TUGAS AKHIR

METODA PELAKSANAAN PEMANCANGAN TIANG MIRING DI LAUT

(PADA KASUS PERLUASAN DERMAGA PETI KEMAS PELABUHAN TANJUNG PERAK)

Disusun Oleh :

Nama	: LENY INDRIASARI
No. Mahasiswa	: 93 310 011
NIRM	: 93 0051013114120011
Nama	: NUR LAILY HIDAYATI R
No. Mahasiswa	: 93 310 033
NIRM	: 93 0051013114120033

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

1998

TUGAS AKHIR

METODA PELAKSANAAN PEMANCANGAN TIANG MIRING DI LAUT

(PADA KASUS PERLUASAN DERMAGA PETI KEMAS PELABUHAN TANJUNG PERAK)

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil

Disusun Oleh :

Nama	: LENY INDRIASARI
No. Mahasiswa	: 93 310 011
NIRM	: 93 0051013114120011
Nama	: NUR LAILY HIDAYATI R
No. Mahasiswa	: 93 310 033
NIRM	: 93 0051013114120033

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

1998

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

METODA PELAKSANAAN PEMANCANGAN TIANG MIRING DI LAUT

(PADA KASUS PERLUASAN DERMAGA PETI KEMAS

PELABUHAN TANJUNG PERAK)

Disusun Oleh :

Nama	: LENY INDRIASARI
No. Mahasiswa	: 93 310 011
NIRM	: 93 0051013114120011
Nama	: NUR LAILY HIDAYATI R
No. Mahasiswa	: 93 310 033
NIRM	: 93 0051013114120033

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. SUSASTRAWAN, MS

Dosen Pembimbing I

Tanggal : 7 - 9 - 98

Ir. H. TADJUDDIN BMA, MS

Dosen Pembimbing II

Tanggal : 7-9-98

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh.

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberi limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul Metoda Pemancangan Tiang Pancang Miring di Laut (Studi Kasus Perluasan Dermaga Tanjung Perak) ini dengan baik.

Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh jenjang sarjana srata satu pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Tadjuddin BMA, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesai, Yogyakarta dan selaku dosen pemimbing II.
3. Bapak Ir. H. Susastrawan, MS, selaku Dosen Pemimbing I.
4. Bapak Ir. Ahmad Baroto dari PT. Pelindo III.
5. Bapak Ir. Pratomo Santoroningtyas selaku manajer Proyek PT. Sac Nusantara.

6. Bapak Ir. Sriyono selaku Engineer PT. Sac Nusantara
7. Seluruh Staf dan karyawan PT Sac Nusantara.
8. Bapak, Ibu, Kakak, Adik dan orang-orang yang tercinta atas dorongan dan doa yang telah diberikan.
9. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah memberi bantuan dan doa.

Akhir kata penyusun harapkan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan rekan-rekan seprofesi pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Warohmatullaahi Wabarokaatuh.

Yogyakarta, Agustus 1998

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL
LEMBAR PENGESAHAN
KATA PENGANTAR
DAFTAR ISI
DAFTAR GAMBAR
DAFTAR LAMPIRAN
ABSATRAKSI
BAB I. PENDAHULUAN..... 1
1.1. Latar Belakang..... 1
1.2. Tujuan Pembahasan..... 6
1.3. Batasan Masalah..... 6
1.4. Metodologi Penelitian..... 7
BAB II. LANDASAN TEORI..... 8
2.1. Penentuan Titik Referensi..... 8
2.2. Penyambungan Tiang Pancang..... 9
2.3. Transportasi Tiang Pancang..... 10
2.4. Metode Pelaksanaan Pemasangan Pondasi Tiang..... 11
2.4.1. Macam alat penumbuk..... 14
2.5. Sistem Plat Form..... 18
2.6. Penyambungan dengan Las..... 20
2.7. Keruasakan Tiang dan Bentuk Penahan Kerusakan..... 21
2.8. Penghentian Pemancangan..... 22
2.9. Daya Dukung Tiang Pancang..... 23
2.10.1. Kalendering..... 23
2.10.2. Tes Pembebanan Tiang Pancang..... 24
2.10. Biaya Pemancangan untuk Tiap Tiang..... 26
BAB III. DATA DAN METODE PELAKSANAAN DI LAPANGAN..... 27

3.1. Data Lapangan 27
3.2. Peralatan yang Digunakan..... 29
3.3. Metode Pelaksanaan di Lapangan..... 30
3.3.1. Penentuan Titik Referensi..... 30
3.3.2. Penentuan Titik Referensi Baru..... 31
3.3.3. Penyambungan Pipa Tiang Pancang..... 32
3.3.4. Transportasi Tiang Pancang..... 37
3.3.5. Metode Pelaksanaan Pemancangan Tiang..... 38
3.3.6. Penghentian Pemancangan..... 46
3.3.7. Daya Dukung Tiang..... 46
3.3.8. Pemotongan Tiang..... 48
3.4. Biaya dan Waktu yang Diperlukan Tiap Tiang Pancang..... 49
3.4.1. Biaya yang diperlukan..... 49
3.4.2. Waktu yang diperlukan..... 50
BAB IV. PEMBAHASAN..... 52
4.1. Umum..... 52
4.2. Penentuan Titik Referensi Utama dan Titik Referensi Baru.. 52
4.3. Transportasi Tiang 53
4.4. Penyambungan Tiang..... 55
4.5. Pelaksanaan Pemancangan Tiang..... 56
4.6. Penghentian Pemancangan Tiang..... 58
4.7. Pengujian Daya Dukung Tiang..... 59
4.8. Waktu yang Diperlukan untuk Satu Tiang Pancang..... 60
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN..... 61
5.1. Kesimpulan..... 61
5.2. Saran..... 62
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Macam cara pengangkatan

Gambar 2.2.Penentuan urutan pemancangan

Gambar 2.3. Sistem plat form

Gambar 2.4. Penentuan koordinat plat form

Gambar 2.5.Contoh kerusakan pada tiang pipa baja

Gambar 2,6. Contoh bentuk ujung pipa baja

Gambar 2.7.Mekanisme penyaluran beban pada pondasi tiang

Gambar 3.1. Penampang tiang pipa baja

Gambar 3.2. Topi tiang bentuk datar

Gambar 3.3. Sistem plat form yang digunakan

Gambar 3.4. Meja dudukan tiang

Gambar 3.5. Penyambungan pipa tiang pancang di darat

Gambar 3.6. Prinsip tes Ultrasonic

Gambar 3.7. Prinsip tes Radiografi

Gambar 3.8. Cara pengangkatan tiang di darat

Gambar 3.9. Cara pengangkatan tiang menuju titik pancang

Gambar 3.10. Penempatan FPD dengan menarik dan melepas sling

Gambar 3.11. Penempatan tiang pancang pada alat pancang

Gambar 3.12. Pemancangan tiang

Gambar 3.13. Penyambungan tiang pancang saat pemancangan

Gambar3.14. Urutan pemancangan tiang

Gambar 3.15. Dimensi alat pemancangan

Gambar 3.17. Penentuan titik pemotongan

Gambar 4.1. Momen pada pengangkatan tiang

Gambar 4.2. Momen pengangkatan ke lokasi pemancangan

Gambar 4.3. Pengaruh gaya akibat arus

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kartu Konsultasi Tugas Akhir

Lampiran 2. Surat Permohonan Bimbingan Tugas Akhir

Lampiran 3. Gambar Lokasi Proyek

Lampiran 4. Gambar Posisi Titik Pengeboran

Lampiran 5. Statigrafi Tanah

Lampiran 6. Gambar Harga-harga SPT vs Kedalaman

Lampiran 7. Gambar Harga-harga Kohesi vs Kedalaman

Lampiran 8. Denah Pemancangan Tiang

Lampiran 9. Laporan Harian Pemancangan

Lampiran 10. Analisa Harga Satuan Proyek DPKS

Lampiran 11. Gambar Alat Pancang

Lampiran 12. Time Schedule Pemancangan

ABSTRAKSI

Metode penentuan urutan pemancangan tiang pada Proyek Perluasan Dermaga Peti Kemas Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya sesuai dengan urutan pada denah pemancangan. Penentuan urutan tersebut didasarkan pada pertimbangan kondisi yang ada di lapangan. Pertimbangan kondisi tersebut antara lain penempatan alat pancang, ketersediaan material dan kestabilan tanah akibat proses pemancangan. Sehingga dengan menggabungkan beberapa pertimbangan tersebut diharapkan pekerjaan pemancangan dapat berjalan lancar.

Pelaksanaan pekerjaan pemancangan tiang miring di laut dibagi menjadi beberapa tahapan pekerjaan. Tahapan pertama adalah penentuan titik referensi untuk membantu menentukan titik pemancangan agar didapat barisan tiang pancang yang sesuai dengan posisi rencana. Untuk tiang pancang yang memerlukan banyak tiang maka diperlukan tahapan penyambungan. Penyambungan dapat dilaksanakan pada dua tempat yaitu di darat dan di laut sesuaikebutuhan. Penyambungan di darat dimaksudkan untuk meminimalkan jumalh penyambungan di laut. Transportasi tiang diperlukan untuk memindahkan tiang dari tempat penampungan ke tempat penyambungan kemudian menuju lokasi pemancangan. Tahapan pemancangan dimulai dengan mengangkat kelompok tiang menggunakan sling ke arah leader yang telah berada pada pada kemiringan rencana. Setelah koordinat tiang sesuai rencana maka tiang diklem dan pemukulan dapat dilaksanakan. Dicatat penurunan yang terjadi akibat setiap pukulan yang dilakukan sehingga penurunan apabila penurunan yang terjadi sudah sangat kecil maka pemukulan dapat dihentikan. Tiang miring yang sudah selesai dipancang diuji daya dukungnya dengan menggunakan sistem kalendering. Tahapan terakhir adalah pemotongan tiang untuk mendapatkan kesamaan elevasi tiang yang direncanakan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.

Indonesia adalah negara kepulauan yang terletak di bawah garis Khatulistiwa. Beribu-ribu pulau berada dalam wilayah negara ini dengan aneka ragam kekayaan alam yang dikandungnya. Keadaan wilayah yang terdiri dari banyak pulau ini membuat Indonesia mempunyai wilayah perairan yang cukup luas sehingga menjadi kebanggaan tersendiri bagi bangsa Indonesia. Selain sebagai tempat wisata pantai, pembuatan wisata taman laut, hasil ikan dan lainnya yang mendatangkan devisa bagi negara, kondisi tersebut juga menjadi alternatif pengembangan transportasi laut di Indonesia baik dalam skala regional maupun internasional. Hal itu sangat mendukung bagi negara sedang berkembang ini karena sebagai salah satu negara yang terletak di wilayah Asia khususnya Asia Tenggara, posisi strategis Indonesia diantara Australia dan Asia menjadikan negara ini berada pada jalur lalu lintas antar kedua benua tersebut.

Seperti negara yang sedang berkembang lainnya, Indonesia secara kontinyu dan terarah melaksanakan pembangunan di segala bidang. Pada masa Pembangunan Jangka Panjang Tahap II (PJPT II) ini semakin banyak dibutuhkan penyediaan sarana dan prasarana yang lengkap dan mempunyai efisiensi tinggi. Hal ini dimaksudkan sebagai penunjang laju pertumbuhan ekonomi dan

perkembangannya secara nasional yang kemudian akan mengarah pada pemerataan dan stabilitas ekonomi yang mantap. Untuk itu pemerintah melaksanakan berbagai macam proyek pembangunan sarana dan prasarana fisik khususnya di bidang transportasi. Dibangunnya jalan dan jembatan, pelabuhan udara, pelabuhan laut serta dermaga juga penambahan dan peningkatan sarana prasarana yang sudah merupakan wujud adanya perhatian dari pemerintah terutama pada masalah transportasi.

Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, khususnya Unit Terminal Peti Kemas adalah salah satu prasarana di bidang transportasi yang dewasa ini mengalami perkembangan pesat sehingga dirasa perlu untuk diadakan peningkatan dan pembenahan. Perkembangan ekonomi Indonesia pada umumnya dan propinsi Jawa Timur pada khususnya serta semakin meningkatnya peralihan muatan dari General Cargo menjadi Peti Kemas menjadi pendorong utama dilakukannya penambahan sarana dan prasarana yang diperlukan. Dengan demikian diharapkan muatan Peti Kemas khususnya dapat berkembang bahkan melebihi prediksi yang pernah dibuat. Dalam usaha untuk dapat melayani dan menampung luapan muatan Peti Kemas ini, PT. (PERSERO) PELABUHAN INDONESIA III sedang melaksanakan sebuah proyek perluasan Terminal Peti Kemas, salah satunya adalah perluasan Dermaga Peti Kemas Samudera Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.

Melihat dari fungsi dermaga maka dengan kata lain bisa diartikan bahwa dermaga adalah sebuah bangunan yang dimaksudkan untuk merapat dan menambatnya kapal saat melakukan bongkar muat barang dan menaik turunkan

penumpang. Struktur dermaga terdiri dari struktur atas berupa lantai dermaga dan struktur bawah berupa pondasi. Karena berfungsi sebagai tempat merapatnya kapal maka karakteristik kapal akan sangat berperan dalam perencanaan dan pelaksanaan pembangunan dermaga. Pada saat kapal merapat atau meninggalkan dermaga akan menimbulkan benturan dan tarikan yang sangat berpengaruh pada konstruksi dermaga.

Selain gaya benturan dan tarikan kapal, gaya-gaya lain yang bekerja pada dermaga adalah sebagai berikut ini.

1. Gaya Vertikal
   a. Berat sendiri struktur yang terdiri dari berat struktur atas berupa pelat lantai dermaga dan struktur bawah yang berupa konstruksi pondasi tiang pancang.
   b. Beban hidup yaitu beban yang bekerja setelah dermaga berfungsi seperti beban orang, beban barang-barang yang dibongkar-muat, beban peralatan untuk bongkar muat dan beban kendaran pengangkut.
2. Gaya Lateral

a Gaya tarikan dan benturan kapal

Untuk mengurangi kecepatannya hingga kapal berhenti, kapal melakukan pengereman saat akan merapat dan berlabuh pada dermaga. Pada waktu kapal merapat akan terjadi benturan akibat adanya sisa kecepatan kapal tersebut. Ketika meninggalkan dermaga terjadi gaya tarikan akibat penambahan kecepatan kapal

b. Gaya akibat angin

Gaya yang ditimbulkan oleh angin dapat berpengaruh pada gaya tarikan dan benturan kapal. Jika arah angin searah dengan arah berlabuhnya kapal maka akan dapat menambah besar gaya benturan dan jika arahnya berlawanan akan dapat mereduksi besar gaya tersebut. Demikian juga saat kapal meninggalkan dermaga.

c. Gaya akibat gempa

d. Gaya akibat arus

Gaya akibat arus ini tergantung dari kondisi perairannya. Ada perairan yang memiliki arus yang besar dan ada yang dianggap kecil sehingga dapat diabaikan.

Struktur dermaga tersebut harus mampu menahan gaya-gaya di atas. Beban-beban gaya yang bekerja pada struktur bangunan dermaga ditumpu oleh suatu sistem pondasi yang kemudian akan diteruskan ke tanah pendukung. Ada beberapa macam jenis pondasi yang ada yaitu pondasi dangkal atau pondasi telapak, pondasi agak dalam seperti bentuk sumuran, dan untuk pondasi tiang termasuk kategori pondasi dalam. Pondasi tiang sendiri dapat memakai beton bertulang, dari pipa baja atau dapat juga kombinasi pipa baja dengan campuran beton.

Struktur bawah pada konstruksi dermaga dipilih jenis pondasi tiang. Hal ini dikarikan dengan kedalaman tanah pendukung yang berada di bawah dasar laut sehingga memerlukan pondasi yang dalam. Pada struktur dermaga gaya lateral yang bekerja cukup besar baik yang diakibatkan benturan dan tarikan kapal, angin

gempa dan lain-lain sehingga diperlukan adanya bagian struktur pondasi yang mampu menahannya. Untuk itu selain tiang tegak penggunaan tiang miring pada konstruksi bawah dermaga adalah sangat tepat. Tiang-tiang miring akan dapat menahan gaya-gaya lateral sedangkan gaya-gaya vertikal ditumpu oleh kelompok tiang tegak.

Karena peranan pondasi pada suatu struktur bangunan sangat penting maka perlu perhatian khusus mulai dari perencanaan sampai pada proses pelaksanaan. Ketepatan pemilihan jenis dan ukuran pondasi berdasarkan kriteria yang ada pada saat perencanaan serta penentuan metoda pelaksanaan akan sangat berpengaruh pada kualitas konstruksi terutama pada pondasi. Untuk memilih pondasi yang memadai, perlu diperhatikan apakah pondasi itu cocok untuk berbagai keadaan di lapangan dan apakah pondasi itu memungkinkan untuk dilaksanakan secara ekonomis sesuai dengan jadwal kerjanya. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan antara lain adalah keadaan tanah pondasi, batasan-batasan akibat struktur di atasnya (*superstructure*), batasan-batasan dari sekelilingnya, serta waktu dan biayanya. Sedangkan dalam penentuan metoda pelaksanaannya mempertimbangkan beberapa hal termasuk jenis dan ukuran pondasi, lokasi pemancangan, faktor biaya, ketersediaan alat dan tenaga kerja, dan sebagainya. Ditinjau dari sudut gangguan umum, ada beberapa metoda konstruksi tertentu kadang-kadang dilarang. Oleh karena itu ketepatan penentuan metoda pelaksanaan juga sangat penting baik untuk meminimumkan adanya gangguan pada lingkungan juga dari segi struktur dapat untuk menghindarkan kerusakan-kerusakan yang dapat terjadi pada pondasi yang dihasilkan.

Mengingat pentingnya pondasi bagi sebuah bangunan seperti uraian singkat di atas maka suatu tambahan informasi yang menyangkut banyak hal tentang pondasi masih dirasa sangat perlu. Dalam kesempatan ini akan dicoba untuk mengkaji salah satu tahapan dalam proses pembuatan pondasi yaitu mengenai metode pelaksanaan. Sebagai salah satu bahasan dalam kajian ini adalah metode pelaksanaan pemancangan tiang pancang miring pada Dermaga Peti Kemas antar Samudera Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.

1.2. Tujuan Pembahasan

Tujuan dari pembahasan ini adalah untuk memberikan tambahan informasi mengenai tahapan dalam proses pemancangan tiang pancang khususnya tiang pancang miring pada lokasi pemancangan di laut. Sehingga dengan adanya bahasan ini diharapkan akan memberikan pengetahuan bekal pada saat melakukan pekerjaan di lapangan.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghasilkan kesamaan pemahaman dalam suatu masalah dan agar lingkup bahasan dapat terarah maka pada setiap bentuk pembahasan suatu masalah diperlukan adanya batasan-batasan masalah, demikian juga pada pembahasan ini. Adapun batasan-batasan masalah yang diambil adalah bahwa pembahasan yang diangkat adalah pada pelaksanaan pemancangan tiang pancang Proyek Pembangunan Peti Kemas antar Samudera Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.

1. Pembahasan dikhususkan pada metode pelaksanaan pemancangan tiang pancang miring.
2. Tiang pancang berupa pipa baja berdiameter 1118 mm.
3. Faktor gelombang dan arus yang dianggap kecil maka diabaikan.

1.4. Metodologi Penelitian

Definisi metodologi penelitian adalah suatu metoda untuk membantu atau memandu tentang urutan-urutan bagaimana penelitian dilakukan. Sedangkan prosedur penelitian memberikan urutan-urutan pekerjaan yang harus dilakukan dalam suatu penelitian. Melihat dari kedua definisi tersebut sulit membedakan antara keduanya oleh karena itu banyak peneliti menggabungkan antara prosedur dan metode penelitian. Dalam pembahasan ini metode penelitian yang dipakai secara garis besar adalah sebagai berikut ini.

1. Mengumpulkan buku-buku literatur, diktat, brosur, majalah, dan lain-lain yang berhubungan dengan tiang pancang, metode pelaksanaan pemancangannya, alat-alat yang digunakan dan masalah-masalah lain yang tercakup di dalamnya.
2. Mengumpulkan informasi yang berhubungan dengan metoda pemancangan tiang pancang pipa baja di lapangan dalam hal ini adalah pada Proyek Pembangunan Dermaga Peti Kemas antar Samudera Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.
3. Mencoba menganalisa dan membandingkan antara literatur dan praktik di lapangan sehingga mendapatkan suatu pembahasan dan kesimpulan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Penentuan Titik Referensi

Untuk mendapatkan posisi dimana tiang akan dipancang di lapangan berdasarkan data koordinat yang sudah ada maka dibutuhkan suatu titik yang dapat digunakan sebagai acuan untuk melaksanakan pekerjaan tersebut. Titik acuan atau titik referensi ditetapkan pada suatu tempat yang strategis dipandang dari lokasi proyek. Karena digunakan sebagai acuan, titik referensi harus mempunyai koordinat dan elevasi tetap. Apabila terdapat banyak barisan tiang yang akan dipancang maka titik referensi ini juga sebagai titik referensi utama yang kemudian digunakan untuk menentukan titik referensi baru lainnya. Dari titik-titik referensi ini nantinya dijadikan sebagai tempat untuk melakukan kontrol terhadap kelurusan dan ketepatan posisi tiang pada saat pelaksanaan pemancangan.

Setelah ditentukan suatu titik acuan atau titik referensi utama, untuk lebih mempermudah pekerjaan penentuan posisi pemancangan dalam hal ini pada barisan tiang yang jumlahnya banyak, maka dibuat titik-titik referensi baru. Titik-titik referensi baru yang dijadikan sebagai titik-titik bantu tersebut diambil dari titik referensi utama. Hal ini dikaitkan dengan jumlah tiang pancang yang dipancang sehingga dihasilkan barisan tiang yang lurus.

2.2. Penyambungan Tiang pancang

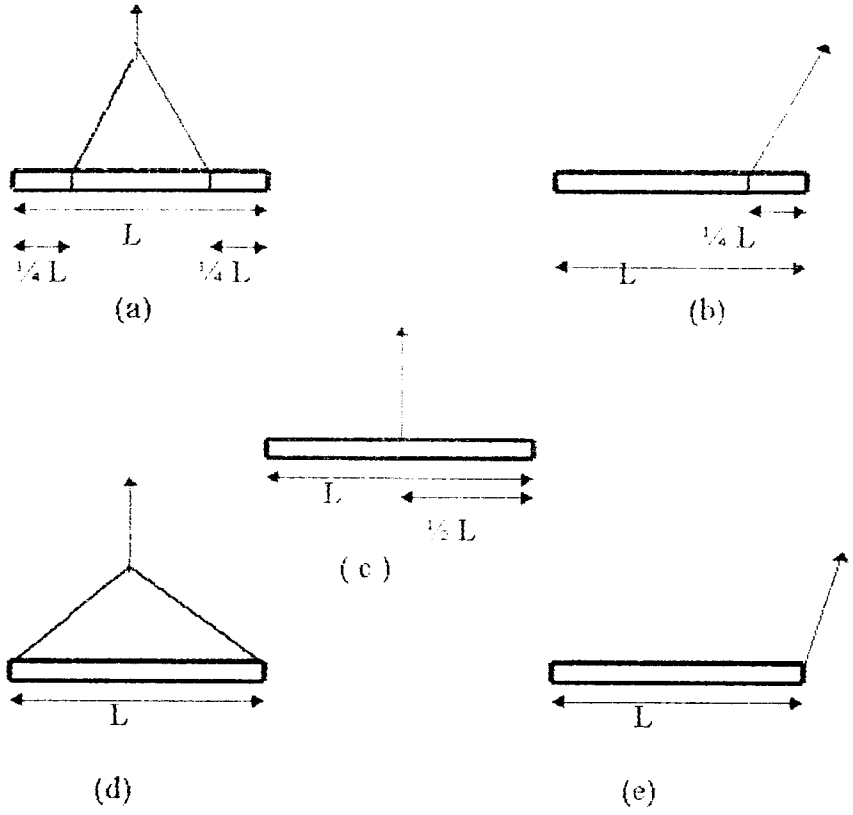
Akibat bermacam-macam keterbatasan di dalam proses pembuatan tiang pancang di pabrik, maupun pertimbangan tentang masalah pengangkutannya maka panjang perbatang tiang pancang yang diproduksi pabrik berkisar antara 12-15 m sebagai standar pabrik. Sedangkan panjang tiang pancang pada suatu struktur bangunan ditentukan oleh kedalaman tanah keras yang telah diketahui dari data sondir. Pada struktur bawah yang memerlukan panjang tiang melebihi panjang yang diproduksi pabrik maka dipakai beberapa buah tiang sehingga harus dilakukan tahapan penyambungan. Ada beberapa jenis penyambungan yang dapat dilakukan antara lain dengan menggunakan paku keling, baut dan las. Metoda penyambungan yang banyak digunakan adalah dengan las. Pada struktur bawah yang terdiri dari banyak batang tiang, proses penyambungan dapat dilakukan dalam dua tahap. Jumlah sambungan pada tiap tahapan ini antara lain didasarkan pada jumlah kebutuhan tiang dan panjang tempat tiang pada peralatan pemancangan. Tahap pertama, penyambungan dilakukan sebelum proses pemancangan yaitu sebelum tiang dibawa ke titik pemancangan sedangkan penyambungan tahap kedua dilakukan di lokasi saat dilaksanakan tahapan pemancangan. Tujuan penyambungan di darat adalah untuk meminimalkan jumlah penyambungan di lokasi pemancangan sehingga dapat memperlancar proses pemancangan. Untuk tiang pancang yang tidak terdiri dari banyak batang tiang, maka cukup dilakukan satu kali tahapan penyambungan yaitu pada saat pelaksanaan pemancangan. Hasil-hasil penyambungan tiang pancang tersebut harus lolos pengujian untuk sambungan. Beberapa metoda pengujian sambungan

yang dapat dilakukan antara lain dengan cara *visual, Radiography test, Ultrasonic test, Magnetic particle test, Penetrant test, Leak test,* dan *Mechanical test.*

2.3. Transportasi Tiang Pancang

Untuk membawa tiang pancang ke lokasi pemancangan dan untuk membawa tiang pancang dari tempat penyambungan menuju ke lokasi pemancangan diperlukan suatu teknik dan alat bantu tertentu. Pada umumnya alat yang digunakan adalah semacam crane untuk mengangkat tiang. Pada lokasi pemancangan di laut alat transportasi lain yang digunakan adalah beberapa unit kapal.

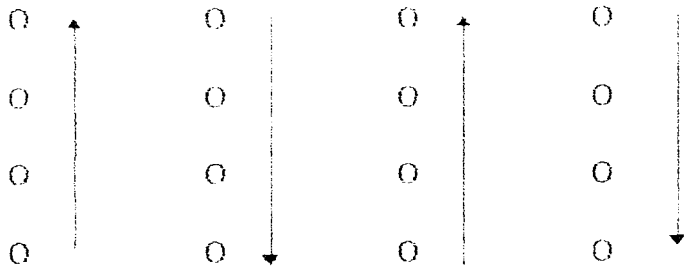
Pengangkatan tiang dilakukan dengan bantuan sling yang dihubungkan pada peralatan transportasi yang dipakai. Cara pengangkatan tiang dipilih berdasarkan macam pekerjaan dan alat transportasi yang dipakai. Macam cara pengangkatan tiang ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Macam cara pengangkatan tiang

2.4. Metoda Pelaksanaan Pemasangan Pondasi Tiang

Penentuan urutan pemancangan ditetapkan dengan mempertimbangkan efisiensi waktu dan biaya serta pertimbangan lain. Contoh urutan pemancangan berdasarkan pertimbangan waktu dan biaya dapat dilihat pada gambar 2.2. Urutan pemancangan tersebut hanya memerlukan sedikit waktu untuk memindahkan alat pancang sehingga diharapkan dapat mengurangi kebutuhan biaya.



Gambar 2.2. Penentuan urutan pemancangan.

Metode pelakaksanaan yang digunakan tergantung dari jenis tiang pancang, lokasi pemasangan, dan pertimbangan faktor-faktor lain. Macam metoda yang dapat dilakukan antara lain adalah dengan cara pengeboran dan penumbukan atau pemukulan. Pada cara pengeboran sebelum penanaman tiang terlebih dahulu dilakukan pemboran tanah pondasi sesuai kedalaman tanah keras. Setelah tiang dimasukkan pada lubang hasil pengeboran kemudian dilakukan penimbunan. Sedangkan pada cara penumbukan alat utama yang digunakan adalah penumbuk (*hammer*). Pada pemancangan tiang struktur bawah suatu konstruksi bangunan selain alat penumbuk juga diperlukan peralatan lain seperti crane, alat pemancang, mesin las, *theodolit*, dan *waterpass*. Untuk lokasi pemancangan di laut atau perairan, diperlukan juga alat lain berupa kapal ponton yang digunakan sebagai tempat untuk meletakkan peralatan pemancangan, kapal-kapal untuk transportasi tiang, dan kapal untuk transportasi bagi para pekerja.

Alat-alat yang akan digunakan dalam proses pelaksanaan pemancangan diusahakan di lokasi agar tidak pemancangan. Peralatan yang akan digunakan dibawa ...

lokasi pemancangan dan diletakkan didekat alat pancang. Kemudian tiang pancang tersebut diangkat dan ditempatkan pada *leader*. Setelah kelurusan dan kemiringan tiang dikontrol dengan *theodolit* dan *waterpass*, tiang diklem dengan memasang sabuk tiang. Kemudian tiang pancang siap dipancang.

Sebagai tambahan informasi bahwa dalam melaksanakan pekerjaan pemasangan tiang, perlu juga diperhatikan beberapa hal berikut ini.

1. Hubungan antara perubahan sifat tanah pada tanah asli akibat pekerjaan pemasangan tiang dan teknik pemasangan.
2. Hal-hal yang menyangkut masalah pemancangan antara lain pergerakan tanah pondasi, kerusakan tiang dan macam bentuk penahan kerusakan tersebut, penghentian pemancangan tiang, serta pemilihan peralatan.

Pada pelaksanaan pemancangan di pantai atau di lepas pantai beberapa faktor lain yang perlu diperhitungkan adalah arus dan gelombang. Gelombang yang besar akan mempersulit penempatan peralatan pemancangan sehingga berpengaruh pada penentuan posisi pemancangan dan pelaksanaan pemancangannya. Pengaruh arus yang cukup besar akan memberikan gaya horisontal pada tiang saat dilaksanakan pemancangan. Keadaan pasang surut air laut juga dapat mempengaruhi penentuan titik pemancangan dan pelaksanaan pemancangan. Peralatan pemancangan bergerak turun naik mengikuti kondisi pasang surut air laut sehingga kedudukannya terhadap posisi pemancangan akan berubah.

2.4.1. Macam alat penumbuk *(hammer)*

Dalam proses pemancangan tiang pancang peralatan penting yang diperlukan adalah hammer atau penumbuk. Ada beberapa tipe penumbuk yang pemilihannya didasarkan pertimbangan antara lain lokasi pemancangannya, kecepatan pemancangan yang diinginkan, biaya yang tersedia dan keuntungan atau kerugian lain dari pemakaian masing-masing penumbuk. Macam tipe penumbuk, keuntungan dan kerugiannya adalah sebagai berikut ini.

1. *Drop Hammer*

Hammer ini didasarkan pada berat sendirinya yang terbuat dari besi berat. Beban dari besi berat tersebut diangkat dengan menggunakan tali kemudian dilepaskan dan dibiarkan jatuh memukul tiang. *Leader* digunakan untuk memegang tiang pada posisi yang diinginkan dan untuk menuntun perpindahan *hammer*. *Hammer* ini mempunyai ukuran yang dapat diubah-ubah dari 225 kg sampai 1350 kg dengan tinggi jatuh 150 cm sampai 600 cm. Untuk kebutuhan energi yang besar penggunaan *hammer* berat dengan tinggi jatuh kecil dari lebih cocok dari pada menggunakan *hammer* ringan dengan tinggi jatuh panjang. Jumlah pukulan normal yang dihasilkan adalah 4 sampai 8 pukulan permenit. Keuntungan dan kerugian pemakaian *drop hammer* adalah sebagai berikut ini.

Keuntungan :

a. biaya investasi alat kecil
b. pengoperasian alat yang sederhana
c. kemampuan mengubah energi untuk tiap pukulan berdasarkan tinggi jatuh

Kerugian :

a. kecepatan rata-rata pukulan lambat
b. bahaya kerusakan tiang pada tinggi jatuh yang besar
c. menyebabkan getaran yang cukup besar
d. tidak dapat langsung digunakan untuk pemancangan dalam air.

2. *Single Acting Steam Hammer*

Beban yang dapat jatuh bebas disebut ram yang diangkat dengan menggunakan tekanan uap atau tekanan udara. Pada saat *piston* mencapai puncak, tekanan uap dilepaskan sehingga ram jatuh bebas memukul tiang. *Hammer* ini menghasilkan 50 atau lebih pukulan permenit.

Keuntungan :

a. jumlah pukulan tiap menit besar sehingga pemancangan cepat
b. frekuensi pukulan yang dihasilkan besar sehingga mengurangi gesekan tiap pukulan
c. beban ram yang jatuh pada kecepatan rendah menghasilkan energi besar
d. bahaya kerusakan tiang dapat berkurang
e. untuk tipe tertutup dapat langsung digunakan untuk pemancangan dalam air.

Kerugian :

a. biaya untuk investasi alat lebih besar
b. biaya perawatan cukup tinggi
c. pemasangan dan penempatan memerlukan banyak waktu
d. perlu banyak orang untuk mengoperasikan

3. *Double Acting Steam Hammer*

Tekanan uap ditempatkan pada *piston* untuk mengangkat ram dan pada saat terjadi pukulan digunakan untuk menaikkan energi tiap pukulan. Pukulan yang dihasilkan dua kali besar dari *Single Acting Hammer*.

Keuntungan :

a. waktu yang diperlukan tiap pukulan permenit lebih cepat
b. gesekan tiap pukulan berkurang
c. tiang dapat dipancangkan dengan mudah tanpa terjadi kerusakan.

Kerugian :

a. *hammer* sangat komplek
b. beban yang ringan dan kecepatan yang besar tidak cocok tiang yang berat

4. *Differential Acting Hammer*

Modifikasi dari *Double Acting Hammer* dengan dua *piston*. Pengangkatan ram berdasarkan perbedaan kekuatan gaya tekan kedua *piston*. Jumlah pukulan tiap menitnya sama dengan pada *Double Acting Hammer* yang ukurannya sama. Tersedia dalam tipe terbuka dan tertutup dengan keuntungan dan kerugian sama dengan *Single* dan *Double Acting Hammer*.

5. *Diesel Hammer*

Hammer ini tidak menggunakan tekanan uap atau tekanan udara dan lebih sederhana. Energi tiap pukulan dikontrol oleh operator.

Keuntungan :

a. tidak memerlukan tambahan energi, bergeraknya lebih cepat dan memerlukan sedikit waktu untuk pemasangan dan untuk memulai operasi
b. biaya pengoperasiannya murah
c. pengoperasian akan lebih bagus pada suhu rendah
d. pemeliharaan dan perbaikan sederhana dan cepat.

Kerugian :

a. sulit menentukan energi tiap pukulan
b. hammer sulit dioperasikan dengan baik ketika memancang tiang pada tanah lunak
c. jumlah pukulan tiap menit lebih sedikit daripada *steam hammer*
d. panjang *diesel hammer* lebih besar daripada panjang *steam hammer* pada beban yang sama.

6. *Hidraulic Hammer*

Merupakan *hammer* dengan sistem teknologi canggih sehingga dapat dipakai pada pemancangan yang terletak di pantai dan lepas pantai baik di udara maupun di air.

Keuntungan :

a. produktifitas tinggi karena jumlah pukulan besar, efisiensi tinggi dan tidak mengurangi hasil meskipun dioperasikan secara terus-menerus
b. pengoperasian sangat sederhana

c. tidak ada batas jangkauan kemiringan. baikan untuk pemancangan secara horisontal

d. energi yang diterima tiang dapat diketahui pada setiap pukulan sehingga memungkinkan melakukan kontrol secara terus-menerus

e. hasil pengamatan dapat dilihat pada tampilan yang berupa *printout*

f. energi pukulan yang besar dapat dihasilkan meskipun pada kedalaman yang besar

g. *hammer* ini dapat digunakan dan telah diuji untuk pengoperasian dibawah 2000 meter

h. pengaturan klep penuntun tiang memungkinkan *hammer* ini memukul tepat pada kepala tiang

i. adanya jaminan perbaikan dan petunjuk operasional dari pabrik.

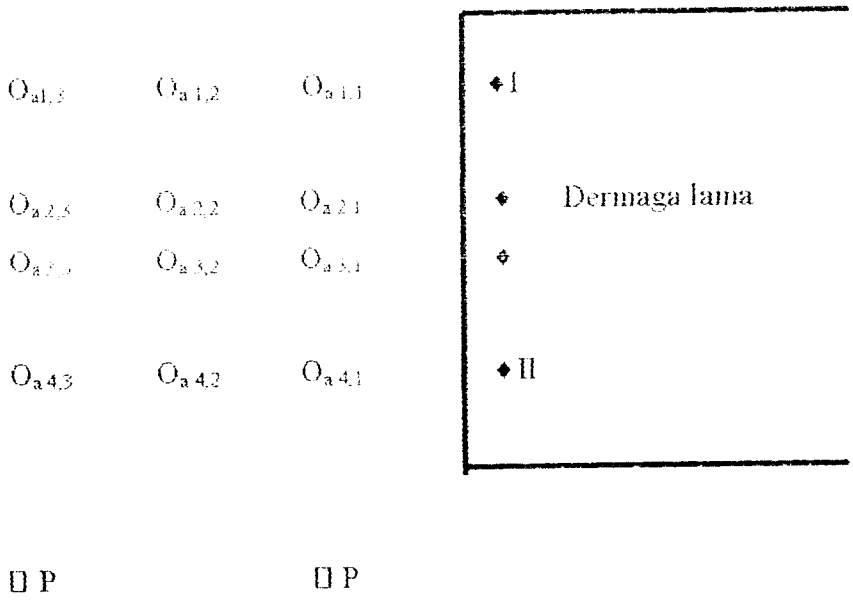
Kerugian :

a. biaya pengadaan alat cukup besar

b. perlu tenaga operasional yang terdidik

2.5. Sistem *Plat Form*

Plat form digunakan sebagai referensi posisi tegak lurusnya deretan tiang yang dipancang. Sebagai contoh penggunaan sistem plat form pada pembangunan dermaga dapat dilihat pada gambar 2.3. Untuk menentukan koordinat *plat form* digunakan dua buah theodolit dengan sistem segi tiga. Jumlah sudut segitiga sama dengan 180° sehingga $\alpha 1 + \alpha 2 + \alpha 3 = 180°$. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.3



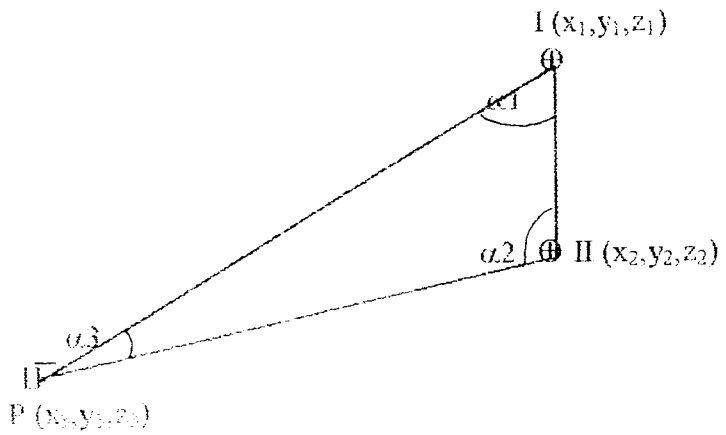
Gambar 2.3. Sistem Plat Form

Keterangan :

♦ titik bidik as pancang

□ plat form

O tiang pancang



Gambar 2.4. Perencanaan koordinat awal titik

2.6. Penyambungan dengan Las

Sebelum pengelasan dilakukan pekerjaan penyetelan agar kelurusan tiang dan ketepatan penyambungan dapat diperoleh. Untuk penyetelan tiang pancang pada pelaksanaan pengelasan dibutuhkan meja kerja yang digunakan untuk menempatkan tiang-tiang yang akan disambung selain juga dimaksudkan untuk memudahkan proses pengelasan. Pengelasan sambungan pipa harus sesuai dengan Spesifikasi Prosedur Pengelasan (*Welding Procedure Spesification* / WPS).

Hasil pengelasan yang sudah dikerjakan sesuai acuan WPS masih harus diuji dengan pengujian baik *visual* maupun *non-visual*. Pengujian tersebut dimaksudkan untuk mengetahui kualitas pengelasan apakah terjadi kerusakan-kerusakan atau tidak. Kerusakan-kerusakan yang dimaksud antara lain sebagai berikut ini.

1. *Porositas* (berlubang)

Porositas terjadi bila rongga-rongga yang berisi udara terperangkap selama proses pendinginan. Hal ini ditimbulkan oleh arus listrik yang terlalu tinggi.

2. Peleburan tak sempurna

Terjadi jika logam dasar dan logam las tidak melebur bersama secara menyeluruh yang dapat disebabkan oleh kotoran, terak, oksida yang tidak dibersihkan dari permukaan bahan yang akan disambung.

3. *Undercut* (peleburan berlebihan)

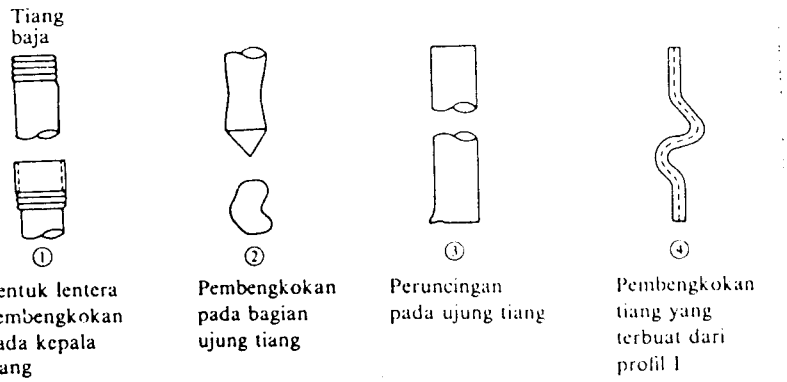
Cacat ini mudah dilihat dengan mata yaitu terjadinya alur pada bahan dasar didekat ujung kaki las yang tidak terisi oleh logam las. Disebabkan karena arus listrik dan pengunaan elektroda yang tidak tepat.

4. *Crack* (retak)

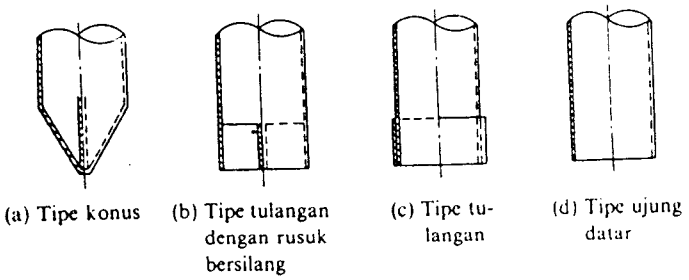
Berupa pecah-pecah pada logam las yang ditimbulkan oleh tegangan internal.

2.7. Kerusakan Tiang dan Bentuk Penahan Kerusakan

Pemilihan ukuran dan mutu tiang didasarkan pada kegunaan dalam perencanaan, tetapi paling tidak tiang tersebut harus dapat dipancangkan sampai ke tanah pondasi. Jika tanah cukup keras dan tiang cukup panjang, untuk pemancangannya diperlukan penumbuk (*hammer*) yang kuat dan dilakukan kontrol terhadap kerusakan yang mungkin terjadi pada tiang akibat gaya tumbukan dari *hammer* tersebut. Dalam hal ini kepala tiang ataupun ujung tiang dapat dibentuk sedemikian rupa sehingga mampu memperbesar ketahanan tiang tersebut. Perlu diperhatikan bahwa daya dukung tiang dapat berkurang meskipun pemancangan menjadi lebih mudah, tergantung dari perubahan bentuk ujung tiang tersebut. Jenis kerusakan yang mungkin terjadi pada tiang dan bentuk-bentuk ujung tiang yang dapat menghindari kerusakan dapat dilihat pada gambar 2.5. dan gambar 2.6.



Gambar 2.5. Contoh kerusakan pada tiang pipa baja



Gambar 2.6. Contoh bentuk ujung pipa baja

2.8. Penghentian Pemancangan

Penghentian pemancangan tiang menurut ketentuan adalah 2-3 kali panjang diameter tiang dari batas lapisan tanah pendukung atau kurang lebih 2-3 meter. Karena tebal lapisan pendukung berbeda-beda di setiap tempat maka pemancangan yang diakibatkan oleh gaya tumbuk sampai kedalaman yang disyaratkan atau direncanakan seperti di atas harus dihindari.

Penentuan penghentian pemancangan juga dapat didasarkan pada data *driving record* atau pengamatan penurunan tiang akibat pemukulan. Jika dari data terlihat bahwa saat tiang mencapai kedalaman tanah keras, pemukulan yang dilakukan sudah tidak mengakibatkan penurunan lagi maka pemancangan dapat dihentikan. Untuk mengetahui daya dukung tiang tersebut dilakukan pengujian daya dukung tiang pancang.

2.9. Daya Dukung Tiang Pancang

2.9.1. Kalendering

Kalendering adalah salah satu cara untuk mengetahui kekuatan daya dukung tiang. Kalendering pemancangan dilakukan pada saat tiang pancang sudah tertanam sampai kedalaman tanah keras dan diperkirakan sudah tidak mengalami penurunan akibat pukulan *hammer*. Kepastian tidak adanya penurunan yang terjadi pada tiang tersebut dapat diketahui dari data *driving record* yang dilakukan. *Driving record* adalah pekerjaan pencatatan penurunan tiang yang terjadi setiap dilakukan satu kali pemukulan.

Pekerjaan kalendering dilakukan dengan cara membuat set pada kertas millimeter dengan bantuan spidol yang diletakkan pada tempat yang berhimpit dengan tiang pancang yang dipancangkan tersebut. Kemudian pencatatan dilakukan untuk setiap 10 kali pukulan, dari hasil ini maka diketahui penurunan yang terjadi pada saat penumbukan.

Data yang didapat dari pelaksanaan kalendering adalah besarnya penurunan [illegible] untuk 10 kali pukulan (S) dalam millimeter, tinggi jatuh hammer

(H) dalam meter, dan berat atau beban piston (W) dalam ton. Dari data tersebut daya dukung tiang pancang dapat dihitung dengan rumus berikut ini.

$$Q = \frac{1000 \times W \times H}{S + C} \qquad (2.1)$$

Dengan C adalah konstanta untuk hidrohammer.

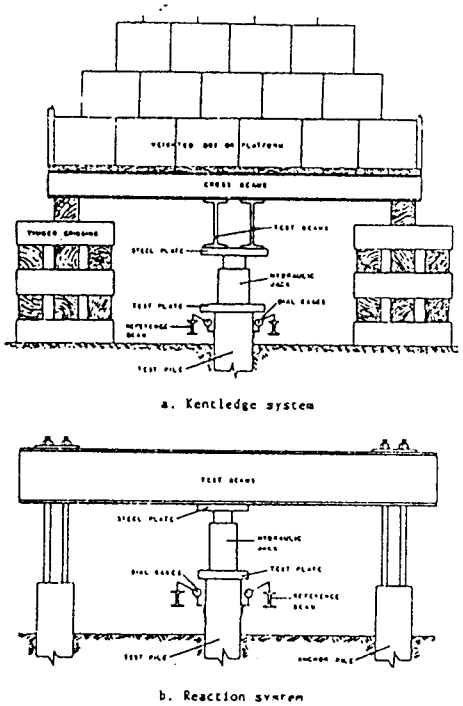
2.9.2. Test Pembebanan Tiang Pancang

Selain pengujian di atas dapat juga dilakukan pengujian pembebanan tiang pancang yang lain seperti *Static Loading Test*, dan *Pile Driving Analyzer* atau *Dynamic Loading Test*.

1. *Static Loading Test*

Pelaksanaan pengujian daya dukung tiang dengan *Loading Test* cukup mudah yaitu dengan seri pembebanan secara langsung dari pembebanan terkecil sampai sebesar 200 % atau lebih dari beban kerja yang direncanakan. Mekanisme penyaluran beban pada pondasi tiang terdiri dari dua cara yaitu *Kentledge System* dan *Reaction System*. Perbedaan kedua sistem tersebut terletak pada cara penyaluran beban yaitu untuk sistem *Kentledge* beban merupakan tumpukan blok-blok beton yang ditempatkan pada gelagar melintang terlebih dahulu sebelum membebani alat pendorong beban. Adapun untuk sistem *Reaction* dengan cara menggunakan suatu balok yang tegar merentang pada tiang pancang uji kemudian diikatkan dengan kokoh pada tiang-tiang reaksi. Penyaluran pembebanan diatur secara bertahap dengan memakai pompa hidrolik sampai pada batas yang direncanakan. Jadi pompa hidrolik bekerja maka beban akan bekerja pada

tiang sehingga tiang akan mengalami penurunan. Apabila penurunan tiang yang terjadi pada tiang telah mencapai penurunan maksimal maka daya dukung tiang dianggap maksimal. Mekanisme penyaluran beban pada pengujian ini dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.7. Mekanisme penyaluran beban pada pondasi tiang

2. *Pile Driving Analyzer*

Pile Driving Analyzer atau *Dynamic Loading Test* ini didasarkan pada interpretasi gelombang satu dimensi yang menjalar dalam pondasi tiang akibat berikut ini.tumbukan yang diterima oleh tiang pancang. Sistem pengujiannya adalah sebagai berikut ini.

a. Memasang alat *Strain transducer* dan *Accelerometer* yang berfungsi untuk menerima regangan pada tiang ketika tiang dipancang dan menerima percepatan gelombang yang merambat dalam tiang.

b. Tiang pancang ditumbuk dengan *drop hammer* sebanyak dua sampai lima kali.

c. Hasil rekaman PDA dianalisis lebih lanjut dengan metode CAPWAP yaitu metode analisis yang mengkombinasikan data pengukuran di lapangan dengan data persamaan gelombang untuk menaksir kapasitas daya dukung statis tiang dan distribusi tahanan.

d. Menganalisis benturan tiang berdasarkan hasil rekaman PDA dengan cara menganalisis karakteristik kurva F (gaya tumbuk) dan V (kecepatan rambat gelombang).

2.10. Biaya Pemancangan untuk Tiap Tiang

Biaya yang dikeluarkan untuk satu tiang pancang adalah komulasi dari harga satu batang tiang dikalikan jumlah batang tiang yang diperlukan, sewa peralatan yang digunakan, upah pekerja, dan biaya penunjang lainnya.

Biaya = (Ht x Jt) + (Bpp)

dengan :

Ht = harga satu batang tiang

Jt = jumlah batang tiang yang dibutuhkan dalam satu tiang pancang

Bpp = biaya pelaksanaan tiap pekerjaan misal tahap penyambungan dan lain-lain untuk mobilisasi, upah pekerja dan alat

BAB III

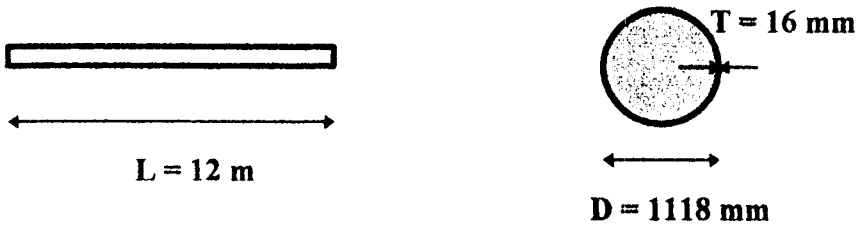
DATA DAN METODE PELAKSANAAN DI LAPANGAN

3.1. Data Lapangan

Metode pelaksanaan pekerjaan yang diangkat sebagai kasus adalah metode pelaksanaan pemancangan khususnya tiang pancang miring pada Proyek Pembangunan Dermaga Peti Kemas antar Samudera Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Proyek ini merupakan perluasan atau perpanjangan dari dermaga lama yang sudah ada. Lokasi proyek terletak di sebelah barat dermaga lama sepanjang 500 m dengan lebar 50 m. Dari data perairan di wilayah Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya didapat suatu kesimpulan bahwa arus dan gelombang pada perairan ini relatif kecil sehingga dapat diabaikan. Pasang surut air laut di wilayah pelabuhan ini mempunyai selisih ketinggian kurang lebih 0,5 m. Kedalaman permukaan tanah dasar laut berkisar antara 5 sampai 8 m di bawah permukaan air laut. Urutan jenis lapisan tanah pada lokasi proyek yang terlihat pada lampiran aa adalah berupa lempung yang sangat lunak, lempung lunak, lempung keras, lempung berpasir, dan tanah keras.

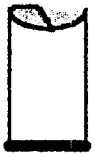
Pada Proyek Pembangunan Dermaga Peti Kemas antar Samudera Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya ini struktur bawah yang dipakai berupa tiang pancang pipa baja tanpa tambahan bahan pengisi. Pipa baja berdiameter 1118 mm dan 711 mm yang digunakan pada struktur bawah tersebut terbuat dari lempengan baja

dengan ketebalan lempengan 14 mm dan 16 mm. Untuk tiang miring dipakai pipa baja diameter 1118 mm ketebalan 16 mm. Gambar 3.1. bentuk pipa baja yang digunakan. Sedangkan kemiringan tiang adalah 18° dari garis vertikal dengan arah miring arah laut dan darat.



Gambar 3.1. Penampang tiang pipa baja

Sebagai pelindung tiang baja dari korosi maka pada tiang yang direncanakan akan terendam air laut diberi lapisan *coating* dari campuran bahan kimiawi. Proses pemberian lapisan pada permukaan sejumlah tiang tersebut merupakan proses pabrikasi. Sedangkan tambahan pada bagian ujungnya dipakai topi baja tipe ujung datar seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Topi tiang bentuk datar

3. Peralatan penyambungan tiang digunakan adalah seperangkat mesin las merk Yanmar, TS 190, 300 rpm.
4. Theodolit digunakan sebagai alat untuk menentukan suatu posisi tertentu. Digunakan theodolit Sokhisha TM 1 A.
5. *Waterpass* yang digunakan merk Shokia C 32.
6. *Unit Service boat* yaitu unit kapal yang digunakan sebagai alat transportasi tiang dan pekerja.
7. *Crane* adalah alat yang dapat menarik, menurunkan dan mengangkat tiang. Dalam proyek ini *crane* digunakan dalam transportasi tiang.

3.3. Metode Pelaksanaan di Lapangan

Metode pelaksanaan pemancangan yang dilakukan pada proyek pembangunan Dermaga Peti Kemas antar Samudra Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya selengkapnya dijelaskan pada sub bab berikut ini.

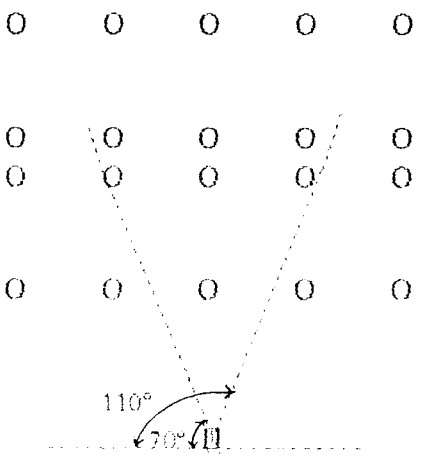
3.3.1. Penentuan Titik Referensi

Dalam pelaksanaan pekerjaan Pembangunan Dermaga Peti Kemas Samudera ini (50m x 500m) titik referensi diambil dari elevasi/koordinat pada Dermaga lama ("*existing*"). Dari hasil pengukuran yang telah dilaksanakan bersama pihak Konsultan ditetapkan dua buah titik referensi yaitu BM1 dan BM2 yang masing-masing merupakan titik pancang tiang di kedua tepi dermaga lama dengan data-data sebagai berikut ini.

BM1 :	X = 163,750	BM2 :	X = 13,750
	Y = -44,000		Y = -44,000
	Z = 5,293 LWS		Z = 5,288 LWS

3.3.2. Penentuan Titik Referensi Baru

Titik-titik bantu ini diambil dari titik referensi utama BM1 dan BM2. Titik-titik bantu dibuat pada dermaga lama yang disesuaikan dengan rencana posisi-posisi tiang. Sedangkan untuk referensi posisi tegak lurusnya barisan tiang yang berada di tengah laut dengan memakai sistem *plat form*. Pada proyek ini satu *plat form* dipakai untuk mengontrol barisan tiang yang sejajar dengannya atau barisan tiang lain yang tidak sejajar dengan syarat letak tiang mempunyai sudut 90° ± 20° seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Sistem *Plat form* yang digunakan

Untuk menentukan koordinat *"Plat Form"* digunakan 2 buah theodolit dengan sistem segi tiga.

3.3.3. Penyambungan Pipa Tiang Pancang

Pada tahap pelaksanaan penyambungan pada proyek Pembangunan Dermaga Peti Kemas antar Samudera Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya ini dilakukan dua tahap. Dari data sondir didapat kedalaman tanah keras kurang lebih berkisar 90 m dibawah permukaan laut. Penyambungan tahap pertama dilakukan di darat yang dalam proyek ini lokasinya dinamakan Area Kerja Darat Paket A. Pada tahap pertama ini penyambungan yang dilakukan sebanyak 6 buah sambungan yang terdiri dari dua kelompok tiang. Kelompok tiang pertama tiang bagian atas (*upper*) sebanyak 5 buah tiang disambung atau 4 sambungan dan kelompok tiang bagian bawah (*bottom*) sebanyak 3 tiang atau 2 sambungan. Hasil penyambungan tahap pertama ini diuji dengan *Radiography X-ray*.

Penyambungan tiang menggunakan sambungan las. Sebelum pelaksanaan penyambungan dibuat jajaran meja kerja yang digunakan untuk meletakkan tiang-tiang yang akan disambung. Meja kerja landasan terbuat dari baja ϕ 400 mm, dengan dimensi panjang 84 m dan lebar 30 m, sebagian menjorok ke laut $\pm$ 6 m, berjajar 14 dengan jarak 6 m setiap jajar dan bertumpu pada 4 landasan blok beton dengan ketinggian dari muka tanah ke bagian sisi bawah pipa yang disambung 0,6 m. Meja kerja yang disiapkan dijadikan dua bagian yaitu bagian untuk penempatan pipa dan bagian untuk pengelasan serta pengujian pipa. Meja landasan untuk bagian penempatan pipa yang dibuat adalah untuk menampung

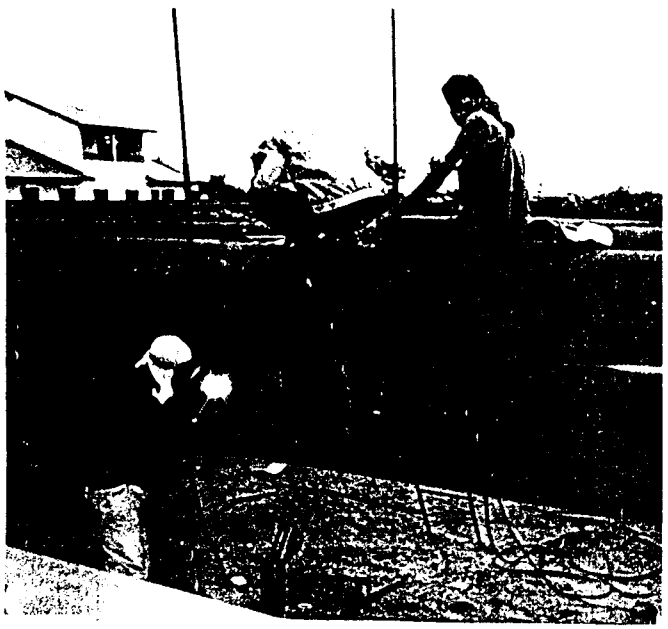
sebanyak 35 batang yaitu 5 baris masing-masing 5 batang dan 5 baris masing-masing 3 batang. Sedangkan pada bagian pengelasan dan pengujian pipa, meja kerja yang dibuat harus mampu menampung pipa ϕ 1118 mm sebanyak 28 batang yaitu 4 baris masing-masing 5 batang dan 4 baris masing-masing 3 batang yang akan menjadi 4 buah tiang pancang dengan panjang masing-masing 8 x 12 m. Gambar 3.4. memperlihatkan meja kerja atau meja dudukan yang dipakai.



Gambar 3.4. Meja dudukan tiang

Setelah pipa-pipa ditempatkan pada meja kerja atau meja landasan dengan penempatan 5 batang dan 3 batang berurutan kemudian dilakukan langkah penyetelan pipa. Urutan langkah penyetelan yang selengkapnya yang dilakukan adalah sebagai berikut ini :

1. Tiang pancang yang akan disambung ditempatkan di atas meja kerja secara berderet.
2. Untuk mendapatkan kelurusan yang dikehendaki maka digunakan waterpass dan rambu pembacaan sebagai alat bantunya, sedang untuk mengangkat pipa dalam keadaan horisontal digunakan alat angkat semacam dongkrak dan *tripod* kapasitas 2 masing-masing 5 ton.
3. Setelah pipa dalam keadaan lurus maka pipa-pipa tersebut diklem agar posisinya tidak berubah.
4. Setelah mendapatkan panjang penyambungan yang dibutuhkan maka pengelasan dapat dilaksanakan. Gambar 3.5 adalah pelaksanaan pekerjaan penyambungan tiang di darat.

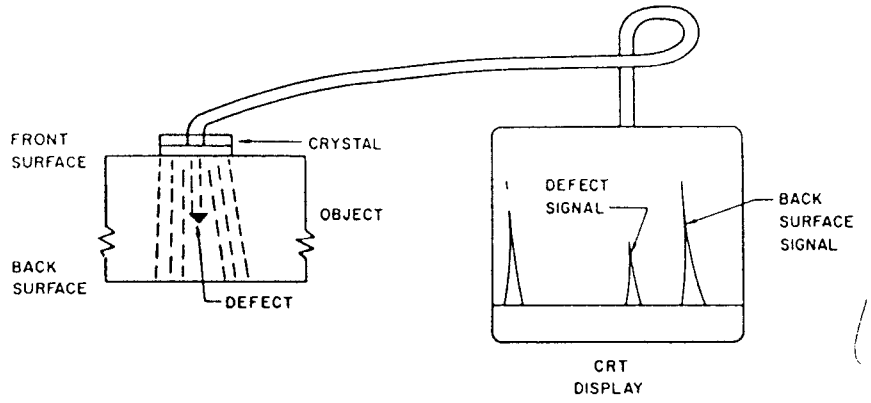


Gambar 3.5 Penyambungan tiang pancang di darat

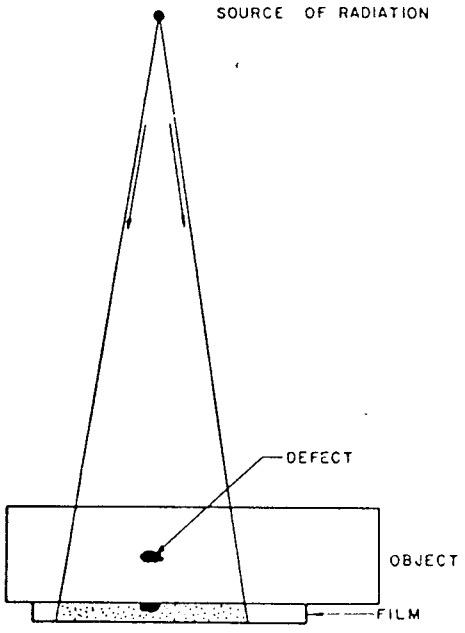
Proses pengelasan tahap dua dilakukan pada saat tiang pancang dipancang di lokasi pemancangan di laut yaitu antara tiang *upper* dan *bottom*. Penyambungan tiang dilakukan dengan menyisakan tiang pancang *bottom* yang sudah terpancang sepanjang 1,5 m dari elevasi dermaga lama untuk mempermudah proses penyambungan. Hasil penyambungan pada tahap ini harus lolos uji mutu yaitu *Ultrasonic test*.

Pada proses pengelasan dipakai cara SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) atau pengelasan busur nyala logam terlindung yang merupakan salah satu jenis pengelasan yang paling sederhana dan canggih. Pekerjaan pengelasan mengacu pada spesifikasi Prosedur Pengelasan (WPS).

Langkah pengujian mutu sambungan dengan *Radiography test* atau *X-ray* dilakukan dengan menggunakan sinar X. Sinar X dipancarkan menembus obyek uji yang dibelakang obyek tersebut telah dipasang film. Apabila pada obyek tersebut terdapat kerusakan maka akan terlihat pada negatif film yaitu berupa warna hitam. Pengujian *Ultrasonic Test* dilakukan dengan memakai gelombang suara. Gelombang suara dialirkan dari alat penguji menuju kristal *pissolectric* yang diletakkan pada benda uji. Apabila pada benda uji terdapat kerusakan maka pada tampilan layar sinyal-sinyal yang muncul tidak teratur atau ada yang tidak sempurna. Prinsip kedua pengujian dapat dilihat pada gambar 3.6. dan 3.7.



Gambar 3.6. Prinsip tes *Ultrasonic*

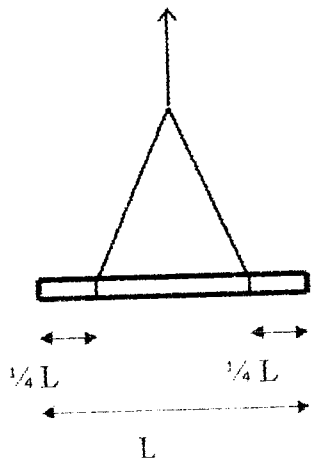


Gambar 3.7. Prinsip tes Radiografi

Pada tempat penyambungan ini juga dilakukan pemberian kelengkapan tiang yang berupa penambahan ujung kelompok tiang bottom dengan topi tiang bentuk datar. Kelengkapan lain adalah pemberian tanda pembagian jarak pada tiang

3.3.4. Transportasi tiang Pancang

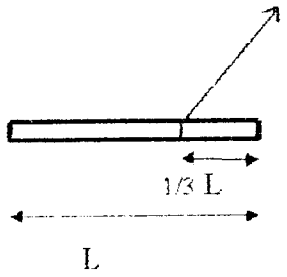
Pada proyek ini dibutuhkan transportasi tiang pada waktu pengambilan tiang dari tempat penampungan ke tempat penyambungan tahap pertama dan dari tempat penyambungan tiang untuk dibawa ke lokasi pemancangan di laut. Pada transportasi tiang tahap pertama yaitu dari penampungan ke tempat penyambungan digunakan crane untuk mengangkat tiang. Cara pengangkatan tiang dilakukan dengan mengikat kedua bagian tepi tiang dengan sling yang telah dihubungkan dengan *crane*. Ikatan sling pada tiang berjarak kurang lebih 0,25 panjang tiang dari ujung-ujung tiang seperti ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Cara pengangkatan tiang di darat.

Transpotasi tiang dari tempat penyambungan di darat yaitu pada Area Kerja Darat Paket A yang berada menghadap ke laut menuju lokasi pemancangan digunakan bantuan unit *service boat*. Sebelum diluncurkan ke laut bagian ujung kelompok tiang ditutup dengan *plywood* tebal 12 mm dan dilindungi plastik yang

diikat dengan karet ban. Pada tahap ini kelompok tiang yang telah dibawa ke lokasi pemancangan diikat dengan sling pada jarak 1/3 panjang tiang dari ujung tiang seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.9. kemudian diluncurkan ke laut untuk ditarik dengan menggunakan *service boat* ke arah alat pemancang.



Gambar 3.9. Cara pengangkatan tiang menuju titik pancang.

3.3. 5. Metoda pelaksanaan pemancangan tiang.

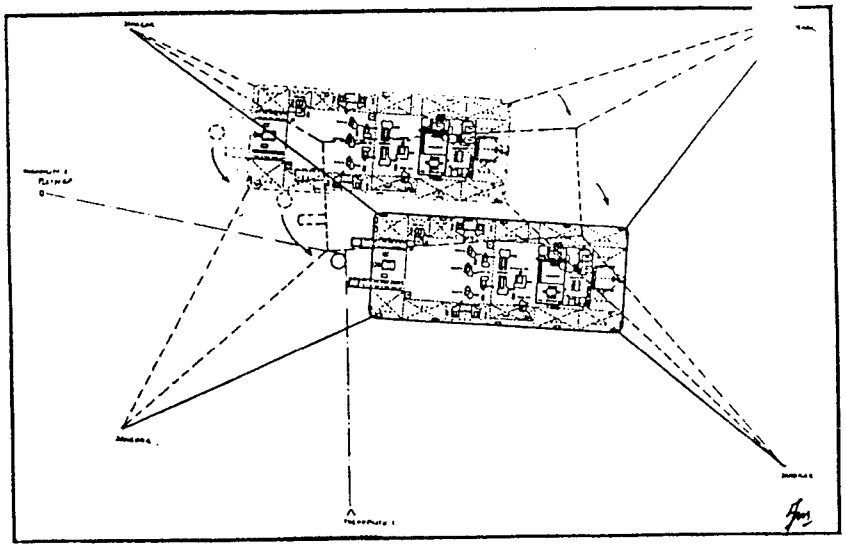
Peralatan pemancangan yang digunakan adalah sebagai berikut ini.

1. 1 unit *Floating Pile Driver* (FPD) Shimotsu ukuran ponton 3,5 m x 18,0 m x 46,0 m dengan tinggi 56,0 m.
2. 1 unit *Hydraulic Hammer Hydraquip* HQ 15.
3. 4 unit mesin las 350 s/d 400 A.
4. 1 unit *Service boat* yang terdiri dari unit *Anchor boat* dan unit *Tug boat*.
5. Alat penunjang lain.

Dua buah theodolit ditempatkan pada dua tempat yaitu pada Dermaga lama (pada referensi untuk titik yang akan dipancang) dan satu theodolit ditempatkan pada [illegible]. Dua theodolit digunakan pada titik referensi tetap (BM)

Kemudian diputar sesuai sudut rencana titik tiang pancang yang akan dipancang. Dengan menggunakan sistem dua garis yang berpotongan maka posisi tiang pancang akan dapat ditentukan. Penentuan elevasi titik pemancangan disesuaikan dengan elevasi tiang pancang pada dermaga lama

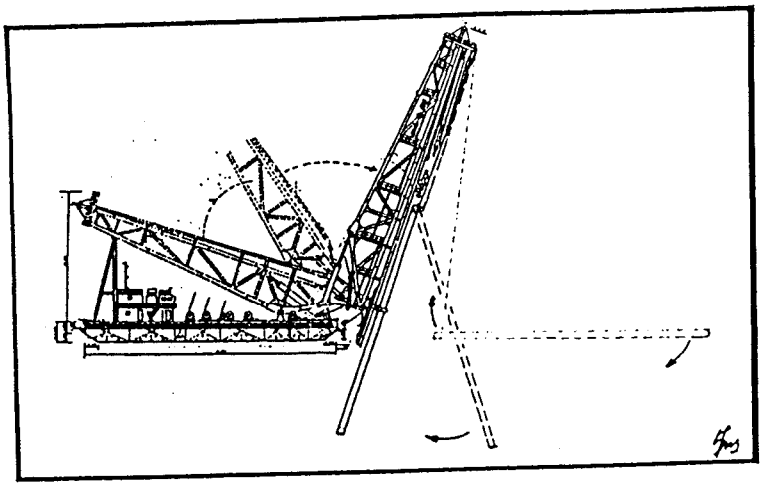
Kapal ponton yang mendukung peralatan pemancangan ditempatkan pada titik pancang yang telah dibidik. Untuk mendapatkan posisi penempatan ponton seperti yang direncanakan maka selalu dilakukan pengontrolan koordinat pemancangan dengan theodolit dari dua titik referensi yaitu pada dermaga lama dan pada *plat form*. Untuk mendapatkan posisi yang cukup stabil dari ponton maka dilakukan penjangkaran. Penjangkaran dilakukan dengan cara menarik dan melepas sling jangkar yang ada pada ponton seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.10. sehingga didapat penempatkan FPD pada posisi sesuai rencana. Setelah berada pada posisi rencana yang diketahui dari pengontrolan koordinat oleh kedua *theodolit* maka jangkar dilepaskan ke laut. Penarikan sling jangkar tersebut dilakukan dengan menggunakan *tug boat*.



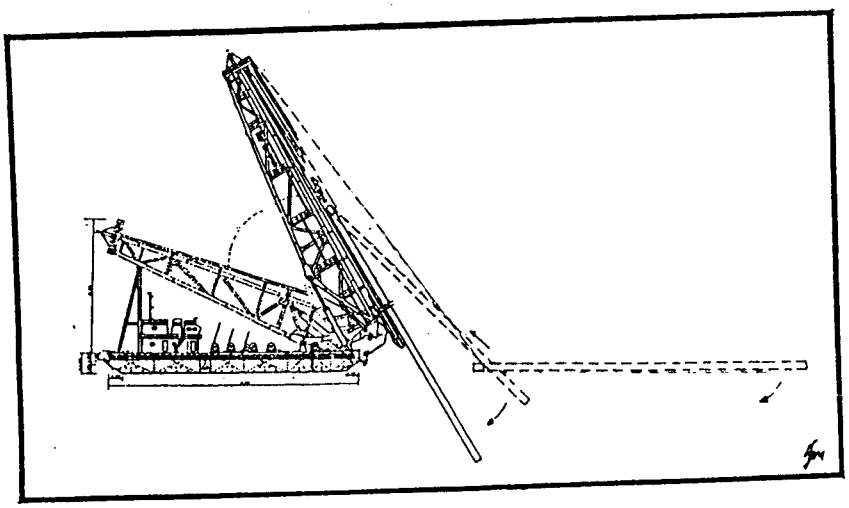
Gambar 3.10. Penempatan FPD dengan menarik dan melepas sling.

Setelah posisi titik tiang yang akan dipancang ditentukan dan alat pancang telah ditempatkan, tiang pancang *bottom* dari tempat penyambungan ditarik dengan *service boat* dan didekatkan pada alat pemancang sehingga siap diterima oleh *Floating Pile Driver*, pada jarak ± 0,25 L dari ujung tiang pancang dipasang sling pengangkat dari *Floating Pile Driver*. Tiang pancang diangkat ke arah *leader* yang sebelumnya sudah berada pada posisi miring sesuai kemiringan yang direncanakan yaitu sebesar 18° dan diletakkan sejajar *leader*. Untuk memastikan posisi tiang pancang tetap, dipasang sabuk tiang. Tiang pancang akan turun karena berat sendiri tiang dan berhenti pada kedalaman tertentu. Setelah penurunan akibat berat sendiri tiang berakhir maka tiang dimasukkan ke dalam kepala *hammer* dan selanjutnya siap untuk dilakukan pemukulan. Pemancangan tiang pancang bagian bawah (*bottom*) dihentikan setelah sisa tiang mencapai kurang lebih 1,5 m di atas elevasi dermaga lama. Tiang pancang bagian atas (*upper*) disiapkan untuk dipancang di atas tiang bagian bawah yang telah terpancang sebelumnya. Sebelum

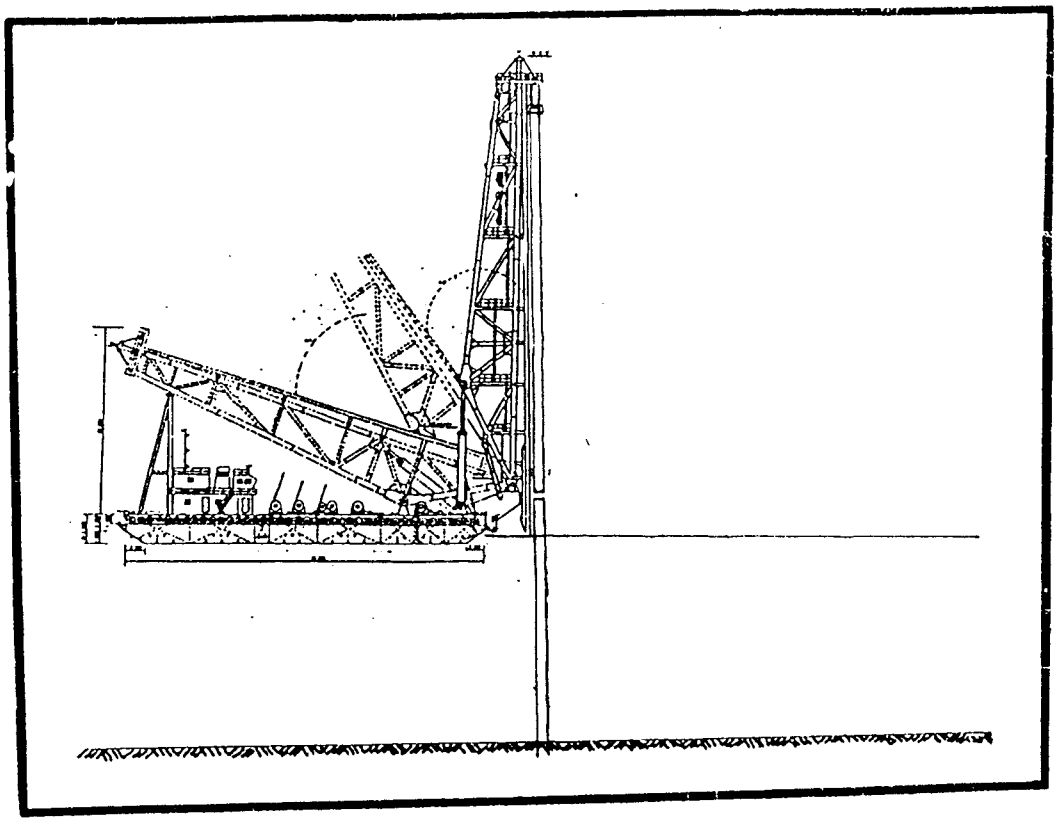
proses pemancangan dimulai kembali, dilakukan penyambungan antara ujung tiang pancang *bottom* dengan pangkal tiang pancang *upper*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.11., 3.12., dan 3.13. berikut ini.



Gambar 3.11. Penempatan tiang pancang pada alat pancang



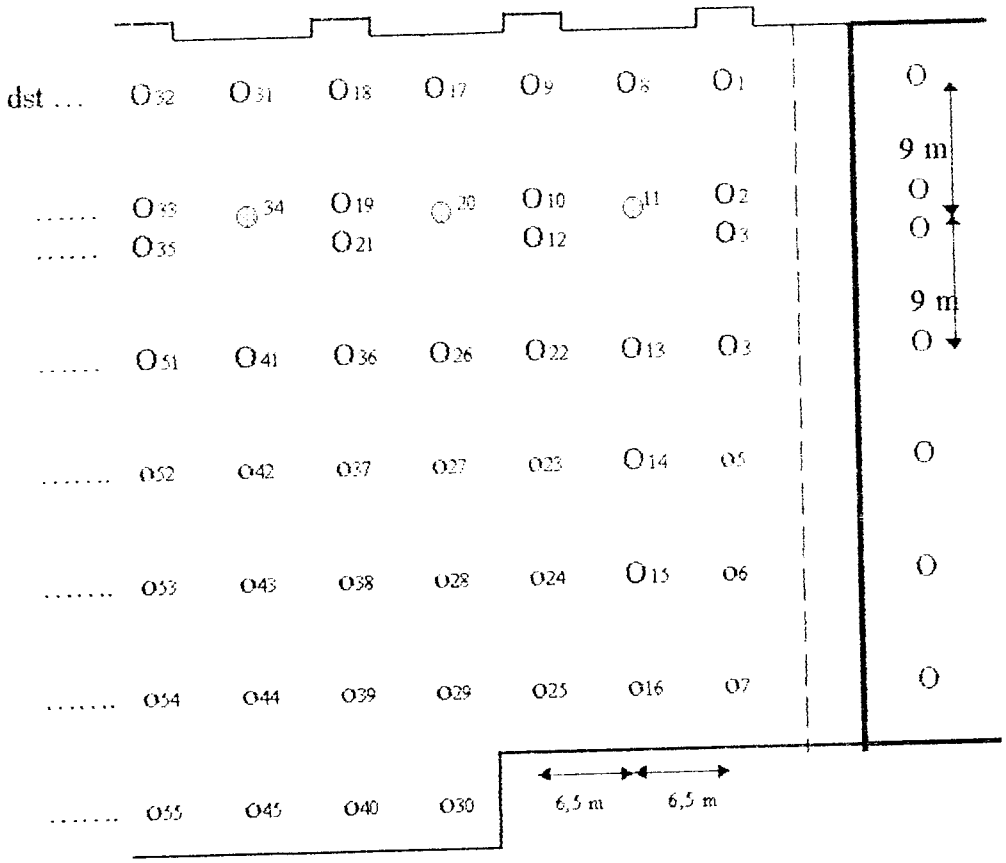
Gambar 3.12. Penyambungan tiang



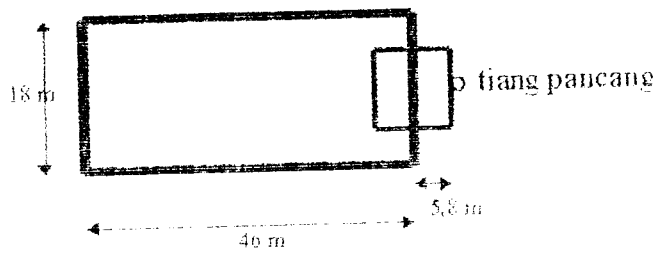
Gambar 3.13. Penyambungan tiang pancang saat pemancangan.

Penentuan urutan pemancangan tiang pada proyek ini ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor antara lain penempatan ponton, ketersediaan ukuran tiang pancang berkaitan erat dengan daerah penempatan ponton yang harus disediakan. Dengan adanya pertimbangan tersebut maka suatu tiang yang telah dipancang tidak mengganggu penempatan dan penjangkaran ponton saat akan melakukan pemancangan tiang lain. Gambar 3.14. menunjukkan urutan pemancangan tiang yang ditetapkan pada proyek ini dan nomor yang tertera adalah nomor urut pemancangan. Pemancangan tiang diurutkan sedemikian rupa

sehingga ponton dengan ukuran kurang lebih 46 m x 18 m seperti gambar 3.15 tersebut dapat ditempatkan.



Gambar 3.14. Urutan pemancangan tiang

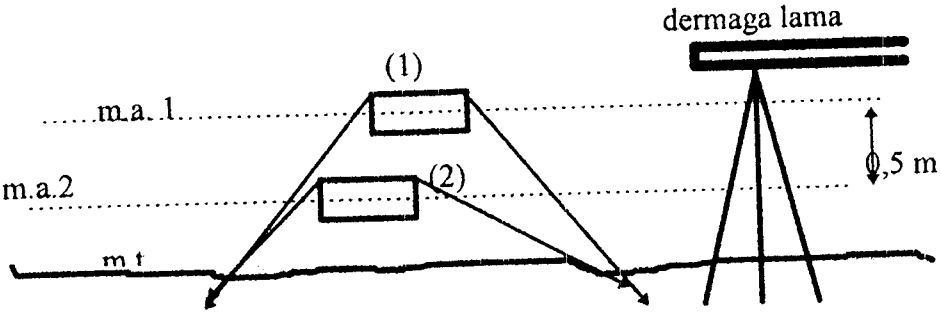


Gambar 3.15. Dimensi alat pemancang

Pertimbangan lain ditetapkannya urutan pemancangan seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.14. adalah faktor ketersediaan material berupa tiang pancang. Tiang pancang dengan diameter 1118 mm didatangkan lebih cepat daripada diameter 711 mm sehingga ditetapkan pemancangan lebih banyak didahulukan untuk tiang pancang dengan diameter 1118 mm.

Kestabilan tanah akibat pemukulan pada saat pemancangan juga menjadi pertimbangan untuk menentukan urutan pemancangan tiang. Pada saat pelaksanaan pemancangan suatu tiang, tanah disekitar tiang tersebut akan mengalami gangguan sehingga membutuhkan waktu untuk dapat pulih kembali. Oleh karena itu pelaksanaan pemancangan berikutnya dilakukan pada tiang lain disebelahnya yang mempunyai jarak paling jauh dari tiang yang baru saja dipancang.

Urutan pemancangan pada proyek ini ditetapkan dengan menggabungkan ketiga pertimbangan tersebut. Pada gambar 3.14. terlihat bahwa setelah pemancangan tiang pada baris pertama selesai pemancangan dilanjutkan pada tiang nomor 8. Tiang nomor 8 ini berada di dekat tiang nomor 1 yang diperkirakan kondisi tanahnya sudah stabil. Pertimbangan lain tidak ditetapkan urutan pemancangan tiang nomor urut 16 setelah nomor urut 7 adalah masalah penyediaan ukuran tiang diameter 711 mm mengalami keterlambatan. Penetapan pemancangan dari tiang nomor urut 8 pada baris kedua menuju baris ketiga yaitu tiang nomor urut 9 kemudian diteruskan nomor urut 10 dan kembali menuju baris kedua pada tiang nomor 11 mempertimbangkan daerah penempatan ponton yang



Gambar 3.16. Kedudukan ponton saat pasang surut air laut.

Keterangan :

m.a.1. = muka air laut saat kondisi pasang

m.a.2. = muka air laut saat kondisi surut

m.t. = muka tanah dasar laut

3.3.6. Penghentian Pemancangan.

Penghentian pemancangan pada proyek ini didasarkan pada data hasil driving record. Pemancangan dapat dihentikan apabila pukulan yang diberikan pada tiang sudah tidak mengakibatkan penurunan. Sebagai salah satu contoh data driving record suatu tiang pada lampiran 9 terlihat bahwa pada kedalaman 87,815 m penurunan tiang sudah dianggap kecil sehingga pemancangan dapat dihentikan.

3.3.7. Daya dukung tiang.

Pada proyek ini pengujian daya dukung tiang dilakukan dengan memakai beberapa cara yaitu dengan kalendering yang didasarkan pada *driving record. Driving record* dimulai saat dilakukan pemukulan pertama pada tiang. Data yang didapat adalah jumlah pukulan yang dilakukan tiap panjang penurunan yang

ditentukan. Untuk pemancangan tiang pancang pada proyek ini, jumlah pukulan dihitung mulai tiap jarak 1 m penambahan kedalaman, dari kedalaman 60,00 m sampai 65,00 m tiap jarak 0,5 m dan dari kedalaman 65,00 m sampai mencapai tanah keras dihitung tiap jarak 0,25 m. Dari data pada lampiran 9 terlihat bahwa sampai pada kedalaman 40 m tidak diperlukan pemukulan karena penurunan tiang disebabkan berat sendiri tiang. Penurunan pada kedalaman 40 m sampai 41 m diperlukan 1 pukulan, dari kedalaman 41 m sampai kedalaman 42 m diperlukan 7 pukulan dan seterusnya. Dari data tersebut dapat dihitung penurunan tiang tiap pukulan yang dilaksanakan. Pada saat mencapai tanah keras yaitu pada kedalaman antara 87,750 m sampai 87,815 m, penurunan yang terjadi tiap pukulan sangat kecil hanya 0,16 cm atau hampir sudah tidak terjadi penurunan pada tiang, sehingga dapat dilakukan kalendering. Kalendering dilakukan dengan alat bantu berupa kertas milimeter dan sebuah spidol. Spidol dipegang dengan tangan mengarah pada kertas milimeter dan diletakkan pada dudukan yang disediakan. Untuk memperoleh data dari pelaksanaan kalendering, dilakukan 10 kali pukulan. Setiap pukulan yang dilakukan terekam pada kertas milimeter seperti terlihat pada lampiran 9. Untuk memastikan keakuratan data maka pada proyek ini pelaksanaan kalendering dilakukan 3 kali tiap tiang pancang. Dari pelaksanaan kalendering didapat data sebagai berikut ini.

S = 1,4 mm

C = 25,4

H = 1,2 m

W = 16 Ton

Keterangan :

S = besarnya penurunan tiang

C = konstanta *hidrohammer*

H = tinggi jatuh *hammer*

W = berat atau beban piston

Daya dukung tiang yang didapat adalah sebagai berikut ini.

$$Q = \frac{1000 \times 16 \times 1,2}{1,4 \times 25,4}$$

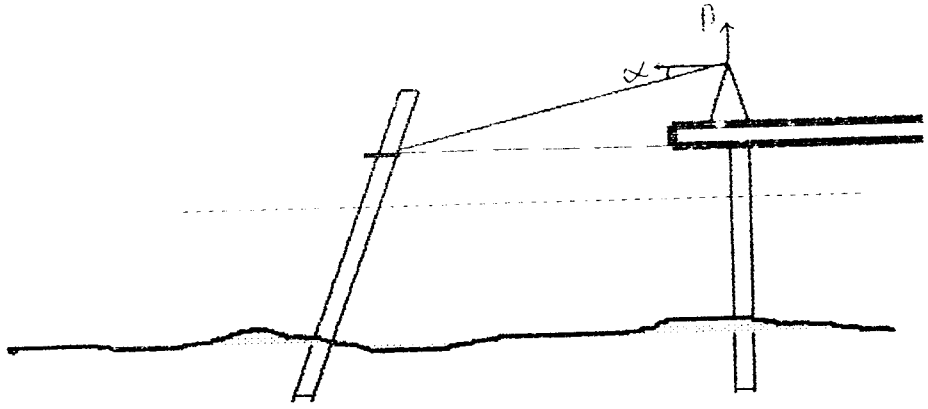
$$= 716,418 \text{ ton}$$

SF = 3

$$Q = \frac{716,418}{3} = 238,806 \text{ ton}$$

3.3.8. Pemotongan Tiang Pancang

Pemotongan tiang pancang dimaksudkan untuk menyamakan elevasi tiang pancang yang selesai dipancang dengan tiang pancang pada dermaga lama oleh karena itu titik pemotongan didasarkan pada tinggi tiang pancang dermaga lama. Pekerjaan pemotongan dilaksanakan setelah pengujian daya dukung tiang selesai. Titik potong dibidik dengan menggunakan theodolit dari titik referensi yang terletak di dermaga lama. Cara pemotongan tiang ini mempunyai prinsip kerja yang sama dengan pengelasan. Dengan menggunakan acetelin dan oksigen yang disemburkan pada titik potong dengan peralatan las.



Gambar 3.17. Penentuan titik pemotongan.

Untuk menentukan besaran sudut vertikal (β) dari theodolit yang terletak pada dermaga lama adalah $\beta = \alpha + 90°$, dimana :

$$\alpha = \text{arc tg } \frac{[\text{elevasi titik pemotongan rencana} - (\text{elevasi titik referensi} + \text{tinggi alat})]}{\text{jarak}}$$

3.4. Biaya dan Waktu Pemancangan yang Diperlukan Tiap Tiang Pancang.

3.4.1. Biaya yang Diperlukan

Biaya yang diperlukan untuk pemancangan satu tiang pancang adalah sebagai berikut ini.

1. Penyediaan tiang pancang dan sambungan tiap m' Rp. 1.019.468,00
2. Sepatu plat penutup tiang pancang perbuah Rp. 1.307.810,00
3. Pemancangan tiang pancang tiap m' Rp. 49.466,00
4. Pengangkatan dan penegakan tiang perbuah Rp.11.736.978,00
5. Pemotongan kepala tiang perbuah Rp. 272.663,00

Biaya yang diperlukan untuk satu tiang pancang untuk kedalaman 87,815 m adalah (1.019.468 x 96) + (1.307.810 x 1) + (49.466 x 87,815) + (11.736.978 x 2) + (272.663 x 1) = Rp. 127.267.214,00

3.4.2. Waktu yang Diperlukan

Waktu yang diperlukan untuk membuat satu tiang pancang adalah jumlah waktu yang diperlukan mulai dari persiapan sampai akhir pelaksanaan pekerjaan. Dari data *hammer* yang dipakai dapat diketahui bahwa *Hydroulic Hammer Hydroquip* dengan berat piston 16 ton, tinggi jatuh 1,2 m, memerlukan waktu 10 detik untuk setiap kali pemukulan. Dari contoh data *pilling record* pada lampiran 9 diketahui bahwa untuk satu tiang pancang memerlukan 3593 pukulan. Waktu yang diperlukan untuk pemukulan tiang adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan satu kali pukulan dikalikan jumlah pukulan.

Waktu untuk pemukulan satu tiang pancang = 3593 x 10 detik

= 35930 detik

= 9,98 jam

Waktu yang diperlukan setiap tahapan pekerjaan adalah sebagai berikut ini.

1. Pengangkatan tiang ke tempat penyambungan, 8 tiang @ 4 menit — 32 menit
2. Persiapan penyambungan, 2 kelompok tiang @ 30 menit — 60 menit
3. Penyambungan di darat, 6 sambungan @ 45 menit — 270 menit
4. Pengangkutan tiang menuju lokasi pemancangan 2 kelompok — 45 menit

5. Persiapan pemancangan 2 kelompok tiang 60 menit

6. Pemancangan terdiri dari waktu yang diperlukan untuk penurunan akibat berat sendiri dan waktu untuk total pukulan 780 menit

7. Penyambungan di lokasi pemancangan satu kali 60 menit

8. Pemotongan 30 menit

Jadi waktu yang diperlukan untuk satu tiang pancang = 1337 menit

= 22,28 jam

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1. Umum.

Pada pelaksanaan pemancangan tiang pancang miring pada Proyek Pembangunan Dermaga Peti Kemas Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya tidak ditemui kendala yang berarti. Metode pelaksanaan yang direncanakan dapat dilaksanakan sesuai prosedur pemancangan tiang yang ada. Urutan pekerjaan juga dapat dilaksanakan sesuai dengan rencana kerja. Pembahasan mengenai metode pelaksanaan pemancangan yang dilaksanakan pada proyek ini selengkapnya akan dibahas pada sub bab berikut.

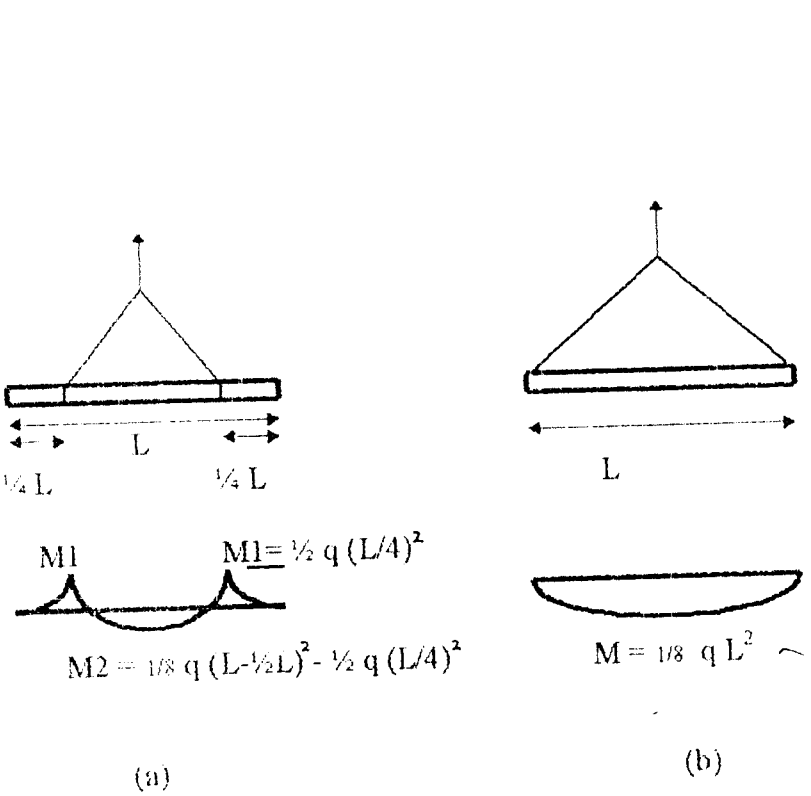
4.2. Penentuan Titik Referensi Utama dan Titik Referensi Baru.

Proyek Pembangunan Dermaga Peti Kemas Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya ini merupakan perluasan dari dermaga lama. Koordinat titik referensi pada dermaga lama yang menjadi acuan dalam menentukan posisi tiang pancang pada proyek ini adalah merupakan posisi dari deretan tiang pancang pada dermaga lama. Hal itu dimaksudkan agar didapat kelurusan posisi antara deretan tiang pancang pada perluasan dermaga atau dermaga baru dengan deretan pada dermaga lama.

Titik referensi utama BM1 dan BM2 ditetapkan pada titik pancang tiang tepi pada dermaga lama. Sedangkan titik referensi baru ditetapkan pada titik pancang tiang yang ada di antara titik referensi utama BM1 dan BM2.

4.3. Transportasi Tiang

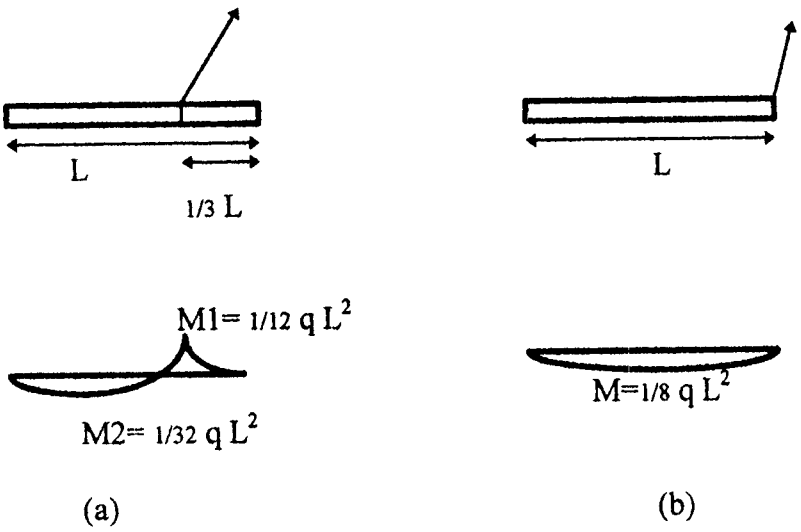
Proses transportasi tiang pada proyek ini dilakukan dua tahap. Pada transportasi tahap pertama yang dilakukan di darat diperlukan alat bantu *crane*. Tahap ini berupa pengangkatan tiang dari tempat penampungan ke tempat penyambungan. Tiang tiang tersebut diletakkan pada meja dudukan yang telah disiapkan untuk memudahkan penyambungan. Metode yang digunakan dalam pengangkatan yang dilaksanakan adalah dengan mengikatkan sling pada ke dua bagian tepi tiang yang berjarak 0,25 panjang tiang atau sekitar 3 m dari ujung. Pemakaian cara ini didasarkan pada pertimbangan mengenai ketersediaan alat yaitu crane, untuk menghindari kerusakan pada tiang dan mempermudah penempatan tiang pada meja dudukan. Momen yang terjadi pada pengangkatan yang ditunjukkan pada gambar 4.1a. lebih kecil jika diangkat pada kedua ujung tiang gambar 4.1b. sehingga apabila terjadi lendutan juga lebih kecil.



Gambar 4.1. Momen pada pengangkatan tiang

Transportasi tiang tahap kedua dari tempat penyambungan menuju ke tempat pemancangan digunakan unit kapal penarik yaitu unit *service boat*. Karena lokasi penyambungan di darat telah ditentukan di tepi laut maka tidak diperlukan peralatan lain. Sebelum tiang diluncurkan ke laut ujung tiang ditutup dengan plywood. Penutupan tersebut dengan maksud agar tiang tidak kemasukan air yang akan berakibat tiang tersebut tenggelam. Dengan posisi tiang yang mengapung di air mempermudah pekerjaan penarikan karena berat tiang akan lebih ringan dibanding jika tenggelam. Penarikan dilakukan dengan cara sling yang telah dihubungkan dengan *unit service boat* diikatkan pada tepi tiang yang berjarak 1/3 panjang tiang. Dipilih pengangkatan cara ini karena selain lokasi pemancangan di laut, kemudahan penempatan tiang pada FPD juga momen pengangkatan lebih kecil (gambar 4.1a) sehingga lendutan kecil dibanding jika sling diikatkan pada

sling diikatkan pada ujung tiang. Gambar 4.2. menunjukkan perbedaan momen yang terjadi pada dua cara pengangkatan yang berbeda. Untuk meluncurkan kelompok tiang yang masih berada diatas meja dudukan cukup dengan didorong ke laut kemudian dilakukan penarikan dengan *unit service boat*.



Gambar 4.2. Momen pengangkatan ke lokasi pemancangan

4.4. Penyambungan Tiang

Penentuan tahapan pada pelaksanaan penyambungan tiang didasarkan pada jumlah kebutuhan tiang, lokasi pemancangan dan jenis alat yang digunakan. Karena jumlah tiang yang diperlukan cukup banyak kurang lebih 8 tiang dengan panjang masing-masing 12 m maka pada proyek ini dilakukan dua tahap penyambungan yaitu penyambungan di darat dan pada saat pemancangan di laut. Pertimbangan lain adalah jenis alat dimana *leader* yang digunakan mempunyai panjang 56 m.

Penyambungan di darat dimaksudkan untuk meminimalkan jumlah penyambungan tiang saat pemancangan. Pada penyambungan tahap pertama ini tiang dikelompokan menjadi dua yaitu kelompok tiang bottom terdiri 5 tiang dan kelompok tiang upper terdiri 3 tiang. Jumlah tiang dalam tiap kelompok didasarkan pada kondisi lapisan tanah pada titik pancang dan panjang alat pancang. Pada proyek ini kondisi tanah yang cukup stabil berada pada kedalaman 50 m di bawah permukaan air laut. Kelompok tiang bottom mempunyai panjang 5 x 12 m atau kurang lebih 60 m, sehingga kelompok tiang ini mampu mencapai tanah yang cukup stabil. Pada kondisi ini penurunan yang diakibatkan oleh berat sendiri tiang sudah tidak terjadi. Panjang kelompok tiang *bottom* yang mencapai 60 m ini juga masih dapat diterima leader karena selisih panjang keduanya tidak banyak.

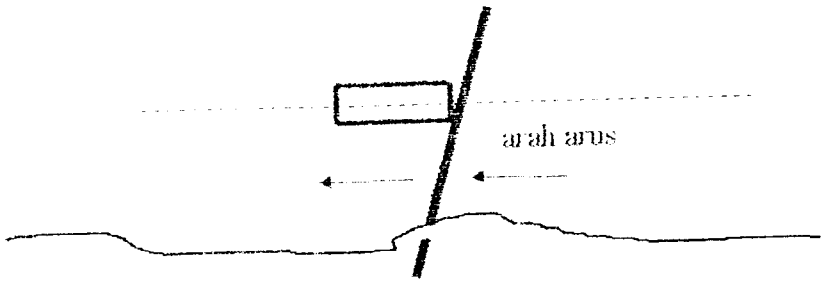
Pemberian kelengkapan pada kelompik tiang yaitu berupa pemberian topi tiang dan pemberian tanda jarak dilakukan saat tiang masih berada di atas meja dudukan. Topi tiang dimaksudkan untuk menghindari kerusakan ujung kelompok tiang yang berhubungan langsung dengan tanah akibat gaya tumbuk. Sedang pemberian tanda jarak dimaksudkan untuk mengetahui penurunan yang terjadi pada tiang sehingga memudahkan pelaksanaan *driving record* dan kalendering.

4.5. Pelaksanaan Pemancangan Tiang.

Pada pelaksanaan pemancangan tiang pancang pada proyek ini alat pancang yang dipakai adalah *Hydraulic Hammer Hydrogup* HQ 15. Dipilihnya tipe ini dengan pertimbangan bahwa hammer ini mempunyai keuntungan yang lebih dari

pada tipe lain. Hammer tipe ini merupakan *hammer* paling modern yang sangat cocok untuk pemancangan di pantai maupun lepas pantai selain juga mempunyai kecepatan yang cukup tinggi. Keuntungan lain dapat dilihat pada landasan teori. Dari keuntungan-keuntungan tersebut diharapkan akan dapat memberikan hasil pemancangan yang paling baik, efisiensi waktu dan efisiensi biaya. Pertimbangan lain karena hammer tipe ini juga dipakai untuk pemancangan tiang pancang pada dermaga lama. Sehingga diharapkan dengan peralatan pemancangan yang sama akan menghasilkan kualitas tiang pancang yang sama pula.

Pelaksanaan pemancangan tiang pancang miring pada proyek ini tidak didapat kendala yang berarti. Arus, gelombang dan kecepatan angin relatif kecil sehingga memudahkan pekerjaan penentuan titik pemancangan dan penempatan ponton. Kecilnya arus yang ada maka gaya horisontal akibat arus seperti pada gambar 4.3. tidak berpengaruh pada tiang saat pelaksanaan pemancangan. Berat sendiri dari ponton, penjangkaran pada ponton serta kondisi perairan cukup tenang menyebabkan kedudukan ponton cukup stabil. Kestabilan ponton berpengaruh FPD dan akan berpengaruh juga pada ketepatan titik pemancangan. Arah penempatan FPD tergantung pada arah kemiringan tiang pancang. Urutan pemancangan tersebut ditetapkan mempertimbangkan penempatan ponton, ketersediaan ukuran tiang pancang, dan kestabilan tanah akibat pemancangan.



Gambar 4.3. Pengaruh gaya akibat arus

4.6. Penghentian pemancangan

Penghentian pemancangan ditetapkan berdasarkan hasil *driving record*. Setelah tiang pancang mencapai kedalaman tanah keras, hasil *driving record* menunjukkan bahwa penurunan tiang pancang akibat pukulan sangat kecil. Apabila penurunan dianggap sangat kecil maka pemancangan tiang dihentikan. Dari data *driving record* terlihat bahwa pada kedalaman 87,385 m penurunan tiang pancang sudah dianggap sangat kecil sehingga pemancangan dihentikan. Penghentian pemancangan pada kedalaman tersebut juga tidak berbeda jauh dengan kedalaman rencana.

Pelaksanakan pengamatan melalui *driving record* harus mempertimbangkan antara lain masalah kedalaman rencana dari tiang pancang dan kedalaman tanah keras pada titik pemancangan. Jika sebelum mencapai kedalaman tanah keras penurunan yang terjadi akibat pukulan dianggap kecil, penghentian pemancangan belum dapat dilakukan karena masih ada kemungkinan tiang pancang tersebut mengalami penurunan lagi. Untuk menghindari kemungkinan itu maka penentuan penghentian harus didasarkan pada kondisi penurunan yang kecil saat tiang telah

mencapai tanah keras. Dalam memastikan kebenaran penghentian pemancangan dilakukan pemukulan sebanyak 300 kali pukulan yang dimulai saat pemancangan dianggap sudah dapat dihentikan. Apabila dari pemukulan tersebut tiang pancang sudah tidah mengalami penurunan maka penghentian benar-benar dapat dilakukan.

4.7. Pengujian Daya Dukung Tiang

Daya dukung tiang pancang miring pada proyek Pembangunan Dermaga Peti Kemas Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya ini diketahui dari pelaksanaan kalendering yang didasarkan pada hasil *driving record*. Test daya dukung dengan menggunakan metode *Static Loading Test* dan *Pile Driving Analizer* atau *Dynamic Loading Test* seperti hanya dilaksanakan pada tiang tegak. Tidak dilakukannya dua tes tersebut pada tiang miring karena kesulitan dalam pelaksanaan pengujian. Pada pengujian daya dukung tiang tegak dengan menggunakan beban statik, penempatan beban pada tiang miring sulit dilakukan. Oleh karena itu daya dukung tiang pancang miring pada proyek ini diperkirakan hampir sama dengan hasil daya dukung tiang dari dua metoda tersebut yang dilaksanakan pada tiang tegak. Sedang gaya lateral yang bekerja pada tiang miring lebih kecil dibanding gaya vertikal yang bekerja pada tiang tegak.

Dari perhitungan daya dukung tiang pancang miring didapat sebesar 238,806 ton. Dari data tersebut maka tiang pancang miring akan aman mendukung beban lateral yang diperkirakan kurang dari 200 ton.

4.8. Waktu yang Diperlukan Untuk Satu Tiang Pancang.

Dari perhitungan dapat diketahui bahwa total waktu yang diperlukan untuk pembuatan satu tiang pancang adalah 1337 menit dengan waktu pemancangan termasuk penurunan akibat berat sendiri tiang adalah 780 menit. Dari time schedule terlihat bahwa rencana waktu pemancangan selama 43 minggu untuk 164 tiang diameter 1118 mm. Karena hari minggu termasuk hari kerja maka waktu yang diperlukan untuk pemancangan satu tiang adalah :

= (43 minggu x 6 hari x 7 jam x 60 menit) / 164

= 11.012 / 164

= 660,73 menit

=11,01 jam

Terdapat selisih waktu antara waktu rencana dan kenyataan waktu yang diperlukan kurang lebih 120 menit. Hal tersebut dikarenakan adanya kendala pada pelaksanaan dilapangan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari uraian pada bab pembahasan sebelumnya dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Metode pelaksanaan pemancangan tiang miring tidak berbeda jauh dengan metode pelaksanaan pemancangan tiang tegak, hanya saja pada pelaksanaan pemancangan tiang miring posisi *leader* diarahkan sesuai dengan kemiringan yang direncanakan.
2. Alat pancang yang dipakai adalah hammer tipe hidrolik dengan pertimbangan antara lain karena hammer ini paling canggih dari tipe lain, waktu untuk satu kali pukulan dapat lebih cepat, dan sangat cocok untuk pemancangan di laut.
3. Pengujian daya dukung tiang miring menggunakan kalendering yang pelaksanaannya dimulai berdasarkan hasil *driving record*, pengujian dengan *loading test* tidak digunakan pada tiang miring karena kesulitan dalam penempatan beban uji dalam keadaan miring. Selain dari kalendering daya dukung tiang miring juga dapat diprediksikan

berdasarkan hasil kapasitas daya dukung tiang tegak dengan pengujian *loading test*.

4. Urutan pemancangan selain harus memperhitungkan faktor biaya dan waktu juga harus mempertimbangkan faktor lain yang berkaitan dengan pelaksanaan pemancangan antara lain penempatan ponton, ketersediaan ukuran tiang pancang dan kestabilan tanah akibat pemancangan.
5. Kondisi pasang surut air laut yang selisihnya diperkirakan sebesar 0,5 m tidak berpengaruh pada pelaksanaan pemancangan tiang miring karena elevasi titik potong yang direncanakan terletak jauh dari ketinggian air laut saat terjadi pasang, sedangkan agar posisi ponton tetap dilakukan penarikan dan pelepasan sling jangkar dengan dikontrol *theodolit*.
6. Arus air laut yang relatif kecil tidak berpengaruh pada pekerjaan pemancangan.
7. Terdapat selisih waktu antara rencana dan kenyataan di lapangan untuk pemancangan satu tiang pancang karena adanya kendala yang tidak diperhitungkan sebelumnya.

5.2. Saran

Dari studi Tugas Akhir ini terdapat beberapa saran yang dianjurkan antara lain:

1. Mengingat karakteristik tiap proyek yang berbeda, apabila terjadi suatu gangguan perlu adanya langkah analisa terhadap penyebab-penyebabnya

secara khusus, sehingga dapat dilakukan suatu langkah antisipasi yang tepat.

2. Untuk optimalisasi hasil suatu pekerjaan, sangatlah diperlukan sistem koordinasi yang baik guna yang didukung oleh sarana dan prasarana informasi yang lengkap dan memadai.

DAFTAR PUSTAKA

Bowles, J.E., P.E., S.E., 1993, ANALISIS DAN DESAIN PONDASI (jilid II), Edisi IV, Erlangga, Jakarta.

Bramlette, Mc.C., dan Michael, D.R., 1985, PLANNING AND DESIGN OF FIXED OFFSHORE PLATFORMS, Van Nostrand ReinholdCompany Inc, New York.

Leny Indriasari, 1997, PROYEK PENGEMBANGAN PELABUHAN TANJUNG PERAK SURABAYA PEMBANGUNAN DERMAGA PETI KEMAS SAMUDERA, Laporan Kerja Praktik, Yogyakarta.

Robert, M.K., Phd., P.E., 1985, CONSTRUCTION AND GEOTECHNICAL METHODS IN FOUNDATION ENGINEERING, McGraw-Hill Book Co, Singapore.

Shamsher Prakash, dan Hari D. Sharma, 1989, PILE FOUNDATION IN ENGINEERING PRACTICE, John Wiley & Sons, Inc. Toronto, Singapore.

Suyono Sosrodarsono, dan Mr. Kazuto Nakazawa, 1983, MEKANIKA TANAH & TEKNIK PONDASI, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

Wayne, C. Teng, 1981, FOUNDATION DESIGN, Prentice-Hall of India, New Delhi.

---------, 1995, PEDOMAN DAN PRAKTIK KERJA DAN TUGAS AKHIR, FTSP-UII, Yogyakarta.

LAMPIRAN

LAMP

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

).	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
.	LENY INDRIASARI	93 310 011		STRUKTUR
.	NUR LAILY HIDAYATI R.	93 310 033		STRUKTUR

sen Pembimbing I : : IR. H. SUSASTRAWAN, MS
sen Pembimbing II : : IR. TADJUDDIN BMA., MS

Yogyakarta, 16 Februari 1998
An. Dekan,
Ketua Jurusan Teknik Sipil.

IR. BAMBANG SULISTIONO, MSCE

1



2



LAMPIRAN 2

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. Kaliurang Km 14,4, Telp. 895042, 895707, Fax. 895330, Yogyakarta 55584

Nomor : 004 P.II A.TC JTS II 98 Yogyakarta, 16 Februari 1998
Lamp. : -
H a l : BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Kepada Yth.
Bapak *IR. TADJUDDIN BMA., MS.*
di -
YOGYAKARTA

Assalamu'alaikum Wr.Wb.
Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu agar membimbing Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan tersebut dibawah ini :

1. N a m a : **LENY INDRIASARI**
   No. Mhs. : **93 310 011**
   N.I.R.M. : **93 0051013114120 011**
   Bidang Studi : **STRUKTUR**
   Semester : **Genap**
   Tahun Akademi : **1997-1998**

2. N a m a : **NUR LAILY HIDAYATI R.**
   No. Mhs. : **93 310 033**
   N.I.R.M. : **93 0051013114120 033**
   Bidang Studi : **STRUKTUR**
   Semester : **Genap**
   Tahun Akademi : **1997-1998**

Dapat diberikan petunjuk - petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir.
Mahasiswa tersebut tidak berkelompok.
dengan dosen Pembimbing sbb. :

Dosen Pembimbing I : **Ir. H. Sugeng Prawan, MS**
Dosen Pembimbing II : **Ir. Tadjuddin BMA., MS**

Dengan mengambil topik :

METODE PEMANCANGAN TIANG PANCANG MIRING PADA PROYEK PEMBANGUNAN DERMAGA PETI KEMAS TANJUNG PERAK

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

a.n. Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil.

Ir. SAMBANG SULISTYONO, MSc.

Tembusan Kepada Yth. -
- arsip.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Jl. Kaliurang Km 14,4, Telp. 895042, 895707, Fax. 895330, Yogyakarta 55584

Nomor : 004 D.II-A.02 JTS II 98 Yogyakarta, 16 Februari 1998
Lamp. : -
Hal : PENETAPAN TUGAS AKHIR

Kepada Yth. :
Bapak *IR. H. SUSASTRAWAN. MS.*
di -
YOGYAKARTA.

Assalamu'alaikum Wr.Wb.
Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu agar mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan tersebut dibawah ini :

1. Nama	:	**LENY INDRIASARI**
No. Mhs.	:	**93 310 011**
N.I.R.M.	:	**93 0051013114120 011**
Bidang Studi	:	**STRUKTUR**
Semester	:	**Genap**
Tahun Akademi	:	**1997-1998**
2. Nama	:	**NUR LAILY HIDAYATI R.**
No. Mhs.	:	**93 310 033**
N.I.R.M.	:	**93 0051013114120 033**
Bidang Studi	:	**STRUKTUR**
Semester	:	**Genap**
Tahun Akademi	:	**1997-1998**

Dapat diberikan petunjuk - petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir.
mahasiswa tersebut tidak berkelompok.
dengan dosen Pembimbing sbb. :

Dosen Pembimbing I : Ir. H. Susastrawan, MS
Dosen Pembimbing II : Ir. Tadjuddin BMA., MS

Dengan mengambil topik:

METODE PEMANCANGAN TIANG PANCANG MIRING PADA PROYEK PEMBANGUNAN DERMAGA PETI KEMAS TANJUNG PERAK.

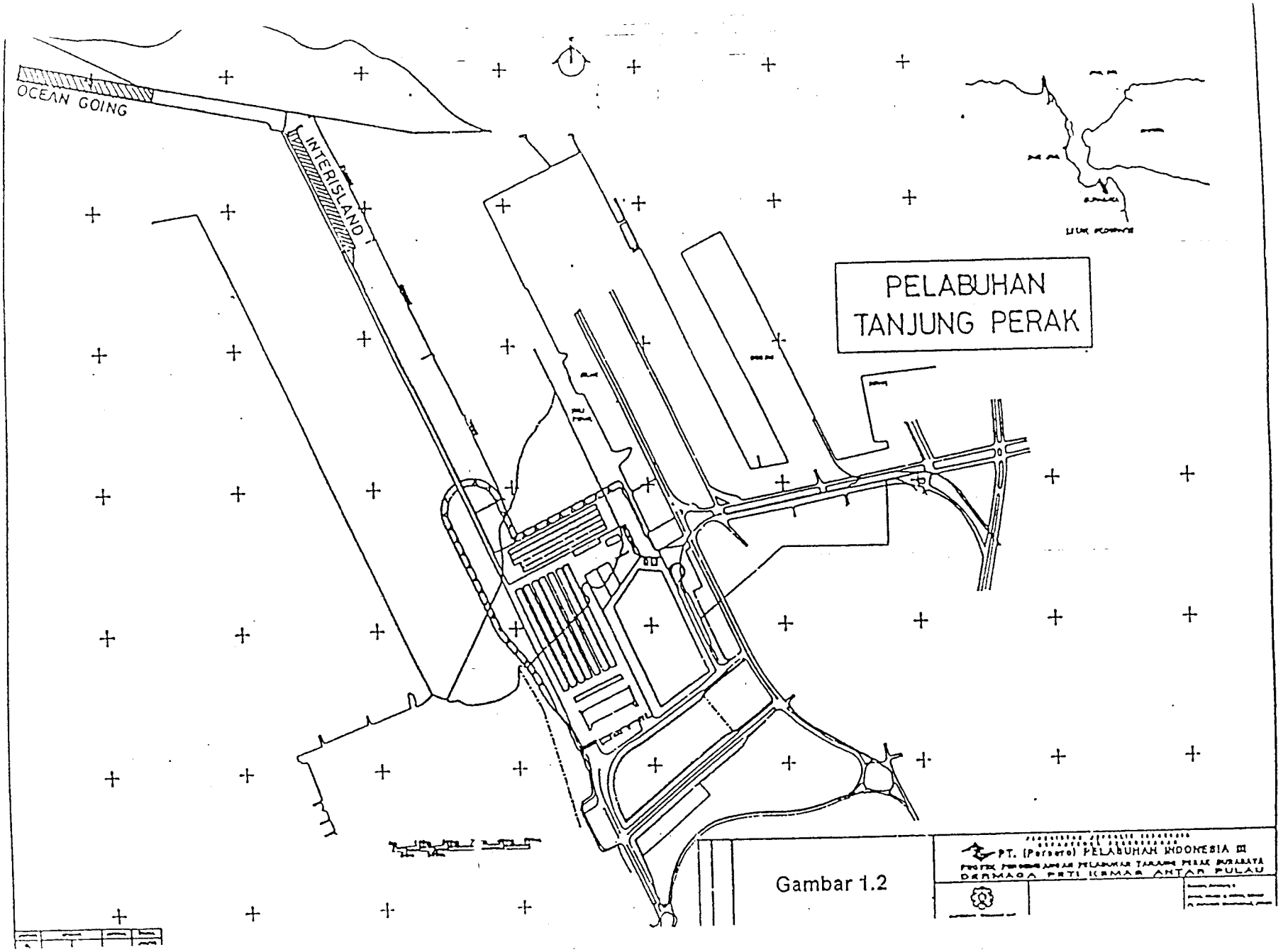
Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Ketua Jurusan Teknik Sipil.

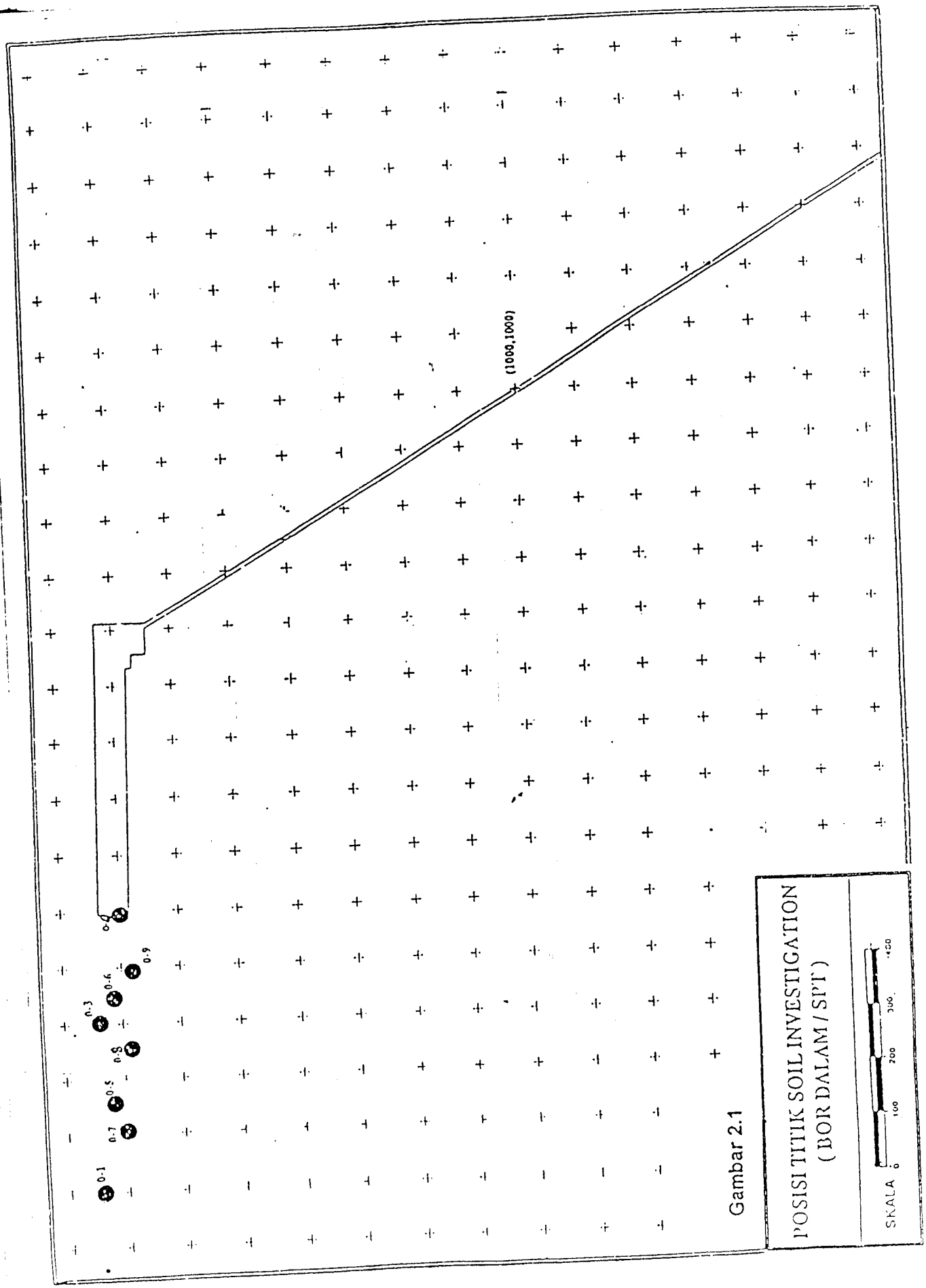
Tembusan Kepada Yth.
Mahasiswa ybs.
Arsip.



Gambar 1.1 - Lokasi Proyek Terminal Peti Kemas Samudera Pelabuhan Tanjung Perak


OCEAN GOING
INTERISLAND
PELABUHAN
TANJUNG PERAK
PT. (Persero) PELABUHAN INDONESIA III
DERMAGA PETI KEMAS ANTAR PULAU

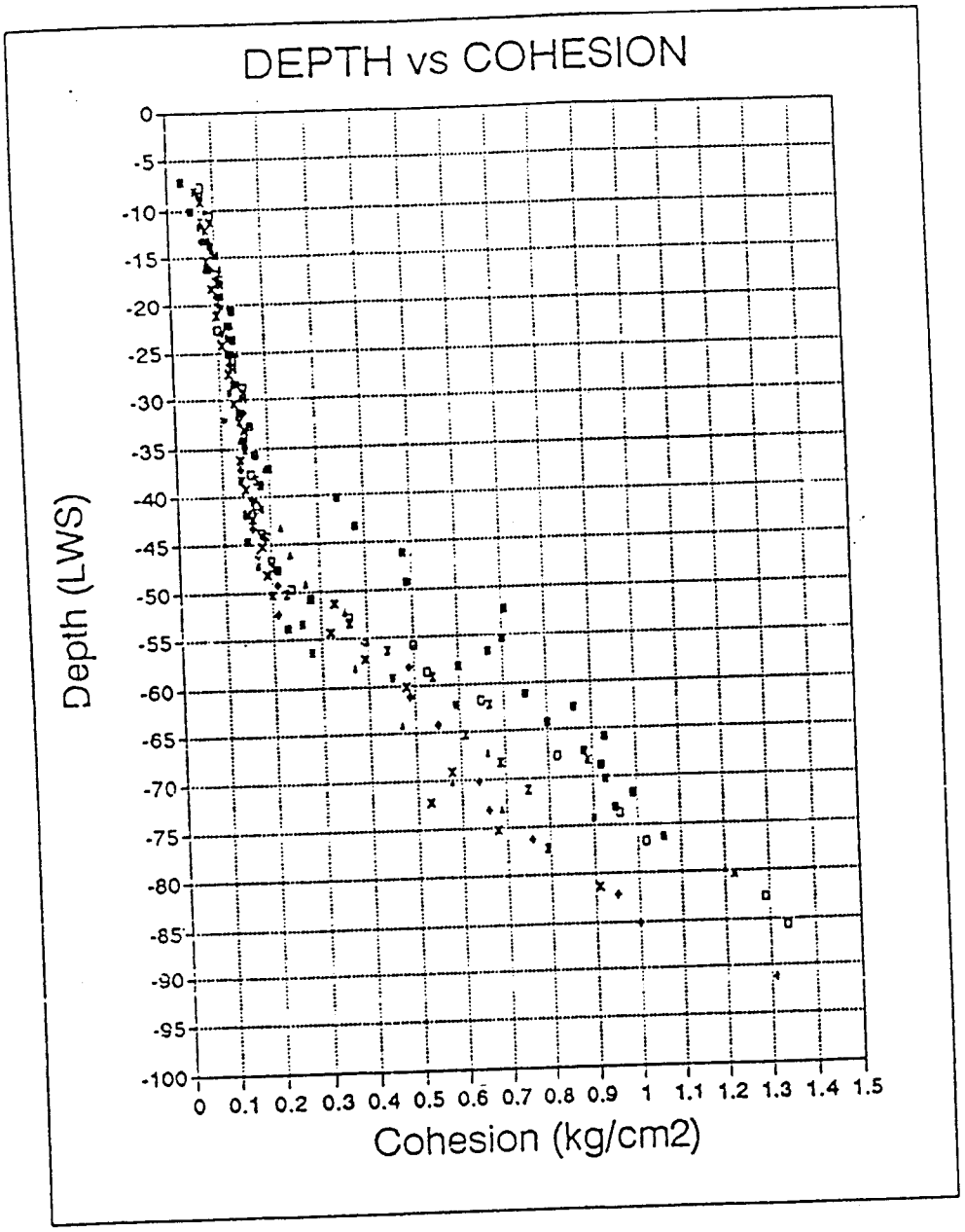
Gambar 1.2


(1000,1000)
0-0
0-1
0-3
0-5
0-6
0-7
0-8
0-9
POSISI TITIK SOIL INVESTIGATION
(BOR DALAM / SPT)
SKALA
0
100
200
300
400

Gambar 2.1

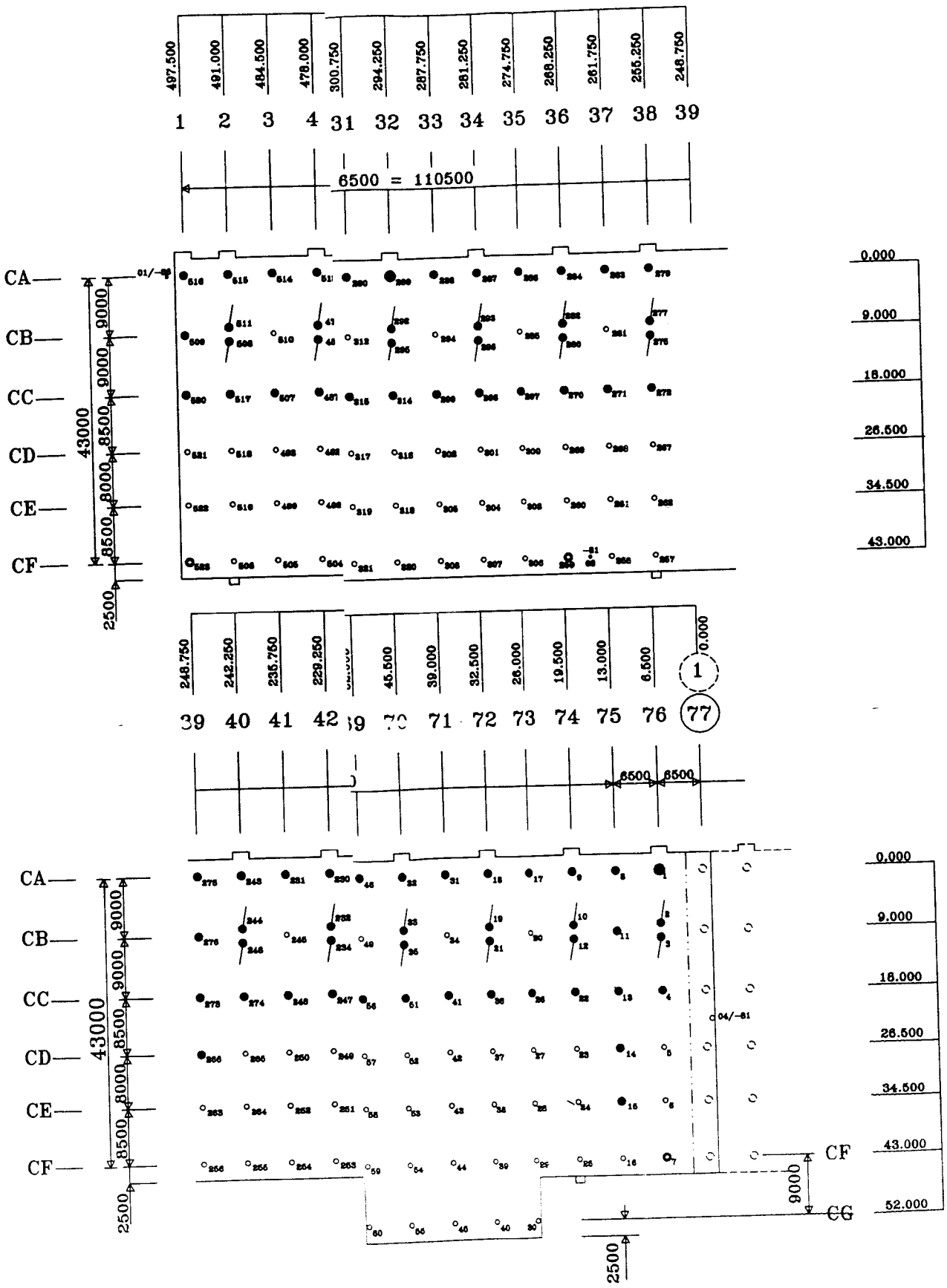
LAMPIRAN

Gambar 2.2



Gambar 2.4 : Harga-harga kohesi versus kedalaman, diareal rencana dermaga "Ocean Going" Pelabuhan Tanjung Perak.

LAMP. 8


497.500
491.000
484.500
478.000
300.750
294.250
287.750
281.250
274.750
268.250
261.750
255.250
248.750
1 2 3 4 31 32 33 34 35 36 37 38 39
6500 = 110500
CA
CB
CC
CD
CE
CF
9000
9000
8500
8000
8500
43000
2500
0.000
9.000
18.000
26.500
34.500
43.000
248.750
242.250
235.750
229.250
45.500
39.000
32.500
26.000
19.500
13.000
6.500
0.000
1
39 40 41 42 69 70 71 72 73 74 75 76 77
6500
6500
CA
CB
CC
CD
CE
CF
9000
9000
8500
8000
8500
43000
2500
0.000
9.000
18.000
26.500
34.500
43.000
52.000
CF
9000
CG
2500

PAKET - A

TANGGAL : 17/10/97
NO. TIANG PANCANG : 211 CB - 46B

NO.	NO.	NO.

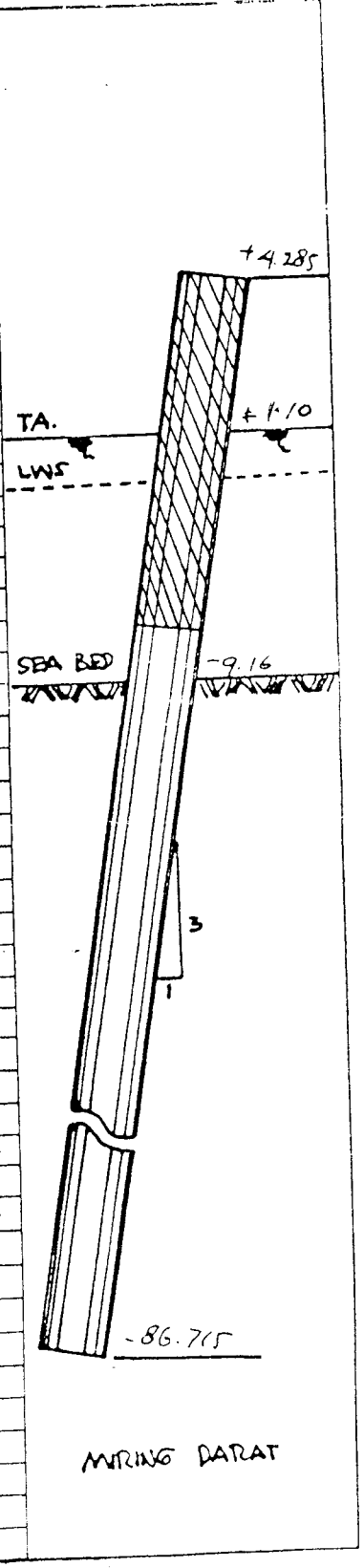
NO.	NO.	NO.	NO.

DIAMETER PIPA : 117.6
PANJANG TIANG PANCANG : 91 M'
POSISI RENCANA TIANG PANCANG : X = -28.25 Y = -10.05
AKHIR ELEVASI TANAH : -9.16
PANJANG TAMBAHAN PIPA : M'
PANJANG FLOWER : M'
C.O : +9.191

JAM MULAI OPERASI : LAMP. 9
JAM AKHIR :
ELEVASI AKHIR PEMANCANGAN : +4.215
BERAT PISTON : 16.000 Kg
TINGGI JATUH PISTON : 1.20 M'
POSISI AKHIR TIANG PANCANG : X = Y =

KEDALAMAN (M)	TOTAL PUKULAN	JUMLAH PUKULAN /M'	PENURUNAN PERPUKULAN (CM)	KEDALAMAN (M)	TOTAL PUKULAN	JUMLAH PUKULAN /M'	PENURUNAN PERPUKULAN (CM)	KEDALAMAN (M)	TOTAL PUKULAN	JUMLAH PUKULAN /M'	PENURUNAN PERPUKULAN (CM)
[illegible]				66.750	496	13	1.92	77.750	1568	24	1.04
[illegible]				67.000	509	13	1.92	78.000	1693	25	1.00
34.00				67.250	521	12	2.08	78.250	1618	25	1.00
37.00				67.500	533	12	2.08	78.500	1645	27	0.93
38.00				67.750	546	13	1.92	78.750	1673	28	0.89
37.00				68.000	560	14	1.79	79.000	1701	28	0.89
36.00				68.250	574	14	1.79	79.250	1729	28	0.89
35.00				68.500	588	14	1.79	79.500	1757	28	0.89
34.00				68.750	609	21	1.19	79.750	1784	27	0.93
33.00				69.000	630	21	1.19	80.000	1811	27	0.93
34.00				69.250	652	22	1.14	80.250	1838	27	0.93
35.00				69.500	675	23	1.08	80.500	1867	29	0.86
36.00				69.750	698	23	1.08	80.750	1896	29	0.86
37.00				70.000	720	22	1.14	81.000	1926	30	0.83
38.00				70.250	742	22	1.14	81.250	1957	31	0.81
39.00				70.500	763	21	1.19	81.500	1988	31	0.81
40.00				70.750	785	22	1.14	81.750	2019	31	0.81
41.00	1			71.000	808	23	1.08	82.000	2049	30	0.83
42.00	8	7	14.28	71.250	831	23	1.08	82.250	2079	30	0.83
43.00	15	7	14.28	71.500	852	21	1.19	82.500	2111	32	0.78
44.00	25	10	10.00	71.750	876	24	1.04	82.750	2143	32	0.78
45.00	35	10	10.00	72.000	901	25	1.00	83.000	2176	33	0.75
46.00	49	14	7.14	72.250	925	24	1.04	83.250	2207	31	0.81
47.00	63	14	7.14	72.500	949	24	1.04	83.500	2239	32	0.78
48.00	77	14	7.14	72.750	973	24	1.04	83.750	2272	33	0.75
49.00	93	16	6.25	73.000	998	25	1.00	84.000	2306	34	0.73
50.00	109	16	6.25	73.250	1024	26	0.96	84.250	2341	35	0.71
51.00	126	17	5.88	73.500	1050	26	0.96	84.500	2381	40	0.63
52.00	143	17	5.88	73.750	1074	24	1.04	84.750	2428	47	0.53
53.00	164	21	4.76	73.999	1098	24	1.04	84.999	2478	50	0.50
54.00	185	21	4.76	74.250	1123	25	1.00	85.250	2533	55	0.45
55.00	205	20	5.00	74.500	1148	25	1.00	85.500	2602	69	0.36
56.00	225	20	5.00	74.750	1174	26	0.96	85.750	2676	74	0.34
57.00	246	21	4.76	75.000	1200	26	0.96	86.000	2750	74	0.34
58.00	266	20	5.00	75.250	1224	24	1.04	86.250	2830	80	0.31
59.00	287	21	4.76	75.500	1249	25	1.00	86.500	2915	85	0.29
[illegible]	309	22	4.55	75.750	1275	26	0.96	86.750	3005	90	0.28
60.50	329	15	3.33	76.000	1301	26	0.96	87.000	3106	101	0.25
61.00	339	18	3.33	76.250	1326	25	1.00	87.250	3219	113	0.22
61.50	349	60	5.00	76.500	1351	25	1.00	87.500	3349	130	0.19
62.00	361	12	4.17	76.750	1376	25	1.00	87.750	3498	149	0.17
62.50	373	12	4.17	77.000	1399	23	1.08	87.815	3593	95	0.16
63.00	387	14	3.57	77.250	1423	24	1.04	88.250			
63.50	402	15	3.33	77.500	1448	25	1.00	88.500			
64.00	419	17	2.94	77.750	1473	25	1.00	88.750			
64.50	436	17	2.94	78.000	1496	23	1.08	89.000			
[illegible]	455	19	2.63	78.250	1520	24	1.04	89.250			
65.18	469	14	1.79	78.500	1544	24	1.04	89.500			
65.58	483	14	1.79								

SKETSA



DISETUJUI OLEH :

DIPERIKSA OLEH :
KONSULTAN

DICATAT OLEH :
PT. BAC NUSANTARA

( )

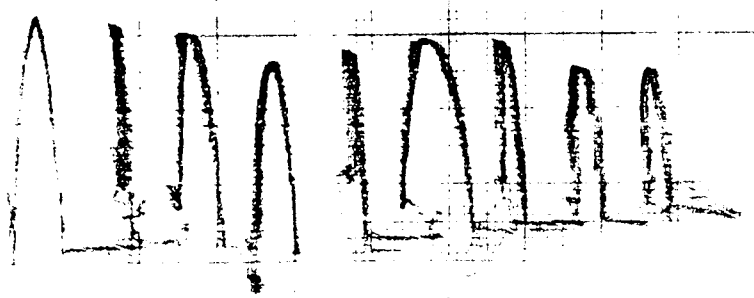
PN : 211 CB-46 B

S : 1,4 MM
C : 28,4 MM
H : 1,2 M
W : 16 TON

$Q : \frac{1000 \times W \times H}{S + C} = 716,418$ TON

SF : 3 ⟶ 238,806 TON.





BAGOT A.

PT. SAC NUSANTARA

ANALISA HARGA SATUAN
PROYEK DERMAGA PETI KEMAS SAMUDERA

No. Item : 4.1.1.2
Jenis Pekerjaan : Penyediaan tiang pancang & sambungan Dia. 1118 t=16 mm
Satuan : M1
Harga Satuan : Rp. 1,019,468.00

No.	Uraian	Sat	Volume	Harga Satuan Awal (Ho)		Jumlah Lama	Faktor Eskalasi	Harga Satuan Baru (Hn)		Jumlah Baru
				Lokal (Rp.)	Import (Rp.)	(Rp.)	Lokal	Lokal (Rp.)	Import (Rp.)	(Rp.)
(A)	(B)	(D)	(C)	E)	(F)	(G)=Cx(E+F)	(H)	(I)=E+(HxE)	(J)=F+(0.26xF)	(K)=Cx(I+J)
I.	Material									
	Material Tiang Pancang	M1	1.00	145,677.06	663,639.94	809,317.00	0.05	152,960.91	836,186.32	989,147.24
	dia. 1118									
	Sambungan Darat & Laut	M1	1.00	4,421.48	20,142.32	24,563.80	0.05	4,642.56	25,379.32	30,021.88
II.	Upah Dan Alat									
	Handling Pipa Pancang dari Trailer	M1	1.00	75.00	175.00	250.00	0.05	78.75	220.50	299.25
										-
										1,019,468.36
	TOTAL HARGA SATUAN									1,019,468.00
	DIBULATKAN									

LAMP. 10

ANALISA HARGA SATUAN
PROYEK DERMAGA PETI KEMAS SAMUDERA

No. Item : 4 1 1.7
Jenis Pekerjaan : Sepatu Plat Penutup Tiang Pancang Dia. 1116
Satuan : Buah
Harga Satuan : Rp 1,307,810.00

No.	Uraian	Sat	Volume	Harga Satuan Awal (Hc)		Jumlah Lama	Faktor Eskalasi	Harga Satuan Baru (Hn)		Jumlah Baru
				Lokal (Rp.)	Import (Rp.)	(Rp.)	Lokal	Lokal (Rp.)	Import (Rp.)	(Rp.)
(A)	(B)	(D)	(C)	(E)	(F)	(G)=Cx(E+F)	(H)	(I)=E+(HxE)	(J)=F+(0.26xF)	(K)=Cx(I+J)
I.	Material									
	Plat Penutup	Kg	250.0000	219.60	1,244.40	366,000.00	0.05	230.58	1,567.94	449,631.00
	Plat Cross	Kg	220.0000	219.60	1,244.40	322,080.00	0.05	230.58	1,567.94	395,675.28
	Kawat Las	Kg	25.0000	732.00	4,148.00	122,000.00	0.05	768.60	5,226.48	149,877.00
II.	Upah									
	Supervisor	Han	0.5000	73,200.00	-	36,600.00	0.05	76,860.00	-	38,430.00
	Tukang Las	Han	2.0000	36,600.00	-	73,200.00	0.05	38,430.00	-	76,860.00
	Pekerja	Han	3.0000	7,320.00	-	21,960.00	0.05	7,686.00	-	23,058.00
								-	-	-
								-	-	-
								-	-	-
								-	-	
								-	-	
III.	Alat									
	Mesin Las	Han	0.5700	244,000.00	-	139,080.00	0.05	256,200.00	-	146,034.00
	Mesin Grenda	Han	1.0000	24,400.00	-	24,400.00	0.05	25,620.00	-	25,620.00
	Peralatan Bantu	Han	1.0000	2,500.00	-	2,500.00	0.05	2,625.00	-	2,625.00
										1,307,810.28
	TOTAL HARGA SATUAN									1,307,810.00
	DIBULATKAN									

ANALISA HARGA SATUAN
PROYEK DERMAGA PETI KEMAS SAMUDERA

No. Item : 4.1.4.1.A
Jenis Pekerjaan : Pemancangan (Pemukulan) Tiang Pancang
Satuan : M'
Harga Satuan : Rp 49,466.00

No.	Uraian	Sat	Volume	Harga Satuan Awal (Ho)		Jumlah Lama	Faktor Eskalasi	Harga Satuan Baru (Hn)		Jumlah Baru
				Lokal (Rp.)	Import (Rp.)	(Rp.)	Lokal	Lokal (Rp.)	Import (Rp.)	(Rp.)
(A)	(B)	(D)	(C)	(E)	(F)	(G)=Cx(E+F)	(H)	(I)=E+(HxE)	(J)=F+(0.269xF)	(Kj=Cx(I+J)
I.	Material									
	Bahan Bakar	Ltr	0.1424	488.00	-	69.49	0.05	512.40	-	72.97
	Lain - lain	Ls	1.0000	79.11	-	79.11	0.05	83.07	-	83.07
II.	Upah									
	Supervisor	Han	0.0032	73,200.00	-	234.24	0.05	76,860.00		245.95
	Operator Alat Pancang	Han	0.0032	50,000.00	-	160.00	0.05	52,500.00	-	168.00
	Crew Tug boat	Hari	0.0032	30,500.00	-	97.60	0.05	32,025.00	-	102.48
	Pekerja Pancang	Hari	0.0158	9,150.00	-	144.57	0.05	9,607.50	-	151.80
	Surveyor	Hari	0.0063	42,700.00	-	269.01	0.05	44,835.00	-	282.46
	Ass. Surveyor	Han	0.0127	18,300.00	-	232.41	0.05	19,215.00	-	244.03
III.	Alat									
	Pilling Barge	Han	0.0032	3,555,000.00	8,295,000.00	37,920.00	0.05	3,732,750.00	10,451,700.00	45,390.24
	Tug Boat	Hari	0.0032	207,000.00	483,000.00	2,208.00	0.05	217,350.00	608,580.00	2,642.98
	Theodolite	Han	0.0063		7,320.00	46.12	0.05	-	9,223.20	58.11
	Waterpass	Han	0.0032		6,100.00	19.52	0.05	-	7,686.00	24.60
	TOTAL HARGA SATUAN									49,466.67
	DIBULATKAN									49,466.00

Volume : $\frac{\Sigma \text{ Pekerja}}{\text{Produksi}}$

Produksi berdasarkan perkiraan atau dikut dari Jadwal + Pekerja yg dibutuhkan + Jumlah pekerjaan.

ANALISA HARGA SATUAN
PROYEK DERMAGA PETI KEMAS SAMUDERA

No. Item : 4.1.6.1
Jenis Pekerjaan : **Pengangkatan dan Penegakan Tiang Pancang**
Satuan : Bh
Harga Satuan : Rp. 11,736,978.00

No.	Uraian	Sat	Volume	Harga Satuan Awal (Ho)		Jumlah Lama	Faktor Eskalasi	Harga Satuan Baru (Hn)		Jumlah Baru
				Lokal (Rp.)	Import (Rp.)	(Rp.)	Lokal	Lokal (Rp.)	Import (Rp.)	(Rp.)
(A)	(B)	(D)	(C)	(E)	(F)	(G)=Cx(E+F)	(H)	(I)=E+(HxE)	(J)=F+(0.26xF)	(K)=Cx(I+J)
I.	Material									
	Bahan Bakar	Ltr	23.00	488.00	-	11,224.00	0.05	512.40	-	11,785.20
	Lain - lain	Ls	1.00	18,970.00	-	18,970.00	0.05	19,918.50	-	19,918.50
II.	Upah									
	Supervisor	Hari	0.7589	73,200.00	-	55,551.48	0.05	76,860.00	-	58,329.05
	Operator Alat Pancang	Hari	0.7589	48,800.00	-	37,034.32	0.05	51,240.00	-	38,886.04
	Crew Tug boat	Hari	0.7589	30,500.00	-	23,146.45	0.05	32,025.00	-	24,303.77
	Pekerja Pancang	Hari	3.7943	9,150.00	-	34,717.85	0.05	9,607.50	-	36,453.74
	Surveyor	Hari	1.5177	48,800.00	-	74,063.76	0.05	51,240.00	-	77,766.95
	Ass. Surveyor	Hari	3.0355	18,300.00	-	55,549.65	0.05	19,215.00	-	58,327.13
III.	Alat									
	Pilling Barge	Hari	0.7589	3,555,000.00	8,295,000.00	8,992,965.00	0.05	3,732,750.00	10,451,700.00	10,764,579.11
	Tug Boat	Hari	0.7589	207,000.00	483,000.00	523,641.00	0.05	217,350.00	608,580.00	626,798.28
	Theodolite	Hari	1.5177		7,320.00	11,109.56	0.05	-	9,223.20	13,998.05
	Waterpass	Hari	0.7589		6,100.00	4,629.29	0.05	-	7,686.00	5,832.91
	TOTAL HARGA SATUAN									11,736,978.72
	DIBULATKAN									11,736,978.00

ANALISA HARGA SATUAN
PROYEK DERMAGA PETI KEMAS SAMUDERA

No. Item : 4.17.1
Jenis Pekerjaan : Pemotongan Kepala Tiang pancang Dia 1118
Satuan : Buah
Harga Satuan : Rp. 899,138.00

No.	Uraian	Satuan	Volume	Harga Satuan Awal (Ho)		Jumlah Lama	Faktor Eskalasi	Harga Satuan Baru (Hn)		Jumlah Baru
				Lokal (Rp.)	Import (Rp.)	(Rp.)	Lokal	Lokal (Rp.)	Import (Rp.)	(Rp.)
(A)	(B)	(D)	(C)	(E)	(F)	(G)=Cx(E+F)	(H)	(I)=E+(HxE)	(J)=F+(0.26xF)	(K)=Cx(I+J)
I.	Material									
	Plat Baja	Kg	16.0000	219.60	1,000.40	19,520.00	0.05	230.58	1,260.50	23,857.34
	Besi Beton Ulir	Kg	245.0000	180.07	820.33	245,098.00	0.05	189.08	1,033.61	299,558.78
	Besi Beton Polos	Kg	38.0000	177.88	810.32	37,551.60	0.05	186.77	1,021.01	45,895.57
	Stud	Buah	60.0000	439.20	2,000.80	146,400.00	0.05	461.16	2,521.01	178,930.08
	Kawat las	Kg	4.0000	878.40	4,001.60	19,520.00	0.05	922.32	5,042.02	23,857.34
	Acetelin	Btl	0.2500	29,280.00	43,920.00	18,300.00	0.05	30,744.00	55,339.20	21,520.80
	Oksigen	Btl	0.7500	9,760.00	14,640.00	18,300.00	0.05	10,248.00	18,446.40	21,520.80
II.	Upah									
	Pemotongan	Buah	1.0000	12,200.00	-	12,200.00	0.05	12,810.00	-	12,810.00
	Pembesian	Kg	283.0000	183.00	-	51,789.00	0.05	192.15	-	54,378.45
	Las dan Stud	Buah	60.0000	610.00	-	36,600.00	0.05	640.50	-	38,430.00
	Lain - lain	Ls	1.0000	6,100.00	-	6,100.00	0.05	6,405.00	-	6,405.00
III.	Alat									
	Mesin Las	Hari	0.5000	244,000.00	-	122,000.00	0.05	256,200.00	-	128,100.00
	Ponton Kecil	Hari	0.2000	122,000.00	-	24,400.00	0.05	128,100.00	-	25,620.00
	Tug Boat	Hari	0.1000	45,750.00	106,750.00	15,250.00	0.05	48,037.50	134,505.00	18,254.25
	TOTAL HARGA SATUAN									899,138.41
	DIBULATKAN									899,138.00

ANALISA HARGA SATUAN
PROYEK DERMAGA PETI KEMAS SAMUDERA

No. Item : 4 : 7.2
Jenis Pekerjaan : Pemotongan Kepala Tiang pancang Dia. 7"
Satuan : Buah
Harga Satuan : Rp 575,758.00

No.	Uraian	Sat	Volume	Harga Satuan Awal (Ho)		Jumlah Lama	Faktor Eskalasi	Harga Satuan Baru (Hn)		Jumlah Baru
				Lokal (Rp.)	Import (Rp.)	(Rp.)	Lokal	Lokal (Rp.)	Import (Rp.)	(Rp.)
(A)	(B)	(D)	(C)	(E)	(F)	(G)=Cx(E+F)	(H)	(I)=E+(HxE)	(J)=F+(0.26xF)	(K)=Cx(I+J)
I.	Material									
	Plat Baja	Kg	6.5000	219.60	1,000.40	7,930.00	0.05	230.58	1,260.50	9,692.05
	Besi Beton Ulir	Kg	133.0000	180.07	820.32	133,053.20	0.05	189.08	1,033.61	162,617.62
	Stud	Buah	50.0000	439.20	2,000.80	122,000.00	0.05	461.16	2,521.01	149,108.40
	Kawat las	Kg	3.0000	878.40	4,001.60	14,640.00	0.05	922.32	5,042.02	17,893.01
	Acetelin	Btl	0.2000	29,280.00	43,920.00	14,640.00	0.05	30,744.00	55,339.20	17,216.64
	Oksigen	Bti	0.6000	9,760.00	14,640.00	14,640.00	0.05	10,248.00	18,446.40	17,216.64
II.	Upah									
	Pemotongan	Buan	1.0000	9,150.00	-	9,150.00	0.05	9,607.50	-	9,607.50
	Pembesian	Kg	133.0000	183.00	-	24,339.00	0.05	192.15	-	25,555.95
	Las dan Stud	Buah	50.0000	610.00	-	30,500.00	0.05	640.50	-	32,025.00
	Lain - lain	Ls	1.0000	6,100.00	-	6,100.00	0.05	6,405.00	-	6,405.00
III.	Alat									
	Mesin Las	Han	0.3300	244,000.00	-	80,520.00	0.05	256,200.00	-	84,546.00
	Ponton Kecil	Han	0.2000	122,000.00	-	24,400.00	0.05	128,100.00	-	25,620.00
	Tug Boat	Han	0.1000	45,750.00	106,750.00	15,250.00	0.05	48,037.50	134,505.00	18,254.25
										575,758.06
	TOTAL HARGA SATUAN									575,758.00
	DIBULATKAN									

LAPORAN HARIAN PEMANCANGAN

PAKET - A

TGAL : 17-10-97
TIANG PANCANG : 210 CB - 46 A

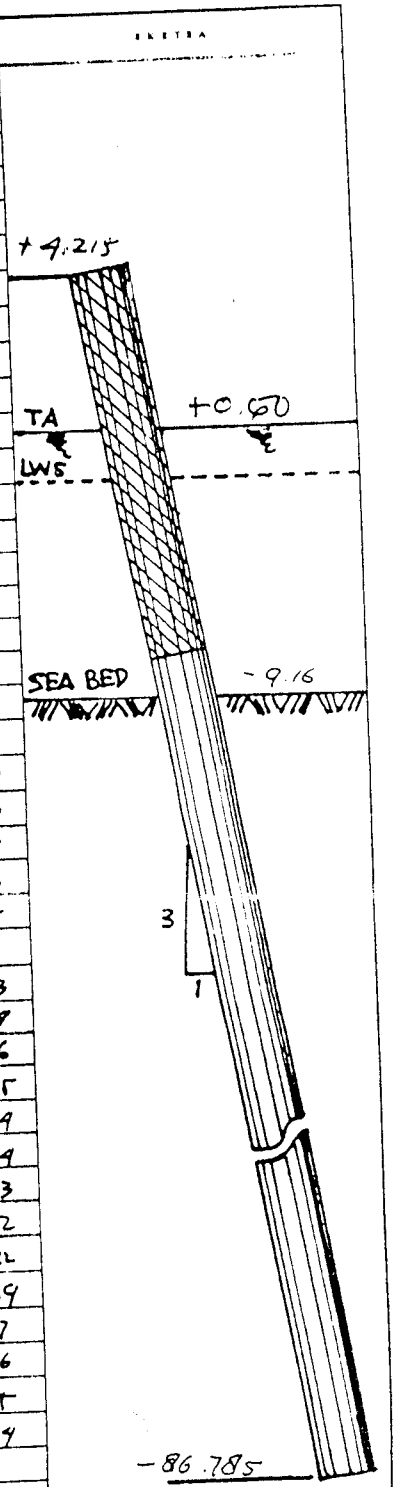
NO.	NO.

NO.	NO.	NO.	NO.

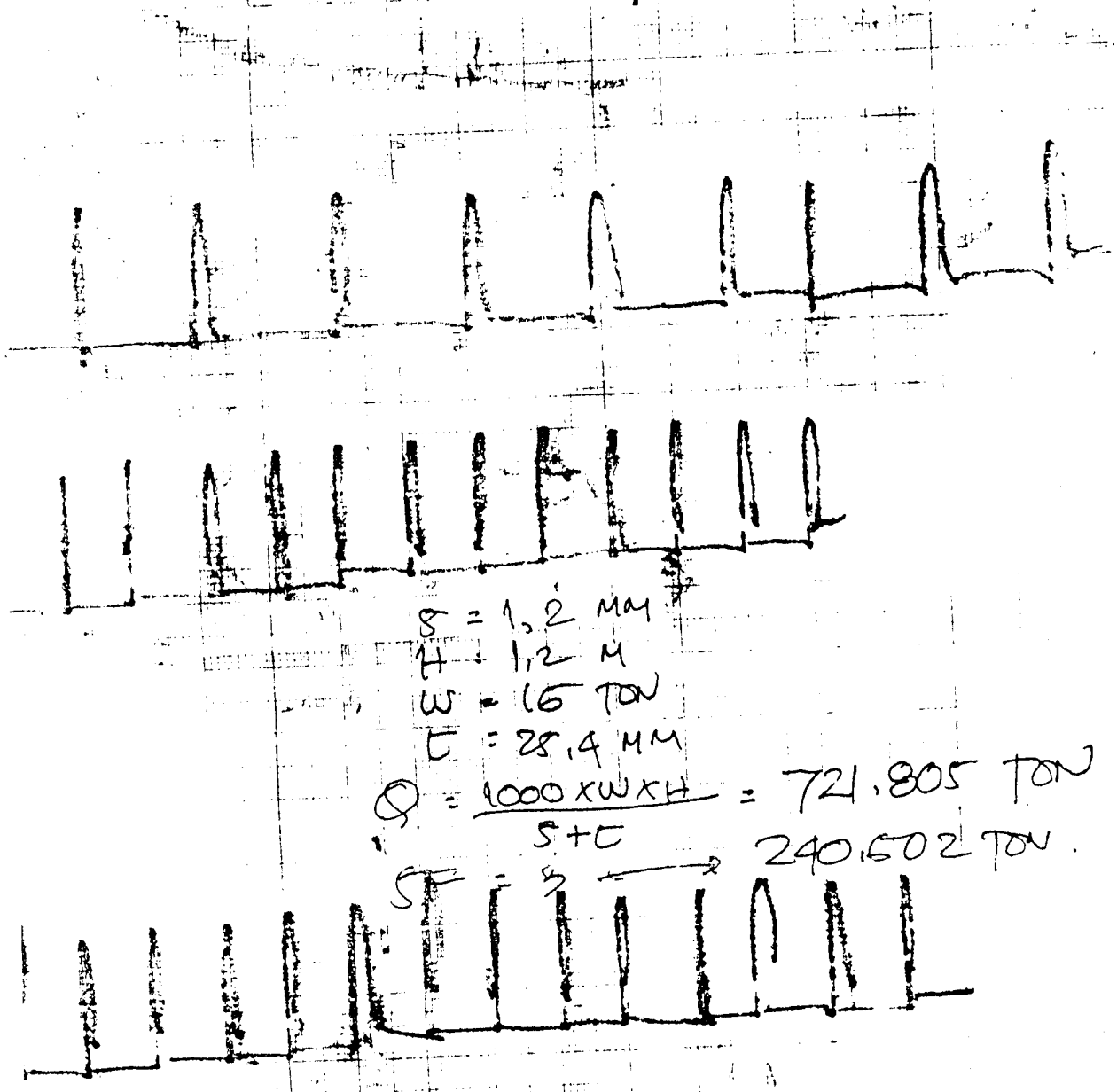
DIAMETER PIPA : Ø 17.6
PANJANG TIANG PANCANG : 91 M'
POSISI RENCANA TIANG PANCANG : X = -203.23 Y = - 7.950
MAT ELEVASI TANAH : -9.16
PANJANG TAMBAHAN PIPA : M'
PANJANG FLOWER : M'
LAIN-LAIN : + 4.195 M'

JAM MULAI OPERASI :
JAM AKHIR :
ELEVASI AKHIR PEMANCANGAN : + 9.215
BERAT PISTON : 16.000 Kg
TINGGI JATUH PISTON : 1.20 M'
POSISI AKHIR TIANG PANCANG : X = Y =

KEDALAMAN (M)	TOTAL PUKULAN	JUMLAH PUKULAN M'	PENURUNAN PERPUKULAN (Cm)	KEDALAMAN (M)	TOTAL PUKULAN	JUMLAH PUKULAN M'	PENURUNAN PERPUKULAN (Cm)	KEDALAMAN (M)	TOTAL PUKULAN	JUMLAH PUKULAN M'	PENURUNAN PERPUKULAN (Cm)
[illegible]				66.750	540	6	4.17	77.750	1391	19	1.32
[illegible]				66.000	548	8	3.13	78.000	1411	20	1.25
26.00				66.250	556	8	3.13	78.250	1431	20	1.25
27.00				66.500	565	9	2.78	78.500	1453	22	1.14
28.00				66.750	574	9	2.78	78.750	1482	29	0.86
29.00				67.000	581	7	3.57	79.000	1511	29	0.86
30.00				67.250	591	10	2.50	79.250	1536	25	1.00
31.00				67.500	602	11	2.27	79.500	1557	21	1.19
32.00	1			67.750	615	13	1.92	79.750	1580	23	1.09
33.00	10	9	11.11	68.000	628	13	1.92	80.000	1592	12	2.08
34.00	19	9	11.11	68.250	640	12	2.08	80.250	1604	12	2.08
35.00	31	12	8.33	68.500	654	14	1.79	80.500	1623	19	1.32
36.00	43	12	8.33	68.750	668	14	1.79	80.750	1640	17	1.47
37.00	57	14	7.14	69.000	682	14	1.79	81.000	1657	17	1.47
38.00	71	14	7.14	69.250	698	16	1.56	81.250	1676	19	1.32
39.00	81	10	10.00	69.500	714	16	1.56	81.500	1696	20	1.25
40.00	93	12	8.33	69.750	733	19	1.32	81.750	1719	23	1.09
41.00	104	11	9.09	70.000	752	19	1.32	82.000	1751	32	0.78
42.00	115	11	9.09	70.250	771	19	1.32	82.250	1785	34	0.74
43.00	128	13	7.69	70.500	792	21	1.19	82.500	1819	34	0.74
44.00	142	14	7.14	70.750	814	22	1.14	82.750	1855	36	0.69
45.00	158	16	6.25	71.000	838	24	1.04	83.000	1891	36	0.69
46.00	174	16	6.25	71.250	862	24	1.04	83.250	1929	38	0.66
47.00	191	17	5.88	71.500	888	26	0.96	83.500	1976	47	0.53
48.00	209	18	5.56	71.750	916	28	0.89	83.750	2032	56	0.45
49.00	226	17	5.88	72.000	945	29	0.86	84.000	2099	67	0.37
50.00	243	17	5.88	72.250	974	29	0.86	84.250	2174	75	0.33
51.00	258	15	6.67	72.500	1001	27	0.93	84.500	2258	84	0.28
52.00	273	15	6.67	72.750	1026	25	1.00	84.750	2355	97	0.26
53.00	289	16	6.25	73.000	1050	24	1.04	85.000	2455	100	0.25
54.00	306	17	5.88	73.250	1074	24	1.04	85.250	2558	103	0.24
55.00	323	17	5.88	73.500	1098	24	1.04	85.500	2663	105	0.24
56.00	342	19	5.26	73.750	1101	21	1.19	85.750	2772	109	0.23
57.00	363	21	4.76	74.000	1120	19	1.32	86.000	2885	113	0.22
58.00	385	22	4.55	74.250	1139	19	1.32	86.250	2999	114	0.22
59.00	407	22	4.55	74.500	1158	19	1.32	86.500	3130	131	0.19
[illegible]	426	19	5.26	74.750	1176	18	1.39	86.750	3274	144	0.17
61.00	437	11	9.55	75.000	1194	18	1.39	87.000	3434	160	0.16
62.00	449	12	4.17	75.250	1211	17	1.47	87.250	3604	170	0.15
62.25	459	10	5.00	75.500	1232	21	1.19	87.385	3704	100	0.14
62.50	469	10	5.00	75.750	1251	19	1.32	87.750			
62.75	477	8	6.25	76.000	1270	19	1.32	88.000			
63.00	486	9	5.56	76.250	1289	19	1.32	88.250			
63.25	494	8	6.25	76.500	1307	18	1.39	88.500			
64.00	504	10	5.00	76.750	1325	18	1.39	88.750			
64.25	513	9	5.56	77.000	1339	14	1.79	89.000			
[illegible]	524	11	4.55	77.250	1354	15	1.67	89.250			
65.25	529	5	5.00	77.500	1372	18	1.39	89.500			
65.50	534	5	5.00								



PN 210 TB 46 A



S = 1,2 MM
H = 1,2 M
W = 16 TON
C = 28,4 MM

$$Q = \frac{1000 \times W \times H}{S + C} = 721,805 \text{ TON}$$

SF = 3 → 240,602 TON.