

SIFAT-SIFAT FISIS DAN MEKANIS TANAH TIMBUNAN BADAN JALAN KUALA KAPUAS

Fathurrozi ⁽¹⁾, Faisal Rezqi ⁽²⁾

⁽¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin

⁽²⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin

Ringkasan

Sifat fisis tanah adalah sifat tanah yang didasarkan pada bentuk, ukuran tanah, warna tanah, dan bau tanah tersebut. Sedangkan sifat mekanis tanah adalah kekuatan dari tanah tersebut. Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan untuk alternatif bahan timbunan tanah, yang akan digunakan untuk pembuatan tanah dasar badan jalan Kuala Kapuas. Maksud dari penelitian ini untuk mengetahui apakah tanah dari sumber material Sei Ulin ini dapat dijadikan sebagai bahan tanah timbunan untuk pembuatan tanah dasar badan jalan.

Hasil penelitian didapatkan bahwa jenis tanah adalah lanau dengan sifat properties fisis dan mekanis sangat baik dengan klasifikasi tanah berdasarkan Unified Soil Classification System (USCS) adalah ML dan berdasarkan American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) adalah A-4. Tanah yang diteliti ini mempunyai sifat-sifat mekanis yakni, nilai CBR, 23.9%. angka ini lebih besar dari syarat spesifikasi Bina Marga yaitu $\geq 6\%$. Sedangkan Sifat mekanis lainnya yang dimiliki adalah: berat volume kering, γ_d , 1.649 kg/cm³, kuat dukung, q_u , 0.68 kg/cm², sudut geser dalam, ϕ , 15°, dan nilai kohesi, c , 0.24 kg/cm².

Kata Kunci : Tanah timbunan, Sifat Fisis, Sifat Mekanis.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanah merupakan elemen dasar dari konstruksi jalan. Secara umum konstruksi jalan dibangun di atas tanah dasar yang berfungsi sebagai subgrade. Tanah dasar ini tugasnya adalah untuk memikul beban lapisan konstruksi jalan dan beban lalu-lintas di atasnya. Kemampuan tanah untuk memikul beban tersebut dinyatakan sebagai daya dukung tanah. Jaringan jalan di Kuala Kapuas, umumnya dibangun di atas tanah dasar yang dibentuk dari tanah timbunan biasa.

Masalah yang seringkali dihadapi dalam merencanakan dan melaksanakan pekerjaan jalan adalah apabila jenis dan sifat tanah untuk bahan tanah timbunan pada daerah yang akan dibangun, persyaratan kualitas dan nilai parameter tanah masih belum diketahui dengan pasti. Bahan tanah timbunan yang akan digunakan untuk lapisan bawah struktur jalan yang memenuhi persyaratan sangat terbatas bahkan sulit ditemukan di daerah sekitarnya, jadi harus didatangkan dari daerah lain. Oleh karena hal tersebut tentunya setiap penggunaan material baru harus dilakukan

pemeriksaan kualitas dan nilai parameter tanah.

Untuk itu dilakukan penelitian pendahuluan untuk mengetahui kualitas dan sifat-sifat fisis dan mekanis tanah timbunan yang akan digunakan pada pembuatan badan jalan di Kuala Kapuas.

Rumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam tulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah sifat-sifat fisis tanah.
2. Bagaimana sifat-sifat mekanis tanah.
3. Apakah tanah timbunan sesuai standar spesifikasi Bina marga.

Batasan Masalah

1. Sampel tanah yang digunakan berasal dari Sungai Ulin.
2. Pengujian meliputi uji fisis tanah yang dilakukan adalah Analisa Saringan, *Atterberg* dan Hidrometer.
3. Pengujian uji mekanis tanah yang dilakukan adalah *Direct Shear*, *Unconfined Compressive Strength (UCS)*, Pemadatan, dan CBR rendaman.
4. Tolok ukur kualitas adalah spesifikasi Bina Marga tahun 2010 revisi(2).

Tujuan dan Manfaat

a. Tujuan :

Tujuan dari pengujian ini adalah :

- 1) Mengetahui nilai sifat-sifat fisis tanah
- 2) Mengetahui nilai sifat-sifat mekanis tanah
- 3) Untuk mengetahui apakah kualitas sesuai spesifikasi Bina Marga..tahun 2010 revisi(2)

b. Manfaat

Manfaat dari pengujian ini adalah sebagai acuan dalam upaya rekomendasi penggunaan tanah timbunan badan jalan dan sebagai salah satu alternative sumber material untuk tanah timbunan badan jalan.

2.TINJAUAN PUSTAKA

Umum

Material yang sering disebut sebagai tanah umumnya terdiri dari partikel padat, cair, dan gas yang terbentuk dari material lunak seperti lempung, lanau, hingga pasir dan batuan. Partikel padat ini memiliki bentuk yang beragam dari tipis, panjang, langsing, datar dengan ukuran dari boulder hingga pada ukuran yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Material organik maupun inorganik dijumpai pada tanah dengan ukuran halus. Tanah mengandung beberapa elemen yang umumnya didominasi oleh oksigen, silikon, hidrogen, dan aluminium. Atom-atom dari elemen ini berkumpul kedalam berbagai crystallographic membentuk serpihan-serpihan dengan elemen lain untuk membentuk mineral tanah. (diambil dari perilaku Mikroskopik Tanah ITSN Surabaya).

Dalam pengertian teknik secara umum, Das B.M (1998) mendefinisikan tanah sebagai bahan yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang dapat terikat secara kimia (*sementsi*), antara satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk yang berpartikel padat yang disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut.

Menurut Terzaghi K dan Peck R.B, (Erlangga,1993), berdasarkan asalnya, tanah diklasifikasikan secara luas menjadi :

1. Tanah organik adalah campuran yang mengandung bagian-bagian yang cukup berarti berasal dari lapukan dan sisa tanaman dan kadang-kadang dari kumpulan kerangka dan kulit organisme.
2. Tanah anorganik adalah tanah yang berasal dari pelapukan batuan secara kimia maupun fisis.

Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah suatu cara pengelompokan tanah berdasarkan sifat dan ciri tanah yang sama atau hampir sama kemudian diberi nama agar mudah dikenal, diingat, dipahami dan dibedakan dengan tanah-tanah lainnya. Setiap Jenis tanah memiliki sifat dan ciri tertentu dan berbeda dengan jenis tanah lainnya. Setiap jenis tanah memiliki sifat, ciri, potensi kesesuaian tanaman dan kendala tertentu untuk pertanian sehingga memerlukan teknologi pengelolaan tanah yang spesifik untuk dapat berproduksi optimal.

Umumnya klasifikasi tanah menggunakan indeks pengujian yang sangat sederhana untuk memperoleh karakteristik tanahnya. Karakteristik tersebut digunakan untuk menentukan kelompok klasifikasinya, yang didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh dari analisa saringan dan plastisitasnya (Hardiyatmo, 1992).

Berdasarkan hasil analisa distribusi partikel dan batas-batas Atterberg, tanah dapat diklasifikasikan kedalam beberapa golongan yang terdapat dalam sistem klasifikasi tanah, diantaranya :Sistem USCS (*Unified Soil Classification System*) dan Sistem AASHTO.

Sistem Unified Soil Classification System (USCS)

Sistem klasifikasi ini dikembangkan oleh Casagrande selama perang dunia ke dua untuk kesatuan Engineering angkatan darat Amerika, dan pada tahun 1969 sistem ini diadopsi oleh *American Society and Materials* (ASTM) sebagai metoda standar klasifikasi tanah (ASTM 2487).

Berdasarkan sistem USCS ini, tanah diklasifikasikan dalam tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus. Tanah berbutir kasar dibagi kedalam kerikil, dinotasikan sebagai G (dari kata gravel) dan pasir (*S = sands*). Setiap group tanah dibagi kedalam empat golongan, terlihat pada tabel (1), yaitu :

- Bergradasi baik dan cukup bersih artinya hanya sedikit kandungan material berbutir halus – dinotasikan *W (well graded)*.
- Bergradasi buruk dan cukup bersih – dinotasikan *P (poorly graded)*.
- Bergradasi baik dengan lempung sebagai pengikat dinotasikan *C (clay)*.
- Berbutir kasar dan mengandung tanah berbutir halus – dinotasikan *M (silt)*.

Tanah berbutir halus dibagi kedalam :

- Tanah lanau anorganik (tidak mengandung material organik) dan tanah yang mengandung pasir yang berbutir sangat halus – dinotasikan *M (silt)*.

- Tanah lempung Anorganik dinotasikan C (*clay*).
- Tanah lanau dan lempung organik dinotasikan O (*organic*).
- Tanah dengan kadar organik sangat tinggi dinotasikan Pt (*peat*).

Ketiga golongan berbutir halus itu dibagi lagi kedalam beberapa golongan berdasarkan batas cairnya, yaitu :

- Batas cair < 50 %, digolongkan kedalam tanah berbutir halus dengan kompresibilitas rendah hingga sedang dinotasikan L (*low compressibility*).
- Batas cair > 50 %, digolongkan kedalam tanah berbutir halus dengan kompresibilitas tinggi dinotasikan H (*high compressibility*).

Tabel 1. Sistem Klasifikasi Unified

Divisi Utama	Simbol	Nama Jenis	Formula
Tanah berbutir kasar (No. 200 lolos > 35%)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u > 6$ dan $C_c > 4$ atau $C_u > 4$ dan $C_c > 3$ atau $C_u > 3$ dan $C_c > 2$ atau $C_u > 2$ dan $C_c > 1$ atau $C_u > 1$ dan $C_c > 0$
	GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Tidak memenuhi kriteria untuk GW
	GM	Kerikil berbutir halus, campuran kerikil-pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau P-4
	GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di atas garis A atau P-7
Tanah berbutir halus (No. 200 lolos < 35%)	BW	Pasir gradasi baik, pasir berbutir, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u > 6$ dan $C_c > 4$ atau $C_u > 4$ dan $C_c > 3$ atau $C_u > 3$ dan $C_c > 2$ atau $C_u > 2$ dan $C_c > 1$ atau $C_u > 1$ dan $C_c > 0$
	SP	Pasir gradasi buruk, pasir berbutir, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Tidak memenuhi kriteria untuk BW
	SM	Pasir berbutir halus, campuran pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau P-4
	SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di atas garis A atau P-7
Tanah berbutir sangat halus (No. 200 lolos < 5%)	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, sedikit butiran pasir halus berbutir atau berlempung	$U < 10$ dan $PI < 4$
	CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah, banyak butiran pasir berbutir, lempung berbutir lempung berbutir, lempung kerikil berbutir	$U < 10$ dan $PI > 4$
	OL	Lanau organik dan lempung berbutir organik dengan plastisitas rendah	$U > 10$ dan $PI < 4$
	MH	Lanau tak organik dan pasir halus (dibawah, tanpa butiran)	$U > 10$ dan $PI > 4$
Tanah dengan kadar organik tinggi	CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, banyak butiran pasir berbutir, lempung berbutir lempung berbutir, lempung kerikil berbutir	$U < 10$ dan $PI > 10$
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	$U > 10$ dan $PI > 10$
	PT	Distrik (peat) dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Mencakup seluruh tanah yang tidak dapat diklasifikasi dengan kriteria di atas

Sumber: USCS dalam Hardiyatmo H C, 2001.

Sistem Klasifikasi AASHTO

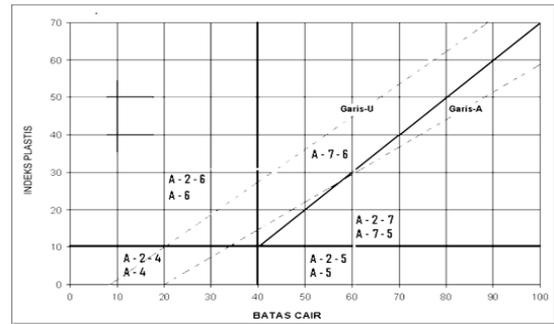
Sistem ini dibuat oleh *American Association of state Highway and Transportation Officials*, terutama dikembangkan untuk menganalisa material subgrade dalam pembangunan jalan raya. Sistem klasifikasi AASHTO yang dipakai saat ini ditunjukkan pada tabel (2) dan Gb (1). Pada system ini tanah diklasifikasikan kedalam tujuh kelompok besar, yaitu A-1, A-2 dan A-3 adalah tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No.200. Tanah dimana lebih dari 35% butirannya lolos ayakan No.200 diklasifikasikan kedalam kelompok A-4, A-5, A-6 dan A-7. Butiran A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung. Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria dibawah ini

- Ukuran butir:
 - Kerikil : bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 mm (3 in) yang tertahan pada ayakan No. 20 (2 mm).
 - Pasir : bagian tanah yang lolos ayakan No. 12 (2 mm) dan yang tertahan pada ayakan No.200 (0.075 mm).

Lanau dan lempung : bagian tanah yang lolos ayakan No.200

Tabel 2. Klasifikasi tanah untuk tanah dasar jalan raya (system AASHTO).

Klasifikasi Umum	Material granuler (<35% lolos saringan no. 200)					Tanah-tanah lanau-lempung (>35% lolos saringan no. 200)			
	A-1	A-3	A-2		A-2	A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi kelompok	A-1-a A-1-b	A-3	A-2-4 A-2-5	A-2-6 A-2-7	A-2	A-4	A-5	A-6	A-7-A/A-7-6
Analisis saringan (% lolos)	50 maks	51 min	35 maks 35 maks	35 maks 35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min	36 min
2,00 mm (no. 10)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,425 mm (no. 40)	30 maks 50 maks	10 maks	35 maks 35 maks	35 maks 35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min	36 min
0,075 mm (no. 200)	15 maks 25 maks	10 maks	35 maks 35 maks	35 maks 35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat fraksi lolos saringan no. 40	6 maks	Np	40 maks 41 min	40 maks 41 min	40 maks 41 min	40 maks 41 min	40 maks 41 min	40 maks 41 min	40 maks 41 min
Batas cair (LL)	-	-	10 maks 10 maks	11 min 11 min	10 maks 10 maks	10 maks 10 maks	10 maks 10 maks	10 maks 10 maks	10 maks 10 maks
Indeks plastis (PI)	-	-	0	0	4 maks	8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Indeks kelompok (G)	0	0	0	0	4 maks	8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil dan pasir	Pasir halus	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir	Tanah berlanau	Tanah berlanau	Tanah berlempung	Tanah berlempung	Tanah berlempung
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik					Sedang sampai buruk			



Sumber: AASHTO dalam Hardiyatmo H C, 2001

Gambar 1. Nilai batas-batas Atterberg untuk sub kelompok A-4, A-5, A-6, A-7

Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bilamana bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas sebesar 11 atau lebih.

Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan didalam contoh tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan-batuan tersebut dikeluarkan terlebih dahulu. Tetapi persentasi dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat.

Persyaratan Bahan sebagai Timbunan Biasa

- Bahan yang dipilih sebaiknya tidak termasuk tanah yang berplastisitas tinggi, yang diklasifikasikan sebagai A-7-6 menurut pd. T-03-1998-03 (AASHTO M145). Bila penggunaan tanah yang berplastisitas tinggi tidak dapat dihindarkan, bahan tersebut harus digunakan hanya pada bagian dasar dari timbunan. Timbunan pada lapis ini bila diuji dengan metode pengujian batas plastis (SNI 03-1744-1989), harus memiliki CBR tidak kurang dari 6% setelah perendaman

4 hari bila dipadatkan 100% kepadatan kering maksimum (*MDD*).

2. Tanah expansive yang memiliki nilai aktif lebih besar dari 1,25 yang terletak pada garis batas derajat pengembangan menurut batasan Van Der Merwe sebagai "high" atau "very high", tidak boleh digunakan sebagai bahan timbunan.

Batas Cair dan Batas Plastis (Liquid limit and Plastic Limit)

Batas Cair (Liquid Limit)

Hasil-hasil yang diperoleh berupa jumlah pukulan dan kadar air yang bersangkutan kemudian digambarkan dalam bentuk grafik. Jumlah pukulan sebagai sumbu mendatar dengan skala logaritma, sedang besarnya kadar air sebagai sumbu tegak dengan skala biasa. Buatlah garis lurus melalui titik-titik itu. Jika ternyata titik-titik yang diperoleh tidak terletak pada satu garis lurus, maka buatlah garis lurus melalui titik berat titik-titik tersebut. Tentukan besarnya kadar air pada jumlah pukulan 25 dan kadar air inilah yang merupakan batas cair (*liquid limit*) dari benda uji tersebut.

Batas Plastis (Plastic Limit)

Menurut SNI-03-1966-1990, yang dimaksud dengan batas plastis adalah batas dimana suatu tanah berubah sifatnya dari keadaan plastis menjadi semi padat. Tujuan pengujian ini adalah untuk memperoleh basaran batas plastis tanah, yang selanjutnya digunakan untuk menentukan jenis, sifat, dan klasifikasi tanah.

Indeks Plastisitas (PI) = LL – PL

Kadar Air

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air tanah. Yang dimaksud dengan kadar air tanah adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut dinyatakan dalam persen.

Berat Jenis

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis tanah yang mempunyai butiran lewat no.4 dengan piknometer. Berat jenis adalah perbandingan antara berat tanah kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi tanah dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

Perhitungan :

CBR Laboratorium

CBR laboratorium ialah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan CBR (*California Bearing Ratio*) tanah dan campuran

tanah agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu.

Perhitungan CBR Laboratoum :

Dengan bacaan 0.1 "
 $((0.1)/(3 \times 1000)) \times 100$

Dengan bacaan 0.2
 $((0.2)/(3 \times 1000)) \times 100$

Pemadatan (Compaction)

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan berat isi tanah dengan memadatkan di dalam cetakan silinder berukuran tertentu dengan menggunakan alat penumbuk 2,5 kg atau 5,5 lb dan tinggi jatuh 30 cm atau 12".

Perhitungan

Analisa Saringan

Sifat-sifat tanah sangat bergantung pada ukuran butirannya. Besarnya butiran dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klasifikasi tanah. Oleh karena itu analisa saringan merupakan pengujian yang sangat penting dilakukan. Analisa ukuran butir tanah adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan dengan ukuran diameter lubang tertentu. Berdasarkan - ASSHTO T - 27 – 74, ASTM C - 130 -46

Hidrometer

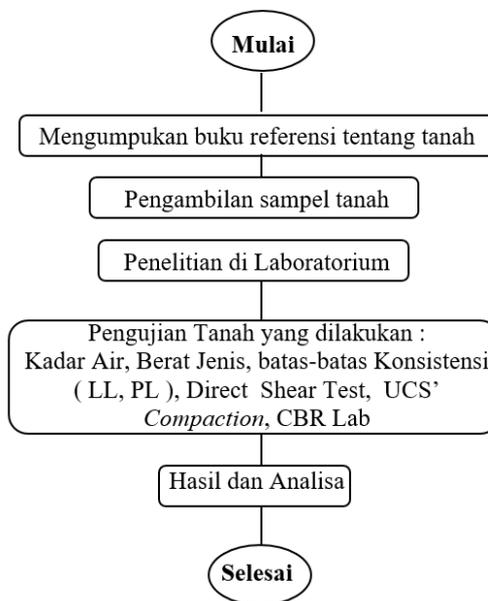
Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk tanah yang dites lolos lewat saringan no.200

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian

Tahapan-tahapan yang dilalui dalam proses penelitian sifat fisis dan mekanis tanah pada penelitian ini seperti pada Gb (2) Bagan Alir Penelitian

Bagan Alir Penelitian



Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

Pada Gb (2) dijelaskan sebagai berikut :
Persiapan penelitian dilakukan beberapa tahap yaitu; pembuatan proposal, pengumpulan informasi, pengambilan benda uji di lapangan, persiapan bahan stabili-sasinya, persiapan laboratorium, merupakan rangkaian awal dalam pekerjaan persiapan.

Pengambilan sampel tanah dilapangan, sampel tanah yang digunakan adalah tanah terganggu (*disturb soil*) dan tanah yang tak terganggu (*undisturb soil*). Akan tetapi penelitian ini cukup dengan pengambilan sampel dengan cara *disturb soil* (tanah terganggu).

Sampel tanah yang diambil tidak perlu adanya usaha yang dilakukan untuk melindungi sifat dari tanah tersebut. Pengambilan sampel tanah terganggu (*disturb*) cukup dimasukkan kedalam plastik atau pembungkus lainnya.

Sampel tanah dikeringkan dengan cara dijemur sampai tidak mengandung kadar air, kemudian

setelah kering sampel dihancurkan kemudian disaring lolos saringan no.4 (4.75 mm) untuk pengujian pemadatan (*compaction*) dan CBR, lolos saringan no.40 untuk pengujian Berat Jenis, Plastis Limit dan Liquid Limit serta lolos saringan no.200 untuk pengujian hydrometer. Pengujian dilakukan di laboratorium Politeknik Negeri Banjarmasin, meliputi pengujian sifat fisis tanah (*Analisa Saringan, Liquid Limit (LL), Plastic Limit (PL)*, dan Hidrometer, sifat mekanis tanah (*Direct Shear, Unconfined Compressive Strength (UCS)*, Pemadatan, dan *CBR* rendaman).

Pengolahan data berupa perhitungan hasil pengujian laboratorium, kemudian dilanjutkan dengan menganalisa hasil perhitungan laboratorium.

Metode pengujian

Metode pengujian masing-masing mengacu pada standar pengujian sebagai berikut:

- a. Batas cair (*Liquid limit*, SNI-03-1967-1990,
- b. Batas plastis (*Plastic limit*, SNI-03-1966-1990,
- c. Berat , ASTM D854-58,SNI 03-1964-1990
- d. Kadar air, ASTM D2216-71,SNI 03-1965-1990
- e. Berat volume tanah, SNI 03-3637-1994
- f. Tekan bebas (*unconfined compression test*), AASHTO T- 208-70, ASTM D-2166-66
- g. CBR Laboratorium mengacu SNI-03-1744-1989,
- h. Pemadatan (*compaction*),SNI-03-1743-1989,
- i. Analisa saringan (*sieve analysis*), ASSHTO T-27-74, ASTM C-130-46

- j. Hidrometer, ASTM D421-58 & D422-63, SNI 03-3423-1994, Alat ukur Hidrometer digunakan type ASTM 152-H.

4. HASIL DAN ANALISA

Pengujian materal tanah timbunan untuk badan jalan Kuala Kapuas yang berasal dari Sei.Ulin Banjarbaru,sebagai berikut;
Pemeriksaan kadar air tanah pada kondisi alami dari sampel tanah yang diambil, berasal dari sumber, dilakukan pemeriksaan dan perhitungan di laboratorium, seperti pada tabe (3) dibawah ini

Tabel 3. Perhitunggam kadar air tanah

No	Cawan No.		1	2
1	Berat Cawan + Tanah Basah	Gr	72.50	80.10
2	Berat Cawan + Tanah kering	Gr	57.40	63.40
3	Berat Air	Gr	15.10	16.70
4	Berat Cawan	Gr	9.00	10.40
5	Berat Tanah Kering	Gr	48.40	53.00
6	Kadar Air	%	31.20	31.51
7	Rata-rata	%	31.35	

Pada tabel (3) terlihat bahwa nilai rata-rata kadar air tanah adalah, 31.35%. sedangkan berat jenis tanah dilakukan pemeriksaan dan perhitungan di laboratorium, seperti pada tabel (4) dibawah ini

Tabel 4. Perhitungan berat jenis tanah

No	Picnometer No.		1	2
1	Berat Piknometer + Air, W1	Gr	162.20	159.90
2	Berat Piknometer + Tanah + Air, W2	Gr	193.30	191.00
3	Berat Tanah Kering, W3	Gr	50.00	50.00
4	Temperatur Campuran Air + Tanah, T°C	T ° C	28.00	28.00
5	$G_s \text{ (Pada } T^\circ\text{C)} = W_3 / [(W_1 + W_3) - W_2]$		2.65	2.65
6	Koreksi, A		0.998	0.998
7	$G_s \text{ (Pada } 20^\circ\text{C)} = G_s \text{ (Padat } T^\circ\text{C)} \times A$		2.64	2.64
8	Berat Jenis		2.64	

Pada tabel (4) terlihat bahwa nilai rata-rata berat jenis tanah adalah, 2.64.

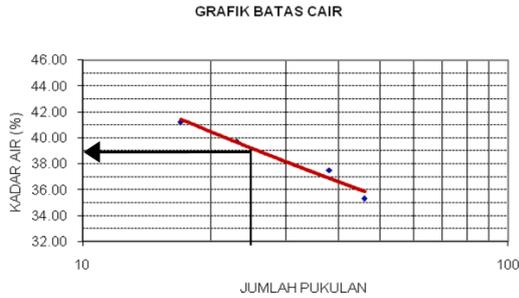
Batas-batas konsistensi tanah dilakukan pemeriksaan dan perhitungan di laboratorium, seperti pada tabel (5) dibawah inimemperlihatkan pemeriksaan dan perhitungan batas cair

Tabel 5. Perhitungan batas cair

Penentuan No.	1	2	3	4
(1) Jumlah ketukan	17	23	38	46
(2) Tempat / cawan No.	C1	C2	C3	C4
(3) Berat cawan + Tanah basah	Gr 52.2	41.7	51.9	56.5
(4) Berat cawan + Tanah kering	Gr 39.6	32.4	40.2	44.5
(5) Berat air (3) - (4)	Gr 12.6	9.3	11.7	12.0
(6) Berat cawan	Gr 9	9	9	10.5
(7) Berat tanah kering (4) - (6)	Gr 30.6	23.4	31.2	34
(8) Kadar air (5)/(7)*100	% 41.18	39.74	37.50	35.29

tabel (5) memperlihatkan nilai kadar air dari masing-masing jumlah ketukan. Ada empat jumlah nilai ketukan disertai nilai kadar air

masing-masing yang kemudian diploting seperti terlihat pada Gb (3)



Gambar 3. Hubungan kadar air vs jumlah pukulan

GB (3) memperlihatkan hubungan kadar air vs jumlah pukulan, besarnya kadar air pada jumlah pukulan 25 inilah yang merupakan batas cair (*liquid limit*) dari benda uji tersebut, yaitu sebesar 39,00%.

Tabel 6. Perhitungan batas plastis

No.	Penentuan	1	2
(1)	Tempat / cawan No.	C.1	C.2
(2)	Berat cawan + Tanah basah	Gr 59.6	34.1
(3)	Berat cawan + Tanah kering	Gr 48.4	29.4
(4)	Berat air (2) - (3)	Gr 11.2	4.7
(5)	Berat cawan	Gr 9.2	12.8
(6)	Berat tanah kering (3) - (5)	Gr 39.2	16.6
(7)	Kadar air (4)/(6)*100	% 28.571	28.313
(8)	Batas Plastis rata-rata	%	28.44

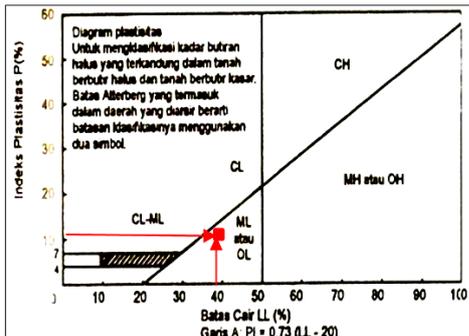
Pada tabel (6) diatas terlihat bahwa nilai rata-rata batas pelastis adalah, 28.44%.

Nilai platik indeks (*PI*) adalah selisih dari nilai plastik limit (*PL*) dengan nilai batas cair (*LL*). Hal ini diperlihatkan pada tabel (7). dibawah ini

Tabel 7. Perhitungan plastis indeks

LL	PL	PI
39	28.44	10.56
Lanau dengan plastisitas rendah		

Pada tabel (7) memperlihatkan bahwa nilai plastik indeks (*PI*) didapatkan adalah, 10.56%.



Gambar 4. Grafik klasifikasi A-line

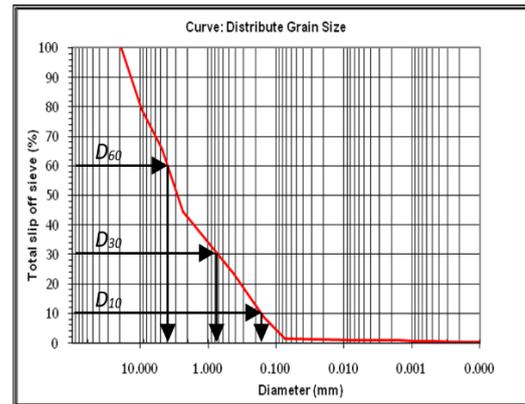
Klasifikasi jenis tanah menurut system *USCS (Unified Soil Classification System)*, pada Gb (4) diploting absis nilai *LL* dan ordinat nilai *PI*, titik koordinat, hasilnya adalah titik koordinat yang berada pada zone *ML* atau *OL*. Karena sampel tanah bukan organik, maka tanah adalah jenis *ML*, yaitu lanau dengan kadar lempung rendah.

Tabel (8), memperlihatkan hasil pemeriksaan dan perhitungan analisa saringan dan hydrometer

Tabel 8. Analisa saringan dan hydrometer

No	Test	Diameter (mm)	# No	Lolos (%)	Dia.butir lolos
1	Saringan	19.100	3/4	100.0	D ₆₀ = 4.098 D ₃₀ = 0.950 D ₁₀ = 0.175
2		9.500	3/8	79.20	
3		4.750	4	65.79	
4		2.360	8	44.55	
5		2.000	10	42.70	
6		0.425	40	23.65	
7		0.150	100	8.64	
8	Hydrometer	0.075	200	1.33	
9		0.00629		0.91	
10		0.00447		0.88	
11		0.00319		0.85	
12		0.00229		0.81	
13		0.00147		0.76	
14		0.00086		0.68	
15		0.00063		0.59	
16		0.00045		0.51	
17		0.00023		0.41	
18		0.00010		0.22	
19		0.00007		0.18	

Hasil pemeriksaan dan perhitungan analisa saringan dan hydrometer pada tabel (8) kemudian diplotkan menjadi sebuah kurva gradasi, seperti pada Gb (5) dibawah



Gambar 5. Analisa saringan dan hydrometer

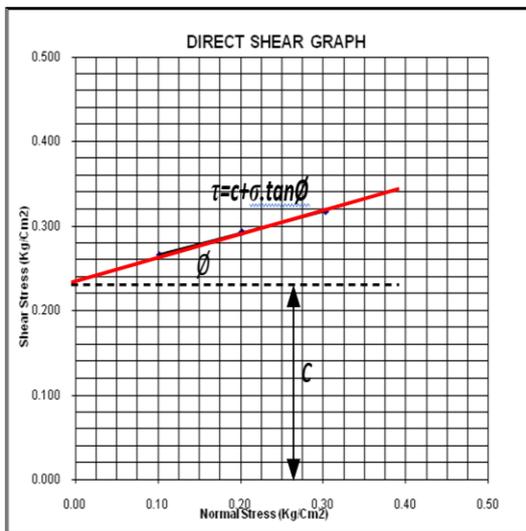
Kurva gradasi pada Gb (5) menunjukkan butiran lolos saringan No.4 (4.750 mm) lebih dari 50%, tanah ini masuk dalam kelompok berbutir halus. Dengan nilai *D*₆₀ pada diameter butiran tanah 4.098 mm. nilai *D*₃₀ pada diameter butiran tanah 0.950 mm. nilai *D*₁₀ pada diameter butiran tanah 0.175 mm. Koefisien keseragaman, *Cu*, 23.42 adalah > 6, dan koefisien kurva, 1.26, berada pada rank 1-3, artinya tanah adalah masuk kelompok *SW*. dengan nilai *PI*, 10.56 adalah >7. Dengan Nilai

GI adalah 1.28. Sementara utiran lolos #10 adalah 42.70 %, lolos #40 adalah 23.65 % dan lolos #200 adalah 1.33 %. Maka menurut AASHTO, tanah adalah masuk kelompok A-4 yang artinya adalah tanah berlanau.

Tabel 9. Perhitungan direct shear test

Time (menit)	Horizontal Deformation	Load N 3.167		Load N 6.324		Load N 9.491		$\sigma = \frac{N}{A}$	$\tau = \frac{P}{A}$
		Reading	Shear	Reading	Shear	Reading	Shear		
0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
0.25	0.158	8.10	3.40	8.80	3.70	7.60	3.19		
0.50	0.316	12.30	5.17	12.40	5.21	12.40	5.21	0.101	0.266
1.00	0.361	17.90	7.52	16.80	7.06	17.60	7.40		
1.50	0.947	18.80	7.90	18.60	7.82	20.00	8.40	0.202	0.293
2.00	1.262	19.10	8.03	19.80	8.32	21.20	8.91		
2.50	1.578	19.20	8.07	20.60	8.66	23.00	9.66	0.304	0.317
3.00	1.893	19.50	8.19	21.20	8.91	23.60	9.92		
3.50	2.209	19.80	8.32	21.80	9.16	23.60	9.92		
4.00	2.524	19.80	8.32	21.80	9.16	23.60	9.92		
4.50	2.840	19.80	8.32	21.80	9.16				
5.00	3.155								
6.00	3.786								
7.00	4.417								
8.00	5.048								
9.00	5.679								
10.00	6.310								
11.00	6.941								
12.00	7.572								
13.00	8.203								
14.00	8.834								
15.00	9.465								

Hasil perhitungan direct shear test pada tabel (9) diplotkan pada Gb (6) dibawah ini



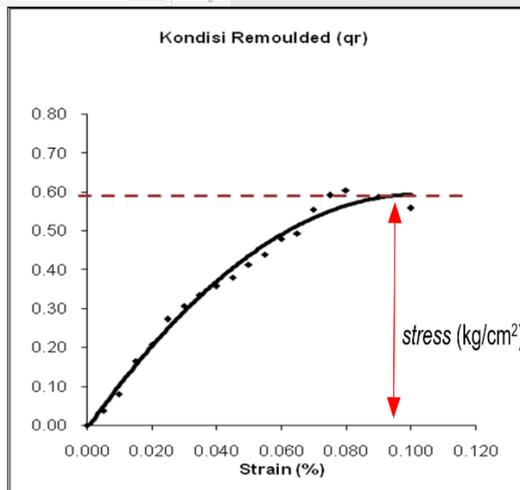
Gambar 6. Grafik direct shear test

Dari Gb (8) diatas terlihat bahwa hasil direct shear test menunjukkan hubungan antara beban dengan tegangan normal, memberikan persamaan tegangan geser, $\tau = c + \sigma \cdot \tan \phi$. sudut geser dalam tanah, adalah ϕ sebesar 15° dan nilai kohesi, c sebesar 0.24 kg/cm^2 .

Kuat dukung tanah diperiksa dan dihitung seperti pada tabel (10). Hasil pemeriksaan dan perhitungan seperti pada tabel (10). unconfined compression test, diplotkan menjadi kurva hubungan antara tegangan dan regangan, seperti diperlihatkan pada Gb (9)

Tabel 10. Perhitungan unconfined compression test

Deformation Gauge Reading (*0.01)	Soil Deformation ΔL (mm)	Load (Kg)	Unit Strain $\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$	Area Corrected $A = A_0(1 - e)$	Deviator Stress (kg/cm ²)
0	0.00	0.0	0.000	17.712	0.000
35	0.35	1.2	0.005	17.801	0.037
70	0.70	2.6	0.010	17.891	0.080
105	1.05	5.4	0.015	17.982	0.165
140	1.40	6.8	0.020	18.073	0.207
175	1.75	9.0	0.025	18.166	0.272
210	2.10	10.2	0.030	18.260	0.307
245	2.45	11.2	0.035	18.354	0.335
280	2.80	12.0	0.040	18.450	0.357
315	3.15	12.8	0.045	18.547	0.379
350	3.50	14.0	0.050	18.644	0.413
385	3.85	15.0	0.055	18.743	0.440
420	4.20	16.4	0.060	18.843	0.478
455	4.55	17.0	0.065	18.943	0.493
490	4.90	19.2	0.070	19.045	0.554
525	5.25	20.6	0.075	19.148	0.591
560	5.60	21.2	0.080	19.252	0.605
630	6.30	20.8	0.090	19.464	0.587
700	7.00	20.0	0.100	19.680	0.558
770	7.70				
840	8.4				
910	9.1				
980	9.80				
1050	10.50				
1120	11.20				
1190	11.90				



Gambar 9. Grafik tegangan dan regangan hasil dari unconfined compression test

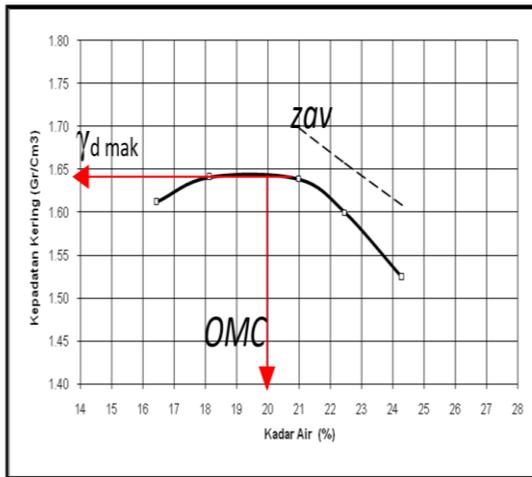
Kadar Air Optimum (OMC) dan Kepadatan Kering Maksimum (MDD) diperiksa dan dihitung seperti tabel (11) dibawah ini

Tabel 11. Perhitungan kadar air dan berat volume

No	Uraian	Kadar air	18%	20%	22%	24%	26%
1	Berat Mold + Tanah Basah	Gr	3504	3562	3604	3582	3521
2	Berat Mold	Gr	1734	1734	1734	1734	1734
3	Berat Tanah Basah	Gr	1770	1828	1870	1848	1787
4	Volume Mold	Cm ³	943.21	943.21	943.21	943.21	943.21
5	Kepadatan	Gr/Cm ³	1.877	1.938	1.983	1.959	1.895
6	Kepadatan Kering	Gr/Cm ³	1.612	1.641	1.639	1.600	1.524
7	Berat Cawan + Tanah Basah	Gr	74.4	71.7	87.9	93.1	84.9
8	Berat Cawan + Tanah Kering	Gr	65.2	62.1	74.5	77.9	70.3
9	Berat Air	Gr	9.2	9.6	13.4	15.2	14.6
10	Berat Cawan	Gr	9.2	9.1	10.6	10.2	10.2
11	Berat Tanah Kering	Gr	56	53	63.9	67.7	60.1
12	Kadar Air	%	16.43	18.11	20.97	22.45	24.29

Dari hasil perhitngn pada tabel (11), kemudian diploting hubungan antara kadar air

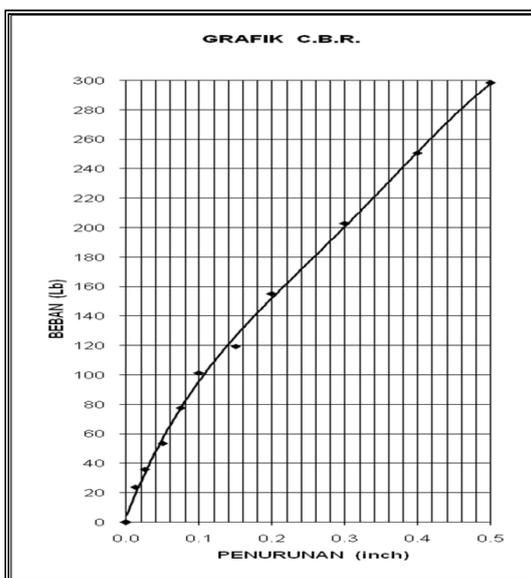
dengan berat volume, seperti Gb (10) dibawah ini.



Gambar 10. Grafik hubungan kadar air dengan berat volume

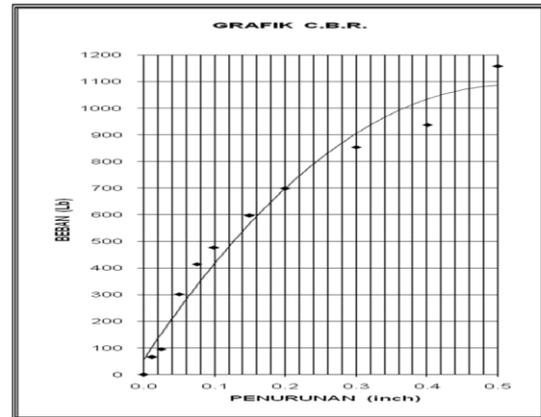
Kurva hubungan antara kadar air dengan berat volume yang diperlihatkan pada Gambar Gb (10). memperlihatkan bahwa, puncak kurva adalah besarnya nilai berat volume kering maksimum dengan kadar air yang optimum. Dari grafik didapat pada kadar air 19.6% (OMC), didapat γ_d maksimum sebesar 1.649 kg/cm^3 .

Nilai CBR dilakukan dengan melakukan pengukuran penetrasi terhadap benda uji tanah dengan variasi beban. Hubungan antara beban dan penetrasi, diplotkan seperti pada Gb (11), (12) dan (13), masing-masing dfengan beban yang berbeda



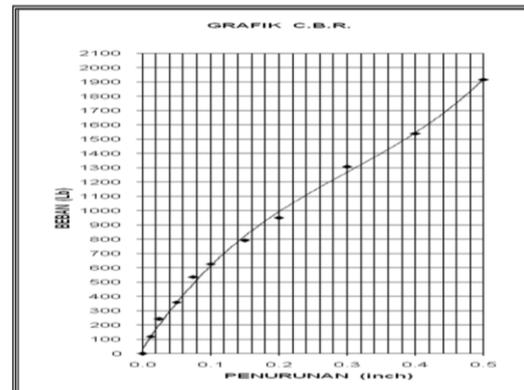
Gambar 11. Grafik CBR tumbukan 15 kali

Pada Gb (11) memperlihatkan hubungan antara beban dengan penetrasi pada benda uji, dimana pemadatan CBR dilakukan dengan 15 tumbukan per lapisan.



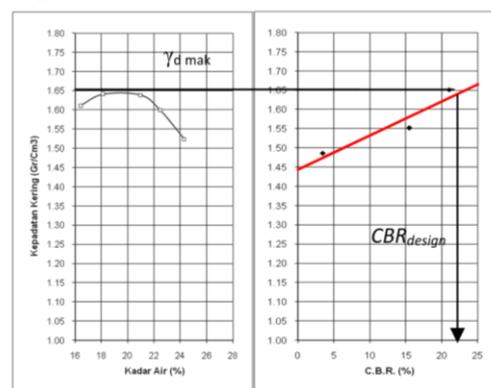
Gambar 12. Grafik CBR tumbukan 30 kali

Pada Gb (12) memperlihatkan hubungan antara beban dengan penetrasi pada benda uji, dimana pemadatan CBR dilakukan dengan 30 tumbukan per lapisan.



Gambar 13. Grafik CBR tumbukan 65 kali

Pada Gb (11) memperlihatkan hubungan antara beban dengan penetrasi pada benda uji, dimana pemadatan CBR dilakukan dengan 65 tumbukan per lapisan



Gambar 13 Grafik korelasi $\gamma_d \text{ mak}$ dengan CBR_{design}

Dari Gb (13), diperlihatkan bahwa jumlah tumbukan pada saat pemadatan CBR sangat berpengaruh dengan nilai CBR. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah tumbukan yang dilakukan maka nilai CBR mengalami peningkatan. Hal ini berarti masih mungkin meningkatkan nilai CBR_{design} tanah dengan meningkatkan berat volume kering maksimum tanah, pengujian pemadatan di laboratorium menggunakan Proctor, sedangkan di lapangan dengan meningkatkan energi pematat

Tabel 12. Hasil Peiksaan Sifat Fisis dan Mekanis Tanah

No	Macam Pemeriksaan Tanah	Nilai	
		Penelitian	Spesifikasi
1	Kadar Air	w (%)	31.35
2	Berat Jenis	G_s	2.64
3	Atterberg	LL (%)	39
		PL (%)	28.44
		PI (%)	10.56
		D_{60} (mm)	4.098
4	Gradasi	D_{30} (mm)	0.950
		D_{10} (mm)	0.175
		C_u	23.42
		C_c	1.28
		G_I	1.28
		c (kg/cm^2)	0.24
5	Direct Shear	ϕ ($^{\circ}$)	15
		q_u (kg/cm^2)	0.68
6	Unconfined Compressive Strength	ϵ (%)	1.1525
		w_{opt} (%)	19.6
		$(\gamma_{d\ maks})$ (kg/cm^3)	1.649
8	C.B.R (blow)	15 (%)	3.45
		30 (%)	15.92
		65 (%)	21.09
		16.43 (%)	1.612
	$\gamma_{d\ maks}$ ($w\%$)	18.11 (%)	1.641
		20.97 (%)	1.639
		22.45 (%)	1.600
		24.29 (%)	1.524
9	C.B.R _{design}	(%)	23.9
10	Klasifikasi Tanah USCS	<i>ML</i>	<i>Non CH</i>
11	Klasifikasi Tanah dengan AASHTO	<i>A-4</i>	<i>Non A-7-6</i>
12	Jenis Tanah	<i>Lanau</i>	

Pada tabel (12) dapat dilihat bahwa tanah mempunyai sifat properties dan mekanis yang baik, ditunjukkan berat volume tanah basah dan berat jenis yang besar. Dengan nilai batas cair (LL) sebesar 39%, batas plastis (PL) sebesar 28.44% dan indeks plastis (IP) sebesar 10.6%, maka klasifikasi tanah menurut USCS adalah "lanau dengan plastisitas rendah, *ML*" dan klasifikasi menurut AASHTO, tanah masuk pada golongan adalah "A-4" atau "tanah berlanau". Uji pemadatan menghasilkan nilai Kadar Air Optimum sebesar 19.6% dengan Kepadatan kering maksimum ($\gamma_{d\ maks}$) sebesar 1.649 kg/m^3 dan nilai CBR_{design} sebesar 23.9%

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan hasil pengujian material tanah timbunan yang digunakan pada badan jalan Kuala Kapuas, sumber material dari Sei.Ulin, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tanah yang digunakan adalah tanah dengan nama jenis "lanau" dengan sifat properties fisis dan mekanis "sangat baik "

dengan klasifikasi tanah adalah "**ML**" (USCS) dan adalah "**A-4**" (AASHTO).

2. Tanah yang digunakan mempunyai nilai CBR 23.9% lebih besar dari syarat spesifikasi Bina Marga yaitu $\geq 6\%$.
3. Sifat mekanis yang dimiliki adalah: berat volume kering, 1.649 kg/cm^3 , kuat dukung, 0.68 kg/cm^2 , sudut geser dalam, 15° , dan nilai kohesi, 0.24 kg/cm^2 .

Saran

Karena lokasi sumber material khususnya di areal Sei.Ulin cukup luas, yang mana kemungkinan besar titik lokasi pengambilan material mengalami pergeseran, seiring dengan ketersediaan deposit dan adanya variasi typical tanah, maka disarankan agar melakukan uji sampel, apabila:

1. Terjadi pemindahan titik lokasi pengambilan material tanah.
2. Bila ada gejala perubahan mencolok dari bentuk fisik dan warna tanah.

6. DAFTAR PUSTAKA.

- [1] Departemen Pekerjaan Umum, *Spesifikasi 2010 reevisi (2)*, 2012, Jakarta.
- [2] Hardiyatmo H C, "Prinsip-prinsip Mekanika Tanah Soal dan Penyelesaian", Beta Offset, 2001, Yogyakarta.
- [3] M.Das, Braja, Endah Noor, dkk "Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)", 1998 Surabaya.
- [4] Politeknik Negeri Banjarmasin, "Modul Praktikum Uji Tanah 2", 2008, Banjarmasin.
- [5] Terzaghi K dan Peck R B, "Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa Jilid-1", Erlangga, 1993, Jakarta.
- [6] Wahyudi H., "Perilaku Mikroskopik Tanah", ITS, Surabaya.