



**KOMPARASI DAYA DUKUNG AKSIAL TIANG TUNGGAL
DIHITUNG DENGAN BEBERAPA METODE ANALISIS**

TESIS

**Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Program Magister Teknik Sipil**

Oleh

Zainul Arifin

L4A005151

PROGRAM PASCA SARJANA

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2007

KOMPARASI DAYA DUKUNG AKSIAL TIANG TUNGGAL DIHITUNG DENGAN BEBERAPA METODE ANALISIS

Disusun Oleh

Zainul Arifin

NIM : L4A005151

Dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal :

17 Desember 2007

**Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik Sipil**

Tim Penguji

- 1. Ketua : Ir. Himawan Indarto, MS**
- 2. Sekretaris : Ir. Muhrozi, MS**
- 3. Anggota 1 : Dr. Ir. Sri Prabandiyani, M.Sc**
- 4. Anggota 2 : Ir. Hari Warsianto, MS**

Semarang, Desember 2007

**Universitas Diponegoro
Program Pascasarjana
Magister Teknik Sipil**

Ketua,

Dr. Ir. Suripin, M. Eng

NIP. 131668511

KOMPARASI DAYA DUKUNG AKSIAL TIANG TUNGGAL DIHITUNG DENGAN BEBERAPA METODE ANALISIS

Oleh :
Zainul Arifin¹⁾

Abstraksi

Dalam setiap bangunan diperlukan pondasi sebagai dasar bangunan yang kuat dan kokoh. Hal ini disebabkan pondasi sebagai dasar bangunan harus mampu memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya untuk diteruskan sampai kelapisan tanah. Untuk mengetahui daya dukung dari pondasi tiang, biasanya dilakukan pengujian beban tiang statis aksial (*loading test*). Dimana untuk setiap kali pelaksanaan *loading test* dibutuhkan biaya yang relatif mahal. Jika diperoleh perbandingan daya dukung ijin (Pall) antara hasil metode sondir dengan metode uji beban (*loading test*), maka didapatkan resistensi koefisien pengalinya (k_p). Sehingga daya dukung pondasi dapat didekati dengan Pall rata-rata dari berbagai macam hasil rumus metode sondir dikalikan dengan nilai k_p .

Dalam kaitannya dengan hal tersebut, penulis mengadakan penelitian tentang komparasi daya dukung aksial tiang tunggal dihitung dengan beberapa metode analisis diantaranya dengan metode sondir, metode interpretasi *loading test*, dan metode elemen hingga menggunakan program Plaxis 7.2.

Berdasarkan hasil analisis kapasitas daya dukung tiang tunggal, jenis tanah dari penelitian ini berupa tanah kohesif diantaranya jenis lanau kelepungan hingga lanau berpasir. Dan untuk tiang \varnothing 40 cm didapatkan nilai faktor resistensi pengalinya (k_p) rata-rata sebesar 1,48 dan untuk tiang \varnothing 100 cm didapatkan nilai k_p rata-rata sebesar 1,34. Analisis program plaxis didapatkan daya dukung ijin yang mendekati kapasitas beban sebenarnya. Komparasi nilai beban ijin menggunakan data uji laboratorium dan data sondir, rata-rata memberikan perkiraan kapasitas daya dukung yang lebih kecil dari kenyataan yang dapat dipikul oleh tiang.

Kata kunci : Sondir, *Loading test*, resistensi koefisien pengali (k_p)

¹⁾ Mahasiswa Magister Teknik Sipil UNDIP Konsentrasi Struktur 2005

THE COMPARISON OF AXIAL BEARING CAPACITY FOR SINGLE PILE CALCULATED BY USING ANALYSIS METHODS

By :
Zainul Arifin¹⁾

Abstract

In every building a foundation is needed as a strong layer. It is because the foundation as a vital part of the building must be able to support the whole building load and the others towards the soil layer. To identify the bearing capacity of a pile foundation, a test is done on axial static load pile (loading test). Where every time loading test is done, it needs relatively high cost. If the comparison of allowable bearing capacity is obtained, between cone penetration test (CPT) methods and loading test methods, so the coefficient resistance multiplier (k_p) is obtained as well. So that the foundation bearing capacity can be approached with average Pall result from various ways of cone penetration test (CPT) methods multiplied with k_p value.

Relating to that case, the writer has made a survey on the comparison of axial bearing capacity from single pile on some analysis methods such as a CPT methods, loading test interpretation methods, and finite element method by using plaxis 7.2 program.

Based on the result of analysis on single pile bearing capacity, sort of soil of survey was cohesive soil such as clay silts and sandy silt. For pile foundation \varnothing 40 cm, it was resulted the multiplier of resistance factor value (k_p) at average 1,48 and for pile \varnothing 100 cm, average k_p value 1,34. Plaxis program analysis, output that approached of real load capacity was obtained. The comparison for allowable bearing capacity value, using CPT data and laboratorium data, generally gave smaller bearing capacity forecast compared to the real pile foundation could support.

Key word : CPT, *Loading test*, coefficient resistance multiplier (k_p)

¹⁾ Mahasiswa Magister Teknik Sipil UNDIP Konsentrasi Struktur 2005

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum WR. Wb.

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan melaksanakan sidang akhir tesis yang berjudul ”**Komparasi Daya Dukung Aksial Tiang Tunggal Dihitung Dengan Beberapa Metode Analisis**”.

Oleh karena itu tidak lupa kami ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir. H. Himawan Indarto, MS. Selaku dosen pembimbing I tesis yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, nasehat dan saran-saran kepada penulis sehingga terselesaikannya tesis ini.
2. Bapak Ir. H. Muhrozi, MS. Selaku dosen pembimbing II tesis yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, nasehat dan saran-saran kepada penulis sehingga terselesaikannya tesis ini.
3. Kedua Orang tua tercinta yang telah memberikan dukungan baik moral maupun material kepada penulis.
4. Teman-teman Mahasiswa Magister Teknik Sipil Undip Konsentrasi Struktur Angkatan 2005 yang selalu memberikan ide, motivasi dan semangatnya.

Besar harapan penulis semoga tesis yang telah selesai ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa di lingkungan Magister Teknik Sipil Undip, sehingga dapat terus mengembangkan ‘*scientis of engineering*’ bagi mahasiswa khususnya. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan tesis ini, oleh sebab itu masukan, saran serta kritik sangat penulis harapkan demi sempurnanya laporan ini.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 8 Desember 2007

Penyusun,

Zainul Arifin

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAKSI	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan Tujuan	1
1.3. Manfaat Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Sistematika Penulisan	3

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Pendahuluan	4
2.2. Prosedur Pembebanan Tiang Tunggal	5
2.2.1 Teori Dasar	5
2.2.2 Menggunakan Meja Beban	7
2.2.3 Cara Pengukuran Besarnya Deformasi.....	9
2.3. Klasifikasi Teknis Tanah dan Jenis Pondasi Dalam	10
2.3.1 Klasifikasi dan Identifikasi Tanah.....	10
2.3.2 Sifat-sifat Teknis Tanah.....	12
2.3.3 Jenis-jenis Pondasi Dalam dan Pemakaiannya	13
2.4. Metode Penyajian Data hasil sondir.....	13
2.5. Metode Yang Dipakai Uji <i>Loading Test</i>	16
2.6. Metoda FEM (Program Plaxis).....	20
2.7. Hipotesis.....	21
2.8. Penelitian Yang Pernah Dilakukan	21

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Konsep Analisa Struktur	22
3.2. Metode Pengumpulan Data.....	22
3.3. Bagan Alir Penelitian	23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengumpulan dan <i>Review</i> Data.....	25
4.2. Perhitungan Data Hasil Sondir	27
4.3. Perhitungan Interpretasi Hasil Data <i>Loading Test</i>	64
4.4. Perhitungan Dengan Plaxis (FEM)	91
4.5. Komparasi P_{all}	107
4.6. Perhitungan Rata-rata Faktor Resistensi	120
4.7. Korelasi nilai k_p ϕ 40 - ϕ 100.....	122

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	123
5.2. Saran.....	124

DAFTAR PUSTAKA	125
-----------------------------	-----

LAMPIRAN	126
-----------------------	-----

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
2.1.	Klasifikasi tanah <i>unified</i>	10
4.1.	Rekapitulasi data hasil uji pembebanan tiang \emptyset 40	25
4.2.	Rekapitulasi data hasil uji pembebanan tiang \emptyset 100	26
4.3.	Rekapitulasi data sondir dan SPT	26
4.4.	Data Sondir ADC 17	27
4.5.	Kapasitas Pall dari tiang tunggal data 1	29
4.6.	Data Sondir ADC 44	30
4.7.	Kapasitas Pall dari tiang tunggal data 2	32
4.8.	Data Sondir ADC 45	33
4.9.	Kapasitas Pall dari tiang tunggal data 3	35
4.10.	Data Sondir ADC 1	36
4.11.	Kapasitas Pall dari tiang tunggal data 4	38
4.12.	Data Sondir ADC 16	38
4.13.	Kapasitas Pall dari tiang tunggal data 5	41
4.14.	Data Sondir ADC 14	41
4.15.	Kapasitas Pall dari tiang tunggal data 6	44
4.16.	Data Sondir ADC 31	44
4.17.	Kapasitas Pall dari tiang tunggal data 7	46
4.18.	Data Sondir ADC 4	47
4.19.	Kapasitas Pall dari tiang tunggal data 8	49
4.20.	Data Sondir S 15	50
4.21.	Kapasitas Pall dari tiang tunggal data 9	52
4.22.	Data Sondir S 20	53
4.23.	Kapasitas Pall dari tiang tunggal data 10	55
4.24.	Data Sondir S 15	56
4.25.	Kapasitas Pall dari tiang tunggal data 11	58
4.26.	Data Sondir S 20	59

No.	Judul	Halaman
4.27.	Kapasitas Pall dari tiang tunggal data 12	61
4.28.	Data Sondir S 20	62
4.29.	Kapasitas Pall dari tiang tunggal data 13	64
4.30.	Beban hasil interpretasi uji pembebanan	91
4.31.	Hasil komparasi koefisien pengali (K_p) \varnothing 40	120
4.32.	Hasil komparasi koefisien pengali (K_p) \varnothing 100	120
4.33.	Perhitungan simpangan rata-rata k_p Tiang Pancang \varnothing 40	120
4.34.	Perhitungan simpangan rata-rata k_p Tiang Pancang \varnothing 100	121

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
2.1.	Pembebanan arah axial (vertikal)	5
2.2.	Grafik Hubungan Beban (P) dng Deformasi (S)	6
2.3.	Grafik klasifikasi tanah untuk kerucut listrik baku	11
2.4.	Grafik hubungan antara ukuran butiran dan qc/N	11
2.5.	Grafik hubungan beban dengan penurunan metode Chin F.K	17
2.6.	Grafik hubungan beban dengan penurunan metode Davisson	18
2.7.	Grafik hubungan beban dengan penurunan metode Mazurkiewicz	19
2.8.	Grafik hubungan beban dengan penurunan metode Butler dan Hoy	20
2.9.	Pemberian Beban Axial Pada Tiang Pancang dan kurva <i>load-displacement</i>	21
3.1.	Bagan Alir Penelitian	24
4.1.	Interpretasi Metode Chin F.K data 1	65
4.2.	Interpretasi Metode Davisson data 1	65
4.3.	Interpretasi Metode Mazurkiewicz data 1	66
4.4.	Interpretasi Metode Butler dan Hoy data 1	66
4.5.	Interpretasi Metode Chin F.K data 2	67
4.6.	Interpretasi Metode Davisson data 2	67
4.7.	Interpretasi Metode Mazurkiewicz data 2	68
4.8.	Interpretasi Metode Butler dan Hoy data 2	68
4.9.	Interpretasi Metode Chin F.K data 3	69
4.10.	Interpretasi Metode Davisson data 3	69
4.11.	Interpretasi Metode Mazurkiewicz data 3	70
4.12.	Interpretasi Metode Butler dan Hoy data 3	70
4.13.	Interpretasi Metode Chin F.K data 4	71
4.14.	Interpretasi Metode Davisson data 4	71
4.15.	Interpretasi Metode Mazurkiewicz data 4	72
4.16.	Interpretasi Metode Butler dan Hoy data 4	72
4.17.	Interpretasi Metode Chin F.K data 5	73

No.	Judul	Halaman
4.18.	Interpretasi Metode Davisson data 5	73
4.19.	Interpretasi Metode Mazurkiewicz data 5	74
4.20.	Interpretasi Metode Butler dan Hoy data 5	74
4.21.	Interpretasi Metode Chin F.K data 6	75
4.22.	Interpretasi Metode Davisson data 6	75
4.23.	Interpretasi Metode Mazurkiewicz data 6	76
4.24.	Interpretasi Metode Butler dan Hoy data 6	76
4.25.	Interpretasi Metode Chin F.K data 7	77
4.26.	Interpretasi Metode Davisson data 7	77
4.27.	Interpretasi Metode Mazurkiewicz data 7	78
4.28.	Interpretasi Metode Butler dan Hoy data 7	78
4.29.	Interpretasi Metode Chin F.K data 8	79
4.30.	Interpretasi Metode Davisson data 8	79
4.31.	Interpretasi Metode Mazurkiewicz data 8	80
4.32.	Interpretasi Metode Butler dan Hoy data 8	80
4.33.	Interpretasi Metode Chin F.K data 9	81
4.34.	Interpretasi Metode Davisson data 9	81
4.35.	Interpretasi Metode Mazurkiewicz data 9	82
4.36.	Interpretasi Metode Butler dan Hoy data 9	82
4.37.	Interpretasi Metode Chin F.K data 10	83
4.38.	Interpretasi Metode Davisson data 10	83
4.39.	Interpretasi Metode Mazurkiewicz data 10	84
4.40.	Interpretasi Metode Butler dan Hoy data 10	84
4.41.	Interpretasi Metode Chin F.K data 11	85
4.42.	Interpretasi Metode Davisson data 11	85
4.43.	Interpretasi Metode Mazurkiewicz data 11	86
4.44.	Interpretasi Metode Butler dan Hoy data 11	86
4.45.	Interpretasi Metode Chin F.K data 12	87
4.46.	Interpretasi Metode Davisson data 12	87
4.47.	Interpretasi Metode Mazurkiewicz data 12	88
4.48.	Interpretasi Metode Butler dan Hoy data 12	88

No.	Judul	Halaman
4.49.	Interpretasi Metode Chin F.K data 13	89
4.50.	Interpretasi Metode Davisson data 13	89
4.51.	Interpretasi Metode Mazurkiewicz data 13	90
4.52.	Interpretasi Metode Butler dan Hoy data 13	90
4.53.	Geometrik input data plaxis 7.2	91
4.54.	Kurva beban-deformasi data 1	92
4.55.	Kurva beban-deformasi data 2	94
4.56.	Kurva beban-deformasi data 3	95
4.57.	Kurva beban-deformasi data 4	96
4.58.	Kurva beban-deformasi data 5	97
4.59.	Kurva beban-deformasi data 6	98
4.60.	Kurva beban-deformasi data 7	99
4.61.	Kurva beban-deformasi data 8	101
4.62.	Kurva beban-deformasi data 9	102
4.63.	Kurva beban-deformasi data 10	103
4.64.	Kurva beban-deformasi data 11	104
4.65.	Kurva beban-deformasi data 12	105
4.66.	Kurva beban-deformasi data 13	106
4.67.	Grafik Komparasi P_{all} data 1	107
4.68.	Grafik Komparasi P_{all} data 2	108
4.69.	Grafik Komparasi P_{all} data 3	109
4.70.	Grafik Komparasi P_{all} data 4	110
4.71.	Grafik Komparasi P_{all} data 5	111
4.72.	Grafik Komparasi P_{all} data 6	112
4.73.	Grafik Komparasi P_{all} data 7	113
4.74.	Grafik Komparasi P_{all} data 8	114
4.75.	Grafik Komparasi P_{all} data 9	115
4.76.	Grafik Komparasi P_{all} data 10	116
4.77.	Grafik Komparasi P_{all} data 11	117
4.78.	Grafik Komparasi P_{all} data 12	118
4.79.	Grafik Komparasi P_{all} data 13	119

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
1.	Lampiran A	
	- Nilai modulus elastisitas tanah (E) dan <i>poisson ratio</i> (ν)	A - 1
	- Contoh penerapan faktor resistensi koefisien pengali (Kp)	A - 4
2.	Lampiran B	
	- Sondir tanah data 1 - 13	B - 1
	- Bore tanah data 1 - 13	B-11
3.	Lampiran C	
	- <i>Loading test</i> data 1 - 13	C - 1

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam setiap bangunan diperlukan pondasi sebagai dasar bangunan yang kuat dan kokoh. Hal ini disebabkan pondasi sebagai dasar bangunan harus mampu memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya, untuk diteruskan sampai kelapisan tanah pada kedalaman tertentu. Bangunan teknik sipil secara umum meliputi dua bagian utama yaitu struktur bawah (*sub structure*) dan struktur atas (*upper structure*), dalam hal ini struktur bawah sebagai pondasi yang berinteraksi dengan tanah untuk menghasilkan daya dukung yang mampu memikul dan memberikan keamanan pada struktur bagian atas.

Salah satu kelebihan dari pondasi tiang adalah kekuatan daya dukungnya ditentukan berdasarkan tahanan ujung (*end bearing*) dan pelekatan tiang dengan tanah (*cleef*), dengan demikian pondasi ini sangat sesuai digunakan pada tanah lunak dimana lapisan tanah keras terletak cukup jauh dari permukaan tanah. Untuk mengetahui daya dukung dari masing-masing pondasi tiang selama pekerjaan pemancangan, maka dilakukan pengujian beban tiang statis terhadap gaya aksial (*loading test*). Dengan pengujian ini akan dapat diperkirakan besarnya beban maksimum ($P_{ultimate}$) dan penurunan (*settlement*) dari masing-masing tiang tunggal sehingga dapat direncanakan daya dukung pondasi tersebut mendekati kenyataan yang sebenarnya. Daya dukung tiang tunggal sangat dipengaruhi oleh keseragaman sifat tanah, oleh karena itu nilai daya dukung tiang dapat sangat bervariasi meskipun terletak pada suatu lokasi bangunan yang sama.

1.2. Maksud dan Tujuan

Tesis ini dimaksudkan untuk mengevaluasi dan membandingkan besarnya beban maksimum ($P_{ultimate}$) pondasi tiang dengan menggunakan analisa tiang tunggal dimana dipakai data profil tanah, data sondir serta data uji pembebanan yang diperoleh dari lapangan. Pada analisis ini akan didapat nilai beban ijin (Pall) hasil sondir, hasil *loading test*, dan hasil program plaxis (FEM).

Dari studi ini diharapkan akan diperoleh komparasi nilai beban ijin (Pall), sehingga dapat diketahui seberapa jauh perbedaan antara hasil daya dukung tiang, dihitung dari data sondir dibandingkan dengan kapasitas beban yang mampu dipikul tiang tunggal dari data uji pembebanan. Dari data komparasi tersebut akan diperoleh resistensi koefisien pengalinya.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

Dari aspek ekonomi diharapkan biaya proyek dapat ditekan seefisien mungkin, dimana setiap kali pelaksanaan uji pembebanan (*loading test*) dibutuhkan biaya yang relatif mahal. Jika diperoleh resistensi koefisien pengalinya maka pelaksanaan *loading test* bisa diupayakan dapat didekati dengan perencanaan daya dukung ijin hasil data sondir dikalikan dengan resistensi koefisien pengkalinya. Sehingga bisa didapat nilai beban yang mendekati kondisi sebenarnya.

1.4. Batasan Masalah

Hasil analisa besarnya beban maksimum ($P_{ultimate}$) pondasi tiang digunakan analisa tiang tunggal dengan sistem pengujian beban statis aksial. Dimana dalam studi ini dihitung dengan memakai metode-metode sebagai berikut :

1. Metode dari hasil data sondir : Metode Mayerhof (1956), Metode Begemann (1965), Metode umum, Metode Trofimankove (1974).
2. Metode dari hasil data *loading test* : Metode Chin (1971), Metode Davisson (1972), Metode Mazurkiewicz (1972), Metode Butler and Hoy's (1977).
3. Metode numeris, dimana didasarkan pada metode elemen hingga dengan menggunakan Program Plaxis versi 7.2

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tesis ini terdiri dari beberapa bab dan diuraikan lagi menjadi sub-sub bab :

Bab I, Pendahuluan, dibahas dan menerangkan latar belakang, maksud dan tujuan, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II, Tinjauan Pustaka, dimana bab ini berisikan pendahuluan, prosedur pembebanan tiang tunggal, klasifikasi teknis tanah dan jenis pondasi, metode

penyajian data hasil sondir, metode yang dipakai uji *loading test*, metode FEM (Program Plaxis), hipotesis, penelitian yang pernah dilakukan.

Bab III, Metodologi, terdiri dari konsep analisa struktur, metode pengumpulan data *loading test*, bagan alir penelitian.

Bab IV, Hasil dan Pembahasan, terdiri dari pengumpulan dan *review* data, perhitungan hasil data sondir, perhitungan hasil data *loading test*, perhitungan dengan plaxis, komparasi beban ijin (Pall), perhitungan rata-rata faktor resistensi (kp), korelasi nilai kp \emptyset 40 – \emptyset 100.

Bab V, Penutup, berisi tentang kesimpulan dan saran.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pendahuluan

Tanah mempunyai peranan penting pada pekerjaan konstruksi bangunan, salah satunya adalah sebagai pondasi pendukung di suatu bangunan. Mengingat hampir semua bangunan dibuat diatas tanah maka perlu dibuat pondasi yang mampu memikul beban-beban yang bekerja pada bangunan tersebut. Jika lapisan tanah cukup keras dan mampu untuk memikul beban bangunan, maka pondasi dapat dibangun secara langsung diatas permukaan tanah tersebut. Bila dikhawatirkan tanah tersebut akan rusak atau turun akibat gaya yang bekerja melalui permukaan tanah, maka kadang diperlukan suatu konstruksi seperti tiang pancang.

Pondasi tiang adalah bagian-bagian konstruksi yang dapat dibuat dari beton, kayu, atau baja, yang digunakan untuk meneruskan beban-beban permukaan lapisan tanah yang lebih dalam (Bowles, 1984). Hal ini merupakan distribusi vertikal dari beban sepanjang poros tiang tunggal. Perbedaan pemakaian pondasi tiang-tiang ini semata-mata hanya dari segi kemudahan.

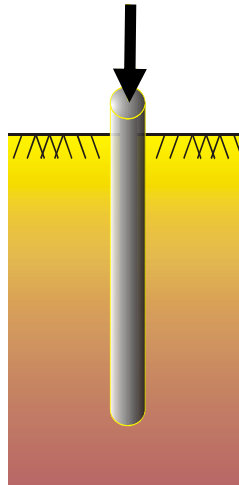
Pondasi tiang umumnya lebih mahal dari pada pondasi plat setempat yang tersebar. Dalam menentukan sifat tanah sebagai dasar untuk memutuskan kedalaman pondasi haruslah berhati-hati, sehingga dengan demikian dapat ditentukan dengan tepat akan dipakai pondasi tiang pancang atau *bore pile*. Umumnya diakui bahwa pengujian beban adalah cara yang paling dapat dipercaya untuk menentukan kapasitas tiang pancang yang sebenarnya.

2.2 Prosedur Pembebanan Tiang Tunggal

2.2.1 Teori Dasar

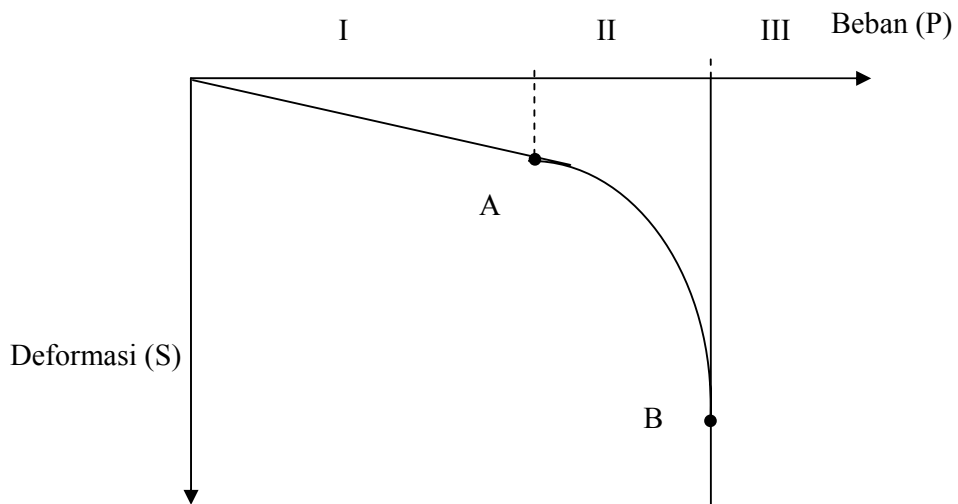
Pada prinsipnya prosedur pembebanan tiang ini dilakukan dengan cara memberikan beban vertikal yang diletakkan diatas kepala tiang (Gambar 2.1), kemudian besarnya deformasi vertikal yang terjadi diukur dengan menggunakan arloji ukur yang dipasang pada tiang. Deformasi yang terjadi terdiri dari deformasi elastis dan plastis. Deformasi elastis adalah deformasi yang diakibatkan oleh

pemendekan elastis dari tiang dan tanah, sedangkan deformasi plastis adalah deformasi diakibatkan runtuhnya tanah pendukung pada ujung atau sekitar tiang.



Gambar 2.1 Pembebanan arah axial (vertikal)

Dengan demikian percobaan pembebanan tiang ini akan memberikan hasil yang cukup teliti jika diukur dengan teliti besarnya deformasi tersebut. Karena yang ingin diketahui adalah sampai beban berapa, lapisan pendukung akan mengalami keruntuhan total. Keruntuhan total akan terjadi pada suatu beban tertentu, dan akan mengalami perilaku penurunan terus menerus. Jika hubungan antara deformasi dan beban digambarkan dalam bentuk grafik maka terlihat bahwa grafik tersebut akan terdiri tiga bagian, lihat Gambar 2.2 (Sardjono, H.S. 1991).



Gambar 2.2 Grafik Hubungan Beban (P) dan Deformasi (S)

1. Pada daerah I, dimana sampai suatu beban tertentu bentuk grafik deformasi-beban merupakan garis lurus. Pada bagian ini secara matematis dapat ditulis :

$$\frac{dp}{ds} = C \quad (\text{tetap})$$

Ini berarti, bahwa sampai beban tertentu besarnya penurunan sebanding dengan besarnya beban yang bekerja. Disini dapat diinterpretasikan, bahwa beban-beban yang bekerja sebagian besar dipakai untuk menimbulkan deformasi elastis, baik pada tiang itu sendiri maupun pada tanah pendukungnya. Deformasi elastis pada tiang ini merupakan pemendekan elastis, sedang pada lapisan pendukung merupakan proses konsolidasi. Pada *point bearing pile*, bentuk garis yang lurus ini lebih jelas dibandingkan pada *friction pile*.

2. Pada daerah II, dimana bagian yang berbentuk lengkung parabolis (garis AB) terjadi jika penurunan yang terjadi tidak sebanding dengan besarnya beban yang bekerja. Disini penurunan merupakan fungsi dari waktu artinya jika suatu beban dibiarkan bekerja lebih lama, akan mengakibatkan deformasi yang lebih besar. Secara matematis dapat ditulis :

$$\frac{dp}{ds} = f(t)$$

Dengan kata lain keadaan ini dapat diterjemahkan, bahwa pada bagian ini beban yang bekerja telah mengakibatkan terjadinya keruntuhan pada tanah pendukung. Menurut pengalaman jika tanah pendukung bersifat rapuh (misalnya batu tufa, batu pasir, batu tufaan), maka bagian lengkung parabolis ini lebih pendek dibandingkan pada batuan jenis lainnya. Sedang pada *friction* jika dimasukkan dalam lapisan lempung lembek, bagian parabolis ini sering tidak jelas.

3. Pada daerah III, dimana bagian grafik yang curam terhadap garis vertikal yang cara matematis dapat ditulis :

$$\frac{dp}{ds} = \sim$$

Pada bagian ini terlihat, bahwa pada suatu beban tertentu yang besarnya tetap, akan terjadi deformasi terus menerus atau makin lama makin besar. Beban dimana akan mengakibatkan terjadinya deformasi yang makin lama makin besar disebut beban maximum. Perlu dijelaskan disini, bahwa dari hasil

percobaan pembebanan tiang tidak dapat untuk menentukan besarnya penurunan akibat proses konsolidasi pada kelompok tiang. Dalam lapisan tanah yang kohesif, besarnya penurunan akibat proses konsolidasi pada umumnya berlangsung dalam jangka waktu percobaan yang lebih singkat.

Pada lapisan yang bersifat *cohesionless*, waktu yang diperlukan untuk mencapai *settlement maximum* masih lebih lama dibandingkan waktu untuk melakukan percobaan pembebanan, dengan demikian percobaan pembebanan belum dapat memberikan indikasi besarnya penurunan maksimum. Dari uraian ini dapat disimpulkan, bahwa dalam percobaan pembebanan tiang kita hanya dapat menentukan besarnya beban maksimum dan bukan *settlement maximum*.

2.2.2 Menggunakan Meja Beban

1. Peralatan

Percobaan pembebanan dengan menggunakan meja beban yang diperkuat tiang-tiang angker memerlukan peralatan sebagai berikut :

a. Tiang Percobaan

- 1) Tiang percobaan bersifat *point bearing*, maka untuk tiang pancang percobaan dapat dilakukan setelah selesai pemancangan, sedangkan pada tiang-tiang beton *cast in place* percobaan dapat dilakukan setelah tiang berumur empat minggu atau setelah beton cukup keras.
- 2) Tiang yang bersifat *friction*, maka percobaan baru dapat dilakukan setelah empat minggu tiang ditanamkan kedalam tanah. Hal ini dimaksudkan untuk memberikan waktu lekatan (*friction*), dapat bekerja penuh disekeliling tiang.

b. Tiang angker

Karena tiang-tiang angker bekerja sebagai *friction pile*, maka tiang-tiang angker itu minimal harus sudah berumur empat minggu ditanam kedalam tanah, sehingga gaya lekatan sudah dapat bekerja penuh. Jumlah tiang angker yang diperlukan tergantung pada sifat tanah pendukung dan besarnya beban maksimum percobaan.

c. Meja beban

Meja beban dibuat dari susunan profil baja yang cukup kaku sedemikian sehingga lendutan maksimum tidak melebihi 0,25 mm.

d. Arloji ukur

Arloji yang dipakai mempunyai panjang tangkai 10 cm dengan ketelitian 0,01 cm. Arloji ukur ini dipasang sebanyak dua buah pada tiang percobaan satu buah pada setiap angker dan dua buah pada meja beban diatas tiang percobaan.

e. Dongkrak hidrolis

Dongkrak yang dipakai harus mempunyai kapasitas sebesar beban maksimum yang direncanakan ditambah 20%, dengan ketelitian 1 ton.

f. Beban Kontra

Beban kontra : beban kontra dapat menggunakan balok-balok beton besi profil, karung berisi pasir batu atau tanah, tangki diisi air dan lain-lain. Jumlah beban kontra yang dibutuhkan minimal 1,5 kali beban maksimum yang direncanakan. Beban kontra ini harus dipasang sesentris mungkin terhadap tiang percobaan.

2. Jenis - jenis Pembebanan Tiang

a. Pembebanan bertahap

Disini beban diberikan secara bertahap, dengan variasi sebesar 20, 40, 60, 80, dan 100% dari beban maksimum yang direncanakan. Pada setiap tahap, beban dibiarkan bekerja sedemikian lamanya sehingga deformasi yang terjadi akibat beban itu mencapai maksimum. Setelah beban maksimum tercapai, maka secara berangsur-angsur beban dikurangi menjadi 80, 60, 40, 20, dan 0% dengan catatan setiap tahap pengurangan beban ini dilakukan sampai tercapai pantulan (*rebound*) maksimum. Menurut pengalaman, cara ini akan memberikan hasil yang cukup teliti untuk tiang-tiang yang bersifat *point bearing piles*, sedang untuk *friction* hasilnya tidak begitu memuaskan.

b. Pembebanan berulang (*cyclic loading*)

Cara ini hampir sama dengan pembebanan bertahap, yaitu pembebanan dilakukan secara bertahap sebesar 20, 40, 60, 80, dan 100% dari beban maksimum yang direncanakan, tetapi pada setiap akhir saat sebelum pembebanan berikutnya dilanjutkan beban dihilangkan dahulu sehingga kita dapat mengukur besarnya penurunan tetap. Cara ini akan memberikan hasil yang cukup teliti untuk tiang-tiang *point bearing* maupun *friction*.

2.2.3 Cara Pengukuran Besarnya Deformasi

1. Pada waktu pembebanan

Besarnya deformasi yang terjadi pada tiang percobaan, tiap angker dan meja beban diukur serentak pada waktu yang sama dengan cara membaca perubahan jarum arloji ukur. Pembacaan dilakukan 5, 10, 15, 30, 45, dan 60 menit setelah beban pada suatu tahap bekerja setelah itu dilakukan setiap interval waktu 1 jam. Lamanya pembebanan untuk setiap tahap adalah sampai terjadi penurunan maksimum.

Penurunan tetap deformasi dari tiang percobaan pada suatu beban tertentu dianggap mencapai maksimum jika pada 3 jam yang berturutan pembacaan arloji sudah menunjukkan angka tetap atau selisih pembacaan arloji pada 3 jam yang berturutan tidak melebihi 0,001 mm.

2. Pada waktu penghilangan beban

Pada waktu beban dihilangkan atau dikurangi, maka arloji ukur harus dibaca setelah 5, 10, 15, 30, 45, dan 60 menit kemudian pembacaan dilakukan setiap interval 1 jam. Tiang percobaan dianggap sudah mencapai penurunan tetap jika pada 3 jam yang berturutan pembacaan arloji mempunyai selisih 0,001 mm. Pengukuran besarnya deformasi ini dituliskan dalam suatu blangko (*loading record*).

2.3 Klasifikasi Teknis Tanah dan Jenis Pondasi Dalam

2.3.1 Klasifikasi dan Identifikasi Tanah

Dalam perancangan pondasi klasifikasi tanah berguna sebagai petunjuk awal dalam memprediksi perilaku tanah. Dalam klasifikasi *unified* (Tabel 2.1) secara garis besar tanah dibagi dalam 2 kelompok yaitu tanah berbutir kasar dan berbutir halus yang didasarkan material yang lolos saringan nomor 200 (diameter 0,075 mm). Huruf pertama merupakan singkatan dari jenis-jenis tanah berikut :

G = kerikil (<i>gravel</i>)	C = lempung (<i>clay</i>)
S = pasir (<i>sand</i>)	O = organik (<i>organic</i>)
M = lanau (<i>silt atau MO</i>)	Pt = gambut (<i>peat</i>)

Huruf kedua dari klasifikasi dinyatakan dalam istilah-istilah :

W = gradasi baik (<i>well graded</i>)	L = plastisitas rendah (<i>low plasticity</i>)
P = gradasi buruk (<i>poor graded</i>)	H = plastisitas tinggi (<i>high plasticity</i>)

Sistim klasifikasi *unified*, dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Klasifikasi tanah *unified*

Divisi Utama	Simbol Kelompok	Nama Jenis	Nama Jenis
Tanah berbutir kasar 50% butiran terendah sarangan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus
		GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus
	Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lemung
		GC	Kerikil berlemung, campuran kerikil pasir-lemung
	Pasir lebih dari 50% dari fraksi kasar terendah sarangan no. 4 (4,75 mm)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.
		SP	Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.
		SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau
		SC	Pasir berlemung, campuran pasir-lemung
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos sarangan no. 200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlemung
		CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ('lean clays')
		OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah.
	Lanau dan lempung batas cair > 50%	MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis.
		CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ('fat clays')
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi
Tanah dengan kadar organik tinggi	P _t	Gambut ('peat') dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi.	

Simbol	Definisi
GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus
GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil atau tidak mengandung butiran halus
GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lemung
GC	Kerikil berlemung, campuran kerikil pasir-lemung
SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.
SP	Pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.
SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau
SC	Pasir berlemung, campuran pasir-lemung
ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlemung
CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ('lean clays')
OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah.
MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis.
CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ('fat clays')
OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi
P _t	Gambut ('peat') dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi.

Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus kurang dari 5% lolos sarangan no. 200: GW, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos sarangan no. 200: GM, GC, SM, SC. 5% - 12% lolos sarangan no. 200: Batasam idarifikasi yang mempunyai simbol dobel.

Diagram plastisitas: Untuk mengidentifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diarsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.

Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau PI < 4

Batas-batas Atterberg di atas garis A atau PI > 7

Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol

Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol

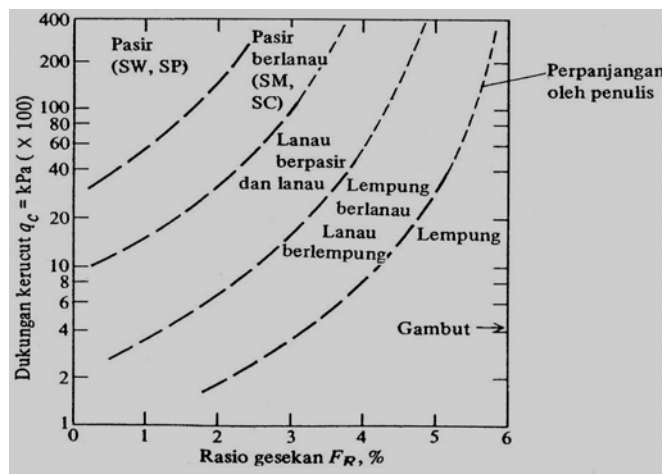
$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3

$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3

Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW

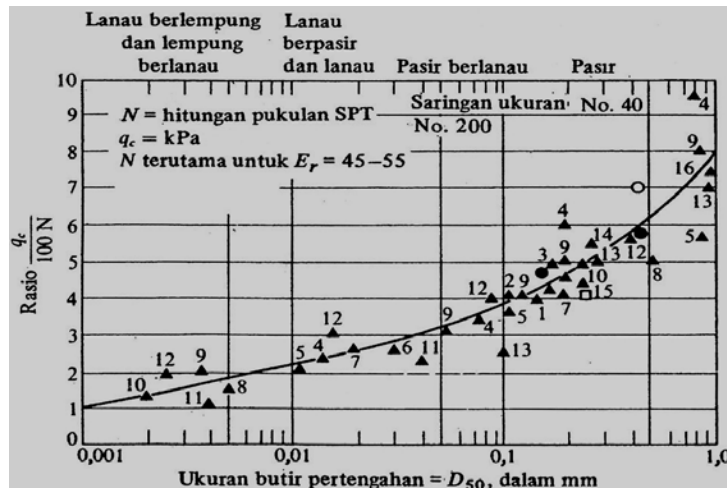
Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW

Berdasarkan data sondir dapat dipakai langsung, biasanya parameter yang penting ialah suatu perkalian atas q_c . Seperti yang ditunjukkan Gambar 2.3 menunjukkan bagan klasifikasi tanah mamakai metode kerucut listrik baku, dimana memberikan gambaran suatu hubungan antara q_c dan F_r menurut Robertson dan Campanella (1983).



Gambar 2.3 Grafik klasifikasi tanah untuk kerucut listrik baku

Karena adanya dasar data yang luas tentang korelasi SPT, sejumlah upaya telah diarahkan untuk mendapatkan korelasi antara q_c dan N . Seperti yang ditunjukkan Gambar 2.4, memberikan suatu hubungan antara rasio q_c/N dan ukuran butiran pertengahan dimana ditentukan sebagai D_{50} dari suatu nilai saringan menurut Robertson dan kawan-kawan (1983).



Gambar 2.4 Grafik hubungan antara ukuran butiran dan q_c/N

2.3.2 Sifat-sifat Teknis Tanah

1. Tanah granuler

Tanah-tanah granuler seperti pasir, kerikil, batuan, dan campurannya mempunyai sifat teknis yang sangat baik. Sifat-sifat tanah tersebut antara lain :

- merupakan material yang baik untuk mendukung bangunan dan badan jalan, karena mempunyai kapasitas dukung yang tinggi.
- penurunan kecil asalkan tanah relatif padat serta permeabilitasnya besar.
- merupakan material yang baik untuk tanah urug karena menghasilkan tekanan lateral yang kecil.
- mempunyai kuat geser yang tinggi.

2. Tanah kohesif

Tanah kohesif seperti : lempung, lempung berlanau,, lempung berpasir yang sebagian besar butiran tanahnya terdiri dari butiran halus. Kuat geser tanah ini biasanya ditentukan dari kohesinya. Sifat-sifat tanahnya sebagai berikut :

- kuat geser rendah dan menurun jika kadar air bertambah.
- merupakan material kedap air, bila basah bersifat plastis, mudah mampat.

- c. menyusut bila kering dan mengembang bila basah.
 - d. material yang jelek untuk tanah urug dan berubah volumenya dengan bertambahnya waktu akibat rangkai pada beban yang konstan.
3. Tanah lanau dan loes
- Lanau mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :
- a. kuat geser rendah.
 - b. kapilaritas tinggi dan permeabilitas rendah.
 - c. kerapatan relatif rendah serta sulit dipadatkan
- Loes adalah material lanau yang diendapkan oleh angin, ukuran diameter butiran kira-kira 0,06 mm.
4. Tanah organik
- Sifat-sifat dari tanah organik antara lain mempunyai karakteristik yang tidak menguntungkan diantaranya :
- a. kuat geser rendah dan mudah mampat.
 - b. bersifat asam.

2.3.3 Jenis-jenis Pondasi Dalam dan Pemakaiannya

Pada umumnya jenis pondasi dapat diklasifikasikan berdasarkan perbandingan lebar dan kedalaman pondasi, untuk jenis pondasi dalam umumnya $D/B \geq 4^+$ dan jenis-jenisnya antara lain :

- Tiang pancang mengambang : biasanya dipakai dalam bentuk kelompok-kelompok yaitu dua atau lebih. Kondisi tanah terapan yang sesuai yaitu tanah permukaan atau tanah yang dekat dengan permukaan mempunyai daya dukung yang rendah dan tanah yang memenuhi syarat berada pada tempat yang dalam sekali. Keliling tanah terhadap tiang pancang dapat mengembangkan tahanan kulit yang cukup untuk memikul beban rencana.
- Tiang pancang pendukung : dipakai sama seperti tiang pancang mengambang. Kondisi tanah terapannya yaitu tanah permukaan atau tanah yang dekat dengan permukaan tak dapat diandalkan untuk tahanan kulit dan biasanya tanah yang memenuhi syarat untuk beban titik berada dalam kedalaman praktis (8-20 m).
- Pilar dibor atau kaison dibor : dipakai sama seperti tiang pancang tetapi di gunakan dalam jumlah yang lebih irit (sedikit), dan beban kolom yang lebih besar.

2.4 Metode Penyajian Data Hasil Sondir

Teknik pendugaan lokasi atau kedalaman tanah keras dengan suatu batang telah di praktekkan sejak zaman dahulu. Teknik ini dinamakan “*Sounding*”. Metode sondir terdiri dari penekanan suatu tiang pancang untuk meneliti penetrasi atau tahanan gesernya. Alat pancang dapat berupa suatu tiang bulat atau pipa bulat tertutup dengan ujung yang berbentuk kerucut dan atau suatu tabung pengambil contoh tanah, sehingga dapat diperkirakan (diestimasi) sifat-sifat fisik pada strata dan lokasi dengan variasi tahanan pada waktu pemancangan alat pancang itu. Metode ini berfungsi untuk eksplorasi dan pengujian dilapangan. Ada 3 (tiga) metode sounding yaitu : metode statik, metode dinamik dan metode statik dengan perputaran.

Di Indonesia alat sondir sebagai alat tes di lapangan adalah sangat terkenal karena di negara ini banyak dijumpai tanah lembek (misalnya lempung) hingga kedalaman yang cukup besar, sehingga mudah ditembus dengan alat sondir. Di dunia penggunaan sondir ini semakin populer terutama dalam menggantikan SPT untuk test yang dilakukan pada jenis tanah liat yang lunak dan untuk tanah pasir halus sampai tanah pasir sedang/kasar. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus (q_c) dan hambatan lekat (f_s) tanah

1. Tahanan Ujung (q_c)

Tahanan ujung diperoleh dari penekanan ujung konus untuk memperoleh perlawanan tanah yang dipenetrasi. Tahanan ujung diukur sebagai gaya penetrasi persatuan luas penampang ujung konus (q_c). Besarnya nilai ini menunjukkan identifikasi jenis tanah. Pada tanah pasiran, perlawanan ujung yang besar menunjukkan tanah pasir padat. Sedangkan perlawanan ujung kecil menunjukkan pasir halus. Perlawanan ujung yang kecil juga menunjukkan tanah lempung karena kecilnya kuat geser dan pengaruh tekanan air pori saat penetrasi.

2. Hambatan lekat (f_s)

Hambatan lekat (f_s) diperoleh dari hasil pengukuran perlawanan ujung konus dan selimut bersama-sama ditekan ke dalam tanah dikurangi hasil pengukuran tahanan ujung konus dengan kedalaman penetrasi yang sama. Hambatan lekat diukur sebagai gaya penetrasi persatuan luas selimut konus (f_s). Hambatan lekat digunakan untuk menginterpretasikan sifat-sifat tanah untuk klasifikasi tanah dan memberikan data yang dapat langsung digunakan untuk perencanaan pondasi tiang.

3. Friction Ratio (Fr)

Friction Ratio merupakan perbandingan antara hambatan lekat (f_s) dengan tahanan ujung (q_c). Rasio gesekan (f_s/q_c) dari hasil sondir dapat digunakan untuk membedakan tanah berbutir halus dengan tanah yang berbutir kasar (memperkirakan jenis tanah yang diselidiki).

- Harga *friction ratio* $< 1\%$ biasanya adalah untuk tanah pasir.
- Harga *friction ratio* $> 1\%$ biasanya adalah untuk tanah Lempung.
- Harga *friction ratio* $> 5\%$ atau 6% untuk jenis tanah organik.

Metode ini diantaranya dikemukakan oleh Meyerhof (1956) yang menyatakan bahwa tahanan ujung tiang mendekati tahanan ujung konus sondir dengan rentang $2/3 q_c$ hingga $1,5 q_c$. (Rudi Iskandar, 2002)

Untuk mengetahui kapasitas daya dukung tiang tunggal berdasarkan pada penyajian data hasil sondir maka beban ijin (Pall) bisa dihitung dengan memakai metode – metode sebagai berikut (Muhrozi, 2005) :

1. Mayerhof (1956)

$$P_{ult} = q_{c_r} \cdot A_b + \sum f_s \cdot A_s$$

$$P_{all} = \frac{P_{ult}}{FK} \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan

- Pult = beban maksimum
- Pall = kapasitas beban yang diijinkan
- Ab = luas dasar penampang pondasi tiang
- As = panjang keliling pondasi tiang
- qc_r = qc rata-rata, sepanjang 4 diameter bagian atas rencana ujung tiang dan 1 diameter dibawah ujung tiang
- fs = $q_c / 200 < 1 \text{ kg/cm}^2$ untuk tiang beton
- fs = $q_c / 400 < 1 \text{ kg/cm}^2$ untuk tiang baja
- FK = faktor keamanan sebesar 2,5

2. Begemann (1965)

$$P_{all} = \frac{q_c \cdot A}{3} + \frac{JHP \cdot Q}{5} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$q_c = \frac{1}{2}(q_{cu} + q_{cb})$$

dengan

- Pall = kapasitas beban yang diijinkan
- q_{cu} = q_c rata-rata sepanjang 8 diameter bagian atas ujung tiang
- q_{cb} = q_c rata-rata sepanjang 3,5 diameter bagian bawah ujung tiang
- A = luas dasar penampang pondasi tiang
- JHP = jumlah hambatan pelekat
- Q = panjang keliling pondasi tiang

3. Cara Umum

$$P_{all} = \frac{kb \cdot q_c \cdot A + ks \cdot JHP \cdot Q}{FK} \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan

- Pall = kapasitas beban yang diijinkan
- kb = resistensi faktor tahanan ujung tiang (0,75)
- q_c = tahanan ujung tiang
- A = luas dasar penampang pondasi tiang
- ks = resistensi faktor friksi tiang (0,5 – 0,75)
- JHP = jumlah hambatan pelekat
- Q = panjang keliling pondasi tiang
- FK = faktor keamanan sebesar 2,5

4. Trofimankove (1974)

$$P_{all} = \frac{kb \cdot q_c \cdot A + \left(\frac{JHP}{D}\right) \cdot Q}{FK} \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan

- Pall = kapasitas beban yang diijinkan
- kb = resistensi faktor tahanan ujung tiang (0,75)
- q_c = tahanan ujung tiang
- A = luas dasar penampang pondasi tiang
- D = 1,5 - 3
- JHP = jumlah hambatan pelekat

- Q = panjang keliling pondasi tiang
- FK = faktor keamanan sebesar 2,5

2.5 Metode Yang Dipakai Uji *Loading Test*

1. Metoda Chin F.K. (1971)

Dasar dari teori ini, diantaranya sebagai berikut (Gambar 2.5) :

- a. Kurva *load-settlement* digambar dalam kaitannya dengan S/Q , dimana :

$$S/Q = C_1 \cdot S + C_2 \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

- b. Kegagalan beban (Q_f) atau beban terakhir (Q_{ult}) digambarkan sebagai :

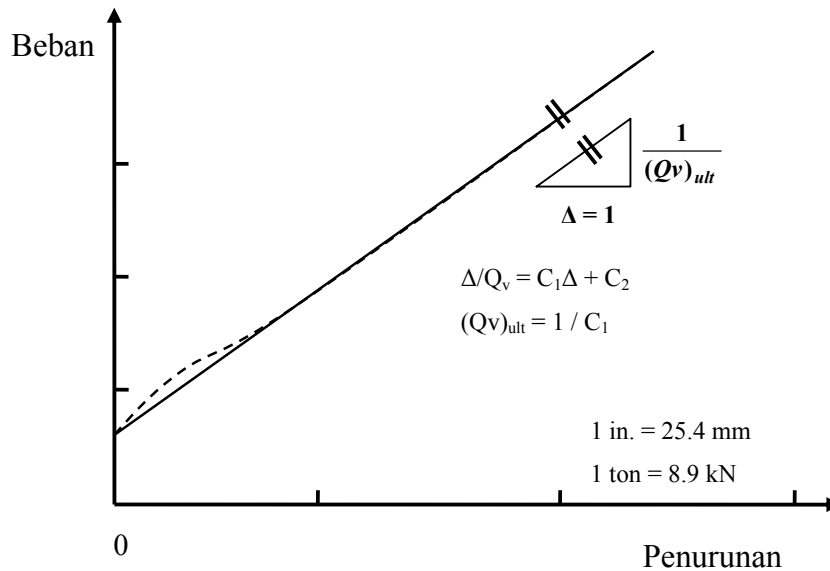
$$Q_{ult} = 1/C_1 \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

S : *settlement*

Q : penambahan beban

C_1 : kemiringan garis lurus



Gambar 2.5 Grafik hubungan beban dengan penurunan menurut metode Chin F.K

Kegagalan metode Chin dapat digunakan untuk kedua tes beban yaitu tes beban dengan cepat dan tes beban yang dilakukan dengan lambat. Biasanya memberikan perilaku yang tidak realistik untuk kegagalan beban, jika tidak digunakan suatu kenaikan waktu yang konstan pada uji tiang. Jika sepanjang kemajuan tes beban statis, keruntuhan pada tiang akan bertambah maka garis Chin akan menunjukkan suatu titik temu, oleh karena itu dalam merencanakan tiap pembacaan metode Chin

perlu dipertimbangkan. Dimana Chin memperhatikan batasan beban yang diregresikan linier yang mendekati nilai 1 (satu) dalam mengambil suatu hasil tes beban statis, dengan dasar nilai-nilai yang ditentukan dari dua cara yang telah disebutkan. Secara umum dua titik akan menentukan satu garis dan titik ketiga pada garis yang sama mengkonfirmasi suatu garis (Fellenius, Bengt H. 2001).

2. Metoda Davisson (1972)

Didalam metode Davisson (1972), metode batas *offset* mungkin yang terbaik yang dikenal secara luas (Salgado, Rodrigo. 1999). Metoda ini telah diusulkan oleh Davisson sebagai beban yang sesuai dengan pergerakan dimana melebihi tekanan elastis (yang diasumsikan sebagai kolom yang berdiri bebas) dengan suatu nilai 0,15 inchi dan suatu faktor sepadan dengan ukuran diameter tiang yang dibagi oleh 120. Kegagalan beban didefinisikan sebagai beban yang mendorong untuk membentuk sebuah deformasi yang sama pada penyajian akhir dari tekanan tiang elastis dan sebuah deformasi yang sejajar dari pencerminan tekanan tiang elastis untuk prosentase diameter tiang. Hubungan ini dituliskan sebagai berikut :

$$X = 0,15 + (D/120) \dots\dots\dots (2.7)$$

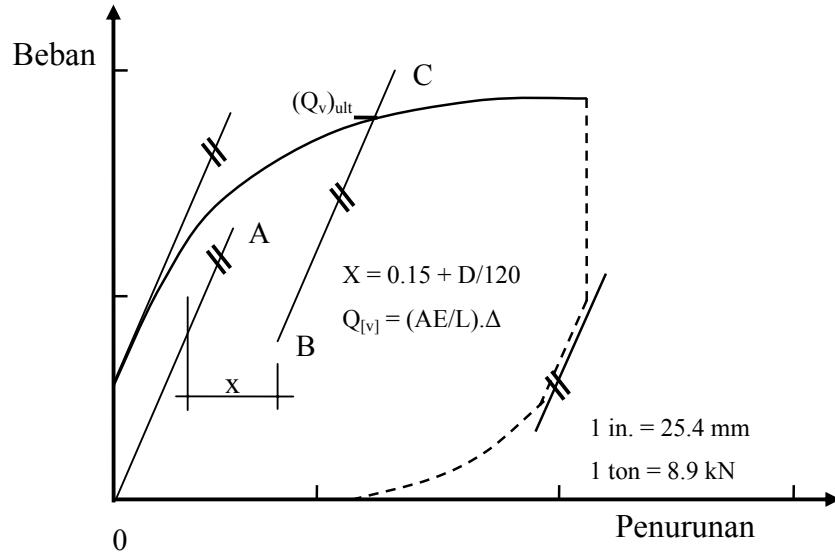
$$Sf = \Delta + 0,15 + (D/120) \dots\dots\dots (2.8)$$

Seperti yang terlihat pada Gambar 2.6, bahwa garis tekanan elastis pada tiang dapat diperoleh dari persamaan deformasi elastis dari suatu tiang, yang mana diperoleh dari persamaan elastis :

$$\Delta = \frac{QxL}{Ax E} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

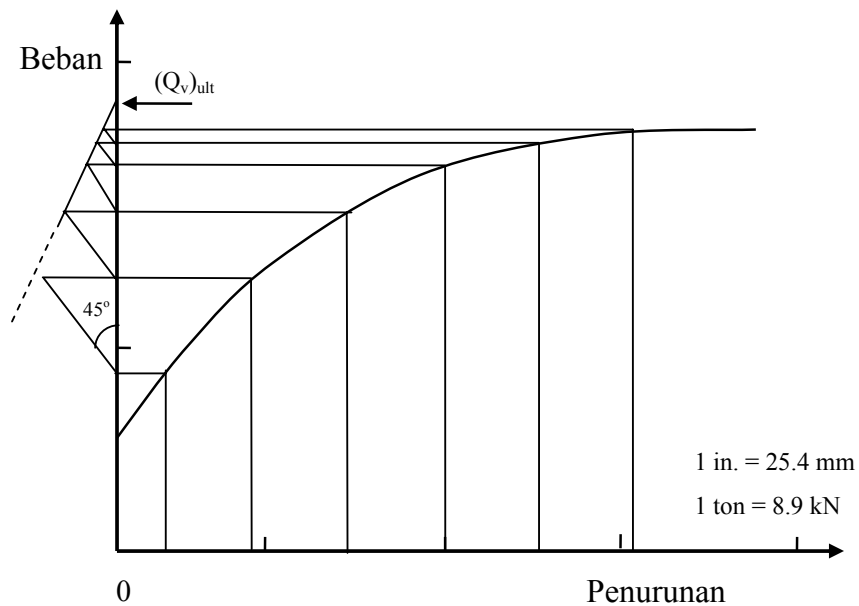
- Sf : penurunan pada kondisi kegagalan
- D : diameter tiang
- Q : beban yang diterapkan
- L : panjang tiang
- E : modulus elastisitas dari tiang
- A : luas dari tiang



Gambar 2.6 Grafik hubungan beban dengan penurunan metode Davisson

3. Metode Mazurkiewicz (1972)

Metode ini diasumsikan bahwa dengan kapasitas tahanan terbesar (*ultimate*) akan didapatkan dari beban yang berpotongan, diantaranya beban yang searah sumbu tiang untuk dihubungkan beban dengan titik-titik dari posisi garis terhadap sudut 45° pada beban sumbu yang berbatasan dengan beban (Prakash, S ; dan Sharma, H. 1990). Hal ini dapat diperlihatkan seperti Gambar 2.7.

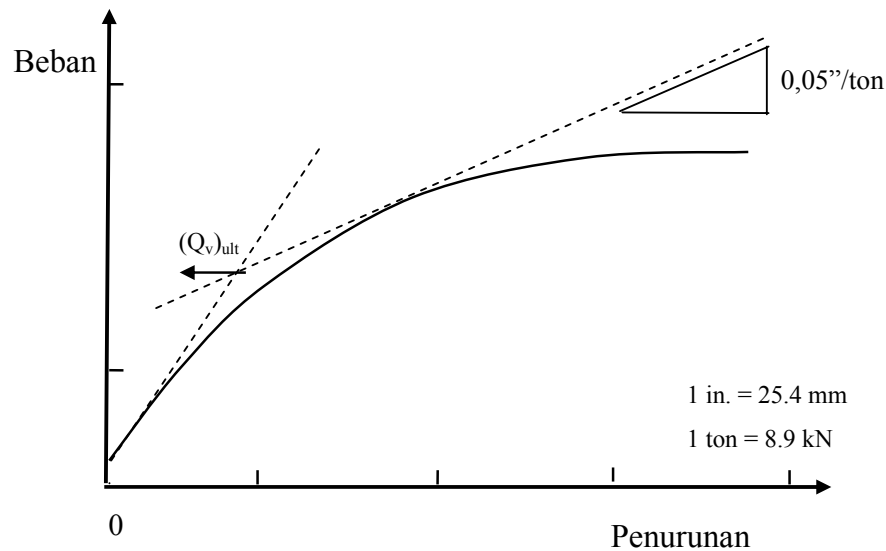


Gambar 2.7 Grafik hubungan beban dengan penurunan metode Mazurkiewicz

4. Metode Butler dan Hoy (1977)

Butler dan Hoy (1977) mempertimbangkan kegagalan beban saat beban terjadi perpotongan dua buah garis tangen, terhadap grafik hubungan antara *load-settlement* pada titik-titik yang berbeda (Salgado, Rodrigo. 1999). Garis tangen pertama merupakan garis lurus awal yang diasumsikan sebagai suatu garis tekanan elastis. Untuk garis tangen kedua diperoleh dan dibatasi pada suatu kemiringan sebesar $0,05''/\text{ton}$ pada kurva *load-settlement*.

Pada umumnya, kurva *load-settlement* saat garis digambarkan lurus merupakan bagian pencerminan yang benar terhadap garis elastis. Pengamatan ini didasarkan pada Fellenius (1980), penggunaan suatu garis pencerminan yang diusulkan kembali sebagai suatu garis tekanan elastis sehingga suatu garis bantu lurus awal didalam Gambar 2.8 untuk menentukan kegagalan beban.



Gambar 2.8 Grafik hubungan beban dengan penurunan metode Butler dan Hoy (1977)

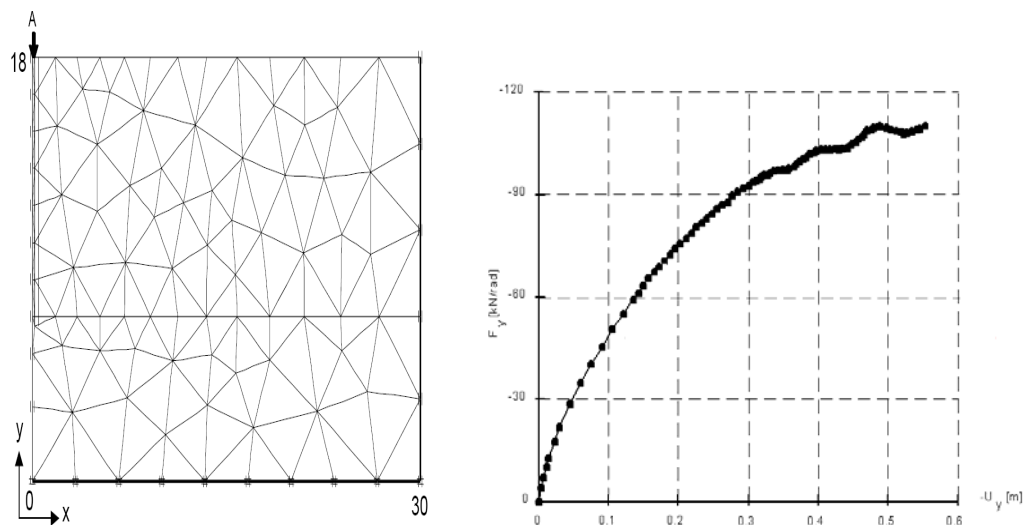
2.6 Metoda FEM (Program Plaxis)

PLAXIS (*Finite Element Code For Soil and Rock Analyses*) merupakan suatu rangkuman program elemen hingga yang telah dikembangkan untuk menganalisa deformasi dan stabilitas geoteknik dalam perencanaan-perencanaan sipil. Berdasarkan prosedur input data yang sederhana, mampu menciptakan perhitungan elemen hingga yang kompleks dan menyediakan fasilitas output tampilan secara detail berupa hasil-hasil perhitungan. Perhitungan program ini hasilnya didapat secara otomatis

berdasarkan prinsip penulisan angka yang benar. Konsep ini dapat dipelajari dalam waktu yang relatif singkat setelah melakukan beberapa latihan (R. B. J. Brinkgreve, P. A. Vermeer, 1998).

Dalam penelitian ini data yang dibutuhkan adalah mengenai nilai-nilai parameter pada tanah yang didapat dari hasil penyelidikan tanah dalam hal ini tanah yang akan dianalisa adalah tanah yang diperoleh dari lapangan. Data tersebut digunakan sebagai *input*, adapun prosedur dari program PLAXIS antara lain sebagai berikut :

- nilai parameter tanah antara lain γ dry, γ wet, kohesi, modulus elastisitas tanah, poisson rasio, dan sebagainya.
- Prosedur selanjutnya dapat dipahami lebih lanjut dan jelas lagi pada literatur yang akan kami dapat dari program PLAXIS itu sendiri. Setelah dianalisis dengan program plaxis maka hasil output berupa kurva (seperti Gambar 2.9).



Gambar 2.9 Pemberian Beban Axial Pada Tiang Pancang dan kurva *load-displacement*

2.7 Hipotesis

Sehubungan dengan penelitian ini, diharapkan akan diperoleh komparasi beban ijin (Pall) dari beberapa metode analisis tiang tunggal. Maka dapat diketahui perbandingan antara hasil beban metode sondir dengan hasil beban yang dipikul tiang tunggal pada pelaksanaan uji pembebanan, sehingga akan diperoleh resistensi koefisien pengalinya (k_p). Jika diperoleh resistensi koefisien pengalinya maka pada pelaksanaan uji pembebanan bisa diupayakan agar daya dukung pondasi dapat didekati dengan perencanaan daya dukung ijin hasil data sondir dikalikan dengan resistensi koefisien

pengkalinya. Maka diharapkan akan didapatkan hasil pendekatan dari kapasitas daya dukung tiang sesuai kondisi yang sebenarnya.

2.8 Penelitian Yang Pernah Dilakukan

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian yang berkaitan dengan pondasi tiang tunggal dan dapat dijadikan acuan atau *literature* untuk penyusunan tesis atau penelitian ini, diantaranya adalah :

1. Menurut Ir. Rudi Iskandar MT (2002), perhitungan teoritis yang menggunakan data uji laboratorium, sondir atau CPT (*cone penetration test*), dan SPT (*standard penetration test*) memberikan perkiraan daya dukung yang lebih kecil dari kenyataan yang dapat dipikul oleh tiang. Para ahli pondasi sampai saat ini lebih banyak dipengaruhi pendekatan empiris yang didasarkan pada hasil pengujian pembebanan. Namun demikian faktor-faktor kegagalan dapat timbul dari pendekatan yang terlalu teoritis serta kegagalan juga dapat terjadi akibat pendekatan yang terlalu empiris yang mengabaikan dasar-dasar teori yang telah terbukti kebenarannya. Seni dan kemampuan geoteknik justru terletak kepada kemampuan untuk menggabungkan prinsip-prinsip mekanika tanah dengan pengalaman dan perkiraan.
2. Bengt H. Fellenius (2002), prediksi distribusi resistensi penetrasi tiang pancang, pada percobaan uji pembebanan ini banyak ramalan di bawah nilai teramati, disebabkan keruntuhan yang sebelum waktunya. Proyek uji pembebanan tiang ini merupakan pengalaman berharga supaya dalam memprediksi daya dukung pondasi tiang agar memperhitungkan SPT (*standard penetration test*) dan CPT (*cone penetration test*) sebagai kombinasi pengendalian dari tiang. *Static loading test* adalah sebuah perencanaan berharga, yang biasanya dibenarkan sebagai satu-satunya yang paling tepat untuk mengetahui perilaku tiang, pemantauan penurunan dan situasi lainnya. Dimana dalam kasus ini akan menjadi distribusi resistensi beban yang baik dalam menetapkan beban sisa.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Konsep Analisa Struktur

Analisa struktur mencakup pembahasan tentang hasil pengukuran besarnya deformasi yang digambarkan dalam bentuk grafik yang menyatakan hubungan antara beban dan penurunan pada proses *loading test*. Yang dimaksudkan penurunan disini adalah pembacaan rata-rata deformasi kepala tiang setelah dikoreksi dengan deformasi dari meja beban. Untuk penelitian ini dipakai analisa berdasarkan hasil sondir dipakai metode (Muhrozi, 2005) diantaranya : metode Mayerhof (1956), metode umum, metode Begemann (1965), metode Trofimankove (1974). Dan berdasarkan hasil data *loading test* menggunakan metode (Salgado, Rodrigo, 1999) diantaranya : metode Chin (1971), metode Davisson (1972), metode Mazurkiewicz (1972), metode Butler dan Hoy (1977).

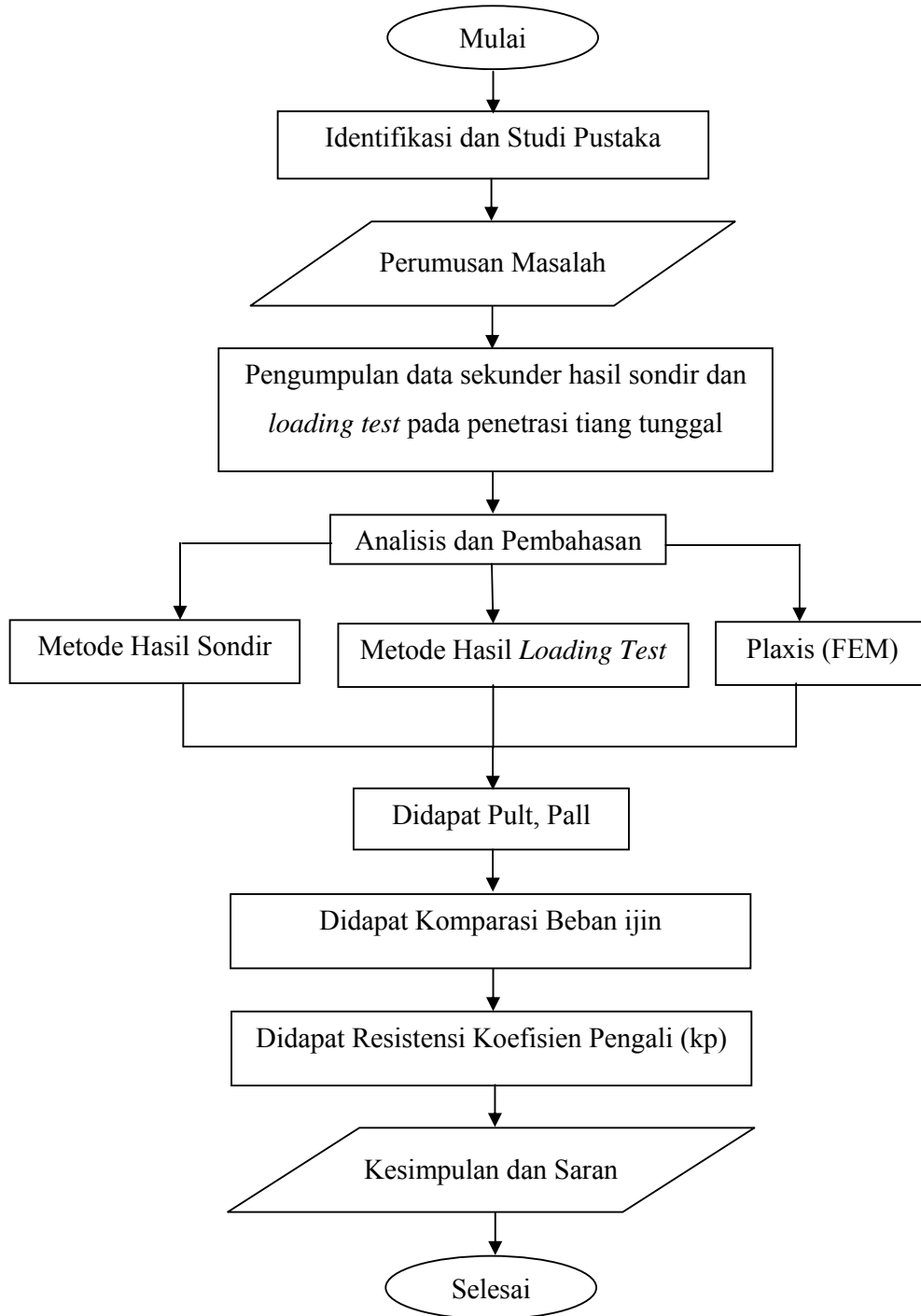
Pada analisa ini juga digunakan program plaxis Versi 7.2 sebagai pembanding yang mempunyai nilai keakuratan yang baik, dimana program ini didasarkan dengan teori *finite element method* (FEM). Program plaxis ini mengacu pada suatu analisa statis non linier untuk menyelidiki struktur dua dimensi yang dilakukan dengan meninjau beban dorong statis ekuivalen struktur yang menangkap pada pusat massa tiang, yang nilainya ditingkatkan secara berangsur-angsur sampai melampaui pembebanan yang menyebabkan keruntuhan pada tanah pendukungnya. Kemudian beban semakin ditingkatkan sehingga tanah mengalami perubahan sifat dari elastis menjadi plastis.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dengan memakai data sekunder, dimana data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Data sekunder umumnya berupa bukti, catatan atau laporan historis yang telah tersusun dalam arsip (data dokumenter) yang dipublikasikan atau tidak dipublikasikan. Data sekunder dalam penelitian ini berupa pengumpulan data hasil pelaksanaan sondir dan *loading test* pada tiang tunggal yang didapatkan dari proyek-proyek yang sudah terlaksana beberapa saat yang lalu.

3.3 Bagan Alir Penelitian

Berdasarkan alur penelitian dari penyusunan laporan tesis ini dapat dijelaskan secara berurutan seperti gambar dibawah (Gambar 3.1).



Gambar : 3.1. Bagan Alir Penelitian

Untuk lebih jelasnya gambar 3.1 tentang bagan alir penelitian ini, dapat diuraikan sebagai berikut :

Pertama-tama mulai diantaranya mengajukan tema untuk tesis ini setelah itu mengidentifikasi tujuan dan manfaat dari penelitian ini serta mengumpulkan referensi dari buku dan penelitian yang berhubungan dengan tema ini untuk proses studi pustaka. Selanjutnya baru didapat perumusan masalahnya yaitu tentang nilai faktor resistensi koefisien pengali (k_p) yang akan dibahas dan dianalisis dari penelitian ini. Langkah berikutnya baru pengumpulan data sekunder berupa hasil data sondir dan hasil pembacaan *loading test* serta data pendukung lainnya.

Setelah data-data tersebut terkumpul baru langkah selanjutnya bisa dianalisis menggunakan metode-metode sondir diantaranya: metode Mayerhof (1956) dipakai rumus 2.1, metode Begemann (1965) dipakai rumus 2.2, metode umum dipakai rumus 2.3, metode Trofimankove (1974) dipakai rumus 2.4. Dan berdasarkan hasil pembacaan data *loading test* menggunakan metode diantaranya : metode Chin (1971) interpretasinya sesuai gambar 2.5, metode Davisson (1972) interpretasinya sesuai gambar 2.6, metode Mazurkiewicz (1972) interpretasinya sesuai gambar 2.7, metode Butler dan Hoy (1977) interpretasinya sesuai gambar 2.8. Untuk metode numeris yang mengacu pada *finite element method* dipakai program plaxis 7.2.

Hasil pembahasan dengan memakai beberapa metode tersebut, akan didapatkan beban ultimit (Pult) dan beban ijin (Pall) sehingga dari hasil tersebut dapat dikomparasikan beban ijinnya dalam bentuk grafik sehingga akan didapat nilai k_p untuk masing-masing data dari perbandingan Pall rata-rata metode sondir dengan Pall rata-rata metode *loading test*. Untuk mengetahui nilai k_p rata-rata tiap jenis diameter pondasi tiang dipakai rumus simpangan rata-rata. Selanjutnya penelitian ini bisa disimpulkan dan diberi saran.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan dan Review Data

Berdasarkan data-data yang didapat pada penelitian ini, secara ringkasannya dapat ditampilkan seperti Tabel 4.1 sampai dengan Tabel 4.3 dan selengkapnya bisa dilihat pada halaman lampiran B dan lampiran C.

- **Lokasi : Karawang, Jawa Barat**
- **Ø Tiang : Spun ø 40**

Tabel 4.1 rekapitulasi data hasil uji pembebanan tiang ø 40

Beban 200% (Ton)	Data 1 Penurunan (mm)	Data 2 Penurunan (mm)	Data 3 Penurunan (mm)	Data 4 Penurunan (mm)	Data 5 Penurunan (mm)	Data 6 Penurunan (mm)	Data 7 Penurunan (mm)	Data 8 Penurunan (mm)
0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	-0.31	-0.21	-0.25	-0.28	-0.78	-0.38	-0.44	-0.4
40	-1.98	-0.32	-0.72	-0.89	-1.48	-0.97	-1.14	-0.97
20	-1.75	0	-0.65	-0.55	-1.23	-0.69	-0.93	-0.63
0	-0.06	0	0	0	0	0	-0.02	0
40	-1.99	-0.52	-0.73	-0.92	-1.48	-1.24	-1.12	-1.09
60	-3.86	-0.9	-1.52	-2.03	-2.9	-2.27	-1.8	-2.38
80	-5.72	-1.38	-2.53	-3.21	-4.43	-3.46	-2.74	-3.8
60	-5.3	-1.12	-2.35	-2.53	-4.07	-3.39	-2.69	-3.63
40	-3.97	-0.56	-1.83	-1.89	-2.84	-2.7	-2.07	-2.52
0	-0.31	0	-0.01	-0.1	-0.09	-0.17	-0.06	-0.37
40	-2.96	-0.47	-0.94	-1.37	-2.5	-1.28	-1.28	-2.1
80	-5.88	-1.58	-2.65	-3.09	-4.43	-3.5	-2.76	-3.83
100	-7.49	-2.32	-3.35	-4.63	-6.28	-4.71	-3.58	-6
120	-9.3	-3.03	-4.36	-6.65	-9.6	-5.98	-4.67	-8
100	-9.01	-2.79	-4.23	-5.76	-8.85	-5.93	-4.63	-6.94
80	-8.32	-2.21	-3.57	-5.13	-7.61	-5.4	-4.08	-6.03
40	-5.35	-1.26	-2.31	-2.73	-4.64	-3.45	-2.69	-3.79
0	-0.78	-0.24	-0.08	-0.31	-0.96	-0.47	-0.27	-0.6
40	-4.19	-0.49	-1.81	-2.58	-3.91	-1.51	-1.42	-3
80	-6.83	-1.88	-3	-4.65	-6.72	-3.69	-3.1	-5.56
120	-9.51	-2.9	-4.59	-6.97	-9.81	-6.05	-4.79	-8.11
140	-11.27	-3.31	-6.18	-9.84	-11.87	-7.44	-5.94	-10.08
160	-13.19	-4.91	-8.25	-14.66	-15.82	-9.69	-7.91	-13.48
120	-12.14	-4.33	-7.04	-13.22	-14.26	-9.08	-7.7	-11.91
80	-10.8	-3.25	-6.02	-11	-11.49	-7.03	-5.79	-10.5
40	-7.82	-1.66	-3.93	-8.47	-8.7	-4.58	-4	-6.79
0	-3.54	-0.87	-0.69	-4.23	-3.25	-1.26	-1.28	-1.91

- **Lokasi : Darmawangsa, Jakarta Selatan**
- **Ø Tiang : Spun ø 100**

Tabel 4.2 rekapitulasi data hasil uji pembebanan tiang ϕ 100

Beban 200% (Ton)	Data 9 Penurunan (mm)	Data 10 Penurunan (mm)	Data 11 Penurunan (mm)	Data 12 Penurunan (mm)	Data 13 Penurunan (mm)
0	0	0	0	0	0
112.5	-0.65	-0.68	-0.52	-0.7	-0.42
225	-1.28	-1.66	-1.24	-1.57	-1.21
112.5	-1.01	-1.32	-0.67	-0.94	-0.68
0	0	0	0	0	0
225	-1.29	-1.7	-1.27	-1.68	-1.33
337.5	-2.06	-2.67	-2.1	-2.58	-2.23
450	-2.88	-3.92	-3.11	-3.67	-3.63
337.5	-2.64	-3.67	-2.95	-3.29	-3.24
225	-1.91	-2.87	-2.09	-2.43	-2.46
0	-0.08	-0.21	-0.1	-0.01	-0.09
225	-1.49	-1.94	-1.27	-1.86	-1.44
450	-3.05	-4.15	-3.15	-3.73	-3.67
562.5	-3.98	-5.72	-4.14	-4.7	-4.81
675	-5.07	-7.42	-5.24	-5.92	-6.66
562.5	-5.05	-7.29	-5.14	-5.79	-6.56
450	-4.36	-6.27	-4.6	-5.16	-5.71
225	-2.5	-3.78	-2.78	-2.91	-3.36
0	-0.37	-0.46	-0.32	-0.34	-0.4
225	-1.88	-2.39	-1.85	-2.08	-2.26
450	-3.29	-4.61	-3.54	-4.01	-4.16
675	-5.08	-7.72	-5.36	-5.98	-6.78
787.5	-6.01	-9.68	-6.6	-7.17	-9.34
900	-7.08	-11.87	-8.53	-9.24	-12.27
675	-6.66	-11.33	-8.01	-8.26	-11.42
450	-5.12	-8.88	-6.61	-6.66	-8.77
225	-2.92	-5.22	-4.1	-4.2	-6.11
0	-0.57	-0.8	-0.97	-0.47	-1.98

Tabel 4.3 rekapitulasi data sondir dan SPT

No Data	Lokasi	No Tiang	h (m)	ϕ Tiang (cm)	qc (kg/cm ²)	JHP (kg/cm)	Nspt (blow/ft)
1	Karawang, Jabar	T-477	18	Spun ϕ 40	40	1820	18
2	Karawang, Jabar	TP-63	14	Spun ϕ 40	50	1483	19
3	Karawang, Jabar	TP-07	13.8	Spun ϕ 40	50	1436	19
4	Karawang, Jabar	K-316	15	Spun ϕ 40	60	1555	28
5	Karawang, Jabar	S-420	14.6	Spun ϕ 40	50	1515	22
6	Karawang, Jabar	TP-53	16	Spun ϕ 40	45	1481	25
7	Karawang, Jabar	TP-43	14	Spun ϕ 40	51	1400	25
8	Karawang, Jabar	C-112	16.5	Spun ϕ 40	45	1700	18
9	Darmawangsa X Jkt Sltn	TP-04	14.8	Spun ϕ 100	100	1380	45
10	Darmawangsa X Jkt Sltn	TP-05	14.2	Spun ϕ 100	165	1205	60
11	Darmawangsa X Jkt Sltn	TP-03	14.8	Spun ϕ 100	100	1380	45

12	Darmawangsa X Jkt Sltn	TP-02	14.2	Spun ø100	165	1205	60
13	Darmawangsa X Jkt Sltn	TP-01	14	Spun ø100	127	1190	60

4.2 Perhitungan Data Hasil Sondir

a. Data 1

Berdasarkan data sondir yang dipakai pada proyek ini yaitu data ADC 17 dan BH 16. Data sondir ADC 17 dapat diperlihatkan sebagian datanya pada Tabel 4.4 dan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B. Data-data pendukung lain yang berhubungan untuk proses perhitungan yaitu :

- Nomor Tiang : T-477
- Kedalaman Tiang : 18 m
- Jenis Tiang : Tiang beton
- Diameter Tiang : Φ 40 cm

Tabel 4.4 Data Sondir ADC 17

h (m)	qc (kg/cm ²)	JHP (kg/cm)	h (m)	qc (kg/cm ²)	JHP (kg/cm)
5	18		17.2	35	
14.8	20		17.4	35	
15	25		17.6	40	
15.2	25		17.8	40	
15.4	25		18	40	1820
15.6	25		18.2	40	
15.8	25		18.4	45	
16	23		18.6	45	
16.2	25		18.8	45	
16.4	30		19	45	
16.6	30		19.2	45	
16.8	35		19.4	45	
17	35		19.6	45	

Dari pembacaan korelasi rasio qc sondir dan SPT maka jika dihubungkan dengan grafik Robertson (1983) pada kedalaman tiang tersebut, yaitu sebagai berikut :

$$qc = 40 \text{ kg/cm}^2 = 39,2266 \text{ bar}$$

$$NSPT = 18 \text{ blow/ft}$$

Untuk mengetahui jenis tanah dengan cara :

$$\frac{qc}{N} = \frac{39,2266}{18} = 2,179$$

Maka dari hasil diatas diplot pada Gambar 2.4 sehingga dalam pembacaan digolongkan tanah jenis lanau kelempungan, berpasir.

$$A = \pi \times r^2 = 3,14 \times 20^2 = 1256 \text{ cm}^2$$

$$K = \pi \times D = 3,14 \times 40 = 125,6 \text{ cm}$$

Berdasarkan data – data di atas maka kapasitas daya dukung pondasi tiang tunggal dapat dihitung dengan metode sebagai berikut :

1. Metode Mayerhoff (1956)

$$e1 = 5 \quad \text{maka } fs = qc/200 = 18/200 = 0,09$$

$$e2 = 13 \quad \text{maka } fs = qc/200 = 40/200 = 0,2$$

$$q_{cr} = (30+30+35+35+35+35+40+40+40+40+45) / 11 \\ = 36,81$$

$$Pult = q_{c_r} \cdot A_b + \sum fs \cdot A_s$$

$$Pult = 36,81 \times 1256 + (0,09 \times 5 + 0,2 \times 13) \times 100 \times 125,6 \\ = 46233,36 + 38308 \\ = 84541,36 \text{ kg} = 84,54 \text{ Ton}$$

$$Pall = \frac{Pult}{FK}$$

$$Pall = \frac{84,54}{2,5} = 33,8 \text{ Ton}$$

2. Metode Begemann (1965)

$$q_{cu} = \\ (20+25+25+25+25+25+23+25+30+30+35+35+35+35+40+40+40)/17 \\ = 30,17$$

$$q_{cb} = (40+40+45+45+45+45+45+45) / 8 \\ = 43,75$$

$$q_c = (30,17 + 43,75) / 2 \\ = 36,96$$

$$Pall = \frac{q_c \cdot A}{3} + \frac{JHP \cdot Q}{5}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pall} &= \frac{36,96 \times 1256}{3} + \frac{1820 \times 125,6}{5} \\
 &= 15473,92 + 45718,4 \\
 &= 61192,32 \text{ kg} = 61,19 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

3. Metode umum

$$\begin{aligned}
 \text{Pall} &= \frac{kb.qc.A + ks.JHP.Q}{FK} \\
 \text{Pall} &= \frac{0,75 \times 40 \times 1256 + 0,5 \times 1820 \times 125,6}{2,5} \\
 &= \frac{151976}{2,5} \\
 &= 60790 \text{ kg} = 60,79 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

4. Metode Trofimankove (1974)

$$\begin{aligned}
 \text{Pall} &= \frac{kb.qc.A + \left(\frac{JHP}{D}\right)Q}{FK} \\
 \text{Pall} &= \frac{0,75 \times 40 \times 1256 + \left(\frac{1820}{1,5}\right) \times 125,6}{2,5} \\
 &= \frac{190074,66}{2,5} \\
 &= 76029 \text{ kg} = 76,02 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Dengan data-data yang sama maka diameter jenis lain daya dukung ijin dapat dihitung dan ditabelkan dalam Tabel 4.5 sebagai berikut :

Tabel 4.5 kapasitas Pall dari tiang tunggal (dengan dasar data sondir)

Metode	Kapasitas Beban Ijin Tiang Tunggal (Pall=Ton)					
	Tiang Pancang			Bore Pile		
	ø 35	ø 40	ø 45	ø 60	ø 80	ø 100
Mayerhoff	27.57	33.82	40.64	64.59	104.62	153.89
Begemann	51.85	61.19	71.02	103.39	153.33	211.01
Cara Umum	51.54	60.79	70.51	102.49	151.72	208.50
Trofimenkove	64.88	76.03	87.65	125.35	182.20	246.59

b. Data 2

Berdasarkan data sondir yang dipakai pada proyek ini yaitu data ADC 44 dan BH 28. Data sondir ADC 44 dapat diperlihatkan sebagian datanya pada

Tabel 4.6 dan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B. Data–data pendukung lain yang berhubungan untuk proses perhitungan yaitu :

- Nomor Tiang : TP-63
- Kedalaman Tiang : 14 m
- Jenis Tiang : Tiang beton
- Diameter Tiang : Φ 40 cm

Tabel 4.6 Data Sondir ADC 44

<i>h</i> (m)	<i>qc</i> (kg/cm ²)	<i>JHP</i> (kg/cm)	<i>h</i> (m)	<i>qc</i> (kg/cm ²)	<i>JHP</i> (kg/cm)	
6	30		13	40		
9	35		13.2	45		
10.8	30		13.4	45		
11	29		13.6	50		
11.2	30		13.8	50		
11.4	30		14	50		1483
11.6	45		14.2	55		
11.8	30		14.4	55		
12	30		14.6	55		
12.2	35		14.8	60		
12.4	35		15	60		
12.6	35		15.2	60		
12.8	40		15.4	60		

Dari pembacaan korelasi rasio *qc* sondir dan *SPT* maka jika dihubungkan dengan grafik Robertson (1983) pada kedalaman tersebut, yaitu sebagai berikut :

$$qc = 50 \text{ kg/cm}^2 = 49 \text{ bar}$$

$$NSPT = 19 \text{ blow/ft}$$

Untuk mengetahui jenis tanah dengan cara :

$$\frac{qc}{N} = \frac{49}{19} = 2,58$$

Maka dari hasil diatas diplot pada Gambar 2.4 sehingga dalam pembacaan digolongkan tanah jenis lanau berpasir.

$$A = \pi \times r^2 = 3,14 \times 20^2 = 1256 \text{ cm}^2$$

$$K = \pi \times D = 3,14 \times 40 = 125,6 \text{ cm}$$

Berdasarkan data – data di atas maka kapasitas daya dukung pondasi tiang tunggal dapat dihitung dengan metode sebagai berikut :

1. Metode Mayerhoff (1956)

$$e1 = 6 \quad \text{maka } fs = qc/200 = 30/200 = 0,15$$

$$e2 = 3 \quad \text{maka } fs = qc/200 = 35/200 = 0,175$$

$$e3 = 5 \quad \text{maka } fs = qc/200 = 50/200 = 0,25$$

$$q_{cr} = (35+35+40+40+45+45+50+50+50+55+55) / 11 \\ = 45,45$$

$$Pult = q_{cr} \cdot A_b + \sum fs \cdot A_s$$

$$Pult = 45,45 \times 1256 + (0,15 \times 6 + 0,175 \times 3 + 0,25 \times 5) \times 100 \times 125,6 \\ = 57085,2 + 33598 \\ = 90683,2 \text{ kg} \\ = 90,68 \text{ Ton}$$

$$Pall = \frac{Pult}{FK}$$

$$Pall = \frac{90,68}{2,5} \\ = 36,27 \text{ Ton}$$

2. Metode Begemann (1965)

$$q_{cu} = \\ (30+29+30+30+45+30+30+35+35+35+40+40+45+45+45+50+50)/17 \\ = 37,88$$

$$q_{cb} = (55+55+55+55+60+60+60+60) / 8 \\ = 56,875$$

$$q_c = (37,88 + 56,875) / 2 \\ = 47,37$$

$$Pall = \frac{q_c \cdot A}{3} + \frac{JHP \cdot Q}{5}$$

$$Pall = \frac{47,37 \times 1256}{3} + \frac{1483 \times 125,6}{5} \\ = 19832,24 + 37252,96 \\ = 57085,2 \text{ kg}$$

$$= 57,08 \text{ Ton}$$

3. Metode umum

$$P_{all} = \frac{kb.qc.A + ks.JHP.Q}{FK}$$

$$P_{all} = \frac{0,75 \times 50 \times 1256 + 0,5 \times 1483 \times 125,6}{2,5}$$

$$= \frac{140232,4}{2,5}$$

$$= 56092,96 \text{ kg} = 56,09 \text{ Ton}$$

4. Metode Trofimankove (1974)

$$P_{all} = \frac{kb.qc.A + \left(\frac{JHP}{D}\right)Q}{FK}$$

$$P_{all} = \frac{0,75 \times 50 \times 1256 + \left(\frac{1483}{1,5}\right) \times 125,6}{2,5}$$

$$= \frac{171276,53}{2,5}$$

$$= 68510,61 \text{ kg} = 68,51 \text{ Ton}$$

Dengan data-data yang sama maka diameter jenis lain daya dukung ijin dapat dihitung dan ditabelkan dalam Tabel 4.7 sebagai berikut :

Tabel 4.7 kapasitas Pall dari tiang tunggal (dengan dasar data sondir)

Metode	Kapasitas Beban Ijin Tiang Tunggal (Ton)					
	Tiang Pancang			Bore Pile		
	ø 35	ø 40	ø 45	ø 60	ø 80	ø 100
Mayerhoff	29.24	36.27	44.02	71.54	118.21	176.31
Begemann	47.78	57.09	67.01	100.50	153.83	217.08
Cara Umum	47.02	56.09	65.75	98.27	149.87	210.88
Trofimenkove	57.89	68.51	79.72	116.90	174.70	241.93

c. Data 3

Berdasarkan data sondir yang dipakai pada proyek ini yaitu data ADC 45 dan BH 22. Data sondir ADC 45 dapat diperlihatkan sebagian datanya pada

Tabel 4.8 dan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B. Data–data pendukung lain yang berhubungan untuk proses perhitungan yaitu :

- Nomor Tiang : TP-07
- Kedalaman Tiang : 13,8 m
- Jenis Tiang : Tiang beton
- Diameter Tiang : Φ 40 cm

Tabel 4.8 Data Sondir ADC 45

<i>h</i> (m)	<i>qc</i> (kg/cm ²)	<i>JHP</i> (kg/cm)	<i>h</i> (m)	<i>qc</i> (kg/cm ²)	<i>JHP</i> (kg/cm)	
3.4	35		12.8	40		
7.4	26		13	45		
10.6	30		13.2	45		
10.8	30		13.4	45		
11	35		13.6	50		
11.2	35		13.8	50		1436
11.4	35		14	50		
11.6	37		14.2	55		
11.8	40		14.4	55		
12	40		14.6	56		
12.2	40		14.8	60		
12.4	40		15	60		
12.6	40		15.2	60		

Dari pembacaan korelasi rasio *qc* sondir dan *SPT* maka jika dihubungkan dengan grafik Robertson (1983) pada kedalaman tersebut, yaitu sebagai berikut :

$$qc = 50 \text{ kg/cm}^2 = 49 \text{ bar}$$

$$NSPT = 19 \text{ blow/ft}$$

Untuk mengetahui jenis tanah dengan cara :

$$\frac{qc}{N} = \frac{49}{19} = 2,58$$

Maka dari hasil diatas diplot pada Gambar 2.4 sehingga dalam pembacaan digolongkan tanah jenis lanau berpasir.

$$A = \pi \times r^2 = 3,14 \times 20^2 = 1256 \text{ cm}^2$$

$$K = \pi \times D = 3,14 \times 40 = 125,6 \text{ cm}$$

Berdasarkan data – data di atas maka kapasitas daya dukung pondasi tiang tunggal dapat dihitung dengan metode sebagai berikut :

1. Metode Mayerhoff (1956)

$$e1 = 3,4 \quad \text{maka} \quad fs = qc/200 = 35/200 = 0,175$$

$$e2 = 4 \quad \text{maka} \quad fs = qc/200 = 26/200 = 0,13$$

$$e3 = 6,4 \quad \text{maka} \quad fs = qc/200 = 50/200 = 0,25$$

$$q_{cr} = (40+40+40+40+45+45+45+50+50+50+55) / 11 \\ = 45,45$$

$$P_{ult} = q_{cr} \cdot A_b + \sum fs \cdot A_s$$

$$P_{ult} = 45,45 \times 1256 + (0,175 \times 3,4 + 0,13 \times 4 + 0,25 \times 6,4) \times 100 \times 125,6 \\ = 57085,2 + 34100,4 \\ = 91185,6 \text{ kg} \\ = 91,18 \text{ Ton}$$

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

$$P_{all} = \frac{91,18}{2,5} \\ = 30,39 \text{ Ton}$$

2. Metode Begemann (1965)

$$q_{cu} = \\ (37+40+40+40+40+40+40+45+45+45+50+50+30+30+35+35+35)/17 \\ = 39,82$$

$$q_{cb} = (50+50+55+55+56+60+60+60) / 8 \\ = 55,75$$

$$q_c = (39,82 + 55,75) / 2 \\ = 47,785$$

$$P_{all} = \frac{q_c \cdot A}{3} + \frac{JHP \cdot Q}{5}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pall} &= \frac{47,785 \times 1256}{3} + \frac{1436 \times 125,6}{5} \\
 &= 20005,99 + 36072,31 \\
 &= 56078,3 \text{ kg} \\
 &= 56,07 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

3. Metode umum

$$\begin{aligned}
 \text{Pall} &= \frac{kb.qc.A + ks.JHP.Q}{FK} \\
 \text{Pall} &= \frac{0,75 \times 50 \times 1256 + 0,5 \times 1436 \times 125,6}{2,5} \\
 &= \frac{137280,8}{2,5} \\
 &= 54912,32 \text{ kg} \\
 &= 54,91 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

4. Metode Trofimankove (1974)

$$\begin{aligned}
 \text{Pall} &= \frac{kb.qc.A + \left(\frac{JHP}{D}\right)Q}{FK} \\
 \text{Pall} &= \frac{0,75 \times 50 \times 1256 + \left(\frac{1436}{1,5}\right) \times 125,6}{2,5} \\
 &= \frac{167341,06}{2,5} \\
 &= 66936,42 \text{ kg} = 66,93 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Dengan data-data yang sama maka diameter jenis lain daya dukung ijin dapat dihitung dan ditabelkan dalam Tabel 4.9 sebagai berikut :

Tabel 4.9 kapasitas Pall dari tiang tunggal (dengan dasar data sondir)

Metode	Kapasitas Beban Ijin Tiang Tunggal (Ton)					
	Tiang Pancang			Bore Pile		
	ø 35	ø 40	ø 45	ø 60	ø 80	ø 100
Mayerhoff	29.42	36.47	44.24	71.84	118.62	176.81
Begemann	46.88	56.08	65.90	99.12	152.17	215.22
Cara Umum	45.99	54.91	64.43	96.50	147.50	207.93
Trofimenkove	56.51	66.94	77.95	114.53	171.55	237.99

d. Data 4

Berdasarkan data sondir yang dipakai pada proyek ini yaitu data ADC 1 dan BH 24. Data sondir ADC 1 dapat diperlihatkan sebagian datanya pada Tabel 4.10 dan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B. Data–data pendukung lain yang berhubungan untuk proses perhitungan yaitu :

- Nomor Tiang : K-316
- Kedalaman Tiang : 15 m
- Jenis Tiang : Tiang beton
- Diameter Tiang : Φ 40 cm

Tabel 4.10 Data Sondir ADC 1

<i>h</i> (m)	<i>qc</i> (kg/cm ²)	<i>JHP</i> (kg/cm)	<i>h</i> (m)	<i>qc</i> (kg/cm ²)	<i>JHP</i> (kg/cm)
1.5	14		14.2	50	
11.8	30		14.4	55	
12	35		14.6	55	
12.2	45		14.8	55	
12.4	40		15	60	1555
12.6	40		15.2	60	
12.8	40		15.4	65	
13	45		15.6	65	
13.2	45		15.8	65	
13.4	45		16	65	
13.6	45		16.2	65	
13.8	40		16.4	65	
14	45		16.6	65	

Dari pembacaan korelasi rasio *qc* sondir dan *SPT* maka jika dihubungkan dengan grafik Robertson (1983) pada kedalaman tersebut, yaitu sebagai berikut :

$$qc = 60 \text{ kg/cm}^2 = 39,2266 \text{ bar}$$

$$NSPT = 28 \text{ blow/ft}$$

Untuk mengetahui jenis tanah dengan cara :

$$\frac{qc}{N} = \frac{58,84}{28} = 2,10$$

Maka dari hasil diatas diplot pada Gambar 2.4 sehingga dalam pembacaan digolongkan tanah jenis lanau kelepungan, berpasir.

$$A = \pi \times r^2 = 3,14 \times 20^2 = 1256 \text{ cm}^2$$

$$K = \pi \times D = 3,14 \times 40 = 125,6 \text{ cm}$$

Berdasarkan data – data tersebut, maka kapasitas daya dukung pondasi tiang tunggal dapat dihitung dengan metode sebagai berikut :

1. Metode Mayerhoff (1956)

$$e1 = 15 \quad \text{maka} \quad fs = qc/200 = 60/200 = 0,3$$

$$q_{cr} = (45+45+40+45+50+55+55+55+60+60+65) / 11 \\ = 52,27$$

$$Pult = q_{c_r} \cdot A_b + \sum fs \cdot A_s$$

$$Pult = 52,27 \times 1256 + (0,3 \times 15) \times 100 \times 125,6 \\ = 65651,12 + 56520 \\ = 122171,12 \text{ kg} = 122,17 \text{ Ton}$$

$$Pall = \frac{Pult}{FK}$$

$$Pall = \frac{122,17}{2,5} = 48,87 \text{ Ton}$$

2. Metode Begemann (1965)

$$q_{cu} = \\ (30+35+45+40+40+40+45+45+45+45+40+45+50+55+55+55+60)/17 \\ = 45,29$$

$$q_{cb} = (60+60+65+65+65+65+65+65) / 8 \\ = 63,75$$

$$q_c = (45,29 + 63,75) / 2 \\ = 54,52$$

$$Pall = \frac{q_c \cdot A}{3} + \frac{JHP \cdot Q}{5}$$

$$Pall = \frac{54,52 \times 1256}{3} + \frac{1555 \times 125,6}{5} \\ = 22825,7 + 39061,6 \\ = 61887,3 \text{ kg} = 61,88 \text{ Ton}$$

3. Metode umum

$$P_{all} = \frac{kb.qc.A + ks.JHP.Q}{FK}$$

$$P_{all} = \frac{0,75 \times 60 \times 1256 + 0,5 \times 1555 \times 125,6}{2,5}$$

$$= \frac{56520 + 97654}{2,5}$$

$$= 61669,6 \text{ kg} = 61,66 \text{ Ton}$$

4. Metode Trofimankove (1974)

$$P_{all} = \frac{kb.qc.A + \left(\frac{JHP}{D}\right)Q}{FK}$$

$$P_{all} = \frac{0,75 \times 60 \times 1256 + \left(\frac{1555}{1,5}\right) \times 125,6}{2,5}$$

$$= \frac{56520 + 130205,33}{2,5}$$

$$= 74690,13 \text{ kg} = 74,69 \text{ Ton}$$

Dengan data-data yang sama maka diameter jenis lain daya dukung ijin dapat dihitung dan ditabelkan dalam Tabel 4.11 sebagai berikut :

Tabel 4.11 kapasitas Pall dari tiang tunggal (dengan dasar data sondir)

Metode	Kapasitas Beban Ijin Tiang Tunggal (Ton)					
	Tiang Pancang			Bore Pile		
	ø 35	ø 40	ø 45	ø 60	ø 80	ø 100
Mayerhoff	39.89	48.87	58.67	93.00	150.26	220.65
Begemann	51.65	61.89	72.83	109.95	169.43	240.31
Cara Umum	51.49	61.67	72.56	109.46	168.56	238.95
Trofimenkove	62.88	74.69	87.21	128.99	194.60	271.51

e. Data 5

Berdasarkan data sondir yang dipakai pada proyek ini yaitu data ADC 16 dan BH 10. Data sondir ADC 16 dapat diperlihatkan sebagian datanya pada Tabel 4.12 dan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B. Data-data pendukung lain yang berhubungan untuk proses perhitungan yaitu :

- Nomor Tiang : S-420

- Kedalaman Tiang : 14,6 m

- Jenis Tiang : Tiang beton
- Diameter Tiang : Φ 40 cm

Tabel 4.12 Data Sondir ADC 16

<i>h</i> (m)	<i>qc</i> (kg/cm ²)	<i>JHP</i> (kg/cm)	<i>h</i> (m)	<i>qc</i> (kg/cm ²)	<i>JHP</i> (kg/cm)
6	25		13.8	40	1515
11.4	25		14	40	
11.6	25		14.2	45	
11.8	25		14.4	50	
12	25		14.6	50	
12.2	25		14.8	55	
12.4	25		15	55	
12.6	28		15.2	60	
12.8	30		15.4	60	
13	30		15.6	60	
13.2	35		15.8	60	
13.4	35		16	65	
13.6	45		16.2	65	

Dari pembacaan korelasi rasio *qc* sondir dan *SPT* maka jika dihubungkan dengan grafik Robertson (1983) pada kedalaman tersebut, yaitu sebagai berikut :

$$qc = 50 \text{ kg/cm}^2 = 49 \text{ bar}$$

$$NSPT = 22 \text{ blow/ft}$$

Untuk mengetahui jenis tanah dengan cara :

$$\frac{qc}{N} = \frac{49}{22} = 2,227$$

Maka dari hasil diatas diplot pada Gambar 2.4 sehingga dalam pembacaan digolongkan tanah jenis lanau kelempungan, berpasir.

$$A = \pi \times r^2 = 3,14 \times 20^2 = 1256 \text{ cm}^2$$

$$K = \pi \times D = 3,14 \times 40 = 125,6 \text{ cm}$$

Berdasarkan data – data di atas maka kapasitas daya dukung pondasi tiang tunggal dapat dihitung dengan metode sebagai berikut :

1. Metode Mayerhoff (1956)

$$e1 = 6 \quad \text{maka} \quad fs = qc/200 = 25/200 = 0,125$$

$$e2 = 8,6 \quad \text{maka} \quad fs = qc/200 = 50/200 = 0,25$$

$$q_{cr} = (30+35+35+45+40+40+45+50+50+55+55) / 11$$

$$= 43,63$$

$$P_{ult} = q_{c_r} \cdot A_b + \sum f_s \cdot A_s$$

$$P_{ult} = 43,63 \times 1256 + (0,125 \times 6 + 0,25 \times 8,6) \times 100 \times 125,6$$

$$= 54799,28 + 36424$$

$$= 91223,28 \text{ kg}$$

$$= 91,22 \text{ Ton}$$

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

$$P_{all} = \frac{91,22}{2,5}$$

$$= 36,48 \text{ Ton}$$

2. Metode Begemann (1965)

$$q_{cu} =$$

$$(25+25+25+25+25+25+28+30+30+35+35+45+40+40+45+50+50)/17$$

$$= 34$$

$$q_{cb} = (50+55+55+60+60+60+60+65) / 8$$

$$= 58,12$$

$$q_c = (34 + 58,12) / 2$$

$$= 46,06$$

$$P_{all} = \frac{q_c \cdot A}{3} + \frac{JHP \cdot Q}{5}$$

$$P_{all} = \frac{46,06 \times 1256}{3} + \frac{1515 \times 125,6}{5}$$

$$= 19283,78 + 38056,8$$

$$= 57340,58 \text{ kg}$$

$$= 57,34 \text{ Ton}$$

3. Metode umum

$$P_{all} = \frac{kb \cdot q_c \cdot A + ks \cdot JHP \cdot Q}{FK}$$

$$\begin{aligned}
 P_{all} &= \frac{0,75 \times 50 \times 1256 + 0,5 \times 1515 \times 125,6}{2,5} \\
 &= \frac{142242}{2,5} \\
 &= 56896,8 \text{ kg} \\
 &= 56,89 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

4. Metode Trofimankove (1974)

$$\begin{aligned}
 P_{all} &= \frac{kb.qc.A + \left(\frac{JHP}{D}\right)Q}{FK} \\
 P_{all} &= \frac{0,75 \times 50 \times 1256 + \left(\frac{1515}{1,5}\right) \times 125,6}{2,5} \\
 &= \frac{173956}{2,5} \\
 &= 69582,4 \text{ kg} = 69,58 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Dengan data-data yang sama maka diameter jenis lain daya dukung ijin dapat dihitung dan ditabelkan dalam Tabel 4.13 sebagai berikut :

Tabel 4.13 kapasitas Pall dari tiang tunggal (dengan dasar data sondir)

Metode	Kapasitas Beban Ijin Tiang Tunggal (Ton)					
	Tiang Pancang			Bore Pile		
	ø 35	ø 40	ø 45	ø 60	ø 80	ø 100
Mayerhoff	29.53	36.49	44.13	71.17	116.82	173.42
Begemann	48.06	57.34	67.22	100.47	153.25	215.67
Cara Umum	47.72	56.90	66.66	99.48	151.47	212.89
Trofimenkove	58.82	69.58	80.93	118.50	176.84	244.61

f. Data 6

Berdasarkan data sondir yang dipakai pada proyek ini yaitu data ADC 14 dan BH 11. Data sondir ADC 14 dapat diperlihatkan sebagian datanya pada Tabel 4.14 dan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B. Data-data pendukung lain yang berhubungan untuk proses perhitungan yaitu :

- Nomor Tiang : TP-53
- Kedalaman Tiang : 16 m
- Jenis Tiang : Tiang beton
- Diameter Tiang : Φ 40 cm

Tabel 4.14 Data Sondir ADC 14

<i>h</i> (m)	<i>qc</i> (kg/cm ²)	<i>JHP</i> (kg/cm)	<i>h</i> (m)	<i>qc</i> (kg/cm ²)	<i>JHP</i> (kg/cm)
8.4	13		15	35	
11.4	23		15.2	40	
12.8	28		15.4	40	
13	28		15.6	40	
13.2	26		15.8	45	
13.4	30		16	45	1481
13.6	30		16.2	45	
13.8	30		16.4	50	
14	30		16.6	50	
14.2	30		16.8	50	
14.4	35		17	50	
14.6	35		17.2	50	
14.8	35		17.4	50	

Dari pembacaan korelasi rasio *qc* sondir dan *SPT* maka jika dihubungkan dengan grafik *Robertson (1983)* pada kedalaman tersebut, yaitu sebagai berikut :

$$qc = 45 \text{ kg/cm}^2 = 44,13 \text{ bar}$$

$$NSPT = 25 \text{ blow/ft}$$

Untuk mengetahui jenis tanah dengan cara :

$$\frac{qc}{N} = \frac{44,13}{25} = 1,765$$

Maka dari hasil diatas diplot pada Gambar 2.4 sehingga dalam pembacaan digolongkan tanah jenis lanau berlempung.

$$A = \pi \times r^2 = 3,14 \times 20^2 = 1256 \text{ cm}^2$$

$$K = \pi \times D = 3,14 \times 40 = 125,6 \text{ cm}$$

Berdasarkan data – data di atas maka kapasitas daya dukung pondasi tiang tunggal dapat dihitung dengan metode sebagai berikut :

1. Metode *Mayerhoff (1956)*

$$e1 = 8,4 \quad \text{maka} \quad fs = qc/200 = 13/200 = 0,065$$

$$e2 = 3 \quad \text{maka} \quad fs = qc/200 = 23/200 = 0,115$$

$$e3 = 4,6 \quad \text{maka} \quad fs = qc/200 = 45/200 = 0,225$$

$$q_{cr} = (35+35+35+35+40+40+40+45+45+45+50) / 11$$

$$= 40,45$$

$$P_{ult} = q_{c_r} \cdot A_b + \sum f_s \cdot A_s$$

$$P_{ult} = 40,45 \times 1256 + (0,065 \times 8,4 + 0,115 \times 3 + 0,225 \times 4,6) \times 100 \times 125,6$$

$$= 50805,2 + 24190,56$$

$$= 74995,76 \text{ kg}$$

$$= 74,99 \text{ Ton}$$

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

$$P_{all} = \frac{74,99}{2,5}$$

$$= 29,99 \text{ Ton}$$

2. Metode Begemann (1965)

$$q_{cu} =$$

$$(28+28+26+30+30+30+30+30+35+35+35+35+40+40+40+45+45)/17$$

$$= 34,23$$

$$q_{cb} = (45+45+50+50+50+50+50) / 8$$

$$= 48,75$$

$$q_c = (34,23 + 48,75) / 2$$

$$= 41,49$$

$$P_{all} = \frac{q_c \cdot A}{3} + \frac{JHP \cdot Q}{5}$$

$$P_{all} = \frac{41,49 \times 1256}{3} + \frac{1481 \times 125,6}{5}$$

$$= 17370,48 + 37202,72$$

$$= 54573,2 \text{ kg}$$

$$= 54,57 \text{ Ton}$$

3. Metode umum

$$P_{all} = \frac{kb \cdot q_c \cdot A + ks \cdot JHP \cdot Q}{FK}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pall} &= \frac{0,75 \times 45 \times 1256 + 0,5 \times 1481 \times 125,6}{2,5} \\
 &= \frac{42390 + 93006,8}{2,5} \\
 &= 54158,72 \text{ kg} \\
 &= 54,15 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

4. Metode Trofimankove (1974)

$$\begin{aligned}
 \text{Pall} &= \frac{kb.qc.A + \left(\frac{JHP}{D}\right)Q}{FK} \\
 \text{Pall} &= \frac{0,75 \times 45 \times 1256 + \left(\frac{1481}{1,5}\right) \times 125,6}{2,5} \\
 &= \frac{42390 + 124009,06}{2,5} \\
 &= 66559,62 \text{ kg} \\
 &= 66,55 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Dengan data-data yang sama maka diameter jenis lain daya dukung ijin dapat dihitung dan ditabelkan dalam Tabel 4.15 sebagai berikut :

Tabel 4.15 kapasitas Pall dari tiang tunggal (dengan dasar data sondir)

Metode	Kapasitas Beban Ijin Tiang Tunggal (Ton)					
	Tiang Pancang			Bore Pile		
	ø 35	ø 40	ø 45	ø 60	ø 80	ø 100
Mayerhoff	24.03	30.00	36.61	60.24	100.64	151.20
Begemann	45.85	54.57	63.84	94.89	143.89	201.57
Cara Umum	45.53	54.16	63.31	93.96	142.23	198.98
Trofimenkove	56.39	66.56	77.26	112.56	167.03	229.98

g. Data 7

Berdasarkan data sondir yang dipakai pada proyek ini yaitu data ADC 31 dan BH 3. Data sondir ADC 31 dapat diperlihatkan sebagian datanya pada Tabel 4.16 dan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B. Data-data pendukung lain yang berhubungan untuk proses perhitungan yaitu :

- Nomor Tiang : TP-43
- Kedalaman Tiang : 14 m

- Jenis Tiang : Tiang beton
- Diameter Tiang : Φ 40 cm

Tabel 4.16 Data Sondir ADC 31

<i>h</i> (m)	<i>qc</i> (kg/cm ²)	<i>JHP</i> (kg/cm)	<i>h</i> (m)	<i>qc</i> (kg/cm ²)	<i>JHP</i> (kg/cm)
3.5	10		13	40	
5.5	12		13.2	45	
10.8	31		13.4	45	
11	31		13.6	45	
11.2	35		13.8	51	
11.4	31		14	51	1400
11.6	31		14.2	51	
11.8	35		14.4	51	
12	35		14.6	55	
12.2	35		14.8	55	
12.4	35		15	60	
12.6	40		15.2	60	
12.8	40		15.4	65	

Dari pembacaan korelasi rasio *qc* sondir dan *SPT* maka jika dihubungkan dengan grafik Robertson (1983) pada kedalaman tersebut, yaitu sebagai berikut :

$$qc = 51 \text{ kg/cm}^2 = 50,014 \text{ bar}$$

$$NSPT = 25 \text{ blow/ft}$$

Untuk mengetahui jenis tanah dengan cara :

$$\frac{qc}{N} = \frac{50,014}{25} = 2$$

Maka dari hasil diatas diplot pada Gambar 2.4 sehingga dalam pembacaan digolongkan tanah jenis lanau kelempungan, berpasir.

$$A = \pi \times r^2 = 3,14 \times 20^2 = 1256 \text{ cm}^2$$

$$K = \pi \times D = 3,14 \times 40 = 125,6 \text{ cm}$$

Berdasarkan data – data di atas maka kapasitas daya dukung pondasi tiang tunggal dapat dihitung dengan metode sebagai berikut :

1. Metode Mayerhoff (1956)

$$e1 = 3,5 \quad \text{maka} \quad fs = qc/200 = 10/200 = 0,05$$

$$e2 = 2 \quad \text{maka} \quad fs = qc/200 = 21/200 = 0,06$$

$$e3 = 8,5 \quad \text{maka} \quad fs = qc/200 = 51/200 = 0,255$$

$$q_{cr} = (35+40+40+40+45+45+45+51+51+51+51) / 11$$

$$= 44,9$$

$$P_{ult} = q_{c_r} \cdot A_b + \sum f_s \cdot A_s$$

$$\begin{aligned} P_{ult} &= 44,9 \times 1256 + (0,05 \times 3,5 + 0,06 \times 2 + 0,255 \times 8,5) \times 100 \times 125,6 \\ &= 56394,4 + 30929 \\ &= 87323,4 \text{ kg} = 87,32 \text{ Ton} \end{aligned}$$

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

$$P_{all} = \frac{87,32}{2,5} = 34,92 \text{ Ton}$$

2. Metode Begemann (1965)

$$\begin{aligned} q_{cu} &= (31+31+35+31+31+35+35+35+35+40+40+40+45+45+45+51)/17 \\ &= 38,58 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{cb} &= (51+51+51+55+55+60+60+65) / 8 \\ &= 56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_c &= (38,58 + 56) / 2 \\ &= 47,29 \end{aligned}$$

$$P_{all} = \frac{q_c \cdot A}{3} + \frac{JHP \cdot Q}{5}$$

$$\begin{aligned} P_{all} &= \frac{47,29 \times 1256}{3} + \frac{1400 \times 125,6}{5} \\ &= 19798,74 + 35168 \\ &= 54966,74 \text{ kg} = 54,96 \text{ Ton} \end{aligned}$$

3. Metode umum

$$P_{all} = \frac{k_b \cdot q_c \cdot A + k_s \cdot JHP \cdot Q}{FK}$$

$$\begin{aligned} P_{all} &= \frac{0,75 \times 51 \times 1256 + 0,5 \times 1400 \times 125,6}{2,5} \\ &= \frac{135962}{2,5} \\ &= 54384,8 \text{ kg} = 54,38 \text{ Ton} \end{aligned}$$

4. Metode Trofimankove (1974)

$$P_{all} = \frac{kb.qc.A + \left(\frac{JHP}{D}\right)Q}{FK}$$

$$P_{all} = \frac{0,75 \times 51 \times 1256 + \left(\frac{1400}{1,5}\right) \times 125,6}{2,5}$$

$$= \frac{165268,66}{2,5}$$

$$= 66107,46 \text{ kg} = 66,1 \text{ Ton}$$

Dengan data-data yang sama maka diameter jenis lain daya dukung ijin dapat dihitung dan ditabelkan dalam Tabel 4.17 sebagai berikut :

Tabel 4.17 kapasitas Pall dari tiang tunggal (dengan dasar data sondir)

Metode	Kapasitas Beban Ijin Tiang Tunggal (Ton)					
	Tiang Pancang			Bore Pile		
	ø 35	ø 40	ø 45	ø 60	ø 80	ø 100
Mayerhoff	28.10	34.93	42.47	69.31	114.97	171.92
Begemann	45.93	54.97	64.62	97.30	149.53	211.66
Cara Umum	45.48	54.38	63.89	95.99	147.20	208.03
Trofimenkove	55.74	66.11	77.07	113.57	170.65	237.33

h. Data 8

Berdasarkan data sondir yang dipakai pada proyek ini yaitu data ADC 4 dan BH 8. Data sondir ADC 4 dapat diperlihatkan sebagian datanya pada Tabel 4.18 dan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B. Data-data pendukung lain yang berhubungan untuk proses perhitungan yaitu :

- Nomor Tiang : C-112
- Kedalaman Tiang : 16,5 m
- Jenis Tiang : Tiang beton
- Diameter Tiang : Φ 40 cm

Tabel 4.18 Data Sondir ADC 4

h (m)	qc (kg/cm ²)	JHP (kg/cm)	h (m)	qc (kg/cm ²)	JHP (kg/cm)
3.5	16		15.6	35	
13.2	25		15.8	35	
13.4	28		16	40	
13.6	29		16.2	45	
13.8	29		16.4	45	
14	28		16.5	45	1700

14.2	25	16.6	45
14.4	30	16.8	55
14.6	33	17	55
14.8	35	17.2	60
15	35	17.4	60
15.2	35	17.6	60
15.4	35	17.8	65

Dari pembacaan korelasi rasio q_c sondir dan SPT maka jika dihubungkan dengan grafik Robertson (1983) pada kedalaman tersebut, yaitu sebagai berikut :

$$q_c = 45 \text{ kg/cm}^2 = 44,13 \text{ bar}$$

$$NSPT = 18 \text{ blow/ft}$$

Untuk mengetahui jenis tanah dengan cara :

$$\frac{q_c}{N} = \frac{44,13}{18} = 2,45$$

Maka dari hasil diatas diplot pada Gambar 2.4 sehingga dalam pembacaan digolongkan tanah jenis lanau berpasir.

$$A = \pi \times r^2 = 3,14 \times 20^2 = 1256 \text{ cm}^2$$

$$K = \pi \times D = 3,14 \times 40 = 125,6 \text{ cm}$$

Berdasarkan data – data di atas maka kapasitas daya dukung pondasi tiang tunggal dapat dihitung dengan metode sebagai berikut :

1. Metode Mayerhoff (1956)

$$e1 = 3,5 \quad \text{maka} \quad fs = qc/200 = 16/200 = 0,08$$

$$e2 = 13 \quad \text{maka} \quad fs = qc/200 = 45/200 = 0,225$$

$$q_{cr} = (35+35+35+35+35+40+45+45+45+55+55) / 11 \\ = 41,81$$

$$P_{ult} = q_{c_r} \cdot A_b + \sum fs \cdot A_s$$

$$P_{ult} = 41,81 \times 1256 + (0,08 \times 3,5 + 0,225 \times 13) \times 100 \times 125,6 \\ = 52513,36 + 40254,8 \\ = 92768,16 \text{ kg} = 92,76 \text{ Ton}$$

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

$$P_{all} = \frac{92,76}{2,5} = 37,1 \text{ Ton}$$

2. *Metode Begemann (1965)*

$$q_{cu} = (26,5+28+29+29+28+25+30+33+35+35++35+35+35+35+40+45+45+45)/18$$

$$= 34,08$$

$$q_{cb} = (45+45+55+55+60+60+60+65+65) / 9$$

$$= 56,66$$

$$q_c = (34,08 + 56,66) / 2$$

$$= 45,37$$

$$P_{all} = \frac{q_c.A}{3} + \frac{JHP.Q}{5}$$

$$P_{all} = \frac{45,37 \times 1256}{3} + \frac{1700 \times 125,6}{5}$$

$$= 18994,9 + 42704$$

$$= 61698,9 \text{ kg}$$

$$= 61,69 \text{ Ton}$$

3. *Metode umum*

$$P_{all} = \frac{kb.qc.A + ks.JHP.Q}{FK}$$

$$P_{all} = \frac{0,75 \times 45 \times 1256 + 0,5 \times 1700 \times 125,6}{2,5}$$

$$= \frac{149150}{2,5}$$

$$= 59660 \text{ kg} = 59,66 \text{ Ton}$$

4. *Metode Trofimankove (1974)*

$$P_{all} = \frac{kb.qc.A + \left(\frac{JHP}{D}\right)Q}{FK}$$

$$P_{all} = \frac{0,75 \times 45 \times 1256 + \left(\frac{1700}{1,5}\right) \times 125,6}{2,5}$$

$$= \frac{184736.7}{2,5}$$

$$= 73894,67 \text{ kg} = 73,89 \text{ Ton}$$

Dengan data-data yang sama maka diameter jenis lain daya dukung ijin dapat dihitung dan ditabelkan dalam Tabel 4.19 sebagai berikut :

Tabel 4.19 kapasitas Pall dari tiang tunggal (dengan dasar data sondir)

Metode	Kapasitas Beban Ijin Tiang Tunggal (Ton)					
	Tiang Pancang			Bore Pile		
	ø 35	ø 40	ø 45	ø 60	ø 80	ø 100
Mayerhoff	30.17	37.11	44.70	71.41	116.23	171.54
Begemann	51.91	61.70	72.08	106.79	161.39	225.48
Cara Umum	50.35	59.66	69.50	102.21	153.23	212.74
Trofimenkove	62.80	73.89	85.52	123.56	181.70	248.32

i. Data 9

Berdasarkan data sondir yang dipakai pada proyek ini yaitu data S 15 dan DB 6. Data sondir S 15 dapat diperlihatkan sebagian datanya pada Tabel 4.20 dan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B. Data-data pendukung lain yang berhubungan untuk proses perhitungan yaitu:

- Nomor Tiang : TP-04
- Kedalaman Tiang : 14,8 m
- Jenis Tiang : Tiang beton
- Diameter Tiang : Φ 100 cm

Tabel 4.20 Data Sondir S 15

h (m)	qc (kg/cm ²)	JHP (kg/cm)	h (m)	qc (kg/cm ²)	JHP (kg/cm)
6.6	7		11.2	75	
6.8	8		11.4	150	
7	6		11.6	100	
7.2	8		11.8	75	
7.4	5		12	84	
7.6	4		12.2	75	
7.8	8		12.4	79	
8	10		12.6	70	
8.2	12		12.8	84	
8.4	8		13	75	
8.6	15		13.2	65	
8.8	30		13.4	70	
9	34		13.6	75	

9.2	26		13.8	75	
9.4	17		14	112	
9.6	15		14.2	135	
9.8	17		14.4	70	
10	15		14.6	56	
10.2	17		14.8	100	1380
10.4	15		15	160	
10.6	50		15.2	250	
10.8	75		15.4	>250	
11	65		15.6	>250	

Dari pembacaan korelasi rasio q_c sondir dan SPT maka jika dihubungkan dengan grafik Robertson (1983) pada kedalaman tersebut, yaitu sebagai berikut :

$$q_c = 100 \text{ kg/cm}^2 = 98,07 \text{ bar}$$

$$NSPT = 45 \text{ blow/ft}$$

Untuk mengetahui jenis tanah dengan cara :

$$\frac{q_c}{N} = \frac{98,07}{45} = 2,179$$

Maka dari hasil diatas diplot pada Gambar 2.4 sehingga dalam pembacaan digolongkan tanah jenis lanau kelepungan, berpasir.

$$A = \pi \times r^2 = 3,14 \times 50^2 = 7850 \text{ cm}^2$$

$$K = \pi \times D = 3,14 \times 100 = 314 \text{ cm}$$

Berdasarkan data – data tersebut, maka kapasitas daya dukung pondasi tiang tunggal dapat dihitung dengan metode sebagai berikut :

1. Metode Mayerhoff (1956)

$$e1 = 8,7 \quad \text{maka} \quad f_s = q_c/200 = 20/200 = 0,1$$

$$e2 = 6,1 \quad \text{maka} \quad f_s = q_c/200 = 100/200 = 0,5$$

$$q_{cr} = (75+65+75+150+100+75+84+75+79+70+84+75+65+70+75+75+112+135+70+56+100+160+250+250+250+250) / 26$$

$$= 112,5$$

$$P_{ult} = q_c \cdot A_b + \sum f_s \cdot A_s$$

$$P_{ult} = 112,5 \times 7850 + (0,1 \times 8,7 + 0,5 \times 6,1) \times 100 \times 314$$

$$= 883125 + 123088$$

$$= 1006213 \text{ kg} = 1006,2 \text{ Ton}$$

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

$$P_{all} = \frac{1006,2}{2,5} = 402,48 \text{ Ton}$$

2. Metode Begemann (1965)

$$q_{cu} = (8+6+8+5+4+8+10+12+8+15+30+34+26+17+15+17+15+17+15+50+75+65+75+150+100+75+84+75+79+70+84+75+65+70+75+75+112+135+70+56+100) / 41$$

$$= 50,85$$

$$q_{cb} = (100+160+250 \times 16) / 18$$

$$= 236,66$$

$$q_c = (50,85 + 236,66) / 2$$

$$= 143,75$$

$$P_{all} = \frac{q_c \cdot A}{3} + \frac{JHP \cdot Q}{5}$$

$$P_{all} = \frac{143,75 \times 7850}{3} + \frac{1380 \times 314}{5}$$

$$= 376145,83 + 86664$$

$$= 462809,83 \text{ kg} = 462,8 \text{ Ton}$$

3. Metode umum

$$P_{all} = \frac{k_b \cdot q_c \cdot A + k_s \cdot JHP \cdot Q}{FK}$$

$$P_{all} = \frac{0,75 \times 100 \times 7850 + 0,5 \times 1380 \times 314}{2,5}$$

$$= \frac{805410}{2,5}$$

$$= 322164 \text{ kg} = 322,16 \text{ Ton}$$

4. Metode Trofimankove (1974)

$$P_{all} = \frac{k_b \cdot q_c \cdot A + \left(\frac{JHP}{D}\right) Q}{FK}$$

$$P_{all} = \frac{0,75 \times 100 \times 7850 + \left(\frac{1380}{1,5}\right) \times 314}{2,5}$$

$$= \frac{877630}{2,5}$$

$$= 351052 \text{ kg}$$

$$= 351,05 \text{ Ton}$$

Dengan data-data yang sama maka diameter jenis lain daya dukung ijin dapat dihitung dan ditabelkan dalam Tabel 4.21 sebagai berikut :

Tabel 4.21 kapasitas Pall dari tiang tunggal (dengan dasar data sondir)

Metode	Kapasitas Beban Ijin Tiang Tunggal (Ton)					
	Tiang Pancang			Bore Pile		
	ø 35	ø 40	ø 45	ø 60	ø 80	ø 100
Mayerhoff	60.51	76.21	93.69	156.71	265.47	402.49
Begemann	76.41	94.85	115.17	187.41	310.06	462.81
Cara Umum	59.18	72.35	86.69	136.78	220.05	322.16
Trofimenkove	69.29	83.90	99.69	154.11	243.16	351.05

j. Data 10

Berdasarkan data sondir yang dipakai pada proyek ini yaitu data S 20 dan DB 7. Data sondir S 20 dapat diperlihatkan sebagian datanya pada Tabel 4.22 dan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B. Data –data pendukung lain yang berhubungan untuk proses perhitungan yaitu:

- Nomor Tiang : TP-05
- Kedalaman Tiang : 14,2 m
- Jenis Tiang : Tiang beton
- Diameter Tiang : Φ 100 cm

Tabel 4.22 Data Sondir S 20

h (m)	qc (kg/cm ²)	JHP (kg/cm)	h (m)	qc (kg/cm ²)	JHP (kg/cm)
6.2	8		10.8	31	
6.4	9		11	34	
6.6	10		11.2	30	
6.8	13		11.4	23	
7	15		11.6	18	
7.2	17		11.8	20	
7.4	15		12	40	
7.6	17		12.2	26	
7.8	18		12.4	30	
8	10		12.6	40	
8.2	12		12.8	50	

8.4	14	13	70	
8.6	14	13.2	100	
8.8	30	13.4	110	
9	45	13.6	120	
9.2	50	13.8	100	
9.4	25	14	127	
9.6	18	14.2	165	1205
9.8	16	14.4	250	
10	17	14.6	250	
10.2	18	14.8	250	
10.4	16	15	250	
10.6	20	15.2	250	

Dari pembacaan korelasi rasio q_c sondir dan SPT maka jika dihubungkan dengan grafik Robertson (1983) pada kedalaman tersebut, yaitu sebagai berikut :

$$q_c = 165 \text{ kg/cm}^2 = 161,8 \text{ bar}$$

$$NSPT = 60 \text{ blow/ft}$$

Untuk mengetahui jenis tanah dengan cara :

$$\frac{q_c}{N} = \frac{165}{60} = 2,69$$

Maka dari hasil diatas diplot pada Gambar 2.4 sehingga dalam pembacaan digolongkan tanah jenis lanau berpasir.

$$A = \pi \times r^2 = 3,14 \times 50^2 = 7850 \text{ cm}^2$$

$$K = \pi \times D = 3,14 \times 100 = 314 \text{ cm}$$

Berdasarkan data – data tersebut, maka kapasitas daya dukung pondasi tiang tunggal dapat dihitung dengan metode sebagai berikut :

1. Metode Mayerhoff (1956)

$$e1 = 8,8 \quad \text{maka} \quad fs = qc/200 = 30/200 = 0,15$$

$$e2 = 5,4 \quad \text{maka} \quad fs = qc/200 = 165/200 = 0,825$$

$$q_{cr} = (18+16+20+31+34+30+23+18+20+40+26+30+40+50+70+100+110 \\ +120+127+165+250+250+250+250+250) / 26 \\ = 93,76$$

$$P_{ult} = q_{cr} \cdot A_b + \sum fs \cdot A_s$$

$$P_{ult} = 93,76 \times 7850 + (0,15 \times 8,8 + 0,825 \times 5,4) \times 100 \times 314$$

$$= 736016 + 181335$$

$$= 917351 \text{ kg}$$

$$= 917,35 \text{ Ton}$$

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

$$P_{all} = \frac{917,35}{2,5}$$

$$= 366,94 \text{ Ton}$$

2. Metode Begemann (1965)

$$q_{cu} = (8+9+10+13+15+17+15+17+18+10+12+14+14+30+45+50+25+18+16+17+18+16+20+31+34+30+23+18+20+40+26+30+40+50+70+100+110+120+100+127+165) / 41$$

$$= 38,07$$

$$q_{cb} = (165+250 \times 17) / 18$$

$$= 245,27$$

$$q_c = (38,07 + 245,27) / 2$$

$$= 141,67$$

$$P_{all} = \frac{q_c \cdot A}{3} + \frac{JHP \cdot Q}{5}$$

$$P_{all} = \frac{141,67 \times 7850}{3} + \frac{1205 \times 314}{5}$$

$$= 370703,16 + 75674$$

$$= 446377 \text{ kg}$$

$$= 446,37 \text{ Ton}$$

3. Metode umum

$$P_{all} = \frac{kb \cdot q_c \cdot A + ks \cdot JHP \cdot Q}{FK}$$

$$P_{all} = \frac{0,75 \times 165 \times 7850 + 0,5 \times 1205 \times 314}{2,5}$$

$$= \frac{1160622,5}{2,5}$$

$$= 464249 \text{ kg}$$

$$= 464,24 \text{ Ton}$$

4. Metode Trofimankove (1974)

$$P_{all} = \frac{kb \cdot q_c \cdot A + \left(\frac{JHP}{D}\right) Q}{FK}$$

$$P_{all} = \frac{0,75 \times 165 \times 7850 + \left(\frac{1205}{1,5}\right) \times 314}{2,5}$$

$$= \frac{1223684,1}{2,5}$$

$$= 489473,64 \text{ kg}$$

$$= 489,47 \text{ Ton}$$

Dengan data-data yang sama maka diameter jenis lain daya dukung ijin dapat dihitung dan ditabelkan dalam Tabel 4.23 sebagai berikut :

Tabel 4.23 kapasitas Pall dari tiang tunggal (dengan dasar data sondir)

Metode	Kapasitas Beban Ijin Tiang Tunggal (Ton)					
	Tiang Pancang			Bore Pile		
	ø 35	ø 40	ø 45	ø 60	ø 80	ø 100
Mayerhoff	61.45	76.12	92.26	149.51	246.45	366.94
Begemann	71.90	89.58	109.12	178.86	297.79	446.38
Cara Umum	74.09	92.44	112.74	185.29	309.23	464.25
Trofimenkove	82.91	102.53	124.09	200.43	329.41	489.47

k. Data 11

Berdasarkan data sondir yang dipakai pada proyek ini yaitu data S 15 dan DB 6. Data sondir S 15 dapat diperlihatkan sebagian datanya pada Tabel 4.24 dan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B. Data-data pendukung lain yang berhubungan untuk proses perhitungan yaitu:

- Nomor Tiang : TP-03
- Kedalaman Tiang : 14,8 m
- Jenis Tiang : Tiang beton
- Diameter Tiang : Φ 100 cm

Tabel 4.24 Data Sondir S 15

h (m)	qc (kg/cm ²)	JHP (kg/cm)	h (m)	qc (kg/cm ²)	JHP (kg/cm)
6.6	7		11.2	75	
6.8	8		11.4	150	

7	6	11.6	100	
7.2	8	11.8	75	
7.4	5	12	84	
7.6	4	12.2	75	
7.8	8	12.4	79	
8	10	12.6	70	
8.2	12	12.8	84	
8.4	8	13	75	
8.6	15	13.2	65	
8.8	30	13.4	70	
9	34	13.6	75	
9.2	26	13.8	75	
9.4	17	14	112	
9.6	15	14.2	135	
9.8	17	14.4	70	
10	15	14.6	56	
10.2	17	14.8	100	1380
10.4	15	15	160	
10.6	50	15.2	250	
10.8	75	15.4	>250	
11	65	15.6	>250	

Dari pembacaan korelasi rasio q_c sondir dan SPT maka jika dihubungkan dengan grafik Robertson (1983) pada kedalaman tersebut, yaitu sebagai berikut :

$$q_c = 100 \text{ kg/cm}^2 = 98,06 \text{ bar}$$

$$NSPT = 45 \text{ blow/ft}$$

Untuk mengetahui jenis tanah dengan cara :

$$\frac{q_c}{N} = \frac{98,06}{45} = 2,179$$

Maka dari hasil diatas diplot pada Gambar 2.4 sehingga dalam pembacaan digolongkan tanah jenis lanau kelepungan, berpasir.

$$A = \pi \times r^2 = 3,14 \times 50^2 = 7850 \text{ cm}^2$$

$$K = \pi \times D = 3,14 \times 100 = 314 \text{ cm}$$

Berdasarkan data – data tersebut, maka kapasitas daya dukung pondasi tiang tunggal dapat dihitung dengan metode sebagai berikut :

1. Metode Mayerhoff (1956)

$$e1 = 8,7 \quad \text{maka} \quad fs = q_c/200 = 20/200 = 0,1$$

$$e2 = 6,1 \quad \text{maka} \quad fs = q_c/200 = 100/200 = 0,5$$

$$q_{cr} = (75+65+75+150+100+75+84+75+79+70+84+75+65+70+75+75+$$

$$\begin{aligned} & (112+135+70+56+100+160+250+250+250+250) / 26 \\ & = 112,5 \end{aligned}$$

$$P_{ult} = q_{c_r} \cdot A_b + \sum f_s \cdot A_s$$

$$\begin{aligned} P_{ult} &= 112,5 \times 7850 + (0,1 \times 8,7 + 0,5 \times 6,1) \times 100 \times 314 \\ &= 883125 + 123088 \\ &= 1006213 \text{ kg} = 1006,2 \text{ Ton} \end{aligned}$$

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

$$P_{all} = \frac{1006,2}{2,5} = 402,48 \text{ Ton}$$

2. Metode Begemann (1965)

$$\begin{aligned} q_{cu} &= (8+6+8+5+4+8+10+12+8+15+30+34+26+17+15+17+15+17+15+ \\ & \quad 50+75+65+75+150+100+75+84+75+79+70+84+75+65+70+75+ \\ & \quad 75+112+135+70+56+100) / 41 \\ &= 50,85 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{cb} &= (100+160+250 \times 16) / 18 \\ &= 236,66 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_c &= (50,85 + 236,66) / 2 \\ &= 143,75 \end{aligned}$$

$$P_{all} = \frac{q_c \cdot A}{3} + \frac{JHP \cdot Q}{5}$$

$$\begin{aligned} P_{all} &= \frac{143,75 \times 7850}{3} + \frac{1380 \times 314}{5} \\ &= 376145,83 + 86664 \\ &= 462809,83 \text{ kg} = 462,8 \text{ Ton} \end{aligned}$$

3. Metode umum

$$P_{all} = \frac{k_b \cdot q_c \cdot A + k_s \cdot JHP \cdot Q}{FK}$$

$$P_{all} = \frac{0,75 \times 100 \times 7850 + 0,5 \times 1380 \times 314}{2,5}$$

$$= \frac{805410}{2,5}$$

$$= 322164 \text{ kg} = 322,16 \text{ Ton}$$

4. Metode Trofimankove (1974)

$$P_{all} = \frac{kb.qc.A + \left(\frac{JHP}{D}\right)Q}{FK}$$

$$P_{all} = \frac{0,75 \times 100 \times 7850 + \left(\frac{1380}{1,5}\right) \times 314}{2,5}$$

$$= \frac{877630}{2,5}$$

$$= 351052 \text{ kg} = 351,05 \text{ Ton}$$

Dengan data-data yang sama maka diameter jenis lain daya dukung ijin dapat dihitung dan ditabelkan dalam Tabel 4.25 sebagai berikut :

Tabel 4.25 kapasitas Pall dari tiang tunggal (dengan dasar data sondir)

Metode	Kapasitas Beban Ijin Tiang Tunggal (Ton)					
	Tiang Pancang			Bore Pile		
	ø 35	ø 40	ø 45	ø 60	ø 80	ø 100
Mayerhoff	60.51	76.21	93.69	156.71	265.47	402.49
Begemann	76.41	94.85	115.17	187.41	310.06	462.81
Cara Umum	59.18	72.35	86.69	136.78	220.05	322.16
Trofimenkove	69.29	83.90	99.69	154.11	243.16	351.05

l. Data 12

Berdasarkan data sondir yang dipakai pada proyek ini yaitu data S 20 dan DB 7. Data sondir S 20 dapat diperlihatkan sebagian datanya pada Tabel 4.26 dan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B. Data-data pendukung lain yang berhubungan untuk proses perhitungan yaitu:

- Nomor Tiang : TP-02
- Kedalaman Tiang : 14,2 m
- Jenis Tiang : Tiang beton
- Diameter Tiang : Φ 100 cm

Tabel 4.26 Data Sondir S 20

h	qc	JHP	h	qc	JHP
---	----	-----	---	----	-----

(m)	(kg/cm ²)	(kg/cm)	(m)	(kg/cm ²)	(kg/cm)
6.2	8		10.8	31	
6.4	9		11	34	
6.6	10		11.2	30	
6.8	13		11.4	23	
7	15		11.6	18	
7.2	17		11.8	20	
7.4	15		12	40	
7.6	17		12.2	26	
7.8	18		12.4	30	
8	10		12.6	40	
8.2	12		12.8	50	
8.4	14		13	70	
8.6	14		13.2	100	
8.8	30		13.4	110	
9	45		13.6	120	
9.2	50		13.8	100	
9.4	25		14	127	
9.6	18		14.2	165	1205
9.8	16		14.4	250	
10	17		14.6	250	
10.2	18		14.8	250	
10.4	16		15	250	
10.6	20		15.2	250	

Dari pembacaan korelasi rasio q_c sondir dan SPT maka jika dihubungkan dengan grafik Robertson (1983) pada kedalaman tersebut, yaitu sebagai berikut :

$$q_c = 165 \text{ kg/cm}^2 = 161,8 \text{ bar}$$

$$NSPT = 60 \text{ blow/ft}$$

Untuk mengetahui jenis tanah dengan cara :

$$\frac{q_c}{N} = \frac{161,8}{60} = 2,7$$

Maka dari hasil tersebut diplot pada Gambar 2.4 sehingga dalam pembacaan digolongkan tanah jenis lanau berpasir.

$$A = \pi \times r^2 = 3,14 \times 50^2 = 7850 \text{ cm}^2$$

$$K = \pi \times D = 3,14 \times 100 = 314 \text{ cm}$$

Berdasarkan data – data tersebut, maka kapasitas daya dukung pondasi tiang tunggal dapat dihitung dengan metode sebagai berikut :

1. Metode Mayerhoff (1956)

$$e1 = 8,8 \quad \text{maka} \quad f_s = q_c/200 = 30/200 = 0,15$$

$$e2 = 5,4 \quad \text{maka} \quad f_s = q_c/200 = 165/200 = 0,825$$

$$q_{cr} = (18+16+20+31+34+30+23+18+20+40+26+30+40+50+70+100+110 + 120+127+165+250+250+250+250+250) / 26$$

$$= 93,76$$

$$P_{ult} = q_{cr} \cdot A_b + \sum f_s \cdot A_s$$

$$P_{ult} = 93,76 \times 7850 + (0,15 \times 8,8 + 0,825 \times 5,4) \times 100 \times 314$$

$$= 736016 + 181335$$

$$= 917351 \text{ kg} = 917,35 \text{ Ton}$$

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

$$P_{all} = \frac{917,35}{2,5} = 366,94 \text{ Ton}$$

2. Metode Begemann (1965)

$$q_{cu} = (8+9+10+13+15+17+15+17+18+10+12+14+14+30+45+50+25+18+ 16+17+18+16+20+31+34+30+23+18+20+40+26+30+40+50+70+ 100+110+120+100+127+165) / 41$$

$$= 38,07$$

$$q_{cb} = (165+250 \times 17) / 18$$

$$= 245,27$$

$$q_c = (38,07 + 245,27) / 2 = 141,67$$

$$P_{all} = \frac{q_c \cdot A}{3} + \frac{JHP \cdot Q}{5}$$

$$P_{all} = \frac{141,67 \times 7850}{3} + \frac{1205 \times 314}{5}$$

$$= 370703,16 + 75674$$

$$= 446377 \text{ kg} = 446,37 \text{ Ton}$$

3. Metode umum

$$P_{all} = \frac{kb \cdot q_c \cdot A + ks \cdot JHP \cdot Q}{FK}$$

$$P_{all} = \frac{0,75 \times 165 \times 7850 + 0,5 \times 1205 \times 314}{2,5}$$

$$= \frac{1160622,5}{2,5}$$

$$= 464249 \text{ kg} = 464,24 \text{ Ton}$$

4. Metode Trofimankove (1974)

$$P_{all} = \frac{kb.qc.A + \left(\frac{JHP}{D}\right)Q}{FK}$$

$$P_{all} = \frac{0,75 \times 165 \times 7850 + \left(\frac{1205}{1,5}\right) \times 314}{2,5}$$

$$= \frac{971437,5 + 252246,6}{2,5}$$

$$= \frac{1223684,1}{2,5}$$

$$= 489473,64 \text{ kg} = 489,47 \text{ Ton}$$

Dengan data-data yang sama maka diameter jenis lain daya dukung ijin dapat dihitung dan ditabelkan dalam Tabel 4.27 sebagai berikut :

Tabel 4.27 kapasitas Pall dari tiang tunggal (dengan dasar data sondir)

Metode	Kapasitas Beban Ijin Tiang Tunggal (Ton)					
	Tiang Pancang			Bore Pile		
	ø 35	ø 40	ø 45	ø 60	ø 80	ø 100
Mayerhoff	61.45	76.12	92.26	149.51	246.45	366.94
Begemann	71.90	89.58	109.12	178.86	297.79	446.38
Cara Umum	74.09	92.44	112.74	185.29	309.23	464.25
Trofimenkove	82.91	102.53	124.09	200.43	329.41	489.47

m. Data 13

Berdasarkan data sondir yang dipakai pada proyek ini yaitu data S 20 dan DB 7. Data sondir S 20 dapat diperlihatkan sebagian datanya pada Tabel 4.28 dan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran B. Data-data pendukung lain yang berhubungan untuk proses perhitungan yaitu:

- Nomor Tiang : TP-01
- Kedalaman Tiang : 14 m
- Jenis Tiang : Tiang beton
- Diameter Tiang : Φ 100 cm

Tabel 4.28 Data Sondir S 20

<i>h</i> (m)	<i>qc</i> (kg/cm ²)	JHP (kg/cm)	<i>h</i> (m)	<i>qc</i> (kg/cm ²)	JHP (kg/cm)
6.2	8		10.8	31	
6.4	9		11	34	
6.6	10		11.2	30	
6.8	13		11.4	23	
7	15		11.6	18	
7.2	17		11.8	20	
7.4	15		12	40	
7.6	17		12.2	26	
7.8	18		12.4	30	
8	10		12.6	40	
8.2	12		12.8	50	
8.4	14		13	70	
8.6	14		13.2	100	
8.8	30		13.4	110	
9	45		13.6	120	
9.2	50		13.8	100	
9.4	25		14	127	1190
9.6	18		14.2	165	
9.8	16		14.4	250	
10	17		14.6	250	
10.2	18		14.8	250	
10.4	16		15	250	
10.6	20		15.2	250	

Dari pembacaan korelasi rasio *qc* sondir dan *SPT* maka jika dihubungkan dengan grafik *Robertson (1983)* pada kedalaman tersebut, yaitu sebagai berikut :

$$qc = 127 \text{ kg/cm}^2 = 124,54 \text{ bar}$$

$$NSPT = 60 \text{ blow/ft}$$

Untuk mengetahui jenis tanah dengan cara :

$$\frac{qc}{N} = \frac{124,54}{60} = 2,07$$

Maka dari hasil diatas diplot pada Gambar 2.4 sehingga dalam pembacaan digolongkan tanah jenis lanau berpasir.

$$A = \pi \times r^2 = 3,14 \times 50^2 = 7850 \text{ cm}^2$$

$$K = \pi \times D = 3,14 \times 100 = 314 \text{ cm}$$

Berdasarkan data – data tersebut, maka kapasitas daya dukung pondasi tiang tunggal dapat dihitung dengan metode sebagai berikut :

1. Metode Mayerhoff (1956)

$$e1 = 8,8 \quad \text{maka } fs = qc/200 = 30/200 = 0,15$$

$$e2 = 5,2 \quad \text{maka } fs = qc/200 = 127/200 = 0,635$$

$$q_{cr} = (17+18+16+20+31+34+30+23+18+20+40+26+30+40+50+70+100 \\ +110+120+127+165+250+250+250+250) / 26 \\ = 84,8$$

$$P_{ult} = q_{c_r} \cdot A_b + \sum fs \cdot A_s$$

$$P_{ult} = 84,8 \times 7850 + (0,15 \times 8,8 + 0,635 \times 5,2) \times 100 \times 314 \\ = 665680 + 145130,8 \\ = 810810,8 \text{ kg} = 810,81 \text{ Ton}$$

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

$$P_{all} = \frac{810,81}{2,5} = 324,32 \text{ Ton}$$

2. Metode Begemann (1965)

$$q_{cu} = (8+8+9+10+13+15+17+15+17+18+10+12+14+14+30+45+50+25+ \\ 18+16+17+18+16+20+31+34+30+23+18+20+40+26+30+40+50+ \\ 70+100+110+120+100+127) / 41 = 34,24$$

$$q_{cb} = (127+165+250 \times 16) / 18 = 238,44$$

$$q_c = (34,24 + 238,44) / 2 = 136,344$$

$$P_{all} = \frac{q_c \cdot A}{3} + \frac{JHP \cdot Q}{5}$$

$$P_{all} = \frac{136,344 \times 7850}{3} + \frac{1190 \times 314}{5} \\ = 356766,8 + 74732 \\ = 431498,8 \text{ kg} = 431,9 \text{ Ton}$$

3. Metode umum

$$P_{all} = \frac{kb \cdot q_c \cdot A + ks \cdot JHP \cdot Q}{FK}$$

$$P_{all} = \frac{0,75 \times 127 \times 7850 + 0,5 \times 1190 \times 314}{2,5}$$

$$= \frac{934542,5}{2,5}$$

$$= 373817 \text{ kg} = 373,81 \text{ Ton}$$

4. Metode Trofimankove (1974)

$$P_{all} = \frac{kb.qc.A + \left(\frac{JHP}{D}\right)Q}{FK}$$

$$P_{all} = \frac{0,75 \times 127 \times 7850 + \left(\frac{1190}{1,5}\right) \times 314}{2,5}$$

$$= \frac{996819,16}{2,5}$$

$$= 398727,67 \text{ kg} = 398,72 \text{ Ton}$$

Dengan data-data yang sama maka diameter jenis lain daya dukung ijin dapat dihitung dan ditabelkan dalam Tabel 4.29 sebagai berikut :

Tabel 4.29 kapasitas Pall dari tiang tunggal (dengan dasar data sondir)

Metode	Kapasitas Beban Ijin Tiang Tunggal (Ton)					
	Tiang Pancang			Bore Pile		
	ø 35	ø 40	ø 45	ø 60	ø 80	ø 100
Mayerhoff	52.94	65.82	80.04	130.69	216.86	324.32
Begemann	69.86	86.98	105.87	173.28	288.12	431.50
Cara Umum	62.79	77.75	94.19	152.51	251.20	373.82
Trofimenkove	71.51	87.71	105.40	167.46	271.13	398.73

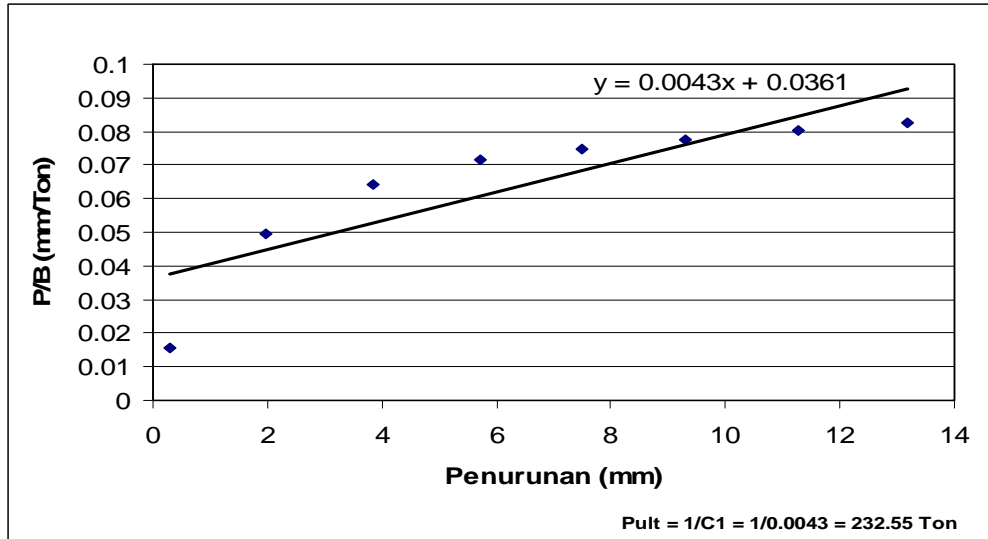
4.3 Perhitungan Interpretasi Data Loading Test

Sampel data loading test pada penelitian ini yang didapatkan dilapangan lebih jelasnya dapat dilihat pada halaman lampiran C. Untuk analisa nilai beban ultimit maka dapat diinterpretasikan dengan metode - metode sebagai berikut :

a. Data 1

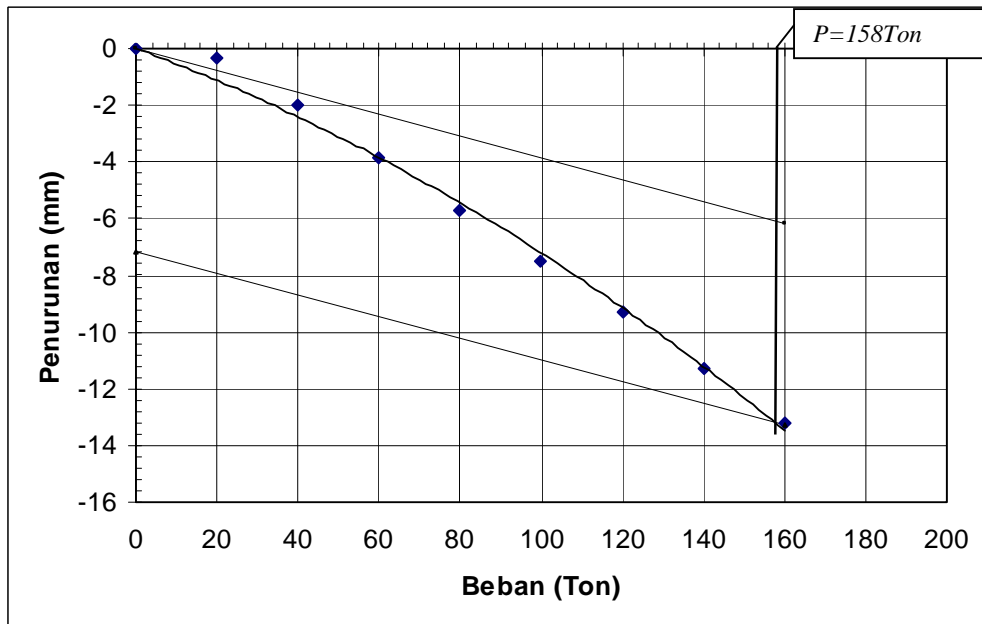
Berdasarkan data hasil pembacaan loading test pada proyek tiang T-477 dapat interpretasikan dengan gambar grafik beban – penurunan pada Gambar 4.1 sampai dengan Gambar 4.4 sebagai berikut :

1. Metode Chin F.K (1971)



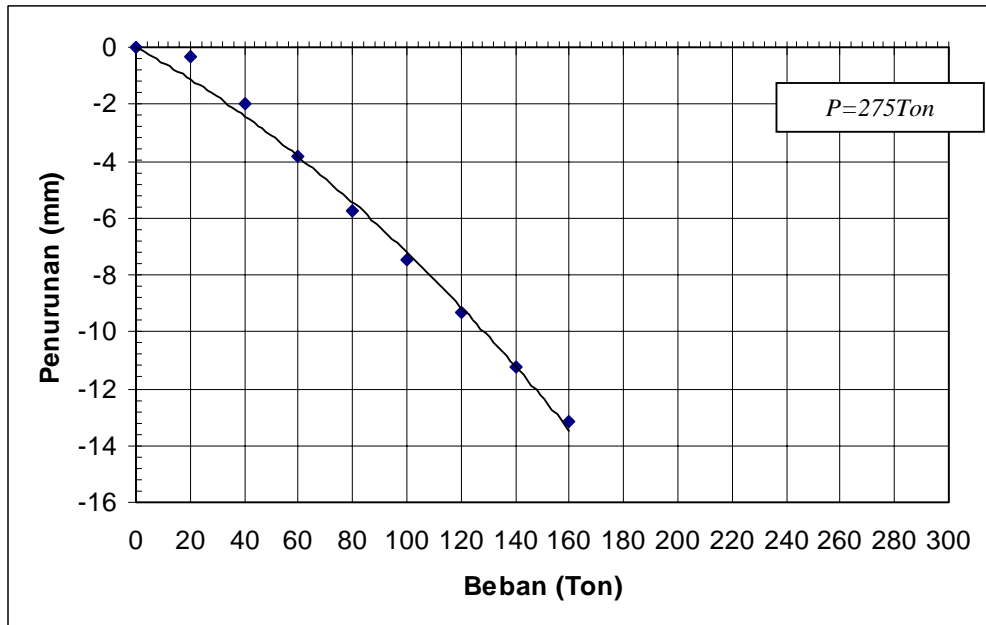
Gambar 4.1 Interpretasi Metode Chin F.K

2. Metode Davisson (1972)



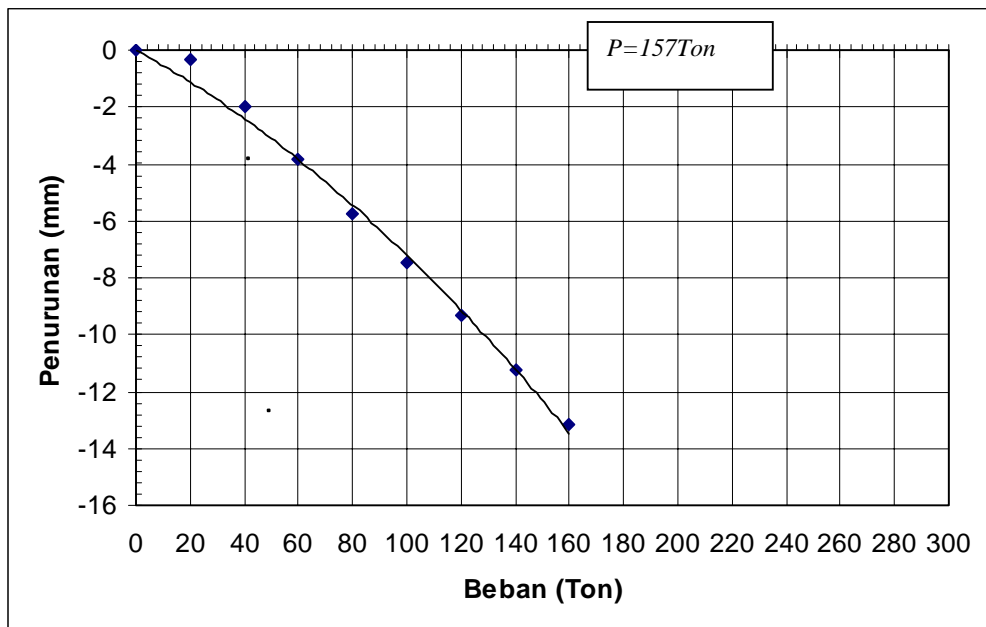
Gambar 4.2 Interpretasi Metode Davisson

3. Metode Mazurkiewicz (1972)



Gambar 4.3 Interpretasi Metode Mazurkiewicz

4. Metode Butler dan Hoy (1977)

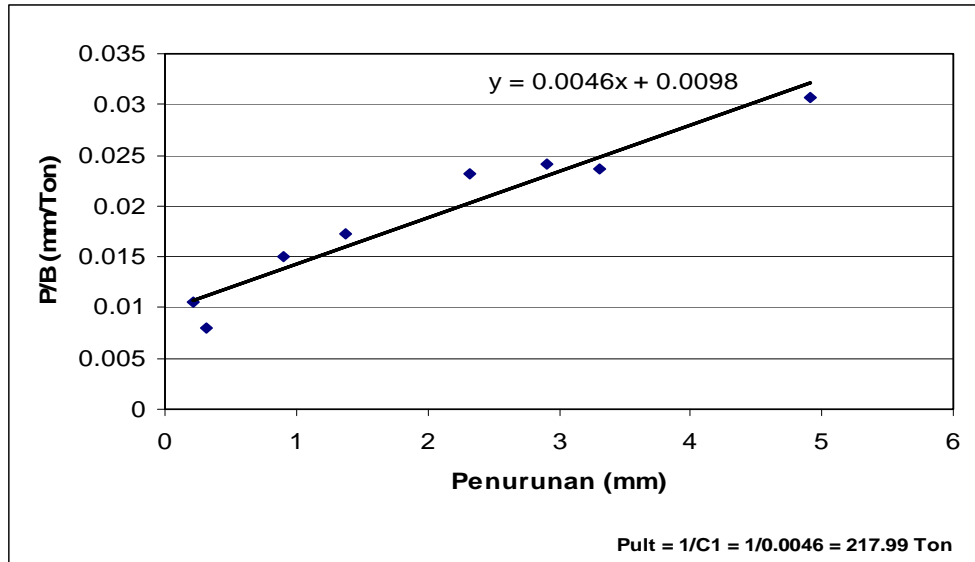


Gambar 4.4 Interpretasi Metode Butler dan Hoy

b. Data 2

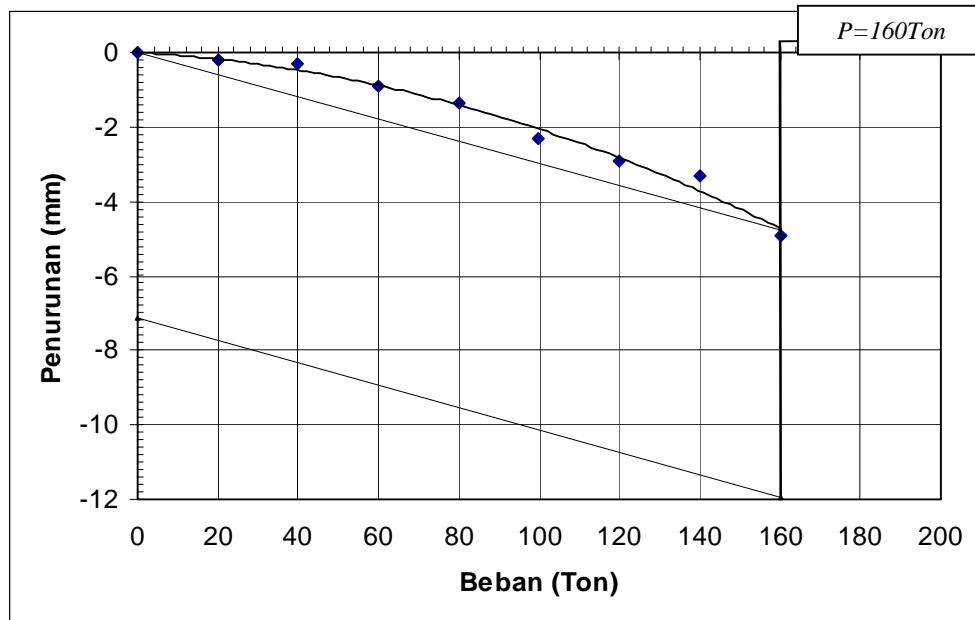
Berdasarkan data hasil pembacaan loading test pada proyek tiang TP-63 dapat diinterpretasikan dengan gambar grafik beban–penurunan pada Gambar 4.5 sampai dengan Gambar 4.8 sebagai berikut :

1. Metode Chin F.K (1971)



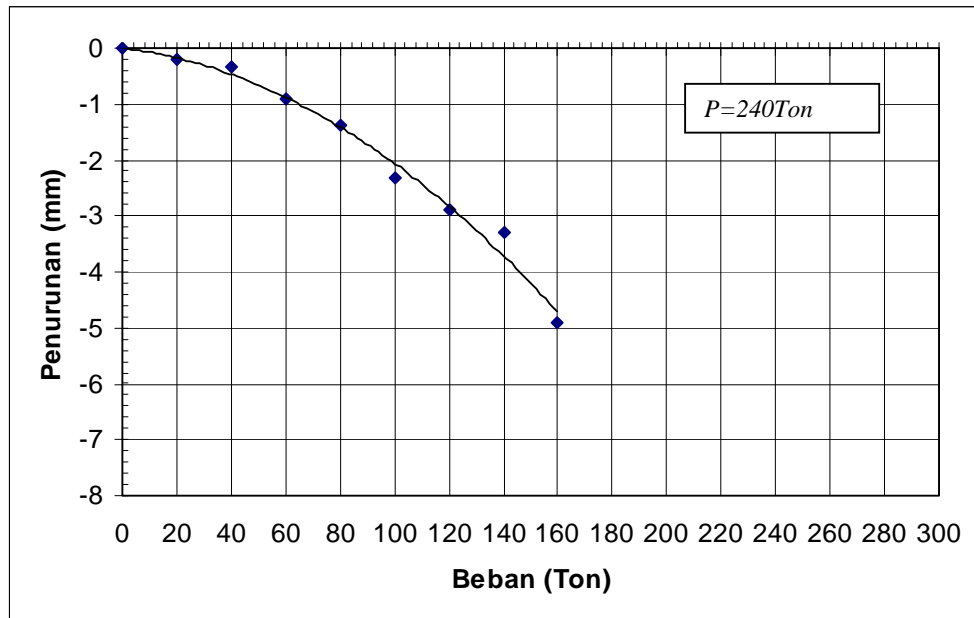
Gambar 4.5 Interpretasi Metode Chin F.K

2. Metode Davisson (1972)



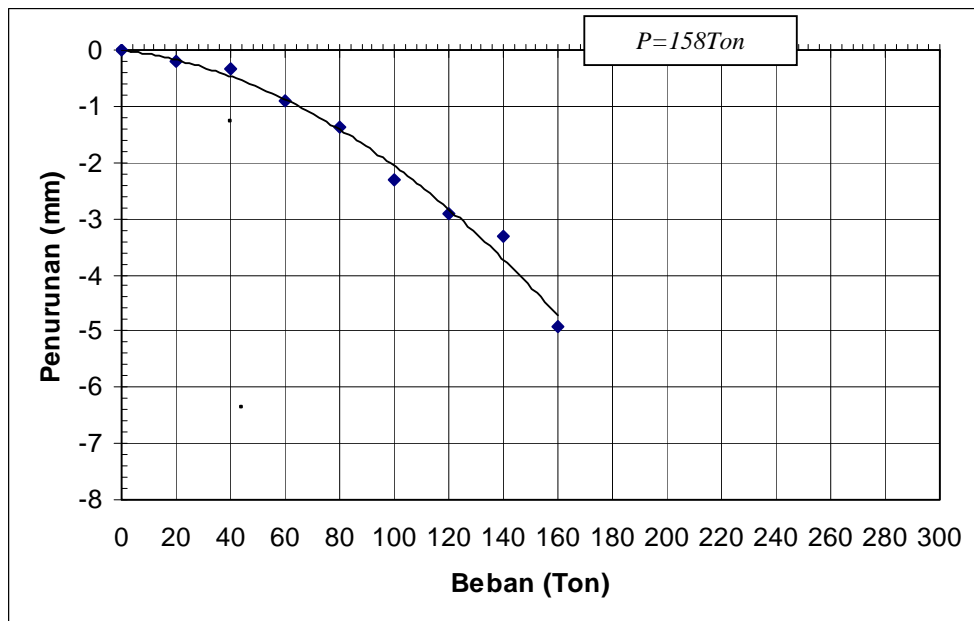
Gambar 4.6 Interpretasi Metode Davisson

3. Metode Mazurkiewicz (1972)



Gambar 4.7 Interpretasi Metode Mazurkiewicz

4. Metode Butler dan Hoy (1977)

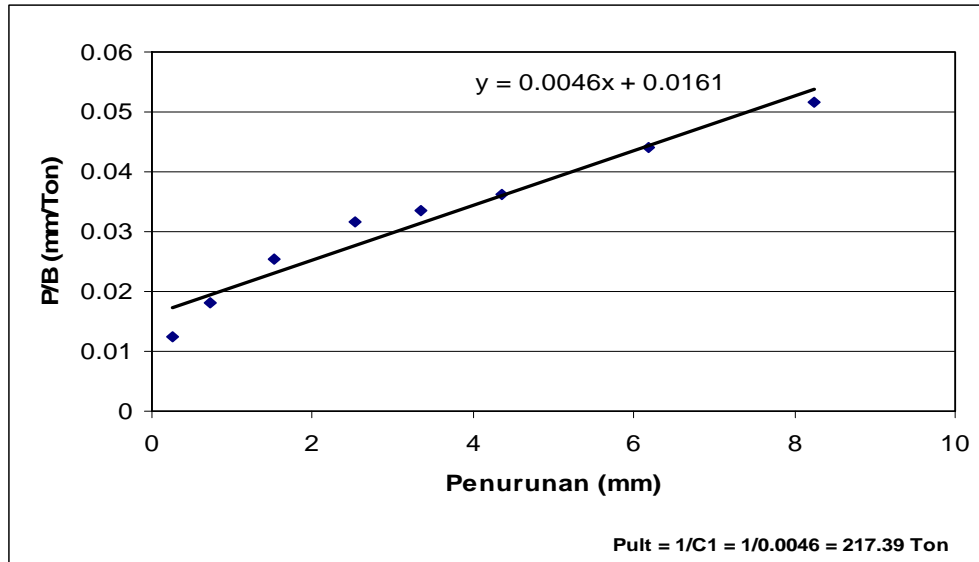


Gambar 4.8 Interpretasi Metode Butler dan Hoy

c. Data 3

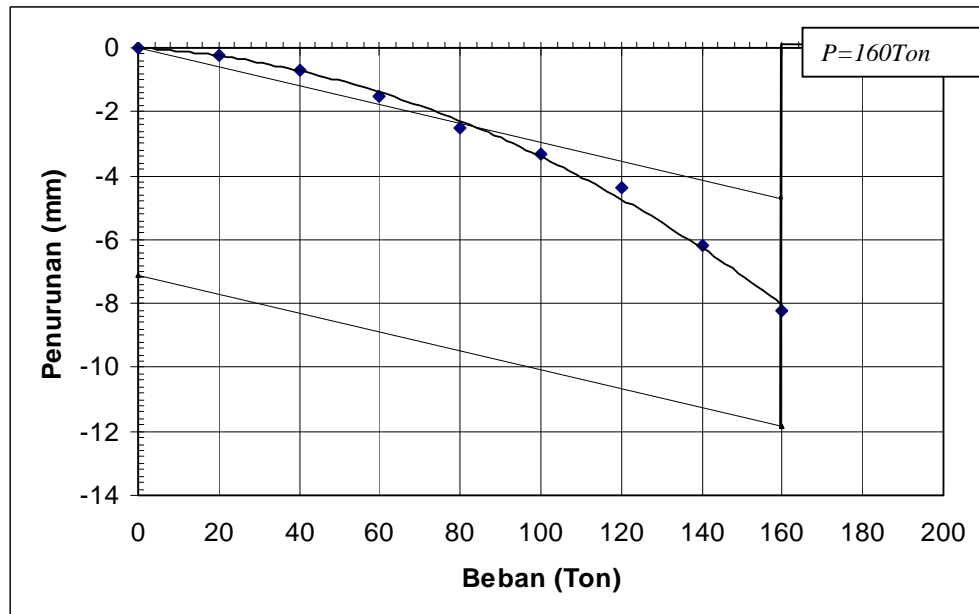
Berdasarkan data hasil pembacaan loading test pada proyek tiang TP-07 dapat diinterpretasikan dengan gambar grafik beban–penurunan pada Gambar 4.9 sampai dengan Gambar 4.12 sebagai berikut :

1. Metode Chin F.K (1971)



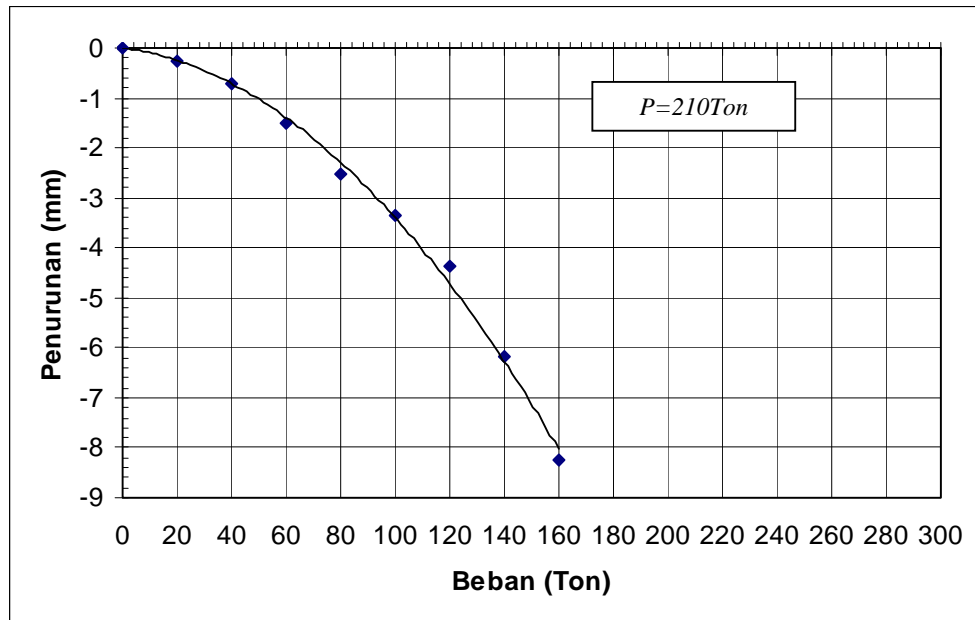
Gambar 4.9 Interpretasi Metode Chin F.K

2. Metode Davisson (1972)



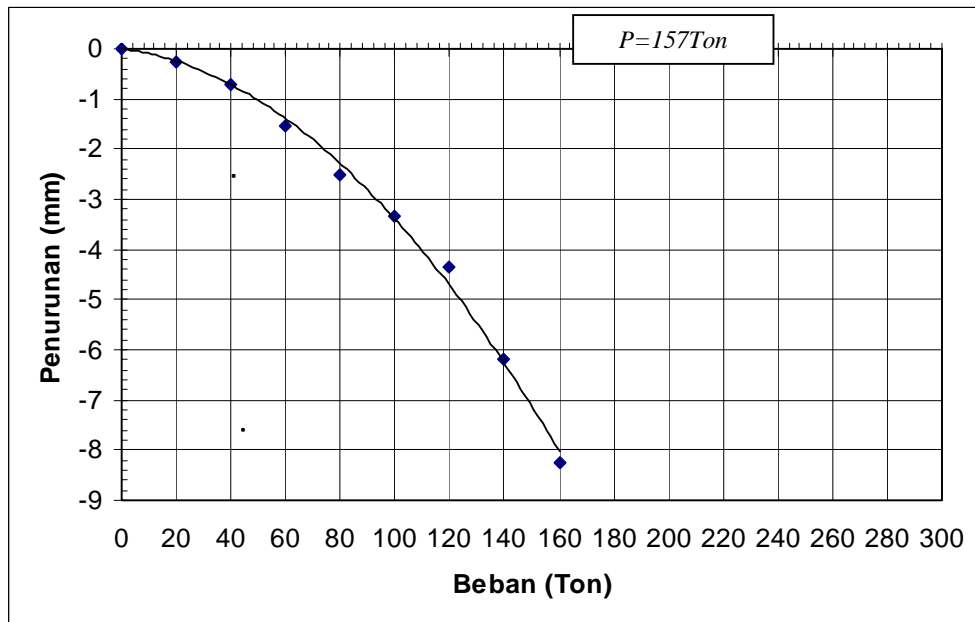
Gambar 4.10 Interpretasi Metode Davisson

3. Metode Mazurkiewicz (1972)



Gambar 4.11 Interpretasi Metode Mazurkiewicz

4. Metode Butler dan Hoy (1977)

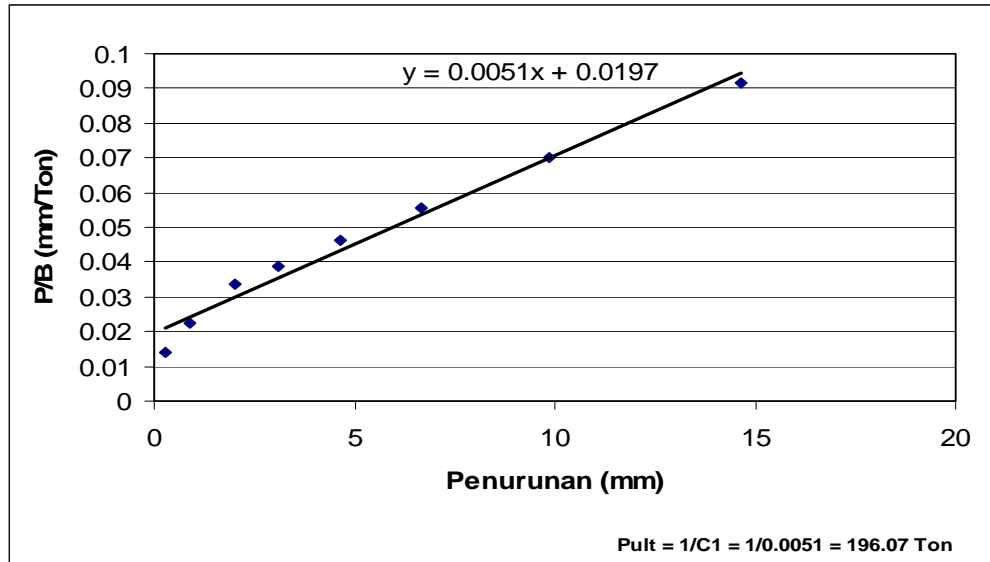


Gambar 4.12 Interpretasi Metode Butler dan Hoy

d. Data 4

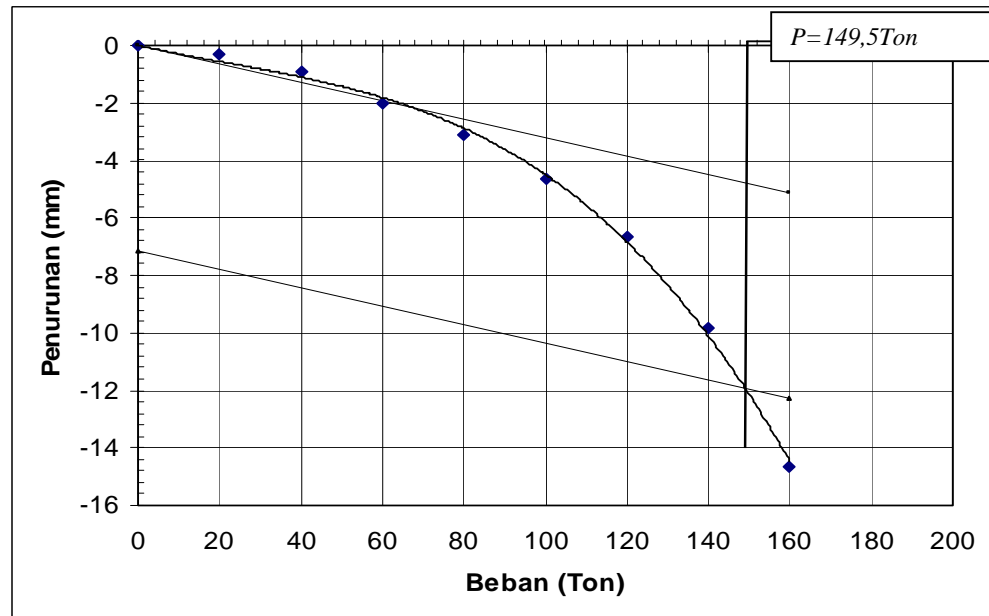
Berdasarkan data hasil pembacaan loading test pada proyek tiang K-316 dapat diinterpretasikan dengan gambar grafik beban–penurunan pada Gambar 4.13 sampai dengan Gambar 4.16 sebagai berikut :

1. Metode Chin F.K (1971)



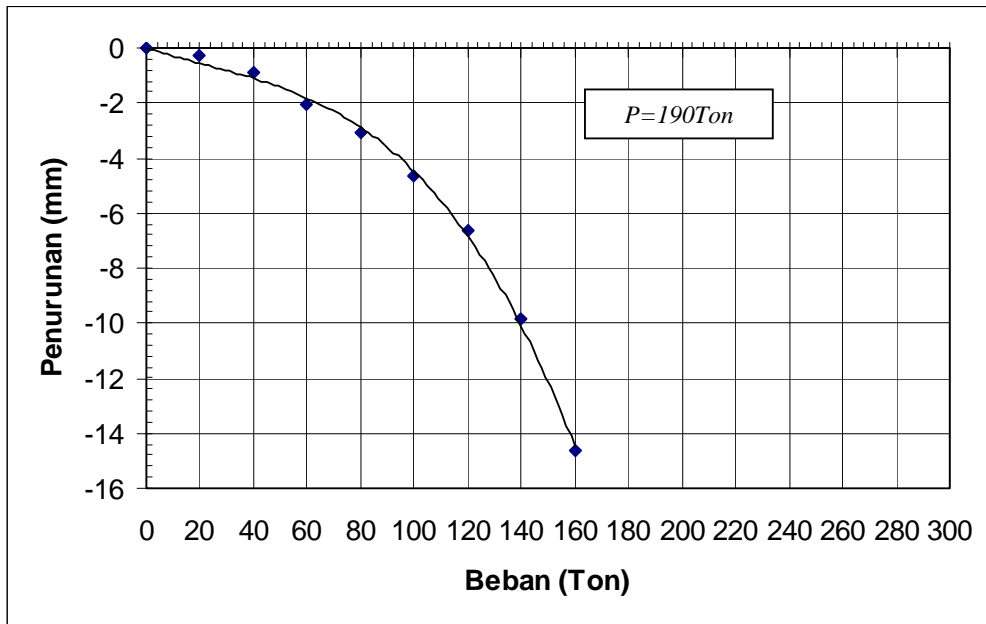
Gambar 4.13 Interpretasi Metode Chin F.K

2. Metode Davisson (1972)



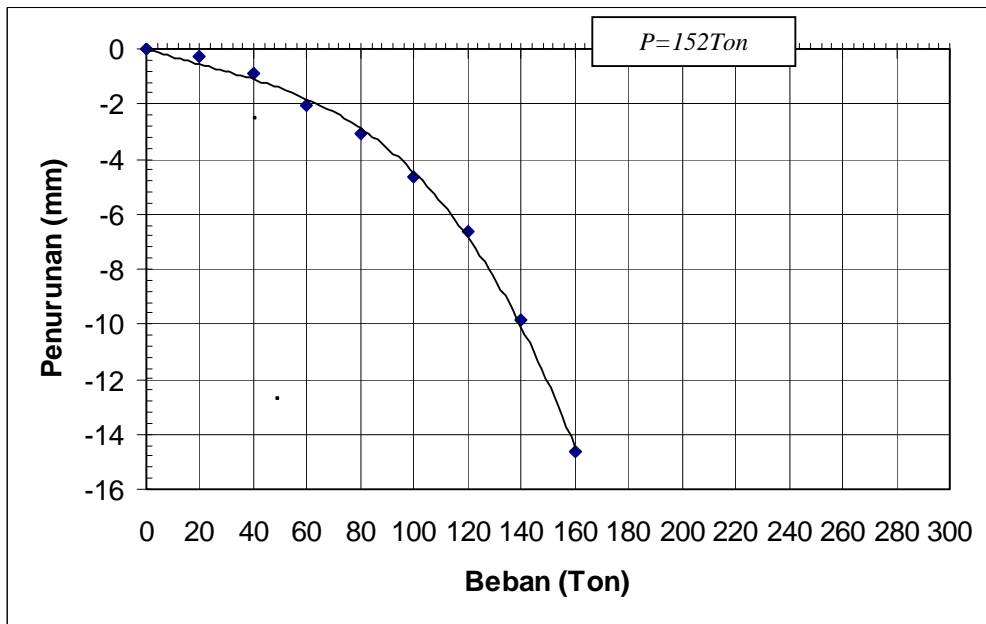
Gambar 4.14 Interpretasi Metode Davisson

3. Metode Mazurkiewicz (1972)



Gambar 4.15 Interpretasi Metode Mazurkiewicz

4. Metode Butler dan Hoy (1977)

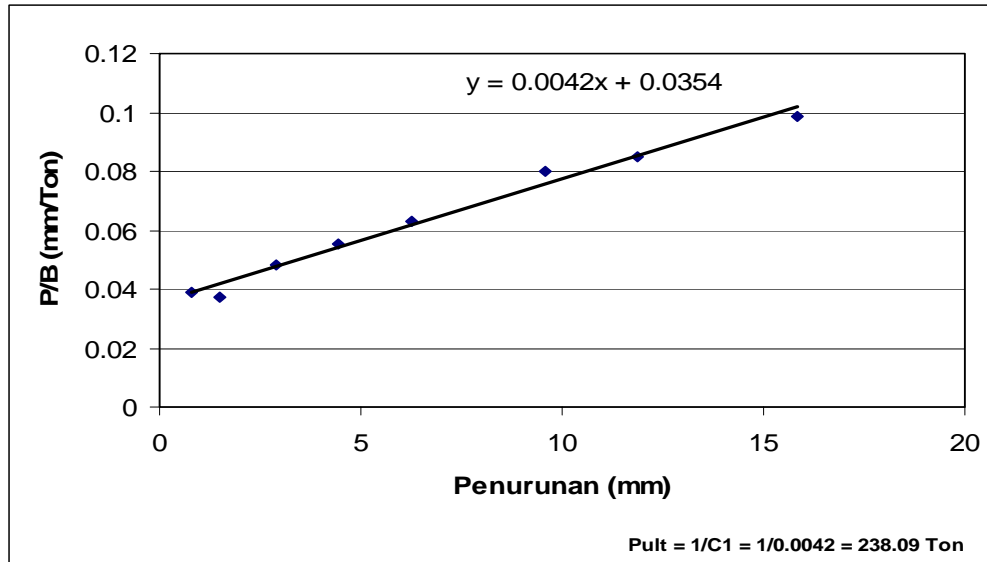


Gambar 4.16 Interpretasi Metode Butler dan Hoy

e. Data 5

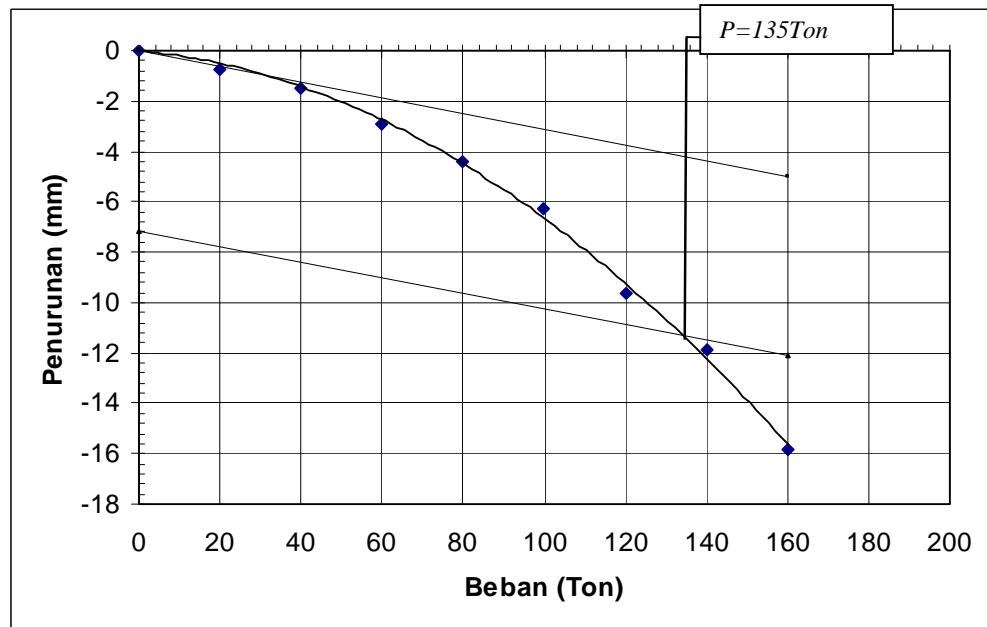
Berdasarkan data hasil pembacaan loading test pada proyek tiang S-420 dapat diinterpretasikan dengan gambar grafik beban–penurunan pada Gambar 4.17 sampai dengan Gambar 4.20 sebagai berikut :

1. Metode Chin F.K (1971)



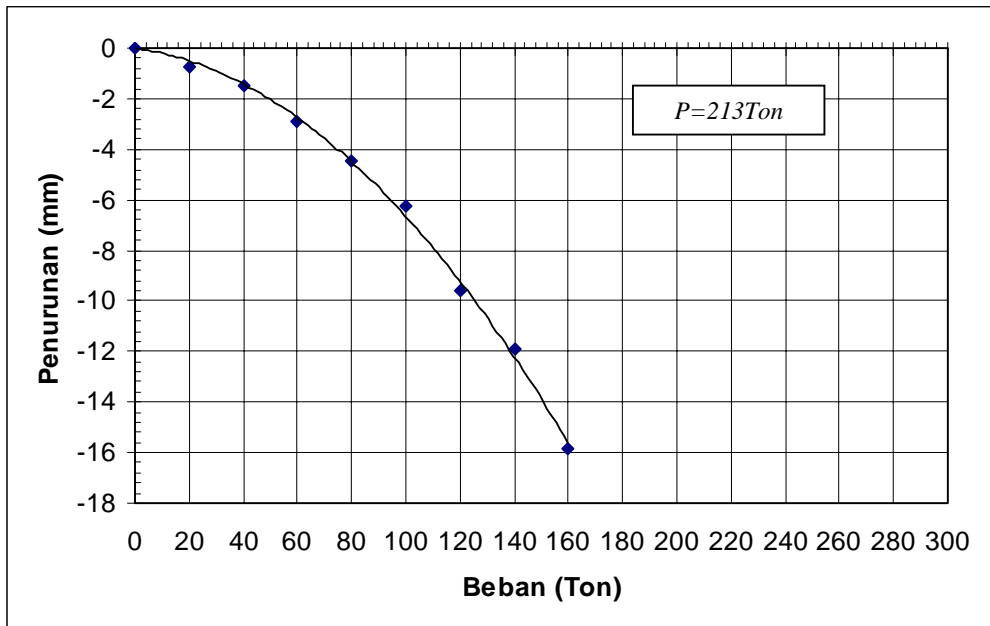
Gambar 4.17 Interpretasi Metode Chin F.K

2. Metode Davisson (1972)



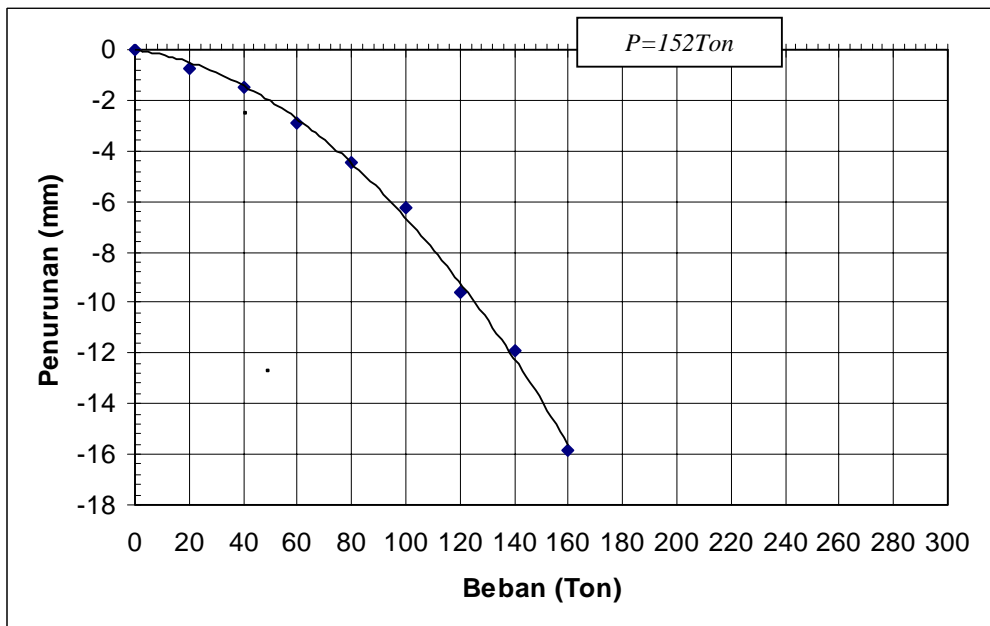
Gambar 4.18 Interpretasi Metode Davisson

3. Metode Mazurkiewicz (1972)



Gambar 4.19 Interpretasi Metode Mazurkiewicz

4. Metode Butler dan Hoy (1977)

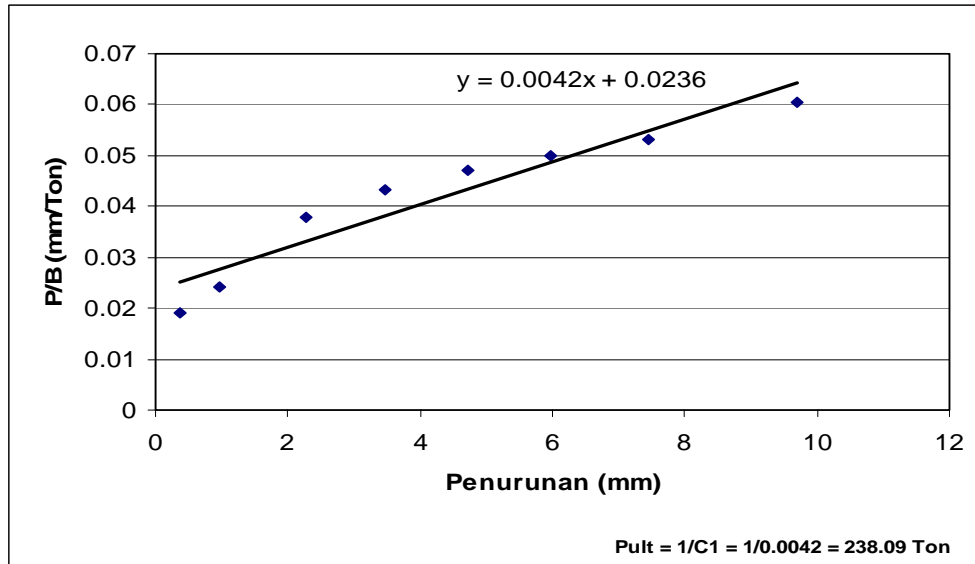


Gambar 4.20 Interpretasi Metode Butler dan Hoy

f. Data 6

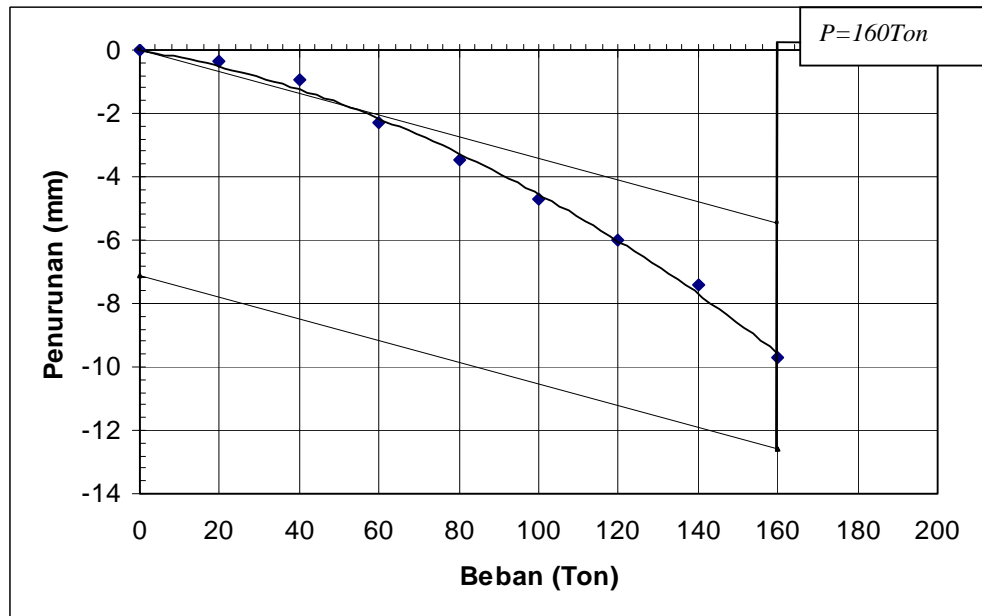
Berdasarkan data hasil pembacaan loading test pada proyek tiang TP-53 dapat diinterpretasikan dengan gambar grafik beban–penurunan pada Gambar 4.21 sampai dengan Gambar 4.24 sebagai berikut :

1. Metode Chin F.K (1971)



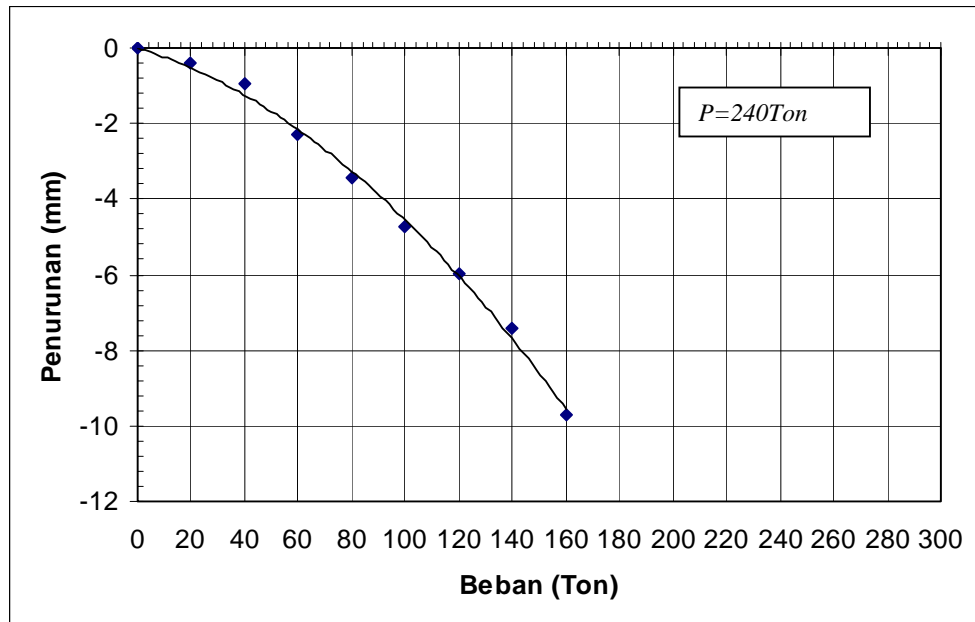
Gambar 4.21 Interpretasi Metode Chin F.K

2. Metode Davisson (1972)



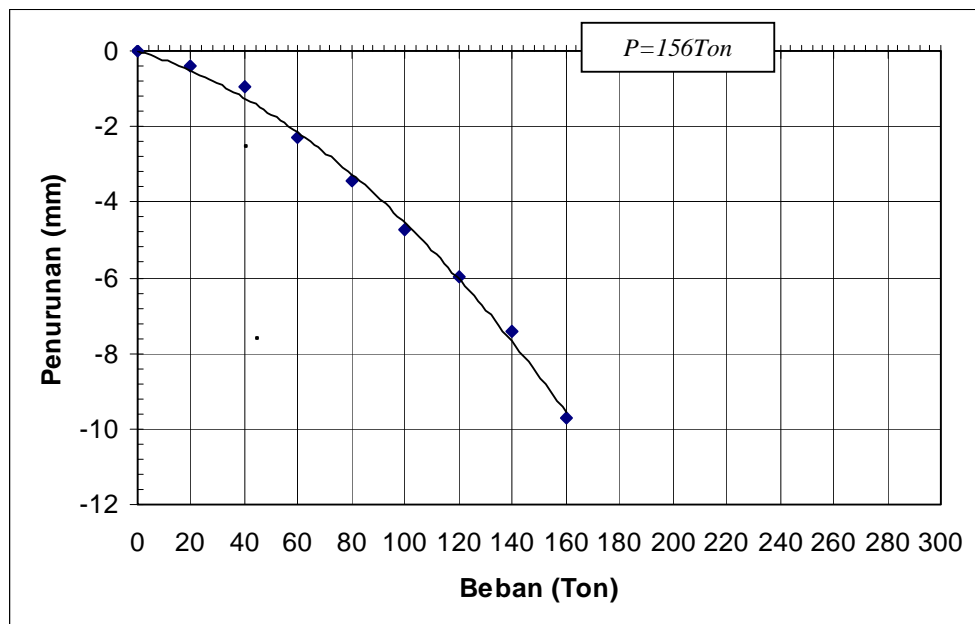
Gambar 4.22 Interpretasi Metode Davisson

3. Metode Mazurkiewicz (1972)



Gambar 4.23 Interpretasi Metode Mazurkiewicz

4. Metode Butler dan Hoy (1977)

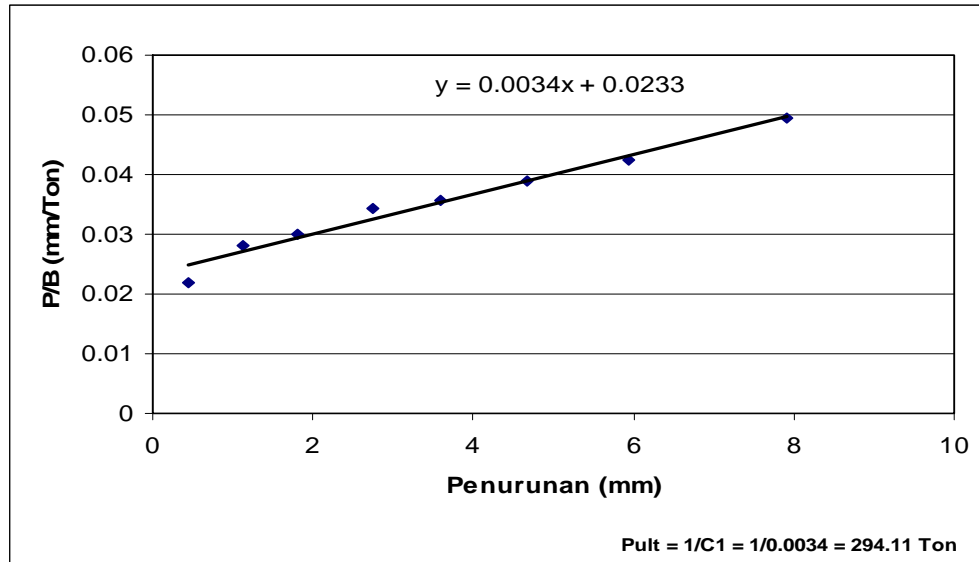


Gambar 4.24 Interpretasi Metode Butler dan Hoy

g. Data 7

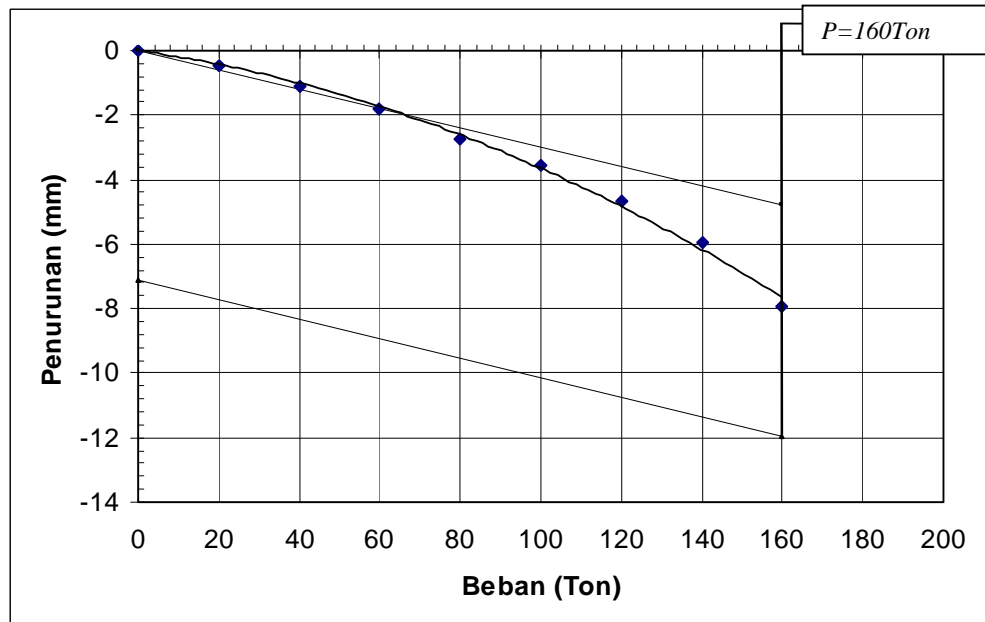
Berdasarkan data hasil pembacaan loading test pada proyek tiang TP-43 dapat diinterpretasikan dengan gambar grafik beban–penurunan pada Gambar 4.25 sampai dengan Gambar 4.28 sebagai berikut :

1. Metode Chin F.K (1971)



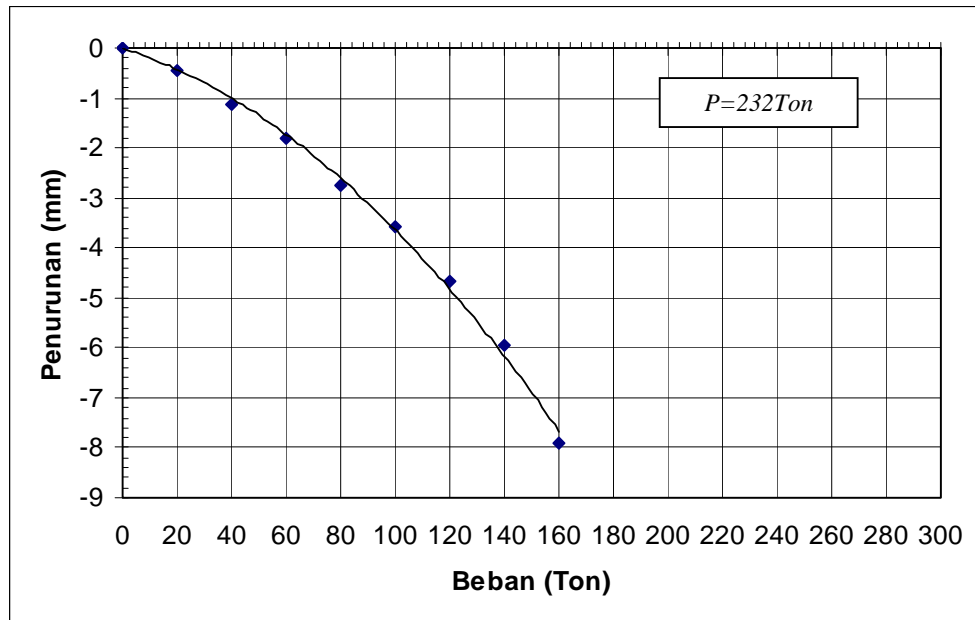
Gambar 4.25 Interpretasi Metode Chin F.K

2. Metode Davisson (1972)



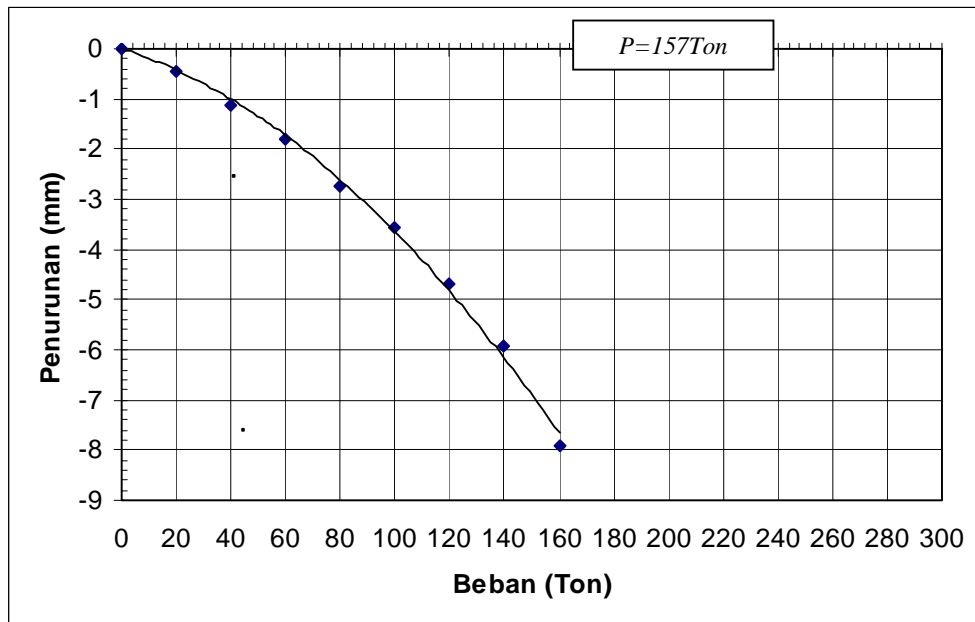
Gambar 4.26 Interpretasi Metode Davisson

3. Metode Mazurkiewicz (1972)



Gambar 4.27 Interpretasi Metode Mazurkiewicz

4. Metode Butler dan Hoy (1977)

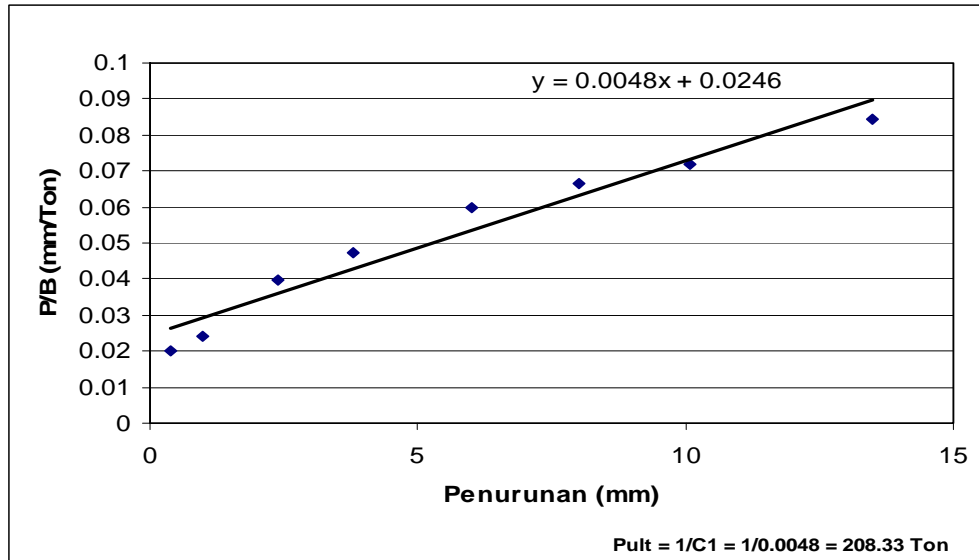


Gambar 4.28 Interpretasi Metode Butler dan Hoy

h. Data 8

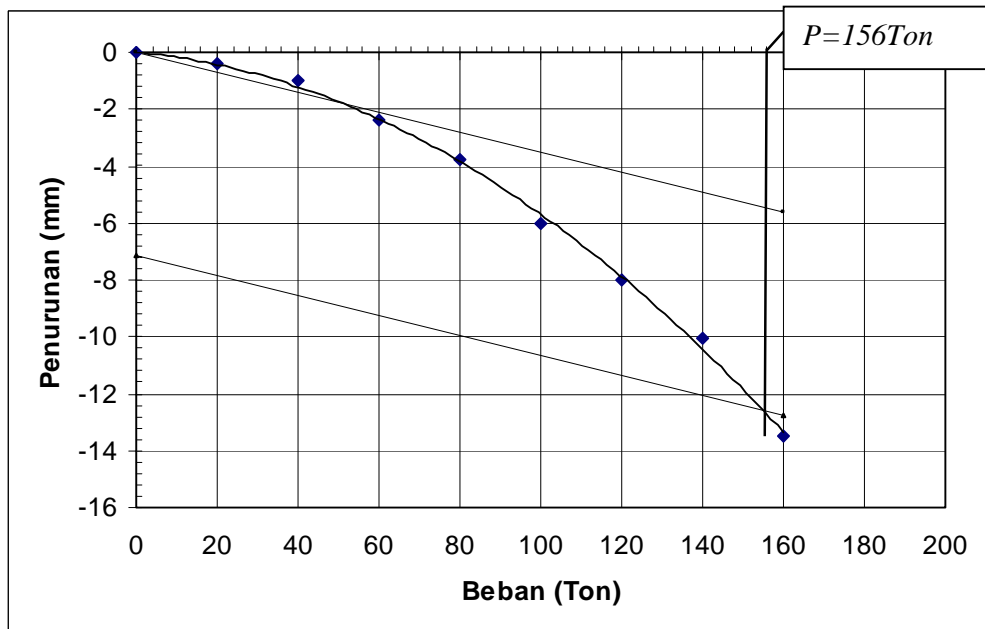
Berdasarkan data hasil pembacaan loading test pada proyek tiang C-112 dapat diinterpretasikan dengan gambar grafik beban–penurunan pada Gambar 4.29 sampai dengan Gambar 4.32 sebagai berikut :

1. Metode Chin F.K (1971)



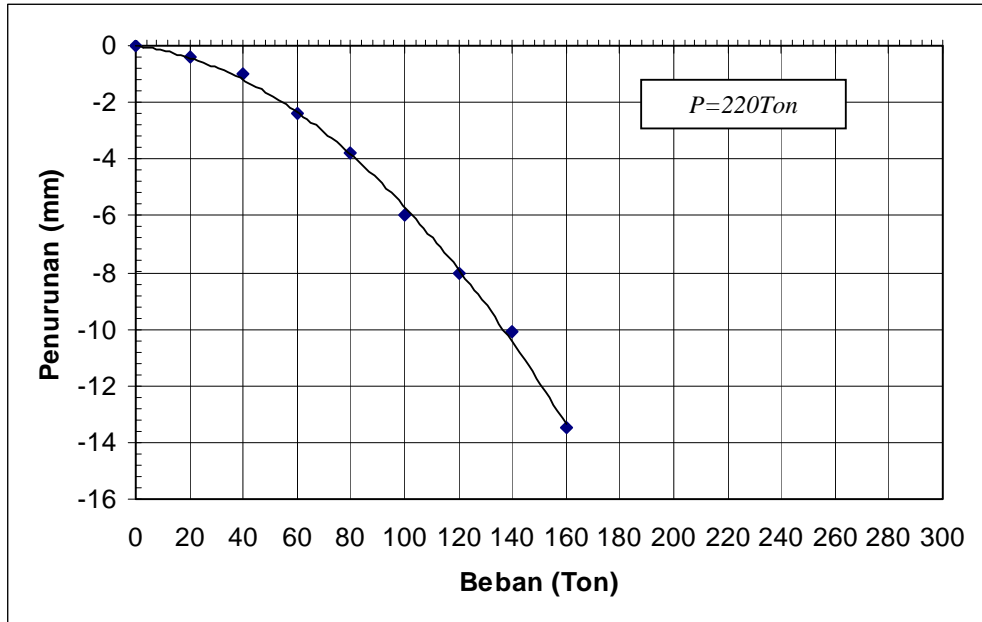
Gambar 4.29 Interpretasi Metode Chin F.K

2. Metode Davisson (1972)



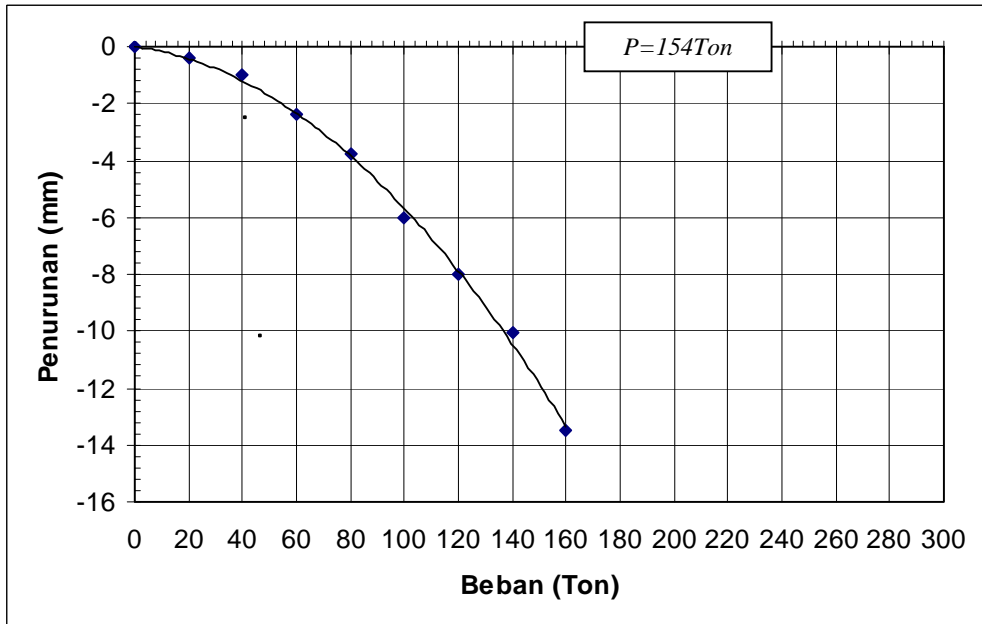
Gambar 4.30 Interpretasi Metode Chin F.K

3. Metode Mazurkiewicz (1972)



Gambar 4.31 Interpretasi Metode Chin F.K

4. Metode Butler dan Hoy (1977)

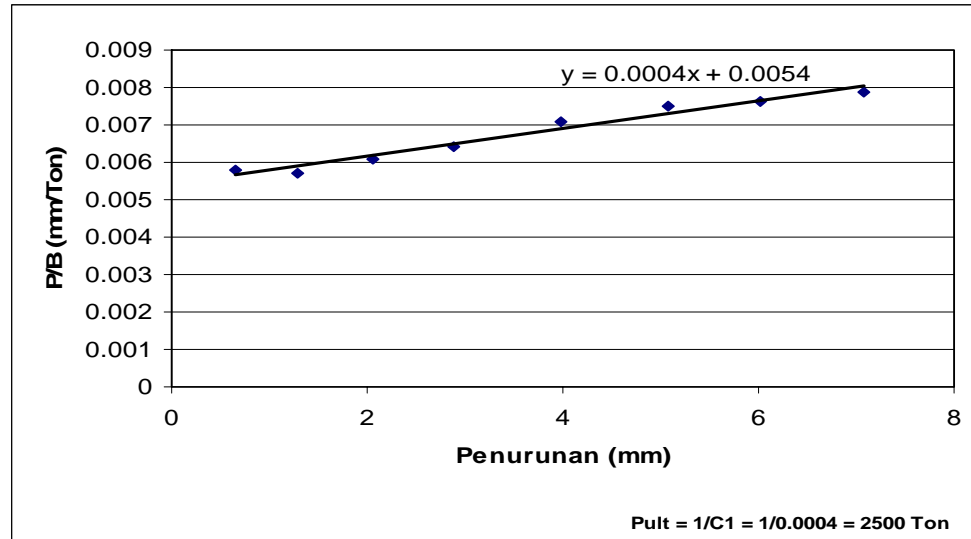


Gambar 4.32 Interpretasi Metode Chin F.K

i. Data 9

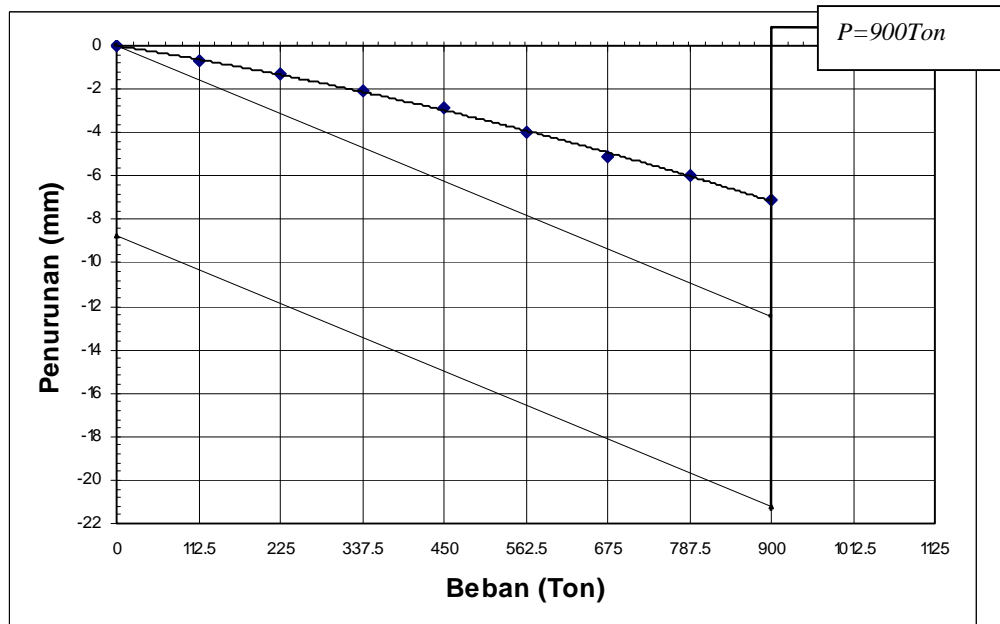
Berdasarkan data hasil pembacaan loading test pada proyek tiang TP-04 dapat diinterpretasikan dengan gambar grafik beban–penurunan pada Gambar 4.33 sampai dengan Gambar 4.36 sebagai berikut :

1. Metode Chin F.K (1971)



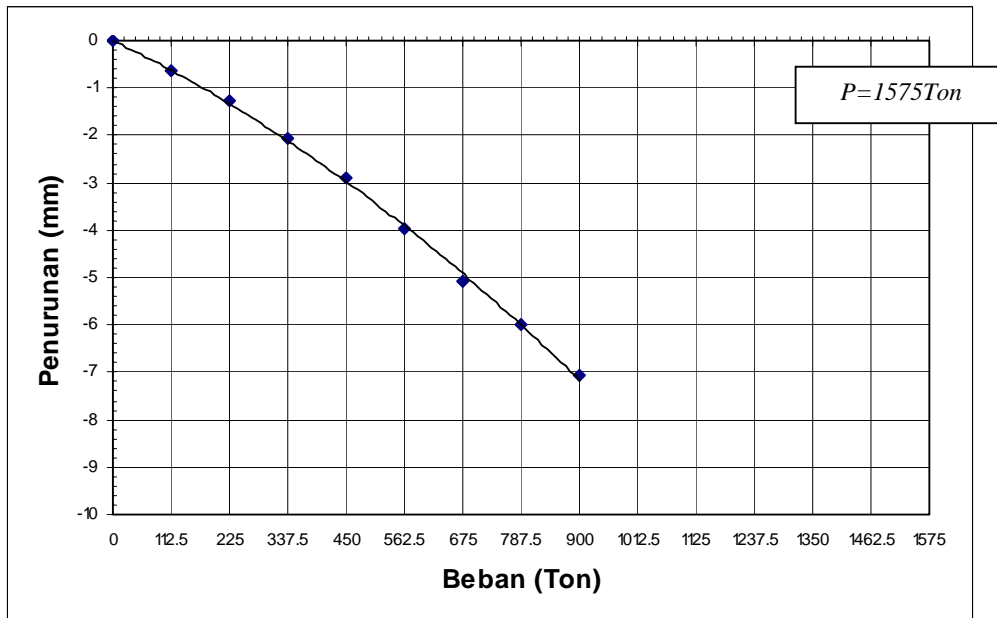
Gambar 4.33 Interpretasi Metode Chin F.K

2. Metode Davisson (1972)



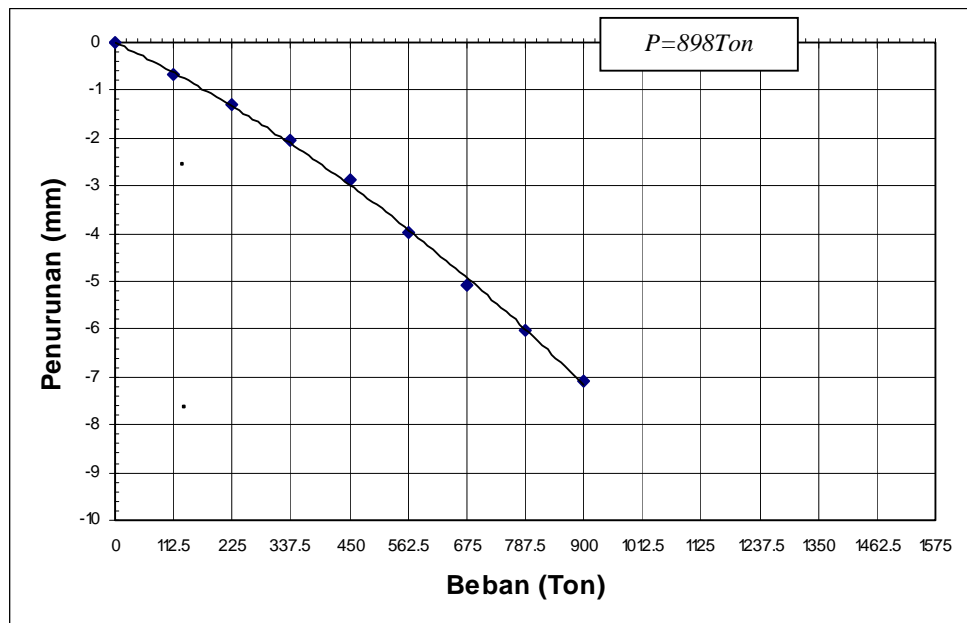
Gambar 4.34 Interpretasi Metode Chin F.K

3. Metode Mazurkiewicz (1972)



Gambar 4.35 Interpretasi Metode Chin F.K

4. Metode Butler dan Hoy (1977)

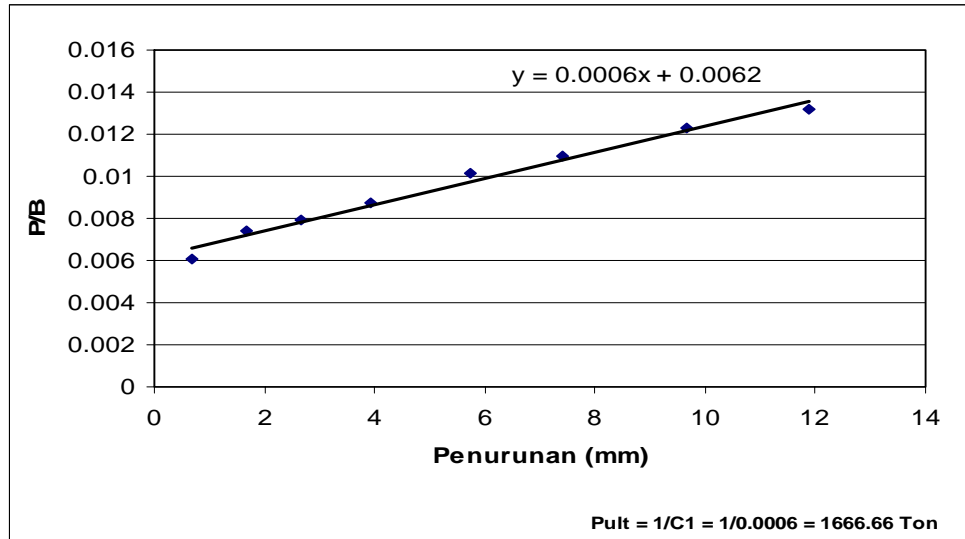


Gambar 4.36 Interpretasi Metode Chin F.K

j. Data 10

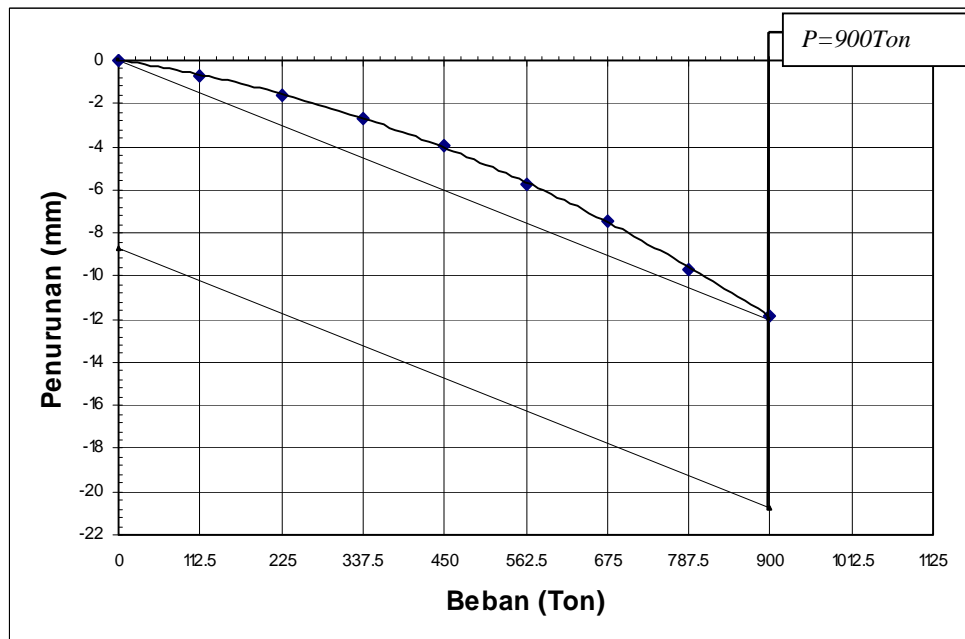
Berdasarkan data hasil pembacaan loading test pada proyek tiang TP-05 dapat diinterpretasikan dengan gambar grafik beban–penurunan pada Gambar 4.37 sampai dengan Gambar 4.40 sebagai berikut :

1. Metode Chin F.K (1971)



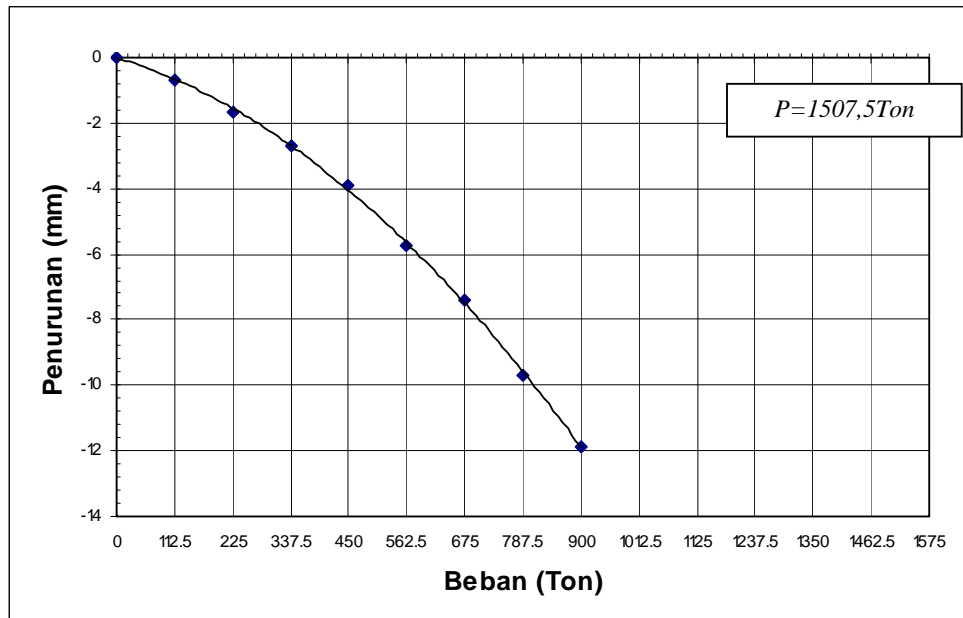
Gambar 4.37 Interpretasi Metode Chin F.K

2. Metode Davisson (1972)



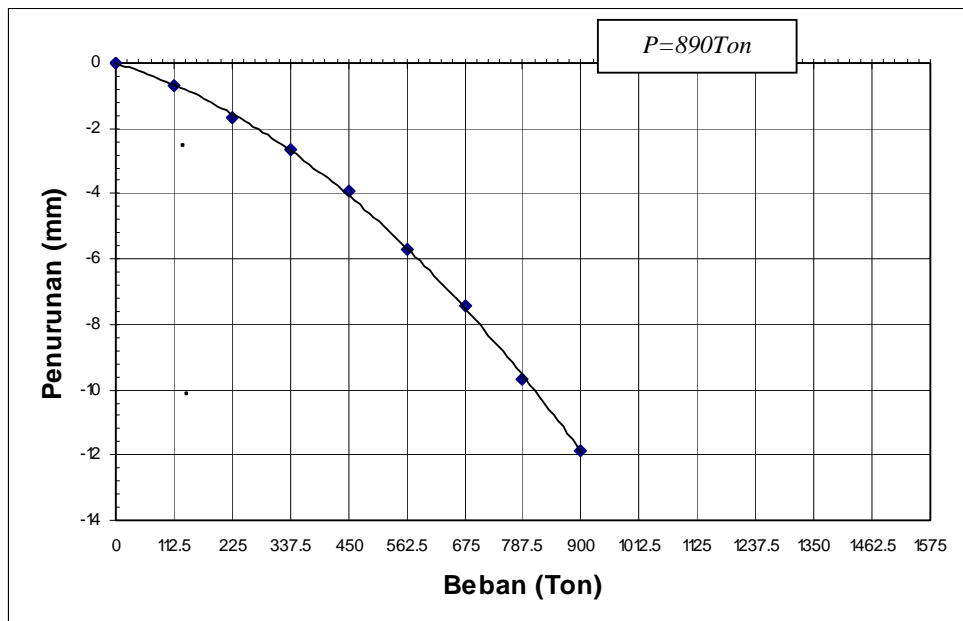
Gambar 4.38 Interpretasi Metode Chin F.K

3. Metode Mazurkiewicz (1972)



Gambar 4.39 Interpretasi Metode Chin F.K

4. Metode Butler dan Hoy (1977)

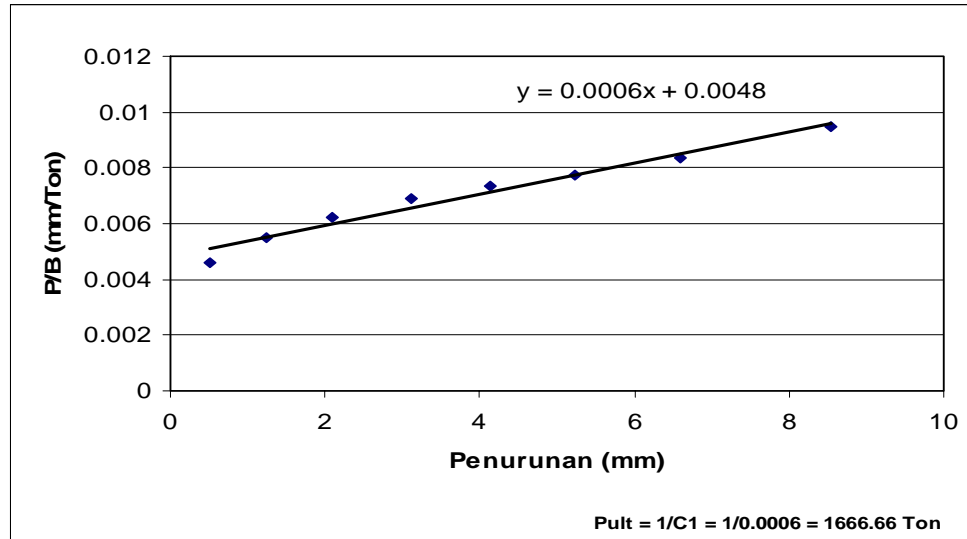


Gambar 4.40 Interpretasi Metode Chin F.K

k. Data 11

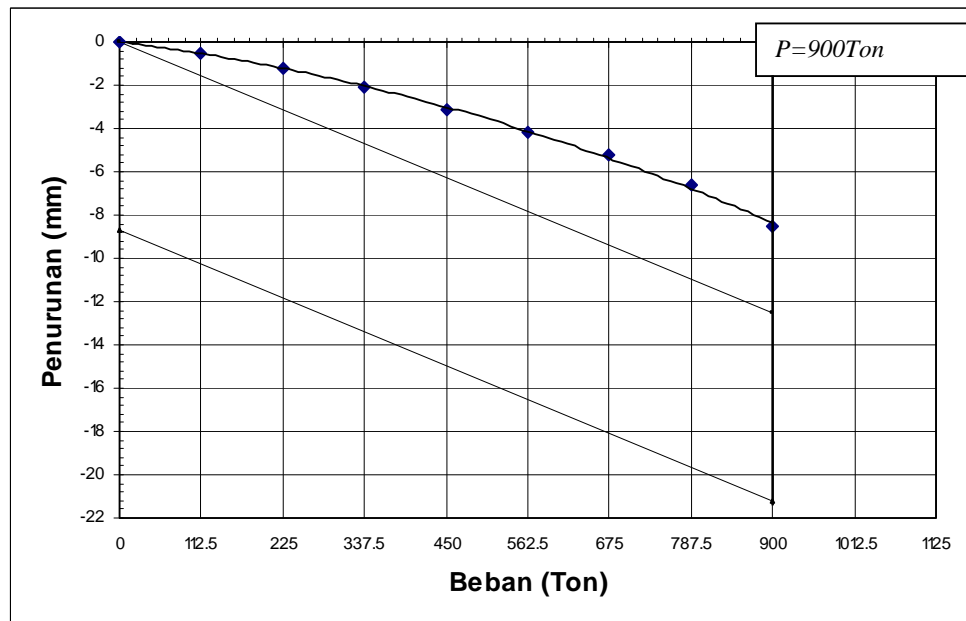
Berdasarkan data hasil pembacaan loading test pada proyek tiang TP-03 dapat diinterpretasikan dengan gambar grafik beban–penurunan pada Gambar 4.41 sampai dengan Gambar 4.44 sebagai berikut :

1. Metode Chin F.K (1971)



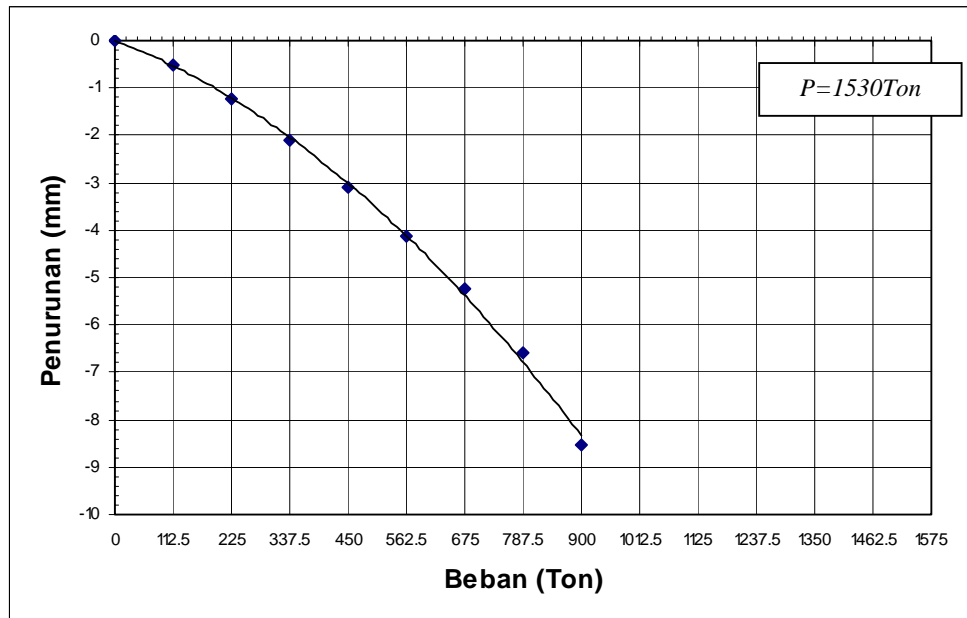
Gambar 4.41 Interpretasi Metode Chin F.K

2. Metode Davisson (1972)



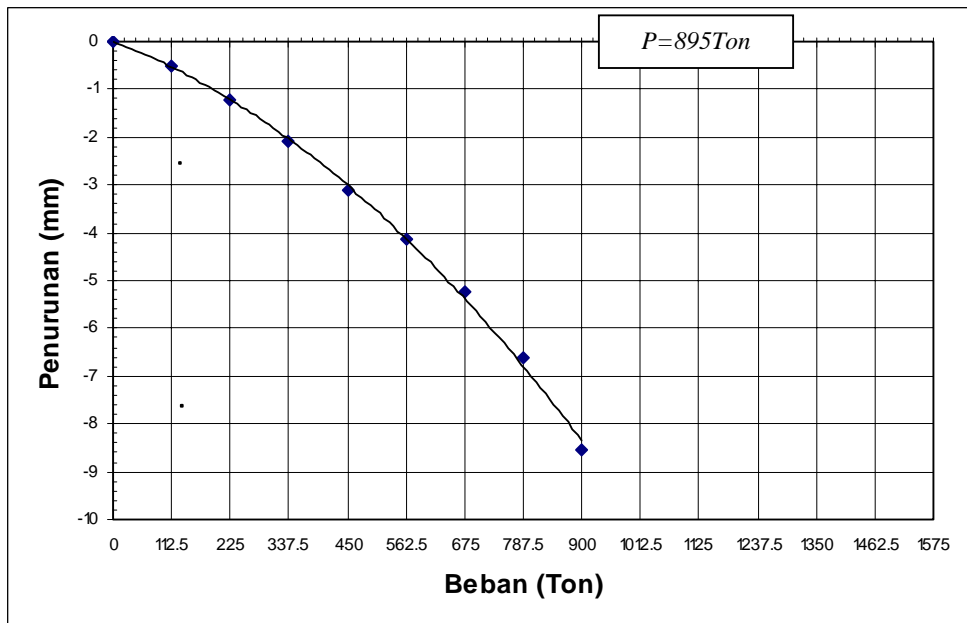
Gambar 4.42 Interpretasi Metode Chin F.K

3. Metode Mazurkiewicz (1972)



Gambar 4.43 Interpretasi Metode Chin F.K

4. Metode Butler dan Hoy (1977)

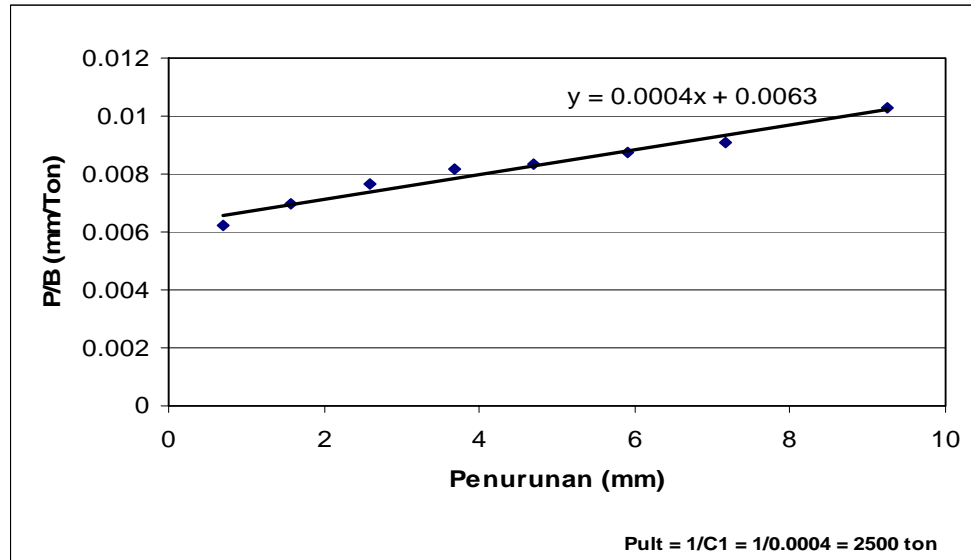


Gambar 4.44 Interpretasi Metode Chin F.K

1. Data 12

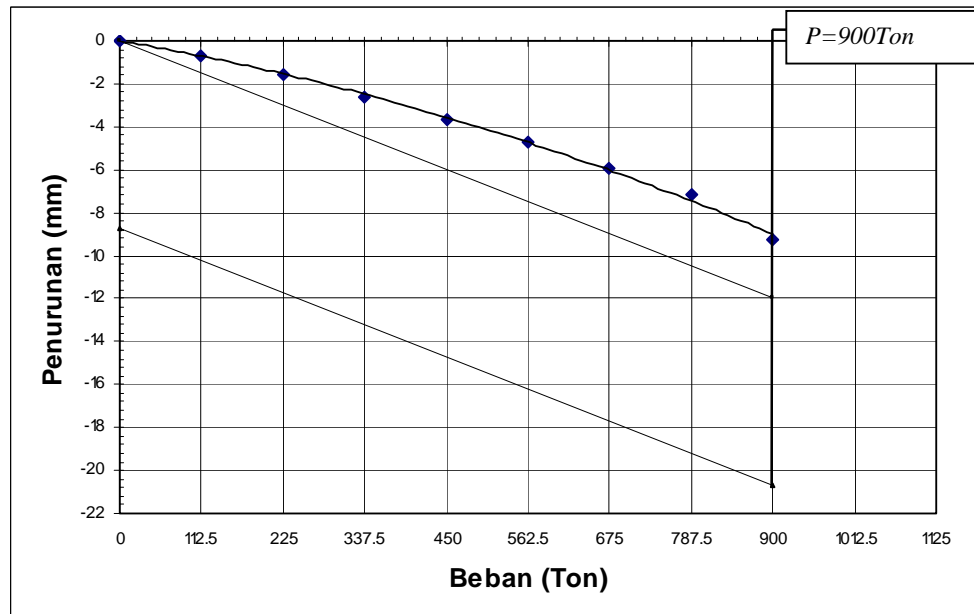
Berdasarkan data hasil pembacaan loading test pada proyek tiang TP-02 dapat diinterpretasikan dengan gambar grafik beban–penurunan pada Gambar 4.45 sampai dengan Gambar 4.48 sebagai berikut :

1. Metode Chin F.K (1971)



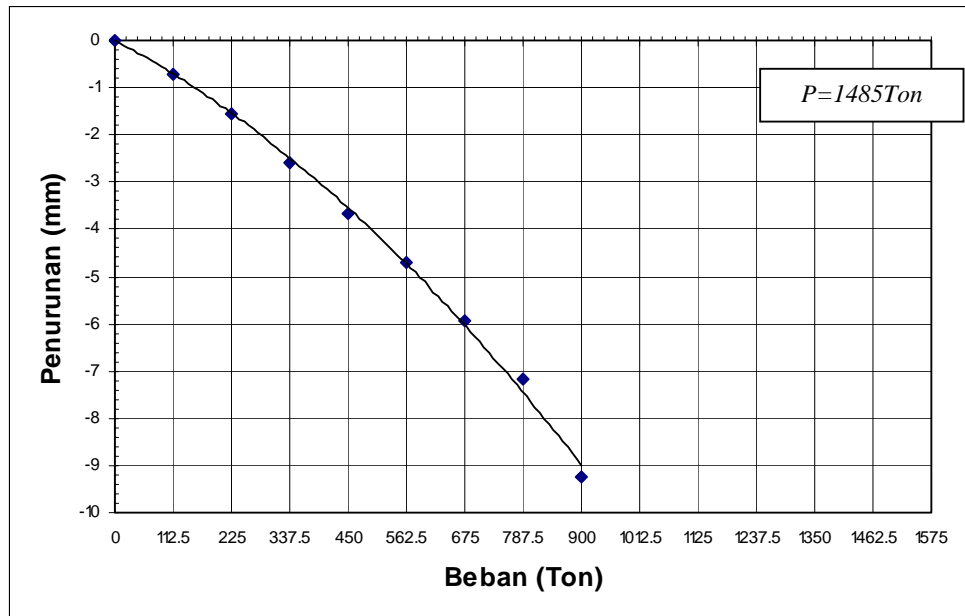
Gambar 4.45 Interpretasi Metode Chin F.K

2. Metode Davisson (1972)



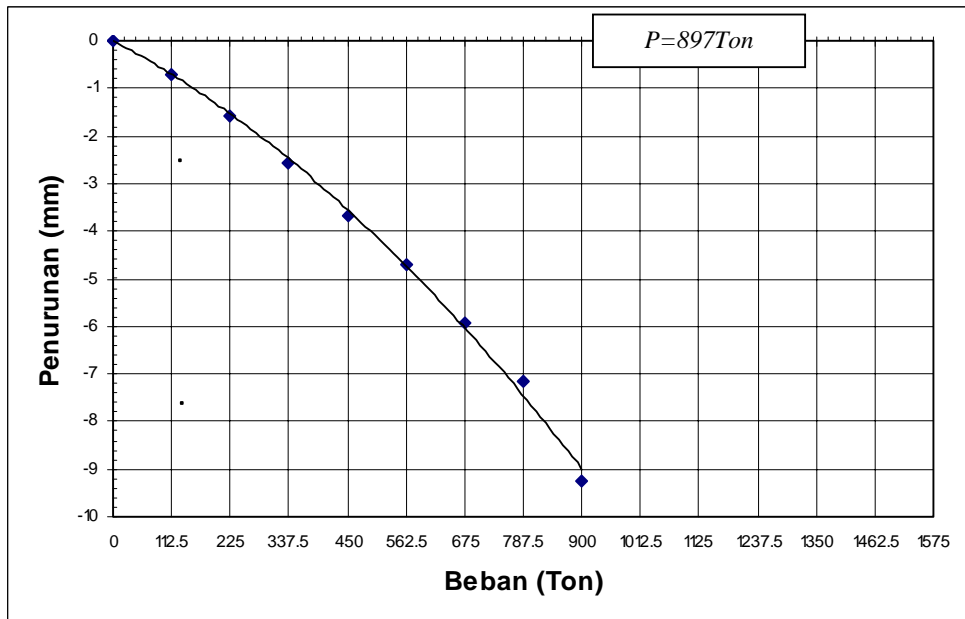
Gambar 4.46 Interpretasi Metode Chin F.K

3. Metode Mazurkiewicz (1972)



Gambar 4.47 Interpretasi Metode Chin F.K

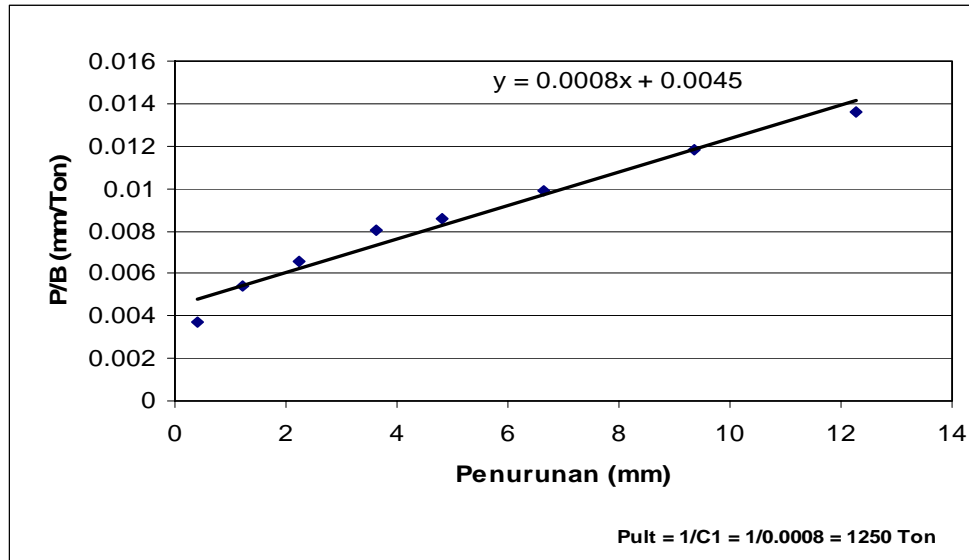
4. Metode Butler dan Hoy (1977)



Gambar 4.48 Interpretasi Metode Chin F.K

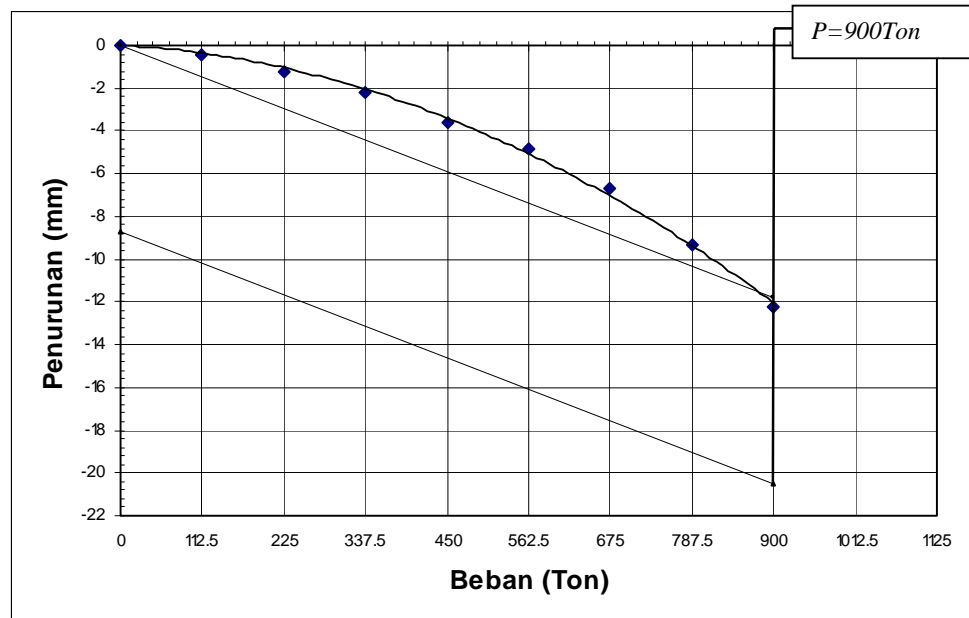
Berdasarkan data hasil pembacaan loading test pada proyek tiang TP-01 dapat diinterpretasikan dengan gambar grafik beban–penurunan pada Gambar 4.49 sampai dengan Gambar 4.52 sebagai berikut :

1. Metode Chin F.K (1971)



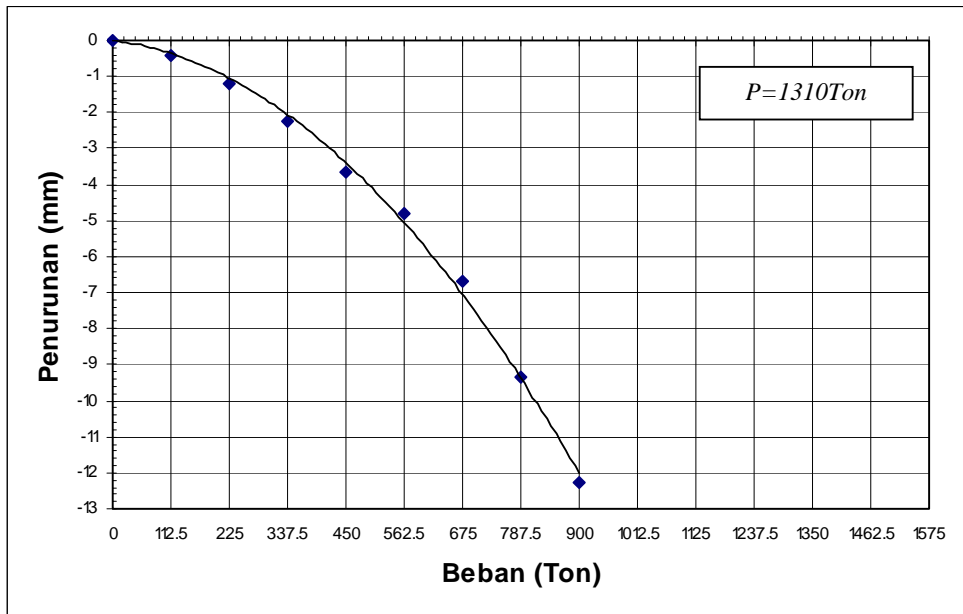
Gambar 4.49 Interpretasi Metode Chin F.K

2. Metode Davisson (1972)



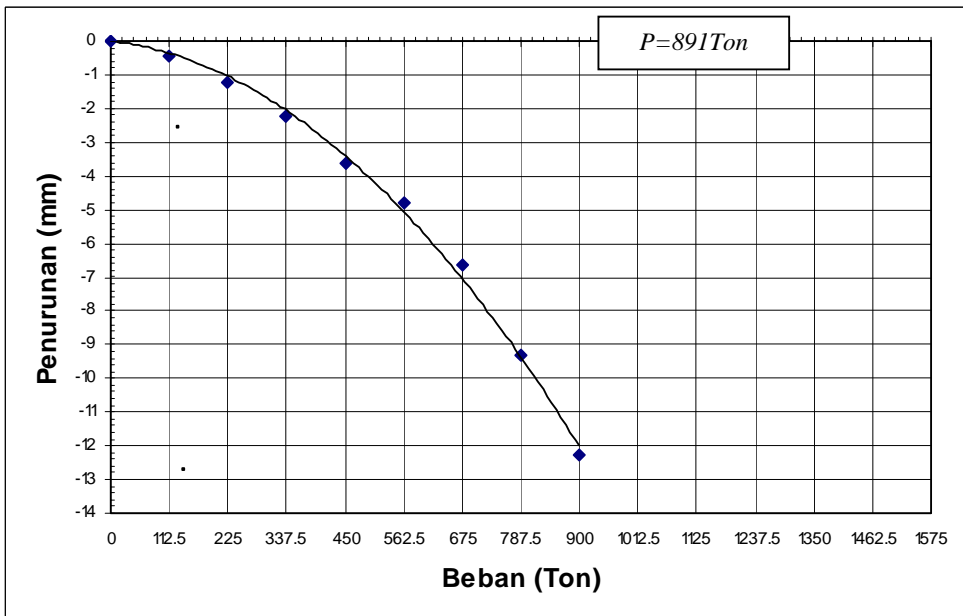
Gambar 4.50 Interpretasi Metode Chin F.K

3. Metode Mazurkiewicz (1972)



Gambar 4.51 Interpretasi Metode Chin F.K

4. Metode Butler dan Hoy (1977)



Gambar 4.52 Interpretasi Metode Chin F.K

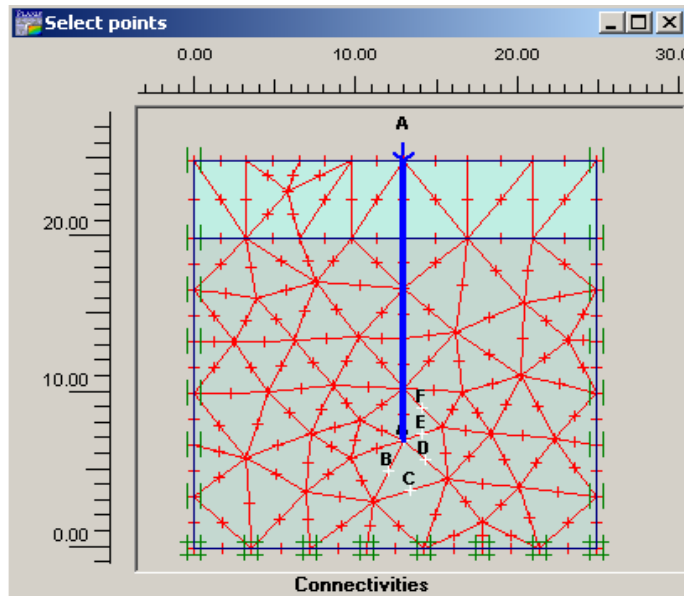
Berdasarkan hasil interpretasi Loading Test sehingga beban ultimit dapat ditabelkan dalam Tabel 4.30 sebagai berikut :

Tabel 4.30 Beban Hasil Interpretasi Loading Test

No Data	Loading Test (FK=2.5)							
	Chin FK		Davisson		Mazurkiewicz		Butler & Hoy	
	Pult (ton)	Pall (ton)	Pult (ton)	Pall (ton)	Pult (ton)	Pall (ton)	Pult (ton)	Pall (ton)
1	232.55	93.02	158	63.2	275	110	157	62.8
2	217.99	87.196	160	64	240	96	158	63.2
3	217.39	86.956	160	64	210	84	157	62.8
4	196.07	78.428	149.5	59.8	190	76	152	60.8
5	238.09	95.236	135	54	213	85.2	152	60.8
6	238.09	95.236	160	64	240	96	156	62.4
7	294.11	117.644	160	64	232	92.8	157	62.8
8	208.33	83.332	156	62.4	220	88	154	61.6
9	2500	1000	900	360	1575	630	898	359.2
10	1666.66	666.664	900	360	1507.5	603	890	356
11	1666.66	666.664	900	360	1530	612	895	358
12	2500	1000	900	360	1485	594	897	358.8
13	1250	500	900	360	1310	524	891	356.4

4.4 Perhitungan Dengan Plaxis (FEM)

Berdasarkan data material tanah (lampiran B) dan tiang yang didapat maka sebagai contoh data input dalam menganalisis dengan plaxis sebagai berikut dalam Gambar 4.53 :



Gambar 4.53 Geometrik input data plaxis 7.2

a. Data 1

Data Tanah 1:

γ_{dry}	$= 1,66 \text{ t/m}^3$	E	$= 3570 \text{ t/m}^2$
γ_{wet}	$= 2,014 \text{ t/m}^3$	ν	$= 0,3$
γ_{air}	$= 1 \text{ t/m}^3$	c	$= 3,8 \text{ t/m}^2$
$K_x : K_y$	$= 1 \times 10^{-4}$	ϕ	$= 10^\circ$

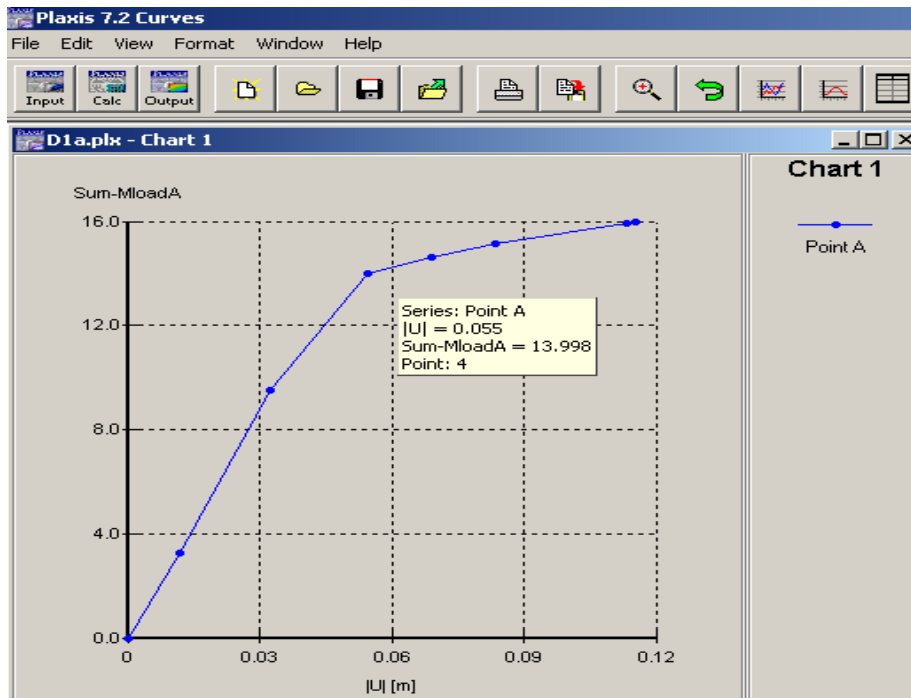
Data Tanah 2:

γ_{dry}	$= 1,7 \text{ t/m}^3$	E	$= 3600 \text{ t/m}^2$
γ_{wet}	$= 2,04 \text{ t/m}^3$	ν	$= 0,3$
γ_{air}	$= 1 \text{ t/m}^3$	c	$= 5,1 \text{ t/m}^2$
$K_x : K_y$	$= 1 \times 10^{-4}$	ϕ	$= 9^\circ$

Data Tiang Beton :

E	$= 3,726 \times 10^6 \text{ t/m}^2$	ν	$= 0,2$
A	$= 1,256 \times 10^{-1} \text{ m}^2$	P	$= 20 \text{ Ton}$
I	$= 12,5664 \times 10^{-4} \text{ m}^4$	h	$= 18 \text{ m}$

Hasil run Program Plaxis didapat kurva (Gambar 4.54) sebagai berikut :



Gambar 4.54 Kurva beban-deformasi

Dengan memakai faktor pengali beban (total multiplier load) sebesar 16, maka dari hasil kurva tersebut dapat diperoleh hasil beban ultimit yaitu :

$$\begin{aligned} P_{ult} &= 13,998 \times 20 \\ &= 279,96 \text{ Ton} \\ P_{all} &= 279,96 / 2,5 \\ &= 111,98 \text{ Ton} \end{aligned}$$

b. Data 2

Data Tanah 1:

$$\begin{array}{ll} \gamma_{dry} &= 1,62 \text{ t/m}^3 & E &= 3570 \text{ t/m}^2 \\ \gamma_{wet} &= 1,985 \text{ t/m}^3 & \nu &= 0,3 \\ \gamma_{air} &= 1 \text{ t/m}^3 & c &= 3 \text{ t/m}^2 \\ K_x : K_y &= 1 \times 10^{-4} & \phi &= 0^\circ \end{array}$$

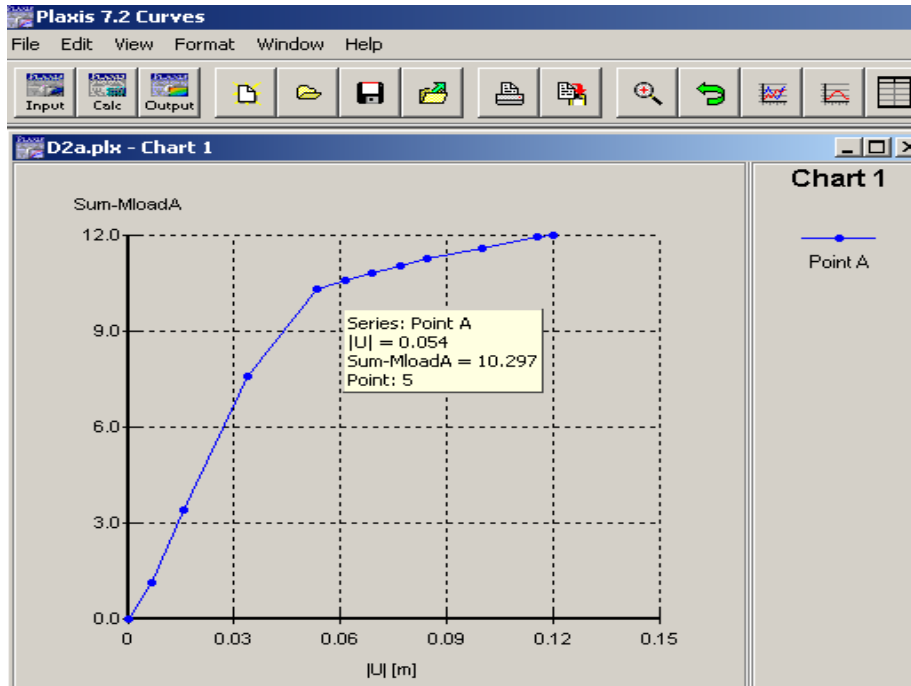
Data Tanah 2:

$$\begin{array}{ll} \gamma_{dry} &= 1,66 \text{ t/m}^3 & E &= 3600 \text{ t/m}^2 \\ \gamma_{wet} &= 2,01 \text{ t/m}^3 & \nu &= 0,3 \\ \gamma_{air} &= 1 \text{ t/m}^3 & c &= 8,4 \text{ t/m}^2 \\ K_x : K_y &= 1 \times 10^{-4} & \phi &= 0^\circ \end{array}$$

Data Tiang Beton :

$$\begin{array}{ll} E &= 3,726 \times 10^6 \text{ t/m}^2 \\ A &= 1,256 \times 10^{-1} \text{ m}^2 \\ I &= 12,5664 \times 10^{-4} \text{ m}^4 \\ \nu &= 0,2 \\ P &= 20 \text{ Ton} \\ h &= 14 \text{ m} \end{array}$$

Hasil run Program Plaxis didapat kurva (Gambar 4.55) sebagai berikut :



Gambar 4.55 Kurva beban-deformasi

Dengan memakai faktor pengali beban (total multiplier load) sebesar 12, maka dari hasil kurva diatas dapat diperoleh hasil beban ultimit yaitu :

$$P_{ult} = 10,297 \times 20 = 205,94 \text{ Ton}$$

$$P_{all} = 205,94 / 2,5 = 82,37 \text{ Ton}$$

c. Data 3

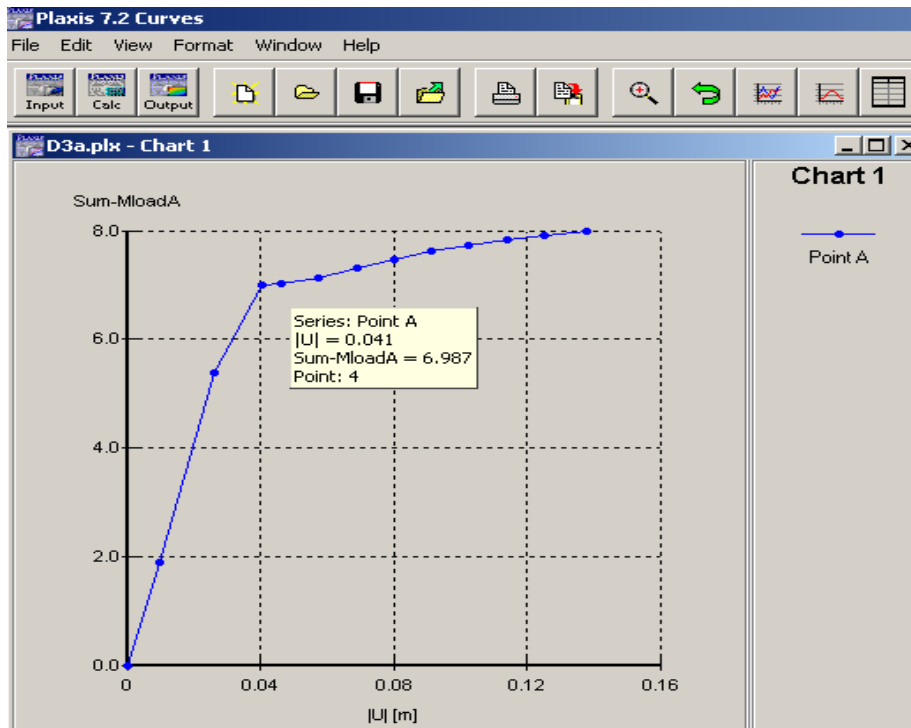
Data Tanah 1:

γ_{dry}	$= 1,68 \text{ t/m}^3$	E	$= 3600 \text{ t/m}^2$
γ_{wet}	$= 2,013 \text{ t/m}^3$	ν	$= 0,3$
γ_{air}	$= 1 \text{ t/m}^3$	c	$= 4,4 \text{ t/m}^2$
$K_x : K_y$	$= 1 \times 10^{-4}$	ϕ	$= 0^\circ$

Data Tiang Beton :

E	$= 3,726 \times 10^6 \text{ t/m}^2$	ν	$= 0,2$
A	$= 1,256 \times 10^{-1} \text{ m}^2$	P	$= 20 \text{ Ton}$
I	$= 12,5664 \times 10^{-4} \text{ m}^4$	h	$= 13,8 \text{ m}$

Hasil run Program Plaxis didapat kurva (Gambar 4.56) sebagai berikut :



Gambar 4.56 Kurva beban-deformasi

Dengan memakai faktor pengali beban (total multiplier load) sebesar 8, maka dari hasil kurva diatas dapat diperoleh hasil beban ultimit yaitu :

$$P_{ult} = 6,987 \times 20 = 139,74 \text{ Ton}$$

$$P_{all} = 139,74 / 2,5 = 55,9 \text{ Ton}$$

d. Data 4

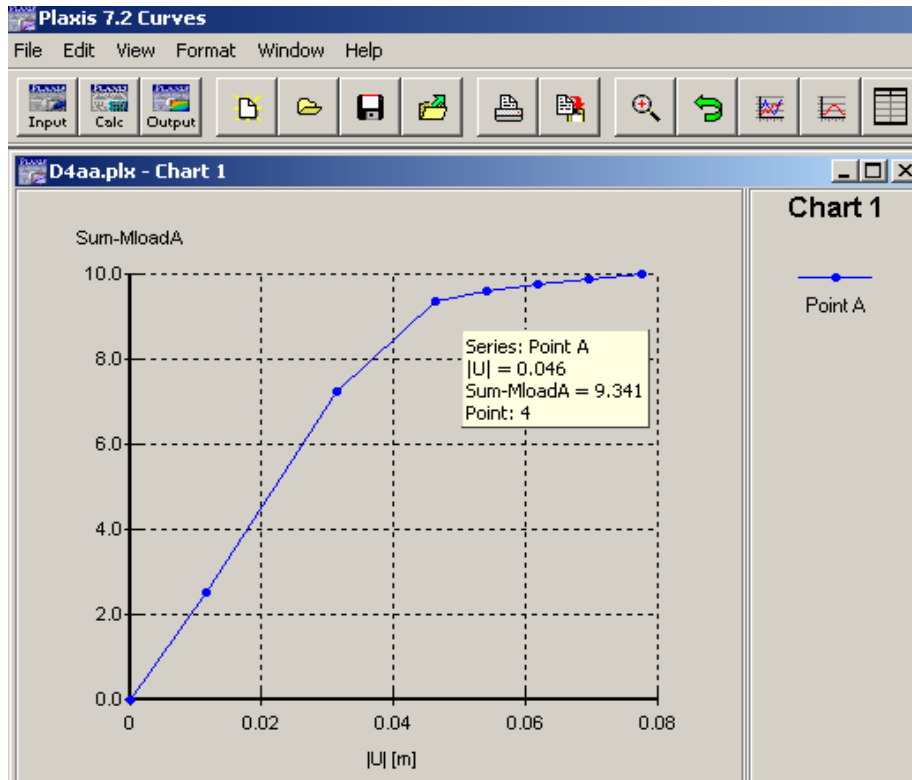
Data Tanah 1:

γ_{dry}	$= 1,68 \text{ t/m}^3$	E	$= 3600 \text{ t/m}^2$
γ_{wet}	$= 2,053 \text{ t/m}^3$	ν	$= 0,3$
γ_{air}	$= 1 \text{ t/m}^3$	c	$= 5,3 \text{ t/m}^2$
$K_x : K_y$	$= 1 \times 10^{-4}$	ϕ	$= 0^\circ$

Data Tiang Beton :

E	$= 3,726 \times 10^6 \text{ t/m}^2$	ν	$= 0,2$
A	$= 1,256 \times 10^{-1} \text{ m}^2$	P	$= 20 \text{ Ton}$
I	$= 12,5664 \times 10^{-4} \text{ m}^4$	h	$= 15 \text{ m}$

Hasil run Program Plaxis didapat kurva (Gambar 4.57) sebagai berikut :



Gambar 4.57 Kurva beban-deformasi

Dengan memakai faktor pengali beban (total multiplier load) sebesar 10, maka dari hasil kurva diatas dapat diperoleh hasil beban ultimit yaitu :

$$P_{ult} = 9,341 \times 20$$

$$= 186,82 \text{ Ton}$$

$$P_{all} = 186,82 / 2,5$$

$$= 74,73 \text{ Ton}$$

e. Data 5

Data Tanah 1:

$$\gamma_{dry} = 1,68 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{wet} = 2,024 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_{air} = 1 \text{ t/m}^3$$

$$K_x : K_y = 1 \times 10^{-4}$$

$$E = 3570 \text{ t/m}^2$$

$$\nu = 0,3$$

$$c = 5,7 \text{ t/m}^2$$

$$\phi = 0^\circ$$

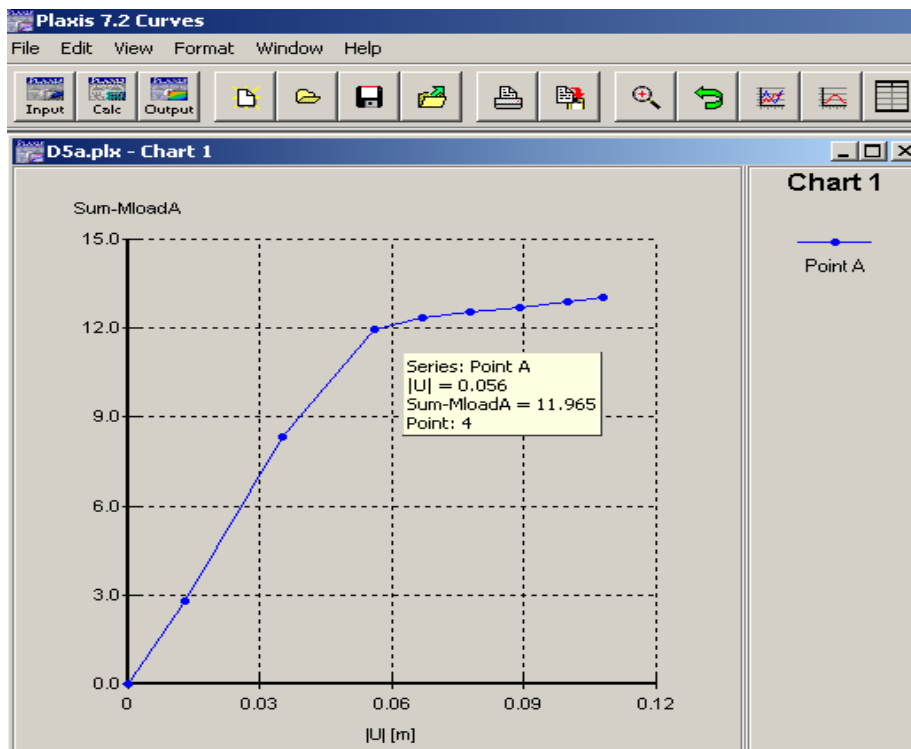
Data Tanah 2:

γ_{dry}	$= 1,75 \text{ t/m}^3$	E	$= 3600 \text{ t/m}^2$
γ_{wet}	$= 2,097 \text{ t/m}^3$	ν	$= 0,3$
γ_{air}	$= 1 \text{ t/m}^3$	c	$= 7,9 \text{ t/m}^2$
$K_x : K_y$	$= 1 \times 10^{-4}$	ϕ	$= 0^\circ$

Data Tiang Beton :

E	$= 3,726 \times 10^6 \text{ t/m}^2$	ν	$= 0,2$
A	$= 1,256 \times 10^{-1} \text{ m}^2$	P	$= 20 \text{ Ton}$
I	$= 12,5664 \times 10^{-4} \text{ m}^4$	h	$= 14,6 \text{ m}$

Hasil run Program Plaxis didapat kurva (Gambar 4.58) sebagai berikut :



Gambar 4.58 Kurva beban-deformasi

Dengan memakai faktor pengali beban (total multiplier load) sebesar 13, maka dari hasil kurva diatas dapat diperoleh hasil beban ultimit yaitu :

$$P_{ult} = 11,965 \times 20 = 239,3 \text{ Ton}$$

$$P_{all} = 239,3 / 2,5 = 95,72 \text{ Ton}$$

f. Data 6

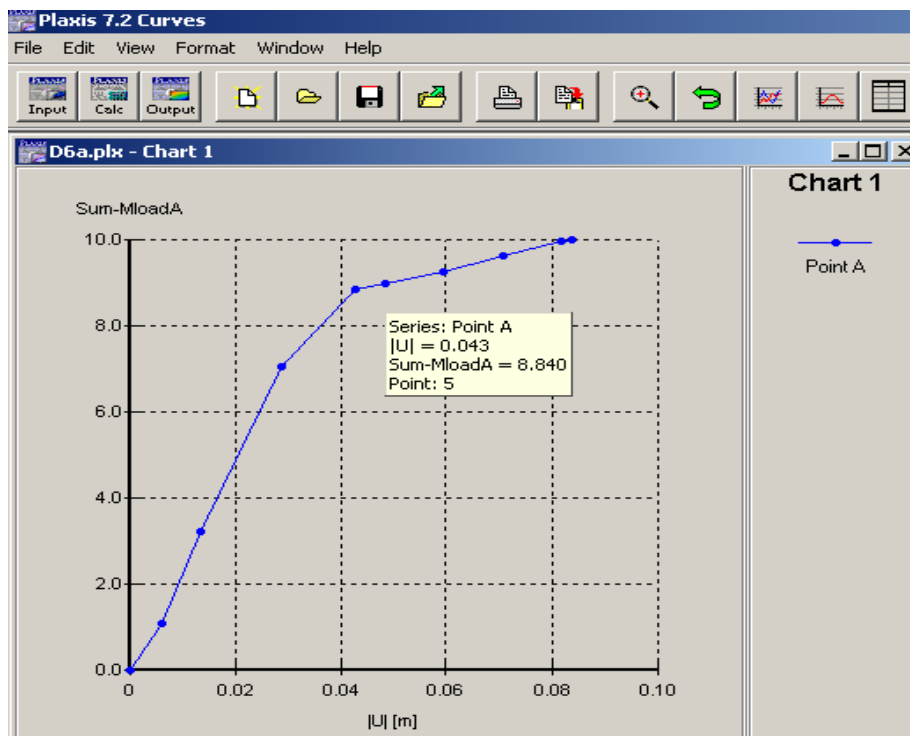
Data Tanah :

γ_{dry}	$= 1,62 \text{ t/m}^3$	E	$= 3600 \text{ t/m}^2$
γ_{wet}	$= 1,992 \text{ t/m}^3$	ν	$= 0,3$
γ_{air}	$= 1 \text{ t/m}^3$	c	$= 2,9 \text{ t/m}^2$
$K_x : K_y$	$= 1 \times 10^{-4}$	ϕ	$= 11^\circ$

Data Tiang Beton :

E	$= 3,726 \times 10^6 \text{ t/m}^2$	ν	$= 0,2$
A	$= 1,256 \times 10^{-1} \text{ m}^2$	P	$= 20 \text{ Ton}$
I	$= 12,5664 \times 10^{-4} \text{ m}^4$	h	$= 16 \text{ m}$

Hasil run Program Plaxis didapat kurva (Gambar 4.59) sebagai berikut :



Gambar 4.59 Kurva beban-deformasi

Dengan memakai faktor pengali beban (total multiplier load) sebesar 10, maka dari hasil kurva diatas dapat diperoleh hasil beban ultimit yaitu :

$$P_{ult} = 8,84 \times 20 = 176,8 \text{ Ton}$$

$$P_{all} = 176,8 / 2,5 = 70,72 \text{ Ton}$$

g. Data 7

Data Tanah 1:

γ_{dry}	$= 1,62 \text{ t/m}^3$	E	$= 3570 \text{ t/m}^2$
γ_{wet}	$= 1,975 \text{ t/m}^3$	ν	$= 0,3$
γ_{air}	$= 1 \text{ t/m}^3$	c	$= 2,7 \text{ t/m}^2$
$K_x : K_y$	$= 1 \times 10^{-4}$	ϕ	$= 0^\circ$

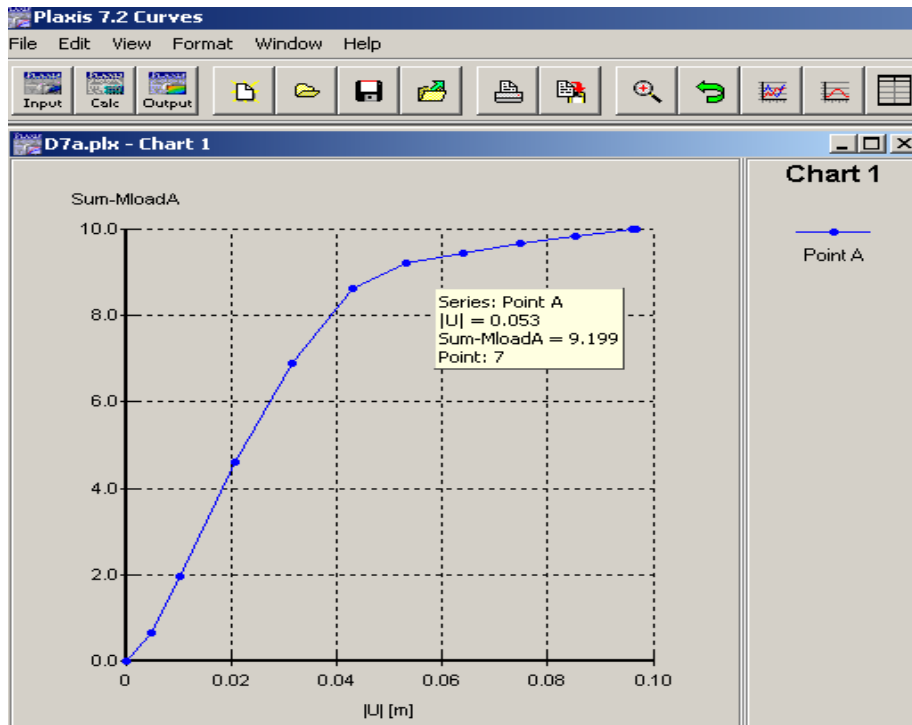
Data Tanah 2:

γ_{dry}	$= 1,69 \text{ t/m}^3$	E	$= 3600 \text{ t/m}^2$
γ_{wet}	$= 2,02 \text{ t/m}^3$	ν	$= 0,3$
γ_{air}	$= 1 \text{ t/m}^3$	c	$= 3 \text{ t/m}^2$
$K_x : K_y$	$= 1 \times 10^{-4}$	ϕ	$= 12^\circ$

Data Tiang Beton :

E	$= 3,726 \times 10^6 \text{ t/m}^2$	ν	$= 0,2$
A	$= 1,256 \times 10^{-1} \text{ m}^2$	P	$= 20 \text{ Ton}$
I	$= 12,5664 \times 10^{-4} \text{ m}^4$	h	$= 14 \text{ m}$

Hasil run Program Plaxis didapat kurva (Gambar 4.60) sebagai berikut :



Gambar 4.60 Kurva beban-deformasi

Dengan memakai faktor pengali beban (total multiplier load) sebesar 10, maka dari hasil kurva tersebut dapat diperoleh hasil beban ultimit yaitu :

$$\begin{aligned}P_{ult} &= 9,199 \times 20 \\ &= 183,98 \text{ Ton} \\ P_{all} &= 183,98 / 2,5 \\ &= 73,59 \text{ Ton}\end{aligned}$$

h. Data 8

Data Tanah 1:

γ_{dry}	$= 1,62 \text{ t/m}^3$	E	$= 3570 \text{ t/m}^2$
γ_{wet}	$= 1,975 \text{ t/m}^3$	ν	$= 0,3$
γ_{air}	$= 1 \text{ t/m}^3$	c	$= 2,7 \text{ t/m}^2$
$K_x : K_y$	$= 1 \times 10^{-4}$	ϕ	$= 0^\circ$

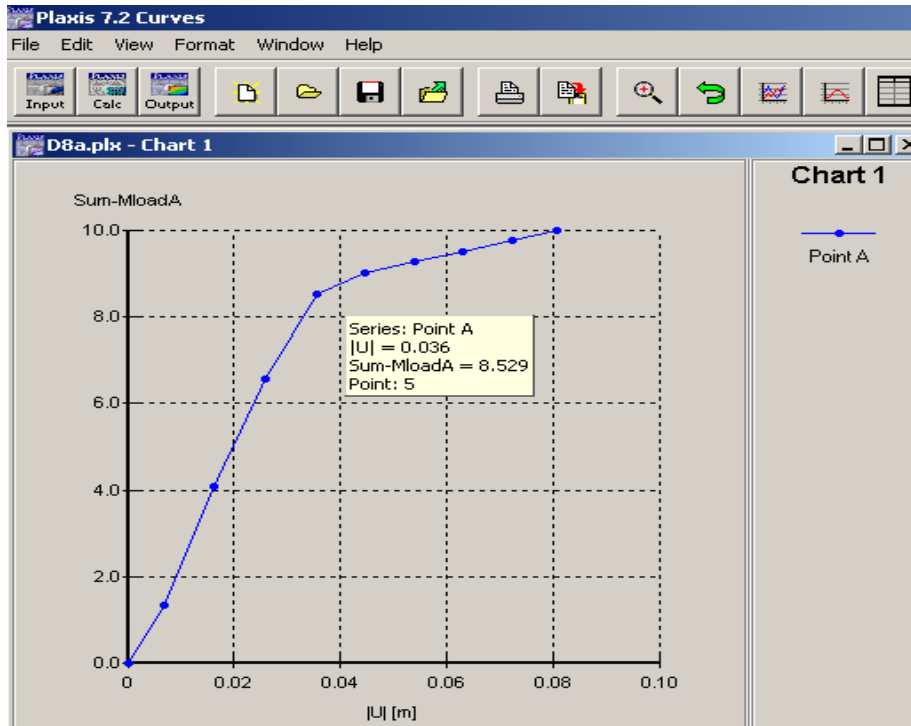
Data Tanah 2:

γ_{dry}	$= 1,69 \text{ t/m}^3$	E	$= 3600 \text{ t/m}^2$
γ_{wet}	$= 2,02 \text{ t/m}^3$	ν	$= 0,3$
γ_{air}	$= 1 \text{ t/m}^3$	c	$= 3 \text{ t/m}^2$
$K_x : K_y$	$= 1 \times 10^{-4}$	ϕ	$= 12^\circ$

Data Tiang Beton :

E	$= 3,726 \times 10^6 \text{ t/m}^2$
A	$= 1,256 \times 10^{-1} \text{ m}^2$
I	$= 12,5664 \times 10^{-4} \text{ m}^4$
ν	$= 0,2$
P	$= 20 \text{ Ton}$
h	$= 16,5 \text{ m}$

Hasil run Program Plaxis didapat kurva (Gambar 4.61) sebagai berikut :



Gambar 4.61 Kurva beban-deformasi

Dengan memakai faktor pengali beban (total multiplier load) sebesar 10, maka dari hasil kurva diatas dapat diperoleh hasil beban ultimit yaitu :

$$P_{ult} = 8,529 \times 20 = 170,58 \text{ Ton}$$

$$P_{all} = 170,58 / 2,5 = 68,23 \text{ Ton}$$

i. Data 9

Data Tanah :

$$\gamma_{dry} = 1,015 \text{ t/m}^3 \qquad E = 510 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma_{wet} = 1,543 \text{ t/m}^3 \qquad \nu = 0,3$$

$$\gamma_{air} = 1 \text{ t/m}^3 \qquad c = 1,6 \text{ t/m}^2$$

$$K_x : K_y = 4 \times 10^4 \qquad \phi = 15^\circ$$

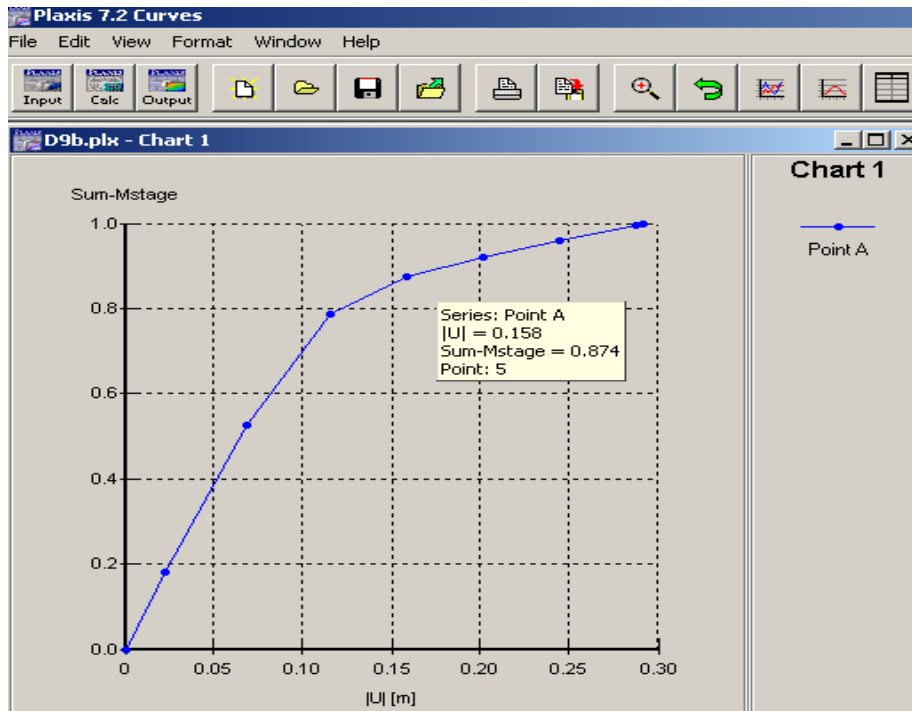
Data Tiang Beton :

$$E = 1,3576 \times 10^6 \text{ t/m}^2 \qquad \nu = 0,2$$

$$A = 7,85 \times 10^1 \text{ m}^2 \qquad P = 1000 \text{ Ton}$$

$$I = 49,0875 \times 10^3 \text{ m}^4 \qquad h = 14,8 \text{ m}$$

Hasil run Program Plaxis didapat kurva (Gambar 4.62) sebagai berikut :



Gambar 4.62 Kurva beban-deformasi

Berdasarkan hasil pembacaan kurva diatas saat terjadi keruntuhan dapat diperoleh hasil beban ultimit yaitu :

$$P_{ult} = 0,874 \times 1000 = 874 \text{ Ton}$$

$$P_{all} = 874 / 2,5 = 349,6 \text{ Ton}$$

j. Data 10

Data Tanah :

$$\gamma_{dry} = 1,015 \text{ t/m}^3 \qquad E = 510 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma_{wet} = 1,543 \text{ t/m}^3 \qquad \nu = 0,3$$

$$\gamma_{air} = 1 \text{ t/m}^3 \qquad c = 1,6 \text{ t/m}^2$$

$$K_x : K_y = 4 \times 10^4 \qquad \phi = 15^\circ$$

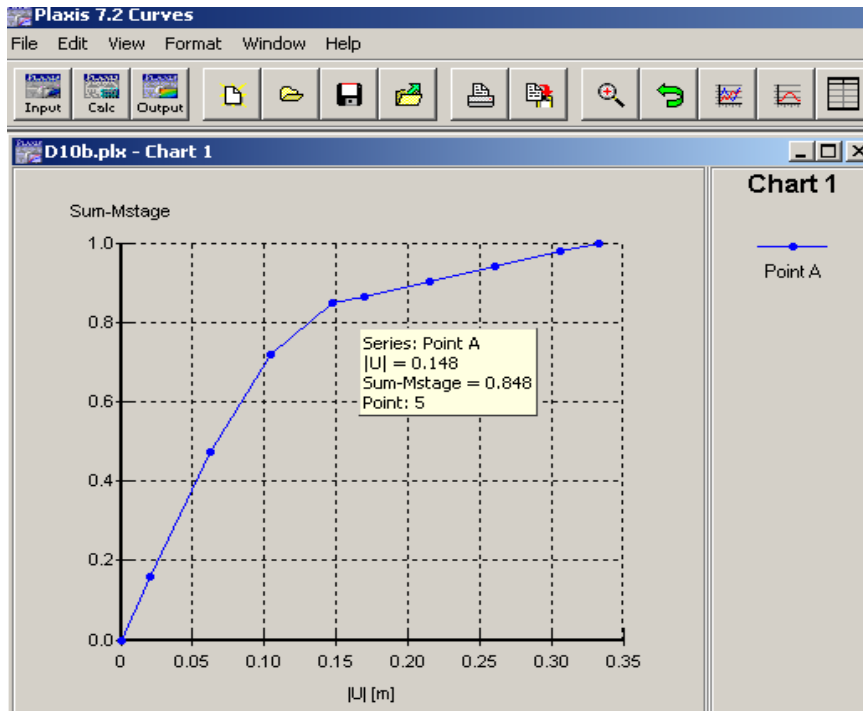
Data Tiang Beton :

$$E = 1,3576 \times 10^6 \text{ t/m}^2 \qquad \nu = 0,2$$

$$A = 7,85 \times 10^{-1} \text{ m}^2 \qquad P = 1000 \text{ Ton}$$

$$I = 49,0875 \times 10^{-3} \text{ m}^4 \qquad h = 14,2 \text{ m}$$

Hasil run Program Plaxis didapat kurva (Gambar 4.63) sebagai berikut :



Gambar 4.63 Kurva beban-deformasi

Berdasarkan hasil pembacaan kurva diatas saat terjadi keruntuhan dapat diperoleh hasil beban ultimit yaitu :

$$P_{ult} = 0,848 \times 1000 = 848 \text{ Ton}$$

$$P_{all} = 848 / 2,5 = 339,2 \text{ Ton}$$

k. Data 11

Data Tanah :

$$\gamma_{dry} = 1,015 \text{ t/m}^3 \qquad E = 510 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma_{wet} = 1,543 \text{ t/m}^3 \qquad \nu = 0,3$$

$$\gamma_{air} = 1 \text{ t/m}^3 \qquad c = 1,6 \text{ t/m}^2$$

$$K_x : K_y = 4 \times 10^4 \qquad \phi = 15^\circ$$

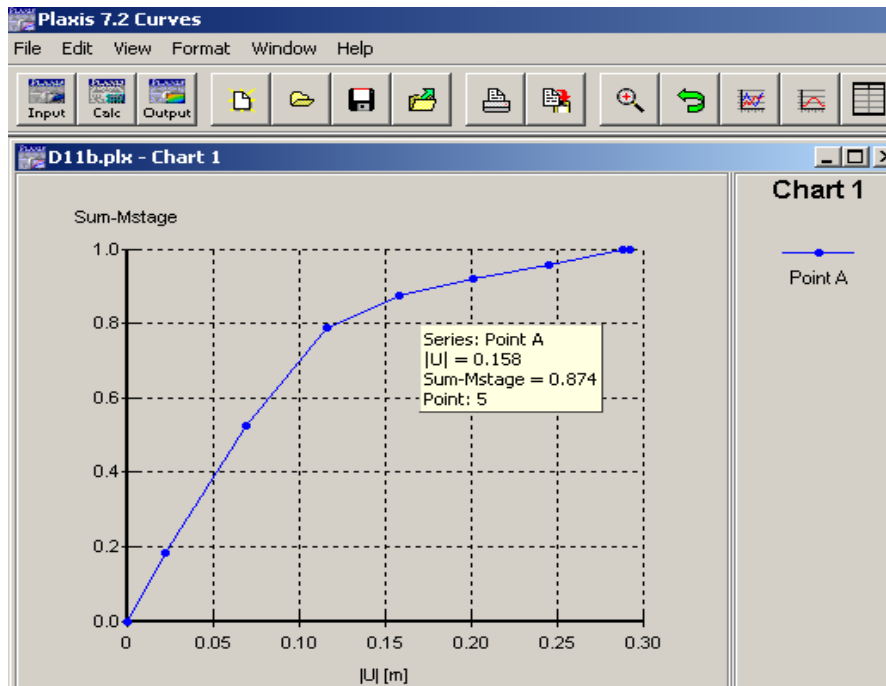
Data Tiang Beton :

$$E = 1,3576 \times 10^6 \text{ t/m}^2 \qquad \nu = 0,2$$

$$A = 7,85 \times 10^1 \text{ m}^2 \qquad P = 1000 \text{ Ton}$$

$$I = 49,0875 \times 10^3 \text{ m}^4 \qquad h = 14,8 \text{ m}$$

Hasil run Program Plaxis didapat kurva (Gambar 4.64) sebagai berikut :



Gambar 4.64 Kurva beban-deformasi

Berdasarkan hasil pembacaan kurva diatas saat terjadi keruntuhan dapat diperoleh hasil beban ultimit yaitu :

$$P_{ult} = 0,874 \times 1000 = 874 \text{ Ton}$$

$$P_{all} = 874 / 2,5 = 349,6 \text{ Ton}$$

l. Data 12

Data Tanah :

$$\gamma_{dry} = 1,015 \text{ t/m}^3 \qquad E = 510 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma_{wet} = 1,543 \text{ t/m}^3 \qquad \nu = 0,3$$

$$\gamma_{air} = 1 \text{ t/m}^3 \qquad c = 1,6 \text{ t/m}^2$$

$$K_x : K_y = 4 \times 10^{-4} \qquad \phi = 15^\circ$$

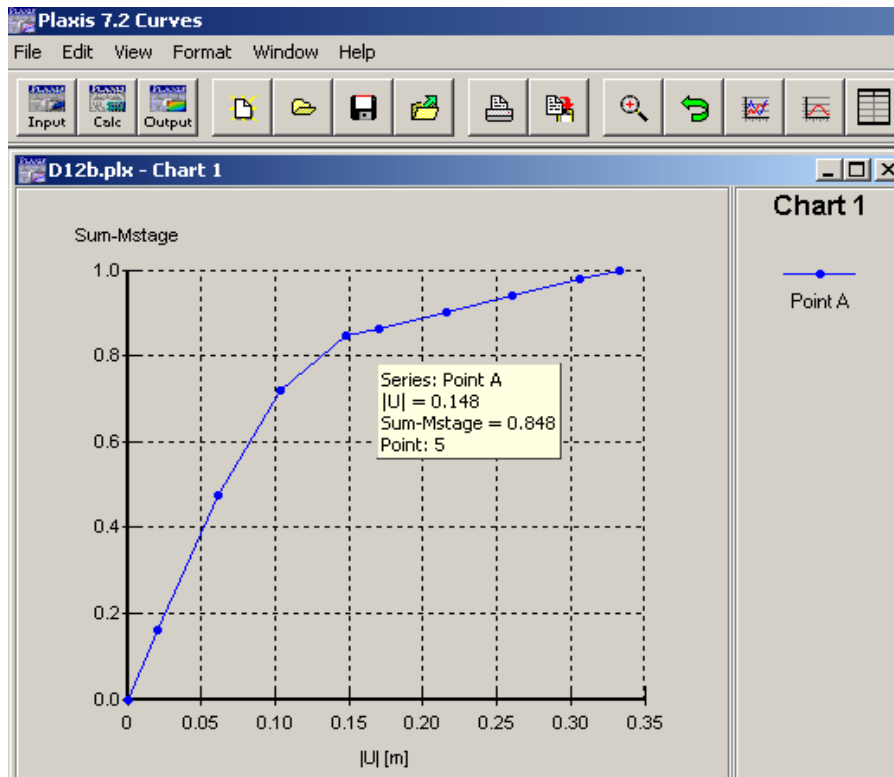
Data Tiang Beton :

$$E = 1,3576 \times 10^6 \text{ t/m}^2 \qquad \nu = 0,2$$

$$A = 7,85 \times 10^{-1} \text{ m}^2 \qquad P = 1000 \text{ Ton}$$

$$I = 49,0875 \times 10^{-3} \text{ m}^4 \qquad h = 14,2 \text{ m}$$

Hasil run Program Plaxis didapat kurva (Gambar 4.65) sebagai berikut :



Gambar 4.65 Kurva beban-deformasi

Berdasarkan hasil pembacaan kurva diatas saat terjadi keruntuhan dapat diperoleh hasil beban ultimit yaitu :

$$P_{ult} = 0,848 \times 1000$$

$$= 848 \text{ Ton}$$

$$P_{all} = 848 / 2,5$$

$$= 339,2 \text{ Ton}$$

m. Data 13

Data Tanah :

$$\gamma_{dry} = 1,015 \text{ t/m}^3$$

$$E = 510 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma_{wet} = 1,543 \text{ t/m}^3$$

$$\nu = 0,3$$

$$\gamma_{air} = 1 \text{ t/m}^3$$

$$c = 1,6 \text{ t/m}^2$$

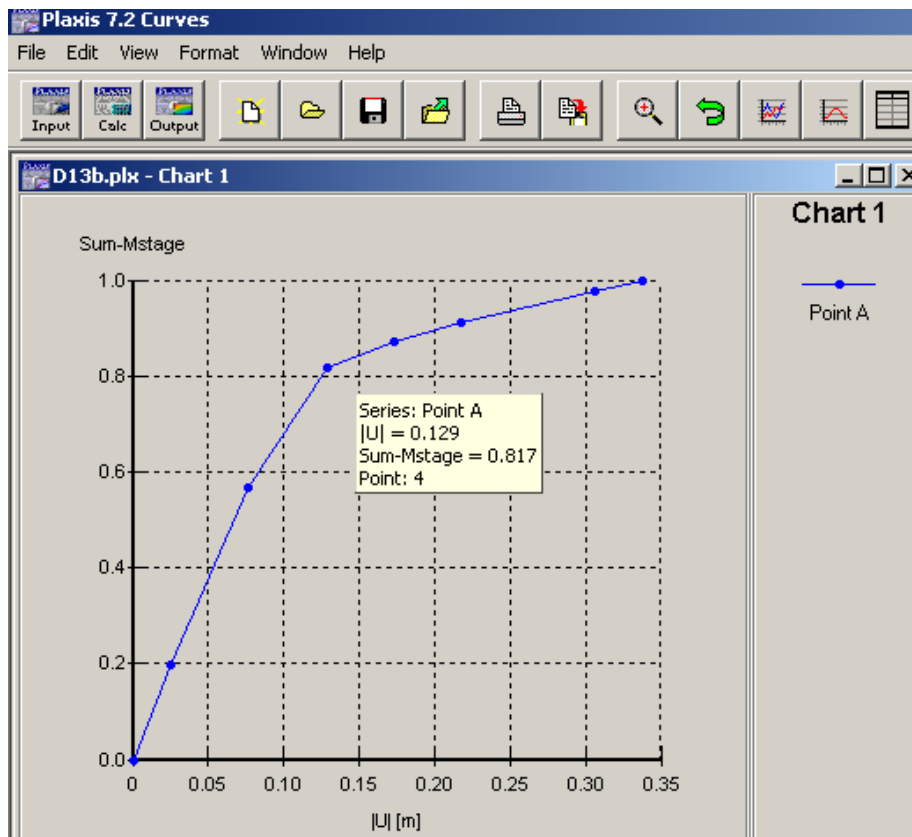
$$K_x : K_y = 4 \times 10^{-4}$$

$$\phi = 15^\circ$$

Data Tiang Beton :

E	$= 1,3576 \times 10^6 \text{ t/m}^2$	ν	$= 0,2$
A	$= 7,85 \times 10^{-1} \text{ m}^2$	P	$= 1000 \text{ Ton}$
I	$= 49,0875 \times 10^{-3} \text{ m}^4$	h	$= 14 \text{ m}$

Hasil run Program Plaxis didapat kurva (Gambar 4.66) sebagai berikut :



Gambar 4.66 Kurva beban-deformasi

Berdasarkan hasil pembacaan kurva diatas saat terjadi keruntuhan dapat diperoleh hasil beban ultimit yaitu :

$$P_{ult} = 0,817 \times 1000$$

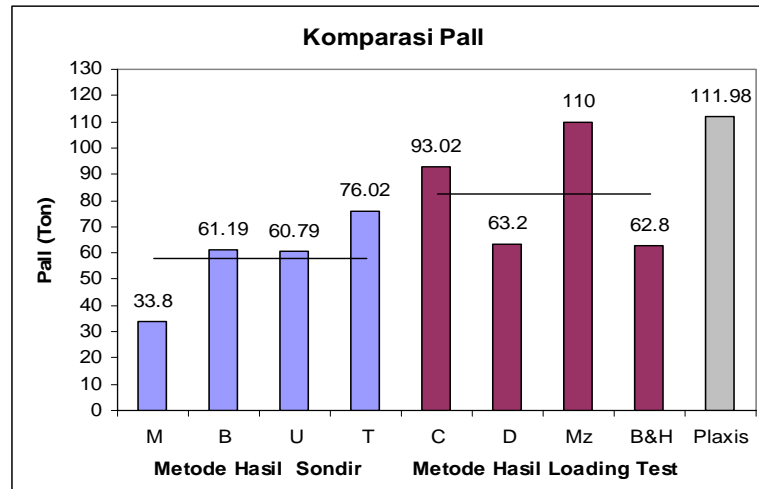
$$= 817 \text{ Ton}$$

$$P_{all} = 817 / 2,5$$

$$= 326,8 \text{ Ton}$$

4.5 Komparasi P_{all}

a. Data 1



Gambar 4.67 Grafik Komparasi P_{all} Data 1

Berdasarkan hasil komparasi grafik pada Gambar 4.67 diatas maka didapatkan P_{all} rata-rata sebagai berikut :

1. Perhitungan sondir

- P_{all} Mayerhoff = 33,8 Ton
- P_{all} Begemann = 61,19 Ton
- P_{all} cara umum = 60,79 Ton
- P_{all} Trofimenkove = 76,02 Ton

Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan sondir sebesar 57,95 Ton.

2. Perhitungan loading test

- P_{all} Chin FK = 93,02 Ton
- P_{all} Davisson = 63,2 Ton
- P_{all} Mazurkiewicz = 110 Ton
- P_{all} Butler dan Hoy = 62,8 Ton

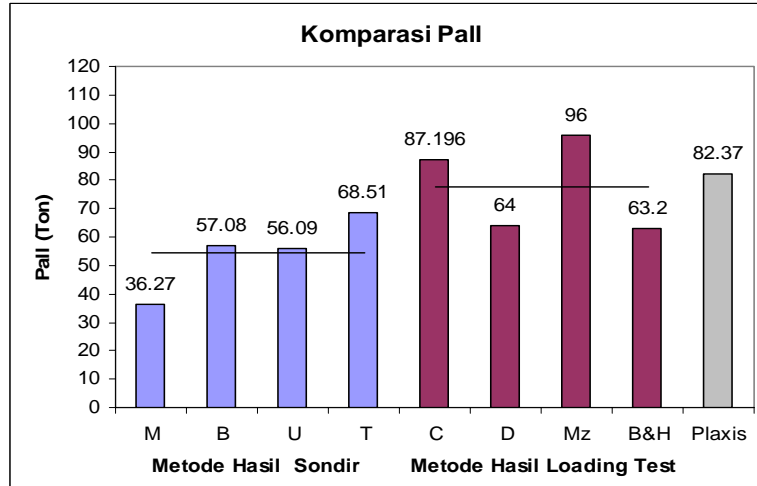
Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan loading test sebesar 82,26 Ton.

Sehingga didapatkan koefisien pengali (k_p) data tiang T-477 dari jarak antara P_{all} rata-rata sondir dengan P_{all} rata-rata loading test yaitu sebesar :

$$K_p = \frac{P_{all\text{rata-rata Loading Test}}}{P_{all\text{rata-rata Sondir}}$$

$$K_p = \frac{82,26}{57,95} = 1,419$$

b. Data 2



Gambar 4.68 Grafik Komparasi P_{all} Data 2

Berdasarkan hasil komparasi grafik pada Gambar 4.68 diatas maka didapatkan P_{all} rata-rata sebagai berikut :

1. Perhitungan sondir

- P_{all} Mayerhoff = 36,27 Ton
- P_{all} Begemann = 57,08 Ton
- P_{all} cara umum = 56,09 Ton
- P_{all} Trofimenkove = 68,51 Ton

Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan sondir sebesar 54,49 Ton.

2. Perhitungan loading test

- P_{all} Chin FK = 87,196 Ton
- P_{all} Davisson = 64Ton
- P_{all} Mazurkiewicz = 96 Ton
- P_{all} Butler dan Hoy = 63,2 Ton

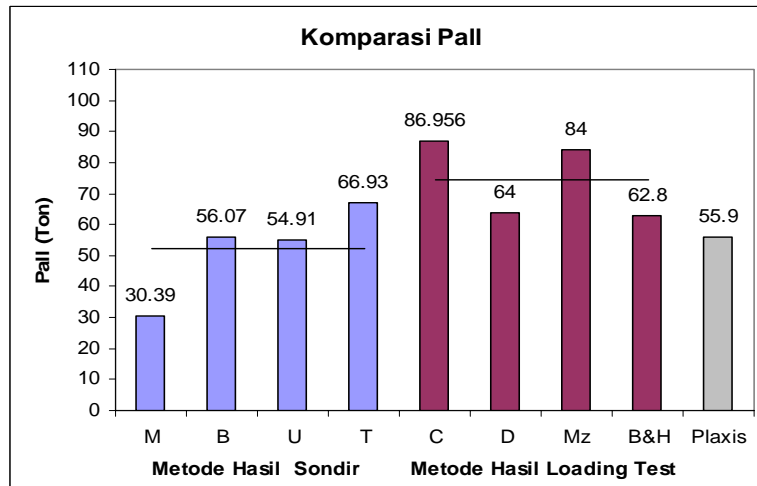
Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan loading test sebesar 77,6 Ton.

Sehingga didapatkan koefisien pengali (k_p) data tiang TP-63 dari jarak antara P_{all} rata-rata sondir dengan P_{all} rata-rata loading test yaitu sebesar :

$$K_p = \frac{P_{all\text{rata-rataLoadingTest}}}{P_{all\text{rata-rataSondir}}}$$

$$K_p = \frac{77,6}{54,49} = 1,424$$

c. Data 3



Gambar 4.69 Grafik Komparasi P_{all} Data 3

Berdasarkan hasil komparasi grafik pada Gambar 4.69 diatas maka didapatkan P_{all} rata-rata sebagai berikut :

1. Perhitungan sondir

- P_{all} Mayerhoff = 30,39 Ton
- P_{all} Begemann = 56,07 Ton
- P_{all} cara umum = 54,91 Ton
- P_{all} Trofimenkove = 66,93 Ton

Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan sondir sebesar 52,08 Ton.

2. Perhitungan loading test

- P_{all} Chin FK = 86,956 Ton
- P_{all} Davisson = 64 Ton
- P_{all} Mazurkiewicz = 84 Ton
- P_{all} Butler dan Hoy = 62,8 Ton

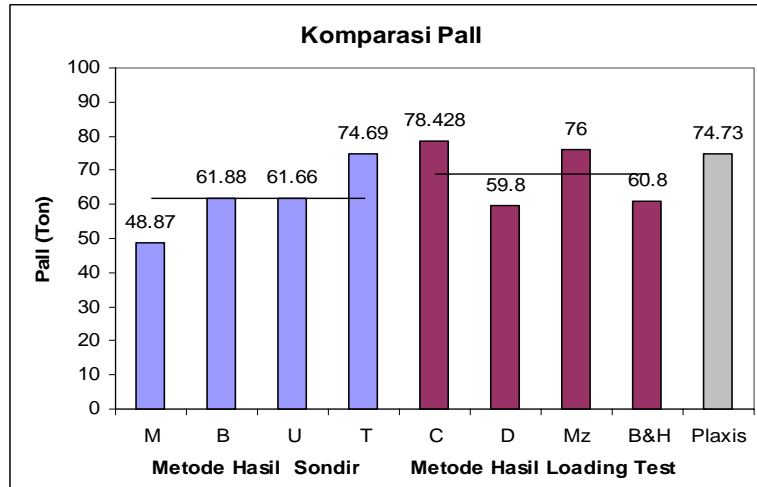
Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan loading test sebesar 74,44 Ton.

Sehingga didapatkan koefisien pengali (k_p) data tiang TP-07 dari jarak antara P_{all} rata-rata sondir dengan P_{all} rata-rata loading test yaitu sebesar :

$$K_p = \frac{P_{all\text{rata-rataLoadingTest}}}{P_{all\text{rata-rataSondir}}}$$

$$K_p = \frac{74,44}{52,08} = 1,429$$

d. Data 4



Gambar 4.70 Grafik Komparasi P_{all} Data 4

Berdasarkan hasil komparasi grafik pada Gambar 4.70 diatas maka didapatkan P_{all} rata-rata sebagai berikut :

1. Perhitungan sondir

- P_{all} Mayerhoff = 48,87 Ton
- P_{all} Begemann = 61,88 Ton
- P_{all} cara umum = 61,66 Ton
- P_{all} Trofimenkove = 74,69 Ton

Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan sondir sebesar 61,78 Ton.

2. Perhitungan loading test

- P_{all} Chin FK = 78,428 Ton
- P_{all} Davisson = 59,8 Ton
- P_{all} Mazurkiewicz = 76 Ton
- P_{all} Butler dan Hoy = 60,8 Ton

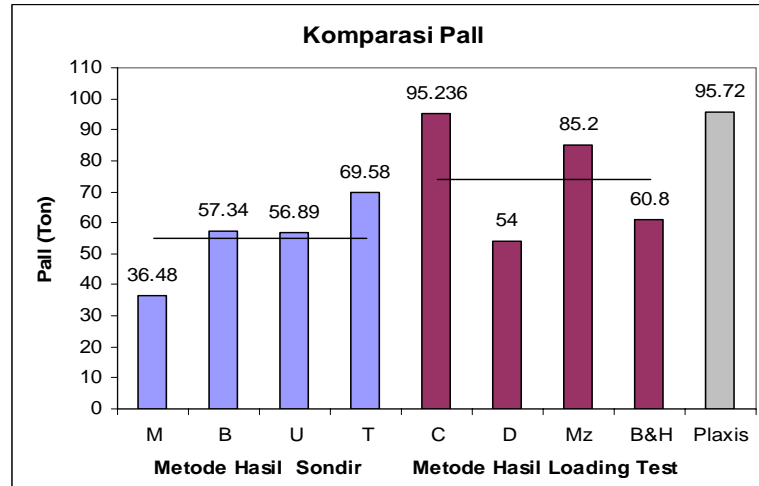
Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan loading test sebesar 68,76 Ton.

Sehingga didapatkan koefisien pengali (k_p) data tiang K-316 dari jarak antara P_{all} rata-rata sondir dengan P_{all} rata-rata loading test yaitu sebesar :

$$K_p = \frac{P_{all \text{ rata-rata Loading Test}}}{P_{all \text{ rata-rata Sondir}}}$$

$$K_p = \frac{68,76}{61,78} = 1,113$$

e. Data 5



Gambar 4.71 Grafik Komparasi P_{all} Data 5

Berdasarkan hasil komparasi grafik pada Gambar 4.71 diatas maka didapatkan P_{all} rata-rata sebagai berikut :

1. Perhitungan sondir

- P_{all} Mayerhoff = 36,48 Ton
- P_{all} Begemann = 57,34 Ton
- P_{all} cara umum = 56,89 Ton
- P_{all} Trofimenkove = 69,58 Ton

Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan sondir sebesar 55,07 Ton.

2. Perhitungan loading test

- P_{all} Chin FK = 95,236 Ton
- P_{all} Davisson = 54 Ton
- P_{all} Mazurkiewicz = 85,2 Ton
- P_{all} Butler dan Hoy = 60,8 Ton

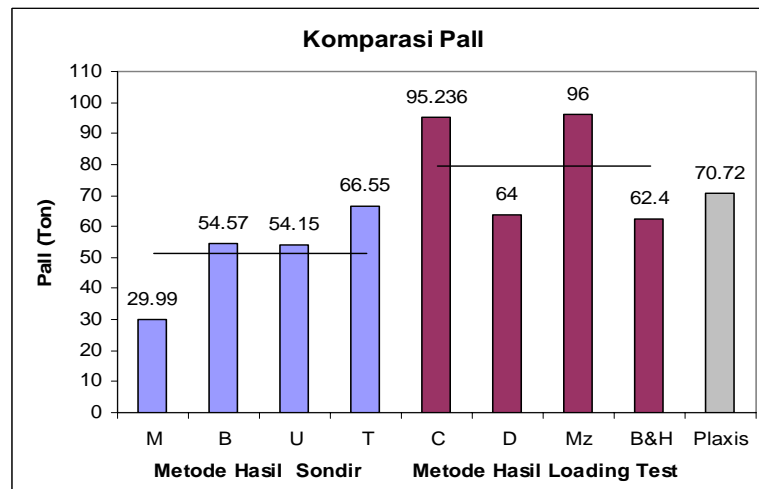
Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan loading test sebesar 73,81 Ton.

Sehingga didapatkan koefisien pengali (k_p) data tiang S-420 dari jarak antara P_{all} rata-rata sondir dengan P_{all} rata-rata loading test yaitu sebesar :

$$K_p = \frac{P_{all \text{ rata-rata Loading Test}}}{P_{all \text{ rata-rata Sondir}}}$$

$$K_p = \frac{73,81}{55,07} = 1,34$$

f. Data 6



Gambar 4.72 Grafik Komparasi P_{all} Data 6

Berdasarkan hasil komparasi grafik pada Gambar 4.72 diatas maka didapatkan P_{all} rata-rata sebagai berikut :

1. Perhitungan sondir

- P_{all} Mayerhoff = 29,99 Ton
- P_{all} Begemann = 54,57 Ton
- P_{all} cara umum = 54,15 Ton
- P_{all} Trofimenkove = 66,55 Ton

Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan sondir sebesar 51,32 Ton.

2. Perhitungan loading test

- P_{all} Chin FK = 95,236 Ton
- P_{all} Davisson = 64 Ton
- P_{all} Mazurkiewicz = 96 Ton
- P_{all} Butler dan Hoy = 62,4 Ton

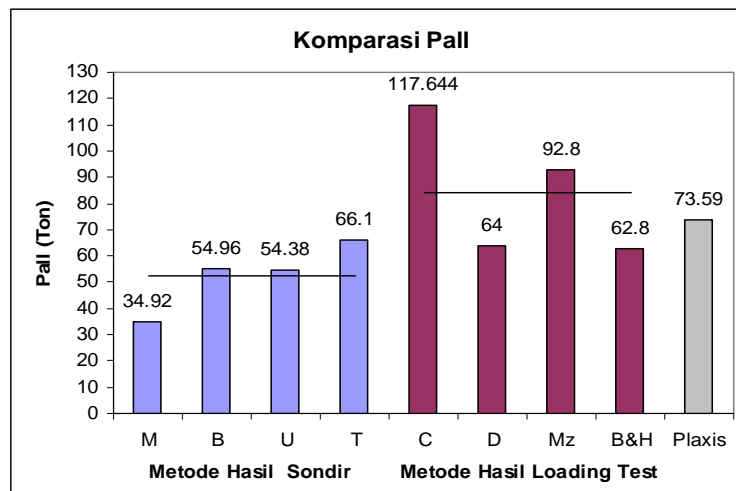
Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan loading test sebesar 79,41 Ton.

Sehingga didapatkan koefisien pengali (k_p) data tiang TP-53 dari jarak antara P_{all} rata-rata sondir dengan P_{all} rata-rata loading test yaitu sebesar :

$$K_p = \frac{P_{all\text{rata-rata Loading Test}}}{P_{all\text{rata-rata Sondir}}}$$

$$K_p = \frac{79,41}{51,32} = 1,547$$

g. Data 7



Gambar 4.73 Grafik Komparasi P_{all} Data 7

Berdasarkan hasil komparasi grafik pada Gambar 4.73 diatas maka didapatkan P_{all} rata-rata sebagai berikut :

1. Perhitungan sondir

- P_{all} Mayerhoff = 34,92 Ton
- P_{all} Begemann = 54,96 Ton
- P_{all} cara umum = 54,38 Ton
- P_{all} Trofimenkove = 66,1 Ton

Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan sondir sebesar 52,59 Ton.

2. Perhitungan loading test

- P_{all} Chin FK = 117,644 Ton
- P_{all} Davisson = 64 Ton
- P_{all} Mazurkiewicz = 92,8 Ton

- P_{all} Butler dan Hoy = 62,8Ton

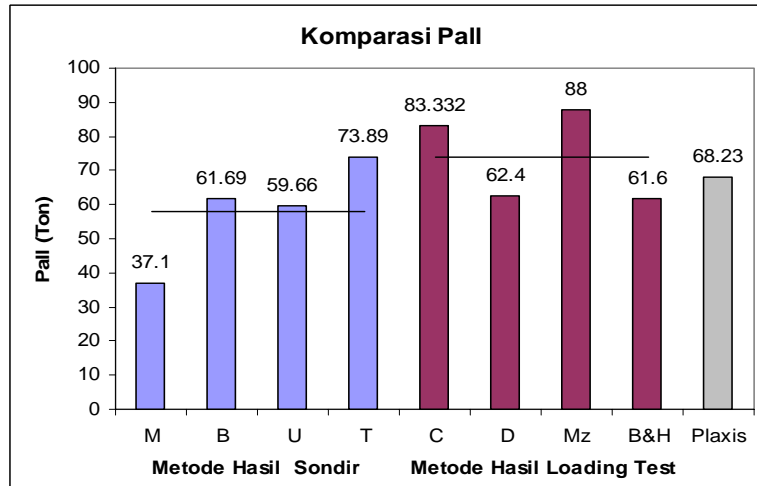
Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan loading test sebesar 84,31 Ton.

Sehingga didapatkan koefisien pengali (k_p) data tiang TP-43 dari jarak antara Pall rata-rata sondir dengan Pall rata-rata loading test yaitu sebesar :

$$K_p = \frac{P_{all\ rata-rata\ Loading\ Test}}{P_{all\ rata-rata\ Sondir}}$$

$$K_p = \frac{84,31}{52,59} = 1,603$$

h. Data 8



Gambar 4.74 Grafik Komparasi P_{all} Data 8

Berdasarkan hasil komparasi grafik pada Gambar 4.74 diatas maka didapatkan P_{all} rata-rata sebagai berikut :

1. Perhitungan sondir

- P_{all} Mayerhoff = 37,1 Ton
- P_{all} Begemann = 61,69 Ton
- P_{all} cara umum = 59,66 Ton
- P_{all} Trofimenkove = 73,89 Ton

Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan sondir sebesar 58,09 Ton.

2. Perhitungan loading test

- P_{all} Chin FK = 83,332 Ton
- P_{all} Davisson = 62,4 Ton

- $P_{all} \text{ Mazurkiewicz} = 88 \text{ Ton}$
- $P_{all} \text{ Butler dan Hoy} = 61,6 \text{ Ton}$

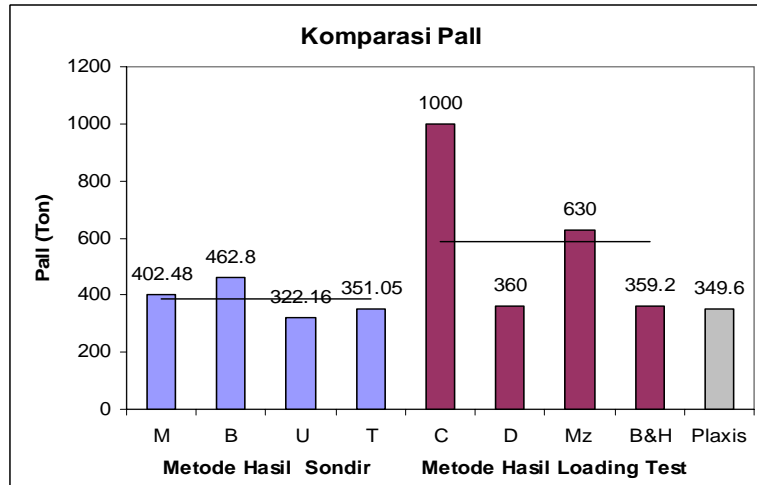
Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan loading test sebesar 73,83 Ton.

Sehingga didapatkan koefisien pengali (k_p) data tiang C-112 dari jarak antara P_{all} rata-rata sondir dengan P_{all} rata-rata loading test yaitu sebesar :

$$K_p = \frac{P_{all} \text{ rata-rata Loading Test}}{P_{all} \text{ rata-rata Sondir}}$$

$$K_p = \frac{73,83}{58,09} = 1,271$$

i. Data 9



Gambar 4.75 Grafik Komparasi P_{all} Data 9

Berdasarkan hasil komparasi grafik pada Gambar 4.75 diatas maka didapatkan P_{all} rata-rata sebagai berikut :

1. Perhitungan sondir

- $P_{all} \text{ Mayerhoff} = 402,48 \text{ Ton}$
- $P_{all} \text{ Begemann} = 462,8 \text{ Ton}$
- $P_{all} \text{ cara umum} = 322,16 \text{ Ton}$
- $P_{all} \text{ Trofimenkove} = 351,05 \text{ Ton}$

Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan sondir sebesar 384,62 Ton.

2. Perhitungan loading test

- $P_{all} \text{ Chin FK} = 1000 \text{ Ton}$

- $P_{all} \text{ Davisson} = 360 \text{ Ton}$
- $P_{all} \text{ Mazurkiewicz} = 630 \text{ Ton}$
- $P_{all} \text{ Butler dan Hoy} = 359,2 \text{ Ton}$

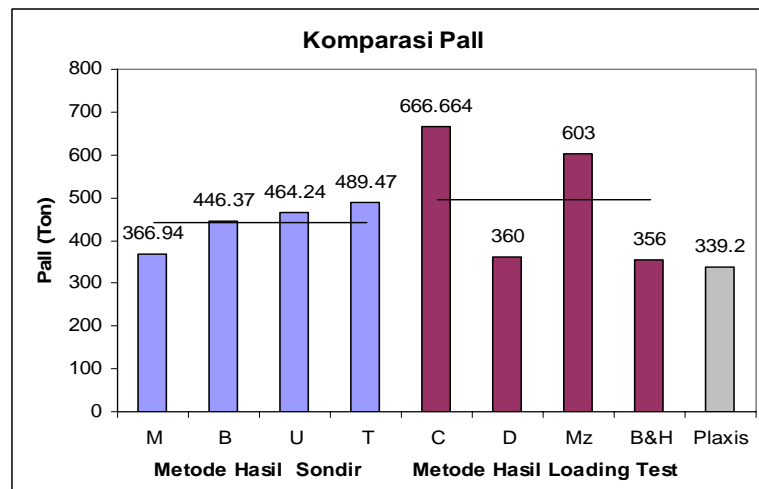
Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan loading test sebesar 587,30 Ton.

Sehingga didapatkan koefisien pengali (k_p) data tiang TP-04 dari jarak antara P_{all} rata-rata sondir dengan P_{all} rata-rata loading test yaitu sebesar :

$$K_p = \frac{P_{all \text{ rata-rata Loading Test}}}{P_{all \text{ rata-rata Sondir}}}$$

$$K_p = \frac{587,30}{384,62} = 1,527$$

j. Data 10



Gambar 4.76 Grafik Komparasi P_{all} Data 10

Berdasarkan hasil komparasi grafik pada Gambar 4.76 diatas maka didapatkan P_{all} rata-rata sebagai berikut :

1. Perhitungan sondir

- $P_{all} \text{ Mayerhoff} = 366,94 \text{ Ton}$
- $P_{all} \text{ Begemann} = 446,37 \text{ Ton}$
- $P_{all} \text{ cara umum} = 464,24 \text{ Ton}$
- $P_{all} \text{ Trofimenkove} = 489,47 \text{ Ton}$

Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan sondir sebesar 441,76 Ton.

2. Perhitungan loading test

- P_{all} Chin FK = 666,664 Ton
- P_{all} Davisson = 360 Ton
- P_{all} Mazurkiewicz = 603 Ton
- P_{all} Butler dan Hoy = 356 Ton

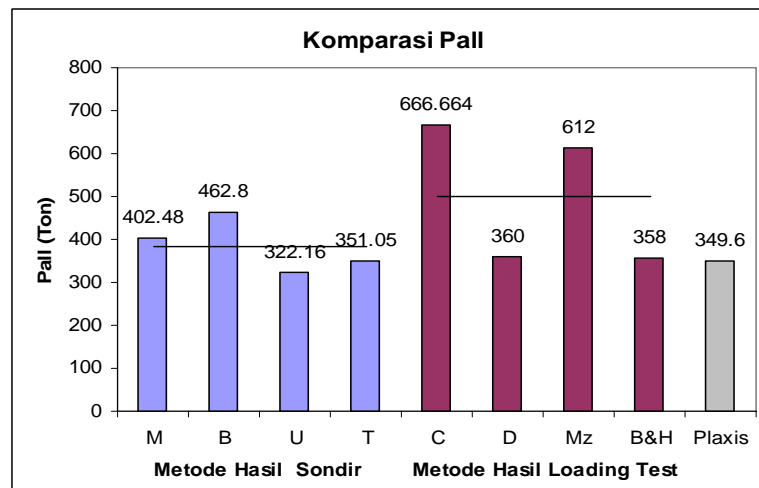
Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan loading test sebesar 496,42 Ton.

Sehingga didapatkan koefisien pengali (k_p) data tiang TP-05 dari jarak antara P_{all} rata-rata sondir dengan P_{all} rata-rata loading test yaitu sebesar :

$$K_p = \frac{P_{all\ rata-rata\ Loading\ Test}}{P_{all\ rata-rata\ Sondir}}$$

$$K_p = \frac{496,42}{441,76} = 1,123$$

k. Data 11



Gambar 4.77 Grafik Komparasi P_{all} Data 11

Berdasarkan hasil komparasi grafik pada Gambar 4.77 diatas maka didapatkan P_{all} rata-rata sebagai berikut :

1. Perhitungan sondir

- P_{all} Mayerhoff = 402,48 Ton
- P_{all} Begemann = 462,8 Ton
- P_{all} cara umum = 322,16 Ton
- P_{all} Trofimenkove = 351,05 Ton

Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan sondir sebesar 384,62 Ton.

2. Perhitungan loading test

- $P_{all} \text{ Chin FK} = 666,664 \text{ Ton}$
- $P_{all} \text{ Davisson} = 360 \text{ Ton}$
- $P_{all} \text{ Mazurkiewicz} = 612 \text{ Ton}$
- $P_{all} \text{ Butler dan Hoy} = 358 \text{ Ton}$

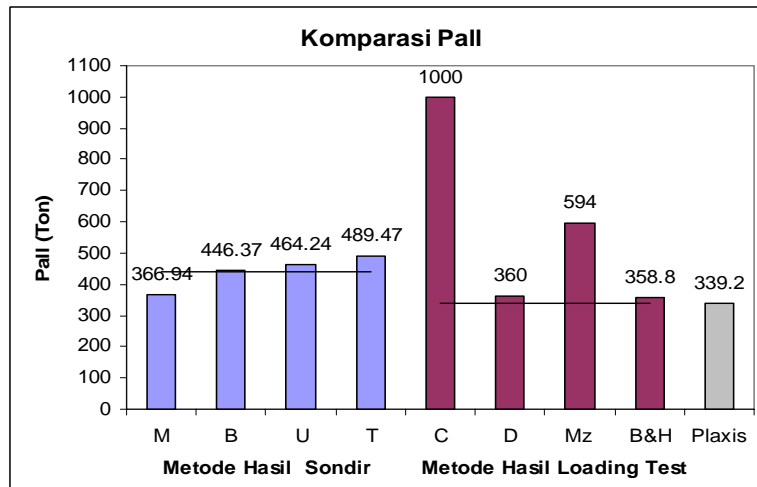
Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan loading test sebesar 499,17 Ton.

Sehingga didapatkan koefisien pengali (k_p) data tiang TP-03 dari jarak antara P_{all} rata-rata sondir dengan P_{all} rata-rata loading test yaitu sebesar :

$$K_p = \frac{P_{all \text{ rata-rata Loading Test}}}{P_{all \text{ rata-rata Sondir}}}$$

$$K_p = \frac{499,17}{384,62} = 1,298$$

1. Data 12



Gambar 4.78 Grafik Komparasi P_{all} Data 12

Berdasarkan hasil komparasi grafik pada Gambar 4.78 diatas maka didapatkan P_{all} rata-rata sebagai berikut :

1. Perhitungan sondir

- $P_{all} \text{ Mayerhoff} = 366,94 \text{ Ton}$
- $P_{all} \text{ Begemann} = 446,37 \text{ Ton}$
- $P_{all} \text{ cara umum} = 464,24 \text{ Ton}$
- $P_{all} \text{ Trofimenkove} = 489,47 \text{ Ton}$

Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan sondir sebesar 441,76 Ton.

2. Perhitungan loading test

- P_{all} Chin FK = 1000 Ton
- P_{all} Davisson = 360 Ton
- P_{all} Mazurkiewicz = 594 Ton
- P_{all} Butler dan Hoy = 358,8 Ton

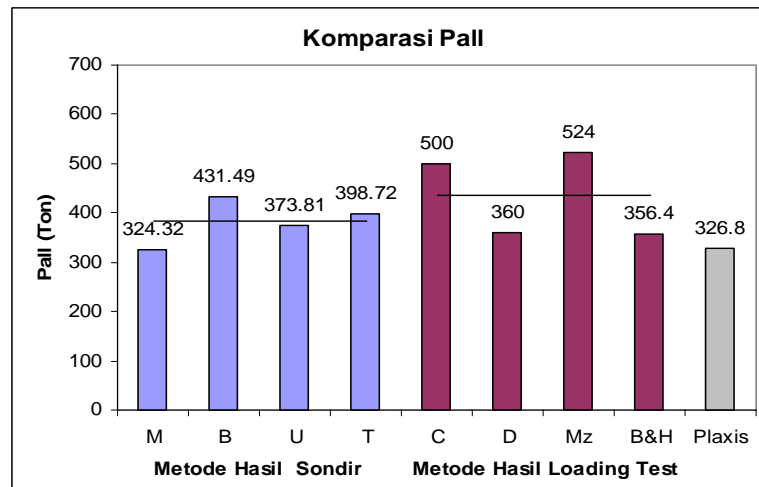
Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan loading test sebesar 578,2 Ton.

Sehingga didapatkan koefisien pengali (k_p) data tiang TP-02 dari jarak antara P_{all} rata-rata sondir dengan P_{all} rata-rata loading test yaitu sebesar :

$$K_p = \frac{P_{all\text{rata-rata Loading Test}}}{P_{all\text{rata-rata Sondir}}}$$

$$K_p = \frac{578,2}{441,76} = 1,309$$

m. Data 13



Gambar 4.79 Grafik Komparasi P_{all} Data 13

Berdasarkan hasil komparasi grafik pada Gambar 4.79 diatas maka didapatkan P_{all} rata-rata sebagai berikut :

1. Perhitungan sondir

- P_{all} Mayerhoff = 324,32 Ton
- P_{all} Begemann = 431,49 Ton
- P_{all} cara umum = 373,81 Ton

- $P_{all} \text{ Trofimenkove} = 398,72 \text{ Ton}$

Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan sondir sebesar 382,09 Ton.

2. Perhitungan loading test

- $P_{all} \text{ Chin FK} = 500 \text{ Ton}$
- $P_{all} \text{ Davisson} = 360 \text{ Ton}$
- $P_{all} \text{ Mazurkiewicz} = 524 \text{ Ton}$
- $P_{all} \text{ Butler dan Hoy} = 356,4 \text{ Ton}$

Maka P_{all} rata-rata dengan perhitungan loading test sebesar 435,10 Ton.

Sehingga didapatkan koefisien pengali (k_p) data tiang TP-01 dari jarak antara P_{all} rata-rata sondir dengan P_{all} rata-rata loading test yaitu sebesar :

$$K_p = \frac{P_{all \text{ rata-rata Loading Test}}}{P_{all \text{ rata-rata Sondir}}}$$

$$K_p = \frac{435,10}{382,09} = 1,138$$

4.6 Perhitungan Rata – rata Faktor Resistensi

Berdasarkan hasil komparasi dari beberapa data secara umum telah didapatkan koefisien pengali (k_p) dari masing-masing data, sehingga dapat diperlihatkan seperti pada Tabel 4.31 dan Tabel 4.32.

Tabel 4.31 Hasil komparasi koefisien pengali (K_p) ϕ 40

No Data	Koefisien Pengali (K_p)
1	1.419
2	1.424
3	1.429
4	1.113
5	1.34
6	1.547
7	1.603
8	1.271

Tabel 4.32 Hasil komparasi koefisien pengali (K_p) ϕ 100

No Data	Koefisien Pengali (K_p)
9	1.527
10	1.123
11	1.298
12	1.309

Untuk mengetahui seberapa besar nilai rata-rata dari tabel diatas, dengan memakai cara simpangan ratahan maka data-data diatas dapat di kelompokkan dan dihitung nilai rata-rata koefisien pengalinya (k_p) sebagai berikut dalam Tabel 4.33.

Tabel 4.33 Perhitungan simpangan ratahan k_p Tiang Pancang $\varnothing 40$

Interval Nilai	Titik Tengah (Xi)	frekuensi (fi)	di=xi-xs	fi.di
1 - 1.09	1.045	0	0.4	0
1.1 - 1.19	1.145	1	0.3	0.3
1.2 - 1.29	1.245	1	0.2	0.2
1.3 - 1.39	1.345	1	0.1	0.1
1.4 - 1.49	1.445=xs	3	0	0
1.5 - 1.59	1.545	1	-0.1	-0.1
1.6-1.69	1.645	1	-0.2	-0.2
		$\Sigma fi = 8$		$\Sigma fi.di = 0.3$

$$\bar{x} = xs + \left(\frac{\Sigma fi.di}{\Sigma fi} \right)$$

dimana : \bar{x} = nilai rata-rata
 xs = ratahan sementara
 di = simpangan xi terhadap xs

Maka nilai rata-rata koefisien pengalinya (k_p) :

$$\bar{x} = xs + \left(\frac{\Sigma fi.di}{\Sigma fi} \right)$$

$$\bar{x} = 1,445 + \left(\frac{0,3}{8} \right)$$

$$\bar{x} = 1,482 \approx 1,48$$

Dari perhitungan diatas maka bisa disimpulkan bahwa berdasarkan data-data yang diperoleh secara keseluruhan, setelah dianalisa jarak antara beban ijin (P_{all}) hasil sondir dengan loading test didapatkan nilai rata-rata koefisien pengalinya yaitu sebesar $k_p = 1,48$.

Tabel 4.34 Perhitungan simpangan ratahan k_p bore pile $\varnothing 100$

Interval Nilai	Titik Tengah (Xi)	frekuensi (fi)	di=xi-xs	fi.di
1 - 1.19	1.099	2	0.2	0.4
1.2 - 1.39	1.299=xs	2	0	0
1.4 - 1.59	1.499	1	-0.2	-0.2

$$\Sigma f_i = 5$$

$$\Sigma f_i \cdot d_i = 0.2$$

Maka nilai rata-rata koefisien pengalinya (k_p) :

$$\bar{x} = x_s + \left(\frac{\Sigma f_i \cdot d_i}{\Sigma f_i} \right)$$

$$\bar{x} = 1,299 + \left(\frac{0,2}{5} \right)$$

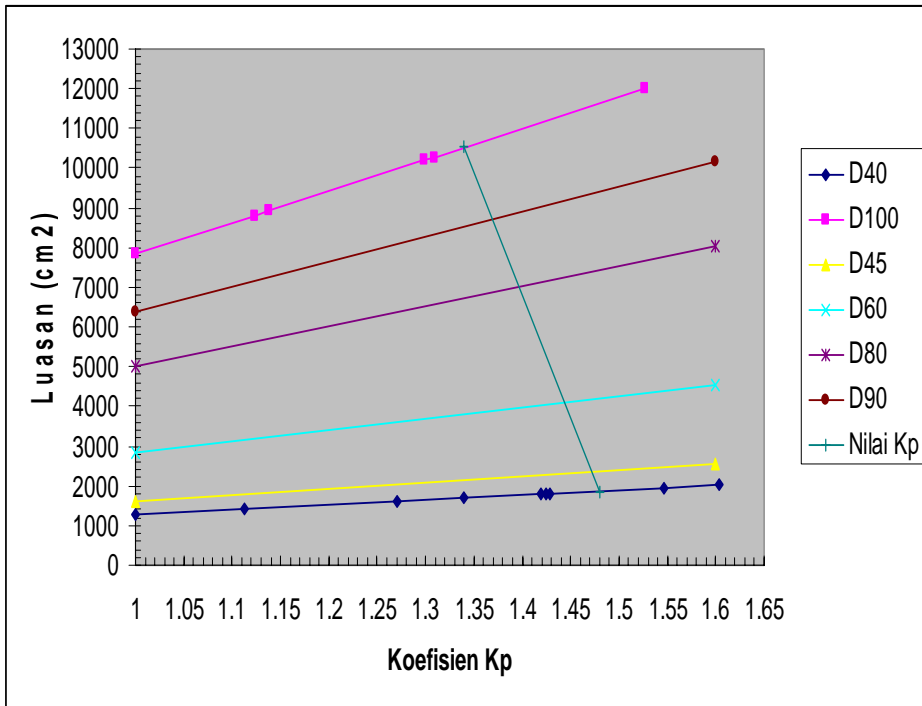
$$\bar{x} = 1,339 \approx 1,34$$

Dari perhitungan seperti pada Tabel 4.18 diatas maka bisa disimpulkan bahwa berdasarkan data-data yang diperoleh secara keseluruhan, setelah dianalisa jarak antara beban ijin (P_{all}) hasil sondir dengan loading test didapatkan nilai rata-rata koefisien pengalinya yaitu sebesar $k_p = 1,34$.

Sehingga dari rata-rata jenis tanah dari penelitian ini secara garis besar berupa tanah kohesif diantaranya jenis lanau kelempungan hingga lanau berpasir. Dimana dengan nilai $N > 10$ sehingga pada kondisi kepadatan sedang atau padat. Maka faktor resistensi koefisien pengalinya hanya untuk jenis tanah tersebut.

4.7 Korelasi nilai K_p $\varnothing 40$ - $\varnothing 100$

Dengan dasar hasil analisis $\varnothing 40$ dan $\varnothing 100$ yang didapat, maka hubungan nilai rata-rata koefisien pengalinya (k_p) dengan luasan tiang dapat digambarkan dalam bentuk grafik seperti Gambar 4.80. Sehingga bisa didapatkan korelasi nilai rata-rata k_p untuk diameter tiang antara $\varnothing 40$ dan $\varnothing 100$ dengan menarik garis perpotongan.



Gambar 4.80 Grafik Korelasi nilai Kp ϕ 40 - ϕ 100

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dengan melihat hasil yang diperoleh pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1. Jenis tanah dari penelitian ini berupa tanah kohesif diantaranya jenis lanau kelempungan hingga lanau berpasir dengan kepadatan sedang atau padat.*
- 2. Berdasarkan hasil analisis kapasitas daya dukung tiang tunggal dengan diameter 40 cm dari 8 sampel data, didapatkan nilai faktor resistensi koefisien pengalinya (k_p) sebagai berikut :*

No Data	Koefisien Pengali (K_p)
1	1.419
2	1.424
3	1.429
4	1.113
5	1.34
6	1.547
7	1.603
8	1.271

Setelah dianalisa didapatkan perbandingan beban ijin (P_{all}) hasil sondir dengan loading test sehingga nilai rata-rata koefisien pengalinya sebesar $k_p = 1,48$.

- 3. Berdasarkan hasil analisis kapasitas daya dukung tiang tunggal dengan diameter 100 cm dari 5 sampel data, didapatkan nilai k_p sebagai berikut :*

No Data	Koefisien Pengali (K_p)
9	1.527
10	1.123
11	1.298
12	1.309
13	1.138

Setelah dianalisa didapatkan perbandingan beban ijin (P_{all}) hasil sondir dengan loading test sehingga nilai rata-rata koefisien pengalinya sebesar $k_p = 1,34$.

- 4. Untuk mengetahui nilai k_p diameter tiang antara $\varnothing 40 - \varnothing 100$ dapat diperoleh dengan cara interpolasi nilai $k_p \varnothing 40 - \varnothing 100$ terhadap luasan tiang tersebut.*

5. *Komparasi nilai beban ijin perhitungan teoritis yang ada, yang menggunakan data uji laboratorium dan data sondir, rata-rata memberikan perkiraan kapasitas daya dukung tiang yang lebih kecil dari kenyataan yang dapat dipikul oleh tiang yang didapat dari uji pembebanan (loading test).*

5.2 *Saran - saran*

Saran-saran yang dapat penyusun sampaikan :

1. *Jika koefisien pengali (k_p) akan dipakai untuk aplikasi di lapangan sebaiknya digunakan Pall rata-rata dari berbagai macam rumus metode sondir, setelah itu baru dikalikan dengan k_p ini, sehingga bisa didapat nilai beban yang mendekati kondisi sebenarnya.*
2. *Faktor resistensi koefisien pengalinya (k_p) hanya berlaku untuk jenis tanah kohesif.*
3. *Karena dalam pengumpulan data-data di lapangan sangat sukar, maka penyusun menghimbau tema ini dapat dikembangkan lagi untuk penelitian selanjutnya dengan cara menambah sebanyak mungkin jumlah sampel data untuk di analisis.*
4. *Program Plaxis rata-rata masih sangat awam digunakan oleh mahasiswa teknik sipil, sehingga diperlukan suatu pengenalan cara pemakaian program ini. Dalam hal menganalisis diperlukan data yang lengkap dan valid, untuk memudahkan input serta menghasilkan output yang akurat.*

Walaupun penyusun telah berusaha dengan semaksimal mungkin dalam membuat laporan ini, namun masih banyak kekurangan sehingga penulis tetap mengharapkan saran dan masukan dari pembaca demi sempurnanya laporan ini. Semoga laporan tesis ini dapat memperluas pengetahuan kita khususnya dalam bidang teknik sipil.

DAFTAR PUSTAKA

- **Bowles, Joseph E. (1984).** *“Analisa dan Disain Pondasi Jilid 2 Edisi 3”*, Erlangga, Jakarta.
- **Bowles, Joseph E. (1997).** *“Analisa dan Disain Pondasi Jilid 1”*, Erlangga, Jakarta.
- **Bowles, Joseph E. (1997).** *“Analisa dan Disain Pondasi Jilid 2”*, Erlangga, Jakarta.
- **Departement of Transportation. (1999).** *“Static Pile Load test Manual”*, Geotechnical Engineering Bureau, New York.
- **Fellenius, Bengt H. (2001).** *“What Capacity Value to Choose From The Results a Static Loading Test”*, Deep Foundation Institute, Fulcrum.
- **Fellenius, Bengt H. (2002).** *“Murphy’s Law and The Pile Prediction Event at The 2002”*, ASCE Geoinstitute’s Deep Foundations Conference, Orlando.
- **Muhrozi. (2006).** *“Materi Kuliah Mekanika Tanah dan Pondasi Lanjut”*, Undip, Semarang.
- **Plaxis, Tutorial Manual. (1998).** *“Finite Element Code For Joint and Rock Analysis Version 7.2 ”Delft, Netherlands.*
- **Prakash, S., and Sharma, H.D. (1990).** *“Pile Foundations in Engineering Practice”*, John Wiley and Sons inc, New York.
- **Rudi Iskandar. (2002).** *“Beberapa Kendala Teori Perhitungan Daya Dukung Aksial Pondasi Dalam”*, USU, Sumatra Utara.
- **Salgado, Rodrigo. et al. (1999).** *“Pile Design Based On Cone Penetration Test Result”*, Purdue University, Indiana.
- **Sardjono, H.S. (1991).** *“Pondasi Tiang Pancang II”*, Sinar Wijaya, Surabaya.