

KARAKTERISTIK GEOTEKNIK TANAH GAMBUT DI TUMBANG NUSA, KALIMANTAN BARAT

Handali, S.¹⁾, Royano, R.B.²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta
e-mail : safehandali@yahoo.com

²⁾Alumni S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kristen Immanuel Yogyakarta
e-mail : raybodiroyano@yahoo.co.id

ABSTRACT

Peat is a highly organic soil originated from the decomposition of forest vegetation. The soil is known to have a very low bearing capacity and extremely high compressibility, causing serious structural damages, including to the Trans Kalimantan Highway which passed through Tumbang Nusa, Central Kalimantan. This paper presents the test results of the peat samples taken along the highway in Tumbang Nusa.

Disturbed and undisturbed soil samples were retrieved from four shallow boreholes between two and three meters deep, located at around 300 meters from the side of the Highway. Laboratory tests were conducted to obtain the index properties of the soil. Consolidation test was conducted on one of the undisturbed samples to observe the compressibility characteristics of the soil.

The results of the experiments revealed that the soil has water content that varied between 209,99% - 401,17%, liquid limit between 189,89% - 213,36% and plasticity index between 97,97% - 119,46%. The range of specific gravity was between 1,27 – 1,68, unit weight 8,49 - 11,16 kN/m³ and void ratio 4.30 - 6.12. All these numbers led to the soil to be named Peat according to the classification system for organic soil issued by NAVFAC DM 7.01. The result of consolidation test showed a high and on going settlement when a constant load was left on the sample for six days, indicating a high degree of secondary compression, notorious to structures.

I. PENDAHULUAN

Tanah gambut merupakan campuran fragmen organik yang berasal dari vegetasi yang telah berubah menjadi fosil secara kimiawi. Tanah gambut termasuk dalam katagori tanah yang lebih luas yang disebut tanah organik, yaitu tanah yang mempunyai kandungan organik yang cukup signifikan sehingga mempengaruhi sifat geoteknik tanah. Gambut atau (*peat*) adalah tanah organik yang kandungannya tinggi. Standard ‘tinggi’ untuk membedakan gambut dari tanah organik secara umum ternyata berbeda di setiap negara, dan rentang perbedaan tersebut sangat tinggi, yaitu antara 25% dan 75%

(Priadi, 2007). Tanah yang disebut *peat* di satu negara belum tentu memenuhi kriteria *peat* di negara lain. Dalam makalah ini istilah gambut dipakai mengingat tanah yang diteliti disini mempunyai ciri-ciri yang lebih mendekati gambut dari pada tanah organik biasa.

Ciri-ciri tanah gambut antara lain mempunyai kandungan air dan kompresibilitas yang sangat tinggi, warna khas yaitu coklat tua hingga kehitaman. Lapisan tanah ini dijumpai di sekitar daerah hutan tropis dan dataran rendah dengan faktor genangan air yang melimpah dan lembab serta panas udara yang relatif kurang.

Sebaran tanah gambut di Indonesia yang mencakup area yang sangat luas, yaitu 20,6 juta Ha (Wahyunto et al, 2005). Luas tersebut mencakup sekitar 50% luas gambut tropis di dunia atau sekitar 10,8% luas daratan Indonesia. Sebagian besar lahan gambut di Indonesia terdapat di Papua, Sumatera, dan Kalimantan.. Data pada tahun 2002 menunjukkan bahwa di Sumatera, luas total lahan gambut adalah 7,2 juta hektar atau sekitar 14,9% luas pulau Sumatera. Penyebaran utama terdapat di sepanjang dataran rendah pantai timur, terutama di Riau, Sumatera Selatan, Jambi, Sumatera Utara dan Lampung. Di Kalimantan luas lahan gambut adalah sekitar 5,7 juta hektar. Sebanyak 52,28% dari sebaran gambut tersebut terdapat di Kalimantan Tengah 29,99% di Kalimantan Barat, 12,08% di Kalimantan Timur serta sisanya, yaitu 5,65% berada di Kalimantan Selatan. Lahan gambut di Papua memiliki 7,9 juta hektar dengan sebaran di Papua, dan Papua Barat. Leong dan Chin (1997) mengungkapkan prosentase luas penyebaran tanah gambut di Indonesia yang lebih tinggi lagi dari yang dikutip oleh Wahyunto et al, 2005, yaitu 13% dari luas daerah total Indonesia.

Secara umum, kebanyakan lapisan gambut mempunyai ketebalan antara 2 sampai 8 m, meskipun ditemukan juga lapisan gambut yang mencapai ketebalan 10 m, dan bahkan sampai setebal 100 m yang ditemukan di Papua (Priadi, 2007) Tanah gambut memiliki besaran fisik yang berbeda dari tanah pada umumnya. Hal ini disebabkan karena zat padat yang membentuk tanah tersebut sebagian besar terdiri atas zat organik dan hanya sedikit mengandung mineral pembentuk tanah. Tabel 1 menunjukkan data tanah gambut yang diperoleh dari beberapa tempat di Indonesia. Data tersebut menunjukkan bahwa kadar organik (perbandingan berat antara zat padat organik dengan mineral tanah) dapat mendekati angka 90%, yang berarti jumlah zat padat organik hampir sama banyaknya dengan jumlah mineral tanah ditinjau dari segi beratnya. Tingginya presentase zat organik dalam tanah gambut menyebabkan besarnya volume pori, dan ini menyebabkan tingginya

kadar air dan rendahnya *specific gravity* dan berat volume tanah. Ciri tanah gambut lainnya adalah batas-batas konsistensi yang sangat tinggi.

Tabel 1 Besaran Indeks Tanah Gambut di Sumatera, Kalimantan dan Jawa.

Besaran Indeks	Sumatera			Kalimantan			Jawa
	Duri	Tampan	Palembang	Pontianak	Banjarmasin	Palangkaraya	Rawa Pening
Kadar air	621,26	372,7 - 582,8	235,36	631,74	449,83	536,32 - 532,4	321,32 - 561,76
Batas Cair	440,53	309 - 466,5	274	259,66	182	227,8 - 355,4	-
Batas Plastis	377,35	235,9 - 307,9	194,21	196,37	147,6	134,4 - 198	-
<i>Specific Gravity</i>	1,6	1,55 - 1,49	1,82	1,42	1,47	1,39 - 1,51	1,44 - 1,72
Berat jenis (kN/m ³)	-	-	11,23	-	9,64	10	-
Kadar abu	21,96	8,1 - 21,1	50,74	1,2	4,26	0,72 - 7	37,73
Kadar Serat	74,08	23 - 78,9	71,89	79,45	61,33	93,1 - 92,9	62,12
Kadar Organik	-	87,3 - 96,5	-	98,8	95,38	98,91	-
Angka Pori	-	8,12	-	-	6,89	8,17	-

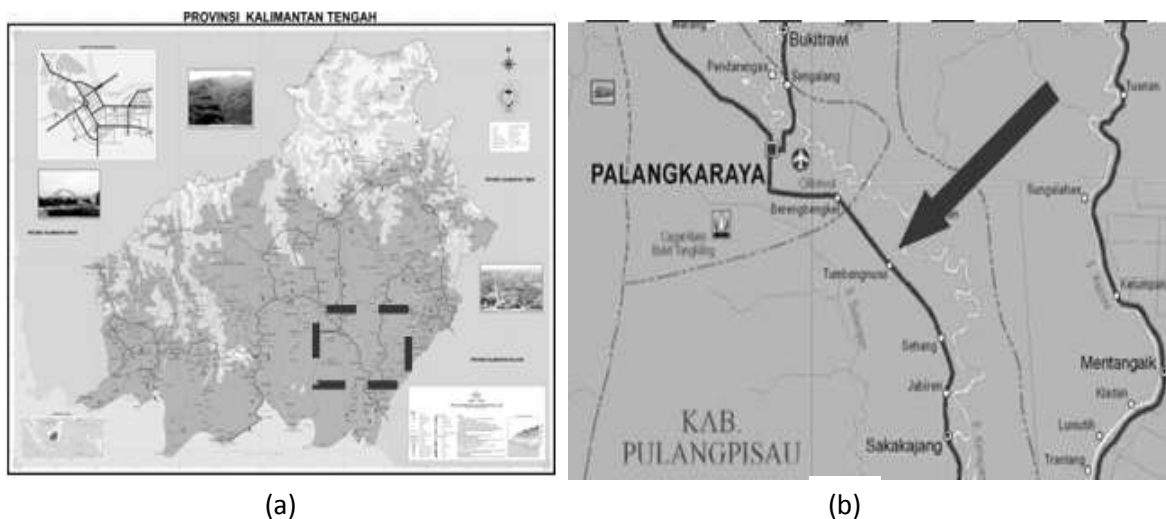
Sumber: Napitulu (2000), Hadijah (2006), Adha (2009), Rakhman (2002)

Pembangunan sarana dan prasarana yang dilaksanakan di atas gambut menghadapi potensi deformasi yang besar dan kestabilan yang rendah selama dan sesudah proses pembangunan. Oleh sebab itu perencanaan pembangunan di atas tanah gambut membutuhkan pemahaman tentang perilaku tanah gambut mengingat besarnya potensi kerusakan yang dapat terjadi pada bangunan di atas gambut. Selain itu gambut memiliki karakteristik yang bervariasi dari lokasi ke lokasi dan karena itu setiap perencanaan pembangunan mengharuskan dilakukannya penelitian tanah gambut di tempat tersebut.

Salah satu contoh dari masalah yang dihadapi bangunan di atas tanah gambut adalah sering terjadinya kerusakan Jalan Trans Kalimantan yang menghubungkan Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan. Bagian dari jalan tersebut di daerah Tumbang Nusa, Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah (Gambar 1) mengalami penurunan di berbagai tempat sepanjang ruas jalan tersebut, yang menyebabkan permukaan jalan bergelombang. Perbedaan tinggi pada titik-titik di permukaan jalan yang bergelombang tersebut cukup besar sehingga menyebabkan gangguan kenyamanan pada kendaraan yang melintas di jalan tersebut.

Penyelidikan Tanah Gambut di Tumbang Nusa

Penelitian geoteknik terhadap tanah gambut di Tumbang Nusa yang dilaporkan pada makalah ini dilakukan untuk mengetahui besaran fisik dan karakteristik deformasi tanah tersebut yang salah satu tujuannya adalah untuk menentukan klasifikasi tanah tersebut. Empat buah lubang bor dibuat untuk pengambilan contoh tanah. Pemboran dilakukan pada tanggal 25 Juli 2012 dengan menggunakan alat bor tangan. Lokasi lubang bor adalah kurang lebih 200 s/d 300 m dari tepi jalan Trans Kalimantan yang melalui Tumbang Nusa, di lokasi yang ditunjukkan di Gambar 1 (b). Keempat lubang bor dibuat menyusur jalan tersebut, dengan jarak lubang bor yang berkisar antara 200-300 m satu terhadap yang lain. Kedalaman lubang bor berkisar antara 2 s/d 3 m.



Gambar 1 Lokasi Pengambilan Contoh Tanah di Tumbang Nusa, Kalimantan Tengah

Warna tanah yang diamati di keempat lubang bor dan pada rentang kedalaman tersebut adalah hitam kecoklatan. Pengambilan contoh tanah asli dilakukan dengan menggunakan tabung contoh tanah yang memiliki panjang 45 cm dan diameter dalam sebesar 6,7 cm. Kedua mulut tabung yang berisi contoh asli ditutup rapat dengan menggunakan parafin cair setebal kurang lebih 15 mm. Tabung kemudian dibungkus rapat dengan menggunakan kantong plastik. Contoh tanah terganggu diambil dari sisa tanah yang melekat pada mata bor, lalu disimpan dalam kantong-kantong plastik. Seluruh contoh tanah dibawa dengan transportasi udara ke laboratorium mekanika tanah Universitas Kristen Immanuel di Yogyakarta.

Untuk melindungi contoh tanah dari perubahan kadar air pada masa penyimpanan sebelum pengujian, khususnya contoh tanah asli yang akan digunakan pada pengujian konsolidasi, contoh tanah disimpan dalam wadah yang ditutup rapat. Bagian dasar wadah diisi dengan air sedangkan tabung contoh diletakkan diatas suatu dasar kering yang berada di atas permukaan air, agar tabung tidak bersinggungan langsung dengan air. Pada suhu ruangan yang hangat diharapkan air di dasar wadah menguap dan terperangkap di dalam wadah agar tingginya kelembaban udara di dalam wadah dapat dipertahankan. Udara yang lembab di dalam wadah akan mengurangi penguapan air dari contoh tanah di dalam tabung. Wadah ditutup serapat mungkin agar tidak terjadi pertukaran udara di bagian dalam dan luar wadah. Dari waktu ke waktu air di wadah ditambahkan agar selalu terdapat genangan air di dasar wadah tersebut. Pengujian terhadap contoh tanah meliputi pengukuran kadar air, *specific gravity*, penentuan gradasi butir tanah, batas-batas konsistensi dan pengujian konsolidasi.

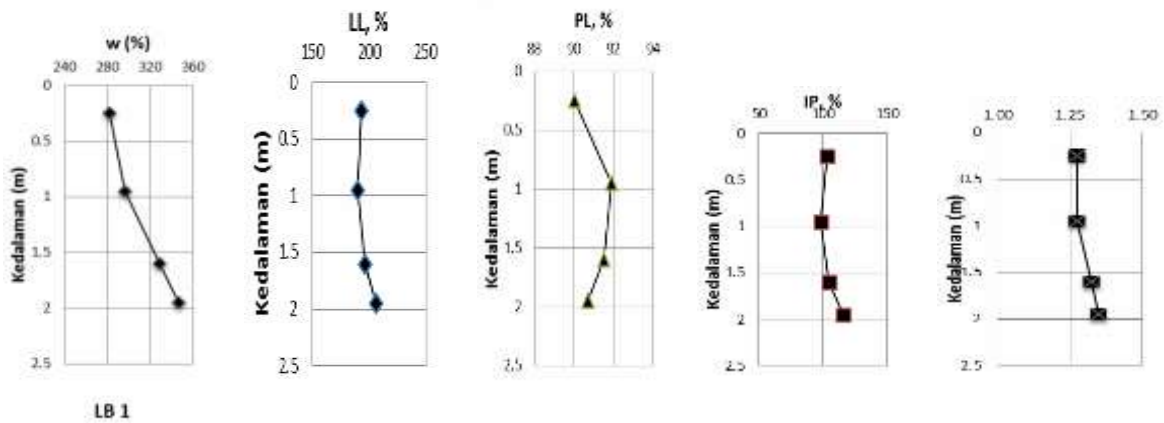
Pengujian konsolidasi dilakukan pada contoh tanah asli yang diperoleh dari Lubang Bor 2 pada kedalaman 1,8 – 2,2 m. Tinggi cincin yang digunakan pada pengujian ini adalah 20,1 mm dan diameter dalam cincin adalah 49,5 mm. Pembebanan dilakukan dengan dua siklus pembebanan – pengembangan. Siklus pembebanan pertama meliputi beban sebesar 5,44 kN/m², 11,14 kN/m², 21,69 kN/m², dan 43,05 kN/m². Beban kemudian dikurangi secara bertahap sampai 5,44 kN/m². Contoh tanah kemudian dibebani kembali dengan tahapan pembebanan 11,14 kN/m², 21,69 kN/m², 43,05 kN/m², 84,9 kN/m², 166,95 kN/m², 314,27 kN/m², dan 666,43 kN/m². Pada beban terakhir contoh tanah dibiarkan terkonsolidasi selama 6 hari. Hali ini dilakukan untuk mempelajari perilaku penurunan tanah pada pembebanan konstan. Tahap tersebut dilanjutkan dengan pengurangan beban secara bertahap. Contoh tanah dikeluarkan dari ring dan dikeringkan di oven untuk menentukan kadar air pada akhir konsolidasi.

Kurun waktu yang diterapkan untuk setiap tahap beban secara standard adalah 24 jam, namun pembebanan untuk satu tahap dapat berlangsung kurang atau lebih dari kurun waktu tersebut, tergantung dari waktu yang dibutuhkan untuk kurva penurunan dan waktu dalam skala log untuk menjadi landai.

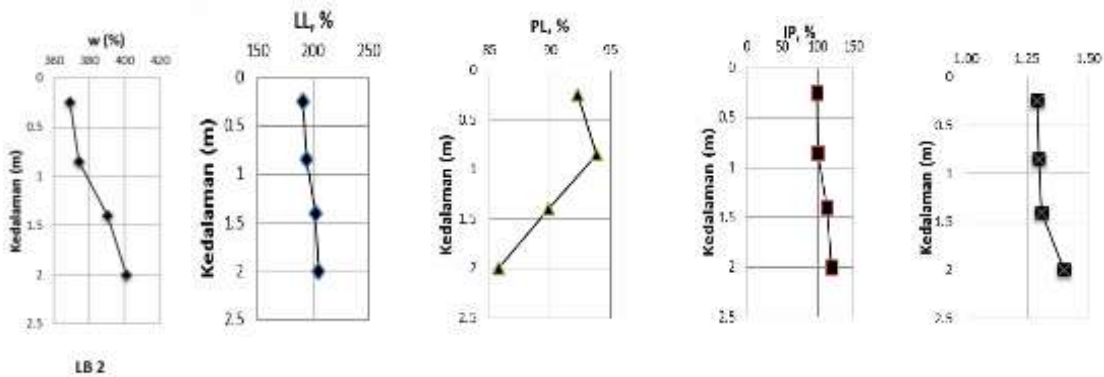
Hasil Pengujian

Gambar 2 s/d Gambar 5 menunjukkan variasi besaran indeks untuk contoh tanah yang diperoleh dari Lubang Bor (LB) 1 s/d LB 4 dengan kedalaman tanah.

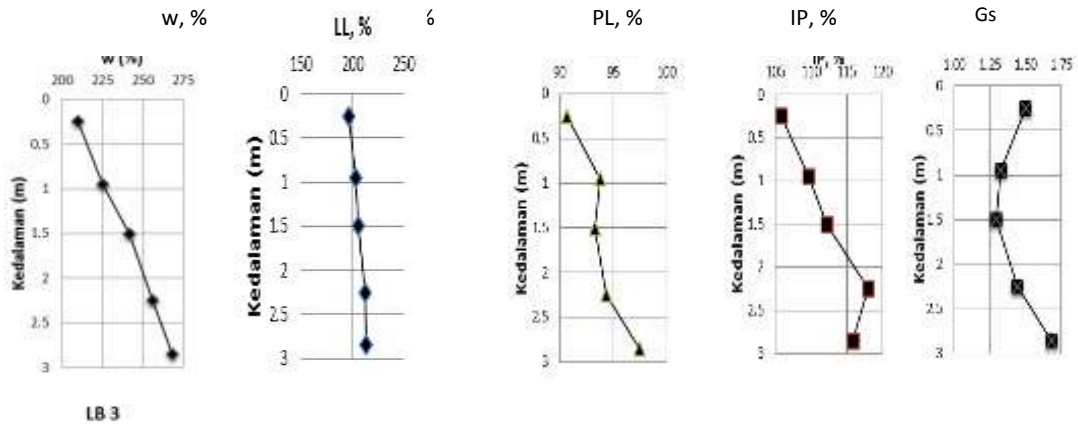
Rentang kadar air di LB 1, LB 2, LB3 dan LB 4 berturut-turut adalah 282,29% - 347,08%, 339,84% - 401,17%, 209,99% - 268,33% dan 267,40% - 335,19%. Kadar air yang tinggi, yang jauh melampaui kadar air yang dimiliki oleh kebanyakan tanah yang butiran padatnya berbasis mineral, dan hal ini merupakan salah satu ciri dari tanah gambut. Tabel 1 menunjukkan kadar air dari gambut yang berasal dari berbagai daerah di Indonesia yang menunjukkan angka-angka yang sebanding dengan kadar air tanah Tumbang Nusa. Perbedaan kadar air sekitar 100% dari tanah di LB2 dan LB 3 menunjukkan sangat tidak seragamnya kondisi tanah gambut sekalipun di lokasi yang relatif berdekatan. Di semua lubang bor kadar air meningkat dengan meningkatnya kedalaman tanah. Peningkatan kedalaman sebanyak ± 2 m menunjukkan peningkatan kadar air lebih dari 50%. Hal tersebut mungkin disebabkan karena pengambilan contoh tanah dilaksanakan pada bulan Juli, yaitu di musim kemarau, sehingga tanah dekat permukaan mengalami penurunan kadar air akibat penguapan.



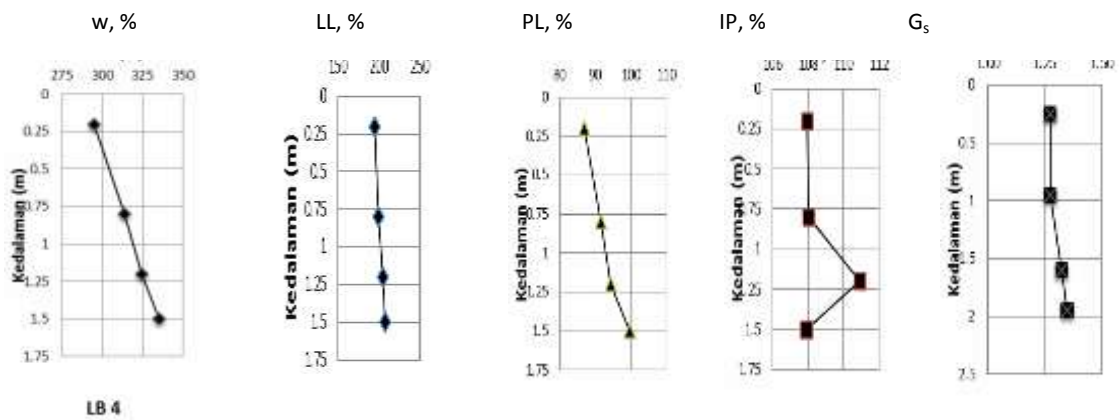
Gambar 2 Profil Tanah Lubang Bor 1



Gambar 3 Profil Tanah Lubang Bor 2



Gambar 4 Profil Tanah Lubang Bor 3



Gambar 5 Profil tanah Lubang Bor 4

Batas cair di lokasi di LB 1 berkisar antara 189,89% – 206,64%, di LB 2: 190,67% – 205,21%, di LB 3: 196,40% – 213,36%, dan di LB 4: 194,75% – 207,56%. Kisaran batas cair di keempat lubang bor adalah kurang lebih sama. Di semua lubang bor batas cair meningkat dengan meningkatnya kedalaman.

Batas plastis pada LB 1 berkisar antara 90,04% – 91,91%, di LB 2: 85,75% – 93,86%, di LB 3: 90,64% – 97,49%, dan di LB 4: 86,62% – 99,65%. Keempat lubang bor tidak menunjukkan perbedaan batas plastis yang signifikan antara satu dengan yang lain. Variasi batas plastis dengan kedalaman tidak menunjukkan pola yang seragam. Di LB 1 dan LB 2, batas plastis menurun dengan kedalaman sedangkan di LB 3 dan LB 4 meningkat dengan kedalaman.

Indeks plastisitas tanah gambut di lokasi pengeboran berkisar antara 97,97% – 119,46%. Secara umum dapat dikatakan bahwa indeks plastisitas sedikit meningkat dengan bertambahnya kedalaman.

Specific gravity (G_s) untuk tanah di LB 1, LB 2, LB 3, dan LB 4 menunjukkan G_s yang berkisar antara 1,27 dan 1,68. Rendahnya angka-angka tersebut dibandingkan dengan G_s tanah pada umumnya merupakan indikasi bahwa fase padat tanah didominasi oleh bahan organik. Dapat dilihat bahwa G_s meningkat dengan peningkatan kedalaman.

Tabel 2 menunjukkan besaran indeks dari contoh tanah asli dari LB 1 s/d LB 4. Berat volume dan berat volume kering yang sangat rendah serta kadar pori yang sangat tinggi merupakan indikasi tingginya kandungan organik dari tanah tersebut.

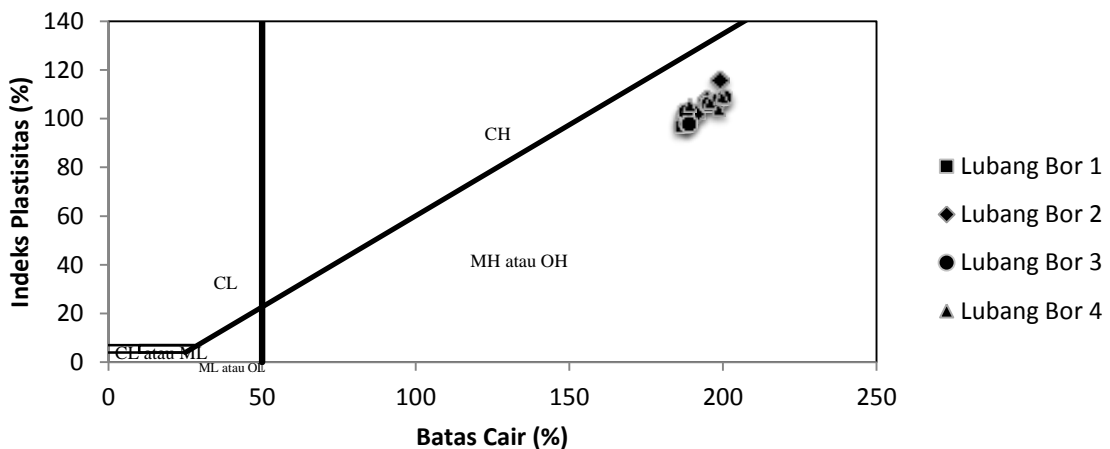
Tabel 2 Besaran Indeks Contoh Tanah Asli dari LB1 s/d LB 4

LB	γ (kN/m ³)	γ_d kN/m ³	w %	e	G_s	S (%)
1	11,16	2,49	348,37	4,30	1,27-1,35	100
2	9,34	1,86	401,07	6,36	1,29-1,40	88,2
3	8,49	2,31	267,21	6,12	1,30-1,68	73,3
4	10,03	2,30	336,75	5,72	1,28-1,57	92,7

Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah gambut didasarkan pada parameter tanah yang umum, seperti komposisi ukuran butir dan plastisitas serta besaran tanah yang khas untuk tanah organik, yaitu kadar organik dan kadar abu. Pada penelitian ini data yang diperoleh terbatas pada besaran tanah yang umum sehingga penentuan klasifikasi tanah didasarkan pada sistem klasifikasi tanah berdasarkan komposisi ukuran butir dan plastisitas tanah.

Gambar 6 menunjukkan batas konsistensi tanah dari LB 1 s/d LB 4 pada bagan plastisitas USCS. Gambar tersebut menunjukkan bahwa contoh tanah dari Tumbang Nusa tersebut termasuk dalam klasifikasi OH.



Gambar 6 Klasifikasi Tanah dari LB 1, LB 2, LB 3 dan LB 4 Berdasarkan USCS

Pada Tabel 3 dicantumkan kadar air, batas cair, indeks plastisitas, berat volume dan *specific gravity* dari tanah di Tumbang Nusa. Besaran-besaran indeks tersebut dipakai oleh NAVFAC DM 7.01 (Tabel 4) sebagai acuan untuk mengklasifikasi tanah organik. Besaran indeks tanah Tumbang Nusa di Tabel 3 dibandingkan dengan angka-angka yang tercantum dalam Tabel 4 tersebut, dan angka-angka acuan dalam Tabel 4 yang paling dekat nilainya dengan Tabel 3 ditandai dengan huruf tebal. Di Tabel 4 dapat dilihat bahwa angka-angka yang ditandai dengan huruf tebal tersebar di tiga katagori tanah organik yang berbeda, yaitu *fine grained peat*, *silty peat* dan *sandy peat*. Fakta bahwa angka-angka tersebut berada pada tiga kelas yang berbeda menunjukkan bahwa tanah di lokasi pemboran tidak dapat dikategorikan secara eksplisit ke dalam salah satu kelompok tanah yang didefinisikan oleh NAVFAC DM 7.01. Namun secara umum dapat disimpulkan bahwa tanah Tumbang Nusa tersebut masuk ke dalam katagori *peat* (gambar).

Tabel 3 Rangkuman Besaran Indeks LB 1 s/d LB 4

Besaran Indeks	Nilai
Kadar air (w)	267,4% - 401,2%
Batas cair (LL)	189,9% – 213,4%
Indeks plastisitas (IP atau PI)	98,0% – 119,5%
Berat volume (γ)	8,49 – 11,16 kN/m ³
Specific gravity (Gs)	1,27-1,68

Tabel 4 Sistem Klasifikasi Tanah Organik Berdasarkan NAVFAC DM 7.01

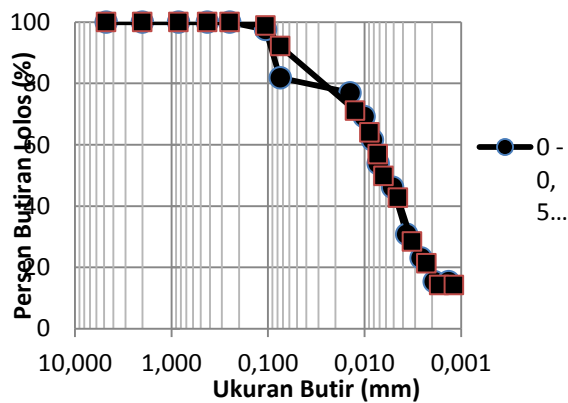
Group	Name	Organic Content (%)	Symbol	Index Properties
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Organic Matter	Fibrous Peat (Woody mats, etc.)	75 - 100	Pt	w = 500 – 1200% γ = 9.40 - 10,98 kN/m ³ Gs = 1,2 - 1,8 w = 400 – 800%
	Fine Grained Peat (amorphous)			LL = 400 – 900% PI = 200 – 500% γ = 9.40 – 10.98 kN/m ³ Gs = 1,2 - 1,8
Highly Organic Soils	Silty Peat	30 - 75	Pt	w = 250 – 500% LL = 250 – 600% PI = 150 – 300% γ = 10.19 – 14.11 kN/m ³ Gs = 1,8 - 2,3
	Sandy Peat			w = 100 – 400% LL = 150 – 300% PI = 50 – 150% γ = 10,98 – 15.68 kN/m ³ Gs = 1,8 - 2,4

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Organic Soils	Clayey Organic Silt	5 - 30	OH	w = 65 - 200% LL = 65 - 150% PI = 50 - 150% $\gamma = 10.98 - 15.68 \text{ kN/m}^3$ Gs = 2,3 - 2,6
	Organic Sand or Silt		OL	w = 30 - 125% LL = 30 - 100% PI = non-plastic to 40% $\gamma = 14.11 - 17.24 \text{ kN/m}^3$ Gs = 2,4 - 2,6
Slightly Organic Soils	Soil fraction add slightly organic	< 5	Depend upon inorganic fraction	Depend upon inorganic fraction

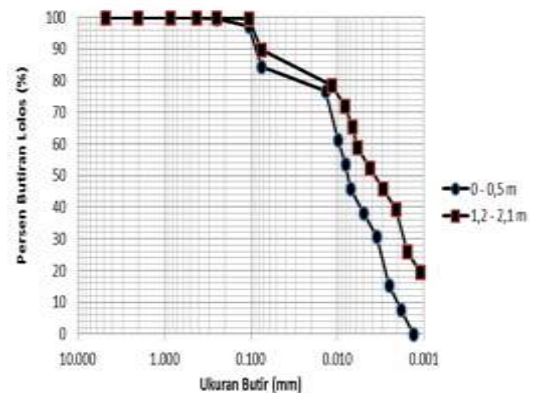
Catatan: Angka tebal menunjukkan hasil pengujian dari contoh tanah di LB 1 s/d LB 4

Distribusi Ukuran Butir

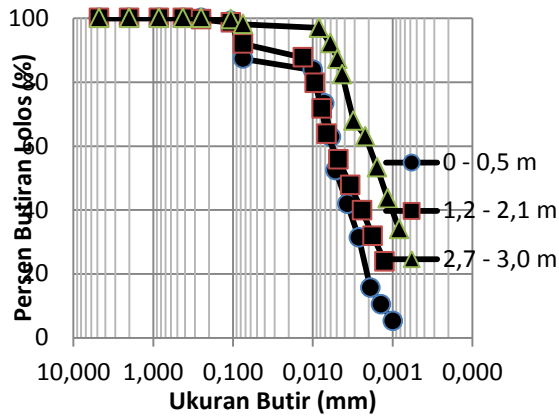
Uji gradasi ukuran butir yang meliputi analisis saringan dan hidrometer menghasilkan grafik gradasi tanah untuk contoh tanah dari LB 1 s/d LB 4 yang disajikan di Gambar 7. Dari gambar tersebut dapat diamati bahwa untuk setiap lubang bor, peningkatan kedalaman ditandai dengan butiran tanah yang semakin halus, ditandai dengan pergeseran kurva gradasi ke sebelah kanan. Ini disebabkan karena tanah yang lebih dalam di bawah permukaan tanah mengalami pelapukan partikel organik yang semakin tinggi intensitasnya.



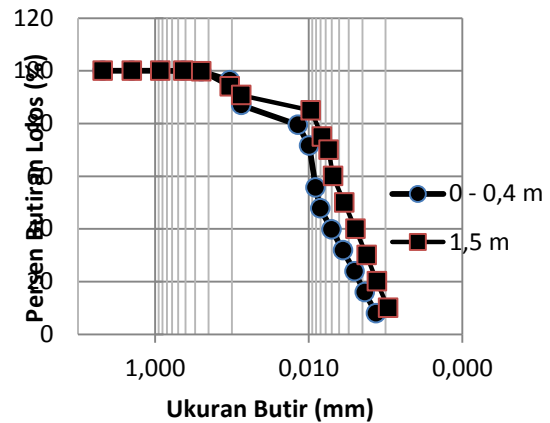
LB 1



LB 2



LB 3

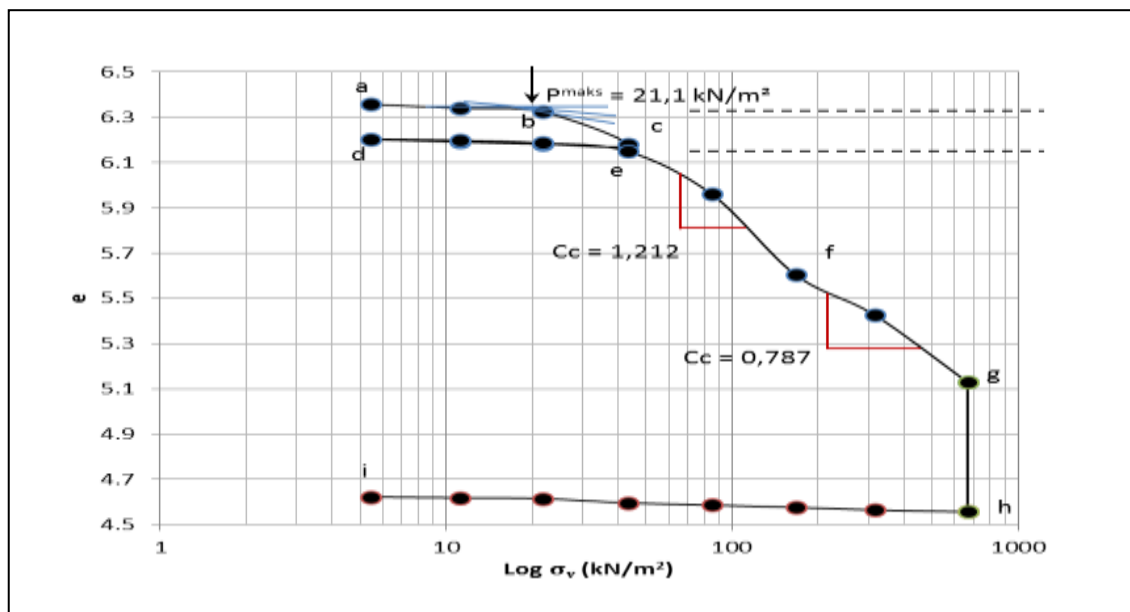


LB 4

Gambar 7 Kurva Gradasi Tanah dari LB 1 s/d LB 4

Hasil Uji Konsolidasi

Hubungan antara kadar pori dan tekanan vertikal efektif dalam skala log yang diperoleh dari pengujian konsolidasi pada contoh tanah di LB 2 kedalaman 1,8 – 2,2 m dapat dilihat pada Gambar 8. Seperti telah dijelaskan, beban pada contoh tanah diberikan secara bertahap sampai $43,06 \text{ kN/m}^2$, dan kemudian dikurangi secara bertahap sampai $5,446 \text{ kN/m}^2$. Beban kemudian ditambahkan kembali tahap demi tahap sampai pembebanan maksimum sebesar $666,43 \text{ kN/m}^2$ yang dilanjutkan dengan proses *unloading* setelah konsolidasi pada beban maksimum tersebut dibiarkan selama 6 hari.



Gambar 8 Hubungan antara Kadar Pori dan Tekanan Vertikal dari Pengujian Konsolidasi pada Contoh Tanah LB 2 Kedalaman 1,8 – 2,2 m

Dari Gambar 8 dapat dikemukakan beberapa hal yang unik tentang perilaku tanah gambut pada pengujian konsolidasi:

1. Garis konsolidasi normal (titik e s/d g) tidak berupa garis lurus sebagaimana yang biasa diamati pada tanah non-organik pada umumnya, sehingga indeks kompresi (C_c) tidak dapat dinyatakan dengan satu angka saja, tetapi tergantung dari rentang tekanan vertikal.
2. Garis *unloading-reloading* (c-d, d-e) keduanya kurang lebih berbentuk linier dan hampir berimpit. Ini berbeda dengan kurva *unloading-reloading* tanah non-organik yang pada umumnya menunjukkan pola *hysteresis loop* yang dibentuk oleh pola cembung (tahap *unloading*) dan cekung (tahap *reloading*). Kurva *unloading – reloading* yang hampir horizontal menunjukkan bahwa deformasi elastis pada tanah tersebut sangat kecil dibandingkan dengan deformasi plastis tanah tersebut.
3. Penurunan yang terjadi pada pembebanan maximum $666,43 \text{ kN/m}^2$ yang dipertahankan konstan selama 6 hari relatif sangat tinggi dibandingkan dengan penurunan yang terjadi pada setiap tahap pembebanan. Hal ini menunjukkan bahwa tanah gambut sangat rentan penurunan yang disebabkan oleh konsolidasi primer maupun konsolidasi sekunder. Hal ini selanjutnya berarti bahwa tingginya penurunan tanah akibat beban tidak didominasi oleh tingginya pemampatan oleh konsolidasi primer saja, tetapi juga oleh tingginya pemampatan akibat konsolidasi sekunder, yang berlangsung sampai kurun waktu yang panjang.

Kesimpulan

Hasil pengujian terhadap contoh tanah yang diperoleh di Tumbang Nusa menunjukkan bahwa tanah di sepanjang Jalan Raya Trans Kalimantan memiliki sifat-sifat tanah gambut (*peat*) yang sangat rentan penurunan dan sangat rendah daya dukungnya. Rencana pembangunan yang di atas tanah tersebut memerlukan perencanaan persiapan lahan dan fondasi yang sangat seksama guna mencegah terjadinya kerusakan pada bangunan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Balai Pengujian Mutu Dinas Pekerjaan Umum, Kalimantan Tengah, yang telah meminjamkan alat bor tangan dan tabung pengambil contoh tanah asli untuk penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan

kepada Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Kristen Immanuel, yang telah memberi dukungan penuh atas terselenggaranya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, A., 2009, *Karakteristik Tanah Gambut di Rawa Pening*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Hadijah, S., 2006, *Karakteristik Tanah Gambut di Bereng Bengkel, Palangkaraya, dan Tampan, Riau*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Leong, E.C, and Chin, C.Y. (1997) *Geotechnical Characteristics of Peaty Soils in Southeast Asia*, Nanyang Technological University, School of Civil and Structural Engineering, Singapore
- Napitupulu, R., 2000, *Studi Literatur Karakteristik Tanah Gambut Daerah Riau, Sumatera Selatan, dan Kalimantan (KALBAR, KALSEL, KALTENG)*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Naval Facilities Engineering Command (NAVFAC), 1986, *Soil Mechanics*, Design Manual 7.01
- Priadi, E., 2008, *Behaviours of Tiang Tongkat Foundation over Pontianak Soft Organic Soil Using 3D- Finite Element Analysis*, Dr.-Ing Dissertation, Technischen Universität Bergakademie Freiberg.
- Rakhman, Y.A., 2002, *Karakteristik Geoteknik Tanah Gambut di Rawa Pening, Jawa Tengah*, Universitas Diponegoro, Semarang.