

KORELASI ANTARA UJI TARIK PONDASI TIANG DENGAN UJI PDA

Kevin Mario Wibisono¹, Renardo David Budiman², Gogot Setyo Budi³

ABSTRAK: Penelitian ini berisi tentang studi daya dukung tarik pondasi tiang berdasarkan prediksi hasil uji PDA dan prediksi analitik menggunakan metode Decourt (1982), kemudian hasilnya dibandingkan dengan hasil uji *Static Load Test* (SLT). Pada penelitian ini pengumpulan data tanah yang berupa nilai SPT, data SLT, dan data uji PDA dilakukan pada 4 proyek yang berbeda. Metode yang digunakan untuk menginterpretasikan hasil uji SLT meliputi metode Chin (1970), metode Van der Veen (1953), metode Mazurkiewickz (1972), metode *Tangent Intersection* (O'Rourke dan Kulhawy, 1985), dan metode dari Sharma et al. (1984). Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya dukung tarik tiang pancang yang diinterpretasikan menggunakan metode Van der Veen terlihat paling mendekati dengan prediksi analitik menggunakan metode Decourt dan hasil uji PDA. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa prediksi daya dukung tarik tiang pancang menggunakan metode Decourt lebih besar daripada hasil uji PDA. Di samping itu, metode *Tangent Intersection* dan metode yang diusulkan oleh Sharma et al. lebih sesuai digunakan untuk menentukan daya dukung tarik tiang pancang yang diuji sampai menunjukkan adanya penurunan tiang yang besar.

KATA KUNCI: daya dukung tarik, *static load test*, *pile driving analyzer*, *standard penetration test*, pondasi tiang

1. PENDAHULUAN

Pondasi dalam sudah sangat umum digunakan pada proyek-proyek yang membutuhkan daya dukung yang besar yang meliputi daya dukung tekan dan daya dukung tarik (friksi). Pada bangunan tertentu seperti *tower* membutuhkan daya dukung tarik yang besar.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa daya dukung pondasi tiang terhadap gaya tarik berdasarkan prediksi hasil uji PDA dan hasil prediksi analitik menggunakan metode Decourt (1982), yang hasilnya dibandingkan dengan hasil dari uji SLT.

Perencanaan daya dukung tarik tiang dapat diprediksi menggunakan data penyelidikan tanah seperti *Cone Penetration Test* (CPT) dan data *Standard Penetration Test* (SPT). Bouafia dan Derbala (2002) melakukan penelitian terhadap 46 tiang pancang di 27 lokasi dan menggunakan 10 metode analisa data SPT seperti metode Meyerhof (1976), metode Decourt (1982), Bazaraa dan Kurkur (1986), dan lain-lain. Disimpulkan dalam hasil penelitiannya bahwa metode Decourt (1982) cukup baik untuk memprediksi daya dukung tiang pancang dibandingkan dengan metode lainnya. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk memprediksi daya dukung tiang tarik adalah metode Decourt (1982) yang menggunakan nilai SPT.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21415022@john.petra.ac.id.

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21415104@john.petra.ac.id.

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, gogot@petra.ac.id.

Salah satu metode yang cepat dan relatif murah untuk memverifikasi daya dukung tiang yang sudah terinstal adalah *Pile Driving Analyzer* (PDA). Dalam pengujian PDA, data yang dihasilkan terdiri dari daya dukung friksi dan tahanan ujung tiang (*end bearing*). Ramli (2006) melakukan penelitian pada 7 tiang pancang dan melakukan perhitungan daya dukung tarik dengan 2 metode analisa tanah yaitu metode Meyerhof (1977) dan metode Coyle dan Castello (1981), lalu hasilnya dibandingkan dengan uji PDA dan ia menyimpulkan bahwa hasil dari PDA dan hasil dari metode Meyerhof memiliki korelasi yang bagus. Yusa dan SA (2007) mengevaluasi 12 tiang pancang dengan menggunakan 3 metode analisa tanah (metode Schmertmann, 1978, metode de Ruyter dan Beringen, 1979, dan metode Bustamente dan Ganeselli, 1982) dan hasilnya dibandingkan dengan hasil uji PDA. Disimpulkan bahwa uji PDA memiliki korelasi yang bagus dengan ketiga metode analisa tanah tersebut, khususnya korelasi pada daya dukung tarik tiang pancang. Budi et al. (2015) melakukan penelitian terhadap 41 tiang pancang yang diantaranya ada 13 tiang pancang pada tanah berpasir, sedangkan 28 tiang pancang yang lain pada tanah lempung. Disamping itu juga dilakukan perhitungan daya dukung tiang pancang dengan 4 menggunakan metode interpretasi data SLT antara lain metode Davisson (1972), metode Chin (1985), metode Mazurkiewicz (1972), dan metode Decourt (1999) dan hasilnya dibandingkan dengan hasil uji PDA. Dinyatakan dalam penelitiannya, terlihat tren pada grafik perbandingan antara hasil uji PDA dan hasil SLT yang menunjukkan korelasi yang bagus, khususnya pada tanah berpasir.

Sampai dengan saat ini metode *Static Load Test* (SLT) masih merupakan pengujian yang digunakan sebagai referensi untuk menentukan daya dukung tiang pancang. Beberapa metode yang umum digunakan untuk menginterpretasikan hasil dari data SLT antara lain metode Davisson (1972), metode Chin (1970), metode Van der Veen (1953), metode Mazurkiewicz (1972), metode *Tangent Intersection* (O'Rourke dan Kulhawy, 1985), metode dari Sharma et al. (1984), dan lain sebagainya. Dalam penelitian ini, untuk menginterpretasikan data SLT menggunakan 5 metode yaitu metode Chin (1970), metode Van der Veen (1953), metode Mazurkiewicz (1972), metode *Tangent Intersection* (O'Rourke dan Kulhawy, 1985), dan metode dari Sharma et al. (1984).

2. METODOLOGI

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data tanah berupa pengujian N_{SPT} , data pengujian PDA, dan data pengujian *static load test*. Untuk memperoleh prediksi daya dukung tarik berdasarkan data N_{SPT} , digunakan metode Decourt (1982). Selain itu, prediksi daya dukung tarik pada penelitian ini juga diprediksi dari pengujian PDA. Setelah itu hasil dari prediksi tersebut dibandingkan dengan hasil interpretasi uji SLT dengan menggunakan beberapa metode.

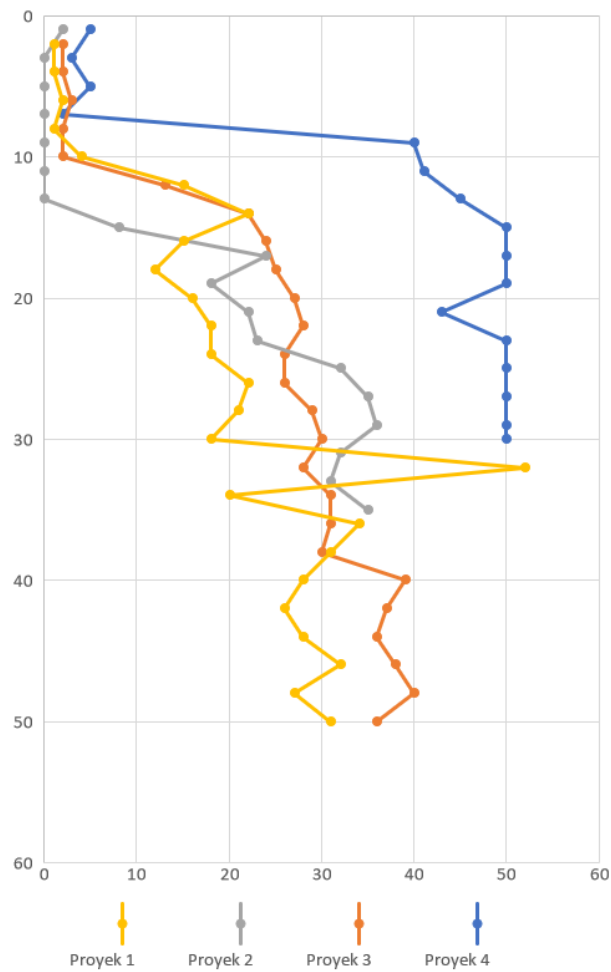
3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menunjukkan jumlah dari pondasi tiang yang tersebar di 4 lokasi yang berbeda serta diameter dan kedalaman dari pondasi tiang tersebut.

Tabel 1 Data Pondasi Tiang

Proyek	Kode	Diameter Tiang Pancang (cm)	Kedalaman (m)
I	P1 - T1	60	33
	P1 - T2	60	38
II	P2 - T1	60	27
	P2 - T2	60	28
	P2 - T3	60	25
	P2 - T4	60	23
	P2 - T5	60	23
III	P3 - T1	50	24
	P3 - T2	50	23
	P3 - T3	40	23
	P3 - T4	30	23
IV	P4 - T1	35	16
	P4 - T2	35	16

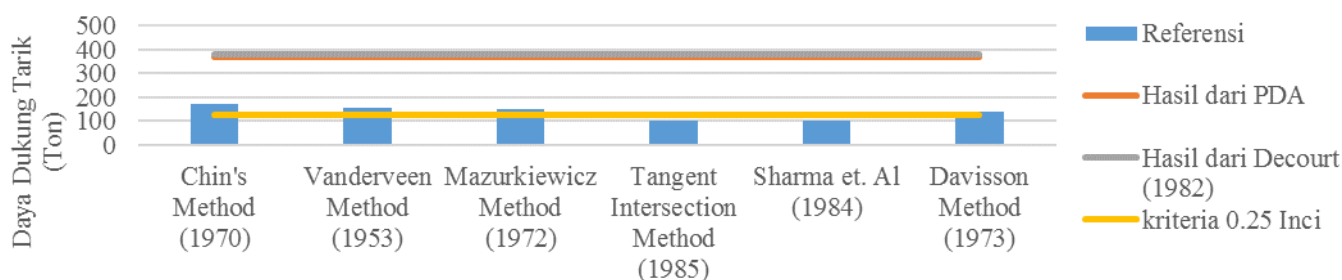
Nilai SPT yang diambil dari ke-4 proyek dirangkum dan dipresentasikan pada **Gambar 1**.



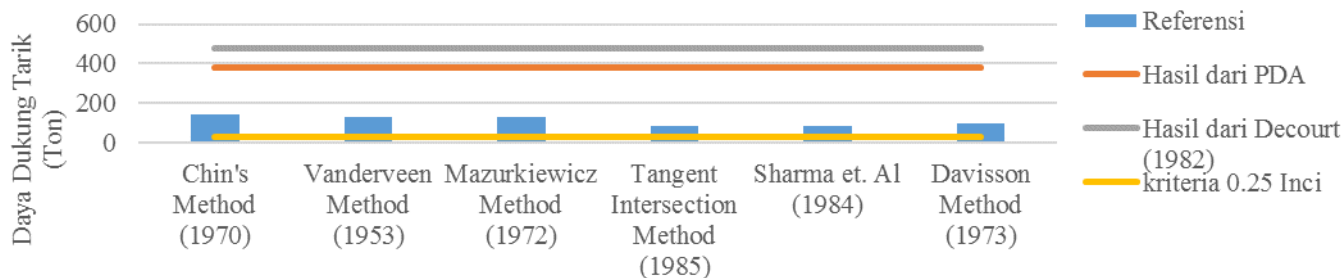
Gambar 1 Nilai SPT pada 4 Proyek

Gambar 2 sampai **Gambar 5** menunjukkan hasil perbandingan antara prediksi hasil uji PDA dan prediksi analitik menggunakan metode Decourt (1982), serta hasil interpretasi data *static load test* dari beberapa referensi.

Hasil analisa daya dukung tarik tiang di Proyek I dipresentasikan pada **Gambar 2a** dan **Gambar 2b**. Terlihat grafik hasil analisa di proyek I (**Gambar 2a** dan **Gambar 2b**) bahwa daya dukung tarik tiang yang diinterpretasikan dari beberapa metode ada yang mendekati dengan hasil prediksi hasil uji PDA dan prediksi analitik menggunakan metode Decourt. Hasil interpretasi metode menggunakan metode Chin, metode Van der Veen, dan metode Mazurkiewicz menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda antara satu sama lain, sedangkan untuk metode Tangent Intersection dan Sharma et al. cukup rendah hasilnya dikarenakan kedua metode tersebut kemungkinan lebih sesuai digunakan pada data uji tes tiang yang mengalami penurunan yang signifikan.

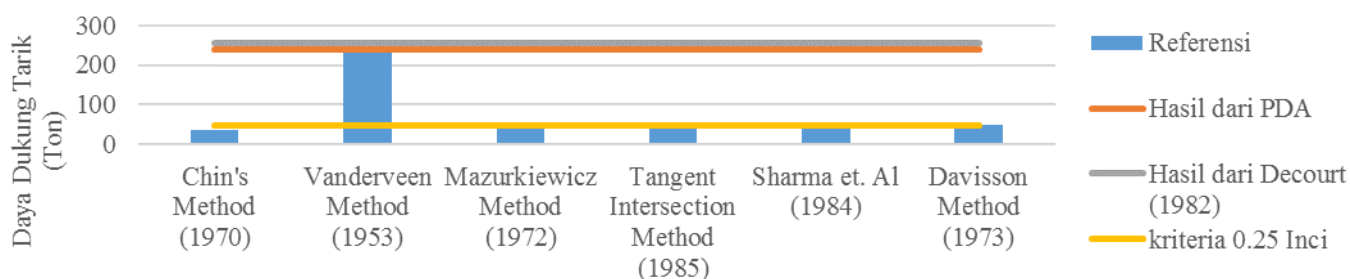


Gambar 2a Grafik Hasil Analisa Daya Dukung Tarik Tiang P1 – T1

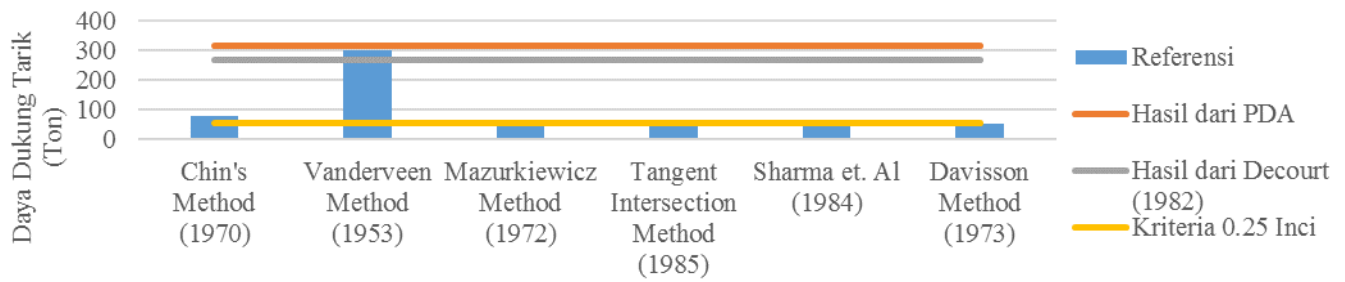


Gambar 2b Grafik Hasil Analisa Daya Dukung Tarik Tiang P1 – T2

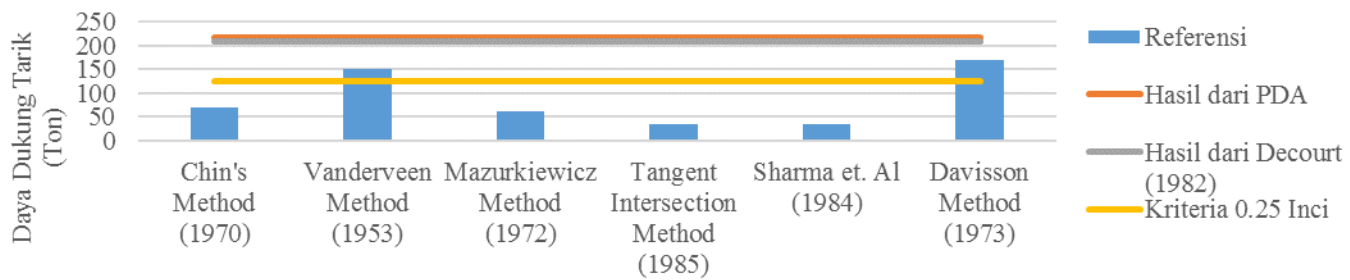
Gambar 3a sampai **Gambar 3e** menunjukkan hasil analisa daya dukung tarik tiang di Proyek II. Terlihat dari grafik hasil analisa di Proyek II (**Gambar 3a** hingga **Gambar 3e**) bahwa metode interpretasi hasil SLT yang paling mendekati dengan hasil prediksi uji PDA dan prediksi analitik menggunakan metode Decourt adalah metode Van der Veen. Sedangkan hasil interpretasi dengan metode yang lain jauh lebih kecil dibandingkan dengan hasil daya dukung tarik berdasarkan prediksi hasil uji PDA dan prediksi analitik dengan menggunakan metode Decourt.



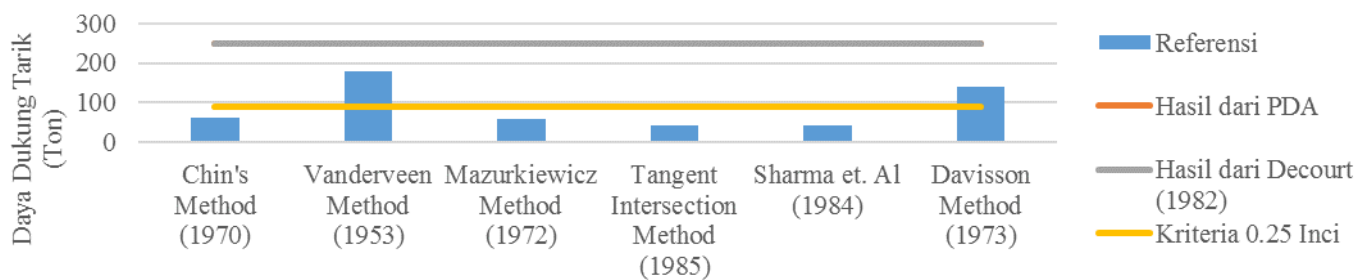
Gambar 3a Grafik Hasil Analisa Daya Dukung Tarik Tiang P2 – T1



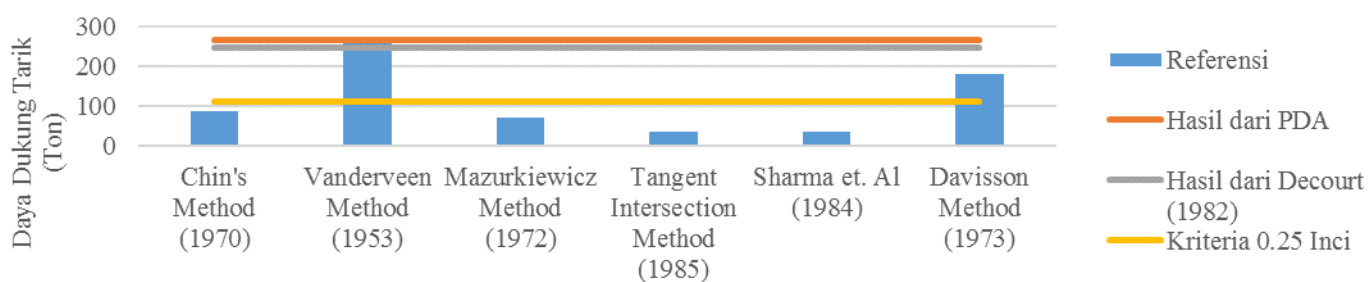
Gambar 3b Grafik Hasil Analisa Daya Dukung Tarik Tiang P2 – T2



Gambar 3c Grafik Hasil Analisa Daya Dukung Tarik Tiang P2 – T3

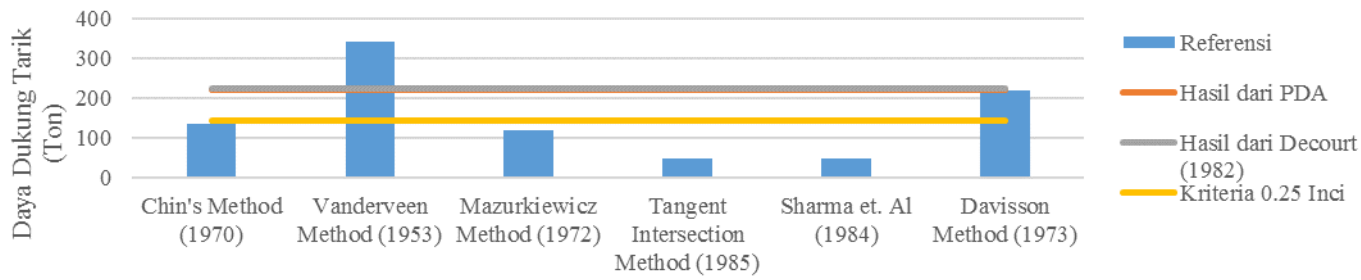


Gambar 3d Grafik Hasil Analisa Daya Dukung Tarik Tiang P2 – T4

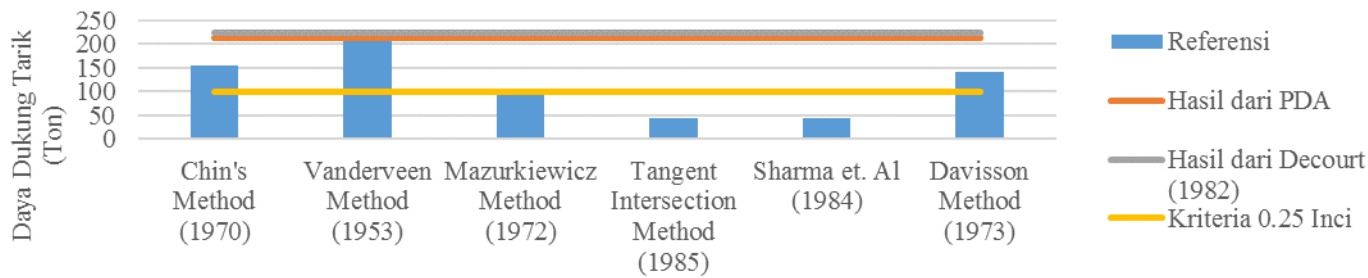


Gambar 3e Grafik Hasil Analisa Daya Dukung Tarik Tiang P2 – T5

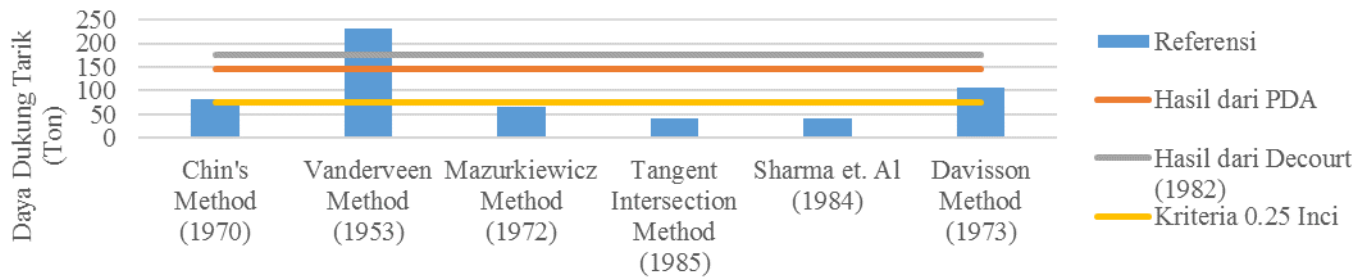
Pada **Gambar 4a** hingga **Gambar 4d** menunjukkan hasil analisa daya dukung tarik tiang di Proyek III. Seperti hasil analisa di Proyek II, terlihat bahwa grafik hasil analisa di Proyek III (**Gambar 4a** hingga **Gambar 4d**) menunjukkan bahwa metode interpretasi metode Van der Veen memperoleh hasil daya dukung tarik yang paling mendekati dengan prediksi hasil uji PDA dan prediksi analitik menggunakan metode Decourt. Pada **Gambar 4d** terlihat bahwa metode Tangent Intersection dan metode Sharma et al. menghasilkan daya dukung tarik yang sangat rendah. Hal ini disebabkan oleh penurunan tiang yang masih elastik, sehingga kurva hubungan antara beban dan deformasi tiang mendekati linear (Wibisono dan Budiman, 2019) sehingga kedua metode tersebut kurang sesuai.



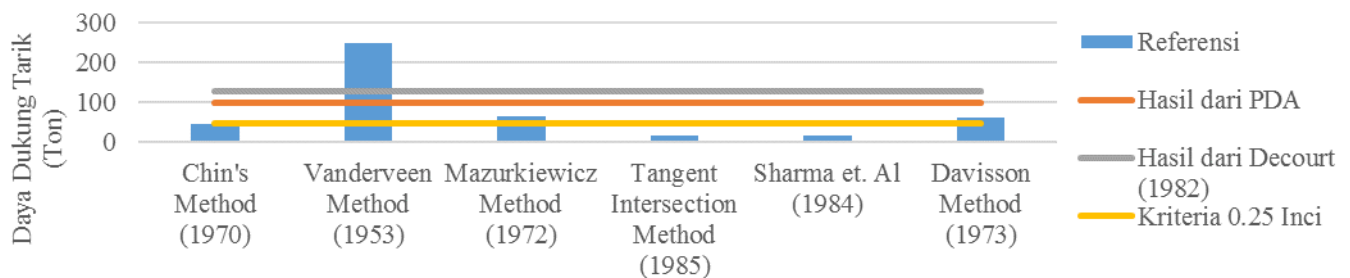
Gambar 4a Grafik Hasil Analisa Daya Dukung Tarik Tiang P3 – T1



Gambar 4b Grafik Hasil Analisa Daya Dukung Tarik Tiang P3 – T2

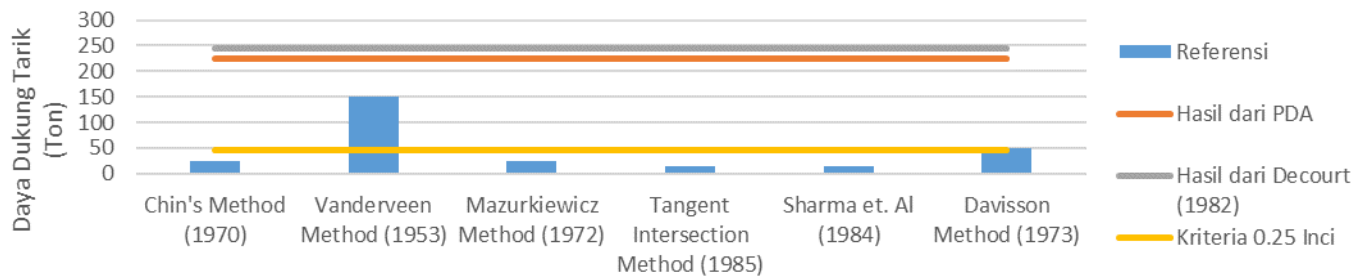


Gambar 4c Grafik Hasil Analisa Daya Dukung Tarik Tiang P3 – T3

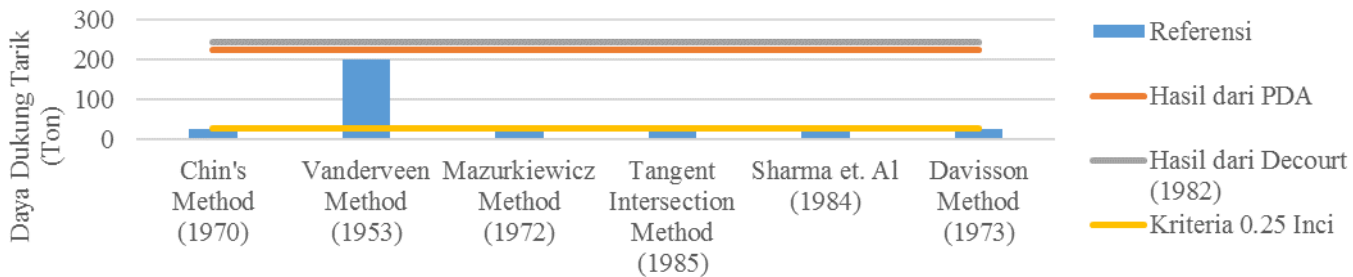


Gambar 4d Grafik Hasil Analisa Daya Dukung Tarik Tiang P3 – T4

Hasil analisa daya dukung tarik tiang di Proyek 4 ditunjukkan pada **Gambar 5a dan 5b**. Seperti pada P3-T4 (**Gambar 4d**), pada tiang 1 di Proyek IV (**Gambar 5a**) juga menunjukkan bahwa metode interpretasi metode Van der Veen memperoleh hasil daya dukung tarik yang paling mendekati dengan prediksi hasil uji PDA dan prediksi analitik menggunakan metode Decourt. Pada **Gambar 5a** terlihat bahwa metode *Tangent Intersection* dan metode Sharma et al. menghasilkan daya dukung tarik yang sangat rendah. Hal ini disebabkan oleh penurunan tiang yang masih elastik, sehingga kurva hubungan antara beban dan deformasi tiang mendekati linear (Wibisono dan Budiman, 2019) sehingga kedua metode tersebut kurang sesuai.



Gambar 5a Grafik Hasil Analisa Daya Dukung Tarik Tiang P4 – T1



Gambar 5b Grafik Hasil Analisa Daya Dukung Tarik Tiang P4 – T2

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Dari analisa dan pembahasan dapat dilihat bahwa interpretasi daya dukung pondasi tiang berdasarkan beberapa referensi (Metode Chin (1970), Metode Van der Veen (1953), Metode Mazurkiewicz, Metode Tangent Intersection dan Metode Sharma et. Al (1984)) yang paling mendekati dengan prediksi daya dukung tarik pondasi tiang berdasarkan hasil data PDA dan analisa tanah berdasarkan metode Decourt (1982) adalah Metode Van der Veen (1953).
2. Pada prediksi daya dukung tarik pondasi tiang dengan menggunakan data PDA yang diolah dengan aplikasi CAPWAP sedikit lebih rendah dibandingkan prediksi daya dukung tarik pondasi tiang dengan menggunakan metode Decourt (1982) yang berdasarkan nilai SPT.
3. Metode Tangent Intersection dan metode Sharma et. Al (1984) lebih tepat digunakan untuk menentukan daya dukung tiang yang diuji sampai menunjukan adanya penurunan tiang yang besar. Sebagian besar data yang di analisa pada Proyek I sampai Proyek IV adalah elastis, sehingga metode Tangent Intersection dan metode Sharma et. Al (1984) kurang sesuai untuk menginterpretasikan hasil SLT dalam penelitian ini.

5. ACKNOWLEDGEMENT

Terima kasih kepada PT. TENO INDONESIA yang telah memberikan akses untuk mendapatkan data tanah, data uji PDA, dan data uji tarik.

6. REFERENSI

- Bazaraa, A. R., & Kurkur, M. M. (1986). *N-Values Used to Predict Settlements of Piles in Egypt*. In Use of In Situ Tests in Geotechnical Engineering. ASCE, 6, 462-474.
- Bouafia, A. dan Derbala, A. (2002). *Assessment of SPT-Based Methods of Pile Bearing Capacity-Analysis of A Database*. Conference: International Workshop on Foundation Design & Soil Investigation in View of International Harmonization and Performance Based Design IWS Kamakura'02. Japan.
- Bustamante, M. dan Gianceselli L. (1982). *Pile Bearing Capacity Prediction By Means of Static Penetrometer CPT*. Amsterdam. In *Proc. of the Second European symposium on Penetration Testing*, 493-500.
- Budi, G.S., Kosasi, M., and Wijaya, D.H. (2015). *Bearing Capacity of Pile Foundations Embedded in Clays and Sands Layer Predicted Using PDA Test and Static Load Test*. The 5th International Conference of Euro Asia Civil Engineering Forum. Surabaya.
- Chin, F, K. (1970). *Estimation of The Ultimate Load of Piles Not Carried To Failure*. In Proceedings of the 2nd Southeast Asian Conference on Soil Engineering, 81-90.
- Coyle H.M. & Castello R.R.(1981). New Design Correlations for Piles in Sand. *Journal of the Geotechnical Engineering Division*, 107(7), 965-986.
- Davison, M.T. (1972). *High Capacity Piles*. In Proceedings, Lecture Series, Innovations in Foundation Construction, ASCE, Illinois Section, 52.
- de Ruiter, J. dan Beringen, F. L. 1979. Pile Foundations for Large North Sea Structures. *Marine Geotechnolgy* 3(3), 267–314. <http://dx.doi.org/10.1080/10641197909379805>.
- Decourt, L. (1982). *Prediction of the Bearing Capacity of Piles Based Exclusively on N-Value of the SPT*. In Proceedings of 2nd European Symposium on Penetration Testing, 1, 29-34.
- Mazurkiewicz, B, K. (1972). *Test Loading of Piles According to Polish Regulations*. Royal Swedish Academy of Engineering Science. Commision on Pile Research, Report No. 35, 335 – 357.
- Meyerhof, G.G. (1976). Bearing Capacity and Settlement of Pile Foundations. *Journal of Geotech. Engg. ASCE*, 102(3), 1-19.
- O'Rourke, T.D., and Kulhawy, F.H. (1985). *Observations on Load Tests on Drilled Shafts in Drilled Piers and Caissons II*. (C.N. Baker, Eds). New York. ASCE. 113–128.
- Ramli, M. H. (2006). *A Comparison of Pile Performance Base on Static Formulas and Dynamic Load Test*.
- Schmertmann, J. H. (1978). *Guidelines for Cone Penetration Test, Performance, and Deign*. Washington, D.C. U.S. Departments of Transportation. report No. FHWA-TS-78-209.
- Sharma, H. D., Sengupta, S., dan Harron, G. (1984). Cast-In-Place Bored Piles on Soft Rock Under Arterian Pressures. *Canadian Geotech. J.* 21(4). 684-698.
- Van der Veen, C. (1953). *The Bearing Capacity of a Pile*. In Proceedings of the 3rd International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, ISSMFE, Zurich, 2, 84-90.
- Wibisono, K.M. & Budiman, R.D. (2019). *Korelasi antara Uji Tarik Pondasi Tiang dengan Uji PDA*. (Skripsi No.21012330/SIP/2019) Unpublished ungraduated thesis, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Yusa, M., & SA, N. (2007). *Korelasi Penentuan Daya Dukung Tiang Cara Empirik (CPT) dengan Pile Driven Analysis (PDA) di Kota Pekanbaru*. Pekanbaru.