

PENGARUH KEMBANG SUSUT TANAH DASAR TERHADAP KONSTRUKSI PERKERASAN JALAN RUAS JALAN ALTERNATIF KOTA JAYAPURA

Dewi Anggraeni¹ dan Reinhard Steven L Balle²

¹ Dewi Anggraeni, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, dewipapua2009@gmail.com

² Reinhard Steven L Balle, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

ABSTRAK

Kemajuan pembangunan yang terjadi biasanya berdampak pada bertambahnya kendaraan. keadaan ini memaksa pemerintah untuk mengembangkan fasilitas pendukung yaitu ruas jalan. dalam pelaksanaan yang ada fasilitas tersebut tidak luput dari kelemahan dan kerusakan. Kerusakan jalan ini dapat dipengaruhi oleh kualitas tanah yang memiliki sifat kembang susut (*swelling*). Kembang Susut biasanya terjadi pada tanah lempung yang dipengaruhi oleh kandungan air yang terdapat pada tanah tersebut. Jika kandungan air pada tanah mengalami peningkatan maka akan terjadi peningkatan struktur tanah begitupun sebaliknya jika kadar air tanah menurun maka akan terjadi penyusutan struktur tanah yang ada. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui klasifikasi tanah berdasarkan sifat fisik dan mekanik tanah yang ada juga untuk mengetahui nilai kembang susut aktifitas tanah dasar yang terkandung pada tanah tersebut. metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Studi lapangan. dilakukan dengan mengadakan observasi lapangan dilokasi penelitian Eksperimental Laboratorium terdiri dari data sifat Fisis yaitu : Kadar Air, Berat Isi, Berat Jenis, Plastisitas, dan Gradasi Sifat Mekanis yaitu : Pemadatan, CBR Laboratorium, kuat-tekan, dan rembesan.

Berdasarkan hasil penelitian di dapatkan bahwa jenis tanah ruas jalan alternative kota Jayapura adalah tanah "LEMPUNG" dan hasil pemeriksaan nilai kembang susut menyatakan bahwa tanah termasuk klasifikasi swelling yang rendah.

Kata kunci : tanah, kembang susut, air, daya dukung

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kemajuan pembangunan yang terjadi pada Kota Jayapura berdampak pada bertambahnya kendaraan pada Kota Jayapura keadaan ini memaksa Pemerintah untuk mengembangkan fasilitas pendukung yaitu ruas jalan. Pemerintah Provinsi Papua melalui Dinas Pekerjaan Umum telah mengembangkan ruas jalan pada Kota Jayapura yaitu jalan alternatif untuk mengurangi kepadatan kendaraan yang ada di Kota Jayapura. Jalan sepanjang 18 km tersebut telah dapat di gunakan sejak 4 tahun yang lalu. letak jalan tersebut sangatlah strategis dalam penggunaannya sebab dapat mempercepat waktu tempuh bagi pengguna jalan yang melewati jalur tersebut. Ruas jalan ini melewati kodam XVII Cenderawasih, Kantor Walikota hingga wilayah Waena. Keadaan jalan tersebut dalam penggunaan sehari-hari sangat menolong pengguna jalan namun terdapat beberapa titik jalan yang mengalami kerusakan. Kerusakan yang terjadi ada yang diperkirakan akibat patahan lereng dan longsor. Dari sekian titik kerusakan di antaranya, yang menjadi target penelitian adalah terdapat pada STA 4+200 kerusakan yang terjadi yaitu terdapat pada tanah dasar dan perkerasan yang ada. Kerusakan jalan tersebut tentu mengganggu kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan. Pada titik-titik kerusakan memiliki ukuran dengan panjang 8 meter dengan penurunan tanah yang cukup besar. Kerusakan jalan ini dapat dipengaruhi oleh kualitas tanah yang memiliki sifat kembang susut (*Swelling*).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) di sertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil, di samping itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan. Sifat dan karakteristik tanah sangat tergantung kepada keadaan topografi dan geologi yang membentuk tanah tersebut. Sifat-sifat fisik banyak tergantung pada faktor ukuran, bentuk dan komposisi kimia butiran. Istilah tanah dalam bidang mekanika tanah dimaksudkan sebagai campuran dari partikel yang terdiri dari salah satu atau berbagai jenis partikel berikut, yang tergantung dari ukuran partikel yang dominan.

Klasifikasi Tanah

Metode stabilisasi tanah dasar sangat dipengaruhi oleh jenis tanahnya. Oleh sebab itu, klasifikasi dari suatu tanah haruslah diketahui terlebih dahulu sebelum pelaksanaan suatu konstruksi. Suatu klasifikasi mengenai tanah dapat memberikan gambaran sepintas mengenai sifat-sifat dalam tanah dan dapat dijadikan acuan dalam perencanaan maupun pelaksanaan suatu konstruksi. Adapun sistem klasifikasi yang digunakan adalah :

1. Sistem Klasifikasi USCS (United Soil Classification System)
2. Sistem klasifikasi AASTHO (Association of American Highway and Transportation Official) penggolongan tanah system AASTHO

Lempung dan Mineral Penyusunnya

Mineral dari tanah jenis lempung merupakan senyawa aluminium silikat yang kompleks. Mineral ini terdiri dari dua lempung Kristal pembentuk kristal dasar, yaitu silika tetrahedra dan aluminium oktahedra (Das, 1988). Das (1988) menerangkan bahwa tanah lempung sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan sub-mikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskop biasa) yang berbentuk lempeng-lempeng pipih dan

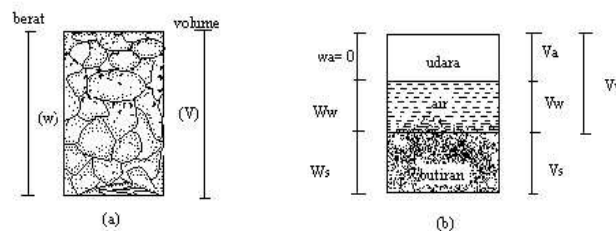
merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung (clay mineral) dan mineral-mineral yang sangat halus lain. Tanah lempung sangat keras dalam kondisi kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Namun pada kadar air yang lebih tinggi lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak. Kohesif menunjukkan kenyataan bahwa partikel-partikel itu melekat satu sama lainnya. Sedangkan plastisitas merupakan sifat yang memungkinkan bentuk bahan itu dirubah rubah tanpa terjadi perubahan isi atau tanpa kembali ke bentuk aslinya dan tanpa terjadi retakan-retakan atau terjadi pecah-pecah. Dalam terminology ilmiah lempung adalah mineral asli yang mempunyai sifat plastis saat basah, dengan ukuran butir yang sangat halus dan mempunyai komposisi berupa hydrous aluminium dan magnesium silikat dalam jumlah yang besar. Batas atau ukuran lempung umumnya adalah kurang dari $2 \mu\text{m}$ ($1 \mu\text{m} = 0,000001\text{m}$), meskipun ada klasifikasi yang menyatakan bahwa batas atas lempung adalah $0,005 \text{ m}$ menurut (Das 1988), satuan struktur dasar dari mineral lempung terdiri dari silica tetrahedron dan aluminium oktahedon.

Tanah Ekspansif

Tanah Ekspansif (*Ekspansif Soil*) adalah tanah lempung yang lunak dan mudah tertekan sehingga sering menjadi masalah dalam pelaksanaan konstruksi. Selain itu, tanah ini mempunyai sifat-sifat yang kurang baik, seperti plastisitas yang tinggi sehingga sulit di padatkan, dan permeabilitas rendah sehingga air susah keluar dari tanah. Sifat-sifat tersebut menyebabkan tanah ekspansif memiliki kembang susut yang besar. Proses pengembangan (*swelling*) terjadi karena kandungan air yang tinggi, sehingga tanah yang jenuh air ini akan mengembang dan tegangan efektif tanah akan mengecil seiring peningkatan tegangan air pori. Begitu juga sebaliknya saat terjadi proses susut (*shrinkage*) pada Tanah. Tanah yang kehilangan air secara tiba-tiba akan mengalami penyusutan volume pori akibat kehilangan air. Hal ini akan menyebabkan tanah mengalami kembang susut yang besar.

Berat Volume Tanah dan Hubungan – Hubungannya

Segumpal tanah dapat terdiri dari dua atau tiga bagian. Dalam tanah yang kering, hanya akan terdiri dari dua bagian, yaitu butir-butir tanah dan pori-pori udara. Dalam tanah yang jenuh juga terdapat dua bagian, yaitu bagian padat atau butiran dan air pori. Dalam keadaan tidak jenuh, tanah terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian padat (butiran), pori-pori udara dan air pori. Bagian-bagian tanah dapat di gambarkan dalam bentuk diagram fase seperti berikut :



Gambar 1. Diagram Fase Tanah

Identifikasi Tanah Kembang Susut Tinggi (Ekspansif)

Cara-cara yang biasa di pakai untuk mengidentifikasi tanah ekspansif ada tiga cara yaitu :

1. Identifikasi Minerologi
2. Cara Tidak Langsung
3. Cara Langsung

Ciri – Ciri Tanah Mengembang

Ada beberapa cara untuk mengetahui besar-kecilnya ;sifat kembang - susut dari pada tanah.Salah satu cara di antaranya ialah dengan mencari angka aktivitas (= Activity) dari tanah tersebut

Suatu tanah dikatakan aktif (mudah kembang susut apabila kadar airnya berubah),apabila besarnya $A > 1,25$

Mekanisme pengembangan dari tanah sedikit lebih kompleks dari penyusutan.menurut karmonik and David (1969) pengembangan dari tanah di sebabkan oleh dua hal :

1. Sebab Mekanis
2. Sebab Fisika-Kimia

Kriteria Kembang Susut (Swelling)

Peneliti-peneliti *swelling* memberikan criteria yang dapat di pergunakan untuk mengidentifikasi potensi *swelling* dari tanah.dari beberapa criteria penentu di kenal dua kriteria yang dapat mengidentifikasi *swelling* yaitu :

1. Kriteria Chen (1965 dan 1988)
2. Kriteria Snethen 1977

Pemadatan Tanah (*Compaction Test*)

Untuk memperoleh tanah dengan kerapatan yang tinggi dan mengeluarkan udara yang terperangkap diantara pori-pori tanah biasanya di lakukan pemadatan tanah dengan menggunakan suatu energy mekanis tertentu untuk menghasilkan pemampatan partikel tanah.Cara mekanis yang di gunakan untuk usaha ini ada bermacam macam.Misalnya untuk di lapangan energy pemadatan dapat di peroleh dari mesin gilas,alat alat penumbuk getarandan benda benda berat yang di jatuhkan.sedangkan di laboratorium pemadatan di lakukan dengan tenaga penumbuk dinamik.Tujuan dari pemadatan pada dasarnya adalah untuk memperbaiki sifat teknis massa tanah.beberapa keuntungan yang di dapat dengan diadakan nya pemadatan ini adalah :

1. Memperkecil penurunan
2. Meningkatkan mutu tanah;memperbaiki daya dukung tanah;menaikkan kuat geser
3. Memperkecil permeabilitas tanah

California Bearing Ratio (CBR)

1. CBR Laboratorium

Cara CBR ini pertama kali di emukan oleh O.J.Porter,kemudian di kembangkan oleh California State Highway Departemen sebagai cara ntuk menilai kekuatan tanah dasar.kemudian cara ini di kembangkan lebih lanjut oleh badan badan lain terutam oleh U.S Army Corps of Engineers.Percobaan penetrasi CBR di pergunakan untuk menentukan kekuatan atau daya dukung suatu lapisan perkerasan.nilai CBR yang di dapat di pergunakan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan yang di perlukan di atas suatu lapisan yang nilai CBR nya telah di tentukan,dengan anggapan bahwa dia atas suatu bahan dengan nilai CBR tertentu,tebal perkerasan tidak boleh kurang dari suatu angka tertentu.CBR meruoakan perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama.Untuk menghitung tebal perkerasan berdasarkan nilai CBR di gunakan grafik grafik yang di kembangkan oleh berbagai muatan roda kendaraan dan intensitas lalulintas.nilai CBR dapat di tentukan dengan rumus :

- a. Untuk nilai tekan penetrasi sebesar 2.54 mm (0,10 inch) terhadap tekanan penetrasi standar yang besarnya 70,37 kg/cm² (1000 psi)

$$\text{CBR} = (P1/70,37) \times 100\% \quad (P1 \text{ dalam kg/cm}^2) \text{ atau}$$

$$\text{CBR} = (P1/1000) \times 100\% \quad (p1 \text{ dalam psi})$$

- b. Untuk nilai tekanan penetrasi sebesar 5,08 mm (0,20 inch) terhadap tekanan penetrasi standar yang besarnya 105.56 kg/cm² (1500 psi)
CBR = $(P_2/105,56) \times 100\%$ (P_2 dalam kg/cm²) atau
CBR = $(P_2/1500) \times 100\%$ (P_2 dalam psi)

Laboratory Investigasi

Berat Jenis Penyerapan

Berat jenis material sangat di butuhkan pada rancangan suatu komposisi dalam menentukan mutu serta kekuatan dari agregat yang meliputi karakteristik material itu sendiri sehingga kemampuan menerima dapat bermanfaat bagi kekuatan material dalam penggunaannya. Uji ketahanan berat jenis material dapat di lakukan pada prosedur pengujian laboratorium dengan memperhatikan berat jenis semu, berat jenis bulk serta berat jenis apparent yang akan mempengaruhi sekaligus dengan penyerapan. Berat jenis material akan berperan pada tingkat penyerapan dengan memperhatikan sifat dan karakteristik material itu.

Berat Isi

Peranan berat isi dalam penentuan material apakah dapat di gunakan pada perencanaan sangat bergantung pula dari hasil pemeriksaan pada laboratorium. Berat isi material sangat dominan pada penggunaan terutama pada rancangan komposisi yang menyatakan kelayakan material pada tingkat kekuatannya. Khusus pada perencanaan komposisi rancangan campuran baik untuk konstruksi beton maupun konstruksi perkerasan sangat di perlukan pada penggunaannya. Sebagaimana di ketahui bahwa tingkat kekuatan agregat akan nampak berat isi material.

Atterberg Limit

Atterberg limit adalah percobaan yang di temukan oleh Tuan Atterberg untuk menentukan tingkat plastisitas dari suatu indeks tanah dalam perencanaan atau desain suatu konstruksi perkerasan jalan dan sebagainya. pemeriksaan Atterberg meliputi pemeriksaan batas cair, batas plastis dan batas susut.

Batas Cair (*Liquid Limit*)

Percobaan ini adalah untuk mendapatkan tingkat kecairan dari suatu agregat dalam penggunaan di lapangan. Percobaan ini juga memperoleh nilai kadar air dari indeks kecairan serta jumlah pukulan dalam penentuan tingkat kecairan tanah dengan perbandingan air tertentu. Nilai-nilai kadar air dan jumlah pukulan akan menentukan jumlah pukulan pada 25 pukulan sesuai dengan prosedur.

Batas Plastis

Batas plastis adalah kadar air pada batas bawah daerah plastis dimana tanah ini mulai terlihat retak pada diameternya mencapai 1/8" (0,32) percobaan ini di lakukan dengan proses yaitu tanah dicampur dengan air sampai homogen lalu digiling sampai diameter tersebut di atas mengalami keretakan akan tanah tersebut di tentukan kadar airnya

Batas Susut

Percobaan ini adalah untuk menentukan tingkat susut dari tanah yaitu kadar air dimana pada saat keadaan ini volume tanah tidak mengalami perubahan lagi. Prosedur ini di lakukan dengan menggunakan air raksa untuk menghitung susut prosentasenya.

Indeks Plastisitas

Nilai plastisitas indeks sangat di perlukan pada perencanaan konstruksi lapis perkerasan jalan, baik lapis perkerasan pondasi atas maupun lapis perkerasan pondasi bawah. Tingkat plastisitas akan di tentukan berdasarkan nilai indeks kecairan tanah dengan batas plastis dan jenis tanah atau material yang di gunakan. Nilai plastisitas juga pada penggunaannya akan saling berperan pada jenis lapis pondasi yang akan di rencanakan sesuai dengan angka prosentase yang di butuhkan. Peranan indeks plastisitas yang rata- rata penentuannya sesuai dengan jenis dan klasifikasi material akan saling berpengaruh pada nilai kadar air dari material itu. Hubungan antara indeks plastisitas dengan tingkat plastis dan jenis tanah menurut Atterberg.

Pemadatan

Perencanaan suatu konstruksi jalan memerlukan beberapa criteria pengujian dan pemeriksaan seperti halnya berat isis kering dari material serta kadar air optimum. Khusus untuk perencanaan lapis pondasi agregat baik lapis pondasi atas maupun lapis pondasi bawah nilai kadar optimum serat berat isi kering material sangat di butuhkan. Pemadatan di lapangan pada konstruksi perkerasan lebih cenderung pada penggunaan kadar air optimum di mana untuk memadatkan perkerasan jalan sangat di butuhkan jumlah air yang akan di gunakan serta jumlah lintasan yang akan di lakukan oleh alat pemadat untuk memadatkan konstruksi tersebut.

Metodologi CBR

Metode ini paling banyak di pakai unuk perkerasan lentur. Pada awalnya di kembangkan oleh California Division for Highway, kemudian di tindaklanjuti oleh US Army Corps of Engineers, dan umumnya di adopsi oleh banyak Negara di dunia. Metode ini di dasarkan hasil empiris oleh *California State Highway Department*, USA dengan mengacu pada nilai CBR (*California Bearing Ratio*). Pemeriksaan CBR, dalam hal ini dilakukan terhadap tanah dasar, dapat dilakukan di laboratorium atau di lapangan. Nilai CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar, dengan kedalaman dan kedepaan penetrasi yang sama. Di laboratorium contoh tanah di masukan kedalam silinder logam (Mold) diameter 15,24 cm dan tinggi 17,78 cm, dan dilakukan penumbukan dengan alat tumbuk sebagaimana pemeriksaan pemadatan. Sesudah penumbukan (standard atau modified) cetakan ini di tempatkan pada mesin penetrasi kapasitas 4,45 ton dengan kecepatan penetrasi sebesar 1,27 mm/menit. Pembacaan pembebanan dilakukan pada serangkaian penetrasi mulai dari 0,0125” sampai 0,50”. Bilamana disyaratkan contoh dalam kondisi rendaman (*soaked*), contoh di dalam silinder logam direndam selama 96 jam baru di lakuakn test. Nilai CBR dinyatakan dalam presentase beban yang menyebabkan penetrasi 2,5 mm atau 5 mm terhadap beban standar.

Daya Dukung Material (CBR Laboratorium)

Nilai CBR material yang di peroleh dari hasil pemeriksaan dan pengujian laboratorium berdasarkan hasil pemadatan yang juga dari pemeriksaan laboratorium akan menghasilkan nilai CBR rencana sebagai nilai yang akan di rencanakan pada penggunaannya di lapangan. Nilai ini di peroleh dari hasil kajian pemadatan melalui nilai berat isi kering maksimum yang umumnya di ambil 95%. Nilai CBR yang rata rata menggunakan suatu riset pengembangan dengan mesin CBR terfokus pada nilai beban alat mesin CBR terfokus pada niali beban pad alat mesin dengan asumsi beban yang akan di gunakan di perencanaan pada lapangan.

3. METODE PENELITIAN

Teknik Pengumpulan Data

Data Primer

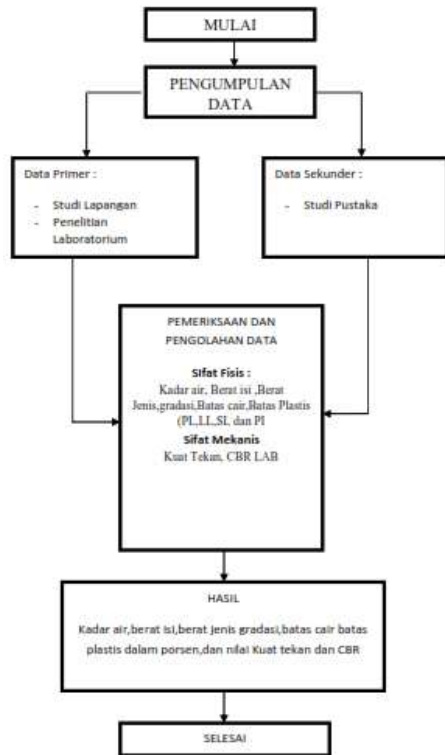
- a. Studi lapangan. dilakukan dengan mengadakan observasi lapangan dilokasi penelitian.
- b. Eksperimental Laboratorium terdiri dari data sifat Fisis yaitu : Kadar Air, Berat Isi, Berat Jenis, Plastisitas, dan Gradasi Sifat Mekanis yaitu : Pemasatan, CBR Laboratorium, kuat-tekan, dan rembesan.

Data Sekunder

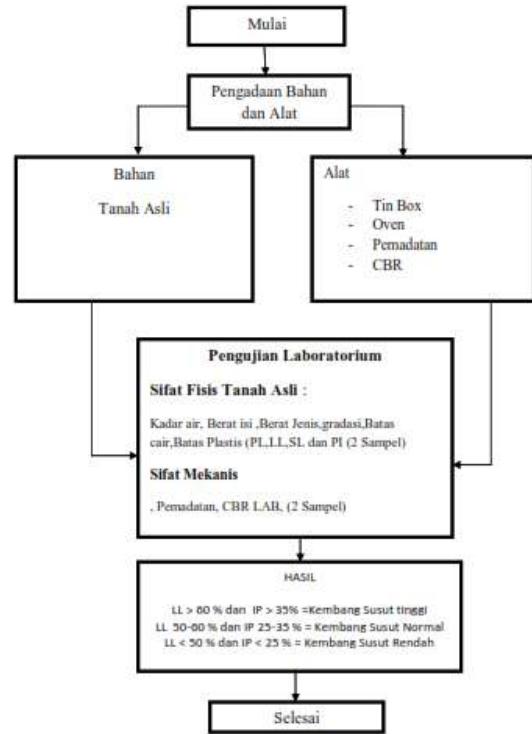
Studi Pustaka, yaitu mengumpulkan dan membaca beberapa literatur yang ada hubungannya dengan penulisan baik masalah standar spesifikasi maupun teori-teori yang erat hubungannya dengan judul.

Bagan Alur Penelitian

Sebelum dilakukan penelitian terlebih dahulu dibuat langkah- langkah alur pelaksanaan penelitian. Berikut dalam struktur / bagan alur penelitian tersebut.



Gambar 2. Bagan Alur Pengujian



Gambar 3. Bagan Alur Penelitian di Laboratorium

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hasil Pengujian Sifat Fisis Dan Mekanik Tanah

Analisa Sifat Fisis

1. Kadar Air

Tabel 1. Tabel Hasil Pegujian Kadar Air

KADAR AIR AGREGAT			
NO	URAIAN	HASIL 1	HASIL 2
A	Berat Tin Box	13.4 gram	12.4 gram
B	Berat Tin Box + Tanah Basah	53.8 gram	49.4 gram
C	Berat Tanah Basah (B - A)	40.4 gram	37.0 gram
D	Berat Tin Box + Tanah Kering	46.5 gram	42.3 gram
E	Berat Tanah Kering (D - A)	33.1 gram	29.9 gram
F	Berat Air (C - E)	7.3 gram	7.1 gram
G	Kadar Air (F/E x 100%)	22.05 %	23.75 %
H	Kadar Air Rata - Rata	22.90 %	

2. Berat Jenis

Tabel 2. Tabel Hasil Pegujian Berat Jenis

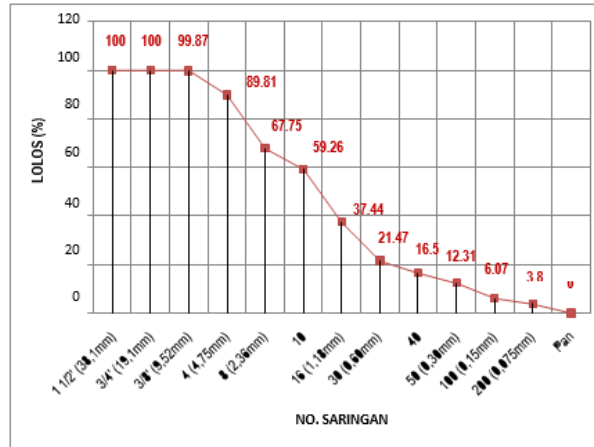
NO	URAIAN	HASIL	HASIL
A	Nomor Pikno	1	2
B	Berat Pikno + Tanah (W1)	73.7 gram	82.9 gram
C	Berat Pikno (W2)	32.5 gram	40.7 gram
D	Berat Tanah WT=(W1 - W2)	41.2 gram	42.2 gram
E	Suhu	75.0 C°	75.0 C°
F	Pikno + Air + Tanah (W3)	134.3 gram	140.7 gram
G	Pikno + Air (W4)	131.0 gram	140.4 gram
H	WT + W4 = (W5)	172.2 gram	182.6 gram
I	Isi Tanah (W5 - W3)	37.9 gram	41.9 gram
J	Berat Jenis WT/ (W5 - W3)	4.04 gram/cm ³	1.01 gram/cm ³
K	Berat Jenis Rata - Rata	2.52 gram/cm ³	

3. Berat Isi, Porositas, Derajat Kejenuhan dan Angka Pori

Tabel 3. Tabel Hasil Pegujian Berat Isi

NO	URAIAN	HASIL
A	Berat Ring	51.4 gram
B	Berat Cawan	130.4 gram
C	Berat Ring + Cawan + Tanah Basah	291.5 gram
D	Berat Tanah Basah (C - B - A)	109.7 gram
E	Volume Tanah Basah (Volume Ring)	62.31 cm ³
F	Berat Isi Tanah Basah (D / E)	1.8 gram/cm ³
G	Berat Ring + Cawan + Tanah Kering	281.6 gram
H	Berat Tanah Kering (G - B - A)	10.0 gram
I	Berat Air (D - H)	99.7 gram
J	Kadar Air (I / H x 100%)	9.97 %
K	Berat Isi Tanah Kering (F/100 + J x 100%)	1.6 gram
L	Berat Jenis (Rata-rata Agregat)	1.05 gram
M	Volume Tanah Kering (H / L)	9.6 gram/cm ³
N	Volume Pori (E - M)	52.8 gram
O	Derajat Kejenuhan (I / N x 100%)	189.0 %
p	Porositas (N / E x 100%)	8.71 %
Q	Angka Pori (N / M)	5.52 %

4. Analisa Saring



Grafik 1. Analisa Saringan

5. Batas-batas Atterberg

a. Percobaan batas cair

Tabel 4. Tabel Hasil Pegujian Batas Cair

BATAS CAIR (Liquid)					
NO	URAIAN	HASIL	HASIL	HASIL	HASIL
A	Banyak <u>Eukulan</u>	35 <u>Eukulan</u>	28 <u>Eukulan</u>	10 <u>Eukulan</u>	
B	No. <u>Cawan</u>	1	2	3	
C	<u>Berat Cawan</u>	13.7 gram	13.9 gram	13.6 gram	
D	<u>Berat Cawan + Tanah Basah</u>	21.8 gram	22.9 gram	22.2 gram	
E	<u>Berat Cawan + Tanah Kering</u>	19.5 gram	20.3 gram	19.7 gram	
F	<u>Berat Tanah Kering (E - C)</u>	5.8 gram	6.4 gram	6.1 gram	
G	Kadar Air (H / F x100%)	39.66 %	40.63 %	40.98 %	
H	<u>Berat Air (D - E)</u>	2.3 gram	2.6 gram	2.5 gram	
I	Kadar Air Rata - Rata		40.42 %		

b. Batas Plastis

Tabel 5. Tabel Hasil Pegujian Batas Plastis

BATAS PLASTIS (Plastic)					
NO	URAIAN	HASIL	HASIL	HASIL	HASIL
A	No. <u>Cawan</u>	1	2		
B	<u>Berat Cawan</u>	13.3 gram	12.1 gram		
C	<u>Berat Cawan + Tanah Basah</u>	16.8 gram	17.0 gram		
D	<u>Berat Cawan + Tanah Kering</u>	16.0 gram	15.6 gram		
E	<u>Berat Tanah Kering (D - B)</u>	2.7 gram	3.5 gram		
F	Kadar Air (G / E x100%)	33.33 %	40.00 %		
G	<u>Berat Air (C - D)</u>	0.8 gram	1.40 gram		
H	<u>Berat Tanah Basah (C - B)</u>	3.6 gram	4.9 gram		
I	Kadar Air Rata - Rata		36.67 %		

c. Indeks Plastisitas

Tabel 6. Tabel Plastisitas Index

PI (Plasticity Index)			
BATAS CAIR (LL)	BATAS PLASTIS (PL)	PI (LL-PL)	Keterangan
40.42%	36.67%	3.75 %	Karena LL > PL, maka Tanah Plastis

d. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Tabel 7. Tabel Batas Susut

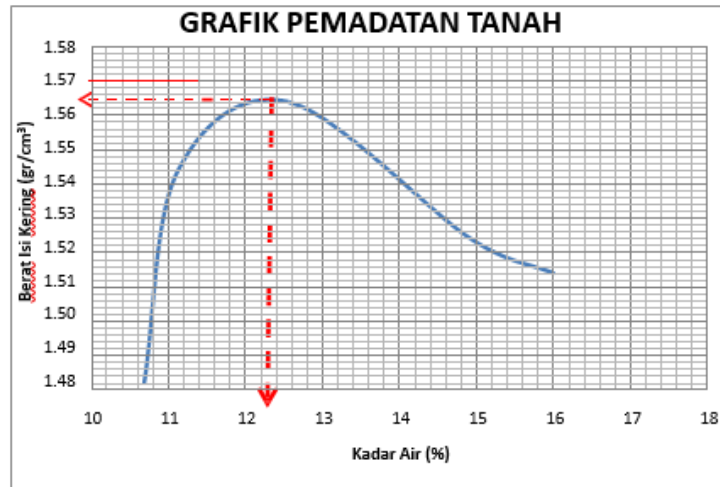
BATAS SUSUT (<i>Shrinkage Limit</i>)		
NO	URAIAN	HASIL
A	No. Cawan	1
B	Berat Cawan	10.1 gram
C	Berat Cawan + Tanah Basah	36.8 gram
D	Berat Cawan + Tanah Kering	28.0 gram
E	Berat Tanah Kering (D - B)	17.9 gram
F	Berat Tanah Basah (C - B)	26.7 gram
G	Kadar Air (G / E x100%)	49.16 %
H	Berat Air (C - D)	8.8 gram
I	Isi Tanah Basah	13.2 gram
J	Isi Tanah Kering	8.6 gram
K	SL = W - (V-V0/W0) x 100%	36.5 %

Analisa Sifat Mekanik

1. Pemadatan Standar (Proctor Standar Tes)

Tabel 8. Hasil Pengujian Pemadatan

PEMADATAN (COMPECTION)						
STANDAR: MODIFIED PROCTOR						
NO	URAIAN	HASIL				
A	Sampel	1	2	3	4	5
B	Berat Tanah	3000 gram	3000 gram	3000 gram	3000 gram	3000 gram
C	Kadar Air Basah	9 %	9 %	9 %	9 %	9 %
D	Kadar Air Kering	5 %	6 %	11 %	14 %	17 %
E	Capaian Kadar Air	80 ml	100 ml	120 ml	140 ml	160 ml
NO	URAIAN	HASIL				
A	Berat Tanah Basah + Mold	4402 gram	4600 gram	4650 gram	4650 gram	4625 gram
B	Berat Mold	2850 gram	2850 gram	2850 gram	2850 gram	2850 gram
C	Berat Tanah Basah (A - B)	1600 gram	1750 gram	1800 gram	1780 gram	1670 gram
D	Volume Tanah Basah	900.90 cm ³	900.90 cm ³	900.90 cm ³	900.90 cm ³	900.90 cm ³
E	Berat Isi Tanah Basah (D / C)	1.65 g/cm ³	1.76 g/cm ³	1.82 g/cm ³	1.72 g/cm ³	1.69 g/cm ³
F	Berat Isi Tanah Kering (E / (100-G) x 100)	1.48 g/cm ³	1.65 g/cm ³	1.57 g/cm ³	1.53 g/cm ³	1.52 g/cm ³
NO	URAIAN	HASIL				
A	Berat Tin Box	12.50 gram	13.20 gram	14.00 gram	13.50 gram	14.00 gram
B	Berat Tin Box + Tanah Basah	29.10 gram	33.00 gram	35.20 gram	35.70 gram	33.47 gram
C	Berat Tanah Basah (B - A)	16.60 gram	19.80 gram	21.20 gram	22.20 gram	19.47 gram
D	Berat Tin Box + Tanah Kering	27.50 gram	25.00 gram	33.00 gram	33.10 gram	30.77 gram
E	Berat Tanah Kering (D - A)	15.00 gram	11.80 gram	19.00 gram	19.60 gram	16.77 gram
F	Berat Air (C - E)	1.60 gram	2.00 gram	2.20 gram	2.60 gram	2.70 gram
G	Kadar Air (F/E x 100%)	10.67 %	11.11 %	12.11 %	13.27 %	16.10 %

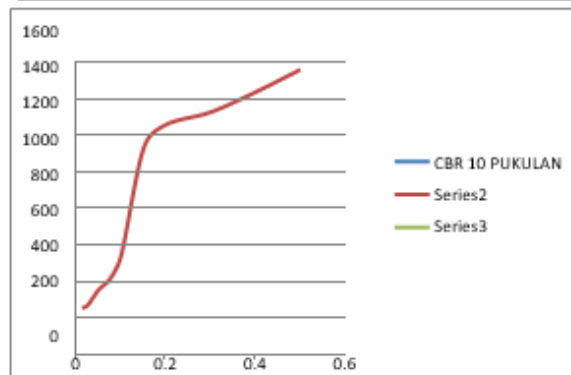


Grafik 2. Pemadatan Tanah

- 2. CBR Laboratorium
 - a. CBR sampel tanah 10 pukulan

Tabel 9. Tabel CBR 10 Pukulan

10 PUKULAN		
WAKT U	PENURUNA N (mm)	BEBAN N
15	0.0125	82.9
30	0.025	98.4
1	0.05	183.9
1.5	0.075	242.4
2	0.1	370.5
3	0.15	957.8
4	0.2	1085.4
6	0.3	1154.3
8	0.4	1263.8
10	0.5	1386.5
Nilai CBR		
0,1"	$370.5 / 3000 \times 100\% = 12.35 \%$	
0,2"	$1085.4 / 4500 \times 100\% = 24.12 \%$	

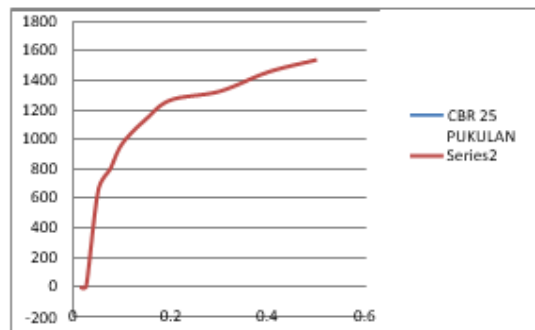


Grafik 3. CBR 10 Pukulan

b. CBR sampel Tanah 25 Pukulan

Tabel 10. Tabel CBR 25 Pukulan

WAKTU (menit)	PENURUNAN (mm)	BEBAN (LBS)
15	0.0125	223,6
30	0.025	434,1
1	0.05	653.2
1.5	0.075	801.4
2	0.1	973.5
3	0.15	1142.5
4	0.2	1267.7
6	0.3	1325.6
8	0.4	1456.3
10	0.5	1539.9
Nilai CBR		
0,1"	$973.5 / 3000 \times 100\% = 32.45\%$	
0,2"	$1267.65 / 4500 \times 100\% = 28.17\%$	

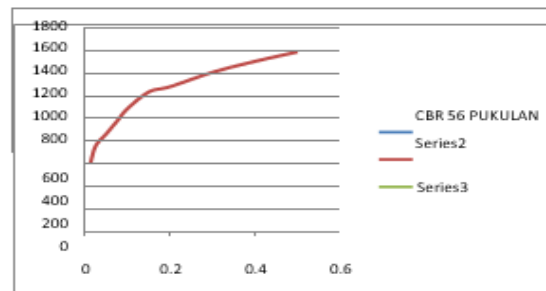


Grafik 4. CBR 25 Pukulan

c. Cbr Laboratorium sampel tanah 56 Pukulan

Tabel 11. Tabel CBR 56 Pukulan

WAKTU (menit)	PENURUNAN (mm)	BEBAN (LBS)
15	0.0125	728.3
30	0.025	878.6
1	0.05	985.2
1.5	0.075	1095.8
2	0.1	1207.5
3	0.15	1354.4
4	0.2	1400.4
6	0.3	1527.7
8	0.4	1624.4
10	0.5	1708.1
Nilai CBR		
0,1"	$1207.5 / 3000 \times 100\% = 40.25\%$	
0,2"	$1400.4 / 4500 \times 100\% = 31.12\%$	



Grafik 5. CBR 56 Pukulan

Solusi Penyelesaian Perbaikan Kerusakan

Hal-hal yang dapat di lakukan untuk memperbaiki potensi kembang susut di antaranya adalah :

1. Pembongkaran dan penggantian Tanah

Umumnya, penggalian tanah yang mempunyai sifat kembang susut untuk dig anti dengan material lain di lakukan sampai kedalaman maksimum sekitar 1,20 m.dalam banyak kasus,kedalaman zona aktif yang memeiliki potensi kembang susut tinggi dapat lebih dalam dari 1,20 m,sehingga penggalian dan penggantian tanah saja tidak menyelesaikan masalah perubahan volume.namun demikian,beda naikan tanah dapat di reduksi dengan cara tersebut.pembongkaran tanah umumnya adalah pilihan cara terakhir.penggalian tanah yang bermasalah harus di gantikan dengan tanah urug yang sudah di padatkan dengan criteria kadar air dan kepadatan yang harus di capai.

2. Pembentukan kembali (*remodeling*) dan pemadatan

Pembentukan kembali dan pemadatan menguntungkan di lakukan untuk tanah yang mempunyai potensi pengembangan rendah, kerusakan yang terjadi biasanya adalah kondisi tanah retak-retak.

3. Pembebanan

Perlu di ketahui bahwa beban vertical yang di berikan oleh bangunan di atas tanah akan mengurangi pengembananagan tanah.untuk konstruksi jalan raya sendiri,pembebanan bias di lakuka dengan pembuatan timbunan di atas tanah yang telah di ketahui memiliki potensi pengembangan tersebut.

4. Perlu Stabilisasi tanah

Perkerasan tida dapat di pisahkan dengan tanah,dan umumnya untuk mengatasi gerakan yang tidak seragam,tidak lazim di lakukan dengan merancang perkerasan sangat tebal,guna memberikan kekakuan yang tinggi.dengan alasan ini untuk meminimumkan gerkan pengembangan tanah penanganan tanah dasar (*subgrade*) dengan cara stabilisasi sering di lakukan.stabilisasi tanah dasar yang sering di lakukan misalnya ,pencampuran tanah dengan kapur,semen atau abu terbang (*fly ash*),stabilisasi dengan pemberian bahan tambah,injeksi larutan kapur atau semen,struktur penghalang kelembababan (*moisture barrier*) dan pengendalian kepadatan dan kadar air dari material tanah dasar,dan lain-lain.penambahan tebal perkerasan maupun lapis pondasi bawah (*subbase*) juga sering di lakukan

Secara khusus pada lokasi atau titik kerusakan dengan potensi swelling yang ada pada ruas jalan alternative Kota Jayapura,ditinjau dari jenis kerusakan yang ada maka di berikan solusi yang dapat di gunakan yaitu di lakukan nya stabilisasi tanah dasar.

Dalam pelaksanaannya stabilisasi yang di sarankan adalah menggunakan bahan campur semen.sebagaimana pelaksanaannya bahwa penggunaan semen sudah lazim dilakukan dan bahan mudah di dapatkan di wilayah Kota Jayapura.dan juga perlunya di buat saluran

permanen pada sisi jalan sebab pada kondisi yang terjadi terdapat tanah yang mengembang dan menyusut yang di mana keadaan ini membuat terjadi potensi longsor pada ruas jalan.dengan adanya dinding saluran,apabila terjadi pengembangan maka terdapat beban penahan ke arah horizontal.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Jenis tanah yang ada pada jalan alternative kota Jayapura adalah jenis tanah yang di klasifikasikan sebagai tanah “Lempung”
2. Berdasarkan hasil uji laboratorium di dapatakan bahwa tanah ruas jalan alternative kota Jayapura memiliki potensi kembang susut yang “rendah”.
3. Berdasarkan hasil pengujian bahwa kandungan tanah memiliki nilai kembang susut sedang atau rendah maka tetap di perlukan untuk di lakukan perbaikan dengan cara melakukan staibilisasi tanah dasar.

Saran

1. Kestabilan suatu konstruksi jalan dan lain-lain di pengaruhi dari stabilitas tanah di bawahnya.sebaiknya di ketahui dahulu jenis kalsifikasi tanah dan mineral yang terkandung di dalamnya untuk memastikan daya dukung tanah tersebut.
2. Dari analisa dan hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa tanah dasar ruas jalan alternative kota Jayapura tersebut mengidentifikasi bahwa tanah termasuk dalam kategori Swelling sedang atau rendah yang dimana sewaktu waktu jika bertambahnya kadar air maka volume tanah bisa terganggu walaupun potensi untuk hal itu cukup kecil tetapi bias saja terjadi.maka sebaiknya tetap perlu di lakukan stabilisasi sampai do capai daya dukung yang baik serta settlement yang di ijinakan.
3. Penelitian selanjutnya dapat mengkaji lebih lanjut secara detail tentang komposisi penambahan semen pada tanah dasar jalan pada titik kerusakan tersebut.

6. DAFTAR PUSTAKA

HaryChristady Hardiyatmo,Mekanika Tanah 1, Penerbit UGM,Jogjakarta,2002

Hendarsi Shirley L, Perencanaan Teknik jalan Raya, Penerbit Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 2008

[https://publikasiilmiah.ums.ac.id/.../paper.karaktersitik_mekanis_tanah_Kembang Susut_ojs.unud.ac.id/index.php/jits/.../2593](https://publikasiilmiah.ums.ac.id/.../paper.karaktersitik_mekanis_tanah_Kembang_Susut_ojs.unud.ac.id/index.php/jits/.../2593) Kelakuan Tanah Dengan Sifat Kembang Susut