

MENENTUKAN KORELASI PARAMETER KONSOLIDASI HORIZONTAL TERHADAP KONSOLIDASI VERTIKAL TANAH CIHAMPELAS KABUPATEN BANDUNG BARAT

Oleh:

Geni Firuliadhim

Staf pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir Ds.Ciwaruga Kotak pos 1234 Bdg 40012

ABSTRAK

Setiap massa tanah yang mengalami tegangan akibat pembebanan (di permukaan tanah) akan mengalami perubahan volume. Besarnya perubahan volume dan lama prosesnya tergantung dari sifat-sifat elastic dan pemampatan massa tanah itu sendiri. Semakin besar ruang porinya semakin besar perubahan volumenya dan semakin sulit mengeluarkan air semakin lama prosesnya. Perubahan volume dalam arah vertical dinamakan penurunan muka tanah (settlement). Bila parameter pemampatan diketahui maka besar dan lama penurunan muka tanah dapat dihitung. Istilah pemampatan dalam mekanika tanah disebut konsolidasi, yang didefinisikan sebagai perubahan volume tanah (karena pembebanan) yang sama besarnya dengan volume air yang keluar dari massa tanah. Masalah penurunan muka tanah dan sifat ekspansif tanah telah diketahui sebagai p kerusakan bangunan atau longsornya tanah-tanah di Kabupaten Bandung Barat. Peneliti telah mencoba melakukan perhitungan dengan menganggap tanah isotropis (sifat serbasama ke segala arah), namun kenyataan penurunan yang terjadi lebih besar dari hasil perhitungan. Oleh karenanya topik anisotropis (sifat tidak sama ke segala arah) menjadi hal menarik untuk diteliti. Perihal keretakan bangunan karena penurunan yang terjadi setelah beberapa waktu kemudian maka masalah konsolidasi tanah (penurunan yang sangat tergantung waktu) menjadi topic utama dalam penelitian ini.

Kata kunci : Konsolidasi, Kab. Bandung Barat

Pendahuluan

Kabupaten Bandung Barat adalah kabupaten yang baru berusia sekitar 4 tahun, memiliki potensi pembangunan infrastruktur yang tinggi. Tidak sedikit rumah-rumah dan bangunan industri dibangun di lokasi baru, namun dalam beberapa waktu kemudian dan bila musim penghujan tiba

rumah dan bangunan menjadi retak-retak bahkan ada yang runtuh. Selain itu bila musim hujan tiba di beberapa tempat terjadi tanah longsor, jalan-jalan tanah yang ada sulit dilalui kendaraan, ataupun jalan yang sudah diperkeras menjadi rusak.

Masalah penurunan muka tanah dan sifat ekspansif tanah telah diketahui Peneliti sebagai penyebab kerusakan bangunan atau longsornya

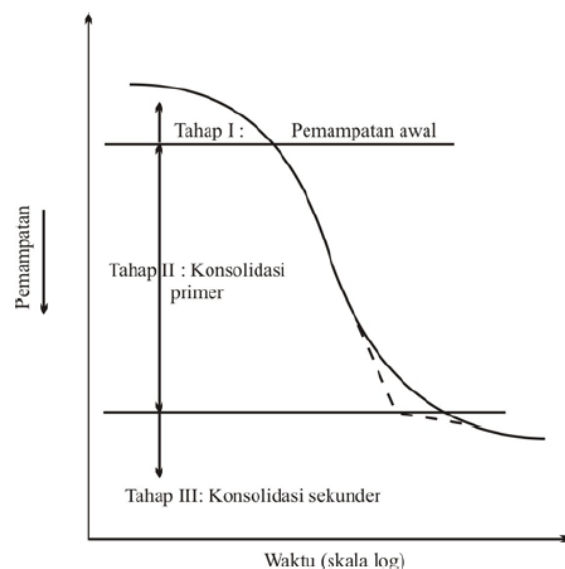
tanah-tanah di kabupaten baru ini. Peneliti telah mencoba melakukan perhitungan dengan menganggap tanah isotropis (sifat serbasama ke segala arah), namun kenyataan penurunan yang terjadi lebih besar dari hasil perhitungan. Oleh karenanya topik anisotropis (sifat tidak sama ke segala arah) menjadi hal menarik untuk diteliti. Perihal keretakan bangunan karena penurunan yang terjadi setelah beberapa waktu kemudian maka masalah konsolidasi tanah (penurunan yang sangat tergantung waktu) menjadi topik utama dalam penelitian ini.

Sehubungan dengan beberapa hal di atas maka dipilih areal Kabupaten Bandung Barat sebagai obyek penelitian.

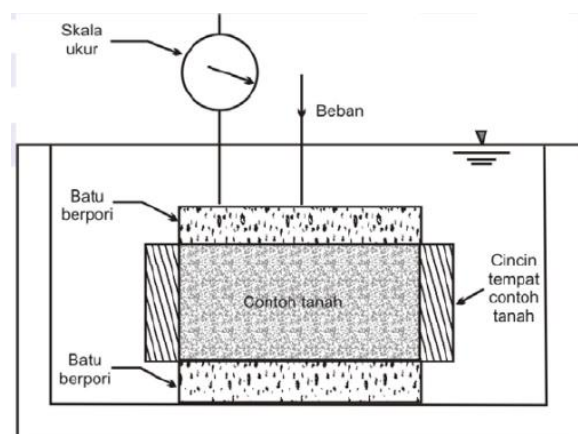
Studi Pustaka

Uji Konsolidasi Satu Dimensi

Proses uji konsolidasi dengan mengikuti prosedur Terzaghi berdasarkan asumsi bahwa tanah bersifat homogen, jenuh sempurna, mengalami deformasi hanya akibat perubahan volume pori, kecepatan aliran dalam tanah mengikuti Hukum Darcy, partikel padat tanah dan air tidak kompresibel, beban hanya bekerja dalam satu arah dan deformasi bekerja searah beban, air pori hanya mengalir dalam arah vertikal, dan nilai koefisien konsolidasi tetap selama proses konsolidasi. Gambar 1 dan 2 memperlihatkan sketsa tahap konsolidasi dan sketsa konsolidometer.



Gambar 1. Sketsa Tahap Konsolidasi



Gambar 2. Sketsa Konsolidometer (Oedometer)

Nilai-nilai Tipikal dan Korelasi Indeks

Kompresi

Berdasarkan hasil penelitian Holtz and Kovacs (1981) harga-harga indeks kompresi berbagai jenis tanah lempung dengan klasifikasi tanah tertentu menurut Unified Soil Classification (USC) disajikan dalam Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1. Tipikal Nilai Indeks Kompresi C_c
Berbagai Jenis Tanah Lempung**

Jenis Tanah	Indeks Kompresi (C_c)
Normally consolidated medium sensitive clays	0.2 – 0.5
Chicago silty clay (CL)	0.1 – 0.3
Boston blue clay (CL)	0.3 – 0.5
Vicksburg Buckshot clay (CH)	0.5 – 0.6
Swedish medium sensitive clays (CL-CH)	1 - 3
Canadian Leds clays (CL-CH)	1 - 4
Mexico City clay (MH)	7 - 10
Organic clays (OH)	>4
Peats (Pt)	10 - 15
Organics silt and clayey silts (ML-MH)	1.5 - 4
San Francisco Bay Mud (CL)	0.4 – 1.2
San Francisco Old Bay clays (CH)	0.7 – 0.9
Bangkok clay (CH)	0.4

Sumber : Hasil penelitian Holtz and Kovacs (1981)

Koefisien Konsolidasi Tanah Lempung

Karena besarnya rentang nilai permeabilitas tanah-tanah yang ada di permukaan bumi, koefisien konsolidasi dapat bervariasi besar, mulai nilai lebih kecil dari $1 \text{ m}^2/\text{yr}$ untuk tanah lempung (clay) rendah permeabilitas sampai dengan $1000 \text{ m}^2/\text{yr}$ atau lebih untuk tanah lempung sangat kepasiran (very sandy clays), lempung terbelah (fissured clays) dan batuan lapuk (weathered rocks). Beberapa nilai tipikal untuk lempung dari berbagai sumber peneliti terdahulu diperlihatkan dalam Tabel 2.berikut ini.

Tabel 2. Tipikal Nilai Koefisien Konsolidasi C_v

Jenis Tanah	$C_v \text{ (cm}^2/\text{s} \times 10^{-4})$	$C_v \text{ (m}^2/\text{yr})$
Boston blue clay (CL) (Ladd and Luscher, 1965)	40±20	12±6
Organics Silt (OH) (Lowe, Zaccheo, and Feldman, 1964)	2-10	0.6-3
Glacial lake clays (CL) (Wallace and Otto, 1964)	6.5-8.7	2-2.7
Chicago silty clay (CL) (Terzaghi and Peck, 1967)	8.5	2.7
Swedish medium sensitive clays (CL-CH) (Holtz and Broms, 1972)	0.4-0.7	0.1-0.2
1. Laboratory	0.7-3	0.2-1
2. Field		
San Francisco Bay Mud (CL)	2-4	0.6-1.2
Mexico City clay (MH) (Leonard and Girault, 1961)	0.9-1.5	0.3-0.5

Sumber : Michael Carter and Stephen P Bentley (1991), "Correlation Of Soil Properties", Pentech

Metodologi

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan pendekatan secara teori, pengamatan lapangan dengan mengidentifikasi ciri khusus atau parameter umum untuk mengetahui jenis tanah dan dilanjutkan dengan serangkaian pengujian dilaboratorium.

Pendekatan teori adalah dengan membaca literatur yang berkaitan dengan sifat pemampatan tanah dan sifat mekanik tanah lainnya sebagai referensi dan membuka dan menjalankan standar-standar yang berlaku untuk pengujian di laboratorium.

Pendekatan lapangan atau pekerjaan lapangan adalah melakukan survey dan pengambilan sampel tanah di lokasi yang menjadi pilihan yang dalam hal ini adalah daerah Kecamatan Cihampelas Kabupaten Bandung

Barat. Tanah / sampel tanah diambil dari lokasi dalam kondisi asli (*undisturbed sample*).

Selanjutnya adalah melakukan pengujian laboratorium meliputi pengujian sifat fisik dan teknik, dilanjutkan studi dan analisa data. Pengujian sifat fisik dan teknik dilakukan untuk mendapatkan parameter-parameter pokok tanah. Semua pengujian dilakukan dengan mengacu kepada “1989 Annual Book of ASTM Standard Volume 04.08”, dan SNI (Standar Nasional Indonesia).

Pengujian index properties atau sifat fisik tanah bertujuan untuk keperluan klasifikasi tanah baik secara USCS maupun ASHTO, dengan pengujian antara lain :

1. Pengujian Kadar air (ω) ASTM D 2974 – 87,
2. Pengujian berat isi (γ) mengacu kepada ASTM D 4531 – 86,
3. Pengujian Berat Jenis (specific gravity = G_s) mengacu kepada ASTM D 854 – 83,
4. Pengujian analisa gradasi mengacu kepada ASTM D 421 - 85 dan ASTM D 422 – 63,
5. Pengujian Atterberg Limit mengacu kepada ASTM D - 4318 – 89.

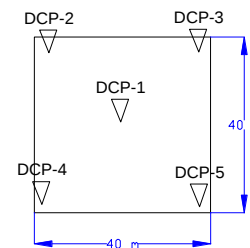
Pengujian sifat mekanik yang merupakan pengujian utama dalam proses perbaikan tanah adalah pengujian pemampatan, disini meliputi pengujian konsolidasi 1 dimensi untuk mendapatkan nilai-nilai dalam arah vertical dan horizontal antara lain : koefisien rembesan (k), koefisien konsolidasi (C_v), dan indeks kompresi (C_c). Pengujian pemampatan konsolidasi 1 dimensi mengacu kepada D2435-04 Test

Methods for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils Using Incremental Loading dan SNI 2812:2011 Cara Uji Konsolidasi Tanah Satu Dimensi.

Analisis dan Pembahasan

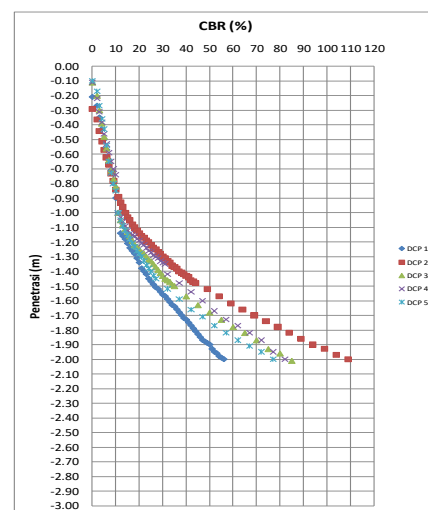
Penetapan sampel tanah

Sampel tanah yang diambil berdasarkan perwakilan suatu nilai CBR melalui uji DCP. Uji DCP yang telah dilakukan sebanyak 5 titik yang tersebar sekira berjarak 40 m seperti diperlihatkan dalam Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Penyebaran Uji DCP

Hasil uji DCP di 5 titik hubungan harga CBR (%) dan penetrasi (meter) diperlihatkan dalam Gambar 4 berikut ini.



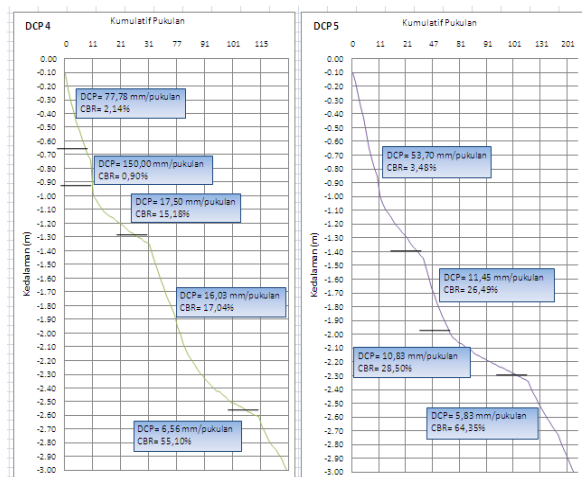
Gambar 4 Uji DCP di 5 titik pengamatan

Dari Gambar 4 menyatakan kedalaman tanah konsistensi sangat liat yang memiliki CBR 55-110 % dijumpai pada kedalaman > 2 m. Uji CBR tidak bisa diperdalam lagi karena konus tidak bisa masuk lagi < 2 mm per 1 pukulan.

Detail pembagian lapisan berdasarkan nilai CBR di perlihatkan dalam Gambar 3 s/d 4 berikut ini.



Gambar 3 Pembagian Lapisan Tanah Berdasarkan Nilai CBR di Titik DCP-1 s/d DCP-3



Gambar 4 Pembagian Lapisan Tanah Berdasarkan Nilai CBR di Titik DCP-4 s/d DCP-5

Berdasarkan nomogram korelasi daya dukung tanah (DDT) versus CBR pada buku : Sukirman, Silvia (1999), “Perkerasan Lentur Jalan Raya”, Nova, Bandung dan disusun kembali

berdasarkan konsistensi hasilnya diperlihatkan dalam Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Pembagian Konsistensi Tanah Berdasarkan Nilai CBR

Daya Dukung Tanah		
ton/m ²	Konsistensi	CBR (%)
1.2	sangat lunak	0.03
2.4	lunak	1.59
4.8	sedang	5.42
9	liat	48.01
15	sangat liat	140
> 15	keras	> 140

Untuk kondisi tanah lokasi penelitian di tiap lokasi uji DCP pembagian konsistensi tanah diperlihatkan dalam Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4 Pembagian Konsistensi Tanah Lokasi Penelitian

DCP-1			DCP-2			DCP-3		
Kedalaman (m)	CBR (%)	Konsistensi	Kedalaman (m)	CBR (%)	Konsistensi	Kedalaman (m)	CBR (%)	Konsistensi
0-1.1	1.75	sedang	0-1.5	6.44	Liat	0-1	1.75	sedang
1.1-2	11.1	liat	1.5-2.4	33.02	liat	1-1.5	12.08	liat
2-2.15	2.81	sedang	2.4-3	46.19	liat	1.5-2	24.69	liat
2.15-2.5	0.59	lunak				2-2.7	47.67	liat
2.5-3	50.82	sangat liat				2.7-3	105.44	sangat liat

DCP-4			DCP-5		
Kedalaman (m)	CBR (%)	Konsistensi	Kedalaman (m)	CBR (%)	Konsistensi
0-0.73	2.14	lunak	0-1.45	3.48	sedang
0.73-1	0.9	lunak	1.45-2.04	26.49	liat
1-1.37	15.18	liat	2.04-2.36	28.5	liat
1.37-2.63	17.04	liat	2.36-3	64.35	sangat liat
2.63-3	55.1	sangat liat			

Penetapan kedalaman pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara mengelompokan tanah yang konsistensinya sama. Dari 5 titik uji DCP hasil interpretasi kedalaman terhadap konsistensi sama diperlihatkan dalam Tabel 5 berikut ini. Gambar 4-5 memperlihatkan kegiatan pengambilan contoh tanah asli dengan tabung baja tipis, dilakukan dengan dipukul dengan palu 10 kg.

Tabel 5 Penetapan Pengambilan Sampel Tanah Penelitian

Kedalaman (m)	CBR (%)	Konsistensi	Sampel Tanah
0-0.73	1.52	lunak	1
0.73-1.1	2.62	sedang	2
1.1-2.5	27.84	liat	3
2.5-3	68.93	sangat liat	4
> 4 m *)	> 140	Keras *)	5

*) = Indikasi tanah keras berdasarkan penusukan paksa stang DCP dengan hammer 3 x 8 kg menghasilkan penetrasi < 1 mm/1 pukulan.



Gambar 5. Kegiatan Pengambilan Contoh Tanah Asli di Salah Satu Lokasi Titik DCP

Kondisi Bawah Permukaan Tanah Lokasi Obyek Penelitian

Berdasarkan hasil deskripsi di beberapa lubang pemboran tangan maka kondisi bawah permukaan tanah (stratigrafi) lokasi obyek penelitian dapat diuraikan sebagai berikut.

Permukaan tanah relative datar dan rata, tengah ditanami padi yang hampir menguning. Tanah permukaan umumnya berupa lanau dan lanau lempungan konsistensi lunak sampai sangat liat, berwarna coklat kehitaman, ketebalan 3.5- 4 m. Lapisan tanah tanah keras dijumpai pada kedalaman 4 m. Lapisan berikutnya berupa jenis tanah pasir sangat padat, dijumpai mulai kedalaman 5 m.

Muka air tanah ditemukan pada kedalaman 1.5 m dari permukaan tanah setempat.

Hasil Uji Indeks Properties Sampel Tanah Asli

Uji laboratorium mekanika tanah terhadap 5 sampel tanah asli memberikan hasil sifat-sifat indeks tanah seperti diperlihatkan dalam Tabel 6 berikut ini. Pengujian indeks properties yang telah dilakukan antara lain : specific gravity (berat jenis), water content (kadar air), volume unit weight (berat isi), atterberg limits (batas-batas atterberg) dan grain size analysis (analisa ukuran butir).

Tabel 6. Indeks Properties Tanah Desa Mekarmukti

Soil Characteristic	Standard Prosedur Test	Symbol	UDS-1 0-0.73 m Ds. Mekarmukti	UDS-2 0.73-1.1 m Ds. Mekarmukti	UDS-3 1.1-2.5 m Ds. Mekarmukti	UDS-4 2.5-3 m Ds. Mekarmukti	UDS-5 > 4 m Ds. Mekarmukti
Index Properties :							
Specific Gravity	ASTM D.854 - 72	Gs	2.550	2.625	2.631	2.642	2.710
Water Content (%)	ASTM D.2216 - 71	w	40.28	50.48	42.92	39.74	40.19
Volume Unit Weight (ton/m ³)	ASTM D.2937 - 71	γ	1.556	1.696	1.766	1.801	1.819
Dry Density (ton/m ³)	Calculated	γ _d	1.109	1.127	1.236	1.289	1.297
Void Ratio	Calculated	e	1.30	1.33	1.13	1.05	1.09
Porosity	Calculated	n	0.56	0.57	0.53	0.51	0.52
Degree of Saturation (%)	Calculated	Sr	79.08	99.70	100.00	100.00	100.00
Saturated Density (ton/m ³)	Calculated	γ _{sat}	1.674	1.698	1.766	1.801	1.819
Submerged Density (ton/m ³)	Calculated	γ _{sub}	0.674	0.698	0.766	0.801	0.819
Atterberg Limits :							
ASTM D.424 - 74							
Liquid Limit (%)		LL	40.30	53.80	50.59	48.80	43.8
Plastic Limit (%)		PL	34.69	37.18	37.21	36.80	31.85
Plasticity Index (%)		PI	13.61	16.62	13.38	12.00	11.95
Grain Size Analysis :							
ASTM C.136 - 46							
Finer # No. 4 (%)			97.7	97.5	99.0	99.5	99.64
Finer # No. 10 (%)			95.9	94.4	98.7	99.0	98.96
Finer # No. 40 (%)			93.7	91.4	93.8	96.5	96.52
Finer # No. 200 (%)			93.2	90.6	88.7	93.1	89.77
Unified Soil Classification :							
USC							
Soil Description & Remarks			ML	MH	MH	ML	ML
			Silt	Clayey silt	Clayey silt	Silt	Silt
			Low Plasticity	High Plasticity	High Plasticity	Low Plasticity	Low Plasticity

Sumber : Hasil Pengujian 2012

Berdasarkan Tabel 6. menyatakan tanah yang penutup di areal lokasi penelitian terdiri dari lanau (Silt) plastisitas rendah (ML) dan lanau kelempungan (Clayey Silt) plastisitas tinggi (MH). Hasil-hasil ini menunjukkan penilaian yang relative sama dengan penelitian sebelumnya

yang dilakukan oleh mahasiswa Polban Tahun 2010 dan Tahun 2011.

Hasil Uji Engineering Properties Sampel Tanah Asli

Uji laboratorium mekanika tanah terhadap 5 sampel tanah asli memberikan hasil sifat-sifat mekanik tanah seperti diperlihatkan dalam Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Engineering Properties Tanah Desa Mekarmukti

Soil Characteristic	Standard Prosedur Test	Symbol	1 0-0.73 m Ds. Mekarmukti	2 0.73-1.1 m Ds. Mekarmukti	3 1.1-2.5 m Ds. Mekarmukti	4 2.5-3 m Ds. Mekarmukti	5 > 4 m Ds. Mekarmukti
Unconfined Comp. Strength Test :	ASTM D.2166 - 91						
Unconfined Comp. Strength (kg/cm ²)		q_u	0.43	0.53	1.65	2.88	4.12
Consolidation Test (Vertikal) :	ASTM D.2435 - 70						
Compression Index		C _{cv}	0.145	0.115	0.111	0.082	0.077
Coef. of Consolidation (cm ² /detik)		C _v	1.80E-03	1.88E-03	1.95E-03	2.15E-03	2.19E-03
Consolidation Test (Horisontal) :	ASTM D.2435 - 70						
Compression Index		C _{ch}	0.355	0.205	0.185	0.160	0.103
Coef. of Consolidation (cm ² /detik)		C _h	1.78E-02	1.83E-02	1.89E-02	1.93E-02	1.97E-02
Unified Soil Classification :		USC	ML	MH	MH	ML	ML
Soil Description & Remarks			Silt Soft Low Plasticity	Clayey silt Medium High Plasticity	Clayey silt Stiff High Plasticity	Silt Very Stiff Low Plasticity	Silt Hard Low Plasticity
UDS = Undisturbed Sample ; DS = Disturbed Sample							

Sumber : Hasil Penelitian 2011

Berdasarkan Tabel 7. menyatakan bahwa tanah yang penutup di areal lokasi penelitian konsistensinya berkisar lunak (soft) sampai dengan keras (hard).

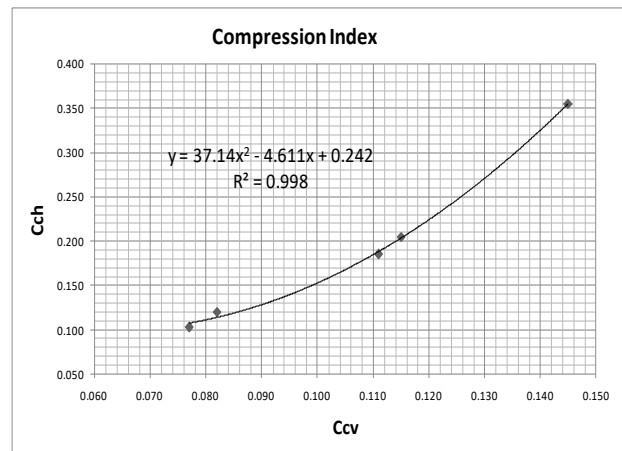
Korelasi Indeks Kompresi Arah Horisontal Terhadap Vertikal

Indeks kompresi arah horizontal dan vertical hasil uji konsolidasi 1 dimensi terhadap 5 contoh tanah Desa Mekarmukti diperlihatkan dalam Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Indeks Kompresi Vertikal dan Horisontal

Soil Characteristic	Symbol	1 0-0.73 m Ds. Mekarmukti	2 0.73-1.1 m Ds. Mekarmukti	3 1.1-2.5 m Ds. Mekarmukti	4 2.5-3 m Ds. Mekarmukti	5 > 4 m Ds. Mekarmukti
Compression Index	C _{cv}	0.145	0.115	0.111	0.082	0.077
Compression Index	C _{ch}	0.355	0.205	0.185	0.120	0.103
Ratio C _{ch} /C _{cv}	r	2.4	1.8	1.7	1.5	1.3

Sumber : Hasil Penelitian 2012



Gambar 6. Kurva Korelasi Indeks Kompresi Horisontal Terhadap Vertikal

Berdasarkan Tabel 8. di atas menyatakan bahwa indeks kompresi tanah dalam arah horizontal lebih besar dari pada arah vertical. Indeks kompresi arah vertical untuk konsistensi tanah keras sampai dengan lunak berturut-turut 0.077 – 0.145, dengan angka-angka ini maka tanah lokasi obyek penelitian mirip dengan tanah-tanah Chicago silty clay.berkisar Trend kurva indeks kompresi arah horisontal terhadap indeks kompresi dalam arah vertical untuk tanah asli dari Desa Mekarmukti diperlihatkan dalam Gambar 6 diatas. Persamaan korelasi yang dihasilkan sebagai berikut :

$$y = 37.14x^2 - 4.611x + 0.242 \dots \dots \dots (1)$$

untuk $y = C_{ch}$ = indeks kompresi tanah arah horisontal

$x = C_{cv} =$ indeks kompresi tanah arah vertikal

maka persamaan (1) dapat ditulis kembali :

$$C_{ch} = 37.14C_{cv}^2 - 4.611C_{cv} + 0.242 \dots \dots \dots (2)$$

Persamaan (2) adalah persamaan korelasi indeks kompresi arah horizontal terhadap vertical untuk tanah asli dari Desa Mekarmukti. Sedangkan rasio C_{ch}/C_{cv} untuk konsistensi tanah lunak sampai dengan keras berkisar 1.3 – 2.4.

Korelasi Koefisien Konsolidasi Arah Horizontal Terhadap Vertikal

Koefisien konsolidasi arah horizontal dan vertical hasil uji konsolidasi 1 dimensi terhadap 5 contoh tanah Desa Mekarmukti diperlihatkan dalam Tabel 9 berikut ini.

Tabel 9. Koefisien Konsolidasi Arah Horizontal dan Vertikal

Soil Characteristic	Symbol	1 0-0.73 m Ds. Mekarmukti	2 0.73-1.1 m Ds. Mekarmukti	3 1.1-2.5 m Ds. Mekarmukti	4 2.5-3 m Ds. Mekarmukti	5 > 4 m Ds. Mekarmukti
Coef. of Consolidation (cm^2/detik)	C_v	1.80E-03	1.88E-03	1.95E-03	2.15E-03	2.19E-03
Coef. of Consolidation (cm^2/detik)	C_h	1.78E-02	1.83E-02	1.89E-02	1.93E-02	1.97E-02
Ratio C_h/C_v	r	9.9	9.7	9.7	9.0	9.0

Sumber : Hasil Penelitian 2012

Berdasarkan Tabel 9. di atas menyatakan bahwa koefisien konsolidasi tanah dalam arah horizontal lebih besar dari pada arah vertical. Trend kurva koefisien konsolidasi arah horizontal terhadap koefisien konsolidasi dalam arah vertical untuk tanah asli dari Desa Mekarmukti diperlihatkan dalam Gambar 7 berikut ini. Persamaan korelasi yang dihasilkan sebagai berikut :

$$y = -8334x^2 + 37.75x - 0.023 \dots \dots \dots (3)$$

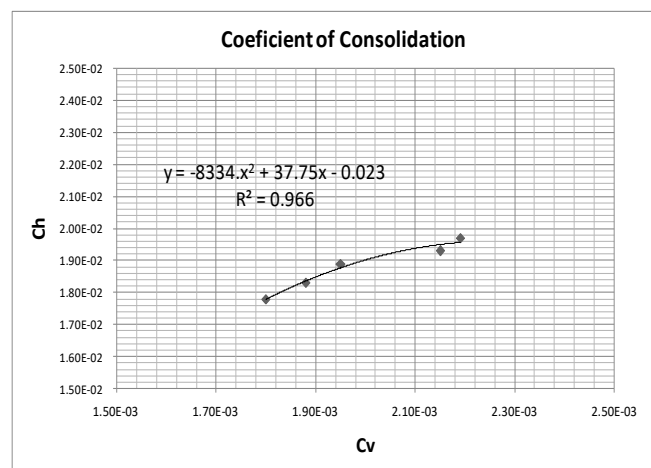
untuk $y = C_h =$ koefisien konsolidasi tanah arah horizontal (cm^2/detik)

$x = C_v =$ koefisien konsolidasi tanah arah vertical (cm^2/detik)

maka persamaan (4.3) dapat ditulis kembali :

$$C_h = -8334C_v^2 + 37.75C_v - 0.023 \dots \dots \dots (4)$$

Persamaan (5) adalah persamaan korelasi koefisien konsolidasi arah horizontal terhadap vertical untuk tanah asli dari Desa Mekarmukti. Sedangkan rasio c_h/c_v untuk konsistensi tanah lunak sampai dengan keras berkisar 9 – 9.9.



Gambar 7. Kurva Korelasi Koefisien Konsolidasi Horizontal Terhadap Vertikal

Korelasi Koefisien Permeabilitas Arah Horizontal Terhadap Vertikal

Hasil pengujian rembesan metoda falling head (gravitasi) dengan tinggi air tertinggi sekitar 1 m (ukuran contoh : diameter 3.8 cm dan tinggi 7.6 cm) terhadap 5 sampel tanah asli dari Desa Mekarmukti diperlihatkan dalam Tabel 10. berikut ini.

Tabel 10. Koefisien Permeabilitas Arah Horisontal Terhadap Vertikal

Koefisien Permeabilitas	Sampel				
	1	2	3	4	5
Kv, cm/detik	6.44E-06	1.67E-06	1.05E-06	6.34E-07	3.1E-07
Kh, cm/detik	1.76E-04	1.89E-05	8.67E-06	5.27E-06	1.45E-06
Rasio Kh/Kv	27.4	11.3	8.3	8.3	4.7

Sumber : Hasil Pengujian 2012

Berdasarkan Tabel 10 di atas menyatakan bahwa rembesan tanah dalam arah horizontal lebih porous dari pada arah vertical. Trend kurva koefisien rembesan terhadap koefisien rembesan dalam arah vertical untuk tanah asli dari Desa Mekarmukti diperlihatkan dalam Gambar 8 berikut ini. Persamaan korelasi yang dihasilkan sebagai berikut :

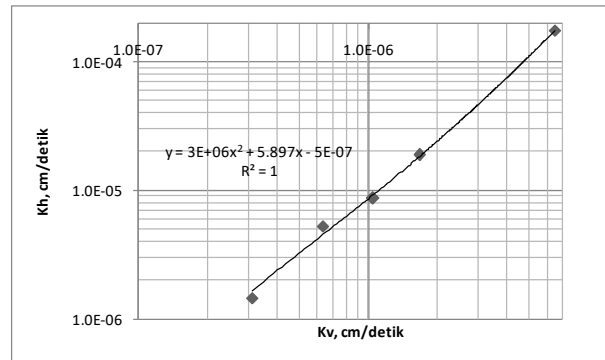
$$y = 3E+06x^2 + 5.897x - 5E-07 \dots\dots\dots (5)$$

untuk $y = Kh$ = koefisien rembesan tanah arah horizontal (cm/detik)

$x = Kv$ = koefisien rembesan tanah arah vertical (cm/detik) maka persamaan (5) dan menghilangkan nilai $5E-07$ karena terlalu kecil dapat ditulis kembali :

$$Kh = 3 \times 10^6 Kv^2 + 5.897 Kv \dots\dots\dots (6)$$

Persamaan (6) adalah persamaan korelasi koefisien permeabilitas arah horizontal terhadap vertical untuk tanah asli dari Desa Mekarmukti. Sedangkan rasio Kh/Kv untuk konsistensi tanah lunak sampai dengan keras berkisar 4.7 – 27.4.



Gambar 8. Kurva korelasi koefisien rembesan arah horizontal terhadap vertikal.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil survey lapangan dan analisa data uji laboratorium maka kondisi tanah di lokasi obyek penelitian dapat disimpulkan (dan saran untuk penelitian lebih lanjut) sebagai berikut.

- Permukaan tanah relative datar dan rata, tengah ditanami padi yang hampir menguning. Tanah permukaan umumnya berupa lanau plastisitas rendah (ML) dan lanau lempungan plastisitas tinggi (MH), konsistensi tanah secara berurutan : lunak, sedang, liat dan sangat liat, berwarna coklat kehitaman, ketebalan 3.5- 4 m.
- Lapisan tanah tanah keras dijumpai pada kedalaman 4 m. Lapisan berikutnya berupa jenis tanah pasir sangat padat, dijumpai mulai kedalaman 5 m.
- Muka air tanah ditemukan pada kedalaman 1.5 m dari permukaan tanah setempat.
- Konsistensi tanah hasil uji kuat tekan bebas secara umum sesuai dengan konsistensi hasil uji DCP.

- e. Persamaan korelasi indeks kompresi horizontal terhadap vertical :
- $$C_{ch} = 37.14C_{cv}^2 - 4.611C_{cv} + 0.242$$
- Memiliki rasio C_{ch}/C_{cv} untuk konsistensi tanah lunak sampai dengan keras berkisar 1.3 – 2.4.
- f. Persamaan korelasi koefisien konsolidasi horizontal terhadap vertical :
- $$C_h = -8334C_v^2 + 37.75C_v - 0.023$$
- Memiliki rasio C_h/C_v untuk konsistensi tanah lunak sampai dengan keras berkisar 9-9.9.
- g. Persamaan korelasi koefisien permeabilitas horizontal terhadap vertical :
- $$K_h = 3 \times 10^6 K_v^2 + 5.897 K_v$$
- Memiliki rasio K_h/K_v untuk konsistensi tanah lunak sampai dengan keras berkisar 4.7-27.4.
- h. Penelitian lebih lanjut disarankan diperlukan terhadap lokasi yang sama berupa uji konsolidasi skala penuh dan permeabilitas di lapangan. Penelitian lanjutan tersebut bertujuan menguji besaran parameter hasil penelitian ini dalam perhitungan penurunan konsolidasi dan membandingkannya dengan penurunan yang terjadi di lapangan.

Daftar Pustaka

- Michael Carter and Stephen P Bentley (1991), "Correlation Of Soil Properties", Pentech Press, Publisher : London.
- ASTM D 1557-78 (1978), "Test Methods for moisture-density relation and soil aggregate mixture using 10-lb (4.54-kg) rammer and 18-in (457-mm) drop".
- ASTM D 2435-90 (1990), "Test method for one dimensional consolidation properties of soil".
- ASTM D 2487-90 (1990), "Test method for classification of soils for engineering purposes".
- ASTM D 2488-90 (1990), "Practice for description and identification of soils (visual-manual procedure)".
- Terzaghi, K., Peck, R.B., and Mesri, G. (1996), "Soil Mechanics In Engineering Practice", Secon Edition, Wiley and Sons, Inc., New York, 549 p.
- Sosrodarsono, S dan Takeda K (1977) Editor, "Bendungan Tipe Urugan", Penerbit Pradnya Paramita Jakarta 1977.
- Head, K.H (1981), "Manual of Soil Laboratory Testing", Vol II dan Vol III Pentech Press, London, Plymouth, ISBN 0-7273-1305-3
- American Society for Testing and Material, "Annual Books of ASTM Standard, Section 4, Volume 04-08", Easton, M.D., United State of America.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2005, "Pedoman Penyelidikan Geoteknik Untuk Fondasi Bangunan Air", Vol.1 : Penyusunan program penyelidikan, metoda pengeboran dan deskripsi log bor (Pd.T 03.1-2005-A), Vol.2 : Pengujian lapangan dan laboratorium (Pd.T 03.2-2005-A),

dan Vol.3 : Interpretasi hasil uji dan penyusunan laporan penyelidikan geoteknik (Pd.T 03.3-2005-A), Kep.Men. Pekerjaan Umum No.:498/KPTS/M/2005, Jakarta, tgl.22 Nov. 2005.

Laporan-laporan Tugas Akhir Mahasiswa Sipil Polban, Tahun 2010 dan 2011.