



TUGAS AKHIR – RC184803

**PERENCANAAN DERMAGA *MULTIPURPOSE*
DI TERSUS PT.PUPUK KALTIM**

BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 031117 45 000030

Dosen Pembimbing I
Ir. Fuddoly, MSc

Dosen Pembimbing II
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi

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

**)Halaman ini sengaja dikosongkan*



TUGAS AKHIR – RC184803

**PERENCANAAN DERMAGA *MULTIPURPOSE*
DI TERSUS PT.PUPUK KALTIM**

BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 031117 45 000030

Dosen Pembimbing I
Ir. Fuddoly, MSc

Dosen Pembimbing II
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi

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

**)Halaman ini sengaja dikosongkan*



FINAL PROJECT – RC184803

***DESIGN MULTIPURPOSE HARBOR IN TERSUS
PT. PUPUK KALTIM***

BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 031117 45 000030

Academic Supervisors I
Ir. Fuddoly, MSc

Academic Supervisors II
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi

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

**)Halaman ini sengaja dikosongkan*

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN DERMAGA *MULTIPURPOSE* DI TERSUS PT.PUPUK KALTIM

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 0311174500030

Disetujui oleh Pembimbing (Tugas Akhir)

1. Ir. Fuddoly, M.S.

2. Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi



Surabaya
Januari, 2020

**)Halaman ini sengaja dikosongkan*

PERENCANAAN DERMAGA MULTIPURPOSE DI TERSUS PT.PUPUK KALTIM

Nama Mahasiswa : Bayu Agung Gilang Wibowo
NRP : 0311174500030
Jurusan : Teknik Sipil
Dosen Konsultasi : Ir. Fuddoly, M.Sc.
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi

Abstrak

Berdasarkan program tahunan dari PKT, yang dinyatakan dalam data per 25 Januari 2018, dimana PT Pupuk Kaltim telah menyalurkan pupuk bersubsidi sebanyak 156.584 ton dengan rincian Urea 145.443 ton dan Nitrogen Posphat Kalium (NPK) 11.141 ton, oleh karenanya perlu adanya peningkatan kapasitas pabrik terutama Operasional Kaltim-1 hingga Kaltim-4. Sebelumnya usaha peningkatan datang pada tahun 2011, dimana PKT mengeluarkan rencana masterplan pengembangan, hal ini merupakan usaha optimalisasi seluruh bahan, dan produk yang dihasilkan, baik barang atau muatan dikirim dalam 4 kelompok utama yaitu general cargo dan multipurpose, muatan curah kering dan muatan curah cair. Hal itu didukung dengan adanya fasilitas perairan TERSUS PKT yang memungkinkan untuk terbentuknya dermaga baru.

Mengingat hal tersebut diatas fasilitas dermaga menjadi salah satu prasarana laut yang vital bagi perusahaan, dan menunjang pada kondisi yang ada, maka PT Pupuk Kalimantan Timur (PKT) merencanakan dermaga baru yang memiliki fungsi multipurpose untuk kapal general cargo dan peti kemas 10.000 DWT.

Kata Kunci : Bathymetri, Dermaga Multipurpose, Kapal 10000 DWT.

**)Halaman ini sengaja dikosongkan*

**DESIGN MULTIPURPOSE HARBOR IN TERSUS PT.
PUPUK KALTIM**

Name of a Student : Bayu Agung Gilang Wibowo
NRP : 03111745000030
Departement : Teknik Sipil
Supervisor : Ir. Fuddoly, M.Sc.
Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi

Abstract

Based on the annual program of PKT, of those who did not in the data per 25 January on a deal valid 2018, where is PT. Pupuk Kaltim fertilizer pt has disbursed state budget volumes of subsidized account the cost of fertilizer as many as 156.584 tons on higher demand for data in the number of urea 145.443 ton in the fourth quarter and nitrogen phosphate potassium (NPK) 11.141 ton in the fourth quarter, for that reason a need to introduce to build the capacity of a mill especially the operational costs of the Kaltim-1 until Kaltim-4. Formerly efforts to increase the come in the year 2011, where is PKT eject words from the language, not the bi plan to on the master plan the development of, this is a business the project because they think all of them, and product resulted, good things or its cargo sent out in 4 the main group PT. PGN promised to supply general cargo seats and multipurpose, the intensity of rainfall said the while in the transportation of makes it dry up and intensity of rainfall said the while in the transportation of liquid. It is possible as much effort is also supported by the availability of thick in the waters TERSUS PKT that makes it possible to to the establishment of the of a new jetty. Remember a thing described above it is deemed wharf facilities other things being one of infrastructure at the sea racing by for food ware ceramic industry as well as vital, and a good place to on the existing condition with the, then PT. PKT a spokesperson said account the cost of fertilizer contrives or dig up or of a new jetty.

Keyword : Bathymetri, Multipurpose Harbor, Ship 10000 DWT.

**)Halaman ini sengaja dikosongkan*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini. Shalawat beserta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya dan para sahabatnya, hingga kepada umatnya hingga akhir zaman.

Penulisan tugas akhir yang berjudul “Perencanaan Dermaga *Multipurpose* di *TERSUS PT. PUPUK KALTIM*” ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Departemen Teknik Sipi, FTSLK ITS, Surabaya.

Tugas akhir ini berisikan perencanaan dermaga *multipurpose* dari awal pencarian data lapangan, kriteria desain, evaluasi layout, perencanaan struktur, metode pelaksanaan, dan rencana anggaran biaya.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan, oleh karenanya, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis agar di masa yang akan datang menjadi lebih baik. Penulis berharap Tugas Akhir ini nantinya dapat bermanfaat bagi semua pihak. Akhir kata saya haturkan terima kasih kepada siapa saja yang terlibat langsung maupun tidak langsung terhadap terealisasinya tugas akhir ini.

Surabaya, Desember 2019
Penulis

**)Halaman ini sengaja dikosongkan*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	v
Abstrak	vii
<i>Abstract</i>	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	5
1.5 Manfaat.....	5
1.6 Lokasi Perencanaan.....	6
1.7 Metodologi	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1. Gambaran Umum Perencanaan	13
2.2. Muatan <i>Geneal Cargo</i>	14
2.3. Muatan Peti Kemas (<i>Neo Bulk</i>)	15
2.4. Muatan Curah Kering (<i>Dry Bulk Cargo</i>).....	16
2.5. Prosedur Pengiriman dan Penerimaan Barang	17
2.6. Type Kapal	19
2.7. <i>Bathymetri</i>	20
2.8. Pasang Surut	21
2.9. Arus Laut.....	22
2.10. Angin Laut.....	23
2.11. Komponen Tanah	28
2.12. Layout Perairan	29
2.13. Layout Dermaga	37
2.14. Pembebanan Vertikal Dermaga.....	38

2.15.	Beban Horizontal Dermaga	40
2.16.	Struktur Atas Dermaga	42
2.17.	Struktur Bawah Dermaga	44
2.18.	Jenis Kapal	55
BAB III	PENGUMPULAN DAN ANALISA DATA.....	63
3.1	Umum	63
3.2	Pengumpulan dan Analisa <i>Bathymetri</i>	63
3.3	Pengumpulan dan Analisa Pasang Surut	66
3.4	Pengumpulan dan Analisa Data Arus.....	67
3.5	Pengumpulan dan Analisa Data Angin.....	67
3.6	Pengumpulan dan Analisa Data Tanah.....	72
BAB IV	KESIMPULAN PERHITUNGAN EKSISTING	
	<i>LAYOUT</i>	83
4.1	Umum.....	83
4.2	Evaluasi Layout Perairan.....	83
4.2.1	Aturan Alur Masuk/ <i>Entrance Channel</i>	83
4.2.2	Aturan Kolam Putar/ <i>Turning Basin</i>	90
4.2.3	Perencanaan Kolam Dermaga/ <i>Basin</i>	91
4.2.4	Pengerukan	93
4.2.5	Evaluasi Layout Perairan.....	102
4.3	Evaluasi Layout Daratan	103
BAB V	KRITERIA DESAIN.....	107
5.1	Peraturan yang digunakan	107
5.2	Data Kapal dan Data Alat.....	107
5.2.1	Data Kapal.....	107
5.2.2	Data Alat.....	108
5.3	Kualitas Bahan dan Material	113
5.3.1	Mutu Beton.....	113
5.3.2	Mutu Baja	114
5.3.3	Tiang Pancang	114
5.4	Perencanaan <i>Fender</i>	119
5.4.1	Perhitungan Energi <i>Fender</i>	119
5.4.2	Pemilihan Tipe <i>Fender</i>	126

5.4.3	Aksesoris Fender	128
5.4.4	Kontrak Kontak Kapal.....	129
5.4.5	Pemasangan Fender	132
5.5	Perencanaan <i>Bollard</i>	136
5.6	Pembebanan.....	137
5.6.1	Beban Vertikal.....	137
5.6.2	Beban Horizontal.....	143
5.6.3	Beban Gempa	149
BAB VI	PERENCANAAN STRUKTUR	159
6.1	Umum.....	159
6.2	Perencanaan Plat.....	160
6.2.1	Penentuan Tipe Pelat	160
6.2.2	Pembebanan Plat	161
6.2.3	Perhitungan Momen Plat	162
6.2.4	Penulangan Plat	173
6.3	Perencanaan Balok	187
6.3.1	Pembebanan Vertikal	187
6.3.2	Pembebanan Horizontal.....	188
6.3.3	Kombinasi Pembebanan	189
6.3.4	Tinggi Struktur (titik jepit)	190
6.3.5	Hasil Permodelan	192
6.3.6	Penulangan Balok Memanjang.....	194
6.3.7	Penulangan Balok Melintang	208
6.3.8	Penulangan Plank Fender	222
6.4	Perencanaan Poer/Pile Cap.....	228
6.4.1	Penulangan Poer Tunggal.....	228
6.4.2	Penulangan Poer Ganda.....	233
6.5	Perencanaan Pondasi	239
6.5.1	Data Perencanaan Tiang Pancang	239
6.5.2	Output Frame.....	239
6.5.3	Perhitungan kebutuhan kedalaman tiang pancang...	240
6.5.4	Kontrol Defleksi	243

6.5.5	Kontrol Moment	243
6.5.6	Daya dukung tiang akibat beban <i>horizontal</i>	244
6.5.7	Kontrol Kekuatan Bahan	244
6.5.8	Kontrol Kuat Tekuk.....	245
6.5.9	Kemampuan tiang berdiri sendiri	245
6.5.10	Cek Tegangan dan PMM Ratio	247
6.5.11	<i>Calendering</i> Tiang Pancang	250
6.5.12	Kontrol Tiang Pancang terhadap Korosi	251
6.6	Perencanaan Dinding Penahan Tanah	253
6.6.1	Analisa Data Tanah	253
6.6.2	Stabilitas Lereng.....	254
6.6.3	Menentukan Ketinggian Total	259
6.6.4	Kondisi Overtuning	261
6.6.5	Kondisi Sliding.....	268
6.6.6	Kondisi Bearing.....	269
6.6.7	Desain Tulangan Footing	273
6.6.8	Desain Tulangan Dinding.....	275
BAB VII	METODE PELAKSANAAN	277
7.1	Umum.....	277
7.1.1	Deskripsi Proyek	277
7.1.2	Perencanaan Site Plan	278
7.1.3	Sistem Pelaksanaan Pekerjaan.....	280
7.1.4	Manajemen Proyek.....	281
7.1.5	Penanganan Kendala dan Resiko.....	284
7.2	Lingkup Pekerjaan.....	288
7.2.1	Work Breakdown Structure	288
7.2.2	Site Layout Pekerjaan.....	288
7.2.3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).....	289
7.3	Rencana Metode yang Akan Digunakan	292
7.4	Penerapan Metode Pelaksanaan Konstruksi	293
7.5	Pelaksanaan Pekerjaan.....	295
7.5.1	Pekerjaan Persiapan.....	295
7.5.2	Pekerjaan Pengerukan Dasar Laut.....	297

7.5.3	Pekerjaan Konstruksi Dermaga	301
BAB VIII	RENCANA ANGGARAN BIAYA	323
8.1	Umum.....	323
8.2	Harga Satuan Upah, Bahan dan Alat.....	323
8.3	Analisis Harga Satuan Pekerjaan.....	329
8.4	Perencanaan Anggaran Biaya.....	341
8.5	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya	343
BAB IX	RESUME DESAIN	345
DAFTAR PUSTAKA.....		xxvii

**)Halaman ini sengaja dikosongkan*

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 1	Lokasi dermaga PT Pupuk Kaltim	6
Gambar 1 2	Rencana pengembangan dermaga untuk general cargo dan peti kemas 10.000 DWT	7
Gambar 1 3	Bagan alir	8
Gambar 2 1	Muatan <i>general cargo</i> konvensional	15
Gambar 2 2	Berbagai bentuk peti kemas.....	16
Gambar 2 3	Prosedur penerimaan general cargo.....	17
Gambar 2 4	Prosedur penanganan petikemas.....	18
Gambar 2 5	Hubungan kecepatan angin di darat dan di laut...24	
Gambar 2 6	Nomogram prediksi gelombang(metric unit)	26
Gambar 2 7	Jenis – jenis dan kebutuhan area penjangkaran dengan ankur	29
Gambar 2 8	Elemen lebar alur.....	30
Gambar 2 9	Alur pada tikungan	33
Gambar 2 10	Area pengerukan sekitar dermaga	35
Gambar 2 11	(a) Pemasangan half beam precast (b) Pemasangan top rebar diatas slab dan half beam precast, serta pengecoran keseluruhan.	44
Gambar 2 12	Posisi titik jepit tiang pancang.....	50
Gambar 2 13	Kapal Logistik Nusantara 5, 2008	56
Gambar 2 14	Cutter Suction Dredger.....	57
Gambar 2 15	Ukuran TSHD berdasarkan Kapasitas Hopper	58
Gambar 2 16	Trailing Suction Dredger.....	59
Gambar 2 17	Grab Dredger	60
Gambar 2 18	Bucket Ladder Dredger	61
Gambar 2 19	Dipper Dredger.....	62

Gambar 3 1	<i>Bathymetri</i> di sekitar lokasi perencanaan dermaga	64
Gambar 3 2	Peta <i>bathymetri</i> perencanaan pada autoCAD	65
Gambar 3 3	Data Pasang Surut PKT di Bontang Kaltim	66
Gambar 3 4	<i>Fetch</i> arah timur (skala 1 : 223.000)	68
Gambar 3 5	<i>Fetch</i> arah timur laut (1 : 223.000).....	69
Gambar 3 6	<i>Fetch</i> arah tenggara (1 : 223.000).....	69
Gambar 3 7	Lokasi penyediaan tanah di Bontang	73
Gambar 3 8	Lokasi Pengambilan data tanah.....	75
Gambar 3 9	Rekapitulasi hasil pengeboran.....	76
Gambar 3 10	Grafik hubungan kedalaman dan daya dukung tanah dititik THS-5	79
Gambar 3 11	Grafik kedalaman – daya dukung tanah titik THS 5 menggunakan metode OCDI.....	81
Gambar 3 12	Stratigrafi tanah	82
Gambar 4 1	Elemen lebar alur.....	86
Gambar 4 2	Alur pada Tikungan.....	89
Gambar 4 3	Hubungan Antara Jenis Kapal Keruk dengan Plastisita Material	94
Gambar 4 4	Hubungan Antara Efektivitas Pengangkatan Material Keruk	95
Gambar 4 5	Area pengerukan sekitar dermaga	96
Gambar 4 6	Pembagian Area Pengerukkan Jetty I.....	97
Gambar 4 7	Cross Section Pengerukan Area Jetty I	98
Gambar 4 8	Contoh Kapal CSD500 Damen	100
Gambar 4 9	Dimensi <i>Harbour Mobile Crane</i> LHM 180	105
Gambar 4 10	Rencana layout dermaga.....	106
Gambar 5 1	Kapal Logistik Nusantara 5, 2008	108
Gambar 5 2	Dimensi HMC	109
Gambar 5 3	<i>Harbour Mobile Crane</i>	109
Gambar 5 4	Spesifikasi <i>forklift</i>	112

Gambar 5 5	Pile Shape & Specification for ACI 543 R & SNI 2847-2013.....	114
Gambar 5 6	Grafik kecepatan kapal saat merapat.....	120
Gambar 5 7	Ilustrasi koefisien hidrodinamis	121
Gambar 5 8	Koefisien bantalan.....	123
Gambar 5 9	Koefisien eksentrisitas.....	124
Gambar 5 10	Koefisien kehalusan	125
Gambar 5 11	Aksesoris fender	128
Gambar 5 12	Frontal frame hull pressures	129
Gambar 5 13	Jarak fender SCN.....	132
Gambar 5 14	<i>Pitch fender</i>	133
Gambar 5 15	Super cone fender.....	134
Gambar 5 16	Posisi ikatan.....	135
Gambar 5 17	Arah <i>boom</i> kondisi I.....	139
Gambar 5 18	Arah boom kondisi II	140
Gambar 5 19	Arah boom kondisi III	141
Gambar 5 20	Besaran derajat kemiringan tarikan sumbu z.....	147
Gambar 5 21	Tarikan bollard pada kondisi pasang.....	148
Gambar 5 22	Tarikan bollard pada kondisi surut	148
Gambar 5 23	Gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko-tertarget (MCER) untuk S_s	150
Gambar 5 24	Gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko-tertarget (MCER) untuk S_1	150
Gambar 5 25	Respon spektrum di dermaga tinjauan	158
Gambar 6 1	(a) Metode beton pracetak (b) Alur pekerjaan beton pracetak sebagian.....	159
Gambar 6 2	Denah plat.....	161
Gambar 6 3	Detail penulangan plat.....	186
Gambar 6 4	Spektrum gempa disekitar lokasi dermaga.....	189
Gambar 6 5	Tampilan 3D.....	192
Gambar 6 6	Tampak atas.....	192

Gambar 6 7	Tampak depan	192
Gambar 6 8	Tampak samping	193
Gambar 6 9	Penulangan balok	206
Gambar 6 10	Detail potongan	207
Gambar 6 11	Penulangan balok	220
Gambar 6 12	Detail potongan	221
Gambar 6 13	Grafik kedalaman vs daya dukung tanah.....	242
Gambar 6 14	Tegangan yang terjadi pada pelat lantai dermaga arah y (S2-2).....	247
Gambar 6 15	Tegangan yang terjadi pada pelat lantai dermaga arah x (S1-1).....	248
Gambar 6 16	Properti Penampang Tiang Pancang 812 mm (kgf.cm)	249
Gambar 6 17	Penaksiran dimensi di awal trial.....	253
Gambar 6 18	Gaya-gaya yang bekerja pada suatu potongan	255
Gambar 6 19	Irisan Stabilitas Lereng.....	255
Gambar 6 20	Hasil analisa keruntuhan tanah dengan program XSTABL	256
Gambar 6 21	Ordinal Slice Method	257
Gambar 7 1	Tampak atas lokasi proyek dan sekitar.....	277
Gambar 7 2	Site plan metode pelaksanaan.....	279
Gambar 7 3	Struktur petugas K3.....	292
Gambar 7 4	Perlengkapan APD	296
Gambar 7 5	Contoh Proses Mixing pada Sea Bed	298
Gambar 7 6	Proses Pengangkutan Material ke Atas Kapal... ..	299
Gambar 7 7	Proses Pengisian Barge (Barge Loading)	299
Gambar 7 8	Pengoperasian Cutter Suction Dredger dengan Sistem Spud Carriage.	300
Gambar 7 9	Contoh Ilustrasi Alur Pengerukan	300
Gambar 7 10	Bevel pada ujung tiang pancang yang disambung	302

Gambar 7 11	Proses penggabungan tiang pancang	303
Gambar 7 12	Proses pengelasan tiang pancang di darat.....	303
Gambar 7 13	Pelapisan bahan anti karat pada permukaan las...	304
Gambar 7 14	Contoh mobilisasi tiang pancang ke titik pemancangan	304
Gambar 7 15	Pemasangan <i>stopper</i> pada tiang pancang	305
Gambar 7 16	Proses penyambungan tiang pancang di laut.	306
Gambar 7 17	Proses pengelasan tiang pancang.....	306
Gambar 7 18	Contoh Pencatatan <i>Pile Driving Record</i>	307
Gambar 7 19	Komputer PDA.....	308
Gambar 7 20	Pemasangan <i>strain transducer</i> dan <i>accelerometer</i>	308
Gambar 7 21	Proses pencatatan data <i>calendering</i>	309
Gambar 7 22	Hasil pencatatan <i>calendering</i>	309
Gambar 7 23	Proses pemotongan tiang pancang.....	310
Gambar 7 24	(a) Tulangan pengisi tiang pancang (b) Stopper penahan tulangan.....	310
Gambar 7 25	Proses produksi tulangan tiang pancang.....	311
Gambar 7 26	Perakitan bekisting	312
Gambar 7 27	Pemasangan <i>bekisting pile cap</i>	312
Gambar 7 28	Pemasangan tulangan pada poer.....	313
Gambar 7 29	Concrete Vibrator	314
Gambar 7 30	Pemasangan <i>half beam precast</i>	315
Gambar 7 31	Pemasangan Tulangan Pelat.....	316
Gambar 7 32	Pengecoran keseluruhan.	317
Gambar 7 33	Perlindungan beton dari suhu tinggi.....	318
Gambar 7 34	Tee Bollard.....	319
Gambar 7 35	Super Cone Fender	320

**)Halaman ini sengaja dikosongkan*

DAFTAR TABEL

Tabel 1 1	Peningkatan kapasitas pabrik amoniak & urea existing	2
Tabel 1 2	Kondisi eksisting fasilitas di wilayah perairan	3
Tabel 2 1	Tinggi gelombang ijin	28
Tabel 2 2	Lebar basic maneuvering lane	30
Tabel 2 3	Lebar tambahan W_i	31
Tabel 2 4	Lebar <i>bank clearance</i>	32
Tabel 2 5	Kedalaman Alur Masuk.....	32
Tabel 2 6	Pemilihan Jenis Kapal Keruk	36
Tabel 2 7	Perhitungan elevasi dermaga	38
Tabel 2 8	Berat jenis material.....	39
Tabel 2 9	Koefisien hambatan angin	41
Tabel 2 10	Nilai base coefficient (α) dan shaft coefficient (β)	47
Tabel 2 11	Nilai Minimum Safety Factor.....	49
Tabel 2 12	Batas defleksi operasional untuk struktur maritim	51
Tabel 3 1	Perhitungan <i>fetch</i> efektif di lokasi perencanaan.....	70
Tabel 3 2	Hasil penyelidikan BV 2 dan BV 6	74
Tabel 4 1	Kebutuhan kedalaman	84
Tabel 4 2	Lebar <i>basic maneuvering lane</i>	86
Tabel 4 3	Lebar tambahan W_i	87
Tabel 4 4	Lebar bank clearance	88
Tabel 4 5	Klasifikasi, Identifikasi dan Deskripsi Tanah untuk Pengerukkan	93
Tabel 4 6	Perhitungan Volume Pengerukkan	99
Tabel 4 7	Bulking Factor pada tanah keruk.....	99
Tabel 4 8	Hubungan Kapal Keruk dan Volume Keruk	100
Tabel 4 9	Spesifikasi CSD 500 Damen	101

Tabel 4 10	Hasil Evaluasi Layout Perairan Dermaga.....	102
Tabel 4 11	Pasang surut air laut	103
Tabel 4 12	Hasil Evaluasi Layout Daratan.....	106
Tabel 5 1	Data teknik HMC	110
Tabel 5 2	Spesifikasi <i>Harbour Mobile Crane</i>	111
Tabel 5 3	Spesifikasi tiang pancang beton	115
Tabel 5 4	Spesifikasi tiang pancang baja.....	117
Tabel 5 5	Kecepatan kapal saat merapat	120
Tabel 5 6	Koefisien Hidrodinamis.....	122
Tabel 5 7	Safety Factor (FS)	126
Tabel 5 8	Defleksi <i>Super Cone Fenders</i>	128
Tabel 5 9	Tekanan kontak ijin lambung kapal	130
Tabel 5 10	Berat panel tipikal	131
Tabel 5 11	Acuan Perhitungan Beban Frontal Panel.....	131
Tabel 5 12	Gaya tarik akibat kapal.....	136
Tabel 5 13	Spesifikasi tee bollard	136
Tabel 5 14	Momen maksimum akibat lengan/ <i>boom crane</i> .	138
Tabel 5 15	Koefisien hambatan angin	144
Tabel 5 16	Perhitungan klasifikasi kelas situs.....	151
Tabel 5 17	Kategori berdasarkan S_{DS}	153
Tabel 5 18	Kategori berdasarkan S_{D1}	154
Tabel 5 19	Koefisien batas periode hitung	155
Tabel 6 1	Koefisien x	162
Tabel 6 2	Momen pada plat	163
Tabel 6 3	Koefisien a_1, a_2, a_3 , dan a_4	166
Tabel 6 4	Koefisien a_1, a_2, a_3 , dan a_4	169
Tabel 6 5	Koefisien – koefisien untuk perhitungan lebar retak...	179
Tabel 6 6	Koefisien – koefisien untuk perhitungan lebar retak	185
Tabel 6 7	Rekapitulasi Penulangan pelat tipe A.....	186
Tabel 6 8	Output gaya-gaya balok memanjang	193

Tabel 6 9	Output gaya-gaya balok melintang.....	193
Tabel 6 10	Koefisien – koefisien untuk perhitungan lebar retak	197
Tabel 6 11	Koefisien – koefisien untuk perhitungan lebar retak	201
Tabel 6 12	Koefisien – koefisien untuk perhitungan lebar retak	211
Tabel 6 13	Koefisien – koefisien untuk perhitungan lebar retak	215
Tabel 6 14	Koefisien – koefisien untuk perhitungan lebar retak	225
Tabel 6 15	Rekapitulasi gaya dalam.....	240
Tabel 6 16	Konsistensi tanah untuk dominan lanau dan lempung	254
Tabel 6 17	Hasil pendekatan jenis tanah	254
Tabel 6 18	Perhitungan internal stability.....	258
Tabel 6 19	Hasil Rekap Perhitungan Momen Akibar berat sendiri terhadap titik O_K	263
Tabel 6 20	Data Tanah di Samping Kanan DPT	264
Tabel 6 21	Hasil Rekap Perhitungan Tenggangan Vertikal dan Horizontal.....	266
Tabel 6 22	Hasil Perhitungan Gaya dan Momen akibat Tekanan Tanah Aktif dan Air	268
Tabel 6 23	Faktor <i>Bearing Capacity</i>	270
Tabel 8 1	Daftar Harga Upah	324
Tabel 8 2	Daftar Harga Bahan (a)	324
Tabel 8 3	Daftar Harga Bahan (b)	325
Tabel 8 4	Daftar Harga Bahan (c)	326
Tabel 8 5	Daftar Harga Peralatan (a).....	327
Tabel 8 6	Dafar Harga Peralatan (b).....	328
Tabel 8 7	HSPK untuk Kapal Non-Hopper.....	329
Tabel 8 8	Analisa harga satuan.....	330

Tabel 8 9	Rencana Anggaran Biaya	342
Tabel 8 10	Rekapitulasi rencana anggaran biaya	343
Tabel 9 1	Hasil evaluasi <i>layout</i> perairan	345
Tabel 9 2	Hasil evaluasi <i>layout</i> daratan.....	346

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Pupuk Kalimantan Timur (PKT) merupakan perusahaan berkedudukan dan berkantor pusat di Bontang, Kalimantan Timur berdiri pada 7 Desember 1977. Untuk keperluan sistem distribusi produk dan kebutuhan bahan baku industri, kompleks industri ini dilengkapi pelabuhan pupuk dan amoniak yang berlokasi di Bontang Kalimantan Timur dan sudah memulai kegiatan komersial sejak tanggal 1 Mei 1985. Tinjauan kondisi operasional mencakup kapasitas setiap pabrik, produksi yang mampu dihasilkan dan penjualan produk setiap tahun. PKT mempunyai kapasitas produksi urea 2,98 juta ton per tahun serta amoniak sebanyak 1,85 juta ton per tahun. Hal ini menjadikan PKT sebagai produsen urea terbesar di tanah air. Berdasarkan program tahunan dari PKT, yang dinyatakan dalam data per 25 Januari 2018, dimana PT Pupuk Kaltim telah menyalurkan pupuk bersubsidi sebanyak 156.584 ton dengan rincian Urea 145.443 ton dan Nitrogen Posphat Kalium (NPK) 11.141 ton. Manager Humas Pupuk Kaltim Bapak Wahyudi mengatakan bahwa PT Pupuk Kalimantan Timur juga melakukan koordinasi secara intensif dengan pemerintah di daerah – daerah pemasaran untuk menjamin kelancaran penyaluran pupuk bersubsidi bagi petani di daerah. Hal tersebut juga di pertegas oleh GM Pemasaran PSO Pupuk Kaltim Bapak Syamsu Alamsah bahwa penyaluran stok pupuk yang dikirimkan memasuki musim tanam pada awal 25 Januari 2015 untuk wilayah Jawa Timur sebesar 53.162 ton urea dari ketentuan awal 45.712 ton urea yang ditetapkan Pemerintah. Oleh karenanya peningkatan kapasitas pabrik terutama Operasional Kaltim-1 hingga Kaltim – 4, dan POPKA disajikan dalam **Tabel 1.1**. Hal ini akan meningkatkan arus transportasi amoniak dari Pabrik-2, Pabrik-

3, dan Pabrik-4 masing-masing akan mencapai 39 %, 50%, 100%, sedang peningkatan transportasi urea dari Pabrik-2, Pabrik-3, dan Pabrik-4 masing-masing akan mencapai 51%, 23%, dan 23%.

Tabel 1 1 Peningkatan kapasitas pabrik amoniak & urea existing

No.	Uraian	Kapasitas Existing (mTPD)	Kapasitas baru (mTPD)
A. Peningkatan pabrik amoniak			
1.	Pabrik-2	1800	2500
2.	Pabrik-3	1000	1500
3.	Pabrik-4	1000	1500
B. Peningkatan Pabrik Urea			
1.	Pabrik-2	1725	2600
2.	Pabrik-3	1725	2125
3.	Pabrik-4	1725	2125

(Sumber: PT. PKT, 2011)

Sebelumnya usaha peningkatan datang pada tahun 2011, dimana PKT mengeluarkan rencana masterplan pengembangan, hal ini merupakan usaha optimalisasi seluruh bahan, dan produk yang dihasilkan, baik barang atau muatan dikirim dalam 4 kelompok utama yaitu general cargo dan multipurpose, muatan curah kering dan muatan curah cair. Pengelompokan muatan ini dan ukuran kapal untuk angkutannya nantinya menentukan dermaga yang sesuai untuk digunakan.

Fasilitas perairan memungkinkan kapal keluar/masuk area TERSUS melalui satu jalur saja dengan arah pendekatan dari Timur melalui Selat Makasar. Tata letak fasilitas di alur pelayaran sudah ditata sesuai dengan prosedur kapal masuk dengan standard Indonesia maupun Internasional. Area perairan kolam dermaga berada pada teluk terlindung sejarak sekitar 6,5 mil laut atau 12,038 km dari Selat Makasar. Hingga saat ini, luasan wilayah perairan

mencukupi untuk berbagai keperluan pergerakan operasional seperti manuver kapal maupun olah gerak keselamatan pelayaran yang dapat dilayani pada lokasi yang ditetapkan. Kondisi eksisting dalam fasilitas perairan TERSUS PKT termuat dalam **Tabel 1.2** .

Tabel 1 2 Kondisi eksisting fasilitas di wilayah perairan

No	Uraian
1.	Alur Pelayaran <ul style="list-style-type: none"> - Panjang 6,5 mil (laut) - Kedalaman terkecil – 17,4 m LWS - Lebar dasar: 270 m; lebar permukaan: 350 m.
2.	Kolam Putar <ul style="list-style-type: none"> Radius : - 175 m ; kedalaman – 9,00 m LWS - 200 m ; kedalaman – 13,5 m LWS - 250 m ; kedalaman – 13,5 m LWS
3.	Kolam TERSUS berkedalaman – 6 s/d –13 m LWS

(Sumber: PT. PKT, 2011)

Mengingat fasilitas dermaga tersebut merupakan salah satu prasarana laut yang vital bagi perusahaan, dan menunjang pada kondisi tersebut, maka PT Pupuk Kalimantan Timur (PKT) merencanakan dermaga baru yang memiliki fungsi *multipurpose* untuk kapal general cargo dan peti kemas 10.000 DWT.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan utama dari latar belakang diatas, adalah bagaimana merancang dermaga *multipurpose* untuk kapal general cargo dan peti kemas ± 10.000 DWT di TERSUS PT. Pupuk Kaltim. Adapun detail permasalahan yang akan dibahas adalah:

- a. Bagaimana layout perencanaan dermaga untuk jenis kapal general cargo dan peti kemas kapasitas 10.000 DWT di

- TERSUS PT. Pupuk Kaltim, apakah sudah sesuai dengan standart desain perencanaan pelabuhan ?
- b. Bagaimana rencana analisa struktur dan detail struktur yang akan digunakan dalam merencanakan dermaga untuk kapal kapal general cargo dan peti kemas kapasitas 10.000 DWT di TERSUS PT. Pupuk Kaltim ?
 - c. Metode kerja seperti apa yang akan digunakan dalam pembangunan dermaga untuk jenis kapal general cargo dan peti kemas kapasitas 10.000 DWT di PT. Pupuk Kaltim?
 - d. Berapa anggaran biaya yang diperlukan dalam pembangunan dermaga untuk jenis kapal general cargo dan peti kemas kapasitas 10.000 DWT di TERSUS PT. Pupuk Kaltim ?

1.3 Batasan Masalah

Perencanaan ini hanya terbatas pada Dermaga 10 TERSUS PT Pupuk Kaltim yang hanya digunakan untuk jenis kapal general cargo dan peti kemas dengan kapasitas 10.000 DWT, serta tidak membahas hal – hal seperti berikut:

- a. Area Penjangkaran (*Anchorage Area*)
- b. *Breakwater*
- c. Lapangan Penumpukan (*Container Yard*)
- d. Pengumpulan dan Analisa Data Gelombang
- e. *Critical Path Method*
- f. Penanganan Keterlambatan dan Strategi Percepatan Proyek
- g. Analisa K3L

1.4 Tujuan

Terkait dengan judul dan latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, perencanaan ini memiliki tujuan sebagai berikut:

- a. Meninjau kembali dan membuat layout perencanaan dermaga untuk jenis kapal general cargo dan peti kemas kapasitas 10.000 DWT di TERSUS PT. Pupuk Kaltim
- b. Membuat perencanaan analisa struktur dan detail struktur yang akan digunakan dalam merencanakan dermaga untuk kapal kapal general cargo dan peti kemas kapasitas 10.000 DWT di TERSUS PT. Pupuk Kaltim
- c. Membuat perencanaan metode kerja yang akan digunakan dalam pembangunan dermaga untuk jenis kapal general cargo dan peti kemas kapasitas 10.000 DWT di TERSUS PT. Pupuk Kaltim
- d. Mendapatkan anggaran biaya yang diperlukan dalam pembangunan dermaga untuk jenis kapal general cargo dan peti kemas kapasitas 10.000 DWT di TERSUS PT. Pupuk Kaltim

1.5 Manfaat

Adapaun manfaat Tugas Akhir ini yakni :

- a. Memberikan gambaran tentang perencanaan struktur dermaga beserta beberapa fasilitas penunjang dermaga kepada pembaca
- b. Mampu memberikan data referensi tambahan menggunakan jenis kapal general cargo dan peti kemas kapasitas 10.000 DWT.

1.6 Lokasi Perencanaan

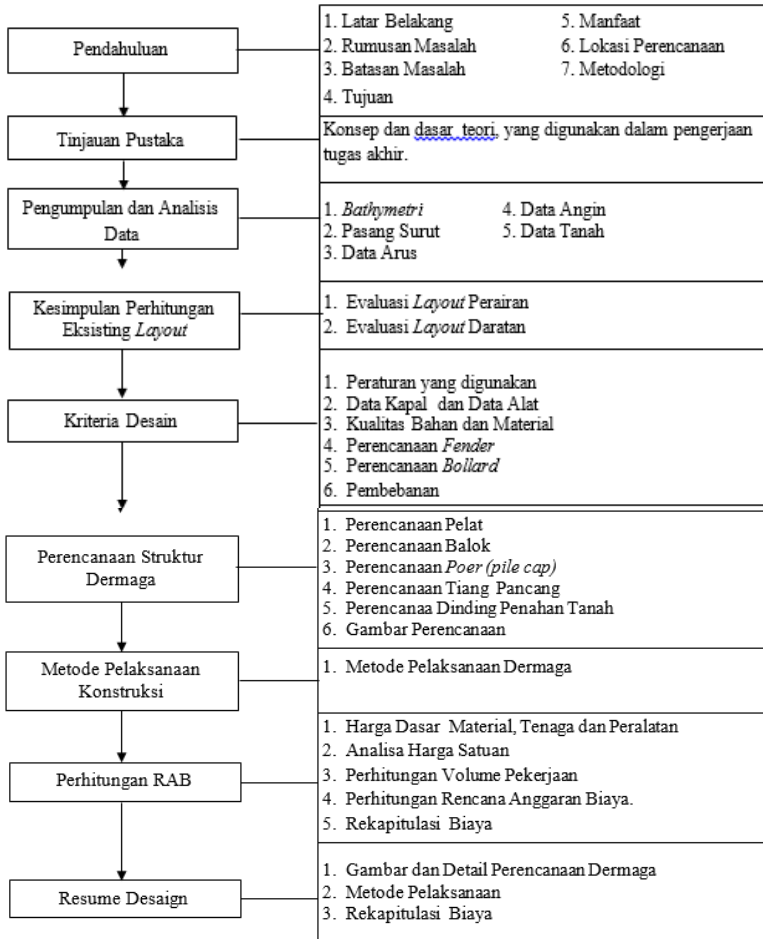
Lokasi Perencanaan dermaga multipurposes untuk kapal general cargo dan peti kemas kapasitas 10.000 DWT terlampir pada **Gambar 1.1** berada di TERSUS PT Pupuk Kaltim, Bontang dengan letak geografis : $0^{\circ} 10' 33.72''$ Lintang Utara dan $117^{\circ} 30' 14.49''$ Bujur Timur. Perencanaan ini di dasarkan pada masterplan pengembangan sebagaimana **Gambar 1.2**.



Gambar 1 1 Lokasi dermaga PT Pupuk Kaltim
(Sumber: Goggle Earth, 2018)

1.7 Metodologi

Langkah – langkah dalam perencanaan dermaga 10 PT Pupuk Kaltim tersaji pada **gambar 1.3**.



Gambar 1 3 Bagan alir

Adapun keterangan dari **Gambar 1.3** adalah sebagai berikut :

- a. **Pendahuluan**
Mempelajari tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan perencanaan, manfaat, lokasi perencanaan, metodologi.
- b. **Tinjauan Pustaka**
Mempelajari tentang dasar teori, dan konsep yang akan digunakan.
- c. **Pengumpulan dan Analisis data**
Pengumpulan dan analisis data yang digunakan untuk perencanaan adalah data sekunder yang terdiri dari :
 1. *Bathymetri*
 2. Pasang surut
 3. Data arus
 4. Data angin
 5. Data tanah
- d. **Kesimpulan Eksisting Perhitungan *Layout***
 1. **Evaluasi *layout* perairan**
Evaluasi *layout* perairan meliputi luasan kolam dermaga dan kedalaman kolam dermaga
 2. **Evaluasi *layout* daratan**
Evaluasi *layout* daratan meliputi panjang dermaga dengan memperhatikan jenis kapal dan jumlah kapal yang menambat pada dermaga, lebar dermagayang disesuaikan dengan peralatan operasional pelabuhan baik *manuver* truk maupun lebar peralatan bongkar muat, serta yang terakhir elevasi dermaga dihitung dari muka air pasang tertinggi.

e. Kriteria desain

Pada kriteria desain dilakukan beberapa penentuan serta perhitungan terhadap perencanaan dermaga yang meliputi:

1. Peraturan yang digunakan : mengacu pada perencanaan dermaga yang ada di dalam negeri (SNI, KM dst) dan didukung dengan peraturan luar negeri seperti *OCDI*, *PIANC*, dan *BS*
2. Data kapal dan data alat
Kriteria kapal rencana harus ditentukan pada saat merencanakan dermaga. Pada perencanaan kali ini menggunakan kapal 10.000 DWT. Peralatan yang digunakan menggunakan peralatan yang umum ada di dermaga general cargo dan petikemas
3. Kualitas bahan dan material
Menentukan kualitas bahan dan material
4. Perencanaan *Fender*
5. Perencanaan *Bollard*
6. Pembebanan
Perhitungan pembebanan yang terjadi dari beban vertikal dan horizontal

f. Perencanaan Struktur Dermaga

Menghitung teknis perencanaan struktur dermaga dengan tahapan sebagai berikut :

1. Perencanaan pelat
2. Perencanaan balok
3. Perencanaan *poer (pilecap)*
4. Perencanaan tiang pancang
5. Gambar perencanaan

- g. Metode Pelaksanaan Konstruksi
Metode pelaksanaan dibagi menjadi dua sub bab yakni
 1. Metode Pelaksanaan Dermaga
Pengadaan alat dan bahan, pemancangan penulangan dan pengecoran, hingga pemasangan aksesoris dermaga
 2. Metode Pelaksanaan *Trestle*
Pengadaan alat dan bahan, pemancangan, penulangan dan pengecoran.

- h. Perhitungan RAB
Analisis anggaran biaya dilakukan sesuai dengan standar dan kebutuhan yang ada, adapun urutan dalam penyusunan adalah sebagai berikut :
 1. Harga dasar material, tenaga dan peralatan
 2. Analisa Harga Satuan
 3. Perhitungan Volume Pekerjaan (BoQ)
 4. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
 5. Rekapitulasi Biaya

- i. Resume Desain
Resume Desain berupa kesimpulan dimensi-dimensi seluruh struktur dalam dermaga beserta fasilitas dermaga, metode pelaksanaan proyek, serta rekapitulasi biaya.

**)Halaman ini sengaja dikosongkan*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gambaran Umum Perencanaan

Istilah Pelabuhan sudah dibakukan melalui Undang-Undang Republik Indonesia No. 17 Tahun 2008 dan Peraturan Pemerintah Nomor 64 Tahun 2015 dimana dalam pengertiannya merupakan tempat yang terdiri atas daratan dan atau perairan dengan batas – batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintah dan kegiatan pengusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang dan atau bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi.

Tersus / Terminal Khusus merupakan fasilitas pelabuhan yang terdiri dari kolam sandar dan tempat kapal bersandar dan atau tempat bongkar muat barang yang terletak di luar Daerah Lingkungan Kerja dan Daerah Lingkungan Kepentingan pelabuhan yang merupakan bagian dari pelabuhan terdekat untuk melayani kepentingan sendiri sesuai dengan usaha pokoknya.

Disisi lain Huang et al. (2014) menyatakan bahwa kedalaman suatu kolam sandar yang berada di sekitar wilayah pelabuhan akan berinteraksi langsung dengan faktor-faktor hidro oseanografi, seperti arus, pasang surut, dan gelombang lokal/*internal waves* yang dapat dipengaruhi oleh kontur batimetri. Selain itu peningkatan fungsi pelayanan seluruh pelabuhan terhadap pengguna jasa transportasi akan didorong melalui rencana pengembangan di masa mendatang (Dinas Perhubungan, 2011).

Peningkatan yang dimaksud harus berdasarkan jenis muatan/kemasan. Secara garis besar bentuk kemasan dibedakan dalam 4 kelompok yaitu general cargo, neo bulk

(petikemas/container), muatan curah kering (dry bulk cargo) dan muatan curah cair (liquid bulk cargo). Type kemasan barang mempengaruhi type kapal yang mengangkut dan selanjutnya mempengaruhi type terminal dan fasilitas lain yang harus di sediakan.

2.2. Muatan *Geneal Cargo*

General cargo dapat dibagi dalam 2 grup yakni muatan Break Bulk Cargo dan Mass Break Bulk Cargo. Break Bulk Cargo berupa muatan yang dapat dikemas berbentuk kotak, karung (goni), kantung/ zak, drum, kemasan buah-buahan dan daging yang didinginkan. Bentuk kemasan ini menentukan keseluruhan proses operasional di terminal mulai dari cari pengangkutan ke dalam kapal dan juga menentukan jenis kapal yang sesuai.

Muatan Break Bulk yang konvensional cara pengangkatannya menggunakan tali, hook dan pallet, biasanya diderek menggunakan crane kapal/ ship's gear seperti gambar 2.1. Sedangkan bila kapal tidak mempunyai crane dan pelabuhan tidak mempunyai peralatan modern, maka pengangkutan dilakukan satu per satu menggunakan tenaga manusia. Pada sistem yang modern bila kapal tidak memiliki crane dapat digunakan semacam sistem belt conveyer. Type kemasan muatan break bulk lain berupa tanpa pengepakan muatan seperti baja batangan atau gelondongan, plat, tulangan, kabel, kayu dan kayu gergajian yang diangkut dengan tali dan hook, sedang untuk pengaturan didaratnya membutuhkan peralatan forklift.

Pada sistem kemasan general cargo konvensional ini terjadi tingkat efisiensi pengangkutan yang relative rendah dan tingkat kerusakan barang relatif tinggi, sebagai contoh produktivitas angkut per gang atas kelompok buruh pelabuhan terdiri dari 4 – 8 orang mencapai rata – rata 13 ton/gang/jam di

Indonesia dan 16 ton/gang/jam di Singapura dan kerusakan mencapai 5 – 10% dari total muatan.



Gambar 2 1 Muatan *general cargo* konvensional

Mass Break Bulk Cargo merupakan kemasan untuk angkutan utuh dengan ukuran besar dan berat. Jenis muatan ini membutuhkan diangkat dalam keadaan lengkap (*built up*) diantaranya meliputi : mobil, gerbong KA, trailer, crane, blok mesin, dan muatan blok lain yang sangat berat. Metode angkut secara horizontal terutama diterapkan untuk muatan berat dan muatan kendaraan yang mempunyai roda. Dan seringkali jenis kapal angkatnya dan sistem bongkar/muat harus dilakukan dengan prosedur tertentu.

2.3. Muatan Peti Kemas (*Neo Bulk*)

Peti kemas sering juga dalam beberapa literature dikelompokkan sebagai *general cargo type* baru. Jenis kemasan ini saat ini mendominasi muatan di berbagai pelabuhan berupa muatan yang dimasukkan dalam kotak kuat dari baja atau aluminium dengan ukuran 1 TEU (Twenty Equivalent Unit) = tinggi 8 ft/ 2,44

m, lebar 8 ft, panjang 20 ft (6.10 m) dengan kapasitas angkut maksimum 20 ton. Diluar itu banyak terdapat variasi ukuran peti kemas dan juga variasi bentuknya, khusus variasi panjang ada yang 35 ft dan 40 ft (2 TEU) seperti gambar 2.2. Peralatan bongkar muat Neo Bulk berbeda dengan sistem Unit Load Concept (ULC), dan tidak dapat dilakukan dengan angkutan menggunakan tenaga manusia saja melainkan butuh peralatan. Disamping itu metode pengangkatannya tidak harus secara vertikal dari darat keatas kapal tetapi bisa juga secara horizontal yaitu diangkut diatas kendaraan dan berjalan menggelinding keluar kapal.



Gambar 2 2 Berbagai bentuk peti kemas

2.4. Muatan Curah Kering (*Dry Bulk Cargo*)

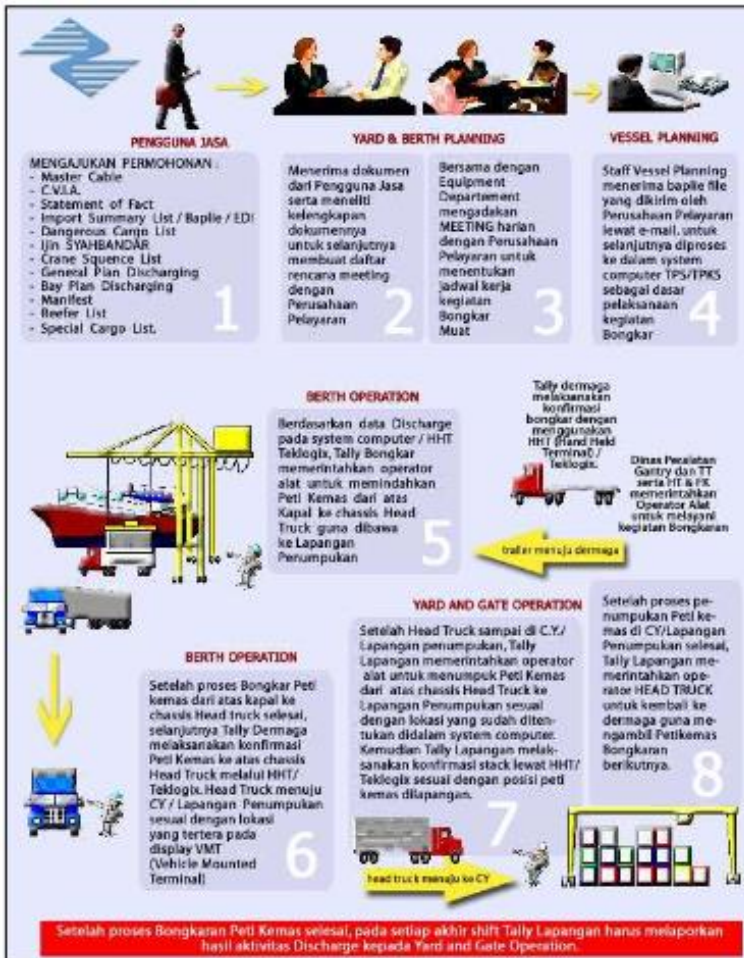
Muatan curah kering yaitu muatan tidak dikemas berupa bubuk atau butiran dalam jumlah besar dan dari barang yang sejenis. Misalnya : bubuk semen yang tidak dikemas dalam sak, batu bara, biji besi, sulfur , gandum, pupuk. Berdasarkan ketentuan UNECE, 2010 yang termasuk muatan curah mencakup bubuk halus, butiran (*granular particles*), besar, lembek (bukan bubuk), berbutir kasar, padatan kering, sesuai untuk penanganan dengan peralatan menerus mekanis, untuk pengiriman dengan instalasi tetap (bukan pipa) atau dituang langsung ke dalam palka atau ruang bersekat dalam kapal.

2.5. Prosedur Pengiriman dan Penerimaan Barang

Pada prinsipnya prosedur pengiriman barang melibatkan 3 pihak yaitu pemilik barang (*shipper*), Pengangkutan barang dan pihak penerima barang (*consignee*). Pada posisi shipper barang harus terutama harus memenuhi syarat sebagai jenis barang yang boleh dimuat atau diekspor serta urusan surat-menyuratnya selesai. Sedang pada pihak *consignee* terutama harus lolos dari aspek legalitas barang dan perpajakan dan bea masuk barang. Sedangkan proses penanganan muatan tergantung jenis muatan dan jenis kapal pengangkutan. Pada angkutan general cargo umumnya menggunakan sistem manual seperti gambar 2.3, sedangkan bongkar muat petikemas dengan peralatan seperti gambar 2.4.



Gambar 2 3 Prosedur penerimaan general cargo



Gambar 2 4 Prosedur penanganan petikemas

2.6. Type Kapal

Type atau perbedaan jenis kapal pada jenis muatan yang diangkut, dan karakteristik fisik dan mesinnya. Type kapal sesuai jenis muatannya secara garis besar dibagi menjadi: kapal general cargo, kapal multipurpose, kapal container, kapal muatan minyak dan gas (tanker), dan tongkang (barge). Dari beberapa jenis kapal tersebut terdapat jenis kapal lain yang merupakan modifikasi, pengembangan maupun inovasi menyesuaikan muatan dan cara pemuatan yang ada.

Kapal General Cargo untuk memuat semua jenis muatan break bulk, merupakan jenis kapal tertua. Penangan bisa dengan cara Lolo atau Roro, dan umumnya kapal dilengkapi dengan crane/kapal derek

Kapal Multipurpose merupakan kapal general cargo yang sudah di modifikasi untuk bisa misa menampung muatan petikemas, maupun bulk dan bisa pula berpendingin. Kapal ini dapat ditandai dengan bentuk yang kokoh, dan berperalatan berat, penutup palka sangat kuat, ada bulbous bow dan bow thruster, ada pintu arah pelabuhan (side loading ports) untuk pemuatan Roro.

Kapal Container adalah kapal untuk mengangkut khusus container dengan metode angkutan Lolo. Cara menghitung DWT kapal terhadap TEU adalah 1 DWT = 15 sampai 20 kali dari kapasitas TEU -nya.

Generasi pertama (First Generation):berkapasitas 750 – 1100 TEU

Generasi kedua(Second Generation):berkapasitas 1500–1800 TEU

Generasi ketiga (Third Generation) :berkapasitas 2400–3000 TEU

Generasi keempat(Four Generation):berkapasitas 4000–4500 TEU

Untuk bongkar/muat container dibutuhkan peralatan diantaranya : pontainer, shiptainer, straddle carrier, transtainer dan trailer.

2.7. *Bathymetri*

Bathymetri menurut Pipkin et al., (1987) berasal dari bahasa Yunani yang berarti pengukuran dan pemetaan topografi di bawah laut melalui survei. Survei *bathymetri* dapat memberikan gambaran mengenai kondisi elevasi asli dari suatu kedalaman sebenarnya yang divisualisasikan menjadi peta *bathymetri*, dimana akan terlihat akurat apabila pengamatan pasang surut melalui titik *benchmark* /BM di daerah pengamatan, menghasilkan nilai ketinggian permukaan air yang sesuai dengan nilai pada BM (Poerbandono, 2005).

Menurut Dishidros TNI AL (2006), untuk mencari nilai kedalaman laut melalui hasil koreksi menggunakan rumus sebagai berikut:

$$D = TWL_t - MS \quad (2.1)$$

$$D = TWL_t - (DTS - Z_o) \quad (2.2)$$

Dimana:

D = Nilai kedalaman hasil koreksi

TWL_t = Kedudukan permukaan laut sebenarnya
/true water level pada waktu t

MS = Sudut

DTS = Nilai duduk tengah sementara

Z_o = Kedalaman muka surutan di bawah MSL / chart datum

Disamping itu kemiringan dasar laut diperoleh dengan menghitung kemiringan/*slope* menggunakan peta *bathymetri* dari hasil pengolahan data kedalaman perairan. Perhitungan kemiringan dasar laut menggunakan persamaan perangkat lunak *Surfer 11* persamaan sebagai berikut:

$$\tan a = \Delta H / L \quad (2.3)$$

Dimana:

- a = Besarnya sudut ($^{\circ}$) kemiringan dasar laut /*slope*
 ΔH = Elevasi yang diperoleh antara dua titik kedalaman (m)
 L = Jarak horizontal antara kedua garis kontur batimetri

Selain menggunakan perhitungan tersebut diatas Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut menggunakan data *in-situ* melalui pengukuran *Single Beam Echo Sounder* yang didukung oleh data BPI No. 41 tahun 2014.

2.8. Pasang Surut

Pasang surut dikaitkan dengan proses naik turunnya paras laut /*sea level* secara berkala yang ditimbulkan oleh adanya gaya tarik dari benda-benda angkasa, terutama matahari dan bulan, terhadap massa air di bumi (Ongkosongo, 1989). Fluktuasi muka air laut berubah-ubah secara periodik dalam suatu selang waktu tertentu atau sering disebut dalam satu siklus pasang surut. Karakteristik pasang surut di perairan dipengaruhi oleh letak geografis, morfologi pantai, maupun *bathymetri*. Akibat dari pengaruh faktor lokal tersebut pasang surut dapat dibedakan menjadi beberapa tipe. Penentuan tipe pasang surut dapat dilakukan dengan analisa data pasut menggunakan metode *admiralty*. Pengolahan dengan metode *admiralty* digunakan untuk mengekstrak nilai-nilai konstituen pasang surut dari data pasang surut dengan periode 15 maupun 29 hari (Djaja, 1989), dengan menggunakan nilai-nilai tersebut maka nilai amplitudo dan keterlambatan fase dari MSL/*Mean Sea Level*, HWL/*High Water Level*, LWL/*Low Water Level*, serta nilai bilangan *formzahl* dapat diketahui

Tahap pengumpulan data sendiri meliputi pengumpulan data primer dan data sekunder. Menurut Fathoni (2006) data primer adalah data yang diperoleh secara langsung melalui survei lapangan dengan teknik pengumpulan data, sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung melalui

berbagai sumber yang telah ada. Walaupun menggunakan 2 cara pengumpulan ini, ketersediaan data pengukuran pasang surut yang kontinu masih sangat terbatas (Poerbandono dan Djunarsjah 2005). Keterbatasan ini disebabkan besarnya usaha dan biaya yang dikeluarkan jika melakukan pengukuran lapangan bahkan untuk daerah perairan yang tidak terlalu luas (Hendry, 2016).

2.9. Arus Laut

Pada umumnya arus yang terjadi di sepanjang pantai disebabkan oleh perbedaan muka air pasang surut antara satu lokasi dengan lokasi yang lain, sehingga perilaku arus dipengaruhi pola pasang surut. Arus terjadi akibat adanya perubahan ketinggian permukaan air laut. Perubahan tersebut akan menyebabkan pergerakan air secara *horizontal*. Kegunaan data arus pada perencanaan pelabuhan untuk :

- Menghindari pengaruh tekanan arus berarah tegak lurus kapal, agar dapat bermanuver dengan cepat dan mudah, kecepatan arus maksimum = 3 knot
- Evaluasi stabilitas garis atau morfologi pantai (erosi atau sedimentasi) untuk sungai, digunakan menghitung debit air, instruksi air, sedimentasi.

Pada umumnya yang dibutuhkan adalah mengetahui frekuensi arah dan kecepatan arus terhadap pola aliran pasang surut. Untuk itu data diolah dan ditampilkan bersama data pasang surut. Meramalkan pola arus sesuai waktu dan luasan yang dibutuhkan sehingga tidak harus mengambil data arus sepanjang waktu dan penempatan titik pengamatan yang banyak sehingga akan menghemat waktu, tenaga, alat dan biaya (Hutabarat, 1986).

2.10. Angin Laut

Angin mempunyai peran yang besar dalam proses interaksi lautan dan atmosfer. Perubahan arah dan kekuatan angin yang bertiup di atas perairan mengakibatkan terjadinya perubahan dinamika pada perairan diantaranya, adalah fenomena *upwelling* dan *downwelling*, sehingga mempengaruhi tinggi rendahnya suhu permukaan laut (Clark et al., 1999). Hal tersebut didukung dengan pernyataan McPhaden dan Hayes (1991) bahwa pergerakan angin akan mempengaruhi karakteristik masa air di laut, salah satunya adalah terjadinya perubahan arah arus permukaan. Pergerakan angin yang kencang juga dapat mempengaruhi terjadinya pencampuran masa air pada lapisan atas yang mengakibatkan sebaran suhu menjadi *homogen*.

Angin dominan yang bergesekkan langsung dengan permukaan air laut menjadikan angin sebagai salah satu sebab terjadinya gelombang. Semakin besar kecepatan angin, semakin besar pula tinggi gelombang yang terjadi. Komponen data angin mencakup distribusi arah dan kecepatan angin.

Data angin dapat diperoleh dari stasiun meteorologi terdekat dengan daerah yang akan direncanakan. Pada umumnya dibutuhkan data angin minimal 5 tahun untuk dapat mempelajari pola angin yang menyebabkan tinggi gelombang maksimum yang terjadi tiap tahunnya.

a. Korelasi kecepatan angin

Pada umumnya, data angin yang diperoleh adalah data angin yang berasal dari darat, pada rumus – rumus pembangkitan gelombang data angin yang digunakan adalah data angin yang ada di atas permukaan laut. Oleh karena itu, data yang didapat dari pengukuran di darat ditransformasikan menjadi data angin di atas permukaan laut. Koreksi angin di darat dan di atas permukaan laut dapat menggunakan rumus berikut ini :

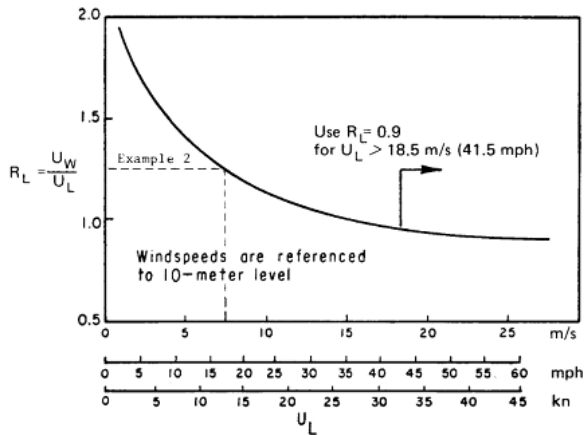
$$R_L = \frac{U_w}{U_L} \quad (2.4)$$

dimana :

R_L : Faktor koreksi terhadap kecepatan angin di darat

U_w : Kecepatan angin di atas permukaan laut

U_L : Kecepatan angin di atas daratan (m/dt)



(after Resio & Vincent, 1977b)

Gambar 2 5 Hubungan kecepatan angin di darat dan di laut

(Sumber: SPM Volume 1-1, P. 243, 1984)

Data angin diperoleh kemudian disajikan dalam diagram *wind rose*. Diagram ini menunjukkan prosentase kecepatan angin dengan kecepatan tertentu dari berbagai arah dalam periode waktu pencatatan.

Perumusan dan grafik pembangkitan gelombang mengandung variable U_A , dimana U_A adalah faktor tegangan angin yang dihitung dari kecepatan angin (lihat

Gambar 2.5). Setelah dilakukan berbagai konversi kecepatan angin, kecepatan angin dikonversi pada faktor tegangan angin, kecepatan angin dikonversi pada faktor tegangan angin dengan rumus berikut :

$$U_A = 0,71 U^{1,23} \quad (2.5)$$

Dimana :

U : Kecepatan angin dalam m/dt

U_A : Faktor tegangan angin (wind stress factor)

b. *Fetch*

Didalam peramalan gelombang dari data angin yang diperoleh, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu kecepatan angin, arah angin, panjang daerah pembangkit gelombang *fetch* dan lama hembusan angin pada *fetch*. *Fetch* dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Di daerah pembentuk gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin. *Fetch* efektif diperoleh dengan persamaan berikut :

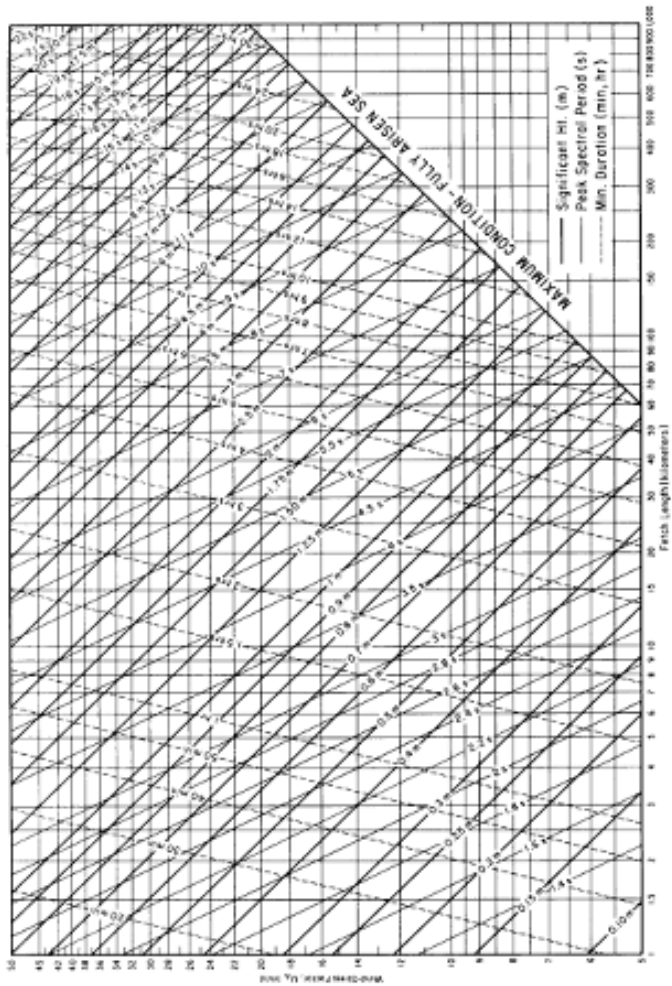
$$F_{eff} = \frac{\sum (X_i \cdot \text{Cosa}_i)}{\sum \text{Cosa}_i} \quad (2.6)$$

Dimana :

F_{eff} : *Fetch* rata-rata efektif

x_i : Panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir *fetch*

α_i : deviasi pada kedua sisi arah angin dengan menggunakan penambahan 6° sampai sudut 42° pada kedua sisi dari arah angin.



Gambar 2 6 Nomogram prediksi gelombang(metric unit)
 (Sumber: SPM Volume 1-1 Page 243, 1984)

Untuk perhitungan tinggi gelombang dipakai rumus dari *Shore Protection Manual*, Vol 1-1, Tabel 3.2, P.3-48, 1984 sebagai berikut :

$$H_{mo} = 1,616 \times 10^{-2} U_A F^{1/2} \quad (2.7)$$

$$T_m = 6,238 \times 10^{-1} (U_A F)^{1/3} \quad (2.8)$$

$$I = 8,93 \times 10^{-1} \left[\frac{F^2}{U_A} \right]^{1/3} \quad (2.9)$$

Dimana:

H_{s_o} : Tinggi gelombang *significant* (meter)

T_o : Periode gelombang puncak (detik)

F : Panjang *fetch* (km)

U_A : Faktor tegangan angin (9.8 m/s)

t : Durasi (jam)

Namun peramalan gelombang juga dapat dilakukan dengan pengolahan data secara langsung. Data pengukuran gelombang ini dapat menggunakan data dari BMKG yang dapat langsung diolah sehingga bisa langsung didapatkan tinggi gelombang rencana untuk perencanaan dermaga.

Pada umumnya tinggi gelombang kritis untuk bongkar muat ditentukan berdasarkan jenis kapal, kondisi bongkar muat, dan ukuran kapal, sesuai pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2 1 Tinggi gelombang ijin

Ship size	Threshold wave height for cargo handling ($H_{1/3}$)
Small-sized ships	0.3 m
Medium- and large-sized vessels	0.5 m
Very large vessels	0.7 ~ 1.5 m

Note: Small-sized ships are vessels smaller than about 500 GT that mainly use the basins for small crafts, and very large ships are vessels larger than about 50,000 GT that mainly use large dolphins and offshore berths. Medium- and large-sized ships are vessels that do not belong to the small-sized and very large ship categories.

(Sumber: *Technical Standards for Port and Harbour Facilities in Japan, Tabel C-4.4.1, P.388, 2002*)

2.11. Komponen Tanah

Secara spesifik komponen tanah pada sungai, rawa, payau, pantai, dan danau dibentuk melalui proses pergerakan sehingga mengalami pemisahan dan membentuk distribusi ukuran butir seragam dalam kondisi lepas (Youd, 1991). Mengetahui konsistensi komponen tanah bisa melewati pengujian *in-situ*, dengan uji lapangan *cone penetration test/CPT* dan *standard penetration test/N-SPT* (Blake, 1997). Gambaran tingkat konsistensi kepadatan lapisan tanah sedimen dari atas hingga bawah dapat mencerminkan tingkat kepadatannya yang dicirikan oleh material lepas hingga agak padat dengan nilai N-SPT < 10, material yang agak padat – padat dengan nilai N-SPT 10 – 30, dan material padat – sangat padat dengan nilai N-SPT > 30; (Mayerhoff, 1956). Tes laboratorium juga perlu dilakukan untuk mengetahui parameter tanah seperti kadar air, porositas, *specific gravity* dan densitas.

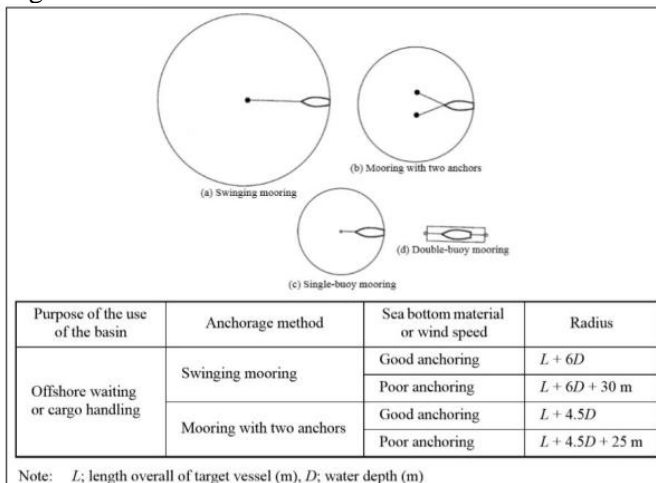
2.12. Layout Perairan

a. Area Penjangkaran

Area penjangkaran merupakan area kapal menunggu sebelum memasuki alur masuk atau bertambat ke dermaga. Penyebabnya antara lain karena cuaca buruk, dermaga dan alur masih terpakai, adanya karantina atau karena alasan lainnya. Aspek yang perlu diperhatikan dalam perencanaan area penjangkaran ini adalah :

- ✓ Jumlah kapal yang akan ditampung
- ✓ Karakteristik kapal
- ✓ Kedalaman dan luas perairan yang disediakan

Terdapat beberapa cara penjangkaran kapal pada area penjangkaran yang dapat dilihat pada **Gambar 2.7** termasuk kebutuhan luasan area penjangkaran dengan angkur dan dimana D adalah kedalaman air.



Gambar 2.7 Jenis – jenis dan kebutuhan area penjangkaran dengan angkur

(Sumber: *Technical Standards for Port and Harbour Facilities in Japan, Tabel C-4.2.1, P.387, 2002*)

b. Alur masuk

Alur masuk/*entrance channel* bermula dari mulut pelabuhan sampai kapal mulai berputar, di mana parameter – parameter yang diperlukan untuk penentuan alur masuk ini adalah lebar, kedalaman, tikungan, dan panjang alur masuk. Ada beberapa pertimbangan dalam mendesain yaitu keselamatan pelayaran, kemudahan kapal untuk bermanuver, dan sesuai dengan fasilitas lainnya yang terkait.

✓ Lebar ; untuk *one way*

$$W = W_{BM} + \sum W_i + W_{BR} + W_{BG} \quad (2.10)$$

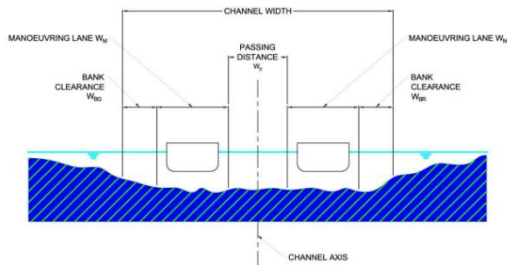
Dimana :

W : lebar alur

W_{BM} : lebar basic maneuvering lane

W_i : lebar tambahan

W_{BR}, W_{BG} : lebar bank clearance



Gambar 2 8 Elemen lebar alur

(Sumber: *PIANC Harbour AD Guidelines, Figure 3.2, P.85, 2014*)

Tabel 2 2 Lebar basic maneuvering lane

Ship Manoeuvrability	Good	Moderate	Poor
Basic Manoeuvring Lane, W_{BM}	1.3 B	1.5 B	1.8 B

(Sumber: *PIANC Harbour Guidelines, Tabel 3.4, P.96, 2014*)

Secara umum kapal tanker dan bulk carrier memiliki kemampuan kapal yang jelek/*poor*, sedangkan kapal container, RoRo, LNG memiliki kemampuan manuver kapal yang sedang/*moderate*, disisi lain kapal fery, kapal pesiar memiliki kemampuan manuver yang bagus/*good*.

Tabel 2 3 Lebar tambahan Wi

Width W_i	Vessel Speed	Outer Channel (open water)	Inner Channel (protected water)
(a) Vessel speed V_s (kts, with respect to the water) $V_s \geq 12$ kts 6 kts $\leq V_s < 12$ kts 5 kts $\leq V_s < 6$ kts	fast mod slow		0.1 B 0.0 0.0
(b) Prevailing cross wind V_w (kts) - mild $V_w < 15$ kts ($<$ Beaufort 4) - moderate 15 kts $\leq V_w < 33$ kts (Beaufort 4 - Beaufort 7) - strong 33 kts $\leq V_w < 45$ kts (Beaufort 7 - Beaufort 9)	fast mod slow fast mod slow fast mod slow		0.1 B 0.0 0.3 B 0.3 B 0.4 B 0.6 B 0.5 B 0.7 B 1.1 B
(c) Prevailing cross-current V_c (kts) - negligible $V_c < 0.2$ kts - low 0.2 kts $\leq V_c < 0.5$ kts - moderate 0.5 kts $\leq V_c < 1.5$ kts - strong 1.5 kts $\leq V_c < 2.0$ kts	all fast mod slow fast mod slow fast mod slow	0.0 0.2 B 0.25 B 0.3 B 0.5 B 0.7 B 1.0 B 1.0 B 1.2 B 1.6 B	0.0 0.1 B 0.2 B 0.3 B 0.4 B 0.6 B 0.8 B - - -
(d) Prevailing longitudinal current V_L (kts) - low $V_L < 1.5$ kts - moderate 1.5 kts $\leq V_L < 3$ kts - strong $V_L \geq 3$ kts	all fast mod slow fast mod slow		0.0 0.0 0.1 B 0.2 B 0.1 B 0.2 B 0.4 B
(e) Beam and stern quartering wave height H_s (m) - $H_s \leq 1$ m - 1 m $< H_s < 3$ m - $H_s \geq 3$ m	all all all	0.0 -0.5 B -1.0 B	0.0 - -
(f) Aids to Navigation (AtoN) - excellent - good - moderate			0.0 0.2 B 0.4 B
(g) Bottom surface - if depth $h \geq 1.5 T$ - if depth $h < 1.5 T$ then - smooth and soft - rough and hard			0.0 0.1 B 0.2 B
(h) Depth of waterway h		$h \geq 1.5 T$ $1.5 T > h \geq 1.25 T$ $h < 1.25 T$	0.0 B 0.1 B 0.2 B $h \geq 1.5 T$ $1.5 T > h \geq 1.15 T$ $h < 1.15 T$ 0.0 B 0.2 B 0.4 B

(Sumber: PIANC Harbour AD Guidelines, Tabel 3.5, P.97, 2014)

Tabel 2 4 Lebar *bank clearance*

Width for bank clearance (W_{BR} and/or W_{BG})	Vessel Speed	Outer channel (open water)	Inner channel (protected water)
Gentle underwater channel slope (1:10 or less steep)	fast	0.2 B	0.2 B
	moderate	0.1 B	0.1 B
	slow	0.0 B	0.0 B
Sloping channel edges and shoals	fast	0.7 B	0.7 B
	moderate	0.5 B	0.5 B
	slow	0.3 B	0.3 B
Steep and hard embankments, structures	fast	1.3 B	1.3 B
	moderate	1.0 B	1.0 B
	slow	0.5 B	0.5 B

Note:
1. W_{BR} and W_{BG} are widths on 'red' and 'green' sides of channel

(Sumber: PIANC Harbour AD Guidelines, Tabel 3.6, P.99, 2014)

✓ Kedalaman

Tabel 2 5 Kedalaman Alur Masuk

Description	Vessel Speed	Wave Conditions	Channel Bottom	Inner Channel	Outer Channel
<i>Ship Related Factors F_s</i>					
Depth h	≤ 10 kts	None		1.10 T	
	10 - 15 kts			1.12 T	
	> 15 kts			1.15 T	
	All	Low swell ($H_s < 1$ m)			1.15 T to 1.2 T
		Moderate swell (1 m $< H_s < 2$ m)			1.2 T to 1.3 T
		Heavy swell ($H_s > 2$ m)			1.3 T to 1.4 T
<i>Add for Channel Bottom Type</i>					
All	All	Mud	None	None	
		Sand/clay	0.4 m	0.5 m	
		Rock/coral	0.6 m	1.0 m	
<i>Air Draught Clearance (ADC)</i>					
ADC	All	All		0.05 H_{st}	0.05 H_{st} + 0.4 T

Notes:
1. For Ship Related Factors: Assumes $T > 10$ m. If $T < 10$ m, use value for $T = 10$ m
2. Swell means waves with peak periods T_p greater than 10 s
3. For Outer Channel swell values, use lower value for smaller swell wave periods and higher value for larger swell periods
4. Value of significant wave height H_s is dependent on required operation, design ship type, level of accessibility, wave period and relative wave direction
5. H_{st} is the distance from the sea surface to the top of the ship
6. Seawater density assumed for T . Additional adjustments required if fresh water.

(Sumber: PIANC Harbour AD Guidelines, Tabel 2.2, P.48, 2014)

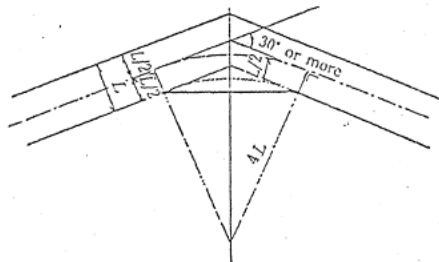
✓ Tikungan

Untuk mengurangi kesulitan dalam pelayaran sedapat mungkin trase alur pelayaran merupakan garis lurus.

Apabila hal tersebut, maka sumbu alur dibuat dengan beberapa bagian lurus yang dihubungkan dengan busur lingkaran. Apabila terdapat belokan maka belokan tersebut harus berupa kurva lengkung. Jari – jari busur pada belokan tergantung pada sudut belokan terdapat sumbu alur. Jari – jari minimum untuk kapal yang membelok ditentukan sebagai berikut:

$$R > 4 \times L_{OA} \rightarrow \alpha > 30^0 \quad (2.11)$$

Lebar alur pada belokan dibuat lebih besar dibandingkan dengan alur pada bagian lurus, yang dimaksudkan untuk memudahkan gerak kapal. Tergantung pada olah gerak kapal dan jari – jari belokan, pelebaran bervariasi dari sekitar dua kali lebar kapal terbesar pada bagian lurus sampai empat kali lebar kapal terbesar dibelokan. Alur pada belokan ini dapat dilihat **Gambar 2.9**.



Gambar 2 9 Alur pada tikungan

(Sumber : *Technical Standart for Port and Harbour Facilities in Japan, Figure C-2.2.2, P. 346, 2002*)

- ✓ Panjang Alur
 Panjang alur masuk direncanakan berdasarkan kemampuan kapal untuk menurunkan kecepatan dari kecepatan jelajah di laut atau kecepatan awal menjadi berhenti atau kecepatan nol dengan mesin tetap menyala.

Berdasarkan *Permanent International Association of Navigation Congresses/PIANC*, 2014 merekomendasikan panjang alur minimal $3 \times L_{OA} + 2300$ m, dengan kondisi kapal menurunkan kecepatan ± 9 knot ke 4 knot selama sekitar 15 menit sambil menunggu membutuhkan jarak 2300 m.

c. Kolam putar

Kolam putar yang digunakan untuk mengubah arah kapal dapat diletakkan di ujung alur masuk atau diletakkan di sepanjang alur bila alurnya panjang. Kapal diharapkan dapat dapat bermanuver dengan kecepatan rendah (mendekati nol). Area yang disediakan dibatasi dengan bentuk lingkaran berdiameter Db . Sedangkan kedalaman perairan dapat disamakan dengan alur masuk. Untuk diameter kolam putar (Db) dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$Db = 2 \times L_{OA} ; \text{ kapal bermanuver dengan dipandu (2.12)}$$

$$Db = 3 \times L_{OA} ; \text{ kapal bermanuver tnp kapal pandu (2.13)}$$

(Sumber: *PIANC Harbour Guidelines, Sub 3.1.8.4, P.97, 2014*)

d. Kolam Dermaga

Kolam dermaga berada di depan dermaga dan luasan ini perlu ditentukan bila perlu kedalaman perairan dilakukan pengerukan. Secara keseluruhan ukuran kolam dermaga dapat ditentukan melalui KM 54 Tahun 2002 Lampiran I, areal tempat sandar kapal terdiri dari

$$A = \text{panjang (Pk)} \times \text{Lebar (Wk)} \quad (2.14)$$

$$Pk = 1.8 \times L_{OA_{total}} \quad (2.15)$$

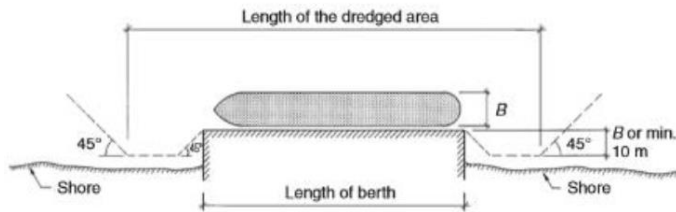
$$Wk = 1.25 \times B \quad (2.16)$$

Sedangkan kedalaman perairan yang direncanakan harus lebih dalam dari draft penuh kapal terbesar, ditambah kedalaman untuk gerakan akibat gelombang dan angin

maupun arus serta *squad* dan *trim* sebagai konsekuensi pergerakan kapal, serta untuk ketidakteraturan kedalaman perairan dan kondisi tanah dasar laut. Kedalaman kolam dermaga berdasarkan *Standart Design Criteria for Ports in Indonesia* pasal 6.2.5 halaman 27, dapat ditentukan penggunaan persamaan $(1,05 \text{ s/d } 1,15) \times \text{draft}$

e. Pengerukkan (*Dredging*)

Jika area berlabuh diperlukan pengerukan maka, kebutuhan pengerukan di sesuaikan **Gambar 2.10**.



Gambar 2 10 Area pengerukan sekitar dermaga
(Sumber: *Port Designer's Handbook Recommendations and Guidelines, Figure 3.5, P.85, 2014*)

Panjang daerah yang dilakukan pengerukan untuk kapal dengan bantuan kapal penarik tidak kurang dari 1.25 kali panjang kapal paling besar, dan untuk kapal tanpa bantuan kapal penarik tidak kurang dari 1,5 kali panjang. Lebar pengerukkan di pasang surut setidaknya harus 1,25 kali lebar kapal yang paling besar.

Dalam menentukan kapal keruk (dredger) yang digunakan dalam pengerukan ada beberapa pertimbangan yang perlu di perhatikan. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan jenis kapal keruk adalah :

- Jenis tanah
- Volume pekerjaan
- Kedalaman dan lingkungan perairan

Tiga hal diatas menjadi faktor utama yang mempengaruhi dalam pemilihan kapal keruk dan produktivitas kapal. Berikut ini tabel jenis – jenis kapal keruk dan hubungannya dengan jenis tanah dapat dilihat pada **Tabel 2.6**

Tabel 2 6 Pemilihan Jenis Kapal Keruk

JENIS TANAH			JENIS ALAT KERUK					
Klasifikasi	Keadaan	N	Pump Dredger	Hopper Dredger	Grab Gredger	Bucket Dredger	Dipper Dredger	Rock Breaker
Tanah Lempung	Sangat lunak	< 40	√	√	√	√		
	Lunak	4	√	√	√	√		
	Sedang	10	√	√	√	√		
	Keras	10	√		√	√		
	Lebih keras	20	√		√	√	√	√
	Sangat keras	20	√		√	√	√	√
Tanah Kepasiran	Lunak	< 10	√	√	√	√		
	Sedang	10	√	√	√	√		
	Keras	20	√	√	√	√		
	Lebih keras	20	√		√	√	√	√
	Sangat keras	30	√		√	√	√	√
Tanah Lempung Berkerikil	Lunak	< 30	√	√	√	√	√	√
	Keras	> 30	√	√	√	√	√	√
Tanah Kepasiran Berkerikil	Lunak	< 30	√		√	√	√	√
	Keras	> 30	√		√	√	√	√

(Sumber: Pedoman Teknis Kegiatan Pengerukan dan Reklamasi, Departemen Perhubungan, 2006)

2.13. Layout Dermaga

Berdasarkan karakteristik tipe dermaga dapat dibedakan menjadi tiga yaitu *wharf* atau *quai*, *jetty* dan *pier* (Triatmojo, B, 2003). Pada perencanaan kali ini dipilih dermaga *wharf* yang terdiri dari:

a. Panjang Dermaga

Untuk jumlah dermaga lebih dari satu yang menerus, dapat ditentukan dengan cara lain terutama terkait variasi panjang kapal bertambat dan produktivitas kerja peralatan misalnya crane (Velsink, 1994). Panjang dermaga untuk bertambat kapal parallel ditentukan berdasarkan posisi ikatan kapal ke bollard yang membentuk sudut $30^\circ - 45^\circ$ (OCDI, 2009). Panjang dermaga dapat dihitung dengan rumusan sebagai berikut:

$$L_p = n \times L_{OA} + (n+1) \times 10\% \times L_{OA} \quad (2.17)$$

(Sumber : *Standart Design Criteria for Ports in Indonesia, Sub VII.1.1, P.29, 1984 & OCDI, P.687, 2009*)

b. Lebar Dermaga

Perhitungan lebar dermaga harus mempertimbangkan beberapa hal, seperti jarak tepi salah satu sisi dermaga yang akan beroperasi diatas dermaga dapat berjalan dengan aman, dan posisi kendaraan atau alat angkut yang beroperasi di dermaga dan lebar area pada saat melakukan manuver. Lebar dermaga antara 15 sampai 50 m atau bisa dihitung menggunakan persamaan:

$$B = a + b \quad (2.18)$$

c. Elevasi Dermaga

Perencanaan ini penentuan elevasi lantai dermaga ditentukan oleh keadaan pasang surut dan jenis kapal

rencana. Berdasarkan *Standard Design Criteria for Ports in Indonesia*, ditentukan besar elevasi lantai dermaga diatas HWLS/ *High Level Water Sping* berdasarkan pasang surut air laut dan kedalaman rencana sebagai berikut :

Tabel 2 7 Perhitungan elevasi dermaga

	Pasang surut lebih dari 3 meter	Pasang surut kurang dari 3 meter
Kapal besar (kedalaman air > 4,5 m)	Beda pasang surut + (0,5 ~ 1,5 meter)	Beda pasang surut + (1 ~ 2 meter)
Kapal kecil (kedalaman air < 4,5 meter)	Beda pasang surut + (0,3 ~ 1 meter)	Beda pasang surut + (0,5 ~ 1,5 meter)

(Sumber: *Standard Design Criteria for Ports in Indonesia*, Tabel 7.1, P.29, 1984)

Berdasarkan ketentuan **Tabel 2.7** diatas, penentuan elevasi apron dengan kedalaman rencana 4.5 atau lebih dan besar air surut kurang dari 3 m adalah 1.0 s/d 2.0 m diatas HWL.

2.14. Pembebanan Vertikal Dermaga

a. Beban mati (baban sendiri konstruksi)

Beban mati merupakan berat sendiri dari komponen struktur yang secara permanen dan konstan membebani selama waktu hidup konstruksi. Komponen-komponen yang membebani tersebut diantaranya pelat, balok, fender dan bollard. Berat jenis material dari komponen - komponen dalam desain dermaga dapat dilihat pada **Tabel 2.8**. Untuk kasus dimana berat jenis material lain dapat ditentukan dengan cara penelitian ataupun dengan cara lain.

Tabel 2 8 Berat jenis material

Material	Berat jenis (kN/m ³)
Baja	77
Aluminium	27,5
Beton bertulang	24
Beton	22,6
Timber	7,8
Aspal beton	22,6
Batu (granit)	26
Batu berpasir	25
Pasir, kerikil dan puing – puing (basah)	18

(Sumber: *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*, Tabel 15.2.1, P.207, 2002)

b. Beban hidup merata

Beban hidup merupakan beban yang terjadi akibat muatan yang dianggap merata di atas dermaga. Beban hidup terbagi rata bisa berupa beban air hujan dan beban pangkalan. Saat menghitung stabilitas struktur secara keseluruhan, beban tidak merata dapat dikonversi menjadi beban merata di daerah apron maupun gudang. Namun, beban maksimal yang terkonsentrasi secara besar harus tetap dipertimbangkan tanpa dikonversi menjadi beban merata.

c. Beban hidup terpusat

Beban hidup terpusat yang terjadi pada struktur dermaga merupakan beban akibat alat yang besarnya ditentukan berdasarkan peralatan yang akan digunakan di atas dermaga tersebut dan harus diposisikan sedemikian rupa sehingga menghasilkan kondisi pembebanan yang paling kritis.

2.15. Beban Horizontal Dermaga

a. Gaya Tumbukkan Kapal

Gaya tumbukkan kapal merupakan gaya yang ditumbukkan akibat benturan antara kapal yang masih memiliki kecepatan dengan dermaga saat kapal merapat ke dermaga. Energi ini kemudian diterima oleh fender kemudian di redam dan ditransfer menjadi gaya horizontal tekan yang membebani bangunan dermaga. Hubungan antara gaya dan energy benturan tergantung pada tipe fender yang digunakan.

b. Gaya Tarikan Kapal

Saat kapal merapat di sepanjang dermaga, kapal akan berhenti dengan ditahan oleh tali yang diikatkan pada bollard. Gaya tarik yang bekerja ini sangat berpengaruh pada stabilitas struktur dermaga karena adanya gaya yang cukup besar. Beban tarik ini akan ditahan oleh struktur bollard yang didesain untuk menahan gaya tarikan akibat kapal, angin dan arus. Untuk itu bollard harus mampu menahan gaya tarikan yang paling tidak sama dengan yang bisa memutuskan tali penambat.

c. Gaya Angin

Angin yang menerpa badan kapal yang sedang bertambat akan menyebabkan gaya pada dermaga. Jika arah angin meninggalkan dermaga maka akan menyebabkan gaya tarik kapal pada bollard. Namun apabila arah angin menuju dermaga maka akan menyebabkan gaya benturan ke dermaga.

Perhitungan beban angin dilakukan pada sebagian struktur di atas muka air dengan kondisi maksimum desain kapal. Beban angin pada struktur dihitung pada saat pasang dan


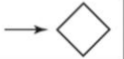

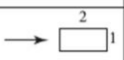


surut arah longitudinal dan transversal. Perlu diperhatikan juga pada saat kapal bermuatan dan pada saat kondisi kapal kosong. Perhitungan ini berdasarkan *The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI)*. “*Technical Standars and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*”.

$$F_w = 0.5 \times \rho_a \times C_w \times V_w^2 \times A_w \quad (2.19)$$

Dimana,

- F_w : Gaya drag angin (N)
- ρ_a : Masa jenis ($1,23 \text{ kg/m}^3$)
- A_w : Area objek angin (m^2)
- V_w^2 : Kecepatan angin (m/s)
- C_w : Koefisien hambatan angin

Tabel 2 9 Koefisien hambatan angin

	Square cross-section	2.0
	"	1.6
	Rectangular cross-section (ratio of side lengths = 1:2)	2.3
	"	1.5
	" (when one face is in contact with the ground)	1.2
	Circular cross-section (smooth surface)	1.2

(Sumber : OC DI, Tabel 8.2.1,P. 144, 2002)

d. Gaya akibat arus

Arus yang bekerja pada kapal bagian yang terendam air akan menyebabkan gaya pada kapal. Kemudian gaya tersebut diteruskan pada alat penambat dan dermaga. Beban arus terjadi di sepanjang tiang yang berada di bawah muka air dan kecepatannya diasumsikan konstan. Beban arus yang bekerja pada tiang dihitung per – m panjang tiang di bawah muka air. Perhitungan ini berdasarkan OCDI “*Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*”.

$$F_D = 0.5 \times C_D \times \rho_0 \times A \times U^2 \quad (2.20)$$

Dimana : F_D = Gaya tarik akibat arus (kN)
 C_D = Koefisien gaya tarik (1,2)
 ρ = Massa jenis (1,025 t/m³)
 A = Area objek (dia.pondasi) arus (m²)
 U^2 = kecepatan aliran (m/s)

e. Beban Gempa

Beban Gempa menggunakan program bantu SAP 2000 perhitungan beban gempa dilakukan secara dinamis dengan menggunakan *respon spectra* menurut SNI 03-1726-2013.

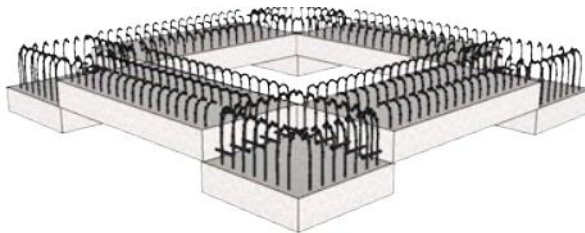
2.16. Struktur Atas Dermaga

Tipe struktur yang digunakan adalah *deck on pile*. Struktur *deck on pile* menggunakan tiang pancang sebagai pondasi bagi lantai dermaga. Seluruh beban di lantai dermaga diterima sistem lantai dermaga dan tiang pancang. Struktur dermaga *deck on pile* merupakan jenis dermaga terbuka dengan lantai dan balok dermaga

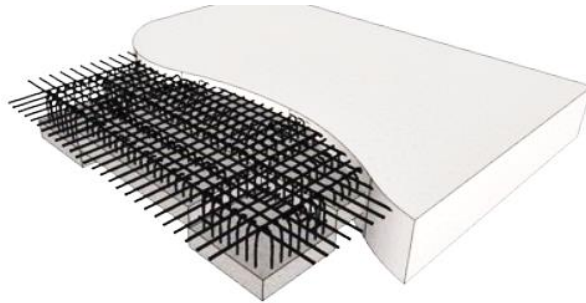
menumpu pada *poer/pilecap* yang didukung oleh tiang pancang dengan kombinasi vertikal dan miring sebagai pondasi struktur dimana stabilitasnya bergantung pada kapasitas daya dukung dan kapasitas lateral tiang pancang. Adapun hal – hal yang perlu ditinjau:

- a. Pembebanan
- b. Beton *Precast*

Element *Precast* yang digunakan yakni, balok, plat dan *poer*. Setelah element *precast* selesai kemudian dilakukan penginstalan. Pelat *precast* ditumpu pada balok pada kedua sisi platnya, selanjutnya akan dilakukan pengecoran */topping off* pada permukaan plat secara terus-menerus, sehingga plat *precast* pada perencanaan dermaga ini tidak hanya berfungsi sebagai bekisting saja tetapi termasuk struktur elemen dermaga. *Shear connector* diperlukan agar element *precast* tersebut menjadi satu kesatuan */monolit*, sedangkan *poer* digunakan hanya sebagai media perletakkan beban balok ke pondasi tiang pancang.



(a)



(b)

Gambar 2 11 (a) Pemasangan half beam precast (b) Pemasangan top rebar diatas slab dan half beam precast, serta pengecoran keseluruhan.

c. *Temporary Support*

Temporary support merupakan komponen struktur yang berfungsi sebagai tumpuan saat penginstalan komponen balok *precast* dan juga poer. Untuk perencanaan tulangan lentur komponen *temporary support* diasumsikan sama dengan penulangan komponen plat.

d. Plank Fender

Plank Fender merupakan komponen struktur yang berfungsi sebagai tempat pemasangan fender. Untuk perencanaan tulangan lentur komponen plank fender diasumsikan sama dengan penulangan komponen pelat.

2.17. Struktur Bawah Dermaga

Pada struktur dermaga bagian bawah digunakan tiang pancang untuk menyalurkan beban permukaan ke dalam tanah. Tiang pancang dapat dipasang secara *single* maupun *group* dan bisa tertanam penuh atau tertanam sebagian. Tipe material untuk tiang pancang dapat berupa kayu, beton atau baja. Daya dukung *ultimate* pondasi tiang pancang ditentukan oleh hal – hal

diantaranya daya dukung tanah, pembebanan serta metode pemasangan. Sebelum dilakukan pemancangan, material atau bahan dari tiang pancang perlu dicek terlebih dahulu. Kontrol tersebut dilakukan dengan mengecek besarnya tegangan yang terjadi akibat beban luar harus lebih rendah dari tegangan izin bahan, dan momen yang terjadi harus lebih kecil dari kekuatan momen *ultimate* atau momen *crack* dari bahan.

Memperhitungkan hasil dari N-SPT yang diperoleh dilakukan perhitungan daya dukung tiang pancang terhadap gaya horizontal yang diijinkan sekitar 0,7 ton (Bambang Triatmojo, 1996 hal 184). Permodelan pondasi tiang pancang dimodelkan perletakkan jepit pada kedalaman dimana diasumsikan tiang pancang berasal pada kondisi terjepit penuh.

a. Perhitungan Daya Dukung metode *Luciano Decourt*

Pada perhitungan daya dukung tanah menggunakan metode *Luciano Decourt* dengan persamaan :

$$Q_L = Q_P + Q_S \quad (2.21)$$

$$Q_{ijin} = Q_L / SF \quad (2.22)$$

keterangan:

Q_L : daya dukung tanah maksimum (ton)

Q_P : *resistance ultimate* di dasar pondasi (ton)

Q_S : *resistance ultimate* akibat lekatan lateral (ton)

SF : berada di antara 2.5 – 3

Menghitung Q_P

$$\begin{aligned} Q_P &= \alpha \times q_p \times A_p \\ &= \alpha \times (N_p \times K) \times A_p \end{aligned} \quad (2.23)$$

Keterangan:

α : *base coefficient* (terdapat pada Tabel 2.9)

N_p : harga rata-rata SPT sekitar 4B diatas hingga 4B dibawah dasar tiang. (B = diameter tiang)

Catatan : nilai N adalah harga SPT di dasar pondasi. Apabila tanah lempung/berpasir lanau/*silty sands* dalam kondisi terendam/dibawah muka air tanah maka harga N_p harus dikoreksi menjadi N' berdasarkan rumus Terzaghi & Peck berikut,

$$N' = 15 + 0.5 (N-15) \quad , \text{ untuk } N > 15$$

$$N' = 1,25 N \quad , \text{ untuk gravel dan sand gravel}$$

K : koefisien karakteristik tanah di atas pondasi,

$$K = 12 \text{ t/m}^2 = 117,7 \text{ kPa untuk lempung}$$

$$K = 20 \text{ t/m}^2 = 196 \text{ kPa untuk lempung lanau}$$

$$K = 25 \text{ t/m}^2 = 245 \text{ kPa untuk pasir berlanau}$$

$$K = 40 \text{ t/m}^2 = 392 \text{ kPa untuk pasir}$$

A_p : luas penampang dasar tiang (m^2)

q_p : tegangan ujung tinggi (t/m^2)

Menghitung Q_s

$$\begin{aligned} Q_s &= \beta \times q_s \times A_s \\ &= \beta \times (N_s/3 + 1) \times A_s \end{aligned} \quad (2.24)$$

Keterangan:

β : *shaft coefficient* terdapat pada Tabel 2.9

q_s : tegangan akibat lekatan lateral (t/m^2)

N_s : harga N rata sepanjang tiang tertanam, dengan batasan $3 < N < 50$, khusus untuk aspek friction

A_s : luas selimut tiang yang terbenam (m^2), keliling x panjang tiang yang terbenam.

Tabel 2 10 Nilai base coefficient (α) dan shaft coefficient (β)

Pile/soil	Clay		Intermediate soil		Sands	
	α	β	α	β	α	β
Driven pile	1	1	1	1	1	1
Bore pile	0,85	0,8	0,6	0,65	0,5	0,5
Injected pile	1	3	1	3	1	3

(Sumber : Decourt and Quaresma, 1978; Decourt et al., 1996)

maka persamaan metode Luciano Decourt,

$$Q_L = Q_P + Q_S \\ = (\alpha \times (N_p \times K) \times A_p) + (\beta \times (N_s/3 + 1) \times A_s) \quad (2.31)$$

b. Perhitungan Daya Dukung metode OCDI

Berdasarkan “*Technical Standart And Commentaries For Port And Harbour Facilities In Japan (OCDI)*”, 2002 sub bab 4.1.5 halaman 286.

Ketika menggunakan formula kapasitas, perhatikan perbedaan metode konstruksi :

- Untuk tanah berpasir

$$R_u = 300NA_p + 2\bar{N}A_s \quad (2.25)$$

Dimana :

R_u : kapasitas daya dukung ultimate tiang (kN)

A_p : Luasan ujung tiang pancang (m^2)

A_s : Jumlah luasan keliling tiang pancang (m^2)

N : Nilai N-spt di sekitar ujung tiang pancang

\bar{N} : Nilai N-spt rata-rata untuk total panjang penetrasi tiang

Nilai N dihitung dengan persamaan

$$N = \frac{N_1 + \bar{N}_2}{2}$$

Dimana :

N_1 = nilai N di ujung tiang

\bar{N}_2 = nilai N di antara ujung tiang hingga 4B diatas

B = Diameter tiang pancang (m)

Kewaspadaan diperlukan di sini untuk memperkirakan kapasitas daya dukung ultimate tiang di tanah dengan nilai N-spt ≥ 50 , sejak N-spt > 50 mungkin tidak dapat diandalkan. Disamping itu, masih harus dikonfirmasi apakah persamaan (2.32) dapat diterapkan langsung dengan jenis tanah keras.

- Untuk tanah lempung

$$R_u = 8c_p A_p + \bar{c}_a A_s$$

Dimana :

C_p = Kohesi di ujung tiang (kN/m²)

\bar{c}_a = Adhesi total untuk panjang tumpuan tertanam (kN/m²)

Nilai adhesi dapat dihitung mengikuti persamaan

$$C_a = c \quad : c \leq 100 \text{ kN/m}^2$$

$$C_a = 100 \text{ Kn/m}^2 \quad : c > 100 \text{ kN/m}^2$$

Disini diperhatikan kondisi karakteristik tanah dan kondisi tiang dan nilai yang didapat dari adhesi harus diperiksa. Hal ini karena ada masalah teoritis dalam menghitung adhesi tiang dari tanah kohesi atau kekuatan tekan terbatas.

Untuk nilai safety dapat dilihat pada Tabel 2.11

Tabel 2 11 Nilai Minimum Safety Factor

Ordinary condition		2.5
During an earthquake	Bearing piles	1.5
	Friction piles	2.0

(Sumber: T-4.1.1, P. 285, OCIDI, 2002)

c. Kontrol kekuatan bahan

Spesifikasi kekuatan bahan tiang pancang yang diproduksi oleh pabrik berupa momen *crack* harus dikontrol terhadap momen yang terjadi pada tiang panjang. Momen yang terjadi pada tiang pancang didapatkan dari perhitungan program bantu SAP. Momen yang disyaratkan adalah sebagai berikut :

$$M_{\text{tiang pancang}} < M_{\text{crack}} \quad (2.26)$$

Selain kontrol momen, tegangan tekan yang terjadi akibat beban kerja harus lebih kecil dari kapasitas tekan yang diijinkan sebagai berikut :

$$f = \frac{P}{A} \leq f_{\text{izin}} \quad (2.27)$$

Keterangan :

- F = tegangan yang terjadi akibat beban baik itu aksial maupun momen (kg/cm^2)
 f_{izin} = tegangan ijin lentur dari material beton bertulang
P = gaya tekan kerja yang terjadi (kg)
A = luas penampang tiang (cm^2)

- d. Posisi titik jepit tiang pancang (*point of fixity*)

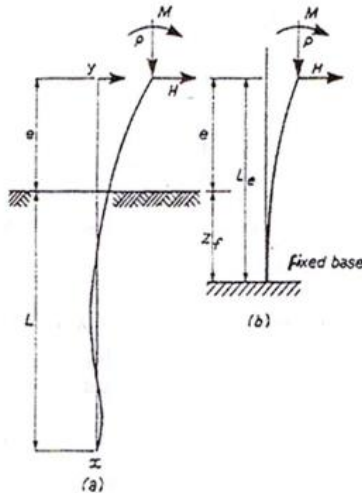
Posisi titik jepit tiang dari permukaan tanah (Z_f) untuk jenis *normally consolidated clay* dan *granular soil* adalah $1,8 T$ dapat dilihat pada **Gambar 2.8**, di mana T adalah faktor kelakuan yang dihitung sebagai berikut :

$$T = \sqrt[5]{\frac{EI}{nh}} \quad (2.28)$$

Keterangan:

E = Modulus elastisitas *young* yang tergantung dari bahan tiang pancang

I = Momen inersia dari penampang tiang pancang
 nh = untuk *cohesionless soil* diperoleh dari Terzaghi, sedangkan untuk *normally consolidated clays* = 350 s/d 700 kN/m^3 dan *soft organic silts* = 150 kN/m^2



Gambar 2 12 Posisi titik jepit tiang pancang
 (Sumber : Daya Dukung Pondasi Dalam, Wahyudi)

e. Kontrol lendutan

Untuk mendapatkan besar defleksi horizontal (Y) dari tiang vertikal dapat menggunakan rumus :

$$Y = \frac{H \times (e + Z_f)^3}{12 \times E \times I} \quad (2.29)$$

Keterangan :

H = beban lateral (ton)

e = jarak lateral load dengan muka tanah (m)

Z_f = posisi titik jepit tanah terhadap sebuah tiang pondasi (m).

f. Kontrol Defleksi

Kontrol defleksi bertujuan untuk melihat defleksi maksimum pada bangunan yang harus kurang dari defleksi izin. Untuk defleksi *horizontal* izin dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2 12 Batas defleksi operasional untuk struktur maritim

Deflection type	Structure type	Deflection limit	Additional comment
Vertical deflections	Cantilevers	Length/180	For petrochemical or similar pipelines, use Length/200.
	Spanning beams	Span/200	Unless the beam supports special claddings or coatings requiring a more restricted deflection control. For petrochemical or similar pipelines, use Span/400.
Horizontal deflection	Tops of piled bents or columns	Height/300 with a maximum of 100 mm	—
Dynamic effects (for motions in vertical or horizontal direction)	Generally	Refer to BS EN 1990:2002 +A1:2005, Annex A2	—

(Sumber: BS 6439-2, Tabel 1, P.25, 2010)

g. Kontrol tiang pancang berdiri sendiri

Pada saat tiang telah selesai dilakukan pemancangan, kekuatan tiang pada saat berdiri sendiri harus di cek terhadap gelombang. Frekuensi tiang pancang harus lebih besar lebih besar dari frekuensi gelombang agar tidak goyang dan patah. Perhitungan frekuensi tiang pancang dan gelombang adalah sebagai berikut:

$$\omega t = 1,73 \sqrt{\frac{E \times I}{w \times l^2 / g}} \quad (2.30)$$

$$\omega = \frac{1}{T} \quad (2.31)$$

dimana :

- ωt = frekuensi tiang
- w = berat tiang pancang (kg)
- l = tinggi tiang diatas tanah
- g = gravitasi (m/s^2)
- ω = frekuensi gelombang
- T = periode gelombang (s)

h. Kontrol Kuat Tekuk

Untuk kontrol tekuk terhadap kelangsingan tiang pancang dapat menggunakan rumus :

1. *Free headed conditions*

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{min}}{4(Z_f + e)^2} \quad (2.32)$$

2. *Fixed and translating headed conditions*

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{min}}{(Z_f + e)^2} \quad (2.33)$$

dimana:

P_{cr} = Daya dukung tiang kritis

e = Jarak lateral load (m)

Z_f = Posisi titik jepit tiang (m)

I_{min} = Momen inersia minimum tiang (m^4)

i. Kontrol Terhadap Beban Lateral

$$\textit{Free headed pile} : Hu = Mu / (w + Zf) \quad (2.34)$$

$$\textit{Fixed headed pile} : Hu = 2 \times Mu / (e + Zf) \quad (2.35)$$

j. Perhitungan *Calendering*

Secara umum *calendering* digunakan pada pekerjaan pemancangan tiang pancang untuk mengetahui daya dukung tanah secara empiris melalui perhitungan yang dihasilkan oleh proses pemukulan alat pancang. Alat pancang bisa berupa *diesel hammer* maupun *hydraulic hammer*. Perhitungan *calendering* menghasilkan output yang berupa daya dukung tanah dalam ton dan menentukan penumbukan terakhir (S), sehingga dapat diketahui kapan pemancangan dihentikan. Untuk *kalendering* digunakan *Alfred Hilley Formula*.

$$Qu = \frac{\alpha \times W \times H}{S + 0.5 \times C} \times \frac{W \times n^2 \times Wp}{W + Wp} \quad (2.36)$$

Keterangan:

Qu : kapasitas *ultimate* tiang pancang (ton)

α : efisiensi hammer

$\alpha = 0.95$ untuk *hydraulic hammer*

- $\alpha = 0.85$ untuk *hydraulic hammer*
 $\alpha = 0.75$ untuk *hydraulic hammer*
- W : berat hammer (K25 = 2,5 T ; K35 = 3,5 T)
 W_p : *weight of pile* (ton)
 H : tinggi jatuh hammer
 (1,9 m s/d 2 m untuk kondisi normal)
 n : *coeffisien of restitution*
 n = 0,25 untuk tiang kayu/beton
 n = 0,4 untuk tiang beton tanpa cap
 n = 0,55 untuk tiang baja tanpa cushion
 S : penetrasi pukulan terakhir (cm/blow)
 C : *total tempory compression* (mm)
 = C₁ + C₂ + C₃
- C1 : kompresi sementara dari cushion, menurut BSP:
 3 mm = *Hard cushion*
 5 mm = *Hard cushion + packing, soft cushion*
 7 mm = *Soft cushion + packing*
- C2 : kompresi sementara dari tiang
 =
$$\frac{Qu \times L}{Ap \times E_{pile}}$$
- Untuk tiang beton :
 400 OD = 9 mm s/d 12 mm
 500 OD = 10 mm s/d 14 mm
- Untuk tiang baja :
 500 OD = 7 mm s/d 11 mm
 600 OD = 8 mm s/d 12 mm
- C3 : kompresi sementara dari tanah, nilai nominal = 2,5 mm
 Tanah keras (SPT > 50) : 0-1 mm

Tanah keras (SPT 20-30)	: 2-3 mm
Tanah keras (SPT 10-20)	: 4-5 mm

Adapun pemilihan tipe hammer harus didasarkan pada penetrasi per set selama pemancangan yaitu tidak kurang dari 5 mm (5 blows/25 mm) dan final set kira-kira 2 mm (10 – 12 blows/25 mm). Apabila selama 3 menit mencapai 25 blows per 25 mm, maka hammer harus dihentikan.

2.18. Jenis Kapal

- a. Kapal Utama General Cargo

Struktur dermaga pada perencanaan ini didesain untuk melayani kapal *general cargo* seperti **Gambar 2.13**.



Gambar 2.13 Kapal Logistik Nusantara 5, 2008
(sumber: www.vesselfinder.com)

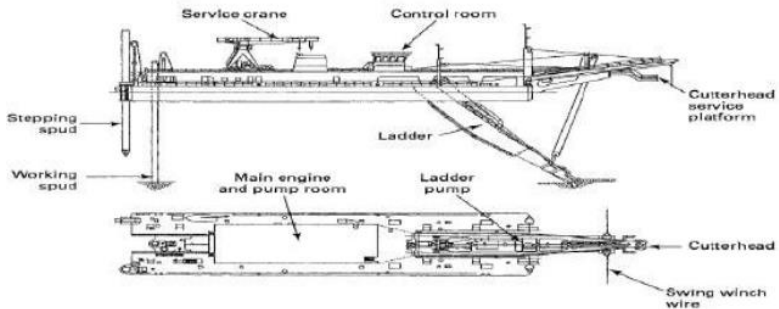
Adapun spesifikasi kapal tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

AIS Type : Cargo Ship
 Flag : Indonesia
 Destination : Ciwanan
 IMO/MMSI : 9351361/525105004
 Gross Tonnage : 8407
 DWT : 11184 t
 Length Overall : 130 m
 Breadth : 19 m
 Draft : 8 m

b. Cutter Suction Dredger (CSD)

Kapal keruk berdasarkan cara penggalian dan operasinya dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu cara mekanik, cara hidrolis dan cara hidrodinamik. Kapal keruk Hidrolis itu mencakup seluruh peralatan keruk yang menggunakan pompa sentrifugal dalam sistem transportasinya memindahkan material hasil pengerukan. CSD diklasifikasikan kedalam kapal keruk Hidrolis, yang memiliki kemampuan untuk mengeruk hamper seluruh

jenis tanah (pasir, tanah liat, batu). Adapun detail untuk kapal CSD dapat dilihat pada **Gambar 2.14** dibawah ini.



Gambar 2 14 Cutter Suction Dredger

(Sumber: *Dredging, A Handbook for Engineers*, R.N. Bray, A.D. Bates, J.M. Land)

Prosedur pekerjaan pengerukan dengan menggunakan Cutter Suction Dredger. Pergerakan CSD dalam mengeruk menggunakan jangkar yang disambung dengan sling yang diikatkan pada cutterhead, dengan winch draghead ditarik kekiri – kanan untuk memotong material di dalam air. Sedangkan satu spud bekerja agar CSD tetap pada posisinya, Untuk menggerakkan CSD pada lokasi lain dengan menggunakan Spud (seperti melangkah) salah satu spud station dan spud lainnya bergerak maju.

c. Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD)

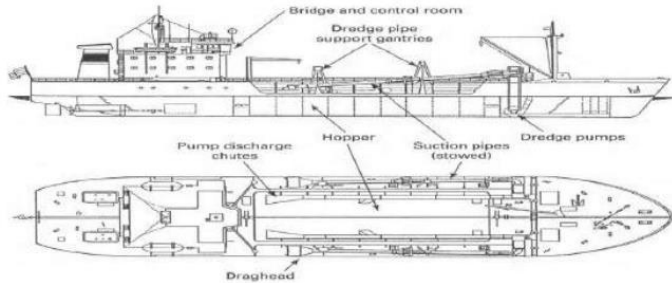
Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD) merupakan jenis kapal keruk yang dilengkapi dengan propeller (untuk berlayar) dan ruang muatan material (Hopper). Ukuran dari kapal keruk jenis TSHD ini adalah kapasitas Hopper, dan saat ini sudah berbagai ukuran yang telah dibangun dan dioperasikan. TSHD yang terbesar di dunia adalah TSHD. Leiv Eiriksson dan TSHD. Cristobal Colon. Adapun berbagai ukuran TSHD berdasarkan kapasitas hopper dapat dilihat pada **Gambar 2.15** dibawah ini.



Gambar 2 15 Ukuran TSHD berdasarkan Kapasitas Hopper

(sumber: *International Association of Dredging Company*)

Kapal TSHD dapat dioperasikan disegala medan dan cuaca, karena kapal ini dilengkapi dengan alat gerak untuk berlayar sendiri. TSHD merupakan jenis kapal keruk yang cepat pertumbuhan dan perkembangannya, karena banyak permintaan terhadap kapal ini dan serba guna/multipurpose. Adapun detail dari bagian kapal TSHD dapat dilihat pada **Gambar 2.16** dibawah ini.



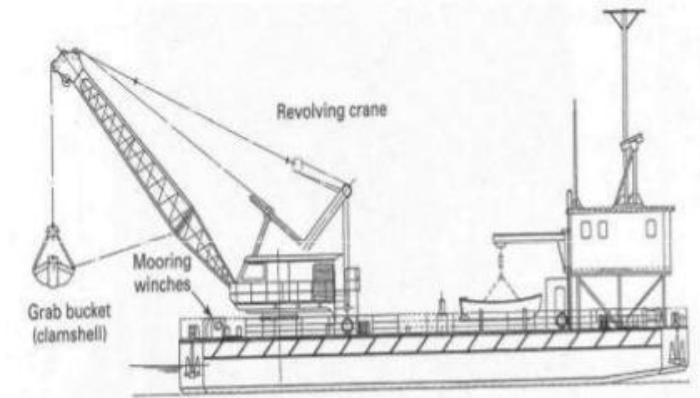
Gambar 2 16 Trailing Suction Dredger

(Sumber: *Dredging, A Handbook for Engineers*, R.N. Bray, A.D. Bates, J.M. Land)

Waktu overflow menjadi sangat penting pada saat mengeruk material tanah jenis lumpur dan menentukan kandungan lumpur yang dikeruk, semakin lama mengeruk akan semakin jenuh namun ada titik jenuh dimana pengerukan harus dihentikan. Kejadian ini dapat dimonitor pada Kertas Loading Graph yang ada di kapal. Waktu overflow tergantung dari jenis materialnya, semakin grainsize-nya kecil maka waktu untuk mencapai titik jenuh semakin lama dan waktu overflow semakin lama. Dan harus diperhitungkan secara komprehensif waktu mengeruk dan jarak buangnya, mana yang lebih menguntungkan muatan banyak tetapi waktu lebih lama atau muatan sedikit tetapi waktu lebih cepat. Jika jarak buang jauh maka lebih ekonomis dengan muatan hopper yang penuh.

d. Grab/ Clamshell Dredger

Grab dredger merupakan alat keruk yang paling umum digunakan di dunia, khususnya di Amerika Utara dan Asia. Penggunaan grab dredger cenderung simple dan mudah karena proses pengerukan dilakukan saat kapal sedang diam. Kapal keruk biasanya di tambatkan dengan jangkar atau menggunakan spud. Kapasitas dari grab dredger sendiri bergantung pada volume grabber yang digunakan. Umumnya ukuran grab yang digunakan bervariasi 1 m³ – 200 m³. Adapun detail untuk kapal grab dredger dapat dilihat pada **Gambar 2.17**.



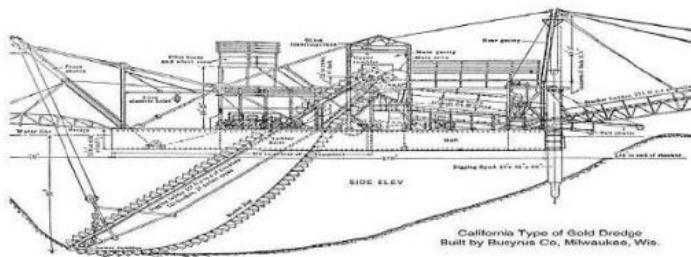
Gambar 2 17 Grab Dredger

(Sumber: *Dredging, A Handbook for Engineers*, R.N. Bray, A.D. Bates, J.M. Land)

Pada penggunaan grab dredger, metode penjangkaran dan penempatan memiliki peran besar dalam efektivitas pengerukan. Produktivitas memiliki peran besar dalam efektivitas pengerukan. Produktivitas dari grab dredger sendiri bergantung pada jenis tanah yang dikeruk.

e. Bucket Ladder Dredger

Bucket ladder dredger merupakan kapal keruk yang stasioner, dimana terdapat barisan ember (bucket) yang tersusun pada semacam tangga (ladder). Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada **Gambar 2.18**. Kapasitas keruk kapal ini bergantung pada ukuran ember (bucket) yang digunakan, ukuran bucket yang ada berkisar dari 30 liter – 1200 liter.



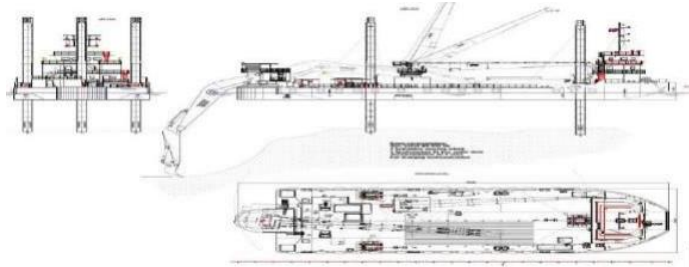
Gambar 2 18 Bucket Ladder Dredger

(Sumber: *Dredging, A Handbook for Engineers*, R.N. Bray, A.D. Bates, J.M. Land)

Pada kapal keruk jenis bucket diperlukan 6 kabel untuk menempatkan kapal. Kabel jangkat pada bucket ladder bias mencapai 1000. Hal ini untuk menghindari tergesarnya kabel jangkat yang dapat menyebabkan berkurangnya radius pengerukan.

f. Dipper Dredger

Dipper dredger atau biasa dikenal dengan backhoe dredger merupakan tipe kapal keruk mekanik dan bersifat stationer. Berikut ini dapat dilihat detail dari dipper dredger pada **Gambar 2.19**.



Gambar 2 19 Dipper Dredger

(Sumber: *Dredging, A Handbook for Engineers*, R.N. Bray, A.D. Bates, J.M. Land)

Dipper dredger sendiri memiliki batas maksimal kedalaman keruk sedalam 25 m. Ukuran bucket dipper dredger bervariasi mulai dari 1 m³ – 20 m³.

BAB III

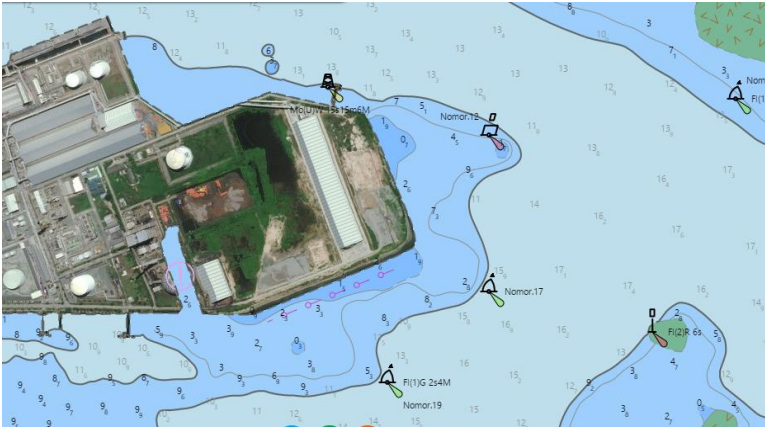
PENGUMPULAN DAN ANALISA DATA

3.1 Umum

Sebelum melakukan perencanaan detail struktur dermaga, terlebih dahulu dilakukan pengumpulan dan analisa data. Data-data yang digunakan merupakan data sekunder yang didapat dari berbagai sumber yang telah melakukan survey di Bontang Kalimantan Timur sebelumnya termasuk didalamnya Final Report PT. Indulexco tahun 2003 dan Masterplan Terminal Khusus PT Pupuk Kaltim, 2011. Data-data yang digunakan dalam perencanaan dermaga ini yaitu:

3.2 Pengumpulan dan Analisa *Bathymetri*

Bathymetri merupakan peta yang menunjukkan relief dasar laut dengan garis – garis kontur dan dapat memiliki informasi tambahan berupa informasi navigasi permukaan yang tertera dalam **Gambar 3.1**. Di perencanaan dermaga, *bathymetri* digunakan untuk menentukan elevasi struktur dermaga secara tepat. Selain itu, peta *bathymetri* ini dapat digunakan untuk memperkirakan kedalaman perairan laut yang aman bagi kapal. Peta batrimetri yang digunakan merupakan peta hidral wilayah perairan Kota Bontang dari pusat hidrografi dan oseanografi TNI – AL (Pushidrosal).



Gambar 3.1 Bathymetri di sekitar lokasi perencanaan dermaga
(Sumber: ENC Pushidrosal, 2018)

Hasil analisis data peta batimetri

Dari data yang di dapat terlihat kondisi kedalaman perairan di sekitar dermaga *multipurpose* di TERSUS PT Pupuk Kaltim, pada bagian kolam dermaga memiliki kedalaman sekitar – 4.19 mLWS padahal dibutuhkan kedalaman min – 9.5 mLWS. Peta batrimetri dapat dilihat pada **Gambar 3.1** dengan koordinat $0^{\circ}10'33.72''$ N, $117^{\circ}30'14.49''$ E. Sedangkan plot pada autoCAD dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.

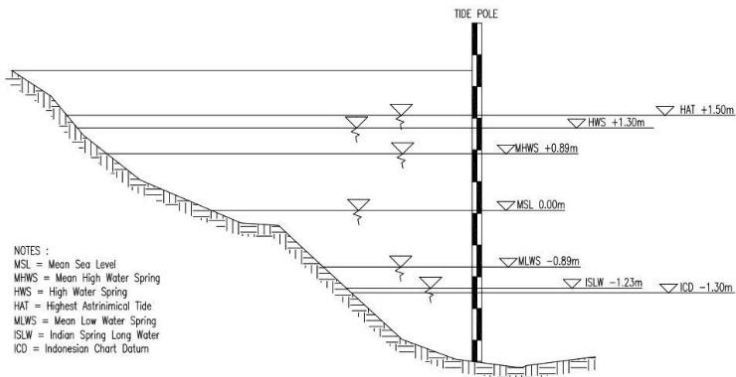


Gambar 3 2 Peta bathymetri perencanaan pada autoCAD
(Sumber: Pribadi, 2019)

3.3 Pengumpulan dan Analisa Pasang Surut

Data pasang surut dipergunakan untuk kebutuhan koreksi pada peta batimetri juga untuk mengetahui tipe pasang surut, muka surut terendah (*Mean Low Water Spring*) dan muka pasang tertinggi (*Mean High Water Spring*). Data pasang surut ini sebagai acuan untuk penetapan elevasi kontur tanah dan elevasi seluruh bangunan, sehingga kondisi kedalaman perairan dan elevasi posisi kering dari struktur dan wilayah darat dapat ditentukan.

THE CHART DATUM OF TIDAL & ELEVATION



Gambar 3 3 Data Pasang Surut PKT di Bontang Kaltim
(Sumber: Laporan Pengembangan PT. Pupuk Kaltim)

Berdasarkan daftar pasang surut Dihidros, 2011 didapatkan data sebagai berikut :

- ✓ Beda pasangan surut sebesar 2,70 m diatas LWS
- ✓ *Elevasi High Water Spring (HWS) pada + 97,60 m LWS*
- ✓ *Elevasi Mean Sea Level (MSL) pada + 96,30 m LWS*
- ✓ *Elevasi Low Water Spring (LW) pada + 94,90 m LWS*

3.4 Pengumpulan dan Analisa Data Arus

Pada umumnya arus yang terjadi di sepanjang pantai disebabkan oleh perbedaan muka air pasang surut antara satu lokasi dengan lokasi yang lain, sehingga perilaku arus dipengaruhi pola pasang surut. Beberapa kegunaan data arus adalah :

- ✓ Menghindari pengaruh tekanan arus berarah tegak lurus (cross currents) agar kapal dapat bermanuver dengan cepat dan mudah. Kecepatan arus maksimal 3 knot (1.5 m/s)
- ✓ Mengevaluasi kondisi stabilitas garis pantai, mengalami erosi atau sedimentasi.

Berdasarkan dokumen Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) kecepatan arus permukaan mencapai 2 knot di sekitar Bontang dari arah utara.

3.5 Pengumpulan dan Analisa Data Angin

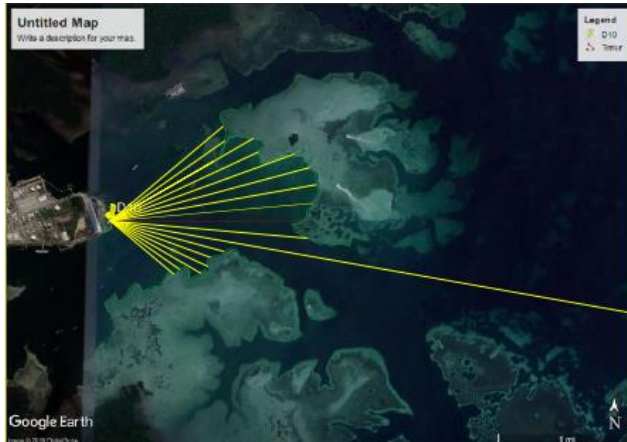
Komponen data angin mencakup distribusi arah dan kecepatan angin. Penyajian data angin diberikan dalam bentuk diagram *wind rose* agar karakteristik angin dapat dibaca dengan cepat dan mudah. Kegunaan data angin diantaranya adalah:

- ✓ Mengetahui distribusi arah dan kecepatan angin yang terjadi pada suatu daerah.
- ✓ Perencanaan beban horizontal yang bekerja pada badan kapal.

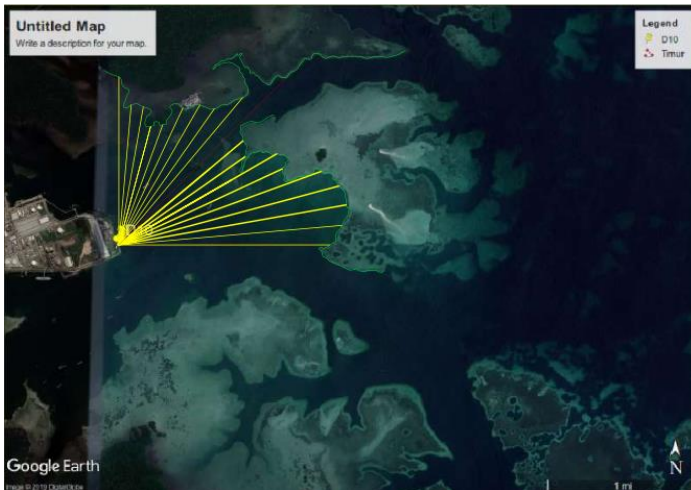
Data angin diambil berdasarkan dari BMKG untuk kota bontang < 1 knot atau relatif tenang sepanjang tahun dengan arah terbanyak dari Barat Daya, hal ini mengakibatkan gelombang di daerah tersebut relatif tenang/ tidak ada.

Hasil analisis data angin untuk gelombang

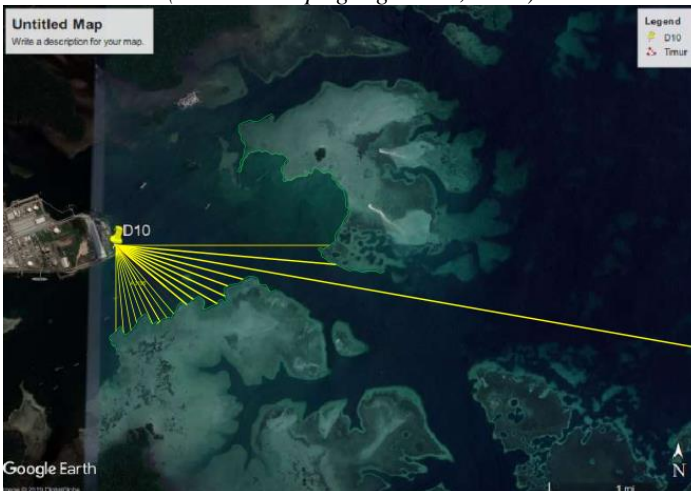
Analisa *fetch* di lokasi perencanaan dengan koordinat $0^{\circ}10'33.72''$ N, $117^{\circ}30'14.49''$ E. dari arah timur (**Gambar 3.4**), arah timur laut (**Gambar 3.5**), arah tenggara (**Gambar 3.6**). Hasil perhitungan *fetch* efektif dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.



Gambar 3 4 *Fetch* arah timur (skala 1 : 223.000)
(Sumber: maps.google.com, 2019)



Gambar 3 5 *Fetch arah timur laut (1 : 223.000)*
 (Sumber: maps.google.com, 2019)



Gambar 3 6 *Fetch arah tenggara (1 : 223.000)*
 (Sumber: maps.google.com, 2019)

Tabel 3 1 Perhitungan *fetch* efektif di lokasi perencanaan

No	α	$\cos \alpha$	Xi (km)			Xi. Cos α (km)		
			TL	T	TR	TL	T	TR
1	45	0.70711	1.85708	2.61179	2.32907	1.31315	1.84681	1.6469
2	40	0.76604	1.55305	1.78975	2.40875	1.18971	1.37103	1.84521
3	35	0.81915	1.54954	1.6995	100	1.26931	1.39215	81.9152
4	30	0.86603	1.35312	2.01246	1.43169	1.17184	1.74284	1.23988
5	25	0.90631	1.41405	1.99031	1.29829	1.28157	1.80383	1.17665
6	20	0.93969	1.6712	2.38262	1.30936	1.57042	2.23893	1.23039
7	15	0.96593	1.78803	2.51586	1.27516	1.72711	2.43013	1.23171
8	10	0.98481	1.8394	2.54733	1.02847	1.81145	2.50863	1.01285
9	5	0.99619	2.12802	2.47167	1.00898	2.11992	2.46226	1.00514
10	0	1	2.61179	2.329	0.94892	2.61179	2.329	0.94892
11	5	0.99619	1.78975	2.40875	0.97807	1.78294	2.39958	0.97435
12	10	0.98481	1.6995	100	0.96975	1.67368	98.4808	0.95502
13	15	0.96593	2.01246	1.43169	0.96546	1.94389	1.3829	0.93256
14	20	0.93969	1.99031	1.29829	0.9455	1.87028	1.22	0.88848
15	25	0.90631	2.38262	1.30936	0.82275	2.15939	1.18668	0.74566
16	30	0.86603	2.51586	1.27516	0.87206	2.17879	1.10432	0.75522
17	35	0.81915	2.54733	1.02847	0.94456	2.08665	0.84247	0.77374
18	40	0.76604	2.47167	1.00898	0.96115	1.89341	0.77292	0.73628
19	45	0.70711	2.32907	0.94892	0.93902	1.6469	0.67099	0.66399
Total		16.9025				33.3022	128.186	100.678
Fetch Efektif (km)						1.97025	7.58386	5.9564
Fetch Efektif (km)						2.0	7.6	6.0

(Sumber: Data Pribadi, 2019)

Dari peramalan *fetch* di atas di dapatkan bahwa *fetch* efektif terbesar adalah 7.60 km yakni pada arah timur. Hal ini menunjukkan bahwa pada lokasi perencanaan termasuk dalam perairan tertutup yang dikelilingi oleh pulau – pulau.

Selanjutnya dilakukan peramalan gelombang dari data angin dan *fetch* sebagai pembangkit utama gelombang. Dari peramalan tersebut dapat diketahui:

a. Tipe Gelombang

Tipe gelombang yang terjadi adalah *non fully developed waves*. Hal ini dikarenakan fetch yang relative pendek, karena dibatasi oleh kondisi geografis di sekitar lokasi perencanaan.

b. Tinggi Gelombang

Tinggi gelombang (*non fully developed waves*) dapat dihitung menggunakan metode SBM dari *Shore Protection Manual* Vol. 1-1, P.3-48 sebagai berikut:

$$H_{mo} = 1,616 \times 10^{-2} \times U_A \times F^{0.5}$$

dimana:

U_A : Kecepatan angin terkoreksi (m/s)
 $= 0.71 \times U^{1.23}$

U : Kecepatan angin (2 m/s) diambil kecepatan angin maksimum yang terjadi.

F : Panjang fetch efektif (km)

sehingga:

$$\begin{aligned} U_A &= 0.71 \times U^{1.23} \\ &= 0.71 \times 2^{1.23} \\ &= 1,665 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_{mo} &= 1,616 \times 10^{-2} \times U_A \times F^{0.5} \\ &= 1,616 \times 10^{-2} \times 1,665 \times 7,6^{0.5} \\ &= 0.074 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Periode Gelombang

$$\begin{aligned} T_m &= 6.238 \times 10^{-1} \times (U_A \times F)^{1/3} \\ &= 6.238 \times 10^{-1} \times (1,665 \times 7,6)^{1/3} \\ &= 1,441 \text{ s} \end{aligned}$$

d. Lama angin berhembus

$$\begin{aligned} t &= 8.93 \times 10^{-1} \times \left(\frac{F^2}{U_A} \right)^{\frac{1}{3}} \\ &= 8.93 \times 10^{-1} \times \left(\frac{7.6^2}{1.66} \right)^{\frac{1}{3}} \\ &= 2,915 \text{ jam} \sim 175 \text{ menit} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa kapal masih dapat beroperasi ($H_{mo} = 0.074 \text{ m} < H_{ijin} = 0.5\text{m}$). Dimana H ijin kapal dilihat pada **Tabel 2.1** tinggi gelombang ijin.

3.6 Pengumpulan dan Analisa Data Tanah

Data penyelidikan tanah sangat diperlukan khususnya untuk perencanaan struktur, baik untuk struktur bangunan bawah (tiang pancang), jalan atau area terbuka lain. Untuk perencanaan struktur tiang pancang, analisa data tanah dilakukan untuk mendapatkan daya dukung ijin terhadap kedalaman tiang pancang. Hasil Jurnal ISSN 0853-2982 Vol 19 No. 2 dengan lokasi **Gambar 3.7** di dapatkan data tanah yang ada di Bontang, Kalimantan Timur.



Gambar 3 7 Lokasi penyediaan tanah di Bontang
(Sumber: ISSN 0853-2982 Vol 19 No. 2)

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penyelidikan tanah BV-2 dan BV 6 seperti **Tabel 3.2**, diketahui bahwa lapisan tanah cukup seragam yang terdiri dari 3 lapisan tanah utama yaitu:

- a. Lapisan tanah permukaan yang umumnya berupa fill material dengan ukuran butiran serta konsistensi yang bervariasi dari pasir halus dengan konsistensi *loose*, hingga tanah butiran/*coarse grained* dengan konsistensi semi padat/*medium dense*. Lapisan tanah ini memiliki ketebalan 2 m hingga 5 m dengan nilai N-SPT 6 hingga 15.
- b. Lapisan berikutnya berupa lapisan lempung dengan konsistensi kaku/*stiff* hingga keras/*hard*. Lapisan tanah ini dijumpai mulai dari kedalaman 6 m di bawah permukaan tanah. Lapisan ini memiliki nilai N-SPT mulai dari 15 hingga 32
- c. Lapisan tanah paling bawah adalah hard soil dengan nilai N-SPT > 32

Tabel 3 2 Hasil penyelidikan BV 2 dan BV 6

Titik Bor	Kedalaman (m)	Liquid Limit, LL (%)	Plastic Limit, PL (%)	Kadar air, w_n (%)	Angka pori, e	Indeks kompresibilitas, C_c	Tekanan prakonsolidasi (kg/cm^2)
BV-2	3.00 – 3.70	172.0	63.5	148.2	3.65	1.85	0.64
	8.00 – 8.70	83.5	56.7	67.2	1.82	0.78	0.46
	11.00 – 11.70	43.6	15.1	29.6	0.79	0.36	3.67
	22.00 – 22.70	42.7	16.3	24.0	0.64	0.25	5.00
	26.50 – 27.20	40.7	16.9	22.0	0.60	0.29	5.82
BV-6	5.00 – 5.70	178.5	72.8	165.1	4.15	1.83	0.39
	10.00 – 10.70	69.1	24.3	57.9	1.62	0.59	0.44
	14.50 – 15.20	Non Plastic		22.0	0.59	0.06	4.82
	21.00 – 21.60	36.0	15.4	19.7	0.55	0.15	4.85
	32.00 – 32.70	73.3	25.3	32.4	0.85	0.32	6.72

(Sumber: ISSN 0853-2982 Vol 19 No. 2)

Hasil Analisa Data Tanah

Data tanah yang dipergunakan diperoleh dari pekerjaan *soil investigation* di lokasi perencanaan dermaga. **Gambar 3.8** menunjukkan bahwa data tanah dari lokasi THS-4, THS-5, dan THS-6 (data lapangan dapat dilihat pada **Lampiran I**) konsisten, dan dilakukan plot stratigafi tanah sesuai **Gambar 3.12**.



Gambar 3 8 Lokasi Pengambilan data tanah
(Sumber: *maps.google.com*, 2016)

Keterangan koordinat :

THS – 4 koordinat : $117^{\circ}30'16,50''$ E, $0^{\circ}10'39,27''$ N

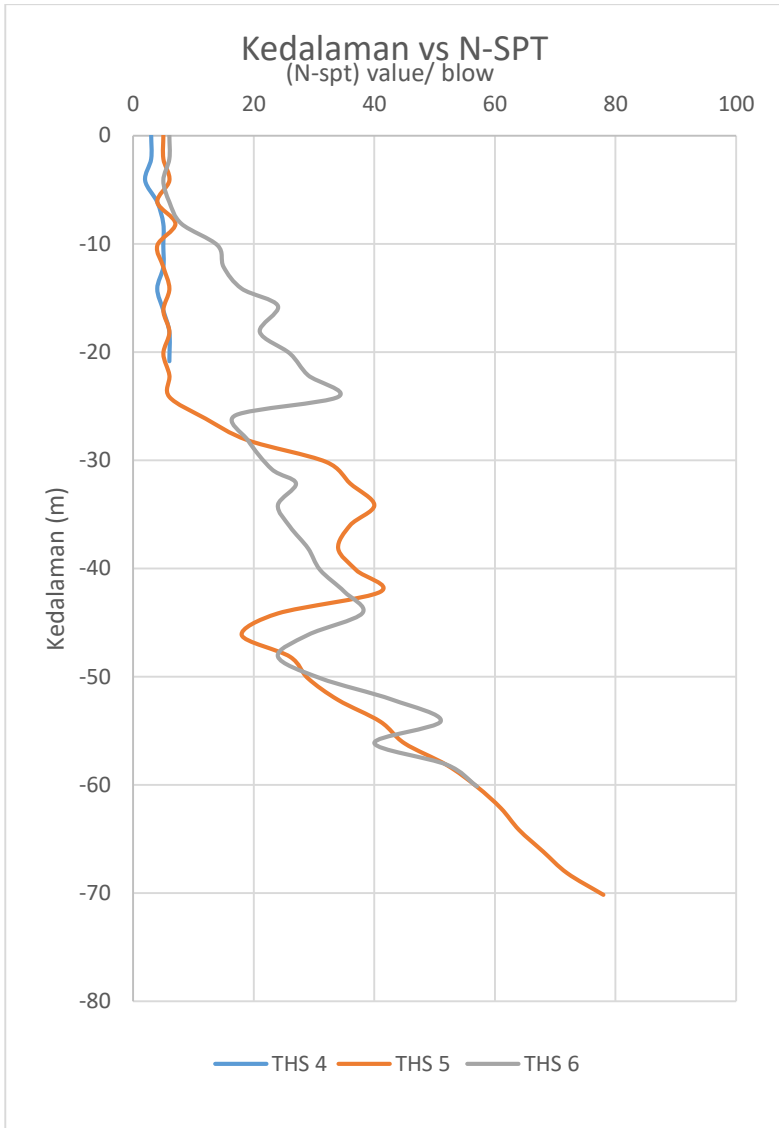
THS – 5 koordinat : $117^{\circ}30'21.03''$ E, $0^{\circ}10'39,82''$ N

THS – 6 koordinat : $117^{\circ}30'25,43''$ E, $0^{\circ}10'40,31''$ N

D – 10 area bontang

Data tanah yang digunakan adalah data tanah pada titik yang terdekat yaitu titik BV6 dan THS-5 dengan koordinat $0^{\circ}10'39.82''$ N, $117^{\circ}30'21.03''$ E. Hasil bore log dan SPT dapat dilihat pada lampiran I. Kedalaman yang diambil sampai dengan 70,45 m. Dari hasil bor dan SPT yang dilakukan, diketahui bahwa tanah keras (SPT > 25, *cohesive soil*) berada pada kedalaman 30 m, SPT = 32 dengan jenis tanah *find sand*.

Nilai SPT rata – rata lapisan tanah dan korelasinya terhadap kedalaman dapat dilihat pada **Gambar 3.9**.



Gambar 3 9 Rekapitulasi hasil pengeboran

Kemudian dari data tersebut dicari daya dukung tanah untuk menentukan kebutuhan pondasi. Perhitungan daya dukung tiang pancang menggunakan metode *Luciano Decourt* dan metode OCDI, dua metode tersebut hanya digunakan untuk membandingkan kebutuhan panjang dari perencanaan kedalaman tiang pancang.

a. Metode Luciano Decourt (1982)

Perhitungan nilai daya dukung pondasi tiang pancang akibat beban vertikal menggunakan metode Luciano Decourt (1982), dalam daya dukung pondasi dalam oleh Prof Dr. Ir. Herman Wahyudi, 2013.

Tinjauan THS – 5

- Tipe pondasi : Steel Pipe Pille
- Diameter : 812.8 mm
- Tebal (t) : 16 mm
- Kedalaman : -28 m (dari seabed)
- Nilai N-spt : 19 pukulan

Koreksi Nilai N-spt Terhadap Muka Air

Koreksi terhadap muka air tanah, untuk jenis tanah lempung, lanau dan pasir kasar yang berada di bawah muka air.

$$\begin{aligned} N' &= 15 + 0.5 (N-15) \\ &= 15 + 0.5 (19 - 15) \\ &= 17 \text{ pukulan.} \end{aligned}$$

Daya dukung di ujung tiang (Qp)

$$\begin{aligned} \alpha &= 1 \text{ (Driven Pile)} \\ N &= 17 \text{ pukulan} \\ N_p &= (12 + 17 + 32)/3 \\ &= 20.3 \text{ ; Harga rata - rata SPT koreksi disekitar} \\ &\quad \text{4D keatas 4D ke bawah} \\ K &= 20 \text{ t/m}^2 \text{ ; untuk lanau berlempung} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_p &= 0.25 \times \pi \times D^2 \\ &= 0.25 \times 3,14 \times 0.812^2 \\ &= 0,5028 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

maka,

$$\begin{aligned} Q_p &= \alpha \times N_p \times K \times A_p \\ &= 1 \times 20.3 \times 20 \times 0,5028 \\ &= 204,136 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung di luas permukaan tiang akibat gesekan tanah (Qp)

$$\begin{aligned} \beta &= 1 \text{ (Driven Pile)} \\ N_s &= \text{harga N rata sepanjang tiang tertanam, dengan} \\ &\text{batasan } 3 < N < 50, \text{ khusus untuk aspek friction} \\ &= 8.3 \text{ blows} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &= \pi \times D^2 \times h \\ &= 3,14 \times 0.812^2 \times 28 \\ &= 57,96 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Maka,

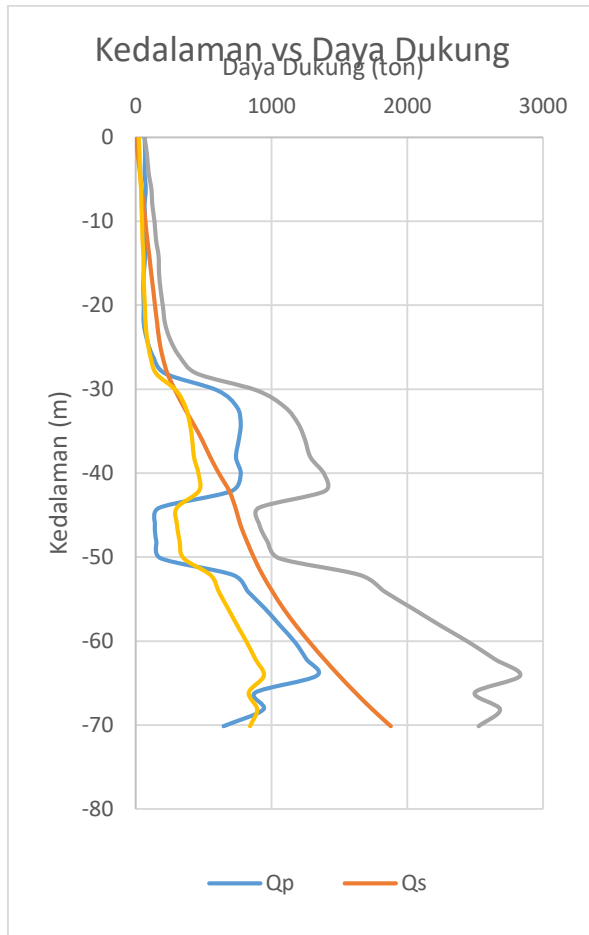
$$\begin{aligned} Q_s &= \beta \times \left(\frac{N_s}{3} + 1 \right) \times A_s \\ &= 1 \times \left(\frac{8,3}{3} + 1 \right) \times 57.96 \\ &= 218,316 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung ultimate dan daya dukung ijin

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_p + Q_s \\ &= 204,136 + 218,316 \\ &= 422,452 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{ijin} &= Q_u / SF \quad ; \text{ nilai SF} = 2,5 - 3 \\ &= 422,452 / 3 \\ &= 140,817 \text{ ton} \end{aligned}$$

Untuk data tanah pada THS 5, setiap kedalaman dihitung Q_u –nya kemudian di plot dalam grafik yang dihasilkan terlihat pada **Gambar 3.10**.



Gambar 3.10 Grafik hubungan kedalaman dan daya dukung tanah dititik THS-5

b. Metode OCDI (2002)

Tinjauan THS – 5

- Tipe pondasi : Steel Pipe Pille
- Diameter : 812.8 mm
- Tebal (t) : 16 mm
- Kedalaman : -28 m (dari seabed)
- Nilai N-spt : 19 pukulan

Daya Dukung Pondasi

Perhitungan daya dukung tiang pancang berdasarkan “*Technical Standart and Commentaries For Port and Harbour Facilities In Japan (OCDI)*”

$$\begin{aligned} A_p &= 0.25 \times \pi \times D^2 \\ &= 0.25 \times 3,14 \times 0.812^2 \\ &= 0,5028 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &= \pi \times D^2 \times h \\ &= 3,14 \times 0.812^2 \times 28 \\ &= 57,96 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_p &= (N_1 + N_2)/2 \\ &= (19 + 12)/2 \\ &= 15,5 \end{aligned}$$

$$N_s = 8.3$$

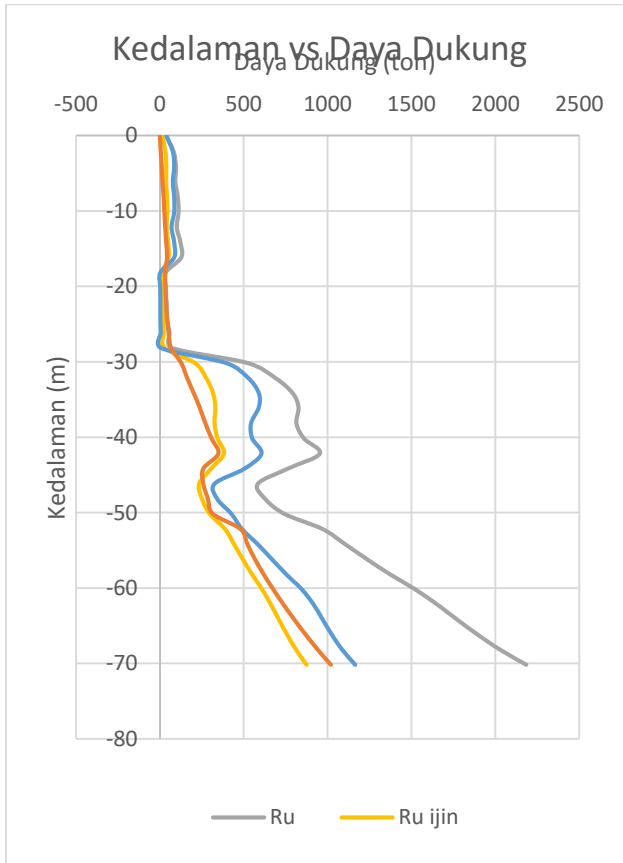
maka,

$$\begin{aligned} R_u &= 300 N_p A_p + 2 N_s A_s \\ &= (300 \times 15,5 \times 0,502) + (2 \times 8,3 \times 57,96) \\ &= 3296.436 \text{ kN} \sim 329,6 \text{ ton} \end{aligned}$$

Berdasarkan OCDI T.4.1.1 nilai minimum safety factor untuk kondisi biasa sebesar 2.5, maka

$$\begin{aligned} R_u \text{ ijin} &= R_u / SF \\ &= 329,6 / 2.5 \\ &= 131,84 \text{ ton} \end{aligned}$$

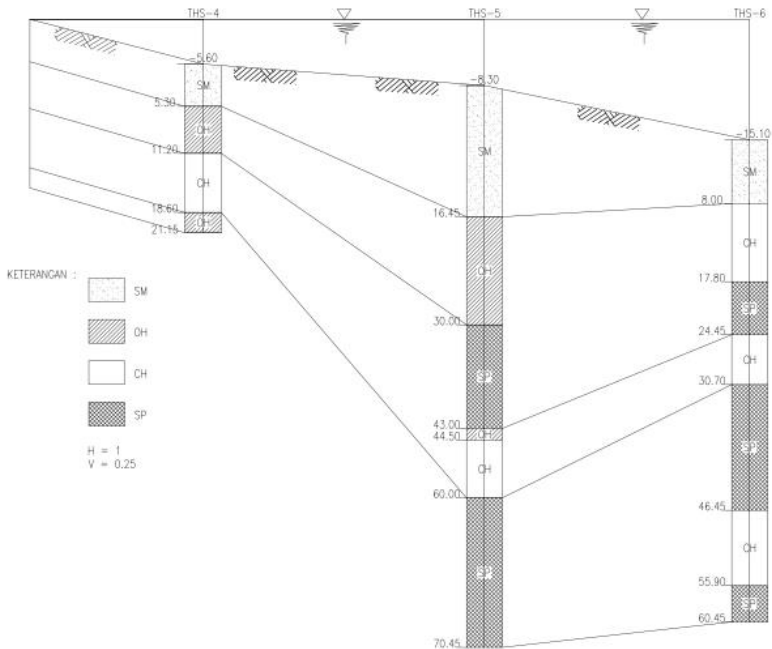
Untuk data tanah pada THS 5, setiap kedalaman dihitung Ru-nya kemudian di plot dalam grafik yang dihasilkan terlihat pada **Gambar 3.11**.



Gambar 3 11 Grafik kedalaman – daya dukung tanah titik THS 5 menggunakan metode OCDI

Pada awal perencanaan menggunakan perhitungan Luciano Decourt, kemudian dikontrol dengan OCDI, berdasarkan kedalaman yang ditinjau di dapat daya dukung pada OCDI 209.5 ton dan Luciano Decourt 296,7 ton, sehingga kedalaman tiang menurut OCDI lebih dalam, karena kondisi tersebut maka kedalaman tiang mengacu pada perhitungan OCDI.

Hubungan antara THS 4, THS 5 dan THS 6 dalam identifikasi jenis tanah tertera pada gambar 3.12.



Gambar 3 12 Stratigrafi tanah
(Sumber: data pribadi, 2019)

BAB IV

KESIMPULAN PERHITUNGAN EKSISTING *LAYOUT*

4.1 Umum

Evaluasi layout meliputi evaluasi layout perairan dan daratan. Evaluasi layout perairan berupa kedalaman kebutuhan perairan yang dibutuhkan, lebar alur, kebutuhan kolam dermaga. Sedangkan evaluasi layout daratan berupa panjang dermaga, lebar dermaga yang disesuaikan dengan peralatan operasional pelabuhan baik *manuver* truk maupun lebar peralatan bongkar muat, serta yang terakhir elevasi dermaga dihitung dari muka air pasang tertinggi.

4.2 Evaluasi Layout Perairan

4.2.1 Aturan Alur Masuk/ *Entrance Channel*

Alur masuk bermula dari mulut pelabuhan sampai kapal mulai berputar, dimana parameter – parameter sampai kapal berputar adalah kedalaman, panjang, lebar, tikungan.

a. Kedalaman Nominal

Suatu dermaga harus memiliki dimensi yang cukup dalam melayani kapal yang akan bersandar. Tugas akhir ini misalnya, pada dermaga PT Pupuk Kaltim untuk kapal General Cargo 11.184 DWT milik Logistik Nusantara Indonesia harus di rencanakan elevasi lantai dermaga yang sesuai dengan tinggi kapal rencana.

Tabel 4 1 Kebutuhan kedalaman

Description	Vessel Speed	Wave Conditions	Channel Bottom	Inner Channel	Outer Channel
Ship Related Factors F_s					
	≤ 10 kts	None		1.10 T	
	10 - 15 kts			1.12 T	
	> 15 kts			1.15 T	
		Low swell ($H_s < 1\text{ m}$)			1.15 T to 1.2 T
Depth h	All	Moderate swell ($1\text{ m} < H_s < 2\text{ m}$)			1.2 T to 1.3 T
		Heavy swell ($H_s > 2\text{ m}$)			1.3 T to 1.4 T
		Add for Channel Bottom Type			
	All	All	Mud	None	None
			Sand/clay	0.4 m	0.5 m
			Rock/coral	0.6 m	1.0 m
Air Draught Clearance (ADC)					
ADC	All	All		0.05 H_{st}	0.05 H_{st} + 0.4 T
Notes:					
1. For Ship Related Factors: Assumes $T > 10\text{ m}$. If $T < 10\text{ m}$, use value for $T = 10\text{ m}$					
2. Swell means waves with peak periods T_p greater than 10 s					
3. For Outer Channel swell values, use lower value for smaller swell wave periods and higher value for larger swell periods					
4. Value of significant wave height H_s is dependent on required operation, design ship type, level of accessibility, wave period and relative wave direction					
5. H_{st} is the distance from the sea surface to the top of the ship					
6. Seawater density assumed for T . Additional adjustments required if fresh water.					

(Sumber: PIANC Harbour AD Guidelines, Tabel 2.2, P.48, 2014)

Sesuai data kapal rencana, dermaga PT. PKT, Bontang, Kalimantan Timur direncanakan melayani kapal pengangkutan urea dengan kapasitas 11.184 DWT yang memiliki draft sebesar 8 m. kedalaman minimum perairan untuk perairan tenang dapat diambil sebesar 1,15 draft kapal rencana sesuai **Tabel 4.1**. Sehingga kedalaman minimum yang diperlukan yakni:

$$D = 1,15 \times \text{Draft Maksimum Kapal}$$

$$D = 1,15 \times 8\text{ m}$$

$$D = 9,2\text{ m} \sim 9,5\text{ m}$$

Jadi kedalaman perairan pada alur masuk yang dibutuhkan kapal general cargo dan petikemas 10.000 DWT agar dapat melintas – 9,5 mLWS

b. Panjang Alur Masuk

Panjang alur masuk direncanakan berdasarkan kemampuan kapal untuk menurunkan kecepatan dari kecepatan jelajah di laut atau kecepatan awal menjadi berhenti atau kecepatan nol dengan mesin tetap menyala. Berdasarkan *Permanent International Association of Navigation Congresses /PIANC,2014* merekomendasikan panjang alur minimal $3 \times L_{OA} + 2300$ m, dengan kondisi kapal menurunkan kecepatan ± 9 knot ke 4 knot selama sekitar 15 menit sambil menunggu membutuhkan jarak 2300 m. Sehingga panjang yang dibutuhkan :

$$L = 3 \times L_{OA} + 2300$$

$$L = 3 \times 130 + 2300$$

$$L = 2690 \text{ m}$$

Jadi panjang alur yang dibutuhkan sepanjang 2690 m. Panjang alur harus disesuaikan dengan kedalaman nominal yang dibutuhkan kapal ketika memasuki alur masuk.

c. Lebar Alur Masuk

Lebar yang direncanakan untuk 1 jalur, adapun beberapa hal yang harus diperhatikan adalah kemungkinan kapal akan berpapasan dengan kapal lain atau tidak.

$$W = W_{BM} + \sum W_i + W_{BR} + W_{BG} ; \text{ untuk } one \text{ way}$$

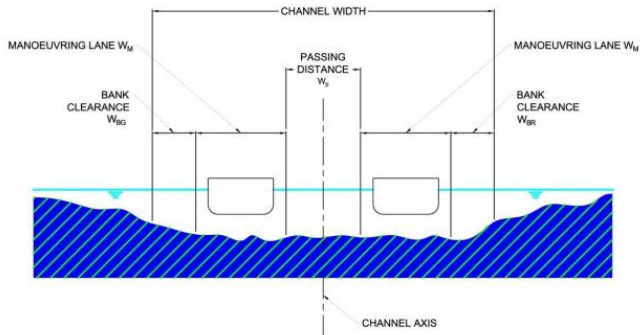
dimana,

W : lebar alur ; **Gambar 4.1**,

W_{BM} : lebar *basic maneuvering lane*; **Tabel 4.2**

W_i : lebar tambahan; **Tabel 4.3**,

W_{BR}, W_{BG} : lebar *bank clearance*; **Tabel 4.4**.



Gambar 4 1 Elemen lebar alur

(Sumber:PIANC Harbour AD Guidelines,Figure 3.2,P.85, 2014)

Tabel 4 2 Lebar *basic maneuvering lane*

Ship Manoeuvrability	Good	Moderate	Poor
Basic Manoeuvring Lane, W_{BM}	1.3 B	1.5 B	1.8 B

(Sumber: PIANC Harbour Guidelines, Tabel 3.4, P.96, 2014)

Secara umum kapal tanker dan bulk carrier memiliki kemampuan kapal yang jelek/*poor*, sedangkan kapal container, RoRo, LNG memiliki kemampuan manuver kapal yang sedang/*moderate*, disisi lain kapal ferry, kapal pesiar memiliki kemampuan manuver yang bagus/*good*.

Tabel 4.3 Lebar tambahan Wi

Width W_f	Vessel Speed	Outer Channel (open water)		Inner Channel (protected water)		
(a) Vessel speed V_s (kts, with respect to the water) $V_s \geq 12$ kts $8 \text{ kts} \leq V_s < 12$ kts $5 \text{ kts} \leq V_s < 8$ kts	fast			0.1 B		
	mod			0.0		
	slow			0.0		
(b) Prevailing cross wind V_w (kts) - mild $V_w < 15$ kts ($<$ Beaufort 4) - moderate $15 \text{ kts} \leq V_w < 33$ kts (Beaufort 4 - Beaufort 7) - strong $33 \text{ kts} \leq V_w < 48$ kts (Beaufort 7 - Beaufort 9)	fast			0.1 B		
	mod			0.2 B		
	slow			0.3 B		
	fast			0.3 B		
	mod			0.4 B		
	slow			0.6 B		
	fast			0.5 B		
	mod			0.7 B		
	slow			1.1 B		
(c) Prevailing cross-current V_{cc} (kts) - negligible $V_{cc} < 0.2$ kts - low $0.2 \text{ kts} \leq V_{cc} < 0.5$ kts - moderate $0.5 \text{ kts} \leq V_{cc} < 1.5$ kts - strong $1.5 \text{ kts} \leq V_{cc} < 2.0$ kts	all	0.0		0.0		
	fast	0.2 B		0.1 B		
	mod	0.25 B		0.2 B		
	slow	0.3 B		0.3 B		
	fast	0.5 B		0.4 B		
	mod	0.7 B		0.6 B		
	slow	1.0 B		0.6 B		
	fast	1.0 B		-		
	mod	1.2 B		-		
	slow	1.6 B		-		
	(d) Prevailing longitudinal current V_{lc} (kts) - low $V_{lc} < 1.5$ kts - moderate $1.5 \text{ kts} \leq V_{lc} < 3$ kts - strong $V_{lc} \geq 3$ kts	all	0.0			
		fast	0.0		0.1 B	
mod		0.0		0.2 B		
slow		0.0		0.2 B		
fast		0.1 B		0.2 B		
mod		0.2 B		0.2 B		
slow		0.4 B		0.4 B		
(e) Beam and stern quartering wave height H_s (m) $- H_s \leq 1$ m $- 1 \text{ m} < H_s < 3$ m $- H_s \geq 3$ m		all	0.0		0.0	
		all	-0.5 B		-	
	all	-1.0 B		-		
(f) Aids to Navigation (AtoN) - excellent - good - moderate			0.0			
			0.2B			
			0.4 B			
(g) Bottom surface - if depth $h \geq 1.5 T$ - if depth $h < 1.5 T$ then - smooth and soft - rough and hard			0.0			
			0.1 B			
			0.2 B			
(h) Depth of waterway h			$h \geq 1.5 T$	0.0 B	$h \geq 1.5 T$	0.0 B
			$1.5 T > h \geq 1.25 T$	0.1 B	$1.5 T > h \geq 1.15 T$	0.2 B
			$h < 1.25 T$	0.2 B	$h < 1.15 T$	0.4 B

(Sumber: PIANC Harbour AD Guidelines, Tabel 3.5, P.97, 2014)

Tabel 4 4 Lebar bank clearance

Width for bank clearance (W_{BR} and/or W_{BG})	Vessel Speed	Outer channel (open water)	Inner channel (protected water)
Gentle underwater channel slope (1:10 or less steep)	fast	0.2 B	0.2 B
	moderate	0.1 B	0.1 B
	slow	0.0 B	0.0 B
Sloping channel edges and shoals	fast	0.7 B	0.7 B
	moderate	0.5 B	0.5 B
	slow	0.3 B	0.3 B
Steep and hard embankments, structures	fast	1.3 B	1.3 B
	moderate	1.0 B	1.0 B
	slow	0.5 B	0.5 B

Note:
1. W_{BR} and W_{BG} are widths on 'red' and 'green' sides of channel

(Sumber: PIANC Harbour AD Guidelines, Tabel 3.6, P.99, 2014)

maka direncanakan untuk dermaga PT Pupuk Kaltim, yakni:

- ✓ $W_{BM} = 1,8B$
- ✓ W_i ditentukan dari 8 faktor ; **(1)** kecepatan kapal saat merapat/ $V_B = 0,287 \text{ m/s} \sim 0,55 \text{ knot}$ sehingga **0,0B**, **(2)** Kecepatan angin $\leq 1 \text{ knot} \leq 15 \text{ knot}$ sehingga masuk ke kondisi *slow* **0,3B**, **(3)** tidak terjadi cross current sehingga masuk ke category *negligible* **0,0B**, **(4)** kecepatan arus 2 knot $\sim 1,028 \text{ m/s}$ sehingga masuk ke category *moderate* **0,2B**, **(5)** gelombang sangat kecil **0,0B**, **(6)** navigasi masuk kedalam category baik **0,0 B**, **(7)** diketahui kedalaman alur pelayaran 9,5 m dan *draft* kapal 8 m sehingga $H < 1.5 \times T = 9,5 \text{ m} < 12 \text{ m}$, **0,1B**, **(8)** kondisi perairan dibuat tidak terlindung **0,0B**
- ✓ Lebar bank clearance pada **Tabel 4.4**, dengan kecepatan kapal saat merapat *moderate* dan kondisi tepi saluran berlumpur maka, $W_{BR}/W_{BG} = 0,5B$

Jadi,

$$W = W_{BM} + \sum W_i + W_{BR} + W_{BG}$$

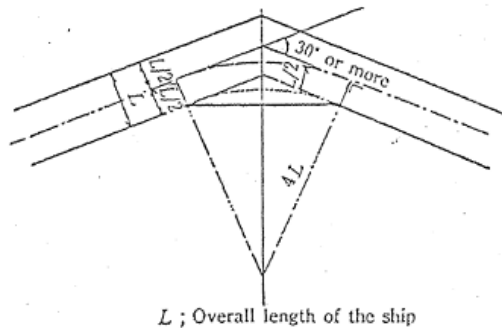
$$W = 1,8B + (0+0,3+0+0,2+0+0+0,1+0)B + 0,5B + 0,5B$$

$$= 3,4 B$$

$$= 3,4 \times 19 \text{ m}$$

$$W = 64,6 \text{ m} \sim 65 \text{ m}$$

d. Tikungan



Gambar 4 2 Alur pada Tikungan

(Sumber : *Technical Standart for Port and Harbour Facilities in Japan, Figure C-2.2.2, P. 346, 2002*)

Trase alur pelayaran dimungkinkan sebagai garis lurus untuk mengurangi kesulitan pelayaran, apabila hal tersebut dibilang tidak mungkin maka sumbu alur dibuat dengan bagian lurus yang dihubungkan dengan busur lingkaran yang mengharuskan belokan berupa kurva lengkung. Jari – jari busur pada belokan tergantung pada sudut belokan terhadap sumbu alur. Jari – jari minimum untuk kapal yang membelok ditentukan sebagai berikut :

$$R > 4 \times LOA \quad ; \quad \alpha > 30^0 \quad (2.11)$$

Lebar alur pada belokan dibuat lebih besar dibandingkan dengan alur bagian lurus, yang dimaksudkan untuk memudahkan gerak kapal. Tergantung pada olah gerak kapal dan jari – jari belokan, pelebaran bervariasi dari sekitar 2 kali lebar kapal terbesar pada bagian lurus sampai 4 kali lebar kapal terbesar saat berbelok.

Maka sudut dan jari – jari tikungan alur masuk didapat,

$$\begin{aligned} R &= 4 \times L_{OA} \\ &= 4 \times 130 \text{ m} \\ &= 520 \text{ m} \end{aligned}$$

4.2.2 Aturan Kolam Putar/*Turning Basin*

a. Diameter

Kolam putar, berada di ujung alur masuk atau dapat diletakkan di sepanjang alur bila alurnya panjang atau di depan kolam dermaga. Kapal diharapkan bermanuver pada kecepatan rendah (mendekati nol) atau dipandu. Berdasarkan PIANC, 2014 point 3.1.8.4 diameter nominal untuk turning basin/ kolam putar harus $\geq 2 L_{OA}$ atau mengikuti kondisi jika $3 L_{OA}$ untuk kapal bermanuver tanpa dipandu, $2 L_{OA}$ untuk kapal bermanuver dengan dipandu.

Areal yang disediakan dibatasi dengan bentuk lingkaran berdiameter (Db). Kedalaman perairan dapat disamakan dengan alur masuk yaitu -9.50 mLWS. Kolam Putar berdiameter $2 \times L_{OA}$ dengan bantuan tugboat. Maka diameter kolam putar yang ditetapkan :

$$\begin{aligned} Db &= 2 \times L_{OA} \\ &= 2 \times 130 \text{ m} \\ Db &= 260 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Kedalaman

Diasumsikan kedalaman kolam putar sama dengan kedalaman pada alur masuk, – 9.50 mLWS.

4.2.3 Perencanaan Kolam Dermaga/*Basin*

Kolam dermaga/*basin*, berada di depan dermaga dan luasan ini perlu ditentukan bila kedalaman perairan perlu dikeruk atau bila tidak diinginkan adanya pengerukan, dapat ditentukan lokasi kolam dermaga yang tepat untuk menghindari adanya pekerjaan pengerukan.

a. Kedalaman Nominal Kolam Dermaga

Penentuan kedalaman air rencana pada perencanaan dermaga PKT berdasarkan *Standard Design Criteria for Ports in Indonesia* pasal 6.2.5 adalah $(1.05 - 1.15) \times$ syarat maksimum. Sesuai data kapal rencana, dermaga PKT, Bontang, Kalimantan Timur direncanakan melayani kapal pengangkut urea dengan kapasitas 11.184 DWT yang memiliki draft sebesar 8 meter. Kedalaman minimum kolam dermaga untuk perairan tenang dapat diambil sebesar 1,15 draft kapal rencana. Sehingga kedalaman minimum yang diperlukan adalah :

$$D = 1.15 \times 8 \text{ m}$$

$$D = 9.20 \text{ m} \sim 9.50 \text{ m} \geq \text{kedalaman alur masuk (9,5 m)}$$

Jadi kedalaman perairan pada kolam dermaga yang dibutuhkan kapal general cargo 11.184 DWT agar dapat bertambat adalah – 9,50 mLWS.

b. Luasan Kolam Dermaga

Menurut KM 54 Tahun 2002 Lampiran I, areal tempat sandar kapal terdiri dari panjang(Pk) x Lebar(Wk) dimana nilai $Pk = 1.8 \times L_{OA}$ total dan $Wk = 1.25 \times B$

Panjang kolam dermaga ditetapkan :

$$\begin{aligned} Pk &= 1.8 \times L_{OA} \\ &= 1.8 \times (130 \text{ m}) \end{aligned}$$

$$Pk = 234 \text{ m} \sim 250 \text{ m}$$

Lebar kolam dermaga tergantung lebar kapal yang akan bertambat pada dermaga ini. Untuk dermaga bebas (tidak berhadap / hanya ada 1 dermaga) lebar dermaga sebesar $1.25 \times B$. Maka lebar kolam dermaga yang ditetapkan :

$$\begin{aligned} Wk &= 1.25 \times B \\ &= 1.25 \times 19 \end{aligned}$$

$$Wk = 23,75 \text{ m} \sim 25 \text{ m}$$

Jadi luasan kolom dermaga yang dibutuhkan sebesar

$$\begin{aligned} A &= P \times L \\ &= 250 \text{ m} \times 25 \text{ m} \end{aligned}$$

$$A = 6250 \text{ m}^2$$

4.2.4 Pengerukan

a. Jenis Tanah

Klasifikasi jenis tanah untuk proses pengerukkan menurut PIANC (Tabel 4.5). Dari data statigrafi tanah pada subbab 3.6, diketahui bahwa sampai kedalaman – 9.5 mLWS merupakan jenis tanah bersifat Organic Clay (OH) $\gamma_t = 16,4 \text{ kN/m}^3$ $C_u = 4 \text{ t/m}^2$, $\phi = 0^\circ$. Hal ini dapat dilihat dari N-SPT berkisar < 10 .

Tabel 4 5 Klasifikasi, Identifikasi dan Deskripsi Tanah untuk Pengerukkan

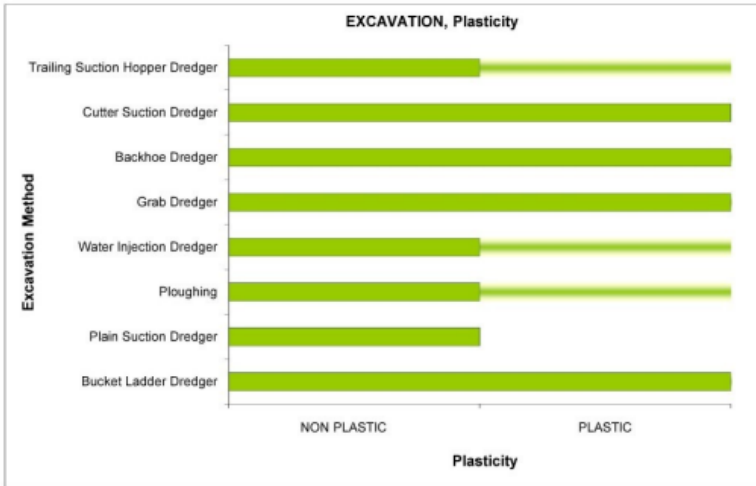
SOIL GROUP	MAIN SOIL TYPE	Main Particle Fraction in Terms of Mass	Particle Fractions		Field Identification	Quantifying Terms for Secondary Materials / Decomposition						
			Particle Size in mm ⁽¹⁾									
MINERAL SOILS	COHESIONLESS SOILS (COARSE-GRAINED) (soils that do not stick together and remould when wet)	ROCK MASS	rock mass	rock mass	2000	visual examination and measurement	-					
		BLOCKS	block	block	600							
		BOULDERS	boulder	boulder	200							
		COBBLES	cobble	cobble	60							
	GRAVEL	gravel	gravel	coarse	20	hazelnut to hen's egg	visual examination using indicative sizes	cobble and boulders: low: < 5% medium: 5 - 20% high: > 20% See Section 3.3.1 for indirect estimation of the boulder and cobble content				
				medium	6.00	pea to hazelnut						
				fine	2.00	match head to pea						
		SAND	sand ⁽²⁾	sand ⁽²⁾	coarse	0.600			semolina to match head	all particles visible to the naked eye	sand or gravel: slightly: 5 - 15% sandy or gravelly: 15 - 30% very: 30 - 40% SAND and GRAVEL: > 40%	
					medium	0.200			semolina			very little cohesion when dry
					fine	0.060			visible, finer than semolina			visual examination using indicative sizes
	SILT	silt ⁽²⁾ or sand	silt ⁽²⁾	coarse	0.020	Grains of coarse silt may only just be visible to the naked eye. Material may have some plasticity but silt can be easily dusted off finger after drying and is easily powdered by finger pressure. Moist silt washes easily off hands.	other field and laboratory tests see Section 3.3.2	sand or gravel: slightly: 5 - 20% sandy or gravelly: 20 - 40% very: 40 - 65%				
				medium	0.0060							
				fine	0.0020							
CLAY	clay, silt ⁽²⁾ , or sand	clay			Moist sample sticks to fingers, has a smooth, greasy touch and requires effort to wash off.	In case of a combination of silt-like and clay-like behaviour (see Section 3.3.2): clayey silt or silty clay						
					Dry lumps do not powder but shrink and crack during drying and possess moderate to high dry strength.							

(Sumber: Classification Of Soils And Rocks For The Maritime, P. 22, PIANC, 2014)

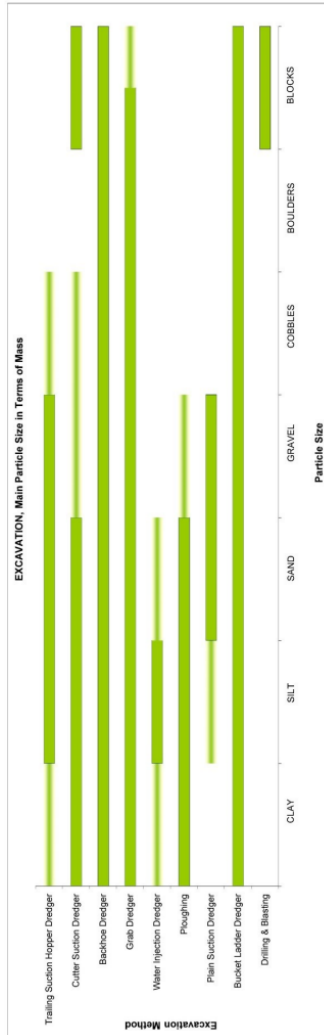
Untuk pemilihan kapal keruk berdasarkan jenis tanah juga dipertimbangkan hubungan antara plastisitas tanah keruk, teknik pengerukan, dan jenis material keruk seperti pada **Gambar 4.3** dan **Gambar 4.4**.

Excavation Method	Main Particle Size in Terms of Mass		Comments
	General Practice	Less Frequently Used	
Trailing Suction Hopper Dredger	Silt to Gravel	Clay & Cobbles	Maximum particle size that can be dredged will be influenced by suction pipe diameter and the apertures through the draghead and pump unless the dredging process breaks the particle down.
Cutter Suction Dredger	Clay to Sand & Blocks	Gravel & Cobbles	Caution - clay balls are problematic for pumping. Mixtures of particle sizes containing cobbles can be difficult to dredge.
Backhoe Dredger	Clay to Blocks		Ability to excavate large particle sizes can be limited by the size of the bucket and the lifting power of the machine.
Grab Dredger	Clay to Blocks	Blocks	Dependant on block size.
Water Injection Dredger	Silt	Clay & Sand	Only effective for clays close to their liquid limit and very fine or fine sands.
Ploughing	Clay to Sand	Gravel	
Plain Suction Dredger	Sand & Gravel	Silt	
Bucket Ladder Dredger	Clay to Blocks		
Drilling & Blasting	Blocks		

NB: Weathering, discontinuities and fractures can result in particle size changes, thus the effects of these factors are incorporated when particle size is considered here.



Gambar 4 3 Hubungan Antara Jenis Kapal Keruk dengan Plastisita Material
(Sumber: Classification Of Soils And Rocks For The Maritime, Figure 7.1, PIANC, 2014)

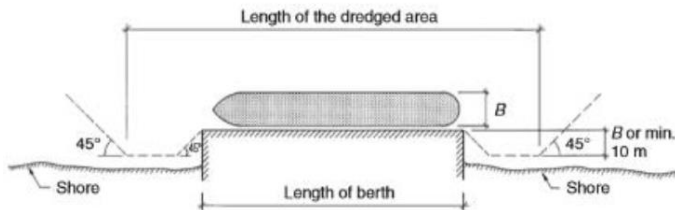


Gambar 4 4 Hubungan Antara Efektivitas Pengangkatan Material Keruk
(Sumber: Classification Of Soils And Rocks For The Maritime, Figure 7.1, PIANC, 2014)

Dari data yang telah disajikan diatas, maka didapat jenis kapal yang sesuai untuk digunakan berdasarkan adalah *Cutter Suction Dredger*, *Backhoe Dredger* atau *Grab Dredger*

b. Penentuan Area Pengerukkan

Jika area berlabuh diperlukan pengerukan maka, kebutuhan pengerukan di sesuaikan **Gambar 4.5**.



Gambar 4 5 Area pengerukkan sekitar dermaga
(Sumber: *Port Designer's Handbook Recommendations and Guidelines*, Figure 3.5, P.85, 2014)

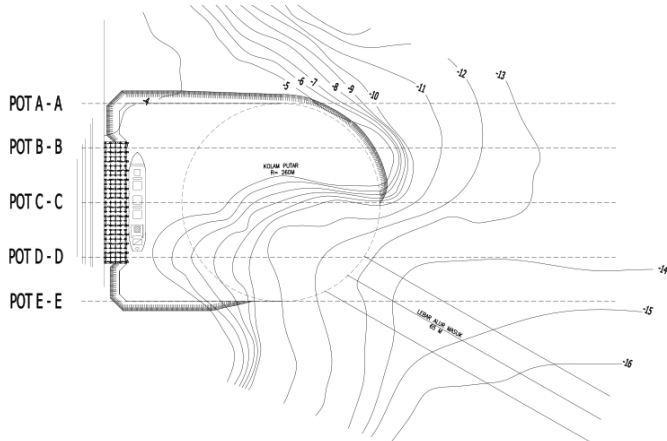
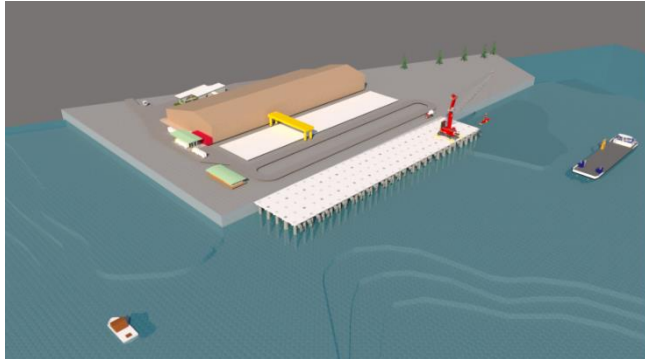
Panjang daerah yang dilakukan pengerukan untuk kapal dengan bantuan kapal penarik tidak kurang dari 1.25 kali panjang kapal paling besar, dan untuk kapal tanpa bantuan kapal penarik tidak kurang dari 1,5 kali panjang. Lebar pengerukkan di pasang surut setidaknya harus 1,25 kali lebar kapal yang paling besar.

Slope pengerukkan yang diambil 1:3 untuk luasan area yang dikeruk meliputi kolam dermaga dan kolam putar.

$$\begin{aligned}
 P_{\min} &\geq 1,25 \times L_{OA} \\
 &\geq 1,25 \times 130 \\
 &\geq 162,5 \text{ m} \\
 L_{\min} &\geq 10 \text{ m}
 \end{aligned}$$

c. Volume Keruk dan Penentuan Kapal

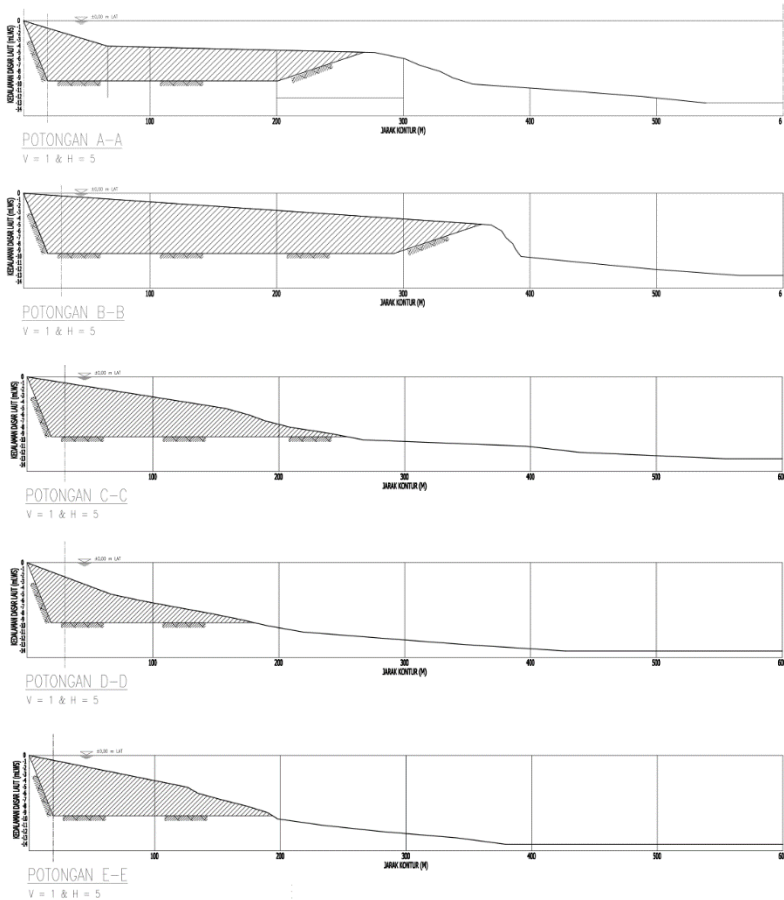
Dalam penentuan volume dilakukan dengan cara membagi-bagi layout yang akan dikeruk dengan beberapa cross section lihat **Gambar 4.6**.



Gambar 4 6 Pembagian Area Pengerukkan Jetty I

Dari gambar diatas perhitungan volume keruk dibagi menjadi 5 cross section. Berikut **Gambar 4.7**

merupakan potongan melintang dan tabel perhitungan volume.



Gambar 47 Cross Section Pengerukan Area Jetty I

Dari 5 cross section diatas didapatkan volume pengerukan seperti pada **Tabel 4.6** .

Tabel 4 6 Perhitungan Volume Pengerukkan

No.	Potongan	A autocad	A(m2)	Jarak (m)	Volume (m3)
1	A-A	1.309,5	2.618,9	19,2	50.340,2
2	B-B	2.041,7	4.083,5	52,2	213.244,4
3	C-C	968,7	1.937,3	60	116.240,4
4	D-D	505,3	1.010,5	45,5	45.963,5
5	E-E	751,6	1.503,1	18,5	27.784,8
					453.573,3

Tabel 4 7 Bulking Factor pada tanah keruk

Soil type	Bulking factor, <i>B</i>
Hard rock (blasted)	1.50-2.00
Medium rock (blasted)	1.40-1.80
Soft rock (blasted)	1.25-1.40
Gravel, hardpacked	1.35
Gravel, loose	1.10
Sand, hardpacked	1.25-1.35
Sand, medium soft to hard	1.15-1.25
Sand, soft	1.05-1.15
Silts, freshly deposited	1.00-1.10
Silts, consolidated	1.10-1.40
Clay, very hard	1.15-1.25
Clay, medium soft to hard	1.10-1.15
Clay, soft	1.00-1.10
Sand/gravel/clay mixtures	1.15-1.35

(Sumber: *Dredging, A Handbook for Engineers*, R.N. Bray, A.D. Bates, J.M Land)

Volume pengerukkan yang didapat dari perhitungan diatas adalah 453.573,314 m³. Karena terdapat bulking factor untuk tanah jenis campuran pasir/gravel/lempung seperti **Tabel 4.7** diambil besarnya bulking factor sebesar 1.3, sehingga didapat volume pengerukkan sebesar :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= \text{bulking factor} \times \text{volume tanah} \\
 &= 1,3 \times 453.573,314 \\
 &= 589.645,308 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan volume pengerukkan dapat dilakukan pemilihan kapal keruk sesuai sub bab 4.2.4 a dari tiga kapal keruk yang memenuhi kriteria berdasarkan **Tabel 4.8**

Tabel 4 8 Hubungan Kapal Keruk dan Volume Keruk

Site conditions	Diver driller	Floating pontoon	Jack-up pontoon	Standard trailer	Cutter suction	Bucket wheel	Grab pontoon	Bucket	Backhoe	Dipper
<i>Quantities</i>										
<10 000 m ³	1	1	2	3	2	2	1	2	1	2
<50 000 m ³	3	1	1	2	1	1	2	1	2	1
<100 000 m ³	N	1	1	1	1	1	3	1	2	2
>300 000 m ³	N	1	1	1	1	1	3	1	3	2
Heavy traffic	N	2	1	1	2	2	2	3	2	2
Confined working	1	1	3	3	3	3	1	3	2	2

Key: 1 = Suitable; 2 = Acceptable; 3 = Marginal; N = Not usually suitable/necessary/applicable

Note: Other factors not referred to may influence the choice of dredger. The table provides only a preliminary engineering guide.

(Sumber: *Dredging, A Handbook for Engineers*, R.N. Bray, A.D. Bates, J.M Land)

Dari tabel diatas dapat maka dipilih grup kapal keruk CSD (Cutter Suction Dredger) dengan nama Damen CSD 500 sesuai **Gambar 4.8**.



Gambar 4 8 Contoh Kapal CSD500 Damen
(Sumber: brosur Damen Dredging Equipment)

Kapal keruk CSD500 Damen dengan kapasitas 4000 m³/jam. Berikut adalah spesifikasinya pada **Tabel 4.9**.

Tabel 4 9 Spesifikasi CSD 500 Damen

	Name	CSD500
	Type	Cutter Sucton Dredger
Dimension	Length o.a.	19.00 m
	Length over pontoons	11.50 m
	Beam o.a	4.20 m
	Draught	1.00 m
Dredging Feature	max dredging depth	17 m
	Dredging Width	39.60 m
	Max. Mixture Capacity	4000 m ³ /jam

d. Kedalaman Perairan

Kedalaman perairan keruk ditentukan berdasarkan perhitungan untuk kedalaman rencana serta kemudahan kapal untuk masuk dermaga. Pada perencanaan ini, pekerjaan pengerukkan dilakuka di kolam dermaga dan sebagian besar kolam putar. Kedalaman yang dibutuhkan – 9.5 mLWS, sedangkan di sekitar lokasi perencanaan kedalaman hanya mencapai – 5 mLWS. Sehingga perlu dilakukan pengerukan sedalam 4.5 m. Dari kedalaman perairan draft kapal minimum kapal keruk jenis CSD (1 meter) masih bisa digunakan.

4.2.5 Evaluasi Layout Perairan

Data rekapitulasi layout dan gambar layout perencanaan bisa dilihat berdasarkan hasil evaluasi fasilitas perairan di atas didapatkan layout fasilitas perairan seperti **Tabel 4.10** berikut :

Tabel 4 10 Hasil Evaluasi Layout Perairan Dermaga

Kebutuhan Fasilitas Perairan	Uraian	Dimensi Berdasarkan Data	Dimensi Hasil Evaluasi	Kesimpulan
Alur Masuk/ <i>Entrance Channel</i>	Kedalaman	-17,4 mLWS	-9,5 mLWS	Tidak perlu pengerukan
	Panjang	6.5 mil ~ 10460,7 m	2690 m	Digunakan 2690 m
	Lebar	350 m	65 m	Digunakan 65 m
	Jari – jari tikungan	-	520 m	Digunakan 520 m
Kolam Putar/ <i>Turning Basin</i>	Kedalaman	-13.5 mLWS	-9,5 mLWS	Tidak Perlu pengerukan
	Diameter	175 s/d 250 m	260 m	Digunakan 260 m
Kolam Dermaga/ <i>Basin</i>	Kedalaman	- 5 s/d - 13 mLWS	-9,5 mLWS	Perlu ada pengerukan
	Panjang	-	250 m	Digunakan 250 m
	Lebar	-	25 m	Digunakan 25 m
Pengerukan	Luas	-	589645,3 1 m ³	Digunakan 589645,31 m ³

4.3 Evaluasi Layout Daratan

Evaluasi layout daratan didasari oleh kapal yang akan bertambat dan pola operasional atau bongkar urea di dermaga. Adapun evaluasi panjang, lebar, dan elevasi dermaga *marginal wharf* akan dijelaskan sebagai berikut.

a. Elevasi Dermaga

Perencanaan ini penentuan elevasi lantai dermaga ditentukan oleh keadaan pasang surut dan jenis kapal rencana. Berdasarkan *Standard Design Criteria for Ports in Indonesia*, ditentukan besar elevasi lantai dermaga diatas HWLS/*High Level Water Sping* berdasarkan pasang surut air laut dan kedalaman rencana sebagai berikut :

Tabel 4 11 Pasang surut air laut

For a berth with a	Tidal range 3m or more	Tidal range less than 3,0m
water depth of 4,5m or more	0,5 - 1,5 m	1,0 - 2,0 m
For a berth with water depth of less than 4,5 m	0,3 - 1,0 m	0,5 - 1,5 m

(Sumber: *Standard Design Criteria for Ports in Indonesia*,
Tabel 7.1, P.29, 1984)

Berdasarkan ketentuan **Tabel 4.11** diatas, penentuan elevasi apron dengan kedalaman rencana 4.5 atau lebih dan besar air surut kurang dari 3 m adalah 1.0 s/d 2.0 m diatas HWL.

Evaluasi dermaga dipengaruhi oleh besarnya beda pasang surut. Berdasarkan beda pasang surut + 2.70 mLWS, didapat elevasi dermaga minimum

$$\begin{aligned}
 EI &= \text{beda pasang surut} + (1,00 \text{ s/d } 2,00) \\
 &= + 2,70 + 1,00 \\
 &= + 3,70 \text{ mLWS}
 \end{aligned}$$

Penambahan 1 m dikarenakan dermaga terletak di perairan terbuka dan fluktuasi muka air sering terjadi akibat gelombang. Sehingga elevasi dermaga ambil + 3.70 mLWS

b. Panjang Dermaga

Perhitungan kebutuhan panjang digunakan kapal rencana sesuai dengan fungsi dermaga. Secara prinsip menurut Standard design Criteria for Ports in Indonesia Bab 7.1.1 dan OCDI, 2002, P.403 panjang dermaga rencana adalah :

$$L_p = L_{OA} + 10 \text{ m atau } L_{OA} + 10\%$$

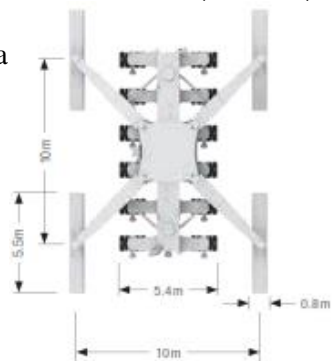
$$\begin{aligned} L_p &= n L_{OA} + (n+1) \times 10\% \times L_{OA} \\ &= (1 \times 130) + (2 \times 0.1 \times 130) \\ &= 156 \text{ m} \sim 160 \text{ m} \end{aligned}$$

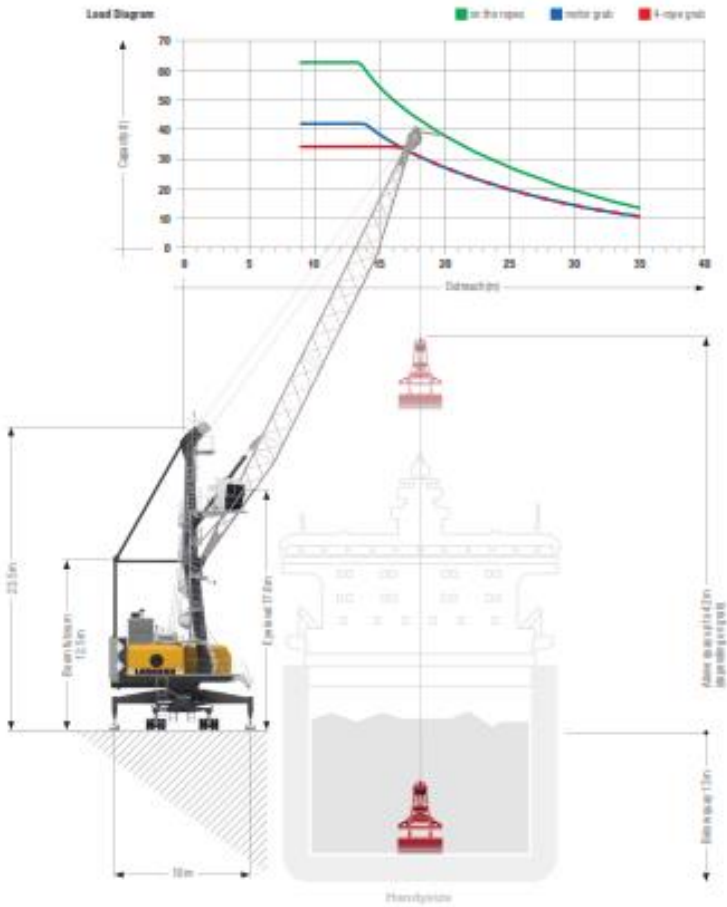
c. Lebar Dermaga

Lebar dermaga ini dievaluasi berdasarkan *Harbour Mobile Crane/HMC* Tipe LHM 180 dengan kapasitas crane 42 ton, konsep untuk Bulk Operation ada pada **Gambar 4.9**. didapat :

$$\begin{aligned} \text{Lebar tepi (a)} &= 2 \text{ m} \\ \text{Lebar kaki HCM (b)} &= 10 \text{ m} \\ \text{Manuver HCM (b')} &= 25 \text{ m (minimal)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{maka, kebutuhan lebar dermaga} &= \text{lebar tepi} + \text{manuver HCM} \\ &= 2 + 25 \\ &= 27 \text{ m} \sim 30 \text{ m} \end{aligned}$$



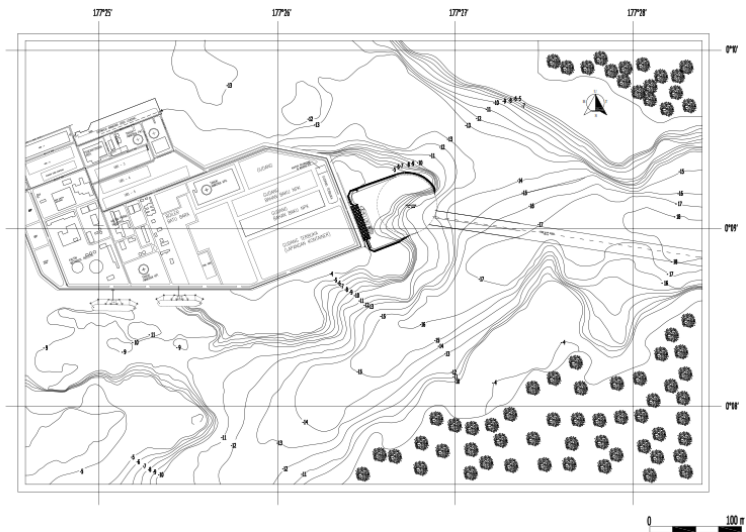


Gambar 4 9 Dimensi *Harbour Mobile Crane LHM 180*
(Sumber: Brosure *liebherr-cs-overview*)

Rekapitulasi layout berdasarkan hasil evaluasi dapat dilihat pada **Tabel 4.12**.

Kebutuhan Fasilitas Perairan	Uraian	Dimensi Berdasarkan Data	Dimensi Hasil Evaluasi	Kesimpulan
Dermaga <i>Marginal Wharf</i>	Elevasi	-	+3.70 mLWS	Digunakan
	Panjang	-	160 m	Digunakan 160 m
	Lebar	-	30 m	Digunakan 30 m

Adapun untuk gambaran menyeluruh terlampir pada **Gambar 4.10**



Gambar 4 10 Rencana layout dermaga
(Sumber: Perhitungan Hasil Evaluasi Layout)

BAB V

KRITERIA DESAIN

5.1 Peraturan yang digunakan

Perencanaan dermaga pada tugas akhir ini, dibutuhkan acuan dalam proses pengerjaannya, antara lain:

- a. *Standart Design Criteria for Ports in Indonesia* (1984)
- b. Peraturan Beton Indonesia 1971 tentang gaya momen pada plat dan perencanaan tulangan dalam hal ini perhitungan lentur gaya ‘n’ pada beban vertikal di dermaga
- c. SNI 1726 : 2018 tentang pembahasan ketahanan struktur atas & struktur bawah terhadap gempa
- d. SNI 2847 : 2013 & ACI 318M-14 tentang Kebutuhan Struktur Beton dan kombinasi pembebanan
- e. *PIANC Harbour Approach Design Guidelines* (2014)
- f. *BS Standards 6349-2 : 2010 about code of practice for the design of quay walls, jetties and dolphins*
- g. *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan* (2002)
- h. *Shore Protection Manual, Coastal Engineering Research Center Washington* (1984)
- i. *Carl A Thoresen, Port Designer's Handbook: Recommendations and Guidelines* (2003).

5.2 Data Kapal dan Data Alat

5.2.1 Data Kapal

Kapal yang menambat pada dermaga *Multipurpose* PT Pupuk Kaltim termasuk jenis kapal *General Cargo* seperti **Gambar 5.1**.



Gambar 5 1 Kapal Logistik Nusantara 5, 2008
(Sumber: www.vesselfinder.com)

Berdasarkan data dari *vessel finder*, diperoleh spesifikasi sebagai berikut :

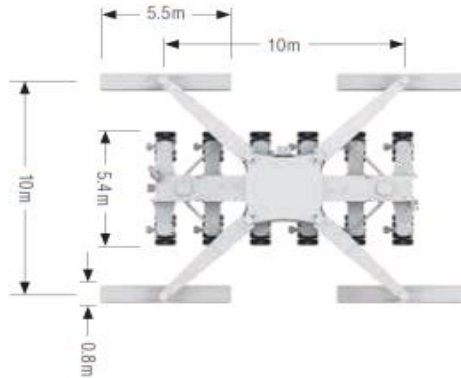
AIS Type : Cargo Ship
 Flag : Indonesia
 Destination : Ciwanan
 IMO/MMSI : 9351361/525105004
 Gross Tonnage : 8407
 DWT : 11184 t
 Length Overall : 130 m
 Breadth : 19 m
 Draft : 8 m

5.2.2 Data Alat

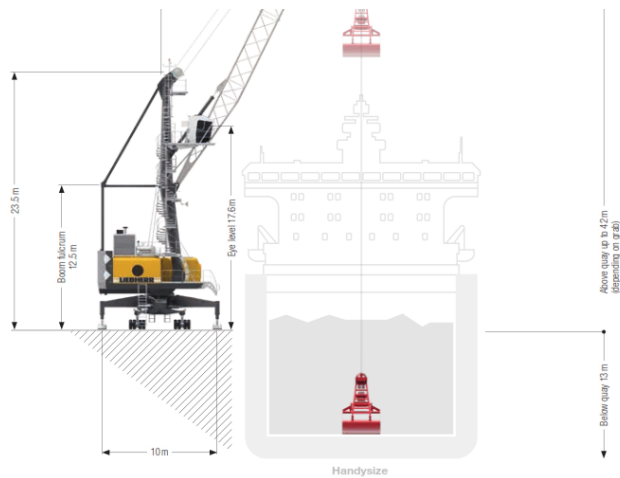
a. *HMC/Harbour Mobile Crane*

Alat bongkar muat pada dermaga yang dapat berpindah tempat serta memiliki sifat yang fleksible sehingga bisa digunakan untuk muatan container maupun barang – barang curah/*general cargo*. HCM saat beroperasi

menggunakan telapak “*outrigger*” dan rodanya terangkat sehingga tepat digunakan diatas lantai dermaga rata dan stabil, seperti **Gambar 5.2**, dan **Gambar 5.3** sedangkan untuk spesifikasi ada pada **Tabel 5.1** dan **Tabel 5.2**. Sistem ini merupakan salah satu dari *Ship To Shore Crane*.



Gambar 5 2 Dimensi HMC



Gambar 5 3 *Harbour Mobile Crane*

(Sumber: Brosure liebherr-cs-overview)

Tabel 5 1 Data teknik HMC

Propping Arrangements

Standard supporting base	10.0 m x 10.0 m
Standard pad dimension	5.5 m x 0.8 m
Standard supporting area of pads	4.4 m ²

Optional size of supporting pads and bases on request

Quay Load Arrangements

Uniformly distributed load	1.36 t/m ²
Max. load per tyre	5.2 t

Due to a unique undercarriage design the quay loads specified above can even be reduced. Pad sizes, supporting base and the number of axle sets can easily be adapted to comply with the most stringent quay load restrictions.

Weight

Total weight of crane LHM 180	approx. 165 t
-------------------------------	---------------

(Sumber: Brosure liebherr-cs-overview)

Note : Berat kosong yang digunakan 160 t (sekitar 165 t)

Tabel 5 2 Spesifikasi *Harbour Mobile Crane*

Maximum crane capacity 64 t			
Outreach (m)	Hook operation on the ropes (t)	Capacity under 40' spreader	
		automatic (t)	semi-automatic (t)
9	64.0	41.0	36.0
10	64.0	41.0	36.0
11	64.0	41.0	36.0
12	64.0	41.0	36.0
13	63.5	41.0	36.0
14	58.9	41.0	36.0
15	54.7	41.0	36.0
16	50.6	39.1	36.0
17	46.9	35.4	36.0
18	43.5	32.0	36.0
19	40.2	28.7	35.1
20	37.1	25.6	32.0
21	34.9	23.4	29.8
22	32.3	20.8	27.2
23	30.4	18.9	25.3
24	28.4	16.9	23.3
25	26.8	15.3	21.7
26	25.1	13.6	20.0
27	23.8	12.3	18.7
28	22.3	10.8	17.2
30	20.0	8.5	14.9
32	18.0	6.5	12.9
34	16.2	4.7	11.1
35	15.3	3.8	10.2

Weight rotator 2.5t

Weight fully automatic (telescopic) spreader 9t

(Sumber: Brosure *liebherr-cs-overview, Lifting Capacities Container Operation, P. 4*)

b. *Forklift*

Forklift dibutuhkan untuk memindahkan muatan di tempat pada luas areal yang sempit. Selain itu kapasitas angkut *forklift* tidak terlalu besar dengan spesifikasi peralatan pada **Gambar 5.4**.



SPESIFIKASI TEKNIS	
Type	: RD-100
Rated Capacity	: 10000 kg
Length to Face of Fork	: 4260 mm
Width	: 2165 mm
Height to Top of Operators Guard	: 2560 mm
Turning Radius (Outside)	: 3900 mm
Lifting Standart	: 3000 mm
Diesel Engine	: Bomac, ISUZU, Mitsubishi
Transmision	: Manual Transmision, : PowerShift

Gambar 5 4 Spesifikasi *forklift*

(Sumber: <https://www.indotara.co.id/product/947/jual-forklift-10-ton-bomac>)

5.3 Kualitas Bahan dan Material

5.3.1 Mutu Beton

- a. Berdasarkan pada PBI 1971 tabel 4.2.1 ditetapkan mutu beton yang digunakan memiliki kuat tekan K 350 dengan nilai kekuatan beton karakteristik ($\sigma'_{bk} = 350 \text{ kg/cm}^2$)
- b. Modulus tekan untuk pembebanan tetap pada pers. 11.1.1, P.131

$$\begin{aligned} E_b &= 6400 \sqrt{\sigma'_{bk}} \\ &= 6400 \sqrt{350} \\ &= 119733,036 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 120000 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- c. Angka *ekuivalensi* pada PBI 1971 pers. 11.1.3, P.132

$$\begin{aligned} n &= \frac{E_a}{E_b} \\ &= \frac{2100000}{120000} \\ &= 17,5 \end{aligned}$$

- d. Tegangan tekan beton akibat lentur dan atau gaya normal tekan pada PBI 1971 Tabel 10.2.1, P.101

$$\begin{aligned} \sigma'_b &= 0,83 \times \sigma'_{bk} \\ &= 0,83 \times 350 \\ &= 290,5 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- e. Berat jenis beton bertulang

$$\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$$

- f. Tebal selimut beton untuk plat yang berbatasan langsung dengan laut = 7 cm (Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan BMS Bab 6.3.8.3)

- g. Tebal selimut beton untuk beton yang berbatasan langsung dengan laut = 8 cm (Peratutran Perencanaan Teknik Jembatan BMS Bab 6.3.8.3)

5.3.2 Mutu Baja

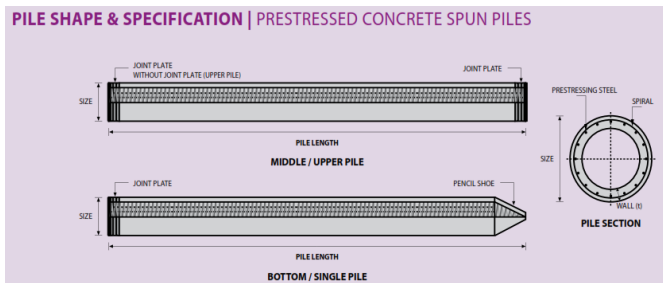
- a. Menurut PBI 1971 Tabel 3.7.1, Tabel 10.4.1, Tabel 10.4.3 mutu baja tulangan yang diambil kelas U – 39 maka diambil

Tegangan leleh karakteristik (σ_{au})	: 3900 kg/cm ²
Tegangan tekan/tarik ijin (σ_a)	: 2250 kg/cm ²
Tegangan tekan/tarik rencana (σ'_{au})	: 3390 kg/cm ²
Persentase min	: 18 %
- b. Modulus Elastisitas menurut PBI 1971 Psl 10.9.1, P.121
 $E_s = 2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
- c. Tulangan yang digunakan
 Dia 16 mm ; untuk tulangan utama plat
 Dia 22 mm ; untuk tulangan utama balok

5.3.3 Tiang Pancang

Penggunaan pondasi tiang pancang terdapat dua alternatif, tiang pancang yang dapat digunakan:

- a. *Presstressed concrete spun pile*
 Spesifikasi tiang pancang *prestressed concrete spun pile* pada **Tabel 5.3**.



Gambar 5 5 Pile Shape & Specification for ACI 543 R & SNI 2847-2013

(Sumber: Katalog Tiang Pancang Wika Beton, Maret 2017)

Tabel 5 3 Spesifikasi tiang pancang beton

PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES SPECIFICATION							
Concrete Compressive Strength $f_c' = 52 \text{ MPa}$ (Cube 600 kg/cm^2)							
Size (mm)	Thickness Wall (t)	Cross Section (cm^2)	Section Inertia (cm^4)	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment	
						Crack* (ton.m)	Break (ton.m)
300	60	452.39	34,607.78	113	A2	2.50	3.75
					A3	3.00	4.50
					B	3.50	6.30
					C	4.00	8.00
350	65	581.98	62,162.74	145	A1	3.50	5.25
					A3	4.20	6.30
					B	5.00	9.00
					C	6.00	12.00
400	75	765.76	106,488.95	191	A2	5.50	8.25
					A3	6.50	9.75
					B	7.50	13.50
					C	9.00	18.00
450	80	929.91	166,570.38	232	A1	7.50	11.25
					A2	8.50	12.75
					A3	10.00	15.00
					B	11.00	19.80
					C	12.50	25.00
500	90	1,159.25	255,324.30	290	A1	10.50	15.75
					A2	12.50	18.75
					A3	14.00	21.00
					B	15.00	27.00
					C	17.00	34.00
600	100	1,570.80	510,508.81	393	A1	17.00	25.50
					A2	19.00	28.50
					A3	22.00	33.00
					B	25.00	45.00
					C	29.00	58.00
800	120	2,563.54	1,527,869.60	641	A1	40.00	60.00
					A2	46.00	69.00
					A3	51.00	76.50
					B	55.00	99.00
					C	65.00	130.00
1000***	140	3,782.48	3,589,571.20	946	A1	75.00	112.50
					A2	82.00	123.00
					A3	93.00	139.50
					B	105.00	189.00
					C	120.00	240.00
1200***	150	4,948.01	6,958,136.85	1,237	A1	120.00	180.00
					A2	130.00	195.00
					A3	145.00	217.50
					B	170.00	306.00
					C	200.00	400.00

Note : *) Crack Moment Based on JIS A 5335-1987 (Prestressed Spun Concrete Piles)

(Sumber: Katalog Tiang Pancang Wika Beton, Maret 2017)

Adapun kelebihan & kekurangan tiang pancang tersebut :

Kelebihan:

- ✓ Proses pembuatan tiang pancang dapat dilaksanakan di darat atau dipesan melalui fabrikasi sehingga lebih praktis.
- ✓ Lebih praktis digunakan untuk perancangan konstruksi di daerah *onshore*, design load besar dan lapisan keras tidak terlalu dalam.
- ✓ Biaya pemeliharaannya cukup murah
- ✓ Memiliki ketahanan yang baik terhadap korosi
- ✓ Harga lebih murah

Kekurangan:

- ✓ Karena berat sendirinya maka transportnya akan mahal
- ✓ Memerlukan waktu lama untuk menunggu sampai tiang beton ini dapat dipergunakan karena dipancang setelah cukup keras.
- ✓ Pemasangan sulit, bila diameter tiang terlalu besar
- ✓ Bila panjang tiang pancang kurang, maka untuk melakukan penyambungannya sulit dan memerlukan alat penyambung khusus
- ✓ Bila memerlukan memotongan maka dalam pelaksanaan akan lebih sulit dan memerlukan waktu lama
- ✓ Terjadi kemungkinan ujung tiang pancang retak atau pecah pada pemancangan akibat tumbukan dengan hammer. SPT biasanya di bawah 50 pukulan, kekuatan bahan rendah.

b. Tiang pancang pipa baja

Tabel 5 4 Spesifikasi tiang pancang baja

STANDARD	MAIN APPLICATION	GRADE		CHEMICAL COMPOSITIONS %				OTHERS
				C	Mn	P	S	
				Max	Max	Max	Max	
API 5L	High strength oil & gas pipelines, slurry lines, refinery piping, etc notes EW :electric welded CW :continuous welded NE :non expanded CE :cold expanded	A 25 Cl I	EW/CW	0.21	0.60	0.030	0.030	---
		A 25 Cl II	EW/CW	0.21	0.60	0.080	0.030	---
		A	NE/CE	0.21	0.90	0.030	0.030	---
		B	NE/CE	0.26	1.15	0.030	0.030	Ti, V, Nb
		X 42	NE/CE	0.28	1.25	0.030	0.030	Ti, V, Nb
		X 46	NE CE	0.30	1.35	0.030	0.030	Ti, V, Nb
				0.28	1.25	0.030	0.030	Ti, V, Nb
		X 52	NE CE	0.3	1.35	0.030	0.030	Ti, V, Nb
				0.28	1.25	0.030	0.030	Ti, V, Nb
		X 56	NE/CE	0.26	1.35	0.030	0.030	Ti, V, Nb Ti, V, Nb
				0.26	1.35	0.030	0.030	Ti, V, Nb
		X 60	NE/CE	0.26	1.35	0.030	0.030	Ti, V, Nb
X 65	NE/CE	0.26	1.40	0.030	0.030	Ti, V, Nb		
X 70	NE/CE	0.23	1.60	0.030	0.030	---		
X 80	NE/CE	0.18	1.80	0.030	0.018	---		

TENSILE TEST			ONLINE TEST		
SM Y.S (Ksi) kgf/mm ²	SM T.S (Ksi) kgf/mm ²	ELOGATION (%) Min	N D T		HYDROST
			LAMINATION	WELD	
(25) 17.6	(45) 31.6	E=625,000 U ¹⁴ A= Transverse area in sq inches U=SM.T.S in Psi E=Elongation in 2 inches	Pipe ends Visual inspection max ¹ L ² lamination (may be done by ultrasonic, magnetic particle, or dye penetrant test)	Ultrasonic magnetic test full weld length	P=Hydrostatic pressure in S=Hoop stress in Psi* T=Wall thickn in inches O=Outside di in inches * Hoop stress calculated
(30) 21.1	(48) 33.8				
(35) 24.6	(60) 42.2				
(42) 29.5	(60) 42.2				
(46) 32.3	(63) 44.3				
(52) 36.8	(66) 46.4				
(56) 39.4	(71) 49.9				
(60) 42.2	(75) 52.7				
(65) 45.7	(77) 54.2				
(70) 49.2	(82) 57.7				
(80) 56.3	(90) 63.3				

(Sumber: Katalog Tiang Pancang PT Gunung Raja Paksi)

Spesifikasi tiang pancang *spiral welded pipe* pada **Tabel 5.4** dengan kelebihan & kekurangan tiang pancang tersebut :

Kelebihan

- ✓ Pelaksanaannya lebih mudah kemungkinan kerusakan struktur tiang pancang akibat pengangkatan/ *lifting* serta pemindahan/ *mobilisasi* maupun retak di ujung tiang pada saat pemancangan menjadi lebih kecil karena tiang pancang baja memiliki elastisitas yang tinggi.
- ✓ Mempunyai berat yang jatuh lebih kecil dibandingkan dengan *precast concrete pile* untuk dimensi yang sama sehingga kedalaman pancangan yang diperlukan untuk menahan design load yang sama akan lebih kecil dibanding jika menggunakan *precast concrete pile*.
- ✓ Penyambunng antar tiang pancang pada saat pemancangan lebih mudah yaitu dengan pengelasan.
- ✓ Biaya transportasinya lebih murah karena ditentukan melalui volume dan space.
- ✓ Nilai N-SPT maksimum yang dapat ditembus > 50 pukulan

Kekurangan

- ✓ Mudah mengalami korosi
- ✓ Biaya pemeliharaan mahal karena untuk mencegah terjadinya karat pada permukaan tiang perlu dilakukan *coating*, yaitu memberi lapisan anti karat pada permukaan tiang pancang, terutama pada bagian tiang pancang yang bersentuhan dengan air laut.

5.4 Perencanaan *Fender*

5.4.1 Perhitungan Energi *Fender*

Fender merupakan sistem konstruksi yang dipasang di depan konstruksi tambahan. Berfungsi sebagai penahan beban tumbukan kapal pada waktu merapat serta memindahkan beban akibat tumbukan menjadi gaya reaksi yang mampu diterima konstruksi dan kapal secara aman. Perencanaan *fender* sebaiknya dilakukan terlebih dahulu sebelum konstruksi dermaga dihitung. Ukuran *fender* dipilih berdasarkan ukuran kapal yang bertambat dan energi tumbukan maksimum. Setelah kriteria *fender* yang akan dipakai dapat ditetapkan, selanjutnya dilakukan finalisasi desain dari konstruksi bagian atas dari tambatan. Keperluan *fender* bagi suatu dermaga sangat bergantung dari ukuran dan kecepatan kapal yang merapat. Pada saat kapal menabrak konstruksi tambatan, ada energi kinetik tumbukan yang harus diabsorpsi dan ditransfer menjadi gaya horizontal yang harus mampu ditahan oleh bangunan dermaga. Adapun energi yang bekerja :

a. Beban Tumbukan Kapal (*Fender*)

Perhitungan *fender* menggunakan perumusan energi kinetik dengan beban 10.000 DWT. Metode perhitungan berdasarkan rumusan berikut :

$$E_N = 0,5 \times M_D \times V_B^2 \times C_M \times C_E \times C_C \times C_S \quad (5.1)$$

Dimana,

V_B = Kecepatan kapal saat merapat (m/s)

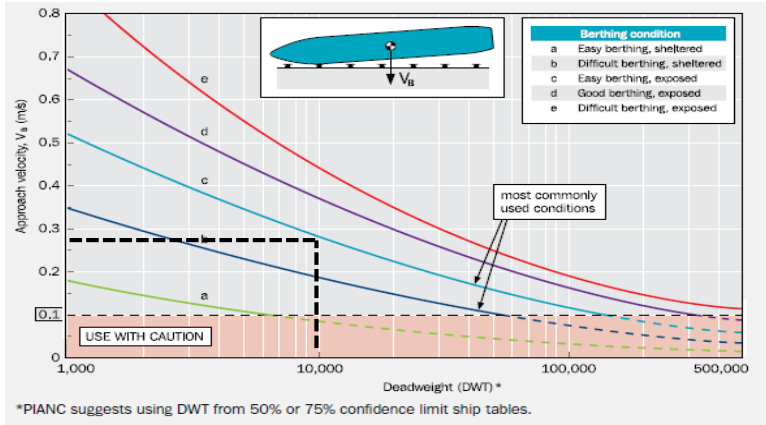
C_M = Koefisien massa hidrodinamis

C_C = Koefisien bantalan

C_S = Koefisien kehalusan

C_E = Koefisien eksentrisitas
 M_D = Displacement tonnage (t)

- Kecepatan kapal saat merapat (V_B)



Gambar 5 6 Grafik kecepatan kapal saat merapat
 (Sumber: Design Manual Fender, P.23, Trelleborg)

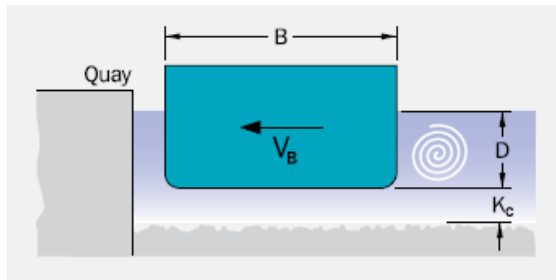
Tabel 5 5 Kecepatan kapal saat merapat

DWT	VELOCITY, V_B (m/s)				
	a	b	c	d	e
1,000	0.179	0.343	0.517	0.669	0.865
2,000	0.151	0.296	0.445	0.577	0.726
3,000	0.136	0.269	0.404	0.524	0.649
4,000	0.125	0.250	0.374	0.487	0.597
5,000	0.117	0.236	0.352	0.459	0.558
10,000	0.094	0.192	0.287	0.377	0.448
20,000	0.074	0.153	0.228	0.303	0.355
30,000	0.064	0.133	0.198	0.264	0.308
40,000	0.057	0.119	0.178	0.239	0.279
50,000	0.052	0.110	0.164	0.221	0.258
100,000	0.039	0.083	0.126	0.171	0.201
200,000	0.028	0.062	0.095	0.131	0.158
300,000	0.022	0.052	0.080	0.111	0.137
400,000	0.019	0.045	0.071	0.099	0.124
500,000	0.017	0.041	0.064	0.090	0.115

(Sumber: Design Manual Fender, P.23, Trelleborg)

Berdasarkan **Gambar 5.5** dan **Tabel 5.5** di atas, didapat kecepatan yaitu $V_B = 0,280 \text{ m/s} > 0,1 \text{ (min)}$

- Displacement tonnage (M_D)
Sesuai jenis kapal yaitu general cargo 10.000 DWT, didapat nilai *displacement* (Δ_m) sebesar 14.500 ton berdasarkan tabel kapal hal.18 design manual fender, trelleborg.
- Koefisien massa hidrodinamis (C_M)
Berdasarkan **Gambar 5.6** didapat C_M untuk urea carrier, dimana h merupakan kedalaman di dermaga, dari -5 m HWS menjadi -9,5 m HWS, setelah dilakukan *dradging*



Gambar 5 7 Ilustrasi koefisien hidrodinamis
(Sumber: Design Manual Fender, P.24, Trelleborg)

$$\frac{K_C}{D} = \frac{h - D}{D} = \frac{9,5 - 8}{8} = 0,187$$

Tabel 5 6 Koefisien Hidrodinamis

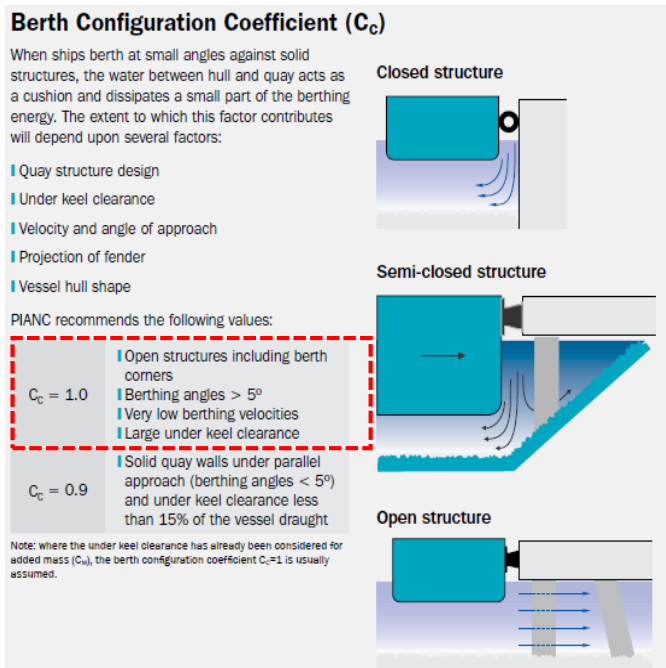
PIANC (2002)	SHIGERA UEDA (1981)	VASCO COSTA* (1964)
for $\frac{K_c}{D} \leq 0,1$ $C_M = 1,8$		
for $0,1 \leq \frac{K_c}{D} \leq 0,5$ $C_M = 1,875 - 0,75 \left[\frac{K_c}{D} \right]$	$C_M = \frac{\pi \times D}{2 \times C_B \times B}$	$C_M = 1 + \frac{2D}{B}$
for $\frac{K_c}{D} \geq 0,5$ $C_M = 1,5$		

*valid where $V_B \geq 0,08\text{m/s}$, $K_c \geq 0,1D$

(Sumber: Design Manual Fender, P.24, Trelleborg)

$$\begin{aligned}
 C_M &= 1,875 - 0,75 \times \frac{K_c}{D} \\
 &= 1,875 - (0,75 \times 0,187) \\
 &= 1,734
 \end{aligned}$$

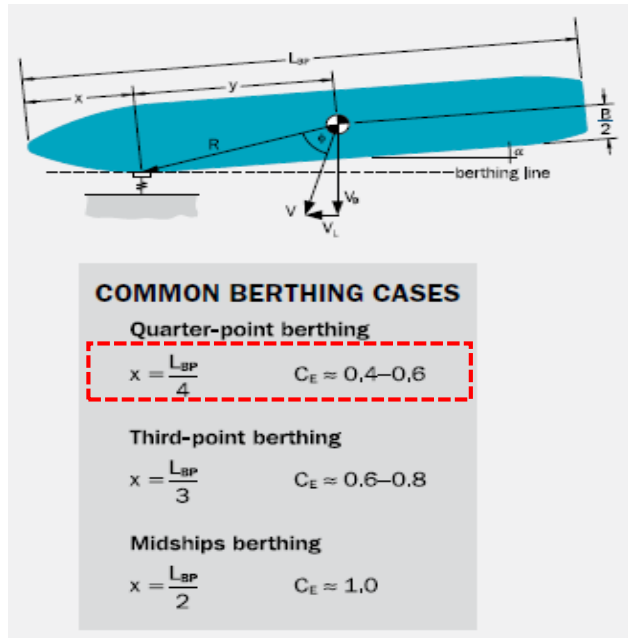
- Koefisien bantalan (C_C)



Gambar 5 8 Koefisien bantalan
(Sumber: *Design Manual Fender, P.27, Trelleborg*)

Tipe konstruksi yang dipakai merupakan tipe terbuka, sehingga berdasarkan **Gambar 5.7** dipakai $C_C = 1$.

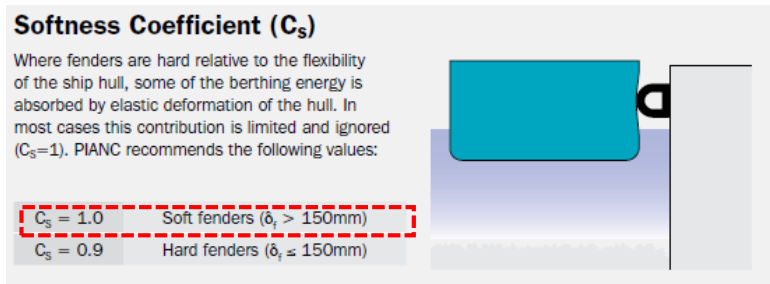
- Koefisien eksentrisitas (C_E)



Gambar 5 9 Koefisien eksentrisitas
(Sumber: Design Manual Fender, P.25, Trelleborg)

Berdasarkan **Gambar 5.8** untuk kapal type countinuous digunakan quarter-point berthing dimana distribusi beban total kapal dibagi 4 dengan nilai $C_E = 0,4 - 0,6$, maka digunakan $C_E = 0,5$.

- Koefisien kehalusan (C_s)



Gambar 5 10 Koefisien kehalusan
(Sumber: *Design Manual Fender, P.27, Trelleborg*)

Berdasarkan **Gambar 5.9** dipakai nilai $C_s = 1,00$

Jadi energi pada fender adalah

$$\begin{aligned}
 E_N &= 0,5 \times M_D \times V_B^2 \times C_M \times C_E \times C_C \times C_s \\
 &= 0,5 \times 14.500 \times 0,280^2 \times 1,734 \times 0,5 \times 1,0 \times 1,0 \\
 &= 492,802 \text{ kN.m} \\
 &= 50,251 \text{ Ton.m}
 \end{aligned}$$

- Nilai Energi Abnormal (E_{AB})

Tabel 5 7 Safety Factor (FS)

PIANC Factors of Safety (F_s)		
VESSEL TYPE	SIZE	F_s
Tanker, bulk, cargo	Largest	1.25
	Smallest	1.75
Container	Largest	1.5
	Smallest	2.0
General cargo	–	1.75
RoRo, ferries	–	≥ 2.0
Tugs, workboats, etc	–	2.0

Source: PIANC 2002; Table 4.2.5.

(Sumber: *Design Manual Fender, P.28, Trelleborg*)

Berdasarkan **Tabel 5.7**, nilai energi abnormal untuk kapal general cargo sebesar 1,75, maka

$$\begin{aligned}
 E_{AB} &= E_N \times F_s \\
 &= 50,251 \times 1,75 \\
 &= 87,939 \text{ Ton.m} = 862,39 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

5.4.2 Pemilihan Tipe *Fender*

Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam memilih system *fender* :

- Fender harus memiliki kemampuan penyerapan energi kinetis lebih besar dibanding energi kinetis yang terjadi akibat tumbukan kapal ke *fender*.
- Gaya reaksi yang timbul sebagai sisa energi kinetis yang titik terserap oleh *fender* dicari yang menghasilkan angka terkecil.

- c. Tekanan yang timbul dari sistem *fender* tidak boleh melebihi kemampuan menahan tekanan dari lambung kapal ke badan kapal
- d. Harus diperhatikan juga harga dan biaya konstruksi serta biaya perawatan bagi *fender* maupun tambatannya.

- Pemilihan *Fender*

Pemilihan *fender* didasarkan besar energi yang dapat diabsorpsi oleh *fender* tersebut (E_R) dan harus lebih besar dari energi tumbukan kapal (E_{AB}).

Pada perencanaan kali ini tipe *fender* yang digunakan adalah *Super Cone Fender* 1300 F 1.7 dengan nilai

$$E_R = 1062,2 \text{ kN.m}$$

$$R_R = 1396,6 \text{ kN}$$

$$W = 2455 \text{ kg}$$

dimana aplikasi performance data RDP/ *Rated Performance Data* *fender* akibat energi tumbukan adalah sebagai berikut :

$$E_R = 1062,2 \text{ kN.m} > E_A = 862,39 \text{ kNm}$$

$$E = 862,4 / 1062,2 = 81,18\%$$

namun karena menurut grafik *Intermediete Deflection* telah melewati *reaction* 100 % maka diambil 100 % (akan dibahas pada poin selanjutnya)

Tabel 5 8 Defleksi *Super Cone Fenders***SUPER CONE FENDERS****Intermediate Deflections**

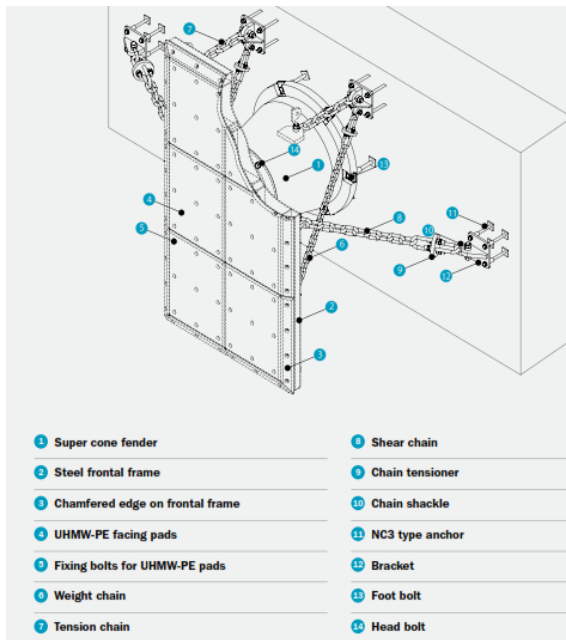
D. (%)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	72	75
E. (%)	0	1	4	8	15	22	31	40	50	59	67	75	82	89	96	100	106
R. (%)	0	19	39	59	75	89	97	100	98	92	84	90	89	88	95	100	110

Nominal rated deflection may vary at RPD. Refer to the Performance Tolerances table in the Fender Application Design Manual.

(Sumber: *Fender Systems Brochure, P.11, Trelleborg*)

5.4.3 Aksesoris Fender

Pemasangan fender SCN, dibutuhkan beberapa aksesoris pelengkap seperti **Gambar 5.10.** yang sangat penting untuk menahan gaya – gaya yang terjadi.



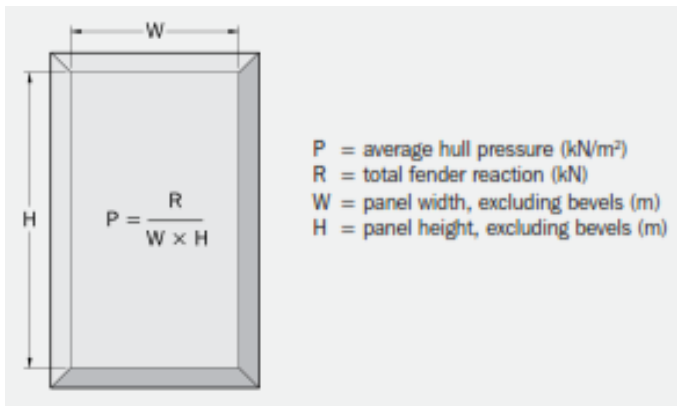
Gambar 5 11 Aksesoris fender

(Sumber: *Fender Systems Brochure, P.70, Trelleborg*)

5.4.4 Kontrak Kontak Kapal

a. Frontal Frame

Fender SCN perlu dipasang panel/ *frontal frame* yang berfungsi untuk mengamankan badan kapal ketika menumbuk *fender* karena luas bidang sentuh *fender* SCN relative kecil sehingga dikhawatirkan dapat merobek badan kapal.



Gambar 5.12 Frontal frame hull pressures
 (Sumber: *Design Manual Fender*, P.48, Trelleborg)

Berdasarkan **Gambar 5.12** kontrol kapal dapat dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{R}{W \times H} < P_p \quad (5.2)$$

Dimana :

P_p : Tekanan kontak ijin lambung kapal (kN/m²),
 lihat **Tabel 5.9**.

Tabel 5 9 Tekanan kontak ijin lambung kapal

VESSEL TYPE	SIZE/CLASS	HULL PRESSURE (kN/m ²)
Container ships	< 1,000 teu (1st/2nd generation)	< 400
	< 3,000 teu (3rd generation)	< 300
	< 8,000 teu (4th generation)	< 250
	> 8,000 teu (5th/6th generation)	< 200
General cargo	≤ 20,000 DWT	400–700
	> 20,000 DWT	< 400
Oil tankers	≤ 20,000 DWT	< 250
	≤ 60,000 DWT	< 300
	> 60,000 DWT	150–200
Gas carriers	LNG/LPG	< 200
Bulk carriers		< 200
RoRo		Usually fitted with beltings (strakes)
Passenger/cruise		
SWATH		

Source: PIANC 2002; Table 4.4.1

(Sumber: Design Manual Fender, P.48, Trelleborg)

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{1396,6}{1,5 \times 4} \\
 &= 232,76 \text{ kN/m}^2 < 400 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan dimensi panel fender 1,5 x 4 m sangat memenuhi kriteria dimana tekanan kontak lambung kapal kurang dari nilai kontak ijin lambung kapal. Sehingga, panel fender berukuran 1,5 x 4 m, aman digunakan dalam perencanaan.

Tabel 5 10 Berat panel tipikal

Light duty	200 – 250
Medium duty	250 – 300
Heavy duty	300 – 400
Extreme duty	≥ 400

[Units: kg/m²]

(Sumber: Design Manual Fender, P.47, Trelleborg)

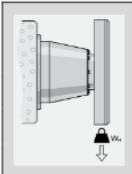
Kapal general cargo 11.184 DWT diasumsikan memiliki beban yang light duty sebesar 250 kg/m². Sehingga berat panel fender (W_H) adalah,

$$\begin{aligned}
 W_H &= A \times 250 \text{ kg/m}^2 \\
 &= (1,5 \times 4) \text{m}^2 \times 250 \text{ kg/m}^2 \\
 &= 1500 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Chain/Rantai

Pemasangan *fender* dan panel *fender* perlu dianalisis kebutuhan penggunaan rantai pada fender tipe SCN. SCN dapat menahan beban statik namun batas tertentu. **Tabel 5.11** merupakan acuan perhitungan beban *frontal* panel yang diizinkan sebelum tambahan rantai penguatan dibutuhkan.

Tabel 5 11 Acuan Perhitungan Beban Frontal Panel

	SCN	Panel weight (kg)
		Single or multiple horizontal ($n \geq 1$)
	F1	$W_H \leq n \times 1.0 \times W$
	F2	$W_H \leq n \times 1.3 \times W$
F3	$W_H \leq n \times 1.5 \times W$	

(Sumber: Fender Systems Brochure, P.13, Trelleborg)

dimana ;

n = jumlah SCN

W_H = berat frontal panel

W = berat SCN 1300 adalah 2455 kg, menurut tabel dimensi *super cone fenders, fender brochure_V2*.

$$W_H \leq n \times 1 \times W$$

$$1500 \text{ kg} \leq 1 \times 1 \times 2455 \text{ kg}$$

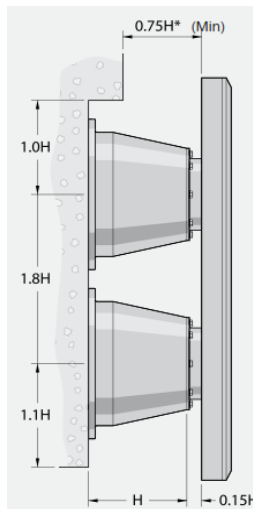
$$1500 \text{ kg} \leq 2455 \text{ kg}$$

Karena hasil memenuhi, maka tidak perlu dipasang rantai untuk mendukung berat komponen saat *fender* berbenturan.

5.4.5 Pemasangan Fender

a. Jarak Pemasangan Vertikal

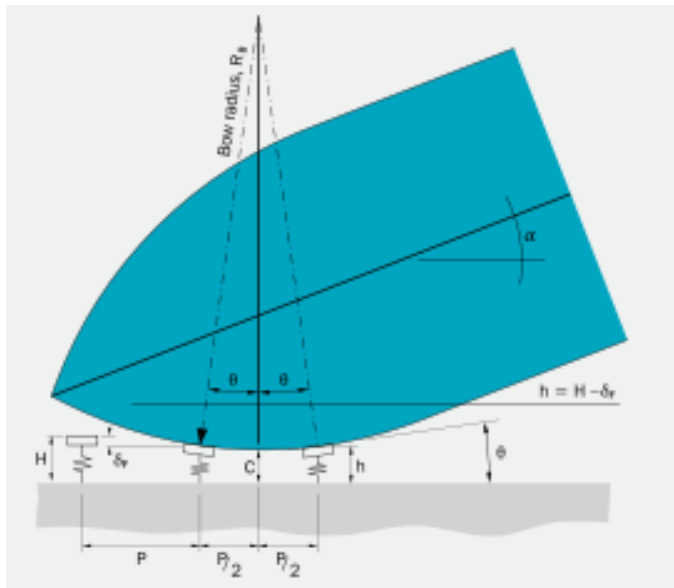
Pemasangan fender diletakkan pada dermaga dengan jarak antar fender minimal harus memenuhi syarat :



Gambar 5 13 Jarak fender SCN
(Sumber: *Fender Systems Brochure, P.13, Trelleborg*)

b. Jarak Pemasangan Horizontal

Jarak pemasangan *fender* perlu diperhatikan, jika terlalu jauh dapat menyebabkan kapal membentur struktur. Jarak antar kapal dengan dermaga (C) perlu diperhatikan. Perhitungan jarak pemasangan fender harus memenuhi kriteria perumusan pada kondisi di bawah ini:



Gambar 5 14 Pitch fender
(Sumber: Design Manual Fender, P.43, Trelleborg)

$$P \leq 2 \times \sqrt{Rb^2 - (Rb - h + C)^2} \quad (5.3)$$

$$Rb = \frac{1}{2} \left[\frac{B}{2} + \frac{L_{OA}^2}{8B} \right] \quad (5.4)$$

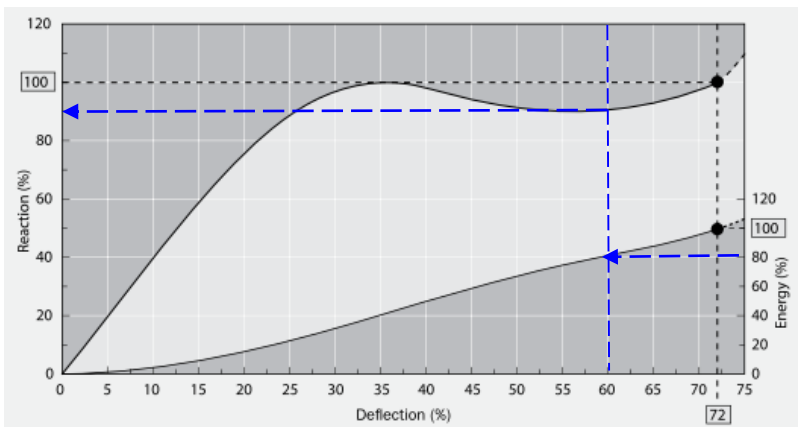
Dimana :

Rb = Bow radius

h = Proyeksi *fender* ketika dikompres, diukur pada *centerline* dari *fender*

C = Jarak bersih antara kapal dan dermaga

$$\begin{aligned} Rb &= \frac{1}{2} \left[\frac{B}{2} + \frac{L_{OA}^2}{8B} \right] \\ &= \frac{1}{2} \left[\frac{19}{2} + \frac{130^2}{8 \times 19} \right] \\ &= 60,342 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 5 15 Super cone fender
(Sumber: Brosur Fender System, P.11, Trelleborg)

Pada data sebelumnya didapat D = 60%, E = 82%, R = 100% (karena R = 89% telah melewati 100%, maka diambil defleksi 60%)

$$\begin{aligned}
 h &= (100 \% - 60 \%) \times H \\
 &= (100 \% - 60 \%) \times 1300 \\
 &= 520 \text{ mm} \sim 0,52 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jarak antar kapal dan dermaga (C)

$$\begin{aligned}
 C &= 10 \% \times h \\
 &= 0,1 \times 0,52 \\
 &= 0,052 \text{ m}
 \end{aligned}$$

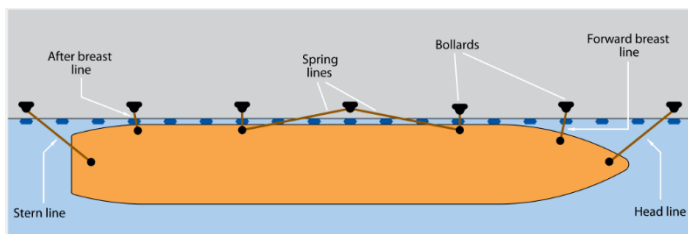
Pitch fender(P), direncanakan untuk penempatan @ 12 m

$$\begin{aligned}
 P &\leq 2 \times \sqrt{Rb^2 - (Rb - h + C)^2} \\
 &\leq 2 \times \sqrt{60,342^2 - (60,342 - 0,52 + 0,052)^2}
 \end{aligned}$$

$$12 \text{ m} \leq 15,001 \text{ m}$$

diambil P (jarak antar *fender*) sebesar 12 meter.

Sedangkan untuk jarak antar *bollard* sendiri diambil sama dengan jarak *fender* mengingat jarak titik berat kapal bersandar seperti **Gambar 5.16**.



Gambar 5.16 Posisi ikatan

(Sumber: *Bollard Application Design Manual*, P.16, Trelleborg)

5.5 Perencanaan *Bollard*

Desain *bollard* menggunakan kapal yang besar dengan kapasitas 10.000 DWT sehingga berdasarkan **Tabel 5.12** didapatkan gaya tarik sebesar 60 ton .

Tabel 5 12 Gaya tarik akibat kapal

DISPLACEMENT	APPROX. BOLLARD RATING
Up to 2,000 tonnes	10 tonnes
2,000–10,000 tonnes	30 tonnes
10,000–20,000 tonnes	60 tonnes
20,000–50,000 tonnes	80 tonnes
50,000–100,000 tonnes	100 tonnes
100,000–200,000 tonnes	150 tonnes
over 200,000 tonnes	200 tonnes

Where strong winds, currents or other adverse loads are expected, bollard capacity should be increased by 25% or more.

(Sumber: *Bollard Application Design Manual*, P.15,Trelleborg)

Tabel 5 13 Spesifikasi tee bollard

DIMENSION	BOLLARD CAPACITY (tonnes)											
	10	15	22.5	30	50	80	100	125	150	200	250	300
A	32	40	40	40	50	70	80	80	90	90	120	155
B	205	235	255	255	350	380	410	410	435	500	610	670
C	220	340	350	350	500	550	600	600	700	800	930	980
D	216	410	430	450	640	640	790	850	900	1000	1090	1200
E	236	335	355	375	540	550	640	700	750	850	915	925
F	75	80	90	100	150	160	175	175	200	225	250	200
G	65	155	165	175	250	250	325	325	350	375	425	475
ØI	120	160	180	200	260	280	350	350	400	450	500	500
J	118	205	215	225	320	320	395	425	450	500	545	600
K	118	130	140	150	220	230	245	275	300	350	370	325
L1°	-	30°	30°	30°	30°	15°	10°	10°	10°	0°	5°	23°
L2°	-	-	-	-	-	45°	40°	40°	40°	36°	34°	26°
L3°	-	60°	60°	60°	60°	-	80°	80°	80°	72°	68°	52°
Bolts	M20	M24	M30	M30	M36	M42	M42	M48	M48	M56	M64	M64
Bolt Length	450	500	500	500	500	800	800	900	1000	1000	1375	1550
P*	47	55	55	55	65	85	95	95	105	105	135	170
Quantity	4	5	5	5	5	6	7	7	7	8	8	10

P* = bollard base recess mounting depth = hold-down bolt protrusion height [units: mm]

(Sumber: *Bollard Application Design Manual*, P.6,Trelleborg)

5.6 Pembebanan

5.6.1 Beban Vertikal

a. Beban Mati Struktur

Beban mati pada dermaga *marginal wharf* berasal dari berat sendiri dan dihitung melalui analisa struktur menggunakan program bantu.

b. Beban Hidup

Beban hidup yang ada meliputi beban HMC/*Harbour Mobile Crane, Forklift*, Pangkalan (3 t/m^2) dan beban air hujan yang di atas dermaga. Beban hidup terbagi dalam beban merata dan terpusat adapun hasil perhitungannya:

Beban Hidup Merata:

- Beban pangkalan $= 3,00 \text{ t/m}^2$
- Beban air hujan $= 0,05 \text{ m} \times 1 \text{ t/m}^3 = 0,05 \text{ t/m}^2$
- Beban HMC $=$

Sebelumnya dari **Tabel 5.1** Data Teknik HMC disebutkan bahwa berat sendiri *crane* dalam kondisi kosong sebesar 160 ton akan dimodelkan beban merata pada setiap *pad* dengan dimensi *pad* ($5,5 \times 0,8$) m^2 , jumlah *pad* 4 buah dan, jarak antar kaki 10 m, setelah itu dilakukan kombinasi dengan momen akibat posisi *boom* atau lengan *crane*.

Berikut disajikan momen maksimum yang terjadi akibat *boom* berdasarkan **Tabel 5.14** Spesifikasi *Harbour Mobile Crane*

Tabel 5 14 Momen maksimum akibat lengan/*boom crane*

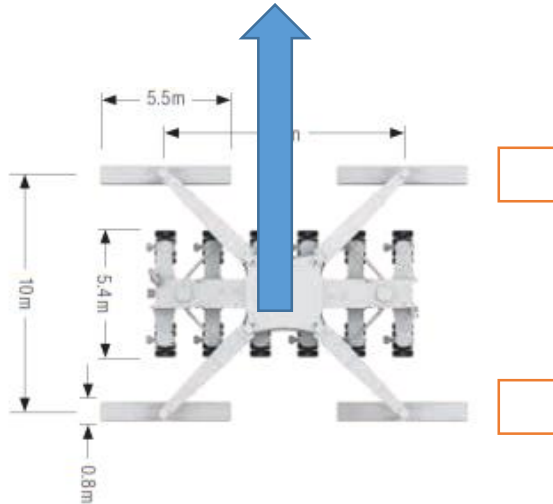
Radius (m)	Hook (t)	Momen (t.m)
9	64	576
10	64	640
11	64	704
12	64	768
13	63.5	825.5
14	58.9	824.6
15	54.7	820.5
16	50.6	809.6
17	46.9	797.3
18	43.5	783
19	40.2	763.8
20	37.1	742
21	34.9	732.9
22	32.3	710.6
23	30.4	699.2
24	28.4	681.6
25	26.8	670
26	25.1	652.6
27	23.8	642.6
28	22.3	624.4
30	20	600
32	18	576
34	16.2	550.8
35	15.3	535.5

Diperoleh momen maksimum sebesar 825,5 ton.m akibat beban 63,5 ton dengan radius lengan 13 m.

Untuk memperoleh beban maksimum akibat berat sendiri crane dan posisi boom, dilakukan perhitungan dalam 3 kondisi :

1. Kondisi I

Boom tegak lurus sumbu memanjang *crane*. Kondisi ini terjadi pada saat *crane* mengambil material dari kapal (*boom* mengarah ke arah laut).



Gambar 5 17 Arah *boom* kondisi I

Perhitungan tekanan Outtrigger HMC (kondisi I & II):



$$\begin{aligned}\sum M_A &= 0 \\ -(B_v \times 10) + (W \times 5) - (P \times (R - 5)) &= 0 \\ B_v &= ((160 \times 5) - (63,5 \times (13 - 5)))/10 \\ &= 29,2 \text{ ton}\end{aligned}$$

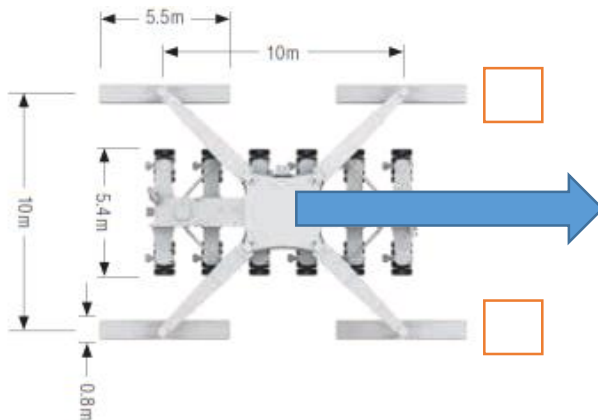
Beban merata di atas *pad* (dimensi *pad crane* 5,5x0,8m²):
 $= 29,2 \text{ ton} / 2 \times (5,5 \times 0,8) \text{ m}^2$
 $= \mathbf{3,53 \text{ ton/m}^2}$ (sisi darat)

$$\begin{aligned} \sum M_B &= 0 \\ (A_v \times 10) - (W \times 5) - (P \times (R + 5)) &= 0 \\ A_v &= ((160 \times 5) + (63,5 \times (13 + 5))) / 10 \\ &= 194,3 \text{ ton} \end{aligned}$$

Beban merata di atas *pad* (dimensi *pad crane* 5,5x0,8m²):
 $= 194,3 \text{ ton} / 2 \times (5,5 \times 0,8) \text{ m}^2$
 $= \mathbf{22,079 \text{ ton/m}^2}$ (sisi laut)

2. Kondisi II

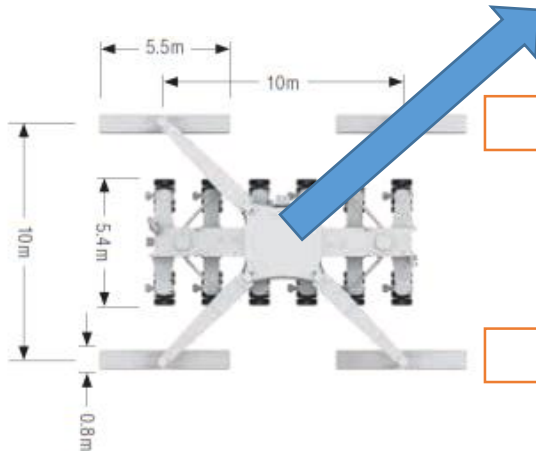
Boom sejajar sumbu memanjang *crane*. Kondisi ini terjadi saat *crane* melepaskan material dari *hook*.



Gambar 5 18 Arah boom kondisi II

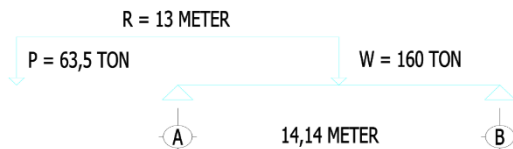
3. Kondisi III

Boom arah diagonal sumbu memanjang *crane*. Kondisi ini terjadi pada saat *crane* melakukan *swing*.



Gambar 5 19 Arah boom kondisi III

Perhitungan tekanan Outtrigger HMC (kondisi III):



$$\sum M_A = 0$$

$$- (B_v \times 14,14) + (W \times 7,07) - (P \times (R - 7,07)) = 0$$

$$B_v = ((160 \times 7,07) - (63,5 \times (13 - 7,07))) / 14,14$$

$$= 53,37 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Beban merata di atas } pad \text{ (dimensi } pad \text{ crane } 5,5 \times 0,8 \text{ m}^2\text{):} \\
 &= 53,37 \text{ ton} / 2 \times (5,5 \times 0,8) \text{ m}^2 \\
 &= \mathbf{6,065 \text{ ton/m}^2} \text{ (sisi darat)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum M_B &= 0 \\
 (A_v \times 14,14) - (W \times 7,07) - (P \times (R + 7,07)) &= 0 \\
 A_v &= ((160 \times 7,07) + (63,5 \times (13 + 7,07))) / 14,14 \\
 &= 170,13 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Beban merata di atas } pad \text{ (dimensi } pad \text{ crane } 5,5 \times 0,8 \text{ m}^2\text{):} \\
 &= 170,13 \text{ ton} / 2 \times (5,5 \times 0,8) \text{ m}^2 \\
 &= \mathbf{19,333 \text{ ton/m}^2} \text{ (sisi laut)}
 \end{aligned}$$

maka didapat beban merata kondisi I paling kritis sebesar 22,079 ton/m² dikarenakan hal tersebut terlalu membebani kondisi dermaga dalam hal ini struktur plat maka dihitung ulang menggunakan, dengan kondisi *pad* diberi dudukan sehingga dimensi *pad* menjadi 7,1 x 1,6 sehingga beban merata di atas *pad* :

$$\begin{aligned}
 &= 194,3 \text{ ton} / 2 \times (7,1 \times 1,6) \text{ m}^2 \\
 &= \mathbf{8,552 \text{ ton/m}^2} \text{ (sisi laut)}
 \end{aligned}$$

Beban Hidup Terpusat :

Merupakan beban titik yang bekerja di dermaga akibat tekanan dari peralatan bongkar muat yang digunakan. Peralatan yang digunakan dan pembebanannya adalah : *Forklift* dengan kapasitas beban 10 ton sesuai **Gambar 5.4** spesifikasi forklift.

c. *Beban Uplift*

Untuk pelat *horizontal* yang terletak di dekat permukaan air yang tenang, gaya gelombang benturan dapat bertindak di bagian bawah pelat (gaya gelombang ini selanjutnya disebut sebagai pengangkatan), tergantung pada kondisi gelombang dan bentuk *structural* pelat. Ito dan Takeda telah melakukan pengujian model skala dari dermaga bertumpuk terbuka (tipe terbuka) untuk mendapatkan tiang angkat. Nilai – nilai puncak ini diberikan kira – kira oleh persamaan berikut menurut pers. 5.5.4. halaman 123 *OCDI*, 2002.

$$P = \rho_o g (8H - 4,5s) \quad (5.5)$$

Dimana :

P = nilai puncak intensitas angkat (kN/m²)

ρ_o = kepadatan air laut (1,03 t/m³)

g = Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

H = Tinggi gelombang insiden (m)

= 1,5 m

s = Jarak dari permukaan air ke bawah struktur
(diambil dari kondisi surut s/d bawah pier)

= 2,3 m

P = $\rho_o g (8H - 4,5s)$

= 1,03 x 9,81 x ((8 x 1,5)-(4 x 2,3))

= 28,29 kN/m²

5.6.2 **Beban Horizontal**

a. *Beban Angin*



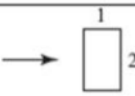

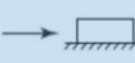

Perhitungan beban angin dilakukan pada sebagian struktur di atas muka air dengan kondisi maksimum desain kapal.

Beban angin pada struktur dihitung pada saat pasang dan surut arah longitudinal dan transversal. Perlu diperhatikan juga pada saat kapal bermuatan dan pada saat kondisi kapal kosong. Perhitungan ini berdasarkan *The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI)*. “*Technical Standars and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*” persamaan 8.2.1, halaman 143, 2002.

$$F_w = 0.5 \times \rho_a \times C_w \times V_w^2 \times A_w$$

Dimana, F_w : Gaya drag angin (N)
 ρ_a : Masa jenis ($1,23 \text{ kg/m}^3$)
 A_w : Area objek angin (m^2)
 V_w^2 : Kecepatan angin (m/s)
 C_w : Koefisien hambatan angin

Tabel 5 15 Koefisien hambatan angin

	Square cross-section	2.0
	"	1.6
	Rectangular cross-section (ratio of side lengths = 1:2)	2.3
	"	1.5
	" (when one face is in contact with the ground)	1.2
	Circular cross-section (smooth surface)	1.2

(Sumber : OC DI, Tabel 8.2.1,P. 144, 2002)

Arah Longitudinal

- Saat kondisi air pasang dengan ketinggian yang terkena angin 2 m

$$\begin{aligned} F_w &= 0.5 \times \rho_a \times C_w \times V_w^2 \times A_w \\ &= 0.5 \times 1,23 \times 1,2 \times 1^2 \times 2 \times 160 \\ &= 236.16 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Saat kondisi air surut dengan ketinggian yang terkena angin 4,7 m

$$\begin{aligned} F_w &= 0.5 \times \rho_a \times C_w \times V_w^2 \times A_w \\ &= 0.5 \times 1,23 \times 1,2 \times 1^2 \times 4.7 \times 160 \\ &= 554.976 \text{ kg} \end{aligned}$$

Arah Transversal

- Saat kondisi air pasang dengan ketinggian yang terkena angin 2 m

$$\begin{aligned} F_w &= 0.5 \times \rho_a \times C_w \times V_w^2 \times A_w \\ &= 0.5 \times 1,23 \times 1,2 \times 1^2 \times 2 \times 30 \\ &= 44.28 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Saat kondisi air surut dengan ketinggian yang terkena angin 4,7 m

$$\begin{aligned} F_w &= 0.5 \times \rho_a \times C_w \times V_w^2 \times A_w \\ &= 0.5 \times 1,23 \times 1,2 \times 1^2 \times 4.7 \times 30 \\ &= 104.058 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Beban Arus

Beban arus terjadi di sepanjang tiang yang berada di bawah muka air dan kecepatannya diasumsikan konstan. Beban arus yang bekerja pada tiang dihitung per-m panjang tiang di bawah muka air. Perhitungan ini berdasarkan *OCDI*

“*Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*”.

$$F_D = 0.5 \times C_D \times \rho_0 \times A \times U^2$$

dimana : F_D = Gaya tarik akibat arus (kN)
 C_D = Koefisien gaya tarik (1,2)
 ρ = Massa jenis (1,025 t/m³)
 A = Area objek (dia.pondasi) arus (m²)
 U^2 = kecepatan aliran (m/s)

Dari hasil pengamatan arus di sekitar lokasi diperoleh arus maksimum yang tercatat sebesar 0.5 m/s. Sehingga beban arus per tiang adalah

$$\begin{aligned} F_D &= 0.5 \times C_D \times \rho_0 \times A \times U^2 \\ &= 0.5 \times 1,2 \times 1,025 \times 0,8128 \times 0,5^2 \\ &= 0,125 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

c. Beban Tumpukan Kapal (Fender)

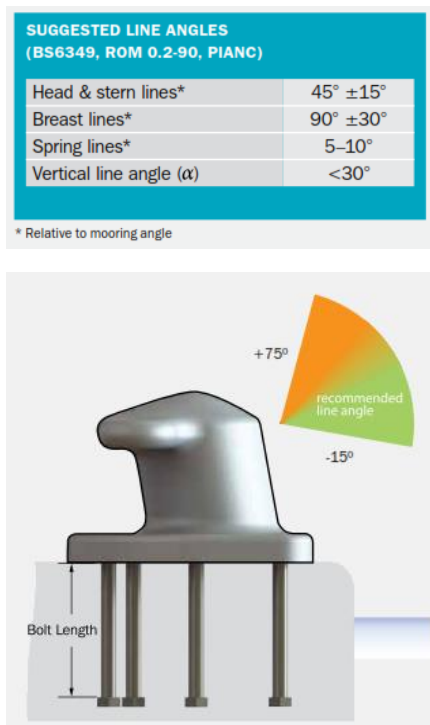
Beban tumbukan kapal berasal dari energi yang ditimbulkan ketika kapal merapat dan menabrak sistem fender. Energi ini kemudian diabsorpsi dan ditransfer menjadi gaya *horizontal* tekan yang harus mampu dipikul oleh struktur dermaga. Gaya *horizontal* ini disebut gaya fender.

Beban horizontal akibat tumpukan kapal diambil dari gaya reaksi fender dari perhitungan fender sebelumnya, maka besar beban horizontal dari reaksi *Super Cone Fenders* (E_R) dipilih tipe SCN 1300 F 1.7 adalah 1062,2 kN.m ~ 106,22 ton.m

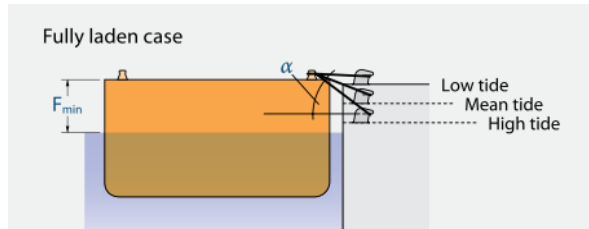
d. Beban Tarikan Kapal (Bollard)

Beban tarikan kapal berasal dari gaya tahanan yang bekerja pada kapal. Beban tarik ini akan ditahan oleh struktur boulder yang didesain untuk menahan gaya tarikan kapal, angin dan arus.

Beban horizontal akibat gaya tarik kapal diambil dari besar gaya tarik bollard sebesar 60 ton.



Gambar 5 20 Besaran derajat kemiringan tarikaan sumbu z
(Sumber: *Bollard Application Design Manual, P.6, Trelleborg*)



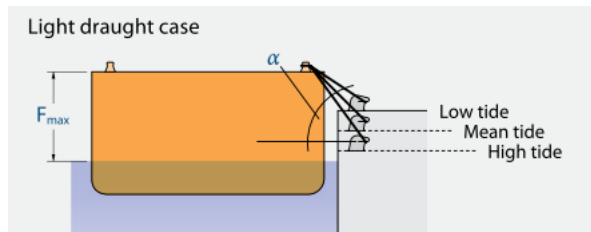
Gambar 5 21 Tarikan bollard pada kondisi pasang
(Sumber: *Bollard Application Design Manual*, P.16, Trelleborg)

dengan mempertimbangkan derajat kemiringan tarikan dan kondisi pasang maka diperoleh gaya maksimum yang terjadi:

$$P_x = 59,261 \text{ ton}$$

$$P_y = 27,235 \text{ ton}$$

$$P_z = 59.998 \text{ ton}$$



Gambar 5 22 Tarikan bollard pada kondisi surut
(Sumber: *Bollard Application Design Manual*, P.16, Trelleborg)

dengan mempertimbangkan derajat kemiringan tarikan dan kondisi surut maka diperoleh gaya maksimum yang terjadi:

$$P_x = 59,088 \text{ ton}$$

$$P_y = 57,947 \text{ ton}$$

$$P_z = 59.991 \text{ ton}$$

Dari perhitungan gaya – gaya diatas akibat bobot kapal 60 ton, diketahui nilai kondisi surut lebih besar dibandingkan dengan kondisi tarik pasang maka diambil pada kondisi surut.

5.6.3 Beban Gempa

Menggunakan program bantu, perhitungan beban gempa dilakukan secara dinamis dengan menggunakan respon spektra menurut SNI 03-1726-2013 halaman 54 Berikut merupakan persamaan dalam perhitungan beban gempa.

$$V = C_s \times W_t \quad (5.6)$$

Dimana :

- V : Geser dasar seismic
- C_s : Koefisien respon seismic
- W_t : Berat efektif seismic

Nilai C_s dihitung dengan menggunakan,

$$C_s = S_{DS}/(R/I) \quad (5.7)$$

Perhitungan nilai C_s diikuti dengan perhitungan berikut :

- $S_{D1}/(T/(R/I)) \geq C_s \geq 0,01$
- $S_{D1}/(T/(R/I)) \geq C_s \geq 0,044 S_{DS} I$
- $S_{D1}/(T/(R/I)) \geq C_s \geq 0,5/(R/I)$

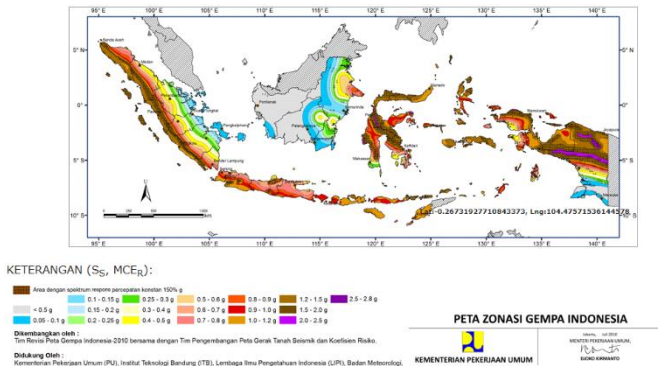
Dimana :

- S_{DS} : Parameter respon *spectral* respon desain pada periode pendek
- S_{D1} : Parameter respon *spectral* percepatan desain pada perioda 1,0 detik.
- S_s : Parameter respon *spectral* percepatan gempa MCRE_R terpetakan untuk perioda 1,0 detik

I : Faktor keutamaan gempa

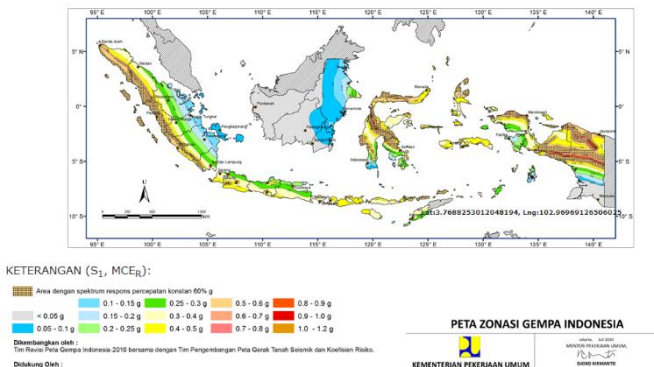
T : Peroda getar *fundamental* struktur

Nilai S_s dan S_1 dicari menggunakan parameter lokasi zona gempa dan tipe struktur.



Gambar 5 23 Gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko-tertarget (MCER) untuk S_s

(Sumber: http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/)



Gambar 5 24 Gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko-tertarget (MCER) untuk S_1

(Sumber: http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/)

a. Kelas Situs

Klasifikasi situs ditentukan untuk lapisan setebal 60 m sesuai dengan yang didasarkan pada korelasi dengan hasil penyelidikan tanah lapangan dan laboratorium. Berikut data tanah yang di sajikan:

Tabel 5 16 Perhitungan klasifikasi kelas situs

Depth (m)	Layer Thickness (m)	N-SPT	Harmonic Mean = $Lh/N-SPT$ (m)
0.00	0.00	0	0.000
2.15	2.15	6	0.358
4.15	2.00	4	0.500
6.15	2.00	7	0.286
8.15	2.00	4	0.500
10.15	2.00	5	0.400
12.15	2.00	6	0.333
14.15	2.00	5	0.400
16.45	2.30	5	0.460
18.15	1.70	6	0.283
20.15	2.00	5	0.400
22.15	2.00	6	0.333
24.15	2.00	6	0.333
26.15	2.00	12	0.167
28.15	2.00	19	0.105
30.00	1.85	32	0.058
30.15	0.15	32	0.005

Depth (m)	Layer Thickness (m)	N-SPT	Harmonic Mean = $L_h/N-SPT$ (m)
32.15	2.00	36	0.056
34.15	2.00	40	0.050
36.00	1.85	36	0.051
38.15	2.15	34	0.063
40.15	2.00	37	0.054
42.15	2.00	41	0.049
43.00	0.85	41	0.021
44.15	1.15	24	0.048
44.45	0.30	24	0.013
46.15	1.70	18	0.094
48.15	2.00	26	0.077
50.15	2.00	29	0.069
51.70	1.55	34	0.046
52.15	0.45	34	0.013
54.15	2.00	41	0.049
56.15	2.00	45	0.044
58.15	2.00	52	0.038
60.00	1.85	52	0.036
	60.00		5.792

(Sumber: Data Pribadi, 2019)

$$N_{SPT} = 60/5,792$$

$$= 10,359$$

Dari hasil perhitungan di atas, diperoleh nilai N-SPT rata-rata < 15, maka tanah termasuk ke dalam kelas situs tanah lunak/SE (Tabel 2 SNI 2833-2013).

- b. Percepatan Respon Spektra (S_a) dan Periode Getar
- PGA : 0,097 ; Percepatan puncak batuan dasar diambil dari grafik respon spektrum
- S_s : 0,2 g ; Respon spectra percepatan pd 0,2 detik peta gempa SNI 1726-2012
- S_1 : 0,12 g ; Respon spectra percepatan pada 1 detik

peta gempa SNI 1726-2012

F_A : 2,5 ; Faktor amplikasi periode pendek
tabel 3 SNI 2833-2013

F_V : 3,5 ; Faktor amplikasi untuk periode 1 detik
tabel 4 SNI 2833-2013

F_{PGA} : 2,5 ; Faktor amplikasi terkait percepatan
pada getaran periode nol detik
Tabel 3 SNI 2833-2013

S_{MS} : 0,22

S_{M1} : 0,124

S_{DS} : 0,33 ; Nilai spectra permukaan tanah pada
periode pendek 0,2 detik
= $2/3 (F_a.S_s)$

S_{D1} : 0,28 ; Nilai spectra permukaan tanah pada
periode pendek 1 detik
= $2/3 (F_v.S_1)$

T_0 : 0,169 ; = $0.2 \times (S_{D1}/S_{DS})$

T_s : 0,848 ; = (S_{D1}/S_{DS})

- c. Faktor keutamaan gempa (I_e) & Kategori Resiko
Fungsi Bangunan = Fasilitas Manufaktur
Kategori resiko = II ; Tabel 1 SNI 1726-2012
Faktor keutamaan, I_e = 1,0 ; Tabel 2 SNI 1726-2012

- d. Kategori Seismik

Tabel 5 17 Kategori berdasarkan S_{DS}

Nilai S_{DS}	Kategori resiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

(Sumber SNI 1726-2012)

Tabel 5 18 Kategori berdasarkan S_{D1}

Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,167$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

(Sumber SNI 1726-2012)

Maka diambil paling kritis dengan kategori risiko D

e. Sistem Struktur

Sistem rangka beton bertulang pemikul momen biasa

Koefisien Modifikasi Respons, R : 3

Faktor Kuat Lebih Sistem, Ω : 3

Faktor Pembesaran Dimensi, Cd : 2,5

f. Penentuan Periode (T)

T = Periode *fundamental* struktur

Ta = Periode *fundamental* pendekatan

Sebagai alternative analisis, maka diijinkan T = Ta

Ct untuk tipe struktur rangka beton pemikul momen = 0,0466^a dan x = 0,9

h_n = ketinggian struktur dari *bed load* hingga plat lantai di dapat 14,2

$$\begin{aligned}
 T_{a \min} &= C_t \times h_n^x \\
 &= 0,0466 \times 14,2^{0,9} \\
 &= 0,507 \text{ sec}
 \end{aligned}$$

Tabel 5 19 Koefisien batas periode hitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{D1}	Koefisien C_u
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

(Sumber SNI 1726-2012)

$$\begin{aligned} T_{a \max} &= C_u \times T_a \\ &= 1,4 \times 0,507 \\ &= 0,709 \text{ sec} \end{aligned}$$

$$T_{c \text{ sap}} = 0,709 \text{ sec}$$

g. Menghitung koefisien Respon Seismik (C_s)

$$\begin{aligned} C_{S_{\max}} &= \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I}\right)} \\ &= \frac{0,28}{0,709 \left(\frac{3}{1}\right)} \\ &= 0,132 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{S_{DS} \times I}{R} \\ &= \frac{0,33 \times 1}{3} \\ &= 0,110 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{S_{\min}} &= 0,044 S_{DS} \times I && \geq 0,01 \\ &= 0,044 \times 0,33 \times 1 && \geq 0,01 \\ &= 0,014 && \geq 0,01 \end{aligned}$$

Jadi $0,01 < C_{S_{\min}} < C_s < C_{S_{\max}}$, maka ditentukan C_s yang digunakan sebesar $C_{S_{\max}} = 0,132$

h. Koefisien Respons Gempa Elastik

$$T_0 : 0,169 \text{ detik}$$

$$T_s : 0,848 \text{ detik}$$

Untuk $T < T_0$, , *respon spectrum* percepatan desain :

$$A_s = F_{PGA} \times PGA$$

$$= 2,5 \times 0,097$$

$$= 0,243$$

$$C_{SM} = (S_{DS} - A_s) T/T_0 + A_s \quad \rightarrow T = 0$$

$$= (0,33 - 0,24) 0/0,169 + 0,24$$

$$= 0,24$$

Untuk $T \geq T_0$ & $< T_s$, *respon spectrum* percepatan desain :

$$C_{SM} = S_{DS}$$

$$= 0,33$$

Untuk $T > T_s$, *respon spectrum* percepatan desain :

$$C_{SM} = S_{D1}/T$$

$$= 0,28/0,709$$

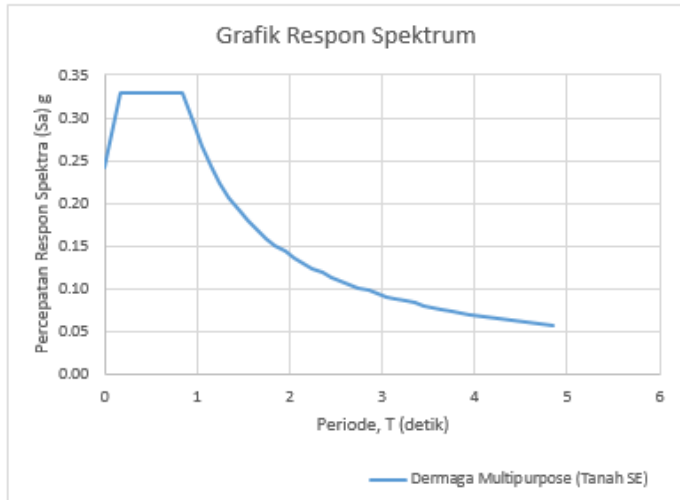
$$= 0,395$$

dimana dilihat dari kondisi awal yang memenuhi adalah $T \geq T_0$ & $< T_s$ sehingga diambil nilai C_{SM} sebesar 0,33.

Berikut disajikan tabel *respon spectrum* untuk gempa daerah tinjauan dengan type tanah lunak.

	T	Csm (g)		T	Csm (g)
0	0	0.24	$T_5+1.1$	1.948	0.14
T_0	0.169	0.33	$T_5+1.2$	2.048	0.14
T_5	0.848	0.33	$T_5+1.3$	2.148	0.13
T_5+0	0.848	0.33	$T_5+1.4$	2.248	0.12
$T_5+0.1$	0.948	0.30	$T_5+1.5$	2.348	0.12
$T_5+0.2$	1.048	0.27	$T_5+1.6$	2.448	0.11
$T_5+0.3$	1.148	0.24	$T_5+1.7$	2.548	0.11
$T_5+0.4$	1.248	0.22	$T_5+1.8$	2.648	0.11
$T_5+0.5$	1.348	0.21	$T_5+1.9$	2.748	0.10
$T_5+0.6$	1.448	0.19	T_5+2	2.848	0.10
$T_5+0.7$	1.548	0.18	$T_5+2.1$	2.948	0.09
$T_5+0.8$	1.648	0.17	$T_5+2.2$	3.048	0.09
$T_5+0.9$	1.748	0.16	$T_5+2.3$	3.148	0.09
T_5+1	1.848	0.15	$T_5+2.4$	3.248	0.09
			$T_5+2.5$	3.348	0.08

	T	Csm (g)
$T_5+2.6$	3.448	0.08
$T_5+2.7$	3.548	0.08
$T_5+2.8$	3.648	0.08
$T_5+2.9$	3.748	0.07
T_5+3	3.848	0.07
$T_5+3.1$	3.948	0.07
4	4.848	0.06



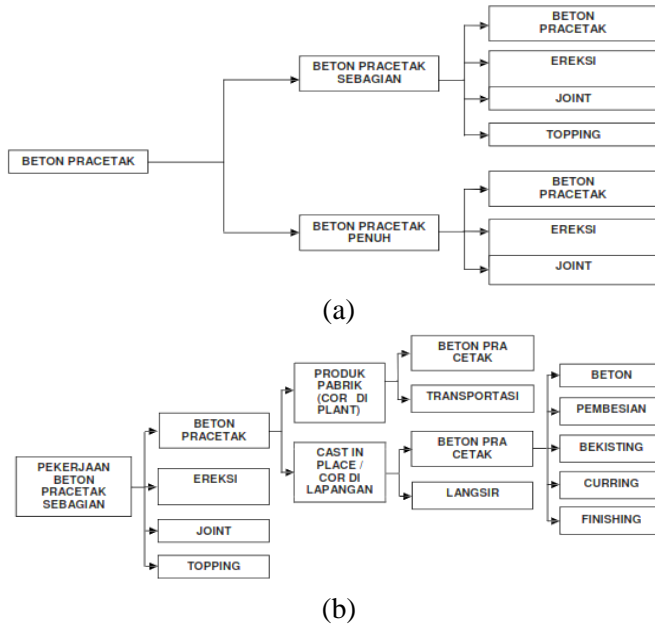
Gambar 5 25 Respon spektrum di dermaga tinjauan
(Sumber: Data Pribadi, 2019)

selanjutnya perhitungan menggunakan program bantu.

BAB VI PERENCANAAN STRUKTUR

6.1 Umum

Pracetak adalah teknologi konstruksi struktur beton dengan komponen-komponen penyusun yang dicetak terlebih dahulu pada suatu tempat khusus /*off site fabrication*. komponen-komponen tersebut disusun dan disatukan terlebih dahulu *pre-assembly*, dan selanjutnya dipasang di lokasi /*installation* (Ervianto, 2006) terlampir pada **Gambar 6.1**.



Gambar 6 1 (a) Metode beton pracetak (b) Alur pekerjaan beton pracetak sebagian

Menurut Romi (2016), Metode *half slab* adalah metode pekerjaan pelat lantai yang separuh struktur pelat lantainya dikerjakan dengan sistem *precast* dan separuhnya lagi dengan cara pengecoran ditempat. Bagian *precast* bisa dibuat di pabrik atau tempat fabrikasi yang telah disediakan di area proyek lalu dikirim ke lokasi pemasangan untuk dipasang, selanjutnya dilakukan pemasangan besi tulangan bagian atas lalu dilakukan pengecoran separuh pelat ditempat. Kelebihan dari metode ini yaitu dapat mengurangi waktu pengerjaan dan biaya pengeluaran khususnya penekanan pada biaya kebutuhan bekisting.

Perhitungan penulangan akan direncanakan dalam tiga tahap yaitu tahap pertama penulangan saat pengangkatan, kedua penulangan sebelum komposit dan kedua penulangan setelah komposit. Untuk kemudian dipilih tulangan yang layak untuk digunakan, yang memperhitungkan tulangan yang paling kritis diantara kedua kondisi di atas.

Disimpulkan bahwa *flow* proses metode pracetak sebagian adalah sebagai berikut :

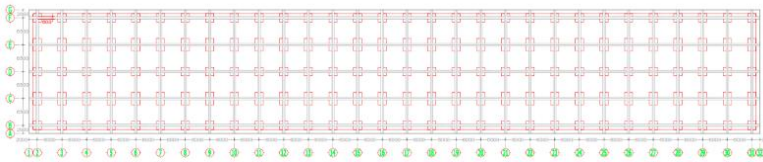
- Penulangan saat Pengangkatan
- Penulangan saat Komposit
- Penulangan saat setelah komposit
- Kontrol melalui perhitungan penulangan insitu

6.2 Perencanaan Plat

6.2.1 Penentuan Tipe Pelat

Penentuan tipe pelat didasarkan pada ukuran pelat itu sendiri (Gambar x.x). Beberapa tipe pelat dengan rasio I_y/I_x yang melebihi 2,5 (Pelat II, III, dan IV), perencanaan momen dan penulangan praktis dengan mengikuti tulangan pelat didekatnya.

Hal ini dikarenakan pelat-pelat tersebut memiliki rasio $I_y/I_x > 2.5$ relatif lebih kecil dari pelat lainnya sehingga tidak begitu pengaruh.



Gambar 6 2 Denah plat

6.2.2 Pembebanan Plat

Pada perencanaan pelat, beban –beban yang bekerja berupa beban mati dan beban hidup. Beban mati berasal dari berat sendiri pelat dan finishing, sedangkan beban hidup berasal dari beban pangkalan (HCM), beban terpusat dari truck, serta beban air hujan yang tergenang di atas pelat.

a. **Beban Mati**

$$\begin{aligned} \text{Beban Plat Sendiri} &= t \quad \times \gamma_{\text{beton}} \\ &= 0,25 \text{ m} \times 2900 \text{ kg/m}^3 \\ &= 725 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Beban Mati Total (Qd)} &= 725 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

b. **Beban Hidup**

- **Beban Merata**

$$\begin{aligned} \text{Beban Pangkalan} &= 3.000 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Beban Hujan} &= t \quad \times \gamma_{\text{air}} \\ &= 0,05 \text{ m} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \\ &= 50 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Beban HCM} &= 8552 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Beban Hidup Merata} &= 3000 + 50 + 8552 \\ &= 11.602 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

- **Beban Terpusat**
Beban Forklift = 10.000 kg

6.2.3 Perhitungan Momen Plat

Tinjauan Plat A

$$\begin{aligned} L_y &: 6.5 \text{ m} \\ L_x &: 6 \text{ m} \\ L_y/L_x &: 6.5/6 = 1,083 \end{aligned}$$

Tinjauan Plat 2 arah PBI 1971			
2	G	H	I
6.5	F	A	B
2	E	D	C
	2	6	2

Pelat direncanakan terjepit elastis dengan posisi balok pada keempat sisinya. Dari tabel 12.3.2 PBI 1971 dapat ditentukan koefisien x untuk pelat terjepit elastis pada keempat sisinya.

Tabel 6 1 Koefisien x

Ly/Lx	Koefisien X			
	Mlx	Mly	Mtx	Mty
1.1	42	37	42	37

Sumber : Tabel 13.3.2 PBI 1971 p.102

Besar momen yang terjadi pada pelat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$M_l = - M_t = 0.001 \cdot q \cdot L_x^2 \cdot x$$

- a. Momen akibat beban mati (qD)

Momen lapangan

$$M_{lx} = 0,001 \times 725 \times 6^2 \times 42 = 1096.2 \text{ kg.m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \times 725 \times 6^2 \times 37 = 956.7 \text{ kg.m}$$

Momen tumpuan

$$M_{tx} = - 0,001 \times 725 \times 6^2 \times 42 = - 1096.2 \text{ kg.m}$$

$$M_{ty} = - 0,001 \times 725 \times 6^2 \times 37 = - 956.7 \text{ kg.m}$$

b. Momen akibat beban hidup hujan dan HCM (qL)

Momen lapangan

$$M_{lx} = 0,001 \times 8602 \times 6^2 \times 42 = 13006.2 \text{ kg.m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \times 8602 \times 6^2 \times 37 = 11457.8 \text{ kg.m}$$

Momen tumpuan

$$M_{tx} = -0,001 \times 8602 \times 6^2 \times 42 = -13006.2 \text{ kg.m}$$

$$M_{ty} = -0,001 \times 8602 \times 6^2 \times 37 = -11457.8 \text{ kg.m}$$

Hasil perhitungan momen pelat secara lengkap untuk masing – masing pelat di sajikan dalam tabel 6.2

Tabel 6 2 Momen pada plat

Tipe Plat	Lx (m)	Ly (m)	Ly/Lx	Tipe	Koefisen x	Momen (kg.m)			
						Mati	Hidup	Total	
A	6	6.5	1.083333	II	Mlx	42	1096.20	13006.2	14102.42
					Mtx	42	-1096.20	-13006.2	-14102.42
					Mly	37	965.70	11457.9	12423.56
					Mty	37	-965.70	-11457.9	-12423.56
B	2	6.5	3.25	VIA	Mlx	54	156.60	1858.03	2014.63
					Mtx	54	-156.60	-1858.03	-2014.63
					Mly	19	55.10	653.752	708.85
					Mty	56	-162.40	-1926.85	-2089.25
C	2	6.5	3.25	III	Mlx	94	272.60	3234.35	3506.95
					Mtx	94	-272.60	-3234.35	-3506.95
					Mly	19	55.10	653.752	708.85
					Mty	56	-162.40	-1926.85	-2089.25
D	2	6	3	VIA	Mlx	54	156.60	1858.03	2014.63
					Mtx	54	-156.60	-1858.03	-2014.63
					Mly	19	55.10	653.752	708.85
					Mty	56	-162.40	-1926.85	-2089.25

Tipe Plat	Lx (m)	Ly (m)	Ly/Lx	Tipe	Koefisien x		Momen (kg.m)		
							Mati	Hidup	Total
E	2	2	1	III	Mlx	48	139.20	1651.58	1790.78
					Mtx	48	-139.20	-1651.58	-1790.78
					Mly	48	139.20	1651.58	1790.78
					Mty	48	-139.20	-1651.58	-1790.78
F	2	6.5	3.25	VIA	Mlx	54	156.60	1858.03	2014.63
					Mtx	54	-156.60	-1858.03	-2014.63
					Mly	19	55.10	653.752	708.85
					Mty	56	-162.40	-1926.85	-2089.25
G	2	2	1	III	Mlx	48	139.20	1651.58	1790.78
					Mtx	48	-139.20	-1651.58	-1790.78
					Mly	48	139.20	1651.58	1790.78
					Mty	48	-139.20	-1651.58	-1790.78
H	2	6	3	VIA	Mlx	54	156.60	1858.03	2014.63
					Mtx	54	-156.60	-1858.03	-2014.63
					Mly	19	55.10	653.752	708.85
					Mty	56	-162.40	-1926.85	-2089.25

Tipe Plat	Lx (m)	Ly (m)	Ly/Lx	Tipe	Koefisien x		Momen (kg.m)		
							Mati	Hidup	Total
I	2	2	1	III	Mlx	48	139.20	1651.58	1790.78
					Mtx	48	-139.20	-1651.58	-1790.78
					Mly	48	139.20	1651.58	1790.78
					Mty	48	-139.20	-1651.58	-1790.78
14102.42									

c. Momen akibat beban hidup pangkalan (qL)

Besarnya beban hidup merata untuk penempatan material sementara yang ditempatkan di atas dermaga yakni sebesar 3 t/m² yang didistribusikan kedalam momen lapangan dan tumpuan sebagai berikut :

Momen lapangan

$$M_{lx} = 0,001 \times 3000 \times 6^2 \times 42 = 4536 \text{ kg.m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \times 3000 \times 6^2 \times 37 = 3996 \text{ kg.m}$$

Momen tumpuan

$$M_{tx} = - 0,001 \times 3000 \times 6^2 \times 42 = - 4536 \text{ kg.m}$$

$$M_{ty} = - 0,001 \times 3000 \times 6^2 \times 37 = - 3996 \text{ kg.m}$$

d. Momen akibat Beban Forklift

Besarnya momen akibat beban terpusat forklif yang bergerak harus didasarkan pada momen

maksimum yang didapat, dari konfigurasi beban roda truk tersebut diambil roda depan sebesar 20380 kg dengan jarak roda 1.7 m dan area kotak tiap roda seluas (permisalan 25 cm x 60 cm). Untuk perhitungan momen ini dibagi 2 kombinasi pembebanan yakni kombinasi i dan kombinasi ii.

➤ **Kombinasi Pembebanan Forklift i**

Kombinasi ini momen maksimum terjadi saat salah satu roda kendaraan berada pada tepi plat 1 dan roda lainnya berada disebelahnya. Pada kondisi ini harga momen jepit berkurang, karena beban tidak berbatasan langsung dengan tepi yang bersangkutan. Pengurangan momen tersebut sebesar $(h/d)^2 \cdot Mt$. Untuk perhitungan momen pada kondisi ini hanya untuk tumpuan saja.

Posisi roda forklift arah melintang pelat

Pelat Tipe A

$$I_y / I_x = 1.0833$$

$$h = 1,7 \text{ m}$$

$$d = 6.5 \text{ m}$$



Perhitungan momen menggunakan perumusan sebagai berikut :

$$M = \frac{a_1 \cdot \frac{b_x}{L_x} + a_2 \cdot \frac{b_y}{L_y} + a_3}{\frac{b_x}{L_x} + \frac{b_y}{L_y} + a_4} \cdot W$$

Dengan perbandingan $I_y/I_x = 1.08 \sim 1$, maka dari tabel IV “Konstruksi Beton Indonesia” oleh Ir. Sutami didapat koefisien momen seperti tertera pada Tabel 6.3 berikut :

Tabel 6 3 Koefisien a1,a2,a3, dan a4

	Mlx	Mly	Mtx	Mty
a1	-0.062	-0.017	0.062	0.136
a2	-0.017	-0.062	0.136	0.062
a3	0.13	0.13	-0.355	-0.355
a4	0.39	0.39	1.065	1.065

(Sumber : Konstruksi Beton Indonesia)

$b_x = 0.25$ m, $b_y = 0.6$ m, $W : 20.38$ ton (area kontak roda) dengan nilai $c_1 = 0.1$ dan $c_2 = 0.1$, saat semua sisi terjepit

Keterangan :

- M : momen maksimal (kg.m)
a : koefisien X (lihat Tabel 6.3)
 b_x : lebar beban terpusat sejajar L_x (m)
 b_y : panjang beban terpusat sejajar L_y (m)
 L_x : bentang efektif terkecil pelat (m)
 L_y : bentang efektif terbesar pelat (m)
W : berat beban (kg)

Momen

$$M = \frac{a_1 \cdot \frac{b_x}{L_x} + a_2 \cdot \frac{b_y}{L_y} + a_3}{\frac{b_x}{L_x} + \frac{b_y}{L_y} + a_4} \times W$$

$$\begin{aligned}
 M_{Ix} &= \frac{-0.062 \cdot \frac{0.25}{6} + (-0.017) \frac{0.6}{6.5} + 0.13}{\frac{0.25}{6} + \frac{0.6}{6.5} + 0.39} \times 20.38 \\
 &= 4.894 \text{ t.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{Iy} &= \frac{-0.017 \cdot \frac{0.25}{6} + (-0.062) \frac{0.6}{6.5} + 0.13}{\frac{0.25}{6} + \frac{0.6}{6.5} + 0.39} \times 20.38 \\
 &= 4.806 \text{ t.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{Tx} &= \frac{0.062 \cdot \frac{0.25}{6} + 0.0136 \frac{0.6}{6.5} + (-0.355)}{\frac{0.25}{6} + \frac{0.6}{6.5} + 1.065} \times 20.38 \\
 &= -5.776 \text{ t.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{Ty} &= \frac{0.136 \cdot \frac{0.25}{6} + 0.062 \frac{0.6}{6.5} + (-0.355)}{\frac{0.25}{6} + \frac{0.6}{6.5} + 1.065} \times 20.38 \\
 &= -5.840 \text{ t.m}
 \end{aligned}$$

Besar pembesian untuk beban tersebut

$$\begin{aligned}
 S_{Ix} &= \left(0.4 - c_2 + 0.4 \frac{bx}{lx} + 0.2 \frac{by}{ly} - 0.3 \frac{bx \cdot by}{lx \cdot ly} \right) lx \\
 &= \left(0.4 - 0.1 + 0.4 \frac{0.25}{6} + 0.2 \frac{0.6}{6.5} - 0.3 \frac{0.15}{39} \right) 6 \\
 &= 2.0038
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{Iy} &= \left(0.4 - c_1 + 0.2 \frac{bx}{lx} + 0.4 \frac{by}{ly} - 0.3 \frac{bx \cdot by}{lx \cdot ly} \right) ly \\
 &= \left(0.4 - 0.1 + 0.2 \frac{0.25}{6} + 0.4 \frac{0.6}{6.5} - 0.3 \frac{0.15}{39} \right) 6.5 \\
 &= 2.236
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{Tx} &= \left(0.4 - c_2 + 0.1 \frac{bx}{lx} + 0.1 \frac{by}{ly} - 0.1 \frac{bx \cdot by}{lx \cdot ly} \right) lx \\
 &= \left(0.4 - 0.1 + 0.1 \frac{0.25}{6} + 0.1 \frac{0.6}{6.5} - 0.1 \frac{0.15}{39} \right) 6 \\
 &= 1.878
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Sty &= \left(0.4 - c1 + 0.1 \frac{bx}{lx} + 0.1 \frac{by}{ly} - 0.1 \frac{bx.by}{lx.ly} \right) ly \\
 &= \left(0.4 - 0.1 + 0.1 \frac{0.25}{6} + 0.1 \frac{0.6}{6.5} - 0.1 \frac{0.15}{39} \right) 6.5 \\
 &= 2.034
 \end{aligned}$$

Momen Max

$$Mlx_{\max} = \frac{Mlx}{Stx} = \frac{4.894}{2.004} = 2.443 \text{ t.m}$$

$$Mly_{\max} = \frac{Mly}{Sty} = \frac{4.806}{2.236} = 2.148 \text{ t.m}$$

$$Mtx_{\max} = \frac{Mtx}{Stx} = \frac{-5.776}{1.878} = -3.075 \text{ t.m}$$

$$Mty_{\max} = \frac{Mty}{Sty} = \frac{-5.840}{2.034} = -2.871 \text{ t.m}$$

➤ **Kombinasi Pembebanan Forklift ii**

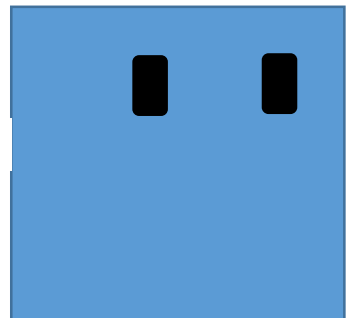
Kombinasi ini momen maksimum terjadi saat roda lainnya berada disebelahnya. Pada kondisi ini harga momen jepit berkurang, karena beban tidak berbatasan langsung dengan tepi yang bersangkutan. Pengurangan momen tersebut sebesar $(h/d)^2 \cdot Mt$. Untuk perhitungan momen pada kondisi ini hanya untuk tumpuan saja.

Posisi roda forklift arah melintang pelat

Pelat Tipe A

$$Iy / Ix = 1.0833$$

$$h = 1,7 \text{ m}$$



d = 6 m

Perhitungan momen menggunakan perumusan sebagai berikut :

$$M = \frac{a_1 \cdot \frac{b_x}{L_x} + a_2 \cdot \frac{b_y}{L_y} + a_3}{\frac{b_x}{L_x} + \frac{b_y}{L_y} + a_4} \cdot W$$

Dengan perbandingan $I_y/I_x = 1.08 \sim 1$, maka dari tabel IV “Konstruksi Beton Indonesia” oleh Ir. Sutami didapat koefisien momen seperti tertera pada Tabel 6.4 berikut :

Tabel 6 4 Koefisien a1,a2,a3, dan a4

	Mlx	Mly	Mtx	Mty
a1	-0.062	-0.017	0.062	0.136
a2	-0.017	-0.062	0.136	0.062
a3	0.13	0.13	-0.355	-0.355
a4	0.39	0.39	1.065	1.065

(Sumber : Konstruksi Beton Indonesia)

$b_x = 0,6$ m, $b_y = 0,25$ m, W : 20.38 ton (*area kontak roda*) dengan nilai $c_1 = 0.1$ dan $c_2 = 0.1$, saat semua sisi terjepit

Keterangan :

M : momen maksimal (kg.m)

a : koefisien X (lihat Tabel 6.4)

b_x : lebar beban terpusat sejajar L_x (m)

- b_y : panjang beban terpusat sejajar L_y (m)
 L_x : bentang efektif terkecil pelat (m)
 L_y : bentang efektif terbesar pelat (m)
 W : berat beban (kg)

Momen

$$M = \frac{a_1 \cdot \frac{bx}{Lx} + a_2 \cdot \frac{by}{Ly} + a_3}{\frac{bx}{Lx} + \frac{by}{Ly} + a_4} \times W$$

$$\begin{aligned}
 M_{lx} &= \frac{-0.062 \cdot \frac{0.6}{6.5} + (-0.017) \cdot \frac{0.25}{6} + 0.13}{\frac{0.6}{6.5} + \frac{0.25}{6} + 0.39} \times 20.38 \\
 &= 4.806 \text{ t.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ly} &= \frac{-0.017 \cdot \frac{0.6}{6.5} + (-0.062) \cdot \frac{0.25}{6} + 0.13}{\frac{0.6}{6.5} + \frac{0.25}{6} + 0.39} \times 20.38 \\
 &= 4.894 \text{ t.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{tx} &= \frac{0.062 \cdot \frac{0.6}{6.5} + 0.0136 \cdot \frac{0.25}{6} + (-0.355)}{\frac{0.6}{6.5} + \frac{0.25}{6} + 1.065} \times 20.38 \\
 &= -5.841 \text{ t.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ty} &= \frac{0.136 \cdot \frac{0.6}{6.5} + 0.062 \cdot \frac{0.25}{6} + (-0.355)}{\frac{0.6}{6.5} + \frac{0.25}{6} + 1.065} \times 20.38 \\
 &= -5.777 \text{ t.m}
 \end{aligned}$$

Besar pembesian untuk beban tersebut

$$\begin{aligned} Slx &= \left(0.4 - c2 + 0.4 \frac{bx}{lx} + 0.2 \frac{by}{ly} - 0.3 \frac{bx.by}{lx.ly} \right) lx \\ &= \left(0.4 - 0.1 + 0.4 \frac{0.6}{6.5} + 0.2 \frac{0.25}{6} - 0.3 \frac{0.15}{39} \right) 6.5 \\ &= 2.236 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Sly &= \left(0.4 - c1 + 0.2 \frac{bx}{lx} + 0.4 \frac{by}{ly} - 0.3 \frac{bx.by}{lx.ly} \right) ly \\ &= \left(0.4 - 0.1 + 0.2 \frac{0.6}{6.5} + 0.4 \frac{0.25}{6} - 0.3 \frac{0.15}{39} \right) 6 \\ &= 2.003 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Stx &= \left(0.4 - c2 + 0.1 \frac{bx}{lx} + 0.1 \frac{by}{ly} - 0.1 \frac{bx.by}{lx.ly} \right) lx \\ &= \left(0.4 - 0.1 + 0.1 \frac{0.6}{6.5} + 0.1 \frac{0.25}{6} - 0.1 \frac{0.15}{39} \right) 6.5 \\ &= 2.056 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Sty &= \left(0.4 - c1 + 0.1 \frac{bx}{lx} + 0.1 \frac{by}{ly} - 0.1 \frac{bx.by}{lx.ly} \right) ly \\ &= \left(0.4 - 0.1 + 0.1 \frac{0.6}{6.5} + 0.1 \frac{0.25}{6} - 0.1 \frac{0.15}{39} \right) 6 \\ &= 1.948 \end{aligned}$$

Momen Max

$$Mlx_{\max} = \frac{Mlx}{Slx} = \frac{4.806}{2.236} = 2.148 \text{ t.m}$$

$$Mly_{\max} = \frac{Mly}{Sly} = \frac{4.894}{2.004} = 2.443 \text{ t.m}$$

$$Mtx_{\max} = \frac{Mtx}{Stx} = \frac{-5.840}{2.056} = -2.839 \text{ t.m}$$

$$Mty_{\max} = \frac{Mty}{Sty} = \frac{-5.776}{1.948} = -2.965 \text{ t.m}$$

e. Resume Momen dari kedua kombinasi

Kombinasi i

$$Mlx_{\max} = 2.443 \text{ t.m}$$

$$Mly_{\max} = 2.148 \text{ t.m}$$

$$Mtx_{\max} = -3.076 \text{ t.m}$$

$$Mty_{\max} = -2.871 \text{ t.m}$$

Kombinasi ii

$$Mlx_{\max} = 2.148 \text{ t.m}$$

$$Mly_{\max} = 2.443 \text{ t.m}$$

$$Mtx_{\max} = -2.839 \text{ t.m}$$

$$Mty_{\max} = -2.965 \text{ t.m}$$

Dari kedua variasi posisi kombinasi tersebut diambil nilai masing – masing yang terbesar :

$$Mlx_{\max} = 2.443 \text{ t.m}$$

$$Mly_{\max} = 2.443 \text{ t.m}$$

$$Mtx_{\max} = -3.076 \text{ t.m}$$

$$Mty_{\max} = -2.965 \text{ t.m}$$

Dari semua momen akibat beban plat yaitu beban mati, beban hidup merata, dan beban terpusat forklift :

1. Beban mati + beban hidup merata

$$Mlx = 1.0962 + 13.0062 = 14.1024 \text{ t.m}$$

$$Mly = 0.9657 + 11.4578 = 12.4236 \text{ t.m}$$

$$Mtx = -1.096 - 13.0062 = -14.1024 \text{ t.m}$$

$$Mty = -0.966 - 11.4578 = -12.4236 \text{ t.m}$$

2. Beban mati + beban terpusat forklift (M1)

$$Mlx = 1.0962 + 2.443 \text{ t.m} = 3.5389 \text{ t.m}$$

$$Mly = -1.096 + 2.443 \text{ t.m} = 1.3465 \text{ t.m}$$

$$Mtx = 0.9657 + -3.076 \text{ t.m} = -2.1103 \text{ t.m}$$

$$Mty = -0.966 + -2.965 \text{ t.m} = -3.9305 \text{ t.m}$$

Sehingga diperoleh momen akhir sebesar :

$$\mathbf{Mlx = 14.102 \text{ t.m}}$$

$$\mathbf{Mly = 12.424 \text{ t.m}}$$

$$\mathbf{Mtx = -14.102 \text{ t.m}}$$

$$\mathbf{Mty = -12.424 \text{ t.m}}$$

6.2.4 Penulangan Plat

Dalam contoh perhitungan penulangan pelat dua arah ini digunakan tinjauan plat tipe A. Perhitungan menggunakan cara PBI 1971.

Data perencanaan

Tebal plat (t) : 0,40 m

Selimut beton : 0,07 m

Mutu Beton (K -350)

σ'_{bk} : 350 kg/cm²

σ'_{b} : 290,5 kg/cm²

E_b : 120000 kg/cm²

Mutu Baja (U-39)

σ_{au} : 3900 kg/cm²

σ'_{au} : 3390 kg/cm²

σ_a : 2250 kg/cm²

E_a : 2100000 kg/cm²

Dia. tulangan : 16 mm

Angka ekivalensi antara modulus elastisitas baja dengan modulus tekan beton. (n)

$$n = \frac{E_a}{E_b} = \frac{2100000}{120000} = 17,5$$

Perbandingan antara tegangan baja tarik dan n kali tegangan beton di serta yang paling tertekan pada keadaan seimbang. (ϕ_o)

$$\begin{aligned}\phi_o &= \frac{\sigma a}{(n \times \sigma' b)} = \frac{2250}{(17,5 \times 290,5)} \\ &= 0,442\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}hx &= t \text{ beton} - s \text{ selimut} - (0,5 \times dia) \\ &= 0,4 - 0,07 - (0,5 \times 0,016) \\ &= 0,322 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}hy &= t \text{ beton} - s \text{ selimut} - dia - (0,5 \times dia) \\ &= 0,4 - 0,07 - 0,016 - (0,5 \times 0,016) \\ &= 0,306 \text{ m}\end{aligned}$$

Tinjauan penulangan lapangan sb-x plat A

$$Mlx = 14.102 \text{ t.m} \sim 1410242.4 \text{ kg.cm}$$

$$\begin{aligned}Ca &= \frac{hx}{\sqrt{\frac{n \times Mlx}{\sigma a \times b}}} = \frac{0,322 \times 100}{\sqrt{\frac{17,5 \times 1410242.4}{2250 \times 100}}} \\ &= 3.0745\end{aligned}$$

Dimana b dihitung per 1 m. dipilih Ca kurang dari 3,084 dan lebih dari 3,064

- a. Nilai ϕ dan ω

Dengan nilai $\delta = 0^\circ$ dan $Ca = 3,074$ maka didapatkan

$$\phi = 1,589 > 0,442 \quad \dots \text{ ok}$$

$100 n\omega = 12,143$; tidak butuh tulangan tekan
maka $\omega = 0,0069$

- b. Kebutuhan Tulangan

$$\begin{aligned}A_{\text{perlu}} &= \omega \cdot b \cdot hx \\ &= 0,0069 \times 1000 \times (0,322 \times 1000) \\ &= 2234,3 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{tulangan} &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\
 &= 0,25 \times 3,14 \times 0,016^2 \\
 &= 200,96 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{tulangan} &= \frac{A_{perlu}}{A_{tulangan}} \\
 &= \frac{3002,9}{200,96} \\
 &= 11,118 \sim 12 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{pasang} &= n \times A_{tulangan} \\
 &= 12 \times 200,96 \\
 &= 2411,5 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jarak tulangan utama yang dipasang tidak boleh > 20 cm atau $2 \times$ tebal plat menurut PBI 1971 Ps. 8.16 (2)a

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{b}{n_{tulangan}} \\
 &= \frac{1000}{12} \\
 &= 83,33 \text{ mm} \sim 80 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Luas tulangan samping diambil 10% dari luas tulangan tarik menurut PBI 1971 9.3.5

$$\begin{aligned}
 A_{sc} &= 10\% \times A_{perlu} \\
 &= 10\% \times 2234,3 \\
 &= 223,43 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Maka dipasang tulangan D16-80

c. Kontrol Retak

Berdasarkan PBI 1971 ps 10.7.1b retak yang diijinkan 0.01 cm, dengan nilai w_p , C3, C4, C5 sesuai uraian **“Bagian – bagian konstruksi yang mengalami tarik aksial”**

Tabel 10.7.1
Koefisien-koefisien untuk perhitungan lebar retak.

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

$$\begin{aligned}\omega_p &= \frac{A_{pasang}}{Bt} \quad ; \text{dimana } Bt = b \cdot hx \\ &= \frac{2411,5}{(1000 \times 322)} \\ &= 0,00748\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma a' &= \frac{\sigma a}{\phi} \\ &= \frac{2250}{1,58} \\ &= 1415,109 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

maka besarnya lebar retak didapatkan :

$$\begin{aligned}w &= \alpha \left[(C_3 \times c) + \left(C_4 \times \frac{d}{\omega_p} \right) \right] \left[\sigma_a - \frac{C_5}{\omega_p} \right] 10^{-6} \\ &= -0,0885 < 0,1 \text{ mm} \dots\dots \text{Ok}\end{aligned}$$

Tinjauan penulangan lapangan sb-y plat A

$$Mly = 12,424 \text{ t.m} \sim 1242356,4 \text{ kg.cm}$$

$$\begin{aligned} Ca &= \frac{hx}{\sqrt{\frac{n \times Mlx}{\sigma a \times b}}} = \frac{0,322 \times 100}{\sqrt{\frac{17,5 \times 1242356,4}{2250 \times 100}}} \\ &= 3,2757 \end{aligned}$$

Dimana b dihitung per 1 m. dipilih Ca kurang dari 3,2857 dan lebih dari 3,2657

- a. Nilai ϕ dan ω

Dengan nilai $\delta = 0^\circ$ dan $Ca = 3,2757$ maka didapatkan

$$\phi = 1,727 > 0,442 \quad \dots \text{ ok}$$

$100 n\omega = 10,613$; tidak butuh tulangan tekan
maka $\omega = 0,00606$

- b. Kebutuhan Tulangan

$$\begin{aligned} A_{\text{perlu}} &= \omega \cdot b \cdot hx \\ &= 0,00606 \times 1000 \times (0,322 \times 1000) \\ &= 1952,8 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{tulangan}} &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 0,016^2 \\ &= 200,96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\ &= \frac{1952,8}{200,96} \\ &= 9,7174 \sim 10 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{\text{pasang}} &= n \times A_{\text{tulangan}} \\
 &= 10 \times 200,96 \\
 &= 2009,6 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jarak tulangan utama yang dipasang tidak boleh $> 20 \text{ cm}$ atau $2 \times$ tebal plat menurut PBI 1971 Ps. 8.16 (2)a

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{b}{n_{\text{tulangan}}} \\
 &= \frac{1000}{10} \\
 &= 100 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Luas tulangan samping diambil 10% dari luas tulangan tarik menurut PBI 1971 9.3.5

$$\begin{aligned}
 A_{\text{sc}} &= 10\% \times A_{\text{perlu}} \\
 &= 10\% \times 1952,8 \\
 &= 195,28 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Maka dipasang tulangan D16-100

c. Kontrol Retak

Berdasarkan PBI 1971 ps 10.7.1b retak yang diijinkan 0.01 cm , dengan nilai ω_p , C3, C4, C5 sesuai uraian “**Bagian – bagian konstruksi yang mengalami tarik aksial**” sesuai dengan tabel 6.5.

Tabel 6 5 Koefisien – koefisien untuk perhitungan lebar retak

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

$$\begin{aligned}\omega_p &= \frac{A_{pasang}}{B_t} && ; \text{dimana } B_t = b \cdot h_x \\ &= \frac{2009,6}{(1000 \times 322)} \\ &= 0,00624\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma a' &= \frac{\sigma a}{\phi} \\ &= \frac{2250}{1,72} \\ &= 1302,566 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

maka besarnya lebar retak pada pembebanan tetap akibat beban kerja dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}w &= \alpha \left[(C_3 \times c) + (C_4 \times \frac{d}{\omega_p}) \right] \left[\sigma_a - \frac{C_5}{\omega_p} \right] 10^{-6} \\ &= -0,1437 < 0,1 \text{ mm} \dots\dots \text{Ok}\end{aligned}$$

Tinjauan penulangan tumpuan sb-x plat A

$$\begin{aligned}
 Mlx &= 14.102 \text{ t.m} \sim 1410242.4 \text{ kg.cm} \\
 Ca &= \frac{hx}{\sqrt{\frac{n \times Mlx}{\sigma a \times b}}} = \frac{0,322 \times 100}{\sqrt{\frac{17,5 \times 1410242.4}{2250 \times 100}}} \\
 &= 3.0745
 \end{aligned}$$

Dimana b dihitung per 1 m. dipilih Ca kurang dari 3,084 dan lebih dari 3,064

a. Nilai δ dan ω

Dengan nilai $\delta = 0^\circ$ dan $Ca = 3,074$ maka didapatkan

$$\delta = 1,589 > 0,442 \quad \dots \text{ ok}$$

$100 n\omega = 12,143$; tidak butuh tulangan tekan

maka $\omega = 0,0069$

b. Kebutuhan Tulangan

$$\begin{aligned}
 A_{\text{perlu}} &= \omega \cdot b \cdot hx \\
 &= 0,0069 \times 1000 \times (0,322 \times 1000) \\
 &= 2234,3 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{\text{tulangan}} &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\
 &= 0,25 \times 3,14 \times 0,016^2 \\
 &= 200,96 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\
 &= \frac{3002.9}{200,96} \\
 &= 11,118 \sim 12 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{\text{pasang}} &= n \times A_{\text{tulangan}} \\
 &= 12 \times 200,96 \\
 &= 2411,5 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jarak tulangan utama yang dipasang tidak boleh > 20 cm atau $2 \times$ tebal plat menurut PBI 1971 Ps. 8.16 (2)a

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{b}{n_{tulangan}} \\
 &= \frac{1000}{12} \\
 &= 83,33 \text{ mm} \sim 80 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Luas tulangan samping diambil 10% dari luas tulangan tarik menurut PBI 1971 9.3.5

$$\begin{aligned}
 A_{sc} &= 10\% \times A_{perlu} \\
 &= 10\% \times 2234.3 \\
 &= 223.43 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Maka dipasang tulangan D16-80

c. Kontrol Retak

Berdasarkan PBI 1971 ps 10.7.1b retak yang diijinkan 0.01 cm, dengan nilai ω_p , C_3 , C_4 , C_5 sesuai uraian **“Bagian – bagian konstruksi yang mengalami tarik aksial”**

Tabel 10.7.1
Koefisien-koefisien untuk perhitungan lebar retak.

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

$$\omega_p = \frac{A_{pasang}}{B_t} \quad ; \text{dimana } B_t = b \cdot h_x$$

$$= \frac{2411,5}{(1000 \times 322)}$$

$$= 0,00748$$

$$\sigma_{a'} = \frac{\sigma a}{\phi}$$

$$= \frac{2250}{1,58}$$

$$= 1415,109 \text{ kg/cm}^2$$

maka besarnya lebar retak didapatkan :

$$w = \alpha \left[(C_3 \times c) + (C_4 \times \frac{d}{\omega p}) \right] \left[\sigma_a - \frac{C_5}{\omega p} \right] 10^{-6}$$

$$= -0,0885 < 0,1 \text{ mm} \dots\dots \text{Ok}$$

Tinjauan penulangan tumpuan sb-y plat A

$$Mly = 12,424 \text{ t.m} \sim 1242356,4 \text{ kg.cm}$$

$$\begin{aligned} Ca &= \frac{hx}{\sqrt{\frac{n \times Mlx}{\sigma a \times b}}} = \frac{0,322 \times 100}{\sqrt{\frac{17,5 \times 1242356,4}{2250 \times 100}}} \\ &= 3,2757 \end{aligned}$$

Dimana b dihitung per 1 m. dipilih Ca kurang dari 3,2857 dan lebih dari 3,2657

- a. Nilai ϕ dan ω

Dengan nilai $\delta = 0^\circ$ dan $Ca = 3,2757$ maka didapatkan

$$\phi = 1,727 > 0,442 \quad \dots \text{ ok}$$

$$100 n\omega = 10,613 ; \text{ tidak butuh tulangan tekan}$$

$$\text{maka } \omega = 0,00606$$

- b. Kebutuhan Tulangan

$$\begin{aligned} A_{\text{perlu}} &= \omega \cdot b \cdot hx \\ &= 0,00606 \times 1000 \times (0,322 \times 1000) \\ &= 1952,8 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{tulangan}} &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 0,016^2 \\ &= 200,96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\ &= \frac{1952,8}{200,96} \\ &= 9,7174 \sim 10 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{\text{pasang}} &= n \times A_{\text{tulangan}} \\
 &= 10 \times 200,96 \\
 &= 2009,6 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Jarak tulangan utama yang dipasang tidak boleh > 20 cm atau $2 \times$ tebal plat menurut PBI 1971 Ps. 8.16 (2)a

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{b}{n_{\text{tulangan}}} \\
 &= \frac{1000}{10} \\
 &= 100 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Luas tulangan samping diambil 10% dari luas tulangan tarik menurut PBI 1971 9.3.5

$$\begin{aligned}
 A_{\text{sc}} &= 10\% \times A_{\text{perlu}} \\
 &= 10\% \times 1952,8 \\
 &= 195,28 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Maka dipasang tulangan D16-100

c. Kontrol Retak

Berdasarkan PBI 1971 ps 10.7.1b retak yang diijinkan 0.01 cm, dengan nilai ω_p , C3, C4, C5 sesuai uraian **“Bagian – bagian konstruksi yang mengalami tarik aksial”** sesuai dengan tabel 6.5.

Tabel 6 6 Koefisien – koefisien untuk perhitungan lebar retak

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

$$\begin{aligned}\omega_p &= \frac{A_{pasang}}{B_t} && ; \text{dimana } B_t = b \cdot h_x \\ &= \frac{2009,6}{(1000 \times 322)} \\ &= 0,00624\end{aligned}$$

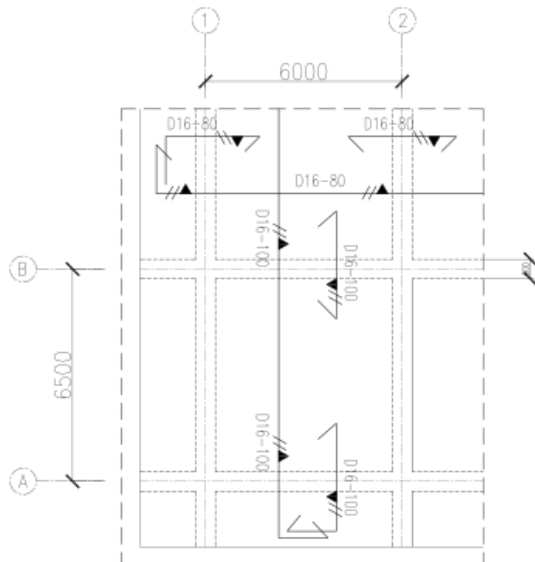
$$\begin{aligned}\sigma a' &= \frac{\sigma a}{\phi} \\ &= \frac{2250}{1,72} \\ &= 1302,566 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

maka besarnya lebar retak pada pembebanan tetap akibat beban kerja dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}w &= \alpha \left[(C_3 \times c) + (C_4 \times \frac{d}{\omega_p}) \right] \left[\sigma_a - \frac{C_5}{\omega_p} \right] 10^{-6} \\ &= -0,1437 < 0,1 \text{ mm} \dots\dots \text{Ok}\end{aligned}$$

Tabel 6 7 Rekapitulasi Penulangan pelat tipe A

Arah	Momen (ton.m)	As (mm ²)		Tulangan yang digunakan		
		perlu	pasang			
Mlx	14.102424	2234.3	2411.52	Dipasang Tulangan D16 -	80	mm
Mly	-14.102424	1952.8	2009.6	Dipasang Tulangan D16 -	100	mm
Mtx	12.423564	2234.3	2411.52	Dipasang Tulangan D16 -	80	mm
Mty	-12.423564	1943	2009.6	Dipasang Tulangan D16 -	100	mm



Gambar 6 3 Detail penulangan plat

6.3 Perencanaan Balok

6.3.1 Pembebanan Vertikal

a. Beban Mati Sendiri

Beban mati merupakan beban sendiri konstruksi balok dengan berat jenis beton bertulang diambil $2,9 \text{ t/m}^3$. Untuk berat sendiri balok sudah terakumulasi secara otomatis dalam program. Beban mati lainnya adalah berat fender dan bollard.

b. Beban Terpusat

- Poer tunggal $= \text{sisi} \times \text{sisi} \times \text{tinggi} \times \gamma_{\text{beton}}$
 $= 1,6 \times 1,6 \times 0,8 \times 2,4 \text{ ton}$
 $= 4,9152 \text{ ton}$
- Poer ganda $= \text{sisi} \times \text{sisi} \times \text{tinggi} \times \gamma_{\text{beton}}$
 $= 3 \times 1,6 \times 0,8 \times 2,4 \text{ ton}$
 $= 9,216 \text{ ton}$

c. Beban Balok Plank *Fender, Panel & Fender*

- Berat plank *fender* $= w \times h \times t \times \gamma_{\text{beton}}$
 $= 2,5 \times 2,8 \times 1 \times 2,4 \text{ ton}$
 $= 16,8 \text{ ton}$
- $W_{\text{fender \& panel}} = W_{\text{fender}} + W_{\text{H}}$
 $= (2455 \text{ kg} + 1500 \text{ kg})/1000$
 $= 3,955 \text{ ton}$
- Total berat $= 16,8 + 3,955$
 $= 20,755 \text{ ton}$

d. Beban hidup (qL)

- Beban pangkalan $= 3 \text{ t/m}^2$
- Beban hujan $= 0,05 \times 1 = 0,05 \text{ t/m}^2$
- Beban HMC $= 8.522 \text{ t/m}^2$
- Total beban hidup $= 3,05 \text{ t/m}^2$

e. Beban Terpusat

Dari konfigurasi beban roda *forklift* tersebut diambil roda depan sebesar 20380 kg dengan jarak roda 1,7 m dan area kontak tiap roda seluas (permisalan 25 cm x 60 cm) untuk *forklift* kapasitas 10 ton.

f. Beban *Uplift*

Beban *uplift* terjadi dari gelombang yang berada di bawah pelat dermaga yang diambil sebesar 2,83 t/m²

6.3.2 Pembebanan Horizontal

a. Beban Reaksi *Fender*

Beban reaksi *fender* berupa adanya tumbukan dari kapal terhadap *fender* sebesar 106,22 ton dan diidentifikasi sebagai beban hidup.

b. Beban Angin

Beban angin yang terjadi dari 2 arah longitudinal jetty dan transversal jetty dengan bahan sebagai berikut :

Fw longitudinal = 0,554 ton

Fw transversal = 0,104 ton

c. Beban Arus

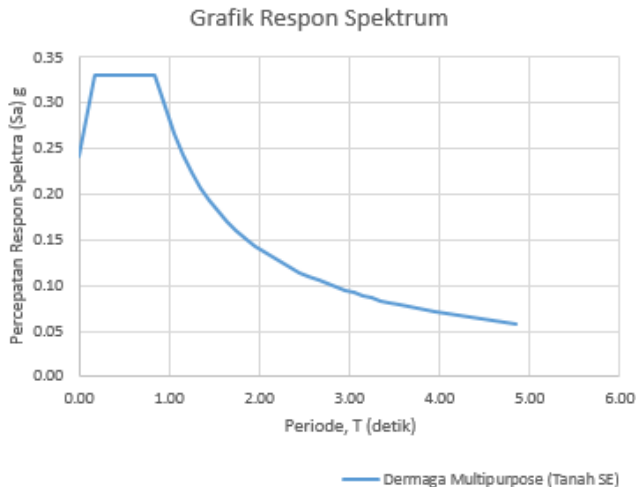
Beban arus bekerja pada tiang pancang dihitung per meter panjang tiang dibawah air dengan beban sebesar 0,0125 ton/m.

d. Beban Reaksi Bollard

Gaya tarikan kapal yang terjadi pada bollard sebesar 60 ton.

e. Beban Gempa

Menggunakan program bantu perhitungan beban gempa dilakukan secara dinamis dengan menggunakan respon spectrum untuk daerah Gorontalo dengan Tanah lunak menurut SNI 03 – 1726, sesuai **Gambar 6.4**.



Gambar 6 4 Spektrum gempa disekitar lokasi dermaga

(Sumber: Data Pribadi, 2019)

6.3.3 Kombinasi Pembebanan

Analisa struktur menggunakan program bantu dengan kombinasi beban sebagai berikut :

- | | |
|-----|---------------------------------|
| 1.1 | : 1,4DL |
| 1.2 | : 1,2DL + 1,6LL |
| 1.5 | : 1,2DL + 0,5LL + 1,0Ex + 0,3Ey |
| 1.6 | : 1,2DL + 0,5LL + 0,3Ex + 1,0Ey |

- 2.2 Ekstreme : $1,0DL + 1,0LL + 1,0Ex + 0,3Ey$
 2.3 Ekstreme : $1,0DL + 1,0LL + 0,3Ex + 1,0Ey$
 3.1 A Normal : $1,0DL + 1,0LL + 1,1F$
 3.2 B Normal : $1,0DL + 1,0LL + 1,1B$

dimana :

- DL : Beban mati
 LL : Beban hidup
 F : Beban tumbukan kapal
 B : Beban tarikan kapal
 Ex : Beban gempa arah x
 Ey : Beban gempa arah y

6.3.4 Tinggi Struktur (titik jepit)

Tinggi struktur merupakan jarak dari titik jepit tanah terhadap tiang pancang/*point of fixity* ke elevasi dermaga. Perhitungan titik jepit tanah terhadap tiang pancang untuk *normally consolidated clay* dan *granular soil* atau yang mempunyai kenaikan linier harga modulus digunakan persamaan :

$$Z_f = 1,8 \times T$$

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

Dimana :

- Z_f : panjang titik jepit tiang pancang terukur dari *seabed*
 T : factor kekakuan tiang pancang
 E : modulus elastisitas tiang pancang baja
 (2.100.000 kg/cm²)
 I : momen inersia tiang (318000 cm⁴)

Nh : koefisien modulus variasi tanah
 $1,4 \text{ MN/m}^3 = 0,14 \text{ kg/cm}^3$, untuk tanah loose
 submerged soil (Terzaghi dalam “Daya Dukung
 Tanah Pondasi Dalam”, Herman Wahyudi, 2013

Sehingga faktor kekakuan (T) dapat dihitung sebagai
 berikut :

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

$$T = \sqrt[5]{\frac{2100000 \times 318000}{0.14}}$$

$$T = 343,323 \text{ cm}$$

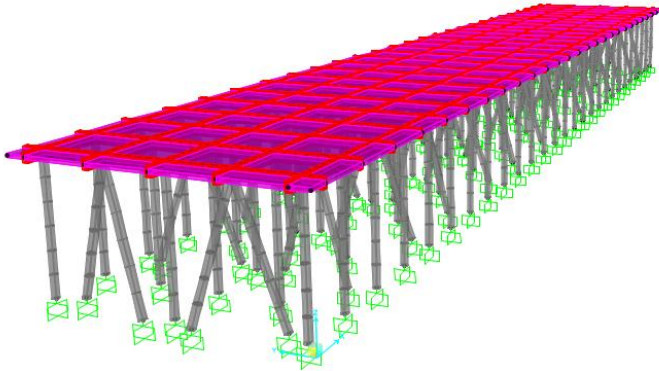
$$Z_f = 1,8 \times 343,323$$

$$Z_f = 617,98 \text{ cm} \sim 6,2 \text{ m}$$

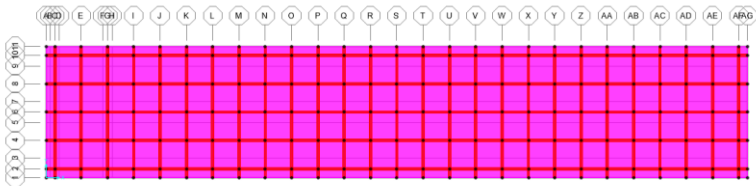
Sehingga tinggi struktur diambil dari titik jepit tiang /*point of fixity* ke elevasi tertinggi dari struktur gempa (pelat lantai) didapat 14.2 mLWS.

6.3.5 Hasil Permodelan

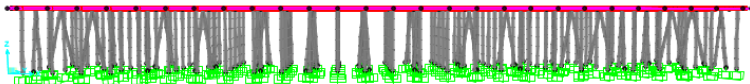
Permodelan struktur pada program bantu dapat dilihat pada **Gambar 6.5** sampai **Gambar 6.8**.



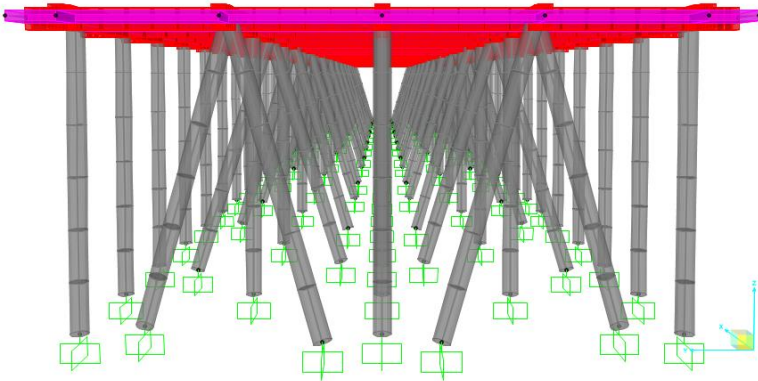
Gambar 6 5 Tampilan 3D



Gambar 6 6 Tampak atas



Gambar 6 7 Tampak depan



Gambar 6 8 Tampak samping

Dari hasil perhitungan program bantu didapat gaya dalam sebagai berikut:

Tabel 6 8 Output gaya-gaya balok memanjang

Frame	Beban	Kombinasi	Besar	Satuan
E2-3	M tump	D + LL + 1.1F	61085.1	kg.m
	M lap	D + LL + 1.1F	34674.5	kg.m
F1-2	V maks	D + LL + 1.1F	-26668.6	kg
B3-4	Torsi	D + LL + 1.1F	-1332.93	kg.m

Tabel 6 9 Output gaya-gaya balok melintang

Frame	Beban	Kombinasi	Besar	Satuan
3B-C	M tump	D + LL + 1.1F	60957.2	kg.m
	M lap	D + LL + 1.1F	36388.3	kg.m
4G-F	V maks	D + LL + 1.1F	26875.5	kg
2C-D	Torsi	D + LL + 1.1F	1511.35	kg.m

6.3.6 Penulangan Balok Memanjang

Data perencanaan

Tebal balok (t) : 0,95 m

Lebar balok (b) : 0,60 m

Selimut beton : 0,07 m

Mutu Beton (K -350)

σ'_{bk} : 350 kg/cm²

σ'_{b} : 290,5 kg/cm²

E_b : 120000 kg/cm²

Mutu Baja (U-39)

σ_{au} : 3900 kg/cm²

σ'_{au} : 3390 kg/cm²

σ_a : 2250 kg/cm²

E_a : 2100000 kg/cm²

Dia. tulangan : 22 mm (tul.utama) & 13 mm (tul.geser)

$$n = \frac{E_a}{E_b} = \frac{2100000}{120000} = 17,5$$

$$\phi_o = \frac{\sigma_a}{(n \times \sigma'_b)} = \frac{2250}{(17,5 \times 290,5)} = 0,442$$

$$\begin{aligned} h_x &= t \text{ beton} - s \text{ selimut} - (0,5 \times \text{dia}) \\ &= 0,95 - 0,07 - (0,5 \times 0,022) \\ &= 0,869 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_y &= t \text{ beton} - s \text{ selimut} - \text{dia} - (0,5 \times \text{dia}) \\ &= 0,95 - 0,07 - 0,022 - (0,5 \times 0,022) \\ &= 0,847 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan penulangan lapangan

$$Mu = 34674,52 \text{ kg.m} \sim 3467452 \text{ kg.cm}$$

$$Ca = \frac{hx}{\sqrt{\frac{n \times M}{\sigma a \times b}}} = \frac{0,869 \times 100}{\sqrt{\frac{17,5 \times 3467452}{2250 \times 60}}} = 4,098$$

Dimana b dihitung per 0,6 m. dipilih Ca kurang dari 4,1089 dan lebih dari 4,0889

a. Nilai ϕ dan ω

Dengan nilai $\delta = 0,4^\circ$ dan $Ca = 2,674$ maka didapatkan

$$\phi = 2,456 > 0,443 \quad \dots \text{ ok}$$

$100 n\omega = 3,682$; butuh tulangan tekan 0,4
maka $\omega = 0,0021$

b. Kebutuhan Tulangan

$$\begin{aligned} A_{\text{perlu}} &= \omega \cdot b \cdot hx \\ &= 0,0021 \times 600 \times (0,869 \times 1000) \\ &= 1097,093 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{tulangan}} &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 0,022^2 \\ &= 379,94 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\ &= \frac{1097,093}{379,94} \\ &= 2,88 \sim 3 \text{ buah} \end{aligned}$$

Digunakan tulangan min 3D22

Dipasang tulangan **6D22** (2279,6 mm²)

$$\begin{aligned} A_{\text{pasang}} &= n \times A_{\text{tulangan}} \\ &= 6 \times 379,94 \\ &= 2279,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

c. Kebutuhan tulangan tekan

$$\begin{aligned} A_{s'} &= \delta \times A_s \\ &= 0,4 \times 2279,6 \\ &= 911,84 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\ &= \frac{911,84}{379,94} \\ &= 2,39 \sim 3 \text{ buah} \end{aligned}$$

Dipasang tulangan **3D22** (1139,82 mm²)

d. Luas tulangan samping diambil 10 % dari luas tulangan tarik

$$\begin{aligned} A_{sc} &= 10\% \times A_{\text{perlu}} \\ &= 10\% \times 1097,093 \\ &= 109,709 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{tulangan}} &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 0,016^2 \\ &= 200,96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\ &= \frac{109,709}{200,96} \\ &= 0,5459 \sim 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

Digunakan tulangan min 1D16

Dipasang tulangan **2D16** (401,92 mm²)

e. Cek Jarak Tulangan

Tulangan direncanakan hanya terdiri dari 1 baris yang berisi 4 tulangan artinya nilai $n = 4$, sehingga jarak tulangan sebesar :

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{b - (2 \times \text{sel. beton}) - (2 \times \emptyset) - (nD)}{n-1} \\
 &= \frac{0,6 - (2 \times 0,07) - (2 \times 0,022) - (4 \times 0,022)}{4 - 1} \\
 &= 0,11 \text{ m} \\
 &= 10,93 \text{ cm} > 3 \text{ cm} \dots \text{ Ok}
 \end{aligned}$$

f. Kontrol Retak

Berdasarkan PBI 1971 ps 10.7.1b retak yang diijinkan 0.01 cm, dengan nilai ω_p , C3, C4, C5 sesuai uraian “**Balok Persegi yang mengalami lentur murni**” sesuai tabel 6.11.

Tabel 6 10 Koefisien – koefisien untuk perhitungan lebar retak

Uraian	ω_p	C ₃	C ₄	C ₅
Balok persegi dan balok T yang mengalami lentur murni	$\frac{A}{b_0 h}$	1,50	0,04	7,5
Balok persegi dan balok T yang mengalami lentur dengan gaya normal tekan.	$\frac{A}{b(h-y)}$	1,50	0,07	12
Bagian-bagian konstruksi yang mengalami tarik aksial.	$\frac{A}{B_t}$	1,50	0,16	30

$$\begin{aligned}
 \omega_p &= \frac{A_{pasang}}{B_t} \quad ; \text{ dimana } B_t = b \cdot h_x \\
 &= \frac{2279,64}{(600 \times 869)}
 \end{aligned}$$

$$= 0,00437$$

$$\begin{aligned}\sigma a' &= \frac{\sigma a}{\phi} \\ &= \frac{2250}{2,456} \\ &= 915,89 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

maka besarnya lebar retak didapatkan :

$$\begin{aligned}w &= \alpha \left[(C_3 \times c) + (C_4 \times \frac{d}{\omega p}) \right] \left[\sigma_a - \frac{C_5}{\omega p} \right] 10^{-6} \\ &= 1 \left[(1,5 \times 8) + (0,04 \times \frac{1,6}{0,00437}) \right] \left[915,8 - \frac{7,5}{0,00437} \right] 10^{-6} \\ &= -0,01169 < 0,1 \text{ mm} \dots\dots \text{Ok}\end{aligned}$$

Perhitungan penulangan tumpuan

$$Mu = 61085,06 \text{ kg.m} \sim 6108506 \text{ kg.cm}$$

$$\begin{aligned}Ca &= \frac{hx}{\sqrt{\frac{n \times M}{\sigma a \times b}}} = \frac{0,869 \times 100}{\sqrt{\frac{17,5 \times 6108506}{2250 \times 60}}} \\ &= 3,0881\end{aligned}$$

Dimana b dihitung per 0,6 m. dipilih Ca kurang dari 3,0982 dan lebih dari 3,0782

a. Nilai ϕ dan ω

Dengan nilai $\delta = 0,4^\circ$ dan $Ca = 2,674$ maka didapatkan

$$\phi = 1,796 > 0,443 \dots\dots \text{ok}$$

$100 n\omega = 4,745$; butuh tulangan tekan 0,4

maka $\omega = 0,0027$

b. Kebutuhan Tulangan

$$\begin{aligned} A_{\text{perlu}} &= \omega \cdot b \cdot h_x \\ &= 0,0027 \times 600 \times (0,869 \times 1000) \\ &= 1413,891 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{tulangan}} &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 0,022^2 \\ &= 379,94 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\ &= \frac{1413,891}{379,94} \\ &= 3,721 \sim 4 \text{ buah} \end{aligned}$$

Digunakan tulangan min 4D22

Dipasang tulangan **4D22**

$$\begin{aligned} A_{\text{pasang}} &= n \times A_{\text{tulangan}} \\ &= 4 \times 379,94 \\ &= 1519,76 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

c. Kebutuhan tulangan tekan

$$\begin{aligned} A_{s'} &= \delta \times A_s \\ &= 0,4 \times 1519,76 \\ &= 607,904 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\ &= \frac{607,904}{379,94} \\ &= 1,6 \sim 2 \text{ buah} \end{aligned}$$

Dipasang tulangan **2D22** (759,88 mm²)

- d. Luas tulangan samping diambil 10 % dari luas tulangan tarik

$$\begin{aligned} A_{sc} &= 10\% \times A_{perlu} \\ &= 10\% \times 1413,89 \\ &= 141,38 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{tulangan} &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 0,016^2 \\ &= 200,96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_{tulangan} &= \frac{A_{perlu}}{A_{tulangan}} \\ &= \frac{141,38}{200,96} \\ &= 0,703 \sim 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

Digunakan tulangan min 1D16

Dipasang tulangan **2D16** (401,92 mm²)

- e. Cek Jarak Tulangan

Tulangan direncanakan hanya terdiri dari 1 baris yang berisi 4 tulangan artinya nilai $n = 4$, sehingga jarak tulangan sebesar :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - (2 \times sel.beton) - (2 \times \emptyset) - (nD)}{n-1} \\ &= \frac{0,6 - (2 \times 0,07) - (2 \times 0,022) - (4 \times 0,022)}{4-1} \\ &= 0,11 \text{ m} \\ &= 10,93 \text{ cm} > 3 \text{ cm} \dots \text{ Ok} \end{aligned}$$

f. Kontrol Retak

Berdasarkan PBI 1971 ps 10.7.1b retak yang diijinkan 0.01 cm, dengan nilai ω_p , C3, C4, C5 sesuai uraian “**Balok Persegi yang mengalami lentur murni**”

Tabel 6 11 Koefisien – koefisien untuk perhitungan lebar retak

Uraian	ω_p	C ₃	C ₄	C ₅
Balok persegi dan balok T yang mengalami lentur murni	$\frac{A}{b_0 h}$	1,50	0,04	7,5
Balok persegi dan balok T yang mengalami lentur dengan gaya normal tekan.	$\frac{A}{b(h-y)}$	1,50	0,07	12
Bagian-bagian konstruksi yang mengalami tarik aksial.	$\frac{A}{B_t}$	1,50	0,16	30

$$\begin{aligned}\omega_p &= \frac{A_{pasang}}{B_t} ; \text{dimana } B_t = b \cdot h_x \\ &= \frac{1519,76}{(600 \times 869)} \\ &= 0,00291\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_a' &= \frac{\sigma_a}{\phi} \\ &= \frac{2250}{1,796} \\ &= 1252,78 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

maka besarnya lebar retak didapatkan :

$$\begin{aligned}w &= \alpha \left[(C_3 \times c) + (C_4 \times \frac{d}{\omega_p}) \right] \left[\sigma_a - \frac{C_5}{\omega_p} \right] 10^{-6} \\ &= 1 \left[(1,5 \times 8) + (0,04 \times \frac{1,6}{0,00291}) \right] \left[1252 - \frac{7,5}{0,00291} \right] 10^{-6} \\ &= -0,02898 < 0,1 \text{ mm} \dots\dots \text{Ok}\end{aligned}$$

Kontrol Dimensi

$$\begin{aligned} V &= -2666.6 \text{ kg} \\ T &= -1332,93 \text{ kg.m} \\ &= 133293 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_b &= \frac{V}{b \times \frac{7}{8} \times h} \\ &= \frac{-2666.6}{60 \times \frac{7}{8} \times 95} \\ &= 5.347 \end{aligned}$$

untuk $ht > b$

$$\begin{aligned} \psi &= 3 + \frac{2,6}{0,45 + \frac{h}{b}} \\ &= 3 + \frac{2,6}{0,45 + \frac{95}{60}} \\ &= 4,278 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} t'_b &= \frac{y \times T}{b^2 \times h} \\ &= \frac{4,278 \times 133293}{60^2 \times 95} \\ &= 1,667 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{bm} &= 1,62 \sqrt{350} \\ &= 30,307 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{rcl}
 t_b + t'_b & < & t_{bm} \\
 5,347 + 1,667 & < & 30,307 \\
 7,014 & < & 30,307 \text{ Ok}
 \end{array}$$

Ukuran balok 60/95 sudah memenuhi syarat

Perhitungan Tulangan Geser (Sengkang)

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

- untuk pembebanan tetap

$$t'_{bm-t} = 1,35 \sqrt{350} = 25,256 \text{ kg/cm}^2$$

- untuk pembebanan sementara

$$t'_{bm-s} = 2,12 \sqrt{350} = 39,662 \text{ kg/cm}^2$$

- a. Sengkang di tumpuan balok (1/4L)

$$\begin{aligned}
 tb' &= \frac{(2-0.3)}{2} \times tb \\
 &= \frac{(2-0.3)}{2} \times 5,347 \\
 &= 4,545 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Direncanakan sengkang

$$\text{dia.} = 13 \text{ mm}$$

$$\text{As} = 132,665 \text{ mm}^2$$

$$= 1,326 \text{ cm}^2$$

$$= 2,653 \text{ cm}^2 ; \text{ untuk 2 kaki}$$

$$\text{as} < \frac{\text{As} \times \sigma_a}{tb \times b}$$

$$\begin{aligned} \text{as} &< \frac{2,653 \times 2250}{4,545 \times 60} \\ \text{as} &< 21,892 \text{ cm} \\ \text{as} &< 218,918 \text{ mm} \end{aligned}$$

maka dipasang tulangan geser **D13-100** mm

b. Sengkang didaerah $> 1/4L$ dari ujung balok

$$\begin{aligned} \text{tb}' &= \frac{(1,7-0,85)}{1,7} \times \text{tb} \\ &= \frac{(2-0,3)}{2} \times 5,347 \\ &= 2,673 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Direncanakan sengkang

$$\begin{aligned} \text{dia.} &= 13 \text{ mm} \\ \text{As} &= 132,665 \text{ mm}^2 \\ &= 1,326 \text{ cm}^2 \\ &= 2,653 \text{ cm}^2 \text{ ; untuk 2 kaki} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{as} &< \frac{\text{As} \times \sigma_a}{\text{tb} \times b} \\ \text{as} &< \frac{2,653 \times 2250}{2,674 \times 60} \\ \text{as} &< 18,608 \text{ cm} \\ \text{as} &< 186,08 \text{ mm} \end{aligned}$$

maka dipasang tulangan geser **D13-150** mm

c. Panjang penyaluran

Untuk tulangan tarik berdasarkan PBI'71 ps. 8.6.2 diambil nilai terbesar dari persamaan berikut :

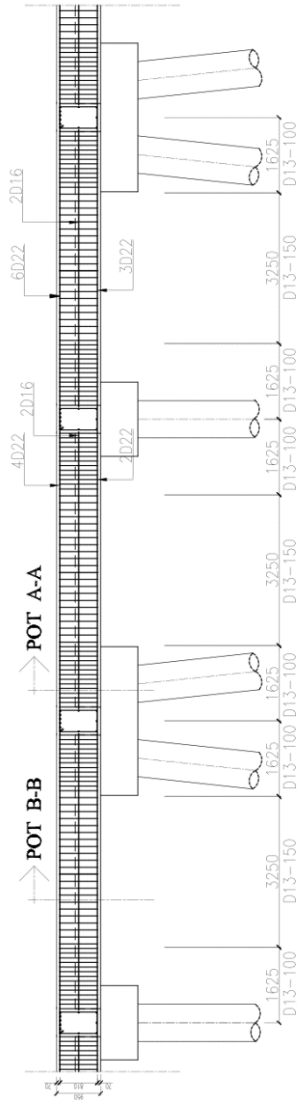
$$\begin{aligned} Ld &= 0.07 \times \frac{(Atul \times \sigma' au)}{\sqrt{\sigma' bk}} > 0,0065 Dp \times \sigma' au \\ &= 0.07 \times \frac{(3,799 \times 3390)}{\sqrt{350}} > 0,0065 \times 1,6 \times 3390 \\ &= 48,192 \text{ cm} > 35,256 \text{ cm} \quad \dots \text{ Ok} \end{aligned}$$

Maka panjang penyaluran dipakai 50 cm.

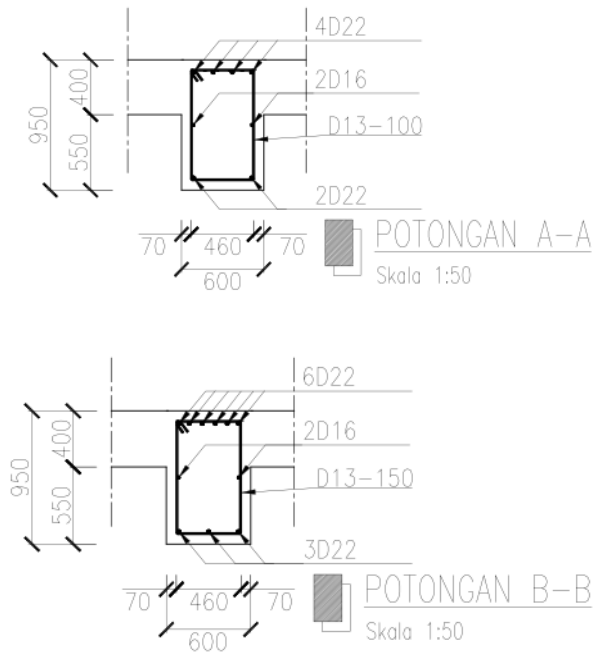
Untuk tulangan tekan berdasarkan PBI'71 ps. 8.6.2 diambil nilai terbesar dari persamaan berikut :

$$\begin{aligned} Ld &= 0.07 \times \frac{(a_{utama} \times \sigma' au)}{\sqrt{\sigma' bk}} > 0,005 Dp \times \sigma' au \\ &= 0.07 \times \frac{(2,2 \times 3390)}{\sqrt{350}} > 0,005 \times 1,6 \times 3390 \\ &= 27,905 \text{ cm} > 27,12 \text{ cm} \quad \dots \text{ Ok} \end{aligned}$$

Maka panjang penyaluran dipakai 30 cm.



Gambar 6 9 Penulangan balok



Gambar 6 10 Detail potongan

6.3.7 Penulangan Balok Melintang

Data perencanaan

Tebal balok (t) : 0,95 m

Lebar balok (b) : 0,60 m

Selimut beton : 0,07 m

Mutu Beton (K -350)

σ'_{bk} : 350 kg/cm²

σ'_{b} : 290,5 kg/cm²

E_b : 120000 kg/cm²

Mutu Baja (U-39)

σ_{au} : 3900 kg/cm²

σ'_{au} : 3390 kg/cm²

σ_a : 2250 kg/cm²

E_a : 2100000 kg/cm²

Dia. tulangan : 22 mm (tul.utama) & 13 mm (tul.geser)

$$n = \frac{E_a}{E_b} = \frac{2100000}{120000} = 17,5$$

$$\phi_o = \frac{\sigma_a}{(n \times \sigma'_b)} = \frac{2250}{(17,5 \times 290,5)} = 0,442$$

$$\begin{aligned} h_x &= t \text{ beton} - s \text{ selimut} - (0,5 \times \text{dia}) \\ &= 0,95 - 0,07 - (0,5 \times 0,022) \\ &= 0,869 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_y &= t \text{ beton} - s \text{ selimut} - \text{dia} - (0,5 \times \text{dia}) \\ &= 0,95 - 0,07 - 0,022 - (0,5 \times 0,022) \\ &= 0,847 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan penulangan lapangan

$$Mu = 36388,31 \text{ kg.m} \sim 3638831 \text{ kg.cm}$$

$$Ca = \frac{hx}{\sqrt{\frac{n \times M}{\sigma a \times b}}} = \frac{0,869 \times 100}{\sqrt{\frac{17,5 \times 3638831}{2250 \times 60}}} = 4,001$$

Dimana b dihitung per 0,6 m. dipilih Ca kurang dari 4,011 dan lebih dari 3,9912

a. Nilai ϕ dan ω

Dengan nilai $\delta = 0,4^\circ$ dan $Ca = 4,011$ maka didapatkan

$$\phi = 2,392 > 0,443 \quad \dots \text{ ok}$$

$100 n\omega = 2,771$; butuh tulangan tekan 0,4
maka $\omega = 0,0015$

b. Kebutuhan Tulangan

$$\begin{aligned} A_{\text{perlu}} &= \omega \cdot b \cdot hx \\ &= 0,0015 \times 600 \times (0,869 \times 1000) \\ &= 825,768 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{tulangan}} &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 0,022^2 \\ &= 379,94 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\ &= \frac{825,768}{379,94} \\ &= 2,88 \sim 3 \text{ buah} \end{aligned}$$

Digunakan tulangan min 3D22

Dipasang tulangan **6D22** (2279,6 mm²)

$$\begin{aligned} A_{\text{pasang}} &= n \times A_{\text{tulangan}} \\ &= 6 \times 379,94 \\ &= 2279,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

c. Kebutuhan tulangan tekan

$$\begin{aligned} A_{s'} &= \delta \times A_s \\ &= 0,4 \times 2279,6 \\ &= 911,84 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\ &= \frac{911,84}{379,94} \\ &= 2,39 \sim 3 \text{ buah} \end{aligned}$$

Dipasang tulangan **3D22** (1139,82 mm²)

d. Luas tulangan samping diambil 10 % dari luas tulangan tarik

$$\begin{aligned} A_{s_c} &= 10\% \times A_{\text{perlu}} \\ &= 10\% \times 825,768 \\ &= 82,576 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{tulangan}} &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 0,016^2 \\ &= 200,96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\ &= \frac{82,576}{200,96} \\ &= 0,4109 \sim 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

Digunakan tulangan min 1D16

Dipasang tulangan **2D16** (401,92 mm²)

e. Cek Jarak Tulangan

Tulangan direncanakan hanya terdiri dari 1 baris yang berisi 4 tulangan artinya nilai $n = 4$, sehingga jarak tulangan sebesar :

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{b - (2 \times \text{sel. beton}) - (2 \times \emptyset) - (nD)}{n-1} \\
 &= \frac{0,6 - (2 \times 0,07) - (2 \times 0,022) - (4 \times 0,022)}{4-1} \\
 &= 0,11 \text{ m} \\
 &= 10,93 \text{ cm} > 3 \text{ cm} \dots \text{ Ok}
 \end{aligned}$$

f. Kontrol Retak

Berdasarkan PBI 1971 ps 10.7.1b retak yang diijinkan 0.01 cm, dengan nilai ω_p , C3, C4, C5 sesuai uraian “**Balok Persegi yang mengalami lentur murni**”, sesuai tabel 6.12.

Tabel 6 12 Koefisien – koefisien untuk perhitungan lebar retak

Uraian	ω_p	C ₃	C ₄	C ₅
Balok persegi dan balok T yang mengalami lentur murni	$\frac{A}{b_o h}$	1,50	0,04	7,5
Balok persegi dan balok T yang mengalami lentur dengan gaya normal tekan.	$\frac{A}{b(h-y)}$	1,50	0,07	12
Bagian-bagian konstruksi yang mengalami tarik aksial.	$\frac{A}{B_t}$	1,50	0,16	30

$$\begin{aligned}
 \omega_p &= \frac{A_{pasang}}{B_t} \quad ; \text{ dimana } B_t = b \cdot h_x \\
 &= \frac{2279.64}{(600 \times 869)}
 \end{aligned}$$

$$= 0,00437$$

$$\begin{aligned}\sigma a' &= \frac{\sigma a}{\phi} \\ &= \frac{2250}{2,392} \\ &= 940,601 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

maka besarnya lebar retak didapatkan :

$$\begin{aligned}w &= \alpha \left[(C_3 \times c) + (C_4 \times \frac{d}{\omega p}) \right] \left[\sigma_a - \frac{C_5}{\omega p} \right] 10^{-6} \\ &= 1 \left[(1,5 \times 8) + (0,04 \times \frac{1,6}{0,00437}) \right] \left[940,6 - \frac{7,5}{0,00437} \right] 10^{-6} \\ &= -0,0113 < 0,1 \text{ mm} \dots\dots \text{Ok}\end{aligned}$$

Perhitungan penulangan tumpuan

$$\text{Mu} = 60957,21 \text{ kg.m} \sim 6095721 \text{ kg.cm}$$

$$\begin{aligned}\text{Ca} &= \frac{hx}{\sqrt{\frac{n \times M}{\sigma a \times b}}} = \frac{0,869 \times 100}{\sqrt{\frac{17,5 \times 6095721}{2250 \times 60}}} \\ &= 3,091\end{aligned}$$

Dimana b dihitung per 0,6 m. dipilih Ca kurang dari 3,1014 dan lebih dari 3,0814

a. Nilai ϕ dan ω

Dengan nilai $\delta = 0,4^\circ$ dan $\text{Ca} = 3,091$ maka didapatkan

$$\phi = 1,798 > 0,443 \dots\dots \text{ok}$$

$100 n\omega = 4,735$; butuh tulangan tekan 0,4

$$\text{maka } \omega = 0,0027$$

b. Kebutuhan Tulangan

$$\begin{aligned} A_{\text{perlu}} &= \omega \cdot b \cdot h_x \\ &= 0,0027 \times 600 \times (0,869 \times 1000) \\ &= 1410,792 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{tulangan}} &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 0,022^2 \\ &= 379,94 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\ &= \frac{1413,891}{379,94} \\ &= 3,721 \sim 4 \text{ buah} \end{aligned}$$

Digunakan tulangan min 4D22

Dipasang tulangan **4D22**

$$\begin{aligned} A_{\text{pasang}} &= n \times A_{\text{tulangan}} \\ &= 4 \times 379,94 \\ &= 1519,76 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

c. Kebutuhan tulangan tekan

$$\begin{aligned} A_{s'} &= \delta \times A_s \\ &= 0,4 \times 1519,76 \\ &= 607,904 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\ &= \frac{607,904}{379,94} \\ &= 1,6 \sim 2 \text{ buah} \end{aligned}$$

Dipasang tulangan **2D22** (759,88 mm²)

d. Luas tulangan samping diambil 10 % dari luas tulangan tarik

$$\begin{aligned}
 A_{sc} &= 10\% \times A_{perlu} \\
 &= 10\% \times 1413,89 \\
 &= 141,38 \text{ mm}^2 \\
 A_{tulangan} &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\
 &= 0,25 \times 3,14 \times 0,016^2 \\
 &= 200,96 \text{ mm}^2 \\
 n_{tulangan} &= \frac{A_{perlu}}{A_{tulangan}} \\
 &= \frac{141,38}{200,96} \\
 &= 0,703 \sim 1 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan min 1D16

Dipasang tulangan **2D16** (401,92 mm²)

e. Cek Jarak Tulangan

Tulangan direncanakan hanya terdiri dari 1 baris yang berisi 4 tulangan artinya nilai $n = 4$, sehingga jarak tulangan sebesar :

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{b - (2 \times \text{sel.beton}) - (2 \times \emptyset) - (nD)}{n - 1} \\
 &= \frac{0,6 - (2 \times 0,07) - (2 \times 0,022) - (4 \times 0,022)}{4 - 1} \\
 &= 0,11 \text{ m} \\
 &= 10,93 \text{ cm} > 3 \text{ cm} \dots \text{ Ok}
 \end{aligned}$$

f. Kontrol Retak

Berdasarkan PBI 1971 ps 10.7.1b retak yang diijinkan 0.01 cm, dengan nilai ω_p , C3, C4, C5 sesuai uraian “**Balok Persegi yang mengalami lentur murni**”, sesuai tabel 6.13.

Tabel 6 13 Koefisien – koefisien untuk perhitungan lebar retak

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

$$\omega_p = \frac{A_{pasang}}{B_t} \quad ; \text{dimana } B_t = b \cdot h_x$$

$$= \frac{1519,76}{(600 \times 869)}$$

$$= 0,00291$$

$$\sigma_a' = \frac{\sigma_a}{\phi}$$

$$= \frac{2250}{1,796}$$

$$= 1252,78 \text{ kg/cm}^2$$

maka besarnya lebar retak didapatkan :

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

$$= 1 \left[(1,5 \times 8) + (0,04 \times \frac{1,6}{0,00291}) \right] \left[1252 - \frac{7,5}{0,00291} \right] 10^{-6}$$

$$= -0,02901 < 0,1 \text{ mm} \dots\dots \text{Ok}$$

Kontrol Dimensi

$$V = 26875,5 \text{ kg}$$

$$T = 1511,35 \text{ kg.m}$$

$$= 151135 \text{ kg.cm}$$

$$t_b = \frac{V}{b \times \frac{7}{8} \times h}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{26875,5}{60 \times \frac{7}{8} \times 95} \\
 &= 5,388
 \end{aligned}$$

untuk $ht > b$

$$\begin{aligned}
 \psi &= 3 + \frac{2,6}{0,45 + \frac{h}{b}} \\
 &= 3 + \frac{2,6}{0,45 + \frac{95}{60}} \\
 &= 4,278
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 t'_b &= \frac{y \times T}{b^2 \times h} \\
 &= \frac{4,278 \times 151135}{60^2 \times 95} \\
 &= 1,89 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{bm} &= 1,62 \sqrt{350} \\
 &= 30,307 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{rcl}
 t_b + t'_b & < & t_{bm} \\
 5,388 + 1,89 & < & 30,307 \\
 7,279 & < & 30,307 \text{ Ok}
 \end{array}$$

Ukuran balok 60/95 sudah memenuhi syarat

Perhitungan Tulangan Geser (Senggang)

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

- untuk pembebanan tetap

$$t'_{\text{bm-t}} = 1,35 \sqrt{350} = 25,256 \text{ kg/cm}^2$$

- untuk pembebanan sementara

$$t'_{\text{bm-s}} = 2,12 \sqrt{350} = 39,662 \text{ kg/cm}^2$$

- a. Sengkang di tumpuan balok (1/4L)

$$\begin{aligned} tb' &= \frac{(2-0.3)}{2} \times tb \\ &= \frac{(2-0.3)}{2} \times 5,388 \\ &= 4,580 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Direncanakan sengkang

$$\text{dia.} = 13 \text{ mm}$$

$$\text{As} = 132,665 \text{ mm}^2$$

$$= 1,326 \text{ cm}^2$$

$$= 2,653 \text{ cm}^2 \text{ ; untuk 2 kaki}$$

$$\text{as} < \frac{\text{As} \times \sigma_a}{tb \times b}$$

$$\text{as} < \frac{2,653 \times 2250}{4,580 \times 60}$$

$$\text{as} < 21,723 \text{ cm}$$

$$\text{as} < 217,233 \text{ mm}$$

maka dipasang tulangan geser **D13-100** mm

- b. Sengkang didaerah $> 1/4L$ dari ujung balok

$$tb' = \frac{(1,7-0.85)}{1,7} \times tb$$

$$= \frac{(2-0.3)}{2} \times 5,388$$

$$= 2,694 \text{ kg/cm}^2$$

Direncanakan sengkang

dia. = 13 mm

As = 132,665 mm²

= 1,326 cm²

= 2,653 cm² ; untuk 2 kaki

$$\text{as} < \frac{As \times \sigma_a}{tb \times b}$$

$$\text{as} < \frac{2,653 \times 2250}{2,694 \times 60}$$

$$\text{as} < 18,464 \text{ cm}$$

$$\text{as} < 184,64 \text{ mm}$$

maka dipasang tulangan geser **D13-150** mm

c. Panjang penyaluran

Untuk tulangan tarik berdasarkan PBI'71 ps. 8.6.2 diambil nilai terbesar dari persamaan berikut :

$$L_d = 0.07 \times \frac{(A_{tul} \times \sigma'_{au})}{\sqrt{\sigma'_{bk}}} > 0,0065 D_p \times \sigma'_{au}$$

$$= 0.07 \times \frac{(3,799 \times 3390)}{\sqrt{350}} > 0,0065 \times 1,6 \times 3390$$

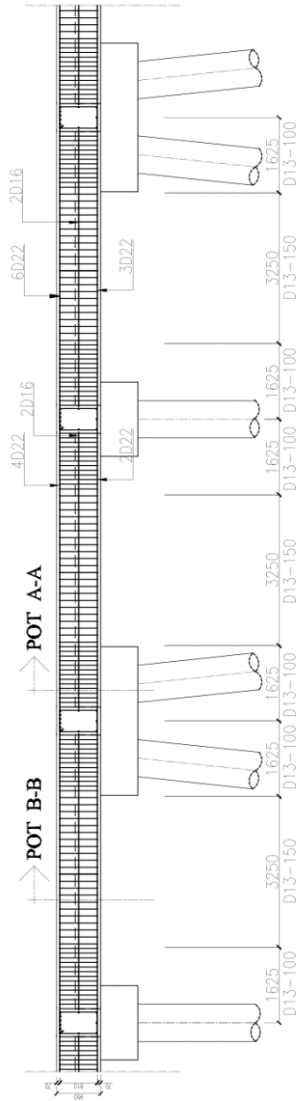
$$= 48,192 \text{ cm} > 35,256 \text{ cm} \quad \dots \text{ Ok}$$

Maka panjang penyaluran dipakai 50 cm.

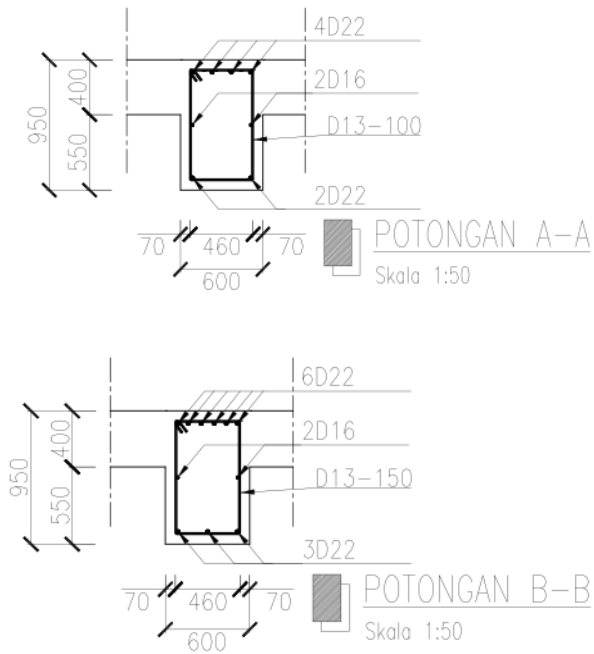
Untuk tulangan tekan berdasarkan PBI'71 ps. 8.6.2 diambil nilai terbesar dari persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 Ld &= 0.07 \times \frac{(a_{utama} \times \sigma'_{au})}{\sqrt{\sigma'_{bk}}} > 0,005 Dp \times \sigma'_{au} \\
 &= 0.07 \times \frac{(2,2 \times 3390)}{\sqrt{350}} > 0,005 \times 1,6 \times 3390 \\
 &= 27,905 \text{ cm} > 27,12 \text{ cm} \quad \dots \text{ Ok}
 \end{aligned}$$

Maka panjang penyaluran dipakai 30 cm.



Gambar 6 11 Penulangan balok



Gambar 6 12 Detail potongan

6.3.8 Penulangan Plank Fender

Struktur plank fender terletak di depan (face line) dermaga, struktur ini direncanakan sebagai plat kantilever yang menerima gaya *horizontal* terpusat akibat beban tumbukan kapal pada fender.

Data perencanaan

Tebal balok (t) : 1,00 m

Lebar balok (b) : 2,80 m

Selimut beton : 0,07 m

Mutu Beton (K -350)

σ'_{bk} : 350 kg/cm²

σ'_{b} : 290,5 kg/cm²

E_b : 120000 kg/cm²

Mutu Baja (U-39)

σ_{au} : 3900 kg/cm²

σ'_{au} : 3390 kg/cm²

σ_a : 2250 kg/cm²

E_a : 2100000 kg/cm²

Dia. tulangan : 22 mm (tul.utama) & 13 mm (tul.geser)

$$n = \frac{E_a}{E_b} = \frac{2100000}{120000} = 17,5$$

$$\phi_o = \frac{\sigma_a}{(n \times \sigma'_{b})} = \frac{2250}{(17,5 \times 290,5)} = 0,442$$

$$\begin{aligned} h_x &= t \text{ beton} - s \text{ selimut} - (0,5 \times \text{dia}) \\ &= 1,00 - 0,07 - (0,5 \times 0,022) \\ &= 0,919 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_y &= t \text{ beton} - s \text{ selimut} - \text{dia} - (0,5 \times \text{dia}) \\ &= 1,00 - 0,07 - 0,022 - (0,5 \times 0,022) \\ &= 0,897 \text{ m} \end{aligned}$$

Momen Plank Fender

Penulangan plank fender di analisa berdasarkan gaya *fender* sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_{\text{tumb}} &= 106,22 \text{ t} \\ &= 106220 \text{ kg} \\ \text{Eksentritas} &= 90,6 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mu} &= P_{\text{tumb}} \times e \\ &= 106220 \times 90,6 \\ &= 9623532 \text{ kg.cm} \sim 96235,32 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ca} &= \frac{hx}{\sqrt{\frac{n \times M}{\sigma a \times b}}} = \frac{0,919 \times 100}{\sqrt{\frac{17,5 \times 9623532}{2250 \times 280}}} \\ &= 5,6208 \end{aligned}$$

dipilih Ca kurang dari 5,6308 dan lebih dari 5,6108

- a. Nilai ϕ dan ω

Dengan nilai $\delta = 1^\circ$ dan $\text{Ca} = 4,902$ maka didapatkan

$$\phi = 3,6639 > 0,4425 \quad \dots \text{ok}$$

$$100 n\omega = 1,3703 ; \text{butuh tulangan tekan 1}$$

$$\text{maka } \omega = 0,00078$$

- b. Kebutuhan Tulangan

$$\begin{aligned} A_{\text{perlu}} &= \omega \cdot b \cdot hx \\ &= 0,00078 \times 2800 \times (0,919 \times 1000) \\ &= 2014,96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{tulangan}} &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 0,022^2 \\ &= 379,94 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\
 &= \frac{2671,11}{379,94} \\
 &= 5,3033 \sim 6 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Dipasang tulangan **6D22**

$$\begin{aligned}
 A_{\text{pasang}} &= n \times A_{\text{tulangan}} \\
 &= 6 \times 379,94 \\
 &= 2279,64 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

c. Kebutuhan tulangan tekan

$$\begin{aligned}
 A_{s'} &= \delta \times A_s \\
 &= 1 \times 2279,64 \\
 &= 2279,64 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\
 &= \frac{2279,64}{379,94} \\
 &= 6 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Dipasang tulangan **6D22**

d. Luas tulangan samping diambil 10 % dari luas tulangan tarik

$$\begin{aligned}
 A_{s_c} &= 10\% \times A_{\text{perlu}} \\
 &= 10\% \times 2014,96 \\
 &= 201,496 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{\text{tulangan}} &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\
 &= 0,25 \times 3,14 \times 0,016^2 \\
 &= 200,96 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$n_{\text{tulangan}} = \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{201,496}{200,96} \\
 &= 1,0026 \sim 2 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Dipasang tulangan **2D16** (401,92 mm²)

e. Cek Jarak Tulangan

Tulangan direncanakan hanya terdiri dari 1 baris yang berisi 4 tulangan artinya nilai $n = 4$, sehingga jarak tulangan sebesar :

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{b - (2 \times \text{sel. beton}) - (2 \times \emptyset) - (nD)}{n-1} \\
 &= \frac{2,8 - (2 \times 0,07) - (2 \times 0,022) - (6 \times 0,022)}{6-1} \\
 &= 0,497 \text{ m} \\
 &= 49,68 \text{ cm} > 3 \text{ cm} \dots \text{ Ok}
 \end{aligned}$$

f. Kontrol Retak

Berdasarkan PBI 1971 ps 10.7.1b retak yang diijinkan 0.01 cm, dengan nilai ω_p , C_3 , C_4 , C_5 sesuai uraian “**Balok Persegi yang mengalami lentur murni**”

Tabel 6 14 Koefisien – koefisien untuk perhitungan lebar retak

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

$$\begin{aligned}\omega p &= \frac{A_{pasang}}{Bt} && ; \text{ dimana } Bt = b \cdot hx \\ &= \frac{2279,64}{(2800 \times 919)} \\ &= 0,00089\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma a' &= \frac{\sigma a}{\emptyset} \\ &= \frac{2250}{3,6639} \\ &= 614,093 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

maka besarnya lebar retak didapatkan :

$$\begin{aligned}w &= \alpha \left[(C_3 \times c) + (C_4 \times \frac{d}{\omega p}) \right] \left[\sigma_a - \frac{C_5}{\omega p} \right] 10^{-6} \\ &= 1 \left[(1,5 \times 8) + (0,04 \times \frac{1,6}{0,00089}) \right] \left[614,09 - \frac{7,5}{0,00089} \right] 10^{-6} \\ &= -0,5672 < 0,1 \text{ mm Ok}\end{aligned}$$

g. Panjang penyaluran

Untuk tulangan tarik berdasarkan PBI'71 ps. 8.6.2 diambil nilai terbesar dari persamaan berikut :

$$\begin{aligned}Ld &= 0,07 \times \frac{(Atul \times \sigma' au)}{\sqrt{\sigma' bk}} > 0,0065 Dp \times \sigma' au \\ &= 0,07 \times \frac{(3,799 \times 3390)}{\sqrt{350}} > 0,0065 \times 1,6 \times 3390 \\ &= 48,192 \text{ cm} > 35,256 \text{ cm} \quad \text{.... Ok}\end{aligned}$$

Maka panjang penyaluran dipakai 45 cm.

Untuk tulangan tekan berdasarkan PBI'71 ps. 8.6.2 diambil nilai terbesar dari persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 Ld &= 0.07 \times \frac{(a_{utama} \times \sigma'_{au})}{\sqrt{\sigma'_{bk}}} > 0,005 Dp \times \sigma'_{au} \\
 &= 0.07 \times \frac{(2,2 \times 3390)}{\sqrt{350}} > 0,005 \times 1,6 \times 3390 \\
 &= 27,905 \text{ cm} > 27,12 \text{ cm} \quad \dots \text{ Ok}
 \end{aligned}$$

Maka panjang penyaluran dipakai 30 cm.

6.4 Perencanaan Poer/Pile Cap

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

6.4.1 Penulangan Poer Tunggal

Data perencanaan

Tebal balok (t) : 0,80 m

Lebar balok (b) : 1,60 m

Panjang (l) : 1,60 m

Selimut beton : 0,07 m

Mutu Beton (K -350)

σ'_{bk} : 350 kg/cm²

σ'_b : 290,5 kg/cm²

E_b : 120000 kg/cm²

Mutu Baja (U-39)

σ_{au} : 3900 kg/cm²

σ'_{au} : 3390 kg/cm²

σ_a : 2250 kg/cm²

E_a : 2100000 kg/cm²

Dia. tulangan : 22 mm (tul.utama) & 13 mm (tul.geser)

$$n = \frac{E_a}{E_b} = \frac{2100000}{120000} = 17,5$$

$$\phi_o = \frac{\sigma_a}{(n \times \sigma'_b)} = \frac{2250}{(17,5 \times 290,5)} = 0,442$$

$$\begin{aligned} h_x &= t \text{ beton} - s \text{ selimut} - (0,5 \times \text{dia}) \\ &= 0,80 - 0,07 - (0,5 \times 0,022) \\ &= 0,719 \text{ m} \end{aligned}$$

$$h_y = t \text{ beton} - s \text{ selimut} - \text{dia} - (0,5 \times \text{dia})$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,80 - 0,07 - 0,022 - (0,5 \times 0,022) \\
 &= 0,697 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Gaya yang terjadi pada poer tunggal

Tinjauan D2

$$\begin{aligned}
 P_u &= 336252 \text{ kg} \\
 \text{Eksentritas} &= 0 \text{ m} \\
 Mu &= 95879.1 \text{ kg.m} \\
 &= 9587913 \text{ kg.cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ca &= \frac{hx}{\sqrt{\frac{n \times M}{\sigma a \times b}}} = \frac{0,719 \times 100}{\sqrt{\frac{17,5 \times 9587913}{2250 \times 160}}} \\
 &= 3,33
 \end{aligned}$$

dipilih Ca kurang dari 3,3404 dan lebih dari 3,3204

a. Nilai δ dan ω

Dengan nilai $\delta = 1^\circ$ dan $Ca = 3,33$ maka didapatkan

$$\delta = 2,222 > 0,4425 \quad \dots \text{ ok}$$

$$100 n\omega = 4,018 ; \text{ butuh tulangan tekan 1}$$

$$\text{maka } \omega = 0,0023$$

b. Kebutuhan Tulangan

$$\begin{aligned}
 A_{\text{perlu}} &= \omega \cdot b \cdot hx \\
 &= 0,001 \times 1600 \times (0,719 \times 1000) \\
 &= 2641,61 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{\text{tulangan}} &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\
 &= 0,25 \times 3,14 \times 0,022^2 \\
 &= 379,94 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\
 &= \frac{2641,61}{379,94} \\
 &= 6,952 \sim 7 \text{ buah} \\
 A_{\text{pasang}} &= n \times A_{\text{tulangan}} \\
 &= 7 \times 379,94 \\
 &= 2659,58 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

c. Kebutuhan tulangan tekan

$$\begin{aligned}
 A_s' &= \delta \times A_s \\
 &= 1 \times 2659,58 \\
 &= 2659,58 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\
 &= \frac{2659,58}{379,94} \\
 &= 7 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

d. Luas tulangan samping diambil 10 % dari luas tulangan tarik

$$\begin{aligned}
 A_{\text{SC}} &= 10\% \times A_{\text{perlu}} \\
 &= 10\% \times 2641,61 \\
 &= 264,161 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{\text{tulangan}} &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\
 &= 0,25 \times 3,14 \times 0,022^2 \\
 &= 379,94 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\
 &= \frac{264,161}{379,94} \\
 &= 0,6953 \sim 1 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan min **2D22**

Penulangan sumbu y disamakan dengan sumbu x

e. Cek Jarak Tulangan

Jarak tulangan utama yang dipasang tidak boleh > 20 cm atau 2 x tebal plat (PBI 71 Ps. 8.16 (2)a)

$$\begin{aligned} S &= \frac{b}{n} \\ &= \frac{1600}{7} \\ &= 228,571 \text{ mm} \end{aligned}$$

Sehingga dipasang D22-200

f. Kontrol kekuatan tulangan terhadap gaya tarik pada sambungan antara pile-poer-balok.

$$\begin{aligned} P_{\text{tension}} &= 336252 \text{ kg} \\ &= 336,252 \text{ ton} \\ &= 3362520 \text{ N} \end{aligned}$$

- **Kekuatan tarik dari tulangan yang berada di dalam steel pile**

$$\begin{aligned} \text{tul} &= 17D29 \\ \text{dia} &= 29 \text{ mm} \\ n &= 17 \text{ buah} \\ f_y &= 3900 \text{ kg/cm}^2 \\ A_s &= 600,185 \text{ mm}^2 \\ &= 6,601 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{nt} &= \text{kekuatan tarik tulangan} \\ \emptyset &= 0,8 \text{ (SNI 2847, 2002 ps. 11.3.2 untuk aksial} \\ &\quad \text{tension atau } P_{\text{tarik}}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{nt} &= n \times A_s \times f_y \times \phi \\
 &= 17 \times 6,601 \times 3900 \times 0,8 \\
 &= 350162 \text{ kg} \\
 &= 350,162 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{nt} &\geq P_{tension} \\
 350,16 &\geq 336,25 \text{ ton} \quad \dots \text{ Ok}
 \end{aligned}$$

- **Panjang penyaluran steel pipe pile ke dalam poer**

$$\begin{aligned}
 \text{tul.} &= 17D29 \\
 L &= 850 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_c' &= 0,083 \times 350 \text{ (K-350)} \\
 &= 29,05 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_r &= 0,7 \times \sqrt{f_c'} \\
 &= 0,7 \times \sqrt{29,05} \\
 &= 3,772 \text{ Mpa} \\
 &= 3,722 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{\text{perlu}} &= \frac{P_{tension}}{n \times \pi \times d \times f_r} < L_{\text{pasang}} \\
 &= \frac{336,25}{17 \times \pi \times 29 \times 3,722} < 850 \text{ mm} \\
 &= 575,728 \text{ mm} < 850 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- **Kontrol kemampuan beton pada pile menerima tarik**

$$\begin{aligned}
 \sigma_b &= 0,48 \times \sqrt{\sigma'_{bk}} \\
 &= 0,48 \times \sqrt{350} \\
 &= 8,9799 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \pi \times D \times h \\
 &= \pi \times 812,8 \times 1500 \\
 &= 3828288 \text{ mm}^2 \\
 &= 38282,9 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

dimana D = diameter pile

h = panjang pile yang di cor (1.5 m)

$$\begin{aligned}
 \sigma_{bi} &= \sigma_b \times A_s > P_{tekan} \\
 &= 8,97 \times 38282,9 > 336252 \text{ kg} \\
 &= 343779 > 336252 \text{ kg} \dots \text{ok}
 \end{aligned}$$

6.4.2 Penulangan Poer Ganda

Data perencanaan

Tebal balok (t) : 0,80 m

Lebar balok (b) : 1,60 m

Panjang (l) : 3,20 m

Selimut beton : 0,07 m

Mutu Beton (K -350)

σ'_{bk} : 350 kg/cm²

σ'_{b} : 290,5 kg/cm²

E_b : 120000 kg/cm²

Mutu Baja (U-39)

σ_{au} : 3900 kg/cm²

σ'_{au} : 3390 kg/cm²

σ_a : 2250 kg/cm²

E_a : 2100000 kg/cm²

Dia. tulangan : 22 mm (tul.utama) & 13 mm (tul.geser)

$$n = \frac{E_a}{E_b} = \frac{2100000}{120000} = 17,5$$

$$\phi_o = \frac{\sigma a}{(n \times \sigma' b)} = \frac{2250}{(17,5 \times 290,5)}$$

$$= 0,442$$

$$hx = t \text{ beton} - s \text{ selimut} - (0,5 \times \text{dia})$$

$$= 0,80 - 0,07 - (0,5 \times 0,022)$$

$$= 0,719 \text{ m}$$

$$hy = t \text{ beton} - s \text{ selimut} - \text{dia} - (0,5 \times \text{dia})$$

$$= 0,80 - 0,07 - 0,022 - (0,5 \times 0,022)$$

$$= 0,697 \text{ m}$$

Gaya yang terjadi pada poer ganda

Tinjauan D2

$$P_u = 274443 \text{ kg}$$

$$\text{Eksentritas} = 0 \text{ m}$$

$$M_u = 102384 \text{ kg.m}$$

$$= 10238400 \text{ kg.cm}$$

$$Ca = \frac{hx}{\sqrt{\frac{n \times M}{\sigma a \times b}}} = \frac{0,719 \times 100}{\sqrt{\frac{17,5 \times 10238400}{2250 \times 160}}}$$

$$= 3,222$$

dipilih Ca kurang dari 3,23 dan lebih dari 3,21

- a. Nilai ϕ dan ω

Dengan nilai $\delta = 1^\circ$ dan $Ca = 3,22$ maka didapatkan

$$\phi = 2,158 > 0,4425 \quad \dots \text{ ok}$$

$$100 n\omega = 4,300 ; \text{ butuh tulangan tekan } 1$$

$$\text{maka } \omega = 0,00246$$

- b. Kebutuhan Tulangan

$$A_{\text{perlu}} = \omega \cdot b \cdot hx$$

$$= 0,001 \times 1600 \times (0,719 \times 1000)$$

$$= 2826,89 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 A_{\text{tulangan}} &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\
 &= 0,25 \times 3,14 \times 0,022^2 \\
 &= 379,94 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\
 &= \frac{2826,89}{379,94} \\
 &= 7,44 \sim 8 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{\text{pasang}} &= n \times A_{\text{tulangan}} \\
 &= 8 \times 379,94 \\
 &= 3039,52 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

c. Kebutuhan tulangan tekan

$$\begin{aligned}
 A_{s'} &= \delta \times A_s \\
 &= 1 \times 3039,52 \\
 &= 3039,52 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\
 &= \frac{3039,52}{379,94} \\
 &= 8 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

d. Luas tulangan samping diambil 10 % dari luas tulangan tarik

$$\begin{aligned}
 A_{sC} &= 10\% \times A_{\text{perlu}} \\
 &= 10\% \times 2826,89 \\
 &= 282,689 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{\text{tulangan}} &= 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 \\
 &= 0,25 \times 3,14 \times 0,022^2 \\
 &= 379,94 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n_{\text{tulangan}} &= \frac{A_{\text{perlu}}}{A_{\text{tulangan}}} \\
 &= \frac{282,689}{379,94} \\
 &= 0,744 \sim 1 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan min **2D22**

Penulangan sumbu y disamakan dengan sumbu x

e. Cek Jarak Tulangan

Jarak tulangan utama yang dipasang tidak boleh > 20 cm atau 2 x tebal plat (PBI 71 Ps. 8.16 (2)a)

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{b}{n} \\
 &= \frac{1600}{8} \\
 &= 200 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Sehingga dipasang D22-200

f. Kontrol kekuatan tulangan terhadap gaya tarik pada sambungan antara pile-poer-balok.

$$\begin{aligned}
 P_{\text{tension}} &= 274443 \text{ kg} \\
 &= 274,443 \text{ ton} \\
 &= 2744431 \text{ N}
 \end{aligned}$$

- **Kekuatan tarik dari tulangan yang berada di dalam steel pile**

$$\begin{aligned}
 \text{tul} &= 17\text{D}29 \\
 \text{dia} &= 29 \text{ mm} \\
 n &= 17 \text{ buah} \\
 f_y &= 3900 \text{ kg/cm}^2 \\
 A_s &= 600,185 \text{ mm}^2 \\
 &= 6,601 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Pnt = kekuatan tarik tulangan
 $\emptyset = 0,8$ (SNI 2847, 2002 ps. 11.3.2 untuk aksial tension atau Ptarik)

Pnt = $n \times A_s \times f_y \times \emptyset$
 $= 17 \times 6,601 \times 3900 \times 0,8$
 $= 350162 \text{ kg}$
 $= 350,162 \text{ ton}$

Pnt $\geq P_{tension}$
 $350,16 \geq 274,442 \text{ ton} \quad \dots \text{ Ok}$

- **Panjang penyaluran steel pipe pile ke dalam poer**

tul. = 17D29

L = 850 mm

$f_c' = 0,083 \times 350$ (K-350)
 $= 29,05 \text{ Mpa}$

$f_r = 0,7 \times \sqrt{f_c'}$
 $= 0,7 \times \sqrt{29,05}$
 $= 3,772 \text{ Mpa}$
 $= 3,722 \text{ N/mm}^2$

$L_{perlu} = \frac{P_{tension}}{n \times \pi \times d \times f_r} < L_{pasang}$
 $= \frac{274,443}{17 \times \pi \times 29 \times 3,722} < 850 \text{ mm}$
 $= 469,899 \text{ mm} < 850 \text{ mm}$

- **Kontrol kemampuan beton pada pile menerima tarik**

$$\begin{aligned}\sigma_b &= 0,48 \times \sqrt{\sigma'_{bk}} \\ &= 0,48 \times \sqrt{350} \\ &= 8,9799 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_s &= \pi \times D \times h \\ &= \pi \times 812,8 \times 1500 \\ &= 3828288 \text{ mm}^2 \\ &= 38282,9 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

dimana D = diameter pile

h = panjang pile yang di cor (1.5 m)

$$\begin{aligned}\sigma_{bi} &= \sigma_b \times A_s > P_{\text{tekan}} \\ &= 8,97 \times 38282,9 > 274443 \text{ kg} \\ &= 343779 > 274443 \text{ kg} \quad \text{.....ok}\end{aligned}$$

6.5 Perencanaan Pondasi

Pondasi yang digunakan ialah tiang pancang baja (steel pipe pile).

6.5.1 Data Perencanaan Tiang Pancang

Adapun spesifikasi dari tiang pancang baja ini adalah sebagai berikut :

Diameter (D)	: 812,8	mm
Tebal (t)	: 16	mm
Luas (A)	: 400,5	mm
Moment Inersia	: 318000	cm ⁴
Berat (W)	: 314,39	kg/m
Sec.Modulus(Z)	: 7820	cm ³
Jari-jari girasi(i)	: 35,3	cm
Point of Fixity	: 8,15	m
Jumlah titik	: 81	buah ; untuk tiang tegak
	108	buah ; untuk tiang miring

Mutu Baja (U-39)

σ_{au}	: 3900	kg/cm ²
σ'_{au}	: 3390	kg/cm ²
σ_a	: 2250	kg/cm ²
Ea	: 2100000	kg/cm ²

6.5.2 Output Frame

Berikut merupakan hasil gaya dalam pada tiang pancang baja :

Tabel 6 15 Rekapitulasi gaya dalam

Frame	Beban	Kombinasi	Besar	Satuan
D2	P(tekan)	DL + LL + 1.1F	336.252	ton
D2	P(tarik)	DL + LL + 1.1F	319.948	ton
C2 atas	V2	DL + LL + 1.1F	3.719	ton
C2 atas	M3	DL + LL + 1.1F	15.238	ton.m
E2	U2	DL + LL + 1.1F	0.0038	

6.5.3 Perhitungan kebutuhan kedalaman tiang pancang

Daya dukung tiang

Perhitungan nilai daya dukung tanah maksimum pada tiang pancang akibat beban vertikal menggunakan metode *Luciano Decourt* (1982), dalam Daya Dukung Pondasi Dalam oleh Prof Dr. Ir. Herman Wahyudi, 2013.

Kapasitas Daya Dukung Ultimate sebuah tiang pancang dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 Ql &= Qp + Qs \\
 \mathbf{P \times SF} &= \mathbf{Qp + Qs} \quad ; \text{ nilai SF} = 2,5-3 \\
 &= \alpha (qp \times Ap) + \beta (qs \times As) \\
 &= \alpha (Np \times K \times Ap) + \beta ((N/3 + 1) \times As)
 \end{aligned}$$

Keterangan :

- α = *Base coefficient* = 1 (Driven Pile)
- Np = Harga rata – rata SPT disekitar 4B diatas hingga 4B di bawah dasar tiang pondasi (B : dia. pondasi)
- K = Koefisien karakteristik tanah
 - = 12 t/m² = 117 kPa, tanah lempung
 - = 20 t/m² = 196 kPa, tanah lempung berlanau
 - = 25 t/m² = 245 kPa, tanah pasir berlanau
 - = 40 t/m² = 392 kPa, tanah pasir

- A_p = Luas penampang dasar tiang
 β = *Shaft coefficient* = 1 (Driven Pile)
 N_s = Harga rata-rata sepanjang tiang yang tertanam,
 dengan batasan : $3 \leq N \leq 50$
 A_s = keliling x panjang tiang yang terbenam
 (luas selimut tiang)

Sedangkan harga N dibawah muka air tanah harus dikoreksi menjadi “ N' ” berdasarkan perumusan sebagai berikut (Terzaghi & Peck) :

$$N' = 15 + 0.5 (N-15)$$

N = Jumlah pukulan kenyataan di lapangan untuk di bawah muka air tanah .

Dari Tabel 6.8 Rekapitulasi gaya dalam, diketahui bahwa tiang pancang mengalami gaya aksial tekan. Dalam menghitung kedalaman yang dibutuhkan oleh gaya tekan digunakan daya dukung tanah pada ujung tiang (Q_u) dengan faktor keamanan (SF) = 3.

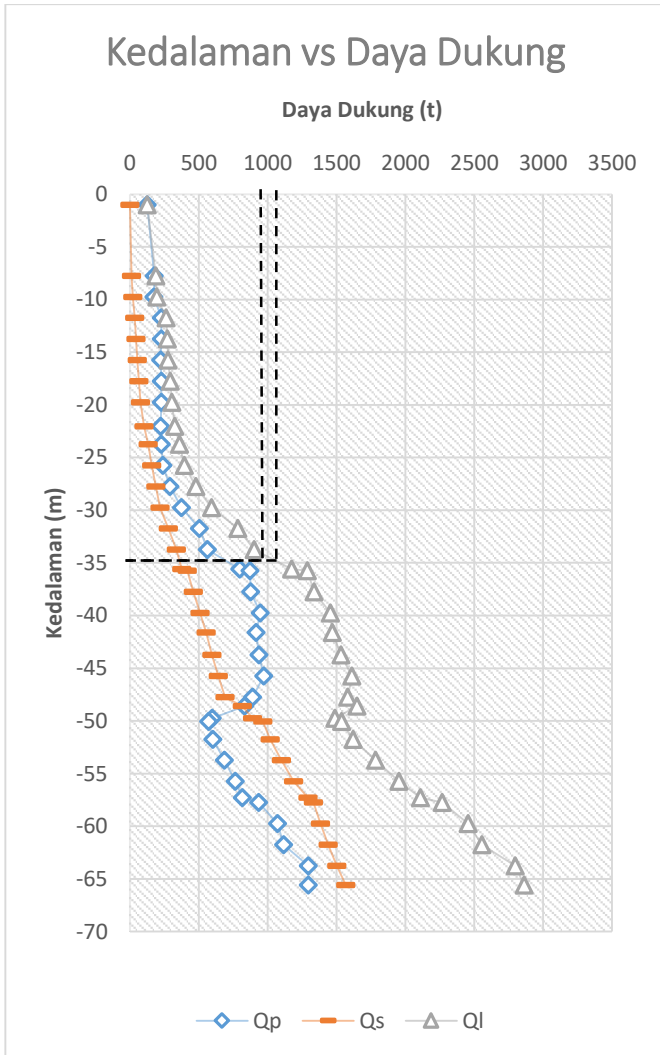
Diketahui sebelumnya berdasarkan tabel 6.8 didapatkan nilai P_{tekan} dan P_{tarik} maka

$$\begin{aligned}
 Q_l &= 3 \times P_{tekan} \\
 &= 3 \times 336,252 \text{ ton} \\
 &= 1008,756 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_l &= 3 \times P_{tarik} \\
 &= 3 \times 319,948 \text{ ton} \\
 &= 959,844 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$1008,7 = Q_p + Q_s \quad ; \text{ untuk } P \text{ tekan}$$

$$959,84 = Q_p + Q_s \quad : \text{ untuk } P \text{ tarik}$$



Gambar 6 13 Grafik kedalaman vs daya dukung tanah

Perhitungan daya dukung dilakukan pada titik bore hole dermaga, yaitu titik BH 5. Grafik hubungan antara daya dukung pondasi dengan kedalaman dapat dilihat pada Gambar 6.13.

sehingga untuk menentukan kedalaman diambil kedalaman paling kritis sebesar -35 m dibawah seabed atau -44.5 Mlws

6.5.4 Kontrol Defleksi

Kontrol defleksi bertujuan untuk melihat defleksi maksimum pada bangunan yang harus kurang dari defleksi izin. Untuk defleksi horizontal izin dapat dilihat pada “BS 6349-2:2010 Tabel 1” sebesar 100 mm.

Defleksi terjadi	<	Defleksi Ijin	
3.8 mm	<	100 mmOk

6.5.5 Kontrol Momen

Kontrol momen bertujuan untuk mengecek apakah momen bahan tiang pancang lebih besar dari momen ultimate sehingga tiang pancang baja tidak mengalami retak atau leleh.

Mu bahan	=	$f_y \times S$
	=	$F_y \times 1,5 \times Z$
	=	$2250 \times 1,5 \times 7820$
	=	26392500 kg.cm
	=	$263,925 \text{ ton.m}$

Mu aktual	<	Mu bahan	
15,238	<	263,925Ok

6.5.6 Daya dukung tiang akibat beban *horizontal*

Beban yang dipikul oleh tiang pancang tidak hanya beban vertikal tetapi juga beban horizontal. Oleh karena itu perlu dilakukan pengecekan ketahanan tiang pancang terhadap beban horizontal. Gaya horizontal yang terjadi pada output program bantu harus lebih kecil dari gaya horizontal yang mampu dipikul bahan (H_u).

$$H_u = \frac{2 \times Mu}{e \times Z_f}$$

Dimana :

M_u : Momen ultimate bahan
 e : Jarak antar lateral load yang bekerja
 Z_f : Titik jepit

$$\begin{aligned} H_u &= \frac{2 \times Mu}{e \times Z_f} \\ &= \frac{2 \times 263,925}{14,2 \times 8.15} \\ &= 23,617 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{lcl} V & < & H_u \\ 3,719 & < & 23,617 \end{array} \quad \text{.....Ok}$$

6.5.7 Kontrol Kekuatan Bahan

Tegangan yang terjadi akibat beban aksial (P) dan momen (M) pada tiang yang didapat dari program bantu harus lebih kecil dari tegangan ijin tiang pancang (f_y). Tegangan pada tiang pancang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{tekan}}{A} \pm \frac{M}{W} < \sigma_{ijin} \\ \sigma &= \frac{336252,48}{400,5} \pm \frac{1523800}{31439} < 2500 \\ &= 888,05 \text{ kg/cm}^2 < 2500 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 791,11 \text{ kg/cm}^2 < 2500 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

6.5.8 Kontrol Kuat Tekuk

$$\begin{aligned}P_{cr} &= \frac{\pi^2 \times E \times I_{min}}{(Zf+e)^2} > P_u \\ &= \frac{\pi^2 \times 2100000 \times 318000}{(815+1420)^2} \\ &= 1318107 \text{ kg} > P_u \\ &= 1318,107 \text{ ton} > 336,25 \text{ ton} \text{ ..Ok}\end{aligned}$$

6.5.9 Kemampuan tiang berdiri sendiri

Tiang pancang pada saat pelaksanaan harus dikontrol terhadap frekuensi gelombang. Sehingga tiang akan stabil walaupun pada saat berdiri sendiri. ω gelombang diambil sebesar $1/T$. Adapun cara menghitung ω tiang adalah dengan perumusan berikut :

$$\begin{aligned}i &: \text{tinggi tiang di atas tanah (m)} \\ &: 13 \text{ m} \quad (\text{tiang tegak}) \\ &: 13,175 \text{ m} \quad (\text{tiang miring}) \\ W &: 314,39 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 w & : \text{berat tiang (kg)} \\
 w & : W \times i \\
 & : 4087,07 \text{ kg} \quad (\text{tiang tegak}) \\
 & : 4142,08 \text{ kg} \quad (\text{tiang miring}) \\
 g & : 9,8 \text{ m/s}^2 \\
 & : 908 \text{ cm/s}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \omega_{\text{gelombang}} & : \frac{1}{T_0} \\
 & : 0,694
 \end{aligned}$$

$$\omega_t : 1,73 \times \sqrt{\frac{EI}{\frac{wi^3}{g}}} > \omega$$

untuk tiang pancang tegak

$$\omega_t : 1,73 \times \sqrt{\frac{2100000 \times 318000}{\frac{4087,07 \times 13^3}{980}}} > 0,694$$

$$\omega_t : 14,769 > 0,694$$

untuk tiang pancang miring

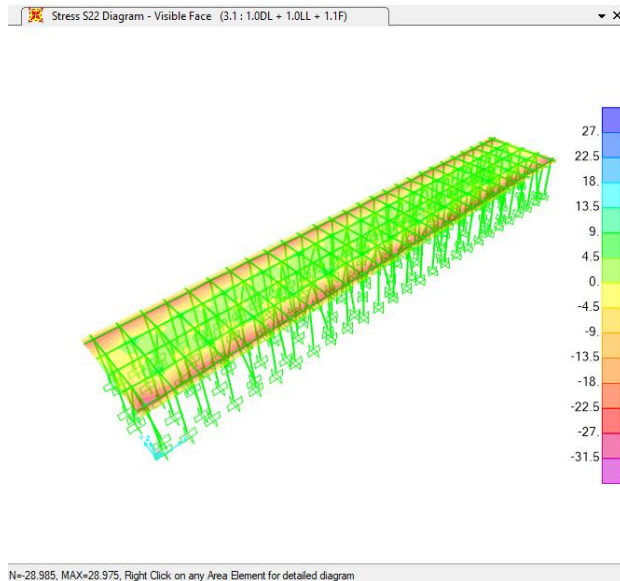
$$\omega_t : 1,73 \times \sqrt{\frac{2100000 \times 318000}{\frac{4142,088 \times 13,175^3}{980}}} > 0,694$$

$$\omega_t : 14,379 > 0,694$$

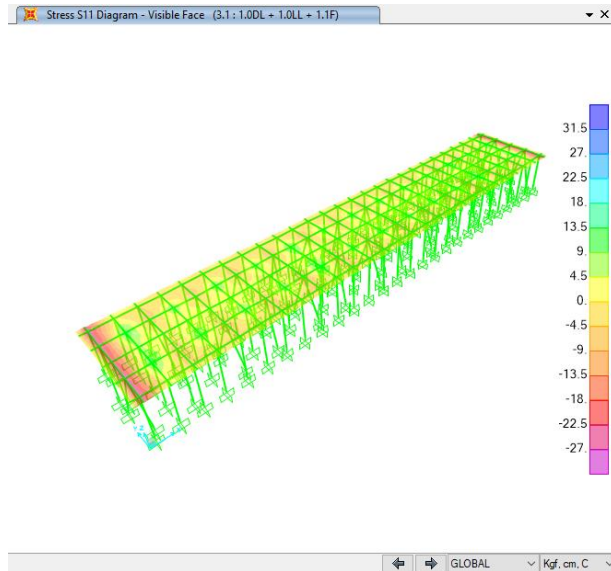
Jadi disimpulkan bahwa tiang pancang tegak dan tiang pancang miring stabil terhadap frekuensi gelombang dan bisa berdiri sendiri.

6.5.10 Cek Tegangan dan PMM Ratio

Dari Analisa struktur dengan kombinasi beban mati + beban hidup + beban pangkal + beban alat berat + tumbukkan kapal yang dimodelkan.



Gambar 6 14 Tegangan yang terjadi pada pelat lantai dermaga arah y (S2-2)



Gambar 6 15 Tegangan yang terjadi pada pelat lantai dermaga arah x (S1-1)

Tegangan ijin kondisi service

Pelat Lantai Dermaga, $t = 40 \text{ cm}$

$$F_{\text{allow}} = 0,55 \times \sigma'_b$$

$$F_{\text{allow}} = 0,55 \times 209,5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_{\text{allow}} = 115,225 \text{ Kg/cm}^2 = 11,52 \text{ MPa}$$

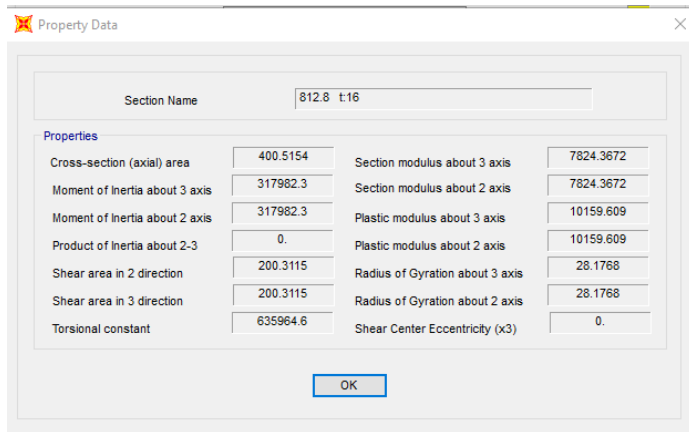
Berdasarkan output hasil running aplikasi SAP200, didapat nilai tegangan maksimum pelat sebesar 3,76 Mpa.

$$\sigma_{\text{max}} = 3,76 \text{ MPa} < F_{\text{allow}} = 11,52 \text{ MPa} \dots\dots \text{ok}$$

Tegangan ijin kondisi service

Perhitungan kapasitas tiang pancang baja tambahan diameter 812 mm tebal 16 mm yang digunakan dalam

perencanaan dermaga *multipurpose* adalah sebagai berikut :



Gambar 6 16 Properti Penampang Tiang Pancang 812 mm (kgf.cm)
(Sumber: SAP V 2000)

$$\begin{aligned}
 L_k &= K_c L \\
 &= 0.85 \times 1420 \\
 &= 1207 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

dimana: K_c = faktor tekuk
 L = panjang batang

$$\lambda = \frac{L_k}{i} = \frac{1207}{28.17} = 42.84$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} = 11293,28 \text{ Mpa}$$

$$4,71 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 139,32$$

$$\lambda < 4,71 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \rightarrow F_{cr} = \left[0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y = 219,574 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \emptyset P_n &= 0.85 A_g F_{cr} \\ &= 0.85 \times 400,51 \times 2195,74 \\ &= 747503,45 \text{ kg} = 747,503 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset M_{nx} = \emptyset M_{ny} &= 0.9 \times Z_x \times f_y \\ &= 0.9 \times 10159 \text{ cm}^3 \times 2250 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 20571975 \text{ kg.cm} = 205 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil SAP didapatkan

$$P_u = 336.252 \text{ ton}$$

$$M_{ux} = 15.23 \text{ ton.m}$$

$$M_{uy} = 21.42 \text{ ton.m}$$

$$\begin{aligned} \text{PMM ratio} &= \frac{P_u}{2\emptyset P_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\emptyset M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\emptyset M_{ny}} \right) \\ &= 0,403 < 1 \quad \dots \text{ OK} \end{aligned}$$

6.5.11 Calendering Tiang Pancang

Data dan asumsi awal :

$$H_{\text{hammer}} : 2 \quad \text{m (hydraulic hammer)}$$

$$\emptyset_{\text{tiang}} : 81.28 \text{ cm}$$

$$t : 16 \quad \text{mm}$$

$$\begin{aligned} Q_u &= P_u \times \text{SF} \\ &= 1008,75 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$W : 10 \quad \text{ton}$$

$$\alpha : 2,5 \quad \text{(hydraulic hammer)}$$

$$\begin{aligned}
 L &: 61,2 \text{ m (panjang tiang tegak)} \\
 Wp &= 0,25 \times \pi \times D^2 \times Ls \times \gamma \\
 &= 0,25 \times \pi \times 0,813 \times 61,2 \times 7,85 \\
 &= 249,148 \text{ t.m} \\
 n_{\text{hammer}} &: 0,55 \text{ (hammer on steel pile without cushion)} \\
 C_1 &: 5 \text{ mm (kompresi sementara dari cushion)} \\
 C_2 &: 10 \text{ mm (steel pipe pile)} \\
 C_3 &: 5 \text{ mm (soft ground SPT)} \\
 S &: \text{nilai penetrasi/blow rencana dari perhitungan} \\
 C &= C_1 + C_2 + C_3 \\
 &= 5 + 10 + 5 = 20 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

maka,

$$\begin{aligned}
 Q_u &= \frac{\alpha \times W \times H}{S + 0,5C} \times \frac{W + (n^2 \times Wp)}{W + Wp} \\
 1008,7 &= \frac{2,5 \times 10 \times 2}{S + (0,5 \times 20)} \times \frac{10 + (0,55^2 \times 249,14)}{10 + 249,14} \\
 S &= \frac{50}{1008,7574} \times 0,3294 - 0,01 \\
 S &= 0,0063278 \text{ m} \\
 &= 6,3278 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka *final set calendering* yang digunakan untuk tiang pancang tegak adalah 7 mm/10 blow atau 0,7 mm/blow.

6.5.12 Kontrol Tiang Pancang terhadap Korosi

Korosi merupakan salah satu permasalahan yang dapat terjadi pada tiang pancang. Terutama saat tiang pancang berada di pantai laut lepas, dalam perencanaan ini, korosi tiang diasumsikan terjadi sampai tiang ditumbuhi karang yaitu selama 10 tahun. Sesuai dengan atura OCDI

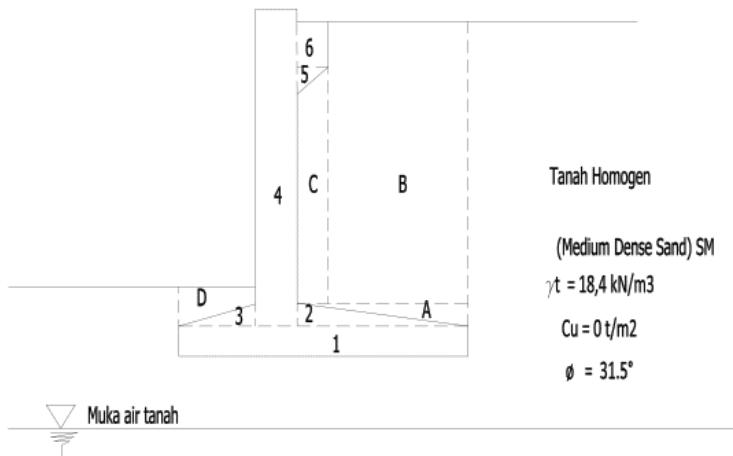
kecepatan korosi adalah 0,3 mm/tahun, artinya metode perawatan yang digunakan dengan menyediakan alokasi tebal tiang yang akan terkorosi setebal 3 mm. Untuk perlindungan tiang pancang didaerah *splash zone* terhadap korosi menggunakan lapisan utama HDPE yang akan melindungi tiang.

Urutan Sistem pelapisan terhadap karat :

- Base layer : *fusion bonded epoxy powder* (setara tipe jotun corro-coal EP 971197, tebal 150 micron)
- Middle layer : *copolymer adhesive* (setara tipe borealis MEI 420, tebal 150 micron)
- Top layer : HDPE (setara tipe borealis HDPE HE 340)
- Tebal total pelapisan minimum 2.5 mm.

6.6 Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Dalam Dalam perencanaan perhitungan struktur bawah harus mempertimbangkan beberapa hal diantaranya: jenis tanah, kondisi tanah, dan struktur tanah. Hal ini terkait dengan kemampuan daya dukung tanah dasar dalam memikul beban yang terjadi di atasnya. Oleh sebab itu, perlunya analisa data tanah dasar agar diperoleh struktur yang aman, efisien, dan ekonomis. Penaksiran dimensi DPT didasarkan pada literatur "*Priciples of Foundation Enggineering*: Braja M. Das" dengan melalui tahapan kontrol yakni daya dukung, guling, geser.



Gambar 6 17 Penaksiran dimensi di awal trial
(muka air kondisi surut)

6.6.1 Analisa Data Tanah

Berdasarkan data penyelidikan Tabel 3.1 Hasil Penyelidikan BV 6 didapat jenis tanah dan konsistensinya. Konsistensi didasarkan pada nilai N-SPT yang didapat dari hasil pengujian di lapangan lalu di plot pada tabel 6.17.

Tabel 6 16 Konsistensi tanah untuk dominan lanau dan lempung

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 ²		kg/cm ²	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

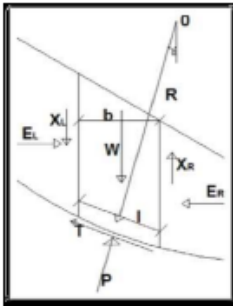
Sumber : Mochtar (2006), revised (2012)

Tabel 6 17 Hasil pendekatan jenis tanah

No. Bore Hole	Kedalaman (m)	CODE	Jenis Tanah	N-spt	γ (t/m ³)	C_u (t/m ²)	ϕ (deg)
THS 4	1.30 - 2.00	SM	Silty Sand	3	1.66	-	21.00
	5.30 - 6.00	OH	Organic Clay	4	1.52	1.85	-
<i>water Lv</i>	11.30 - 12.00	CH	Clay	5	1.69	2.50	-
	+5.60 m 15.30 - 16.00	CH	Clay	5	1.71	1.40	1.10
<i>l = 87 m</i>	20.00 - 20.70	OH	Organic Clay	6	1.22	3.00	-

6.6.2 Stabilitas Lereng

Metode Bishop menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada irisan mempunyai resultan nol pada arah vertikal (Bishop, 1955).



Keterangan :

W = Berat total pada irisan

E_L, E_R = Gaya antar irisan yang bekerja secara horizontal pada penampang kiri dan kanan

X_L, X_R = Gaya antar irisan yang bekerja secara vertikal pada penampang kiri dan kanan

P = Gaya normal total pada irisan

T = Gaya geser pada dasar irisan

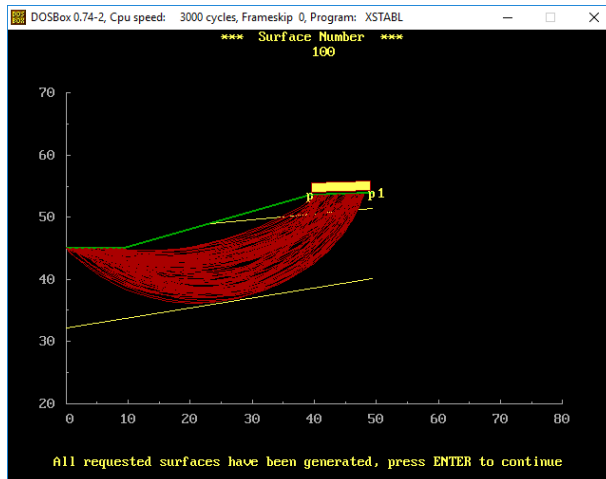
B = Lebar dari irisan

l = Panjang dari irisan

α = Sudut Kemiringan lereng

Gambar 6 18 Gaya-gaya yang bekerja pada suatu potongan

Plotting pada gambar 6.19 dan 6.20 tentang lokasi tanah dimasukkan ke aplikasi x-stabl menggunakan metode bishop menghasilkan data sebagai berikut :



Gambar 6 19 Irisan Stabilitas Lereng

```

DOSBox 0.74-2, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: XSTABL
Line: 228 File: TUGAS15.OPT ESC=QUIT MOUE: 4f PgDn PgUp END HOME

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : TA_02

      FOS      Circle Center      Radius  Initial Terminal  Resisting
      (BISHOP)  x-coord y-coord  (m)     x-coord x-coord  Moment
                                   (m)     (m)     (m)     (kN-m)

1.    .118    25.83   61.21   23.36   9.00    47.97   4.529E+03
2.    .119    25.25   61.54   23.90   8.00    47.84   4.732E+03
3.    .119    24.25   62.55   25.33   6.00    48.00   5.270E+03
4.    .120    25.52   61.84   23.59   9.00    47.68   4.529E+03
5.    .121    22.67   63.96   27.32   3.00    48.00   6.071E+03
6.    .122    25.35   61.40   23.16   9.00    47.20   4.406E+03
7.    .123    23.35   64.82   27.01   5.00    47.99   5.710E+03
8.    .123    23.78   64.68   26.53   6.00    47.96   5.473E+03
9.    .124    21.51   64.83   28.53   1.00    47.80   6.588E+03
10.   .125    21.44   64.74   28.41   1.00    47.64   6.544E+03

*** END OF FILE ***

```

Gambar 6 20 Hasil analisa keruntuhan tanah dengan program XSTABL

Sehingga didapatkan (berdasarkan poin 1)

- SF : 1,18
- Titik Pusat : (25,83 ; 61,21)
- Mr eksisting: $4,529 \times 10^3$ kN.m

Slope alam dengan kemiringan 1 : 15 mendapatkan nilai SF 9,9

```

DOSBox 0.74-2, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: XSTABL
Line: 211 File: TUGAS18.OPT ESC=QUIT MOUE: 4f PgDn PgUp END HOME

The following is a summary of the TEN most critical surfaces

Problem Description : TUGAS18

      FOS      Circle Center      Radius  Initial Terminal  Resisting
      (BISHOP)  x-coord y-coord  (m)     x-coord x-coord  Moment
                                   (m)     (m)     (kN-m)

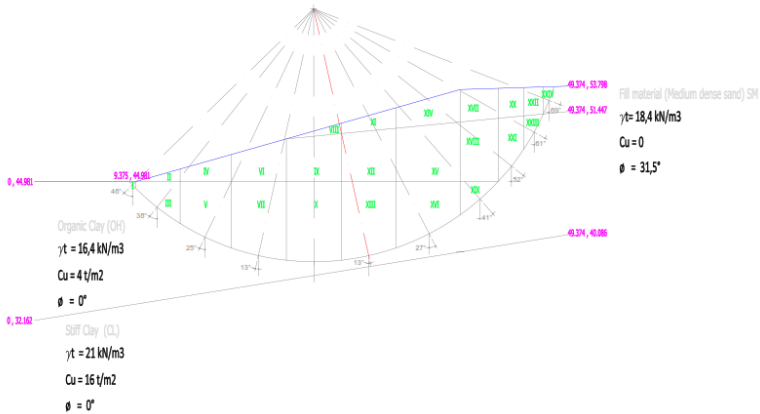
1.    .991    27.89   41.99   24.94   10.00   49.81   7.166E+03
2.    .992    28.50   41.39   24.11   11.11   49.80   6.877E+03
3.    1.065    28.42   41.29   23.99   11.11   49.64   6.790E+03
4.    1.016    31.55   39.16   20.56   16.67   50.00   5.801E+03
5.    1.028    29.54   40.31   22.43   13.33   49.52   6.242E+03
6.    1.050    29.55   41.34   23.16   13.33   49.79   6.621E+03
7.    1.053    32.65   38.15   18.97   18.89   49.82   5.294E+03
8.    1.060    33.30   37.82   18.37   20.00   49.96   5.176E+03
9.    1.088    30.11   41.81   23.08   14.44   49.99   6.722E+03
10.   1.114    30.36   39.01   20.44   15.56   48.75   5.372E+03

*** END OF FILE ***

```

Gambar 6 21 Hasil analisa keruntuhan tanah asli

Sedangkan untuk mengetahui bidang longsor kritis masing-masing tinjauan lereng, maka dilakukan analisa menggunakan *Ordinary Slice Method*. Bidang longsor kritis yang telah diperoleh kemudian menjadi pias seperti **Gambar 6.22**.



Gambar 6 22 Ordinal Slice Method

Perhitungan Lereng

- Menentukan berat irisan tanah (W_i)

$$W_i = \gamma \times A_i \times 1$$
 Contoh pada irisan 1

$$W_i = 16,4 \times 0,19 \times 1 = 3,1007 \text{ kN}$$
- Menentukan besarnya sudut dari pusat irisan ke berat (α_i)
 Contoh pada irisan 1 diperoleh α dari hasil pengukuran langsung sebesar -45° , negatif dikarenakan searah dengan jarum jam.
- Menentukan panjang garis longsor tiap irisan (L)
 Contoh pada irisan 1 diperoleh dari hasil pengukuran langsung sebesar 0.606 m.

Tabel 6 18 Perhitungan internal stability

No.	W (kN)	α	L (m)	W sin α (kN)	N = W cos α (kN)	CL + N tan φ
1	3.10	-46	0.606	-2.231	2.154	2.42
2	38.67	-38	4.083	-23.808	30.472	16.33
3	150.03	-38	4.083	-92.366	118.223	16.33
4	142.54	-25	4.765	-60.239	129.184	19.06
5	387.04	-25	4.721	-163.572	350.782	18.88
6	269.99	-13	5.104	-60.735	263.073	161.21
7	560.03	-13	5.104	-125.980	545.679	20.42
8	44.86	0	5.122	0.000	44.861	27.49
9	350.73	0	5.098	0.000	350.732	20.39
10	607.78	0	5.098	0.000	607.783	20.39
11	132.97	13	5.082	29.912	129.562	79.40
12	383.39	13	5	86.244	373.565	20.00
13	549.44	13	5	123.597	535.359	20.00
14	268.37	27	5.963	121.839	239.122	146.53
15	506.72	27	5.935	230.046	451.492	23.74
16	448.37	27	5.935	203.555	399.500	23.74
17	187.72	41	3.535	123.153	141.672	86.82
18	328.31	41	3.535	215.389	247.776	14.14
19	88.85	41	3.519	58.289	67.054	14.08
20	116.67	52	2.352	91.941	71.832	44.02
21	172.96	52	2.352	136.295	106.485	9.41
22	86.91	61	1.845	76.010	42.133	25.82
23	47.43	61	1.845	41.483	22.994	7.38
24	19.32	69	0.84	18.037	6.924	4.24
	5892.21			1026.860		842.24

$$\begin{aligned}
 SF &= \frac{\sum(CL+N \tan \varphi)}{\sum(W \sin \alpha)} \\
 &= \frac{842,24}{1026,86} \\
 &= 0,82
 \end{aligned}$$

Dengan begitu, dapat ditarik kesimpulan yakni

$$SF \text{ overall stability} = 1,18 > 1 \text{ (Aman)}$$

$$SF \text{ internal stability} = 0,82 < 1 \text{ (Aman)}$$

6.6.3 Data Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Diketahui : $H = 2,50 \text{ m}$

Ditentukan, $D_f = 0,50 \text{ m}$

maka, $H_{\text{total}} = H + D_f$
 $= 2,50 + 0,50 \text{ m} = 2,00 \text{ m}$

$H_{\text{footing}} = 1/10 H_{\text{total}}$
 $= 1/10 \times 2,00 = 0,2 \text{ m (min)}$

diambil 0,5

$H_{\text{dinding}} = H_{\text{total}} - H_{\text{footing}}$
 $= 2,50 - 0,50 = 2,00 \text{ m}$

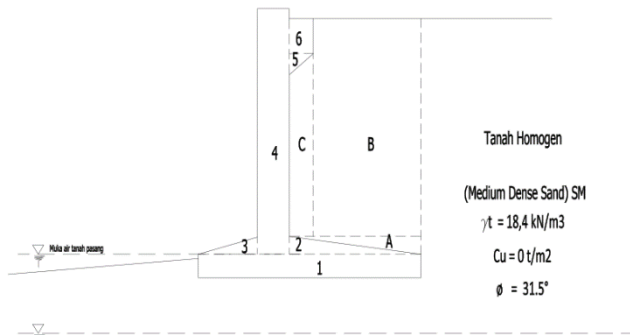
Ditentukan, $D_{\text{dinding atas}} = 0,4 \text{ m}$

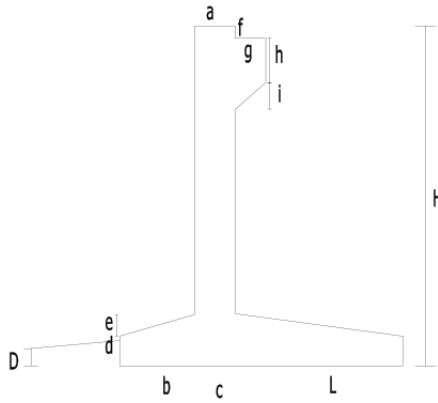
maka, $D_{\text{dinding bawah}} = 0,4 \text{ m}$

Ditentukan, $L = 1,70 \text{ m}$

maka, $L_{\text{toe}} = 1/4 L$
 $= 1/4 \times 1,50 = 0,375 \text{ m (min)}$

$L_{\text{heel}} = L - L_{\text{toe}} - D_{\text{dinding}}$
 $= 1,70 - 0,375 - 0,4$
 $= 0,925 \text{ m}$



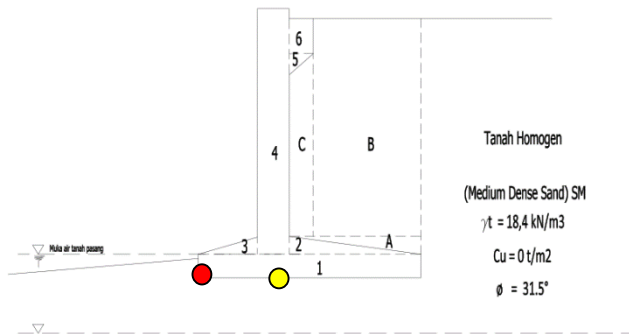


Dimana ditetapkan dimensi yang diambil :

- | | | |
|----|----------------------------|----------|
| a. | Kemiringan lereng (h) | : 1: 3 |
| b. | Tinggi dinding penahan (H) | : 2,5 m |
| c. | Lebar (a) | : 0,4 m |
| d. | Lebar (b) | : 0,4 m |
| e. | Lebar (c) | : 0,4 m |
| f. | Lebar (d) | : 0,5 m |
| g. | Lebar (e) | : 0,5 m |
| h. | Lebar (f) | : 0,2 m |
| i. | Lebar (g) | : 0,3 m |
| j. | Lebar (h) | : 0,3 m |
| k. | Lebar (i) | : 0,3 m |
| l. | Lebar (L) | : 0,9 m |
| m. | Tinggi (d) | : 0,25 m |
| n. | Tinggi (D) | : 0,2 m |
| o. | Lebar (B) | : 1,7 m |

6.6.4 Kondisi Overtuning

- Data Tanah disisi kanan DPT:
- ✓ Tanah Timbunan (Kedalaman 0m – 5,3m)
 - $\gamma = 1,66 \text{ t/m}^3$
 - $\theta = 21^\circ$
 - $C = 0 \text{ t/m}^2$
- ✓ Tanah Timbunan (Kedalaman 5,6m – 11.2m)
 - $\gamma = 1,52 \text{ t/m}^3$
 - $\theta = 0^\circ$
 - $C = 1,85 \text{ t/m}^2$
- Data DPT
- ✓ $L_{DPT} = 1,5 \text{ m}$
- ✓ $T_{DPT} = 2,5 \text{ m}$
- ✓ $\gamma_{beton} = 2400 \text{ kg/m}^3$



Dimana :

- Titik O_M (merah) : Titik tahanan guling DPT
- Titik O_K (kuning) : Titik guling DPT
- 1,2,3,4,5,6 : Berat DPT
- A,B,C : Berat Tanah

- a. Momen Akibat sendiri struktur bawah terhadap Titik O_K

Contoh Perhitungan bagian I:

$$\begin{aligned} A_1 &= b \times h \times \text{shape} \\ &= 1,7 \times 0,5 \times 1 \\ &= 0,85 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_1 &= A_1 \times \gamma_{\text{beton}} \times L_{\text{DPT}} \\ &= 0,85 \text{ m}^2 \times 2,4 \text{ t/m}^3 \times 2 \text{ m} \\ &= 4,08 \text{ t} \sim 40,8 \text{ kN} \end{aligned}$$

Menghitung moment DPT (W_1)

$$\begin{aligned} M_1 &= W_1 \times \text{lengan terhadap titik } O_K \\ &= 40,8 \times 0 \\ &= 0 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan segmen lainnya dilakukan sama seperti cara di atas dan diperloeh tabel di bawah ini :

Tabel 6 19 Hasil Rekap Perhitungan Momen Akibar berat sendiri terhadap titik O_K

Bagian	A_i (m^2)	W_i (kN)	Lengan terhadap titik O_K (m)	Momen terhadap titik O_K (kNm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	0.85	40.80	0.00	0.00
2	0.23	10.80	0.50	5.37
3	0.10	4.80	0.73	3.51
4	0.80	38.40	0.40	15.36
5	0.05	2.16	0.15	0.32
6	0.09	4.32	0.10	0.43
A	0.23	7.47	0.59	4.44
B	0.90	29.88	0.60	17.93
C	0.26	8.47	0.25	2.12
D	0.00	0.00	0.05	0.00
	$\Sigma V =$	94.80	$\Sigma MR =$	49.47

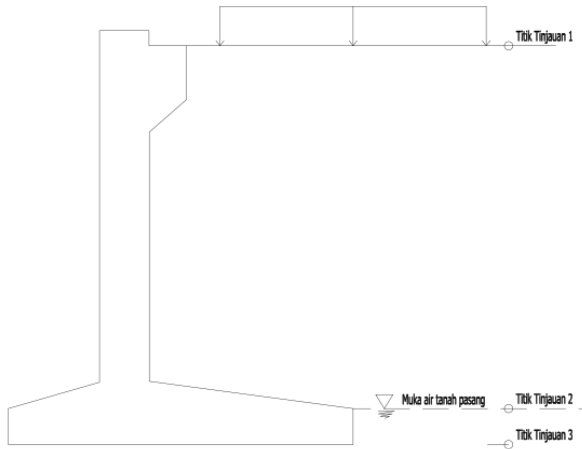
Keterangan :

Shape = untuk 1 berarti bentuk penampang segiempat
 untuk 0 berarti bentuk penampang segitiga

Lengan terhadap titik O_K

= jarak horizontal titik pusat bidang terhadap titik
 guling O_K

b. Menghitung Tegangan Vertikal



Gambar 6 23 Tegangan Vertikal akibat Tanah

Menghitung tegangan vertikal akibat tanah sesuai dengan tinjaunnya.

Tabel 6 20 Data Tanah di Samping Kanan DPT

$q_{kendaraan} = 5 \text{ t/m}^2$

Lapisan	H lapisan	$\gamma_t = \gamma_{sat}$ (t/m ³)	γ' (t/m ³)	ϕ	C	Ka	Kp
Timbunan	2.5	1,66	0,679	21	0	0,47	2,12
TOTAL	2.5						

Dengan nilai Ka dan Kp untuk kondisi tanah datar yakni:

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

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

- ✓ Titik Tinjau 1
 $\sigma' = q = 5 \text{ ton/m}^2$
- ✓ Titik Tinjau 2
 $\sigma_2' = \sigma_1' + (\gamma \text{ sat} \times h)$
 $\sigma_2' = 5 + (1,66 \times (2,5 - 0,5))$
 $\sigma_2' = 8,32 \text{ ton/m}^2$
- ✓ Titik Tinjau 3
 $\sigma_3' = \sigma_2' + (\gamma \text{ sat} - 1) \times h$
 $\sigma_3' = 8,32 + (1,66 - 1) \times 0,5$
 $\sigma_3' = 8,65 \text{ ton/m}^2$

c. Menghitung tegangan horizontal

Contoh menghitung tegangan horizontal didapat dari persamaan :

$$\sigma_{h_{2a}}' = (\sigma_{v_2}' \times Ka1) - 2 \times C \times \sqrt{Ka}$$

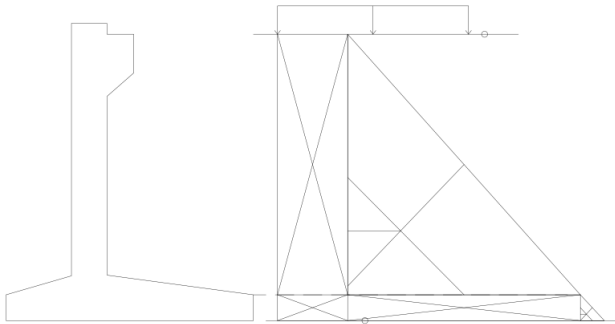
$$\sigma_{h_{2a}}' = (8,32 \times 0,47) - 2 \times 0 \times \sqrt{0,47}$$

$$\sigma_{h_{2a}}' = 3,9104 \text{ ton/m}^2$$

Hasil rekap perhitungan tegangan vertikal dan horizontal adalah seperti yang ada pada tabel dibawah ini.

Tabel 6 21 Hasil Rekap Perhitungan Tenggangan Vertikal dan Horizontal

	Titik	σ_v (t/m ²)	Titik	σ_h (kn/m ²)
Lapisan tanah	1	q	1	0.470
	2	$\sigma_{v1} + \gamma' \times h_1$	2a	2.030
2b			2.030	
Lapisan terendam	3	$\sigma_{v2} + \gamma' \times h_2$	3a	2.190
				0.500
Air				0.500



Gambar 6 24 Diagram tegangan horizontal akibat tanah

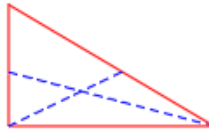
d. Menghitung Tekanan Air Aktif

$$\sigma_{air} = \gamma_w \times h_{air}$$

$$\sigma_{air} = 1 \text{ t/m}^3 \times 0,5 \text{ m}$$

$$\sigma_{air} = 0,5 \text{ t/m}^2$$

Dari Tegangan air yang di dapat maka dapat dibuat diagram Tekanan Air aktif sebagai berikut :



Gambar 6 25 Diagram Tekanan Air Aktif

- e. Menghitung Gaya dan Momen akibat Tegangan Horizontal

Dari Tegangan Horizontal yang di dapatkan maka dapat diketahui gaya mendorong yang bekerja pada tanah. Gaya yang terjadi adalah total luasan yang terdapat pada diagram:

- ✓ Menghitung Gaya pada titik 1 (P1)

$$P1 = \sigma h_1 \times H \times L_{DPT}$$

$$P1 = 0,333 \text{ t/m}^2 \times 5,6 \text{ m} \times 2 \text{ m}$$

$$P1 = 27,067 \text{ t}$$

- ✓ Menghitung Momen pada titik 1 (P1)

$$M1 = P1 \times \text{Lengan terhadap titik Ok}$$

$$M1 = 27,067 \text{ t} \times 4,2 \text{ m}$$

$$M1 = 113,68 \text{ tm}$$

$$M1 = 1136,80 \text{ kNm}$$

Tabel di bawah ini merupakan hasil perhitungan gaya dan momen akibat tekanan tanah aktif dan air.

Tabel 6 22 Hasil Perhitungan Gaya dan Momen akibat Tekanan Tanah Aktif dan Air

Gaya	Gaya/m (t)	Gaya (t)	Gaya (kN)	Lengan terhadap kaki Ok (m)	Momen (t.m)	Momen (kN.m)
P1	0.940	13.630	136.30	0.30	4.09	40.89
P2	1.560	22.626	226.26	0.60	13.58	135.75
P3	0.235	3.408	34.08	0.30	1.02	10.22
P4	0.780	11.313	113.13	0.87	9.84	98.42
P5	0.040	0.578	5.78	0.90	0.52	5.21
Pair	0.125	1.813	18.13	0.59	1.07	10.69
Total			533.67		30.12	301.19

$$\begin{aligned}
 SF_{\text{overtuning}} &= \frac{\sum Mt}{M_o} ; M_o = Ph \text{ tot } (H_{\text{tot}}/3) \\
 &= \frac{30,12}{10,46 + (2,5/3)} \\
 &= 2,667 ; SF \text{ memenuhi karena diantara } 2-3
 \end{aligned}$$

6.6.5 Kondisi Geser

$$\begin{aligned}
 \sum V &= \sum W + P_v \\
 &= 94,8 + 0 \\
 &= 94,8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K_p &= \tan^2 (45 - \varphi/2) \\
 &= \tan^2 (45 - 21/2) \\
 &= 2,117
 \end{aligned}$$

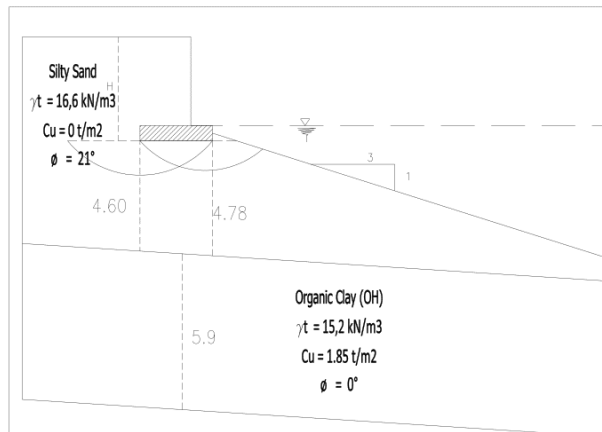
$$D_f = 0,2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 Pp &= 1/2 \times Kp \times \gamma_3 \times Df^2 + 2 \times c \times \sqrt{Kp \times Df} \\
 &= 1/2 \times 3 \times 16,6 \times 0,2^2 + 2 \times 0 \times \sqrt{2,12 \times 0,2} \\
 &= 0,996 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SF_{\text{Sliding}} &= \frac{(\sum V \tan \varphi) + (Lb \times 2/3 \times Cu) + Pp}{Pp \cos \delta} \\
 &= \frac{(94,8 \tan 21) + (1,7 \times 2/3 \times 0) + 0,996}{0,996 \cos 0} \\
 &= 3,75 > 1,5 ; \text{ untuk granular backfill Ok} \\
 &\quad \text{tanah berpasir}
 \end{aligned}$$

6.6.6 Kondisi Bearing

Kapasitas Bearing ultimate di pondasi dangkal



Gambar 6 26 Kondisi setelah di dredging

Identifikasi

B = 1,70 m

Df = 0,20 m

H1 = 4,60 m

H2 = 4,78 m

H = 2,50 m

Lapisan atas: sanda. Berat volume tanah (γ) : 16,6 kN/m²b. Sudut geser (ϕ) : 21°

c. Kohesi (c) : 0 kN/m

Lapisan atas: claya. Berat volume tanah (γ) : 15,2 kN/m²b. Sudut geser (ϕ) : 0°c. Kohesi (c) : 18.5 kN/m²**Tabel 6 23** Faktor *Bearing Capacity*

ϕ'	N_c	N_q	N_r	ϕ'	N_c	N_q	N_r
0	5.14	1.00	0.00	26	22.25	11.85	12.54
1	5.38	1.09	0.07	27	23.94	13.20	14.47
2	5.63	1.20	0.15	28	25.80	14.72	16.72
3	5.90	1.31	0.24	29	27.86	16.44	19.34
4	6.19	1.43	0.34	30	30.14	18.40	22.40
5	6.49	1.57	0.45	31	32.67	20.63	25.99
6	6.81	1.72	0.57	32	35.49	23.18	30.22
7	7.16	1.88	0.71	33	38.64	26.09	35.19
8	7.53	2.06	0.86	34	42.16	29.44	41.06
9	7.92	2.25	1.03	35	46.12	33.30	48.03
10	8.35	2.47	1.22	36	50.59	37.75	56.31
11	8.80	2.71	1.44	37	55.63	42.92	66.19
12	9.28	2.97	1.69	38	61.35	48.93	78.03
13	9.81	3.26	1.97	39	67.87	55.96	92.25
14	10.37	3.59	2.29	40	75.31	64.20	109.41
15	10.98	3.94	2.65	41	83.86	73.90	130.22
16	11.63	4.34	3.06	42	93.71	85.38	155.55
17	12.34	4.77	3.53	43	105.11	99.02	186.54
18	13.10	5.26	4.07	44	118.37	115.31	224.64
19	13.93	5.80	4.68	45	133.88	134.88	271.76
20	14.83	6.40	5.39	46	152.10	158.51	330.35
21	15.82	7.07	6.20	47	173.64	187.21	403.67
22	16.88	7.82	7.13	48	199.26	222.31	496.01
23	18.05	8.66	8.20	49	229.93	265.51	613.16
24	19.32	9.60	9.44	50	266.89	319.07	762.89
25	20.72	10.66	10.88				

Pada tabel 6.23 dimana sudut geser 21° , maka $N_\gamma = 6.20$ dan untuk sudut geser 0° , maka $N_c = 5.14$

$$\begin{aligned} \frac{q_2}{q_1} &= \frac{C_2 N_c}{0,5 \times \gamma \times B \times N_\gamma} \\ &= \frac{95,09}{87,482} \\ &= 1,086 \sim 1 \end{aligned}$$

Koefisien geser (Ks) menurut Mayerhof dan Hanna's dengan $q_2/q_1 = 1$ maka $K_s = 2.5$

Kasus dimana lapisan atas pasir kuat dan lapisan bawah lempung lunak maka menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned} q_u &= \left(1 + 0.2 \frac{B}{L}\right) 5.14 c_2 + \gamma_1 H^2 \left(1 + \frac{B}{L}\right) \left(1 + \frac{2D_f}{H}\right) \frac{K_s \tan \phi'_1}{B} \\ &\quad + \gamma_1 D_f \leq \gamma_1 D_f N_{q(1)} F_{qs(1)} + \frac{1}{2} \gamma_1 B N_{\gamma(1)} F_{\gamma s(1)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_u &= 108,02 + 364,08 + 3,32 \\ &= 473,42 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_q &= 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \tan \phi \\ &= 1,26 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_\gamma &= 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L}\right) \\ &= 10,78 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_t &= \gamma_1 D_f N_q F_q + 0,5 \gamma B N_\gamma F_\gamma \\ &= 18,38 + 63,86 \\ &= 82,06 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$q_u \leq q_t$$

$$473,42 \leq 82,06$$

Maka diambil q_t sebesar 82,06 kN/m²

$$Q_u = q_t \times B$$

$$= 139,52 \text{ kN/m}$$

$$e = \frac{B}{2} - \frac{Mt - \sum Mo}{V}$$

$$= \frac{1,7}{2} - \frac{40,207 - (30,12 \times (10,46 + (2,5/3)))}{94,8}$$

$$= 0,401 \sim 0,4$$

$$q_{\text{Toe heet}} = \frac{\sum V}{B} \times \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right)$$

$$= \frac{94,8}{1,7} \times \left(1 \pm \frac{6 \times 0,4}{1,7}\right)$$

$$= 134,49 \quad ; \text{ toe}$$

$$= 22,96 \quad ; \text{ heel}$$

$$F_{\text{Sbearing}} = \frac{qu}{qt_{\text{oe}}} = \frac{139,52}{134,49} = 1,03 > 3$$

SF tidak memenuhi, maka di butuhkan straus pile dia. 50 cm asumsi kebutuhan 2 tiang pancang sumbu x dengan kedalaman 10,5 untuk memotong bidang geser.

6.6.7 Desain Tulangan Footing

$$\begin{aligned} q_1 &= W_{\text{concrete}_1} + W_{\text{soil}_1} \\ &= 16,88 + (0) \\ &= 16,88 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_2 &= W_{\text{concrete}_2} + W_{\text{soil}_2} \\ &= 16,88 + 11,44 \\ &= 28,32 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{\text{max}} &= q_{\text{toe-heel}} \\ &= 134,49 \quad ; \text{ toe} \\ &= 22,96 \quad ; \text{ heel} \end{aligned}$$

Misal digunakan cover beton, $c = 70$ mm, dengan tulangan D20 mm.

$$\begin{aligned} d &= h_2 - c - D/2 \\ &= 246 - 70 - (20/2) \\ &= 166 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_u &= 1,2 \times q_{\text{max}} \\ &= 1,2 \times \frac{(134,49 + (134,49 \times 70\%))}{2} \\ &= 137,17 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Kontrol Geser

$$\begin{aligned} V_u &< \phi \times 1/6 \sqrt{f_c'} \times b \times d \\ 137,17 &< (0,75 \times 1/6 \sqrt{30} \times 1500 \times 166)/1000 \\ 137,17 &< 170,47 \quad \dots \text{ Ok} \end{aligned}$$

$$Mu = 1,2 \times \frac{q \max toe \times (L_{heel}^2) \times 2/3}{2}$$

$$Mu = 155,47 \text{ kN/m}$$

$$Mu = 26,54 \text{ kN/m}$$

Diambil Mu terbesar (kritis) $Mu = 155,47$

$$Rn = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2}$$

$$= \frac{155470000}{0,9 \times 1500 \times 166^2}$$

$$= 0,417 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \times fc'}$$

$$= \frac{410}{25,5}$$

$$= 16,078$$

$$1/m = 1/16,078$$

$$2mRn = 13,409$$

$$\rho = 0,00037$$

$$As = 61,5633 \text{ mm}^2$$

Digunakan D20 ($As = 314 \text{ mm}^2$)

Jarak tulangan per m = $5100,44 \text{ mm}^2$

Digunakan jarak max = 200 mm^2

Desain tul. Dinding = D20-200 mm

6.6.8 Desain Tulangan Dinding

$$H = 2,5 \text{ m}$$

Misalnya digunakan cover beton, $c = 70 \text{ mm}$ dengan tulangan D29

$$\begin{aligned} d &= h_2 - c - D/2 \\ &= 400 - 70 - 14.5 \\ &= 315,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mu &= 1.2 \times ((Ph_1 \times L_1) + (Ph_2 \times L_2) + (Ph_3 \times L_3)) \\ &= 61,663 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} \\ &= \frac{61663442,4}{0,9 \times 1000 \times 315,5^2} \\ &= 0,68 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{fy}{0,85 \times fc'} \\ &= \frac{410}{25,5} \\ &= 16,078 \end{aligned}$$

$$1/m = 1/16,078$$

$$2mR_n = 22,134$$

$$\rho = 0,00107$$

$$As = 338.602 \text{ mm}^2$$

Digunakan D29 ($As = 660,185 \text{ mm}^2$)

Jarak tulangan per m = $1949,74 \text{ mm}^2$

Digunakan jarak max = 200 mm^2

Desain tul. Dinding = D29-200 mm

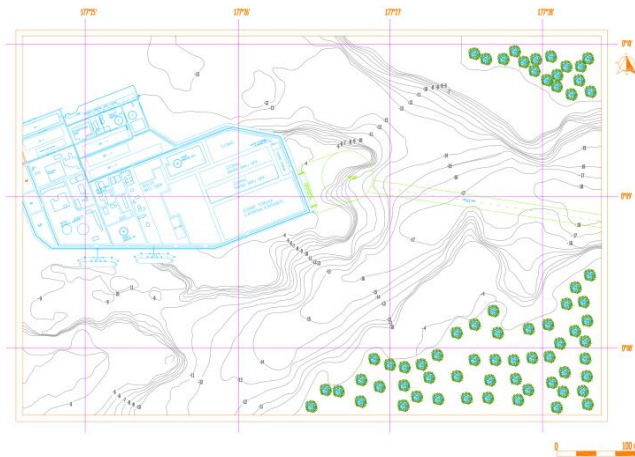
**)Halaman ini sengaja dikosongkan*

BAB VII METODE PELAKSANAAN

7.1 Umum

Metode Pelaksanaan adalah suatu rangkaian kegiatan pelaksanaan yang mengikuti prosedur serta telah dirancang sesuai dengan pengetahuan atau standar yang telah diuji cobakan. Berbagai aspek yang mempengaruhi metode pelaksanaan dapat digambarkan dalam poin selanjutnya.

7.1.1 Deskripsi Proyek



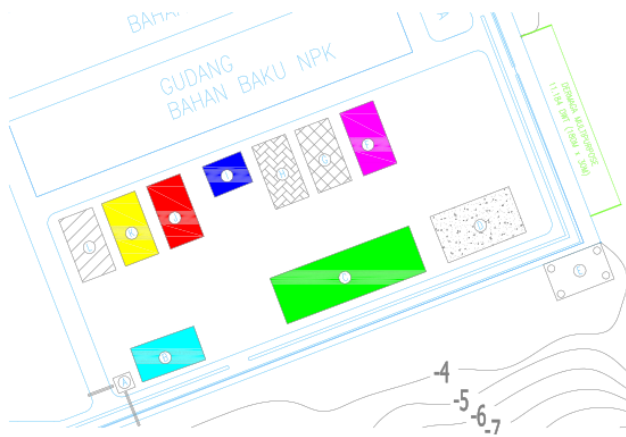
Gambar 7 1 Tampak atas lokasi proyek dan sekitar
(Sumber: Data Pribadi, 2019)

Nama Pekerjaan : Pembangunan Dermaga 10
(*Multipurpose*)
Lokasi : Bontang, Kalimantan Timur.
Kepemilikan : PT Pupuk Kaltim
Waktu Perkiraan : 180 hari

Proyek pembangunan Dermaga *Multipurpose* direncanakan dengan panjang 160 m dan lebar 30 m. Ukuran bobot maksimum kapal tongkang yang bisa bersandar di dermaga direncanakan 10.000 ton DWT dengan panjang maksimum kapal general cargo 130 meter, sedangkan untuk menunjang kecepatan bongkar muat maka direncanakan akan dipasang satu unit *Harbour Mobile Crane* (HMC) dengan kapasitas angkat 64 ton, dan merupakan crane multifungsi yang dapat juga dipergunakan untuk bongkar muat material curah dan bongkar muat *container*.

7.1.2 Perencanaan Site Plan

Perencanaan Site Plan adalah perencanaan tata letak atau layout dari beberapa fasilitas yang diperlukan selama pelaksanaan proyek harus di atur agar dapat meningkatkan produktivitas kerja sesuai harapan, baik dari pemberi tugas maupun dari perusahaan. Tujuan utama dari proyek tersebut harus memenuhi kriteria dari segi Biaya, Mutu dan Waktu (BMW). Adapaun fasilitas – fasilitas proyek yang maksud tertuang pada **Gambar 7.2**.



Gambar 7 2 Site plan metode pelaksanaan
(Sumber: data pribadi,2009)

Legenda

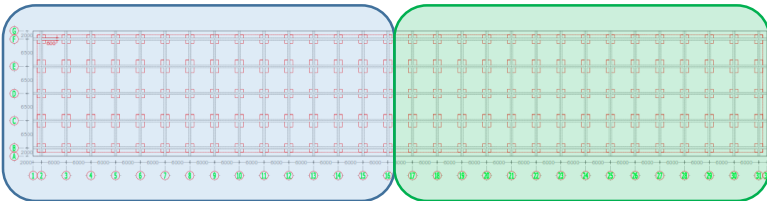
- a. Pos Penjagaan
- b. Direksi Keet
- c. Kawasan Titik Kumpul
- d. Bengkel Fabrikasi dan Konstruksi
- e. Floating Ponton Temporary
- f. Bengkel Outfitting
- g. Genset/Power Supply
- h. Gudang Peralatan
- i. Toilet
- j. Kantin
- k. Workshop
- l. Gudang



7.1.3 Sistem Pelaksanaan Pekerjaan

Mengingat lingkup pekerjaan ini cukup kompleks, maka koordinasi dan pemilihan metode pelaksanaan yang tepat sangat diperlukan agar proyek dapat berjalan sesuai BMW (tepat biaya, tepat mutu, dan tepat waktu).

Pertama-tama proyek pembangunan dermaga dibagi ke dalam 2 segmen.



Keterangan : biru;segmen A, hijau;segmen B

Kedua, proyek dimulai dengan pekerjaan pengerukkan dari segmen A hingga B, kemudian didahulukan pekerjaan pada segmen A dan B secara bersamaan menggunakan alat berat serta 2 ponton. Selain itu dibangun fasilitas pendukung dan jetty temporary di sisi kiri segmen A.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan pada saat pelaksanaan proyek meliputi :

- a. **Kenyamanan Lingkungan Sekitar**
Koordinasi dengan pemberi tugas harus dilakukan, sehingga akhir pelaksanaan pekerjaan dan kenyamanan lingkungan dapat dioptimalkan. Selain itu, kebersihan kawasan merupakan prioritas utama selama pelaksanaan proyek.

- b. Fasilitas Lapangan
Agar mencapai hasil yang optimal diperlukan lingkungan dan fasilitas yang memadai. Untuk itu pengaturan fasilitas lapangan yang rapi, jelas dan bersih harus dilakukan. Peraturan-peraturan K3 dan standarnya harus menjadi pertimbangan dominan dalam merencanakan fasilitas lapangan.

- c. Kantor Utama
Direksi Kit harus direncanakan mampu menampung semua karyawan dengan luasa sesuai organisasi yang ditentukan, dilengkapi musholla dan system sanitasi yang memadai untuk kenyamanan bekerja dan kokoh.

- d. Jalan Kerja
Jalan kerja akan dibuat sesuai kebutuhan, di mana pada proyek ini akan digunakan jalan eksisting yang sudah ada. Rute lalu lintas masuk dan keluar serta rambu-rambu petunjuk proyek akan dibuat gambar secara detail. Buangan yang mungkin timbul sebagai akibat aktivitas pekerjaan, akan diperhatikan juga untuk menjaga kondisi lalu-lintas tetap dalam keadaan normal.

7.1.4 Manajemen Proyek

Pengelolaan pelaksanaan pekerjaan di proyek ini ditangani oleh tenaga-tenaga terampil Kontraktor yang sudah berpengalaman dalam penanganan proyek-proyek sejenis, sehingga keberhasilan pelaksanaan pekerjaan akan benar-benar terjamin, sesuai dengan apa yang diharapkan oleh semua pihak. Disamping itu, tenaga-tenaga kerja yang akan diikutsertakan dalam pelaksanaan

pekerjaan ini merupakan tenaga-tenaga yang telah dibina kemampuan dan produktivitasnya dalam proyek serupa.

a. Struktur Organisasi

Pelaksanaan proyek dikelola oleh suatu tim manajemen yang dipimpin kepala proyek, dibantu oleh beberapa tenaga staf dan tenaga pelaksana lapangan yang sesuai dengan pekerjaannya beserta pembantu-pembantunya. Organisasi diperlukan agar target pekerjaan dapat dicapai secara efisien yang jumlahnya harus memadai, agar tugas-tugas pelaksanaan dapat dilakukan secara terkoordinir melalui tenaga terampil.

b. Koordinasi

Kepala proyek memimpin semua kegiatan proyek, baik di bidang administrasi, teknik, dan lain-lain.

Terkait permasalahan teknik *engineering* dan *quality control*, kepala proyek dibantu oleh bagian teknik beserta staffnya. Urusan keuangan, administrasi umum dan personalia, dibantu oleh bagian *personalia* dan keuangan beserta staffnya.

Urusan *logistic* dan peralatan, dibantu oleh bagian logistik dan peralatan. Secara organisasi perusahaan, kepala proyek bertanggung jawab langsung kepada pemilik pekerjaan, dengan sistem organisasi seperti tersebut, maka pelaksanaan proyek diharapkan akan berjalan dengan lancar dan penyelesaian pekerjaan dapat tercapai dalam waktu yang ditentukan dengan mutu yang diharapkan.

c. Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang digunakan dalam penanganan proyek ini terdiri atas: *Project Manager*, *Site Manger*, Pelaksana Struktur, Pelaksana MEP, Pelaksana K3, *Quality Surveyor*, *Quality Control*, Tenaga Logistik, Juru Gambar, Admin Proyek. Tenaga inti yang digunakan, merupakan tenaga pilihan yang sering menangani proyek-proyek dan pekerjaan-pekerjaan sejenis.

d. Pengamanan

Untuk pengawasan dan pengamanan proyek, kontraktor akan menyediakan tenaga keamanan sesuai dengan kebutuhan, yang bertugas dalam hal :

- Pengawasan terhadap pekerja
- Pengawasan terhadap bahan-bahan dan peralatan untuk mencegah pencurian.
- Melakukan pengawasan terhadap pemakaian alat-alat keselamatan kerja, seperti helm pengaman, sabuk pengaman, sepatu, sarung tangan dan sebagainya.
- Melakukan pengawasan dan menyiapkan pagar pengaman di tempat-tempat yang berbahaya maupun yang sifatnya mengganggu pekerjaan.
- Mengawasi pemakaian peralatan untuk mencegah terjadinya kecelakaan.
- Menjaga keamanan para petugas proyek terhadap gangguan/ancaman dari pihak luar, serta mencegah kemungkinan terjadinya perkelahian dalam lingkungan proyek.

Sebagai sarana komunikasi, digunakan handy talky (HT) atau *walky talky*, baik oleh para petugas

keamanan, para pelaksana/ *supervisor* dan petugas-petugas lain yang memerlukan.

e. Sistem Manajemen K3LM

Untuk menjamin terlaksananya pekerjaan dengan hasil yang baik dan memuaskan, Kontraktor akan menerapkan Sistem Manajemen K3LM (Keselamatan, Kesehatan Kerja, Lingkungan dan Mutu) yang merupakan integrasi dari Sistem Manajemen K3, Lingkungan dan Mutu. Proses yang dilakukan dalam melaksanakan SM K3L dengan PDCA (*Plan-Do-Check-Action*) adalah :

- Membuat Rencana K3LM: *Quality Plan, Safety Plan & Environment Plan.*
- Membuat Organisasi unit K3LM di proyek
- Membuat Tugas dan wewenang para key personil dari organisasi proyek
- Mengadakan komunikasi dan konsultasi
- Mengendalikan dokumen
- Mengendalikan proses produksi
- Mengantisipasi kondisi kesiagaan dan tanggap darurat
- Melakukan pemantauan dan pengukuran kinerja
- Melakukan tindakan pencegahan dan tindakan perbaikan bila ada kecelakaan, insiden dan ketidaksesuaian.

7.1.5 Penanganan Kendala dan Resiko

Pelaksanaan proyek konstruksi tidak terlepas dari kendala ataupun kegagalan konstruksi. Kegagalan konstruksi dapat disebabkan oleh rendahnya kinerja ataupun produktifitas para tenaga kerja dan juga perencanaan proyek yang kurang matang. Walaupun kegagalan tersebut tidak dapat dilihat secara nyata,

namun jika berlangsung dengan intensitas yang besar dan terus-menerus maka kegagalan tersebut dapat terakumulasi dan dampaknya akan terlihat pada akhir proyek, misalnya saja keterlambatan pengerjaan proyek dari jadwal yang direncanakan dan penambahan anggaran biaya dari yang semula direncanakan. Ketika sebuah proyek sudah memasuki tahap pelaksanaan, maka pekerjaan yang pertama kali harus dilakukan adalah persiapan yang terdiri dari:

- a. *Main Schedule/ Jadwal Pelaksanaan Keseluruhan*
Main schedule biasanya sudah merupakan lampiran dalam dokumen kontrak, tetapi dalam proses selama pelaksanaan dapat dirubah asalkan tanggal akhir pelaksanaan tetap. *Main schedule* ini biasanya berupa *bar chart* dan *time grid diagram/ net work planning*, ataupun bentuk-bentuk lain.
- b. *Detail Schedule*
Detailed schedule adalah jadwal pelaksanaan dari bagian-bagian pekerjaan sesuai urutannya dalam *main schedule* yang dibuat dalam bulanan, mingguan, dan harian untuk pegangan para pengawas/pelaksana lapangan.
- c. *Material Schedule*
Material schedule adalah jadwal kebutuhan material, jadwal pemakaian material, dan jadwal kedatangan material. Dengan adanya jadwal pengadaan material, diharapkan keterlambatan pengadaan material tidak terjadi.
- d. *Equipment*
Equipment schedule adalah jadwal kebutuhan peralatan, jadwal pemakaian peralatan, dan jadwal kedatangan peralatan. Dengan adanya jadwal pengadaan peralatan, diharapkan keterlambatan pengadaan peralatan tidak

terjadi.

e. *Man Power Schedule*

Man power schedule adalah jadwal kebutuhan tenaga kerja mulai dari pekerja sampai manager.

f. Metode Kerja Pelaksanaan

Metode kerja pelaksanaan adalah metode kerja dari seluruh kegiatan dari bagian-bagian pekerjaan, sebagai contoh, metode kerja bagian pengerukan tanah, pemancangan, pengecoran beton, dll. Metode kerja ini harus jelas urutan kerjanya, penggunaan jenis dan kapasitas alat, kombinasi alat, pengamanan pekerjaan, jadwal kerja, letak alur dari jalan kerja pengangkutan dan gambar-gambar sketsa yang jelas. Metode kerja dari masing-masing bagian tersebut kemudian digabungkan menjadi Usulan Metode Kerja dari Kegiatan Pekerjaan Keseluruhan. Salah satu metode kerja yang harus dilakukan adalah penentuan Access Road (Jalan Masuk). Untuk keperluan transportasi/pengangkutan raw material, fabricated material, peralatan dan lain-lain, maka diperlukan akses road yang cukup memadai, baik lebarnya maupun kekuatan strukturnya.

g. Strategi Percepatan Proyek

Strategi paling tepat dalam mengantisipasi keterlambatan proyek konstruksi adalah dengan membuat *Risk Management* yang berdampak atas waktu pelaksanaan. Bagian penting atas *risk management* tersebut adalah adanya *risk response* dan tentu monitoringnya. Pada proyek yang sudah terlanjur mengalami keterlambatan artinya risiko yang berdampak atas waktu pelaksanaan telah terjadi. Risiko yang terjadi adalah *problem*. Ini terjadi karena kurang memadainya *risk management* yang dibuat. Strategi percepatan proyek identik dengan *risk respons* dalam *risk management*. Hanya saja pada risiko

yang telah terjadi. Strategi diterapkan berdasarkan prioritas jika faktor yang menyebabkan keterlambatan proyek jumlahnya cukup banyak.

f. Penanganan Kendala Cuaca

Pada proyek ini mempunyai durasi jangka waktu pelaksanaan yang cukup lama dan panjang serta mengalami perulangan musim. Kami sangat mempertimbangkan ini dalam perencanaan pelaksanaan untuk menghindari keterlambatan pelaksanaan dengan merencanakan semua item pekerjaan yang terkait cuaca dilaksanakan saat terjadi musim hujan seperti sekarang ini. Beberapa antisipasi adalah sebagai berikut:

- Persiapan mantel hujan untuk pekerja.
- Penangkap petir untuk melindungi pekerja terhadap bahaya petir.
- Tenda khusus.
- Penggunaan terpal untuk melindungi bagian pekerjaan yang dikhawatirkan berbahaya atau rusak akibat hujan.
- Penggunaan blower fan dan lampu pijar untuk pengeringan bagian pekerjaan yang harus kering namun lembab.
- Saluran drainase hujan temporari di site. Jika diperlukan dapat membuat sumpit yang dilengkapi pompa air.
- Perubahan/*modifikasi* metode standart. Seperti percepatan pemasangan atap bangunan dan jalan akses masuk proyek.
- Penambahan lapis kedap air pada lokasi tertentu.

Untuk permasalahan yang timbul dilapangan yang tidak bisa kami selesaikan di intern kami, maka kami akan meminta petunjuk kepada pemimpin proyek maupun konsultan pengawas dan baru akan memulai melanjutkan setelah solusi yang diberikan oleh konsultan pengawas

ataupun pihak pemimpin proyek disetujui bersama dan dianggap sebagai pemecahan masalah yang baik.

7.2 Lingkup Pekerjaan

7.2.1 Work Breakdown Structure

Work Breakdown Structure (WBS) adalah suatu metode pengorganisasian, proyek menjadi struktur pelaporan hirarkis. WBS digunakan untuk melakukan *breakdown* atau memecah tiap proses pekerjaan menjadi lebih detail. Hal ini di maksudkan agar proses perencanaan proyek memiliki tingkat yang lebih baik. WBS disusun berdasarkan dasar pembelajaran seluruh dokumen proyek yang meliputi kontrak, gambar – gambar, dan spesifikasi. Proyek kemudian diuraikan menjadi bagian – bagian dengan mengikuti pola struktur dan hirarki tertentu sehingga item-item pekerjaan menjadi terperinci. Pada dasarnya, WBS merupakan suatu daftar yang bersifat top-down secara hirarki, menerangkan komponen-komponen yang harus dibangun dan pekerjaan yang berkaitan dengannya.

Proyek perencanaan pengembangan dermaga *multipurpose* terdiri atas 2 pekerjaan yang meliputi pekerjaan *office container*, dan dermaga *multipurpose*.

7.2.2 Site Layout Pekerjaan

Site layout metode pelaksanaan adalah perencanaan dan pengorganisasian penempatan bangunan sementara dari suatu luasan lapangan konstruksi, seperti penempatan *direksi keet*, gudang kerja, pos penjagaan, alat berat, material konstruksi, dan lain-lain. Tujuan dibuatnya site layout metode pelaksanaan ialah mengembangkan produktifitas di lapangan sehingga dapat mencapai kebutuhan kapasitas dan kualitas dengan rencana yang

paling ekonomis. Dalam merencanakan site layout metode pelaksanaan perlu diperhitungkan secara cermat untuk penempatan masing-masing sarana dan prasarana yang diperlukan dalam menunjang pelaksanaan metode pekerjaan konstruksi. Dengan memperhatikan kondisi lapangan yang ada dan disesuaikan dengan site layout metode pelaksanaan yang dikerjakan, penempatan sarana dan prasarana tersebut diharapkan nantinya dapat berfungsi secara optimal sesuai dengan perencanaan.

7.2.3 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah suatu bidang yang terkait dengan kesehatan, keselamatan, dan kesejahteraan manusia yang bekerja di sebuah institusi ataupun lokasi proyek. Tujuan direncanakannya K3 adalah untuk memelihara kesehatan dan keselamatan lingkungan kerja. K3 sangatlah penting bagi moral, legalitas, dan finansial. Semua institusi maupun kegiatan proyek memiliki kewajiban untuk memastikan bahwa pekerja dan orang lain yang terlibat tetap berada dalam kondisi aman sepanjang waktu. Perencanaan K3 dalam suatu proyek konstruksi biasanya disebut dengan RK3K (Rencana Keselamatan dan Kesehatan Kerja Konstruksi).

Adapun RK3K untuk proyek perencanaan Dermaga Multipurposes ini adalah sebagai berikut :

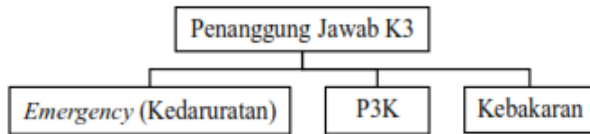
- a. Kebijakan K3
 1. Mematuhi semua peraturan dan persyaratan lainnya yang sesuai ketentuan yang berlaku.
 2. Bersama–sama dengan pemilik bertanggung jawab atas keselamatan dan kesehatan kerja K3 bagi karyawan dan pekerja, kegiatan konstruksi termasuk alat, bahan dan hasil pekerjaan serta kondisi lingkungan di sekitar pekerjaan konstruksi.

3. Menyiapkan kotak obat.
 4. Bekerja sama dengan instansi kesehatan seperti rumah sakit dan klinik terdekat dengan lokasi pekerjaan.
 5. Merencanakan, menereapkan, dan memelihara tempat kerja yang sesuai dengan semua persyaratan kesehatan dan kebersihan yang diperlukan untuk meningkatkan produktifitas dan untuk mencegah timbulnya setiap jenis wabah penyakit menular.
 6. Menunjuk Petugas K3 Konstruksi sesuai dengan resiko pekerjaan yang dilaksanakan yang bertanggung jawab untuk menjaga keselamatan dan mencegah terjadinya kecelakaan.
 7. Mengirim rincian kepada direksi lapangan setiap terjadi kecelakaan kerja sesegera mungkin setelah terjadinya kecelakaan.
- b. Perencanaan K3
1. Identifikasi Bahaya, Sasaran K3 Proyek, Pengendalian Resiko K3, dan Program K3.
 2. Pemenuhan Peraturan Perundang-undangan dan Persyaratan Lainnya.
 - UU No. 2 Tahun 2017 Tentang Jasa Konstruksi
 - Peraturan Pemerintah No. 14 tahun 1993 Tentang Penyelenggaraan Jaminan Sosial Tenaga Kerja.
 - Peraturan Pemerintah No. 50 tahun 2012 Tentang Penerapan SMK3 Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum.
 - Peraturan Menteri PU No. 09/PRT/M/2008 Tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Konstruksi Bidang PU.
 - Peraturan Menteri Ketenagakerjaan No. 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja.

- Peraturan Menteri PU No. 2 tahun 2018 Tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum.

c. Pengendalian Operasional K3

1. Sasaran Operasional K3 (Pengendalian).
 - Menjaga image perusahaan dengan prinsip *zero accident*.
 - Melaksanakan operasional K3 sesuai standar K3 atau peraturan yang berlaku.
 - Setiap karyawan harus mematuhi instruksi kerja dan prosedur kerja yang dikeluarkan oleh setiap unit kerja.
 - Operasional aman.
2. Program K3 (Pengendalian)
 - Sosialisasi kepada seluruh karyawan tentang prosedur dan semua aturan yang ada pada sistem manajemen proyek.
 - Setiap pelaksanaan yang tidak sesuai standart harus *di-reject*.
 - Untuk setiap unit produksi harus mempunyai instruksi kerja dan prosedur kerja.
 - Seluruh peralatan yang digunakan pada proyek ini harus mempunyai instruksi kerja dan prosedur kerja.
3. Organisasi K3 (Pengendalian)
Menyediakan petugas K3 sesuai dengan struktur yang diusulkan.



Gambar 7 3 Struktur petugas K3
(Sumber: data pribadi,2009)

7.3 Rencana Metode yang Akan Digunakan

Rencana metode konstruksi yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

- a. Pekerjaan pendahuluan, merupakan pekerjaan persiapan, seperti pembuatan kantor proyek, gudang material atau *stock yard*, *base camp* untuk pekerja, tempat parker alat – alat berat dan pos jaga.
- b. Pengerukkan dasar laut dan kolam pelabuhan menggunakan alat keruk berupa Cutter Suction Dredger dengan nama Damen CSD 500. Material hasil pengerukan dibawa dengan tongkang terpisah dan selanjutnya dibuang ke darat (dumping area yang sudah ditentukan).
- c. Pekerjaan dinding penahan tanah, yaitu pekerjaan pembuatan dinding pelindung jalan menuju dermaga dan sisi samping dermaga.
- d. Pekerjaan dermaga, yaitu pekerjaan pemancangan tiang pancang, dengan menggunakan *single drop hammer*, dan pemilihan tiang pancang jenis steel pile, dengan pertimbangan ketahanan terhadap korosi dan kekuatan dermaga, dimana sesuai rencana, di atas dermaga akan dipasang alat bongkar muat (*Harbour Mobile Crane*). Selanjutnya pekerjaan pembetonan dermaga dengan kombinasi beton *pre-cast*/beton

- pracetak dan *cast in-situ*/pengecoran ditempat, dengan mempertimbangkan ketersediaan lokasi untuk pembuatan *beton pre-cast*, fasilitas *batching plant* yang dekat dengan lokasi proyek dan truck mixer sebagai penunjang. Disamping itu, sulitnya mendapatkan material papan/ kayu untuk bekisting. Pertimbangan terpenting adalah waktu penyelesaian pekerjaan bisa lebih cepat dan ramah lingkungan.
- e. Pemasangan fasilitas penunjang, yaitu pemasangan asesoris dermaga, seperti *bolder*, *fernder*, lampu penerangan, dan fasilitas *safety* dan *security* seperti pipa untuk *fire hydrant*, kamera CCTV dan lain sebagainya.
 - f. Pemasangan fasilitas bongkar muat, yaitu pemasangan satu unit alat bongkar muat berupa *Harbour Mobile Crane*, yang bisa digunakan untuk bongkar muat container.

7.4 Penerapan Metode Pelaksanaan Konstruksi

Bahan-bahan bangunan merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi di dalam mendirikan atau membuat suatu bangunan. Pemilihan bahan-bahan tersebut harus benar-benar mendapat perhatian demi kelancaran pelaksanaan pembangunan dan mendapatkan kualitas bangunan yang baik. Material yang diperlukan dalam pembangunan fasilitas dermaga *multipurpose* di TERSUS PT. Pupuk Kaltim adalah sebagai berikut:

- a. Batu Pecah

Batu pecah digunakan sebagai lapis pelindung bagian inti, yakni melindungi kaki bangunan/ *toe protection* pada bangunan dermaga.

b. Adukan Beton Siap Pakai (*Ready Mixed Concrete*)

Adukan beton *ready mixed* adalah adukan beton siap pakai yang dibuat dan diolah sesuai dengan mutu pesanan sehingga pemesan dapat langsung menggunakan untuk keperluan pengecoran. Pada proyek ini, beton *ready mixed* digunakan untuk membuat tetrapod dan pada lantai dermaga dengan mutu beton K-350.

c. Tulangan Baja

Tulangan baja digunakan untuk pembuatan tulangan pada DPT, bolder, lantai dermaga, balok memanjang, balok melintang dan penulangan pondasi tiang pancang. Tulangan baja harus bebas dari karat, sisik dan lapisan yang dapat mengurangi lekatnya pada beton. Tulangan baja yang digunakan adalah D10, D16, D29.

d. Kawat Pengikat Tulangan

Kawat pengikat tulangan terbuat dari baja lunak dengan diameter minimal 1 mm. Kawat ini digunakan untuk mengikat tulangan baja agar tulangan-tulangan tersebut memiliki jarak yang tetap sesuai dengan rencana.

e. *Fender*

fender berfungsi untuk menyerap energi benturan antara kapal dan dermaga, selain itu fender juga melindungirusaknya cat badan kapal karena gesekan antara kapal dan dermaga yang disebabkan oleh gerak karena gelombang, arus dan angin.

f. *Bollard*/bolder

Bollard yang digunakan terbuat dari baja cor/ *cast steel* dan mampu menahan beban kerja 60 Ton, yang akan digunakan untuk mengikat tali-tali kapal.

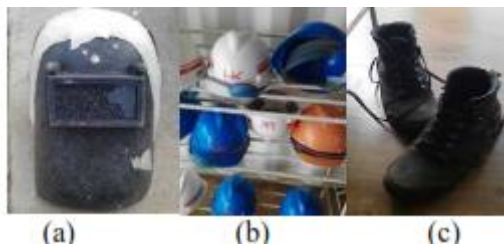
7.5 Pelaksanaan Pekerjaan

7.5.1 Pekerjaan Persiapan

Terdapat beberapa pekerjaan yang harus dilakukan sebelum konstruksi dermaga. Adapun pekerjaan persiapan meliputi :

- a. Persiapan perizinan yang meliputi izin penetapan lokasi, izin pembangunan, dan izin pengoperasian.
- b. Pelaksana membuat papan nama proyek yang merupakan identitas pekerjaan yang akan dilaksanakan dan juga sebagai petunjuk informasi pekerjaan serta pemeliharannya selama proyek berjalan.
- c. Pelaksanaan pembersihan area lokasi yang akan dilaksanakan pekerjaan dermaga dan pelaksanaan juga akan membersihkan area lokasi setelah pekerjaan telah selesai dikerjakan sesuai dengan instruksi konsultan pengawas dan staf teknis.
- d. Pelaksana melakukan pengukuran, positing, dan sounding selama 90 hari sesuai arahan dari konsultan pengawas dan staf teknis agar perletakkan lokasi pekerjaan dermaga dapat dilaksanakan dengan baik.
- e. Pembuatan kantor proyek/ *direksi keet*, yang mana harus disetujui oleh direksi pengawas dan dipelihara sampai dengan selesai pekerjaan.
- f. Pelaksanaan menyediakan akomodasi bagi para pekerjanya yang dilengkapi dengan air bersih dan listrik, namun akomodasi tersebut harus dibongkar setelah pekerjaan selesai dan lahan harus dikembalikan seperti semula.
- g. Penyiapan jalan sementara, dengan memanfaatkan jalan eksisting yang sudah tersedia di kawasan PT Pupuk Kaltim. Pelaksana membuat 2 jalur kerja yaitu jalan masuk dan jalan keluar agar mobilisasi dan demobilisasi material, pelaksana terhindar dari *stagnasi* dan kemacetan.

- h. Pembuatan gudang penyimpanan material, peralatan dan los kerja besi dll.
- i. Lapangan penumpukan sebagai tempat penumpukan sementara material sebelum digunakan di lokasi proyek
- j. Pembuatan base camp staf proyek dan barak pekerja.
- k. Pos Jaga, untuk menjaga keamanan di sekitar lokasi proyek terutama di malam hari.
- l. Tempat parkir alat berat
- m. Pengadaan material konstruksi, seperti semen, pasir, tiang pancang serta pengadaan alat berat seperti, mobile crane, pontoon/tongkang, diesel hammer untuk keperluan pemancangan, dll. Pengadaan material ini dilakukan pada malam hari untuk menghindari keamcetan lalu lintas di jalan akibat truk pengangkutan material dan alat.
- n. Penyiapan K3 dan APD seperti **Gambar 7.4** dilakukan guna mengurangi kejadian kecelakaan kerja. Faktor HSE juga berpengaruh terhadap produktivitas pekerja. Faktor HSE juga berpengaruh terhadap produktivitas pekerja dalam melaksanakan pekerjaan, karena pada dasarnya tujuan HSE adalah melindungi tenaga kerjanya atas keselamatan dalam melakukan pekerjaan dan menciptakan tenaga kerja yang sehat dan produktif.



Gambar 7 4 Perlengkapan APD

- o. Pelaksanaan menyiapkan lampu-lampu penerangan di lokasi proyek. Selain itu pelaksana juga membuat K3 untuk setiap item pekerjaan yang memiliki suatu resiko atau bahaya dan memberikan solusinya.

- p. Pelaksana harus mencatat semua laporan (laporan harian, laporan mingguan, kurva S, dan lain – lain), catatan-catatan, diagram-diagram, gambar (*shop drawing & as built drawing*), dan sebagainya harus dirangkap tiga selama pekerjaan berlangsung kecuali diberitahukan lain oleh direksi pengawas. Dalam pelaksanaan proyek, pelaksana juga harus mendokumentasikan setiap pekerjaan yang dikerjakan dan diberitahukan ke direksi pengawas.

Pada perencanaan kali ini direksi kit, gudang penyimpanan, lapangan penumpukkan dan workshop didirikan di daratan terdekat sesuai **Gambar 7.2**.

7.5.2 Pekerjaan Pengerukan Dasar Laut

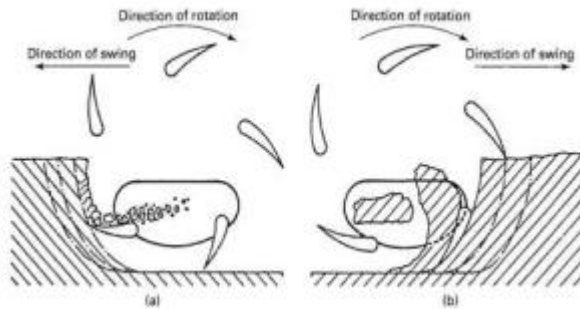
Sesuai pada pembahasan pada bab 4, pengerukkan yang dilakukan pada kolam dermaga dan kolam putar menggunakan kapal keruk tipe Cutter Suction Dredger (CSD) yang mengkombinasikan dengan peralatan pipa untuk pembuangan hasil keruknya. Pelaksanaan pengerukkan dapat diurutkan sebagai berikut :

- a. Pra survey pengerukan (predged sounding)
Sebelum memulai pekerjaan pengerukan harus dilakukan survey awal terlebih dahulu. Survey ini dilakukan untuk mendapatkan kondisi awal areal pengerukan dan juga untuk mengantisipasi bahwa areal yang akan dikeruk tidak ada barang – barang yang berbahaya. Untuk menentukan kontur kedalaman areal pengerukan yang nantinya digunakan untuk perhitungan volume pengerukan, digunakan alat yang disebut echosounder.
- b. Proses pengerukan (dredging)
Proses pengerukan memiliki beberapa tahap diantaranya, mixing, transportasi vertikal, transportasi horisontal, dan

dumping (membuang). Pada perencanaan ini digunakan satu metode dumping yaitu split barge pada area dermaga, berikut penjelasan lebih rinci tentang proses-proses tersebut.

1. Mixing (Mengaduk)

Pengaduk material di dasar laut (**Gambar 7.5**) sebelum diangkat ke kapal.



Gambar 7 5 Contoh Proses Mixing pada Sea Bed
(Sumber: *Dredging, A Handbook for Engineers*, R.N.Bray, A.D.
Bates, J.M Land)

2. Transportasi Vertikal

Pengangkutan material dari area keruk ke atas kapal untuk disalurkan ke pipa pembuangan atau dikumpulkan di hopper (**Gambar 7.6**)



Gambar 7 6 Proses Pengangkutan Material ke Atas Kapal

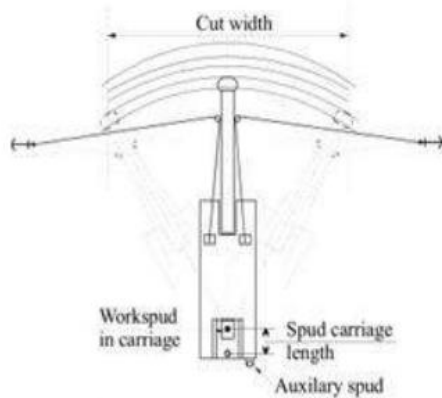
3. Transportasi Horizontal
Penyaluran material keruk ke area dumping, bisa menggunakan hopper (**Gambar 7.7**)



Gambar 7 7 Proses Pengisian Barge (Barge Loading)

4. Membuang (Dumping)
Sesampainya di lokasi buang material dibuang melalui discharge pipe atau bottom door.

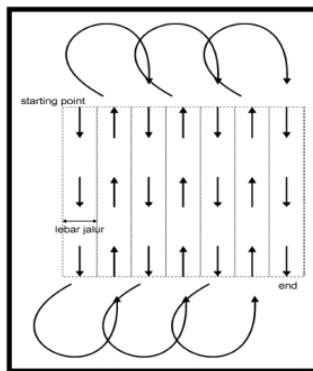
Pada proses pengerukan menggunakan CSD, kapal keruk akan bergerak dengan menggunakan spud. Pengoperasian CSD sendiri dapat dilihat pada **Gambar 7.8**.



Gambar 7 8 Pengoperasian Cutter Suction Dredger dengan Sistem Spud Carriage.

(Sumber: *Designing Dredging Equipment*, Prof. Ir. W. J. Vlasblom, 2003)

Proses pengerukan ini dilakukan menurut alur-alur yang direncanakan. Ilustrasi dari layout pengerukan ditunjukkan pada **Gambar 7.9**.



Gambar 7 9 Contoh Ilustrasi Alur Pengerukan

- c. Pasca survey pengerukan (post-dredged sounding)
Setelah keseluruhan pengerukan diperkirakan selesai, harus dilakukan survey pada areal pengerukan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah pekerjaan pengerukan yang dilakukan sudah sesuai dengan yang direncanakan

7.5.3 Pekerjaan Konstruksi Dermaga

- a. Pemasangan Batu Belah untuk Perkuatan Kaki

Pekerjaan perkuatan kaki pada pembangunan dermaga terbuat dari tumpukan batu belah yang memiliki berat 250-300 kg. Perkuatan ini berfungsi melindungi tanah pondasi terhadap gerusan akibat gelombang. Arus dan gelombang yang besar dapat menyebabkan terjadinya erosi pada tanah pondasi. Oleh sebab itu, diperlukan perkuatan kaki guna mengatasi masalah tersebut. Pemasangan batu belah pada kedalaman hingga $-2,0$ meter dilakukan dengan menggunakan excavator yang diletakkan di atas kapal ponton yang ditarik dengan boat penarik. Pada pemasangan batu belah ini digunakan pula alat pelampung dan sensor serta penyelam yang mengarahkan posisi penimbunan di bawah air. Untuk kemudahan dalam pemasangan dan sesuai dengan gambar rencana, maka perlu dilakukan pemasangan patok-patok bambu yang telah terlebih dahulu diukur dan diatur penempatannya dengan menggunakan *waterpass* dan *theodolite*.

- b. Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang ini berfungsi untuk memindahkan atau menstransferkan beban – beban konstruksi di atasnya/*upper structure* ke lapisan tanah yang lebih dalam. Pemancangan ini dilakukan dengan menggunakan single acting hammer. Tiang pancang yang dipakai berbentuk bulat berongga yang mempunyai diameter luar 809 mm dengan

panjang 14 m. Tiang pancang yang digunakan dalam pekerjaan ini adalah jenis steel piles dari hasil pabrikasi PT. Gunung Raja Paksi yang diisi beton composit dengan tulangan 17 D 29. Pada perencanaan dermaga ini menggunakan tiang pancang karena pada lokasi, tanahnya bersifat tanah lunak. Pondasi tiang pancang ini dipasang sampai kedalaman – 47.00 m di ditinjau dari sea bed. Pemancangan tiang pancang ini harus sesuai dengan titik-titik as yang telah ditentukan sehingga tiang pancang dapat mencapai dasar sesuai dengan gambar rencana. Alat yang digunakan sebagai palu untuk memukul tiang pancang agar masuk ke dalam tanah adalah *single acting drop hammer*.

Adapun untuk tahapan pekerjaan adalah sebagai berikut:

- Pelaksana menyiapkan tenaga kerja dan bahan material yang sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan, serta menyewa alat-alat berat apabila diperlukan selama pekerjaan tersebut.
- Tiang pancang dia. 80 cm disiapkan sesuai gambar rencana.
- Memancang tiang pancang yang sudah dipersiapkan baik itu tiang tegak maupun tiang miring dengan kedalaman sesuai gambar dengan gambar kerja.
- Melakukan penyambungan tiang pancang dengan permukaan miring/ *bevel* 35 derajat, dengan menggunakan alat mesin las, seperti **Gambar 7.10** dan **Gambar 7.11**.



Gambar 7 10 Bevel pada ujung tiang pancang yang disambung



Gambar 7 11 Proses penggabungan tiang pancang

Proses pengelasan tiang pancang terdiri 3 lapisan las yaitu: lapisan route, lapisan filter, dan lapisan capping. Untuk lapisan route digunakan kawat las RD 360 E7016 (diameter 3.2 mm), sedangkan untuk lapisan filter dan lapisan capping digunakan kawat las RD 360 E7016 (diameter 4 mm), pengerjaan dapat dilihat pada **Gambar 7.12**.



Gambar 7 12 Proses pengelasan tiang pancang di darat

Setelah pengelasan selesai dilakukan dengan baik maka dilakukan pelapisan bahan cat anti karat pada permukaan tiang pancang yang di las, sesuai **Gambar 7.13**.



Gambar 7 13 Pelapisan bahan anti karat pada permukaan las.

- Mobilisasi material tiang pancang yang dilakukan dari *stock yard* menuju titik pemancangan dilakukan dengan mengapungkan tiang tersebut di laut. Untuk dapat mengapung, perlu dipastikan bahwa tiang pancang tersebut tidak memiliki rongga yang dapat dimasuki oleh air. Cara yang dilakukan dengan menutup kedua ujung tiang pancang menggunakan karet/ban bekas. Setelah tiang pancang dapat mengapung, tiang pancang tersebut ditarik menggunakan perahu kecil. Mobilisasi tiang pancang baja dapat dilakukan seperti **Gambar 7.14**.



Gambar 7 14 Contoh mobilisasi tiang pancang ke titik pemancangan

- **Pemancangan**
Proses pemancangan menggunakan barge dan crane yang mampu mengakomodir panjang tiang di atas permukaan air 25 m, sedangkan hammer yang digunakan *single acting drop hammer*.
- **Join Tiang pancang dilaut**
Alat yang digunakan crane kapasitas min 30 ton, welder generator, perlengkapan safety, tiang yang sudah dilapisi HDPE, kawat las (*welding electrodes*) : RD 360 E7016 (diameter 4 mm), RD 360 E7016 (diameter 3.2 mm).
Pemasangan alat penahan (*stopper*) pada permukaan pile, sesuai **Gambar 7.15**. Hal ini berfungsi untuk menopang pile yang akan di joint tidak terjadi pergeseran saat proses pengelasan.



Gambar 7 15 Pemasangan *stopper* pada tiang pancang

Penyambungan tiang pancang menggunakan tali *crane* dililitkan pada badan pile, kemudian secara perlahan pile diangkat dan disambung dengan pile yang sebelumnya sudah dipasang secara vertikal **Gambar 7.16**. Penyambungan ada bagian yang berbentuk miring/*bevel*.



Gambar 7 16 Proses penyambungan tiang pancang di laut.

Pengelasan tiang pancang terdapat 3 lapisan las yaitu lapisan *route*, lapisan *filter* dan lapisan *capping*. Digunakan kawat las RD 360 E7016 diameter 4 mm. Stopper yang digunakan pada pile di lepas bersamaan dengan pengelasan agar bagian yang terhalang stopper tetap dapat dilas, sesuai **Gambar 7.17**.

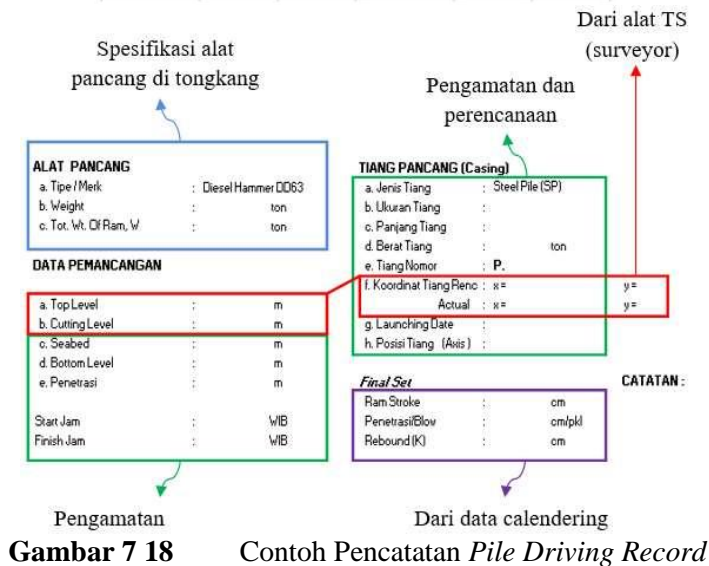


Gambar 7 17 Proses pengelasan tiang pancang.

- *Quality Control PDR/ Pile Driving Record*
Yakni pencatatan meliputi spesifikasi alat pancang, data pemancang dan spesifikasi tiang pancang dan jumlah pukulan hammer tiap meter sesuai **Gambar 7.18**. Pencatatan ini

menunjukkan bahwasanya di hari tersebut telah dilakukan pemancangan.

DRIVING RECORD :					
Depth Penetrat	Blows	Total Blows	Depth Penetrat	Blows	Total Blows
0.00			21.00		
1.00			22.00		
2.00			23.00		
3.00			24.00		
4.00			25.00		
5.00			26.00		
6.00			27.00		
7.00			28.00		
8.00			29.00		
9.00			30.00		
10.00			31.00		
11.00			32.00		
12.00			33.00		
13.00			34.00		
14.00			35.00		
15.00			36.00		
16.00			37.00		
17.00					
18.00					
19.00					
20.00					



- Quality Control PDA (Pile Dynamic Analyzer)
Merupakan sebuah tes untuk mengukur kapasitas tiang tekan secara dinamik pada fondasi dalam baik itu tiang pancang atau tiang bor, integritas tiang dan *energy* dari hammer. Alat PDA Test sendiri berupa computer khusus yang telah dibuat untuk mampu mengukur variabel yang dibutuhkan dalam perhitungan dinamik tersebut dengan menggunakan *wave mechanics* (**Gambar 7.19**).



Gambar 7.19 Komputer PDA

Kriteria pengetesan ini diatur dalam standar ASTM D-4945-89. PDA mengukur regangan dengan akselerasi menggunakan strain transducer dan accelerometer yang dibaut di dekat atas tiang sesuai **Gambar 7.20**.



Gambar 7.20 Pemasangan *strain transducer* dan *accelerometer*

Yang terukur langsung pada alat PDA adalah tegangan tekan maksimum pada posisi sensor, dan displacement maksimum. Sedangkan yang bisa dihitung dari alat PDA diantaranya

adalah kapasitas tiang terkombinasi, tegangan tarik maksimum sepanjang tiang dan *energy* maksimum yang ditransfer ke tiang selama tumbukan.

- *Quality Control* dengan metode *Calendering*
Alat yang digunakan untuk pencatatan *calendering* adalah millimeter block dan maker. Cara kerjanya dilakukan di sepuluh pukulan terakhir dapat dilihat melalui Total Station, Kemudian kertas millimeter block ditempel pada tiang pancang, dan maker dipegang dalam keadaan konstan. Kertas millimeter blok akan bergerak naik dan turun sesuai dengan gerakan tiang pancang yang akan menghasilkan sebuah grafik seperti **Gambar 7.21**, dan proses pencatatan tertera pada **Gambar 7.22**.



Gambar 7 21 Proses pencatatan data *calendering*



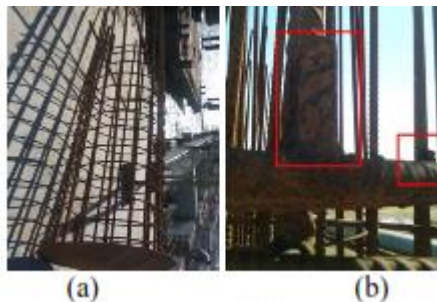
Gambar 7 22 Hasil pencatatan *calendering*

- Pemotongan kepala tiang pancang menggunakan alat gerinda untuk kemudian di brobok pada level yang disyaratkan atau terlihat pada gambar kejadian tidak diperbolehkan terjadi kerusakan pada tiang pancang di bawah bagian yang dipotong. Untuk proses pemotongan tiang pancang dapat dilihat pada **Gambar 7.23**.

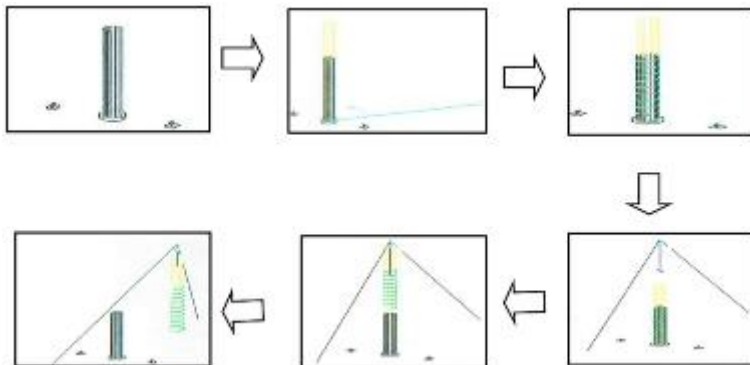


Gambar 7 23 Proses pemotongan tiang pancang

- Pemasangan besi tulangan pada pondasi harus dilakukan dengan baik, bersih dari karat, cat atau kotoran lain yang dapat mengurangi daya rekat beton terhadap besi tulangan. Untuk menahan pada saat dimasukkan ke dalam tiang pancang maka dibuat besi penahan horizontal yang dipasang dengan stopper sesuai **Gambar 7.24**. dan untuk produksi tiang pancang dapat dilihat pada **Gambar 7.25**.



Gambar 7 24 (a) Tulangan pengisi tiang pancang (b) Stopper penahan tulangan



Gambar 7 25 Proses produksi tulangan tiang pancang

- Tiang pancang diisi dengan beton K-350 agar menjadi satu kesatuan dengan struktur di atasnya yang terbuat dari beton. Bekisting yang digunakan untuk pengecoran tiang pancang dibentuk silinder sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk pengecoran selimut tiang pancang.
- c. Pembuatan Bekisting dan Poer

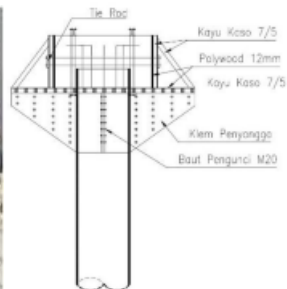
Bekisting merupakan rangkaian besi dan plat yang dibuat menjadi satu bentuk tertentu. Bekisting mencetak beton sesuai dengan bentuk yang direncanakan. Untuk pembuatan bekisting perlu dipertimbangkan bahan-bahan yang diperlukan, hal ini untuk memenuhi aspek ekonomi dan teknologi, dengan sasaran kemudahan, aman dan ekonomis seperti **Gambar 7.26**.



Gambar 7 26 Perakitan bekisting

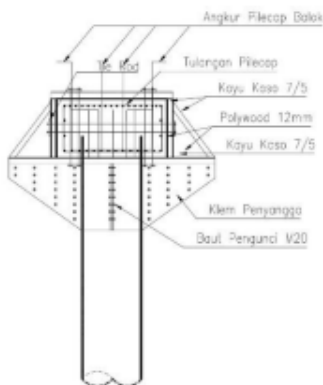
Adapun untuk tahapan pekerjaan adalah sebagai berikut:

- Pemasangan perancah profil I. Perancah ini digunakan untuk menopang bekisting pile cap dan perancah lain pada struktur yang lebih tinggi. Setelah perancah dipasang, lalu perakitan bekisting dapat dilakukan.
- Menyiapkan *bekisting poer* dengan ukuran sesuai gambar, kemudian pasang diatas tiang pancang, seperti **Gambar 7.27**. *Bekisting pile cap* yang digunakan papan kayu sehingga pada proses pemasangannya harus baik dan benar agar pada saat pengecoran beton tidak merembes keluar.



Gambar 7 27 Pemasangan bekisting pile cap

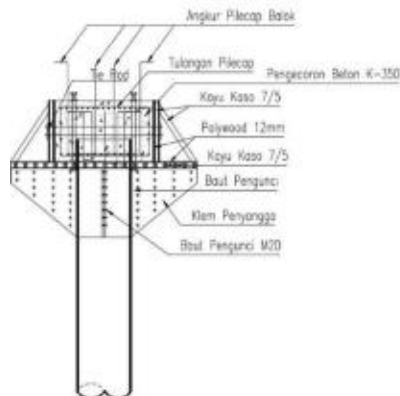
- Pemasangan besi tulangan *poer*, tulangan untuk *poer* dirangkai di atas bekisting yang telah dipasang, kemudian bekisting untuk sisi *poer* dipasang setelah tulangan untuk *poer* telah terangkai, sesuai **Gambar 7.28**.



Gambar 7 28 Pemasangan tulangan pada *poer*

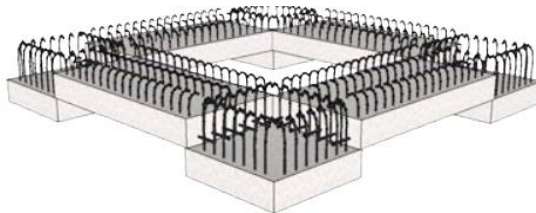
- Sebelum pengecoran yang baru dilakukan, permukaan yang akan disambung harus disiram dengan air semen 1 PC : 0,45 air, kemudian permukaan sambungan dilapisi dengan lem beton dan dicor kembali. Pekerjaan beton in situ menggunakan kapal tongkang, mixer concrete, dan concrete pump. Pengecoran ini harus dilakukan secara terus menerus dan hanya bisa berhenti di tempat tertentu yang dianggap aman dan telah direncanakan sebelumnya. Proses peralatan

beton dibantu dengan alat *vibrator* untuk memudahkan pasta semen masuk mengisi rongga – rongga yang kosong pada bekisting. Apabila proses pengecoran akan dihentikan maka permukaan harus di buat kasar agar hasil pengecoran yang baru dapat melekat dengan sempurna pada permukaan yang lama. Proses pengecoran dapat dilihat pada Gambar 7.29. Selama waktu pengerasan, beton harus dilindungi dengan air bersih atau ditutup dengan karung basah terus menerus selama paling tidak 10 hari setelah pengecoran. Pembongkaran bekisting beton tidak boleh dilakukan sebelum waktu pengerasan menurut PBI 1971 dipenuhi dan pembongkarannya dilakukan hati-hati agar jangan sampai merusak beton yang sudah mengeras.



Gambar 7 29 Concrete Vibrator

- Perawatan beton dan pembongkaran bekisting.
Perawatan beton dimaksudkan untuk mendapatkan mutu beton yang baik. Perawatan beton/ *curing* dilakukan setelah beton mulai mengeras dengan cara menyiram air pada permukaan beton dalam selang waktu tertentu (paling tidak 10 hari setelah pengecoran), sesuai **Gambar 7.29**. Pembongkaran bekisting beton tidak boleh dilakukan sebelum waktu pengerasan menurut PBI 1971 dipenuhi dan pembongkaran dilakukan dengan hati – hati agar beton yang sudah mengeras tidak mengalami kerusakan.
- d. Pemasangan Beton *Pre – Cast*



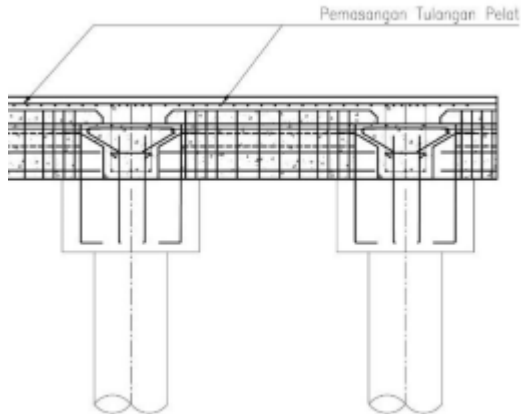
Gambar 7 30 Pemasangan *half beam precast*

Sebelum pekerjaan penulangan plat lantai dilaksanakan dipasang lantai beton pre-cast terlebih dahulu, sebagai pengganti papan bekisting. Setelah pekerjaan pemasangan lantai beton *pre-cast* selesai, dilakukan pekerjaan penulangan. Pada penulangan balok ini menggunakan baja tulangan dengan D 29 mm dan D 10. Beton decking setebal 7 cm disiapkan dan dipasang setiap jarak 1,5-3 meter. Beton decking ini digunakan sebagai acuan tebal selimut beton dan pemisah tulangan dengan bekisting, serta tulangan dengan lantai kerja, sedangkan kawat baja/bendrat digunakan untuk mengikat tulangan yang telah terpasang. Pada pekerjaan penulangan plat lantai dermaga, tulangan dirangkai setelah pembuatan penulangan balok. Pada penulangan plat lantai

dermaga ini menggunakan baja tulangan dengan diameter tulangan 16 mm. Beton decking yang telah kita persiapkan dipasang pada jarak 1,5-3 meter. Tebal beton decking pada pekerjaan ini adalah 7 cm. Beton decking ini merupakan acuan tebal selimut beton dan pemisah tulangan dengan decking serta lantai kerja.

e. Pemasangan Tulangan Plat

Pemasangan tulangan pelat atau wiremesh dilakukan diatas pelat pracetak dengan bantuan beton decking sebagai selimut, lihat **Gambar 7.31**.



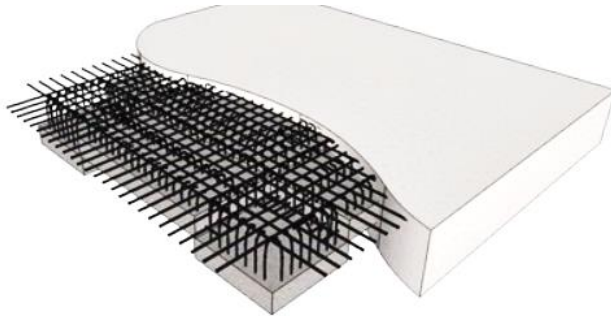
Gambar 7 31 Pemasangan Tulangan Pelat

f. Pengecoran Lantai Dermaga

Mutu beton yang dipakai untuk pengecoran balok dan plat lantai ini adalah mutu K-350. Pekerjaan ini dilakukan setelah pemasangan bekisting dan tulangan selesai. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan pengecoran agar

kekuatan beton tidak berkurang atau sesuai dengan spesifikasi/ syarat yang ditentukan antara lain :

(1) Kebersihan lokasi pengecoran. Lokasi pengecoran harus bersih dari segala bentuk kotoran yang mengurangi kekuatan beton. (2) Pemasangan beton harus menggunakan alat penggetar/ *vibrator concrete* sehingga diharapkan dapat menghasilkan beton yang padat dan tidak berongga sehingga dicapai kekuatan beton yang disyaratkan. (3) Kontrol terhadap kekuatan beton segar dilakukan dengan uji slump test dan pengambilan sampel untuk pengujian kuat tekan beton di laboratorium. Pada saat pengecoran harus dilakukan penggetaran dengan alat penggetar beton /*vibrator concrete* yang dimaksudkan untuk memadatkan beton dan tidak terjadi rongga, sehingga kekuatan beton sesuai dengan yang direncanakan.



Gambar 7 32 Pengecoran keseluruhan.

g. Perawatan Lantai Dermaga

Perawatan beton dimaksudkan untuk mendapatkan mutu beton yang baik. Perawatan beton/ *curing* dilakukan setelah beton mulai mengeras dengan cara menyiram air pada permukaan beton dalam selang waktu tertentu (paling tidak 10 hari setelah pengecoran), sesuai **Gambar 7.33**. Pembongkaran bekisting beton tidak boleh dilakukan sebelum waktu pengerasan menurut PBI 1971 dipenuhi dan pembongkaran

dilakukan dengan hati – hati agar beton yang sudah mengeras tidak mengalami kerusakan.

Tujuan pemberian air pada beton yaitu :

(1) Menghindari kehilangan zat cair pada awal proses pengerasan beton yang akan mempengaruhi proses waktu pengikatan awal. (2) Mengurangi penguapan air beton yang terlalu besar akibat panas sehingga dapat menyebabkan terjadinya susut pada beton. (3) Perbedaan temperatur pada beton dapat mengakibatkan retak pada beton. (4) Perawatan beton dilaksanakan sampai batas yang ditentukan.



Gambar 7 33 Perlindungan beton dari suhu tinggi

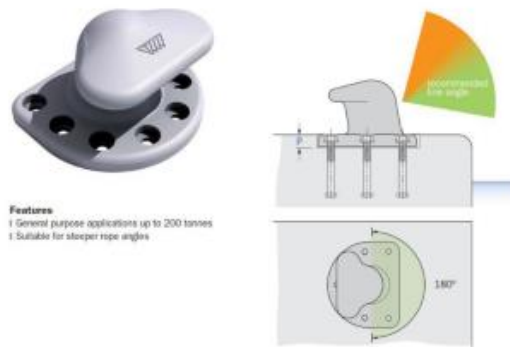
h. Pekerjaan Pemasangan *Fender*

Agar posisi *fender*, tepat sesuai dengan lokasi yang akan dipasang maka pemasangan *anchor* menggunakan template yang dibuat terlebih dahulu dimana posisi lubang persis seperti *fender* aslinya. Pemasangan *anchor fender* dilaksanakan setelah pemasangan besi beton dan sebelum pemasangan bekisting samping. Setelah besi beton terpasang terlebih dahulu dipasang template *fender* pada sisi luar dilanjutkan dengan pemasangan baut *anchor* pada template *fender* sisi bagian belakang kemudian *anchor fender* di las pada besi beton agar posisi *anchor* tidak berubah pada saat pengecoran. Setelah semua *anchor fender* terpasang kuat pada besi beton maka template *fender* dilepas dan dilanjutkan

dengan pemasangan bekisting penutup list plank. Setelah bekisting terpasang dilanjutkan dengan proses pengecoran listplank. Sedangkan pemasangan fender dilakukan setelah bekisting listplank dibongkar dan cukup umur. Pemasangan dilakukan dengan alat *crane servis* dan ponton.

i. Pekerjaan Pemasangan *Bollard/ Bolder*

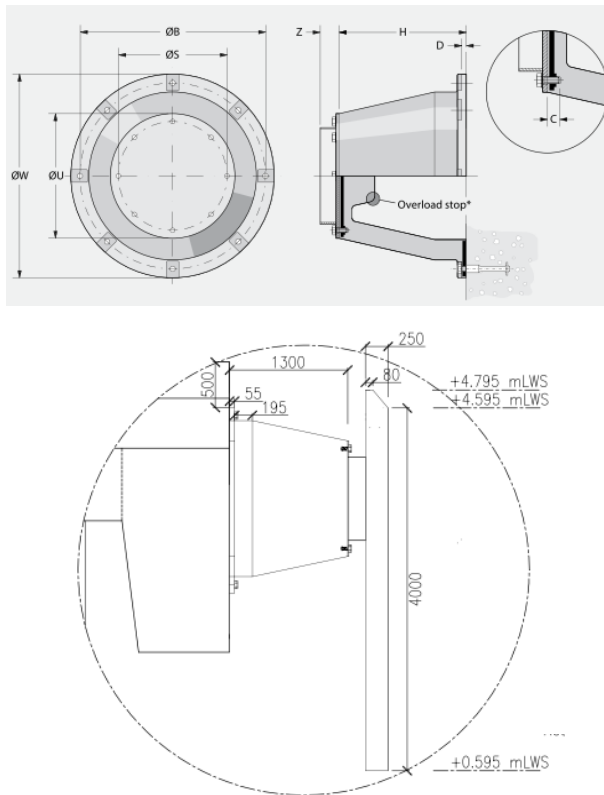
Untuk pemasangan *bollard* sama seperti pemasangan *fender*. Setelah beton mengeras sempurna, bollard dipasang dengan menggunakan alat bantu crane pada angkur yang tertanam pada saat pengecoran atau dapat menggunakan bantuan resin hardener untuk mencegah ketidaktepatan pemasangan bollard. Pada umumnya lubang anchor bolder memiliki sedikit sekali toleransi antara 1 mm sampai dengan 3 mm sehingga pemasangan anchor harus presisi agar bollard dapat terpasang nantinya. Untuk memastikan posisi pemasangan anchor bollard yang tepat, maka digunakan bollard itu sendiri sebagai template yang dipasang setelah pemasangan besi beton. Setelah *bollard* terpasang kuat kemudian dilaksanakan pengecoran beton.



Gambar 7 34 Tee Bollard

j. Pemasangan Fender

Setelah pekerjaan pengecoran curring plat selesai dilanjutkan dengan pemasangan fender. Selanjutnya, pemasangan fender dimulai dengan memasang fender anker yang tertanam pada plank fender dengan menggunakan baut. Fender yang digunakan adalah Super Cone Fender 1300 F 1.7



Gambar 7 35 Super Cone Fender

Pelaksanaan proyek ini diharapkan dapat dilaksanakan secara efektif sehingga dapat diselesaikan tepat pada waktu

yang telah ditargetkan. Selain itu, diharapkan pula selama kegiatan pelaksanaan pembangunan tidak menimbulkan gangguan yang berarti terhadap lingkungan sekitar yang dapat mengganggu aktifitas sehari-hari seperti gangguan karena kebisingan, getaran, ataupun polusi udara yang disebabkan oleh asap kendaraan serta debu akibat dari kegiatan lapangan. Sehingga penerapan manajemen lingkungan sebagai pengelolaan terhadap dampak lingkungan dilaksanakan secara ketat.

**)Halaman ini sengaja dikosongkan*

BAB VIII

RENCANA ANGGARAN BIAYA

8.1 Umum

Rencana anggaran biaya merupakan salah satu komponen penting dalam perencanaan sebuah proyek konstruksi. Hal ini dikarenakan RAB merupakan salah satu pertimbangan apakah suatu proyek dapat dilaksanakan atau tidak dengan biaya yang harus dikeluarkan. Pada Bab ini dijelaskan mengenai tata cara dalam analisis biaya keseluruhan pembangunan dermaga multipurpose di PT Pupuk Kaltim, Bontang, Kalimantan Timur. Adapun prosedur perencanaannya adalah sebagai berikut :

1. Penentuan harga upah, bahan dan material serta alat.
2. Analisis harga satuan tiap tiap item pekerjaan.
3. Perhitungan volume pekerjaan dan rencana anggaran biaya.
4. Rekapitulasi harga

8.2 Harga Satuan Upah, Bahan dan Alat

Harga material dan upah yang digunakan berasal dari “Peraturan Menteri Perhubungan PM 78 tahun 2014”, Untuk Kalimantan Timur harga yang telah ditetapkan dikali dengan nilai koefisien kemahalan standar baiay 2016 yaitu sebesar 1,265 dan Harga Satuan Pokok Kegiatan Kota Bontang tahun 2016. Untuk rincian daftar harga upah, bahan dan material serta alat telat disajikan pada **Tabel 8.1** sampai **Tabel 8.6**.

Tabel 8 1 Daftar Harga Upah

No.	Satuan	Harga Satuan dengan IKK 1.2658 (Rp.)
1 Kepala Tukang	OH	138,727
2 Mandor	OH	156,944
3 Operator	OH	120,494
4 Pekerja	OH	102,296
5 Pembantu Operator	OH	72,461
6 Pembantu Surveyor	OH	144,921
7 Pembantu Tukang	OH	72,461
8 Penyelam	OH	253,613
9 Satpam	OH	72,461
10 Surveyor	OH	217,382
11 Tukang	OH	120,478

Tabel 8 2 Daftar Harga Bahan (a)

No.	Satuan	Harga Satuan dengan IKK 1.2658 (Rp.)
Bahan Semen		
1 Semen PC	zak	78,102
2 Beton Ready Mix K-350	m3	961,628
Material Alam		
1 Air Kerja	m3	50,632
2 Pasir Cor	m3	281,175
3 Sirtu	m3	262,843
4 Batu Pecah	m3	372,868
5 Papan Kayu Plywood 9 mm	lembar	169,301
6 Kayu Meranti	m3	3,117,800
7 Kayu Perancah	m3	4,063,218

Tabel 8 3 Daftar Harga Bahan (b)

No.	Satuan	Harga Satuan dengan IKK 1.2658 (Rp.)
Bahan Baja		
1 SPP dia 1016 mm; t = 19 mm	m	22,188,675
2 SPP dia 812.8 mm; t = 14 mm	m	11,256,075
3 SPP dia 609.6 mm; t = 16 mm	m	6,871,184
4 Profil C 75 x 45 x 2.3	kg	17,383
5 Pelat Cincin Baja	kg	17,383
6 Baja Profil I	kg	17,383
7 Besi Tulangan	kg	22,955
8 Kawat Bendrat	kg	26,672
9 Paku	kg	25,805
9 Transisional Slab	m2	250,000
Bahan Aksesoris Dermaga		
1 T Bollard 60 ton	set	43,054,422
2 Fender Tipe SCN 1300 (Inc. Frontal Frar	set	748,300,000
Bahan Floating Pontoon dan gangway		
1 Floating box HDPE	pcs	669,025
2 Baut Panjang 80 cm HDPE	pcs	147,185
3 Mur HDPE	pcs	32,113
4 Sepatu mur	pcs	42,818
5 Stainless steel bollard	pcs	1,873,271
6 Rubber Fender	pcs	93,663
7 Railing dia 3" x 90	pcs	669,024
8 Rope	m	26,760
9 Roller slider pilar	pcs	5,352,203
10 Papan lantai kalsideck 20	m2	573,001
11 Rangka Hollow Steel Galvanis	m2	2,005,502
12 Gangway 1.2 x 8 m	set	91,490,646

Tabel 8 4 Daftar Harga Bahan (c)

No.	Satuan	Harga Satuan dengan IKK 1.2658 (Rp.)
<i>Bahan Lain - Lain</i>		
1 Oli	litter	37,673
2 Solar	litter	5,920
3 Alat Pile Dynamic Analyzer	unit	11,839,966
4 Tes Beton di Laboratorium	ls	32,290,816
5 Kawat Las	kg	33,860
6 Lapisan HDPE Tiang Pancang	m2	2,798,537
7 Direksi keet 1 unit	bulan	21,527,211
8 Sewa mess 1 unit	bulan	16,145,408
9 Cat Anti Karat	litter	279,854
10 Workshop	bulan	8,072,704
11 Biaya Operasi (listrik, kebersihan dll.)	bulan	15,822,500
12 Safety helmet	bh	129,163
13 Safety shoes	bh	1,076,361
14 Safety glasses	bh	129,163
15 Life jacket	bh	269,090
16 Biaya Atk	bulan	2,690,901
17 Biaya Komunikasi	bulan	2,475,629
18 Biaya komputer dan pinter	bulan	1,937,449
19 Peralatan P3K	set	5,381,803
20 Percobaan Pembebanan Tiang Pancan	unit	11,500,000
21 Denso Primer D	liter	300,000
22 Denso CPT 1000 PVC tape	roll	300,000
23 Welding	cm	6,000
24 Grease	litter	26,400
25 Lubricant	liter	61,000

Tabel 8 5 Daftar Harga Peralatan (a)

No.	Satuan	Harga Satuan dengan IKK 1.2658 (Rp.)
1	Alat Bantu	Is 5,553
2	Alat bantu pemotong baja	hari 376,726
3	Alat Grouting	buah 595,855
4	Anchor Boat	jam 7,730,923
5	Barge	hari 7,157,851
6	Buldozer/Forklift	jam 543,634
7	Compressor	jam 49,028
8	Concrete Mixer	jam 109,901
9	Concrete pump	hari 1,120,066
10	Concrete Vibrator	hari 292,419
11	Crane	jam 7,867,389
12	Crawler crane	jam 257,500
13	Diesel Hammer	hari 2,631,444
14	Dump truck 5 ton	jam 2,539,511
15	Excavator	hari 4,740,421
16	Flat back truck	jam 307,455
17	Gantry Crane 15 ton	jam 85,284
18	Generator 75 Kva	jam 141,625
19	Generator Set	hari 1,659,320
20	Hydraulic Hammer	hari 3,653,187
21	Kapal Keruk	jam 1,878,823
22	Kapal Tunda	jam 2,404,947
23	Kuas	buah 20,806
24	LCT 600 TON	jam 2,492,085

Tabel 8 6 Daftar Harga Peralatan (b)

No.	Satuan	Harga Satuan dengan IKK 1.2658 (Rp.)	
24	LCT 600 TON	jam	2,492,085
25	Mesin Las	hari	1,152,158
26	Mesin las	jam	150,444
27	Minor Equipment	ls	50,000,000
28	Mobile Crane 80 ton	jam	824,000
29	Perahu motor	hari	221,243
30	Pile driver barge	jam	669,500
31	Ponton 1.000 ton	jam	1,520,280
32	Ponton 100 ton	jam	470,710
33	Ponton Pancang	hari	7,309,807
34	Ponton Transport	hari	3,654,852
35	Theodolite	hari	533,746
36	Total Station	hari	279,854
37	Truk Tanki Air	jam	51,088
38	Truk Trailer kap. 30 ton	jam	90,331
39	Truk Tronton kap. 20 ton	jam	67,774
40	Tugboat	hari	5,477,849
41	Tugboat	haro	5,363,963
42	Waterpass	hari	190,516
43	Survey Boat	jam	239,784
44	Work Boat	jam	1,693,408

Dalam perencanaan pengerukan harga sewa kapal keruk merupakan biaya utama yang paling besar. Maka dilakukan analisis biaya sewa kapal keruk CSD. Untuk menganalisis kebutuhan biaya sewa CSD dibutuhkan biaya investasi, biaya operasional, serta pajak dari CSD. Nantinya bisa didapatkan harga sewa/m³ yang harus dikeluarkan. Analisis dilakukan dengan metode payback period sehingga nilai susut uang tidak diperhitungkan.

- a. Biaya Investasi
CSD (4000 m³/jam) : Rp. 40.000.000.000,-
- b. Biaya Operasional
Untuk biaya operasional yang terdiri dari biaya bahan bakar, ABK, air tawar, asuransi, perawatan, dsb. Diambil dari HSPK tahun 2014 sebagai acuan (Tabel 8.7).

Tabel 8 7 HSPK untuk Kapal Non-Hopper

Pengerukan dengan Kapal Non Hopper - Karang (95.040 m ³)					
123		Biaya Langsung			
123	2011	-ABM dan Pelumas Operasi	ls	198,00	89.522.604,00
123	2008	Air Tawar	ls	365,00	360.000,00
123	2009	Tunjangan Keruk	ls	198,00	8.367.900,00
123	2010	-Perbaikan	ls	365,00	2.100.000,00
123	2006	-Pemeraman / Survey (Progress Sounding)	ls	18,00	76.436.832,00
123		-Asuransi (P&I Club) (54-489)	ls	1,00	41.296.960,00
		Asumsi \$1 = Rp. 9200,-			
123		Biaya Tidak Langsung			
123		-Perawatan/Docking	ls	1,00	1.146.998.000,00
123		-Penyusutan	ls	1,00	756.841.500,00
123	2005	-Gaji ABK	ls/bhn	12,00	181.768.000,00
123		-Asuransi (H&M)	ls	0,01	41.296.960,00
123		Biaya Usaha	ls	1,00	1.946.259.000,00
		JUMLAH			27.728.498.335,69

Biaya Operasional : Rp 28.000.000.000,00/thn

Dengan waktu investasi selama 5 tahun, harga jual Rp 20.000.000.000, dan target keuntungan Rp 20.000.000.000. Maka dapat dihitung biaya sewa.

Biaya Sewa = [(Investasi + Operasional + Keuntungan) – Harga jual] / waktu investasi

Biaya Sewa = [(40M + 140M + 20M) – 20M] / 5 = 36.000.000.000/tahun = 3.000.000.000/bulan

Dengan asumsi per bulan CSD digunakan untuk mengeruk 50.000 m³ tanah maka didapatkan biaya sewa / m³ = Rp 60.000,00.

8.3 Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Dalam analisis harga satuan pekerjaan , ditentukan harga satuan yang dihabiskan dalam pemenuhan setiap bagian pekerjaan

perencanaan konstruksi, misalnya harga satuan pembuatan beton per m³. Analisis harga satuan pekerjaan dapat dilihat pada **Tabel 8.8**.

Tabel 8 8 Analisa harga satuan

No	Jenis Pekerjaan	Koef	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
Pekerjaan Persiapan					
1	Papan Nama Proyek	1 Ls	Rp	350,000 Rp	350,000
2 (1 Ls/Hr) Pembersihan lokasi pekerjaan dengan alat berat					
<u>Upah</u>					
	Operator	1 OH	Rp	120,494 Rp	120,494
	Pembantu Operator	1 OH	Rp	72,461 Rp	72,461
	Mandor	1 OH	Rp	156,944 Rp	156,944
	Tukang	4 OH	Rp	120,478 Rp	481,910
				Rp	831,809
<u>Bahan</u>					
	Oli	1.2 litter	Rp	37,673 Rp	45,207.14
	Solar	200 litter	Rp	5,920 Rp	1,183,997
				Rp	1,229,204
<u>Alat</u>					
	Dump Truck	0.625 hari	Rp	2,539,511 Rp	1,587,195
	Excavator	0.625 hari	Rp	4,740,421 Rp	2,962,763
				Rp	4,549,958
			Total	Rp	6,610,970

 3 Mobilitas dan Demobilitas (1 Ls)
Upah**Rp** -**Bahan****Rp** -**Alat**

Barge	2 unit	Rp	20,000,000	Rp	40,000,000
Crane	2 unit	Rp	20,000,000	Rp	40,000,000
Minor Equipment	1 ls	Rp	50,000,000	Rp	50,000,000

Rp **130,000,000****Total** **Rp** **130,000,000**

 4 Stakeout, Positioning dan Sounding (1 Ls)
Upah

Surveyor	1 OH	Rp	217,382	Rp	217,382
Pembantu Surveyor	2 OH	Rp	144,921	Rp	289,843

Rp **507,225****Bahan****Rp** -**Alat**

Total Station	0.625 hari	Rp	260,000	Rp	162,500
Waterpass	0.5 hari	Rp	177,000	Rp	88,500
Alat Stakeout	1 ls	Rp	100,000,000	Rp	100,000,000

Rp **100,251,000****Total** **Rp** **100,758,225**

5 Fasilitas Sementara (1 Ls) : ir	1 Ls	Rp	675,000,000	Rp	675,000,000
<u>Upah</u>				Rp	-
<u>Bahan</u>					
Sewa direksi keet 1 unit	12 bulan	Rp	21,527,211	Rp	258,326,530.61
Sewa mess 1 unit	12 bulan	Rp	16,145,408	Rp	193,744,897.96
Workshop	12 bulan	Rp	8,072,704	Rp	96,872,448.98
Biaya operasional (listrik, air	12 bulan	Rp	15,822,500	Rp	189,870,000.00
				Rp	738,813,878
<u>Alat</u>				Rp	-
				Total	Rp 738,813,878
6 Jetty Temporary	1 Ls	Rp	675,000,000	Rp	675,000,000
7 Perlengkapan Keamanan dan Keselamatan Kerja (1 Ls)					
<u>Upah</u>				Rp	-
<u>Bahan</u>					
Safety helmet	50 bh	Rp	129,163	Rp	6,458,163.27
Safety shoes	50 bh	Rp	1,076,361	Rp	53,818,027.21
Safety glasses	50 bh	Rp	129,163	Rp	6,458,163.27
Life jacket	50 bh	Rp	269,090	Rp	13,454,506.80
Peralatan P3K	5 set	Rp	5,381,803	Rp	26,909,013.61
				Rp	107,097,874
<u>Alat</u>				Rp	-
				Total	Rp 107,097,874
8 Dokumentasi, dan Komunikasi (1 Ls)					
<u>Upah</u>				Rp	-
<u>Bahan</u>					
Biaya ATK	12 bulan	Rp	2,690,901	Rp	32,290,816.33
Biaya komputer dan pinter	12 bulan	Rp	1,937,449	Rp	23,249,387.76
Biaya komunikasi	12 bulan	Rp	2,475,629	Rp	29,707,551.02
				Rp	85,247,755
<u>Alat</u>				Rp	-
				Total	Rp 85,247,755

Pekerjaan Tiang Pancang

9a. (1m) Pengadaan Tiang Pancang SPP dia. 1016 mm t = 19 mm

<u>Upah</u>					
Pekerja	0.01 OH	Rp	102,296	Rp	1,023
				Rp	1,023
<u>Bahan</u>					
SPP (Steel Pipe Pile) dia 1016	1 m	Rp	22,188,675	Rp	22,188,675
Lapisan HDPE	2.45 m ²	Rp	2,798,537	Rp	6,856,417
				Rp	29,045,092
<u>Alat</u>					
Crane	0.01 jam	Rp	7,867,389	Rp	78,674
				Rp	78,674
		Total		Rp	29,124,789

9b. (1m) Pengadaan Tiang Pancang SPP dia. 812.8 mm ; t = 14 mm

<u>Upah</u>					
Pekerja	0.01 OH	Rp	102,296	Rp	1,023
				Rp	1,023
<u>Bahan</u>					
SPP (Steel Pipe Pile) dia. 812.8	1 m	Rp	11,256,075	Rp	11,256,075
Lapisan HDPE	1.92	Rp	2,798,537	Rp	5,373,192
				Rp	16,629,267
<u>Alat</u>					
Crane	0.01 jam	Rp	7,867,389	Rp	78,674
				Rp	78,674
		Total		Rp	16,708,964

10 Pengangkutan Tiang Pancang ke Titik Pancang (lonjor ~ 12 m)

<u>Upah</u>					
Mandor	0.5 OH	Rp	156,944	Rp	78,472
Operator	0.5 OH	Rp	120,494	Rp	60,247
Pekerja	2 OH	Rp	102,296	Rp	204,591
				Rp	343,310
<u>Bahan</u>					
				Rp	-
<u>Alat</u>					
Ponton Transport	0.5 jam	Rp	3,654,852	Rp	1,827,426
Work Boat	0.1 jam	Rp	1,693,408	Rp	169,341
Anchor Boat	0.2 jam	Rp	7,730,923	Rp	1,546,185
Crane	0.2 jam	Rp	7,867,389	Rp	1,573,478
				Rp	5,116,429
Kondisi 12 m		Total		Rp	5,459,739
Kondisi 1 m		Total		Rp	454,978

11a. Pemancangan Tiang Tegak (m)

Upah

Mandor	0.25 OH	Rp	156,944	Rp	39,236
Operator	6 OH	Rp	120,494	Rp	722,964
Pembantu operator	4 OH	Rp	72,461	Rp	289,843
Penyelam	2 OH	Rp	253,613	Rp	507,225
Pekerja	2 OH	Rp	102,296	Rp	204,591
Surveyor	2 OH	Rp	217,382	Rp	434,764
				Rp	2,198,624

Bahan**Rp -**Alat

Ponton Pancang	1 hari	Rp	7,309,807	Rp	7,309,807
Ponton Transport	1 hari	Rp	3,654,852	Rp	3,654,852
Work Boat	1 hari	Rp	1,693,408	Rp	1,693,408
Anchor Boat	1 hari	Rp	7,730,923	Rp	7,730,923
Hydraulic Hammer	1 hari	Rp	3,653,187	Rp	3,653,187
Generator Set	1 hari	Rp	1,659,320	Rp	1,659,320
Alat Bantu	1 hari	Rp	5,553	Rp	5,553

Rp 25,707,049Kondisi per hari **Total Rp 27,905,673**Kondisi 1 m (dimana tiang tegak 50 m) **Total Rp 558,113,45**

11b. Pemancangan Tiang Miring (m)

Upah

Mandor	0.25 OH	Rp	156,944	Rp	39,236
Operator	6 OH	Rp	120,494	Rp	722,964
Pembantu operator	4 OH	Rp	72,461	Rp	289,843
Penyelam	2 OH	Rp	253,613	Rp	507,225
Pekerja	2 OH	Rp	102,296	Rp	204,591
Surveyor	2 OH	Rp	217,382	Rp	434,764
				Rp	2,198,624

Bahan**Rp -**Alat

Ponton Pancang	1 hari	Rp	7,309,807	Rp	7,309,807
Ponton Transport	1 hari	Rp	3,654,852	Rp	3,654,852
Work Boat	1 hari	Rp	1,693,408	Rp	1,693,408
Anchor Boat	1 hari	Rp	7,730,923	Rp	7,730,923
Hydraulic Hammer	1 hari	Rp	3,653,187	Rp	3,653,187
Generator Set	1 hari	Rp	1,659,320	Rp	1,659,320
Alat Bantu	1 hari	Rp	5,553	Rp	5,553

Rp 25,707,049Kondisi per hari **Total Rp 27,905,673**Kondisi 1 m (dimana tiang tegak 60 m) **Total Rp 465,094,55**

12 (1 titik) Penyambungan Tiang Pancang Baja					
Upah					
Mandor	0.02 OH	Rp	156,944	Rp	3,139
Tukang Las	0.2 OH	Rp	120,478	Rp	24,096
Pekerja	0.2 OH	Rp	102,296	Rp	20,459
				Rp	47,694
Bahan					
				Rp	-
Alat					
Mesin Las	1 jam	Rp	150,444	Rp	150,444
Generator 75 kVa	1 jam	Rp	141,625	Rp	141,625
Kawat Las	1 kg	Rp	33,860	Rp	33,860
				Rp	325,929
		Total		Rp	373,623
13 (1 titik) Potongan Tiang Pancang Baja					
Upah					
Mandor	0.25 OH	Rp	156,944	Rp	39,236
Tukang Las	0.5 OH	Rp	120,478	Rp	60,239
Pekerja	1 OH	Rp	102,296	Rp	102,296
				Rp	201,770
Bahan					
				Rp	-
Alat					
Generator 75 kVa	1 jam	Rp	141,625	Rp	141,625
Mesin las	1 jam	Rp	150,444	Rp	150,444
Alat Bantu Pemetong	1 hari	Rp	376,726	Rp	376,726
				Rp	668,795
		Total		Rp	870,566
14 (1 m2) Pengecatan Anti Korosi pada Las					
Upah					
Mandor	0.008 OH	Rp	156,944	Rp	1,256
Kepala tukang	0.025 OH	Rp	138,727	Rp	3,468
Tukang	0.25 OH	Rp	120,478	Rp	30,119
Pekerja	0.15 OH	Rp	102,296	Rp	15,344
				Rp	50,187
Bahan					
Cat Anti Karat	0.0279 liter	Rp	279,854	Rp	7,808
				Rp	7,808
Alat					
Kuas	0.5 buah	Rp	20,806	Rp	10,403
				Rp	10,403
		Total		Rp	68,398
15 (1 unit) Tes Pile Dynamic Analyzer					
Upah					
Pekerja	1 OH	Rp	102,296	Rp	102,296
				Rp	102,296
Bahan					
				Rp	-
Alat					
Alat Pile Dynamic Analyzer	1 unit	Rp	11,839,966	Rp	11,839,966
				Rp	11,839,966
		Total		Rp	11,942,262

Pekerjaan Beton**16 (1 m²) Pemasangan Perancah****Upah**

Mandor	0.01 OH	Rp	156,944	Rp	1,569
Kepala Tukang	0.05 OH	Rp	138,727	Rp	6,936
Tukang	1 OH	Rp	120,478	Rp	120,478
Pekerja	0.5 OH	Rp	102,296	Rp	51,148
				Rp	180,131

Bahan

Profil C 75 x 45 x 2,3	5.92 kg	Rp	17,383	Rp	102,909
Pelat Cincin Baja	39.92 kg	Rp	17,383	Rp	693,939
Kawat Las	0.25 kg	Rp	33,860	Rp	8,465

Rp 805,312**Alat**

Mesin Las	1 hari	Rp	1,152,158	Rp	1,152,158
Generator	1 hari	Rp	1,659,320	Rp	1,659,320

Rp 1,152,158Pemakaian 1 kali **Total Rp 2,137,602****17 (1 kg) Pembesian Ulir****Upah**

Mandor	0.0006 OH	Rp	156,944	Rp	94
Kepala Tukang	0.001 OH	Rp	138,727	Rp	139
Tukang	0.0098 OH	Rp	120,478	Rp	1,181
Pekerja	0.0098 OH	Rp	102,296	Rp	1,002
				Rp	2,416

Bahan

Besi Tulangan	1.05 kg	Rp	22,955	Rp	24,103
Kawat Bندات	0.015 kg	Rp	26,672	Rp	400

Rp 24,503**Alat**

Alat Bantu	1 hari	Rp	5,553	Rp	5,553
				Rp	5,553

Pemakaian 1 kali **Total Rp 32,472**

18 (10 m2) Bekisting

Upah

Mandor	0.1 OH	Rp	156,944	Rp	15,694
Kepala Tukang	0.5 OH	Rp	138,727	Rp	69,363
Tukang	2 OH	Rp	120,478	Rp	240,955
Pekerja	1 OH	Rp	102,296	Rp	102,296
				Rp	428,308

Bahan

Papan Kayu Bekisting	0.4 m2	Rp	1,131,200	Rp	452,480
Minyak Bekisting	0.1 kg	Rp	5,000	Rp	500
Support	1 litter	Rp	100,000	Rp	100,000
Papan Plywood 9 mm	4 bh	Rp	169,301	Rp	677,203
Paku	4 kg	Rp	25,805	Rp	103,218
				Rp	1,333,401

Alat

				Rp	-
Biaya 10 m2		Total		Rp	1,761,710
Biaya 1 m2		Total		Rp	176,170,98

19 (1 m3) Pengecoran Beton Ready Mix K-350

Upah

Mandor	0.1 OH	Rp	156,944	Rp	15,694
Kepala Tukang	0.5 OH	Rp	138,727	Rp	69,363
Tukang	1 OH	Rp	120,478	Rp	120,478
Pekerja	1 OH	Rp	102,296	Rp	102,296
				Rp	307,831

Bahan

Beton K-350	1 m3	Rp	961,628	Rp	961,628
				Rp	961,628

Alat

Concrete Pump	0.5 hari	Rp	1,120,066	Rp	560,033
Concrete Vibrator	0.5 hari	Rp	292,419	Rp	146,210
Anchor Boat	0.3 jam	Rp	966,365	Rp	289,910
Ponton Transport	0.5 jam	Rp	456,857	Rp	228,428
Alat Bantu	0.5 Ls	Rp	5,553	Rp	2,776
				Rp	1,227,357
		Total		Rp	2,496,816

20 (1m ³) Beton Bertulang					
20.a Poer Tunggal					
Beton	1 m ³	Rp	2,496,816	Rp	2,496,816
Besi Tulangan	195 kg	Rp	32,472	Rp	6,332,067
Bekisting	7.68 m ²	Rp	176,171	Rp	1,352,993
Perancah	1 m ²	Rp	2,137,602	Rp	2,137,602
				Rp	12,319,477
20.b Poer Ganda					
Beton	1 m ³	Rp	2,496,816	Rp	2,496,816
Besi Tulangan	195 kg	Rp	32,472	Rp	6,332,067
Bekisting	7.68 m ²	Rp	176,171	Rp	1,352,993
Perancah	1 m ²	Rp	2,137,602	Rp	2,137,602
				Rp	12,319,477
20.c Beton Isi Tiang					
Beton	1 m ³	Rp	2,496,816	Rp	2,496,816
Besi Tulangan	195 kg	Rp	32,472	Rp	6,332,067
				Rp	8,828,883
20.d Balok Melintang 60/90					
Beton	1 m ³	Rp	2,496,816	Rp	2,496,816
Besi Tulangan	195 kg	Rp	32,472	Rp	6,332,067
Bekisting	7.68 m ²	Rp	176,171	Rp	1,352,993
				Rp	10,181,876
20.e Balok Memanjang 60/90					
Beton	1 m ³	Rp	2,496,816	Rp	2,496,816
Besi Tulangan	195 kg	Rp	32,472	Rp	6,332,067
Bekisting	7.68 m ²	Rp	176,171	Rp	1,352,993
				Rp	10,181,876
20.f Plat Dermaga (t=0.3 m)					
Beton	1 m ³	Rp	2,496,816	Rp	2,496,816
Besi Tulangan	195 kg	Rp	32,472	Rp	6,332,067
				Rp	8,828,883
20.g Plank Fender					
Beton	1 m ³	Rp	2,496,816	Rp	2,496,816
Besi Tulangan	195 kg	Rp	32,472	Rp	6,332,067
				Rp	8,828,883
21 Tes kekuatan beton di lab					
	1 Ls	Rp	32,290,816	Rp	32,290,816

Pekerjaan Lain - Lain
22 (1 set) Pengadaan dan Pemasangan Bollard
Upah

Mandor	0.1 OH	Rp	156,944	Rp	15,694
Operator	1 OH	Rp	120,494	Rp	120,494
Tukang	0.5 OH	Rp	120,478	Rp	60,239
Pekerja	2 OH	Rp	102,296	Rp	204,591
				Rp	401,018

Bahan

Tee Bollard kapasitas 60 ton	1 buah	Rp	43,054,422	Rp	43,054,422
				Rp	43,054,422

Alat

Crane	0.5 hari	Rp	7,867,389	Rp	3,933,695
				Rp	3,933,695
		Total		Rp	47,389,135

23 (1 set) Pengadaan dan Pemasangan Fender
Upah

Mandor	0.1 OH	Rp	156,944	Rp	15,694
Operator	1 OH	Rp	120,494	Rp	120,494
Tukang	0.5 OH	Rp	120,478	Rp	60,239
Pekerja	2 OH	Rp	102,296	Rp	204,591
				Rp	401,018

Bahan

Fender Karet Tipe SCN 1300 + Frontal Frame	1 set	Rp	748,300,000	Rp	748,300,000
				Rp	748,300,000

Alat

Crane	1 hari	Rp	7,867,389	Rp	7,867,389
				Rp	7,867,389
		Total		Rp	756,568,408

24 (4m2 atau 1 modul) Pengadaan dan Pemasangan floating pontoon dan aksesoris

<u>Upah</u>					
Mandor	0.1 OH	Rp	156,944	Rp	15,694
Operator	0.5 OH	Rp	120,494	Rp	60,247
Tukang	2 OH	Rp	120,478	Rp	240,955
				Rp	316,897
<u>Bahan</u>					
Floating box HDPE	32 pcs	Rp	669,025	Rp	21,408,811
Baut panjang 80 cm HDPE	25 pcs	Rp	147,185	Rp	3,679,619
mur HDPE	75 pcs	Rp	32,113	Rp	2,408,491
Sepatu mur	25 pcs	Rp	42,818	Rp	1,070,441
Stainless steel bollard	1 pcs	Rp	1,873,271	Rp	1,873,271
Rubber Fender	1 pcs	Rp	93,663	Rp	93,663
Railing dia 3" x 90	2 pcs	Rp	669,024	Rp	1,338,047
Rope	5 m	Rp	26,760	Rp	133,802
Roller slider pilar	2 pcs	Rp	5,352,203	Rp	10,704,406
Papan lantai kalsideck 20	4 m2	Rp	573,001	Rp	2,292,002
Rangka hollow steel galvanis	4 m2	Rp	2,005,502	Rp	8,022,008
				Rp	53,024,561
<u>Alat</u>					
Tug Boat	0.5 hari	Rp	190,516	Rp	95,258
				Rp	95,258
		Total		Rp	53,436,716

25 (1 set) Pengadaan dan Pemasangan gangway

<u>Upah</u>					
Mandor	0.1 OH	Rp	156,944	Rp	15,694
Operator	0.5 OH	Rp	120,494	Rp	60,247
Tukang	4 OH	Rp	120,478	Rp	481,910
				Rp	557,852
<u>Bahan</u>					
Gangway 1.2 x 8 m	1 set	Rp	91,490,646	Rp	91,490,646
				Rp	91,490,646
<u>Alat</u>					
Crane	1 hari	Rp	7,867,389	Rp	7,867,389
				Rp	7,867,389
		Total		Rp	99,915,887

26 Biaya Operasi Kapal Keruk				
Upah				
Gaji ABK	3.5 OH	Rp	213,760,344	Rp 748,161,204
Survey Sounding	1 OH	Rp	89,866,194	Rp 89,866,194
Tunjangan	35 OH	Rp	9,839,592	Rp 344,385,720
Permakanan Awak Kapal	35 OH	Rp	2,469,600	Rp 86,436,000
Asuransi	1 OH	Rp	3,099,484	Rp 3,099,484
Perawatan	1 OH	Rp	96,657,534	Rp 96,657,534
				Rp 1,368,606,136
Bahan				
Operasi BBM dan Pelumas	150 lt/hr	Rp	105,278,582	Rp 15,791,787,300
Penggunaan Air Tawar Kapal	150 lt/hr	Rp	423,360	Rp 63,504,000
				Rp 15,855,291,300
Alat				
				Rp -
Total Biaya Operasional		Total		Rp 17,223,897,436
Biaya Operasional/Hari				Rp 114,825,982.91
Biaya Operasional/Jam	(asumsi 1 hari = 10 jam)			Rp 11,482,598.29
Biaya Operasional/M3				Rp 9,616.92

8.4 Perencanaan Anggaran Biaya

Dalam rencana anggaran biaya ini, tahapan tiap pekerjaan yang direncanakan meliputi :

- a. Pekerjaan persiapan
- b. Pekerjaan dermaga (*Include* dermaga sementara)

Berikut ini adalah rincian kebutuhan biaya dari masing – masing pekerjaan pada pembangunan dermaga ini (lihat pada **Tabel 8.9**)

Tabel 8 9 Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
I Pekerjaan Persiapan					
a.	Papan Nama Proyek	1.00	ls	350,000	350,000
b.	Pekerjaan Pengerukkan	589645.31	m3	69,617	41,049,288,167
c.	Pembersihan lokasi pekerjaan dengan alat berat	10.00	hr	6,610,970	66,109,705
d.	Mobilitas dan Demobilitas	1.00	ls	130,000,000	130,000,000
e.	Stakeout, Positioning dan Sounding	150.00	hr	100,758,225	15,113,733,757
f.	Fasilitas Sementara	1.00	ls	738,813,878	738,813,878
g.	Jetty Temporary	1.00	ls	675,000,000	675,000,000
h.	Perlengkapan keamanan & Keselamatan Kerja	1.00	ls	107,097,874	107,097,874
i.	Adminstrasi Dokumen dan Komunikasi	1.00	ls	85,247,755	85,247,755
				Sub Total	57,965,641,135
II Pekerjaan Dermaga Multipurpose					
a.	<i>Pekerjaan Tiang Pancang Tegak</i>				
1	Pengadaan SPP dia 812.8	2100.00	m	16,708,964	35,088,823,741
2	Pengangkutan tiang pancang	2100.00	m	454,978	955,454,396
3	Pemancangan tiang tegak	2100.00	m	558,113	1,172,038,255
4	Penyambungan tiang pancang	224.00	titik	373,623	83,691,474
5	Pemotongan tiang pancang	56.00	titik	870,566	48,751,671
7	Pengecetan anti korosi pada las	571.69	m2	68,398	39,102,732
6	Tes PDA	3.00	buah	11,942,262	35,826,785
b.	<i>Pekerjaan Tiang Pancang Miring</i>				
1	Pengadaan SPP dia 812.8	4066.00	m	16,708,964	67,938,646,349
2	Pengangkutan tiang pancang	4066.00	m	454,978	1,849,941,702
3	Pemancangan tiang miring	4066.00	m	465,095	1,891,074,422
4	Penyambungan tiang pancang	428.00	titik	373,623	159,910,495
5	Pemotongan tiang pancang	107.00	titik	870,566	93,150,514
7	Pengecetan anti korosi pada las	1092.34	m2	68,398	74,714,148
6	Tes PDA	3.00	buah	11,942,262	35,826,785
c.	<i>Pekerjaan Beton</i>				
1	Beton Isian dengan selimut tiang pancang				
a.	Pemasangan Bekisting	459.39	m2	176,171	80,931,992
b.	Penulangan	3130.20	kg	32,472	101,644,318
c.	Pengecoran beton readymix K350	3191.11	m3	2,496,816	7,967,611,833
2	Poer Tunggal				
a.	Pemasangan Perancah	97.20	m2	2,137,602	207,774,866
b.	Pemasangan Bekisting	306.26	m2	176,171	53,954,661
c.	Penulangan	10212.18	kg	32,472	331,611,277
d.	Pengecoran beton readymix K350	219.14	m3	2,496,816	547,142,299
3	Poer Ganda				
a.	Pemasangan Perancah	97.20	m2	2,137,602	207,774,866
b.	Pemasangan Bekisting	153.13	m2	176,171	26,977,331
c.	Penulangan	5344.69	kg	32,472	173,553,566
d.	Pengecoran beton readymix K350	114.69	m3	2,496,816	286,354,848

4	Plank Fender				
	a. Pemasangan Perancah	230.00	m2	2,137,602	491,648,346
	b. Pemasangan Bekisting	98.00	m2	176,171	17,264,756
	c. Penulangan	3288.24	kg	32,472	106,776,119
	d. Pengecoran beton readymix K350	98.00	m3	2,496,816	244,687,981
5	Balok Melintang				
	a. Pemasangan Perancah	225.00	m2	2,137,602	480,960,338
	b. Pemasangan Bekisting	486.00	m2	176,171	85,619,098
	c. Penulangan	26574.33	kg	32,472	862,925,374
	d. Pengecoran beton readymix K350	461.70	m3	2,496,816	1,152,780,006
6	Balok Memanjang				
	a. Pemasangan Perancah	235.20	m2	2,137,602	502,763,873
	b. Pemasangan Bekisting	480.00	m2	176,171	84,562,072
	c. Penulangan	26246.26	kg	32,472	852,271,974
	d. Pengecoran beton readymix K350	456.00	m3	2,496,816	1,138,548,154
7	Pelat Lantai				
	a. Pemasangan Perancah	1339.80	m2	2,137,602	2,863,958,493
	b. Pemasangan Bekisting	4800.00	m2	176,171	845,620,722
	c. Penulangan	151443.46	kg	32,472	4,917,692,532
	d. Pengecoran beton readymix K350	1920.00	m3	2,496,816	4,793,886,965
d.	Pekerjaan Bolland	14.00	set	47,389,135	663,447,888
e.	Pekerjaan Fender dan front pad	14.00	set	756,568,408	10,591,957,709
				Sub Total	150,149,657,724

8.5 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya harga adalah hasil penjumlahan dari setiap pekerjaan dan ditambahkan keuangan bagi kontraktor sebesar 10% dan pajak Pertambahan Nilai sebesar 10%. Berikut adalah rekapitulasi pembangunan dermaga multipurposes : (lihat **Tabel 8.9**)

Tabel 8 10 Rekapitulasi rencana anggaran biaya

No	Uraian Pekerjaan	Harga (Rp.)
1	Pekerjaan Persiapan	57,965,641,135
2	Pekerjaan Dermaga Multipurpose	150,149,657,724
	Jumlah	208,115,298,859
	Total (Dibulatkan)	208,115,299,000
<p><i>Terbilang : "Dua ratus delapan milyar seratus lima belas juta dua ratus sembilan puluh sembilan ribu rupiah "</i></p>		

**)Halaman ini sengaja dikosongkan*

BAB IX RESUME DESAIN

Berdasarkan hasil analisa, perencanaan, serta evaluasi yang dilakukan pada bab-bab sebelumnya, diperoleh beberapa resume desain sebagai berikut :

1. Struktur yang direncanakan terdiri dari dermaga *multipurpose*.
2. Hasil dari evaluasi layout perairan maupun daratan dapat dilihat pada **Tabel 9.1**, dan **Tabel 9.2**

Tabel 9 1 Hasil evaluasi *layout* perairan

Kebutuhan Fasilitas Perairan	Uraian	Dimensi Hasil Evaluasi	Kesimpulan
Alur Masuk/ <i>Entrance Channel</i>	Kedalaman	-9,5 mLWS	Tidak perlu pengerukan
	Panjang	2690 m	Digunakan 2690 m
	Lebar	65 m	Digunakan 65 m
	Jari – jari tikungan	520 m	Digunakan 520 m
Kolam Putar/ <i>Turning Basin</i>	Kedalaman	-9,5 mLWS	Tidak Perlu pengerukan
	Diameter	260 m	Digunakan 260 m
Kolam Dermaga/ <i>Basin</i>	Kedalaman	-9,5 mLWS	Perlu ada pengerukan
	Panjang	250 m	Digunakan 250 m
	Lebar	25 m	Digunakan 25 m
Pengerukan	Luas	589645,31 m ³	Digunakan 589645,31 m ³

Tabel 9 2 Hasil evaluasi *layout* daratan

Kebutuhan Fasilitas Perairan	Uraian	Dimensi Hasil Evaluasi	Kesimpulan
Dermaga <i>Marginal Wharf</i>	Elevasi	+3.70 mLWS	Digunakan
	Panjang	160 m	Digunakan 160 m
	Lebar	30 m	Digunakan 30 m

3. Struktur dermaga menggunakan tipe *open pier* dengan struktur beton bertulang. Spesifikasi struktur dermaga adalah sebagai berikut :

- a. Dimensi struktur : 160 m x 30 m
- b. Elevasi permukaan : + 4,70 mLWS
- c. Selimut beton : 0,07 m
- d. Tebal plat lantai : 0,4 m
- e. Dimensi balok melintang : 0,6 m x 0,95 m
- f. Dimensi balok memanjang : 0,6 m x 0,95 m
- g. Dimensi pile cap tunggal : 1,6 m x 1,6 m x 0,8 m
- h. Dimensi pile cap ganda : 3,2 m x 1,6 m x 0,8 m
- i. Plank fender : 2.8 m x 1 m
- j. Mutu beton : K-350
- k. Mutu baja : U-39
- l. Tulangan pelat : D16
- m. Tulangan lentur : D22
- n. Tulangan geser : D13
- o. Tiang pancang baja : dia. 812.8 mm, t 16 mm
- p. Kemiringan tiang : 1 : 6
- q. Kedalaman tiang tegak : 35 m
- r. Kedalaman tiang miring : 35.5 m
- s. *Fender* : SCN 1300 F 1.7
- t. *Bollard* : Tee bollard 60 ton

4. Adapaun metode yang akan digunakan dalam perencanaan dermaga *multipurpose* adalah pekerjaan pendahuluan, pengerukkan dasar laut dan kolam pelabuhan, pekerjaan dinding penahan tanah, pekerjaan konstruksi dermaga, pemasangan fasilitas penunjang, pemasangan fasilitas bongkar muat (HMC)
5. Rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk pembangunan dermaga untuk kapal general cargo dan petikemas 10.000 DWT sebesar **Rp. 208.115.299.000,-**(Terbilang: "Dua ratus dua milyar seratus empat puluh sembilan juta delapan ratus tujuh puluh tiga ribu rupiah ").

**)Halaman ini sengaja dikosongkan*

DAFTAR PUSTAKA

- Blake, T.F., 1997. "Formula (4), Summary Report of Proceedings of the NCEER Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils". Youd, T.L., and Idriss, I.M., eds. *Technical Report NCEER, 97-0022*.
- Clark, C. O., J. E. Cole and P. J. Webster, 1999. Indian Ocean SST and Indian summerrainfall: predictive relationships and their decadal variability. IPB. Bogor.
- Dinas Perhubungan, 2011, Rencana Strategis Kementerian Perhubungan Tahun 2010-2014
- Dishidros TNI AL. 2006. Survei Hidrografi: Perencanaan Survei Hidrografi. Markas Besar TNI Angkatan Laut Jawatan Hidro-Oceanografi, Jakarta.
- Djaja, R. 1989. Cara Perhitungan Pasut Laut dengan Menggunakan Metode Admiralty
- Fathoni, A. 2006. Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi. Rineka Cipta. Jakarta
- Huang, Zhi., Scott I. Nichoi, Peter T. Harris, and M. Julian Caley. 2014. Classificaton of Submarine Canyons of the Australian Continental Margin. *Journal of Marine Geology* 357 (2014) 362 – 383.
- Hutabarat, S dan S. M. Evans. 1986. Pengantar Oseanografi. Universitas Press. Jakarta.
- Mayerhoff, G.G., 1956. Penetration test and bearing capacity of cohesionless soils, J.Soil Mech. Found.Div., ASCE, 28 (1)

- Nawir, dkk., 2002, ISSN 0863-2982, Prediksi Penurunan Tanah Menggunakan Observasi Asaoka di Bontang, Kalimantan Timur, ITB
- Ongkosongo, Otto S.R dan Suyarso. 1989. Pasang-Surut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Jakarta, 257 hlm.
- PIANC, 2014. Classification of Soils and Rocks for The Maritime Dredging Process. Brusell : PIANC.
- Pipkin, B.W., D.S Gorsline., R. E. Casey and D.E. Hammond. 1987. Laboratory Exercises in Oceanography. 2nd Edition. W.H. Freeman and Company, New York.
- Poerbandono dan Djunarsjah, E. 2005. Survei Hidrografi. PT. Refika Aditama, Bandung, 163 hlm.
- Prof. Ir. W.J Vlasblom, 1983 Designing Dredging Equipment. Lecture Notes, Delft University of Technology.
- R.N. Bray, A.D. Bates, J.M. Land, 1997. Dredging, A Handbook for Engineers. Virginia: Arnold
- Syahputra, Hendry dan R. Bambang. 2016. Analisis Perbandingan Akurasi Model Prediksi Pasang Surut: Studi Kasus di Selat Lantaka, Flores Timur, NusaTenggara Timur.
- The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan, *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan*, Daikousha Printing Co., Ltd.,Japan, 2002.
- Triatmodjo, Bambang, 2003, Pelabuhan, Beta offset, Yogyakarta.

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Cilacap, 06 Januari 1996, merupakan anak pertama dari dua bersaudara dengan nama lengkap Bayu Agung Gilang Wibowo. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SMA Negeri 3 Cilacap, kemudian meneruskan di Diploma III Teknik Sipil Bangunan Gedung UNS jalur undangan pada tahun 2013, dan terdaftar sebagai mahasiswa ITS pada tahun 2017 dengan NRP 03111745000030 melalui jalur seleksi Lintas Jalur.

Selama di ITS, penulis aktif dalam kegiatan internal kampus dan eksternal kampus. Pada masa studi di Departemen Teknik Sipil penulis kerap menerima pekerjaan sebagai asisten proyek-proyek tertentu serta terlibat dalam beberapa kompetisi regional/nasional. Penulis mengambil bidang studi transportasi khususnya pelabuhan dengan harapan menantang diri untuk lebih dari sebelumnya dengan mengkombinasikan beberapa disiplin ilmu teknik sipil.

Email: bayu.ftsp@gmail.com
bayu.17031@mhs.its.ac.id



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



Form AK/TA-04
rev01

NAMA PEMBIMBING	: Ir. Fudholly . M.Sc.
NAMA MAHASISWA	: Bayu Agung Gilang Wibowo
NRP	: 03111745 000030
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Dermaga Multipurpose di TERSUS PT Pupuk Kaltim
TANGGAL PROPOSAL	: 21 Januari 2019.
NO. SP-MMTA	: 15194 / IT2 . VI. 4 . 1 / PP . 05 . 02 . 00 / 2019.

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
01	25/02	<ul style="list-style-type: none"> - Analisa data tanah - Munculkan pembuktian data angin 	<ul style="list-style-type: none"> - Buat Fetch. 	
02	05/03	<ul style="list-style-type: none"> - Bathimetri & Fetch. - panjang layout daratan hanya untuk 1 kapal & luasan juga berdasarkan slope & pengerukan. - luasan pengerukan diubah - gambar layout operasi alat di atas dermaga. 	<ul style="list-style-type: none"> - Buat 5 potongan melintang dermaga. 	
03	05/04	<ul style="list-style-type: none"> - Pangang layout & luasan pengerukan - skala potongan pengerukan disamakan antara vertikal & horizontal. - perbaiki potongan dermaga. (dimensi bollard, garis putus-putus untuk tanah asli, tiang pancang miring & balok memanjang) 	<ul style="list-style-type: none"> - untuk Ea. gunakan konversi real dari kH ke ton. - kontrol gaya tarik bollard terhadap tiang pancang - pisahkan gambar saat kondisi pasang & surut. 	



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	: Ir. Fuddoly . M.Sc.
NAMA MAHASISWA	: Bayu Agung Silang Wibowo
NRP	: 03111745000030
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Dermaga Multipurpose di TERSUT PT Pupuk Kaltim
TANGGAL PROPOSAL	: 21 Januari 2019
NO. SP-MMTA	: 15199 / IT2. VI. 4. J / PP. 05. 02. 00 / 2019.

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
04	30/04	<ul style="list-style-type: none"> - ubah jarak balok (sumbu x) dari 8m ke 6m - gunakan tipe fender dengan defleksi 75 - 89% 	<ul style="list-style-type: none"> - ubah peraturan plat dari ST11 ke PBI 71 	
05	10/05	<ul style="list-style-type: none"> - ubah tulangan plat ke D22 - 100 - Pertahankan bollard gunakan B5 untuk sudut. 	<ul style="list-style-type: none"> - jelaskan metode pelaksanaan dengan umur schedule. 	
06	25/05	<ul style="list-style-type: none"> - gambar bollard dibuat terpisah - naikkan muka elevasi dermaga. 		



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	: Ir. Fudddy . M.Sc
NAMA MAHASISWA	: Bayu Agung Gilang Wiboko
NRP	: 031117 45 000030
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Dermaga Multipurpose di TERSUS PT Pupuk Kaltim
TANGGAL PROPOSAL	: 21 Januari 2019
NO. SP-MMTA	: 15194 / IT2 . VI . 4 . I / PP . 05 . 02 . 00 / 2019

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
07	23/09	<ul style="list-style-type: none"> - perhitungan struktur - momen maksimum boom crane 	<ul style="list-style-type: none"> - ceritakan prolog pada metode pelaksanaan - penjelasan metode pelaksanaan disebut di RAB - jelaskan gambar & urutan - buat temporary jetty. 	
08	21/10	<ul style="list-style-type: none"> - gambar dinding penahan tanah. - urutan metode pelaksanaan 	<ul style="list-style-type: none"> - tempat penyimpanan sementara digambar. - schedule dimasukkan sesuai dengan kapasitas tenaga alat - fondasi pemancangan diuraikan dalam 1 hari yang sama - PDA 1% dr jumlah total titik, solusi cek data tanah, yang di ter digunakan mn dibuat & untuk tiap sisi-sisi - harga masih namun metode pelaksanaan semi precast. 	



Form AK/TA 04
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)
Jurusan Teknik Sipil II, 2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111
Telp. 031-5946094, Fax. 031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi
NAMA MAHASISWA	: Bayu Agung Gilang Wibowo
NRP	: 03111741000030
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Pemukiman Multipurpose di TERSUS PT Pupuk Kaltim
TANGGAL PROPOSAL	: 21 Januari 2010
NO. SP-MMTA	: 15104 / ITA . VI . 4 . 1 / PP . 05 . 02 . 00 / 2010 .

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
	08/05	- Identifikasi jenis tanah - Klarifikasi kemiringan lereng		
	14/05	- daya dukung ijin aktual tekam tiang pancang - penentuan ts (pondasi rakit)		
	21/05	- Perkuatan DPT - cek overall stability		
	22/05	- overall tidak memenuhi dan diperlukan perkuatan DPT & straus pile. - Check ulang perhit dig pondasi		
	02/11	- Cek. teori yang digunakan untuk perhitungan Qc. - Tunjukkan TA Report versi lengkap & benar.		
	15/12	Sda beberapa point "minor" yg harus diselesaikan. Lanjut > lisa		

BORING LOG

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA
 - : 9&10 DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 CLIENT : PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR
 LOCATION : PENDALAMAN ALUR
 BORE HOLE NO. : LDT-1
 DEPTH : 15.00 m
 ELEVATION : -
 COORDINATES : PN=1364 ; PE=3377

G W L. : -
 DATE : February 5, 2012
 BORING METHOD : Coring, Sampling
 SAMPLING METHOD : Thin walled (shelby) tube
 SPT : Automatic Hammer
 DRILLER : Dadang S.
 LOGGER : Ukon R.
 DRAWN BY : Nick Page 1 of 1

SAMPLE	DEPTH (meter)	USCS	CHART	GRAPH SYMBOL	ROCK/SOIL DESCRIPTION	DEPTH (meter)	qu (kg/cm ²)	SPT - N value		RECOVERY (%)	
								Depth (m)	BLOWS PER CM		N PER FOOT
								40	80	40	80
	0.00				CLAY, dark gray coloured, high plasticity, very soft to soft.						
	1.00					1.00	0.12				
	1.70		CH			1.70	0.12				
	2.00					2.00	0.16				
	3.00					3.00	0.19				
	4.00				CLAY, light gray coloured, high plasticity, few shell fragments, very soft to soft.	4.00	0.22				
	5.00		CH			5.00	0.25				
	5.70					5.70	0.25				
	6.00					6.00	0.25				
	7.00				ORGANIC CLAY, dark gray coloured, high plasticity, soft.	7.00	0.25				
	8.00		OH			8.00	0.50				
	9.00					9.00	0.25				
	10.00				SANDY SILT with CARBON, light gray coloured, low plasticity, soft.	10.00	-				
	11.00		ML			11.00	-				
	12.00				SILTY SAND, light gray coloured, fine grained sands, dense.	12.00	-				
	13.00		SM			13.00	-				
	14.00					14.00	-				
	15.00				END OF BORING CASING DOWN TO 13.50 METERS IN DEPTH	15.00	-				

BORING LOG

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA
 - : 9&10 DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 CLIENT : PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR
 LOCATION : PENDALAMAN ALUR
 BORE HOLE NO. : LDT-2
 DEPTH : 15.70 m
 ELEVATION : -
 COORDINATES : PN=899 ; PE=4138

G W L. : -
 DATE : February 4, 2012
 BORING METHOD : Coring, Sampling
 SAMPLING METHOD : Thin walled (shelby) tube
 SPT : Automatic Hammer
 DRILLER : Dadang S.
 LOGGER : Ukon R.
 DRAWN BY : Nick Page 1 of 1

SAMPLE DEPTH (meter)	USCS CHART	GRAPH SYMBOL	ROCK/SOIL DESCRIPTION	DEPTH (meter)	qu (kg/cm ²)	SPT - N value		RECOVERY (%)
						Depth (m)	BLOWS PER CM	
							40 80	40 80
1.00 1.70	CL	[Diagonal Hatching]	CLAY, light brown coloured, few shell fragments, low plasticity, very soft.	1.00 1.70 2.00 3.00 4.00	0.03 0.05 0.05 0.05 0.06			
5.00 5.70	CH	[Diagonal Hatching]	CLAY, light gray coloured, low to medium plasticity, few shell fragments, soft.	5.00 5.70 6.00 7.00 8.00 9.00	0.06 0.06 0.06 0.06 0.08 0.08			
10.00 10.70	OH	[Diagonal Hatching]	ORGANIC CLAY and PEAT, dark gray coloured, medium plasticity, soft.	10.00 11.00 12.00 13.00 14.00 15.00	0.22 0.22 0.25 0.25 0.25 0.25			
15.00 15.70			END OF BORING CASING DOWN TO 15.00 METERS IN DEPTH	15.70	-			

LABORATORY TEST TABLE

PENYELIDIKAN TANAH DERMAGA 9 & 10 DAN SURVEY MATERIAL

PT. PUPIK KALIMANTAN TIMUR

Location : Pendalaman Alur/Survey Material

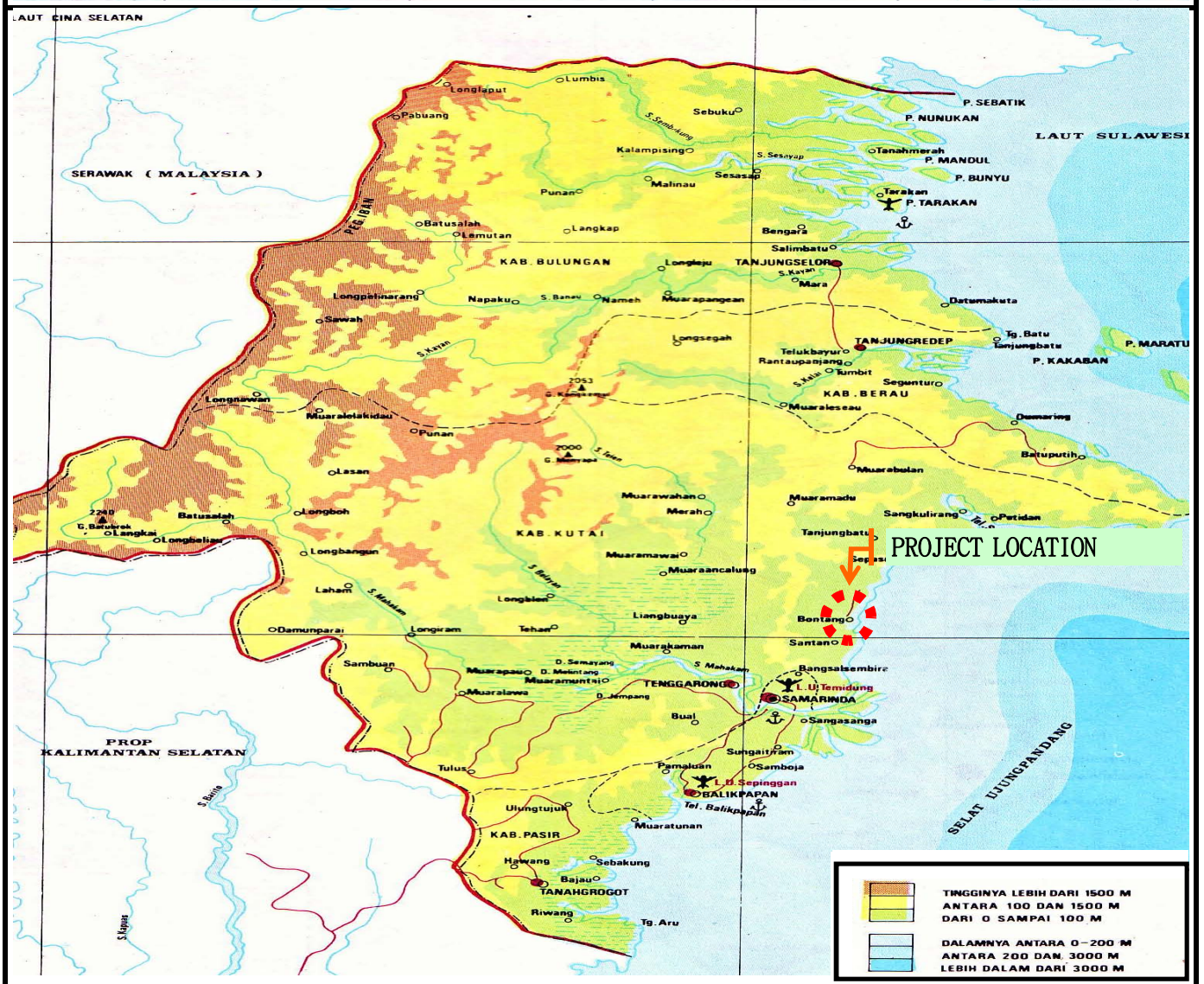
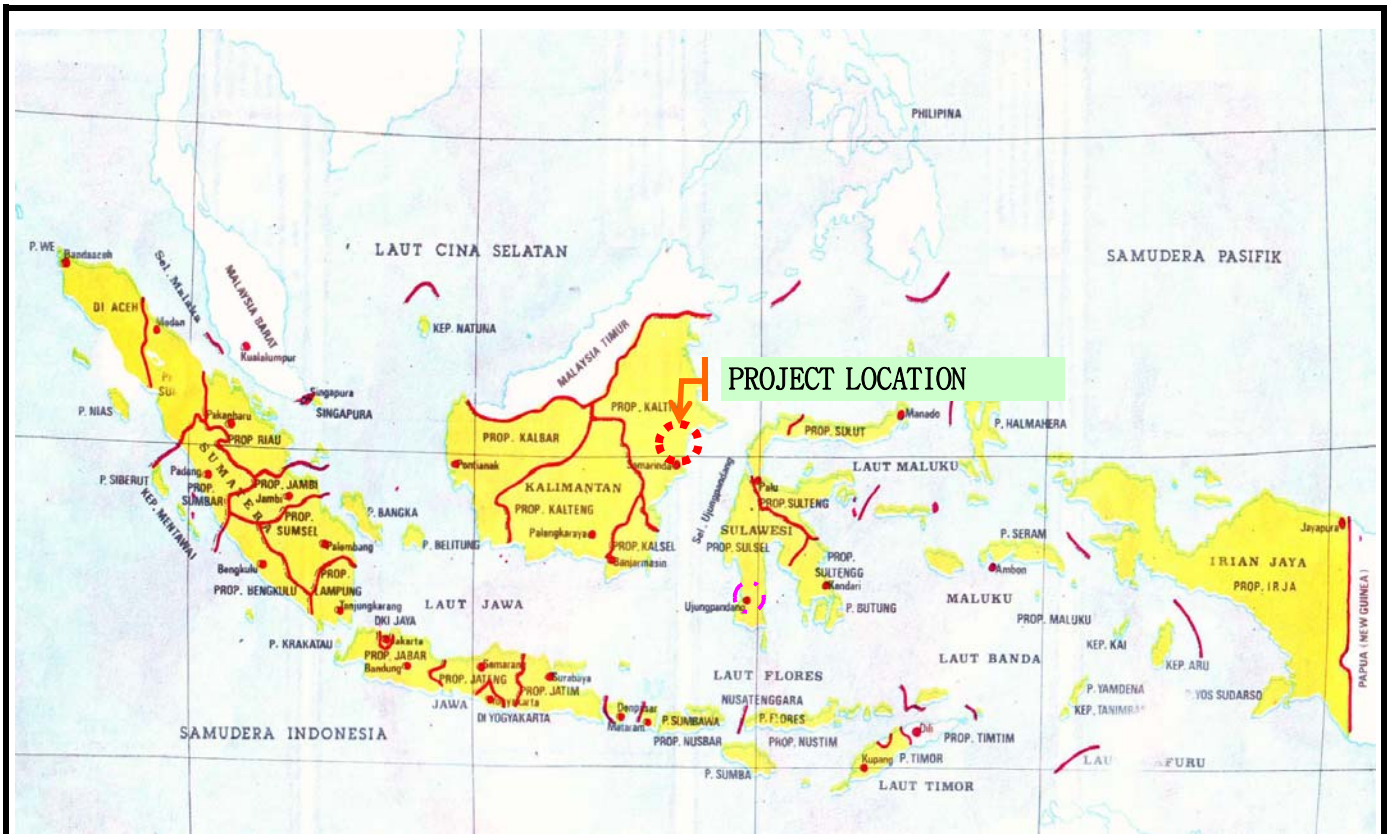
Bore Hole No.	Depth in meter	Specific Gravity Gs	Density		Water Content wn %	Atterberg limits			Liquidity Index IL	Void Ratio e	Porosity n %	Degree of Saturation Sr %	Finer by weight passing no 200 sieve %	Unconfined		Triaxial UU (Total Stress)		Consolidation	
			γ_m t/m ³	γ_d t/m ³		Liquid Limit wL %	Plastic Limit wP %	Plasticity Index IP %						qu kg/cm ²	St kg/cm ²	c kg/cm ²	ϕ deg	Cc	Pc kg/cm ²
LDT-1	1.00 - 1.70	2.58	1.47	0.82	78.9	90.4	27.7	62.7	0.82	2.14	68	95	98	0.20	1.6	-	-	-	-
	5.00 - 5.70	2.70	1.68	1.07	56.6	55.2	21.1	34.1	1.04	1.52	60	100	91	0.10	1.8	-	-	-	-
LDT-2	1.00 - 1.70	2.68	1.53	0.87	76.3	75.8	26.1	49.7	1.01	2.09	68	98	96	0.08	1.3	-	-	-	-
	5.00 - 5.70	2.68	1.57	0.94	67.6	68.4	21.2	47.2	0.98	1.86	65	97	95	0.04	1.3	-	-	-	-
	10.00 - 10.70	2.54	*	*	62.5	84.7	26.5	58.2	0.62	*	*	*	99	*	*	-	-	-	-
	15.00 - 15.70	2.55	1.56	0.94	65.9	85.8	26.6	59.2	0.66	1.72	63	98	83	*	*	-	-	-	-
LTH-1	7.00 - 7.70	2.67	2.01	1.62	24.0	39.1	16.0	23.1	0.35	0.65	39	99	69	0.59	1.3	-	-	-	-
	11.00 - 11.70	2.66	2.01	1.62	24.1	36.9	17.9	18.9	0.33	0.64	39	100	94	0.64	1.9	-	-	-	-
	15.00 - 15.70	2.60	1.95	1.55	26.3	54.1	21.4	32.8	0.15	0.68	41	100	93	0.88	1.7	-	-	-	-
LTH-2	10.00 - 10.70	2.58	1.94	1.54	26.3	65.2	22.1	43.1	0.10	0.68	41	100	99	1.90	1.4	-	-	-	-
LTH-3	1.00 - 1.70	2.67	1.57	0.91	73.4	71.2	26.5	44.7	1.05	1.95	66	100	89	0.12	1.2	-	-	-	-
	5.00 - 5.70	2.64	1.47	0.76	94.3	98.1	35.6	62.5	0.94	2.50	71	100	90	0.07	1.6	-	-	-	-
	10.00 - 10.70	2.67	2.07	1.78	16.5	17.2	12.1	5.1	0.86	0.50	33	87	40	*	*	-	-	-	-
	15.00 - 15.50	2.67	2.06	1.69	21.7	51.0	18.4	32.6	0.10	0.58	37	100	98	*	*	-	-	-	-

Note : * : The sample can not be trimmed or not enough

- : No test in a part of sample

APPENDIX - A

PROYEK DERMAGA 10 – PT.PUPOK KALTIM, BONTANG, KALIMANTAN TIMUR



BORING LOG

P.T. SOILENS

PROJECT	: PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA	SEA WATER LEVEL	: +5.00 m.
	: 9&10 DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN	DATE	: February 14 to 16, 2012
CLIENT	: PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR	BORING METHOD	: Coring, Sampling
LOCATION	: DERMAGA 9 & 10	SAMPLING METHOD	: Thin walled (shelby) tube
BORE HOLE NO.	: THS-1	SPT	: Automatic Hammer
DEPTH	: 50.45 m	DRILLER	: Agus S.
ELEVATION	: 2.00m ICD	LOGGER	: Ukon R.
COORDINATES	: PN=1100 ; PE=5075	DRAWN BY	: Nick Page 1 of 2

SAMPLE	DEPTH (meter)	USCS CHART	GRAPH SYMBOL	ROCK/SOIL DESCRIPTION	DEPTH (meter)	qu (kg/cm2)	SPT - N value			RECOVERY (%)			
							Depth (m)	BLOWS PER CM	N PER FOOT		40	80	
									40	80			
	0.00	CL		CORALLY CLAY, light gray coloured, low plasticity, trace gravels and boulder 10-20 cm diameter, soft to medium stiff.	1.00	-	1.15	5/30					
				1.45	-								
				3.00	-	3.15	4/30						
				3.45	-								
				5.00	-	5.15	4/30						
				5.45	-								
				7.00	-	7.15	3/30						
				7.45	-								
				9.00	-	9.15	2/30						
				9.45	-								
	13.45	CL		CLAY, gray coloured, low plasticity, few shell fragments, soft.	13.00	-	13.15	2/30					
	13.45												
	15.00	CL		SILTY CLAY, dark gray coloured, few fine grained sands and shell fragments, soft.	15.00	0.25							
	15.70												
	15.70	CH		SILTY CLAY, yellowish to light brown coloured, high plasticity, few fine grained sands at 19.50-19.95 meters in depth, soft.	15.70	0.25	15.85	7/30					
	17.00					16.15	1.00						
	17.00					17.00	1.00	17.50	5/30				
	17.70					17.70	1.00						
	17.70					18.15	1.00						
	19.95	SC		CLAYEY SAND, yellowish gray coloured, medium dense to dense.	19.00	1.00							
	21.00					19.95	1.00	19.65	5/30				
	21.00	CH		SILTY CLAY, light brown coloured, high plasticity, medium stiff to stiff.	21.00	-							
	21.95					21.50	1.00	21.65	4/30				
	21.95	SP		SAND, light gray coloured, fine grained, poorly graded, medium dense to dense.	21.95	0.75							
						23.50	-	23.65	9/30				
						23.95	-						
						25.50	-	25.65	29/30				
						25.95	-						
				27.50	-	27.65	27/30						
				27.95	-								
	30.00			END OF THIS PAGE CONTINUOUS TO NEXT PAGE.	29.50	-	29.65	31/30					
					29.95	-							

BORING LOG

P.T. SOILENS

PROJECT	: PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA	SEA WATER LEVEL	: +5.00 m.
-	: 9&10 DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN	DATE	: February 14 to 16, 2012
CLIENT	: PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR	BORING METHOD	: Coring, Sampling
LOCATION	: DERMAGA 9 & 10	SAMPLING METHOD	: Thin walled (shelby) tube
BORE HOLE NO.	: THS-1	SPT	: Automatic Hammer
DEPTH	: 50.45 m	DRILLER	: Agus S.
ELEVATION	: 2.00m ICD	LOGGER	: Ukon R.
COORDINATES	: PN=1100 ; PE=5075	DRAWN BY	: Nick Page 2 of 2

SAMPLE	DEPTH (meter)	USCS CHART	GRAPH SYMBOL	ROCK/SOIL DESCRIPTION	DEPTH (meter)	qu (kg/cm2)	SPT - N value			RECOVERY (%)	
							Depth (m)	BLOWS PER CM	N PER FOOT		
									40		80
	30.00	SP		SAND, light gray coloured, fine grained, poorly graded, medium dense to dense.	31.50	-	31.65	30/30			
	31.50			31.95							
	33.00	SW		SAND, light to dark gray coloured, fine to coarse grained, well graded, dense.	33.00	-	33.65	10/30			
	33.00			33.50	33.95						
	35.50	SP		SAND, gray coloured, fine grained, poorly graded, dense.	35.00	-	35.65	30/30			
	35.50			35.50	35.95						
	39.95	CH		SILTY CLAY, dark gray coloured, high plasticity, stiff.	37.50	-	37.65	33/30			
	39.95			39.50	39.95						
	41.00	CH			41.00	1.00	41.85	4/30			
	41.70			41.70	42.15						
	43.00	SP		SAND, dark gray coloured, fine grained, poorly graded, few carbon, dense.	43.00	1.00	43.65	29/30			
	43.00			43.50	43.95						
	45.50	SP			45.50	-	45.65	31/30			
	45.50			45.95							
	47.50	SP			47.50	-	47.85	31/30			
	47.50			47.95							
	50.45			END OF THIS BORING CASING DOWN TO 50.00 METERS IN DEPTH.	50.00	-	50.15	32/30			
	50.45				50.45						

BORING LOG

P.T. SOILENS

PROJECT	: PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA	SEA WATER LEVEL	: + 4.00 m.
-	: 9&10 DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN	DATE	: February 3 to 6, 2012
CLIENT	: PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR	BORING METHOD	: Coring, Sampling
LOCATION	: DERMAGA 9 & 10	SAMPLING METHOD	: Thin walled (shelby) tube
BORE HOLE NO.	: THS-2	SPT	: Automatic Hammer
DEPTH	: 50.45 m	DRILLER	: Agus S.
ELEVATION	: 0.90m ICD	LOGGER	: Ukon R.
COORDINATES	: PN=980 ; PE=4600	DRAWN BY	: Nick Page 1 of 2

SAMPLE	DEPTH (meter)	USCS CHART	GRAPH SYMBOL	ROCK/SOIL DESCRIPTION	DEPTH (meter)	qu (kg/cm2)	SPT - N value				RECOVERY (%)		
							Depth (m)	BLOWS PER CM	N PER FOOT				
									40	80			
	0.00	GP		CORALLY SAND, light gray coloured, fine grained sands, few shell fragments, very loose to loose.	1.00	-	1.15	2/30					
				1.45	-								
				3.00	-	3.00	1/45						
				5.00	-	5.15	2/30						
				5.45	-								
				7.00	-	7.15	4/30						
				7.45	-								
				9.00	-	9.15	6/30						
				9.45	-								
	10.00			ML		SILT, light gray coloured, trace to few corally shell fragments, low plasticity, very soft to soft.	10.50	-					
		11.20	0.25			11.35	5/30						
		11.65	0.25										
		13.00	0.25			13.15	2/30						
		13.45	0.25										
	15.00	CL		CORALLY CLAY, light gray coloured, low plasticity, soft.	15.00	0.25							
				15.70	0.25	15.85	4/30						
		16.15	0.25										
		17.50	0.25	17.50	1/50								
		18.00	0.25										
	19.00	CL		CLAY, dark gray coloured, low plasticity, soft.	19.00	0.25							
				19.70	0.25	19.70	1/50						
		20.20	0.25										
		21.50	0.25	21.65	4/30								
		21.95	0.25										
	23.50	OH		ORGANIC CLAY, blackish gray coloured, high plasticity, stiff.	23.50	0.25	23.65	14/30					
				23.95	-								
	25.00	CH		CLAY, dark gray coloured, high plasticity, medium stiff.	25.00	0.50							
				25.70	0.50	25.85	6/30						
		26.15	1.00										
	27.50	CH		CLAY, dark gray coloured, high plasticity, medium stiff.	27.50	0.50	27.65	5/30					
				27.95	0.50								
		29.50	2.50	29.65	14/30								
	30.00			END OF THIS PAGE CONTINUOUS TO NEXT PAGE.	29.95	1.50							

BORING LOG

P.T. SOILENS

PROJECT	: PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA	SEA WATER LEVEL	: + 4.00 m.
-	: 9&10 DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN	DATE	: February 3 to 6, 2012
CLIENT	: PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR	BORING METHOD	: Coring, Sampling
LOCATION	: DERMAGA 9 & 10	SAMPLING METHOD	: Thin walled (shelby) tube
BORE HOLE NO.	: THS-2	SPT	: Automatic Hammer
DEPTH	: 50.45 m	DRILLER	: Agus S.
ELEVATION	: 0.90m ICD	LOGGER	: Ukon R.
COORDINATES	: PN=980 ; PE=4600	DRAWN BY	: Nick Page 2 of 2

SAMPLE	DEPTH (meter)	USCS CHART	GRAPH SYMBOL	ROCK/SOIL DESCRIPTION	DEPTH (meter)	qu (kg/cm2)	SPT - N value			RECOVERY (%)		
							Depth (m)	BLOWS PER CM	N PER FOOT			
									40			80
30.50 31.20	30.00	MH		CLAYEY SILT, blackish gray coloured, few organic matter, high plasticity, medium stiff.	30.50	1.50						
					31.20	1.50	31.35	12/30				
33.45	33.45	MH		CLAYEY SILT, light gray coloured, few shell fragments, high plasticity, fine grained sands mixtures, medium stiff.	33.00	2.00	33.15	8/30				
					33.45	1.00						
35.00	35.00	SP		SAND, light gray coloured, fine grained, poorly graded, dense.	35.00	3.00	35.15	34/30				
					35.45	-						
40.00	40.00	SP		SAND, light gray coloured, fine grained, poorly graded, few carbon, dense.	37.00	-	37.15	31/30				
					37.45	-						
45.00	45.00	SP		SAND, dark gray coloured, fine grained, poorly graded, some carbon, dense.	39.00	-	39.15	28/30				
					39.45	-						
50.45	50.45	SP		SAND, dark gray coloured, fine grained, poorly graded, some carbon, dense.	41.00	-	41.15	35/30				
					41.45	-						
50.45	50.45	SP		SAND, dark gray coloured, fine grained, poorly graded, some carbon, dense.	43.00	-	43.15	33/30				
					43.45	-						
50.45	50.45	SP		SAND, dark gray coloured, fine grained, poorly graded, some carbon, dense.	45.00	-	45.15	34/30				
					45.45	-						
50.45	50.45	SP		SAND, dark gray coloured, fine grained, poorly graded, some carbon, dense.	47.00	-	47.15	31/30				
					47.45	-						
50.45	50.45	SP		SAND, dark gray coloured, fine grained, poorly graded, some carbon, dense.	49.00	-	49.15	32/30				
					49.45	-						
50.45	50.45	SP		SAND, dark gray coloured, fine grained, poorly graded, some carbon, dense.	50.00	-	50.15	34/30				
					50.45	-						
				END OF THIS BORING. CASING DOWN TO 50.00 METERS IN DEPTH.								

BORING LOG

P.T. SOILENS

PROJECT	: PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA	SEA WATER LEVEL	: +4.00 m.
-	: 9&10 DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN	DATE	: February 8 to 13, 2012
CLIENT	: PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR	BORING METHOD	: Coring, Sampling
LOCATION	: DERMAGA 9 & 10	SAMPLING METHOD	: Thin walled (shelby) tube
BORE HOLE NO.	: THS-3	SPT	: Automatic Hammer
DEPTH	: 50.45 m	DRILLER	: Agus S.
ELEVATION	: 2.84m ICD	LOGGER	: Ukon R.
COORDINATES	: PN=980 ; PE=4750	DRAWN BY	: Nick Page 1 of 2

SAMPLE	DEPTH (meter)	USCS CHART	GRAPH SYMBOL	ROCK/SOIL DESCRIPTION	DEPTH (meter)	qu (kg/cm2)	SPT - N value			RECOVERY (%)		
							Depth (m)	BLOWS PER CM	N PER FOOT			
									40			80
	0.00		[Diagonal Hatching]	CORALLY CLAY, light gray coloured, low plasticity, few fine grained sands, medium stiff.	1.00 1.45	-	1.00	1/45				
		CL			3.00 3.60	-	3.00	1/60				
					5.00 5.45	-	5.15	3/30				
					7.00 7.45	-	7.15	4/30				
					9.00 9.45	-	9.15	10/30				
					11.00 11.45	-	11.15	6/30				
	13.50			CLAY, greenish gray coloured, low plasticity, few shell fragments, soft.	13.00 13.50	<0.25	13.00	1/50				
		CL			15.00 15.70	0.25	15.85	2/30				
					17.00 18.00	<0.25	17.50	1/50				
					19.50 19.95	0.25	19.00	1/45				
	19.95		[Diagonal Hatching]	SILTY CLAY, dark gray coloured, high plasticity, soft to medium stiff.	19.95 20.50	0.25						
		CH			21.20	0.25	21.35	2/30				
	21.65		[Diagonal Hatching]	ORGANIC MATTER, dark gray coloured, high plasticity, medium stiff.	21.20 21.65	0.25						
		OH			23.00	0.25	23.15	6/30				
	23.00		[Diagonal Hatching]	SILTY CLAY, light brown coloured, high plasticity, medium stiff.	23.00 23.45	1.00						
		CH			25.00 25.45	-	25.15	14/30				
		ML		SANDY SILT, light gray coloured, low plasticity, medium stiff to stiff.	26.00	-						
	26.00		[Dotted]	SILTY SAND, light gray coloured, fine grained sands, dense.	27.00 27.45	-	27.15	28/30				
		SM			28.00	-						
	29.45		[Diagonal Hatching]	SANDY CLAY, gray coloured, medium plasticity, medium stiff to stiff.	29.00 29.45	-	29.15	24/30				
		CL										
	30.00			END OF THIS PAGE CONTINUOUS TO NEXT PAGE.								

BORING LOG

P.T. SOILENS

PROJECT	: PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA	SEA WATER LEVEL	: +4.00 m.
-	: 9&10 DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN	DATE	: February 8 to 13, 2012
CLIENT	: PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR	BORING METHOD	: Coring, Sampling
LOCATION	: DERMAGA 9 & 10	SAMPLING METHOD	: Thin walled (shelby) tube
BORE HOLE NO.	: THS-3	SPT	: Automatic Hammer
DEPTH	: 50.45 m	DRILLER	: Agus S.
ELEVATION	: -2.84m ICD	LOGGER	: Ukon R.
COORDINATES	: PN=980 ; PE=4750	DRAWN BY	: Nick Page 2 of 2

SAMPLE	DEPTH (meter)	USCS CHART	GRAPH SYMBOL	ROCK/SOIL DESCRIPTION	DEPTH (meter)	qu (kg/cm2)	SPT - N value			RECOVERY (%)		
							Depth (m)	BLOWS PER CM	N PER FOOT			
									40			80
	30.00	CL		SANDY CLAY, gray coloured, medium plasticity, medium stiff to stiff.	31.00	-	5/30					
	31.45					SILTY CLAY, dark gray coloured, high plasticity, medium stiff to stiff.	31.45	0.25				
	32.70	CH			32.00	0.50						
	32.70						32.70	0.50	7/30			
	34.95					SILTY CLAY, greenish gray coloured, high plasticity, medium stiff to stiff.	34.50	1.50	15/30			
	35.50						34.95	1.50				
	36.20	CH			35.50	1.50						
	36.65					SILTY CLAY, light gray coloured, high plasticity, stiff.	36.20	1.50	19/30			
	38.00	CH			36.65	1.50						
	38.70						38.00	1.00				
	40.00						38.70	1.00	10/30			
	40.70	CL			39.15	1.00						
	41.15					SANDY CLAY, gray coloured, medium plasticity, medium stiff to stiff.	40.00	0.25				
	42.50	ML		SANDY SILT, dark gray coloured, low to medium plasticity, medium stiff to stiff.	40.70	0.25	11/30					
	42.50					SAND, light gray coloured, fine grained, poorly graded, dense.	41.15	1.00				
	46.95	SP			42.00	-						
	48.95						42.50	-	29/30			
	50.45						42.95	-	42.65			
							44.50	-	44.65	30/30		
							44.95	-				
							46.50	-	46.65	29/30		
					48.50	-	48.65	28/30				
					48.95	-						
					50.00	-	50.15	34/30				
					50.45	-						
				END OF THIS BORING CASING DOWN TO 50.00 METERS IN DEPTH.								

BORING LOG

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG CLIENT : PT. PUPUK KALTIM LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN BORE HOLE NO. : THS-4 (Off Shore) ELEVATION (M) : -7.00 ICD COORDINATES : E = 556148 ; N = 19628 DEPTH (M) : 21.15 m WATER LEVEL (M) : +5.60 m	DATE : October 14 to 16, 2013 BORING METHOD : Coring, Sampling SAMPLING METHOD : Thin Walled Shelby Tube SPT : Automatic Hammer (AH) DRILLER : Syamsuar Zuhdy LOGGER : Tofocidy R DRAWN BY : Tofocidy R REVIEW BY : -
--	--

Page : 1 of 1

SAMPLE	DEPTH (meter)	USCS	CHART	GRAPH SYMBOL	ROCK/SOIL DESCRIPTION	DEPTH (meter)	qu (kg/cm2)	SPT - N value				RECOVERY (%)			
								Depth (m)	BLOWS PER CM	N PER FOOT		40	80	40	80
										40	80				
	0.00				SILTY SAND with GRAVEL, light gray, fine to medium grained sand, some shell fragment and break form from coral, predominantly fine gravels sized, very loose.										
	1.30														
	2.00		SM					2.15	3/30						
	5.30							4.15	2/30						
	6.00				ORGANIC CLAY, gray, some coral majority fine to medium gravels sized, few fine sand, medium to low plasticity, colour change become grayish dark brown from 8.00 to 11.20 m, soft to medium stiff.	6.00	0.50	6.15	4/30						
			OH			6.45	0.50								
						7.00	0.50								
						8.00	0.50	8.15	5/30						
						8.45	0.50								
						9.00	0.50								
						10.00	0.50	10.15	5/30						
						10.45	0.50								
	11.30				CLAY, light gray, high plasticity, soft to medium stiff.	11.30	0.50								
	12.00					12.00	0.50	12.15	5/30						
			CH			12.45	0.50								
						14.00	0.50	14.15	4/30						
	15.30					15.30	0.50								
	16.00					16.00	0.50	16.15	5/30						
						16.45	0.50								
						17.00	0.50								
						18.00	0.50	18.15	6/30						
						18.45	0.75								
					ORGANIC CLAY, grayish dark brown, medium to high plasticity, medium stiff.	19.00	0.75								
	20.00		OH			20.00	0.75								
	20.70				END OF THIS BORING. CASING DOWN TO 20.00 METERS IN DEPTH.	20.70	0.75	20.85	6/30						
	21.15					21.15	0.75								

THS-4.TXT - AvantGarde-Demi

BORING LOG

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG CLIENT : PT. PUPUK KALTIM LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN BORE HOLE NO. : THS-5 (Off Shore) ELEVATION (M) : -5.00 ICD COORDINATES : E = 556288 ; N = 19645 DEPTH (M) : 70.45 m WATER LEVEL (M) : +8.30 m	DATE : October 26 to November 1, 2013 BORING METHOD : Coring, Sampling SAMPLING METHOD : Shelby Tube and Denison SPT : Automatic Hammer (AH) DRILLER : Syamsuar Zuhdy LOGGER : Tofocidy R DRAWN BY : Tofocidy R REVIEW BY : -
--	--

Page : 1 of 3

SAMPLE DEPTH (meter)	USCS CHART	GRAPH SYMBOL	ROCK/SOIL DESCRIPTION	DEPTH (meter)	qu (kg/cm2)	SPT - N value		RECOVERY (%)			
						Depth (m)	BLOWS PER CM	N PER FOOT		40	80
								40	80		
0.00			SILTY SAND with GRAVEL, gray, some shell fragment and break form from coral, predominantly fine gravels sized, fine to coarse grained sand, loose.								
1.00											
1.70						2.15	5/30				
5.00						4.15	6/30				
5.70						6.15	4/30				
9.00	SM					8.15	7/30				
9.70						10.15	4/30				
15.00						12.15	5/30				
15.70						14.15	6/30				
16.45			SILTY CLAY with GRAVEL, gray, slightly sandy, some shell fragment and break form from coral, majority fine to medium gravels sized, medium to high plasticity, soft to medium stiff.			16.15	5/30				
19.00	CH					18.15	6/30				
19.70						20.15	5/30				
20.00			SILTY CLAY, gray, slightly gravelly, some shell fragment and break form from coral, high plasticity, medium stiff.	20.45	0.70						
24.00	CH					22.15	6/30				
25.00						22.45	0.75				
25.70			CLAY, light brown, high plasticity, medium stiff to stiff.	24.00	0.75	24.15	6/30				
29.30	CH					25.00	0.75				
30.00						25.70	0.75				
						26.00	1.00	26.15	12/30		
						26.45	1.25				
						27.00	1.50				
						28.00	2.00	28.15	19/30		
						28.45	2.00				
	CH		SILTY CLAY, light brown, few fine sand, medium to high plasticity, very stiff.								
			END OF THIS PAGE. CONTINUOUS TO NEXT PAGE.								

Plate

THS-5A.TXT - Avani/Garde-Demi

BORING LOG

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG CLIENT : PT. PUPUK KALTIM LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN BORE HOLE NO. : THS-5 (Off Shore) ELEVATION (M) : -5.00 ICD COORDINATES : E = 556288 ; N = 19645 DEPTH (M) : 70.45 m WATER LEVEL (M) : +8.30 m	DATE : October 26 to November 1, 2013 BORING METHOD : Coring, Sampling SAMPLING METHOD : Shelby Tube and Denison SPT : Automatic Hammer (AH) DRILLER : Syamsuar Zuhdy LOGGER : Tofocidy R DRAWN BY : Tofocidy R REVIEW BY : -
--	--

Page : 2 of 3

SAMPLE	DEPTH (meter)	USCS CHART	GRAPH SYMBOL	ROCK/SOIL DESCRIPTION	DEPTH (meter)	qu (kg/cm2)	SPT - N value		RECOVERY (%)			
							Depth (m)	BLOWS PER CM	N PER FOOT		40	80
									40	80		
31.00 32.00	30.00	SP	[Dotted Pattern]	FINE SAND, gray, slightly silty, fine to medium grained, trace organic matter, uncemented, poorly graded, dense.			30.15	32/30				
					32.15	36/30						
					34.15	40/30						
					36.00	36/30						
					38.15	34/30						
					40.15	37/30						
39.00	39.00	SP	[Dotted Pattern]	MEDIUM SAND, gray, slightly silty, fine to medium grained, trace organic matter, uncemented, poorly graded, dense.			42.15	41/30				
					44.15	24/30						
45.50 46.00	43.00	OH	[Diagonal Lines]	ORGANIC CLAY, blackish dark brown, medium to high plasticity, stiff to very stiff.			46.15	18/30				
	44.45			CLAY, light brown, high plasticity, very stiff.			48.15	26/30				
		CH	[Diagonal Lines]		45.50	2.00						
					46.00	2.00						
					46.45	2.00						
					47.00	2.50						
				48.00	2.00							
				48.45	2.50							
				50.00	2.50							
				50.45	3.00							
51.70	51.70	SP	[Dotted Pattern]	MEDIUM SAND, yellowish light brown, fine to medium grained, uncemented, dense.			52.15	34/30				
					54.15	41/30						
					56.15	45/30						
55.00	55.00	SP	[Dotted Pattern]	FINE SAND, light gray, slightly silty, fine to medium grained, uncemented, dense.			58.15	52/30				
	60.00			END OF THIS PAGE. CONTINUOUS TO NEXT PAGE.								

THS-5B.TXT - AvantGarde-Demi

BORING LOG

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG CLIENT : PT. PUPUK KALTIM LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN BORE HOLE NO. : THS-5 (Off Shore) ELEVATION (M) : -5.00 ICD COORDINATES : E = 556288 ; N = 19645 DEPTH (M) : 70.45 m WATER LEVEL (M) : +8.30 m	DATE : October 26 to November 1, 2013 BORING METHOD : Coring, Sampling SAMPLING METHOD : Shelby Tube and Denison SPT : Automatic Hammer (AH) DRILLER : Syamsuar Zuhdy LOGGER : Tofocidy R DRAWN BY : Tofocidy R REVIEW BY : -
--	--

SAMPLE	DEPTH (meter)	USCS CHART	GRAPH SYMBOL	ROCK/SOIL DESCRIPTION	DEPTH (meter)	qu (kg/cm ²)	SPT - N value			RECOVERY (%)		
							Depth (m)	BLOWS PER CM	N PER FOOT		40	80
									40	80		
	60.00	SP		FINE SAND, light gray, slightly silty, fine to medium grained, uncemented, very dense.			60.15	57/30				
						62.15	61/30					
							64.15	64/15				
	65.00	SP		SILTY SAND, gray, fine grained sand, uncemented, very dense.			66.15	68/30				
						68.15	72/30					
	70.45					70.15	78/30					
				END OF THIS BORING. CASING DOWN TO 64.00 METERS IN DEPTH.								

THS-5C.TXT - AvantiGarde-Demi

BORING LOG

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG CLIENT : PT. PUPUK KALTIM LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN BORE HOLE NO. : THS-6 (Off Shore) ELEVATION (M) : -11.50 ICD COORDINATES : E = 556424 ; N = 19660 DEPTH (M) : 60.45 m WATER LEVEL (M) : +15.10 m	DATE : October 18 to 25, 2013 BORING METHOD : Coring, Sampling SAMPLING METHOD : Shelby Tube and Denison SPT : Automatic Hammer (AH) DRILLER : Syamsuar Zuhdy LOGGER : Tofocidy R DRAWN BY : Tofocidy R REVIEW BY : -
--	--

Page : 1 of 2

SAMPLE DEPTH (meter)	USCS CHART	GRAPH SYMBOL	ROCK/SOIL DESCRIPTION	DEPTH (meter)	qu (kg/cm2)	SPT - N value		RECOVERY (%)			
						Depth (m)	BLOWS PER CM	N PER FOOT		40	80
								40	80		
0.00			SILTY SAND with GRAVEL, gray, some shell fragment and break form from coral, predominantly fine gravels sized, fine to medium grained sand, loose.								
1.70						2.15	6/30				
5.00	SM					4.15	5/30				
5.70						6.15	6/30				
8.00			CLAY, grayish light yellow, medium to high plasticity, medium stiff to stiff.	8.00	1.00	8.15	8/30				
9.30				8.45	1.20						
10.00	CH			9.30	1.25						
				10.00	1.50	10.15	14/30				
				10.45	2.00						
11.85			SILTY CLAY, light yellow, few fine sand, color change become very light gray from 13.65 to 14.45 m, medium to high plasticity, stiff to very stiff.	12.00	2.00	12.15	15/30				
				12.45	2.25						
	CH			14.00	2.25	14.15	18/30				
15.00				14.45	2.50						
15.60				15.00	2.50						
	CH		CLAY, very light gray, high plasticity, very stiff.	15.60	3.00	15.75	24/30				
				16.05	3.00						
17.80			MEDIUM SAND, yellowish light brown, slightly silty, mostly medium grained quartz sand, uncemented, poorly graded, medium dense.			18.15	21/30				
19.00	SP										
			MEDIUM SAND, yellowish light brown, slightly silty, fine to medium grained, uncemented, poorly graded, medium dense to dense.			20.15	26/30				
19.00											
	SP					22.15	29/30				
						24.15	34/30				
24.45			SILTY CLAY, very light gray, few fine sand, high plasticity, stiff.	25.00	1.75						
25.00	CH			25.70	2.00	25.85	17/30				
25.70			CLAY, yellowish light gray, color change become very light gray from 26.90 to 29.00 m, high plasticity, stiff to very stiff.	26.15	2.00						
				27.00	2.25						
	CH			28.00	2.25	28.15	19/30				
				28.45	2.15						
30.00			END OF THIS PAGE. CONTINUOUS TO NEXT PAGE.	30.00	2.50						

BORING LOG

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM
 LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN
 BORE HOLE NO. : THS-6 (Off Shore)
 ELEVATION (M) : -11.50 ICD
 COORDINATES : E = 556424 ; N = 19660
 DEPTH (M) : 60.45 m
 WATER LEVEL (M) : +15.10 m

DATE : October 18 to 25, 2013
 BORING METHOD : Coring, Sampling
 SAMPLING METHOD : Shelby Tube and Denison
 SPT : Automatic Hammer (AH)
 DRILLER : Syamsuar Zuhdy
 LOGGER : Tofocidy R
 DRAWN BY : Tofocidy R
 REVIEW BY : -

Page : 2 of 2

SAMPLE	DEPTH (meter)	USCS CHART	GRAPH SYMBOL	ROCK/SOIL DESCRIPTION	DEPTH (meter)	qu (kg/cm2)	SPT - N value		RECOVERY (%)		
							Depth (m)	BLOWS PER CM	N PER FOOT	40	80
30.00	30.00	CH		CLAY, yellowish light gray, high plasticity, stiff to very stiff.							
30.70	30.70			FINE SAND, dark gray, slightly silty, fine to medium grained, trace organic matter, uncemented, poorly graded, medium dense.							
		SP					30.85	23/30			
									32.15	27/30	
									34.15	24/30	
									36.15	26/30	
	38.45					MEDIUM SAND, dark gray, slightly silty, fine to medium grained, trace organic matter, uncemented, medium dense to dense.			38.15	29/30	
		SP					40.15	31/30			
									42.15	35/30	
									44.15	38/30	
	46.45					SILTY CLAY, very light gray, high plasticity, very stiff.	47.00	2.75	46.15	29/30	
		CH					48.00	24/30			
	48.45					CLAY, light yellow, slightly gravelly, fine to coarse gravels sized, become reddish light yellow from 53.55 to 55.00 m, high plasticity, very stiff to hard.	48.45	2.80	48.15	24/30	
		CH					50.00	31/30			
									50.45	3.50	
									51.00	3.50	
									51.50	3.50	
									52.00	>4.50	
									52.45	>4.50	
									53.00	>4.50	
		SP					54.00	>4.50			
									54.45	>4.50	
	55.90					MEDIUM SAND, light gray, fine to medium grained, uncemented, dense to very dense.	56.00	3.00	56.15	40/30	
							58.15	52/30			
	60.45			END OF THIS BORING. CASING DOWN TO 55.00 METERS IN DEPTH.			60.15	57/30			

THS-6A.TXT - Avanti/Garde-Demi

GENERAL SOIL PARAMETERS

DERMAGA 10 PROJECT, BONTANG- KALIMANTAN TIMUR

No	Depth (m)	Soil Type	Nvalues (blows/ft)	γ_m (kN/m ³) (kN/m ³)	Strength Parameter		ν (-)	E (kPa)	Remarks (-)	
					c (kPa)	ϕ (kPa)				
THS-1										
1	0.00 - 5.50	Clay	4	14.2	32	22	0.35	8,000		
2	5.50 - 13.45	Clay	3	14.2	22	0	0.35	5,500		
3	13.45 - 15.70	Clay	2	14.2	16	0	0.35	4,000		
4	15.70 - 19.95	Silty Clay	6	18.7	45	0	0.35	11,333		
5	19.95 - 21.00	Clayey Sand	5	18.7	0	23	0.35	65,978		
6	21.00 - 21.95	Silty Clay	4	18.7	32	0	0.35	8,000		
7	21.95 - 24.00	Sand	9	19.5	0	25	0.35	72,575		
8	24.00 - 33.00	Sand	29	19.5	0	34	0.35	85,982		
9	33.00 - 35.50	Sand	10	19.5	0	26	0.35	98,006		
10	35.50 - 39.95	Sand	31	19.5	0	34	0.35	104,605		
11	39.95 - 43.00	Clay	4	19.3	32	0	0.35	8,000		
12	43.00 - 50.45	Sand	31	19.5	0	34	0.3	119,918		
THS-2										
1	0.0 - 5.5	Sand	2	17.6	0	19	0.35	29,094		
2	5.5 - 10.0	Sand	5	17.6	0	23	0.35	48,841		
3	10.0 - 12.0	Silt	5	17.6	40	0	0.35	10,000		
4	12.0 - 14.0	Silt	2	17.6	16	0	0.35	4,000		
5	14.0 - 17.5	Clay	4	16.9	32	0	0.35	8,000		
6	17.5 - 21.0	Clay	1	18.4	8	0	0.35	2,000		
7	21.0 - 23.5	Clay	4	21	32	0	0.35	8,000		
8	23.5 - 25.70	Clay	14	21	112	0	0.35	28,000		
9	25.7 - 29.00	Clay	6	21	48	0	0.35	12,000		
10	29.0 - 32.00	Clay	13	15.7	104	0	0.35	26,000		

GENERAL SOIL PARAMETERS

DERMAGA 10 PROJECT, BONTANG- KALIMANTAN TIMUR

No	Depth (m)	Soil Type	Nvalues (blows/ft)	γ_m (kN/m ³) (kN/m ³)	Strength Parameter		ν (-)	E (kPa)	Remarks (-)	
					c (kPa)	ϕ (kPa)				
THS-4										
1	0.0 - 5.3	Silty Sand	2	17.6	0	20	0.35	28,560		
2	5.3 - 11.2	Clay	5	17.6	40	0	0.35	10,000		
3	11.2 - 14.0	Clay	5	16.6	40	0	0.35	10,000		
4	14.0 - 17.5	Clay	5	16.6	40	0	0.35	10,000		
5	17.5 - 21.2	Clay	6	16.6	48	0	0.35	12,000		
THS-5										
1	0.0 - 4.0	Silty Sand	6	17.6	0	23	0.35	24,811		
2	4.0 - 8.0	Silty Sand	6	17.6	0	23	0.35	42,974		
3	8.0 - 12.0	Silty Sand	8	17.6	0	25	0.35	55,480		
4	12.0 - 16.5	Silty Sand	14	17.6	0	28	0.35	66,170		
5	16.5 - 21.0	Clay	18	16.6	144	0	0.30	36,000		
6	21.0 - 24.0	Clay	24	16.6	192	0	0.30	48,000		
7	24.0 - 25.5	Clay	28	16.6	220	0	0.30	55,000		
8	25.5 - 27.50	Clay	18	16.6	144	0	0.30	36,000		
9	27.5 - 30.00	Clay	26	16.6	206	0	0.30	51,600		
10	30.0 - 39.00	Sand	35	19.2	0	35	0.30	101,794		
11	39.0 - 43.00	Sand	28	19.2	0	33	0.30	113,066		
12	43.0 - 47.50	Clay	47	16.6	376	0	0.30	94,000		
13	47.5 - 51.70	Clay	50	16.6	397	0	0.30	99,333		
14	51.7 - 55.00	Sand	50	19.6	0	39	0.30	128,437		
15	55.0 - 60.00	Sand	50	19.6	0	39	0.30	134,572		
16	60.0 - 65.00	Sand	50	19.6	0	39	0.30	141,611		
17	65.0 - 70.45	Sand	50	19.6	0	39	0.30	148,610		

APPENDIX - B

PROYEK DERMAGA 10 – PT.PUPOK KALTIM, BONTANG, KALIMANTAN TIMUR

LABORATORY TEST TABLE

PENYELIDIKAN TANAH DERMAGA 9 & 10 DAN SURVEY MATERIAL

PT. PUPIK KALIMANTAN TIMUR

Location : Dermaga 9 & 10

Bore Hole No.	Depth in meter	Specific Gravity	Density		Water Content	Atterberg limits			Liquidity Index	Void Ratio	Porosity	Degree of Saturation	Finer by weight passing no 200 sieve	Unconfined		Triaxial UU (Total Stress)		Consolidation		
			γ_m	γ_d		Liquid Limit	Plastic Limit	Plasticity Index						qu	St	c	ϕ	Cc	Pc	
-	-	Gs	t/m^3	t/m^3	wn	wL	wP	IP	IL	e	u	Sr	%	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	deg	-	kg/cm ²	
THS-1	15.00 - 15.70	2.50	1.42	0.75	89.5	127.3	41.2	86.1	0.56	2.33	70	96	96	-	-	0.06	8.80	1.09	1.37	
	17.00 - 17.70	2.60	1.87	1.45	28.6	54.3	17.6	36.7	0.30	0.79	44	94	97	-	-	0.39	4.10	0.28	1.91	
	41.00 - 41.70	2.58	1.93	1.55	24.5	37.1	17.4	19.7	0.36	0.66	40	96	67	0.50	1.30	-	-	*	*	
THS-2	10.50 - 11.20	2.62	1.76	1.23	43.3	46.7	20.8	25.9	0.87	1.13	53	100	47	-	-	*	*	0.41	0.66	
	15.00 - 15.70	2.68	1.69	1.10	53.5	61.0	22.9	38.1	0.80	1.44	59	100	68	-	-	*	*	0.63	0.92	
	19.00 - 19.70	2.58	1.84	1.42	29.3	33.1	18.3	14.8	0.74	0.82	45	93	63	-	-	0.12	1.00	0.20	0.32	
	25.00 - 25.70	2.63	2.10	1.79	17.1	30.4	15.1	15.3	0.13	0.47	32	96	86	-	-	0.35	3.50	0.16	2.71	
	30.50 - 31.20	2.63	1.57	1.02	54.4	75.2	31.3	43.9	0.53	1.58	61	91	98	-	-	0.24	7.40	0.79	6.62	
THS-3	15.00 - 15.70	2.64	1.66	1.07	54.5	68.3	25.3	43.0	0.68	1.46	59	98	80	-	-	*	*	0.52	0.52	
	20.50 - 21.20	2.59	1.57	0.97	62.5	69.4	30.3	39.0	0.82	1.67	63	97	93	-	-	0.10	4.20	0.59	0.43	
	32.00 - 32.70	2.61	1.83	1.37	33.8	45.0	19.6	25.4	0.56	0.91	48	97	93	-	-	0.32	4.20	0.29	1.62	
	35.50 - 36.20	2.59	1.98	1.60	23.8	46.7	15.4	31.3	0.27	0.62	38	100	98	1.42	1.4	-	-	0.34	5.62	
	38.00 - 38.70	2.60	2.00	1.62	23.3	46.6	16.2	30.3	0.23	0.60	38	100	97	1.24	1.2	-	-	*	*	
	40.00 - 40.70	2.56	1.81	1.38	31.5	33.6	15.9	17.7	0.88	0.86	46	94	74	0.72	2.4	-	-	*	*	

Note : * : The sample can not be trimmed or not enough

- : No test in a part of sample

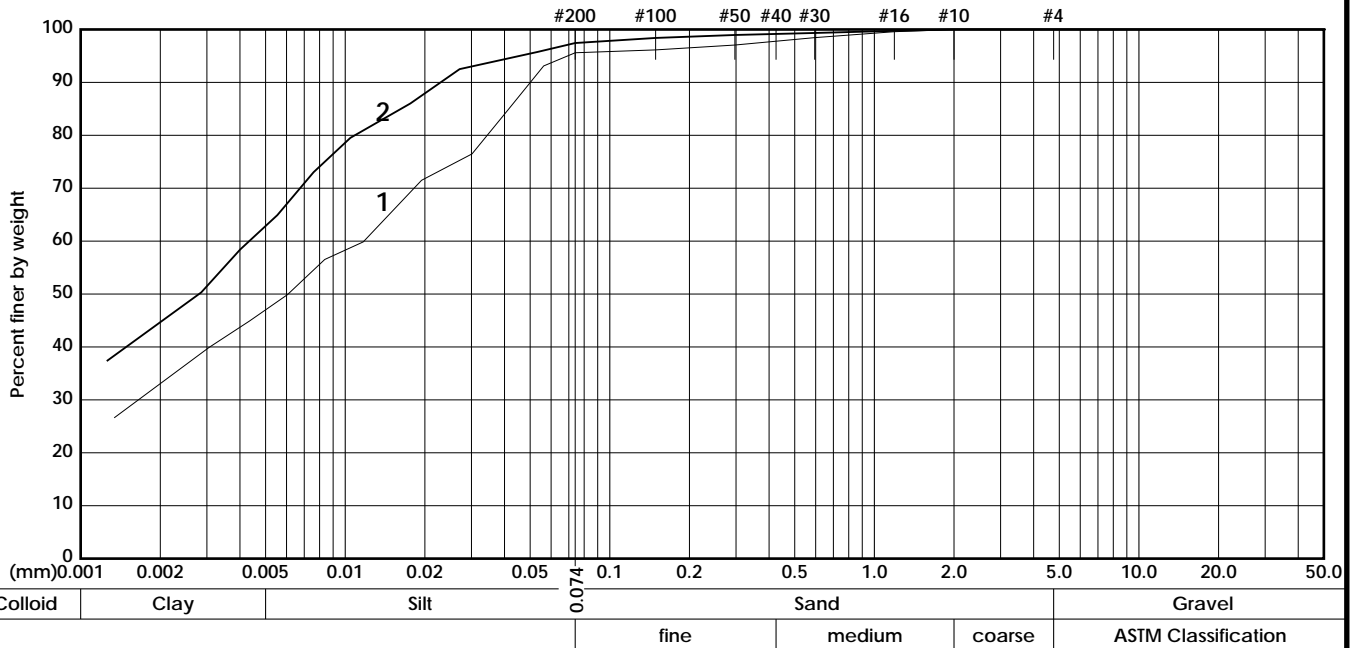
GRAINSIZE ANALYSIS

P.T. SOILENS

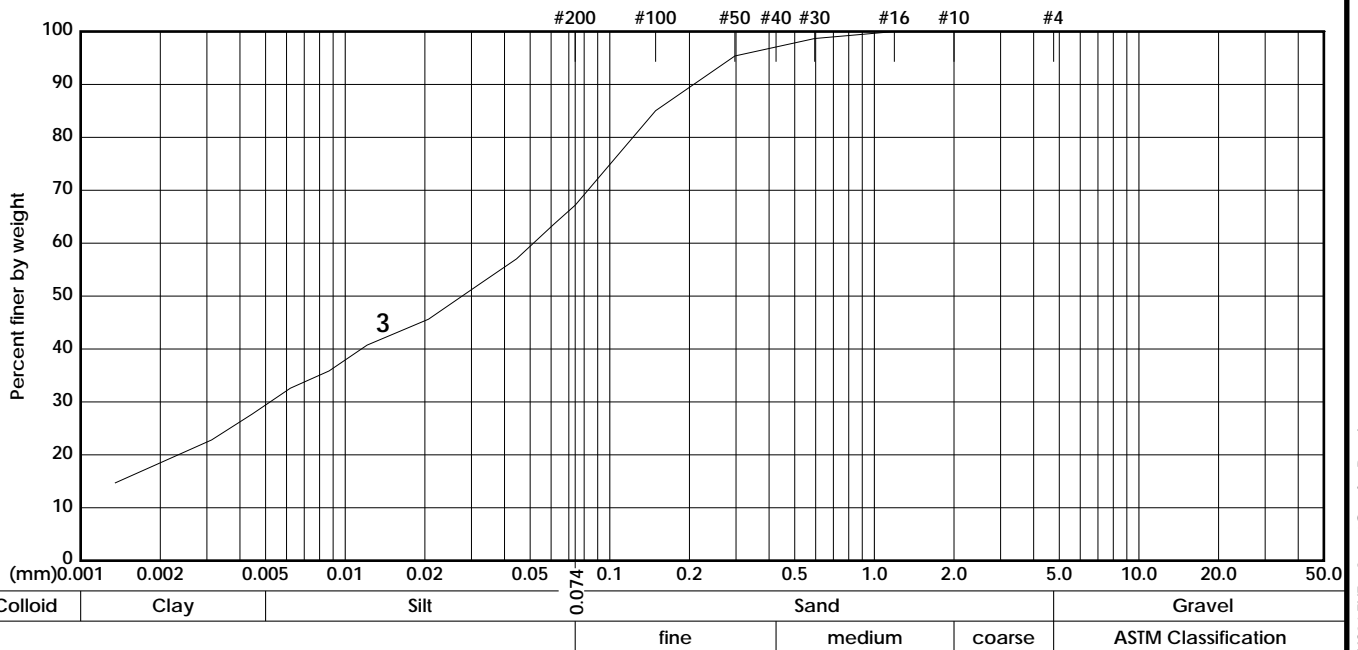
PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH PEMBANGUNAN DERMAGA 9 & 10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : Dermaga 9 & 10
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM, KALIMANTAN TIMUR, INDONESIA
 BORE HOLE NO. : THS.1
 REMARK : -

JOB NO. : -
 DATE : March 16,2012
 TESTED BY : Suhadi
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : NR.

NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
1	15.00 - 15.70	-	0%	4%	49%	47%	.012	.002				96
2	17.00 - 17.70	-	0%	3%	35%	63%	.004					97



NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
3	41.00 - 41.70	-	0%	33%	38%	29%	.051	.005				67



THS01.TXT - AvantGarde-Demi

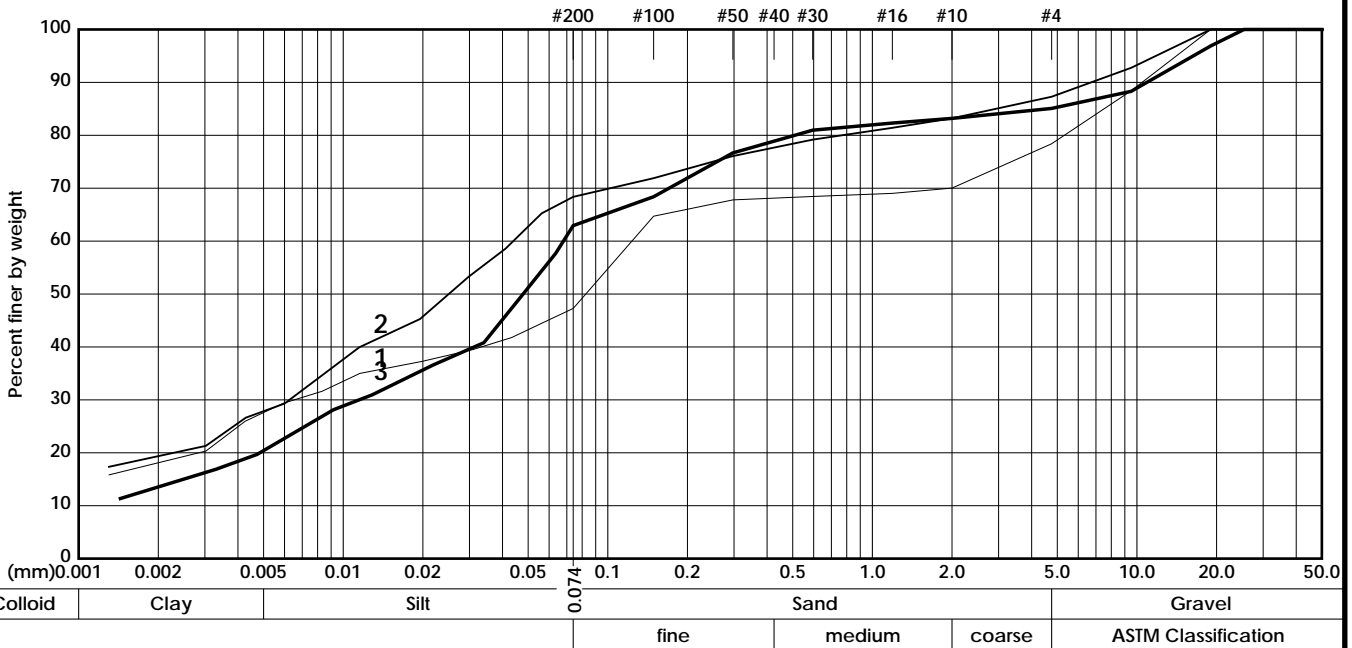
GRAINSIZE ANALYSIS

P.T. SOILENS

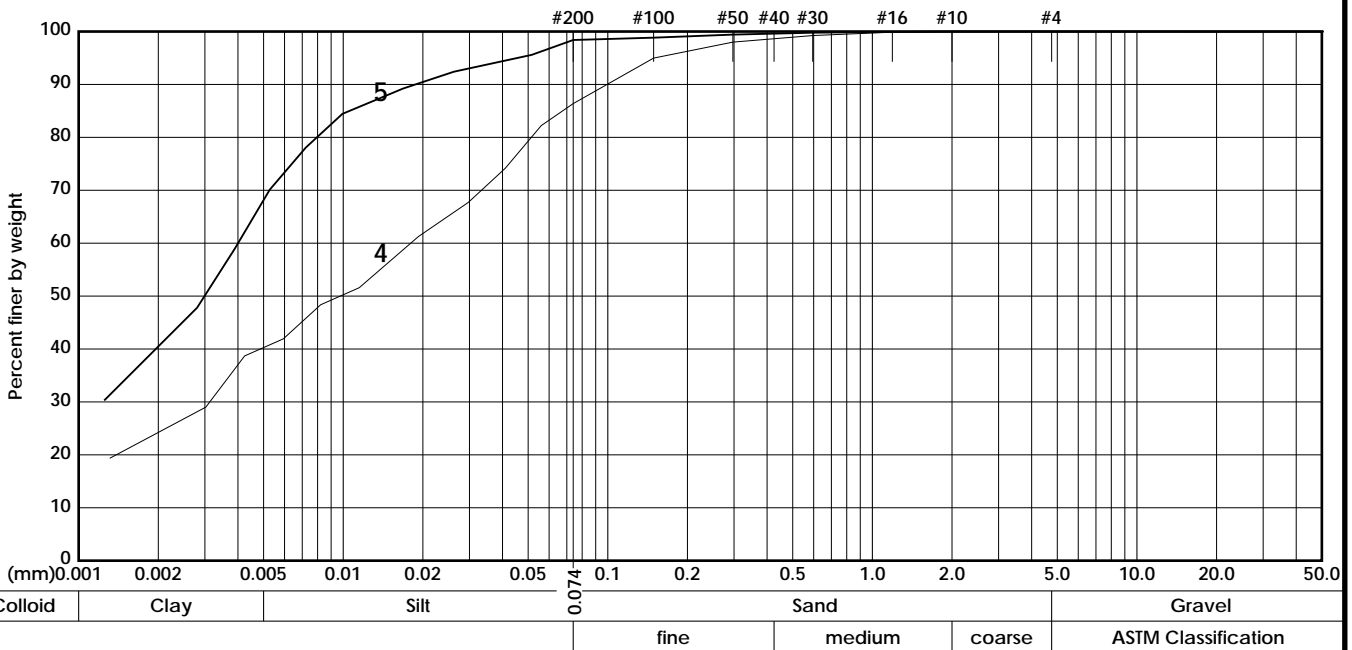
PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH PEMBANGUNAN DERMAGA 9 & 10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : Dermaga 9 & 10
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM, KALIMANTAN TIMUR, INDONESIA
 BORE HOLE NO. : THS.2
 REMARK : -

JOB NO. : -
 DATE : March 16,2012
 TESTED BY : Suhadi
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : NR.

NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
1	10.50 - 11.20	-	22%	31%	20%	28%	.123	.007				47
2	15.00 - 15.70	-	13%	19%	41%	28%	.044	.006				68
3	19.00 - 19.70	-	15%	22%	43%	20%	.068	.011				63



NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
4	25.00 - 25.70	-	0%	14%	46%	40%	.018	.003				86
5	30.50 - 31.20	-	0%	2%	30%	68%	.004					98



THS02.TXT - AvantGarde-Demi

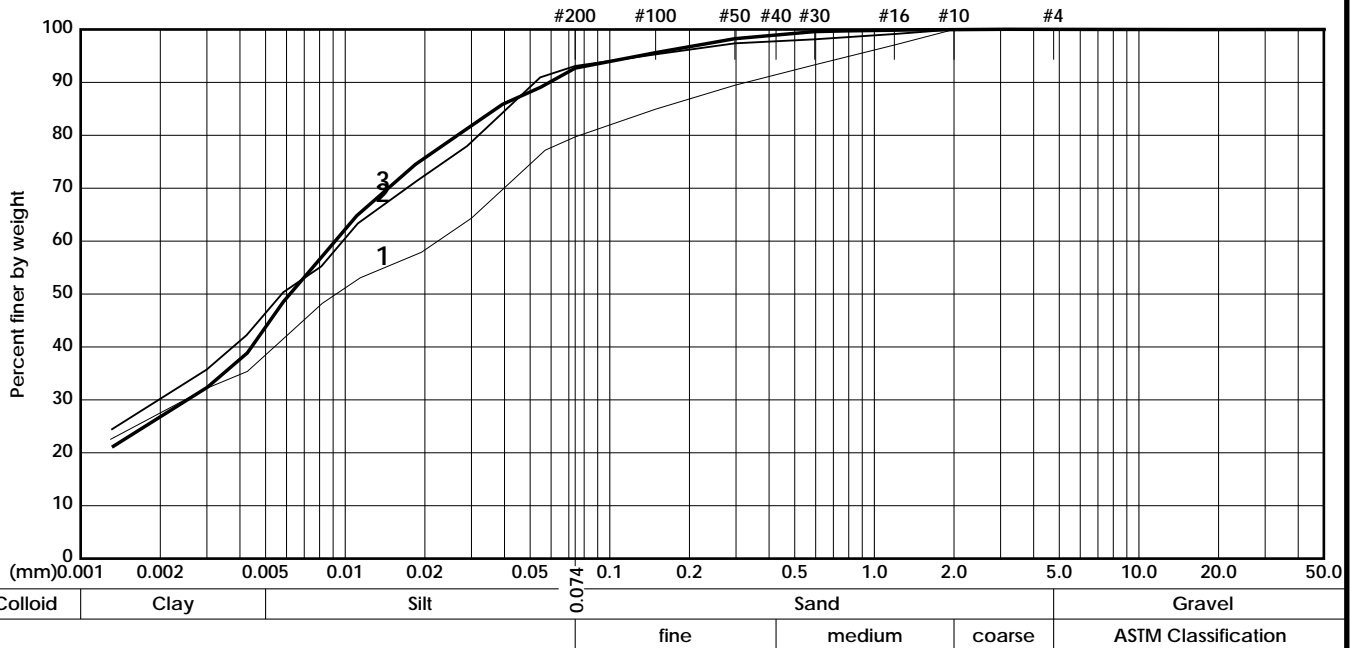
GRAINSIZE ANALYSIS

P.T. SOILENS

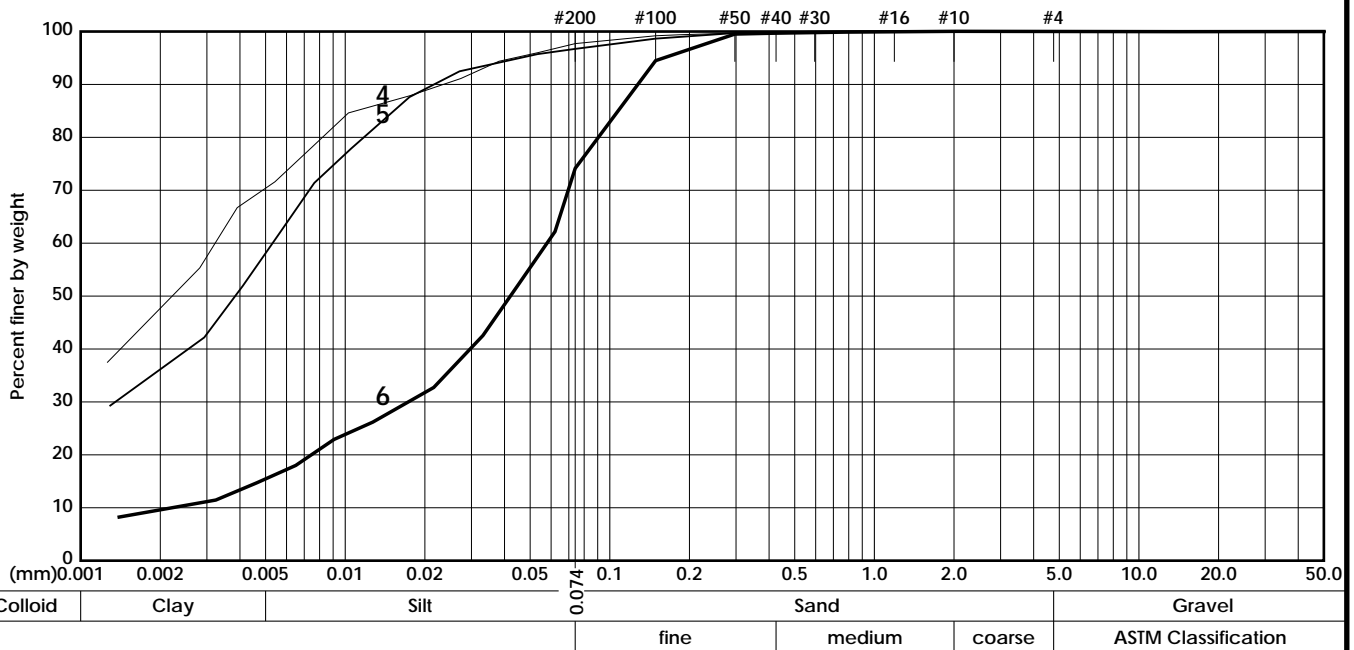
PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH PEMBANGUNAN DERMAGA 9 & 10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : Dermaga 9 & 10
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM, KALIMANTAN TIMUR, INDONESIA
 BORE HOLE NO. : THS.3
 REMARK : -

JOB NO. : -
 DATE : March 16,2012
 TESTED BY : Suhadi
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : NR.

NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
1	15.00 - 15.70	-	0%	20%	41%	38%	.022	.002				80
2	20.50 - 21.20	-	0%	7%	47%	46%	.01	.002				93
3	32.00 - 32.70	-	0%	7%	49%	44%	.009	.003				93



NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
4	35.50 - 36.20	-	0%	2%	27%	70%	.003					98
5	38.00 - 38.70	-	0%	3%	39%	58%	.005	.001				97
6	40.00 - 40.70	-	0%	26%	59%	15%	.058	.017	.002	26.1	2.3	74



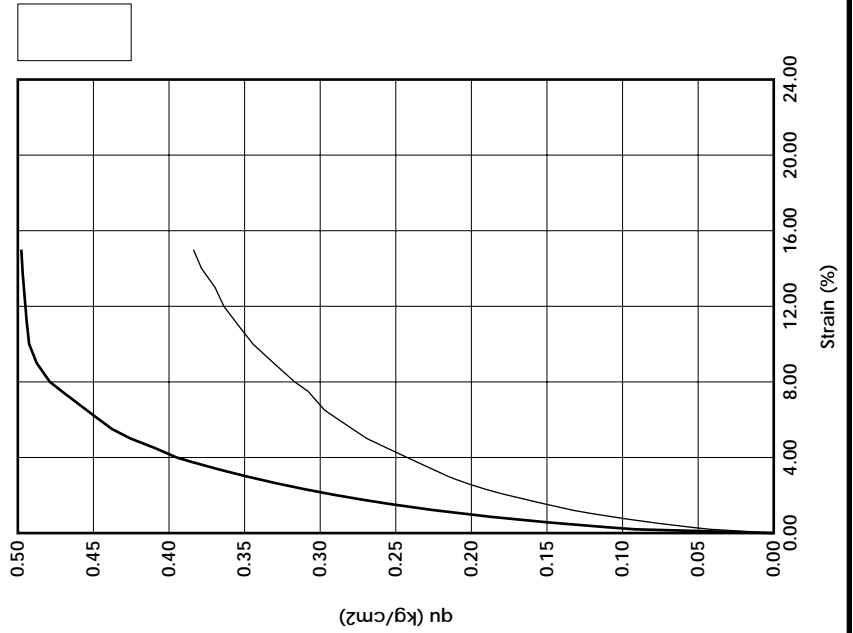
THS03.TXT - AvantGarde-Demi

UNCONFINED COMPRESSION TEST

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH PEMBANGUNAN DERMAGA 9 & 10
: DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
LOCATION : Dermaga 9 & 10

BORE HOLE No: THS.1
SAMPLE No : 1
DEPTH in m : 41.00 - 41.70
SOIL DESCRIPTION : Sandy Clay, gray
Water content (%) : 23.9 Strength (kg/cm²) : 0.50
Bulk disty (g/cc) : 1.96 Strain (%) : 15.0
Dry dnisty (g/cc) : 1.58 Sensitivity : 1.30

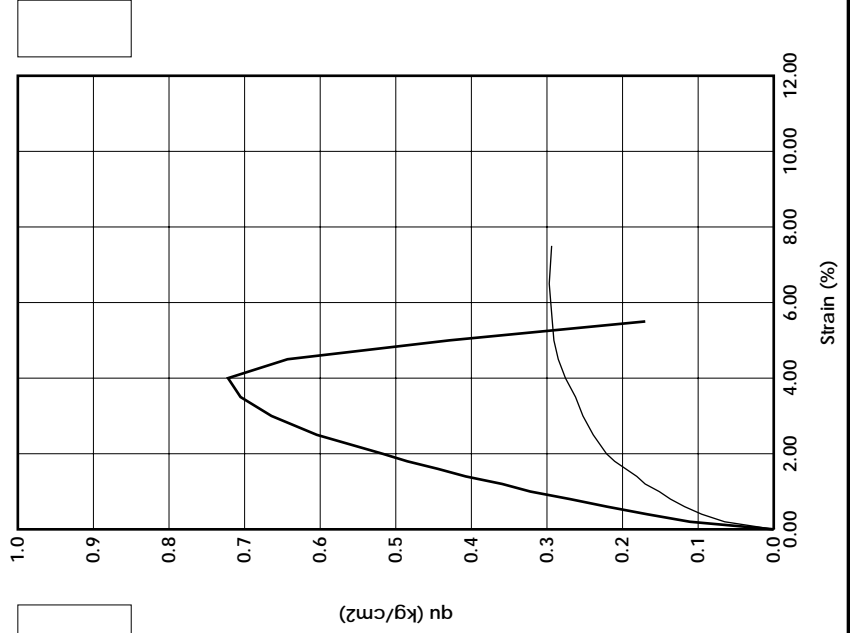
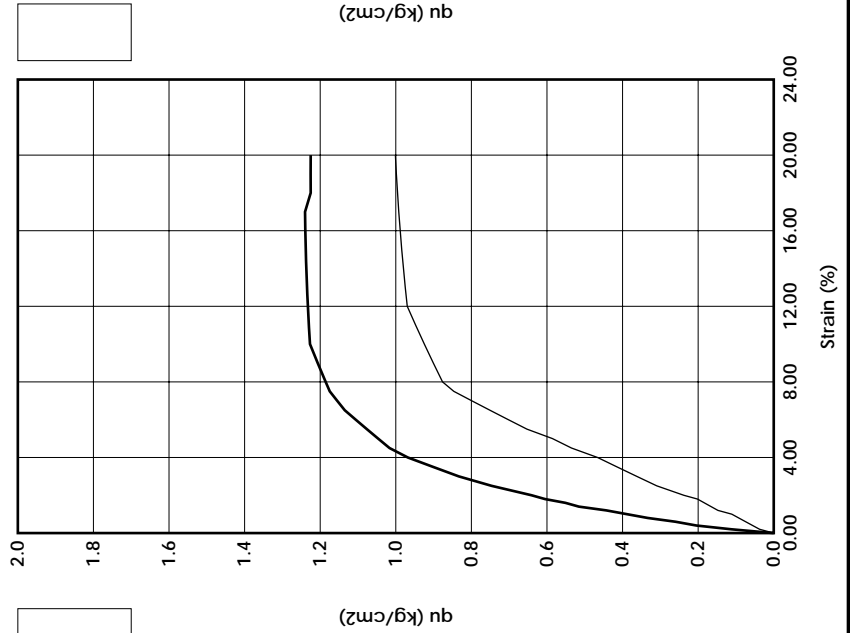
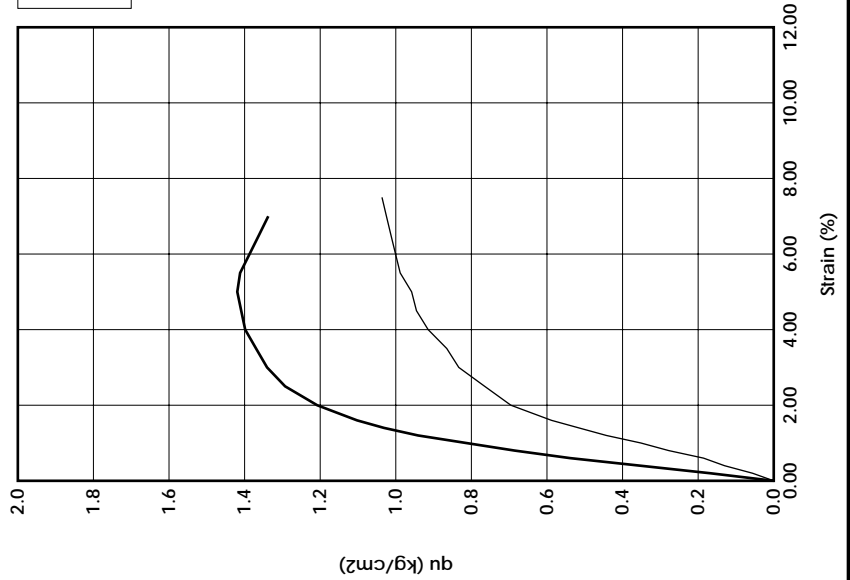


UNCONFINED COMPRESSION TEST

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH PEMBANGUNAN DERMAGA 9 & 10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : Dermaga 9 & 10

BORE HOLE No: THS.3	BORE HOLE No: THS.3	BORE HOLE No: THS.3
SAMPLE No : 1	SAMPLE No : 2	SAMPLE No : 3
DEPTH in m : 35.50 - 36.60	DEPTH in m : 38.00 - 38.70	DEPTH in m : 40.00 - 40.70
SOIL DESCRIPTION : Clay, gray	SOIL DESCRIPTION : Clay, light gray	SOIL DESCRIPTION : Sandy Clay, dark gray
Water contnt (%) : 24.0	Water contnt (%) : 23.0	Water contnt (%) : 27.5
Bulk dsty (g/cc) : 1.98	Bulk dsty (g/cc) : 2.02	Bulk dsty (g/cc) : 1.79
Dry dsty (g/cc) : 1.60	Dry dsty (g/cc) : 1.64	Dry dsty (g/cc) : 1.40
Strength (kg/cm2) : 1.42	Strength (kg/cm2) : 1.24	Strength (kg/cm2) : 0.72
Strain (%) : 5.00	Strain (%) : 17.0	Strain (%) : 4.00
Sensitivity : 1.40	Sensitivity : 1.20	Sensitivity : 2.40



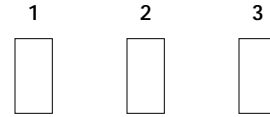
UNCONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL TEST

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH PEMBANGUNAN DERMAGA 9 & 10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : Dermaga 9 & 10
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM, KALIMANTAN TIMUR, INDONESIA
 BORE HOLE NO. : THS-1
 DEPTH IN M : 15.00 - 15.70
 SOIL DESCRIPTION : Clay, dark gray

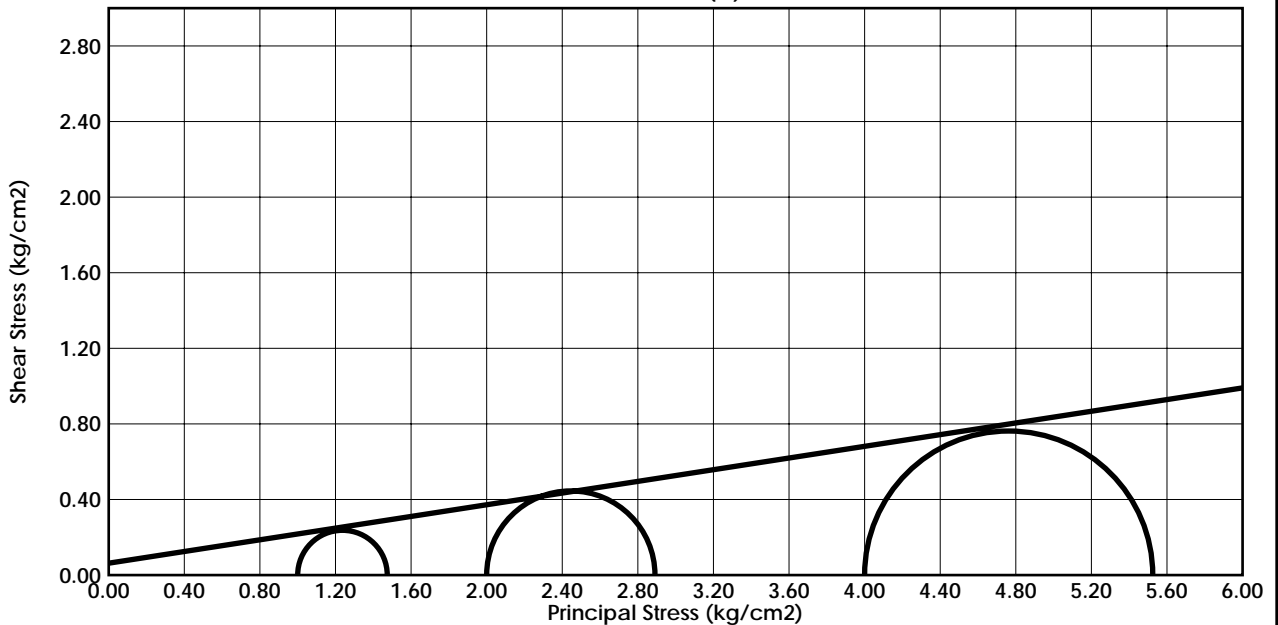
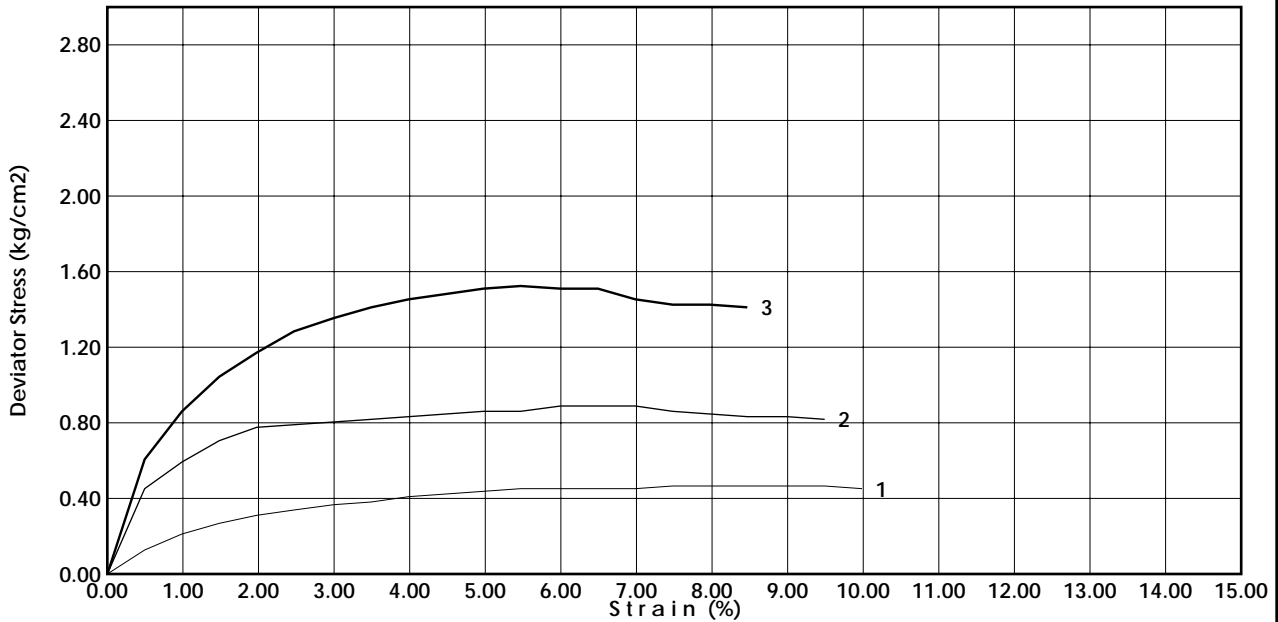
JOB NO. : -
 DATE : March 22, 2012
 TESTED BY : Kus.Cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : NR

Soil Specimen No	1	2	3
Bulk Density (g/cm ³)	1.43	1.43	1.42
Moisture Content (%)	88.0	86.6	85.26
Dry Density (g/cm ³)	0.76	0.76	0.77
Specific Gravity	2.50	2.50	2.50
Void Ratio	2.28	2.27	2.26
Degree of Saturation (%)	96.35	95.34	94.36
Lateral Pressure (kg/cm ²)	1.00	2.00	4.00
Deviator Stress (kg/cm ²)	0.47	0.89	1.52
Strain (%)	8.00	7.00	5.50



Cohesion : 0.06 kg/cm²

Angle of Internal friction : 8.80°



THS0115.TXT - AvantGarde-Demi

Plate

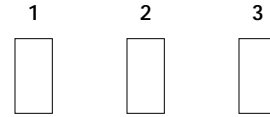
UNCONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL TEST

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH PEMBANGUNAN DERMAGA 9 & 10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : Dermaga 9 & 10
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM, KALIMANTAN TIMUR, INDONESIA
 BORE HOLE NO. : THS-1
 DEPTH IN M : 17.00 - 17.70
 SOIL DESCRIPTION : Clay, yellowish brown

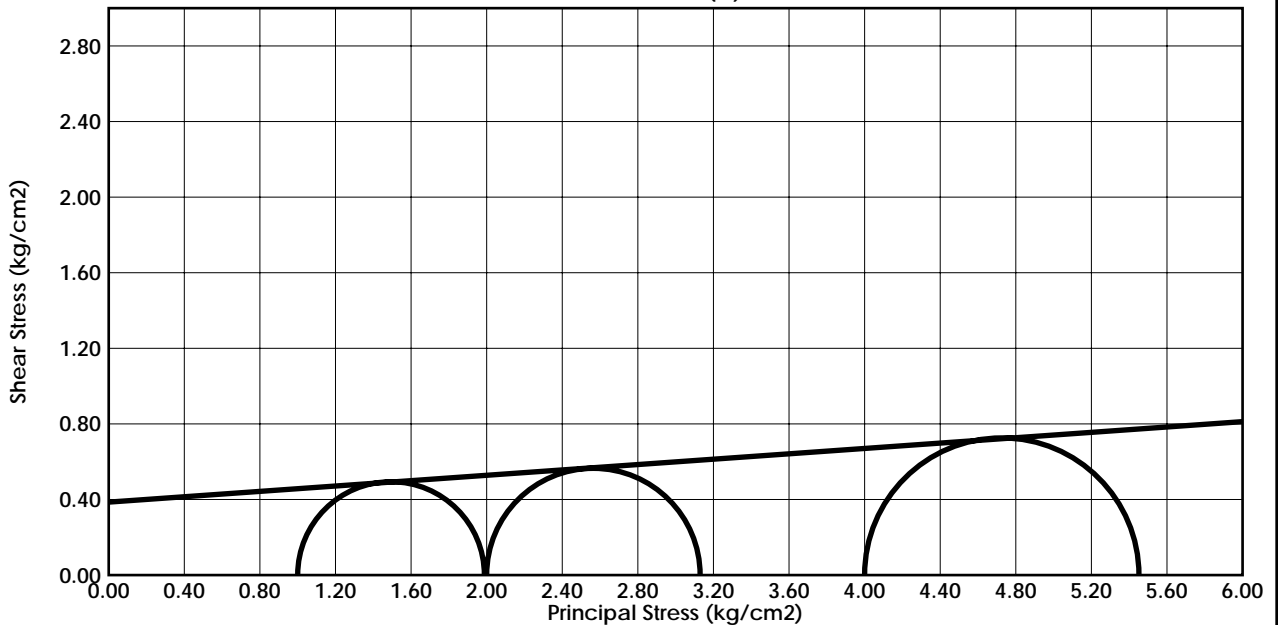
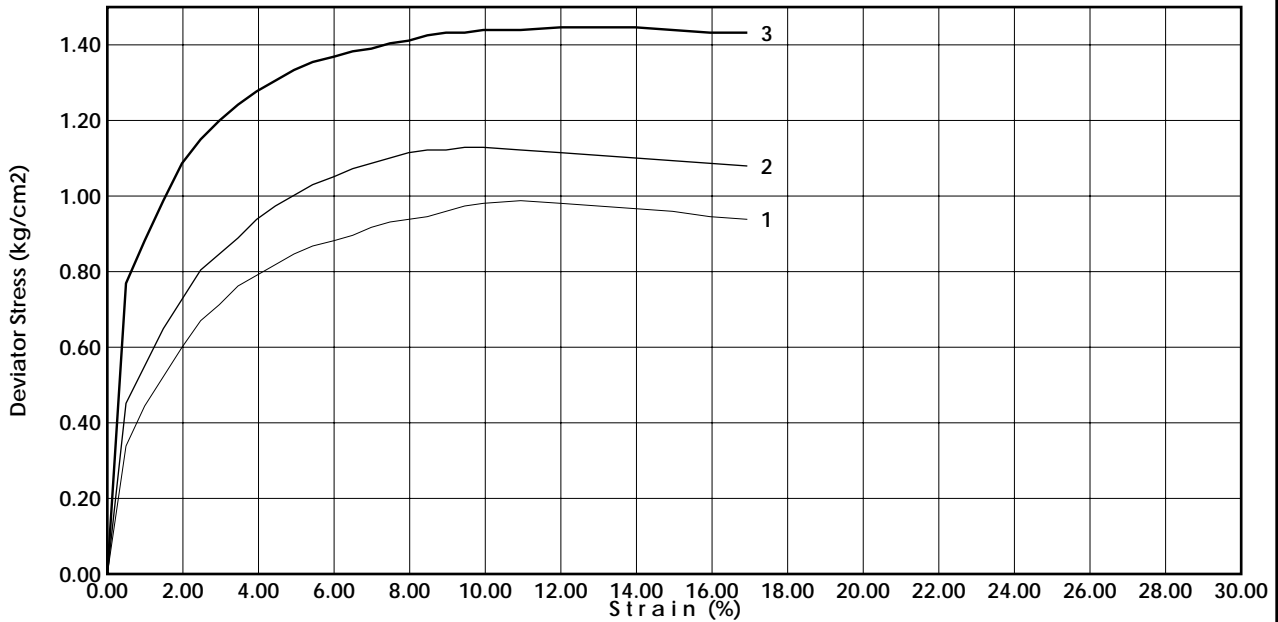
JOB NO. : -
 DATE : March 20, 2012
 TESTED BY : Kus.Cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : NR

Soil Specimen No	1	2	3
Bulk Density (g/cm ³)	1.91	1.91	1.93
Moisture Content (%)	25.31	24.31	24.29
Dry Density (g/cm ³)	1.53	1.54	1.55
Specific Gravity	2.60	2.60	2.60
Void Ratio	0.70	0.69	0.67
Degree of Saturation (%)	93.45	91.64	93.86
Lateral Pressure (kg/cm ²)	1.00	2.00	4.00
Deviator Stress (kg/cm ²)	0.99	1.13	1.45
Strain (%)	11.0	10.0	13.0



Cohesion : 0.39 kg/cm²

Angle of Internal friction : 4.10°



THS0117.TXT - AvantGarde-Demi

Plate

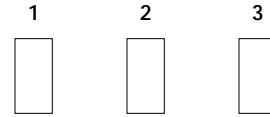
UNCONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL TEST

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH PEMBANGUNAN DERMAGA 9 & 10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : Dermaga 9 & 10
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM, KALIMANTAN TIMUR, INDONESIA
 BORE HOLE NO. : THS.2
 DEPTH IN M : 19.00 - 19.70
 SOIL DESCRIPTION : Sandy Clay, gray

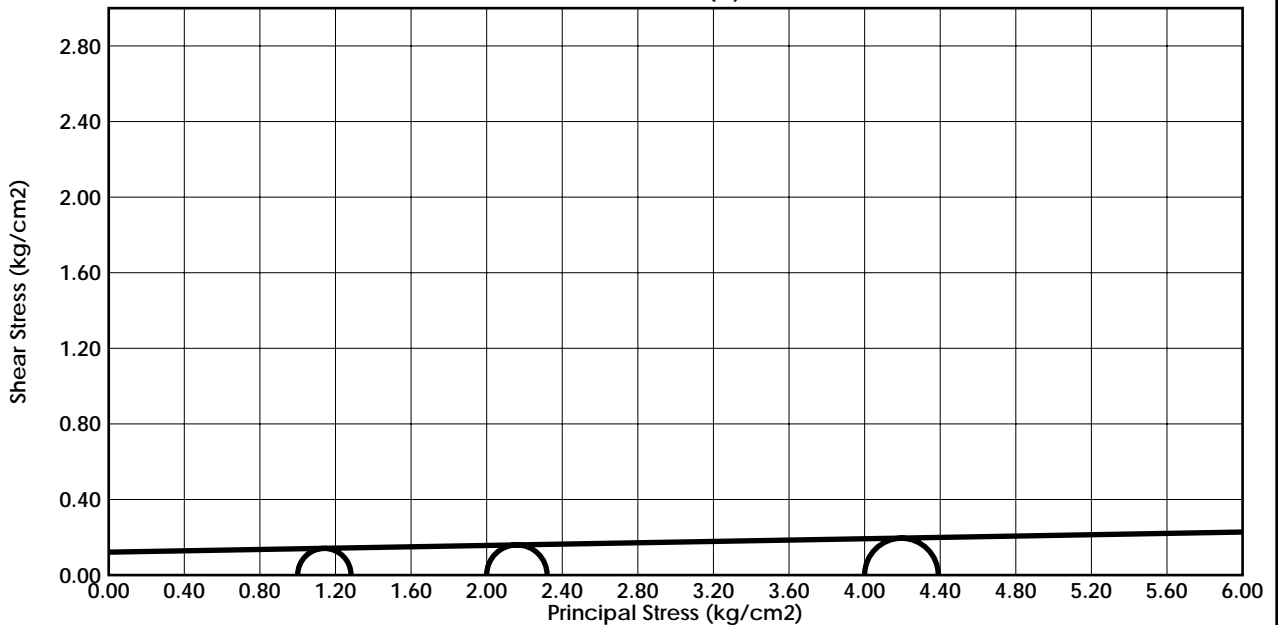
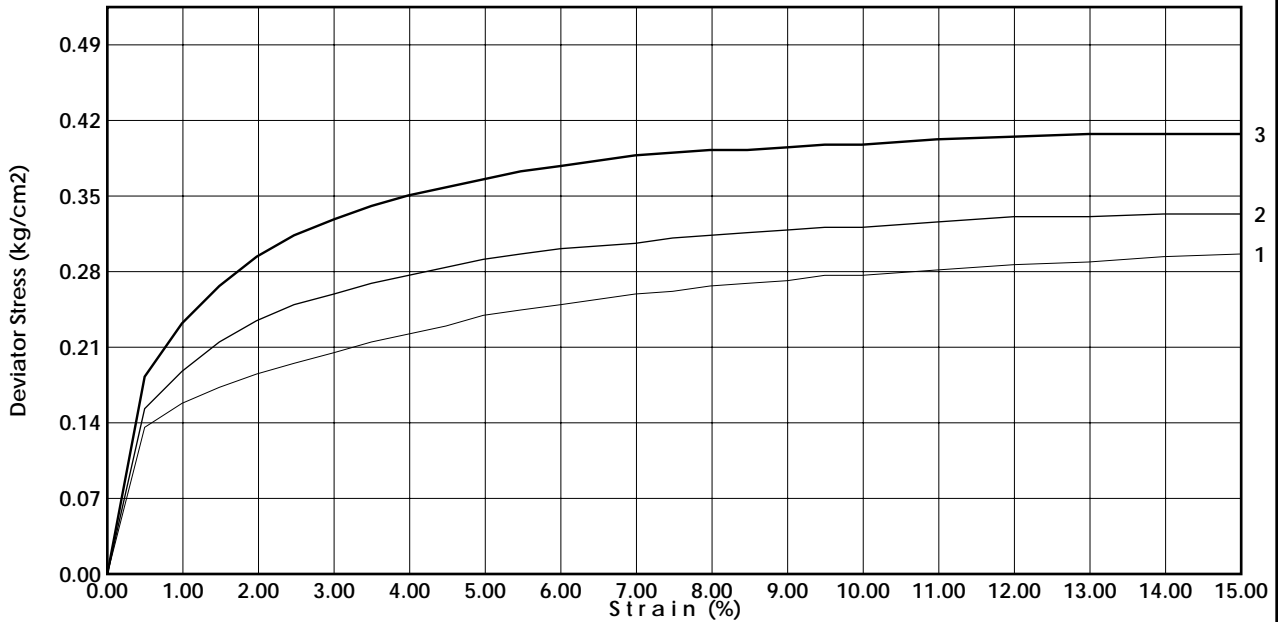
JOB NO. : -
 DATE : March 24, 2012
 TESTED BY : Kus.Cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : NR

Soil Specimen No	1	2	3
Bulk Density (g/cm ³)	1.83	1.83	1.83
Moisture Content (%)	29.03	29.03	29.14
Dry Density (g/cm ³)	1.42	1.42	1.42
Specific Gravity	2.58	2.58	2.58
Void Ratio	0.82	0.82	0.82
Degree of Saturation (%)	91.83	91.82	91.42
Lateral Pressure (kg/cm ²)	1.00	2.00	4.00
Deviator Stress (kg/cm ²)	0.28	0.32	0.39
Strain (%)	15.0	15.0	14.0



Cohesion : 0.12 kg/cm²

Angle of Internal friction : 1.00°



THS0219.TXT - AvantGarde-Demi

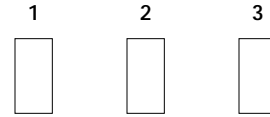
UNCONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL TEST

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH PEMBANGUNAN DERMAGA 9 & 10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : Dermaga 9 & 10
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM, KALIMANTAN TIMUR, INDONESIA
 BORE HOLE NO. : THS-2
 DEPTH IN M : 25.00 - 25.70
 SOIL DESCRIPTION : Clay, gray

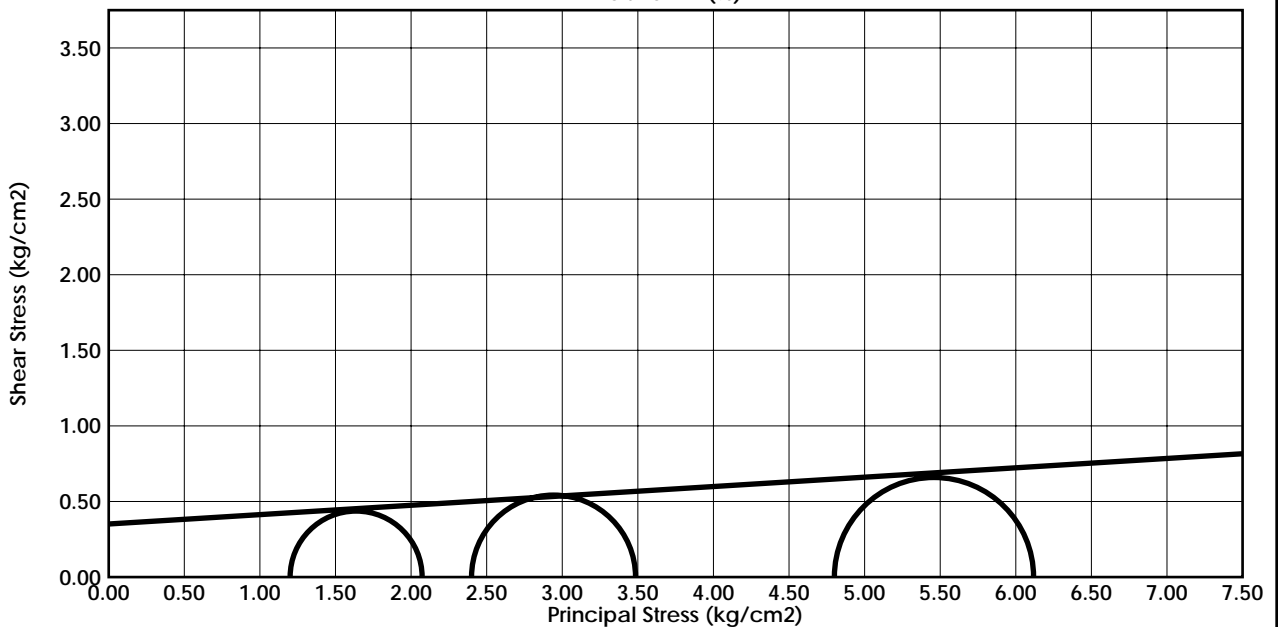
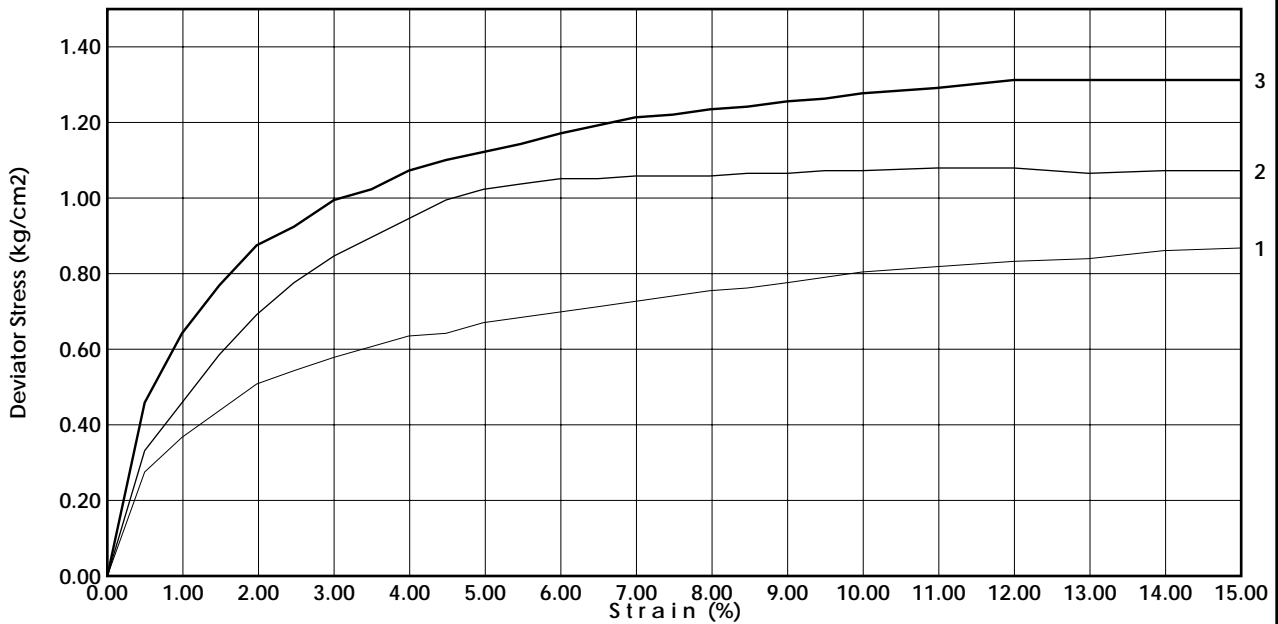
JOB NO. : -
 DATE : March 14, 2012
 TESTED BY : Kus.Cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : NR

Soil Specimen No	1	2	3
Bulk Density (g/cm ³)	2.09	2.09	2.08
Moisture Content (%)	16.99	17.03	17.08
Dry Density (g/cm ³)	1.79	1.79	1.78
Specific Gravity	2.63	2.63	2.63
Void Ratio	0.47	0.47	0.48
Degree of Saturation (%)	95.31	94.73	94.15
Lateral Pressure (kg/cm ²)	1.20	2.40	4.80
Deviator Stress (kg/cm ²)	0.87	1.08	1.32
Strain (%)	15.0	12.0	15.0



Cohesion : 0.35 kg/cm²

Angle of Internal friction : 3.50°



THS0225.TXT - AvantGarde-Demi

Plate

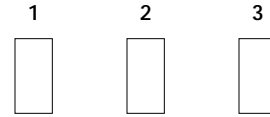
UNCONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL TEST

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH PEMBANGUNAN DERMAGA 9 & 10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : Dermaga 9 & 10
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM, KALIMANTAN TIMUR, INDONESIA
 BORE HOLE NO. : THS-2
 DEPTH IN M : 30.50 - 31.20
 SOIL DESCRIPTION : Clay, light gray

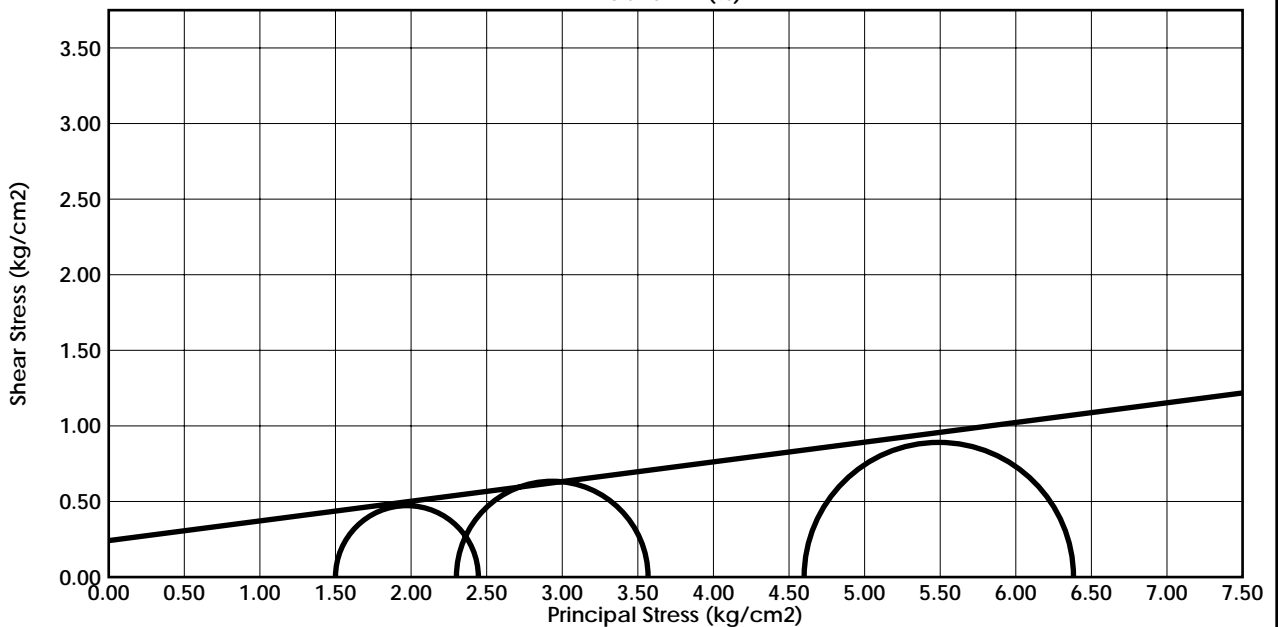
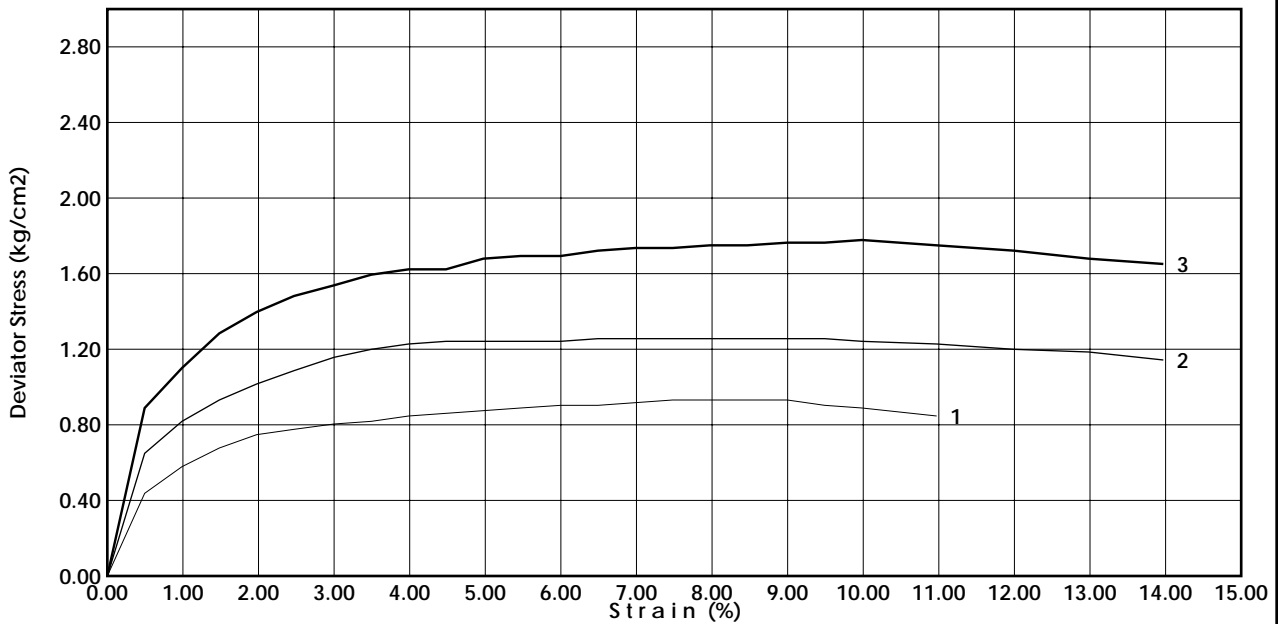
JOB NO. : -
 DATE : March 14, 2012
 TESTED BY : Kus.Cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : NR

Soil Specimen No	1	2	3
Bulk Density (g/cm ³)	1.57	1.57	1.56
Moisture Content (%)	54.0	54.27	54.55
Dry Density (g/cm ³)	1.02	1.02	1.01
Specific Gravity	2.63	2.63	2.63
Void Ratio	1.58	1.59	1.60
Degree of Saturation (%)	90.02	89.73	89.44
Lateral Pressure (kg/cm ²)	1.50	2.30	4.60
Deviator Stress (kg/cm ²)	0.94	1.27	1.78
Strain (%)	8.00	9.50	10.0



Cohesion : 0.24 kg/cm²

Angle of Internal friction : 7.40°



THS0230.TXT - AvantGarde-Demi

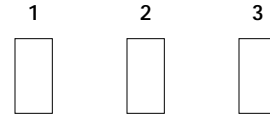
UNCONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL TEST

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH PEMBANGUNAN DERMAGA 9 & 10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : Dermaga 9 & 10
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM, KALIMANTAN TIMUR, INDONESIA
 BORE HOLE NO. : THS.3
 DEPTH IN M : 20.50 - 21.20
 SOIL DESCRIPTION : Clay, gray

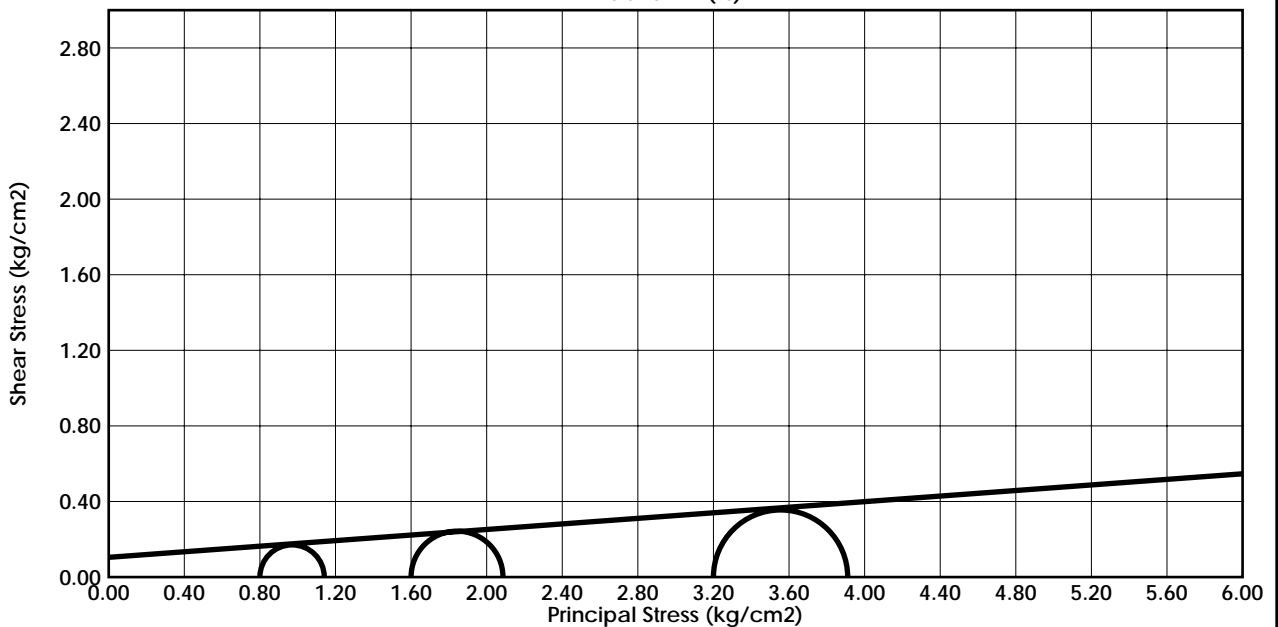
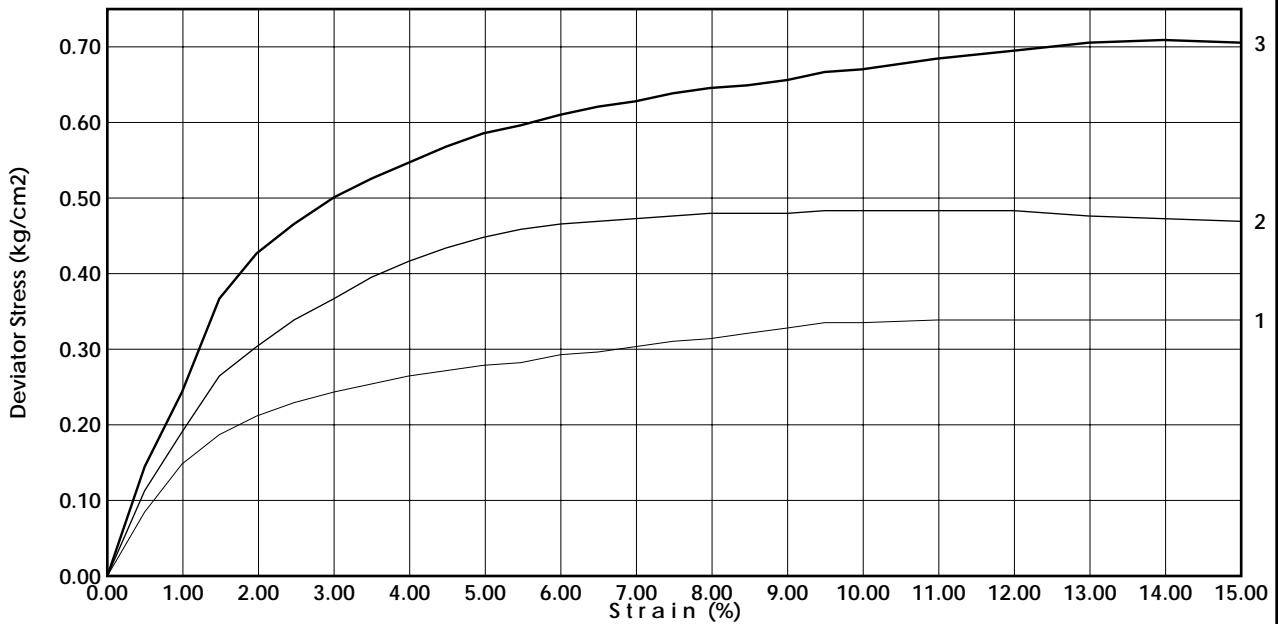
JOB NO. : -
 DATE : March 22, 2012
 TESTED BY : Kus.Cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : NR

Soil Specimen No	1	2	3
Bulk Density (g/cm ³)	1.57	1.57	1.56
Moisture Content (%)	62.0	62.33	62.66
Dry Density (g/cm ³)	0.97	0.97	0.96
Specific Gravity	2.59	2.59	2.59
Void Ratio	1.67	1.68	1.70
Degree of Saturation (%)	96.19	95.88	95.58
Lateral Pressure (kg/cm ²)	0.80	1.60	3.20
Deviator Stress (kg/cm ²)	0.34	0.49	0.71
Strain (%)	15.0	11.0	14.0



Cohesion : 0.10 kg/cm²

Angle of Internal friction : 4.20°



THS0320.TXT - AvantGarde-Demi

Plate

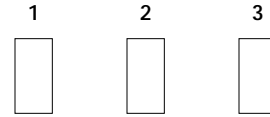
UNCONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL TEST

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH PEMBANGUNAN DERMAGA 9 & 10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : Dermaga 9 & 10
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM, KALIMANTAN TIMUR, INDONESIA
 BORE HOLE NO. : THS.3
 DEPTH IN M : 32.00 - 32.70
 SOIL DESCRIPTION : Clay, gray

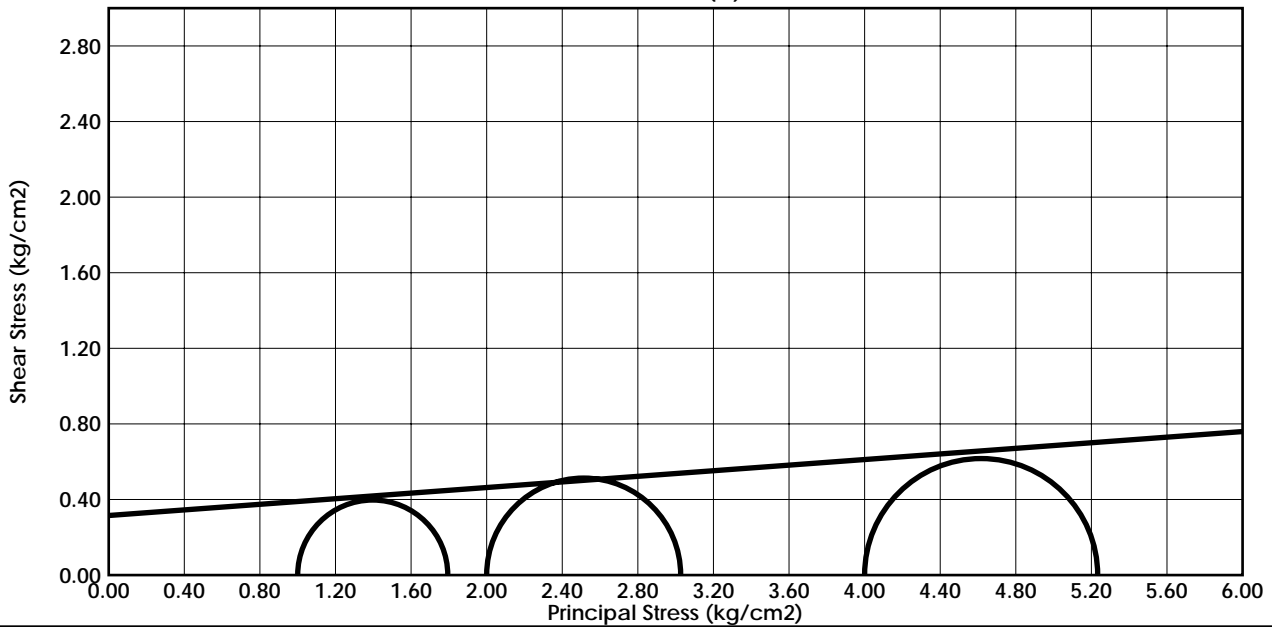
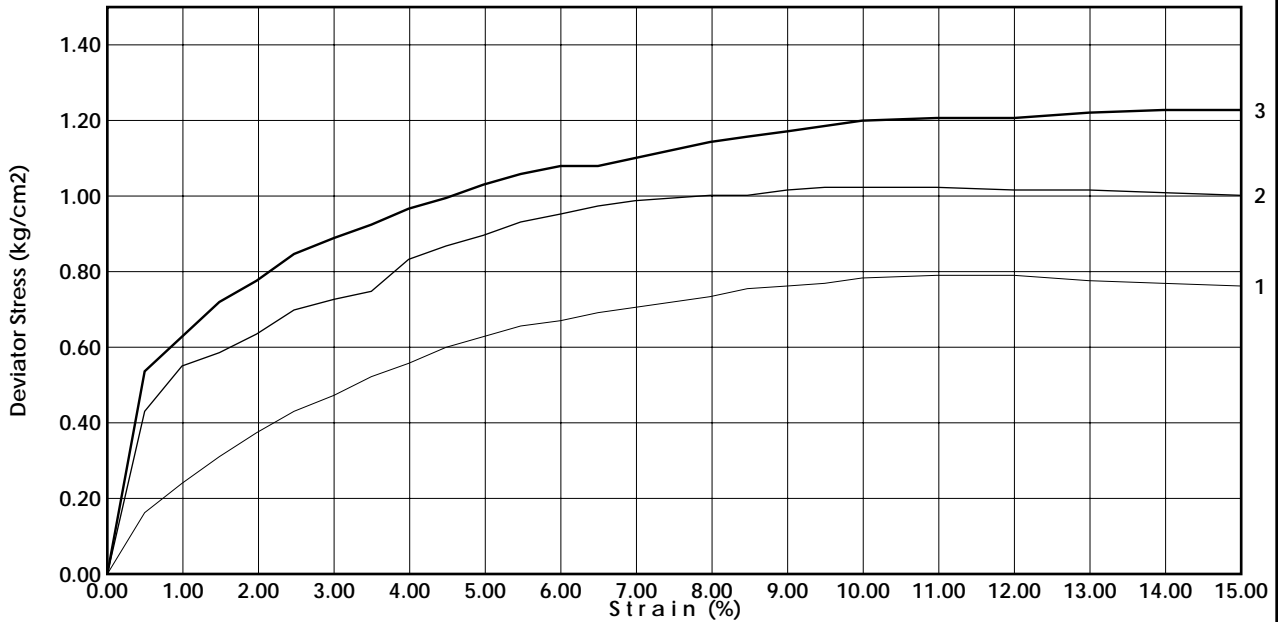
JOB NO. : -
 DATE : March 21, 2012
 TESTED BY : Kus.Cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : NR

Soil Specimen No	1	2	3
Bulk Density (g/cm ³)	1.84	1.83	1.83
Moisture Content (%)	34.02	34.15	34.27
Dry Density (g/cm ³)	1.37	1.37	1.36
Specific Gravity	2.61	2.61	2.61
Void Ratio	0.90	0.91	0.92
Degree of Saturation (%)	98.15	97.74	97.34
Lateral Pressure (kg/cm ²)	1.00	2.00	4.00
Deviator Stress (kg/cm ²)	0.79	1.03	1.23
Strain (%)	11.0	11.0	15.0



Cohesion : 0.32 kg/cm²

Angle of Internal friction : 4.20°



THS0332.TXT - AvantGarde-Demi

Plate

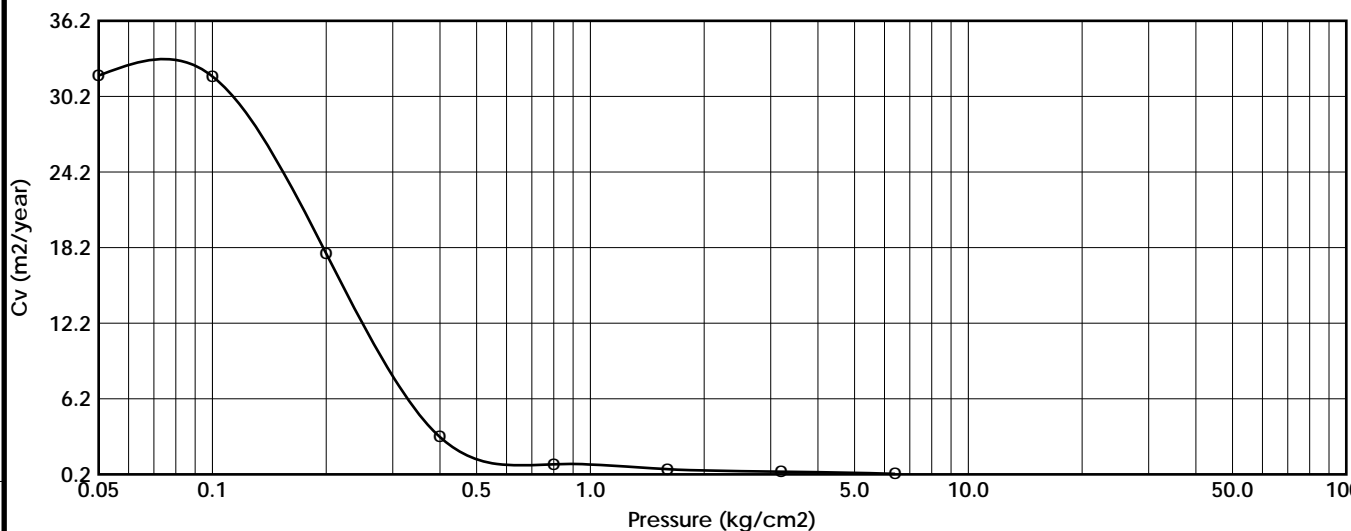
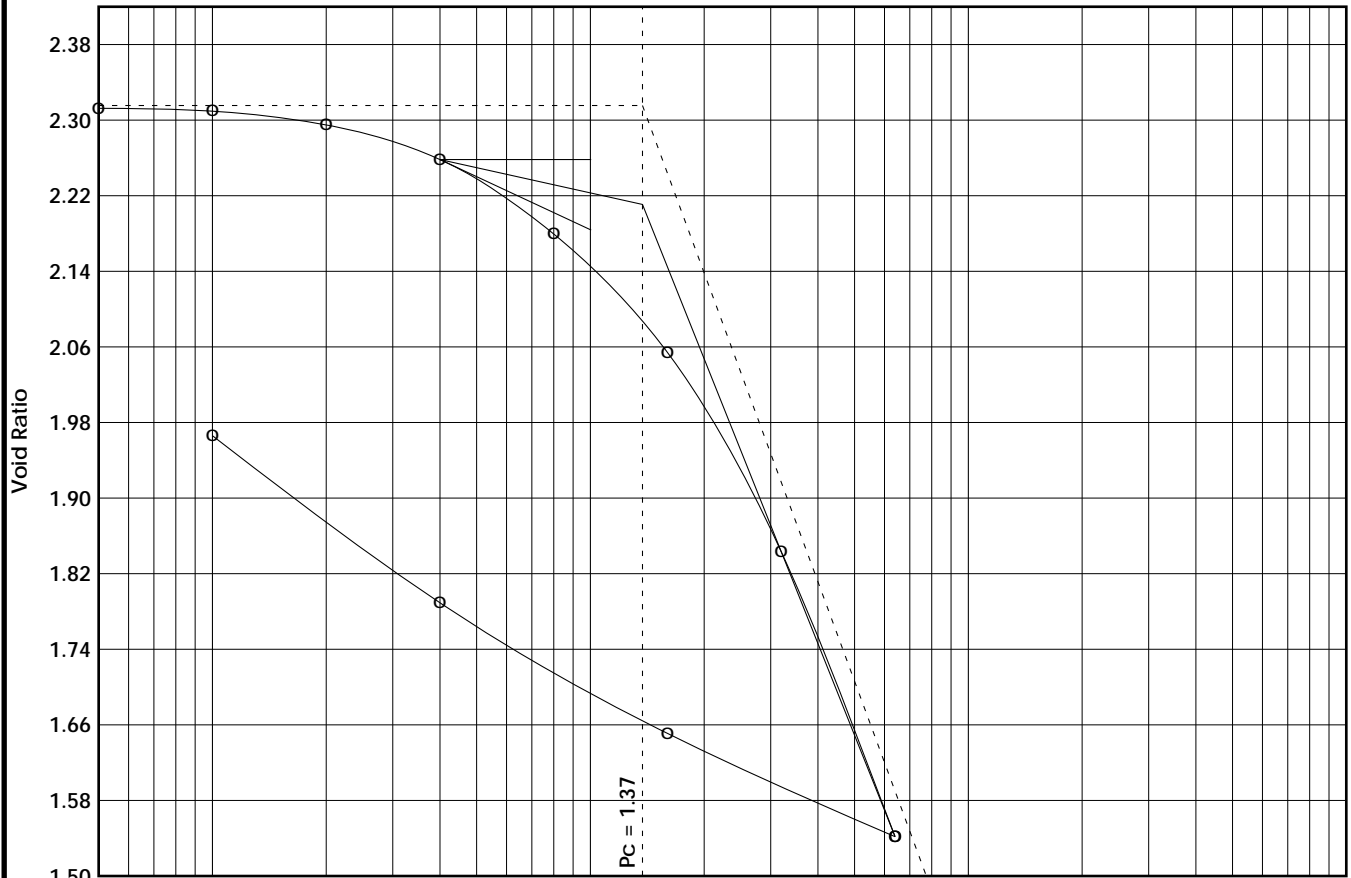
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA 9&10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : DERMAGA 9 & 10
 CLIENT : PT.PUPOK KALIMANTAN TIMUR
 BORE HOLE NO. : THS-1
 DEPTH IN M : 15.00 - 15.70
 SOIL DESCRIPTION : Organic Clay, dark gray

JOB NO. : -
 DATE : Feb 23,2012
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : TH
 CHECKED BY : NR

Initial Water Content (%)	: 89.45	Specific Gravity (Gs)	: 2.50
Final Water Content (%)	: 80.21	Initial Degree of Saturation (%)	: 96.57
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 1.43	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 1.51	Initial Void Ratio	: 2.32 $0.42E_o = 0.97$
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 0.75	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 1.37
Final Dry Density (g/cm ³)	: 0.83	Compression Index (Cc)	: 1.00 Corr. Cc = 1.09



THS0115.TXT - AvantGarde-Demi

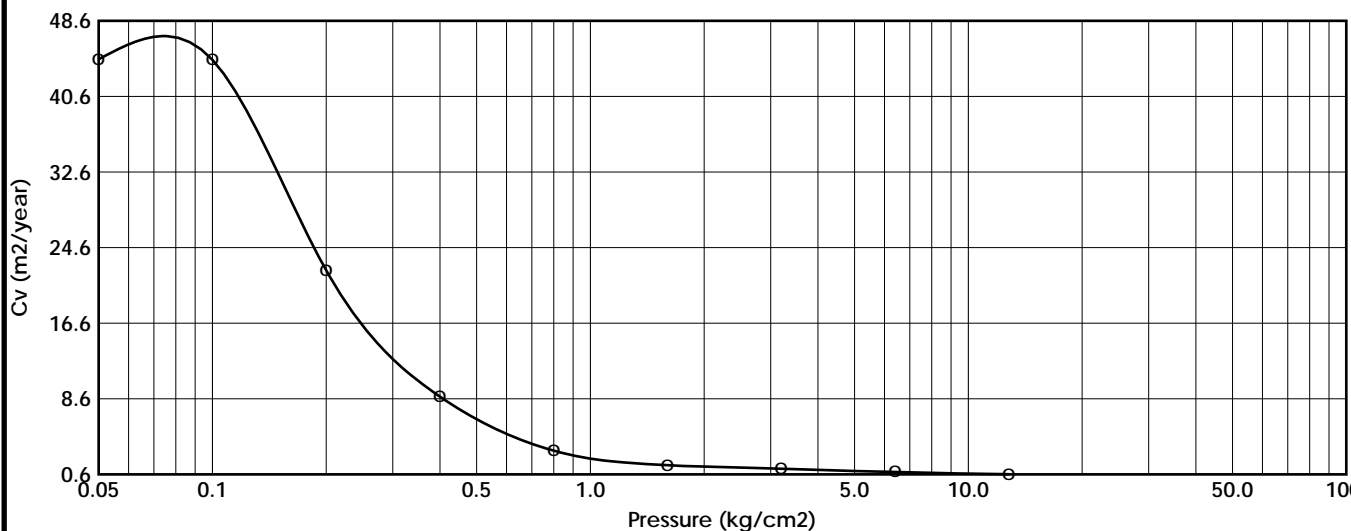
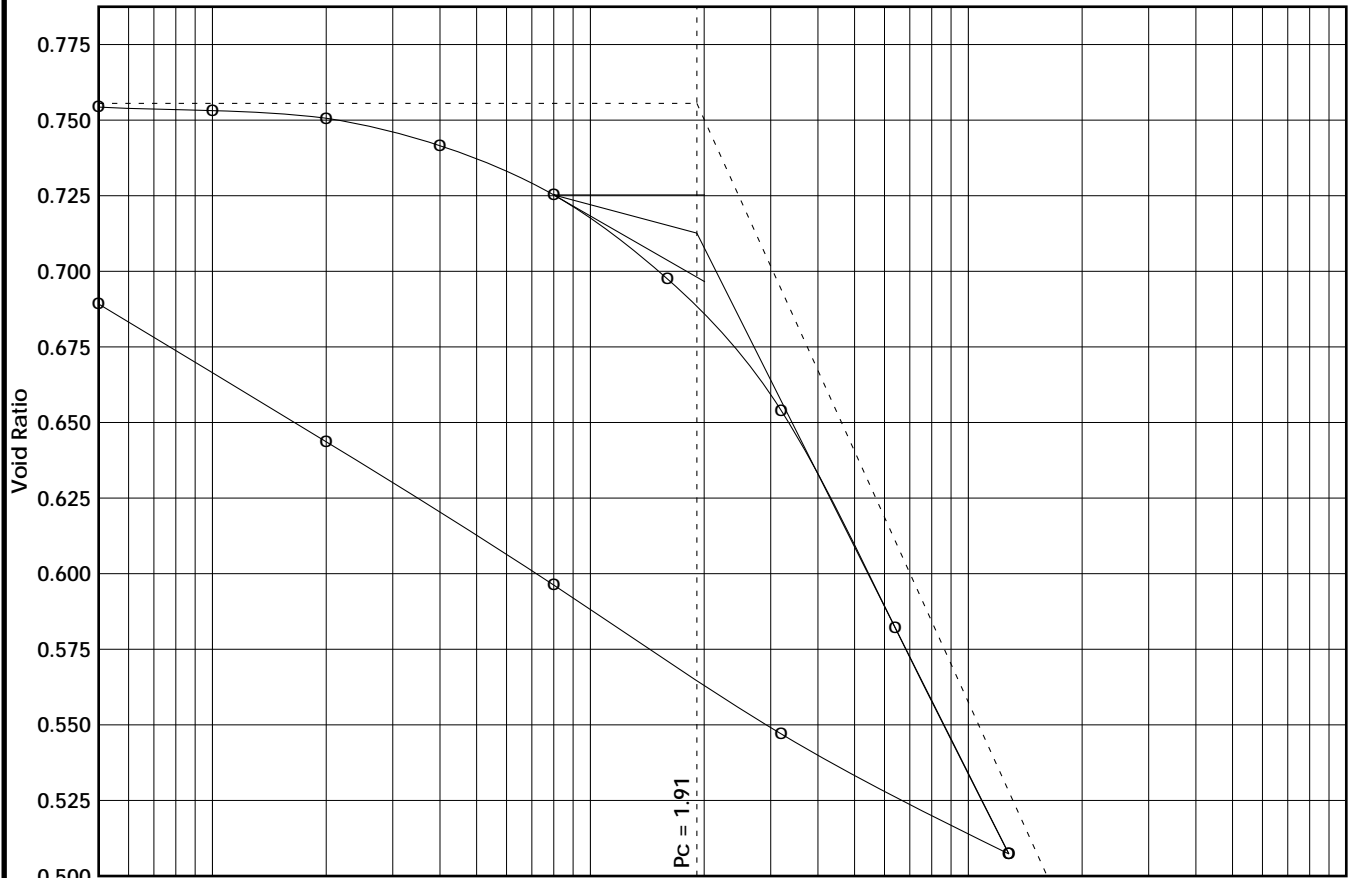
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA 9&10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : DERMAGA 9 & 10
 CLIENT : PT.PUPOK KALIMANTAN TIMUR
 BORE HOLE NO. : THS-1
 DEPTH IN M : 17.00 - 17.70
 SOIL DESCRIPTION : Clay, brown

JOB NO. : -
 DATE : Feb 23,2012
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : TH
 CHECKED BY : NR

Initial Water Content (%)	: 29.06	Specific Gravity (Gs)	: 2.60
Final Water Content (%)	: 27.09	Initial Degree of Saturation (%)	: 100.
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 1.94	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 2.01	Initial Void Ratio	: 0.76 0.42E _o = 0.32
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.48	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 1.91
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.53	Compression Index (Cc)	: 0.25 Corr. Cc = 0.28



THS0117.TXT - AvantGarde-Demi

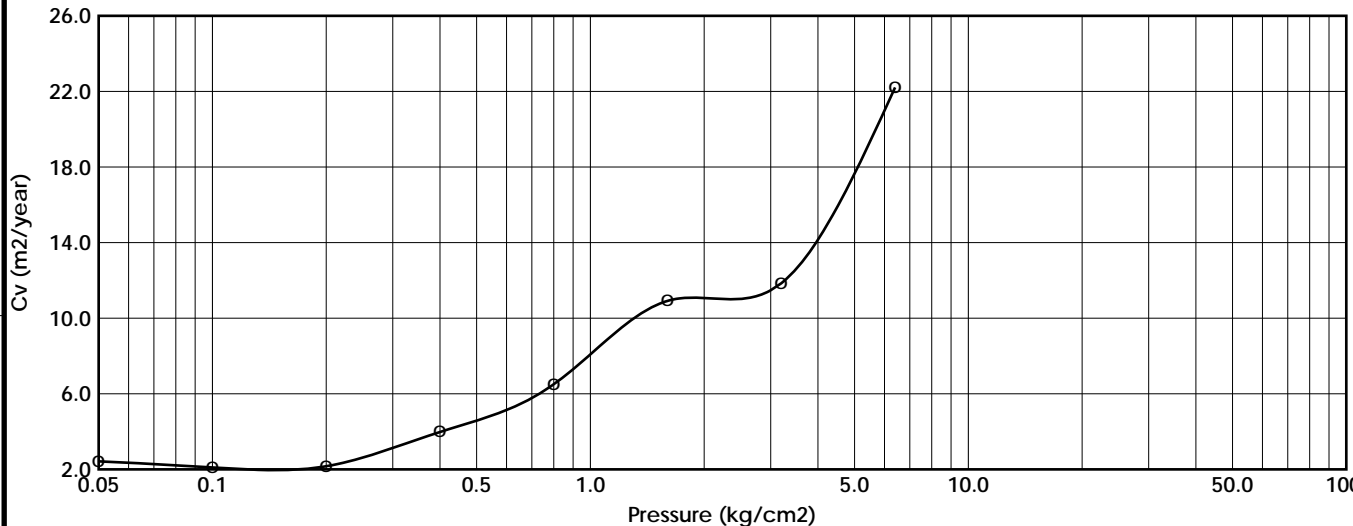
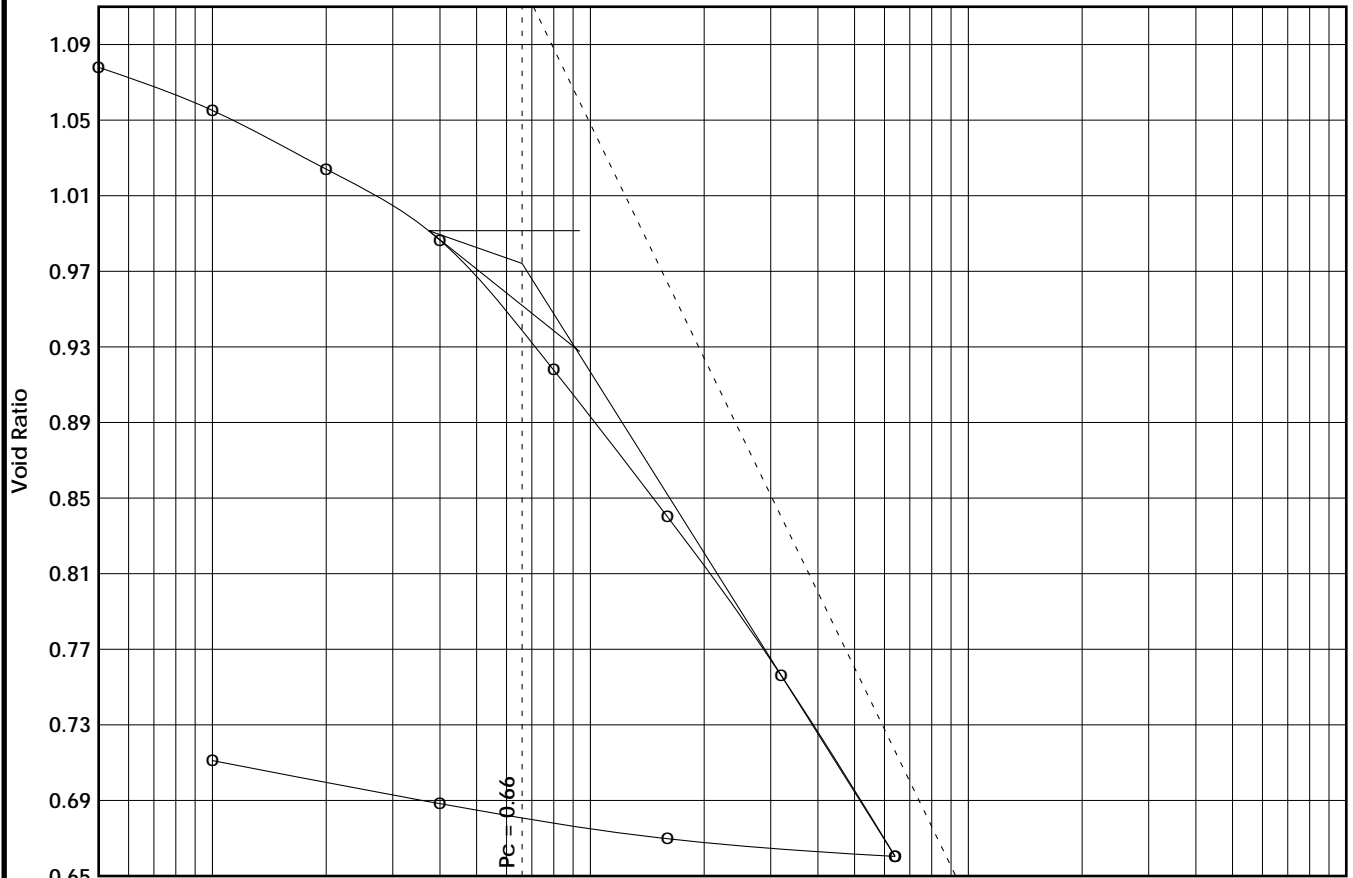
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA 9&10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : DERMAGA 9 & 10
 CLIENT : PT.PUPOK KALIMANTAN TIMUR
 BORE HOLE NO. : THS-2
 DEPTH IN M : 10.50 - 11.20
 SOIL DESCRIPTION : Clay, Shell fragment, light gray

JOB NO. : -
 DATE : Feb 23,2012
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : TH
 CHECKED BY : NR

Initial Water Content (%)	: 42.84	Specific Gravity (Gs)	: 2.62
Final Water Content (%)	: 27.82	Initial Degree of Saturation (%)	: 100.
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 1.78	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 1.97	Initial Void Ratio	: 1.12 0.42E _o = 0.47
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.23	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 0.66
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.52	Compression Index (Cc)	: 0.32 Corr. Cc = 0.41



THS0210.TXT - AvantGarde-Demi

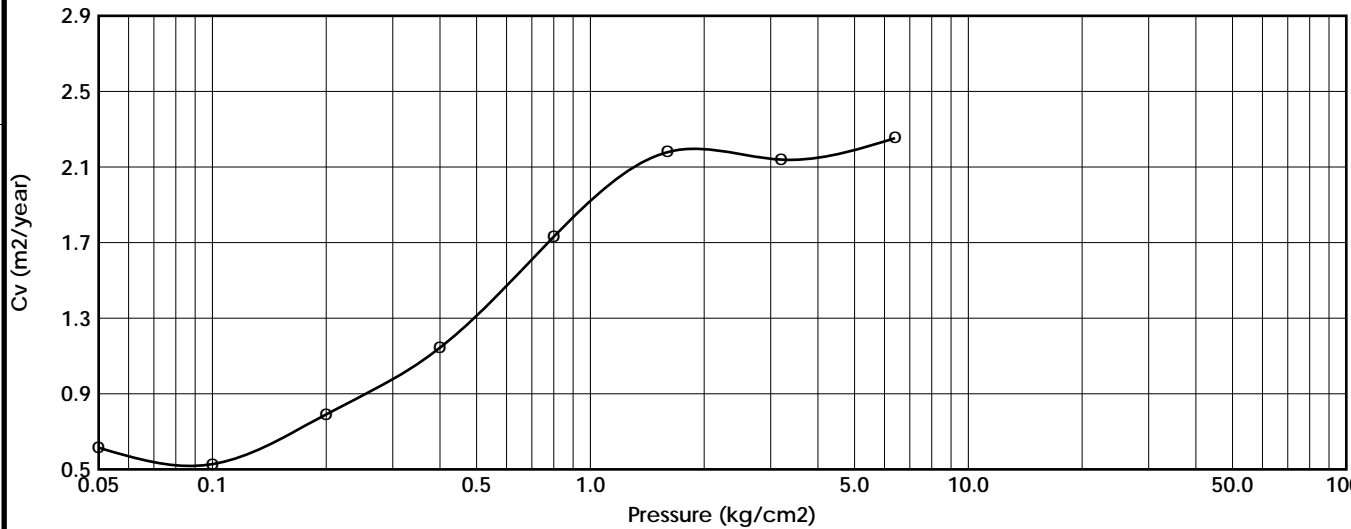
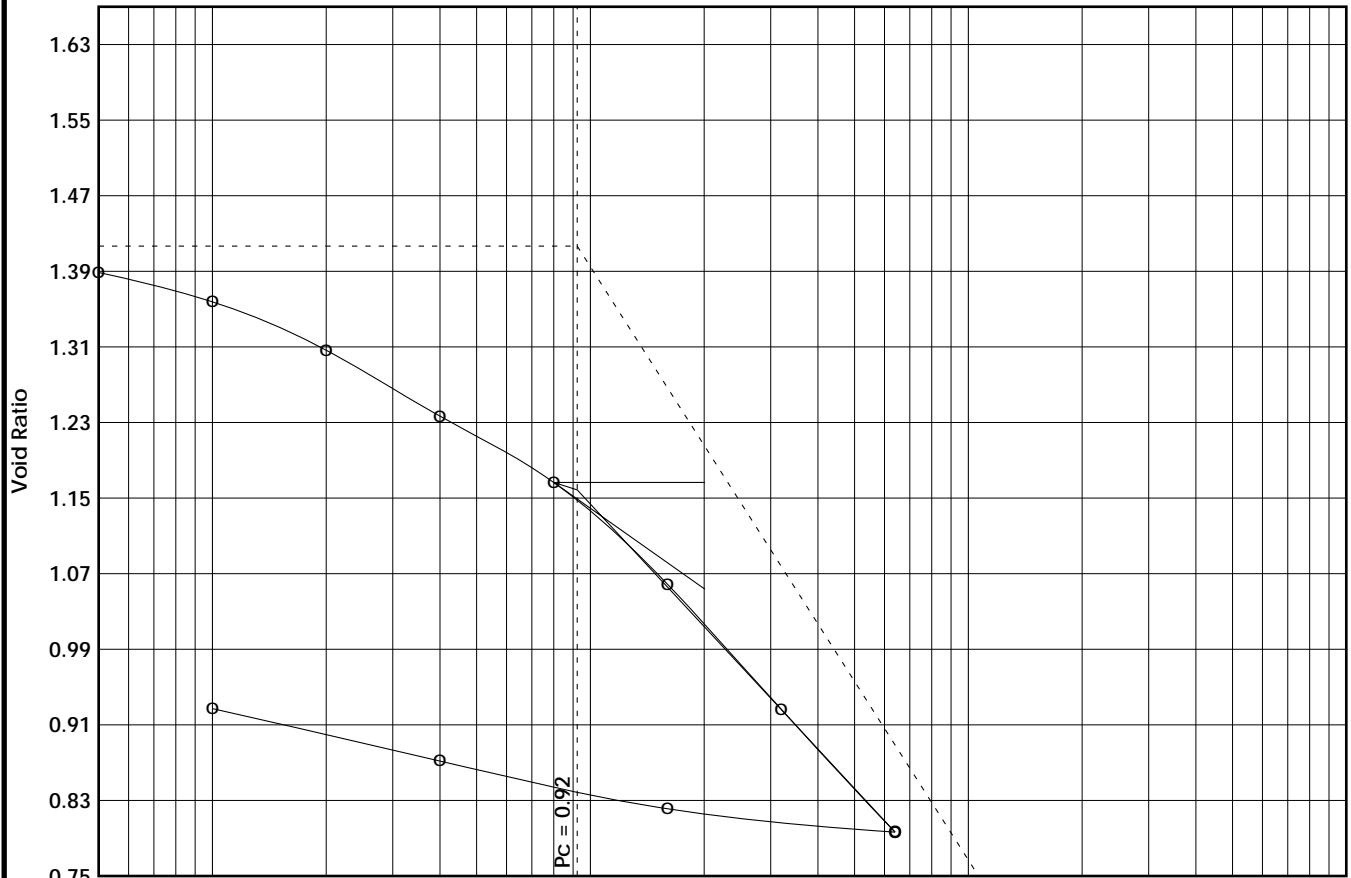
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA 9&10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : DERMAGA 9 & 10
 CLIENT : PT.PUPOK KALIMANTAN TIMUR
 BORE HOLE NO. : THS-2
 DEPTH IN M : 15.00 - 15.70
 SOIL DESCRIPTION : Sandy Clay, shell fragment, light gray

JOB NO. : -
 DATE : Feb 23,2012
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : TH
 CHECKED BY : NR

Initial Water Content (%)	: 50.63	Specific Gravity (Gs)	: 2.68
Final Water Content (%)	: 35.95	Initial Degree of Saturation (%)	: 95.78
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 1.67	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 1.86	Initial Void Ratio	: 1.42 0.42E _o = 0.60
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.11	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 0.92
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.36	Compression Index (Cc)	: 0.43 Corr. Cc = 0.63



THS0215.TXT - AvantGarde-Demi

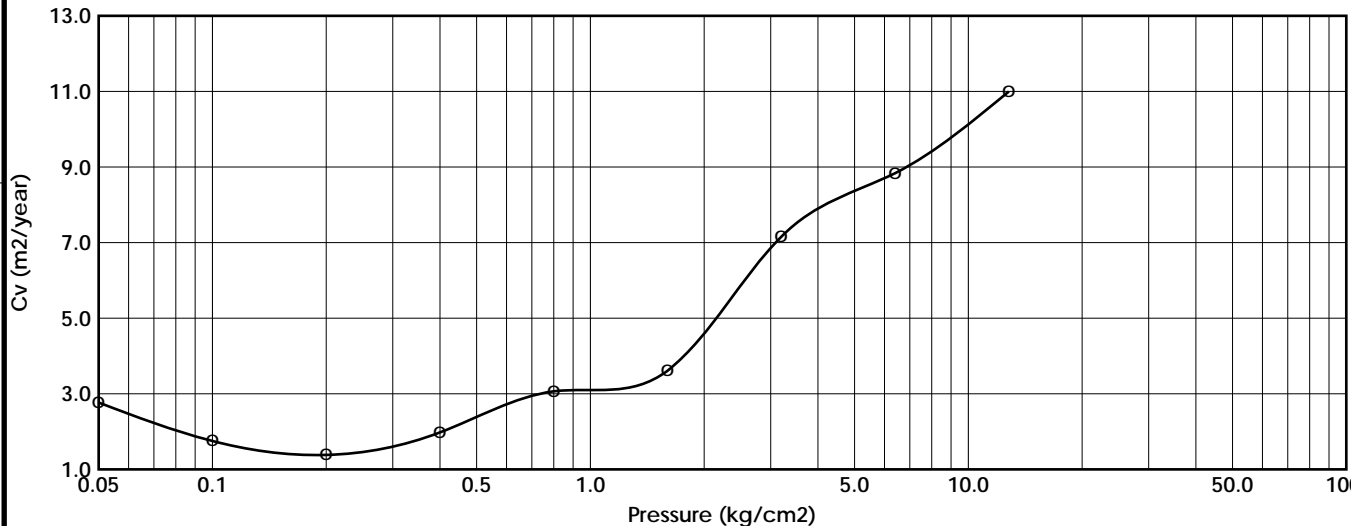
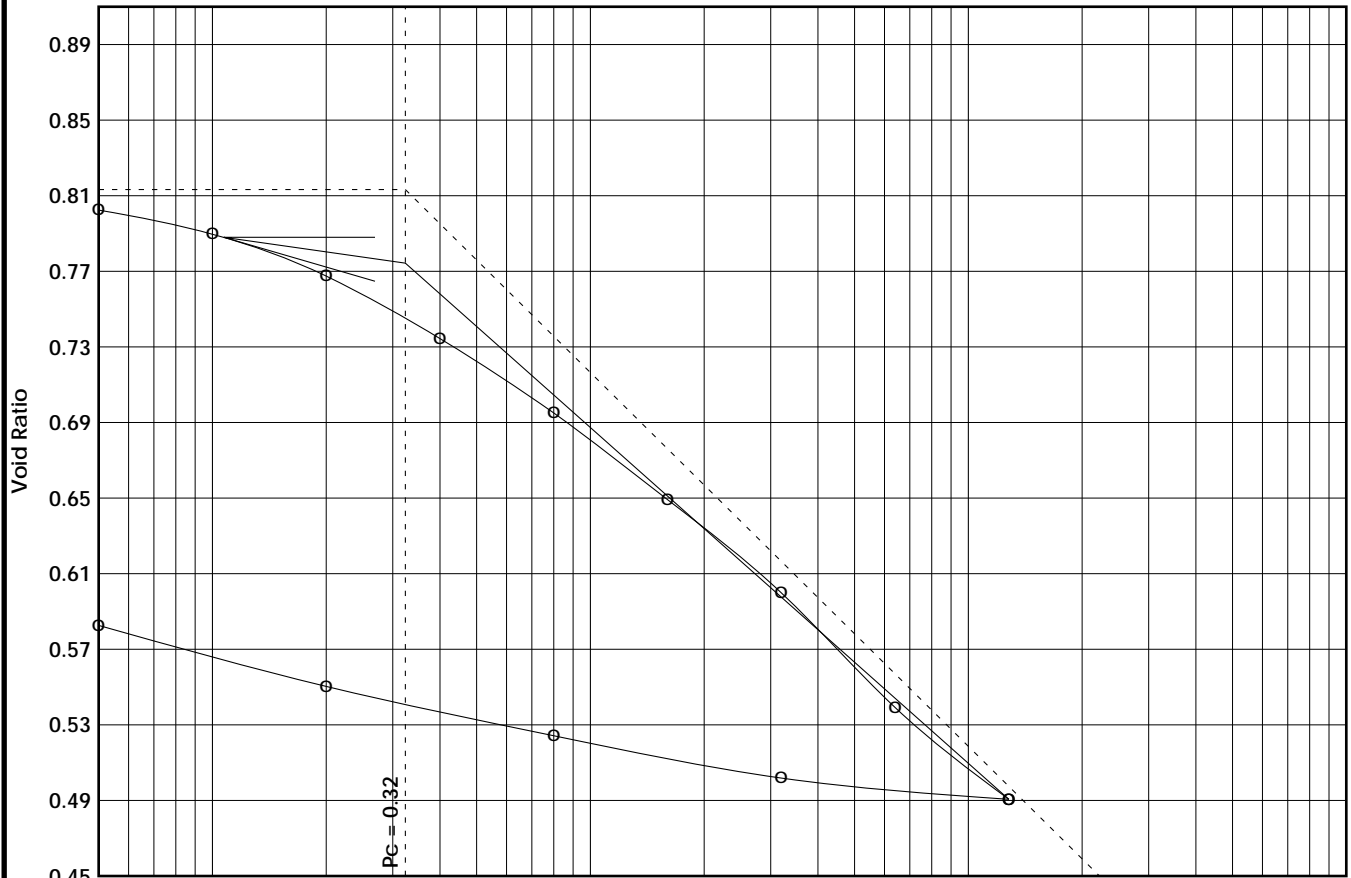
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA 9&10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : DERMAGA 9 & 10
 CLIENT : PT.PUPUK KALIMANTAN TIMUR
 BORE HOLE NO. : THS-2
 DEPTH IN M : 19.00 - 19.70
 SOIL DESCRIPTION : Sandy Clay, dark gray

JOB NO. : -
 DATE : Feb 23,2012
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : TH
 CHECKED BY : NR

Initial Water Content (%)	: 29.29	Specific Gravity (Gs)	: 2.58
Final Water Content (%)	: 22.84	Initial Degree of Saturation (%)	: 92.93
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 1.84	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 2.01	Initial Void Ratio	: 0.81 0.42E _o = 0.34
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.42	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 0.32
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.62	Compression Index (Cc)	: 0.18 Corr. Cc = 0.20



THS0219.TXT - AvantGarde-Demi

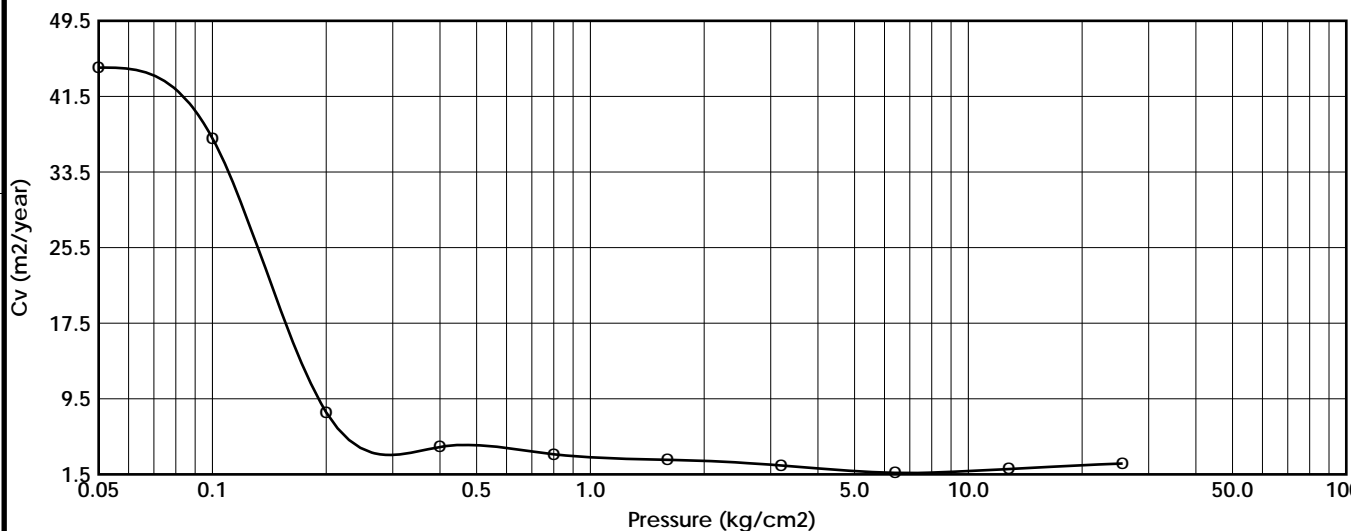
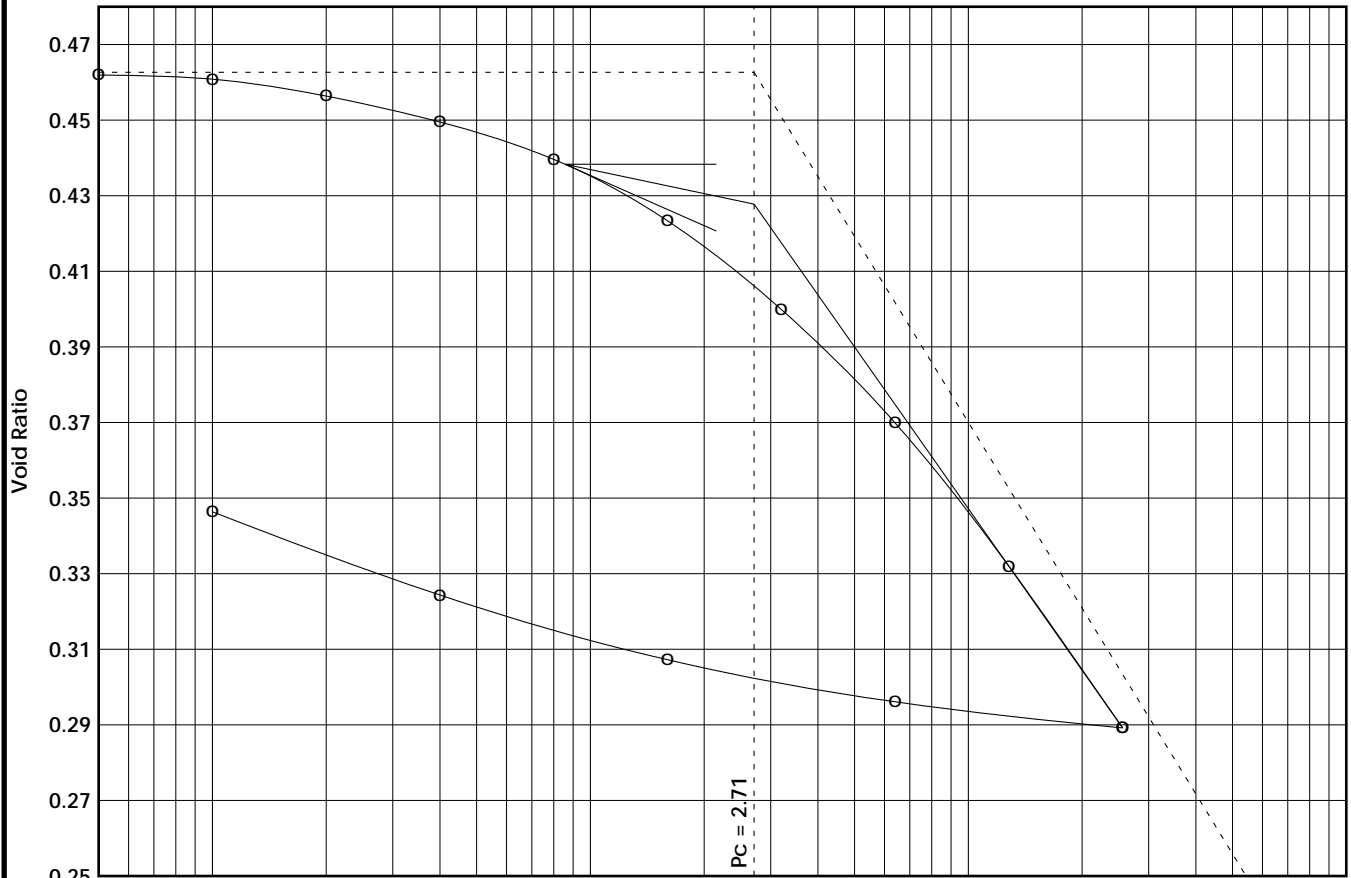
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA 9&10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : DERMAGA 9 & 10
 CLIENT : PT.PUPOK KALIMANTAN TIMUR
 BORE HOLE NO. : THS-2
 DEPTH IN M : 25.05 - 25.70
 SOIL DESCRIPTION : Clay, light gray

JOB NO. : -
 DATE : Feb 23,2012
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : TH
 CHECKED BY : NR

Initial Water Content (%)	: 17.25	Specific Gravity (Gs)	: 2.63
Final Water Content (%)	: 13.58	Initial Degree of Saturation (%)	: 98.06
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 2.11	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 2.23	Initial Void Ratio	: 0.46 0.42E _o = 0.19
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.80	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 2.71
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.94	Compression Index (Cc)	: 0.14 Corr. Cc = 0.16



THS0225.TXT - AvantGarde-Demi

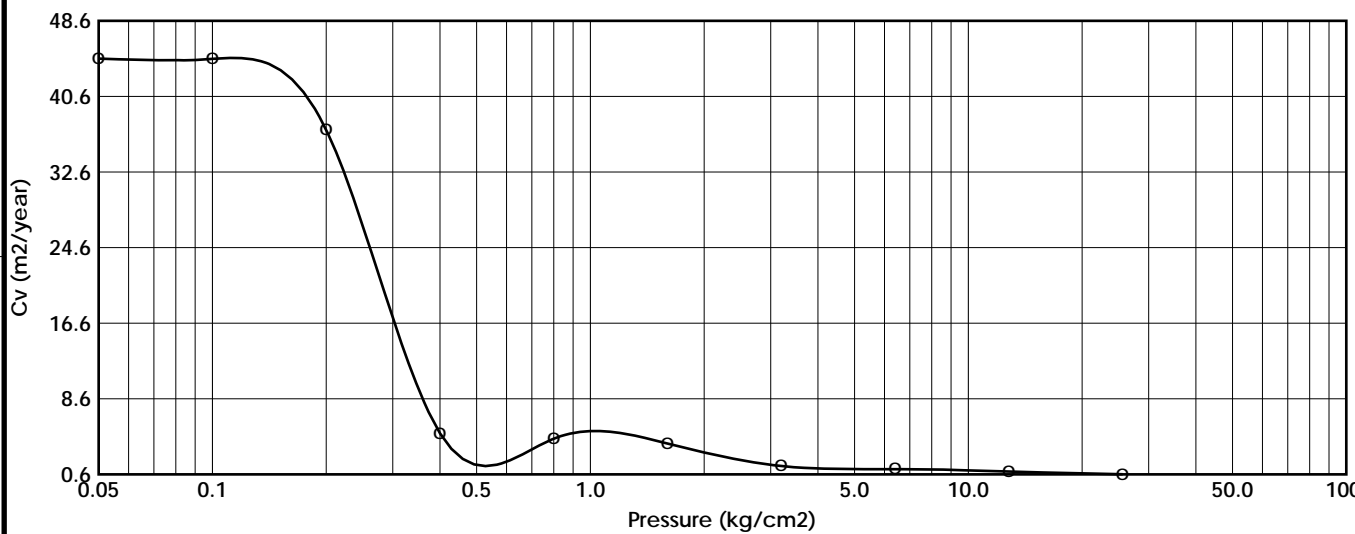
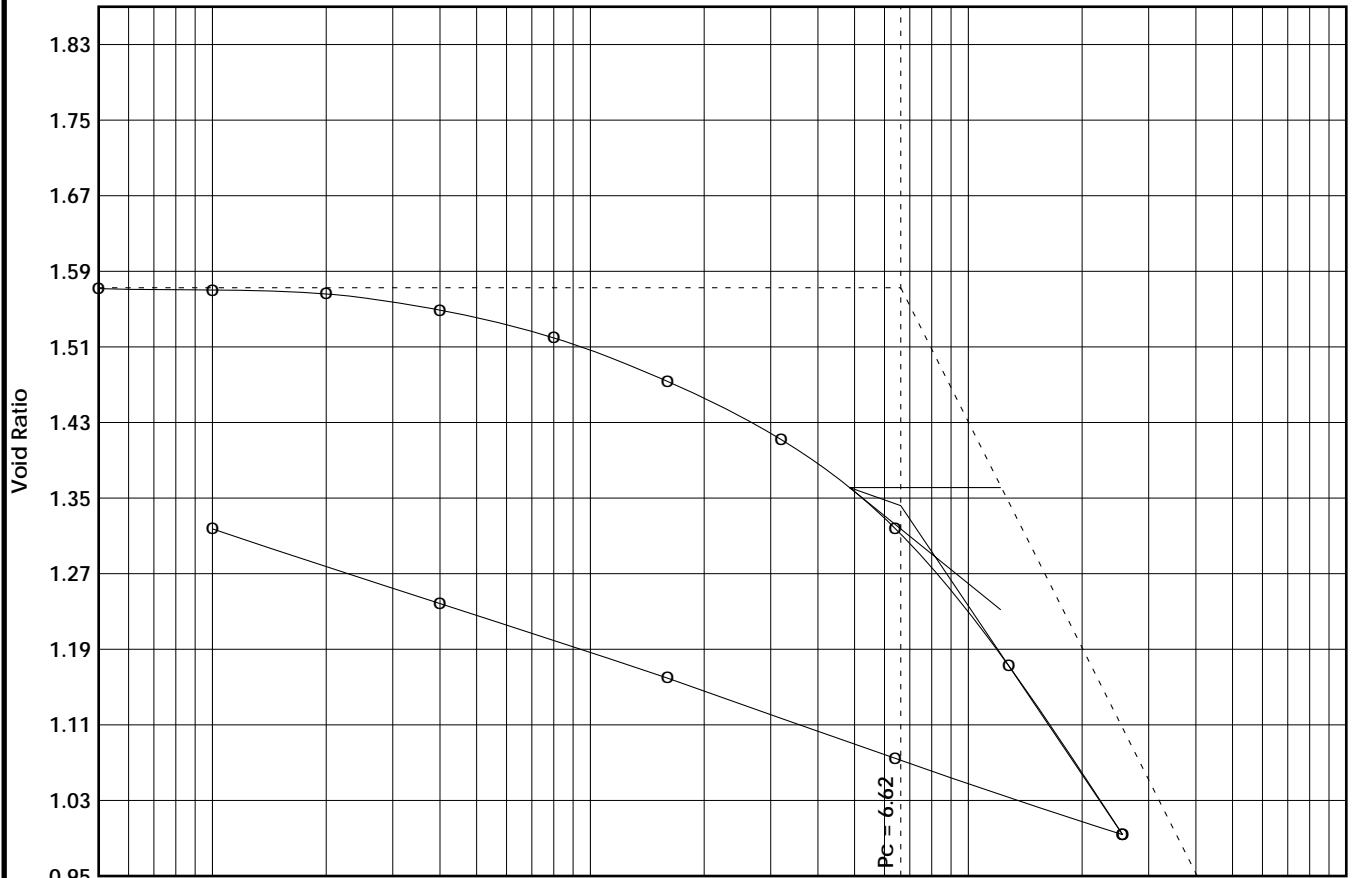
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA 9&10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : DERMAGA 9 & 10
 CLIENT : PT.PUPOK KALIMANTAN TIMUR
 BORE HOLE NO. : THS-2
 DEPTH IN M : 30.50 - 31.20
 SOIL DESCRIPTION : Clay, dark gray

JOB NO. : -
 DATE : Feb 23,2012
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : TH
 CHECKED BY : NR

Initial Water Content (%)	: 54.4	Specific Gravity (Gs)	: 2.63
Final Water Content (%)	: 53.55	Initial Degree of Saturation (%)	: 90.98
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 1.58	Final Degree of Saturation (%)	: 98.4
Final Wet Density (g/cm ³)	: 1.66	Initial Void Ratio	: 1.57 0.42Eo = 0.66
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.02	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 6.62
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.08	Compression Index (Cc)	: 0.59 Corr. Cc = 0.79



THS0230.TXT - AvantGarde-Demi

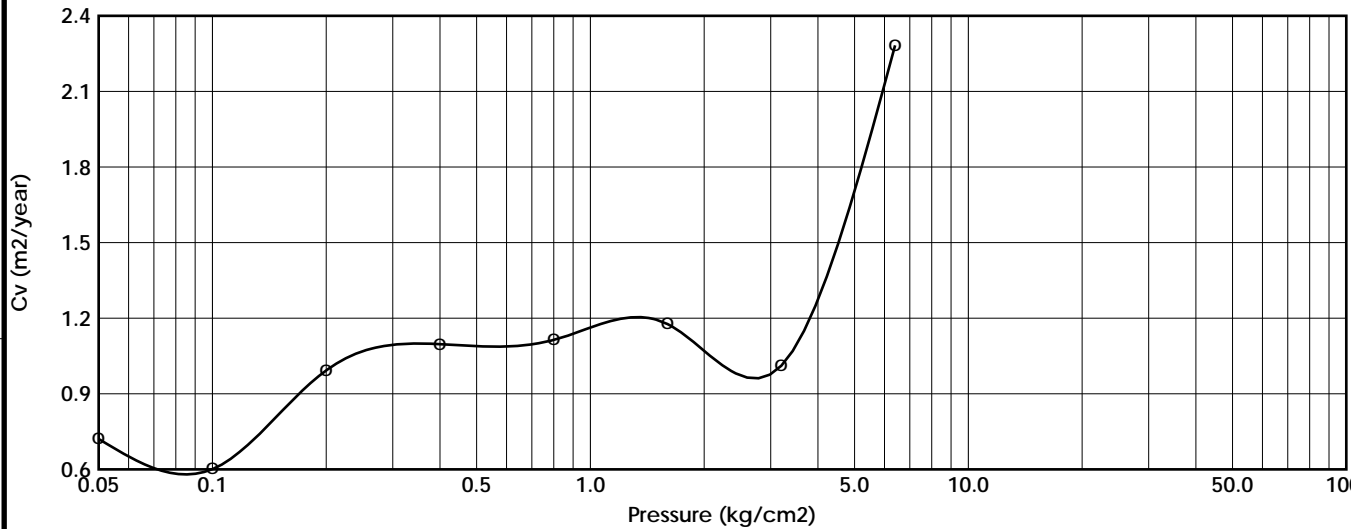
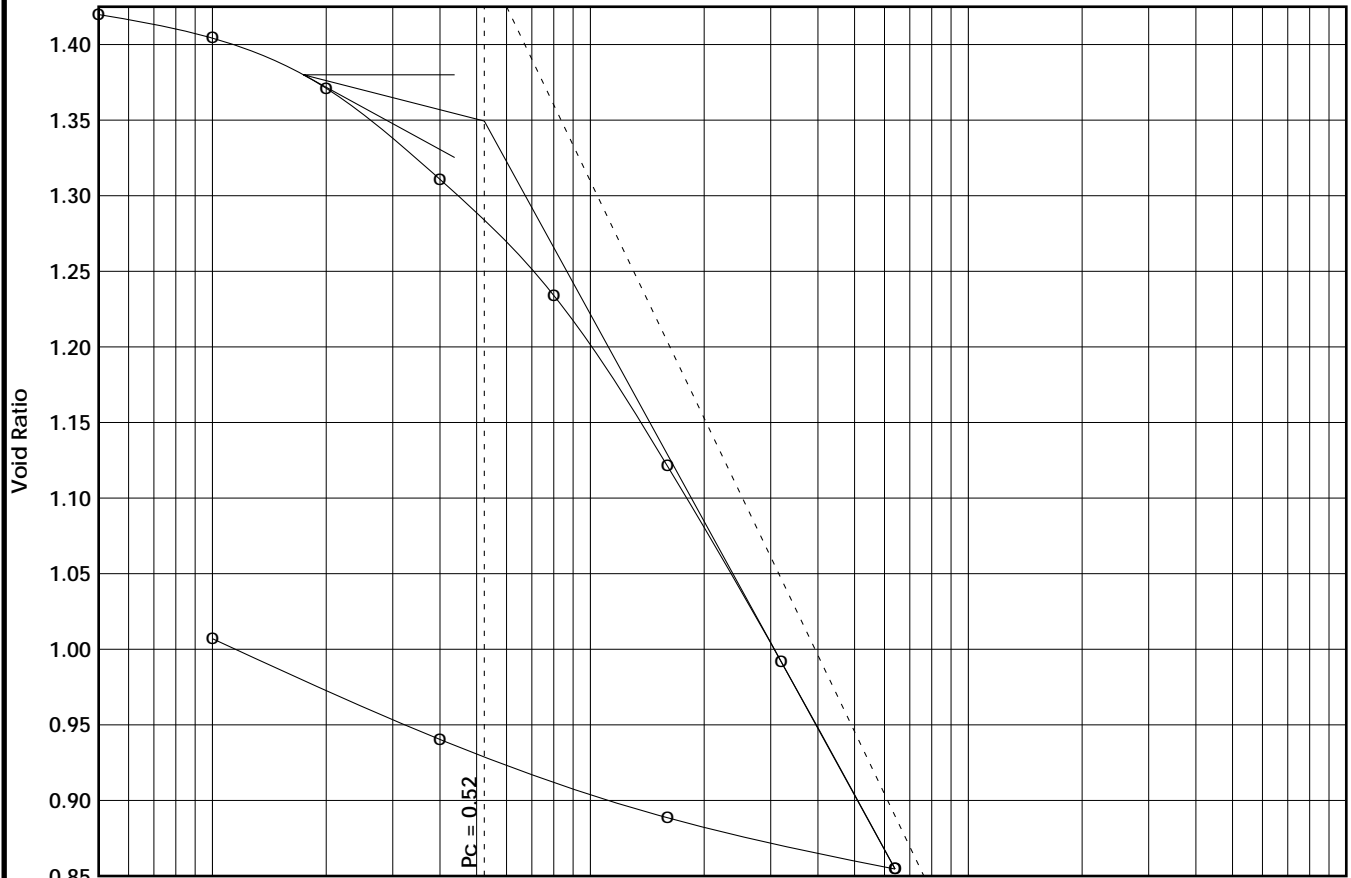
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA 9&10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : DERMAGA 9 & 10
 CLIENT : PT.PUPOK KALIMANTAN TIMUR
 BORE HOLE NO. : THS-3
 DEPTH IN M : 15.00 - 15.70
 SOIL DESCRIPTION : Sandy Clay, light gray

JOB NO. : -
 DATE : Feb 23,2012
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : TH
 CHECKED BY : NR

Initial Water Content (%)	: 55.14	Specific Gravity (Gs)	: 2.64
Final Water Content (%)	: 41.06	Initial Degree of Saturation (%)	: 100.
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 1.69	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 1.83	Initial Void Ratio	: 1.46 0.42E _o = 0.61
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.08	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 0.52
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.27	Compression Index (Cc)	: 0.46 Corr. Cc = 0.52



THS0315.TXT - AvantGardé-Demi

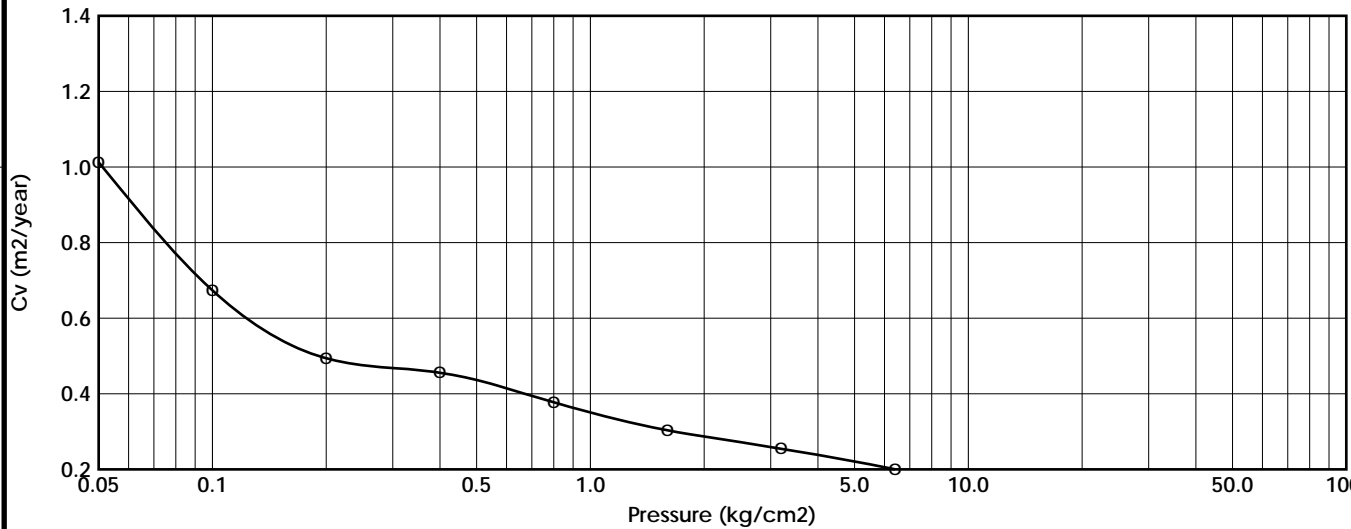
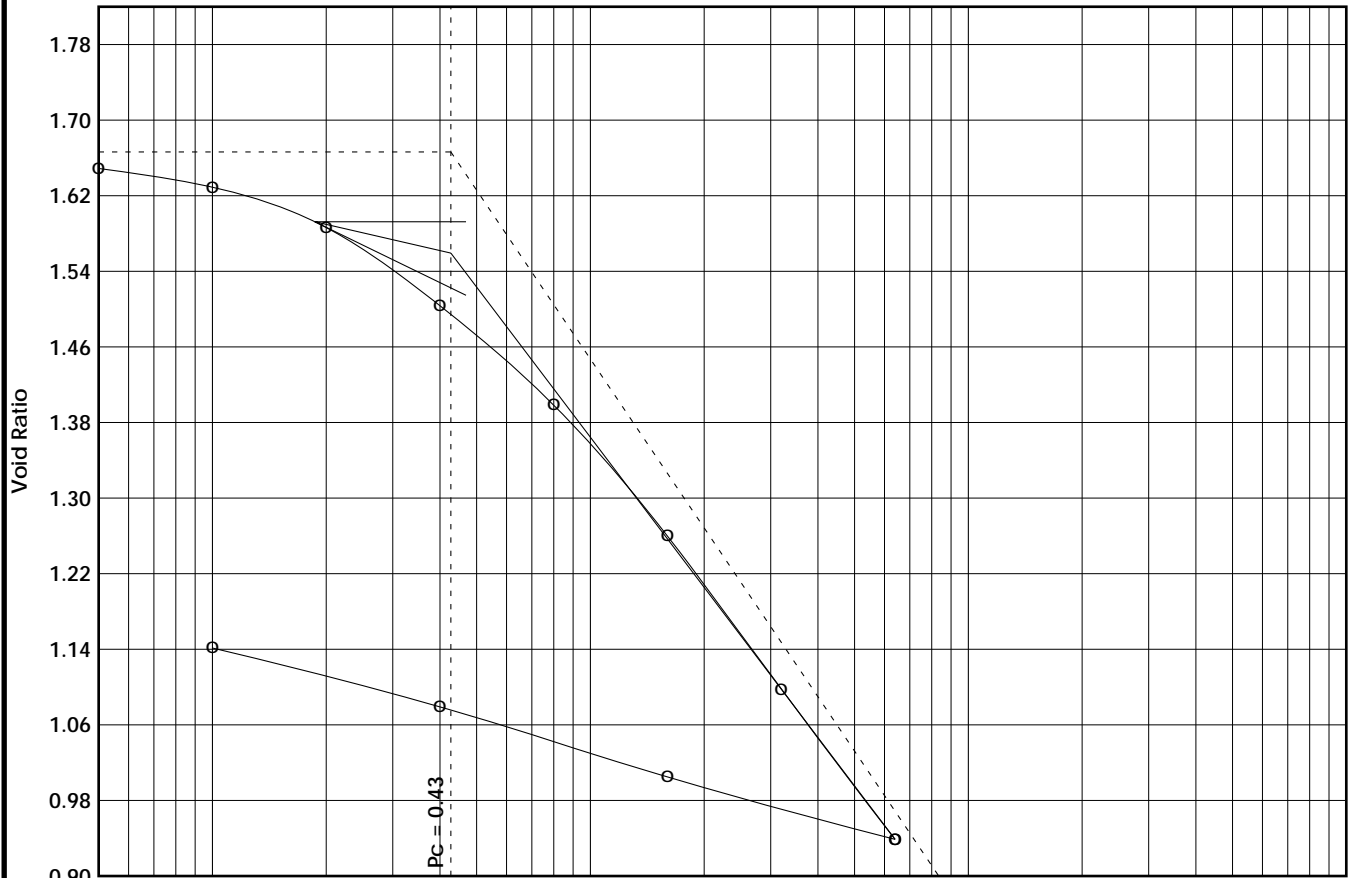
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA 9&10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : DERMAGA 9 & 10
 CLIENT : PT.PUPOK KALIMANTAN TIMUR
 BORE HOLE NO. : THS-3
 DEPTH IN M : 20.50 - 21.20
 SOIL DESCRIPTION : Clay, few shell fragment, gray

JOB NO. : -
 DATE : March 14,2012
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : TH
 CHECKED BY : NR

Initial Water Content (%)	: 63.17	Specific Gravity (Gs)	: 2.59
Final Water Content (%)	: 51.43	Initial Degree of Saturation (%)	: 98.19
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 1.59	Final Degree of Saturation (%)	: 99.1
Final Wet Density (g/cm ³)	: 1.67	Initial Void Ratio	: 1.67 0.42Eo = 0.70
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 0.97	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 0.43
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.10	Compression Index (Cc)	: 0.53 Corr. Cc = 0.59



THS0320.TXT - AvantGarde-Demi

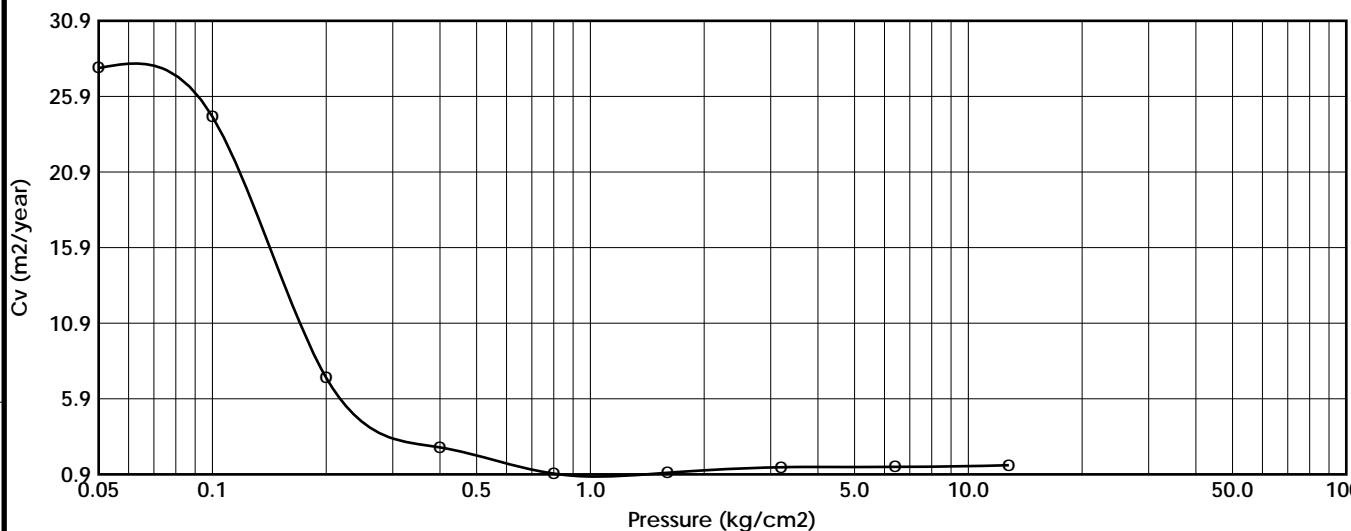
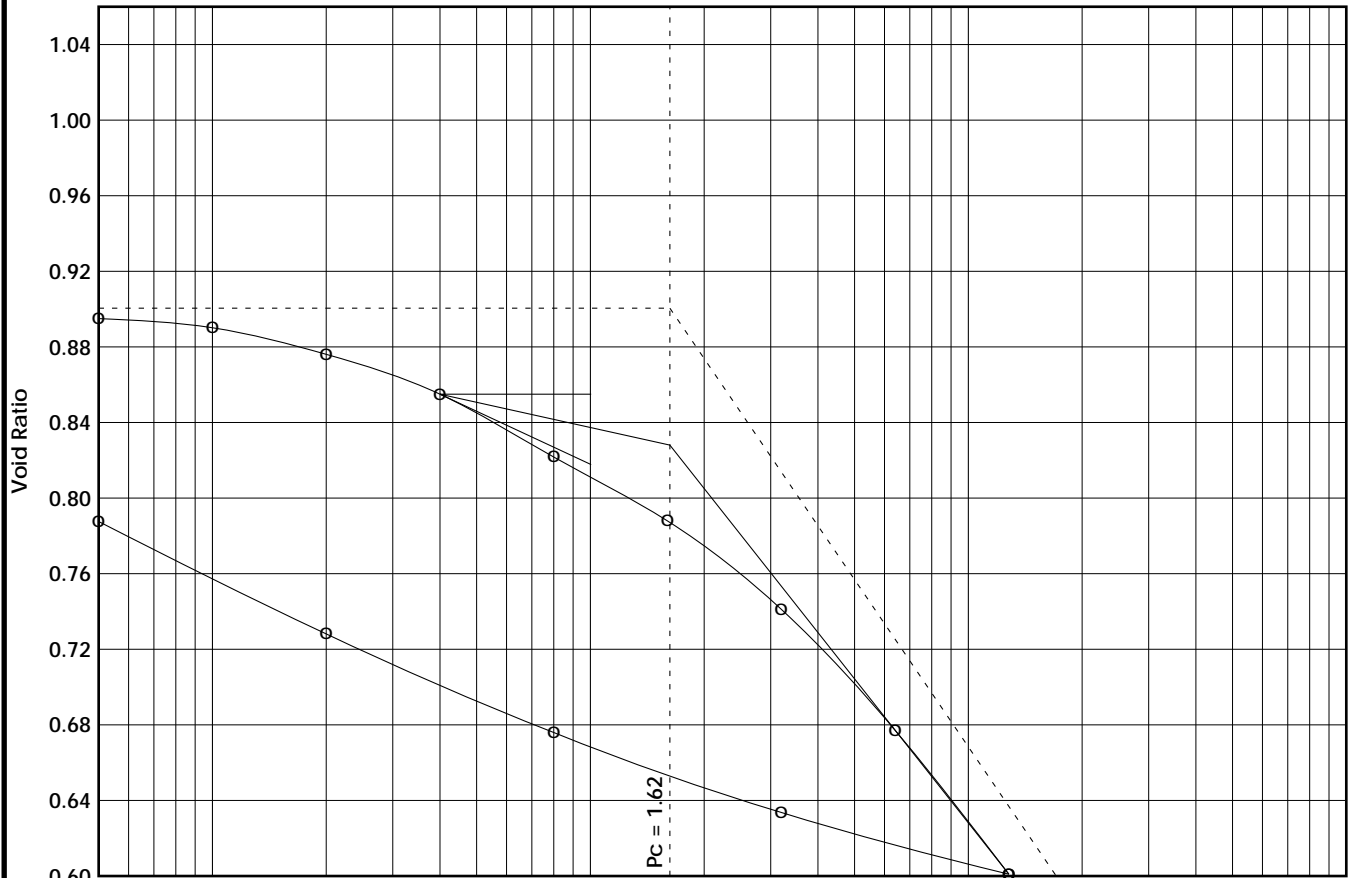
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA 9&10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : DERMAGA 9 & 10
 CLIENT : PT.PUPOK KALIMANTAN TIMUR
 BORE HOLE NO. : THS-3
 DEPTH IN M : 32.00 - 32.70
 SOIL DESCRIPTION : Clay, dark gray

JOB NO. : -
 DATE : March 14,2012
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : TH
 CHECKED BY : NR

Initial Water Content (%)	: 33.81	Specific Gravity (Gs)	: 2.61
Final Water Content (%)	: 30.82	Initial Degree of Saturation (%)	: 98.01
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 1.84	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 1.93	Initial Void Ratio	: 0.90 0.42E _o = 0.38
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.37	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 1.62
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.45	Compression Index (Cc)	: 0.25 Corr. Cc = 0.29



THS0332.TXT - Avah(Garde-Demi

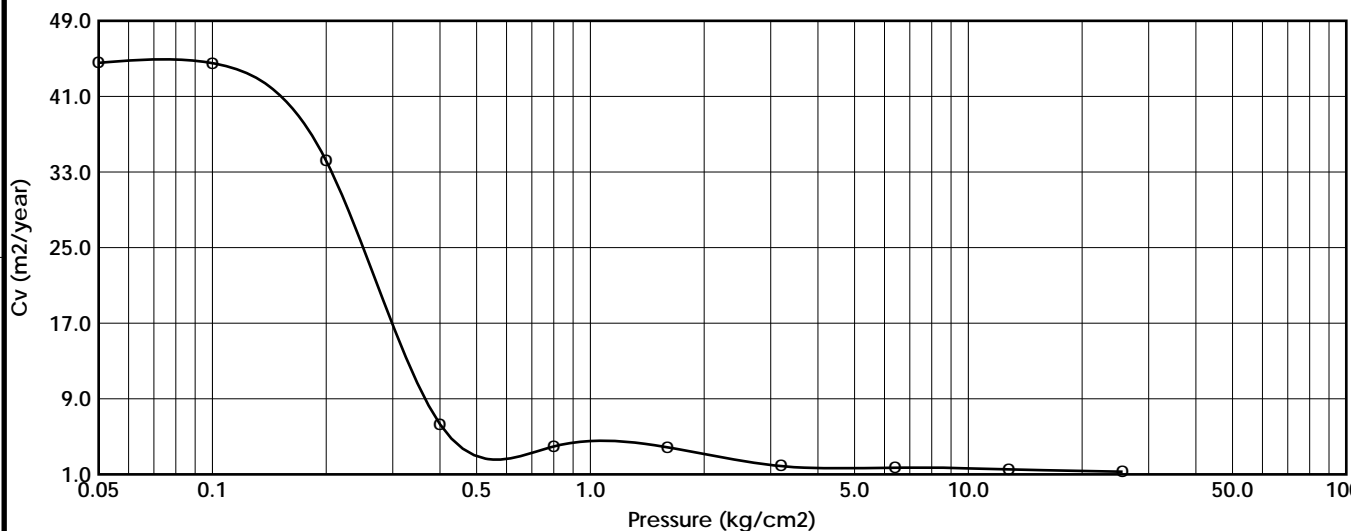
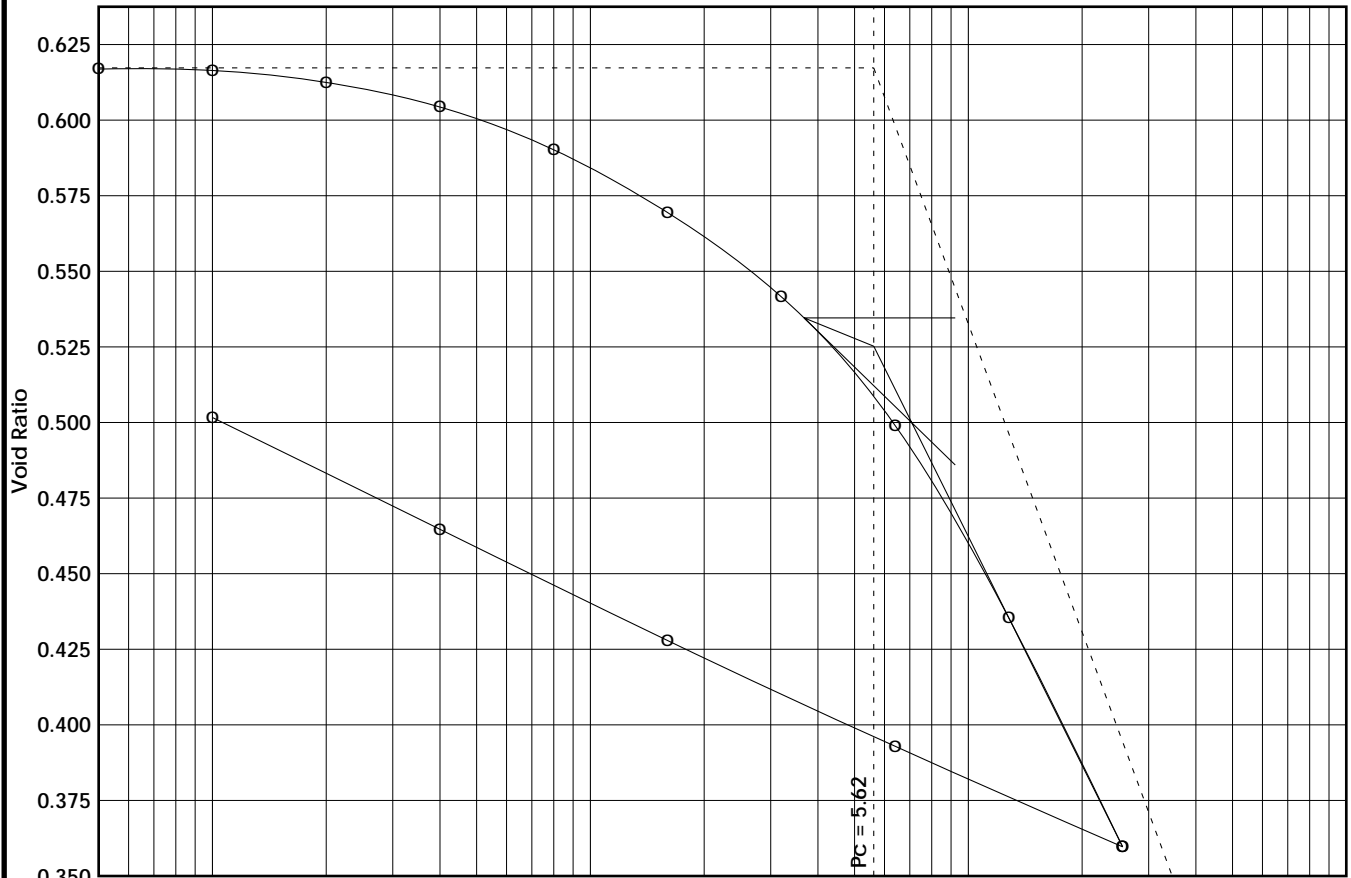
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA 9&10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : DERMAGA 9 & 10
 CLIENT : PT.PUPOK KALIMANTAN TIMUR
 BORE HOLE NO. : THS-3
 DEPTH IN M : 35.00 - 36.20
 SOIL DESCRIPTION : Clay, light gray

JOB NO. : -
 DATE : Feb 23,2012
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : TH
 CHECKED BY : NR

Initial Water Content (%)	: 23.83	Specific Gravity (Gs)	: 2.59
Final Water Content (%)	: 21.27	Initial Degree of Saturation (%)	: 100.
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 1.99	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 2.10	Initial Void Ratio	: 0.62 0.42E _o = 0.26
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.60	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 5.62
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.67	Compression Index (Cc)	: 0.25 Corr. Cc = 0.34



THS0335.TXT - AvantGarde-Demi

APPENDIX - C

PROYEK DERMAGA 10 – PT.PUPOK KALTIM, BONTANG, KALIMANTAN TIMUR

LABORATORY TEST TABLE

SOIL INVESTIGATION FOR DERMAGA 10 PT.PUPIUK KALTIM
BONTANG - KALIMANTAN TIMUR

Bore Hole No.	Depth in meter	Specific Gravity Gs	Density		Water Content wn %	Atterberg limits			Liquidity Index IL	Void ratio e	Porosity n %	Drges of Saturation Sr %	% finer by weight passing no 200 sieve	Triaxial UU Total Stress		Consolidation	
			γ_m t/m ³	γ_d t/m ³		Liquid Limit wL %	Plastic Limit wP %	Plasticity Index IP %						c kg/cm ²	ϕ deg	Cc	Pc kg/cm ²
THS-4	1.30 - 2.00	2.46	1.66	1.15	45	46	20	26	0.94	1.14	53	97	41	-	-	-	-
	5.30 - 6.00	2.39	1.52	0.93	64	124	79	45	-0.34	1.57	61	97	74	-	-	1.80	0.48
	11.30 - 12.00	2.63	1.69	1.11	52	62	25	37	0.72	1.37	58	100	95	-	-	0.42	0.32
	15.30 - 16.00	2.70	1.71	1.13	52	59	21	38	0.81	1.40	58	100	96	0.14	1.10	0.54	0.57
	20.00 - 20.70	2.58	1.22	0.74	65	124	27	97	0.39	2.49	71	67	97	-	-	-	-
THS-5	1.00 - 1.70	2.78	2.00	1.58	26	73	24	49	0.06	0.76	43	96	66	-	-	-	-
	5.00 - 5.70	2.77	1.85	1.34	39	43	20	23	0.84	1.07	52	100	45	-	-	0.33	0.47
	9.00 - 9.70	2.71	1.97	1.58	25	45	21	24	0.15	0.71	42	94	53	-	-	-	-
	15.00 - 15.70	2.77	1.97	1.58	24	45	20	25	0.16	0.75	43	89	60	-	-	-	-
	19.00 - 19.70	2.55	1.96	1.58	24	68	23	45	0.03	0.61	38	100	64	-	-	-	-
	25.00 - 25.70	2.58	1.80	1.31	38	58	22	36	0.43	0.97	49	100	95	0.16	1.90	-	-
	29.30 - 30.00	2.62	1.97	1.58	24	Non Plastic			-	0.65	40	98	63	0.34	31.10	-	-
	31.00 - 32.00	2.68	1.67	1.23	37	Non Plastic			-	1.19	54	83	2	-	-	-	-
	45.50 - 46.00	2.55	1.74	1.23	42	57	21	35	0.59	1.08	52	99	99	0.15	2.50	-	-
THS-6	1.00 - 1.70	2.77	1.93	1.45	33	46	21	26	0.47	0.91	48	100	17	-	-	0.25	1.07
	5.00 - 5.70	2.77	1.67	1.05	59	53	20	33	1.19	1.64	62	100	74	-	-	0.61	0.31
	9.30 - 10.00	2.65	1.75	1.21	45	80	25	55	0.36	1.20	55	100	97	-	-	0.48	1.20
THS-6	15.00 - 15.60	2.65	2.06	1.76	17	35	13	21	0.19	0.50	33	90	60	0.08	13.40	0.14	2.85

LABORATORY TEST TABLE

SOIL INVESTIGATION FOR DERMAGA 10 PT.PUPOK KALTIM BONTANG - KALIMANTAN TIMUR

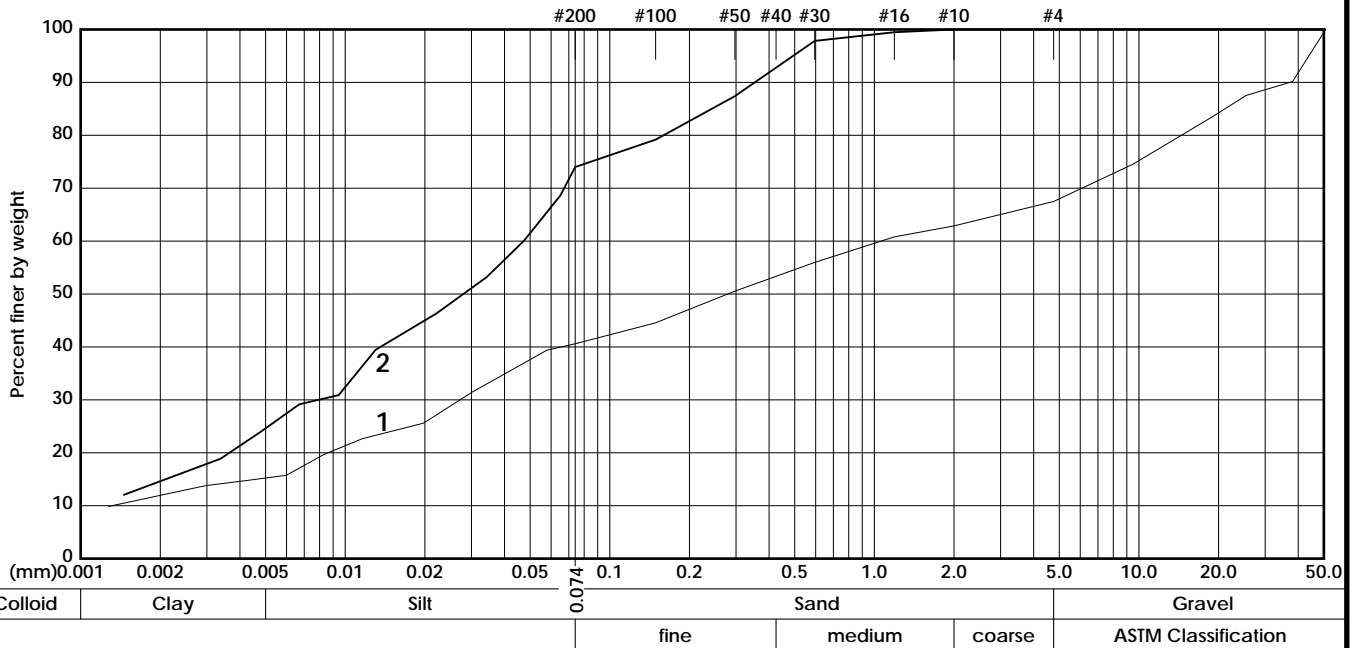
Bore Hole No.	Depth in meter	Specific Gravity Gs	Density		Water Content wn %	Atterberg limits			Liquidity Index IL	Void ratio e	Porosity n %	Dgres of Saturation Sr %	% finer by weight passing no 200 sieve	Triaxial UU Total Stress		Consolidation		
			γ_m	γ_d		Liquid Limit wL %	Plastic Limit wP %	Plasticity Index IP %						c	ϕ	Cc	Pc	
			t/m ³	t/m ³										kg/cm ²	deg	-	kg/cm ²	
-	-	-																
	19.00 - 20.00	2.62	1.97	1.62	22	35	13	21	0.42	0.62	38	93		-	-	-	-	
	25.00 - 25.70	2.62	2.02	1.65	22	34	14	20	0.39	0.59	37	99	96	0.48	5.70	0.13	2.51	
	30.00 - 30.70	2.71	2.04	1.68	22	25	14	11	0.70	0.62	38	96	62	-	-	0.13	1.28	
	51.00 - 51.50	2.71	2.05	1.68	22	48	16	32	0.18	0.61	38	97	99	-	-	0.22	3.30	
	Minimum =	2.39	1.22	0.74	17	25	13	11	(0.34)	0.50	33	67	2	0.08	1.10	0.13	0.31	
	Maximum =	2.78	2.06	1.76	65	124	79	97	1.19	2.49	71	100	99	0.48	31.10	1.80	3.30	
	Average =	2.65	1.83	1.37	36	58	23	35	0.43	1.02	48	95	69	0.23	9.28	0.46	1.31	

GRAINSIZE ANALYSIS

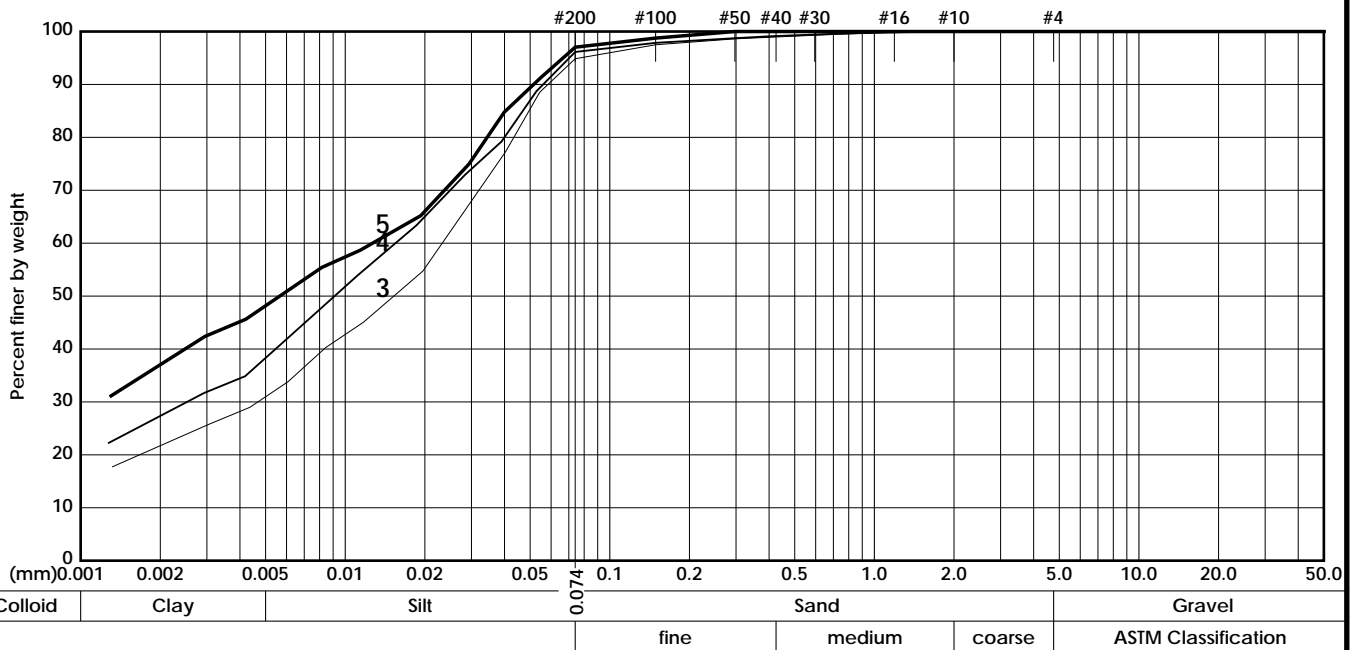
P.T. SOILENS

PROJECT	: DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG	JOB NO.	: -
LOCATION	: BONTANG - EAST KALIMANTAN	DATE	: Dec 3,2013
CLIENT	: PT. PUPUK KALTIM	TESTED BY	: Suhadi
BORE HOLE NO.	: THS-4	RECORDED BY	: NJ
REMARK	: US	CHECKED BY	: Lady

NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
1	1.30 - 2.00	-	33%	27%	26%	15%	1.06	.027	.001	807	.5	41
2	5.30 - 6.00	-	0%	26%	49%	25%	.047	.008				74



NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
3	11.30 - 12.00	-	0%	5%	64%	31%	.023	.005				95
4	15.30 - 16.00	-	0%	4%	58%	38%	.015	.003				96
5	20.00 - 20.70	-	0%	3%	49%	48%	.013					97



THS04.TXT - AvantGarde-Demi

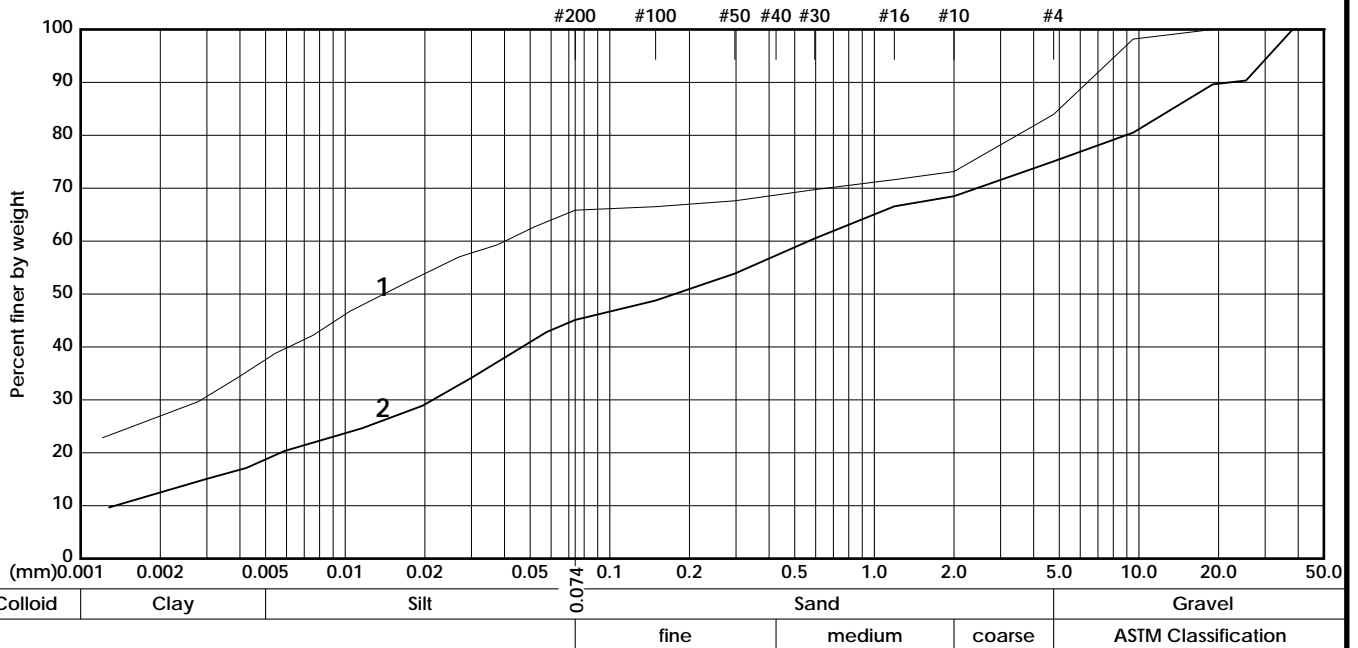
Plate

GRAINSIZE ANALYSIS

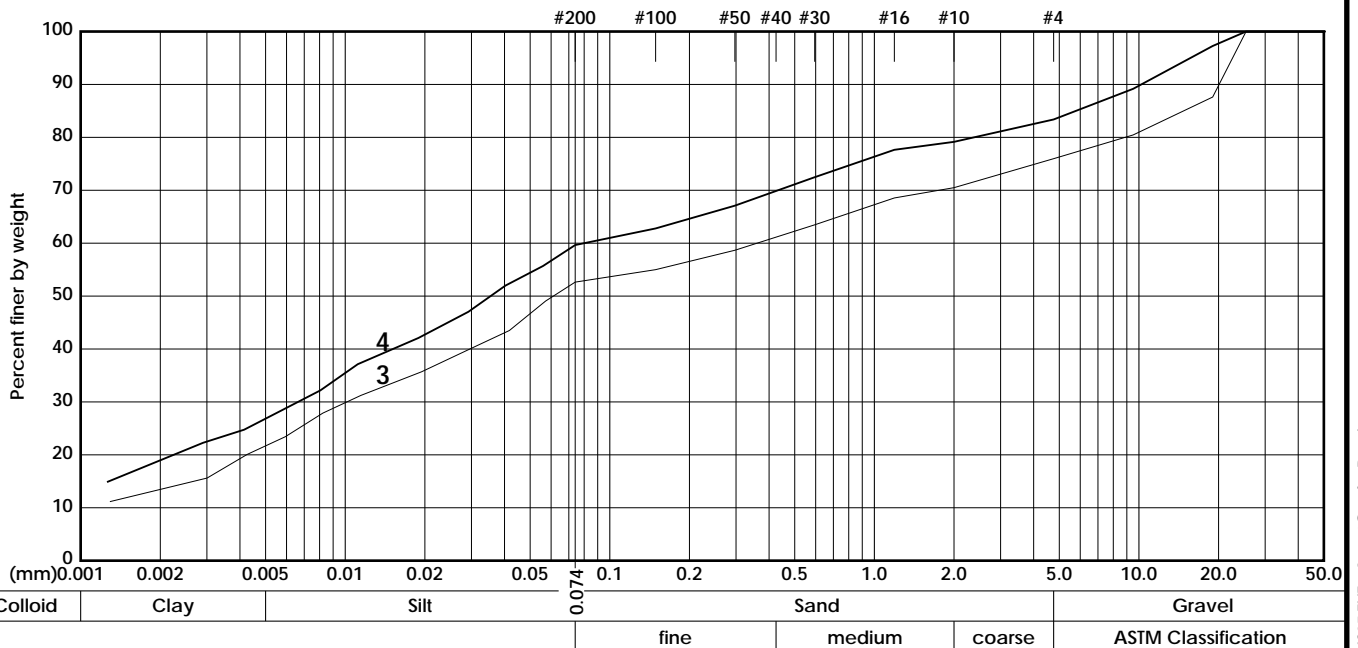
P.T. SOILENS

PROJECT	: DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG	JOB NO.	: -
LOCATION	: BONTANG - EAST KALIMANTAN	DATE	: Dec 3,2013
CLIENT	: PT. PUPUK KALTIM	TESTED BY	: Suhadi
BORE HOLE NO.	: THS-5	RECORDED BY	: NJ
REMARK	: US	CHECKED BY	: Lady

NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
1	1.00 - 1.70	-	16%	18%	28%	38%	.04	.003				66
2	5.00 - 5.70	-	25%	30%	26%	19%	.564	.021	.001	418.4	.6	45



NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
3	9.00 - 9.70	-	24%	23%	31%	22%	.36	.01				53
4	15.00 - 15.70	-	17%	24%	33%	27%	.08	.007				60



THS05.TXT - AvantGarde-Demi

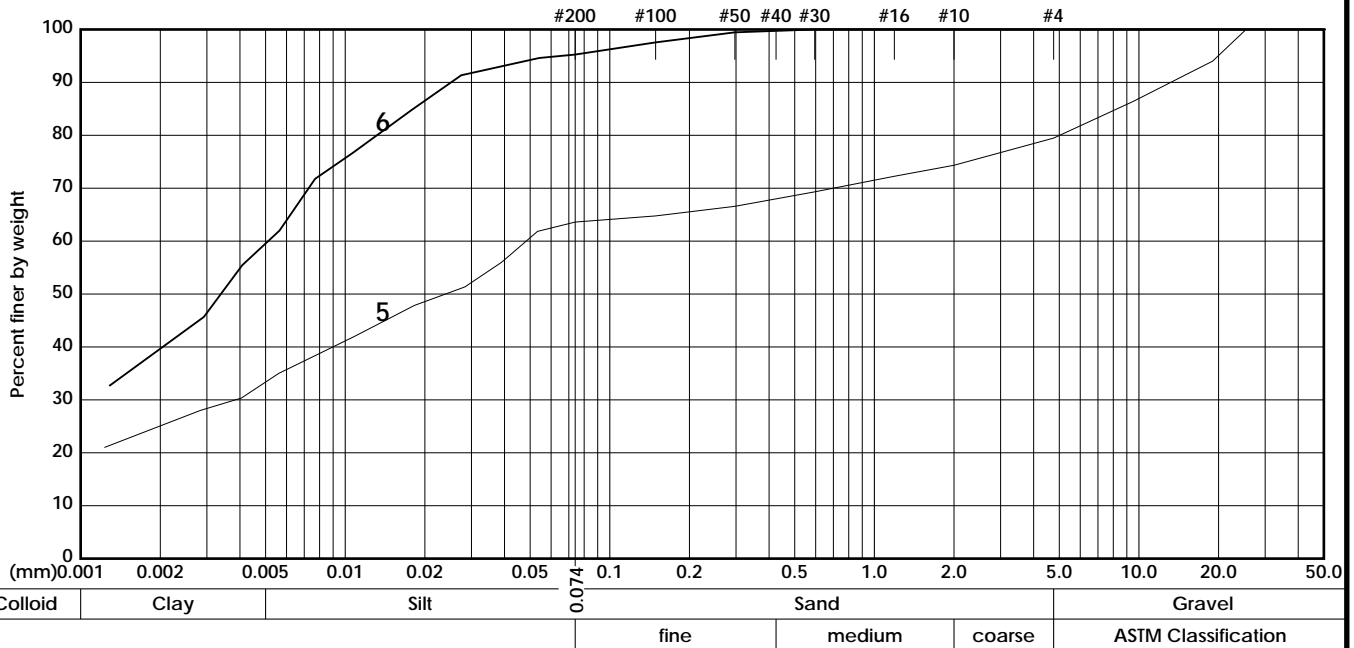
Plate

GRAINSIZE ANALYSIS

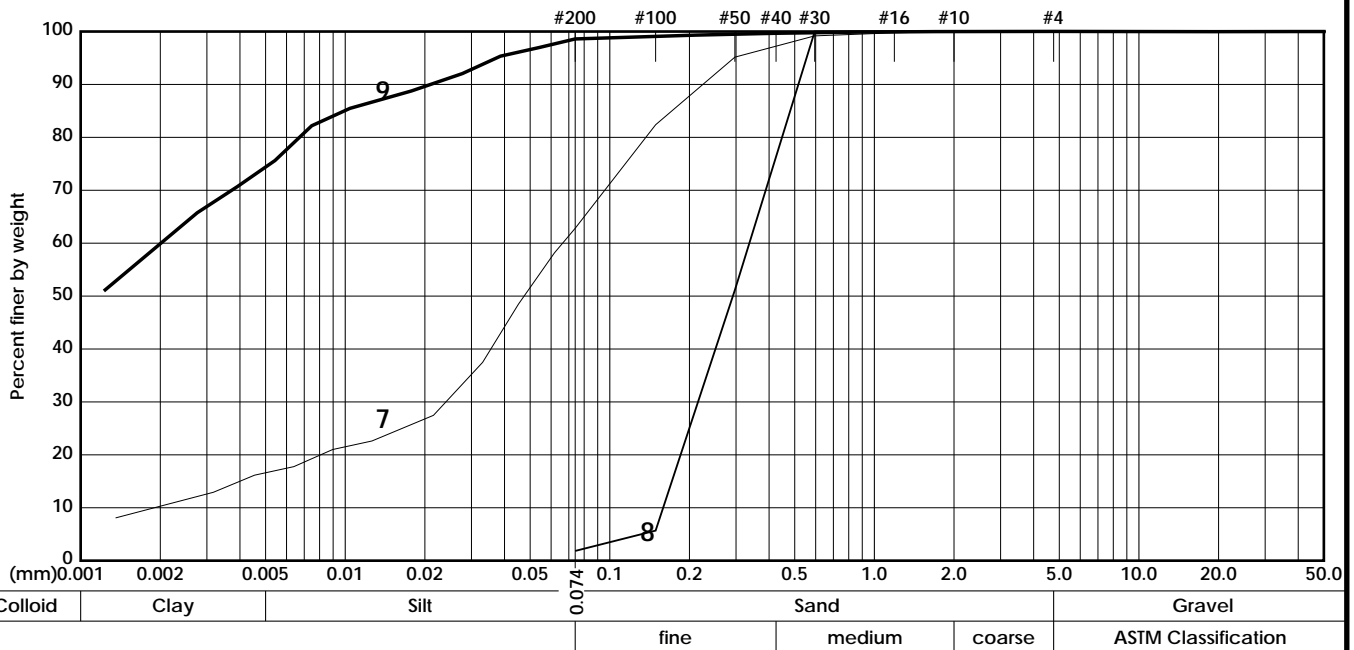
P.T. SOILENS

PROJECT	: DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG	JOB NO.	: -
LOCATION	: BONTANG - EAST KALIMANTAN	DATE	: Dec 3,2013
CLIENT	: PT. PUPUK KALTIM	TESTED BY	: Suhadi
BORE HOLE NO.	: THS-5	RECORDED BY	: NJ
REMARK	: US	CHECKED BY	: Lady

NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
5	19.00 - 19.70	-	21%	16%	31%	33%	.048	.004				64
6	25.00 - 25.70	-	0%	5%	35%	60%	.005					95



NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
7	29.30 - 30.00	-	0%	37%	46%	17%	.066	.024	.002	34.9	4.6	63
8	31.00 - 32.00	-	0%	98%	2%	0%	.337	.216	.159	2.1	.9	2
9	45.50 - 46.00	-	0%	1%	25%	74%	.002					99



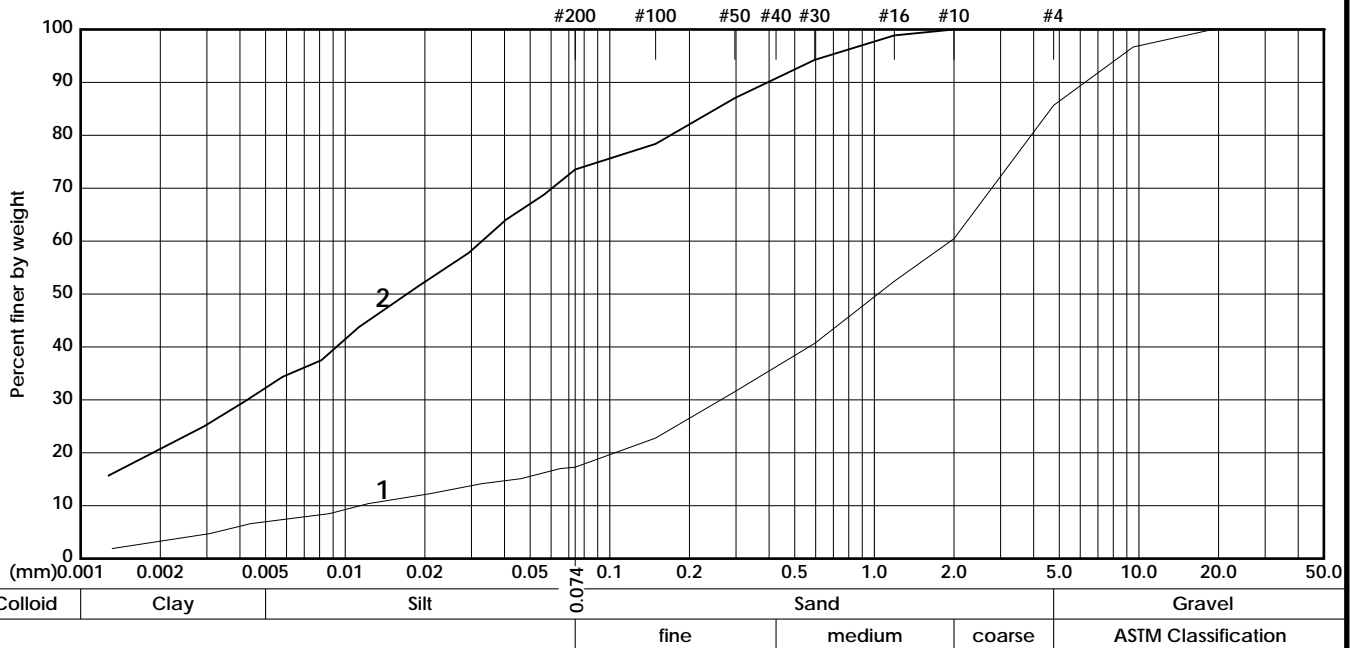
THS05A.TXT - AvantGarde-Demi

GRAINSIZE ANALYSIS

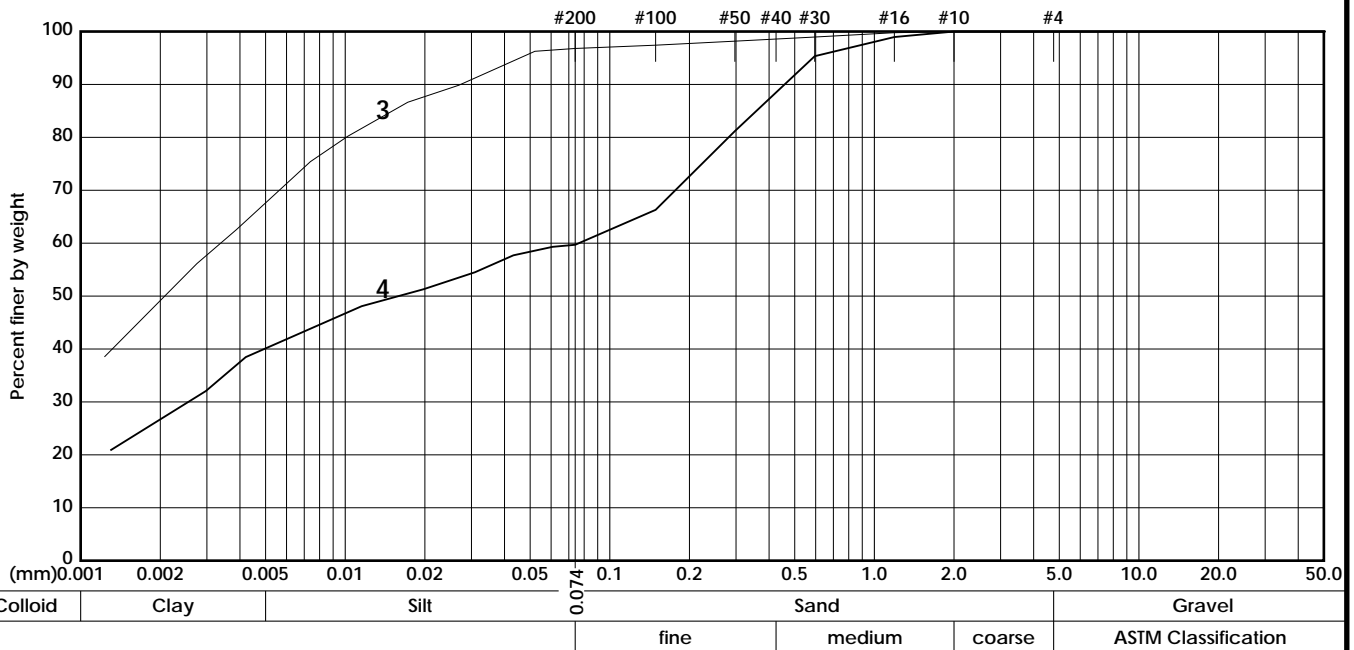
P.T. SOILENS

PROJECT	: DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG	JOB NO.	: -
LOCATION	: BONTANG - EAST KALIMANTAN	DATE	: Dec 3,2013
CLIENT	: PT. PUPUK KALTIM	TESTED BY	: Suhadi
BORE HOLE NO.	: THS-6	RECORDED BY	: NJ
REMARK	: US	CHECKED BY	: Lady

NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
1	1.00 - 1.70	-	14%	68%	10%	7%	1.942	.263	.011	170.4	3.1	17
2	5.00 - 5.70	-	0%	26%	42%	32%	.033	.004				74



NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
3	9.30 - 10.00	-	0%	3%	29%	68%	.003					97
4	15.00 - 15.60	-	0%	40%	20%	40%	.076	.003				60



THS06.TXT - AvantGarde-Demi

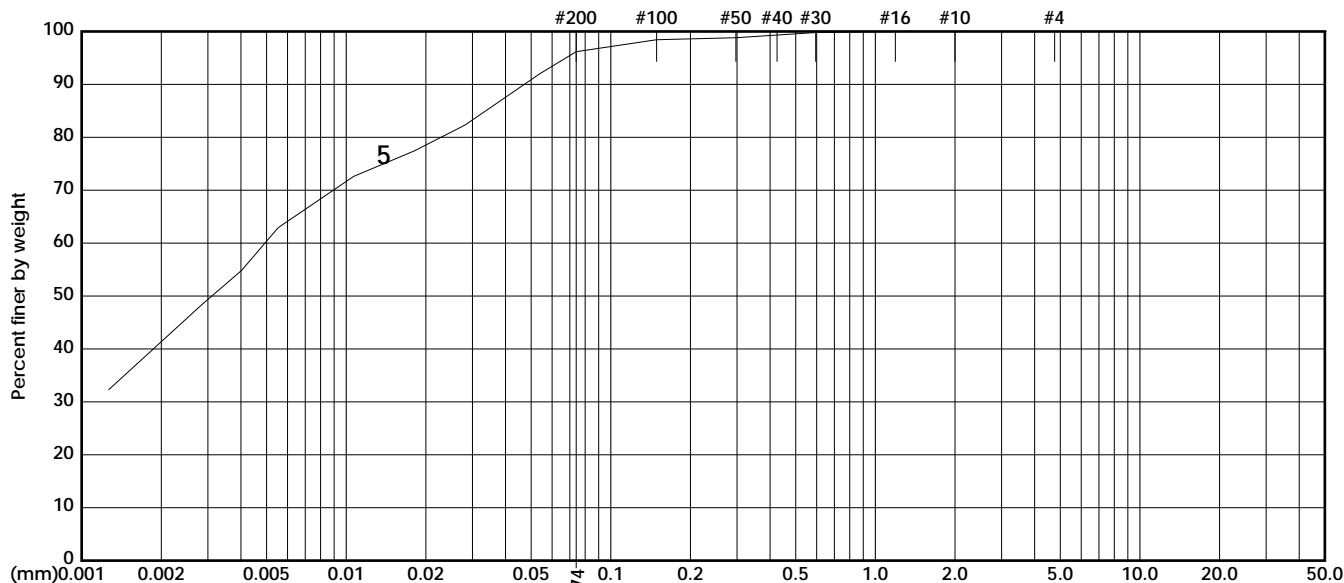
Plate

GRAINSIZE ANALYSIS

P.T. SOILENS

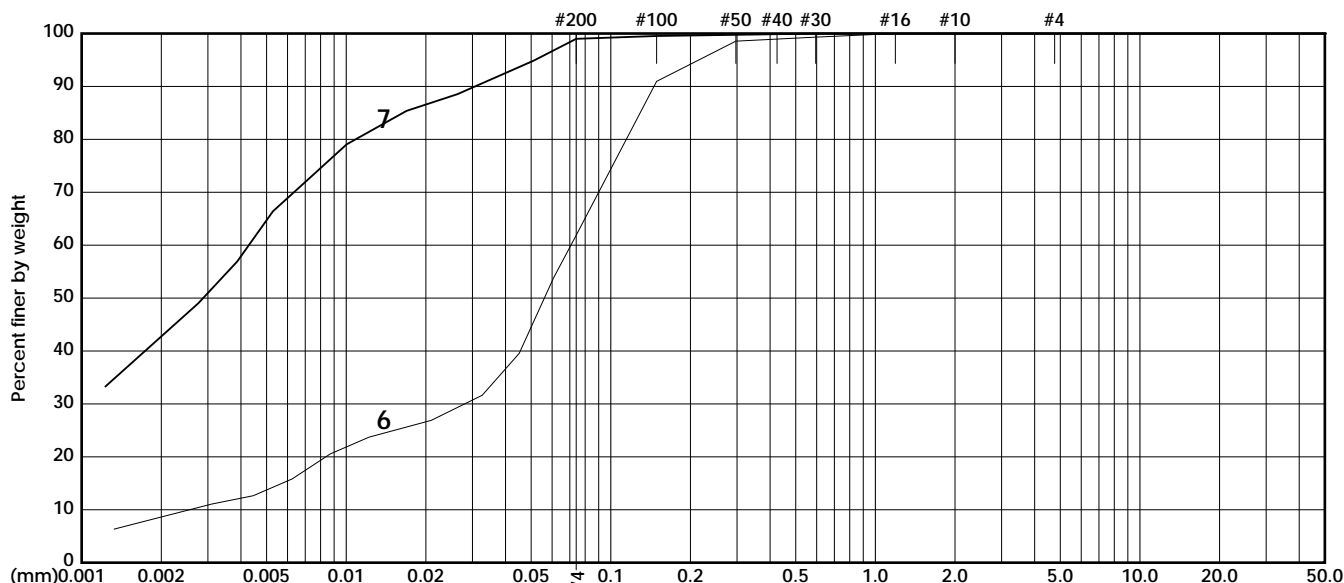
PROJECT	: DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG	JOB NO.	: -
LOCATION	: BONTANG - EAST KALIMANTAN	DATE	: Dec 3,2013
CLIENT	: PT. PUPUK KALTIM	TESTED BY	: Suhadi
BORE HOLE NO.	: THS-6	RECORDED BY	: NJ
REMARK	: US	CHECKED BY	: Lady

NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
5	25.00 - 25.70	-	0%	4%	36%	60%	.005					96



Colloid	Clay	Silt	0.074	Sand	Gravel
				fine	medium
				coarse	ASTM Classification

NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
6	30.00 - 30.70	-	0%	38%	48%	14%	.071	.028	.003	27.6	4.3	62
7	51.00 - 51.50	-	0%	1%	34%	65%	.004					99



Colloid	Clay	Silt	0.074	Sand	Gravel
				fine	medium
				coarse	ASTM Classification

THS06a.TXT - AvantGarde-Demi

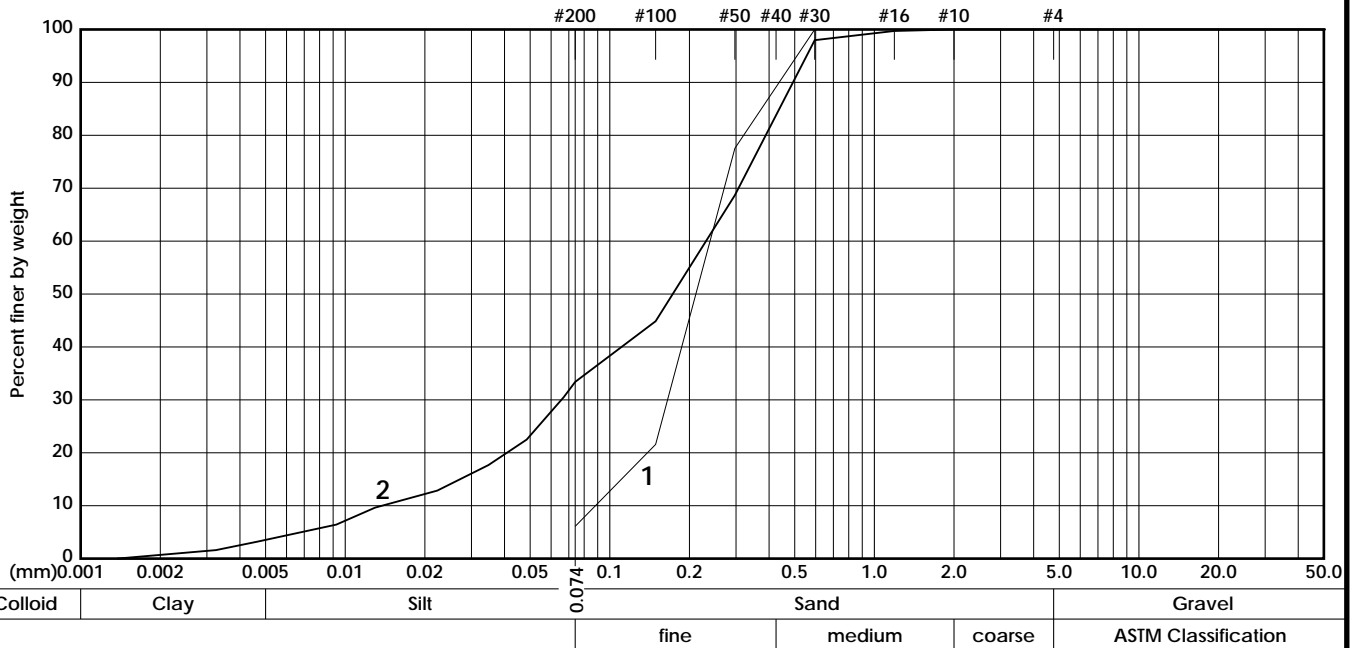
Plate

GRAINSIZE ANALYSIS

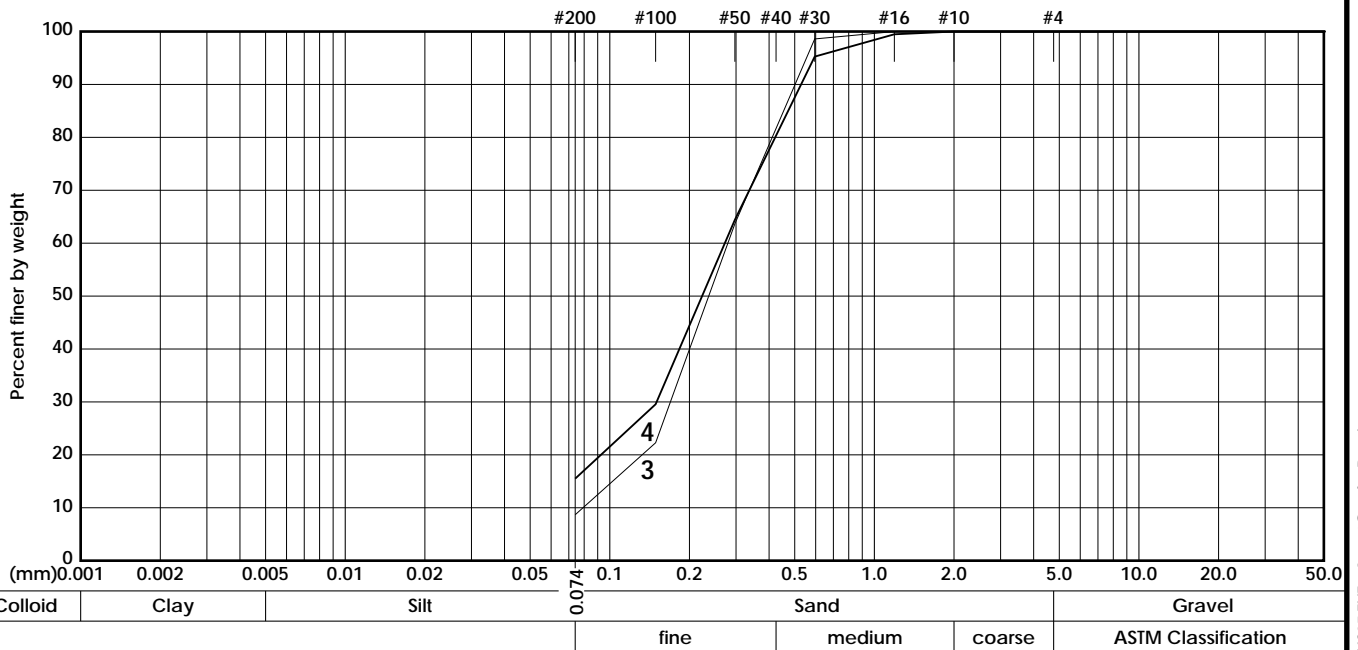
P.T. SOILENS

PROJECT	: DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG	JOB NO.	: -
LOCATION	: BONTANG - EAST KALIMANTAN	DATE	: Dec 5, 2013
CLIENT	: PT. PUPUK KALTIM	TESTED BY	: Suhadi
BORE HOLE NO.	: THS-5	RECORDED BY	: NJ
REMARK	: SPT	CHECKED BY	: Lady

NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
1	34.00 - 24.45	-	0%	94%	6%	0%	.239	.165	.088	2.7	1.3	6
2	38.00 - 38.45	-	0%	67%	29%	4%	.231	.066	.014	16.8	1.4	33



NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
3	42.00 - 42.45	-	0%	91%	9%	0%	.279	.169	.079	3.5	1.3	9
4	54.00 - 54.45	-	0%	85%	16%	0%	.272	.15				16



THS05.TXT - AvantGarde-Demi

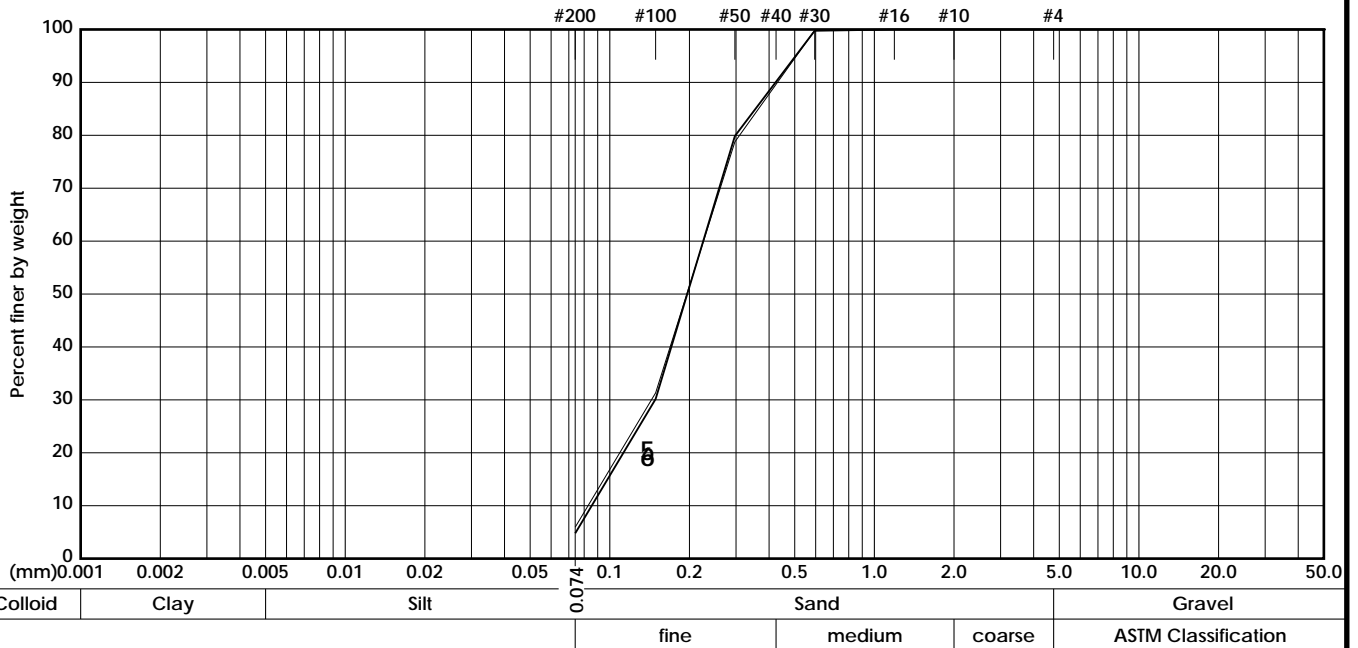
Plate

GRAINSIZE ANALYSIS

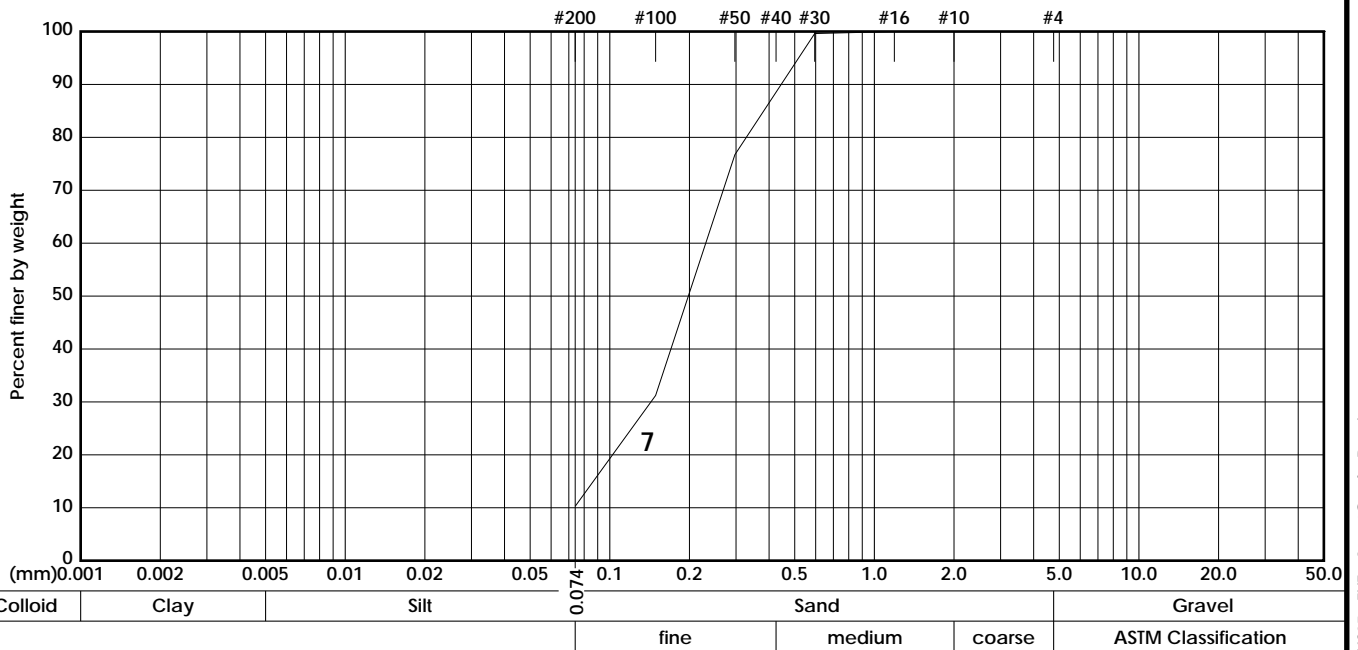
P.T. SOILENS

PROJECT	: DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG	JOB NO.	: -
LOCATION	: BONTANG - EAST KALIMANTAN	DATE	: Dec 5,2013
CLIENT	: PT. PUPUK KALTIM	TESTED BY	: Suhadi
BORE HOLE NO.	: THS-5	RECORDED BY	: NJ
REMARK	: SPT	CHECKED BY	: Lady

NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
5	62.00 - 62.45	-	0%	94%	6%	0%	.226	.144	.083	2.7	1.1	6
6	64.00 - 64.45	-	0%	95%	5%	0%	.225	.148	.085	2.6	1.1	5



NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
7	68.00 - 68.45	-	0%	90%	10%	0%	.231	.143				10



THS05a.TXT - AvantGarde-Demi

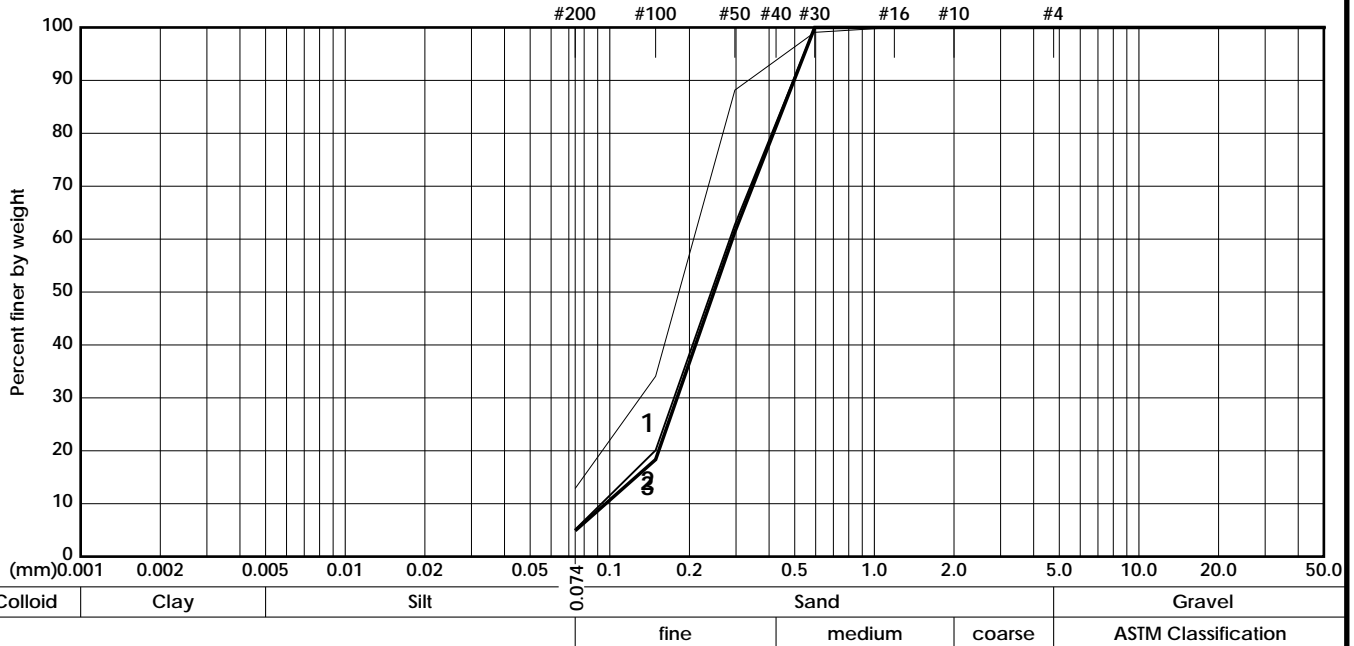
Plate

GRAINSIZE ANALYSIS

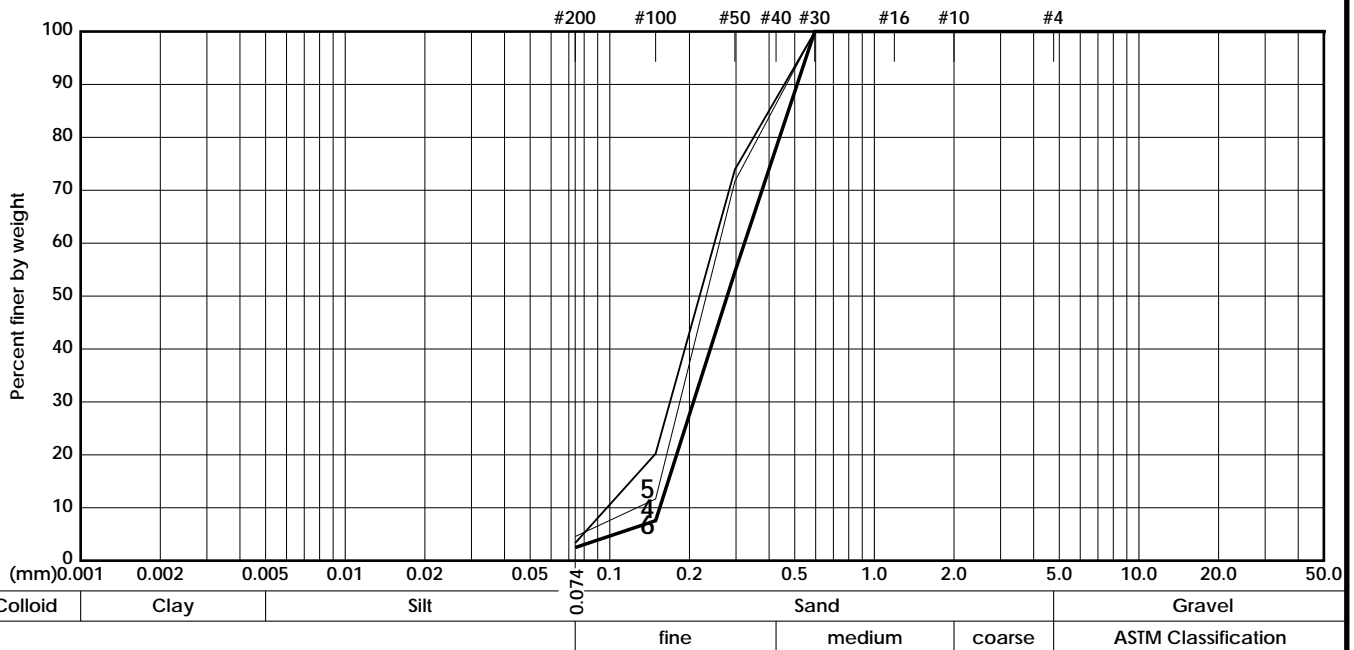
P.T. SOILENS

PROJECT	: DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG	JOB NO.	: -
LOCATION	: BONTANG - EAST KALIMANTAN	DATE	: Dec 5, 2013
CLIENT	: PT. PUPUK KALTIM	TESTED BY	: Suhadi
BORE HOLE NO.	: THS-6	RECORDED BY	: NJ
REMARK	: SPT	CHECKED BY	: Lady

NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
1	38.00 - 38.45	-	0%	87%	13%	0%	.207	.13				13
2	40.00 - 40.45	-	0%	95%	5%	0%	.284	.175	.093	3.1	1.2	5
3	44.00 - 44.45	-	0%	95%	5%	0%	.291	.18	.097	3	1.2	5



NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
4	46.00 - 46.45	-	0%	95%	5%	0%	.26	.184	.127	2.1	1	5
5	56.00 - 56.45	-	0%	97%	3%	0%	.248	.169	.098	2.5	1.2	3
6	58.00 - 58.45	-	0%	98%	2%	0%	.323	.207	.154	2.1	.9	2



THS06.TXT - AvantGarde-Demi

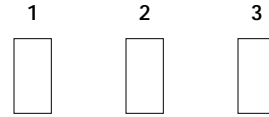
Plate

UNCONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL TEST

P.T. SOILENS

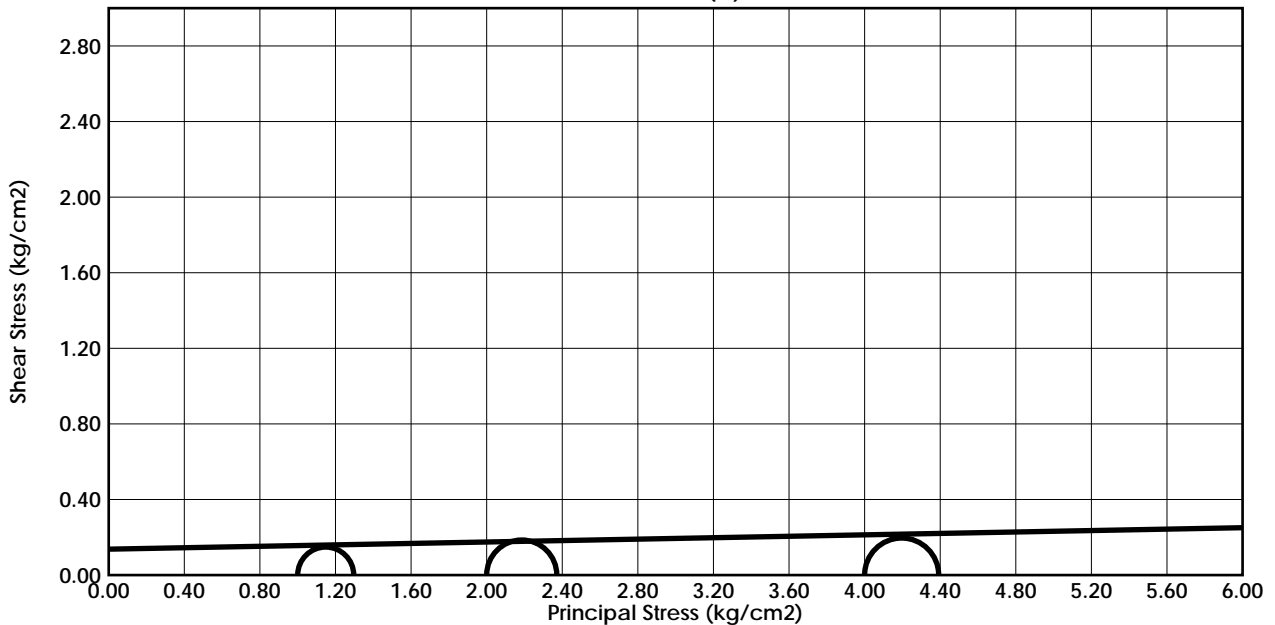
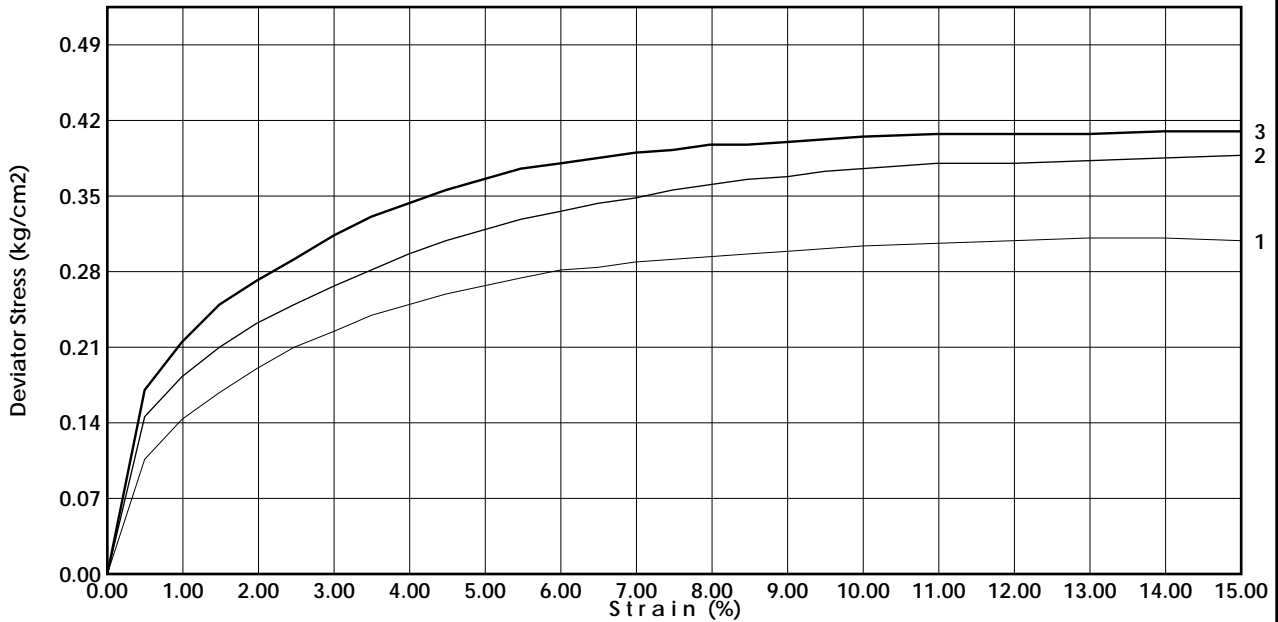
PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG	JOB NO : -
LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN	DATE : Dec 7, 2013
CLIENT : PT. PUPUK KALTIM	TESTED BY : Kus.Cs
BORE HOLE NO. : THS-4	RECORDED BY : NJ
DEPTH IN M : 15.30 - 16.00	CHECKED BY : Lady
SOIL DESCRIPTION : Clay, gray	

Soil Specimen No	1	2	3
Bulk Density (g/cm ³)	1.72	1.76	1.76
Moisture Content (%)	54.11	56.78	56.95
Dry Density (g/cm ³)	1.12	1.12	1.12
Specific Gravity	2.70	2.70	2.70
Void Ratio	1.42	1.41	1.41
Degree of Saturation (%)	100.	100.	100.
Lateral Pressure (kg/cm ²)	1.00	2.00	4.00
Deviator Stress (kg/cm ²)	0.30	0.37	0.39
Strain (%)	13.0	15.0	14.0



Cohesion : 0.14 kg/cm²

Angle of Internal friction : 1.10°



THS0415.TXT - AvantGarde-Demi

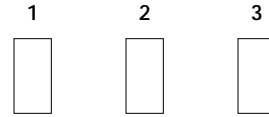
Plate

UNCONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL TEST

P.T. SOILENS

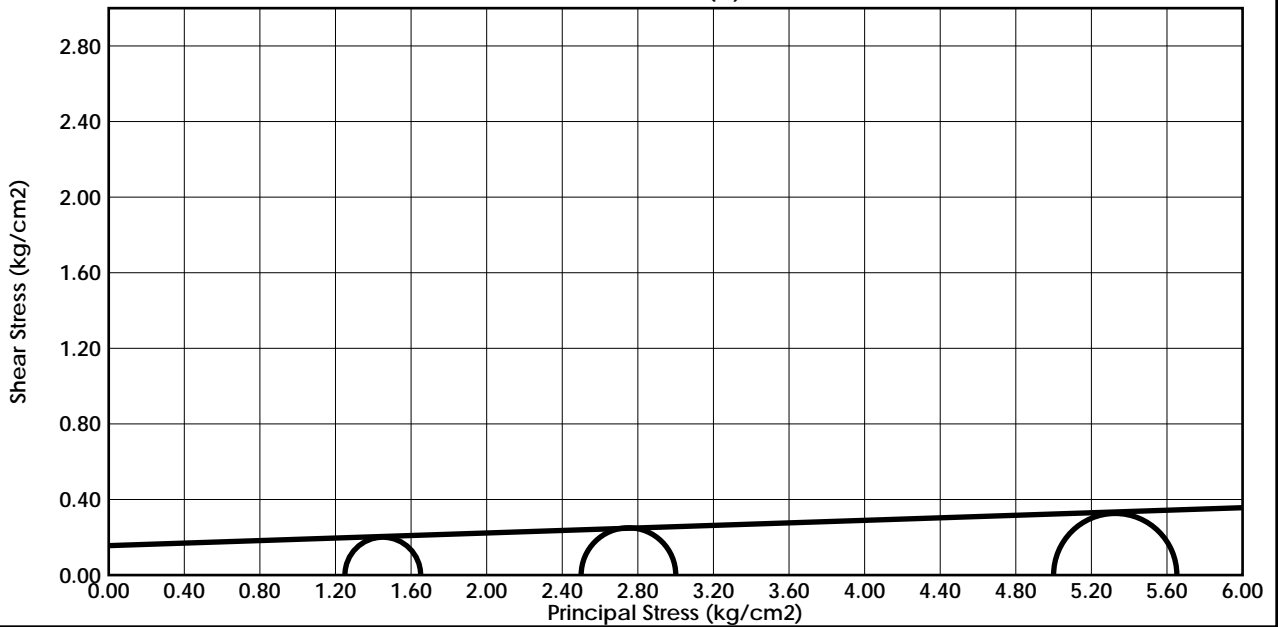
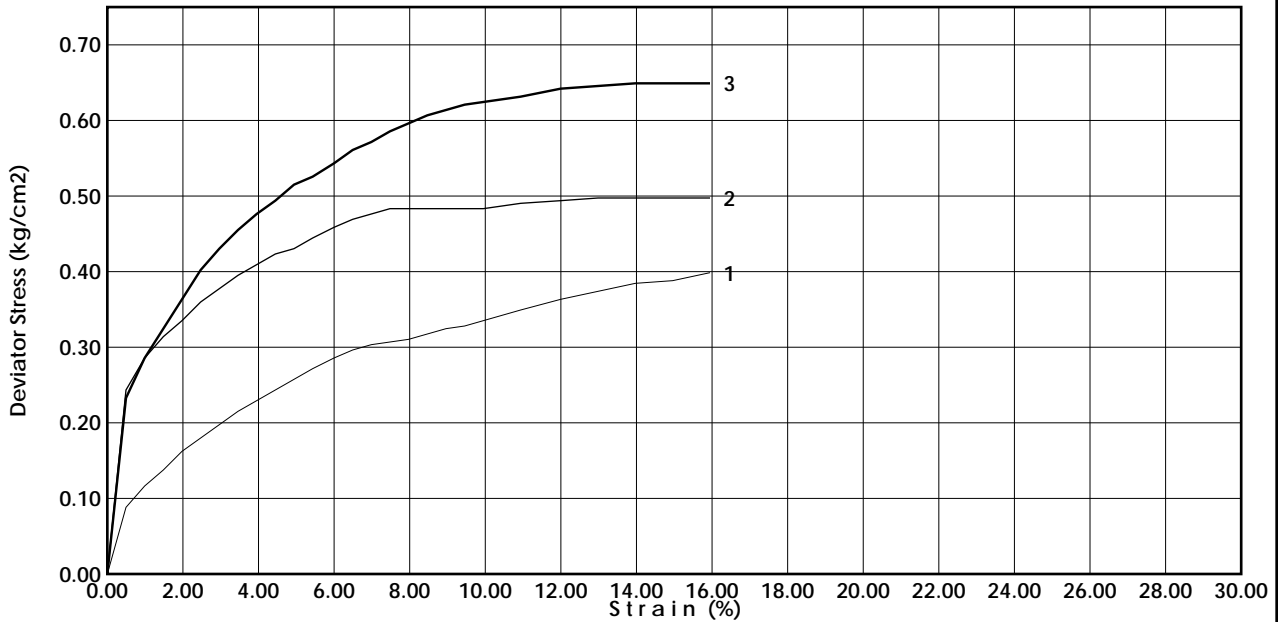
PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG	JOB NO : -
LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN	DATE : Dec 7, 2013
CLIENT : PT. PUPUK KALTIM	TESTED BY : Kus.Cs
BORE HOLE NO. : THS-5	RECORDED BY : NJ
DEPTH IN M : 25.00 - 25.70	CHECKED BY : Lady
SOIL DESCRIPTION : Clay, gray	

Soil Specimen No	1	2	3
Bulk Density (g/cm ³)	1.94	1.99	2.04
Moisture Content (%)	31.72	33.8	34.07
Dry Density (g/cm ³)	1.47	1.49	1.53
Specific Gravity	2.58	2.58	2.58
Void Ratio	0.75	0.73	0.69
Degree of Saturation (%)	100.	100.	100.
Lateral Pressure (kg/cm ²)	1.25	2.50	5.00
Deviator Stress (kg/cm ²)	0.40	0.50	0.65
Strain (%)	16.0	15.0	15.0



Cohesion : 0.16 kg/cm²

Angle of Internal friction : 1.90°



THS0525.TXT - AvantGarde-Demi

Plate

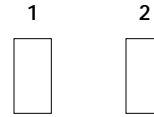
UNCONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL TEST

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG
 LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM
 BORE HOLE NO. : THS-5
 DEPTH IN M : 29.30 - 30.00
 SOIL DESCRIPTION : Clay, gray

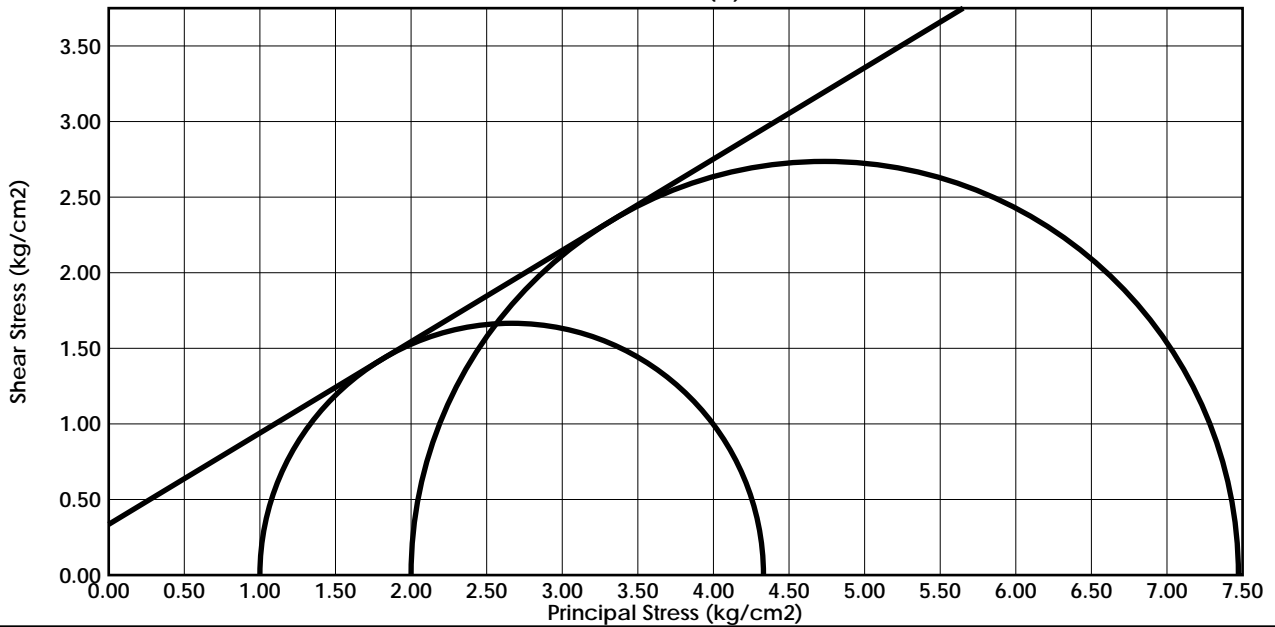
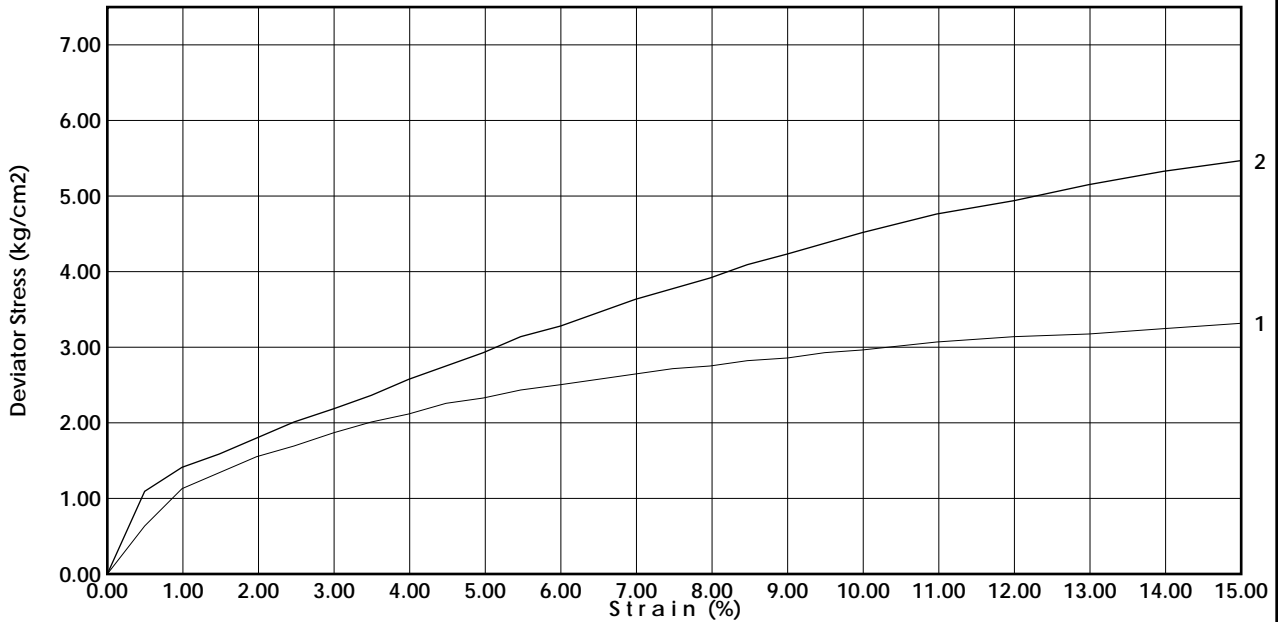
JOB NO : -
 DATE : Dec 9, 2013
 TESTED BY : Kus.Cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : Lady

Soil Specimen No	1	2
Bulk Density (g/cm ³)	1.96	1.94
Moisture Content (%)	18.01	17.94
Dry Density (g/cm ³)	1.66	1.65
Specific Gravity	2.62	2.62
Void Ratio	0.57	0.59
Degree of Saturation (%)	82.07	79.44
Lateral Pressure (kg/cm ²)	1.00	2.00
Deviator Stress (kg/cm ²)	3.33	5.47
Strain (%)	15.0	15.0



Cohesion : 0.34 kg/cm²

Angle of Internal friction : 31.1°



Plate

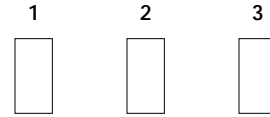
THS0529.TXT - AvantGarde-Demi

UNCONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL TEST

P.T. SOILENS

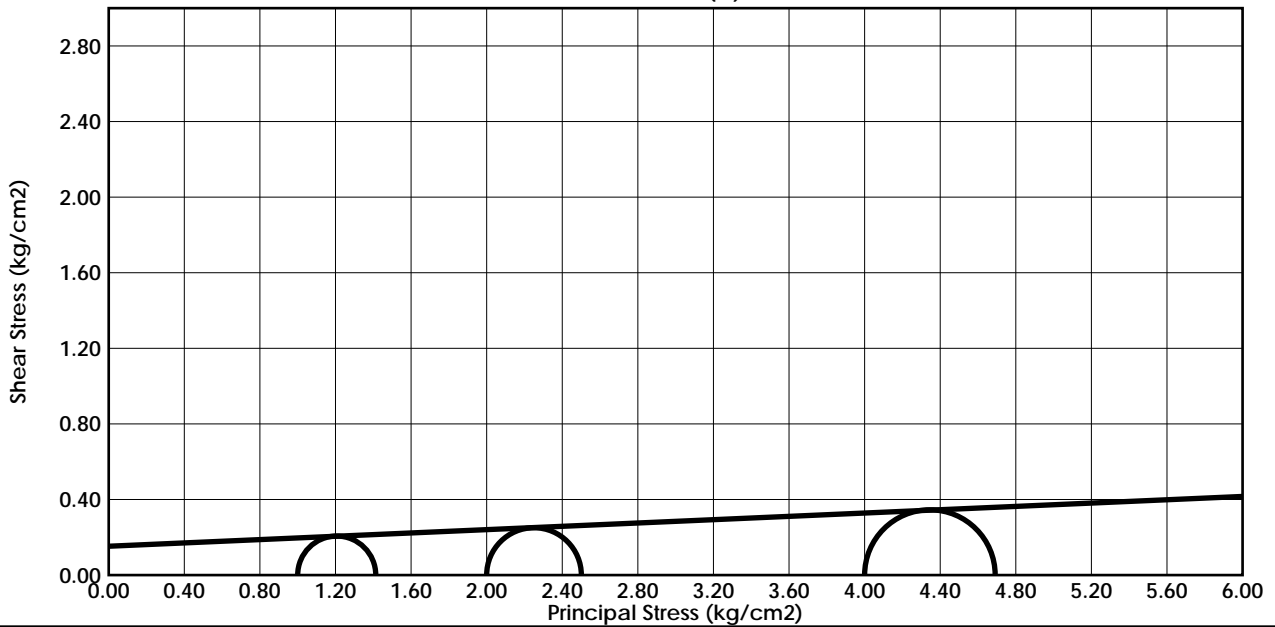
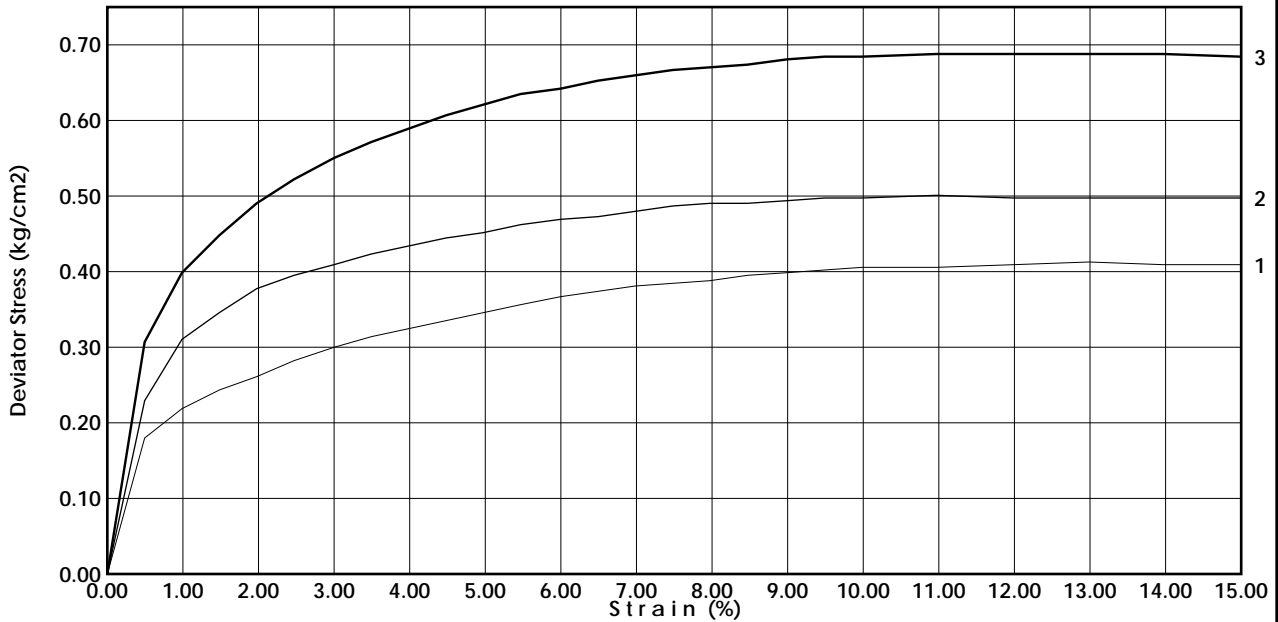
PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG	JOB NO : -
LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN	DATE : Dec 9, 2013
CLIENT : PT. PUPUK KALTIM	TESTED BY : Kus.Cs
BORE HOLE NO. : THS-5	RECORDED BY : NJ
DEPTH IN M : 45.50 - 46.00	CHECKED BY : Lady
SOIL DESCRIPTION : Clay, gray	

Soil Specimen No	1	2	3
Bulk Density (g/cm ³)	1.69	1.70	1.72
Moisture Content (%)	43.56	44.08	45.7
Dry Density (g/cm ³)	1.18	1.18	1.18
Specific Gravity	2.55	2.55	2.55
Void Ratio	1.17	1.17	1.16
Degree of Saturation (%)	95.32	96.45	100.
Lateral Pressure (kg/cm ²)	1.00	2.00	4.00
Deviator Stress (kg/cm ²)	0.41	0.50	0.69
Strain (%)	13.0	11.0	12.0



Cohesion : 0.15 kg/cm²

Angle of Internal friction : 2.50°



THS0545.TXT - AvantGarde-Demi

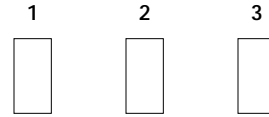
Plate

UNCONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL TEST

P.T. SOILENS

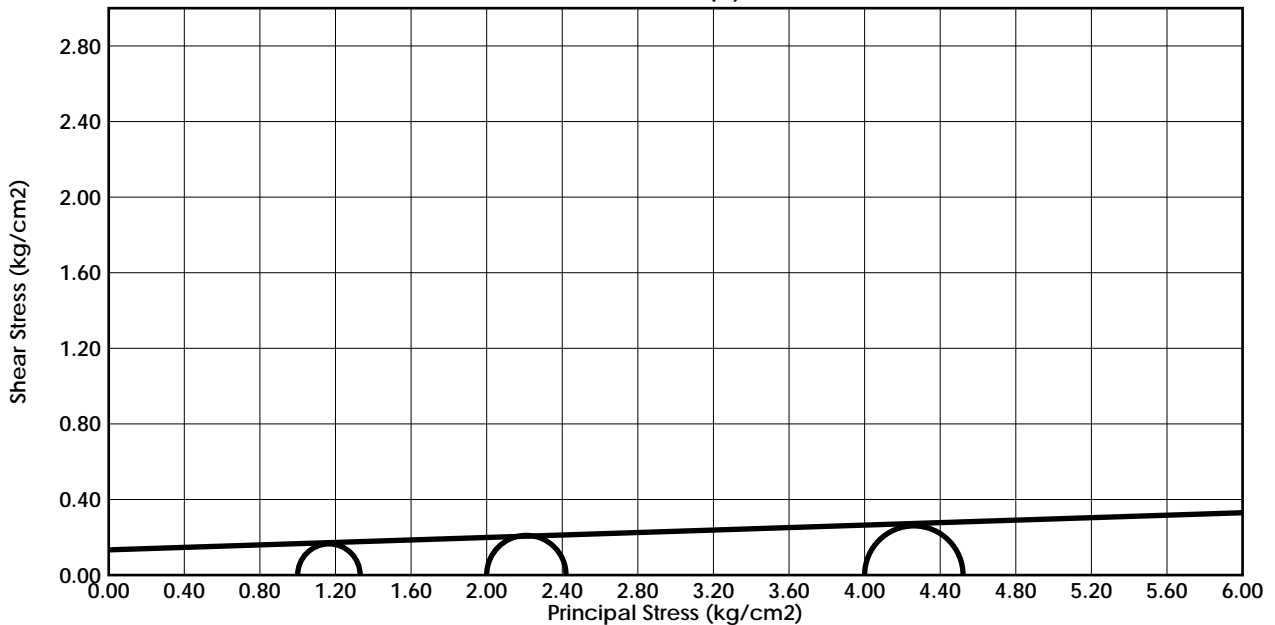
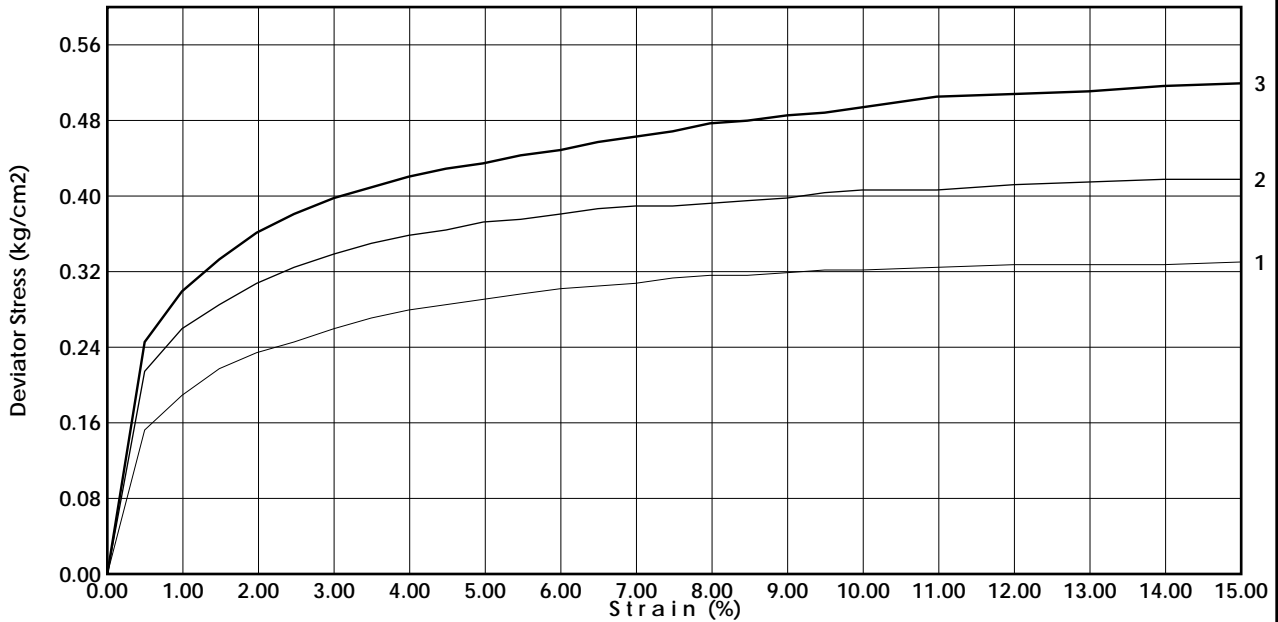
PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG	JOB NO : -
LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN	DATE : Dec 7, 2013
CLIENT : PT. PUPUK KALTIM	TESTED BY : Kus.Cs
BORE HOLE NO. : THS-6	RECORDED BY : NJ
DEPTH IN M : 9.30 - 10.00	CHECKED BY : Lady
SOIL DESCRIPTION : Clay, yellowish gray	

Soil Specimen No	1	2	3
Bulk Density (g/cm ³)	1.67	1.70	1.73
Moisture Content (%)	46.91	47.84	48.74
Dry Density (g/cm ³)	1.14	1.15	1.16
Specific Gravity	2.65	2.65	2.65
Void Ratio	1.33	1.31	1.28
Degree of Saturation (%)	93.17	96.79	100.
Lateral Pressure (kg/cm ²)	1.00	2.00	4.00
Deviator Stress (kg/cm ²)	0.33	0.42	0.52
Strain (%)	15.0	15.0	15.0



Cohesion : 0.13 kg/cm²

Angle of Internal friction : 1.90°



THS0609.TXT - AvantGarde-Demi

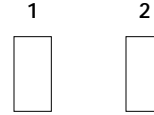
Plate

UNCONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL TEST

P.T. SOILENS

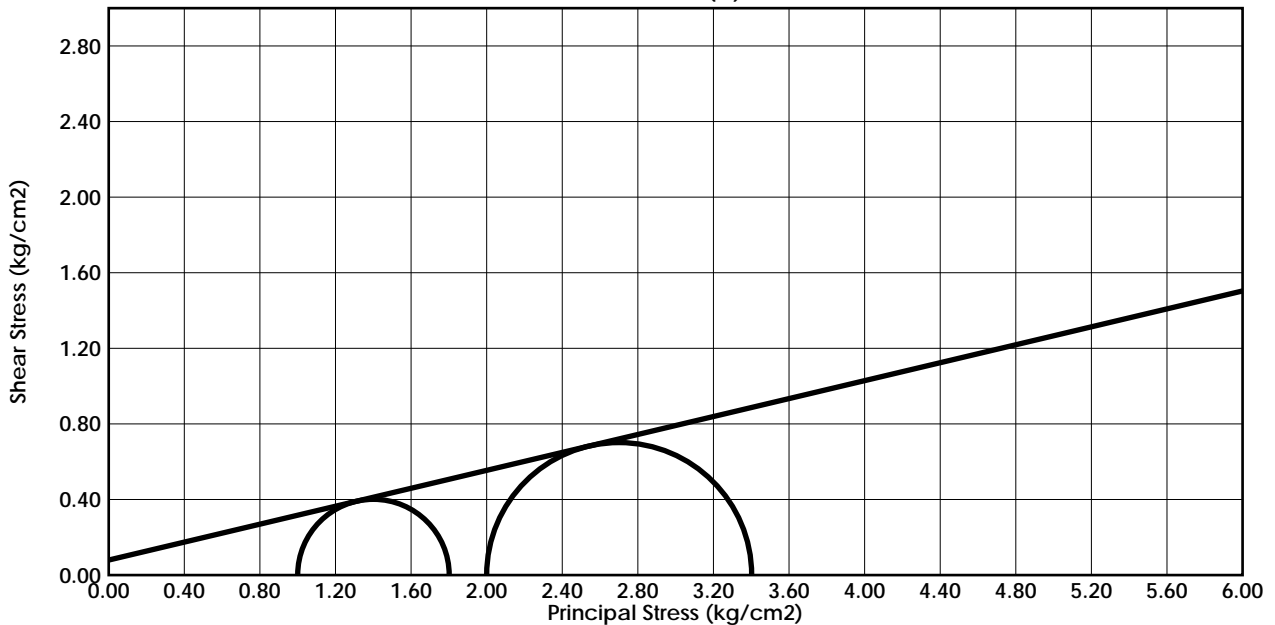
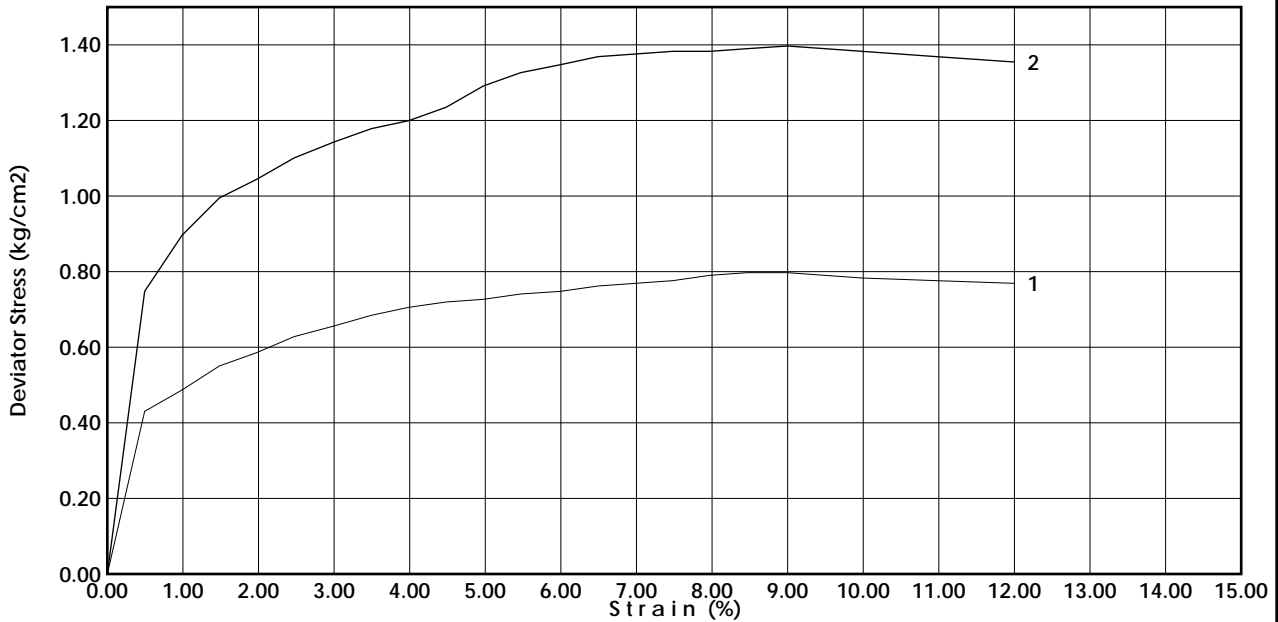
PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG	JOB NO : -
LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN	DATE : Dec 9, 2013
CLIENT : PT. PUPUK KALTIM	TESTED BY : Kus.Cs
BORE HOLE NO. : THS-6	RECORDED BY : NJ
DEPTH IN M : 15.00 - 15.60	CHECKED BY : Lady
SOIL DESCRIPTION : Silty Sand, yellowish brown	

Soil Specimen No	1	2
Bulk Density (g/cm ³)	1.98	2.01
Moisture Content (%)	16.97	18.05
Dry Density (g/cm ³)	1.69	1.70
Specific Gravity	2.65	2.65
Void Ratio	0.57	0.56
Degree of Saturation (%)	79.26	85.91
Lateral Pressure (kg/cm ²)	1.00	2.00
Deviator Stress (kg/cm ²)	0.80	1.40
Strain (%)	8.50	9.00



Cohesion : 0.08 kg/cm²

Angle of Internal friction : 13.4°



Plate

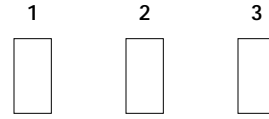
UNCONSOLIDATED-UNDRAINED TRIAXIAL TEST

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG
 LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM
 BORE HOLE NO. : THS-6
 DEPTH IN M : 25.00 - 25.70
 SOIL DESCRIPTION : Clay, light gray

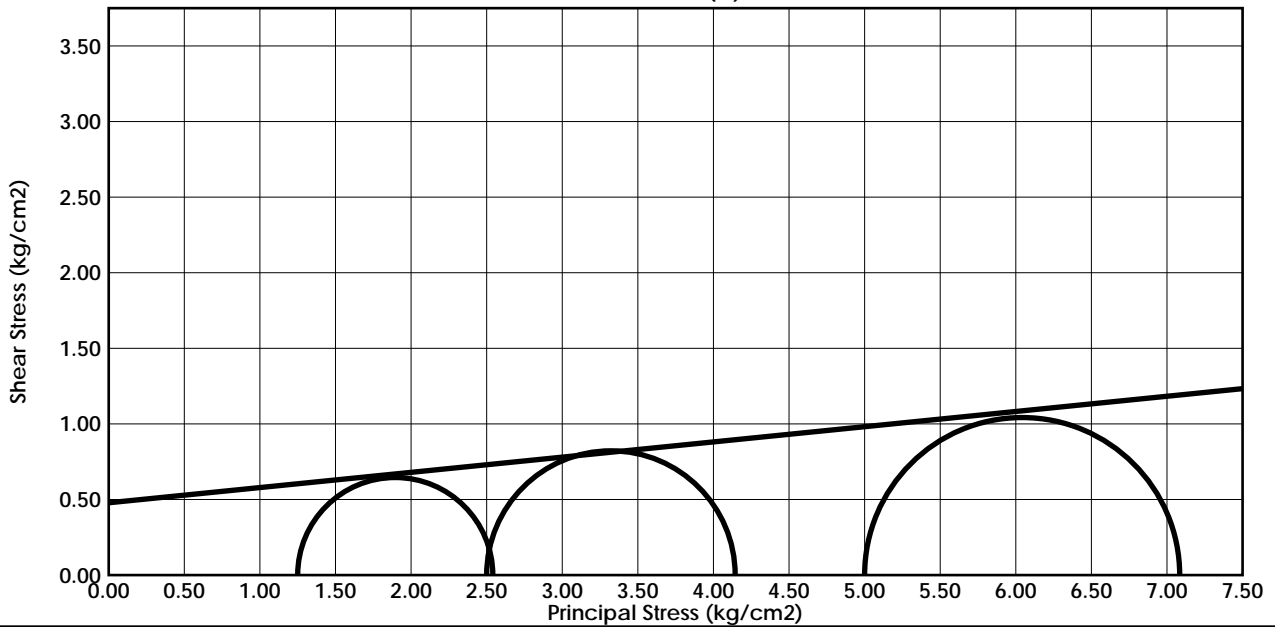
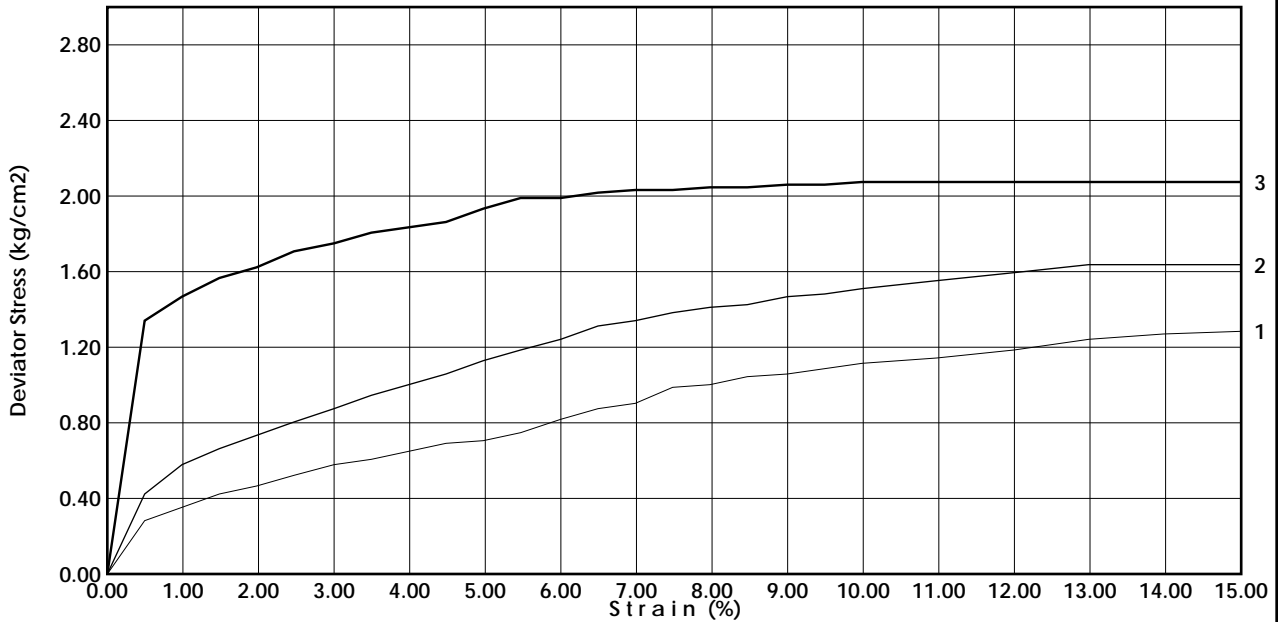
JOB NO : -
 DATE : Dec 4, 2013
 TESTED BY : Kus.Cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : Lady

Soil Specimen No	1	2	3
Bulk Density (g/cm ³)	1.96	1.97	1.96
Moisture Content (%)	23.17	24.05	23.85
Dry Density (g/cm ³)	1.59	1.59	1.59
Specific Gravity	2.62	2.62	2.62
Void Ratio	0.65	0.65	0.65
Degree of Saturation (%)	94.01	97.02	95.84
Lateral Pressure (kg/cm ²)	1.25	2.50	5.00
Deviator Stress (kg/cm ²)	1.29	1.64	2.08
Strain (%)	15.0	15.0	11.0



Cohesion : 0.48 kg/cm²

Angle of Internal friction : 5.70°



THS0625.TXT - AvantGarde-Demi

Plate

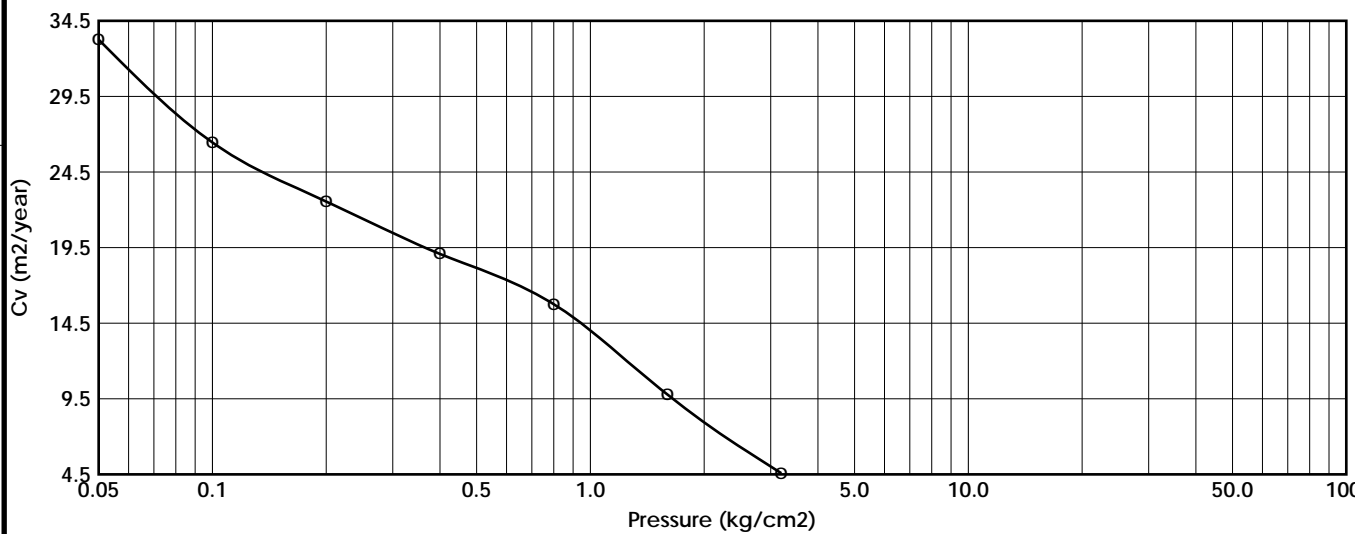
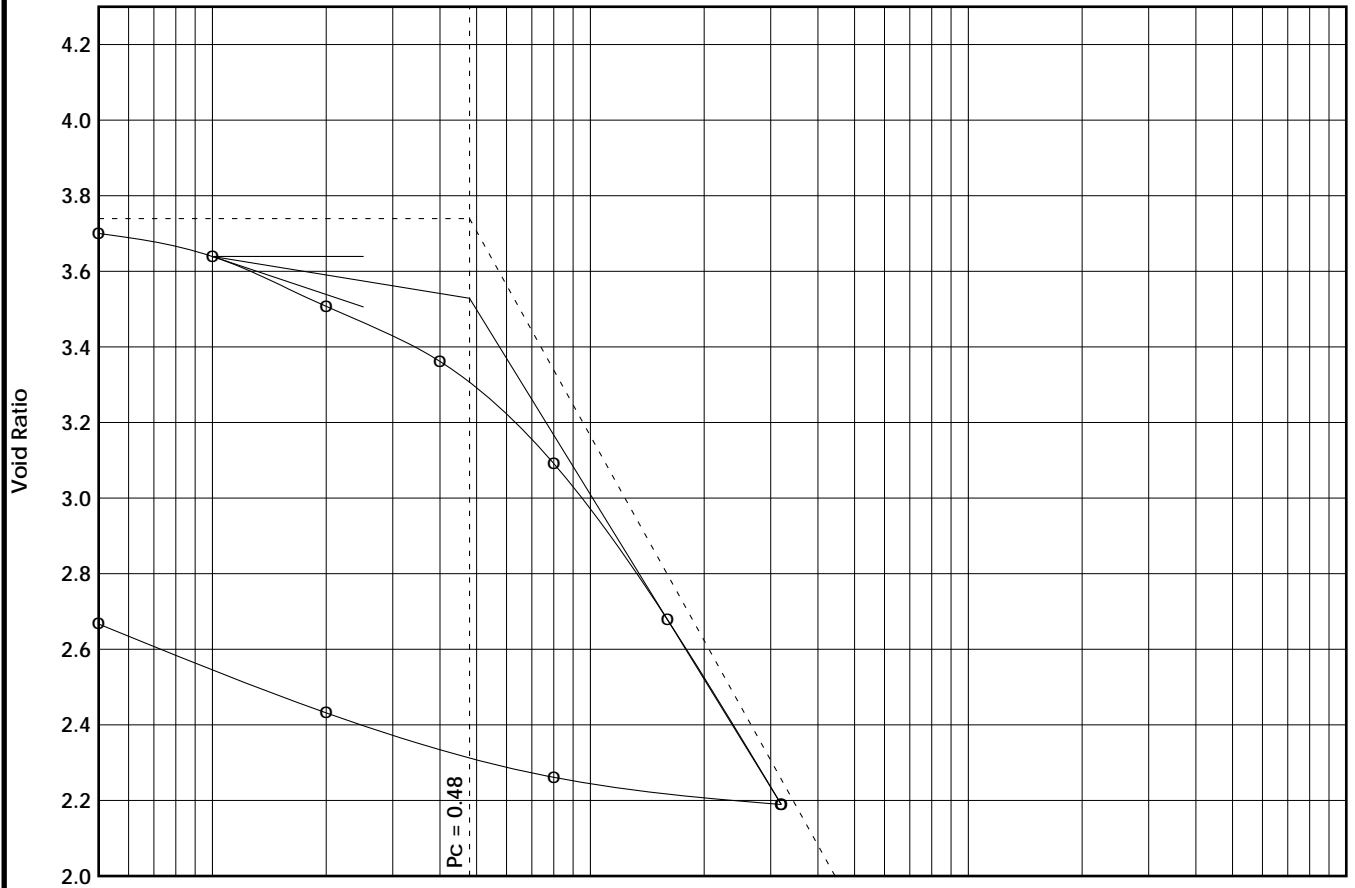
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG
 LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM
 BORE HOLE NO. : THS-4
 DEPTH IN M : 5.30 - 6.00
 SOIL DESCRIPTION : Organic, black

JOB NO : -
 DATE : Dec 2, 2013
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : Lady

Initial Water Content (%)	: 145.61	Specific Gravity (Gs)	: 2.39
Final Water Content (%)	: 113.86	Initial Degree of Saturation (%)	: 93.06
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 1.24	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 1.40	Initial Void Ratio	: 3.74 0.42Eo = 1.57
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 0.50	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 0.48
Final Dry Density (g/cm ³)	: 0.64	Compression Index (Cc)	: 1.62 Corr. Cc = 1.80



THS0405.TXT - AvantGarde-Demi

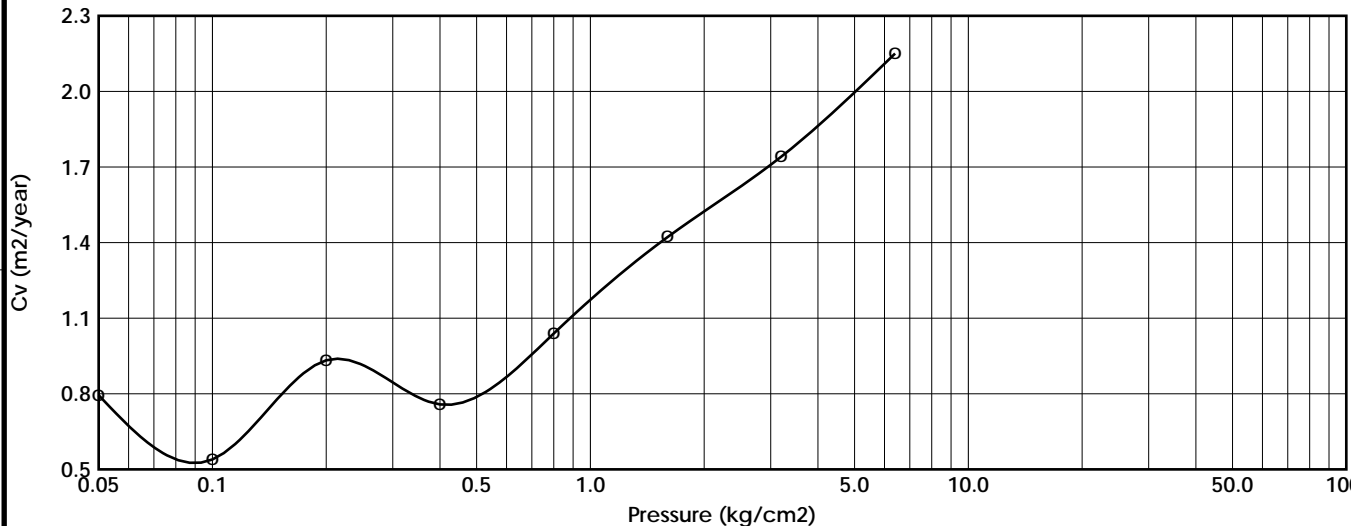
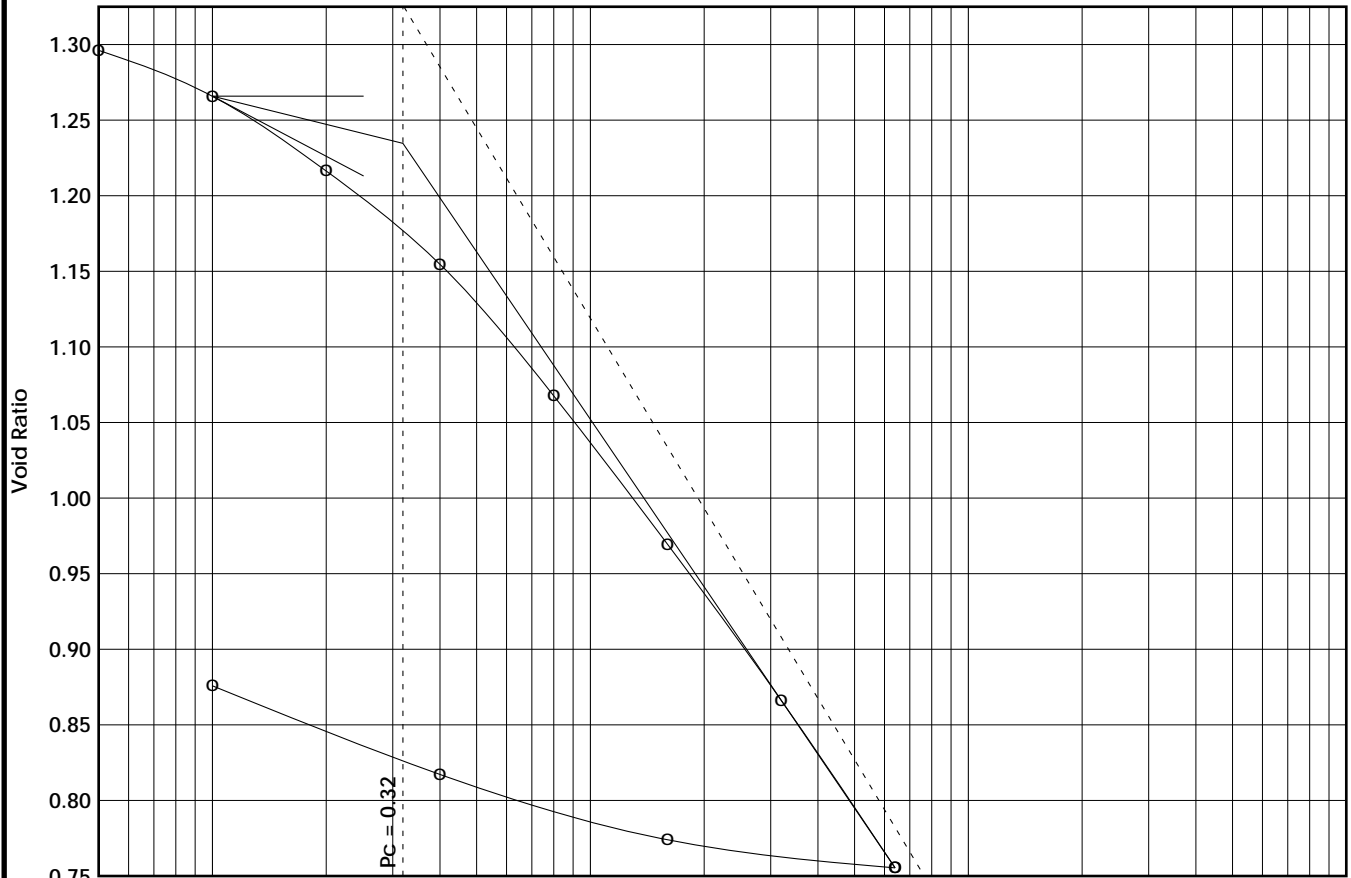
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG
 LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM
 BORE HOLE NO. : THS-4
 DEPTH IN M : 11.30 - 12.00
 SOIL DESCRIPTION : Clay, light gray

JOB NO : -
 DATE : Dec 2, 2013
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : Lady

Initial Water Content (%)	: 50.42	Specific Gravity (Gs)	: 2.63
Final Water Content (%)	: 35.27	Initial Degree of Saturation (%)	: 100.
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 1.74	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 1.88	Initial Void Ratio	: 1.33 0.42E _o = 0.56
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.13	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 0.32
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.36	Compression Index (Cc)	: 0.37 Corr. Cc = 0.42



THS0411.TXT - AvantGarde-Demi

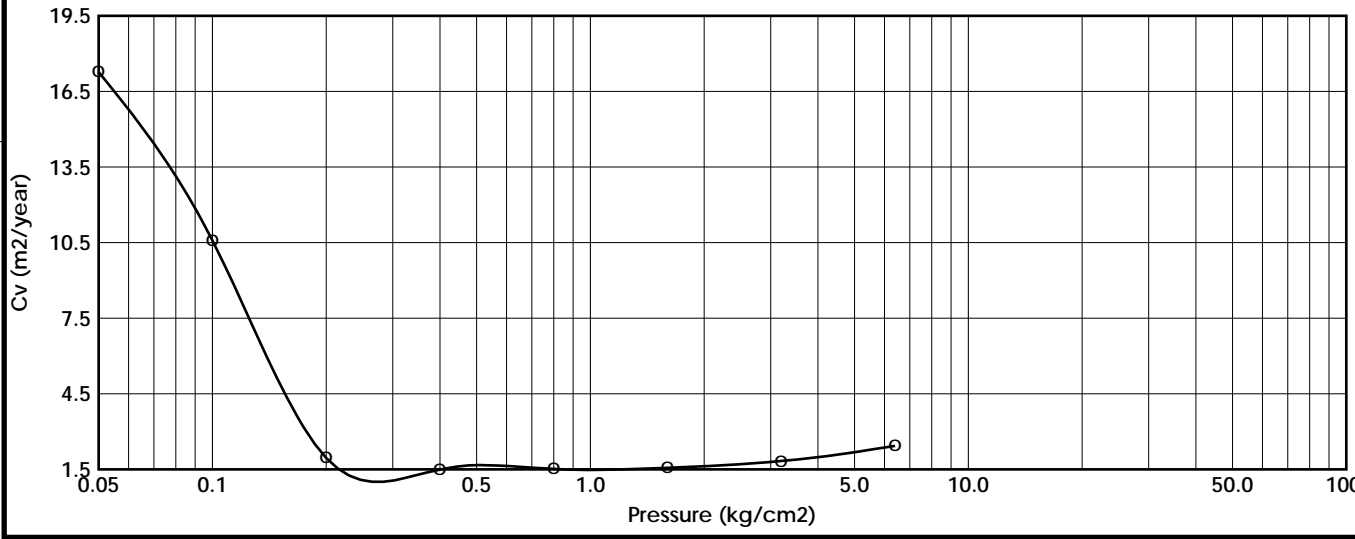
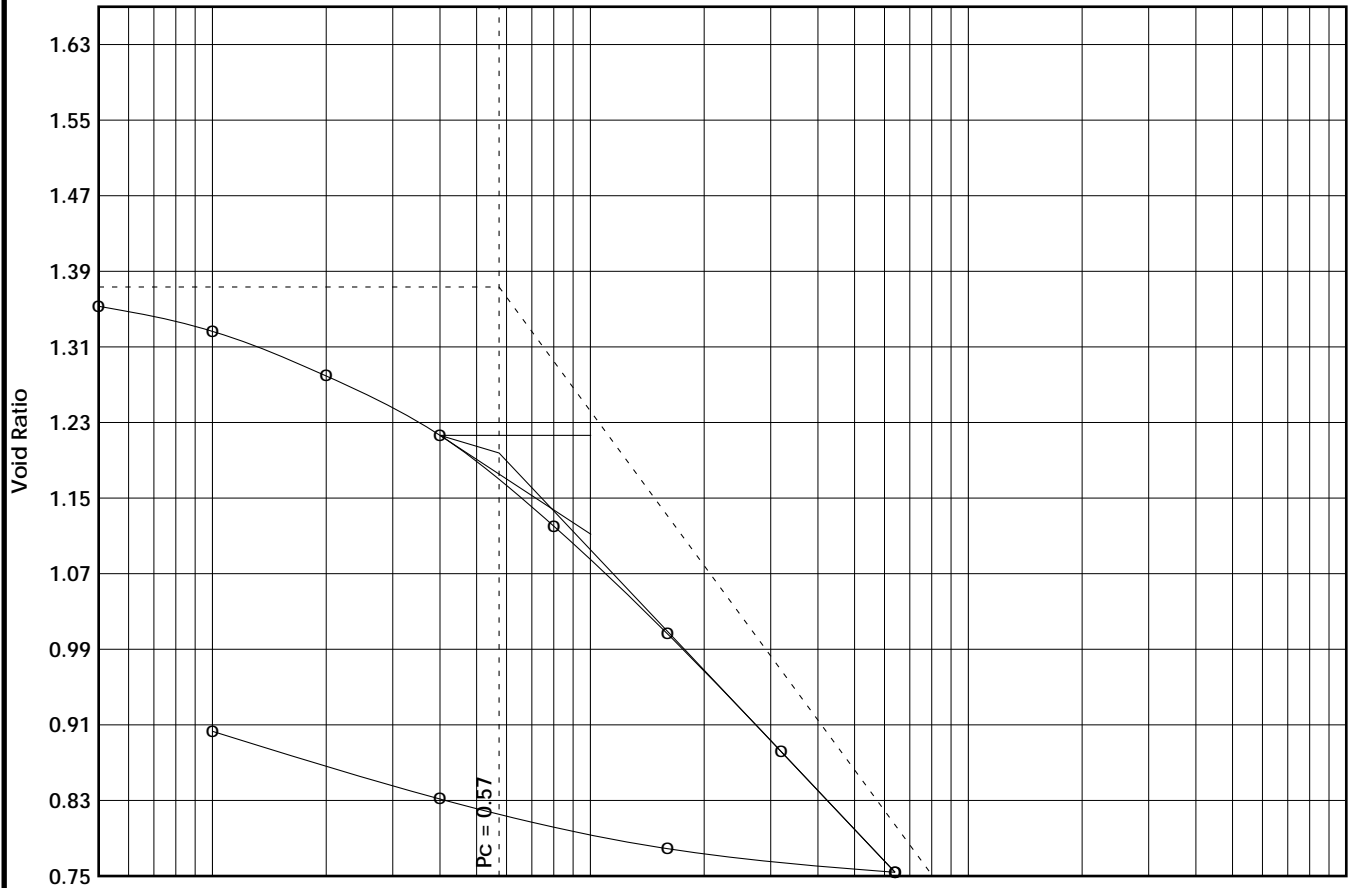
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG
 LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM
 BORE HOLE NO. : THS-4
 DEPTH IN M : 15.30 - 16.00
 SOIL DESCRIPTION : Clay, light gray

JOB NO : -
 DATE : Dec 2, 2013
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : Lady

Initial Water Content (%)	: 50.87	Specific Gravity (Gs)	: 2.70
Final Water Content (%)	: 35.78	Initial Degree of Saturation (%)	: 100.
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 1.74	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 1.90	Initial Void Ratio	: 1.37 0.42E _o = 0.58
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.14	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 0.57
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.37	Compression Index (Cc)	: 0.42 Corr. Cc = 0.54



THS0415.TXT - AvantGarde-Demi

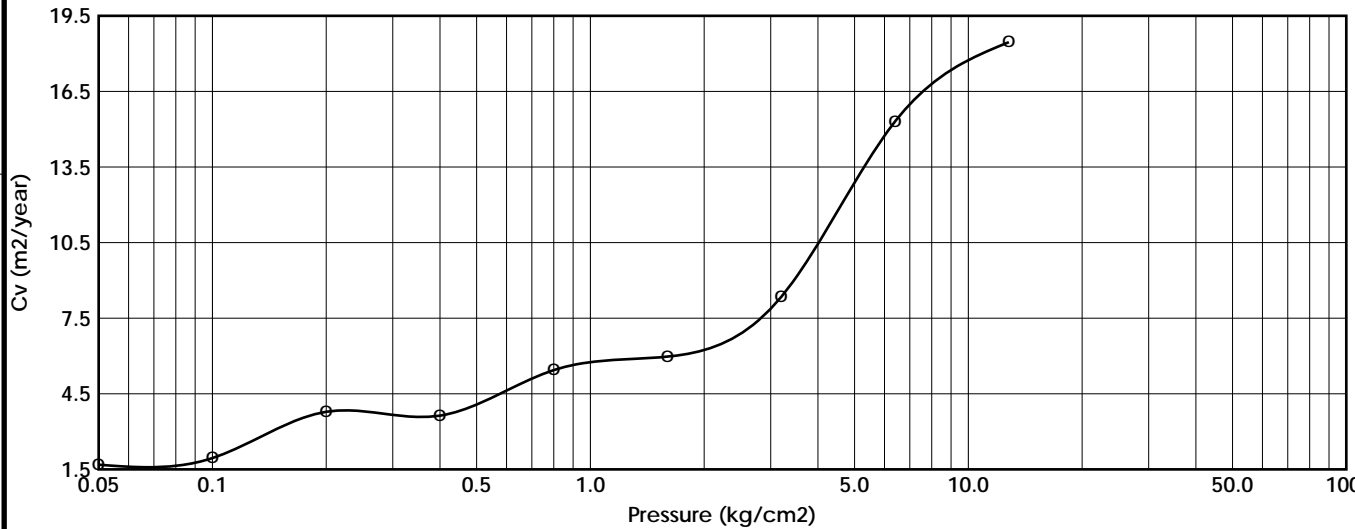
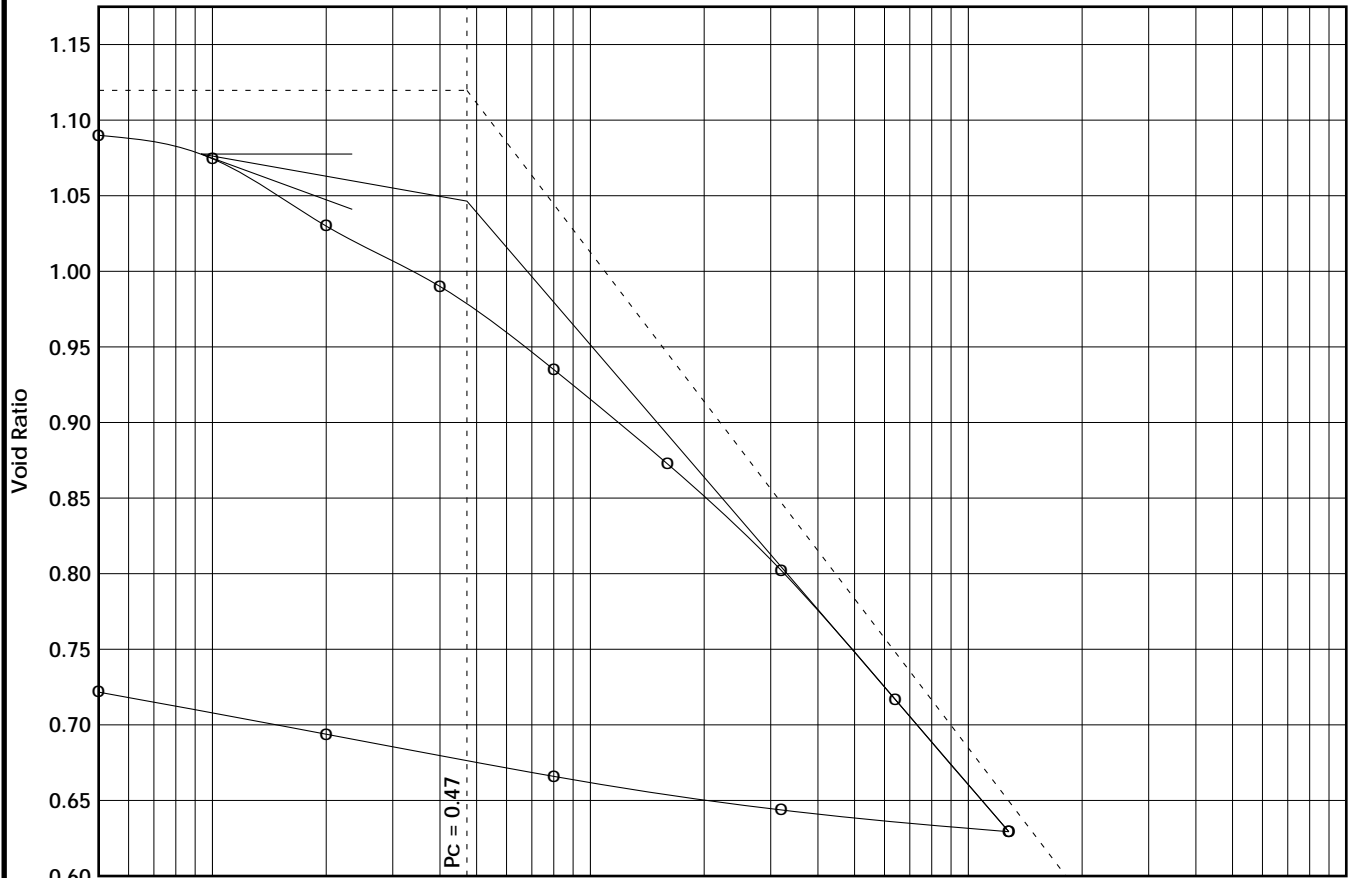
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG
 LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM
 BORE HOLE NO. : THS-5
 DEPTH IN M : 5.00 - 5.70
 SOIL DESCRIPTION : Sandy Clay, light gray

JOB NO : -
 DATE : Dec 2, 2013
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : Lady

Initial Water Content (%)	: 40.42	Specific Gravity (Gs)	: 2.77
Final Water Content (%)	: 26.55	Initial Degree of Saturation (%)	: 100.
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 1.87	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 2.05	Initial Void Ratio	: 1.12 0.42E _o = 0.47
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.31	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 0.47
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.60	Compression Index (Cc)	: 0.29 Corr. Cc = 0.33



THS0605.TXT - AvantGarde-Demi

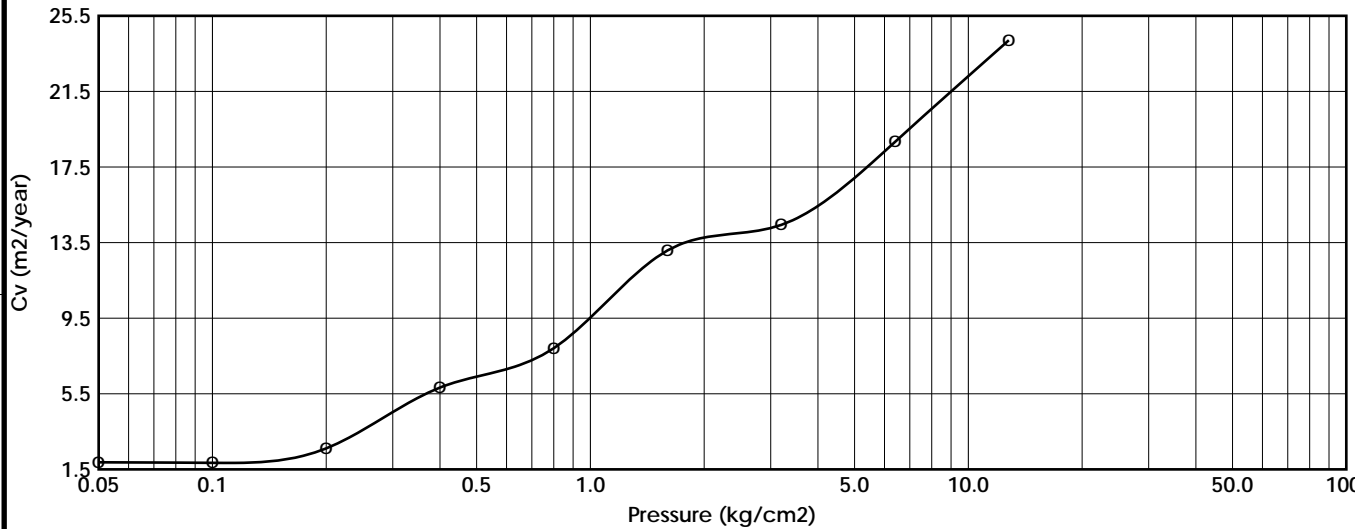
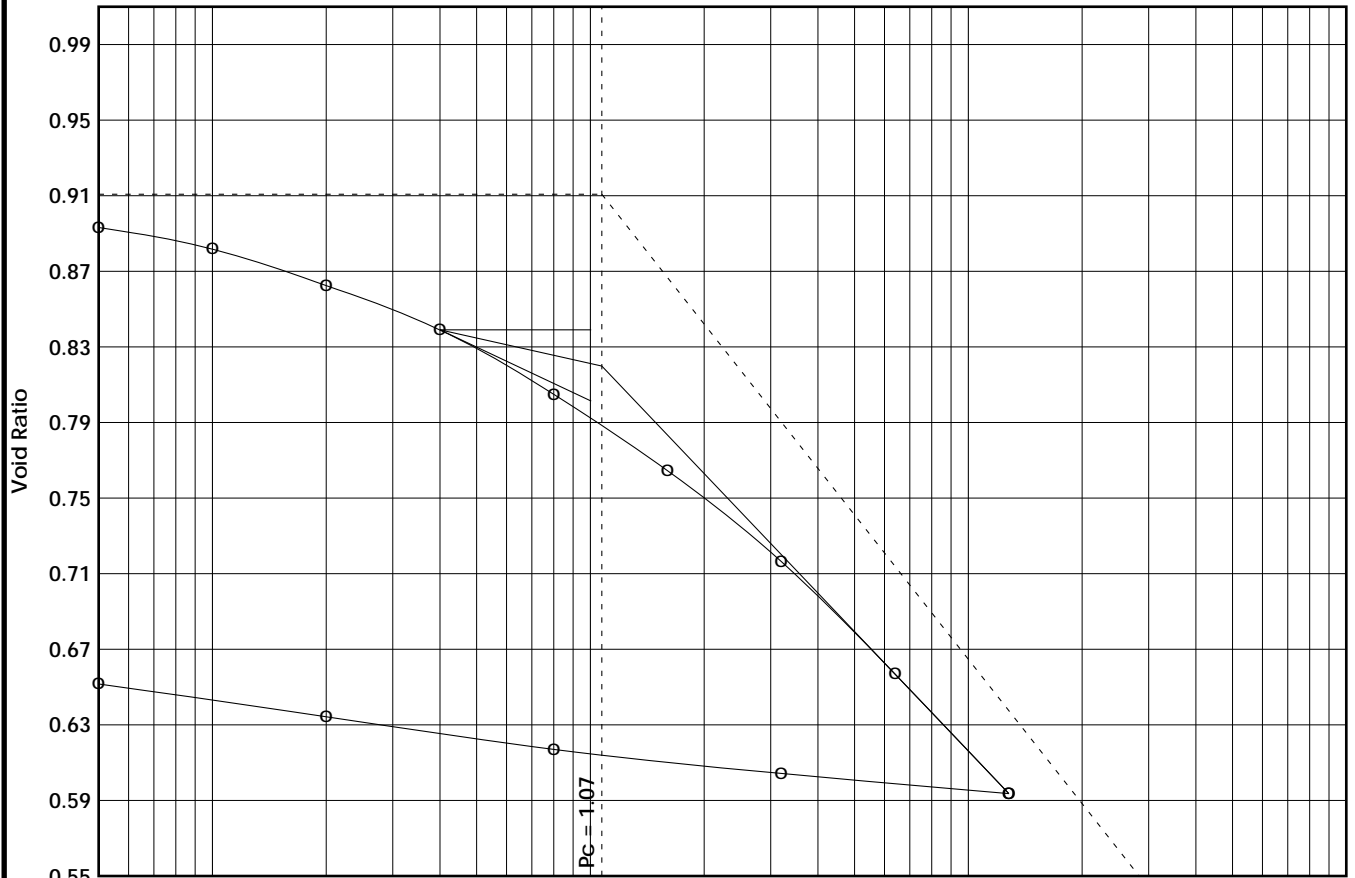
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG
 LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM
 BORE HOLE NO. : THS-6
 DEPTH IN M : 1.00 - 1.70
 SOIL DESCRIPTION : Sandy Clay, light gray

JOB NO : -
 DATE : Dec 2, 2013
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : Lady

Initial Water Content (%)	: 32.88	Specific Gravity (Gs)	: 2.77
Final Water Content (%)	: 23.84	Initial Degree of Saturation (%)	: 100.
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 1.96	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 2.10	Initial Void Ratio	: 0.91 0.42E _o = 0.38
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.45	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 1.07
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.67	Compression Index (Cc)	: 0.21 Corr. Cc = 0.25



THS0601.TXT - AvantGarde-Demi

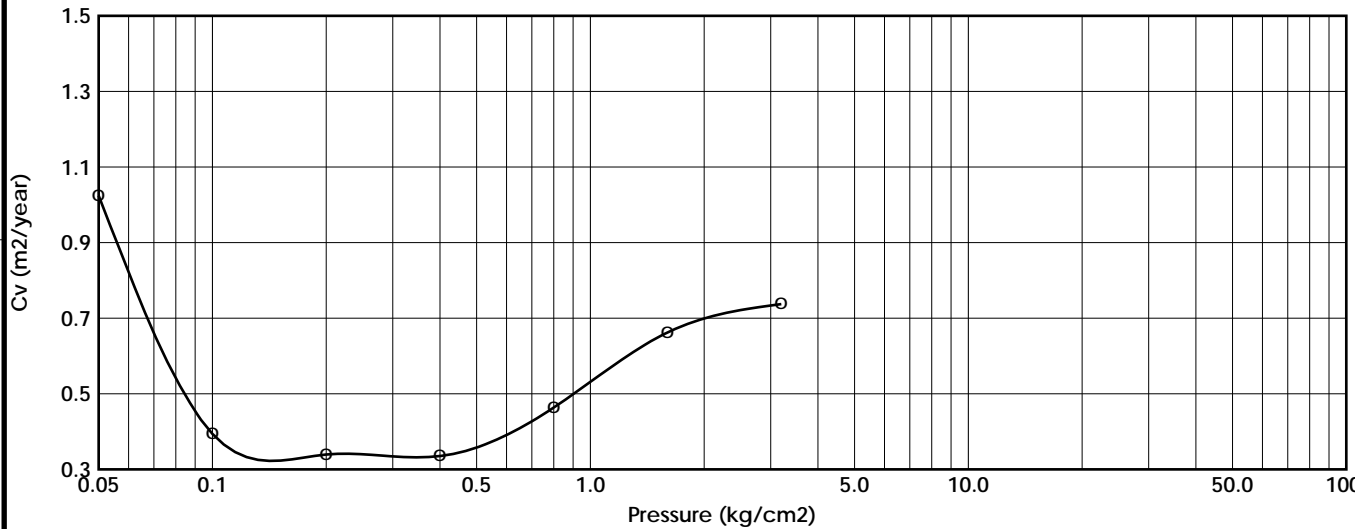
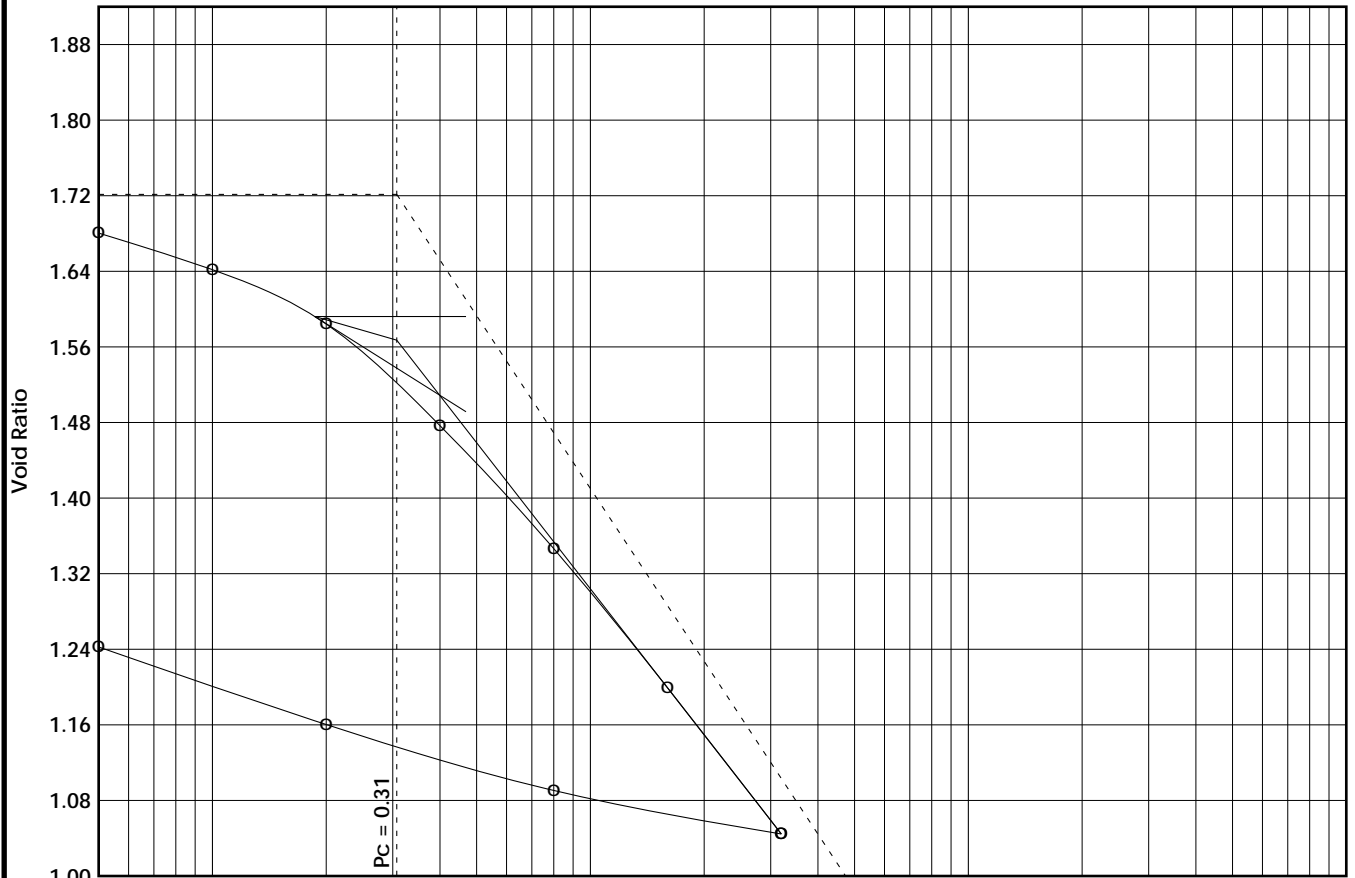
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG
 LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM
 BORE HOLE NO. : THS-6
 DEPTH IN M : 5.00 - 5.70
 SOIL DESCRIPTION : Clay, light gray

JOB NO : -
 DATE : Dec 2, 2013
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : Lady

Initial Water Content (%)	: 62.14	Specific Gravity (Gs)	: 2.77
Final Water Content (%)	: 45.61	Initial Degree of Saturation (%)	: 100.
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 1.67	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 1.80	Initial Void Ratio	: 1.72 0.42Eo = 0.72
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.02	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 0.31
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.22	Compression Index (Cc)	: 0.51 Corr. Cc = 0.61



THS0605.TXT - AvantGarde-Demi

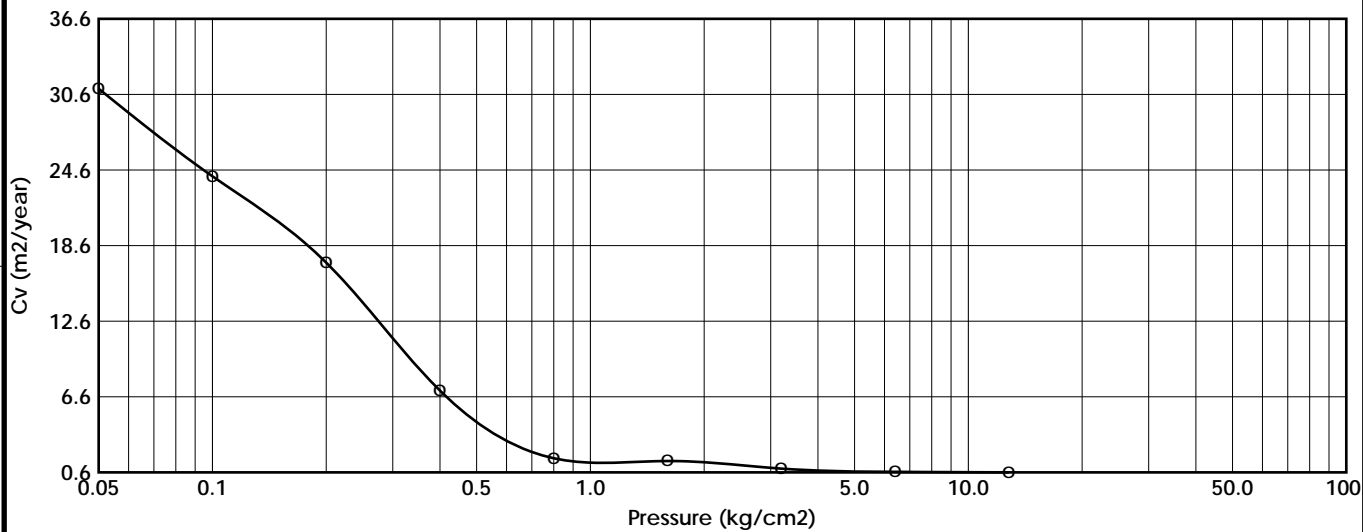
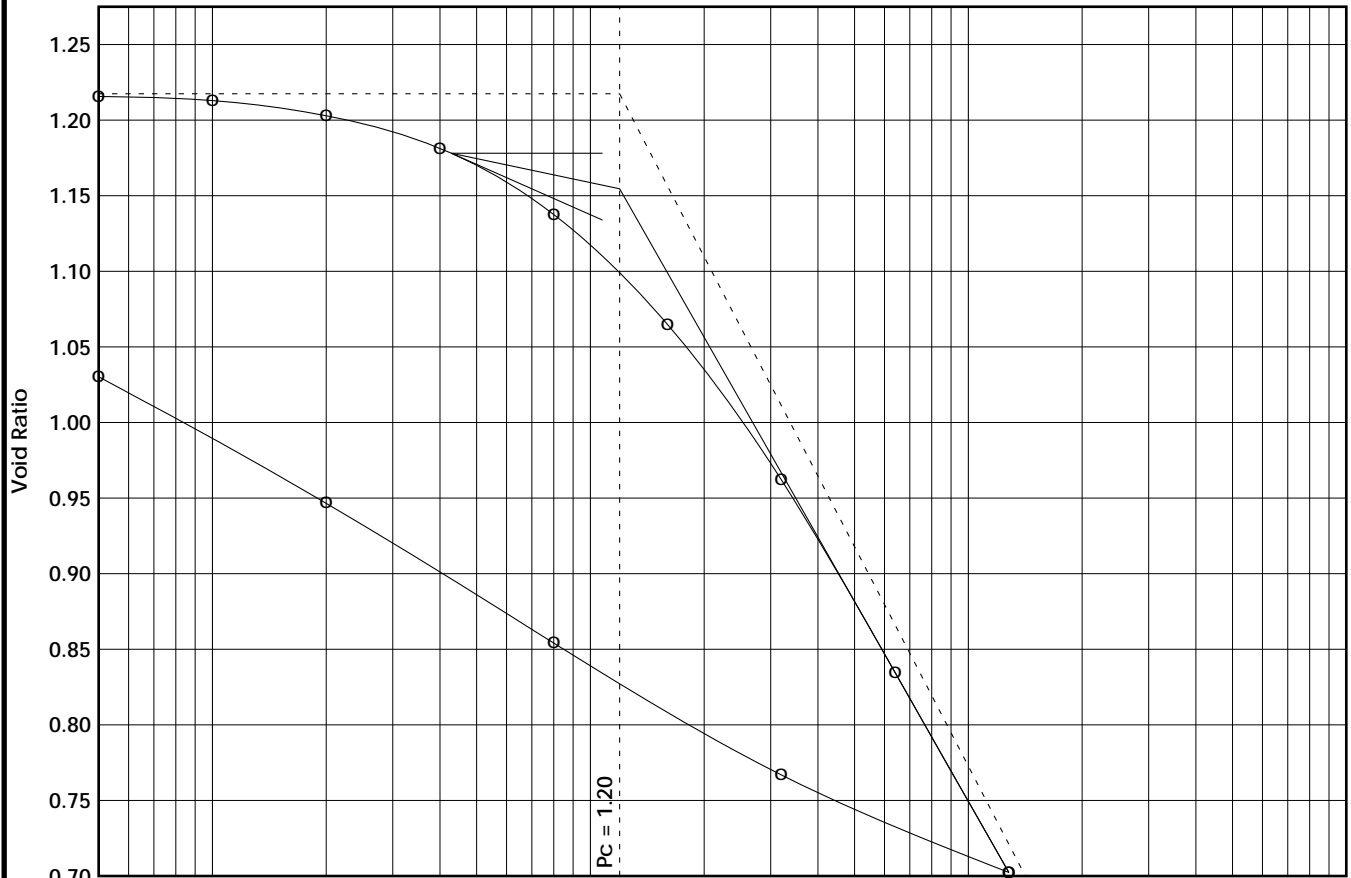
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG
 LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM
 BORE HOLE NO. : THS-6
 DEPTH IN M : 9.30 - 10.00
 SOIL DESCRIPTION : Clay, light brown

JOB NO : -
 DATE : Dec 2, 2013
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : Lady

Initial Water Content (%)	: 45.94	Specific Gravity (Gs)	: 2.65
Final Water Content (%)	: 40.11	Initial Degree of Saturation (%)	: 100.
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 1.78	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 1.87	Initial Void Ratio	: 1.22 $0.42E_o = 0.51$
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.20	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 1.20
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.28	Compression Index (Cc)	: 0.44 Corr. Cc = 0.48



THS0609.TXT - AvantGarde-Demi

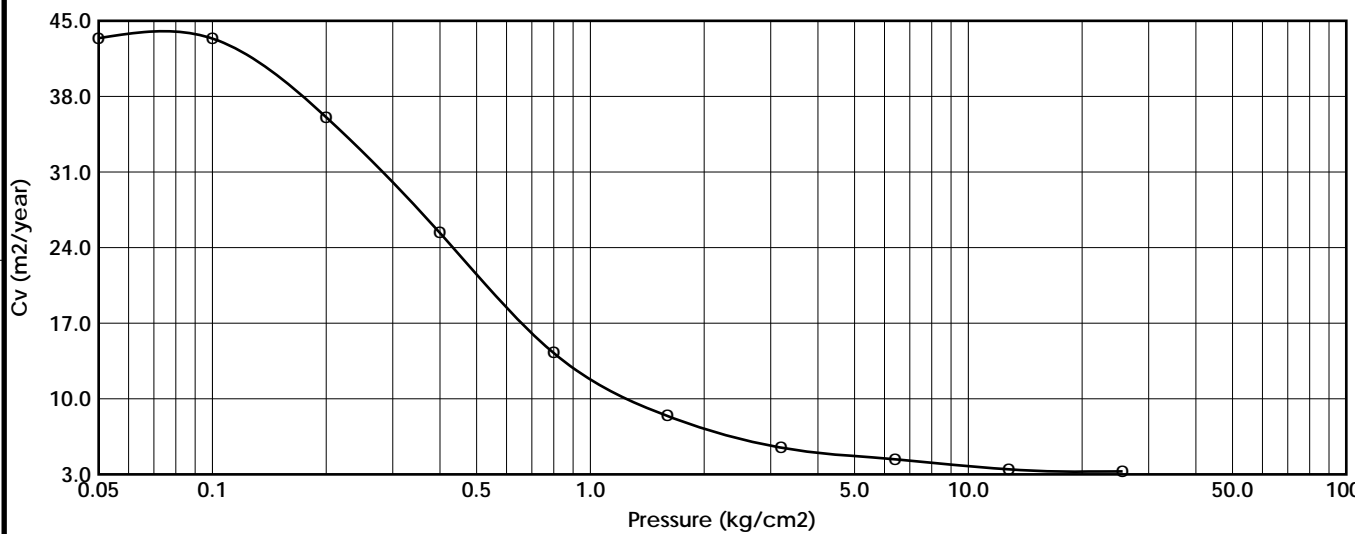
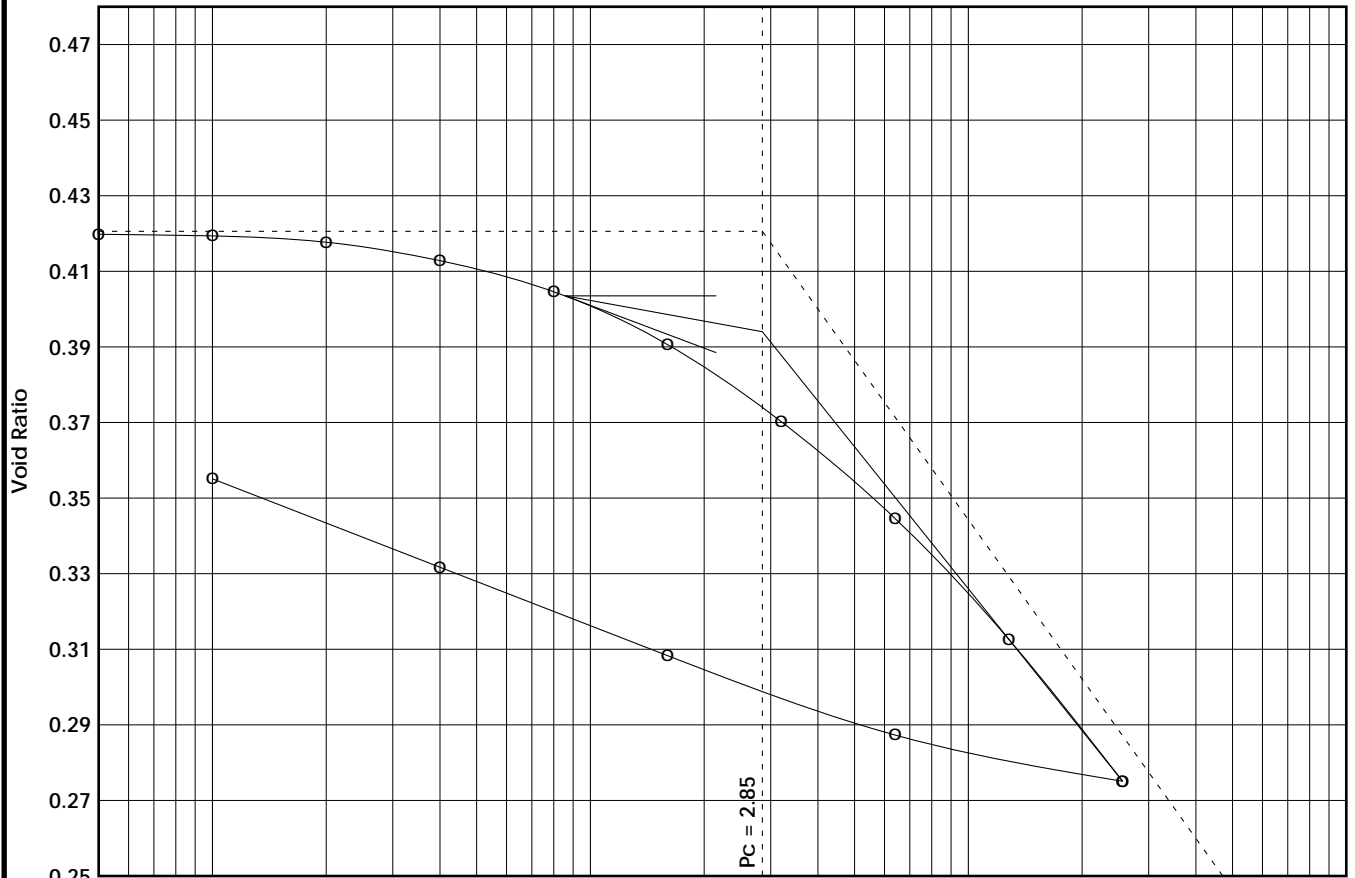
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG
 LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM
 BORE HOLE NO. : THS-6
 DEPTH IN M : 15.00 - 15.60
 SOIL DESCRIPTION : Silty Clay, light brown

JOB NO : -
 DATE : Dec 2, 2013
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : Lady

Initial Water Content (%)	: 15.7	Specific Gravity (Gs)	: 2.65
Final Water Content (%)	: 13.62	Initial Degree of Saturation (%)	: 98.9
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 2.16	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 2.24	Initial Void Ratio	: 0.42 0.42E _o = 0.18
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.87	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 2.85
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.95	Compression Index (Cc)	: 0.12 Corr. Cc = 0.14



THS0615.TXT - AvantGarde-Demi

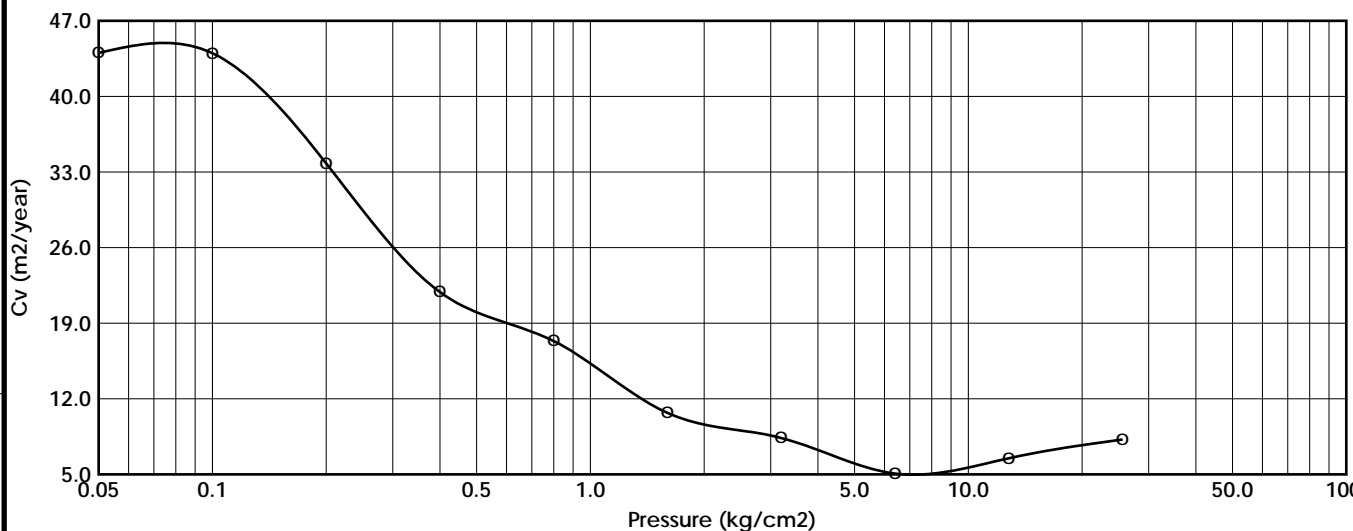
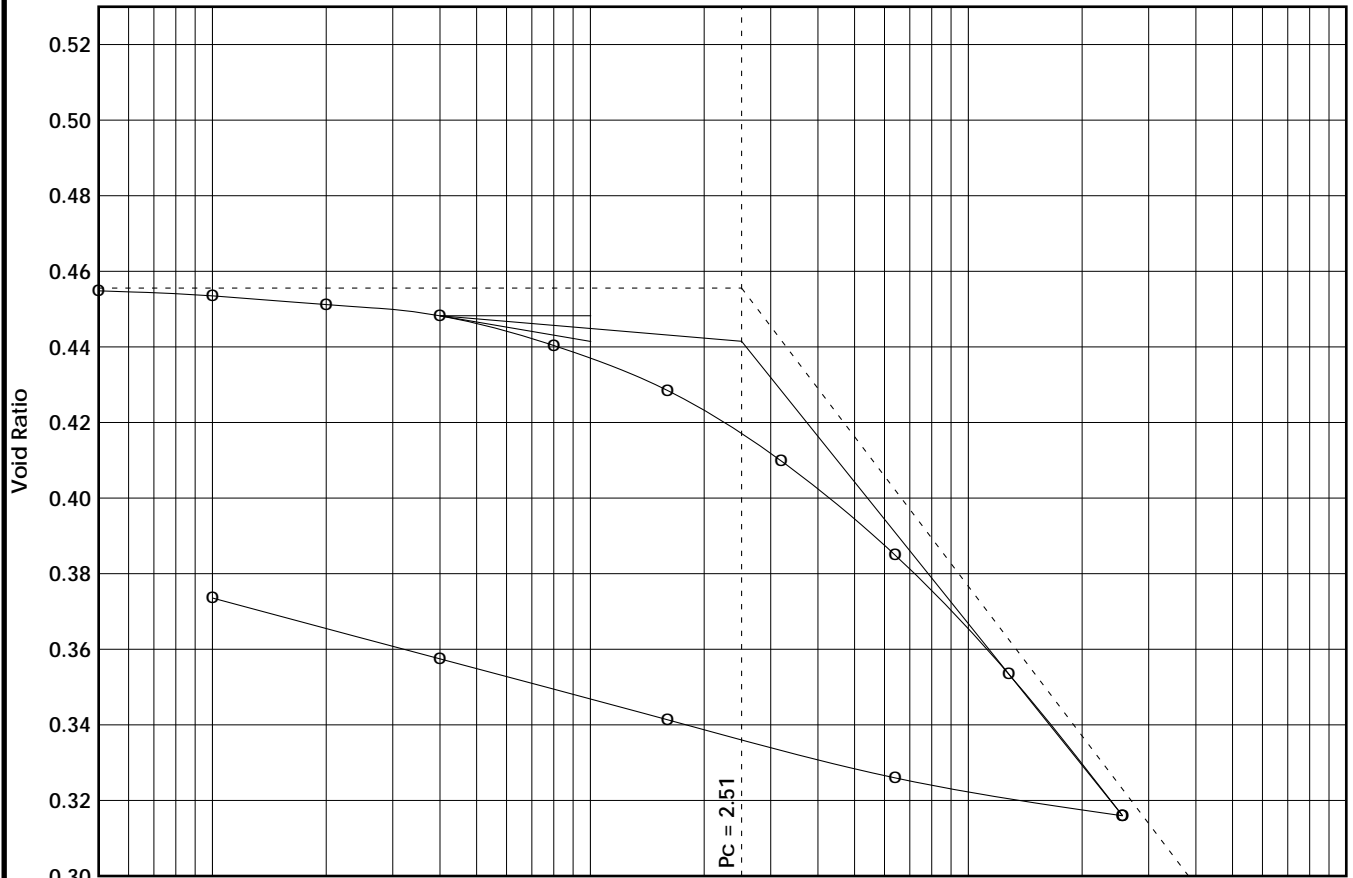
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG
 LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM
 BORE HOLE NO. : THS-6
 DEPTH IN M : 25.00 - 25.70
 SOIL DESCRIPTION : Clay, light brown

JOB NO : -
 DATE : Dec 2, 2013
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : Lady

Initial Water Content (%)	: 17.39	Specific Gravity (Gs)	: 2.62
Final Water Content (%)	: 14.43	Initial Degree of Saturation (%)	: 100.
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 2.12	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 2.21	Initial Void Ratio	: 0.46 0.42E _o = 0.19
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.80	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 2.51
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.90	Compression Index (Cc)	: 0.12 Corr. Cc = 0.13



THS0625.TXT - Avan\Garde-Demi

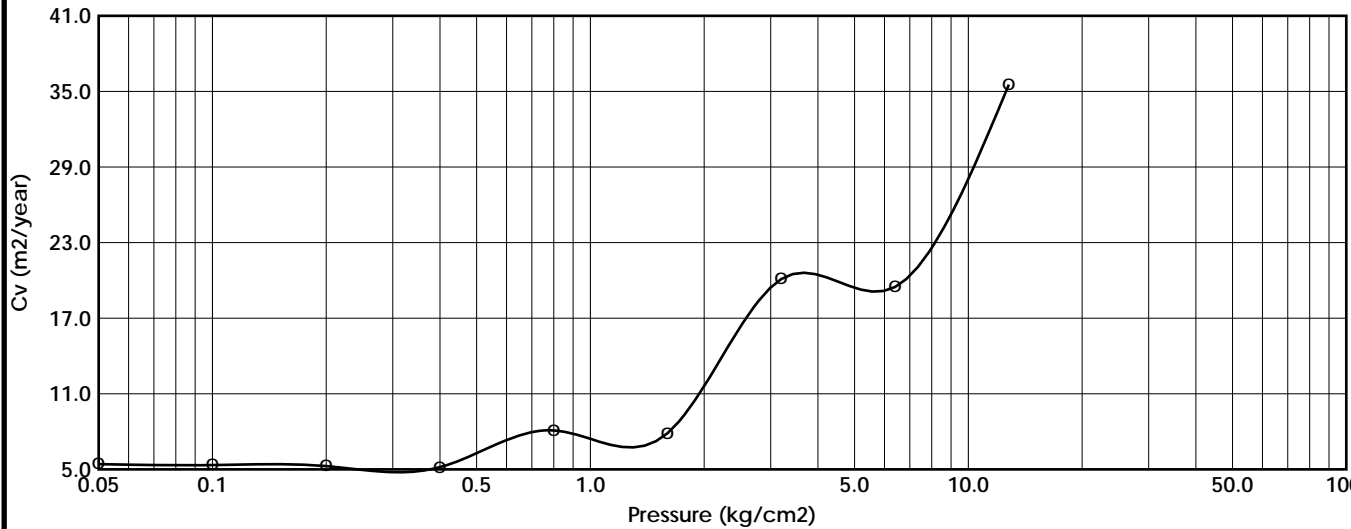
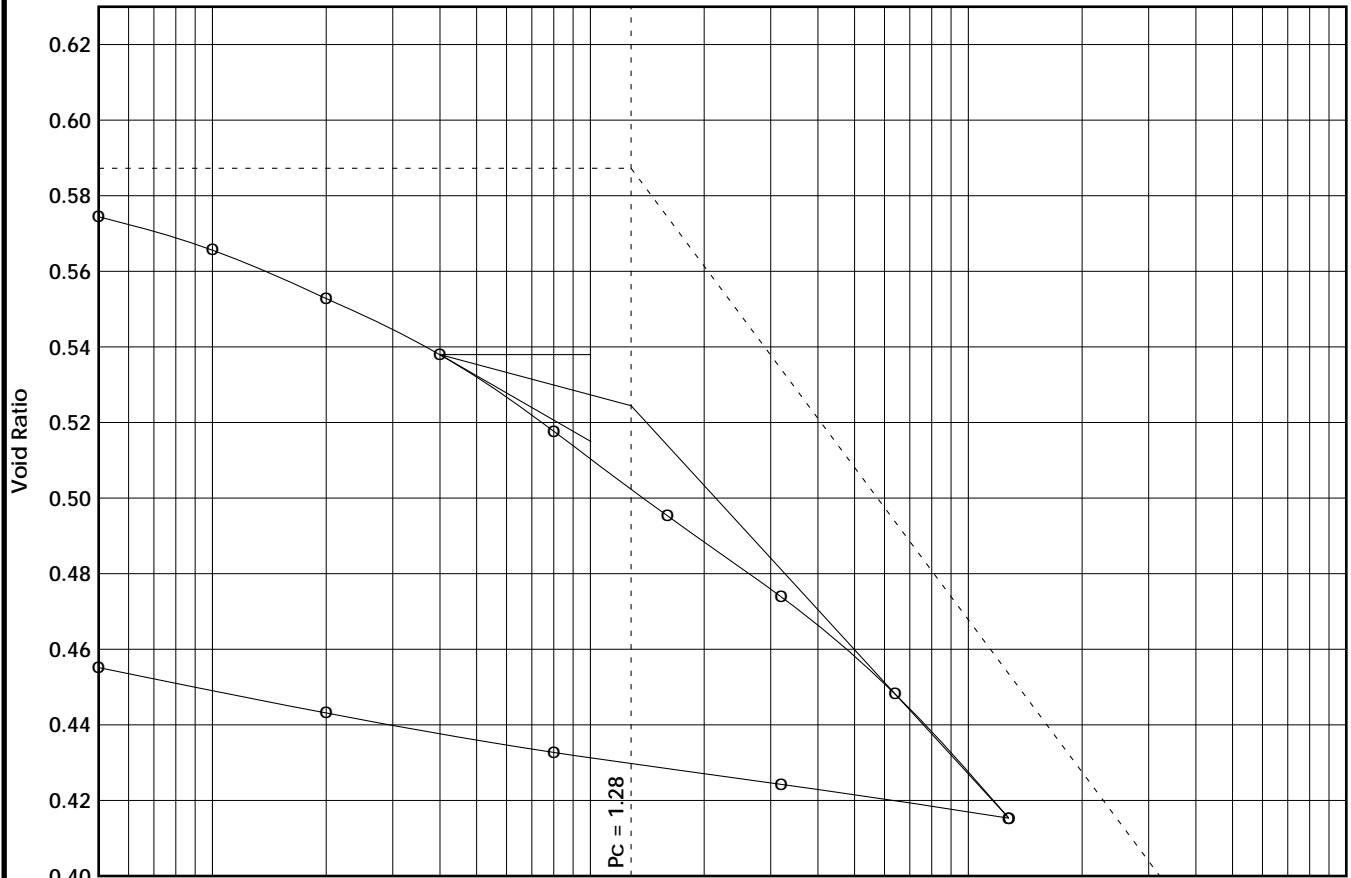
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG
 LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM
 BORE HOLE NO. : THS-6
 DEPTH IN M : 30.00 - 30.70
 SOIL DESCRIPTION : Sandy Clay, gray

JOB NO : -
 DATE : Dec 2, 2013
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : Lady

Initial Water Content (%)	: 21.67	Specific Gravity (Gs)	: 2.71
Final Water Content (%)	: 17.17	Initial Degree of Saturation (%)	: 100.
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 2.10	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 2.19	Initial Void Ratio	: 0.59 0.42Eo = 0.25
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.71	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 1.28
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.85	Compression Index (Cc)	: 0.11 Corr. Cc = 0.13



THS0630.TXT - AvantGarde-Demi

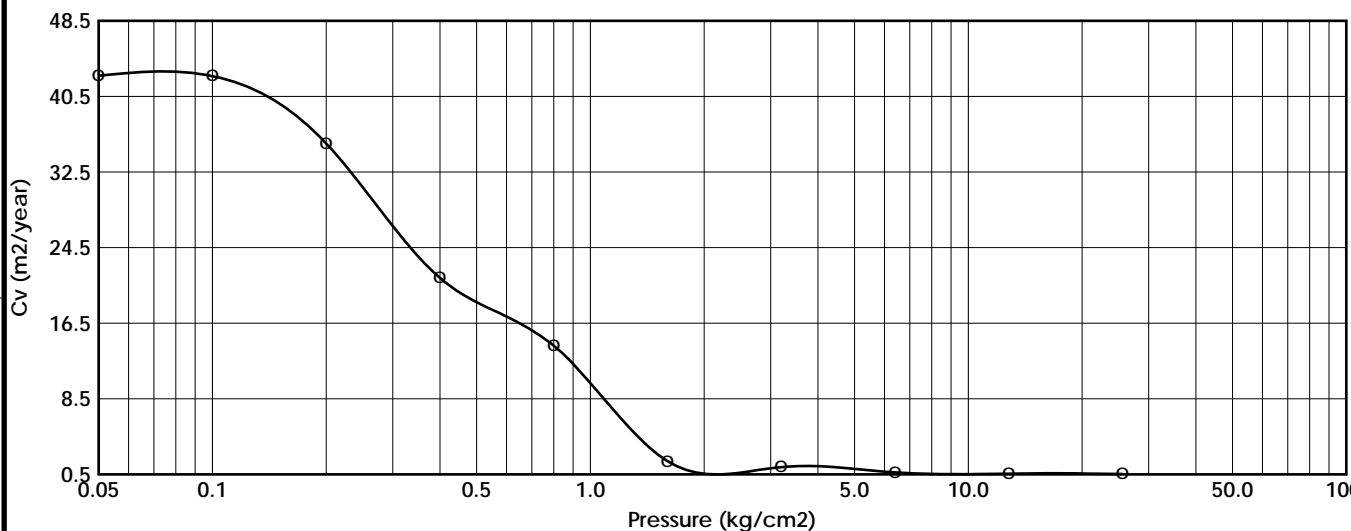
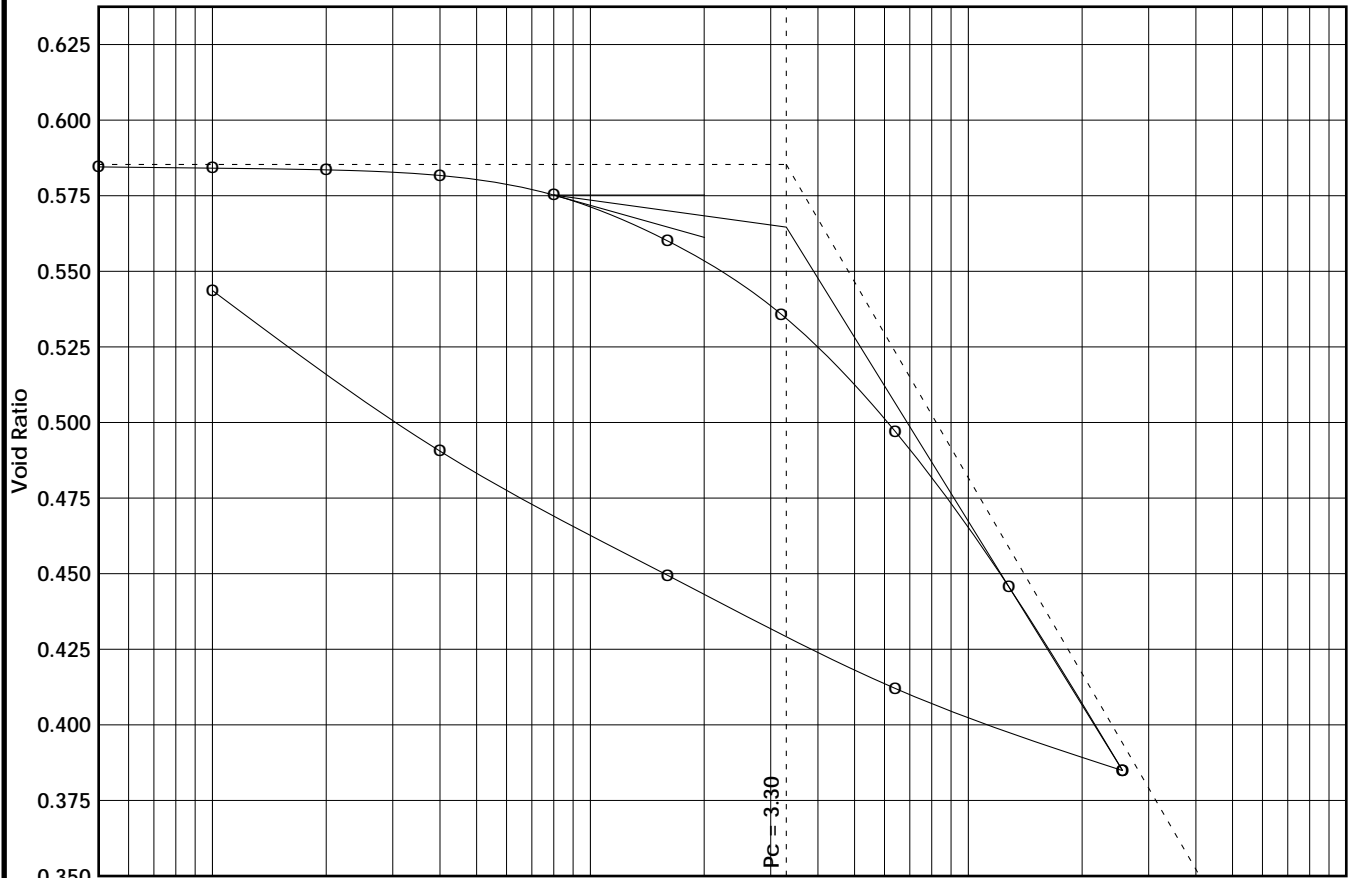
CONSOLIDATION CURVES

P.T. SOILENS

PROJECT : DERMAGA 10 PROJECT, PKT BONTANG
 LOCATION : BONTANG - EAST KALIMANTAN
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM
 BORE HOLE NO. : THS-6
 DEPTH IN M : 51.00 - 51.50
 SOIL DESCRIPTION : Clay, light brown

JOB NO : -
 DATE : Dec 2, 2013
 TESTED BY : Ard.cs
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : Lady

Initial Water Content (%)	: 21.56	Specific Gravity (Gs)	: 2.71
Final Water Content (%)	: 20.4	Initial Degree of Saturation (%)	: 99.8
Initial Wet Density (g/cm ³)	: 2.08	Final Degree of Saturation (%)	: 100.
Final Wet Density (g/cm ³)	: 2.12	Initial Void Ratio	: 0.59 0.42Eo = 0.25
Initial Dry Density (g/cm ³)	: 1.71	Precompression Pressure (kg/cm ²)	: 3.30
Final Dry Density (g/cm ³)	: 1.75	Compression Index (Cc)	: 0.20 Corr. Cc = 0.22



THS0651.TXT - AvantGarde-Demi

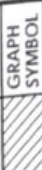






BORING LOG

P.T. SOILENS

PROJECT :
CLIENT :
LOCATION :
BORE HOLE NO. :
DEPTH :
ELEVATION :
COORDINATES :

: PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA
: 9&10 DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
: PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR
: PENDALAMAN ALUR
: LTH-1
: 15.70 m
: -
: PN=798 ; PE=4705

G W L : -
DATE : February 3, 2012
BORING METHOD : Coring, Sampling
SAMPLING METHOD : Thin walled (shelby) tube
SPT : Automatic Hammer
DRILLER : Dadang S.
LOGGER : Ukon R.
DRAWN BY : Nick Page 1 of 1

SAMPLE DEPTH (meter)	USCS CHART	GRAPH SYMBOL	ROCK/SOIL DESCRIPTION	DEPTH (meter)	q _u (kg/cm ²)	SPT - N value		RECOVERY (%)
						Depth (m)	BLOWS PER CM	
0.00	CL		CORALLY CLAY, white and gray coloured, low plasticity, few fine grained sands, medium stiff.	1.00	-			
2.00			CORALLY CLAY, light gray coloured, low plasticity, few fine grained sands, medium stiff.	2.00	-			
3.00	CL			3.00	-			
4.00				4.00	-			
5.00				5.00	-			
6.00				6.00	-			
7.00	CH		CLAY, yellowish gray coloured, high plasticity, medium stiff to stiff.	7.00	-			
7.70				7.70	1.00			
8.00	CH		CLAY, light gray coloured, high plasticity, medium stiff to stiff.	8.00	1.00			
9.00				9.00	1.00			
10.00	CL		CORALLY CLAY, light gray coloured, high plasticity, stiff.	10.00	1.00			
11.00				11.00	1.00			
11.70	CH		CLAY, light gray coloured, high plasticity, stiff.	11.70	1.25			
12.00				12.00	1.25			
13.00				13.00	1.25			
14.00				14.00	1.25			
15.00	CH			15.00	1.25			
15.70				15.70	1.25			
			END OF BORING CASING DOWN TO 14.90 METERS IN DEPTH					

LTH1.TXT - AvantGarde-Domi

LABORATORY TEST TABLE
PENYELIDIKAN TANAH DERMAGA 9 & 10 DAN SURVEY MATERIAL
PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR

Location : **Pendalaman Alur/Survey Material**

Bore Hole No.	Depth in meter	Specific Gravity Gs	Density		Water Content w _m %	Atterberg limits			Liquidity Index IL	Void Ratio e	Porosity n %	Degree of Saturation S _r %	Finer by weight passing no 200 sieve %	Unconfined		Triaxial UU (Total Stress)		Consolidation	
			γ _m /m ³	γ _d /m ³		Liquid Limit w _L %	Plastic Limit w _P %	Plasticity Index I _P %						q _u kg/cm ²	σ _t	c kg/cm ²	φ deg	Cc	Pc kg/cm ²
LDT-1	1.00 - 1.70	2.58	1.47	0.82	78.9	90.4	27.7	62.7	0.82	2.14	68	95	98	0.20	1.6	-	-	-	-
	5.00 - 5.70	2.70	1.68	1.07	56.6	55.2	21.1	34.1	1.04	1.52	60	100	91	0.10	1.8	-	-	-	-
LDT-2	1.00 - 1.70	2.68	1.53	0.87	76.3	75.8	26.1	49.7	1.01	2.09	68	98	96	0.08	1.3	-	-	-	-
	5.00 - 5.70	2.68	1.57	0.94	67.6	68.4	21.2	47.2	0.98	1.86	65	97	95	0.04	1.3	-	-	-	-
	10.00 - 10.70	2.54	*	*	62.5	84.7	26.5	58.2	0.62	*	*	*	99	*	*	-	-	-	-
	15.00 - 15.70	2.55	1.56	0.94	65.9	85.8	26.6	59.2	0.66	1.72	63	98	83	*	*	-	-	-	-
LTH-1	7.00 - 7.70	2.67	2.01	1.62	24.0	39.1	16.0	23.1	0.35	0.65	39	99	69	0.59	1.3	-	-	-	-
	11.00 - 11.70	2.66	2.01	1.62	24.1	36.9	17.9	18.9	0.33	0.64	39	100	94	0.64	1.9	-	-	-	-
	15.00 - 15.70	2.60	1.95	1.55	26.3	54.1	21.4	32.8	0.15	0.68	41	100	93	0.88	1.7	-	-	-	-
LTH-2	10.00 - 10.70	2.58	1.94	1.54	26.3	65.2	22.1	43.1	0.10	0.68	41	100	99	1.90	1.4	-	-	-	-
LTH-3	1.00 - 1.70	2.67	1.57	0.91	73.4	71.2	26.5	44.7	1.05	1.95	66	100	89	0.12	1.2	-	-	-	-
	5.00 - 5.70	2.64	1.47	0.76	94.3	98.1	35.6	62.5	0.94	2.50	71	100	90	0.07	1.6	-	-	-	-
	10.00 - 10.70	2.67	2.07	1.78	16.5	17.2	12.1	5.1	0.86	0.50	33	87	40	*	*	-	-	-	-
	15.00 - 15.50	2.67	2.06	1.69	21.7	51.0	18.4	32.6	0.10	0.58	37	100	98	*	*	-	-	-	-

Note : * : The sample can not be trimmed or not enough
 - : No test in a part of sample

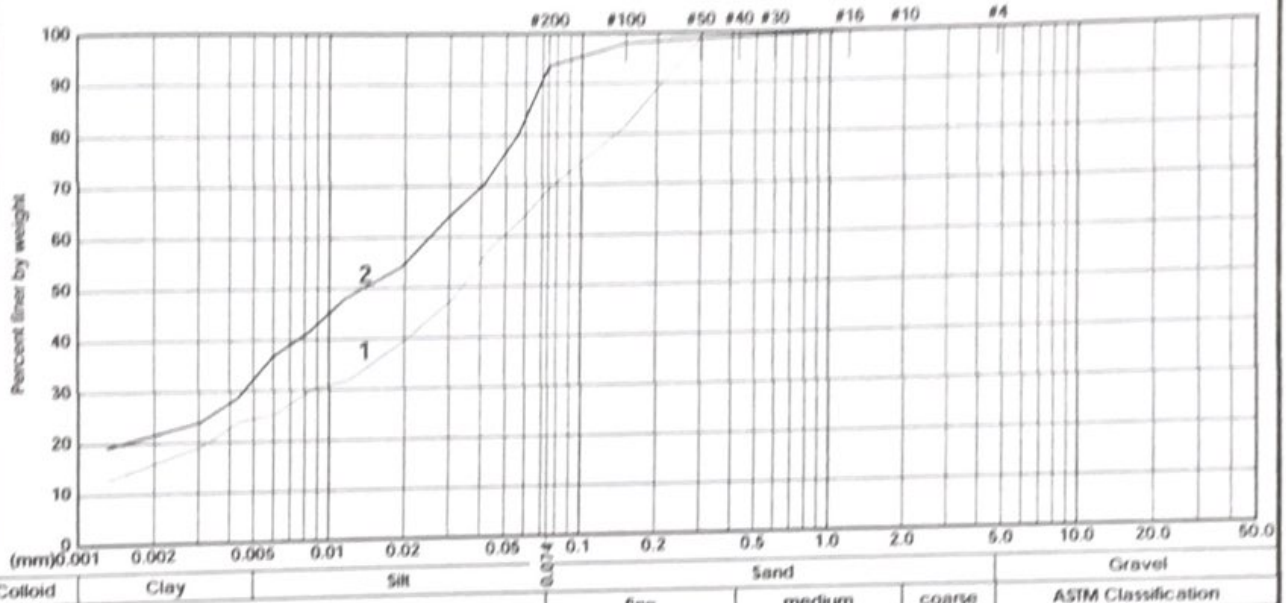
GRAINSIZE ANALYSIS

P.T. SOILENS

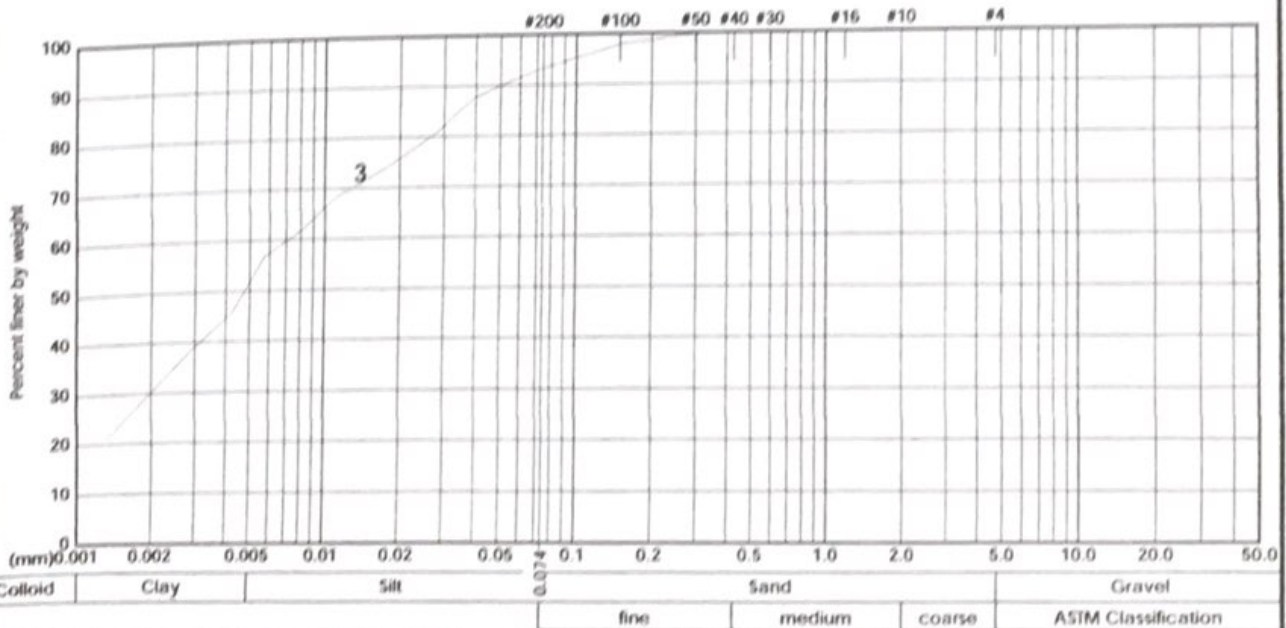
PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH PEMBANGUNAN DERMAGA 9 & 10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : Pendalaman Alur
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM, KALIMANTAN TIMUR, INDONESIA
 BORE HOLE NO. : LTH.1
 REMARK :-

JOB NO. :-
 DATE : March 16, 2012
 TESTED BY : Suhadi
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : NR.

NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
1	7.00 - 7.70	-	0%	31%	45%	25%	.049	.008				69
2	11.00 - 11.70	-	0%	6%	61%	32%	.025	.005				94



NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
3	15.00 - 15.70	-	0%	7%	41%	52%	.007	.002				93



BORING LOG

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA
 CLIENT : 9&10 DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR
 BORE HOLE NO. : LTH-2
 DEPTH : 15.00 m
 ELEVATION : -
 COORDINATES : PN=922 ; PE=5179

G W L : -
 DATE : February 8, 2012
 BORING METHOD : Coring, Sampling
 SAMPLING METHOD : Thin walled (shelby) tube
 SPT : Automatic Hammer
 DRILLER : Dadang S.
 LOGGER : Ukon R.
 DRAWN BY : Nick Page 1 of 1

SAMPLE	DEPTH (meter)	USCS CHART	GRAPH SYMBOL	ROCK/SOIL DESCRIPTION	DEPTH (meter)	qu (kg/cm ²)	SPT - N value			RECOVERY (%)		
							Depth (m)	BLOWS PER CM	N PER FOOT		40	80
									40	80		
	0.00			SILTY SAND, light gray coloured, few shell fragments, fine grained sands, trace coral and gravel, loose to medium dense.	1.00							
		SM			2.00							
					3.00							
					4.00							
					5.00							
					6.00							
					7.00							
					8.00							
					9.00							
	9.60			CLAY, yellowish gray coloured, high plasticity, medium stiff to stiff.	10.00	1.50						
		CH			10.70	1.75						
	11.00			SILTY SAND, yellowish brown coloured, fine to coarse grained sands, loose to medium dense.	11.00	1.75						
		SM			12.00							
					13.00							
					14.00							
	15.00			END OF BORING CASING DOWN TO 13.50 METERS IN DEPTH	15.00							

LTH2.TXI - AvantGarde-Demi

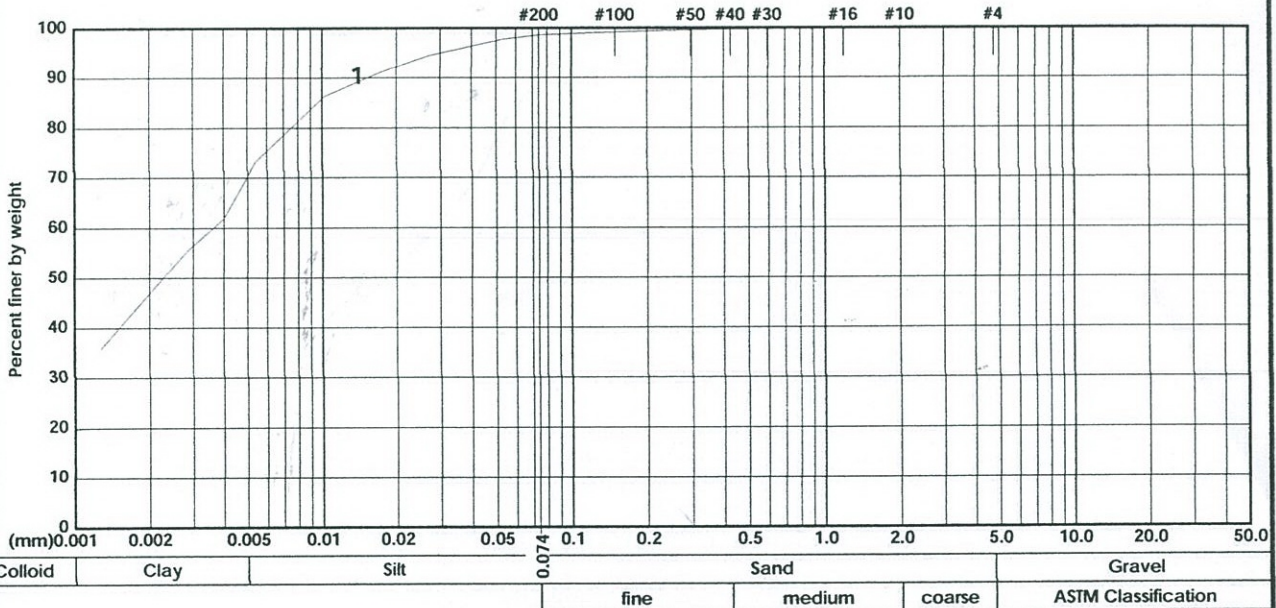
GRAINSIZE ANALYSIS

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH PEMBANGUNAN DERMAGA 9 & 10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : Pendalaman Alur
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM, KALIMANTAN TIMUR, INDONESIA
 BORE HOLE NO. : LTH.2
 REMARK : -

JOB NO. : -
 DATE : March 16,2012
 TESTED BY : Suhadi
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : NR.

NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
1	10.00 - 10.70	-	0%	1%	28%	70%	.004					99



LTH02.TXT - AvantGarde-Demi

Plate

Appendix C.3.4

BORING LOG

P.T. SOILENS

PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH UNTUK DERMAGA
 CLIENT : 9&10 DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR
 BORE HOLE NO. : LTH-3
 DEPTH : 15.50 m
 ELEVATION : -
 COORDINATES : PN=1168 ; PE=5451

G W L. : -
 DATE : February 6, 2012
 BORING METHOD : Coring, Sampling
 SAMPLING METHOD : Thin walled (shelby) tube
 SPT : Automatic Hammer
 DRILLER : Dadang S.
 LOGGER : Ukon R.
 DRAWN BY : Nick Page 1 of 1

SAMPLE	DEPTH (meter)	USCS	CHART	GRAPH SYMBOL	ROCK/SOIL DESCRIPTION	DEPTH (meter)	qu (kg/cm ²)	SPT - N value		RECOVERY (%)		
								Depth (m)	BLOWS PER CM		N PER FOOT	
											40	80
1.00 1.70 5.00 5.70 7.00 9.00 10.00 10.70 11.00 12.00 13.00 14.00 14.70 15.00 15.50	0.00	CL			CLAY, light gray coloured, few shell fragments, few fine grained sands, low plasticity, soft.	1.00	0.06			40	80	
	1.70					0.08						
	2.00					0.08						
	3.00					0.13						
	4.00					0.13						
	5.00					0.19						
	5.70					0.19						
	6.00					0.22						
	7.00					0.25						
	8.00					0.25						
9.00	-											
10.00	1.50											
10.70	1.75											
11.00	2.00											
12.00	-											
13.00	-											
14.00	-											
14.70	2.00											
15.00	2.50											
15.50												

END OF BORING
 CASING DOWN TO 15.00 METERS IN DEPTH

LTH3.TXT - AvantGarde-Demi

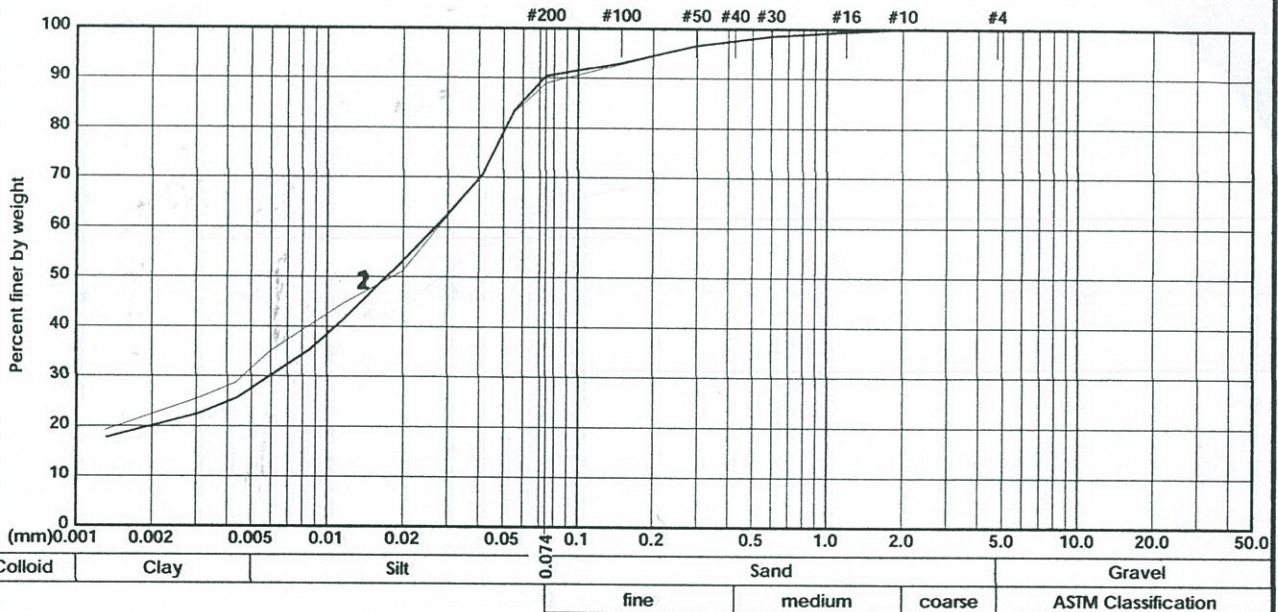
GRAINSIZE ANALYSIS

P.T. SOILENS

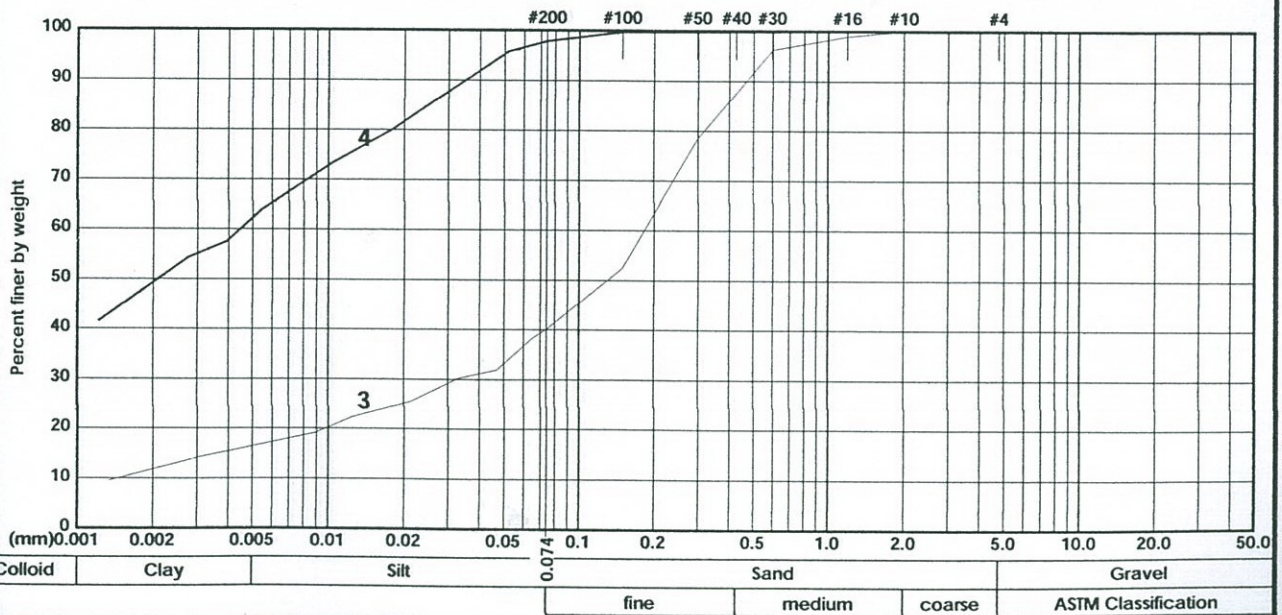
PROJECT : PENYELIDIKAN TANAH PEMBANGUNAN DERMAGA 9 & 10
 : DAN PENDALAMAN ALUR TANJUNG HARAPAN
 LOCATION : Pendalaman Alur
 CLIENT : PT. PUPUK KALTIM, KALIMANTAN TIMUR, INDONESIA
 BORE HOLE NO. : LTH.3
 REMARK : -

JOB NO. : -
 DATE : Apr 5,2012
 TESTED BY : Suhadi
 RECORDED BY : NJ
 CHECKED BY : NR.

NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
1	1.00 - 1.70	-	0%	11%	57%	32%	.027	.005				89
2	5.00 - 5.70	-	0%	10%	63%	28%	.027	.006				90



NO	DEPTH (M)	CLASSIFICATION	Gravel	Sand	Silt	Clay	D60	D30	D10	Uc	Cc	% < #200
3	10.00 - 10.70	-	0%	60%	24%	16%	.182	.032	.001	127.2	4	40
4	15.00 - 15.70	-	0%	2%	36%	62%	.004					98

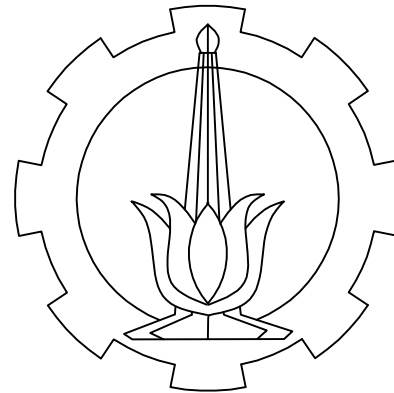


Plate

Appendix C.3.5

LTH03.TXT - AvantGarde-Demi

TUGAS AKHIR RC-184803
PERENCANAAN DERMAGA MULTIPURPOSE DI TERSUS PT
PUPUK KALTIM



Nama Mahasiswa

BAYU AGUNG GILANG WIBOWO (03111745000030)

Dosen Pembimbing

1. Ir. FUDDOLY, M.Sc
2. Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI

PROGRAM STUDI S-1 LINTAS JALUR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

DRAWING LIST		REVISI
DRAWING NO.	DRAWING TITLE	
001	BATHIMETRI	A
002	LAYOUT PERAIRAN DAN DARATAN	A
003	POTONGAN MUKA DASAR LAUT (A)	A
004	POTONGAN MUKA DASAR LAUT (B)	A
005	POSISI DERMAGA	A
006	LAYOUT DERMAGA MULTIPURPOSE	A
007	DENAH DERMAGA MULTIPURPOSE	A
008	TAMPAK SAMPING DAN TAMPAK DEPAN	A
009	POTONGAN SEBELUM DREGDING	A
010	KONDISI MUATAN KOSONG	A
011	KONDISI MUATAN PENUH	A
012	DENAH PLAT DAN PENULANGAN	A
013	DENAH BALOK DAN PENULANGAN MELINTANG	A
014	DENAH BALOK DAN PENULANGAN MEMANJANG	A
015	PENULANGAN PILE CAP TUNGGAL	A
016	PENULANGAN PILE CAP GANDA	A
017	POSISI TIANG PANCANG DAN PENULANGAN	A
018	SAMBUNGAN LAS	A
019	DINDING PENAHAN TANAH	A
020	TAMPAK BOLLARD	A
021	TAMPAK FENDER	



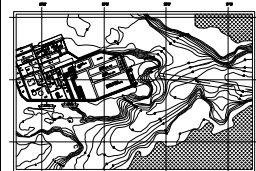
JURUSAN S1 T.SIPIL
DEPT. TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

Judul Tugas Akhir :
**PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPIK KALTIM**

Dosen Pembimbing :
Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 196102071986011001
Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 195503291980031002

Mahasiswa :
BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111745000030

Judul Gambar :
BATHIMETRI
SKALA 1 : 10.000



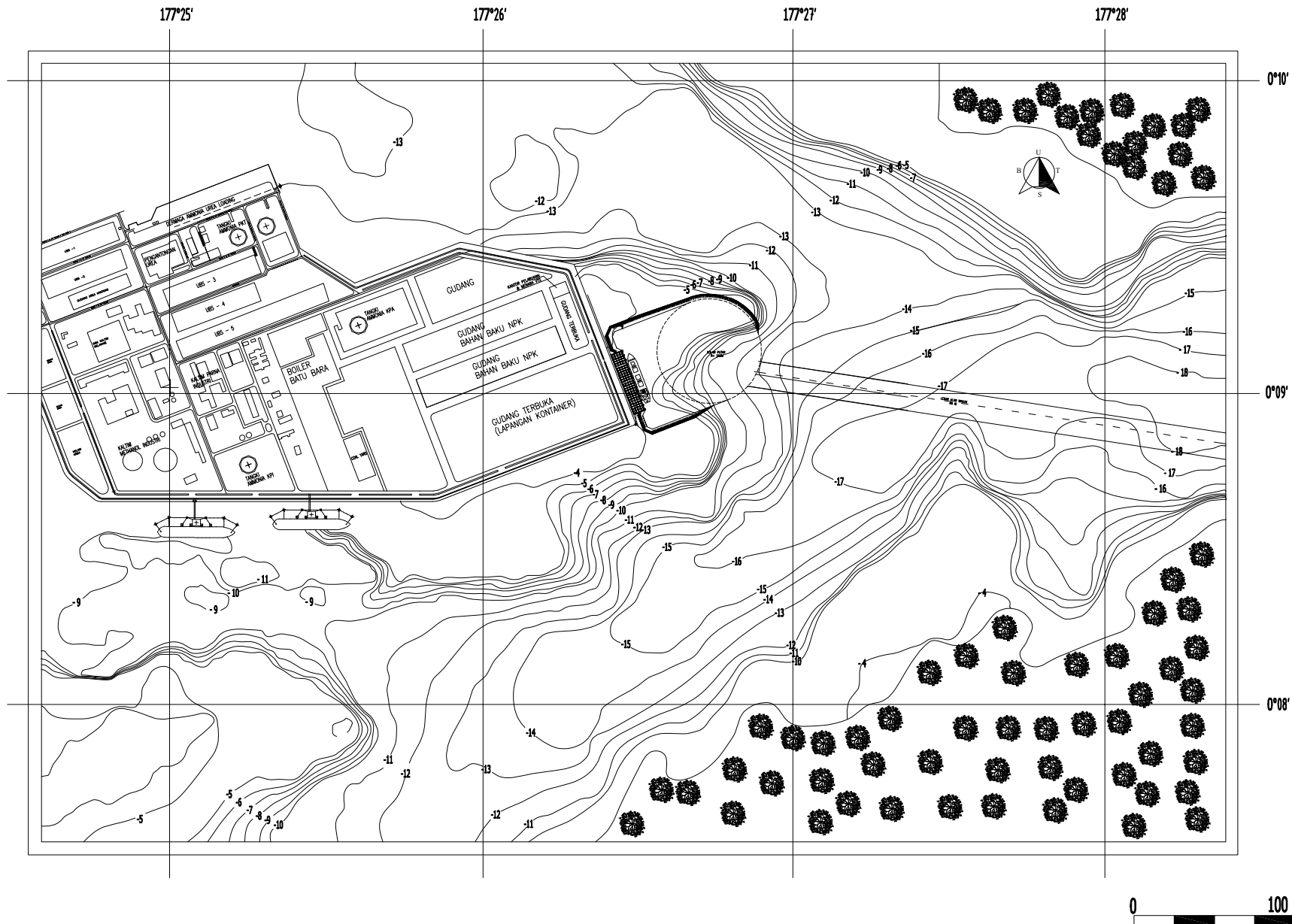
CATATAN

1. SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KECEUALI KETERANGAN LAIN
2. SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
3. MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
4. MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 59
5. TIANG PANGCANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
6. SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR JML. LEMBAR

01

21





JURUSAN S1 T.SIPIL
DEPT. TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

Judul Tugas Akhir :

PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPUK KALTIM

Dosen Pembimbing :

Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 196102071986011001

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 195503291980031002

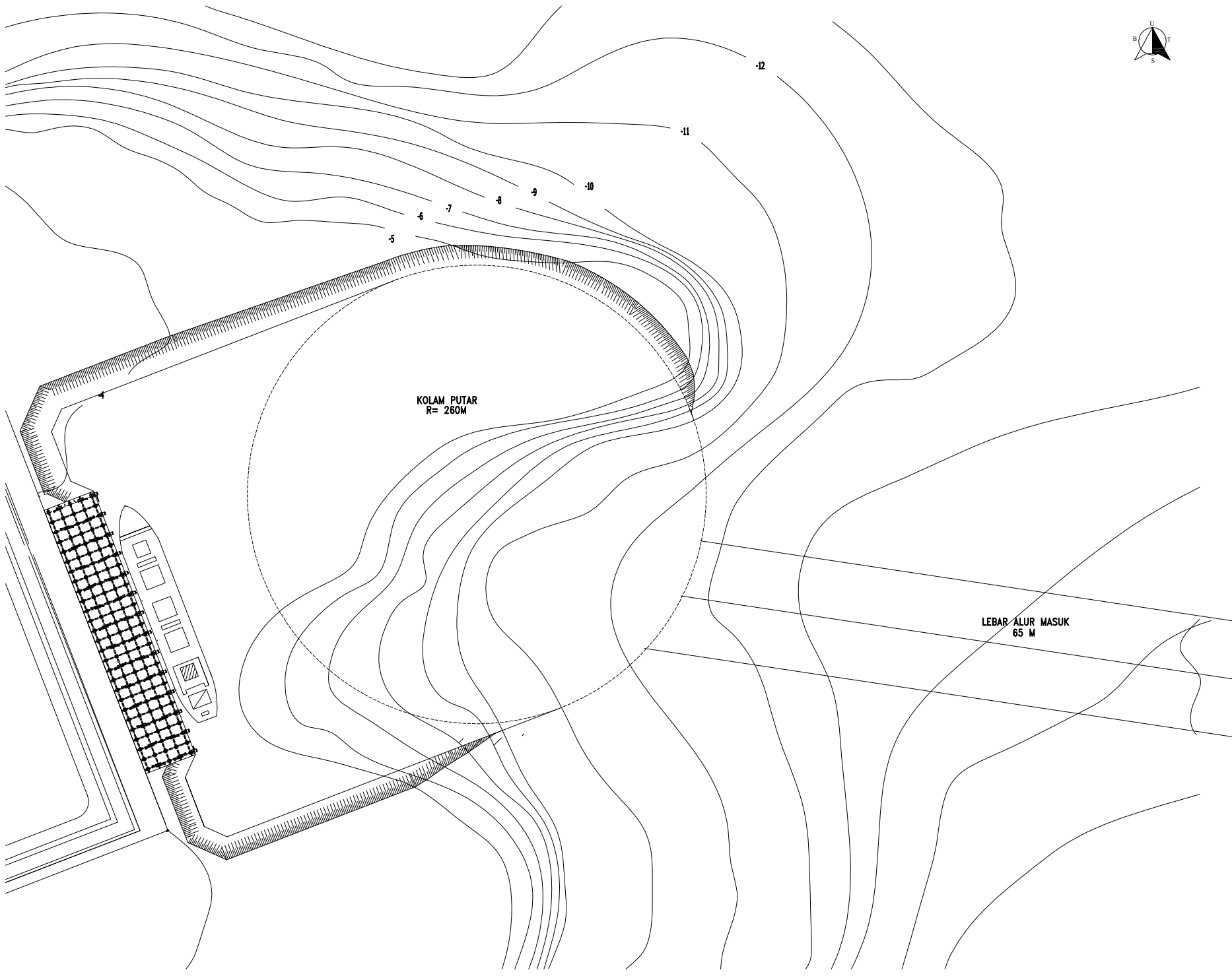
Mahasiswa :

BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111745000030

Judul Gambar :

LAYOUT PERAIRAN
DAN DARATAN

SKALA 1 : 2.000



CATATAN

1. SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KECEUALI KETERANGAN LAIN
2. SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
3. MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
4. MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 39
5. TIANG PANGCANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
6. SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR

JML. LEMBAR

02

21



Judul Tugas Akhir :

PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPUK KALTIM

Dosen Pembimbing :

Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 196102071986011001

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 195503291980031002

Mahasiswa :

BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111745000030

Judul Gambar :

POTONGAN Pengerukkan
MUKA DASAR LAUT

CATATAN

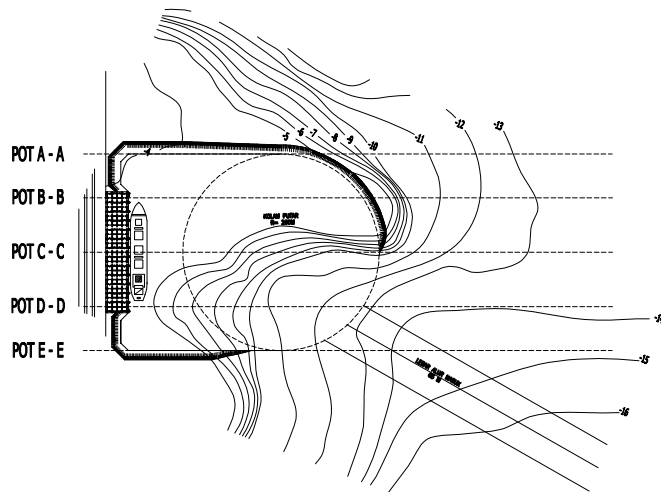
1. SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KECUALI KETERANGAN LAIN
2. SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
3. MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
4. MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 59
5. TIANG PANGCANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
6. SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR

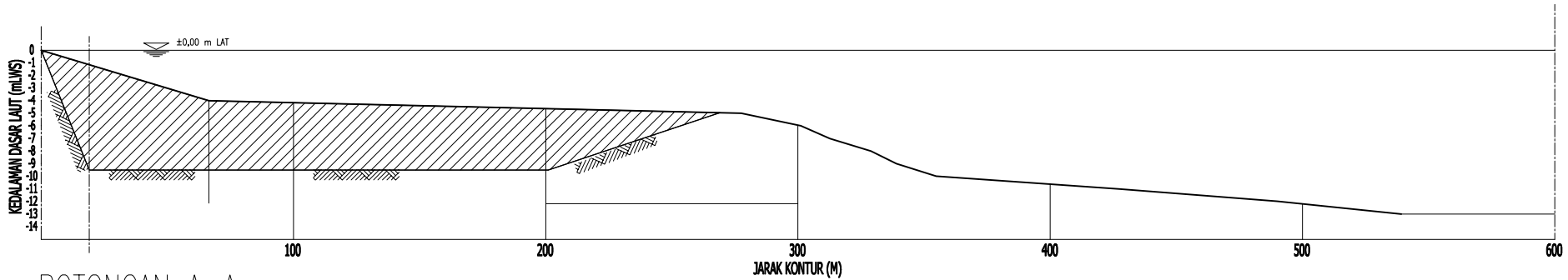
JML. LEMBAR

03

21

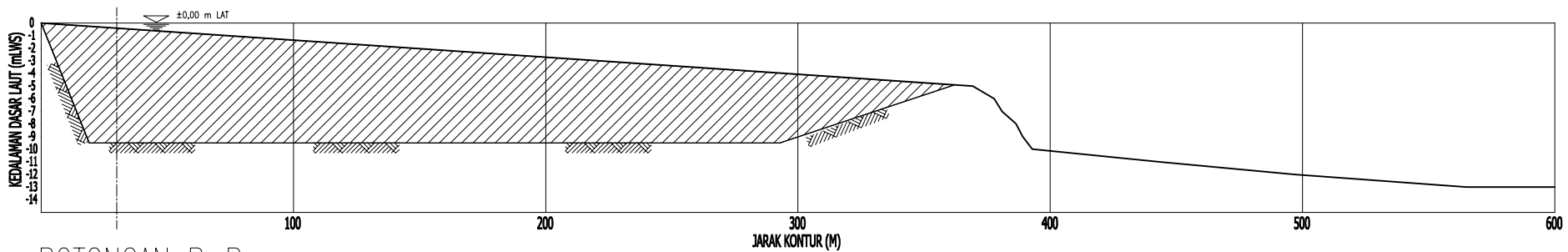


1:m
m
VERTIKAL : 1 ~ 0,5
HORIZONTAL : 1 ~ 0,04



POTONGAN A-A

V = 1 & H = 5



POTONGAN B-B

V = 1 & H = 5



JURUSAN S1 T.SIPIL
DEPT. TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

Judul Tugas Akhir :

PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPUK KALTIM

Dosen Pembimbing :

Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 196102071986011001

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 195503291980031002

Mahasiswa :

BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111745000030

Judul Gambar :

POTONGAN Pengerukkan
MUKA DASAR LAUT

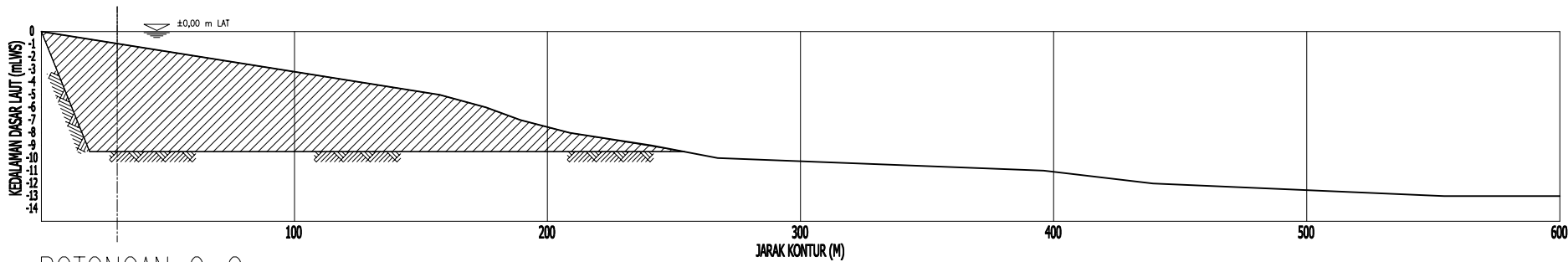
CATATAN

1. SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KECAUAL KETERANGAN LAIN
2. SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
3. MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
4. MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 39
5. TIANG PANGCANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
6. SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR JML. LEMBAR

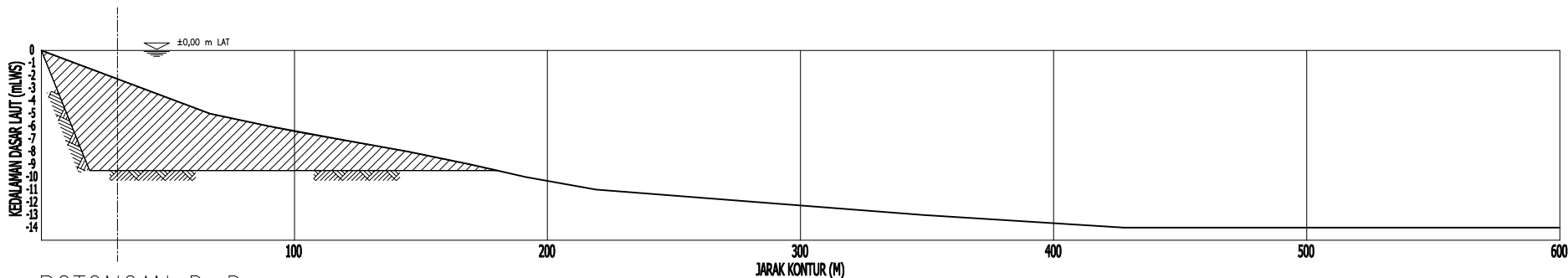
04

21



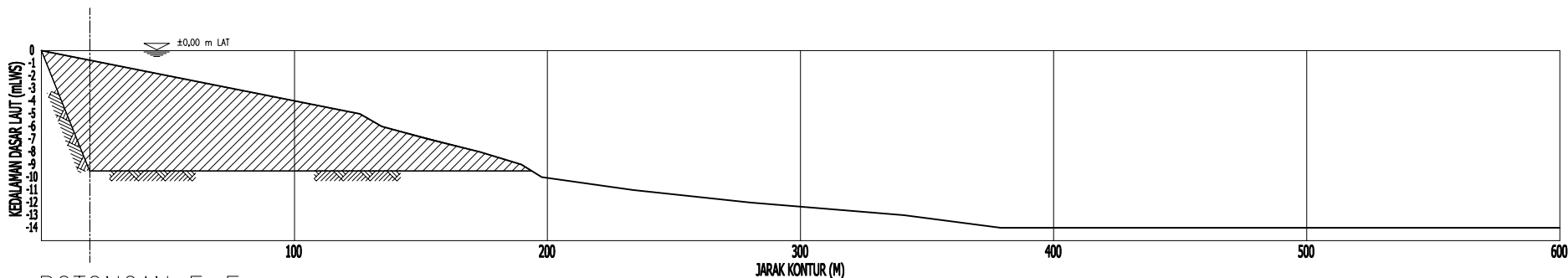
POTONGAN C-C

V = 1 & H = 5



POTONGAN D-D

V = 1 & H = 5



POTONGAN E-E

V = 1 & H = 5



JURUSAN S1 T.SIPIL
DEPT. TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

Judul Tugas Akhir :

PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPUK KALTIM

Dosen Pembimbing :

Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 196102071986011001

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 195503291980031002

Mahasiswa :

BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111745000030

Judul Gambar :

POSISI DERMAGA
(KOORDINAT)

CATATAN

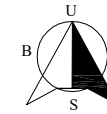
1. SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KECAUALI KETERANGAN LAIN
2. SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
3. MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
4. MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 59
5. TIANG PANGANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
6. SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR

JML. LEMBAR

05

21



-4.00m

DERMAGA MULTIPURPOSE 160 x 30 M²

KAPAL GENERAL CARGO 11.184 DWT

0°10'39,82" N
117°30'21,03" E

-5.00m

-6.00m

-7.00m

-8.00m

-9.00m

SKALA





JURUSAN S1 T.SIPIL
DEPT. TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

Judul Tugas Akhir :

PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPUK KALTIM

Dosen Pembimbing :

Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 196102071986011001

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 195503291980031002

Mahasiswa :

BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111745000030

Judul Gambar :

LAYOUT DERMAGA
MULTIPURPOSE

CATATAN

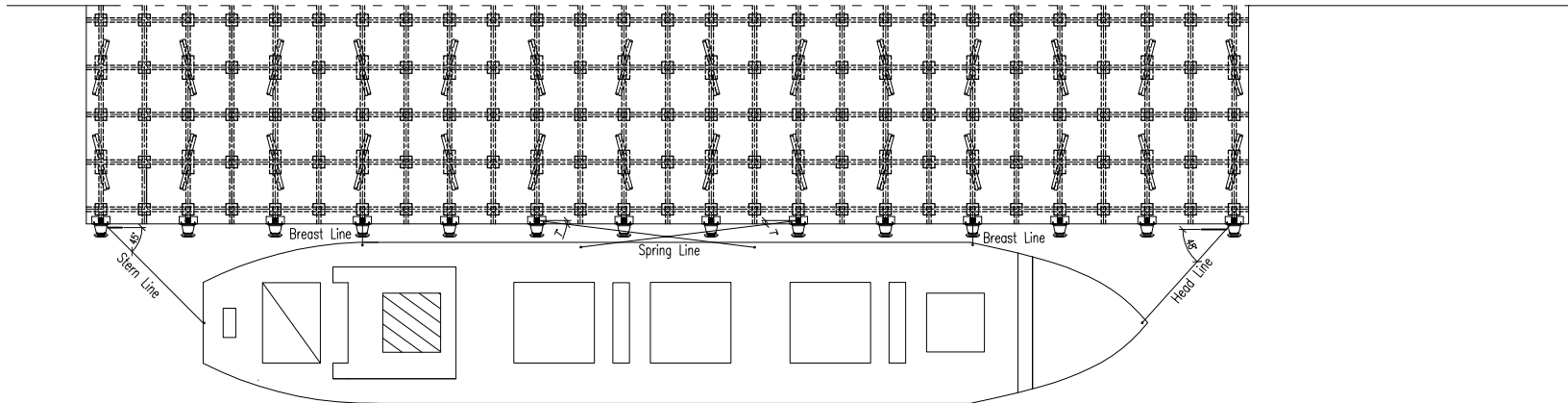
1. SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KECUALI KETERANGAN LAIN
2. SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
3. MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
4. MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 59
5. TIANG PANGCANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
6. SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR

JML. LEMBAR

06

21



KAPAL GENERAL CARGO 11.184 DWT

 LAYOUT DERMAGA MULTIPURPOSE
Skala 1:1000



JURUSAN S1 T.SIPIL
DEPT. TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

Judul Tugas Akhir :

PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPUK KALTIM

Dosen Pembimbing :

Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 196102071986011001

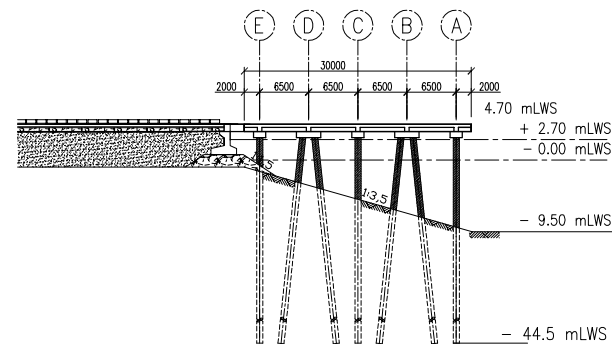
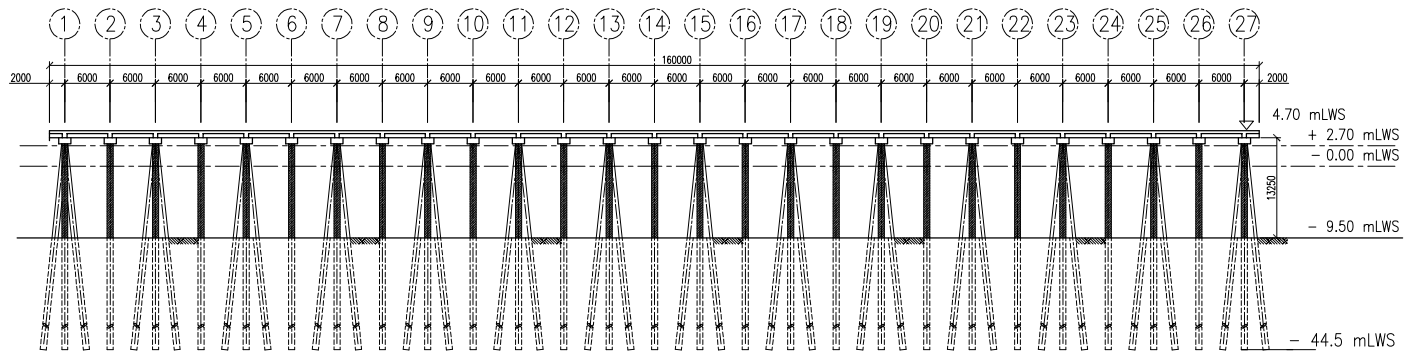
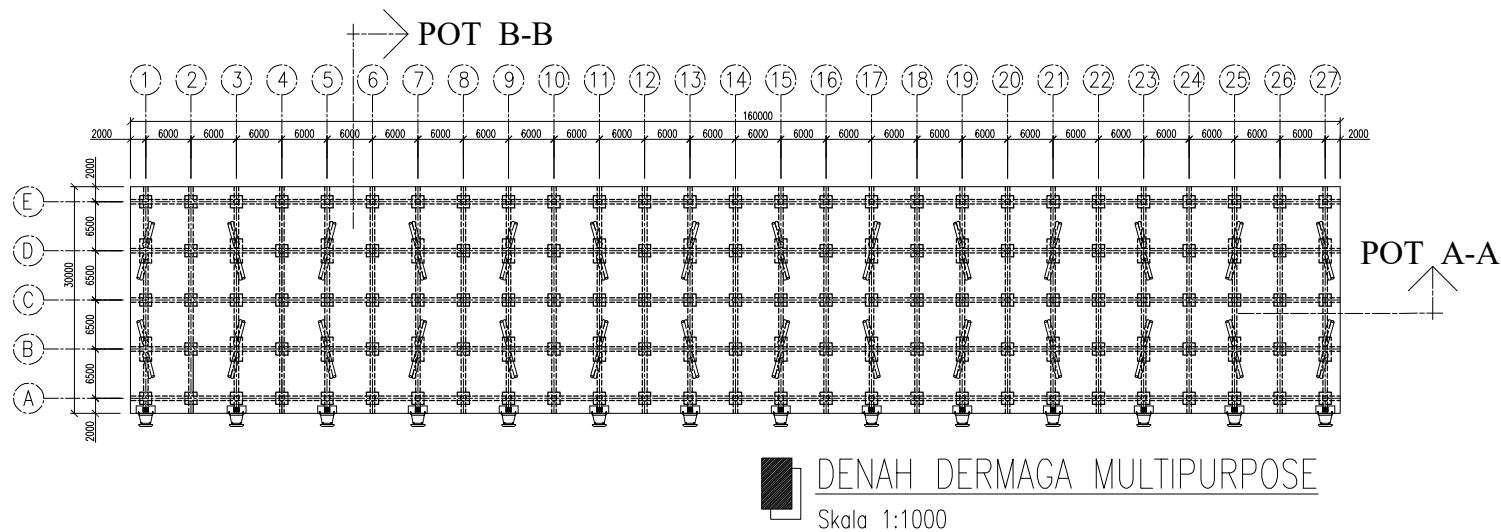
Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 195503291980031002

Mahasiswa :

BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111745000030

Judul Gambar :

DENAH DERMAGA
MULTIPURPOSE



CATATAN

- SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KECUALI KETERANGAN LAIN
- SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
- MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
- MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 39
- TIANG PANGANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
- SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR JML. LEMBAR

07

21



JURUSAN S1 T.SIPIL
DEPT. TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

Judul Tugas Akhir :

PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPUK KALTIM

Dosen Pembimbing :

Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 196102071986011001

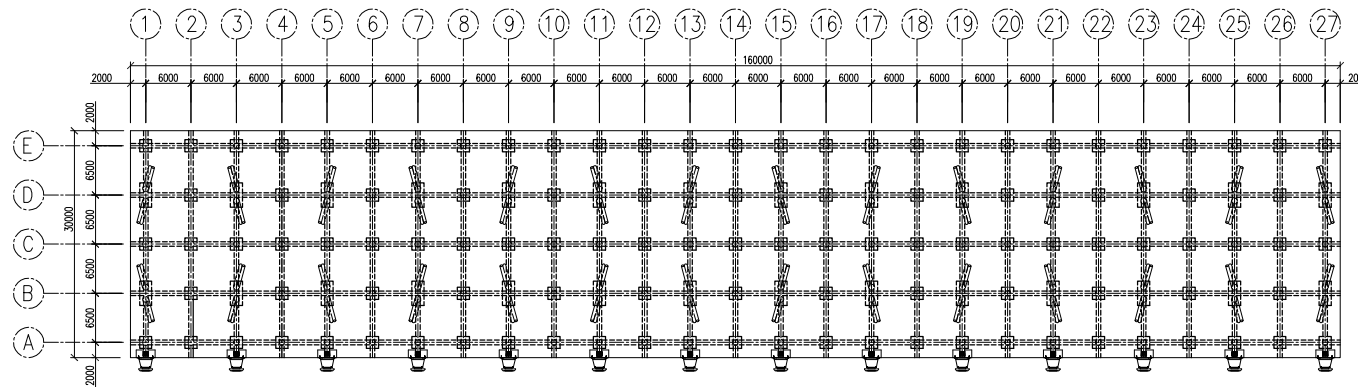
Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 195503291980031002

Mahasiswa :

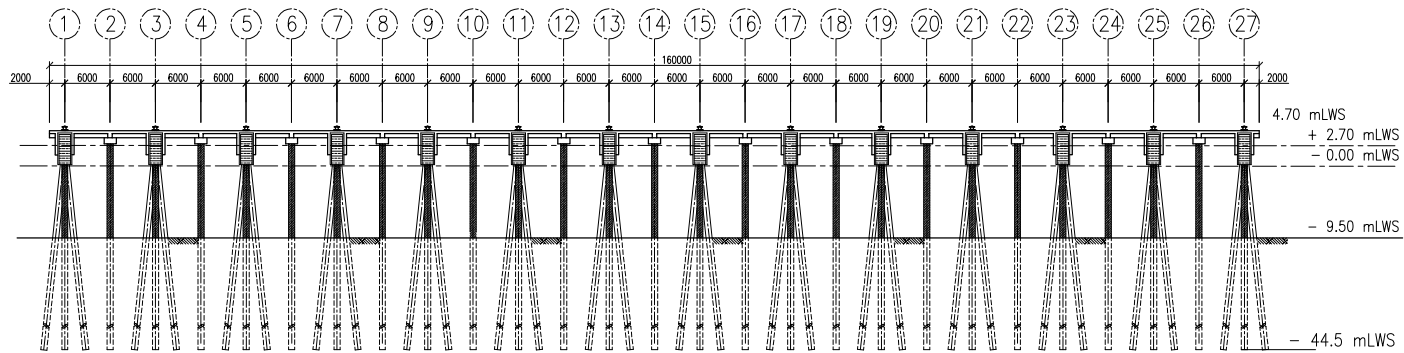
BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111745000030

Judul Gambar :

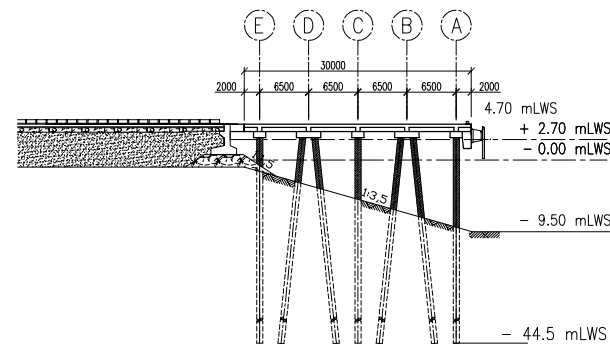
TAMPAK SAMPING DAN
TAMPAK DEPAN



DENAH DERMAGA MULTIPURPOSE
Skala 1:1000



TAMPAK DEPAN
Skala 1:1000



TAMPAK SAMPING
Skala 1:1000

CATATAN

- SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KECUALI KETERANGAN LAIN
- SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
- MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
- MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 59
- TIANG PANGCANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
- SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR JML. LEMBAR

08

21



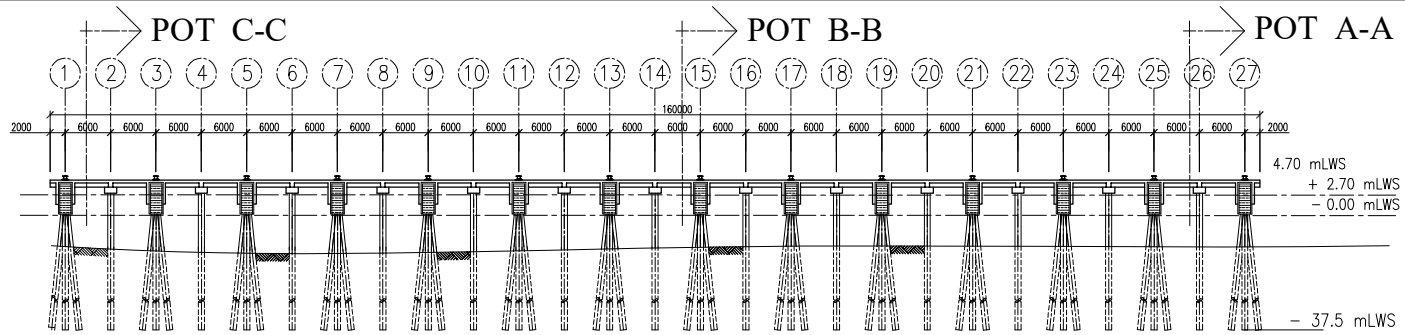
JURUSAN S1 T.SIPIL
DEPT. TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

Judul Tugas Akhir :
**PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPUK KALITIM**

Dosen Pembimbing :
Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 196102071986011001
Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 195503291980031002

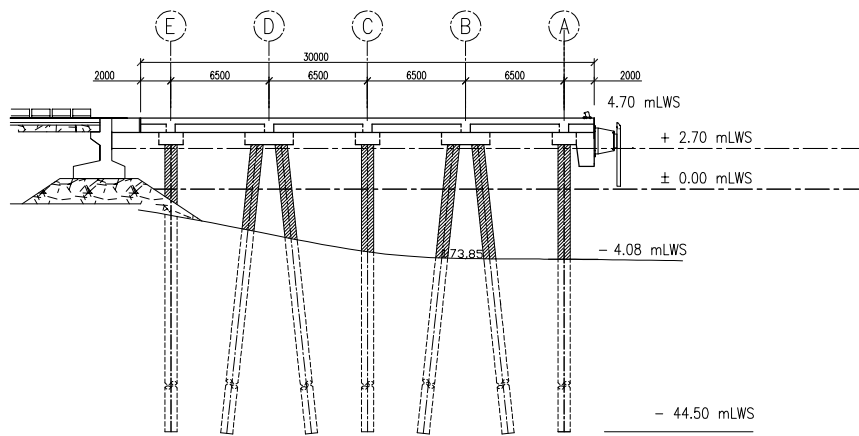
Mahasiswa :
BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111745000030

Judul Gambar :
**POTONGAN SEBELUM
DREDGING**



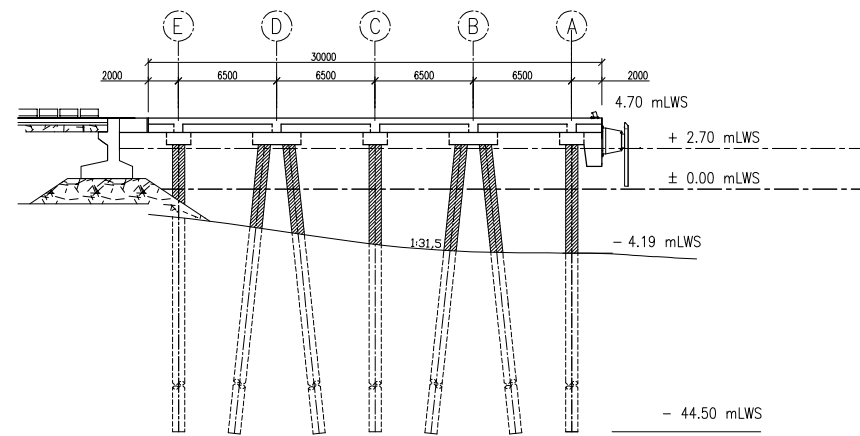
TAMPAK DEPAN TANPA DREDGING

Skala 1:1000



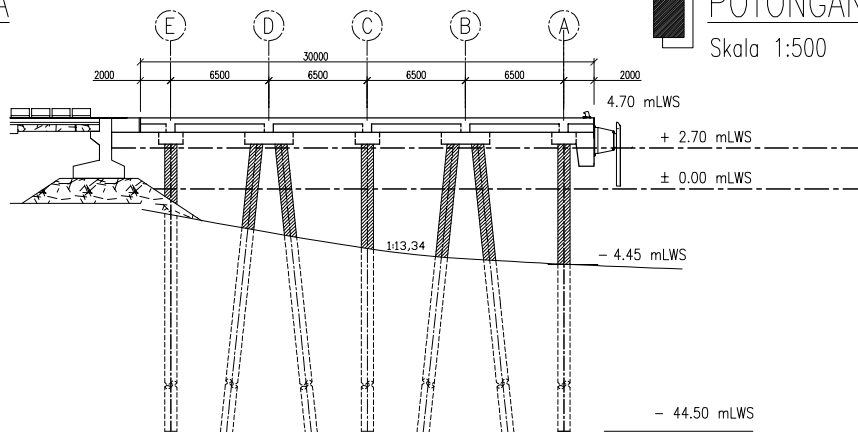
POTONGAN A-A

Skala 1:500



POTONGAN B-B

Skala 1:500



POTONGAN C-C

Skala 1:500

CATATAN

1. SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KECUALI KETERANGAN LAIN
2. SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
3. MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
4. MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 59
5. TIANG PANGCANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
6. SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR JML. LEMBAR

09

21



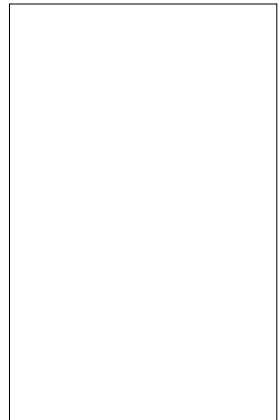
JURUSAN S1 T.SIPIL
DEPT. TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

Judul Tugas Akhir :
**PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPUK KALTIM**

Dosen Pembimbing :
Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 196102071986011001
Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 195503291980031002

Mahasiswa :
BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111745000030

Judul Gambar :
**KONDISI
MUATAN KOSONG**

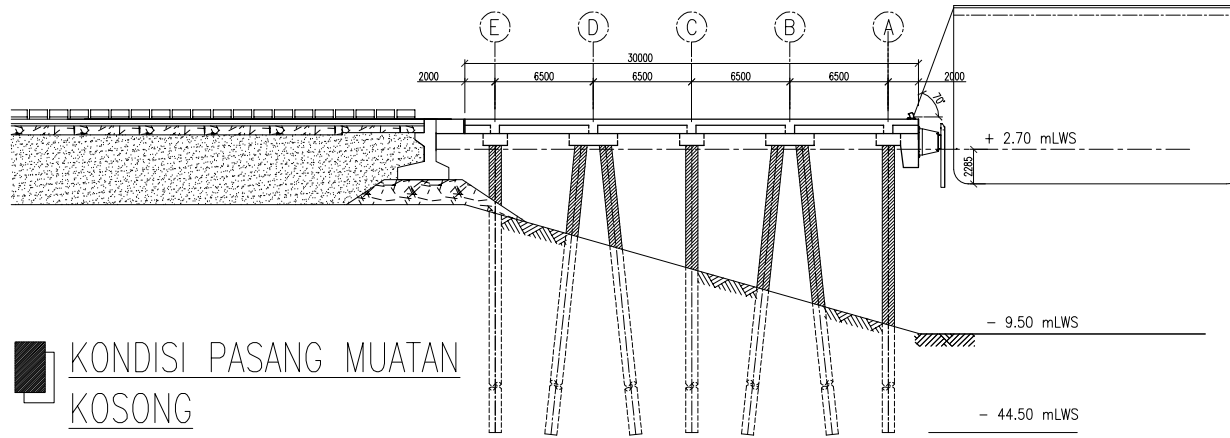


CATATAN

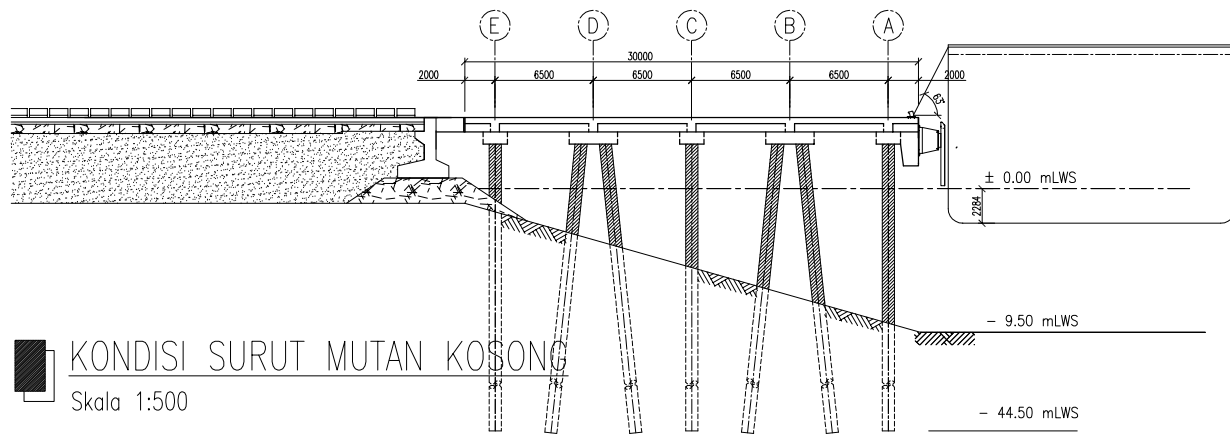
1. SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KECUALI KETERANGAN LAIN
2. SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
3. MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
4. MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 39
5. TIANG PANGCANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
6. SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
------------	-------------

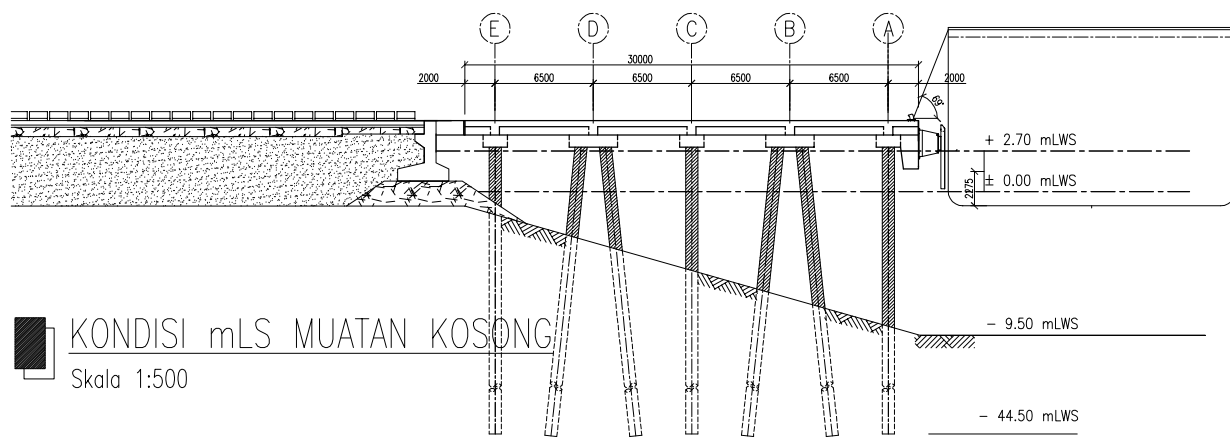
10	21
----	----



**KONDISI PASANG MUATAN
KOSONG**
Skala 1:500



KONDISI SURUT MUTAN KOSONG
Skala 1:500



KONDISI mLS MUATAN KOSONG
Skala 1:500



JURUSAN S1 T.SIPIL
DEPT. TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

Judul Tugas Akhir :
**PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPUK KALTIM**

Dosen Pembimbing :
Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 196102071986011001
Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 195503291980031002

Mahasiswa :
BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111745000030

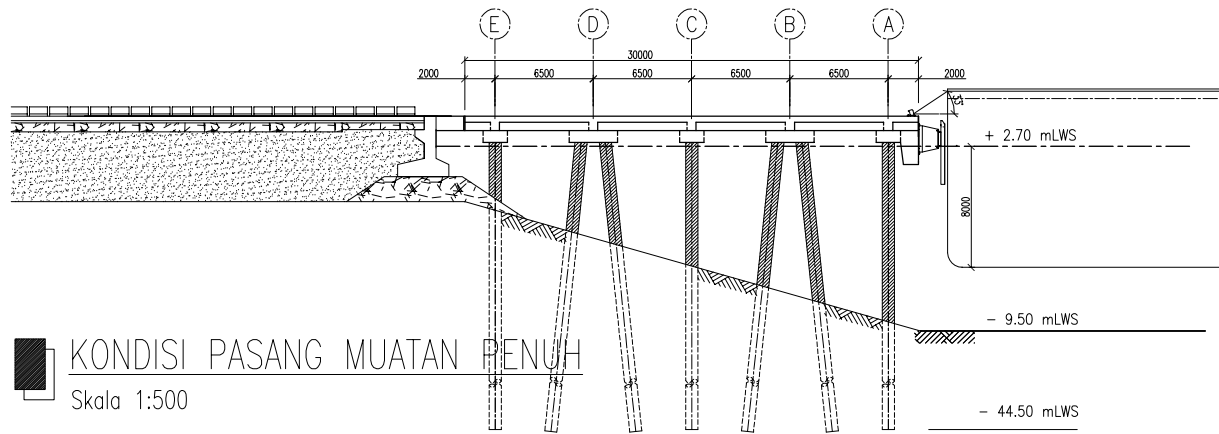
Judul Gambar :
**KONDISI
MUATAN PENUH**

CATATAN

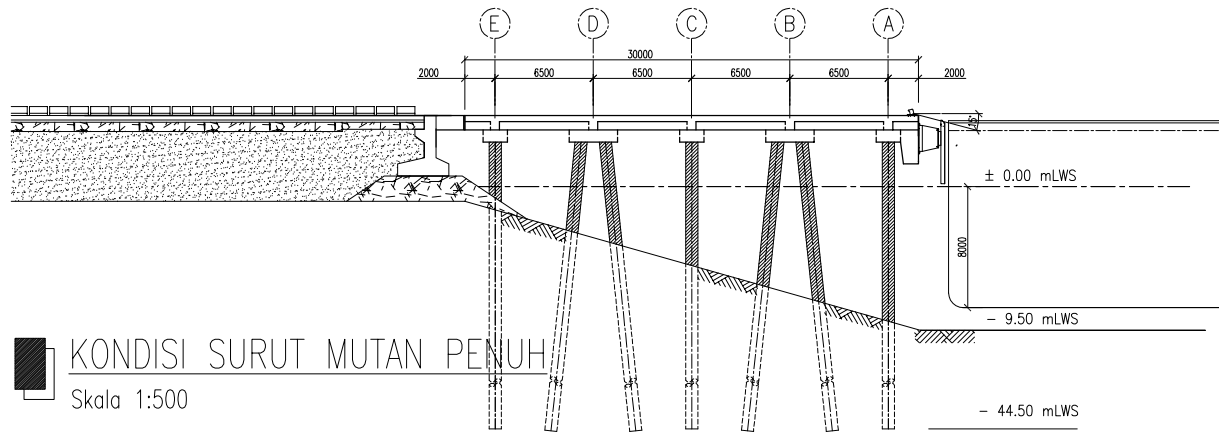
1. SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KECUALI KETERANGAN LAIN
2. SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
3. MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
4. MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 59
5. TIANG PANGCANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
6. SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
------------	-------------

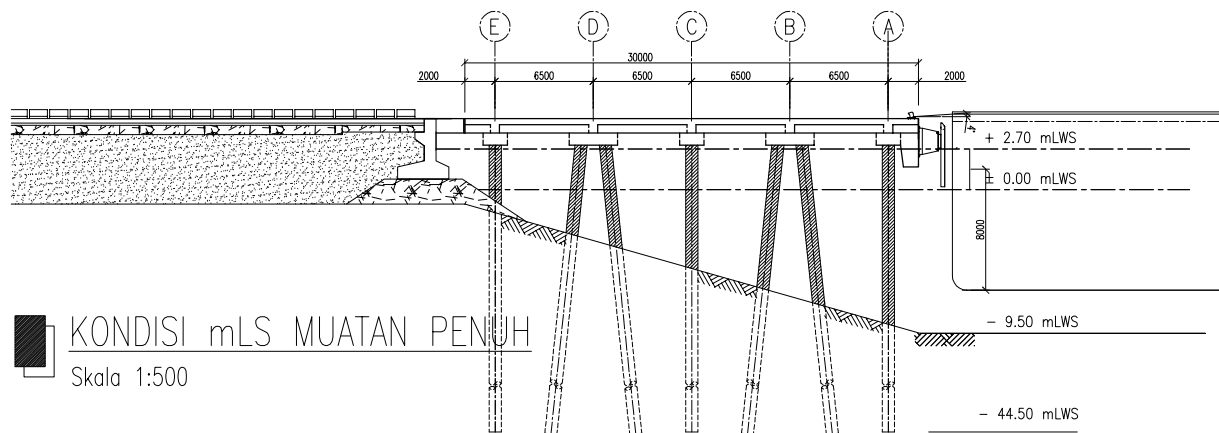
11	21
----	----



KONDISI PASANG MUATAN PENUH
Skala 1:500



KONDISI SURUT MUTAN PENUH
Skala 1:500



KONDISI mLS MUATAN PENUH
Skala 1:500



JURUSAN S1 T.SIPIL
DEPT. TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

Judul Tugas Akhir :

PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPUK KALTIM

Dosen Pembimbing :

Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 196102071986011001

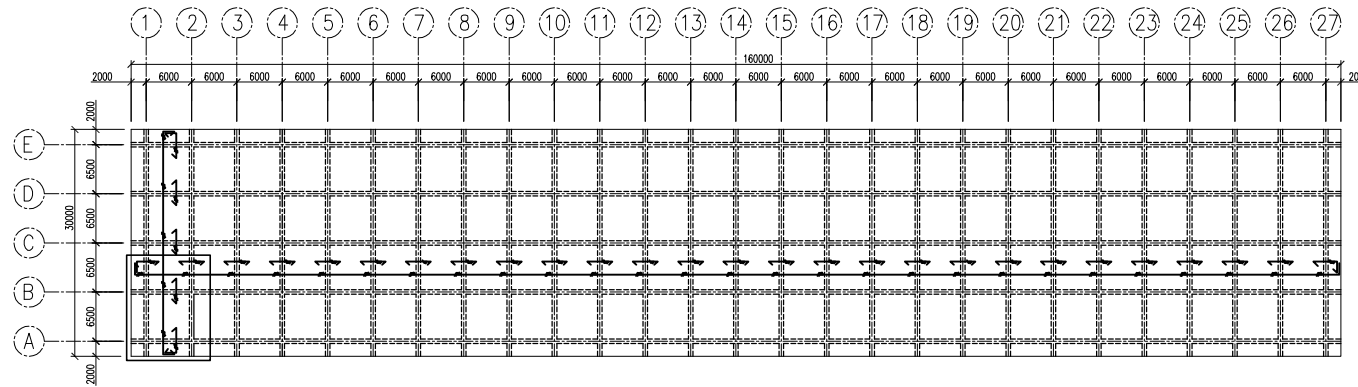
Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 195503291980031002

Mahasiswa :

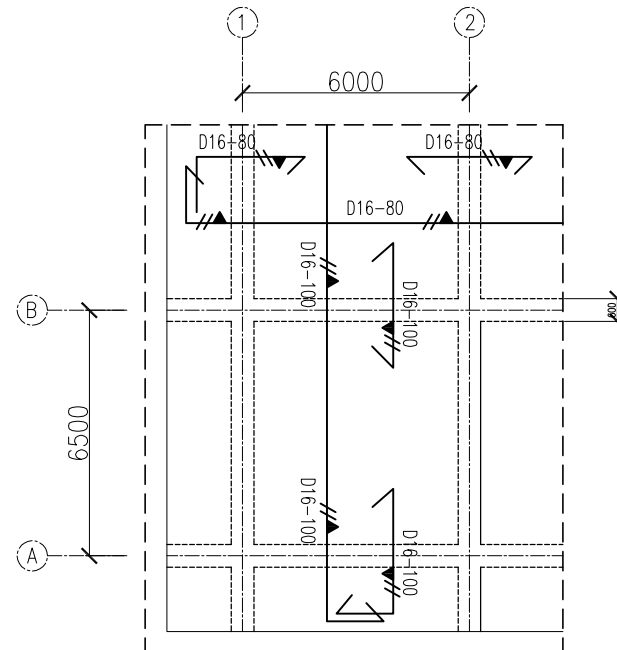
BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111745000030

Judul Gambar :

DENAH PLAT
DAN PENULANGAN



DENAH PENULANGAN PLAT
Skala 1:1000



DETAIL PENULANGAN PLAT
Skala 1:200

CATATAN

- SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KECUALI KETERANGAN LAIN
- SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
- MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
- MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 59
- TIANG PANGCANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
- SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
------------	-------------

12

21



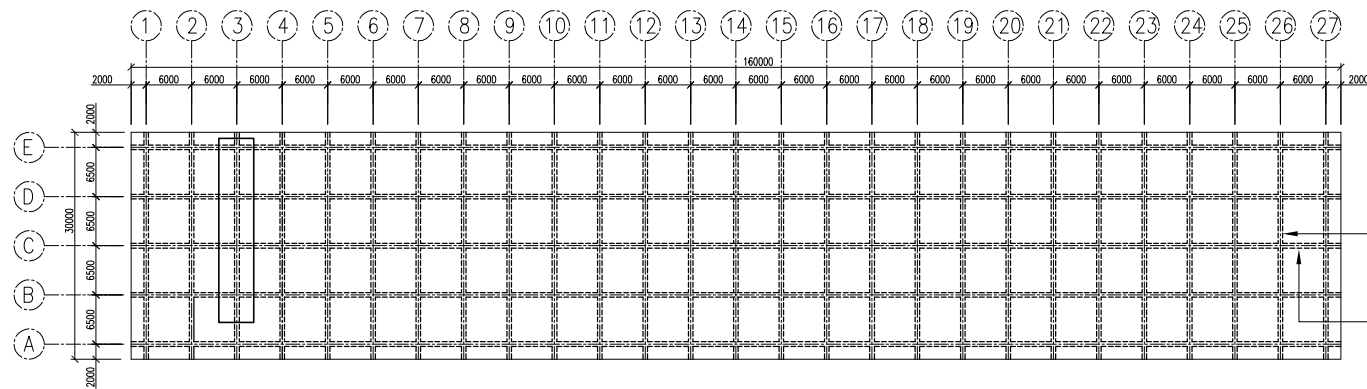
JURUSAN S1 T.SIPIL
DEPT. TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

Judul Tugas Akhir :
**PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPUK KALTIM**

Dosen Pembimbing :
Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 196102071986011001
Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 195503291980031002

Mahasiswa :
BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111745000030

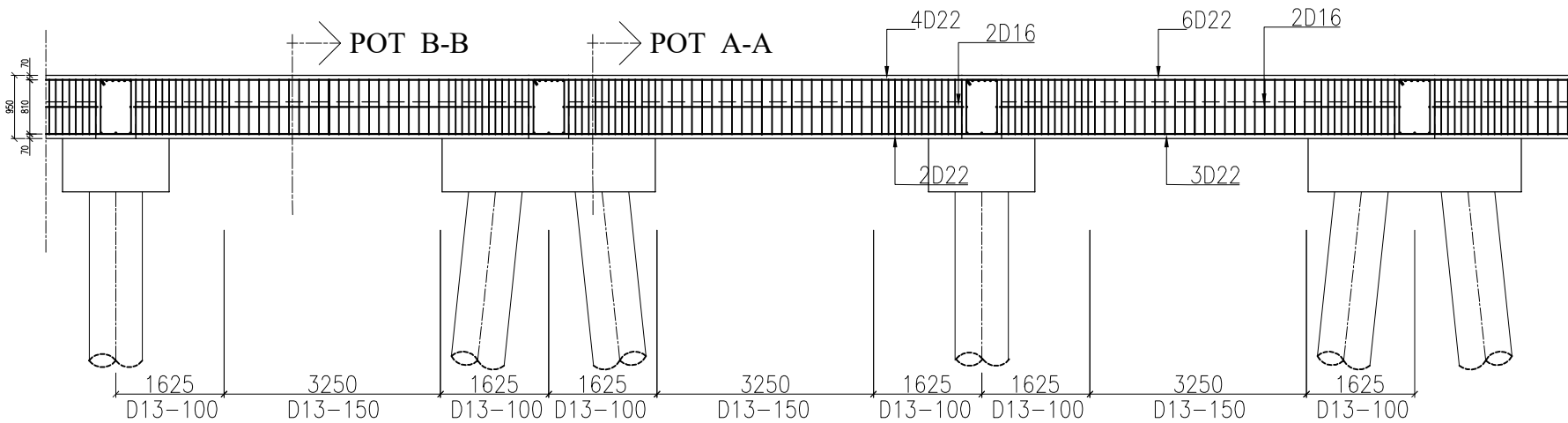
Judul Gambar :
**DENAH BALOK
DAN PENULANGAN MELINTANG**



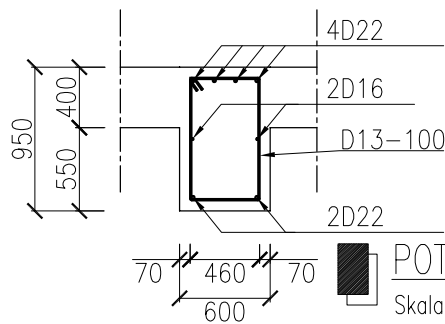
BALOK MELINTANG
600 X 950 M

BALOK MEMANJANG
600 X 950 M

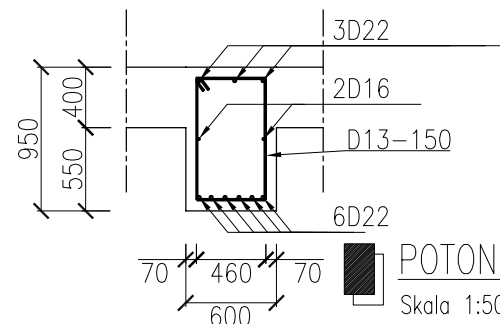
DENAH PENULANGAN BALOK
Skala 1:1000



**DETAIL PENULANGAN BALOK
SUMBU 3B - 3E**
Skala 1:100



POTONGAN A-A
Skala 1:50



POTONGAN B-B
Skala 1:50

CATATAN

- SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KEUALI KETERANGAN LAIN
- SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
- MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
- MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 59
- TIANG PANGCANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
- SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR JML. LEMBAR

13

21



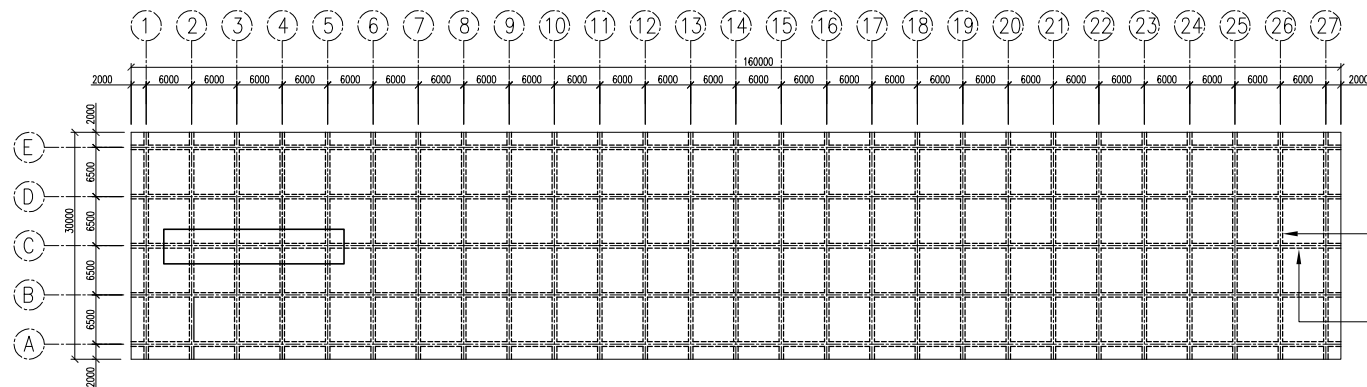
JURUSAN S1 T.SIPIL
DEPT. TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

Judul Tugas Akhir :
**PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPUK KALTIM**

Dosen Pembimbing :
Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 196102071986011001
Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 195503291980031002

Mahasiswa :
BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111745000030

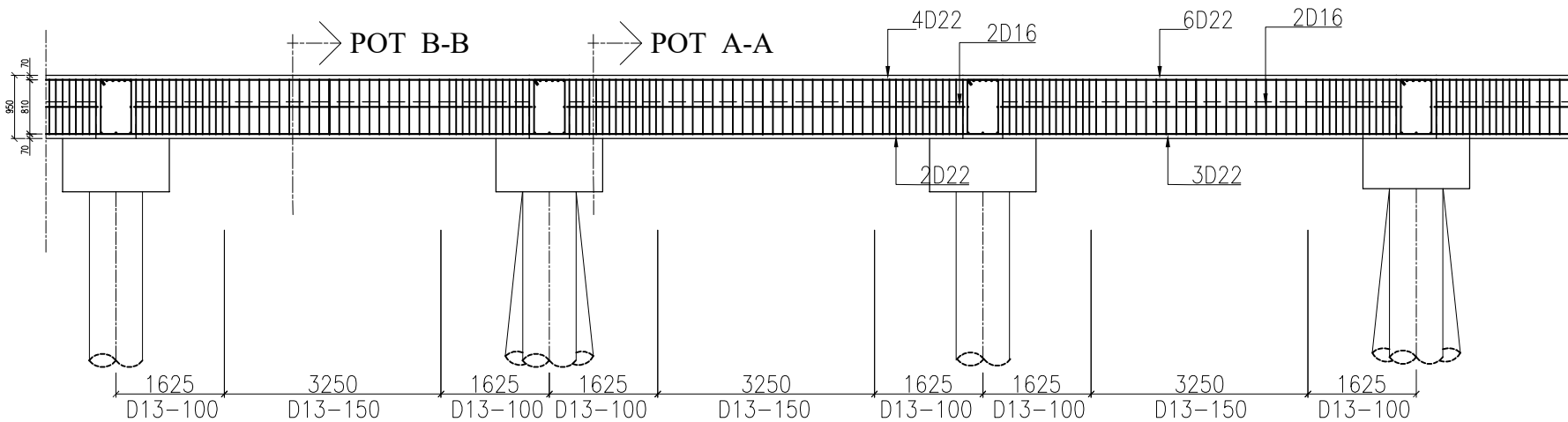
Judul Gambar :
**DENAH BALOK
DAN PENULANGAN MEMANJANG**



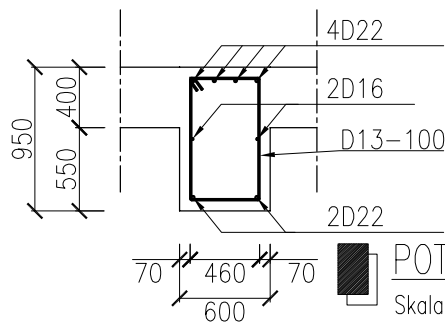
BALOK MELINTANG
600 X 950 M

BALOK MEMANJANG
600 X 950 M

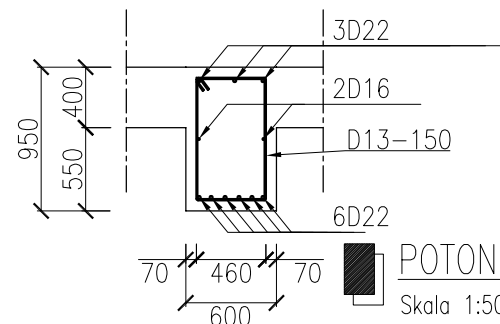
DENAH PENULANGAN BALOK
Skala 1:1000



**DETAIL PENULANGAN BALOK
SUMBU C2 - C5**
Skala 1:100



POTONGAN A-A
Skala 1:50



POTONGAN B-B
Skala 1:50

CATATAN

- SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KECEUALI KETERANGAN LAIN
- SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
- MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
- MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 59
- TIANG PANGCANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
- SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
14	21



JURUSAN S1 T.SIPIL
DEPT. TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

Judul Tugas Akhir :
**PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPUK KALTIM**

Dosen Pembimbing :
Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 196102071986011001
Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 195503291980031002

Mahasiswa :
BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111745000030

Judul Gambar :
**PENULANGAN PILE CAP
TUNGGAL**

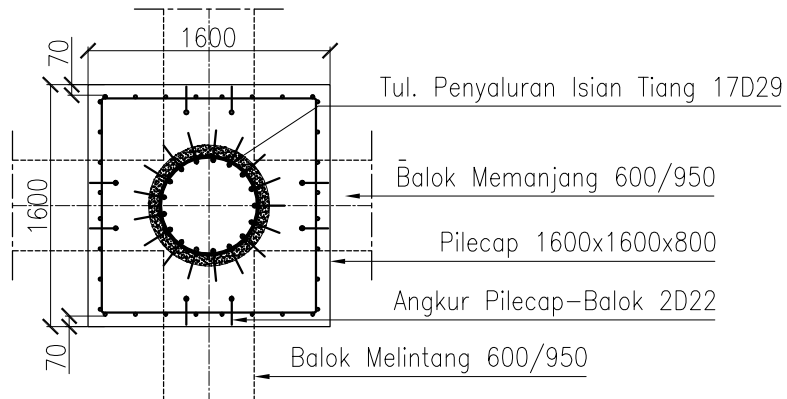
CATATAN

1. SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KECUALI KETERANGAN LAIN
2. SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
3. MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
4. MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 59
5. TIANG PANGCANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
6. SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

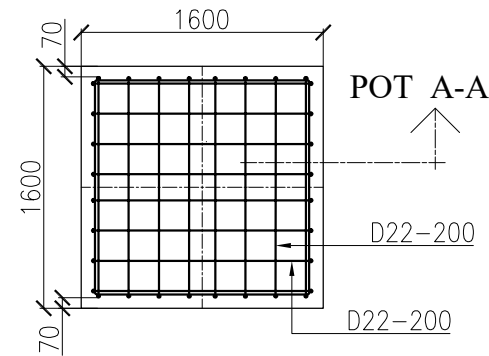
NO. LEMBAR JML. LEMBAR

15

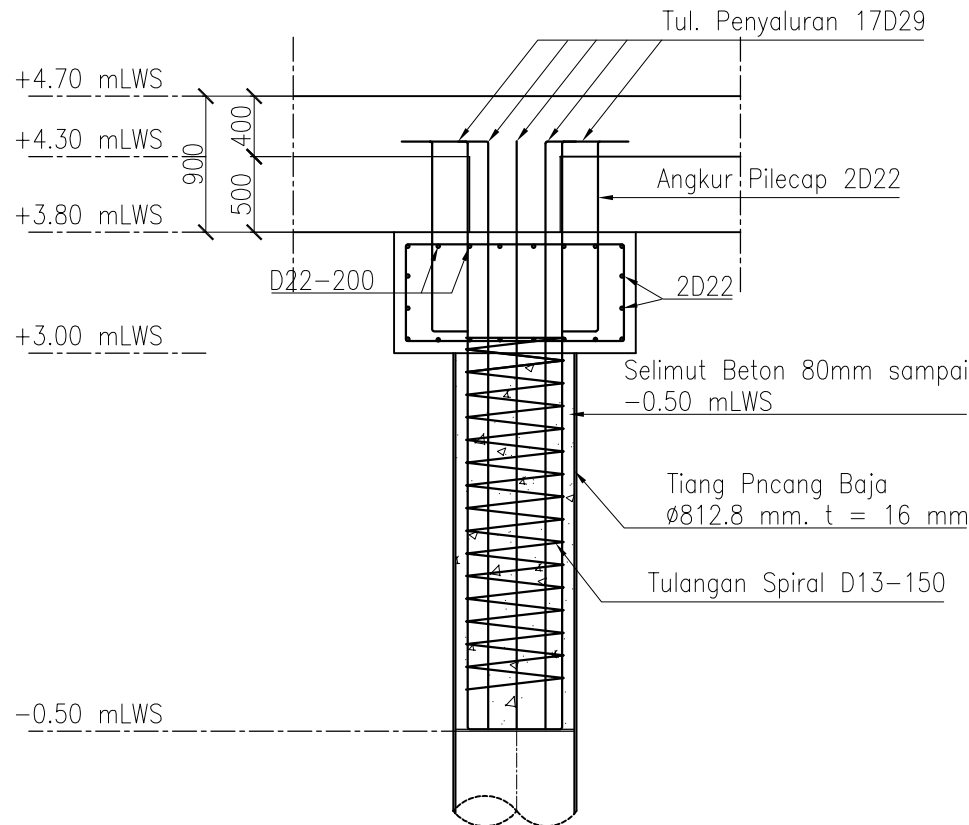
21



TAMPAK TENGAH PILECAP
Skala 1:50



TAMPAK ATAS PILECAP
Skala 1:50



POTONGAN A-A
Skala 1:50



JURUSAN S1 T.SIPIL
DEPT. TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

Judul Tugas Akhir :
**PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPUK KALTIM**

Dosen Pembimbing :
Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 196102071986011001
Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 195503291980031002

Mahasiswa :
BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111745000030

Judul Gambar :
**PENULANGAN PILE CAP
GANDA**

Tiang
Ø812.8

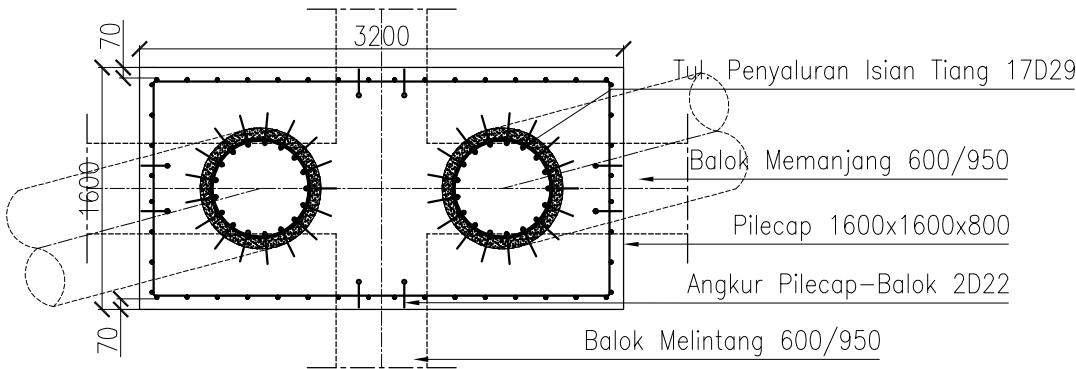
CATATAN

1. SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KECEUALI KETERANGAN LAIN
2. SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
3. MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
4. MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 59
5. TIANG PANCANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
6. SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

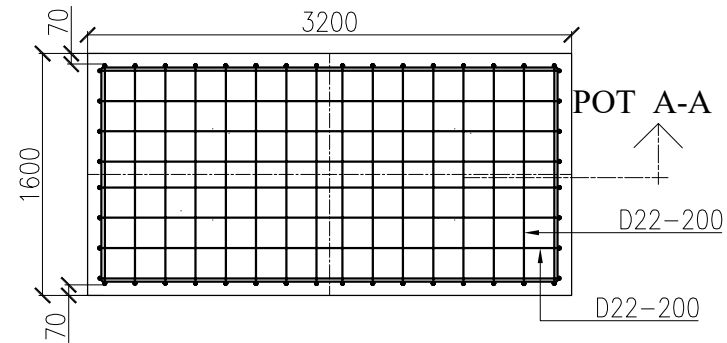
NO. LEMBAR JML. LEMBAR

16

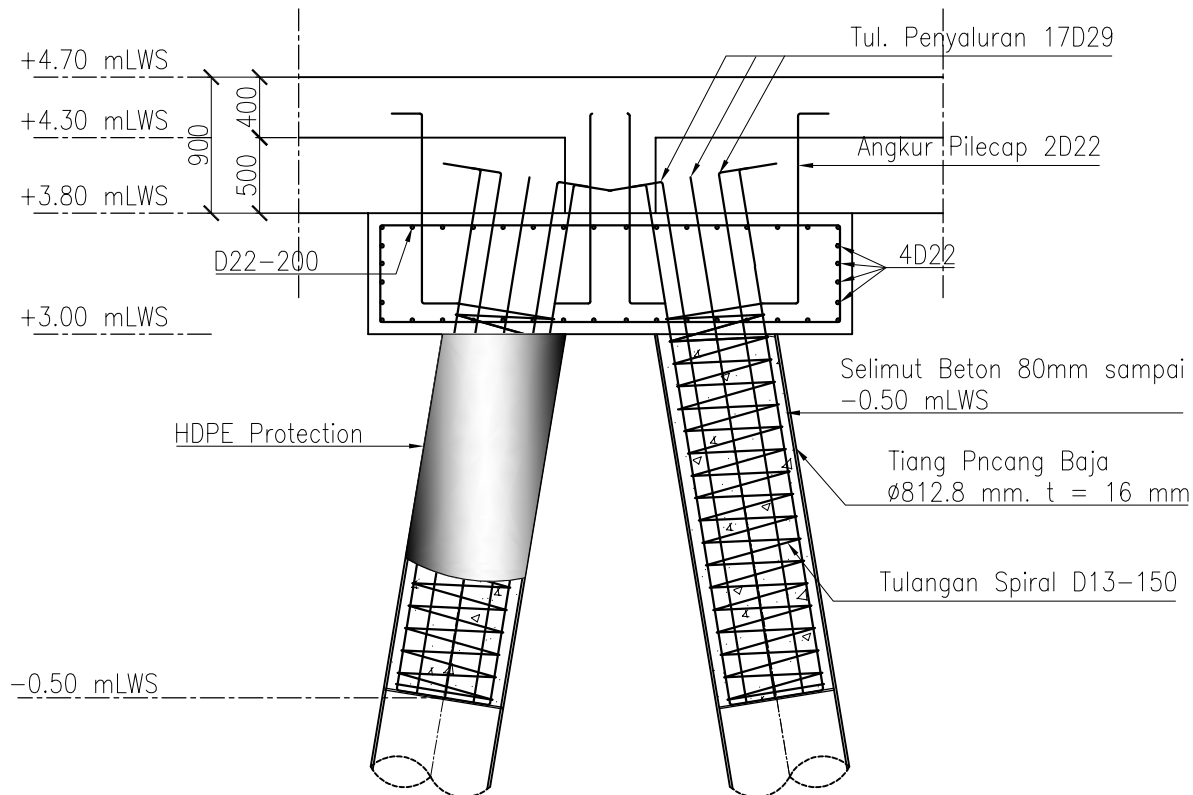
21



TAMPAK TENGAH PILECAP
Skala 1:50



TAMPAK ATAS PILECAP
Skala 1:50



POTONGAN A-A
Skala 1:50



JURUSAN S1 T.SIPIL
DEPT. TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

Judul Tugas Akhir :

PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPUK KALTIM

Dosen Pembimbing :

Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 196102071986011001

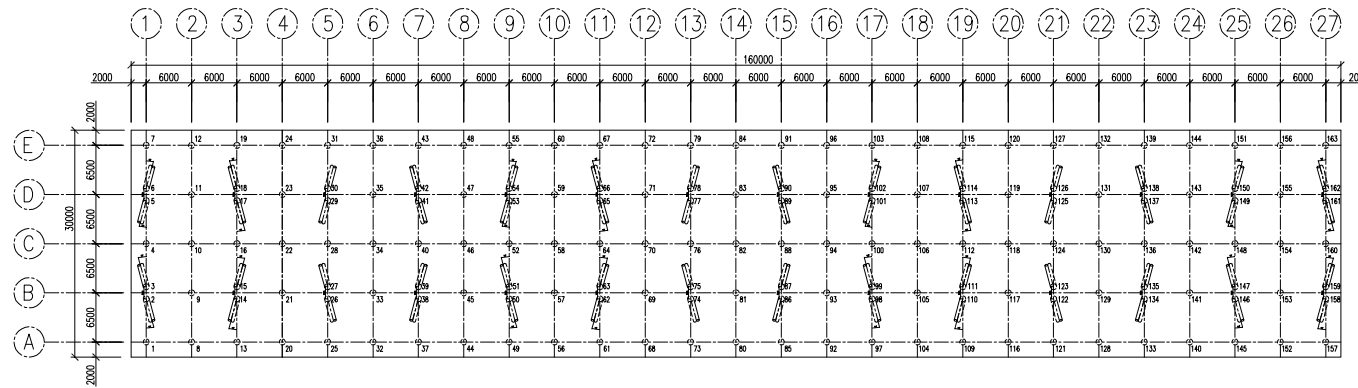
Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 195503291980031002

Mahasiswa :

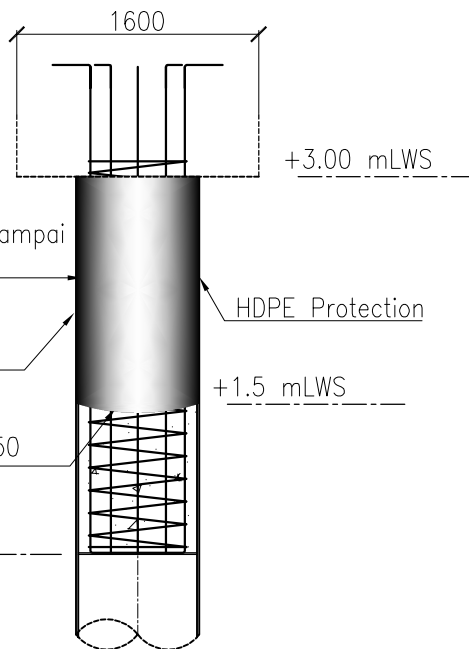
BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111745000030

Judul Gambar :

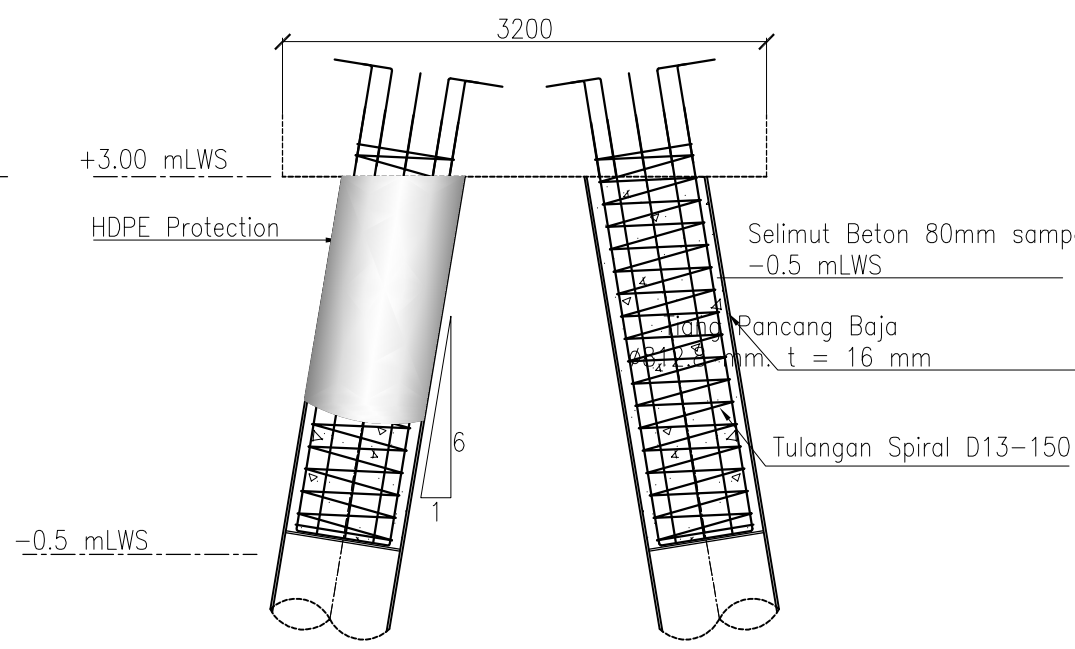
POSISI TIANG PANCANG
DAN PENULANGAN



DENAH TIANG PANCANG
Skala 1:1000



PILE NO. 01
Skala 1:50



PILE NO. 02 & 03
Skala 1:50

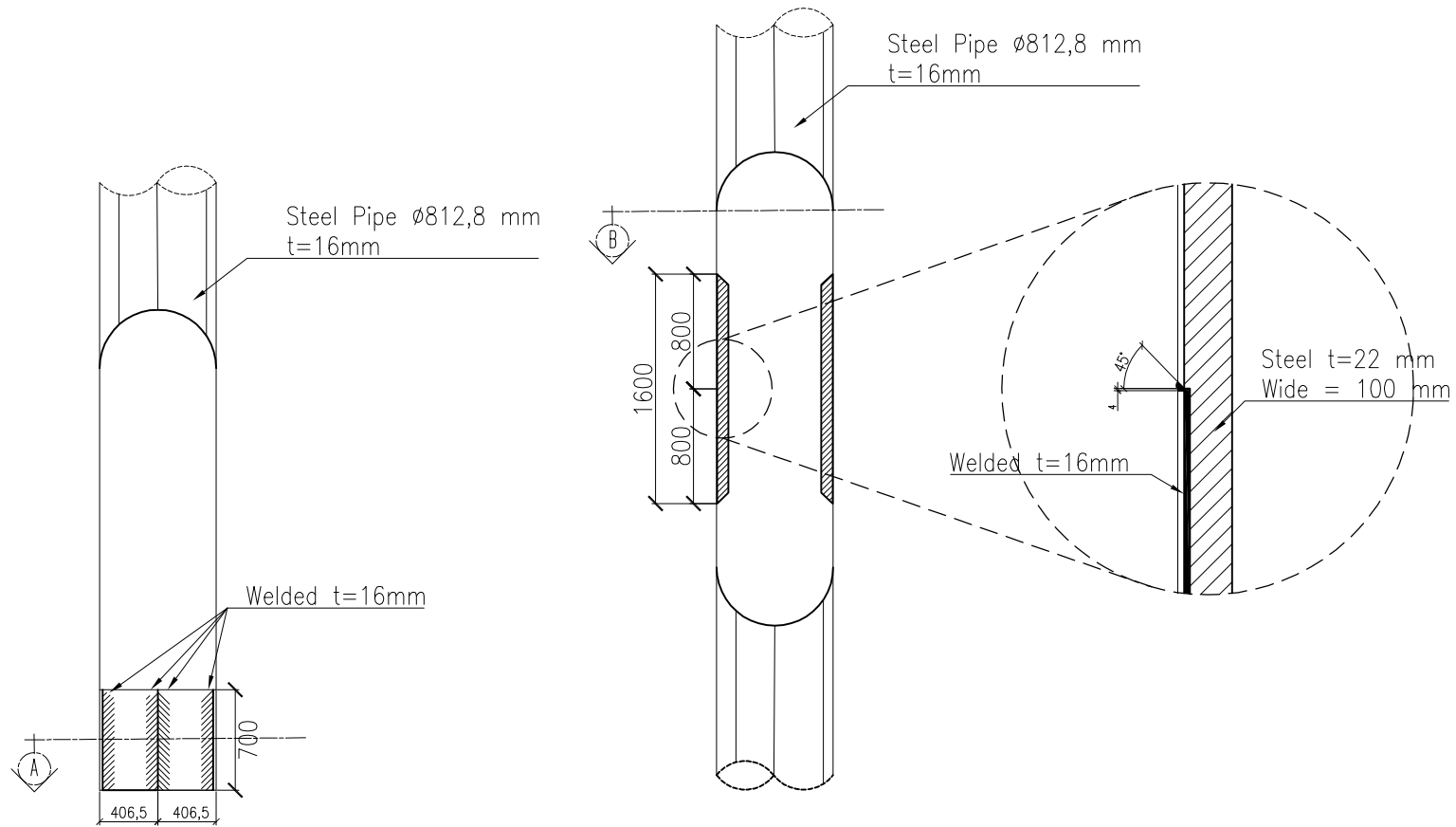
CATATAN

- SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KECUALI KETERANGAN LAIN
- SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
- MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
- MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 59
- TIANG PANCANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
- SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR JML. LEMBAR

17

21

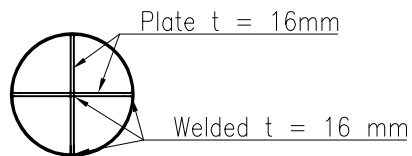


DETAIL SAMBUNGAN LAS

Skala 1:50

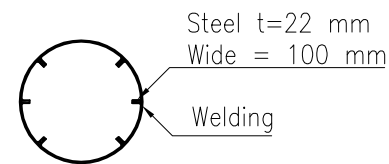
DETAIL SAMBUNGAN LAS

Skala 1:50



POTONGAN A-A

Skala 1:50



POTONGAN B-B

Skala 1:50

CATATAN

1. SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KECUALI KETERANGAN LAIN
2. SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
3. MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
4. MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 59
5. TIANG PANGCANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
6. SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR JML. LEMBAR

18

21



JURUSAN S1 T.SIPIL
DEPT. TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

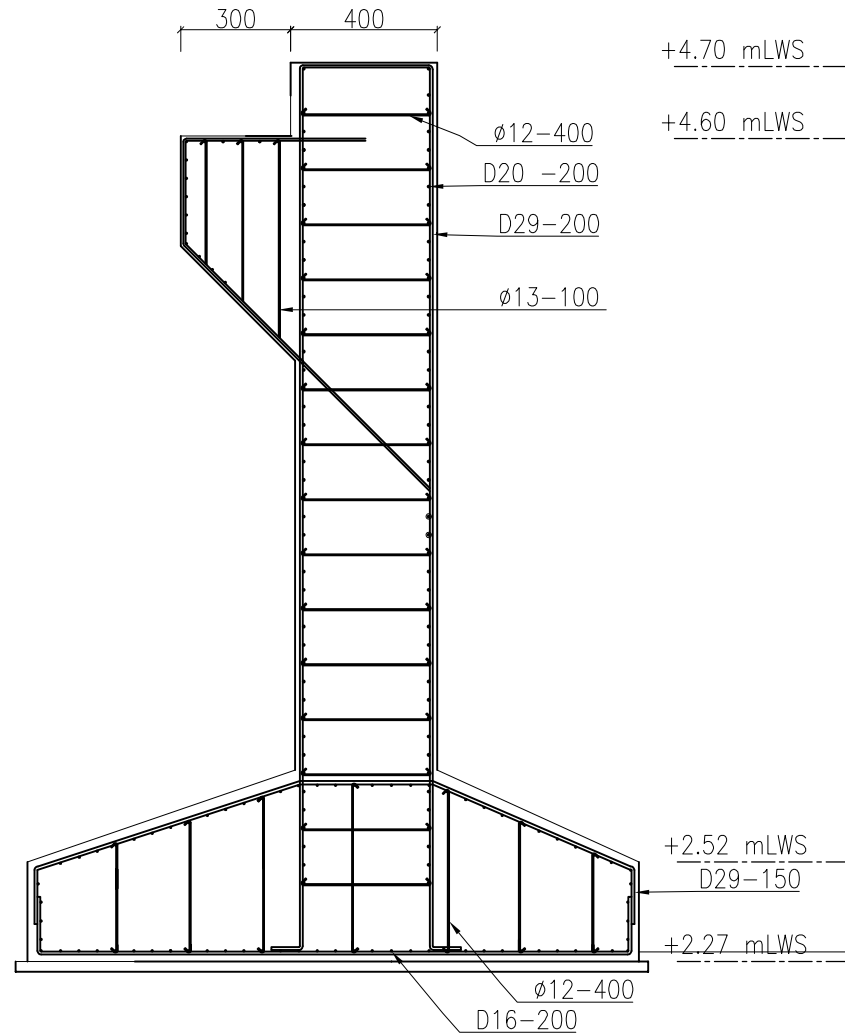
Judul Tugas Akhir :
**PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPUK KALTIM**

Dosen Pembimbing :
Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 198102071986011001

Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 198503281980031002

Mahasiswa :
BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111748000030

Judul Gambar :
DINDING PENAHAN TANAH



DETAIL DPT
Skala 1:20

CATATAN

1. SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MİLIMETER KECUALI KESTERANGAN LAIN
2. SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
3. MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
4. MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 98
5. TIANG PANCIANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
6. SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
19	21



JURUSAN S1 T.SIPIL
DEPT. TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

Judul Tugas Akhir :

PERENCANAAN DERMAGA
MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
PUPUK KALTIM

Dosen Pembimbing :

Ir. FUDDOLY, M.Sc.
NIP. 196102071986011001

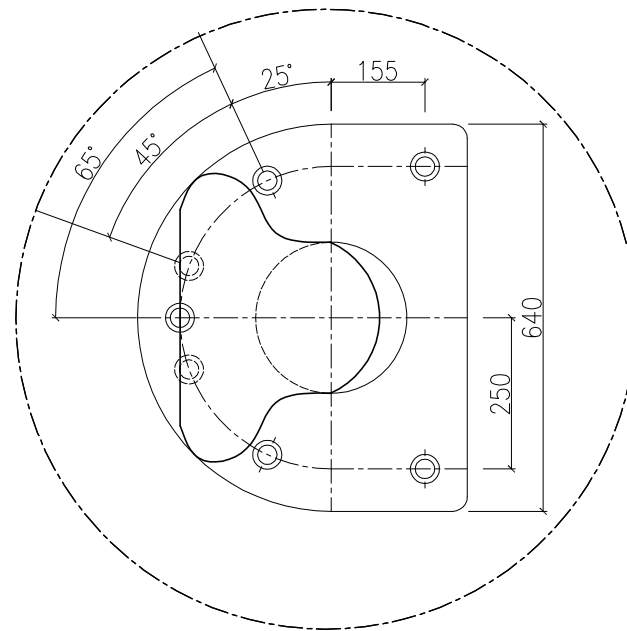
Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
NIP. 195503291980031002

Mahasiswa :

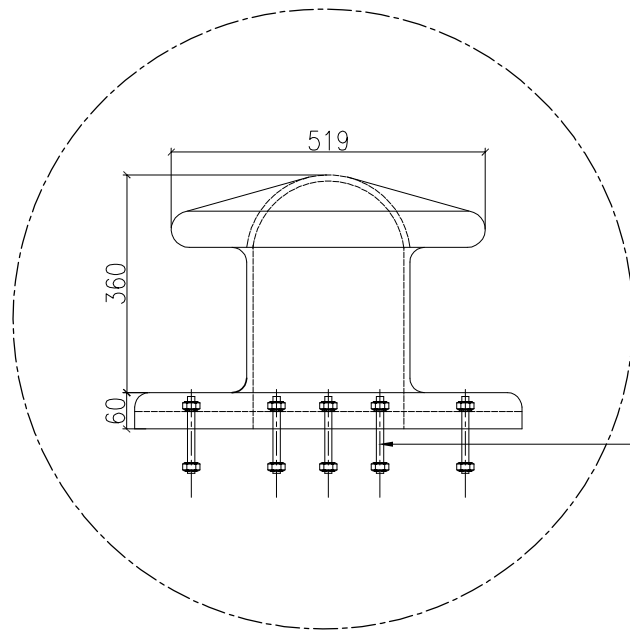
BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
NRP. 03111745000030

Judul Gambar :

TAMPAK TEE BOLLARD 60 TON

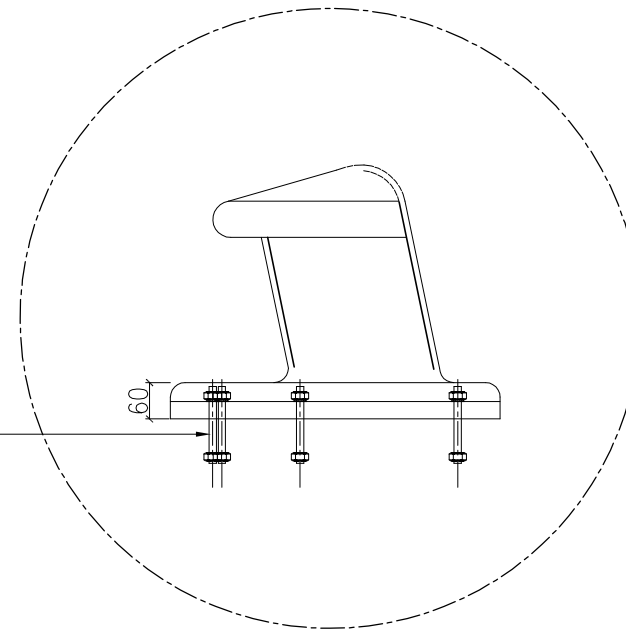


 TAMPAK ATAS BOLLARD
Skala 1:80



 TAMPAK DEPAN BOLLARD
Skala 1:80

Angkur Bolt 7 M36



 TAMPAK SAMPING BOLLARD
Skala 1:80

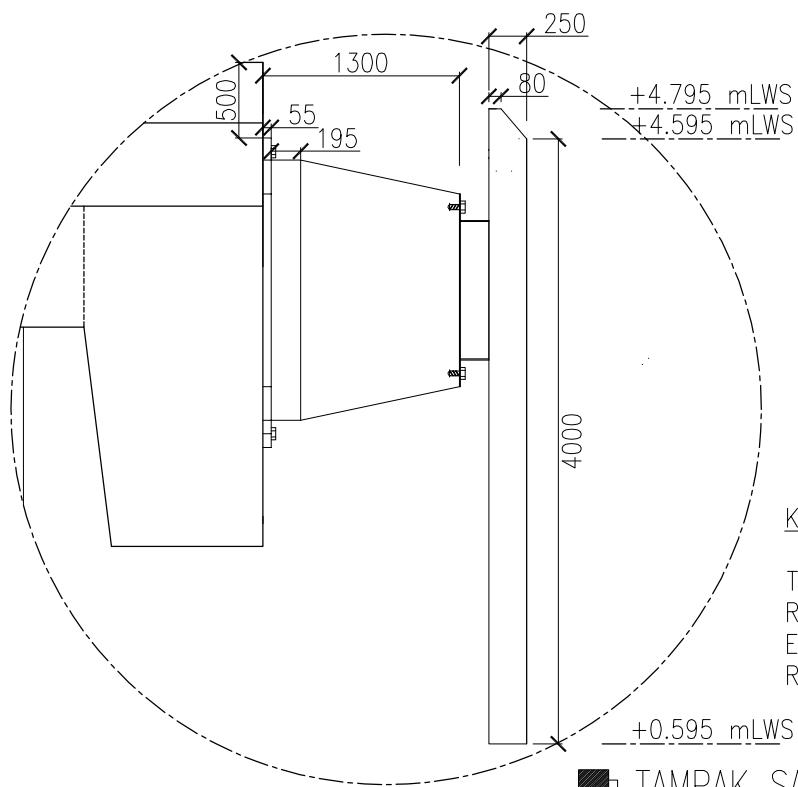
CATATAN

1. SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KECUALI KETERANGAN LAIN
2. SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
3. MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
4. MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 59
5. TIANG PANGCANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
6. SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR JML. LEMBAR

20

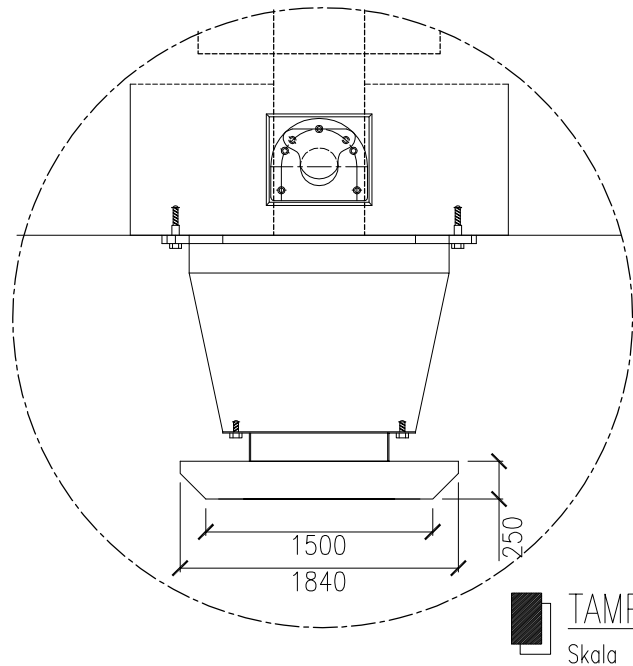
21



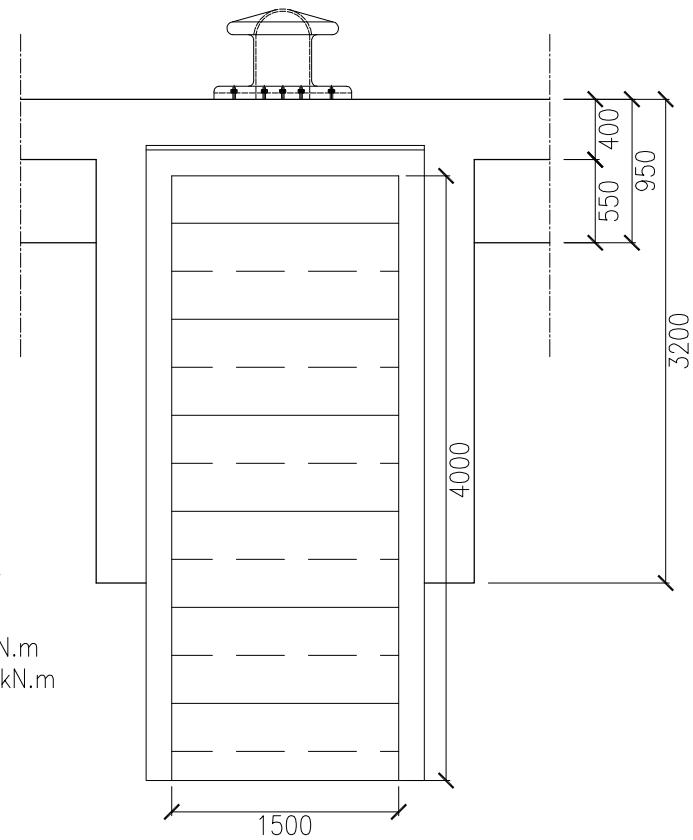
KETERANGAN

Tipe : SCF 1300 F 1.7
 Rute Def : 81,13% ~ 100%
 Energi Absorbtion : 861,8 kN.m
 Reaction Force : 1396,6 kN.m

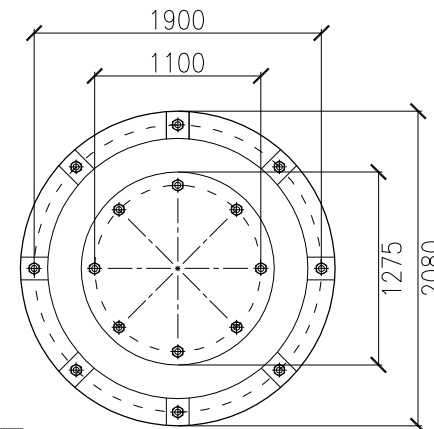

TAMPAK SAMPING FENDER
 Skala 1:50




TAMPAK ATAS FENDER
 Skala 1:50




TAMPAK DEPAN FENDER
 Skala 1:50




TAMPAK DEPAN CONE FENDER
 Skala 1:50



JURUSAN S1 T.SIPIL
 DEPT. TEKNIK SIPIL
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
 NOPEMBER

Judul Tugas Akhir :
**PERENCANAAN DERMAGA
 MULTIPURPOSES DI TERSUS PT
 PUPUK KALTIM**

Dosen Pembimbing :
 Ir. FUDDOLY, M.Sc.
 NIP. 196102071986011001
 Prof. Dr. Ir. HERMAN WAHYUDI
 NIP. 195503291980031002

Mahasiswa :
BAYU AGUNG GILANG WIBOWO
 NRP. 03111745000030

Judul Gambar :
TAMPAK FENDER

CATATAN

- SEMUA DIMENSI DITULIS DALAM SATUAN MILIMETER KEQUALI KETERANGAN LAIN
- SEMUA LEVEL DALAM METER DI UKUR DARI LWS ± 0.00
- MUTU BETON MENGGUNAKAN $f_c = 40$ MPa
- MUTU BAJA TULANGAN MENGGUNAKAN U 59
- TIANG PANGCANG DIPROTEKSI DENGAN COATING DAN HDPE
- SEMUA GAMBAR SESUAI SPESIFIKASI

NO. LEMBAR	JML. LEMBAR
21	21