

TUGAS AKHIR
STUDI KOMPARASI
ANALISIS DAYA DUKUNG TIANG BOR TUNGGAL
BERDASARKAN, DATA CPT, SPT DAN LABORATORIUM
(STUDI KASUS PADA PROYEK BANK INDONESIA JAKARTA)



Disusun Oleh :

Dian Rosdiana Puradijaya

No. Mhs : 88 310 122

N I R M : 885014330110

Mamat Slamet

No. Mhs : 88 310 186

N I R M : 885014330161

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1995



TUGAS AKHIR

STUDI KOMPARASI

ANALISIS DAYA DUKUNG TIANG BOR TUNGGAL

BERDASARKAN, DATA CPT, SPT DAN LABORATORIUM

(STUDI KASUS PADA PROYEK BANK INDONESIA JAKARTA)

*Diajukan Guna Melengkapi Persyaratan Untuk
Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil Pada
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia*

Disusun Oleh :

Dian Rosdiana Puradijaya

No. Mhs : 88 310 122

N I R M : 885014330110

Mamat Slamet

No. Mhs : 88 310 186

N I R M : 885014330161

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

1995



KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penyusun panjatkan ke Hadlirat Allah SWT, solawat serta salam semoga dilimpahkan kepada Nabi Besar kita Muhamad SAW. Alhamdulillah, pada akhirnya penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Studi Komparasi Analisis Daya Dukung Fondasi Tiang Bor Berdasarkan Data CPT, SPT dan Laboratorium ini, tepat pada waktunya.

Adapun, penyusunan Tugas Akhir ini dilaksanakan sebagai prasyarat untuk memenuhi jenjang Strata Satu pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan di Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Akhirnya dengan keterbatasan waktu dan pemikiran yang ada pada penyusun, tentunya penyusun tidak terlepas dari rintangan dan hambatan. Namun demikian, dengan bantuan dan dorongan dari berbagai pihak, akhirnya penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Untuk itu pada kesempatan ini, penyusun menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

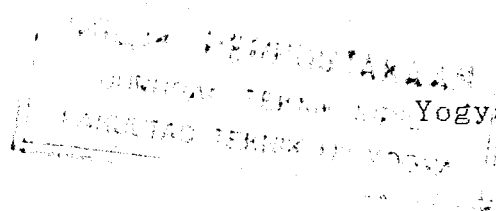
1. Bapak Ir. Susastrawan, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE, selaku Ketua Jurusan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
3. Bapak Ir. Ibnu Sudarmadji, MS, selaku Dosen Pembimbing I pada penyusunan Tugas Akhir ini,

4. Bapak Ir. Faisol AM. MS, selaku Dosen Pembimbing II pada penyusunan Tugas Akhir ini,
5. Yang tercinta Ayah, Ibu, Kakak beserta Adikku yang telah banyak memberikan dorongan baik moril maupun materil hingga terwujudnya Tugas Akhir ini,
6. Rekan-rekan dan semua pihak yang telah banyak membantu dan tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Semoga amal baik beliau yang telah diberikan kepada penyusun, mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT., Amin.

Akhir kata, penyusun menyadari dengan sepenuh hati dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, koreksi dan saran-saran tentunya akan penyusun terima untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat khususnya bagi penyusun, umumnya bagi pihak yang membutuhkannya.

*Wabillahi'taufik wal hidayah
Wassalamu'alaikum WR.WB*



Penyusun

BAB III DAYA DUKUNG PONDASI TIANG BOR TUNGGAL

| | |
|---|----|
| 3.1. Daya Dukung Tiang | 36 |
| 3.2. Daya Dukung Tiang Menurut Rumus Teoritis .. | 39 |
| 3.2.1. Daya dukung tiang bor pada tanah kohesif | 39 |
| 3.2.2. Daya dukung tiang bor pada tanah non-kohesif | 41 |
| 3.2.3. Daya dukung tiang bor pada tanah antara pasir dan tanah lempung | 44 |
| 3.3. Daya Dukung Menurut Rumus Empiris | |
| 3.3.1. Daya dukung ijin berdasarkan data pengujian CPT | 46 |
| 3.3.2. Daya dukung tiang berdasarkan hasil pengujian SPT | 49 |
| 3.3.3. Interpretasi daya dukung tiang tunggal berdasarkan data "Loading Test" | 51 |

BAB IV ANALISA DAYA DUKUNG FONDASI TIANG BOR TUNGGAL (STUDI KASUS)

| | |
|--|------|
| 4.1. Umum | 54 |
| 4.2. Data Penyelidikan Tanah | 54 |
| 4.2.1. Lingkup penyelidikan tanah | 55 |
| 4.3. Data Fondasi Tiang Bor | 56 |
| 4.4. Muka Air Tanah | 57 |
| 4.5. Data Loading Test | 57 ✓ |
| 4.6. Tahanan Kulit Tiang dan Kedalaman dengan Metoda Prediksi dai Data SPT dan CPT | 57 |
| 4.7. Daya Dukung Ujung Tiang Metoda Prediksi dari Data SPT dan CPT | 66 |
| 4.8. Prediksi Daya Dukung Total Ijin dan Kedalaman Tiang yang Diperlukan dari Data Grafik Sondir | 69 |
| 4.9. Prediksi Daya Dukung Total Ijin dari Diagram SPT | 77 |

| | |
|--|----|
| 4.10. Evaluasi Pengujian Pembebanan ("Loading Test") | 82 |
| 4.11. Evaluasi Hasil Daya Dukung dari Data SPT dengan Hasil Uji Pembebanan | 84 |
| | |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 88 |
| PENUTUP | 91 |
| DAFTAR PUSTAKA | 92 |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN | 93 |

DAFTAR NOTASI

| | | |
|-------------|---|--|
| A | = | Luas tampang melintang ujung tiang |
| A_p | = | Luas tampang melintang ujung tiang |
| A_s | = | Luas selimut tiang |
| B | = | Diameter tiang |
| C | = | Nilai kohesi undrained tanah |
| C_u | = | Cohesi undrained |
| \bar{C}_u | = | Cohesi undrained rata-rata |
| C_b | = | Cohesi undrained (C_u) pada ujung tiang |
| C_{kd} | = | Tahanan konus ujung rata-rata |
| C_{dk} | = | Tahanan konus rata-rata sepanjang tiang |
| D | = | Panjang tiang |
| D_r | = | Kepadatan relatif |
| f | = | Jumlah total hambatan pelekat sampai ujung tiang |
| f_s | = | Rata-rata gesekan lokal sepanjang tiang |
| f_t | = | Jumlah total hambatan pelekat sampai ujung tiang |
| K | = | Koefisien tanah |
| K_s | = | Koefisien tekanan tanah |
| L | = | Kedalaman tiang fondasi |
| N | = | Nilai jumlah tumbukan pada pengujian Standard Penetration Test |
| N' | = | Nilai jumlah N SPT terkoreksi |
| \bar{N} | = | Nilai N (SPT) rata-rata sepanjang tiang |
| N_c | = | Bearing capacity faktor |
| N_q | = | Bearing capacity faktor |
| P_d | = | Tekanan tanah efektif |
| P_o | = | Tekanan efektif tanah |
| Q_{ap} | = | Kapasitas daya dukung ijin |
| Q_b | = | Tahanan ujung tiang |
| Q_s | = | Tahanan kulit tiang |
| q_u | = | Kuat tekan bebas |
| Q_{up} | = | Tahanan daya dukung ultimit |
| q_c | = | Tekanan konus pada pengujian sondir |
| \bar{Q}_c | = | Tekanan konus rata-rata sekitar ujung tiang |

Q_{ub} = Tahanan ultimit ujung tiang
 Q_{us} = Tahanan ultimit kulit tiang
SF = Safety Faktor
U = Keliling penampang pondasi
W = berat tanah yang digantikan tiang
 W_p = Berat tiang
 α_r = Faktor bentuk penampang tiang
 δ_e = Loncatan elastik tiang
 ϕ = Sudut gesek internal tanah
 γ = Berat jenis tanah
 α = Faktor adhesi
 γ_w = Berat satuan air
 δ = Sudut gesek antara tanah dan tiang

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Definisi fondasi dangkal | 8 |
| 2.2 Kerugian akibat pengerukan lumpur tidak sempurna | 17 |
| 2.3 Persoalan-persoalan yang timbul pada pemakaian "Casing" sementara | 18 |
| 2.4 Alat sondir konus biasa | 23 |
| 2.5 Alat sondir bikonus | 25 |
| 2.6 "Standar Penetration Test" (SPT) | 27 |
| 2.7 Pengujian beban tiang dengan beban angker | 31 |
| 2.8 Pengujian beban dengan beban kontra | 32 |
| 3.1 Kurva beban vs penurunan pada uji beban tekan tiang ("Pile Loading Test") | 37 |
| 3.2 Transfer beban dari kepala tiang sampai ujung tiang | 37 |
| 3.3 No values for piles in days | 40 |
| 3.4 Panjang efektif pada kulit tiang untuk perhitungan tahanan kulit pada "under beamed pile" | 41 |
| 3.5 Bearing kapasing faktor | 42 |
| 3.6 Berbagai kondisi pada penentuan tekanan tanah efektif | 43 |
| 3.7 Koefisien daya dukung Terzaghi | 45 |
| 3.8 Panjang efektif untuk tahanan konus rata-rata (qc) pada ujung tiang | 47 |
| 3.9 Nilai tahanan konus ujung rata-rata | 48 |
| 3.10 Grafik pembebanan terhadap penurunan | 52 |
| 3.11 Metoda grafis analisis dari NV N ayak | 52 |
| 4.1 Kapasitas tahanan kulit ultimit boring No 1 dan sondir No.1 | 59 |

| | | |
|-----|---|----|
| 4.2 | Kapasitas tahanan kulit ultimit boring No 8 dan sondir No.11 | 61 |
| 4.3 | Kapasitas tahanan kulit ultimit boring No 15 dan sondir No.11 | 63 |
| 4.4 | Interprestasi kapasitas ultimit dari mazurkowicz | 86 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Hubungan ϕ , D_r , γ dengan N untuk pasir | 28 |
| 2.2 Hubungan γ , q_u dan nilai N untuk lempung | 29 |
| 2.3 Hubungan antar nilai tekanan ujung (q_c) dengan nilai N SPT | 30 |
| 2.4 Prosedur pembebanan mengikuti prosedur ASTM D. 1143 | 34 |
| 3.1 Koefisien tanah menurut LD. Court | 50 |
| 4.1 Prediksi tahanan kulit ultimit dari data SPT No. 11 dan No. 15 | 65 |
| 4.2 Daya dukung ujung ijin tiang bor dari data SPT No. 11 dan CPT No 15 | 68 |
| 4.3 N terkoraksi dari data bor no 1 | 73 |

DAFTAR LAMPIRAN

1. Peta lokasi titik sondir dan titik bor
2. Grafik sondir no. 15
3. Grafik sondir no. 13
4. Grafik sondir no. 11
5. Grafik sondir no. 1
6. Diagram N SPT no. Bor 8
7. Diagram N SPT no. Bor 11
8. Diagram N SPT no. Bor 10
9. Diagram N SPT no. Bor 7
10. Diagram N SPT no. Bor 1
11. Data laboratorium no. Bor 11
12. Perhitungan metoda teoritis no. Bor 11
13. Catatan hasil loading test aksial

B A B I

P E N D A H U L U A N

1.1. Latar Belakang

Tanah mempunyai peranan yang penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi, karena tanah merupakan pendukung suatu bangunan. Mengingat semua bangunan dibuat di atas atau di bawah permukaan tanah, maka harus dibuat fondasi yang dapat memikul beban bangunan tersebut atau gaya yang bekerja melalui bangunan itu.

Masalah yang dijumpai dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi adalah daya dukung tanah dan besarnya penurunan yang terjadi, untuk menentukan daya dukung tanah dan penurunan tersebut perlu pengetahuan mengenai kondisi tanah.

Tanah baik merupakan tanah yang mempunyai daya dukung yang tinggi dan penurunan yang terjadi kecil. Apabila daya dukung ijin tanah tidak terlampaui maka tidak akan terjadi kerusakan bangunan akibat keruntuhan tanah. Jika penurunan total dan penurunan diferensial masih dalam batas ijin, maka bangunan tidak akan mengalami kerusakan pada konstruksinya.

Untuk menentukan jenis fondasi yang tepat suatu bangunan, selain kondisi tanah, banyak faktor yang perlu dipertimbangkan antara lain; faktor biaya, teknik pelaksanaan dan pengalaman. Di samping itu padatnya bangunan di sekitarnya juga perlu diperhatikan.



Apabila tanah baik tidak terlalu dalam, dapat digunakan fondasi dangkal. Jika tanah baik sangat dalam, dipakai fondasi dalam.

1.2. Pokok masalah

Dari hasil penyelidikan tanah yang dilakukan di Proyek Bank Indonesia Jl. M. Thamrin Jakarta, lapisan tanah yang tebal dan mempunyai daya dukung yang tinggi baru dijumpai pada kedalaman lebih kurang 45 m. Masalah lain yang ditemui adalah tingginya permukaan air tanah, yaitu 1,50 m di bawah permukaan tanah. Dengan memperhatikan permukaan kondisi tanah tersebut, maka alternatif fondasi yang dipilih adalah fondasi tiang. Mengingat disekitar proyek banyak gedung perkantoran, maka alternatif fondasi tiang yang dipilih adalah fondasi tiang bor, karena getaran dan suara yang ditimbulkan relatif kecil dibandingkan tiang pancang, sehingga retaknya bangunan di sekitar proyek relatif kecil bahkan tidak ada.

Dengan mengamati adanya variasi dan sifat-sifat tanah, maka penentuan daya dukung fondasi serta kedalamannya perlu diperhitungkan dengan teliti. Untuk mengetahui besarnya kapasitas dukung tiang dan kedalamannya ada dua cara pendekatan yang dapat digunakan yaitu cara teoritis dan cara empiris. Pada cara teoritis perhitungan kapasitas dukung dilakukan dengan menganalisis hasil-hasil pengukuran dan penyelidikan sifat-sifat tanah setempat, sedangkan cara empiris untuk memperkirakan kapasitas dukung dengan pengujian penetrasi yaitu Pengujian Sondir ("Cone

Penetration Test") dan pengujian SPT (*Standard Penetration Test*"). Berdasarkan nilai-nilai yang diperoleh dengan berbagai cara ini, kemudian dipilih nilai yang terkecil untuk ditetapkan sebagai daya dukung rencana. Untuk mengetahui besarnya kapasitas dukung fondasi di lapangan dilakukan pengujian dengan memberikan beban secara langsung pada fondasi, yang dikenal sebagai pengujian pembebanan. Pengujian ini juga perlu dilakukan apabila grafik yang diperoleh dengan pengujian sondir (CPT) dan atau pengujian SPT sangat bervariasi sehingga kapasitas dukungnya mungkin diragukan.

Pada Tugas Akhir ini akan membahas "Analisis daya dukung fondasi tiang bor tunggal dan kedalamannya berdasarkan data penyelidikan tanah yaitu data hasil pengujian CPT dan pengujian SPT dari berbagai metode".

1.3. Tujuan

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah studi komparasi analisis daya dukung fondasi tiang bor tunggal dari metode Wesley, metode Tomlinson yang dimodifikasi NV. Nayak, metode Rusia, dan metode LD. Court berdasarkan data penyelidikan tanah di lokasi proyek berupa data hasil CPT dan SPT dengan data loading test.

1.4. Manfaat

Faedah Tugas Akhir yang membahas tentang fondasi tiang bor tunggal dan analisis daya dukungnya adalah memberikan tambahan masukan kepada para mahasiswa Jurusan Teknik Sipil,

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, yang selama ini pembahasan mengenai fondasi tiang bor masih relatif sedikit dibandingkan pembahasan tentang struktur atas atau yang lainnya.

1.5. Batasan Masalah

Pada penyusunan Tugas Akhir ini Penyusun menganalisis daya dukung fondasi tiang bor tunggal ("Bord Cast-in Situ"), perhitungan daya dukung diambil berdasarkan data CPT, SPT dan "loading test" pada proyek Bank Indonesia di Jalan Mohammad Thamrin Jakarta. Masalah-masalah lain diluar yang disebutkan di atas seperti teknis pelaksanaan, urutan pelaksanaan dan kekuatan struktur tiang tidak dibahas.

1.6. Keaslian

Sejauh pengetahuan penulis, analisis daya dukung fondasi tiang bor berdasarkan data CPT dan SPT belum pernah dibahas dalam tugas akhir mahasiswa di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.

Tugas akhir yang pernah dibuat, yakni membahas tentang daya dukung fondasi Franki.

1.7. Metodologi.

Metoda yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah studi literatur mengenai daya dukung fondasi tiang bor tunggal. Daya dukung fondasi dihitung berdasarkan nilai

CPT dan SPT yang diambil dari data hasil penyelidikan tanah pada proyek Bank Indonesia di Jl. Mohammad Thamrin Jakarta.

Dari data hasil "Cone Penetration Test" (CPT) dipelajari grafik yang menunjukkan besar tekanan tanah pada setiap kedalaman, juga dipelajari grafik hasil "Standard Penetration Test" (SPT) yang menunjukkan jumlah tumbukan dan jenis tanah dengan kedalamannya. Data tanah CPT dan SPT dipadukan dengan mengkorelasikan hasil-hasil tersebut dengan menggunakan rumus-rumus empiris. Rumus-rumus hitungan daya dukung dipakai dari dua data tanah yaitu, hitungan berdasarkan nilai CPT dan nilai SPT dengan menggunakan beberapa metoda. Data hasil penyelidikan tanah tidak semuanya bisa memenuhi rumus-rumus yang dipakai, sehingga untuk parameter tanah tersebut diambil dengan mengkorelasikan antara data CPT, SPT dan parameter tanah lainnya secara empiris.

Selain data-data hasil penyelidikan tanah yang dipakai untuk menghitung daya dukung fondasi, juga dipakai catatan hasil "loading test" untuk mengevaluasi hitungan daya dukung. Tes pembebanan "loading test" adalah pengujian pembebanan secara langsung terhadap fondasi yang bersangkutan. Hasil tes pembebanan ini merupakan pernyataan yang aktual dari besarnya daya dukung fondasi tersebut. Selama pengujian berlangsung penambahan pengurangan beban dan penurunan yang terjadi dicatat. Dari catatan selama "loading test" tersebut dibuat grafik hubungan antara penurunan dan beban, kemudian dihitung daya dukungnya dengan menggunakan metoda grafis. Dari beberapa metoda hitungan

yang menghasilkan daya dukung berdasarkan nilai CPT dan SPT tersebut di atas, kemudian hasil daya dukung tersebut dikomparasikan dengan hasil daya dukung berdasarkan "loading test". Dari komparasi tersebut diambil kesimpulan sebagai akhir dari tugas akhir.

B A B II

FONDASI TIANG

2.1. Pengertian dan Jenis Fondasi

Fondasi suatu bangunan adalah konstruksi bawah yang meneruskan semua beban konstruksi di atasnya ke tanah pendukung atau merupakan elemen penghubung antara konstruksi atas dengan tanah (Bowles, 1986).

Dari pengertian di atas tampak bahwa fondasi merupakan bagian konstruksi yang sangat penting, oleh karena itu fondasi suatu bangunan harus memenuhi syarat-syarat tertentu. Menurut Nakazawa dan Sosrodarsono (1983), persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi oleh suatu fondasi adalah sebagai berikut ini.

1. Kedalaman minimal harus cukup untuk mengatasi pengaruh akibat perubahan volume tanah musiman, misalnya kembang susut tanah dan tidak boleh lebih kecil dari ketebalan tanah organik atau timbunan sampah (bila ada)
2. Fondasi harus aman terhadap bahaya penggulingan, pergeseran dan penurunan
3. Bentuk dan ukuran fondasi disesuaikan dengan tanah pendukung fondasi
4. Fondasi harus mampu menahan beban struktur apabila dilakukan perubahan-perubahan pada struktur atasnya

5. Fondasi harus ekonomis baik struktur maupun pelaksanaan pembuatannya,
6. Struktur fondasi dan pelaksanaannya tidak mengganggu lingkungan sekitarnya,

Pada umumnya fondasi suatu bangunan dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu:

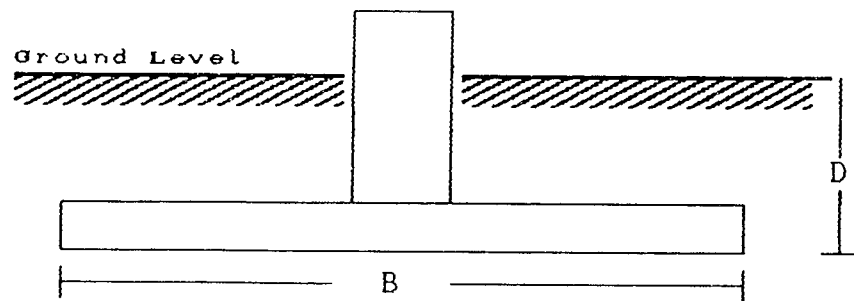
1. Fondasi dangkal

Narayan V Nayak (1982) mendefinisikan fondasi dangkal sebagai berikut:

- a. Apabila perbandingan antara kedalaman fondasi (D) dan lebar fondasi (B) tidak lebih dari 2, atau

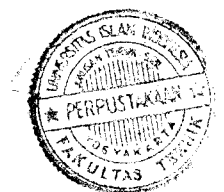
$$\frac{D}{B} \leq 2$$

(lihat gambar 1.1)



Gambar 2.1 Definisi dari fondasi dangkal

- b. Anggapan bahwa penyebaran tegangan pada struktur fondasi ke bawahnya yang berupa lapisan penyangga ("bearing stratum") yang kuat, lebih kecil atau sama dengan dua kali lebar fondasi.



Contoh fondasi dangkal antara lain fondasi telapak dan fondasi staal.

2. Fondasi dalam

Apabila perbandingan kedalaman fondasi dan lebar fondasi lebih dari 2. Macam fondasi dalam adalah:

- a. Fondasi tiang, dipakai jika lapisan tanah baik terletak sangat dalam sehingga tidak mungkin lagi digunakan fondasi langsung,
- b. Fondasi tiang bor dan kaison, digunakan untuk beban kolom yang besar dan untuk mengatasi masalah lingkungan.

2.2. Fondasi Tiang

Fondasi tiang adalah elemen struktur bawah yang digunakan jika lapisan tanah bagian atas tidak cukup kuat untuk memikul beban, sedangkan lapisan tanah baik terletak cukup dalam. Elemen ini berbentuk tiang, dapat berupa tiang baja, tiang kayu maupun tiang beton. Fondasi tiang digunakan untuk:

1. Meneruskan beban-beban konstruksi di atas tanah, ke dalam tanah atau melalui lapisan tanah,
2. Menahan gaya desakan ke atas ("up lift") atau gaya guling, seperti untuk ruangan bawah tanah di bawah bidang batas air jenuh dan menopang kaki terhadap guling.

3. Keamanan tambahan pada tumpuan jembatan ("pier"), khususnya jika erosi merupakan persoalan yang berpengaruh,
4. Memampatkan tanah yang non kohesif yang lepas melalui perpindahan isi tiang pada saat pemancangan,
5. Meneruskan beban-beban struktur pada konstruksi lepas pantai ke dalam tanah dasar.

Ada beberapa cara yang dapat dipergunakan untuk memasang fondasi tiang. Cara yang sering digunakan adalah dengan mempersiapkan tiang lebih dahulu, kemudian dimasukkan ke dalam tanah dengan mesin pemancang. Fondasi tiang semacam ini disebut fondasi tiang pancang. Cara lain adalah dengan membuat lubang dengan bor, kemudian lubang bor tersebut diisi dengan beton dan baja sebagai tulangnya, fondasi tiang tersebut disebut dengan fondasi tiang bor.

Menurut Suhardjito Pradoto (1989), fondasi tiang secara umum dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Tiang-tiang perpindahan (tiang-tiang pancang / "displacement piles"/"driven types").

Yang termasuk dalam kategori ini, antara lain:

1. Kayu, berpenampang bundar atau segi empat dengan sambungan atau menerus ("timber piles"),
2. Tiang beton ("precastconcrete piles"), dapat berpenampang masif atau bulat,
3. Tiang beton pratekan ("prestressed concrete piles") berpenampang masif atau bulat,

4. Pipa baja ("steel tube") dipancang dengan ujung tertutup,
 5. Pipa baja dengan penampang segi empat ("steel box") dipancang dengan ujung tertutup,
 6. Pipa baja yang ujungnya membesar atau mengecil ("fluted & tapered steel tube"),
 7. Pipa baja dengan ujung tertutup dimasukkan dengan cara ditekan ("jacked-down steel tube with close end"),
- b. Tiang-tiang perpindahan (tipe dipancang dan dicor di tempat ("displacement piles/driven & cast in situ type").
Tipe ini meliputi:
1. Pipa baja dipancang setelah itu diisi atau dicor beton sambil pipa baja ditarik ("steel tube driven and with drawn after placing concrete"),
 2. Tiang pracetak beton yang diisi dengan beton ("Precast concrete shell filled with concrete"),
 3. Pipa baja berdinding tipis dipancang kemudian diisi beton ("thin walled steel shell driven").
- c. "Small-displacement piles"
1. Tiang pracetak beton, penampang pipa dipancang dengan penampang tiang terbuka atau salib ("precast concrete/tubular section driven"),
 2. Tiang pratekan beton, penampang bulat dipancang dengan penampang terbuka atau salib ("prestressed concrete tubular section driven"),
 3. Tiang baja profil H ("steel H section"),

4. Tiang baja penampang bulat atau pipa, dipancang dengan ujung terbuka ("steel tube section driven"),
 5. Tiang ulir ("screw pile").
- d. Tiang-tiang tanpa perpindahan ("non-displacement piles")
Dilaksanakan pertama dengan mengeluarkan tanah dengan proses pengeboran. Kemudian tiang dibuat dengan meletakkan beton pada lubang bor, tiang ini meliputi:
1. Betonan yang dituang pada lubang bor ("bord & cast in situ"),
 2. Pipa-pipa yang diletakkan pada lubang bor dan diisi dengan betonan ("tubeslesed inhole drilled").
- e. Tiang komposit ("Composite piles")
Kombinasi dari unit tipe tiang dari ketiga kata gori yang telah disebutkan di atas

Menurut Bowles (1986), dari segi bahannya tiang dapat berupa tiang baja, tiang kayu dan tiang beton. Fondasi tiang beton terbagi menjadi dua yaitu beton pracetak dan tiang beton cetak di tempat ("cast in place"). Untuk tiang beton cetak di tempat dibuat dengan jalan pemboran tanah atau dengan pemancangan "Casing" ke dalam tanah kemudian diisi campuran beton.

2.3. Fondasi Tiang Bor dan Fondasi Sumuran

2.3.1. Fondasi tiang bor

Fondasi tiang bor termasuk salah satu bentuk fondasi dalam yang dibuat dengan cara membor tanah, kemudian diisi dengan beton.

Menurut Tomlinson (1977) pemilihan tipe tiang bor tergantung tiga faktor yaitu:

1. Lokasi dan tipe struktur

Fondasi tiang bor cocok untuk daerah padat bangunan karena getaran atau suaranya tidak begitu mengganggu lingkungan sekitarnya. Fondasi ini tidak begitu baik untuk fondasi bangunan-bangunan di pantai.

2. Kondisi tanah

Kondisi tanah kohesif yang kenyal sampai keras sangat mendukung pemakaian tiang bor untuk tanah lempung yang sangat lunak dan tanah granular yang sangat lepas, cocok bila menggunakan fondasi tiang pancang.

3. Umur tiang bor

Di daerah dengan air tanah yang agresif umumnya dipakai bahan fondasi yang tahan sifat-sifat zat kimia, air yang agresif tersebut.

Pemilihan fondasi sangat tergantung pada berbagai keadaan yang pada dasarnya tidak terlepas dari keuntungan dan kerugiannya.

Keuntungan fondasi tiang bor ialah:

1. Tanpa sambungan sehingga dapat dibuat tiang yang lurus dan sangat panjang. Panjang tiang dapat ditetapkan lebih mudah,
2. Getaran dan suara pada saat melaksanakan pekerjaan sangat kecil, cocok untuk pekerjaan pada daerah yang padat bangunannya,

3. Tanah galian dapat diamati secara langsung dan sifat-sifat tanah pada tanah pendukung fondasi juga dapat langsung di ketahui.
4. Alat pembor dapat menembus rintangan-rintangan yang tidak dapat ditembus oleh tiang pancang.

Kerugian fondasi tiang bor ialah:

1. Seringkali beton bahan tiang dicor di bawah muka air tanah sehingga kualitasnya setelah selesai lebih rendah dibandingkan dengan tiang pracetak.
2. Ketika beton dituangkan, dikhawatirkan adukan beton tercampur dengan reruntuhan tanah.
3. Tanah galian cukup banyak sehingga tempat kerja akan menjadi kotor.

Pada saat ini ada tiga metoda dasar dalam pembuatan fondasi tiang bor (Bowles, 1991), yaitu:

1. Metoda kering

Metoda ini digunakan pada tanah kohesif dan permukaan air tanah berada di bawah dasar fondasi. Tahap pelaksanaan pengeboran adalah sebagai berikut; tanah dibor sampai kedalaman yang diperlukan kemudian diisi sebagian dengan beton. Tulangan dipasang dan setelah itu beton dituang lagi ke dalam lubang sampai penuh. Tiang bor selesai dicor.

2. Metoda acuan

Metoda ini digunakan pada tempat-tempat yang mungkin mengalami keruntuhan tanah. Tahap pekerjaan dengan metoda ini adalah sebagai berikut; tanah dibor,

untuk mencegah keruntuhan tanah maka dipasang "casing" sampai kedalaman yang diperlukan. Setelah "casing" terpasang, pengeboran dilanjutkan sampai tanah baik. Pengeboran selesai, dasar lubang dibersihkan dari sisa-sisa material dan tulangan dipasang. Setelah itu dilakukan pengecoran beton ke dalam lubang bor sambil "casing" ditarik dari lubang. Tiang bor selesai dicor.

3. Metoda bentonit

Bentonit adalah mineral lempung yang sebagian besar terdiri dari "montmorillonite", ditambah dengan air menjadi semacam bubur yang dikenal sebagai bubur bentonit dan digunakan untuk mencegah perbedaan tekanan pada tanah sekitarnya dengan lubang bor, sehingga keruntuhan tanah dapat dihindari dan air tanah tidak masuk ke dalam lubang bor. Metoda ini dipakai pada tanah yang tidak stabil dengan muka air tanah tinggi. Tahap pelaksanaan pekerjaan fondasi dengan sistem ini adalah sebagai berikut; dilakukan pemboran sampai kedalaman yang diperlukan (tanah baik) dan untuk keruntuhan tanah pada dinding lubang, ditambahkan adonan bentonit. Setelah pemboran selesai, tulangan dipasang. Kemudian corong pipa cor ("tremie") dipasang dan dilakukan pengecoran. Tiang bor selesai dicor.

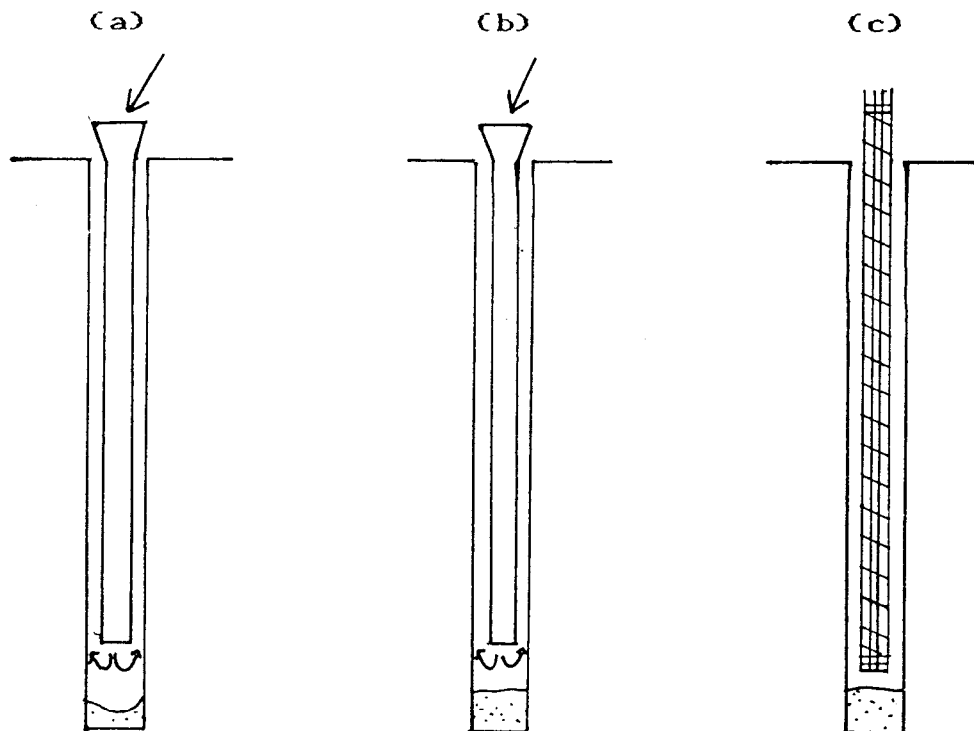
Menurut Poulos dan Davis (1980), pembuatan fondasi tiang bor pada tanah kohesif akan berpengaruh pada daya

lekat antara fondasi dengan tanah. Efek tersebut adalah karena pembuatan tiang bor akan melunakkan tanah di sekeliling lubang yang timbul karena:

1. Penyerapan air dari beton yang baru dicor,
2. Perpindahan air dari tanah kohesif di sekitar daerah yang tekanannya lebih rendah di sekitar lubang bor,
3. Air yang dituangkan ke alat pemboran untuk memudahkan pemboran.

Menurut Nakazawa dan Sosrodarsono (1983), efek lain pembuatan tiang bor di tanah kohesif adalah pengumpulan lumpur di dasar lubang. Lumpur ini harus dikeluarkan dari dasar lubang, karena pengerukan lumpur yang tidak sempurna akan menimbulkan kerugian-kerugian seperti merosotnya mutu beton sebab beton tercampur lumpur, tulangan tidak terpasang pada tempat yang seharusnya, beton tidak sampai pada tanah baik yang mengakibatkan penurunan tiang (lihat gambar 2.2).

Pelaksanaan pemboran fondasi tiang di tanah non kohesif dapat menyebabkan keruntuhan tanah di sekitarnya, karena tanah yang dibor selalu mempengaruhi keadaan tanah fondasi itu sendiri seperti tekanan tanah dan tekanan air tanahnya.

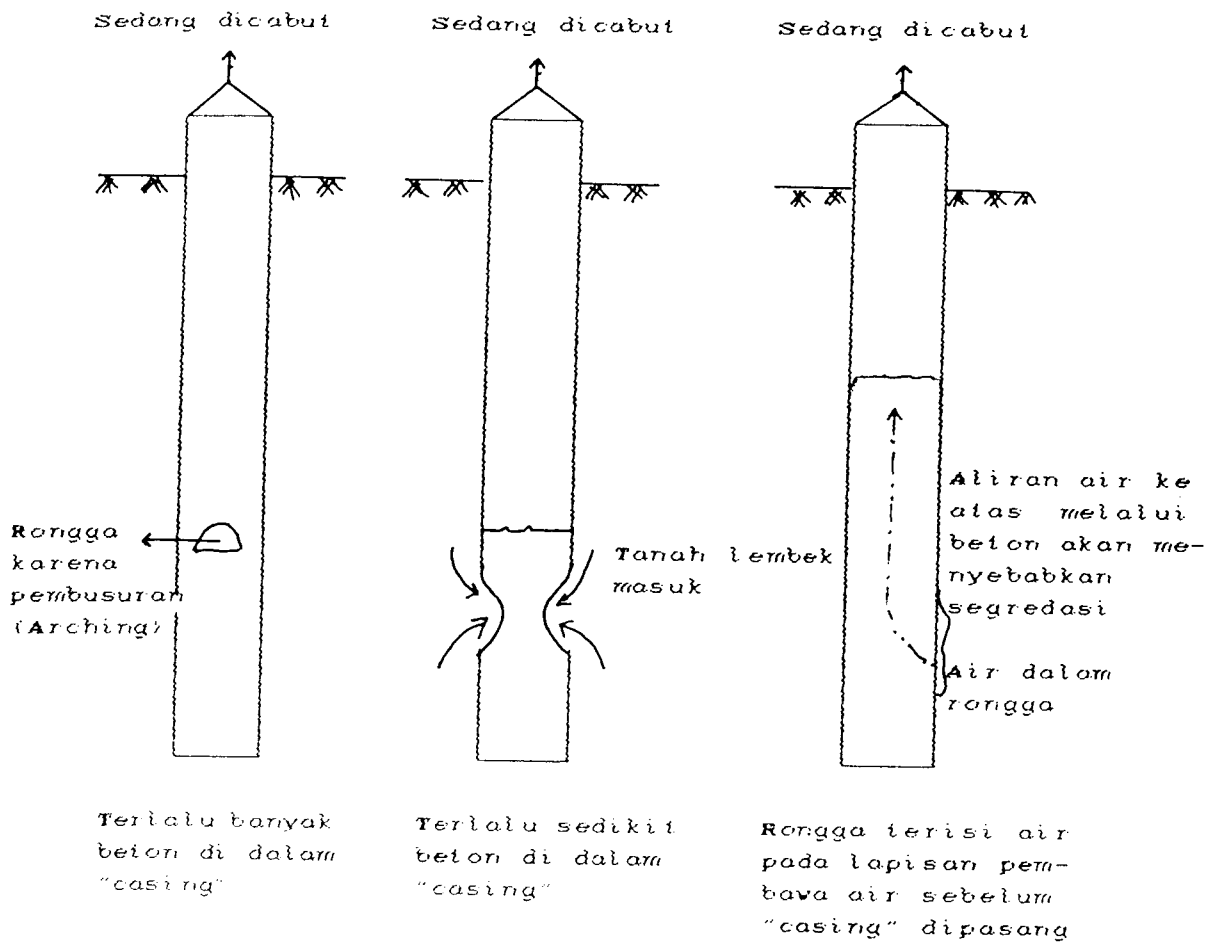


Gambar 2.2. Kerugian akibat pengerukan lumpur tidak sempurna
 (A) beton mengandung lumpur
 (B) beton tidak sampai tanah baik,
 (c) penulangan terapung.

Akibat pemboran tersebut, permukaan dinding lubang bor kehilangan keseimbangannya dan dapat runtuh. Cara mengatasi keruntuhan permukaan dinding lubang tersebut adalah:

1. Penggunaan "casing" selama pemboran,
2. Menstabilkan tanah yang dibor dengan bahan stabilisator seperti bentonit.

Menurut Ellison (1975), masalah lain yang dapat terjadi adalah akibat penggunaan "casing" sementara. Apabila pencabutan selongsong tidak dilakukan dengan benar, maka hal ini dapat menimbulkan persoalan-persoalan seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. persoalan-persoalan yang timbul pada pemakaian "casing" sementara.

Mengatasi masalah air tanah selama pemboran dan pengecoran bukan merupakan masalah yang mudah, apabila aliran-aliran air tanah besar, dapat membawa butiran-butiran tanah sehingga membahayakan kestabilan lubang bor.

Untuk mengeluarkan air tanah dari lubang dilakukan pemompaan, akan tetapi pemompaan ini dapat merusak susunan lapisan tanah di bawah lubang bor dan dapat menyebabkan penurunan muka air sekitarnya. Penurunan muka air tanah di sekitar lokasi dapat membahayakan bangunan-bangunan lain di sekitarnya. Cara menanggulangi masalah tersebut adalah:



1. Menggunakan "casing" permanen atau sementara pada lapisan tanah yang permeabel,
2. Menggunakan bubur bentonit.

2.3.2. Fondasi Sumuran

Fondasi sumuran juga termasuk fondasi dalam. Umumnya dipakai jika tanah keras terletak antara 4 sampai 8 meter dari muka tanah dan tidak ada problem air tanah. Bahan sumuran umumnya terdiri dari beton siklop (campuran semen, pasir, kerikil dengan perbandingan 1:3:5 ditambah 65 % batu besar sehingga membentuk suatu adukan yang rapat).

Fondasi sumuran dan fondasi tiang bor pada prinsipnya sama, hanya pada fondasi sumuran tanah digali secara manual. Apabila tanah yang digali mudah longsor, untuk memudahkan penggalian tanah dapat digunakan pipa beton untuk menahan longSORan selama tanah digali.

Fondasi sumuran banyak dipakai karena pertama; sumuran dapat digali sampai mencapai lapisan yang dikehendaki dan lapisan tanahnya dapat diketahui. Kedua; fondasi sumuran tidak menyebabkan perubahan sifat tanah di sekitarnya, yang ketiga; fondasi sumuran tidak menimbulkan getaran dan keributan.

2.4. Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah adalah merupakan salah satu tahapan dalam perencanaan struktur bangunan, terutama struktur bawah. Penyelidikan tanah dilakukan untuk:

1. Mendapatkan informasi tanah dan sifat-sifatnya yang berkaitan dengan desain fondasi dan metode pelaksanaannya,

2. Mengetahui letak muka air tanah.

Dengan mengetahui jenis dan sifat-sifat tanah serta letak muka air tanah, maka kedalaman dan jenis fondasi dapat ditentukan.

Langkah-langkah penyelidikan tanah adalah sebagai berikut ini.

- a. Persiapan merupakan langkah pertama dari suatu penyelidikan tanah. Kegiatan yang dilakukan antara lain mengumpulkan informasi sebanyak mungkin yang relevan dengan lokasi bangunan yang akan dibangun dan mempelajari gambar-gambar rencana bangunan.
- b. Peningjauan lokasi bangunan. Hal-hal yang perlu diteliti antara lain: kesulitan-kesulitan yang mungkin timbul dalam pelaksanaan pembangunan, tanah permukaan, dan bangunan yang ada.
- c. Penyelidikan pendahuluan, terutama untuk pekerjaan struktur di lokasi yang belum pernah dilakukan penyelidikan tanah.
- d. Penyelidikan tanah yang definitif. Pada tahap ini dilakukan penyelidikan secara terperinci untuk memperoleh data tanah yang diperlukan guna perencanaan fondasi.

Penyelidikan tanah meliputi penyelidikan tanah di lapangan dan pengujian sampel tanah di laboratorium. Dari penyelidikan tanah di lapangan akan diperoleh data tanah

asli yaitu daya dukung tanah dan kekerasan atau kepadatan tanah. Pengujian sampel di laboratorium akan diperoleh data:

- a. Sifat indek tanah yaitu batas cair, batas plastis, indeks plastisitas,
- b. Sifat fisik tanah seperti kadar air, porositas, angka pori dan berat butir tanah,
- c. Sifat mekanik tanah yaitu kuat geser, konsolidasi, dan kuat tekan tanah.

Penyelidikan tanah terdiri atas pengeboran dan pengujian penetrasi yaitu penetrasi statis dan penetrasi dinamis.

Pengeboran dapat dilakukan secara manual dan mekanis. Pengeboran dengan bor tangan banyak dipakai karena ringan, sederhana dan ekonomis, tetapi hanya cocok untuk pekerjaan kecil dan tidak bisa dipakai pada tanah yang tidak stabil serta ada problem air tanah. Untuk pengeboran sampai kedalaman yang sangat besar umumnya dipakai bor yang digerakan secara mekanik. Tujuan pengeboran adalah:

1. Menentukan profil tanah,
2. Menentukan tebal dan jenis tanah, dan
3. Untuk pengambilan sampel tanah terusik dan sampel tak terusik.

Secara empiris, pengujian penetrasi digunakan untuk menentukan kepadatan atau kekerasan tanah dan lapisan-lapisannya. Untuk itu diperlukan alat yang dikenal sebagai penetrometer.

Menurut Wesley (1977), penetrometer dibagi menjadi dua macam yaitu penetrometer statis dan penetrometer dinamis.

- a. Penetrometer statis, disebut statis karena ditekan dengan tekanan konstan. Prinsip kerjanya adalah menekan ujungnya ke dalam tanah pada kecepatan tertentu dan gaya perlawanannya diukur,
- b. Penetrometer dinamis, disebut dinamis karena adanya pukulan yang digunakan untuk menekan konis menembus tanah. Prinsip kerjanya adalah sebagai berikut: ujung konis dimasukan ke dalam tanah dengan pukulan yang dilakukan dengan menjatuhkan beban. Beban dijatuhkan dengan tinggi jatuh tertentu dan jumlah pukulan yang diperlukan untuk mendorong ujung konis menembus ke dalam tanah dihitung.

2.4.1. Pengujian Sondir

Pengujian sondir disebut juga dengan "Cone Penetration Test" (CPT). Pengujian ini pertama kali berkembang di Belanda dan banyak dipakai di Indonesia.

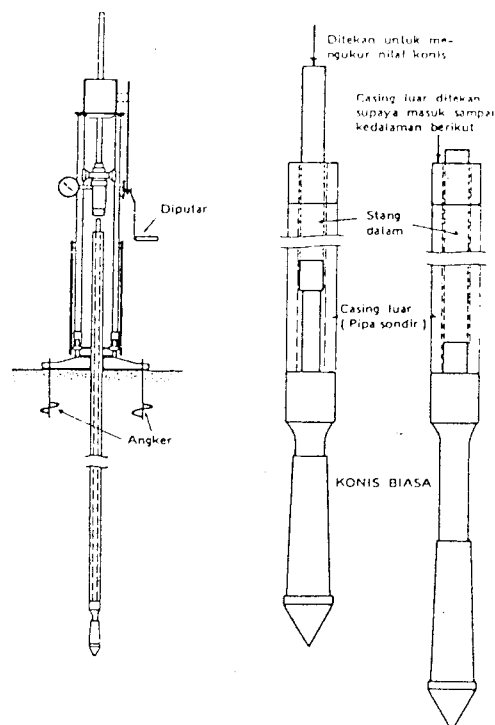
Tujuan mula-mula dari pengujian ini adalah untuk mengetahui perubahan-perubahan lapisan tanah terutama kekerasan dan kepadatannya. Dengan penelitian para ahli sifat dan jenis tanah, daya dukung serta kedalaman fondasi dapat ditentukan secara empiris.

Pengujian sondir dilakukan tanpa didahului dengan pengeboran. Mata sondir yang berupa kerucut bersudut 60° dan

luas penampangnya 10 cm^2 langsung ditekan kedalam tanah dengan kecepatan konstan 2 cm/det .

Menurut Wesley (1977), ada dua macam mata sondir yang dapat dipakai yaitu:

1. Konis biasa, hasil yang diperoleh adalah perlawanan ujung atau nilai konis (q_c). Nilai ini diperoleh dengan menekan stang dalam dan otomatis akan menekan konis ke bawah. Seluruh pipa sondir tetap diam. Tekanan yang dibutuhkan untuk menekan konis menembus tanah dibaca pada manometer. Sondir dengan konis biasa dapat dilihat pada gambar 2.4. di bawah ini.



Gambar 2.4. Alat sondir dengan konus biasa

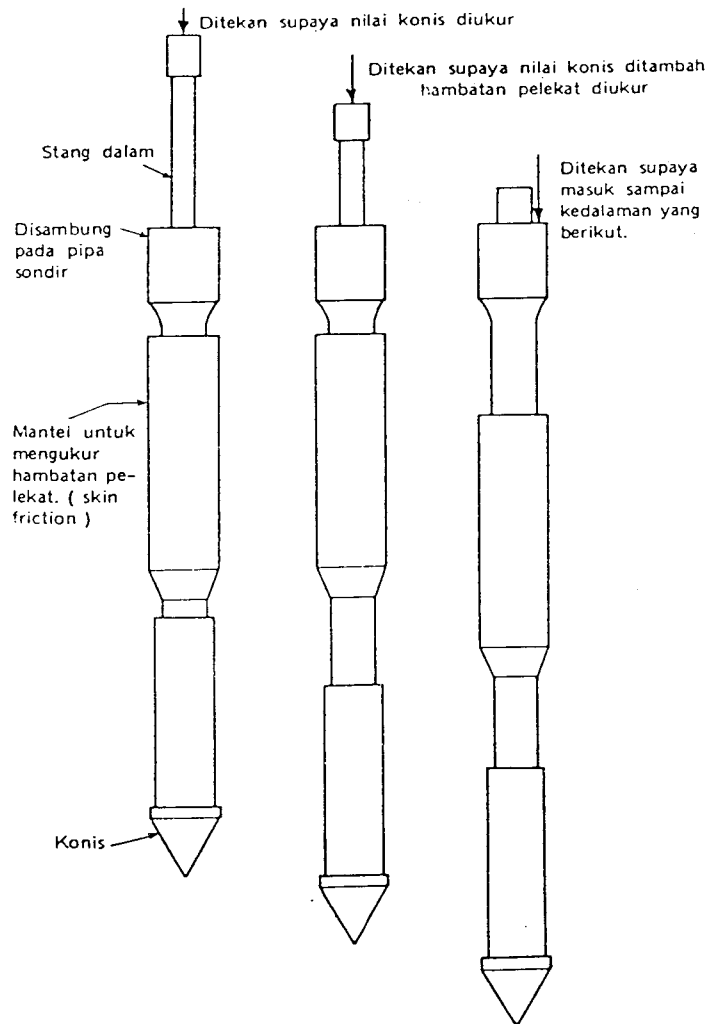
2. Bikonis, nilai yang diperoleh ada dua macam yaitu nilai konus (q_c) dan nilai gesekan (f_s). Nilai q_c dan nilai f_s didapat dengan cara menekan stang dalam seperti pada sondir dengan konis biasa. Pada permulaan hanya konis yang ditekan bergerak ke bawah, dengan demikian hanya nilai konis yang diukur. Setelah konus bergerak sejauh 4 cm, maka selubung gesek ikut bergerak juga, sehingga nilai konus dan nilai gesekan diukur bersama-sama. Nilai gesekan ini diperoleh dengan mengurangi nilai keseluruhan dengan nilai konus lalu dikalikan dengan koefisien yang merupakan perbandingan antara luas selubung gesek. Sondir bikonus dapat dilihat pada gambar 2.5.

Biasanya pengukuran dilakukan setiap 20 cm sehingga keadaan tanah dapat diketahui secara kontinyu. Pada pengujian ini alat yang banyak dipakai adalah sondir bikonus.

Berdasarkan kemampuannya, terdapat dua macam alat sondir yaitu sondir ringan dengan kapasitas 2,5 ton dan sondir berat dengan kapasitas 10 ton. Untuk tanah lempung cukup digunakan sondir ringan, sedangkan pada tanah yang keras digunakan sondir berat.

Hasil pengujian CPT berupa nilai konis (q_c), nilai gesekan (f_s) dan kedalaman tanah. Hasil pengujian tersebut kemudian dibuat grafik yang menghubungkan antara nilai konus (q_c), gesekan (f_s) dengan kedalamannya. Dari grafik tersebut

daya dukung fondasi pada kedalaman tertentu dapat dihitung dengan melihat berapa nilai q_c dan f_s nya. Dengan rumus yang dijelaskan pada bab berikutnya daya dukung fondasi bisa dihitung.



Gambar 2.5. Alat sondir dengan bikonis

Keuntungan dari pengujian sondir adalah cepat memperoleh hasil, praktis dan murah, tetapi pengujian ini juga mempunyai kelemahan yaitu:

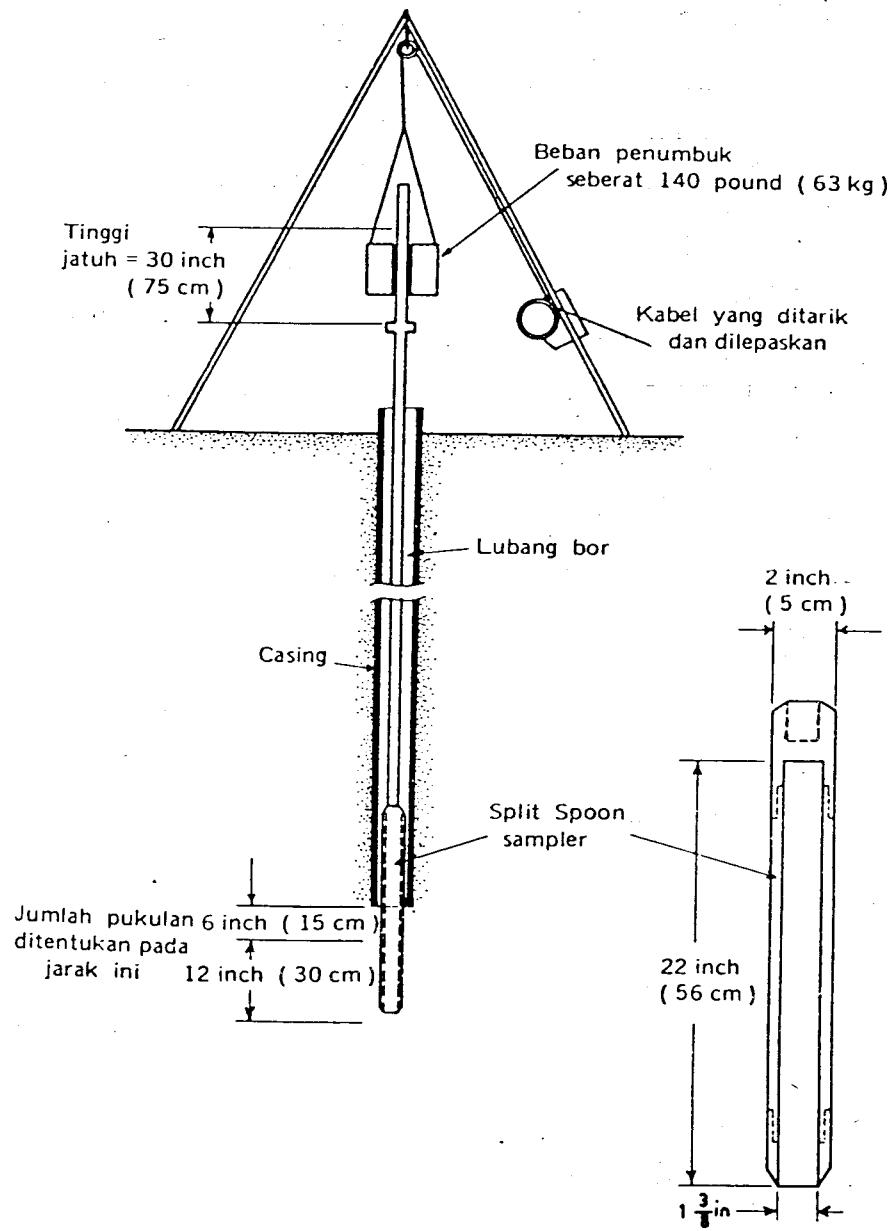
1. Apabila dijumpai batuan lepas, pengujian sondir tidak bisa diteruskan dan kadang-kadang memberi indikasi sudah mencapai tanah baik,
2. Tidak bisa mengambil sampel tanah.

2.4.2. Pengujian penetrasi standar (SPT = "Standard Penetration Test")

Pengujian penetrasi standar dilakukan bersama-sama dengan pengeboran. Setiap pengeboran mencapai kedalaman 0,75 - 1,5 meter dilakukan SPT. Cara melakukan pengujian penetrasi ini diuraikan dalam alinea berikut.

Tabung contoh standar diletakkan pada dasar lubang bor yang telah dibersihkan dari material lepas, kemudian ditumbuk menembus tanah. Tabung contoh standar ditumbuk dengan beban penumbuk seberat 63,5 kg (140 lb) yang dijatuhkan dari ketinggian sekitar 76 cm (30 in) sampai masuk sedalam 15 cm. Setelah itu ditumbuk lagi sampai tabung contoh tersebut masuk sedalam 30 cm dan jumlah pukulan yang diperlukan dihitung. Jumlah pukulan ini disebut nilai N. Alat serta cara melakukan pengujian dapat dilihat pada gambar 2.6.





Gambar 2. 6. "Standard Penetration Test"

(Wesley, 1977)

Hasil SPT dapat dihubungkan secara empiris dengan beberapa sifat tanah seperti kepadatan relatif, sudut gesek internal, berat satuan tanah, kuat tekan bebas. Hubungan antara sudut gesek internal, kepadatan relatif, berat satuan tanah dengan jumlah pukulan dapat dilihat pada tabel 2.1. dan hubungan kuat tekan bebas dan berat satuan tanah dengan nilai N dapat dilihat pada tabel 2.2.

Hasil selama pengujian SPT dikumpulkan untuk kemudian dibuat grafik yang menjelaskan hubungan antara jumlah tumbukan dan jenis tanah dengan kedalamannya. Dari grafik tersebut pula kita dapat mengetahui jenis tanah pada kedalaman tertentu. Untuk menghitung daya dukung fondasi bisa diambil data hasil SPT dengan melihat berapa jumlah tumbukan pada kedalaman dimaksud dan jenis tanahnya. Kemudian dengan rumus-rumus empiris dihitung daya dukungnya.

Tabel 2.1. Hubungan ϕ , D_r , γ dengan N untuk pasir

| Diskripsi | sudut gesek internal, ϕ | Kepadatan relatif, D_r | Berat Satuan Tanah, γ (KN/m ³) | N |
|--------------|------------------------------|--------------------------|---|-------|
| sangat lepas | 25 - 30 | | 11 - 16 | |
| Lepas | 27 - 32 | 0,15 | 14 - 18 | 5-10 |
| Sedang | 30 - 35 | 0,35 | 17 - 20 | 8-15 |
| Padat | 35 - 40 | 0,65 | 17 - 22 | 10-40 |
| Sangat padat | 38 - 43 | 0,85 | 20 - 23 | 20-70 |
| | | 1,00 | | >35 |

Tabel 2.2. Hubungan γ , q_u , dan nilai N untuk lempung

| Diskripsi | γ jenuh | Kuat tekan bebas q_u | N |
|---------------|----------------|------------------------|----|
| sangat lunak | 16-19 | 25 | 2 |
| lunak | | 50 | 4 |
| Sedang | 17-20 | 100 | 8 |
| kenyal | | 200 | 16 |
| sangat kenyal | 19-22 | 400 | 32 |
| keras | | | |

2.4.3. "Korelasi Standard Penetration Test" dan "Cone Penetration test"

Di beberapa negara seperti Amerika dan Inggris telah banyak dikembangkan suatu penelitian untuk mengetahui hubungan antara SPT dan CPT, tetapi menurut Mayerhof (1965) hubungan antara SPT dan CPT suatu negara belum tentu cocok dapat di terapkan pada tanah di negara lain.

Dari penelitian yang dilakukan dan mempertimbangkan data penelitian yang dilakukan di beberapa negara, Scherman (1970) memberikan hubungan antara nilai tekanan ujung dari CPT(q_c) dan nilai N dari SPT sebagai berikut:

$$q_c = n \cdot N \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\text{atau} \quad n = \frac{q_c}{N} \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

Hubungan antara q_c dan N dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Hubungan antara nilai tekanan ujung (q_c dalam kPa) dengan nilai N dari SPT

| Jenis Tanah | $n = q_c/N$ |
|---|-------------|
| Lumpur, pasir berlanau, campuran pasir lanau | 200 |
| Pasir halus sampai sedang, pasir dengan sedikit lanau | 300-400 |
| Pasir kasar dan pasir berkerikil | 500-600 |
| Kerikil berpasir dan kerikil | 800-1000 |

2.5. Pengujian Pembebanan Tiang

Metoda yang paling dipercaya untuk mengetahui kapasitas dukung fondasi tiang di lapangan adalah dengan pengujian pembebanan. Ada beberapa macam pengujian pembebanan berdasarkan tinjauan beban (Teng, 1965) yaitu:

- a. Pengujian terhadap beban aksial,
- b. Pengujian terhadap beban lateral, dan
- c. Pengujian terhadap gaya angkat ke atas.

Tipe pengujian yang banyak dilakukan adalah pengujian terhadap beban aksial.

Menurut Poulos (1980), pengujian pembebanan didasarkan atas beberapa tujuan, yaitu:

1. Sebagai kontrol terhadap fondasi tiang sebelum beban batas yang dipilih tercapai.
2. Menentukan daya dukung, sebagai suatu tinjauan terhadap daya dukung yang diperoleh dari pendekatan teoritis maupun empiris.

3. Menunjukkan perilaku beban-penurunan tiang terutama di tempat yang menerima beban kerja.

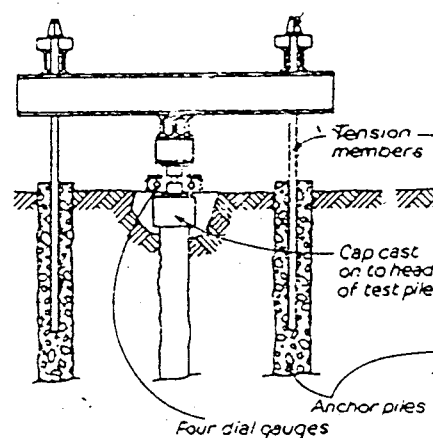
4. Untuk memperlihatkan kekuatan struktural tiang.

1. Metoda Pembebanan

Metoda yang dipakai untuk meletakkan beban pada tiang uji ada beberapa macam, yaitu:

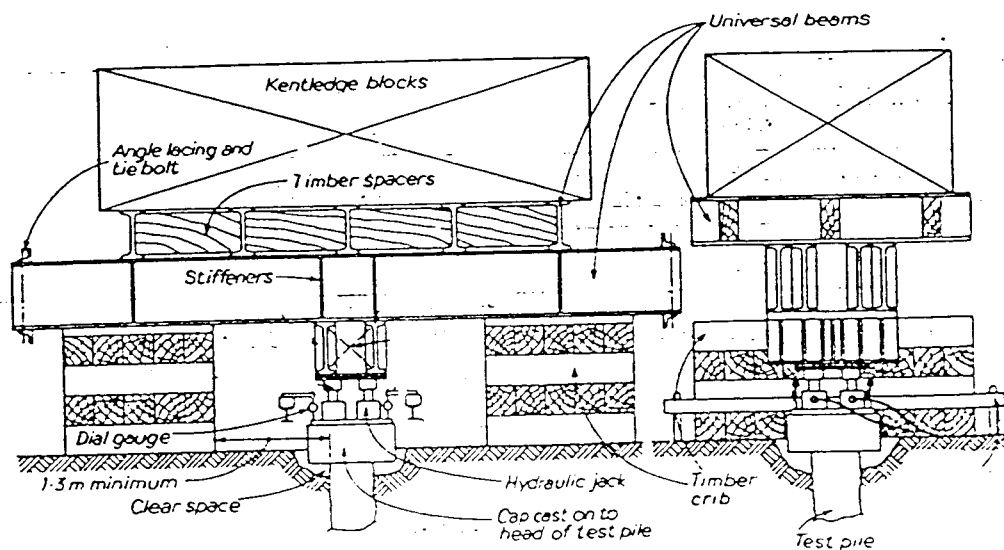
a. Tiang anker, ditujukan untuk menahan gaya tarik ke atas yang diakibatkan oleh dongkrak. Tiang anker ini didirikan pada tiap sisi tiang uji. Dengan sebuah balok yang diikatkan pada kedua kepala tiang anker, balok ini direntangkan di atas kepala tiang uji.

Dongkrak hidrolik di atas kepala tiang uji berfungsi untuk menerapkan beban pada tiang uji. Pengujian pembebanan tiang anker dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Pengujian beban tiang dengan tiang anker

b. Meja beban, merupakan suatu plat yang dipasang pada bagian atas kepala tiang uji dan berfungsi sebagai tempat meneruskan beban kontra ke tiang uji. Pengujian dengan beban kontra dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Pengujian pembebanan dengan beban kontra

Pada pengujian ini tiang yang digunakan dapat berupa tiang uji khusus (tiang yang tidak dapat dipakai sebagai fondasi) atau salah satu tiang yang akan dipakai sebagai fondasi. Pelaksanaan pembebanan dapat dilakukan dengan pembebanan bertahan maupun pembebanan berulang. Pada pembebanan bertahan, setelah beban maksimum terpakai beban secara berangsur-angsur dikurangi, sedangkan pada

Tabel 2.4 Prosedur pembebanan mengikuti prosedur ASTM D. 1143-

BEBAN = 500 TON
 ALAT = ENERPAC CLR 10006, A = 1463,61 CM² (227 Sq²)

| BEBAN | | | PEMBACAAN |
|---|--------|--------|--------------------------------------|
| % | TON | Kg/cm | |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0' - 2' |
| 25 | 62.50 | 42.70 | A 0'-2'-4'-8'-10'-15'-20' MAX. 2JAM |
| 50 | 125.00 | 85.41 | A 0'-2'-4'-8'-10'-15'-20' MAX. 2JAM |
| 25 | 62.50 | 42.70 | B 0'-2'-4'-8'-10'-15'-20' |
| 0 | 0.00 | 0.00 | B |
| 50 | 125.00 | 85.41 | A |
| 75 | 187.50 | 128.11 | A |
| 100 | 250.00 | 170.81 | A |
| 75 | 187.50 | 128.11 | B |
| 50 | 125.00 | 85.41 | B |
| 25 | 62.50 | 42.70 | B |
| 0 | 0.00 | 0.00 | B |
| 50 | 125.00 | 85.41 | B |
| 100 | 250.00 | 170.81 | A |
| 125 | 312.50 | 213.51 | A |
| 150 | 375.00 | 256.22 | A |
| 125 | 312.50 | 213.51 | B |
| 100 | 250.00 | 170.81 | B |
| 75 | 187.50 | 128.11 | B |
| 50 | 125.00 | 85.41 | B |
| 25 | 62.50 | 42.70 | B |
| 0 | 0.00 | 0.00 | B |
| 50 | 125.00 | 85.41 | B |
| 100 | 250.00 | 170.81 | B |
| 150 | 375.00 | 256.22 | A |
| 175 | 437.50 | 298.92 | A |
| 200 | 500.00 | 341.62 | C 0'-2'-4'-8'-10'-15'-20' MAX. 24JAM |
| 175 | 437.50 | 298.92 | D 0'-2'-4'-8'-10'-15'-20' 60 MENIT |
| 150 | 375.00 | 256.22 | D |
| 125 | 312.50 | 213.51 | D |
| 100 | 250.00 | 170.81 | D |
| 75 | 187.50 | 128.11 | D |
| 50 | 125.00 | 85.41 | D |
| 25 | 62.50 | 42.70 | D |
| 0 | 0.00 | 0.00 | C 0'-2'-4'-8'-10'-15'-20' MAX. 24JAM |
| A : Pembacaan min. 1 jam dan 0.25 mm/jam max. 2 jam B : Pembacaan 20 menit C : Pembacaan min. 12 jam dan 0,25 mm/jam max. 24 jam D : Pembacaan 1 jam | | | |

Hasil dari pengujian dibuat grafik hubungan antara besarnya beban yang diberikan dengan penurunan yang terjadi. Kemudian dari data hasil "loading test" dicari besar daya dukungnya dengan menggunakan metoda grafis.

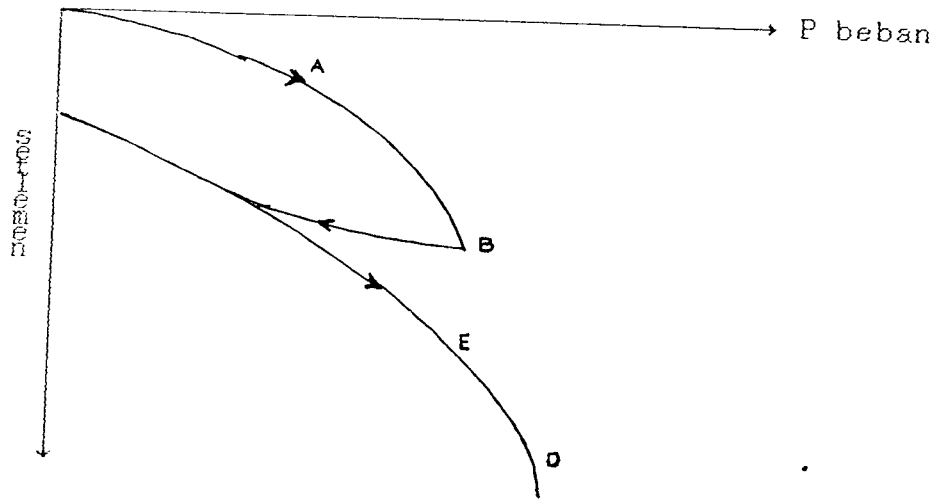
B A B III

DAYA DUKUNG FONDASI TIANG BOR TUNGGAL

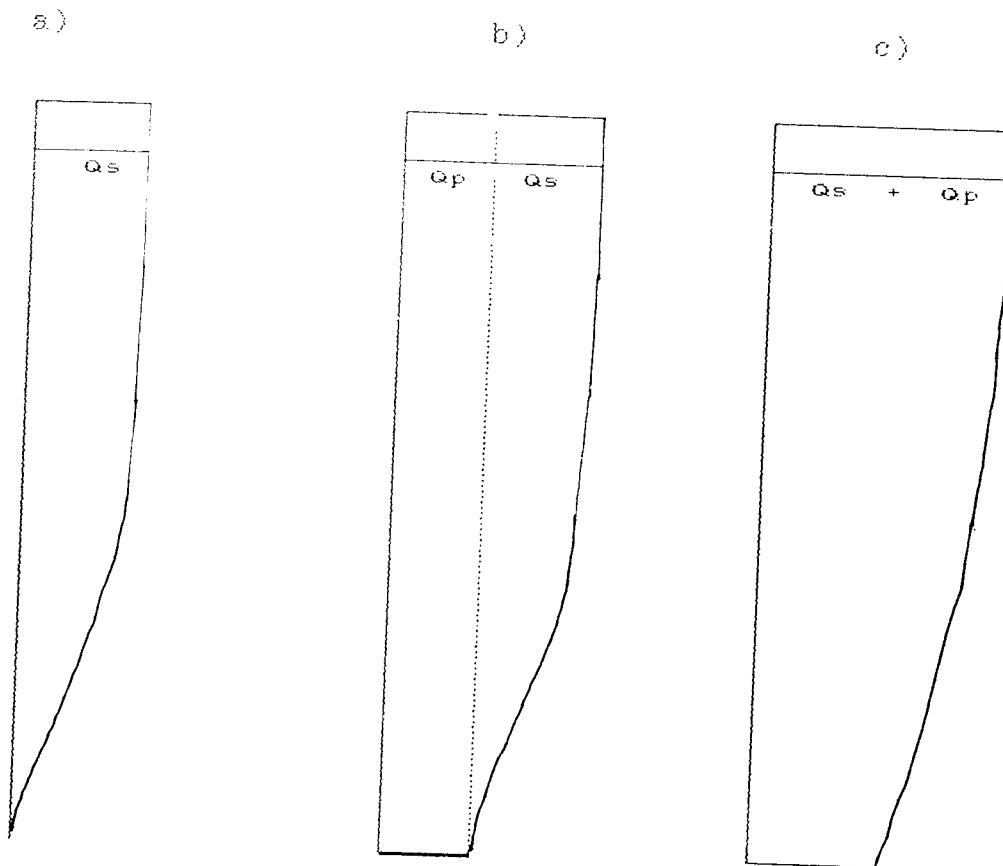
3.1. Daya Dukung Tiang

Ada tiga faktor perlawanan dari tanah yang berperan terhadap kemampuan dukung fondasi tiang. Whitaker (1972) menyebutkan faktor-faktor tersebut sebagai berikut ini.

1. Gerskan tiang ke bawah menyebabkan timbulnya gaya pada permukaan di sekeliling tiang yang melawan gerakan tersebut. Gaya perlawanan ini diberikan oleh lekatan atau gesekan antara tanah di sekeliling permukaan tiang dengan permukaan tiang.
2. Jika sebuah tiang ditekan kebawah, maka tanah yang berada tepat dibawah ujung tiang dan disisi ujungnya akan memberikan perlawanan ujung pada tiang.
3. Tiang mengisi suatu rongga di dalam tanah. Berat dari volume tanah yang digantikan oleh tiang dengan luas penampang tiang A_b , ke dalam tiang D , dan unit tanah γ atau sama dengan $\gamma \cdot D \cdot A_b$. Selisih antara berat tiang dengan berat tanah yang digantikan oleh tiang harus didukung tanah.



Gambar 3.1. Kurva beban vs penurunan pada uji beban tekan tiang ("pile loading test").



Gambar 3.2. Transper beban dari kepala tiang sampai ujung tiang.

Pada gambar 3.1., pembebanan pada titik A dimana beban didukung oleh tahanan kulit sepanjang selimut tiang pada saat itu hanya sedikit bahkan tidak ada beban yang dipindahkan pada ujung tiang (gambar 3.2.a).

Pada gambar 3.1. pembebanan sampai titik B tahanan kulit maksimum telah dicapai dan sebagian beban ditransper ke ujung tiang (gambar 3.2.b).

Pada gambar 3.1. pembebanan pada titik D tahanan kulit dan tahanan ujung telah mencapai harga maksimum (gambar 3.2.c). Dari evaluasi di atas, Tomlinson (1977) memberikan persamaan dasar statis daya dukung ultimit fondasi tiang sebagai berikut:

$$Q_{ult} = Q_b + Q_s - (w_p + W) \dots \dots \dots (3.1)$$

dimana:

Q_b = Tahanan ultimit ujung tiang

Q_s = Tahanan ultimit kulit tiang

w_p = Berat tiang

W = Berat tanah yang digantikan tiang ($\gamma \cdot D \cdot A_b$)

Besarnya w_p dan W diabaikan, karena memberikan hubungan yang sangat kecil pada Q_{ult} (Tomlinson, 1977).

$$Q = \frac{Q_{ult}}{SF} \dots \dots \dots (3.2)$$

dimana:

Q_{ult} = Kapasitas daya dukung ultimit tiang

SF = safety faktor

Tomlinson (1977) memberikan nilai SF sama dengan 2,5 untuk pencapaian setlemen yang tidak akan lebih dari 10 mm (0,4 inc) pada beban kerja.

3.2. Daya dukung Tiang Bor Menurut Rumus Teoritis

3.2.1. Daya Dukung Tiang Bor Tunggal Teoritis Pada Tanah Kohesif.

Pada tanah kohesif, sudut gesek internal tanah ϕ , dianggap sama dengan nol ($\phi = 0$).

a. Kapasitas daya dukung ujung ("end bearing resistance").

Pada tanah kohesif, kapasitas daya dukung ujung menurut Tomlinson (1977) adalah sebagai berikut:

$$Q_{b \text{ ult}} = N_c \cdot C_b \cdot A_b \dots \dots \dots (3.3)$$

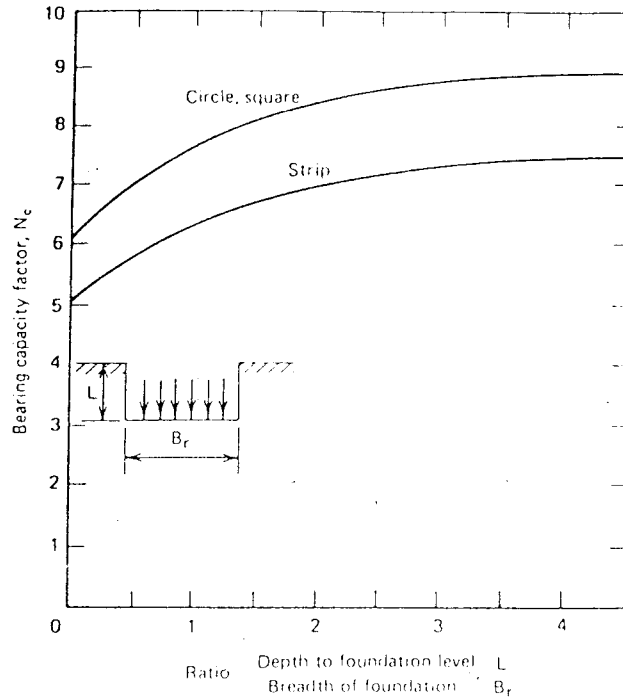
dimana:

N_c = Faktor daya dukung (lihat gambar 3.3)

C_b = Kohesi undrained (c_u) pada ujung tiang

A_b = Luas potongan melintang dari ujung tiang
($1/4 \cdot \pi \cdot D^2$)

Untuk kedalaman tiang lebih besar atau sama dengan 4 kali diameter, Mayerhof (Tomlinson, 1977) memberikan harga $N_c = 9$. Tomlinson mengusulkan faktor reduksi sebesar 0,75 untuk nilai ujung tiang bor pada tanah lempung.



Gambar 3.3. Harga N_c untuk tiang di dalam tanah lempung

b. Kapasitas tahanan kulit.

Dari hubungan empiris antara gesekan kulit dan cohesi undrain tanah di sekeliling tiang, Tomlinson (1977) memberikan persamaan sebagai berikut:

$$Q_{s \text{ ult}} = \alpha \cdot \bar{C}_u \cdot A_s \dots\dots\dots(3.4)$$

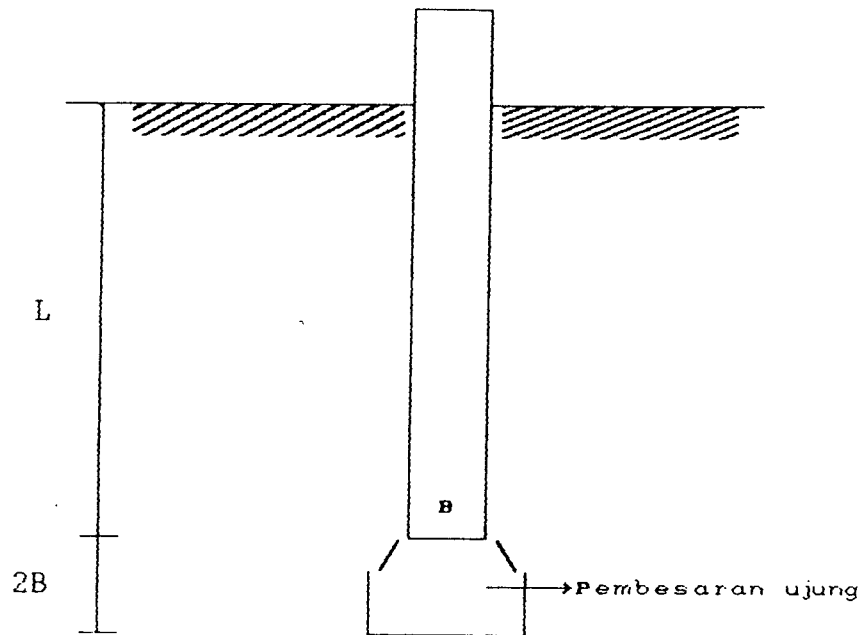
dimana:

\bar{C}_u = Cohesi undrain rata-rata di sekeliling tiang

A_s = Luas permukaan tiang (selimut tiang)

α = Faktor adhesi (0,3-0,6)

Skempton (Tomlinson, 1977) untuk tiang bor menyarankan memakai harga faktor adhesi (α) sama dengan 0,45. Untuk tiang dengan pembesaran di bawah ("under reamed pile") Tomlinson (1977) menyarankan panjang efektif dari selimut tiang adalah seperti gambar di bawah ini.



L = panjang efektif yang diperhitungkan dalam perhitungan tahanan kulit

Gambar 3.4. Panjang efektif pada kulit tiang untuk perhitungan tahanan kulit pada "under-reamed pile".

3.2.2. Daya Dukung Tiang Bor Tunggal Teoritis Pada Tanah Non Kohesif

Formula klasik untuk menghitung daya dukung tiang bor pada tanah non-kohesif mengikuti bentuk persamaan 3.1. Dengan menganggap nilai kohesi undrained ($C_u = 0$), Tomlinson (1977) memberikan persamaan daya dukung tiang sebagai berikut:

a. Daya dukung ujung

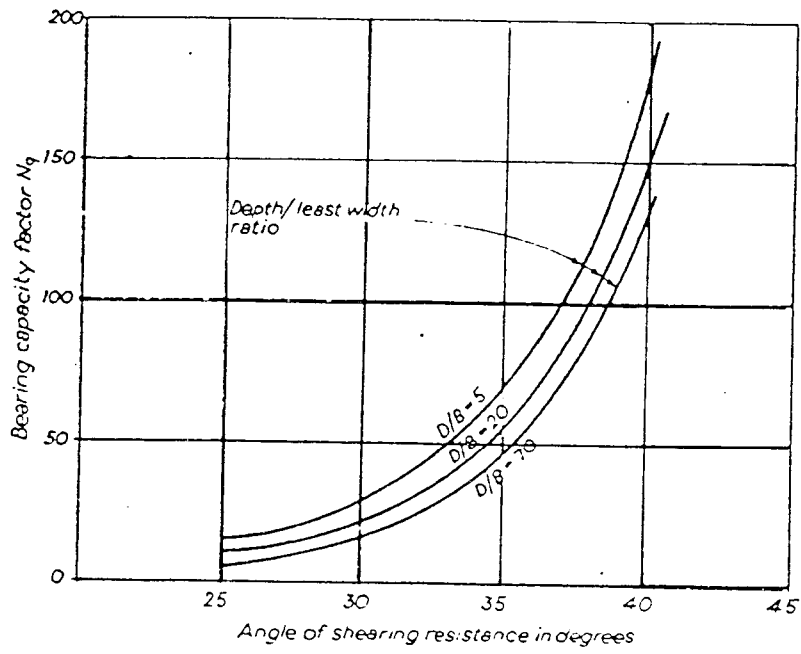
$$Q_{p\text{ ult}} = N_q P_d A_b \dots \dots \dots (3.5.)$$

dimana:

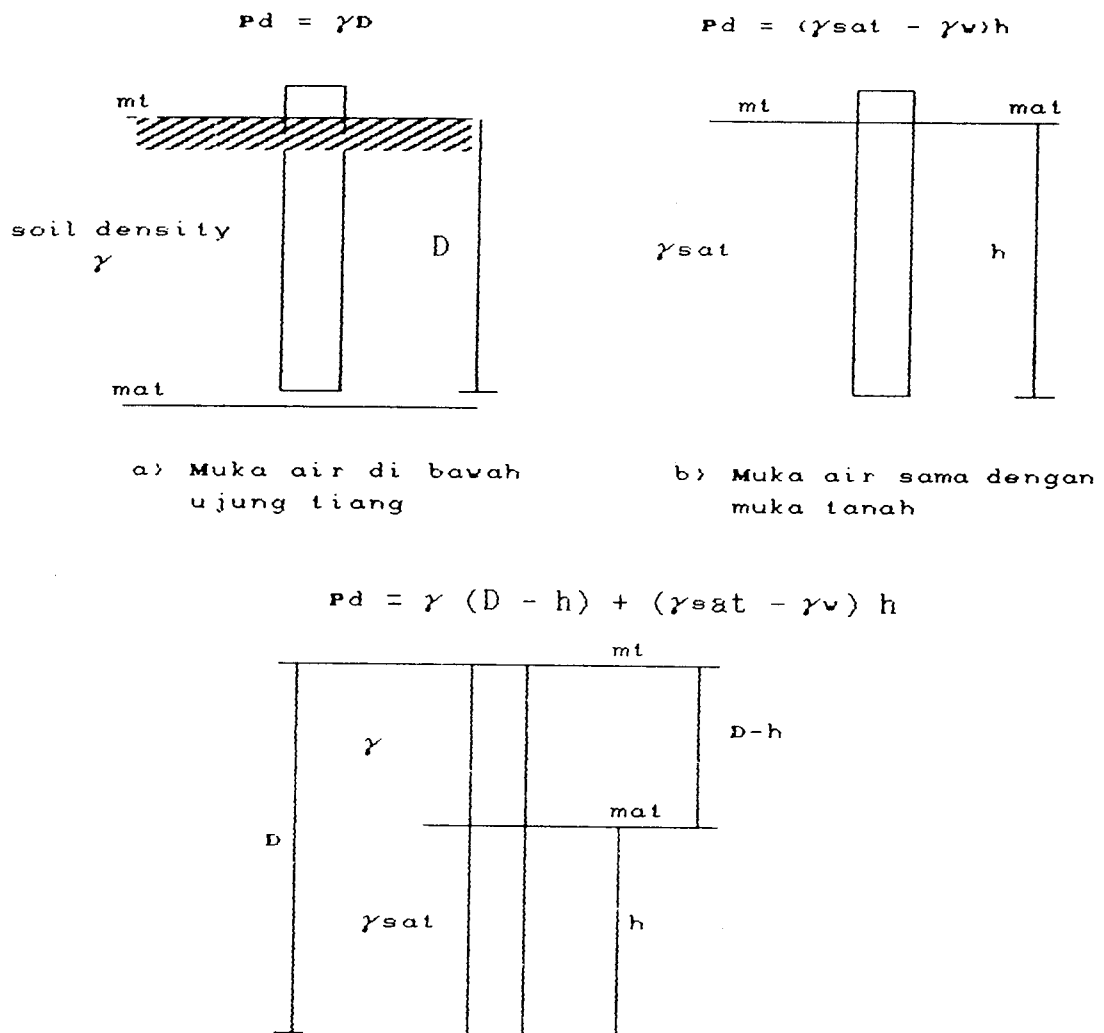
N_q = Faktor daya dukung (lihat pada gambar 3.5)

P_a = Tekanan tanah efektif (lihat gambar 3.6)

A_b = Luas potongan ujung tiang



Gambar 3.5. Bearing capacity factors N_q



Gambar 3.6. Berbagai kondisi pada penentuan tekanan tanah efektif.

Tomlinson 1977, mengusulkan untuk memberi batasan kapasitas daya dukung ujung pada pasir sebesar $107,6391 \text{ kg/cm}^2$.

b. Tahanan kulit (Q_s)

$$Q_s \text{ ult} = 1/2 \cdot k_s \cdot p_d \cdot \text{tg } \delta \cdot A_s \dots\dots\dots(3.6.)$$

dimana:

P_d = Tekanan tanah efektif (lihat gambar 3.6)

K_s = Koefisien tekanan tanah (Tauma dan Reese memberikan nilai 0,7 untuk tiang bor)

δ = Sudut gesek antara tanah dan tiang (Touma dan Reese memberikan harga $\delta = \phi$ pada tiang bor)

A_s = Luas permukaan selimut tiang bor

Tomlinson 1977, mengusulkan untuk berbagai kondisi, daya dukung perencanaan untuk tahanan kulit sebesar $1,0764 \text{ kg/cm}^2$, dan daya dukung tahanan ujung sebesar $107,6391 \text{ kg/cm}^2$.

3.2.3. Daya Dukung Tiang Pada Tanah Antara Pasir dan Tanah Lempung

Pada tanah ini dimana mempunyai nilai kohesi dan sifat gesek ($c - \phi$) seperti pada sandy clay, sandy silt dan silty atau clayey sand. Daya dukung ujung dihitung berdasarkan koefisien N_c dan N_q dari Terzaghi dan Peck untuk persamaan di bawah ini (Tomlinson, 1977)

$$Q_b = A_p [1,3 c N_c + p_o (N_q - 1) + a \gamma B N_q] \dots\dots\dots(3.7)$$

Dimana:

A_p = Luas ujung tiang cm^2

c = Nilai kohesi undrained tanah (kg/cm^2)

p_o = Tegangan efektif tanah sampai ujung tiang (kg/cm^2) dihitung seperti gambar

γ = Berat jenis tanah (kg/cm^3)

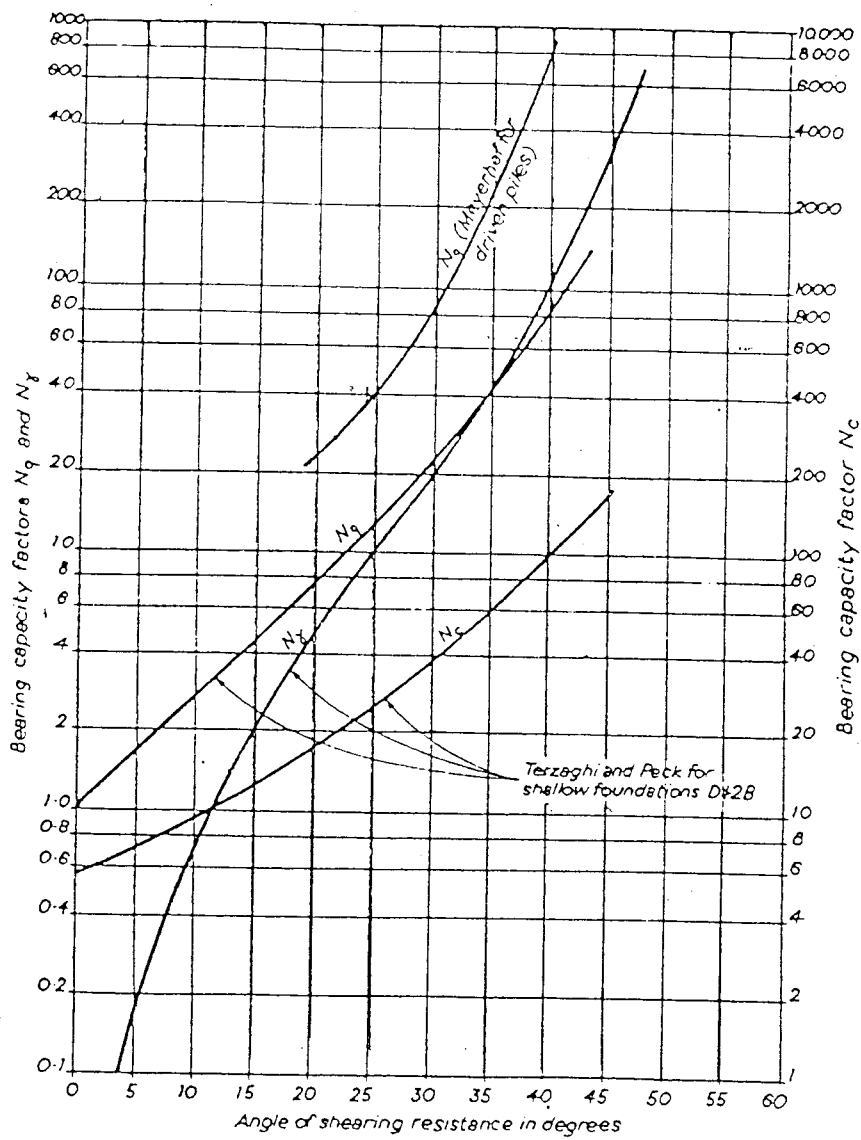
a = faktor penampang:

- persegi $a = 0,4$
- bulat $a = 0,3$

B = Diameter tiang

N_c, N_q, N_γ = koefisien daya dukung Terzaghi (gambar 3.7)

Tomlinson memberikan batasan untuk daya dukung ini, harga kapasitas dukung ultimitnya tidak melebihi 100 T/ft² (107,6391 kg/cm²).



Gambar 3.7. Koefisien daya dukung Terzaghi

3.3. Daya Dukung Menurut Rumus Empiris

3.3.1. Daya Dukung Tiang Berdasarkan Hasil Pengujian "Cone Penetration Test" (CPT)

Penentuan daya dukung tiang berdasarkan grafik pengujian sondir, dapat dipakai beberapa metode sebagai berikut:

1. Rumus Wesley

Rumus yang digunakan Wesley merupakan rumus yang banyak dipakai di Indonesia. Daya dukung ultimit tiang adalah sebagai berikut:

$$Q = Q_p + Q_s \\ = p \cdot A + f \cdot o \dots\dots\dots(3.8)$$

Dimana:

Q_p = Daya dukung ultimit ujung tiang (kN)

Q_s = Daya dukung ultimit tiang karena gesekan atau lekatan (kN)

P = Nilai konis rata-rata (kN/m^2)

A = Luas tampang tiang (m^2)

f = Jumlah total hambatan pelekak pada ujung pondasi (kN/m)

o = Keliling tiang (m)

Daya dukung tiang ijin, \bar{Q}

$$\bar{Q} = \frac{p \cdot A}{SF_1} + \frac{f \cdot o}{SF_2} \dots\dots\dots(3.9)$$

Dengan:

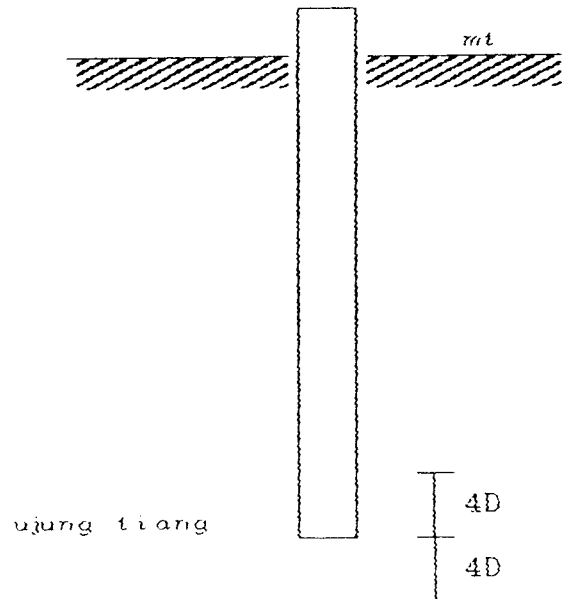
untuk pasir murni $SF_1 = 3$

$SF_2 = 5$

untuk lempung $SF_1 = 5$

$SF_2 = 10$

Untuk tahanan konus rata-rata (p) pada ujung tiang diambil sebesar $4D$ di atas ujung tiang dan $4D$ di bawah ujung tiang (lihat gambar 3.8).



Gambar 3.8 Panjang efektif untuk tahanan konus rata-rata (q_c) pada ujung tiang.

2. Metode Tomlinson modifikasi NV. Nayak

Metode Tomlinson yang dimodifikasi NV. Nayak menghitung kapasitas daya dukung tiang dari data CPT berdasarkan data tahanan konus (Q_c), dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_{up} = C_{dk} A_p + \frac{C_{dk}}{200} A_s \dots\dots\dots(3.10)$$

$$Q_{ap} = \frac{Q_{up}}{3} \dots\dots\dots(3.11)$$

dimana:

Q_{up} = Kapasitas daya dukung ultimit (kN)

Q_{ap} = Kapasitas daya dukung ijin (kN)

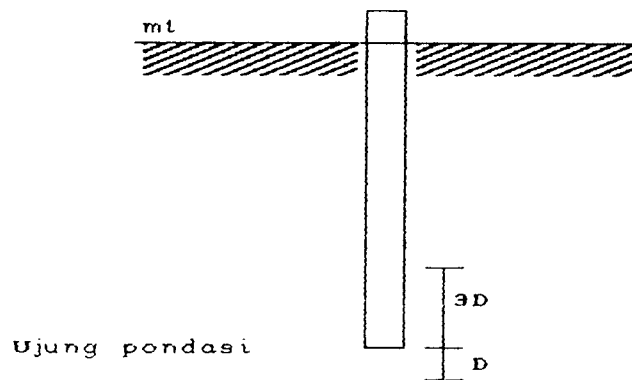
C_{kd} = Tahanan konus ujung rata-rata (kN/m^2)

A_p = luas penampang ujung tiang (m^2)

C_{dk} = Tahanan konus rata-rata sepanjang tiang
(kN/m^2)

A_s = Luas selimut tiang (m^2).

Tahanan konus ujung rata-rata diambil $3D$ diatas ujung tiang pondasi dan $1D$ di bawah ujung tiang pondasi (lihat gambar 3.9)



Gambar 3.9 nilai tahanan konus ujung rata-rata

3. Metode Rusia

Metode Rusia memberikan persamaan kapasitas daya dukung tiang berdasarkan nilai tahanan konus (q_c) dan berdasarkan nilai gesekan lokal sepanjang tiang, sebagai berikut:

$$Q_{up} = Q_c A + U D F_s \dots\dots\dots(3.12)$$

$$Q_{ap} = \frac{Q_{up}}{4} \dots\dots\dots(3.13)$$

Dimana:

Q_{up} = Tahanan daya dukung ultimit (ton)

Q_{ap} = Tahanan daya dukung ijin (ton)

Q_c = Tahanan konus ujung rata-rata (kg/cm^2)

A = Luas penampang ujung pondasi (cm^2)

U = Keliling penampang pondasi (cm)

D = Kedalaman pondasi (cm)

F_s = Rata-rata gesekan lokal sepanjang tiang (kg/cm^2).

Tahanan konus ujung rata-rata diambil 4D di atas ujung pondasi dan 1D di bawah ujung pondasi (lihat gambar 3.9).

3.2.2. Daya Dukung Tiang Berdasarkan Hasil Pengujian "Standard Penetration test" (SPT)

Untuk menghitung daya dukung berdasarkan data pengujian SPT digunakan rumus sebagai berikut:

1. Metode langsung (N V Nayak, 1982)

$$Q_{up} = 40 N A_p + \frac{\bar{N} A_s}{5} \dots\dots\dots(3.14)$$

$$Q_{ap} = \frac{Q_{up}}{4} \dots\dots\dots(3.15)$$

dimana:

Q_{up} = daya dukung ultimit tiang (ton)

N = nilai N (SPT) rata-rata pada ujung tiang sampai 2D di bawah ujung tiang

\bar{N} = nilai N (SPT) rata-rata sepanjang tiang

A_p = luas potongan melintang ujung tiang (m^2)

A_s = luas selimut tiang sepanjang tiang (m^2)

Q_{ap} = daya dukung izin tiang

2. Menurut L. Decourt (1982), Daya dukung ultimit tiang dapat dihitung sebagai berikut:

a. Daya dukung ujung, Q_p

Untuk memperkirakan daya dukung ujung diambil rata-rata 3 nilai N di atas ujung tiang fondasi.

$$\bar{N}_p = \frac{\sum N}{3}$$

Daya dukung ultimit ujung dinyatakan dengan:

$$Q_p = \bar{N}_p K A_p \dots\dots\dots(3.15)$$

Dimana:

\bar{N}_p = rata-rata nilai N

K = koefisien tanah (lihat tabel 3.1.)

Tabe 3.1 Koefisien tanah menurut L. Decourt

| Jenis tanah | K (kpa) | K (t/m ²) |
|------------------|---------|-----------------------|
| Tanah lempung | 118 | 12 |
| Lanau berlempung | 196 | 20 |
| Lanau berpasir | 245 | 25 |
| Pasir | 392 | 40 |

b. Kapasitas gesekan tiang

Untuk mencari kapasitas gesekan tiang perlu mempertimbangkan rata-rata nilai N sepanjang tiang. Besar gesekan sepanjang tiang (f_s) adalah sebagai berikut:

$$f_s = \bar{N}/3 + 1$$

Dimana:

\bar{N} = rata-rata jumlah pukulan sepanjang tiang, N/n

n = jumlah titik yang ditinjau

Daya dukung akibat gesekan, Q_s

$$Q_s = f_s p l \dots\dots\dots(3.17)$$

dengan:

f_s = gesekan sepanjang tiang

p = keliling tiang

l = kedalaman

Daya dukung ijin (Q_{ap})

$$Q_{ap} = \frac{Q_p + Q_s}{3} \dots\dots\dots(3.18)$$

Menurut Terzaghi dan Peck (1948), untuk lanau dan pasir jenuh dengan nilai N lebih besar dari 15 maka nilai N harus dikoreksi menjadi:

$$N = 15 + 1/2 (N' - 15) \dots\dots\dots(3.19)$$

Dimana:

N = Nilai N yang terkoreksi

N' = Nilai N lapangan

3.3.3. Interpretasi daya dukung tiang tunggal berdasarkan data uji pembebanan ("Pile Loading Test")

1. Umum

Seperti telah dibicarakan pada sub bab 2.3, prosedur pembebanan umumnya dilakukan dengan memberikan beban secara bertahap. Tahap pembebanan dilakukan dengan cara penambahan

organisasi konstruksi. Pada pengujian ini prosedur pembebanan dengan sistim cyclic ("Cyclic Loading Test") yang dispesifikasikan ASTM D 1143-89 untuk beban rencana 250 ton.

2. Metode Mazurkowick

Metoda ini dilakukan dengan cara membagi jarak penurunan total secara sembarang menjadi bagian-bagian yang sama dan memotong kurva beban vs penurunan. Dari perpotongan ini kemudian ditarik garis ke atas tegak lurus sumbu beban sehingga memotong garis sumbu beban. Kemudian dari titik-titik perpotongan garis beban dengan sumbu beban, dibuat garis dengan sudut 45° sehingga memotong garis-garis beban yang lain. Dari titik-titik perpotongan tersebut dibuat garis lurus dan titik dimana garis itu berpotongan dengan sumbu beban merupakan besar dari beban runtuh P_u .

B A B IV

ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI TIANG BOR TUNGGAL (STUDI KASUS)

4.1. Umum

Pada bab sebelumnya telah dibicarakan daya dukung dan penurunan tanah yang harus diperhatikan dalam perencanaan fondasi tiang. Daya dukung fondasi dapat dicari dengan rumus teoritis dan rumus empiris. Dari data penyelidikan lapangan "Cone Penetration Test" (CPT) dan "Standard Penetration Test" (SPT) akan dihitung kapasitas daya dukung dari fondasi tiang bor berdasarkan metoda-metoda perhitungan empiris yang telah dibicarakan di muka.

Hasil dari perhitungan tersebut, dibandingkan dengan beban rencana yang akan bekerja dan dievaluasi dengan analisis hasil pengujian pembebanan ("Loading Test") tipe tekan. Sebagai contoh analisis digunakan kasus pada Proyek kompleks perkantoran Bank Indonesia pusat di Jakarta. Dari 5 titik bor dan 4 titik sondir yang masing-masing saling berdekatan (dapat dilihat pada peta lokasi titik sondir dan titik bor pada lampiran 1).

Pada grafik sondir, diagram SPT dan pengujian pembebanan pada proyek ini adalah memakai sistim Metrik, oleh karena itu dalam perhitungan tetap dipakai satuan asal.

4.2. Data Penyelidikan Tanah

Data tanah diambil dari data penyelidikan tanah pada proyek perkantoran Bank Indonesia pusat di Jalan MH. Thamrin

No 2 Jakarta Pusat. Pada areal ini dibangun gedung perkantoran yang terdiri dari 26 lantai dan 2 Basement. Luas bangunan keseluruhan $\pm 115.962 \text{ m}^2$ dengan luas tanah $\pm 2 \text{ Ha}$. Kondisi permukaan tanah relatif datar. Penyelidikan tanah dipercayakan kepada Lembaga Teknologi Fakultas Teknik Universitas Indonesia Jakarta yang dilakukan mulai tanggal 26 November 1989 sampai tanggal 29 Januari 1990.

4.2.1. Lingkup Pekerjaan Penyelidikan Tanah

a. Test permesabilitas

Dilakukan untuk mencari faktor koefisien permesabilitas tanah K. (koefisien kecepatan rembesan tanah).

b. Bor dalam ("Deep Boring")

Dilakukan untuk mendapatkan contoh tanah asli ("Undisturb") dari lapangan serta mengklasifikasikan tanah secara visual di lapangan. Pekerjaan bor dilakukan pada 14 (empat belas) titik bor di lokasi sampai dengan kedalaman 60 meter dari permukaan tanah. Dari tiap lubang bor diambil contoh tanah asli dengan interval pengambilan 2 meter untuk keperluan test laboratorium.

c. "Standard Penetration Test" (SPT).

Pengujian SPT ini dilakukan bersama-sama dengan bor dalam pada interval 1,5 meter. Uji SPT dilakukan dengan menumbukkan Split Spoon Sampler ke dalam tanah dengan hammer seberat 63,5 kg tinggi jatuh 76 cm.

d. "Cone Penetration Test" (CPT).

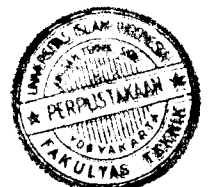
Uji CPT dilakukan sebanyak 21 (dua puluh satu) titik sondir dengan menggunakan alat sondir berat 10 ton pada interval pembacaan 200 mm (20 cm). Penembusan ditentukan setelah ditemukan lapisan tanah keras dengan nilai konus $q_c \geq 300 \text{ kg/cm}^2$ atau sudah mencapai kedalaman 40 meter. Pada pengujian ini dipakai type sondir bikonus, dengan tabung friksi dari Bogeman.

e. Pemeriksaan contoh tanah di laboratorium

Contoh tanah yang didapat pada waktu uji pemboran diperiksa di laboratorium untuk memperoleh parameter-parameter tanah yang akan dipakai untuk menghitung kapasitas dukung fondasi secara teoritis dan identifikasi tanah secara tepat.

4.3. Data Fondasi Tiang Bor

Pada proyek ini, melihat keadaan lokasi sekitarnya banyak terdapat bangunan bertingkat tinggi yang dipakai sebagai gedung perkantoran, maka dipakai jenis fondasi tiang bor, dimana dalam pelaksanaannya tidak banyak mengganggu, baik ditinjau dari kebisingan maupun getaran yang ditimbulkannya. Tiang bor yang digunakan berdiameter 100 cm dengan daya dukung izin 250 ton untuk setiap tiang. Mutu beton yang digunakan K-225, mutu baja U39 dengan kedalaman yang bervariasi antara 40 sampai dengan 45 meter dari muka tanah.



4.4. Muka Air Tanah

Berdasarkan penyelidikan lapangan sondir dan bor dalam, muka air tanah ("Ground water level") tertinggi -0,30 meter dari permukaan tanah, dan yang terdalam -1,50 meter dari muka tanah asli.

4.5. Data Loading Test

Tiang bor yang dipilih oleh Konsultan Pengawas dan Perencana dibebani dengan beban maksimum $2 \times 250 \text{ ton} = 500 \text{ ton}$. Pembebanan dilakukan dengan sistim beban kontra yang terdiri dari blok-blok beton. Pembebanan pada ujung tiang dilakukan dengan perantara tekanan "hydraulic jack" mengikuti Standard ASTM D-1143 "Cyclic Load" (pembebanan siklus). Adapun hasil pengamatan secara ringkas sebagai berikut:

1. Total settlement = 11,7263 mm
(Pembebanan 200 % = 500 ton)
2. Net settlement = 2,8473 mm
(Pembebanan 0 % = 0 ton)
3. Rebounding (1 - 2) = 8,8790 mm

Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat catatan hasil uji pembebanan pada lampiran 13.

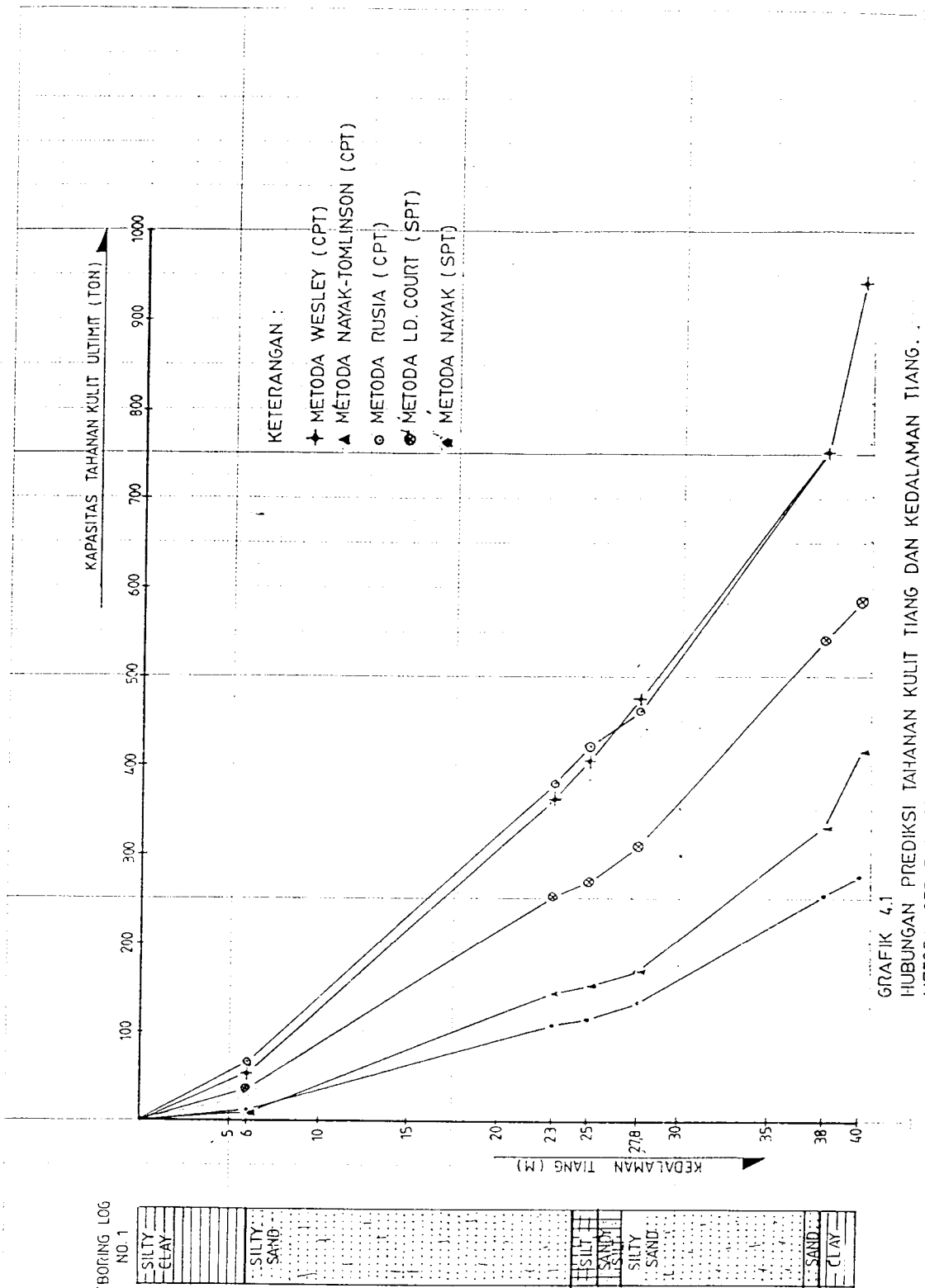
4.6. Tahanan Kulit Tiang dan Kedalaman dengan Metoda Prediksi dari Data SPT dan CPT

Dalam pondasi tiang dikenal dua perilaku transfer gaya aksial tiang pondasi terhadap tanah pendukungnya. Melalui tahanan gesek sepanjang permukaan kulit tiang dan transfer

tahanan tumpuan melalui ujung tiang. Tahanan total yang dapat ditahan tanah terhadap beban yang bekerja pada pondasi tiang tersebut adalah jumlah dari tahanan kulit tiang dan tahanan ujung tiang.

Metoda prediksi kulit dengan data grafis sondir dapat dilihat pada persamaan 3.8 sampai dengan persamaan 3.13, mengambil tiga parameter yang berbeda dari grafik sondir. Nayak mengambil nilai konus rata-rata sepanjang tiang (\bar{q}_c) dan dibagi dengan nilai 200 untuk memprediksikan nilai tahanan gesek tanah sepanjang tiang. Metoda Rusia mengambil nilai gesek lokal rata-rata (f_s) untuk prediksi tahanan gesek tanah sepanjang tiang dan Wesley mengambil nilai friksi total (F_t) sedalam tiang sebagai prediksi tahanan gesek tanah.

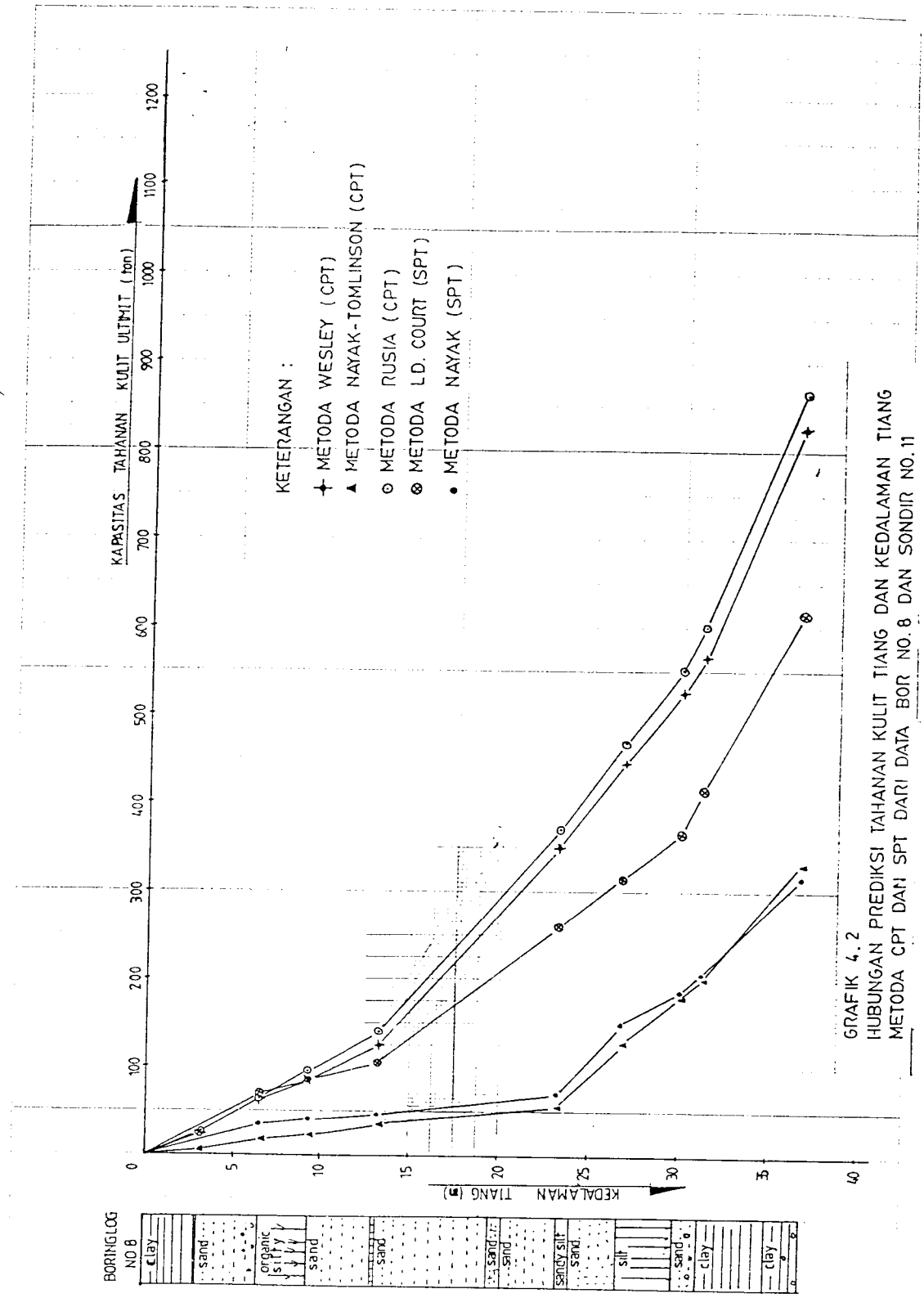
Sedangkan prediksi tahanan kulit dari data SPT, LD Court mengambil nilai N pukulan rata-rata sepanjang tiang dibagi tiga, kemudian ditambah satu untuk pendekatan empiris tahanan gesek tanah sepanjang tiang (dapat dilihat pada persamaan 3.16 sampai dengan 3.19) dan Nayak memberikan nilai empiris tahanan gesek tanah sepanjang tiang dengan nilai N rata-rata sepanjang tiang dibagi lima. Dengan mengambil prediksi tahanan kulitnya saja yang dihitung dengan persamaan 3.8 sampai dengan 3.19, hasil hitungan dapat dilihat pada grafik 4.1, 4.2, dan 4.3 di bawah ini. Ketiga grafik tersebut adalah grafik yang menggambarkan hubungan antara nilai prediksi tahanan kulit ultimit sepanjang tiang dan kedalaman tiang.



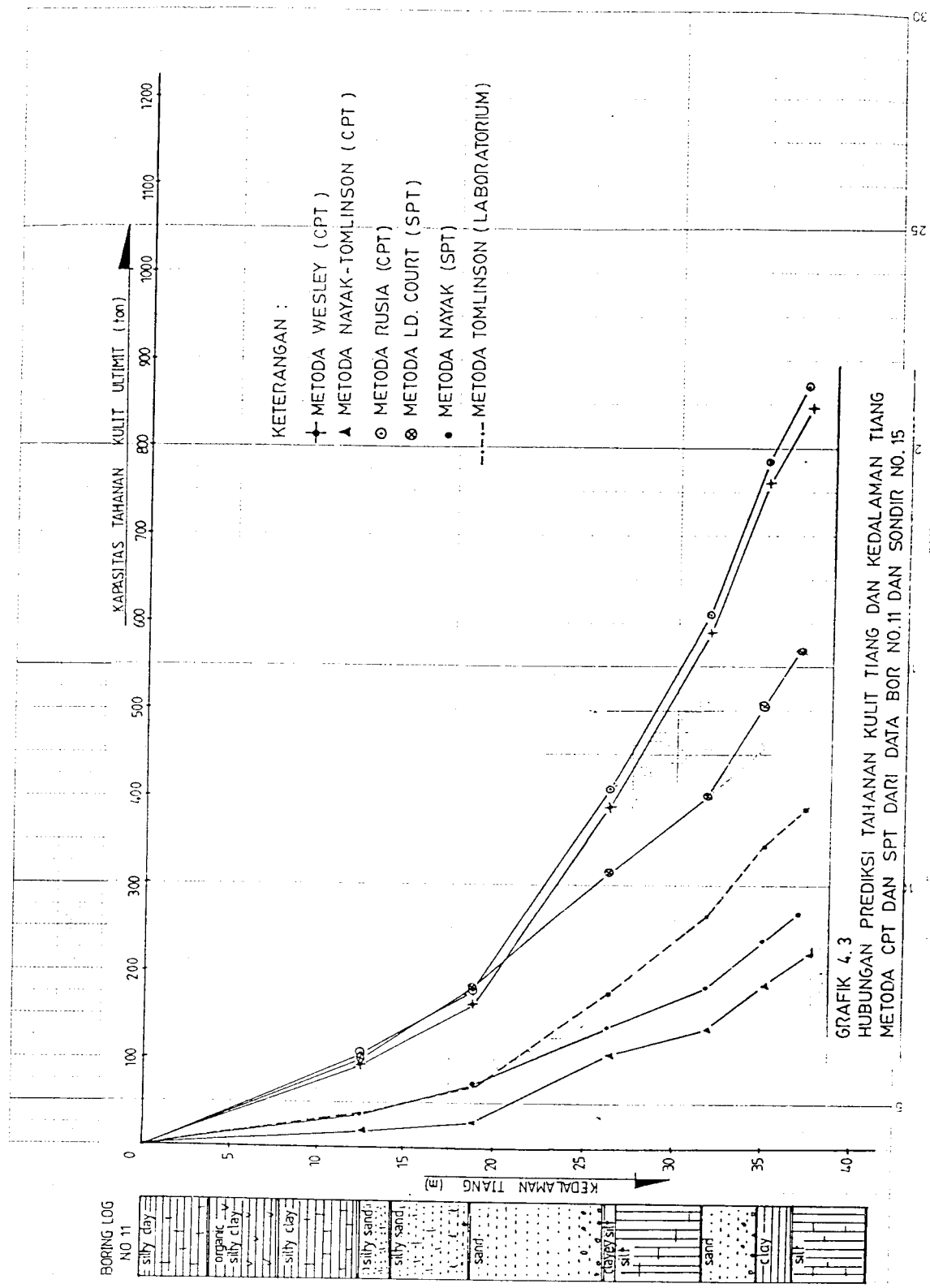
GRAFIK 4.1
 HUBUNGAN PREDIKSI TAHANAN KULIT TIANG DAN KEDALAMAN TIANG.
 METODA CPT DAN SPT DARI DATA BOR NO. 1 DAN SONDIR NO. 1

Dari grafik 4.1. terlihat bahwa kurva metoda prediksi data CPT Wesley dan Rusia mulai dari permukaan tanah sampai kedalaman 26,5 m menunjukkan bahwa prediksi metoda Rusia lebih besar. Perbedaan prediksi yang terjadi 5,55 %. Dari kedalaman 26,5 m sampai 40 m perbedaan prediksi semakin kecil bahkan dari kedalaman 38 m sampai 40 m kurva berimpit. Kurva metoda prediksi data CPT NV. Nayak-Tomlinson memperlihatkan bahwa daya dukung yang dihasilkan jauh lebih kecil dibanding dengan metoda Wesley dan Rusia. Pada metoda Wesley dan Rusia kecilnya perbedaan prediksi tersebut disebabkan penggunaan rumus dukung kulit (q_s) mengambil nilai dari rata-rata jumlah hambatan pelekak total dan jumlah hambatan lokal. Sedangkan pada metoda NV. Nayak-Tomlinson penggunaan rumus dukung kulit mengambil nilai rata-rata hambatan ujung (q_c).

Untuk metoda dari data SPT, kurva metoda L Décourt dari permukaan tanah sampai kedalaman 40 m menunjukkan hasil prediksi daya dukung yang lebih besar dibanding dengan metoda prediksi NV. Nayak. Kedua metoda SPT tersebut mengambil N rata-rata sebagai data untuk memprediksikan daya dukung kulit (q_s). Perbedaan yang terjadi disebabkan karena pengambilan angka pembagi yang berlainan. Bila mengamati hasil dari metoda CPT No. 1 dan SPT No. 1 tersebut dapat dikatakan bahwa metoda Wesley dan Rusia memberikan prediksi yang optimis, sedangkan metoda NV. Nayak memberikan prediksi yang konservatif.



Dari grafik 4.2. tampak kurva dari LD. Court, Wesley dan Rusia sampai dengan kedalaman 13,05 m menggambarkan prediksi yang tidak terlalu berbeda, bahkan untuk prediksi Wesley dan Rusia hampir berimpit pada kedalaman 6,4 m dan prediksi LD. Court dan Wesley hampir berimpit pada kedalaman 9,3 m. Prediksi LD. Court, Wesley dan Rusia seolah membentuk suatu kelompok kurva sampai kedalaman 13,05 m. Dari kedalaman 13,05 m sampai 37 m kurva LD> Court terpisah, hanya kurva Wesley dan Rusia yang tetap saling berdekatan dengan letak kurva Rusia konsisten berada di atas Wesley dengan perbedaan prediksi terbesar sampai kedalaman 37 m sekitar 5 %. Sedangkan kurva LD. Court dengan Rusia berbeda sekitar 30 %. Untuk kurva NV. Nayak (SPT) dan kurva Nayak Tomlinson sampai kedalaman 30 m, Kurva NV. Nayak (SPT) berada di atas Nayak-Tomlinson. Tetapi pada kedalaman 33 m kurva Naysk-Tomlinson berada di atas Nayak (SPT). Dari grafik 4.2. tampak kedua kurva Nayak (SPT) dan Naysk (CPT) masing-masing memprediksikan tahanan kulit yang terkecil dibanding dengan metoda Wesley, Rusia dan LD. Court.



Dari grafik 4.3. tampak kurva prediksi Court, Wesley dan Ruisa saling berdekatan menunjukkan nilai prediksi yang tidak terlalu jauh berbeda dan seolah-olah membentuk kelompok kurva sampai kedalaman 18,9 m. Kemudian kurva Court turun dan berada di bawah kurva Wesley dan Rusia. Sampai kedalaman 37 m hanya kurva Rusia dan Wesley tetap saling berdekatan dan kurva Rusia tetap berada di atas kurva Wesley. Adapun untuk kurva Nayak-Tomlinson (CPT) dan Nayak (SPT) keduanya berada di bawah kurva Wesley, Court dan Rusia. Untuk bor 11 dan sondir 15 dari kelima kurva prediksi, ternyata prediksi Nayak-Tomlinson memberikan hasil yang terkecil. Untuk lebih jelasnya pada halaman berikutnya diberikan tabel 4.1 prediksi tahanan kulit dengan prosentase beda prediksi dari grafik 4.1. dibandingkan dengan prediksi metoda teoritis yang memakai parameter-parameter tanah dari data laboratorium oleh formula Tomlinson (lihat persamaan 3.5 sampai dengan 3.7 dan perhitungan pada lampiran 12). Apabila hasil prediksi daya dukung NV. Nayak-Tomlinson dibandingkan dengan prediksi teoritis data dari laboratorium dari Tomlinson(perhitungan lihat lampiran 12) kurva Nayak (SPT) berada cukup dekat sampai kedalaman 18,9 m dan selanjutnya sampai kedalaman 37 kurva Nayak (SPT) berada di bawah kurva prediksi laboratorium.

Dari tabel prediksi kulit ultimit, kalau dibandingkan kelima prediksi empiris dengan prediksi dari rumus statis data laboratorium, adalah metoda prediksi kulit NV. Nayak yang paling dekat untuk kasus ini, beda prediksi antara -31% sampai dengan +4,162%.

TABEL 4.1

PREDIKSI TAHANAN KULIT ULTIMIT DARI DATA CPT NO.15 DAN SPT NO.11

| KEDA- LAMAN (#) | DARI DATA LAB. TOMLINSON | METODA CPT | | | | | | METODA SPT | | | |
|-----------------------|---------------------------------------|-----------------|---------|-----------|---------|-----------|---------|------------|---------|-----------|---------|
| | | NAYAK-TOMLINSON | | WESLEY | | RUSIA | | NAYAK | | LO. COURT | |
| | | Result(T) | BEDA % | Result(T) | BEDA % | Result(T) | BEDA % | Result(T) | BEDA % | Result(T) | BEDA % |
| 12.7 | 39,0862 | 16,4899 | -57,810 | 94,2396 | 141,107 | 105,5308 | 169,995 | 37,2250 | -4,761 | 101,9799 | 160,910 |
| 18.9 | 71,2663 | 29,7806 | -58,212 | 163,3471 | 129,206 | 180,1895 | 152,839 | 74,2329 | 4,162 | 183,1442 | 156,985 |
| 26.4 | 178,6318 | 105,4227 | -40,983 | 369,5412 | 118,069 | 410,6548 | 129,888 | 638,7612 | -22,319 | 315,5017 | 76,621 |
| 31.9 | 264,9730 | 137,7393 | -48,017 | 590,6028 | 112,891 | 612,3877 | 131,113 | 182,8220 | -31,003 | 404,9532 | 52,828 |
| 35 | 346,0446 | 189,3577 | -45,280 | 760,2453 | 119,699 | 785,0983 | 126,873 | 239,3078 | -30,845 | 508,8384 | 47,043 |
| 37 | 389,5183 | 221,2743 | -43,192 | 848,2099 | 117,758 | 874,1952 | 124,429 | 268,8387 | -30,981 | 564,3378 | 44,880 |

Dari grafik 4.1, 4.2, dan 4.3 tersebut dapat diketahui masing-masing prediksi membentuk suatu kurva lengkung yang menunjukkan semakin dalam pondasi semakin bertambah daya dukungnys. Hal itu dapat dimengerti bshwa semakin dalam tiang, tentunya akan semakin luss permukaan bidang gesek tiang dengan tanah. Tetapi dari ketiga kurva prediksi pada grafik tersebut, tak satupun dari kurva itu yang memberikan perbedaan tahanan kulit yang konsisten antara satu kurva dengan kurva yang lainnya.

Untuk kurva metoda prediksi tahanan kulit dengan data CPT dan dengan tanpa melihat nilai SF (safety faktor) dapat dikatakan metoda dari Nayak-Tomlinson yang paling konservatif dalam memprediksi dan over optimist untuk metoda Rusia. Sedangkan prediksi paling kecil dari data SPT adalah metoda dari Naysk. Dari grafik 4.1, 4.2, dan 4.3 dapat dilihat kurva Rusia dan kurva Wesley saja yang tetap saling berdekatan.

4.7. Daya Dukung Ujung Tiang Metoda Prediksi dari Data SPT dan CPT

Daya dukung ujung tiang tidak selalu akan bertambah besar untuk setiap penambahan kedalaman tiang. Hal ini akan terlihat dari grafik sondir, dimana nilai perlawanan tanah untuk setiap penambahan kedalaman tidak selalu memberikan indikasi penambahan nilai perlawanan tanah. Begitu pula dari diagram N SPT, jumlah N pukulan tidak selalu bertambah banyak untuk setiap penambahan kedalaman. Tentunya keadaan ini berlaku pula untuk daya dukung ujung tiangnya. Ketiga

metoda prediksi dukung ujung dari data CPT, memberikan nilai dukung ujung sama dengan nilai rata-rata perlawanan tanah terhadap konus (\bar{q}_c) sekitar ujung tiang dikalikan dengan luas potongan melintang ujung tiangnya. Perbedaan yang ada, hanya pertimbangan pengambilan rata-rata nilai \bar{q}_c di sekitar ujung tiang. Metoda Rusia, Tomlinson-Nayak mempertimbangkan nilai \bar{q}_c setebal 3D di atas ujung tiang dan 1D dibawah ujung tiang. Wesley mempertimbangkan rata-rata nilai \bar{q}_c sekitar ujung tiang masing-masing setebal 4D di atas ujung tiang dan 4D di bawah ujung tiang, dapat dilihat pada persamaan 3.8 sampai dengan 3.13, sedangkan untuk prediksi dari data SPT LD Court membedakan nilai setiap dukung ujung tiap jenis lapisan tanah dengan nilai empiris K dapat dilihat pada tabel 3.1, kemudian dikalikan dengan nilai rata-rata N SPT sekitar ujung tiang sampai dengan 3 nilai N di atas ujung tiang. Nayak memprediksikan nilai dukung ujung $40N$ rata sekitar ujung tiang sampai 2D di bawah ujung tiang. Pada halaman berikutnya diberikan tabel 4.2 beda prediksi daya dukung tanah pada ujung tiang (unit base resistance) dari metoda-metoda data SPT dan CPT, dibandingkan dengan prediksi daya dukung tanah pada ujung tiang dari data Laboratorium dengan memakai persamaan 3.3 dan 3.5 dari Tomlinson. (dapat dilihat pada lampiran 11 dan lampiran 12).

Dari keempat metoda prediksi empiris daya dukung tanah pada ujung tiang (unit base resistance), dapat dilihat pada tabel 4.2, untuk jenis tanah pasir (sand) rata-rata prediksi empiris memberikan nilai perbedaan minus dengan nilai beda prediksi sekitar -48,65% sampai -78,26%.

TABEL 4.2

DAYA DUKUNG UJUNG ULTIMIT TIANG BOR DARI DATA CPT No. 15 DAN SPT No. 11

| KEDAR- LAMAM (m) | DARI DATA LAB. | | METODA CPT | | | | METODA SPT | | | | VISUAL SOIL KLASIFIKATION (BOR No.11) |
|------------------------|----------------|-----------------------------------|---------------------------|--------|------------|--------|-------------|--------|-------------|---------|---|
| | TOMLINSON | UNIT BASE RE- SISTENCE(kg/cm2) | RUSIA-MAYAK- TOMLINSON | | WESLEY | | L.D. COURT | | NAYAK | | |
| | | | QC(Kg/cm2) | BEDA % | QC(kg/cm2) | BEDA % | N.K(kg/cm2) | BEDA % | 40N(kg/cm2) | BEDA % | |
| 10 | 2,763 | | 7,166 | 159,36 | 10,000 | 261,92 | 9,393 | 237,78 | 28,000 | 913,99 | SILTY CLAY |
| 16 | 4,584 | | 14,569 | 217,82 | 20,750 | 352,66 | 20,000 | 336,30 | 50,999 | 1012,54 | SILTY SAND |
| 22 | 131,647 | | 59,098 | -55,11 | 56,655 | -56,96 | 37,999 | -71,13 | 45,999 | -65,05 | SAND |
| 25 | 149,571 | | 76,810 | -48,65 | 52,770 | -64,72 | 51,999 | -65,23 | 64,000 | -57,21 | SAND |
| 28 | 18,338 | | 47,565 | 159,37 | 49,610 | 170,53 | 23,666 | 29,05 | 55,000 | 199,92 | SILT |
| 33 | 322,675 | | 69,990 | -75,46 | 76,580 | -76,26 | 75,333 | -76,65 | 105,000 | -67,46 | SAND |
| 36 | 13,837 | | 112,000 | 709,42 | 118,710 | 757,92 | 27,200 | 96,57 | 109,000 | 687,74 | CLAY |
| 39 | 52,850 | | 149,315 | 171,17 | * | | 55,666 | 5,32 | 124,000 | 134,63 | CLAYEY SILT |
| 45 | 510,473 | | * | | * | | 117,999 | -76,88 | 111,000 | -78,26 | SAND |

4.8. Prediksi Daya Dukung Total Ijin dan Kedalaman Tiang yang Diperlukan dari Data Grafik Sondir

Dari data penyelidikan tanah grafik sondir dapat diketahui besar dari tahanan perlawanan tanah dan dari diagram N SPT dapat dilihat jumlah N pukulan untuk memperkirakan kekerasan tanah. Hubungan nilai N SPT, q_c dan perkiraan dari kekerasan tanah dapat dilihat pada tabel 2.1 dan tabel 2.2.

Tomlinson, Nayak dan Davis memberikan nilai batas untuk daya dukung tahanan gesek tanah dan tahanan dukung tanah pada ujung tiang pondasi. Pada instalasi tiang bor akan menimbulkan efek pelunakan sekeliling lubang dan pada dasar lubang bor, sehingga nilai-nilai parameter yang didapat sebelumnya dari penyelidikan tanah akan berubah setelah dilakukan instalasi tiang. Dengan pertimbangan itu, Tomlinson, Nayak dan Davis untuk prediksi daya dukung tiang perencanaan diberikan nilai batas kurang atau sama dengan 1 ton/ft² ($\leq 1,076 \text{ kg/cm}^2$) untuk tahanan gesek tanah, dan nilai daya dukung tanah terhadap ujung tiang untuk perencanaan tidak boleh melebihi 100 ton/ft ($\leq 107,639 \text{ kg/cm}^2$).

a. Data Pengujian Sondir pada Titik No.13

Grafik sondir No.13 dapat dilihat pada lampiran No.3 kedalaman pengujian sampai dengan kedalaman 40 m di bawah muka tanah. Nilai konus terendah $< 10 \text{ kg/cm}^2$ dan terbesar sekitar 360 kg/cm^2 . Tanah keras dijumpai mulai kedalaman antara 34 m sampai 35 m di bawah muka tanah. Friksi total sampai 40 m di bawah muka tanah sebesar 5250

kg/cm. Pada kasus Proyek Bank Indonesia ini, dibuat basemen sampai pada elevasi -8,2 m dengan tebal pile cap 3,5 m, untuk itu tiang diperhitungkan mulai kedalaman -12 m dari muka tanah asli.

1) Metoda Wesley

Tanah keras yang cukup tebal dijumpai mulai sekitar kedalaman 34 m di bawah muka tanah. Pada kasus ini tiang dibuat sampai kedalaman 36 m di bawah muka tanah sehingga bisa memenuhi kriteria ketebalan 4D di atas ujung tiang dan 4D di bawah ujung tiang dari metoda Wesley, dan diharapkan ketebalan tanah keras setebal 4D di bawah ujung tiang akan mampu mendukung beban yang ditransfer ujung tiang. Metoda Wesley dapat dilihat pada persamaan 3.8 dan 3.9.

$$Q = Q_p + Q_s$$

$$\bar{Q} = \frac{P A}{SF_1} + \frac{f \sigma}{SF_2}$$

Dari grafik sondir diperoleh ;

Q rata-rata 4D di atas ujung tiang sampai 4D di bawah ujung tiang (P)

$$P = \frac{30+40+30+80+230+280+350+360+360+350+315}{11}$$

$$= 220,454 \text{ kg/cm}^2$$

Friksi total sampai kedalaman 36 m (ujung tiang) $f_t = 3040 \text{ kg/cm}$.

Friksi total sampai kedalaman -12 m (cut of level)

$$= 400 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}\bar{Q} &= \frac{P A}{SF_1} + \frac{f o}{SF_2} \\ &= \frac{845,395}{5} + \frac{811,285}{10} \\ &= 250,207 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\bar{Q} \geq Q_{rencana} = 250 \text{ ton.}$$

2) Metoda Rusia

$$Q_{up} = Q_c A + U D f_s$$

$$Q_{sp} = Q_{up}/3$$

Dapat dilihat pada persamaan 3.12 dan 3.13. Dengan kasus yang sama diambil panjang tiang 24 m, dari grafik sondir diperoleh:

Nilai rata-rata pada tanah keras setebal 3D di atas ujung tiang pondasi dan 1D di bawah ujung tiang pondasi

$$Q_c = \frac{40+30+80+230+280+350+360+360}{8} = 216,250 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Luas potongan melintang ujung pondasi } A = 7853,982 \text{ cm}^2$$

Daya dukung ujung tiang ultimit

$$\begin{aligned}Q_c \cdot A &= 216,250 \cdot 7853,982 \\ &= 1698,424 \text{ ton}\end{aligned}$$

Periksa dukung ujung tiang dengan nilai prediksi rencana ultimit dukung ujung dari Tomlinson, Nayak dan Davis

$$Q_{batas} = 845,359 \text{ ton}$$

$$Q_c \cdot A > 845,359 \text{ ton}$$

Diambil dukung ujung = $Q_{batas} = 845,359 \text{ ton.}$

$$\text{Keliling tiang pondasi } U = 2 \cdot \pi \cdot r = 314,159 \text{ cm}$$

Nilai gesek lokal rata-rata sepanjang tiang dari grafik diperoleh (f_s):

$$\begin{aligned}\bar{Q} &= \frac{P A}{SF_1} + \frac{f o}{SF_2} \\ &= \frac{845,395}{5} + \frac{811,285}{10} \\ &= 250,207 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\bar{Q} \geq Q_{rencana} = 250 \text{ ton.}$$

2) Metoda Rusia

$$Q_{up} = Q_c A + U D f_s$$

$$Q_{ap} = Q_{up}/3$$

Dapat dilihat pada persamaan 3.12 dan 3.13. Dengan kasus yang sama diambil panjang tiang 24 m, dari grafik sondir diperoleh:

Nilai rata-rata pada tanah keras setebal 3D di atas ujung tiang pondasi dan 1D di bawah ujung tiang pondasi

$$Q_c = \frac{40+30+80+230+280+350+360+360}{8} = 216,250 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Luas potongan melintang ujung pondasi } A = 7853,982 \text{ cm}^2$$

Daya dukung ujung tiang ultimit

$$Q_c \cdot A = 216,250 \cdot 7853,982$$

$$= 1698,424 \text{ ton}$$

Periksa dukung ujung tiang dengan nilai prediksi rencana ultimit dukung ujung dari Tomlinson, Nayak dan Davis

$$Q_{batas} = 845,359 \text{ ton}$$

$$Q_c \cdot A > 845,359 \text{ ton}$$

$$\text{Diambil dukung ujung} = Q_{batas} = 845,359 \text{ ton.}$$

$$\text{Keliling tiang pondasi } U = 2 \cdot \pi \cdot r = 314,159 \text{ cm}$$

Nilai gesek lokal rata-rata sepanjang tiang dari grafik diperoleh (f_s):

$$f_s = (0,2+0,2+0,6+0,4+0,3+0,3+0,4+0,3+0,8+0,3+0,4+0,7+1 + \\ 1,6+0,6+1,2+1+1,5+0,7+1+1,4+0,6+2,2+0,7+1,6+0,7+1 + \\ 0,3+1+1,6+1,4+1,6+0,8+1,4+0,9+1+1,4+1,8+0,6+0,2+0,5 \\ +0,4+0,5 +1,3+0,3+0,5+1+1+0,6+1+0,3+0,8+1,6+0,8+1,4 \\ +2,5+4+3,2+5)/58 = 1,075 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Daya dukung kulit tiang} &= U \cdot D \cdot f_s \\ &= 314,159 \cdot 24 \cdot 100 \cdot 1,075 \\ &= 810530,220 \text{ kg} \\ &= 810,530 \text{ ton} \end{aligned}$$

Periksa dengan nilai batas tahanan kulit dari Tomlinson, Nayak dan Davis $810,530 \text{ Ton} < Q_{sbatas} = 811,285 \text{ Ton}$.

$$\begin{aligned} Q_{up} &= Q_c \cdot A + U \cdot D \cdot f_s \\ &= 845,395 + 810,530 \\ &= 1655,925 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$Q_{ap} = 1655,925/4 = 413,981 \text{ ton} > Q_{rencana} = 250 \text{ ton}$$

3) Metoda NV Nayak - Tomlinson

$$Q_{up} = ckd \cdot A_p + \frac{cdk}{200} \cdot A_s$$

$$Q_{ap} = Q_{up}/3$$

Dapat dilihat pada persamaan 3.10 dan 3.11

Grafik No. 13, diambil kedalaman tiang sampai 36 m di bawah muka tanah. Dari grafik sondir No. 13 diperoleh nilai rata-rata konus sepanjang tiang

$$\begin{aligned} cdk &= (8+14+8+10+24+14+16+55+68+38+40+35+60+55+60+170+40+ \\ &30+40+120+44+38+24+18+36+20+30+60+60+50+30+38+30+80+ \\ &230+280+350+360+360)/39 = 78,025 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Luas penampang melintang ujung tiang dengan diamete 1 m

$$A_p = 1/4 \cdot \pi \cdot 100^2 = 7853,982 \text{ cm}^2$$

Luas selimut tiang ϕ 1 m sepanjang 24 m

$$A_s = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot l$$

$$= 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 24 \cdot 100 = 753982,2369 \text{ cm}^2 = 75,398 \text{ m}^2$$

$$\text{Tahanan kulit tiang} = \frac{cdk}{200} A_s \text{ (kN)}$$

$$= \frac{78,025 \cdot 9,807}{200 \cdot (1/100)^2 \cdot 1000} \cdot 75,398 \text{ m}^2$$

$$= 2260,173 \text{ kN}$$

$$= 230,465 \text{ ton}$$

Periksa tahanan kulit dengan nilai tahanan kulit dari Tomlinson, Nayak dan Davis untuk ϕ 1 m dengan panjang tiang 24 m $Q_{sbatas} = 811,285 \text{ ton}$

$$230,465 \text{ T} < Q_{sbatas} = 811,285 \text{ ton}$$

Pediksi dukung ujung ultimit dari Nayak-Tomlinson sama dengan prediksi dukung ujung ultimit dari metoda Rusia. Pada metoda Rusia daya dukung ujung = 845,395 Ton.

$$Q_{up} = 845,395 + 230,465$$

$$= 1075,860 \text{ ton}$$

$$Q_{ap} = \frac{1075,860}{3} = 358,620 \text{ Ton} > Q_{rencana} = 250 \text{ Ton.}$$

Tabel prediksi daya dukung (Ton) metoda CPT untuk data sondir No. 13

| Kedalaman (m) | ijin total Nayak-Tomlinson | ijin total Rusia | ijin total Wesley |
|------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------|
| 36 | 358,620 | 413,981 | 250,207 |

Untuk titik-titik sondir yang lainnya dengan cara pengambilan data dan perhitungan yang sama SPT pada

perhitungan prediksi daya dukung CPT No. 13 diberikan dalam bentuk pada tabel di bawah ini

Tabel prediksi daya dukung tiang untuk data CPT No. 15 dalam ton

| Prediksi kedalaman (m) | Nayak-Tomlinson | | | R u s i a | | |
|------------------------|-----------------|---------|---------|-----------|---------|---------|
| | Qsu | Qbu | Qt ijin | Qsu | Qbu | Qt ijin |
| 36 | 205,095 | 845,395 | 350,163 | 811,285 | 845,395 | 414,170 |
| 39 | 240,532 | 845,395 | 361,976 | 912,695 | 845,395 | 439,523 |

| Prediksi kedalaman (m) | W e s l e y | | | Daya Dukung Rencana 250 Ton |
|------------------------|-------------|---------|---------|---|
| | Qsu | Qbu | Qt ijin | |
| 36 | 716,283 | 845,395 | 240,707 | Prediksi Wesley kurang dari daya dukung rencana |

Sampsi dengan kedalaman 36 m, sondir No. 15 untuk prediksi daya dukung total ijin dari metoda Wesley kurang dari daya dukung total rencana 250 Ton. Untuk kedalaman selanjutnya setelah kedalaman 36 m, perhitungan tidak bisa memenuhi kriteria Wesley yang menghitung dukung ujung tiang dari nilai rata-rata konus (Q_c) sampai 4D di bawah ujung tiang. Nilai konus pada ujung tiang (Peak Value) hanya 80 kg/cm^2 . Dari metoda Nayak-Tomlinson dan Ruisia, akan lebih aman untuk menempatkan ujung tiang pada kedalaman 38 m dimana nilai konus pada puncak tiang sebesar 120 kg/cm^2 dan sampai 2D di bawah tiang memberikan indikasi pertambahan nilai konus.

Tabel prediksi daya dukung tiang untuk data CPT No. 11

| Prediksi kedalaman (m) | Nayak-Tomlinson | | | R u s i a | | |
|------------------------|-----------------|---------|---------|-----------|---------|---------|
| | Qsu | Qbu | Qt ijin | Qsu | Qbu | Qt ijin |
| 36 | 210,257 | 845,395 | 351,884 | 811,285 | 845,395 | 414,170 |

| Prediksi kedalaman (m) | W e s l e y | | |
|------------------------|-------------|---------|---------|
| | Qsu | Qbu | Qt ijin |
| 36 | 811,285 | 845,645 | 250,257 |

Tabel prediksi daya dukung tiang untuk data CPT No. 1

| Prediksi kedalaman (m) | Nayak-Tomlinson | | | R u s i a | | |
|------------------------|-----------------|---------|---------|-----------|---------|---------|
| | Qsu | Qbu | Qt ijin | Qsu | Qbu | Qt ijin |
| 36 | 279,067 | 708,858 | 329,308 | 653,703 | 706,858 | 340,140 |
| 39 | 319,384 | 845,359 | 383,260 | 729,101 | 845,395 | 393,624 |

| Prediksi kedalaman (m) | W e s l e y | | |
|------------------------|-------------|---------|--------------------|
| | Qsu | Qbu | Qt ijin |
| 36 | 672,301 | 845,395 | 236,309 < 250 T |

Untuk grafik sondir No. 1, sampai kedalaman 36 m metoda Wesley memprediksikan daya dukung total ijin kurang dari 250 Ton. Nilai konus ujung tiang fondasi < 100 kg/cm². Dengan metoda Nayak-Tomlinson dan metoda Rusia dihitung sampai kedalaman 28 m di bawah muka tanah, nilai konus di ujung fondasi 180 kg/cm². Variasi nilai konus terkecil di bawah ujung tiang 140 kg/cm².

Dari perhitungan diatas, ada 2 titik sondir yang tidak memenuhi daya dukung rencana jika dihitung dengan metoda prediksi dari Wesley, yaitu pada sondir 15 dan sondir no 1. Prediksi ijin dari Wesley untuk tanah lempung konservatif dibanding dengan prediksi Nayak-Tomlinson dan metoda Rusia, dimana pencapaian nilai konus rata-rata pada ujung tiang $\geq 107,639$ kg/cm (nilai batas ujung), metoda Wesley untuk tanah non pasir dengan $SF_1 = 5$ dan $SF_2 = 10$ masih memerlukan sumbangan tahanan kulit dengan friksi total (F_t) untuk ϕ 1m sebesar =

$$Q_{ijin} = \frac{Q_b}{5} + \frac{Q_s}{10}$$

$$(Q_{ijin} - \frac{Q_b}{5})10 = Q_s$$

$$(250 \cdot 10^3 - \frac{107,639 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot 100^2}{5})10 = Q_s$$

dimana $Q_s = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot F_t$

maka di dapat $F_t = 2575,797$ Kg/cm

Sedangkan untuk prediksi ijin total dari Nayak, pencapaian nilai rata-rata pada ujung tiang $\geq 107,639$ kg/cm² daya dukung ijin rencana sebesar 250 ton akan terpenuhi hanya dengan tahanan ujungnya saja. Dengan menghilangkan tahanan kulit, untuk beban ijin rencana sebesar 250 ton dan $SF = 3$, diperlukan pencapaian nilai konus rata-rata sebagai berikut;

$$Q_c = \frac{250 \cdot 10^3 \cdot 3}{0,25 \cdot \pi \cdot 100^2} = 95,493 \text{ kg/cm}^2$$

4.9. Prediksi Daya Dukung Total Ijin Dari diagram SPT

"Standart Penetration Test" yang telah dibicarakan di muka, untuk prediksi daya dukung tiang diagram N SPT ini,

telah berkembang metoda empiris prediksi daya dukung tiang yang diusulkan oleh NV Nayak dan LD Court.

Untuk menghitung daya dukung dari nilai N SPT ini Terzaghi dan Pech mengusulkan nilai N koreksi pada tanah lanau dan pasir yang jenuh untuk nilai $N > 15$. Nilai N terkoreksi menjadi $N = 15 + 1/2 (N' - 15)$. Dimana N' adalah nilai N dari lapangan

a. Data diagram N SPT dari No. bor 1

Tiang dibuat sampai kedalaman 42 m di bawah muka tanah, Nilai N lapangan pada ujung tiang 50 dan di bawah ujung masih mempunyai nilai $N = 23$ dengan konsistensi pasir mampat (dense sand). Diagram N SPT No. 1 dapat dilihat pada lampiran 10.

Tabel 4.3 N terkoreksi dari bor 1

| Kedalaman (m) | N' Lapangan | N koreksi |
|---------------|---------------|-----------|
| 1,50 | 4 | 4 |
| 3,60 | 0 | 0 |
| 5,60 | 2 | 2 |
| 7,60 | 6 | 6 |
| 9,60 | 2 | 2 |
| 11,60 | 8 | 8 |
| 13,60 | 7 | 7 |
| 15,60 | 5 | 5 |
| 17,60 | 13 | 13 |
| 19,60 | 12 | 12 |
| 21,00 | 14 | 14 |
| 23,00 | 14 | 14 |
| 25,00 | 5 | 5 |
| 27,80 | 12 | 12 |
| 30,00 | 27 | 21 |
| 32,00 | 13 | 13 |
| 34,00 | 14 | 14 |
| 36,00 | 40 | 27,5 |
| 38,00 | 24 | 24 |
| 40,00 | 20 | 17,5 |
| 42,00 | 50 | 32,5 |
| 44,00 | 31 | 23 |

1. Metoda NV Nayak

$$Q_{up} = 40 N A_p + \frac{N A_s}{5} \quad (\text{lihat persamaan 3.14})$$

$$Q_{ap} = \frac{Q_{up}}{4} \quad (\text{lihat persamaan 3.15})$$

Kedalaman Tiang sampai kedalaman 42 m, kepala tiang di buat dari kedalaman -12 m, maka nilai rata-rata N dihitung mulai kedalaman -12 m dari muka tanah asli.

Dari tabel 4.3, didapat nilai \bar{N} rata-rata sepanjang tiang

$$\bar{N} = (8+7+5+13+12+14+14+5+12+21+13+14+27,5+24+17,5+32,5)/15 = 15,133$$

N rata-rata pada ujung tiang sampai 2D di bawah ujung tiang

$$N = \frac{23 + 32,5}{2} = 27,75$$

Luas penampang melintang ujung pondasi ϕ 1 m

$$A_p = \frac{1}{4} \pi 1^2 = 0,785$$

luas selimut tiang sampai 30 m tiang pondasi ϕ 1 m

$$A_s = 2 \pi 0,5 \cdot 30 = 94,248 \text{ m}^2$$

Dari persamaan 3.14

$$\begin{aligned} Q_{up} &= 40 \cdot N \cdot A_p + \frac{\bar{N} A_s}{5} \\ &= 40 \cdot 27,75 \cdot 0,7853 + \frac{15,133 \cdot 94,248}{5} \\ &= 1156,934 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Kontrol tahanan kulit dengan tahanan kulit batas

Q_s batas untuk ϕ 1m dengan panjang tiang 30 m didapat

$$\begin{aligned} Q_s \text{ batas} &= 1,076 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 30 \cdot 100 \\ &= 1014106,109 \text{ kg} \\ &= 1014,106 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$Q_s = 285,250 \text{ ton} < Q_s \text{ batas} = 1014,106 \text{ ton.}$$

Dari persamaan 3.15

$$Q_{ap} = \frac{Q_{up}}{4} = \frac{1156,934}{4} = 289,233 \text{ Ton}$$

2. Metoda LD Court

$$Q_u = Q_s + Q_p$$

$$Q_p = \bar{N}_p \cdot k \cdot A_p$$

$$\bar{N} = \frac{\sum N}{3}$$

$$Q_s = f_s \cdot p \cdot l$$

$$f_s = \frac{\bar{N}}{3} + 1 \text{ (lihat persamaan 3.17)}$$

$$Q_{ap} = \frac{Q_u}{3}$$

Untuk kasus yang sama dibuat tiang sampai dengan kedalaman 42 m. Dari tabel IV.1 dan diagram N SPT No. 1 didapat:

Nilai rata-rata di ujung tiang sampai 3N di atas ujung tiang $\bar{N} = \frac{32,5 + 17,5 + 19,5}{3} = 23,167$

Luas penampang melintang untuk tiang pondasi ϕ 1 m

$$A_p = 1/4 \pi 1^2 = 0,7853 \text{ m}^2$$

Dari bor log No 1, lapisan tanah pada dasar pondasi pasir (sand stone), dari tabel 3.1 diperoleh nilai $k = 40 \text{ T/m}^2$.

Dari persamaan 3.16

$$Q_p = \bar{N}_p \cdot k \cdot A_p$$

$$= 23,167 \cdot 40 \cdot 0,7853 = 724 \cdot 444 \text{ Ton}$$

Keliling tiang untuk tiang pondasi ϕ 1 m

$$p = 2 \pi r = 2 \pi 0,5 = 3,142 \text{ m}$$

Panjang tiang $l = 30 \text{ m}$

N rata-rata sepanjang tiang

$$\bar{N} = (8+7+5+13+12+14+14+5+12+21+13+14+27,5+24+17,5 + 32,5)/15 = 15,133$$

Dari persamaan 3.17

$$f_s = \frac{\bar{N}}{3} + 1 = \frac{15,133}{3} + 1 = 6,051$$

$$Q_s = f_s p l = 4,952 \cdot 3,142 \cdot 30 = 570,367 \text{ Ton}$$

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$= 724,444 + 570,367$$

$$= 1294,811 \text{ Ton.}$$

$$Q_{ap} = \frac{Q_u}{3} = \frac{1294,811}{3} = 431,604 \text{ Ton.}$$

$$Q_{ap} > Q_{rencana} = 250 \text{ Ton.}$$

| Kedalaman (m) | LD Court (T) | | | NV Nayak (T) | | |
|---------------|--------------|---------|---------|--------------|---------|---------|
| | Qsu | Qbu | Qijin | Qsu | Qbu | Qijin |
| 42 | 570,367 | 724,444 | 431,604 | 285,251 | 671,350 | 289,233 |

Untuk nomor-nomor bor lain, dengan cara pengambilan data dan perhitungan yang sama diberikan daya dukung ijin pada tabel prediksi di bawah ini

| NO Bor | D (m) | LD Court (T) | | | NV Nayak (T) | | |
|--------|-------|--------------|---------|---------|--------------|---------|---------|
| | | Qsu | Qbu | Qijin | Qsu | Qbu | Qijin |
| 10 | 45 | 681,071 | 379,609 | 353,560 | 346,439 | 845,395 | 297,959 |
| 8 | 40 | 598,159 | 400,553 | 332,904 | 306,117 | 801,106 | 276,806 |
| 7 | 43 | 680,250 | 845,395 | 508,548 | 349,716 | 816,814 | 291,632 |

4.10. Evaluasi pengujian pembebanan ("Loading Test")

Pada kasus Proyek Bank Indonesia ini pengujian pembebanan yang dilakukan adalah cara penambahan beban berulang ("Cyclic"), yaitu pembebanan yang dilakukan dengan penambahan beban dan pengurangan beban secara bertahap. Pada saat akhir penambahan pembebanan dicatat penurunan yang terjadi dan saat akhir pengurangan pembebanan dicatat loncatan elastik tiang yang terjadi. Berdasarkan hitungan dari hasil penyelidikan tanah oleh Perencana ditetapkan beban yang akan bekerja adalah 250 ton untuk tiap tiang. Ketentuan yang disyaratkan menghendaki adanya beban uji minimal yang harus dipenuhi adalah 200% beban rencana. Pembebanan sebagai berikut:

Beban kerja = 250 ton

Beban uji 200% = 500 ton

Hasil pengujian digambarkan dalam bentuk grafik yang terdiri dari:

- a. Kurva hubungan antara beban dan penurunan,
- b. Kurva hubungan antara beban dan waktu,
- c. Kurva hubungan antara penurunan dan waktu.

Pembebanan dilakukan dengan sistim berulang, pada grafik akan diperoleh dua macam penurunan yaitu:

- 1) Penurunan total ; titik-titik yang menunjukkan penurunan maksimum pada setiap tahap penambahan beban uji dihubungkan satu sama lain, garis yang diperoleh menggambarkan besarnya penurunan total.
- 2) Penurunan elastis ; titik yang menunjukkan penurunan pada setiap pengurangan beban dan dihubungkan satu

sama lain, garis ini menggambarkan besarnya penurunan elastis. Penurunan elastis ini dianggap sebagai selisih antara penurunan total dengan penurunan netto.

Evaluasi pengujian pembebanan berdasarkan beberapa spesifikasi yang ada adalah sebagai berikut:

a) Batas penurunan total

- Batas absolut menurut ASTM, New York City Code dan Holland = 2,54 cm,
- Batas relatif menurut Inggris = 10% diameter pondasi.

Mengamati dari hasil loading test (lihat lampiran), pada grafik beban dengan penurunan didapat bahwa penurunan total yang terjadi dengan beban 500 ton (200% beban rencana) adalah 11,7813 mm.

Penurunan total 1,1781 cm < batas absolut 2,54 cm,

< batas relatif 10% diameter
100 cm = 10 cm.

Dengan hasil penurunan total 1,1781 cm, berarti pondasi tersebut memenuhi spesifikasi batas penurunan total.

b) Batas ratio $\frac{\text{penurunan total}}{\text{beban total}}$

- Batas total ratio menurut Chicago dan California = 0,01 inci/ton

Mengamati dari hasil loading test (lihat lampiran), pada grafik beban dengan penurunan didapat penurunan total yang terjadi 11,7813 mm (0,4639 inci) pada beban total 500 ton (200% beban rencana).



$$\begin{aligned} \text{Batas ratio} &= \frac{0,4638 \text{ inci}}{500 \text{ ton}} \\ &= 9,276 \cdot 10^{-4} \text{ inci/ton} < 0,01 \text{ inci/ton} \end{aligned}$$

Dengan hasil tersebut berarti pondasi memenuhi spesifikasi batas ratio.

Dari hasil hitungan di atas dapat dikatakan bahwa pondasi No. 416 yang diuji beban tekan memenuhi syarat untuk direncanakan menahan beban 250 ton.

4.11. Evaluasi Hasil Daya Dukung Dari Data SPT dengan Hasil Uji Pembebanan (Loading Test)

Perhitungan daya dukung pondasi digunakan formula yang mengambil data tanah dari pengujian boring (SPT). Hitungan daya dukung dari rumus-rumus empiris tersebut ternyata mendapat hasil daya dukung yang berbeda-beda. Karena itu perlu dilakukan suatu test beban yang bisa memberikan keterangan besar daya dukung aktual yang dapat ditahan oleh tiang tersebut. Pada kasus ini kemudian dicoba membandingkan daya dukung yang dihasilkan dari metoda empiris data SPT dengan data loading test. Titik pondasi yang diloaded No. 416, dengan loading tes tipe tekan, kedalaman tiang 45 meter. Untuk mendapatkan hasil perbandingan yang teliti maka diambil titik boring yang diperkirakan berdekatan dengan titik pondasi No. 416 yaitu titik boring No. 7 dan titik boring No. 11. Kemudian untuk menyesuaikan kedalaman tiang fondasi yang ditest, maka daya dukung dari data SPT dihitung sampai kedalaman 45 m juga.

Hitungan daya dukung ultimit dari data SPT menurut metoda Mayerhof (NV Nayak) dan metoda LD Court (lihat persamaan 3.14, 3.16 dan 3.17) pada titik boring No. 7 dan boring No. 11 didapat hasil sebagai berikut:

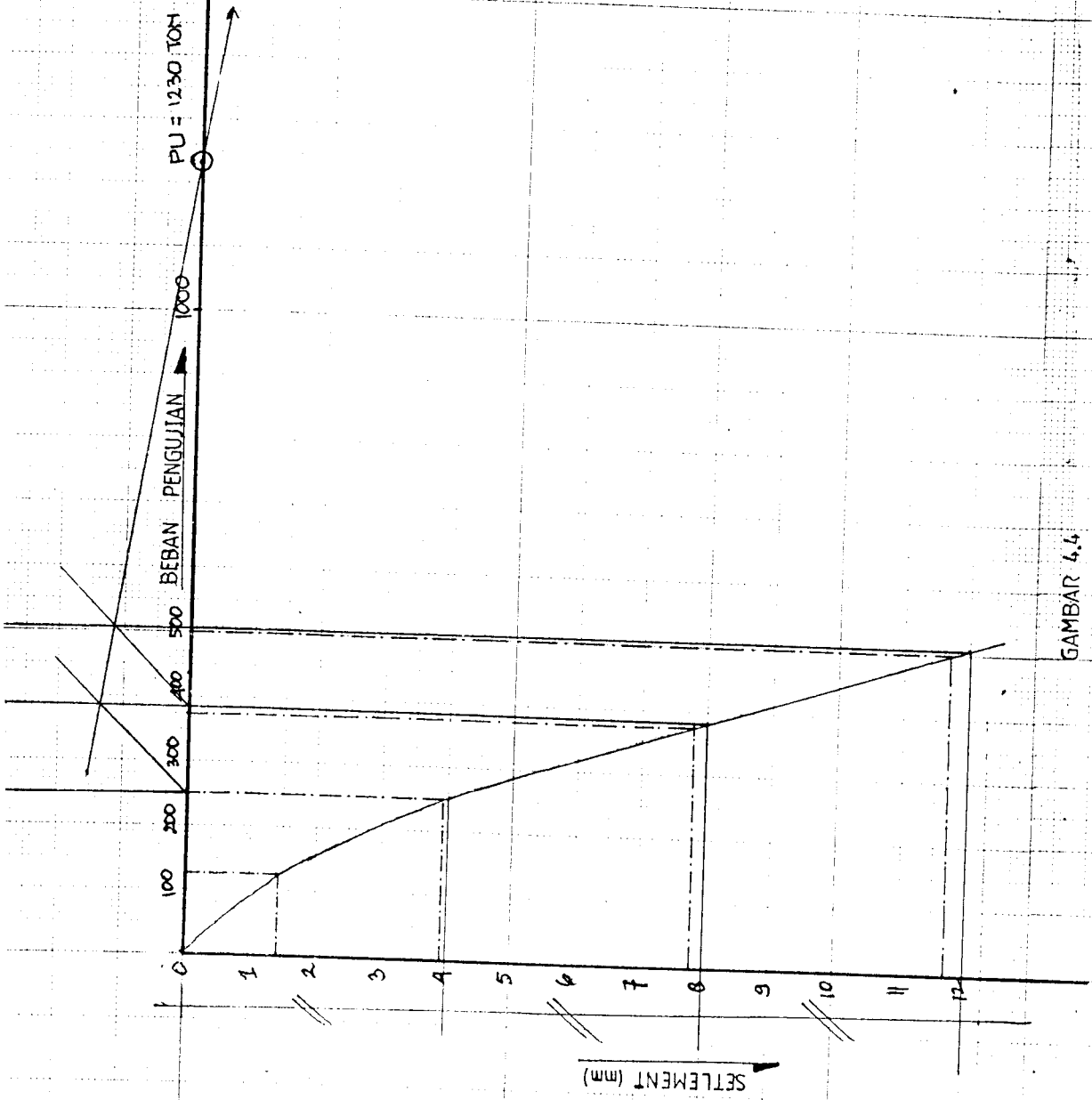
| Q | Nayak (T) | | LD Court (T) | |
|-------------------------|-----------|------------|--------------|------------|
| | Bor No. 7 | Bor No. 11 | Bor No. 7 | Bor No. 11 |
| Q _{bu} | 863,830 | 816,712 | 795,770 | 900,478 |
| Q _{su} | 429,162 | 453,322 | 856,641 | 896,861 |
| Q _u total | 1292,991 | 1270,034 | 1652,417 | 1797,339 |

Perhitungan daya dukung ultimit dari data loading test metoda grafis yang dirumuskan oleh Mazurkowicz didapat daya dukung ultimit sebesar 1230 ton lihat gambar IV.5 pada halaman berikutnya.

Apabila daya dukung ultimit dari data SPT dibandingkan terhadap hasil metoda Mazurkowicz didapat hasil sebagai berikut:

- Mazurkowicz (data loading test) = $1230/1230 = 1$
- Mayerhof modifikasi Boring No. 7 = $1292,991/1230 = 1,051$
 NV. Nayak
 Boring No. 11 = $1270,034/1230 = 1,032$
- LD Court
 Boring No. 7 = $1652,411/1230 = 1,343$
 Boring no. 11 = $1797,339/1230 = 1,431$
- Tomlinson (Lab) Boring no. 11 = $1464,838/1230 = 1.190$

Dari hasil perbandingan tersebut ternyata metoda Nayak lebih mendekati (optimist) sedangkan metoda LD Court memberikan hasil yang over-optimist.



GAMBAR 4.4
INTERPRETASI KAPASITAS ULTIMI DARI MAZURKOWICZ (1972)

Dari hasil perbandingan tersebut ternyata metoda Nayak lebih mendekati (optimist) sedangkan metoda LD Court memberikan hasil yang over-optimist.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.

Dari hasil pembahasan mengenai analisis daya dukung pondasi tiang bor tunggal berdasarkan hasil penyelidikan tanah grafik sondir dan diagram SPT serta didukung oleh hasil pengujian pembebanan pada kasus Proyek Bank Indonesia di Jakarta, kiranya dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Hasil dari berbagai metoda perhitungan daya dukung tiang dengan data SPT dan CPT, memberikan hasil prediksi daya dukung yang tidak sama. Hal ini disebabkan karena masing-masing metoda mengambil harga pendekatan empiris dari keadaan tanah yang berbeda, sehingga hasil prediksi daya dukungnya berbeda pula, dan metoda empiris disuatu tempat belum tentu cocok untuk digunakan pada tempat yang lainnya.
2. Perhitungan daya dukung kulit (Q_s) menunjukkan bahwa semakin dalam pondasi, semakin besar juga daya dukungnya. Tetapi untuk daya dukung ujung (Q_b) tidak selalu semakin dalam pondasi semakin besar daya dukung Ujungnya.
3. Dari hasil pengujian beban aksial tiang No. 416 dengan metoda "Cyclic", dimana pondasi dibebani sampai 200% beban rencana (500 T) penurunan total yang terjadi sebesar 11,7267 mm < 2,54 cm, batas ratio yang terjadi sebesar $9,276 \cdot 10^{-4}$ inc/ton. Dengan penurunan total dan batas ratio penurunan sebesar itu, berarti pondasi

tersebut memenuhi spesifikasi yang disyaratkan ASTM, New York City Building code, Chicago dan California Building Code.

4. Prediksi tahanan kulit ultimit, metoda NV. Nayak dengan data SPT memberikan hasil yang mendekati prediksi tahanan kulit dari metoda teoritis formula Tomlinson.
5. Untuk metoda-metoda dari data SPT, yang dibandingkan dengan metoda grafis interpretasi hasil loading test dari Mazurkowicz ternyata metoda dari NV. Nayak yang paling mendekati.

5.2. Saran

1. Pengujian tanah dengan menggunakan alat sondir kapasitas 10 ton dapat digunakan untuk perencanaan pondasi bangunan bertingkat banyak, hanya saja perlu ditambah kemampuan kedalaman penembusannya supaya bisa sama dengan kemampuan alat bor. Jarak pengujian CPT dan SPT perlu lebih rapat lagi satu sama lainnya. Dengan demikian diharapkan lebih bisa mendeteksi ketebalan lapisan tanah keras untuk memperkirakan penempatan ujung tiang fondasi.
2. Interval titik pengambilan contoh tanah yang akan diperiksa di Laboratorium perlu lebih dekat lagi sehingga sifat-sifat tanah yang diketahui lebih komplit dan lebih kontinyu untuk setiap lapisan tanah.
3. Kenyataan di lapangan pengujian beban tiang tidak dilakukan sampai tiang benar-benar mengalami kegagalan beban, sehingga daya dukung ultimit tiang sukar untuk

diketahui, dan penentuan daya dukung ultimit dari hasil pengujian pembebanan dengan skala grafis, sangat dipengaruhi subjektifitas dari orang yang menentukannya, karena itu perlu evaluasi yang lebih teliti dan dikembangkan lagi untuk Tugas Akhir yang akan datang.

P E N U T U P

Puji syukur dengan mengucapkan alahamdulillah ke Hadlirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat serta hidayahnya kepada penyusun sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas akhir ini.

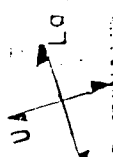
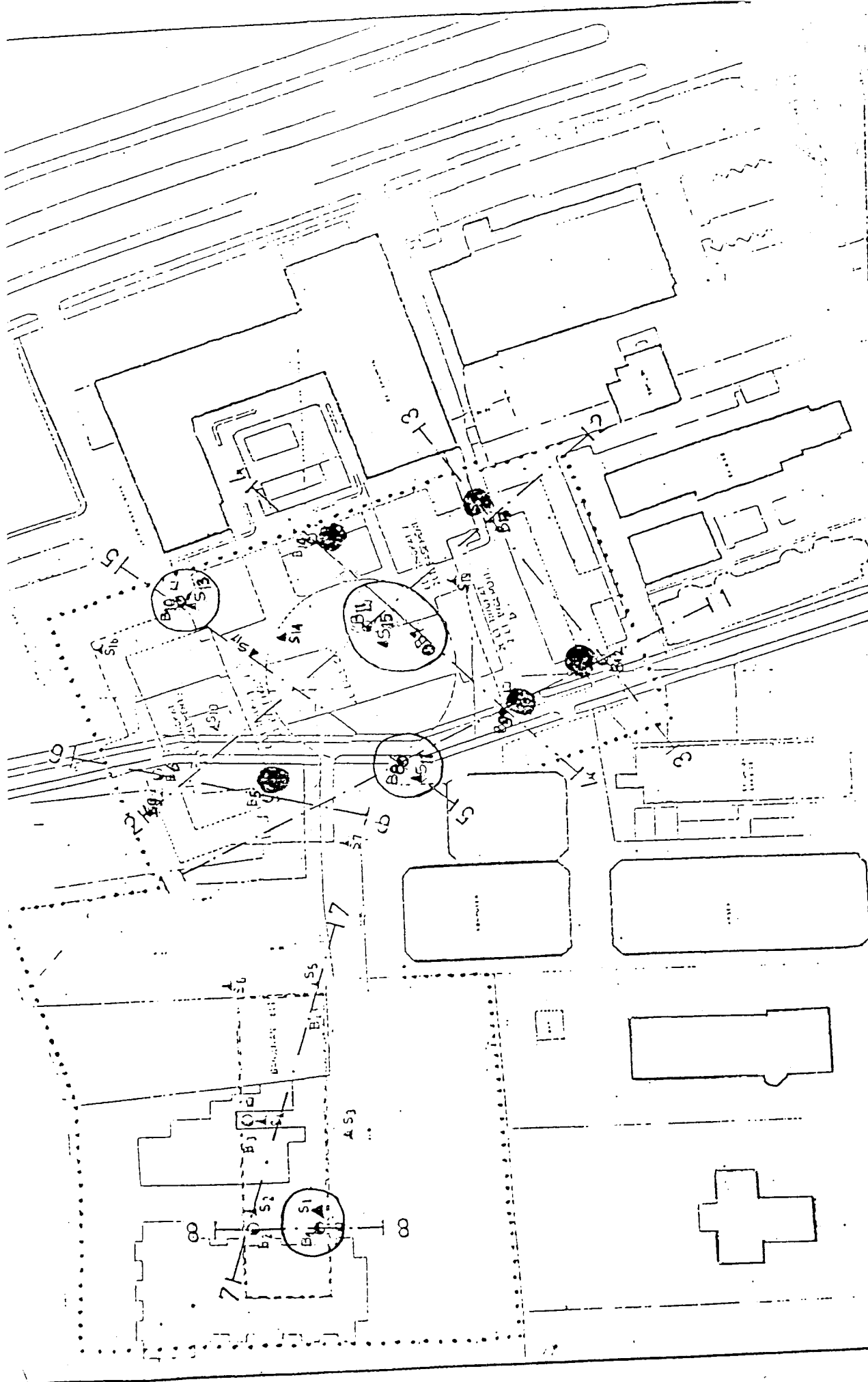
Dalam menyampaikan Tugas Akhir ini, penyusun telah berusaha dengan sebaik-baiknya. Mengingat keterbatasan waktu dan kemampuan yang ada, penyusun mengakui dengan segala kerendahan hati, tentunya dalam menyampaikan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu harap maklum adanya, kepada semua pihak yang mengerti bidang teknik sipil.

Akhir kata, penyusun mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah banyak membantu, hingga terselessikannya penyusunan Tugas Akhir ini. Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penyusun, diberikan balasan yang setimpal dari Allah SWT., Amin.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bowles, Joseph, E., 1983, *Analisa Dan Disain Pondasi Jilid 1*, Erlangga, Jakarta Pusat.
2. Bowles, Joseph, E., 1986, *Analisa Dan Disain Pondasi Jilid 2*, Erlangga, Jakarta 10420.
3. Nayak, N.V., 1982, *Foundation Design Manual For Practicing Engineers And Civil Engineering Students*, Dhanpat Rai and Sons Technical and Publishers 1682, Nai Sarak, Delhi.
4. Nakazawa, K., Sosrodarsono, S., 1983, *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
5. Poulos, H.G., Davis, E.H., 1980, *Pile Foundation Analysis And Design*, Jhon Wiley and Sons, Canada.
6. Sanglerat, G., 1972, *The Penetrometer And Soil Exploration, Development in Geotechnical Engineering Vol 1*, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, Netherland.
7. Subarkah Imam, Ir., 1986, *Teknik Pondasi Suatu Ikhtisar Praktis*, Idea Dharma, Bandung.
8. Tomlinson, M.J., 1977, *Pile Design And Construction Practice*, Cement and Association, 52 Grosvenor Gardens, London.
9. Teng, W.C., 1965, *Foundation Design*, Prentice Hall of India (Private) Ltd.
10. Wesley, L.D., 1977, *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta Selatan.

LAMPIRAN



LEMBAGA TEKNOLOGI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
 KONSULTAN TEKNIK DAN MANAJEMEN PROYEK



KETERANGAN
 ○ : TITIK FOR
 ▲ : TITIK SQUIDR
 □ : BENTUK BUNYI SAMPLE



Fakultas Teknik
Laboratorium Mekanika Tanah

Indonesi 60111 - 13011
Telp: 7270029

Project : BAHK UNDUG-EIA

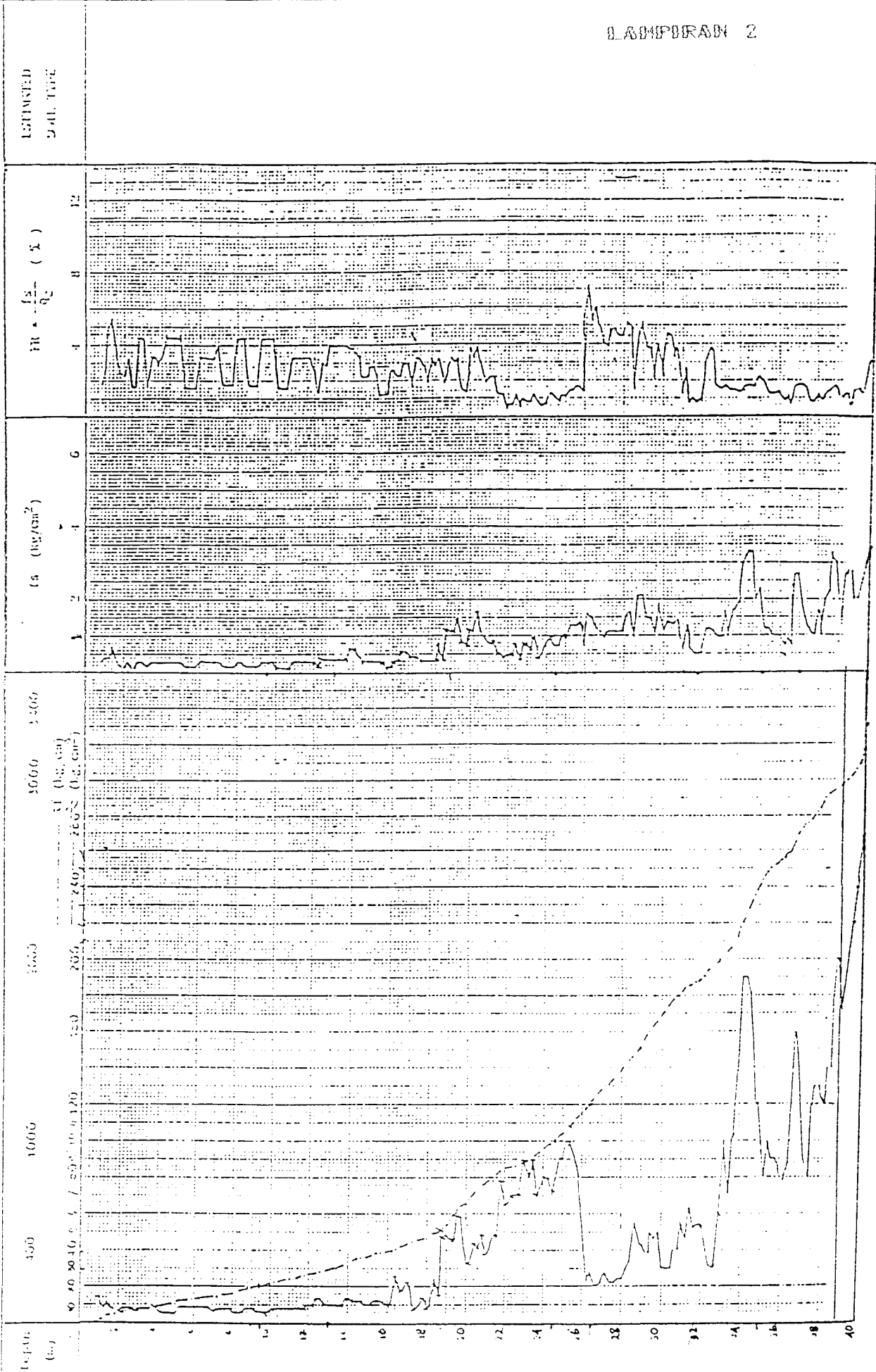
Location : JI - TIRISIRIH

CP No. : 515

Date : 19 DECEMBER 1959

Ground Water Level : 10m

Elevation : 10.115



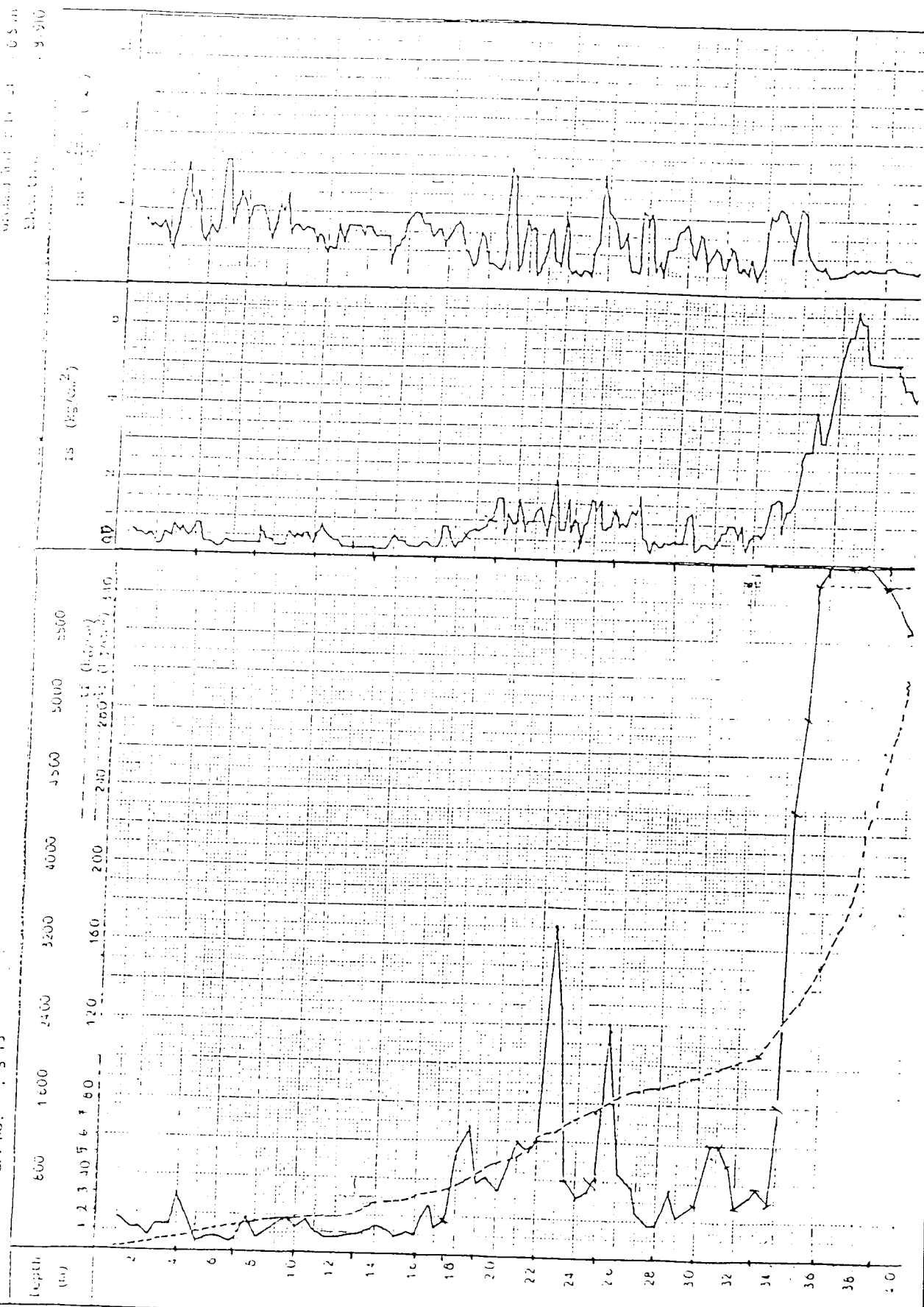
LAMPIRAN

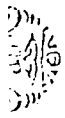
UNIVERSITAS INDONESIA
Fakultas Teknik
Laboratorium Mekanika Tanah



Project : BANK INDONESIA
Location : JL. THAMRIN
Graf. No. : 5-13

Date : 25 DESEMBER 1959
Ground Water : 0.5 m
Elevation : 19.910





laboratorium mekanika tanah

Telpon : 7276729

Project : SAIK INDONESIA

Location : JL. MAJLIS

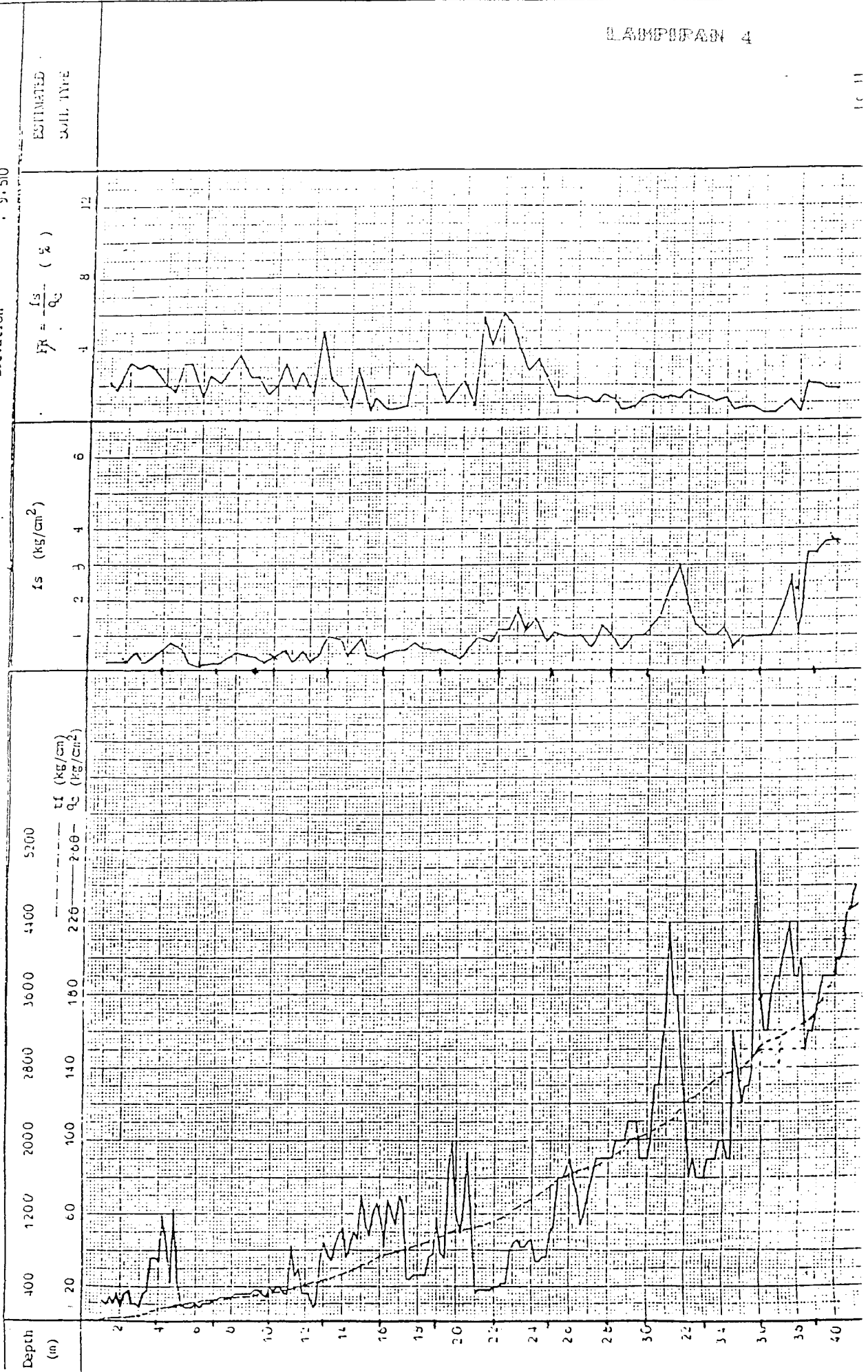
CFT No. : S 11

Date : 14 DESEMBER 1989

Ground Water Level : 0.40 m

Elevation : 9.510

LAMPORAN 4

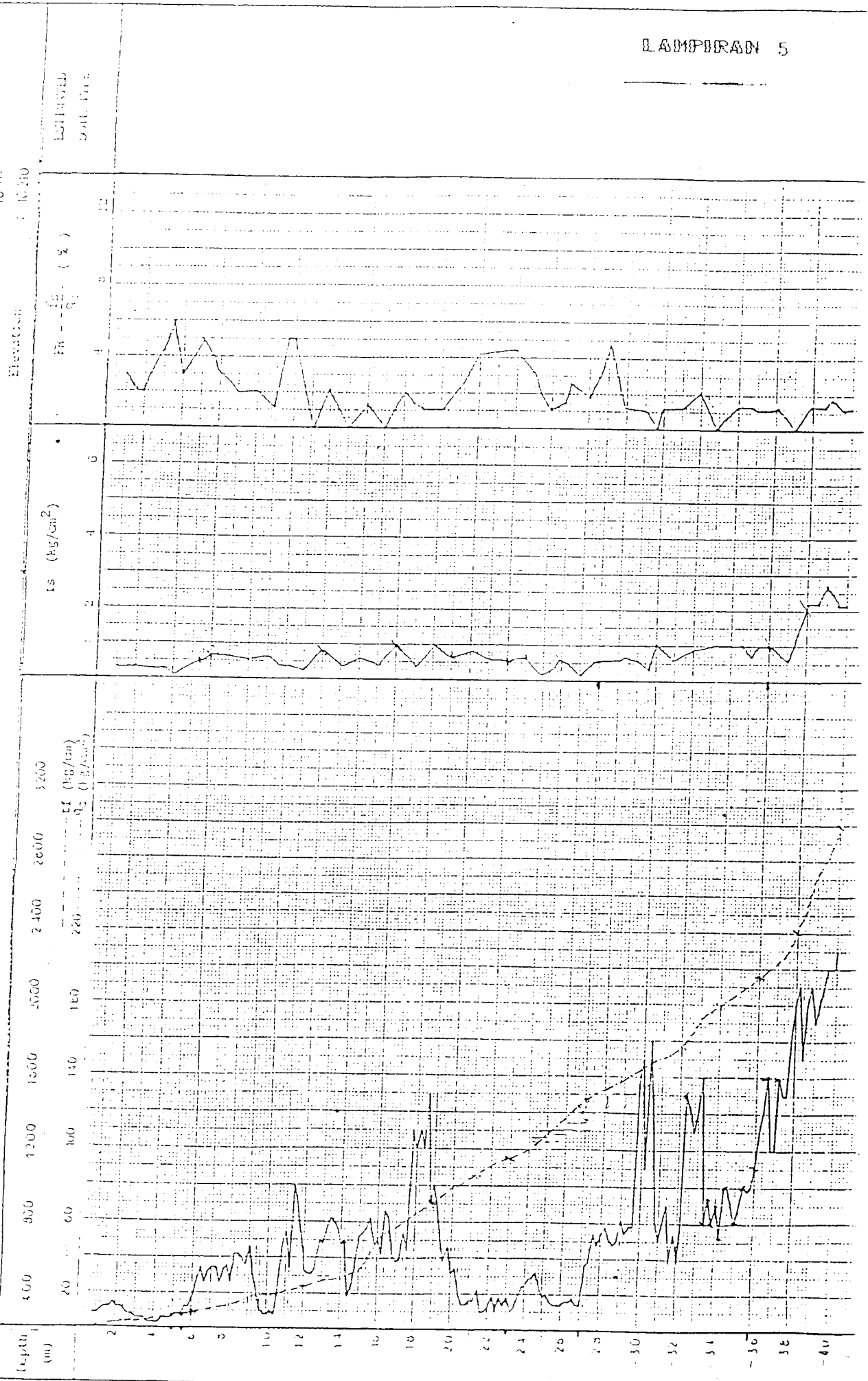


Kampus U.I. - Depok
 Telpun : 7270295

FACULTAS TEKNIK
 LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Project : BANGUN INDONESIA
 Location : JL. HIAHRIT
 CPT No. : 51

Date : 10 Februari 1967
 Ground Water Level : 10 m
 Elevation : 16,200



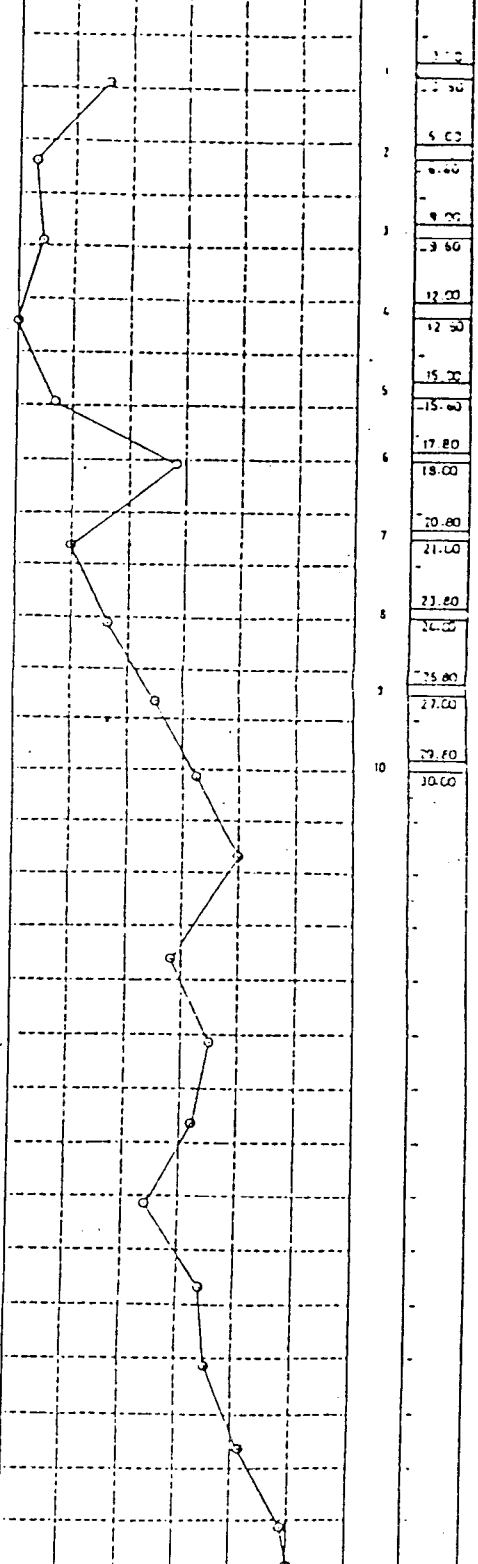
Soil No.
 Date

BORING LOG

LAMPURAN 6

CONTRACT NO. BCR 8 SURVEYED BY MARYUNADI
 BANK INDONESIA GROUND ELEVATION 3.55 DATE 7-12-1989 — 5 12 1990
 GROUND WATER LEVEL 1.55

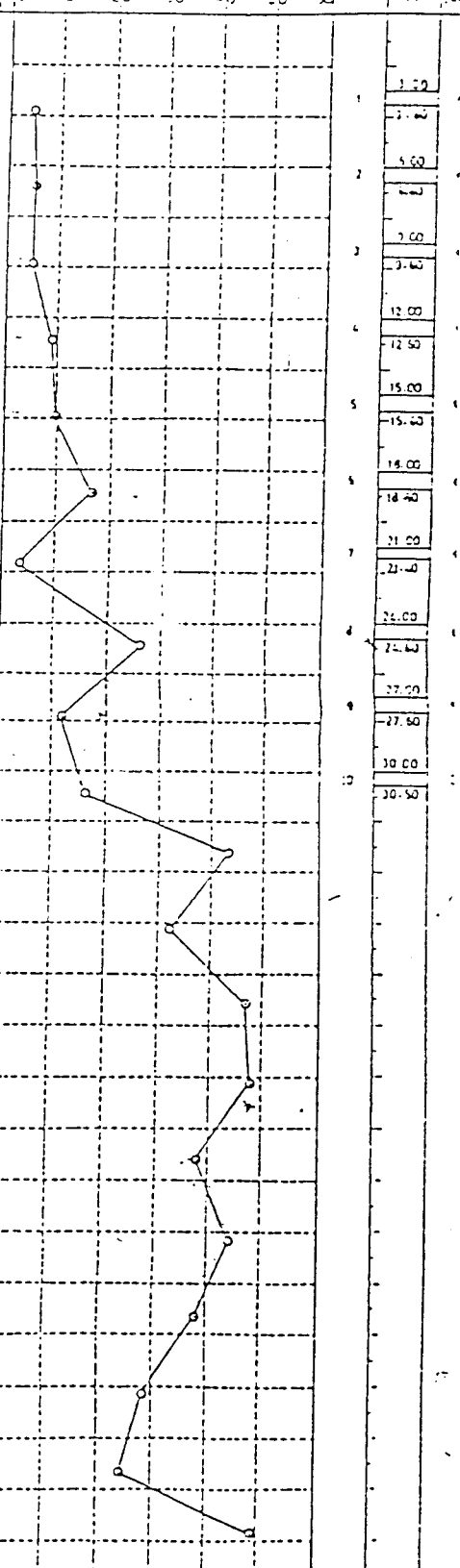
| ELEVATION (M) | DEPTH (M) | SYMBOL | VISUAL CLASSIFICATION | COLOR | DESCRIPTION | DEPTH (M) | STANDARD PENETRATION TESTS | | | | | | | | | | SOIL SAMPLES | |
|---------------|-----------|--------|-----------------------|-----------------------|--|-----------|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|---------------|-----------|
| | | | | | | | NO OF BLOWS AT EACH 10cm | | | N VALUE | | | | | | | NO OF SAMPLES | DEPTH (M) |
| | | | | | | | 0-10 cm | 10-20 cm | 20-30 cm | 30-40 cm | 40-50 cm | 50-60 cm | 60-70 cm | 70-80 cm | 80-90 cm | 90-100 cm | | |
| 3.55 | 0.00 | | CLAY | BROWNISH GREY | CLAY SILT, TRACE SAND AND ORGANIC MATTER MEDIUM PLASTIC CLAY | 0.00 | | | | | | | | | | | | |
| 5.25 | 1.70 | | SAND | BROWNISH GREY | FINE TO MEDIUM GRAINED WELL SORTED, SILENT TRACE UNWASHED FINEST GRAVEL (MAX 0.3 CM) | 1.70 | 15 | 15 | | | | | | | | | 1 | 1.70 |
| 7.10 | 3.55 | | ORGANIC SILTY CLAY | DARK BROWNISH GREY | MUD REMAINS MEDIUM PLASTIC SOFT ORGANIC CONTENT INCREASING WITH DEPTH | 3.55 | 10 | 10 | | | | | | | | | 2 | 3.55 |
| 10.05 | 6.50 | | SAND | BROWN | VERY FINE GRAINED SATURATED VERY LOOSE | 6.50 | 30 | 30 | | | | | | | | | 3 | 6.50 |
| 12.05 | 8.50 | | SILT | BROWN | TRACE SAND + CLAY | 8.50 | 30 | 30 | | | | | | | | | 4 | 8.50 |
| 13.20 | 9.65 | | SAND | BROWNISH GREY | MEDIUM GRAINED LOOSE FREQUENTLY DECOMPOSED INCREASING WITH DEPTH. SAND SOME CLAY AT DEPTH OF 17.55 - 17.80 M | 9.65 | 30 | 30 | | | | | | | | | 5 | 9.65 |
| 19.00 | 15.45 | | SAND | BROWNISH GREY | SOME SILT + CLAY | 15.45 | 30 | 30 | | | | | | | | | 6 | 15.45 |
| 21.00 | 17.45 | | SAND | BROWNISH GREY | FINE GRAINED MEDIUM GRAINED WET, COMPACT | 17.45 | 30 | 30 | | | | | | | | | 7 | 17.45 |
| 23.00 | 19.45 | | STONY SILT | BROWNISH GREY | STMP | 19.45 | 30 | 30 | | | | | | | | | 8 | 19.45 |
| 24.90 | 21.35 | | SAND | BROWNISH GREY | MEDIUM TO MEDIUM GRAINED TRACE GRAVEL | 21.35 | 30 | 30 | | | | | | | | | 9 | 21.35 |
| 25.50 | 21.95 | | SAND | BROWNISH GREY | SOME SILT MEDIUM GRAINED, DENSE | 21.95 | 30 | 30 | | | | | | | | | 10 | 21.95 |
| 27.50 | 23.95 | | SILT | BROWN | FRAGILE VERY SOFT INDICATED NO STRIKE VALUE | 23.95 | 30 | 30 | | | | | | | | | 11 | 23.95 |
| 29.50 | 25.95 | | SAND | BROWNISH GREY | TRACE MEDIUM GRAINED GRAVEL + CLAY | 25.95 | 30 | 30 | | | | | | | | | 12 | 25.95 |
| 31.00 | 27.45 | | CLAY | GREENISH BROWN | TRACE TO SOME SILT MOST HIGHLY PLASTIC HARD | 27.45 | 30 | 30 | | | | | | | | | 13 | 27.45 |
| 35.80 | 32.25 | | CLAY | LIGHT BROWN | TRACE SILT, HIGH PLASTICITY GRAVEL OF SAND STONE | 32.25 | 30 | 30 | | | | | | | | | 14 | 32.25 |
| 37.00 | 33.45 | | SANDY SILT | BROWN | FRAGILE VERY SOFT | 33.45 | 30 | 30 | | | | | | | | | 15 | 33.45 |
| 38.25 | 34.70 | | SILT | LIGHT GREY | FRAGILE HARD | 34.70 | 30 | 30 | | | | | | | | | 16 | 34.70 |
| 40.00 | 36.45 | | CLAYEY SILT | GREENISH / LIGHT GREY | SLIGHTLY PLASTIC MOIST, HARD | 36.45 | 30 | 30 | | | | | | | | | 17 | 36.45 |
| 41.50 | 37.95 | | SANDY CLAY | LIGHT BROWN | MEDIUM PLASTIC MOST HARD | 37.95 | 30 | 30 | | | | | | | | | 18 | 37.95 |
| 43.00 | 39.45 | | CLAYEY SILT | LIGHT GREY | MEDIUM PLASTIC, HARD CLAY SOME SILT AT DEPTH OF 46.15 - 46.20 M HIGHLY PLASTIC | 39.45 | 30 | 30 | | | | | | | | | 19 | 39.45 |
| 44.00 | 40.45 | | SILT | LIGHT GREY | FRAGILE, TRACE SILT HARD THIS LAYER VERY FINE GRAINED SAND AT 40.1 - 40.4 M | 40.45 | 30 | 30 | | | | | | | | | 20 | 40.45 |
| 45.40 | 41.85 | | SAND | GREENISH GREY | TRACE CLAY DENSE | 41.85 | 30 | 30 | | | | | | | | | 21 | 41.85 |
| 46.20 | 42.65 | | SILT STONE | LIGHT BROWN | FRAGILE, BLENDED | 42.65 | 30 | 30 | | | | | | | | | 22 | 42.65 |
| 48.50 | 44.95 | | SILT | LIGHT GREY | FRAGILE, TRACE SILT HARD THIS LAYER VERY FINE GRAINED SAND AT 40.1 - 40.4 M | 44.95 | 30 | 30 | | | | | | | | | 23 | 44.95 |
| 51.50 | 47.95 | | CLAY | GREY | SOME SILT MOST HIGHLY PLASTIC HARD | 47.95 | 30 | 30 | | | | | | | | | 24 | 47.95 |
| 52.40 | 48.85 | | CLAY | BROWNISH GREY | TRACE TO SOME SILT MOST HIGH PLASTICITY HARD | 48.85 | 30 | 30 | | | | | | | | | 25 | 48.85 |
| 58.00 | 54.45 | | CLAY | BROWNISH GREY | TRACE TO SOME SILT MOST HIGH PLASTICITY HARD | 54.45 | 30 | 30 | | | | | | | | | 26 | 54.45 |
| 60.00 | 56.45 | | END OF BORING | | | 56.45 | 30 | 30 | | | | | | | | | 27 | 56.45 |



KEY: LB 3

SYMBOLS OF SAMPLER: ● THERMOCHEMICAL SAMPLER, ○ SPLIT-SPOON SAMPLER, () DENISON-TYPE SAMPLER, () SOIL SAMPLER, X OTHER SAMPLER

| LEVEL DESCRIPTION (M) | SYMBOL | VISUAL CLASSIFICATION | COLOR | DESCRIPTION | DEPTH (m) | STANDARD PENETRATION TESTS | | | | | NO OF DEPTH SAMPLE |
|-----------------------|--------|--------------------------|---------------------|---|-----------|----------------------------|--------------------------|-------|----|----|--------------------|
| | | | | | | 100% LOSS | NO OF BLOWS AT EACH 10cm | VALUE | | | |
| | | | | | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | |
| | | CLAYEY SILT | REDDISH BROWN | VERY STIFF, VERY LOW PLASTICITY | 1.40 | | | | | | 1 |
| 1.50 | 3.50 | SILTY CLAY | BLACK AND BROWN | MEDIUM PLASTICITY, SOFT MUD | 1.65 | | | | | | 2 |
| 3.50 | 4.50 | ORGANIC SILTY CLAY | BLACK | LITERATED MEDIUM TO HIGH PLASTICITY | 4.05 | | | | | | 3 |
| | | SILTY CLAY | DARK BROWN | LOW PLASTICITY, MEDIUM TO HIGH PLASTICITY PLACES WHICH REMAIN PLUMB | 7.60 | | | | | | 4 |
| 12.70 | 13.70 | | | | 10.05 | | | | | | 5 |
| | | SILTY SAND TO SANDY SILT | BROWN | VERY FINE GRAINED, VERY COMPACT | 11.05 | | | | | | 6 |
| 14.50 | 15.50 | | | | 15.50 | | | | | | 7 |
| | | SILTY SAND TO SANDY SILT | BROWN | VERY FINE GRAINED, VERY COMPACT | 16.05 | | | | | | 8 |
| 18.00 | 19.00 | | | | 18.50 | | | | | | 9 |
| | | SAND | GREY | VERY FINE GRAINED, PROBABLY TIGHTLY MEDIUM TO COARSE SAND SOME GRAVEL AT THE LOWER PART, TRACE SILT IN SOME PLACES COSE = 25% | 20.05 | | | | | | 10 |
| 21.00 | 22.00 | | | | 21.40 | | | | | | 11 |
| | | CLAYEY SILT | BROWN | LOW PLASTICITY, FRAGILE | 21.85 | | | | | | 12 |
| 22.50 | 23.50 | | | | 24.80 | | | | | | 13 |
| | | SAND | BROWN | TRACE - SOME SILT, VERY COMPACT | 25.05 | | | | | | 14 |
| 27.50 | 28.50 | | | | 27.40 | | | | | | 15 |
| | | CLAYEY SILT | BROWN | LOW PLASTICITY, FRAGILE | 28.05 | | | | | | 16 |
| 31.00 | 32.00 | | | | 30.50 | | | | | | 17 |
| | | SAND | GREY | TRACE - SOME SILT, VERY COMPACT | 30.95 | | | | | | 18 |
| 32.50 | 33.50 | | | | 33.00 | | | | | | 19 |
| 35.00 | 36.00 | | | | 34.65 | | | | | | 20 |
| | | CLAY | DARK BROWN | HEAVY PLASTIC MUD, HARD | 36.00 | | | | | | 21 |
| 37.00 | 38.00 | | | | 36.65 | | | | | | 22 |
| | | CLAYEY SILT | LIGHT BROWN TO GREY | FRAGILE IN SOME PLACES, HARD | 39.00 | | | | | | 23 |
| 41.70 | 42.00 | | | | 39.65 | | | | | | 24 |
| | | SAND | BROWN TO GREY | HEAVY PLASTIC, SOME GRAVEL, FRAGILE, HARD | 42.00 | | | | | | 25 |
| 43.40 | 44.50 | | | | 42.65 | | | | | | 26 |
| | | SILT | GRAY/BROWN | FRAGILE HARD | 45.00 | | | | | | 27 |
| 44.70 | 45.50 | | | | 46.00 | | | | | | 28 |
| | | SILTSTONE | LIGHT BROWN TO GREY | HEAVY CEMENTED, FRAGILE, HARD | 48.65 | | | | | | 29 |
| 50.50 | 51.50 | | | | 51.00 | | | | | | 30 |
| | | SILT | LIGHT BROWN | TRACE - SOME SAND, FRAGILE, HARD | 51.65 | | | | | | 31 |
| 52.20 | 53.20 | | | | 54.00 | | | | | | 32 |
| | | CLAY | GREY | TRACE TO SOME SILT IN SOME PLACES, HEAVY PLASTIC, VERY STIFF | 54.65 | | | | | | 33 |
| 57.40 | 58.50 | | | | 57.00 | | | | | | 34 |
| | | SILTY CLAY | BROWN | LOW PLASTICITY, HARD | 57.65 | | | | | | 35 |
| 60.00 | 61.50 | | | | 59.55 | | | | | | 36 |
| | | END OF BORING | | | | | | | | | 37 |



K.S

LB 11

SYMBOLS OF SAMPLER

- THINWALL SAMPLER
- SPLIT-SPOON SAMPLER

- △ DENISON-TYPE SAMPLE
- FOR SAMPLER
- × OTHER SAMPLER

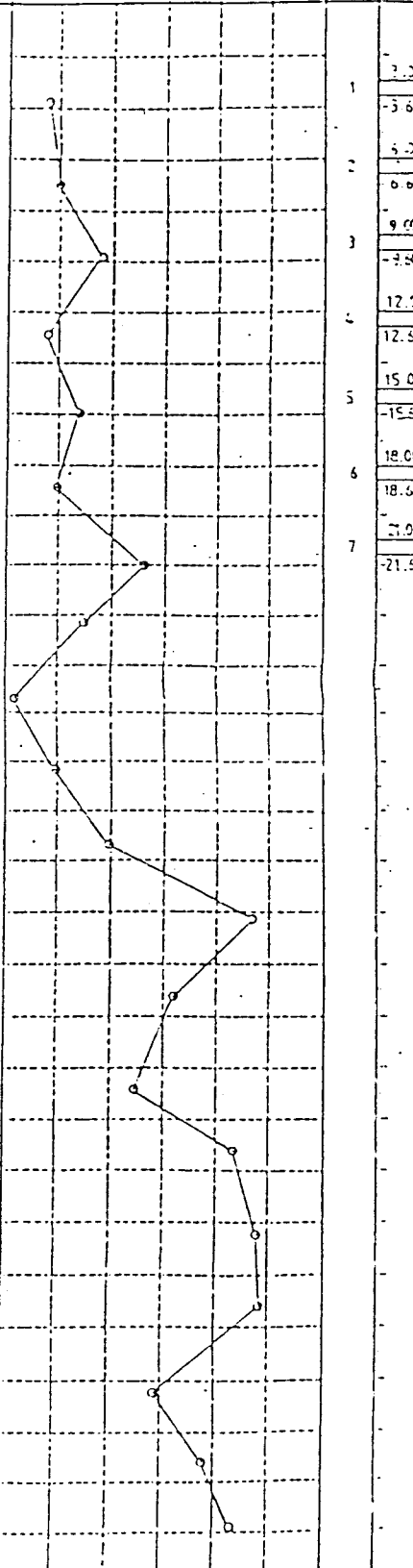
BORING LOG

LAMPURAN 8

OF SURVEY IS LOCALITY BANK INDONESIA GROUND ELEVATION 3.905 m DATE 31-12-1989 - 1-1-1990

NO 202 10 WATER LEVEL 1.50 SURVEYED BY HARYUNADI

| LEVEL DEPTH TION | DEPTH m | SYMBOL | SOIL | | | STANDARD PENETRATION TESTS | | | | | | SOIL SAMPLE | | | | | |
|------------------------|------------|--------|--|-------------------------------------|---|----------------------------|-----------------------------|----------|----------|---------|----|-------------|-----------------|------------|----|-------|-------|
| | | | VISUAL CLASSIFICATION | COLOR | DESCRIPTION | DEPTH m | NO OF BLOWS AT EACH 10cm | | | N VALUE | | | NO OF SAMPLE | DEPTH m | | | |
| | | | | | | | 10 cm | 20 cm | 30 cm | 10 | 20 | 30 | | | 40 | 50 | 60 |
| 1.00 | 0.00 | | SILT | BROWN | UNSATURATED | | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 0.20 | | SILT CLAY | BROWN | UNSATURATED | | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 0.40 | | SAND TO SILT SOME CLAY | RED | TRACE TO MEDIUM GRAINED TRACE FINEST GRAINED SAND REMAINS | 3.60 | | | | | | | | | 1 | 3.20 | |
| 1.00 | 0.60 | | CLAY | BROWN | TRACE OF SAND WOOD REMAINS | 4.05 | | | | | | | | | | 3.60 | |
| 1.00 | 0.80 | | SILT CLAY AND SAND TO SAND SOME CLAY | BROWN | TRACE OF SAND TRACE OF WOOD REMAINS | 7.05 | | | | | | | | | 2 | 0.80 | |
| 1.00 | 1.00 | | SAND | BROWN | VERY FINE TO FINE GRAINED SAND CONTAINING SILT CLAY | 9.60 | | | | | | | | | 3 | 0.80 | |
| 1.00 | 1.20 | | | | | 10.05 | | | | | | | | | | 3.20 | |
| 1.00 | 1.40 | | CLAY | BROWN | TRACE TO SOME FINE MEDIUM GRAINED SAND WOOD REMAINS WET TEST | 13.05 | | | | | | | | | 4 | 12.20 | |
| 1.00 | 1.60 | | SILT CLAY | BROWN | TRACE TO SOME FINE GRAINED SAND | 15.30 | | | | | | | | | | 5 | 15.00 |
| 1.00 | 1.80 | | SILT | BROWN | TRACE CLAY AND WOOD REMAINS | 18.60 | | | | | | | | | | 6 | 18.00 |
| 1.00 | 2.00 | | SAND | DARK GREY | AND TO COARSE GRAINED SANDY SILT | 19.05 | | | | | | | | | | 6 | 18.60 |
| 1.00 | 2.20 | | | | | 21.50 | | | | | | | | | | 7 | 21.00 |
| 1.00 | 2.40 | | | | | 22.05 | | | | | | | | | | | 21.50 |
| 1.00 | 2.60 | | | | | 24.00 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 2.80 | | SILT | BROWN-RED | TRACE TO SOME SILT TRACE FINEST GRAINED SAND | 24.45 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 3.00 | | CLAY | BROWN | TRACE TO SOME SILT TRACE SMALL FRAGMENTS OF WOOD REMAINS VERY FINE | 27.00 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 3.20 | | | | | 27.45 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 3.40 | | SAND | DARK GREY | MEDIUM TO COARSE GRAINED SAND TRACE GRAVEL SATURATED, COMPACT | 29.00 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 3.60 | | | | | 30.45 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 3.80 | | CLAYEY SILT | BROWN | LOW PLASTICITY, SOFT | 33.00 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 4.00 | | SAND | DARK-RED | TRACE TO SOME SILT TRACE FINEST GRAINED SAND | 33.45 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 4.20 | | CLAYEY SILT TO SILTY CLAY | GREENISH RED | TRACE GRAVEL, LOW PLASTICITY MORT, VERY STIFF | 36.00 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 4.40 | | SILT | LIGHT BROWN | SOME SILT, LOW PLASTICITY, HARD | 38.45 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 4.60 | | SILT SAND | GREENISH GREY | NEARLY CEMENTED OCCASIONALLY FRAGILE HARD | 39.20 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 4.80 | | | | | 39.65 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 5.00 | | SAND | DARK BROWN | TRACE TO SOME SILT AND CLAY, DENSE "CLAY" REMAINS | 42.50 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 5.20 | | | | | 42.95 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 5.40 | | SILT SAND | GREENISH GREY | NEARLY CEMENTED OCCASIONALLY "ROBBLE" HARD | 45.00 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 5.60 | | | | | 45.45 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 5.80 | | | | | 48.00 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 6.00 | | SAND | DARK GREY TO GREENISH GREY | TRACE TO COARSE GRAINED SAND TRACE SILT AND CLAY REMAINS | 48.45 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 6.20 | | | | | 51.00 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 6.40 | | | | | 51.45 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 6.60 | | SILT | GREENISH CLAY | "CLAY" HARD | 54.00 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 6.80 | | | | | 54.45 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 7.00 | | CLAY | DARK BROWN | TRACE TO SOME SILT, TRACED PLASTIC MORT HARD | 57.00 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 7.20 | | | | | 57.45 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 7.40 | | | | | 59.55 | | | | | | | | | | | |
| 1.00 | 7.60 | | | | | 60.00 | | | | | | | | | | | |
| | | | END OF BORING | | | | | | | | | | | | | | |



IR 5:

LS 10

- SYMBOLS OF SAMPLER
- THINWALL SAMPLER
 - SPLIT-SPOON SAMPLER
 - (1) DENISON-TYPE SAMPLER
 - (2) FOIL SAMPLER
 - (3) OTHER SAMPLER

BORING LOG

LAMPURAN 9

OF SURVEY & LOCALITY BANK BIDJENETA GROUND ELEVATION 3.395 m. DATE 7-1-1990 - 17-1-1990
 NO. BCR 7 GROUND WATER LEVEL 0.50 m. SURVEYED BY MARYUNADI

| ELEVATION m | DEPTH m | SYMBOL | SOIL | | | DEPTH m | STANDARD PENETRATION TESTS | | | | | SOIL SAMPLES | | | |
|----------------|------------|----------|------------------------------------|-----------------------|--|------------|----------------------------|---------|-------|-------|----|--------------|--------------|------------|-------|
| | | | VISUAL CLASSIFICATION | COLOR | DESCRIPTION | | NO OF BLOWS AT EACH 10cm | N VALUE | | | | | NO OF SAMPLE | DEPTH m | |
| | | | | | | | | 10 cm | 20 cm | 30 cm | 10 | 20 | | | 30 |
| 3.35 | 0.35 | [Symbol] | CLAYEY SILT | BROWN | TRACE TO COARSE SAND, MEDIUM PLASTIC, WET | | | | | | | | | | |
| 3.20 | 1.95 | [Symbol] | CLAY | GREY | SOME WOOD REMAINS HIGH PLASTICITY WET | | | | | | | | | | 3.20 |
| 5.20 | 3.00 | [Symbol] | ORGANIC SILT/CLAY AND PEAT | BLACKISH BROWN | UNTRIGGERED, WET | | | | | | | | | | 3.50 |
| 7.25 | 3.95 | [Symbol] | SILTY CLAY TO CLAYEY SILT | GREENISH BROWN | SOME WOOD REMAINS MEDIUM PLASTIC, WET | | | | | | | | | | 5.20 |
| 8.35 | 5.05 | [Symbol] | SAND AND CLAYEY SILT | BROWNISH BROWN | VERY FINE GRAIN | | | | | | | | | | 6.00 |
| 10.65 | 7.35 | [Symbol] | SAND | GREY | TRACE TO COARSE SILT WOOD REMAINS THIS LAYER ORGANIC SAND AT 8.9 m | | | | | | | | | | 7.35 |
| | | [Symbol] | SAND | DARK GREY | FINE TO COARSE GRAINED POORLY GRADED, COMPACT THIN LENSES OF SILTY SAND AT 15.4-15.6 m DEPTH | | | | | | | | | | 9.00 |
| | | [Symbol] | SAND | DARK GREY | FINE TO COARSE GRAINED POORLY GRADED, COMPACT THIN LENSES OF SILTY SAND AT 15.4-15.6 m DEPTH | | | | | | | | | | 9.60 |
| | | [Symbol] | SAND | DARK GREY | FINE TO COARSE GRAINED POORLY GRADED, COMPACT THIN LENSES OF SILTY SAND AT 15.4-15.6 m DEPTH | | | | | | | | | | 12.00 |
| | | [Symbol] | SAND | DARK GREY | FINE TO COARSE GRAINED POORLY GRADED, COMPACT THIN LENSES OF SILTY SAND AT 15.4-15.6 m DEPTH | | | | | | | | | | 12.30 |
| | | [Symbol] | SAND | DARK GREY | FINE TO COARSE GRAINED POORLY GRADED, COMPACT THIN LENSES OF SILTY SAND AT 15.4-15.6 m DEPTH | | | | | | | | | | 15.40 |
| | | [Symbol] | SAND | DARK GREY | FINE TO COARSE GRAINED POORLY GRADED, COMPACT THIN LENSES OF SILTY SAND AT 15.4-15.6 m DEPTH | | | | | | | | | | 15.85 |
| | | [Symbol] | SAND | DARK GREY | FINE TO COARSE GRAINED POORLY GRADED, COMPACT THIN LENSES OF SILTY SAND AT 15.4-15.6 m DEPTH | | | | | | | | | | 18.55 |
| 20.00 | 9.35 | [Symbol] | SAND | DARK GREY | FINE TO MEDIUM GRAIN POORLY GRADED, COMPACT | | | | | | | | | | 19.00 |
| 21.55 | 11.55 | [Symbol] | SAND | DARK GREY | FINE TO MEDIUM GRAIN POORLY GRADED, COMPACT | | | | | | | | | | 21.55 |
| 22.50 | 12.50 | [Symbol] | SAND | DARK GREY | FINE TO MEDIUM GRAIN POORLY GRADED, COMPACT | | | | | | | | | | 22.00 |
| 23.50 | 13.50 | [Symbol] | SAND | DARK GREY | FINE TO MEDIUM GRAIN POORLY GRADED, COMPACT | | | | | | | | | | 22.55 |
| 24.00 | 14.00 | [Symbol] | SAND | DARK GREY | FINE TO MEDIUM GRAIN POORLY GRADED, COMPACT | | | | | | | | | | 24.00 |
| 25.00 | 15.00 | [Symbol] | SAND | DARK GREY | FINE TO MEDIUM GRAIN POORLY GRADED, COMPACT | | | | | | | | | | 24.55 |
| 25.50 | 15.50 | [Symbol] | SAND & SILT | DARK GREY | SOME CLAY | | | | | | | | | | 27.00 |
| | | [Symbol] | SILT | GREY | SOME CLAY, LOW PLASTIC WET, STIFF | | | | | | | | | | 27.50 |
| | | [Symbol] | SILT | GREY | SOME CLAY, LOW PLASTIC WET, STIFF | | | | | | | | | | 27.95 |
| | | [Symbol] | SILT | GREY | SOME CLAY, LOW PLASTIC WET, STIFF | | | | | | | | | | 30.60 |
| 32.10 | 19.80 | [Symbol] | CLAYEY SILT | GREY | LOW PLASTICITY TRACE WOOD REMAINS VERY STIFF | | | | | | | | | | 31.00 |
| | | [Symbol] | CLAYEY SILT | GREY | LOW PLASTICITY TRACE WOOD REMAINS VERY STIFF | | | | | | | | | | 33.55 |
| 35.20 | 22.90 | [Symbol] | SILTY CLAY | GREY | MEDIUM PLASTIC TRACE SAND, SUBDOMINANT FINE SAND AND WOOD REMAINS | | | | | | | | | | 34.00 |
| 37.50 | 25.20 | [Symbol] | SILT | GREENISH GREY | NEARLY CEMENTED | | | | | | | | | | 36.55 |
| 38.50 | 26.20 | [Symbol] | SILT | GREENISH GREY | NEARLY CEMENTED | | | | | | | | | | 37.00 |
| | | [Symbol] | SILT | GREENISH GREY | NEARLY CEMENTED | | | | | | | | | | 39.55 |
| | | [Symbol] | SILT | GREENISH GREY | NEARLY CEMENTED | | | | | | | | | | 40.00 |
| 42.50 | 29.20 | [Symbol] | SAND | DARK GREY | TRACE FINE SAND GRAVEL, MEDIUM GRAINED PARTLY WEAKLY CEMENTED | | | | | | | | | | 43.00 |
| 45.00 | 31.70 | [Symbol] | SILT | GREENISH GREY | WEAKLY CEMENTED PARTLY FRIABLE HARD | | | | | | | | | | 43.55 |
| 47.00 | 33.70 | [Symbol] | SILT | GREENISH GREY | WEAKLY CEMENTED PARTLY FRIABLE HARD | | | | | | | | | | 46.00 |
| 49.00 | 35.70 | [Symbol] | SILT | GREENISH GREY | WEAKLY CEMENTED PARTLY FRIABLE HARD | | | | | | | | | | 46.45 |
| | | [Symbol] | SILT | GREENISH GREY | WEAKLY CEMENTED PARTLY FRIABLE HARD | | | | | | | | | | 49.00 |
| 52.45 | 39.15 | [Symbol] | ALTERNATING OF SILT AND SANDY SILT | GREENISH GREY TO GREY | FRIABLE, MOIST, HARD | | | | | | | | | | 49.45 |
| | | [Symbol] | CLAY | GREY | SOME SILT IN PLACES HIGH PLASTICITY MOIST, TRACE WOOD REMAINS HARD | | | | | | | | | | 52.00 |
| | | [Symbol] | CLAY | GREY | SOME SILT IN PLACES HIGH PLASTICITY MOIST, TRACE WOOD REMAINS HARD | | | | | | | | | | 52.45 |
| | | [Symbol] | CLAY | GREY | SOME SILT IN PLACES HIGH PLASTICITY MOIST, TRACE WOOD REMAINS HARD | | | | | | | | | | 55.00 |
| | | [Symbol] | CLAY | GREY | SOME SILT IN PLACES HIGH PLASTICITY MOIST, TRACE WOOD REMAINS HARD | | | | | | | | | | 55.45 |
| | | [Symbol] | CLAY | GREY | SOME SILT IN PLACES HIGH PLASTICITY MOIST, TRACE WOOD REMAINS HARD | | | | | | | | | | 58.00 |
| | | [Symbol] | CLAY | GREY | SOME SILT IN PLACES HIGH PLASTICITY MOIST, TRACE WOOD REMAINS HARD | | | | | | | | | | 58.45 |
| 60.00 | 41.65 | [Symbol] | END OF BORING | | | | | | | | | | | | 60.00 |

SYMBOLS OF SAMPLER
 (1) THINWALL SAMPLER
 (2) FOIL SAMPLER
 (3) SPLIT-SPOON SAMPLER
 (4) DEHSHON-TYPE SAMPLER
 (5) OTHER SAMPLER

Lb 7

BORING LOG

LAMPURAN 10

PROJECT LOCALITY BANK INDONESIA SURROUND ELEVATION 70.25 DATE 10-12-1989 11-1-1990

BOR 1

SURROUND WATER LEVEL 1.25

SURVEYED BY MARYUNACI

| DEPTH (m) | SYMBOL | SOIL | | | DEPTH (m) | STANDARD PENETRATION TESTS | | | | | SOIL SAMPLES | |
|-----------|--------|-----------------------|-------|-------------|-----------|----------------------------|---------|----|----|----|--------------|----------------|
| | | VISUAL CLASSIFICATION | COLOR | DESCRIPTION | | NO. OF BLOWS AT EACH 10cm | N VALUE | | | | | NO. OF SAMPLES |
| 10 | 10 | | | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | | |
| 0.00 | | | | | 0.00 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.05 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.10 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.15 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.20 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.25 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.30 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.35 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.40 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.45 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.50 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.55 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.60 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.65 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.70 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.75 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.80 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.85 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.90 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 0.95 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.00 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.05 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.10 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.15 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.20 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.25 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.30 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.35 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.40 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.45 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.50 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.55 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.60 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.65 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.70 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.75 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.80 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.85 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.90 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 1.95 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.00 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.05 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.10 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.15 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.20 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.25 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.30 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.35 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.40 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.45 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.50 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.55 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.60 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.65 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.70 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.75 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.80 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.85 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.90 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 2.95 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.00 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.05 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.10 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.15 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.20 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.25 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.30 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.35 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.40 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.45 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.50 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.55 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.60 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.65 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.70 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.75 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.80 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.85 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.90 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 3.95 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.00 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.05 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.10 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.15 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.20 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.25 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.30 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.35 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.40 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.45 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.50 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.55 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.60 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.65 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.70 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.75 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.80 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.85 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.90 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 4.95 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.00 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.05 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.10 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.15 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.20 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.25 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.30 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.35 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.40 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.45 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.50 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.55 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.60 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.65 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.70 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.75 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.80 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.85 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.90 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 5.95 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 6.00 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 6.05 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 6.10 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 6.15 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 6.20 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 6.25 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 6.30 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 6.35 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 6.40 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 6.45 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 6.50 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 6.55 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 6.60 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 6.65 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 6.70 | | | | | | | 1.20 |
| 0.00 | | | | | 6.75 | | | </ | | | | |

ESIA

HAMRIN - JAKARTA PUSAT

D. ANDIPORAN 11

B.11

| 0-9,60 | 12,00-12,60 | 15,00-15,60 | 18,0-18,60 | 21,0-21,40 | 24,00-24,60 | 27,00-27,60 | 33,65-34,300 |
|----------|-------------------------|-------------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------|--------------|
| 90 | 2,566 | 2,664 | 2,620 | 2,743 | 2,821 | 2,764 | 2,830 |
| 0 | 0,20 | 0,2 | 0,225 | 0 | 0 | — | 0 |
| 0 | 9,50 | 14 | 6 | 38 | 41 | 16 | 42 |
| 7378 | 1,33668 | 1,502 | 1,417 | 1,778 | 1,88364 | 1,82750 | 1,902 |
| 7805 | 0,63434 | 0,900 | 0,787 | 1,281 | | | 1,530 |
| 770,947 | 106,49/0,89 | 56,80/90,78 | 50,03/90,02 | 38,86/93,4 | 34,37/97,2 | 65,93, 3,7 | 29,4 / - |
| (30 m) | 9,94 x 10 ⁻⁵ | (30 m) | 1,46 x 10 ⁻⁴ | (40 m) | 1,11 x 10 ⁻⁴ | | |
| 30-40,0 | 44,6-44,9 | 47,60-47,7 | 47,70-47,8 | 53,7-54,0 | 56,7-57,0 | | |
| 60 | 2,25 | 0,996 | 1,060 | 3,65 | 2,03 | | |
| 36 | 1,770 | 1,708 | 1,733 | 2,072 | 1,737 | | |
| 42 | 1,220 | 1,297 | 1,316 | 1,615 | 1,282 | | |
| 30 | 43,91 | 31,63 | 31,63 | 28,16 | 35,53- | | |

PROJECT : BANK INDONESIA

LOCATION : JL. M.H. THAMRIN - JAKARTA PUSAT

| Boring No. | B.11 | | | | | |
|---|---------------|--------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|-----------------|
| | Depth (meter) | 3,00-3,50 | 6,00-6,60 | 9,00-9,60 | 12,00-12,60 | 15,00-15,60 |
| Specific Gravity, G_s | | 2,638 | 2,492 | 2,590 | 2,566 | 2,664 |
| Cohesion Apparent, c ; kg/cm^2 | | 0,20 | 0,05 | 0,10 | 0,20 | 0,2 |
| Angle of Shearing Resistance, ϕ ; $^\circ$ | | 15 | 9 | 9,00 | 9,50 | 14 |
| Wet Density, γ_{wet} ; gr/cm^3 | | 1,55607 | 1,19807 | 1,47378 | 1,33668 | 1,502 |
| Dry Density, γ_{dry} ; gr/cm^3 | | 0,95509 | 0,460 | 0,77805 | 0,63434 | 0,900 |
| Water Content, w ; % / Sr ; % | | 63,38/0,949 | 163,99/0,96 | 35,17/0,947 | 106,49/0,89 | 56,80/0,90,79 |
| Permeability, K ; cm/sec | | (10 m) $3,27 \times 10^{-7}$ | | (20 m) $9,94 \times 10^{-5}$ | | (30 m) $1,46$ |
| Compression : | | | | | | |
| Settlement ; meter | | 29,60-29,90 | 35,70-35,35 | 39,80-40,0 | 44,6-44,9 | 47,60-47,7 |
| Compressive Strength, Q_u ; kg/cm^2 | | 3,20 | 3,075 | 3,260 | 2,25 | 0,996 |
| Wet Density ; gr/cm^3 | | 1,891 | 1,825 | 1,636 | 1,770 | 1,708 |
| Dry Density ; gr/cm^3 | | 1,337 | 1,369 | 1,142 | 1,230 | 1,297 |
| Water Content ; % | | 41,46 | 33,31 | 42,30 | 43,91 | 31,63 |

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
LABORATORIUM MEKANIKA

| No. | T E S T | Boring No. | 3,00 |
|-----|--|---------------|---|
| | | Depth (meter) | |
| 1. | Specific Gravity, G_s | | 2,638 |
| 2. | Triaxial : Cohesion Apparent, c ; kg/cm^2 Angle of Shearing Resistance, ϕ ; $^\circ$ Wet Density, γ_{wet} ; gr/cm^3 Dry Density, γ_{dry} ; gr/cm^3 Water Content, w ; % / Sr ; % | | 0,20 15 1,558 0,955 63,38/0 |
| 3. | Field Permeability, K ; cm/sec | | (10 m |
| 4. | Unconfined Compression : Depth of Sample ; meter Unconfined Compressive Strength, Q_u ; kg/cm^2 Wet Density, γ_{wet} ; gr/cm^3 Dry Density, γ_{dry} ; gr/cm^3 Water Content, w ; % | | 29,60-29 3,20 1,891 1,337 41,46 |

PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TITIK BOR TUNGGAL DENGAN FORMULA DARI
TOMLINSON UNTUK DATA LABORATORIUM NO BOR 11

1. ELEVASI KEDALAMAN 0 - 4 M (silty clay)

$$\begin{aligned}
 C - \text{soil} \Rightarrow Q_s &= \alpha \bar{C}_u A_s \dots\dots\dots (3.4) \\
 &= 0.45 C_u A_s \\
 &= 0.45 \cdot 0.2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 4 \cdot 100 = 11309.7335 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \emptyset - \text{soil} \Rightarrow \\
 p_o &= \gamma h + (\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) (D - h) \dots\dots\dots (\text{lihat gbr. 3.6}) \\
 p_o (0-4) &= (0.9551 \cdot 1.25) + (1.5661 - 1) \cdot 2.75 = 2.7506 \text{ T/m}^2 \\
 Q_s &= 1/2 k_s p_o \text{tg} \phi A_s \dots\dots\dots (3.6) \\
 &= 0.5 \cdot 0.7 \cdot p_o \text{tg} 15^\circ \cdot 2 \cdot \pi \cdot 0.5 \cdot 4 = 3241.5870 \text{ kg} \\
 Q_{st} &= 11309.7335 + 3241.5870 = \underline{14550.5878 \text{ kg}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{base}} \Rightarrow \\
 Q_b &= A_p (1.3 c N_c + p_o (N_q - 1) + \gamma_p \gamma B N_q) \dots\dots\dots (3.7) \\
 A_p &= [1.3 \cdot 0.5 \cdot 8 + 2.7506 (2.5-1) + 0.3 \cdot 1.981 \cdot \pi \cdot 1 \cdot 0.7] \\
 &= 7912.9476 \text{ kg} \\
 Q_{\text{total}} &= Q_{st} + Q_b = \underline{22463.5354 \text{ kg}} \\
 q_d &= 8972.7141 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2. ELEVASI KEDALAMAN 0 - 8 M

$$\begin{aligned}
 Q_s (0 - 4) &= 14550.4878 \text{ kg} \\
 \\
 \text{Elevasi (4-8) Organic Silty Clay} \\
 C - \text{Soil (4 - 8)} \\
 Q_s &= 0.45 \cdot 0.05 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 100 \cdot 4 = 2827.4334 \text{ kg} \\
 \emptyset - \text{Soil (4 - 8)} \\
 p_o (0 - 8) \Rightarrow p_o &= 2.7056 \text{ T/m}^2 + (1.9810 - 1) \cdot 4 = 6.6296 \text{ T/m}^2 \\
 Q_s &= 0.5 \cdot 0.7 \cdot p_o \cdot \text{tg} 9^\circ \cdot 2 \cdot \pi \cdot 0.5 \cdot 4 = 4618.2532 \text{ kg} \\
 Q_{st} &= 14550.4878 + 2827.4334 + 4618.2532 = \underline{21996.1745 \text{ kg}}
 \end{aligned}$$

3. ELEVASI KEDALAMAN 0 - 12,7 M

$$\begin{aligned}
 Q_s (0 - 8) &= 21996.1745 \text{ kg} \\
 \\
 \text{Elevasi kedalaman (8 - 12,7) Silty Clay} \\
 C - \text{Soil (8 - 12,7)} \\
 Q_s &= 0.45 \cdot 0.15 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 4.7 \cdot 100 = 9966.7027 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Ø - Soil (8 - 12,7)

$$p_o (0 - 12,7) \Rightarrow p_o = 6,6296 + (1,3902 - 1) 4,7 = 8,4635 \text{ T/m}^2$$

$$Q_s = 0,5 \cdot 0,7 \cdot p_o \cdot \text{tg } 9,25^\circ \cdot 2\pi \cdot 0,5 \cdot 4,7 = 7123,2980 \text{ kg}$$

$$Q_{st} = \underline{39086,1752 \text{ kg}}$$

4. ELEVASI KEDALAMAN 0 - 18,9 M

$$Q_s (0 - 12,7) = 39086,1752 \text{ kg}$$

Elevasi kedalaman (12,7 - 18,9) \Rightarrow Silty Sand

C - Soil (12,7 - 18,9)

$$Q_s = 0,45 \cdot 0,212 \cdot 2\pi \cdot 50 \cdot 6,2 \cdot 100 = 18581,8922 \text{ kg}$$

Ø - Soil (12,7 - 18,9)

$$p_o (12,7 - 18,9) \Rightarrow p_o = 8,4635 + (1,4595 - 1) \cdot 6,2 \\ = 11,3124 \text{ T/m}^2$$

$$Q_s = 1/2 \cdot 0,7 \cdot p_o \cdot \text{tg } 10^\circ \cdot 2\pi \cdot 0,5 \cdot 6,2 \\ = 13598,2534 \text{ kg}$$

$$Q_{st} = 39086,1752 + 18581,8922 + 13598,2534 \\ = \underline{71266,3208 \text{ kg}}$$

5. ELEVASI KEDALAMAN 0 - 26,4 M

$$Q_s (0 - 18,9) = 71266,3208 \text{ kg}$$

Elevasi kedalaman (18,9 - 26,4) \Rightarrow Sand

Ø - Soil (18,9 - 26,4)

$$p_o (0 - 18,9) = 11,3124 \text{ T/m}^2$$

$$p_o (0 - 26,4) = 11,3124 + (1,5975 - 1)7,5 = 15,79365 \text{ T/m}^2$$

$$Q_s = 0,5 \cdot 0,7 \cdot p_o \cdot \text{tg } 39,5^\circ \cdot 2\pi \cdot 0,5 \cdot 7,5 \\ = 107365,5084 \text{ kg}$$

$$Q_{st} = 71266,3208 + 107365,5084 = \underline{178631,8292 \text{ kg}}$$

6. ELEVASI KEDALAMAN 0 - 31,9 M

$$Q_s (0 - 26,4) = 178631,8292 \text{ kg}$$

Elevasi kedalaman (26,40 - 31,90) \Rightarrow Clayey Silt

C - Soil (26,4 - 31,90)

$$Q_s = 0,45 \cdot 0,6528 \cdot 2\pi \cdot 50 \cdot 5,5 \cdot 100 = 50758,0842 \text{ kg}$$

Ø - Soil (26,4 - 31,90)

$$p_o (0 - 31,9) = 15,79365 + (1,85925 - 1) 5,5$$

$$= 20,5795 \text{ T/m}^2$$

$$Q_s = 1/2 \cdot 0,7 \cdot p_o \cdot \text{tg } 16^\circ \cdot 2\pi \cdot 0,5 \cdot 5,5$$

$$= 35583,1464 \text{ kg}$$

$$Q_{st} = 178631,8292 + 50758,0842 + 35583,1464$$

$$= \underline{264973,0598 \text{ kg}}$$

7. ELEVASI KEDALAMAN 0 - 35 M

$$Q_s (0 - 31,9) = 264973,0598 \text{ kg}$$

Elevasi kedalaman (31,9 - 35) Sand

Ø - Soil (31,9 - 35)

$$p_o (0 - 35) = 20,5195 + (1,902 - 1) 3,1 = 26,4157 \text{ T/m}^2$$

$$Q_s = 1/2 \cdot 0,7 \cdot 26,4157 \cdot \text{tg } 42^\circ \cdot 2\pi \cdot 0,5 \cdot 3,1$$

$$= 81073,5466 \text{ kg}$$

$$Q_{st} = 264973,0598 + 81073,5466 = \underline{346046,6064 \text{ kg}}$$

8. ELEVASI KEDALAMAN 0 - 37 M

$$Q_s (35 - 37) = 346046,6064 \text{ kg}$$

Elevasi kedalaman (35 - 37) Clay

C - Soil (35 - 37)

$$Q_s = 0,45 \cdot 1,5375 \cdot 2\pi \cdot 50 \cdot 2 \cdot 100 = 43471,7883 \text{ kg}$$

$$Q_{st} = 43471,7883 + 346046,6064 = \underline{389518,3947 \text{ kg}}$$

9. 0 - 41,7

$$Q_s (0 - 37) = 389518,3947 \text{ kg}$$

Elevasi kedalaman (37 - 41,7) Clayey Silt

C - Soil (37 - 41,7)

$$Q_s = 0,45 \cdot 1,0944 \cdot 2\pi \cdot 50 \cdot 4,7 \cdot 100 = 72717,0628 \text{ kg}$$

Ø - Soil (37 - 41,7)

$$p_o (0 - 41,7) = 26,4157 + (1,825 - 1) 2 + (1,636 - 1) 4,7$$

$$= 31,0549 \text{ T/m}^2$$

$$Q_s = 1/2 \cdot 0,7 \cdot 31,0549 \cdot \text{tg } 16^\circ \cdot 2\pi \cdot 0,5 \cdot 4,7$$

$$= 46019,5479 \text{ kg}$$

$$Q_{st} = 508255,0054 \text{ kg}$$

10. ELEVASI KEDALAMAN 0 - 45 M

$$Q_s (0 - 41,7) = 508255,0054$$

Elevasi kedalaman (41,7 - 45) Sand

Ø - Soil (41,7 - 45)

$$p_0 (0 - 45) = 31,0549 + (1,902 - 1) 3,3$$

$$= 34,0315 \text{ T/m}^2$$

$$Q_s = 1/2 \cdot 0,7 \cdot 34,0315 \text{ tg } 42^\circ 2\pi \cdot 0,5 \cdot 3,3$$

$$= 111186,0715 \text{ kg}$$

$$Q_{st} = \underline{619441,0769 \text{ kg}}$$

$$Q_{base} = p_0 = 34,0315 \text{ T/m}^2$$

$$Q_{base} = N_q \cdot p_d \cdot A_b$$

$$= 150 \cdot 34,0315 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot 1^2$$

$$= 4009,2416 \text{ T}$$

$$N_q \cdot p_d = 510,4725 \text{ kg/cm}^2 > 107,639 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_{base} \text{ ut diambil} = 107,639 \text{ kg/cm}^2 \cdot 0,25 \cdot \pi \cdot 100^2$$

$$= 845,395 \text{ T}$$

$$Q_{sum} = Q_{base} + Q_{st}$$

$$= \frac{619,441 + 845,395}{2,5}$$

$$= \underline{\underline{585,934 \text{ ton}}}$$

LAPORAN PERCOBAAN LOAD TEST TEKAN
PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG A, B DAN PODIUM RIKOPERBI TAHAP I
LOKASI : JL. MH. THAMRIN JAKARTA PUSAT
=====

PENDAHULUAN

Berdasarkan Surat Penambahan Load Test Tekan no. 25/453/UL/PkP tanggal 28 Desember 1992, dalam rangka pelaksanaan pekerjaan Pondasi Tiang Bor Beton Gedung A, B dan Podium pada RIKOPERBI Tahap I PT. Waskita Karya diwajibkan melaksanakan percobaan pembebanan terhadap tiang bor yang lokasi tiangnya ditentukan oleh Konsultan Pengawas dan Perencana.

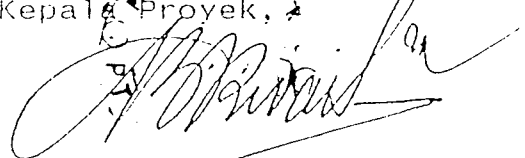
Adapun pelaksanaan percobaan pembebanan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Nomor Bore Pile : 416
- Type Bore Pile : Tekan
- Posisi : D-9
- Beban Maximum : 500 ton (200 %)
- Tanggal Pelaksanaan : 19 S/D 21 Januari 1993
- Prosedur pembebanan mengikuti Prosedur ASTM D. 1143-89

Pembacaan besarnya tekanan yang diterima oleh tiang bore pile tsb. dibaca pada Manometer yang menunjukkan tekanan hydraulic jack, sedangkan penurunan tiang akibat pembebanan dapat dibaca pada Dial Gauge yang dipasang pada keempat penjuru tiang bore, terhadap batang tetap/refferensi beam. Disamping itu untuk lebih telitinya dalam percobaan ini dilakukan pembacaan arah horisontal dengan menggunakan Dial Gauge. Hasil percobaan pembebanan berupa grafik dan pencatatan di lapangan dapat dilihat pada lampiran.

Demikian laporan pelaksanaan ini kami buat dan tak lupa kami menunggu saran dan kritik dari saudara-saudara yang sifatnya membangun.

Jakarta, 21 Januari 1993
Proyek Bank Indonesia
Kepala Proyek,



Ir. B. RIVAI SIREGAR

PERCOBAAN BEBAN TEKAN

NO. BORE PILE = 416

BEBAN -- = 500 TON

ALAT = ENERPAC CLR 10006 , A = 1463,61 CM2 (=227 Sq2)

| BEBAN | | | PEMBACAAN |
|-------|--------|--------|---|
| % | TON | Kg/CM2 | |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0'-2' |
| 25 | 62.50 | 42.70 | A 0'-2'-4'-8'-10'-15'-20'..... MAX 2 JAM |
| 50 | 125.00 | 85.41 | A 0'-2'-4'-8'-10'-15'-20'..... MAX 2 JAM |
| 25 | 62.50 | 42.70 | B 0'-2'-4'-8'-10'-15'-20' |
| 0 | 0.00 | 0.00 | B |
| 50 | 125.00 | 85.41 | A |
| 75 | 187.50 | 128.11 | A |
| 100 | 250.00 | 170.81 | A |
| 75 | 187.50 | 128.11 | B |
| 50 | 125.00 | 85.41 | B |
| 25 | 62.50 | 42.70 | B |
| 0 | 0.00 | 0.00 | B |
| 50 | 125.00 | 85.41 | B |
| 100 | 250.00 | 170.81 | A |
| 125 | 312.50 | 213.51 | A |
| 150 | 375.00 | 256.22 | A |
| 125 | 312.50 | 213.51 | B |
| 100 | 250.00 | 170.81 | B |
| 75 | 187.50 | 128.11 | B |
| 50 | 125.00 | 85.41 | B |
| 25 | 62.50 | 42.70 | B |
| 0 | 0.00 | 0.00 | B |
| 50 | 125.00 | 85.41 | B |
| 100 | 250.00 | 170.81 | B |
| 150 | 375.00 | 256.22 | A |
| 175 | 437.50 | 298.92 | A |
| 200 | 500.00 | 341.62 | C 0'-2'-4'-8'-10'-15'-20'..... MAX 24 JAM |
| 175 | 437.50 | 298.92 | D 0'-2'-4'-8'-10'-15'-20'..... 60 MENIT |
| 150 | 375.00 | 256.22 | D |
| 125 | 312.50 | 213.51 | D |
| 100 | 250.00 | 170.81 | D |
| 75 | 187.50 | 128.11 | D |
| 50 | 125.00 | 85.41 | D |
| 25 | 62.50 | 42.70 | D |
| 0 | 0.00 | 0.00 | C 0'-2'-4'-8'-10'-15'-20'..... MAX 24 JAM |

A : Pembacaan MIN 1 JAM DAN 0,25 MM/JAM
 MAX 2 JAM
 B : Pembacaan 20 MENIT
 C : Pembacaan MIN 12 JAM DAN 0,25 MM/JAM
 MAX 24 JAM
 D : Pembacaan 1 jam

PT. WASKITA KARYA
 Cabang IV JAKARTA

DATA PENGAMATAN LOAD TEST TARIK
 PROYEK : BANK INDONESIA
 BORE PILE NO. : 416
 TANGGAL : 19 S/D 21 JANUARI 1993

| WAKTU (JAM) | BEBAN (TON) | % BEBAN | HASIL PEMBACAAN | | | | RATA RATA | KENAIKAN | KETERANGAN |
|-------------|-------------|---------|-----------------|----------|----------|----------|-----------|----------|------------|
| | | | DIAL 1 | DIAL 2 | DIAL 3 | DIAL 4 | | | |
| 4.30 | 0 | 0 % | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | |
| 4.32 | | | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | |
| 4.40 | 62.50 | 25 % | 0.6850 | 1.4650 | (0.1700) | (0.0650) | 0.4788 | 0.4788 | |
| 4.42 | | | 0.6850 | 1.4650 | (0.1750) | (0.0720) | 0.4758 | 0.4758 | |
| 4.44 | | | 0.6850 | 1.4650 | (0.1750) | (0.0720) | 0.4758 | 0.4758 | |
| 4.48 | | | 0.6850 | 1.4650 | (0.1750) | (0.0720) | 0.4758 | 0.4758 | |
| 4.50 | | | 0.6850 | 1.4650 | (0.1750) | (0.0720) | 0.4758 | 0.4758 | |
| 4.55 | | | 0.6850 | 1.4650 | (0.1750) | (0.0850) | 0.4725 | 0.4725 | KENAIKAN |
| 5.00 | | | 0.6850 | 1.4650 | (0.2300) | (0.1200) | 0.4500 | 0.4500 | 1 JAM = |
| 5.05 | | | 0.6850 | 1.4650 | (0.2350) | (0.1200) | 0.4488 | 0.4488 | |
| 5.10 | | | 0.6850 | 1.4650 | (0.2350) | (0.1200) | 0.4488 | 0.4488 | (0.0699) |
| 5.15 | | | 0.6850 | 1.4650 | (0.2350) | (0.1200) | 0.4488 | 0.4488 | |
| 5.20 | | | 0.6800 | 1.4650 | (0.2350) | (0.1200) | 0.4475 | 0.4475 | |
| 5.25 | | | 0.6500 | 1.4600 | (0.2835) | (0.1200) | 0.4266 | 0.4266 | |
| 5.30 | | | 0.6250 | 1.4650 | (0.2450) | (0.1400) | 0.4338 | 0.4338 | |
| 5.35 | | | 0.6250 | 1.4400 | (0.2450) | (0.1400) | 0.4200 | 0.4200 | |
| 5.30 | | | 0.6200 | 1.4450 | (0.2845) | (0.1450) | 0.4069 | 0.4069 | |
| 5.47 | 125 | 50 % | 3.4400 | 2.9850 | (0.2500) | (0.1450) | 1.5075 | 1.5075 | |
| 5.49 | | | 3.4400 | 2.9850 | (0.2500) | (0.1450) | 1.5075 | 1.5075 | |
| 5.51 | | | 3.4450 | 2.9850 | (0.2550) | (0.1450) | 1.5075 | 1.5075 | |
| 5.55 | | | 3.4450 | 2.9850 | (0.2600) | (0.1450) | 1.5000 | 1.5000 | |
| 5.57 | | | 3.4450 | 2.9850 | (0.2800) | (0.1450) | 1.5013 | 1.5013 | |
| 6.02 | | | 3.4450 | 2.9850 | (0.2880) | (0.1450) | 1.4993 | 1.4993 | KENAIKAN |
| 6.07 | | | 3.4450 | (0.0620) | (0.2800) | (0.1450) | 0.7395 | 0.7395 | 1 JAM = |
| 6.12 | | | 3.4450 | 2.9750 | (0.2800) | (0.1450) | 1.4988 | 1.4988 | |
| 6.17 | | | 3.4850 | 2.9900 | (0.2800) | (0.1450) | 1.5125 | 1.5125 | (0.0600) |
| 6.22 | | | 3.4850 | 2.9900 | (0.2800) | (0.1450) | 1.5125 | 1.5125 | |
| 6.27 | | | 3.4850 | 2.9900 | (0.2800) | (0.1450) | 1.5125 | 1.5125 | |
| 6.32 | | | 3.4850 | 2.9900 | (0.2800) | (0.1450) | 1.5125 | 1.5125 | |
| 6.37 | | | 3.4850 | 2.9900 | (0.2800) | (0.1450) | 1.5125 | 1.5125 | |
| 6.42 | | | 3.4850 | 2.9900 | (0.2800) | (0.1450) | 1.5125 | 1.5125 | |
| 6.47 | | | 3.3850 | 2.9050 | (0.2800) | (0.2300) | 1.4475 | 1.4475 | |
| 6.49 | 62.5 | 25 % | 2.8350 | 2.3600 | (0.2800) | (0.1100) | 1.2013 | 1.2013 | KENAIKAN |
| 6.51 | | | 2.8350 | 2.3600 | (0.2800) | (0.1100) | 1.2013 | 1.2013 | 1 JAM = |
| 6.53 | | | 2.9050 | 2.3250 | (0.2850) | (0.1100) | 1.1838 | 1.1838 | |
| 6.57 | | | 2.8050 | 2.3250 | (0.2850) | (0.1100) | 1.1838 | 1.1838 | 0.0100 |
| 6.59 | | | 2.8100 | 2.3250 | (0.2850) | (0.1100) | 1.1850 | 1.1850 | |
| 7.04 | | | 2.8100 | 2.3250 | (0.2850) | (0.1100) | 1.1850 | 1.1850 | |
| 7.09 | | | 2.8600 | 2.3800 | (0.2850) | (0.1100) | 1.2113 | 1.2113 | |
| 7.14 | 0 | 0 % | 0.5100 | 0.3250 | (0.2850) | (0.1100) | 0.1100 | 0.1100 | KENAIKAN |
| 7.16 | | | 0.4300 | 0.2700 | (0.2850) | (0.1100) | 0.0762 | 0.0762 | 1 JAM = |
| 7.18 | | | 0.3650 | 0.2350 | (0.2850) | (0.1100) | 0.0562 | 0.0562 | |
| 7.22 | | | 0.3300 | 0.1950 | (0.2850) | (0.1100) | 0.0325 | 0.0325 | 0.1012 |
| 7.24 | | | 0.3100 | 0.1750 | (0.2850) | (0.1100) | 0.0225 | 0.0225 | |
| 7.29 | | | 0.3000 | 0.1600 | (0.2850) | (0.1100) | 0.0162 | 0.0162 | |
| 7.34 | | | 0.2600 | 0.1500 | (0.2850) | (0.1100) | 0.0087 | 0.0087 | |

Percoba PT. WASKITA KARYA
Cabang IV JAKARTA

DATA PENGAMATAN LOAD TEST TARIK
PROYEK : BANK INDONESIA
RORF PII F NO.: 416
TANGGAL : 19 S/D 21 JANUARI 1993

| JAM | BERAN (TON) | % BEBAN | HASIL PEMBACAAN | | | | RATA RATA | KENAIKAN | KETERANGAN |
|-------|-------------|---------|-----------------|--------|----------|--------|-----------|----------|------------|
| | | | DIAL 1 | DIAL 2 | DIAL 3 | DIAL 4 | | | |
| 17.47 | 125 | 50 % | 3.5900 | 3.1050 | (0.2800) | 0.0050 | 1.6050 | 1.6050 | KENAIKAN |
| 17.49 | | | 3.5900 | 3.1050 | (0.2800) | 0.0050 | 1.6050 | 1.6050 | 1 JAM = |
| 17.51 | | | 3.5900 | 3.1050 | (0.2800) | 0.0050 | 1.6050 | 1.6050 | |
| 17.55 | | | 3.5900 | 3.1050 | (0.2800) | 0.0050 | 1.6050 | 1.6050 | 0.0075 |
| 17.57 | | | 3.5900 | 3.1050 | (0.2800) | 0.0050 | 1.6050 | 1.6050 | |
| 18.02 | | | 3.5900 | 3.1050 | (0.2850) | 0.0050 | 1.6038 | 1.6038 | |
| 18.07 | | | 3.5900 | 3.1050 | (0.2850) | 0.0050 | 1.6038 | 1.6038 | |
| 18.12 | | | 3.5900 | 3.1050 | (0.2850) | 0.0050 | 1.6038 | 1.6038 | |
| 18.17 | | | 3.5900 | 3.1050 | (0.2850) | 0.0050 | 1.6038 | 1.6038 | |
| 18.22 | | | 3.6000 | 3.1050 | (0.2850) | 0.0050 | 1.6063 | 1.6063 | |
| 18.27 | | | 3.6000 | 3.1050 | (0.2850) | 0.0050 | 1.6063 | 1.6063 | |
| 18.32 | | | 3.6050 | 3.1050 | (0.2850) | 0.0050 | 1.6075 | 1.6075 | |
| 18.37 | | | 3.7100 | 3.1050 | (0.2850) | 0.0050 | 1.6338 | 1.6338 | |
| 18.42 | | | 3.6200 | 3.1050 | (0.2850) | 0.0050 | 1.6113 | 1.6113 | |
| 18.47 | | | 3.6200 | 3.1050 | (0.2800) | 0.0050 | 1.6125 | 1.6125 | |
| 18.52 | 187.5 | 75 % | 4.7650 | 4.2750 | 0.2900 | 0.3150 | 2.4113 | 2.4113 | KENAIKAN |
| 18.54 | | | 4.7800 | 4.2750 | 0.3000 | 0.3150 | 2.4175 | 2.4175 | 1 JAM = |
| 18.56 | | | 4.7850 | 4.2750 | 0.3000 | 0.3150 | 2.4188 | 2.4188 | |
| 19.00 | | | 4.8000 | 4.2850 | 0.3000 | 0.3150 | 2.4250 | 2.4250 | 0.1387 |
| 19.02 | | | 4.8000 | 4.2850 | 0.2900 | 0.3150 | 2.4225 | 2.4225 | |
| 19.07 | | | 4.8200 | 4.2950 | 0.2900 | 0.3150 | 2.4300 | 2.4300 | |
| 19.12 | | | 4.8200 | 4.3050 | 0.2900 | 0.3150 | 2.4325 | 2.4325 | |
| 19.17 | | | 4.8250 | 4.3200 | 0.2900 | 0.3150 | 2.4375 | 2.4375 | |
| 19.22 | | | 4.8250 | 4.3200 | 0.2900 | 0.3150 | 2.4375 | 2.4375 | |
| 19.27 | | | 4.8350 | 4.3250 | 0.2900 | 0.3150 | 2.4413 | 2.4413 | |
| 19.32 | | | 4.8450 | 4.3300 | 0.2900 | 0.3150 | 2.4450 | 2.4450 | |
| 19.37 | | | 4.8450 | 4.3350 | 0.2900 | 0.3150 | 2.4463 | 2.4463 | |
| 19.42 | | | 4.8550 | 4.3350 | 0.2900 | 0.3150 | 2.4488 | 2.4488 | |
| 19.47 | | | 4.8500 | 4.4450 | 0.3700 | 0.4050 | 2.5425 | 2.5425 | |
| 19.52 | | | 4.9650 | 4.4500 | 0.3800 | 0.4050 | 2.5500 | 2.5500 | |
| 19.57 | 250 | 100% | 6.3150 | 5.8100 | 1.3750 | 1.6500 | 3.7875 | 3.7875 | KENAIKAN |
| 19.59 | | | 6.3200 | 5.8350 | 1.3800 | 1.6500 | 3.7963 | 3.7963 | 1 JAM = |
| 20.01 | | | 6.3450 | 5.8600 | 1.3800 | 1.6500 | 3.8088 | 3.8088 | |
| 20.05 | | | 6.3700 | 5.8800 | 1.3800 | 1.6500 | 3.8200 | 3.8200 | 0.1425 |
| 20.07 | | | 6.3800 | 5.8900 | 1.3800 | 1.7050 | 3.8388 | 3.8388 | |
| 20.12 | | | 6.4000 | 5.9050 | 1.4200 | 1.7050 | 3.8575 | 3.8575 | |
| 20.17 | | | 6.4100 | 5.9150 | 1.4250 | 1.7050 | 3.8638 | 3.8638 | |
| 20.22 | | | 6.4150 | 5.9200 | 1.4300 | 1.7150 | 3.8700 | 3.8700 | |
| 20.27 | | | 6.4250 | 5.9350 | 1.4450 | 1.7050 | 3.8775 | 3.8775 | |
| 20.32 | | | 6.4350 | 5.9400 | 1.4600 | 1.7350 | 3.8925 | 3.8925 | |
| 20.37 | | | 6.4450 | 5.9450 | 1.4600 | 1.7350 | 3.8963 | 3.8963 | |
| 20.42 | | | 6.4550 | 5.9600 | 1.4600 | 1.7350 | 3.9025 | 3.9025 | |
| 20.47 | | | 6.4600 | 5.9700 | 1.4600 | 1.7400 | 3.9075 | 3.9075 | |
| 20.52 | | | 6.4650 | 5.9700 | 1.4900 | 1.7650 | 3.9225 | 3.9225 | |
| 20.57 | | | 6.4700 | 5.9800 | 1.5000 | 1.7700 | 3.9300 | 3.9300 | |
| 20.58 | 187.5 | 75 | 6.0200 | 5.5100 | 1.1950 | 1.5150 | 3.5600 | 3.5600 | |
| 21 | | | 6.0200 | 5.5100 | 1.1950 | 1.5150 | 3.5600 | 3.5600 | |
| 21.02 | | | 6.0200 | 5.5100 | 1.1950 | 1.5150 | 3.5600 | 3.5600 | |
| 21.05 | | | 6.0200 | 5.5100 | 1.1950 | 1.5150 | 3.5600 | 3.5600 | |
| 21.09 | | | 6.0200 | 5.5100 | 1.1950 | 1.5150 | 3.5600 | 3.5600 | |
| 21.13 | | | 6.0150 | 5.5100 | 1.1950 | 1.5150 | 3.5588 | 3.5588 | |
| 21.18 | | | 6.0150 | 5.5100 | 1.1950 | 1.5150 | 3.5588 | 3.5588 | |

PT. WASKITA KARYA
 Ling IV JAKARTA

DATA PENGAMATAN LOAD TEST TARIK
 PROYEK : BANK INDONESIA
 RORF PII F NO. : 416
 TANGGAL : 19 S/D 21 JANUARI 1993

| BEBAN (TON) | % BEBAN | HASIL PEMBACAAN | | | | RATA RATA | KENAIKAN | KETERANGAN |
|----------------|------------|-----------------|--------|----------|----------|--------------|----------|------------|
| | | DIAL 1 | DIAL 2 | DIAL 3 | DIAL 4 | | | |
| 125 | 50 | 4.9850 | 4.4150 | 0.3950 | 0.6350 | 2.6075 | 2.6075 | |
| | | 4.9850 | 4.4150 | 0.3950 | 0.6350 | 2.6075 | 2.6075 | |
| | | 4.9800 | 4.4150 | 0.3950 | 0.6350 | 2.6063 | 2.6063 | |
| | | 4.9700 | 4.4100 | 0.3950 | 0.6350 | 2.6025 | 2.6025 | |
| | | 4.9700 | 4.4100 | 0.3950 | 0.6350 | 2.6025 | 2.6025 | |
| | | 4.9650 | 4.4000 | 0.3950 | 0.6350 | 2.5988 | 2.5988 | |
| | | 4.9650 | 4.4000 | 0.3950 | 0.6350 | 2.5988 | 2.5988 | |
| 62.5 | 25 | 3.9250 | 3.3750 | (0.2100) | (0.0550) | 1.7588 | 1.7588 | |
| | | 3.9250 | 3.3750 | (0.2100) | (0.0550) | 1.7588 | 1.7588 | |
| | | 3.9250 | 3.3750 | (0.2100) | (0.0550) | 1.7588 | 1.7588 | |
| | | 3.9250 | 3.3700 | (0.2100) | (0.0550) | 1.7575 | 1.7575 | |
| | | 3.9200 | 3.3700 | (0.2100) | (0.0550) | 1.7563 | 1.7563 | |
| | | 3.9150 | 3.3650 | (0.2100) | (0.0550) | 1.7538 | 1.7538 | |
| | | 3.9100 | 3.3650 | (0.2100) | (0.0550) | 1.7525 | 1.7525 | |
| 0 | 0 | 1.4900 | 2.2300 | (0.2800) | (0.3250) | 0.7788 | 0.7788 | |
| | | 1.3850 | 1.1350 | (0.2800) | (0.3300) | 0.4775 | 0.4775 | |
| | | 1.3350 | 1.0950 | (0.2800) | (0.3300) | 0.4550 | 0.4550 | |
| | | 1.2500 | 1.0200 | (0.2800) | (0.3300) | 0.4175 | 0.4175 | |
| | | 1.2200 | 0.9300 | (0.2800) | (0.3450) | 0.3963 | 0.3963 | |
| | | 1.1550 | 0.9350 | (0.2800) | (0.3500) | 0.3650 | 0.3650 | |
| | | 1.1100 | 0.8900 | (0.2800) | (0.3650) | 0.3388 | 0.3388 | |
| 125 | 50 | 4.5600 | 3.9250 | (0.2600) | (0.2050) | 2.0050 | 2.0050 | |
| | | 4.5550 | 3.9250 | (0.2600) | (0.2050) | 2.0053 | 2.0053 | |
| | | 4.5650 | 3.9250 | (0.2600) | (0.2050) | 2.0063 | 2.0063 | |
| | | 4.5650 | 3.9250 | (0.2600) | (0.2050) | 2.0063 | 2.0063 | |
| | | 4.5650 | 3.9250 | (0.2600) | (0.2050) | 2.0063 | 2.0063 | |
| | | 4.5600 | 3.9250 | (0.2600) | (0.2050) | 2.0050 | 2.0050 | |
| | | 4.5600 | 3.9250 | (0.2600) | (0.2050) | 2.0050 | 2.0050 | |
| 250 | 100 | 6.7350 | 6.1050 | 1.3800 | 1.6550 | 3.9688 | 3.9688 | KENAIKAN |
| | | 6.7400 | 6.1100 | 1.3800 | 1.6600 | 3.9725 | 3.9725 | 1 JAM = |
| | | 6.7500 | 6.1250 | 1.3800 | 1.6800 | 3.9838 | 3.9838 | |
| | | 6.7650 | 6.1350 | 1.3850 | 1.6800 | 3.9913 | 3.9913 | 0.14125 |
| | | 6.7700 | 6.1500 | 1.3850 | 1.6800 | 3.9963 | 3.9963 | |
| | | 6.7900 | 6.1550 | 1.3850 | 1.6800 | 4.0025 | 4.0025 | |
| | | 6.7900 | 6.1550 | 1.3800 | 1.7000 | 4.0063 | 4.0063 | |
| | | 6.7900 | 6.1600 | 1.4000 | 1.7000 | 4.0125 | 4.0125 | |
| | | 6.8100 | 6.1800 | 1.4050 | 1.7000 | 4.0238 | 4.0238 | |
| | | 6.8700 | 6.2500 | 1.4500 | 1.7700 | 4.0975 | 4.0975 | |
| | | 6.8700 | 6.2500 | 1.4750 | 1.7700 | 4.0913 | 4.0913 | |
| | | 6.8800 | 6.2550 | 1.4800 | 1.7900 | 4.1013 | 4.1013 | |
| | | 6.8800 | 6.2550 | 1.4800 | 1.7900 | 4.1013 | 4.1013 | |
| | | 6.8800 | 6.2550 | 1.5000 | 1.8000 | 4.1088 | 4.1088 | |
| | | 6.8800 | 6.2550 | 1.5000 | 1.8050 | 4.1100 | 4.1100 | |
| 312.5 | 125 | 8.1700 | 7.6550 | 2.6250 | 3.0800 | 5.3825 | 5.3825 | |
| | | 8.1950 | 7.6850 | 2.6250 | 3.0800 | 5.3963 | 5.3963 | |
| | | 8.2250 | 7.7100 | 2.6300 | 3.1050 | 5.4175 | 5.4175 | |
| | | 8.2500 | 7.7150 | 2.6700 | 3.1335 | 5.4421 | 5.4421 | |
| | | 8.2700 | 7.7350 | 2.6850 | 3.1600 | 5.4725 | 5.4725 | |

| No | BEBAN (TON) | % BEBAN | HASIL PEMBACAAN | | | | RATA RATA | KENAIKAN | KETERANGAN |
|-----|-------------|---------|-----------------|---------|--------|--------|-----------|----------|------------|
| | | | DIAL 1 | DIAL 2 | DIAL 3 | DIAL 4 | | | |
| 25 | | | 8.2950 | 7.7800 | 2.7100 | 3.1750 | 5.4900 | 5.4900 | KENAIKAN |
| 30 | | | 8.3100 | 7.8000 | 2.7200 | 3.1850 | 5.5038 | 5.5038 | 1 JAM = |
| 35 | | | 8.3350 | 7.8300 | 2.7550 | 3.2200 | 5.5350 | 5.5350 | |
| 40 | | | 8.3500 | 7.8450 | 2.7750 | 3.2400 | 5.5525 | 5.5525 | -0.1825 |
| 45 | | | 8.3700 | 7.8650 | 2.7850 | 3.2550 | 5.5688 | 5.5688 | |
| 50 | | | 8.3700 | 7.8650 | 2.7900 | 3.2550 | 5.5700 | 5.5700 | |
| 55 | | | 8.3800 | 7.8800 | 2.7900 | 3.2550 | 5.5763 | 5.5763 | |
| 60 | | | 8.3950 | 7.8900 | 2.7900 | 3.2550 | 5.5825 | 5.5825 | |
| 65 | | | 8.4000 | 7.8950 | 2.8000 | 3.2800 | 5.5938 | 5.5938 | |
| 70 | | | 8.4100 | 7.9050 | 2.8050 | 3.2800 | 5.6000 | 5.6000 | |
| 77 | 375 | 150 | 9.8850 | 9.5150 | 4.1800 | 4.7700 | 7.0875 | 7.0875 | |
| 79 | | | 9.9450 | 9.5800 | 4.2150 | 4.7850 | 7.1313 | 7.1313 | |
| 81 | | | 9.9750 | 9.6000 | 4.2400 | 4.8350 | 7.1625 | 7.1625 | |
| 85 | | | 10.0450 | 9.6750 | 4.3200 | 4.9050 | 7.2363 | 7.2363 | |
| 87 | | | 10.0650 | 9.6950 | 4.3350 | 4.9200 | 7.2566 | 7.2566 | |
| 89 | | | 10.1000 | 9.7250 | 4.3800 | 4.9550 | 7.2900 | 7.2900 | |
| 97 | | | 10.1400 | 9.7800 | 4.4100 | 4.9750 | 7.3263 | 7.3263 | |
| 102 | | | 10.1700 | 9.8000 | 4.4450 | 5.0050 | 7.3550 | 7.3550 | |
| 107 | | | 10.1900 | 9.8350 | 4.4800 | 5.0400 | 7.3863 | 7.3863 | |
| 109 | | | 10.2200 | 9.8650 | 4.4900 | 5.0400 | 7.4000 | 7.4000 | |
| 117 | | | 10.2350 | 9.8850 | 4.5000 | 5.0600 | 7.4200 | 7.4200 | |
| 120 | | | 10.4000 | 10.0600 | 4.6650 | 5.2350 | 7.5900 | 7.5900 | |
| 127 | | | 10.4350 | 10.1000 | 4.6850 | 5.2600 | 7.6200 | 7.6200 | |
| 132 | | | 10.4550 | 10.1200 | 4.7000 | 5.2750 | 7.6375 | 7.6375 | |
| 137 | | | 10.4900 | 10.1500 | 4.7200 | 5.2900 | 7.6625 | 7.6625 | |
| 142 | | | 10.5000 | 10.1650 | 4.7400 | 5.2900 | 7.6738 | 7.6738 | |
| 147 | | | 10.5100 | 10.1700 | 4.7600 | 5.2900 | 7.6825 | 7.6825 | |
| 152 | | | 10.5300 | 10.2000 | 4.7700 | 5.3100 | 7.7025 | 7.7025 | |
| 157 | | | 10.5400 | 10.2100 | 4.7700 | 5.3350 | 7.7138 | 7.7138 | |
| 162 | | | 10.5600 | 10.2300 | 4.8000 | 5.3350 | 7.7313 | 7.7313 | |
| 167 | | | 10.5650 | 10.2400 | 4.8000 | 5.3400 | 7.7363 | 7.7363 | KENAIKAN |
| 172 | | | 10.5800 | 10.2500 | 4.8000 | 5.3800 | 7.7525 | 7.7525 | 1 JAM = |
| 177 | | | 10.5900 | 10.2700 | 4.8500 | 5.3800 | 7.7725 | 7.7725 | |
| 182 | | | 10.6050 | 10.2750 | 4.8500 | 5.4200 | 7.7875 | 7.7875 | 0.17 |
| 187 | | | 10.6100 | 10.2850 | 4.8700 | 5.4500 | 7.8038 | 7.8038 | |
| 192 | | | 10.6200 | 10.3000 | 4.8800 | 5.4500 | 7.8125 | 7.8125 | |
| 197 | | | 10.6300 | 10.3700 | 4.8800 | 5.4500 | 7.8325 | 7.8325 | |
| 200 | 312.5 | 125 | 10.1950 | 9.8500 | 4.5650 | 5.1650 | 7.4438 | 7.4438 | |
| 202 | | | 10.1950 | 9.8500 | 4.5650 | 5.1650 | 7.4438 | 7.4438 | |
| 203 | | | 10.1950 | 9.8500 | 4.5650 | 5.1650 | 7.4438 | 7.4438 | |
| 206 | | | 10.1950 | 9.8500 | 4.5650 | 5.1650 | 7.4438 | 7.4438 | |
| 209 | | | 10.1950 | 9.8500 | 4.5650 | 5.1650 | 7.4438 | 7.4438 | |
| 215 | | | 10.1950 | 9.8500 | 4.5650 | 5.1650 | 7.4438 | 7.4438 | |
| 219 | | | 10.1950 | 9.8500 | 4.5650 | 5.1650 | 7.4438 | 7.4438 | |
| 221 | 250 | 100 | 9.4000 | 8.9050 | 3.8300 | 4.3750 | 6.6525 | 6.6525 | |
| 223 | | | 9.3900 | 8.9950 | 3.8300 | 4.3750 | 6.6475 | 6.6475 | |
| 225 | | | 9.3850 | 8.9900 | 3.8300 | 4.3750 | 6.6450 | 6.6450 | |
| 229 | | | 9.3800 | 8.9800 | 3.8250 | 4.3750 | 6.6400 | 6.6400 | |
| 231 | | | 9.3900 | 8.9900 | 3.8250 | 4.3750 | 6.6400 | 6.6400 | |
| 233 | | | 9.3750 | 8.9800 | 3.8250 | 4.3750 | 6.6388 | 6.6388 | |
| 237 | | | 9.3700 | 8.9750 | 3.8250 | 4.3750 | 6.6363 | 6.6363 | |

PT. WASKITA KARYA
Cabang IV JAKARTA

DATA PENGAMATAN LOAD TEST TARIK
PROYEK : BANK INDONESIA
RORF PII F NO.: 416
TANGGAL : 19 S/D 21 JANUARI 1990

| JAM | BEBAN (TON) | % BEBAN | HASIL PEMBACAAN | | | | RATA RATA | KENAIKAN | KETERANGAN |
|------|-------------|---------|-----------------|--------|----------|----------|-----------|----------|------------|
| | | | DIAL 1 | DIAL 2 | DIAL 3 | DIAL 4 | | | |
| 4.03 | 187.5 | 75 | 8.3800 | 7.8850 | 2.9500 | 3.3800 | 5.6488 | 5.6488 | |
| 05 | | | 8.3700 | 7.8750 | 2.9400 | 3.3700 | 5.6388 | 5.6388 | |
| 07 | | | 8.3700 | 7.8700 | 2.9400 | 3.3700 | 5.6375 | 5.6375 | |
| 11 | | | 8.3550 | 7.8600 | 2.9400 | 3.3700 | 5.6313 | 5.6313 | |
| 13 | | | 8.3550 | 7.8600 | 2.9400 | 3.3700 | 5.6313 | 5.6313 | |
| 18 | | | 8.3550 | 7.8550 | 2.9400 | 3.3700 | 5.6300 | 5.6300 | |
| 4.23 | | | 8.3400 | 7.8450 | 2.9400 | 3.3700 | 5.6238 | 5.6238 | |
| 4.24 | 125 | 50 | 7.3750 | 6.8150 | 2.1600 | 2.4850 | 4.7088 | 4.7088 | |
| 25 | | | 7.3550 | 6.8150 | 2.1600 | 2.4850 | 4.7053 | 4.7053 | |
| 28 | | | 7.3600 | 6.8150 | 2.1600 | 2.4800 | 4.7038 | 4.7038 | |
| 32 | | | 7.3600 | 6.8150 | 2.1600 | 2.4800 | 4.7038 | 4.7038 | |
| 34 | | | 7.3500 | 6.8050 | 2.1600 | 2.4800 | 4.6988 | 4.6988 | |
| 39 | | | 7.3450 | 6.7950 | 2.1550 | 2.4750 | 4.6925 | 4.6925 | |
| 4.44 | | | 7.3400 | 6.7950 | 2.1550 | 2.4750 | 4.6913 | 4.6913 | |
| 4.45 | 6250 | 25 | 5.9000 | 5.4150 | 1.1700 | 1.4150 | 3.4750 | 3.4750 | |
| 47 | | | 5.8850 | 5.4000 | 1.1700 | 1.4150 | 3.4675 | 3.4675 | |
| 49 | | | 5.8800 | 5.3950 | 1.1650 | 1.4050 | 3.4613 | 3.4613 | |
| 53 | | | 5.8700 | 5.3900 | 1.1650 | 1.4050 | 3.4575 | 3.4575 | |
| 55 | | | 5.8650 | 5.3850 | 1.1650 | 1.4050 | 3.4550 | 3.4550 | |
| 59 | | | 5.8600 | 5.3750 | 1.1650 | 1.4050 | 3.4513 | 3.4513 | |
| 05 | | | 5.8500 | 5.3650 | 1.1650 | 1.3900 | 3.4425 | 3.4425 | |
| 07 | 0 | 0 | 4.2500 | 3.0100 | (0.2200) | (0.1250) | 1.7288 | 1.7288 | |
| 09 | | | 4.1150 | 2.8800 | (0.2300) | (0.1450) | 1.6550 | 1.6550 | |
| 11 | | | 4.0350 | 2.8150 | (0.2300) | (0.1450) | 1.6187 | 1.6187 | |
| 15 | | | 3.9200 | 2.7050 | (0.2350) | (0.1700) | 1.5550 | 1.5550 | |
| 17 | | | 3.8550 | 2.6500 | (0.2500) | (0.1850) | 1.5200 | 1.5200 | |
| 22 | | | 3.7750 | 2.5800 | (0.2550) | (0.2100) | 1.4725 | 1.4725 | |
| 27 | | | 3.7000 | 2.5150 | (0.2600) | (0.2300) | 1.4313 | 1.4313 | |
| 3.4 | 12.5 | 50 | 4.0300 | 2.6900 | 1.5300 | 0.7100 | 2.2400 | 2.2400 | |
| 36 | | | 4.0300 | 2.6900 | 1.5200 | 0.7100 | 2.2375 | 2.2375 | |
| 38 | | | 4.0300 | 2.6900 | 1.5200 | 0.7100 | 2.2375 | 2.2375 | |
| 42 | | | 4.0300 | 2.6900 | 1.5200 | 0.6950 | 2.2338 | 2.2338 | |
| 44 | | | 4.0300 | 2.6900 | 1.5100 | 0.6950 | 2.2313 | 2.2313 | |
| 49 | | | 4.0300 | 2.6900 | 1.4950 | 0.6900 | 2.2263 | 2.2263 | |
| 5.4 | | | 4.0300 | 2.6900 | 1.4950 | 0.6900 | 2.2263 | 2.2263 | |
| 3.8 | 250 | 100 | 7.5050 | 5.9350 | 2.3450 | 2.7050 | 4.6225 | 4.6225 | |
| 10 | | | 7.5150 | 5.9450 | 2.3500 | 2.7050 | 4.6288 | 4.6288 | |
| 12 | | | 7.5150 | 5.9450 | 2.3500 | 2.7050 | 4.6288 | 4.6288 | |
| 16 | | | 7.5250 | 5.9450 | 2.3500 | 2.7050 | 4.6313 | 4.6313 | |
| 18 | | | 7.5300 | 5.9500 | 2.3500 | 2.7050 | 4.6338 | 4.6338 | |
| 23 | | | 7.5300 | 5.9500 | 2.3500 | 2.7050 | 4.6338 | 4.6338 | |
| 3.3 | 250 | 100 | 7.5350 | 5.9500 | 2.3500 | 2.7050 | 4.6375 | 4.6375 | |
| 12 | 375 | 150 | 10.3150 | 8.8550 | 4.0350 | 4.5250 | 6.9350 | 6.9350 | |
| 4 | | | 10.3350 | 8.8850 | 4.0400 | 4.5250 | 6.9463 | 6.9463 | |
| 5 | | | 10.3500 | 8.9000 | 4.0450 | 4.5450 | 6.9600 | 6.9600 | |
| 6 | | | 10.3550 | 8.9100 | 4.0450 | 4.5450 | 6.9663 | 6.9663 | |
| 7 | | | 10.3600 | 8.9200 | 4.0500 | 4.5450 | 6.9708 | 6.9708 | |
| 7 | | | 10.3900 | 8.9400 | 4.0500 | 4.5450 | 6.9813 | 6.9813 | |

DATA PEMBUNYATAN LOAD TEST TARIK
 PROYEK : BANK INDONESIA
 BORF PII F NO.: 416
 TANGGAL : 19 S/D 21 JANUARI 1993

| JAM | BEBAN (TON) | % BEBAN | HASIL PEMBACAAN | | | | RATA RATA | KENAIKAN | KETERANGAN |
|-------|-------------|---------|-----------------|---------|--------|--------|-----------|----------|------------|
| | | | DIAL 1 | DIAL 2 | DIAL 3 | DIAL 4 | | | |
| 7.02 | | | 10.4000 | 8.9550 | 4.0500 | 4.5450 | 6.9875 | 6.9875 | |
| 07 | | | 10.3150 | 8.9600 | 4.1050 | 4.5450 | 6.9813 | 6.9813 | KENAIKAN |
| 12 | | | 10.4200 | 8.9700 | 4.1050 | 4.6100 | 7.0263 | 7.0263 | 1 JAM = |
| 17 | | | 10.4300 | 8.9750 | 4.1050 | 4.6100 | 7.0300 | 7.0300 | |
| 22 | | | 10.4400 | 8.9850 | 4.1100 | 4.6100 | 7.0363 | 7.0363 | -0.1625 |
| 27 | | | 10.4400 | 8.9850 | 4.1100 | 4.6100 | 7.0363 | 7.0363 | |
| 32 | | | 10.5700 | 9.1200 | 4.2200 | 4.7450 | 7.1638 | 7.1638 | |
| 37 | | | 10.5750 | 9.1250 | 4.2200 | 4.7450 | 7.1663 | 7.1663 | |
| 42 | | | 10.5850 | 9.1400 | 4.2200 | 4.7450 | 7.1725 | 7.1725 | |
| 7.43 | 437.5 | 175 | 10.7300 | 9.2650 | 5.3900 | 5.9150 | 7.8300 | 7.8300 | |
| 45 | | | 10.7450 | 9.3000 | 5.3900 | 5.9250 | 7.8400 | 7.8400 | |
| 47 | | | 10.7500 | 9.3050 | 5.4050 | 5.9250 | 7.8463 | 7.8463 | |
| 51 | | | 10.7600 | 9.3150 | 5.4050 | 5.9250 | 7.8513 | 7.8513 | |
| 53 | | | 10.7700 | 9.3250 | 5.4200 | 5.9350 | 7.8625 | 7.8625 | |
| 56 | | | 10.7750 | 9.3300 | 5.4200 | 5.9650 | 7.8725 | 7.8725 | |
| 8.03 | | | 10.7850 | 9.3350 | 5.4450 | 5.9650 | 7.8825 | 7.8825 | KENAIKAN |
| 8.08 | | | 10.8050 | 9.3500 | 5.4400 | 5.9650 | 7.8900 | 7.8900 | 1 JAM = |
| 8.13 | | | 10.8100 | 9.3650 | 5.4400 | 5.9650 | 7.8950 | 7.8950 | |
| 8.18 | | | 10.8200 | 9.3700 | 5.4400 | 5.9650 | 7.8988 | 7.8988 | 0.1175 |
| 8.23 | | | 10.8200 | 9.3700 | 5.4400 | 5.9900 | 7.9005 | 7.9005 | |
| 8.28 | | | 10.8350 | 9.3850 | 5.4470 | 5.9900 | 7.9143 | 7.9143 | |
| 8.33 | | | 10.8400 | 9.3850 | 5.4900 | 6.0150 | 7.9325 | 7.9325 | |
| 8.38 | | | 10.8450 | 9.3900 | 5.5200 | 6.0350 | 7.9475 | 7.9475 | |
| 8.43 | | | 10.8450 | 9.3900 | 5.5200 | 6.0350 | 7.9475 | 7.9475 | |
| 8.03 | 500 | 200% | 13.4250 | 12.2200 | 7.0700 | 7.7600 | 10.1188 | 10.1188 | |
| 8.05 | | | 13.5200 | 12.3200 | 7.1500 | 7.8400 | 10.2075 | 10.2075 | |
| 8.07 | | | 13.6300 | 12.4300 | 7.2500 | 7.9450 | 10.3138 | 10.3138 | |
| 8.11 | | | 13.7250 | 12.5200 | 7.3300 | 8.0150 | 10.3975 | 10.3975 | |
| 8.13 | | | 13.7500 | 12.5500 | 7.3600 | 8.0500 | 10.4275 | 10.4275 | |
| 8.18 | | | 13.8450 | 12.6500 | 7.4600 | 8.1350 | 10.5225 | 10.5225 | |
| 8.23 | | | 13.8950 | 12.7100 | 7.5250 | 8.1750 | 10.5763 | 10.5763 | |
| 8.28 | | | 13.9800 | 12.7900 | 7.6750 | 8.3350 | 10.6950 | 10.6950 | |
| 8.33 | | | 14.0000 | 12.8050 | 7.6950 | 8.3600 | 10.7150 | 10.7150 | |
| 8.38 | | | 14.0450 | 12.8970 | 7.7300 | 8.3800 | 10.7405 | 10.7405 | |
| 8.43 | | | 14.0750 | 12.9000 | 7.7800 | 8.4250 | 10.7950 | 10.7950 | |
| 8.48 | | | 14.1150 | 12.9300 | 7.7900 | 8.4400 | 10.8188 | 10.8188 | |
| 8.53 | | | 14.1450 | 12.9700 | 7.8250 | 8.4750 | 10.8538 | 10.8538 | |
| 8.58 | | | 14.1800 | 13.0000 | 7.8300 | 8.4850 | 10.8738 | 10.8738 | |
| 9.03 | | | 14.2050 | 13.0150 | 7.8950 | 8.5550 | 10.9200 | 10.9200 | ✓ |
| 9.08 | | | 14.2250 | 13.0400 | 7.9250 | 8.5900 | 10.9450 | 10.9450 | |
| 9.13 | | | 14.2550 | 13.0650 | 7.9250 | 8.5900 | 10.9588 | 10.9588 | |
| 9.18 | | | 14.2750 | 13.0800 | 7.9250 | 8.5900 | 10.9675 | 10.9675 | |
| 9.23 | | | 14.2950 | 13.1050 | 7.9250 | 8.5900 | 10.9788 | 10.9788 | |
| 9.28 | | | 14.3050 | 13.1100 | 7.9650 | 8.6400 | 11.0050 | 11.0050 | |
| 9.33 | | | 14.3200 | 13.1350 | 8.0250 | 8.6950 | 11.0438 | 11.0438 | |
| 9.38 | | | 14.3400 | 13.1550 | 8.0250 | 8.6950 | 11.0538 | 11.0538 | |
| 9.43 | | | 14.3600 | 13.1750 | 8.0650 | 8.7400 | 11.0950 | 11.0950 | |
| 9.48 | | | 14.3750 | 13.1850 | 8.0650 | 8.7400 | 11.0913 | 11.0913 | |
| 9.53 | | | 14.3800 | 13.2000 | 8.0650 | 8.7400 | 11.0963 | 11.0963 | |
| 9.58 | | | 14.4450 | 13.2550 | 8.1000 | 8.7500 | 11.1375 | 11.1375 | |
| 10.03 | | | 14.4500 | 13.2700 | 8.1200 | 8.7900 | 11.1575 | 11.1575 | ✓ |
| 10.08 | | | 14.5000 | 13.3250 | 8.1750 | 8.8300 | 11.2075 | 11.2075 | |

| No | BEBAN (TON) | % BEBAN | HASIL PEMBACAAN | | | | RATA RATA | KENAIKAN | KETERANGAN |
|----|-------------|---------|-----------------|---------|--------|--------|-----------|----------|------------|
| | | | DIAL 1 | DIAL 2 | DIAL 3 | DIAL 4 | | | |
| 03 | | | 14.6100 | 13.4450 | 8.2850 | 8.9250 | 11.3163 | 11.3163 | ✓ |
| 20 | | | 14.6450 | 13.4650 | 8.3100 | 8.9650 | 11.3463 | 11.3463 | |
| 41 | | | 14.6750 | 13.4920 | 8.3720 | 9.0200 | 11.3898 | 11.3898 | |
| 03 | | | 14.7250 | 13.5350 | 8.3950 | 9.0500 | 11.4263 | 11.4263 | ✓ |
| 20 | | | 14.7550 | 13.5650 | 8.4150 | 9.0700 | 11.4513 | 11.4513 | |
| 43 | | | 14.7750 | 13.5910 | 8.4350 | 9.0900 | 11.4728 | 11.4728 | KENAIKAN |
| 03 | | | 14.7950 | 13.6100 | 8.4600 | 9.1150 | 11.4950 | 11.4950 | 1 JAM = |
| 23 | | | 14.8200 | 13.6400 | 8.4600 | 9.1150 | 11.5088 | 11.5088 | |
| 43 | | | 14.8600 | 13.6650 | 8.5200 | 9.1850 | 11.5575 | 11.5575 | 0.0350 |
| 03 | | | 14.8850 | 13.6950 | 8.5400 | 9.1950 | 11.5788 | 11.5788 | ✓ |
| 33 | | | 14.8900 | 13.7150 | 8.5600 | 9.2550 | 11.6100 | 11.6100 | |
| 03 | | | 14.9000 | 13.7150 | 8.5800 | 9.2550 | 11.6125 | 11.6125 | ✓ |
| 33 | | | 14.9150 | 13.7400 | 8.5800 | 9.2550 | 11.6225 | 11.6225 | |
| 43 | | | 14.9150 | 13.7550 | 8.5850 | 9.2550 | 11.6275 | 11.6275 | ✓ |
| 13 | | | 14.9150 | 13.7650 | 8.5850 | 9.2550 | 11.6300 | 11.6300 | |
| 03 | | | 14.9250 | 13.7900 | 8.6150 | 9.2550 | 11.6463 | 11.6463 | ✓ |
| 33 | | | 14.9350 | 13.7900 | 8.6200 | 9.2550 | 11.6500 | 11.6500 | |
| 03 | | | 14.9500 | 13.8000 | 8.6600 | 9.3200 | 11.6825 | 11.6825 | ✓ |
| 23 | | | 14.9600 | 13.8050 | 8.6700 | 9.3200 | 11.6888 | 11.6888 | |
| 13 | | | 14.9650 | 13.8100 | 8.6700 | 9.3200 | 11.6913 | 11.6913 | ✓ |
| 03 | | | 14.9800 | 13.8400 | 8.6850 | 9.3350 | 11.7100 | 11.7100 | |
| 13 | | | 14.9900 | 13.8500 | 8.7200 | 9.3450 | 11.7263 | 11.7263 | ✓ |
| 5 | 437.5 | 175% | 15.0400 | 13.9050 | 8.7600 | 9.3850 | 11.7725 | 11.7725 | PENURUNAN/ |
| 17 | | | 15.0400 | 13.9050 | 8.7600 | 9.3850 | 11.7725 | 11.7725 | 1 JAM = |
| 23 | | | 15.0400 | 13.9050 | 8.7600 | 9.3850 | 11.7725 | 11.7725 | 0.0099 |
| 13 | | | 15.0400 | 13.9050 | 8.7600 | 9.3850 | 11.7725 | 11.7725 | |
| 5 | | | 15.0400 | 13.9050 | 8.7600 | 9.3850 | 11.7725 | 11.7725 | |
| 20 | | | 15.0400 | 13.9050 | 8.7600 | 9.3850 | 11.7725 | 11.7725 | |
| 5 | | | 15.0400 | 13.9050 | 8.7600 | 9.3850 | 11.7725 | 11.7725 | |
| 20 | | | 15.0400 | 13.9050 | 8.7650 | 9.3950 | 11.7738 | 11.7738 | |
| 5 | | | 15.0400 | 13.9050 | 8.7650 | 9.3850 | 11.7738 | 11.7738 | |
| 40 | | | 15.0400 | 13.9050 | 8.7650 | 9.3850 | 11.7738 | 11.7738 | |
| 15 | | | 15.0400 | 13.9050 | 8.7650 | 9.3850 | 11.7738 | 11.7738 | |
| 30 | | | 15.0400 | 13.9100 | 8.7750 | 9.3850 | 11.7775 | 11.7775 | |
| 15 | | | 15.0500 | 13.9100 | 8.7800 | 9.3850 | 11.7813 | 11.7813 | |
| 20 | | | 15.0500 | 13.9100 | 8.7800 | 9.3850 | 11.7813 | 11.7813 | |
| 5 | | | 15.0500 | 13.9100 | 8.7800 | 9.3850 | 11.7813 | 11.7813 | |
| 17 | 375 | 150 % | 14.7100 | 13.5400 | 8.5100 | 9.1850 | 11.4863 | 11.4863 | PENURUNAN/ |
| 10 | | | 14.7100 | 13.5400 | 8.5100 | 9.1850 | 11.4863 | 11.4863 | 1 JAM = |
| 11 | | | 14.7000 | 13.5300 | 8.5100 | 9.1850 | 11.4813 | 11.4813 | |
| 5 | | | 14.7000 | 13.5200 | 8.5100 | 9.1850 | 11.4768 | 11.4768 | 0.0275 |
| 17 | | | 14.7000 | 13.5200 | 8.5100 | 9.1850 | 11.4788 | 11.4788 | |
| 21 | | | 14.6900 | 13.5100 | 8.5100 | 9.1850 | 11.4738 | 11.4738 | |
| 17 | | | 14.6900 | 13.5100 | 8.5100 | 9.1850 | 11.4738 | 11.4738 | |
| 21 | | | 14.6900 | 13.5100 | 8.5000 | 9.1850 | 11.4713 | 11.4713 | |
| 17 | | | 14.6900 | 13.5100 | 8.5000 | 9.1850 | 11.4713 | 11.4713 | |
| 21 | | | 14.6850 | 13.5100 | 8.4950 | 9.1550 | 11.4613 | 11.4613 | |
| 17 | | | 14.6850 | 13.5100 | 8.4950 | 9.1550 | 11.4613 | 11.4613 | |
| 21 | | | 14.6800 | 13.5100 | 8.4950 | 9.1550 | 11.4600 | 11.4600 | |
| 17 | | | 14.6800 | 13.5050 | 8.4950 | 9.1550 | 11.4588 | 11.4588 | |
| 21 | | | 14.6800 | 13.5050 | 8.4950 | 9.1550 | 11.4588 | 11.4588 | |
| 17 | | | 14.6800 | 13.5050 | 8.4950 | 9.1550 | 11.4588 | 11.4588 | |

Persero PT. WASKITA KARYA
Cabang IV JAKARTA

DATA PENGAMATAN LOAD TEST TARIK
PROYEK : BANK INDONESIA
BORE PILE NO.: 416
TANGGAL : 19 S/D 21 JANUARI 1993

| JAM | BEBAN (TON) | % BEBAN | HASIL PEMBACAAN | | | | RATA RATA | KENAIKAN |
|-------|-------------|---------|-----------------|---------|--------|--------|-----------|----------|
| | | | DIAL 1 | DIAL 2 | DIAL 3 | DIAL 4 | | |
| 23.09 | 312.5 | 125% | 13.8100 | 12.6000 | 7.6850 | 8.2950 | 10.5975 | 10.5975 |
| 23.11 | | | 13.8000 | 12.5950 | 7.6850 | 8.2950 | 10.5938 | 10.5938 |
| 23.13 | | | 13.7900 | 12.5850 | 7.6850 | 8.2900 | 10.5875 | 10.5875 |
| 23.17 | | | 13.7850 | 12.5800 | 7.6800 | 8.2850 | 10.5825 | 10.5825 |
| 23.19 | | | 13.7850 | 12.5800 | 7.6800 | 8.2850 | 10.5825 | 10.5825 |
| 23.24 | | | 13.7850 | 12.5800 | 7.6800 | 8.2850 | 10.5825 | 10.5825 |
| 23.29 | | | 13.7800 | 12.5800 | 7.6800 | 8.2800 | 10.5800 | 10.5800 |
| 23.34 | | | 13.7750 | 12.5800 | 7.6800 | 8.2800 | 10.5788 | 10.5788 |
| 23.39 | | | 13.7700 | 12.5700 | 7.6800 | 8.2700 | 10.5725 | 10.5725 |
| 23.44 | | | 13.7600 | 12.5600 | 7.6800 | 8.2700 | 10.5675 | 10.5675 |
| 23.49 | | | 13.7600 | 12.5600 | 7.6800 | 8.2700 | 10.5675 | 10.5675 |
| 23.54 | | | 13.7600 | 12.5600 | 7.6800 | 8.2700 | 10.5675 | 10.5675 |
| 23.59 | | | 13.7600 | 12.5550 | 7.6700 | 8.2700 | 10.5638 | 10.5638 |
| 24.04 | | | 13.7600 | 12.5500 | 7.6650 | 8.2700 | 10.5613 | 10.5613 |
| 24.09 | | | 13.7600 | 12.5500 | 7.6650 | 8.2650 | 10.5600 | 10.5600 |
| 24.11 | 250 | 100% | 12.8100 | 11.5500 | 6.7950 | 7.3200 | 9.6188 | 9.6188 |
| 24.13 | | | 12.8000 | 11.5400 | 6.7950 | 7.3200 | 9.6138 | 9.6138 |
| 24.15 | | | 12.7900 | 11.5350 | 6.7950 | 7.3200 | 9.6100 | 9.6100 |
| 24.19 | | | 12.7850 | 11.5250 | 6.7800 | 7.3000 | 9.5975 | 9.5975 |
| 24.21 | | | 12.7850 | 11.5250 | 6.7800 | 7.3000 | 9.5975 | 9.5975 |
| 24.26 | | | 12.7750 | 11.5150 | 6.7800 | 7.2950 | 9.5913 | 9.5913 |
| 24.31 | | | 12.7700 | 11.5150 | 6.7800 | 7.2950 | 9.5900 | 9.5900 |
| 24.36 | | | 12.7600 | 11.5100 | 6.7800 | 7.2900 | 9.5850 | 9.5850 |
| 24.41 | | | 12.7600 | 11.5050 | 6.7800 | 7.2950 | 9.5825 | 9.5825 |
| 24.46 | | | 12.7600 | 11.5000 | 6.7750 | 7.2800 | 9.5788 | 9.5788 |
| 24.51 | | | 12.7500 | 11.5000 | 6.7750 | 7.2800 | 9.5763 | 9.5763 |
| 24.56 | | | 12.7450 | 11.4900 | 6.7650 | 7.2750 | 9.5688 | 9.5688 |
| 1.01 | | | 13.0500 | 11.4800 | 6.7650 | 7.2750 | 9.6450 | 9.6450 |
| 1.06 | | | 13.0500 | 11.4850 | 6.7650 | 7.2750 | 9.6438 | 9.6438 |
| 1.11 | | | 12.7450 | 11.4850 | 6.7650 | 7.2750 | 9.5675 | 9.5675 |
| 1.12 | 197.5 | 75% | 11.6050 | 10.2550 | 5.7750 | 6.1850 | 8.4550 | 8.4550 |
| 1.14 | | | 11.5800 | 10.2500 | 5.7750 | 6.1850 | 8.4475 | 8.4475 |
| 1.16 | | | 11.5750 | 10.2400 | 5.7750 | 6.1850 | 8.4438 | 8.4438 |
| 1.20 | | | 11.5600 | 10.2300 | 5.7600 | 6.1650 | 8.4288 | 8.4288 |
| 1.22 | | | 11.5500 | 10.2200 | 5.7550 | 6.1650 | 8.4225 | 8.4225 |
| 1.27 | | | 11.5500 | 10.2200 | 5.7550 | 6.1650 | 8.4225 | 8.4225 |
| 1.32 | | | 11.5500 | 10.2100 | 5.7550 | 6.1650 | 8.4200 | 8.4200 |
| 1.37 | | | 11.5450 | 10.2100 | 5.7550 | 6.1650 | 8.4188 | 8.4188 |
| 1.42 | | | 11.5300 | 10.2000 | 5.7500 | 6.1600 | 8.4100 | 8.4100 |
| 1.47 | | | 11.5300 | 10.2000 | 5.7500 | 6.1500 | 8.4075 | 8.4075 |
| 1.52 | | | 11.5200 | 10.1850 | 5.7450 | 6.1000 | 8.3875 | 8.3875 |
| 1.57 | | | 11.5100 | 10.1700 | 5.6950 | 6.1000 | 8.3688 | 8.3688 |
| 2.02 | | | 11.5100 | 10.1700 | 5.6950 | 6.1000 | 8.3688 | 8.3688 |
| 2.07 | | | 11.5100 | 10.1700 | 5.6950 | 6.1000 | 8.3688 | 8.3688 |
| 2.12 | | | 11.5100 | 10.1700 | 5.6950 | 6.1000 | 8.3688 | 8.3688 |



DATA PENGAMATAN LOAD TEST TARIK
 PROYEK : BANK INDONESIA
 RORF PII F NO.: 416
 TANGGAL : 19 S/D 21 JANUARI 1993

| M | BEBAN (TON) | % BEBAN | HASIL PEMBACAAN | | | | RATA RATA | KENAIKAN | KETERANGAN |
|----|----------------|------------|-----------------|--------|--------|--------|--------------|----------|------------|
| | | | DIAL 1 | DIAL 2 | DIAL 3 | DIAL 4 | | | |
| 15 | 125 | 50 % | 10.255 | 8.855 | 4.705 | 5.020 | 7.2088 | 7.2088 | PENURUNAN/ |
| 17 | | | 10.240 | 8.845 | 4.700 | 5.020 | 7.2013 | 7.2013 | 1 JAM = |
| 19 | | | 10.235 | 8.840 | 4.700 | 5.020 | 7.1988 | 7.1988 | |
| 23 | | | 10.225 | 8.830 | 4.700 | 5.020 | 7.1938 | 7.1938 | -0.05925 |
| 25 | | | 10.220 | 8.830 | 4.700 | 5.020 | 7.1925 | 7.1925 | |
| 23 | | | 10.210 | 8.820 | 4.700 | 5.020 | 7.1875 | 7.1875 | |
| 35 | | | 10.205 | 8.815 | 4.700 | 5.020 | 7.1850 | 7.1850 | |
| 40 | | | 10.190 | 8.800 | 4.700 | 5.020 | 7.1775 | 7.1775 | |
| 45 | | | 10.185 | 8.780 | 4.700 | 5.015 | 7.1725 | 7.1725 | |
| 50 | | | 10.185 | 8.785 | 4.685 | 5.015 | 7.1675 | 7.1675 | |
| 55 | | | 10.180 | 8.785 | 4.685 | 5.010 | 7.1650 | 7.1650 | |
| 00 | | | 10.165 | 8.770 | 4.680 | 5.010 | 7.1563 | 7.1563 | |
| 05 | | | 10.165 | 8.770 | 4.680 | 5.010 | 7.1563 | 7.1563 | |
| 10 | | | 10.160 | 8.765 | 4.680 | 5.010 | 7.1538 | 7.1538 | |
| 15 | | | 10.150 | 8.760 | 4.678 | 5.010 | 7.1495 | 7.1495 | |
| 17 | 62.5 | 25 % | 8.725 | 8.400 | 3.660 | 3.945 | 6.1825 | 6.1825 | PENURUNAN/ |
| 19 | | | 8.705 | 8.390 | 3.660 | 3.940 | 6.1738 | 6.1738 | 1 JAM = |
| 21 | | | 8.700 | 8.370 | 3.660 | 3.935 | 6.1663 | 6.1663 | 0.12 |
| 25 | | | 8.675 | 8.350 | 3.620 | 3.930 | 6.1300 | 6.1300 | |
| 27 | | | 8.670 | 8.340 | 3.620 | 3.930 | 6.1325 | 6.1325 | |
| 32 | | | 8.660 | 8.330 | 3.620 | 3.900 | 6.1275 | 6.1275 | |
| 37 | | | 8.645 | 8.315 | 3.610 | 3.895 | 6.1163 | 6.1163 | |
| 42 | | | 8.630 | 8.305 | 3.590 | 3.865 | 6.0975 | 6.0975 | |
| 47 | | | 8.625 | 8.295 | 3.590 | 3.865 | 6.0938 | 6.0938 | |
| 52 | | | 8.615 | 8.285 | 3.590 | 3.865 | 6.0888 | 6.0888 | |
| 57 | | | 8.610 | 8.285 | 3.580 | 3.850 | 6.0813 | 6.0813 | |
| 02 | | | 8.600 | 8.270 | 3.580 | 3.850 | 6.0750 | 6.0750 | |
| 07 | | | 8.585 | 8.255 | 3.580 | 3.850 | 6.0675 | 6.0675 | |
| 12 | | | 8.575 | 8.250 | 3.580 | 3.850 | 6.0638 | 6.0638 | |
| 17 | | | 8.570 | 8.250 | 3.560 | 3.850 | 6.0625 | 6.0625 | |
| 20 | 0 | 0 | 5.840 | 5.670 | 3.165 | 3.250 | 4.4813 | 4.4813 | PENURUNAN/ |
| 22 | | | 5.660 | 5.520 | 3.165 | 3.215 | 4.3900 | 4.3900 | 1 JAM = |
| 24 | | | 5.545 | 5.430 | 3.165 | 3.200 | 4.3350 | 4.3350 | 0.07775 |
| 26 | | | 5.410 | 5.310 | 3.105 | 3.180 | 4.2600 | 4.2600 | |
| 28 | | | 5.375 | 5.280 | 3.160 | 3.180 | 4.2400 | 4.2400 | |
| 30 | | | 5.270 | 5.180 | 3.140 | 3.145 | 4.1838 | 4.1838 | |
| 32 | | | 5.190 | 5.105 | 3.120 | 3.130 | 4.1363 | 4.1363 | |
| 34 | | | 5.110 | 5.040 | 3.100 | 3.100 | 4.0875 | 4.0875 | |
| 36 | | | 5.060 | 4.980 | 3.100 | 3.100 | 4.0525 | 4.0525 | |
| 38 | | | 5.020 | 4.950 | 3.090 | 3.065 | 4.0363 | 4.0363 | |
| 40 | | | 4.970 | 4.910 | 3.080 | 3.075 | 4.0088 | 4.0088 | |
| 42 | | | 4.930 | 4.870 | 3.070 | 3.055 | 3.9813 | 3.9813 | |
| 44 | | | 4.900 | 4.830 | 3.070 | 3.040 | 3.9600 | 3.9600 | |
| 46 | | | 4.865 | 4.800 | 3.055 | 3.035 | 3.9413 | 3.9413 | |

Persero PT. WASKITA KARYA
Cabang IV JAKARTA

DATA PENGAMATAN LOAD TEST TARIK
PROYEK : BANK INDONESIA
RORF PILE NO. : 416
TANGGAL : 19 S/D 21 JANUARI 1993

| JAM | BEBAN (TON) | % BEBAN | HASIL PEMBACAAN | | | | RATA RATA | KENAIKAN | KETERANGAN |
|-------|------------------|------------|-----------------|--------|--------|--------|--------------|----------|------------|
| | | | DIAL 1 | DIAL 2 | DIAL 3 | DIAL 4 | | | |
| 5.20 | | | 4.810 | 4.750 | 3.015 | 3.000 | 3.8938 | 3.8938 | |
| 6.20 | | | 4.510 | 4.470 | 3.005 | 3.000 | 3.7463 | 3.7463 | |
| 7.20 | | | 4.225 | 4.210 | 3.005 | 2.985 | 3.6063 | 3.6063 | |
| 8.20 | | | 4.000 | 4.020 | 2.945 | 2.910 | 3.4588 | 3.4588 | |
| 9.20 | | | 3.820 | 3.875 | 2.910 | 2.860 | 3.3093 | 3.3093 | |
| 10.20 | | | 3.820 | 3.790 | 2.875 | 2.830 | 3.3288 | 3.3288 | |
| 11.20 | | | 3.510 | 3.635 | 2.835 | 2.775 | 3.1888 | 3.1888 | |
| 12.20 | | | 3.470 | 3.550 | 2.825 | 2.760 | 3.1538 | 3.1538 | |
| 13.20 | | | 3.370 | 3.460 | 2.750 | 2.695 | 3.0688 | 3.0688 | |
| 14.20 | | | 3.200 | 3.400 | 2.755 | 2.680 | 3.0353 | 3.0353 | |
| 15.20 | | | 3.220 | 3.350 | 2.715 | 2.435 | 2.9250 | 2.9250 | |
| 16.20 | | | 3.130 | 3.240 | 2.670 | 2.349 | 2.8473 | 2.8473 | |

DISETUJUI :
PT. JAYA CM. MANGGALA PRATAMA

DIBUAT :
PT. WASKITA KARYA

Ir. PUTU G. RASJMAWAN



Ir. B. RIVAL SIREGAR