

TUGAS AKHIR

**ANALISIS DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN FONDASI TELAPAK
BERDASARKAN DATA N-SPT MENGGUNAKAN METODE ANALITIK
DAN PERANGKAT LUNAK *SETTLE 3D* PADA GEDUNG 4 LANTAI**



PETER CRISTIANSO TIBO NARO

NPM : 22.11.0007

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA
SURABAYA
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)
di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Oleh :

PETER CRISTIANSO TIBO NARO

22110007

Tanggal ujian : 24 Juni 2026

Disetujui oleh :

Pembimbing I,

Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T

NIK : 93190 - ET

Pembimbing II,

Danang Setiwa Raharja, ST., M.T.

NIK : 22866 - ET

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik,



Dr. Ir. Anang Kukuh Adisusilo, S.T., M.T.

NIP : 197802152015041001

Ketua Program Studi Teknik Sipil,

Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T

NIK : 93190 - ET

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Judul : Analisis Daya Dukung dan Penurunan Fondasi Telapak Berdasarkan
Data N-SPT Menggunakan Metode Analitik dan Perangkat Lunak
Settle 3D Pada Gedung 4 Lantai
Nama : Peter Cristianson Tibo Naro
NPM : 22110007

Tanggal Ujian : 24 Juni 2026

Disetujui oleh :

Dosen Penguji I,



Akhmad Maliki, ST., M.T.

NIK : 16762 - ET

Dosen Penguji II,



Akbar Bayu Kresno, ST., M.T.

NIK : 21849 - ET

Mengetahui :

Dosen Pembimbing I,



Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T.

NIK : 93190 - ET

Dosen Pembimbing II,



Danang Setiva Raharia, ST., M.T.

NIK : 22866 - ET

ANALISIS DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN FONDASI TELAPAK BERDASARKAN DATA N-SPT MENGGUNAKAN METODE ANALITIK DAN PERANGKAT LUNAK *SETTLE* 3D PADA GEDUNG 4 LANTAI

Nama : Peter Cristianson Tibo Naro
NPM : 22110007
Program Studi : Teknik Sipil FT - UWKS
Dosen Pembimbing : Danang Setiya Raharja, ST.,MT.

ABSTRAK

Pembangunan gedung 4 lantai menjadi salah satu bentuk pengembangan fasilitas yang menuntut adanya perencanaan fondasi yang mampu menjamin keamanan sekaligus kestabilan struktur bangunan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji daya dukung serta penurunan fondasi telapak berdasarkan data N-SPT yang bersumber dari data sekunder, dengan turut mempertimbangkan karakteristik tanah pada lokasi tersebut. Adapun parameter tanah yang digunakan dalam analisis meliputi berat isi tanah, kohesi, sudut geser dalam, modulus elastisitas, angka pori awal (*void ratio*), serta indeks kompresi (*compression index*), yang seluruhnya diperoleh melalui korelasi antara data N-SPT dan hasil uji laboratorium tanah. Perhitungan daya dukung dilakukan dengan menerapkan metode Terzaghi dan Brinch Hansen, sementara analisis penurunan dilaksanakan baik secara analitik maupun dengan bantuan perangkat lunak *Settle* 3D. Hasil analisis memperlihatkan bahwa dimensi fondasi telapak awal, yaitu berukuran 1,80 m × 1,80 m dengan ketebalan 0,60 m serta kedalaman 2,90 m sesuai elevasi pada gambar perencanaan, ternyata belum mampu memenuhi persyaratan daya dukung izin maupun faktor keamanan yang disyaratkan. Oleh karena itu dilakukan variasi dimensi fondasi hingga diperoleh ukuran optimum 2,80 m × 2,80 m dengan tebal 0,70 m. Pada dimensi tersebut diperoleh faktor keamanan berdasarkan metode Brinch Hansen sebesar 3,36, sehingga memenuhi persyaratan $FS > 3$. Untuk kontrol tegangan tanah $q_{max} = 402,86 \text{ kN/m}^2$ lebih kecil dari $Q_{ult} = 1135,66 \text{ kN/m}^2$ dan $q_{min} = 380,76 \text{ kN/m}^2$ lebih besar dari $= 0$ tidak terjadi tegangan tarik pada dasar fondasi. Analisis penurunan secara manual menghasilkan total penurunan 3,08 cm, masih berada di bawah batas penurunan izin 5 cm. Analisis menggunakan *Settle* 3D menghasilkan total penurunan sebesar 3,96 cm, yang juga masih memenuhi batas penurunan izin. Selain itu, hasil analisis menunjukkan bahwa beda penurunan maksimum pada fondasi dengan beban paling kritis, yaitu antara F6 dan F5, sebesar 0,0016, lebih kecil dari batas izin 0,00333, sehingga memenuhi persyaratan keamanan terhadap penurunan *differential*.

Kata Kunci : Korelasi Parameter N-SPT, Daya Dukung Fondasi, Penurunan Fondasi Telapak, *Settle* 3D, Faktor Keamanan,

**ANALYSIS OF BEARING CAPACITY AND SETTLEMENT OF SPREAD
FOOTINGS BASED ON N-SPT DATA USING ANALYTICAL METHODS AND
SETTLE3D SOFTWARE FOR A FOUR-STORY BUILDING**

Name : Peter Cristianson Tibo Naro
ID Name : 22110007
Study Program : Civil Engineering
Thesis Supervisor : Danang Setiya Raharja, ST.,MT.

ABSTRACT

The construction of a four-story building is part of an effort to expand public facilities and requires a foundation system capable of ensuring structural safety and stability. This study aims to analyze the bearing capacity and settlement of spread footings based on Standard Penetration Test (N-SPT) data obtained from secondary sources by considering the engineering properties of the soil. The soil parameters used include unit weight, cohesion, internal friction angle, elastic modulus, initial void ratio, and compression index, which were determined through correlations of N-SPT data and laboratory test results. Bearing capacity was analyzed using the Terzaghi and Brinch Hansen methods, while settlement was evaluated using analytical calculations and Settle3D software. The results indicate that the initial spread footing with dimensions of 1.80 m × 1.80 m, a thickness of 0.60 m, and a foundation depth of 2.90 m, based on the design elevation, did not satisfy the allowable bearing capacity and safety factor requirements. herefore, the footing dimensions were optimized to 2.80 m × 2.80 m. The Brinch Hansen method yielded a factor of safety of 3.36, satisfying the design requirement of $FS > 3$. The bearing pressure verification showed that $q_{max} = 402.86 \text{ kN/m}^2$ was lower than the ultimate bearing capacity $q_{ult} = 1135.66 \text{ kN/m}^2$ while $q_{min} = 380.76 \text{ kN/m}^2$ remained positive, indicating that no tensile stress occurred beneath the footing. The analytical settlement analysis produced a total settlement of 3.08 cm, which is below the allowable settlement limit of 5 cm. The Settle3D analysis resulted in a total settlement of 3.96 cm, which also satisfied the allowable settlement criterion. Furthermore, the maximum differential settlement between the two most critical footings (F6 and F5) was 0.0016, which is less than the allowable limit of 0.00333, indicating that the foundation system satisfies the safety requirements against differential settlement.

Keywords : *Parameter Correlation N-SPT, Bearing Capacity, Foundation Settlement, Spread Footing Foundation, Settle 3D, Safety Factor.*

KATA PENGANTAR

Pertama-tama saya mengucapkan ucapan syukur saya kepada Tuhan yang Maha Esa, atas berkat, karunia, dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyusun Tugas Akhir yang berjudul “ Analisis Daya Dukung dan Penurunan Fondasi Telapak Berdasarkan Data N-SPT Menggunakan Metode Analitik dan Perangkat Lunak *Settle3D* Pada Gedung 4 Lantai ” dengan baik dan lancar.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan Sarjana Strata 1 (S1) di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya Program Studi Teknik Sipil.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Anang Kukuh Adisusilo, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya
2. Ibu Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
3. Bapak Danang Setiya Raharja, ST., MT. dan Ibu Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan tulus memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Akhmad Maliki, ST., M.T. dan Bapak Akbar Bayu Kresno Suharso, ST., M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir, yang telah memberikan kritik, saran, serta masukan yang membangun demi penyempurnaan Tugas Akhir ini.
5. Bapak / Ibu Dosen Jurusan Teknik sipil yang telah memberikan ilmu, bimbingan dan pengalaman selama masa perkuliahan.
6. Bapak Beni pihak kantor Dinas Pekerjaan Umum (PU) yang memberikan bantuan serta arahan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Kepada orang tua dan saudara kandung tercinta penulis yang selalu memberikan Doa, kasih sayang, dukungan dan semangat selama penulis mengerjakan penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Penulis sendiri, yang telah bisa sampai dititik ini menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan penuh semangat.
9. Sahabat dan Teman teman tercinta, yang selalu memberi semangat, bantuan dan dukungan pada saat penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas akhir ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang Teknik Sipil, khususnya dalam bidang geoteknik dan perencanaan fondasi.

Surabaya, 15 Juli 2026
Penyusun



Peter Cristianson Tibo Naro
22.11.0007

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PENGESAHAN REVISI.....	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Lokasi.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tinjauan Umum.....	7
2.2 Penelitian Terdahulu.....	7
2.3 Fondasi	12
2.3.1 Fondasi Telapak.....	13
2.4 Daya Dukung Fondasi.....	14
2.4.1 Teori Terzaghi (1943).....	15
2.4.2 Teori Brinch Hansen (1961).....	16
2.5 Penurunan Fondasi.....	16
2.5.1 Penurunan Segera.....	17
2.5.2 Penurunan Konsolidasi.....	17
2.5.3 Kriteria Teknis Penurunan.....	18
2.6 Faktor Keamanan Pada Fondasi.....	19
2.6.1 Faktor Keamanan Terhadap Daya dukung Pondasi	19
2.6.2 Faktor Keamanan Terhadap Penurunan Pondasi.....	19
2.7 Penyelidikan Tanah Bor Mesin (<i>Boring Log</i>) Atau <i>Standar Penetration Test</i> (SPT).....	20
2.8 Parameter Tanah.....	21

2.8.1 Berat isi.....	22
2.8.2 Kohesi.....	22
2.8.3 Parameter Kekuatan Geser c' dan ϕ'	23
2.8.4 Modulus Elastisitas Tanah.....	25
2.8.5 <i>Poisson Ratio</i>	26
2.9 <i>Settle3D</i>	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Diagram Alir.....	29
3.2 Jenis dan Sumber Data	31
3.3 Perhitungan dan Visualisasi Menggunakan <i>Settle 3D</i>	32
3.3.1 Model.....	32
3.3.2 <i>Result Vizualitation</i>	36
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Gambaran Umum.....	41
4.2 Data Tanah.....	41
4.3 Parameter Tanah.....	45
4.3.1 Berat Isi.....	45
4.3.2 Nilai Kohesi dan Sudut Geser Dalam.....	46
4.3.3 Modulus Elastisitas.....	47
4.3.4 <i>Poisson Ratio</i>	47
4.4 Data Fondasi Telapak.....	49
4.5 Perhitungan Daya Dukung Fondasi Telapak.....	50
4.5.1 Metode Terzaghi (1943)	50
4.5.2 Metode Brinch Hansen (1961)	53
4.6 Perhitungan Desain Ulang Dimensi Fondasi Telapak.....	57
4.6.1 Metode Terzaghi.....	57
4.6.2 Metode Brinch Hansen.....	59
4.7 Kontrol Tegangan Tanah dan Penulangan Fondasi dan Gaya Geser Fondasi.....	64
4.7.1 Kontrol Tegangan Tanah.....	64
4.7.2 Tulangan Fondasi Telapak.....	66
4.7.3 Gaya Geser Pada Fondasi Telapak	74
4.8. Perhitungan Penurunan fondasi Telapak.....	82
4.8.1 Penurunan Konsolidasi (S_c).....	82

4.9 Hasil Perhitungan Menggunakan Program <i>Settle</i> 3D.....	85
4.9.1 Model.....	85
4.9.2 Analisis Penurunan Menggunakan Program <i>Settle</i> 3D.....	90
4.9.3 Kontur Hasil Analisis.....	109
4.9.4 Perbandingan Perhitungan Penurunan Manual dan <i>Settle</i> 3D.....	112
4.9.5 Analisis Waktu Penurunan Konsolidasi.....	113
4.9.6 <i>Differential Settlement</i>	114
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	117
5.1 Kesimpulan.....	117
5.2 Saran.....	118
DAFTAR PUSTAKA.....	119
LAMPIRAN.....	121
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Fondasi telapak empat persegi.....	14
Gambar 2. 2 Tekanan bidang sentuh pada lempung (a)fondasi lentur, (b) fondasi kaku...	17
Gambar 2. 3 Kurva penurunan-pembebanan untuk fondasi dangkal	19
Gambar 2. 4 Diagram Fase Tanah.....	21
Gambar 2. 5 Variasi ϕ' peak dan ϕ' res dengan IP Untuk Tanah Lempung.....	23
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	29
Gambar 3. 2 Tampak depan gedung eksisting.....	31
Gambar 3. 3 Potongan gedung ekisting.....	31
Gambar 3. 4 <i>Project General Settings</i>	32
Gambar 3. 5 Contoh tampilan <i>project summary</i>	32
Gambar 3. 6 Contoh tampilan <i>Adding load – define load</i>	33
Gambar 3. 7 Contoh tampilan <i>Layout Interface</i> Utama	34
Gambar 3. 8 Contoh tampilan <i>soil propeties</i>	35
Gambar 3. 9 Contoh tampilan <i>Soil Layers</i>	35
Gambar 3. 10 Contoh tampilan <i>Grid</i>	36
Gambar 3. 11 Contoh tampilan kontur.....	36
Gambar 3. 12 Contoh tampilan penurunan total tanah.....	37
Gambar 3. 13 Contoh tampilan <i>Settlement Plotting Other Data Type</i>	37
Gambar 3. 14 Contoh tampilan <i>Query point</i>	38
Gambar 3. 15 Contoh tampilan <i>Query Line</i>	38
Gambar 3. 16 Contoh Total <i>Settlement</i> dan <i>Depth</i>	38
Gambar 3. 17 <i>Distance</i> dan Total <i>Settlement</i>	39
Gambar 4. 1 Data <i>Borlog</i>	42
Gambar 4. 2 Data sekunder laboratorium.....	44
Gambar 4. 3 fondasi telapak.....	50
Gambar 4. 4 Desain dimensi fondasi 2,8 m x 2,8 m	63
Gambar 4. 5 Denah fondasi telapak	63
Gambar 4. 6 Ilustrasi distribusi tegangan kontak pada fondasi.....	65
Gambar 4. 7 Tulangan lentur arah x.....	67
Gambar 4. 8 Tulangan lentur arah y.....	70
Gambar 4. 9 Denah tulangan tampak atas.....	73

Gambar 4. 10 Tinjauan geser arah x.....	76
Gambar 4. 11 Tinjauan geser arah y.....	78
Gambar 4. 12 Tinjauan geser dua arah.....	80
Gambar 4. 13 Struktur lapisan tanah fondasi telapak.....	82
Gambar 4. 14 <i>Plan view</i> 2D letak setiap fondasi.....	86
Gambar 4. 15 Kode perletakan titik fondasi telapak.....	86
Gambar 4. 16 Data korelasi parameter tanah setiap lapisan.....	87
Gambar 4. 17 <i>Input</i> data lapisan tanah.....	88
Gambar 4. 18 <i>Soil layers column</i>	88
Gambar 4. 19 Visualisasi hasil kontur penurunan.....	89
Gambar 4. 20 Total penurunan vs kedalaman.....	90
Gambar 4. 21 <i>Loading stress</i> vs kedalaman.....	91
Gambar 4. 22 <i>Effective stress</i> vs kedalaman.....	92
Gambar 4. 23 <i>Total stress</i> vs kedalaman.....	93
Gambar 4. 24 <i>Pore water preassure</i> vs kedalaman.....	93
Gambar 4. 25 <i>Degree of consolidation</i> vs kedalaman.....	94
Gambar 4. 26 Hasil kontur Visualisasi <i>Point Query</i>	94
Gambar 4. 27 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs total penurunan.....	95
Gambar 4. 28 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs <i>loading stress</i>	96
Gambar 4. 29 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs <i>effective stress</i>	97
Gambar 4. 30 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs <i>Total stress</i>	97
Gambar 4. 31 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs <i>Pore water preassure</i>	98
Gambar 4. 32 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs <i>Degree of consolidation</i>	98
Gambar 4. 33 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs total penurunan.....	99
Gambar 4. 34 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs <i>loading stress</i>	100
Gambar 4. 35 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs <i>effective stress</i>	101
Gambar 4. 36 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs <i>Total stress</i>	101
Gambar 4. 37 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs <i>Pore water preassure</i>	102
Gambar 4. 38 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs <i>Degree of consolidation</i>	103
Gambar 4. 39 Hasil kontur visulisasi <i>line query</i> horizontal.....	103
Gambar 4. 40 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs total penurunan.....	104
Gambar 4. 41 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs <i>total stress</i>	105
Gambar 4. 42 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs <i>pore water preassure</i>	105

Gambar 4. 43 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs <i>Degree of consolidation</i>	106
Gambar 4. 44 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs total penurunan.....	107
Gambar 4. 45 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs total <i>stress</i>	107
Gambar 4. 46 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs <i>pore water presuure</i>	108
Gambar 4. 47 Pengamatan <i>line query</i> jarak vs <i>degree of consolidation</i>	109
Gambar 4. 48 Hasil kontur visulisasi <i>line query</i> vertikal.....	109
Gambar 4. 49 Kontur total <i>settlement</i>	110
Gambar 4. 50 Kontur Total <i>stress</i>	110
Gambar 4. 51 Kontur <i>Pore water preassure</i>	111
Gambar 4. 52 Kontur <i>Degree of consolidation</i>	111
Gambar 4. 53 Total <i>settlement</i> vs waktu.....	113
Gambar 4. 54 <i>Degree of consolidation</i> vs waktu.....	114
Gambar 4. 55 Titik tinjau nilai beda penurunan fondasi.....	115

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2. 2 Korelasi Nilai N_y , N_c , N_q	15
Tabel 2. 3 Nilai tipikal berat volume kering dan berat volume jenuh (AS 4678,2002).....	22
Tabel 2. 4 Nilai Tipikal (ϕ') Beberapa Jenis Tanah dan Batuan.....	23
Tabel 2. 5 Klasifikasi Tanah Lempung Berdasarkan PI Menurut USCS.....	24
Tabel 2. 6 Modulus Elastisitas	25
Tabel 2. 7 Perkiraan <i>Ratio Poisson</i>	26
Tabel 2. 8 Perbedaan Perhitungan Manual dan <i>Settle 3D</i>	28
Tabel 4. 1 Deskripsi tanah pada titik bor.....	43
Tabel 4. 2 Nilai <i>Standart penetration test</i> (SPT).....	43
Tabel 4. 3 Nilai Berat Isi Tanah Berdasarkan Korelasi Empiris Data Lab	45
Tabel 4. 4 Nilai Kohesi Dan Sudur Geser Dalam Tanah	46
Tabel 4. 5 Modulus Elastisitas	47
Tabel 4. 6 <i>Poisson Ratio</i>	48
Tabel 4. 7 Korelasi Parameter Tanah.....	49
Tabel 4. 8 Hasil Cek Desain Dimensi Fondasi.....	56
Tabel 4. 9 Hasil Cek Faktor Keamanan $F_s=3$	56
Tabel 4. 10 Data <i>Load</i> Fondasi	87
Tabel 4. 11 Rentang Nilai Penurunan	89
Tabel 4. 12 Perbandingan Perhitungan Manual dan <i>Settle 3D</i>	112
Tabel 4. 13 Data Analisis Waktu dan Total <i>Settlement</i>	113
Tabel 4. 14 Data Analisis <i>Degree Of Consolidation</i> Vs Waktu.....	114
Tabel 4. 15 Titik <i>Diffrential Settlement</i>	115