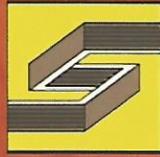


Organize by:



*Prosiding*

# SEMINAR NASIONAL

**HIMPUNAN AHLI TEKNIK TANAH INDONESIA - HATTI**  
*Indonesia Society For Geotechnical Engineering - ISGE*  
**KOMDA SUMUT 2015**

*"Tantangan Geoteknik, Solusi dan Inovasi dalam  
Pembangunan Konstruksi Besar di Indonesia"*



Santika Premiere Dyandra Hotel & Convention, Medan  
Sabtu, 17 Oktober 2015

Editor:

Ir. Rudi Iskandar, MT  
Ir. Syiril Erwin, MT  
Yetty Saragih, ST., MT  
Rahmi Karolina, ST., MT  
Safiatun Siregar, ST., MT

**Prosiding**

# **SEMINAR NASIONAL HATTI**

**“Tantangan Geoteknik, Solusi dan Inovasi dalam  
Pembangunan Konstruksi Besar di Indonesia”**

Santika Premiere Dyandra Hotel & Convention, Medan 17 Oktober 2015

Editor :

Ir. Rudi Iskandar, MT

Ir. Syiril Erwin, MT

Yetty Saragih, ST., MT

Rahmi Karolina, ST., MT

Safiatun Siregar, ST., MT

**USU Press**

*Art Design, Publishing & Printing*

Gedung F, Pusat Sistem Informasi (PSI) Kampus USU

Jl. Universitas No. 9

Medan 20155, Indonesia

Telp. 061-8213737; Fax 061-8213737

usupress.usu.ac.id

© USU Press 2015

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang; dilarang memperbanyak menyalin, merekam sebagian atau seluruh bagian buku ini dalam bahasa atau bentuk apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

ISBN 979 458 827 X

*Perpustakaan Nasional Katalog Dalam Terbitan (KDT)*

*Prosiding Seminar Nasional HATTI: Tantangan Geoteknik, Solusi dan Inovasi dalam Pembangunan Konstruksi Besar di Indonesia / Editor: Rudi Iskandar, [et.al.] – Medan: USU Press, 2015*

vii, 184 p.: illus.; 29 cm

ISBN: 979-458-827-X

1. Geoteknik
  2. Pembangunan Konstruksi
- I. Judul

Dicetak di Medan, Indonesia

## DAFTAR ISI

SAMBUTAN KETUA UMUM .....	iii
KATA SAMBUTAN KETUA HATTI KOMDA SUMATERA UTARA .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi

### *Pembicara*

ADVANCED VACUUM CONSOLIDATION METHOD & APPLICATION Yu Liu.....	3
TANTANGAN AHLI GEOTEKNIK DALAM PERANCANGAN ANJUNG MINYAK LEPAS PANTAI Indra S. H. Harahap.....	10

### *Pemakalah*

KUAT TEKAN BERDASARKAN <i>HAMMER TEST</i> DAN <i>COMPRESSION TEST</i> PADA BENDA UJI SILINDER Johan Oberlyn Simanjuntak, ST. MT, Tiurma Elita Saragi, ST. MT.....	35
ANALISA HUJAN DAN DEBIT DI SUNGAI DELI PADA KAWASAN KECAMATAN MEDAN MAIMUN Anisah Lukman, Jupriah Sarifah dan Rumilla Harahap.....	44
PERENCANAAN CAMPURAN BETON SELF COMPACTED CONCRETE UNTUK PEKERJAAN PENGECORAN TIANG BOR (BORED PILE) Muhammad Husin Gultom, Berlin Tampubolon dan Rahmi Karolina .....	51
PERBANDINGAN DAYA DUKUNG AKSIAL TIANG PANCANG TUNGGAL BERDASARKAN DATA SONDIR DAN DATA STANDARD PENETRATION TEST Immanuel Panusunan Tua Panggabean, Valentana Ardian Tarigan. ....	56
INTERPRETASI HASIL PENYELIDIKAN TANAH DALAM PENENTUAN KEBUTUHAN TIANG PANCANG Binsar Silitonga.....	62
MEMBANDINGKAN PERILAKU TANAH DRAINED DAN UNDRAINED DENGAN <i>CRITICAL STATE SOIL MODEL (CSSM)</i> Ika Puji Hastuty.....	68
KEBERADAAN AIR BAWAH TANAH BERDASARKAN INTERPRETASI METODE GEOLISTRIK Samsuardi Batubara.....	75
WAKTU TUMBUK ENERGI LISTRIK, MEMADATKAN TANAH LEMPUNG PENGANTI PENUMBUK STANDAR, AGAR BERAT ISI KERING MAKSIMUM, KADAR AIR OPTIMUM DICAPAI Ependi Napitu .....	82

PENGGUNAAN INSTRUMEN GEOTEKNIK PADA GROUND TREATMENT PEMBANGUNAN APRON DAN TAXY WAY BANDARA MEDAN BARU Syiril Erwin, Junieli Mendrofa, Rudi Iskandar .....	90
PERILAKU FONDASI DI ATAS TANAH GAMBUT DENGAN PERKUATAN GRID BAMBU Aazokhi Waruwu, Rika Deni Susanti, Lamsoh C. Gajah Manik .....	103
TANAH MERAH SEBAGAI TIMBUNAN PADA PEMBANGUNAN TUBUH BAAN UNTUK JALUR GANDA KERETA API SEPANJANG 15 KM ANTARA MEDAN – ARASKABU SUMATERA UTARA Johan Oberlyn Simanjuntak, Diana Suita, Semangat M.T Debataraja.....	112
STUDI CAMPURAN KAPUR PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP PERMEABILITAS Abdul Jalil, Hajjul Fajrina .....	129
PENINGKATAN DAYA DUKUNG FONDASI DI ATAS TANAH GAMBUT AKIBAT <i>PRELOADING</i> Maulana AR, Cut Nuri Badariah, Hendra Gunawan Hutauruk .....	135
ANALISIS DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN TIANG BOR TUNGGAL DIAMETER 0,80 M DENGAN MENGGUNAKAN MODEL TANAH <i>SOFT SOIL</i> DAN <i>MOHR- COULOMB</i> PADA PROYEK HOTEL SAPADIA MEDAN Sanjaya Aryatnie .....	141
PERBANDINGAN NILAI DAYA DUKUNG TIANG PANCANG DIA 600 MM BERDASARKAN HASIL PENGUJIAN KALENDERING DAN PEMANCANGAN JACKING PILE PADA PROYEK JALAN TOL MEDAN BINJAI (SEKSI 3) Berlin Tampubolon, Yetty Saragi.....	153
APLIKASI GEOSINTETIK SEBAGAI LAPIS PERKUATAN SUBGRADE PADA KONSTRUKSI JALAN PT Tetrasa Geosinindo .....	159

## STUDI CAMPURAN KAPUR PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP PERMEABILITAS

**Abdul Jalil<sup>1</sup>, Hajjul Fajrina<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Program Studi Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh, Jl. Kampus Reuleut - Aceh Utara*  
*Email: jalilgeo@yahoo.com*

<sup>2</sup>*Program Studi Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh, Jl. Kampus Reuleut - Aceh Utara*  
*Email: hajjul\_fajrina@yahoo.com*

### ABSTRAK

Tanah lempung Desa Cot Girek Kec. Muara Dua Aceh Utara cenderung tidak stabil karena sering mengalami kelongsoran bila musim hujan. Untuk memperbaikinya makadilakukan stabilisasi dengan kapur dolomit  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  yang dapat meningkatkan kepadatannya. Tujuan pencampuran ini adalah meningkatkan kuat geser tanah dan usaha memperkecil nilai  $k$  (koefisien permeabilitas). Benda uji meliputi tanah tak terganggu dan terganggu yang diambil di lokasi lereng Cot Girek Kec. Muara Dua. Uji kuat geser dengan Triaksial dan rembesan dengan uji permeabilitas constant head. Variasi kapur dalam stabilisasi tanah dengan persentase kapur 5%, 7,5%, dan 10%. Untuk mencapai kepadatan maksimum tanah ini dipadatkan dengan kadar air optimum 18 %, dan density sebesar  $1,63 \text{ gr/cm}^3$ . Pada pengujian triaksial diketahui kuat geser tanah asli  $C = 0,30 \text{ kg/cm}^2$  dan sudut geser dalam tanah ( $\phi$ )  $10^\circ$ . Sehingga untuk usaha perbaikan tanah lereng ini dapat dilakukan campuran kapur maksimum 10 % pada tanah lempung ini. Nilai Permeabilitas pada 10% kapur menjadi kecil sebesar  $1,525 \times 10^{-6} \text{ cm/det}$  sedangkan untuk kondisi tanah asli sebesar  $2,4 \times 10^{-5} \text{ cm/det}$ .

**Kata kunci:** Tanah lempung, kapur dolomit, Permeabilitas.

### 1. PENDAHULUAN

Sebelum suatu struktur dibangun hendaknya dilakukan penyelidikan tanah. Penyelidikan tanah ini sangatlah penting mengingat keamanan struktur di atasnya. Karakteristik tanah di suatu daerah dengan daerah lain sangat beragam. Contohnya tanah di Desa Cot Girek Kandang Kec. Muara Dua Aceh Utara. Kondisi tanah di daerah tersebut sering mengalami kelongsoran, sehingga tidak memungkinkan membangun suatu struktur di atasnya. Namun, ada beberapa cara yang digunakan untuk menstabilisasi tanah, di antaranya : menstabilisasi dengan cara kimia, yaitu dengan menambahkan bahan kimia (Muhammad Jafri, 2012). Salah satu penstabilan pada tanah lempung yang bermasalah adalah dengan menambah kapur jenis kapur dolomit. Tanah lempung berat adalah tanah yang paling sesuai dengan stabilisasi ini karena kapur akan segera bereaksi membentuk suatu struktur campuran yang stabil sehingga mudah dikerjakan dan dipadatkan. agregat (butir) tanah dan ruang antar agregat. Tanah tersusun dari tiga fase, yaitu fase padat, fase cair dan fase gas. Salah satu jenis tanah yang mudah ditemukan adalah tanah lempung yang merupakan partikel mineral yang berkerangka dasar silikat. Pada dasarnya tanah lempung mempunyai nilai permeabilitas yang relative kecil yaitu kurang dari  $10^{-6} \text{ cm/det}$ .



Gambar 1.1 Lereng Bukit Lokasi Penelitian Kec. Muara Dua Aceh Utara

Dilihat dari kondisi lereng seperti gambar 1.1 pada musim hujan lereng tersebut sering mengalami kelongsoran tergantung lamanya waktu turun hujan. Hal ini membuktikan bahwa tanah tersebut memiliki nilai k yang besar dengan sudut geser ( $\phi$ ) sebesar  $10^\circ$  dan kohesi ( $C$ ) =  $0,3 \text{ kg/cm}^2$ . Oleh karena itu untuk meningkatkan kekuatan pada lereng dilakukan perbaikan tanah yaitu dengan menambahkan kapur sebesar 5%, 7,5% dan 10%. Pada penelitian ini tanah lempung juga akan diuji permeabilitasnya dengan campuran kapur. Kapur yang akan digunakan adalah kapur dolomite. Kapur dolomite lebih dipilih untuk konstruksi dan aplikasi produk bangunan karena kekerasannya dan kepadatannya meningkat.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Stabilisasi Tanah Lempung

*Bowles (1993)* mengemukakan bahwa penentuan jenis tanah atau klasifikasi tanah berdasarkan pemakaian lebih memadai bagi keperluan teknik. Hal ini disebabkan karena dasar klasifikasi memperhitungkan sifat- sifat fisis tanah disamping persentase ukuran butiran. Tanah dapat diklasifikasi secara umum sebagai tanah kohesif dan tanah tidak kohesif atau berbutir halus dan berbutir kasar. Karena itu metode yang paling umum digunakan sebagai dasar klasifikasi dalam mekanika tanah adalah sistem American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO) dan sistem klasifikasi Unified Soil Classification System (USCS) (juga ASTM). Kedua sistem tersebut mengelompokkan tanah berdasarkan distribusi ukuran butir dan batas- batas Atterberg.

Menurut *Mitchell (1976)*, partikel lempung berukuran sangat kecil (kurang dari  $0,002 \text{ mm}$ ), merupakan partikel aktif secara elektrokimia yang hanya dapat dilihat dengan mikroskop elektron. Tanah lempung disebut juga tanah kohesif, yaitu tanah dengan nilai kohesi (gaya tarik menarik antar partikel) tinggi, selain itu bersifat kembang susut, plastis yang umumnya dinyatakan dengan konsistensi tanah.

*R. F. Craig (1987)*, permukaan mineral lempung mengandung muatan listrik tambahan yang bersifat negative, terutama akibat substitusi isomorfosis dari atom- atom aluminium atau silicon oleh atom- atom dengan valensi yang lebih rendah.

### 2.2 Kapur Dolomit

Dolomit diberi nama oleh 130 mineralogy Perancis *Deodat de Dolomieu*. Dolomit mineral umumnya ditemukan dalam deposit dari batuan sedimen yang disebut *dolostone*. Ada dua jenis bahan yang sering disebut dolomite, sebuah kimia kalsium magnesium karbonat benar seragam dengan rumus kimia  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  dan kapurdolomitik, yang hanya campuran tidak teratur kalsium karbonat dan magnesium

Dolomit dipilih untuk konstruksi dan aplikasi produk bangunan yang disebabkan karena kekerasannya meningkat dan kepadatan. Aspal dan beton lebih memilih aplikasi dolomite sebagai pengisi karena kekuatan tinggi dan kekerasannya. Dolomit juga digunakan dalam beberapa aplikasi sebagai sumber magnesium seperti kaca dan pembuatan keramik, serta agen sintering dalam pembuatan pellet bijih besi dan sebagai agen fluks dalam pembuatan baja. Standart tentatif volume kapur untuk tanah berkerikil 2-5 %, untuk tanah lanau dan tanah lempung 4-8%, tanah lempung dengan debu vulkanis 6-10 %, sedang- sedang tanah kohesif 8-12%.

### 2.3 Permeabilitas

Permeabilitas adalah kemampuan tanah meloloskan air secara vertikal dan horizontal di dalam tanah melalui pori- pori tanah dalam keadaan jenuh yang dipengaruhi oleh beberapa faktor persatuan waktu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan parameter permeabilitas pada tanah berbutir kasar atau halus. Menurut Hukum Darcy faktor yang mempengaruhi permeabilitas adalah tekstur tanah, porositas, viskositas dan gravitasi. Pada setiap jenis tanah mempunyai permeabilitas yang berbeda- beda.

Untuk aliran satu dimensi pada lapisan tanah jenuh sempurna, digunakan rumus empiris Darcy:

$$q = A \cdot k \cdot i \text{ atau } v = \frac{q}{A} = k \cdot i \dots \dots \dots (2.1)$$

dimana:

$q$  = volume aliran air persatuan waktu ( $\text{cm}^3/\text{det}$ )

A = luas penampang yang dilewati air (cm<sup>2</sup>)

k = koefisien permeabilitas (cm/ det)

i = gradient hidrolik

v = kecepatan aliran (cm/ det)

Satuan koefisien permeabilitas sama dengan satuan kecepatan, yaitu m/detik.

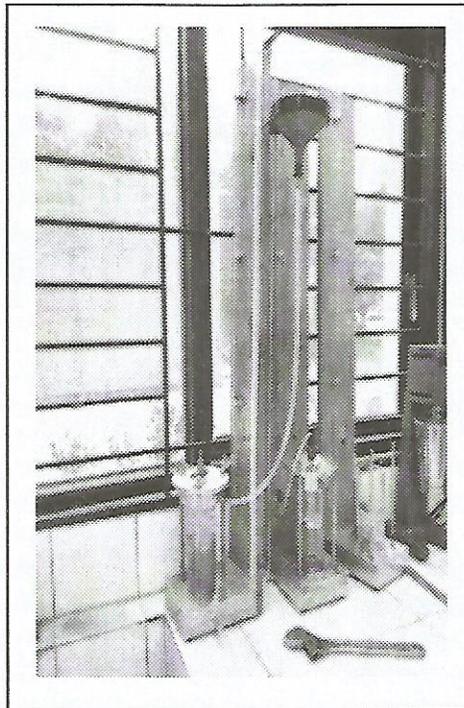
Secara garis besar, makin kecil ukuran partikel, makin kecil pula ukuran pori dan makin rendah koefisien permeabilitasnya. Nilai k dapat mencapai tak terhingga, contohnya nilai k untuk kerikil dapat mencapai 10 kali nilai k untuk lempung tak bercelah.

$$K = 10^{-2} D_{10}^2 (\text{m/det}) \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana  $D_{10}$  adalah ukuran efektif dalam mm.

Besarnya kecepatan rata- rata aliran air ke pori- pori tanah dapat dihitung dengan membagi volume aliran air persatuan waktu dengan rata- rata pori- pori ( $A_v$ ) pada potongan melintang normal terhadap arah aliran air. Kecepatan inidisebut kecepatan rembesan (seepage velocity;  $v'$ ).dengan demikian :

$$v' = \frac{ki}{n} \dots\dots\dots(2.3)$$



Gambar 2.1. Alat Uji Permeabilitas

**2.4 Uji Triaxial**

Menurut **Bowles**, uji triaksial dianggap sebagai suatu uji yang menghasilkan parameter-parameter dan data tegangan regangan yang terbaik (untuk  $E_s$ ,  $\mu$  dan  $G_s$ ). Uji triaxial berkaitan erat dengan kuat geser tanah atau tegangan geser. Tegangan geser yaitu gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh ;

- Kohesi tanah yang tergantung pada jenis tanah dan kepadatannya
- Gesekan antar butir – butir tanah

Sampel tanah dibungkus dengan karet tipis (membram) sehingga air tidak dapat keluar, kemudian dimasukkan kedalam silinder yang diberi air dan tekanan, sehingga air akan masuk kesegala arah ( $\sigma_3$ ). Dari atas sampel tanah ditekan dengan beban P yang berangsur-angsur dinaikkan, maka rumus uji triaksial di perlihatkan pada persamaan 2.20 :

$$\text{Maka : } \sigma_1 = \frac{P}{A} + \sigma_3 \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana: - P/A adalah tekanan deviator

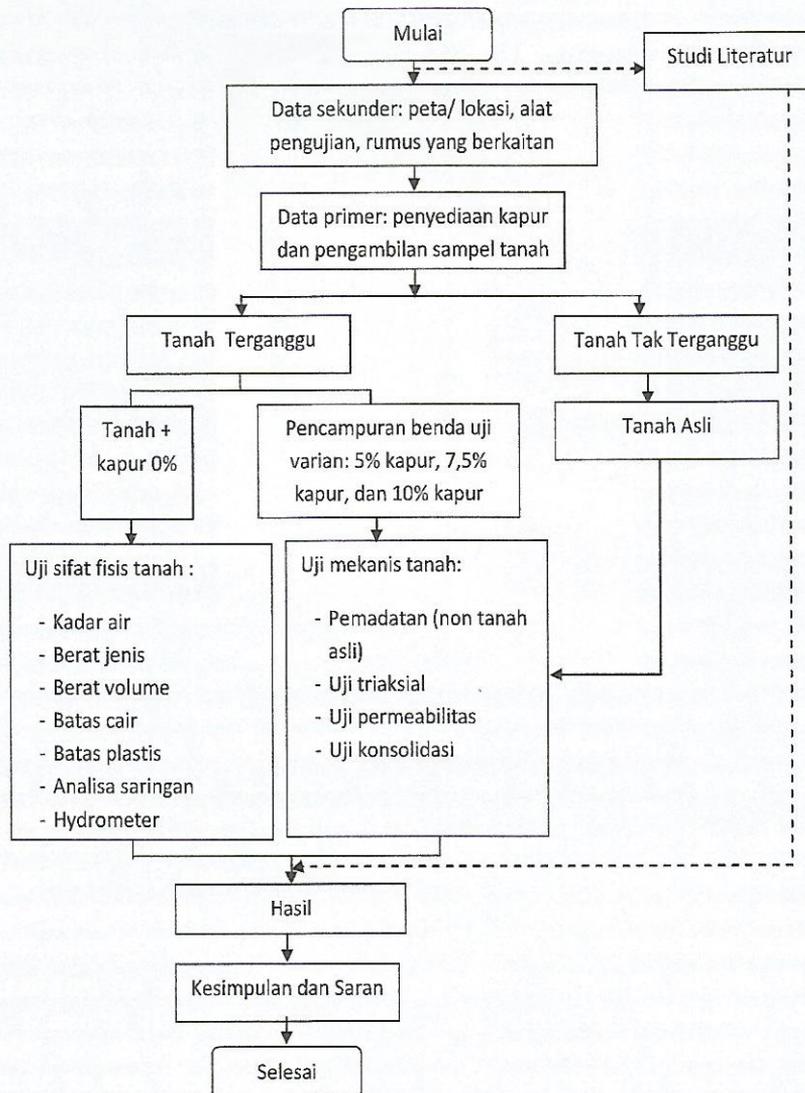
- $\sigma_3$  adalah tegangan sel dan besarnya konstan

Untuk mencari  $c$  dan  $\phi$  semua berdasarkan tekanan total dalam hal ini kran ditutup, sehingga air dalam tanah tidak dapat keluar. (*Undrained*) Beban  $P$  baru diberikan setelah  $\sigma_3$  bekerja, sehingga tidak memberikan kesempatan pada tanah berkonsolidasi (*Unconsolidated*).

### 3. METODE PENELITIAN

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah lempung yang sering mengalami kelongsoran di Desa Cot Girek Kandang Kec. Muara Dua Aceh Utara. Kapur yang digunakan adalah kapur dolomit yang banyak dijual di pasaran dengan presentase kapur adalah 5%, 7,5%, dan 10% dari berat tanah yang digunakan pada pemadatan proctor. Benda uji yang digunakan sebanyak 4 buah.

Pengujian yang dilakukan pada campuran tanah lempung dan persen kapur adalah pengujian sifat fisis; kadar air, berat jenis, Atterberg limit, analisa saringan, hydrometer dan sifat mekanis tanah; pemadatan, dan permeabilitas. Alat yang digunakan adalah satu set saringan standar, hydrometer, satu set alat ukur specific gravity, satu set alat uji batas Atterberg, alat pemadatan proctor standar, alat uji triaksial, alat uji permeabilitas dan alat uji konsolidasi (oedometer) serta alat bantu yang terdiri dari oven, neraca dengan ketelitian 0,01 gram. Gelas ukur 1000 ml, desikator, cawan dan piknometer.

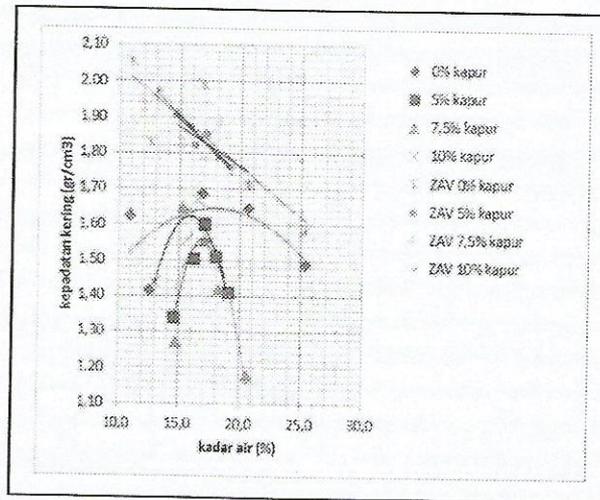


Gambar 3.1. Diagram Alir

**4. HASIL PENELITIAN**

Untuk pengujian sifat-sifat fisis tanah yaitu didapat nilai kadar air 14,48%, berat volume tanah basah  $1,83 \text{ gr/cm}^3$ , berat volume tanah kering  $1,60 \text{ gr/cm}^2$ , spesifik gravity 2,65, PI tanah + 0% kapur 5,2%; tanah+ 5% kapur 2,84%; tanah + 7,5% kapur 6,4% dan tanah + 10% kapur 9%. Pada analisa hidrometer menghasilkan nilai Cu 7,78 dan Cc 0,012.

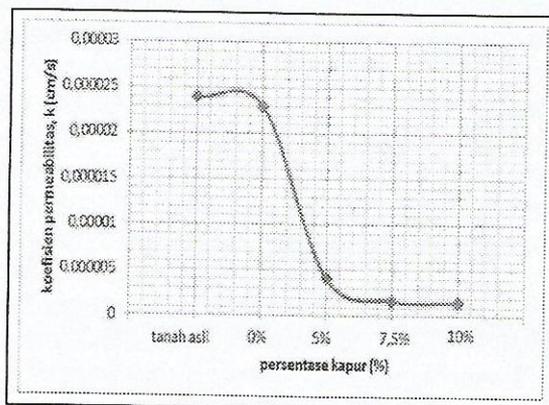
Pengujian sifat mekanis tanah terlebih dahulu dilakukan pengujian Standard Proctor pada tanah asli dan variasi campuran kapur.



Gambar 4.1 Grafik Gabungan Pemadatan Standart Proctor

Dari gambar4.1 diatas dapat dilihat bahwa semakin bertambah persentase kapur maka kadar air optimum semakin menurun. Pada 0% kapur kadar air optimum (W<sub>opt</sub>) sebesar 18% dan berat isi kering (γ<sub>d</sub>) sebesar  $1,63 \text{ gr/cm}^3$ . Pada campuran 5% kapur W<sub>opt</sub>) didapat sebesar 17,2% dan γ<sub>d</sub> adalah  $1,56 \text{ gr/cm}^3$ . Selanjutnya pada campuran 7,5% kapur menghasilkan W<sub>opt</sub> sebesar 16,9% dan γ<sub>d</sub> =  $1,58 \text{ gr/cm}^3$ . Untuk campuran 10% kapur diperoleh W<sub>opt</sub> sebesar 15,8% dan γ<sub>d</sub> adalah  $1,63 \text{ gr/cm}^3$ .

Dalam pengujian triaksial diperoleh sudut geser (ϕ) tanah asli sebesar 10° dan kohesi (C) sebesar  $0,3 \text{ kg/cm}^2$ . Dengan menambahkan kapur 5% sudut geser tanah (ϕ) menjadi 28° dan kohesi (C)  $0,62 \text{ kg/cm}^2$ . Pada tambahan 7,5% kapur sudut geser (ϕ) tanah menjadi 22° dan kohesi (C) sebesar  $0,2 \text{ kg/cm}^2$  sedangkan pada 10% kapur sudut geser (ϕ) tanah menjadi 0,75  $\text{kg/cm}^2$ .



Gambar 4.2 Kurva hubungan Koefisien Permeabilitas (k) dan Persentase Kapur

### 3. KESIMPULAN

Sifat fisis tanah ini dengan kadar air 14,48%, berat volume tanah basah  $1,83 \text{ gr/cm}^3$ , berat volume tanah kering  $1,60 \text{ gr/cm}^3$ ,  $G_s = 2,65$ . Batas cair tanah asli 30% setelah stabilisasi kapur 10% menurun 29,5%. Koefesien keseragaman  $C_u = 7,78$  cenderung baik sedangkan gradasinya  $C_c = 0,012$  cenderung buruk. Sehingga tanah ini menurut USCS dapat di golongkan ke dalam jenis tanah lanau dan lempung berlanau.

Kadar air optimum ( $W_{opt}$ ) tanah asli 18,0% dan pada campuran 10% kapur menjadi 15,8%. Diketahui dari uji kuat geser tanah asli  $C = 0,3 \text{ kg/cm}^2$  menjadi  $0,75 \text{ kg/cm}^2$  pada campuran 10% kapur.

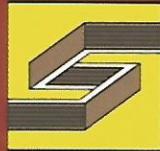
Pada pengujian permeabilitas dapat disimpulkan bahwa pada 10% campuran kapur maka nilai  $k$  semakin kecil, sehingga memungkinkan untuk menghindari terjadinya rembesan yang maksimal pada lereng Bukit Desa Cot Girek Aceh Utara.

### 4. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, ASTM (American Society for Testing and Materials) D2434- 68. 2006. *Standard Test Method for Permeability of Granular Soil (Constant Head)*. United States: IHS dibawah lisensi ASTM.
- Bowles, Joseph E. 1993. *Sifat- Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Edisi Kedua. Terjemahan: Johan K. Hainim. Jakarta: Erlangga.
- Craig, R. F. 1987. *Mekanika Tanah*. Edisi Keempat. Terjemahan: Budi Susilo. S. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M. 1998. *Mekanika Tanah (Prinsip- Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jilid 1. Terjemahan: Noor Endah dan Indrasurya B. Mochtar. Jakarta: Erlangga.
- Jafri, Muhammad. 2012. *Pengaruh Penambahan Clean Set Cement (C5-200) Pada Stabilitas Tanah Gambut Ditinjau Dari Nilai Permeabilitas*. Bandar Lampung. Jurnal Rekayasa Vol. 16 No 1.
- Widyanto, Bambang Eko, dkk. 2014. *Pengaruh Penambahan Kapur Pada Inti Bendung Terhadap Debit Rembesan*. Vol. 1. Universitas Pendidikan Indonesia.



**SEMINAR NASIONAL**  
**HIMPUNAN AHLI TEKNIK TANAH INDONESIA - HATTI**  
*Indonesia Society For Geotechnical Engineering - ISGE*  
**KOMDA SUMUT 2015**



TRANS SUMATERA



CV. BERKAH mandiri



PT. PUTRA BAJA DELI  
STEEL MILL



ISBN 979-458-827-X



9 789794 588277 9 0000