

**INTERPRETASI HASIL CPT-U UNTUK MENGHITUNG
PENURUNAN KONSOLIDASI PRIMER DAN DAYA DUKUNG
PONDASI DANGKAL PADA TANAH LUNAK
(STUDI KASUS KLASTER C PROYEK PERUMAHAN
MUTIARA ARTERI DI JL. GAJAH RAYA, KOTA SEMARANG)**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Katolik Soegijapranata



Oleh:

**Clifford Charmen Wijaya
Kevin Kristiadi**

**17.B1.0020
17.B1.0033**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA
JULI 2022**

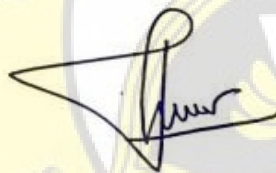
**INTERPRETASI HASIL CPT-U UNTUK MENGHITUNG
PENURUNAN KONSOLIDASI PRIMER DAN DAYA DUKUNG
PONDASI DANGKAL PADA TANAH LUNAK
(STUDI KASUS KLASTER C PROYEK PERUMAHAN
MUTIARA ARTERI DI JL. GAJAH RAYA, KOTA SEMARANG)**

Oleh:
Clifford Charmen Wijaya NIM: 17.B1.0020
Kevin Kristiadi NIM: 17.B1.0033

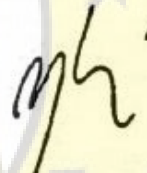
Telah diperiksa dan disetujui oleh,

Tanggal 19/07-2022

Tanggal 18/07-2022



Dosen Pembimbing I
(Dr. Ir. Maria Wahyuni, MT)



Dosen Pembimbing II
(Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT)

Mengetahui

Tanggal 20-07-2022



Dekan Fakultas Teknik
(Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi, MT)



HALAMAN PENGESAHAN

**INTERPRETASI HASIL CPT-U UNTUK MENGHITUNG PENURUNAN
KONSOLIDASI PRIMER DAN DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL
PADA TANAH LUNAK (STUDI KASUS KLASSTER C PROYEK
PERUMAHAN MUTIARA ARTERI DI JL. GAJAH RAYA, KOTA
SEMARANG)**

Diajukan oleh:

Clifford Charmen Wijaya

Telah disetujui, tanggal 08 Juli 2022

Oleh

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. Ir. Maria Wahyuni M.T.

NPP. 5811992117

Dr Rinda Karlinasari

NPP. 5852022308

Mengetahui

Ka. Progdi Teknik Sipil

Daniel Hartanto S.T., M.T.

NPP. 5811996197

HALAMAN PENGESAHAN



**INTERPRETASI HASIL CPTU UNTUK MENGHITUNG PENURUNAN
KONSOLIDASI PRIMER DAN DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL
PADA TANAH LUNAK (STUDI KASUS KLASSTER C PROYEK
PERUMAHAN MUTIARA ARTERI DI JL. GAJAH RAYA, KEC.
GAYAMSARI, KEL. GAYAMSARI, KOTA SEMARANG)**

Diajukan oleh:

Kevin Kristiadi

Telah disetujui, tanggal 08 Juli 2022

Oleh

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Dr. Ir. Maria Wahyuni M.T.

NPP. 5811992117

Dr Rinda Karlinasari

NPP. 5852022308

Mengetahui

Ka. ProgdI Teknik Sipil

Daniel Hartanto S.T., M.T.

NPP. 5811996197

HALAMAN PENGESAHAN



Judul Tugas Akhir: : INTERPRETASI HASIL CPT-U UNTUK MENGHITUNG PENURUNAN KONSOLIDASI PRIMER DAN DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL PADA TANAH LUNAK (STUDI KASUS KLASSTER C PROYEK PERUMAHAN MUTIARA ARTERI DI JL. GAJAH RAYA, KOTA SEMARANG)

Diajukan oleh : Clifford Charmen Wijaya

NIM : 17.B1.0020

Tanggal disetujui : 08 Juli 2022

Telah setuju oleh

Pembimbing 1 : Dr. Ir. Maria Wahyuni M.T.

Pembimbing 2 : Dr Rinda Karlinasari

Penguji 1 : Dr. Ir. Maria Wahyuni M.T.

Penguji 2 : Dr Rinda Karlinasari

Penguji 3 : Daniel Hartanto S.T., M.T.

Penguji 4 : Ir. D. Budi Setiadi M.T.

Ketua Program Studi : Daniel Hartanto S.T., M.T.

Dekan : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.

Halaman ini merupakan halaman yang sah dan dapat diverifikasi melalui alamat di bawah ini.

sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=17.B1.0020

HALAMAN PENGESAHAN



Judul Tugas Akhir: : INTERPRETASI HASIL CPTU UNTUK MENGHITUNG PENURUNAN KONSOLIDASI PRIMER DAN DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL PADA TANAH LUNAK (STUDI KASUS KLASTER C PROYEK PERUMAHAN MUTIARA ARTERI DI JL. GAJAH RAYA, KEC. GAYAMSARI, KEL. GAYAMSARI, KOTA SEMARANG)

Diajukan oleh : Kevin Kristiadi

NIM : 17.B1.0033

Tanggal disetujui : 08 Juli 2022

Telah setuju oleh :

Pembimbing 1 : Dr. Ir. Maria Wahyuni M.T.

Pembimbing 2 : Dr Rinda Karlinasari

Penguji 1 : Dr. Ir. Maria Wahyuni M.T.

Penguji 2 : Dr Rinda Karlinasari

Penguji 3 : Daniel Hartanto S.T., M.T.

Penguji 4 : Ir. D. Budi Setiadi M.T.

Ketua Program Studi : Daniel Hartanto S.T., M.T.

Dekan : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.

Halaman ini merupakan halaman yang sah dan dapat diverifikasi melalui alamat di bawah ini.

sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=17.B1.0033

**INTERPRETASI HASIL CPT-U UNTUK MENGHITUNG
PENURUNAN KONSOLIDASI PRIMER DAN DAYA DUKUNG
PONDASI DANGKAL PADA TANAH LUNAK
(STUDI KASUS KLASTER C PROYEK PERUMAHAN
MUTIARA ARTERI DI JL. GAJAH RAYA, KOTA SEMARANG)**

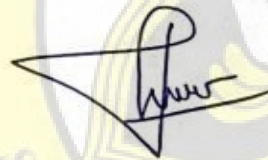
Oleh:

Clifford Charmen Wijaya NIM: 17.B1.0020
Kevin Kristiadi NIM: 17.B1.0033

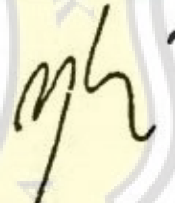
Telah diperiksa dan disetujui oleh,

Tanggal 19/07-2022

Tanggal 19-07-2022



Dosen Penguji I
(Dr. Ir. Maria Wahyuni, MT)



Dosen Penguji II
(Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT)

Tanggal 19-07-2022

Tanggal 19-07-2022



Dosen Penguji III
(Daniel Hartanto, ST., MT)



Dosen Penguji IV
(Ir. Budi Setiyadi, MT)

PERNYATAAN KEASLIAN

Nomor : 0047/SK.Rek/X/2013

Tanggal : 07 Oktober 2013

Tentang : PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini kami menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul **INTERPRETASI HASIL CPT-U UNTUK MENGHITUNG PENURUNAN KONSOLIDASI PRIMER DAN DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL PADA TANAH LUNAK (STUDI KASUS KLASTER C PROYEK PERUMAHAN MUTIARA ARTERI DI JL. GAJAH RAYA, KOTA SEMARANG)** tidak terdapat hasil karya yang pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan kami bahwa tidak ada karya ataupun pendapat yang pernah tertulis oleh pihak lain kecuali yang tertulis yang diambil dari naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa tugas akhir ini sebagian atau seluruhnya merupakan hasil **plagiasi**, maka kami rela untuk dibatalkan, dengan segala akibat hukumnya sesuai peraturan yang berlaku pada Universitas Katolik Soegijapranata dan atau peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Dengan demikian pernyataan yang kami buat sejujurnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Semarang, 2022





Clifford Charmen Wijaya
17.B1.0020

Kevin Kristiadi
17.B1.0033

**HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Clifford Charmen Wijaya NIM: 17.B1.0020

: Kevin Kristiadi NIM: 17.B1.0033

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Jenis Karaya : Laporan Tugas Akhir

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah yang berjudul **“INTERPRETASI HASIL CPT-U UNTUK MENGHITUNG PENURUNAN KONSOLIDASI PRIMER DAN DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL PADA TANAH LUNAK (STUDI KASUS KLASER C PROYEK PERUMAHAN MUTIARA ARTERI DI JL. GAJAH RAYA, KOTA SEMARANG)”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Katolik Soegijapranata berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, Juli 2022



Clifford Charmen Wijaya
17.B1.0020



Kevin Kristiadi
17.B1.0033

PRAKATA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Interpretasi Hasil CPTu Untuk Menghitung Penurunan Konsolidasi Primer dan Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Lunak (Studi Kasus Klaster C Proyek Perumahan Mutiara Arteri Di Jl. Gajah Raya, Kota Semarang)”.

Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin berterima kasih atas bantuan dan doanya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Slamet Riyadi, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata
2. Bapak Daniel Hartanto, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata
3. Ibu Dr. Ir. Maria Wahyuni, MT dan Ibu Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktunya
4. *Owner* Perumahan Muatiara Arteri yang telah mengizinkan penulis untuk peninjauan proyeknya
5. Orang Tua penulis yang telah mengizinkan dan mendukung penulis untuk mengerjakan Tugas Akhir
6. Teman – teman yang telah mendukung hingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu

Penulis sadar bahwa penulis masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan ini. Untuk itu, penulis mengharapkan masukan dan saran dari berbagai pihak untuk menyempurnakan laporan Tugas Akhir. Akhirnya, penulis berharap semoga laporan ini berguna bagi pembaca.

Semarang, 2022


Penulis



016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : Clifford Charmen ; Kevin Kristiadi NIM : 17.B1.0020 ; 17.B1.0033
 MT Kuliah : Tugas Akhir Semester : 8
 Dosen : Dr. Ir. Maria Wahyuni, MT Dosen Wali : Dr. Ir. Maria Wahyuni, MT
 Asisten :
 Dimulai :
 Selesai : Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAP
1	5 Juli 2021	• Lengkapi bab I, Cek Penulisan	f
2	29 Juni 2021	• Baca referensi, daftar isi perbaiki, cek kalimat	f
3	13 Juli 2021	• Perbaiki daftar isi, perbaiki bab I, hilangkan bab ^{IV} 2.1.1 . . . 2.1.2 . . .	f
4.	26 Juli 2021	• Perbaiki Cover, bab 5 dihilangkan, Hipotesis setelah rumusan masalah, cek Satuan Nspt, perbaiki bab I & bab II, lanjutkan bab II, cek kalimat	f
5	6 Agustus 2021	• Cek bab III, daftar pustaka, daftar isi dilengkapi	f
6	7 Agustus 2021	• Perbaiki ukuran gambar, tulisan + rumus.	f
7	9 Agustus 2021	• Perbaiki format, daftar gambar, daftar tabel, cek konsistensi.	f
8	10/8 '21	CHEK JAJAN CPT - CPT.4 → CORE PENETRATION TEST MEKANIK CORE PENETRATION TEST ELEKTRIK. → BERTUKAR → ACC DI UTKAN JIKA SUDAH BIRENTE PRINT SESUAI SYARAT	f

Semarang,.....
 Dosen/Asisten



016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : Clifford Charmen, Kevin Kristiadi.
MT Kuliah : Tugas Akhir
Dosen : Dr. Ir. Maria Wahyuni, MT
Asisten :
Dimulai :
Selesai :

NIM : 17.D1.0020 - 17.D1.0033
Semester : 8
Dosen Wali :

Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAP
9	10/8 - '21	Acc ditulis up diujikan dalam ujian proposal	3/6
10	1/11 - 2021	membahas konsolidasi dengan perhitungan manual	3/6
11	22-11-2021	membahas mengenai pemodelan, tekanan air pori, hasil berat, Plaxis	3/6
12	2 Des 2021	membahas mengenai potongan beban dan model plaxis	6
13	10 Desember 2021	membahas bentuk potongan setelah diinputkan ke plaxis	3/6
14	17-1-2022	membahas mengenai konsolidasi di Plaxis	6

Semarang,.....
Dosen/ Asisten



016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : Clifford C - Kevin Kristaldi
 MT Kuliah : Tugas Akhir
 Dosen : Dr. Ir Mania Wahyuni
 Asisten :
 Dimulai :
 Selesai :

NIM : 17.01.0033
 Semester :
 Dosen Wali :
 Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAP
15	5-2-2022	membahas bentuk Plaxis bersama bu Rinda	f
16	22-3-2022	membahas beban di Plaxis	f
17	27-3-2022	membahas beban pondasi dan lantai 1.	zf
18	28-3-2022	membahas beban dengan pak Devid	f
19	5-4-2022	membahas hasil plaxis dengan bu Rinda	zf
20	14-4-'22	EMAIL LAPORAN DRAFT	f
21	17-4-'22	PRINT LAPORAN & CHECK HANDING	f
22	19/4-'22	ACC DIJUKAN DARI UJIAN DRAFT DENGAN CATATAN LENGKAP. HALAMAN YG BELUM ADA	zf

Semarang,.....
 Dosen/ Asisten



016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : Clifford Charmen - Kevin Kristiadi
 MT Kuliah : Tugas Akhir
 Dosen : Dr. Ir. Maria Wahyuni
 Asisten :
 Dimulai :
 Selesai :

NIM : 17. Bl. 0020 - 17. Bl. 0033
 Semester :
 Dosen Wali : Dr. Ir. Maria Wahyuni
 Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAP
20	24 Mei 2022	perbaiki dan revisi dosen penguji	f
21	15 Juni 2022	acc siap disidangkan akhir	f
22	8 Juli 2022	revisi format dan tambahkan grafik terkait klasifikasi	gf
23	13 Juli 2022	Acc Revisi	f

Semarang,.....
 Dosen/ Asisten



016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : Clifford Charmen ; Kevin Kristiadi NIM : 17.81.0020 ; 1781.0033
MT Kuliah : Tugas Akhir Semester : 8
Dosen : Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT Dosen Wali : Dr. Ir. Maria Wahyuni, MT
Asisten :
Dimulai :
Selesai : Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAP
1	22 April 2021	Membahas mengenai perencanaan tanah pada lokasi penelitian	Mh
2	11 Juni 2021	Diskusi mengenai judul skripsi	
3	28 Juni 2021	Asistensi Bab 1 dan Bab 2	
4	1 Juli 2021	Asistensi Bab 1, Bab 2, dan Bab 3	
5	20 Juli 2021	Asistensi cover, Bab 2, dan Bab 3	
6	1 Agustus 2021	Tambahkan Matriks elemen hingga, hilangkan hardening Creep	
7	8 Agustus 2021	Acc proposal skripsi	
8	21 Oktober 2021	Pembahasan perhitungan konsolidasi (Asisten by Rinda)	
9	27 Oktober 2021	Ganti beban konsolidasi (Asisten by Rinda)	
10	28 Oktober 2021	Review konsolidasi	
11	1 November 2021	membahas parameter α dan β	
12	11 Nov 2021	membahas konsolidasi dengan α dan β	
13	26 Nov 2021	membahas potongan konsolidasi untuk α dan β	

Semarang,.....
Dosen/ Asisten



016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : Clifford Charren - Kevin Kristiadi NIM : 17.31.0010-17.31.0033
 MT Kuliah : Tugas Akhir Semester :
 Dosen : Dr. Ir. Rmda Karhwasari, MT Dosen Wali : Dr. Ir Maria Wahyuni
 Asisten :
 Dimulai :
 Selesai : Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAP
13	17 Des 2021	membahas hasil potongan	mh
14	20 Jan 2022	membahas bentuk potongan di plaxis	mh
15	3 Maret 2022	membahas hasil plaxis	mh
16	7 Maret 2022	mengganti potongan plaxis	mh
17	18 Maret 2022	membahas beban terpusat plaxis	mh
18	21 Maret 2022	membahas beban lantai 1	mh
19	5 April 2022	membahas hasil plaxis & mengganti beban atap	mh
20	15 April 2022	ACC DRAFT	

Semarang,.....
 Dosen/ Asisten



016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : Clifford Charnen - Kevin Kristiadi
 MT Kuliah : Tugas Akhir
 Dosen : Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T
 Asisten :
 Dimulai :
 Selesai :

NIM : 17.B1.0020 - 17.B1.0033
 Semester :
 Dosen Wali : Dr. Ir. Maria Wahyuni
 Nilai :

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAP
21	26 Mei 2022	perbaiki saran	mhi mhi mhi
22	27 Mei 2022	Acc sidang akhir	
23	11 Juli 2022	Acc	

Semarang,.....
 Dosen/ Asisten

ABSTRAK

Proyek Perumahan Mutiara Arteri yang terletak di Jalan Gajah Raya, Kecamatan Gayam Sari, Kota Semarang merupakan lokasi penelitian. Pemilihan lokasi berdasarkan pertimbangan bahwa tanah tersebut dahulunya merupakan sawah dan rawa-rawa dengan kondisi tanah yang kurang layak dijadikan lokasi pembangunan. Hal ini disebabkan kondisi tanah yang dilunakkan dan jenuh air sehingga berdampak adanya perubahan kondisi tanah menjadi tanah lunak. Tujuan dari penelitian yaitu untuk mengetahui karakteristik tanah di lokasi penelitian, jangka waktu dan besar penurunan konsolidasi primer, daya dukung pondasi pada lokasi penelitian sebelum dan sesudah konsolidasi berdasarkan hasil uji CPTu dengan menggunakan program PLAXIS. Dalam penelitian ini pengujian tanah dibagi menjadi 2 kondisi yaitu dengan muka air pada kedalaman 2 meter (muka air asli) dan kedalaman 1,5 meter (saat kondisi hujan). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik tanah di lokasi penelitian pada kedalaman 0 – 2 meter merupakan tanah timbunan, 5 – 9 meter merupakan tanah pasir, sedangkan pada kedalaman > 9 meter merupakan tanah lempung berlanau dengan konsistensi *soft to medium*. Dengan kondisi muka air tanah pada kedalaman 2 meter sehingga waktu yang dibutuhkan untuk mengalami konsolidasi 50% (U_{50}) adalah 1856 hari dengan penurunan lokal sebesar 64,07 cm, dan penurunan pondasi sebesar 4,65 cm. Saat terkonsolidasi 90% (U_{90}), sehingga waktu yang dibutuhkan sebesar 3919 hari dengan penurunan lokal sebesar 70,96 cm, dan penurunan pondasi sebesar 6,3 cm. Saat terkonsolidasi 100% (U_{100}), waktu yang dibutuhkan sebesar 6333 hari dengan penurunan lokal sebesar 72,21 cm, dan penurunan pondasi sebesar 6,74 cm. Saat sebelum dikonsolidasi besar daya dukung ijin sebesar 73 kN/m², daya daya dukung ultimate sebesar 270 kN/m² dan faktor kemanan sebesar 3,6; sedangkan setelah di konsolidasi besar daya dukung ijin sebesar 88 kN/m², daya daya dukung ultimate sebesar 300 kN/m² dan faktor kemanan sebesar 3,4. Pada kondisi muka air tanah pada kedalaman 1,5 meter waktu yang dibutuhkan untuk mengalami konsolidasi 50% (U_{50}) adalah 1877 hari dengan penurunan lokal sebesar 63,35 cm, dan penurunan pondasi sebesar 5 cm. Saat terkonsolidasi 90% (U_{90}), waktu yang dibutuhkan sebesar 4009 hari dengan penurunan lokal sebesar 71,57 cm, dan penurunan pondasi sebesar 6,97 cm. Saat terkonsolidasi 100% (U_{100}), waktu yang dibutuhkan sebesar 6385 hari dengan penurunan lokal sebesar 73,02 cm, dan penurunan pondasi sebesar 6,74 cm. Saat sebelum dikonsolidasi besar daya dukung ijin sebesar 50 kN/m², daya daya dukung ultimit sebesar 248 kN/m².

Kata Kunci: konsolidasi, tanah lunak, faktor keamanan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
KARTU ASISTENSI	vii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xxii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Hipotesis	5
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Batasan Masalah	6
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	9
2.1 Tanah	9
2.1.1 Klasifikasi tanah berdasarkan USCS	12
2.1.2 Klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO	17
2.2 Tanah Lunak	21
2.2.1 Tanah lempung lunak	21
2.2.2 Penurunan tanah lunak	23
2.3 Daya Dukung Pondasi Dangkal pada Tanah Lunak	30
2.3.1 Keruntuhan	31
2.3.2 Teori daya dukung pondasi berdasarkan Uji laboratorium ..	35
2.3.3 Teori daya dukung pondasi berdasarkan uji lapangan	42
2.4 <i>Cone Penetration Test</i> (CPT)	45
2.4.1 CPTu	50
2.4.2 Perbedaan CPT dan CPTu	51
2.4.3 Peralatan dan metode penyelidikan CPTu	53
2.4.4 Interpretasi hasil pengujian CPTu	57
2.5 Analisis Penurunan Tanah Menggunakan PLAXIS	66
2.5.1 <i>Input</i> data pada program PLAXIS	72
2.5.2 <i>Output</i> dan analisis program PLAXIS	78
2.6 Beban Bangunan	79
2.6.1 Beban bangunan menurut SNI	79
2.6.2 Distribusi pembebanan	82

2.7 Penelitian Terdahulu	83
BAB 3 METODE PENELITIAN	91
3.1 Uraian Umum.....	91
3.2 Diagram Alir Penelitian	91
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	97
4.1 Data - Data yang Diperlukan.....	97
4.1.1 Data lapangan.....	99
4.1.2 Data laboratorium.....	109
4.1.3 Parameter tanah (pendekatan empiris)	111
4.1.4 Parameter struktur bangunan.....	114
4.1.5 Pembebanan Bangunan	116
4.2 Pemodelan PLAXIS dengan Muka Air Tanah Asli.....	117
4.2.1 Input pemodelan PLAXIS dan pengaturan kalkulasi	118
4.2.2 Hasil kalkulasi dan pembahasan.....	140
4.3 Pemodelan PLAXIS dengan Muka Air Naik 0,5 Meter.....	163
4.3.1 Input pemodelan PLAXIS dan pengaturan kalkulasi	164
4.3.2 Hasil kalkulasi dan pembahasan.....	171
4.4 Perbandingan Analisis Muka Air Asli dan Muka Air Naik 0,5 Meter.....	194
BAB 5 KESIMPULAN	197
5.1 Kesimpulan	197
5.2 Saran.....	199
DAFTAR PUSTAKA.....	200

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Proyek Perumahan dan Ruko Mutiara Arteri Semarang	4
Gambar 2.1	Tanah Humus	9
Gambar 2.2	Tanah Lempung	10
Gambar 2.3	Tanah Lanau	10
Gambar 2.4	Tanah Pasir	11
Gambar 2.5	Batuan Kerikil	11
Gambar 2.6	Berangkal	12
Gambar 2.7	Grafik Plastisitas	14
Gambar 2.8	Grafik Plastisitas untuk Klasifikasi Tanah dengan Metode AASHTO	19
Gambar 2.9	Perbandingan Konsolidasi dengan Tinggi 1 Meter berdasarkan Jenis Tanahnya.....	22
Gambar 2.10	Perubahan Angka Pori (e).....	27
Gambar 2.11	Hubungan Derajat Konsolidasi pada Kedalaman Tertentu Terhadap Faktor Waktu T_v	28
Gambar 2.12	Tahapan Penurunan Tanah.....	29
Gambar 2.13	Fase-Fase Keruntuhan.....	32
Gambar 2.14	Keruntuhan Geser Umum	33
Gambar 2.15	Keruntuhan Geser Lokal	34
Gambar 2.16	Keruntuhan Penetrasi	35
Gambar 2.17	Bentuk Keruntuhan dan Bidang Geser pada Tanah akibat Pembebanan Pondasi	36
Gambar 2.18	Hubungan Antara ϕ dengan Nilai - Nilai N_q , N_c , dan N_γ	37
Gambar 2.19	Muka air Tanah pada Kedalaman $Z > B$	38
Gambar 2.20	Muka air tanah pada kedalaman $Z < B$	39
Gambar 2.21	Muka Air Tanah pada Kedalaman $\leq D_f$	40
Gambar 2.22	Muka Air Tanah pada Kedalaman $D_f = 0$	40
Gambar 2.23	Kapasitas Daya Dukung Ijin Berdasarkan Uji SPT	44
Gambar 2.24	Kapasitas Daya Dukung Ijin Berdasarkan Uji SPT untuk Pondasi di Permukaan.....	45
Gambar 2.25	Alat CPT	46
Gambar 2.26	Konus pada CPT	47
Gambar 2.27	Grafik CPT	49
Gambar 2.28	Grafik Pengujian CPTu.....	51
Gambar 2.29	ilustrasi konus dan sensor batu pori u_1 , u_2 , u_3	52
Gambar 2.30	Grafik pembacaan tekanan Air Pori pada U_1 , U_2 , dan U_{tip}	53
Gambar 2.31	Persiapan Pemasangan Batu Pori Pada Konus	56
Gambar 2.32	Klasifikasi Tanah berdasarkan CPT-U Menurut Senneset dan Janbu	58
Gambar 2.33	Klasifikasi Tanah Berdasarkan CPT-U Menurut Robertson et al.....	59
Gambar 2.34	Klasifikasi Tanah Berdasarkan CPT-U menurut Jones dan Rust	60

Gambar 2.35	Variasi Harga N_k yang Telah Terkoreksi.....	60
Gambar 2.36	Korelasi Tahanan Ujung Sondir dengan Indeks Kompresi	62
Gambar 2.37	Hubungan Antara Nilai OCR dengan B_q	63
Gambar 2.38	Simplikasi Hubungan Antara Nilai OCR dengan B_q	63
Gambar 2.39	Lintas Regangan Solusi Disipasi CPTU.....	64
Gambar 2.40	Elemen Segitiga Nodal 6	68
Gambar 2.41	Elemen Segitiga Nodal 15	69
Gambar 2.42	Grafik Hubungan Penurunan dan Faktor Pengali Beban	69
Gambar 2.43	Peningkatan Perpindahan setelah Proses Timbunan.....	70
Gambar 2.44	Kontur Tekanan Air Pori setelah Mengalami Konsolidasi.....	70
Gambar 2.45	Tekanan Air Pori Berlebih setelah Proses Timbunan.....	71
Gambar 2.46	Kurva Tekanan Air Pori Berlebih di Bawah Timbunan.....	71
Gambar 2.47	Peningkatan Total Perpindahan Melalui Mekanisme Keruntuhan dari Timbunan	71
Gambar 2.48	Hasil Analisis Faktor Keamanan Tiap Tahap	71
Gambar 2.49	Penurunan Timbunan berdasarkan Prosedur Jaringan Elemen yang diperbaharui.....	72
Gambar 2.50	Lingkaran Mohr	73
Gambar 2.51	Korelasi antara Permeabilitas tanah dengan Jenis Tanah	75
Gambar 2.52	Geometri Penampang Timbunan dengan <i>Soil Reinforcement</i>	83
Gambar 2.53	Total Deformasi Sebanyak 1,32 meter	84
Gambar 2.54	Angka Keamanan per Tahapan Timbunan	84
Gambar 2.55	Grafik Daya Dukung Meyerhof – Hanna	86
Gambar 2.56	Pemodelan Pada Pondasi	86
Gambar 2.57	Kurva Beban Terhadap Penurunan	87
Gambar 2.58	Potongan Melintang Jalan.....	88
Gambar 2.59	Hasil Analisis Penurunan Tanah.....	89
Gambar 2.60	Hasil <i>Extreme Total Displacement</i>	90
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	92
Gambar 4.1	<i>Site Plan Cluster C</i>	97
Gambar 4.2	Denah Rumah <i>Cluster C</i> Proyek Mutiara Arteri	98
Gambar 4.3	Potongan A – A’ Denah Rumah	98
Gambar 4.4	Potongan B – B’ Denah Rumah.....	99
Gambar 4.5	Grafik Hasil Penyelidikan CPTu-3	100
Gambar 4.6	Klasifikasi Tanah Berdasarkan CPTu Menurut Robertson et al	100
Gambar 4.7	Grafik dan Stratigrafi CPTu-1	101
Gambar 4.8	Grafik dan Stratigrafi CPTu-2	102
Gambar 4.9	Grafik dan Stratigrafi CPTu-3	103
Gambar 4.10	Perbandingan Uji SPT-1 dan CPTu-1.....	104
Gambar 4.11	Perbandingan Uji SPT-2 dan CPTu-2.....	105
Gambar 4.12	Perbandingan Uji SPT-3 dan CPTu-3.....	106
Gambar 4.13	Stratigrafi Tanah Berdasarkan CPTu	107
Gambar 4.14	Stratigrafi dan Klasifikasi Tanah di Lokasi Penelitian	108
Gambar 4.15	Pengaturan Global Program PLAXIS	118
Gambar 4.16	Pemodelan dengan Muka Air Tanah Asli.....	119
Gambar 4.17	Beban Struktur Bangunan Rumah	119

Gambar 4.18	Pengaturan Umum Data Material	120
Gambar 4.19	Masukan Angka Pori Mula – Mula.....	121
Gambar 4.20	Parameter Model <i>Mohr-Colomb</i>	122
Gambar 4.21	Parameter Model <i>Soft Soil Model</i>	122
Gambar 4.22	Parameter Struktur Kolom	122
Gambar 4.23	Input Beban Merata	123
Gambar 4.24	Input Beban Terpusat.....	123
Gambar 4.25	Susunan Jaringan Elemen	124
Gambar 4.26	Muka Air Tanah.....	124
Gambar 4.27	Tekanan Air Pori Aktif	125
Gambar 4.28	Nonaktif Beban Timbunan dan Beban Bangunan	125
Gambar 4.29	Tegangan Kondisi Awal Tanah	126
Gambar 4.30	Pengaturan Kalkulasi Timbunan.....	127
Gambar 4.31	Tahapan Timbunan Tanah	129
Gambar 4.32	Pengaturan Kalkulasi Konsolidasi 1 tahun	130
Gambar 4.33	Pengaturan Kalkulasi Tanah Galian	131
Gambar 4.34	Galihan Tanah Timbunan	131
Gambar 4.35	Pengaturan Kalkulasi Pekerjaan Pondasi.....	132
Gambar 4.36	Pengaktifan Beban Pondasi	133
Gambar 4.37	Pengaturan Kalkulasi Timbunan Kembali	134
Gambar 4.38	Pengaktifan Tanah Urugan Kembali.....	134
Gambar 4.39	Pengaturan Kalkulasi Pekerjaan Struktur Atas	135
Gambar 4.40	Pengaktifan Beban Struktur Atas.....	136
Gambar 4.41	Pengaturan Kalkulasi Konsolidasi	137
Gambar 4.42	Pengaturan Kalkulasi Daya Dukung Pondasi	139
Gambar 4.43	Titik Tinjau	140
Gambar 4.44	Grafik Tekanan Air Pori Berlebih	141
Gambar 4.45	Grafik Penurunan Konsolidasi.....	142
Gambar 4.46	Bentuk Perilaku Kondisi Tanah Setelah 1856 Hari	143
Gambar 4.47	Bentuk Perilaku Kondisi Tanah Setelah 1856 Hari Pada Potongan A – A'	144
Gambar 4.48	Bentuk Perilaku Kondisi Tanah Pada Potongan A – A'	144
Gambar 4.49	Potongan Gambar B – B' Terkonsolidasi 50%	145
Gambar 4.50	Bentuk Perilaku Kondisi Tanah Setelah 3919 Hari	147
Gambar 4.51	Bentuk Perilaku Kondisi Tanah Setelah 1856 Hari Pada Potongan A – A'	148
Gambar 4.52	Bentuk Perilaku Kondisi Tanah Pada Potongan A – A'	148
Gambar 4.53	Potongan Gambar B – B' Terkonsolidasi 90%.....	149
Gambar 4.54	Bentuk Perilaku Kondisi Tanah Setelah 6333 Hari	152
Gambar 4.55	Bentuk Perilaku Kondisi Tanah Setelah 6333 Hari Pada Potongan A – A'	152
Gambar 4.56	Bentuk Perilaku Kondisi Tanah	153
Gambar 4.57	Potongan B – B' Terkonsolidasi Sempurna.....	153
Gambar 4.58	Tekanan Air Pori Berlebih Saat Terkonsolidasi 50%	156

Gambar 4.59	Tekanan Air Pori Berlebih Pada Potongan A – A' Saat Terkonsolidasi 50%	157
Gambar 4.60	Tekanan Air Pori Berlebih Saat Terkonsolidasi 90%	158
Gambar 4.61	Tekanan Air Pori Berlebih Pada Potongan A – A' Saat Terkonsolidasi 90%	158
Gambar 4.62	Tekanan Air Pori Berlebih Saat Terkonsolidasi 100%	159
Gambar 4.63	Perbandingan Grafik Tekanan Air Pori Berlebih	160
Gambar 4.64	Hubungan Daya Dukung Pondasi dan Penurunan	161
Gambar 4.65	Hubungan Daya Dukung Pondasi dan Penurunan	162
Gambar 4.66	Muka Air Tanah	167
Gambar 4.67	Tekanan Air Pori Aktif	167
Gambar 4.68	Grafik Tekanan Air Pori Berlebih	172
Gambar 4.69	Grafik Penurunan Konsolidasi	173
Gambar 4.70	Bentuk Perilaku Kondisi Tanah Setelah 1877 Hari	174
Gambar 4.71	Bentuk Perilaku Kondisi Tanah Setelah 1877 Hari Pada Potongan A – A'	175
Gambar 4.72	Bentuk Perilaku Kondisi Tanah	175
Gambar 4.73	Potongan Gambar B – B' Terkonsolidasi 50%	176
Gambar 4.74	Bentuk Perilaku Kondisi Tanah Setelah 4009 Hari	179
Gambar 4.75	Bentuk Perilaku Kondisi Tanah Setelah 4009 Hari Pada Potongan A – A'	179
Gambar 4.76	Bentuk Perilaku Kondisi Tanah	180
Gambar 4.77	Potongan Gambar B – B' Terkonsolidasi 90%	180
Gambar 4.78	Bentuk Perilaku Kondisi Tanah Setelah 6333 Hari	183
Gambar 4.79	Bentuk Perilaku Kondisi Tanah Setelah 6333 Hari Pada Potongan A – A'	183
Gambar 4.80	Bentuk Perilaku Kondisi Tanah	184
Gambar 4.81	Potongan B – B' Terkonsolidasi Sempurna	184
Gambar 4.82	Tekanan Air Pori Berlebih Saat Terkonsolidasi 50%	187
Gambar 4.83	Tekanan Air Pori Berlebih Pada Potongan A – A' Saat Terkonsolidasi 50%	188
Gambar 4.84	Tekanan Air Pori Berlebih Saat Terkonsolidasi 90%	189
Gambar 4.85	Tekanan Air Pori Berlebih Pada Potongan A – A' Saat Terkonsolidasi 90%	189
Gambar 4.86	Tekanan Air Pori Berlebih Saat Terkonsolidasi 100%	190
Gambar 4.87	Perbandingan Grafik Tekanan Air Pori Berlebih	191
Gambar 4.88	Hubungan Daya Dukung Pondasi dan Penurunan	192
Gambar 4.89	Hubungan Daya Dukung Pondasi dan Penurunan	193

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sistem Klasifikasi <i>Unifed soil Classification System (USCS)</i>	15
Tabel 2.2	Sistem klasifikasi <i>American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO)</i>	20
Tabel 2.3	Nilai – nilai Faktor dari Bentuk Pondasi.....	37
Tabel 2.4	Penjelasan Klasifikasi Tanah menurut Robertson et al.....	59
Tabel 2.5	Korelasi Antara Uji CPT-U dengan Kompresibilitas.....	61
Tabel 2.6	Korelasi Empiris Modulus Elastisitas dan Tahanan Ujung Sondir	65
Tabel 2.7	Angka <i>Poisson Ratio</i> Berdasarkan Jenis Tanah.....	65
Tabel 2.8	Korelasi N-SPT dan Kohesi pada Tanah Kohesif.....	75
Tabel 2.9	Korelasi N-SPT dan sudut Geser Dalam pada Tanah non Kohesif	75
Tabel 2.10	Hubungan Antara Jenis Tanah dengan Angka Pori	76
Tabel 2.11	Berat Isi Tanah	77
Tabel 2.12	Berat Beban Material	80
Tabel 2.13	Beban Hidup Berdasarkan Fungsinya	81
Tabel 2.14	Data Tanah dan Timbunan	83
Tabel 2.15	Perhitungan Daya Dukung Meyerhof	85
Tabel 2.16	Perhitungan Daya Dukung Brinch Hansen	85
Tabel 2.17	Perhitungan Daya Dukung Meyerhof – Hanna.....	85
Tabel 2.18	Analisa Daya Dukung Berdasarkan Grafik Penurunan.....	87
Tabel 2.19	Parameter Tanah Timbunan	89
Tabel 4.1	Klasifikasi Tanah CPTu-1	101
Tabel 4.2	Klasifikasi Tanah CPTu-2.....	102
Tabel 4.3	Klasifikasi Tanah CPTu-3.....	103
Tabel 4.4	Klasifikasi Tanah SPT-1	104
Tabel 4.5	Klasifikasi Tanah SPT-2	105
Tabel 4.6	Klasifikasi Tanah SPT-3	106
Tabel 4.7	Data Uji Laboratorium	110
Tabel 4.8	Rekapitulasi Parameter Tanah.....	113
Tabel 4.9	Parameter Struktur Bangunan	115
Tabel 4.10	Penurunan Pondasi Terkonsolidasi 50% (M.A.T 2 M).....	145
Tabel 4.11	Penurunan Pondasi Terkonsolidasi 90% (M.A.T 2 M).....	149
Tabel 4.12	Penurunan Pondasi Terkonsolidasi 100% (M.A.T 2 M).....	154
Tabel 4.13	Penurunan Pondasi Terkonsolidasi 50% (M.A.T 1,5 M).....	176
Tabel 4.14	Penurunan Pondasi Terkonsolidasi 90% (M.A.T 1,5 M).....	181
Tabel 4.15	Penurunan Pondasi Terkonsolidasi 100% (M.A.T 1,5 M).....	185
Tabel 4.16	Perbandingan Hasil Penurunan Konsolidasi	195
Tabel 4.17	Perbandingan Waktu Konsolidasi	195
Tabel 4.18	Perbandingan Hasil Daya Dukung Sebelum Konsolidasi.....	196
Tabel 4.19	Perbandingan Hasil Daya Dukung Setelah Konsolidasi	196

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
CPT	<i>Cone Penetration Test</i>	3
CPTu	<i>Cone Penetration Test Undrained</i>	3
USCS	<i>Unified soil Classification System</i>	12
USBR	<i>united State Berau reclamation</i>	13
USACE	<i>United State Army Corps of Engineer</i>	13
GW	<i>well-graded gravel, fine to coarse gravel</i>	13
GM	<i>silty gravel</i>	13
SW	<i>well-graded sand, fine to coarse sand</i>	13
SM	<i>silty sand</i>	13
C	<i>Clay</i>	14
O	<i>Lanau Organik</i>	14
M	<i>Lanau Anorganik</i>	14
Pt	<i>peat</i>	14
LL	<i>Nilai Batas Cair</i>	14
PI	<i>Indeks Plastisitas</i>	14
W	<i>Well Graded</i>	15
P	<i>Poolry graded</i>	15
L	<i>Low Plasticity</i>	15
H	<i>High Plasticity</i>	15
C _u	<i>koefisien keseragaman</i>	16
C _c	<i>Koefisien Gradasi</i>	16
GP	<i>Poorly Graded Gravel</i>	16
GM	<i>Silty Gravel</i>	16
GC	<i>Clayey gravel</i>	16
SP	<i>Poorly graded sand</i>	16
SC	<i>Clayey sand</i>	16
ML	<i>Silt</i>	16
CL	<i>Lean clay</i>	16
OL	<i>Organic clay</i>	16
MH	<i>Elastic silt</i>	16
CH	<i>Fat clay</i>	16
OH	<i>Organic silt</i>	16
AASHTO	<i>American Association of State Highway and Transportation Official</i>	17
SPT	<i>Standard Penetration Test</i>	21
R	<i>Jari – jari</i>	24
Si	<i>Penurunan Segera</i>	24
OCR	<i>Over Consolidation Ratio</i>	26

Lambang	Nama	Satuan	Pemakaian pertama kali pada halaman
q_c	Tahanan Ujung	KN/m ²	3
N_{SPT}	Jumlah Pukulan	Pukulan	3
%	Persentase	Persen	20
°	Derajat	Derajat	22
q_n	Beban Merata	KN/m ²	24
E	Modulus Elastisitas	KN/m ²	24
μ	<i>Poisson Ratio</i>		24
B	Lebar Pondasi	m	24
I_p	Faktor Pengaruh		24
F_1, F_2	Koefisien Steinbrenner		24
H	Ketebalan Pondasi	m	25
P_o	Tekanan <i>Overburden</i>	KN/m ²	25
P_o'	Tekanan <i>Overburden Efektif</i>	KN/m ²	25
Δ_p	Tambahan Tegangan Vertikal	KN/m ²	25
C_1	Faktor Koreksi Kedalaman		26
C_2	Faktor Rangkak (<i>Creep</i>)		26
I_z	Faktor Pengaruh Regangan		26
Δz	Selisih Ketebalan	m	26
e_o	Angka Pori Mula – Mula		27
P_c'	Tekanan Prakonsolidasi Efektif	KN/m ²	27
S_c	Konsolidasi Primer	Cm	27
t	Waktu	Hari	27
T_v	Faktor Waktu		27
C_v	Koefisien Konsolidasi	m ² /detik	27
S_s	Konsolidasi Sekunder	cm	29
$C_{\alpha\epsilon}$	Rasio Pemampatan Sekunder		29
c_α	Kemiringan Kurva Indeks Pemampatan		29
S	Penurunan Total	cm	29
q_a	Daya Dukung Ijin	KN/m ²	29
q_{ult}	Daya Dukung <i>Ultimate</i>	KN/m ²	29
F_K	Faktor Koreksi		29
τ	Tahanan Geser Tanah	KN/m ²	29
σ	Tegangan Normal Tanah	KN/m ²	29
C	Kohesi	KN/m ²	29
ϕ	Sudut Geser Tanah	KN/m ²	29
γ	Berat Volume Tanah	KN/m ³	29
D_f	Kedalaman Pondasi	m	30
N_q, N_c, N_γ	Faktor Daya Dukung		37
α, β	Nilai Faktor Dari Bentuk Pondasi		37
ϕ	Sudut Gesek Tanah	Derajat	37

Z	Jarak Antara Pondasi Dengan Kedalaman Dari Muka Air Tanah	m	38
γ_b	Berat Volume Tanah Basah	KN/m ³	40
Sc, Sy, Sq	Faktor Bentuk Pondasi Meyerhof		44
i_c, i_q, i_γ	Faktor Kemiringan Beban Meyerhof		45
f_s	Gesekan Selimut	Kg/cm ²	47
Rf	Rasio Gesekan	Persen	48
U ₀ , U ₁ , U ₂	Tekanan Air Pori	KPa	52
As	Luas Area Ujung Konus	cm ²	52
Δu	Tekanan Air Pori Akses	KPa	55
q _t	Nilai Tahanan Ujung Konus Yang Terkoreksi	KN/m ²	59
E _s	Kompresibilitas	KN/m ²	59
m _v	Koefisien kemampatan volume	m ² /KN	61
B _q	<i>Water Pressure Ratio</i>		61
C _h	Koefisien Konsolidasi		62
T*	Faktor Waktu Termodifikasi		62
T ₅₀	Waktu Terkonsolidasi Sebanyak 50%		62
S _u	Kuat Geser Pada Tanah	KN/m ²	64
G	Modulus Geser Tanah	KN/m ²	65
u ₀	Tekanan Hidrostatik	KPa	65
σ_v'	Tegangan Vertikal Efektif	KN/m ²	65
B _q *	<i>Water Pressure Ratio</i> Terkoreksi		65
γ_{sat}	Berat Isi Jenuh Air	KN/m ³	72
γ_{unsat}	Berat isi Tak Jenuh	KN/m ³	72
K	Permeabilitas Tanah	M/det	72
Ψ	Derajat Dilatasi		74
Dr	Indeks Kepadatan	Derajat	74
D _L	Beban Mati	kN/m	82
L _L	Beban Hidup	kN/m	82
W _L	Beban Angin	kN/m	82
E _L	Beban Gempa	kN/m	82
R _L	Beban Hujan	kN/m	82
S _L	Beban Salju	kN/m	82