



ISBN 978-979-96668-8-8

**PERTEMUAN ILMIAH TAHUNAN XIV  
HIMPUNAN AHLI TEKNIK TANAH INDONESIA (HATTI)**

---

## **DEVELOPMENT OF GEOTECHNICAL ENGINEERING IN CIVIL WORKS AND GEO-ENVIRONMENT**

---

### **Editor**

Hary Christady Hardiyatmo  
Masyhur Irsyam  
Paulus P. Rahardjo  
SPR Wardani  
Hendra Jitno  
Widjojo A. Prakoso

---

### **Diselenggarakan atas kerjasama**

Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia (HATTI)  
dan Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik,  
Universitas Gadjah Mada

---

### **Didukung oleh**

PU dan LPJK



10 - 11 Februari 2011 Yogyakarta, Indonesia



## Daftar Isi

<b>Lembar Editor</b> .....	ii
<b>Kata Pengantar</b> .....	iii
<b>Susunan Panitia Pelaksana</b> .....	iv
<b>Daftar Isi</b> .....	v

### Keynote Papers

1. Development of Maximum Considered Earthquake for Earthquake Resistance Building Design in Indonesia <i>(Masyhur Irsyam, M. Asrurifak, M. Ridwan, Fahmi Aldiamar, I Wayan Sengara, Sri Widiyantoro, Wahyu Triyoso, Danny Hilman, Engkon Kertapati, Irwan Meilano, Suhardjono, Hendriyawan)</i> .....	1
2. Formulation of Ground Improvement Scheme for a Mega Project <i>(Kenny Yee, Serge Varaksin, Ryan Ade Setiawan)</i> .....	13
3. Geomechanical Evaluation of Slope Failure induced by Torrential Rains in Northern-Kyushu Area of Japan, July 2009 <i>(Noriyuki Yasufuku, Kiyonobu Kusama, Taizo Kobayashi)</i> .....	21
4. Coastal Dike Construction Methods and Case Histories <i>(Jian Chu, Shuwung Yan)</i> .....	31
5. Development of Undrained Dynamic-loading Ring-shear Apparatus and Its Application to Landslides in Japan and Indonesia <i>(Kyoji Sassa, Osamu Nagai, Teuku Faisal Fathani)</i> .....	37

### Selected Paper

1. Analisis Struktur Sistem Cakar Ayam Modifikasi yang Terletak pada Tanah-dasar Ekspansif – untuk Kasus Kenaikan Pelat Maksimum pada Bagian Pinggir <i>(Hary Christady Hardiyatmo)</i> .....	51
2. Perancangan Dinding Turap Bawah Air untuk Pendalaman Kolam Pelabuhan <i>(Widjojo A. Prakoso, Sjuhril A. Rahim)</i> .....	57
3. Analisa Perencanaan Pondasi Gabungan antara Pondasi Type Blok dan Pondasi Tiang Bor Penopang Mesin Giling <i>(Indra Nurijahjaningtyas)</i> .....	65
4. Penurunan Daya Dukung Tahanan Selimut Pondasi Tiang pada Tanah Ekspansif yang Mengalami Pembasahan <i>(Indarto, Imum Alwan)</i> .....	71
5. Predicting Residual Settlement Using Observational Methods <i>(Iyus Ruswandi, Nengah Yoga W)</i> .....	77
6. Performance of Batter Piles under Lateral Loads in Sand <i>(Fabian J. Manoppo)</i> .....	83

7. Keandalan Pondasi Tiang Pancang Tunggal Akibat Beban Lateral ( <i>Sjachrul Balamba, L. Manairongsong</i> ) .....	87
8. Case History: A Study on PDA vs Instrumented Static Load Test ( <i>Aksan Kawanda</i> ) .....	97
9. Pengaruh Perubahan Muka Air Tanah dan Terasering terhadap Stabilitas Lereng ( <i>I Gd Sastra Wibawa, I Wryan Redana, G N Wardana</i> ) .....	103
10. Kajian Geologi Penyebab Banjir Bandang di Wasior, Propinsi Papua Barat ( <i>Dwikorita Karnawati, Subagyo Pramumijoyo, Yusuf Suahey</i> ) .....	115
11. Pengaruh Air Tanah pada Studi Kasus Longsor di Desa Cicadas, Purwakarta, Jawa Barat ( <i>Cindarto Lie, Pramudya Heru</i> ) .....	123
12. Simulasi Luapan Lumpur Tanggul Penahan Lumpur Sidoarjo ( <i>Budijanto Widjaja, Siska Rustiani, Soerjadedi Sastraatmadja</i> ) .....	131
13. Penyelidikan Geoteknik dan Geofisika terhadap Longsor di Batuan Gunungapi Muda ( <i>Geotechnical and Geophysical Investigation of Landslide on Young Volcanic Rock</i> ) ( <i>Arief Rachmansyah, Adi Susilo, Suroso</i> ) .....	137
14. Prediction of Landslide Movement from Groundwater Level Change by Using Visco-plastic Modeling ( <i>Fikri Faris, Teuku Faisal Fathani</i> ) .....	145
15. Application of Unsaturated Soil Parameter in Slope Stability Analysis due to Rainfall ( <i>Ahmad Rifa'i, Luky Handoko, Kabul Basah Suryolelono</i> ) .....	153
16. Studi Aplikasi <i>Vacuum Preloading</i> sebagai Metode Alternatif Percepatan Proses Konsolidasi pada Tanah Lempung Lunak Jenuh Air (Trial GVS pada Perumahan Pantai Indah Kapuk – Jakarta) ( <i>Andryan Suhendra, Masyhur Irsyam</i> ) .....	161
17. Dynamic Compaction on Non-engineered Fill ( <i>Edmond Tan, Kenny Yee</i> ) .....	169
18. Pengaruh Penggunaan Perkuatan Tire Soil dan Anker terhadap Stabilitas Tanggul Sungai Bengawan Solo ( <i>Trihanyndio Rendy Satrya, Ria Asih Aryani Soemitro</i> ) .....	173
19. Practical Use of Clay Fills in Reinforced Soil Structures ( <i>Michael Dobie</i> ) .....	179
20. Pengaruh Penggunaan Bahan Geosintetis terhadap Nilai Kekuatan Tekan Bebas Tanah Gambut ( <i>Dumrizal Damoerin, Wiwik Rahayu, Ika Afrianto</i> ) .....	191
21. Analisis Peningkatan Nilai CBR pada Stabilisasi Lempung dengan Ca(OH) <sub>2</sub> ( <i>Suryanegara Dwipa RS, I Wayan Wiraga</i> ) .....	197
22. Sedimentation Characteristics and Changes of Water Quality due to Additional Materials in Ariake Creek Sediment ( <i>Steeva Gaily Rondonuwu, Fumiyoshi Kondo</i> ) .....	203



23. Failure of Geotextile Retaining Wall due to Lack of Soil Investigation and Uncertainty of Soil Stratification (Budijanto Widjaja, Dania Wardhani)	209
24. Volume Change Characteristics of Fractured Unsaturated Brittle Clay using Plane Strain Device (Miftahul Fauziah, Luthfi Hasan)	215
25. Matric Suction Measurement using Contact Filter Paper Method and Its Effect on Hydro-Mechanical Behavior of Unsaturated Soils (Ahmad Rifa'i, Luky Handoko, Sony Pramusandi)	221
26. Pengujian Karakteristik Resapan dengan Variasi Intensitas Curah Hujan, Tingkat Kepadatan, dan Gradasi Tanah (S.Hijraini Nur, I. Maricar, T. Tabah, A. Amaliah)	229
27. Simulasi Numerik Perilaku Bendungan Kedung Ombo pada Beban Seismik (Kresno Wikan Sudono, Bambang Suhendro, Ahmad Rifa'i)	237
28. Some Design Considerations of Liquefaction-Induced Instability in Pile Foundation (A Case Study at PI.TU Nagan Raya NAD) (Dedi Apriadi, Ananta Sofwan, David K. Sitio)	247
29. Analisis Dinamik Timbunan di Atas Tanah Lunak (Budi Prianto, Nengah Yoga W.)	257
30. Soil Stiffness For Jakarta Silty And Clayey Soils (Gouw Tjie-Liong, Hiasinta)	267
31. Padang Liquefaction Potential (Abdul Hakam)	273
32. Analisis Numerik untuk Studi Kasus Pergerakan Dinding Penahan Tanah Akibat Beban Harmonis di Pantai Indah Kapuk (Ali Iskandar, Sudioto Susilo, Agus Johan)	277
33. Wavelets Analysis on Seismic Surface Waves Measurement for Soil Dynamic Properties (Sri Atmaja P. Rosyidi)	283
34. Perencanaan Tiang Bchan Lateral dengan Menggunakan Data SPT (Design Lateral Loading Pile Based on SPT N Value Data) (Yulvi Zaika)	291
35. Perilaku Pull Out Elemen Perkuatan pada Sistem Dinding Penahan Tanah (Dandung Sri Harninto, Widjoyo A. Prakoso)	299
36. Aplikasi Algoritma Genetika (Genetic Algorithm) untuk Menentukan Daya Dukung dan Kedalaman Fiction Pile dengan Berbagai Konfigurasi Tiang Group (Suwarno)	309
37. Studi Eksperimental Lendutan Pelat yang Diperkuat Tiang-tiang Friksi Pendek pada Lempung Lunak (Anas Puri, Hary Christady Hardiyatmo, Bambang Suhendro, Ahmad Rifa'i)	317



38. Analisis Statis dan Dinamis Kapasitas Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Pancang: Studi Kasus Pemancangan Pondasi Tiang di Kalimantan Timur ( <i>Dayu Apoji, Endra Susila</i> ) .....	323
39. Behavior of Single Pile Subjected to Lateral Soil Movement due to Wall Supported Excavations ( <i>Andrianto H Nugroho, Widjojo A. Prakoso</i> ) .....	331
40. Studi Perbandingan <i>Prefabricated Drain</i> dan Ijuk Dibungkus Goni Sebagai Drainasi Vertikal ( <i>Sumiyati Gunawan</i> ) .....	339
41. Pengaruh Ukuran, Kedalaman, dan Spasi Perkuatan Geogrid – Geotekstil terhadap Daya Dukung Pondasi Telapak di atas Tanah Gambut ( <i>Soewignjo Agus Nugroho, Andy Hendri, Muhamad Yusa, Khairun Nizam, M. Tamimi</i> ) ...	347
42. Pengaruh Ijuk Terhadap <i>Soil Cement</i> ( <i>Priyo Suroso</i> ) .....	355
43. Bearing Capacity of Granular Soil Overlying Soft Clay Reinforced with Bamboo-Geotextile Composite ( <i>Anwar Khatib, Aminaton Marto</i> ) .....	359
44. Geosynthetic Application as Basal Reinforcement for Embankment over Soft Soil (Project Case History of projects in Australia and Malaysia) ( <i>Loh Wooi Chuan, Andryan Suhendra</i> ) .....	369
45. Klasifikasi Lempung Ekspansif Oebelo Kabupaten Kupang Menggunakan Metode Kombinasi ( <i>Elsy Elisabet Hangge, Elia Hunggurami</i> ) .....	375
46. Analisis Properties dan Daya Dukung Tanah untuk Pemilihan Jenis Pondasi yang Tepat pada Pembangunan Depo Gas di Pesanggaran Bali ( <i>I Wayan Wiraga, I Wayan Arya</i> ) .....	381
47. Pemetaan Geoteknik DAS Kapuas dan DAS Melawi di Kota Sintang Kalimantan Barat ( <i>Abubakar Alwi, Eka Priadi</i> ) .....	387
48. Pengukuran Modulus Elastik Lapisan Tanah Dasar Perkerasan Jalan Menggunakan Teknik FWD dan SASW ( <i>Sentot Hardwiyono, Sri Atmaja P. Rosyidi, Mohd. Raihan Taha</i> ) .....	397
49. Pemetaan Batimetri dan Submarine Geologi Secara Simultan dengan Menggunakan Ground Penetrating Radar (GPR) ( <i>T. A. Sunny</i> ) .....	407
50. Karakteristik Kuat Geser Tanah Pasir dengan Campuran Kapur dan Abu Sekam Padi ( <i>Agus Setyo Muntohar</i> ) .....	413
51. Aplikasi Geofom sebagai Material Timbunan di atas Tanah Lunak ( <i>Irpan Hidayat, Andryan Suhendra</i> ) .....	419



52. Efek Penambahan Semen, Kapur dan Pasir Terhadap Perilaku Kuat Geser dan Sifat Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif Kasus : Tanah Lempung Cikarang ( <i>Wiwik Rahayu</i> ) .....	427
53. Pengujian Kinerja Dolomite sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Dasar untuk Jalan ( <i>Dandung Novianto</i> ) .....	433
54. The Effect of Latex Polymer Additive in Strength of Clay Following 1 Day Curing Time ( <i>Ibrahim, Ahmad Rifai, Suryo Hapsoro Tri Utomo</i> ) .....	439
55. Effect of Smear on The Acceleration of Consolidation Process by Preloading and Vertical Drains ( <i>Nurly Gofar, Harnedi Maizir, Yang Eik Heinj</i> ) .....	447
56. Pemanfaatan Tailing dan Semen Portland Komposit pada Pembuatan Balok Bertulang <i>Self Compacting Concrete</i> ( <i>M.W. Tjaronge, Rudy Djamaluddin, Rahman Djamaluddin, Haryudi</i> ) .....	453
57. High-Temperature Geothermal Area and Its Challenges for Civil Engineering Works ( <i>Pri Utami</i> ) .....	461
58. Investigasi Nilai Permeabilitas Tanah Berdasarkan Nilai Hasil CPTu ( <i>T. Harianto, S. Hijraini, K. Kabara, K. Olmus</i> ) .....	467
59. Modeling Shear Strength of DCPT using Geostatistical Approach ( <i>Febrian Hadinata, Budhi Setiawan, Zamsyar Giendhra Fad</i> ) .....	473
60. Analisis Khandalan Bahan Timbunan Tailings Dam Buhut ( <i>Didiek Djarwudi, Imam Supriyanto</i> ) .....	481
61. Geotechnical Analysis of Earth Dam Failure ( <i>Teuku Faisal Fathani</i> ) .....	485
62. Aspek Geoteknik dalam Design Daerah Irigasi Zeu, Kabupaten Bajawa, Propinsi Nusa Tenggara Timur ( <i>Welem Daga, Filmon Laukapitang</i> ) .....	493
63. Pemanfaatan Informasi Karakteristik Tanah dalam Mengoptimalkan Pemakaian Air Irigasi ( <i>Binsar Silitonga</i> ) .....	499
64. Measurement of Soil Displacement: PIV and Photogrametry ( <i>Rustam Effendi</i> ) .....	505
65. Pengujian Kadar Semen CTBC sebagai Lapis Fondasi pada Bandara Temindung Samarinda ( <i>Masayu Widiasnuti, Fachriza Noor Abdi</i> ) .....	517
66. Pengukuran Kadar Air pada Tanah Lempung dengan Metode <i>Gypsum Block (hand made)</i> ( <i>Supriyono, Kabul Basah Suryolelono, Hary Christady Hardyatmo, Ahmad Rifa'i</i> ) .....	521
67. Perkuatan Tebing pada Sungai Aliran Deras Ditinjau dari Sisi Hidrolika Sungai dan Tinjauan Geotekniknya ( <i>Helmy Darjanto, SPR Wardani, Suharyanto</i> ) .....	527



68. Pengaruh Grouting Elektrokimia Beberapa Jenis Larutan terhadap Sifat Mekanis Tanah Lempung Pasiran (The Impact of Electrochemical Grouting of Some Solutions on Mechanical Properties of Sandy Clay Soil) (Arief Rachmansyah, Yulfi Zaika) .....	535
69. Pengaruh Penggunaan Cerucuk terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Lunak (Soewignjo Agus Nugroho, Alfian Kamaldi) .....	543
70. Karakteristik Kestabilan Lereng pada Deposit Serpih (Slamet Prabudi Setianto, Andi Sata, Desyanti) .....	551
71. Analisa Penurunan Badan Jalan di Bereng Bengkel Kalimantan Tengah (Yulian Firmana Arifin, Rustam Effendi) .....	563
72. Penurunan Oprit Jembatan pada Tanah Lunak dan Terpengaruh Pasang Surut di Pesisir Timur Provinsi Riau (Sugeng Wiyono) .....	569
73. Penentuan Kuat Geser Clay Shale Terdegradasi Menggunakan Metode Elemen Hingga: Studi Kasus Stabilitas Lereng di Balikpapan (Dayu Apoji, Endra Susila) .....	579
74. Preliminary Study of One Dimensional Infiltration of Water into Manado Soil with Hydrus Software 2D/3D (Fabian J. Manoppo, Sartje Monintja, Raymond Sunampouw, Agnes T. Mandagie) .....	585
75. Analisis Kapasitas Dukung dan Penurunan Jembatan Akibat Pengurangan Panjang Pondasi Sumuran (Welem Daga, Indriati Martha Patuti, Diarto Trisnoyuwono, Devi O. Latif) .....	591



## Studi Perbandingan Prefabricated Drain dan Ijuk Dibungkus Goni Sebagai Drainasi Vertikal

Sumiyati Gunawan

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Baharsari 44 Yogyakarta

Email : [sumiyatig@staff.uajy.ac.id](mailto:sumiyatig@staff.uajy.ac.id)

[sumiyatig@yahoo.co.id](mailto:sumiyatig@yahoo.co.id)

**ABSTRAK:** Sifat lisik tanah dapat diperbaiki dengan menurunkan kadar air. Suatu metode drainasi dibuat untuk berbagai macam pekerjaan tanah, bila diharapkan air dalam tanah berkurang. Salah satu cara perbaikan tanah dasar pondasi lunak yang kompresible antara lain dengan memasang drainasi vertikal untuk mempercepat konsolidasi, sehingga diharapkan diperoleh tanah yang lebih padat dengan kuat geser yang lebih besar. Saat ini kita telah mengenal penggunaan *prefabricated drain* (buatan pabrik/geotekstil) sebagai drainasi vertikal yang telah terbukti dapat mempercepat konsolidasi. Pada penelitian ini dicoba dengan menggunakan bahan sederhana yaitu ijuk pohon aren yang dibungkus goni, sebagai bahan alternatif lain yang sangat banyak ditemui di negeri ini. Pada penelitian ini akan dilakukan uji konsolidasi Rowe dengan batu pori di atas dan di bawah, dengan drainasi vertikal yang dipasang di tengah-tengah. Drainasi vertikal yang dibandingkan yaitu geotekstil dan ijuk dari pohon aren dibungkus goni serta tanpa drainasi vertikal, masing-masing 2 sample, juga akan dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menggunakan pasir sebagai drainasi vertikal. Hasil koefisien konsolidasi arah vertikal ijuk bungkus goni rata-rata  $4,065 \cdot 10^{-4}$  cm<sup>2</sup>/dt, pasir rata-rata  $2,34 \cdot 10^{-4}$  cm<sup>2</sup>/dt, geotekstil rata-rata  $1,25 \cdot 10^{-4}$  cm<sup>2</sup>/dt dan yang tanpa drainasi vertikal sebesar  $9,53 \cdot 10^{-5}$  cm<sup>2</sup>/dt. Hasil koefisien konsolidasi arah horisontal ijuk dibungkus goni rata-rata  $2,296 \cdot 10^{-2}$  cm<sup>2</sup>/dt, pasir rata-rata  $1,37 \cdot 10^{-2}$  cm<sup>2</sup>/dt, geotekstil rata-rata  $1,11 \cdot 10^{-2}$  cm<sup>2</sup>/dt. Penurunan total, drainasi vertikal ijuk dibungkus goni rerata 0,389 cm, pasir rerata 0,3785 cm, geotekstil rerata 0,3725 cm dan tanpa drainasi vertikal 0,3115 cm. Sehingga, dilihat dari hasil percobaan ini maka ijuk dari pohon aren yang dibungkus goni bisa dijadikan bahan alternatif sebagai drainasi vertikal.

**Kata kunci:** konsolidasi, drainasi vertikal, koefisien konsolidasi

### PENDAHULUAN

Sifat lisik tanah dapat diperbaiki dengan menurunkan kadar air. Suatu metode drainasi dibuat untuk berbagai macam pekerjaan tanah, bila diharapkan air dalam tanah berkurang. Salah satu cara perbaikan tanah dasar pondasi lunak yang kompresible antara lain dengan memasang drainasi vertikal untuk mempercepat konsolidasi, sehingga diharapkan diperoleh tanah yang lebih padat dengan kuat geser yang lebih besar. Saat ini kita telah mengenal penggunaan geotekstil sebagai drainasi vertikal yang telah terbukti dapat mempercepat konsolidasi. Pada penelitian ini dicoba dengan menggunakan bahan sederhana yaitu ijuk pohon aren yang dibungkus goni, sebagai bahan alternatif lain yang sangat banyak dijumpai di negeri ini.

### Tujuan Dan Manfaat Penelitian

Penelitian dari apa yang telah diuraikan di atas, tujuan penelitian ini adalah ingin mempelajari kecepatan konsolidasi tanah dengan percobaan konsolidasi Rowe dengan membandingkan drainasi vertikal dari *prefabricated drain* (buatan pabrik / geotekstil) dan drainasi vertikal dari ijuk dibungkus goni.

Keuntungan dari hasil penelitian ini, akan ada bahan alternatif yang lebih murah dan mudah didapatkan, yang diharapkan bermanfaat bagi pekerjaan tanah yang menggunakan metode drainasi.

### 1.2. Batasan Masalah

Pada penelitian ini, diambil tanah lempung dari daerah Piyungan Bantul di Selatan Daerah Istimewa Yogyakarta dan akan dilakukan uji konsolidasi Rowe dengan batu pori di atas dan di bawah, dengan drainasi vertikal yang dipasang di tengah-tengah. Adapun drainasi vertikal yang akan dibandingkan yaitu *prefabricated drain* yaitu geotekstil dari Geosinindo dan ijuk dari pohon aren dibungkus goni, masing-masing 2 sample dan parameter yang dihasilkan adalah koefisien konsolidasi.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Konsolidasi

Peristiwa keluarnya air dari dalam pori tanah karena tambahan tekanan efektif sehingga terjadi pemampatan/penurunan pada tanah dasar.

Akibat adanya tambahan tekanan efektif pada lapisan tanah kompresif, tanah mengalami konsolidasi yang prosesnya berlangsung dalam jangka waktu yang lama.

Laju konsolidasi atau kecepatan proses konsolidasi, dipengaruhi oleh :

- Permeabilitas
- Tebal tanah kompresible
- Kondisi drainasi di atas dan di bawah lapisan tanah kompresible



### 2.2. Nilai Koefisien Konsolidasi Arah Vertikal ( $C_v$ )

Menurut Terzaghi (R.G. Craig, 1991), pada drainasi 2 arah (batu pori diletakkan di atas dan di bawah sample), pada saat pembebanan Ap bekerja, tekanan eksese  $u$  terbagi rata (diagram berbentuk segiempat). Dengan mengalirnya air, tekanan eksese berkurang (diagram berbentuk parabola) yang makin lama makin kecil dan menjadi nol setelah konsolidasi selesai.

Besarnya tekanan eksese berubah menurut waktu dan kedalaman, maka :

$$u = f(z, t) \quad (1)$$

Tekanan eksese = tekanan pori = tekanan hidrostatik :

$$u = h \cdot \gamma_w \quad \text{Atau tinggi tekanan : } u = h \cdot \gamma_w$$

Dari teori konsolidasi Terzaghi ini diperoleh hubungan antara  $U$  dan  $T_v$  yang digambarkan sebagai grafik atau dibuat suatu tabel (tabel 1)

dan persamaannya disederhanakan dengan rumus pendekatan menjadi :

$$\text{untuk } U_v < 60\% \rightarrow T_v = \frac{\pi}{4} U_v^2 \quad (2)$$

$$\text{untuk } U_v \geq 60\% \rightarrow T_v = -0,933 \cdot \log(1 - U_v) - 0,085 \quad (3)$$

Tabel 1 Hubungan  $U$  dan  $T_v$

$U_v$ (%)	$T_v$
0	0
10	0,008
20	0,031
30	0,071
40	0,126
50	0,197
60	0,286
70	0,403
80	0,567
90	0,848
100	R

Juga diperoleh hubungan antara  $T_v$  dan  $C_v$  yaitu :

$$T_v = \frac{C_v}{d^2} \cdot t \quad (4)$$

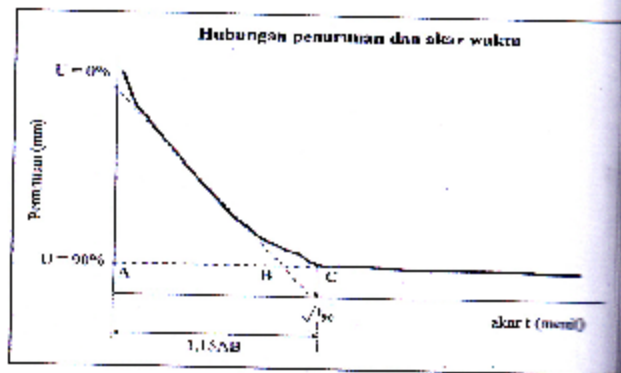
Dimana :  $T_v$  = faktor waktu

$C_v$  = koefisien konsolidasi arah vertikal

$t$  = waktu

$d$  = pjl lintasan ( $1/2H$  unt drainasi 2 arah)

Nilai koefisien konsolidasi arah vertikal  $C_v$  dari suatu tanah diperoleh dari grafik hubungan antara penurunan ( $s$ ) dan waktu ( $t$ ) yang diperoleh dari pengamatan langsung di laboratorium. (gambar 1)



Gambar 1 Hubungan Penurunan dan waktu

Bagian grafik dari  $U = 0\%$  sampai sekitar  $U = 60\%$  berupa garis lurus dan selanjutnya garis lengkung. Jika ditarik  $U = 90\%$  dan dipotongkan dengan perpanjangan garis lurus dari kurva (titik B), selanjutnya juga dipotongkan dengan kurva  $U = \sqrt{t}$  (titik C), ternyata  $AC = 1,15 AB$  (Metode akar waktu/Taylor)

Sehingga nilai koefisien konsolidasi arah vertikal dapat dicari dengan rumus :

$$C_v = \frac{0,848 \cdot d^2}{t_w} \quad (5)$$

### 2.3. Nilai Koefisien Konsolidasi Arah Horisontal ( $C_h$ )

Keadaan dengan anggapan hanya terjadi konsolidasi dan penurunan tanah akibat air mengalir ke drainasi vertikal saja. Hubungan antara derajat konsolidasi arah radial  $U_r$  dan waktu  $t$ , dinyatakan dalam faktor waktu  $T_r$ , adalah :

$$u_r = f(T_r) \quad (6)$$

$$\text{Dimana : } T_r = \frac{C_r}{(2R)^2} \cdot t \quad (7)$$

$$T_r = -\frac{y}{8} \ln(1 - U_r) \quad \text{atau} \quad U_r = 1 - e^{-8 \cdot T_r / y} \quad (8)$$

Digunakan rumus pendekatan :

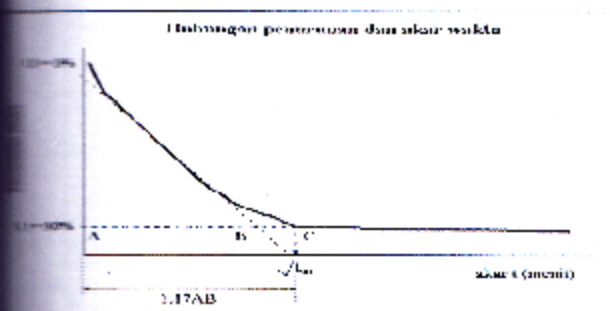
$$\text{Dimana : } y = \frac{n^2}{n^2 - 1} \ln n - \frac{3n^2 - 1}{4n^2} \rightarrow a = \frac{R}{r} \quad (9)$$

$R$  = jari-jari pengaruh = 0,564a, untuk susunan bujur sangkar  
 $l = 0,525a$ , untuk susunan segitiga

$r$  = jari-jari drainasi vertikal

Nilai koefisien konsolidasi  $C_r$  dari suatu tanah diperoleh dari grafik hubungan antara penurunan ( $s$ ) dan waktu ( $t$ ) yang diperoleh dari pengamatan langsung di laboratorium. (gambar 2)





Gambar 2 Hubungan Penurunan dan waktu

Bagian grafik dari  $U = 0\%$  sampai sekitar  $U = 60\%$  berupa garis lurus dan selanjutnya garis lengkung, jika titik  $U = 90\%$  dan dipotongkan dengan perpanjangan garis lurus dari kurva (titik B), selanjutnya juga dipotongkan dengan kurva  $U - \sqrt{t}$  (titik C), ternyata  $AC = 1.17AB$  (Metode akar waktu/Taylor)

Sehingga nilai koefisien konsolidasi arah horisontal dapat dicari dengan rumus :

$$\frac{T_r(2R)^2}{t_{90}} \quad (10)$$

Berdasarkan ukuran sample, dengan diameter sample  $6'' = 15,24\text{cm}$  dan diameter drainasi vertikal  $0,8\text{cm}$ , maka untuk  $U_r = 90\% \rightarrow T_r = 0,635$ , maka koefisien konsolidasi arah horisontal menjadi :

$$\frac{(0,635)(2R)^2}{t_{90}} \quad (11)$$

Derajat konsolidasi gabungan arah vertikal dan arah horisontal / radial

tanah mengalami konsolidasi vertikal dan radial, masing-masing mencapai derajat konsolidasi arah vertikal  $U_v$  dan derajat konsolidasi arah radial  $U_r$ , maka derajat konsolidasi gabungan  $U_{gab}$  yang dicapai dihitung dengan persamaan :

$$(1 - U_{gab}) = (1 - U_v)(1 - U_r) \quad (12)$$

## METODOLOGI PENELITIAN

### 1. Bahan

Contoh tanah lempung yang digunakan dalam penelitian diambil dari daerah Piyungan Bantul di bagian selatan Kecamatan Istimewa Yogyakarta.

Tanah lempung tidak terganggu (*undisturbed sample*) diambil pada kedalaman  $\pm 2,5\text{ m}$  dengan menggunakan tabung pralon yang mempunyai diameter dalam  $25,3\text{cm}$  dan diameter luar  $26,75\text{cm}$  serta tinggi tabung  $30\text{cm}$ .

Pada pembuatan contoh tanah di laboratorium menggunakan cetakan khusus dari plat baja yang mempunyai diameter dalam  $6'' (\phi 15,24\text{cm})$  dan tinggi  $10\text{cm}$ , serta cetakan khusus untuk membuat lubang drainasi vertikal dengan diameter  $0,8\text{cm}$  yang sesuai

dengan alat yang akan digunakan yaitu sel konsolidasi Rowe.

### 3.2. Deskripsi Peralatan

Peralatan yang akan digunakan sel Rowe yang dikembangkan di universitas Manchester (Rowe dan Barden 1966).

Pada dasarnya prinsip kerja alat ini sama dengan alat konsolidasi konvensional (*oedometer*), perbedaan yang utama (keunggulan sel Rowe) terletak pada :

- Sistem pembebanan (pembebanan hidrolis) : tidak menimbulkan getaran yang berarti pada contoh tanah; pemberian tekanan dapat diberikan sampai  $1000\text{ kPa}$  atau melihat kondisi membran karet, pengaturan tegangan dapat dilakukan dengan mudah.
- pengukuran : dapat disimulasi beberapa kondisi drainasi (vertikal atau horisontal); mengukur tekanan air pori dengan teliti pada setiap saat, sehingga memungkinkan ditetapkannya secara tepat batas mulai dan berakhirnya proses pemampatan primer; tingkat kejenuhan dapat ditentukan dengan *back pressure*; pengukuran daya mampat dapat dilakukan dalam arah vertikal maupun horisontal / radial.
- variasi sistem pengaliran : satu arah; dua arah atau 3 arah / 3 dimensi.
- Tersedia 3 ukuran diameter pada sel konsolidasi Rowe yaitu :  $3''$ ;  $6''$ ; dan  $10''$ .

Pada penelitian ini digunakan sel Rowe yang berdiameter  $6'' (\phi 15,24\text{cm})$ .

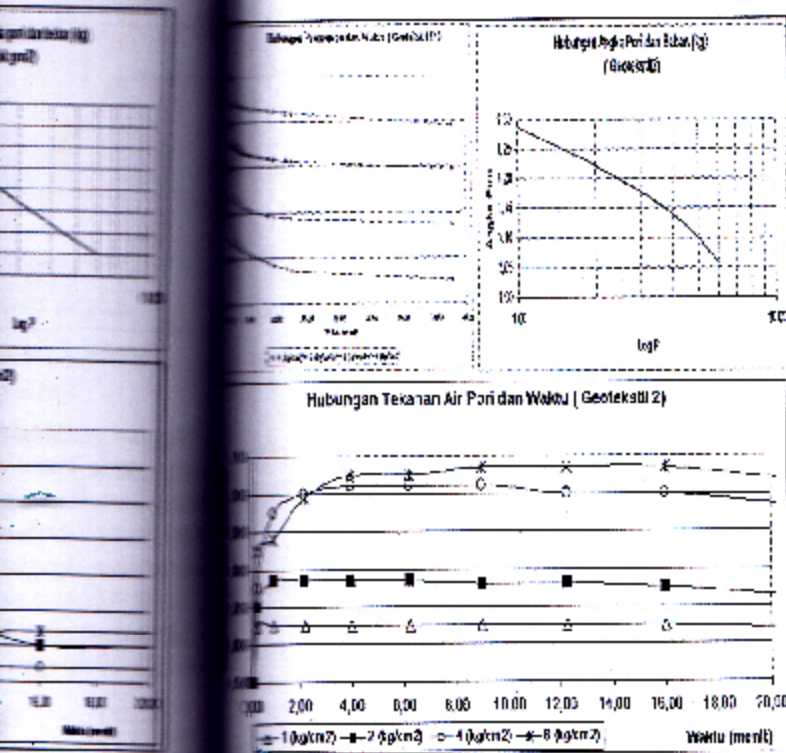
### 3.3. Prosedur pengujian (t ASTM 2435-70)

- Batu pori ditempatkan di bagian atas dan bawah contoh tanah yang sudah dilapisi kertas saring, sehingga berlaku drainasi 2 arah vertikal, juga dibuat lubang drainasi vertikal dengan diameter  $0,8\text{cm}$ , sehingga berlaku juga drainasi arah horisontal / radial. Kemudian contoh tanah dimasukkan ke dalam sel konsolidasi Rowe.
- Sel Rowe yang sudah berisi contoh tanah diberikan pembebanan hidrolis secara bertahap  $1\text{kg/cm}^2$ ;  $2\text{ kg/cm}^2$ ;  $4\text{ kg/cm}^2$ ;  $6\text{ kg/cm}^2$ . Setiap tahap pembebanan dibiarkan selama 24 jam (pemampatan primer telah selesai).
- Pada setiap tahap pembebanan diamati dan dicatat penurunannya, tekanan air porinya pada waktu yang ditentukan selama 24 jam (pemampatan primer telah selesai). Waktu pencatatan adalah sebagai berikut :  $0'$ ;  $0,25'$ ;  $1'$ ;  $2,25'$ ;  $4'$ ;  $6,25'$ ;  $9'$ ;  $12,25'$ ;  $16'$ ;  $20,25'$ ;  $25'$ ;  $36'$ ;  $49'$ ;  $64'$ ;  $81'$ ;  $100'$ ;  $144'$ ;  $169'$ ;  $1440'$  (24jam).
- Dilakukan juga pengujian parameter tanah, sebagai berikut : kadar air tanah, berat jenis, berat volume, batas plastis, derajat kejenuhan dan angka pori.

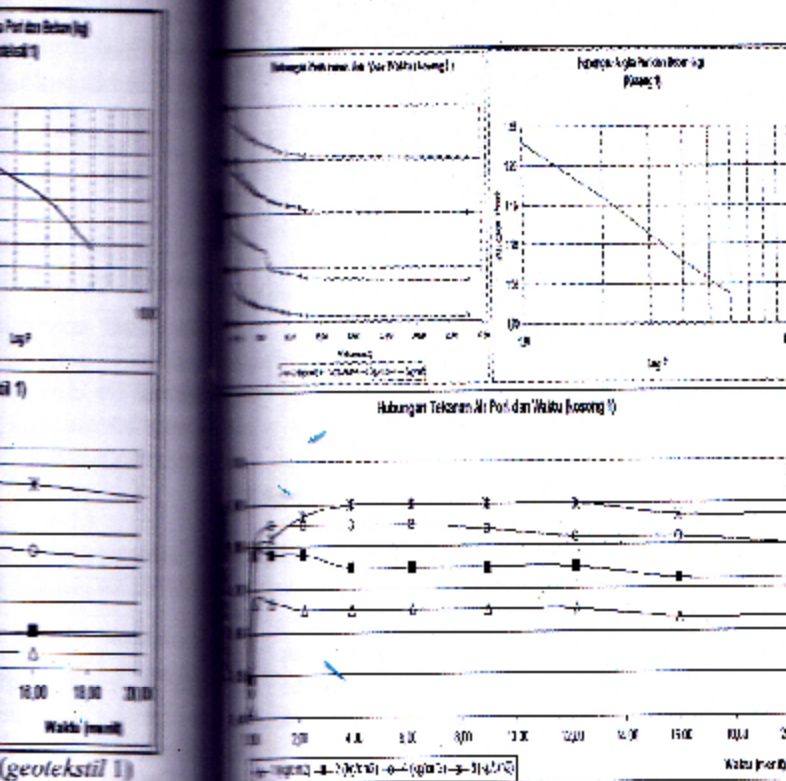




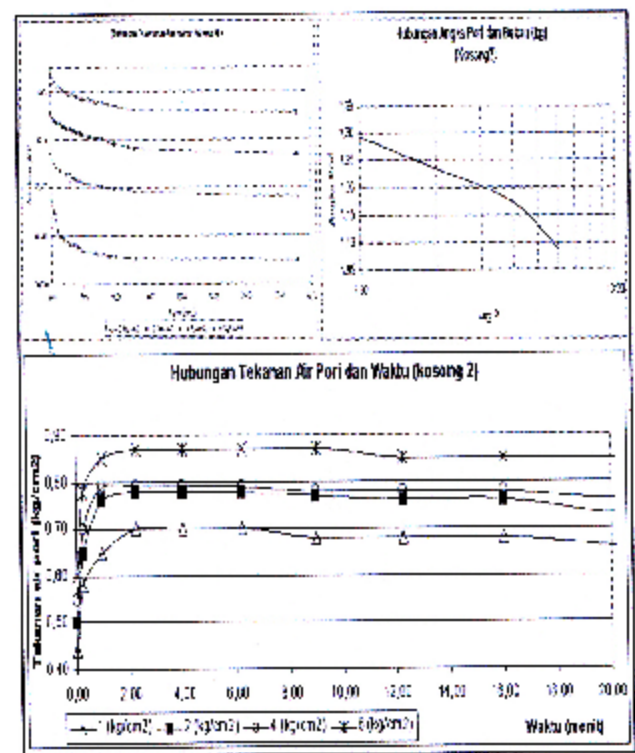




Gambar 6. Hasil Percobaan Konsolidasi IV (geotekstil 2)



Gambar 7. Hasil Percobaan Konsolidasi V (Tanpa Drainasi 1 / Kosong 1)



Gambar 8. Hasil Percobaan Konsolidasi VI (Tanpa Drainasi 2 / Kosong 2)

#### 4.2. Analisa Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penurunan akibat pembebanan dan akar waktu diperoleh koefisien konsolidasi arah vertikal (tabel 3) dan koefisien konsolidasi arah horisontal (tabel 4) yang dapat dibandingkan sebagai berikut :

Tabel 3. Koefisien konsolidasi arah vertikal

Drainasi Vertikal	Koef. konsolidasi arah vertikal $C_v$ ( $\text{cm}^2/\text{dt}$ )
Ijuk dibungkus goni 1	$0,0004627487 = 4,63 \cdot 10^{-4}$
Ijuk dibungkus goni 2	$0,0003497848 = 3,50 \cdot 10^{-4}$
Pasir 1 (pengujian yang lalu)	$0,0002441903 = 2,44 \cdot 10^{-4}$
Pasir 2 (pengujian yang lalu)	$0,0002238834 = 2,24 \cdot 10^{-4}$
Geotekstil 1	$0,0001186956 = 1,19 \cdot 10^{-4}$
Geotekstil 2	$0,0001311228 = 1,31 \cdot 10^{-4}$
Tanpa drainasi 1	$0,0000951933 = 9,50 \cdot 10^{-5}$
Tanpa drainasi 2	$0,0000955824 = 9,56 \cdot 10^{-5}$

Tabel 4. Koefisien konsolidasi arah horisontal

Drainasi Vertikal	Koef. konsolidasi arah Horisontal $C_{vr}$ ( $\text{cm}^2/\text{dt}$ )
Ijuk dibungkus goni 1	$0,0263300619 = 2,63 \cdot 10^{-2}$
Ijuk dibungkus goni 2	$0,0196221627 = 1,96 \cdot 10^{-2}$
Pasir 1 (pengujian yang lalu)	$0,0142235826 = 1,42 \cdot 10^{-2}$
Pasir 2 (pengujian yang lalu)	$0,0131729188 = 1,32 \cdot 10^{-2}$
Geotekstil 1	$0,00708574050 = 7,1 \cdot 10^{-3}$
Geotekstil 2	$0,0076788675 = 7,68 \cdot 10^{-3}$
Tanpa drainasi 1	-



Dan perbandingan penurunan total dari hasil pembebanan adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Penurunan total

Drainasi Vertikal	Penurunan total (Cm)
Ijuk dibungkus goni 1	0,387
Ijuk dibungkus goni 2	0,391
Pasir 1 (pengujian yang lalu)	0,383
Pasir 2 (pengujian yang lalu)	0,374
Geotekstil 1	0,376
Geotekstil 2	0,370
Tanpa drainasi 1	0,302
Tanpa drainasi 2	0,321

Dari perhitungan indeks kompresi tanah dan hasil perhitungan parameter tanah maka didapat :

- Indeks kompresi ( $C_c$ ) rata rata sebesar 0,75
- Berat volume tanah ( $\gamma_b$ ) rata rata sebesar 1,64  $gr/cm^3$
- Angka pori ( $e_o$ ) rata rata sebesar 1,34

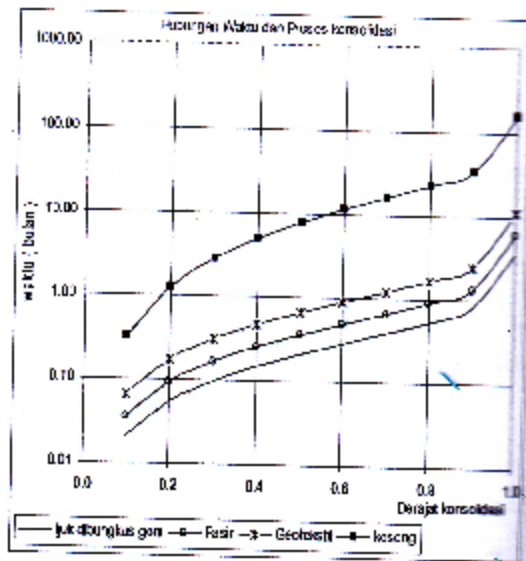
#### 4.3. Contoh soal di Lapangan

Direncanakan suatu konstruksi jalan raya di atas tanah lempung kompresif setebal 2,0m yang berada di tengah tengah lapisan pasir dengan tebal masing masing 2,0m. Badan jalan dianggap cukup luas sehingga memberikan tambahan tekanan rata pada lempung sebesar  $\Delta p = 0,2 kg/cm^2$ . muka air tanah pada -1,50 m. Direncanakan pemasangan *vertical drain* dengan diameter 30 cm, jarak antara *vertical drain* 3,0m dengan susunan bujur sangkar.

Diketahui :

- Indeks kompresi ( $C_c$ ) = 0,75
- Berat volume tanah ( $\gamma_b$ ) lempung = 1,64  $gr/cm^3$
- Berat volume tanah ( $\gamma_b$ ) pasir = 1,90  $gr/cm^3$
- Angka pori ( $e_o$ ) lempung = 1,34
- Angka pori ( $e_o$ ) pasir = 0,6
- Berat jenis pasir = 2,65
- Berat volume lempung terendam air : 0,7265  $gr/cm^3$
- Berat volume pasir terendam air : 1,03125  $gr/cm^3$
- Tekanan efektif lapangan  $P_o = 4,092125 gr/cm^2$
- Besarnya penurunan :  $s_{max} = 54,42 cm$

Dari hasil perhitungan kita lihat perbandingan waktu dan proses konsolidasi dalam grafik di bawah ini :



Gambar 9. Hubungan Waktu dan Proses Konsolidasi

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Hasil percobaan konsolidasi di laboratorium untuk membandingkan bahan drainasi vertikal buatan sendiri dengan menggunakan ijuk yang dibungkus dengan karung goni dan bahan drainasi vertikal dari pasir serta sample yang tanpa diberi drainasi vertikal sebagai pembandingan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Pada hasil koefisien konsolidasi arah vertikal terlihat bahwa drainasi vertikal dari ijuk yang dibungkus goni mempunyai nilai tertinggi yaitu rata rata  $4,065 \cdot 10^{-4} cm^2/dt$ , kemudian pasir dengan nilai rata rata sebesar  $2,34 \cdot 10^{-4} cm^2/dt$ , geotekstil nilai rata rata sebesar  $1,25 \cdot 10^{-4} cm^2/dt$  dan yang tanpa drainasi vertikal rerata sebesar  $9,53 \cdot 10^{-5} cm^2/dt$ .
- Dari hasil koefisien konsolidasi arah Horizontal terlihat bahwa drainasi vertikal dari ijuk yang dibungkus goni mempunyai nilai tertinggi yaitu rata rata  $2,296 \cdot 10^{-2} cm^2/dt$ , kemudian pasir dengan nilai rata rata sebesar  $1,37 \cdot 10^{-2} cm^2/dt$ , geotekstil nilai rata rata sebesar  $7,39 \cdot 10^{-3} cm^2/dt$ .
- Dilihat dari penurunan total, maka perbandingan konsolidasi dengan menggunakan drainasi vertikal ijuk dibungkus goni mempunyai penurunan total terbesar yaitu rata rata 0,389 cm, kemudian pasir dengan rata rata penurunan total 0,3785 cm, geotekstil rerata 0,373 cm dan yang tanpa drainasi vertikal dengan penurunan rata rata 0,3115 cm. Perbedaan penurunan tersebut dicatat pada saat setiap tahapnya diberikan selama 24 jam.
- Dari grafik hubungan antara tekanan air pori dan waktu menunjukkan bahwa tekanan air pori tidak kembali seperti semula setelah 24 jam pembebanan pada percobaan konsolidasi tanpa menggunakan drainasi vertikal.
- Untuk percobaan yang menggunakan drainasi vertikal, baik ijuk dibungkus goni maupun geotekstil

dan pasir, setelah pemb...  
Melihat hasil...  
dibungkus g...  
drainasi verti...

### 2. Saran

Untuk pengembang...  
ijuk dibungkus...  
menentukan pene...  
tan arcn yang...

### DAFTAR PUSTAKA

- Widafaji, A.W  
Engineering and  
Publishing  
B.M. 1933,  
Hemisphere Pub  
R.F. 1965, Pr  
Wesley Publis  
J.H. 1987, A  
Tanah, Bandung  
H.C. 1  
Gamedia P  
S.R.  
Preloadi  
Geotekn  
S. 1981, S  
vol.1  
1991, Mel





tan pasir, tekanan air pori kembali seperti semula setelah pembebanan selama 24 jam

Melihat hasil pembahasan, maka ijuk pohon aren dibungkus goni bisa dijadikan bahan alternatif drainasi vertikal

#### Saran

Untuk pengembangan penelitian tentang drainasi vertikal ijuk dibungkus goni di masa yang akan datang perlu dilakukan penelitian tentang karakteristik dari ijuk pohon aren yang dibungkus goni.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Almudji, A.W and Andersland, O. 1992, *Geotechnical Engineering and Soil Testing*, Florida : Saunders College Publishing
- Terzaghi, B.M. 1933, *Advance Soil Mechanics*, Washington : Hemisphere Publishing Corporation
- Terzaghi, R.F. 1965, *Principle of Soil Mechanics*, London : Addison-Wesley Publishing Company, INC
- Pratiwi, L.H. 1987, *Penuntun Praktis Geoteknik dan Mekanika Tanah*, Bandung : Penerbit Nova
- Pratiwi, H.C. 1992, *Mekanika Tanah*, Jakarta : Penerbit PT Gramedia Pustaka Umum
- Pratiwi, S.R. 1998, Perbaikan Tanah Dengan Vertikal Drain, Preloading dan Monitoring, *Prosiding Kursus Tingkat Geoteknik*, Bandung
- Pratiwi, S. 1981, Sand Drain Model by Central Oedometer, *ICSMFE*, vol.1. pp 745-750, Stockholm
- Pratiwi, 1991, *Mekanika Tanah*, Jakarta : Penerbit Erlangga

laboratorium untuk  
kal buatan menggunakan  
dibungkus dengan  
al dari pasir arena  
vertikal sehingga  
sebagai berikut:  
h vertikal terlihat  
yang dibungkus  
yaitu rata-rata  
dengan nilai rata-rata  
geotekstil untuk  
drainasi vertikal

arah Horisontal  
dari ijuk yang  
tinggi yaitu rata-rata  
sirr dengan nilai rata-rata  
geotekstil untuk

laka penelitian  
drainasi vertikal  
penurunan awal  
kemudian purn  
0,3785 cm  
tanpa drainasi  
0,3115 cm  
pada sampir  
bertahap yang  
am  
n air pori (tan  
air pori (tan  
m pembebanan  
menggunakan

akan drainasi  
upun geotekstil