

PENERAPAN TEST KONSOLIDASI METODA *CONSTANT RATE OF STRAIN (CRS-CONSOLIDATION TEST)* PADA TANAH GAMBUT BERSERAT

Ferry Fatnanta

ABSTRAK

Studi mengenai penentuan strain rate pada test konsolidasi metoda CRS telah dilakukan pada tanah lempung yang mempunyai plastisitas yang berbeda-beda. Disamping itu juga, studi konsolidasi metoda CRS untuk tanah lempung organik dengan kandungan kadar organik mencapai 45% juga telah dilakukan. Sampai saat ini belum pernah dilakukan studi pemakaian metoda CRS untuk tanah gambut berserat dimana pada tanah gambut berserat kandungan tanah organik mencapai lebih dari 75%. Oleh karena itu dalam penelitian dicoba untuk menerapkan test konsolidasi metoda CRS pada tanah gambut berserat. Permasalahan yang dibahas dalam studi ini adalah bagaimana pengaruh kecepatan perubahan angka pori terhadap perilaku pemampatan tanah gambut berserat pada test konsolidasi metoda constant rate of strain. Dalam studi ini, sampel tanah bersifat *undisturbed* diambil dari desa Pekantua, Kec. Tempuling Kab. Indragiri Hilir, Riau. Pada test konsolidasi metoda CRS, kecepatan perubahan angka pori yang dipilih adalah 0.4; 0.2; 0.05; 0.02 dan 0.01 per menit; dengan jumlah sampel 10 (sepuluh) buah, masing-masing 2 (dua) sampel. Hasil studi yang diperoleh menunjukkan bahwa sampel dapat diklasifikasikan sebagai gambut berserat (hemic) dengan kandungan abu rendah tingkat keasaman tinggi dan daya serap air tinggi. Pada test konsolidasi metoda CRS, kecepatan perubahan angka pori berpengaruh pada perioda pengetesan, tegangan air pori pada dasar sampel (U_B) serta tegangan efektif (σ') yang terjadi. Secara umum bentuk kurva e vs $\log \sigma'$ adalah landai (flat) pada tegangan efektif kecil (< 10 kPa) berubah curam pada tegangan efektif besar (> 10 kPa). Disamping itu, pada kurva e vs $\log \sigma'$ menunjukkan bahwa semakin besar harga kecepatan perubahan angka pori, kurva semakin menggeser ke kiri, hal ini disebabkan tegangan air pori (U_B) yang terjadi makin besar sehingga tegangan efektif (σ') yang terjadi makin kecil untuk perubahan angka pori yang sama. Pada kurva normalisasi angka pori awal e/e_0 vs $\log \sigma'$ terlihat bahwa bentuk kurva hampir berimpit satu sama lain, jadi kecepatan perubahan angka pori tidak berpengaruh pada bentuk kurva.

Kata Kunci: *konsolidasi Constant Rate of Strain (CRS), Konsolidasi Konvensional, kecepatan perubahan angka pori, tanah gambut, pemampatan,*

ABSTRACT

The studies on the determination of strain rate on the consolidation method of CRS test has been done on clay have different plasticity. Beside that, the CRS method to study consolidation of clay with organic content of 45% organic content has also been done. Until now it has never done studies use CRS method for fibrous peat soil in which the fibrous peat soil organic matter content of more than 75%. Therefore, in applying the study attempted to test the consolidation method of CRS on fibrous peat soil. Issues discussed in this study is how the rate of change of the void ratio compression behavior of fibrous peat soil on consolidation test method of constant strain rate.

For this study, the undisturbed soil sample was taken from the Tropical Peat Research Center, at Pekantua village, Riau province. The void ratio exchange rate chosen for for the constant rate of strain consolidation test method was 0,4; 0,2; 0,05; 0,02 and 0,01 per menit.

The study results obtained show that the sample could be classified as fibrous peat (hemic) with low ash content and high acidity levels high water absorption. In the test method CRS consolidation, void ratio speed changes affect the testing period, stress at the base of the pore water samples (U_B) and effective stress (σ') happens. In general shape of the curve of e vs $\log \sigma'$ are gently sloping (flat) on the effective stress small (< 10 kPa) steep turns at large effective stresses (> 10 kPa). In addition, the curve of e vs $\log \sigma'$ indicates that the greater the change of void ratio, the more the curve shifts to the left, this is due to pore water pressure (U_B) which occurs the greater so that the effective stress (σ') which occurs become smaller for the same void ratio changes. On the curve normalized void ratio e / e_0 vs $\log \sigma'$ seen that the shape of the curve almost coincide with each other, so the change of void ratio has no effect on the shape of the curve.

Keywords: *Constant Rate of Strain (CRS) Consolidation, Conventional Consolidation, the change of void ratio, peat soils, compressibility,*

Pendahuluan

Masalah yang perlu diperhatikan bila membangun di atas tanah gambut adalah pemampatan sebagai akibat konsolidasi. Besar pemampatan akibat konsolidasi suatu lapisan tanah sangat bergantung pada besar beban

yang diberikannya terhadap lapisan tanah yang dibebani. Sedang lama peristiwa pemampatan konsolidasi di lapangan sangat dipengaruhi oleh kemampuan lapisan tanah tersebut untuk mengalirkan air

keluarnya air dari pori-pori dan panjang aliran air pori untuk mengalir keluar.

Dalam memprakirakan besaran lama pemampatan di lapang diperlukan sifat tekni tanah yaitu C_c dan c_v . Kedua parameter tersebut dapat ditentukan dengan cara melakukan test konsolidasi di laboratorium. Pada umumnya test tersebut dilakukan secara konvensional (*multiple stage loading*). Salah satu kekurangan pada test konsolidasi metode konvensional adalah diperlukan waktu pelaksanaan test yang relatif lama, kira-kira 10 hari untuk 1 (satu) sampel.

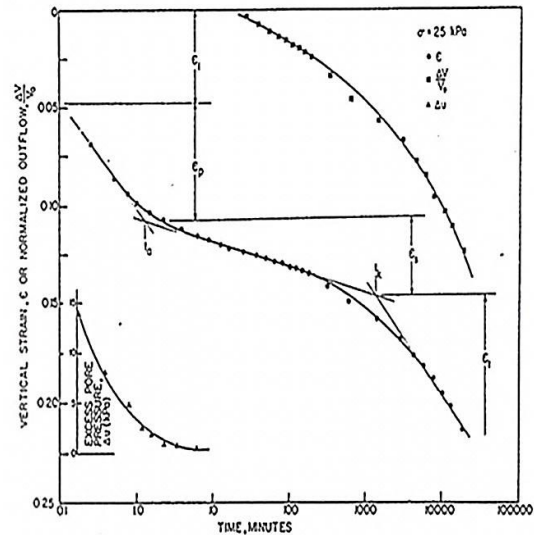
Oleh karena itu untuk mengatasi waktu pelaksanaan test yang relatif lama maka digunakan test konsolidasi metode *constant rate of strain* (CRS). Pada test konsolidasi metode *constant rate of strain* (CRS), sistem pembebanan dilakukan secara terus menerus (*continous loading*) dengan kecepatan regangan tetap (*constant rate of strain*).

Permasalahan yang akan diteliti dalam studi ini adalah menentukan berapa besar kecepatan perubahan angka pori (e) yang harus digunakan pada test konsolidasi metode CRS agar didapat bentuk kurva hubungan $e/e_0 - \log \sigma'$ sesuai dengan bentuk kurva $e/e_0 - \log \sigma'$ yang dihasilkan test konsolidasi metode konvensional.

Tinjauan Pustaka

Tanah Gambut

Sifat fisik tanah gambut dan tanah lempung sangat berbeda satu terhadap lainnya; hal ini disebabkan fase solid yang ada pada tanah gambut tidak selalu solid namun merupakan serat-serat yang mengandung air dan/atau gas. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa perilaku pemampatan tanah gambut, terutama tanah gambut berserat, sangat berbeda dengan tanah lempung. Hal ini telah dibuktikan oleh Dhowian dan Edil (1980) dimana test konsolidasi tanah gambut berserat dengan beban kecil ($\sigma = 25$ kPa), menghasilkan kurva pemampatan (ϵ vs log waktu) terdiri dari 4 (empat) komponen regangan, seperti yang terlihat pada **Gambar 1**. Komponen regangan tanah gambut berserat hasil test konsolidasi tersebut adalah regangan langsung (ϵ_i), regangan primer (ϵ_p), regangan sekunder (ϵ_s), dan regangan tersier (ϵ_t).



Gambar 1 Kurva hubungan ϵ vs log waktu dari sampel yang ditest dengan beban 25 kPa (Dhowian dan Edil, 1980)

Dasar Teori Konsolidasi Metoda CRS (*Constant Rate Of Strain*)

Asumsi yang dipakai pada test konsolidasi metode CRS sama dengan asumsi yang dipakai pada test konsolidasi metode konvensional. Perbedaan dari 2 (dua) jenis test tersebut terletak pada sistem pembebanan; pada test konsolidasi metode konvensional beban diberikan secara bertahap, sedang pada test konsolidasi metode CRS, beban diberikan secara terus menerus (*continous loading*) dengan kecepatan regangan tetap (*constant rate of strain*).

Pada awalnya test konsolidasi metode CRS digunakan untuk menentukan besar tegangan prakonsolidasi dan kurva hubungan $e - \log \sigma'$ secara cepat (Hamilton dan Crawford, 1959). Kemudian Smith dan Wahls (1969) mengembangkan teori ini untuk menghitung harga koefisien konsolidasi, c_v , dari hasil test konsolidasi metode CRS. Selanjutnya Smith dan Wahls (1969) mengembangkan teori konsolidasi metode CRS dengan mengambil asumsi bahwa angka pori bervariasi secara linier terhadap tinggi sampel dan koefisien permeabilitas tanah selalu konstan. Apabila ditentukan bahwa tegangan total adalah σ , dan tegangan air pori di dasar sampel adalah u_B , maka tegangan efektif rata-rata, σ'_{av} , adalah:

$$\sigma'_{av} = \sigma - \alpha u_B$$

dimana α merupakan perbandingan antara tegangan air pori rata-rata, u_{av} terhadap tegangan air pori di dasar sampel, u_B . Parameter α merupakan fungsi b/r dan variasi harga α terhadap b/r dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Variasi harga α terhadap harga b/r

b/r	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00
α	0,667	0,682	0,700	0,722	0,750

Tabel 1 menunjukkan bahwa variasi harga b/r tidak mempunyai pengaruh yang berarti terhadap harga α , dimana harga α mendekati harga 2/3, maka Persamaan 1 dapat ditulis menjadi:

$$\sigma'_{av} = \sigma - \frac{2}{3}u_B$$

Persamaan 2 merupakan persamaan tegangan efektif rata-rata pada test konsolidasi metoda CRS. Terzaghi (1925) mendefinisikan koefisien konsolidasi, c_v sebagai:

$$c_v = \frac{k(1 + \bar{e})}{a_v u_B}$$

dimana a_v adalah koefisien kompresibilitas = $\Delta e / \Delta \sigma$. Apabila harga k (1 + e) digantidengan $k(1 + \bar{e})$ dan disubstitusikan ke dalam Persamaan 3 didapat:

$$c_v = \frac{r H^2}{a_v u_B} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{12} \frac{b}{r} \right)$$

dan apabila $a_v = \Delta e / \Delta \sigma'$ dan $r = \Delta e / \Delta t$ disubstitusikan ke Persamaan 4 dan harga b/r ≈ 0 , diperoleh :

$$c_v = \frac{\Delta \sigma' H^2}{\Delta t 2u_B}$$

Persamaan 5 merupakan persamaan koefisien konsolidasi, c_v pada test konsolidasi metoda CRS.

Penerapan Test Konsolidasi Metoda Constant Rate Of Strain (CRS)

Uji konsolidasi metoda CRS dengan kecepatan regangan kecil pada lempung montmorillonit yang dilakukan oleh Smith dan Wahls (1969) menghasilkan kurva hubungan e vs $\log \sigma'$ yang bentuknya sama dengan kurva hasil test konsolidasi konvensional.

Namun untuk lempung kaolinit, bentuk kurva e vs $\log \sigma'$ tidak dipengaruhi oleh harga kecepatan regangan. Jadi bentuk kurva e vs $\log \sigma'$ sangat dipengaruhi oleh kecepatan regangan dan jenis tanah.

Harga koefisien konsolidasi, c_v , hasil test konsolidasi metoda CRS cenderung lebih besar dari pada harga c_v hasil test konsolidasi metoda konvensional. Hal ini disebabkan oleh pembacaan tegangan air pori yang kurang akurat dimana hal ini mungkin disebabkan oleh tegangan air pori yang terjadi terlalu kecil sehingga sulit untuk mengukurnya (Smith dan Wahls, 1969).

Penerapan test konsolidasi metoda CRS pada tanah organik telah dilakukan oleh Wardhana (1996), dengan kandungan organik maximum 45%. Menurut klasifikasi ASTM (1985) tanah yang distudi tersebut belum termasuk tanah gambut karena kandungan organik kurang dari 75%.

Hasil studi tersebut menunjukkan bahwa harga C_c bertambah besar dengan bertambahnya kandungan organik. Untuk kandungan organik yang sama, harga C_c bertambah besar dengan bertambahnya kecepatan regangan (*strain rate*).

Wardana (1996) juga menyimpulkan bahwa bentuk kurva e vs $\log \sigma'$ dipengaruhi oleh kandungan organik. Tanah dengan kandungan organik lebih tinggi mempunyai bentuk kurva e vs $\log \sigma'$ yang semakin curam untuk *strain rate* yang sama. Hal ini mungkin disebabkan makin besar kandungan organik maka makin besar pula angka pori awal (e_0) sehingga tanah tersebut semakin kompresibel.

Kecepatan regangan juga mempengaruhi harga c_v , untuk tanah dengan kandungan organik yang sama, harga c_v makin kecil dengan berkurangnya kecepatan regangan. Keadaan ini disebabkan makin kecil kecepatan regangan, makin besar waktu pengetesan *strain rate* sehingga harga c_v makin kecil walaupun tegangan air pori juga semakin kecil.

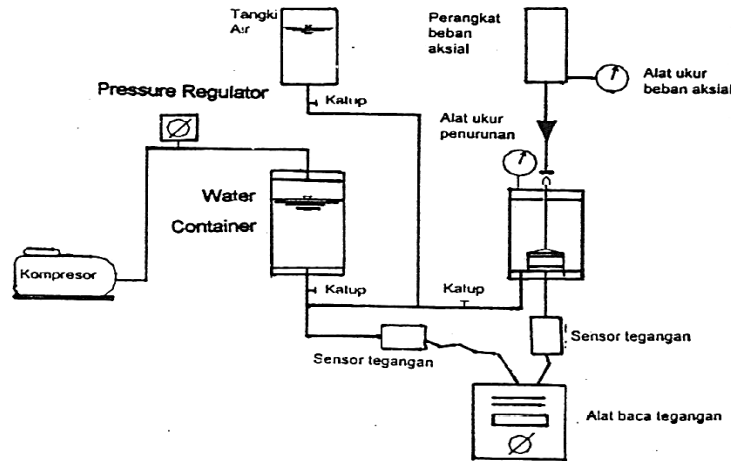
Metodologi Penelitian

Sampel tanah gambut yang dipakai dalam penelitian ini adalah tanah gambut yang diambil dari desa Pekantua, Kec. Tempuling, Kab. Indragiri Hilir, Riau. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan tabung dari pipa PVC yang diameternya 12,7 cm dan panjang 50cm. Sampel diambil dari kedalaman 1 m dari permukaan tanah.

Pengujian konsolidasi CRS dilakukan di laboratorium Mekanika ITS.

Alat tersebut mempunyai pengatur kecepatan regangan diatur dari 0,008 /menit sampai 0,4/menit. Mesin kompresi MAC (Motor Appliance Corp.) Saint Louis Mo, spec. B5905, rpm 1725/1425, HP 1/6, dan Variabel Speed Transmission model No. N28AMT37, input 1750 rpm dan output 14-0 rpm dipasang pada alat ini, untuk memberikan gaya tekan ke sampel. Tipe alat turbin aksial yang dipakai untuk mengukur gaya tekan adalah tipe PR-5,

Soiltest Inc, Evenston, Illinois dengan kapasitas gayatekan maximum 226,76 kg. Alat turbin penurunan untuk mengukur pemampatan sampel dipasang dibawah alat turbin aksial dengan tingkat ketelitian 0,001 mm. Untuk mengukur tegangan air pori di dasar sampel dipasang sensor tegangan yang dilengkapi dengan alat baca tegangan. Skema alat test konsolidasi metode CRS diberikand dalam Gambar 2.



Gambar 2 Skema peralatan konsolidasi metode CRS

Menentukan Sifat Fisik Tanah Gambut

Sifat fisik yang diperiksa dari tanah gambut berserat tersebut antara lain : kadar air (w_c), berat volume (γ), *Specific Gravity* (G_s), kadar serat (O_c), kadar abu (A_c) dan distribusi ukuran serat. Parameter fisik tanah gambut tersebut ditentukan dengan mengikuti prosedur yang dijelaskan oleh MacFarlane (1969) dan Lyn, dkk (1974).

Pelaksanaan Test Konsolidasi Metoda CRS

Jenis sampel yang digunakan dalam penelitian adalah sampel tidak terganggu. Ukuran sampel konsolidasi metoda CRS sama dengan sampel yang digunakan pada konsolidasi metoda konvensional yaitu diameter 60 mm dan tinggi 20 mm atau perbandingan diameter terhadap tinggi sampel lebih dari 2,57. Dalam hal ini yang perlu diperhatikan adalah sampel tidak boleh tertekan sehingga angka pori dan kadar air tidak berubah. Adapun urutan cara pelaksanaan test konsolidasi metoda CRS adalah:

- Melakukan penjenhans sampel. Sesuai dengan asumsi bahwa sampel adalah jenis homogen, maka dilakukan proses

penjenhans sebelum pelaksanaan test konsolidasi. Dalam studi ini proses penjenhans berlangsung selama kurang lebih 24 jam; besar tekanan air yang diberikan maksimum 0.5 – 0.6 kg/cm², dan rasio $\Delta u / \Delta \sigma$ yang didapatkan berkisar antara 90% sampai 100%.

- Memilih kecepatan perubahan angka pori (e) yang dipakai dalam uji konsolidasi metoda CRS, dalam studi ini kecepatan perubahan angka pori (e) yang dipilih adalah 0,4 ; 0,2 ; 0,05 ; 0,01 dan 0,008 per menit. Kecepatan perubahan angka pori (e) dapat dihitung sebagai berikut :

$$e = \frac{\Delta H}{H_s} \frac{1}{\Delta t} = \frac{\Delta H}{\Delta t} \frac{1}{H_s} = v \frac{1}{H_s} \left(\frac{\text{mm}}{\text{min. mm}} \right) = v \frac{1}{H_s} \left(\frac{1}{\text{min.}} \right)$$

$$\dot{\epsilon} = \frac{\Delta H}{H_t} \frac{1}{\Delta t} = \frac{\Delta H}{\Delta t} \frac{1}{H_t} = v \frac{1}{H_t} \left(\frac{\text{mm}}{\text{min. mm}} \right) = v \frac{1}{H_t} \left(\frac{1}{\text{min.}} \right)$$

dimana :

Hs= tinggi solid sampel (mm)

v = kecepatan gaya aksial dari mesin kompresi (mm/menit)

ΔH = pemampatan sampel (mm)

Ht= tinggisampel (mm)

Ataukecepatanperubahanangkapori, e , adalah :

$$e = \frac{\text{angka pori akhir} - \text{angka pori awal}}{\text{total waktu pengetesan}} \text{ per menit}$$

- Mencatat besarnya tegangan aksial, tegangan air pori di dasar sampel dan pemampatan sampel. Pencatatan data

dilakukan dari menit 0,25 ; 0,5 ; 1 ; 2 ; 4 ; 8 ; 16 ; 20 dan selanjutnya per 20 menit sampai akhir test.

- Test diakhiriapabilagayatekanmencapaikekuatan maksimum proving ring = 226,76 kg.

Analisa Hasil dan Pembahasan

Sifat Fisik

Sifat fisik yang diujipada penelitian ini adalah kadar air (w_c), berat volume (γ_t), angka pori awal (e_0), specific gravity (G_s), kadar organik (O_c), kadar abu (A_c), keasaman (pH) serta distribusi ukuran serat. Harga rata-rata sifat fisik tersebut di atas diberikandalam **Tabel 1** dan sifat fisik dari masing-masing sampel yang dites konsolidasi diberikan pada **Tabel 2**.

Tabel 1 Secara umum kondisi fisik tanah gambut Pekantua

Kadar air, w_c (%)	Berat isi γ_t (kN/m ³)	Kadar serat (%)	Kadar abu, A_c (%)	Kadar organik, O_c (%)	Specific Gravity (G_s)	Keasaman pH	Angkap ori awal, e_0
849	9.73	45.83	4.46	95.54	1.52	3.62	13.48

Tabel 2 Kondisi Fisik Masing-masing Sampel

Nama sampel	void ratio rate (min. ⁻¹)	Kadar air awal (%)	Angkap ori awal	Berat isi (kN/m ³)	Distribusi ukuran serat (%)		
					kasar	sedang	Halus
GR-1A	0.392	842	14.00	9.30	35.70	40.60	23.70
GR-1B	0.398	900	13.40	10.20	32.30	48.40	19.30
GR-2A	0.165	949	14.20	10.20	30.24	38.07	31.69
GR-2B	0.178	939	14.20	10.10	35.58	39.85	24.57
GR-3A	0.043	632	10.30	9.58	34.85	41.45	23.70
GR-3B	0.047	538	9.20	9.21	35.29	44.95	19.75
GR-4A	0.014	963	15.50	9.52	33.68	38.02	28.03
GR-4B	0.016	898	14.00	9.89	33.79	44.53	21.68
GR-5A	0.0081	982	15.20	9.91	33.27	44.35	22.38
GR-5B	0.0088	906	14.80	9.41	35.73	42.90	21.37
S-2	LIR=1	727	11.85	9.48	38.60	42.70	18.70

Sumber data S-2: Penentuan Parameter Pemampatan Tanah Gambut Berserat Riau Dengan Menggunakan Model Hardin (1989) Serta Model Lan Dan Edil (1992). (Imananto, E.I, 1999)

Menurut data pada **Tabel 2** terlihat bahwa sampel yang distudi dapat diklasifikasikan sebagai tanah gambut berserat karena kandungan organik > 75% dan kandungan seratnya > 20% (OSRC, 1982; LGS, 1982; ASTM, 1985 dan MacFarlane, 1968). Menurut ASTM (1992), tanah yang

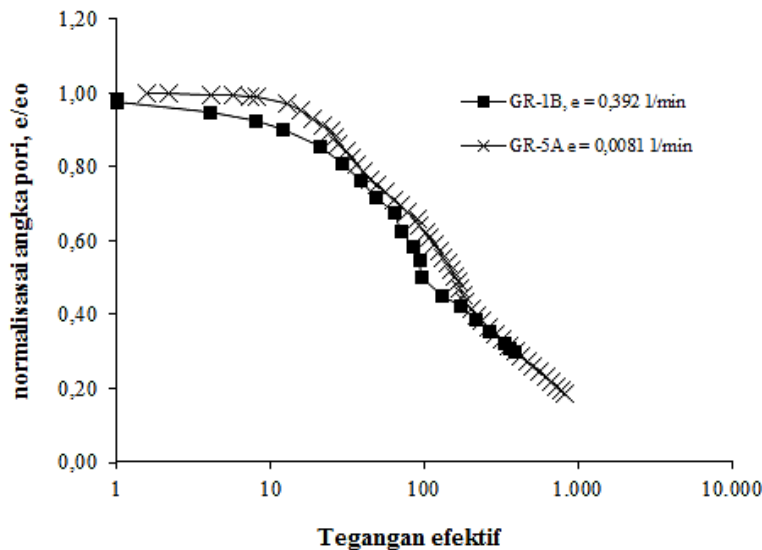
distudi ini dapat diklasifikasikan sebagai Hemic (kandungan serat antara 33% - 67%), kandungan abu rendah ($A_c < 5\%$), tingkat keasaman tinggi (pH < 4.5), dan daya serap air yang tinggi ($800\% \leq w_c \leq 1500\%$). Jadi tanah yang distudi dapat diklasifikasikan sebagai gambut berserat (*Hemic*) dengan kandungan abu rendah,

tingkatkeasamantinggi, dandayaserap air yang tinggiataufibrous peat (*Hemic*) with low ash content, highly acid, and highly absorbent.

Bentuk Kurva Hubungan e vs $\log \sigma'$

Pada test konsolidasi metoda CRS, kecepatan regangan dijaga tetap selama pengetesan sesuai dengan kecepatan regangan yang dipilih. Kecepatan regangan disini sangat bersesuaian dengan kecepatan pembebanan dimana makin cepat *strain rate* yang dipilih makin cepat perubahan pembebanan selama proses test

konsolidasi metoda CRS. Sebagai akibatnya, kecepatan regangan yang besar menghasilkan tegangan efektif yang kecil (untuk besar perubahan regangan yang sama); hal ini disebabkan tegangan air pori yang terbentuk di dasar sampel tidak mempunyai cukup waktu untuk mengalir keluar (terdissipasi). Oleh sebab itu bentuk kurva e vs $\log \sigma'$ makin menggeser ke kanan apabila kecepatan regangan yang dipilih makin kecil (Mochtar dan Wardhana, 1996), seperti ditampilkan pada **Gambar3**.



Gambar 3 Hubungan antar tegangan efektif, σ' dengan angka pori hasil konsolidasi CRS (sumber: hasil pengujian, 1999)

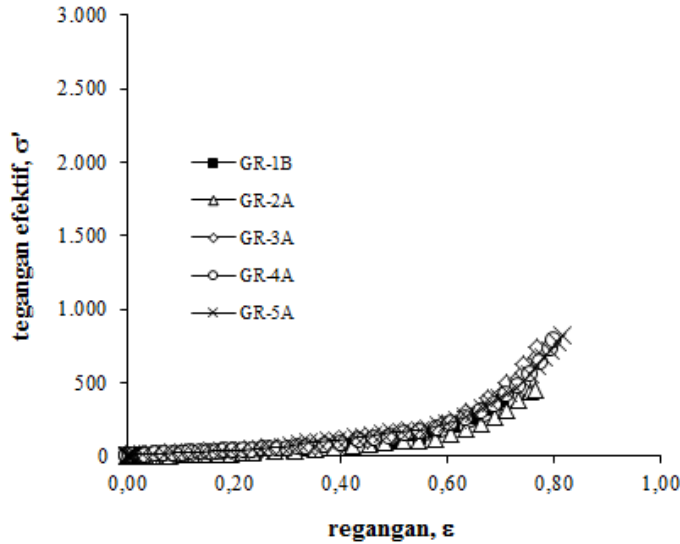
Kurva hubungan e vs $\log \sigma'$ hasil test konsolidasi metoda CRS untuk, $\dot{\epsilon} = 0.392 \text{ min}^{-1}$ diberikan dalam **Gambar 3**. Semua kurva e vs $\log \sigma'$ menunjukkan perilaku yang serupa dimana pada beban rendah ($\leq 10 \text{ kPa}$) bentuk kurva adalah landai dan kemudian berubah menjadi curam pada beban besar ($> 10 \text{ kPa}$). Hal ini disebabkan sampel yang bersangkutan telah termampatkan di lapangan oleh beban sebesar tegangan overburden efektif (σ_0') sehingga telah terbentuk ikatan antar partikel sebesar σ_0' ; selain itu, sampel tersebut mengalami sedikit pengembangan karena hilangnya tegangan overburden pada saat pengambilan sampel. Jadi apabila beban yang diberikan selama pengetesan lebih kecil dari pada tegangan overburden efektif maka pemampatan yang terjadi kecil karena merupakan proses recompression sehingga bentuk

kurva adalah landai. Tetapi apabila beban yang diberikan lebih besar dari pada σ_0' dimana kekuatan antar partikel dilampui maka proses pemampatan yang terjadi bukan proses recompression sehingga terjadi peristiwa “*broken bond*” yang menyebabkan terjadinya pemampatan yang cukup besar yang berarti bentuk kurva menjadi curam dan ditandai dengan meningkatnya tegangan air pori di dasar sampel (U_b) yang cukup besar.

Kurva hubungan ϵ vs σ' hasil test konsolidasi metoda CRS disajikan pada **Gambar 4**. Semua kurva ϵ vs σ' menunjukkan perilaku yang sama dimana pada awal pembebanan ($\sigma' < 200 \text{ kPa}$), regangan yang terjadi cukup besar mencapai 0,6. Namun pada beban diatas 200 kPa tidak terlihat penambahan regangan yang berarti, fenomena ini menunjukkan perilaku *stress*

hardening yang sesuai dengan perilaku pemampatan hasil konsolidasi metoda CRS yang

dilakukan oleh Mochtar, 1985.



Gambar 4 Kurva e vs σ' , hasil test konsolidasi metoda CRS (sumber: hasil pengujian, 1999)

Pengaruh Normalisasi Angka Pori

Terhadap Kurva Hubungan e vs $\log \sigma'$

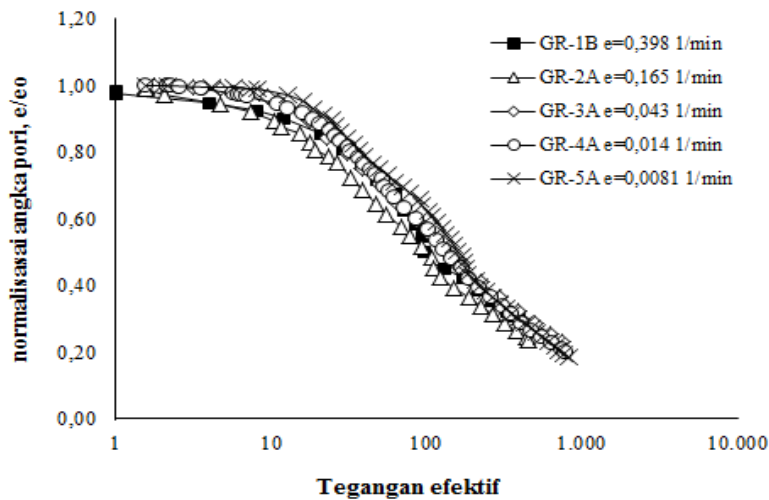
Padatan hampa sering dijumpai kondisi fisik awal sampel yang berbeda-beda diantaranya angka pori awal; hal ini mengakibatkan kurva e vs $\log \sigma'$ menyebarkan kondisi angka pori awal sampel yang bersangkutan sehingga kadang-kadang menyebabkan kesulitan untuk menganalisisnya.

Oleh sebab itu untuk mengurangi perbedaan angka pori awal dilakukan normalisasi angka pori awal (e_0)

Pori

untuk masing-masing sampel.

Untuk mengetahui pengaruh normalisasi angka pori awal terhadap kurva e vs $\log \sigma'$ maka digambarkan kurva hubungan e/e_0 vs $\log \sigma'$ seperti yang diberikan dalam Gambar 5. Hasil normalisasi menunjukkan bahwa kurva hubungan e/e_0 vs $\log \sigma'$ untuk semua sampel yang ditest dengan e berbeda hampir berimpit menjadi satu.



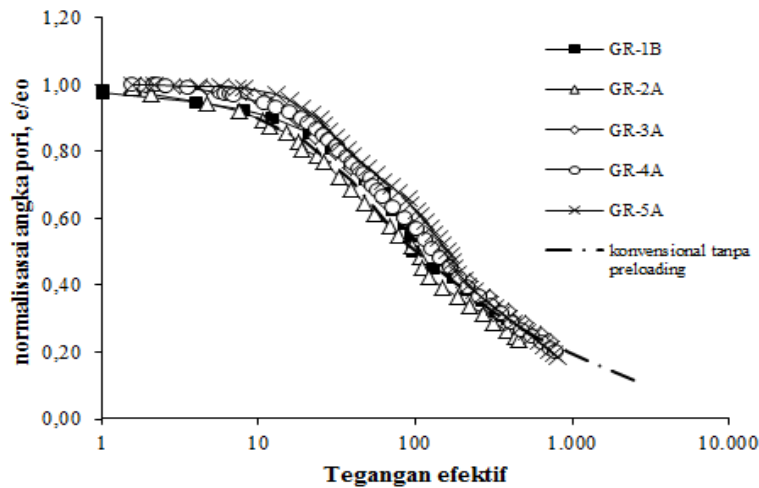
Gambar 5 Kurva e/e_0 vs $\log \sigma'$, hasil test konsolidasi metoda CRS (sumber: hasil pengujian, 1999)

Namun meskipun berimpit, tetapi terlihat bahwa kurva e/e_0 vs $\log \sigma'$ pada **Gambar 5** menunjukkan adanya kecenderungan untuk menggeser ke kanan dengan semakin kecilnya kecepatan perubahan angka pori. Jadi kurva tersebut masih menunjukkan sedikit penyebaran sesuai dengan kecepatan perubahan angka pori yang dipilih pada saat pengetesan. Sempitnya rentang penyebaran kurva e/e_0 vs $\log \sigma'$, seperti yang terlihat pada **Gambar 5**, disebabkan oleh kurangnya rentang variasi harga e , sehingga diperoleh penyebaran kurva e/e_0 vs $\log \sigma$ yang sempit. Namun **Gambar 6** menunjukkan bahwa

hasil pengetesan dengan berbagai harga e tidak mempunyai pengaruh yang berarti terhadap kemiringan kurva “*virgin*” dan hal ini terbukti bahwa indeks pemampatan mempunyai harga yang hampir sama dan mendekati indeks pemampatan dari sampel yang di test dengan metoda konvensional dengan LIR=1.

Jadi dapat disimpulkan bahwa indeks pemampatan kurva “*virgin*” e/e_0 vs $\log \sigma'$ hasil konsolidasi metoda CRS untuk tanah gambut

berserat tidak dipengaruhi oleh variasi harga e dan mendekati indeks pemampatan dari sampel yang ditest dengan metoda konvensional dengan LIR=1.



Gambar 6 Kurva e/e_0 vs $\log \sigma'$, hasil test konsolidasi metoda CRS dan konsolidasi konvensional LIR=1. (sumber: hasil pengujian, 1999)

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Sesuai hasil test konsolidasi metoda CRS yang telah dilakukan serta analisa pembahasannya yang telah diuraikan dalam penelitian ini maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Tegangan air (U_b) yang terjadi di dasar sampel sangat dipengaruhi oleh kecepatan perubahan angka pori (\dot{e}); semakin tinggi harga \dot{e} maka tegangan air pori makin besar.
2. Tegangan efektif yang terjadi sangat dipengaruhi oleh kecepatan perubahan angka pori (\dot{e}); semakin tinggi harga \dot{e} , maka tegangan efektif makin kecil untuk Δe yang

sama sehingga kurva e vs $\log \sigma'$ terlihat makin menggeser ke kiri.

3. Harga e yang dipilih dalam pengetesan mempengaruhi periode pengetesan dan tegangan air pori yang terbentuk didasar sampel; sebagai akibatnya harga tegangan prakonsolidasi semu, σ'_n , juga terpengaruh.

Tetapi harga e tersebut menjadi tidak berpengaruh terhadap kurva e vs $\log \sigma'$ apabila beban yang diberikan > 200 kPa.

4. Kecepatan perubahan angka pori \dot{e} tidak mempunyai pengaruh terhadap indeks pemampatan untuk kurva normalisasi angka pori awal e/e_0 vs $\log \sigma'$, Hal itu ditunjukkan

padakurva normalisasi angka pori awal e/e_0 vs $\log \sigma'$ berimpit satu sama lain.

Saran

Dari hasil penelitian yang disimpulkan dan fakta-fakta yang dijumpai dalam melakukan penelitian, saran yang dapat disampaikan adalah memperlebar rentang variasi harga e yang dipakai dalam test konsolidasi metoda CRS sehingga terlihat pengaruh harga e terhadap kurva e/e_0 vs $\log \sigma'$.

DaftarPustaka

ASTM Annual Book (1982), "Standart Test Method for One Dimensional Consolidation Properties of Soils using Controlled Strain Loading (D4186)", ASTM Section 4, pp. 688-694.

Dhowian, A.W and Edil, T.B. (1980), "Consolidation Behavior of Peat", *Geotechnical Journal*, Vol. 3. No. 3, hal. 105-144.

Goran, S (1975), "New Oedometer Routines Advantages In Engineering Practice", *Proc. Conference on Soil Mechanics and Foundations Engineering*, Vol. 1, Istanbul.

Gorman, et al (1978), "Constant Rate of Strain and Controlled Gradient Consolidation Testing", *Geotechnical Testing Journal*, GTJODJ, Vol. 1, No. 1, pp. 3-15.

MacFarlane, I.C and Radforth, N.W. (1968) "Muskeg Engineering Hand Book", National Research Council of Canada, University of Toronto Press, Toronto, Canada.

Mochtar, Noor. E dan Indrasurya Mochtar (1991), "Studi tentang Sifat Phisik dan Sifat Teknik Tanah Gambut Banjarmasin dan Palangkaraya serta Alternatif cara Penanganannya untuk Konstruksi Jalan", Cisarua, Bogor.

Noor, (1991), "Penentuan Parameter Konsolidasi Tanah Lempung Dengan Metoda Constan Rate of Strain", Laporan Penelitian, 1991.

Smith, R.E and Wahls, H.E (1969), "Consolidation Under Constant Rate of Strain", *Journal of the Soil Mechanics and Foundation and Division*, ASCE. Vol. 95, No. SM2.

Umehara, Y. and Zen, K. (1980), "Constant Rate of Consolidation for Very Soft Clayey Soil", *Soil and Foundation Engineering*, Vol. 20 No. 2.

Wardana, I.G.N, (1996), "Korelasi Strain Rate Dengan Kadar Organik Pada Test Konsolidasi Metoda Constant Rate of Strain (CRS)" Tesis S-2, Pasca Sarjana Teknik Sipil ITS Surabaya.

