

PENGARUH BEBAN TERHADAP PENURUNAN KONSOLIDASI FONDASI DANGKAL BERDASARKAN PARAMETER COMPRESSION INDEX DAN COEFFICIENT OF VOLUME COMPRESSIBILITY

Sylvanna Ringga P.D.
NRP: 1421086

Pembimbing: Hanny Juliany Dani, S.T., M.T.

ABSTRAK

Penurunan konsolidasi dibedakan menjadi penurunan konsolidasi primer (S_c) dan sekunder (S_s). Untuk memperkirakan S_c ada dua parameter yang dapat digunakan, yaitu: indeks pemampatan (C_c) dan koefisien kompresibilitas volume (m_v).

Data tanah yang digunakan adalah data tanah pada proyek pembangunan pabrik di Rancaekek dengan hasil uji laboratorium BM-02 pada kedalaman 3,50m-4,00m. Tujuan penelitian ini untuk membandingkan penurunan konsolidasi akibat beban yang berbeda menggunakan parameter C_c dan m_v serta waktu yang dibutuhkan untuk penurunan konsolidasi primer hingga selesai.

Beban luar yang bekerja merupakan fondasi telapak bujur sangkar berdimensi 2mx2m sedalam 1m dari permukaan tanah. Beban rencana yang digunakan bervariasi, yaitu: beban pada saat $S_c < 25 \times 10^{-3} \text{ m}$ ($22,5 \text{ kN/m}^2$); $\frac{1}{4} q_{izin}$ ($23,5 \text{ kN/m}^2$); $\frac{1}{2} q_{izin}$ (47 kN/m^2); $\frac{3}{4} q_{izin}$ ($70,5 \text{ kN/m}^2$); dan q_{izin} (94 kN/m^2). Besarnya S_c yang terjadi menggunakan parameter C_c dengan beban rencana di atas secara berurut adalah: 0,0237m; 0,0276m; 0,1116m; 0,1840m; dan 0,2476m, dengan parameter m_v : 0,0238m; 0,0272m; 0,1134m; 0,1896m; dan 0,2558m. Diperoleh perbedaan S_c sebesar: 0,42%; 1,45%; 1,59%; 2,95%; dan 3,20%. Lamanya waktu penurunan konsolidasi yang sebanding dengan pemberian beban pada fondasi diperoleh saat menggunakan nilai H_{dr} 4,45m, adalah: 1,393tahun, 1,425tahun, 2,210tahun, 2,799tahun, dan 3,229tahun. Peningkatan beban rencana lebih berpengaruh terhadap S_c baik menggunakan parameter C_c : 14,130%; 78,763%; 87,120%; dan 90,428% maupun parameter m_v : 12,500%; 79,012%; 87,447%; dan 90,696% dibandingkan terhadap waktu penurunan konsolidasi primer, yaitu: 2,246%; 36,968%; 50,232%; dan 56,860%.

Kata kunci: penurunan konsolidasi (S_c), indeks pemampatan (C_c), koefisien kompresibilitas volume (m_v), derajat konsolidasi rata-rata (U)

LOAD EFFECT ON CONSOLIDATION SETTLEMENT OF SHALLOW FOUNDATION BASED ON COMPRESSION INDEX AND COEFFICIENT OF VOLUME COMPRESSIBILITY PARAMETERS

Sylvanna Ringga P.D.
NRP: 1421086

Supervisor: Hanny Juliany Dani, S.T., M.T.

ABSTRACT

Consolidation settlement was distinguished into primary (S_c) and secondary (S_s). To estimate S_c , two parameters shall be used, they are: compression index (C_c) and coefficient of volume compressibility (m_v).

The soil data used are the soil data on factory developmental project in Rancaekek and lab test BM-02 in the depth of 3.50m-4.00m produces results. The purpose of this study is to compare consolidation settlement as a result of different loads using C_c and m_v parameters, and time required to primary consolidation settlement up to finished.

The working load is rectangular shallow foundation in the dimension of 2m x 2m at the depth of 1m on the ground level. The working loads used have variation, they are: load when $S_c < 25 \times 10^{-3}$ m (22.5 kN/m²); $\frac{1}{4}q_{\text{allowable}}$ (23.5 kN/m²); $\frac{1}{2}q_{\text{allowable}}$ (47 kN/m²); $\frac{3}{4}q_{\text{allowable}}$ (70.5 kN/m²); and $q_{\text{allowable}}$ (94 kN/m²). The magnitude of S_c using C_c in the working load successively are: 0.0237m; 0.0276m; 0.1116m; 0.1840m; and 0.2476m, using m_v are: 0.0238m; 0.0272m; 0.1134m; 0.1896m; and 0.2558m. The difference of S_c are: 0.42%; 1.45%; 1.59%; 2.95%; and 3.20%. Time taken to primary consolidation settlement comparable to the load on foundation is obtained when using a H_{dr} value 4.45m, are: 1.393, 1.425, 2.210, 2.799, and 3.229 years. Increase in the working load has more effect on S_c use either C_c : 14.130%; 78.763%; 87.120%; and 90.428% or m_v : 12.500%; 79.012%; 87.447%; and 90.696% as compared to time taken primary consolidation settlement, are: 2.246%; 36.968%; 50.232%; and 56.860%.

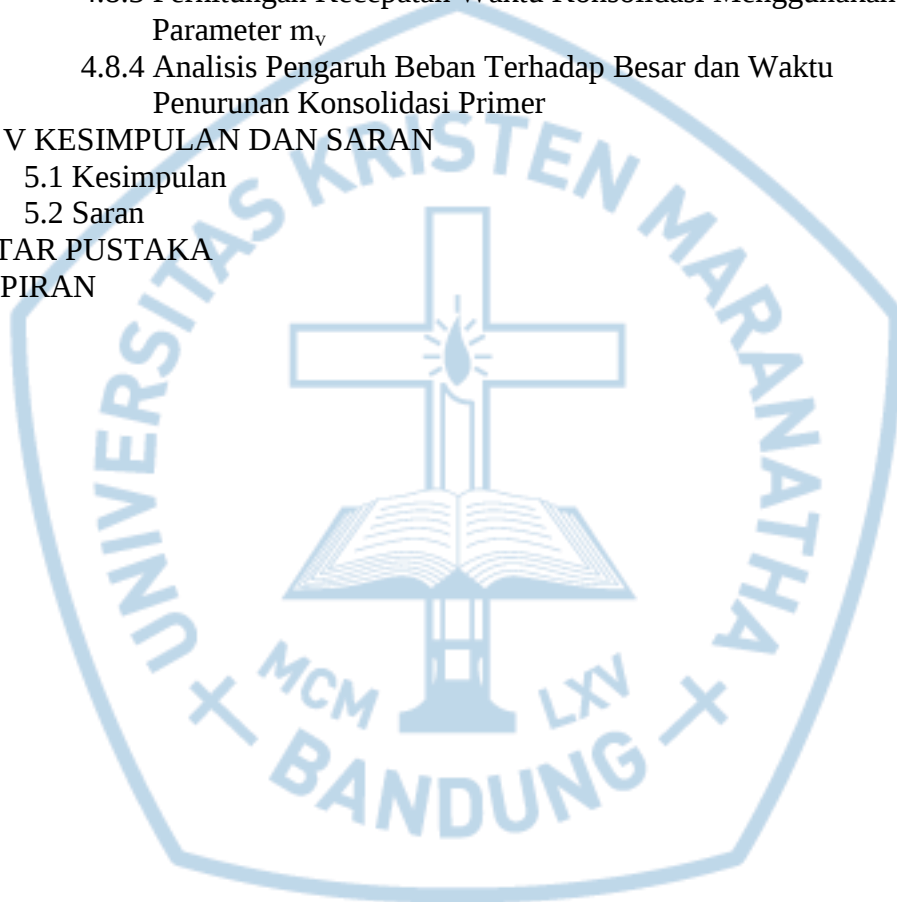
Keywords: consolidation settlement (S_c), compression index (C_c), coefficient of volume compressibility (m_v), degree of mean consolidation (U)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Sistematika Penulisan	2
BAB II TINJAUAN LITERATUR	4
2.1 Deskripsi Tanah	4
2.2 Parameter Tanah	7
2.2.1 Berat Volume Tanah	7
2.2.2 Sudut Geser Dalam (ϕ)	7
2.2.3 Kohesi	8
2.3 Lempung <i>Normally Consolidated</i> dan <i>Overconsolidated</i>	8
2.4 <i>Consolidation Test</i>	9
2.4.1 Tujuan	9
2.4.2 Alat-alat yang Digunakan	9
2.4.3 Prosedur Pengujian	10
2.5 Interpretasi Hasil Uji Konsolidasi	12
2.5.1 Hubungan Berat-Volume	12
2.5.2 Penggambaran e Terhadap $\log p'$	13
2.5.3 Koefisien Pemampatan (a_v) dan Koefisien Kompresibilitas Volume (<i>Coefficient of Volume Compressibility</i>) (m_v)	15
2.5.4 Indeks Pemampatan (<i>Compression Index</i>) (C_c)	16
2.5.5 Indeks Pemampatan Kembali (<i>Recompression Index</i>) (C_r)	17
2.6 Tekanan Prakonsolidasi (p'_c)	17
2.7 Kapasitas Dukung untuk Fondasi pada Tanah Berlapis	18
2.8 Distribusi Tegangan di Dalam Tanah	20
2.9 Penurunan	21
2.10 Penurunan Konsolidasi Primer (S_c)	23

2.10.1 Penurunan Konsolidasi Primer (S_c) Berdasarkan Parameter <i>Compression Index</i> (C_c) dan <i>Recompression Index</i> (C_r)	24
2.10.2 Penurunan Konsolidasi Primer (S_c) Berdasarkan Parameter <i>Coefficient of Volume Compressibility</i> (m_v)	25
2.11 Kecepatan Penurunan Konsolidasi	26
2.11.1 Derajat Penurunan Konsolidasi	26
2.11.2 Kecepatan Waktu Konsolidasi	27
BAB III METODE PENELITIAN	29
3.1 Diagram Alir Penelitian	29
3.2 Data Beban dan Parameter yang Digunakan	30
3.2.1 Penentuan Beban Rencana	30
3.2.2 Data Tanah	30
3.2.3 Analisis Nilai Angka Pori Awal (e_o)	32
3.2.4 Penggambaran e Terhadap $\log p'$	32
3.2.5 Prosedur Penentuan Nilai C_c dan C_r	36
3.2.6 Prosedur Penentuan Nilai Koefisien Pemampatan (a_v) dan Koefisien Kompresibilitas Volume (<i>Coefficient of Volume Compressibility</i>) (m_v)	36
3.2.7 Analisis p'_o , p'_c , dan OCR	37
BAB IV ANALISIS DATA	39
4.1 Analisis Indeks Pemampatan (<i>Compression Index</i>) (C_c)	39
4.2 Analisis Indeks Pemampatan Kembali (<i>Recompression Index</i>) (C_r)	39
4.3 Analisis Koefisien Pemampatan (a_v) dan Koefisien Kompresibilitas Volume (<i>Coefficient of Volume Compressibility</i>) (m_v)	40
4.4 Penentuan Kapasitas Dukung Izin Fondasi Dangkal	41
4.5 Perhitungan S_c Menggunakan Parameter C_c	46
4.5.1 Perhitungan S_c Menggunakan Parameter C_c ($q = 22,5\text{kN/m}^2$)	46
4.5.2 Perhitungan S_c Menggunakan Parameter C_c ($q = 23,5\text{kN/m}^2$)	48
4.5.3 Perhitungan S_c Menggunakan Parameter C_c ($q = 47\text{kN/m}^2$)	49
4.5.4 Perhitungan S_c Menggunakan Parameter C_c ($q = 70,5\text{kN/m}^2$)	50
4.5.5 Perhitungan S_c Menggunakan Parameter C_c ($q = 94\text{kN/m}^2$)	51
4.6 Perhitungan S_c Menggunakan Parameter m_v	53
4.6.1 Perhitungan S_c Menggunakan Parameter m_v ($q = 22,5\text{kN/m}^2$)	53
4.6.2 Perhitungan S_c Menggunakan Parameter m_v ($q = 23,5\text{kN/m}^2$)	54
4.6.3 Perhitungan S_c Menggunakan Parameter m_v ($q = 47\text{kN/m}^2$)	54

4.6.4 Perhitungan S_c Menggunakan Parameter m_v ($q = 70,5 \text{ kN/m}^2$)	55
4.6.5 Perhitungan S_c Menggunakan Parameter m_v ($q = 94 \text{ kN/m}^2$)	56
4.7 Perbandingan Perhitungan Penurunan Konsolidasi Menggunakan Parameter C_c dan m_v	57
4.8 Perhitungan Kecepatan Penurunan Konsolidasi	59
4.8.1 Penentuan Nilai c_v Berdasarkan Hasil Uji Konsolidasi di Laboratorium	60
4.8.2 Perhitungan Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter C_c	61
4.8.3 Perhitungan Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter m_v	66
4.8.4 Analisis Pengaruh Beban Terhadap Besar dan Waktu Penurunan Konsolidasi Primer	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	76



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Butiran Tunggal	5
Gambar 2.2	Rentang Ukuran Partikel	6
Gambar 2.3	Sifat Khusus Kurva Hubungan ΔH atau e Terhadap $\log t$	11
Gambar 2.4	Sifat Khusus Kurva Hubungan e - $\log p'$	12
Gambar 2.5	Fase-fase Terkonsolidasi	14
Gambar 2.6	Hasil Uji Konsolidasi	16
Gambar 2.7	Indeks Pemampatan (C_c) pada Kurva Laboratorium	17
Gambar 2.8	Cara Menentukan p_c'	18
Gambar 2.9	Tegangan Vertikal di Bawah Sudut Bidang Persegi yang Memikul Tekanan Merata	21
Gambar 2.10	Hitungan Penurunan Konsolidasi Primer	25
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2	Kurva e - $\log p'$	36
Gambar 3.3	Profil Tanah	37
Gambar 3.4	Kurva Penentuan Nilai p_c'	38
Gambar 4.1	Kurva Penentuan Nilai C_c dan C_r	39
Gambar 4.2	Kurva m_v Terhadap p'	41
Gambar 4.3	Menentukan Nilai z di Tengah-tengah Lapisan	42
Gambar 4.4	Penambahan Tegangan di Pusat Fondasi	42
Gambar 4.5	Menentukan Besarnya Nilai I	43
Gambar 4.6	Nilai Beban Terhadap Penurunan Menggunakan Parameter C_c	53
Gambar 4.7	Nilai Beban Terhadap Penurunan Menggunakan Parameter m_v	57
Gambar 4.8	Nilai Beban Terhadap Penurunan Konsolidasi Menggunakan Parameter C_c dan m_v	58
Gambar 4.9	Perbedaan Nilai Beban Terhadap Penurunan Menggunakan Parameter C_c dan m_v	58
Gambar 4.10	Penentuan Nilai c_v Berdasarkan Hasil Uji Konsolidasi pada Kedalaman 3,50m-4,00m	60
Gambar 4.11	Penentuan Nilai c_v Berdasarkan Persamaan	60
Gambar 4.12	Penurunan Konsolidasi Terhadap Waktu Menggunakan Parameter C_c dan m_v	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Berat Volume Tanah	7
Tabel 2.2	Nilai Sudut Geser Dalam Berdasarkan Jenis Tanah	7
Tabel 2.3	Nilai Kohesi Berdasarkan N-SPT	8
Tabel 2.4	Faktor Kapasitas Dukung untuk Persamaan Terzaghi	19
Tabel 2.5	Nilai s_c dan s_y Berdasarkan Faktor Bentuk	20
Tabel 2.6	Variasi Derajat Konsolidasi Terhadap T_v	27
Tabel 3.1	Parameter-parameter Tanah yang Digunakan	30
Tabel 3.2	<i>Dial Change</i> pada Kedalaman 350cm-400cm	33
Tabel 3.3	Perubahan Angka Pori pada Kedalaman 350cm-400cm	34
Tabel 3.4	Angka Pori pada Kedalaman 350cm-400cm	35
Tabel 4.1	Perhitungan a_v dan m_v pada Kedalaman 3,50m-4,00m	40
Tabel 4.2	Perhitungan Δp di Bawah Pusat Fondasi	44
Tabel 4.3	Perhitungan Tekanan <i>Overburden</i> Efektif (p_o')	46
Tabel 4.4	Perhitungan Δp di Bawah Pusat Fondasi ($q_{netto} = 5,9\text{kN/m}^2$)	47
Tabel 4.5	Perhitungan S_c Menggunakan Parameter C_c ($q = 22,5\text{kN/m}^2$)	47
Tabel 4.6	Perhitungan Δp di Bawah Pusat Fondasi ($q_{netto} = 6,9\text{kN/m}^2$)	48
Tabel 4.7	Perhitungan S_c Menggunakan Parameter C_c ($q = 23,5\text{kN/m}^2$)	49
Tabel 4.8	Perhitungan Δp di Bawah Pusat Fondasi ($q_{netto} = 30,4\text{kN/m}^2$)	49
Tabel 4.9	Perhitungan S_c Menggunakan Parameter C_c ($q = 47\text{kN/m}^2$)	50
Tabel 4.10	Perhitungan Δp di Bawah Pusat Fondasi ($q_{netto} = 53,9\text{kN/m}^2$)	51
Tabel 4.11	Perhitungan S_c Menggunakan Parameter C_c ($q = 70,5\text{kN/m}^2$)	51
Tabel 4.12	Perhitungan Δp di Bawah Pusat Fondasi ($q_{netto} = 77,4\text{kN/m}^2$)	52
Tabel 4.13	Perhitungan S_c Menggunakan Parameter C_c ($q = 94\text{kN/m}^2$)	52
Tabel 4.14	Penentuan Nilai m_v ($q = 22,5\text{kN/m}^2$)	53
Tabel 4.15	Perhitungan S_c Menggunakan Parameter m_v ($q = 22,5\text{kN/m}^2$)	54
Tabel 4.16	Penentuan Nilai m_v ($q = 23,5\text{kN/m}^2$)	54
Tabel 4.17	Perhitungan S_c Menggunakan Parameter m_v ($q = 23,5\text{kN/m}^2$)	54
Tabel 4.18	Penentuan Nilai m_v ($q = 47\text{kN/m}^2$)	55
Tabel 4.19	Perhitungan S_c Menggunakan Parameter m_v ($q = 47\text{kN/m}^2$)	55
Tabel 4.20	Penentuan Nilai m_v ($q = 70,5\text{kN/m}^2$)	55
Tabel 4.21	Perhitungan S_c Menggunakan Parameter m_v ($q = 70,5\text{kN/m}^2$)	56
Tabel 4.22	Penentuan Nilai m_v ($q = 94\text{kN/m}^2$)	56
Tabel 4.23	Perhitungan S_c Menggunakan Parameter m_v ($q = 94\text{kN/m}^2$)	56
Tabel 4.24	Hasil Perbandingan Nilai Beban Terhadap Penurunan Menggunakan Parameter C_c dan m_v	57
Tabel 4.25	Prosedur Perhitungan Penurunan Konsolidasi Menggunakan Parameter C_c dan m_v	59
Tabel 4.26	Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter C_c dengan $q = 22,5\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 10,5\text{m}$)	62
Tabel 4.27	Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter C_c dengan $q = 23,5\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 10,5\text{m}$)	62

Tabel 4.28 Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter C_c dengan $q = 47\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 10,5\text{m}$)	63
Tabel 4.29 Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter C_c dengan $q = 70,5\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 10,5\text{m}$)	63
Tabel 4.30 Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter C_c dengan $q = 94\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 10,5\text{m}$)	63
Tabel 4.31 Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter C_c dengan $q = 22,5\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 4,45\text{m}$)	64
Tabel 4.32 Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter C_c dengan $q = 23,5\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 4,45\text{m}$)	64
Tabel 4.33 Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter C_c dengan $q = 47\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 4,45\text{m}$)	65
Tabel 4.34 Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter C_c dengan $q = 70,5\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 4,45\text{m}$)	65
Tabel 4.35 Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter C_c dengan $q = 94\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 4,45\text{m}$)	65
Tabel 4.36 Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter m_v dengan $q = 22,5\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 10,5\text{m}$)	66
Tabel 4.37 Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter m_v dengan $q = 23,5\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 10,5\text{m}$)	67
Tabel 4.38 Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter m_v dengan $q = 47\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 10,5\text{m}$)	67
Tabel 4.39 Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter m_v dengan $q = 70,5\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 10,5\text{m}$)	67
Tabel 4.40 Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter m_v dengan $q = 94\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 10,5\text{m}$)	68
Tabel 4.41 Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter m_v dengan $q = 22,5\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 4,45\text{m}$)	68
Tabel 4.42 Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter m_v dengan $q = 23,5\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 4,45\text{m}$)	69
Tabel 4.43 Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter m_v dengan $q = 47\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 4,45\text{m}$)	69
Tabel 4.44 Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter m_v dengan $q = 70,5\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 4,45\text{m}$)	69
Tabel 4.45 Kecepatan Waktu Konsolidasi Menggunakan Parameter m_v dengan $q = 94\text{kN/m}^2$ ($H_{dr} = 4,45\text{m}$)	70
Tabel 4.46 Lamanya Waktu Penurunan Konsolidasi Menggunakan Nilai H_{dr} yang Berbeda	70
Tabel 4.47 Pengaruh Peningkatan Beban Rencana Terhadap Besar dan Waktu Penurunan Konsolidasi Primer Menggunakan Parameter C_c	71
Tabel 4.48 Pengaruh Peningkatan Beban Rencana Terhadap Besar dan Waktu Penurunan Konsolidasi Primer Menggunakan Parameter m_v	72

DAFTAR NOTASI

a_v	Koefisien Pemampatan
c	Kohesi
C_c	Indeks Pemampatan
C_r	Indeks Pemampatan Kembali
c_v	Koefisien Konsolidasi
Δp	Penambahan Tegangan Akibat Beban Luar
e	Angka Pori
γ_{sat}	Berat Volume Tanah Dalam Keadaan Jenuh
γ	Berat Volume Tanah
H_{dr}	Jarak Drainase Bergantung Kondisi Tanah di Atas dan di Bawah Lapisan Lempung (<i>Single Drainage/Double Drainage</i>)
I	Nilai Faktor Pengaruh
m_v	Koefisien Kompresibilitas Volume
p'	Tegangan Efektif
ϕ	Sudut Geser Dalam
p_o'	Tegangan Efektif Rata-rata
P_u	Beban Ultimit
q	Beban Rencana
q_{izin}	Kapasitas Dukung Izin
q_{ult}	Kapasitas Dukung Ultimit
S_c	Penurunan Konsolidasi Primer
S_t	Penurunan Lapisan Lempung pada Saat t
t	Waktu
T_v	Faktor Waktu
U	Derajat Konsolidasi Rata-rata

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1 <i>Boring Log</i>	76
Lampiran L.2 Hasil Uji Konsolidasi	78
Lampiran L.3 Penentuan Nilai m_v	80

