

15/SKRIPSI/S.TR-TPJJ/2026

SKRIPSI

**ANALISIS STABILITAS TIANG *BORED PILE* BERDASARKAN
DATA CPT DAN PDA TEST PROYEK PEMBANGUNAN
MODIFIKASI SIMPANG SUSUN BITUNG**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh :

Julian Ramadhan Pilar Soewardi

NIM 2201411053

Dosen Pembimbing :

Putera Agung Maha Agung, Ph,D

NIP 196606021990031002

**PROGRAM STUDI D-IV
TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul :

**ANALISIS STABILITAS TIANG *BORED PILE* BERDASARKAN DATA CPT
DAN PDA TEST PROYEK PEMBANGUNAN MODIFIKASI SIMPANG**

SUSUN BITUNG yang disusun oleh **Julian Ramadhan Pilar Soewardi**
(2201411053) telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam

Sidang Tugas Akhir Tahap I

Pembimbing

Putera Agung Maha Agung, Ph.D
NIP 196606021990031002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi Berjudul :

**ANALISIS STABILITAS TIANG *BORED PILE* BERDASARKAN DATA CPT
DAN PDA TEST PROYEK PEMBANGUNAN MODIFIKASI SEMPANG
SUSUN BITUNG** yang disusun oleh **Julian Ramadhan Pilar Soewardi
(2201411053)** telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi I di depan Tim Penguji
pada hari Rabu tanggal 03 Juni 2026

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Yelvi, S.T., M.T. NIP 197207231997022002	
Anggota	Sutikno, S.T., M.T. NIP 196201031985031004	
Anggota	Andikanoza Pradiptiya, S.T., M.Eng. NIP 198212312012121003	

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Jakarta



ISTILATU, S.T., M.T.
NIP 196606181990102001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Julian Ramadhan Pilar Soewardi
NIM : 2201411053
Prodi : D4 - Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan
Alamat email : julian.ramadhan.pilar.soewardi.ts22@mhs.w.pnj.ac.id
Judul naskah : ANALISIS STABILITAS TIANG *BORED PILE*
BERDASARKAN DATA CPT DAN PDA TEST PROYEK
PEMBANGUNAN MODIFIKASI SIMPANG SUSUN
BITUNG

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2025/2026 adalah benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutkan dalam segala bentuk kegiatan akademis.

Apabila dikemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Bogor, 19 Mei 2026
Yang menyatakan,

Julian Ramadhan Pilar Sewardi



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul :

“Analisis Stabilitas Tiang *Bored Pile* Berdasarkan Data CPT dan PDA Test Proyek Pembangunan Modifikasi Simpang Susun Bitung “

dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Program Sarjana Terapan pada Program Studi D-IV Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan, Politeknik Negeri Jakarta

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan, arahan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat, rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Orang tua dari penulis, yang selalu memberi dukungan kepada penulis sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi dan menulis laporan dengan baik serta memberikan semangat terhadap penulis.
3. Bapak Putera Agung Maha Agung Ph.D selaku dosen pembimbing jurusan.
4. Bapak Ir. Totok Agus Widodo, ST. selaku Project Engineering Manager Proyek Simpang Susun Bitung yang telah memberikan bimbingan, ilmu yang sangat bermanfaat selama penulisan skripsi.
5. PT. Acset Indonusa Tbk, yang telah memberikan kesempatan, dukungan, serta data pendukung kepada penulis untuk melaksanakan penelitian ini.
6. Audri Eka Putri yang telah memberikan doa, dukungan, motivasi, serta semangat kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
7. Teman magang sepekerjaan penulis, Jati Nazhira Salma Bayu, yang telah menjadi rekan berdiskusi, saling bertukar ide, memberikan semangat, dukungan, serta menemani proses penyusunan skripsi dari awal hingga akhir. Terima kasih atas kerja sama, kebersamaan, motivasi, dan bantuan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik..



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

8. Rekan – rekan teknik sipil, terutama rekan TPJJ 2022 yang telah menemani dan membantu peneliti selama 4 tahun perkuliahan. Semoga semakin sukses ke depannya.
9. Terakhir, penulis mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri yang telah berjuang, bertahan, dan terus melangkah hingga skripsi ini dapat diselesaikan. Semoga perjalanan ini menjadi bekal untuk menghadapi tantangan pada tahap kehidupan berikutnya. Tetap semangat, terus belajar, dan jangan pernah menyerah dalam meraih cita-cita.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan penulisan pada penelitian selanjutnya.

Jakarta, 29 Mei 2026
Yang menyatakan,

Julian Ramadhan Pilar Sewardi

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



ABSTRAK

Pondasi bored pile digunakan untuk menyalurkan beban struktur ke lapisan tanah yang memiliki daya dukung memadai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya dukung aksial, daya dukung lateral, dan penurunan pondasi bored pile berdasarkan data Cone Penetration Test (CPT), analisis numerik menggunakan PLAXIS 2D, serta membandingkannya dengan hasil Pile Driving Analyzer (PDA) Test pada Proyek Pembangunan Modifikasi Simpang Susun Bitung. Analisis daya dukung aksial dilakukan menggunakan metode Meyerhof, Schmertmann dan Nottingham, serta Philipponnat berbasis data CPT. Analisis numerik menggunakan PLAXIS 2D dilakukan untuk mengevaluasi penurunan pondasi dengan pendekatan finite element method (FEM), sedangkan analisis daya dukung lateral menggunakan metode Broms dengan kondisi kepala tiang terjepit (restrained pile). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Meyerhof menghasilkan daya dukung ultimit terbesar sebesar 3517,09 ton, sedangkan metode Philipponnat menghasilkan nilai paling konservatif sebesar 1084,01 ton. Metode Schmertmann dan Nottingham menghasilkan nilai yang paling mendekati hasil PDA Test sebesar 2546 ton. Pada analisis penurunan, metode Vesic menghasilkan penurunan sebesar 4,77 mm, metode Poulos and Davis sebesar 1,77 mm, analisis numerik menggunakan PLAXIS 2D sebesar 20,6 mm, sedangkan hasil PDA Test menunjukkan perpindahan sebesar 15,073 mm. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode Schmertmann dan Nottingham memberikan estimasi daya dukung yang paling mendekati kondisi lapangan, sedangkan analisis numerik menggunakan PLAXIS 2D menghasilkan nilai penurunan yang paling mendekati hasil PDA Test. Secara umum, pondasi bored pile BP-P2-03 memenuhi persyaratan kinerja terhadap daya dukung dan penurunan berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan.

Kata Kunci: Bored Pile, CPT, Daya Dukung, Penurunan, PLAXIS 2D, PDA Test

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

Bored pile foundations are widely used to transfer structural loads to deeper soil layers with adequate bearing capacity. This study aims to evaluate the axial bearing capacity, lateral bearing capacity, and settlement behavior of bored pile foundations based on Cone Penetration Test (CPT) data, numerical analysis using PLAXIS 2D, and comparison with Pile Driving Analyzer (PDA) Test results in the Bitung Interchange Modification Project. Axial bearing capacity was analyzed using the Meyerhof, Schmertmann and Nottingham, and Philipponnat methods based on CPT data. Numerical analysis was conducted using PLAXIS 2D with the finite element method (FEM) approach to evaluate pile settlement, while lateral bearing capacity was assessed using Broms' method under restrained pile head conditions. The results indicate that the Meyerhof method produced the highest ultimate bearing capacity of 3,517.09 tons, whereas the Philipponnat method yielded the most conservative estimate of 1,084.01 tons. The Schmertmann and Nottingham method provided the closest prediction to the PDA Test result of 2,546 tons. For settlement analysis, the Vesic method predicted a settlement of 4.77 mm, the Poulos and Davis method yielded 1.77 mm, PLAXIS 2D produced a settlement of 20.6 mm, and the PDA Test indicated a displacement of 15.073 mm. The findings demonstrate that the Schmertmann and Nottingham method provides the most representative estimation of axial bearing capacity under the investigated site conditions, while the numerical analysis using PLAXIS 2D yields settlement predictions that are closest to the PDA Test results. Overall, the BP-P2-03 bored pile foundation satisfies the required.

Keywords: Bored Pile, CPT, Bearing Capacity, Settlement, PLAXIS 2D, PDA Test.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 State of The Art	5
2.2 Penelitian Terdahulu.....	5
2.3 Tanah.....	9
2.3.1 Klasifikasi Tanah.....	9
2.3.2 Cone Penetration Test (CPT).....	11
2.4 Fondasi	11
2.5 Fondasi Dalam	12
2.5.1 <i>Bored Pile</i>	12

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.5.2	<i>Pile Driving Analyzer Test</i>	13
2.6	Analisis Stabilitas <i>Bored Pile</i> Terhadap CPT.....	13
2.6.1	Kapasitas Daya Dukung Aksial <i>Bored Pile</i>	14
2.6.2	Efisiensi Kelompok <i>Bored Pile</i>	17
2.6.3	Daya Dukung Kelompok <i>Bored Pile</i>	17
2.6.4	Penurunan Tiang Tunggal <i>Bored Pile</i>	18
2.6.5	Penurunan Tiang Kelompok <i>Bored Pile</i>	22
2.6.6	Daya Dukung Lateral Pondasi <i>Bored pile</i>	22
2.6.7	Software PLAXIS 2D	27
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1	Lokasi Penelitian.....	28
3.2	Metode Pengumpulan Data	28
3.3	Tahapan Penelitian	29
3.4	Jadwal Penelitian.....	30
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	31
BAB IV	DATA DAN PEMBAHASAN	32
4.1	Data Proyek Pembangunan Modifikasi Simpang Susun Bitung.....	32
4.1.1	Data Umum Proyek.....	33
4.1.2	Data Teknis Tiang <i>Bored pile</i>	33
4.1.3	Data Penyelidikan Tanah.....	34
4.1.4	Data Pembebanan <i>Bored Pile</i>	36
4.1.5	Data Pengujian <i>Pile Driving Analyzer</i> (PDA).....	36
4.2	Analisis Data Tanah	39
4.2.1	Korelasi Data CPT	39
4.3	Analisis Daya Dukung Aksial Tiang <i>Bored Pile</i>	41
4.3.1	Daya.Dukung Tiang Metode Meyerhof (1976).....	41
4.3.2	Daya Dukung Tiang Metode Schmertman & Nottingham (1975)	42



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3.3	Daya.Dukung Tiang Metode Philipponnat (1979)	43
4.4	Analisis Efisiensi Kelompok Tiang <i>Bored Pile</i> Metode.Converse-Labbare 43	
4.5	Analisis Daya Dukung Kelompok Tiang <i>Bored Pile</i>	44
4.6	Penurunan Izin (SNI 8460-2017 : Persyaratan Perancangan geoteknik) ...	44
4.7	Modulus Elastisitas Tiang	44
4.7.1	Modulus Elastisitas Bahan Tiang	44
4.7.2	Modulus Elastisitas Dasar Tiang	45
4.8	Analisis Penurunan Tiang Tunggal <i>Bored Pile</i>	45
4.8.1	Penurunan Tiang <i>Bored Pile</i> Tunggal (S) Metode Vesic	45
4.8.2	Penurunan Tiang Tunggal (S) Metode Poulos and Davis	46
4.9	Analisis Penurunan Tiang Kelompok <i>Bored Pile</i>	48
4.10	Analisis Daya Dukung Lateral Tiang <i>Bored Pile</i>	48
4.11	Analisis Pondasi Dengan Program Plaxis 2D V2024.2	52
4.11.1	Parameter Tanah dan Material	52
4.11.2	Hasil Analisis Deformasi dan Penurunan	53
4.12	Analisis Perbandingan Hitungan Analitis, Analisis Numerik dan PDA Test 55	
4.12.1	Analisis Daya Dukung Ultimit Tiang Tunggal	56
4.12.2	Analisis Penurunan Tiang Tunggal	57
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1	Kesimpulan	60
5.2	Saran	61
	DAFTAR PUSTAKA	63
	LAMPIRAN	65



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rangkuman Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2. 2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem USCS	11
Tabel 2. 3 Nilai Koefisien α_p	16
Tabel 2. 4 Nilai Faktor Pengaruh (I_b)	19
Tabel 2. 5 Nilai Faktor Pengaruh Gesekan (I_s)	19
Tabel 2. 6 Nilai koefisien untuk parameter η_h (lapisan pasir)	23
Tabel 2. 7 Kriteria tiang pendek dan panjang (lapisan pasir)	24
Tabel 2. 8 Parameter K berdasarkan nilai kuat tekan bebas (q_u) lapisan lempung ...	24
Tabel 4. 1 Data Umum Proyek	33
Tabel 4. 2 Reaksi Tumpuan Vertikal	36
Tabel 4. 3 Rekap Hasil CAPWAP Pondasi P2-BP-03	38
Tabel 4. 4 Korelasi Data CPT	40
Tabel 4. 5 Hasil Rekapitulasi Analisis Daya Dukung Kelompok Tiang Pondasi	44
Tabel 4. 6 Hasil Rekapitulasi Analisis Penurunan Tiang Tunggal	46
Tabel 4. 7 Data Input Material Tanah	52
Tabel 4. 8 Data Input Properties Struktur dengan Embedded Beam	53
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Hasil Penurunan dengan Program Plaxis 2D	55
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Hasil Analisis Daya Dukung Ultimit Tiang Tunggal Metode Analitis dengan PDA	56
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Hasil Analisis Penurunan Tiang Tunggal Metode Analitis, Analisis Numerik dengan PDA	57



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Faktor Penurunan I_0	21
Gambar 2. 2	Koreksi kompresi R_k	21
Gambar 2. 3	Koreksi kedalaman R_h	21
Gambar 2. 4	Koreksi Angka Poisson R_μ	21
Gambar 2. 5	Koreksi Kekakuan Lapisan Pendukung R_b	21
Gambar 2. 6	Daya dukung / tahanan lateral batas (ultimit) tiang pendek (a) lapisan pasir dan (b) lapisan lempung	25
Gambar 2. 7	Daya dukung / tahanan lateral batas (ultimit) tiang panjang (a) lapisan pasir dan (b) lapisan lempung	26
Gambar 2. 8	Grafik Broms untuk estimasi defleksi kepala tiang (a) lapisan pasir dan (b) lapisan lempung.....	26
Gambar 3. 1	Lokasi Proyek Pembangunan Modifikasi Simpang Susun Bitung	28
Gambar 3. 2	Jadwal Penelitian	30
Gambar 3. 3	Kerangka Penelitian.....	31
Gambar 4. 1	Plan Pondasi P2 Jembatan Steel Box Girder	32
Gambar 4. 2	Data CPT S-16 Ramp 4 STA 1+050	34
Gambar 4. 3	Grafik data CPT S-16 Ramp 4 STA 1+050.....	35
Gambar 4. 4	Lokasi Pengujian PDA Test P2 tiang BP-03.....	38
Gambar 4. 5	Rekap Hasil CAPWAP Pondasi P2-BP-03	38
Gambar 4. 6	Hasil Plot Nilai Tahanan Lateral Ultimit kondisi Restrained pile	50
Gambar 4. 7	Hasil Plot nilai ηL kondisi Restrained pile	51
Gambar 4. 8	Struktur Lapisan Tanah.....	53
Gambar 4. 9	Hasil Plaxis 2D Penurunan Tiang tunggal Metode Meyerhof.....	54
Gambar 4. 10	Hasil Plaxis 2D Penurunan Tiang tunggal Metode Schmertmant & Nottingham.....	54
Gambar 4. 11	Hasil Plaxis 2D Penurunan Tiang Tunggal Metode Philipponnat	55
Gambar 4. 13	Perbandingan Daya Dukung Ultimit Tiang Tunggal Metode Analitis dengan PDA	56
Gambar 4. 14	Perbandingan Penurunan Tiang Tunggal Metode Analitis, Analisis Numerik dengan PDA	58

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, / penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir SI-2 (Lembar Pengesahan)	66
Lampiran 2 Formulir SI-3 (Lembar Asistensi Dosen Pembimbing)	67
Lampiran 3 Formulir SI-4 (Persetujuan Pembimbing).....	68
Lampiran 4 Formulir SI-5 (Persetujuan Penguji).....	69
Lampiran 5 Formulir SI-3 (Lembar Asistensi Penguji).....	72
Lampiran 6 Data Cone Penetration Test S-16 (STA 1+050)	75
Lampiran 7 Grafik Data Cone Penetration test S-16 (STA 1+050).....	76
Lampiran 8 Grafik Hasil PDA Test Metode Case Method.....	77
Lampiran 9 Grafik Hasil PDA Test Metode CAPWAP.....	78
Lampiran 10 Tabel Reaksi Perletakan.....	79

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pondasi adalah bagian dari struktur yang berperan untuk mentransfer beban dari bangunan ke lapisan tanah yang mampu menahan beban dengan baik. Pada proyek infrastruktur berskala besar, seperti Proyek Pembangunan Modifikasi Simpang Susun Bitung, pondasi bored pile dipilih karena dapat mendistribusikan beban bangunan hingga ke lapisan tanah yang lebih dalam dan memiliki kestabilan yang lebih baik (Hardiyatmo, 2011).

Perencanaan pondasi tiang memerlukan analisis kemampuan daya dukung dan penurunan yang tepat untuk memastikan keselamatan serta fungsi bangunan dalam jangka waktu yang lama. Salah satu cara yang sering diterapkan adalah teknik analitis yang bergantung pada data *Cone Penetration Test* (CPT), seperti metode Meyerhof, Schmertmann dan Nottingham, serta Philipponnat. Metode-metode tersebut memanfaatkan parameter tahanan ujung konus (*cone tip resistance*, q_c) untuk mengestimasi kapasitas daya dukung ultimit pondasi tiang (Hardiyatmo, 2011).

Meskipun metode analitis relatif praktis dan banyak digunakan, hasil perhitungannya sering menunjukkan perbedaan dengan kondisi aktual di lapangan karena didasarkan pada asumsi-asumsi empiris dan penyederhanaan karakteristik tanah. Oleh karena itu, diperlukan verifikasi melalui pengujian lapangan, salah satunya adalah menggunakan *Pile Driving Analyzer* (PDA) test (Azaria et al., 2025), yang dapat memberikan estimasi kapasitas tiang berdasarkan respons dinamis saat pengujian.

Selain pendekatan analitis dan pengujian lapangan, perkembangan teknologi memungkinkan penggunaan metode numerik seperti program PLAXIS 2D untuk memodelkan interaksi tanah-struktur secara lebih realistis. Metode ini bisa menganalisis distribusi tegangan dan deformasi bentuk tanah terdistribusi secara rinci, sehingga memberikan gambaran tentang bagaimana pondasi berperilaku yang lebih mendekati kondisi sebenarnya.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pada proyek Ramp 2 Jalan Tol SS Bitung, khususnya pada tiang *bored pile* BP-P2-03, tersedia data hasil uji CPT, hasil pengujian PDA, serta parameter tanah yang dapat digunakan dalam pemodelan numerik. Namun, belum dilakukan evaluasi komprehensif yang membandingkan hasil perhitungan metode analitis berbasis CPT, metode numerik menggunakan PLAXIS 2D, dan hasil pengujian PDA pada lokasi tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan membandingkan kemampuan daya dukung serta penurunan tiang bor menggunakan tiga pendekatan yang berbeda, agar dapat mengetahui tingkat kesesuaian masing-masing metode cocok terhadap kondisi di lapangan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang tersebut, masalah yang menjadi perhatian utama dalam penelitian ini dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Berapa nilai kapasitas daya dukung dan penurunan tiang *bored pile* dengan beberapa metode berdasarkan data *Cone Penetration Test* (CPT).
2. Berapa nilai efisiensi tiang kelompok pada BP-P2-03.
3. Berapa nilai kapasitas gaya lateral tiang *bored pile*.
4. Bagaimana perbedaan hasil analisis stabilitas tiang *bored pile* BP-P2-03 berdasarkan perhitungan analitis, analisis numerik menggunakan PLAXIS, dan hasil pengujian PDA test.

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya menggunakan data yang diperoleh dari Proyek Pembangunan Modifikasi Simpang Susun Bitung dengan ruang lingkup analisis yang dibatasi pada pondasi *bored pile* BP-P2-03 di Ramp 2.
2. Analisis daya dukung tiang *bored pile* berdasarkan data *Cone Penetration Test* (CPT).
3. Analisis numerik dilakukan menggunakan program PLAXIS 2D
4. Data pembandingan menggunakan hasil pengujian *Pile Driving Analyzer* (PDA).
5. Analisis gaya lateral hanya ditinjau pada kondisi beban statik dan tidak mempertimbangkan pengaruh beban dinamik seperti gempa secara detail.
6. Data pembebanan yang digunakan dalam penelitian merupakan hasil analisis struktur dari konsultan perencanaan. Penelitian ini tidak melakukan analisis



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ulang terhadap struktur atas maupun struktur bawah jembatan dan hanya menggunakan hasil pembebanan sebagai dasar analisis pondasi.

1.4 Tujuan

1. Menganalisis nilai daya dukung dan penurunan tiang *bored pile* dengan data *Cone Penetration Test* (CPT) dengan beberapa metode.
2. Meninjau nilai efisiensi tiang kelompok pada BP-P2-03.
3. Meninjau kapasitas gaya lateral tiang *bored pile*.
4. Membandingkan hasil analisis stabilitas tiang *bored pile* BP-P2-03 berdasarkan perhitungan analitis, analisis numerik menggunakan PLAXIS, dan hasil pengujian PDA test.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang penelitian, masalah yang ditemukan, batasan dalam penelitian, perumusan masalah, tujuan dari penelitian tersebut, manfaat yang dapat diperoleh, serta struktur penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan teori-teori dasar serta hasil penelitian sebelumnya yang digunakan sebagai dasar dalam pembahasan dan analisis pada Bab IV, yang disusun berdasarkan temuan dari studi kepustakaan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai metode dan langkah-langkah dalam penelitian yang mencakup pengumpulan data CPT serta data hasil uji PDA, analisis stabilitas tiang *bored pile* BP-P2-03 secara analitis dan numerik menggunakan program PLAXIS, serta perbandingan antara hasil analisis dengan hasil uji PDA untuk mengevaluasi tingkat kesesuaian keduanya.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini dijelaskan hasil pengolahan dan analisis data uji CPT serta PDA pada tiang *bored pile* BP-P2-03, yang mencakup analisis stabilitas tiang secara analitis dan numerik dengan menggunakan program PLAXIS, serta perbandingan dengan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

hasil pengujian PDA. Hasil dari analisis tersebut digunakan untuk menjawab permasalahan yang telah ditetapkan pada Bab I.

BAB V

PENUTUP

Dalam bab ini, kesimpulan dan saran dapat dijelaskan berdasarkan hasil kajian yang telah dibahas pada bab sebelumnya.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis nilai daya dukung dan penurunan yang dilakukan dengan metode analitis, analisis numerik menggunakan PLAXIS 2D, serta uji PDA, beberapa kesimpulan dapat ditarik sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan nilai daya dukung aksial pada tiang tunggal berdasarkan data CPT menunjukkan bahwa metode Meyerhof memberikan nilai daya dukung ultimate tertinggi sebesar 3517,09 ton, diikuti metode Schmertmann dan Nottingham sebesar 1979,44 ton, dan metode Philipponnat menghasilkan nilai yang paling rendah yaitu 1084,01 ton. Sedangkan hasil perhitungan penurunan aksial tiang tunggal metode Vesic menghasilkan nilai penurunan sebesar 5,03 mm, sedangkan metode Poulos and Davis menghasilkan penurunan sebesar 1,77 mm. Perbedaan hasil tersebut dipengaruhi oleh perbedaan asumsi, pendekatan empiris, serta interpretasi parameter tanah yang digunakan pada masing-masing metode analisis.
2. Hasil analisis efisiensi kelompok tiang dengan menggunakan metode Converse–Labarre menunjukkan nilai efisiensi sebesar 99,78%, yang menunjukkan bahwa interaksi antar tiang dalam kelompok masih bekerja secara efektif terhadap kapasitas kelompok pondasi.
3. Hasil analisis kemampuan daya dukung lateral dari tiang bored pile menggunakan metode Broms dengan kondisi kepala tiang terjepit menghasilkan nilai tahanan lateral ultimate sebesar 2507,26 ton dan tahanan lateral yang diizinkan sebesar 1791,84 ton. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pondasi tiang bored pile masih memenuhi standar keamanan terhadap beban lateral.
4. Berdasarkan hasil perbandingan antara perhitungan analitis, analisis numerik menggunakan PLAXIS 2D, dan PDA Test, diperoleh bahwa perhitungan analitis menghasilkan nilai daya dukung ultimit yang bervariasi, yaitu sebesar 3517,09 ton pada metode Meyerhof, 1979,44 ton pada metode Schmertmann dan Nottingham, serta 1084,01 ton pada metode Philipponnat. Hasil PDA Test menunjukkan nilai daya dukung ultimit sebesar 2546 ton. Dibandingkan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

terhadap nilai hasil PDA Test, metode Meyerhof, Schmertmann dan Nottingham, serta Philipponnat memiliki selisih masing-masing sebesar 38,14%, 22,25%, dan 57,42%. Selain itu, metode Philipponnat menghasilkan daya dukung izin sebesar 433,60 ton yang lebih kecil dibandingkan beban rencana sebesar 504,30 ton, sehingga tidak memenuhi kriteria keamanan apabila digunakan sebagai dasar perencanaan secara tunggal. Pada analisis penurunan, metode Vesic menghasilkan penurunan sebesar 4,77 mm dengan selisih 68,33% terhadap PDA Test, sedangkan metode Poulos and Davis menghasilkan penurunan sebesar 1,77 mm dengan selisih 88,24%. Hasil analisis numerik menggunakan PLAXIS 2D menghasilkan penurunan sebesar 20,6 mm dengan selisih 36,67% terhadap hasil PDA Test sebesar 15,073 mm. Perbedaan hasil tersebut menunjukkan bahwa metode analitis menggunakan pendekatan empiris dengan sejumlah asumsi dan penyederhanaan terhadap kondisi tanah, sehingga perilaku tanah dan mekanisme transfer beban antara tanah dan tiang belum dapat direpresentasikan secara menyeluruh, sedangkan analisis numerik mampu merepresentasikan interaksi tanah–struktur secara lebih rinci. Meskipun terdapat perbedaan nilai hasil analisis, sebagian besar metode menunjukkan bahwa pondasi bored pile BP-P2-03 masih memenuhi persyaratan kinerja dan keamanan terhadap daya dukung maupun penurunan berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran terkait pengembangan penelitian lanjutan dapat diberikan, yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian berikutnya sebaiknya menggunakan lebih banyak data investigasi tanah lainnya agar karakteristik serta variasi tanah di lapangan dapat diidentifikasi secara lebih akurat dan komprehensif. Penggunaan data tanah yang lebih lengkap diharapkan dapat meningkatkan akurasi analisis daya dukung, penurunan, serta interaksi tanah–struktur pada pondasi bored pile.
2. Analisis numerik menggunakan PLAXIS 2D dapat dikembangkan dengan menggunakan model material tanah yang lebih kompleks, seperti Hardening Soil Model atau Hardening Soil Small, sehingga perilaku tanah dapat dimodelkan lebih representatif dibandingkan model Mohr-Coulomb.

3. Analisis interaksi tanah–struktur pada pondasi kelompok dapat dikembangkan menggunakan model tiga dimensi agar perilaku pondasi kelompok dapat dianalisis lebih detail.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





DAFTAR PUSTAKA

- Athazalni, D. I. (2024). *BEARING CAPACITY ANALYSIS OF BORED PILE FOUNDATION AND SETTLEMENT ON CLAY SOIL Submitted to Universitas Islam Indonesia Yogyakarta to Fulfill the Requirements for Obtaining the Degree of Bachelor of Civil Engineering Dava Irhab Athazalni 19511146 CIVIL EN.*
- Azaria, F. F., Agung, P., Agung, M., & Decourt, L. (2025). *PERBANDINGAN DAYA DUKUNG METODE KONVENSIONAL DENGAN HASIL PILE DRIVING ANALYZER.*
- Bowles, J. E. (1997). *Foundation Analysis and Design* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Braja M. Das. (2010). *Principles of Foundation Engineering Seventh Edition.*
- Brinkgreve, R. B. J., Kumarswamy, S., & Swolfs, W. M. (2023). *PLAXIS 2D Reference Manual.* Bentley Systems.
- Das, B. M. (2016). *Principles of Foundation Engineering Eight Edition.* In Cengage Learning.
- El, G., & Zebua, J. (2025). *ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI BORE PILE BERDASARKAN DATA SONDIR PADA PROYEK STADION KEBUN BUNGA.*
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I.* Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2011). *Analisis dan Perancangan FONDASI II.*
- Hidayatullah, M. F., Indriani, A. M., & Utomo, G. (2023). Comparative Analysis of Bearing Capacity of Pile Foundation Using Van Der Ween, Philipponnat, and Meyerhof Methods. *Cived*, 10(3), 803–812.
<https://doi.org/10.24036/cived.v10i3.3>
- Joseph E. Bowles. (1991). *Analisa dan Desain Pondasi Jilid 1.* 9, 1689–1699.
- Khairunnisa, J. (2025). *Analisis Daya Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data Spt Pada Proyek Pembangunan RSUD Kota Yogyakarta (Analysis of Bored Pile Foundation Bearing Capabilities Based on Spt Data on the Yogyakarta City Regional Hospital Construction Project).*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Meyerhoff. (1976). *Bearing Capacity and Settlement of Pile Foundations*.
- Mutiara, I. (2021). Analysis of Bored Pile Foundation Bearing Capacity Based on Cone Penetration Test Data (Case Study: Cilellang Weir Location). *INTEK: Jurnal Penelitian*, 8(1), 30–36. <https://doi.org/10.31963/intek.v8i1.2772>
- Naiadina, A. C. (2025). *Analisis Perbandingan Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Bored Pile Menggunakan Metode Teoritis Dan Hasil Uji Lapangan (Loading Test) Pada Proyek Sky House Alam Sutera+ Phase 3 Kota Tangerang*.
- Poulos, H. G., & Davis, E. H. (1980). *Pile Foundation Analysis and Design* (p. 397).
- Rahardjo, P. P. (2005). *Buku Manual Pondasi Tiang*.
- Rausche, F., Goble, G. G., & Likins, G. (1992). Investigation of dynamic soil resistance on piles using GRLWEAP. *Application of Stress-Wave Theory to Piles*, 137–142. <https://doi.org/10.1201/9781315137544-20>
- Schmertmann, J. H. (1975). Guidelines for Cone Penetration Test: Performance and Design. In *Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE* (Vol. 101, Issue 9).
- SNI 8460. (2017). Persyaratan Perancangan Geoteknik. *Standar Nasional Indonesia, 8460*, 1–323.
- Vesic, A. S. (1977). *Design of Pile Foundations* (H. F. Winterkorn & H. Y. Fang (eds.)). Van Nostrand Reinhold.