

# ANALISA PERBAIKAN TANAH DASAR MELALUI PROSES KONSOLIDASI AKIBAT TANAH TIMBUNAN PADA PEMBANGUNAN JALAN TOL MEDAN BINJAI SEKSI SATU TANJUNG MULIA HELVETIA STA 0+175-1+200

Oleh:

Wercandra Zamili

Universitas Darma Agung, Medan

E-mail:

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

## ABSTRACT

*Consolidation is the process of compressing the soil, and reducing the pore volume of the soil. It can also be called volume reduction or gradual reduction of pore voids in fully saturated soils with very small permeability due to the drainage of some of the pore water from the soil layer due to loading. This process continues until the excess pore water pressure caused by loading. The consolidation process in clay grains takes a long time. The consolidation process in the Medan Binjai Toll Road Section One Tanjung Mulia Helvetia STA 0+175 – 1+200 takes a long time, so research is needed to determine the length of time required for the consolidation process. From the results of laboratory tests, it is known that some of the locations are soft clay soils that are unable to bear the loads from the superstructure and embankment soil, so it will certainly affect the toll road pavement layer to be worked on. Due to the presence of several soft soil locations in the construction of this toll road, it is necessary to carry out a consolidation test to determine the length of time required for the process of releasing water from the soil pores. This study provides the following results: 1). Different consolidation coefficient values at the same depth result in different consolidation times: Sample I  $C_v = 0.00767$  at a depth of 580 cm for:  $U_v$  10 % consolidation time  $t = 350,873$  seconds = 4,061 days.  $U_v$  90 % consolidation time  $t = 37192594.524$  seconds = 430.469 days. Sample II  $C_v = 0.00674$  at a depth of 580 cm for:  $U_v$  10 % consolidation time  $t = 399.287$  seconds = 4.621 days.  $U_v$  90 % consolidation time  $t = 42324510.385$  seconds = 489.867 days. 2). The smaller the value of the consolidation coefficient  $C_v$ , the longer the time required for the consolidation process, 3). The difference in the value of the degree of consolidation at the same depth with the value of the same consolidation coefficient gives a different value of the consolidation time, 4). The higher the degree of consolidation, the longer the time needed for the consolidation process.*

**Keywords: Consolidation, Consolidation Time, Embankment**

## ABSTRAK

Konsolidasi adalah proses pemampatan tanah, dan berkurangnya volume pori tanah. Dapat disebut juga pengecilan volume atau berkurangnya rongga pori secara perlahan-lahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas yang sangat kecil akibat pengaliran sebagian air pori dari lapisan tanah akibat adanya pembebanan. Proses tersebut berlangsung terus sampai kelebihan tekanan air pori yang disebabkan oleh pembebanan. Proses konsolidasi pada butir-butir tanah lempung membutuhkan waktu yang lama. Proses konsolidasi pada Proyek Jalan Tol Medan Binjai Seksi Satu Tanjung Mulia Helvetia STA 0+175 – 1+200 membutuhkan waktu yang lama, sehingga perlu adanya penelitian untuk mengetahui lamanya waktu yang dibutuhkan untuk proses konsolidasi. Dari hasil uji laboratorium diketahui bahwa sebagian lokasi merupakan tanah lempung lunak yang tidak mampu memikul beban-beban dari

struktur atas dan tanah timbunan, sehingga dipastikan akan mempengaruhi lapisan perkerasan jalan tol yang akan dikerjakan. Akibat adanya beberapa lokasi tanah lunak pada pembangunan jalan tol ini, maka perlu dilakukan uji konsolidasi untuk mengetahui lamanya waktu yang dibutuhkan dalam proses keluarnya air dari pori tanah. Penelitian ini memberikan hasil : 1). Untuk nilai koefisien konsolidasi yang berbeda pada kedalaman yang sama menghasilkan lamanya waktu konsolidasi yang berbeda : Sampel I  $C_v = 0,00767$  pada kedalaman 580 cm untuk :  $U_v 10\%$  lamanya waktu konsolidasi  $t = 350,873$  detik = 4,061 hari.  $U_v 90\%$  lamanya waktu konsolidasi  $t = 37192594,524$  detik = 430,469 hari. Sampel II  $C_v = 0,00674$  pada kedalaman 580 cm untuk :  $U_v 10\%$  lamanya waktu konsolidasi  $t = 399,287$  detik = 4,621 hari.  $U_v 90\%$  lamanya waktu konsolidasi  $t = 42324510,385$  detik = 489,867 hari. 2). Semakin kecil nilai koefisien konsolidasi  $C_v$  maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk proses konsolidasi, 3). Perbedaan nilai derajat konsolidasi pada kedalaman yang sama dengan nilai koefisien konsolidasi yang sama memberikan nilai waktu konsolidasi yang berbeda, 4). Semakin tinggi derajat konsolidasi maka waktu yang dibutuhkan untuk proses konsolidasi akan semakin lama

**Kata Kunci : Konsolidasi, Waktu Konsolidasi, Tanah Timbunan**

## 1. PENDAHULUAN

Lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya. Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, atau tanah urugan yang didatangkan dari tempat lain atau tanah yang distabilisasi.

Akibat pemadatan tanah timbunan, akan terjadi proses konsolidasi pada tanah dasar. Timbunan di atas tanah dasar menyebabkan terjadinya proses dissipasi yaitu proses keluarnya air dari pori tanah. Pembangunan konstruksi di atas tanah lunak akan menghadapi beberapa masalah geoteknik, salahsatunya adalah ketidakstabilan timbunan dan terjadinya penurunan (*settlement*) pada tanah yang apabila mengalami pembebanan di atasnya maka tekanan air pori akan naik dan keluar yang menyebabkan berkurangnya volume tanah. Beban-bekan 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 pada bentuk semula.

Jika konstruksi terletak di atas deposit lempung yang kompresibel, maka proses penurunan beban diakibatkan oleh terkompresinya lapisan tanah di bawah struktur akan semakin lama. Konsolidasi primer dan konsolidasi sekunder yang terjadi sangat besar dan membutuhkan waktu yang lama. Keadaan tanah dasar yang demikian bila tidak ditangani dengan baik akan mempengaruhi kondisi badan jalan.

Untuk mencegah terjadinya kerusakan ataupun kegagalan konstruksi badan jalan pada tanah timbunan maka perlu dilakukan "Analisa Perbaikan Tanah Dasar Melalui Proses Konsolidasi Akibat Tanah Timbunan ". Penelitian ini mengambil sampel tanah pada Pembangunan Jalan Tol Medan Binjai Seksi Satu Tanjung Mulia Helvetia STA 0+175-1+200.

### Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah analisa perbaikan tanah dasar melalui proses konsolidasi akibat tanah timbunan pada Pembangunan Jalan Tol Medan Binjai Seksi Satu Tanjung Mulia Helvetia STA 0+175-1+200, sebagai berikut :

1. Masalah yang timbul pada pembangunan jalan di atas tanah lunak.
2. Menghitung besar penurunan tanah akibat adanya proses konsolidasi.
3. Menghitung besar penurunan tanah akibat beban timbunan yang terjadi.

### Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui lamanya waktu konsolidasi primer akibat beban timbunan pada tanah dasar pembangunan jalan tol.
2. Untuk mengetahui besar penurunan (*settlement*) yang terjadi akibat proses konsolidasi.

### Batasan Masalah

Mengingat begitu banyaknya masalah yang dihadapi dalam menganalisa lamanya proses penurunan terhadap waktu akibat beban timbunan, maka perlu dibuat batasan-batasan masalah, antara lain :

1. Penurunan yang ditinjau hanya penurunan konsolidasi primer.
2. Peninjauan penurunan tanah dasar akibat timbunan pada badan jalan.

## 2 TINJAUAN PUSTAKA

### Lapisan Tanah Dasar

Lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya. Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, atau tanah urugan yang didatangkan dari tempat lain atau tanah yang distabilisasi dengan semen dan lain lain. Ditinjau dari penyiapan tanah dasar, maka lapisan tanah dasar dapat dibuat sebagai berikut :

1. Lapisan tanah dasar, yang berasal dari tanah galian.
2. Lapisan tanah dasar, tanah urugan.
3. Lapisan tanah dasar, tanah asli.

### Klasifikasi Tanah (*Classification System*)

Menurut ASTM, pembagian atau pendistribusian ukuran butir adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1. Ukuran Butir Dari Berbagai Jenis Material

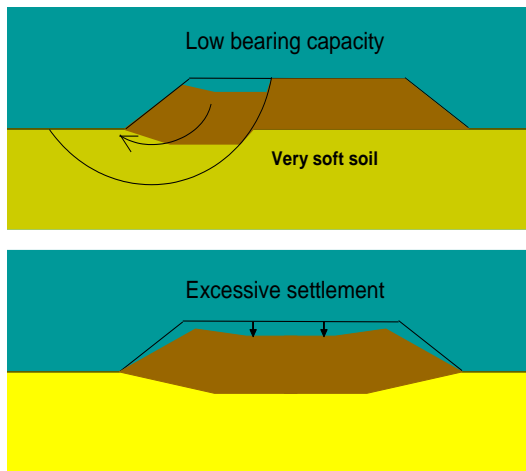
NO	MATERIAL	UKURAN BUTIR (mm)
1.	Kerikil (Gravels)	4.75 – 75
2.	Pasir ( Sand)	0.075 – 4.75
	- Kasar (Coarse)	2.000 – 4.75
	- Sedang (Median)	1.425 – 2.00
	- Halus (Fine)	0.075 – 1.425
3.	Lanau ( Silts)	0.005 – 0.075
4.	Lempung (Clays)	0.001 – 0.005
5.	Koloid (Colloids)	< 0.001

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

### Perbaikan Pada Tanah Lunak

Perbaikan tanah dilakukan jika :

- 1) Dijumpai lapisan tanah lunak yang cukup tebal,
- 2) Posisi muka air tanah yang dekat dengan permukaan tanah, 3). Beban rencana yang akan bekerja cukup besar.



Gambar 2.1 Timbunan di atas Tanah Lunak

Bila perbaikan tanah tidak dilakukan maka :

1. Akan terjadi penurunan yang cukup besar
2. Perbedaan besar penurunan
3. Permukaan konstruksi akan bergelombang
4. Waktu untuk mendisipasikan tekanan air pori cukup lama.

#### **Konsolidasi dan Penurunan (Settlement)**

Konsolidasi dapat diartikan bahwa suatu peristiwa pemampatan (*compression*) karena mendapat beban dari atasnya secara tetap/kontinu yang diakibatkan oleh suatu konstruksi atau timbunan tanah sehingga terjadi proses pengeluaran air dari pori-porinya. Keadaan ini bisa terjadi apabila tanah dalam keadaan jenuh atau hanya sebagian saja yang jenuh.

Tanah butir kasar (*granular soil*) terutama pasir akan mengalami kejadian konsolidasi yang cepat dan penuh apabila mendapat tekanan (beban) sehingga grafiknya akan menurun tajam, akhirnya berhenti dan lurus horizontal. Pada tanah berbutir halus (*fine granular soil*) terutama pasir akan mengalami penurunan yang lama apabila mendapat beban sehingga akan berlangsung terus proses konsolidasi. Sehingga penelitian konsolidasi sering dilakukan untuk tanah berbutir halus.

Menurut Bowles, Konsolidasi adalah proses pengecilan volume atau berkurangnya rongga pori secara perlahan-lahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas yang sangat kecil akibat pengaliran sebagian air pori dari lapisan tanah akibat adanya pembebanan. Proses tersebut berlangsung terus sampai kelebihan tekanan air pori yang disebabkan oleh pembebanan.

#### **Sifat Kelolosan Air (Permeabilitas Tanah)**

Sifat kelolosan air (*permeabilitas*) adalah kemampuan yang dimiliki suatu zat/membran untuk meloloskan sejumlah partikel yang menembus atau melaluinya. Tanah dengan permeabilitas yang tinggi mampu meningkatkan laju infiltrasi sehingga menurunkan laju air larian yang terjadi di dalam tanah.

Semua macam tanah terdiri dari butir-butir dengan ruangan-ruangan yang disebut pori (*voids*) antara butir-butir tersebut. Pori-pori ini berhubungan satu dengan yang lainnya sehingga air dapat mengalir melalui ruangan pori tersebut. Proses ini disebut rembesan dan kemampuan tanah untuk dapat dirembes air disebut daya rembesan (*permeability*).

#### **Kemampuan Tanah Dalam Menahan Beban**

Penambahan beban di atas suatu permukaan tanah dapat menyebabkan tanah dibawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab-sebab lain. Beberapa atau semua faktor tersebut mempunyai hubungan dengan keadaan tanah yang bersangkutan. Bila mana suatu lapisan tanah lempung jenuh air yang mampu mampat (*compressible*) diberi penambahan tegangan, maka penurunan (*Settlement*) akan terjadi dengan seg

### 3. METODE PENELITIAN

#### Lokasi Penelitian

Jalan Tol Medan Binjai Tanjung Mulia Helvetia STA 0+175-1+200 merupakan lokasi pengambilan sampel tanah. Lokasi tersebut adalah sebagai berikut.



#### Pengambilan Sampel Tanah dilapangan

Pengambilan sampel tanah merupakan tahapan penting dalam pengujian tanah di laboratorium. Peralatan untuk pengambilan sampel tanah :

1. Alat untuk mengambil contoh tanah seperti bor tanah (*hand auger tabung*), cangkul, sekop.
2. Alat untuk membersihkan bor, cangkul dan sekop seperti pisau dan sendok tanah untuk mencampur dan mengaduk
3. Ember plastik untuk mengaduk kumpulan contoh tanah individu.
4. Kantong plastik yang dapat memuat tanah dan kantong plastic untuk label.
5. Kertas manila untuk label.
6. Lembaran informasi contoh tanah yang diambil.

Cara pengambilan contoh sampel tanah :

1. Sampel Sesaat (*Grab Sampel*)
2. ran dari beberapa waktu pengambilan. Dapat dilakukan secara manual atau otomatis dengan menggunakan peralatan yang dapat mengambil air pada waktu-waktu tertentu.
3. Sampel Gabungan Tempat  
Alat yang digunakan :
  - a. Mata bor

- b. Stang bor
- c. Alat pemutar stang
- d. Tabung contoh
- e. Tempat contoh tanah
- f. Pisau, kunci, pipa, skop, cangkul dll

Langkah Kerja

- a. Lokasi yang akan diambil contoh tanah terlebih dahulu dibersihkan dari segala rumput dan sampah.
- b. Mata bor dengan stang bor disatukan kemudian dikunci dengan alat pengunci sehingga bor benar-benar kuat.
- c. Dengan memutar alat tersebut mata bor dimasukkan ke dalam tanah sehingga mata bor berisi tanah.
- d. Setelah mata bor penuh dalam tanah maka stang bor ditarik keluar.
- e. Kemudian contoh tanah diambil dan dicatat kedalamannya dari permukaan tanah

Cara pengambilan contoh tanah

1. Pengambilan contoh tanah terganggu :
  - a. Diambil untuk setiap lapisan tanah
  - b. Diambil yang dapat mewakili setiap lapisan yang ditentukan dari pemeriksaan
  - c. Contoh tanah yang diambil dimasukkan kedalam kantong plastik dan dibuat tanda pengenalnya.
2. Pengambilan contoh tanah tidak terganggu.

#### Uji Berat Isi ( *Unit Weight Test* )

Hasil Uji Berat Isi Sampel I

1	Diameter of Tube (d)	cm	6.50
2	Hight of Soil (h)	cm	29.40
3	Weight of Tube (W1)	gr	2,569.00

4	Weight of Tube + Wet Soil (W2)	gr	4,087.00
5	Volume of Soil (V)	cm <sup>3</sup>	975.58
6	Weight of Wet Soil (Wb)	gr	1,518.00
7	Water Content	%	34.25
8	Unit Weight of Wet Soil ( $\rho_b$ )	gr/cm <sup>3</sup>	1.556
9	Unit Weight of Dry Soil ( $\rho_d$ )	gr/cm <sup>3</sup>	1.159
10	Unit Weight of Saturated ( $\rho_{Sat}$ )	gr/cm <sup>3</sup>	1.705
11	Specific Gravity (Gs)	-	2.553
12	Void Ratio (e)		1.2030
13	Porosity (n)	-	0.5461
14	Degree of Saturation (Sr)	%	72.69

Desripsi Tanah : Sandy Silty Clay

#### Hasil Uji Berat Isi Sampel II

1	Diameter of Tube (d)	cm	6.50
2	Hight of Soil (h)	cm	31.40
3	Weight of Tube (W1)	gr	260400
4	Weight of Tube + Wet Soil (W2)	gr	4,227.00

5	Volume of Soil (V)	cm <sup>3</sup>	1,041.95
6	Weight of Wet Soil (Wb)	gr	1,623.00
7	Water Content	%	36.82
8	Unit Weight of Wet Soil ( $\rho_b$ )	gr/cm <sup>3</sup>	1.558
9	Unit Weight of Dry Soil ( $\rho_d$ )	gr/cm <sup>3</sup>	1.138
10	Unit Weight of Saturated ( $\rho_{Sat}$ )	gr/cm <sup>3</sup>	1.695
11	Specific Gravity (Gs)	-	2.569
12	Void Ratio (e)		1.2562
13	Porosity (n)	-	0.5568
14	Degree of Saturation (Sr)	%	75.29

Desripsi Tanah : Sandy Silty Clay

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembangunan Jalan Tol Medan Binjai Seksi I Tanjung Mulia – Helvetia sepanjang 2.75 kilo meter dioperasikan sejak 6 Mei 2019. Untuk mencapai elevasi desain perkerasan pada badan jalan, maka tanah asli pada lokasi jalan harus ditimbun, dengan tinggi timbunan dibuat 5,8 meter. Permasalahan tanah timbunan adalah lamanya waktu konsolidasi pada tanah dasar. Sehingga pada penelitian ini sampel tanah diambil di tanah dasar timbunan.

Akibat beban tanah timbunan maka tanah dasar akan mengalami penurunan. Besarnya penurunan bergantung pada parameter konsolidasi. Mengingat tanah asli pada lokasi pembangunan jalan tol

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. Apabila 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 membuang tanah lunak tersebut serta menggantinya dengan material yang lebih bagus. Apabila hal ini dilakukan maka masalah stabilitas dan penurunan dapat dihindari. Timbunan badan jalan diatas tanah lunak akan mengalami penurunan yang besar dan kemungkinan runtuh akibat kurangnya daya dukung tanah lunak terhadap beban timbunan, hal ini dapat merusak perkerasan jalan.

Penurunan konsolidasi tanah di bawah timbunan akan menyebabkan melengkung atau turunnya permukaan atas timbunan, sehingga merusak perkerasan. Untuk menghindari masalah ini, maka saat pembangunan timbunan, penurunan dipercepat agar gerakan penurunan tanah selesai sebelum dilakukannya pembangunan perkerasan jalan.

## 5. SIMPULAN

Dari hasil perhitungan pada tabel 4.4 dan 4.5, tentang lamanya waktu konsolidasi pada tanah timbunan dengan kedalaman 580 cm. Hasil perhitungan menunjukkan :

1. Untuk nilai koefisien konsolidasi yang berbeda pada kedalaman yang sama menghasilkan lamanya waktu konsolidasi yang berbeda :
  - a. Sampel I  $C_v = 0,00767$  pada kedalaman 580 cm untuk :  $U_v 10\%$  lamanya waktu konsolidasi  $t = 350,873$  detik = 4,061 hari  $U_v 90\%$  lamanya waktu konsolidasi  $t = 37192594,524$  detik = 430,469 hari
  - b. Sampel II  $C_v = 0,00674$  pada kedalaman 580 cm untuk :  $U_v 10\%$  lamanya waktu konsolidasi  $t = 399,287$  detik = 4,621 hari  $U_v 90\%$  lamanya waktu konsolidasi  $t = 42324510,385$  detik = 489,867 hari
2. Semakin kecil nilai koefisien konsolidasi  $C_v$  maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk proses konsolidasi.
  - a. Sampel I  $C_v = 0,00767$  pada kedalaman 580 cm untuk :  $U_v 90\%$  lamanya waktu konsolidasi  $t = 430,469$  hari
  - b. Sampel II  $C_v = 0,00674$  pada kedalaman 580 cm untuk :  $U_v 90\%$  lamanya waktu konsolidasi  $t = 489,867$  hari
3. Perbedaan nilai derajat konsolidasi pada kedalaman yang sama dengan nilai koefisien konsolidasi yang sama memberikan nilai waktu konsolidasi yang berbeda.
4. Semakin tinggi derajat konsolidasi maka waktu yang dibutuhkan untuk proses konsolidasi akan semakin lama.

## Saran

1. Pengujian laboratorium yang benar dapat memberikan nilai parameter yang lebih akurat terhadap perhitungan.
2. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, dibutuhkan parameter yang akurat juga. Untuk itu dalam pengerjaan uji laboratorium harus didukung peralatan yang baik

sehingga hasil yang didapat dari uji tersebut lebih akurat.

3. Pengambilan sampel tanah (*undisturbed*) dilakukan dengan baik dengan meminimalkan kondisi terganggu. Sehingga tanah yang akan diuji benar-benar tidak terganggu.
4. 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.
- Barja 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
- Djatomiko Soedarmo dan Ir. Edy Purnomo, S.J. Ir. *Mekanika Tanah II*, Penerbit Kanisius. Yogyakarta, 1997.
- Karl Terzaghi 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.