

**ANALISIS KORELASI DAYA DUKUNG TIANG CARA EMPINIK (CFT)
DENGAN FILE DRIVEN ANALYZER (FDA)
(STUDI KASUS : GEDUNG ATLETIK DAN RS MAYA)**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

RETNO WIDYASTUTI

02061001072

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

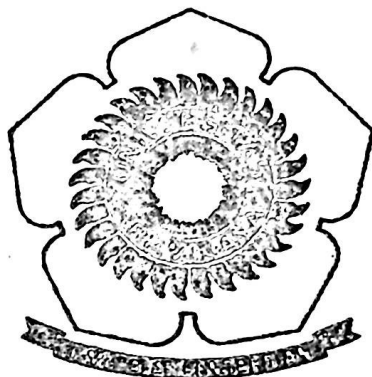
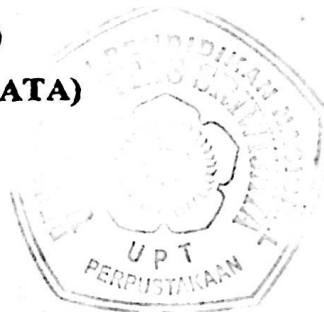
REKAYANA DAN KONSTRUKSI

2016

S
725.807
Ree

9
2011

**ANALISIS KORELASI DAYA DUKUNG TIANG CARA EMPIRIK (CPT)
DENGAN PILE DRIVEN ANALYZER (PDA)
(STUDI KASUS : GEDUNG ATLETIK DAN RS MATA)**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

RETNO WIDYASTUTI

03061001072

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2011

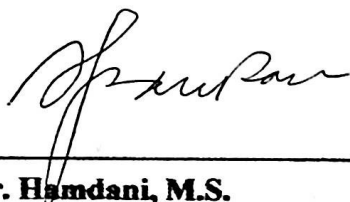
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : RETNO WIDYASTUTI
NIM : 03061001072
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISIS KORELASI DAYA DUKUNG TIANG
CARA EMPIRIK (CPT) DENGAN PILE DRIVEN
ANALYZER (PDA)
(STUDI KASUS : GEDUNG ATLETIK DAN RS MATA)

PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Tanggal Pembimbing Pembantu
17/3 2011



Ir. Hamdani, M.S.
NIP. 19490211 198602 1 001

Tanggal Pembimbing Utama
17/3 2011



Ratna Dewi, S.T., M.T.
NIP. 19740615 200003 2 001

Tanggal Ketua Jurusan,
17/3 2011



Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE.
NIP. 19581211 198703 1 002

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : RETNO WIDYASTUTI
N I M : 03061001072
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
**JUDUL : ANALISIS KORELASI DAYA DUKUNG TIANG
CARA EMPIRIK (CPT) DENGAN PILE DRIVEN
ANALYZER (PDA)
(STUDI KASUS : GEDUNG ATLETIK DAN RS MATA)**

Inderalaya, Februari 2011

Ketua Jurusan,

Dosen Pembimbing,






Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE.

Ratna Dewi, S.T., M.T.

NIP. 19581211 198703 1 002

NIP. 19740615 200003 2 001

**ANALISIS KORELASI DAYA DUKUNG TIANG CARA EMPIRIK (CPT)
DENGAN PILE DRIVEN ANALYZER (PDA)
(STUDI KASUS : GEDUNG ATLETIK DAN RS MATA)**

ABSTRAKSI

Kapasitas daya dukung pondasi tiang dapat diperkirakan dari uji laboratorium dan atau analisis empirik yaitu dengan menggunakan data *Standard Penetration Test* (SPT) dan *Cone Penetration Test* (CPT), serta pengujian langsung di lapangan yaitu, *static load test* dan *Pile Driving Analyzer* (PDA). Data yang sering digunakan adalah data CPT. Sedangkan untuk pengujian di lapangan, daya dukung pondasi tiang menggunakan PDA memberikan korelasi yang baik, apabila dibandingkan dengan hasil *static load test*. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi ketiga metode terbaik yaitu metode Schmertmann (1978), de Ruiter dan Beringen (1979), Bustamante dan Gianceselli (1982) dengan menggunakan data uji sondir yang diolah dengan bantuan program *Louisiana Pile Design by CPT* dan hasil pengujian PDA.

Dari data pengujian CPT dapat dicari nilai tahanan ujung (Q_b) dan tahanan kulit (Q_s) serta tahanan *ultimate* (Q_u) menggunakan ketiga metode. Setelah diperoleh hasil perhitungan daya dukung dari metode-metode tersebut, selanjutnya diolah dengan perhitungan statistik yaitu korelasi. Teknik yang paling sering digunakan untuk menghitung koefisien korelasi adalah teknik Korelasi Product Moment Pearson.

Berdasarkan hasil penelitian ini, pada lokasi Gedung Atletik, korelasi tahanan ujung (Q_b) tertinggi yaitu metode Bustamante dan Gianceselli yaitu 0,653, sedangkan korelasi tahanan kulit (Q_s) dan tahanan *ultimate* (Q_u) tertinggi yaitu metode de Ruiter dan Beringen dengan nilai masing-masing yaitu 0,881 dan 0,865. Pada lokasi Rumah Sakit Mata, korelasinya menunjukkan hasil yang sama yaitu 0,714 untuk tahanan ujung (Q_b), 0,791 untuk tahanan kulit (Q_s) dan 0,998 untuk tahanan *ultimate* (Q_u). Korelasi tahanan *ultimate* pada ketiga metode dengan PDA menunjukkan hubungan kedekatan yang tinggi.

Kata kunci: *cone penetration test, pile driving analyzer, kapasitas daya dukung.*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulisan Laporan Tugas Akhir yang diberi judul : “Analisis Korelasi Daya Dukung Tiang Cara Empirik (CPT) dengan Pile Driven Analyzer (PDA) (Studi Kasus : Gedung Atletik dan RS Mata)” ini dapat diselesaikan.

Selama proses pembuatan dan penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah terlibat secara langsung dan tidak langsung, kepada :

1. Bapak Ir. H. Yakni Idris, M.Sc., MSCE., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Budhi Setiawan, S.T., M.T., Phd., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Ratna Dewi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing utama yang bersedia membantu dalam penulisan, memberikan penjelasan, nasehat, masukan dan koreksi dalam penulisan laporan ini.
4. Bapak Ir. Hamdani, M.S., selaku dosen pembimbing pembantu.
5. Ibu Yulia Hastuti, S.T., atas semangat dan dukungannya.
6. Seluruh staff pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
7. Bapak Ir. Tedjo Kuntjoro, yang telah memberikan bantuan data serta informasi yang mendukung dalam penyusunan laporan.
8. Rekan satu pembimbing, Diah Meirina Putri, R. Aditya Hendra Saputra, Danang Wicaksana, Danar Kharisma Utama, Diny Mariska Bumbungan, Alvin Setiawan, Paisal Al Raza.
9. Seluruh staff administrasi Jurusan Teknik Sipil, Yuk Tini, Yuk Deli, Yuk Dian, Kak Aang, Kak Junai, Kak Sopan, Kak Rudi, Kak Hari, Pak Sam.
10. Teman-Teman Sipil angkatan 2005, 2006, 2007, 2008.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan. Untuk itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi penyempurnaan di masa mendatang.

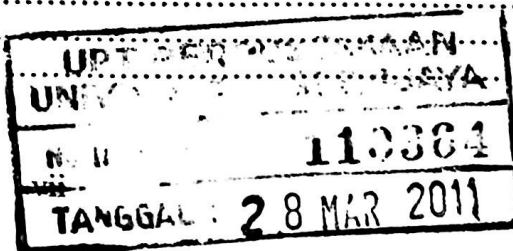
Akhirnya penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua khususnya Jurusan Teknik Sipil.

Inderalaya, Februari 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Persetujuan	ii
Halaman Pengesahan	iii
Abstraksi	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	x
Daftar Lampiran	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah	2
1.4.2 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Jenis Pondasi	5
2.2 Pondasi Tiang	5
2.3 Penggolongan Pondasi Tiang	6
2.4 Daya Dukung Tiang Pancang	10
2.5 Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Data <i>Cone Penetration Test</i>	10
2.5.1 Uji Penetrasi Kerucut (CPT)	10
2.5.2 Perhitungan Daya Dukung Berdasarkan Data CPT	12
2.5.3 Metode Schmertmann	14
2.5.4 Metode de Ruitter dan Beringen	16
2.5.5 Metode Bustamante dan Gianceselli (Metode LCPC)	18
2.6 <i>Pile Driving Analyzer</i> (PDA)	24
2.7 Program <i>Louisiana Pile Design by CPT</i> (LPD-CPT)	26
2.7.1 Tentang Program LPD-CPT	26
2.7.2 <i>Running</i> Program LPD-CPT	27
2.8 Analisis Korelasi	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Studi Pustaka	36
3.2 Pengumpulan Data	36
3.3 Pengolahan Data	36
3.3.1 Penentuan Daya Dukung Tiang Pancang dengan Menggunakan Program LPD-CPT	36
3.3.2 Koefisien Korelasi	36
3.4 Analisis dan Pembahasan Hasil	37



BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN HASIL	38
4.1 Gambaran Wilayah	38
4.1 Data <i>Cone Penetration Test</i> (CPT) dan <i>Pile Driven Analyzer</i> (PDA) ...	38
4.2 <i>Output</i> Program LPD-CPT	40
4.3 Perhitungan Koefisien Korelasi	45
4.4 Analisis dan Pembahasan	48
 BAB V PENUTUP	 49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
 DAFTAR PUSTAKA	 50

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Jenis-Jenis Tiang	6
Tabel 2.2 Keuntungan dan Kerugian Menurut Teknik Pemasangan Tiang	9
Tabel 2.3 Ringkasan dari Metode CPT dalam Prediksi Desain Tiang Pancang .	13
Tabel 2.4 Faktor Daya Dukung LCPC (k_b)	18
Tabel 2.5 Kategori Tiang untuk Metode LCPC	20
Tabel 2.6 Parameter Input untuk Lempung dan Lanau pada Metode LCPC	21
Tabel 2.7 Parameter Input untuk Pasir dan Kerikil pada Metode LCPC	22
Tabel 2.8 Interpretasi Nilai r	34
Tabel 4.1 Data Pengujian CPT dan PDA	38
Tabel 4.2 Data <i>Cone Penetration Test</i> (CPT)	39
Tabel 4.3 Data <i>Pile Driven Analyzer</i> (PDA)	39
Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil PDA dan Ketiga Metode Pembanding Lokasi Gedung Atletik	44
Tabel 4.5 Rekapitulasi Hasil PDA dan Ketiga Metode Pembanding Lokasi Rumah Sakit Mata	44
Tabel 4.6 Koefisien Korelasi PDA dengan Ketiga Metode pada Gedung Atletik	45
Tabel 4.7 Koefisien Korelasi PDA dengan Ketiga Metode pada Rumah Sakit Mata	45
Tabel 4.8 Rekapitulasi Komponen Perhitungan Koefisien Korelasi pada Gedung Atletik	46
Tabel 4.9 Rekapitulasi Komponen Perhitungan Koefisien Korelasi pada Rumah Sakit Mata	47

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema Penggolongan Tiang Berdasarkan Teknik Pemasangannya	7
Gambar 2.2 Penetrometer Kerucut dan Hasil Pengukurannya	12
Gambar 2.3 Perhitungan Nilai Tahanan Kerucut Rata-Rata pada Metode Schmertmann	14
Gambar 2.4 Kurva Desain Penetrasi Tahanan Friksi Tiang pada Tanah Lempung untuk Metode Schmertmann	15
Gambar 2.5 Kurva Desain Penetrasi Tahanan Friksi Tiang pada Pasir untuk Metode Schmertmann	16
Gambar 2.6 Perhitungan Nilai Ekuivalen Tahanan Ujung Rata-Rata pada Metode LCPC (Setelah Bustamante dan Gianceselli)	19
Gambar 2.7 Kurva Friksi Maksimum untuk Metode LCPC (Setelah Briaud) ...	23
Gambar 2.8 Pile Driving Analyzer	24
Gambar 2.9 Keluaran PDA	25
Gambar 2.10 Hasil CAPWAP	25
Gambar 2.11 Tampilan Utama Program LPD-CPT	27
Gambar 2.12 Tampilan <i>Input</i> Satuan dan <i>Number of title Lines</i>	27
Gambar 2.13 Tampilan <i>Input</i> Data Sondir	28
Gambar 2.14 Tampilan Informasi Data	28
Gambar 2.15 Tampilan <i>Output</i> Profil CPT	29
Gambar 2.16 Tampilan <i>Output Probability of Soil Type</i>	29
Gambar 2.17 Tampilan Informasi Data Profil Tiang	30
Gambar 2.18 Tampilan Pilihan Proses Penganalisisan Program	30
Gambar 2.19 Tampilan <i>Output</i> CPT Data dan Grafik dari Tiga Metode Empiris Penentuan Daya Dukung <i>Ultimate</i> Tiang	31
Gambar 2.20 Tampilan Keterangan <i>Output</i> Program Ditampilkan dalam File <i>Output.dat</i>	31
Gambar 2.21 Tampilan <i>Output</i> Program LPD-CPT dalam Program Surfer 8 ...	32
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 4.1 Tampilan <i>Input</i> Data dan Informasi	40
Gambar 4.2 Tampilan Profil CPT	41
Gambar 4.3 Tampilan <i>Probability of Soil Type</i>	41
Gambar 4.4 Tampilan <i>Output</i> Grafik Tiga Metode (a) <i>End Bearing</i> dan <i>Ultimate Capacity</i> (b) <i>Frictional Capacity</i> dan <i>Ultimate Capacity</i>	42
Gambar 4.5 Tampilan <i>Output</i> Grafik Metode Bustamante dan Gianceselli (LCPC)	43
Gambar 4.6 Tampilan <i>Output</i> Grafik Metode Schmertmann	43
Gambar 4.7 Tampilan <i>Output</i> Grafik Metode de Ruitter dan Beringen	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A
Data Sondir
Data PDA – CAPWAP
Contoh *Output* Program dengan Surfer 8

Lampiran B
Surat Keterangan Tugas Akhir
Surat Jalan
Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir
Kartu Asistensi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk menanggulangi masalah daya dukung tanah yang rendah dan kemampumampatan yang tinggi, sering digunakan jenis pondasi dalam/ pondasi tiang untuk konstruksi yang sifatnya setempat. Kapasitas daya dukung pondasi tiang dapat diperkirakan dari uji laboratorium dan atau analisis empirik yaitu dengan menggunakan data *Standard Penetration Test* (SPT) dan *Cone Penetration Test* (CPT), serta pengujian langsung di lapangan yaitu, *static load test* dan *Pile Driving Analyzer* (PDA).

Data yang sering digunakan adalah data CPT karena pengujiannya dapat dilakukan dengan mudah, cepat dan murah. Di samping itu, formula yang tersedia untuk menghitung daya dukung pondasi tiang berdasarkan data sondir banyak tersedia dan masing-masing formula tersebut memberikan hasil yang berbeda-beda. Sedangkan untuk pengujian di lapangan, pengujian PDA memerlukan waktu, tempat dan biaya relatif lebih murah dibandingkan dengan *static load test*. Selanjutnya, daya dukung pondasi tiang menggunakan PDA memberikan korelasi yang baik, apabila dibandingkan dengan hasil *static load test*.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Titi dan Abu Farsakh pada enam puluh (60) tiang dengan dimensi yang berbeda serta bersumber dari proyek yang berbeda di Louisiana, dilakukan penelitian dengan membandingkan hasil hitungan metode-metode analisis tiang dengan hasil *static load test*. Metode-metode analisis tersebut terdiri dari delapan metode, yaitu Aoki dan De Alencar (1975), Penpile (Clisby et al. 1978), Schmertmann (1978), De Ruitter dan Beringen (1979), Philipponnat (1980), LCPC (Bustamante dan Gianceselli 1982), Price dan Wardle (1982), Tumay dan Fakhroo (1982).

Dari delapan metode tersebut, diperoleh tiga metode yang hasilnya mendekati hasil pengujian *static load test* yaitu, metode Schmertmann (1978), de Ruitter dan Beringen (1979), Bustamante dan Gianceselli (1982).

Penggunaan metode dengan data CPT ini melibatkan proses perhitungan yang panjang. Oleh karena itu, untuk mempermudah, dikembangkan program komputer *visual basic* untuk desain tiang pancang dan analisis menggunakan data CPT yang dinamakan *Louisiana Pile Design by CPT* (LPD-CPT). Pada program ini, digunakan

metode dengan cara kerja terbaik yaitu metode De Ruiter dan Beringen dan LCPC dan juga metode Schmertmann.

Berdasarkan hal tersebut maka penelitian tugas akhir ini dilakukan untuk mengevaluasi ketiga metode tersebut dengan menggunakan data uji sondir yang diolah dengan bantuan program LPD-CPT dan hasil pengujian PDA sehingga didapat korelasi nilai daya dukung antara kedua komponen tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Untuk mengevaluasi ketiga metode yaitu metode Schmertmann, de Ruiter dan Beringen, serta Bustamante dan Ganeselli, analisis dapat dilakukan dengan membandingkan nilai daya dukung berdasarkan uji sondir dengan hasil pengujian PDA. Dari hasil analisis tersebut dapat dilihat korelasi antara nilai daya dukung berdasarkan uji sondir dan hasil pengujian PDA, sehingga dapat dilakukan evaluasi sejauh mana korelasi antara nilai daya dukung masing-masing metode dengan nilai daya dukung hasil pengujian PDA.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah membandingkan daya dukung pondasi tiang (ujung, kulit, *ultimate*) yang dihitung dengan analisis empirik dari data CPT menggunakan metode Schmertmann, de Ruiter dan Beringen, Bustamante dan Ganeselli terhadap hasil PDA, yang telah diolah dengan CAPWAP. Hasil perbandingan dinyatakan dengan koefisien korelasi.

1.4 Ruang Lingkup

1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah pada penelitian ini dibatasi pada beberapa proyek yang mengadakan uji CPT dan PDA di Palembang yaitu pada proyek Rumah Sakit Mata yaitu, proyek Gedung Atletik (Pembangunan Venue Sea Games 2011), pada kedalaman sesuai panjang tiang tertanam hasil pengujian PDA yaitu 4 m pada Rumah Sakit Mata dan 23 m pada Gedung Atletik.

1.4.2 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian, yaitu:

1. Melakukan evaluasi serta pengolahan data yang berupa data penyondiran sehingga didapatkan nilai daya dukung tiang pancang berdasarkan metode Schmertmann (1978), De Ruitter dan Beringen (1979) dan Bustamante dan Gianceselli (LCPC) (1982) dengan menggunakan program LPD-CPT.
2. Membandingkan nilai daya dukung dari masing-masing metode hasil *output* program dengan hasil pengujian PDA yang dinyatakan dalam koefisien korelasi.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab dengan sistematika penulisannya adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini dibahas tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup yang terdiri dari ruang lingkup wilayah dan ruang lingkup penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi kajian pustaka mengenai penjelasan umum tentang pondasi tiang, daya dukung tiang pancang secara umum dan berdasarkan data *Cone Penetration Test, Pile Driving Analyzer (PDA)* serta Program *Louisiana Pile Design by CPT (LPD-CPT)*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi prosedur penelitian yang dilakukan mulai dari studi pustaka dan literatur, pengumpulan data serta pengolahannya sampai didapatkan kesimpulan hasil penelitian.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN HASIL

Membahas tentang hasil penelitian yaitu perbandingan daya dukung tiang pancang dengan menggunakan program LPD-CPT dengan daya dukung hasil PDA, dan dari analisis tersebut dinyatakan dengan koefisien korelasi.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan mengenai korelasi antara nilai daya dukung berdasarkan analisis data CPT dan dari PDA, dan juga berisi saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

Selain berisikan kelima bab tersebut di atas, laporan ini juga dilengkapi dengan pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, daftar pustaka, dan lampiran yang digunakan dalam menyusun laporan.

DAFTAR PUSTAKA

- Craig, Robert F, *Mekanika Tanah*, Edisi Keempat. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1994.
- Bowles, Joseph E., *Analisis dan Desain Pondasi*, Jilid I. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1988.
- Bowles, Joseph E, *Analisis dan Desain Pondasi*, Jilid II. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1988.
- Bowles, Joseph E, *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1984.
- Endah, Noor.; Daya Dukung Axial Pondasi Tiang Berdasarkan Data Sondir dan Loading Test Studi Kasus : Surabaya dan Sekitarnya. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sipil*. Hal 3-9. 1996
- Nazir, M. dan Ariyoso.; Korelasi Bivariat. Metode Penelitian Ghalia Indonesia : Jakarta. WordPress.com. 2009
- Sosrodarsono, Suyono dan Kazuto Nakazawa, *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta, 2000.
- Terzaghi, Karl. dan Ralph B. Peck, *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa*, Edisi Kedua. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1991.
- Theodosius, Gunawan dan Margaret Saleh, *Teori Soal dan Penyelesaian Mekanika Tanah*. Penerbit Delta Teknik Group, Jakarta 2006.
- Titi, H. H., and Abu Farsakh. M. Y.; Assesment of Direct Cone Penetration Test Methods for Predicting the Ultimate Capacity of Friction Driven Piles, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 130: 935-944.2004
- Titi, H. H., and Abu Farsakh. M. Y.; Evaluation of Bearing Capacity of Piles from Cone Penetration Test Data, Louisiana : Louisiana Transportation Research Center. Available at <URL: <http://www.ltrc.lsu.edu/pdf/Pile-CPT-Final-Report.pdf>> 1999
- Yusa, Muhammad dan Nugroho SA.; Korelasi Penentuan Daya Dukung Tiang Cara Empirik (CPT) dengan Pile Driven Analysis (PDA) di Kota Pekanbaru, *Jurnal Media Teknik Sipil*. Hal 41-48. 2007