

**ANALISIS PERBANDINGAN DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN
PADA PONDASI FOOTPLATE DAN PILED-RAFT**

**(STUDI KASUS : MENARA BTS DI PEGANGSAAN 2 JAKARTA
UTARA)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie**



**ROHMANI
1232924018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Rohmani

NIM : 1232924018

Tanda Tangan : 

Tanggal : 20 Agustus 2026

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rohmani

NIM : 1232924018

Program Studi : Teknik Sipil S1

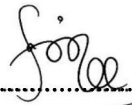
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

Judul Tugas Akhir : Analisis Perbandingan Daya Dukung dan Penurunan pada Pondasi Footplate dan Piled-Raft (Studi Kasus: Menara BTS di Pegangsaan 2, Jakarta Utara).

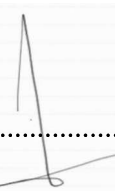
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI

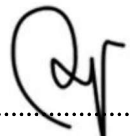
Pembimbing I : Fatin Adriati, S.T., M.T.

()

Penguji I : Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc. (.....)

()

Penguji II : Rini Trisno Lestari, S.T., M.T.

()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 20 Agustus 2026.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmatNya, kami dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie. Kami menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Skripsi ini sangatlah sulit bagi kami untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu kami ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Fatin Adriati, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini
2. PT. Triview Geospatial Mandiri yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan.
3. Kepada orang tua dan keluarga saya khususnya buat anak anak (Olivia, Aghisna dan El Baha) isteri tercinta Istikomah S.Pd.I. S.Pd.AUD. yang sedang berjuang S2 nya telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
4. Para sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk dapat menjadi perbaikan. Semoga Skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Semoga laporan proyek ini dapat memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan di bidang Teknik Sipil dan menjadai referensi yang bermanfaat bagi pembaca. Kami menyadari bahwa laporan ini tidak luput dari kekurangan, dan kritik serta saran yang bersifat membangun sangat kami harapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Serta dapat menjadi pijakan pengembangan lebih lanjut dalam upaya menciptakan solusi terbaik dan terintegrasi dalam proyek-proyek Teknik Sipil di masa depan.

Jakarta, Agustus 2026

Penulis

Rohmani

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rohmani
NIM : 1232924018
Program Studi : Teknik Sipil S1
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Analisa Perancangan Sistem (*System Design and Analysis*).

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul: Analisis Perbandingan Daya Dukung dan Penurunan pada Pondasi Footplate dan Piled-Raft (Studi Kasus: Menara BTS di Pegangsaan 2, Jakarta Utara).

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 20 Agustus 2026

Yang menyatakan



(Rohmani)

Analisis Perbandingan Daya Dukung dan Penurunan pada Pondasi Footplate dan Piled-Raft (Studi Kasus: Menara BTS di Pegangsaan 2, Jakarta Utara)

Rohmani

ABSTRAK

Pembangunan Menara *Base Transceiver Station* (BTS) memerlukan sistem pondasi yang kuat dan aman terhadap beban vertikal maupun horizontal, terutama di wilayah Jakarta Utara dengan karakteristik tanah yang umumnya lunak. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja antara pondasi *footplate* (telapak) dan kombinasi *raft pile* (bore pile) pada struktur Menara BTS di Pegangsaan 2, Jakarta Utara.

Analisis dilakukan menggunakan metode Plaxis 3D untuk mengevaluasi kapasitas dukung, besar penurunan (*settlement*), serta menghitung jejak karbon. Parameter tanah yang digunakan berdasarkan data uji sondir dan bor log di lokasi proyek.

Hasil analisis menunjukkan bahwa: Pondasi *footplate* mengalami penurunan lebih besar daripada type *Raft pile* akibat kondisi lapisan tanah atas yang kurang stabil. Pondasi kombinasi *raft pile* memberikan kinerja yang jauh lebih kaku dan efektif dalam mereduksi penurunan total maupun diferensial. Penggunaan kombinasi *raft pile* lebih aman secara struktural untuk menahan beban kombinasi gempa dan angin pada menara BTS di lokasi studi, meskipun jejak karbon *raft pile* lebih besar daripada jejak karbon *footplate*.

Kata Kunci: Pondasi *Footplate*, *Raft Pile*, Menara BTS, Daya Dukung Tanah, Plaxis 3D, Jejak karbon.

Comparative Analysis of Bearing Capacity and Settlement between Footplate and Piled Raft Foundations (Case Study: BTS Tower in Pegangsaan Dua, North Jakarta)

Rohmani

ABSTRACT

The construction of Base Transceiver Station (BTS) towers requires a foundation system that is robust and secure against both vertical and horizontal loads, particularly in North Jakarta, where soil characteristics are generally soft. This study aims to compare the performance of a *footplate* foundation versus a combined *raft-pile* (bored pile) foundation for a BTS tower structure in Pegangsaan 2, North Jakarta.

Analysis was conducted using the Plaxis 3D method to evaluate bearing capacity and settlement, as well as to calculate the carbon footprint. Soil parameters were derived from cone penetration test (CPT) data and borehole logs from the project site.

The analysis results indicate that the footplate foundation experienced greater settlement than the *raft-pile* foundation due to the instability of the upper soil layers. The combined *raft-pile* foundation demonstrated significantly higher stiffness and greater effectiveness in mitigating both total and differential settlement. Structurally, the combined *raft-pile* foundation offers superior safety for resisting the combined earthquake and wind loads acting on the BTS tower at the study site, despite having a larger carbon footprint than the footplate foundation.

Keywords: Footplate Foundation, Raft-Pile, BTS Tower, Soil Bearing Capacity, Plaxis 3D, Carbon Footprint.

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL	i
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan.....	4
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Tanah	6
2.1.1. Parameter Tanah	7
2.1.2. Kuat Geser Tanah Mohr Coloumb.....	13
2.1.3. Sondir atau CPT	14
2.1.4. Tanah Lunak	15
2.2. Pondasi	18
2.3. <i>Tower</i>	24
2.3.1. Struktur Tower	24
2.3.2. <i>MS Tower</i>	29
2.4. <i>Plaxis</i>	31
2.4.1. Pemodelan Tanah dan Struktur di Tanah	34
2.4.2. <i>Staged Construction</i>	38

2.5.	Jejak Karbon	40
2.5.1.	Emisi Karbon Pada Beton Per m ³	42
2.5.2.	Perhitungan Jejak Karbon.....	43
2.6.	Penelitian Terdahulu	45
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		49
3.1.	Bagan Alir Penelitian.....	49
3.2.	Lokasi Penelitian	50
3.3.	Pengumpulan Data.....	50
3.3.1.	Data Tanah	50
3.3.2.	Data Beban	54
3.3.3.	Data Pedestal	56
3.3.4.	Data <i>Raft-Pile Foundation</i>	56
3.3.5.	Data <i>Footplate</i>	57
3.3.6.	Parameter Struktur <i>Footplate</i> dan <i>Raft-pile</i>	58
3.4.	Tahapan Pemodelan Menggunakan Plaxis 3D	61
3.4.1.	Pengumpulan dan Pengolahan Data	61
3.4.2.	Pembuatan Model Geometri.....	62
3.4.3.	Penentuan Model Konstitutif Tanah	62
3.4.4.	Pemodelan Struktur Pondasi.....	63
3.4.5.	Pemberian Beban.....	63
3.4.6.	Pembuatan Mesh	63
3.4.7.	<i>Staged Construction</i>	63
3.4.8.	Jenis Analisis	64
3.4.9.	Evaluasi Hasil	64
3.5.	Analisis Data	64

3.5.1.	Daya Dukung dan Penurunan Pada Plaxis	68
3.5.2.	Perhitungan Volume Emisi dan Perhitungan Emisi.....	68
BAB IV PEMBAHASAN		70
4.1.	Analisis Perbandingan Daya Dukung Pondasi <i>Footplate</i> dengan Kombinasi <i>Raft-pile</i> Nilai SF.....	70
4.2.	Analisis Perbandingan Penurunan Pondasi Footplate dan Raft-Pile	73
4.3.	Analisis Perbandingan Penurunan Pondasi Footplate dan Raft-Pile Dengan Gaya Geser dan Momen.....	87
4.4.	Emisi Karbon.....	92
BAB V KESIMPULAN		94
5.1.	Kesimpulan.....	94

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Diagram Fase Tanah.	8
Gambar 2. 2 Grafik Keruntuhan Mohr Coloumb	14
Gambar 2. 3 Pola-Pola Keruntuhan Berdasarkan Jenisnya	19
Gambar 2. 4 Pondasi Plat	22
Gambar 2. 5 Pondasi Tiang Bore Pile	23
Gambar 2. 6 Pondasi Raft-Pile	23
Gambar 2. 7 Tower Listrik.....	25
Gambar 2. 8 Jenis-Jenis Tower.....	26
Gambar 2. 9 Project Properties Plaxis 3D	33
Gambar 2. 10 Fase Pondasi Footplate	38
Gambar 2. 11 Jarak titik S-1 dan S-2.....	52
Gambar 2. 12 Profil Tanah S-1 dan S-2 (gambar diperjelas, dan dikasih warna perbedaan)	52
Gambar 3. 1 Bagan Alur.....	49
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian	50
Gambar 3. 3 Hasil Perhitungan Struktur Tower Menggunakan MS Tower.....	55
Gambar 3. 4 Struktur Borepile Dengan Raft Foundation + Pedestal	57
Gambar 3. 5 Tampak Bawah Pondasi Tapak dengan Balok Pengikat.....	58
Gambar 3. 6 Tampak Samping Pondasi Tapak dengan Balok Pengikat.....	58
Gambar 3. 7 Parameter Footplate	59
Gambar 3. 8 Parameter Footplate (2)	59
Gambar 3. 9 Parameter Pile.....	60
Gambar 3. 10 Parameter Pile (2)	61
Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Beban dan Penurunan Pondasi Footplate (nilai angka diperbesar).....	70
Gambar 4. 2 Nilai SF Pondasi Footplate.....	71
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Beban dan Penurunan Pondasi Raft-Pile	72
Gambar 4. 4 Nilai SF Pondasi Raft-Pile	73

Gambar 4. 5 Posisi Node Pondasi Footplate	74
Gambar 4. 6 Posisi Node Pondasi Raft-Pile.....	75
Gambar 4. 7 Deformasi Maksimum Pondasi Footplate	77
Gambar 4. 8 Deformasi Maksimum Pondasi Raft-Pile	78
Gambar 4. 9 Penurunan Tanah Pada Pondasi Footplate	80
Gambar 4. 10 Penurunan Tanah Pada Pondasi Raft-Pile.....	81
Gambar 4. 11 Displacement Vector Footplate	82
Gambar 4. 12 Displacement Vector Raft-Pile	83
Gambar 4. 13 Excess Pore Preassure Pondasi Footplate Sebelum Konsolidasi.....	83
Gambar 4. 14 Excess Pore Preassure Pondasi Footplate Saat Konsolidasi.....	84
Gambar 4. 15 Excess Pore Preassure Pondasi Raft-Pile Sebelum Konsolidasi	85
Gambar 4. 16 Excess Pore Preassure Pondasi Raft-Pile Saat Konsolidasi	85

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Perkiraan Modulus Elastis	10
Tabel 2. 2 Perkiraan Rasio Poisson	11
Tabel 2. 3 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dengan Jenis Tanah	12
Tabel 2. 4 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Data Sondir	15
Tabel 2. 5 Klasifikasi lempung berdasarkan hubungan identifikasi dan kuat geser.....	17
Tabel 2. 6 Klasifikasi Tanah Lempung Berdasarkan Kadar Air	17
Tabel 2. 7 Komponen Utama Struktur Menara.....	27
Tabel 2. 8 Perbedaan Tower BTS dan Tower SUTET	27
Tabel 2. 9 Gas Rumah Kaca (GRK) dan Potensi Pemanasan Global.....	41
Tabel 3. 1 Interpretasi Data Sondir Terhadap Konsistensi dan Jenis Tanah.....	51
Tabel 3. 2 Rekapitulasi Parameteter Tanah.....	53
Tabel 3. 3 Parameter Footplate	58
Tabel 3. 4 Parameter Raft-pile	60
Tabel 3. 5 Model Konstitutif Tanah	62
Tabel 3. 6 Parameter Embedded Beam.....	65
Tabel 3. 7 Axial Skin Resistance	66
Tabel 3. 8 Parameter Pedesatal	66
Tabel 3. 9 Tahapan konstruksi pada pemodelan Pondasi Footplate	67
Tabel 3. 10 Tahapan konstruksi pada pemodelan Pondasi raft-pile.....	67
Tabel 4. 1 Perbandingan Penurunan Pondasi Footplate dan Raft-Pile.....	76
Tabel 4. 2 Perbandingan Deformasi Maksimum Pondasi Footplate dan Raft-Pile	79
Tabel 4. 3 Perbandingan Excess Pore Preassure dan Tegangan Total Pada Pondasi Footplate dan Raft-Pile.....	86
Tabel 4. 4 Nilai Gaya Geser dan Momen	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5 Nilai Penurunan Pondasi Raft-Pile dengan Gaya Geser dan Momen.....	Error!
Bookmark not defined.	
Tabel 4. 6 Nilai Deformasi Maksimum dan Cross Section Pondasi Raft-Pile dengan Gaya Geser dan Momen.....	89

Tabel 4. 7 Nilai Excess Pore Pressure dan Tegangan Pondasi Raft-Pile dengan Gaya Geser dan Momen	90
Tabel 4. 8 Penurunan Terhadap Sumbu X dan Y	91
Tabel 4. 9 Gaya Geser dan Momen	91
Tabel 4. 10 Perbandingan Volume dan Emisi Karbon Pondasi Footplate dan Raft-Pile	92

DAFTAR RUMUS

	Halaman
2.1 Berat total tanah.....	18
2.2 Volume total tanah.....	18
2.3 pori tanah (void volume)	18
2.4 Berat volume lembab	18
2.5 Berat volume jenuh air.....	19
2.6 korelasi antara tahanan kerucut qc dan E.....	20
2.7 qc dalam kg/cm ² untuk pasir.....	20
2.8 qc dalam kg/cm ² untuk lempung.....	20
2.9 Modulus elastisitas dengan nilai SPT untuk lempung.....	21
2.10 Modulus elastisitas dengan nilai SPT untuk pasir.....	21
2.11 Nilai qc.....	21
2.12 Hubungan fungsi antara tegangan normal dan tegangan geser pada bidang runtuhnya.....	22
2.13 Penurunan segera.....	23
2.14 <i>Non – dimensional influence factor</i>	23
2.15 Tegangan total.....	29
2.16 Daya dukung pondasi dangkal berdasarkan hasil sondir untuk pasir.....	30
2.17 Daya dukung pondasi dangkal berdasarkan hasil sondir untuk lempung.....	30
2.18 Daya dukung ultimit pondasi dangkal	30
2.19 Tahanan ujung satuan berdasarkan nilai tahanan konus.....	30
2.20 Tahanan ujung satuan berdasarkan luas ujung tiang pondasi dangkal.....	30

2.21 geser selimut satuan pondasi dangkal.....	30
2.22 Kohesi undrained.....	31
2.23 Tahanan ujung satuan berdasarkan luas ujung tiang pondasi dalam.....	31
2.24 geser selimut satuan pondasi dalam.....	31
2.25 Volume Material.....	52
3.30 Emisi Karbon.....	52