

# ANALISIS STABILITAS TANAH SUBGRADE PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL JAKARTA-CIKAMPEK 2 SELATAN PAKET 3

(<sup>1</sup>) Doni Haidar Nur , M.T, (<sup>2</sup>) Yoan Hovandinata Sembiring

Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Jayabaya, Jakarta,  
Indonesia

## ABSTRACT

*Subgrade soil is the foundation for pavements, both pavements on traffic lanes and shoulders. Thus, the subgrade is the final construction that receives the vehicle load distributed by the pavement. In simple cases, subgrade consists of natural soil without treatment; whereas in other, more common cases, subgrade consists of the original soil in the excavation or the top of the embankment which is compacted. As a land transportation infrastructure, pavement must have a surface that is always flat and rough, so that road users can feel comfortable and safe. Because it is built on subgrade soil, the pavement performance will be greatly influenced by the quality of the subgrade soil. The purpose of this paper is to determine whether the road foundation is sufficiently used with the existing soil, to carry out subgrade improvement and the use of geotextile and geogrid for subgrade improvement. The data and information used are primary data from the Jakarta Cikampek 2 Selatan Paket 3 obtained from the results of soil tests in the field. The determination of the geotextile to be used is based on the results of the CBR test and the calculation of the load to be received by the geotextile and will also determine the type of geotextile to be used. The results obtained for the value of  $T = 23,951 \text{ Kn/m}$ , then Geotextile Type GM-150 was used. By using non-woven geotextile as a separator at sta. 35+800 to 36+000 to avoid excessive replacement of soil layer thickness that does not meet specifications (soil with large compression properties), so that in terms of cost and implementation time it is more economical.*

*Keywords : soil improvement, geotextile woven, subgrade*

## Pendahuluan

Tanah dasar merupakan pondasi bagi perkerasan baik perkerasan yang terdapat pada jalur lalu-lintas maupun bahu. Dengan demikian, tanah dasar merupakan konstruksi terakhir yang menerima beban kendaraan yang

disalurkan oleh perkerasan. Pada kasus yang sederhana, tanah dasar terdiri atas tanah asli tanpa perlakuan; sedangkan pada kasus lain yang lebih umum, tanah dasar terdiri atas tanah asli pada galian atau bagian atas timbunan yang dipadatkan. Sebagai prasarana

transportasi darat, perkerasan harus mempunyai permukaan yang selalu rata dan kesat, agar para pengguna jalan dapat merasa nyaman dan aman (safe). Karena dibangun pada tanah dasar, maka kinerja perkerasan akan sangat dipengaruhi oleh mutu tanah dasar.

Dalam merencanakan jalan tol harus diperkirakan juga kondisi tanah yang ada pada lokasi pembangunan jalan tersebut, karena tanah merupakan material yang sangat berpengaruh dalam suatu pekerjaan konstruksi, dan di tiap-tiap daerah tidak akan memiliki sifat tanah yang sama dengan daerah lainnya. Kondisi tanah yang sering menjadi kendala dan relatif banyak dijumpai adalah tanah yang memiliki sifat kembang susut yang tidak seragam, sehingga akan berpengaruh pada kapasitas dukungnya, ini disebabkan karena tanah memiliki nilai Swelling yang besar dan nilai CBR nya yang relatif kecil. Melihat kondisi tanah seperti itu maka penulis mencoba untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang merugikan tersebut. Sample tanah yang digunakan pada penelitian ini berasal dari jalan tol Jakarta Cikampek 2 Selatan Paket 3. Parameter-parameter yang

ditinjau meliputi parameter nilai batas-batas konsistensi, nilai swelling dan CBR rendaman.

Dalam pekerjaan tanah harus diketahui apakah tanah pada lokasi tersebut bisa digunakan untuk menjadi lapisan dasar pondasi pada jalan tol tersebut, atau tidak sama sekali. Dan jika tanah tersebut tidak memenuhi syarat untuk menjadi lapisan pondasi dasar, apakah solusi yang harus diambil sehingga membuat tanah pada lokasi tersebut layak untuk dibuat lapisan dasar pada jalan tol. Apakah dengan melakukan perubahan material, atau dengan menggunakan geotekstil, atau bisa juga dengan menggunakan triaxial geogrid.

Adapun tujuan dari penulisan ini yaitu,

- a. Menentukan apakah pondasi jalan sudah cukup dipakai dgn tanah yg ada
- b. Diadakan perbaikan tanah dasar
- c. Penggunaan geotextile dan geogrid untuk perbaikan tanah dasar

Adapun manfaat penulisan penelitian adalah untuk mendapatkan tanah dasar yang stabil pada semua kondisi. Dan juga untuk memperbaiki

kondisi tanah pondasi itu, kemudian mengambil tindakan yang tepat terhadap masalah-masalah seperti ; penurunan, daya dukung, gesekan, dan lain-lain.

### **Tinjauan Pustaka**

Pengertian tanah adalah pondasi pendukung suatu bangunan, atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri seperti tanggul atau bendungan, atau kadang-kadang sebagai sumber penyebab gaya luar pada bangunan, seperti tembok/ dinding penahan tanah. Jadi tanah itu selalu berperan pada setiap pekerjaan teknik sipil. (Sosrodarsono dkk, 1990). Menurut Hardiyatmo (1992), tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*), yang terletak diatas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antar butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida- oksida yang mengendap diantara partikel – partikel. Ruang diantara partikel – partikel dapat berisi air, udara ataupun keduanya. Proses pelapukan batuan atau proses geologi yang terjadi di dekat permukaan bumi membentuk tanah. Pembentukan tanah dari batuan dari batuan induknya

dapat berupa proses fisik maupun kimia. Proses pembentukan tanah secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel – partikel yang lebih kecil, terjadi akibat pengaruh erosi, angin, air, es, manusia, atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Partikel – partikel mungkin berbentuk bulat, bergerigi maupun bentuk – bentuk diantaranya. Umumnya, pelapukan akibat proses kimia terjadi oleh pengaruh oksigen, karbondioksida, air (terutama yang mengandung alkali) dan proses kimia yang lain. Jika hasil pelapukan masih berada di tempat asalnya, maka tanah ini disebut tanah residual (*residual soil*) dan apabila tanah berpindah tempatnya, disebut tanah terangkut (*transported soil*).

Terdapat dua sistem klasifikasi yang sering digunakan, yaitu *Unified Soil Classification System* dan AASHTO (*American Association Of State Highway and Transportation Officials*). Sistem – sistem ini menggunakan sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan indeks plastisitas. Klasifikasi tanah dari *System Unified* mula pertama diusulkan Casagrande (1942), Kemudian direvisi

oleh kelompok teknisi dari USBR (*Unites State Bearue of Reclamation*). dalam bentuk yang sekarang, sistem ini banyak digunakan oleh berbagai konsultan geoteknik.

### **Metodologi**

Pada umumnya, perkerasan jalan terdiri dari beberapa jenis lapisan perkerasan yang tersusun dari bawah ke atas, sebagai berikut :

1. Lapisan tanah dasar (sub grade)
2. Lapisan pondasi bawah (subbase course)
3. Lapisan pondasi atas (base course)
4. Lapisan permukaan / penutup (surface course)

Lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya. Menurut Spesifikasi, tanah dasar adalah lapisan paling atas dari timbunan badan jalan setebal 30 cm, yang mempunyai persyaratan tertentu sesuai fungsinya, yaitu yang berkenaan dengan kepadatan dan daya dukungnya (CBR). 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 dan lain lain.

Ditinjau dari muka tanah asli, maka lapisan tanah dasar dibedakan atas :

1. Lapisan tanah dasar, tanah galian.
2. Lapisan tanah dasar, tanah urugan.
3. Lapisan tanah dasar, tanah asli.

CBR (California Bearing Ratio) adalah suatu cara untuk menilai kekuatan (daya dukung) tanah subgrade atau base course untuk keperluan konstruksi jalan raya. Cara ini dikembangkan oleh California Division Of Highway pada tahun 1929, dan selama Perang Dunia II, Kelompok Ahli Teknik Amerika menggunakannya untuk perencanaan konstruksi landasan terbang. (Bowles, 1984).

Untuk mengetahui peningkatan kekuatan geser tanah pada suatu kepadatan dan kadar air tertentu, biasanya dinyatakan dalam nilai CBR yaitu merupakan nilai daya dukung tanah yang dihasilkan dari perbandingan antara beban percobaan (test load) dengan beban standart (standard load), dinyatakan dalam persen. (G. Djatmiko S. 1997)

$$CBR = \frac{P_T}{P_S} \times 100\%$$

Dimana :

PT = beban percobaan (test load)

PS = beban standar (standar load)

Geotextile terdiri dari dua jenis yaitu geotextile non woven dan woven.

A. Geotextile (Geotekstil) Non Woven, atau disebut Filter Fabric (Pabrik) adalah jenis Geotextile yang tidak teranyam, berbentuk seperti karpet kain. Umumnya bahan dasarnya terbuat dari bahan polimer Polyesther (PET) atau Polypropylene (PP).

B. Geotextile (Geotekstil) Woven adalah jenis Geotextile yang teranyam. Bahan dasar pembuatannya biasanya Polypropilene (PP). Untuk mempermudah visualisasi, Geotextile Woven ini mirip dengan karung beras (bukan yang dari bahan goni) tetapi berwarna hitam.

### Hasil dan Pembahasan

Dalam perencanaan jalan tol dengan perkuatan geotextile dan geogrid, parameter-parameter diambil dari Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta Cikampek 2 Selatan Paket 3,

STA 34+150 sampai dengan STA 62+000 yang berlokasi di daerah Taman Mekar, Karawan sampai dengan Sadang, Purwakarta. Jalan tol ini akan dibangun di atas tanah dasar dengan timbunan ± 4,5 meter, maka diperlukan geotextile baik digunakan sebagai separator dan geogrid digunakan sebagai Perkuatan (reinforcement) dan Stabilisasi (stabilization).

### 3.1. Analisis Stabilitas Tanah Subgrade

Pelaksanaan pembangunan jalan dengan melakukan pembangunan di atas tanah subgrade, akan menghadapi dua masalah geoteknik yaitu: daya dukung tanah dan penurunan tanah. Karena kekuatan geser tanah yang sangat rendah, sehingga daya dukung tanah tersebut sangat rendah; dipandang dari segi daya dukung jangka panjang tanah tersebut tidak mampu untuk mendukung beban akibat timbunan serta akan menimbulkan penurunan yang relative cukup besar.

### 3.2. Analisis perencanaan

Parameter-parameter tanah yang digunakan dalam perencanaan ini

diambil dari hasil pengeboran di lapangan yaitu sebagai berikut:

**Data tanah dasar :**

Kohesi : 1,3 T/m<sup>2</sup>  
 Sudut geser : 11,6°  
 Berat volume : 1,62 T/m<sup>3</sup>

**Data tanah embankment :**

Kohesi : 1,6 T/m<sup>2</sup>  
 Sudut geser : 24,7°  
 Berat volume : 1,75 T/m<sup>3</sup>

**Data perencanaan :**

Tinggi timbunan : 1 m  
 Sudut kemiringan : 53 °  
 Beban rencana : 5,25 T/m'

**3.3. Menentukan jenis geotextile dan geogrid triaxial yang akan digunakan**

Data Lapisan yang berada diatas Geotextile Tanah timbunan (lempung berpasir)  
 Berat volume tanah timbunan (y) = 17 kN/m<sup>3</sup>  
 Tebal tanah timbunan (d<sub>1</sub>) = 1000 mm  
 Lebar tanah timbunan (L) = 13,2 m  
 Lapisan pondasi atas (Drainase Layer)  
 Berat volume lapisan pondasi atas (y) = 25 kN/m<sup>3</sup>

Tebal lapisan pondasi atas (d<sub>3</sub>) = 150 mm  
 Lebar lapisan pondasi atas (l<sub>3</sub>)= 11,9 m  
 Lapisan permukaan (Lean Concrete)  
 Berat volume beton (y)= 23 kN/m<sup>3</sup>  
 Tebal lapisan beton (d<sub>4</sub>) = 100 mm  
 Lebar lapisan beton (L) = 11,7 m  
 Lapisan permukaan (Rigid)  
 Berat volume beton (y)= 23 kN/m<sup>3</sup>  
 Tebal lapisan beton (d<sub>4</sub>)= 300 mm  
 Lebar lapisan beton (L) = 9,2 m

Sudut yang terbentuk akibat pengaruh pendistribusian beban kendaraan pada tiap lapisan diamsusikan mempunyai sudut yang sama. Komponen tekanan arah vertikal di atas lembaran geotekstil:

q = q akibat beban roda + q akibat berat sendiri lapisan perkerasan

$$\begin{aligned}
 q &= (P / 2 (B + 2h \tan \alpha)(L + 2h \tan \alpha)) + \gamma h_n \\
 &= ( 80 / 2( 0,2 + 2 \times 1,3 \tan 26^0 ) \times ( 0,25 + 2 \times 1,3 \tan 26^0 ) ) + ( 1 \times 17 ) + ( 0,15 \times 25 ) + ( 0,1 \times 23 ) + ( 0,3 \times 23 ) \\
 &= (80 / 2(1,468 \times 1,518)) + ( 0,51 + 3,75 + 2,3 + 6,9 ) \\
 &= 17.95 + 29.95 \\
 &= 47,9 \text{ kN / m}^2
 \end{aligned}$$

Tegangan horisontal yang terjadi pada geotekstil akibat berat konstruksi badan jalan dan beban kendaraan adalah :

$$\begin{aligned}\sigma_h &= q \cdot K_a \\ &= q \cdot \tan^2(45^\circ - \phi / 2) \\ &= 47,9 \cdot \tan^2(45 - 30/2) \\ &= 15,967 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Kuat tarik yang terjadi selebar bidang kontak antara geotekstil dengan badan jalan adalah :

$$\begin{aligned}T \text{ Tarik geotekstil} &= \sigma_h \cdot b \\ &= 15,967 \times 13,2 \\ &= 210,764 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

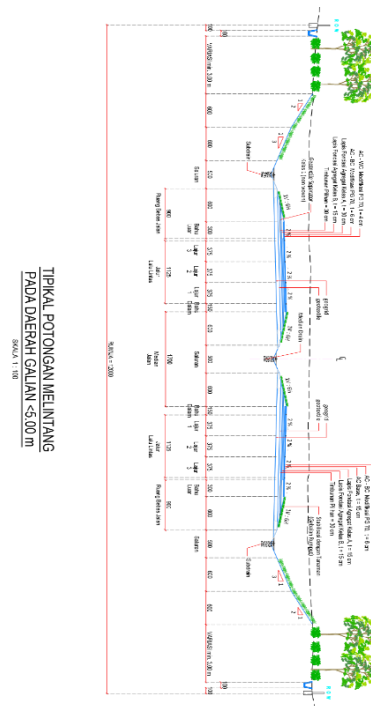
Peninjauan kuat tarik geotekstil untuk 1m lebar adalah :

$$\begin{aligned}T \text{ Tarik geotekstil untuk 1m lebar} &= \sigma_h \cdot b \cdot SF \\ &= 15,967 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 \cdot 1,5 \\ &= 23,951 \text{ kN/m} < 26,20 \quad (\text{OK})\end{aligned}$$

Perhitungan dimensi tanah timbunan yang berfungsi sebagai pengikat geotekstil ditinjau untuk 1m panjang adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}W \text{ tanah pengikat} &= \gamma \cdot b \cdot h \\ &= 17,1,25 \cdot 1 \\ &= 21,25 \text{ kN/m} > 20,846 \text{ kN/m}'\end{aligned}$$

Kesimpulan dari nilai  $T = 23,951 \text{ Kn/m}$ , maka digunakan **Geotextile Type GM-150**.



**Gambar 4.1** Potongan Melintang Konstruksi Jalan Berdasarkan hasil pengeboran titik DB 6, didapatkan analisa yaitu:

1. Pada kedalaman 2 – 8.5 m nilai N-SPT = 5 - 8, tanah jenis lempung kelanauan, warna coklat kelabu, konsistensi sedang.
2. Pada kedalaman 8.5 - 11 m nilai N-SPT = 20 - 55, batu pasir warna hitam kelabu, konsistensi padat sampai dengan sangat padat.

3. letak muka air tanah pada kedalaman -6.0 m dari permukaan tanah.

### **Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari analisa ini adalah

1. Tanah existing yang ada tidak seluruhnya dapat dipakai untuk pondasi jalan.
2. Harus dilakukan penanganan khusus pada kondisi tanah yang tidak memenuhi spesifikasi dari hasil test uji tanah dengan CBR kurang dari 4.
3. Dengan dipergunakannya geotextile non-woven sebagai separator pada sta. 35+800 sampai dengan 36+000 untuk menghindari pergantian tebal lapisan tanah yang tidak memenuhi spesifikasi (tanah dengan sifat pemampatan yang besar) secara berlebihan, sehingga dipandang dari segi biaya dan waktu pelaksanaan yang lebih ekonomis.

Jadi dengan mengkombinasikan penggunaan geotextile non-woven dan geogrid triaxial maka tercapailah dua tujuan utama untuk menstabilisasikan tanah lunak pada daerah timbunan.

### **Saran**

1. Dalam memilih metoda stabilisasi tanah subgrade khususnya tanah

yang tidak memenuhi spesifikasi perlu dilakukan pertimbangan secermat mungkin. Agar makna pencapaian dalam suatu pekerjaan konstruksi yakni: biaya, mutu, dan waktu dapat tercapai secara efisien. Tanah subgrade memegang peran yang sangat penting dalam konstruksi jalan.

2. Tujuan perbaikan tanah tersebut adalah untuk mendapatkan tanah dasar yang stabil pada semua kondisi. Namun, sebelum memilih metoda yang akan diterapkan perlu dilakukan penelitian serta pengamatan yang cermat agar 3 (tiga) sasaran utama yakni : biaya, mutu, dan waktu dapat tercapai.

### **Daftar Pustaka**

- ASTM D 2487 – 11; *Standart Practice For Classification Of Soil For Engineering Purposes*
- Didiek Djarwadi; *Konstruksi Jalan diatas Tanah Lunak Dengan Perkuatan Geotextile, International Civil Engineering Conference “Towards Sustainable Civil Engineering Practice” Surabaya, August 25-26, 2006*

- EUPAVE (European Concrete Paving Association); Soil Improvement & Stabilisation.
- Hardiyatmo, H. C. 1992. *Mekanika Tanah I*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hendarsin, Shirley L. *Geoteknik dan Mekanika Tanah* (Penyelidikan lapangan dan laboratorium) Penerbit Nova. Bandung; 1994
- Hendarsin, Shirley L. *Perencanaan Teknis Jalan Raya*, Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil Bandung; 2000
- Karl Terzaghi; *Theoretical Soil Mechanics*; John Wiley and sons. Inc;1943
- L. D. Wesley; *Mekanika Tanah*; cetakan ke VI Jakarta; Badan Penerbit Pekerjaan Umum; 1997
- S. Sosrodarsono dan Nakazawa, (1990), *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- T. W. Lambe; *Soil Testing For Engineers*; John Wily and sons; Inc. New York, 1960  
[www.geofabrics.com.au](http://www.geofabrics.com.au); Tensar. Triax Geogrids