

ANALISIS LAPIS TANAH DASAR UNTUK BADAN JALAN BERDASARKAN KLASIFIKASI DAN KONSISTENSI TANAH

Iman Hidayat¹, Alpin Nurpuzi²

Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala Bandung

Abstrak

Tanah sebagai material pendukung bangunan, maka dalam perencanaan bangunan teknik sipil mutlak perlu dilakukan penyelidikan tanah. Beberapa daerah di Indonesia memiliki kondisi tanah dasar yang tidak stabil. Skripsi ini merupakan observasi atau studi lapangan terhadap lapisan tanah dasar (subgrade) dengan menggunakan nilai atterberg limit kemudian standar klasifikasi USCS (Unified Soil Classification System) dan AASHTO (American Association of State Highway and Transport Officials) sebagai parameter. Kedua standar tersebut membutuhkan nilai batas cair, indeks plastisitas dan analisis saringan. Hasil pengujian batas cair BH-11 86,29% dan BH-12 76,68% beserta nilai indeks plastisitas BH-11 48,86% dan BH-12 43,35% dengan tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan No.200. Dari hasil pengujian yang didapat klasifikasi USCS hasil analisis saringan diketahui termasuk dalam kelompok MH dan CH atau lanau/lempung tak organik sedangkan menurut klasifikasi AASHTO tergolong klasifikasi A7 tergolong tanah berlempung dengan kategori untuk tanah dasar (subgrade) sedang sampai buruk.

Kata kunci: batas cair, indeks plastisitas, analisis saringan, klasifikasi USCS dan AASHTO

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Mengingat tanah sebagai material pendukung bangunan, maka dalam perencanaan bangunan teknik sipil (gedung, jembatan, jalan dan sebagainya) mutlak perlu dilakukan penyelidikan tanah. Dalam penyelidikan tanah, para ahli mekanika tanah berpendapat bahwa tanah memiliki batas transisi dari satu keadaan ke keadaan lainnya.

Batas peralihan atau yang lebih dikenal dengan batas konsistensi atterberg terdiri dari beberapa bagian, antara lain: batas cair (liquid limit), batas plastis (plastic limit), dan batas susut (shrinkage limit). Angka atterberg oleh American Standard for Testing Material (ASTM) juga telah dijadikan sebagai dasar dalam pembuatan gaya kohesif tanah untuk pengembangan mesin-mesin pengolah tanah.

Di sisi lain, angka atterberg telah digunakan sebagai dasar pembuatan klasifikasi gaya kohesif tanah untuk untuk interpretasi ketahanan geser tanah, daya dukung, pemampatan, dan potensi mengembang. Tanah lempung merupakan tanah yang sangat berpotensi mengalami pengembangan dan penyusutan yang sangat besar, jika kadar air bertambah, tanah lempung akan mengembang.

Sebaliknya, jika kadar air turun sampai dengan batas susutnya, tanah lempung akan mengalami penyusutan yang cukup tinggi. Sifat kembang susut yang besar dari lapisan tanah dasar ini dapat menimbulkan kerusakan pada konstruksi yang berada di atasnya. Mengingat sifat tanah lempung yang kurang mendukung tersebut, perlu dilakukan perbaikan tanah. Perlakuan untuk meningkatkan stabilitas dan daya dukung tanah dasar sering disebut

sebagai stabilisasi tanah untuk mencegah kegagalan struktur.

Beberapa daerah di Indonesia memiliki kondisi tanah dasar yang tidak stabil. Oleh karena itu diperlukan penyelidikan terhadap tanah dasar, agar dapat dilakukan penanganan teknis yang sesuai keadaan kondisi tanah dasar tersebut. Proyek pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera (JTTS) misalnya, beberapa kali mengalami kegagalan struktur pada perkerasan jalan, seperti pada ruas Terbanggi Besar - Pematang Panggang - Kayu Agung (TERPEKA) yang bergelombang dan berlubang.

Pada penelitian ini klasifikasi tanah akan ditinjau berdasarkan hasil sampel tanah yang dianalisis menggunakan metode atterberg limit dan batas susut. Kemudian sistem klasifikasi USCS (Unified Soil Classification System) dan AASHTO (American Association of State Highway and Transport Officials) sebagai parameter terhadap sampel tanah yang diteliti untuk dijadikan lapis tanah dasar struktur ruas jalan tol Jambi-Rengat.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah apa penyebab terjadinya kegagalan struktur perkerasan Jalan Tol Trans Sumatera jika ditinjau dari kondisi tanah dasar berdasarkan atterberg limit dan klasifikasi tanahnya.

1.3. Tinjauan Pustaka Pengertian Tanah

Tanah dapat didefinisikan sebagai mineral yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi satu sama lain dan

dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (partikel padat) disertai zat cair dan gas yang mengisi rongga-rongga kosong diantara partikel-partikel padat tersebut, Das (1998).

Lempung (Clay)

Menurut Hardiyatmo (2006), partikel lempung berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus, sehingga lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan. Susunan kebanyakan lempung terdiri dari silika tetrahedra dan aluminium oktahedra. Silika dan aluminium secara parsial dapat digantikan oleh elemen-elemen yang lain dalam kesatuannya, keadaan ini dikenal sebagai substitusi isomorf. Bermacam-macam lempung terbentuk oleh kombinasi tumpukan dari susunan lempeng dasarnya dengan bentuk yang berbeda-beda.

Lanau (Silt)

Menurut Bowles (1989), lanau yaitu tanah berbutir halus yang berukuran lebih kecil dari 0,074 mm (No. 200). Lanau terdiri dari dua jenis yaitu lanau tak organik (inorganic silt) yang merupakan tanah berbutir halus dengan plastisitas kecil mengandung butiran kuarsa sedimen yang kadang disebut tepung batuan (rockflour) dan tanah lanau organik (organic silt) tanah agak plastis berbutir halus dengan campuran partikel-partikel bahan organik terpisah secara halus, warna tanah bervariasi dari abu-abu terang ke abu-abu sangat gelap.

Tanah Dasar

Tanah dasar adalah pijakan terakhir untuk menerima beban yang terkait dengan pembangunan jalan,

jembatan, landasan pacu, gedung, dan lain-lain. Lahan yang akan digunakan sebagai tanah dasar untuk suatu proyek pembangunan harus diperhitungkan sebelum para pelaku pembangunan akan melakukan pembangunan di atasnya, agar hasil pekerjaan dapat dimanfaatkan secara optimal oleh penggunanya. Tanah dasar yang baik untuk konstruksi, khususnya untuk konstruksi perkerasan jalan, adalah tanah dasar yang dipadatkan sampai tingkat kepadatan tertentu sehingga mempunyai daya dukung yang baik dan mempunyai kemampuan untuk mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan.

Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem yang mengatur beberapa jenis tanah yang berbeda tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok dan subkelompok berdasarkan penggunaannya. Kebanyakan sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat indeks tanah sederhana seperti distribusi ukuran dan plastisitas.

Berat Isi (Unit Weight)

Berat isi merupakan perbandingan antara massa tanah dengan isi tanah itu sendiri atau volume cetakan. Dari pengujian berat isi yang telah dilakukan, dihitung:

- Kadar air
- Berat volume tanah basah (γ_b), dengan persamaan:

$$(\gamma_b) = \frac{W}{V} \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

W = berat tanah yang dipadatkan pada cetakan

V = volume cetakan

Berat volume kering tanah (γ_d), dengan persamaan:

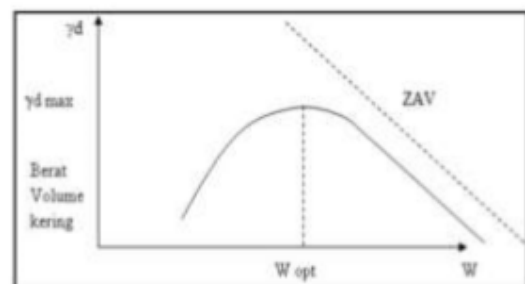
$$(\gamma_d) = \frac{\gamma_b}{1 + w} \dots\dots\dots(2)$$

dengan:

w = kadar air

γ_b = berat volume basah

Berdasarkan data yang diperoleh maka dapat digambarkan grafik hubungan antara berat volume kering dengan kadar air.



Gambar 1 Hubungan Kadar Air Dengan Berat Volume Kering
(Sumber: Das, 1998)

Secara teoritis berat volume kering maksimum pada suatu kadar air tertentu dengan pori-pori tanah tidak mengandung udara sama sekali ZAV (Zero Air Void) dapat dirumuskan:

$$\gamma_{ZAV} = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + e} \dots \dots \dots (3)$$

dengan:

γ_{ZAV} = berat volume pada kondisi ZAV

γ_w = berat volume air

e = angka pori

G_s = berat jenis tanah

Berat Jenis (Specific Gravity)

Berat jenis adalah perbandingan antara berat butir tanah dengan berat isi air suling dengan volume sama pada suhu tertentu.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s}{V_w \cdot \gamma_w} \dots \dots \dots (4)$$

Dengan:

G_s = berat jenis tanah (*specific gravity*)

γ_s = berat volume butiran

γ_w = berat volume air

W_s = berat tanah kering

V_w = volume air

Kadar Air (Water Content)

Kadar air merupakan perbandingan antara berat air yang terdandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut yang dinyatakan dalam persen. Kadar air dihitung sebagai berikut:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

dengan:

w = kadar air

W_w = berat air

W_s = berat tanah kering

Batas-Batas Atterberg

Beberapa percobaan untuk menentukan batas-batas Atterberg adalah:

- Batas Cair (Liquid Limit)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas cair. Batas cair adalah kadar air batas dimana suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi keadaan plastis.

$LL =$

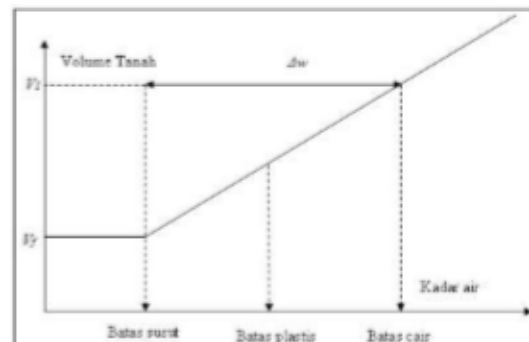
$$W_c \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121} \dots \dots \dots (6)$$

dengan:

LL = batas cair

W_c = kadar air pada saat tanah menutup

N = jumlah pukulan pada kadar air W_c



Gambar 2 Hubungan Volume Tanah Dalam Atterberg
(Sumber: Das, 1998)

- Batas Plastis (Plastic Limit)

Batas Plastis (Plastic Limit) adalah kadar air minimum dimana tanah masih dalam keadaan plastis. Dalam menentukan batas plastis ini dilakukan dengan percobaan menggiling butir tanah menjadi bulat pipih dengan diameter 3 mm sampai menjadi retak-retak dan selanjutnya diselidiki kadar airnya.

- Indeks Plastisitas (Plasticity Index)

Indeks plastisitas suatu tanah adalah bilangan dalam persen yang merupakan selisih antara batas cair dengan batas plastis suatu tanah (Das,

1988). Pendekatan untuk menentukan indeks plastisitas suatu tanah adalah:

$$IP = LL - PL \dots\dots\dots(7)$$

dengan:

IP = indek plastisitas

LL = batas cair

PL = batas plastis

Harus diketahui bahwa apabila batas susut ini semakin kecil, maka tanah akan lebih mudah mengalami perubahan volume, yaitu semakin sedikit jumlah air yang dibutuhkan untuk menyusut (Bowles, 1997). Perhitungan batas susut ini dapat digunakan rumus:

$$SL = w - \frac{V_1 - V_2}{W} \dots\dots\dots(8)$$

dengan:

SL = batas susut

V_1 = volume tanah basah

W = berat tanah kering

V_2 = volume tanah kering

w = kadar air tanah basah

Analisis Saringan (Sieve Analysis)

Menurut Hardiyatmo (1992) analisis saringan tanah adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu. Dalam analisis saringan, sejumlah saringan yang memiliki ukuran lubang berbeda-beda disusun dengan ukuran yang terbesar di atas yang kecil. Penyaringan merupakan metode yang biasanya secara langsung untuk menentukan ukuran partikel dengan didasarkan pada batas-batas bawah ukuran lubang saringan yang digunakan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Objek Penelitian

Dalam melakukan penelitian, hal pertama yang harus diperhatikan adalah objek penelitian yang akan dipelajari. Dimana objek penelitian berisi suatu masalah yang akan dijadikan bahan penelitian untuk mencari solusi. Menurut Sugiyono (2014) objek penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya.

Objek dalam penelitian ini adalah datadata tentang atterberg limit dengan melakukan pengujian batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas yang dilakukan di laboratorium, untuk mengetahui kondisi tanah berdasarkan klasifikasi USCS dan AASHTO untuk lapis tanah dasar pada struktur jalan.

2.2. Populasi dan Sampel

Populasi

Menurut Burhan Bungin (2013) populasi penelitian merupakan keseluruhan (universum) dari objek penelitian yang dapat berupa manusia, hewan, tumbuh-tumbuhan, udara, gejala, peristiwa, sikap hidup, dan sebagainya, sehingga objek-objek ini dapat menjadi sumber data penelitian. Berdasarkan penjelasan tersebut, populasi adalah seluruh subjek/objek penelitian yang memiliki ciri-ciri tertentu. Populasi yang digunakan adalah hasil pengujian laboratorium proyek jalan tol Jambi-Rengat.

Sampel

Sampel terdiri dari sejumlah anggota yang dipilih dari populasi. Uma Sekaran (2011) mendefinisikan bahwa sampel adalah sebagian dari populasi. Dengan

mempelajari sampel, peneliti akan dapat menarik kesimpulan yang dapat digeneralisasikan untuk populasi penelitian. Berdasarkan definisi penulis menentukan sampel dalam penelitian ini adalah beberapa titik bor di STA 5+325 - STA 6+000.

Analisis Data

Studi penelitian ini merupakan metode penelitian yang dilakukan di laboratorium. Penelitian mengenai pengaruh tanah dasar terhadap jalan baru menggunakan pengujian atterberg limit dan batas susut dengan parameter USCS dan AASTHO. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari jalan tol Jambi-Rengat. Penelitian dilaksanakan di laboratorium mekanika tanah PT. Geocipta Bangun Optima, Bandung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Umum

Studi penelitian ini merupakan metode penelitian yang dilakukan di laboratorium. Bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah dari rencana jalan tol Jambi-Rengat, serta mendapatkan nilai kadar air, berat isi, berat jenis, atterberg limit, dan analisa saringan.

3.2. Kadar Air

Tabel 1 Nilai Kadar Air Tanah Asli

Sampel	Nilai Kadar Air (%)				Rata-rata (%)
	1	2	3	4	
BH-11	49,78	49,14	49,91	49,03	49,46
BH-12	75,10	76,13	75,73	75,53	75,62

Jadi kadar air tanah lempung ruas jalan tol Jambi-Rengat berada pada rentang 49,46% sampai 75,62% dengan kadar air rata-rata 62,54%.

3.3. Berat Isi (Unit Weight)

Tabel 2 Nilai Berat Isi

Sampel	Nilai Berat Isi (Kg/m ³)				Rata-rata (Kg/m ³)
	1	2	3	4	
BH-11	1,156	1,157	1,156	1,155	1,156
BH-12	0,982	0,981	0,983	0,981	0,982

Berat isi tanah lempung ruas jalan tol Jambi-Rengat pada kedalaman 2 meter berada di kisaran 0,981 gr/m³ hingga 1,157 gr/m³, dengan berat isi rata-rata 1,069 gr/m³.

3.4. Berat Jenis (Specific Gravity)

Tabel 3 Nilai Berat Jenis

Sampel	Nilai Berat Jenis (Gs)				Rata-rata (Gs)
	1	2	3	4	
BH-11	2,62	2,64	2,63	2,64	2,63
BH-12	2,62	2,61	2,62	2,61	2,62

Berat jenis rata-rata tanah lempung ruas jalan tol Jambi-Rengat pada kedalaman 2 meter berada pada rentang 2,61 sampai 2,64 dengan berat jenis rata-rata 2,62.

3.5. Batas-Batas Atterberg Batas Cair (Liquid Limit)

Tabel 4 Nilai Batas Cair

Sampel	Nilai Batas Cair (%)				Rata-rata (%)
	1	2	3	4	
BH-11	80,22	84,28	88,05	93,82	86,29
BH-12	72,04	75,28	78,15	82,00	76,68

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa nilai batas cair tanah lempung ruas jalan tol Jambi-Rengat pada kedalaman 2 meter berada pada rentang 76,68% sampai 86,29% dan nilai rata-rata batas cair adalah 81,49%. Berdasarkan tabel di atas dapat dikatakan bahwa tanah lempung ruas jalan tol Jambi-Rengat termasuk dalam kategori high liquid limit.

Batas Plastis (Plastic Limit)

Tabel 5 Nilai Batas Plastis

Sampel	Nilai Batas Plastis (%)				Rata-rata (%)
	1	2	3	4	
BH-11	37,26	37,74	37,22	37,76	37,50
BH-12	33,63	33,08	33,08	33,64	33,36

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa nilai batas plasti tanah lempung ruas jalan tol Jambi-Rengat pada kedalaman 2 meter berada pada rentang 33,64% sampai 37,43% dan nilai rata-rata batas plastis adalah 35,43%. Nilai kadar air tanah pada masing-masing titik berada diantara batas plastis dan batas cair ($PL < w < LL$), maka tanah tersebut dapat dikatakan sebagai tanah plastis.

Indeks Plastisitas (Plasticity Index)

Tabel 6 Nilai Indeks Plastisitas

Sampel	Nilai Indeks Plastisitas (%)				Rata-rata (%)
	1	2	3	4	
BH-11	42,96	46,54	50,83	56,06	48,86
BH-12	38,41	42,2	45,07	48,36	43,35

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa nilai indeks plastisitas tanah lempung ruas jalan tol Jambi-Rengat pada kedalaman 2 meter berada pada rentang 43,35% sampai 48,86% dan nilai rata-rata batas cair adalah 46,11%, maka tanah lempung ruas jalan tol Jambi-Rengat termasuk high plasticity atau tanah lempung dengan plastisitas tinggi ($IP > 17$).

Batas Susut (Shrinkage Limit)

Tabel 7 Nilai Batas Susut

Sampel	Nilai Batas Susut (%)				Rata-rata (%)
	1	2	3	4	
BH-11	24,08	23,92	23,28	22,12	23,35
BH-12	22,2	21,97	21,87	21,99	22,01

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa nilai batas susut tanah lempung ruas jalan tol Jambi-Rengat pada kedalaman 2 meter berada pada rentang 21,87% sampai 24,08% dan nilai rata-rata batas susut adalah 22,68%.

Analisis Saringan (Sieve Analysis)

Tabel 8 Nilai Analisis Saringan

No. Saringan	Persen Lolos (%)	
	BH-11	BH-12
No. 10	100	100
No. 20	98,94	98,98
No. 40	96,84	96,58
No. 80	92,38	91,98
No. 100	90,84	90,68
No. 200	84,48	86,86

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa persentase lolos saringan No.200 lebih dari 50% jadi jenis tanah di ruas jalan tol Jambi-Rengat pada kedalaman 2 meter termasuk tanah berbutir halus (fine-grained soils).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap sampel tanah di laboratorium, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Bedasarkan pengujian atterberg limit didapatkan nilai batas cair sampel BH-11 86,29% dan BH-12 76,68% dengan nilai batas plastis sampel BH-11 37,50% dan BH-12 33,36% kemudian untuk nilai indeks plastisitas pada sampel BH11 48,86% dan BH-12 43,35%.

Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO sampel tanah di titik BH11 dan BH-12 termasuk kedalam kelompok A-7-5 kedua sampel tanah tergolong tanah berlempung dengan kategori untuk tanah dasar (subgrade) sedang sampe buruk untuk rencana jalan tol JambiRengat.

Berdasarkan sistem klasifikasi USCS sampel tanah di titik BH-11 tanah termasuk kelompok MH (lanau tak organik atau pasir halus diatomeae, lanau yang elastis). Kemudian untuk

sampel tanah di titik BH-12 tanah termasuk kelompok CH (lempung tak organik dengan palstisitas tinggi, lempung gemuk (fat clays)).

4.2. Saran

Berdasarkan nilai atterberg limits jika dipaksakan jadi tanah dasar untuk badan jalan sebaiknya menggunakan stabilisasi tanah, baik secara mekanis atau stabilisasi dengan bahan tambahan. Sedangkan berdasarkan klasifikasi tanah disarankan perlu dilakukannya pengujian kandungan mineral lempung (montmorillonite, illite, kaolinite dan polygorskite) karena sangat berpengaruh terhadap potensi mengembang. Seperti yang disebutkan Hardiyatmo (2002) tanah lempung yang dipadatkan dengan cara yang benar akan memberikan kuat geser yang tinggi. Stabilitas terhadap sifat kembang susut tergantung dari jenis kandungan mineralnya.

Settlement, CRC Press, Sacramento, California.

- [7] Hardiyatmo, H.C.: 2002: Mekanika Tanah 1. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [8] Hardiyatmo, H.C.: 2006: Mekanika Tanah I & Mekanika Tanah II Edisi Kelima, Gadjah Mada University Prees, Jakarta.
- [9] Sukirman Silvia.: 1995: Kajian Daya Dukung Tanah Pada Perkerasan Lentur, Universitas Diponogoro, Semarang.
- [10] Wesley.: 1997: Mekanika Tanah. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bowles, Joseph E.: 1992: Analisa dan Desain Pondasi Jilid 1 (Edisi Keempat). Jakarta: Erlangga.
- [2] Bowles, Joseph E.: 1993: Sifat – Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah). Jakarta: Erlangga.
- [3] Braja M. Das.: 2006: Principles of Geotechnical Engineering, Sixth Edition, Thomson, Canada.
- [4] Das, B.M., Noor, E. dan Mochtar, I.B.: 1995: Mekanika Tanah Jilid 1. Surabaya: Erlangga.
- [5] Das, B.M., Noor, E. dan Mochtar, I.B. 1993. Mekanika Tanah Jilid 2. Surabaya: Erlangga.
- [6] Das, B.M.: 1999: Shallow Foundation: Bearing Capacity and