

PERILAKU LINTASAN TEGANGAN (STRESS PATH) PADA TANAH GAMBUT RAWASERAGI LAMPUNG

Behavior of Stress Path on Rawaseragi Lampung Peat Soil

Wildan Fachrurrozi¹, Hary Christady Hardiyatmo², dan Kabul Basah Suryolelono²

Program Studi Ilmu-Ilmu Teknik
Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada

ABSTRACT

Peat is soil with a high organic content, water content, and compressibility, and also low bearing capacity. Peat have difference behavior and characteristic among one site with the other site. Stress path method can be used to represent the behavior of peat soil during the loading. This paper present the behavior of stress path on Rawaseragi Lampung peat soil using triaxial apparatus 36 mm dia, and 76 mm height of specimen. The consolidated drained and consolidated undrained triaxial tests were conducted on sample of Lampung peat, with the variation of cell pressure 50 kPa, 100 kPa, 200 kPa and, 400 kPa. The results of triaxial test analysis with stress path method to find soil parameters show that Lampung peat are described as fibrous peat. The maximum deviator stress reached at strain 10% - 16% and 9% - 16% for consolidated drained and consolidated undrained, respectively. Based on the critical state line Lampung peat is near to normally consolidated, with the intersection value of critical state line to q axis is equal to 19,459 kPa and pore pressure change is always positive ($\Delta u > 0$). Soil parameters were found to be : $M = 0,8668$; $\lambda = 0,1058$; $N = 4,0615$; and $\Gamma = 4,0114$.

Key words : *peat, stress path, triaxial test, critical state line*

¹ Alumni Pascasarjana Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

² Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

PENGANTAR

Tanah gambut yang lebih dikenal dengan sebutan *peat* adalah tanah yang mempunyai kandungan organik yang tinggi dan pada umumnya terbentuk dari fragmen-fragmen material organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yang telah mengalami pembusukan. Di Indonesia lahan gambut tergolong cukup luas, tersebar di beberapa wilayah yang meliputi wilayah Sumatera, Kalimantan, Papua, Jawa, Sulawesi, dan Maluku. Menurut Soepandji dkk. (1999), tanah gambut ditinjau dari kekuatannya dalam menunjang konstruksi bangunan sipil tergolong tanah yang buruk, disebabkan oleh kadar keasaman, kadar air, dan daya mampatnya tinggi, sehingga berpengaruh pada tingginya kelunakan dan rendahnya kekuatan geser.

Sifat-sifat teknis dan perilaku yang kurang menguntungkan menuntut pengetahuan yang lebih rinci tentang tanah gambut, sehingga akan menghasilkan metode yang tepat untuk pemecahan masalah itu. Hasil studi yang dilakukan oleh Edil dan Dhowian (1979) dalam Rustamaji 1997, memberikan kesimpulan bahwa tanah gambut mempunyai perilaku dan karakteristik sangat berbeda antara satu lokasi dengan lokasi lainnya. Perilaku tentang tanah tidak hanya dapat diketahui dari kondisi awal dan akhir pembebanan, tetapi juga dari riwayat pembebanan. Fenomena itu dapat digambarkan dengan metode lintasan tegangan (Soepandji dan Setiadi, 1998). Kondisi ini merupakan motivasi untuk menyelidiki perilaku lintasan tegangan yang terjadi selama pembebanan pada tanah gambut Rawaseragi, Lampung, sehubungan dengan akan di bangun suatu bendungan beserta sarana pendukungnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari sifat-sifat fisis dan teknis serta perilaku lintasan tegangan (*stress path*) yang terjadi selama pembebanan pada tanah gambut Rawaseragi, Lampung dari uji triaksial *consolidated drained* (CD) dan *consolidated undrained* (CU). Penelitian ini juga untuk melengkapi hasil penelitian tentang lintasan tegangan pada tanah gambut yang banyak dilakukan oleh Soepandji pada tanah gambut Palembang, Riau, dan Pontianak

Beberapa peneliti mengklasifikasikan tanah gambut dengan tinjauan yang berbeda-beda. Penelitian yang dilakukan juga relatif masih sedikit, ada yang meninjau aspek fisik dan teknis, akan tetapi pada umumnya klasifikasi tanah gambut lebih banyak ditentukan atas karakteristik kimia dan botani (MacFarlane, 1969, dalam Rustamaji, 1997). Hal ini menyebabkan para ahli masih berbeda

pendapat dalam mendefinisikan tanah gambut dan tanah organik (Jarret, 1997). Andrejko dan Landva dalam Haan 1997, mencatat tidak kurang dari 12 sistem dipakai untuk klasifikasi, yang didasarkan pada kadar organik. Hal itu menandakan bahwa kadar organik saja tidak cukup untuk mendefinisikan tanah gambut bagi kepentingan geoteknik. Parameter-parameter lain yang dapat digunakan untuk klasifikasi, antara lain komposisi tumbuhan (botani), derajat pembusukan, kadar air, berat isi kering atau basah, *specific gravity*, pH, kadar serat, dan distribusi ukuran serat (Haan, 1997).

Karakteristik regangan dan tegangan dari hasil uji triaksial merupakan bagian penting untuk menggambarkan perilaku tanah, yang tidak hanya dapat diketahui dari kondisi awal dan akhir pembebanan, tetapi juga dari riwayat pembebanan. Fenomena itu dapat digambarkan dengan menggunakan metode lintasan tegangan (Soepandji dan Setiadi, 1998).

Metode lintasan tegangan (*stress path*) pertama kali dikenalkan oleh Lambe dan Whitman (1969). Metode itu kemudian dikembangkan di *University of Cambridge* Inggris (Atkinson dan Bransby, 1978). Nilai titik-titik pada lintasan tegangan total berbeda dengan metode Lambe dan Whitman, karena nilai *intermediate principal stress* (σ_2) pada diagram itu diperhitungkan, sehingga koordinat titik-titik pada lintasan tegangan total akan mempunyai nilai yang dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$p = 1/3 (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3) \quad (1)$$

$$q = \sigma_1 - \sigma_3 \quad (2)$$

apabila nilai-nilai p dan q akan dihitung dari hasil uji triaksial, dan *intermediate principal stress* (σ_2) sama dengan *confining pressure* (σ_3), maka nilai p akan berubah, sedangkan nilai q tetap.

$$p = 1/3 (\sigma_1 + 2\sigma_3) \quad (3)$$

Uji triaksial merupakan salah satu bagian penting untuk menggambarkan perilaku tanah. Sampel-sampel tanah yang di uji triaksial dibagi menjadi kondisi *drained* dan *undrained*. Apabila kegagalan (*failure*) sampel-sampel yang pada awalnya ditekan secara isotropis dengan *confining pressure* berbeda dan dibebani pada kondisi *drained* atau *undrained* dihubungkan dalam suatu grafik $p' - q'$ akan tampak suatu garis yang mirip (*similar*) dari kedua type pengujian itu. Garis tunggal yang menghubungkan titik-titik kegagalan kedua

pengujian *drained* dan *undrained* didefinisikan sebagai garis kedudukan kritis, yang mempunyai suatu hubungan :

$$q' = Mp' \quad (4)$$

dengan M (capital mu) menyatakan kemiringan garis kedudukan kritis. Persamaan 4 itu didapat pada kondisi *normally consolidated*. Untuk kondisi *overconsolidated*, garis kedudukan kritis apabila dilanjutkan akan memotong sumbu q pada suatu nilai tertentu, sehingga persamaannya berubah menjadi:

$$q' = Mp' + c \quad (5)$$

dengan c adalah suatu konstante perpotongan pada sumbu q .

Proyeksi garis kedudukan kritis kebidang $v : p'$ yang berupa lengkung akan berubah menjadi garis lurus apabila di gambarkan dalam bidang $v : \ln p'$, sehingga akan didapat suatu hubungan :

$$v = \Gamma - \lambda \ln p' \quad (6)$$

dengan Γ (capital gamma) adalah nilai v pada saat $p' = 1,00 \text{ kN/m}^2$ pada garis kedudukan kritis, dan juga merupakan perpotongan garis kedudukan kritis dengan sumbu v .

CARA PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan sampel tanah gambut yang berasal dari daerah Rawaseragi Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur, Propinsi Lampung. Sampel tanah yang diambil berupa sampel tanah gambut "tidak terganggu" (*undisturbed*).

Semua pengujian dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Uji triaksial yang dilakukan mengacu pada standar ASTM D 2850-87 dan ASTM D 4767-95. Penelitian ini dilakukan dengan uji triaksial CU dan triaksial CD dengan *confining pressure* (σ_3) bervariasi ($\sigma_3 = 50 \text{ kPa}$, $\sigma_3 = 100 \text{ kPa}$, $\sigma_3 = 200 \text{ kPa}$, $\sigma_3 = 400 \text{ kPa}$). Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

(a) Input nilai kalibrasi alat

Semua peralatan yang dipakai diatur sesuai dengan sertifikat kalibrasi setiap peralatan. *Input* nilai kalibrasi ini penting dilakukan sebelum mulai penelitian untuk mencegah kesalahan hasil yang didapat. Alat yang di kalibrasi adalah *dial-gauge*, *proving ring triaxial*, LVDT, dan *pressure transducer*.

(b) Pemasangan peralatan

Alat uji yang dipakai untuk penelitian ini baru pertama kali digunakan, sehingga harus dilakukan *setting* yang baik untuk mendapatkan hasil yang di inginkan. Pemasangan *valve*, *constant pressure*, *pressure transducer* dan LVDT pada alat triaksial harus dengan hati-hati dan teliti, kebocoran yang sangat kecil pun akan mempengaruhi hasil pembacaan.

(c) Pelaksanaan uji

Uji triaksial ini menggunakan *software* DS6 yang dikeluarkan oleh ELE International, yang merupakan satu paket dengan ADU (*Autonomous Data Acquisition Unit*) dan *transducer*-nya. Pada tahap awal setiap pengujian, harus dibuat *filename*, dan disesuaikan jenis uji yang diinginkan (*drained* atau *undrained*, titik referensi awal pembacaan). Tekanan dan *displacement* yang terjadi di deteksi oleh *transducer* atau LVDT, kemudian diteruskan ke ADU. Data-data yang diterima ADU di *transfer* ke seperangkat komputer yang dibaca dan di analisis melalui *software* DS6, kemudian hasil pengujian di tampilkan ke layar komputer.

Proses awal yang dilakukan berupa penjenjuran sampel tanah, yang dilakukan dengan memberikan tekanan sel (*cell pressure*) dengan membuka katup tekanan sel, sementara katup tekanan balik dan drainasi masih ditutup. Tekanan sel yang diberikan pada awalnya lebih rendah dari tekanan sel saat konsolidasi. Seiring dengan pemberian tekanan sel itu, tekanan air pori juga diukur dengan *transducer*. Tekanan air pori akan naik dan kemudian menjadi stabil pada suatu nilai tertentu, tetapi jika tekanan air pori terus meningkat melebihi nilai maksimum tekanan sel yang diberikan maka terjadi kebocoran pada sampel. Apabila tekanan pori sudah stabil, katup tekanan balik dibuka untuk mengalirkan tekanan, perbedaan antara tekanan balik dengan tekanan sel sekitar 10 kPa untuk mencegah agar sampel tidak mengalami kerusakan. Pada saat awal pemberian tekanan balik ini, saluran drainasi dari bawah ada yang dibuka untuk mengeluarkan udara dari dalam sampel, kemudian setelah beberapa saat katup itu ditutup lagi untuk mendeteksi perubahan tekanan air pori yang terus naik sampai kondisi stabil, kemudian dikontrol terhadap parameter B (*B-value*) yang merupakan rasio antara perubahan tekanan air pori terhadap tekanan sel. Apabila *B-value* sama dengan atau lebih besar dari 0,95, maka sampel dikatakan sudah jenuh. Kejenuhan juga dapat di kontrol dengan menambah tekanan sel

pada suatu nilai tertentu. Kalau tekanan pori juga mengalami perubahan yang sama, maka sampel dapat dikatakan sudah jenuh.

Sampel tanah yang telah jenuh dilanjutkan dengan proses konsolidasi. Pada saat posisi katup drainasi masih tertutup semua, naikan tekanan sel sesuai dengan tekanan sel yang dikehendaki, sehingga tekanan air pori juga akan mengalami kenaikan. Setelah itu buka katup drainasi bagian bawah untuk mengalirkan air keluar, sampai perubahan volume yang terjadi mendekati konstan dengan menaikkan nilai tekanan sel sampai tekanan yang di inginkan. Apabila perubahan tekanan air pori dan perubahan volume sudah konstan maka konsolidasi dapat dikatakan sudah selesai.

Sampel tanah yang telah di konsolidasi, diproses untuk mengetahui penggeseran. Katup pengaliran dibiarkan tetap terbuka untuk uji triaksial *drained*, dan ditutup untuk uji triaksial *undrained*. Kecepatan penggeseran diatur dengan alat triaksial sesuai dengan nilai yang dikehendaki, dengan cara mengatur gigi kecepatan, komposisi jumlah gigi, serta posisinya. Pada penelitian ini dipakai kecepatan 0,025 mm/menit. Kecepatan yang relatif rendah ini dimaksudkan untuk memperoleh hasil pengamatan yang lebih teliti sampai sampel tanah mengalami keruntuhan atau telah mencapai regangan 20% (ASTM D 4767-95).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Sifat fisis dan klasifikasi tanah gambut

Sifat-sifat fisis tanah gambut Rawaseragi Lampung disajikan dalam Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil uji sifat fisis tanah gambut

No.	Diskripsi	Hasil
1	Kadar air awal rerata	152,80%
2	Berat volume rerata	11,20 kN/m ³
3	Berat volume kering rerata	4,43 kN/m ³
4	<i>Specific gravity</i>	1,98
5	Kandungan organik	52,30%
6	Kadar serat	92%
7	Kadar abu	47,7%

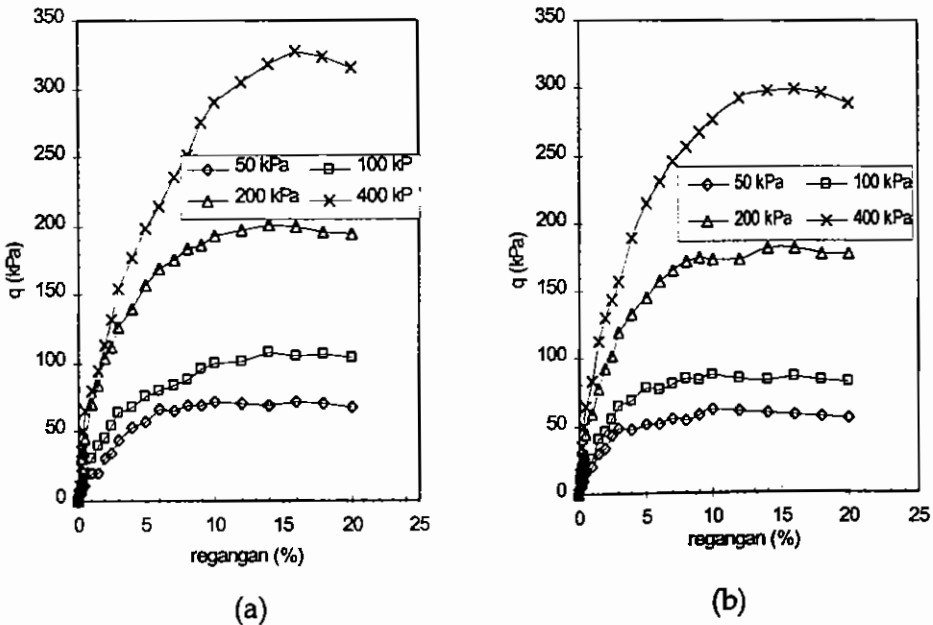
Von Post mengklasifikasikan tanah gambut ini ke dalam skala H-3, yaitu *fibrous peat* (gambut berserat), dengan dasar sangat sedikit

yang terdekomposisi, jika ditekan mengeluarkan air berwarna coklat berlanau, dan sisa-sisa tanaman masih dapat diidentifikasi. ASTM D 4427-92 (1996) memasukkan gambar itu ke dalam *high ash-peat* (kadar abu > 15%). Mac Farlane mengklasifikasikan gambar itu sebagai *fibrous peat* (gambut berserat) karena kadar seratnya > 20%. Jadi tanah gambut Rawaseragi Lampung termasuk *fibrous peat* (tanah gambut) berserat dengan kadar abu tinggi.

2. Evaluasi hubungan antara tegangan deviator dan regangan

Hasil pengamatan uji triaksial *consolidated drained* menunjukkan tegangan deviator maksimum terjadi pada regangan antara 10% - 16%, sedangkan uji triaksial *consolidated undrained* tegangan deviator maksimum terjadi pada regangan antara 9% - 16%.

Dari Gambar 3 juga dapat dilihat bahwa semakin besar *cell pressure* kurva tegangan-regangan juga semakin tegak atau nilai tegangan deviator maksimum juga semakin naik. Hal ini terjadi karena pada *cell pressure* besar, kekangan yang diterima sampel semakin kuat, sehingga keruntuhan sampel akan terjadi pada nilai tegangan deviator yang lebih besar juga.



Gambar 3. Hubungan tegangan-regangan hasil uji triaksial: *consolidated drained* (a), *consolidated undrained* (b).

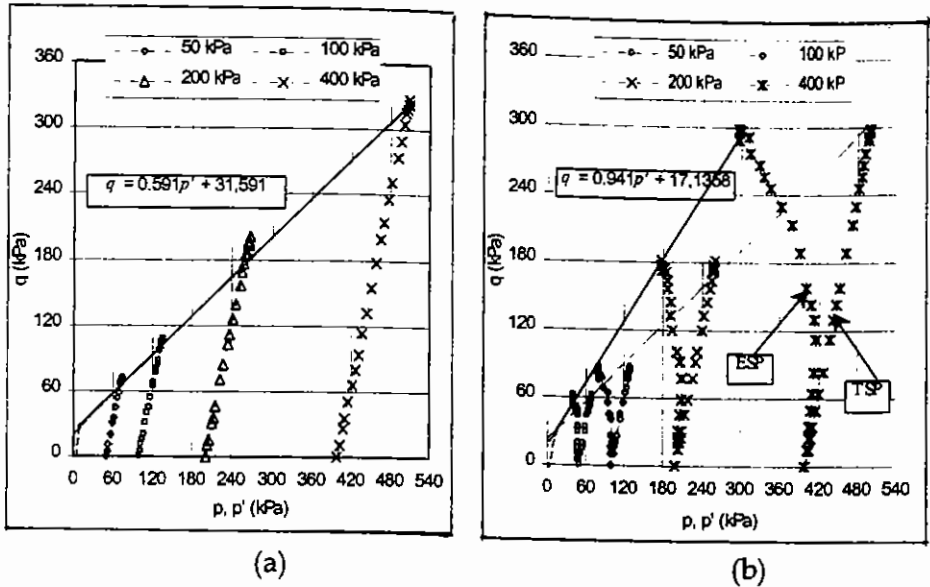
3. Evaluasi hubungan antara tegangan deviator dengan tegangan efektif

Berdasarkan grafik hubungan antara tegangan deviator dan tegangan efektif dapat diambil suatu kesimpulan bahwa sampel tanah gambut dengan penerapan tekanan sel yang berbeda-beda menghasilkan suatu nilai kekuatan tanah yang menunjukkan suatu batas kekuatan kritis. Kondisi kritis keruntuhan setiap sampel tanah terjadi pada suatu nilai tegangan deviator puncak dan kondisi yang terjadi setelah itu adalah penurunan nilai tegangan deviator.

Pada uji triaksial *consolidated drained* diperoleh besarnya nilai $M=0,591$, dengan nilai perpotongan dengan sumbu q sebesar 31,591 kPa, sedangkan uji triaksial *consolidated undrained* memberikan nilai $M = 0,941$ dengan nilai perpotongan dengan sumbu q sebesar 17,358 kPa. Tanah gambut Rawaseragi, Lampung mengalami *overconsolidated* sedikit yang ditunjukkan dengan perpotongan garis kedudukan kritis pada suatu nilai tertentu, dan tidak melewati titik $O (0,0)$.

Diagram lintasan tegangan pada kondisi *drained* (Gambar 4a), membentuk suatu kurva linear dengan kemiringan 3:1 yang jalannya mengarah ke kanan sampai pada suatu titik keruntuhan tertentu. Lintasan tegangan total (TSP) dan lintasan tegangan efektif (ESP) pada kondisi *drained* mempunyai kurva/lintasan tegangan yang sama. Hal ini menandakan bahwa perubahan tekanan air pori (Δu) sama dengan nol atau tekanan air pori konstan selama pengujian.

Dari Gambar 4b dapat dilihat bahwa lintasan tegangan total (TSP) dan lintasan tegangan efektif (ESP) pada awalnya berangkat dari suatu titik yang sama, kemudian seiring bertambahnya tegangan deviator, perubahan tekanan air pori (Δu) yang di tunjukan dengan jarak antara TSP dengan ESP, semakin membesar juga sampai pada suatu titik keruntuhan. Hal ini disebabkan oleh adanya perubahan tekanan air pori yang selalu positif ($\Delta u > 0$) dari awal pembebanan hingga akhir pengujian.

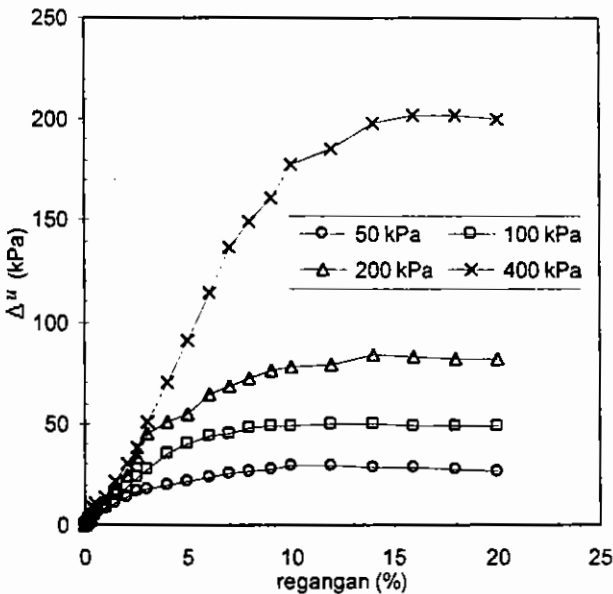


Gambar 4. Hubungan q dengan p dan p' hasil uji triaksial: consolidated drained (a), consolidated undrained (b).

4. Evaluasi hubungan antara perubahan tekanan air pori dengan regangan

Tanah gambut Rawaseragi, Lampung merupakan tanah gambut *fibrous* (berserat), sehingga kekuatan serat-serat itu akan berperan dalam menahan tekanan yang terjadi. Pada tekanan sel yang besar kekuatan serat-serat di dalam tanah gambut sudah terlampaui. Semakin besar tekanan yang diberikan maka proses menghamburnya air pori dari mikropori ke makropori berlangsung cepat dan sempurna, sehingga air pori yang menghambur juga semakin banyak.

Berdasarkan Gambar 5 dapat diamati juga bahwa perubahan tekanan air pori (Δu) yang terjadi selalu positif, dari awal sampai akhir pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa selama pengujian sampel tidak mengembang seperti terjadi pada sampel tanah yang *overconsolidated*. Oleh karena itu, dari fenomena *overconsolidated* yang nampak pada diagram lintasan tegangan, dapat ditarik kesimpulan bahwa sampel tanah gambut Lampung ini mendekati *normally consolidated*.



Gambar 5. Hubungan antara Δu - regangan hasil uji triaksial *consolidated undrained*.

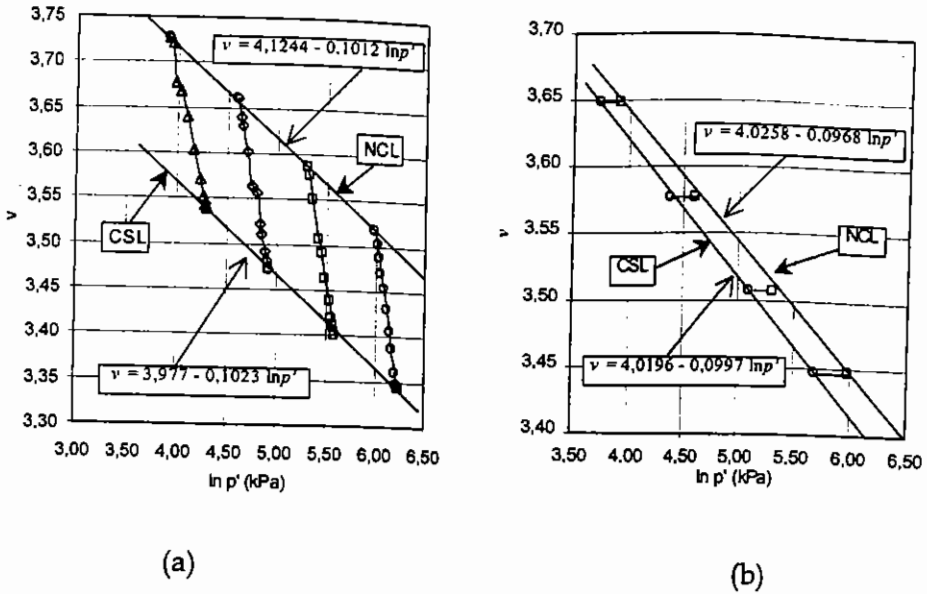
5. Evaluasi hubungan antara volume spesifik dengan tegangan efektif

Hasil uji triaksial *consolidated drained* menunjukkan bahwa semakin besar tegangan efektif, semakin kecil nilai volume spesifik tanah gambut. Mengecilnya nilai volume spesifik ini disebabkan oleh kandungan air yang terjebak pada pori-pori tanah semakin banyak yang menghambur melalui katup drainasi yang dibiarkan terbuka. Hal ini menyebabkan nilai *void ratio* atau kandungan air didalam tanah juga semakin kecil. Sebaliknya untuk hasil uji *undrained* tidak terjadi pengurangan volume spesifik karena selama pengujian tidak terjadi pengaliran.

Parameter λ yang merupakan kemiringan *critical state line* (CSL) mempunyai kecenderungan yang sama dengan kemiringan *normal consolidation line* (NCL). Hal ini terlihat dari nilai λ pada semua pengujian berkisar sekitar 0,1.

Gambar 6a dan Gambar 6b menyajikan bahwa nilai volume spesifik awal hasil uji tiaksial *consolidated drained* berbeda dengan hasil

uji triaksial *consolidated drained*, karena sifat dan perilaku tanah gambut tidak homogen, walaupun sampel-sampel itu diambil dari satu area yang sama (Soepandji dkk., 1999).



Gambar 6. Hubungan antara $v - \ln p'$ hasil uji triaksial: *consolidated drained* (a). *consolidated undrained* (b).

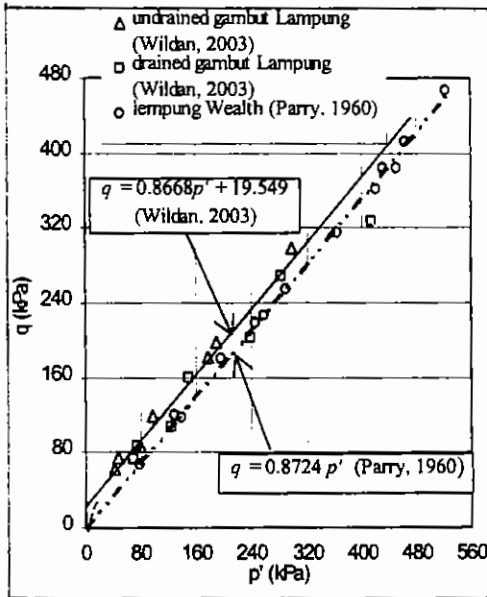
6. Evaluasi garis kedudukan kritis

Garis kedudukan kritis tanah gambut Rawaseragi, Lampung jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh Parry pada lempung Wealth mempunyai kecenderungan yang hampir sama. Parameter M yang merupakan kemiringan garis batas kondisi kritis yang dihasilkan oleh Parry lebih kecil nilainya daripada nilai kemiringan garis batas kondisi kritis tanah gambut Lampung, yaitu sekitar 0,8724, dengan perpotongan dengan sumbu q pada nilai 0 kPa (nilai yang diperoleh tersebut dihitung berdasarkan pendekatan data-data yang ada). Tanah gambut Rawaseragi, Lampung mempunyai kemiringan garis batas kondisi kritis (M) sebesar 0,8668 dan memotong sumbu q sebesar 19,549 kPa.

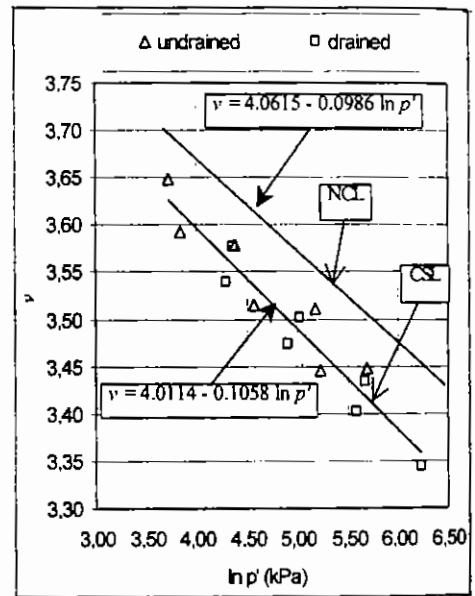
Hasil yang diperoleh itu juga menunjukkan bahwa tanah gambut Rawaseragi, Lampung mengalami *overconsolidated* sedikit, dan

garis batas kondisi kritisnya berada agak di atas garis batas kondisi kritis yang didapat oleh Parry. Derajat *overconsolidated* yang terjadi relatif kecil, yang terlihat pada perpotongan garis kedudukan kritis dengan sumbu q sebesar 19,549 kPa, dan perubahan tekanan air pori yang terjadi selalu bernilai positif ($\Delta u > 0$). Oleh karena itu, dari gejala *overconsolidated* yang tampak pada grafik hubungan antara tegangan efektif dan tegangan deviator dapat dibuat kesimpulan bahwa sampel tanah gambut Lampung mendekati *normally consolidated*.

Parameter λ yang merupakan kemiringan *critical state line* pada bidang $v - p'$, pada tanah gambut Rawaseragi, Lampung mempunyai nilai sebesar 0,1058, dengan volume spesifik *critical state line* saat $p' = 1$ kPa (Γ) bernilai sebesar 4,0114, sedangkan volume spesifik *normally consolidation line* saat $p' = 1$ kPa (N) bernilai sebesar 4,0615.



(a)



(b)

Gambar 7. (a) Lintasan tegangan.

(b) Hubungan antara v dengan $\ln p'$.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di depan dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut ini.

1. Tanah gambut yang berasal dari Rawaseragi, Lampung dapat di klasifikasikan sebagai tanah gambut *fibrous* (berserat) dengan kandungan abu tinggi,

2. Bentuk kurva hubungan regangan-tegangan deviator menunjukkan bahwa nilai tegangan deviator maksimum mencapai kondisi kritis pada regangan 10% - 16% untuk hasil uji triaksial *consolidated drained*, dan 9% - 16% untuk hasil uji triaksial *consolidated undrained*,

3. Diagram lintasan tegangan tiap-tiap sampel pada kondisi *consolidated undrained* berupa kurva yang jalannya mengarah ke kiri hingga mencapai suatu titik keruntuhan tertentu.

4. Tanah gambut Lampung mempunyai nilai kemiringan M sebesar 0,8668, garis kedudukan kritis suatu tanah hasil uji triaksial *consolidated drained* dan *consolidated undrained*,

5. Garis kedudukan kritis yang terbentuk pada tanah gambut Lampung hasil uji triaksial *consolidated drained* dan *consolidated undrained* memperlihatkan bahwa sampel tanah mendekati *normally consolidated*, ditandai dengan nilai perpotongan garis kedudukan kritis dengan sumbu q yang relatif kecil, yaitu sebesar 19,549 kPa, dan perubahan tekanan air pori yang selalu positif ($\Delta u > 0$),

6. Tanah gambut Lampung mempunyai λ sebesar 0,1058, $\Gamma = 4,0114$, dan $N = 4,0615$.

DAFTAR PUSTAKA

- Haan, Den, E.J., 1997, *An Overview of The Mechanical Behaviour of Peats and Organics Soils and Some Appropriate Construction Techniques*, Proceeding of Conference on Recent Advances in Soft Soil Engineering, Vol 1, Sarawak, Malaysia, pp 1 - 16
- Jarret, P.M., 1997, *Recent Development in Design and Construction on Peats and Organics Soils*, Proceeding of Conference on Recent Advances in Soft Soil Engineering, Vol 1, Sarawak, Malaysia, pp 17 - 45
- Lambe, W. and Whitman., 1969, *Soil Mechanics*, John Wiley & Sons, Inc, New York.

- Rustamaji, 1997, *Studi Analisis dan Eksperimental Perbaikan Tanah Gambut dengan Clean Set Cement*, Tesis ITB, Bandung
- Soepandji, B.S. Damoerin, D. dan Andromeda J., 1999, *Pengaruh Konsolidasi Berlebihan Terhadap Lintasan Tegangan Pada Tanah Gambut Kondisi Terkonsolidasi Tak Terdrainasi*, Prosiding Seminar Nasional Geoteknik '99, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Jogjakarta, pp. 11-19
- Soepandji, B.S. dan Setiadi 1998, *Pontianak and Duri Peat Stress Path With Consolidation Undrained Triaxial Test*, Prosiding Geoteknik di Indonesia Menjelang Milineum ke-3, hl. 61 - 67
- Soepandji, B.S., 1996, *Perilaku Tanah Gambut dalam Proses Konsolidasi Monodimensi dan Analisa Parameter Triaksial Lintasan Tegangan*, Jurnal Geoteknik Vol. II, No. 02, hl. 13 - 30