**Evaluasi Perbaikan Tanah Menggunakan Geotekstil Untuk
Meningkatkan Stabilitas Tanah Lapisan
Subgrade Pekerjaan Jalan**

***Evaluation Of Land Repair Using Geotekstil To Improve Land Stability
Of Subgrade Layer Road Work***

Mhd Khuzeir Z Lubis* & Kamaluddin lubis

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Medan Area, Indonesia

Diterima: 04-07-2019; Disetujui: 14-08-2019; DiPublish: 10-09-2019

*Corresponding author: mhd.khuzeir@gmail.com

Abstrak

Salah satu permasalahan utama pada konstruksi bangunan adalah penurunan tanah yang besar. Penurunan yang besar tersebut disebabkan oleh penurunan pada tanah. Kondisi tanah dasar yang jelek berupa tanah lempung, perlu dilakukan upaya perbaikan tanah dasar agar mampu mendukung beban konstruksi. Salah satu metode yang digunakan sebagai perbaikan tanah adalah dengan geotekstil. Jenis geotekstil yang dipakai pada pekerjaan proyek konstruksi jalan tol Medan-Kualanamu-Tebing Tinggi, Parbarakan-Lubuk Pakam Sta.42+750-Sta.47+600 adalah geotekstil PP woven polypropylene. Tipe geotekstil dilapangan menggunakan geotekstil Non woven, sedangkan dikajian ini geotekstil polypropylene woven, Kekuatan tarik Non woven 20 kN/m diperlukan 1 lapis geotekstil sedangkan kekuatan tarik Polypropylene woven 30 kN/m diperlukan 2 lapis geotekstil. Dari perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan geotekstil dapat dijadikan sebagai salah satu perbaikan dan perkuatan tanah.

Kata Kunci : Geotekstil; Stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah; Stabilitas internal; Stabilitas tanah pondasi; Kuat tarik ultimit geotekstil

Abstract

At the stage of a construction work one of the main problems in soft soil is the large land decline. The large decrease is due to the decrease in soil. The condition of poor base soil in the form of clay soil needs to be done to improve the basic soil to be able to support the construction load. One method used as land improvement is by geotextiles. The type of geotextile used in the construction of the Medan-Kualanamu-Tebing Tinggi toll road project, Parbarakan-Lubuk Pakam Sta.42 + 750-Sta.47 + 600 is a geotextile PP woven polypropylene. The geotextile type uses non woven geotextile while the study is geotextile polypropylene woven, Non woven tensile strength 20 kN / m required 1 layer of geotextile while tensile strength Polypropylene woven 30 kN / m required 2 layers of geotextile. From these calculations can be concluded that the use of geotextiles can be used as one of the repair and retrofitting.

Keywords : Geotextile; Stability against soil degradation; Internal Stability; Stability of foundation soil; Geotextile ultimate tensile strength

How to Cite: Lubis, Mhd.Khuzeir, Kamaluddin, Lubis, dan Subur, Panjaitan. (2019), Evaluasi Perbaikan Tanah Menggunakan Geotekstil Untuk Meningkatkan Stabilitas Tanah Lapisan Subgrade Pekerjaan Jalan. *JCEBT (Journal of Civil Engineering, Building and Transportation)*. 3 (2): 71-81

PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya era pembangunan, bentuk-bentuk konstruksi semakin bermacam-macam. Untuk membangun tipe konstruksi yang memerlukan suatu area yang cukup luas, contohnya konstruksi jalan raya naik turun terlalu terjal seperti bergelombang dapat membahayakan kendaraan bermotor karna faktor jarak pandang dari pengemudi kendaraan tersebut. Tetapi di lapangan, ketinggian muka tanah tidak selalu sama. Oleh karena itu diperlukan suatu timbunan untuk menyamakan elevasi dari tanah tersebut.

Dengan timbun pada badan jalan ada mencapai 2,40 m, tanah eksisting merupakan lapisan tanah sangat lunak sampai lunak, muka air tanah yang tinggi dan struktur timbun yang akan dibangun di atasnya sangat vital, maka pekerjaan timbunan tersebut harus dipersiapkan dan dilaksanakan dengan cermat agar tidak menimbulkan masalah teknik dikemudian hari. Dengan memperhatikan kondisi tersebut dan agar dapat diyakini bahwa timbunan yang akan dibangun dapat sesuai dengan target perencanaan terhadap kondisi lapangan saat ini. Tujuan dari kajian ini adalah sebagai persiapan suatu bahan teknik awal pelaksanaan pekerjaan timbunan badan jalan akses untuk mengantisipasi permasalahan yang mungkin terjadi pada saat pelaksanaan pembangunan maupun pada saat jalan tol beroperasi.

Hasil kajian menunjukkan bahwa di lokasi jalan tol terdapat beberapa permasalahan teknik yaitu ditemukannya lapisan tanah lunak (soft soil) yang cukup tebal, dipandang perlu untuk didiskusikan sehingga tidak sampai berdampak buruk

dalam pelaksanaan proyek. Untuk itu kajian teknik ini berusaha mengidentifikasi permasalahan teknik dan mengusulkannya untuk didiskusikan sehingga pada saat pelaksanaan masalah tersebut sudah diketahui dan dapat dikurangi dampaknya secara maksimal. Untuk mengatasi penurunan akibat timbunan diatas tanah lunak ada berbagai cara untuk mengatasinya. Pada umumnya cara yang digunakan untuk memperbaiki kondisi tanah lunak ada empat macam cara yakni secara fisik, kimia, hidrolis atau dengan bahan perkuatan. Metode geotekstil merupakan salah satu metode teknologi bahan yang digunakan dengan bahan dasar polimer dimana sangat berguna dalam penyelesaian masalah yang berhubungan dengan kestabilan tanah, menambah kekuatan stabilitas tanah dan mencegah penurunan yang tidak merata.

Maksud dari penelitian ini adalah mengevaluasi hasil perhitungan yang diperoleh dilapangan pada pekerjaan jalan tol Medan-Kualanamu-Tebing Tinggi dengan perhitungan geotekstil untuk meningkatkan stabilitas tanah lapisan subgrade dengan geotekstil polypropylene woven. Adapun tujuan adalah untuk membandingkan hasil rancangan penulis dengan hasil dilapangan untuk meningkatkan stabilitas tanah lapisan subgrade pada pekerjaan jalan Tol Medan-Kualanamu-Tebing Tinggi.

Mengevaluasi dan membandingkan stabilitas tanah dasar menggunakan geotekstil dengan geotekstil polypropylene woven. Apakah geotekstil ini dapat meningkatkan stabilitas tanah. Bagaimana hasil perhitungan untuk mendapatkan penggunaan geotekstil yang efisien.

Sesuai dengan permasalahan diatas, maka pembatasan masalah yang diambil oleh penulis adalah tidak membahas mengenai menghitung CBR, data hasil laboatorium tanah, data hasil boring untuk menghindari penyimpangan pengolahan data yang terlalu jauh dan agar pembahasannya tidak terlalu luas serta sesuai dengan kelengkapan perolehan data.

Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) material-material padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel- partikel padat tersebut (Das, 1988) . Sedangkan dalam ilmu mekanika tanah yang disebut dengan tanah ialah semua endapan alam yang berhubungan dengan teknik sipil, kecuali batuan tetap. Endapan alam tersebut mencakup semua bahan dari tanah lempung (clay) sampai berangal (boulder). Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil, di samping itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan.

Menekankan bahwa dari sudut pandang teknik, tanah-tanah itu dapat digolongkan kedalam macam pokok berikut ini: Batu krikil (Gravel), Pasir (Sand), Lanau (Silt), Lempung organik (Clay).

Sebagaimana disebutkan sebelumnya bahwa istilah tanah dalam Mekanika Tanah adalah yang mencakup tanah lempung (clay) sampai dengan batuan (gravel).

Beberapa jenis tanah dapat dijelaskan sebagai berikut: Pasir lepas (loose sand) ialah deposit pasir dengan kepadatan rendah. Apabila pondasi mesin berada diatas pasir lepas, maka getaran mesin akan memadatkannya, sehingga menyebabkan penurunan yang besar. Beban gempa akan menyebabkan pencairan pasir jika pasir tersebut jenuh dan akan menyebabkan penurunan yang besar. Tanah (loess) ialah suatu komposit yang relative uniform, tanah lanau bawaan angin. Tanah (loess) ini mempunyai permeabilitas vertikal yang tinggi, tetapi permeabilitas horizontalnya rendah. Tanah menjadi sangat kompresibel apabila jenuh. Apabila suatu bangunan berada diatas tanah loess maka untuk mencegah jangan sampai terjadi penurunan yang besar setelah bangunan selesai, sebelum pembangunan dimulai lapisan tanah ini dibasahi terlebih dahulu agar terjadi penurunan sebelum pembangunan dimulai. Lempung yang Terkonsolidasi Normal (normally consolidated clay) ialah tanah lempung yang tidak pernah mengalami tekanan yang lebih besar dari pada tekanan yang ada pada saat sekarang, tanah ini pada umumnya sangat kompresibel, mempunyai daya dukung yang rendah dan permeabilitasnya juga rendah. Karena kompressibilitasnya tinggi, tanah ini tidak mampu mendukung bangunan dengan pondasi dangkal. Jadi diperlukan pondasi tiang untuk meneruskan beban bangunan ke lapisan tanah yang lebih dalam yang mempunyai daya dukung yang lebih tuinggi atau menggunakan pondasi pelat dimana berat tanah yang digali untuk basement sama dengan berat bangunan. Bentonit ialah lempung yang mempunyai palsytisitas yang tinggi yang dihasilkan dari dekomposisi abu vulkanis. Tanah ini

sangat ekspansif yang mengembang cukup besar jika komposisinya besar. Hal ini menimbulkan masalah pada pondasi, trotoar dan lain-lain apabila berada di atas lapisan tanah ini karena jika terjadi perubahan musim maka kadar air tanah akan berubah. Gambut ialah bahan organik setengah lapuk berserat. Gambut mempunyai angka pori yang sangat tinggi dan sangat kompresibel. Jika bangunan berada di atas tanah gambut, maka penurunan yang terjadi sangat besar.

Geosintetik terdiri dari dua suku kata, Geo yang berarti tanah dan sintetik berarti tiruan. Jadi geosintetik adalah bahan tiruan (sintetis) atau bahan yang bukan merupakan bahan alami yang digunakan di lingkungan tanah. Berbagai jenis geosintetik telah digunakan di Indonesia sejak tahun 1980an. Bahan sintetis ini dapat berupa bahan-bahan yang berasal dari polimerisasi hasil industri-industri kimia (minyak bumi), bahan baja, semen, serat-serat sintetis, kain dan lain-lain. Secara umum geosintetik ini dapat dikatakan sebagai bahan serat-serat asli atau buatan yang digunakan didalam pekerjaan-pekerjaan yang berhubungan dengan tanah, batuan atau lingkungan tanah/buatan, tetapi arti yang sekarang berkembang, geosintetik adalah bahan sintetis berupa serat-serat sintetis yang dianyam, nir-anyam atau bentuk lain (mat, web dll) yang digunakan dalam pekerjaan-pekerjaan tanah. Dengan sifat-sifat yang tahan terhadap senyawa senyawa kimia, pelapukan, keausan, sinar ultra violet dan mikro organism. Polimer utama yang digunakan untuk pembuatan geosintetik adalah polyester (PS), Polyamide (PM), Polypropylene (PP) dan Polyethylene (PE). Jadi istilah geosintetik secara umum didefinisikan sebagai bahan

polimer yang diaplikasikan di tanah. (Suryalelono, 1988).

Geotekstil adalah material lembaran yang dibuat dari bahan tekstil polymerik, bersifat lolos air, yang dapat berbentuk bahan nir-anyam (non woven), rajutan atau anyaman (woven) yang digunakan dalam kontak dengan tanah/batu dan/atau material geoteknik yang lain di dalam aplikasi teknik sipil. Material yang digunakan untuk geosintetik, terutama berasal dari industry plastic, yaitu polymer, walaupun kadang-kadang karet, fiberglass dan material yang lain jugak digunakan. Di pasaran, geosintetik terdiri dalam berbagai bentuk geometrid dan komposisi polymer yang berbeda untuk memenuhi kebutuhan yang sangat banyak. Semua geotekstil, umumnya dibuat dari bahan yang kuat, awet, yang bahan dasarnya tahan terhadap reaksi kimia, pengaruh cuaca dan proses penuaan.

Biasanya geotekstil ini dimanfaatkan untuk membuat tanah menjadi lebih stabil. Kegunaannya yang lainnya, geotekstil kerap dipakai pula untuk memperkuat tanah yang lunak, menahan beban yang besar, memisahkan lapisan pelindung, dan meningkatkan kekuatan timbunan tanah. Kelebihan dari metode ini yaitu pengerjaannya yang memakan waktu relative singkat dan biaya yang harus dikeluarkan pun lebih murah dari pada penimbunan tanah secara konvensional.

Beberapa fungsi dari geotekstil antara lain untuk perkuatan tanah lunak, untuk konstruksi teknik sipil yang mempunyai umur rencana cukup lama dan mendukung beban yang besar seperti jalan rel dan dinding penahan tanah, sebagai lapangan pemisah, penyaring, drainase dan sebagai lapisan pelindung. Geotekstil umumnya

berbentuk seperti kain dengan lebar 2 sampai 5 meter, dan panjang antara 50 sampai 200 meter, dikemas dalam bentuk rol atau bentuk-bentuk lain.

Salah satu bahan geosintetik yang banyak digunakan dalam pekerjaan tanah adalah geotekstil. Geotekstil merupakan material lolos air atau material tekstil buatan pabrik yang dibuat dari bahan sintetik seperti, polypropylene ($\pm 92\%$), polyester ($\pm 5\%$), polymide ($\pm 2\%$), polyethylene ($\pm 1\%$). Polyene dan polypropylene adalah polyolefins yang diantaranya mempunyai kerapatan kurang dari 1000 kg/m³. Seperti diterangkan bahwa geotekstil adalah bahan yang dihamparkan diatas tanah, adapun fungsi dari geotekstil dalam usaha perbaikan tanah dasar sebagai berikut: Pemisah (Separation) Dipakainya geotekstil maka dapat memisahkan antara tanah timbunan dan tanah dasar di bawahnya. Apabila tidak memakai geotekstil material timbunan akan turun ke bawah akibat beban dari atas dan juga akibat berat sendiri dari timbunan itu. Untuk mengatasi masalah ini digunakan geotekstil sebagai pemisah keuntungan yang didapat: Mempercepat tercapainya tegangan tanah timbunan ke dalam tanah dasar. Mencegah turunnya tanah timbunan ke dalam tanah dasar sehingga volume timbunan tidak berubah. Lebih mudah dilakukan pemadatan. Penyaring (Filtration) Terkait dengan fungsi filtrasi, maka geotekstil berfungsi sebagai filter mencegah masuknya air dan butiran halus dari tanah dasar kedalam lapisan dasar timbunan. Pada saat yang sama, geotekstil juga harus bisa menahan tanah timbunan agar material timbunan tidak ikut bersama aliran, sehingga susunan material timbunan dan tanah dasar dapat terjaga.

METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data pada penelitian ini di dukung oleh data yang diperoleh dari berbagai sumber, antara lain : Studi literatur, merupakan pengumpulan data dari buku, makalah, jurnal dan catatan kuliah yang berkaitan dengan studi, data primer, merupakan data utama yang diperlukan dalam penelitian ini. Data primer berupa data perencanaan dan gambar rencana yang didapat dari PT. Waskita Karya, data sekunder, merupakan data pendukung yang dibutuhkan dalam penyusunan skripsi ini. Data sekunder ini berupa sasaran penelitian pada kegiatan keproyekan PT. Waskita Karya, mengadakan Tanya jawab dengan instansi terkait dan pihak-pihak yang paham akan skripsi ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Geotekstil Dilapangan

Pada tanah dasar lokasi badan jalan dijumpai lapisan tanah berbutir halus, bersifat undrained yang cukup tebal. Ketebalan lapisan tanah ini bervariasi mulai dari 7,80 m sampai dengan 11,60 m. Konsistensi lapisan tanah mulai dari lunak sampai medium dan bersifat compressibel. Jenis tanah yang dijumpai terdiri dari lempung dengan plastisitas sedang sampai tinggi, lanau dengan plastisitas rendah sampai tinggi dan pasir berlanau (CH, CL, MH, ML, dan SM).

Di lapisan tanah yang compressibel ini dijumpai lapisan tanah pasir ataupun pasir berlanau yang bersifat drained. Secara umum lapisan pasir ini susunan kepadatannya ditemukan dari kondisi medium sampai padat dan sangat padat sesuai dengan pertambahan kedalamannya.

Penyelidikan tanah telah dilakukan pada trase jalan tol Sta. 42+750 s/d Sta. 43+400 untuk mengevaluasi kondisi timbunan berupa boring, SPT, pengambilan sampel tanah tidak terganggu dan Sondir ringan. Penyelidikan tanah untuk Bor mesin dilakukan sebanyak 3 (tiga) titik yaitu BM-10 Sta. 42+825, BM-11 Sta. 42+900 dan BM-12 Sta. 42+900. Pengujian yang telah dilakukan pada lokasi ini adalah identifikasi tanah, SPT setiap kedalaman 2 m, pengambilan sampel tidak terganggu (undisturb sample) untuk masing-masing 1 bor sebanyak 1 sampel dan test laboratorium.

Kondisi Tanah Dasar (sub grade) pada trase jalan tol ini berdasarkan data pengeboran BM-10, BM-11 dan BM-12 yang diperlihatkan pada Gambar 2.1. sampai dengan Gambar 2.3. Terlihat bahwa lapisan tanah permukaan umumnya adalah lapisan tanah lempung yang kemudian ditemukan lapisan lempung kepasiran ataupun lapisan lempung berpasir. Pada kedalaman 7,75 m sampai 8,00 dijumpai lapisan tanah pasir dengan tingkat kepadatan medium hingga padat (nilai N-SPT minimal berkisar 12-31).

Walaupun pengeboran ini tidak dilakukan pada jalan akses, tetapi data-datanya masih dapat digunakan untuk mengevaluasi timbunan pada jalan akses. Data ini dapat digunakan sebagai pembandingan saat mengevaluasi timbunan pada jalan akses yang penyelidikan tanahnya dilakukan dengan alat sondir. Berdasarkan hasil sondir diketahui terlihat bahwa lapisan tanah permukaan umumnya didominasi oleh lapisan tanah lempung, lempung berlanau ataupun lempung berpasir. Ketebalan lapisan tanah

yang bersifat undrained pada lokasi jalan akses ini bervariasi antara 7,80 m sampai dengan 11,60 m. Pada kedalaman yang lebih besar dari 7,80 m sampai 11,60 dijumpai lapisan tanah pasir ataupun tanah pasir berlanau dengan tingkat kepadatan medium hingga padat (nilai sondir minimal berkisar 40 kg/Cm²-100 kg/Cm²). Muka air tanah pada waktu penyelidikan tanah juga bervariasi yaitu antara 1,00 m sampai 2,40 m di bawah muka tanah.

Tebal lapisan tanah lunak (soft soil) untuk pergantian material yang ditentukan berdasarkan nilai perlawanan penetrasi konus $q_c < 10$ kg/Cm² juga bervariasi antara 0,8 m sampai dengan 2,4 m.

Umumnya di setiap titik sondir ditemukan lapisan lensa padat dan lapisan lensa tanah lunak (soft soil). Lapisan lensa padat ditemukan setelah lapisan lempung lunak (soft soil) dengan kedalaman antara 1,00 m sampai dengan 5,00 m dari permukaan tanah. Ketebalan lapisan lensa ini bervariasi antara 1,0 m -5,0 m dan perlawanan penetrasi konus q_c antara 15 kg/Cm²-35 kg/Cm². Di bawah lapisan lensa padat ini dijumpai lapisan lensa tanah lunak (soft soil) dengan ketebalan yang bervariasi antara 0,8 m- 4,6 m dengan nilai perlawanan penetrasi konus $q_c = 5$ kg/Cm² -10 kg/Cm². Lapisan ini dijumpai pada kedalaman 2,40 m-6,80 m di bawah muka tanah. Diharapkan pada waktu penimbunan badan jalan, lapisan lensa tanah lunak (soft soil) ini dapat ditembus dan dipadatkan oleh beban timbunan.

Pembebanan yang diperhitungkan membebani tanah asli adalah beban timbunan badan jalan, beban perkerasan dan beban lalu lintas. Pada kasus ini beban

gempa tidak diperhitungkan karena timbunan tidak terlalu tinggi dan geometri lereng timbunan, sesuai desain, yang cukup baik.

Beban timbunan badan jalan adalah berat tanah timbunan yang merupakan perkalian antara berat isi tanah timbunan dengan tinggi timbunan. Beban timbunan ini akan berbeda untuk setiap segmen tergantung dari elevasi muka tanah asli dan elevasi subgrade.

Beban perkerasan adalah berat dari masing-masing komponen perkerasan Kaku (rigid) yang direncanakan, terdiri dari:

Base A : 15 cm

Lean Concrete (LC) : 10 cm

Rigid Pavement : 27 cm

Beban lalu lintas yang diperhitungkan membebani tanah lunak adalah sebesar 1,5 ton/m².

Beban Preloading adalah tanah timbunan setinggi (faktor keamanan beban = 1,1):

1,1 x (beban perkerasan/ g + beban lalu lintas/ g)

Total beban perkerasan dan beban lalu lintas disebut juga dengan beban preloading diperhitungkan sebesar 2,88 ton/m².

Untuk proses desain pembebanan tanah asli selalu diperhitungkan sebagai beban merata dan dapat diwakili dengan beban timbunan tanah. Dengan mengambil berat isi tanah timbunan, = 1,60 ton/m³ dan diperoleh timbunan preloading setinggi 1,80 m. Untuk kajian geoteknik ini ditinjau dua titik sondir yaitu pada S-5, Sta.1+450 dan untuk lokasi S-8, Sta. 1+900. Besar beban yang disimulasikan dengan 2 alternatif yaitu : Berdasarkan tinggi beban material timbunan yaitu elevasi rencana timbunan dikurangi dengan elevasi eksisting tanah asli. Dimodelkan setinggi 2,4 m untuk

lokasi pada S-5, Sta.1+450 dan 0,71 m untuk lokasi S-8 Sta. 1+900. Berdasarkan tinggi beban material timbunan (2,40 m untuk S-5 dan 0,71 m untuk S-8) ditambahkan dengan tinggi beban preloading yaitu setinggi 1,80 m.

Perhitungan Geotekstil Polypropylene Woven, UW – 200

- Beban timbunan

$$q_{\text{timb}} = 0,86 \text{ t/m}^2$$

- Beban perkerasan

$$q_{\text{perkerasan}}$$

$$\text{Base A} = 15 \text{ cm}$$

$$\text{Lean Concrete (LC)} = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Rigid Pavement} = 27 \text{ cm}$$

- Beban traffic

$$q_{\text{traffic}} = 1,5 \text{ t/m}^2 +$$

$$q_{\text{total}} = 2,88 \text{ t/m}^2$$

Tabel 1. Data Tanah Timbunan dan Perkerasan

Uraian	Nilai	Ket
Sudut geser tanah kepasiran(ϕ)	27°	Tabel 4.1
Kohesi(c_u)	10 kN/m ²	Material
γ_{timbunan}	20 kN/m ³	Material
Tebal perkerasan lama	0,75 m	DPU Balai
Tinggi timbunan ijin	0,35 m	Pers (2.13)
Beban q perkerasan	3,3 kN/m ²	PPI tahun 1983

Sumber : Data – data Perencanaan

Tabel 2. Identifikasi Data Tanah Dasar dan Pelebaran Jalan

Uraian	Nilai	Ket
Lebar	14 m	Perencanaan

perkerasan lama + baru (B)		
Pelebaran jalan baru	3,5 m	Perencanaan
Kemiringan lereng jalan	2H : 1V	DPU Balai
Kohesi tanah dasar (c_u)	12,6 Kpa	DPU Balai
Sudut geser tanah (w)	3,1°	DPU Balai
χ_{sat} tanah dasar	16,3	DPU Balai
Tebal lapisan tanah lunak (h)	5 m	DPU Balai

Sumber : Data – data Perencanaan

Gambar 1. Spesifikasi Tanah Timbunan dan Tanah Asli untuk Analisa Perhitungan Stabilitas

a. Stabilitas Terhadap Keruntuhan Kapasitas Dukung Tanah

Persamaan kapasitas dukung tanah dengan tebal lapisan lunak terbatas, digunakan Persamaan (2.12) :

$$q_u = c_u N_c$$

$$\begin{aligned} \text{lebar rata-rata timbunan : } B' &= 3,75 + 2,2 = 5,95 \text{ m} \\ \text{Untuk } B/h &= 5,95/7,8 = 0,76 < 1,49 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{dari Persamaan (2.14) didapat } N_c &= 5,14 \\ \text{,maka : } q_u &= c_u N_c \\ &= 12,6 \times 5,14 \\ &= 64,76 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Untuk tinggi timbunan $H = 0,75 \text{ m}$, maka tekanan dasar timbunan + perkerasan jalan ke tanah lempung :
 $(H \gamma_t) + q = (0,75 \times 16) + 2,88 = 14,88 \text{ kN/m}$

Faktor aman terhadap keruntuhan tanah (Tabel 2.8): $SF = 64,76 / 14,88 = 4,35 > 1,50$ (memenuhi syarat)

b. Stabilitas internal (internal stability).

Dalam analisa stabilitas internal dihitung terhadap 2 kondisi keruntuhan timbunan :

Timbunan menggelincir di atas tanah tulangan geotekstil, tulangan geotekstil putus oleh tarikan dan timbunan menggelincir pada tanah pondasi

Gambar 2. (a) Penggelinciran di Atas Tulangan Geotekstil
(b) Tulangan Putus dan Timbunan Menggelincir di Atas Tanah Pondasi

Gaya tarik yang bekerja pada permukaan atas tulangan (T1) diasumsikan sama dengan tekanan tanah aktif di belakang bidang AB (Gambar 4.2), maka digunakan Persamaan (2.16):

$$T1 = Pa1 = 0,5H2\gamma Ka$$

$$\begin{aligned} Ka &= \tan^2 (45 - \phi/2) \\ &= \tan^2 (45 - 28/2) \\ &= 0,36 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T1 &= Pa1 = 0,5qH2\gamma Ka \\ &= 0,5 \cdot 2,88 \cdot 1,102 \cdot 16 \cdot 0,36 \\ &= 10,04 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Jadi kebutuhan kuat tarik geotekstil sama dengan $T1 = Pa1 = 10,04 \text{ kN/m}$

Faktor aman terhadap penggelinciran lereng terhadap tulangan geotekstil (Gambar 2a) menggunakan persamaan (2.17):

$$\begin{aligned} SF &= Pg/Pa1 = L(0,5 H \gamma) \tan \delta / (0,5 Ka H^2 \gamma) = \\ &= (L \tan \delta) / (Ka H) \\ &= (2,2 \cdot (0,8 \times \tan 28^\circ)) / (0,36 \cdot 1,10) \end{aligned}$$

$$= 1,51 > 1,50 \text{ (memenuhi syarat)}$$

Faktor aman terhadap tulangan putus oleh tarikan dan timbunan menggelincir pada tanah pondasi (Gambar 2b) menggunakan persamaan (2.18):

$$\begin{aligned} SF &= (2(Lc_a + T1)) / (Ka \gamma H^2) \\ &= (2 \cdot (2,2 \cdot 10 + 10,04)) / (0,36 \cdot 16 \cdot 1,10^2) \\ &= 9,19 > 1,50 \text{ (memenuhi syarat)} \end{aligned}$$

c. Stabilitas tanah pondasi (foundation stability)

Gambar 3. Analisa stabilitas pondasi

Untuk menghitung stabilitas pondasi cek terhadap adanya perasan lateral

Tekanan tanah aktif

$$\begin{aligned} Pa &= Pw + Pal + Pqa \\ &= 1/2 \gamma w h^2 + 1/2 \gamma h^2 Ka - 2c_u h \sqrt{ka} + \\ &+ q_s 1 h Ka \\ &= 1/(2) \cdot 9,18 \cdot 1,1^2 + 1/2 \cdot 6,49 \cdot 1,1^2 \cdot 0,36 - 2 \\ &\cdot 12,6 \cdot 1,1 \sqrt{0,36} + 2 \cdot 16 \cdot 0,36 \\ &= 5,55 + 1,41 - 16,63 + 11,52 = 1,85 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Kp &= \tan^2 (45 + \phi/2) \\ &= \tan^2 (45 + 28/2) \\ &= 2,76 \end{aligned}$$

Tekanan tanah pasif

$$Pp = Pw + Ppl + Pqp$$

$$\begin{aligned}
 &= 1/2 \gamma w h^2 + 1/2 \gamma h^2 K_p - 2c_u h \sqrt{k_p + q_s} h K_p \\
 &= 1/(2) \cdot 9,18 \cdot 1,1^2 + 1/2 \cdot 6,49 \cdot 1,1^2 \cdot 2,76 + 2 \cdot 12,6 \cdot 1,1 \sqrt{2,76} + 0 \cdot 2,76 \\
 &= 5,55 + 10,83 + 46,05 + 0 \\
 &= 62,43 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Untuk mengecek adanya perasan Lateral (Lateral squeezing), maka digunakan persamaan (2.25):

$$P_p + 2c_u \cdot L > P_a$$

$$62,43 + 2 \cdot 12,6 \cdot 2,2 = 117,87 > P_a = 1,85 \text{ kN/m (jadi, tidak terjadi perasan Lateral tanah pondasi)}$$

Faktor aman terhadap perasan Lateral (persamaan 2.19):

$$\begin{aligned}
 SF &= 2C_u / (\gamma h \tan \beta) + (4,14 C_u) / H \gamma \\
 &= (2 \cdot 12,6) / (16 \cdot 7,8 \cdot \tan 14^\circ) + (4,14 \cdot 12,6) / (1,10 \cdot 16) = 3,77 > 1,50 \\
 &\text{(memenuhi syarat)}
 \end{aligned}$$

Gaya tarik yang bekerja pada tulangan geotekstil (persamaan 2.26):

$$\begin{aligned}
 T_2 &= c_u L \\
 &= 12,6 \cdot 1,2 \\
 &= 15,12 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Karena geotekstil harus menahan sebaran Lateral timbunan dan gerakan tanah pondasi, maka gaya tarik yang bekerja pada geotekstil digunakan persamaan (2.28):

$$\begin{aligned}
 T_{\text{total}} &= T_1 + T_2 \\
 &= 10,04 + 15,12 = 25,16 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Untuk kuat tarik ultimit geotekstil digunakan persamaan (2.29):

$$\begin{aligned}
 T_{\text{total}} &= T_u (1 / (R_{FiD} \times R_{FCR} \times R_{FD})) \\
 T_u &= (1,1 \times 2 \times 1,1) = 2,4 \times 25,16 = 60,38 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Jadi, dibutuhkan kuat tarik ultimit geotekstil minimum: $T_u = 60,38 \text{ kN/m}$

Berdasarkan tinjauan geotekstil terhadap 3 stabilitas timbunan didapatkan kuat tarik ultimit geotekstil sebesar 60,38 kN/m, jadi dipakai geotekstil anyaman dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tipe geotekstil	:	
Polypropylene Woven Geotekstil	:	
Jenis geotekstil	:	UW – 200
Berat	:	200 g/m ²
Warna	:	Black
Kuat tarik	:	30 kN/m
Kuat tarik serobot	:	1600 N

Jadi untuk kebutuhan kuat tarik 60,38 kN/m, digunakan 2 lapis geotekstil tipe UW – 200 dengan kuat tarik 30 kN/m per lapis. Dengan syarat factor keamanan minimal atau lebih besar dari 1,4 $SF \geq 1,4$ (PT.Teknindo Geosistem Unggul), maka:

$$\begin{aligned}
 \text{Sehingga, } SF &= ((3 \times \text{kuat tarik bahan})) / (\text{kuat tarik kebutuhan}) \\
 &= (3 \times 30 \text{ kN/m}) / (60,36 \text{ kN/m}) = 1,5 > 1,4 \\
 &\text{(memenuhi syarat)}
 \end{aligned}$$

Jadi geotekstil jenis UW – 200 dengan kuat tarik 30 kN/m sudah memenuhi syarat.

Catatan: Tulangan geotekstil yang dipasang di dasar timbunan yang digunakan lebih dari satu lapis, maka di antara tulangan geotekstil harus diurug lapisan material granuler setebal 20 – 30 cm, atau lapisan – lapisan geotekstil harus secara mekanik dihubungkan satu dengan yang lain (dijahit).

SIMPULAN

Beban perkerasan adalah berat dari masing-masing komponen perkerasan Kaku (rigid) yang direncanakan, terdiri dari:

Base A : 15 cm

Lean Concrete (LC) : 10 cm

Rigid Pavement : 27 cm

Beban lalu lintas yang diperhitungkan membebani tanah lunak adalah sebesar 1,5 ton/m². Tipe geotekstil dilapangan menggunakan geotekstil Non woven, sedangkan dikajian ini geotekstil polypropylene woven. Kekuatan tarik Non woven 20 kN/m diperlukan 1 lapis geotekstil sedangkan kekuatan tarik Polypropylene woven 30 kN/m diperlukan 2 lapis geotekstil. Pada lokasi penelitian perkuatan timbunan tidak dapat langsung dikerjakan, karena pada lokasi tersebut memiliki kadar air tanah yang cukup tinggi sehingga mengharuskan menggunakan geotekstil sebagai perkuatan timbunan. Dibutuhkan material geotekstil sebagai sparator sehingga pada saat pekerjaan penimbunan badan jalan akses tidak terjadi pencampuran material tanah dasar yang berbutir halus dengan material timbunan yang berbutir kasar. Akhirnya bahwa proses stabilisasi sangatlah dibutuhkan dalam mengatasi keadaan tanah yang kurang baik, terlebih jika di atas tanah tersebut akan dilakukan pembangunan. Sebagaimana dijelaskan bahwa proses stabilisasi sangatlah penting terutama untuk menjaga keseimbangan unsur tanah agar padat dan dapat dimanfaatkan untuk pembangunan yang baik dan layak.

DAFTAR PUSTAKA

- Das, Braja M. 1988. Mekanika Tanah 1 (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis). Diterjemahkan : Endah Noor, Indrasurya B Mochtar. Erlangga. Jakarta.
- Das, Braja M. 1993. Mekanika Tanah 2 (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis). Diterjemahkan : Endah Noor, Indrasurya B Mochtar. Erlangga. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Bina Teknik. Perencanaan Dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah Dengan Geosintetik.
- Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah. Panduan Geoteknik 4 Desain Dan Konstruksi.
- G. Djatmiko Soedarmo, Ir & S.J. Edy Purnomo, Edisi 5, 1997. Mekanika Tanah 1, Penerbit kanisius, Jakarta.
- Hardiyatmo, Christady, Hary. Edisi 1, 2008. Geosintetik Untuk Rekayasa Jalan Raya Perancangan Dan Aplikasi, Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, Christady, Hary. Edisi 3, 2002. Mekanika Tanah 1, Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, Christady, 1992. Mekanika Tanah 2, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Santosa, Budi dkk. 1995. Dasar Mekanika Tanah. Gunadharma. Jakarta.
- Sudana, W., 2011. Geosintetik Untuk Perencanaan – Perencanaan Perkerasan Lentur di Atas Tanah Lunak di Gresik – Lamongan Sta 27+ 250 –32 + 550, Universitas Pembangunan Nasional, Surabaya
- Suryolelono, K., Basah, 1988. Geosintetik Geoteknik, Penerbit Nafiri, Yogyakarta.
- Wesley, D. Laurence. Edisi 1, 2012. Mekanika Tanah, Penerbit Andi, Yogyakarta, Yogyakarta