



Studi Pemodelan Pondasi Tiang Baja Tunggal Pada Tanah Lempung Terhadap Gaya Aksial (Studi Kasus Pondasi Baja Berbentuk Persegi)

Anton Ariyanto ^{a,*}, Arie Syahrudin Sibarani ^a

^{a,*}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Pasir Pengaraian, Jalan Tuanku Tambusai Desa Rambah Pasir Pengaraian, aariyantost@gmail.com

^aJurusan Teknik Sipil, Universitas Pasir Pengaraian, Jalan Tuanku Tambusai Desa Rambah Pasir Pengaraian, ariesibarani@gmail.com

INFO ARTIKEL

Diterima: 1 Juli 2020

ABSTRAK

Pada setiap pembangunan suatu konstruksi dibutuhkan perencanaan struktur yang kuat, aman, dan nyaman. Salah satu bagian bangunan yang mendukung hal tersebut adalah pondasi. Setiap pondasi harus mampu mendukung beban sampai batas keamanan yang telah ditentukan, termasuk mendukung beban maksimum yang mungkin terjadi. Penelitian ini bertujuan mengetahui kapasitas tahanan maksimal tiang pancang tunggal akibat beban aksial pada kondisi fixed-end pile dari dua buah variasi pondasi tiang terpancang berbentuk persegi terhadap gaya aksial pada tanah lempung. Penelitian ini merupakan penelitian laboratorium yang dilakukan yaitu dengan uji pembebanan (load test) dengan pondasi tiang bentuk persegi ukuran sisi-sisinya 0,2 x 0,2 cm dan 0,3 x 0,3 cm, panjang terpancang 50 cm. Penambahan beban dilakukan setiap selang waktu 5 menit dan dihentikan jika tiang pancang sudah tidak mengalami penurunan. Data dianalisa menggunakan Interpretasi metode p-y curve. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya dukung pondasi tiang bentuk persegi ukuran sisi-sisinya 0,2 x 0,2 cm dan 0,3 x 0,3 cm, diperoleh nilai Q_{ult} masing-masing sebesar 13,8 kg dan 19,5 kg.

Kata kunci: Interpretasi; load test; metode p-y

E-MAIL

Email Penulis 1*
aariyantost@gmail.com
 Email Penulis 2
ariesibarani@gmail.com

ABSTRACT

Every construction is needed strong, safe and comfortable structural planning. one part of the building that supports construction is the foundation. The foundation must be able to support the load to a specified safety limit, including the maximum load that may occur. This study aims to determine the maximum resistance capacity of a single pile due to axial load under fixed-end pile conditions of the two variations of square pile foundation for axial forces on clay. This research is a laboratory research that is a load test with a square pile foundation with side dimensions of 0.2 x 0.2 cm and 0.3 x 0.3 cm, a fixed length of 50 cm. Addition of load is done every 5 minutes intervals and stopped if the pile has not decreased.

Data were analyzed using the Interpretation of the p-y curve method. The results showed that the carrying capacity of the square foundation piles with sides dimensions of 0.2 x 0.2 cm and 0.3 x 0.3 cm, obtained Q_{ult} values of 13.8 kg and 19.5 kg respectively.

Kata kunci: Interpretation; load test; metode p-y

I. PENDAHULUAN

Dalam suatu pekerjaan konstruksi, tanah memiliki fungsi yang sangat penting salah satunya

adalah sebagai dasar pendukung suatu bangunan atau sebagai bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri. Sebuah bangunan tidak dapat begitu saja didirikan langsung di atas permukaan tanah, untuk itu diperlukan adanya struktur bangunan bawah yang disebut pondasi. Pondasi tiang pancang selain dirancang untuk menahan beban-beban aksial, juga harus dirancang dengan memperhitungkan beban *horizontal/lateral*.

Pengujian skala kecil dengan pemodelan daya dukung pondasi tiang pancang baja tunggal pada tanah lempung akan memberikan kita gambaran bagaimana sebenarnya bagaimana pengaruhnya terhadap daya dukung pondasi tiang pancang pada tanah lempung itu sendiri. Penelitian ini merupakan penelitian laboratorium yang dilakukan yaitu dengan uji pembebanan (*load test*) terhadap model pondasi tiang tunggal ujung tertutup. Hasil dari pengujian ini adalah nilai kapasitas dukung masing-masing pondasi.

Untuk mengetahui besarnya defleksi dapat dilakukan menggunakan beberapa metode:

1. Lateral Test

Lateral test merupakan salah satu instrumen pile load test atau pengujian beban pada tiang dengan jenis pembebanan lateral atau arah horizontal dari tiang yang disesuaikan dengan beban rencana yang bekerja pada tiang tersebut. Beban dapat berupa beam atau besi yang diletakkan pada platform, kemudian dihubungkan dengan hydraulic jack cylinder sebagai pendorong beban ke tiang serta terdapat dial gauge yang terpasang pada tiang untuk memantau pergeseran tiang. Dial gauge dapat diletakkan sesuai pada kedalaman yang diinginkan, tetapi pada umumnya dial gauge diletakkan di puncak tiang dengan asumsi pergeseran tiang terbesar berada di puncak tiang. Pembebanan pada lateral test dapat berlangsung static maupun cyclic. Hasil dari lateral test berupa p-y curve, yaitu hubungan antara beban lateral dengan defleksi yang terjadi pada tiang tersebut

2. Metode p-y

Metode p-y curve merupakan salah satu metode penyelesaian untuk menganalisis defleksi aksial pada tiang. Metode ini mendefinisikan hubungan beban aksial dan defleksi antara tanah dan tiang yang digambarkan dalam p-y curve. Sumbu - p adalah tahanan lateral tanah persatuan panjang tiang dan sumbu-y adalah defleksi lateral tiang.

$$\frac{d^2}{dx^2} \left(E_p I_p \frac{d^2 y}{dx^2} \right) + P_x \frac{d^2 y}{dx^2} - p - W = 0 \quad \dots 1$$

Dengan,

P_x = beban aksial

y = defleksi lateral yang terjadi di kedalaman x pada panjang tiang L

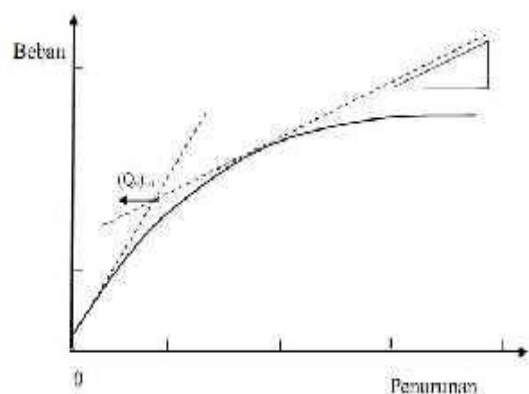
p = soil resistance

W = beban lateral yang terdistribusi disepanjang tiang

E_p = modulus elastisitas tiang

I_p = momen inersia tiang

Interpretasi hasil pengujian pembebanan metode grafik p-y merupakan cara sederhana untuk menentukan Q_{ult} . Penentuan Q_{ult} menggunakan grafik hubungan beban dan penurunan yang dapat dilihat pada Gambar.



Gambar 1. Metode Interpretasi data p-y

3. Metode Reese & Matlock (1960)

Momen dan perpindahan dari suatu pondasi tiang yang tertanam di tanah kohesif berdasarkan beban lateral dan momen yang terjadi di permukaan tanah ditentukan oleh metode umum oleh seperti yang disajikan pada persamaan berikut:

$$y = A_y \frac{H.T^3}{EI} + B_y \frac{M_t T^2}{EI} \quad \dots \dots \dots 2$$

Dengan:

y = defleksi lateral

H = beban lateral

T = faktor kekakuan

E = Modulus Elastisitas tiang

I = Momen Inersia tiang

M_t = beban momen, dimana $M_t = Hxe$

, B_y = koefisien defleksi untuk kepala tiang bebas

II. MATERIAL DAN METODE

2.1. Tahapan penelitian

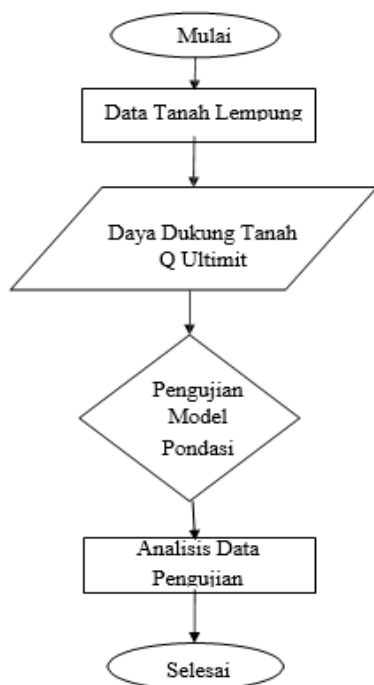
Penelitian dilakukan di laboratorium mekanika tanah Universitas Pasir Pengaraian,

Analisis menggunakan metode p-y. Interpretasi hasil pengujian pembebanan metode grafik p-y merupakan cara sederhana untuk menentukan Q_{ult} . Penentuan Q_{ult} menggunakan grafik hubungan beban dan penurunan.

2.2. Pelaksanaan Pengujian Model di Laboratorium

Tahap ini meliputi pekerjaan-pekerjaan antara lain sebagai berikut :

1. Pemasangan pondasi tiang tunggal dan alat *dial gauge*.
2. Pelaksanaan pengujian pembebanan dan pengambilan data.
3. Kemudian setting *dial gauge* dalam keadaan nol untuk memulai pengujian.
4. Setelah itu dilakukan pembebanan secara bertahap disetiap pengujian. Penambahan beban dilakukan setelah penurunan pada waktu 5 menit. Kemudian apabila sudah tidak mengalami pergerakan pada beban maksimum yang direncanakan maka besar penurunan yang terjadi dapat dibaca. Pengujian dihentikan sampai penurunan maksimum. Data yang diambil berupa bacaan *dial gauge* disetiap penurunan.



Gambar 2. Bagan alir Penelitian



Gambar 3. Model tiang tunggal ujung tertutup

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanah lempung dan mineral lempung adalah tanah yang memiliki partikel-partikel mineral tertentu yang “menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air” (Grim, 1953). Partikel-partikel tanah berukuran yang lebih kecil dari 2 mikron ($=2\mu$), atau <5 mikron menurut sistem klasifikasi yang lain, disebut saja sebagai partikel berukuran lempung dari pada disebut lempung saja. Partikel-partikel dari mineral lempung umumnya berukuran koloid ($<1\mu$) dan ukuran 2μ merupakan batas atas (paling besar) dari ukuran partikel mineral lempung.

Untuk menentukan jenis lempung tidak cukup hanya dilihat dari ukuran butirannya saja tetapi perlu diketahui mineral yang terkandung didalamnya. ASTM D-653 memberikan batasan bahwa secara fisik ukuran lempung adalah partikel yang berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm.

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung (Hardiyatmo, 1999) adalah sebagai berikut:

1. Ukuran butir halus, kurang dari 0,002 mm
2. Permeabilitas rendah
3. Kenaikan air kapiler tinggi
4. Bersifat sangat kohesif
5. Kadar kembang susut yang tinggi
6. Proses konsolidasi lambat.

Penelitian pendahuluan dilakukan terhadap media tanah. Pengujian yang dilakukan terhadap tanah dimaksudkan untuk mengetahui parameter-parameter tanah dan untuk mengidentifikasi jenis tanah tersebut. Pelaksanaan pengujian sampel tanah dilakukan melalui prosedur-prosedur laboratorium yang sesuai standar ASTM (American Society for Testing Material). Hasil pengujian parameter tanah dapat disajikan pada tabel berikut

Tabel 1. Rekapitulasi Pengujian Parameter Tanah

Parameter	Satuan	Hasil Pemeriksaan
Analisa Kadar Air	%	33,28
Analisa Saringan	%	No. 200 sebesar 79,06
Analisa Berat Jenis	gr/cm ³	2,629

Analisa Berat Volume	gr/cm ³	1,332
Analisa Batas Plastis	%	30,14
Analisa Batas Cair	%	25 pukulan kadar air sebesar 38,70
Kohesi	Kg/cm ³	0,003
Sudut Geser Dalam	o	2,8224°

(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium FT. UPP

Pengujian model pondasi tiang tunggal ini dilakukan dengan alat Load Test (modifikasi alat laboratorium) dengan cara meletakkan posisi dial pada landasan atau permukaan untuk pembacaan dial setelah di beri beban secara bertahap.

3.1. Kapasitas Daya Dukung Ultimit pondasi tiang baja bentuk persegi ukuran sisi-sisi 0,2 x 0,2 cm

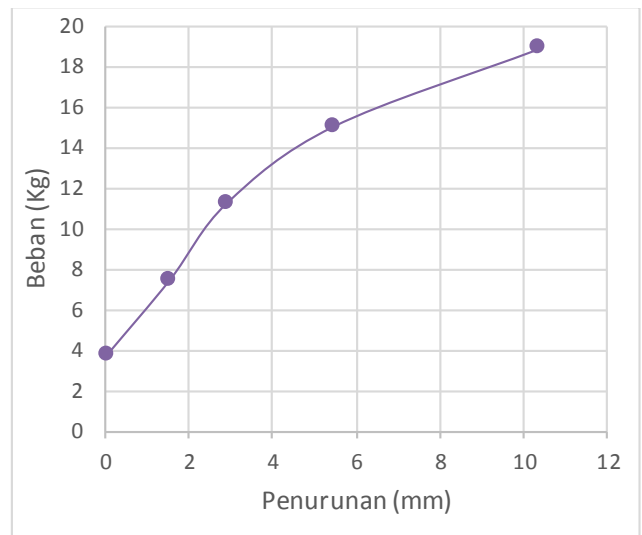
Data Hasil pengujian nilai rata-rata Beban diberikan pada Tabel berikut.

Tabel 2. Nilai Rata – Rata Beban untuk pondasi tiang baja bentuk persegi ukuran sisi-sisi 0,2x0,2 cm

Penambahan Beban	Sisi-sisi 0.2 x 0.2 cm		
	Beban (Kg)	Waktu (menit)	Penurunan rata-rata (mm)
P1	3,745	5	0,030
P1 + P2	7,475	10	1,543
P1 + P2 + P3	11,27	15	2,910
P1 + P2 + P3 + P4	15,035	20	5,450
P1 + P2 + P3 + P4 + P5	18,880	25	10,380

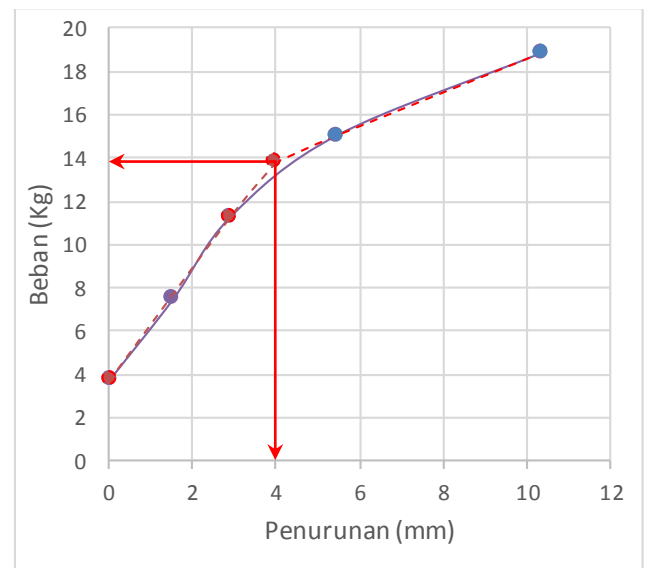
(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium FT. UPP

Pada tabel terlihat bahwa dengan penambahan pembebanan akan memberikan penurunan yang semakin besar, Hubungan antara beban dengan penurunan kemudian dibuat grafik.



Gambar 4. Grafik Hubungan beban dan penurunan pondasi tiang baja bentuk persegi ukuran sisi-sisi 0,2x0,2 cm

Dari grafik hubungan antara beban dan penurunan maka di lakukan analisa menggunakan metode interpretasi data *p-y curve* seperti disajikan pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. Grafik Hasil analisa Metode Interpretasi data *p-y curve* pondasi tiang baja bentuk persegi ukuran sisi-sisi 0,2x0,2 cm

Setelah dilakukan interpretasi data *p-y* maka di dapat nilai $Q_{ult} = 13,8$ kg dengan penurunan sebesar 4 mm untuk model pondasi tiang baja bentuk persegi ukuran sisi-sisi 0,2 x 0,2 cm 0,2 cm

3.2. Kapasitas Daya Dukung Ultimit pondasi tiang baja bentuk persegi ukuran sisi-sisi 0,3 x 0,3 cm

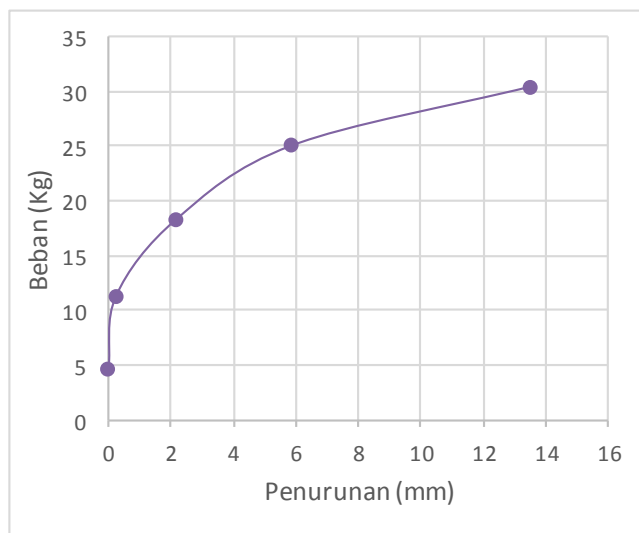
Data Hasil pengujian nilai rata-rata Beban diberikan pada Tabel berikut.

Tabel 3. nilai Rata – Rata Beban untuk pondasi tiang baja bentuk persegi ukuran sisi-sisi 0,3 x 0,3 cm

Penambahan Beban	Sisi – sisi 0.3 x 0.3 cm		
	Beban (Kg)	Waktu (menit)	Penurunan rata-rata (mm)
P1	4,635	5	0,01
P1 + P2	11,340	10	0,25
P1 + P2 + P3	18,315	15	2,17
P1 + P2 + P3 + P4	25,065	20	5,87
P1 + P2 + P3 + P4 + P5	30,435	25	13,5

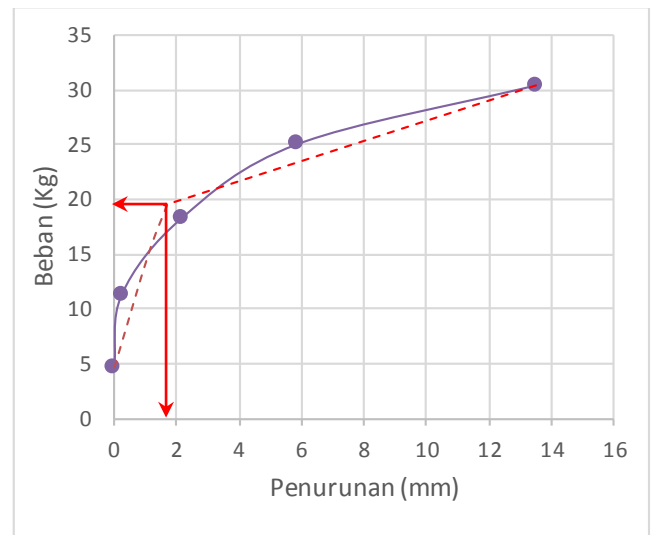
(Sumber : Hasil Pengujian di Laboratorium FT. UPP

Pada tabel terlihat bahwa dengan penambahan pembebanan akan memberikan penurunan yang semakin besar, Hubungan antara beban dengan penurunan kemudian dibuat grafik.



Gambar 6 Grafik Hubungan beban dan penurunan pondasi tiang baja bentuk persegi ukuran sisi-sisi 0,3x0,3 cm

Dari grafik hubungan antara beban dan penurunan maka di lakukan analisa menggunakan metode interpretasi data *p-y curve* seperti disajikan pada gambar di bawah ini.



Gambar 7. Grafik Hasil analisa Metode Interpretasi data *p-y curve* pondasi tiang baja bentuk persegi ukuran sisi-sisi 0,3x0,3 cm

Setelah dilakukan interpretasi data menggunakan metode *p-y* maka di dapat nilai $Q_{ult} = 19,5$ kg dengan penurunan sebesar 1,6 mm untuk model pondasi tiang baja bentuk persegi ukuran sisi-sisi 0,3 x 0,3 cm

IV. KESIMPULAN

1. Hasil kapasitas tahanan aksial maksimal (Q_{ult}) yang didapat dari data pengujian menunjukkan bahwa semakin panjang kedalaman terpancang, semakin besar Q_{ult} yang dihasilkan.
2. Hasil Interpretasi data *p-y* maka di dapat nilai $Q_{ult} = 13,8$ kg dengan penurunan sebesar 4 mm untuk model pondasi tiang baja bentuk persegi ukuran sisi-sisi 0,2 x 0,2 cm 0,2 cm ; sedangkan nilai $Q_{ult} = 19,5$ kg dengan penurunan sebesar 1,6 mm untuk model pondasi tiang baja bentuk persegi ukuran sisi-sisi 0,3 x 0,3 cm

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan *jurnal* ini

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D 1143, 2010. Standard Test Method for Deep Foundations Under Static Axial Compressive Load. American Society for Testing Materials, USA.
- Das, Braja M, , (©2011, 2007) Principles of foundation Engineering, SI). Seventh Edition, CENGAGE Learning
- Hardiyatmo, H. C., 2010. Analisis dan Perancangan Fondasi, bagian II, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

- Hidayat, E., 2011. Uji Beban Lateral pada Tiang Spunpile pada Pembangunan PLTU II Tanjung Gundul. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura
- Izzet Hekmatyar, Ikhsan Fauzy, Indrastono DA, Kresno Wikan Sadono, 2017, “ Analisa Perilaku Daya Dukung Tiang Tunggal Dengan Rumus Statik Dan Model Fisik Pada Tanah Pasir”, JURNAL KARYA TEKNIK SIPIL, Volume 6, Nomor 1 Tahun 2017, Halaman 33 – 41
- Nuryanto, 2013. “Perencanaan Pondasi Tiang Pada Tanah Lempung”. Proceeding PESAT (Psikologi, Ekonomi, Sastra, Arsitektur & Teknik Sipil) Universitas Gunadarma Vol. 5 (10)
- Nasrulloh, Yusep Muslim, Niken SilmiSurjansari, 2017, “Analisis Defleksi Lateral Tiang Tunggal Pada Tanah Kohesif” e-Jurnal Matrik Teknik Sipil, Maret 2017.
- Rafini aulia, hikmad lukman, titik pentra artiningsih. 2019. Analisis gaya lateral pada pondasi Tiang pancang square (studi kasus: pembangunan continuous stirred-tank reactor (cstr) pt.ultra jaya milk industri bandung), jurnal online mahasiswa (JOM) bidang teknik sipil [Internet]. [diunduh 2020 Mar 6]. Tersedia pada: <https://jom.unpak.ac.id/index.php/tekniksipil/article/view/1173/921>
- Rudy Suryadi, Soewignjo Agus Nugroho, Muhandi, Pengaruh Kemiringan Pondasi Tiang Terhadap Daya Dukung Tiang Tunggal Akibat Beban Vertikal, Annual Civil Engineering Seminar 2015, Pekanbaru, isbn: 978-979-792-636-6
- Prakash, and Sharma,1990. Pile Foundation in Engineering Practice. California: John Wiley & Sons, Inc.
- Ridho, Rasyid, 2010. “Uji Kapasitas Dukung Pondasi Tiang Pancang Kelompok Ujung Tertutup Pada Tanah Pasir Berlempung Dengan Variasi Jumlah Tiang”. Skripsi Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret.
- Tomlinson, M.J., 1980. Pile Design and Construction Practice. New York: E & FN SPON
- Wartono, 2004. “Studi Pembebanan Lateral Model Tiang Pancang Tunggal Ujung Bebas (Free- End Pile) Dengan Variasi Panjang Dan Diameter Pada Tanah Non Kohesif (Pasir)”. Skripsi Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret.
- Wanda Aska Alawiyah, Yuki Achmad Yakin, 2016, Analisa Daya Dukung Tiang Tunggal Statis Pada Tanah Lunak Di Gedebage, Reka Recana Jurnal Online Intitut Teknologi Nasional, Jurusan Teknik Sipil Itenas Vol.2 No. 3
- Nuryanto, Sri Wulandar, Perencanaan Pondasi Tiang Pada Tanah Lempung, Proceeding PESAT (Psikologi, Ekonomi, Sastra, Arsitektur & Teknik Sipil), Vol. 5, ISSN: 1858-2559