
Analisis Balik Kapasitas Lateral Fondasi Berdasarkan PDA (Pile Drive Analyzer) Test

¹Muhammad Naufal Giffari

¹ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

*Corresponding Author:
naufalgiffari7@gmail.com

Abstrak

Metode yang dipakai pada kajian ini menggunakan aplikasi Allpile, Hasil PDA Test dan perhitungan statik yaitu rumus metode Davisson, metode Chin dan metode Davisson untuk daya dukung aksial serta metode Broms untuk daya dukung lateral. Interpretasi bebani untuk mendapatkan besarnya beban ultimit menggunakan metode Davisson, Chin dan Mazurkiewicz. Pada metode Davisson beban ultimit sebesar 232 ton, pada metode Chin beban ultimit sebesar 244 ton, pada metode Mazurkiewicz beban ultimit sebesar 232 ton.

Kata Kunci: *Fondasi Spun pile pile, daya dukung fondasi*

Abstract

The methods used in this study are Allpile application, PDA Test results and static calculations, namely the Davisson method formula, Chin method and Davisson method for axial bearing capacity and Broms method for lateral bearing capacity. Load interpretation to obtain the ultimate load using Davisson, Chin and Mazurkiewicz methods. In Davisson method the ultimate load is 232 tons, in Chin method the ultimate load is 244 tons, in Mazurkiewicz method the ultimate load is 232 tons.

Keywords: *Spun pile foundation, foundation bearing capacity.*

1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan bagian yang penting dalam suatu pekerjaan konstruksi karena setiap pekerjaan konstruksi bertopang pada tanah. Tanah memiliki jenis yang beragam. Kondisi tanah akan mempengaruhi struktur pada sebuah konstruksi yang berdiri di atasnya.

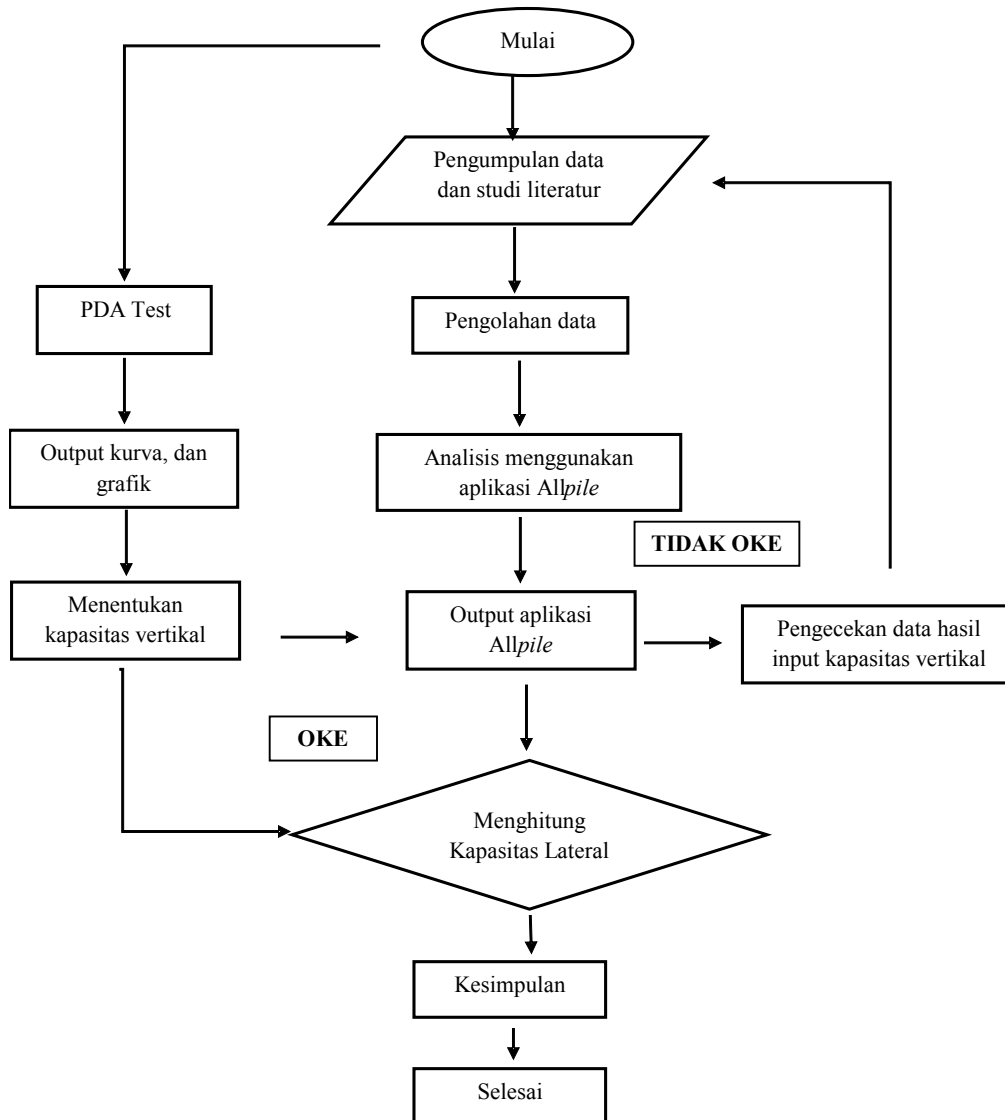
Dalam beberapa studi kasus, kegagalan pada dunia konstruksi terjadi karena kondisi tanah yang menopang sebuah jembatan tersebut. Penelitian dengan alat uji yang ada dapat membantu mendapatkan data tanah guna diproses lebih lanjut untuk menentukan struktur pada sebuah jembatan.

Jembatan merupakan salah satu infrastruktur yang membutuhkan daya dukung pada tanah sebagai struktur awal dalam konstruksi jembatan. Abutment merupakan salah satu struktur yang bersinggungan secara langsung terhadap tanah yang berada dibawahnya.

Penelitian ini berfokus pada Proyek Jalan Tol Serang-Panimbang, Banten yaitu mengenai pergeseran tanah pada abutment jembatan dengan tujuan untuk mengetahui daya dukung

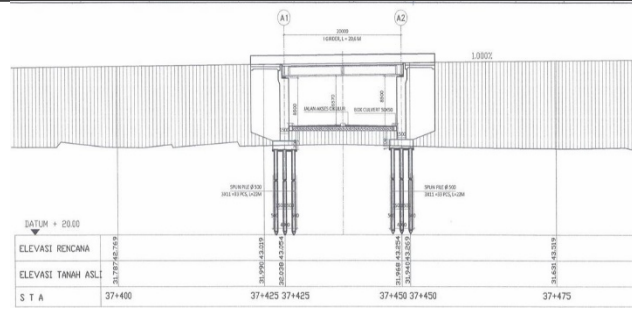
kapasitas vertical dan fondasi, menghitung daya dukung kapasitas lateral pada fondasi, dan membandingkan hasil penurunan pada PDA Test dan Allpile. Penelitian ini menggunakan aplikasi *Allpile* dan Metode *Davissan Chin* dan *Mazurkiewicz*. Perhitungan kapasitas lateral menggunakan aplikasi *Allpile* dan metode *Broms*. Perbandingan daya dukung fondasi antara hasil PDA Test dan *Allpile*.

2. METODE



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pondasi Spun Pile

Gambar 3.1. Fondasi *Spun pile* di Titik A2.13

Data Tanah

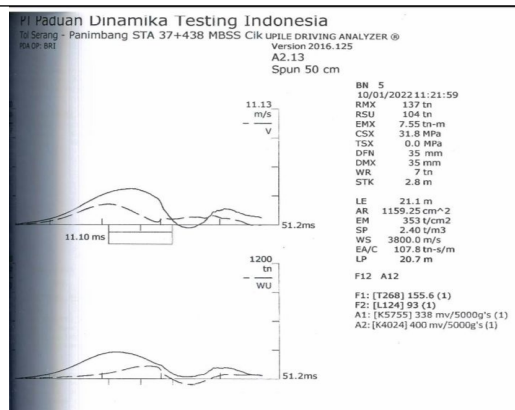
Tabel 3.1. Data N-SPT dan Parameter Tanah

Kedalaman (m)	N-SPT	Konsistensi	Rata-rata N-SPT	γ (kN/m ³)	C (kN/m ²)
0-2	2	Very soft	2	17,84	10
2-4	4	Very loose	4	17,84	10
4-6	2	Very soft	3	17,84	15
6-8	2			16,98	15
8-10	2			16,98	15
10-12	4	Soft	4	16,98	15
12-14	7	Medium stiff	7	13,58	15
14-16	12	Stiff	12	13,58	15
16-18	50	Very hard	50	13,58	15
18-20	60	Very dense	60	13,58	15
20-22	60			13,58	15

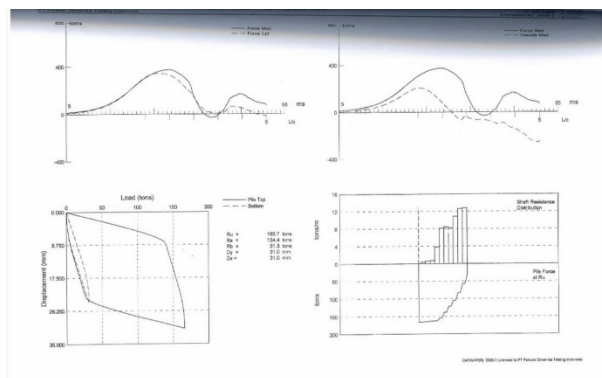
Tabel 3.1 diatas merupakan hasil N-SPT dari data proyek, sedangkan nilai koefisien parameter tanah yaitu γ (masa jenis tanah), ϕ (sudut geser dalam) dan c (kohesi tanah) yang dibutuhkan untuk analisis menggunakan aplikasi *Allpile* yang didapatkan dari hasil kalkulasi secara otomatis pada aplikasi *Allpile*.

Analisis Test PDA

Analisis Tes PDA (*Pile Drive Analyzer*) menggunakan program analisis lanjutan yaitu analisa CAPWAP (*Case Pile Wave Analysis Program*). Input yang di analisa oleh program CAPWAP yang berasal dari tes PDA antara lain daya dukung tiang (RMX), energi penurunan (EMX), penurunan tiang (DFN) dan lain sebagainya.



Gambar 3.2. Hasil Analisis Uji Tes PDA Diameter 50 cm



Gambar 3.3. Hasil Analisis CAPWAP Diameter 50 cm

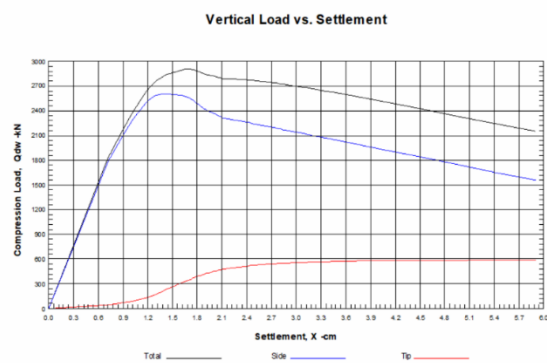
Tabel 3.2. Keterangan Kode Analisis

Kode	Keterangan	Tiang A2.13
BN	Pukulan	5
RMX	Daya dukung tiang [ton]	137
RSU	Kapasitas Tiang Ultimit	104
EMX	Energi maksimum yang ditransfer [tonm]	7.55
DMX	Penurunan maksimum [mm]	35
DFN	Penurunan permanen [mm]	35
LE	Panjang tiang dibawah instrumen [m]	21.1
AR	Luas penampang tiang	1159.25
LP	Panjang tiang tertanam [m]	20.7
Ru	Daya dukung tiang [ton]	165.7
Rs	Tahanan selimut [ton]	134.4
Rb	Tahanan ujung [ton]	31.3
Dx	Penurunan total [mm]	31.0

Tabel 3.3. Hasil Analisa CAPWAP

Nomor Tiang	CAPWAP			
	Daya Dukung			Displacement
	Total (ton)	Friksi (ton)	End Bearing (ton)	Total (mm)
A2.13	166	134	31	31

ALPIL2 Version 6.0 Software Development Company



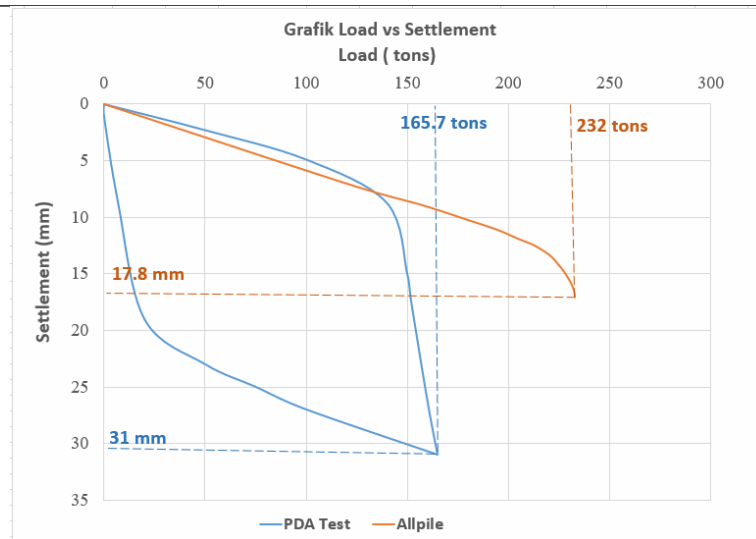
SoilTech

Figure 1

Gambar 3.4. Grafik Hubungan Beban dan Penurunan

Gambar 3.4 menunjukkan hubungan antara beban dan penurunan untuk setiap daya dukung yang dianalisis mulai dari beban awal yang diterima fondasi sampai dengan nilai beban terbesar atau daya dukung total yang ditandai dengan garis hitam sebesar 2275,9 kN, daya dukung selimut yang ditandai dengan garis biru sebesar 1735,3 kN, daya dukung ujung yang ditandai garis merah sebesar 539,6 kN, dengan penurunan sebesar 17,8 mm.

Perbandingan Hasil Analisis Uji Tes PDA dan Aplikasi *Allpile*



Gambar 3.5. Grafik Perbandingan Daya Dukung Total Hasil Analisis Tes PDA dan Allpile

Tabel 3.4. Perbandingan Daya Dukung

BP 379	Uji Tes PDA	Aplikasi <i>Allpile</i>
Daya Dukung Total (ton)	165.7	232.9
Daya Dukung Selimut (ton)	134.4	177.3
Daya Dukung Ujung (ton)	31.3	55.6
Penurunan (mm)	31.0	17.8

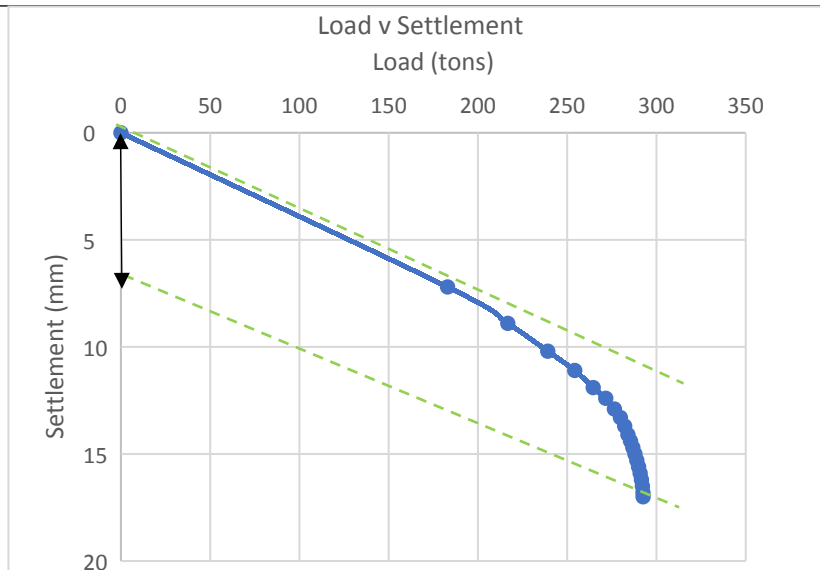
Berdasarkan data yang tercantum di atas dapat dilihat untuk selisih setiap daya dukung dan penurunan. Dan berdasarkan pada hasil pengujian, dapat dilihat bahwa hasil dari tes PDA lebih kecil dari pada hasil analisis program *Allpile*. Begitu juga pada grafik hubungan beban dan penurunan hasil dari tes PDA cenderung kurang hiperbola sehingga perlu dilakukan analisis menggunakan aplikasi *Allpile* untuk mendapatkan hasil kurva yang lebih baik. Hal ini bisa terjadi karena pada saat melakukan uji tes PDA proses transfer energi dari palu kurang efektif, sehingga daya dukung dan penurunan yang tercatat selama pengujian lebih kecil dan membentuk kurva yang kurang baik.

Interpretasi Beban

a. Metode *Davisson*

Metode yang digunakan untuk mengetahui beban ultimit dengan cara menarik garis lurus yang didapatkan dari hubungan beban dan penurunan kemudian menghitung jarak menggunakan persamaan (3.3) kemudian dibuat garis sejajar dengan garis hubungan beban dan penurunan.

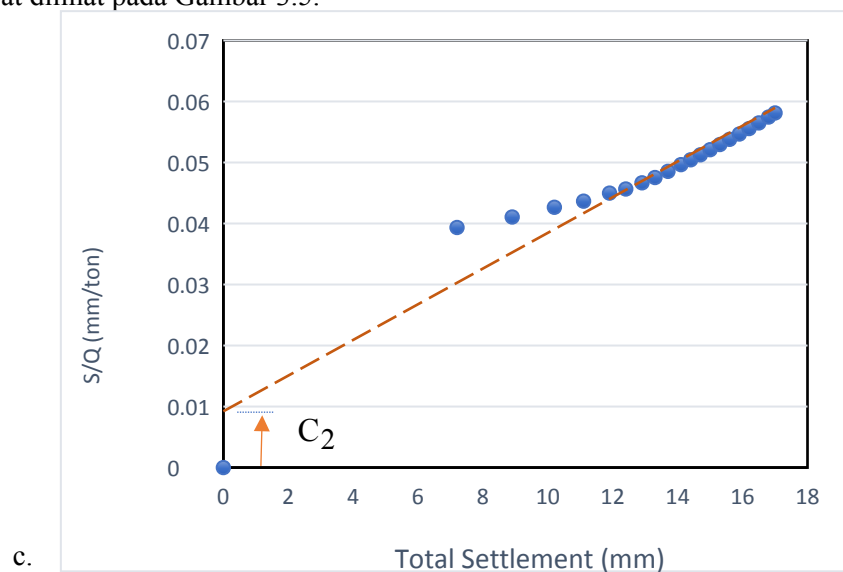
Penarikan garis lurus yang didapatkan dari hubungan beban dan penurunan akan bersinggungan dengan garis kurva yang didapatkan dari *run out* aplikasi *Allpile* yang nantinya didapatkan nilai beban ultimit dengan cara menarik garis lurus yang telah ditentukan menggunakan persamaan (3.3) ke sumbu beban. Berikut merupakan grafik hasil interpretasi beban dari aplikasi *Allpile* menggunakan metode *Davisson* yang tercantum pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Grafik Metode Davisson

b. Metode Chin

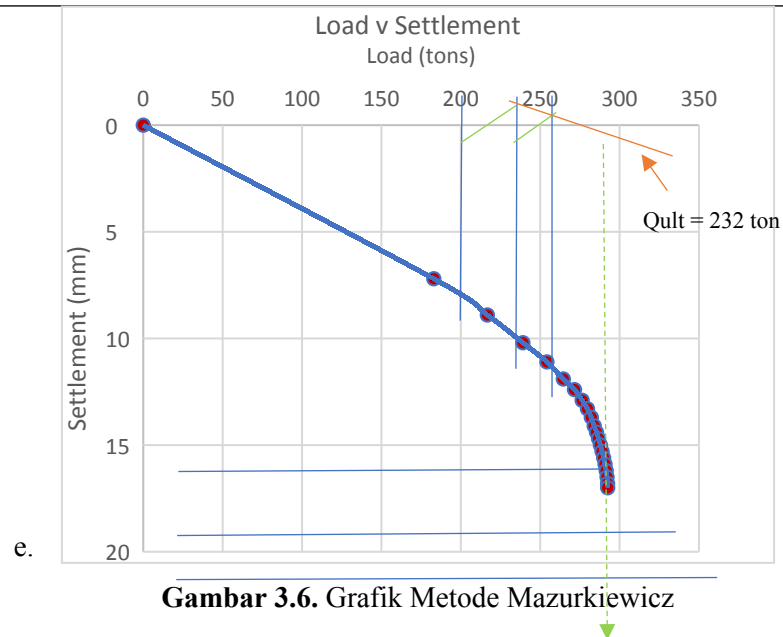
Pada metode ini, ditentukan beban ultimit dengan persamaan garis $y = ax + b$ atau $s/Q = C_1 + C_2$. Grafik hasil interpretasi beban dari aplikasi *Allpile* dengan metode *Chin* dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Grafik Metode Chin

d. Metode Mazurkiewicz

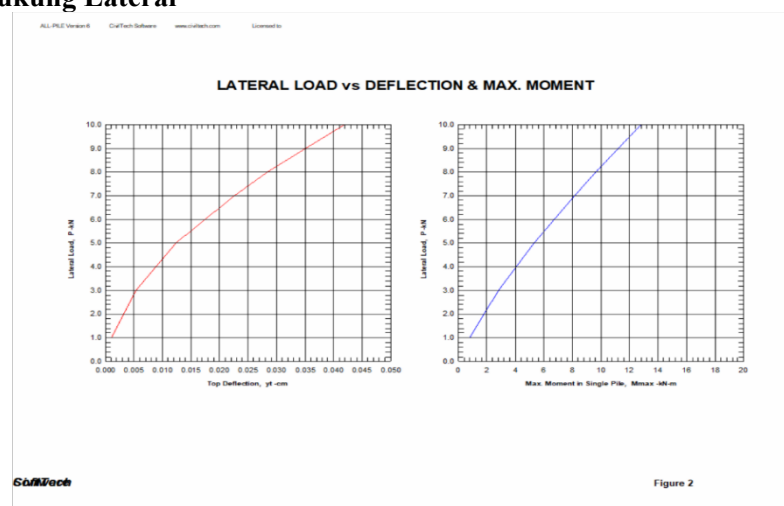
Diterapkan dengan cara membuat kurva hubungan antara settlement dengan beban yang diterapkan.

**Tabel 3.5.** Interpretasi Daya Dukung Total Hasil Analisa Aplikasi *Allpile*

A2.13	Daya dukung total (ton)
Metode <i>Davisson</i>	232
Metode <i>Chin</i>	244
Metode <i>Mazurkiewicz</i>	232

Dari hasil analisa interpretasi ketiga metode diatas, didapatkan nilai daya dukung total sebesar 232 ton. Daya dukung ini merupakan beban total yang dapat diterima oleh fondasi agar tidak terjadi keruntuhan, jadi beban yang dapat diterima fondasi tidak boleh lebih dari 232 ton.

Daya Dukung Lateral

**Gambar 3.7.** Grafik Daya Dukung Lateral

Daya Dukung Fondasi *Spun pile* Terhadap Gaya Lateral Secara Analitis

- Data Tanah:

$$\gamma = 22 \text{ kN/m}^3 \text{ (Mengacu pada Tabel 2.6)}$$

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi)$$

$$K_p = 1 \text{ (Mengacu pada Tabel 2.7)}$$

- Spesifikasi Tiang

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

$$L = 22 \text{ m}$$

$$f_c' = 24,9 \text{ Mpa}$$

a. Menentukan Kekakuan Tiang

$$E = 4700$$

$$= 4700$$

$$= 23452952,91 \text{ kN/m}^2$$

Kekakuan tiang fondasi menggunakan (Persamaan 2.3)

$$I = \frac{\pi D^4}{64}$$

$$= \frac{\pi (0,5)^4}{64}$$

$$= 0,003 \text{ m}^4$$

Untuk mencari nilai kekakuan dari fondasi tiang dibutuhkan nilai η_h yang mengacu pada Tabel 2.11 karena tanah pada proyek termasuk tanah kohesif.

$$\text{Nilai } \eta_h = 150 \text{ kN/m}^2$$

Untuk faktor kekakuan tanah menggunakan (Persamaan 2.4) dan (Persamaan 2.5)

$$T =$$

$$=$$

$$= 3,422 \text{ m}$$

$$4T = 4 \times T$$

$$= 4 \times 3,422$$

$$= 13,688 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan di atas, $L > 4T$, maka tiang fondasi termasuk jenis fondasi panjang yang elastis.

b. Menentukan Keruntuhan Tanah

Untuk tiang fondasi ujung jepit menggunakan (Persamaan 2.6)

$$M_{max} = \gamma \times D \times L^3 \times K_p$$

$$= 22 \times 0,5 \times 22^3 \times 1$$

$$= 117,128 \text{ kN}$$

Dikarenakan tiang fondasi *spun pile* dan ujung jepit, maka $M_y < M_{max}$. Diasumsikan nilai $M_y = 1500 \text{ kN.m}$

Untuk menentukan nilai H_u menggunakan (Persamaan 2.7) dan (Persamaan 2.8)

$$f = 0,82$$

$$f = 0,82$$

$$f = 0,247$$

$$H_u =$$

$$H_u =$$

$$= 18,181$$

$$H_u = 691,425 \text{ kN}$$

Nilai $SF = 3$, menggunakan (Persamaan 2.9), maka gaya lateral yang diijinkan yaitu,

$$H_s =$$

$$=$$

$$= 276,57 \text{ kN}$$

Daya Dukung Fondasi *Spun pile* Terhadap Gaya Lateral Secara Grafis

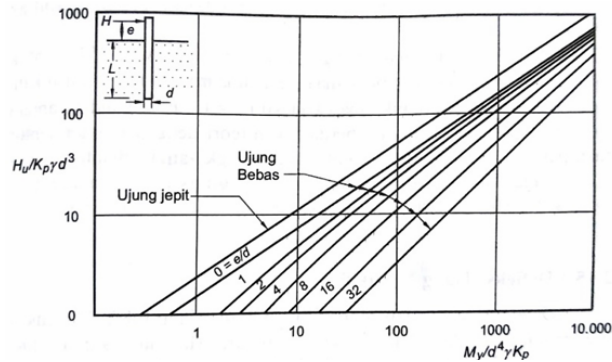
Untuk menentukan nilai daya dukung lateral fondasi *bored pile* secara grafik, sebelumnya menentukan tahanan momen ultimit terlebih dahulu menggunakan (Persamaan 2.10)

Tahanan Momen Ultimit =

$$=$$

$$= 1090,90 \text{ kN}$$

Nilai tahanan momen ultimit yang telah didapatkan kemudian di *input* kedalam Gambar 4.33 untuk menentukan nilai tahanan lateral ultimit.



Gambar 3.8. Grafik Tahanan Momen Ultimit

Dari Gambar 3.8. didapatkan nilai tahanan lateral ultimit sebesar 90

$$90 =$$

$$Hu = 90 \times 1 \times 22 \times 0,5^3$$

$$= 247,5 \text{ kN}$$

Tabel 3. 6 Perbandingan Daya Dukung Lateral *Allpile* dan *Broms*

A2.13	Daya dukung total (ton)
<i>Allpile</i>	9,5
<i>Broms</i>	25

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang didapatkan dari uji PDA dan analisis dengan menggunakan *software Allpile* serta metode statik pada fondasi nomor tiang A2.13 yang berdiameter 50 cm dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dengan interpretasi beban yang di input pada *software Allpile* didapatkan nilai sebesar 178.9 ton pada metode Davisson, 244 ton pada metode Chin dan pada metode Mazurkiewicz.
2. Berdasarkan dari dua sample fondasi tersebut, daya dukung total hasil dari analisis uji PDA lebih kecil dari analisis menggunakan *software Allpile*. Hal tersebut disebabkan oleh proses transfer energi palu kurang efektif pada saat uji PDA atau bisa juga disebabkan beban dari palu kurang, sehingga nilai daya dukung total dan penurunan yang tercatat mendapatkan nilai yang lebih kecil serta membentuk kurva yang kurang sempurna.
3. Dalam analisis daya dukung lateral fondasi *spun pile* menggunakan *Allpile* yaitu sebesar 128 kN. Pada metode *Broms* pada fondasi diameter 50 cm didapatkan daya dukung lateral (H_u) sebesar 247,5 kN.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Dalam hal ini saya persembahkan dan saya ucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orangtua saya, Bapak Ari dan Ibu Rahmawati yang telah memberikan segenap kasih sayang, dukungan secara mental, moral, serta materiil.

2. Prof. Ir. H. Pratikso. MST., Phd dan Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT selaku dosen pembimbing saya yang telah sabar mengajarkan saya dalam proses pembuatan laporan ini
3. Dosen-dosen Fakultas Teknik UNISSULA yang telah mengajarkan saya tentang ilmu-ilmu keteknikan yang sebelumnya saya tidak ketahui dan selalu memberikan motivasi dan arahan kepada saya
4. Terima kasih kepada diri saya sendiri, Muhammad Naufal Giffari, telah bekerja keras untuk menyelesaikan laporan ini dengan segala kemampuan yang dimiliki.
5. Nabilah Qonita Anjani, terima kasih atas support yang telah diberikan
6. Teman-teman saya yang telah memberikan banyak dukungan serta motivasi dari saya masih mahasiswa baru hingga saat-saat saya mengerjakan laporan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldriani, R.N. n.d. *Analisis Daya Dukung Tiang Spun pile Dengan Metode Uji Pembebanan Statik (Loadling Test)*. Universitas Tanjungpura. Kalimantan Barat.
- Algun, P. Al. M. dkk. 2017. *Tinjauan Ulang Daya Dukung Dan Pembebanan Pondasi Borel Pile Pada Pembebanan Jalan Layang Kap. Terdekan –Blok M- Cileduk, Paket Sental Sektioh P10-P11*. Politeknik Negeri Jakarta. Jakarta.
- Fadilah, Ul. N. & Tuhfiah, H.2018. *Analisis Daya Dukung Pondasi Borel Pile Berdasarkan Data N-SPT Menurut Rumus Reksel Wright Dan Pembebanan*. Universitas Palsal Indonesia, Jakarta Pusat.
- Fadliansyah. 2011. *Analisis Daya Dukung Pondasi Borel Pile Pada Proyek Pembebanan Hotel Sental Jalan Pengadilan Medan*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Faluzi, M. Al. & Prasetyo, B. R. 2021. *Analisis Daya Dukung Dan Pembebanan Pondasi Borel Pile Pada Tanah Lunak Tambak Lohok*. Universitas Islam Sultan Agung. Semarang.
- Hulul, H. B. & Iskandar, R. n.d. *Analisis Daya Dukung Pondasi Borel Pile Dengan Menggunakan Metode Analisis*. Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Mugiono, Al. & Salifuddin, F.H. 2020. *Analisis Perbandingan Daya Dukung Pondasi Tiang Borel Pile Dari Hasil Tes PDA Berdasarkan Metode Chin, Makrkielich Dan Davidsen*. Universitas Islam Sultan Agung. Semarang.
- Shahata, D. 2015. *Pemograman Metode Interpretasi Daya Dukung Ultimate Pada Hasil Uji Beban Tiang Empiris Ke Metode Interpretasi Kuadratik Hiperbolic*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Sulharyanto, I. 2016. *Analisis "Pondasi Dalam" Pada Bangunan Masjid 3 (Tiga) Lantai*. Universitas Colokaminoto. Yogyakarta.

Sulrajindari, N. S. 2008. *Studi Perbandingan Perhitungan Daya Dukung Aksial Pondasi*

Tiang Bor Menggunakan Uji Beban Statik Dan Metode Dinamik. Universitas

Selbelas Maret. Surakarta.

Teddy, L. n.d. *Evaluasi Pondasi Tiang Dengan Pile Drive Analysis (PDA) Di Kota Palembang.* Universitas Sriwijaya. Palembang