

**STUDI KOMPARASI DINDING PENAHAN TANAH PADA
BASEMENT GEDUNG TIPE B1 RSUD DR. M. SOEWANDHIE
DENGAN *DIAPHRAGM WALL* DAN *SECANT PILE***

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil (S-1)**



Disusun oleh :

NADYA AYU FITRIASARI
17035010035

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**STUDI KOMPARASI DINDING PENAHAN TANAH PADA
BASEMENT GEDUNG TIPE B1 RSUD DR. M. SOEWANDHIE
DENGAN DIAPHRAGM WALL DAN SECANT PILE**

Disusun oleh :

NADYA AYU FITRIASARI
NPM. 17035010035

**Telah diuji, dipertahankan dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Hari Kamis, 09 September 2021**

Dosen Pembimbing I



Sumaidi, S.T., M.T.
NPT. 17219931025069

Dosen Pembimbing II



Dian Purnamawati Solin, S.T., M.Sc.
NPT. 3 6304 94 0031 1

**Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik**



Dr. Dra. Jarayah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**STUDI KOMPARASI DINDING PENAHAN TANAH PADA
BASEMENT GEDUNG TIPE B1 RSUD DR. M. SOEWANDHIE
DENGAN *DIAPHRAGM WALL* DAN *SECANT PILE***

Disusun oleh :

NADYA AYU FITRIASARI
NPM. 17035010035

Telah diuji, dipertahankan dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Hari Kamis, 09 September 2021

Pembimbing:

1. Pembimbing Utama



Sumardi, S.T., M.T.
NPT. 3 7909 05 0204 1

2. Pembimbing Pendamping



Dian Purnamawati Solin, S.T., M.Sc
NIP. 19890304 201903 2 017

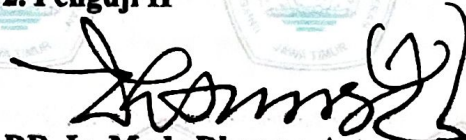
Tim Penguji:

1. Penguji I



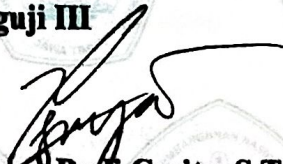
Ir. Wahyu Kartini, M.T.
NPT. 3 6304 94 0031 1

2. Penguji II



DR. Ir. Made Dharma Astawa, M.T.
NIDK. 8880523419

3. Penguji III



Cintanty Budi Casita, S.T., M.T.
NPT. 17219931025069

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik**



Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

STUDI KOMPARASI DINDING PENAHAN TANAH PADA BASEMENT GEDUNG TIPE B1 RSUD DR. M. SOEWANDHIE DENGAN *DIAPHRAGM WALL* DAN *SECANT PILE*

Oleh :

NADYA AYU FITRIASARI
17035010035

ABSTRAK

Padatnya jumlah penduduk, keterbatasan lahan dan pemenuhan kebutuhan ruang di area lahan yang terbatas menjadi alasan dilakukannya pembangunan secara vertikal. Pembangunan vertikal ini dapat berupa penambahan lantai ke atas maupun *basement*, contohnya pada proyek pembangunan Gedung Tipe B1, RSUD Dr. M. Soewandhie. Gedung rumah sakit 8 lantai dengan 1 lantai *basement* kedalaman 3,5 m yang dimodifikasi menjadi 3 lantai *basement* kedalaman 10,50 m, kemudian dilakukan studi komparasi terhadap dinding penahan tanah dengan *diaphragm wall* dan *secant pile* menggunakan metode *top-down*. *Diaphragm wall* dan *secant pile* dipilih karena kedua jenis dinding penahan tanah ini dapat dikombinasikan dengan metode *top-down* dan metode *cut-off dewatering* yang cocok diaplikasikan pada daerah dengan muka air tanah yang tinggi, yaitu 0,5 m. Total kedalaman galian *basement* sebesar 10,5 m dengan ketinggian masing-masing lantai 3,5 m. Hasil perbandingan *diaphragm wall* memiliki ketebalan 0,8 m dengan nilai defleksi 44,29 mm dan dimensi tulangan longitudinal dan horizontal sebesar D22 – 150 mm dan D22 – 150 mm, serta tulangan geser sebesar Ø12 – 300 mm. Hasil analisis stabilitas didapatkan sebesar $1,9577 > 1,5$ untuk kondisi sebelum analisis beban gempa dan $1,9085 > 1,1$ setelah analisis beban gempa. Sementara, *secant pile* memiliki ketebalan sebesar 0,8 m dengan nilai defleksi 44,09 mm dan dimensi tulangan utama 16 D22 mm dan tulangan geser Ø12 – 100 mm. Hasil analisis stabilitas sebesar $1,9423 > 1,5$ sebelum analisis beban gempa dan $1,9291 > 1,1$ setelah analisis beban gempa.

Kata kunci : dinding penahan tanah, *diaphragm wall*, *secant pile*, *top-down*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan **Tugas Akhir** dengan baik.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, bantuan dan dorongan yang sangat berarti dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Ibu DR. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur;
2. Ibu DR. Ir. Minarni Nur Trilita, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil UPN “Veteran” Jawa Timur;
3. Bapak Sumaidi, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, ide-ide, dan kritik dan saran dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini;
4. Ibu Dian Purnamawati Solin, S.T., M.Sc, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, ide-ide, dan kritik dan saran dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini;
5. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan bimbingan, arahan, ide-ide, dan kritik dan saran dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini;
6. PT. Pembangunan Perumahan (PP) Persero, selaku pihak kontraktor yang telah mengizinkan untuk mempergunakan Proyek Pembangunan RSUD Dr. M. Soewandhie sebagai objek penelitian Tugas Akhir;

7. Seluruh Staf dan karyawan KSO PT. PP (Persero) Tbk-PT. Bangun Mitra Persada yang telah membantu memberikan data dan informasi yang bermanfaat dalam menyusun Tugas Akhir ini;
8. Orang Tua tercinta serta seluruh keluarga, yang telah banyak memberikan dukungan, nasehat, kasih sayang, dan doa selama ini;
9. Fazlur Rahman Haekal, yang telah memberikan semangat, motivasi dan dukungan dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
10. Teman-teman seperjuangan Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur Angkatan 2017, yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, oleh karena itu, kritik dan saran maupun masukan yang membawa kearah perbaikan dan bersifat membangun sangat diharapkan penulis. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Surabaya, 09 September 2021

Nadya Ayu Fitriasari
NPM. 17035010035

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Objek Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Umum.....	6
2.2 Penyelidikan Tanah	7
2.2.1 <i>Standart Penetration Test (SPT)</i>	8
2.2.2 <i>Cone Penetration Test (CPT)</i>	8
2.3 Nilai Korelasi Data Tanah.....	8
2.4 Tekanan Tanah Lateral	9
2.4.1 Tekanan Tanah pada Keadaan Diam	9
2.4.2 Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Menurut Teori Rankine	11
2.5 <i>Basement</i>	12
2.6 Metode <i>Top-Down</i>	14
2.7 Dinding Penahan Tanah	15
2.7.1 <i>Diaphragm Wall</i>	16
2.7.2 <i>Secant Pile</i>	17
2.8 Stabilitas Dinding Penahan	18

2.8.2	Stabilitas Terhadap Guling	19
2.8.3	Stabilitas Terhadap Geser	19
2.8.4	Stabilitas terhadap Daya Dukung	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		22
3.1	Metode Penelitian.....	22
3.1.1	Kerangka Perencanaan	23
3.2	Studi Literatur.....	25
3.3	Pengumpulan Data	25
3.4	Pengolahan Data Penyelidikan Tanah.....	26
3.5	<i>Preliminary Design</i>	32
3.5.1	Perhitungan Pembebanan dan Gaya-Gaya Dalam.....	33
3.5.2	Kontrol Kedalaman Dinding Penahan Tanah terhadap <i>Heaving</i>	35
3.5.3	Perencanaan <i>King Post</i>	36
3.5.4	Perencanaan <i>Bored Pile</i>	36
3.5.5	Perencanaan <i>Pile Cap</i>	38
3.5.6	Perencanaan <i>Diaphragm Wall</i>	38
3.5.7	Perencanaan <i>Secant Pile</i>	44
3.5.8	Kontrol terhadap Stabilitas	47
3.5.9	Analisis Volume Dinding Penahan Tanah.....	49
3.5.10	Intepretasi Data.....	49
3.5.11	Kesimpulan.....	50
3.5.12	Gambar DED	50
BAB IV ANALISIS DATA TANAH		51
4.1	Lokasi Pengambilan Data Tanah.....	51
4.2	Analisis Data Tanah	51
4.3	Koreksi Data N-SPT.....	52
4.3.1	Koreksi Nilai SPT terhadap Kedalaman Muka Air Tanah	52
4.3.2	Koreksi Nilai SPT terhadap <i>Overburden Pressure</i>	53
4.3.3	Korelasi Parameter Data Tanah.....	55
BAB V PERENCANAAN STRUKTUR BAWAH.....		57
5.1	Data Umum dan Spesifikasi Material	57
5.2	Perencanaan Kedalaman Dinding Penahan Tanah.....	59

5.3	Analisis Tekanan Lateral Tanah Metode Rankine	59
5.3.2	Tekanan Tanah Aktif	60
5.3.3	Tekanan Tanah Pasif	63
5.4	Perencanaan Blok Angkur.....	65
5.4.1	Analisis Gaya Tarik Angkur.....	65
5.4.2	Dimensi Angkur	65
5.4.3	Panjang Angkur	66
5.4.4	Dimensi Blok Angkur.....	66
5.5	Kontrol Kedalaman Dinding Penahan Tanah Berdasarkan <i>Hydrodynamic</i> terhadap Bahaya <i>Heaving</i>	67
5.6	Perencanaan <i>King Post</i>	69
5.6.1	<i>Preliminary Design</i>	69
5.6.2	Batasan-Batasan Perhitungan Kolom Komposit	71
5.6.3	Kontrol Tegangan Leleh Kolom Komposit	71
5.7	Perencanaan <i>Bored Pile</i>	74
5.8	<i>Preliminary Design</i>	74
5.8.2	Daya Dukung Pondasi 1 Tiang.....	75
5.8.3	Penulangan Longitudinal.....	76
5.8.4	Analisis Titik Jepit.....	Error! Bookmark not defined.
5.8.5	Penulangan Horizontal	77
5.9	Perencanaan <i>Pile Cap</i>	79
5.9.1	<i>Preliminary Design</i>	79
5.9.2	Penulangan <i>Pile Cap</i>	80
5.9.3	Kontrol Geser Pons 1 Arah.....	83
5.9.4	Kontrol Geser Pons 2 Arah.....	83
5.10	Perencanaan <i>Diaphragm Wall</i>	84
5.10.1	<i>Preliminary Design</i>	84
5.10.2	Pembebanan.....	85
5.10.3	Analisis Stabilitas	85
5.10.4	Penulangan <i>Diaphragm Wall</i>	86
5.10.5	Kontrol terhadap Defleksi	91
5.10.6	Kekurangan dan Kelebihan	92

5.11	Perencanaan <i>Secant Pile</i>	93
5.11.1	<i>Preliminary Design</i>	93
5.11.2	Pembebanan.....	93
5.11.3	Analisis Stabilitas	94
5.11.4	Penulangan <i>Secant Pile</i>	95
5.11.5	Kontrol terhadap Defleksi	98
5.11.6	Kelebihan dan Kekurangan	98
5.12	Intepretasi Data.....	99
BAB VI METODE PELAKSANAAN.....		101
6.1	Metode Top-Down	101
6.2	Pekerjaan Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah.....	103
6.2.1	Pekerjaan Pelaksanaan <i>Diaphragm Wall</i>	103
6.2.2	Pekerjaan Pelaksanaan <i>Secant Pile</i>	107
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....		112
7.1	Kesimpulan.....	112
7.2	Saran.....	114
DAFTAR PUSTAKA.....		115

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Dokumentasi Tampak Atas Lokasi Proyek.....	5
Gambar 2.1 Distribusi Tekanan Tanah dalam Keadaan Diam terhadap Dinding	10
Gambar 2.2 Distribusi Tekanan Tanah dalam Keadaan Diam Tanah yang Terendam Air Sebagian	10
Gambar 2.3 Distribusi Tekanan Tanah dalam Keadaan Diam Tanah yang Terendam Air Sebagian	11
Gambar 2.4 Tiang Pendek, Ujung Bebas untuk Tanah Granular dan Kohesif.....	11
Gambar 2.5 Tiang Pendek, Ujung Bebas untuk Tanah Granular dan Kohesif.....	13
Gambar 2.6 Tiang Panjang, Ujung Bebas untuk Tanah Granular dan Kohesif.....	13
Gambar 2.7 Tiang Pendek, Ujung Bebas untuk Tanah Granular dan Kohesif.....	14
Gambar 2.8 Tiang Panjang, Ujung Bebas untuk Tanah Granular dan Kohesif.....	14
Gambar 2.9 Tahapan Konstruksi Metode <i>Top-Down</i>	15
Gambar 2.10 Diaphragm Wall.....	17
Gambar 2.11 Ilustrasi <i>Secondary Piles</i> dan <i>Primary Piles</i> pada Struktur Dinding Penahan <i>Secant Pile</i>	17
Gambar 2.12 <i>Secant Pile</i>	18
Gambar 2.13 Mekanisme Keruntuhan terhadap Tekanan Tanah pada Dinding Penahan	18
Gambar 2.14 Stabilitas Dinding Penahan Tanah terhadap Gaya-Gaya Horizontal.....	20
Gambar 2.15 Perbesaran Tahanan Geser dengan Pengunci	20
Gambar 2.16 Bentuk Bidang Geser dan Bentuk Bidang Kegagalan	21
Gambar 3.1 Gambar Kerja Denah Lantai 1 <i>Basement</i> Proyek Pembangunan Gedung Tipe B1, RSUD Dr. M. Soewandhie.....	25
Gambar 3.2 Gambar Kerja Potongan Gedung Tipe B1, RSUD Dr. M. Soewandhie Setelah Modifikasi.....	26
Gambar 3.3 Pemeriksaan terhadap Penggelembungan (<i>Heave</i>) pada Hilir Turap	35
Gambar 3.4 <i>Plan</i> , <i>3-D View</i> , dan <i>Side View</i> dari Penulangan Tulangan Geser Dinding Diafragma	39
Gambar 3.5 Tegangan pada Kondisi <i>Ultimate</i> pada Beton Bertulang.....	40
Gambar 4.1 Diagram Penyelidikan Tanah SPT	51

Gambar 5.1 Denah Lantai <i>Basement</i> 1, Gedung Tipe B1, RSUD Dr. M. Soewandhie..	58
Gambar 5.2 Denah Potongan Gedung Tipe B1, RSUD Dr. M. Soewandhie	58
Gambar 5.3 Perencanaan Kedalaman Dinding Penahan Tanah	59
Gambar 5.4 Tekanan Lateral Aktif dan Pasif pada Dinding Penahan Tanah	60
Gambar 5.5 Penentuan Dimensi Angkur	65
Gambar 5.6 Blok Angkur.....	66
Gambar 5.7 Blok Angkur.....	67
Gambar 5.8 Daerah penggelembungan atau <i>heaving</i>	68
Gambar 5.9 Penampang Kolom <i>King Post</i>	69
Gambar 5.10 <i>Bored Pile</i>	74
Gambar 5.11 Permodelan Gedung beserta Pondasi <i>Bored Pile</i>	75
Gambar 5.12 Gaya-Gaya Dalam yang Terjadi pada <i>Bored Pile</i> Error! Bookmark not defined.	
Gambar 5.13 Hasil Analisis Penulangan <i>Bored Pile</i> dengan SP Colomn	77
Gambar 5.14 Hasil Analisis Penulangan <i>Bored Pile</i> Daerah Titik Jepit	Error!
Bookmark not defined.	
Gambar 5.15 Potongan Memanjang <i>Pile Cap</i>	79
Gambar 5.16 Area Geser Pons pada <i>Pile Cap</i>	83
Gambar 5.17 Permodelan <i>Diaphragm Wall</i> dalam Plaxis V.8.....	85
Gambar 5.18 Hasil Analisis Permodelan <i>Diaphragm Wall</i> dalam Plaxis V.8	86
Gambar 5.19 Permodelan <i>Secant Pile</i> dalam Plaxis V.8.....	94
Gambar 5.20 Hasil Analisis Permodelan <i>Secant Pile</i> dalam Plaxis V.8	94
Gambar 5.21 Hasil Analisis Penulangan <i>Secant Pile</i> dengan SP Colomn	96
Gambar 6.1 Detail Penulangan <i>King Post</i>	102
Gambar 6.2 Tahapan Pelaksanaan Metode <i>Top-Down</i>	102
Gambar 6.3 Pembuatan <i>Guide Wall Diaphragm Wall</i>	104
Gambar 6.4 <i>Clamshell Excavator</i>	104
Gambar 6.5 Rencana Segmen Galian	105
Gambar 6.6 <i>Stop Ends</i>	105
Gambar 6.7 Proses Pemasangan Panel Stop.....	106
Gambar 6.8 Detail Sambungan antar <i>Diaphragm Wall</i>	106
Gambar 6.9 Proses Pemasangan Tulangan	106

Gambar 6.10 Proses Pengecoran <i>Diaphragm Wall</i>	107
Gambar 6.11 Pembuatan <i>Guide Wall Secant Pile</i>	108
Gambar 6.12 Metode Konstruksi <i>Guide Wall</i> dan Pemasangan <i>Casing</i>	108
Gambar 6.13 <i>Primary Pile</i> dan <i>Secondary Pile</i>	109
Gambar 6.14 Mesin Pengeboran <i>Auger</i>	109
Gambar 6.15 Proses Pengeboran dan Pembetonan <i>Secant Pile</i>	110
Gambar 6.16 Pengeboran dan Penulangan Tiang <i>Secondary</i>	111
Gambar 6.17 Pengecoran Tiang <i>Secondary</i>	111

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Korelasi Nilai σ'_v dan C_N	28
Tabel 3.2 Korelasi N-SPT terhadap Tanah Non-Kohesif	28
Tabel 3.3 Deskripsi Tanah terhadap Nilai Kohesi (c') dan Sudut Geser (ϕ').....	28
Tabel 3.4 Korelasi Nilai <i>Modulus Young</i> terhadap Jenis Tanah.....	29
Tabel 3.5 Korelasi Nilai Angka <i>Poisson</i> terhadap Jenis Tanah.....	30
Tabel 3.6 Korelasi antara <i>Undrained Shear Strength</i> (C_u) terhadap Nilai SPT.....	30
Tabel 3.7 Korelasi Volume Berat Tanah Jenuh (γ_{sat}) dengan Volume Berat Tanah Kering (γ_{dry}), Angka Pori (e), Porositas (n), dan Kadar air (ω).....	31
Tabel 3.8 Korelasi Jenis Tanah terhadap Kisaran Permeabilitas Tanah (k)	32
Tabel 3.9 Faktor Reduksi (R_{inter}) antara Jenis Tanah dengan Material Dinding Penahan	32
Tabel 3.10 Nilai-Nilai Faktor Kapasitas Dukung Tanah Menurut Terzaghi	49
Tabel 4.1 Tabulasi Data Hasil Penyelidikan Tanah Metode SPT	52
Tabel 4.2 Koreksi nilai SPT terhadap Kedalaman Muka Air Tanah	53
Tabel 4.3 Koreksi Nilai SPT terhadap <i>Overburden Pressure</i>	54
Tabel 4.4 Hasil Koreksi Nilai SPT	54
Tabel 4.5 Nilai Korelasi Data Tanah	56
Tabel 5.1 Rekapitulasi Analisis Koefisien Tanah Aktif	61
Tabel 5.2 Tekanan Lateral Tanah Aktif Akibat Beban <i>Surcharge</i>	62
Tabel 5.3 Tekanan Lateral Tanah Aktif Akibat Beban Tanah.....	62
Tabel 5.4 Momen Akibat Lateral Tanah Aktif	62
Tabel 5.5 Rekapitulasi Analisis Koefisien Tanah Pasif.....	63
Tabel 5.6 Data Tanah.....	75
Tabel 5.7 Tahanan akibat Lekanannya Lateral.....	76
Tabel 5.8 Koefisien Variasi Modulus (n_h)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5.9 Interpretasi Data Komponen Pendukung Analisis Metode <i>Top-Down</i>	99
Tabel 5.10 Interpretasi Data Struktur Dinding Penahan Tanah	99