

J U R N A L
SAINS DAN TEKNOLOGI FT UKI
• ELEKTRO • MESIN • ARSITEKTUR • SIPIL •



Perancangan, Uji dan Analisa Termal Pemanas Air Tenaga Surya
dengan Kolektor Pelat Datar Terintegrasi

Aji Totok Nurbiantoro

Penerapan Logika Fuzzy pada Pengendalian Proses Pembersih
Air dan Pengaturan Ketinggian serta Suhu Air

M.M. Lanny W. Panjaitan

Ekosentrisme : Suatu Pendekatan dalam Pengembangan Etika
Lingkungan

Mediana J.H. Uguy

Solusi Persamaan Rotor dengan Metoda Kekakuan Dinamik

Jusuf Anggono

Formulasi Dinamika Getaran Bebas Elemen DKMQ-MI dengan
Metoda Iterasi Subspace

Thermanto DSS

Prediksi Kapasitas Tarik Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Uji
Pembebanan Tarik di Lapangan (Studi Kasus di Surabaya)

Lolom Evalita Hutabarat

Manfaat Arsitektur Bagi Masyarakat

Bambang Erwin

Profil Medina - Sebuah Kota Arab di Tunis

Sri Pare Eni

ISSN 0853-9723

Thn. XI No. 25, Mei 2001

E
M
A
S

SUSUNAN REDAKSI

Pimpinan Umum/Penanggunjawab :
Dekan Fakultas Teknik UKI

Anggota :
Pembantu Dekan I, II, III FT UKI
Ketua Jurusan Elektro, Mesin, Arsitektur,
Sipil FT UKI

Staf Ahli :
Prof. Dr. Ing. K. Tunggul Sirait
Prof. Dr. Ir. Sularso, MSME.
Prof. Dr. Ir. H. M. Surjono S., MSF.
Prof. Dipl. Ing. Suwondo B.S.
Dr. Ir. Wibowo Paryatmo, MSc.
Dr. Ing. Ir. Uras Siahaan, lic. rer. reg.
Atmonobudi Soebagio, Ph.D., MSEE.

Redaktur Pelaksana :

Pimpinan Redaksi :
Ir. S.M. Doloksaribu, M. Ing.

Sekretaris Redaksi :
Ir. Ika Bali, M. Eng.

Anggota Redaksi :
Dr. Ir. Charles O.P. Marpaung, MS.
Ir. Erikson Samosir, MT.
Ir. Mediana Uguy, M.Si.
Ir. Lolom Evalita Hutabarat, MT.

Sekretaris :
Floura Latumeten, SH.
Kemo Suharsoyo

Korespondensi :
Sekretaris/Ka. Lab./Studio Jurusan Elektro,
Mesin, Arsitektur, dan Sipil FT UKI

Alamat Redaksi :
Fakultas Teknik UKI
Jl. Mayjen Sutoyo, Cawang,
Jakarta 13630
Telepon : (021) 809 2425
Fax : 809 3948

Nama Rekening :
Bank INA No. Rek : 70619.44001.81

ISSN : 0853 - 9723

TERBIT EMPAT KALI SETAHUN

EDITORIAL

Pembaca yang budiman,

Kami kembali hadir di tengah-tengah pembaca melalui Edisi No. 24 ini.

Edisi ini kami persiapkan sambil mempersiapkan dan menunggu hasil akreditasi jurnal ini. Kami berharap akan ada peningkatan melalui proses akreditasi yang kami ikuti.

Edisi ini memuat 8 (delapan) tulisan masing-masing 1 (satu) mengenai peraturan masyarakat kota; 1 (satu) mengenai dunia arsitektur; 2 (dua) mengenai uji beban pada struktur beton dan pondasi tiang; 1 (satu) mengenai pendimensian saluran; 1 (satu) mengenai seleksi pengering (dryer); 1 (satu) mengenai pengurangan emisi CO₂ pada sektor tenaga listrik; 1 (satu) mengenai perancangan sistem pengamanan museum dengan kamera.

Selamat membaca.

Salam
Redaksi

ISSN 0853-9723

Thn. XI No. 25, Mei 2001

JURNAL

EMAS

SAINS DAN TEKNOLOGI FT UKI

• ELEKTRO • MESIN • ARSITEKTUR • SIPIL •



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA

PREDIKSI KAPASITAS TARIK PONDASI TIANG PANCANG BERDASARKAN UJI PEMBEBANAN TARIK DI LAPANGAN (STUDI KASUS DI SURABAYA)¹

Lolom Evalita Hutabarat²

ABSTRACT

Foundation of some structures, such as transmission towers, off-shore platforms and basement mats below the water table, are subjected to uplifting forces. Driven piles are sometimes used for these foundations to resist the uplifting forces. Therefore it is important to predict the pullout resistance of piles from static analysis of shear strength parameters like cohesion (c) and internal friction angle (φ) taken from laboratory testing, then examined with tension insitu loading test.

ABSTRAK

Pondasi pada beberapa struktur seperti menara transmisi, konstruksi lepas pantai, ataupun basement yang berada di bawah muka air tanah, akan menerima beban tarik. Tiang pancang merupakan jenis pondasi yang sering digunakan untuk struktur tersebut, yang berfungsi untuk menahan beban tarik. Karena itu, penting sekali untuk memprediksi kapasitas tarik tiang berdasarkan analisis statik dari parameter kuat geser tanah yaitu kohesi (c) dan sudut gesek dalam (φ) yang didapatkan dari uji laboratorium, kemudian dilakukan uji pembebanan tarik di lapangan.

1. PENDAHULUAN

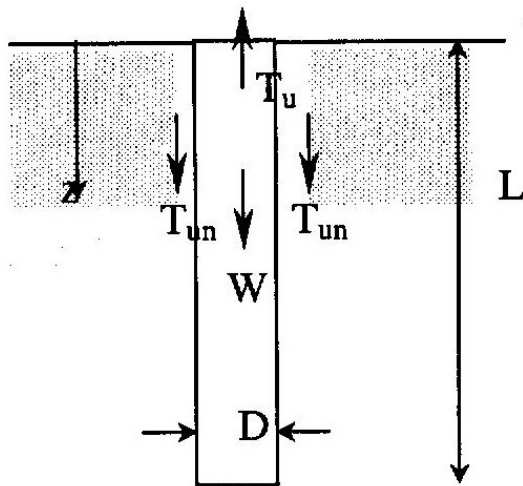
Tiang pancang sebagai pondasi pada struktur, dalam kondisi tertentu akan menerima beban tarik, sehingga di dalam menentukan daya dukung tiang terhadap beban struktur perlu juga diprediksi kapasitas tarik pada tiang untuk menahan gaya angkat akibat tekanan air, angin, beban

gempa ataupun kondisi tanah ekspansif.

Saat ini studi tentang kapasitas tarik tiang masih sangat terbatas. Beberapa studi yang pernah dilakukan antara lain oleh Das and Seeley (1975) pada tanah pasir dan Das and Seeley (1982) pada tanah lempung jenuh, dengan persamaan secara umum sebagai berikut:

¹ Bagian dari Tesis S2 Program Pascasarjana Unpar, Bandung

² Dosen Jurusan Teknik Sipil FT-UKI, Jakarta



Gambar 1. Kapasitas tarik pondasi tiang

$$T_u = T + W_p \quad \dots(1)$$

dimana :

T_u = kapasitas tarik total

T = kapasitas tarik

Kapasitas tarik dari tiang sepenuhnya merupakan tahanan selimut tiang (*shaft resisant*) yang tentunya memberikan kontribusi T_{un} yang berbeda untuk setiap perlapisan tanah. Kendala yang dihadapi adalah data parameter tanah yang didapat umumnya tidak kontinu sehingga perlu justifikasi dalam menentukan parameter kuat geser tanah yang akan digunakan sebagaimana juga dilakukan untuk menentukan daya dukung aksial tiang (Hutabarat, 2001)

Metode lain yang juga dapat digunakan untuk meningkatkan kapasitas tarik tiang adalah dengan memperbesar ujung bawah tiang seperti pada tiang bor dengan bentuk bel (*belled drilled shaft*) atau diberikan injeksi bertekanan pada pondasi (*pressure injected footings*). Dalam menentukan tambahan kapasitas tarik yang terjadi, O'Neill (1987)

menyarankan formula sebagai berikut khusus untuk tanah lempung:

$$P_{ub} = (s_u \cdot N_u + \sigma_D) (\pi/4) (B_b^2 - B_s^2) \quad \dots(2)$$

$$N_u = 2(D/B_b - 0,5) \leq 9 \quad \dots(3)$$

dimana :

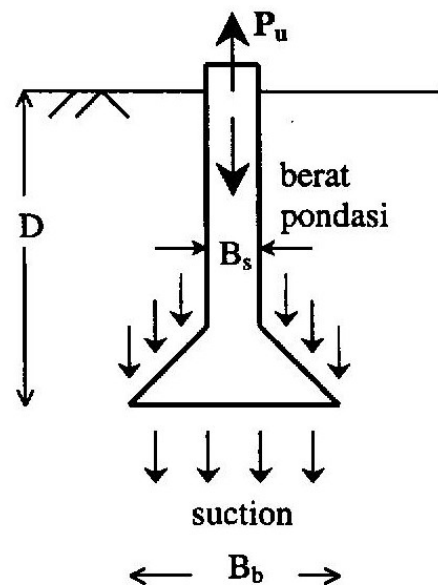
P_{ub} = kapasitas tarik yang diberikan oleh perbesaran ujung bawah tiang

s_u = kuat geser tanah tak terdrainase diatas dasar ujung bawah tiang

σ_D = tegangan total pada dasar tiang

B_b = diameter dasar tiang yang diperbesar

B_s = diameter selimut tiang



Gambar 2. Tiang dengan dasar yang diperbesar

Sedangkan untuk tanah pasir, Dickin & Leung (1990) menyarankan sebagai berikut:

$$P_{su} = 0,9 w_f + \frac{N_u \cdot \sigma_D \cdot A_b}{FK} \quad \dots(4)$$

dimana :

P_{su} = kapasitas tarik ijin

w_f = berat pondasi (diperhitungkan juga efek bouyancy)

N_u = faktor breakout (Gambar 3)

- σ_D' = tegangan vertikal efektif pada dasar pondasi
- A_b = luas penampang dasar tiang yang diperbesar
- FK = faktor keamanan

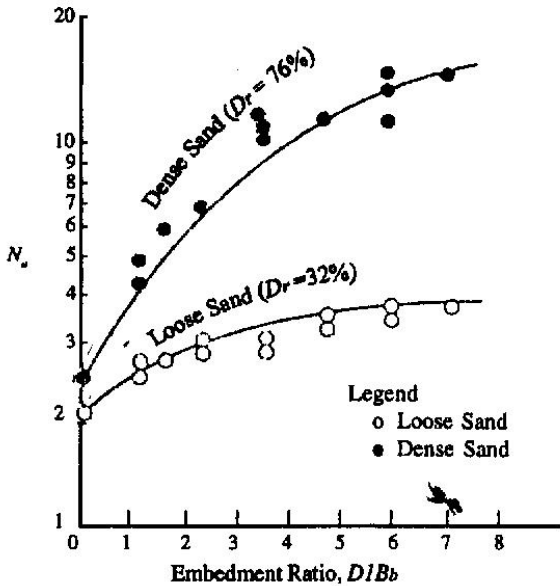
Studi lebih lanjut tentang perbesaran dasar tiang pada tanah pasir dapat dilihat pada jurnal EMAS No.17, 1999.

2. TUJUAN PENELITIAN

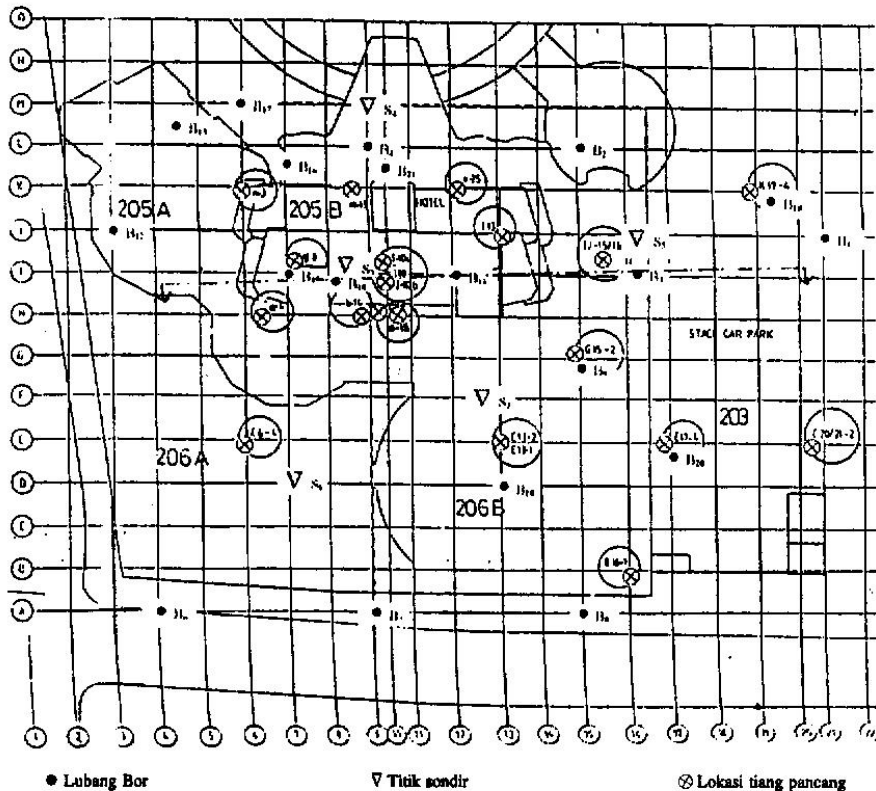
Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi kapasitas tarik pondasi tiang dengan metode statik yang ada serta membandingkan dengan uji tarik di lapangan dengan mengambil studi kasus pada proyek di daerah Tunjungan - Surabaya.

3. DESKRIPSI LOKASI PROYEK

Penyelidikan tanah yang telah dilakukan meliputi uji lapangan dan uji laboratorium. Stratifikasi tanah di lokasi tersebut dapat dilihat dari 25 bor log dengan kedalaman 25-40 m. Selain itu juga dilakukan uji pembebanan tarik di lapangan dengan cara statik sebanyak 2 buah.



Gambar 3. Faktor breakout (N_u)



Gambar 4. Lokasi uji lapangan

Secara keseluruhan, kondisi tanah pada proyek ini dapat dibagi atas 4 lapisan tanah (gbr 4), yaitu:

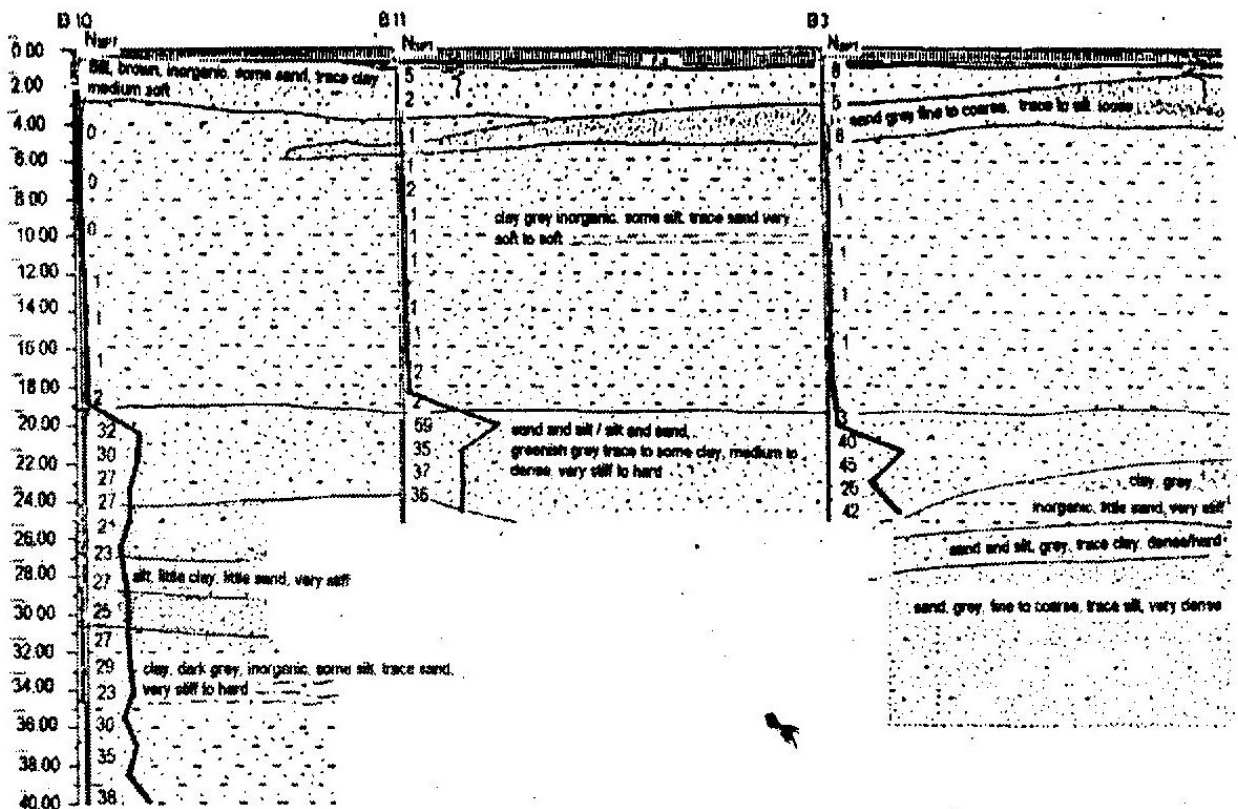
- Pada bagian permukaan sampai kedalaman -4.0 m merupakan tanah lanau kepasiran dengan konsistensi soft sampai medium.
- Dilanjutkan dengan tanah lempung berplastisitas tinggi dengan konsistensi very soft sampai dengan -19.0 m dari permukaan tanah.
- Sedangkan dari kedalaman -19.0 m sampai kedalaman -27.0 m dijumpai tanah pasir dengan konsistensi medium sampai padat.
- Sampai akhir lubang bor (-40.0 m)

merupakan tanah lempung dengan konsistensi stiff sampai very stiff.

4. PARAMETER DESAIN

Kondisi tanah yang tidak homogen sepanjang tiang memberikan nilai ϕ dan c yang bervariasi terhadap kedalaman. Dengan demikian perlu dibuat suatu grafik hubungan antara parameter hasil uji laboratorium yang didapat terhadap kedalaman, sehingga dapat terlihat apakah grafik tersebut menunjukkan korelasi tertentu.

Hasil dari studi korelasi parameter tanah tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:



Gambar 5. Profil tanah dari lubang bor

Tabel 1. Parameter desain kuat geser tanah

J_{13}	B_3	0.60	-	0.13	-	-	36
$E_{17.4}$	B_8	0.17	-	0.13	-	-	37
$U_{15.16}$	B_3	0.50	-	0.13	-	-	36
I_{10}	B_{10}/B_{11}	0.42	-	0.13	-	-	33
B_{14}	B_{10}	0.42	-	0.13	-	-	33
A_{18}	B_{10}	0.42	-	0.13	-	-	33
$E_{6.4}$	B_6	0.42	-	0.13	-	-	33.5
$B_{16.1}$	B_8	0.50	-	0.13	-	-	37

5. KAPASITAS TARIK PONDASI TIANG

5.1. Pada Tanah Lempung

$$T = L \cdot p \cdot \alpha' \cdot c_u \quad \dots (5)$$

dimana:

- L = panjang tiang
- p = keliling tiang
- α' = faktor koreksi untuk tarik (tabel 2.6)
- c_u = kohesi tanah

5.2. Pada Tanah Pasir

$$T = \int_0^L (K_u \cdot \sigma_v' \cdot \tan \delta \cdot p) dz \quad \dots (6)$$

dimana:

- K_u = koefisien tarik
- σ_v' = tegangan vertikal efektif
- δ = sudut geser antara tiang & tanah
- p = keliling tiang

Bila $L < L_{cr}$,

$$T = \frac{1}{2} p \cdot \gamma \cdot L^2 \cdot K_u \cdot \tan \delta \quad \dots (7)$$

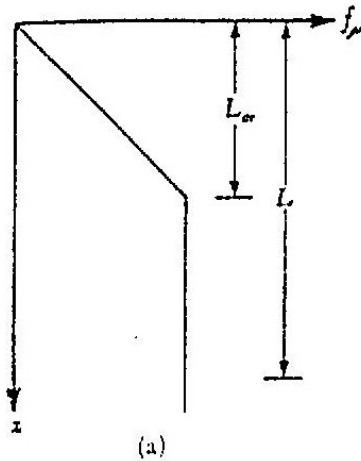
Bila $L > L_{cr}$,

$$T = \frac{1}{2} p \gamma L_{cr}^2 K_u \tan \delta + p \gamma L_{cr} K_u \tan \delta (L - L_{cr}) \quad \dots (8)$$

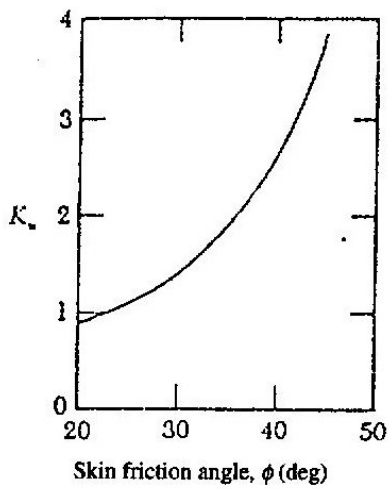
Nilai K_u dan δ dapat ditentukan dari grafik berikut:

Tabel 2. Faktor adhesi untuk kapasitas tarik

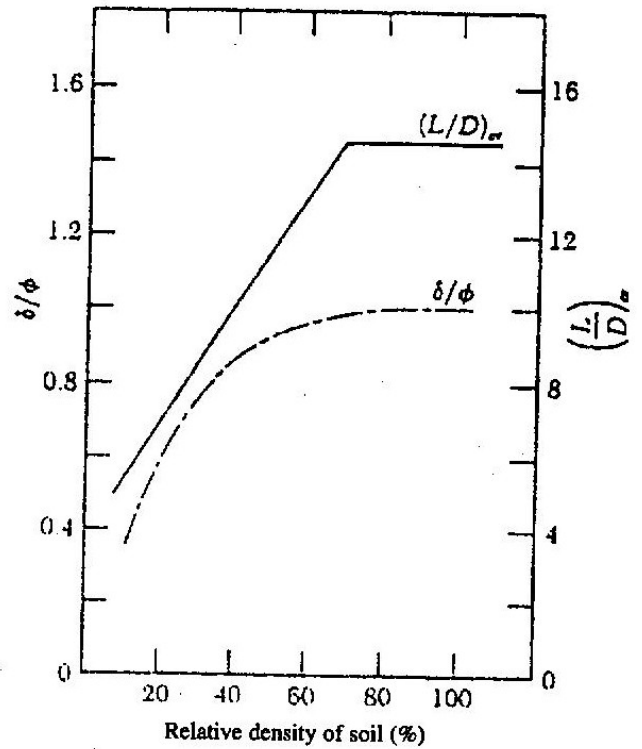
Kohesi	
Tiang bor	$\alpha' = 0.9 - 0.00625 c_u$ utk $c_u \leq 80$ kPa $\alpha' = 0.4$ utk $c_u > 80$ kPa
Tiang pipa	$\alpha' = 0.715 - 0.0191 c_u$ utk $c_u \leq 27$ kPa $\alpha' = 0.2$ utk $c_u > 27$ kPa



Gambar 6. Kedalaman kritis



Gambar 7. Koefisien tarik tiang



Gambar 8. Variasi δ/ϕ dan $(L/D)_{cr}$ dgn D_r

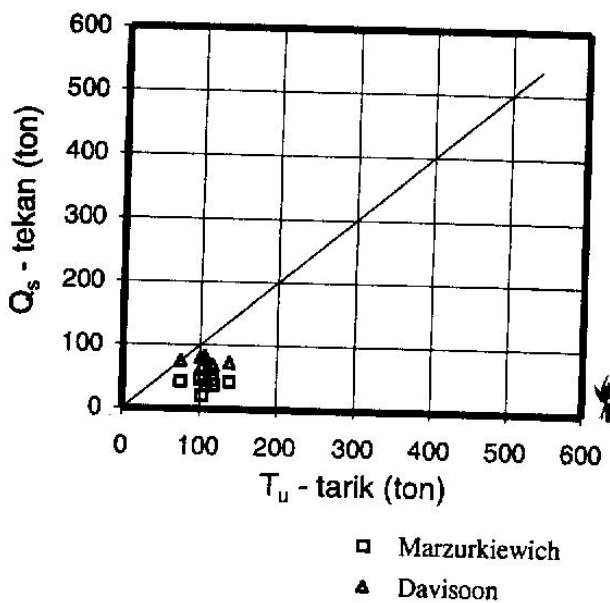
6. HASIL ANALISIS

Berdasarkan data hasil uji tarik langsung lapangan pada tiang I_{10a} dan I_{10b} dengan menggunakan metode Mazurkiewich dan Davisson, didapatkan hasil sebagai berikut:

J ₁₃	27	116	-	-	45	70
E ₁₇₋₄	27	117	-	-	37	68
II ₁₅₋₁₆	29	138	-	-	42	73
I ₁₀	27	100	-	-	46	80
B ₁₄	27	106	-	-	45	83
A ₁₈	25	75	-	-	42	76
E ₆₋₄	29	103	-	-	21	66
B ₁₆₋₁	26	108	-	-	36	79
I _{10a}	26	-	85	100	-	-
I _{10b}	26	-	75	95	-	-

Tabel 3. Tabulasi perhitungan kapasitas tarik tiang terhadap beban tarik

Untuk kapasitas tarik, hasil yang diberikan oleh formula Das & Seeley untuk tanah lempung dan pasir cukup akurat jika dibandingkan dengan kapasitas tarik aktual berdasarkan uji pembebanan tarik yaitu sekitar 100 ton. Besarnya perlawanan selimut tiang terhadap beban tarik ini sedikit lebih besar dibandingkan dengan tahanan selimut tiang terhadap beban tekan yaitu sekitar 80 ton berdasarkan analisis statik dari korelasi empirik dan parameter tanah. Ini menunjukkan karakteristik tanah lempung terhadap beban tarik dan beban tekan seperti terlihat pada Gb. 9.



Gambar 9. Hubungan Q_u tekan & Q_u tarik

Faktor adhesi tiang dengan tanah (α) yang diberikan oleh Tomlinson dalam perhitungan beban tekan berkisar antara 0.2-1.0 dimana semakin besar kohesi tanah maka adhesinya akan makin mengecil. Sedangkan pada beban tarik, adhesi tiang dengan tanah menurut Seed & Seeley hanya berkisar antara 0.1-0.2.

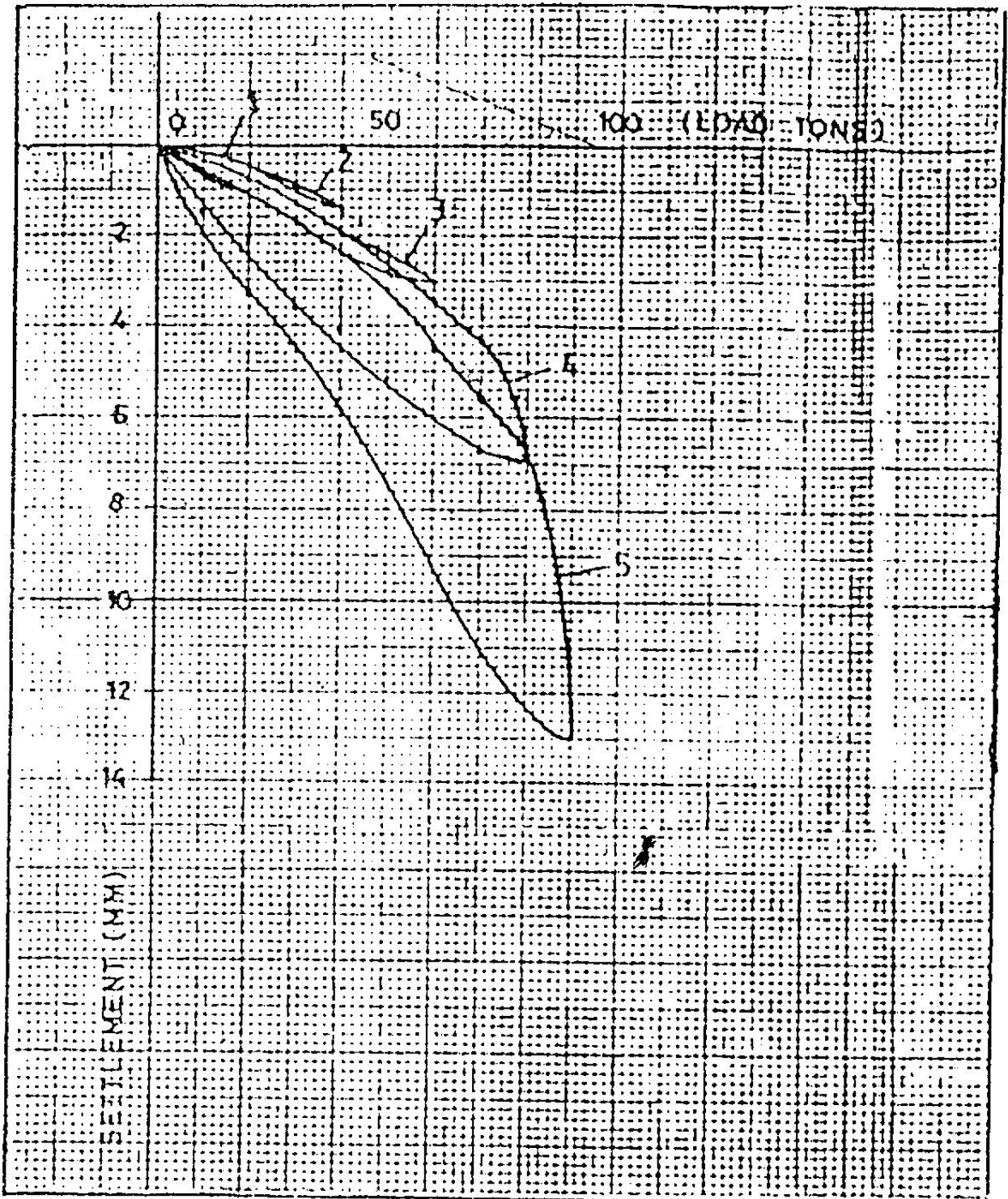
7. KESIMPULAN DAN SARAN

- a. Hasil prediksi kapasitas tarik tiang pancang secara analitis cukup mendekati hasil uji tarik di lapangan yaitu sekitar 100 ton
- b. Kapasitas tarik pondasi tiang pancang sedikit lebih besar dari tahanan selimut tiang menerima beban tekan aksial
- c. Adhesi antara tanah dan tiang semakin kecil jika kohesi tanah semakin besar

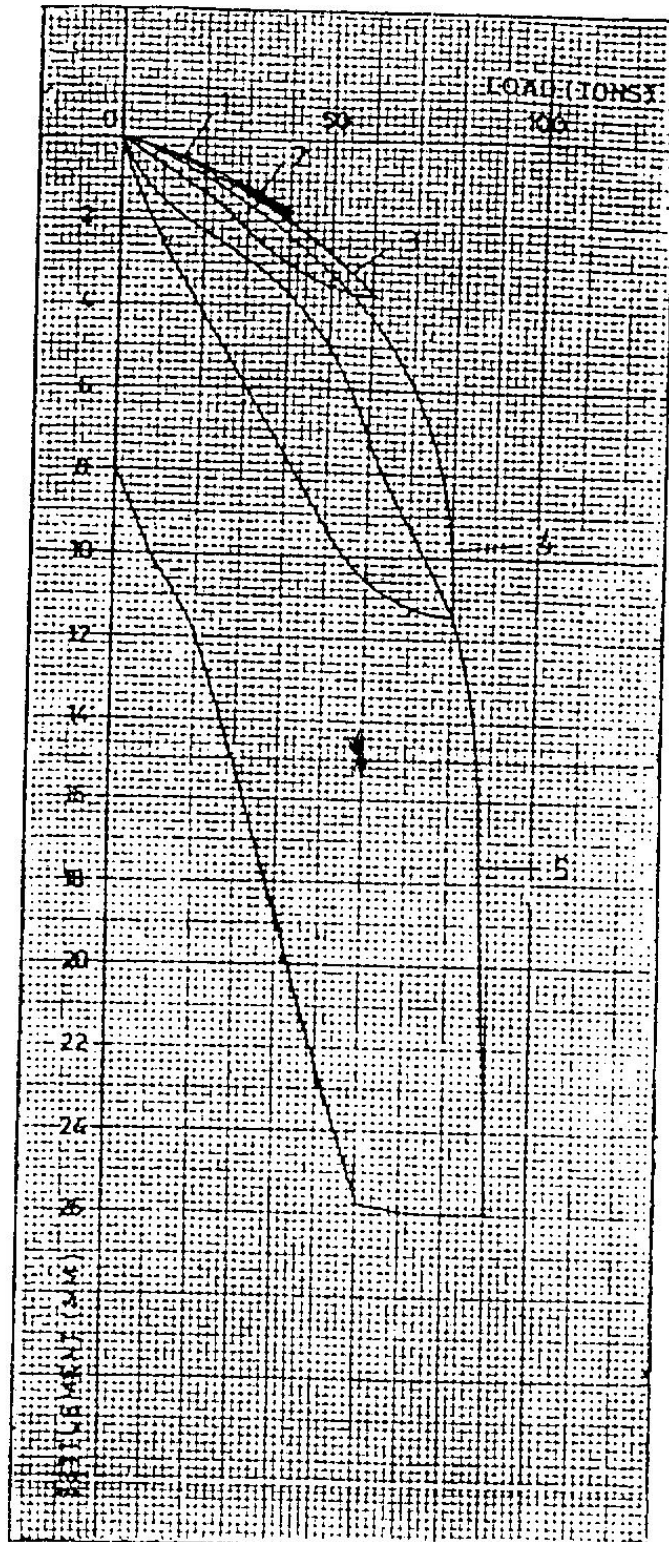
DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E.** (1988), *Foundation Analysis and Design*, 4th edition, Mc Graw Hill Co., Illinois
- Coduto, D.P.** (1994), *Foundation Design Principles and Practises*, Prentice Hall Inc., New Jersey
- Das, B.M.** (1990), *Principles of Foundation Engineering*, 2nd edition, PWS-Kent Publishing Co., Boston
- Hutabarat, L.E** (1999), *Pengaruh Perbesaran Ujung Model Tiang Bawang Terhadap Peningkatan Daya Dukung Pondasi Tiang Pada Tanah Pasir Halus Dengan Beberapa Kepadatan*, Jurnal EMAS No. 17 Fakultas Teknik UKI, Jakarta
- Hutabarat, L.E** (2000), *Studi Perilaku Tiang Pancang Berdasarkan Hasil Uji Statik dan Dinamik (PDA)*, Thesis S-2 Pascasarjana Unpar, Bandung.
- Hutabarat, L.E** (2001), *Daya Dukung Disain Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Analisis Peralihan Beban*, Jurnal EMAS No. 24 Fakultas Teknik UKI, Jakarta

LAMPIRAN HASIL UJI PEMBEBANAN TARIK TIANG



Gambar 10. Grafik beban vs penurunan pada uji pembebanan tarik Tiang Pancang I_{10a}



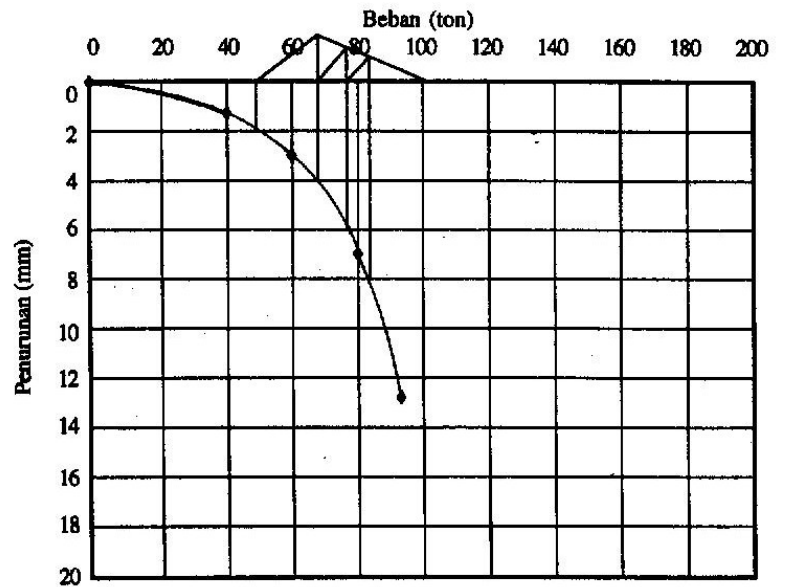
Gambar 11. Grafik beban vs penurunan pada uji pembebanan tarik Tiang Pancang I₁₀₀

LAMPIRAN PREDIKSI DAYA DUKUNG TARIK TIANG DENGAN METODE MAZURKIEWICH

No. Tiang : I_{10a}
 Panjang (D) : 26 m
 Diameter (B) : 0.5 m

Beban (ton)	s (mm)
0	0.0
40	1.4
60	3.0
80	7.0
90	13.0

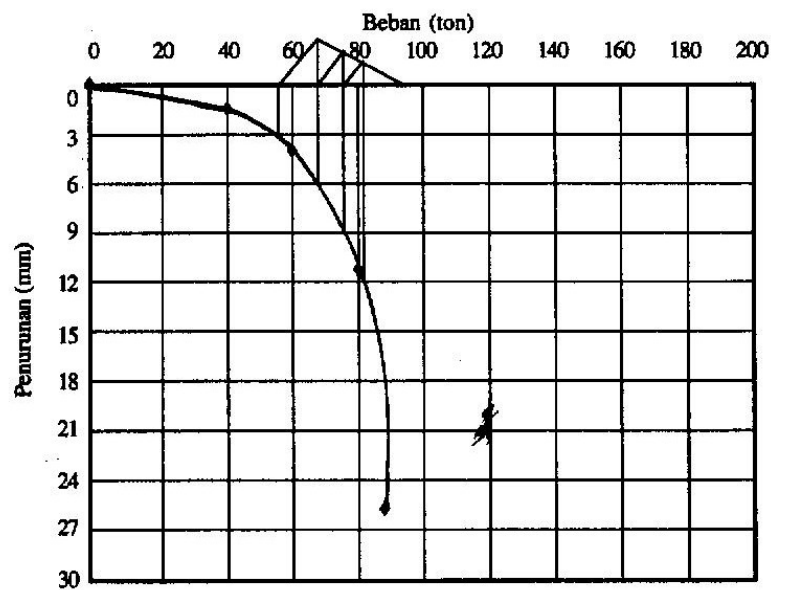
Grafik beban vs penurunan
 Tiang I_{10a}



No. Tiang : I_{10b}
 Panjang (D) : 26 m
 Diameter (B) : 0.5 m

Beban (ton)	s (mm)
0	0.0
40	1.8
60	3.8
80	11.4
90	26.0

Grafik beban vs penurunan
 Tiang I_{10b}

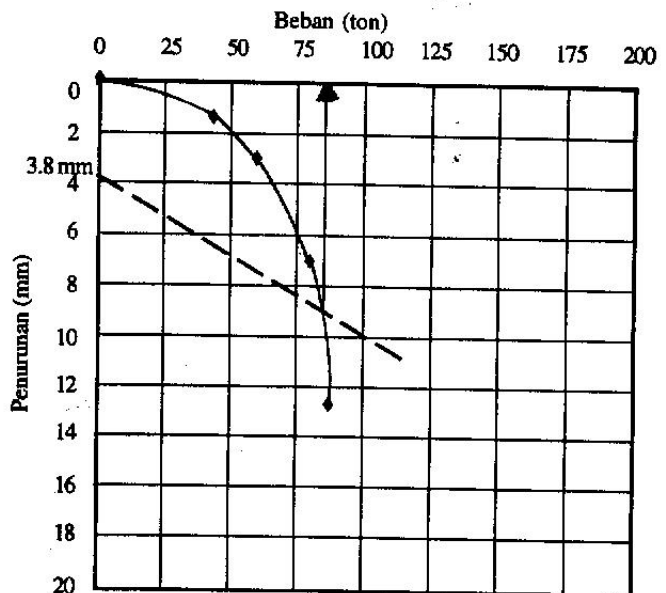


LAMPIRAN PREDIKSI DAYA DUKUNG TARIK TIANG DENGAN METODE DAVISSON

No. Tiang : I_{10a}
 Panjang (D) : 26000 mm
 Diameter (B) : 500 mm
 Lebar acuan (B_r) : 300 mm
 Luas Penampang (A) : 196350 mm²
 Mod. Elastis (E) : 2.1 ton/mm²
 0.012 B_r + 0.1 B/B_r : 3.8 mm

Beban (ton)	s (mm)	(P*D)/(A*E)
0	0.0	3.8
40	1.4	6.29
60	3.0	7.55
80	7.0	8.81
90	13.0	9.44

Grafik beban vs penurunan
 Tiang I_{10a}



No. Tiang : I_{10b}
 Panjang (D) : 26000 mm
 Diameter (B) : 500 mm
 Lebar acuan (B_r) : 300 mm
 Luas Penampang (A) : 196350 mm²
 Mod. Elastis (E) : 2.1 ton/mm²
 0.012 B_r + 0.1 B/B_r : 3.8 mm

Beban (ton)	s (mm)	(P*D)/(A*E)
0	0.0	3.8
40	1.8	6.29
60	3.8	7.55
80	11.4	8.81
90	26.0	9.44

Grafik beban vs penurunan
 Tiang I_{10b}

