

BAB VI

METODE PELAKSANAAN PEMBUATAN TIANG FRANKI

6.1. Pelaksanaan

Pelaksanaan disini meliputi tata cara kerja yang akan dilakukan dari mula pertama suatu fondasi akan dikerjakan, yaitu mulai dari penyelidikan tanah, alat-alat yang digunakan, sistematis pelaksanaan tiang Franki hingga uji beban (loading test) pada fondasi.

6.1.1. Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah dilokasi yang akan didirikan suatu bangunan sangat penting dilakukan, hal ini berguna untuk mengetahui struktur tanah pada lokasi tersebut dan letak muka air tanah. Hasil-hasil penyelidikan tanah harus memberikan informasi yang cukup memadai, misalnya untuk mendapatkan tipe fondasi yang paling sesuai untuk suatu usulan struktur dan sebagai petunjuk bila mungkin timbul masalah-masalah pada saat penggalian.

Pelaksanaan penyelidikan tanah meliputi :

1. Penyelidikan laboraturium.
2. penyelidikan dilpangan.

6.1.1.1. Penyelidikan Laboraturium

Penyelidikan laboraturium ini dilakukan untuk

mendapatkan nilai-nilai parameter tanah pada lokasi yang diselidiki. Parameter-parameter tersebut antara lain :

γ_b , w , γ_d , G_s , e , S_r , τ_s , ϕ , c . dimana :

γ_b = berat tanah asli

w = kadar air tanah

γ_d = berat tanah kering

G_s = berat jenis dari partikel padat tanah (berat spesifik butiran padat)

e = angka pori

S_r = derajat kejenuhan

τ_s = tegangan geser

ϕ = kohesi

6.1.1.2. Penyelidikan di Lapangan

Penyelidikan di lapangan dilakukan untuk memperoleh data tanah yang lebih konkrit yaitu mengenai lapisan-lapisan tanah atau jenis tanah.

Metode-metode yang sering dilakukan untuk penyelidikan di lapangan dengan cara CPT dan SPT.

Cone Penetration Test (CPT) adalah suatu metode pengujian tanah secara sederhana, dalam pengujian ini sebuah kerucut (konus) didorong kedalam stratum tanah yang akan diselidiki dan tahanan yang bersangkutan diukur, yaitu tahanan ujung konus (q_c). Hasil yang diperoleh biasanya dibuat secara otomatis oleh alat pembuat grafik

elektronik. Pada fondasi tiang data yang diberikan oleh tahanan konus (q_c) digunakan untuk menaksir kapasitas tiang statis.

Ketentuan data tahanan ujung konus kadang kala tidak dapat memberikan data tanah yang tepat, karena kemampuan daya tembus ujung konus terbatas. Ujung konus akan berhenti jika menemui sesuatu yang keras didalam tanah, padahal lapisan yang keras itu mungkin hanya bongkahan batu. Walaupun demikian pengujian CPT tidak bisa diabaikan karena tidak selamanya pengujian dengan metode CPT ini mendapat hambatan seperti konus diatas. Untuk mendapatkan data yang lebih akurat biasanya disamping pengujian dengan metode CPT dilakukan juga pengujian dengan metode SPT (Sondir Penetration Test).

Uji ini dilakukan dengan menggunakan suatu tabung pengambil contoh tanah. Tabung ini disambung pada ujung batang bor.

Mula-mula tabung dipancangkan sedalam minimal dua meter kedalam tanah untuk mendudukan tabung tersebut dan untuk melewati tanah terganggu pada dasar lubang bor. Banyaknya pukulan yang diperlukan untuk memancangkan tabung sedalam 30 cm perlu dicatat, bilangan ini disebut tahanan penetrasi standar (N). Banyaknya pukulan yang diperlukan untuk tiap penetrasi sebesar 7,5 cm (termasuk pemancangan awal) harus dicatat. Jika pada pukulan ke ± 50

belum juga dihasilkan penetrasi sebesar 30 cm, maka tidak perlu dilakukan pukulan lebih lanjut tetapi penetrasi sebenarnya harus dicatat. Pengujian-pengujian biasanya dilakukan pada selang antara 0,75 m - 1,50 m sampai kedalaman sekurang-kurangnya dua atau tiga kali lebar fondasi, untuk fondasi telapak dan untuk fondasi tiang kedalaman pengujian sangat relatif, biasanya tergantung dari data yang diberikan oleh pengujian CPT.

Data dari SPT juga digunakan untuk menghitung daya dukung. Untuk menghitung penurunan biasanya diadakan korelasi antara qc-CPT dan N-SPT.

Dalam Tugas Akhir ini ditampilkan data-data CPT dan SPT pada proyek BHS jalan ring road Yogyakarta yang dikerjakan oleh P.T. INDECO PRIMA.

Setelah data-data tanah diperoleh, maka kontraktor dapat menentukan jenis fondasi apa yang akan digunakan. Jika fondasi yang akan digunakan adalah fondasi tiang Franki, maka perusahaan yang akan mengerjakannya adalah P.T. Franki File Indonesia karena perusahaan ini yang mendapat hak paten dari Franki group.

Dari data-data tanah yang diberikan dan perencanaan beban yang dibutuhkan, fihak franki dapat menentukan pancang fondasi, daya dukung, penurunan dan berapa jumlah fondasi yang diperlukan.

Setelah semua terencana dengan baik dan pihak kontraktor telah menyetujui rencana yang diajukan oleh pihak P.T. Franki Pile Indonesia maka waktu pelaksanaan pengerjaan mulai dilakukan sesuai dengan "Time Schedule" yang ada.

6.2. Fondasi Tiang Franki

Fondasi tiang Franki mempunyai tipe standard pada pembentukannya, lihat tabel 6.1

Tabel 6.1 STANDARD FRANKI PILE CHARACTERISTIC

standard tiang Franki	Diameter "Casing" (mm)	Diameter akhir tiang(mm)	Beban Nominal (ton)	Penu-langan	karakteristik mutu beton (kg/cm ²)	Berat hammer (ton)
Ringan	350	350-375	50	4 ϕ ₁₆ mm	225	1,75
Sedang	400	400-450	70	5 ϕ ₁₆ mm	225	2,25
Setengah berat	450	450-500	90	6 ϕ ₁₆ mm	225	2,75
Berat	500	500-600	130	6 ϕ ₁₉ mm atau 6 ϕ ₂₂ mm	225	3,25
Super berat	500	600-650	150	7 ϕ ₂₂ mm	225	3,75

Dalam penulisan Tugas Akhir ini pembahasan dikhususkan untuk tiang Franki tipe berat (heavy), yaitu salah satu standard tiang Franki yang sering digunakan.

6.2.1. Peralatan

alat-alat yang digunakan pada saat pembentukan tiang franki standard yaitu :

1. Alat pemancang (hammer) lihat pada gambar 6.3
2. "Casing" (lihat gambar 6.3).
3. Skip dengan volume satu skip = $0,14 \text{ m}^3$ (lihat gambar
4. Weet skip dengan volume satu weet skip = $0,22 \text{ m}^3$ (lihat gambar 6.1).
5. Corong (lihat gambar 6.1).
6. Mixxer (lihat gambar 6.2).
7. Mobil pengangkut material/Dumper (lihat gambar 6.6).
8. Material-material terdiri dari : batu koral/split 2/3, pasir, semen dan sir.
9. Alat bor, digunakan jika ditemukan tanah keras untuk memudahkan pemancangan casing. (lihat gambar 6.9).
10. Besi tulangan, dengan panjang sesuai dengan panjang yang dibutuhkan (lihat gambar 6.4).

Setelah alat-alat tersebut tersedia maka pembentukan tiang Franki dapat dilaksanakan.

Adapun tahap-tahap pengerjaannya adalah :

1. "Casing" dengan ujung bawah terbuka, diletakkan diatas tanah tepat pada titik (patok) tiang. Jika tanah terlalu keras, maka dapat dilakukan pengeboran terlebih dahulu sampai lapisan tanah keras dilalui, (bentuk lapisan tanah dapat diketahui dari data-data



①

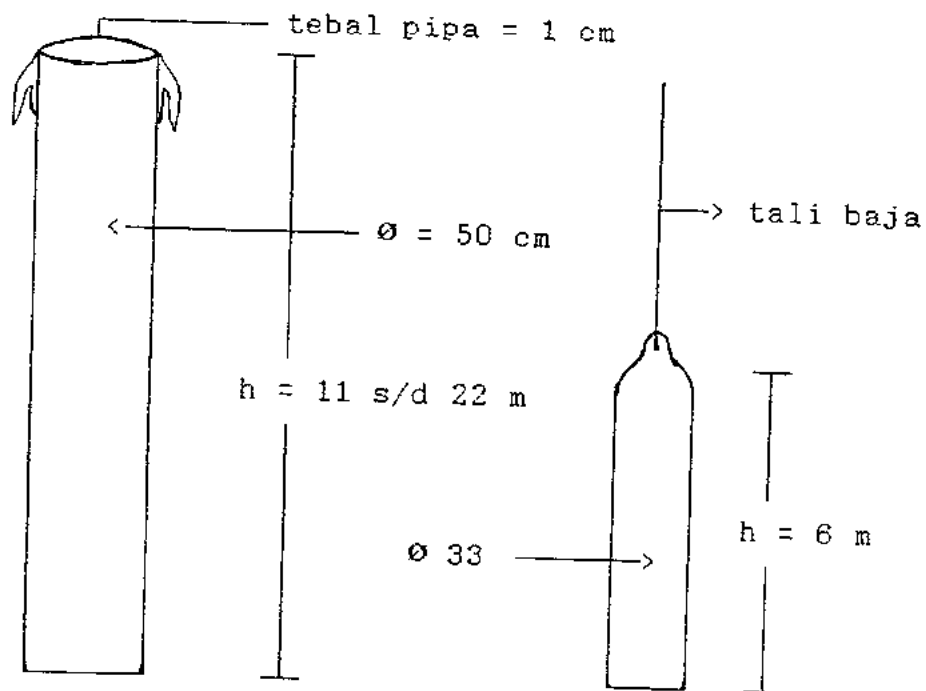
②

③

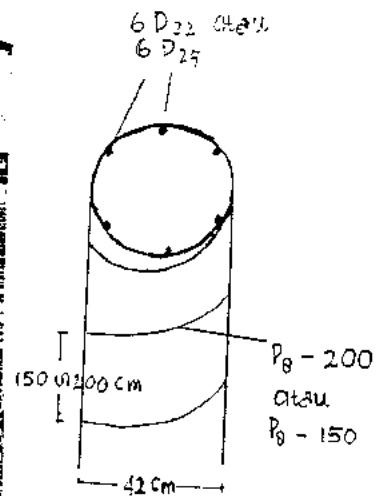
Gbr 6.1 1. Weet skip
 2. Skip
 3. Corong



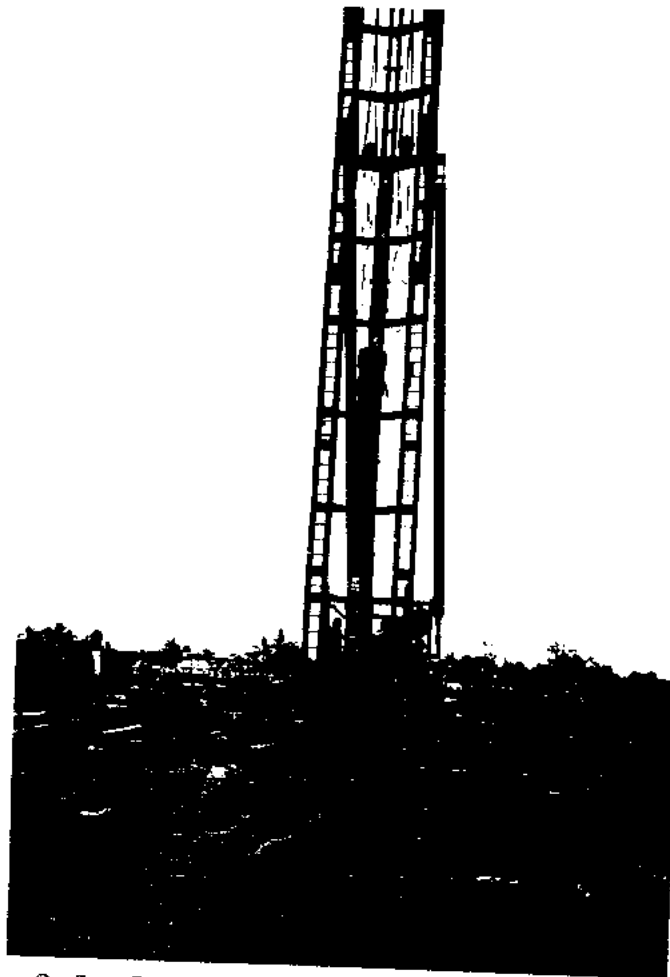
Gbr 6.2 Mixer



Gbr 6.3 "Casing" dan Hammer



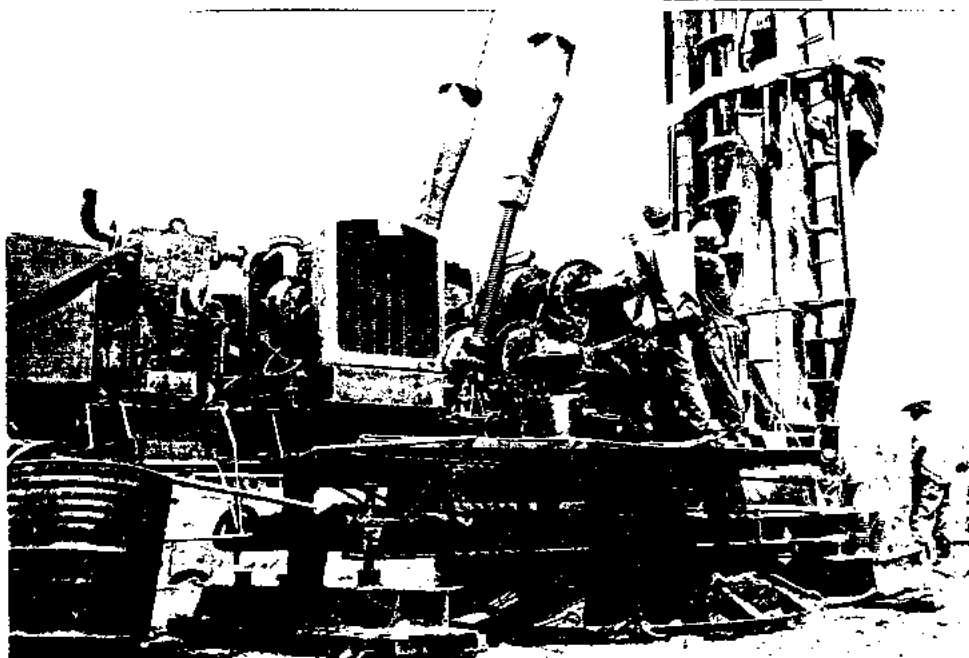
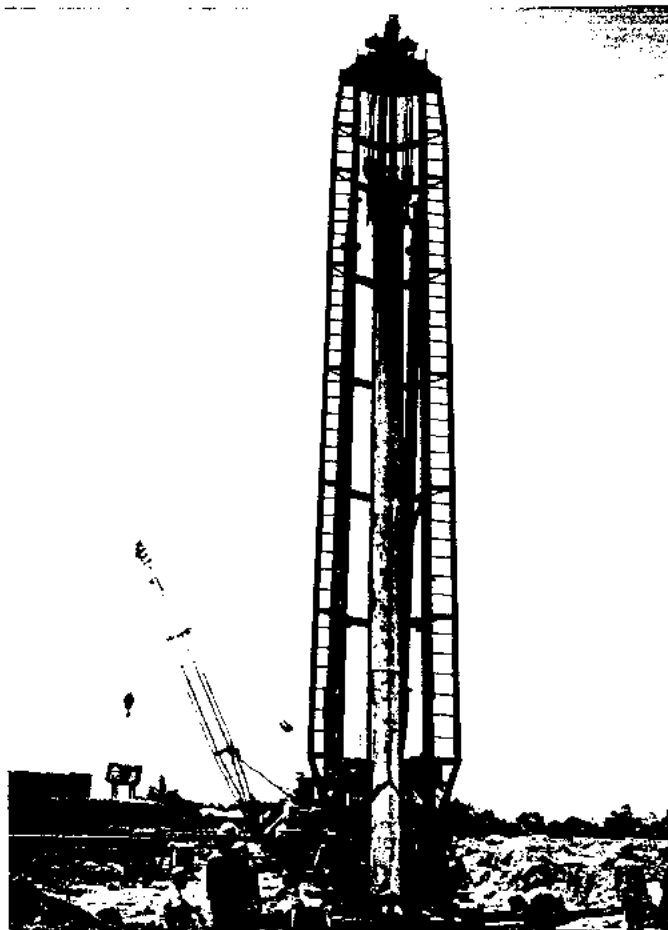
Gbr 6.4 Besi tulangan



Gbr 6.5 Penempatan corong dimulut tiang



Gbr 6.6 Dumper (mobil pengangkut)



Gbr 6.7 Machine type XII (hammer machine)

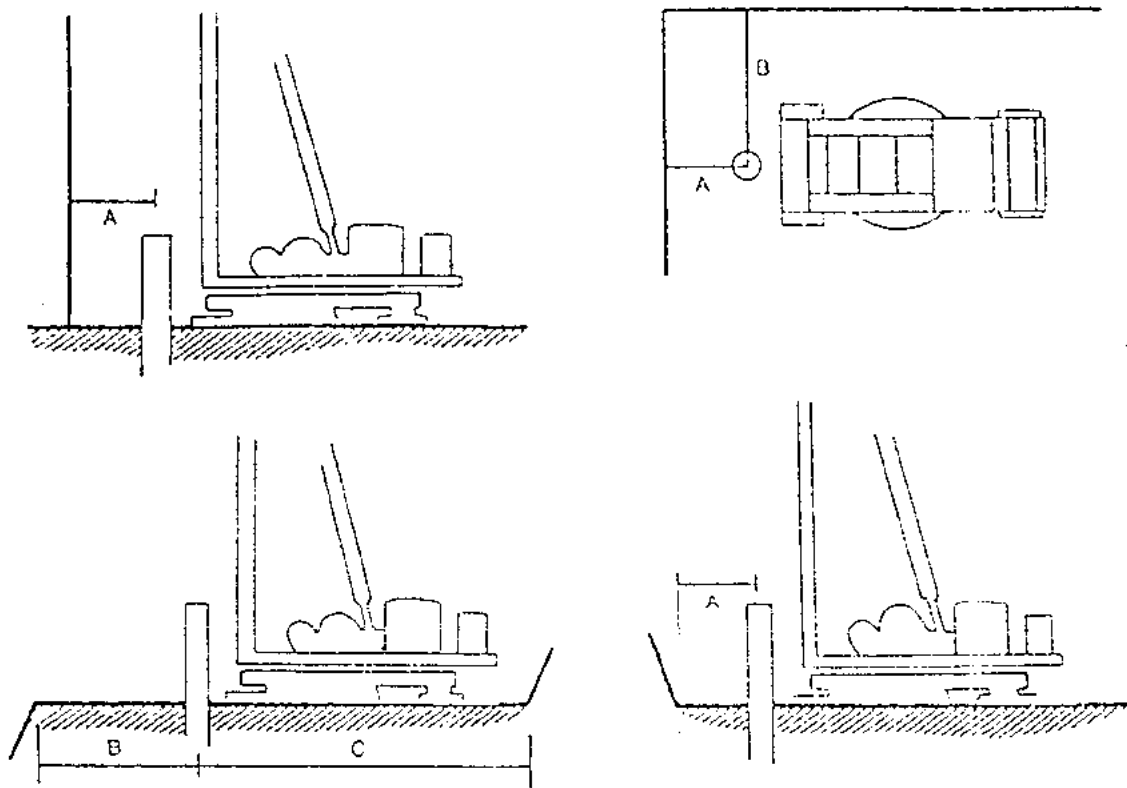
Walker - 1956



Gbr 6.8 Pengukuran penurunan pada saat final set



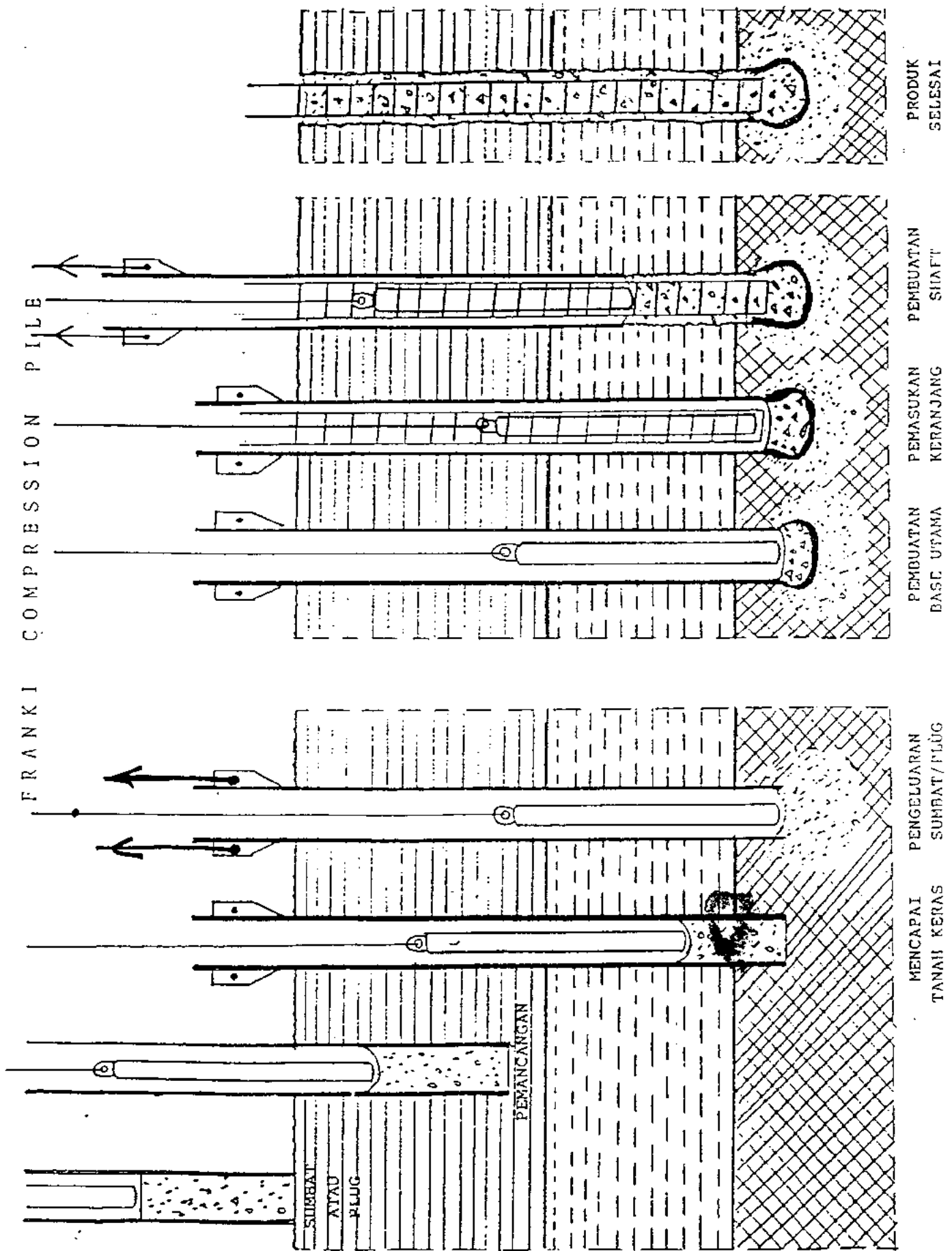
Gbr 6.9 Alat bor



Gambar : 6.10 Normal Clearance requirements for the installation of Franki driven

MINIMUM CLEARANCE TO PILE CENTRES				
	Dimension A	Dimension B	Dimension C	Head Room
FRANKI	1 m	3.00 m	9.0 m	18 m

Sumber dari Franki



Gambar : 6.11 Pelaksanaan pembuatan tiang Franki

Sumber dari Franki

tanah yang telah diperoleh), setelah itu baru "casing" ditempatkan pada lubang bor tersebut. Batu koral/split lalu dimasukkan kedalam "casing" yang kosong itu (menggunakan suatu alat yang dinamakan "weat skip") setinggi \pm 1,00 - 2,00 meter, batu koral/split dipadatkan dengan tumbukan palu/"drop hammer" didalam "casing" (panjang "hammer" \pm 6 meter dan berat \pm 3,25 ton, tergantung diameter tiang yang dibuat) sehingga melekat menjadi suatu sumbat pada ujung pipa.

2. Permukaan "split" dan beton didalam "casing" di kontrol dengan bantuan tanda/merek pada kabel drop hammer (+), dimana jarak antara tanda/merek dan tepi bawah penumbuk harus sama panjang dengan panjang tabung (a)
3. Pemasangan pipa baja dilakukan dengan cara menumbuk sumbat koral/split pada ujung "casing" sehingga mencapai kedalaman yang diinginkan. Kedalaman pemasangan ditentukan melalui data yang diperoleh dari penyelidikan tanah. Pemasangan dihentikan apa bila penurunan "casing" tidak lebih dari 30 mm dalam sepuluh pukulan, dengan tinggi jatuh palu setinggi 1,20 meter per pukulan.
4. Setelah mencapai kedalaman yang diharapkan, "casing" ditahan dengan sling dan sumbat koral yang terdapat

didalam "casing" dipukul hingga lepas dan keluar dari "casing". Dipangkal "casing" di tempatkan corong untuk memudahkan penuangan beton kedalam "casing", lalu beton kering diisikan sedikit demi sedikit kedalam "casing" untuk pembuatan pembesaran (bulb) atau enlarged base.

5. Volume beton yang digunakan dalam pembuatan bulb adalah minimal $0,14 \text{ m}^3$ (satu skip) dan tidak lebih dari $0,84 \text{ m}^3$ (enam skip). Jumlah pukulan pada satu skip ($0,14 \text{ m}^3$) beton terakhir harus tidak kurang dari 40 kali dengan tinggi jatuh palu minimum 3,6 meter.
6. Keranjang besi terdiri dari 6 \emptyset 22 mm dengan dililit spiral \emptyset 8 - 20 cm, yang telah disiapkan lebih dahulu, lalu dimasukkan kedalam casing dan merupakan pembesian dari tiang fondasi. Keranjang besi dibuat sepanjang tiang sendiri dengan tambahan 0,9 meter stek untuk masuk kedalam poer. Bila diperlukan penyambungan, maka overlapping besi utama adalah 90 cm. Pada ujung keranjang besi dan pada sambungan, dilas titik agar lebih kuat.
7. Tiang Franki lalu dibuat dengan mengecor beton kedalam pipa sedikit demi sedikit disertai dengan penadatan sambil pipapun sedikit demi sedikit dicabut. Beton yang digunakan dalam pengecoran adalah dengan mutu K-225 dan faktor air semen tidak lebih

dari 0,4 dan slump berkisar antara 0 - 0,25 cm. Pe-
ngecoran beton di akhiri dengan penambahan setinggi
lebih kurang 50 cm - 100 cm agar beton pada keting-
gian yang diinginkan terjamin baik dan keras.

8. Susunan campuran beton yang berdasarkan volume untuk
tiang Franki adalah 1 : 2,5 : 3,5.

Per meter kubik beton :

Semen	: 348 kg
Pasir	: 0,65 m ³
Split 2/3	: 0,91 m ³
Air	: 135 liter

6.2.1. Proses Pengontrolan Franki Standar Enlarged Base Piling

1. Final Set

Setelah pemancangan pipa mencapai kedalaman yang
diinginkan, cek bahwa final set pada pipa franki
tidak lebih dari 30 mm untuk 10 pukulan dengan
tinggi jatuh 1,2 meter.

2. Penetrasi

Catat jumlah pukulan untuk setiap 0,5 meter
pemancangan pipa. Setelah plug dikeluarkan, catat
berapa skip beton kering yang digunakan untuk
pembentukan pembesaran diujung bawah, dan jumlah
pukulan palu pada skip terakhir.

Volume beton kering :

Minimum 1 skip (1 skip = 0,14 m³)

Maksimum 6 skip

Jumlah pukulan minimum pada skip terakhir adalah 40 pukulan dengan tinggi jatuh palu tiga putaran (3,6m)

3. Keranjang Besi

Periksa apakah panjang keranjang cukup termasuk stek untuk masuk kepoer diatas cut-of level, dan keranjang sudah sesuai dengan gambar.

4. Sesaat sebelum pengecoran, cek bahwa tidak ada air didalam pipa. Bila air yang ada sedikit, ini bisa diatasi dengan tambahan beton kering, tetapi bila terdapat air dalam jumlah besar, pipa harus dicabut kembali dan dipancang ulang.

5. Pencabutan Pipa

Amati tell tale dan pastikan tidak ada penurunan atau terangkatnya keranjang besi beton lebih dari 10 cm secara mendadak.

6.3. "Loading Test" (Uji Pembebanan)

Setelah pembentukan tiang Franki selesai dikerjakan maka perlu diadakan "loading test". Uji pembebanan dilakukan kerana ilmu pengetahuan dari mekanika tanah adalah relatif ketelitiannya dan dikarenakan pada suatu tempat kondisi tanah selalu berbeda seperti umumnya di Indonesia

dan ditempat-tempat lain di Dunia, untuk itulah para ahli dan konsultan-konsultan perencana menghendaki dilakukan uji pembebanan.

Kreteria yang sering digunakan di Indonesia untuk menentukan besarnya daya dukung tiang menurut : New York Building Code. (Kreteria beban yang bekerja) uji-uji tiang akan dilakukan untuk 200 % dari beban kerja yang ditetapkan.

6.3.1. Peralatan

Peralatan-peralatan yang diperlukan untuk melakukan "loading test" adalah =

1. Tiang Percobaan
 - a. Pada tiang percobaan bersifat "end bearing" untuk tiang "Cast in place" percobaan dapat dilakukan setelah tiang berumur \pm 4 minggu atau setelah beton cukup keras.
 - b. Tiang percobaan bersifat Friction, percobaan dapat dilakukan setelah \pm 4 minggu tiang dibuat, dengan maksud memberikan waktu untuk perlekatan (friction), dapat bekerja penuh disekeliling tiang
2. Meja Beban : harus dipasang simetris terhadap tiang percobaan. Lendutan balok utama meja beban tidak boleh lebih dari 0,25 mm.

3. "Dial gauges" (arloji ukur) mempunyai panjang tungkai 10 cm dan ketelitian 0,25 mm.
4. Dongkrak hidrolis dengan daya pikul = 500 ton.
5. Beban kontra berupa balok beton dengan ukuran 1 x 1 x 1,5 m.
6. Water pass satu buah.
7. penggaris empat buah.
8. Jam dinding.

6.3.2. Pelaksanaan Axial loading test

Sistem pembebanan yang tercakup dalam pengujian ini adalah sistem "kentledge" dimana beban yang terdiri dari blok-blok beton berukuran 1,0 x 1,0 x 1,5 dengan berat 3,5 ton disusun menjalin satu kesatuan "kentledge". Susunan ini ditopang oleh balok-balok baja melintang yang masing-masing duduk diatas blok-blok beton yang disusun paralel dan tegak lurus arah balok.

Sebuah balok profil baja utama sebagai test beam; di letakkan diatas tiang pengujian dan dibawah balok melintang. Balok utama ini dipakai untuk menyalurkan beban dari balok-balok besi melintang kepada dongkrak hidrolis yang diletakkan diatas ring.

Beban yang dikehendaki diperoleh pada setiap tahap pengujian dengan jalan memompa jock hidrolis sampai nilai tekan (kg/cm^2) pada pembacaan manometer, dimana nilai-

nilai tekanan tersebut telah dikalkulasi terlebih dahulu seperti tercantum dalam prosedur pembebanan yang dilampirkan pada halaman berikutnya.

Penurunan tiang dapat diperoleh dengan cara menghubungkan tiang tersebut dengan 4 buah dial gauges yang diletakkan tegak lurus satu terhadap yang lainnya.

Dengan meletakkan ujung dial gauges yang dapat bergerak pada balok besi kecil yang disebut "*reference beam*", yaitu balok ringan yang dipasang paralel terhadap balok baja utama dan ditopang pada setiap ujungnya dengan besi beton yang ditanam \pm 1,00 meter dalam tanah, maka pergerakan tiang yang tepat dapat diperoleh untuk nilai beban yang bekerja. Kesemetrisan dikontrol selama penyetelan.



Tabel : 6.2

**PROSEDUR PEMBEBANAN AXIAL COMPRESSION LOAD TEST
CYCLIC LOADING METHOD - ASTM D 1143 - 81**

YOGYAKARTA HOTEL AND SHOPPING CENTER
Jl. Outer Ring Road, Sleman - Yogyakarta

BEBAN KERJA = 130 TON
BEBAN PUNCAK = 200% BEBAN KERJA = 260 TON

SIKLUS	% BEBAN KERJA	BEBAN (TON)	% P R E S S U R E		LAMA PEMBEBANAN
			KG/CM ²	P.S.I	
I	0	0.00	0	0	-
	25	32.50	45	633	A
	50	65.00	89	1266	1 jam
	25	32.50	45	633	20 menit
	0	0.00	0	0	1 jam
II	50	65.00	89	1266	20 menit
	75	97.50	134	1899	A
	100	130.00	178	2532	1 jam
	75	97.50	134	1899	20 menit
	50	65.00	89	1266	20 menit
III	0	0.00	0	0	1 jam
	50	65.00	89	1266	20 menit
	100	130.00	178	2532	20 menit
	125	162.50	223	3166	A
	150	195.00	267	3799	1 jam
IV	125	162.50	223	3166	20 menit
	100	130.00	178	2532	20 menit
	50	65.00	89	1266	20 menit
	0	0.00	0	0	1 jam
	50	65.00	89	1266	20 menit
V	100	130.00	178	2532	20 menit
	150	195.00	267	3799	20 menit
	175	227.50	312	4432	A
	200	260.00	356	5065	B
	150	195.00	267	3799	1 jam
VI	100	130.00	178	2532	1 jam
	50	65.00	89	1266	1 jam
	0	0.00	0	0	C

KETERANGAN

- A : Minimum 1 jam dengan ketentuan penurunan
<= 0.25 mm/jam dan maximum 2 jam
- B : Minimum 12 jam dengan ketentuan penurunan
<= 0.25 mm/jam pada jam terakhir dan maximum 24 jam
- C : Minimum 1 jam dengan ketentuan pergerakan dial
<= 0.25 mm/jam dan maximum 12 jam

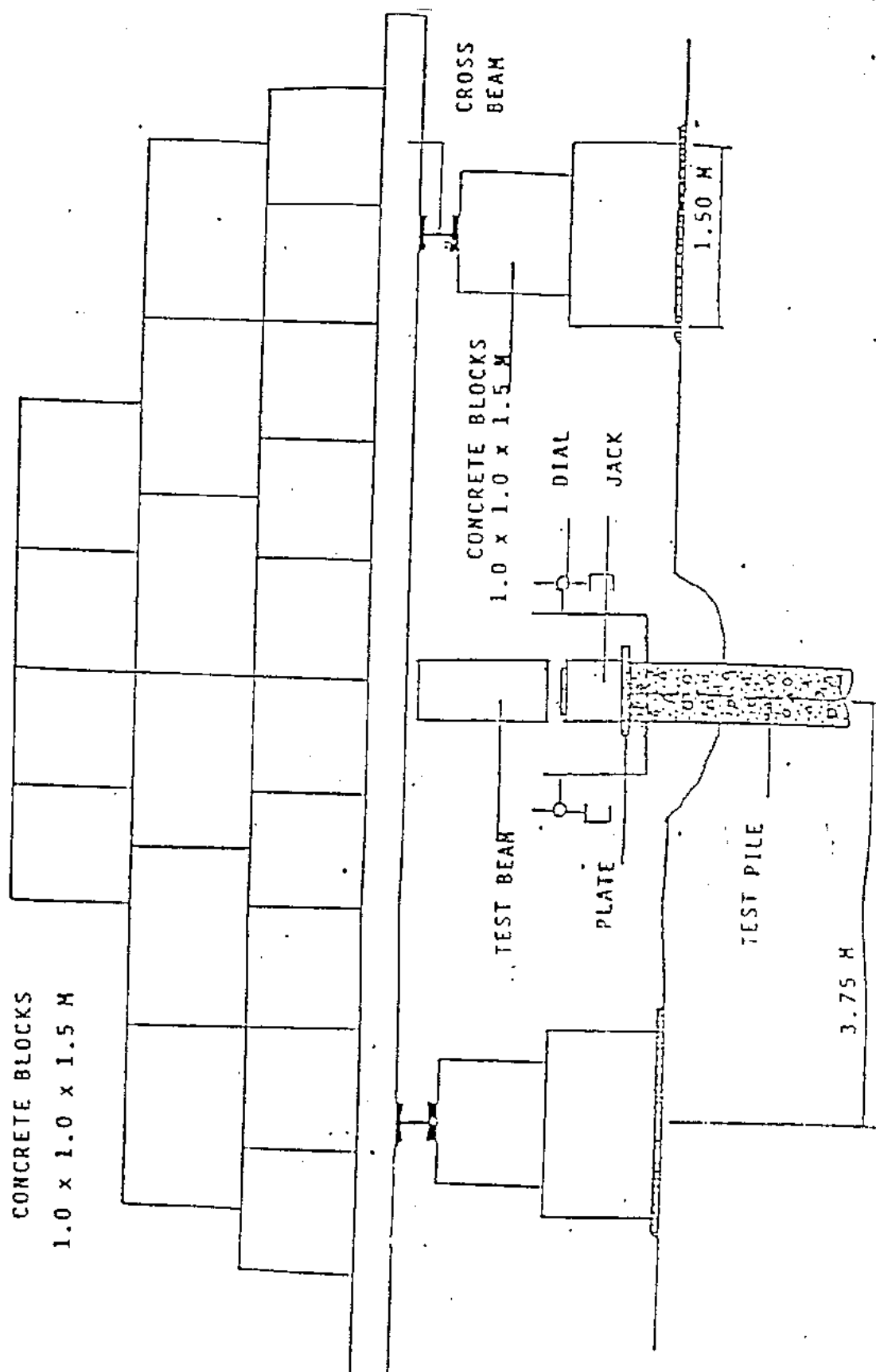
PROSEDUR PEMBACAAN

- Untuk lama pembebanan A, 1 jam & 20 menit : pembacaan segera setelah kenaikan/penurunan beban dan setiap 10 menit.
- Untuk lama pembebanan B dan C dilakukan seperti butir 1 diatas untuk 2 jam pertama dan selanjutnya tiap interval 1 jam

Dipakai 1 bh. Jack; daya pikul jack = 500 TON
Luas potongan dari ram = 730.14 cm²
= 113.17 inch²

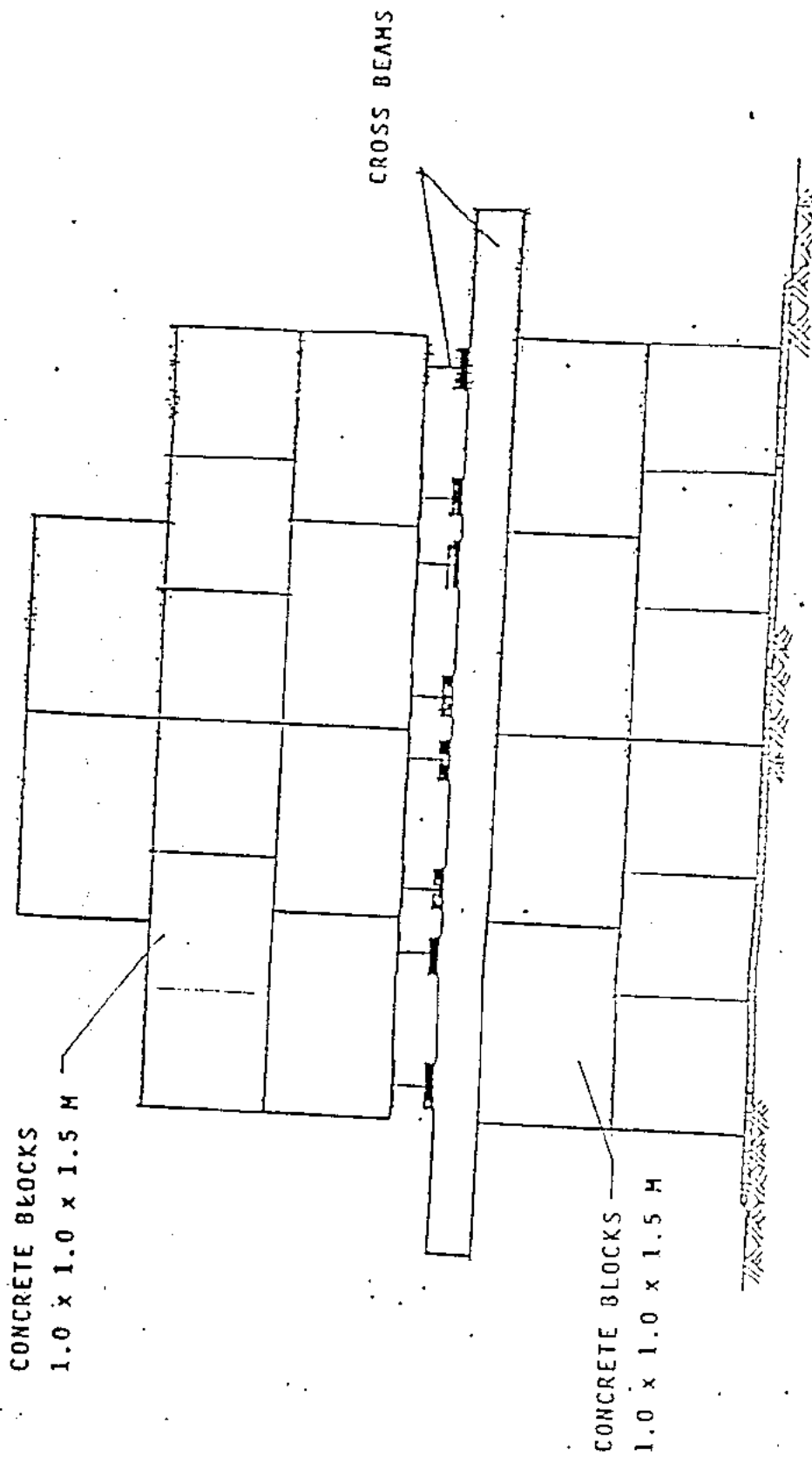
Pembacaan pressure gauge untuk setiap pembebanan = Beban/Luas ram

Jakarta, Oktober 1993
P.T. FRANKIPILE INDONESIA



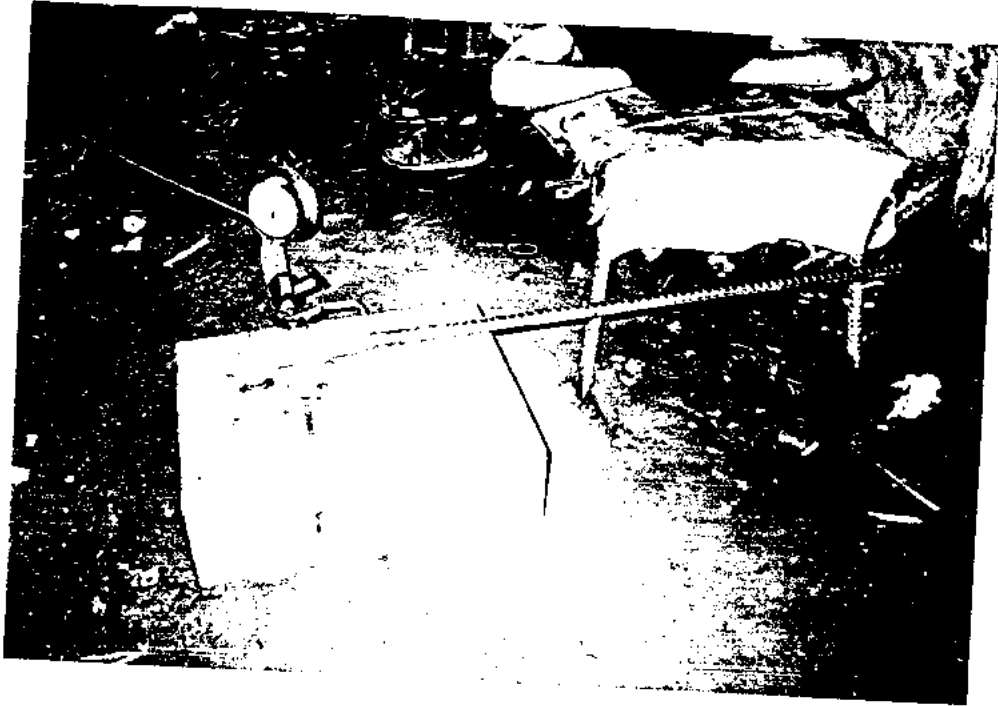
Gambar : 6.12.b General axial compression load test set-up

Sumber dari Franki

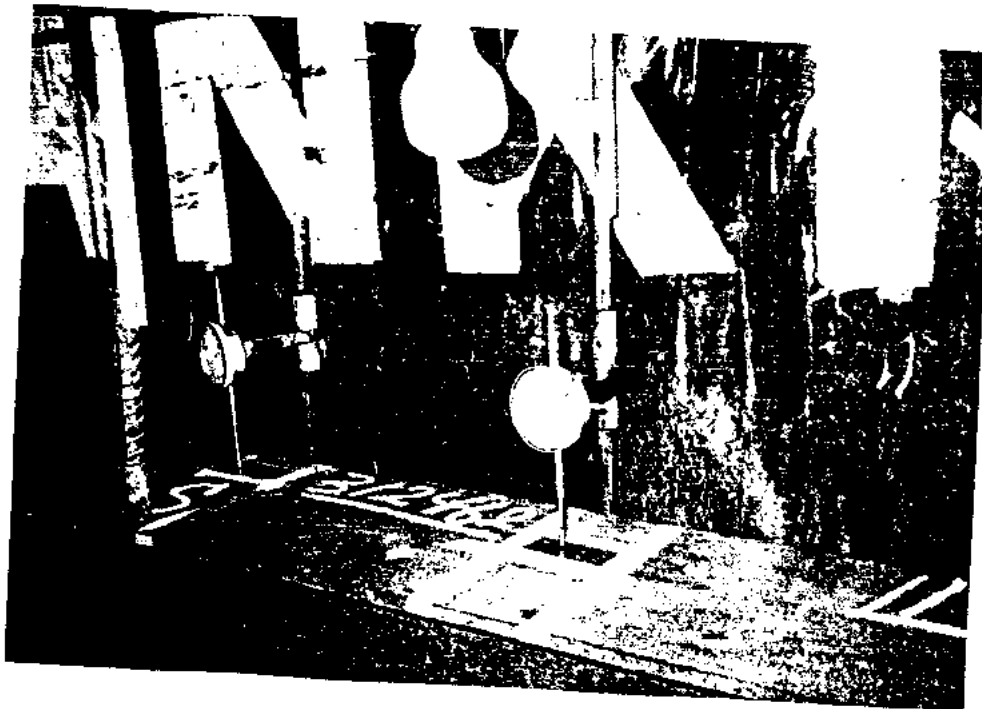


Gambar : 6.12.a General axial compression load test set-up

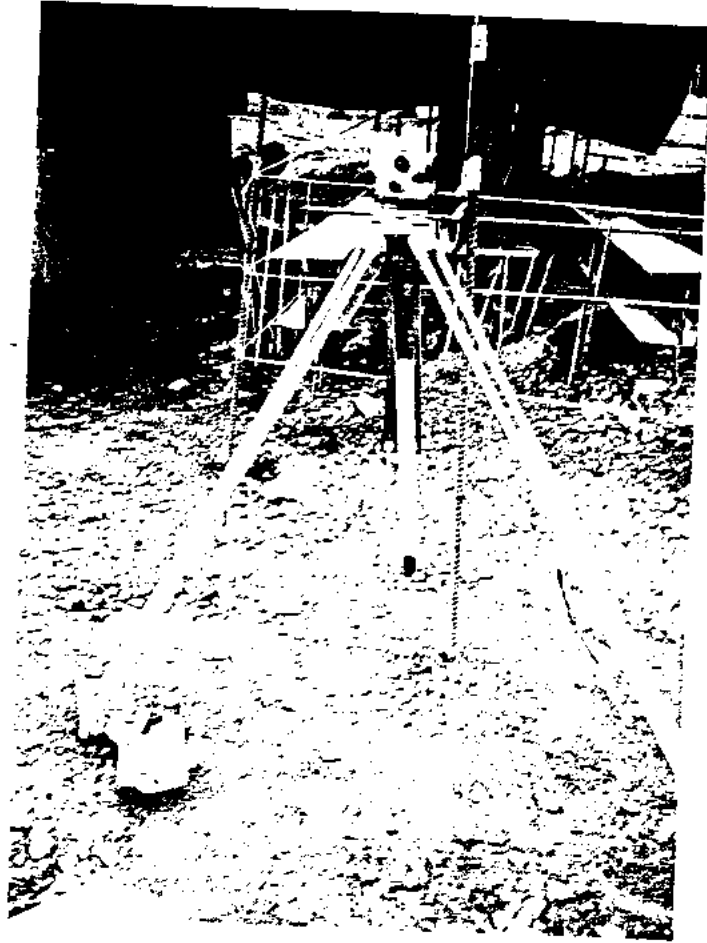
Sumber dari Franki



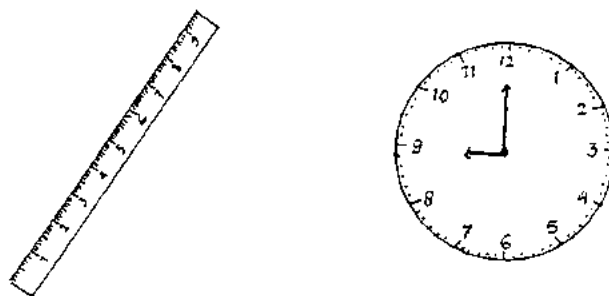
Gbr 6.13 Dongkrak hidrolis



Gbr 6.14 Dial gauges



Gbr 6.15 Water pass



Gbr 6.16 Penggaris dan Jam

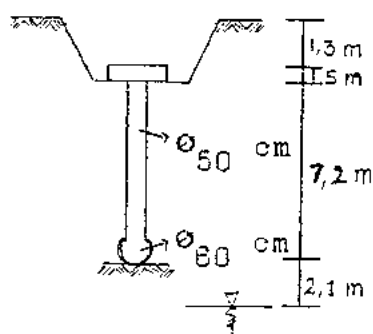
BAB VII
APLIKASI HITUNGAN

Pada aplikasi hitungan ini diambil contoh perhitungan di Proyek Hotel And Shopping Centre Jalan Outer Ring Road, Selemman, Yogyakarta.

Soal

1. Dari Proyek di atas diperoleh data-data, sebagai berikut :

- Pile No 76
- Panjang tiang = 7,2 m
- Ujung fondasi terletak di kedalaman = - 10 m
- Permukaan Pile Cap terletak di kedalaman = -1,3 m
- Tebal Pile Cap = 1,5 m
- Muka air terletak di kedalaman = -12,1 m



- Data SPT (DB_1) terlampir
- Data CPT (terlampir)
- γ_b , diambil = $1,885 \text{ T/m}^3$

Pertanyaan :

- Hitungan daya dukung tiang dari data SPT

Penyelesaian :

Persaman umum ; $P_u = P_{bu} + P_{su}$

a. Digunakan data N -SPT (dari DB II)

diketahui :

N = 24 (tabel 4.4.a DB II)

diperoleh $\phi = 35^\circ$ (lihat tabel 4.5)

rumus ϕ' (untuk tanah diakibatkan pemancangan tiang)

$$\phi' = \frac{\phi + 40^\circ}{2}$$

maka diperoleh

$$\phi' = \frac{35^\circ + 40^\circ}{2} = 37,5^\circ \quad 38^\circ$$

Dengan melihat garis Berezantsev pada gambar 4.4,

untuk nilai $\phi' = 38$ diperoleh $N_q = 100$

- Muka fondasi terletak pada kedalaman 2,8 m dari muka tanah asli.

- Diujung dan disekitar selimut tiang didominasi tanah berbutir kasar.

Untuk mengetahui Daya dukung digunakan rumus :

$$P_B = \sigma'_v N_q A_B + \sum \overline{\sigma'_v} k \tan \delta A_s$$

$$- P_{BU} = \sigma'_v N_q A_B$$

$$\sigma'_v = \gamma_b h = 1,885 \times 7,2 = 13,57 \text{ t/m}^2$$

$$A_B = 1/4 \pi (0,6)^2 = 0,283 \text{ m}^2$$

$$N_q = 100$$

$$P_{BU} = 13,57 \times 100 \times 0,283 = 384,031 \text{ ton}$$

$$- P_{SU} = \sum \overline{\sigma'_v} k \text{ tg } \delta A_s$$

$$\overline{\sigma'_v} = 1,885 \times 7,2 = 13,57 \text{ ton/m}^2$$

k = koefisien tanah lateral, untuk $D_R > 50\%$;

$$k = 1,5$$

$$A_s = \pi \cdot 0,5 \times 7,2 = 11,3 \text{ m}^2$$

$$P_{su} = 13,57 \times 1,5 \times \text{tg } 38^\circ \times 11,3 = 179,705 \text{ ton}$$

Diperoleh nilai $P_u = 384,031 + 179,705 = 563,736 \text{ ton}$

diambil Faktor keamanan, $SF = 3$. Maka

$$P_{all} = \frac{563,736}{3} = 187,912 \text{ ton}$$

2. Dari proyek diatas diperoleh data-data sebagai berikut :

- Data SPT (terlampir)

Suatu kelompok tiang, pile cap X.

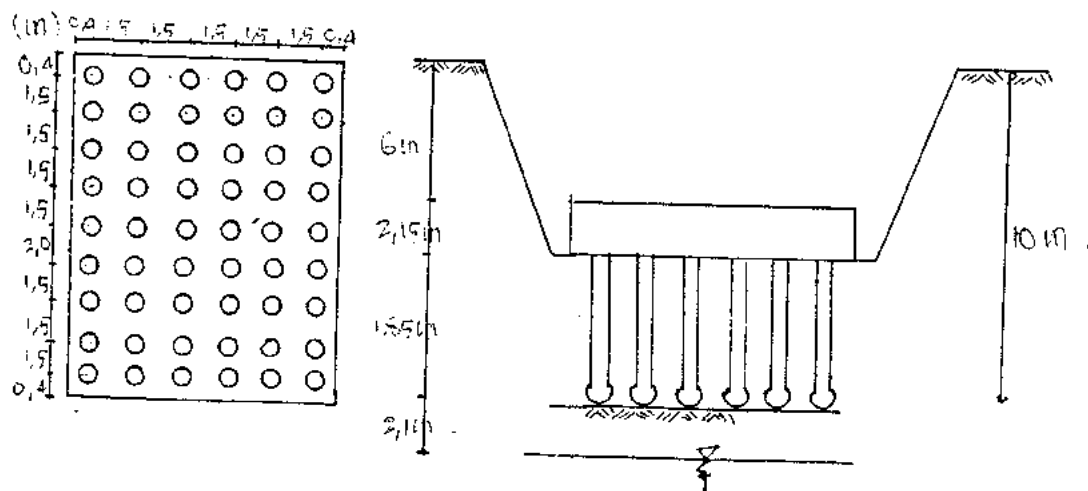
- Jumlah tiang $9 \times 6 = 54$

- Muka air tanah terletak pada kedalaman = 12,5 m

- Permukaan pile cap pada kedalaman = 6 m

- Tebal pile cap = 2,15 m

- Panjang tiang 1,85 m



Pertanyaan :

- a. Tentukan daya dukung satu tiang
- b. Efisiensi dan daya dukung kelompok tiang serta penurunannya.

Penyelesaian :

- a. Daya dukung tiang tunggal No 914

$$\text{Persamaan umum : } P_u = P_{bu} + P_{su}$$

Dengan N-SPT

Dari data dapat dilihat bahwa ujung tiang disekitar selimut tiang didominasi tanah berbutir kasar, maka di gunakan rumus :

$$P_b = \sigma'_v N_q A_b + \sum \overline{\sigma'_v} k \tan \delta A_s$$

$$P_{bu} = \sigma'_v N_q A_b$$

$$\sigma'_v = \gamma_b h$$

$$\gamma_b = \text{di ambil } 1,885 \text{ t/m}^2 \text{ (dari DB II)}$$

$$h = 1,85 \text{ m}$$

$$\sigma'_v = 1,885 \times 1,85 = 3,487 \text{ t/m}^2$$

- Muka fondasi terletak pada kedalaman - 8,15 m dari muka tanah asli.

Dengan melihat jumlah pukulan $N = 30$, maka :

$$\phi = 35^\circ - 38^\circ$$

diambil nilai $\phi = 38^\circ$

dengan rumus yang diambil dari kishada (67), untuk nilai ϕ yang sudah terganggu diakibatkan pemancangan

diambil dengan rumus :

$$\phi' = \frac{\phi + 40^\circ}{2}$$

$$\phi' = \frac{38^\circ + 40^\circ}{2} = 39^\circ$$

Dari gambar 4.4, dapat diketahui nilai N_q (menurut garis Berezantsev)

untuk $\phi = 39^\circ$, maka $N_q = 150$

$$A_B = 1/4 \pi D^2 = 1/4 \pi (0,6)^2 = 0,283 \text{ m}^2$$

(untuk Displacement pile, dianggap $\delta = \phi$)

$$P_{BU} = 3,487 \times 150 \times 0,283 = 150,638 \text{ ton}$$

$$P_{SU} = \sum \bar{\sigma}'_v k \text{tg } \delta A_s$$

$$\bar{\sigma}'_v = \frac{1,85 \times 1,885}{1} = 3,487 \text{ ton/m}^2$$

$$A_s = (\pi \times 0,5) \times 0,85 = 1,335 \text{ m}^2$$

$$P_{SU} = 3,487 \times 3 \times \text{tg } 38 \times 1,335 = 10,91 \text{ ton}$$

$$P_u = 150,638 + 10,91 = 161,548 \text{ ton}$$

diambil SF = 1

$$P_{all} = \frac{161,548}{1} = 161,548 \text{ ton}$$

b. Efisiensi kelompok tiang pada pile cap x dengan jumlah 54 tiang

menurut persamaan labarre

$$E_g = 1 - \phi \frac{[(n-1)m] - [(m-1)n]}{90 m n}$$

n = jumlah tiang dalam satu baris = 9

m = jumlah tiang dalam satu kolom = 6

$$\theta = \text{arc tg } \frac{d}{5} = \text{arc tg } \frac{50}{150} = 18^\circ 26' 5,82''$$

$$E_q = 1 - 18^\circ 26' 5,82'' \cdot \frac{[(9-1)6 + (6-1)9]}{90 \times 6 \times 9} = 0,647$$

- Daya dukung kelompok tiang dapat dicari dengan rumus

$E_q \times Q_{sp} \times \text{jumlah tiang}$

Q_{sp} = daya dukung satu tiang, dari perhitungan di

atas di peroleh, Q_{sp} (SPT) = 161,548 ton

diambil Q_{sp} Franki standard = 130 ton

maka daya dukung kelompok tiang =

$$0,647 \times 130 \times 54 = 4541,94 \text{ ton}$$

Rumus penurunan :

$$S_F = S_i + S_o$$

- Penurunan seketika

Untuk pile cap x (diambil contoh penurunan pada pile cap dengan jumlah tiang terbanyak)

Jumlah tiang $9 \times 6 = 54$ tiang

Beban $54 \times 130 = 7020$ ton

Dimensi lapis pertama Equivalent raft = $8,00 \times 12,50 \text{ m}^2$

Elevasi lapis pertama Equivalent raft = - 9,67 dari muka tanah.

$$s_E = \mu_1 \mu_o \frac{q_n B}{E}$$

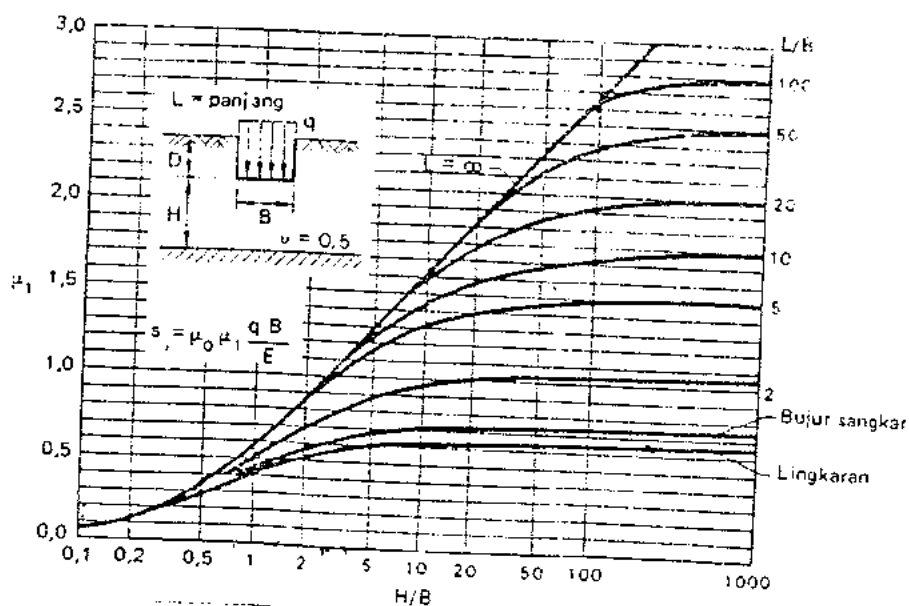
Tabel 7.1 Mencari nilai-nilai μ_1, μ_0, E', s_E

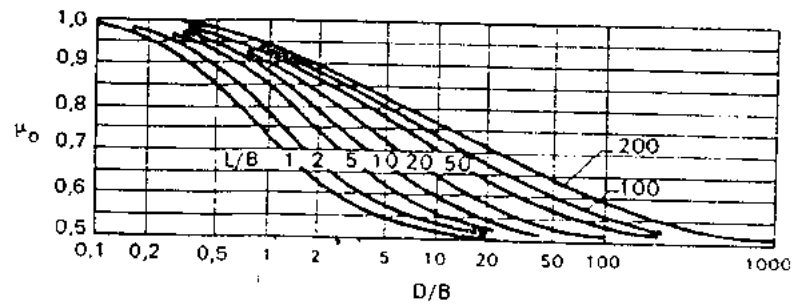
D (m)	B (m)	L (m)	q_n (kg/cm ²)	μ_1	μ_0	E' (kg/cm ²)	s_E (mm)
9,67	8	13	4,927	0,29	0,75	322	22,62
13	11,33	16,33	2,943	0,4	0,73	574	16,96
21	19,33	24,33	0	-	-	-	-
25	23,33	28,33	0	-	-	-	-
						$\Sigma s_E = 43,58$	

$$q_{n1} = \frac{7020 \times 1000 \text{ kg}}{800 \times 1300} - 1,823 = 4,927 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{n2} = \frac{7020 \times 1000 \text{ kg}}{1133 \times 1300} - 1,823 = 2,943 \text{ kg/cm}^2$$

μ_1 dan μ_0 dapat dicari dari gambar di bawah ini





Gambar 6.17. Koefisien untuk perpindahan vertikal. (Direproduksi dari N. Janbu, L. Bjerrum dan B. Kjaamsli (1956) *Norwegian Geotechnical Institute Publication No. 16*, dengan izin.)

Jadi Penurunan seketika untuk pile cap x dengan 54

tiang adalah $43.58 \text{ mm} \times \mu_r$

$\mu_r = \text{rigid faktor} = 0.8$

didapat $S_i = 43.58 \times 0.8 = 34 \text{ mm}$

BAB VIII
PEMBAHASAN

A. Dalam pembahasan pertama ini diambil masalah perbandingan perhitungan daya dukung antara rumus N-SPT, P_{all} dari data SPT menurut Mayer hoff, kekuatan tiang serta rumus Dinamis untuk tiang Franki.

Kondisi tanah seperti pada proyek hotel and shopping center, data-data telah diberikan pada BAB VII soal No 1 yaitu perhitungan daya dukung tiang No 76

- Panjang tiang = 7,2 m
- Ujung fondasi terletak kedalaman = -1,3 m
- Tebal pile cap = 1,5 m
- muka air terletak pada kedalaman = -12,1 m
- Data SPT (DB I) terlampir
- γ_b , di ambil = $1,885 \text{ t/m}^2$

Penyelesaian :

1. Dengan menggunakan rumus N-SPT langsung, diperoleh daya dukung tiang No 76.

$$P_u = 563,736 \text{ ton}$$

$$P_{all} = \frac{563,736}{3} = 187,912 \text{ ton}$$

2. Dengan rumus dari data SPT (menurut Mayer hoff 1976)

$$P_{ult} = q_p A_p + f_s A_s$$

$$q_p = \frac{0,4 N_{cr} D}{d} \leq q_1$$

$f_s = N'/50$ ———> untuk tanah pasir

$f_s = N'$ ———> untuk tanah lempung

dimana :

Pult dalam ton; q_p (t/ft^2); A_p (ft^2); f_s (t/ft^2)

A_s (ft^2)

N_{cr} = nilai SPT rata-rata yang telah dikoreksi

$N_{cr} = C_n \times N$

C_n = faktor koreksi = $[0,77 \log (20/p)]$

N' = nilai SPT rata-rata sepanjang tiang

P = tegangan efektif (t/ft^2)

d = diameter ujung tiang

D = penetrasi tiang pada lapisan pendukung

N = nilai SPT sesungguhnya sebelum dikoreksi

q_1 = batas tegangan ujung

4N untuk tanah pasir (t/ft^2)

3N untuk tanah lanau (t/ft^2)

$$P_{all} = \frac{P_{ult}}{3}$$

P_{all} = beban kerja ijin pada base

maka P_{ull}

$$q_p = \frac{0,4 N_{cr} D}{d}$$

$$D = 7,2 - 2(0,5) = 6,2 \text{ m}$$

$$d = 0,5 \text{ m}$$

$$N_{cr} = [0,77 \log (20/p)] \times N$$

$$P = \text{tegangan efektif} = \gamma_b h$$

$$\gamma_b ; \text{diambil} = 1,885 \text{ t/m}^3 ; h = 10 \text{ m}$$

$$P = 1,885 \text{ t/m}^3 \times 10 \text{ m} = 18,85 \text{ t/m}^2 \\ = 18,85 \times 0,0929 = 1,75 \text{ t/ft}^2$$

$$N = \frac{24 + 22}{2} = 23$$

$$N_{cr} = [0,77 \log 20/1,79] \times 23 = 18,73 \text{ t/ft}^2$$

$$q_p = \frac{0,4 \times 18,73 \times 1,2}{0,6} = 14,98 \text{ t/ft}^2 \leq 4.N \\ = 14,98 \text{ t/ft}^2 \leq 4 \times 23 = 92 \text{ t/ft}^2$$

$$q_p = 14,98 \text{ t/ft}^2 = 16,388 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_p = 1/4 \pi D^2 \longrightarrow (\ominus \text{ujung tiang dianggap} = 0,6 \text{ m}) \\ = 1/4 \pi (0,6)^2 = 0,2827 \text{ m}^2 = 2827 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \pi \times (D) \times h \longrightarrow (\ominus \text{tiang} = 0,5 \text{ m})$$

$$h = \text{diambil } 7,2 - (2 \times 0,5) = 6,2 \text{ m}$$

$$A_s = \pi (0,5) \times 6,2 = 9,7 \text{ m}^2 = 97000 \text{ cm}^2$$

$$f_s = N'/50 \text{ untuk tanah pasir}$$

$$N' = N \text{ rata-rata sepanjang tiang dari kedalaman} \\ - 2,8 \text{ m s/d} - 10 \text{ m}$$

$$f_{s_1} = 48/50 = 0,96$$

$$f_{s_2} = 54/50 = 1,08$$

$$f_{s_3} = 12/50 = 0,24$$

$$f_{s_4} = 12/50 = 0,24$$

$$f_{s_5} = 22/50 = 0,44$$

$$f_{s_6} = 24/50 = 0,48$$

$$\Sigma f_s 3,44 \text{ t/ft}^2 = 3,76 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Pull} &= (16,388 \times 2827) + (3,76 \times 97000) \\ &= 411,379 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Pall} = \frac{411,379}{3} = 137,126 \text{ ton} \approx 138 \text{ ton}$$

3. Rumus kekuatan tiang

$$P_u \text{ concret} = \sigma'_{bk} (A_{\text{gross}} - A_s) \sigma_y A_s$$

dimana :

$$\sigma'_{bk} = 225$$

$$\begin{aligned} \sigma_y = \sigma_{\text{leleh}} &= 0,87 (4000 \text{ kg/cm}^2) \longrightarrow \text{BJTD} \\ &= 3480 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

A_s ; digunakan tulangan 6 \emptyset_{22}

$$A_s = 1/4 \pi D^2 6 = 1/4 \pi (2,2)^2 6 = 22,8 \text{ cm}^2$$

A_{gross} ; untuk diameter tiang \emptyset_{50} cm

$$A_{\text{gross}} = 1/4 \pi (50)^2 = 1963,5 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{maka } P_u \text{ concret} &= 225 (1963,5 - 22,8) + 3480 (22,8) \\ &= 436657,5 + 79344 \\ &= 516001,5 \text{ kg} \\ &= 516,00 \text{ ton} \end{aligned}$$

4. Untuk perkiraan daya dukung tiang Franki dengan metode Dinamis menurut Nordlund R.L (1982)

adalah :

$$P_{all} = \frac{W H B V^{2/3}}{K}$$

dimana :

W = berat drop hammer

H = tinggi jatuh drop hammer

B = jumlah pukulan per unit volume skip

V = volume bulk

K = konstanta

maka :

W = 3,25 ton

H = 5 m = 16,4 ft \longrightarrow 1 m = 3,28 ft

V = 3 skip = 3 x 0,14 m³ = 0,42 m³ = 15 cu ft

B = 54 (1 skip = 0,14 m³ = 5 cu ft)

k = untuk jenis tanah dilokasi proyek pada pembahasan ini, jenis tanah termasuk antara medium sand dengan k = 22 dan fine sand dengan k = 27. Maka diambil nilai k = 24

diperoleh hasil sebagai berikut =

$$P_{all} = \frac{3,25 \times 16,4 \times 54/5 \times 15^{2/3}}{24}$$

$$P_{all} = 145,8 \text{ U} \text{ 146 ton}$$

- Dari hasil-hasil perhitungan diatas dapat ditabelkan seperti berikut =

Tabel 8.1 Hasil perhitungan Statis, Dinamis, Loading test

	STATIS (ton)			DINAMIS (ton)	LOADING TEST	
	N-SPT	Mayer hoff	Pu concret	Nordlund	Pu Davisson	Lap
Pu	563,736	411,379	516,00		500	
Pall	187,912	138		146	166,67	130

- dari tabel 8.1 dapat dilihat, untuk masing-masing rumus ternyata perkiraan daya dukung memberikan hasil yang berbeda-beda
- dari 5 perhitungan tersebut ternyata nilai perhitungan aman karena lebih besar dari nilai yang diperoleh dari loading test
- untuk perhitungan lebih lanjut, seperti pada daya dukung kelompok tiang dan penurunan pada fondasi tiang Franki standard, besarnya daya dukung satu tiang diambil = 130 ton, yaitu sebagai perkiraan besar daya dukung untuk standard Franki tipe heavy pada yang relatif keras.
- perkiraan yang mendekati nilai loading test adalah dengan rumus Pall dari data SPT [menurut Mayor hoff (1976)]

B. Dalam pembahasan kedua diambil masalah perbandingan perhitungan daya dukung antara fondasi tiang Franki dengan fondasi tiang pancang.

Jika digunakan panjang tiang yang sama dan diameter yang sama, maka untuk daya dukung satu tiang adalah =

Data-data seperti soal No 1 pada Bab VII

- pile No 76
- panjang tiang = 7,2 m
- ujung fondasi terletak di kedalaman = -10 m
- permukaan pile cap terletak di kedalaman = -1,3 m
- tebal pile cap = 1,5 m
- muka air tanah terletak di kedalaman = -12,1 m
- data SPT (DB I) terlampir
- data CPT (terlampir)
- γ_b , diambil = 1,885 t/m³

Untuk daya dukung tiang Franki dengan rumus N-SPT didapat

$P_{all} = 187,912$ ton (dapat dilihat pada bab VII
Aplikasi Hitungan)

Sedangkan untuk tiang pancang, adalah = dengan menggunakan rumus yang sama, yaitu rumus dari N-SPT, maka diperoleh hasil =

$$- P_{BU} = \alpha'_v N_q A_B$$

dimana ;

$$\sigma'_v = \gamma b h = 1,885 \text{ t/m}^3 \times 7,2 \text{ m} = 13,57 \text{ t/m}^2$$

$$Nq = 100$$

$$D = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

$$\phi = 38^\circ$$

$$A_b = 1/4 \pi (0,5)^2 = 0,196 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} P_{su} &= 13,57 \times 100 \times 0,196 \\ &= 265,972 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$- P_{su} = \Sigma \overline{\sigma'_v} k \tan \phi \delta A_s$$

untuk tiang pancang (free cast) $\delta = 0,7 \phi$, maka ;

$$\delta = 0,7 \cdot 30^\circ = 21^\circ$$

$$k = \text{koefisien tanah leteral} = 1,5$$

$$A_s = \pi D h_s$$

$$A_s = (\pi \cdot 0,5) \times 7,2 = 11,31 \text{ m}^2$$

$$\overline{\sigma'_v} = \frac{1,885 \times 7,2}{1} = 13,57 \text{ t/m}^2$$

$$P_{su} = 13,57 \times 1,5 \times \tan 26,6^\circ \times 11,31 = 115,28 \text{ ton}$$

$$P_u = 265,972 \times 115,28 = 381,255 \text{ ton}$$

diambil SF = 3

$$P_{all} = \frac{381,255}{3} = 127,09 \text{ ton}$$

Dari hasil perhitungan daya dukung fondasi tiang Franki dan fondasi tiang pancang dengan menggunakan rumus N-SPT pada kondisi tanah yang sama, panjang yang sama dan ϕ

yang sama dapat diketahui bahwa perbandingan yang lebih besar terjadi pada "End bearing", hal ini dikarenakan pada fondasi tiang Franki ujung tiangnya mempunyai diameter yang lebih besar (untuk fondasi standard tipe "heavy" diameter berkisar antara 60 - 80 cm), sedangkan diameter ujung tiang pada fondasi tiang pancang relatif sama dengan diameter tiangnya, bahkan ada tiang yang berbentuk tirus, dengan kata lain, bentuk tiang semakin keujung diameternya makin kecil (contoh tiang pancang tirus uniform). Karena memiliki diameter ujung tiang yang lebih besar, maka daya dukung ujung tiang untuk fondasi Franki relatif lebih besar dari pada fondasi tiang pancang umumnya.

Sedangkan untuk daya dukung gesekan tiang "friction" dengan menggunakan rumus $N-SPT$ pada fondasi tiang Franki dan tiang pancang dalam kondisi tanah berbutir kasar (sand). yang padat, perbedaan "friction"nya relatif kecil, perbedaan terjadi dikarenakan bentuk permukaan kulit pada selimut tiang yang berdeda. Pada fondasi tiang Franki permukaan selimut tiangnya kasar, hal ini mengakibatkan sudut gesek tiang dengan tanah (δ) akan dianggap sama dengan sudut geser dari tanah (ϕ), sedang untuk tiang pancang besar $\delta = 0,7 \phi$, hal ini dikarenakan permukaan tiangnya relatif lebih halus dari pada tiang Franki.

Perbedaan lain terlihat pada luas permukaan kulit yang mengalami gesekan dengan tanah. Pada tiang Franki "friction" dianggap terjadi pada 2D di atas awal pelebaran ujung tiang hingga ke pangkal tiang yang tertanam dalam tanah. Sedangkan pada fondasi tiang pancang, "friction" dihitung di sepanjang tiang yang tertanam didalam tanah. Dengan perkiraan ini luas permukaan selimut tiang pada tiang pancang akan mengalami pergeseran yang lebih luas dengan tanah dari pada tiang Franki.

Sebenarnya di pasaran jarang dijumpai diameter tiang pancang ≥ 50 cm, hal ini dikarenakan menyulitkan untuk pengangkutan kelokasi, apalagi bila lokasinya cukup jauh dari pabrik, dan susah untuk pemancangannya.

Pemukulan yang terlalu dipaksa pada tiang pancang juga tidak dianjurkan karena hal itu akan mengakibatkan keretakan pada tiang pancang.

Dari perhitungan di atas dapat dilihat seberapa besar perbedaan daya dukung Tiang Franki dan Tiang Pancang, dengan ϕ , panjang dan kondisi tanah yang sama.

$$P_{B(\text{Franki})} = 187,912 \text{ ton}$$

$$P_{B(\text{tiang panjang})} = \underline{127,090 \text{ ton}}$$

$$P_{all} = 60,822 \text{ ton}$$

BAB IX
KESIMPULAN DAN SARAN

9.1. Kesimpulan

Hasil yang diperoleh dari studi pustaka dan survey di lapangan yang berkaitan dengan fondasi tiang Franki dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Dari hasil hitungan daya dukung
 - a. Permukaan tiang Franki yang kasar akan menyebabkan sudut geseknya (δ) besar sehingga dapat dianggap $\delta = 0$.
 - b. Ujung tiang Franki akan mempunyai diameter yang lebih besar dari diameter tiangnya, hal ini akan besar pengaruhnya terhadap kemampuan daya dukung ujung tiang, terutama jika lapisan pendukung pada ujung tiang relatif padat.
 - c. Pada rumus statis, rumus yang digunakan untuk fondasi tiang Franki sebenarnya sama dengan rumus yang digunakan pada fondasi tiang pancang, sedangkan pada rumus dinamis pada fondasi tiang Franki mempunyai rumus tersendiri, hal ini dikarenakan ada pembesaran pada ujung tiang (bulb).
 - d. Efisiensi dengan metode labbare sebenarnya masih kurang dapat dianggap tepat karena metode labbare tidak memasukkan faktor-faktor tanah.

- e. Dari lima rumus yang digunakan untuk menghitung daya dukung tiang Franki, rumus yang mendekati hasil "*Loading Test*" adalah rumus yang diberikan oleh Mayor hoff (1976)
 - f. Kemampuan Daya dukung tiang yang pada tanah yang relatif keras adalah ditentukan oleh kekuatan tiangnya.
 - g. Sebenarnya efisiensi pada tiang "End bearing" tidak perlu dihitung karena efisiensi mendekati nilai 1, efisiensi berlaku bagi komponen friction dari tiang.
2. Dari hasil loading test
- a. Untuk mengetahui daya dukung fondasi tiang yang sebenarnya salah satu cara yang sering dilakukan adalah dengan "*Loading Test*"
 - b. pada saat pengujian beban ("loading test") tidak dilakukan hingga mencapai "Faillure", pengujian dihentikan jika kemampuan daya dukung sudah mencapai daya dukung yang dikehendaki/diijinkan yaitu 200 % dari beban kerja. Jika pengujian dilakukan hingga mencapai "Faillure", maka akan mengakibatkan tiang menjadi rusak dan tidak dapat dipakai lagi.

3. Dari hasil "settlement"

- a. Penurunan pada tanah pasir relatif kecil, baik pada "Immediate Settlement" maupun pada "Primary Consolidation Settlement"

4. Dari pelaksanaan

- a. Pada saat pembuatan tiang Franki harus dilaksanakan dengan hati-hati sesuai ketentuan yang telah distandardkan oleh pihak Franki, hal ini penting untuk dituruti, karena tiang Franki langsung dibuat di tempat (cas-in situ) atau cor di tempat (cas-in place), sehingga jika terjadi kesalahan disaat pembuatan, tiang akan terbuang karena tidak dapat digunakan lagi.
- b. Jika terjadi hujan lebat pada waktu pembuatan, maka pengerjaan dihentikan, karena di khawatirkan dapat mempengaruhi kadar air pada campuran beton.
- c. Kemungkinan tiangretak relatif kecil, karena tiang dibuat di tempat, sedang lubang acuan tiang dibuat dengan casing yang ujungnya disumbat.
- d. Panjang tiang mudah untuk diatur, sesuai dengan panjang yang dikehendaki (maksimum 22 m).
- e. Pada saat pembuatannya akan terjadi devormasi vertikal diujung tiang dan devormasi horizontal diselimum tiang yang cukup besar bila dibandingkan

dengan tiang pancang, yang mana disebut juga "Extra Displacement". Hal ini juga akan mengakibatkan semakin membesar nilai koefisien geser (c) dan sudut geser (θ).

- f. Kualitas tiang Franki tidak bisa langsung di andalkan, karean pengecorannya dilakukan dalam lubang, sehingga tidak dapat dilakukan pemeriksaan.
- g. Biasanya jika terjadi kesalahan pada waktu pembuatan tiang Franki akan tetap dibiarkan didalam tanah, hal ini dikarenakan pencabutan sukar untuk dilakukan. Walaupun pencabutan bisa dilakukan biasanya tiang akan rusak dan penanaman tiang tersebut tidak mungkin dilakukan lagi karena tiang Franki khusus dibuat dengan cor ditempat ("Cast-in place") bukan tiang yang sudah jadi.

9.2. Saran

Seperti diketahui fondasi tipe Franki terdiri dari beberapa tipe, sementara Tugas akhir ini hanya membahas estimasi daya dukung Vertikal, penurunan dan pelaksanaan dari salah satu tipe fondasi tiang Franki standard, tanpa mengkaji analisa tenaga kerja, waktu, biaya dan tipe-tipe fondasi tiang Franki yang lain.

Untuk itu, masalah-masalah fondasi tiang Franki yang belum dibahas pada Tugas Akhir ini perlu untuk dikaji dan

dianalisa lebih lanjut agar segala sesuatu yang bersangkutan dengan fondasi dapat diketahui dan dipahami dengan jelas.