

Hubungan Koefisien Konsolidasi arah Vertikal (C_v) dan Horizontal (C_h) Pada Tanah Marine Clay

(studi kasus : Kawasan Industri Terboyo - Semarang Utara)

Penulis : Daniel Hartanto

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Konsolidasi adalah suatu proses berkurangnya volume atau berkurangnya rongga pori dari tanah jenuh yang berpermeabilitas rendah akibat pembebanan, dimana prosesnya dipengaruhi oleh kecepatan terperasnya air pori keluar dari rongga tanahnya.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh hubungan antara koefisien konsolidasi arah horizontal dan vertikal

Ruang Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian adalah tanah tak terganggu (undisturb sample) diambil sekitar pantai di daerah Kawasan Industri Terboyo - Semarang Utara

Kedalaman pengambilan sampel adalah 2 meter

Alat uji laboratorium yang dipakai adalah oedometer test

2. Tinjauan Pustaka

Teori Konsolidasi

Bila suatu lapisan tanah jenuh yang kemampuan tanah dalam meloloskan air (*permeabilitas*) rendah di beri beban, maka tekanan air pori dalam tanah tersebut akan segera bertambah. Perbedaan tekanan air pori pada lapisan tanah, berakibat air mengalir ke lapisan tanah dengan tekanan air pori yang lebih rendah, yang diikuti penurunan tanahnya. Karena *permeabilitas* tanah yang rendah proses ini membutuhkan waktu. Konsolidasi adalah proses berkurangnya rongga pori dari tanah jenuh yang berpermeabilitas rendah akibat pembebanan. Proses terjadinya dipengaruhi oleh kecepatan “ terperasnya “ air pori keluar dari rongga tanahnya.

Koefisien Konsolidasi Arah Vertikal (C_v)

Kecepatan penurunan dihitung dengan menggunakan koefisien konsolidasi. Kecepatan penurunan perlu diperhitungkan bila penurunan konsolidasi yang terjadi pada suatu struktur diperkirakan sangat besar. Derajat konsolidasi pada sembarang waktunya, dapat ditentukan dengan menggambarkan grafik penurunan (s) vs waktu (t) untuk satu beban tertentu yang diterapkan pada alat *oedometer*. Dengan mengukur penurunan total pada akhir fase konsolidasi. Kemudian dari data penurunan dan waktunya, sembarang waktu yang menghubungkan dengan derajat konsolidasi rata – rata tertentu (misalnya $U = 50\%$) ditentukan. Walaupun fase konsolidasi telah berakhir, yaitu ketika tekanan air porinya telah nol, benda uji di dalam alat oedometer masih terus mengalami penurunan akibat konsolidasi sekunder. Karena itu, tekanan air pori mungkin perlu diukur selama proses pembebanannya atau suatu interpretasi data penurunan dan waktu harus dibuat untuk menentukan kapan konsolidasi telah selesai.

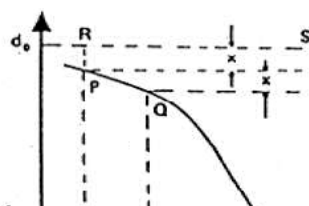
Jika sejumlah kecil udara terhisap masuk dalam air pori akibat penurunan tekanan pori dari lokasi aslinya di lapangan, kemungkinan terdapat juga penurunan yang berlangsung cepat, yang bukan bagian dari proses konsolidasi. Karena itu, tinggi awal atau kondisi sebelum adanya penurunan saat permulaan proses konsolidasi juga harus diinterpretasikan.

Metode *Log – Time Fitting Method*

Prosedur untuk menentukan nilai koefisien konsolidasi C_v diberikan oleh Casagrande dan Fadum (1940).

$$C_v = \frac{0.197H^2}{t_{50}} \dots\dots\dots (2.1)$$

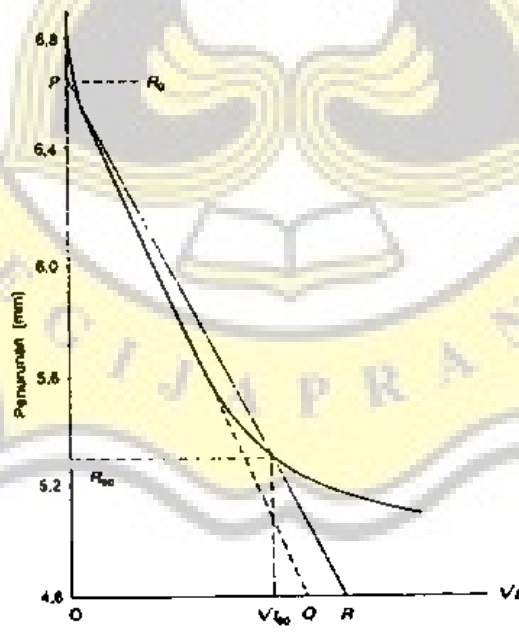
Pada pengujian konsolidasi dengan drainasi atas dan bawah (*double drained*), nilai H diambil setengah dari tebal rata – rata benda uji pada beban tertentu.



**Gambar 1: Metode log Fitting Method
(Casagrande , 1940)**

Metode Square Root of Time Method

Grafik yang perlu disiapkan adalah hubungan akar dari waktu vs penurunannya (gambar 2).
kurva teoritis yang terbentuk , biasanya linier sampai dengan kira – kira 60 % konsolidasi.



(Taylor, 1948)

Karakteristik cara akar waktu ini, yaitu dengan menentukan U=90% konsolidasi di mana pada U=90%, absis OR akan sama dengan 1.15 kali absis OQ.

konsolidasi C_v diberikan persamaan :

$$C_v = \frac{0.848H_t^2}{t_{90}} \dots\dots\dots (2.2)$$

Jika akan menghitung batas konsolidasi primer ($U=100\%$), titik R_{100} pada kurva dapat diperoleh dengan mempertimbangkan menurut perbandingan kedudukannya.

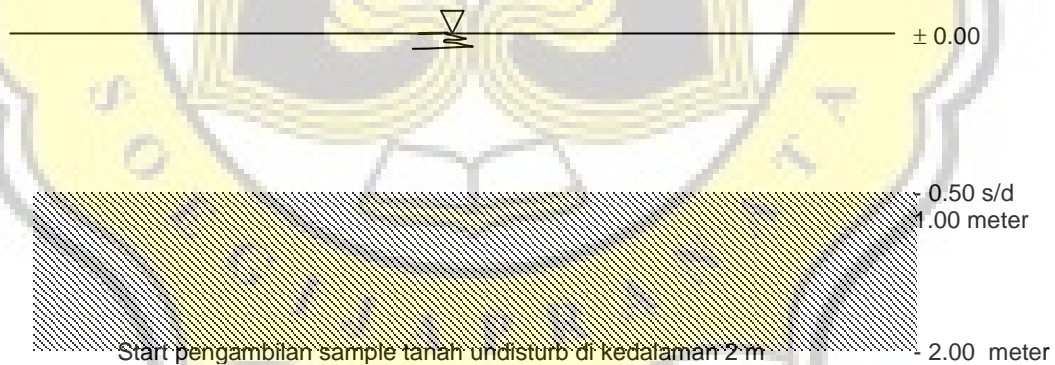
Seperti dalam penggambaran kurva log-waktu, gambar kurva akar waktu yang terjadi memanjang melampaui titik 100 % ke dalam daerah konsolidasi sekunder. Metode akar waktu membutuhkan pembacaan penurunan (kompresi) dalam periode waktu yang lebih pendek dibandingkan dengan metode log – waktu. Tetapi kedudukan garis lurus tidak selalu diperoleh dari penggambaran metode akar – waktu.

3.1. Pengambilan tanah tak terganggu (*undisturb sample*)

Tanah yang akan diuji dengan alat oedometer test, adalah tanah tak terganggu. Sampel tak terganggu ini mengambilnya dengan menggunakan tabung undisturb sampling.

Tanah undisturb direncanakan 5 tabung undisturb dengan kedalaman yang sama sekitar ± 3.00 m dari permukaan tanah.

Kondisi tanah asli berada – (0.50 – 1.00) m di bawah muka air tanah , kondisi sample undisturb adalah jenuh air (*full saturated*).



Gambar 3 : Sket Lapisan Tanah Undisturb di Lapangan

Proses pengambilan tanah dilakukan dengan jalan para pekerja harus berendam sambil membawa tabung undisturb dan cangkul.

Peralatan yang dibutuhkan antara lain :

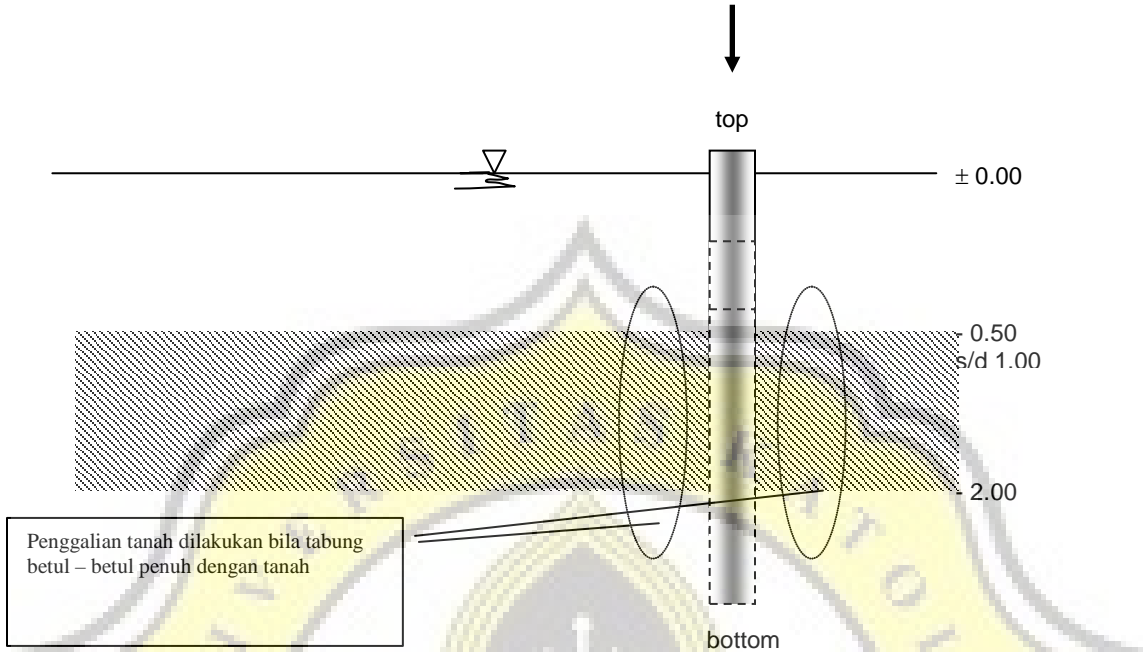
1. Cangkul, untuk membantu pengambilan sampel tanah

2. Karung plastik / karung beras @ 25 kg, sebagai tempat menyimpan sementara sampel tanah dari lapangan ke laboratorium
3. Cetok, untuk membantu membersihkan permukaan tanah yang akan diambil sebagai sampel
4. Tabung undisturb, tabung yang berisi tanah tak terganggu
5. parafin, sebagai penutup bibir tabung undisturb sehingga kadar air tanah dan kondisi tanah tidak rusak oleh udara sekitar
6. kompor gas, kompor yang dipakai untuk melelehkan parafin padat

Jumlah pekerja : 4 orang, 3 orang untuk proses pengambilan di lokasi dan dibantu 1 orang laboran/ petugas laboratorium untuk pengawasan dan membantu dalam penanganan sample tanah

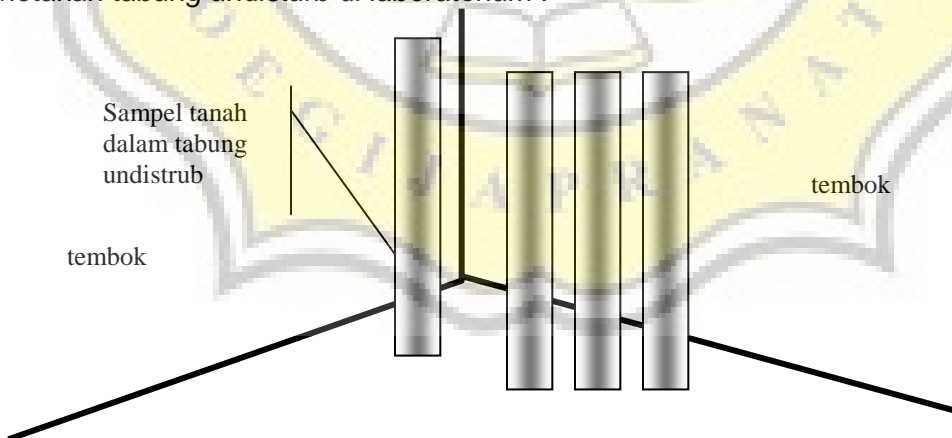
Sample Undisturb.

- a) Tabung undisturb disiapkan , dibersihkan bagian dalamnya
- b) Tabung ditekan masuk dalam tanah secara vertikal
- c) Kemudian ditekan perlahan – lahan sampai seluruh tabung terbenam
- d) Dengan bantuan cangkul, kita gali tanah di sekitar tabung tersebut
- e) Dengan bantuan tangan, kita menutup bagian bawah tabung kemudian di angkat ke atas
- f) Tabung diberi tanda atau label
- g) Kita mencairkan parafin yang nantinya dituangkan ke dalam mulut tabung atas dan bawah



Gambar 4 : Sket Cara Pengambilan Tanah Undisturb di Lapangan

Perletakan tabung undisturb di laboratorium :

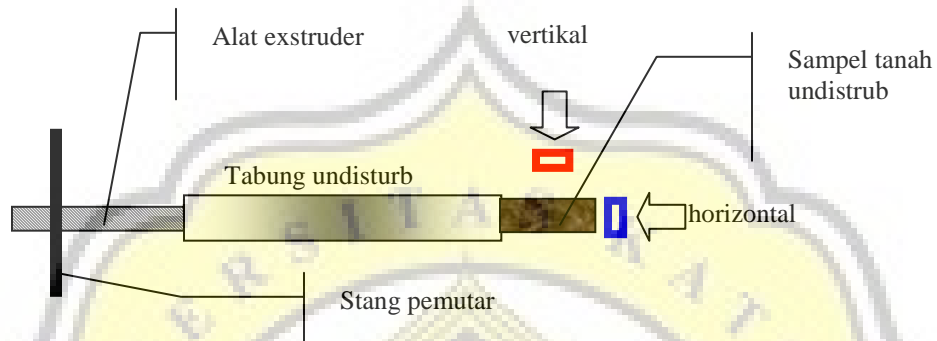


Gambar 5 : Perlakuan Sampel Tanah Undisturb di Laboratorium



Di letakan secara berjarak vertikal

3.2. Prosedur uji Oedometer

1. Ukur tinggi, diameter dan berat ring konsolidasi,
2. cetak tanah dalam ring konsolidasi dengan bantuan alat ekstruder ada dua macam cara yaitu :



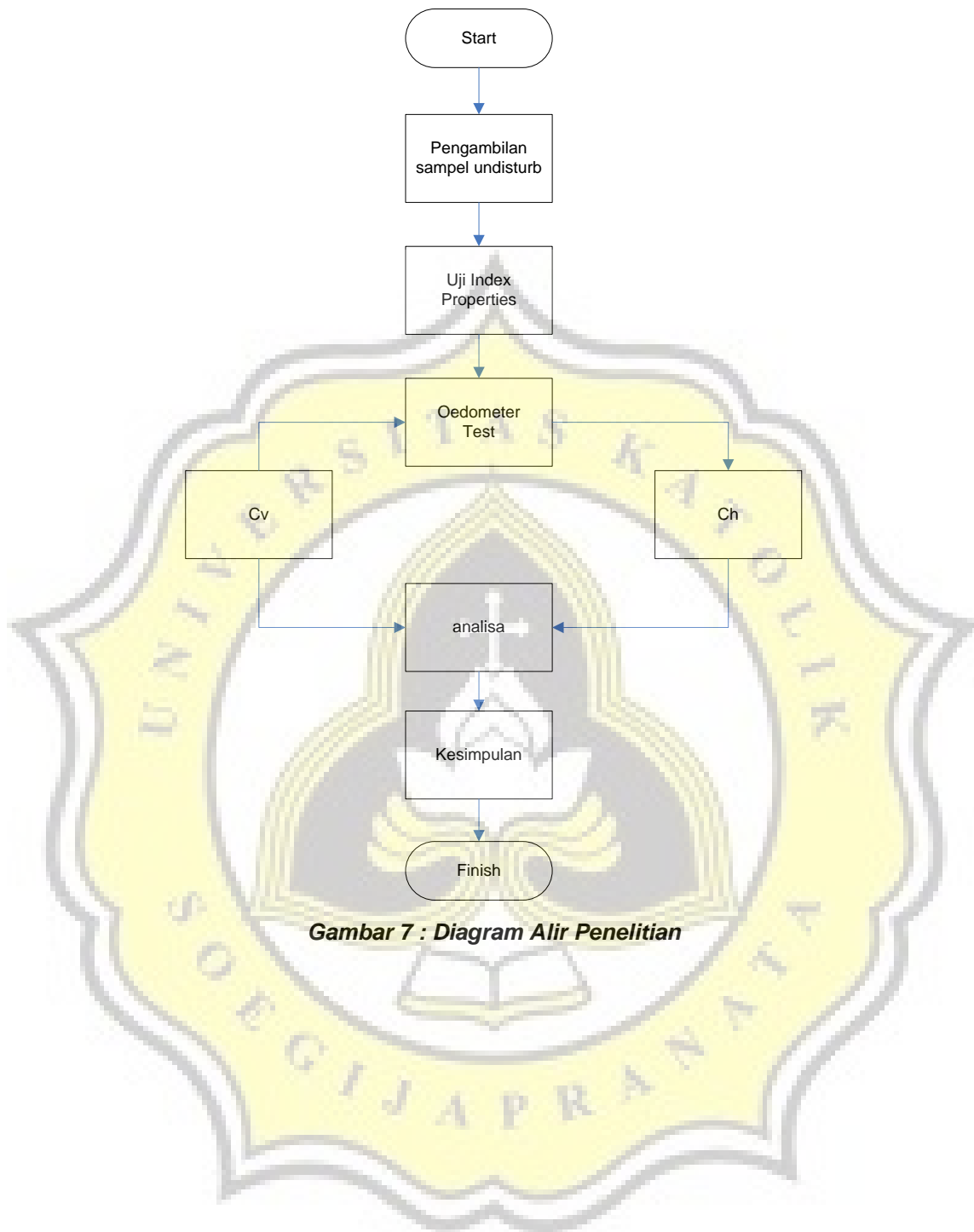
Catatan :

-  = Sampel uji yang dipakai untuk menghitung C_h
-  = Sampel uji yang dipakai untuk menghitung C_v

Gambar 6 : Proses Pencetakan Sampel Oedometer Test dengan Alat Extruder di Laboratorium

3. tanah dan ring ditimbang,
4. tempatkan batu pori pada bagian atas dan bawah ring yang terlebih dahulu di beri kertas saring kemudian masukan dalam sel oedometer,
5. pasang plat penumpu di atas batu pori,
6. atur kedudukan dial gauge sehingga mudah dibaca,
7. pasang beban 0,25 kg, 0,5 kg dan seterusnya, tiap beban bekerja 24 jam,
8. setelah pembacaan akhir dicatat keluarkan sampel tanah dari ring dari sel kemudian ambil batu pori,
9. timbang sampel tanah dan ring cari kadar airnya.

3.2. Diagram alir :



Gambar 7 : Diagram Alir Penelitian

4. Hasil Pengujian Index properties

Pengujian Index properties tanah yang dilakukan di laboratorium meliputi uji kadar air (*water content*), *specific gravity* (Gs) dan berat jenis tanah. Pengujian sampel tanah untuk kedalaman 2 meter dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1 : Hasil Uji Index Properties

Kedalaman sampel tanah	2 m
Sample ID	Cs1
Index Properties	
Water content, w_n (%)	44.50
Specific Gravity, Gs	2.20
γ_{sat} (t/m^3)	1.61
γ_{dry} (t/m^3)	1.11
Porosity, n	0.49
Void ratio, e	0.98
Jenis tanah	Marine Clay, very Soft

Tabel 4.1 diatas menunjukkan bahwa jenis tanah pada kedalaman 2 meter dapat dinyatakan homogen yaitu jenis *marine clay, very soft*.

5. Hasil Uji Oedometer

Total sampel tanah yang dipakai untuk penelitian ini adalah 10 sampel, terdiri dari 5 uji tiap kedalaman. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan uji oedometer adalah 45 hari. Pengujian dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah milih Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Dalam mencari C_v dan C_h , diperlukan 2 metode grafis yaitu metode Log fitting dan Metode Square Root Fitting.

Analisa yang dipakai untuk mencari hubungan antara C_v dan C_h dengan langkah – langkah sebagai berikut : hasil perhitungan C_v dan C_h pada masing – masing kedalaman diplot ke dalam grafik. Sumbu x adalah C_h dan Sumbu y adalah C_v . Data – data hasil C_v dan C_h dicari hubungannya dengan meregresi secara linier. Persamaan garis regresi dari masing masing

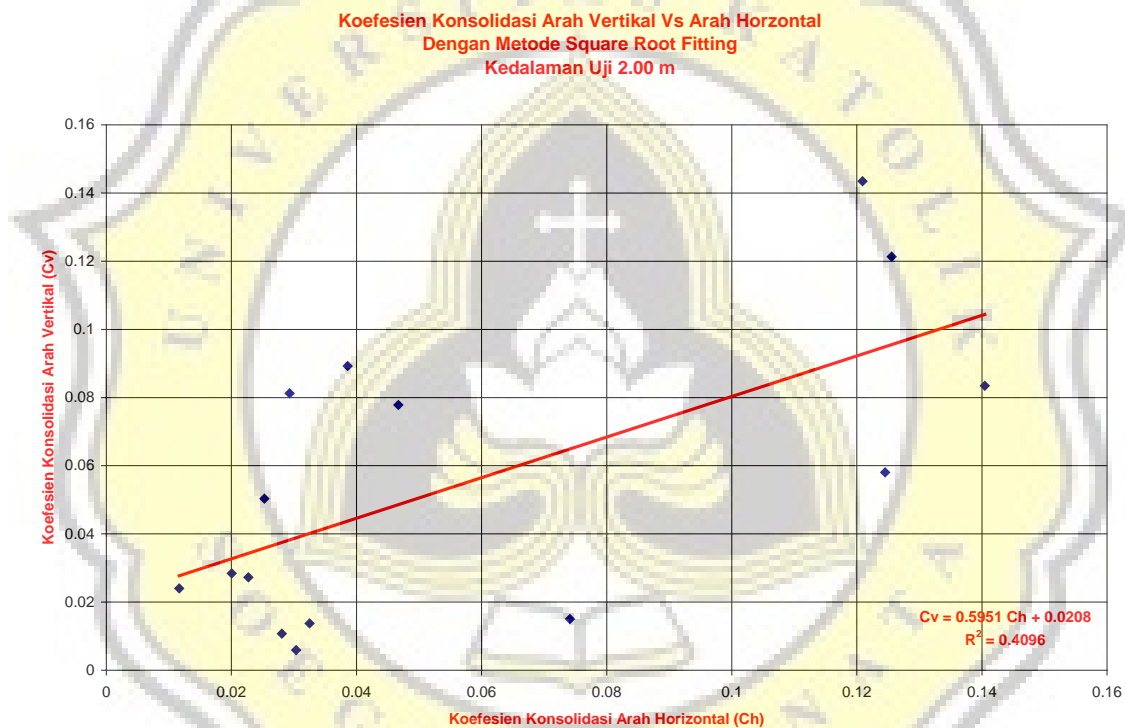
5.1. Interpretasi Hubungan C_v dan C_h

5.1.1. Koefisien Konsolidasi dengan Metode Square Root of Time

Sebelum melakukan analisa, hasil pembacaan dial oedometer diplot pada grafik semi log . Grafik ini merupakan hubungan akar dari waktu versus penurunannya sebagai contoh dapat dilihat pada gambar 2.12 . Kurva teoritis yang terbentuk umumnya linier sampai dengan kira – kira 60 % konsolidasi.

Mengacu pada persamaan (2.2) , $C_v = \frac{0.848H_t^2}{t_{90}}$, maka data – data koefisien konsolidasi

diplot dalam 2 (dua) sumbu x dan sumbu y . Sumbu x mewakili C_v sedangkan sumbu y mewakili C_h , plotting data – data dapat dilihat lihat gambar 4.1



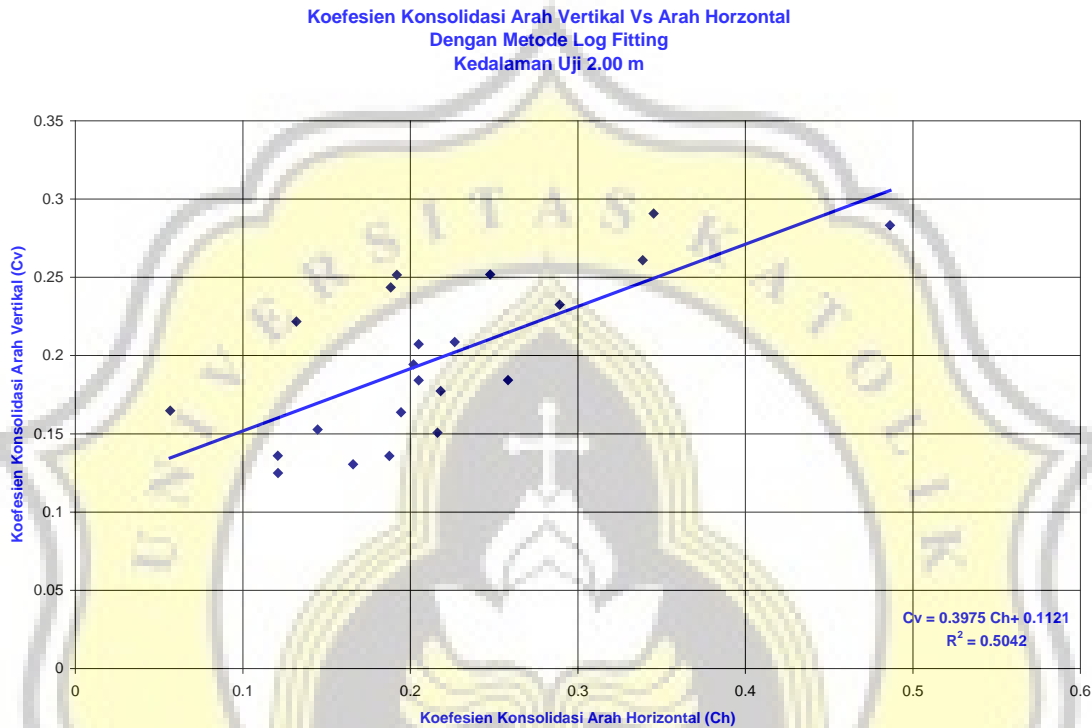
Gambar 4.1 : Hubungan C_v dan C_h Dengan Metode Square Root of Time Pada Kedalaman 2 meter

Persamaan linier yang didapat adalah :

$$C_v = 0.5951C_h + 0.0208$$

5.1.2. Koefisien Konsolidasi dengan Metode Log – Time Fitting

Mengacu pada persamaan (2.2) , $C_v = \frac{0.197H^2_t}{t_{50}}$, maka data – data koefesien konsolidasi diplot dalam 2 (dua) sumbu x dan sumbu y. Sumbu x mewakili C_v sedangkan sumbu y mewakili C_h , plotting data – data dapat dilihat lihat gambar 4.2



Gambar 4.2 : Hubungan C_v dan C_h Dengan Metode Log – Time Fitting Pada Kedalaman 2 meter

Persamaan linier yang didapat adalah :

$$C_v = 0.3975C_h + 0.1121$$

6. Kesimpulan

1. Hubungan antara C_v dan C_h pada tanah Marine Clay kedalaman 2 meter dapat ditulis sebagai persamaan linier sebagai berikut :
 $C_v = 0.5951C_h + 0.0208$ dengan metode Square Fitting dan $C_v = 0.3975C_h + 0.1121$ dengan metode Log Fitting
2. Metode Log Fitting dan Metode Square Root Fitting mempunyai sedikit perbedaan dalam menampilkan hasil analisisnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bowles, J.E., *Foundation Analysis And Design*, McGraw-Hill, New York, 1983.
2. Das, B. M., *Advanced Soil Mechanics*, McGraw-Hill, New York, 1983.
3. Das, B. M., *Mekanika Tanah (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 1 , Penerbit Erlangga, 4th ed, 1995.
4. Das, B. M., *Mekanika Tanah (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 2 , Penerbit Erlangga, 4th ed, 1995.
5. Das, B. M., *Principles of Geotechnical Engineering*, 4th ed., International Thomson Publishing, 1998.
6. Hary Christiady H., *Mekanika Tanah 1*, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1992.
7. Hary Christiady H., *Mekanika Tanah 2*, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1992.
8. Holtz, R.D. and Kovacs, W.D., *An Introduction To Geotechnical Engineering*, Prentice Hall, New Jersey, 1981.
9. Rahardjo P.P., *Karakteristik Lempung Marina*, Seminar Geoteknik Foundation Design & Improvement Techniques In Difficult Ground – Testana Enginnering, Inc, Surabaya, 1996
10. Rahardjo P.P. dan Salim, El Fie., *Interprestasi Tanah Lempung Lembek Berdasarkan Uji Piezocone*, GEC, UNPAR, Bandung, 1998

