

ANALISIS PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG *BORED PILE* DARI HASIL TES PDA BERDASARKAN METODE CHIN, MAZURKIEWICH DAN DAVISSON

Agung Mugiono¹, Fakhry Hanif Saifuddin², Rinda Karlinasari³, Soedarsono⁴

^{1, 2, 3, 4} Universitas Islam Sultan Agung

^{1, 2, 3, 4} Jl. Kaligawe Raya No.KM. 4, Terboyo Kulon, Kec. Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah

¹Email: agung.mugiono06@gmail.com

Abstrak - Pada konstruksi jembatan diperlukan daya dukung pondasi yang memenuhi syarat aman yang mampu menahan beban dari jembatan itu sendiri sehingga perlu adanya pengujian daya dukung pondasi yaitu dengan menggunakan tes PDA dan analisis menggunakan aplikasi Allpile. Setelah dilakukan analisis kemudian dilakukan interpretasi beban menggunakan metode Chin, metode Mazurkiewich dan metode Davission. Selanjutnya daya dukung hasil dari aplikasi Allpile akan dibandingkan dengan daya dukung hasil dari tes PDA. Maka didapatkan nilai daya dukung yang optimal karena telah dilakukan pengujian dengan dua metode. Berdasarkan analisis menggunakan aplikasi Allpile didapatkan daya dukung selimut 938,7 ton, daya dukung ujung 67,7 ton, daya dukung total 1006,47 ton dan penurunan 19,6 mm. Setelah mendapatkan hasil dari analisis menggunakan aplikasi allpile dilakukan interpretasi beban pada daya dukung total untuk mendapatkan besarnya beban ultimit menggunakan metode davission 1000 ton, metode mazurkiewics 1000 ton, dan metode chin 1111,11 ton. Kemudian, hasil daya dari dukung total pada aplikasi Allpile 1006,4 ton dilakukan perbandingan dengan daya dukung pada tes PDA 991 ton. Namun dalam pelaksanaannya tetap digunakan daya dukung menggunakan hasil dari tes PDA, karena aplikasi Allpile hanya digunakan sebagai *back analysis* dari daya dukung tes PDA.

Kata Kunci : Pondasi *bored pile*, daya dukung, tes PDA, aplikasi Allpile

Abstract - In the construction of a bridge, it requires a foundation bearing capacity that meets the safety requirements that can withstand the load of the bridge itself, so it is necessary to test the bearing capacity of the foundation using PDA tests and analysis using the Allpile application. After the analysis is carried out, the load interpretation is carried out using the Chin method, the Mazurkiewich method and the Davission method. Furthermore, the carrying capacity of the results of the Allpile application will be compared with the carrying capacity of the results of the PDA test. Then the optimal carrying capacity value is obtained because two methods have been tested. Based on the analysis using the Allpile application, the carrying capacity of the blanket was 938.7 tons, the tip bearing capacity was 67.7 tons, the total carrying capacity was 1006.47 tons and a reduction of 19.6 mm. After obtaining the results of the analysis using the allpile application, load interpretation is carried out on the total carrying capacity to obtain the ultimate load using the davission 1000 tonne method, the 1000 ton mazurkiewics method, and the 1111.11 ton chin method. Then, the results of the total carrying capacity of the Allpile 1006.4 ton application were compared with the carrying capacity of the 991 ton PDA test. However, in its implementation, the carrying capacity is still used using the results of the PDA test, because the Allpile application is only used as a back analysis of the carrying capacity of PDA tests.

Key Words: bored pile foundation, carrying capacity, PDA test, Allpile application

I. Pendahuluan

Jembatan merupakan konstruksi menyalang antar jalan yang tinggi permukaannya tidak sama. Dalam perencanaan dan perancangan sebuah jembatan perlu mempertimbangkan beberapa persyaratan teknis seperti jembatan harus aman, fungsional, ekonomis, dan memiliki nilai estetika (*Bridge Engineering Handbook, Second Edition: Fundamentals, 2014*). Mengingat jembatan pada proyek ini merupakan suatu infrastruktur yang sangat penting sebagai penghubung jalan Jalan Tol Serpong - Balaraja, maka diperlukan perencanaan, perhitungan, dan pembangunan jenis struktur bawah atau pondasi yang mampu menahan besarnya beban sehingga terhindar dari penurunan atau runtuhnya jembatan yang dapat membahayakan kendaraan yang melintas di atasnya.

Menurut Bowles dalam Niken Silmi (2008), Pondasi merupakan bagian dari struktur yang berfungsi meneruskan beban struktur atas ke lapisan tanah atau batuan yang mempunyai daya dukung aman. Kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui daya dukung pondasi. Tes PDA (*Pile Driving Analyzer*) adalah suatu sistem pengujian dinamis

yang digunakan untuk mengetahui daya dukung pondasi tiang. Kemudian dilakukan pengujian ulang menggunakan aplikasi Allpile, sehingga daya dukung yang didapatkan lebih baik.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis mengambil judul tugas akhir “ANALISIS PERBANDINGAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG *BORED PILE* DARI HASIL TES PDA BERDASARKAN METODE CHIN, MAZURKIEWICH DAN DAVISSON” penulis melakukan sebuah analisis perbandingan daya dukung tes PDA dengan aplikasi Allpile berdasarkan metode chin, mazurkiewich dan davisson untuk mendapatkan nilai daya dukung ujung, selimut dan total serta penurunan dari pondasi tiang *bored pile*.

II. KAJIAN PUSTAKA

A. Tes PDA (*Pile Driving Analyzer*)

PDA biasanya digunakan sebagai tes tambahan selain *static load test* pada proyek besar, dan sebagai pengganti uji beban pada proyek kecil atau menengah. Pada pengujian tiang menggunakan cara dinamis dilakukan dengan menempatkan 2 pasang sensor secara berlawanan. Satu pasang sensor terdiri dari pengukur regangan (*strain transducer*) dan pengukur percepatan (*accelerometer*) yang dipasang dibawah kepala tiang (minimum jarak dari kepala tiang ke *transducer* $1,5D - 2D$, dimana D adalah diameter tiang) sehingga ada jarak bebas pada saat tumbukan. Akibat tumbukan *hammer* pada kepala tiang, sensor akan menangkap gerakan yang timbul dan mengubahnya menjadi sinyal listrik yang kemudian di rekam dan diproses dengan *Pile Driving Analyzer* (PDA) model PAX. Hasil rekaman tes PDA dianalisa lebih lanjut dengan software CAPWAP. CAPWAP (*Case Pile Wave Analysis Program*) adalah program aplikasi analisa numerik yang menggunakan masukan data gaya (*force*) dan kecepatan (*velocity*) yang diukur oleh tes PDA. Kegunaan program ini adalah untuk memperkirakan distribusi dan besarnya gaya perlawanan tanah total sepanjang tiang berdasarkan modelisasi sistem tiang-tanah yang dibuat dan memisahkannya menjadi bagian perlawanan dinamis dan statis.

Berat *hammer* untuk tes PDA, Robinson dkk (2002) menyarankan untuk menggunakan berat *hammer* (W) yang tergantung kapasitas ultimit tiang (Q_u) yaitu:

- $W/Q = 1\%$ untuk jenis tanah kohesif kaku atau bebatuan
- $W/Q = 1,5\%$ untuk jenis tiang friksi pada umumnya
- $W/Q = 2\%$ untuk pondasi tiang bor dengan jenis tanah daya dukung ujung pondasi tanah berbutir kasar (*grained coarse soils*)

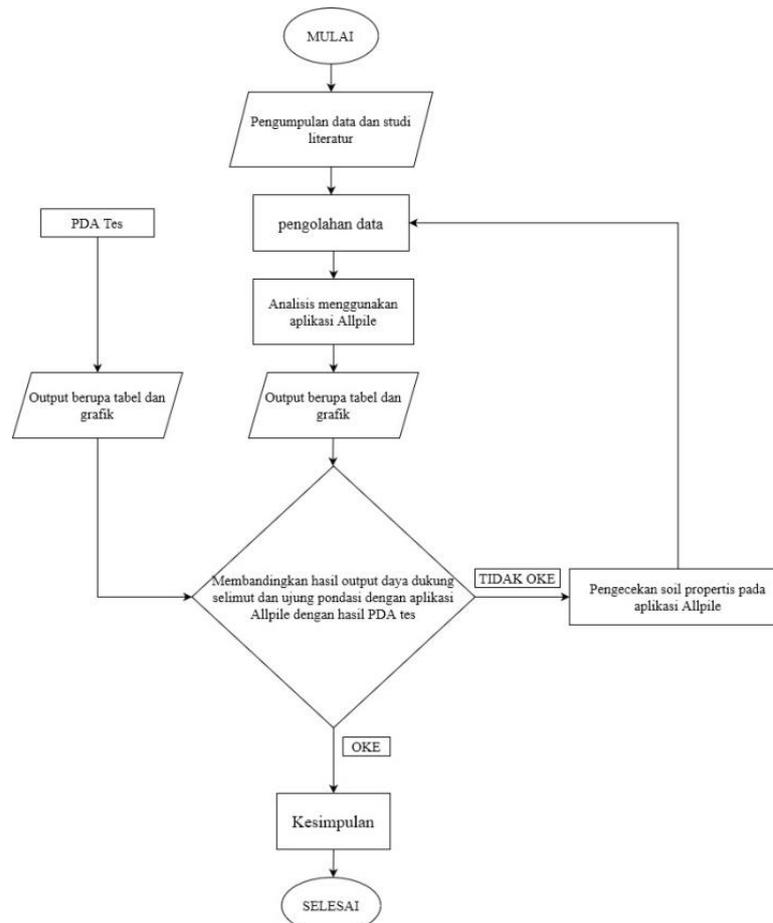
Dengan ketinggian jatuhnya antara 0,25 m s/d 1,5 m. Sedangkan jumlah pile yang akan diuji antara 0,5 – 2 % dari seluruh jumlah tiang pancang/bor (Mhaiskar, SY dkk, 2010).

B. Aplikasi Allpile

Allpile merupakan salah satu aplikasi yang digunakan *engineer* untuk melakukan perencanaan atau perancangan suatu pondasi didalam suatu proyek konstruksi. Aplikasi Allpile dikembangkan oleh Civiltech Software Co. yang berbasis di Seattle-Bellevue, USA. Aplikasi Allpile digunakan untuk mendesain pondasi tiang, baik itu *bored pile* maupun pancang dan juga bisa digunakan untuk pondasi dangkal. Aplikasi Allpile merupakan aplikasi yang sederhana dan mudah untuk digunakan.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menganalisis perbandingan daya dukung tes PDA dengan aplikasi Allpile untuk mendapatkan nilai daya dukung total, daya dukung ujung dan daya dukung selimut serta penurunan pondasi tiang *bored pile* sehingga didapatkan nilai daya dukung pondasi tiang yang lebih baik. Flowchart penelitian dapat dilihat pada gambar berikut:

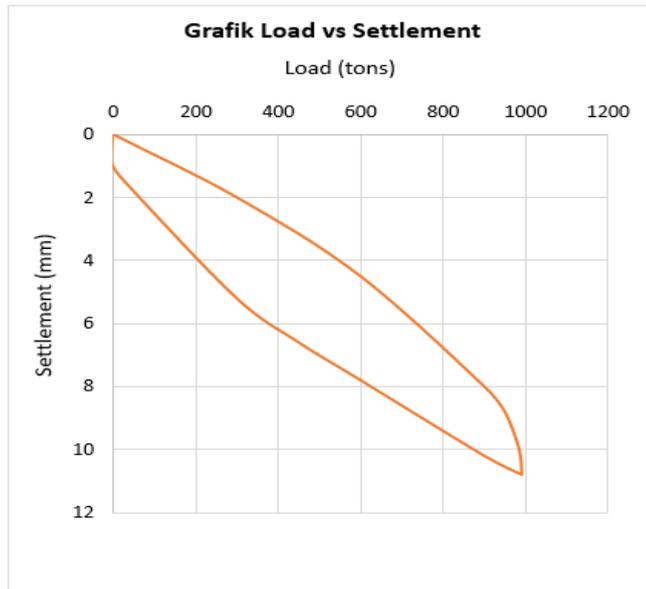


Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Nilai daya dukung menggunakan tes PDA

Pada proyek ini dilakukan pengujian dinamis menggunakan tes PDA (*Pile Driving Analyzer*) untuk memperoleh nilai daya dukung tiang. *Pile Driving Analyzer* (PDA) adalah suatu sistem pengujian menggunakan data digital komputer yang terdiri dari sepasang *strain transducer*, sepasang *accelerometer*, dan komputer penganalisa hasil tumbukan untuk memperoleh kurva gaya dan kecepatan ketika tiang dipukul menggunakan palu dengan berat tertentu sehingga akan didapatkan hasil pengujian berupa nilai kapasitas tiang, energi palu, nilai penurunan, dan lain-lain. Kemudian dilakukan analisa lanjutan menggunakan Program *Case Pile Wave Equation Analysis* (CAPWAP) yang akan menghasilkan kurva *Settlement vs Load*, distribusi daya dukung selimut dan daya dukung ujung.

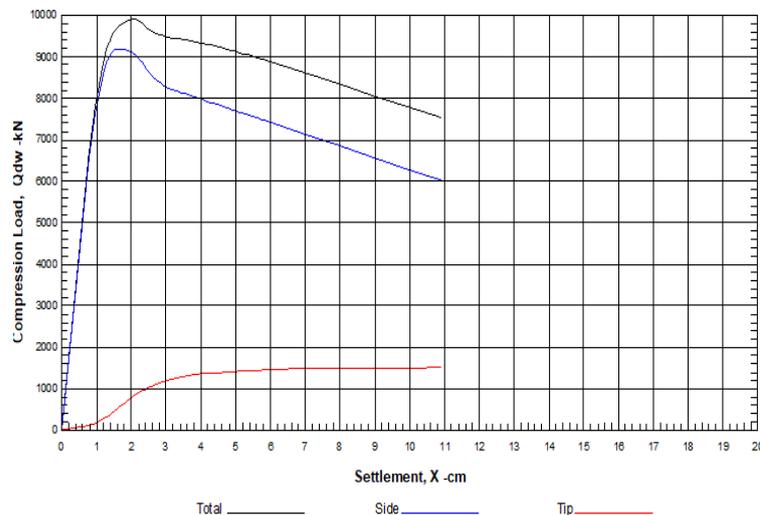


Gambar 2. Hubungan Daya Dukung Total dan penurunan tes PDA

Pada gambar 2 dapat dilihat hasil dari analisa tiang *bored pile* A2-BP11 didapatkan hasil kapasitas tiang ultimit sebesar 991 ton dengan tahanan selimut sebesar 872 ton dan tahanan ujung sebesar 119 ton. Penurunan tiang total sebesar 10,8 mm dan penurunan tetap sebesar 0,5 mm. nilai diatas merupakan nilai dari hasil pengujian tes PDA yang telah dilakukan analisis lanjutan menggunakan *software* CAPWAP sehingga didapatkan grafik hubungan beban dan penurunan.

B. Nilai daya dukung menggunakan aplikasi Allpile

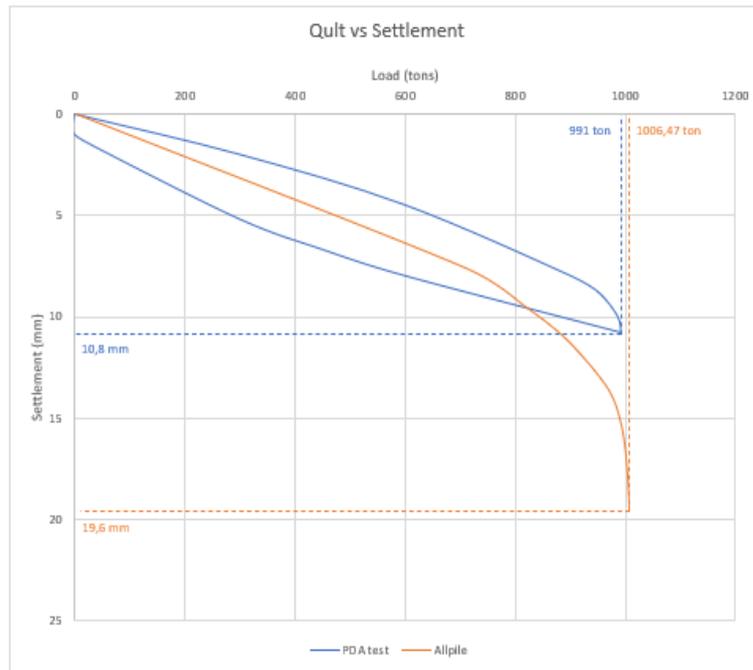
Vertical Load vs. Settlement



Gambar 3. Grafik Hubungan Daya Dukung Total dan Penurunan dari aplikasi Allpile

Pada gambar 3 menunjukkan grafik hubungan antara beban dan penurunan untuk tiap-tiap daya dukung yang dianalisis mulai dari beban awal yang diterima pondasi sampai dengan nilai beban terbesar atau daya dukung total (garis hitam) yaitu sebesar 1006,47 ton daya dukung selimut (garis biru) sebesar 938,72 ton, daya dukung ujung (garis merah) sebesar 67,76 ton, dengan penurunan sebesar 19,6 mm.

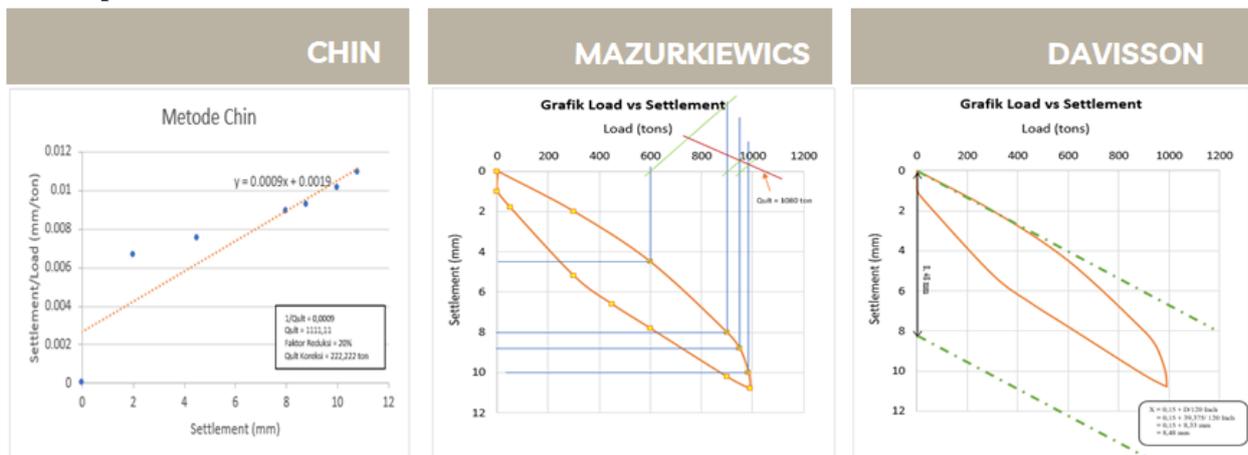
C. Perbandingan



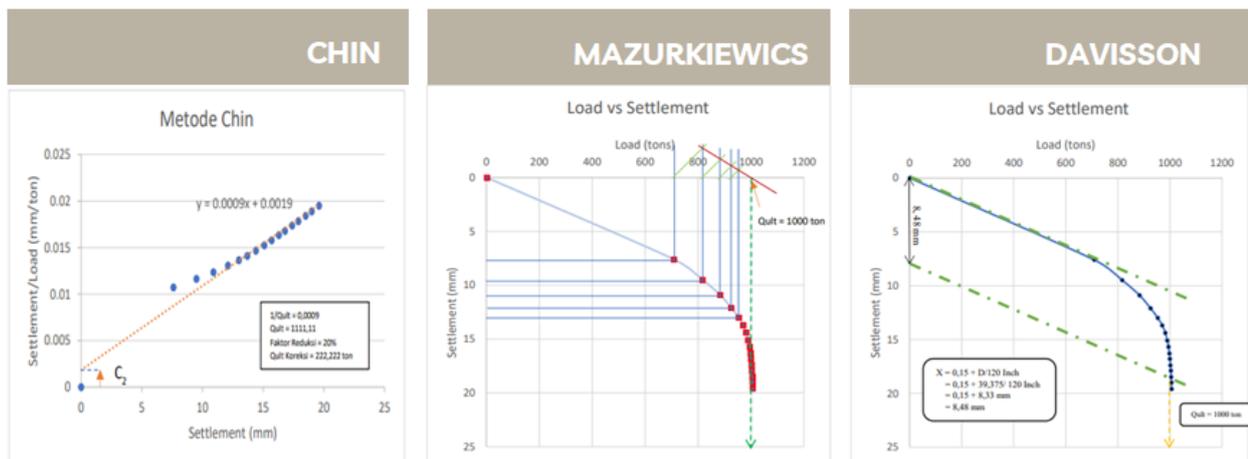
Gambar 4. Grafik Perbandingan Daya Dukung Total Hasil Analisis Tes PDA dan Allpile Pada gambar

Dari gambar 4 diatas dapat dilihat terdapat selisih perbedaan untuk tiap daya dukung dan penurunan, dimana hasil dari pengujian tes PDA lebih kecil dari hasil analisis menggunakan aplikasi allpile. Dalam data grafik hubungan beban dan penurunan juga dapat dilihat bahwa bentuk kurva tes PDA kurang sempurna karena bentuk yang kurang hiperbola atau bisa dikatakan cenderung menurun secara konstan sehingga perlu dilakukan analisis ulang menggunakan aplikasi allpile agar didapatkan grafik dengan bentuk kurva yang lebih baik. Hal ini bisa dikarenakan pada saat pengujian menggunakan tes PDA proses transfer energi dari palu kurang efektif atau beban dari palu kurang maksimal, sehingga nilai daya dukung dan penurunan yang tercatat selama pengujian lebih kecil dan memebentuk kurva yang kurang baik.

D. Interpretasi beban



Gambar 5. Interpretasi beban dari hasil tes PDA



Gambar 6. Interpretasi beban dari hasil analisis aplikasi Allpile

Dengan dilakukan analisis kembali menggunakan aplikasi Allpile dan mendapatkan grafik hubungan beban dan penurunan dengan grafik yang baik. Selanjutnya dilakukan interpretasi beban pada daya dukung menggunakan metode Davisson, Mazurkiewich, dan metode Chin yang dilakukan pada daya dukung total dari hasil tes PDA dan menggunakan aplikasi Allpile sehingga dapat diperoleh nilai beban ultimit yang dapat ditahan oleh pondasi. Dari gambar diatas terlihat bahwa nilai dari interpretasi beban dari hasil analisis aplikasi Allpile mendapatkan nilai yang lebih baik daripada menggunakan grafik dari tes PDA.

Pada gambar 6 menunjukkan hasil dari interpretasi beban menggunakan tes PDA, untuk metode davisson grafik dari tes PDA tidak dapat berpotongan sehingga tidak didapatkan nilai daya dukung total untuk pengujian menggunakan metode davisson ini, untuk metode mazurkiewics didapatkan nilai daya dukung sebesar 1080 ton, namun pada saat dilakukan interpretasi menggunakan metode mazurkiewics garis perpotongannya tidak relevan karena tidak lurus.

Pada gambar 7 menunjukkan hasil dari interpretasi beban menggunakan aplikasi Allpile, dari semua metode interpretasi beban yang dilakukan pada nilai daya dukung menggunakan aplikasi Allpile mendapatkan hasil yang cukup baik sehingga dapat disimpulkan daya dukung yang didapat dari aplikasi Allpile ini merupakan penyempurna dari tes PDA.

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dari hasil pengujian tes PDA dan analisis menggunakan program Allpile pada pondasi A2-BP11, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis tiap daya dukung didapatkan daya dukung total dari tes PDA sebesar 991 ton, dan dari hasil analisis aplikasi Allpile sebesar 1006.47 ton, daya dukung ujung dari tes PDA sebesar 119 ton, dan dari analisis aplikasi Allpile sebesar 67.67 ton. Sedangkan, nilai daya dukung selimut dari tes PDA sebesar 872 ton, dan dari analisis aplikasi Allpile sebesar 938.72 ton. Nilai penurunan dari tes PDA sebesar 10.8 mm, dan dari analisis aplikasi Allpile sebesar 19.6 mm.
2. Hasil dari pengujian tes PDA sebesar 991 ton lebih kecil dari analisis menggunakan aplikasi Allpile sebesar 1006.47 ton, yang bisa disebabkan karena pada saat pengujian tes PDA, proses transfer energi dari palu kurang efektif atau beban dari palu kurang sehingga nilai daya dan penurunan yang tercatat selama pengujian lebih kecil dan membentuk kurva yang kurang sempurna dikarenakan proses transfer energi kurang sempurna.
3. Interpretasi beban dilakukan berdasarkan hasil analisis program Allpile mendapatkan hasil yang baik dari pada tes PDA karena menghasilkan grafik hubungan beban dan penurunan dengan kurva yang baik dan didapatkan nilai beban ultimit sebesar 1000 Ston dari metode Davisson dan Mazurkiewich, dan beban ultimit sebesar 1111,11 ton dari metode Chin. Sehingga pengujian daya dukung menggunakan aplikasi Allpile ini merupakan penyempurna dari pengujian menggunakan tes PDA.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Dr. Rinda Karlinsari., MT dan Bapak Dr. Ir. H. Soedarsono, M.Si., selaku dosen pembimbing, Ibu Wati Lestari dan Bapak Slamet Widodo selaku orang tua penulis Agung Mugiono, Ibu Emi Zakiyah dan Bapak Ricky Adamy selaku orang tua penulis Fakhry Hanif Saifuddin, dan seluruh teman – teman teknik sipil Fakultas teknik UNISULLA Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alawiah, W. A., & Yakin, Y. A. (2016). *Analisis Daya Dukung Tiang Tunggal Statik Pada Tanah Lunak di Gedebage*. Institut Teknologi Nasional, Vol.2 No.2. Bandung.
- [2] Ariani, R. N. (n.d.). *Analisa Daya Dukung Tiang Spunpile dengan Metode Uji Pembebanan Statik (Loading Test)*. Universitas Tanjungpura. Kalimantan Barat.
- [3] Bjerrum, L., dan Simons, N. E. (1960). *Comparison of Shear Strength Characteristic of Normally Consolidated Clay*. Research Conference on Shear Strength of Cohesive Soils.
- [4] Das, Braja M. (1995). *Mekanika Tanah I*. Erlangga. Jakarta
- [5] Das, Braja M. (1941). *Soil Mechanics Laboratory Manual Third Edition*. United States of America: Engineering Press, Inc.
- [6] Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [7] Hekmatyar, I., Fauzy, I., DA, I., & Sadono, K. W. (2017). *Analisa Perilaku Daya Dukung Tiang Tunggal dengan Rumus Statik dan Model Fisik pada Tanah Pasir*. Karya Teknik Sipil.
- [8] Lim, A. (2014). *Evaluasi Formula Penentuan Daya Dukung Aksial Tiang Pancang Tunggal Menggunakan Data CPT Berdasarkan Metode Langsung (Direct Method)*. Bandung: Universitas Katolik Parahyangan.
- [9] Mayerhof G. G. (1965). *Shallow Foundation*. Journal ASCE, Soil Mechanic Foundation Diy, vol.91. No. SM2.
- [10] Mhaiskar, SY, G Khare, Makarand, Vaidya, Ravikiran. (2010). “*High Strain Dynamic Pile Testing and Static Load Test – A correlation Study*”, Indian Geotechnical Conference, IGS Mumbai Chapter & IIT Bombay, India.
- [11] Suhaimi, M., Fathurrozi., & Rahman, M. A. (2017). *Perbandingan Daya Dukung Ultimit Tiang Pancang antara Metode Teoritis dan Metode Aktual dengan Konfigurasi Tiang dan Kedalaman*. Gradasi Teknik Sipil, Vol 1 No.2.
- [12] Surjandari, N. S. (2008). *Studi Perbandingan Perhitungan Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Bor Menggunakan Uji Beban Statik dan Metode Dinamik*. Media Teknik Sipil. Surakarta.
- [13] Suyono Sosrodarsono, Ir. Dan Kazuto Nakazawa, *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*, PT Pradnya Paramita, Jakarta, 1981.
- [14] Teddy, L. (n.d.). *Evaluasi Pondasi Tiang dengan Pile Driven Analysis (PDA) di Kota Palembang*. Universitas Sriwijaya. Palembang.