

**ANALISIS STABILITAS TANAH TIMBUNAN PADA JALAN TOL MEDAN –  
KUALANAMU – TEBING TINGGI SEKSI 7A : SEI RAMPAH – SEI BAMBAN (STA  
81 + 000) BESERTA METODE PEMADATANNYA**

Oleh:

Nofal Nugerah Selamat Waruwu  
Universitas Darma Agung, Medan

E-mail:

[nofalnugerahselamatwaruwu@gmail.com](mailto:nofalnugerahselamatwaruwu@gmail.com)

**ABSTRACT**

*The hoarding stage is a stage that is never separated from the construction process. As a result of this accumulation, the pore water in the soil will flow and cause the volume of the soil to shrink or decrease the pore cavities slowly in perfectly saturated soils with very small permeability due to the loading on it, this term is often referred to as consolidation. found in the construction of construction on soft soil is the problem of settlement and low bearing capacity. Giving the embankment load on soft soil will result in the flow of water and air from the soil pores, resulting in a shrinking of the soil volume, which is called subsidence. In this study, tests were carried out to determine the physical properties (index properties) of the soil originating from the construction of the Medan-Kualanamu-Tebing Tinggi Toll Road Section 7a: Sei Rampah-Sei Bamban (Sta 81 + 000). From the results of the subgrade investigation tests that have been carried out, it can be seen that there is clay with a small permeability value. This can cause the consolidation process to take a long time with a large enough settlement. To prevent damage or failure of road construction on the embankment soil, it is necessary to carry out a stability analysis of the settlement so that the desired embankment height will not decrease again after construction is completed and stability stockpile can be achieved. Based on the calculations made for the design of the road embankment on soft soil, it can be concluded that the magnitude of the decrease in Sample I for 50 cm embankment = 0.2391 cm, for 500 cm = 2.3919 cm, Sample II for 50 cm embankment soil = 0.2859 cm, for 500 cm = 2.8598 cm. The magnitude of the decline depends on the consolidation parameters. The result of  $S_c$  in sample I is smaller than the result of  $S_c$  in sample II, this is because the pore number in sample II is larger.*

**Keywords :** *Analysis Of Embankment Stability, Subgrade Subsidence*

**ABSTRAK**

Tahap penimbunan merupakan tahapan yang tidak pernah lepas dari proses konstruksi. Akibat penimbunan ini maka air pori dalam tanah akan mengalir dan mengakibatkan volume dari tanah tersebut mengecil atau berkurangnya rongga pori secara perlahan-lahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas yang sangat kecil yang disebabkan adanya pembebanan di atasnya, istilah ini sering disebut dengan konsolidasi. Masalah yang sering dijumpai pada pembangunan konstruksi di atas tanah lunak adalah masalah penurunan dan daya dukung yang rendah. Pemberian beban timbunan di atas tanah lunak akan mengakibatkan terjadinya pengaliran air dan udara dari pori-pori tanah sehingga mengakibatkan menyusutnya volume tanah yang disebut dengan penurunan. Pada penelitian ini dilakukan pengujian untuk mengetahui sifat – sifat fisik (*index properties*) dari tanah yang berasal dari Pembangunan jalan Tol Medan-Kualanamu-Tebing Tinggi Seksi 7a: Sei Rampah-Sei Bamban (Sta 81 + 000). Dari hasil uji penyelidikan tanah dasar yang telah

dilakukan terlihat bahwa terdapat tanah lempung dengan nilai permeabilitas yang kecil. Hal ini dapat menyebabkan proses konsolidasi membutuhkan waktu yang lama dengan penurunan yang cukup besar. Untuk mencegah terjadinya kerusakan ataupun kegagalan konstruksi badan jalan pada tanah timbunan maka perlu dilakukan analisis stabilitas terhadap settlement sehingga tinggi timbunan yang dikehendaki tidak akan mengalami penurunan lagi setelah konstruksi selesai dan kestabilan timbunan dapat tercapai. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan untuk desain timbunan badan jalan diatas tanah lunak dapat disimpulkan besarnya penurunan pada Sampel I untuk tanah timbunan 50 cm = 0,2391 cm, untuk 500 cm = 2,3919 cm, Sampel II untuk tanah timbunan 50 cm = 0,2859 cm, untuk 500 cm = 2,8598 cm. Besarnya penurunan bergantung pada parameter konsolidasi. Hasil  $S_c$  pada sampel I lebih kecil dari pada hasil  $S_c$  pada sampel II, hal ini dikarenakan angka pori pada sampel II lebih besar.

**Kata Kunci : Analisis Stabilitas Tanah Timbunan, Penurunan Tanah Dasar**

## 1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan lapisan paling atas bumi. Tanah berperan penting dalam suatu proyek sebagai dasar perletakan struktur, maka harus memiliki daya dukung yang baik. Di Indonesia terdapat berbagai macam tanah yang mempunyai karakteristik yang berbeda-beda. Dalam pembangunan infrastruktur baik gedung maupun jalan raya sering menghadapi kendala berkaitan dengan tanah yang bermasalah. Pembangunan konstruksi diatas tanah lunak akan menghadapi beberapa masalah geoteknik, salahsatunya adalah ketidakstabilan timbunan dan terjadinya penurunan (*settlement*) tanah yang apabila mengalami pembebanan diatasnya maka tekanan air pori akan naik dan keluar yang menyebabkan berkurangnya volume tanah.

Istilah *settlement* pada tanah digunakan untuk menunjukkan gerakan titik tertentu dari suatu bangunan jalan ataupun jembatan terhadap titik referensi yang tetap. Jika beban yang bekerja pada tanah kecil, maka deformasi yang terjadi tanpa pergeseran pada titik-titik sentuh antara butir-butir tanah. Deformasi yang terjadi memperlihatkan gejala yang elastis, sehingga bila beban ditiadakan, tanah akan kembali berbentuk semula. Umumnya beban-beban yang bekerja mengakibatkan pergeseran titik-titik sentuh antara butir-butir tanah, yang mengakibatkan perubahan susunan butir-butir tanah

sehingga terjadi deformasi. Deformasi sedemikian disebut deformasi plastis, karena bilamana beban ditiadakan, tanah akan kembali berbentuk semula.

Jika konstruksi terletak di atas deposit lempung yang kompresibel, maka proses penurunan beban diakibatkan oleh terkompresinya lapisan tanah dibawah struktur akan semakin lama. Penurunan primer dan penurunan sekunder (konsolidasi) yang terjadi sangat besar dan membutuhkan waktu yang lama. Keadaan tanah dasar yang demikian bila tidak ditangani dengan baik akan mempengaruhi kondisi badan jalan. Pelaksanaan pembangunan jalan dengan melakukan penimbunan diatas tanah lunak mengalami permasalahan geoteknik yang antara lain :

1. Kuat geser tanah lunak yang sangat rendah, sehingga stabilitas timbunan hanya dapat dicapai dengan tinggi maksimum timbunan tertentu.
2. Propertis tanah lunak yang sangat kompresibel, sehingga timbunan di atas tanah akan mengalami penurunan yang sangat besar dan berlangsung lama.

Pada pekerjaan timbunan tanah terdapat metode – metode yang harus di perhatikan agar kualitas timbunan dan kepadatan tanah dapat memenuhi syarat yang telah ditentukan, pekerjaan timbunan juga ditentukan oleh kualitas tanah

timbunannya. Kualitas tanah timbunan ditentukan oleh jenis tanah (quarry) yang digunakan dan teknik pemadatan timbunan tanah setelah dihampar. Pekerjaan tanah timbunan juga dipengaruhi oleh faktor cuaca, saat musim kemarau teknik pemadatan tanah akan berbeda dengan teknik pemadatan pada saat musim hujan, oleh karena itu, banyak aspek yang harus dipertimbangkan di atas maka perlu adanya kajian mengenai “Analisis stabilitas tanah timbunan dan Metode Pelaksanaan Pemadatan Tanah Timbunannya” pada pembangunan jalan Tol (Medan – Kualanamu – Tebing Tinggi Seksi 7A Sei Rampah – Sei Baman Sta 81 + 000).

Jalan Tol (di Indonesia disebut juga sebagai jalan bebas hambatan) adalah suatu jalan yang dikhususkan untuk kendaraan bersumbu dua atau lebih (mobil, bus, truk) dan bertujuan untuk mempersingkat jarak dan waktu tempuh dari suatu tempat ke tempat lain. Untuk menggunakan fasilitas ini, para pengguna jalan tol harus membayar sesuai tarif yang berlaku. Penetapan tarif didasarkan pada golongan kendaraan. Bangunan atau tempat fasilitas tol dikumpulkan disebut sebagai gerbang tol. Pembangunan jalan Tol Sei Rampah – Sei Baman Sta 81 + 000 sangat lah bermanfaat bagi masyarakat atau penggunaannya. Maka untuk itu saya akan mengadakan penelitian tentang Stabilitas Tanah Timbunan dan Beserta Metode Pemadatan tanah timbunan untuk lebih mengetahui secara luas tentang tanah yang layak digunakan untuk membangun konstruksi di atasnya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tanah dan Agregat

Tanah dan Agregat merupakan campuran sebagian atau seluruh jenis berangkal (*boulders*), kerikal (*cobbles*), kerikal (*gravels*), pasir (*sands*), lanau (*silts*) dan lempung (*clays*) serta kolaid (*colloids*). Menurut ASTM, pembagian atau pendistribusian ukuran butir adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1. Ukuran Butir Dari Berbagai Jenis Material

N o	MATERIAL	UKURAN BUTIR (mm)
1	Kerikal (Gravels)	4.75 – 75
2	Pasir (Sand) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kasar (Coarse)</li> <li>• Sedang (Median)</li> <li>• Halus (Fine)</li> </ul>	0.075 – 4.75 2.000 – 4.75 1.425 – 2.00 0.075 – 1.425
3	Lanau (Silts)	0.005 – 0.075
4	Lempung (Clays)	0.001 – 0.005
5	Kolaid (Colloids)	<0.001

Sumber : Mekanika Tanah, Braja M. Das (Erlangga, 1993)

Suatu contoh memiliki ruang pori (*voids*) dimana ruang pori ini tidak berisi tanah akan tetapi berisi udara dan uap air. Tanah (*Soils*) secara teknis mempunyai sifat – sifat phisis dan teknis (*Index – Engineering Properties*) yang dapat digunakan dalam pekerjaan – pekerjaan teknik sipil, baik dalam perencanaan maupun dalam pelaksanaan konstruksi dilapangan. Dalam Mekanika Tanah, bahan baku (*Material Type*) seperti kerikal (*Gravels*), pasir (*Silts*), lempung (*Clays*) disebut tanah (*Soil*). Pengetahuan tentang tanah ini sangat penting dalam pekerjaan – pekerjaan teknik sipil seperti penentuan pondasi suatu bangunan (*Foundation of structure*) dan pondasi jalan (*Road foundation*) dan bahan timbunan (*Fill Compaction Material*). Jadi dalam perencanaan, sangat perlu diketahui tentang data – data dan tentang sifat – sifat phisis (*Index Properties*) dan sifat – sifat teknik (*Engineering Properties*) suatu sampel tanah dimana bangunan

atau konstruksi didirikan, seperti bangunan gedung, gedung bertingkat, jembatan, tembok penahan tanah dan lain – lain.

Problema yang paling sulit diatasi dalam mekanika tanah adalah persoalan tanah lunak (*soft – loose soils*) namun hal tersebut dapat diatasi dengan pengetahuan yang mendalam tentang masalah tanah lunak tersebut. Karena permasalahan tentang tanah adalah permasalahan tentang complex, jadi dalam uraian berikut akan dicoba menguraikan sedikit tentang permasalahan dan aplikasinya. Namun sebelumnya ada baiknya diperhatikan atau dipelajari tentang klasifikasi tanah (*Soil – Aggregate Classification*) yang umum digunakan, seperti uraian aplikasi pengetahuan tentang tanah sering berhubungan dengan perencanaan pondasi, tembok penahan tanah, stabilitas lereng, penimbunan dan pemadatan dan perkerasan jalan raya terutama untuk pondasi yang sering menggunakan tanah dan agregat (*Soil Material Mixture*) dengan komposisi krikil/batu pecah, pasir, lanau, dan sedikit lempung.

### 2.1.2. Konsolidasi Tanah

Bila lapisan tanah jenuh berpermeabilitas rendah dibebani, maka tekanan air pori di dalam tanah tersebut segera bertambah. Perbedaan tekanan air pori pada lapisan tanah, berakibat air mengalir ke lapisan tanah dengan tekanan air pori yang lebih rendah, yang diikuti penurunan tanahnya. Karena permeabilitas tanah yang rendah, proses ini membutuhkan waktu. *Konsolidasi* adalah proses berkurangnya volume atau berkurangnya rongga pori dari tanah jenuh berpermeabilitas rendah akibat pembebanan. dimana prosesnya dipengaruhi oleh kecepatan terperasnya air pori keluar dari rongga tanah. Proses konsolidasi dapat diamati dengan pemasangan piezometer, untuk mencatat perubahan tekanan air pori dengan waktunya. Besarnya penurunan dapat

diukur dengan berpedoman pada titik referensi ketinggian pada tempat tertentu.

### 2.2. Permasalahan Tanah lunak

Masalah yang sering dijumpai pada pembangunan konstruksi di atas tanah lunak adalah masalah penurunan dan daya dukung yang rendah. Pemberian beban di atas tanah lunak akan mengakibatkan pengaliran air dan udara dalam pori-pori tanah sehingga mengakibatkan menyusutnya volume tanah.

Proses konsolidasi pada tanah lunak membutuhkan waktu yang lama tergantung ketebalan tanah lunak, dimana semakin tebal lapisan tanah lunak maka semakin lama proses konsolidasi terjadi. Dalam pembangunan konstruksi, waktu yang diperlukan terbatas, sehingga untuk mempercepat proses konsolidasi diperlukan suatu perlakuan.

Sebagian besar deposit tanah yang ada di Indonesia merupakan tanah lunak. Tanah jenis ini umumnya dapat di temukan di wilayah Sumatera, Kalimantan dan Irian Jaya. Ketebalan tanah lunak pada ketiga wilayah ini dapat mencapai 30 m.

Tanah dalam pandangan teknik sipil adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan – endapan yang relatif lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar. Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat (*butiran*) padat yang tersementasi satu sama lain dari bahan – bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang kosong diantara partikel padat.

Tanah menduduki peran yang sangat penting dalam sebuah konstruksi bangunan. Fungsi utama dari tanah adalah sebagai pendukung pondasi dengan kondisi tanah harus stabil, sehingga apabila ada sifat tanah yang kurang mampu mendukung bangunan harus diperbaiki terlebih dahulu harus mencapai daya dukung tanah yang diperlukan. Salah satu jenis tanah yang mempunyai daya dukung rendah adalah

jenis tanah lunak . tanah lunak mengandung material- material lempung dan mengandung kadar air yang tinggi. Tanah lunak merupakan tanah yang berkrakteristik buruk. hal ini karena tanah lunak memiliki tingkat kompresibilitas tinggi. Salah stau faktor yang menyebabkan tingginya tingkat kompresibelitas pada tanah lunak adalah karena jenis tanah ini memiliki daya dukung yang sangat rendah dengan penurunan yang sangat besar selama dan setelah konstruksi dibangun. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat di tentuka oleh sifat-sifat daya dukung tanah dasar. Tanah merupakan bagian penting dalam sistim konstruksi. Kekuatan dan stabilitas tanah sangatlah diperlukan untuk mendukung beban konstruksi.

Menurut Bowles (1986) Tanah merupakan salah satu bahan konstruksi yang langsung akan menjadi sangat ekonomis. Akan tetapi dalam penggunaannya tanah sebagai bahan konstruksi kualitasnya harus dikontrol terlebih dahulu sebelum dipakai. Apa bila tanah ditimbun sembarangan, hasilnya akan merupakan tanah timbunan dengan berat satuan yang rendah dan mengakibatkan stabilitas yang rendah dan penuruanan yang sangat besar.

Tanah di suatu lokasi mempunyai karekteristik yang berbeda dengan tanah lokasi yang lain. Karateristik tanah sangat mempengaruhi besarnya daya dukung tanah terhadap beban diatasnya. Jika karateristik tanah dengan kandungan mineral yang tidak kuat untuk mendukung beban di atasnya, maka akan dapat mengakibatkan kerusakan konstruksi yang didukungnya. Jika tanah dasar yang ada merupakan tanah lunak yanag mempunyai daya dukung rendah, maka dapat mengakibatkan kerusakan bangunan atau konstruksi diatanaya. Selain itu penyebab kerusakan bangunan adalah kembang susut yang tinggi. Tanah dengan nilai kembang susut yang tinggi

dan air sangat berpengaruh terhadap perilaku fisis dan mekanis tanah.

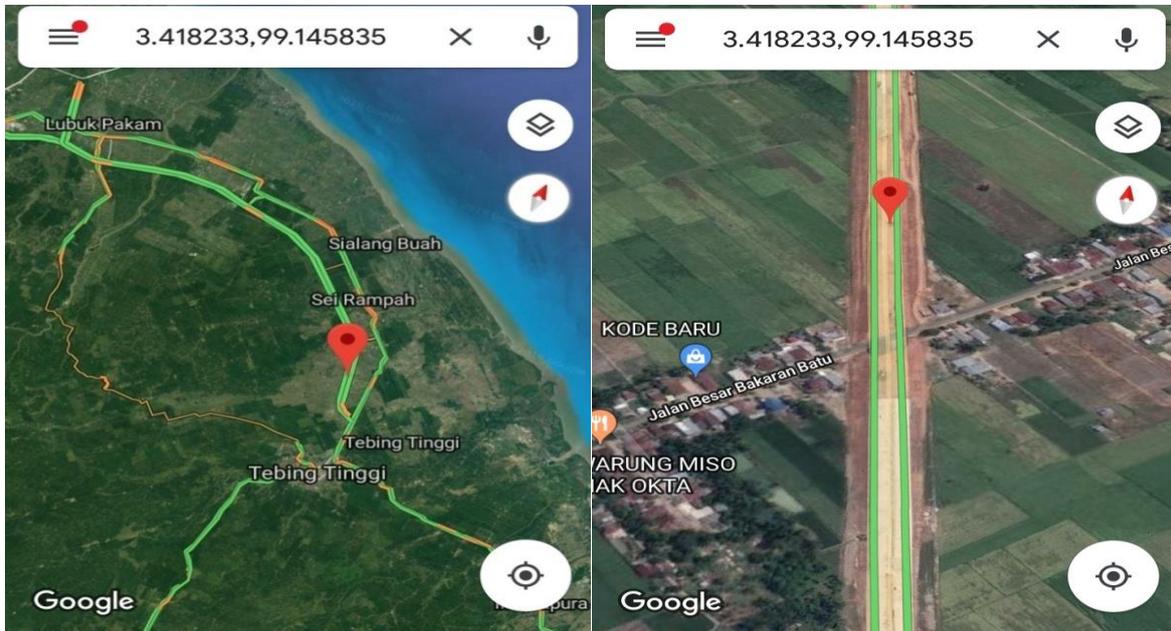
Tanah lunak dapat didefenisikan sebagai tanah yang mempunyai besar ukuran butir sangat halus atau lolos ayakan nomor 200. Sifata tanah dasar lunak adalah gaya gesernya yang kecil, daya dukung rendah, penurunan besar, kemampatan yang besar dan koefisien permeabilitasnya kecil. Bilamana pembebanan konstruksi melampaui daya dukung kritis maka akan terjadi kerusakan tanah, khususnya tanah pondasi. Salah satunya cara yanag terbaik adalah menggati tanah dasar tersebut dengan tanah yanag cukup baik, tetapi hal ini biasanya membutuhkan biaya yang cukup besar. Para ahli geoteknik mencoba mengatasi dengan cara merubah sifat – sifat fisik tanahnya.

Perbaikan sifat fisik tanahnya dari tanah yang kurang baik menjadi tanah yang mampu mendukung bangunan. Tanah merupakan komponen utama subgrade yang memiliki karakteristik, macam , dan keadaan yang berbeda – beda, sehingga setiap jenis tanah memiliki kekhasan perilaku. Sifat tanah dasar mempengaruhi ketahanan lapisan di atasnya. Bentang jalan raya yang panjang menunjukkan hamparan karakteristik tanah yang berbeda. Apabila suatu tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan dengan indeks konsistensi yang sangat tidak sesuai, mempunyai permeabilitasnya yang terlalu tinggi atau tidak memiliki persyaratan CBR (*California Bearing Ratio*) yang dibutuhkan untuk subgrade pada jalan raya. Tanah tersebut harus distabilisasi dengan tindakan menambah kerapatan tanah, menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi atau tahanan geser yang timbul, merendahkan muka air dengan membuat drainase tenah hingga mengganti tanah – tanah yanag jelek.

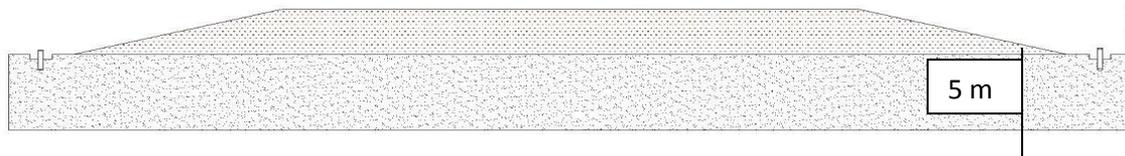
### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Pengambilan Sampel

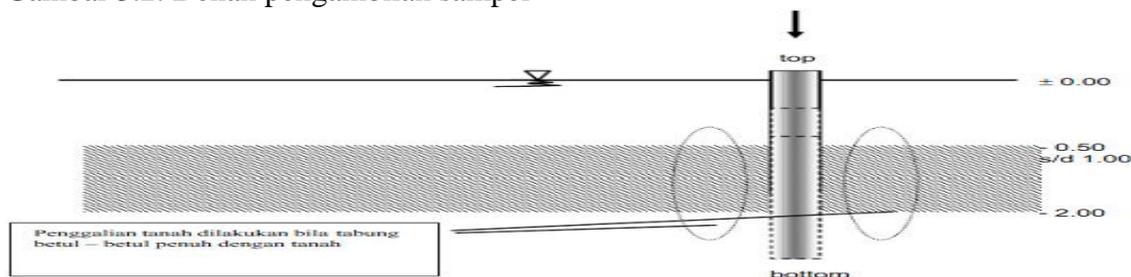
Lokasi penelitian ini terletak di jalan tol MKTT seksi 7A Sei rampah – Sei bamban Sta 81 + 000 adalah jalan tol 2 arah dengan masing – masing memiliki 4 lajur. Dengan jarak tempuh dari medan sampai pada lokasi adalah 72 Km. sekitar 2 jam perjalanan dengan mengendarai sepeda motor. Pada pelaksanaan survy langsung ke lokasi untuk mendapatkan sampel tanah tak terganggu dan tanah yang sudah terganggu di lokasi tersebut.



Gambar 3.1. Peta lokasi pengambilan sampel tanah  
Sumber gambar : Google maps <http://maps.google.com>



Gambar 3.2. Denah pengambilan sampel



Gambar 3.3. potongan pengambilan sampel

Pengambilan sampel tanah dasar diambil pada pinggir jalan tol sta 81+000 dan sampel tanah timbunan diambil pada daerah kampung pulo, rambung sialang kabupaten serdang bedagai.

#### Pengambilan Sampel Tanah Dilapangan

Sebelum melakukan pengujian dilaboratorium hal yang pertama

dilakukan adalah pengambilan sampel tanah. lokasi pengambilan sampel tanah ini

adalah dijalan Tol Mktt seksi 7a : Sei Rampah – Sei Baman Sta 81 + 000.

Pengambilan sampel tanah yang diambil tanah tidak terganggu (*undisturbed soil*) yaitu tanah yang masih alami yang tidak terganggu oleh lingkungan luar, sampel tanah diambil di beberapa titik pada lokasi pengambilan sampel menggunakan tabung contoh (*sample tubes*) yang sudah diolesi pelumas atau oli, sampel tanah yang diambil merupakan tanah yang mewakili tanah di lokasi pengambilan sampel.

Cara pengambilan sampel tanah ini dapat dilakukan dengan tabung bor dan batang bor dimasukkan kedalam lubang secara berlahan-lahan dan diusahakan tegak lurus. Pada batang bor diberi tanda kedalaman tabung yang akan dicapai sehingga kedalaman selama penekanan tidak melebihi tinggi tabung yang dapat menyebabkan pemadatan dalam tabung. Tabung ditekan dengan cara memukul kepala batang bor hingga mencapai batas kedalaman yang sudah dibuat. Kemudian tabung diangkat dan dilepaskan dari stang bor, kemudian permukaan tanah pada kedua ujung tabung diratakan dan diberi lapisan penutup dengan lilin yang sudah diencerkan dengan tujuan menjaga tanah dalam tabung agar tidak mengalami penguapan sehingga kadar air dalam tabung tidak berubah, tempelkan label dan kedalaman dari contoh tanah.

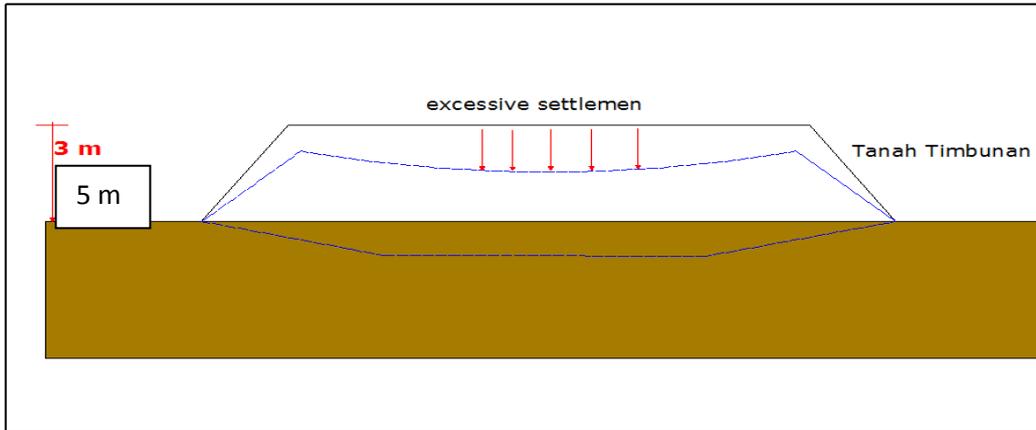
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jalan Tol Medan – Kualanamu – Tebing Tinggi Seksi 7a: Sei Rampah – Sei Baman ( Sta 81 + 000 ) merupakan jalan yang membutuhkan pekerjaan untuk mencapai elevasi desain perkerasan, maka tanah asli pada lokasi Jalan Tol Seksi 7a

Sei Rampah – Sei Baman harus di timbun. Tinggi timbunan rata –rata adalah 3 meter. Akibat beban tanah timbunan maka tanah dasar akan mengalami penurunan. Besarnya penurunan bergantung pada parameter konsolidasi. Mengingat tanah asli pada lokasi pembangunan Jalan Tol Seksi 7a Sei Rampah – Sei Baman merupakan tanah lunak yang sangat kompresibel, maka dalam pembangunan jalan tol harus diperhatikan :

1. Daya dukung tanah lunak dapat mengganggu stabilitas dari timbunan. Hal ini menyebabkan tinggi timbunan yang dapat dilakukan akan sangat terbatas. Sehingga untuk timbunan yang tinggi perlu dilakukan secara bertahap atau diberikan perkuatan.
2. Penurunan konsolidasi dari tanah yang cukup besar, akan memerlukan waktu yang lama. Apa bila proses konsolidasi ini tidak dipercepat, maka pembangunan struktur di atasnya harus menunggu waktu yang cukup lama (bertahun – tahun).

Apabila ketebalan dari lapisan tanah lunak tersebut tidak terlalu tebal, maka pelaksanaan timbunan dapat dilakukan dengan terlebih dahulu menggali dan membongkar tanah lunak tersebut serta menggantinya dengan material yang lebih bagus. Apa bila hal ini dilakukan maka masalah stabilitas dan penurunan dapat dihindari. Maka diperhitungkan karena timbunan tidak terlalu tinggi diambil ( 5 m ). Beban timbunan badan jalan adalah berat tanah timbunan yang merupakan perkalian antara berat isi tanah timbunan dengan tanah tinggi timbunan.



Gambar 4.1. stabilitas tanah timbunan

#### 4.1. Pengujian Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah yaitu sifat yang berhubungan dengan elemen penyusunan massa tanah yang ada. Untuk pengujian fisik tanah dari Jalan Tol Medan-Kualanamu-Tebing Tinggi Seksi 7a Sta 81+000 Sei Rampah – Sei Bambi terdiri dari Uji kadar air, Uji berat jenis, Uji analisa saringan, Uji berat isi, dan Uji batas – batas atterberg limit (LL, PL, PI). Yang dilakukan pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Darma Agung Medan.

##### 4.1.1. Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli

Hasil pengujian sifat fisik tanah yang diadakan di laboratorium, dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data Tanah Asli uji lab

No	Pengujian	Hasil
1	Kadar air (W)	45.93 %
2	Berat jenis (GS)	2.573
3	Persen lolos saringan No 200	86.40 %
4	Berat isi	83.41%
5	LL (Liquid limit)	54.96 %
6	PL (Plastic Limit)	25.68 %
7	PI (Indeks platisitas)	29.29 %
8	Compaction test	24.650 %

#### 4.2. Pembahasan

Pengujian tanah asli yang berasal dari akses jalan tol medan – kualanamu – tebing tinggi seksi 7 A : Sei Rampah – Sei Bambi pada Sta 81 + 000, meliputi : Uji Kadar Air (w) = 44.93 %, Uji Berat Jenis (GS) = 2.573, jika dilihat besaran nilai berat jenis (Gs) ini umumnya termasuk jenis lempung. Menurut hardiyatmo (2006), bahwa tanah ini termasuk jenis tanah mengandung lempung organik karena setiap tanah yang mempunyai berat jenis (Gs) 2,58 – 2,65 maka tanah tersebut termasuk jenis lempung organik. Uji Analisa Saringan No 200 = 86.40, % Menurut ilmu mekanika tanah bahwa tanah ini termasuk jenis lempung karena memiliki diameter ukuran butiran < 0,002 mm. Uji berat isi = 83.41 %,.

Uji Atterberg Limit dengan nilai adalah LL (Liquid limit), = 54.96 % dan batas plastis PL (Plastic limit) saat terjadi retak – retak mendekati diameter 3 mm adalah 25.68 % sehingga diperoleh indeks plastisitas PI (Indeks platisitas) 29.29 % hal ini menunjukkan bahwa sampel tanah tanah ini tergolong plastisitas tinggi. Yang kohesif dikarenakan indeks plastisitas (PI) sampel tanah > 17 % . menurut USCS bahwa tanah ini mengandung lempung tak organik dan lanau organik dengan plastisitas rendah sampai sedang dalam kelompok CL/OL. Hal ini dikarenakan sampel tanah ini memiliki batas cair (LL)

< 50 % dan indeks plastisitas (PI) 29.29 % berada diatas garis A dan dibawah garis U. Sedangkan menurut AASHTO, bahwa tanah ini termasuk tanah berlempung dengan penilaian umum sebagai tanah dasar sedang sampai buruk. Hal ini

dikarenakan plastisitas (PI) sampel tanah > 11 % dan batas plastisitas (PL) 25.68 % < 30 % sehingga termasuk dalam kelompok A-7-6.kadar air optimum yang didapatkan untuk pemadatan tanah timbunan yaitu 24,650 %.

Klasifikasi Umum	Tanah Lanau – Lempung ( 35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)			
	A - 4	A - 5	A - 6	A - 7 A - 7-5* A - 7-6**
Klasifikasi Kelompok				
Analisis ayakan (& lolos) No. 10 No. 40 No. 200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan no. 40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Max 40 Max 10	Max 41 Max 10	Max 40 Min 11	Min 41 Min 11
Tipe material yang paling dominan	Tanah Berlanau		Tanah Berlempung	
Penilaian sebagai bahan dasar	Biasa sampai Jelek			

\*Untuk A 7-5,  $PI \leq LL - 30$   
\*\*Untuk A 7-6,  $PI > LL - 30$

Tabel :4.2. Klasifikasi tanah menurut AASHTO

Sumber : mekanika tanah I, Braja M.Das

### 4.3. Pengujian Sifat Mekanis Tanah

Pengujian sifat mekanis tanah adalah sifat perilaku dari struktur massa tanah pada dikenai suatu gaya atau tekanan yang dijelaskan secara teknik mekanis. Untuk pengujian sifat mekanis tanah pada pembahasan ini terdiri dari Uji Konsolidasi tanah yang dilakukan pengujian di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Darma Agung Medan.

#### 4.3.1. Pengujian Konsolidasi Tanah (Consolidation Test )

Tanah yang di uji adalah tanah yang berada dari Jalan Tol Mktt Seksi 7A : Sei Rampah – Sei Bamban Sta 81 + 000. Dengan indeks plastisitas yang sangat tinggi, nilai permeabilitas sangat kecil. Pada sampel I nilai permeabilitasnya  $K = 7.21E-07$  cm/detik dan untuk sampel II  $K = 6.67E-07$  cm/detik. Hasil penelitian memberikan untuk tanah uji adalah :

Tabel 4.3. Hasil pengujian konsolidasi sampel tanah

keterangan	Sampel I	Sampel II
Angka pori ( <i>Void Ratio</i> ) : $e_o$	1.399	1.483
Coefisien consolidation : $C_v = \text{cm}^2/\text{detik}$	9.96E-03	9.40E-03
Compression index : $C_c$	0.9327	1.1542
Permeability : $k = \text{cm} / \text{detik}$	7.21E-07	6.67E-07

#### 4.3.2. Hubungan Antara Tekanan Dengan $M_v, C_v, \text{Dan } K$

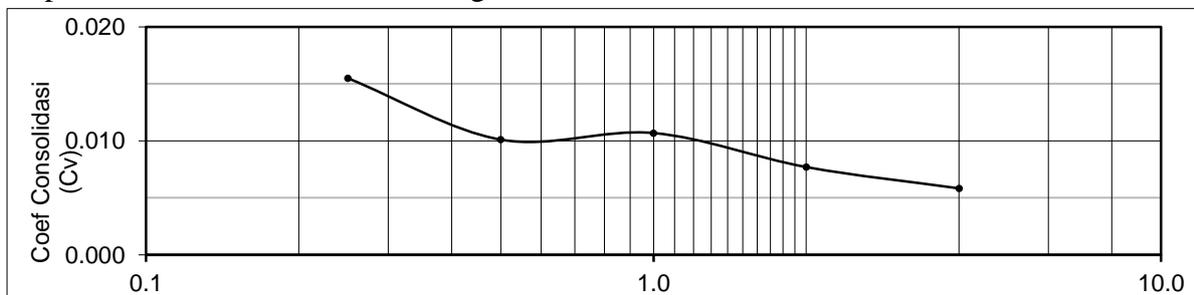
Dari hasil uji laboratorium sesuai dengan tabel 4.3. menunjukkan bahwa :

1. Semakin besar tekanan yang diterima tanah, maka akan semakin kecil nilai  $M_v, C_v, \text{dan } K$ . Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi konsolidasi, yaitu bertambahnya lama pembebanan dan bertambahnya jumlah beban. Dimana dua faktor tersebut sangat mempengaruhi pengecilan angka pori. Bertambahnya lama pembebanan menyebabkan bertambahnya

pemampatan sekunder dari contoh tanah yang diuji. Dimana hal tersebut cenderung akan mengurangi angka pori. Rasio penambahan beban ( $\Delta p/p$ ) juga mempunyai pengaruh pada kurva e versus log p dimana angka pori akan selalu turun ke titik rendah. Proses konsolidasi adalah proses keluarnya air dari pori – pori tanah, sehingga volume air dalam tanah berkurang, yang secara bersamaan volume tanah juga mengalami penurunan, sehingga setelah mengalami proses konsolidasi baru dapat dilaksanakan up struktur.

2. Nialai koefisien konsolidasi  $C_v$  dengan permeabilitas tanah  $k$  berbanding lurus

salah satu faktor yang mempengaruhi waktu konsolidasi adalah koefisien permeabilitas ( $k$ ), cepat lambatnya proses keluarnya air dari pori tanah ditentukan oleh besar kecilnya permeabilitas tanah uji. Hubungan antara koefisien permeabilitas dengan koefisien konsolidasi ditunjukkan oleh rumus :  $C_v = \frac{k}{\gamma_w \cdot m_v}$  dengan adanya koefisien konsolidasi ( $C_v$ ) dapat ditentukan waktu yang diperlukan untuk proses konsolidasi sesuai dengan derajat konsolidasi yang dianggap aman untuk suatu konstruksi.maka didapat hasil  $M_v$ ,  $C_v$ ,  $K$  pada uji konsolidasi.



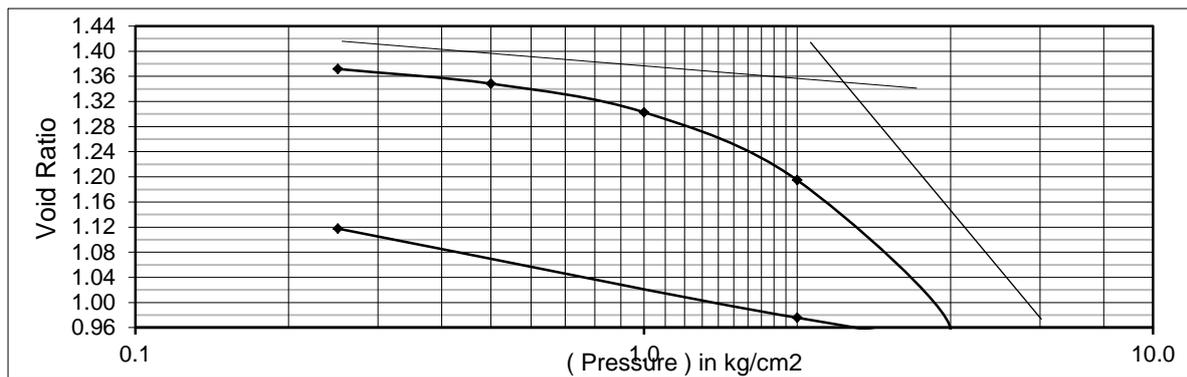
Gambar 4.3. hubungan coeF consolidasi VS pressure dari uji konsolidasi sampel I

Nilai  $M_v, C_v, K$  uji konsolidasi pada sampel II dapat kita lihat pada tabel dibawah, sebagai berikut :

Tabel 4.5. Nilai  $M_v, C_v, K$  Pada Uji Konsolidasi Sampel II

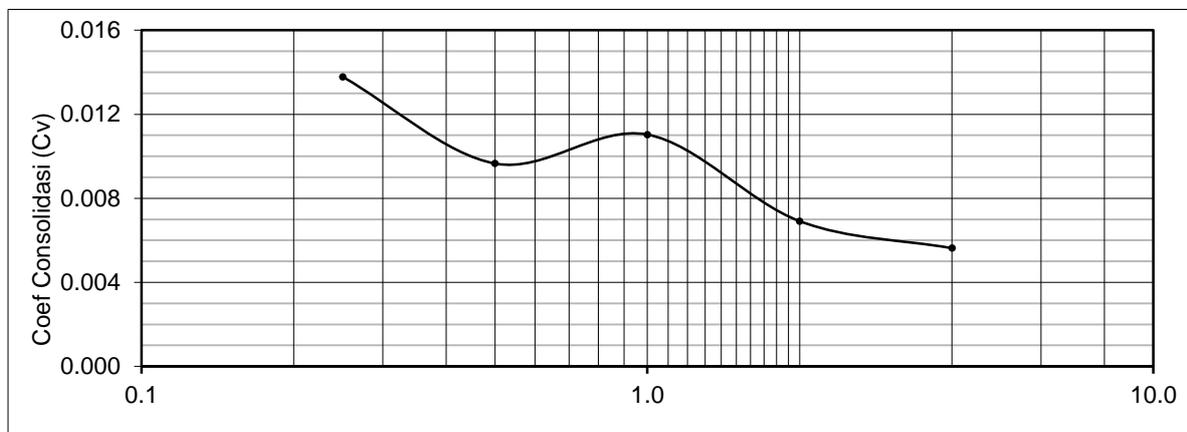
Pressure (Kg/Cm <sup>2</sup> )	H (Cm)	AH (Cm)	AH/H (Cm)	$M_v$ (Cm <sup>2</sup> /Kg)	$C_v$ (Cm <sup>2</sup> /sec)	$K = M_v \cdot C_v \cdot \gamma_w$ (Cm/sec)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = 4/1	(6)	(7)
0,25	1,9105	0,0895	0,0468	0,1874	0,0138	0,00000258
0,50	1,8916	0,0189	0,0100	0,0200	0,00966	0,000000193
1,00	1,8549	0,0367	0,0198	0,0198	0,0110	0,000000218
2,00	1,7678	0,0871	0,0493	0,0246	0,00691	0,000000170
4,00	1,5761	0,1917	0,1216	0,0304	0,00563	0,000000171
Average					0,00940	0,000000667

Uji konsolidasi menghasilkan hubungan antara void ratio dengan pressure



Gambar 4.4. hubungan void ratio dengan pressure dari uji konsolidasi sampel II

Grfaik 4.5 hubungan coefisien konsolidasi vs pressure menunjukkan hubungan antara koefisien konsolidasi  $C_v$  dan pressure (tekanan). Semakin tanah dibebani maka nilai  $c_v$  akan kecil, sehingga penurunan yang terjadi akan semakin besar.



Gambar 4.5.hubungan coeF konsolidasi VS pressure dari uji konsolidasi sampel II

### 4.3.3. Nilai Koefisien Permeabilitas Pada Uji Konsolidasi

Nilai kelolosan air (permeabilitas) pada tanah dipengaruhi oleh kekentalan dan suhu dari cairan yang melaluinya, disamping itu juga akan mempengaruhi oleh kondisi tanah itu sendiri. Pada tanah lempung nilai koefisien permeabilitas sangat kecil sehingga konsolidasi berjalan dengan sangat lambat.

Koefisien permeabilitas tergantung pada ukuran rata – rata pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentuk partikel dan struktur tanah. Makin kecil ukuran partikel tanah semakin kecil ukuran pori tanah dan semakin rendah koefisien permeabilitasnya. Dari uji konsolidasi dapat dilihat bahwa lapisan tanah pada proyek ini memiliki nilai  $k$

yang rendah yaitu pada sampel I  $K=7.21E-07$  cm/detik dan sampel II  $K=6.67E-07$  cm/detik. Dari nilai permeabilitas yang sangat kecil ini menyebabkan pemampatan konsolidasi membutuhkan waktu yang lama.

Koefisien permeabilitas merupakan fungsi angka pori menunjukkan bahwa angka pori tanah kecil, karena angka pori berbanding lurus dengan nilai permeabilitas tanah. Untuk tanah yang berlapis, permeabilitas untuk aliran yang sejajar lebih besar dari pada permeabilitas untuk aliran tegak lurus. Sehingga permeabilitas merupakan ukuran kemudahan aliran melalui suatu media tanah.

Nilai  $C_v$  berbanding lurus dengan nilai koefisien permeabilitas. Kenaikakan

pada nilai  $C_v$  menyebabkan kenaikan pada nilai  $k$ . Nilai  $C_v$  dan  $K$  berpengaruh terhadap koefisien perubahan volume  $m_v$ . Karena semakin sulit air keluar dari pori tanah yang disebabkan kecilnya nilai koefisien permeabilitas maka perubahan volume juga kecil.

Untuk nilai  $H$  bergantung dari besarnya pressure yang diberikan. Semakin besar pressure maka perubahan tinggi sampel uji semakin besar. Semakin kecil nilai koefisien permeabilitas maka semakin lama waktu yang dibutuhkan. Tekanan (pressure) tidak mempengaruhi waktu konsolidasi. Karena proses keluarnya air dari pori tanah adalah faktor dari permeabilitas atau sifat kelolosan air.

## 5. SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa lamanya waktu konsolidasi yang berbeda dengan koefisien yang berbeda dan pada kedalaman yang sama :

- a. sampel I nilai  $C_v = 0,00996$   $\text{cm}^2/\text{detik}$  untuk  $H^2dr =$  kedalaman 400 cm :  
 $U_v$  10 % lamanya waktu konsolidasi  $t = 1.48$  hari  
 $U_v$  90 % lamanya waktu konsolidasi  $t = 157.667$  hari.
- b. sampel I nilai  $C_v = 0,00940$   $\text{cm}^2/\text{detik}$  untuk  $H^2dr =$  kedalaman 400 cm :  
 $U_v$  10 % lamanya waktu konsolidasi  $t = 1.57$  hari  
 $U_v$  90 % lamanya waktu konsolidasi  $t = 167.060$  hari

Maka total penurunan pada kedalaman 50 cm sampai pada kedalaman 500 cm adalah :

1. Dari hasil perhitungan untuk tinggi timbunan 500 cm diperoleh penurunan :
  - a. Sampel I : tinggi penurunan pada 50 cm sebesar  $Sc = 0.2391$  cm
  - b. Sampel I : tinggi penurunan pada 500 cm sebesar  $Sc = 2,391912$  cm

2. Dari hasil perhitungan untuk tinggi timbunan 500 cm diperoleh penurunan :

- a. Sampel II : tinggi penurunan pada 50 cm sebesar  $Sc = 0.2859$  cm
- b. Sampel II : tinggi penurunan pada 500 cm sebesar  $Sc = 2,859815$  cm

Besarnya penurunan bergantung pada parameter konsolidasi. Hasil  $Sc$  pada sampel I lebih kecil dari hasil  $Sc$  pada sampel II, hal ini dikarenakan angka pori pada sampel II lebih besar.

## Saran

- pengujian laboratorium yang benar dapat memberikan nilai parameter yang lebih akurat terhadap perhitungan.
- untuk mempercepat proses konsolidasi, dalam pelaksanaan dilapangan sebaiknya perlu ditambahkan dengan metode lain yang lebih akurat.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E. *Sifat – Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Alih Bahasa Ir. Johan Kelanaputra Hainim. Penerbit Erlangga, 1984.
- Braja M. Das, *Advanced Soil Mechanics. International Student Edition*. Mc. Graw Hill International Book Company Washington U.S.A 1985
- Braja M. Das, *Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid I, Penerbit Erlangga, 1993
- Djatamiko Soedarmo Dan Ir. Edy Purnomo, S.J. Ir. *Mekanika Tanah II*, Penerbit Kanisius. Yogyakarta, 1997.
- Karl Terzghi dan Ralph B. Peck, *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*, Jilid I, Terjemahan Bagus Witjaksono dan Benny Krisna. R
- Djojodiharjo H. Dr. Ir. Mewtode Numerik, Penerbit Erlangga Jakarta, 1993