

**PENGARUH PONDASI *BORED PILE* PADA KAPASITAS
DAYA DUKUNG DAN STABILITAS *UNDERPASS* (STUDI
KASUS: *UNDERPASS* BULAK KAPAL)**

TUGAS AKHIR



**UNIVERSITAS
BAKRIE**

KHALISA MUMTASYFANA

1182004006

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2022**

**PENGARUH PONDASI *BORED PILE* PADA KAPASITAS
DAYA DUKUNG DAN STABILITAS *UNDERPASS* (STUDI
KASUS: *UNDERPASS BULAK KAPAL*)**

TUGAS AKHIR

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



**UNIVERSITAS
BAKRIE**

KHALISA MUMTASYFANA

1182004006

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

JAKARTA

2022

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Khalisa Mumtasyfana

Nim : 1182004006

Tanda Tangan : 

Tanggal : 11 Februari 2022

HALAMAN PENGESAHAN

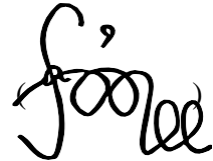
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Khalisa Mumtasyfana
NIM : 1182004006
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Pengaruh Pondasi *Bored pile* Pada Kapasitas
Daya Dukung dan Stabilitas *Underpass*
(Studi Kasus: *Underpass* Bulak Kapal)

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

Disetujui Oleh:

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



Penguji 1 : Dr. Ir. Budianto Ontowirjo, M.Sc.



Penguji 2 : Jouvan Chandra Pratama Putra, S.T., M.Eng., IPP



Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 11 Februari 2022

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Pengasih dan juga Maha Penyayang, karena atas berkat dari rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir atau Skripsi yang berjudul Pengaruh Pondasi *Bored pile* Pada Kapasitas Daya Dukung dan Stabilitas *Underpass* (Studi Kasus: *Underpass* Bulak Kapal).

Dalam penyusunan Tugas Akhir, saya selaku penulis dan penyusun Tugas Akhir tidak lepas dari doa, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih sebesar – besarnya kepada semua pihak yang telah ikut membantu menyelesaikan tugas akhir ini, diantaranya:

- 1) Allah SWT karena telah memberikan berkat dan rahmat-Nya dalam proses penulisan, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar.
- 2) Untuk orang tua dan keluarga dari penulis yang telah memberikan doa, serta dukungan yang tiada henti untuk penulis. Berkat mereka, penulis dapat menyelesaikan dan berhasil meraih gelar sarjana ini.
- 3) Ibu Fatin Adriati, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang memberikan bimbingan, dan arahan kepada penulis dalam proses penyusunan Tugas Akhir.
- 4) Bapak Dr. Ir. Budi Ontowirjo, M.Sc. dan Bapak Jouvan Chandra P, S.T., M.Eng. telah bersedia sebagai dosen penguji dan memberikan beberapa saran kepada penulis pada saat sidang proposal hingga sidang tugas akhir, sehingga penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
- 5) Bapak Dr. Ir. Ade Asmi., ST., MSc., IPM, ASEAN Eng selaku dosen pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi, bimbingan dan arahan selama penulis menjalankan perkuliahan di Universitas Bakrie.
- 6) Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie yang telah memberikan ilmu dalam bidang teknik sipil sehingga penulis dapat melakukan dan menyusun Tugas Akhir ini.

- 7) Dhebi, Vidia, Esa, Intan, Vida, Febi, dan Aca yang merupakan teman penulis selama perkuliahan dan selalu bersama – sama hingga penulis meraih gelar sarjana.
- 8) Untuk Aya, Yos, Squ, dan Ea's yang merupakan orang – orang terdekat penulis dan telah memberikan dukungan hingga penulisan tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir yang dibuat ini masih belum sempurna dan banyak kekurangan. Oleh sebab itu, semua kritik maupun saran yang diberikan dengan maksud memperbaiki Tugas Akhir ini menjadi lebih baik akan diterima oleh penulis. Akhir kata, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat untuk kita semua.

Bekasi, 11 Februari 2022



Khalis Mumtasyfana

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Khalisa Mumtasyfana

Nim : 1182004006

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Judul Tugas : Skripsi

Demi pengembahangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Royalti Non eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Pengaruh Pondasi *Bored pile* Terhadap Kapasitas Daya Dukung Dan Stabilitas *Underpass* (Studi Kasus: *Underpass* Bulak Kapal)

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini, Universitas Bakrie berhak menyimpan mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan Skripsi 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 : 11 Februari 2022

Yang menyatakan,



Khalisa Mumtasyfana

**PENGARUH PONDASI *BORED PILE* PADA KAPASITAS DAYA
DUKUNG DAN STABILITAS *UNDERPASS* (STUDI KASUS: *UNDERPASS*
BULAK KAPAL)**

Khalisa Mumtasyfana

ABSTRAK

Underpass Bulak Kapal memiliki bentang terowongan sepanjang 16,4 meter dan pondasi *bored pile* diantara *secant piles*. Sebagai perbandingan *Underpass* NYIA memiliki desain yang hampir serupa namun tidak memiliki *bored pile* diantara dinding penahan tanahnya. Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan memodelkan *underpass* dengan ada, dan tanpa adanya *bored pile* untuk melihat pengaruh dari pondasi *bored pile* pada kapasitas daya dukung dan stabilitas *underpass*. Analisis dilakukan menggunakan metode statis, hasil uji PDA dan metode elemen hingga dengan *software* PLAXIS. Daya dukung *bored pile* yang diperoleh dengan metode Reese And Wright 7081,82 kN, N-SPT sebesar 10.612,58 kN/m, PDA yaitu 5109,26 dan PLAXIS sebesar 6949,20 kN. Hasil analisis pada stabilitas *underpass* sebelum adanya *bored pile* memiliki deformasi tanah sebesar 10,37 mm, dengan angka keamanan 2,724. Kemudian setelah adanya *bored pile* deformasi tanah menurun menjadi 8,32 mm dengan angka keamanan 3,580. Kemudian kapasitas gaya aksial pada *secant piles* berubah setelah penambahan adanya *bored pile* dari 738,91 kN/m, menjadi 226,03 kN/m. Adanya *bored pile* mengurangi defleksi *secant piles* dari 6,12 mm menjadi 5,95 mm, dan menurunkan momen lentur *secant piles* dari -401,52 kNm/m menjadi -395,09 kNm/m.

Kata kunci: *bored pile*, daya dukung, metode elemen hingga, stabilitas, *secant piles*

***THE EFFECT OF BORED PILE FOUNDATION ON THE BEARING
CAPACITY AND STABILITY OF THE UNDERPASS (CASE STUDY:
BULAK KAPAL UNDERPASS)***

Khalisa Mumtasyfana

ABSTRACT

The Bulak Kapal underpass has tunnel span of 16.4 meters and bored pile between the secant piles. In comparison, the NYIA Underpass has similar design but does not have bored piles between the retaining walls. Therefore, research was conducted by modeling the underpass with and without bored pile to see the effect of bored pile on the bearing capacity and stability of the underpass. The analysis was carried out using the static method, PDA results and the FEM using PLAXIS. The bearing capacity of the bored pile procured by the Reese And Wright method is 7081.82 kN, N-SPT is 10,612.58 kN/m, PDA is 5109.26 kN and PLAXIS is 6949.20 kN. The stability of the underpass before the bored pile has a soil deformation of 10.37 mm, and safety factor of 2.724. Then after the bored pile, the soil deformation decreased to 8.32 mm and safety factor of 3.580. Then the axial force on the secant piles changed after the addition of bored piles from 738.91 kN/m, to 226.03 kN/m. The bored pile reduces the deflection of the secant piles from 6.12 mm to 5.95 mm, and the bending moment from -401.52 kNm/m to -395.09 kNm/m.

Keywords: bored pile, bearing capacity, finite element method, stability, secant piles

DAFTAR NOTASI

σ	= Tegangan tanah (kN/m ²)
σ'	= Tegangan efektif tanah (kN/m ²)
σ_v'	= Tegangan vertikal tanah (kN/m ²)
σ_h'	= Tegangan horizontal tanah (kN/m ²)
A_s	= Luas selimut tiang (m)
δ	= Sudut gesek antara tanah dan tiang
c_u	= Kohesi tanah (kN/m ²)
Q_s	= Daya dukung selimut tiang (kN)
Q_p	= Daya dukung ujung tiang (kN)
Q_u	= Daya dukung <i>ultimate</i> tiang (kN)
Q_a	= Daya dukung ijin tiang (kN)
f_s	= Kapasitas geser persatuan luas tiang (kN/m ²)
t	= Tinggi kedalaman tanah (m)
K_o	= Koefisien tekanan tanah
N	= Nilai N-SPT
α	= Koefisien adhesi antara tiang dan tanah
S	= Penurunan (mm)
D	= Diameter tiang (m)
Q	= Beban (kN)
L	= Panjang tiang (m)
E_s	= Modulus elastisitas tanah (kN/m ²)
h	= Kedalaman perlapisan tanah (m)
λ	= Konstanta lambda
N_q	= Faktor daya dukung ujung tiang
A_p	= Luas penampang tiang (m ²)
Z	= Kedalaman (m)
γ_{sat}	= Berat jenis tanah jenuh (kN/m ³)
γ_{unsat}	= Berat jenis tanah tak jenuh (kN/m ³)
Ψ	= Sudut dilatasi (°)
μ	= Poisson's ratio
B	= Lebar pondasi (m)

\emptyset = Sudut geser ($^{\circ}$)

f_c' = *Concrete compressive strength* (MPa)

A = Luas penampang (m^2)

I = Momen inersia (m^4)

$\sum R_h$ = Tahanan dinding terhadap geser (kN)

$\sum P_h$ = Total tekanan gaya arah horizontal (kN)

$\sum M$ lawan = Total momen lawan terhadap guling (kNm)

$\sum M$ guling = Total momen penyebab guling (kNm)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR NOTASI.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Klasifikasi Tanah.....	5
2.2 Pondasi <i>Bored pile</i>	8
2.3.1 Daya Dukung Pondasi Tiang.....	10
2.3.2 Penurunan Pondasi	15
2.3.3 Pengujian <i>Pile Driving Analyzer (PDA)</i>	18
2.2 <i>Secant piles</i>	20
2.3.1 Tekanan Tanah Lateral.....	21
2.3.2 Stabilitas <i>Secant piles</i>	26
2.3 Pembebanan	27
2.3.1 Beban Sendiri (MS).....	27
2.3.2 Beban Tambahan/Utilitas (MA).....	29
2.3.3 Beban Lalu Lintas	29
2.3.4 Beban Pada Stabilitas <i>Secant piles</i>	32
2.4 PLAXIS	32
2.4.1 <i>Material Plate</i>	32

2.5 Penelitian Terdahulu	35
BAB III METODE PENELITIAN	38
3.1 Kerangka Penelitian	38
3.2 Lokasi Penelitian	39
3.3 Pengumpulan Data	39
3.3.1 Data Tanah	39
3.3.1 Data <i>Bored pile</i>	40
3.3.2 Data <i>Secant piles</i>	41
3.3.3 Data Top Slab.....	42
3.3.4 Data Hasil <i>Uji Pile Driving Analyzer (PDA)</i>	43
3.3.5 Data Pembebanan.....	43
3.4 Analisis Data	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Kapasitas Daya Dukung <i>Bored pile</i>	50
4.2 Penurunan <i>Bored pile</i>	56
4.3 Kapasitas Daya Dukung <i>Secant piles</i>	59
4.3.1 Gaya Aksial	59
4.3.2 Momen Lentur.....	61
4.4 Analisis Stabilitas <i>Secant piles</i>	63
4.4.1 Deformasi Tanah dan Distribusi Tegangan.....	63
4.4.2 Defleksi <i>Secant piles</i>	68
BAB V.....	71
5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Pembangunan <i>Underpass</i> Bulak Kapal	1
Gambar 1.2 Gambar rencana struktur pondasi <i>Underpass</i> Bulak Kapal	2
Gambar 2.1 Pondasi <i>bored pile</i>	9
Gambar 2.2 Grafik Hubungan Antara N_q dan ϕ (Vesic, 1967)	12
Gambar 2.3 Variasi dari nilai λ dengan panjang tiang yang tertanam	14
Gambar 2.4 Faktor penurunan I_o (Poulos dan Davis, 1980)	17
Gambar 2.5 Faktor penurunan R_μ (Poulos dan Davis, 1980).....	17
Gambar 2.6 Faktor penurunan R_h (Poulos dan Davis, 1980).....	17
Gambar 2.7 Faktor penurunan R_k (Poulos dan Davis, 1980).....	18
Gambar 2.8 Faktor penurunan R_b (Poulos dan Davis, 1980).....	18
Gambar 2.9 Susunan perangkat HSDP test pada bagian tiang	19
Gambar 2.10 Susunan dinding <i>secant piles</i>	20
Gambar 2.11 Tekanan Tanah dalam Kondisi Diam.....	22
Gambar 2.12 Distribusi Tekanan Tanah dalam Kondisi Diam.....	23
Gambar 2.13 Tekanan Tanah Aktif.....	24
Gambar 2.14 Distribusi Tekanan Tanah Aktif dengan Variasi Kedalaman	24
Gambar 2.15 Tekanan Tanah Pasif	25
Gambar 2.16 Distribusi Tekanan Tanah Pasif dengan Variasi Kedalaman.....	26
Gambar 2.17 Beban lajur D	30
Gambar 2. 18 Pembebanan pada truk T	31
Gambar 2.19 Transformasi nilai EI dan EA pada tiang pondasi dan tanah	34
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian Tugas Akhir	38
Gambar 3.2 Lokasi Penelitian Tugas Akhir	39
Gambar 3.3 Ilustrasi <i>Underpass</i> Dengan <i>Bored pile</i> Di bagian Tengah.....	45
Gambar 3.4 Ilustrasi <i>Underpass</i> Tanpa <i>Bored pile</i> Di bagian Tengah	45
Gambar 4.1 Distribusi Tegangan Tanah	51
Gambar 4.2 Gaya Aksial <i>Bored pile</i>	54
Gambar 4.3 Grafik Penurunan <i>Bored pile</i>	58
Gambar 4.4 Gaya Aksial <i>Secant piles</i> Kondisi (a) Dengan <i>Bored pile</i> , dan (b) Tanpa <i>Bored pile</i>	60

Gambar 4.5 Momen Lentur <i>Secant piles</i> Kondisi (a) Dengan <i>Bored pile</i> , dan (b) Tanpa <i>Bored pile</i>	62
Gambar 4.6 Deformasi Tanah Kondisi Tanpa <i>Bored pile</i>	64
Gambar 4.7 Distribusi Tegangan Kondisi Tanpa <i>Bored pile</i>	64
Gambar 4.9 Deformasi Tanah Kondisi Dengan <i>Bored pile</i>	65
Gambar 4.10 Distribusi Tegangan Kondisi Dengan <i>Bored pile</i>	66
Gambar 4.11 Defleksi <i>Secant piles</i> Kondisi (a) Dengan <i>Bored pile</i> , dan (b) Tanpa <i>Bored pile</i>	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Korelasi N-SPT dengan γ_{sat} pada tanah kohesif	5
Tabel 2.2 Hubungan N-SPT dengan Konsistensi Tanah Pasir.....	6
Tabel 2.3 Nilai Poisson Ratio (μ_s) berdasarkan Jenis Tanah	6
Tabel 2.4 Nilai Modulus Elastisitas (E_s) Tanah Berdasarkan Jenis Tanah	7
Tabel 2.5 Hubungan N-SPT dengan Konsistensi Tanah Lempung	8
Tabel 2.6 Korelasi N-SPT dengan Konsistensi Tanah Pasir dan Lempung.....	8
Tabel 2.7 Berat isi dan kerapatan massa untuk beban mati (kN/m^3)	28
Tabel 2.8 Faktor beban untuk berat sendiri.....	28
Tabel 2.9 Faktor beban untuk beban mati tambahan	29
Tabel 2.11 Faktor beban untuk beban lajur “D”	30
Tabel 2.12 Faktor beban untuk beban truk T	31
Tabel 2.10 Pembebanan Lalu Lintas	32
Tabel 2.13 Penelitian terdahulu.....	35
Tabel 3.1 Parameter Tanah	40
Tabel 3.2 Parameter <i>Bored pile</i>	41
Tabel 3.3 Parameter <i>Secant piles</i>	42
Tabel 3.4 Parameter <i>Top Slab</i>	43
Tabel 3.5 Daya Dukung Ultimate Tiang Pondasi Hasil PDA dan CAPWAP	43
Tabel 3.6 Pembebanan <i>Underpass</i>	44
Tabel 3.7 Pembebanan Lalu Lintas	44
Tabel 3.8 Parameter <i>Secant piles</i> Untuk Pemodelan PLAXIS	46
Tabel 3.9 Parameter Tanah Untuk Pemodelan PLAXIS.....	47
Tabel 3.10 Parameter <i>Bored piled</i> Untuk Pemodelan PLAXIS	48
Tabel 3.11 Parameter Top Slab Untuk Pemodelan PLAXIS	48
Tabel 4.1 Daya Dukung Selimut Metode Statis.....	51
Tabel 4.2 Daya Dukung Selimut Tiang Metode N-SPT	52
Tabel 4.3 Hasil Perbandingan Daya Dukung <i>Bored pile</i>	53
Tabel 4.4 Daya Dukung Ijin <i>Bored pile</i>	55
Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Penurunan <i>Bored pile</i>	57
Tabel 4.6 Perbandingan Hasil <i>Penurunan Bored pile</i>	59

Tabel 4.7 Gaya Aksial <i>Secant piles</i>	61
Tabel 4.8 Momen Lentur <i>Secant piles</i>	62
Tabel 4.9 Hasil Perbandingan Deformasi Tanah, Distribusi Tegangan, dan Angka Keamanan.....	68
Tabel 4.10 Defleksi <i>Secant piles</i>	69

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Boring Log BH-02.....	76
Lampiran 2. Boring Log BH-03.....	78
Lampiran 3. Daya Dukung Metode Statis.....	80
Lampiran 4. Daya Dukung Metode N-SPT.....	83
Lampiran 5. Penurunan <i>Bored pile</i>	85