ANALISIS KORELASI DAYA DUKUNG TIANG PANCANG MENGGUNAKAN METODE ANALITIK BERDASARKAN N-SPT TERHADAP HASIL CAPWAP TES PDA

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana (S.T.)
Program Studi Teknik Sipil

Disusun Oleh:

AL FIRDAUS NAWAWI
21035010067

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2025

ANALISIS KORELASI DAYA DUKUNG TIANG PANCANG MENGGUNAKAN METODE ANALITIK BERDASARKAN N-SPT TERHADAP HASIL CAPWAP TES PDA

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana (S.T.)
Program Studi Teknik Sipil

Disusun oleh:

AL FIRDAUS NAWAWI

21035010067

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

2025

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

ANALISIS KORELASI DAYA DUKUNG TIANG PANCANG MENGGUNAKAN METODE ANALITIK BERDASARKAN N-SPT TERHADAP HASIL CAPWAP TES PDA

Disusun oleh:

AL FIRDAUS NAWAWI
NPM. 21035010067

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
pada Hari Senin, 21 April 2025

Dosen Pembimbing Utama	Dosen Pembimbing Pendamping
Dr. Yerry Kahaditu Firmansyah, S.T., M.T.	**Himatul Farichah, S.T., M.Sc.**
NIP. 20119860129207	**NIP. 19931226 202012 2013**

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M. P.
NIP. 19650403 199103 2001

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

ANALISIS KORELASI DAYA DUKUNG TIANG PANCANG MENGGUNAKAN METODE ANALITIK BERDASARKAN N-SPT TERHADAP HASIL CAPWAP TES PDA

Disusun oleh:

AL FIRDAUS NAWAWI
NPM. 21035010067

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
pada Hari Senin, 21 April 2025

Dosen Pembimbing:
Dosen Pembimbing Utama

Dr. Yerry Kahaditu Firmansyah, S.T., M.T.
NIP. 20119860129207

Dosen Pembimbing Pendamping

Himatul Farichah, S.T., M.Sc.
NIP. 19931226 202012 2013

Tim Penguji:
1. Penguji I

Dian Purnamawati Solin, S.T., M.Sc.
NIP. 19890304 201903 2017

2. Penguji II

Ir. Siti Zainab, M.T.
NIP. 19600105 199303 2001

3. Penguji III

Bagas Aryaseta, S.T., M.S.
NIP. 19931225 202203 1006

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M. P.
NIP. 19650403 199103 2001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : AL FIRDAUS NAWAWI

NPM : 21035010067

Program : Sarjana(S1)~~/Magister (S2) / Doktor (S3)~~

Program : Studi Teknik Sipil

Fakultas : Fakultas Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemulan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 2 Mei 2025

Yang Membuat pernyataan

AL FIRDAUS NAWAWI

NPM. 21035010067

ANALISIS KORELASI DAYA DUKUNG TIANG PANCANG MENGGUNAKAN METODE ANALITIK BERDASARKAN N-SPT TERHADAP HASIL CAPWAP TES PDA

Oleh:
Al Firdaus Nawawi
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Indonesia
(alfirdausnawawi265@gmail.com)

ABSTRAK

Fondasi tiang pancang merupakan komponen struktur bawah (*substructure*) yang krusial dalam konstruksi bangunan, sehingga membutuhkan perencanaan dan perhitungan yang cermat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis korelasi metode analitik dalam perencanaan daya dukung fondasi tiang pancang terhadap hasil pengujian lapangan (CAPWAP tes PDA). Studi ini menggunakan 30 data pengujian lapangan (PDA) dan 19 data pengujian tanah (SPT) dari beberapa proyek konstruksi yang menggunakan tiang pancang sebagai fondasinya. Enam metode analitik yang dianalisis adalah Meyerhoff (1956), Luciano Decourt (1996) & Quaresma (1978), Nakazawa (2000), Reese O'neil (1999), Vesic (1977) & Tomlinson (1977), dan Terzaghi & Peck (1948). Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang hanya membandingkan metode analitik dengan hasil tes PDA, penelitian ini akan melakukan analisis regresi linier dan regresi polinomial ordo 2 untuk mendapatkan persamaan korelasi antara daya dukung tiap metode analitik terhadap nilai daya dukung aktual dari pengujian lapangan. Berdasarkan hasil uji hipotesis yang telah dilakukan, metode yang paling efektif dalam menghitung nilai daya dukung aktual findasi tiang pancang adalah Metode Reese O'neil (1999). Sedangkan, model regresi linier dan polinomial terbaik untuk menghitung daya dukung aktual fondasi tiang pancang adalah model regresi dari Metode Meyerhoff (1956) dengan nilai R^2 = 66,4% untuk model regresi linier dan R^2 = 75,7% untuk model regresi polinomial. Persamaan model regresi linier dari Metode Meyerhoff (1956) adalah $\hat{y} = 0{,}3X + 160{,}35$. Sedangkan, persamaan model regresi polinomial ordo 2-nya adalah $\hat{y} = -0{,}0004X^2 + 0{,}8210X + 37{,}2610$.

Kata Kunci: *Pile Driving Analyzer*, Fondasi Tiang Pancang, Metode Analitik, N-SPT, CAPWAP

CORRELATION ANALYSIS OF PILE BEARING CAPACITY USING ANALYTICAL METHOD BASED ON N-SPT AGAINST CAPWAP TEST RESULTS PDA

By:
Al Firdaus Nawawi
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Science
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Indonesia
(alfirdausnawawi265@gmail.com)

ABSTRACT

Pile foundations are crucial substructure components in building construction, requiring careful planning and calculation. This study aims to analyse the correlation of analytical methods in pile foundation bearing capacity planning to field test results (CAPWAP PDA tests). This study used 30 field test data (PDA) and 19 soil test data (SPT) from several construction projects that used piles as foundations. The six analytical methods analysed were Meyerhoff (1956), Luciano Decourt (1996) & Quaresma (1978), Nakazawa (2000), Reese O'neil (1999), Vesic (1977) & Tomlinson (1977), and Terzaghi & Peck (1948). In contrast to previous studies that only compared analytical methods with PDA test results, this study will conduct linear regression and 2nd order polynomial regression analyses to obtain a correlation equation between the bearing capacity of each analytical method and the actual bearing capacity value from field testing. Based on the results of the hypothesis testing, the most effective method in calculating the actual bearing capacity of pile foundations is the Reese O'neil Method (1999). Meanwhile, the best linear and polynomial regression models for calculating the actual bearing capacity of pile foundations are the regression models from the Meyerhoff Method (1956) with R^2 = 66.4% for the linear regression model and R^2 = 75.7% for the polynomial regression model. The equation of the linear regression model of the Meyerhoff Method (1956) is $\hat{y} = 0.3X + 160.35$. Meanwhile, the equation of the 2nd order polynomial regression model is $\hat{y} = -0.0004X^2 + 0.8210X + 37.2610$.

Keywords: Pile Driving Analyser, Pile Foundations, Analytical Method, N-SPT, CAPWAP

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikan penyusunan proposal tugas akhir yang berjudul "Korelasi Daya Dukung Tiang Pancang Menggunakan Metode Analitik Terhadap Hasil CAPWAP Tes PDA". Proposal tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, UPN ”Veteran” Jawa Timur.

Penulis menyadari bahwa proposal tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penyususunan laporan ini:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT., IPU, selaku Rektor UPN ”Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., Selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T., Selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Sumaidi, S.T., M.T., selaku dosen wali yang memberi arahan selama perkuliahan.
5. Bapak Dr. Yerry Kahaditu Firmansyah, S.T., M.T., A.md HATTI., selaku dosen pembimbing teknik sipil yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan proposal tugas akhir pada bidang geoteknik.

6. Ibu Himatul Farichah, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing teknik sipil yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan proposal tugas akhir pada bidang geoteknik.
7. Ibu Dian Purnamawati Solin, S.T., M.Sc., selaku dosen pengampu teknik sipil yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan proposal tugas akhir pada bidang geoteknik.
8. Bapak Indarwanto Hari Susilo selaku pembimbing magang dan telah membantu mengumpulkan data-data yang diprlukan dalam penelitian.
9. Bapak Oswyn Karsten Wattimena selaku pembimbing magang dan telah membantu mengumpulkan data-data yang diprlukan dalam penelitian.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 2 Mei 2025

AL FIRDAUS NAWAWI
201350100667

DAFTAR ISI

ABSTRAK i

ABSTRACT ii

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI v

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR TABEL x

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 4

1.3 Tujuan 4

1.4 Batasan Masalah 5

1.5 Manfaat 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6

2.1 Penelitian Terdahulu 6

2.2 Fondasi 7

2.3 Fondasi Tiang Pancang 8

2.4 Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang 9

2.5 Korelasi N-SPT terhadap Parameter Tanah 21

2.6 Efisiensi Kelompok Tiang 22

2.7 Pile Driving Analyzer (PDA) 23

2.8 Analisis Statistik Nilai Daya Dukung 24

BAB III METODOLOGI 31

3.1 Bagan Alir 31

3.2 Studi Literatur 32

3.3 Perumusan Masalah 32
3.4 Pengumpulan dan Analisis Data 32
3.5 Perhitungan Daya Dukung 32
3.6 Uji hipotesis mean 33
3.7 Analisis Regresi 33
3.8 Kesimpulan 34
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN 35
4.1 Pengumpulan Data 35
4.2 Analisis Data 37
4.3 Perhitungan dan Analisis Daya Dukung 42
4.4 Uji Hipotesis Mean 72
4.5 Analisis Regresi 78
4.6 Rekapitulasi Model Regresi 133
4.7 Pengkajian Ulang Data 136
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 140
5.1 Kesimpulan 140
5.2 Saran 141
DAFTAR PUSTAKA 143

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan antara L/D dengan qd/N 13

Gambar 2.2 Panjang Ekivalen Penetrasi 14

Gambar 2.3 Tipe keruntuhan pada kelompok tiang 15

Gambar 2.4 Faktor Adhesi (α) tiang pancang pada tanah lempung (McClelland, ... 17

Gambar 2.5 Hubungan antara faktor adhesi dan kohesi untuk tiang pancang dalam tanah lempung 20

Gambar 2.6 Kelompok Tiang Pancang 23

Gambar 3.1 Bagan Alir Tugas Akhir 31

Gambar 4.1 Lokasi Pengujian PDA dan SPT 35

Gambar 4.2 Detail PC.6 (kiri) dan PC.6B (kanan) 36

Gambar 4.3 Grafik N-SPT (merah) dan N-SPT terkoreksi (biru) 39

Gambar 4.4 Perbandingan daya dukung ujung Metode Meyerhoff (1956) 44

Gambar 4.5 Perbandingan daya dukung selimut Metode Meyerhoff (1956) 45

Gambar 4.6 Perbandingan daya dukung total Metode Meyerhoff (1956) 46

Gambar 4.7 Perbandingan daya dukung ujung Metode Luciano Decourt (1982) & Quaresma (1978) 49

Gambar 4.8 Perbandingan daya dukung selimut Metode Luciano Decourt (1982) & Quaresma (1978) 50

Gambar 4.9 Perbandingan daya dukung total Metode Luciano Decourt (1982) & Quaresma (1978) 51

Gambar 4.10 Perbandingan daya dukung ujung Metode Nakazawa (2000) 54

Gambar 4.11 Perbandingan daya dukung selimut Metode Nakazawa (2000) 54

Gambar 4.12 Perbandingan daya dukung total Metode Nakazawa (2000) 55

Gambar 4.13 Perbandingan daya dukung ujung Metode Reese O'neil (1999) 58

Gambar 4.14 Perbandingan daya dukung selimut Metode Reese O'neil (1999)..... 59
Gambar 4.15 Perbandingan daya dukung total Metode Reese O'neil (1999) 60
Gambar 4.16 Perbandingan daya dukung ujung Metode Terzaghi dan Peck (1948). 64
Gambar 4.17 Perbandingan daya dukung selimut Metode Terzaghi dan Peck (1948) 64
Gambar 4.18 Perbandingan daya dukung total Metode Terzaghi dan Peck (1948)... 65
Gambar 4.19 Perbandingan daya dukung ujung Metode Vesic (1977) dan Tomlinson (1977)..... 68
Gambar 4.20 Perbandingan daya dukung selimut Metode Vesic (1977) dan Tomlinson (1977)..... 69
Gambar 4.21 Perbandingan daya dukung total Metode Vesic (1977) dan Tomlinson (1977)..... 69
Gambar 4.22 Model Regresi Daya Dukung Ujung Metode Meyerhoff (1956)..... 83
Gambar 4.23 Model Regresi Daya Dukung Selimut Metode Meyerhoff (1956) 89
Gambar 4.24 Model Regresi Daya Dukung Total Metode Meyerhoff (1956)..... 94
Gambar 4.25 Model Regresi Daya Dukung Ujung Metode Luciano Decourt (1982) & Quaresma (1978)..... 97
Gambar 4.26 Model Regresi Daya Dukung Selimut Metode Luciano Decourt (1982) & Quaresma (1978) 100
Gambar 4.27 Model Regresi Daya Dukung Total Metode Luciano Decourt (1982) & Quaresma (1978)..... 103
Gambar 4.28 Model Regresi Daya Dukung Ujung Metode Nakazawa (2000)..... 105
Gambar 4.29 Model Regresi Daya Dukung Selimut Metode Nakazawa (2000)..... 108
Gambar 4.30 Model Regresi Daya Dukung Total Metode Nakazawa (2000).....110
Gambar 4.31 Model Regresi Daya Dukung Ujung Metode Reese O'neil (1999)....113

Gambar 4.32 Model Regresi Daya Dukung Selimut Metode Reese O'neil (1999) .115
Gambar 4.33 Model Regresi Daya Dukung Total Metode Reese O'neil (1999).....118
Gambar 4.34 Model Regresi Daya Dukung Ujung Metode Terzaghi dan Peck (1948) 120
Gambar 4.35 Model Regresi Daya Dukung Selimut Metode Terzaghi dan Peck (1948) 123
Gambar 4.36 Model Regresi Daya Dukung Total Metode Terzaghi dan Peck (1948) 125
Gambar 4.37 Model Regresi Daya Dukung Ujung Metode Vesic (1977) dan Tomlinson (1977)..... 128
Gambar 4.38 Model Regresi Daya Dukung Selimut Metode Vesic (1977) dan Tomlinson (1977)..... 130
Gambar 4.39 Model Regresi Daya Dukung Total Metode Vesic (1977) dan Tomlinson (1977)..... 133

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Koreksi N-SPT 9

Tabel 2.2 Koefisien Dasar Tiang α..... 12

Tabel 2.3 Koefisien Selimut Tiang β 12

Tabel 2.4 Nilai Koefisien k menurut L. Decourt 12

Tabel 2.5 Intensitas gaya geser dinding tiang 14

Tabel 2.6 Nilai Faktor Daya Dukung Terzaghi 17

Tabel 2.7 Hubungan Indeks Plastisitas dengan nilai K..... 20

Tabel 2.8 Korelasi N-SPT untuk Tanah Kohesif..... 21

Tabel 2.9 Korelasi N-SPT untuk Tanah Pasir (Teng, 1962)..... 21

Tabel 2.10 Korelasi α' terhadap PI..... 22

Tabel 2.11 Tabel Luas Kurva Normal 25

Tabel 2.12 Tabel Nilai t..... 26

Tabel 2.13 Deskripsi Nilai Koefisien Determinasi 30

Tabel 4.1 Data N-SPT BH-1 dan BH-2 Proyek Graha Cahaya Kusuma 36

Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Analisis CAPWAP Tes PDA..... 37

Tabel 4.3 Koreksi dan Korelasi N-SPT BH-1 Proyek Graha Cahaya Kusuma 38

Tabel 4.4 Rekapitulasi Karakteristik Tanah 39

Tabel 4.5 Nilai efisiensi tiang pancang..... 41

Tabel 4.6 Perhitungan daya dukung Metode Meyerhoff (1956)..... 42

Tabel 4.7 Rekapitulasi daya dukung Metode Meyerhoff (1956) 43

Tabel 4.8 Perhitungan daya dukung Metode Luciano Decourt (1982) & Quaresma (1978)..... 47

Tabel 4.9 Rekapitulasi daya dukung Metode Luciano Decourt (1982) & Quaresma (1978)..... 48
Tabel 4.10 Perhitungan daya dukung Metode Nakazawa (2000) 52
Tabel 4.11 Rekapitulasi daya dukung Metode Nakazawa (2000)..... 53
Tabel 4.12 Perhitungan daya dukung Metode Reese O'neil (1999) 56
Tabel 4.13 Rekapitulasi daya dukung Metode Reese O'neil (1999) 57
Tabel 4.14 Perhitungan daya dukung Metode Terzaghi dan Peck (1948) 61
Tabel 4.15 Rekapitulasi daya dukung Metode Terzaghi dan Peck (1948)..... 62
Tabel 4.16 Rekapitulasi daya dukung Metode Vesic (1977) dan Tomlinson (1977) . 66
Tabel 4.17 Rekapitulasi daya dukung Metode Vesic (1977) dan Tomlinson (1977) . 71
Tabel 4.18 Uji hipotesis Metode Meyerhoff (1656) 72
Tabel 4.19 Uji hipotesis Metode Luciano Decourt (1982) & Quaresma (1978) 73
Tabel 4.20 Uji hipotesis Metode Meyerhoff (1656) 74
Tabel 4.21 Uji hipotesis Metode Meyerhoff (1656) 75
Tabel 4.22 Uji hipotesis Metode Meyerhoff (1656) 76
Tabel 4.23 Uji hipotesis Metode Meyerhoff (1656) 77
Tabel 4.24 Analisis Regresi Linier Daya Dukung Ujung Metode Meyerhoff (1956) 78
Tabel 4.25 Analisis Koefisien Determinasi dan Korelasi Persamaan Regresi Linier Daya Dukung Ujung Metode Meyerhoff (1956) 80
Tabel 4.26 Analisis Regresi Polinomial Daya Dukung Ujung Metode Meyerhoff (1956)..... 81
Tabel 4.27 Analisis Koefisien Determinasi dan Korelasi Persamaan Regresi Polinomial Daya Dukung Ujung Metode Meyerhoff (1956)..... 82
Tabel 4.28 Analisis Regresi Linier Daya Dukung Selimut Metode Meyerhoff (1956) 84

Tabel 4.29 Analisis Koefisien Determinasi dan Korelasi Persamaan Regresi Linier Daya Dukung Selimut Metode Meyerhoff (1956) 85
Tabel 4.30 Analisis Regresi Polinomial Daya Dukung Selimut Metode Meyerhoff (1956) 86
Tabel 4.31 Analisis Koefisien Determinasi dan Korelasi Persamaan Regresi Polinomial Daya Dukung Selimut Metode Meyerhoff (1956) 88
Tabel 4.32 Analisis Regresi Linier Daya Dukung Total Metode Meyerhoff (1956) . 89
Tabel 4.33 Analisis Koefisien Determinasi dan Korelasi Persamaan Regresi Linier Daya Dukung Total Metode Meyerhoff (1956) 91
Tabel 4.34 Analisis Regresi Polinomial Daya Dukung Total Metode Meyerhoff (1956) 91
Tabel 4.35 Analisis Koefisien Determinasi dan Korelasi Persamaan Regresi Polinomial Daya Dukung Total Metode Meyerhoff (1956) 93
Tabel 4.36 Rekapitulasi Model Regresi Linier 133
Tabel 4.37 Rekapitulasi Model Regresi Polinomial 134
Tabel 4.38 Sampel data menurut karakteristik tanah 136
Tabel 4.39 Sampel data menurut karakteristik tanah untuk Metode Terzaghi dan Vesic 137
Tabel 4.40 Rekapitulasi hasil uji hipotesis mean 138
Tabel 4.41 Rekapitulasi Hasil Korelasi Daya Dukung Total 138