

**APLIKASI *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* DALAM  
PERHITUNGAN *DAYA DUKUNG* DAN *SETTLEMENT*  
TANAH**

**TUGAS AKHIR**



**DHANNY HALIM ACTACIPTA**

**NIM 1142004007**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER**

**UNIVERSITAS BAKRIE**

**JAKARTA**

**2019**

**APLIKASI *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK* DALAM  
PERHITUNGAN *DAYA DUKUNG* DAN *SETTLEMENT*  
TANAH**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
dan Ilmu Komputer  
Universitas Bakrie**



**Dhanny Halim Actacipta**

**1142004007**

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

**JAKARTA**

**2019**

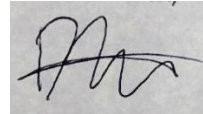
## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir adalah hasil karya saya sendiri, semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar dan telah saya sertakan dalam daftar pustaka.**

**Nama : Dhanny Halim Actacipta**

**NIM : 1142004007**

**Tanda Tangan :**



**Tanggal : Februari 2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

### Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Dhanny Halim Actacitpa  
NIM : 1142004007  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer  
Judul Skripsi :

**“Aplikasi *Artificial Neural Network* Dalam Perhitungan Daya Dukung Dan  
*Settlement Tanah*”**

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

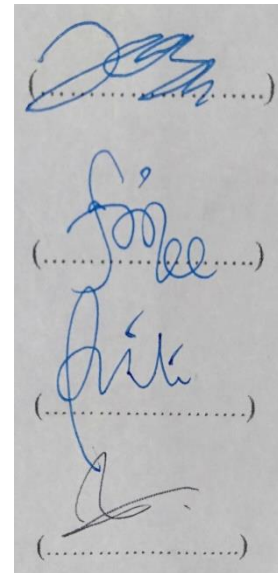
### DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Jouvan Chandra P, ST., M.Eng.

Pembimbing 2 : Fatin Adriati, ST., MT.

Pembahas 1 : Dr.Ir. B.P. Kusumo Bintoro, MBA

Pembahas 2 : Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc



(.....)  
(.....)  
(.....)  
(.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : Februari 2019

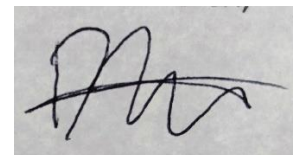
## UNGKAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kepada Tuhan pencipta alam semesta yang maha pengasih, atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas Akhir dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat mencapai gelar sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie. Saya sangat menyadari bahwa, penulisan Tugas Akhir ini sangatlah tidak mudah diselesaikan. Oleh karena itu, saya mengucapkan terimakasih kepada:

- 1) Jouvan Chandra P, ST., M.Eng. selaku Pembimbing Skripsi yang telah memberikan motivasi, pemikiran, tenaga dan pemikiran dalam menyusun skripsi ini.
- 2) Fatin Adriati, ST., MT. selaku Pembimbing Skripsi yang telah memberikan motivasi, pemikiran, tenaga dan pemikiran dalam menyusun skripsi ini.
- 3) Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie yang juga telah memberikan pengetahuan-pengetahuan dalam bidang ilmu teknik sipil sehingga membantu penulis saat melakukan kerja praktik.
- 4) Orang tua dan semua saudara-saudara saya yang memberikan dukungan berupa material dan moral.
- 5) Teman-teman Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan motivasi, masukan, dan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan-kekurangan, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan ini. Penulis berharap apa yang telah dituliskan dapat bermanfaat bagi pihak-pihak terkait.

Jakarta, Febuari 2019



(Dhanny Halim Actacipta)

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Dhanny Halim Actacipta  
NIM : 1142004007  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer  
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

### **APLIKASI ARTIFICIAL NEURAL NETWORK DALAM PERHITUNGAN DAYA DUKUNG DAN SETTLEMENT TANAH**

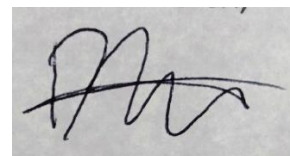
Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti, Noneklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal: Febuari 2019

Yang Menyatakan



(Dhanny Halim Actacipta)

**APLIKASI ARTIFICIAL NEURAL NETWORK DALAM  
PERHITUNGAN DAYA DUKUNG DAN SETTLEMENT  
TANAH**

Dhanny Halim Actacipta

---

**ABSTRAK**

Teknologi yang semakin berkembang membuat kemajuan pada bidang ilmu pengetahuan juga semakin berkembang. Namun seiring dengan kecepatan perkembangan teknologi yang ada tidak diikuti dengan standar teknis yang ada. Dalam penerapannya di lapangan masih banyak penerapan perhitungan yang digunakan secara manual dan tidak memanfaatkan teknologi yang ada. Salah satu *software* yang biasa digunakan untuk membangun program perhitungan dengan pendekatan analisa numerik adalah Python. *Software* ini dapat mengoptimalkan proses perhitungan yang akan kita buat di dalam proses tersebut yang kita kenal dengan *machine learning* sehingga kita bisa mengetahui seberapa akurasi model atau perhitungan yang kita hasilkan. Atas dasar itu, penulis mencoba untuk meneliti tentang bagaimana membuat perhitungan menggunakan metode ANN (*Artificial Neural Network*) untuk perencanaan pondasi dangkal sehingga bisa digunakan sebagai nilai pembanding dengan perhitungan manual. Dalam penelitian ini terdapat perhitungan kapasitas daya dukung tanah untuk tanah lempung dan pasir, penurunan tanah untuk tanah lempung dan pasir dan penurunan konsolidasi primer untuk tanah lempung. Sumber data yang terdapat dalam perhitungan ini didapatkan dari uji laboratorium dan perhitungan menggunakan rumus. Hasil perhitungan menunjukkan hasil perhitungan antara metode ANN dengan perhitungan secara manual memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan memiliki nilai error yang kecil sehingga perhitungan dengan metode ANN ini dapat digunakan sebagai hitungan pembanding dengan perhitungan manual.

Kata Kunci: *Artificial Neural Network*, Pondasi Dangkal, Daya Dukung, Penurunan

**APLIKASI ARTIFICIAL NEURAL NETWORK DALAM  
PERHITUNGAN DAYA DUKUNG DAN SETTLEMENT  
TANAH**

Dhanny Halim Actacipta

---

**ABSTRACT**

Technological development is making progress in the field of science is also growing. But along with the speed of technological development that exists is not followed by the existing technical standards. In its application in the field there are still many applications of calculations that are used manually and do not utilize existing technology. One of the software commonly used to build calculation programs with a numerical analysis approach is Python. This software can optimize the calculation process that we will make in the process which we know as machine learning so that we can find out how accurate the model or calculation we produce. On that basis, the author tries to examine how to make calculations using the ANN (Artificial Neural Network) method for planning shallow foundations so that they can be used as comparative values with manual methods. In this study there is a calculation of soil carrying capacity for clay and sand, settlement soil for clay and sand and primary settlement consolidation for clay. The data sources contained in this calculation are obtained from laboratory tests and calculations using formulas. The calculation results show the results of calculations between ANN methods with manual calculations have a high level of accuracy and have a small error value so that calculations with the ANN method can be used as a count of comparisons with manual calculations.

Keywords: *Artificial Neural Network, Shallow Foundation, Carrying Capacity, Settlement*



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	III
HALAMAN PENGESAHAN .....	I
UNGKAPAN TERIMA KASIH .....	II
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	III
ABSTRAK .....	IV
ABSTRACT .....	V
DAFTAR ISI .....	VI
DAFTAR TABEL .....	VIII
DAFTAR GAMBAR .....	IX
DAFTAR ISTILAH .....	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. Batasan Masalah .....	2
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
1.5.1 Bagi Mahasiswa .....	3
1.5.2 Bagi Engineer .....	3
1.6. Sistematika Penulisan .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Bahasa Pemrograman Python .....	5
2.2. <i>Artificial Neural Network</i> .....	6
2.3. Data Tanah .....	9
2.4. Analisa Pondasi .....	10
2.4.1 Pondasi Dangkal .....	11
2.4.2 Daya Dukung Tanah .....	13
2.4.3 <i>Settlement</i> Tanah .....	15
2.5. Penelitian Terdahulu .....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	23

3.1.	Tahapan Penelitian .....	23
3.2.	Perhitungan dengan ANN .....	25
3.3.	Data Tanah dan Analisa Pondasi Dangkal.....	25
3.3.1	Rekayasa Pondasi.....	26
3.3.2	Daya Dukung Tanah.....	27
3.3.3	Penurunan ( <i>Settlement</i> ) Tanah .....	27
3.4.	Validasi .....	27
BAB IV ANALISIS DATA .....		29
4.1	Analisis Tanah.....	29
4.1.1	Analisis Daya Dukung Tanah .....	29
4.1.2	<i>Settlement</i> Tanah .....	31
4.1.3	Penurunan Total .....	34
4.2	Perhitungan dengan <i>Artificial Neural Network</i> .....	35
4.3	Perbandingan Hasil Perhitungan <i>Software</i> dengan manual .....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		43
5.1	Kesimpulan .....	43
5.2	Saran .....	43
DAFTAR PUSTAKA .....		44

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Confusion Matrix .....	8
Tabel 2.2 Perbedaan Tanah Lempung dan Pasir .....	10
Tabel 2.3 Nilai Faktor Daya Dukung Terzaghi (Terzaghi, 1943) .....	15
Tabel 2.4 Faktor terhadap Pondasi (Schleicher, 1926) .....	17
Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu .....	21
Tabel 3.1 Parameter Tanah Lempung .....	25
Tabel 3.2 Parameter Tanah Pasir .....	26
Tabel 4.1 Parameter yang telah diketahui Pondasi Menerus Tanah Lempung .....	29
Tabel 4.2 Parameter yang telah diketahui Pondasi Menerus Tanah Pasir .....	30
Tabel 4.3 Perbandingan nilai-nilai Kapasitas Daya Dukung .....	31
Tabel 4.4 Parameter tanah lempung yang telah diketahui .....	31
Tabel 4.5 Parameter tanah pasir yang telah diketahui .....	32
Tabel 4.6 Perbandingan nilai-nilai immediate settlement.....	33
Tabel 4.7 Parameter data perhitungan pondasi menerus batu kali .....	33
Tabel 4.8 Jumlah Penurunan Tanah yang Terjadi .....	34
Tabel 4.9 Missing Data dan Imbalance Daya Dukung Tanah Lempung .....	35
Tabel 4.10 Missing Data dan Imbalance Daya Dukung Tanah Pasir .....	36
Tabel 4.11 Missing Data dan Imbalance Immediate Settlement Tanah Lempung .....	36
Tabel 4.12 Missing Data dan Imbalance Immediate Settlement Tanah Pasir.....	36
Tabel 4.13 Missing Data dan Imbalance Primary Settlement Tanah Lempung....	37
Tabel 4.14 MAPE Training, MAPE, $R^2$ pada masing-masing perhitungan .....	38
Tabel 4.15 $R^2$ pada masing- masing perhitungan.....	38
Tabel 4.16 Analisa Program Perhitungan Daya dukung Tanah Lempung pada Pondasi Menerus .....	39
Tabel 4.17 Analisa Program perhitungan Daya dukung Tanah Pasir pada pondasi menerus .....	39
Tabel 4.18 Analisa Program Perhitungan Immediate Settlement pada Tanah Lempung pada Pondasi Menerus.....	39
Tabel 4.19 Analisa program perhitungan Immediate Settlement pada tanah Pasir pada Pondasi Menerus .....	40
Tabel 4.20 Analisa program perhitungan Primary Settlement Lempung pada Pondasi Menerus .....	40
Tabel 4.21 MSE dan Variance Score pada Program .....	41
Tabel 4.22 Perbandingan Perhitungan Manual dan Program.....	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pondasi Dangkal.....	12
Gambar 2.2 Pondasi Menerus .....	12
Gambar 2.3 Immediate Settlement .....	17
Gambar 2.4 Variasi Tegangan Total.....	18
Gambar 2.5 Grafik $e$ vs $\log p$ Normally Consolidated Clay .....	19
Gambar 2.6 Grafik $e$ vs $\log p$ Over-consolidated Clay.....	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	24
Gambar 3.2 Pondasi Dangkal Menerus Batu Kali8.....	26

## DAFTAR ISTILAH

ANN	=	<i>Artificial Neural Network</i>
MLP	=	<i>Multi Layer Perceptron</i>
ML	=	<i>Machine Learning</i>
NN	=	<i>Neural Network</i>
DDT	=	Daya Dukung Tanah
MAPE	=	<i>Mean Absolute Percentage Error</i>
MSE	=	<i>Mean Square Error</i>
$R^2$	=	<i>R Square</i>
Int	=	Integer
RMSE	=	<i>Root Mean Square Error</i>
ReLU	=	<i>Rectified Linear Unit</i>
OLS	=	<i>Ordinary Least Squares</i>

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Penggunaan Metode ANN pada Script Python .....	45
Lampiran 2. Hasil perhitungan menggunakan metode ANN pada perhitungan daya dukung pada tanah lempung.....	48
Lampiran 3. Hasil perhitungan yang didapat menggunakan metode ANN pada perhitungan daya dukung pada tanah pasir .....	52
Lampiran 4. Hasil perhitungan yang didapat menggunakan metode ANN pada perhitungan immediate settlement pada tanah lempung .....	59
Lampiran 5. Hasil perhitungan yang didapat menggunakan metode ANN pada perhitungan immediate settlement pada tanah pasir .....	64
Lampiran 6. Hasil perhitungan yang didapat menggunakan metode ANN pada perhitungan penurunan konsolidasi primer pada tanah lempung .....	69