

Studi Perbandingan Daya Dukung Aksial Tiang Pancang Tunggal Persegi Berdasarkan Hasil Uji Pembebanan Statik (SLT) dan Uji PDA pada Pembangunan Apartemen Loftville City Kota Tangerang Selatan

Fadhila Muhammad Libasut Taqwa¹, Redho Muktadir², Feril Hariati³, Muhamaad Lutfi⁴, Ande Apriliyandi⁵

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Email: ¹fadhila.muhammad@uika-bogor.ac.id; ²redhomuktadir@uika-bogor.ac.id;

³feril.hariati@uika-bogor.ac.id; ⁴mlutfi@ft.uika-bogor.ac.id; ⁵andeapriliyandi07@gmail.com

ABSTRAK

Fondasi dalam (*deep foundation*) merupakan salah satu elemen yang sangat penting pada konstruksi bangunan tinggi karena beban bangunan yang besar akan dipikul sepenuhnya oleh fondasi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang prediksi daya dukung aksial tiang pancang tunggal melalui pendekatan matematis berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan. Daya dukung aksial rencana diperkirakan melalui analisis hasil investigasi tanah (uji N-SPT, uji sondir, dan hasil penyelidikan laboratorium). Daya dukung aksial aktual diperoleh melalui interpretasi hasil uji beban statis (*Static Loading Test*) dengan metode Davisson, Mazurkiewicz, dan Chin, dan hasil uji beban PDA (*Pile Driving Analyzer*) dianalisis dengan menggunakan aplikasi CAP-WAP. Analisis dilakukan pada tiang pancang tunggal dengan dimensi 40x40 cm² pada proyek pembangunan Apartemen Loftville City, Kota Tangerang Selatan. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diperoleh daya dukung aksial rencana sebesar 131,3 ton, sedangkan besar daya dukung rerata berdasarkan hasil interpretasi SLT pada tiga tiang uji dengan metode Davisson, Mazurkiewicz, dan Chin berturut – turut sebesar 161,7; 205,4; dan 98,8 ton. Hasil analisis dibandingkan terhadap hasil uji PDA, yang menunjukkan nilai daya dukung sebesar 290,1 ton, sehingga nilai daya dukung rencana berdasarkan memiliki BCR berturut-turut sebesar 65,70% dan 45,26%, dan nilai BCR berdasarkan hasil interpretasi uji SLT berturut-turut sebesar 55,73%, 70,78% dan 34,06%. Nilai BCR yang tidak mendekati 100% dapat terjadi dikarenakan adanya kekeliruan dalam penentuan daya dukung rencana sebesar 131 ton yang jauh berada di bawah nilai daya dukung aktual berdasarkan hasil uji PDA. Nilai daya dukung rencana kemudian dikoreksi menjadi 100 ton dan dipergunakan sebagai beban 100% rencana pada uji beban statis, sehingga hasil interpretasi juga memperlihatkan hasil BCR yang tidak terlalu akurat.

Kata Kunci: *daya dukung aksial tiang pancang tunggal, interpretasi uji beban statik (SLT), uji PDA (Pile Driving Analyzer), BCR (Perbandingan kapasitas daya dukung)*

ABSTRACT

The deep foundation is one of the most important elements in the construction of high-rise buildings because the weight of the building will be fully borne by the foundation. This study aims to provide an overview of the prediction of the axial bearing capacity of single piles through a mathematical approach based on the results of the tests performed. The design axial bearing capacity is estimated through analysis of soil investigation results (N-SPT test results, DCPT test results, and laboratory investigation results), while the actual axial bearing capacity is obtained through interpretation of the Static Loading Test (SLT) results using the Davisson, Mazurkiewicz, and Chin methods and the results of the PDA (Pile Driving Analyzer) load test were analyzed using the CAP-WAP application. The analysis was carried out on single piles with dimensions of 40x40 cm², located in the Loftville City Apartment development project, South Tangerang City. Based on the results of the analysis that has been carried out, the planned axial bearing capacity is 131.3 tons, while the average carrying capacity based on the results of SLT interpretation on three tested piles using the Davisson, Mazurkiewicz, and Chin methods are 161.7; 205.4; and 98.8 tons. The results of the analysis are compared to the results of the PDA test, which shows a bearing capacity value of 290.1 tons, so the BCR values are 65.70% and 45.26% respectively. The BCR value is based on the results of the interpretation of the SLT test successively - respectively by 55.73%, 70.78%, and 34.06%. The BCR value which is not close to 100% may occur due to an error in determining the planned carrying capacity of 131 tons which is far below the actual carrying capacity value based on the PDA test results. The design carrying capacity value is then corrected to 100 tons and used as the 100% design load in the static load test so that the interpretation results also show BCR results that are not very accurate.

Key words: *axial bearing capacity, single piles, interpretation of Static Loading Test (SLT), PDA (Pile Driving Analyzer) test, BCR (Bearing Capacity Ratio).*

Submitted:	Reviewed:	Revised	Published:
25 Jan 2023	15 May 2023	18 June 2023	01 August 2023

PENDAHULUAN

Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Tangerang Selatan No. 15 tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Tangerang Selatan tahun 2011 - 2031, Kota Tangerang Selatan sebagai bagian dari Kawasan Strategis Nasional Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi, Puncak, Cianjur (Jabodetabekpunjur) memiliki salah satu peran sebagai pusat pelayanan pendidikan, perumahan, perdagangan dan jasa, yang kemudian membutuhkan berbagai infrastruktur kota yang layak, seperti: hunian, pasar, perkantoran, energi dan gedung pelayanan pendidikan dan sosial. Namun, kebutuhan akan pembangunan fasilitas tersebut dibatasi oleh ketersediaan lahan yang terbatas, sehingga perkembangan kota diarahkan ke arah pembangunan vertikal, sebagai contohnya adalah pembangunan hunian komunal bertingkat tinggi (rumah susun dan apartemen). (Setiawan, 2013)

Pembangunan gedung bertingkat tinggi perlu direncanakan dengan baik, mengingat bahwa elemen struktur akan menerima beban yang sangat besar, baik di arah aksial (beban gravitasi, beban kerja), mau pun di arah lateral (beban angin dan gempa), yang pada akhirnya akan diteruskan ke struktur fondasi.

Dengan demikian, fondasi dalam (*deep foundation*) merupakan salah satu elemen yang sangat penting pada konstruksi bangunan tinggi karena beban bangunan yang besar akan dipikul sepenuhnya oleh fondasi tersebut (Mishra et al., 2019). Untuk memastikan fondasi tiang pancang sesuai dengan kapasitas daya dukung rencana, maka pada tiang pancang tersebut dilakukan *loading-test*, yaitu pengujian terhadap fondasi tiang pancang yang bertujuan untuk mengetahui daya dukung aktual fondasi tersebut di lapangan. (Lim, 2014). Pengujian Beban Statik (*Static Loading Test [SLT]*) dimaksudkan untuk memperoleh nilai daya dukung aktual pada fondasi dalam, seperti tiang pancang (*pile foundation*), atau fondasi bor (*bored piles*). Pengujian SLT mengacu pada: ASTM D1143 *Standard Test Method for Piles under Static Axial Compressive Load*. (Silitonga & Iskandar, 2017).

Pengujian beban statik melibatkan pemberian beban statik dan pengukuran pergerakan tiang. Beban-beban umumnya diberikan secara bertahap dan penurunan tiang diamati. Umumnya definisi keruntuhan yang diterima dan dicatat untuk interpretasi lebih lanjut adalah bila di bawah suatu beban konstan, tiang terus-menerus mengalami penurunan. Pembebanan diberikan pada tiang dengan menggunakan dongkrak hidrolik. Pergerakan tiang dapat diukur dengan

menggunakan satu set *dial gauges* yang dipasang pada kepala tiang. (Wibisono et al., 2019)

Interpretasi dari hasil uji pembebanan statik merupakan bagian yang cukup penting untuk mengetahui respon tiang pada selimut dan ujungnya serta besar daya dukung ultimitnya. Saat pelaksanaan interpretasi perlu diperhatikan juga cara penentuan daya dukung ultimit, karena setiap metode dapat memberikan hasil yang berbeda. (Harasid et al., 2018; Yulianawati & Rahayu, 2018)

Pengujian daya dukung tiang dapat pula dilakukan dengan metode pengujian dinamis. Pengujian dinamis tiang pancang (uji PDA) didasarkan pada analisis gelombang satu dimensi yang dihasilkan ketika tiang dipukul dengan palu yang sesuai. (Ginting et al., 2019; Warouw et al., 2022) Dua jenis instrumen diperlukan untuk kepentingan pengujian dinamis tiang pancang. Satu set akselerometer dan satu set transduser regangan dipasang di bagian atas tiang. (Momeni et al., 2013; Pratama et al., 2019; Putra & Hidayat, 2014).

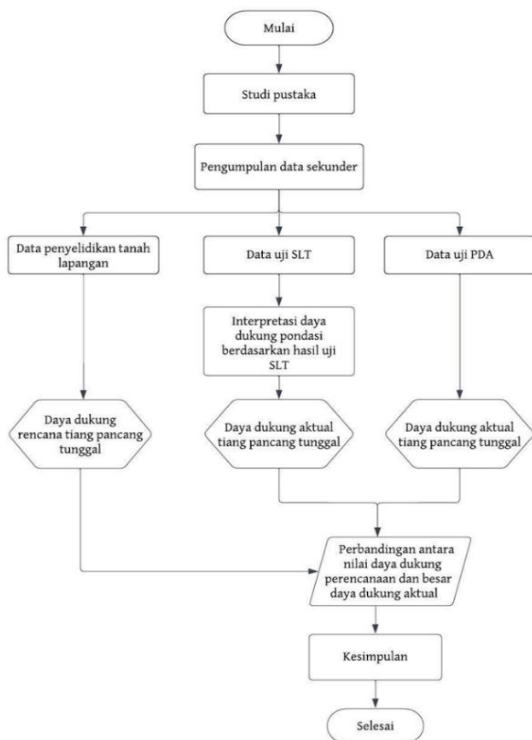
Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang prediksi daya dukung aksial tiang pancang tunggal pada pembangunan gedung apartemen di kota Tangerang Selatan, melalui pendekatan yang berbeda. Daya dukung aksial rencana diperkirakan melalui hasil investigasi tanah (hasil uji N-SPT, uji sondir, dan hasil penyelidikan laboratorium), sedangkan daya dukung aksial aktual diperoleh melalui interpretasi hasil uji beban statis, dan uji beban PDA. (Lim, 2014; Rahman et al., 2022)

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan dalam beberapa tahapan, yakni perhitungan daya dukung aksial rencana berdasarkan hasil uji N-SPT, uji sondir, dan hasil penyelidikan laboratorium, (Das, 2007; Terzaghi dkk., 2009) interpretasi hasil uji SLT dan pembacaan hasil uji PDA.

Data hasil penyelidikan tanah kemudian dianalisis untuk memperoleh nilai daya dukung rencana tiang pancang, dan berdasarkan data hasil pengujian SLT, dilakukan interpretasi daya dukung aktual dengan mempergunakan metode Chin, Davisson dan Mazurkiewicz. Hasil analisis dan interpretasi data kemudian didiskusikan dan dibuat kesimpulan. Diagram alir penelitian diperlihatkan pada **Gambar 1**.

Bagan alir penelitian

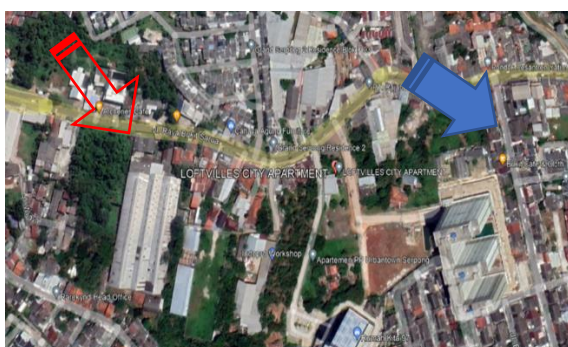


Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Perbandingan daya dukung hasil interpretasi terhadap daya dukung ujung aktual dilakukan untuk memperoleh nilai *BCR* (*Bearing Capacity Ratio*). Nilai *BCR* menjadi acuan dalam penentuan daya dukung dari metode yang dipakai dapat mendekati daya dukung pengujian lapangan dengan PDA test. (Elkasabgy & El Naggar, 2015; Ramadhan et al., 2022). Menurut Prama et al., (2015), *BCR* hasil perhitungan yang mendekati angka 100% adalah persamaan dengan nilai daya dukung yang paling mendekati nilai beban aktual.

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di proyek pembangunan Gedung Apartemen Loftville City yang terletak di Jl. Raya Bukit Serua, Kec. Serua, Kota Tangerang Selatan, seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2 Lokasi Pembangunan apartemen Loftville Ciy, Kota Tangerang Selatan.

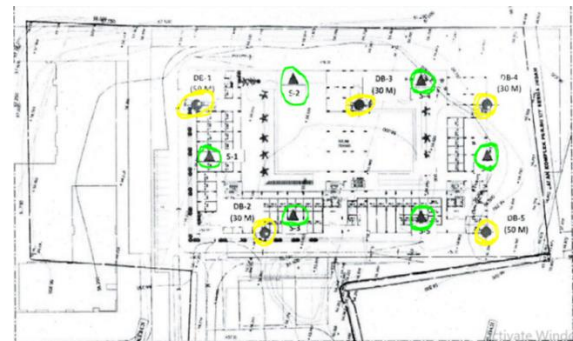
Data bangunan adalah sebagai berikut:

- Fungsi bangunan : Apartemen
- Jumlah lantai : Tower A : 18 lapis
Tower B : 20 lapis
Podium : 1 lapis
- Tinggi bangunan : Lt. G – Lt. 1 : 3,50 m
Lt. 1 – Lt. 2 : 4,50 m
Lt. Tipikal : 2,80 m
- Jenis struktur : Struktur beton bertulang
- Jenis fondasi : Fondasi Tiang Pancang Beton Persegi 40 x 40 cm

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penyelidikan Tanah

Pengujian SPT dan DCPT (sondir) masing-masing dilaksanakan sebanyak 5 (lima) titik, yang diperlihatkan pada gambar 3.



(sumber: data proyek)

Gambar 3 Titik pengujian SPT dan DCPT (sondir)

Stratifikasi dan Nilai SPT pada setiap lapisan tanah diperlihatkan pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Stratifikasi tanah dasar

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	N _{SPT}
0,0 – 4,0	Lempung kelanauan kaku	10 – 24
4,0 – 7,0	Lanau Kelempungan kaku	24 – 41
7,0 – 11,5	Lanau Kelempungan kaku hingga keras	41 - >60
11,5 – 26,0	Lanau Kelempungan keras membatu	>60 - 48
26,0 – 30,0	Lanau Kelempungan sangat keras membatu	48 – 22

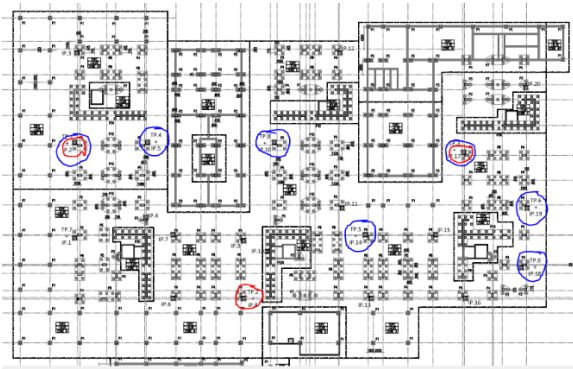
(sumber: data proyek)

Berdasarkan hasil uji SPT tersebut, ditetapkan kedalaman rencana fondasi sebesar 12 meter dari permukaan tanah (*CoL*). Besar daya dukung fondasi rencana persegi 40x40 cm² yang dihitung dengan metode Meyerhof adalah sebesar 190,9 ton, sedangkan berdasarkan metode Guy-Sangrelatt adalah sebesar 131,3 ton, sehingga digunakan nilai daya dukung rencana sebesar 131,3 ton.

Hasil Pengujian PDA (*Pile Driving Analyzer*)

Pengujian PDA (*Pile Driving Analyzer*) dilaksanakan pada 7 (tujuh) titik tiang pancang.

Sebaran titik pengujian SLT diperlihatkan pada **Gambar 4** di bawah ini.



(sumber: data proyek)

Gambar 4 Titik pengujian PDA dan SLT (sondir)

Berdasarkan hasil pengujian PDA yang telah dilakukan, daya dukung aktual tiang pancang diperlihatkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Hasil pengujian PDA

No. Pile	PDA Bearing Caps. (ton)	End Bearing (ton)	CAPWAP Friction (ton)	Total (ton)
TP-059	271	127	146	272
TP-784	237	69	178	247

No. Pile	PDA Bearing Caps. (ton)	End Bearing (ton)	CAPWAP Friction (ton)	Total (ton)
TP-239	215	74	164	238
TP-637	343	104	154	359
TP-909	368	265	128	393
TP-403	350	77	310	387
TP-247	247	70	173	243
Rata-rata	290,1	112,29	173	305,57

(sumber: analisis PDA, PT. MKA)

Dari tabel 2, diperlihatkan bahwa nilai daya dukung ijin ultimit rata-rata tiang pancang tunggal dengan dimensi 40 x40 cm berdasarkan hasil PDA dan CAPWAP berturut – turut sebesar 290,14 ton dan 305,6 ton.

Data Pengujian Static Loading Test

Pengujian Beban Statis (*Static Loading Test*) pada lokasi Apartemen Loftvilles Tangerang Selatan, dilaksanakan dengan metode *Vibrating Wire Load*. Beban uji 100% ditetapkan sebesar 100 ton. Pengujian SLT dilaksanakan pada 3 (tiga) titik Tiang Pancang dengan dimensi 40 x 40 cm.

Besar pembebanan dan hasil pengujian *Loading Test* diperlihatkan pada **Tabel 3 dan Tabel 4** di bawah ini:

Tabel 3 Uji pembebanan siklis tiang pancang tunggal

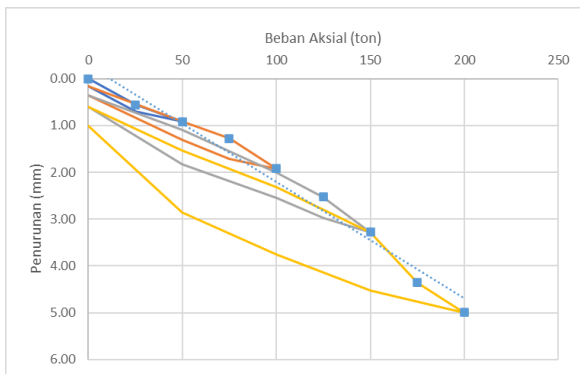
Cycle	Load			Average Settlement (mm)		
	(%)	Ton	Psi	TP-059	TP-362	TP-784
1	0,0%	-	-	-	-	-
	25,0%	25,00	242,50	56,25	0,21	0,61
	50,0%	50,00	485,00	94,75	0,37	1,32
	25,0%	25,00	242,50	65,75	0,32	1,23
2	0,0%	-	-	12,00	0,04	0,17
	50,0%	50,00	485,00	92,75	0,37	1,44
	75,0%	75,00	727,50	128,75	0,66	1,92
	100,0%	100,00	970,00	193,75	0,97	2,88
	75,0%	75,00	727,50	170,75	0,87	2,76
	50,0%	50,00	485,00	130,50	0,64	2,06
3	0,0%	-	-	27,75	0,14	0,35
	50,0%	50,00	485,00	109,75	0,58	1,54
	100,0%	100,00	970,00	200,75	1,06	3,04
	125,0%	125,00	1.212,50	252,75	1,34	3,75
	150,0%	150,00	1.455,00	328,50	1,72	4,61
	125,0%	125,00	1.212,50	297,25	1,54	4,52
	100,0%	100,00	970,00	254,75	1,31	3,84
	50,0%	50,00	485,00	182,00	0,92	2,44
4	0,0%	-	-	55,00	0,20	0,56
	50,0%	50,00	485,00	153,50	0,64	1,97
	100,0%	100,00	970,00	232,75	1,23	3,45
	150,0%	150,00	1.455,00	332,00	1,86	4,71
	175,0%	175,00	1.697,50	441,00	2,18	5,53
	200,0%	200,00	1.940,00	526,75	2,92	6,73
	150,0%	150,00	1.455,00	451,25	2,37	6,05
	100,0%	100,00	970,00	374,75	1,74	4,93
	50,0%	50,00	485,00	245,00	1,31	3,44
	0,0%	-	-	100,50	0,41	1,17

Tabel 4 Rekapitulasi hasil pengujian loading Test

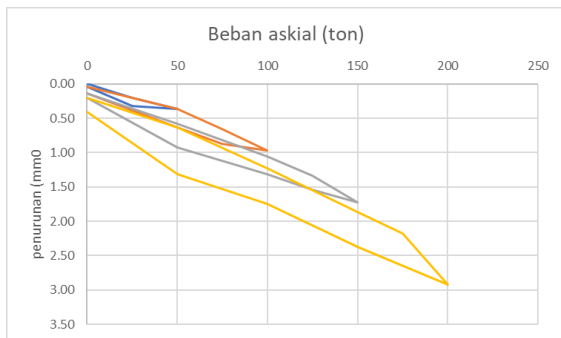
Load (%)	Load		Average Settlement (mm)		
	Ton	Psi	TP-059	TP-362	TP-784
0,0%	0	0	0	0	0
25,0%	25,00	242,50	0,56	0,20	0,61
50,0%	50,00	485,00	0,95	0,36	1,32
75,0%	75,00	727,50	1,29	0,65	1,92
100,0%	100,00	970,00	1,94	0,97	2,88
125,0%	125,00	1.212,50	2,53	1,34	3,75
150,0%	150,00	1.455,00	3,29	1,72	4,61
175,0%	175,00	1.697,50	4,41	2,18	5,53
200,0%	200,00	1.940,00	5,27	2,92	6,72

(Sumber: data hasil uji SLT, Geotech Engineering)

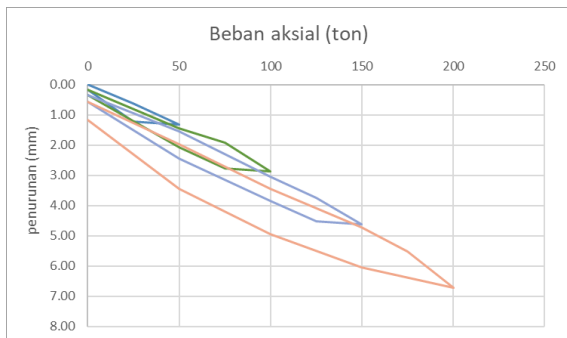
Penurunan yang terjadi akibat uji pembebanan pada fondasi, diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 5 Kurva penurunan uji loading test TP-059



Gambar 6 Kurva penurunan uji loading test TP-362



Gambar 7 Kurva penurunan uji loading test TP-784

Hasil Interpretasi Loading Test

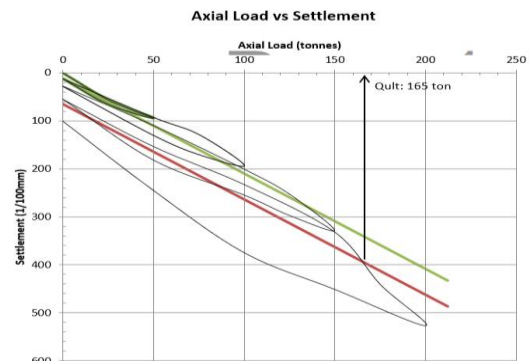
Analisis dan interpretasi data uji beban statis dengan masing-masing metode, diuraikan pada tabel-tabel di bawah ini.

a. Metoda Davisson

Interpretasi dengan metode Davisson diperlihatkan pada tabel dan gambar di bawah ini:

Tabel 5 Analisis data uji beban dengan metode Davisson pada TP-059

Q (ton)	Q (KN)	Settlement		$D = \frac{Q_{va}L}{AE}$	D + x
		mm	inch		
0,0	0,0	0,00	0,000	0,0000	0,2812
25,0	222,5	0,56	0,022	0,2756	0,5569
50,0	445,0	0,95	0,037	0,5513	0,8325
75,0	667,5	1,29	0,051	0,8269	1,1081
100,0	890,0	1,94	0,076	1,1025	1,3837
125,0	1112,5	2,53	0,100	1,3781	1,6594
150,0	1335,0	3,29	0,129	1,6538	1,9350
175,0	1557,5	4,41	0,174	1,9294	2,2106
200,0	1780,0	5,27	0,207	2,2050	2,4862

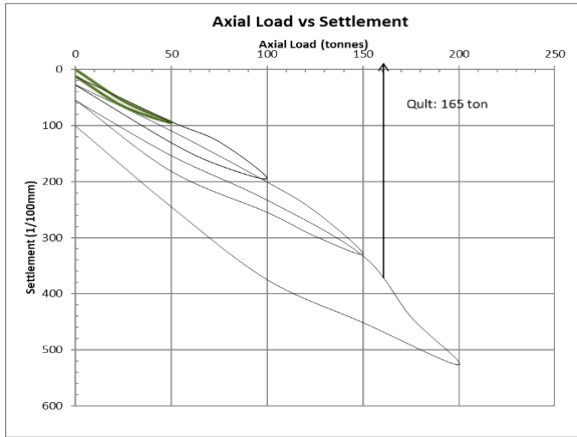


Gambar 8 Kurva Beban vs Penurunan dengan Metode Davisson TP-059

Berdasarkan Gambar 8, nilai daya dukung (Q_{ult}) tiang pancang adalah sebesar 165 ton.

Tabel 6 Analisis data uji beban dengan metode Davisson pada TP-362

Q (ton)	Q (KN)	Settlement		$D = \frac{Q_{va}L}{AE}$	D + x
		mm	inch		
0,0	0,0	0,00	0,000	0,0000	0,2812
25,0	222,5	0,21	0,008	0,2756	0,5569
50,0	445,0	0,37	0,014	0,5513	0,8325
75,0	667,5	0,66	0,026	0,8269	1,1081
100,0	890,0	0,97	0,038	1,1025	1,3837
125,0	1112,5	1,34	0,053	1,3781	1,6594
150,0	1335,0	1,77	0,070	1,6538	1,9350
175,0	1557,5	2,18	0,086	1,9294	2,2106
200,0	1780,0	2,92	0,115	2,2050	2,4862

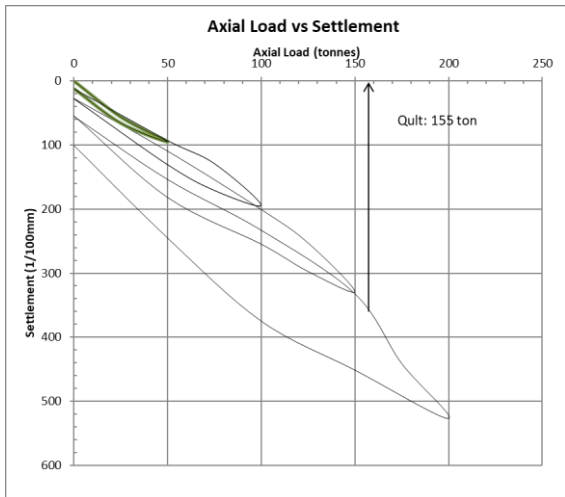


Gambar 9 Kurva Beban vs Penurunan dengan Metode Davisson TP-362

Berdasarkan **Gambar 9**, nilai daya dukung (Q_{ult}) tiang pancang adalah sebesar 165 ton.

Tabel 7 Analisis data uji beban dengan metode Davisson TP-784

Q (ton)	Q (kN)	Settlement mm	Settlement inch	$D = \frac{Q_{va}L}{AE}$	D + x
0,0	0.0	0.00	0.000	0.0000	0.2812
25,0	222.5	0.61	0.024	0.2756	0.5569
50,0	445.0	1.32	0.052	0.5513	0.8325
75,0	667.5	1.92	0.076	0.8269	1.1081
100,0	890.0	2.88	0.113	1.1025	1.3837
125,0	1112.5	3.74	0.147	1.3781	1.6594
150,0	1335.0	4.61	0.181	1.6538	1.9350
175,0	1557.5	5.27	0.207	1.9294	2.2106
200,0	1780.0	6.72	0.265	2.2050	2.4862



Gambar 10 Kurva Beban vs Penurunan dengan Metode Davisson TP-784

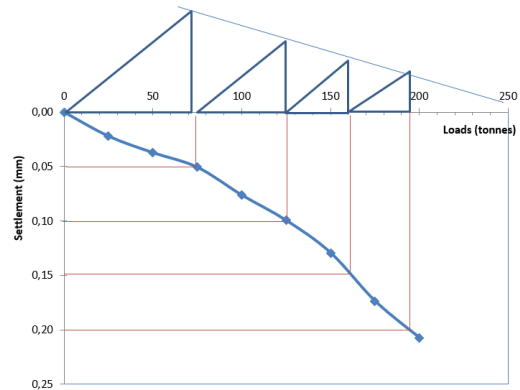
Berdasarkan gambar 10, nilai daya dukung (Q_{ult}) tiang pancang adalah sebesar 155 ton.

b. Metode Mazurkiewicz

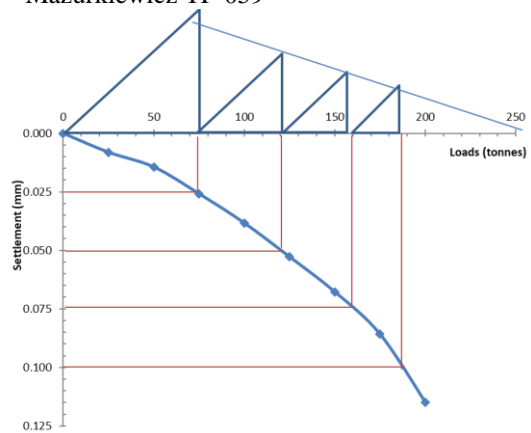
Interpretasi dengan metode Mazurkiewicz diperlihatkan pada **Tabel 8** dan gambar di bawah ini:

Tabel 8 Analisis data uji beban dengan metode Mazurkiewicz

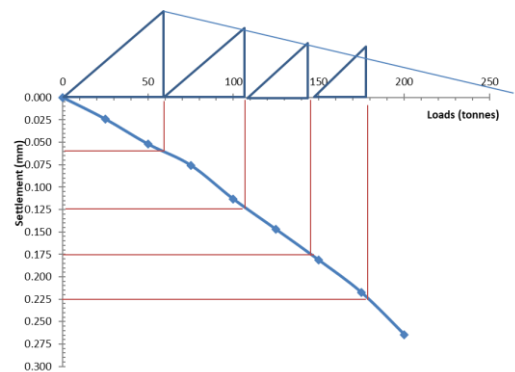
Q (ton)	Settlement (mm)		
	TP-059	TP-362	TP-784
0,0	0,00	0,000	0,00
25,0	0,56	0,205	0,610
50,0	0,95	0,365	1,317
75,0	1,29	0,655	1,922
100,0	1,94	0,973	2,880
125,0	2,53	1,340	3,745
150,0	3,29	1,723	4,610
175,0	4,40	2,180	5,527
200,0	5,00	2,918	6,725



Gambar 11 Kurva Beban vs Penurunan dengan Metode Mazurkiewicz TP-059



Gambar 12 Kurva Beban vs Penurunan dengan Metode Mazurkiewicz TP-362



Gambar 13 Kurva Beban vs Penurunan dengan Metode Mazurkiewicz TP-784

Berdasarkan gambar di atas, nilai daya dukung (Q_{ult}) tiang pancang dengan faktor reduksi sebesar 80% dapat diperlihatkan pada tabel 9.

Tabel 9 Rekapitulasi nilai daya dukung terkoreksi dengan metode Mazurkiewicz

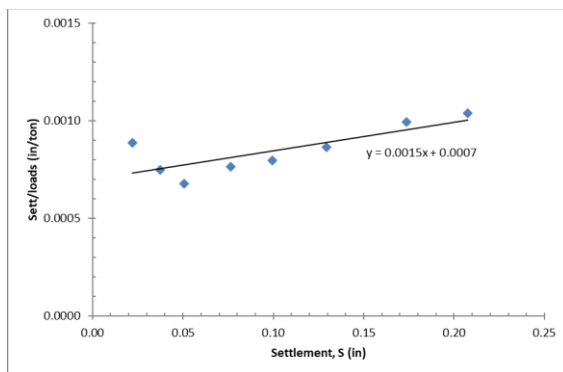
No. Pile	Qu (ton)	Qu (corr.)
TP-059	255	204
TP-362	250	200
TP-784	265	212
Rata – rata		205,3

c. Metode Chin

Interpretasi dengan metode Chin diperlihatkan pada **Tabel 10** dan **Gambar 14** di bawah ini:

Tabel 10 Analisis data uji beban dengan metode Chin TP-059

Q (ton)	D		D/Q
	mm	in	
0	0,000	0,000	
25,00	0,563	0,02215	0,00089
50,00	0,920	0,03622	0,00072
75,00	1,275	0,05019	0,00067
100,00	1,925	0,07579	0,00076
125,00	2,528	0,09951	0,00079
150,00	3,278	0,12903	0,00086
175,00	4,358	0,17155	0,00098
200,00	4,993	0,19655	0,00098



Gambar 14 Kurva Beban vs Penurunan dengan Metode Chin pada TP-059

Berdasarkan **Gambar 14**, dapat diperlihatkan bahwa:

$$C_1 = 0.0015$$

$$C_2 = 0.0007$$

$$Q_{v-ult} = 1/C_1$$

$$Q_{v-ult} = 666,67 \text{ ton}$$

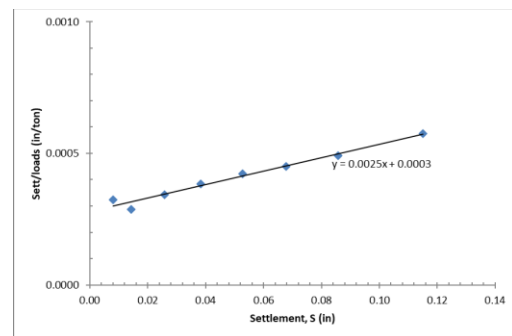
$$(Q_{ult}) = Q_{v-ult} \Delta / (\Delta + (Q_{v-ult} C_2))$$

$$(Q_{ult}) = 93,7 \text{ ton}$$

Dengan demikian, nilai daya dukung (Q_{ult}) = 93,7 ton.

Tabel 11 Analisis data uji beban dengan metode Chin TP-362

Q (ton)	D		D/Q
	mm	in	
0	0,000	0,00000	
25,00	0,21	0,00807	0,00032
50,00	0,37	0,01437	0,00029
75,00	0,65	0,02579	0,00034
100,00	0,97	0,03829	0,00038
125,00	1,34	0,05276	0,00042
150,00	1,72	0,06781	0,00045
175,00	2,18	0,08583	0,00049
200,00	2,92	0,11486	0,00057



Gambar 15 Kurva Beban vs Penurunan dengan Metode Chin TP-362

Berdasarkan **Gambar 15**, dapat diperlihatkan bahwa:

$$C_1 = 0.0025$$

$$C_2 = 0.0003$$

$$Q_{v-ult} = 1/C_1$$

$$Q_{v-ult} = 400,0 \text{ ton}$$

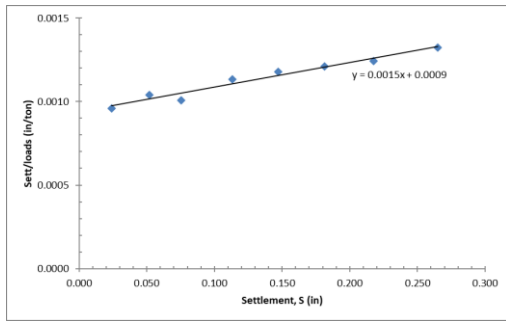
$$(Q_{ult}) = Q_{v-ult} D / (D + (Q_{v-ult} C_2))$$

$$(Q_{ult}) = 96,8 \text{ ton}$$

Dengan demikian, nilai daya dukung (Q_{ult}) = 96,8 ton.

Tabel 12 Analisis data uji beban dengan metode Chin TP-784

Q (ton)	D		D/Q
	mm	in	
0		0,00000	
25,00	0,61	0,02402	0,00096
50,00	1,32	0,05187	0,00104
75,00	1,92	0,07569	0,00101
100,00	2,88	0,11339	0,00113
125,00	3,74	0,14744	0,00118
150,00	4,61	0,18150	0,00121
175,00	5,53	0,21762	0,00124
200,00	6,73	0,26476	0,00132



Gambar 16 Kurva Beban vs Penurunan dengan Metode Chin TP-784

Berdasarkan **Gambar 16**, dapat diperlihatkan bahwa:

$$C_1 = 0.0015$$

$$C_2 = 0.0009$$

$$Q_{v-ult} = 1/C_1$$

$$Q_{v-ult} = 666,67 \text{ ton}$$

$$(Q_{ult}) = Q_{v-ult} D / (D + (Q_{v-ult} C_2))$$

$$(Q_{ult}) = 105,9 \text{ ton}$$

Dengan demikian, nilai daya dukung (Q_{ult}) = 105,9 ton.

Tabel 13 Rekapitulasi hasil interpretasi daya dukung tiang berdasarkan uji SLT

Metode	Daya Dukung (ton)			Rata-rata
	TP-059	TP-362	TP-784	
Davisson	165,0	165,0	155,0	161,7
Mazurkiewicz	204,0	200,0	212,0	205,3
Chin	93,7	96,8	105,9	98,8
Rata-rata	154,2	153,9	157,6	155,3

(sumber: analisis data, 2023)

Berdasarkan **Tabel 13** di atas, nilai daya dukung rerata dengan metode Chin menunjukkan nilai yang paling rendah apabila dibandingkan dengan metode interpretasi lainnya.

Hasil interpretasi data kemudian dibandingkan dengan daya dukung ujung aktual berdasarkan hasil uji PDA. Nilai perbandingan daya dukung (*BCR*) ditampilkan pada **Tabel 14** di bawah ini.

Tabel 14 *Bearing Capacity Ratio*

Metode Analisis	Daya dukung (ton)	BCR (%)
Daya dukung rencana		
SPT (Meyerhof)	190,6	65,70
Sondir (Guy-Sangrelatt)	131,3	45,26
Interpretasi hasil uji SLT		
Davisson	161,7	55,73
Mazurkiewicz	205,3	70,78
Chin	98,8	34,06

(sumber: analisis data, 2023)

Berdasarkan **Tabel 14** di atas, diperlihatkan bahwa nilai daya dukung rencana berdasarkan metode SPT dan sondir memiliki *BCR* berturut-turut sebesar 65,70% dan 45,26%, sedangkan nilai *BCR* berdasarkan hasil interpretasi uji SLT dengan

metode Davisson, Mazurkiewicz, dan Chin berturut-turut sebesar 55,73%, 70,78%, dan 34,06%.

Nilai *BCR* yang berada di bawah 100% menandakan bahwa tiang menerima beban di bawah kapasitas izinnnya (*under-performed*). Hal ini dapat terjadi dikarenakan adanya kekeliruan dalam penentuan daya dukung rencana yang didasarkan pada metode Guy-Sangrelatt sebesar 131 ton, yang jauh berada di bawah nilai daya dukung aktual berdasarkan hasil uji PDA. Nilai daya dukung rencana kemudian dikoreksi menjadi 100 ton dan dipergunakan sebagai beban 100% rencana pada uji beban statis, sehingga hasil interpretasi juga memperlihatkan hasil yang tidak terlalu akurat.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan bahwa daya dukung aksial rencana pada tiang pancang tunggal dengan ukuran 40x40 cm² sebesar 131 ton. Nilai daya dukung aktual berdasarkan hasil uji PDA adalah sebesar 290,1 ton. Nilai daya dukung rencana berdasarkan metode SPT dan sondir memiliki *BCR* berturut-turut sebesar 65,70% dan 45,26%, sedangkan nilai *BCR* berdasarkan hasil interpretasi uji SLT dengan metode Davisson, Mazurkiewicz dan Chin berturut-turut sebesar 55,73%, 70,78% dan 34,06%. Dengan demikian, tiang pancang berada pada kondisi *under-performed*.

Nilai *BCR* yang tidak mendekati 100% dapat terjadi dikarenakan adanya kekeliruan dalam penentuan daya dukung rencana berdasarkan metode Guy-Sangrelatt sebesar 131 ton, yang jauh berada di bawah nilai daya dukung aktual berdasarkan hasil uji PDA. Nilai daya dukung rencana kemudian dikoreksi menjadi 100 ton dan dipergunakan sebagai beban 100% rencana pada uji beban statis, sehingga hasil interpretasi juga memperlihatkan hasil *BCR* yang tidak terlalu akurat.

Rekomendasi yang dapat disampaikan adalah perlunya verifikasi dan perhatian dari seluruh pihak terhadap penentuan nilai daya dukung rencana, besar daya dukung aktual dan beban rencana saat pengujian SLT.

DAFTAR PUSTAKA

Das, B. M. (2007). *Principles of Foundation Engineering* (7th, SI ed.). Cengage Learning.
 Elkasabgy, M., & El Naggar, M. H. (2015). Axial Compressive Response of Large-Capacity Helical and Driven Steel Piles in Cohesive Soil. *Canadian Geotechnical Journal*, 52(2), 224–243. <https://doi.org/10.1139/cgj-2012-0331>

- Ginting, S. V. N. B., Irwan, I., & Nurmaidah, N. (2019). Analisa Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Overpass Sei Semayang Sta. 0+350 pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Medan-Binjai. *Journal of Civil Engineering, Building and Transportation*, 3(1), 40. <https://doi.org/10.31289/jcebt.v3i1.2460>
- Harasid, H., Roesyanto, R., Iskandar, R., & Silalahi, S. A. (2018). An Analysis of the Static Load Test on Single Square Pile of 40x40 cm², Using Finite Element Method in Rusunawa Project, Jatinegara, Jakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 126(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/126/1/012044>
- Lim, A. (2014). Evaluasi Formula Penentuan Daya Dukung Aksial Tiang Pancang Tunggal Menggunakan Data CPT Berdasarkan Metode Langsung (Direct Method). *Research Report - Engineering Science*, 2. <https://journal.unpar.ac.id/index.php/rekayasa/article/view/1095>
- Mishra, A., Sawant, V. A., & Deshmukh, V. B. (2019). Prediction of Pile Capacity of Socketed Piles Using Different Approaches. *Geotechnical and Geological Engineering*, 37(6), 5219–5230. <https://doi.org/10.1007/s10706-019-00976-0>
- Momeni, E., Maizir, H., Gofar, N., & Nazir, R. (2013). Comparative study on prediction of axial bearing capacity of driven piles in granular materials. *Jurnal Teknologi (Sciences and Engineering)*, 61(3), 15–20. <https://doi.org/10.11113/jt.v61.1777>
- Pemerintah Kota Tangerang Selatan. (2011). *Peraturan Daerah Kota Tangerang Selatan No. 15 tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Tangerang Selatan*. Pemerintah Kota Tangerang Selatan.
- Prama, H., Purwana, Y. M., & Djarwanti, N. (2015). Perbandingan Analisis Kapasitas Dukung Tiang Tunggal Pondasi Minipile Menggunakan Rumus Dinamik, Hasil Uji SPT dengan Hasil Uji PDA. *Matriks Teknik Sipil*, 3(2), 570. <https://doi.org/10.20961/mateksi.V3I2.37215>
- Pratama, G., Kawanda, A., & Wijaya, H. (2019). Studi Perubahan Daya Dukung Tiang Pancang terhadap Waktu Berdasarkan Uji Pembebanan Statik dan Dinamik. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(4), 113–122.
- Putra, H., & Hidayat, C. (2014). Perbandingan Nilai Daya Dukung Ultimit Tiang Tunggal Berdasarkan Hasil Pengujian Beban Dinamik dan Statik. *Jurnal Jalan-Jembatan*, 31(3), 162–173.
- Rahman, A. A., Hariati, F., Chayati, N., & Taqwa, F. M. L. (2022). orelasi Hasil Analisis Daya Dukung Ultimit Tiang Bor dengan Hasil Pengujian PDA (Studi kasus: Pembangunan Jalan Tol Bogor Ring Road Seksi IIIA Simpang Yasmin - Simpang Salabenda). *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 4(2), 43. <https://doi.org/10.32832/komposit.v4i2.3468>
- Ramadhan, M. N. D., Solin, D. P., & Astawa, M. D. (2022). Analisis Pengaruh Variasi Bentuk dan Variasi Dimensi Terhadap Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang pada Gedung Kuliah Bersama dan Laboratorium FEB UPN “Veteran” Jawa Timur. *Paduraksa: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 11(2), 245–252. <https://doi.org/10.22225/pd.11.2.5628.245-252>
- Setiawan, B. (2013). Kebijakan Pengembangan Permukiman Vertikal Di Provinsi Dki Jakarta. *Jurnal Ilmiah Mimbar Demokrasi*, 13(1), 29–40. <https://doi.org/10.21009/jimd.v13i1.9098>
- Silitonga, A. P., & Iskandar, R. (2017). Perbandingan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Metode Analitis dan Loading Test Terhadap Metode Elemen Hingga Menggunakan Model Mohr-Coulomb dan Soft Soil Pada Bore-Hole I (Studi Kasus Pembangunan Rusunawa Jatinegara Barat Jakarta Timur). *Jurnal Teknik Sipil USU*, 6(1). <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/jts/article/view/19433>
- Terzaghi, K., Peck, R. B., & Mesri, G. (2009). *Soil Mechanics in Engineering Practice* (3rd ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Warouw, P. J. N., Rangkang, J., & Saerang, E. J. (2022). Analisis Daya Dukung Pondasi Bored Pile Jembatan Kalasey dengan Tes PDA pada Jalan Manado Outer Ringroad III STA 9+799. *Prosiding Seminar Nasional Produk Terapan Unggulan Vokasi Politeknik Negeri Manado*, 296–306. <https://jurnal.polimdo.ac.id/index.php/semnas/article/view/394>
- Wibisono, K. M., Budiman, R. D., & Budi, G. S.

(2019). Korelasi antara Uji Tarik Pondasi Tiang dengan Uji PDA. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 8(2), 251–258. <https://doi.org/10.1080/10641197909379805>

Yuliawan, E., & Rahayu, T. (2018). Analisis Daya

Dukung dan Penurunan Pondasi Tiang Berdasarkan Pengujian SPT dan Cyclic Load Test. *Jurnal Konstruksia*, 9(2), 1–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.24853/jk.9.2.1-13>