

Uji Lapangan Daya Dukung Bored Pile Diameter Kecil Di Tanah Lunak

by Arifin Yulian F

Submission date: 07-Jan-2022 07:22PM (UTC+0700)

Submission ID: 1738487152

File name: 2020-Yulian-Firmana-Arifin-dan-Dony-Herwandi-2.pdf (970.68K)

Word count: 2818

Character count: 15630



UJI LAPANGAN DAYA DUKUNG *BORED PILE* DIAMETER KECIL DI TANAH LUNAK

*Yulian Firmana Arifin*¹ dan *Dony Herwandi*²

¹Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Universitas Lambung Mangkurat.

²Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat.

Email: y.arifin@ulm.ac.id

ABSTRAK

Paper ini fokus pada pelaksanaan uji lapangan untuk mendapatkan daya dukung bored pile diameter kecil sebagai alternatif pondasi di tanah lunak. Pondasi dengan diameter 100 mm dan panjang 5 m digunakan pada penelitian ini. Lubang digali secara manual dengan mata bor yang dirancang khusus untuk tanah lempung lunak dengan kandungan organik/kayu yang tinggi. Setelah lubang siap, tiga batang baja dengan diameter 10 mm dan baja 6 mm dipasang melingkar digunakan sebagai pembesian. Campuran semen-pasir-kerikil dengan komposisi 1:2:2 ditentukan berdasarkan hasil job mix design untuk mendapatkan benton K 250. Uji pembebanan dilakukan pada tiang dengan memasang dua mini pile dengan dimensi 200×200 mm dan panjang 9 m. Prosedur uji pembebanan dilakukan sesuai dengan metode standar ASTM untuk tiang di bawah beban tekan aksial statis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya dukung izin satu tiang bor sekitar 287.5 kg.

Kata kunci: tiang bor, tanah lunak, daya dukung, uji beban.

ABSTRACT

This paper focuses on conducting field tests to obtain the carrying capacity of small diameter bored piles as an alternative foundation on soft soils . Foundation with a diameter of 100 mm and a length of 5 m is used in the research of this . The holes are dug manually with a drill bit specifically designed for soft clay soil with high organic / wood content. After the holes are ready, three steel rods with a diameter of 10 mm and 6 mm steel mounted circularly used as a pembesian . A mixture of cement- sand - gravel with a composition of 1: 2: 2 is determined based on the results of the job mix design to get a K 250 benton . Loading test is carried out on a pole by installing two mini piles with dimensions of 200 × 200 mm and length of 9 m. The loading test procedure is carried out according to the ASTM standard method for poles under static axial compressive loads. The results showed that the carrying capacity of a drill pole permits about 287.5 kg.

Keywords: pillar drill, ground soft, power support, the test load.

1. PENDAHULUAN

Sampai saat ini pada daerah yang dominan tanah lunak, masyarakat Kalimantan Selatan masih menggunakan tiang kayu (galam/*Melaleuca leucadendron*) sebagai pondasi gedung dua sampai tiga lantai. Kebutuhan tiang galam tidak sedikit padahal ketersediaanya terbatas.



Diameter dan panjang tiang yang tersedia dipasaran juga semakin kecil dan tidak terlalu panjang. Harga galam di Banjarmasin dan sekitarnya semakin tinggi dengan berkurangnya pasokan dari Kabupaten Barito Kuala. Sebuah koran lokal menyatakan bahwa berkurangnya pohon galam disebabkan oleh luasnya pembukaan lahan perkebunan sawit, transmigrasi, hingga persawahan (Hani, 2017).

Kerugian penggunaan tiang pancang adalah getaran yang ditimbulkannya. Hal ini semakin menimbulkan masalah khususnya di daerah dengan bangunan yang semakin padat. Pemakaian pondasi *bored pile* merupakan pilihan pondasi alternatif yang tepat. Tipe pondasi ini dapat digunakan pada berbagai jenis tanah dengan konsistensi yang cukup luas dari lunak sampai keras.

Hanya saja, dalam pembuatan *bored pile* sering digunakan alat berat seperti *crane*. Namun untuk proyek kecil apalagi jika sarana transportasinya kurang mendukung, penggunaan *crane* sering mengalami kesulitan karena untuk mobilisasinya dibutuhkan pendanaan yang cukup besar. Biaya proyek menjadi tidak ekonomis. Untuk mengatasi masalah tersebut di atas, *bored pile* manual dengan dimensi yang tidak terlalu besar dapat dibuat menggunakan peralatan bor mini dengan tenaga manusia yang sangat praktis dan mudah pelaksanaannya. *Bored pile* ini biasa disebut *Strauss pile*.

Karena pembuatan *bored pile* ini sering banyak kesulitannya dibandingkan tiang pancang, mengetahui daya dukung aktual dengan uji pembebanan menjadi sangat penting. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menganalisa hasil uji beban di lapangan. Hasnat dkk (2012) melakukan analisa terhadap dua puluh data hasil *loading test* dengan menggunakan enam metode yang umum digunakan yaitu *double tangent method*, *maximum curvature method*, *the Hansen 80% criterion*, *Davisson method*, *rebound elastic method*, dan *Decourt extrapolation*; *Davisson method* menghasilkan kesalahan paling kecil. Fellenius (2013) menyatakan bahwa *offset limit* atau *Davisson criteria* tidak merupakan daya dukung tiang melainkan beban dimana daya dukung batas selimut tiang telah tercapai.

Untuk di tanah lunak, pondasi yang dibuat haruslah tidak berat sehingga daya dukung yang didapat menjadi optimal. Oleh karena ini, penelitian ini menggunakan tiang dengan diameter 100 mm yang relatif sangat kecil digunakan sebagai tiang bor. Paper ini menjelaskan mengenai tahapan pelaksanaan pekerjaan tiang tersebut, pengujian daya dukungnya di lapangan, dan metode untuk menganalisa data yang didapat.

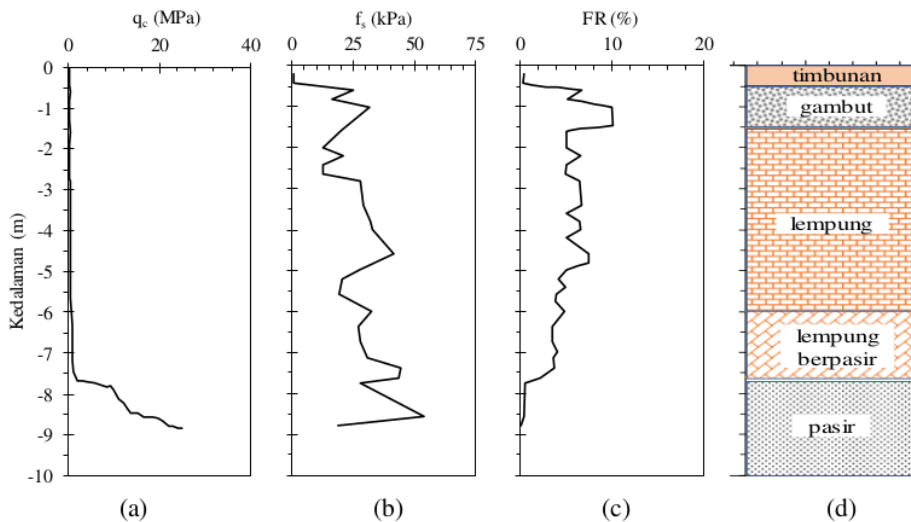
Pada perhitungan daya dukung tiang bor tersebut, beberapa parameter yang digunakan didapatkan dari asumsi dan empiris sesuai dengan kondisi tertentu. Sehingga, pengujian ini sangat penting tidak hanya karena dilaksanakan di tanah lunak, akan tetapi juga untuk memastikan daya dukung yang sebenarnya dari pondasi yang dibuat.

2. MATERIAL DAN PROSEDUR PELAKSANAANYA

2.1 Investigasi Tanah

Pada penelitian ini, investigasi tanah menggunakan alat cone penetrometer test (CPT) atau yang lebih umum di Indonesia disebut dengan sondir. Hasil uji sondir terlihat pada Gambar 1. Hasil uji sondir dapat digambarkan dalam beberapa bentuk sebagai fungsi kedalaman yaitu q_c , f_s , dan FR. Parameter-parameter q_c dan f_s sangat penting karena masing-masing merupakan indeks kekuatan struktur tanah dan indeks kekuatan regangan tinggi (Olsen dan Koester,

1995). Tahanan qonus (q_c) sebagai fungsi kedalaman terlihat pada Gambar 1.a. Nilai q_c yang didapat pada penelitian ini < 6 MPa pada kedalaman 0-6 m, 6-8 MPa di kedalaman 7-8 m, dan terus meningkat mencapai >20 MPa pada kedalaman 9.5 m. Gambar 1.b memperlihatkan nilai f_s sebagai fungsi kedalaman. Sedangkan FR atau *friction ratio* merupakan rasio antar f_s/q_c terlihat pada Gambar 1.c. Pada kedalaman 0.5-1.5 m, FR mencapai nilai 5-10%. Menurut Vos (1982), tanah yang memiliki $FR > 5$ dikategorikan sebagai tanah gambut. Olsen (1988) juga menempat gambut dalam chart yang disarankannya dengan terlebih dahulu melakukan koreksi terhadap nilai q_c dan FR.



Gambar 1. Hasil investigasi tanah menggunakan sondir (CPT)

2.2 Material

Material utama pada penelitian ini adalah beton dan pembedian. Beton yang digunakan adalah campuran semen, pasir, dan kerikil dengan komposisi 1:2:2 untuk mencapai K250. Sedangkan pembedian yang digunakan adalah baja ulir diameter 10 mm sebagai tulangan utama dan baja diameter 6 mm sebagai sengkang. Material lain adalah pipa PVC diameter 4" yang digunakan sebagai alat bantu pada pelaksanaan pengecoran.

2.3 Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini terbagi atas peralatan pembuatan Strauss pile dan pelaksanaan uji beban. Untuk pembuatan bored pile, peralatan terpenting adalah satu set bor tangan yang terdiri atas mata bor dan tiang bor (Gambar 2.a). Peralatan penunjangnya seperti *adjustable wrench* (kunci Inggris). Sedangkan peralatan uji lapangan yang terpenting adalah dongkrak hidrolik dan *digital gauge* (Gambar 2.b).

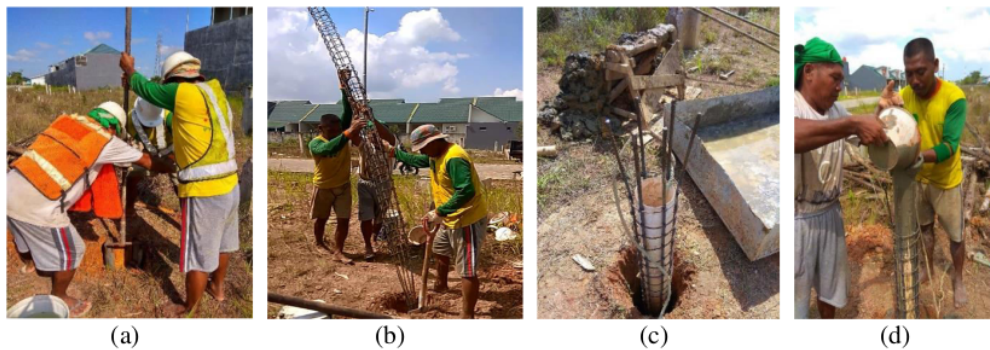
2.4 Prosedur Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan studi terbagi atas persiapan lubang bor, pengecoran, dan pelaksanaan uji beban lapangan. Lubang bor disiapkan dengan menggunakan mata bor khusus (Gambar 2.a) dengan tenaga manusia (Gambar 3.a). Setelah lubang siap, rangkaian besi yang terdiri

atas tiga batang baja ulir 10 mm dan baja 6 mm yang dipasang melingkar dimasukkan ke dalam lubang (Gambar 3.b). Pipa pvc diameter 4" dimasukkan di tengah tulangan sebagai alat bantu proses pengecoran untuk menghindari terjadinya segregasi pada beton (Gambar 3.c). Beton dimasukkan perlahan (Gambar 3.d); pipa ditarik dan ditekan berulang-ulang untuk membantu proses pematatan beton.

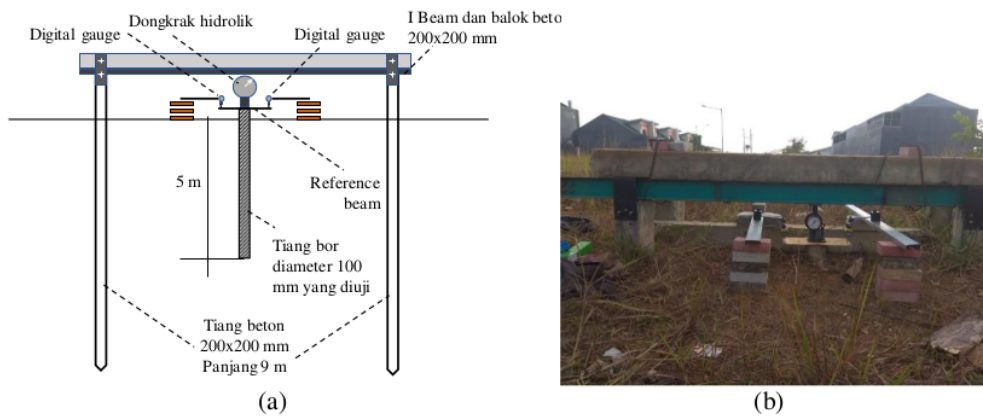


Gambar 2. Mata bor dan tiang bor



Gambar 3. Kegiatan pengeboran dan pengecoran *bored pile*

Gambar 4 memperlihatkan pengaturan peralatan uji beban statis di lapangan. Terlihat pada Gambar 4.a, rangka untuk pembebanan dibuat dari 2 pondasi tiang 200x200 mm panjang 9 m dan *I beam* yang diperkuat dengan balok beton 200x200 mm. Beban diaplikasikan dengan menggunakan dongkrak hidrolik sedangkan pembacaan deformasi tiang menggunakan dua *digital gauge*. Foto pelaksanaan uji beban terlihat pada Gambar 4.b. Prosedur pembebanan menggunakan metode *quick test* (ASTM D1143).

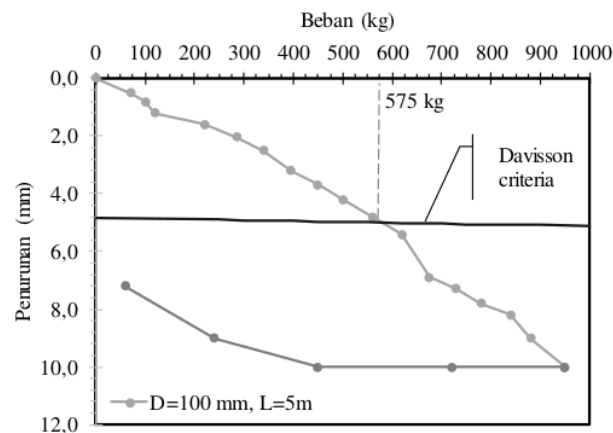


Gambar 4. Seting alat (a) sketsa, dan (b) Foto pengujian di lapangan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji beban yang didapatkan diplot dalam hubungan beban dan penurunan seperti terlihat pada Gambar 5. Dengan memperhatikan hasil uji loading tes ini, maka tiang dapat diperkirakan sukses dibuat meskipun tidak ada uji terhadap integritas tiang bor ini. Terlihat jelas, bahwa penurunan semakin besar dengan bertambahnya beban.

Kurva tersebut tidak memperlihatkan keruntuhan dengan jelas; Kurva hampir linier. Umumnya, kurva memperlihatkan adanya peningkatan penurunan yang besar pada penambahan beban. Pada kasus dimana terdapat beban maksimum atau kurva asimtot, maka tahanan maksimum pondasi dapat dengan mudah ditentukan (Hirany dan Kulhawy, 1989). Sehingga, beban *ultimate* dibutuhkan untuk menentukan beban runtuh pada kasus seperti ini (Hirany dan Kulhawy, 1989; Pan dkk, 2000).



Gambar 5. Kurva hubungan beban dengan beban



Pada paper ini, salah satu analisa untuk mendapatkan daya dukung tiang bor dipilih metode Davisson. Fellinius (2013) melaporkan bahwa *offset limit* yang disarankan oleh Davisson adalah beban dimana daya dukung ultimate selimut tiang telah tercapai. Mempertimbangkan bahwa bored pile ini diaplikasikan pada tanah lunak dimana dominan yang berperan adalah tahanan selimut, maka metode Davisson dipertimbangkan cocok sebagai analisa awal hasil uji beban ini.

Metode Davisson diawali dengan perhitungan kompresi elastis tiang (δ_e) dengan mempertimbangkan beban (Q), panjang tiang (L), luas penampang tiang (A), dan modulus Young tiang (E) (Persamaan 1).

$$\delta_e = \frac{QL}{AE} \quad (1)$$

dimana $L= 5$ m, $A= 7.85 \times 10^{-3} \text{ m}^2$, dan $E= 22,106.94$ MPa. Sementara, kriteria keruntuhan metode Davisson dihitung dengan Persamaan 2.

$$\delta_f = \left(4 + \frac{D}{120}\right) + \delta_e \quad (2)$$

Dimana D adalah diameter tiang dalam mm ($D=100$ mm).

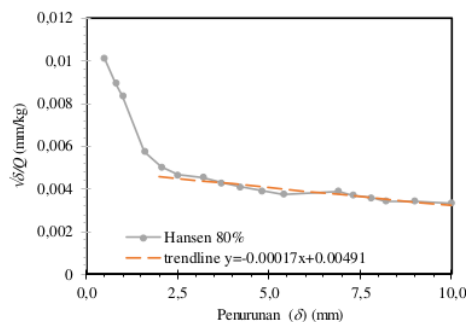
Davisson offset atau *Davisson failure criteria* terlihat pada Gambar 5. Kemiringan garis ini terlihat sangat landai atau hampir horizontal disebabkan oleh panjang tiang yang hanya 5 m. Semakin panjang tiang, semakin terlihat kemiringan garis keruntuhan ini. Perpotongan antara kurva hubungan beban dan penurunan dengan garis *Davisson criteria* ini adalah beban *ultimate*. Pada uji ini, perpotongan terletak pada beban 575 kg. Jika faktor keamanan yang digunakan adalah 2, maka beban izin tiang bor dengan diameter 100 mm dan panjang 5 m ini adalah 287.5 kg.

Metode lain yang dapat digunakan untuk menganalisa hasil uji beban adalah metode Hansen 80%. Mengikuti prosedur yang disarankan oleh Fellinius (2013), Hansen 80% *criteria* dianalisa dengan memplot data hasil uji beban ke dalam kurva $\sqrt{\delta}Q$ versus δ seperti terlihat pada Gambar 6. Data-data yang didapat pada kurva tersebut dihitung dengan Persamaan 3 dan 4.

$$Q = \frac{\sqrt{\delta}}{c_1\delta + c_2} \quad \dots(3)$$

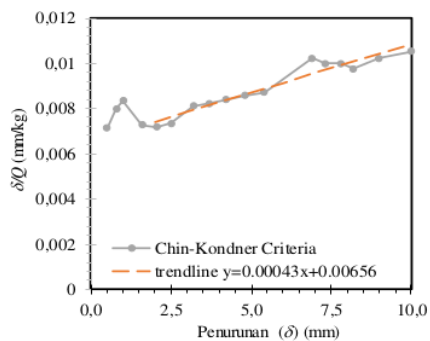
$$Q_u = \frac{1}{2\sqrt{c_1c_2}} \quad \dots(4)$$

dimana Q adalah beban, δ penurunan, C_1 kemiringan garis lurus pada $\sqrt{\delta}Q$ versus δ , dan C_2 perpotongan garis lurus dengan sumbu y pada $\sqrt{\delta}Q$ versus δ . Dari Gambar 6, C_1 dan C_2 yang didapat adalah masing-masing 0.00017 dan 0.00491. Dihitung dengan menggunakan Persamaan 4, beban batas yang didapat adalah 547 kg dan beban izin 273.5 kg dengan $SF=2$.

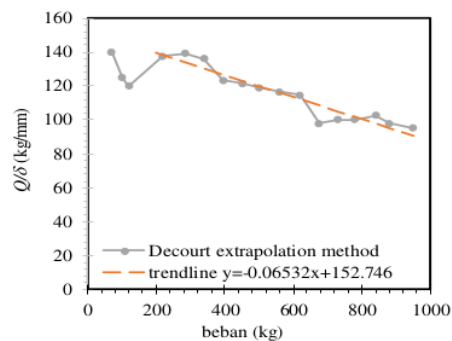


Gambar 6. Kurva $\sqrt{\delta Q}$ versus δ metode Hansen 80%

Metode lainnya yang juga sering digunakan untuk menganalisa hasil uji beban adalah metode Chin-Kondner (Fellini, 2013). Hampir sama dengan metode Hansen 80%, data hasil uji lapangan diplot pada grafik hubungan δ/Q versus δ seperti terlihat pada Gambar 7. Beban batas dihitung dengan menggunakan persamaan $Q_u=1/C$, dimana C adalah kemiringan trendline data yang lurus pada kurva di Gambar 7.a ($C=0.00043$). Q_u yang didapat adalah 2326 kg dengan $Q_{izin}=1163$ kg. Hasil ini jauh lebih besar dari pada yang dihasilkan dengan metode Davisson dan Hansen 80%. Bahkan hasil ini melebihi data beban yang digunakan pada uji pembebanan. Hal ini disebabkan karena Metode Chin-Kondner ini adalah metode ekstrapolasi dimana beban ultimate terjadi pada deformasi tak terbatas (Fellini, 2013). Karena ekstrapolasi, beban batas yang dihasilkan bisa terlalu kecil atau besar yang ditentukan oleh data diakhir pengujian yang berakibat hasil yang tidak akurat (Rybak dan Król, 2018).



(a)



(b)

Gambar 7. (a) metode Chin-Kondner dan (b) metode Decourt

Metode lain yang menggunakan sistem ekstrapolasi adalah metode Decourt (Gambar 7.b). Dengan metode ini, beban batas dihitung dengan $Q_u=C_2/C_1$ atau perpotongan dengan sumbu y dibagi kemiringan. Berdasarkan hasil perhitungan $C_2 = 152.746$ dan $C_1 = 0.006532$ sehingga beban batas yang didapat adalah 2338 kg. Hasil ini hampir sama dengan yang dihasilkan



dengan metode Chin-Kondner karena sistem analisa yang digunakan sama yaitu ekstrapolasi. Hasil ini konsisten dengan Fellinius (2013).

4. KESIMPULAN

Metode pelaksanaan pembuatan, pengujian, dan analisa tiang bor dengan diameter kecil di tanah lunak telah dipaparkan. Hubungan antara beban dan penurunan hasil uji tiang bor ini memperlihatkan bahwa tiang bor dengan diameter kecil ($D=100$ mm) sukses dibuat. Mempertimbangkan bahwa tiang dibangun di tanah lunak sehingga daya dukung selimut tiang adalah dominan sehingga *Davisson criteria* dapat digunakan. Tiang bor yang dibangun dan diuji pada penelitian ini memiliki daya dukung batas 575 kg dan daya dukung izin 287.5 kg ($SF=2$). Metode-metode lain yaitu Hansen 80%, Chin-Kondner, dan Decourt menghasilkan daya dukung batas masing-masing 547 kg, 2326 kg, dan 2338 kg. Metode Chin-Kondner dan Decourt menghasilkan beban batas paling besar karena merupakan metode ekstrapolasi yang bahkan lebih besar dari beban yang digunakan pada uji lapangan; Metode ini penggunaannya dibatasi (Fellinius, 2013).

DAFTAR RUJUKAN

- ASTM D1143/D1143M-07. 2013. Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Compressive Load. ASTM International, West Conshohocken, PA, www.astm.org.
- Fellenius, B. H. 2013. Load tests on full-scale bored pile groups. *Discussion. Canadian Geotechnical Journal*, 50(4) 451-453.
- Hani. 2017. Semakin Merosotnya Hutan Galam di Kabupaten Batola, Pencari Banyak Berhenti, Buat Galangan Kucing-kucingan. <https://kalsel.prokal.co/read/news/11143-semakin-merosotnya-hutan-galam-di-kabupaten-batola.html> diakses 1 Desember 2019.
- Hasnat, A., Farid Uddin, A. R. M., Haque, E., Saha, P., Rahman, M. d, W. 2012. Ultimate load capacity of axially loaded vertical piles from full scale load test results interpretations-applied to 20 case histories. *Proceedings of the 1st International Conference on Civil Engineering for Sustainable Development (ICCESD-2012)*, 23-24 Maret 2012, KUET, Khulna, Bangladesh (ISBN: 978-984-33-4247-8)
- Hirany, A., & Kulhawy, F. H. 1989. Interpretation of load tests on drilled shafts. Part1&Part3. Foundation engineering: current principles and practices. *Proceedings of the 1989 Foundation Engineering Congress*. 25-29 June 1989, Evanston, Illinois. Edited by Fred H. Kulhawy.
- Olsen, R. S. 1988. Using the CPT for Dynamic Response Characterization. *Earthquake Engineering and Soil Dynamic II Conference*. ASCE Proceeding.
- Olsen, O. & Koster, J. P. 1995. Prediction of Liquefaction Resistance using the CPT. *Proceedings CPT'95*. Sweden.
- Pan, J.L., Goh, A.T.C., Wong, K.S., & The, C.I. 2000. Model tests on single piles in soft clay. *Can. Geotech. J.* 37: 890-897



- Rybak, J. & Król, M. 2018. Limitations and risk related to static capacity testing of piles – “unfortunate case” studies. *9th International Scientific Conference Building Defects (Building Defects 2017)*. MATEC Web of Conferences 146, 02006. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201814602006>
- Vos, J. D. 1982. The practical use of CPT in soil profiling. *Proceedings of the Second European Symposium on Penetration Testing, ESOPT-2*. Amsterdam. May 24 - 27, Vol. 2, pp. 933 – 939.

Uji Lapangan Daya Dukung Bored Pile Diameter Kecil Di Tanah Lunak

ORIGINALITY REPORT

11%

SIMILARITY INDEX

6%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

4%

★ Submitted to Universitas Diponegoro

Student Paper

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On