

## PENENTUAN NILAI CBR DAN NILAI PENYUSUTAN TANAH TIMBUNAN (JALAN RUAS TAIS - MARAS KABUPATEN BENGKULU SELATAN)

M.Zen Sunardi<sup>1)</sup>, James Hellyward<sup>1)</sup>

Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Universitas Andalas  
Limau Manis, Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat

Corresponding author: [zen261223@gmail.com](mailto:zen261223@gmail.com)

### Abstrak

Tanah dalam ilmu teknik sipil, mempunyai peranan penting karena tanah sebagai pendukung kekuatan konstruksi di atasnya. Penelitian ini menguji tanah asli dan Ruas Tais-Maras Kabupaten Bengkulu Selatan. Pengujian yang dilakukan dengan alasan untuk mengetahui sifat-sifat tanah asli yang akan digunakan dalam kegiatan konstruksi terdiri dari kadar air sesuai dengan SNI 03-1965:2008, berat jenis sesuai dengan SNI 03-1964:2008, batas plastis sesuai dengan SNI 03-1966:2008, batas cair sesuai dengan SNI 03-1967:2008, *hydrometer* sesuai dengan SNI 03-3423:2008, nilai *activity*, CBR sesuai SNI 03-1744-1989, dan penelitian *shrinkage limit* sesuai SNI 03-1996-1990. Berdasarkan penelitian dan perhitungan data dari sampel tanah (*disturbed*) Ruas Tais-Maras Kabupaten Bengkulu Selatan, maka didapatkan nilai sifat-sifat tanah seperti kadar air (W) 98,52%, berat jenis (Gs) 2,415, batas cair (LL) 45%, batas plastis (PL) 33,85%, Plastisitas Indeks (PI) 11,2%, Kadar Air Optimum (Omc) 34,9%, Kepadatan kering 1,120 Kg/Cm<sup>3</sup> dan CBR *design* sebesar 3,9%, hasil perhitungan nilai *shrinkage limit* sebesar 38% dan nilai *activity* tanah sebesar 2,6. Dapat diambil kesimpulan bahwa tanah ini termasuk OL dengan O untuk lanau *organic* dikarenakan hasil analisis *hydrometer* didapatkan ukuran butiran 0,002 mm sampai 0,0074 mm dengan tingkat plastisitas, kadar air yang cukup tinggi, sehingga termasuk tanah yang tidak baik jika digunakan untuk menahan suatu beban konstruksi di atasnya.

**Kata Kunci:** *Cbr, Shrinkage limit.*

### Abstract

*In civil engineering, soil plays a crucial role as it supports the strength of the construction above it.. Thus, research was conducted on native soil in the Tais-Maras region of South Bengkulu Regency. Testing was carried out to determine the properties of the native soil intended for construction activities, including water content according to SNI 03-1965:2008, specific gravity according to SNI 03-1964:2008, plastic limit according to SNI 03-1966:2008, liquid limit according to SNI 03-1967:2008, hydrometer analysis according to SNI 03-3423:2008, activity value, CBR according to SNI 03-1744-1989, and shrinkage limit research according to SNI 03-1996-1990. Based on research and data calculation from disturbed soil samples in the Tais-Maras region of South Bengkulu Regency, the soil properties were determined as follows: water content (W) 98.52%, specific gravity (Gs) 2.415, liquid limit (LL) 45%, plastic limit (PL) 33.85%, Plasticity Index (PI) 11.2%, Optimum Moisture Content (OMC) 34.9%, dry density 1.120 Kg/Cm<sup>3</sup>, and a CBR design value of 3.9%. The calculated shrinkage limit value was 38%, and the soil activity value was 2.6. It can be concluded that this soil belongs to the OL category, with 'O' representing organic silt due to the hydrometer analysis showing particle sizes ranging from 0.002 mm to 0.0074 mm with high plasticity and moisture content, thus indicating that it is unsuitable for bearing construction loads.*

**Keywords:** *CBR, Shrinkage limit.*

## PENDAHULUAN

Kegiatan konstruksi jalan banyak didapati lokasi yang tanah aslinya berupa Lempung. Lempung terdiri dari butiran yang sangat kecil dan menunjukkan sifat-sifat *plastisitas*, dan tanah lempung ini termasuk ke dalam tanah berbutir halus. Tanah lempung dalam mendukung beban pondasi sangat bergantung pada sejarah geologi, kadar air dan kandungan mineralnya. Tanah lempung dinyatakan sebagai lunak, sedang, atau kaku, tergantung dari kadar air seperti yang dinyatakan dalam konsistensi. Tanah dalam ilmu teknik sipil, mempunyai peranan penting karena tanah sebagai pendukung kekuatan konstruksi di atasnya.

Pembangunan kian berkembang pesat mengharuskan diadakannya penelitian khususnya pada tanah asli yang ada. Pentingnya mengetahui sifat-sifat tanah, nilai *activity*, dan persentase penyusutan pada tanah timbunan yang akan digunakan guna menghindari tidak tercapainya atau kegagalan dalam perencanaan saat menggunakan tanah asli. Karena itu dalam penelitian ini diambil tanah asli dari Ruas Tais-Maras Kabupaten Bengkulu Selatan. Metode penelitian nilai CBR sesuai dengan SNI 03-1744-1989.

Pengujian nilai *activity*, CBR dan persentasi penyusutan dilakukan dengan alasan untuk mengetahui sifat sifat tanah asli yang akan digunakan dalam kegiatan konstruksi, maka penelitian dengan judul “Penentuan Nilai CBR dan Persentasi Penyusutan Timbunan (*Shrinkage Limit*) pada

Tanah Lunak Daerah Barito Kuala” diharapkan dapat menjadi solusi dalam mengetahui persentase penyusutan tanah asli dalam suatu konstruksi jalan.

### Rumusan Masalah

1. Bagaimana sifat tanah dan nilai CBR tanah?
2. Berapakah nilai persentase penyusutan tanah?
3. Berapakah nilai *activity* tanah?

### Tujuan Penelitian

1. Mengetahui sifat tanah dan nilai CBR tanah.
2. Mengetahui nilai persentase penyusutan tanah.
3. Mengetahui nilai *activity* tanah.

### Batasan Masalah

1. Sampel tanah yang digunakan pada pengujian berasal dari daerah Tanah asli di daerah Jl. Semangat Karya, Alalak, Kabupaten Barito Kuala dengan keadaan *disturbed* (terganggu) karena diambil tidak menggunakan tabung.
2. Pengujian dilakukan di Laboratorium Geoteknik dan Transportasi Politeknik Negeri Banjarmasin dengan macam pengujian yaitu Batas Cair dan Batas Plastis, Kadar air, Berat Jenis, Hidrometer, Nilai *Activity*, CBR, dan Persentase Penyusutan Tanah (*Shrinkage Limit*).

## KAJIAN PUSTAKA

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan.

Tanah lempung bersifat sangat keras dalam keadaan kering dan plastis dalam selang kadar air sedang, pada keadaan air lebih tinggi, lempung bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak.

Lanau (*silt*) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,0074 mm juga bahan yang merupakan peralihan antara lempung dan pasir-halus kurang plastis dan lebih mudah ditembus air dari pada lempung dan memperlihatkan sifat dilatasi yang tidak terdapat pada lempung. Dilatasi ini menunjukkan gejala perubahan isi apabila lanau itu dirubah bentuk-nya. Juga, lanau akan menunjukkan gejala untuk menjadi "*quick*" ("hidup") apabila diguncang atau digetarkan.

Klasifikasi tanah sistem *unified*, *Cassagrande* membagi tanah atas 3 kelompok (Sukirman, 1992), yaitu:

- Tanah berbutir kasar, < 50% lolos saringan No. 200.
- Tanah berbutir halus, > 50% lolos saringan No. 200.
- Tanah organik yang dapat dikenal dari warna, bau dan sisa-sisa tumbuhan yang terkandung di dalamnya.

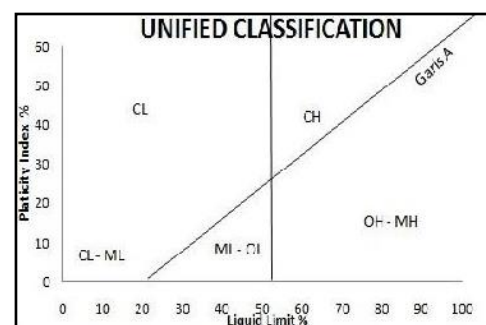
Sedangkan, klasifikasi berdasarkan *unified system* (Das, 1995), tanah dikelompokkan menjadi:

- Tanah berbutir kasar adalah tanah yang lebih dan 50% bahannya tertahan pada ayakan No. 200. Tanah butir kasar terbagi atas kerikil dengan simbol G (*gravel*), dan pasir dengan simbol S (*sand*).
- Tanah butir halus adalah tanah yang lebih dan 50% bahannya lewat pada saringan No. 200. Tanah butir halus

terbagi ataslanau dengan simbol M (*silt*), lempung dengan symbol C (*clay*), serta lanau dan lempung *organic* dengan *symbol* O, bergantung pada tanah itu terletak pada grafik plastisitas. Tanda L untuk plastisitas rendah dan tanda H untuk plastisitas tinggi.

Adapun simbol-simbol lain yang digunakan dalam klasifikasi tanah ini adalah :

- W yaitu *well graded* (tanah dengan gradasi baik).
- P yaitu *poorly graded* (tanah dengan gradasi buruk).
- L yaitu *low plasticity* (plastisitas rendah) (LL<50).
- H yaitu *high plasticity* (plastisitas tinggi) (LL>50).



Gambar 1. *Unified Classification*

Penentuan kadar air untuk tanah menurut SNI 1965:2008 penentuan kadar air untuk tanah dan batuan dilakukan di laboratorium terhadap contoh tanah atau batuan yang diambil dari lapangan. Kegunaan hasil uji kadar air ini dapat diterapkan untuk menentukan konsistensi perilaku material dan sifatnya pada tanah kohesif konsistensi tanah tergantung dari nilai kadar airnya, disamping itu pula nilai kadar air ini dapat digunakan untuk pengujian lainnya seperti pada pengujian

penentuan batas cair dan batas plastis tanah.

Pelaksanaan pengujian berat jenis tanah mengacu kepada SNI (1964:2008). Kegunaan hasil uji berat jenis tanah ini dapat diterapkan untuk menentukan konsistensi perilaku material dan sifatnya.

Menurut SNI 1967:2008, penentuan batas cair tanah ini dilakukan dilaboratorium terhadap contoh tanah yang diambil dari lapangan. Kegunaan hasil uji batas cair ini dapat diterapkan untuk menentukan konsistensi perilaku material dan sifatnya pada tanah kohesif, konsistensi tanah tergantung dari nilai batas cairnya. Disamping itu nilai batas cair ini dapat digunakan untuk menentukan nilai indeks plastisitas tanah yaitu nilai batas cair dikurangi dengan nilai batas plastis.

Menurut SNI 1966:2008, standar cara uji penentuan batas plastis tanah bertujuan untuk menentukan batas terendah kadar air ketika tanah dalam keadaan plastis, dan angka indeks plastisitas suatu tanah.

Batas plastis dihitung berdasarkan persentasi berat air terhadap berat tanah kering pada benda uji. Pada cara uji ini, material tanah yang lolos saringan ukuran 0,425 mm atau saringan No.40, diambil untuk dijadikan benda uji kemudian dicampur dengan air suling atau air mineral hingga menjadi cukup plastis untuk digeleng/dibentuk bulat panjang hingga mencapai diameter 3 mm. Metode penggelengan dapat dilakukan dengan telapak tangan atau dengan alat penggeleng batas plastis (*prosedur alternative*). Benda uji yang mengalami retakan setelah mencapai diameter 3 mm diambil untuk dikur

kadar airnya. Kadar air yang dihasilkan dari pengujian merupakan batas plastis tanah tersebut.

Menurut SNI 3423:2008 cara uji ini dilakukan untuk mendapatkan gradasi tanah pada klasifikasi tanah perencanaan maupun pengawas dilapangan. Cara uji ini ada dua cara yaitu cara uji analisis *hydrometer* dan cara uji analisis saringan.

Peralatan yang digunakan adalah oven pengering, timbangan, alat pengaduk mekanis, *hydrometer*, silinder sedimentasi, *thermometer*, saringan, bak air, gelas kimia, alat pengukur waktu, wadah/cawan, dan batang kaca. Bahan disperse yang digunakan adalah *sodium heksametaphospat*, dan larutan garam.

Cara uji analisis *hydrometer* sebagai berikut: tanah yang butirnya sangat kecil yakni lebih kecil dari No.200 (0,075mm) tidak efektif lagi disaring dengan saringan yang lebih kecil dari No.200 bila ingin menentukan besaran butirnya. Oleh sebab itu, tanah dicampur dengan air suling yang ditambah bahan disperse, sehingga tanah dapat terurai, kemudian dipantau dengan alat hydrometer. Kecepatan mengendap butiran dihubungkan dengan rumus stoke guna mendapatkan distribusi butiran tanah.

Menurut pedoman konstruksi bangunan (Pd T-10-2005-B) batas Atterberg dan fraksi lempung dapat dikombinasikan menjadi satu parameter yang dinamakan tingkat keaktifan (*activity*). Pada umumnya, tanah dengan indeks plastisitas (PI)

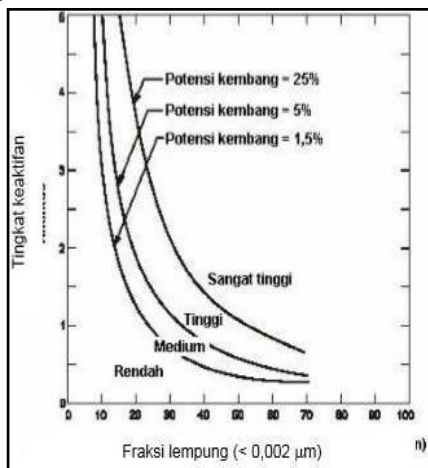
kurang dari 15% tidak memperlihatkan perilaku pengembangan. Untuk tanah dengan PI lebih besar dari 15%, kadar lempung dan batas Atterbergnya harus diuji.

Tabel 1. Korelasi tingkat keaktifan dengan potensi pengembangan

Tingkat Keaktifan	Potensi Pengembangan
<0,75	Tidak Aktif

(Sumber: Pd T-10-2005-B)

Hasil perhitungan tingkat keaktifan dengan persamaan di atas dikaitkan dengan persentase fraksi lempungnya, kemudian diplot ke dalam grafik pada Gambar 2 untuk memperoleh besarnya tingkat potensi mengembang tanah yang didapatkan.



Gambar 2. Klasifikasi Potensi Kembang

Suatu tanah akan menyusut apabila air yang dikandungnya secara perlahan-lahan hilang dalam tanah. Dengan hilangnya air secara terus menerus, tanah akan mencapai suatu tingkat keseimbangan dimana penambahan kehilangan air tidak akan menyebabkan perubahan volume. Kadar air dinyatakan dalam persen, dimana perubahan volume suatu massa tanah

terhenti didefinisikan sebagai batas susut (*Shrinkage Limit*).

Uji batas susut (*ASTM Test Designation D-427*) dilakukan di laboratorium dengan menggunakan suatu mangkok porselin yang mempunyai diameter kira-kira 1.75 in (44,4 mm) dan tinggi kira-kira 0.5 in (12.7 mm). Bagian dalam dari mangkok dilapisi dengan vaselin (*petroleum jelly*), kemudian diisi dengan tanah basah sampai penuh. Permukaan tanah di dalam mangkok kemudian diratakan dengan menggunakan penggaris yang bersisi lurus sehingga permukaan tanah tersebut menjadi sama tinggi dengan sisi mangkok. Berat tanah basah di dalam mangkok ditentukan. Tanah di dalam mangkok kemudian dikeringkan di dalam oven. Volume dari contoh tanah yang telah dikeringkan ditentukan dengan cara menggunakan air raksa.

Uji pemadatan tanah (*compaction*) yang dilakukan di laboratorium umumnya adalah uji pemadatan *proctor* (*proctor compaction test*). Uji pemadatan tersebut ada dua macam, yaitu uji *proctor* standar (*standard proctor test*) dan uji *proctor* dimodifikasi (*modified proctor test*). Percobaan dalam uji pemadatan *proctor* pada umumnya dilakukan beberapa kali, sehingga pada akhirnya didapat kepadatan kering (berat volume kering) maksimum dan kadar air optimum.

CBR pertama kali diperkenalkan oleh *California Division of Highway* pada tahun 1928 orang yang banyak

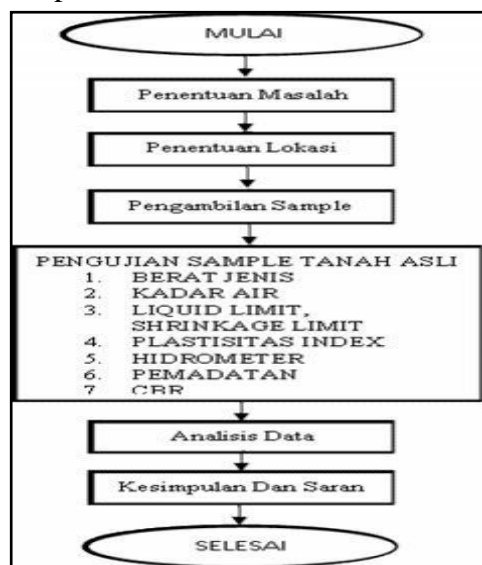
mempopulerkan metode ini adalah O.J. Porter. CBR adalah perbandingan Antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi contoh tanah sebesar 0,1”/0,2” dengan beban yang ditahan batu pecah standar pada penetrasi 0,1”/0,2”. Harga CBR yang didapat dinyatakan dalam persen. Dengan demikian harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban. Beban yang digunakan untuk melakukan penetrasi bahan standar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Beban yang dibutuhkan untuk Penetrasi Bahan Standar

Penetrasi (inci)	Beban Standar (Ibs)	Beban Standar (Ibs)
0,1	3000	1000
0,2	4500	1500
0,3	5700	1900
0,4	6900	2300
0,5	7800	6000

## METODE PENELITIAN

Metode pada penelitian ini dapat dilihat seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Metode Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Tanah Asli

#### 1. Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan sebanyak tiga kali dengan masing masing dua sample dan didapatkan hasil air rata rata disetiap pengujian, yaitu 103,5% pada pengujian pertama, 99,87% pada pengujian kedua dan 92,17% pada pengujian ketiga. Dari pengujian ketiga tersebut didapatkan nilai rata-rata sebesar 98,513%.

#### 2. Berat Jenis

Pengujian kadar air sesuai dengan SNI 1964:2008, ASTM D854-02 dilakukan sebanyak tiga kali dengan masing masing dua sample dan didapatkan hasil rata rata berat jenis disetiap pengujian, yaitu 2,415 pada pengujian pertama, 2,414 pada pengujian kedua dan 2,415 pada pengujian ketiga. Dari ketiga pengujian tersebut didapatkan nilai rata-rata sebesar 2,3148.

#### 3. Batas Plastis dan Batas Cair

Pengujian Batas Cair sesuai dengan SNI 03-1967-1990 dilakukan sebanyak tiga kali dengan masing masing 4 sampel dengan jumlah ketukan yang berbeda sedangkan Pengujian kadar air sesuai dengan SNI 03-1966-1990 dilakukan sebanyak tiga kali dengan masing masing 2 sample. Dari data kadar air optimum dan plastisitas indeks dapat diketahui Plastisitas indeks sebesar 10,1% dan *liquid limit* sebesar 42,6%, maka tanah dapat diklasifikasikan sebagai Lempung Lanau dengan grafik hubungan

Antara Plastisitas indeks dan *Liquid Limit*.

**4. Batas Susut**

Pengujian Batas Susut dilakukan sebanyak tiga kali dengan masing masing dua sample dan didapatkan hasil air rata rata disetiap pengujian, yaitu 35.8% pada pengujian pertama, 37% pada pengujian kedua dan 36.6% pada pengujian ketiga. Dari pengujian ketiga tersebut didapatkan nilai rata-rata sebesar 36.5%.

**5. Hydrometer**

Pengujian *hydrometer* dilakukan sebanyak tiga kali dan didapatkan nilai persentase lempung (tanah dengan ukuran kurang dari 0.002 mm) yaitu 5% pada pengujian pertama, 4% pada pengujian kedua dan 4.5% pada pengujian ketiga. Dari pengujian ketiga tersebut didapatkan nilai rata-rata sebesar 4.5%.

**6. Activity (Aktivitas Tanah)**

Angka Aktivitas tanah yang di dapat sebesar 2,68 termasuk deskripsi tanah sangat aktif karena lebih dari 2 seperti Gambar 4 dibawah ini.

Descripsi	Activity
Tidak Aktif	< 0.75
Normal	0.75 - 1.25
Aktif	1.25 - 2
Sangat Aktif	> 2
(e.g.bentonite)	6 or more

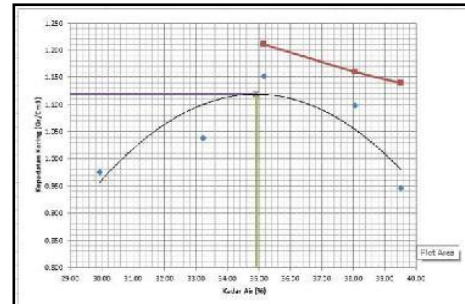
Sumber: *Manual of Soil Laboratory Testing Volume. 1 Head KH, ELE International Ltd*

Gambar 4. Aktivitas Tanah

**7. Pemadatan**

Dari hasil percobaan kepadatan kering dan kadar air didapatkan hasil grafik hubungan yang hasilnya adalah pada kadar air optimum sebesar 34,9% dan

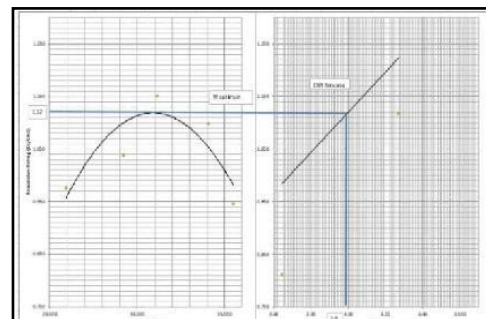
didapatkan angka kepadatan kering sebesar 1,120 Gr/Cm<sup>3</sup>, seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan Kadar Air dan Kepadatan Kering

**8. California Bearing Ratio (CBR)**

Data Pengujian Pemadatan serta ketiga macam pengujian CBR dengan jumlah tumbukan 10, 30 dan 65 diketahui maka dengan cara menghubungkan grafik pemadatan dan grafik CBR bisa didapatkan CBR design sebesar 3,9%, seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. CBR Design

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

- a. Dari hasil pengujian didapatkan nilai sifat sifat tanah seperti kadar air (W) 98,52%, berat jenis (Gs) 2,415, batas cair (LL) 45%, batas plastis (PL) 33,85%, Plastisitas Indeks (PI) 11,2% Kadar Air Optimum (Omc) 34,9%, Kepadatan kering

( $1,120 \text{ Kg/Cm}^3$ ) dan CBR *design* sebesar 3,9%. Berdasarkan pengeplotan pada grafik klasifikasi tanah *unified* maka dapat diambil kesimpulan bahwa tanah ini termasuk OL dengan O untuk lanau *organic* dikarenakan hasil analisis hydrometer didapatkan ukuran butiran 0,002 mm sampai 0,0074 mm dengan tingkat plastisitas, dan kadar air yang cukup tinggi.

- b. Dari hasil perhitungan nilai *Shrinkage Limit* yang di hasilkan sebesar 38% dapat disimpulkan bahwa tanah Lunak Daerah Ruas Tais-Maras Kabupaten Bengkulu Selatan memiliki tingkat perubahan volume tanah yang cukup besar.
- c. Nilai *activity* tanah yang sebesar 2,6 menunjukkan bahwa tanah dan Ruas Tais-Maras Kabupaten Bengkulu Selatan termasuk tanah yang aktif, yang memiliki kemampuan mengembang cukup besar.

### **Saran**

Tanah asli dapat digunakan sebagai lantai kerja timbunan, namun dianjurkan untuk dapat melakukan pencampuran untuk memperbaiki sifat sifat tanah dengan pasir/kapur atau sejenisnya.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Das, Braja M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid II*. Jakarta: Erlangga.
- Sukirman, S., 1992, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Badan Penerbit, Bandung.

SNI 03-1744:1989, *Metode Pengujian CBR Laboratorium*.

SNI 03-1965:1990, *Metode pengujian tentang Kadar Air Tanah*.

SNI 03-1966:1990, *Metode Pengujian tentang Batas Plastis Tanah*.

SNI 1964:2008. *Cara Uji Berat Jenis Tanah*.

SNI 1967:2008. *Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah*.

SNI 1966:2008. *Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah*.

SNI 1965:2008. *Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium*.

SNI 3423:2008. *Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah*.