

**EVALUASI PERHITUNGAN DAYA DUKUNG
TIANG PANCANG PADA PABRIK KELAPA
SAWIT LABUHAN BATU**

**Diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area**

Disusun Oleh:

KHAIRIL FADLI

13.811.0017



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2018**

**EVALUASI PERHITUNGAN DAYA DUKUNG
TIANG PANCANG PADA PABRIK KELAPA
SAWIT LABUHAN BATU**

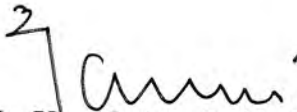
SKRIPSI

Disusun oleh :

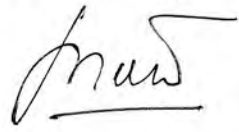
Khairil Fadli
13.811.0017

Disetujui :

Dosen Pembimbing I


(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)


Dosen Pembimbing II


(Ir. Nuril Mahda Rkt, MT)

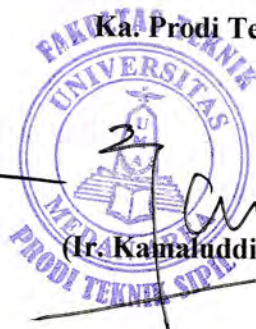
Mengetahui :


Dekan Fakultas Teknik




(Prof. Dr. Armasyah Ginting, M.Eng.)

Ka. Prodi Teknik Sipil




(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat tulisan / karya orang lain baik keseluruhan atau sebagian yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat bagian yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara resmi tertulis dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila dikelak kemudian hari ternyata bahwa pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia mendapatkan sanksi secara akademik untuk dicabut gelar kesarjanaan saya.

Medan, 22 September 2018



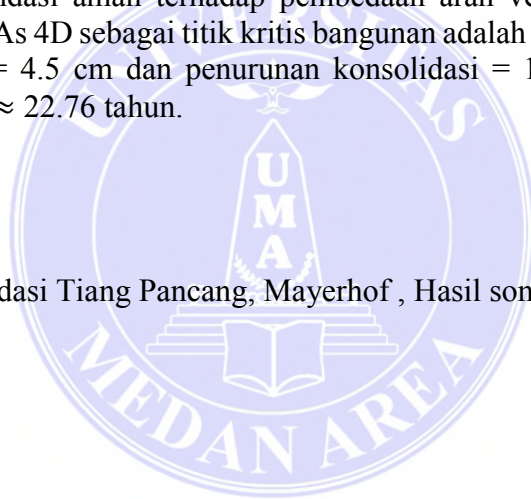
Khairil Fadli

NPM : 13.811.0017

ABSTRAK

Pondasi tiang pancang adalah batang yang relatif panjang dan langsing yang digunakan untuk menyalurkan beban pondasi melewati lapisan tanah dengan daya dukung rendah kelapisan tanah keras yang mempunyai daya dukung tinggi. Dengan latar belakang itulah Penelitian bermaksud untuk mengevaluasi hasil penyelidikan lapangan dari hasil sondir di proyek pembangunan pabrik kelapa sawit desa wono sari, labuhan batu. tujuan dari penyelidikan ini memperoleh daya dukung pondasi tiang yang paling aman serta menguntungkan dari penyelidikan tersebut sehingga dapat diperoleh daya dukung yang baik dimana hasilnya dipakai untuk mendesain pondasi yang aman dan ekonomi, Metodologi penelitian ini dimulai dari studi literatur dan mencari data struktur, perhitungan dengan Mayerhof dan mendapatkan hasil Setelah di analisa ulang didapat daya dukung tiang sebesar 156.12 Ton Dengan Diameter Tiang pancang 30cm. Axial load sebesar 100T. Safety Factor daya dukung ujung Tiang sebesar 3 dan SF gesekan tiang sebesar 5. Jenis Tiang Pancang merupakan kombinasi dukung ujung (48%) dengan gesekan kulit (52%). Pondasi aman terhadap perbedaan arah vertikal maupun momen, dimana SF pada As 4D sebagai titik kritis bangunan adalah sebesar 3.11. Penurunan segera pondasi = 4.5 cm dan penurunan konsolidasi = 17.5 cm dengan waktu penurunan 90% \approx 22.76 tahun.

Kata kunci : Pondasi Tiang Pancang, Mayerhof , Hasil sondir



ABSTRACT

Pile foundation is a relatively long and slender rod that is used to channel the foundation load through the soil layer with a low carrying capacity of hard soil layers that have high bearing capacity. With this background, the research intends to evaluate the results of field investigations from the results of Sondir in the Wono Sari village oil palm plant construction project, Batu Batu. The purpose of this investigation is to obtain the safest and most advantageous pile bearing capacity of the investigation so that the carrying capacity can well where the results are used to design safe and economic foundations, this research methodology starts from the study of literature and searches for structural data, calculating with Mayerhof and obtaining results. After reanalysis, the carrying capacity of the pile is 156.12 Tons with 30cm Pile Diameter. Axial load is 100T. Safety Factor Pole end bearing capacity is 3 and SF friction pole is 5. Type of Pile is a combination of end support (48%) with skin friction (52%). The safe foundation for differentiating vertical direction and moment, where SF in As 4D as the critical point of the building is 3.11. Immediate reduction of foundation = 4.5 cm and decrease in consolidation = 17.5 cm with a decrease time of 90% \approx 22.76 years.

Keywords: Pile Pile Foundation, Mayerhof, sondir Results

KATA PENGANTAR

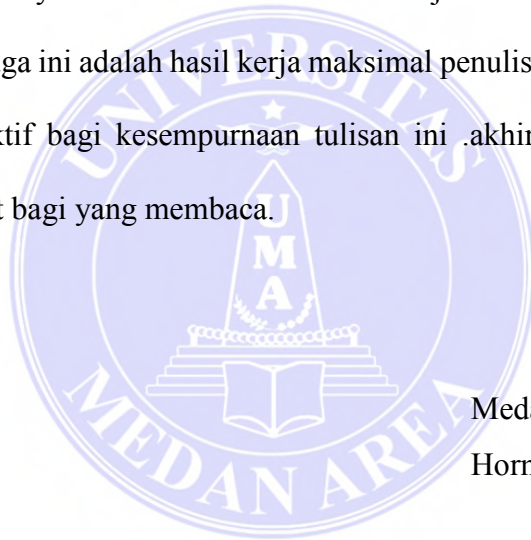
Puji Syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya yang tak terhingga sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini berjudul *Evaluasi Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Pada Pabrik Kelapa Sawit Labuhan Batu*, yang merupakan salah satu syarat dalam meraih gelar sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak menemui hambatan dan masalah yang insya Allah atas petyunjuk dari yang Maha Kuasa dan bantuan dari berbagai pihak akhirnya dapat teratasi dan diselesaikan dengan baik, untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih dan penghargaan yang tinggi kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdhan M. Eng. MSc selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Prof. Dr. Armasyah Ginting, M. Eng selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil dan juga sebagai Dosen pembimbing I skripsi.
4. Ibu Ir. Nuril Mahda Rkt, MT, selaku dosen pembimbing II, atas segala masukan dan bantuan yang diberikannya dalam penulisan skripsi ini.

5. Ucapan terima kasih penulis yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua yang telah banyak memberikan kasih sayang dan dukungan moril maupun materi serta do'a yang tiada henti untuk penulis.
6. Terimakasih kepada Hariani,Amd selaku kekasih yang telah memberikan dukungan dan bantuan hingga selesainya skripsi ini.
7. Rekan-rekan kuliah dan Universitas Medan Area khususnya program studi teknik sipil yang namanya tidak dapat disebutkan lagi satu persatu banyak cara telah membantu penulis.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan, namun bagaimanapun juga ini adalah hasil kerja maksimal penulis, mohon kritik dan saran bersifat konstruktif bagi kesempurnaan tulisan ini .akhirnya semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi yang membaca.



Medan, 22 September 2018

Hormat saya

Khairil Fadli

NIM.13.811.0017

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB IPENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan Tujuan.....	3
1.3. Rumusan Masalah	3
1.4. Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Sifat-sifat Geoteknis Tanah	5
2.1.1. Indeks Properties (sifat-sifat fisis).....	11
2.1.2. Engineering Properties (sifat-sifat teknis).....	13
2.2. Penyelidikan dan Pengujian Tanah Dilapangan.....	14
2.2.1. Pengeboran Dalam	15
2.2.2. Standard Penetration Test.....	18
2.2.3. Cone Penetration Test	20

2.3.	Pondasi Tiang Pancang	22
2.4.	Kapasitas Statistik Tiang Pancang Tunggal	23
2.4.1.	Kapasitas Titik Akhir (Ppu) dengan Persamaan Umum Meyerhof.....	27
2.4.2.	Kapasitas Titik Akhir (Ppu) berdasarkan SPT-N	28
2.4.3.	Kapasitas Titik Akhir (Ppu) berdasarkan nilai qc-CPT	28
2.4.4.	Kapasitas Tahanan Kulit ($\Sigma\psi$)	28
2.5.	Kelompok Tiang Pancang	30
2.5.1.	Gaya Geser Horizontal pada Kelompok Tiang Pancang.....	31
2.5.2.	Penurunan Kelompok Tiang Pancang.....	33
2.6.	Tegangan Tanah Dasar	36
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		40
3.1.	Data Umum	40
3.2.	Teknik Pengumpulan Data	41
3.1.	Sumber Data	42
3.3.	Bagan Alir	43
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA		44
4.1.	Pelaksanaan Sondir.....	44
4.2.	Hasil Pengujian Tanah.....	45
4.3.	Perhitungan Pondasi	47
4.4.	Hitungan Daya Dukung dengan Kalendering (Rumus Hiley).....	52
4.5.	Rumus Tiang Pancang.....	56
4.6.	Rumus Pancang Belanda (<i>Hollandse Hei – Formula</i>)	57

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1. Kesimpulan.....	72
5.2. Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	75



DAFTAR NOTASI

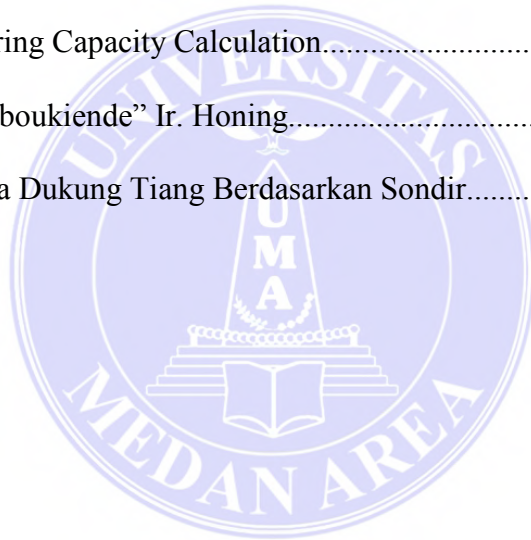
A_s	luas bidang kontak
α	faktor adhesi
β	Panjang tiang di atas tanah
δ	sudut gesek efektif antara tiang pancang dengan tanah perpindahan tiang arah horizontal
ΔH_i	Penurunan segera
E_u	modulus deformasi
f_s	Koefisien gesek tanah dengan pondasi
γ	berat satuan massa
γ_w	berat satuan massa air
γ_d	berat kering satuan massa tanah
H	gaya horizontal, ketebalan lapisan pendukung
H_p	daerah gesekan nol
k_r	koefisien rembesan
L_f	daerah gesekan
L	panjang tiang
m_v	koefisien pamanpatan
N^*_q, N^*_c, N^*_γ	faktor kapasitas dukung pondasi pada persamaan Meyerhoff
P	gaya vertikal
ΣP_{si}	Kapasitas tahanan kulit
P_{pu}	Kapasitas titik akhir
P_u	kapasitas ultimate

τ	tegangan geser
T_v	time faktor
σ	tegangan normal
ϕ	sudut geser dalam
π	keliling tiang
μ_o, μ_i	faktor pengaruh pada penurunan pondasi
μ_d, μ_g	faktor kedalaman dan faktor geologi pada penurunan pondasi
W	berat tiang pancang



DAFTAR TABEL

Tabel 2.4.4. Hubungan μ dengan α (*).....	29
Tabel 2.5.2. koefisien rembesan (kr) tanah.....	35
Tabel 4.2. Jumlah titik sondir dan kedalamannya.....	44
Tabel 4.2.1 Hasil Data Sondir PT. Daya Labuhan Indah.....	46
Tabel 4.3. Daya dukung ijin pondasi dangkal.....	48
Tabel 4.3.2. Harga kc pada Metode LCPC.....	49
Tabel 4.4 Ram Stroke.....	54
Tabel 4.4.1. Bearing Capacity Calculation.....	56
Tabel 4.6. Warrerboukiende” Ir. Honing.....	58
Tabel 4.6.1. Daya Dukung Tiang Berdasarkan Sondir.....	62



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bagian-bagian dalam suatu masa tanah.....	12
Gambar.2.4.1. Konfigurasi Tiang Pancang dalam suatu masa tanah.....	24
Gambar 2.4.2. Ilustrasi Kapasitas Tiang Pancang Tunggal dan Daerah Kurva Pemindahan Beban Kualitatif.....	25
Gambar 2.5. Tegangan-tegangan di sekeliling kelompok tiang pancang.....	30
Gambar.2.5.2. Penurunan Kelompok Tiang Pancang.....	34
Gambar 2.6.1. Ilustrasi penyederhanaan perhitungan tegangan tanah dibawah pondasi kelompok tiang pancang.....	38
Gambar 2.6.2. Faktor r , R_1 dan R_2 pada pondasi tiang pancang.....	39
Gambar 3.3. Peta Lokasi oroyek.....	40
Gambar 3.3. Bagan Alir.....	43
Gambar 4.3.1. Nilai Tahanan kulit maksimum untuk metode LCPC.....	50
Gambar 4.3.2. Kapasitas Daya Dukung Axial Pondasi Tiang S-1 & S-2.....	51
Gambar 4.3.3. Kapasitas Daya Dukung Axial Pondasi Tiang S-3 & S-4.....	51
Gambar 4.3.4. Kapasitas Daya Dukung Axial Pondasi Tiang S-5.....	52
Gambar 4.4. Grafik kalendering, 10 pukulan akhir.....	53
Gambar 4.4.1. Hammer, Pukulan untuk Pancang.....	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan zaman dan kemajuan teknologi dewasa ini, telah banyak jenis konstruksi seperti bangunan-bangunan tinggi, jalan layang (*flyover*), jembatan, bendungan, dan konstruksi-konstruksi lain yang menggunakan pondasi yang kuat dan mampu meneruskan beban struktur di atasnya ke lapisan tanah dibawahnya. Jenis pondasi yang digunakan pada umumnya menggunakan pondasi tiang pancang. Salah satu bangunan yang menggunakan pondasi tiang pancang adalah pembangunan pabrik kelapa sawit.

Perkembangan zaman dan kemajuan teknologi dewasa ini, telah banyak jenis konstruksi seperti bangunan-bangunan tinggi, jalan layang (*flyover*), jembatan, bendungan, dan konstruksi-konstruksi lain yang menggunakan pondasi yang kuat dan mampu meneruskan beban struktur di atasnya ke lapisan tanah dibawahnya. Jenis pondasi yang digunakan pada umumnya menggunakan pondasi tiang pancang. Salah satu bangunan yang menggunakan pondasi tiang pancang adalah pembangunan pabrik kelapa sawit di Labuhan Batu Sumatera Utara

Pondasi merupakan struktur bangunan bawah yang berfungsi untuk meneruskan beban-beban dari struktur bangunan atas ke lapisan tanah lapisan tanah pendukung (*bearing layers*) dibawahnya pada kedalaman tertentu. pondasi secara umum dapat dibagi dalam dua jenis yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Konstruksi bangunan yang memiliki beban berat sehingga pondasi tiang pancang yang termasuk pondasi dalam menjadi pilihan. Disamping struktur tanah secara umum

mempunyai daya dukung yang berbeda-beda yang sangat sulit untuk diprediksi secara nyata , tentunya kekuatan tanah tersebut juga sangat berpengaruh sekali kepada kekuatan pondasi yang akan digunakan. Disamping pondasi harus dapat memikul beban bangunan yang yang akan dipikulnya sehingga nantinya pondasi tersebut mampu memikul beban dan tidak terjadinya penurunan pada pondasi tersebut ,

Pondasi tiang pancang adalah batang yang relatif panjang dan langsing yang digunakan untuk menyalurkan beban pondasi melewati lapisan tanah dengan daya dukung rendah kelapisan tanah keras yang mempunyai daya dukung tinggi. Penggunaan pondasi tiang pancang dapat mengatasi penurunan tanah (*settlement*) yang dapat merusak konstruksi bangunan dan kemampuan menahan tegangan tarik pada waktu pengangkutan serta pada saat pemancangan. Penggunaan tiang pancang berkaitan dengan daya dukung. Daya dukung tiang pancang dapat menggunakan metode statis dan dinamis. Daya dukung statis dipengaruhi oleh gabungan tahanan tanah di ujung tiang (*end resistance*) ditambah gesekan atau hambatan lekat pada permukaan tiang yang tertanam (*skin friction* atau *adhesive resistance*) sedangkan daya dukung dinamis dipengaruhi oleh *elastic rebound* dan *final set*, dimana hasil dari keduanya tergantung dari berat hammer dan ketinggian hammer saat dijatuhkan.

Dari uraian diatas adalah merupakan latar belakang penulis merasa tertarik mengambil judul penelitian seperti yang tersebut diatas.

1.2. Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari penelitian adalah untuk mengevaluasi perhitungan daya dukung tiang pancang pada pabrik kelapa sawit labuhan batu dengan menghitung dari hasil penyelidikan di lapangan, dari hasil sondir, dan hasil penyelidikan laboratorium berupa parameter geser tanah.

Tujuan penelitian untuk mengetahui daya dukung pondasi tiang yang paling aman dari masing – masing penyelidikan di lapangan tersebut sehingga dapat diperoleh daya dukung tiang yang baik dimana hasilnya dipakai untuk mendesain pondasi yang aman dan ekonomis.

1.3. Rumusan Masalah

Untuk menganalisa kapasitas pondasi tiang pancang berdasarkan hasil uji dilapangan terdapat beberapa permasalahan yang timbul, antara lain :

1. Menentukan kekuatan tiang pancang akibat beban vertikal dan beban horizontal.
2. Perhitungan kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang dari berbagai metode berdasarkan data sondir.
3. Apakah daya dukung pondasi tiang pancang pada pembangunan pabrik kelapa sawit mampu untuk memikul beban yang diberikan serta aman terhadap stabilitas..

1.4. Batasan Masalah

Pada pelaksanaan proyek pembangunan pabrik kelapa sawit terdapat banyak permasalahan yang dapat ditinjau dan dibahas, maka didalam penyusunan tugas akhir ini sangatlah perlu kiranya diadakan suatu pembatasan masalah. Yang bertujuan menghindari kekaburan serta penyimpangan dari masalah yang dikemukakan sehingga semua sesuatunya yang dipaparkan tidak menyimpang dari tujuan semula. Walaupun demikian, hal ini tidaklah berarti akan memperkecil arti dari pokok-pokok masalah yang dibahas disini, melainkan hanya karena keterbatasan belaka. Batasan yang akan di bahas dalam skripsi ini adalah:

- a. Menentukan daya dukung pondasi tiang pancang berdasarkan beberapa metode dengan menggunakan hasil uji lapangan dengan alat sondir pada kedalaman 25 m sesuai kedalaman pondasi pada titik sondir.
- b. Evaluasi pondasi tiang pancang akibat gaya – gaya yang bekerja berdasarkan kapasitas daya dukung tiang pancang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sifat-sifat Geoteknis Tanah

Tanah merupakan kumpulan partikel-partikel yang ukurannya dapat mencakup rentang yang sangat luas. Tanah dihasilkan sebagai produk sampingan pelapukan batuan secara mekanis dan organis (kimiawi).

Tanah gambut merupakan tanah yang terbentuk dari pelapukan tumbu-tumbuhan di dataran rendah yang selalu tergenang air; akibatnya tanah gambut mempunyai kandungan organik lebih dari 75%. (ASTM, 1992; Harwadi dan Mochtar, NE., 2010; Yulianto dan Mochtar, NE., 2014). Tanah gambut dibedakan dalam dua jenis gambut berdasarkan kandungan seratnya (MacFarlane, 1959), yaitu gambut berserat (Fibrous Peat) dengan kandungan serat (Fibers Contents/Fc) $\geq 20\%$ dan tanah gambut tidak berserat (Granular Peat) dengan kandungan serat $>20\%$. Gambut Indonesia dapat diklasifikasikan dalam gambut berserat karena kandungan seratnya sekitar 50% dan terbentuk dari tumbuhan rawa pada daerah tropis sehingga serat-serat tumbuhan masih tampak (Yulianto dan Mochtar, NE., 2012).

Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat-sifat tanah dalam konteks rekayasa melibatkan proses-proses geologis yang bekerja dalam kurun waktu yang lama. Beberapa proses geologis yang paling penting untuk diketahui yaitu: sementasi dan peneuaian alami. Konsolidasi berlebihan, cara pembentukan defosit, mutu lempung, serta air tanah.

a. Sementasi dan Penuaan Alami

Semua tanah mengalami sementasi alami pada titik-titik partikelnya. Tampaknya proses penuaan menambah efek sementasi dengan besar yang bervariasi. Efek ini sudah sejak sangat lama diakui berkenaan dengan tanah-tanah kohesif dan baru belakangan ini gejalanya dianggap sangat penting untuk tanah non kohesif. Efek sementasi dan penuaan pada pasir tidak terlalu kentara bila dibandingkan dengan efek yang terjadi pada lempung, namun demikian efek tersebut sebagai akumulasi kestastitan pada kontak-kontak butiran pasir yang jumlahnya sangat banyak akan mempunyai arti yang penting dalam perancangan suatu pondasi. Perlu suatu ketelitian dan kehati-hatian ekstra dalam menentukan pengaruh efek-efek kuantitatif karena adanya gangguan contoh sample serta kuantitas butiran yang relatif kecil pada sample tanah di laboratorium bila dibandingkan dengan lokasi yang sesungguhnya.

b. Konsolidasi Berlebihan

Suatu tanah dapat dikatakan terkonsolidasi normal bila masa tekanan beban tanah penutup yang terjadi adalah tegangan yang terbesar. Pengalaman menunjukkan bahwa tegangan-tegangan terdahulu pada suatu elemen tanah menghasilkan suatu jejak atau riwayat tegangan yang terus dipertahankan oleh struktur tanah itu sampai suatu keadaan tegangan yang baru dan melampaui tegangan maksimum sebelumnya. Tanah dinamakan terkonsolidasi lebih (atau dalam keadaan prakonsolidasi) bila riwayat tegangannya melibatkan keadaan tegangan yang lebih besar daripada beban penutup yang ada. Keadaan terkonsolidasi lebih sangat penting untuk diketahui baik untuk tanah kohesif maupun tanah non kohesif, sebab perilaku tanah terkonsolidasi lebih dibawah

muatan yang baru akan berbeda dari berlaku untuk tanah yang terkonsolidasi normal. Permasalahannya adalah sangat sukar untuk menentukan adanya konsolidasi berlebihan pada tanah non konsolidasi kohesif.

Rasio konsolidasi lebih (OCR) didefinisikan sebagai rasio tekanan efektif yang lalu p' terhadap tekanan tanah / beban yang ada sekarang sebesar p'_o :

$$OCR = \frac{p'}{p'_o}$$

Suatu angka $OCR < 1$ tidak mempunyai arti, tanah terkonsolidasi normal mempunyai $OCR = 1$, dan tanah prakonsolidasi mempunyai $OCR > 1$. Nilai-nilai OCR antara 1-3 dicapai oleh tanah yang terkonsolidasi lebih agak ringan. Tanah prakonsolidasi berat mungkin mempunyai $OCR > 6$ sampai 8.

c. Cara Pembentukan Defosit

Defosit-defosit tanah terangkut, khususnya oleh air, cenderung mempunyai ukuran butir lebih kecil dengan rasio rongga yang besar. Defosit tersebut cenderung mempunyai komposisi yang seragam tetapi mungkin berlapis dengan bahan sangat halus yang berseling dengan lapisan pasir yang tipis, dimana pasirnya biasanya terangkut dan diendapkan pada waktu air pasang/naik ketika kecepatan arus mampu menghayutkan ukuran butiran yang lebih besar. Defosit-defosit ini cenderung menjadi stabil dan dapat menjadi sangat rapat/padat dalam kurun waktu geologis mulai dari tekanan lapisan tanah penutup berikutnya maupun karena proses sementasi dan penunaan alami.

Komposisi defosit-defosit tanah berkembang bila alat angkutnya berupa gletser. Defosit yang terangkut oleh gletser dapat mengandung lensa-lensa pasir atau lempung yang lebih besar. Tidak mengherankan bila defosit yang terangkut oleh gletser banyak mengandung banyak kerakal bahkan bantuan bongkah yang menggantung (suspended). Endapan-endapan gletser dapat mempunyai nama-nama tertentu sebagaimana ditemukan dalam buku-buku Geologi seperti Morain, Esker, dll, tetapi untuk kepentingan rekayasa pondasi yang paling penting adalah sifat keseragaman serta mutu dari defosit tersebut. Defosit yang seragam dan rapat biasanya tidak menyulitkan. Defosit dengan komposisi tak menentu mungkin memuaskan untuk dipakai, tetapi sifat-sifat tanah akan sulit diperoleh. Bantuan bongkah dan lensa-lensa dengan karakteristik yang jauh berbeda dapat menyebabkan kesulitan-kesulitan pelaksanaan rekayasa pondasi.

Pertimbangan utama untuk defosit-defosit yang terbentuk karena endapan ialah banyaknya curah hujan yang telah terjadi. Air permukaan dalam jumlah yang besar cenderung untuk menekan bahan-bahan dari zona-zona atas ke tempat yang lebih dalam. Partikel-partikel halus dalam konsentrasi yang besar dapat mempengaruhi karakteristik kekuatan dan penurunan dari defosit tersebut.

d. Mutu Lempung

Istilah lempung lazimnya dipakai untuk menggambarkan defosit tanah kohesif dengan campuran lempung dalam jumlah yang cukup sehingga suatu pengeringan akan menghasilkan pengkerutan dengan pembentukan belah-belah retak sedemikian rupa sehingga dapat terjadi pergeseran suatu blok. Bila

pengeringan menyebabkan belah-belah karena pengeringan dalam tanah defosit, maka kita berhadapan dengan ‘lempung retakan’. Bahan ini dapat menyulitkan dalam pembuatan contoh dilapangan karena bahan ini dapat sangat keras dan retakan yang terjadi dapat menyulitkan perolehan kembali contoh bahan. Pada pengujian kekuatan secara laboratoris, retakan-retakan yang ada dapat menentukan bidang-bidang patahan dan menghasilkan perkiraan kekuatan yang rendah bila dibandingkan dengan pengujian langsung di tempat, dimana efek ukuran dapat menjembatani atau membatasi ketidaksinambungan tersebut. Selama pelaksanaan konstruksi terdapat potensi untuk terjadinya penurunan kekuatan, dimana pembukaan suatu penggalian akan mengurangi tekanan lapisan tanah penutup sehingga terjadi penuaian sepanjang retakan. Air hujan atau bahkan kelembaban setempat yang kemudian terjadi dapat memasuki retakan sehingga terjadi pelunakan pada bagian dalam maupun pada bagian permukaan tanah.

Lempung tanpa retakan adalah lempung ‘utuh’ dan biasanya terkonsolidasi normal atau paling sedikit belum terjadi prakonsolidasi karena tegangan-tegangan penyusutan. Sementara lempung ini dapat memuai karena penggalian lapisan tanah penutup, maka akses kepada air bebas yang terjadi kemudian tidaklah terlalu berpotensi membahayakan dibandingkan dengan lempung retakan, karena efek airnya terbatas kepada bagian permukaan saja.

e. Air Tanah

Air tanah dapat merupakan gejala geologis, akan tetapi air tanah itu dapat juga berasal dari belakangan seperti curah hujan yang baru terjadi atau adanya suatu aliran dari sistem pengairan yang bocor. Suatu penambahan kandungan

air cenderung untuk mengurangi kekuatan geser suatu tanah kohesif. Penambahan yang memadai dapat mengurangi kekuatan geser sampai menjadi nol, untuk tanah kohesif maka hasilnya akhirnya ialah suatu cairan yang pekat. Kehadiran pasir jenuh dalam keadaan yang longgar dapat menjadi cairan yang pekat karena terjadinya kejutan mendadak. Gejala di dinamakan 'pencarian' (liquefaction) dan teramat penting untuk diketahui pada perencanaan struktur-struktur besar dalam daerah-daerah yang rentan terhadap terjadinya gempa.

Pada waktu air tanah hanya merendam pasir, regangan permukaan yang terjadi akan memungkinkan penggalian-penggalian dangkal dengan sisi-sisi vertikal. Kalau air terus menerus menguap, sisi-sisinya akan runtuh, akan tetapi getaran konstruksi dapat memicu kelongsoran sebelum pengeringan sempurna. Suatu penggalian vertikal dalam tanah kohesif dapat runtuh karena curah hujan melunakkan lempung atau karena kombinasi pelunakan dan air berlebih yang memasuki celah-celah retakan permukaan, dan keduanya menimbulkan tekanan air hidrostatik dan menyebabkan penurunan kekuatan karena perlunakan tanahnya.

Bagaimanapun juga, kekuatan geser suatu tanah kohesif dapat sangat dipengaruhi oleh air. Perubahan muka air tanah (MAT) dapat menyebabkan efek-efek yang tidak diharapkan-khususnya karena penurunan MAT. Karena air mempunyai efek mengapung pada tanah seperti juga untuk bahan-bahan lain, maka penurunan MAT dapat menghilangkan efek ini dan secara efektif menambah berat tanah. Keadaan ini dapat menyebabkan penurunan karena penambahan beban ini.

Pada akhirnya, pengetahuan tentang sifat-sifat Geoteknis tanah dalam perancangan suatu konstruksi pondasi adalah suatu hal mutlak. Pengetahuan tentang sifat-sifat geoteknis tanah akan sangat mempengaruhi dalam perancangan maupun pelaksanaan pekerjaan suatu konstruksi pondasi.

Sifat-sifat Geoteknis tanah yaitu parameter-parameter kekuatan tanah dan sifat-sifat fisis tanah yang berupa suatu angka-angka dan definisi yang didapat dari hasil pengujian di lapangan dan pengujian laboratorium terhadap contoh-contoh tanah yang diambil dari lokasi.

Didalam Ilmu Mekanika Tanah, sifat-sifat geoteknis ini dibagi kedalam dua golongan yaitu:

- Index properties (sifat-sifat fisis) dan
- Engineering properties (sifat-sifat teknis)

Yang mana semua parameter-parameter tanah ini sangat diperlukan dalam semua aspek perencanaan pondasi. Dimulai dari penentuan jenis pondasi, dimensi, sampai dengan kontrol tegangan tanah dan settlement (penurunan pondasi).

2.1.1. Indeks Properties (sifat-sifat fisis)

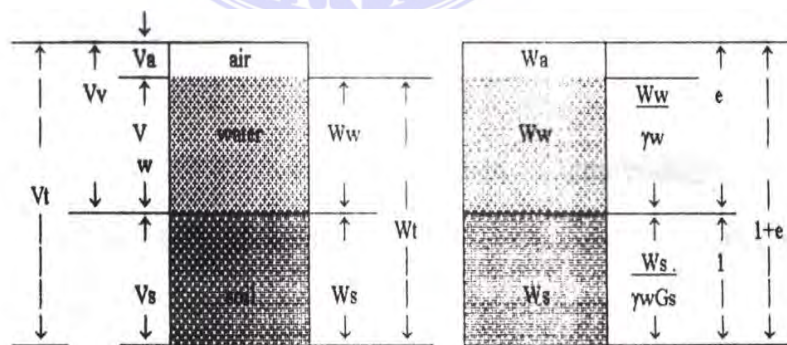
Index properties tanah meliputi definisi dan besaran-besaran : Klasifikasi Tanah, berat spesifik tanah (G_s), Berat Volume Massa (γ), porositas (n), kadar pori (e), Derajat Kejenuhan (S_r), Kadar air alami (W_n), serta batas-batas Atterberg.

Pengklasifikasikan tanah dalam konteks perencanaan suatu pondasi adalah merupakan bagian yang sangat penting untuk memperkirakan perilaku/unjuk kerja

suatu pondasi. Selain itu ada beberapa kasus, klasifikasi tanah digunakan untuk menentukan besaran-besaran/parameter dalam perhitungan tegangan tanah dan daya dukung suatu pondasi.

Sistem pengklasifikasian tanah yang umumnya dipakai yaitu USCS (Unified Soil Classification System). Tetapi dewasa ini orang cenderung lebih suka memodifikasi sistem klasifikasi tanah dengan cara menggabungkan definisi pada USCS dengan definisi pada ASTM D2487 (American Society for Testing and Materials). Dalam USCS klasifikasi tanah diberikan dengan memberikan simbol yang mewakili suatu jenis tanah. Tabel klasifikasi tanah dengan USCS dapat dilihat pada lampiran 2.

Suatu tanah pada umumnya terdiri dari tiga bagian yang tak terpisahkan yaitu tanah itu sendiri (soil-s) dan pori tanah (void-v), dimana pori tanah ini terdiri dari air (water-w) dan udara (air-a). Ilustrasi hal ini dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1. Bagian-bagian dalam suatu masa tanah

Sumber : Joseph E. Bowles, Erlangga 1993

$$\gamma = \frac{W_t}{V_t}; \quad n = \frac{V_v}{V_t}; \quad w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

$$S = \frac{V_w}{V_w} \times 100\%; \quad G_s = \frac{W_s/V_s}{\gamma_w} = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

$$n = \frac{V_v}{V_t} = \frac{e}{1+e}; \quad e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{n}{1-n}$$

dimana : γ = berat satuan massa

W_t = berat total tanah (W_s+W_a)

W_s = berat tanah (soi)

V_t = volume total tanah ($V_s+V_w+V_a$)

G_s = specific gravity

n = porositas

e = angka pori

γ_w = berat satuan massa air

2.1.2. Engineering Properties (sifat-sifat teknis)

Engineering properties meliputi besaran-besaran : Compressibility /Konsolidasi (Compression index, swelling Index, P_c , P_c , OCR) dan Shear Strength (kekuatan geser, Kohesi – C, Sudut Geser Tanah- ϕ).

Parameter-parameter di atas sangat diperlukan dalam perhitungan penurunan pondasi serta perhitungan tegangan-tegangan dalam tanah sehubungan dengan adanya beban struktur yang berdiri di atas tanah tersebut maupun tegangan akibat berat sendiri tanah.

Perhitungan tegangan geser diberikan dengan persamaan :

$$\tau = c + \sigma \tan \phi$$

dimana : τ = tegangan geser

c = kohesi (atau kekuatan geser tak tersalur su)

σ = tegangan normal pada bidang geser

ϕ = sudut geser dalam

2.2. Penyelidikan dan Pengujian Tanah Dilapangan

Penyelidikan kondisi bawah tanah di tempat merupakan prasyarat bagi perancangan elemen bangunan bawah (sub structure). Unsur-unsur penyelidikan tanah sangat bergantung kepada jenis proyek, tetapi pada umumnya penyelidikan tanah ini mempunyai maksud untuk:

- Mencari informasi untuk menentukan jenis pondasi yang harus digunakan
- Menentukan kapasitas beban yang dapat dipikul oleh pondasi
- Memberikan data pengujian laboratorium yang memadai untuk memperkirakan penurunan (settlement)
- Letak muka air tanah
- Identifikasi dan penyelesaian masalah penggalian tanah, serta
- Identifikasi masalah lingkungan serta pemecahannya

Metode penyelidikan tanah yang paling banyak dilakukan adalah melaksanakan pemboran dalam (deep boring) ke dalam tanah untuk mendapatkan contoh bahan (sample) yang dapat digunakan untuk pengujian visual maupun pengujian di laboratorium.

Bersamaan dengan pelaksanaan pengeboran ini dapat dilakukan beberapa pangujian tanah seperti Standard Penetration Test (SPT), Percobaan geser baling-baling (Vane Shear Test) maupun pengujian lain diperlukan.

2.2.1. Pengeboran Dalam

Pada awalnya, pelaksanaan pemboran tanah mendapatkan lubang pengujian dilakukan dengan tangan dengan menggunakan peralatan sederhana. Karena pertimbangan teknis dan ekonomis, untuk banyak pemboran yang mencapai kedalaman yang besar serta untuk mendapatkan contoh tanah yang tak terganggu, pelaksanaan pemboran dilakukan dengan bantuan mesin bor.

Pemboran dengan air (was boring) adalah salah satu metode yang lazim digunakan dalam pelaksanaan pemboran. Pembuatan dimulai dengan mendorong acuan (casing) sampai kedalaman 2 hingga 3.5m. Acuan adalah sebuah pipa yang menopang lubang untuk mencegah terjadinya runtuh dinding lubang bor. Air dipompa melalui tangkai bor dan keluar dengan kecepatan tinggi melalui lubang-lubang pada mata bor. Air naik diantara acuan dan mata bor membawa partikel-partikel tanah yang lepas. Lubang pemboran diperdalam dengan menaikkan, memutar, dan menjatuhkan mata bor ke dasar lubang. Tangkai bor dan acuan ditambah untuk mendapatkan lubang bor yang semakin dalam. Wash boring sangat efektif untuk semua jenis tanah kecuali tanah keras, dan banyak dilakukan di Amerika Selatan, Afrika, serta sebagian Asia.

Pemboran putar (rotary) adalah teknik pemboran dengan menggunakan rotasi mata bor bersamaan dengan penerapan tekanan pada mata bor untuk

pelaksanaan pengeborannya. Teknik ini merupakan cara yang paling cepat untuk pelaksanaan pemboran pada daerah batuan. Lumpur pemboran digunakan untuk mengangkat serpihan-serpihan batuan/tanah (cutting) yang juga sekaligus untuk menahan keruntuhan dinding lubang bor serta mendinginkan mata bor. Lumpur yang dipakai biasanya merupakan larutan lempung tiksotropik cair seperti campuran bentonite, barite, dll. Berbagai jenis mata bor tersedia mulai dari grinding head untuk pengeboran lapisan tanah dan batuan lunak hingga coring bit yang dipakai untuk mengambil sample tanah/batuan.

Bor jenjang menerus (continuous flight auger) mungkin merupakan metode penyelidikan tanah yang paling populer dewasa ini. Jenjang tersebut bekerja sebagai alat angkut untuk membawa tanah ke permukaan. Alat ini dapat dipakai pada semua jenis tanah, walaupun pada pasir jenuh dengan tekanan hidrostatis sebesar beberapa m akan mengakibatkan pasir mengalir ke dalam penampang bor (auger) sehingga diperlukan pencucian pada pelaksanaan pengambilan contoh bahan. Alat ini dapat melaksanakan pengeboran sampai dengan kedalaman 100 m, tergantung kepada alat pendorong, tanah, dan ukuran lubang bor. Auger bisa berupa tangkai pejal maupun berongga. Tangkai berongga umumnya lebih banyak disukai kerana pengujian penetrasi atau pengambilan contoh bahan dengan tabung dapat dilakukan melalui tangkai tersebut.

Teknik-teknik pengeboran di atas pada dasarnya mempunyai tujuan yang sama yaitu untuk mendapatkan parameter-parameter tanah serta untuk mendapatkan contoh bahan tanah tak terganggu untuk pengujian laboratorium.

Tatapi pada pelaksanaannya sukar sekali untuk mendapatkan contoh tanah yang betul-betul tidak terganggu dikarenakan beberapa hal sbb:

- Contoh bahan selalu tidak dibebani tekanan pembatas (confining pressure) di tempat, dengan ekspansi yang tak diketahui. Penuaian lateral terjadi pada dinding lobang bor sehingga pengujian-pengujian langsung di tempat yang memakai diameter lubang sebagai acuan itu terganggu oleh sejumlah parameter yang tidak diketahui.
- Contoh bahan yang dikumpulkan dari tempat yang lain, kecuali dari sumur uji, terganggu oleh perpindahan volume tabung atau alat pengumpul lain yang mempunyai volume tertentu sehingga menyebabkan perpindahan butiran bila didorong atau digerakkan masuk ke dalam tanah. Adanya kerikil akan memperbesar gangguan terhadap contoh tanah.
- Gesekan contoh bahan pada sisi-sisi tabung cenderung menekan contoh bahan selama pengambilan.
- Adanya perubahan-perubahan yang tidak diketahui terhadap kadar air tanah pada contoh bahan.
- Kehilangan tekanan hidrostatis bisa menyebabkan terjadinya rongga-rongga gelembung gas dalam contoh bahan.
- Penanganan dan pengangkutan contoh bahan dari suatu tempat ke laboratorium serta pemindahan contoh bahan dari tabung sample ke alat uji.
- Situasi lingkungan kerja yang sangat panas atau sangat dingin dapat membuat contoh bahan menjadi kering atau membeku.

Pada jenis tanah non kohesif, pengambilan contoh bahan tak terganggu untuk pengujian kekuatan, jauh lebih sukar lagi. Pada bahan berkerikil dan semua bahan yang padat, contoh bahan dengan gangguan minimal sangat sukar diperoleh. Dilatasi (pemuai) terjadi pada pasir padat sebagai kombinasi dari pemindahan volume alat pengambil contoh dan kerikil yang tertangkap pada tepi pemotong sehingga memberikan volume semua yang lebih besar. Beberapa usaha telah dilakukan untuk memperoleh bahan non kohesif dengan cara membekukan daerah sekitar contoh bahan (tetapi bukan contoh bahannya sendiri) atau dengan menyuntikkan aspal yang kemudian dikeluarkan dari contoh bahan tersebut. Tetapi pengambilan contoh bahan dengan pengambilan contoh bahan pengisap yang berdinding tipis lebih lazim digunakan.

Penggunaan utama dari contoh bahan non kohesif yang tak terganggu adalah untuk mendapatkan berat satuan atau kerapatan relatif. Berat tanah dalam volume pengambil contoh bahan yang diketahui memungkinkan penentuan berat satuan yang logis, walaupun jika contoh bahan terganggu akibat pemindahan dari tempat asalnya sampai ke laboratorium.

Karena hampir tidak mungkin untuk memperoleh contoh bahan tak terganggu pada tanah non kohesif, maka taksiran kerapatan, kekuatan, dan kompresibilitas biasanya ditaksir dari uji penetrasi atau metoda-metoda lain di lapangan.

2.2.2. Standard Penetration Test

Standard Penetration Test (SPT) yang dikembangkan pada tahun 1927 merupakan metoda yang paling populer dan ekonomis untuk mendapatkan informasi mengenai lapisan-lapisan di bawah permukaan tanah. Pengujian SPT

telah dibakukan sebagai standard dalam ASTM D 1586 (American Society for Testing and Materials) sejak tahun 1958.

Pengujian SPT terdiri dari:

- Pemancangan alat pengambil contoh bahan silinder standard ke dalam tanah di dasar lubang bor.
- Perhitungan banyaknya pukulan untuk memasukkan tabung sejarak 305 mm (12") untuk mendapatkan nilai N.
- Pemancangan dilakukan dengan menggunakan masa pendorong seberat 63.5 kg (140 lbs) yang jatuh bebas dari ketinggian 760 mm (30").

Praktek konvensional dalam pelaksanaan SPT adalah melaksanakan SPT untuk setiap 1 atau 2 m setelah menembus tanah lapisan atas atau memulai uji pertama pada kedalaman sekitar 1 sampai 1 ½ m. Untuk setiap pengujian diambil contoh tanah setebal kira-kira 460 mm termasuk kedalaman kedudukannya untuk memberikan profil visual atas kira-kira 50% dari kedalaman pemboran.

Contoh-contoh tanah non kohesif diperiksa secara visual dan sebagian disimpan dalam suatu wadah kaca yang telah diberi tanda dengan nama pekerjaan, nomor pemboran, kedalaman serta N lapangan. Contoh tanah kohesif diperlakukan serupa kecuali uji q_u yang dilakukan secara rutin dan sebuah mesin kompresor kecil dapat dibawa ke lapangan untuk uji q_u , tetapi biasanya lebih sering dilakukan dengan menggunakan alat pengukur tembus (penetrometer) saku.

2.2.3. Cone Penetration Test

Cone Penetration Test (CPT) adalah uji sederhana yang dipakai semakin luas untuk lempung lunak dan pasir halus sampai pasir setengah kasar. Pengujian ini tidak diterapkan pada tanah berkerikil dan lempung kaku/keras. Pengujian ini dilakukan dengan mendorong kerucut standar (menurut ASTM D 3341 mempunyai ujung bersudut 60°) dan diameter dasar 35.7 mm dengan luas irisan lintang 10^2) ke dalam tanah dengan kecepatan 10 sampai 20 mm/detik. Pengujian ini secara periodis dapat dihentikan untuk memasang tambahan batang 1 meteran untuk menambah kedalaman.

Data yang terkumpul berupa tahanan ujung q_c dan tahanan gesek selongsong q_s , dan karena banyaknya data pada suatu dorongan yang menerus, maka biasanya dipakai peralatan tambahan untuk mengumpulkan data secara elektronik. Secara ini dapat berbentuk perekam lajur atau sandi-sandi digital yang dicatu kedalam suatu mikro komputer.

Dewasa ini terdapat paling sedikit lima macam bentuk kerucut yang dipakai, yaitu:

- Mekanis, jenis paling awal dinamakan “Kerucut Belanda” karena berasal dari negeri Belanda.
- Gesekan listrik, modifikasi pertama memakai memakai pengukur regangan untuk mengukur q_c dan q_s .
- Piezo/Gesek Listrik, suatu modifikasi lanjutan untuk mengukur gesekan selongsong tahanan ujung dan tekanan pori.
- Kerucut Seismik, sebuah modifikasi tambahan baru-baru ini untuk mencakup pengambilan getaran agar memperoleh data guna menghitung

kecepatan gelombang geser dari suatu kejut permukaan sehingga modulus geser dinamikanya dapat diukur.

Kerucut listrik dapat memuat elektronika pengukur lereng (inclinometer) untuk mengukur penyimpangan kerucut vertikal karena pemasukan ke dalam tanah dapat melenturkan pelurusan vertikal. Data yang dihasilkan akan kurang baik sejalan dengan pertambahan kemiringan dan pengujian biasanya dihentikan dan kemudian dilanjutkan satu atau dua meter dari titik semula bila dipelurusannya menjadi berlebihan.

Keuntungan khusus CPT adalah untuk mendapatkan profil yang menerus sejauh tidak ditemui tanah atau batuan yang sangat keras untuk kedalaman yang diminati. Pengujian ini sangat cepat bila dipakai peralatan elektronik untuk merekam data perlawanan konus dan gesekan selongsong. Data dari CPT dipakai untuk menetapkan kapasitas dukung yang diperbolehkan serta untuk merancang tiang pancang. Data yang ada mungkin dapat dipakai untuk menguatkan metoda-metoda pengujian yang lain dan dapat diperkirakan untuk memperkirakan klasifikasi tanah dalam rentang dimana pengujian tersebut dapat diterapkan. Pada umumnya data itu memerlukan informasi pelengkap tentang cara-cara eksplorasi yang lain (pemboran dan pengambilan contoh untuk uji laboratorium dan pemeriksaan visual) karena biasanya terdapat tebaran yang besar pada rekaman penetrasi.

Secara khas, tahanan ujung/titik dan gesekan selongsong dipakai untuk menghitung rasio gesekan f_R sebagai:

$$f_R \frac{q_s}{q_c} \times 100\%$$

Pasir biasanya mempunyai rasio gesekan $f_R < 1$ persen, rasio gesekan lempung lebih besar, dan gambut dapat mempunyai $f_R > 5$ atau 6 persen.

Data kerucut dapat langsung dipakai pada waktu merancang suatu pondasi, biasanya parameter yang penting adalah suatu perkalian atas q_c . Hal ini adakalanya dipakai dalam korelasi untuk menghubungkannya kepada sifat-sifat yang penting pada perancangannya seperti ϕ , kerapatan relatif D_r untuk pasir dan membandingkannya terhadap kekuatan geser tak terdrainase s_u untuk tanah kohesif atau klasifikasi tanah.

2.3. Pondasi Tiang Pancang

Tiang pancang adalah bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton, dan atau baja yang digunakan untuk meneruskan (menstransmisikan) beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah dalam masa tanah (Bowles, 1991). Fungsi dan kegunaan dari pondasi tiang pancang adalah untuk memindahkan atau mentransfer beban-beban dari konstruksi di atasnya (superstruktur) ke lapisan tanah keras yang letaknya sangat dalam.

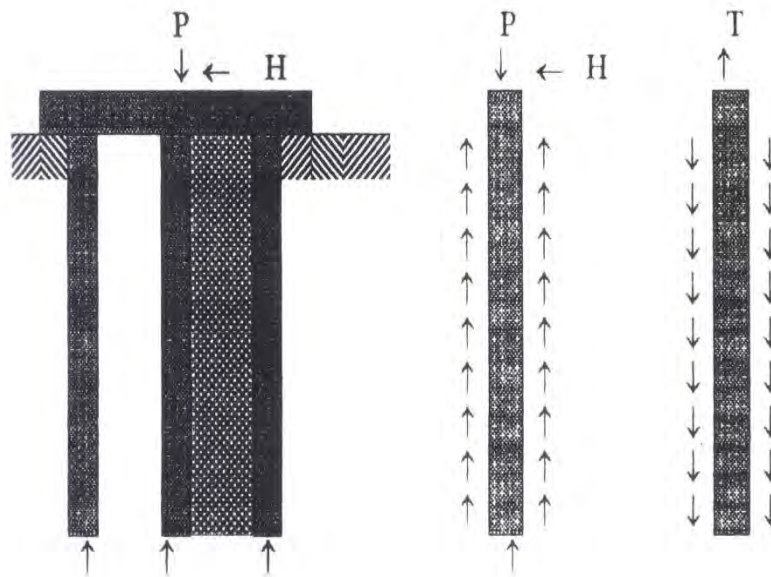
Menurut Sardjono (1988), penggunaan pondasi tiang pancang sebagai pondasi bangunan apabila tanah yang berada dibawah dasar bangunan tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban yang bekerja padanya. Selain itu pondasi tiang pancang dapat digunakan sebagai pondasi bangunan apabila tanah yang mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan seluruh beban yang bekerja berada pada lapisan yang sangat dalam dari permukaan tanah kedalaman lebih dari 8 m (Bowles, 1991).

2.4. Kapasitas Statistik Tiang Panca Tunggal

Tiang pancang adalah bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton dan/atau baja yang digunakan untuk mentransmisikan beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah dalam suatu masa tanah. Hal ini merupakan distribusi vertical dari beban sepanjang boros tiang pancang atau pemakaian beban secara langsung terhadap lapisan yang lebih rendah melalui ujung tiang pancang. Beban vertical didistribusikan terhadap gesekan kulit tiang pancang dengan tanah dan/atau didistribusikan langsung pada lapisan tempat ujung tiang pancang berada.

Tiang pancang pada umumnya digunakan untuk (ilustrasi pada gambar 2.4.1) :

1. Membawa beban-beban konstruksi di atas tanah, ke dalam atau melalui sebuah lapisan tanah.
2. Menahan gaya desakan ke atas, atau gaya guling, seperti untuk telapak ruangan bawah tanah di bawah bidang batas air jenuh atau untuk menopang kaki-kaki menara terhadap guling.
3. Sebagai faktor keamanan tambahan dibawah tumpuan jembatan dan/atau pir (tiang), terutama jika erosi merupakan masalah yang potensial.



Gambar.2.4.1. Konfigurasi Tiang Pancang dalam suatu masa tanah

Sumber : Joseph E. Bowles, Erlangga 1993

Tiang-tiang pancang tersebut dipancang ke dalam tanah dengan sejumlah metode, yaitu:

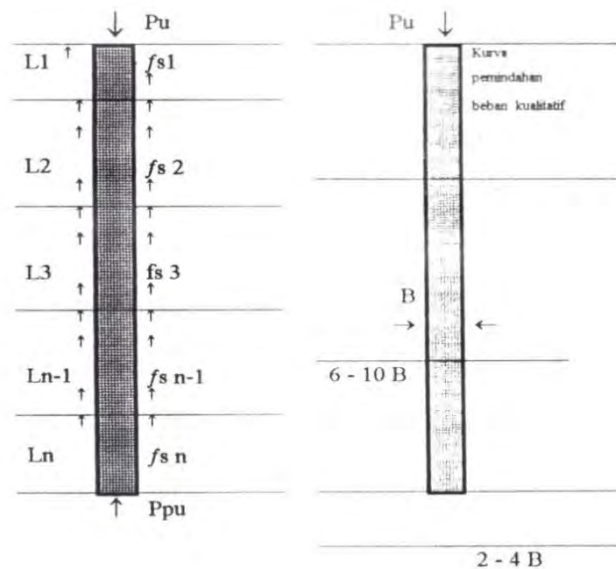
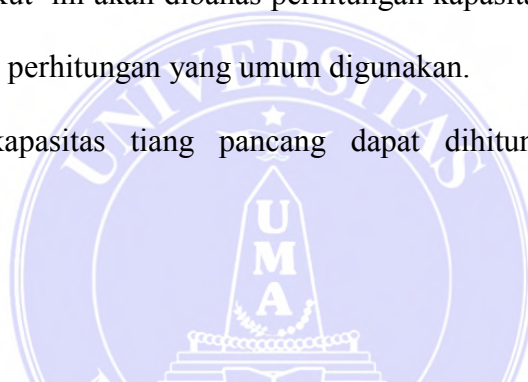
1. Pemasangan dengan pukulan berurutan secara tetap pada puncak tiang pancang dengan menggunakan sebuah Hammer tiang pancang.
2. Pemasangan dengan menggunakan alat penggetar yang ditempatkan pada puncak tiang pancang.
3. Dengan cara mendongkrak tiang pancang
4. Dengan cara membor sebuah lobang serta memancang tiang pancang ke dalamnya, atau yang lebih umum adalah mengisi beton ke dalam rongga tersebut.
5. Dengan cara menekan tiang pancang dengan cara hidrolis

Bila pondasi tiang pancang sudah ditetapkan dalam suatu konstruksi, maka penampang tiang pancang dan panjang yang diperlukan dihitung berdasarkan pada beban kerja, tegangan yang diijinkan pada bahan tiang, serta sifat-sifat tanah di

tempat, sehingga jumlah tiang pancang yang dibutuhkan dapat dihitung. Rumus-rumus dinamika, pengujian beban tiang pancang atau kombinasinya digunakan di proyek untuk mengontrol kesesuaian hasil perencanaan dengan pelaksanaan. Umumnya diakui bahwa cara pengujian beban adalah cara yang paling dapat dipercaya untuk menentukan kapasitas tiang pancang yang sebenarnya.

Penentuan kapasitas yang pasti dari sebuah tiang pancang adalah sangat sukar. Sejumlah besar persamaan yang berbeda digunakan untuk menghitungnya, dan setiap persamaan yang digunakan tersebut jarang sekali yang memberikan hasil yang sama. Berikut ini akan dibahas perhitungan kapasitas tiang pancang dengan beberapa metode perhitungan yang umum digunakan.

Semua kapasitas tiang pancang dapat dihitung dengan persamaan-persamaan sbb:



Gambar 2.4.2. Ilustrasi Kapasitas Tiang Pancang Tunggal dan Daerah Kurva Pemindahan Beban Kualitatif

Sumber : Joseph E. Bowles, Erlangga 1993

$$P_u = P_{pu} + \Sigma P_{\psi} \quad (\text{tekan}) \quad \text{persamaan 2.4.1}$$

$$T_u = \Sigma P_{\psi} + W \quad (\text{tarik}) \quad \text{persamaan 2.4.2}$$

$$\Sigma P_{\psi} = A_s \cdot f_s \quad \text{persamaan 2.4.3}$$

dimana :

P_u = Kapasitas tiang pancang ultimate terhadap gaya tekan (Ton)

T_u = Kapasitas tiang pancang terhadap gaya tarik (Ton)

P_{pu} = Kapasitas titik akhir (Ton)

ΣP_{ψ} = Kapasitas tahanan kulit (Ton)

A_s = Luas Bidang kontak = keliling x L (m^2)

f_s = Koefisien gesek antara tiang pancang dengan tanah

W = Berat tiang pancang (Ton)

Kapasitas tiang pancang yang diijinkan (P_a atau T_a) didapatkan dengan menerapkan suatu harga SF (Safety Faktor) yang sesuai pada bagian-bagian sebagai berikut:

$$P_a = \frac{P_u}{SF_p} + \frac{\Sigma P_{\psi}}{SF_s}$$

Atau dengan menggunakan suatu harga SF tunggal sbb:

$$P_a = \frac{P_u}{SF} \quad T_a = \frac{T_u}{SF}$$

Kapasitas titik akhir (P_{pu}) dapat dihitung dengan rumus umum Meyerhof yang berdasarkan korelasi harga –harga ϕ dengan faktor kedalaman serta bentuk pondasi, kapasitas titik akhir berdasarkan nilai N SPT, maupun perhitungan kapasitas titik akhir dengan berdasarkan pada harga perlawanan konus hasil

penyelidikan CPT (q_c). Dan untuk keamanan hasil perhitungan dengan ketiga cara di atas diambil harga yang paling kecil. Sedangkan kontribusi tahanan kulit $\Sigma\psi$ dapat dihitung dengan persamaan Janbu maupun persamaan Vesic dengan berbagai kombinasi data tanah berupa pengujian N-SPT dan perlawanan konus q_c -CPT.

2.4.1. Kapasitas Titik AKhir (P_{pu}) dengan Persamaan Umum Meyerhof

Rumus umum Meyerhof untuk perhitungan kapasitas titik akhir didefinisikan sebagai:

$$P_{pu} = A_p (C N'_c + \eta q N'_q + \frac{1}{2} \gamma B N_y S_y)$$

dimana :

A_p = luas daerah titik tiang pancang efektif (m^2)

C = kohesi, atau kekuatan geser tak tersalur $-s_u$ (T/m^2)

N'_c = faktor kapasitas dukung untuk kohesi sesuai dengan bentuk dan kedalaman pondasi

N'_q = faktor kapasitas dukung akibat kelebihan beban

N_y = faktor kapasitas untuk pembesaran ujung pondasi

q = tegangan vertical efektif pada titik tiang pancang (T/m^2)

η = 1, kecuali untuk faktor-faktor VESIC N dimana

$$\eta = \frac{1 + 2K_o}{3}$$

$$K_o = 2 - \sin \phi'$$

Karena pada tiang pancang tidak ada pembesaran ujung, maka persamaan di atas dapat disederhanakan menjadi :

$$P_{pu} = A_p (C n'_c + q N'_q) ; \eta = 1 \quad (\text{persamaan 2.4.4})$$

2.4.2. Kapasitas Titik Akhir (Ppu) berdasarkan SPT-N

Perhitungan kapasitas titik akhir dari hasil SPT diberikan dengan rumus

$$P_{pu} = A_p (4N) L/B \leq A_p (40N) \quad \text{dalam Ton}$$

Dimana : N = Nilai rata-rata statistik dari bilangan SPT dalam daerah kurva pemindahan beban kualitatif, yaitu antara 6-10 di atas dasar pondasi sampai dengan 2-4 B di bawah pondasi.

L/B = Perbandingan panjang dan diameter pondasi

2.4.3. Kapasitas Titik Akhir (Ppu) berdasarkan nilai qc-CPT

Kapasitas titik yang dihitung berdasarkan nilai perlawanan conus qc dari hasil penyelidikan CPT adalah:

$$P_{pu} = A_p \cdot q_c$$

Dimana : qc = nilai rata-rata statistik perlawanan konus pada daerah seperti untuk perhitungan N di atas.

2.4.4. Kapasitas Tahanan Kulit (ΣP_{si})

Dari persamaan 2.3.3. di atas telah disebutkan bahwa kontribusi tahanan kulit ΣP_{si} didefinisikan sebagai :

$$\begin{aligned} \Sigma P_{si} &= \Sigma A_s \cdot f_s \quad ; \quad A_s = \pi \cdot d_l \cdot dl \\ &= \pi \cdot d_l \cdot f_s \cdot \Sigma dl \\ &= \pi \cdot B \cdot \Sigma dl \cdot f_s \end{aligned}$$

Dimana : $\pi \cdot d_l$ = keliling tiang = $\pi \cdot B$ (m)

B = diameter tiang (m)

dl = tebal lapisan (m)

Perhitungan f_s dapat dilakukan dengan persamaan yang diberikan oleh Tomlinson (1971) yang dikenal sebagai metoda α sbb:

$$f_s = \alpha \cdot c + qK \tan \delta$$

dimana :

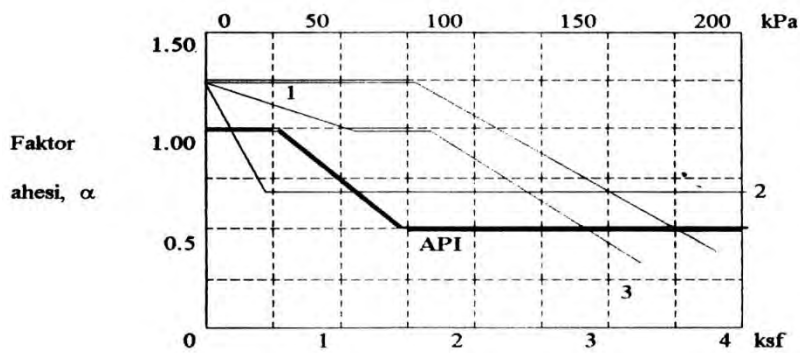
- α = faktor adhesi (dapat dicari pada tabel 2.3.4.)
- c = kohesi pada lapisan = su (T/m^2)
- q = rata-rata tegangan efektif pada lapisan (T/m^2)
- K = koefisien tekanan tanah lateral ($K_0 \leq 1.75$)
- δ = sudut gesekan efektif antara tanah dan tiang pancang (dapat dipakai harga ϕ)

Harga K_0 untuk tiang pancang didefinisikan sebagai :

$$K_0 = (1 - \sin \phi) \sqrt{OCR}$$

OCR = rasio konsolidasi berlebihan / Kekuatan geser tak tersalur, su

Kekuatan geser tak tersalur, su
Tabel 2.4.4. Hubungan su dengan q (*)



Sumber : Joseph E. Bowles, Erlangga 1993

Garis 1 digunakan untuk pasir atau kerikil berpasir yang terletak di atas tanah kohesif

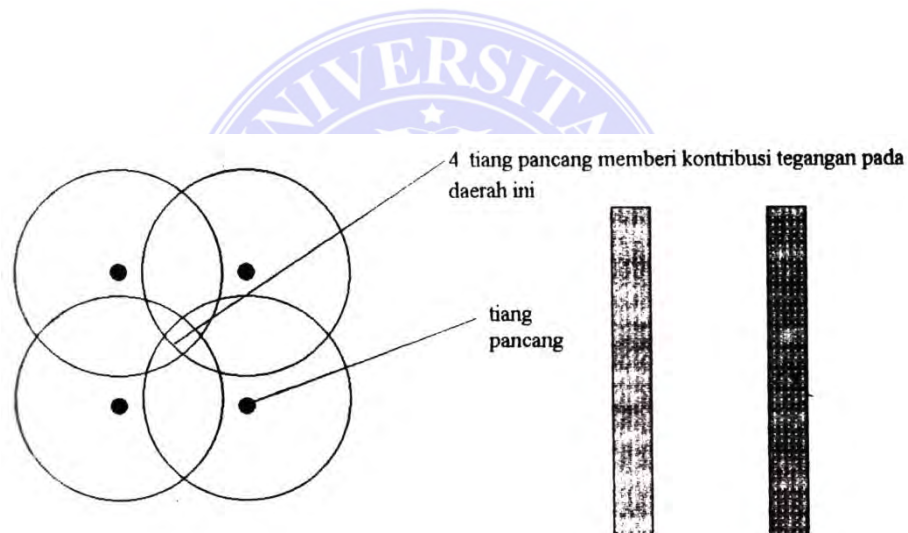
Garis 2 digunakan untuk tanah lempung lembek atau lumpur yang terletak di atas tanah kohesif

Garis 3 digunakan untuk tanah kohesif tanpa lapisan tanah di atasnya

2.5. Kelompok Tiang Pancang

Kemungkinan suatu konstruksi pondasi terdiri dari sebuah tiang pancang tunggal adalah sangat jarang. Umumnya, suatu konstruksi tiang pancang terdiri dari dua atau tiga buah tiang pancang di bawah elemen/kaki pondasi.

Bila beberapa tiang pancang dikelompokkan, maka wajarlah jika diperkirakan bahwa tekanan-tekanan tanah yang dikembangkan dalam tanah sebagai variabel daya dukung tiang pancang akan saling overlap seperti terlihat pada gambar 2.5.



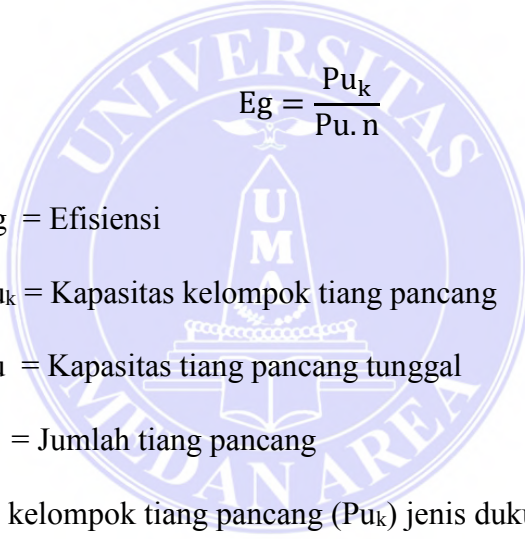
Gambar 2.5. Tegangan-tegangan di sekeliling kelompok tiang pancang

Sumber : Joseph E. Bowles, Erlangga 1993

Intensitas tekanan bertumpuk (superimposed) tergantung pada beban dan jarak antara tiang pancang yang cukup besar akan mengakibatkan tanah runtuh karena geseran ataupun terjadinya penurunan yang berlebihan. Intensitas tegangan dari daerah yang mengalami tegangan overlap akan menurun dengan meningkatnya jarak antara tiang pancang -s, namun demikian jarak yang terlalu besar sangat tidak efisien dan mahal mengingat pile cap tiang pancang dicor di atas kelompok tiang

pancang sebagai dasar kolom dan penyebar beban. Jarak s sebesar 2.5 kali diameter tiang pancang pada umumnya dapat dipakai dengan cukup aman.

Jika beberapa tiang pancang digabungkan menjadi suatu kelompok pada suatu pile cap, maka timbul suatu pertanyaan apakah kapasitas pondasi kelompok tiang pancang dapat dihitung sebagai penjumlahan kapasitas dari masing-masing tiang pancang ataukah kapasitas pondasi dihitung sebagai kapasitas blok dari pile cap. Jika kapasitas pondasi dihitung sebagai penjumlahan dari kapasitas masing-masing tiang pancang, maka efisiensi kelompok tiang pancang = $E_g = 1.0$. Efisiensi kelompok tiang pancang didefinisikan sebagai :


$$E_g = \frac{P_{u_k}}{P_u \cdot n}$$

dimana :
 E_g = Efisiensi
 P_{u_k} = Kapasitas kelompok tiang pancang
 P_u = Kapasitas tiang pancang tunggal
 n = Jumlah tiang pancang

Kapasitas kelompok tiang pancang (P_{u_k}) jenis dukungan ujung dalam pasir akan selalu lebih besar daripada $P_u \times n$, sehingga efisiensi kelompok tiang pancang dalam pasir selalu > 1 . Tetapi untuk pertimbangan keamanan Kapasitas kelompok tiang pancang biasanya dihitung sebagai $P_u \times n$.

2.5.1. Gaya Geser Horizontal pada Kelompok Tiang Pancang

Sebuah kelompok tiang pancang yang memikul gaya horizontal harus diperhitungkan besarnya perpindahan yang dapat terjadi pada arah horizontal, dimana perpindahan yang terlalu besar akan merubah susunan suatu kelompok

pondasi tiang pancang yang sebelumnya telah direncanakan. Tiang pancang miring biasanya biasanya digunakan untuk menahan beban horizontal yang besar.

Daya dukung tiang pancang yang seluruhnya tertanam dalam tanah terhadap gaya horizontal didefinisikan sebagai :

$$H = \frac{ks \cdot D}{\beta} \delta$$

dimana : H = gaya horizontal

ks = modulus reaksi tanah dasar (t/m^3)

$$= 40 (SF) q_a + 40 \cdot q \cdot N'_q$$

D = diameter tiang (m)

δ = perpindahan tiang (m)

β = panjang tiang di atas tanah (m)

q_a = tekanan tanah yang diijinkan (t/m^2)

Rumus perhitungan ks tersebut di atas merupakan rumus Bowles dengan asumsi perpindahan kepala tiang (δ) sebesar $1'' = 2.54$ cm. Dengan kata lain jika δ adalah perpindahan ijin, maka :

$$\delta = \frac{H \cdot \beta}{ks \cdot D} \leq 2.54 \text{ cm}$$

2.5.2. Penurunan Kelompok Tiang Pancang

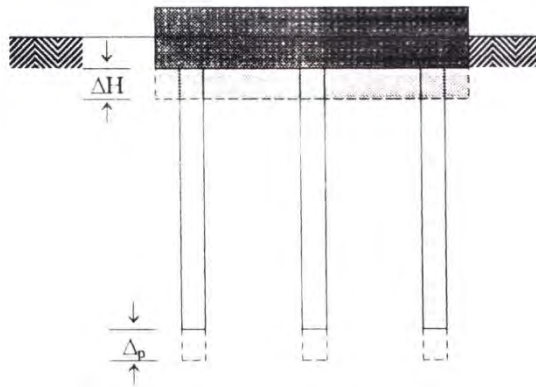
Penurunan pondasi dalam setiap perencanaan suatu pondasi harus selalu diperkirakan dengan teliti. Perkiraan yang diberikan dengan berbagai persamaan hanya merupakan suatu taksiran perubahan bentuk (deformasi) yang dapat diharapkan pada saat beban bekerja pada pondasi di kemudian hari.

Perubahan tegangan yang terjadi akibat Δq dari suatu beban tambahan akan menghasilkan akumulasi distorsi partikel yang menggulir, menggelincir, meremuk, dan elastis tergantung kepada waktu pada daerah pengaruh terbatas di bawah luas yang dibebani.

Komponen-komponen utama penurunan vertikal (ΔH) ialah guliran dan gelinciran partikel yang menghasilkan suatu perubahan rasio rongga serta peremukan yang merubah bentuk partikel tanah. Dan hanya sebagian kecil komponen ΔH akibat terjadinya perubahan bentuk elastis partikel tanah. Sehingga walaupun tegangan dihilangkan, penurunan yang telah terjadi tidak dapat diperoleh kembali.

Penurunan sebuah pondasi kelompok tiang pancang sama dengan perpindahan titik tiang pancang ditambah pemendekan elastis tiang pancang diantara lingkup titik seperti terlihat pada gambar 2.5.2. Untuk tiang pancang dukung ujung, maka perpindahan titik-titik relatif kecil sedangkan yang menjadi perpindahan utama adalah pemindahan elastis dari tiang pancang. Untuk tiang pancang gesekan, perpindahan titik merupakan perpindahan utama yang menyebabkan terjadinya penurunan.

Perpindahan kelompok tiang pancang dihitung sebagai penjumlahan penurunan segera (immediate settlement) dan penurunan konsolidasi (consolidation settlement).



Gambar.2.5.2. Penurunan KelompokTiang Pancang

Sumber : Joseph E. Bowles, Erlangga 1993

Penurunan segera suatu pondasi kelompok tiang pancang dapat dihitung dengan persamaan sbb:

$$\Delta H_i = \frac{\mu_o \cdot \mu_i \cdot \sigma_z \cdot B}{E_u}$$

Dimana :

ΔH_i = Penurunan segera (m)

$\mu_o \cdot \mu_i$ = Faktor yang berpengaruh

σ_z = tegangan tanah akibat pondasi (T/m^2)

B = lebar pondasi (m)

E_u = modulus deformasi pada kondisi undrained (untuk pasir dapat dipakai $E_u = 2 q_c$ s/d $4 q_c$ hasil percobaan CPT)

Penurunan Konsolidasi atau biasa juga disebut time settlement dapat diperkirakan dengan persamaan :

$$\Delta H_c = \sigma_z \cdot m_v \cdot \mu_d \cdot \mu_g \cdot H$$

dimana :

ΔH_c = Penurunan konsolidasi (m)

μ_d = faktor kedalaman

μ_g = faktor geologis

m_v = koefisien pemampatan

$$= \frac{e_0 - e_1}{(1 + e_0) \Delta p} \quad ; \quad \Delta p = p_1 - p_0$$

H = ketebalan lapisan pendukung (m)

Perkiraan waktu penurnan dapat dihitung dengan persamaan sbb:

$$t = \frac{T_v \cdot H^2}{c_v} \quad ; \quad C_v = \frac{kr}{\gamma_w \cdot m_w}$$

dimana : t = Waktu penurunan

T_v = Time faktor

= 0.848 untuk perkiraan waktu penurunan sampai 90%

kr = koefisien rembesan (m/det)

Harga kr dapat dicari dari table kr untuk berbagai jenis tanah sbb:

Tabel 2.5.2. koefisien rembesan (kr) tanah.

Jenis Tanah	kr cm/det
Pasir mengandung lempung atau Lanau	$10^{-2} - 5 \times 10^{-3}$
Pasir Halus	$5 \times 10^{-2} - 10^{-3}$
Pasir Kelanauan	$2 \times 10^{-3} - 10^{-4}$
Lanau	$5 \times 10^{-5} - 10^{-5}$
Lempung	$10^{-6} - 10^{-9}$

Sumber : Joseph E. Bowles, Erlangga 1993

Perkiraan penurunan (penurunan segera maupun penurunan konsolidasi) serta waktu penurunan yang diberikan bukan suatu nilai yang mutlak mengingat banyaknya variabel yang tidak diketahui. Seperti pengaruh tegangan pada tiang pancang yang berdekatan, perubahan sifat fisis, parameter tanah yang terjadi akibat pemancangan maupun kepastian bahwa semua parameter tanah hasil penelitian sama untuk setiap titik pondasi.

Suatu harga yang lebih mendekati kepastian, baik daya dukung pondasi maupun penurunan pondasi akan didapat dengan menghitung daya dukung pondasi berdasarkan hasil pelaksanaan pemancangan dengan memakai analisa dinamik. Serta dengan melaksanakan Consolidation Test pada tiang pancang yang telah selesai dipancang kedalam tanah.

Consolidation Test sangat direkomendasikan terutama untuk titik-titik pondasi yang kritis. Perbedaan biasanya dilakukan bertahap sampai maksimum 2 kali beban rencana. Dari hasil percobaan dapat dihitung besarnya penurunan pondasi.

2.6. Tegangan Tanah Dasar

Tegangan-tegangan tanah pada lapisan tanah di bawah suatu pondasi kelompok tiang pancang sangat sukar diperkirakan karena adanya beberapa hal sbb:

- Pengaruh pile cap tiang pancang yang pada umumnya bersentuhan langsung dengan tanah yang mengakibatkan tiang pancang dan tanah berinteraksi secara tak tentu dalam memikul beban (indeterminate).
- Kelebihan (overlap) tegangan pada tiang-tiang yang berdekatan sukar untuk dihitung

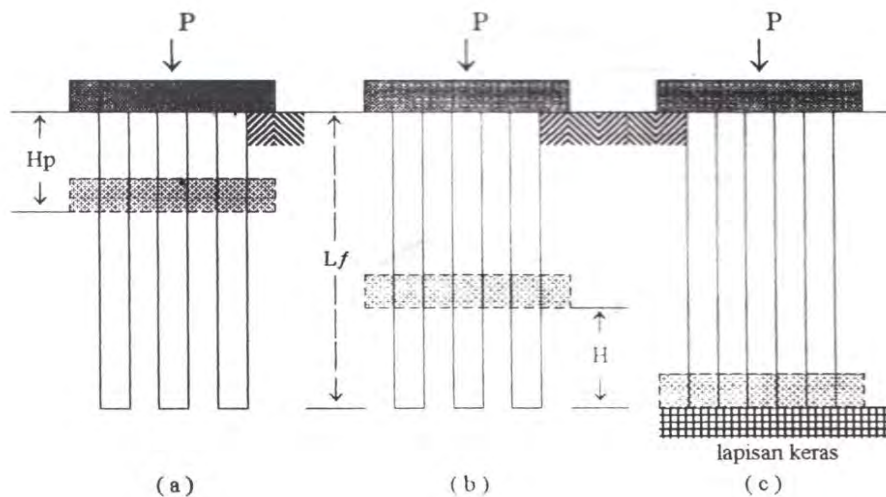
- Pengaruh pemancangan tiang pancang pada tanah yang berdekatan tidak diketahui

Dengan mempertimbangkan semua variabel ini, maka pada prakteknya untuk menyederhanakan perhitungan tegangan dibuat asumsi-asumsi seperti terlihat pada gambar 2.6.1. Untuk tiang pancang gesekan, ada dua hal yang ditinjau. Pertama (gb 2.6.1.a), beban dianggap tersebar dari sebuah kaki tegar khayal (fictitious rigid footing) yang ditempatkan pada puncak lapisan, yang memberikan tahanan gesekan pada kemiringan 2:1 (atau 30⁰). Untuk lapisan homogen, kaki tegar khayal ditempatkan di permukaan tanah. Kedua (gb 2.6.1.b), kaki tegar khayal di tempatkan setinggi $L_f/3$ dari dasari tiang pancang (kedalaman rata-rata) kemiringan tahanan geser sama dengan hal pertama yaitu 2:1 (atau 30⁰). Untuk tiang pancang dukung tiang tidak dalam pasir mampu atau batu kerikil pasir, kaki khayal ditempatkan pada defosit dimana tiang pancang melakukan penetrasi (gb 2.6.1.c).

$$H = \frac{L_f \cdot H_p}{3}$$

L_f = daerah gesekan

H_p = daerah gesekan nol (tanah jelek / lapisan permukaan)



Gambar 2.6.1. Ilustrasi penyederhanaan perhitungan tegangan tanah dibawah pondasi kelompok tiang pancang

Sumber : Joseph E. Bowles, Erlangga 1993

Analisa di atas diperlukan untuk menghindari tegangan yang berlebihan (overstressing) pada lapisan dasar. Analisa tersebut juga diperlukan untuk menghitung immediate settlement (penurunan segera) pada endapan lempung. Tanah yang berada pada daerah kerja tiang pancang maupun yang berada di bawah kedalaman daerah ini harus mengangkat beban tanpa deformasi yang berlebihan, atau beban harus diteruskan ke lapisan yang lebih dalam.

Sebuah metode analitik Bowles untuk menghitung tegangan pada lapisan tanah di bawah pondasi kelompok tiang pancang yang berasal dari rumus Mindlin dan Geddes pada sebuah beban titik dari bagian massa sebuah zat elastis. Tegangan tersebut dihitung dengan rumus-rumus sbb:

$$\sigma_z = \frac{P}{8\pi(1-\mu)} \left\{ -\frac{(1-2\mu)(z-L)}{R_1^3} + \frac{(1-2\mu)(z-L)}{R_2^3} - \frac{3(z-L)^3}{R_2^3} \right. \\ \left. - \frac{3(3-4\eta)z(z+L)^2 - 3d(z+L)(5z-L)}{R_2^5} - \frac{30zL(Z+L)^3}{R_2^7} \right\}$$

dimana :

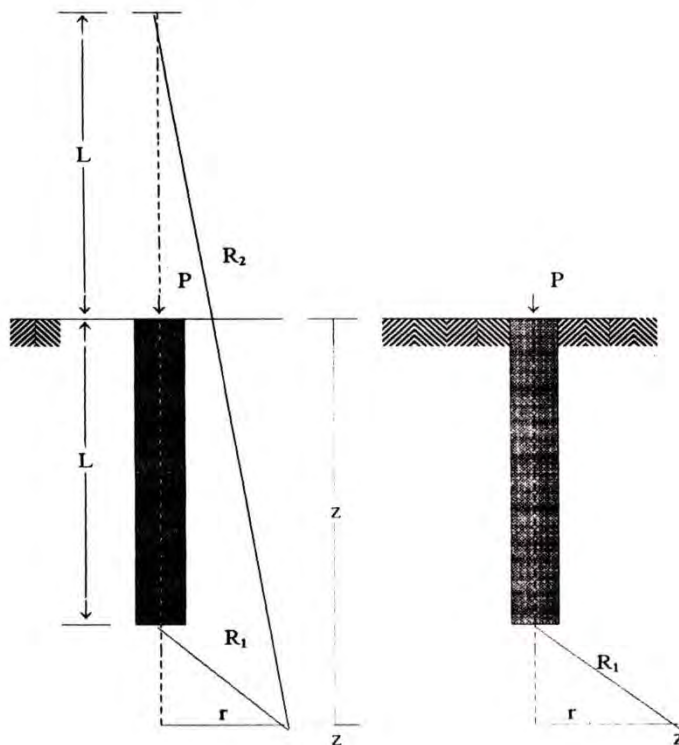
$$R_1^2 = r^2 + (z+L)^2$$

$$R_2^2 = r^2 + (z+L)^2$$

μ = Rasio Poisson (untuk jenis pasir berkisar antara 0.30-0.4)

a. Pondasi dukung ujung

b. Pondasi gesekan kulit



Gambar 2.6.2. Faktor r, R1 dan R2 pada pondasi tiang pancang.

Sumber : Joseph E. Bowles, Erlangga 1993

Tegangan geser dihitung sebagai :

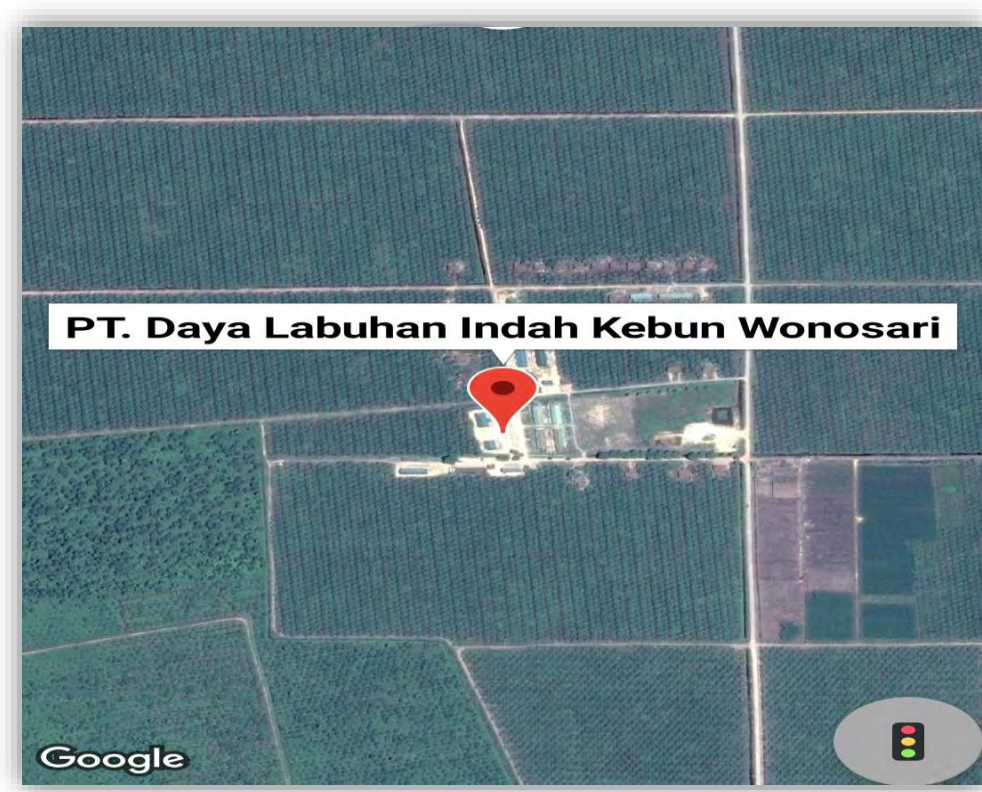
$$\tau_z \frac{P}{8(1-\mu)} \left\{ \frac{1-2\mu}{R_1^3} + \frac{1-2\mu}{R_2^3} - \frac{3(z-L)^3}{R_1^5} - \frac{3(3-4\mu)z(z+L) - 3z+L}{R_1^5} - \frac{30zL(z+L)^2}{R_1^7} \right\}$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Data Umum

Lokasi proyek berada di Negri Lama, Desa Wonosari Labuhan Batu, Provinsi Riau, Dalam pengerjaan proyek Pembangunan Pabrik Kelapa sawit dan Pemberi Kerja adalah PT Daya Labuhan Indah.



Gambar 3.1. Peta lokasi proyek

3.2. Teknik Pengumpulan Data

Untuk mencapai maksud dan tujuan studi ini, dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu dan secara garis besar diuraikan sebagai berikut :

Tahapan pertama adalah melakukan review dan studi kepustakaan terhadap text book dan jurnal-jurnal terkait dengan pondasi tiang, permasalahan pada pondasi tiang, dengan disain dan pelaksanaan pemancangan tiang.

Tahapan kedua adalah meninjau langsung ke lokasi proyek dan menentukan lokasi pengambilan data yang dianggap perlu.

Tahapan ketiga adalah Pelaksanaan pengumpulan data – data dari pihak kontraktor yaitu PT. Daya Labuhan Indah. Data yang diperoleh adalah :

1. Data hasil sondir pada titik yang ditinjau.
2. Data Laboratorium

Tahap keempat adalah mengadakan analisis data dengan menggunakan data-data diatas berdasarkan formula yang ada.

Tahapan kelima adalah mengadakan analisis terhadap hasil perhitungan yang dilakukan dan membuat kesimpulan.

3.3. Sumber Data

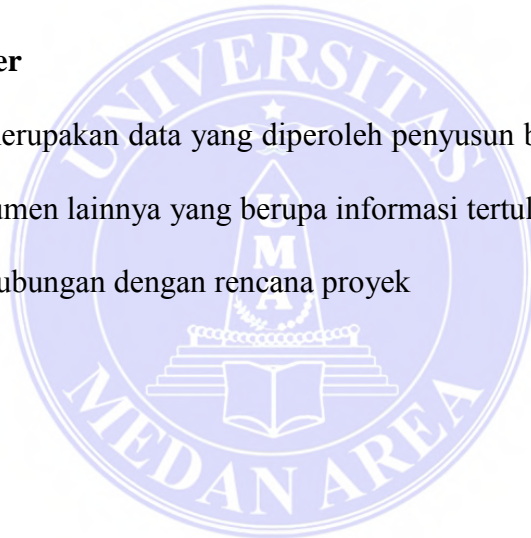
Adapun Sumber data yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Data Primer

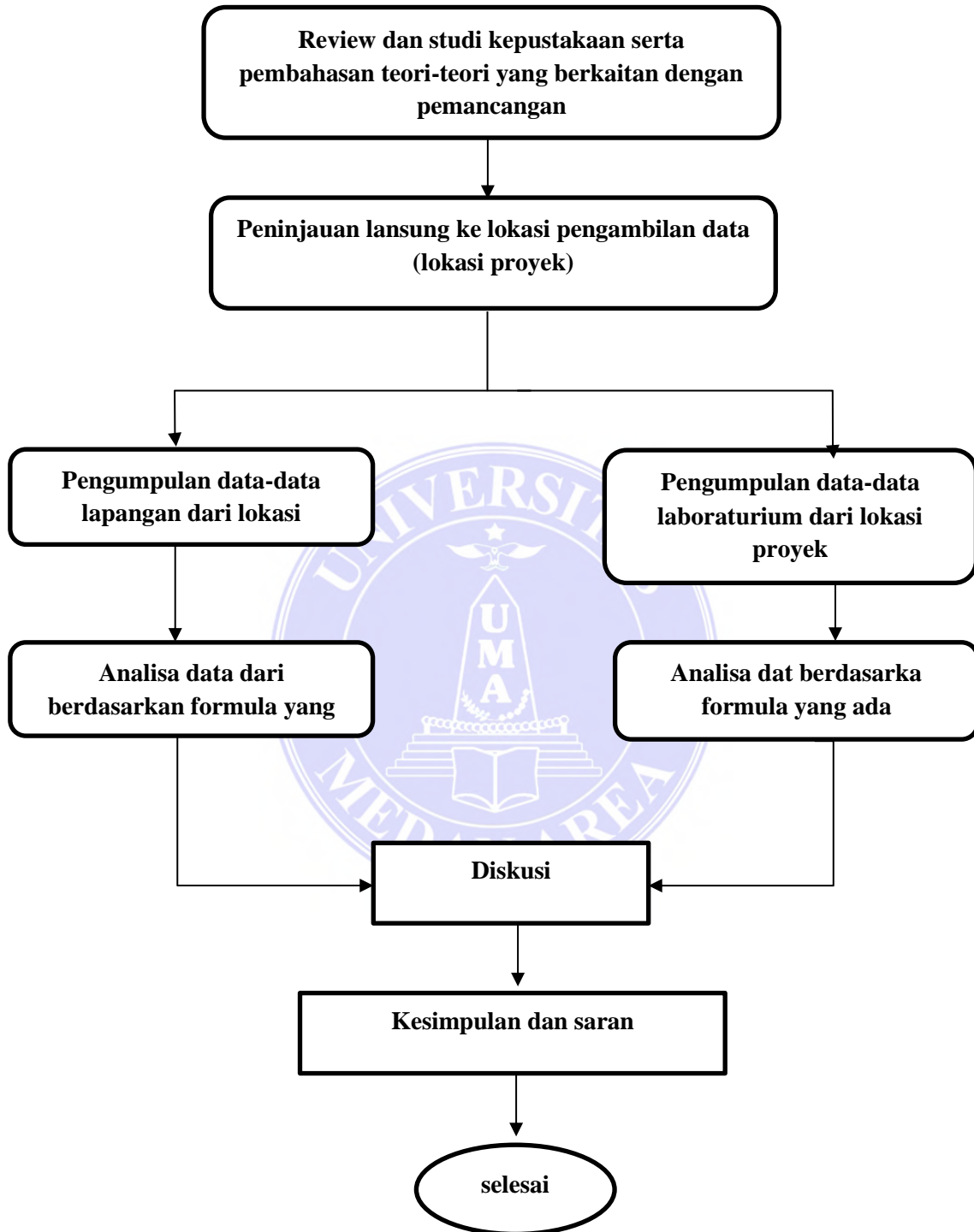
Data primer merupakan yang diperoleh langsung dilapangan untuk dijadikan data dasar, namun dapat juga dijadikan pengontrol data yang sudah tersedia pada data sekunder. Data-data yang berhubungan dengan data primer meliputi data hasil survey wawancara kepada pihak owner, kontraktor maupun konsultan.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh penyusun berupa informasi tertulis atau bentuk dokumen lainnya yang berupa informasi tertulis atau bentuk dokumen lainnya yang berhubungan dengan rencana proyek



3.4. Bagan Alir



Gambar 3.3. bagan Alir

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1. Kesimpulan

Dengan hasil pembahasan dapat disimpulkan, Setelah di analisa ulang didapat daya dukung tiang berdasarkan data sondir sebesar Q ultimit tiang tipe square diameter 30 cm pada kedalaman 25 m adalah 156.12 Ton. Dengan Axial load Bangunan rencana sebesar 100 T. dan Safety Factor daya dukung ujung Tiang sebesar 3 dan SF gesekan tiang sebesar 5. Jenis Tiang Pancang merupakan kombinasi dukung ujung (48%) dengan gesekan kulit (52%). Sehingga pondasi aman terhadap perbedaan arah vertikal maupun momen, dimana SF pada As 4D sebagai titik kritis bangunan adalah sebesar 3.11. dan perpindahan tiang dalam arah horizontal sebesar 0.308 cm \ll dari pada perpindahan ijin sebesar 2.54 cm. dan letak titik kritis bangunan terdapat pada As 4 D. Penurunan segera pondasi = 4.5 cm dan penurunan konsolidasi = 17.5 cm dengan waktu penurunan 90% \approx 22.76 tahun.

1.2. Saran

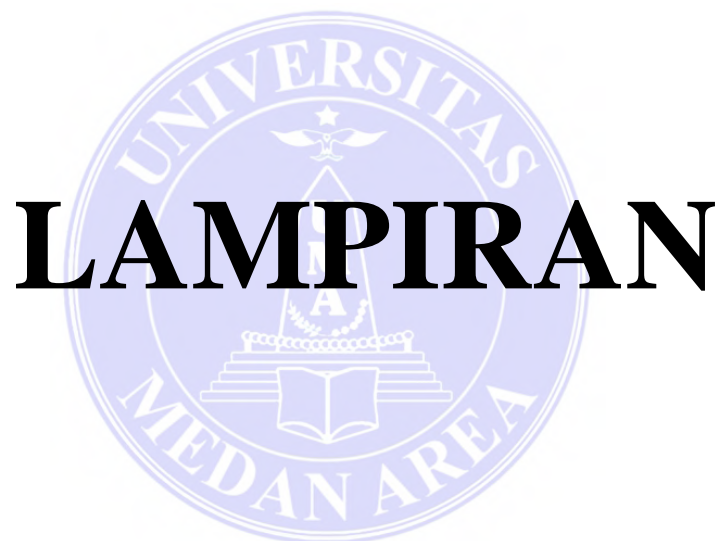
Setelah melihat hasil pengujian lapangan, sebaiknya digunakan pondasi dalam agar dicek kembali terhadap penurunan dan gaya angkat (Uplift). Untuk detail desain juga disarankan untuk melakukan penyelidikan lebih lanjut menggunakan bor mesin.

Beberapa hal yang dapat disarankan dalam pelaksanaan konstruksi selanjutnya adalah:

1. Melaksanakan kontrol daya dukung pondasi berdasarkan hasil pelaksanaan pemancangan dengan persamaan-persamaan dinamik.
2. Melaksanakan Consolidation Test untuk mendapatkan besarnya penurunan yang terjadi terutama pada titik-titik pondasi yang kritis atau memikul beban yang besar.
3. Mengingat lokasi proyek berada di tengah-tengah kota yang dikelilingi oleh gedung bertingkat pada sisi kiri-kanan dan belakang serta jalan raya di bagian depan, maka sebelum pelaksanaan pemancangan agar dibuatkan pengamanan-pengamanan untuk mencegah terjadinya getaran berlebihan yang dapat merusak konstruksi-konstruksi di sekeliling proyek.
4. Sebelum penggalian tanah lokasi untuk basement dilakukan agar dipasang turap-turap untuk mencegah terjadinya keruntuhan tanah. Disamping itu karena lokasi MAT cukup dangkal maka agar tidak mengganggu pelaksanaan pekerjaan maka MAT harus diturunkan dengan cara menggali beberapa lubang sumur dewatering yang dipasang submersible pump.

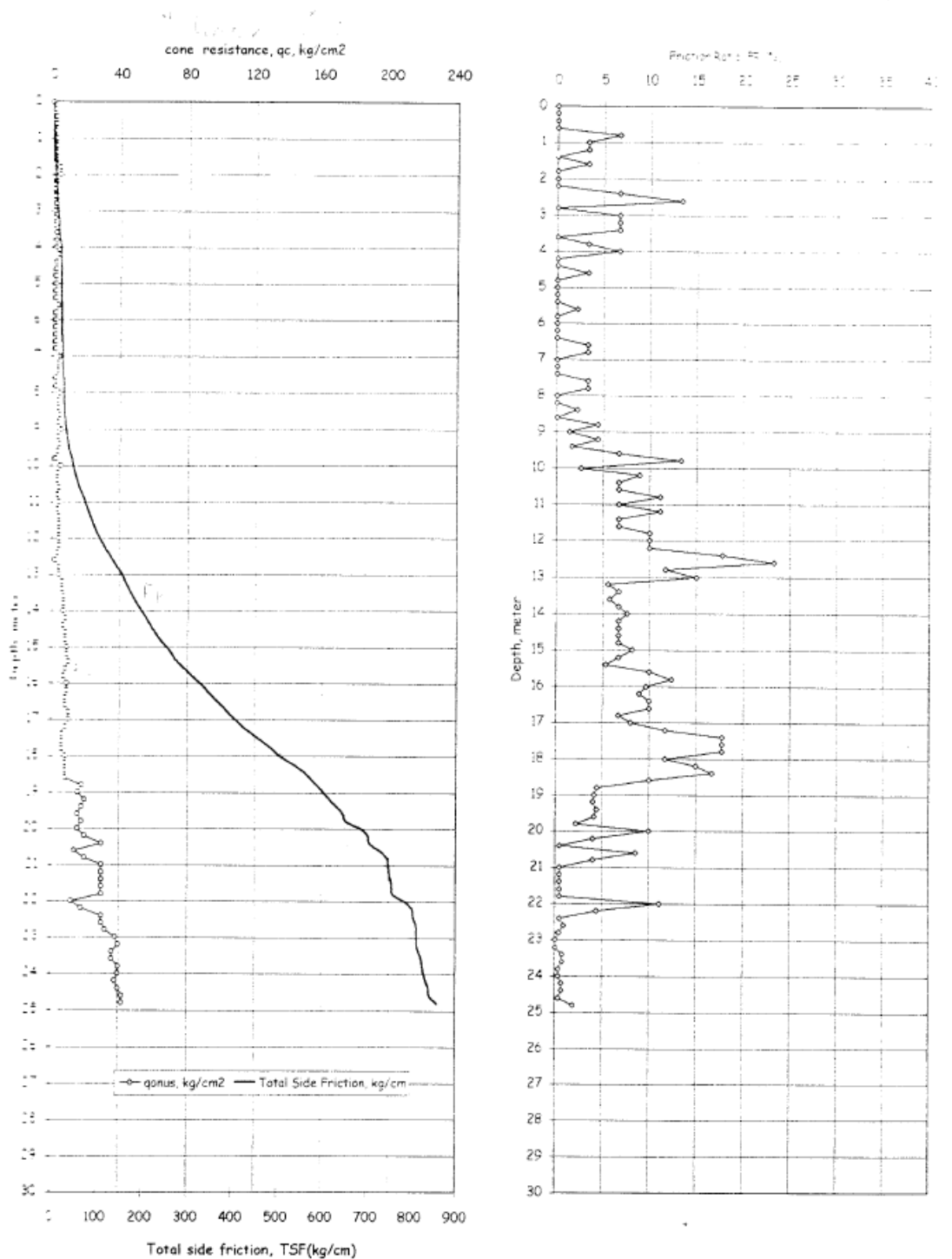
DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E.. 1991. Analisa dan Desain Pondasi. Edisi keempat Jilid 1. Erlangga, Jakarta.
- Brajas.M.DAS. 2011. “Mekanika Tanah” Jilid I cetakan ke II Penerbit Bandung
- Brajas.M DAS 2009 “Mekanika Tanah Jilid II Cetakan Pertama Penerbit Bandung
- Das, M. B., 1941, Principles of Foundation Engineering Fourth Edition, Library of Congress Cataloging in Publicatin Data.
- Hardiyatmo, Hary Christiady, 1996, Teknik Pondasi 1, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Joseph E. Bowles, Analisa dan Desain Pondasi II, Edisi V 1993, Erlangga.
- Leonard Curch Urquhart, Civil Engineering Hand Book. Edisi IV 1962, McGraw-Hill Book Company.
- Randyanto, E. S.. 2015. Analisa Daya Dukung Tiang Pancang. Vol. 3 Jurnal Sipil Statik, Manado.
- Ralph Peck B, dkk, 1996, Teknik Fondasi, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sardjono, H. S.. 1988. Pondasi Tiang Pancang. Jilid 1. Sinar Jaya Wijaya, Surabaya.
- Sardjono, H. S.. 1988. Pondasi Tiang Pancang. Jilid 2. Sinar Jaya Wijaya, Surabaya.
- W.C.Vis – Kusuma, Gideon, 1991, Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang/CUR, Erlangga, Jakarta.



Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Site name : Negeri Lama, Labuhan Batu
 Date : -
 Depth : 0.70 m

Date tested : 9-May-07
 Operator : Wiskarni
 No. sondir : S-1
 Soil descrip'n : Gambut

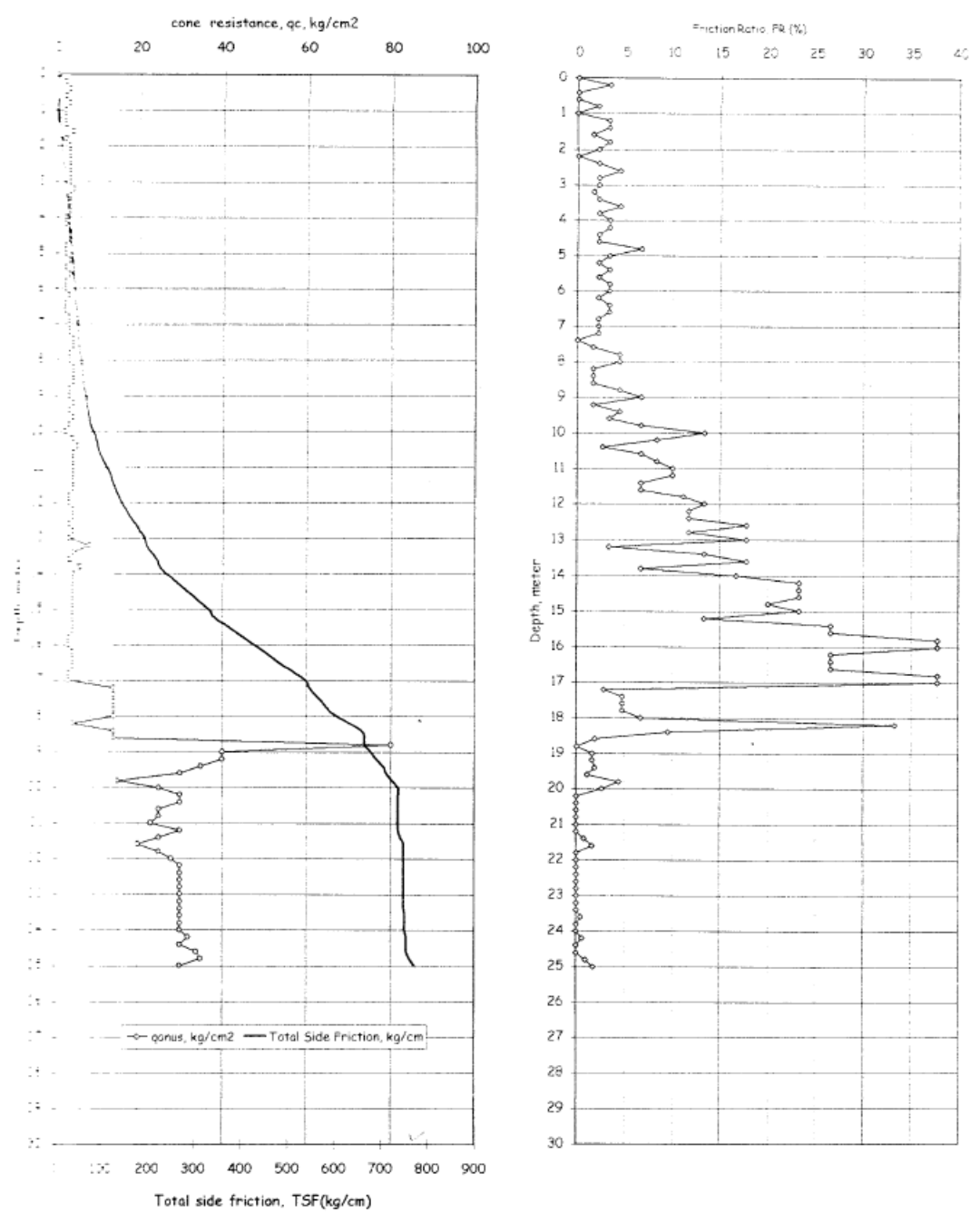


DUTCH CONE PENETROMETER TEST

Kendaraan Pabrik Kelapa Sawit Kantor Lama, Lebuhan Batu 1,50 m				Date tested : 19/05/2017 Operator : R. Alvin No. sondir : S-13 Soil description : Gambut			
Kedalaman mtr	Manometer		Cone Resistance (kg/cm ²)	Local Side friction (kg/cm ²)	Side friction (kg/cm ²)	Total side friction (kg/cm ²)	Friction Ratio (%)
	Bacaan 1 (kg/cm ²)	Bacaan 2 (kg/cm ²)					
15	0.00	4	18	4.00	0.00	4.00	22.22
	0.20	4	12	4.00	0.00	4.00	22.22
	0.40	4	20	4.00	0.00	4.00	22.22
	0.60	4	20	4.00	0.00	4.00	22.22
	0.80	3	20	3.00	0.00	3.00	17.78
16	0.00	3	20	3.00	0.00	3.00	17.78
	0.20	4	20	4.00	0.00	4.00	22.22
	0.40	4	20	4.00	0.00	4.00	22.22
	0.60	4	20	4.00	0.00	4.00	22.22
	0.80	3	20	3.00	0.00	3.00	17.78
17	0.00	3	20	3.00	0.00	3.00	17.78
	0.20	14	20	14.00	0.40	5.00	54.55
	0.40	14	24	14.00	0.60	12.33	50.00
	0.60	14	24	14.00	0.60	12.33	50.00
	0.80	14	24	14.00	0.60	12.33	50.00
18	0.00	14	28	14.00	0.93	18.67	60.00
	0.20	4	24	4.00	1.33	26.67	53.33
	0.40	14	34	14.00	1.33	26.67	53.33
	0.60	14	18	14.00	0.27	5.33	64.00
	0.80	20	80	80.00	0.00	0.00	64.00
19	0.00	40	30	40.00	0.67	12.33	67.33
	0.20	40	30	40.00	0.67	12.33	67.33
	0.40	35	45	35.00	0.67	12.33	704.00
	0.60	30	35	30.00	0.33	6.67	710.67
	0.80	15	25	15.00	0.67	12.33	724.00
20	0.00	25	35	25.00	0.67	12.33	737.33
	0.20	30	30	30.00	0.00	0.00	737.33
	0.40	30	30	30.00	0.00	0.00	737.33
	0.60	25	25	25.00	0.00	0.00	737.33
	0.80	25	25	25.00	0.00	0.00	737.33
21	0.00	23	23	23.00	0.00	0.00	737.33
	0.20	30	30	30.00	0.00	0.00	737.33
	0.40	25	28	25.00	0.20	4.00	741.33
	0.60	20	25	20.00	0.33	6.67	748.00
	0.80	25	25	25.00	0.00	0.00	748.00
22	0.00	28	28	28.00	0.00	0.00	748.00
	0.20	30	30	30.00	0.00	0.00	748.00
	0.40	30	30	30.00	0.00	0.00	748.00
	0.60	30	30	30.00	0.00	0.00	748.00
	0.80	30	30	30.00	0.00	0.00	748.00
23	0.00	30	30	30.00	0.00	0.00	748.00
	0.20	30	30	30.00	0.00	0.00	748.00
	0.40	30	30	30.00	0.00	0.00	748.00
	0.60	30	32	30.00	0.13	2.67	750.67
	0.80	30	30	30.00	0.00	0.00	750.67
24	0.00	30	30	30.00	0.00	0.00	750.67
	0.20	32	35	32.00	0.20	4.00	754.67
	0.40	30	30	30.00	0.00	0.00	754.67
	0.60	34	34	34.00	0.00	0.00	754.67
	0.80	15	40	35.00	0.33	6.67	761.33
25	0.00	30	38	30.00	0.53	10.67	772.00
	0.20						
	0.40						
	0.60						
	0.80						
26	0.00						
	0.20						
	0.40						
	0.60						
	0.80						
27	0.00						
	0.20						
	0.40						
	0.60						
	0.80						
28	0.00						
	0.20						
	0.40						
	0.60						
	0.80						
29	0.00						
	0.20						
	0.40						
	0.60						
	0.80						
30	0.00						

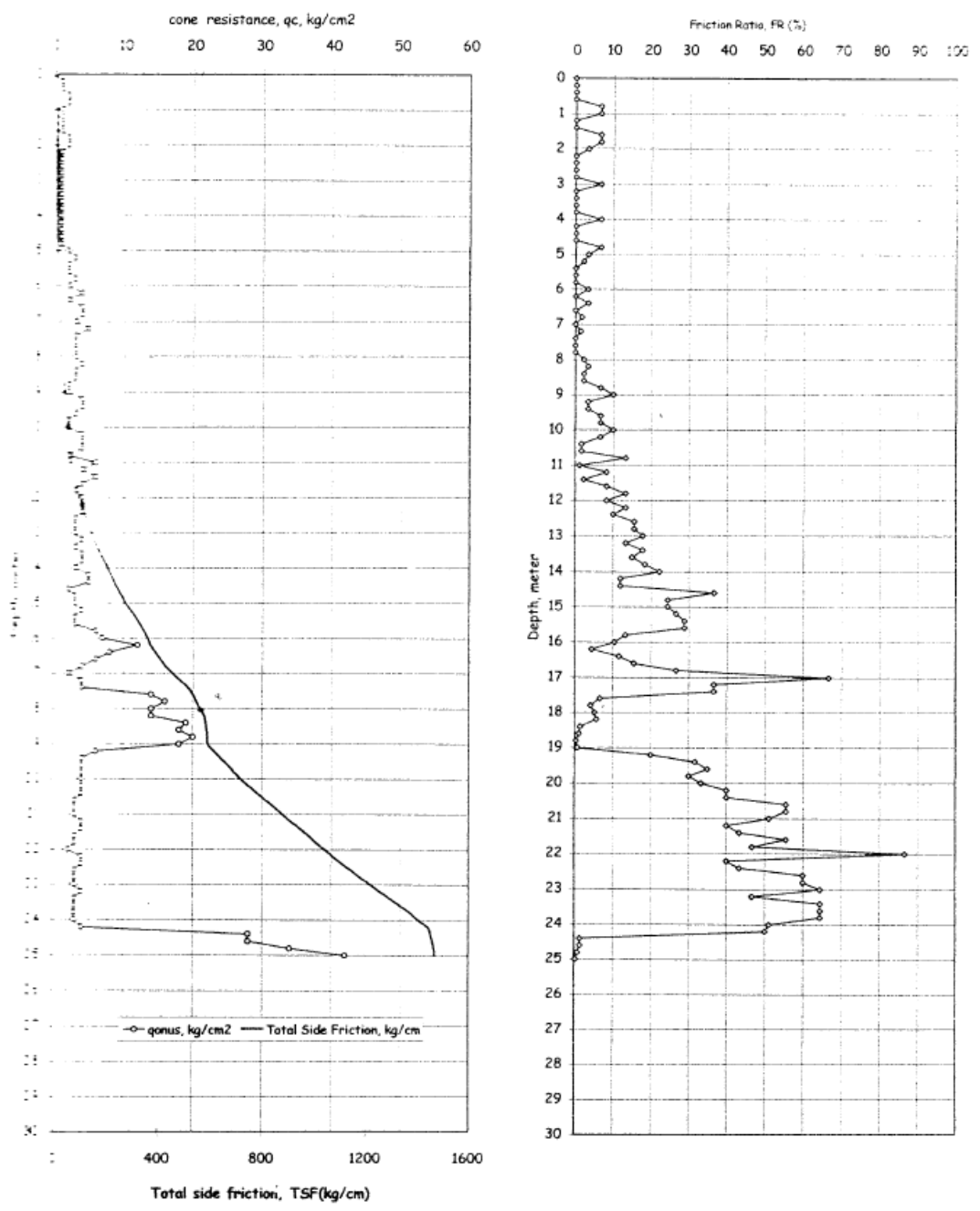
Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Site name : Negeri Lama, Labuhan Batu
 Date : -
 Diameter : 1.50 m

Date tested : 9-May-07
 Operator : Wiskarni
 No. sondir : S-2
 Soil descrip'n : Gambut



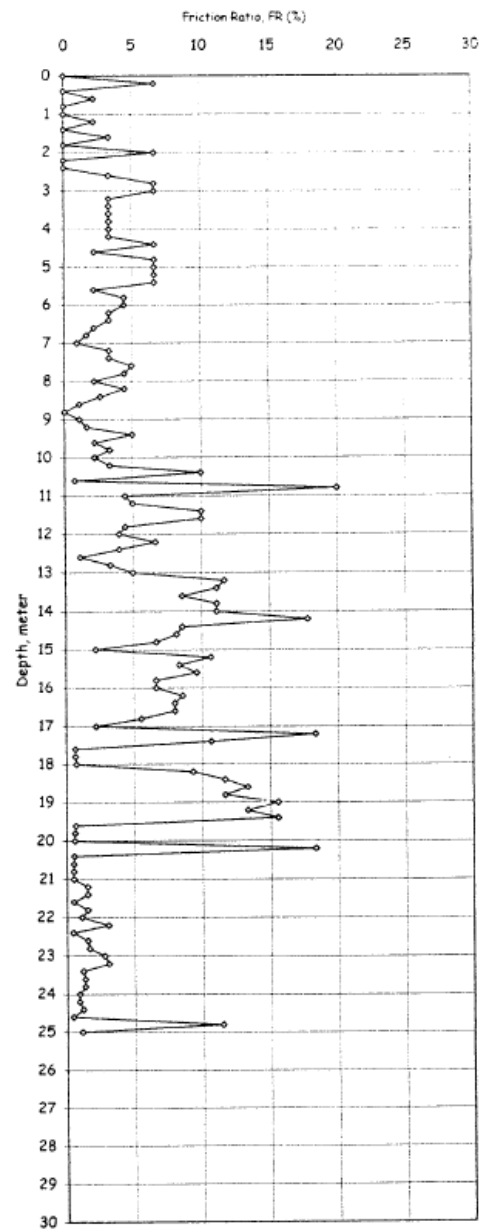
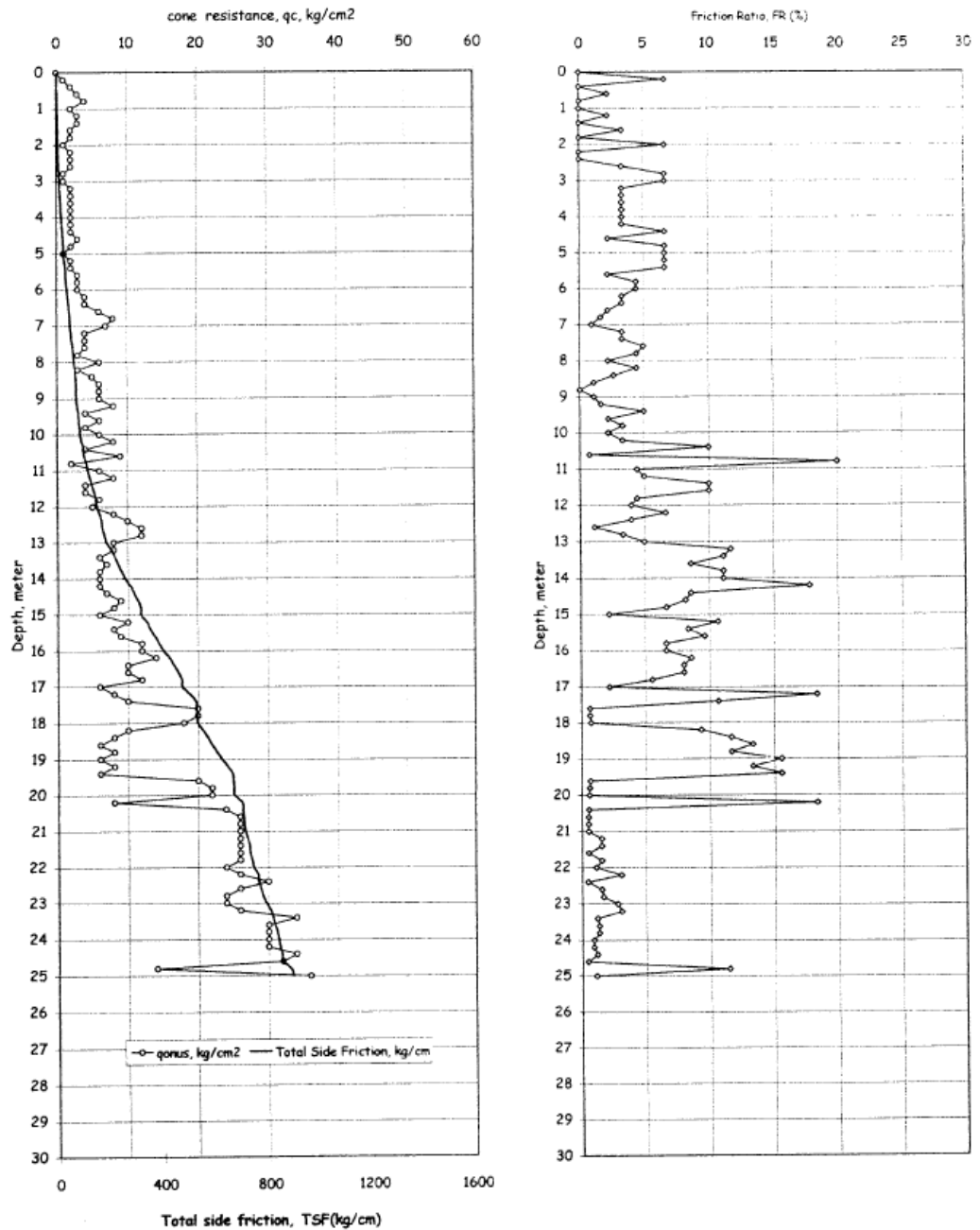
Nama Proyek : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Lokasi : Negeri Lama, Labuhan Batu
 No. Sondir : S-3
 Panjang : 2.50 m

Date tested : 9-May-07
 Operator : Wiskarni
 No. sondir : S-3
 Soil descrip'n :



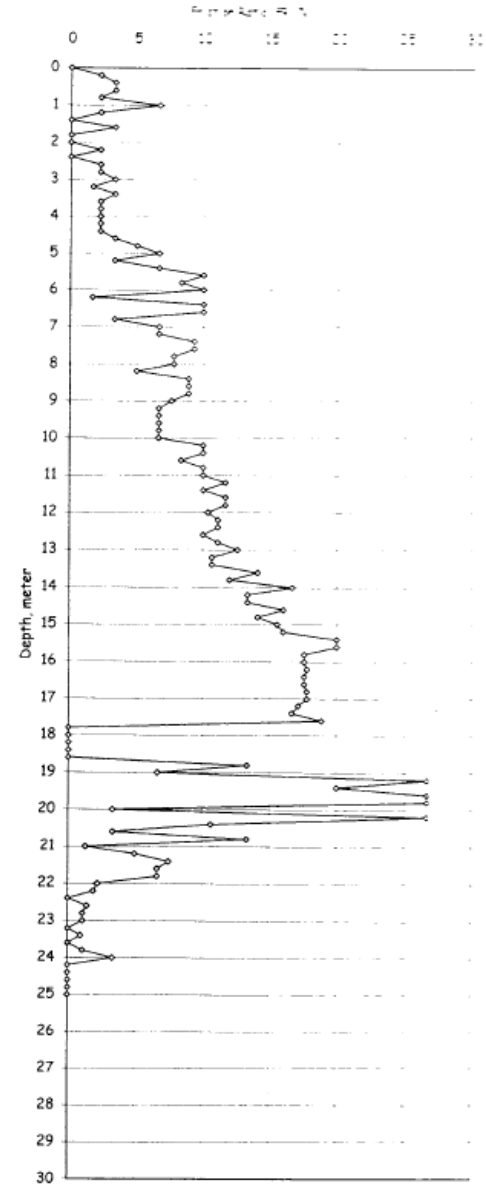
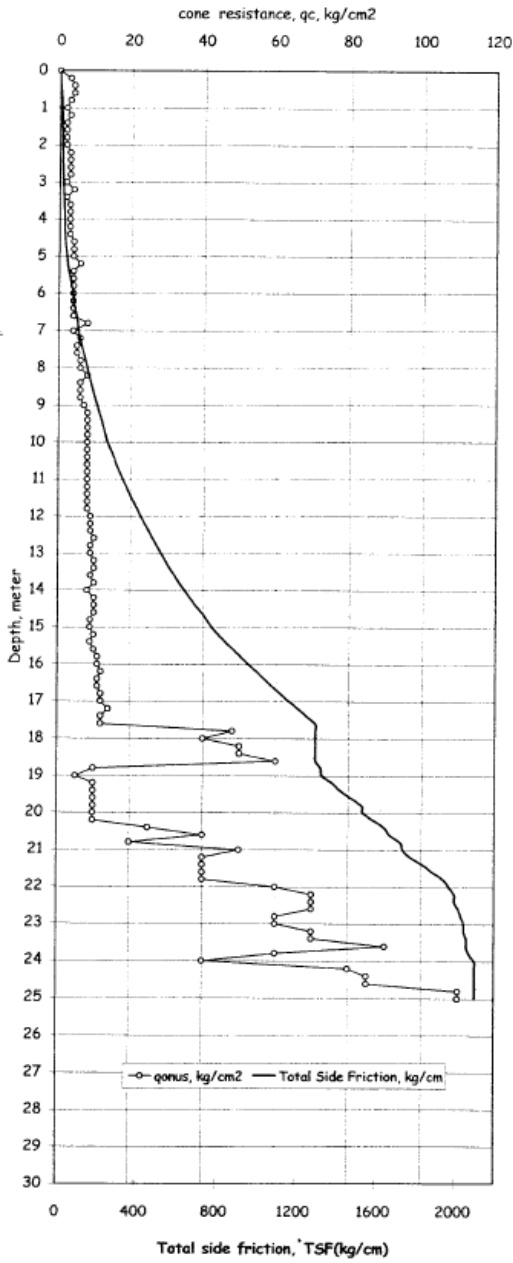
Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Site name : Negeri Lama, Labuhan Batu
 Site ID : -
 GWL : 0,60 m

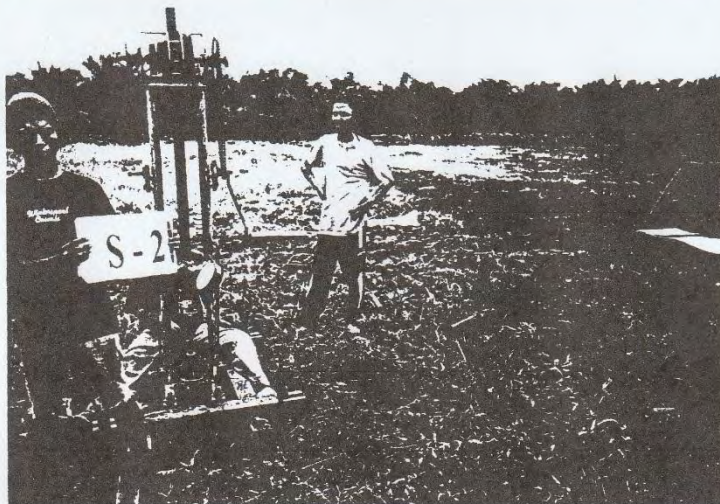
Date tested : 9-May-07
 Operator : Wiskarni
 No. sondir : S-4
 Soil descrip'n :

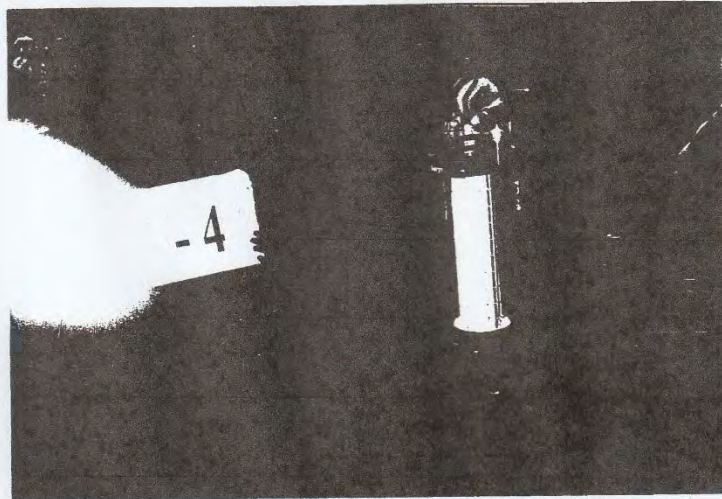


Project : Pembangunan Pabrik Kelapa Sawit
 Site name : Pembibitan Lama
 Site ID : -
 GWL : 1.50 m

Date tested : 10-May-07
 Operator : Wisnand
 No. sondir : S-5
 Soil descrip'n : Lempung lekat









DOKUMENTASI PROSES SAAT DILAKUKAN PEMANCANGAN



DOKUMENTASI PROSES SAAT DILAKUKAN PEMANCANGAN



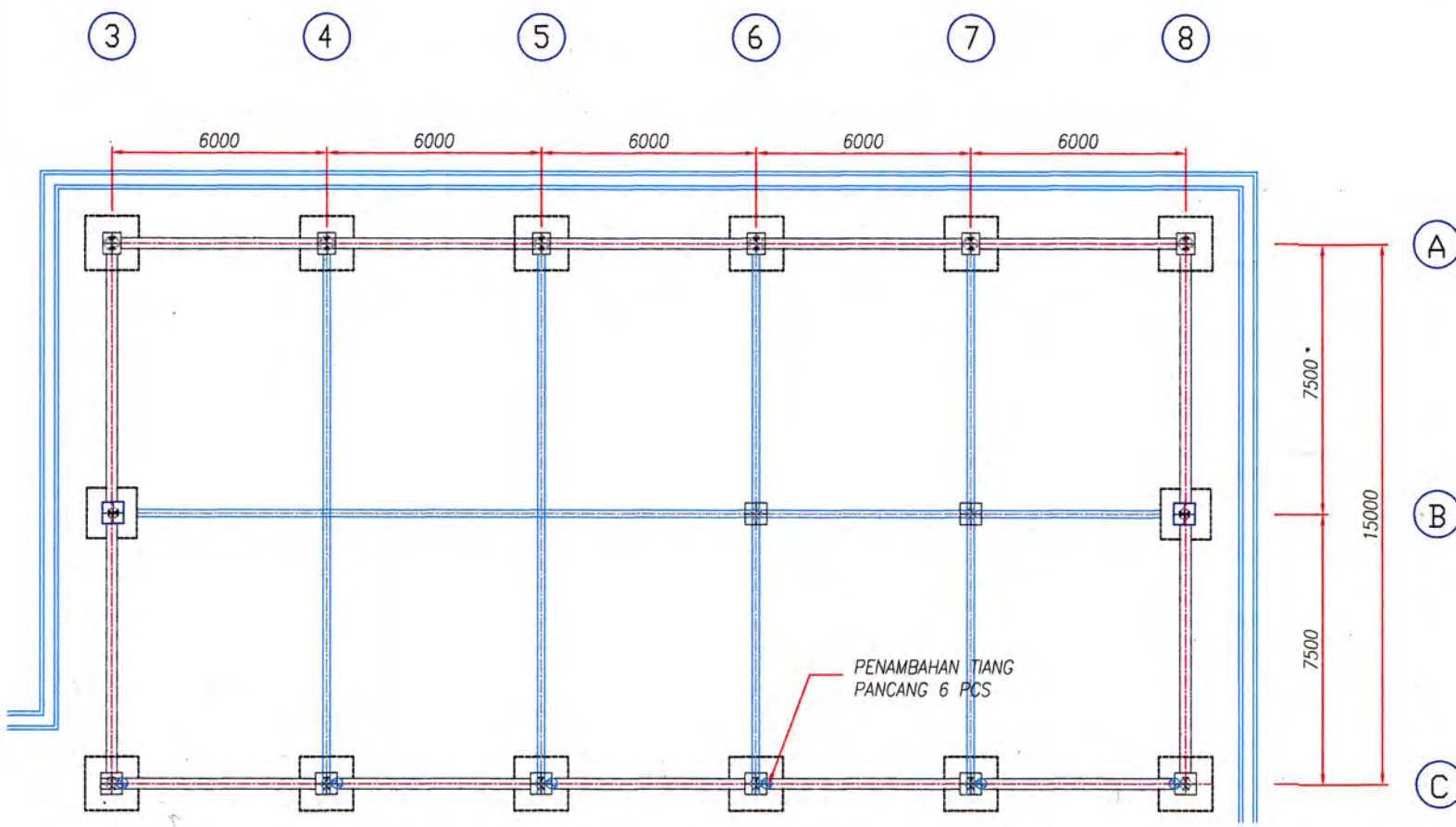
DOKUMENTASI PROSES SAAT DILAKUKAN PEMANCANGAN



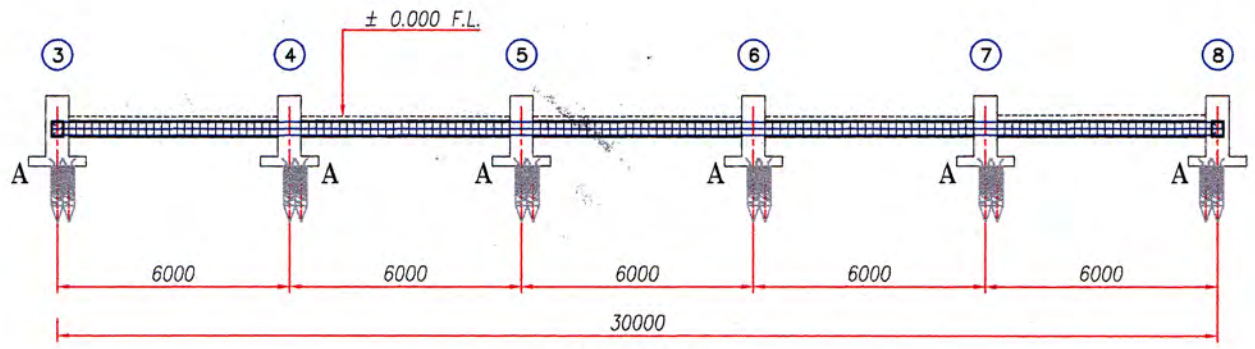
DOKUMENTASI PROSES SAAT DILAKUKAN PEMANCANGAN



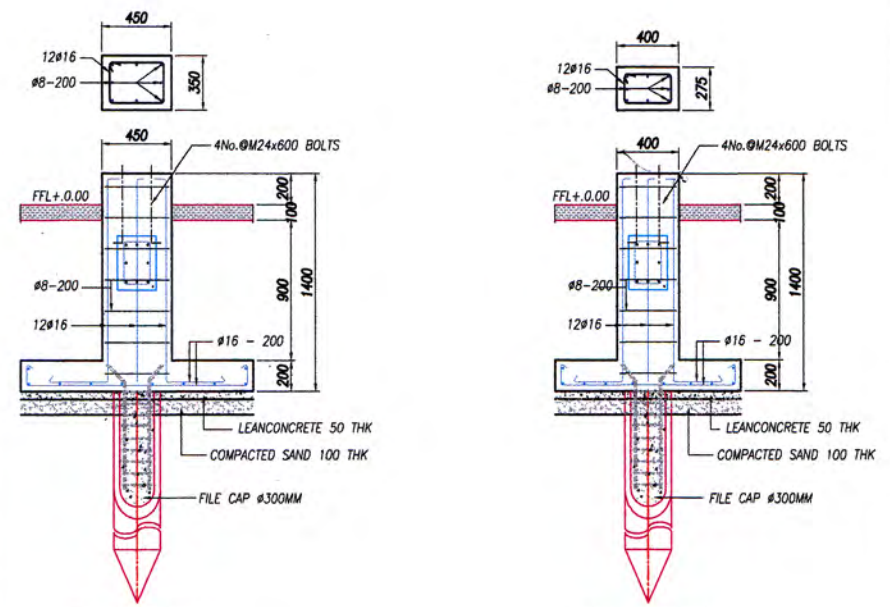
DOKUMENTASI PROSES SAAT DILAKUKAN PEMANCANGAN



LAYOUT FOUNDATION BUILDING

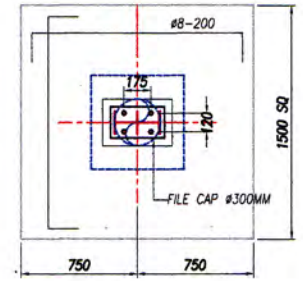


LINE A & C

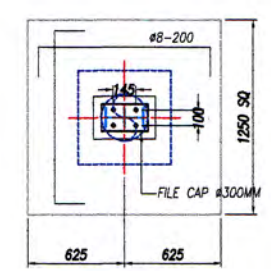


TYPICAL SECTION

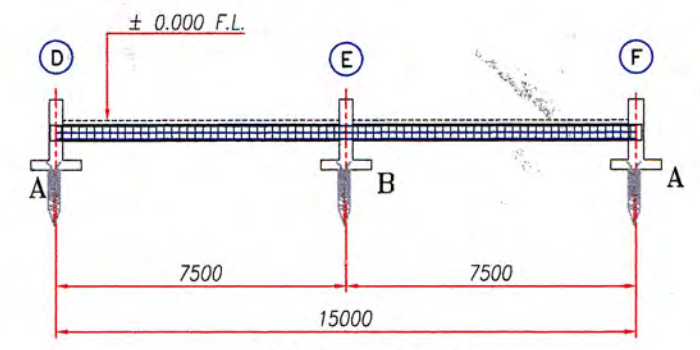
TYPICAL SECTION



FOUND. TYPE A



FOUND. TYPE B



LINE - 5 & 9

CATATAN/NOTES

NO	SIMBOL	KETERANGAN	PARAF	TANGGAL

CODE IL-0701-09-250

REVISI/REVISION

NO	REVISI/REVISION	DATE

PEKERJAAN
PROJECT
PEMBANGUNAN PABRIK KELAPA SAWIT
KAPASITAS 30 TON/JAM

LOKASI
LOCATION
NEGERI LAMA
LABUHAN BATU

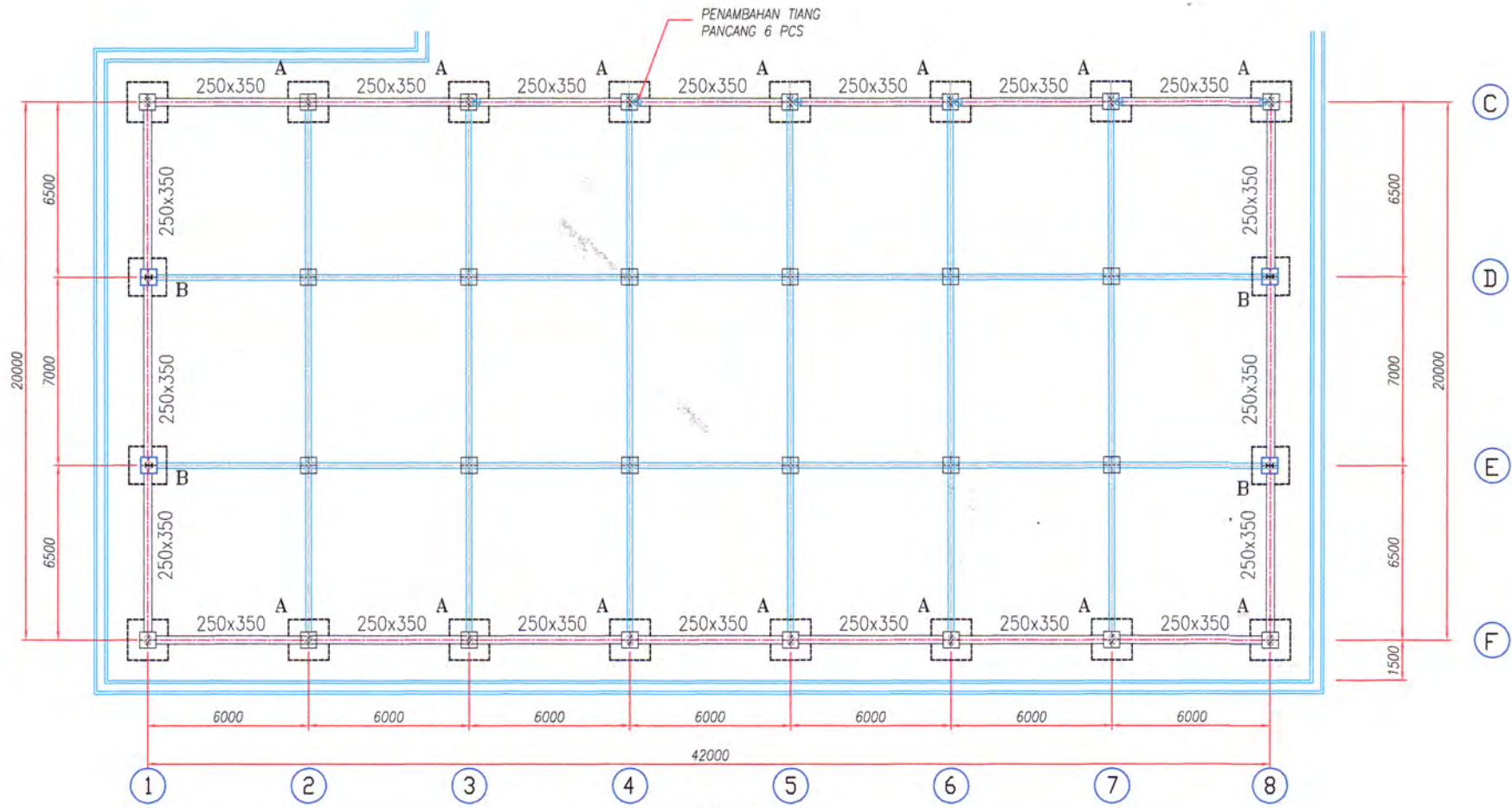
SKALA	nta	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	HENDRA		14 ME 2007
DIBUAT			
DIPERIKSA	SZM		
DISETILUI	ERIK TUA		
DISETILUI			

GAMBAR
TITLE
FOUNDATAION OF BUILDING
BOILER ST

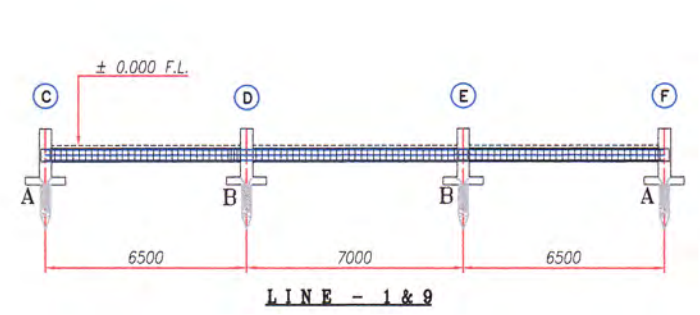
NO. GAMBAR	DLI/C/1306/07	SHEET	REVISI
DRAWING NO.		3 / 8	0

DLI PT. DAYA LABUHAN INDAH
MALANG ADDRESS : 5th Building 5th Floor
Jl. Jember No.7 Medan 20112-indonesia
Phone 061-542777 Fax 061-554891

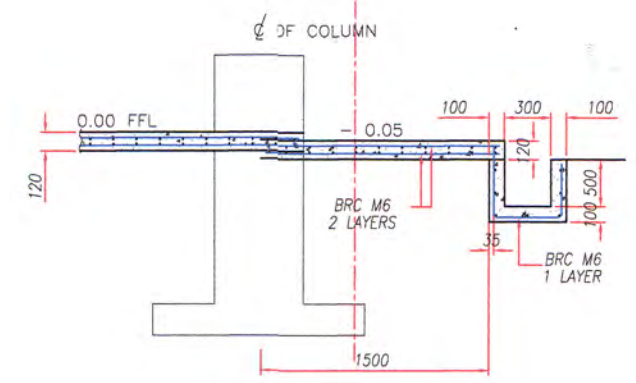
KEY. GAMBAR / REMARK



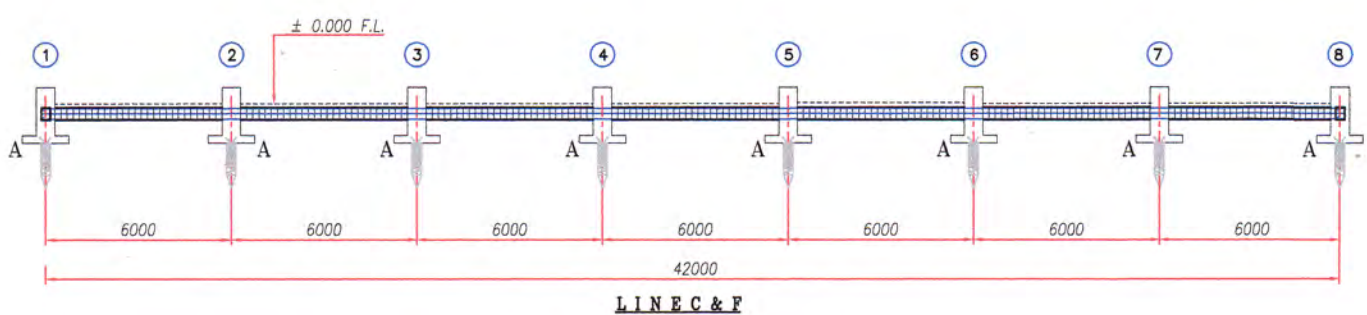
LAYOUT FOUNDATION PROCES



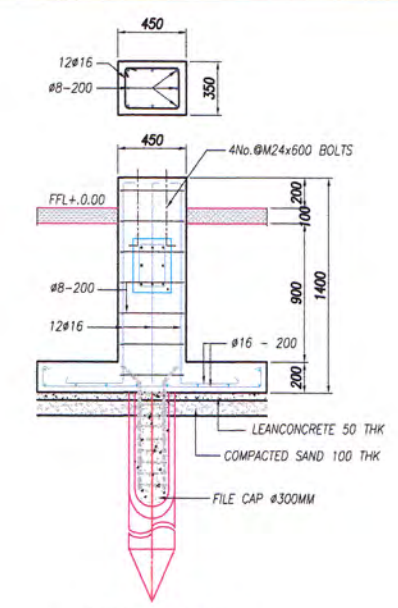
SECTION OF BEAM



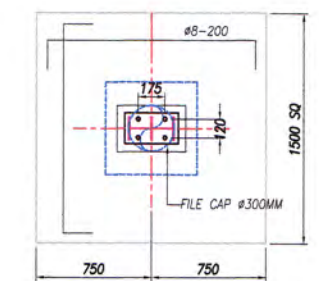
SECTION D-D



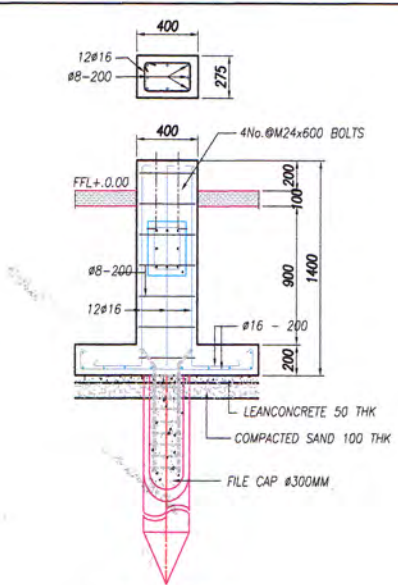
LINE C & F



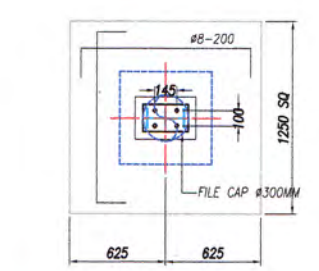
TYPICAL SECTION



FOUND. TYPE A



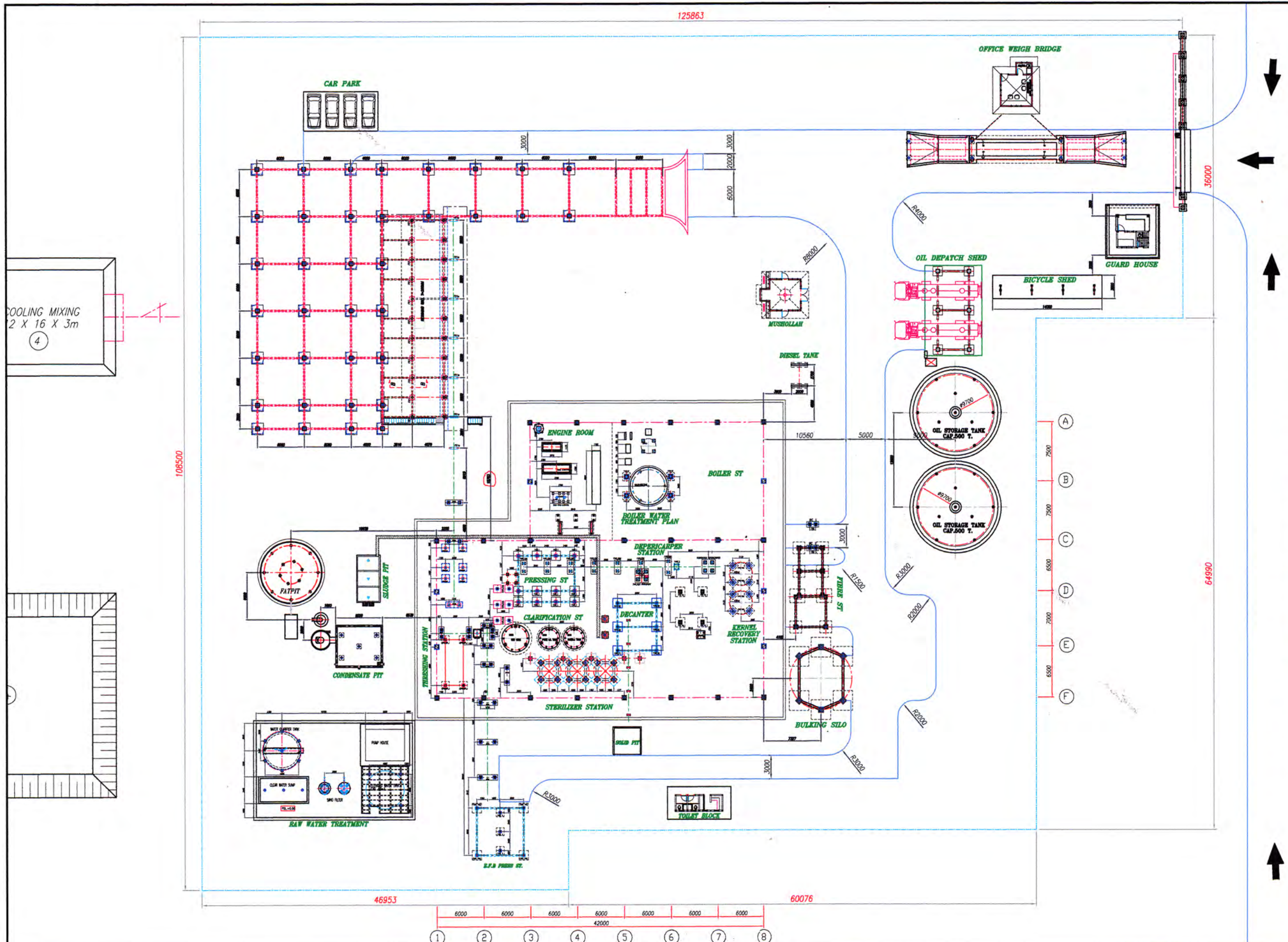
TYPICAL SECTION



FOUND. TYPE B

CATATAN/NOTES

NO	SYMBOL MARK	KETERANGAN DESCRIPTION	PARAF SIGN	TANGGAL DATE
CODE IL-0701-09-250				
REVISI/REVISION				
MENYETUJUI APPROVED				
PEKERJAAN PROJECT				
PEMBANGUNAN PABRIK KELAPA SAWIT				
KAPASITAS 30 TON/JAM				
LOKASI LOCATION				
NEGERI LAMA LABUHAN BATU				
SKALA SCALE	nts	PARAF SIGN	TANGGAL DATE	
DIGAMBAR DRAWN	HENDRA		14 ME 2007	
DIBUAT DESIGNED	-			
DIPERIKSA CHECKED	SZM			
DISETUJUI APPROVED	ERIK TAM			
DISETUJUI APPROVED	-			
GAMBAR TITLE				
FOUNDATION OF BUILDING MAIN PROCES				
NO. GAMBAR DRAWING NO.	DLI/C/1306/07	SHEET SHEET	2/3	REVISI REVISION : 0
DLI PT. DAYA LABUHAN INDAH		MALLING ADDRESS : 50th Building 5th Floor Jl. Jember Bontol No. 3 Medan 20112-Indonesia Phone :061-545777 Fax :061-554891		
KET. GAMBAR / REMARK				

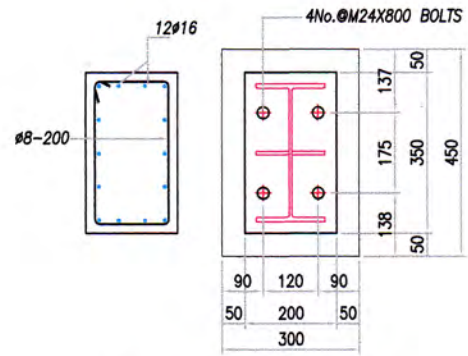


CATATAN/NOTES

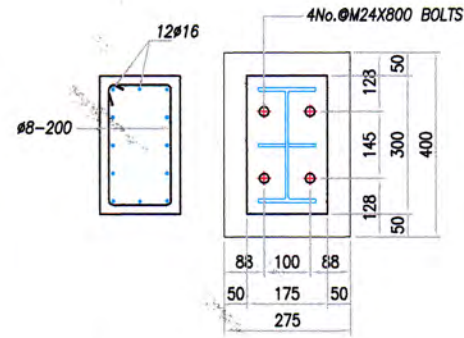
1. RECEPTION STATION
 - a. WEIGHBRIDGE
 - b. RAMP
 - c. FFB HOPPER
 - d. HYDRAULIC CYLINDERS FOR FFB PUMP
 - e. HUT FEEDER
 - f. FFB CONVEYOR NO. 1
 - g. FFB CRUSHER
 - h. CONDITIONED FFB CONVEYOR NO. 1
2. STERILIZATION STATION
 - a. VERTICAL STERILIZER c/w CHALK
 - b. STEAM LOCK FOR C.S.O
3. THRESHING
 - a. THRESHER C/W PLATFORM
 - b. BOTTOM FEED CONVEYOR
 - c. WFO CONVEYOR
4. EMPTY BUNCH
 - a. INCLUDED EMPTY BUNCH CONV. c/w PLATFORM
 - b. EMPTY BUNCH ENCLOSURE
5. PRESSING
 - a. DRUMMER
 - b. SCREEN PRESS
 - c. PRESS STRUCTURE
 - d. WFO CONVEYOR C/W PLATFORM
 - e. CRUDE OIL CUTTER
 - f. WASHING SCREEN C/W PLATFORM
 - g. CRUDE OIL TANK & PUMPS
 - h. SCREEN WASTE CONVEYOR
 - i. CHUTE FOR SCREEN WASTE CONVEYOR
 - j. PRESSING PLATFORM STRUCTURE
6. CLARIFICATION
 - a. CONTINUOUS STATIC CLARIFIER
 - b. PURE OIL TANK
 - c. SLUDGE TANK
 - d. SAND CYCLONE
 - e. PUMPS FOR SAND CYCLONE
 - f. SLUDGE BUFFER TANK
 - g. SOLID BIN
 - h. DECANTER
 - i. INCALCULATOR
 - j. SLUDGE PIT & PUMPS
 - k. RECOVERY OIL TANK
 - l. OIL PUMPS
 - m. TROUGH & PUMP
 - n. VACUUM DRYER
 - o. HOT WELL FOR VACUUM DRYER
 - p. PRODUCTION OIL PUMP
 - q. PRODUCTION OIL FLOW METER
 - r. HOT WATER TANK & PUMP
 - s. MAINTENANCE PLATFORM
7. DEPERICARPING
 - a. CRACK BREAKER CONVEYOR & CHALK
 - b. DEPERICARPER
 - c. HUT POLISHING DRUM
 - d. FINE CYCLONE c/w F/W
 - e. SLURRY VALVE
 - f. INCLUDED HUT CONVEYOR
 - g. HUT DECANTER
 - h. HUT CYCLONE c/w F/W
 - i. SLURRY VALVE
 - j. SUPPORTING STRUCTURE & PLATFORM
8. KERNEL RECOVERY
 - a. HUT BUFFER HOPPER
 - b. HUT FEEDER
 - c. HUT CRACKER
 - d. CRACKED MIXTURE CONVEYOR
 - e. CRACKED MIXTURE ELEVATOR
 - f. LIDS
 - g. LIDS CYCLONE c/w F/W
 - h. SLURRY VALVE
 - i. HYDROCYCLONE
 - j. WET KERNEL CONVEYOR
 - k. KERNEL DISTRIBUTION CONVEYOR
 - l. KERNEL DRYING SILO
 - m. DRY KERNEL CONVEYOR
 - n. SHELL TRANSPORT SYSTEM
 - o. KERNEL TRANSPORT SYSTEM
 - p. WET SHELL/KERNEL CYCLONE
 - q. KERNEL SWINGING SILO
 - r. KERNEL PLATFORM STRUCTURE
9. BOILER HOUSE
 - a. FUEL CONVEYOR
 - b. FUEL STORAGE PLATFORM
 - c. FUEL FEEDING CONVEYOR
 - d. BOILER FEEDING PLATFORM
 - e. BOILER
 - f. BOILER FEED PUMP
 - g. HORIZONTAL BOILER ASH CONV.
 - h. INCLUDED BOILER ASH CONVEYOR
 - i. BOILER CONTROL PANEL
 - j. BOILER ASH ENCLOSURE
 - k. BOILER DUSTS FINE ENCLOSURE
10. POWER STATION
 - a. STEAM TURBO ALTERNATOR
 - b. DIESEL ALTERNATOR
 - c. S. P. c/w PLATFORM
 - d. MAIN SWITCH BOARD
 - e. DIESEL SHED TANK
 - f. SHUT DIESEL FEED TANK
11. RAW WATER TREATMENT
 - a. WATER CLARIFIER
 - b. WATER SLUMP & PUMP
 - c. SAND FILTER
 - d. CHEMICAL DOSEING PUMP
 - e. PROCESS OVERHEAD TANK
 - f. ELEVATED WATER TANK STRUCTURE
 - g. WATER TREATMENT PUMP SHED
 - h. DEAERATOR FEED TANK
 - i. WATER SOFTENER AND PUMP
12. OIL STORAGE-DESPATCH
 - a. 1500 MT OIL STORAGE TANK
 - b. OIL DESPATCH SHED
 - c. OIL DESPATCH PUMP

NO	REV	KETERANGAN	ALTERNATIF - V
CODE IL-0701-09-250			
REVISI/REVISION			
MENYETUJUI			
PEKERJAAN			
PEMBANGUNAN PABRIK KELAPA SAWIT			
KAPASITAS 30 TON/JAM			
LOKASI			
NEGERI LAMA LABUHAN BATU			
SKALA	1 : 250	PARAF	TANGGAL
DIGAMBAR	HENDRA	<i>[Signature]</i>	22-12-07
DIBUAT	HENDRA		
DIPERIKSA	SZN		
DIPERIKSA	SZN		
DISETUJUI	ET		
GENERAL LAYOUT FOUNDATION			
NO. GAMBAR	DLI/C/001/07	SHEET	REVISI : 26
DRAWING NO.		1 / 1	
DLI PT. DAYA LABUHAN INDAH			
WALING ADDRESS : BDN Building 9th Floor Jl. Imam Bonjol No. 7 Medan 20112-Indonesia Phone 061-545777 Faxes 061-554851			
NET. GAMBAR / REMARK			

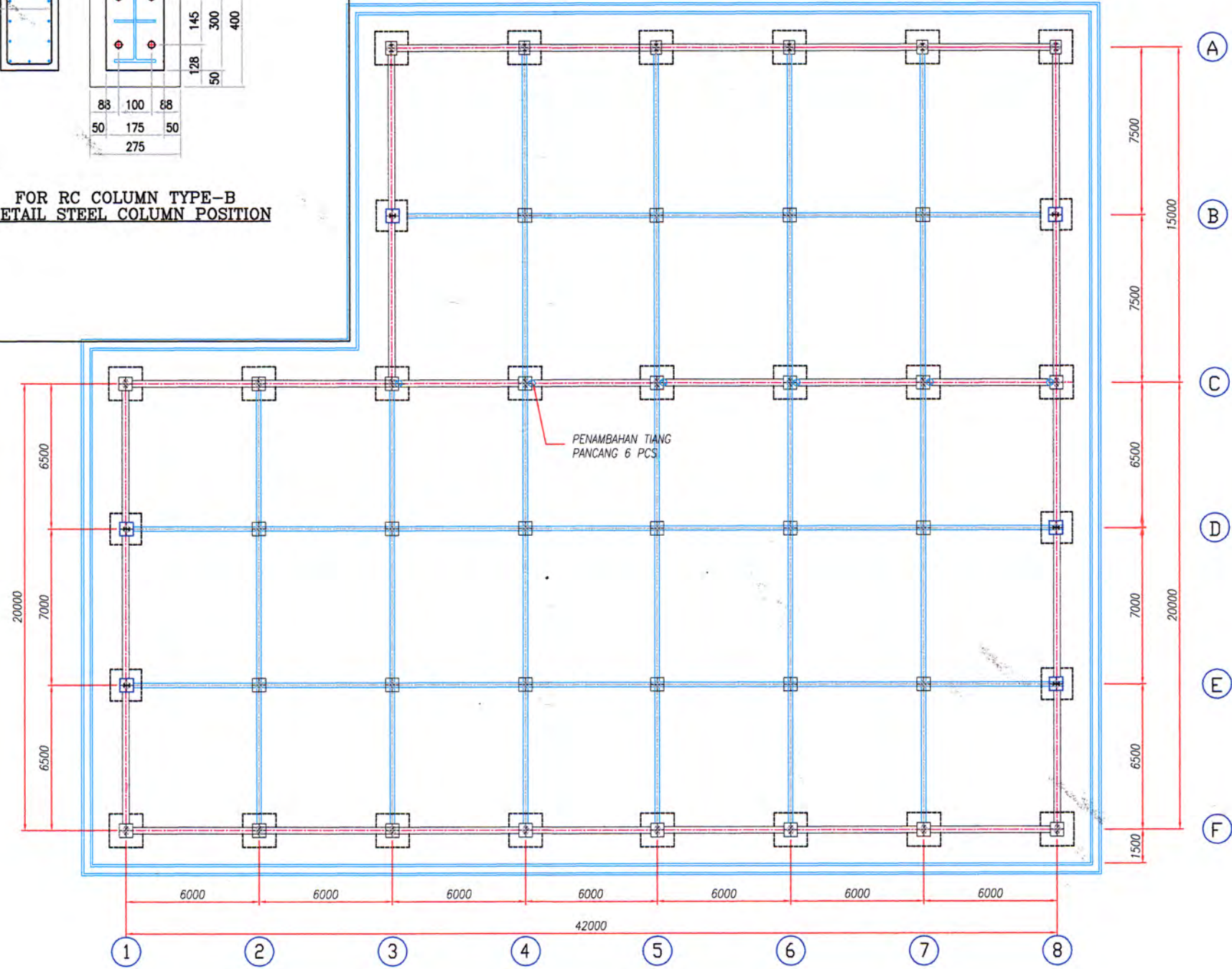
CATATAN/NOTES



FOR RC COLUMN TYPE-A
DETAIL STEEL COLUMN POSITION



FOR RC COLUMN TYPE-B
DETAIL STEEL COLUMN POSITION



LAYOUT FOUNDATION BUILDING

NO	SYMBOL MARK	KETERANGAN DESCRIPTION	PARAF SIGN	TANGGAL DATE
----	-------------	------------------------	------------	--------------

CODE IL-0701-09-250

REVISI/REVISION

MENYETUJUI APPROVED

PEKERJAAN PROJECT

PEMBANGUNAN PABRIK KELAPA SAWIT
KAPASITAS 30 TON/AM

LOKASI LOCATION

NEGERI LAMA
LABUHAN BATU

SKALA SCALE

1 : 150

PARAF SIGN

TANGGAL DATE

DIGAMBAR DRAWING

HENDRA

14 ME 2007

DIBUAT DESIGNER

DIPERIKSA CHECKED

SEN

DISETJLJJI APPROVED

ERIK TAJA

DISETJLJJI APPROVED

GAMBAR TITLE

FOUNDATION OF BUILDING

NO. GAMBAR DRAWING NO.

DLI/C/1306/07

SHEET LEMBAR

1 / 3

REVISI REVISION

: 0

DLI PT. DAYA LABUHAN INDAH

MAILING ADDRESS : 5th Building 5th Floor
Jl. Imam Bonjol No.7 Medan 20112-Indonesia
Phone 061-543777 Fax 061-554891

KET. GAMBAR / REMARK