

**SKRIPSI**

**EVALUASI DINDING PENAHAN TANAH PADA  
PROYEK GALIAN DALAM BASEMEN DI  
APARTEMEN D, JAKARTA SELATAN**



**LIDYA FILADELFIA  
NPM : 6101801031**

**PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JULI 2023**

**SKRIPSI**

**EVALUASI DINDING PENAHAN TANAH PADA  
PROYEK GALIAN DALAM BASEMEN DI  
APARTEMEN D, JAKARTA SELATAN**



**LIDYA FILADELFIA  
NPM : 6101801031**

**BANDUNG, 21 JULI 2023  
PEMBIMBING:**

  
**Budijanto Widjaja, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JULI 2023**

**SKRIPSI**

**EVALUASI DINDING PENAHAN TANAH PADA  
PROYEK GALIAN DALAM BASEMEN DI  
APARTEMEN D, JAKARTA SELATAN**



**LIDYA FILADELFIA  
NPM : 6101801031**

**PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, Ph.D.**

**PENGUJI 1: Siska Rustiani, Ir., MT.**

**PENGUJI 2: Martin Wijaya, Ph. D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JULI 2023**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Lidya Filadelfia

Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 26 Juli 2000

NPM : 6101801031

Judul skripsi : **EVALUASI PROYEK DINDING PENAHAN TANAH PADA PROYEK GALIAN DALAM BASEMEN DI APARTEMEN D, JAKARTA SELATAN**

Dengan ini Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah benar hasil karya tulis saya sendiri dan bebas plagiat. Adapun kutipan yang tertuang sebagian atau seluruh bagian pada karya tulis ini yang merupakan karya orang lain (buku, makalah, karya tulis, materi perkuliahan, internet, dan sumber lain) telah selayaknya saya kutip, sadur, atau tafsir dan dengan jelas telah melampirkan sumbernya. Bahwa tindakan melanggar hak cipta dan yang disebut plagiat merupakan pelanggaran akademik yang sanksinya dapat berupa peniadaan pengakuan atas karya ilmiah ini dan kehilangan hak kesarjanaan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

(Kutipan pasal 25 ayat 2 UU no. 20 tahun 2003)

Bandung, 21 Juli 2023



Lidya Filadelfia

# EVALUASI DINDING PENAHAN TANAH PADA PROYEK GALIAN DALAM BASEMEN DI APARTEMEN D, JAKARTA SELATAN

**Lidya Filadelfia**  
**NPM: 6101801031**

**Pembimbing: Budijanto Widjaja, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
**BANDUNG**  
**JULI 2023**

## **ABSTRAK**

Kegagalan stabilitas galian dalam dapat disebabkan oleh pergerakan penurunan dan kenaikan tanah serta uplift pressure. Pergerakan tanah akan menyebabkan tekanan yang semakin besar selurus pada waktu di dinding penahan tanah sehingga dinding berdefleksi. Untuk mengevaluasi keamanan galian dalam, perlu adanya analisis faktor keamanan global jangka pendek dan jangka panjang, faktor keamanan global akibat gempa, faktor keamanan akibat uplift pressure, faktor keamanan defleksi dinding penahan tanah dalam analisis kegagalan akibat kick-in, dan kegagalan akibat penurunan tanah. Apartemen D di Jakarta Selatan mengalami pemberhentian sementara proyek pembangunan dari tahun 2019 sampai saat ini. Basemen apartemen D diperkuat oleh secant piles dan 3 lapis sistem ankur tanah. setelah pembangunan lantai 5 sebelum pemberhentian sementara proyek, defleksi akhir secant pile sebesar 0,56% untuk secant pile 1 dan 0,55% untuk secant pile 2 yang sudah lebih besar dari batas SNI 8460:2017, serta fondasi raft mengalami penurunan 2,101 cm yang masih dalam batas izin. Faktor keamanan uplift pressure pada tahap galian paling kritis sebesar 0,38. Stabilitas akibat peristiwa kick-in masih aman karena faktor keamanan earth pressure equilibrium sebesar 1,352 untuk secant pile 1 dan 1,404 untuk secant pile 2. Stabilitas akibat gempa masih aman karena faktor keamanan akibat gempa sebesar 1,101. Stabilitas galian pada proyek basemen Apartemen D rata-rata dalam keadaan cukup aman kecuali pada galian ke-5.

**Kata Kunci:** keamanan, stabilitas, defleksi, pergerakan, *uplift*

# **EVALUATION OF EARTH RETAINING WALL AT DEEP EXCAVATION PROJECT AT APARTEMENT D BASEMENT, JAKARTA SELATAN**

**Lidya Filadelfia**  
**NPM: 6101801031**

**Advisor: Budijanto Widjaja, Ph.D.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
BACHELOR PROGRAM**

**(Accredited by SK BAN-PT Number: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)**

**BANDUNG  
JULY 2023**

## **ABSTRACT**

Deep excavation stability failures might be caused by soil movement and uplift pressure. Soil movement would create greater pressure over time on the retaining wall, causing the wall to deflect. To evaluate the safety of deep excavations, it would be required to analyze short-term and long-term global safety factors, earthquake-induced global safety factors, uplift pressure-induced safety factors, retaining wall deflection safety factors in kick-in failure analyses, and settlement failures. Apartment D in South Jakarta experienced a temporary suspension of the construction progress from 2019 until this very moment. After the construction of the 5th floor before the temporary suspension of the project, the final deflection of the secant pile is 0.56% for secant pile 1 and 0.55% for secant pile 2 which is greater than the limit of SNI 8460: 2017, and the raft foundation has decreased by 2.101 cm which was within the permit limit. The uplift pressure safety factor at the most critical excavation stage was 0.38. Stability due to kick-in failure was safe because the earth pressure equilibrium safety factor was 1.352 for secant pile 1 and 1.404 for secant pile 2. Stability due to earthquake was safe because the safety factor due to earthquake is 1.101. The average of stability of the basement excavation in Apartment D was quite safe except for the 5th excavation.

**Keywords:** safety, stability, deflection, movement, uplift



## PRAKATA

Segala hormat dan puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan penyertaan-Nya sehingga skripsi Evaluasi Struktur Penahan Tanah Pada Proyek Galian Dalam Basemen Di Apartemen D, Jakarta Selatan dapat diselesaikan. Penulisan skripsi dilakukan sebagai pemenuhan salah satu persyaratan akademik untuk penyelesaian pendidikan sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam proses penyusunan skripsi tidak lepas dari hambatan dan perkara yang dapat teratasi oleh semangat dan dukungan dari berbagai pihak. Penulis berterima kasih kepada:

1. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah mendidik, membimbing, memberikan bantuan, motivasi, dan mendukung dari awal penelitian sampai rampung.
2. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D., Bapak Aswin Lim, Ph.D., Bapak Eric Ng Yin Kuan, Ir., M.T. (Alm), Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., M.t., Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T., Bapak Martin Wijaya, Ph.D. dan seluruh dosen pusat geoteknik UNPAR atas didikan dan bimbingan dari awal perkuliahan hingga penyusunan skripsi yang sangat bermanfaat dan membangun.
3. Opung Inang (Alm), Mami, Papi, Bunda, Uda, Ua, Nuel, Sarah, Tito, Eleanor, Stefany, Annabelle, Alexa, Clinton, Roben, Hebrew, dan keluarga penulis lainnya yang selalu mendorong semangat dan optimis dengan cinta dan kasih kepada penulis.
4. Bapak Ignatius Tommy Pratama, Ir., S.T., M.T., Samuel Jemmy Setiadjie, S.T., dan Alexander Tommy, S.T. atas ilmu dan kepeduliannya yang selalu mendukung, membantu, dan membimbing dalam penyusunan skripsi.
5. Koko Stefanus Diaz Alvi, Ir., S.T., M.T. atas ilmu yang telah memberikan bekal dan pemahaman yang cukup dan sangat berguna dalam penyelesaian penyusunan skripsi.

6. Teman-teman seperjuangan: Devika, Sadrina Octadelya, Sharfina Faradiba serta teman-teman satu bimbingan skripsi: Christina Yohana, Evan Jonathan, Michelle Patricia, dan Sharon Victorina yang selalu saling mendukung dan membantu satu sama lain.
7. Kawan dekat penulis yang juga menyusun skripsi: Andreas Lukito, Andrian P.A, Ardinata J. K. Tambun, Filbert KPS, John Paul, M. Althaf Vokal, Made Bryan, Natanael Calvin T. (sensen), Ruth Anastasia, serta kawan dekat penulis lainnya: Aziz Akbar, Bryan Gilbert, Darryl Rimbing, dan Thalia S. Azzahra yang selalu peduli dan yang penulis sayangi.
8. Bapak Andra Adiana, S.T., M.T., Bapak Tri, dan Abang Jonathan yang memberikan masukan dan tantangan yang baik kepada penulis.
9. Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Katolik yang telah membantu dalam mengurus administasi dari awal perkuliahan.
10. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi tetapi tidak dapat disebutkan satu per satu.

Bandung, 7 Juli 2023



Lidya Filadelfia

6101801031

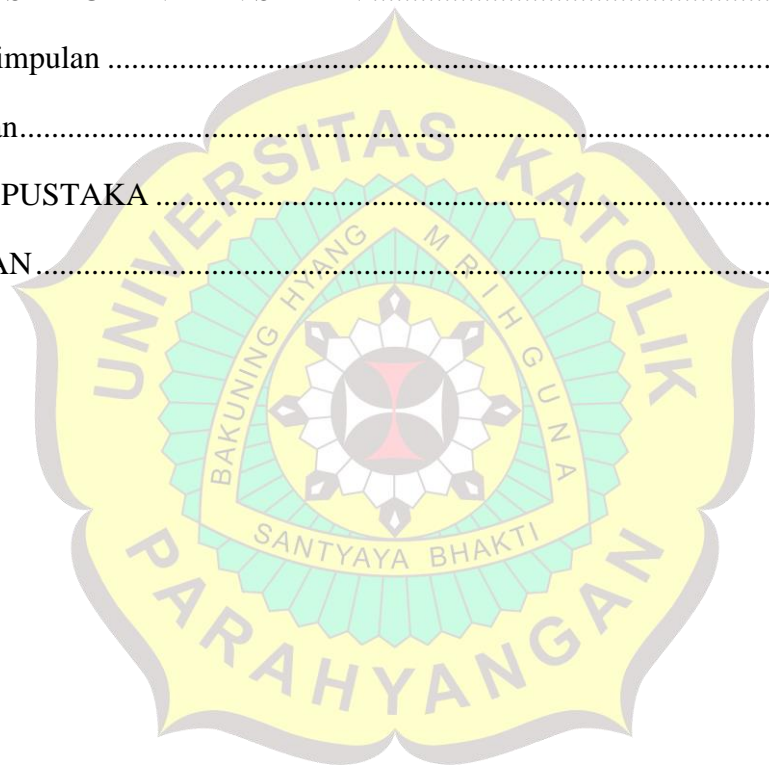


# DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN .....	i
PRAKATA .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR NOTASI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan .....	1
1.2 Inti Permasalahan .....	1
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian .....	2
1.5 Metode Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
1.7 Diagram Alir .....	4
BAB 2 DASAR TEORI .....	6
2.1 Galian Dalam dengan <i>Island Excavation Methods</i> .....	6
2.2 Faktor yang Mempengaruhi Stabilitas Galian Dalam .....	6
2.2.1 Penurunan dan Pergerakan Tanah .....	6
2.2.2 <i>Kick-in Failure</i> .....	7
2.2.3 Uplift Pressure .....	9
2.3 Struktur Perkuatan Tanah .....	9
2.3.1 <i>Secant Piles</i> .....	9
2.3.2 Angkur Tanah Sementara .....	10
2.4 Parameter Tanah .....	10

2.4.1 Berat Isi Tanah Jenuh Air ( $\gamma_{sat}$ ) .....	10
2.4.2 <i>Reference Stiffness Modulus</i> (E) .....	11
2.4.3 Secant Elastic Reference Modulus ( <b><i>E50ref</i></b> ) .....	12
2.4.4 Elastic Unloading/Reloading Reference Modulus ( <b><i>Eurref</i></b> ) .....	12
2.4.5 Oedometer Reference Modulus ( <b><i>Eoedref</i></b> ).....	12
2.4.6 Sudut Dilatasi ( $\psi$ ).....	12
2.4.7 Sudut Geser Dalam Efektif ( $\phi'$ ) .....	12
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	14
3.1 Analisis Evaluasi Struktur Penahan Tanah dengan Metode Elemen Hingga .....	14
3.2 Analisis Stabilitas Internal <i>Secant piles</i> dengan Diagram Iteraksi.....	17
3.3 Analisis Evaluasi Peristiwa <i>Kick-in Failure</i> Menggunakan FK <i>Earth Pressure Equilibrium</i> .....	19
<b>BAB 4 ANALISIS DATA</b> .....	21
4.1 Stratifikasi Tanah .....	21
4.2 Parameter Tanah.....	21
4.2.1 Berat Isi Tanah Jenuh Air ( $\gamma_{sat}$ ) .....	21
4.2.2 Angka Pori/ <i>Void Ratio</i> ( $e_{int}$ ).....	22
4.2.3 <i>Reference Stiffness Modulus</i> ( $E^{ref}$ ) .....	22
4.2.4 Kohesi Efektif ( $c'$ ).....	22
4.2.5 Sudut Geser Dalam Efektif ( $\phi'$ ) .....	22
4.2.6 Sudut Dilatasi ( $\psi$ ).....	23
4.2.7 <i>Undrained Shear Strength</i> ( $S_u$ ) .....	23
4.3 Spesifikasi Struktur .....	23
4.3.1 <i>Secant Piles</i> .....	23
4.3.2 Angkur Tanah.....	24

4.3.3 Fondasi Raft .....	25
4.3.4 Pelat Gedung .....	25
4.4 Analisis Stabilitas Jangka Pendek, Jangka Panjang dan Akibat Gempa.....	26
4.5 Analisis Evaluasi Defleksi <i>Secant Piles</i> .....	26
4.6 Analisis Stabilitas internal Internal <i>Secant Piles</i> .....	27
4.7 Analisis Pergerakan Tanah di Belakang Tiang dan Dalam Galian .....	28
4.8 Analisis Stabilitas <i>Uplift Pressure</i> .....	29
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	30
5.1 Kesimpulan .....	30
5.2 Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA .....	31
LAMPIRAN.....	33



## DAFTAR NOTASI

- $B_1$  : kedalaman dari permukaan galian sampai tanah keras atau kedalaman zona kegagala II ( $= 0,7B$ )
- $c'$  : kohesi efektif tanah
- $c'_w$  : kohesi efektif interface di antara dinding penahan tanah dan tanah
- $c_c$  : tebal selimut beton pada beton bertulang
- $c_u$  : *undrained shear strength* (dalam persamaan 4,  $c_{ub}$  merupakan nilai rata-rata  $c_u$  dalam rentang H dan  $c_{uh}$  merupakan nilai rata-rata  $c_u$  dalam rentang  $B_1$ )
- $d_{bl}$  : diameter tulangan longitudinal
- $d_{bs}$  : diameter tulangan transversal
- $d_i$  : jarak setiap baris tulangan dari serat tekan terluar
- $D_m$  : jarak lokasi penurunan maksimum dari tepi galian
- $d_r$  : ukuran diameter tulangan beton bertulang
- $D_w$  : kedalaman dari permukaan galian sampai lapisan tanah *impermeabel* (lapisan tanah kedap air)
- $E_{50}^{ref}$  : *secant elastic reference modulus*
- $E_{50}$  : *secant elastic modulus*
- $E'_{desain}$  : Modulus Young ( $= 4000N_{SPT}$ )
- $e_{int}$  : *initial void ratio*
- $E_{oed}$  : *oedometer modulus*
- $E_{oed}^{ref}$  : *oedometer reference stiffness modulus*
- $E_u/c_u$  : konstanta dari grafik Ducan dan Buchignani (1976) dan U.S. Army (1994)
- $E_{ur}$  : *elastic unloading/reloading stiffness*
- $E_{ur}^{ref}$  : *elastic unloading/reloading reference stiffness*
- $f'_c$  : mutu beton
- FK : factor keamanan
- $F_{konstruksi}$  : beban konstruksi
- $F_s$  : gaya tarik (*tension force*) atau tekan (*compression force*) pada tulangan per *layer* atau beton

$F_{S_c, P}$	: faktor keamanan <i>earth pressure equilibrium</i>
$F_{uplift}$	: gaya <i>uplift</i>
$f_y$	: tegangan leleh baja tulangan
$H$	: kedalaman maksimum galian
$h_1$	: selisih tinggi datum dengan penurunan muka permukaan air tanah (m)
$h_2$	: selisih tinggi datum dengan muka permukaan air tanah asli (m)
$H_{unsat}$	: kedalaman tanah <i>unsaturated</i>
$K_0$	: <i>at-rest earth pressure coefficient</i> ; rasio hubungan tegangan efektif horizontal dengan tegangan efektif vertikal
$K_a$	: koefisien tekanan lateral tanah aktif
$k_h$	: PGA yang telah disesuaikan dengan kondisi situs
$K_p$	: koefisien tekanan lateral efektif pasif
$L$	: lebar galian
$L_a$	: jarak dari elevasi angkur tanah paling dalam sampai elevasi tekanan lateral tanah aktif
$L_p$	: jarak dari elevasi angkur tanah paling dalam sampai elevasi tekanan lateral tanah pasif
$M$	: momen <i>bending</i>
$m$	: koefisien modulus = 0,5 (Standar Plaxis)
$M_d$	: <i>driving moment</i> , momen yang ditopang oleh dinding penahan tanah
$M_r$	: <i>resisting moment</i> , momen penahan
$M_s$	: momen yang dapat ditopang oleh dinding penahan tanah
$N$	: gaya normal
$n_{gedung}$	: jumlah lantai konstruksi gedung
$n_r$	: jumlah tulangan beton bertulang
$n_t$	: jumlah tulangan longitudinal
$n_i$	: jumlah tulangan yang dihitung
$P_a$	: tekanan lateral tanah aktif
$P_{gedung}$	: beban konstruksi gedung sebesar 10 kN/m per lantai
$PIZ$	: <i>Primary Influence Zone</i> (sebesar kedalaman atau lebar galian)
$P_p$	: tekanan lateral tanah pasif
$P_n$	: gaya aksial

$p^{\text{ref}}$	: (=100 kPa)
$N_{\text{SPT}}$	: <i>Number Standard Penetration Test</i>
$Q$	: debit pompa (l/mnt)
$r_1$	: jarak sumur <i>dewatering</i> dengan sumur observasi (m)
$r_2$	: jarak sumur <i>dewatering</i> dengan titik tinjau (m)
$s$	: jarak bersih antar tulangan dalam arah horizontal
$s_u$	: <i>undrained shear strength</i>
$x$	: jarak dari batas galian
$\varepsilon$	: regangan pada tulangan
$\sigma'_3$	: (= $K_0 \sigma'_v$ )
$\emptyset$	: faktor reduksi
$\phi'$	: sudut geser dalam efektif tanah
$\psi$	: sudut dilatansi tanah
$\nu$	: <i>poisson's ratio</i>
$\gamma$	: berat isi tanah (dalam persamaan 4, $\gamma$ merupakan nilai $\gamma$ rata-rata dalam zona kegagalan III fondasi telapak/ <i>raft</i> )
$\gamma_{\text{unsat}}$	: berat isi tanah <i>unsaturated</i> atau dapat bernilai berat isi tanah natural
$\gamma_w$	: berat isi air (=10 kN/m <sup>3</sup> )
$\sigma'_a$	: tegangan lateral tanah aktif efektif
$\sigma'_p$	: tegangan lateral tanah pasif efektif
$\sigma'_v$	: tegangan vertikal tanah efektif
$\delta_w$	: defleksi dinding



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Peta Lokasi Apartemen D.....	1
<b>Gambar 1.2</b> Kepala Diagram Alir .....	4
<b>Gambar 1.3</b> Diagram Alir Bagian A.....	4
<b>Gambar 1.4</b> Diagram Alir Bagian B.....	5
<b>Gambar 1.5</b> Diagram Alir Bagian C.....	5
<b>Gambar 2.1</b> Hubungan $c_w/s_u$ dengan $H_p/H_e$ dan $s_u/\sigma'_v$ .....	8
<b>Gambar 2.2</b> Dinding <i>Secant Pile</i> (sumber: SNI 8460:2017).....	9
<b>Gambar 2.3</b> Sistem Angkur Tanah (sumber: SNI 8460:2017).....	10
<b>Gambar 2.4</b> Hubungan Antara $Eu/cu$ , OCR, dan IP untuk lempung (Ducan dan Buchignani, 1976 dan U.S. Army, 1994).....	11
<b>Gambar 2.5</b> Hubungan $N_{SPT}$ dengan $\phi$ .....	13
<b>Gambar 2.6</b> Hubungan Antara Indeks Plastisitas dengan Sudut Deser Dalam Efektif (Sorensen dan Okkels, 2013). .....	13
<b>Gambar 3.1</b> Ikon <i>Project properties</i> .....	14
<b>Gambar 3.2</b> Ikon <i>Soil polygon</i> dan Pilihan yang Digunakan .....	14
<b>Gambar 3.3</b> Ikon <i>Create line</i> dan Pilihan yang Digunakan.....	15
<b>Gambar 3.4</b> Ikon <i>Create structure</i> dan Pilihannya.....	15
<b>Gambar 3.5</b> Ikon <i>Line load</i> dan Pilihan yang Digunakan .....	15
<b>Gambar 3.6</b> Ikon <i>Show materials</i> .....	15
<b>Gambar 3.7</b> Ikon <i>Generate mesh</i> dan <i>View mesh</i> .....	15
<b>Gambar 3.8</b> Ikon <i>Create water level</i> dan Pilihan yang Digunakan .....	15
<b>Gambar 3.9</b> Ikon <i>Calculate</i> dan <i>View calculation results</i> .....	17
<b>Gambar 3.10</b> Diagram Interaksi (sumber: Wright, 2010) .....	17
<b>Gambar 4.1</b> Stratifikasi Tanah, <i>Secant Piles</i> , Sistem Angkur, dan Fondasi Raft 21	
<b>Gambar 4.2</b> Hubungan $S_u$ dan $N_{SPT}$ Apartemen D.....	23
<b>Gambar 4.3</b> Potongan Penampang <i>Secant Pile 1</i> (kiri) dan <i>Secant Pile 2</i> (kanan) .....	24
<b>Gambar 4.4</b> Dimensi Fondasi Raft .....	25
<b>Gambar 4.5</b> Potongan Defleksi <i>Secant Pile 1</i> Setelah Sumur DW8 Ditutup .....	27
<b>Gambar 4.6</b> Potongan Defleksi <i>Secant Pile 2</i> Setelah Sumur DW8 Ditutup .....	27

<b>Gambar 4.7</b> Diagram Interaksi <i>Secant Pile 1</i> .....	28
<b>Gambar 4.8</b> Diagram Interaksi <i>Secant Pile 2</i> .....	28
<b>Gambar L8.6</b> Penurunan Tanah di Belakang <i>Secant Pile 1</i> pada Tahap Setelah Penutupan DW8 .....	72
<b>Gambar L8.7</b> Penurunan Tanah di Belakang <i>Secant Pile 2</i> pada Tahap Setelah Penutupan DW8 .....	73

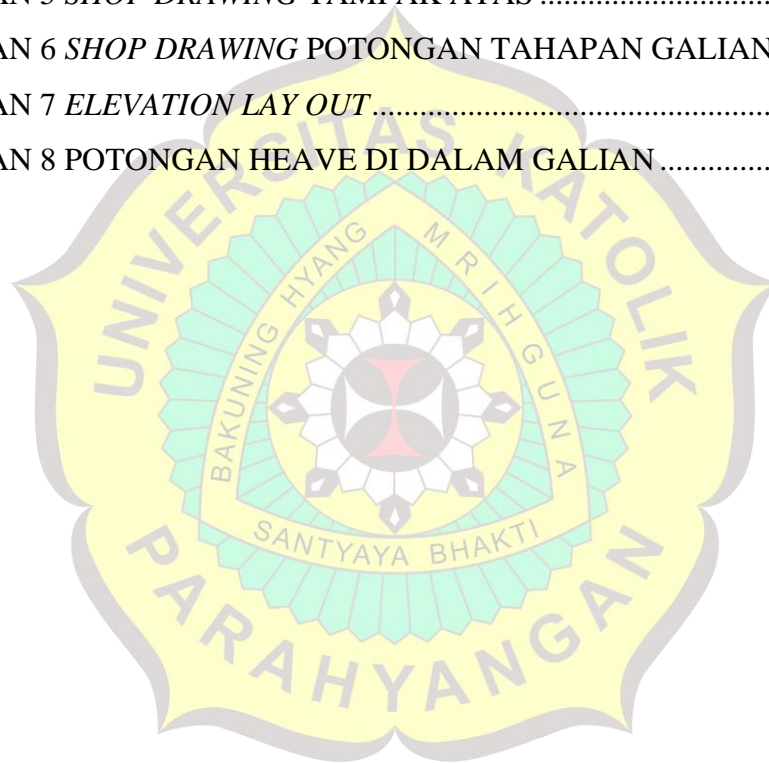


## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Rekomendasi Penurunan Izin Fondasi Raft Oleh Yen dan Chang (1991) .....	7
<b>Tabel 2.2</b> Batas Maksimum Deformasi Lateral Dinding (Tabel 51, SNI 8460:2017) .....	7
<b>Tabel 2.3</b> Berat Isi Tanah Non-Kohesif Jenuh Air (Lambe et.al., 1962) .....	10
<b>Tabel 2.4</b> Berat Isi Tanah Kohesif Jenuh Air (Terzaghi dan Peck, 1942).....	11
<b>Tabel 3.1</b> Detail penurunan elevasi muka air di bawah permukaan tanah asli ....	16
<b>Tabel 3.2</b> Nilai Faktor Amplifikasi untuk PGA ( $F_{PGA}$ dan $F_a$ ).....	16
<b>Tabel 4.1</b> Berat Isi Model Perlapisan Tanah .....	21
<b>Tabel 4.2</b> Angka Pori Model Perlapisan Tanah .....	22
<b>Tabel 4.3</b> Angka Pori Model Perlapisan Tanah .....	22
<b>Tabel 4.4</b> Kohesi Efektif Perlapisan Tanah.....	22
<b>Tabel 4.5</b> Sudut Geser Dalam Efektif Perlapisan Tanah.....	22
<b>Tabel 4.6</b> Sudut Geser Dalam Efektif Perlapisan Tanah.....	23
<b>Tabel 4.7</b> Spesifikasi Dimensi <i>Secant Piles</i> .....	24
<b>Tabel 4.8</b> Spesifikasi Tulangan dan Beton <i>Secant Piles</i> .....	24
<b>Tabel 4.9</b> Spesifikasi Tulangan <i>Secant Piles</i> .....	24
<b>Tabel 4.10</b> Spesifikasi Desain Angkur Tanah .....	24
<b>Tabel 4.11</b> Gaya Prategang Angkur Tanah .....	25
<b>Tabel 4.12</b> Spesifikasi Desain Fondasi Raft.....	25
<b>Tabel 4.13</b> Detail Stabilitas Jangka Pendek, Jangka Pendek dan Akibat Gempa	26
<b>Tabel 4.14</b> Detail Defleksi Akhir <i>Secant Piles</i> Sebelum Pemberhentian Sementara .....	26
<b>Tabel 4.15</b> Momen <i>Bending</i> Maksimal <i>Secant Piles</i> .....	27
<b>Tabel 4.16</b> Detail pergerakan maksimal akhir di belakang tiang dan dalam galian .....	28
<b>Tabel 4.17</b> Detail FK <i>earth pressure equilibrium</i> .....	29
<b>Tabel 4.18</b> Tinggi Kenaikan Tanah Maksimum Pada Galian 1 sampai Galian 4	29
<b>Tabel 4.19</b> Tinggi Kenaikan Tanah Maksimum Pada Galian 5 .....	29

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 LEMBARAN <i>BORLOG</i> BH-6 DAN BH-7 .....	33
LAMPIRAN 2 <i>ATTERBERG LIMITS</i> BH-4 DAN BH-7 .....	37
LAMPIRAN 3 <i>TRIAXIAL CONSOLIDATED-UNDRAINED (CU) COMPRESSION TEST WITH PORE PRESSURE MEASUREMENT</i> BH-4 DAN BH-7.....	42
LAMPIRAN 4 <i>ONE DIMENSIONAL CONSOLIDATION TEST</i> BH-4 AND BH-7 .....	50
LAMPIRAN 5 <i>SHOP DRAWING</i> TAMPAK ATAS .....	62
LAMPIRAN 6 <i>SHOP DRAWING</i> POTONGAN TAHAPAN GALIAN .....	64
LAMPIRAN 7 <i>ELEVATION LAY OUT</i> .....	67
LAMPIRAN 8 POTONGAN HEAVE DI DALAM GALIAN .....	68



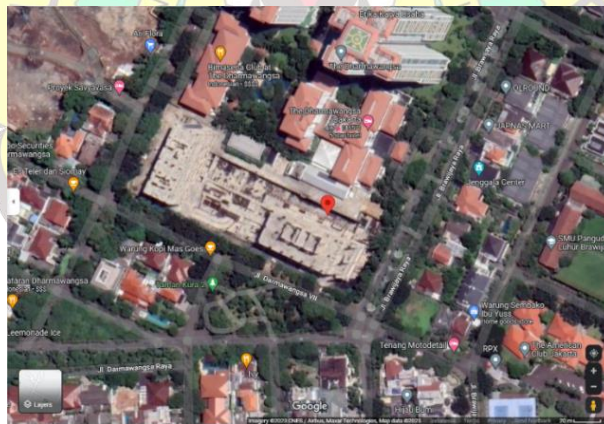
# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Permasalahan

Pertumbuhan penduduk dan urbanisasi di DKI Jakarta menjadi beberapa faktor kenaikan tren kebutuhan pemukiman vertikal, seperti apartemen. Mayoritas apartemen di DKI Jakarta menggunakan basemen yang dikonstruksi menggunakan pekerjaan penggalian galian dalam. Dibutuhkan dinding penahan tanah, seperti *secant piles* untuk menjaga stabilitas galian tetap aman selama masa konstruksi, Pada umur layannya, dinding penahan tanah dapat dibantu sistem perkuatan dinding penahan tanah untuk mengurangi defleksi yang akan terjadi, seperti sistem ankur tanah. Faktor Keamanan (FK) digunakan guna memperhatikan stabilitas konstruksi galian berdasarkan standar-standar yang sudah ditetapkan.

### 1.2 Inti Permasalahan



**Gambar 1.1** Peta Lokasi Apartemen D

Apartemen D berlokasi di Jalan Dharmawangsa, Kebayoran Baru, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta. Basemen apartemen D dibangun menggunakan konstruksi proyek galian dalam dengan *island method* untuk konstruksi 4 lantai basemen apartemen D, sedalam 19,25 m di bawah tanah asli. Apartemen D menggunakan struktur penahan tanah dengan *secant piles* dan sistem perkuatan dinding dengan ankur tanah. Proses konstruksi dimulai dari tahun 2018 dan sementara dihentikan pada awal tahun 2019 setelah membangun 5 lantai gedung.



Terdapat 2 hal yang harus diperhatikan dalam proyek konstruksi galian dalam apartemen D. Pertama, proyek melakukan pekerjaan *dewatering* secara terus-menerus selama pemberhentian sementara sehingga dapat menaikan risiko penurunan permukaan tanah di sekitar galian. Kedua, proyek konstruksi dibangun di atas lapisan tanah *sand* yang dapat memberikan *uplift pressure* di dalam galian.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk:

1. Menganalisis stabilitas global berdasarkan besar FK jangka pendek pada tiap tahapan konstruksi, FK jangka panjang, dan FK akibat gempa;
2. Menganalisis besar defleksi yang terjadi pada secant piles;
3. Menganalisis stabilitas internal dinding penahan tanah berdasarkan momen *bending* dan gaya normal dinding;
4. Menganalisis prediksi risiko penurunan pada permukaan tanah di dalam galian dan di belakang dinding penahan tanah;
5. Menganalisis risiko kenaikan permukaan tanah; dan
6. Menganalisis stabilitas akibat *uplift pressure* berdasarkan besar FK akibat *uplift pressure*.

### 1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian dilakukan dengan batasan kondisi berikut.

1. Studi kasus berada di proyek galian dalam untuk konstruksi basemen apartemen D di Jalan Dharmawangsa, Kebayoran Baru, Kota Jakarta Selatan;
2. Terjadi pemberhentian proyek selama 3 tahun setelah konstruksi fondasi raft dan pembangunan konstruksi gedung; serta
3. Analisis stabilitas global, stabilitas akibat *uplift pressure*, defleksi dinding penahan tanah, dan prediksi penurunan pada permukaan tanah dibantu menggunakan aplikasi Plaxis FEM 2D Versi 21 berdasarkan data laboraterirum dan data *piezometer monitoring*.
4. Analisis stabilitas internal *secant piles* menggunakan diagram interaksi.
5. Penentuan momen pelat lantai basemen diabaikan



## 1.5 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode-metode berikut.

1. Studi literatur.

Acuan studi literatur melandasi dasar teori penelitian, yaitu galian dalam, sistem penahan tanah, sistem perkuatan dinding penahan tanah, dan parameter tanah.

2. Pengumpulan data.

Data sekunder yang digunakan terdiri dari peta tampak atas, peta kontur, data uji lapangan, data uji laboraterium, dan data monitoring *piezometer*.

3. Pemodelan dengan analisis numerikal.

Penjelasan analisis stabilitas tanah pada tiap tahapan konstruksi serta pemasangan struktur terhadap data laboraterium dan data *piezometer* yang dibantu Plaxis 2D Versi 21. Analisis bertujuan untuk menganalisis penurunan tanah, *heave*, dan defleksi pada dinding penahan tanah yang terjadi.

4. Interpretasi hasil.

Penelitian yang telah dilakukan akan disimpulkan berdasarkan hasil diskusi.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Hasil penelitian dituliskan berdasarkan sistematika berikut.

BAB 1 PENDAHULUAN membahas latar belakang permasalahan, inti permasalahan, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir.

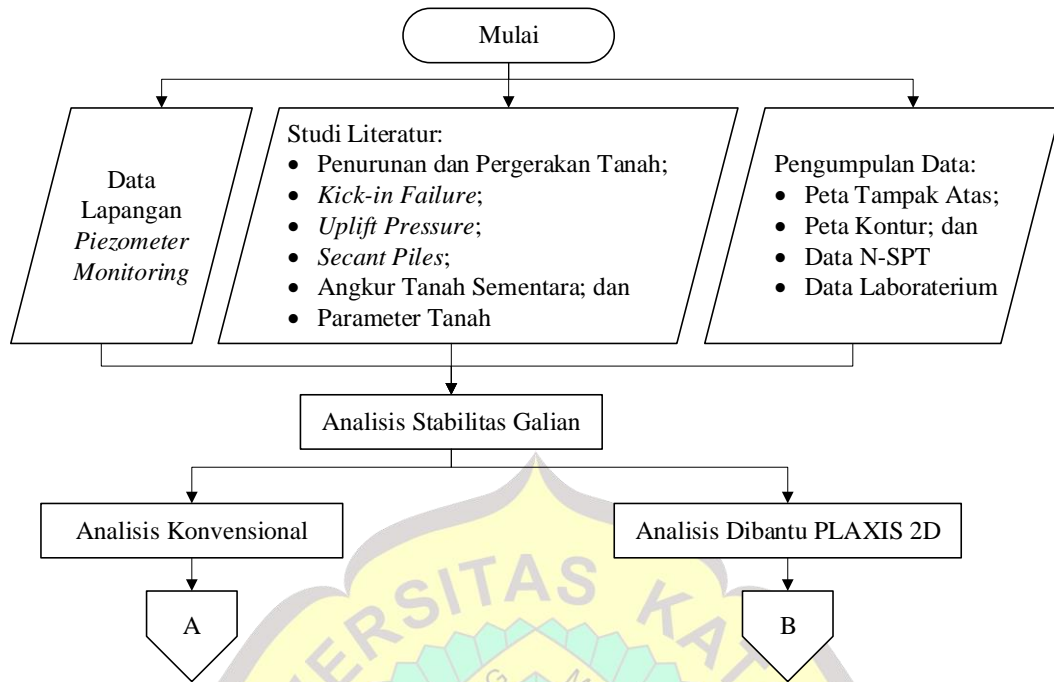
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA memaparkan hasil studi literatur mengenai *kick-in failure*, penurunan dan pergerakan tanah, *secant pile*, sistem angkur sementara, dan parameter tanah yang digunakan dalam pengolahan data.

BAB 3 METODE PENELITIAN membahas metode kerja penelitian dalam menganalisis besarnya penurunan, FK jangka pendek, FK jangka panjang, FK akibat gempa, *heaving*, *uplift pressure* dan stabilitas internal *secant piles*.

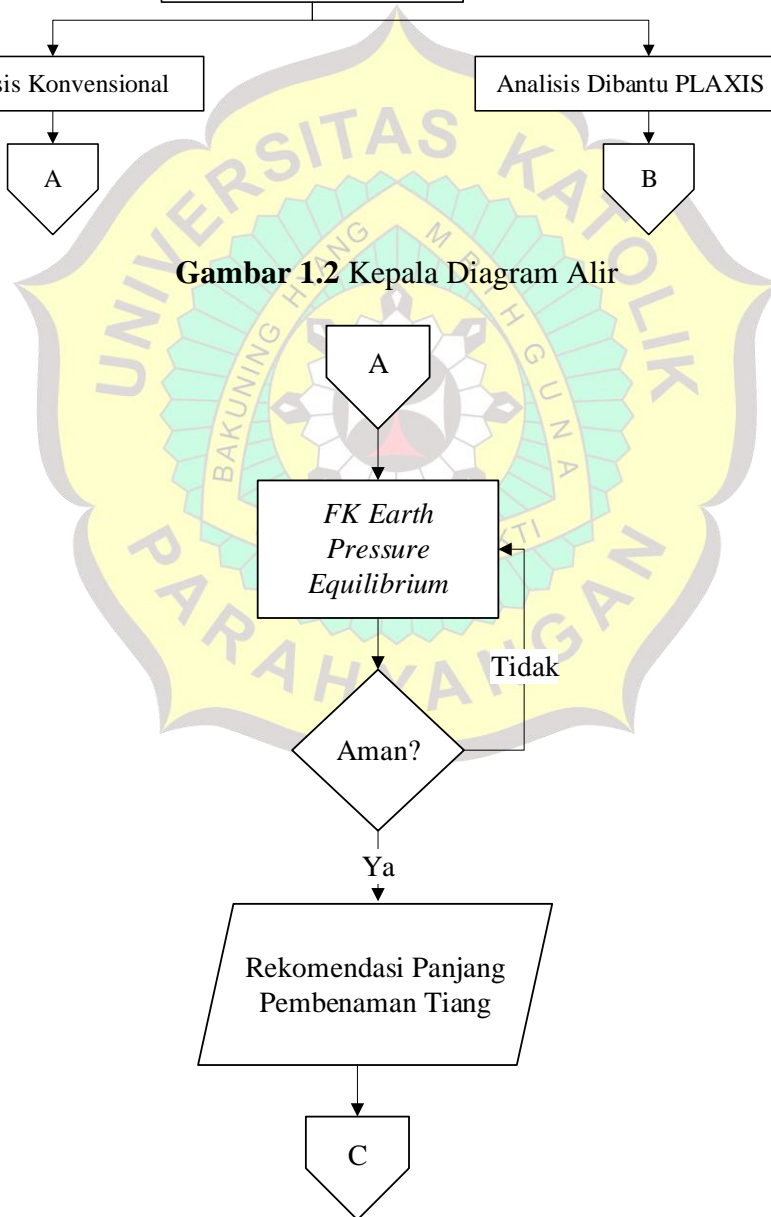
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN membahas stratifikasi tanah, penentuan parameter tanah dari data laboraterium, hasil analisis numerik serta stabilitas internal *secant piles* berdasarkan SNI 2847:2013 dan ACI 318-14.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN menyimpulkan hasil perhitungan analisis serta saran yang dapat diambil dari kekurangan penelitian.

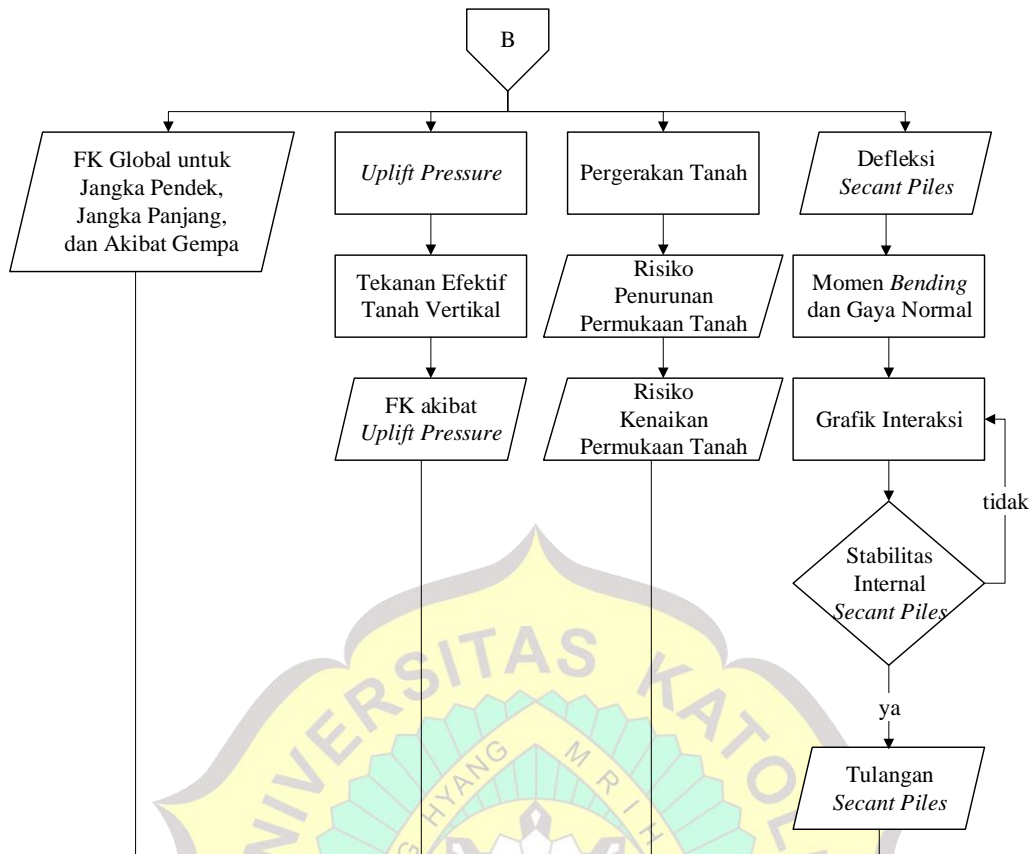
### 1.7 Diagram Alir



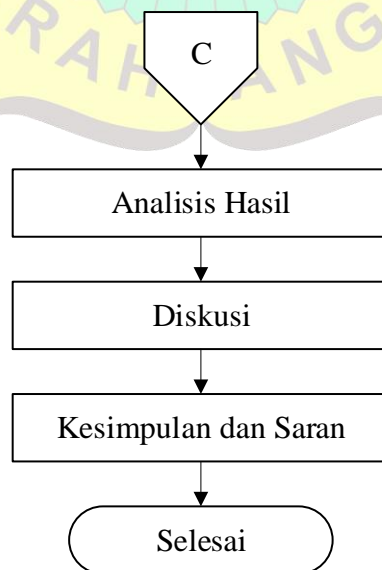
Gambar 1.2 Kepala Diagram Alir



Gambar 1.3 Diagram Alir Bagian A



**Gambar 1.4** Diagram Alir Bagian B



**Gambar 1.5** Diagram Alir Bagian C