59.9	99.8	1270	27412
GPU13-600c	600	360	9	9	70	116.5	1292	23187
GPU13-500	500	340	10	10	70.7	141.4	1305	22195
GPU25-600b	600	435	12	12	97.5	162	2540	55240
GPU25-650	650	540	10	10	95.6	147	2540	68553
GPU26-750	750	540	10	10	104.1	138.8	2562	69033
GPU26-600	600	452	12	12	97.4	162.3	2680	60580
GPU27-750	750	560	10	10	111.5	148.6	2715	75582
GPU28-750	750	540	11	11	113.8	151.7	2795	75342
GPU28-600	600	454	12.5	12.5	101.8	169.6	2840	64460
GPU30-700	700	560	11	11	118.6	169.4	2993	83813
GPU30-600	600	456	13	13	106.2	177.1	3000	66380
GPU30-750	750	540	12	12	124	165	3038	81852
GPU31-600	600	452	13.5	13.5	109.9	183.2	3065	69210
GPU32-600a	600	452	14	14	114.1	190.2	3200	72320
GPU32-600b	600	452	14.1	14.1	115.2	192	3220	70030
GPU32-700	700	560	12	12	128.9	184.1	3246	90880
GPU 33-750	750	598	11	11	127.1	169.5	3265	97362
GPU33-600	600	452	14.5	14.5	118.4	197.3	3340	75410
GPU35-700	700	562	13	13	144.3	192.5	3509	98607
GPU 35-750	750	600	12	12	138.3	184.4	3547	106416
GPU37-700	700	558	14	14	156.2	223.2	3661	102145
GPU38-750	750	602	13	13	149.4	199.2	3837	115505
GPU39-700	700	560	15	15	166.9	238.5	3916	109655
GPU40-750	750	598	14	14	166.1	221.5	4011	119918
GPU41-700	700	562	16	16	177.6	253.7	4170	117194
GPU43-700	750	600	15	15	177.5	236.7	4291	128724
GPU45-750	750	602	16	16	188.9	251.8	4570	137561

10. Brosur Pasir Isian Sel



PRODUK	SATUAN	HARGA
Pasir Putih Rangkas	M <sup>3</sup>	Rp220.000-
	Colt Diesel (6-7/M <sup>3</sup> ) Truk (22-24/M <sup>3</sup> )	Rp. Rp.
Pasir Hitam Cor	M <sup>3</sup>	Rp250.000-
Pasir Extra Beton	M <sup>3</sup>	Rp280.000-
	Colt Diesel (6-7/M <sup>3</sup> ) Truk (22-24/M <sup>3</sup> )	Rp. Rp.
Pasir Cilegon	M <sup>3</sup>	Rp190.000-
	Colt Diesel (6-7/M <sup>3</sup> ) Truk (22-24/M <sup>3</sup> )	Rp. Rp.
Pasir Cuci	M <sup>3</sup>	Rp210.000-
Cuci Fremium	M <sup>3</sup>	Rp250.000-
Cuci Pertamina	M <sup>3</sup>	RP280.000-
	Colt Diesel (6-7/M <sup>3</sup> ) Truk (22-24/M <sup>3</sup> )	Rp. Rp.
Pasir Lampung	M <sup>3</sup>	Rp280.000-
	Colt Diesel (6-7/M <sup>3</sup> ) Truk (22-24/M <sup>3</sup> )	Rp. Rp.
Pasir Jawilan	M <sup>3</sup>	Rp300.000-
	Colt Diesel (6-7/M <sup>3</sup> ) Truk (22-24/M <sup>3</sup> )	Rp. Rp.
Pasir Urug »	M <sup>3</sup>	Rp.170.000-
	Colt Diesel (6-7/M <sup>3</sup> ) Truk (22-24/M <sup>3</sup> )	Rp. RP.



# 11. Brosur Concrete Sheet Pile

## CCSP

### CORRUGATED CONCRETE SHEET PILE

**Reference of Code**

Item	Reference	Description	Specification
Aggregate	ASTM C31 - 1999 N 2 FBI - 1971	Standard Specification for Concrete Aggregates Indigenous Concrete Code	
Cement	SNI IS-2049-2004	Portland Cement	Standard Product: Type 1 Special Order: Type 2 or 3
Adhesive	ASTM C947 - 1995	Standard Specification for Chemical Adhesive for Concrete	Type F: Water Reducing Compressive strength at 28 days: 700 kg/cm <sup>2</sup> (table)
Concrete	SNI 03-2487-2002	Indigenous Concrete Code	
PC Wire / PC Strand	JIS G 3536 - 1979	Uncoated Stress-Relieved Steel Wire and Strand for Prestressed Concrete	
PC Bar	JIS G 3137 - 1994	Small Size Deformed Steel Bars for Prestressed Concrete	SPTOL U279/AL0
Special Wire	JIS G 3532 - 2000	Low Carbon Steel Wire	SWMA / SWMP
Welding	ANSI / AWS D11.1 - 1990	Structural Welding Code - Steel	AWS A 5.1 / E 6013 NIKKOSTEEL RB 26 / RD 26ILCON 26, or equivalent
Quality Management System	ISO 9001:2008	Quality Management Standard	
Health & Safety	OSHAS 18001:2007	Health & Safety Management Standard	
Environment	ISO 14001:2004	Environment Management Standard	

### Corrugated Sheet Pile Specification Adhabeton

**TOP END SECTION (mm)**

Model	Height (mm)	Width (mm)	Flange Width (mm)	Flange Thickness (mm)	Web Thickness (mm)	Radius (mm)	Distance from Flange to Centerline (mm)	Moment of Inertia (mm <sup>4</sup> )	Section Modulus (mm <sup>3</sup> )	Weight (kg/m)		
W-525 A 5000	525	180	125	200	430	80	98	138	43	72	500	0,112
W-575 A 6000	575	180	125	200	464	103	167	214	76	290	500	0,147
W-625 A 6000	625	180	125	200	507	130	168	296	93	290	500	0,190
W-675 A 6000	675	180	125	200	550	160	168	396	107	330	500	0,248
W-725 A 6000	725	180	125	200	596	189	168	508	120	360	500	0,302
W-800 A 6000	800	180	125	200	696	200	168	726	125	480	500	0,398

**MIDDLE SECTION (mm)**

Model	Height (mm)	Width (mm)	Flange Width (mm)	Flange Thickness (mm)	Web Thickness (mm)	Radius (mm)	Distance from Flange to Centerline (mm)	Moment of Inertia (mm <sup>4</sup> )	Section Modulus (mm <sup>3</sup> )	Weight (kg/m)
W-525 A 1000	525	315	16,2	16,2	134,81	8,62	-8,62			
W-550 A 1000	550	315	16,2	16,2	142,61	9,02	-9,02			
W-600 A 1000	600	315	16,2	16,2	154,81	9,42	-9,42			
W-650 A 1000	650	315	16,2	16,2	167,01	9,82	-9,82			
W-700 A 1000	700	315	16,2	16,2	179,21	10,22	-10,22			
W-750 A 1000	750	315	16,2	16,2	191,41	10,62	-10,62			
W-800 A 1000	800	315	16,2	16,2	203,61	11,02	-11,02			

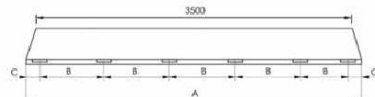
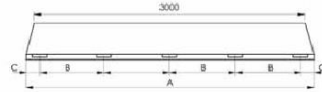
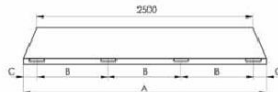
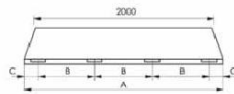
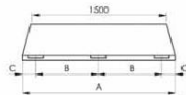
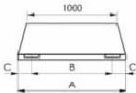
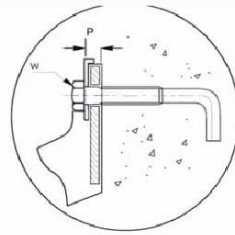
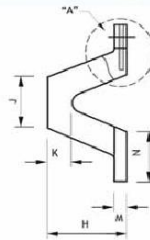
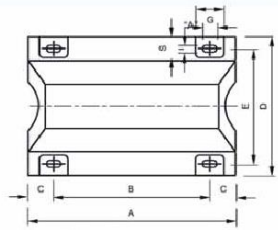
### Cross Section Characteristic

TYPE	Height (mm)	Width (mm)	Flange Width (mm)	Flange Thickness (mm)	Web Thickness (mm)	Radius (mm)	Distance from Flange to Centerline (mm)	Moment of Inertia (mm <sup>4</sup> )	Section Modulus (mm <sup>3</sup> )	Weight (kg/m)
W-525 A 1000	525	315	16,2	16,2	134,81	8,62	-8,62			
W-550 A 1000	550	315	16,2	16,2	142,61	9,02	-9,02			
W-600 A 1000	600	315	16,2	16,2	154,81	9,42	-9,42			
W-650 A 1000	650	315	16,2	16,2	167,01	9,82	-9,82			
W-700 A 1000	700	315	16,2	16,2	179,21	10,22	-10,22			
W-750 A 1000	750	315	16,2	16,2	191,41	10,62	-10,62			
W-800 A 1000	800	315	16,2	16,2	203,61	11,02	-11,02			

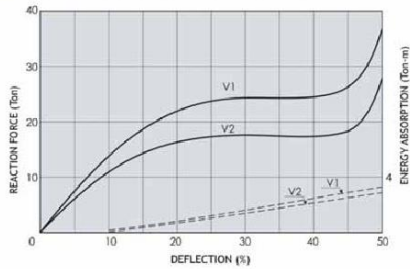
**PT ADHI PERSEKON BETON**  
 Head Office: Jl. Kartini No.100, Medan, Sumatera Utara, Indonesia. Telp. +62 61 7991818 Fax. +62 61 7991822. Email: general@adhabeton.com Id. Website: www.adhabeton.com

## 12. Brosur Fender

### SLP V FENDER (SVF)



#### ● SV 300 H x 1000 H PERFORMANCE CURVE



Compound Grade	V1		V2	
	R.F (ton)	E.A (ton-m)	R.F (ton)	E.A (ton-m)
SVF 150 H	12.8	0.64	8.44	0.422
SVF 200 H	17.10	1.14	11.30	0.75
SVF 250 H	21.40	1.78	14.10	1.78
SVF 300 H	25.70	2.57	16.90	1.60
SVF 400 H	34.20	4.56	22.50	3.00
SVF 500 H	40.00	7.13	25.50	4.74
SVF 600 H	51.30	10.30	33.80	6.75
SVF 800 H	67.40	18.20	45.00	12.00
SVF 1000 H	85.50	28.50	56.30	18.80

Tolerance : ± 10 % at 45 % Rated Deflection



### 13. Brosur Harga Fender



#### Rubber Fender type V 500

V500- 1000L : Rp 7.000.000

V500 -1500L: Rp 9.500.000

V 500 -2000L :Rp 13.000.000

#### Rubber Fender V 400

V400- 1000L : Rp 6.500.000

V400 -1500L: Rp 8.000.000

V 400 -2000L :Rp 12.000.000

pemesanan Harga Type lainnya Hubungi kami.

Rubber Fender Type V / Arch Fender umum digunakan untuk pelabuhan atau dermaga. Fender V adalah jenis fender yang telah dioptimalkan untuk peningkatan penyerapan energi untuk gaya reaksi rasio, pemasangan yang mudah. RUBBER FENDER Type V memiliki kelebihan dari menyerap energi dampak yang besar, tekanan rendah memaksakan unit pada kapal, resistensi dampak yang sangat baik dan instalasi sederhana. Menurut ukuran bola yang berbeda dan lingkungan, lapisan luar produk diperkuat dengan selubung biasa atau ban, dengan rentang hidup operasional 6-8 tahun.

**Spesifikasi Material** yang dipergunakan pada setiap Sandaran kapal atau rubber Fender terbuat dari Karet Berkualitas , Tahan terhadap Cuaca, Air Laut, kuat pada Gesekan.

Kontak kami untuk kebutuhan anda :

NELKASABA

(081217716487 ) WA (087859733525)

Telp /Fax : 0341345874

Ja supraptoI 238A

### 14. Brosur Harga Tiang Pancang



Produk tiang pancang bulat ( Spun Pile) dari ukuran diameter 30cm, 35cm, 40cm, 45cm, 50cm, & 60cm dengan Concrete Strength K-600, saat ini memiliki stock ribuan batang dengan berbagai ukuran, & harga bersaing, kualitas terjamin. Adapun variasi panjang tiang pancang adalah 12 m, 10 m, 9 m and 6 m.

#### SPESIFIKASI DAN HARGA

##### 1. Spesifikasi Harga

Diameter : 30cm,

Panjang : 6m/8m

Harga : Rp 3.000.000 / Batang

##### 2. Spesifikasi Harga

Diameter : 40cm

Panjang : 9m/10m

Harga : Rp 3.800.000 / Batang

##### 3. Spesifikasi Harga

Diameter : 50cm

Panjang : 12m/14m

Harga : Rp 5.500.000 / Batang

##### 4. Spesifikasi Harga

Diameter : 60cm

Panjang : 15m/16m

Harga : Rp 6.700.000 / Batang

Our product Pre-stressed Spun Concrete Piles "TECKON" are manufacture in compliance with JIS A 5335-1987 and generally conforming to other specification (ACI543-1979& BS.8004-1986/ BS.8110-1985) PC Bar and Spiral Wires comply with JIS G 3137-1994 and BS4482

## 16. Brosur Perkiraan Harga Pelat Pre-Cast



Home Profile

KELAS BETON	HARGA MIX FA
Jayamix B0	IDR 730,000.00
Cor Jayamix K100	IDR 760,000.00
Cor Jayamix K125	IDR 770,000.00
Cor Jayamix K150	IDR 785,000.00
Cor Jayamix K175	IDR 790,000.00
Cor Jayamix K200	IDR 800,000.00
Cor Jayamix K225	IDR 810,000.00
Cor Jayamix K250	IDR 825,000.00
Cor Jayamix K275	IDR 850,000.00
Cor Jayamix K300	IDR 860,000.00

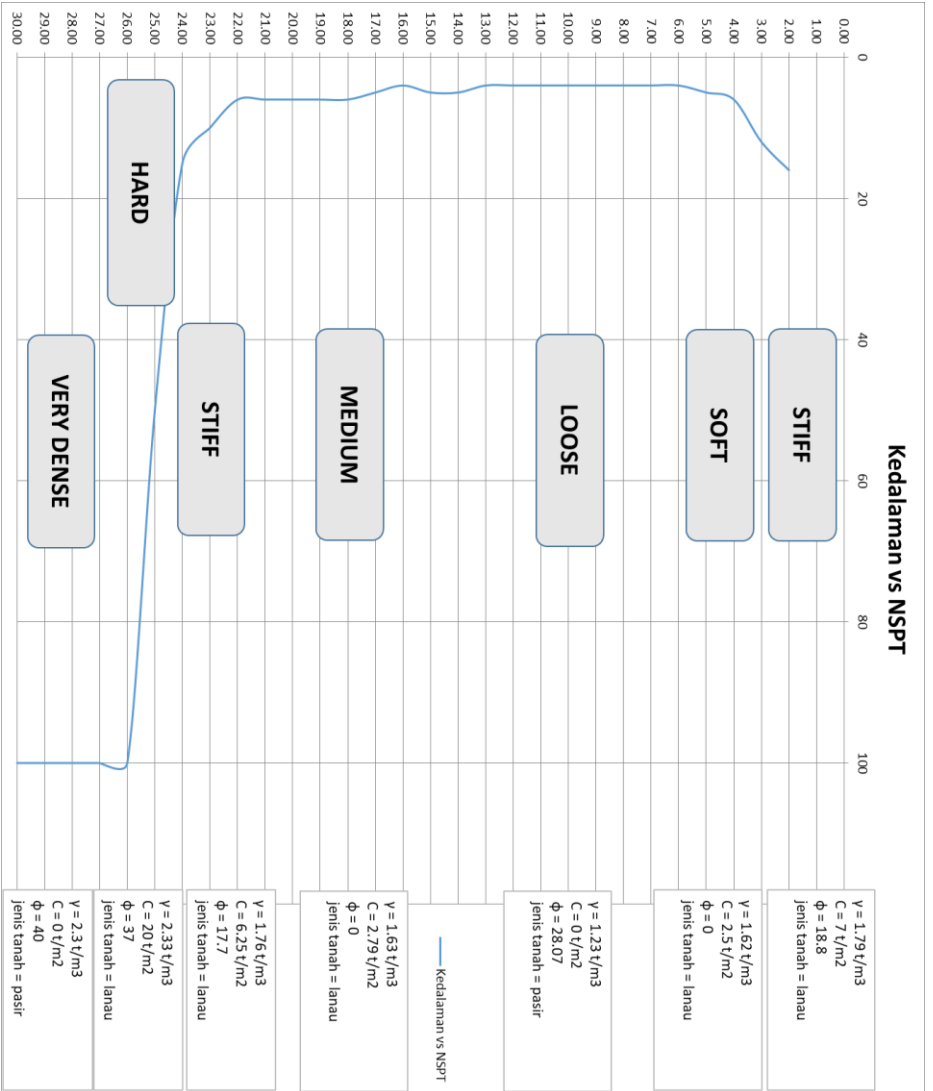
## 17. Brosur Perkiraan Harga Pelat

Tabel analisa perhitungan estimasi harga panel lantai untuk 8 m2:

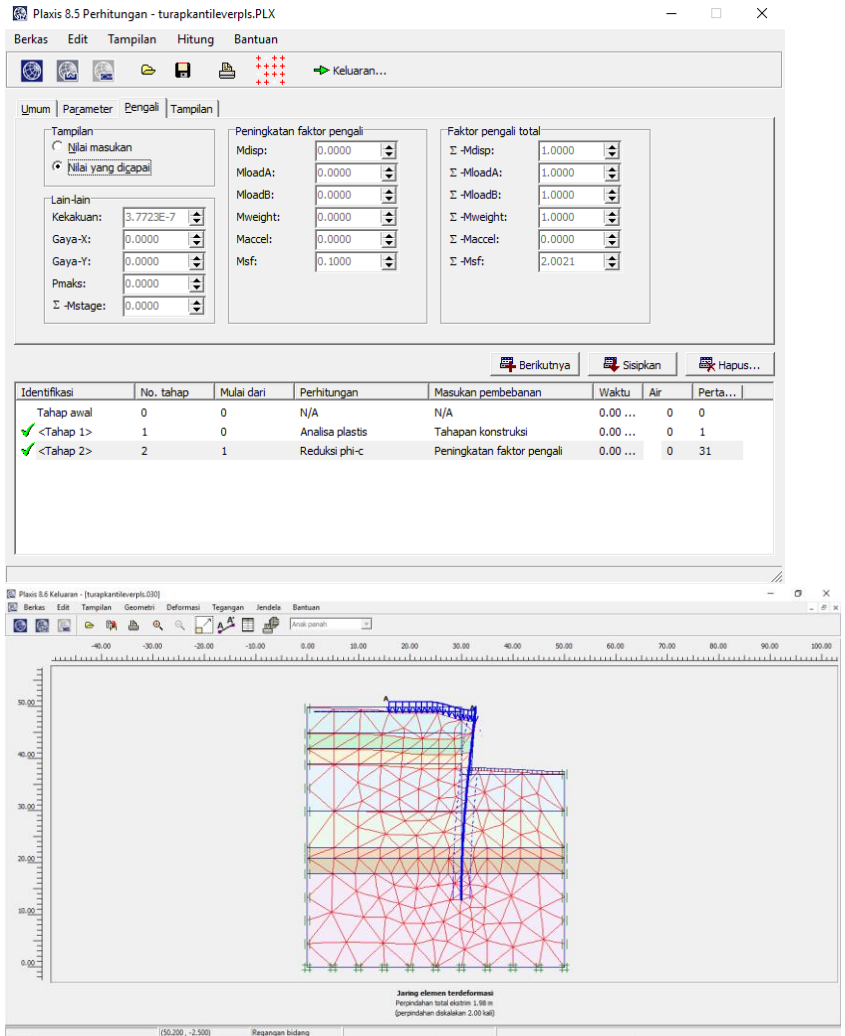
Material	Harga	Jumlah
Panel lantai	Rp. 2.650.000,00	(1m3 = 8m2)
Grouting	2 zak x Rp. 120.000,00	Rp. 240.000,00
Besi 10mm	4ljr x Rp.60.000,00	Rp. 240.000,00
Ongkos tukang	8 x Rp. 75.000,00	Rp. 600.000,00
Sewa alat (hoist)	1 x Rp. 20.000,00	Rp. 20.000,00
Total biaya 1 m3 (panel lantai)	= 8m2 (persegi)	Rp. 3.750.000,00
<b>Harga panel lantai / (m2)</b>	<b>Rp. 3.750.000,00 : 8m2</b>	<b>Rp. 468.750,00 / 1 m2</b>

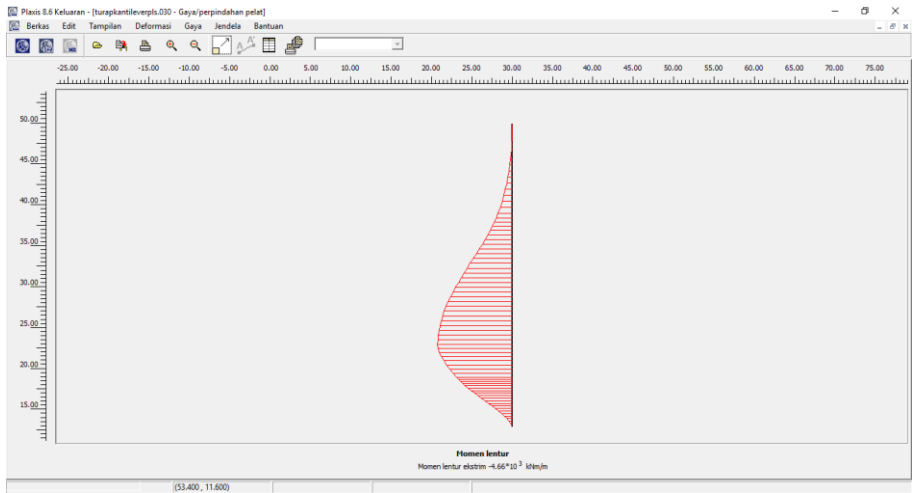
**LAMPIRAN II**  
(Perhitungan)

# 1. Grafik Parameter Data Tanah



## 2. Hasil Permodelan Concrete Sheet Pile pada PLAXIS







### 3. Hasil Permodelan Secant Pile Berangkur pada PLAXIS

Plaxis 8.5 Perhitungan - turapangkurplz.PLX

Berkas Edit Tampilan Hitung Bantuan

Umum Parameter Pengali Tampilan

Tampilan  
 Nilai masukan  
 Nilai yang dicapai

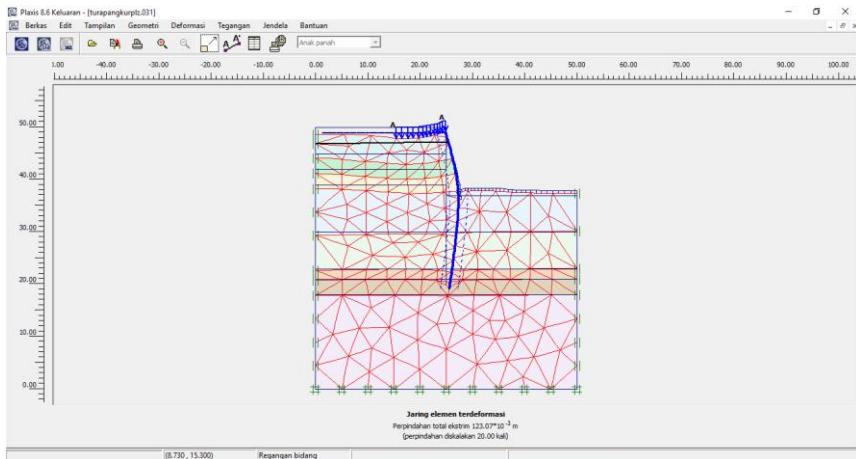
Lain-lain  
 Kekakuan:  $-7.6315E-10$   
 Gaya-X: 0.0000  
 Gaya-Y: 0.0000  
 Pmaks: 0.0000  
 $\Sigma$  -Mstage: 0.0000

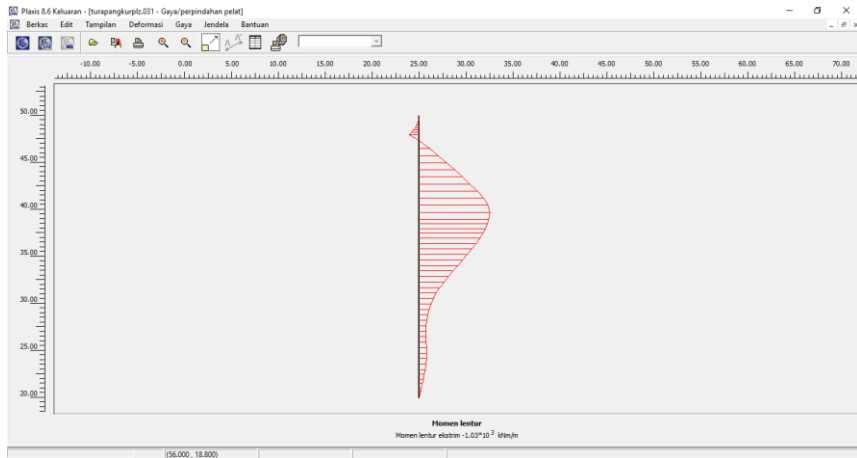
Peningkatan faktor pengali  
 Mdisp: 0.0000  
 MloadA: 0.0000  
 MloadB: 0.0000  
 Mweight: 0.0000  
 Maccel: 0.0000  
 Msf: 0.1000

Faktor pengali total  
 $\Sigma$  -Mdisp: 1.0000  
 $\Sigma$  -MloadA: 1.0000  
 $\Sigma$  -MloadB: 1.0000  
 $\Sigma$  -Mweight: 1.0000  
 $\Sigma$  -Maccel: 0.0000  
 $\Sigma$  -Msf: 2.6570

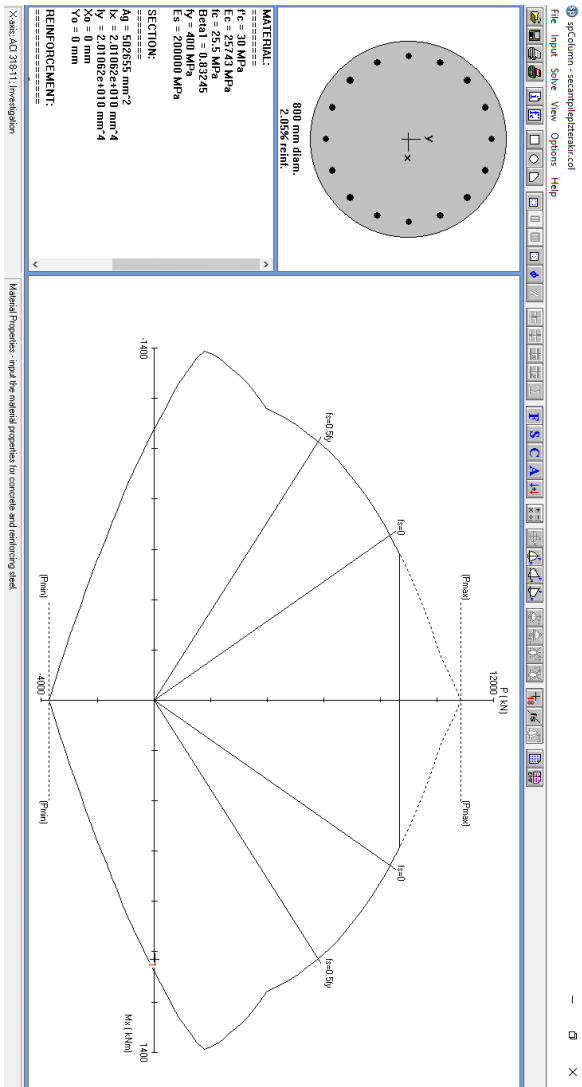
Berikutnya Sisipkan Hapus...

Identifikasi	No. tahap	Mulai dari	Perhitungan	Masukan pembebanan	Waktu	Air	Perta...
Tahap awal	0	0	N/A	N/A	0.00 ...	0	0
✓<Tahap 1>	1	0	Analisa plastis	Tahapan konstruksi	0.00 ...	1	1
✓<Tahap 2>	2	1	Reduksi phi-c	Peningkatan faktor pengali	0.00 ...	1	32





### 4. Hasil SPColumn (Secant Pile)



### 5. Rekapitulasi Perhitungan Cellular Cofferdams

Titik	Elevasi (m lws)	$\sigma'_v$ ( $t/m^2$ )	Lapisan	Ka atau Kp	$\sigma'_h$ ( $t/m^2$ )	
0	5	3	Bawah	0.33333333		1
1	0	7	Atas	0.33333333		2.333333
2	-3	9.4	Bawah	0.5125553		-6.43513
3	-6	11.2	Atas	0.5125553		-5.205
4	-15	13	Bawah	1		4.4
5	-22	17.2	Atas	1		6.2
6	-24	18.8	Bawah	0.3610335		4.043575
7	-27	21.8	Atas	0.3610335		4.693435
8	AIR	31	Bawah	1		7.4
9	-15	1.4	Atas	0.5337034		11.6
10	-22	5.6	Bawah	0.5337034		0.047823
11	-24	7.2	Atas	0.5337034		0.901749
12	-27	10.2	Bawah	0.2485836		-15.2659
	AIR	27.63	Atas	0.2485836		-14.5241
				1		31
						0
						0
						3.877757
						7
						11.2
						27.60311
						30.60103
						109.1917
						121.2601
						27.63

Tekanan Pasif

Tekanan Aktif

### 6. Rekapitulasi Perhitungan Cellular Cofferdams (Lanjutan)

Gaya	Tebal (m)	P (ton)	Arm (m)	MR (ton-m)	MO (ton-m)
Pa1	5	5	29.5		147.5
Pa2	5	3.333333333	28.66666667		95.55555556
Pa5	3	13.2	22.5		297
Pa6	3	2.7	22		59.4
Pa7	9	36.39217514	16.5		600.4708898
Pa8	9	2.924371216	15		43.86556825
Pa9	7	51.8	8.5		440.3
Pa10	7	14.7	7.333333333		107.8
Pa11	2	0.095646097	4		0.382584389
Pa12	2	0.853925515	3.666666667		3.13106022
Pwa	31	480.5	10.33333333		4965.166667
Pp1	7	13.57214836	14.33333333	194.5341265	
Pp2	7	49	8.5	416.5	
Pp3	7	14.7	7.333333333	107.8	
Pp4	2	55.20622483	4	220.8248993	
Pp5	2	2.997919557	3.666666667	10.99237171	
Pp6	3	327.575055	1.5	491.3625826	
Pp7	3	18.10256043	1	18.10256043	
Pwp	27.63	381.70845	9.21	3515.534825	
C1	3	109.62	2.61	286.1082	
C2	3	39.15	2.61	102.1815	
C3	7	102.312	2.61	267.03432	
C4	2	65.25	2.61	170.3025	
C5	3	313.2	2.61	817.452	
C6	7	102.312	2.61	267.03432	
C7	2	65.25	2.61	170.3025	
C8	3	313.2	2.61	817.452	

**Kontrol Overturning Stability**

MR >= 1  
 MO Setimbang  
 ΣM <= 0

Total MR = 7873.518705 tm  
 Total MO = 6760.572325 tm  
 SF = 1.164623101  
 ΣM = -1112.94638  
 ΣV = 846.32904  
 ΣH = -251.3629069

OK  
 dianggap 0 (Friction + Wcell)

## 7. Daya Dukung Tiang Pancang D50 Tekan

Elevasi	Depth (m)	N-SPT	L/P	N>15 sand 15+...	N>15 sand 0.6N	N1 pakai	Ysat (t/m3)	Y' (t/m3)	P' (t/m2)	Po (t/m2)	N2	2N1	N corr	Nrata2 ujung	Qujung (ton)	fsi (t/m2)	Rsi (ton)	Σ Rsi	Qult = Qujung+S	Qijin = Qult/SF
-8	0	4	P	4	4	4	1.232	0.232	0.232	0.116	15.2905	8	8	8	62.8319	1.6	2.51327	2.51327	65.345	21.7817
-9	1	4	P	4	4	4	1.232	0.232	0.464	0.348	14.0449	8	8	8	62.8319	1.6	2.51327	5.02655	67.858	22.6195
-10	2	4	P	4	4	4	1.232	0.232	0.696	0.58	12.987	8	8	8	62.8319	1.6	2.51327	7.53982	70.372	23.4572
-11	3	4	P	4	4	4	1.232	0.232	0.928	0.812	12.0773	8	8	8	62.8319	1.6	2.51327	10.0531	72.885	24.295
-12	4	4	P	4	4	4	1.232	0.232	1.16	1.044	11.2867	8	8	8.285714	65.0758	1.6	2.51327	12.5664	77.642	25.8807
-13	5	4	P	4	4	4	1.232	0.232	1.392	1.276	10.5932	8	8	8.571429	67.3198	1.6	2.51327	15.0796	82.399	27.4665
-14	6	5	P	5	5	5	1.240	0.24	1.632	1.512	12.4626	10	10	8.571429	67.3198	2	3.14159	18.2212	85.541	28.5137
-15	7	5	P	5	5	5	1.240	0.24	1.872	1.752	11.7592	10	10	8.780995	68.9658	2	3.14159	21.3628	90.329	30.1095
-16	8	4	L	4	4	4	1.600	0.6	2.472	2.172	8.56164	8	8	9.088441	71.3804	4	6.28319	27.646	99.026	33.0088
-17	9	5	L	5	5	5	1.619	0.61905	3.09105	2.78152	9.46696	10	9.46696	9.25456	72.6851	4.7335	7.43534	35.0814	107.766	35.9222
-18	10	6	L	6	6	6	1.638	0.6381	3.72914	3.4101	10.1521	12	10.1521	9.304451	73.077	5.0761	7.97346	43.0548	116.132	38.7106
-19	11	6	L	6	6	6	1.638	0.6381	4.36724	4.04819	9.16284	12	9.16284	8.971357	70.4609	4.5814	7.19648	50.2513	120.712	40.2374
-20	12	6	L	6	6	6	1.638	0.6381	5.00533	4.68629	8.34924	12	8.34924	8.55566	67.196	4.1746	6.55748	56.8088	124.005	41.3349
-21	13	6	L	6	6	6	1.638	0.6381	5.64343	5.32438	7.66834	12	7.66834	8.976019	70.4975	3.8342	6.0227	62.8315	133.329	44.443
-22	14	6	L	6	6	6	1.638	0.6381	6.28152	5.96248	7.09012	12	7.09012	9.787973	76.8746	3.5451	5.56857	68.4	145.275	48.4249
-23	15	10	L	10	10	10	1.714	0.71429	6.99581	6.63867	10.9425	20	10.9425	15.33956	120.477	5.4713	8.59423	76.9943	197.471	65.8236
-24	16	15	L	15	15	15	1.810	0.80952	7.80533	7.40057	15.1506	30	15.1506	27.69938	217.55	7.5753	11.8993	88.8935	306.444	102.148
-25	17	50	L	50	50	50	2.000	1	8.80533	8.30533	49.0132	100	49.0132	39.8561	313.029	24.507	38.4949	127.388	440.417	146.806
-26	18	100	L	100	100	100	2.000	1	9.80533	9.30533	95.6816	200	95.6816	46.26134	363.336	47.841	75.1481	202.537	565.872	188.624
-27	19	100	L	100	100	100	2.000	1	10.8053	10.3053	93.4463	200	93.4463	52.58177	412.976	46.723	73.3926	275.929	688.905	229.635
-28	20	100	P	57.5	60	57.5	2.000	1	11.8053	11.3053	52.505	115	52.505	58.19177	457.037	10.501	16.4949	292.424	749.461	249.82
-29	21	100	P	57.5	60	57.5	2.000	1	12.8053	12.3053	51.3332	115	51.3332	65.36529	513.378	10.267	16.1268	308.551	821.929	273.976
-30	22	100	P	57.5	60	57.5	2.000	1	13.8053	13.3053	50.2125	115	50.2125	68.63571	539.064	10.042	15.7747	324.326	863.389	287.796

## 8. Daya Dukung Tiang Pancang D50 Tarik

Elevasi	Kedalaman (m)	N-SPT	N corr	Nrata2 ujung	Qujung (ton)	fsi (t/m2)	Rsi (ton)	Σ Rsi	Σ Rsi / 3
-8	0	4	8	8	62.8318531	1.6	2.5132741	2.51327	0.83776
-9	1	4	8	8	62.8318531	1.6	2.5132741	5.02655	1.67552
-10	2	4	8	8	62.8318531	1.6	2.5132741	7.53982	2.51327
-11	3	4	8	8	62.8318531	1.6	2.5132741	10.0531	3.35103
-12	4	4	8	8.2857143	65.0758478	1.6	2.5132741	12.5664	4.18879
-13	5	4	8	8.5714286	67.3198426	1.6	2.5132741	15.0796	5.02655
-14	6	5	10	8.5714286	67.3198426	2	3.1415927	18.2212	6.07375
-15	7	5	10	8.780995	68.9657732	2	3.1415927	21.3628	7.12094
-16	8	4	8	9.0884408	71.380447	4	6.2831853	27.646	9.21534
-17	9	5	9.466965	9.2545603	72.6851467	4.73348	7.4353368	35.0814	11.6938
-18	10	6	10.15212	9.3044513	73.0769893	5.07606	7.9734569	43.0548	14.3516
-19	11	6	9.162837	8.9713567	70.460871	4.58142	7.1964751	50.2513	16.7504
-20	12	6	8.349237	8.5556601	67.195997	4.17462	6.5574751	56.8088	18.9363
-21	13	6	7.668338	8.9760194	70.4974915	3.83417	6.0226988	62.8315	20.9438
-22	14	6	7.090123	9.7879731	76.8745609	3.54506	5.5685699	68.4	22.8
-23	15	10	10.94252	15.339556	120.476591	5.47126	8.5942314	76.9943	25.6648
-24	16	15	15.15064	27.699375	217.550385	7.57532	11.899285	88.8935	29.6312
-25	17	50	49.0132	39.856099	313.029066	24.5066	38.494878	127.388	42.4628
-26	18	100	95.68157	46.261339	363.335708	47.8408	75.148131	202.537	67.5122
-27	19	100	93.4463	52.581775	412.976295	46.7231	73.392552	275.929	91.9764
-28	20	100	52.50502	58.191772	457.037108	10.501	16.494939	292.424	97.4747
-29	21	100	51.33317	65.365294	513.377817	10.2666	16.126792	308.551	102.85
-30	22	100	50.21249	68.635712	539.063624	10.0425	15.77472	324.326	108.109

## 9. Daya Dukung Tiang Pancang D60 Tekan

Elevasi	Depth (m)	N-SPT	L/P	N>15 sand 15+...	N>15 sand 0.6N	N1 pakai	Ysat (t/m3)	Y' (t/m3)	P' (t/m2)	Po (t/m2)	N2	2N1	N corr	Nrata2 ujung	Qujung (ton)	fsi (t/m2)	Rsi (ton)	Σ Rsi	Qult = Qujung+S	Qijin = Qult/SF
-8	0	4	P	4	4	4	1.232	0.232	0.232	0.116	15.2905	8	8	8	90.4779	1.6	3.01593	3.01593	93.494	31.1646
-9	1	4	P	4	4	4	1.232	0.232	0.464	0.348	14.0449	8	8	8	90.4779	1.6	3.01593	6.03186	96.510	32.1699
-10	2	4	P	4	4	4	1.232	0.232	0.696	0.58	12.987	8	8	8	90.4779	1.6	3.01593	9.04779	99.526	33.1752
-11	3	4	P	4	4	4	1.232	0.232	0.928	0.812	12.0773	8	8	8	90.4779	1.6	3.01593	12.0637	102.542	34.1805
-12	4	4	P	4	4	4	1.232	0.232	1.16	1.044	11.2867	8	8	8.285714	93.7092	1.6	3.01593	15.0796	108.789	36.263
-13	5	4	P	4	4	4	1.232	0.232	1.392	1.276	10.5932	8	8	8.571429	96.9406	1.6	3.01593	18.0956	115.036	38.3454
-14	6	5	P	5	5	5	1.240	0.24	1.632	1.512	12.4626	10	10	8.571429	96.9406	2	3.76991	21.8655	118.806	39.602
-15	7	5	P	5	5	5	1.240	0.24	1.872	1.752	11.7592	10	10	8.780995	99.3107	2	3.76991	25.6354	124.946	41.6487
-16	8	4	L	4	4	4	1.600	0.6	2.472	2.172	8.56164	8	8	9.088441	102.788	4	7.53982	33.1752	135.963	45.321
-17	9	5	L	5	5	5	1.619	0.61905	3.09105	2.781524	9.46696	10	9.46696	9.25456	104.667	4.7335	8.9224	42.0976	146.764	48.9214
-18	10	6	L	6	6	6	1.638	0.6381	3.72914	3.410095	10.1521	12	10.1521	9.304451	105.231	5.0761	9.56815	51.6658	156.897	52.2989
-19	11	6	L	6	6	6	1.638	0.6381	4.36724	4.04819	9.16284	12	9.16284	8.971357	101.464	4.5814	8.63577	60.3015	161.765	53.9217
-20	12	6	L	6	6	6	1.638	0.6381	5.00533	4.686286	8.34924	12	8.34924	8.55566	96.7622	4.1746	7.86897	68.1705	164.933	54.9776
-21	13	6	L	6	6	6	1.638	0.6381	5.64343	5.324381	7.66834	12	7.66834	8.976019	101.516	3.8342	7.22724	75.3977	176.914	58.9714
-22	14	6	L	6	6	6	1.638	0.6381	6.28152	5.962476	7.09012	12	7.09012	9.787973	110.699	3.5451	6.68228	82.08	192.779	64.2598
-23	15	10	L	10	10	10	1.714	0.71429	6.99581	6.638667	10.9425	20	10.9425	15.33956	173.486	5.4713	10.3131	92.3931	265.879	88.6265
-24	16	15	L	15	15	15	1.810	0.80952	7.80533	7.400571	15.1506	30	15.1506	27.69938	313.273	7.5753	14.2791	106.672	419.945	139.982
-25	17	50	L	50	50	50	2.000	1	8.80533	8.305333	49.0132	100	49.0132	39.8561	450.762	24.507	46.1939	152.866	603.628	201.209
-26	18	100	L	100	100	100	2.000	1	9.80533	9.305333	95.6816	200	95.6816	46.26134	523.203	47.841	90.1778	243.044	766.247	255.416
-27	19	100	L	100	100	100	2.000	1	10.8053	10.30533	93.4463	200	93.4463	52.58177	594.686	46.723	88.0711	331.115	925.801	308.6
-28	20	100	P	57.5	60	57.5	2.000	1	11.8053	11.30533	52.505	115	52.505	58.19177	658.133	10.501	19.7939	350.909	1009.042	336.347
-29	21	100	P	57.5	60	57.5	2.000	1	12.8053	12.30533	51.3332	115	51.3332	65.36529	739.264	10.267	19.3522	370.261	1109.525	369.842
-30	22	100	P	57.5	60	57.5	2.000	1	13.8053	13.30533	50.2125	115	50.2125	68.63571	776.252	10.042	18.9297	389.191	1165.442	388.481



## 10. Daya Dukung Tiang Pancang D60 Tarik

Elevasi	Kedalaman (m)	N-SPT	N koreksi	N corr	Nrata2 ujung	Qujung (ton)	f <sub>si</sub> (t/m <sup>2</sup> )	R <sub>si</sub> (ton)	Σ R <sub>si</sub>	Σ R <sub>si</sub> / 3
-8	0	4	0	8	8	90.477868	1.6	3.01593	3.01593	1.00531
-9	1	4	0	8	8	90.477868	1.6	3.01593	6.03186	2.010619
-10	2	4	16	8	8	90.477868	1.6	3.01593	9.04779	3.015929
-11	3	4	9.5	8	8	90.477868	1.6	3.01593	12.0637	4.021239
-12	4	4	9.5	8	8.28571429	93.709221	1.6	3.01593	15.0796	5.026548
-13	5	4	9.5	8	8.57142857	96.940573	1.6	3.01593	18.0956	6.031858
-14	6	5	10	10	8.57142857	96.940573	2	3.76991	21.8655	7.288495
-15	7	5	10	10	8.78099497	99.310713	2	3.76991	25.6354	8.545132
-16	8	4	9.5	8	9.08844078	102.78784	4	7.53982	33.1752	11.05841
-17	9	5	10	9.4669648	9.25456031	104.66661	4.7334824	8.9224	42.0976	14.03254
-18	10	6	10.5	10.152121	9.30445126	105.23086	5.0760603	9.56815	51.6658	17.22192
-19	11	6	10.5	9.1628367	8.97135673	101.46365	4.5814183	8.63577	60.3015	20.10051
-20	12	6	10.5	8.3492366	8.55566006	96.762236	4.1746183	7.86897	68.1705	22.7235
-21	13	6	10.5	7.6683383	8.97601939	101.51639	3.8341691	7.22724	75.3977	25.13258
-22	14	6	10.5	7.0901233	9.78797309	110.69937	3.5450617	6.68228	82.08	27.36001
-23	15	10	12.5	10.942515	15.339556	173.48629	5.4712577	10.3131	92.3931	30.7977
-24	16	15	15	15.150641	27.6993753	313.27255	7.5753203	14.2791	106.672	35.55742
-25	17	50	32.5	49.013201	39.8560985	450.76185	24.5066	46.1939	152.866	50.95537
-26	18	100	57.5	95.681572	46.2613391	523.20342	47.840786	90.1778	243.044	81.01462
-27	19	100	57.5	93.4463	52.581775	594.68586	46.72315	88.0711	331.115	110.3716
-28	20	100	57.5	52.505022	58.1917719	658.13343	10.501004	19.7939	350.909	116.9696
-29	21	100	57.5	51.333175	65.3652937	739.26406	10.266635	19.3522	370.261	123.4203
-30	22	100	57.5	50.212493	68.6357123	776.25162	10.042499	18.9297	389.191	129.7302

### 11. Joint Reactions (Tinjauan 1)

**TABLE: Joint Reactions**

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
1	COMB1	Combination	0.1679	0.072	30.0272	-0.14758	0.91683	0.00788
3	COMB1	Combination	0.1991	-0.0724	56.9355	0.62017	1.07658	0.00794
5	COMB1	Combination	0.2781	-0.0807	58.7645	0.66425	1.49019	0.00803
7	COMB1	Combination	0.3046	-0.0893	58.7726	0.71015	1.62509	0.00803
9	COMB1	Combination	0.3035	-0.0865	58.1609	0.69491	1.61325	0.00804
11	COMB1	Combination	0.3002	-0.0836	58.7702	0.67975	1.58955	0.00803
13	COMB1	Combination	0.2691	-0.0925	58.7155	0.72676	1.41793	0.00803
15	COMB1	Combination	0.1861	-0.1006	56.7803	0.76989	0.97085	0.00793
17	COMB1	Combination	0.1513	-0.2402	30.3886	1.51147	0.77986	0.00788
96	COMB1	Combination	7.6378	-7.778	76.6823	-0.08048	-1.06409	-0.10662
97	COMB1	Combination	6.5684	6.5337	66.2861	1.3837	-0.95485	-0.02367
98	COMB1	Combination	-6.5901	6.4512	66.222	1.78216	0.80933	0.12115
99	COMB1	Combination	-7.6737	-7.7069	76.7413	-0.48986	0.90795	0.03821
103	COMB1	Combination	7.2541	-7.3834	72.8958	-0.08498	-1.00582	-0.0981
105	COMB1	Combination	-6.2168	6.0887	62.7298	1.76854	0.85837	0.11248
106	COMB1	Combination	6.2146	6.1733	62.7853	1.35367	-0.8961	-0.02881
107	COMB1	Combination	-7.269	-7.3088	72.9489	-0.51064	0.95757	0.0432
109	COMB1	Combination	7.1967	-7.3176	72.2945	-0.10751	-0.97758	-0.09137
111	COMB1	Combination	-6.1788	6.0593	62.415	1.74492	0.88539	0.10557
112	COMB1	Combination	6.187	6.1413	62.4706	1.34336	-0.86804	-0.03233
113	COMB1	Combination	-7.2012	-7.2454	72.3473	-0.51972	0.98454	0.04652
115	COMB1	Combination	7.1934	-7.3125	72.2659	-0.12414	-0.97925	-0.08998
117	COMB1	Combination	-6.2054	6.0876	62.6669	1.72863	0.88394	0.10399
118	COMB1	Combination	6.2129	6.1693	62.7218	1.32784	-0.86976	-0.0306
119	COMB1	Combination	-7.1982	-7.2403	72.316	-0.53545	0.98318	0.04459
121	COMB1	Combination	7.1802	-7.2975	72.1399	-0.13963	-0.98014	-0.0886
123	COMB1	Combination	-6.2213	6.1052	62.8179	1.71323	0.88302	0.10247
124	COMB1	Combination	6.2284	6.187	62.8721	1.31177	-0.87052	-0.02891
125	COMB1	Combination	-7.185	-7.2249	72.1879	-0.55148	0.98251	0.04272
127	COMB1	Combination	7.1655	-7.2809	71.9989	-0.15512	-0.98027	-0.08705
129	COMB1	Combination	-6.2353	6.1211	62.9523	1.69775	0.88286	0.10085
130	COMB1	Combination	6.2423	6.2028	63.0054	1.29623	-0.87023	-0.02743
131	COMB1	Combination	-7.1701	-7.2082	72.0454	-0.56695	0.98285	0.04107
133	COMB1	Combination	7.151	-7.2646	71.861	-0.17049	-0.98066	-0.08549
135	COMB1	Combination	-6.2498	6.1374	63.091	1.68238	0.88247	0.09931
136	COMB1	Combination	6.2566	6.2189	63.1418	1.28097	-0.86981	-0.02598
137	COMB1	Combination	-7.1557	-7.1919	71.9073	-0.58214	0.98332	0.03947
139	COMB1	Combination	7.1364	-7.2482	71.7213	-0.18583	-0.98134	-0.0839
141	COMB1	Combination	-6.2645	6.154	63.2322	1.66699	0.88185	0.09786
142	COMB1	Combination	6.2709	6.235	63.2783	1.26596	-0.8692	-0.02457

143	COMB1	Combination	-7.1413	-7.1757	71.7698	-0.5971	0.98399	0.03791
145	COMB1	Combination	7.1213	-7.2312	71.5774	-0.20136	-0.98231	-0.08223
147	COMB1	Combination	-6.2798	6.1711	63.3774	1.65135	0.88099	0.0965
148	COMB1	Combination	6.2852	6.251	63.4146	1.25129	-0.86826	-0.02325
149	COMB1	Combination	-7.1268	-7.1596	71.6324	-0.6117	0.98499	0.03641
151	COMB1	Combination	7.1055	-7.2136	71.4269	-0.21734	-0.98359	-0.08045
153	COMB1	Combination	-6.2957	6.1889	63.5293	1.63519	0.8799	0.09521
154	COMB1	Combination	6.2994	6.2668	63.5493	1.23726	-0.86685	-0.02204
155	COMB1	Combination	-7.1125	-7.1437	71.4968	-0.62566	0.98646	0.03503
157	COMB1	Combination	7.0886	-7.1949	71.2672	-0.2341	-0.98512	-0.07852
159	COMB1	Combination	-6.3127	6.2078	63.6903	1.61818	0.87861	0.09394
160	COMB1	Combination	6.3128	6.2815	63.6756	1.22478	-0.8649	-0.02106
161	COMB1	Combination	-7.0991	-7.129	71.3701	-0.63807	0.98849	0.03386
163	COMB1	Combination	7.0707	-7.1749	71.0967	-0.25194	-0.98683	-0.07643
165	COMB1	Combination	-6.3308	6.228	63.8624	1.60005	0.8772	0.09264
166	COMB1	Combination	6.325	6.2949	63.7908	1.21301	-0.8636	-0.01814
167	COMB1	Combination	-7.0871	-7.1154	71.2553	-0.65111	0.98852	0.03435
169	COMB1	Combination	7.0515	-7.1536	70.9152	-0.27101	-0.98857	-0.07421
171	COMB1	Combination	-6.35	6.2495	64.0456	1.58069	0.87576	0.09122
172	COMB1	Combination	6.3482	6.321	64.0121	1.18884	-0.86228	-0.01394
173	COMB1	Combination	-7.0637	-7.0889	71.0303	-0.67654	0.98857	0.03357
175	COMB1	Combination	7.0315	-7.1313	70.7244	-0.29124	-0.99021	-0.0719
177	COMB1	Combination	-6.3703	6.2721	64.2382	1.56019	0.87439	0.08963
178	COMB1	Combination	6.3728	6.3484	64.2461	1.16401	-0.86023	-0.01166
179	COMB1	Combination	-7.0387	-7.0611	70.7934	-0.70132	0.99067	0.03115
181	COMB1	Combination	7.0108	-7.1081	70.5274	-0.3124	-0.99164	-0.06956
183	COMB1	Combination	-6.3911	6.2954	64.4371	1.53883	0.87316	0.08785
184	COMB1	Combination	6.3956	6.3739	64.4633	1.14065	-0.85867	-0.00946
185	COMB1	Combination	-7.0157	-7.0354	70.5739	-0.72464	0.99226	0.02886
187	COMB1	Combination	6.9897	-7.0845	70.3268	-0.3342	-0.99283	-0.06721
189	COMB1	Combination	-6.4124	6.3192	64.6397	1.51688	0.87213	0.08591
190	COMB1	Combination	6.4176	6.3985	64.6725	1.11782	-0.85751	-0.00726
191	COMB1	Combination	-6.9935	-7.0105	70.3626	-0.74744	0.99344	0.02658
193	COMB1	Combination	6.9686	-7.0608	70.125	-0.35641	-0.99378	-0.06487
195	COMB1	Combination	-6.4337	6.3432	64.8435	1.49457	0.87129	0.08384
196	COMB1	Combination	6.4391	6.4227	64.8777	1.09518	-0.85663	-0.00503
197	COMB1	Combination	-6.9718	-6.9861	70.1554	-0.77007	0.99433	0.02432
199	COMB1	Combination	6.9474	-7.037	69.923	-0.37884	-0.99449	-0.06254
201	COMB1	Combination	-6.455	6.3672	65.0473	1.47208	0.87064	0.08168
202	COMB1	Combination	6.4603	6.4466	65.0804	1.07259	-0.85595	-0.00276
203	COMB1	Combination	-6.9504	-6.962	69.9503	-0.79265	0.995	0.02206
205	COMB1	Combination	6.9265	-7.0133	69.7223	-0.40136	-0.99498	-0.06021
207	COMB1	Combination	-6.4762	6.3912	65.2505	1.44953	0.87018	0.07945
208	COMB1	Combination	6.4813	6.4704	65.282	1.05002	-0.8554	-0.00049
209	COMB1	Combination	-6.9292	-6.938	69.7473	-0.81522	0.99555	0.01979
211	COMB1	Combination	6.906	-6.9901	69.5264	-0.42393	-0.99526	-0.05788
213	COMB1	Combination	-6.4977	6.4154	65.4562	1.42695	0.86993	0.07716
214	COMB1	Combination	6.5026	6.4944	65.4858	1.02751	-0.85495	0.00178
215	COMB1	Combination	-6.9085	-6.9146	69.5493	-0.83775	0.99602	0.01752
217	COMB1	Combination	6.884	-6.9653	69.3163	-0.44676	-0.99631	-0.05565
219	COMB1	Combination	-6.5175	6.4379	65.6448	1.40409	0.86886	0.07494

220	COMB1	Combination	6.522	6.5166	65.6728	1.0053	-0.8555	0.00415
221	COMB1	Combination	-6.8865	-6.8898	69.3367	-0.85991	0.99544	0.01513
223	COMB1	Combination	6.8516	-6.9306	69.0086	-0.46871	-0.99785	-0.05365
225	COMB1	Combination	-6.5271	6.4498	65.7331	1.38187	0.86704	0.07291
226	COMB1	Combination	6.5307	6.5285	65.7594	0.98233	-0.85674	0.00673
227	COMB1	Combination	-6.8544	-6.8546	69.0265	-0.88259	0.99393	0.01253
229	COMB1	Combination	6.884	-6.9564	69.2699	-0.48416	-0.97074	-0.04834
231	COMB1	Combination	-6.5901	6.5195	66.3892	1.36759	0.89529	0.06757
232	COMB1	Combination	6.6041	6.6008	66.4136	0.953	-0.82943	0.00598
233	COMB1	Combination	-6.8763	-6.8776	69.2875	-0.91306	1.0224	0.01323
235	COMB1	Combination	7.2525	-7.3107	72.7159	-0.51747	-0.92162	-0.03707
237	COMB1	Combination	-6.9793	6.9228	70.2281	1.34348	0.95359	0.05627
238	COMB1	Combination	7.0133	7.0013	70.2507	0.94201	-0.7804	-0.00075
239	COMB1	Combination	-7.2246	-7.2346	72.7342	-0.93322	1.08063	0.01993
252	COMB1	Combination	-0.1839	-0.0101	56.8481	0.11959	-0.95326	0.01045
254	COMB1	Combination	-0.2009	-0.0383	56.8648	0.26927	-1.09096	0.01046
592	COMB1	Combination	0.0108	0.0821	55.3108	-0.20709	0.0816	0.00793
594	COMB1	Combination	0.0267	-0.0206	108.9649	0.33867	0.15408	0.00798
596	COMB1	Combination	0.0376	-0.0856	117.3822	0.68421	0.20593	0.008
598	COMB1	Combination	0.0346	-0.0844	116.6083	0.67796	0.18428	0.008
600	COMB1	Combination	0.0331	-0.0833	117.3885	0.67224	0.16985	0.008
602	COMB1	Combination	0.0175	-0.1489	108.8466	1.02068	0.08126	0.00797
604	COMB1	Combination	-0.0069	-0.2475	55.8359	1.54456	-0.06091	0.00792
606	COMB1	Combination	0.0039	0.0765	53.1232	-0.18335	0.04513	0.0078
608	COMB1	Combination	-0.0053	-0.0086	107.5974	0.26938	-0.01582	0.0079
610	COMB1	Combination	-0.0093	-0.084	117.4344	0.66998	-0.04324	0.00793
612	COMB1	Combination	-0.0122	-0.0822	116.3718	0.6605	-0.06487	0.00793
614	COMB1	Combination	-0.0138	-0.0806	117.4378	0.65171	-0.07931	0.00793
616	COMB1	Combination	-0.0143	-0.1565	107.4571	1.05524	-0.08793	0.0079
618	COMB1	Combination	-0.0139	-0.2379	53.6326	1.48761	-0.09761	0.00779
620	COMB1	Combination	0.0094	0.0785	52.6068	-0.19962	0.07433	0.00767
622	COMB1	Combination	0.0041	-0.0089	105.9774	0.2647	0.03441	0.00782
624	COMB1	Combination	0.0012	-0.0827	115.2439	0.65723	0.01268	0.00785
626	COMB1	Combination	-0.0012	-0.0801	114.0455	0.6434	-0.00605	0.00787
628	COMB1	Combination	-0.0033	-0.0776	115.2478	0.63024	-0.02347	0.00786
630	COMB1	Combination	-0.0048	-0.1521	105.8405	1.02564	-0.03773	0.00782
632	COMB1	Combination	-0.0083	-0.2357	53.0976	1.47023	-0.06778	0.00766
634	COMB1	Combination	0.009	0.0806	52.7449	-0.21657	0.07228	0.00754
636	COMB1	Combination	0.0049	-0.007	106.0634	0.24903	0.03878	0.00773
638	COMB1	Combination	0.0028	-0.0807	115.2722	0.64091	0.02138	0.00778
640	COMB1	Combination	0.000586	-0.078	114.0654	0.62664	0.00341	0.00781
642	COMB1	Combination	-0.0017	-0.0755	115.2763	0.61303	-0.01491	0.0078
644	COMB1	Combination	-0.0041	-0.1497	105.9306	1.00769	-0.03354	0.00775
646	COMB1	Combination	-0.0086	-0.2338	53.2228	1.45403	-0.06943	0.00753
648	COMB1	Combination	0.0089	0.0826	52.7588	-0.23288	0.07135	0.00742
650	COMB1	Combination	0.0046	-0.0048	106.1152	0.232	0.03724	0.00766
652	COMB1	Combination	0.0024	-0.0786	115.3532	0.62425	0.01939	0.00773
654	COMB1	Combination	0.0001671	-0.076	114.1535	0.61021	0.00122	0.00776
656	COMB1	Combination	-0.0021	-0.0735	115.3572	0.5968	-0.01709	0.00775
658	COMB1	Combination	-0.0044	-0.1478	105.9859	0.99173	-0.03539	0.0077
660	COMB1	Combination	-0.0088	-0.2317	53.2242	1.43779	-0.07023	0.00743

662	COMB1	Combination	0.0089	0.0846	52.7599	-0.2489	0.07155	0.00731
664	COMB1	Combination	0.0047	-0.0028	106.1097	0.21575	0.03745	0.00759
666	COMB1	Combination	0.0024	-0.0766	115.3513	0.60807	0.01937	0.00769
668	COMB1	Combination	0.0001212	-0.074	114.1521	0.59406	0.00102	0.00774
670	COMB1	Combination	-0.0022	-0.0714	115.3551	0.58064	-0.0174	0.00774
672	COMB1	Combination	-0.0044	-0.1458	105.9837	0.97554	-0.03567	0.00768
674	COMB1	Combination	-0.0088	-0.2298	53.2128	1.42175	-0.07028	0.00736
676	COMB1	Combination	0.0089	0.0866	52.766	-0.26466	0.07182	0.0072
678	COMB1	Combination	0.0047	-0.0008046	106.1062	0.19982	0.03798	0.00755
680	COMB1	Combination	0.0025	-0.0746	115.3484	0.59215	0.01981	0.00768
682	COMB1	Combination	0.0001574	-0.072	114.1488	0.57811	0.00127	0.00775
684	COMB1	Combination	-0.0022	-0.0695	115.3521	0.56464	-0.01739	0.00776
686	COMB1	Combination	-0.0045	-0.1438	105.9836	0.95945	-0.03589	0.0077
688	COMB1	Combination	-0.0088	-0.2278	53.2066	1.40585	-0.07076	0.00735
690	COMB1	Combination	0.009	0.0885	52.7722	-0.28016	0.07228	0.00708
692	COMB1	Combination	0.0048	0.0012	106.1048	0.18411	0.03865	0.00752
694	COMB1	Combination	0.0025	-0.0727	115.3486	0.57642	0.02027	0.0077
696	COMB1	Combination	0.0001793	-0.07	114.1489	0.56229	0.00144	0.0078
698	COMB1	Combination	-0.0022	-0.0675	115.3522	0.54871	-0.01752	0.00783
700	COMB1	Combination	-0.0045	-0.1418	105.9854	0.94339	-0.03631	0.00778
702	COMB1	Combination	-0.0089	-0.2258	53.2006	1.38993	-0.07165	0.00742
704	COMB1	Combination	0.0091	0.0904	52.7781	-0.29531	0.07298	0.00692
706	COMB1	Combination	0.0049	0.0031	106.1033	0.16868	0.03951	0.00753
708	COMB1	Combination	0.0026	-0.0707	115.3488	0.56083	0.02077	0.00777
710	COMB1	Combination	0.0001928	-0.068	114.1491	0.54646	0.00155	0.00792
712	COMB1	Combination	-0.0022	-0.0655	115.3522	0.53265	-0.01777	0.00797
714	COMB1	Combination	-0.0046	-0.1397	105.9872	0.92715	-0.03691	0.00793
716	COMB1	Combination	-0.0091	-0.2238	53.1942	1.37377	-0.073	0.00758
718	COMB1	Combination	0.0092	0.0922	52.7837	-0.30974	0.07399	0.00669
720	COMB1	Combination	0.005	0.005	106.1019	0.15365	0.04054	0.00759
722	COMB1	Combination	0.0026	-0.0688	115.3489	0.54524	0.0212	0.00794
724	COMB1	Combination	0.0001901	-0.066	114.1491	0.53037	0.00153	0.00812
726	COMB1	Combination	-0.0023	-0.0634	115.3522	0.51619	-0.01818	0.0082
728	COMB1	Combination	-0.0047	-0.1376	105.989	0.91043	-0.03771	0.00818
730	COMB1	Combination	-0.0093	-0.2218	53.1877	1.35711	-0.07481	0.00787
732	COMB1	Combination	0.0094	0.0937	52.7885	-0.32227	0.07558	0.0069
734	COMB1	Combination	0.0051	0.0068	106.1006	0.13886	0.04134	0.00793
736	COMB1	Combination	0.0027	-0.0668	115.3491	0.52917	0.02135	0.0083
738	COMB1	Combination	0.0001573	-0.0639	114.1491	0.51352	0.00126	0.00846
740	COMB1	Combination	-0.0023	-0.0613	115.3522	0.49889	-0.01878	0.00852
742	COMB1	Combination	-0.0048	-0.1355	105.9908	0.89284	-0.03869	0.00851
744	COMB1	Combination	-0.0096	-0.2196	53.1809	1.33961	-0.07705	0.00828
746	COMB1	Combination	0.0101	0.0935	52.7927	-0.32033	0.08109	0.00877
748	COMB1	Combination	0.0051	0.0089	106.0992	0.1221	0.04133	0.0089
750	COMB1	Combination	0.0026	-0.0645	115.3492	0.51123	0.02108	0.00893
752	COMB1	Combination	0.00009567	-0.0616	114.1492	0.4951	0.00077	0.00894
754	COMB1	Combination	-0.0024	-0.0589	115.3521	0.48023	-0.01954	0.00893
756	COMB1	Combination	-0.005	-0.1331	105.9928	0.87403	-0.03979	0.0089
758	COMB1	Combination	-0.0099	-0.2173	53.1736	1.32101	-0.07955	0.00877
760	COMB1	Combination	0.0108	0.0985	52.8034	-0.36069	0.08664	0.01066
762	COMB1	Combination	0.0051	0.0117	106.0965	0.09985	0.04135	0.00988

764	COMB1	Combination	0.0026	-0.0619	115.3492	0.49025	0.02082	0.00956
766	COMB1	Combination	0.00003402	-0.0591	114.1491	0.47462	0.00027	0.00942
768	COMB1	Combination	-0.0025	-0.0564	115.352	0.45997	-0.02031	0.00934
770	COMB1	Combination	-0.0051	-0.1306	105.9949	0.85383	-0.04092	0.0093
772	COMB1	Combination	-0.0102	-0.2148	53.166	1.30119	-0.0821	0.00927
774	COMB1	Combination	0.011	0.1017	52.8134	-0.38664	0.08839	0.0109
776	COMB1	Combination	0.0053	0.0147	106.0936	0.07558	0.04221	0.01024
778	COMB1	Combination	0.0026	-0.0591	115.3492	0.46736	0.02099	0.00995
780	COMB1	Combination	0.000001173	-0.0563	114.1491	0.45253	0.000009634	0.00978
782	COMB1	Combination	-0.0026	-0.0537	115.3519	0.43831	-0.02094	0.00969
784	COMB1	Combination	-0.0052	-0.1279	105.9972	0.83236	-0.04196	0.00966
786	COMB1	Combination	-0.0105	-0.2122	53.1579	1.28021	-0.08449	0.00971
788	COMB1	Combination	0.0112	0.1047	52.8227	-0.41077	0.08964	0.01072
790	COMB1	Combination	0.0054	0.0177	106.0909	0.05148	0.04332	0.01034
792	COMB1	Combination	0.0027	-0.0562	115.3492	0.44389	0.02147	0.01015
794	COMB1	Combination	-0.000001543	-0.0535	114.149	0.42959	-0.00001228	0.01002
796	COMB1	Combination	-0.0027	-0.0509	115.3518	0.41572	-0.02139	0.00995
798	COMB1	Combination	-0.0053	-0.1251	105.9995	0.80995	-0.04284	0.00994
800	COMB1	Combination	-0.0108	-0.2095	53.1496	1.25831	-0.08656	0.01005
802	COMB1	Combination	0.0113	0.1076	52.8318	-0.43431	0.09067	0.01061
804	COMB1	Combination	0.0055	0.0207	106.0883	0.02762	0.04431	0.0104
806	COMB1	Combination	0.0027	-0.0532	115.3492	0.42029	0.02203	0.01027
808	COMB1	Combination	0.00001245	-0.0506	114.149	0.40625	0.0001	0.01018
810	COMB1	Combination	-0.0027	-0.048	115.3518	0.39258	-0.0217	0.01014
812	COMB1	Combination	-0.0054	-0.1222	106.002	0.78691	-0.04357	0.01014
814	COMB1	Combination	-0.011	-0.2067	53.1409	1.23578	-0.08824	0.01028
816	COMB1	Combination	0.0114	0.1105	52.8408	-0.45766	0.09154	0.01057
818	COMB1	Combination	0.0056	0.0236	106.0857	0.00388	0.04511	0.01043
820	COMB1	Combination	0.0028	-0.0503	115.3492	0.39666	0.02253	0.01035
822	COMB1	Combination	0.0000314	-0.0477	114.1489	0.38273	0.00025	0.01029
824	COMB1	Combination	-0.0027	-0.0451	115.3516	0.36915	-0.02191	0.01027
826	COMB1	Combination	-0.0055	-0.1193	106.0044	0.76351	-0.04414	0.01029
828	COMB1	Combination	-0.0111	-0.2039	53.1322	1.21284	-0.08954	0.01042
830	COMB1	Combination	0.0115	0.1133	52.8496	-0.48095	0.09225	0.01056
832	COMB1	Combination	0.0057	0.0266	106.083	-0.01982	0.04574	0.01046
834	COMB1	Combination	0.0029	-0.0473	115.3491	0.37302	0.02297	0.01041
836	COMB1	Combination	0.00005288	-0.0447	114.1488	0.35913	0.00042	0.01037
838	COMB1	Combination	-0.0027	-0.0422	115.3514	0.34558	-0.02204	0.01036
840	COMB1	Combination	-0.0055	-0.1164	106.0068	0.73992	-0.04458	0.01038
842	COMB1	Combination	-0.0113	-0.201	53.1231	1.18969	-0.0905	0.0105
844	COMB1	Combination	0.0116	0.1162	52.8585	-0.50423	0.09283	0.01055
846	COMB1	Combination	0.0058	0.0295	106.0823	-0.04352	0.0463	0.01048
848	COMB1	Combination	0.0029	-0.0444	115.3521	0.34937	0.0234	0.01044
850	COMB1	Combination	0.00008659	-0.0418	114.1521	0.3355	0.00065	0.01042
852	COMB1	Combination	-0.0027	-0.0392	115.3543	0.32195	-0.02206	0.01042
854	COMB1	Combination	-0.0056	-0.1134	106.0111	0.71627	-0.04484	0.01044
856	COMB1	Combination	-0.0113	-0.1982	53.1141	1.16644	-0.09114	0.01054
858	COMB1	Combination	0.0116	0.1191	52.8727	-0.52748	0.09337	0.01054
860	COMB1	Combination	0.0058	0.0325	106.0836	-0.06714	0.04655	0.01049
862	COMB1	Combination	0.0029	-0.0414	115.3542	0.32577	0.02338	0.01047
864	COMB1	Combination	0.00003794	-0.0388	114.1535	0.31188	0.00043	0.01045

866	COMB1	Combination	-0.0028	-0.0363	115.3562	0.2983	-0.02241	0.01045
868	COMB1	Combination	-0.0056	-0.1105	106.0174	0.69257	-0.04519	0.01047
870	COMB1	Combination	-0.0114	-0.1953	53.1104	1.14317	-0.09145	0.01055
872	COMB1	Combination	0.0115	0.122	52.8739	-0.55067	0.09281	0.01053
874	COMB1	Combination	0.0055	0.0353	106.0276	-0.09023	0.04507	0.01049
876	COMB1	Combination	0.0025	-0.0385	115.2733	0.3024	0.0214	0.01048
878	COMB1	Combination	-0.0003832	-0.0359	114.0654	0.2883	-0.00178	0.01046
880	COMB1	Combination	-0.0032	-0.0333	115.2752	0.2745	-0.02463	0.01047
882	COMB1	Combination	-0.006	-0.1074	105.9665	0.6684	-0.04711	0.01049
884	COMB1	Combination	-0.0116	-0.1924	53.0937	1.1199	-0.09257	0.01054
886	COMB1	Combination	0.0112	0.1248	52.751	-0.57348	0.09112	0.0105
888	COMB1	Combination	0.0063	0.0385	105.937	-0.11494	0.04949	0.01049
890	COMB1	Combination	0.0041	-0.0355	115.2449	0.27843	0.0301	0.01047
892	COMB1	Combination	0.0014	-0.033	114.0455	0.26479	0.00766	0.01047
894	COMB1	Combination	-0.0016	-0.0305	115.2467	0.25143	-0.0161	0.01047
896	COMB1	Combination	-0.0052	-0.1047	105.8809	0.64598	-0.04299	0.01049
898	COMB1	Combination	-0.0119	-0.1895	52.9534	1.09635	-0.09455	0.01051
900	COMB1	Combination	0.0167	0.1277	53.2862	-0.59716	0.12075	0.01047
902	COMB1	Combination	0.0158	0.0438	107.5533	-0.1509	0.09981	0.01047
904	COMB1	Combination	0.0147	-0.0318	117.4358	0.25064	0.08605	0.01047
906	COMB1	Combination	0.0124	-0.0301	116.3718	0.24137	0.06648	0.01046
908	COMB1	Combination	0.0089	-0.0284	117.4364	0.23235	0.03971	0.01047
910	COMB1	Combination	0.0042	-0.1041	107.5009	0.63495	0.00711	0.01048
912	COMB1	Combination	-0.0064	-0.1867	53.4701	1.07379	-0.06512	0.01049
914	COMB1	Combination	0.0099	0.1382	55.4973	-0.66059	0.08432	0.01044
916	COMB1	Combination	-0.0162	0.0369	108.9277	-0.12248	-0.06981	0.01045
918	COMB1	Combination	-0.0322	-0.0283	117.387	0.22412	-0.1631	0.01045
920	COMB1	Combination	-0.0344	-0.0272	116.6085	0.21805	-0.18267	0.01045
922	COMB1	Combination	-0.038	-0.026	117.384	0.21214	-0.20948	0.01046
924	COMB1	Combination	-0.0277	-0.0914	108.8827	0.55956	-0.16236	0.01047
926	COMB1	Combination	-0.0133	-0.1914	55.65	1.09104	-0.10188	0.01046
928	COMB1	Combination	-0.1481	0.1325	30.1243	-0.63842	-0.75501	0.01042
930	COMB1	Combination	-0.2678	-0.0183	58.7289	0.16327	-1.407	0.01045
932	COMB1	Combination	-0.2994	-0.027	58.7633	0.20964	-1.58296	0.01044
934	COMB1	Combination	-0.3033	-0.0242	58.1604	0.19443	-1.61168	0.01043
936	COMB1	Combination	-0.305	-0.0213	58.7786	0.17922	-1.62854	0.01044
938	COMB1	Combination	-0.279	-0.0301	58.7496	0.22578	-1.49797	0.01046
940	COMB1	Combination	-0.1708	-0.1797	30.2905	1.02056	-0.93858	0.01042

## 12. Joint Reactions (Tinjauan 2)

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
97	COMB1	Combination	6.9745	7.0314	70.347	0.78057	-1.09136	0.03298
98	COMB1	Combination	-7.0043	6.9534	70.343	1.19267	0.93185	0.02778
106	COMB1	Combination	6.5822	6.6273	66.478	0.7936	-1.03298	0.02348
112	COMB1	Combination	6.5161	6.5515	65.7932	0.82563	-1.00481	0.01564
105	COMB1	Combination	-6.5915	6.5462	66.4732	1.22205	0.98129	0.02357
118	COMB1	Combination	6.5037	6.5361	65.6774	0.85222	-1.00652	0.01309
124	COMB1	Combination	6.4811	6.5104	65.4614	0.87807	-1.00736	0.01051
130	COMB1	Combination	6.4569	6.483	65.2287	0.90431	-1.00725	0.00774
111	COMB1	Combination	-6.5149	6.4729	65.7871	1.2407	1.00827	0.0211
117	COMB1	Combination	-6.5028	6.4573	65.6678	1.26644	1.00689	0.02392
136	COMB1	Combination	6.4329	6.4557	64.9987	0.93072	-1.00717	0.00496
238	COMB1	Combination	6.4924	6.4462	65.4152	1.35772	-0.91923	-0.0495
123	COMB1	Combination	-6.4801	6.4311	65.4485	1.2929	1.00612	0.02674
142	COMB1	Combination	6.4089	6.4284	64.7682	0.95726	-1.00707	0.00216
129	COMB1	Combination	-6.4555	6.4033	65.2125	1.31921	1.00623	0.0294
148	COMB1	Combination	6.3849	6.401	64.5369	0.98393	-1.00692	-0.00065
135	COMB1	Combination	-6.4312	6.3757	64.9792	1.34564	1.00627	0.03208
154	COMB1	Combination	6.3607	6.3736	64.3052	1.01073	-1.00668	-0.00348
237	COMB1	Combination	-6.4558	6.3614	65.3505	1.77343	1.07841	0.06741
141	COMB1	Combination	-6.4068	6.3481	64.7453	1.37222	1.00624	0.03478
160	COMB1	Combination	6.3366	6.3461	64.0732	1.03766	-1.00635	-0.00633
147	COMB1	Combination	-6.3824	6.3203	64.5106	1.39895	1.00614	0.03752
166	COMB1	Combination	6.3125	6.3186	63.8413	1.06469	-1.00591	-0.0092
153	COMB1	Combination	-6.3579	6.2925	64.2755	1.42581	1.00596	0.04028
172	COMB1	Combination	6.2885	6.2911	63.6097	1.09184	-1.00531	-0.01211
159	COMB1	Combination	-6.3334	6.2647	64.0404	1.45277	1.00566	0.04309
178	COMB1	Combination	6.2645	6.2636	63.3783	1.11915	-1.00454	-0.01506
165	COMB1	Combination	-6.3091	6.2369	63.8059	1.4798	1.00523	0.04594
184	COMB1	Combination	6.2405	6.2361	63.1467	1.14674	-1.0035	-0.0181
171	COMB1	Combination	-6.2849	6.2093	63.5729	1.50683	1.00465	0.04884
190	COMB1	Combination	6.2163	6.2083	62.9131	1.17496	-1.00208	-0.02126
177	COMB1	Combination	-6.261	6.182	63.3424	1.53373	1.00389	0.05181
196	COMB1	Combination	6.1912	6.1793	62.6702	1.20476	-1.00017	-0.02466
183	COMB1	Combination	-6.2375	6.1551	63.1162	1.56034	1.00294	0.05483
202	COMB1	Combination	6.1648	6.1489	62.4147	1.23534	-0.99902	-0.02614
208	COMB1	Combination	6.1492	6.1309	62.2638	1.25364	-0.99788	-0.02637
189	COMB1	Combination	-6.2147	6.1289	62.8961	1.58642	1.00183	0.0579
214	COMB1	Combination	6.1352	6.1144	62.1272	1.27149	-0.99604	-0.02856
195	COMB1	Combination	-6.1928	6.1038	62.6843	1.61169	1.00058	0.06097
220	COMB1	Combination	6.1173	6.0941	61.9556	1.29131	-0.99566	-0.03077



232	COMB1	Combination	6.1222	6.0902	61.9537	1.32493	-0.96875	-0.03812
201	COMB1	Combination	-6.1719	6.0797	62.4819	1.63593	0.99927	0.06399
226	COMB1	Combination	6.0878	6.0624	61.6745	1.31108	-0.99633	-0.03279
207	COMB1	Combination	-6.152	6.0568	62.2893	1.65909	0.99802	0.06688
213	COMB1	Combination	-6.1331	6.0351	62.1074	1.68128	0.99697	0.06958
219	COMB1	Combination	-6.1132	6.0123	61.9136	1.70252	0.99518	0.07219
231	COMB1	Combination	-6.1067	6.0038	61.8975	1.75342	1.02069	0.07408
225	COMB1	Combination	-6.0832	5.9791	61.6213	1.72404	0.99278	0.07485
592	COMB1	Combination	-0.0116	0.1581	55.5599	-0.82143	-0.09777	-0.01209
1	COMB1	Combination	0.1465	0.1527	30.1687	-0.80191	0.74221	-0.01208
606	COMB1	Combination	-0.0184	0.1472	53.3473	-0.7545	-0.13435	-0.01213
620	COMB1	Combination	-0.0129	0.1438	52.8103	-0.72717	-0.10487	-0.01217
634	COMB1	Combination	-0.0133	0.1405	52.9318	-0.70065	-0.10682	-0.01222
648	COMB1	Combination	-0.0134	0.1372	52.9291	-0.67368	-0.10775	-0.01227
662	COMB1	Combination	-0.0134	0.1338	52.9134	-0.64655	-0.1077	-0.01233
676	COMB1	Combination	-0.0134	0.1305	52.9029	-0.61928	-0.10772	-0.01238
690	COMB1	Combination	-0.0134	0.1271	52.8925	-0.59188	-0.10772	-0.01244
704	COMB1	Combination	-0.0134	0.1237	52.8819	-0.56433	-0.10765	-0.0125
718	COMB1	Combination	-0.0134	0.1202	52.8712	-0.53666	-0.1075	-0.01255
732	COMB1	Combination	-0.0134	0.1168	52.8605	-0.50886	-0.10724	-0.01259
746	COMB1	Combination	-0.0133	0.1133	52.8498	-0.48095	-0.10686	-0.01264
760	COMB1	Combination	-0.0132	0.1099	52.839	-0.45293	-0.10635	-0.01269
774	COMB1	Combination	-0.0132	0.1064	52.8281	-0.42474	-0.1057	-0.01278
788	COMB1	Combination	-0.0131	0.1029	52.8171	-0.39624	-0.1049	-0.01293
802	COMB1	Combination	-0.0129	0.0992	52.8058	-0.36704	-0.10392	-0.01316
816	COMB1	Combination	-0.0128	0.0954	52.7938	-0.33589	-0.10245	-0.01298
830	COMB1	Combination	-0.0121	0.0897	52.7808	-0.2902	-0.0972	-0.01115
844	COMB1	Combination	-0.0115	0.0893	52.7745	-0.28666	-0.09199	-0.00933
858	COMB1	Combination	-0.0113	0.0871	52.7727	-0.26853	-0.09058	-0.00918
872	COMB1	Combination	-0.0113	0.0846	52.7573	-0.24831	-0.09075	-0.00947
914	COMB1	Combination	-0.0129	0.0843	55.3167	-0.22515	-0.09887	-0.00998
886	COMB1	Combination	-0.0116	0.0819	52.6175	-0.22692	-0.09221	-0.00969
900	COMB1	Combination	-0.0061	0.0793	53.1322	-0.20604	-0.06261	-0.00985
928	COMB1	Combination	-0.17	0.0737	30.036	-0.16091	-0.93372	-0.01
608	COMB1	Combination	-0.0165	0.0637	107.5365	-0.31067	-0.10598	-0.01213
622	COMB1	Combination	-0.0071	0.058	105.9204	-0.27102	-0.05575	-0.01216
594	COMB1	Combination	0.0154	0.0573	108.914	-0.28589	0.06359	-0.01211
636	COMB1	Combination	-0.0063	0.0543	106.0114	-0.24257	-0.05148	-0.01219
650	COMB1	Combination	-0.0066	0.051	106.0679	-0.21568	-0.0532	-0.01223
664	COMB1	Combination	-0.0066	0.0476	106.0669	-0.18816	-0.05324	-0.01227
678	COMB1	Combination	-0.0066	0.0441	106.0681	-0.16043	-0.05308	-0.0123
692	COMB1	Combination	-0.0066	0.0406	106.0712	-0.13258	-0.05295	-0.01234
706	COMB1	Combination	-0.0066	0.0372	106.0742	-0.10458	-0.05277	-0.01237
720	COMB1	Combination	-0.0065	0.0336	106.0772	-0.07645	-0.05252	-0.01239
734	COMB1	Combination	-0.0065	0.0301	106.0802	-0.04818	-0.0522	-0.01241
748	COMB1	Combination	-0.0064	0.0266	106.0832	-0.0198	-0.05176	-0.01242
762	COMB1	Combination	-0.0064	0.023	106.0862	0.00871	-0.05119	-0.01243
776	COMB1	Combination	-0.0063	0.0195	106.0893	0.03736	-0.05046	-0.01242
790	COMB1	Combination	-0.0062	0.0159	106.0924	0.06624	-0.04956	-0.01241
804	COMB1	Combination	-0.006	0.0122	106.0957	0.0955	-0.04854	-0.01235
3	COMB1	Combination	0.1827	0.0106	56.8315	-0.04698	0.94378	-0.0121

818	COMB1	Combination	-0.0059	0.0085	106.0991	0.12504	-0.04778	-0.01202
832	COMB1	Combination	-0.006	0.0051	106.1022	0.1527	-0.04788	-0.01109
5	COMB1	Combination	0.267	0.0024	58.7241	-0.00334	1.40084	-0.01209
846	COMB1	Combination	-0.006	0.0023	106.106	0.17499	-0.04793	-0.01017
860	COMB1	Combination	-0.0059	-0.0002673	106.1117	0.1955	-0.04738	-0.00988
11	COMB1	Combination	0.3057	-0.0006091	58.7791	0.0127	1.63357	-0.01211
874	COMB1	Combination	-0.0061	-0.003	106.0602	0.21691	-0.04826	-0.00986
9	COMB1	Combination	0.3035	-0.0035	58.1608	0.02792	1.61298	-0.01211
888	COMB1	Combination	-0.0052	-0.0054	105.9745	0.23716	-0.0433	-0.0099
600	COMB1	Combination	0.0386	-0.0057	117.3832	0.04905	0.21459	-0.01213
902	COMB1	Combination	0.0043	-0.0058	107.5947	0.24648	0.00732	-0.00996
7	COMB1	Combination	0.2991	-0.0063	58.7635	0.04314	1.58056	-0.0121
598	COMB1	Combination	0.0346	-0.0069	116.6084	0.05504	0.184	-0.01213
596	COMB1	Combination	0.0319	-0.008	117.3876	0.06105	0.16066	-0.01212
614	COMB1	Combination	-0.0082	-0.0085	117.4359	0.07292	-0.03459	-0.01215
13	COMB1	Combination	0.2801	-0.0093	58.7558	0.05911	1.5068	-0.01211
612	COMB1	Combination	-0.0123	-0.0102	116.3718	0.08203	-0.06515	-0.01214
628	COMB1	Combination	0.0023	-0.0111	115.2463	0.09567	0.02126	-0.01217
610	COMB1	Combination	-0.015	-0.0119	117.4362	0.09122	-0.08851	-0.01214
626	COMB1	Combination	-0.0012	-0.0136	114.0455	0.10914	-0.00635	-0.01217
642	COMB1	Combination	0.0039	-0.0144	115.2747	0.12245	0.02986	-0.01219
624	COMB1	Combination	-0.0045	-0.0161	115.2454	0.1227	-0.03262	-0.01216
640	COMB1	Combination	0.0005442	-0.017	114.0654	0.13635	0.00307	-0.01219
15	COMB1	Combination	0.2024	-0.0176	56.8841	0.10267	1.10319	-0.01211
656	COMB1	Combination	0.0035	-0.0178	115.3558	0.15002	0.02773	-0.01222
916	COMB1	Combination	-0.0277	-0.0183	108.9621	0.3204	-0.16236	-0.01001
638	COMB1	Combination	-0.0028	-0.0196	115.2738	0.15039	-0.02402	-0.01219
654	COMB1	Combination	0.0001191	-0.0204	114.1535	0.1637	0.00084	-0.01222
670	COMB1	Combination	0.0034	-0.0212	115.3538	0.17754	0.0275	-0.01226
652	COMB1	Combination	-0.0032	-0.023	115.3547	0.17754	-0.02614	-0.01222
668	COMB1	Combination	0.0000644	-0.0238	114.1521	0.19119	0.00057	-0.01225
684	COMB1	Combination	0.0034	-0.0247	115.351	0.20518	0.02762	-0.01229
666	COMB1	Combination	-0.0033	-0.0264	115.3526	0.20502	-0.02635	-0.01226
682	COMB1	Combination	0.0000898	-0.0272	114.1488	0.21883	0.00073	-0.01228
698	COMB1	Combination	0.0034	-0.0281	115.3512	0.23299	0.02766	-0.01231
680	COMB1	Combination	-0.0033	-0.0299	115.3495	0.23268	-0.02617	-0.01229
696	COMB1	Combination	0.0001012	-0.0307	114.1489	0.24662	0.00081	-0.0123
712	COMB1	Combination	0.0034	-0.0316	115.3513	0.26096	0.02766	-0.01233
694	COMB1	Combination	-0.0032	-0.0333	115.3496	0.26048	-0.02605	-0.01231
710	COMB1	Combination	0.0001109	-0.0342	114.149	0.27456	0.00089	-0.01232
726	COMB1	Combination	0.0034	-0.0351	115.3514	0.28907	0.02765	-0.01234
708	COMB1	Combination	-0.0032	-0.0368	115.3496	0.28842	-0.02591	-0.01234
724	COMB1	Combination	0.0001228	-0.0377	114.149	0.30265	0.00099	-0.01233
740	COMB1	Combination	0.0034	-0.0386	115.3515	0.3173	0.02761	-0.01233
722	COMB1	Combination	-0.0032	-0.0403	115.3495	0.31651	-0.02572	-0.01235
738	COMB1	Combination	0.000137	-0.0412	114.149	0.33087	0.0011	-0.01232
754	COMB1	Combination	0.0034	-0.0422	115.3516	0.34562	0.02754	-0.0123
736	COMB1	Combination	-0.0032	-0.0438	115.3494	0.34474	-0.02547	-0.01235
752	COMB1	Combination	0.000154	-0.0447	114.149	0.35919	0.00124	-0.0123
768	COMB1	Combination	0.0034	-0.0457	115.3517	0.37399	0.02743	-0.01224
750	COMB1	Combination	-0.0031	-0.0473	115.3493	0.37307	-0.02516	-0.01234

766	COMB1	Combination	0.0001733	-0.0483	114.149	0.38758	0.00139	-0.01226
782	COMB1	Combination	0.0034	-0.0492	115.3518	0.40232	0.02726	-0.01214
764	COMB1	Combination	-0.0031	-0.0509	115.3492	0.40151	-0.02476	-0.01232
780	COMB1	Combination	0.0001929	-0.0518	114.149	0.41599	0.00155	-0.01218
796	COMB1	Combination	0.0034	-0.0527	115.3519	0.43047	0.027	-0.01199
778	COMB1	Combination	-0.003	-0.0544	115.3492	0.43003	-0.02429	-0.01227
794	COMB1	Combination	0.000207	-0.0553	114.149	0.44434	0.00166	-0.01205
810	COMB1	Combination	0.0033	-0.0562	115.352	0.45819	0.0266	-0.01177
792	COMB1	Combination	-0.003	-0.058	115.3491	0.45864	-0.02378	-0.01219
808	COMB1	Combination	0.0002041	-0.0588	114.1491	0.47241	0.00164	-0.01185
824	COMB1	Combination	0.0032	-0.0595	115.352	0.48511	0.02601	-0.01146
806	COMB1	Combination	-0.0029	-0.0616	115.3491	0.48725	-0.02334	-0.01203
822	COMB1	Combination	0.0001703	-0.0622	114.149	0.49976	0.00137	-0.01153
838	COMB1	Combination	0.0032	-0.0627	115.352	0.51076	0.0253	-0.01109
820	COMB1	Combination	-0.0029	-0.0651	115.349	0.5154	-0.02323	-0.01168
836	COMB1	Combination	0.0001103	-0.0654	114.149	0.52563	0.00088	-0.0111
852	COMB1	Combination	0.0031	-0.0658	115.355	0.53496	0.02468	-0.01073
834	COMB1	Combination	-0.0029	-0.0683	115.3489	0.54177	-0.02354	-0.01109
850	COMB1	Combination	0.00006445	-0.0684	114.1522	0.54957	0.00047	-0.01067
866	COMB1	Combination	0.003	-0.0686	115.3571	0.55791	0.02384	-0.01046
252	COMB1	Combination	-0.2006	-0.0707	56.9378	0.60653	-1.08877	-0.00995
602	COMB1	Combination	0.0288	-0.071	108.8976	0.39608	0.17126	-0.01213
864	COMB1	Combination	-0.00003299	-0.0712	114.1536	0.5721	-0.00014	-0.01037
848	COMB1	Combination	-0.003	-0.0713	115.3517	0.56523	-0.02378	-0.01051
880	COMB1	Combination	0.0025	-0.0714	115.2762	0.57999	0.02129	-0.01028
878	COMB1	Combination	-0.0004715	-0.074	114.0655	0.594	-0.00249	-0.01021
862	COMB1	Combination	-0.003	-0.074	115.3535	0.58701	-0.024	-0.01019
894	COMB1	Combination	0.0041	-0.0742	115.2477	0.60248	0.02961	-0.0102
892	COMB1	Combination	0.0013	-0.0767	114.0455	0.6158	0.00695	-0.01015
876	COMB1	Combination	-0.0034	-0.0767	115.2724	0.60863	-0.02583	-0.01007
908	COMB1	Combination	0.0146	-0.0778	117.4378	0.6289	0.08533	-0.01018
930	COMB1	Combination	-0.2791	-0.079	58.7664	0.65057	-1.49824	-0.00999
890	COMB1	Combination	-0.0017	-0.0793	115.2441	0.62973	-0.01688	-0.01005
906	COMB1	Combination	0.0124	-0.0794	116.3718	0.63774	0.06581	-0.01014
922	COMB1	Combination	-0.0323	-0.0811	117.389	0.65425	-0.1639	-0.0102
904	COMB1	Combination	0.0088	-0.0812	117.4344	0.6472	0.03926	-0.01006
936	COMB1	Combination	-0.2995	-0.082	58.7684	0.66664	-1.58372	-0.01024
920	COMB1	Combination	-0.0345	-0.0822	116.6084	0.65993	-0.1833	-0.01017
918	COMB1	Combination	-0.038	-0.0833	117.382	0.66609	-0.20977	-0.0101
616	COMB1	Combination	-0.0031	-0.0842	107.518	0.47513	0.00174	-0.01214
934	COMB1	Combination	-0.3034	-0.0848	58.1606	0.68168	-1.61227	-0.01022
630	COMB1	Combination	0.0063	-0.0852	105.8975	0.48984	0.05193	-0.01217
932	COMB1	Combination	-0.3051	-0.0877	58.7737	0.69671	-1.62881	-0.01012
644	COMB1	Combination	0.0071	-0.0884	105.9826	0.51598	0.05621	-0.0122
938	COMB1	Combination	-0.2678	-0.0909	58.7122	0.71371	-1.40732	-0.01019
658	COMB1	Combination	0.0068	-0.0919	106.0332	0.54393	0.0545	-0.01223
672	COMB1	Combination	0.0068	-0.0954	106.0264	0.57152	0.05443	-0.01227
686	COMB1	Combination	0.0068	-0.0988	106.0217	0.59922	0.05452	-0.0123
254	COMB1	Combination	-0.1842	-0.099	56.775	0.75698	-0.95546	-0.01019
700	COMB1	Combination	0.0068	-0.1023	106.0189	0.62709	0.05451	-0.01234
714	COMB1	Combination	0.0068	-0.1058	106.016	0.65511	0.05446	-0.01236

728	COMB1	Combination	0.0068	-0.1093	106.013	0.68328	0.05434	-0.01237
742	COMB1	Combination	0.0067	-0.1128	106.01	0.71157	0.05416	-0.01237
756	COMB1	Combination	0.0067	-0.1164	106.007	0.73994	0.05389	-0.01234
770	COMB1	Combination	0.0067	-0.1199	106.004	0.76834	0.05352	-0.01228
784	COMB1	Combination	0.0066	-0.1235	106.001	0.79665	0.05302	-0.01217
798	COMB1	Combination	0.0065	-0.127	105.998	0.82471	0.05239	-0.012
812	COMB1	Combination	0.0064	-0.1304	105.9951	0.85227	0.0516	-0.01176
826	COMB1	Combination	0.0063	-0.1337	105.9923	0.879	0.05066	-0.01145
840	COMB1	Combination	0.0062	-0.1369	105.9894	0.90461	0.04965	-0.0111
854	COMB1	Combination	0.0061	-0.14	105.9887	0.92898	0.04872	-0.01075
868	COMB1	Combination	0.0059	-0.1429	105.99	0.95222	0.04775	-0.01047
882	COMB1	Combination	0.0055	-0.1456	105.9341	0.97426	0.0453	-0.01028
924	COMB1	Combination	-0.0162	-0.1467	108.8482	1.0027	-0.07044	-0.0102
896	COMB1	Combination	0.0063	-0.1486	105.8434	0.99765	0.04904	-0.01019
910	COMB1	Combination	0.0157	-0.1537	107.4594	1.03233	0.09892	-0.01016
17	COMB1	Combination	0.1726	-0.1595	30.247	0.85707	0.95405	-0.01209
618	COMB1	Combination	0.0084	-0.1672	53.4085	0.9164	0.08145	-0.01214
632	COMB1	Combination	0.014	-0.1704	52.894	0.9426	0.11103	-0.01218
604	COMB1	Combination	0.0153	-0.1715	55.5867	0.93016	0.11802	-0.01211
646	COMB1	Combination	0.0137	-0.1738	53.0359	0.96983	0.10934	-0.01222
660	COMB1	Combination	0.0135	-0.1772	53.0539	0.99686	0.10868	-0.01227
674	COMB1	Combination	0.0136	-0.1805	53.0592	1.02399	0.10898	-0.01233
688	COMB1	Combination	0.0136	-0.1839	53.0698	1.05127	0.10915	-0.01239
702	COMB1	Combination	0.0136	-0.1873	53.0806	1.07869	0.10924	-0.01245
716	COMB1	Combination	0.0136	-0.1907	53.0912	1.10627	0.10925	-0.0125
730	COMB1	Combination	0.0136	-0.1941	53.1019	1.13398	0.10914	-0.01255
744	COMB1	Combination	0.0136	-0.1976	53.1126	1.1618	0.10887	-0.01258
758	COMB1	Combination	0.0135	-0.201	53.1233	1.18969	0.10838	-0.01258
772	COMB1	Combination	0.0134	-0.2045	53.134	1.21758	0.10763	-0.01254
786	COMB1	Combination	0.0133	-0.2079	53.1447	1.24535	0.10656	-0.01244
800	COMB1	Combination	0.0131	-0.2113	53.1552	1.27284	0.10512	-0.01226
814	COMB1	Combination	0.0129	-0.2147	53.1656	1.2998	0.10332	-0.01197
828	COMB1	Combination	0.0126	-0.2179	53.1756	1.32597	0.10123	-0.01159
842	COMB1	Combination	0.0123	-0.221	53.1852	1.35113	0.09898	-0.01115
856	COMB1	Combination	0.0121	-0.224	53.1945	1.37519	0.09683	-0.01071
870	COMB1	Combination	0.0118	-0.2269	53.2086	1.39829	0.09506	-0.01037
884	COMB1	Combination	0.0115	-0.2296	53.2097	1.42068	0.09275	-0.01014
898	COMB1	Combination	0.011	-0.2323	53.0866	1.44239	0.08991	-0.01005
912	COMB1	Combination	0.0165	-0.2351	53.624	1.46491	0.11898	-0.01006
940	COMB1	Combination	-0.1487	-0.2386	30.3789	1.49885	-0.75934	-0.01021
926	COMB1	Combination	0.0096	-0.2453	55.8307	1.52683	0.08189	-0.01015
113	COMB1	Combination	-6.8656	-6.8323	68.9795	-1.02386	0.86125	-0.03797
107	COMB1	Combination	-6.8948	-6.8517	69.2098	-1.05707	0.83421	-0.04574
119	COMB1	Combination	-6.9013	-6.871	69.3194	-0.99753	0.85985	-0.03549
125	COMB1	Combination	-6.9267	-6.8994	69.5612	-0.97167	0.85908	-0.03299
109	COMB1	Combination	6.8672	-6.9069	68.9677	-0.62533	-0.84121	-0.04344
131	COMB1	Combination	-6.9503	-6.9263	69.7884	-0.9454	0.85921	-0.03031
103	COMB1	Combination	6.886	-6.929	69.1989	-0.64511	-0.86937	-0.04585
115	COMB1	Combination	6.9021	-6.9453	69.3061	-0.59989	-0.84284	-0.04633
137	COMB1	Combination	-6.9744	-6.9537	70.0202	-0.91896	0.85933	-0.02761
121	COMB1	Combination	6.927	-6.9736	69.5467	-0.57348	-0.84361	-0.04923

143	COMB1	Combination	-6.9987	-6.9813	70.2532	-0.8924	0.85946	-0.0249
127	COMB1	Combination	6.9506	-7.0004	69.7725	-0.54719	-0.84345	-0.05197
149	COMB1	Combination	-7.023	-7.0089	70.4869	-0.8657	0.85964	-0.02217
133	COMB1	Combination	6.9746	-7.0277	70.003	-0.52079	-0.84338	-0.05473
155	COMB1	Combination	-7.0474	-7.0366	70.721	-0.83887	0.85991	-0.01941
139	COMB1	Combination	6.9987	-7.0551	70.2348	-0.49424	-0.84338	-0.05752
161	COMB1	Combination	-7.0717	-7.0644	70.9554	-0.81193	0.86026	-0.01662
145	COMB1	Combination	7.0229	-7.0826	70.4672	-0.46753	-0.84345	-0.06033
167	COMB1	Combination	-7.0961	-7.0921	71.1897	-0.78487	0.86073	-0.01381
151	COMB1	Combination	7.0472	-7.1102	70.6999	-0.44069	-0.84361	-0.06314
173	COMB1	Combination	-7.1204	-7.1199	71.4238	-0.7577	0.86135	-0.01097
157	COMB1	Combination	7.0714	-7.1377	70.9325	-0.41373	-0.84389	-0.06597
179	COMB1	Combination	-7.1446	-7.1476	71.6576	-0.73035	0.86217	-0.00812
163	COMB1	Combination	7.0955	-7.1653	71.1646	-0.38668	-0.84433	-0.06879
185	COMB1	Combination	-7.1689	-7.1754	71.8917	-0.70271	0.86326	-0.00523
169	COMB1	Combination	7.1194	-7.1926	71.3952	-0.35962	-0.84495	-0.07159
191	COMB1	Combination	-7.1933	-7.2035	72.1281	-0.67443	0.86476	-0.00226
99	COMB1	Combination	-7.2601	-7.2052	72.6245	-1.07929	0.785	-0.05519
175	COMB1	Combination	7.1431	-7.2197	71.6233	-0.32264	-0.84578	-0.07436
197	COMB1	Combination	-7.2187	-7.2329	72.3743	-0.64455	0.86676	0.00092
181	COMB1	Combination	7.1663	-7.2464	71.8472	-0.30591	-0.84684	-0.07705
203	COMB1	Combination	-7.2458	-7.2635	72.6337	-0.61521	0.86668	0.00573
187	COMB1	Combination	7.1888	-7.2723	72.0649	-0.27965	-0.84814	-0.07964
96	COMB1	Combination	7.2312	-7.2798	72.6171	-0.68366	-0.92801	-0.05003
209	COMB1	Combination	-7.2615	-7.2814	72.7851	-0.59813	0.86659	0.00927
193	COMB1	Combination	7.2104	-7.2973	72.2745	-0.25414	-0.84961	-0.08209
215	COMB1	Combination	-7.2764	-7.2988	72.9304	-0.58019	0.86855	0.01117
221	COMB1	Combination	-7.292	-7.3168	73.0799	-0.56025	0.869	0.01311
199	COMB1	Combination	7.2311	-7.3211	72.4744	-0.22964	-0.85118	-0.08441
227	COMB1	Combination	-7.2986	-7.3257	73.1415	-0.5401	0.86815	0.01487
205	COMB1	Combination	7.2508	-7.3439	72.6656	-0.20622	-0.85268	-0.08661
211	COMB1	Combination	7.2702	-7.3663	72.8534	-0.18383	-0.85394	-0.08875
217	COMB1	Combination	7.2874	-7.3864	73.0218	-0.16241	-0.85584	-0.09098
233	COMB1	Combination	-7.3596	-7.3932	73.7787	-0.52732	0.89697	0.01998
223	COMB1	Combination	7.2942	-7.3963	73.0905	-0.14054	-0.85803	-0.09346
229	COMB1	Combination	7.366	-7.4669	73.7302	-0.11231	-0.83128	-0.09266
239	COMB1	Combination	-7.7478	-7.7956	77.6089	-0.50367	0.95573	0.03123
235	COMB1	Combination	7.7738	-7.8662	77.5542	-0.1015	-0.78271	-0.08606

## 13. Joint Reactions (Tinjauan 3)

TABLE: Joint Reactions								
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
97	COMB1	Combination	7.3697	7.5152	74.297	0.19626	-1.22181	0.08793
98	COMB1	Combination	-7.4074	7.4416	74.3513	0.62145	1.04888	-0.06224
106	COMB1	Combination	6.9407	7.0693	70.0762	0.25042	-1.16378	0.07427
105	COMB1	Combination	-6.957	6.9917	70.1207	0.6919	1.0987	-0.06219
112	COMB1	Combination	6.8378	6.9518	69.0379	0.32288	-1.13552	0.06232
118	COMB1	Combination	6.789	6.8949	68.5716	0.38967	-1.13725	0.05567
111	COMB1	Combination	-6.8434	6.8764	69.08	0.75093	1.12563	-0.06041
124	COMB1	Combination	6.7298	6.8278	68.0057	0.45554	-1.13818	0.04902
117	COMB1	Combination	-6.7943	6.8189	68.6062	0.81682	1.1243	-0.05339
130	COMB1	Combination	6.6691	6.7589	67.4231	0.52167	-1.13829	0.04217
123	COMB1	Combination	-6.7348	6.751	68.0336	0.88327	1.12366	-0.04641
136	COMB1	Combination	6.6086	6.6902	66.8423	0.58792	-1.13859	0.03529
129	COMB1	Combination	-6.6734	6.6815	67.4443	0.94944	1.124	-0.03964
142	COMB1	Combination	6.5478	6.6213	66.2592	0.6543	-1.13907	0.02839
135	COMB1	Combination	-6.6121	6.6121	66.8567	1.01569	1.12442	-0.0329
148	COMB1	Combination	6.4866	6.5519	65.6726	0.72093	-1.13969	0.02145
141	COMB1	Combination	-6.5506	6.5424	66.2669	1.08213	1.12493	-0.02619
154	COMB1	Combination	6.425	6.4821	65.0817	0.78789	-1.14048	0.01445
147	COMB1	Combination	-6.4887	6.4723	65.6734	1.14884	1.12557	-0.01949
160	COMB1	Combination	6.3628	6.4117	64.4858	0.85525	-1.14142	0.00739
153	COMB1	Combination	-6.4264	6.4018	65.0757	1.21591	1.12635	-0.01281
166	COMB1	Combination	6.3	6.3407	63.8844	0.92311	-1.14251	0.00027
159	COMB1	Combination	-6.3635	6.3306	64.473	1.28341	1.12726	-0.00613
172	COMB1	Combination	6.2366	6.2689	63.2768	0.99155	-1.14373	-0.00694
165	COMB1	Combination	-6.3	6.2588	63.8645	1.35144	1.12828	0.00056
178	COMB1	Combination	6.1724	6.1964	62.6625	1.06064	-1.14506	-0.01423
171	COMB1	Combination	-6.2358	6.1863	63.2498	1.42008	1.12942	0.00727
184	COMB1	Combination	6.1075	6.123	62.0412	1.13045	-1.14648	-0.02161
177	COMB1	Combination	-6.1709	6.113	62.6284	1.4894	1.13064	0.01401
190	COMB1	Combination	6.0418	6.0488	61.4125	1.20103	-1.14797	-0.02908
183	COMB1	Combination	-6.1053	6.0388	61.9997	1.55947	1.13192	0.0208
196	COMB1	Combination	5.9754	5.9737	60.7763	1.27245	-1.14949	-0.03667
189	COMB1	Combination	-6.0388	5.9638	61.3637	1.63036	1.13322	0.02766
202	COMB1	Combination	5.9081	5.8976	60.1323	1.34475	-1.15102	-0.04437
195	COMB1	Combination	-5.9717	5.8879	60.7203	1.7021	1.13451	0.0346
238	COMB1	Combination	5.91	5.8279	60.0197	1.81283	-1.08303	-0.10534
208	COMB1	Combination	5.8401	5.8207	59.4808	1.41797	-1.15247	-0.0522
201	COMB1	Combination	-5.9037	5.8112	60.0696	1.77471	1.13573	0.04164
237	COMB1	Combination	-5.8885	5.7557	60.0768	2.2287	1.22308	0.0754
214	COMB1	Combination	5.7716	5.7432	58.8248	1.49227	-1.15379	-0.06022

207	COMB1	Combination	-5.8352	5.7337	59.4128	1.84818	1.13687	0.0488
220	COMB1	Combination	5.7003	5.6629	58.1439	1.56809	-1.15581	-0.06838
213	COMB1	Combination	-5.7665	5.6559	58.7544	1.92239	1.13791	0.0561
219	COMB1	Combination	-5.6959	5.5761	58.0768	1.99686	1.13779	0.06366
226	COMB1	Combination	5.6175	5.571	57.3524	1.64481	-1.1581	-0.07663
232	COMB1	Combination	5.5968	5.5366	57.1051	1.71804	-1.13146	-0.08867
225	COMB1	Combination	-5.6152	5.4858	57.2992	2.07221	1.13661	0.07159
231	COMB1	Combination	-5.5887	5.4539	57.0966	2.15532	1.16535	0.07633
592	COMB1	Combination	-0.0329	0.2317	55.8012	-1.4167	-0.26916	-0.03123
1	COMB1	Combination	0.126	0.2308	30.3063	-1.43534	0.57537	-0.03116
606	COMB1	Combination	-0.0398	0.2158	53.5646	-1.30852	-0.30586	-0.03117
620	COMB1	Combination	-0.0342	0.2072	53.008	-1.23955	-0.27612	-0.03112
634	COMB1	Combination	-0.0346	0.1988	53.1137	-1.17155	-0.278	-0.03108
648	COMB1	Combination	-0.0347	0.1903	53.095	-1.10325	-0.279	-0.03108
662	COMB1	Combination	-0.0348	0.1819	53.0634	-1.03491	-0.27919	-0.03111
676	COMB1	Combination	-0.0348	0.1734	53.0369	-0.96648	-0.27967	-0.03117
690	COMB1	Combination	-0.0349	0.1649	53.0106	-0.89788	-0.28039	-0.03126
704	COMB1	Combination	-0.035	0.1564	52.9839	-0.82901	-0.28134	-0.0314
718	COMB1	Combination	-0.0352	0.1478	52.9571	-0.75979	-0.28251	-0.03157
732	COMB1	Combination	-0.0353	0.1392	52.9302	-0.69014	-0.2839	-0.03178
608	COMB1	Combination	-0.0273	0.1339	107.4774	-0.87333	-0.19214	-0.03128
594	COMB1	Combination	0.0046	0.1328	108.8646	-0.89105	-0.02288	-0.03131
746	COMB1	Combination	-0.0355	0.1305	52.9031	-0.61997	-0.28551	-0.03202
622	COMB1	Combination	-0.0178	0.1228	105.865	-0.79135	-0.1419	-0.03125
760	COMB1	Combination	-0.0358	0.1218	52.8757	-0.54919	-0.28732	-0.0323
636	COMB1	Combination	-0.017	0.114	105.9609	-0.72078	-0.13772	-0.03124
774	COMB1	Combination	-0.036	0.1129	52.8481	-0.47773	-0.28929	-0.03262
650	COMB1	Combination	-0.0174	0.1054	106.0217	-0.65195	-0.13958	-0.03124
788	COMB1	Combination	-0.0363	0.104	52.8201	-0.40553	-0.29142	-0.03296
664	COMB1	Combination	-0.0174	0.0968	106.0252	-0.58262	-0.13985	-0.03128
802	COMB1	Combination	-0.0366	0.095	52.7919	-0.33252	-0.29365	-0.03332
3	COMB1	Combination	0.167	0.091	56.7315	-0.6928	0.81689	-0.03125
678	COMB1	Combination	-0.0174	0.0881	106.0307	-0.51315	-0.14001	-0.03134
816	COMB1	Combination	-0.0369	0.0858	52.7634	-0.25865	-0.29597	-0.03371
5	COMB1	Combination	0.2564	0.0829	58.6853	-0.6496	1.31545	-0.03132
11	COMB1	Combination	0.3109	0.0797	58.7876	-0.63299	1.67562	-0.03135
692	COMB1	Combination	-0.0175	0.0794	106.0382	-0.44351	-0.14031	-0.03143
9	COMB1	Combination	0.3035	0.0769	58.1607	-0.61773	1.61274	-0.03135
830	COMB1	Combination	-0.0371	0.0766	52.7343	-0.18386	-0.29836	-0.03413
7	COMB1	Combination	0.2939	0.074	58.7549	-0.60255	1.53802	-0.03134
13	COMB1	Combination	0.2906	0.0711	58.7944	-0.58715	1.5917	-0.03134
706	COMB1	Combination	-0.0175	0.0707	106.0456	-0.37362	-0.14072	-0.03155
600	COMB1	Combination	0.044	0.0695	117.3781	-0.55475	0.25733	-0.03135
598	COMB1	Combination	0.0346	0.0683	116.6084	-0.54852	0.18375	-0.03135
596	COMB1	Combination	0.0265	0.0672	117.3927	-0.54274	0.11741	-0.03134
844	COMB1	Combination	-0.0374	0.0672	52.705	-0.1081	-0.30075	-0.03458
15	COMB1	Combination	0.218	0.0628	56.9839	-0.54315	1.22959	-0.03126
720	COMB1	Combination	-0.0176	0.0619	106.053	-0.30337	-0.14121	-0.03171
614	COMB1	Combination	-0.0029	0.0614	117.4342	-0.48848	0.00815	-0.03132
612	COMB1	Combination	-0.0123	0.0596	116.3718	-0.47906	-0.0654	-0.03132
610	COMB1	Combination	-0.0204	0.058	117.438	-0.47017	-0.13175	-0.03131

858	COMB1	Combination	-0.0377	0.0577	52.6805	-0.03125	-0.30307	-0.0351
628	COMB1	Combination	0.0076	0.0536	115.2448	-0.42348	0.06402	-0.03129
734	COMB1	Combination	-0.0176	0.0531	106.0605	-0.23267	-0.14179	-0.0319
626	COMB1	Combination	-0.0013	0.051	114.0455	-0.40974	-0.0066	-0.0313
624	COMB1	Combination	-0.0098	0.0485	115.2469	-0.39645	-0.07588	-0.03129
872	COMB1	Combination	-0.0382	0.048	52.6427	0.04695	-0.30641	-0.03575
642	COMB1	Combination	0.0092	0.0451	115.2732	-0.35469	0.07268	-0.03128
748	COMB1	Combination	-0.0177	0.0442	106.068	-0.16144	-0.14246	-0.03212
640	COMB1	Combination	0.0005129	0.0424	114.0654	-0.34053	0.00282	-0.03129
638	COMB1	Combination	-0.0082	0.0398	115.2753	-0.32674	-0.06734	-0.03128
886	COMB1	Combination	-0.0389	0.038	52.4805	0.12733	-0.3108	-0.03656
656	COMB1	Combination	0.0088	0.0364	115.3543	-0.28529	0.07064	-0.03129
762	COMB1	Combination	-0.0178	0.0353	106.0756	-0.08959	-0.1432	-0.03237
654	COMB1	Combination	0.0000875	0.0338	114.1535	-0.27137	0.00058	-0.03131
652	COMB1	Combination	-0.0086	0.0312	115.3561	-0.25776	-0.06955	-0.03129
900	COMB1	Combination	-0.0336	0.0279	52.9675	0.21006	-0.28382	-0.03715
670	COMB1	Combination	0.0088	0.0278	115.3526	-0.21607	0.07052	-0.03133
776	COMB1	Combination	-0.0179	0.0262	106.0832	-0.01705	-0.14399	-0.03264
668	COMB1	Combination	0.00003226	0.0252	114.1521	-0.20221	0.00031	-0.03135
914	COMB1	Combination	-0.0403	0.0233	55.1157	0.26851	-0.31856	-0.03648
666	COMB1	Combination	-0.0087	0.0226	115.3538	-0.18858	-0.06989	-0.03133
684	COMB1	Combination	0.0088	0.0192	115.3498	-0.14679	0.07082	-0.03139
790	COMB1	Combination	-0.018	0.0171	106.091	0.05627	-0.14483	-0.03294
682	COMB1	Combination	0.00005668	0.0166	114.1488	-0.13296	0.00046	-0.03141
680	COMB1	Combination	-0.0087	0.014	115.3506	-0.11928	-0.06989	-0.03139
698	COMB1	Combination	0.0089	0.0105	115.3502	-0.07733	0.07107	-0.03148
928	COMB1	Combination	-0.1961	0.0085	29.9422	0.36779	-1.14587	-0.0355
696	COMB1	Combination	0.00006642	0.0079	114.1489	-0.06354	0.00053	-0.0315
804	COMB1	Combination	-0.0181	0.0079	106.0988	0.13041	-0.14568	-0.03326
694	COMB1	Combination	-0.0087	0.0053	115.3505	-0.04981	-0.07001	-0.03148
602	COMB1	Combination	0.0395	0.0044	108.9471	-0.20908	0.25723	-0.03132
712	COMB1	Combination	0.0089	0.0018	115.3505	-0.00759	0.07136	-0.03161
710	COMB1	Combination	0.00007333	-0.0007662	114.149	0.00615	0.00059	-0.03162
818	COMB1	Combination	-0.0182	-0.0015	106.1067	0.20544	-0.14652	-0.0336
708	COMB1	Combination	-0.0087	-0.0034	115.3504	0.01992	-0.07019	-0.03161
726	COMB1	Combination	0.0089	-0.0069	115.3508	0.06249	0.0717	-0.03176
724	COMB1	Combination	0.00008088	-0.0095	114.149	0.0762	0.00065	-0.03178
832	COMB1	Combination	-0.0183	-0.011	106.1146	0.28142	-0.14729	-0.03396
722	COMB1	Combination	-0.0088	-0.0121	115.3501	0.09	-0.0704	-0.03176
616	COMB1	Combination	0.0075	-0.014	107.5772	-0.08753	0.08739	-0.03129
740	COMB1	Combination	0.009	-0.0157	115.351	0.13303	0.07208	-0.03194
738	COMB1	Combination	0.00008871	-0.0183	114.149	0.14669	0.00071	-0.03196
630	COMB1	Combination	0.017	-0.0204	105.9528	-0.03049	0.13758	-0.03125
846	COMB1	Combination	-0.0184	-0.0206	106.1245	0.35837	-0.14791	-0.03434
736	COMB1	Combination	-0.0088	-0.0209	115.3499	0.16053	-0.07066	-0.03194
754	COMB1	Combination	0.009	-0.0245	115.3512	0.2041	0.0725	-0.03216
752	COMB1	Combination	0.00009687	-0.0271	114.149	0.21772	0.00078	-0.03217
644	COMB1	Combination	0.0178	-0.0288	106.0332	0.03777	0.14195	-0.03124
750	COMB1	Combination	-0.0088	-0.0297	115.3497	0.2316	-0.07095	-0.03216
860	COMB1	Combination	-0.0185	-0.0303	106.1367	0.43647	-0.14854	-0.03474
768	COMB1	Combination	0.0091	-0.0335	115.3515	0.2758	0.07295	-0.0324



766	COMB1	Combination	0.0001057	-0.036	114.149	0.28938	0.00085	-0.03241
658	COMB1	Combination	0.0175	-0.0375	106.0793	0.10764	0.14039	-0.03124
764	COMB1	Combination	-0.0089	-0.0386	115.3494	0.30329	-0.07127	-0.0324
874	COMB1	Combination	-0.0189	-0.0403	106.0916	0.51633	-0.15061	-0.03517
782	COMB1	Combination	0.0091	-0.0425	115.3517	0.34821	0.07345	-0.03266
780	COMB1	Combination	0.0001156	-0.045	114.149	0.36174	0.00093	-0.03267
672	COMB1	Combination	0.0175	-0.0462	106.0682	0.17704	0.14054	-0.03128
778	COMB1	Combination	-0.0089	-0.0477	115.3492	0.37567	-0.07161	-0.03266
888	COMB1	Combination	-0.0181	-0.0502	106.0129	0.59601	-0.14649	-0.0356
796	COMB1	Combination	0.0092	-0.0516	115.352	0.4214	0.07397	-0.03294
794	COMB1	Combination	0.0001273	-0.0541	114.149	0.43487	0.00102	-0.03295
686	COMB1	Combination	0.0175	-0.0548	106.0591	0.24647	0.14094	-0.03134
792	COMB1	Combination	-0.009	-0.0568	115.3489	0.44883	-0.07196	-0.03295
902	COMB1	Combination	-0.0087	-0.0581	107.639	0.66596	-0.09669	-0.03583
810	COMB1	Combination	0.0093	-0.0608	115.3522	0.49544	0.07451	-0.03323
808	COMB1	Combination	0.0001418	-0.0634	114.149	0.50885	0.00114	-0.03324
700	COMB1	Combination	0.0176	-0.0635	106.0519	0.3161	0.14138	-0.03143
806	COMB1	Combination	-0.009	-0.066	115.3487	0.52283	-0.0723	-0.03325
824	COMB1	Combination	0.0093	-0.0702	115.3523	0.57037	0.07507	-0.03353
714	COMB1	Combination	0.0177	-0.0722	106.0446	0.386	0.14189	-0.03155
822	COMB1	Combination	0.0001599	-0.0727	114.1489	0.58373	0.00129	-0.03355
820	COMB1	Combination	-0.009	-0.0753	115.3484	0.59772	-0.0726	-0.03357
916	COMB1	Combination	-0.0409	-0.0781	108.9999	0.79981	-0.26794	-0.03555
838	COMB1	Combination	0.0094	-0.0796	115.3525	0.64623	0.07566	-0.03383
728	COMB1	Combination	0.0177	-0.081	106.0371	0.45625	0.1425	-0.03171
17	COMB1	Combination	0.1931	-0.0814	30.1092	0.22363	1.1204	-0.03116
836	COMB1	Combination	0.0001867	-0.0821	114.1488	0.65954	0.00149	-0.03385
834	COMB1	Combination	-0.0091	-0.0848	115.348	0.67355	-0.07283	-0.0339
852	COMB1	Combination	0.0095	-0.0892	115.3557	0.72305	0.07632	-0.03411
742	COMB1	Combination	0.0178	-0.0898	106.0297	0.52695	0.14321	-0.0319
850	COMB1	Combination	0.0002351	-0.0917	114.1521	0.73632	0.00184	-0.03415
848	COMB1	Combination	-0.0091	-0.0943	115.3507	0.75036	-0.07289	-0.03423
604	COMB1	Combination	0.0366	-0.0979	55.3455	0.33488	0.28892	-0.03124
618	COMB1	Combination	0.0297	-0.0987	53.1911	0.36238	0.25245	-0.03118
756	COMB1	Combination	0.0179	-0.0987	106.0222	0.5982	0.14399	-0.03212
866	COMB1	Combination	0.0095	-0.0989	115.358	0.80073	0.0766	-0.03436
864	COMB1	Combination	0.0002105	-0.1014	114.1536	0.81406	0.00181	-0.03443
862	COMB1	Combination	-0.0091	-0.104	115.3525	0.82824	-0.0732	-0.03456
632	COMB1	Combination	0.0353	-0.107	52.6963	0.43021	0.28179	-0.03112
770	COMB1	Combination	0.018	-0.1077	106.0146	0.67007	0.14485	-0.03237
880	COMB1	Combination	0.0092	-0.1086	115.2773	0.87901	0.07491	-0.03455
878	COMB1	Combination	-0.0001819	-0.1112	114.0655	0.89274	-0.00016	-0.03467
876	COMB1	Combination	-0.0095	-0.1139	115.2714	0.90741	-0.0753	-0.03488
646	COMB1	Combination	0.0349	-0.1156	52.854	0.49893	0.28003	-0.03109
784	COMB1	Combination	0.0181	-0.1167	106.0069	0.74265	0.14577	-0.03264
894	COMB1	Combination	0.0108	-0.1185	115.2488	0.9585	0.08381	-0.03465
892	COMB1	Combination	0.0016	-0.121	114.0456	0.97217	0.00946	-0.03482
890	COMB1	Combination	-0.0079	-0.1238	115.2432	0.98701	-0.06663	-0.03513
660	COMB1	Combination	0.0348	-0.124	52.888	0.56727	0.27943	-0.03108
798	COMB1	Combination	0.0183	-0.1259	105.9992	0.81602	0.14673	-0.03293
908	COMB1	Combination	0.0214	-0.1292	117.4396	1.04195	0.13982	-0.0346

906	COMB1	Combination	0.0127	-0.131	116.3721	1.05188	0.06827	-0.0348
674	COMB1	Combination	0.0349	-0.1325	52.9093	0.6356	0.27998	-0.03111
904	COMB1	Combination	0.0026	-0.133	117.4332	1.06339	-0.01093	-0.03519
812	COMB1	Combination	0.0184	-0.1351	105.9913	0.89023	0.14772	-0.03324
252	COMB1	Combination	-0.2205	-0.1378	57.0418	1.14501	-1.24994	-0.03523
922	COMB1	Combination	-0.0255	-0.1395	117.395	1.12337	-0.10942	-0.03437
920	COMB1	Combination	-0.0342	-0.1408	116.609	1.13091	-0.18113	-0.03456
688	COMB1	Combination	0.0349	-0.1409	52.9358	0.70403	0.28062	-0.03117
918	COMB1	Combination	-0.0444	-0.1424	117.3769	1.14022	-0.26064	-0.03496
826	COMB1	Combination	0.0185	-0.1445	105.9833	0.96534	0.1487	-0.03355
930	COMB1	Combination	-0.2921	-0.1456	58.8102	1.18509	-1.60347	-0.0352
936	COMB1	Combination	-0.2929	-0.1471	58.7563	1.18936	-1.53035	-0.03401
702	COMB1	Combination	0.035	-0.1494	52.9625	0.77263	0.28145	-0.03126
934	COMB1	Combination	-0.3032	-0.1502	58.1607	1.20692	-1.61053	-0.03417
932	COMB1	Combination	-0.3113	-0.1535	58.7862	1.22585	-1.67948	-0.03458
840	COMB1	Combination	0.0186	-0.154	105.9751	1.04138	0.14967	-0.03385
938	COMB1	Combination	-0.2547	-0.1559	58.6698	1.23562	-1.30188	-0.03405
716	COMB1	Combination	0.0352	-0.158	52.9891	0.8415	0.28251	-0.0314
854	COMB1	Combination	0.0188	-0.1636	105.9688	1.11835	0.15064	-0.03414
254	COMB1	Combination	-0.1647	-0.1639	56.6746	1.27827	-0.79813	-0.03439
730	COMB1	Combination	0.0353	-0.1665	53.0159	0.91072	0.2838	-0.03157
868	COMB1	Combination	0.0188	-0.1733	105.9645	1.19612	0.15133	-0.03437
744	COMB1	Combination	0.0355	-0.1751	53.0429	0.98038	0.28531	-0.03178
882	COMB1	Combination	0.0186	-0.183	105.9026	1.27409	0.15023	-0.03455
758	COMB1	Combination	0.0357	-0.1838	53.07	1.05057	0.28704	-0.03203
772	COMB1	Combination	0.036	-0.1926	53.0974	1.12138	0.28895	-0.03232
896	COMB1	Combination	0.0194	-0.193	105.8056	1.35414	0.15492	-0.03462
786	COMB1	Combination	0.0362	-0.2014	53.125	1.19288	0.29102	-0.03263
924	COMB1	Combination	-0.0029	-0.2052	108.8127	1.47164	0.03651	-0.03439
910	COMB1	Combination	0.0289	-0.2052	107.4167	1.44546	0.20543	-0.03457
800	COMB1	Combination	0.0365	-0.2104	53.153	1.26514	0.29321	-0.03298
814	COMB1	Combination	0.0368	-0.2194	53.1812	1.33822	0.29547	-0.03334
828	COMB1	Combination	0.0371	-0.2286	53.2098	1.41218	0.29772	-0.03372
842	COMB1	Combination	0.0373	-0.2378	53.2385	1.48703	0.29987	-0.03409
856	COMB1	Combination	0.0376	-0.2472	53.2676	1.56275	0.30187	-0.03444
870	COMB1	Combination	0.0378	-0.2567	53.3023	1.63926	0.30367	-0.03473
884	COMB1	Combination	0.0378	-0.2662	53.3242	1.71635	0.30407	-0.03493
898	COMB1	Combination	0.0376	-0.2757	53.222	1.79343	0.303	-0.03499
912	COMB1	Combination	0.0432	-0.2854	53.7843	1.87123	0.33305	-0.0349
940	COMB1	Combination	-0.123	-0.3016	30.4682	2.01002	-0.55038	-0.0346
926	COMB1	Combination	0.0362	-0.3023	56.023	1.98725	0.296	-0.03473
107	COMB1	Combination	-6.5298	-6.4067	65.5665	-1.58721	0.71633	-0.13155
113	COMB1	Combination	-6.5376	-6.4292	65.6908	-1.51363	0.74341	-0.11953
103	COMB1	Combination	6.5269	-6.4865	65.5965	-1.18829	-0.73904	0.00489
109	COMB1	Combination	6.5449	-6.5062	65.7188	-1.12808	-0.71097	0.00319
119	COMB1	Combination	-6.6102	-6.5098	66.3851	-1.44714	0.74196	-0.11285
125	COMB1	Combination	-6.6724	-6.5799	66.9804	-1.3813	0.74106	-0.10619
115	COMB1	Combination	6.6164	-6.5861	66.4077	-1.06244	-0.7126	-0.00379
131	COMB1	Combination	-6.7329	-6.6486	67.5609	-1.31514	0.74097	-0.0994
121	COMB1	Combination	6.6778	-6.6558	66.9981	-0.99602	-0.71326	-0.01077
99	COMB1	Combination	-6.8575	-6.7174	68.6205	-1.65052	0.66749	-0.14526

137	COMB1	Combination	-6.794	-6.7178	68.147	-1.24887	0.74072	-0.09264
127	COMB1	Combination	6.7378	-6.724	67.5738	-0.92985	-0.71288	-0.01759
143	COMB1	Combination	-6.8554	-6.7874	68.7361	-1.18242	0.74032	-0.08591
133	COMB1	Combination	6.7984	-6.7927	68.1551	-0.86363	-0.71241	-0.02444
96	COMB1	Combination	6.8355	-6.7955	68.663	-1.26797	-0.79804	0.00488
149	COMB1	Combination	-6.9172	-6.8574	69.3285	-1.11572	0.73979	-0.0792
139	COMB1	Combination	6.8593	-6.8618	68.7394	-0.79725	-0.71183	-0.03133
155	COMB1	Combination	-6.9794	-6.9278	69.9252	-1.04866	0.73912	-0.07251
145	COMB1	Combination	6.9206	-6.9312	69.3271	-0.73062	-0.71109	-0.03826
161	COMB1	Combination	-7.0422	-6.9988	70.5269	-0.98116	0.73832	-0.06582
151	COMB1	Combination	6.9824	-7.0012	69.919	-0.66366	-0.71019	-0.04525
167	COMB1	Combination	-7.1055	-7.0705	71.1343	-0.91315	0.7374	-0.05912
157	COMB1	Combination	7.0447	-7.0717	70.5159	-0.59628	-0.70914	-0.0523
163	COMB1	Combination	7.1076	-7.1428	71.1184	-0.52841	-0.70795	-0.05942
173	COMB1	Combination	-7.1696	-7.1429	71.7478	-0.84454	0.73637	-0.0524
169	COMB1	Combination	7.1712	-7.2147	71.7271	-0.45994	-0.70662	-0.06662
179	COMB1	Combination	-7.2343	-7.2161	72.3682	-0.77525	0.73525	-0.04565
175	COMB1	Combination	7.2355	-7.2874	72.3426	-0.39082	-0.7052	-0.0739
185	COMB1	Combination	-7.2999	-7.2901	72.9956	-0.70524	0.73405	-0.03886
181	COMB1	Combination	7.3005	-7.3609	72.9651	-0.32095	-0.70369	-0.08127
191	COMB1	Combination	-7.3661	-7.365	73.6305	-0.63442	0.7328	-0.03202
187	COMB1	Combination	7.3663	-7.4352	73.5949	-0.25028	-0.70216	-0.08874
197	COMB1	Combination	-7.4332	-7.4408	74.2729	-0.56277	0.73154	-0.02511
193	COMB1	Combination	7.4329	-7.5104	74.232	-0.17877	-0.70063	-0.09631
203	COMB1	Combination	-7.5011	-7.5175	74.923	-0.49021	0.73029	-0.01813
199	COMB1	Combination	7.5002	-7.5865	74.8761	-0.10638	-0.69917	-0.10397
209	COMB1	Combination	-7.5698	-7.5952	75.5814	-0.4167	0.72914	-0.01108
205	COMB1	Combination	7.5681	-7.6633	75.5269	-0.03311	-0.69781	-0.1117
215	COMB1	Combination	-7.6398	-7.6743	76.2518	-0.3421	0.72817	-0.00395
211	COMB1	Combination	7.637	-7.7412	76.1867	0.04092	-0.6966	-0.11947
221	COMB1	Combination	-7.7092	-7.7529	76.916	-0.26587	0.7265	0.00317
217	COMB1	Combination	7.7044	-7.8178	76.834	0.11532	-0.69656	-0.12735
227	COMB1	Combination	-7.7698	-7.8227	77.4939	-0.18843	0.7244	0.01021
223	COMB1	Combination	7.7613	-7.8844	77.3826	0.1909	-0.69741	-0.1354
233	COMB1	Combination	-7.886	-7.9527	78.6609	-0.1158	0.75275	0.02076
229	COMB1	Combination	7.8828	-8.0113	78.4991	0.27291	-0.66986	-0.14003
239	COMB1	Combination	-8.3326	-8.4209	83.0497	-0.03089	0.80972	0.03923
235	COMB1	Combination	8.3389	-8.4655	82.7869	0.33723	-0.62141	-0.13879

**LAMPIRAN III**  
(Gambar Perencanaan)



Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERENCANAAN CELLULAR  
COFFERDAMS SEBAGAI  
KONSTRUKSI PENAHAN TANAH  
DAN DERMAGA JETTY UNTUK  
KAPAL 17.500 DWT PADA  
PENGEMBANGAN WILAYAH PT.  
DOK & PERKAPALAN KODJA  
BAHARI, BATAM

Dosen Pembimbing

Dr. Yudhi Lastiasih S.T, M.T  
Prof. Ir. Indrasurya B. M., M.Sc., PhD

Keterangan

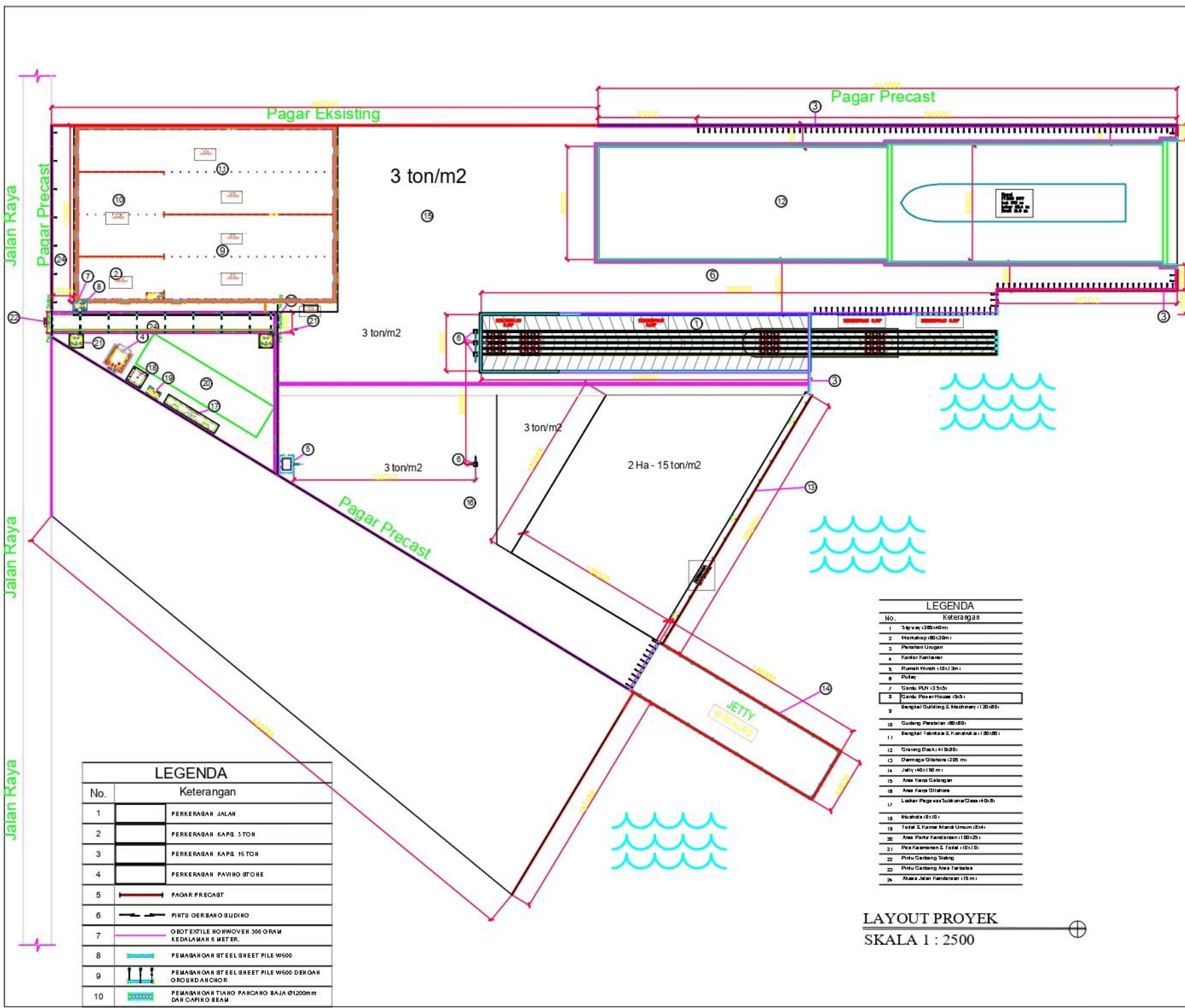
Nama Mahasiswa

Shidqi Wafiuiddin  
0311154000017

Nama Gambar

LAYOUT RENCANA  
PENGEMBANGAN PROYEK

Skala	No Gambar	Jumlah Gambar
1 : 2500	1	8



LEGENDA	
No.	Keterangan
1	Trotoar (20x40m)
2	Perkerasan (10x30m)
3	Pemilihan Urutan
4	Rakitan Kantolan
5	Rumahnya (10x13m)
6	Pulley
7	Gardu (10x10)
8	Gardu Power House (10x10)
9	Bengkel Gitting & Roadway (12x10)
10	Gudang Perabot (10x10)
11	Bengkel Sirkulasi & Konstruksi (10x10)
12	Gawang (10x10)
13	Demaga (10x10)
14	Jali (10x10)
15	Ara Kana (10x10)
16	Ara Kana (10x10)
17	Labok Pagar dan Substansi (10x10)
18	Mushola (10x10)
19	Total & Kamar Mandi Umum (10x10)
20	Ara Parkir Handarman (10x10)
21	Pola Handarman & Total (10x10)
22	Pintu Gerbang Staking
23	Pintu Gerbang Ara Handarman
24	Ara Handarman (10x10)

LEGENDA	
No.	Keterangan
1	PERKERASAN JALAN
2	PERKERASAN KAPAS 3 TON
3	PERKERASAN KAPAS 15 TON
4	PERKERASAN PAVING STONE
5	PAGAR PRECAST
6	PINTU OERBAH BUDINO
7	ROBOTEXILE NONWOVEN 300 GRAM KEDALAHAN 5 METER
8	PEMASANGAN STEEL SHEET PILE W500
9	PEMASANGAN STEEL SHEET PILE W500 DENGAN PRODUK ANCHOR
10	PEMASANGAN TIRAI PARCAHO BAJA Ø1200mm DAN CAPRI BEAM

LAYOUT PROYEK  
SKALA 1 : 2500



Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERENCANAAN CELLULAR  
COFFERDAMS SEBAGAI  
KONSTRUKSI PENAHAN TANAH  
DAN DERMAGA JETTY UNTUK  
KAPAL 17.500 DWT PADA  
PENGEMBANGAN WILAYAH PT.  
DOK & PERKAPALAN KODJA  
BAHARI, BATAM

Dosen Pembimbing

Dr. Yudhi Lastiasih S.T, M.T  
Prof. Ir. Indrasurya B. M., M.Sc., PhD

Keterangan

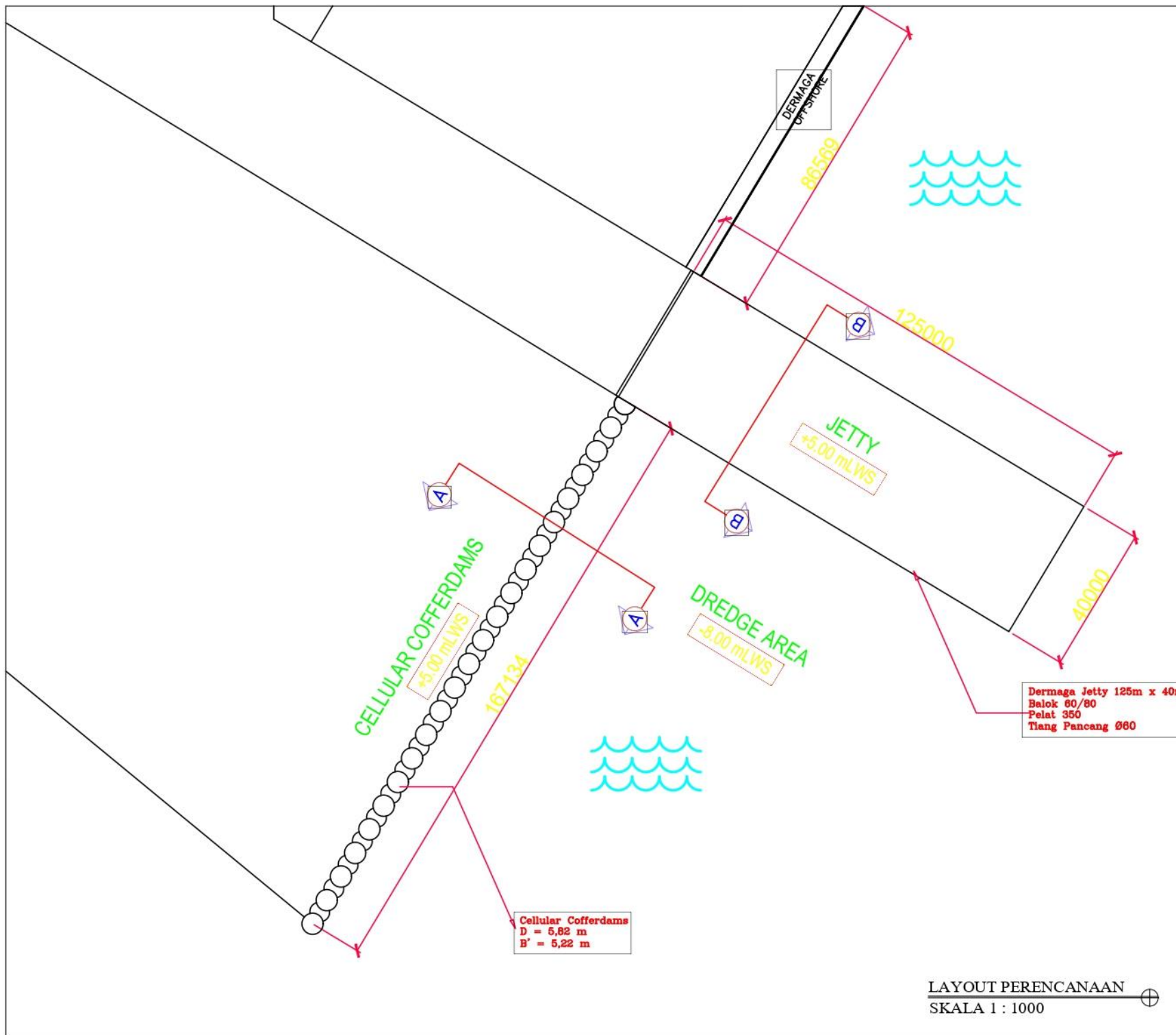
Nama Mahasiswa

Shidqi Wafuiddin  
0311154000017

Nama Gambar

LAYOUT PERENCANAAN

Skala	No Gambar	Jumlah Gambar
1 : 1000	2	8





Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERENCANAAN CELLULAR  
COFFERDAMS SEBAGAI  
KONSTRUKSI PENAHAN TANAH  
DAN DERMAGA JETTY UNTUK  
KAPAL 17.500 DWT PADA  
PENGEMBANGAN WILAYAH PT.  
DOK & PERKAPALAN KODJA  
BAHARI, BATAM

Dosen Pembimbing

Dr. Yudhi Lastiasih S.T, M.T  
Prof. Ir. Indrasurya B. M., M.Sc., PhD

Keterangan

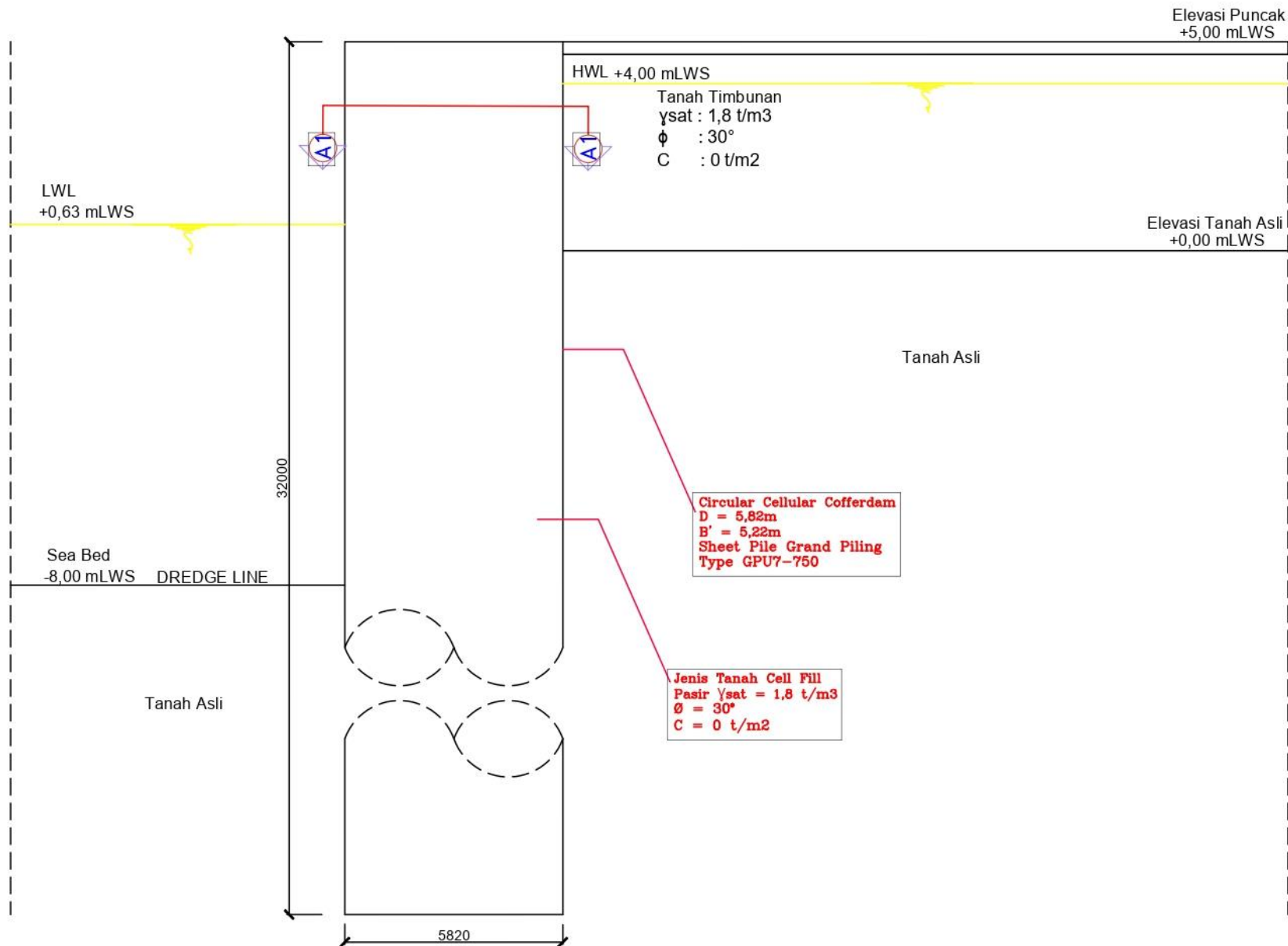
Nama Mahasiswa

Shidqi Wafiuddin  
0311154000017

Nama Gambar

POTONGAN A-A DINDING  
PENAHAN TANAH  
CELLULAR COFFERDAMS

Skala	No Gambar	Jumlah Gambar
1 : 100	3	8





Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERENCANAAN CELLULAR  
COFFERDAMS SEBAGAI  
KONSTRUKSI PENAHAN TANAH  
DAN DERMAGA JETTY UNTUK  
KAPAL 17.500 DWT PADA  
PENGEMBANGAN WILAYAH PT.  
DOK & PERKAPALAN KODJA  
BAHARI, BATAM

Dosen Pembimbing

Dr. Yudhi Lastiasih S.T, M.T  
Prof. Ir. Indrasurya B. M., M.Sc., PhD

Keterangan

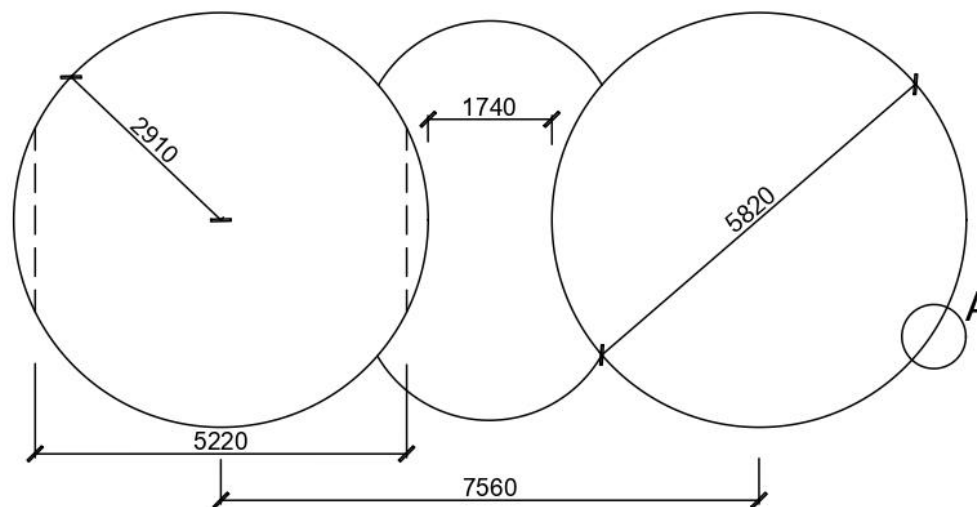
Nama Mahasiswa

Shidqi Wafiuddin  
03111540000017

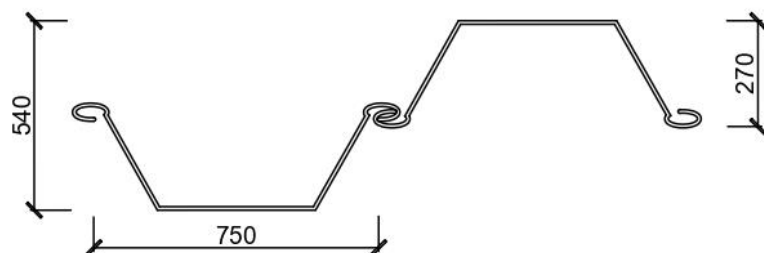
Nama Gambar

POTONGAN A1-A1  
CELLULAR COFFERDAMS

Skala	No Gambar	Jumlah Gambar
1 : 75	4	8



POTONGAN A1-A1 DINDING  
SKALA 1 : 75



DETAIL A  
SKALA 1 : 10





Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERENCANAAN CELLULAR  
COFFERDAMS SEBAGAI  
KONSTRUKSI PENAHAN TANAH  
DAN DERMAGA JETTY UNTUK  
KAPAL 17.500 DWT PADA  
PENGEMBANGAN WILAYAH PT.  
DOK & PERKAPALAN KODJA  
BAHARI, BATAM

Dosen Pembimbing

Dr. Yudhi Lastiasih S.T, M.T  
Prof. Ir. Indrasurya B. M., M.Sc., PhD

Keterangan

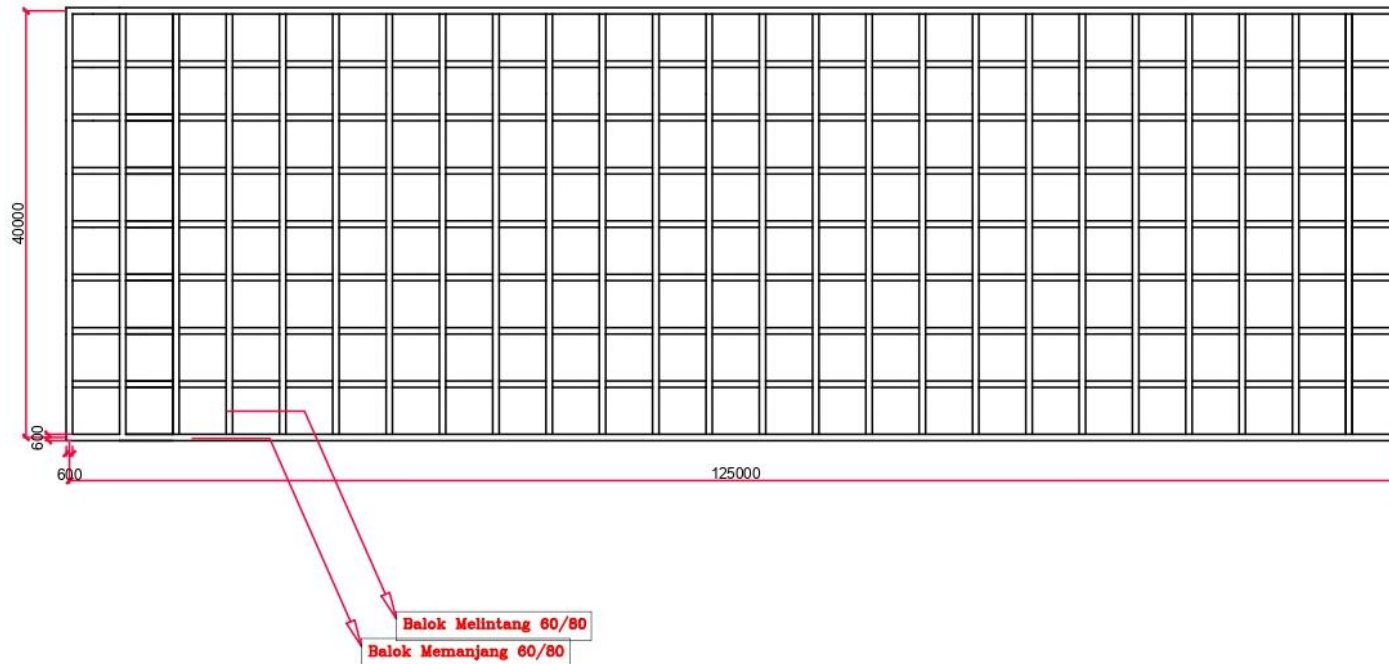
Nama Mahasiswa

Shidqi Wafiuddin  
0311154000017

Nama Gambar

DENAH PEMBALOKAN DERMAGA JETTY

Skala	No Gambar	Jumlah Gambar
1 : 500	5	8



DENAH PEMBALOKAN  
SKALA 1 : 500





Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERENCANAAN CELLULAR  
COFFERDAMS SEBAGAI  
KONSTRUKSI PENAHAN TANAH  
DAN DERMAGA JETTY UNTUK  
KAPAL 17.500 DWT PADA  
PENGEMBANGAN WILAYAH PT.  
DOK & PERKAPALAN KODJA  
BAHARI, BATAM

Dosen Pembimbing

Dr. Yudhi Lastiasih S.T, M.T  
Prof. Ir. Indrasurya B. M., M.Sc., PhD

Keterangan

Nama Mahasiswa

Shidqi Wafuiddin  
0311154000017

Nama Gambar

DENAH PELAT LANTAI DERMAGA  
JETTY

Skala

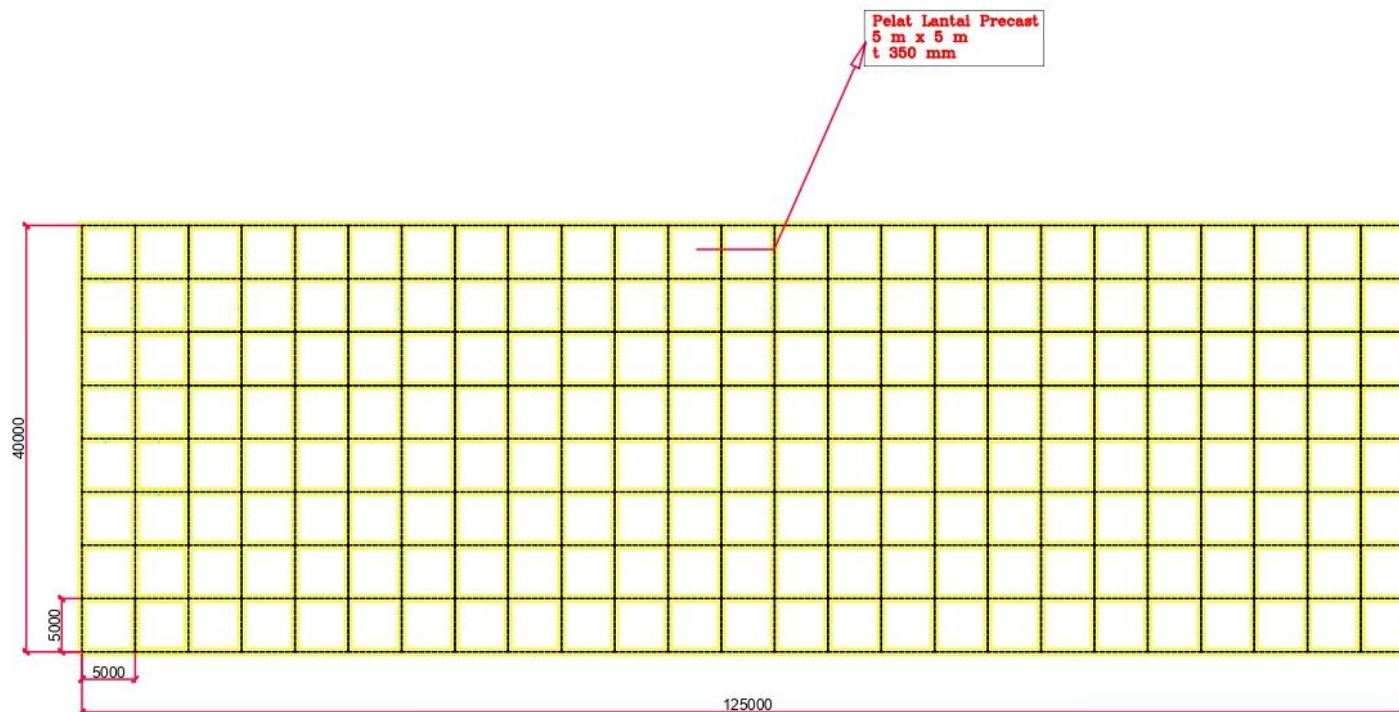
1 : 500

No  
Gambar

6

Jumlah  
Gambar

8



DENAH PELAT LANTAI  
SKALA 1 : 500





Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERENCANAAN CELLULAR  
COFFERDAMS SEBAGAI  
KONSTRUKSI PENAHAN TANAH  
DAN DERMAGA JETTY UNTUK  
KAPAL 17.500 DWT PADA  
PENGEMBANGAN WILAYAH PT.  
DOK & PERKAPALAN KODJA  
BAHARI, BATAM

Dosen Pembimbing

Dr. Yudhi Lastiasih S.T, M.T  
Prof. Ir. Indrasurya B. M., M.Sc., PhD

Keterangan

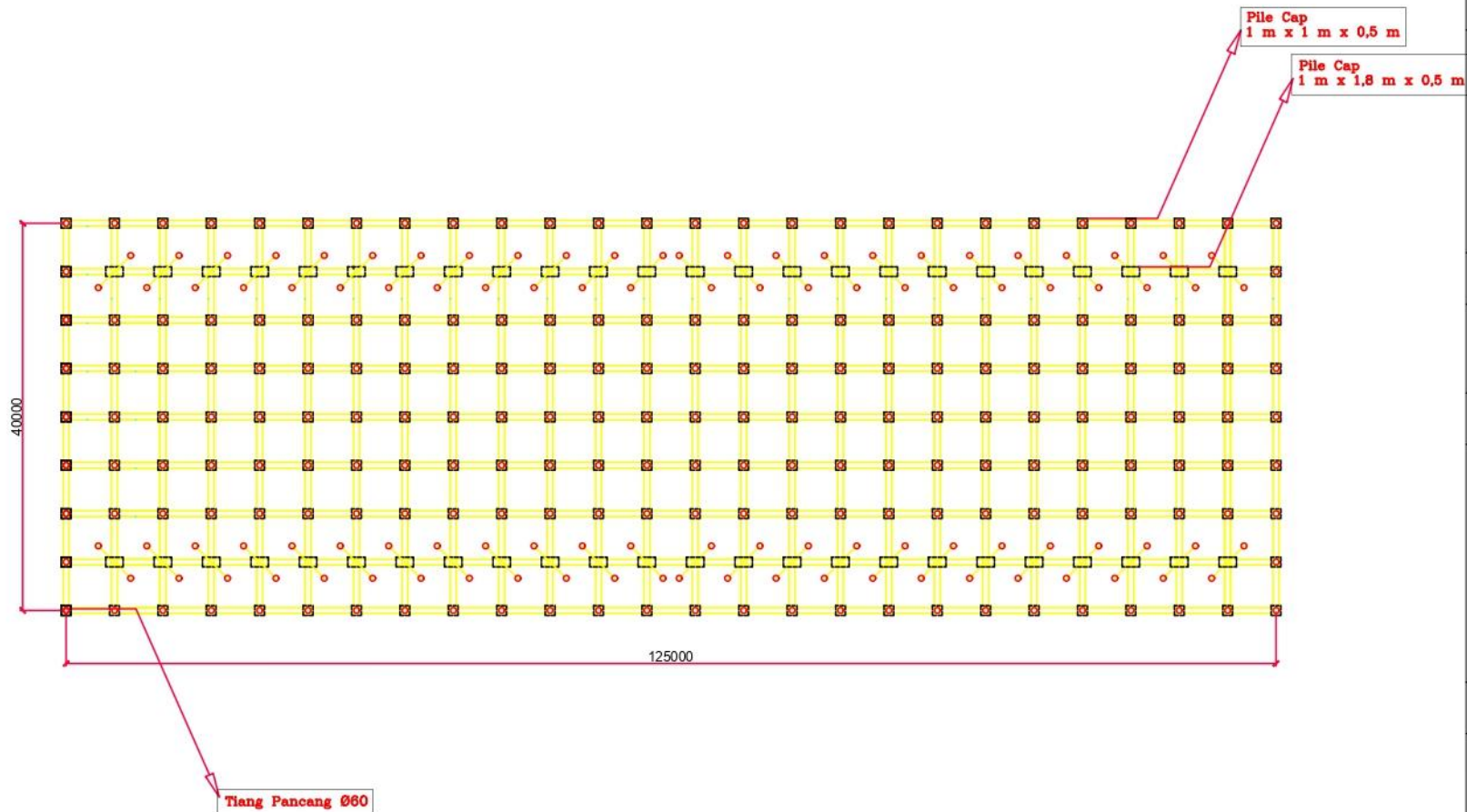
Nama Mahasiswa

Shidqi Wafiuddin  
0311154000017

Nama Gambar

DENAH TIANG PANCANG DERMAGA JETTY

Skala	No Gambar	Jumlah Gambar
1 : 500	7	8



DENAH TIANG PANCANG  
SKALA 1 : 500



Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Judul Tugas Akhir

PERENCANAAN CELLULAR  
COFFERDAMS SEBAGAI  
KONSTRUKSI PENAHAN TANAH  
DAN DERMAGA JETTY UNTUK  
KAPAL 17.500 DWT PADA  
PENGEMBANGAN WILAYAH PT.  
DOK & PERKAPALAN KODJA  
BAHARI, BATAM

Dosen Pembimbing

Dr. Yudhi Lastiasih S.T, M.T  
Prof. Ir. Indrasurya B. M., M.Sc., PhD

Keterangan

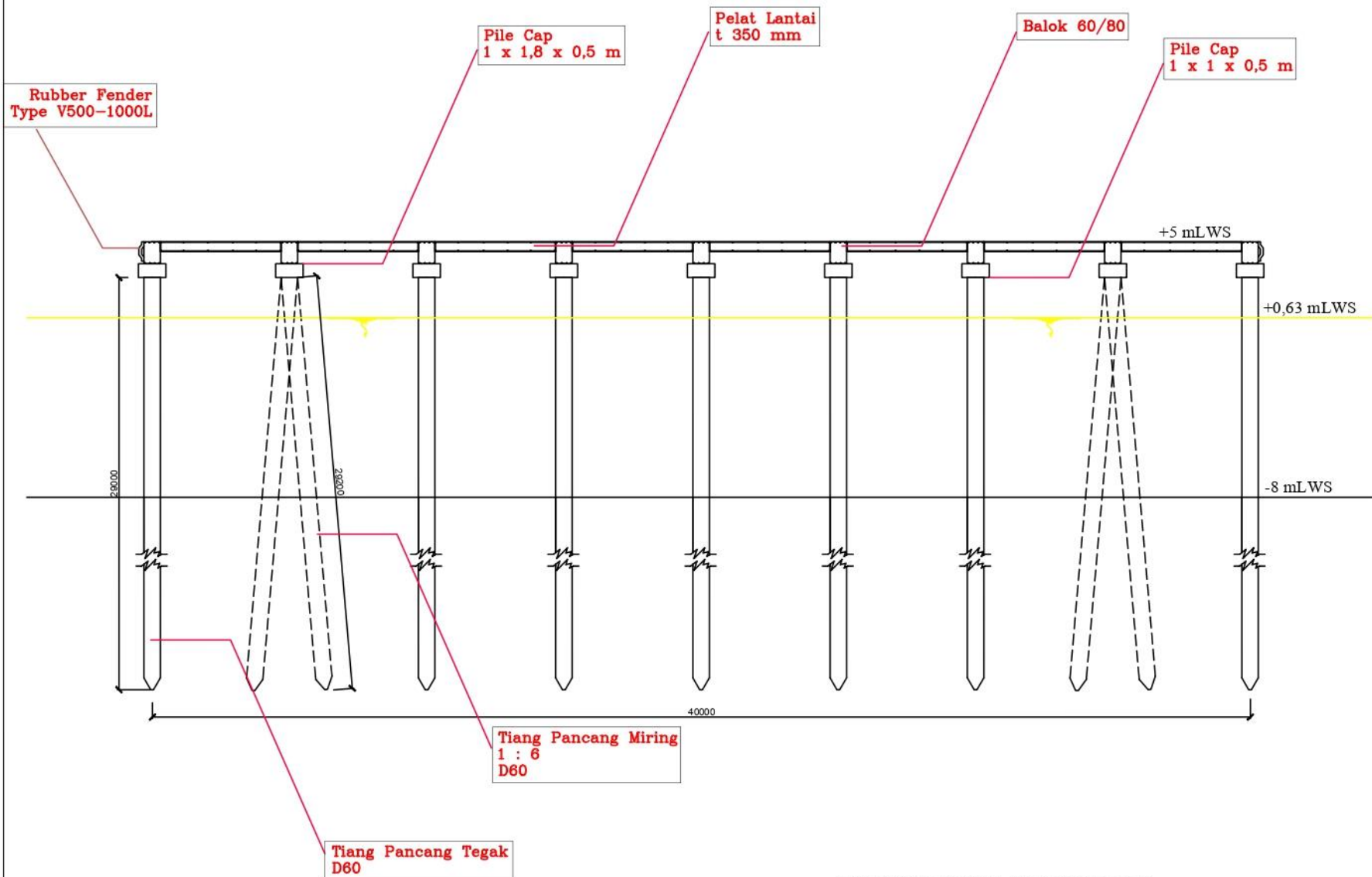
Nama Mahasiswa

Shidqi Wafiuddin  
0311154000017

Nama Gambar

POTONGAN B-B  
DERMAGA JETTY

Skala	No Gambar	Jumlah Gambar
1 : 150	8	8



POTONGAN B-B DERMAGA  
SKALA 1 : 150



PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS  
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil It.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04  
rev01

NAMA PEMBIMBING	: Dr. Yudhi Lastiasih, ST., MT.
NAMA MAHASISWA	: Shidqi Wafiuddin
NRP	: 0311154000017
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan konstruksi Penahan Tanah dan Dermaga pada Pengembangan Wilayah PT. Dot & Pertapalan Kodju Bahari, Batam.
TANGGAL PROPOSAL	: 9 Nopember 2018
NO. SP-MMTA	: /JT 2-VI 4.1 / PP. 05.02.00/2018 (086179)

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	18/01/19	Analisa data tanah SPT (BH2), korelasi parameter belum lengkap	Dlah juga data CPT (SS) untuk perbandingan, cari grafik schmertmant hub. Fr dengan QC, hubungan QC dy NSPT, cari korelasi parameter yang dibutuhkan.	MA
2	29/01/19	Data SPT hanya sampai kedalaman 6 m, jadi telak jadi dibandingkan, olah data (BH2) untuk dibandingkan	olah BH2 sudah dengan rata-rata dan lapisan tanah.	MA
3	01/02/19	BH2 sudah di analisa, ternyata lapisan sedikit berbeda, dipilih BH3 karna lebih kritis	untuk laau medium >> ada nilai phi nya lihat di handbook burt look.	MA
4	20/02/19	Daya dukung pancang metode Luciani Decourt. A. pancang surut dari data proyek.	Nilai K diperbaiki, Np masih ada salah, D pakai 60 & 80, Nperr dibawah MAI sign. - Perhitungan turap, s atas dermaga.	MA
5	22/02/19	Perhitungan turap diperbaiki - Perbaiki daya dukung - Pelat & Balok dermaga	- Akan imajiner, coba ditinjau ulang turap - s atas dan fonep diperbaiki (toll sama spt struktur pd gedung dkk)	MA



Form AK/TA-04  
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS  
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 601111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Dr. Yudhi Lathasih, ST., MT
NAMA MAHASISWA	: Shidqi Wafiuddin
NRP	: 03111540000017
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Konstruksi Penahan Tanah dan Dermaga Jetty pada Pengembangan Wikayah PT. Dok & Perkapalan Fodya Bahari, Batam
TANGGAL PROPOSAL	: 9 Norembor 2018
NO. SP-MMTA	: 086199 / IT. 2.VI.9.1 / PP. 05.02.06 / 2018

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
6.	26/03/19	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelat damagan</li> <li>• Babok damagan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pile Cap</li> <li>• Pancang didesain dari Pakssal maks. &amp; Mmaks dari reaksi joint hasil SAP2000</li> </ul>	MA
7.	28/03/19	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pile Cap</li> <li>• Kontrol Tiang Pancang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perbaiki daya dukung (akumulasi dari elevasi -8 seabed.</li> <li>• K disesuaikan dg jenis tanah yang spesifik.</li> </ul>	MA
8.	22/04/19	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hitungan Cellular Cofferdams kedalaman, Beff.</li> <li>• T. pancang, Mayerhoff</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permodelan di Plaxis CEI, EA, □. cell = baja tanah</li> <li>• Tulisan word.</li> </ul>	MA
9.	9/05/19	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penulisan</li> <li>• Hasil Cellular Cofferdams</li> <li>• Hasil pondasi Jetty</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rensi penulisan coruhk, tabel</li> <li>• Gambar Perencanaan</li> <li>• Setrap gambar, tabel harus dibuat sebelumnya dalam penulisan.</li> </ul>	MA



PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS  
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil It.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04  
rev01

NAMA PEMBIMBING	: Prof. Ir. Indrasurya Budisatna Mahtar, M.Sc., Ph.D.
NAMA MAHASISWA	: Shidqi Wafiuddin
NRP	: 03111590000017
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Konstruksi Pondasi Tanah dan Dermaga pada Pengembangan Wilayah PT. DUK & Perkapalan Kelja Bahar, Batam
TANGGAL PROPOSAL	: 9 Nopember 2018
NO. SP-MMTA	: / IT 2. VI. 4 , / PP. 05 - 02.00 / 2018 (086179)

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	08/03/19	Perhitungan turap tapi DO masih imajiner, korelasi Analisa data tanah (Acc Bu yudhi)	Turap di pendalam ( minimal 2a ), Korelasi dibutuhkan kembali, coba jgn pakai bowler, pakai punya p.indi	sem
2.	20/03/19	DO/total panjang turap Acc sudah rasional, korelasi sudah benar. ADT fix.	Cek Plaxis, kalau deletei Desm, pakai cellular cofferdam, kembalikan buku pate Indra.	sem
3.	04/04/19	Do turap freestand, dan dengan angkur, total panjang	MAT masih salah, MAT aktif full tww, MAT laut lwl (minimum)	sem
4.	09/04/19	Do turap angkur, momen max <del>best</del> , berat beban fender dermaga, perhitungan cellular cofferdams Hansen's Method	Cellular Cofferdams (cek Guling, shear, SF 1,5). Titik momen $\bar{M}$ , $C \downarrow$ didapat dari p horizontal x lengan ke titik momen $T = \bar{C} \pm \frac{1}{2} \bar{M} + S \uparrow \rightarrow \bar{M}$	sem
5.	29/04/19	Daya dukung mayerhoff D60 D60, SM cofferdams = 0 (1,25 SF) B' = 10,02 m cell. Daya dukung pakai mayerhoff. konfigurasi t. pancung	D & B' coba diperkecil, cell di pendalam. SM = 0 $\rightarrow \sigma_{max} = \frac{EV}{A}$ - kontrol shear - kontrol geser ambler Daya dukung $\leftarrow$ Tekan Tarik (cabut) ↳ ERSI / 3	sem


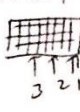



Form AK/TA-04  
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS  
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)  
Jurusan Teknik Sipil Lt. 2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Prof. Ir. Indrasurya Budisatna Mochtar, M.Sc., Ph.D.
NAMA MAHASISWA	: Shidqi Wafiuddin
NRP	: 0311154000017
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Konstruksi Pondasi Tanah dan Dermaga Jetty pada Pengembangan Wikaydi Pt. Dak & Perkapalan Kodja Cuhar, Batam
TANGGAL PROPOSAL	: 9 Nopember 2018
NO. SP-MMTA	: / 17 2.VI.4.1 / PP.05.02.00/2018 086179

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
6.	07/05/19	<ul style="list-style-type: none"> <li>B'eff Jadi = 5,22m</li> <li>Arah beban F2 tidak sama dg sebetulnya </li> <li>Kontrol keamanan Cell Geter Ambles (OK) Overturning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kedalaman t. pancang miring &amp; tegak</li> <li>Revisi kontrol Cell</li> <li> Hojau keban fender tengah Pringgir</li> </ul>	<i>Slon</i>
7.	16/05/19	<ul style="list-style-type: none"> <li>Slope stability pakai GEO5</li> <li>Gambar Perencanaan</li> <li>Brosur harga material</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisi gambar layout pancang</li> <li> Potongan cell 5,82 m</li> </ul>	<i>Slon</i>



## BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Shidqi Wafiuddin. Dilahirkan di Jakarta pada tanggal 24 Juni 1997 sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis besar di Jakarta bertempat tinggal di Jalan Siaga II, Pejaten Barat, Jakarta Selatan dan mulai merantau ke Surabaya pada tahun 2015. Penulis telah menempuh jenjang pendidikan formal dimulai dari TK Islam An-Nizomiyah, SD Islam An-Nizomiyah, SMP Islam Al-Azhar Asy-Syarif Indonesia, dan SMA Negeri 62 Jakarta hingga lulus pada tahun 2015. Pada tahun yang sama

penulis melanjutkan studi perguruan tinggi tingkat S-1 di Departemen Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember melalui jalur SNMPTN Undangan.

Di Departemen Teknik Sipil ITS, penulis mengambil peminatan di bidang Geoteknik. Selama masa perkuliahan penulis aktif mengikuti kegiatan kemahasiswaan di tingkat departemen, fakultas, maupun institut. Penulis pernah mengikuti pelatihan LKMM Pra-Tingkat Dasar BEM FTSP ITS, LKMM Tingkat Dasar HMS ITS, dan Pelatihan Pemandu (PP) LKMM BEM FTSP ITS. Selain itu penulis juga aktif berorganisasi dalam Himpunan Mahasiswa Sipil sebagai Staff Departemen Hubungan Luar Periode 2016-2017 dan Ketua Biro Departemen Hubungan Luar Periode 2017-2018. Penulis juga aktif dalam kepanitiaan acara sebagai Staff Event Organizer Yes Summit ITS 2016 dan Koordinator Public Relation Civil Expo 2018. Penulis dapat dihubungi melalui email : [shidqiw7@gmail.com](mailto:shidqiw7@gmail.com).