

# ANALISIS PENGGUNAAN LAPISAN TANAH PENUTUP SEBAGAI MATERIAL PERKERASAN JALAN ANGKUT TAMBANG DI PT. KARYA SUMBER ALAM PERKASA, KABUPATEN SANGGAU, KALIMANTAN BARAT

Annisa Agusfibrianti<sup>1)</sup>, Budhi Purwoko<sup>2)</sup>, Hendri Sutrisno<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak

<sup>2,3)</sup>Dosen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak

Email: [annisafibrianti99@student.untan.ac.id](mailto:annisafibrianti99@student.untan.ac.id)

## ABSTRAK

PT. Karya Sumber Alam Perkasa adalah perusahaan pertambangan komoditas batu granit yang terletak di Desa Pandan Sembuat, Kecamatan Tayan Hulu, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat yang menggunakan material perkerasan jalan angkut dari lokasi lain, maka dilakukan penelitian ini dengan menguji kelayakan penggunaan tanah penutup sebagai material perkerasan jalan angkut pada pit tiga yang akan dilakukan penambangan. Penelitian dilakukan dengan pengambilan tiga sampel tanah terganggu di lapangan secara acak untuk pengujian di laboratorium terkait sifat fisik (berat jenis, analisa saringan, hidrometer, batas cair, batas plastis), pemadatan dan CBR rendaman untuk didapatkan hasil yang menjadi parameter sesuai spesifikasi sehingga didapat kesimpulan tentang kelayakan sampel untuk menjadi material perkerasan jalan angkut. Hasil penelitian ini adalah pada klasifikasi AASHTO sampel pertama di kelompok A-7-6, sampel kedua kelompok A-7-5 sedangkan sampel ketiga kelompok A-2-6, pada Batasan Van Der Merwe sampel pertama dan kedua masuk ke dalam kelas yang sama yaitu *medium*, sedangkan sampel ketiga masuk ke dalam kelas *low*. Nilai CBR rendaman untuk sampel pertama, kedua, dan ketiga adalah 1,791%, 0,448% dan 5,663% sehingga ketiganya tidak layak sebagai tanah timbunan untuk dijadikan material perkerasan jalan angkut di PT. KSAP karena tidak dapat memenuhi beberapa syarat yang menjadi ketentuan dalam spesifikasinya.

**Kata Kunci:** CBR, jalan angkut, sifat fisik, tanah

## ABSTRACT

*PT. Karya Sumber Alam Perkasa is a mining company of granite commodities located in Pandan Sembuat Village, Tayan Hulu District, Sanggau Regency, West Kalimantan that uses hauling road pavement materials from other locations, so this research is carried out by testing the feasibility of using overburden to be used as hauling pavement material in pit three where the mining will be carried out. This research by taking three samples of disturbed soil in the field randomly for testing in the laboratory related to the physical properties (specific gravity, sieve analysis, hydrometer, liquid limit, plastic limit), compaction and soaking CBR to obtain results that become the parameters according the specification so the conclusions drawn regarding the feasibility if the sample to be a hauling road pavement material. The result of this research are in the AASHTO classification the first sample is in A-7-6 group, the second sample is in A-7-5 group while the third sample in A-2-6 group, in the Van Der Merwe Limitation for the first and the second sample are in the same class which is medium, while the third sample is in the low class. The immersion CBR values for the first, second, and third samples were 1,791%, 0,448%, and 5,663% so that all three samples are not suitable to be used as road pavement material for hauling road at PT. KSAP because it can't fulfil some conditions which are the provisions in its specification.*

**Keywords:** CBR, hauling road, physical properties, soil

## I. PENDAHULUAN

Menurut UU Minerba No.3 Tahun 2020, pertambangan adalah sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan/atau pemurnian atau pengembangan dan/atau pemanfaatan, pengangkutan dan penjualan serta kegiatan pascatambang. Di Indonesia terdapat banyak perusahaan pertambangan yang masih, sedang dan akan beroperasi.

PT. Karya Sumber Alam Perkasa (PT. KSAP) merupakan perusahaan pertambangan dengan komoditas batu granit yang secara administrasi berada di Desa Pandan Sembuat, Kecamatan Tayan Hulu, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat. Kegiatan utama penambangan di PT. KSAP terdiri dari pengupasan lapisan tanah penutup, pembongkaran dengan metode pemoran dan peledakan, pemuatan dan pengangkutan material dari lokasi penambangan menuju ke lokasi *stockpile*. Penambangan di PT. KSAP memiliki 3 pit penambangan, pit pertama sudah selesai melakukan aktifitas penambangan, pit kedua sedang dilakukan aktifitas penambangan, dan pit ketiga dalam tahap persiapan untuk aktifitas penambangan.

Dari kegiatan utama penambangan seperti yang dijelaskan sebelumnya menyebabkan hasil kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup di PT. KSAP sering menjadi limbah yang tidak terpakai yang seharusnya bisa dimanfaatkan secara lebih efektif, pada pit 3 yang belum beroperasi tersebut perlu dipersiapkan faktor-faktor penunjang untuk kegiatan penambangan, salah satunya adalah jalan angkut tambang.

Jalan angkut tambang di perusahaan ini menggunakan material perkerasan yang merupakan bahan galian dari lokasi lain sehingga bahan galian yaitu tanah penutupnya tidak terpakai. Maka dari itu, perlu dilakukan analisis mengenai kelayakan dari tanah penutup di perusahaan ini agar dapat menjadi acuan dan masukan kepada perusahaan dalam penggunaan lapisan tanah penutup ini agar lebih efektif.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan agar dapat mengetahui klasifikasi dari tanah penutup di PT. KSAP Kabupaten Sanggau serta mengetahui kelayakan penggunaan lapisan tanah penutup sebagai material perkerasan jalan angkut tambang di PT. KSAP, Kabupaten Sanggau.

## II. METODOLOGI DAN PUSTAKA

### Geologi Regional

Keadaan geologi di daerah penelitian berdasarkan Peta Geologi Lembar Sanggau, Kalimantan Barat dengan skala 1:250.000 terbitan Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi

Bandung (Supriatna, S., dkk, 1993). Sanggau terletak di bagian barat laut Provinsi Kalimantan Barat dan dalam tatanan tektonik Kalimantan maka termasuk kedalam Cekungan Melawi bagian vbarat, dicirikan oleh kelompok-kelompok perbukitan dan pegunungan yang terpisah-pisah serta beberapa dataran rendah.

Secara umum Lembar Sanggau terdiri atas batuan-batuan berumur Paleozoikum, Mesozoikum, Tersier dan Kuartar, berikut adalah urutan batuan penyusun dari yang tertua ke termuda:

### Granodiorit Mensibau (*Klm*)

Terdiri atas granodiorite-hornblene-biotit, ademalit, tonalit, diorite dan granit. Formasi ini memiliki sifat magnetic sedang-kuat, umumnya telah terubah, merupakan natolit dan stok yang berhubungan dengan penunjaman. Formasi ini secara luas membentuk batolit Singkawang. Umur formasi ini adalah Kapur Awal dan menerobos batuan Gunungapi Raya

### Formasi Pedawan (*Kp*)

Terdiri atas serpih, serpih *slaty*, batulumpur karbonan, batulanau dan batupasir. Sertempat gampingan dan mengandung fosil. Formasi ini berumur Kapur.

### Formasi Payak (*Teop*)

Terdiri atas batupasir tufaan, felsparan, literanit, batulanau dan batulumpur,. Formasi ini berumur Eosen.

### Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1991).

Jenis tanah berdasarkan ukuran butir adalah sebagai berikut:

1. Batu kerikil (*gravel*)
2. Pasir (*sand*)
3. Lanau (*silt*)
4. Lempung (*clay*)

### Berat Jenis

Berat jenis (*specific gravity*) tanah merupakan perbandingan antara berat volume butiran tanah dan berat volume air, persamaan yang digunakan untuk mendapatkan nilai berat jenis butiran tanah adalah persamaan 1. sebagai berikut:

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_2 - w_1}{(w_4 - w_1) - (W_3 - W_2)} \quad (1)$$

Keterangan:

$G_s$  = Berat Jenis Tanah

$W_1$  = Berat piknometer (gr)

$W_2$  = Berat piknometer dan tanah kering (gr)

W3 = Berat piknometer, tanah dan air (gr)  
 W4 = Berat piknometer dan air (gr)

**Batas-batas Atterberg**

Batas Cair (*Liquid Limit*) adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis (yaitu batas atas dari daerah batas plastis) (Wesley, 2017). Batas cair dapat ditentukan dari persamaan 2. berikut:

$$LL = (W_n) \left(\frac{n}{25}\right)^{0.121} \quad (2)$$

Keterangan:

$W_n$  = Kadar Air pada Ketukan n  
 n = Jumlah Ketukan

Batas Plastis (*Plastic Limit*) adalah batas dimana suatu tanah berubah sifatnya dari keadaan plastis menjadi semi padat (SNI-030-1966-1990).

Indeks Plastisitas adalah selisih antara batas cair dan batas plastis ialah daerah dimana tanah tersebut berada dalam keadaan plastis (Wesley, 2017). Nilai indeks plastisitas dapat dihitung dengan persamaan 3. berikut:

$$PI = LL - PL \quad (3)$$

PI = Indeks Plastisitas (%)  
 LL = Batas Cair (%)  
 PL = Batas Plastis (%)

**Gradasi Ukuran Butiran**

Gradasi ukuran butiran merupakan persentase berat butiran pada suatu unit saringan dengan ukuran diameter lubang tertentu. Tanah yang berbutir kasar terdiri dari kerikil dan/atau pasir dan biasanya disebut bahan granular atau tanah berkohesi.

Pengujian untuk menentukan gradasi ukuran butiran dibagi menjadi 2, yaitu:

- *Hydrometer analysis*/ analisa hidrometer  
 Analisa hidrometer merupakan cara tidak langsung untuk menentukan distribusi butiran tanah yang mempunyai ukuran  $\leq 0,075$ mm. Metode ini didasarkan pada perumusan Stokes, yang mengkorelasikan diameter butiran tanah di dalam cairan.
- Analisa Saringan  
 Analisa saringan adalah metode yang digunakan untuk menentukan distribusi butiran tanah yang mempunyai ukuran  $\geq 0,075$ mm.  
 Rumus yang dipakai dalam penentuan diameter butiran dalam *suspense* adalah persamaan 4. berikut:

$$D = (L/T)^{\frac{1}{2}k} \quad (4)$$

Keterangan:

D = Diameter Ukuran Butir Terbesar *Suspense*  
 L = Kedalaman Efektif Hidrometer

K = Konstanta Hidrometer

T = Waktu Pembacaan

Sedangkan untuk persentase tanah yang levihi kecil dari diameter butir dalam *suspense* dapat menggunakan persamaan 5. berikut:

$$P = \frac{R \times a}{w} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan:

P = Persentase Lebih Kecil

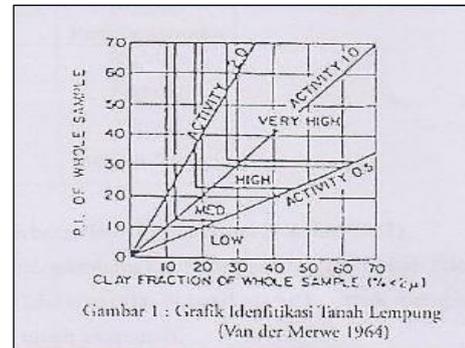
R = Pembacaan Hidrometer Terkoreksi

a = Koreksi Hidrometer

w = Berat Total Tanah Kering (gr)

**Klasifikasi Tanah Ekspansif Menurut Van Der Merwe**

Van Der Merwe membuat suatu grafik pada tahun 1964 yang menggambarkan penggolongan tanah ekspansif berdasarkan indeks plastisitas dan fraksi lempung, yang dapat dilihat pada gambar 1. berikut.



Gambar 1. Klasifikasi tanah ekspansif (Van Der Merwe, 1964)

**Pemadatan Tanah**

Pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan mineral dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel (Bowles, 1991).

**Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO**

Klasifikasi ini dikembangkan tahun 1929 sebagai *Public Administration System*. Klasifikasi ini sudah mengalami perubahan, versi yang berlaku sekarang ini diajukan oleh *Committee on Classification of Materials for Subgrade and Granular Type Road of Highway Research Board* (AASHTO M 145-91, 2004).

Pada sistem ini diklasifikasikan ke dalam beberapa kelompok besar yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah yang diklasifikasikan kedalam A-1, A-2 dan A-3 merupakan tanah yang  $\leq 35\%$  butirannya lolos ayakan No.200 (tanah berbutir kasar) dan A-4, A-5, A-6 dan A-7 adalah tanah yang  $\geq 35\%$

butirannya lolos ayakan No. 200 (tanah lempung lanauan). Sistem klasifikasi tanah menurut AASHTO dapat dilihat pada gambar 2. berikut.

Klasifikasi Umum		Tanah Granuler <sup>2</sup>					
Kelompok	A-1	A-3		A-7			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	
Persen lolos saringan :							
No. 10	50 max		51 min				
No. 40	30 max	50 max					
No. 200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	
Batas cair <sup>1</sup>			40 max	41 min	40 max		
Indeks Plastisitas <sup>1</sup>	6 max		NP	10 max	10 max	11 min	
Fraksi tanah	Kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir lanau atau lempung			
Kondisi kuat dukung	Sangat baik hingga baik						
Klasifikasi Umum		Tanah Mengandung Lanau-Lempung <sup>3</sup>					
Kelompok	A-2	A-4	A-5	A-6	A-7		
	A-2-7				A-7-8	A-7-6	
Persen lolos saringan :							
No. 10							
No. 40	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min	36 min	
No. 200	41 min	40 max	41 min	40 max	40 max	41 min	
Batas cair <sup>1</sup>	11 min	10 min	10 max	10 min	10 min	11 min	
Indeks Plastisitas <sup>1</sup>							
Fraksi tanah	Kerikil, pasir lanau lempung		Lanau	Lempung			
Kondisi kuat dukung	Sangat baik		Kurang baik hingga jelek				
Keterangan : <sup>1</sup> Persen lolos saringan No. 200 ≤ 35%, <sup>2</sup> Persen lolos saringan No. 200 = 35%, <sup>3</sup> Tanah yang lolos saringan No. 40, <sup>4</sup> Umur A-7-5, PI ≤ LL - 30, <sup>5</sup> Umur A-7-6, PI > LL - 30.							

Gambar 2. Sistem klasifikasi tanah AASHTO (Bowles, 1991)

### Metode CBR (California Bearing Ratio)

CBR merupakan perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi contoh tanah sebesar 0,1' / 0,2' tersebut. Nilai CBR dapat diketahui dengan 2 metode yaitu Lapangan & Uji Laboratorium.

Penelitian kali ini kaitannya dengan CBR rencana yang disebut juga CBR laboratorium atau *design CBR* yang adalah pengujian CBR dimana benda uji disiapkan dan diuji mengikuti SNI 03-1744 atau AASHTO T 193 di laboratorium.

CBR untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan lentur. Terdapat dua jenis pengukuran CBR, yaitu:

- Nilai persentase CBR untuk tekanan penetrasi 0,254 cm (0,1") terhadap penetrasi standar besarnya 70,37 kg/cm<sup>2</sup> (1.000 psi). Nilai CBR untuk penetrasi 0,1", dapat dihitung dengan rumus pada persamaan 6. berikut.

$$CBR_{0,1"} = \frac{\text{Gaya pada penetrasi } 0,1"}{1.000} \times 100\% \quad (6)$$

- Nilai persentase CBR untuk tekanan penetrasi 0,508cm (0,2") terhadap penetrasi standar yang besarnya 105,56 kg/cm<sup>2</sup> (1.500 psi). Nilai CBR untuk penetrasi 0,2" dapat dihitung dengan rumus pada persamaan 7. berikut.

$$CBR_{0,2"} = \frac{\text{Gaya pada penetrasi } 0,2"}{1.500} \times 100\% \quad (7)$$

Penelitian ini menggunakan CBR laboratorium rendaman (*soaked design CBR*). Uji CBR laboratorium rendaman lebih sulit dibanding CBR laboratorium tanpa rendaman dikarenakan

membutuhkan waktu yang lebih lama dan biaya yang relatif lebih besar.

### Timbunan

Timbunan yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbunan biasa. Timbunan biasa adalah timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir *subgrade*. Timbunan biasa ini juga digunakan sebagai pengganti material *existing subgrade* yang tidak memenuhi syarat.

Spesifikasi tanah yang menjadi syarat tanah timbunan adalah seperti pada tabel 1. berikut, (DPU, 2016):

Tabel 1. Spesifikasi Tanah Timbunan (DPU, 2016)

No.	Spesifikasi	Parameter	Klasifikasi	Batas Minimal
1.	AASHTO	Analisa Saringan (Lolos Saringan No.200)	A-7-6	36%
		Batas Cair		41%
		Indeks Plastisitas		11%
2.	Batasan Van Der Merwe	Indeks Plastisitas	<i>high</i> atau <i>very high</i>	20%
		Analisa Saringan (Fraksi Lempung)		20%
3.	Pemadatan	CBR Rendaman	100% MDD	6%

### Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Karya Sumber Alam Perkasa (PT. KSAP) yang berada di Desa Pandan Sembuat, Kecamatan Tayan Hulu, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat.

### Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan antara lain:

- Alat uji *hydrometer*
- Alat uji Cassagrande
- Alat uji CBR
- Saringan/ayakan
- Alat uji Proctor *Modified*
- Timbangan
- GPS Garmin 78s
- Meteran
- Cangkul
- Plastik sampel (karung)
- *Software* QGIS 3.10

Bahan yang digunakan adalah tiga sampel tanah penutup (tanah terganggu) yang didapatkan dari PT. KSAP dengan massa masing-masing sampel adalah ±35kg yang diambil dengan cara *grab sampling*.

## Tahapan dan Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yang dilakukan dengan penggabungan antara perhitungan dan teori yang didapat dari berbagai studi literatur dengan data-data aktual di lapangan sehingga didapatkan hasil yang bisa menjadi penyelesaian masalah.

## Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan adalah berupa data primer dan sekunder.

### Data Primer

Data primer adalah data yang didapatkan dari hasil survei langsung ke lapangan dan pengujian di laboratorium. Data primer yang diperlukan, antara lain:

- Titik Koordinat Jalan Angkut
- Sampel Tanah
- Pengujian Laboratorium Sampel Tanah

### Data Sekunder

Data sekunder adalah data pendukung dalam penelitian. Data sekunder yang diperlukan, antara lain:

- Peta Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT. Karya Sumber Alam Perkasa
- Peta Geologi Lembar Sanggau, Kalimantan

## Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan berdasarkan data primer dan data sekunder. Tahapannya adalah sebagai berikut:

### Pengolahan Data

- Berat Jenis  
Pengujian berat jenis didapatkan nilai berat butir dan berat air dengan volume yang sama sehingga dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai berat jenisnya.
- Analisa Saringan dan Hidrometer  
Pengujian analisa saringan dan hidrometer didapatkan nilai berat butiran yang tertahan dan berat butiran yang lolos di setiap saringan sehingga didapatkan nilai persentase butiran yang lolos sehingga didapatkan juga persentase fraksi pasir, lanau dan lempung yang dihitung dari Grafik *Sieve Analysis* yang berdasarkan ukuran dari butiran tanah menurut klasifikasi USDA (*United States Department of Agriculture*).
- Batas Atterberg  
Pengujian batas cair menghasilkan nilai jumlah ketukan dan nilai kadar air yang menghasilkan grafik semi algoritmik sehingga didapatkan

bentuk grafik dengan persamaan garis linier tertentu, dari persamaan tersebut dimasukkan jumlah ketukan ke 25 sehingga didapatkan nilai batas cair.

Pengujian batas plastis menghasilkan nilai kadar air yang selanjutnya dirata-ratakan sehingga didapatkan nilai batas plastis

Nilai batas cair dan batas plastis digunakan untuk menentukan nilai Indeks Plastisitas.

- Pemadatan *Modified*  
Pengujian pemadatan *modified* menghasilkan nilai kadar air optimum ( $W_{opt}$ ) yang digunakan untuk penambahan kadar air pada pengujian CBR Rendaman
- CBR Rendaman  
Pengujian CBR rendaman adalah dengan pembacaan gaya pada penetrasi di alat tersebut dimasukkan ke dalam rumus untuk menghasilkan nilai persentase CBR nya.

### Analisis Data

- Analisis seluruh sifat fisik yang telah dilakukan pengujian dan diklasifikasikan menurut AASHTO dan Batasan Van Der Merwe yaitu nilai Batas Atterberg (batas cair dan indeks plastisitas) serta analisa saringan dan hidrometer (butiran lolos saringan No.200 dan fraksi lempung), dari klasifikasi AASHTO untuk memenuhi syarat kelayakan sebagai spesifikasi tanah timbunan maka tanah tidak boleh kelompok A-7-6 dan dari Batasan Van Der Merwe tanah tidak boleh kelompok *high atau very high*
- Analisis sifat mekanis yaitu pemadatan uji *modified* dengan kepadatan kering maksimum untuk kadar air optimum ( $W_{opt}$ ) yang akan digunakan sebagai kadar air untuk pengujian CBR rendaman.
- Analisis uji CBR rendaman 4 hari yang akan disesuaikan dengan spesifikasi tanah timbunan yang harus memiliki nilai  $CBR \geq 6\%$
- Seluruh parameter di spesifikasi tersebut harus dipenuhi sehingga tanah/sampel uji dapat dikatakan layak sebagai tanah timbunan untuk jalan angkut tambang.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Laboratorium

Hasil seluruh pengujian laboratorium ketiga sampel dijabarkan pada tabel 2. di bawah ini.

**Tabel 2.** Rekapitulasi Hasil Pengujian Laboratorium (Hasil Pengolahan Data, 2021)

No.	Sampel	Berat Jenis	Analisa Saringan dan Hidrometer (%)			Batas Atterberg (%)			Pemadatan		CBR (%)		Deskripsi Lapangan
			Pasir	Lanau	Lempung	LL	PL	IP	Wopt (%)	$\gamma_{dry\ max}$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1"	2"	
1.	Sampel Pertama	2,555	52	26	22	43,93	28,56	15,37	14,14	1,84	1,300	1,791	Warna jingga cerah, berbutir sedang dan agak basah
2.	Sampel Kedua	2,596	44	16	40	39,91	28,81	11,1	19,09	1,67	0,433	0,448	Warna jingga gelap, berbutir halus dan basah
3.	Sampel Ketiga	2,628	82	12	6	34,28	21,23	13,05	10,54	1,96	4,182	5,633	Warna jingga cerah, berbutir sedang hingga kasar dan kering

### Analisis Hasil Pengujian Laboratorium

- Berat Jenis**

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis dari ketiga sampel ini memperlihatkan nilai berat jenis yang berbeda-beda dengdasan nilai yang paling tinggi adalah pada sampel ketiga yaitu 2,628 sedangkan untuk sampel pertama dan kedua masing-masing adalah 2,550 dan 2,596. Jika dilihat nilai rata-rata ketiga sampel itu adalah 2,591 yang memperlihatkan bahwa hasilnya masih di angka yang berdekatan sehingga menunjukkan bahwa berat volume butiran padat dan berat volume airnya hampir sama pula. Perbedaan nilai ini bisa didasari oleh tekstur tanah itu sendiri, tekstur tanah pada sampel ketiga adalah sedang hingga kasar sehingga menyebabkan nilai berat jenisnya lebih tinggi, sedangkan untuk sampel oertama dan kedua mempunyai tekstur yang hamper sama dan dari sumber yang berdekatan pula sehingga didapatkan hasil yang tidak mempunyai selisih yang jauh. Hasil pengujian yang berbeda ini juga disebabkan oleh perbedaan dari setiap berat spesifik tanah dari setiap sampel yang juga mempunyai kandungan mineral dan komponen organik yang berbeda.

- Analisa Saringan dan Hidrometer**

Berdasarkan hasil dari pengujian analisa saringan dan hidrometer didapatkan persentase pasir, lanau dan lempung, dari ketiga sampel ini didapatkan nilai fraksi pasir yang paling mendominasi. Sampel pertama dan sampel ketiga mempunyai fraksi lanau kedua terbanyak setelah fraksi pasir dan selanjutnya adalah fraksi lempung sedangkan untuk sampel kedua memiliki fraksi lempung lebih banyak daripada fraksi lanau.

- Batas Atterberg**

Hasil pengujian dari Batas Atterberg adanalah nilai *Liquid Limit* (LL) dan *Plastic Limit* (PL) dan Indeks Plastisitas (IP). Nilai LL dari sampel pertama, kedua dan ketiga masing-masing adalah 43,93%, 39,91%, dan 34,28%, nilai ini menunjukkan nilai saat kadar air sampel tanah yang digunakan dalam pengujian saat mencapai batas antara fase plastis dan cair, nilai PL dari sampel pertama, kedua dan ketiga masing-masing adalah 28,56%, 28,81%, dan 21,23% yang menunjukkan nilai kadar air sampel tanah yang digunakan dalam pengujian saat mencapai fase semipadat dan plastis.

Indeks Plastisitas (IP) didapat dari selisih antara batas cair dan batas plastis, pada sampel pertama didapat nilai  $IP = 43,93\% - 28,56\% = 15,37\%$ , nilai indeks plastisitas untuk sampel kedua adalah 11,10% sedangkan sampel ketiga adalah 13,5%.

Nilai indeks plastisitas tanah akan semakin kecil seiring dengan meningkatnya kandungan fraksi pasir pada sampel tanah seperti terlihat pada sampel pertama dan ketiga. Nilai indeks plastisitas ini dapat menjadi parameter untuk sifat plastisitas dan macam (jenis) tanah maka untuk sampel pertama, kedua, dan ketiga masuk dalam kelas yang sama yaitu merupakan jenis tanah lempung berlanau dengan sifat plastisitas sedang, nilai ini dapat menunjukkan sifat dari tanah lempung karena semakin plastis mineral lempung maka akan semakin berpotensi untuk menyusut dan mengembang ketika terjadinya perubahan kadar air sehingga dapat menimbulkan kerusakan yang membahayakan struktur di atasnya.

- Pemadatan**

Berdasarkan hasil pengujian pemadatan dapat dilihat bahwa nilai kadar air optimum sampel

pertama, kedua dan ketiga adalah 14,14%, 19,09% dan 10,54%, dan nilai volume keringnya adalah 1,84gr/cm<sup>3</sup>, 1,67gr/cm<sup>3</sup> dan 1,96gr/cm<sup>3</sup>. Berdasarkan tabel hasil pengujian laboratorium tersebut maka dapat dilihat nilai berat isi kering tanah asli ( $V_{dry\ max}$ ) yang paling besar adalah pada sampel ketiga, ini dapat menunjukkan bahwa pada sampel ketiga memiliki kerapatan tanah yang lebih rapat dari kedua sampel lainnya yang seiring dengan mengecilnya volume udara dari tanah tanpa ada perubahan volume air yang signifikan.

- **California Bearing Ratio (CBR)**

Hasil pengujian CBR untuk sampel pertama, kedua dan ketiga pada penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” secara berurutan adalah 1,3%, 0,433%, 4,182% dan 1,791%, 0,448%, 5,633%. Pengujian CBR ini sangat berkaitan dengan kadar air optimum yang didapat dari pengujian pemadatan yaitu dari sampel pertama, kedua dan ketiga masing-masing adalah 14,14%, 19,09%, dan 10,54%, hal ini menunjukkan semakin rendah nilai kadar air optimum yang didapatkan maka nilai CBR akan semakin tinggi. Nilai CBR juga dipengaruhi oleh persentase fraksi pasir pada sampel tanah, semakin tinggi persentase fraksi pasir pada sampel tanah akan berbanding lurus dengan peningkatan nilai persentase CBRnya. Kekuatan konstruksi perkerasan jalan sangat ditentukan oleh besaran dari nilai daya dukung

tanah yaitu nilai CBR dimana konstruksi tersebut dibuat. Semakin baik nilai daya dukung tanah maka akan semakin baik pula ketahanan (kekokohan/kestabilan) dari konstruksi tersebut. Pada tanah timbunan ini nilai CBR yang harus dipenuhi adalah  $\leq 6\%$ , hal ini karena tanah dasar merupakan tanah pondasi yang mendukung beban secara langsung berupa berat lapisan perkerasan dan beban kendaraan yang melintas di atas permukaan jalan, tanpa dukungan yang cukup dari tanah dasar, perkerasan akan mudah mengalami kerusakan, sehingga jika nilai CBR tanah yang digunakan  $\leq 6\%$  yang terlihat pada hasil laboratorium pada ketiga sampel uji maka hal tersebut akan menurunkan kekuatan dari jalan, jalan menjadi kurang stabil, jalan menjadi tidak awet (mudah mengalami kerusakan) dan juga membahayakan kendaraan yang melewati jalan tersebut.

Nilai CBR inilah yang akan menjadi dasar dalam perencanaan perkerasan pada timbunan jalan yang akan menjadi tanah dasar pada jalan angkut tumbang.

### Pembahasan Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang didapat dari ketiga sampel yang sudah diuji di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Tanjungpura meliputi sifat fisik, pemadatan dan CBR yang dibandingkan dengan klasifikasi syarat yang sesuai dengan spesifikasi tanah timbunan dijabarkan pada tabel 3. di bawah ini

**Tabel 3.** Hasil Klasifikasi Sampel Terhadap Spesifikasi Tanah Timbunan (Pengolahan Data, 2021)

No.	Spesifikasi	Parameter	Batas Minimal	Kelompok	Sampel 1		Keterangan	Sampel 2		Keterangan	Sampel 3		Keterangan
					Hasil Pengujian	Kelompok		Hasil Pengujian	Kelompok		Hasil Pengujian	Kelompok	
1.	AASHTO	Analisa Saringan (Lolos Saringan No.200)	36%	A-7-6	48%	A-7-6	Tidak Layak	56%	A-7-5	Tidak Layak	18%	A-2-6	Tidak Layak
		Batas Cair	41%		43,93%			39,91%			34,28%		
		Indeks Plastisitas	11%		15,37%			11,10%			13,05%		
2.	Batasan Van Der Merwe	Indeks Plastisitas	20%	<i>high/very high</i>	15,37%	<i>Medium</i>	Tidak Layak	11,10%	<i>Medium</i>	Tidak Layak	13,05%	<i>Low</i>	Tidak Layak
		Analisa Saringan (Fraksi Lempung)	20%		22%			40%			6%		
3.	Kepadatan Maksimum	CBR Rendaman	6%		1,79%	Tidak mencukupi		0,45%	Tidak mencukupi		5,63%	Tidak mencukupi	

Sampel pertama adalah sampel yang merupakan *overburden* asli dari lapisan tanah pada pit 3, tanah yang nantinya akan menjadi tanah sisa penambangan yang belum digunakan dengan kondisi tanah berwarna jingga cerah, berbutir sedang dan agak basah dengan koordinat titik  $X= 110^{\circ} 20' 18''$  dan  $Y= 0^{\circ} 21' 6,6''$ .

Berdasarkan data pengujian yang ada, maka dapat dilihat tanah sampel pertama memiliki berat jenis 2,550, analisa butiran lolos saringan No.200 sebesar 48%, fraksi lempung sebesar 22%, nilai batas cair sebesar 43,93%, nilai batas plastis sebesar 28,56%, nilai indeks plastisitas sebesar 15,37% dan nilai CBR rendaman sebesar 1,79%.

Menurut sistem AASHTO yang sesuai dengan gambar 2. maka merupakan tanah kelompok A-7-6 yang merupakan fraksi tanah lempung dengan kondisi kuat dukung kurang baik hingga jelek. Menurut Batasan Van Der Merwe pada klasifikasi tanah ekspansif sesuai dengan gambar 1. maka tanah adalah kelompok *medium*.

Tanah pada sampel pertama merupakan kelompok A-7-6 berdasarkan klasifikasi AASHTO, kelompok *medium* berdasarkan Batasan Van Der Merwe dengan nilai CBR tanah sebesar 1,79%. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa tanah ini tidak dapat memenuhi dua spesifikasi tanah seperti yang diinginkan, yaitu masuk ke dalam kelompok tanah A-7-6 berdasarkan spesifikasi sistem klasifikasi tanah AASHTO dan nilai CBR yang terlalu kecil sehingga tidak sesuai dengan ketentuan spesifikasinya. Jadi tanah pada sampel pertama ini tidak dapat digunakan untuk tanah timbunan yang akan menjadi tanah untuk jalan angkut tambang di PT. KSAP di jalan menuju pit tiga ini.

Sampel kedua adalah tanah *overburden* yang digunakan untuk timbunan pada badan jalan di pit 3 dengan kondisi tanah berwarna jingga gelap, berbutir halus dan basah dengan koordinat titik sampel  $X= 110^{\circ} 20' 22,9''$  dan  $Y= 0^{\circ} 21' 6,6''$ .

Berdasarkan data pengujian yang ada, maka dapat dilihat sampel kedua memiliki berat jenis 2,596, analisa butiran lolos saringan No.200 sebesar 56%, fraksi lempung sebesar 40%, nilai batas cair sebesar 39,91%, nilai batas plastis sebesar 28,81%, nilai indeks plastisitas sebesar 11,10% dan nilai CBR rendaman sebesar 0,45%.

Menurut sistem AASHTO yang sesuai dengan gambar 2. maka merupakan tanah kelompok A-7-5 yang mempunyai fraksi tanah lempung dengan kondisi kuat dukung kurang baik hingga jelek. Menurut Batasan Van Der Merwe pada klasifikasi

tanah ekspansif sesuai dengan gambar 1. maka tanah adalah kelompok *medium*.

Tanah pada sampel kedua ini merupakan kelompok A-4 berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO dan kelompok *medium* berdasarkan Batasan Van Der Merwe dengan nilai CBR rendaman 0,45%. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa tanah ini tidak dapat memenuhi salah satu spesifikasi tanah seperti yang diinginkan, yaitu nilai CBR yang terlalu kecil sehingga tidak sesuai dengan ketentuan spesifikasinya. Jadi tanah pada sampel kedua ini tidak dapat digunakan untuk tanah timbunan yang akan menjadi tanah untuk jalan angkut tambang di PT. KSAP jalan menuju pit tiga ini.

Sampel ketiga adalah sampel jenis tanah yang akan digunakan untuk penimbunan dan pemadatan yang merupakan tanah sisa penambangan yang sudah ditimbun dengan kondisi tanah berwarna jingga cerah, berbutir variasi antara sedang hingga kasar dan kering dengan koordinat titik sampel  $X= 110^{\circ} 20' 18,1''$  dan  $Y= 0^{\circ} 21' 16''$ .

Berdasarkan pengujian yang ada, maka dapat dilihat sampel ketiga memiliki berat jenis 2,628, analisa butiran lolos saringan No.200 sebesar 18%, fraksi lempung sebesar 6%, nilai batas cair sebesar 34,28%, nilai batas plastis sebesar 21,23%, nilai indeks plastisitas sebesar 13,05% dan nilai CBR rendaman sebesar 5,63%.

Menurut sistem AASHTO, sesuai dengan gambar 2. maka merupakan tanah kelompok A-2-6 yang merupakan fraksi kerikil dan pasir lanau atau lempung dengan kondisi kuat dukung sangat baik hingga baik. Menurut Batasan Van Der Merwe pada klasifikasi tanah ekspansif sesuai dengan gambar 1. maka tanah adalah kelompok *low*.

Tanah pada sampel ketiga adalah kelompok A-2-6 berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO, dan kelompok *low* berdasarkan Batasan Van Der Merwe dengan nilai CBR rendaman 5,63%. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa tanah ini tidak pula dapat memenuhi salah satu spesifikasi tanah seperti yang diinginkan, yaitu nilai CBR yang tidak mencapai 6% sehingga tidak sesuai dengan ketentuan spesifikasinya. Jadi tanah pada sampel ketiga ini tidak dapat digunakan untuk tanah timbunan yang akan menjadi tanah untuk jalan angkut tambang di PT. KSAP di jalan menuju pit tiga ini.

### **Pembahasan Rekomendasi Stabilisasi**

Stabilisasi tanah lempung (sistem AASHTO kelompok A-7-6) adalah dengan menggunakan bahan tambah semen dengan tanah yang berasal dari Desa Lam Gugop, Kecamatan Syiah Kuala banda

Aceh, dari penelitian ini digunakan 5 variasi persentase semen yang berbeda yaitu 3%, 6%, 9%, 12% dan 15%. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa secara pokok keberadaan semen dalam tanah telah merubah sifat-sifat fisis tanah. Perubahan sifat fisis ini diikuti oleh perubahan sifat mekanis ke arah perbaikan tanah. Tingkat perubahan ini tergantung pada kadar semen dalam tanah yang mempengaruhi sifat tanah (Banta, 2011).

Stabilisasi tanah lempung (sistem AASHTO kelompok A-7-6) adalah menggunakan bahan tambah abu sekam padi dan kapur dengan tanah yang berasal dari Desa Kebunharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon, Progo, dari penelitian ini digunakan 3 variasi persentase campuran ASP +Kapur yang berbeda yaitu ASP 3%+ Kapur 4% , ASP 5% + kapur 4% da ASP 7%+ Kapur 4% yang didapatkan bahan campuran mengakibatkan perubahan pada nilai CBR nya. Nilai CBR rendaman 7 hari paling tinggi terdapat pada campuran ASP 7%+ Kapur 4% (Muhammad dan Dillah, 2017).

### III. KESIMPULAN

#### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan maka didapatkan kesimpulan yaitu:

- Klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO pada sampel pertama termasuk dalam tanah kelompok A-7-6 yang merupakan fraksi tanah lempung dengan kondisi kuat dukung kurang baik hingga jelek, sampel kedua termasuk dalam tanah kelompok A-7-5 yang merupakan fraksi tanah lempung dengan kondisi kuat dukung kurang baik hingga jelek dan sampel ketiga termasuk dalam tanah kelompok A-2-6 yang merupakan fraksi kerikil dan pasir lanau atau lempung dengan kondisi kuat dukung sangat baik hingga baik.
- Seluruh sampel dinyatakan tidak layak menjadi tanah timbunan untuk material perkerasan jalan angkut tambang di PT. KSAP Kabupaten Sanngau karena tidak dapat memenuhi keseluruhan spesifikasi yang telah ditetapkan. Sampel pertama dinyatakan tidak layak karena tidak memenuhi dua parameter di spesifikasi yaitu termasuk tanah kelompok A-7-6 pada sistem klasifikasi tanah AASHTO dan mempunyai peresentase nilai CBR rendaman  $\leq 6\%$ , sedangkan pada sampel kedua dan ketiga dinyatakan tidak layak karena tidak memenuhi satu parameter yaitu memiliki nilai CBR rendaman yang kurang dari 6%.

#### Saran

Dari hasil pembahasan yang didapatkan maka terdapat hal yang disarankan yaitu:

- Peneliti menyarankan akan adanya kelanjutan dari penelitian ini, terkait dengan hasil akhir yang tidak layak sehingga bisa distabilisasi yang sesuai dengan jenis tanah yang didasari oleh sifat fisis dan mekanisnya. Pada penelitian ini maka stabilisasi yang dapat dilakukan yang mengacu pada jurnal penelitian terdahulu dan buku terkait adalah dengan penambahan bahan seperti semen, abu sekam padi, kapur dan *limestone*. Rekomendasi stabilisasi ini memerlukan pengujian yang lebih lanjut di laboratorium untuk bisa mengetahui secara pasti langkah yang tepat untuk metode stabilisasi, jenis bahan tambah dan kadarnya. Jadi rekomendasi ini hanya menjadi petunjuk awal yang bisa dipertimbangkan.
- Peneliti menyarankan adanya keberlanjutan untuk penelitian terkait sifat fisik dan mekanis dari pengambilan sampel pada jalan yang ada.
- Peneliti menyarankan keberlanjutan tentang pembahasan yang sama yang memperhitungkan aspek ekonomi terhadap penggunaan *overburden* dan metode stabilisasinya.

#### REFERENSI

- AASHTO. (2003). *Standard Method of Test for The California Bearing Ratio*. (AASHTO T 193—99). Washington DC: AASHTO.
- AASHTO. (2004). *Classification of Soil and Soil Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes* (AASHTO M 145-91). Washington SC: AASHTO
- Bowles, J.E. (1991). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. (Edisi Kedua). Jakarta: Erlangga.
- Budi, G.S. (2011). *Pengujian Tanah di Laboratorium*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Chairullah, Banta Ir. (2011). Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Untuk Material Tanah Dasar *Sub Gradr* dan *Sub Base* Jalan Raya. *Jurnal Teknik Sipil.*, 1(1).
- Das, Braja M. (1991). *Mekanika Tanah: Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis. (Jilid I)*. Jakarta: Erlangga.
- Diklat Spesifikasi Umum Pekerjaan Jalan dan Jembatan Modul 4. (2016). *Spesifikasi Pekerjaan Tanah*. Bandung: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya

- Manusia Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan Perumahan.
- Hardiyatmo, H.C. (2002). *Mekanika Tanah I*. (Edisi Ke III). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Muhammad A. dan Dillah N.M. (2017). Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi dan Kapur pada *Subgrade* Perkerasan Jalan. *Jurnal Teknisia*. 12(2).
- Republik, Indonesia. (2020). *Undang-undang Nomor 3 Tahun 2020 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
- SNI-03-1966-1990. (2008). *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Jakarta: Gd. Mangala Wanabakti.
- Supriatna, S., U., Margono., Sutrisno, P.E., Pieters., & K.P. Langforf. (1993). *Peta Geologi Lembar Sanggau, Kalimantan Barat Skala 1:250.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Suwandhi, A. (2004). *Perencanaan Jalan Tambang*. Diklat Perencanaan Tambang. Unisba.
- Van Der Merwe. (1964). *The Prediction of Heave From the Plasticity Index and Percentage Clay Fraction of Soil*. South Africa: Civil Engineers.
- Wesley, L.D. (2012). *Mekanika Tanah*. (Edisi Baru). Yogyakarta: ANDI.