PEMBUATAN JALAN DIATAS TANAH LUNAK TANPA MENGGUNAKAN GEOTEKSTIL PADA PROYEK JALAN CIMINCRANG GEDEBAGE BANDUNG

Oleh :

Djuwadi*)

*) Dosen Jurusan Teknik Sipil POLBAN

ABSTRAK

Tujuan dari kegiatan Tugas Akhir ini adalah untuk meninjau kembali hasil perencanaan pembangunan jalan diatas tanah lunak di kawasan Gedebage dan membuat alternatif desain yang baru, kemudian kedua desain tersebut dibandingkan dari segi kestabilan dan biaya konstruksinya.

Pengolahan data dilakukan dengan metode perbandingan, yaitu membandingkan desain yang dilaksanakan di proyek dengan desain hasil perhitungan pada laporan tugas akhir ini. Sebelum dilakukan perbandingan terhadap kedua desain, pertama harus dicek terlebih dahulu daya dukung tanah dasar yang menahan konstruksi badan jalan diatasnya. Kemudian, faktor keamanan dari hasil analisis stabilitas lereng, besar penurunan total yang terjadi akibat beban konstruksi diatas tanah dasar, total biaya dari masing-masing desain, dibandingkan.

Setelah ditinjau kembali desain yang telah dilaksanakan di proyek diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan geotekstil pada desain tersebut sebenarnya tidak diperlukan untuk perkuatan lereng pada badan jalan, dan material geotekstil tidak berpengaruh terhadap penurunan tanah. Atas pertimbangan tersebut dalam laporan ini dibuat desain yang lebih ekonomis yang bisa digunakan untuk pembuatan jalan diatas tanah lunak.

Kata Kunci : pembuatan jalan, tanah lunak, geotekstil

Pendahuluan

Lapisan tanah teratas di kawasan Gedebage umumnya berupa tanah yang lunak dengan daya dukung tanah yang rendah, dimana secara geologi, kawasan Gedebage merupakan bekas cekungan Bandung. Pada saat ini kawasan Gedebage merupakan kawasan persawahan. Dari hasil kajian geoteknik, kedalaman tanah keras ditemukan pada kedalaman 20 m. Kondisi ini seringkali menimbulkan permasalahan dalam hal daya dukung dan stabilitas timbunan di atasnya, apalagi jika timbunan yang harus diletakkan cukup tinggi guna mengejar elevasi.

Pada Gambar 1 terlihat potongan melintang jalan yang telah dilaksanakan di jalan Cimincrang, dan pada Gambar 2 adalah

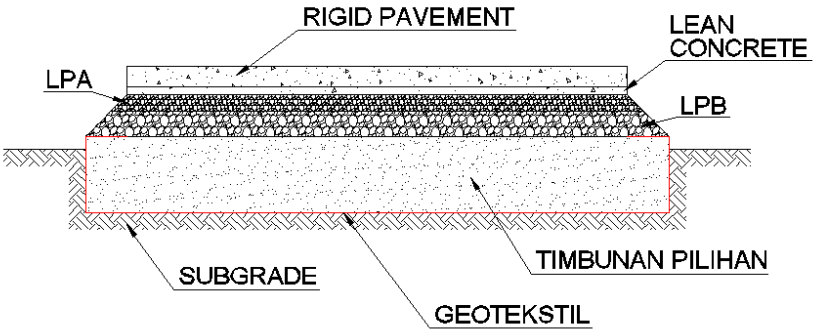
Dengan latar belakang kondisi geologi di sekitar Gedebage, menyebabkan kondisi tanah dasar (eksisting) pada umumnya merupakan tanah lunak (soft soil). Oleh karena itu, untuk perencanaan jalan diperlukan penanganan perbaikan daya dukung tanah dasar.

Pembuatan jalan diatas tanah lunak mempunyai konstruksi yang berbeda dengan konstruksi pada jalan diatas tanah biasa. Pada proyek pembangunan jalan Cimincrang, geotekstil dipakai sebagai perkuatan daya dukung tanah. Akan tetapi harga dari bahan geotekstil tersebut relatif mahal.

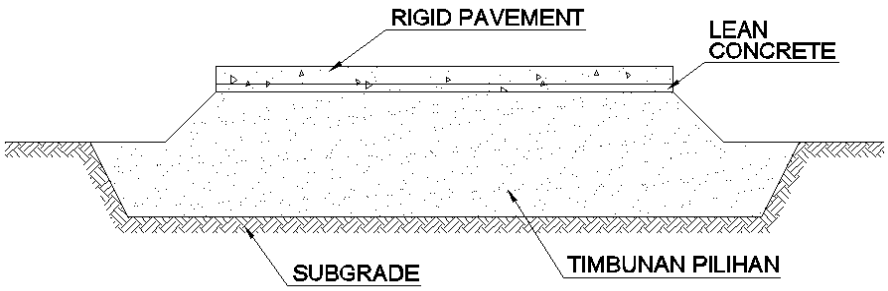
alternatif dari tinjauan ulang yang akan diperhitungkan kestabilannya dan kekuatannya dalam studi ini. Apabila semua syarat

kekuatan serta kestabilan timbunan tersebut telah terpenuhi, maka sebenarnya pada proyek tersebut lapisan geotekstil dan Lapis Pondasi Atas (LPA) serta Lapis Pondasi Bawah (LPB) bisa dihilangkan tanpa mengurangi kekuatan konstruksi perkerasan jalan tersebut. Sehingga, selanjutnya akan dibandingkan biaya pelaksanaan dari kedua konstruksi tersebut.

Menurut Nakazawa (2000), apabila sebuah lantai pondasi (dalam hal ini perkerasan kaku) mempunyai kekakuan penuh, maka penurunan tepat di bawah setiap titik di lantai pondasi haruslah sama. Sehingga geotekstil sebenarnya tidak diperlukan pada kasus ini apabila secara analisis lereng timbunan sudah stabil, karena yang direncanakan adalah suatu pelat kaku diatas tanah elastis (timbunannya).



Gambar 1 Potongan Melintang Jalan Eksisting Cimincrang



Gambar 2 Alternatif Lapisan Perkerasan Jalan Cimincrang Tanpa Menggunakan Geotekstil dan Lapis Pondasi

Tujuan

Tujuan dari studi ini, yaitu :

1. Meninjau kembali hasil perencanaan pembangunan jalan di atas tanah lunak di kawasan Gedebage, tanpa menggunakan Geotekstil dan mengurangi lapisan pondasi pada konstruksi perkerasan.
2. Menghitung daya dukung tanah dasar diatas tanah lunak.
3. Membandingkan biaya konstruksi hasil perencanaan yang telah dilaksanakan dengan hasil tinjauan ulang, kemudian dicari yang lebih ekonomis.

Kajian Pustaka

1. LABORATORIUM UJI TANAH

1.1 Klasifikasi Tanah

Definisi sistem klasifikasi tanah menurut Braja (1985), ”Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa kedalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiaannya”. Sistem klasifikasi ini umumnya disusun berdasarkan distribusi ukuran butiran dan plastisitas. Pengelompokkan ini dilakukan agar memudahkan mengenali jenis tanah, untuk keperluan penggunaan tanah dengan maksud dan tujuan tertentu.

Untuk mengetahui distribusi ukuran butir dapat dilihat dari hasil pengujian analisa hidrometer, sedangkan untuk memperoleh nilai batas cair dan indeks plastisitas dilakukan pengujian batas-batas atterberg.

Analisa hidrometer didasarkan pada prinsip sedimentasi (pengendapan) butir-butir tanah dalam air. Bila suatu contoh tanah dilarutkan dalam air, partikel-partikel tanah akan mengendap dengan kecepatan yang berbeda-beda tergantung pada bentuk, ukuran, dan beratnya. Untuk mudahnya, dapat dianggap bahwa semua partikel tanah itu berbentuk bola (bulat).

Batas-batas Atterberg (*Atterberg Limit*) yang dikenal adalah batas cair, batas plastis, dan batas susut. Batas cair adalah batas kadar air tanah dimana tanah mulai mengalir karena berat sendiri. Batas plastis adalah batas kadar air tanah dimana tanah masih dapat dibentuk/plastis. Sedangkan batas susut adalah batas kadar air tanah dimana tidak terjadi perubahan volume akibat berkurangnya air tanah, tetapi penambahan kadar air akan menyebabkan perubahan volume tanah.

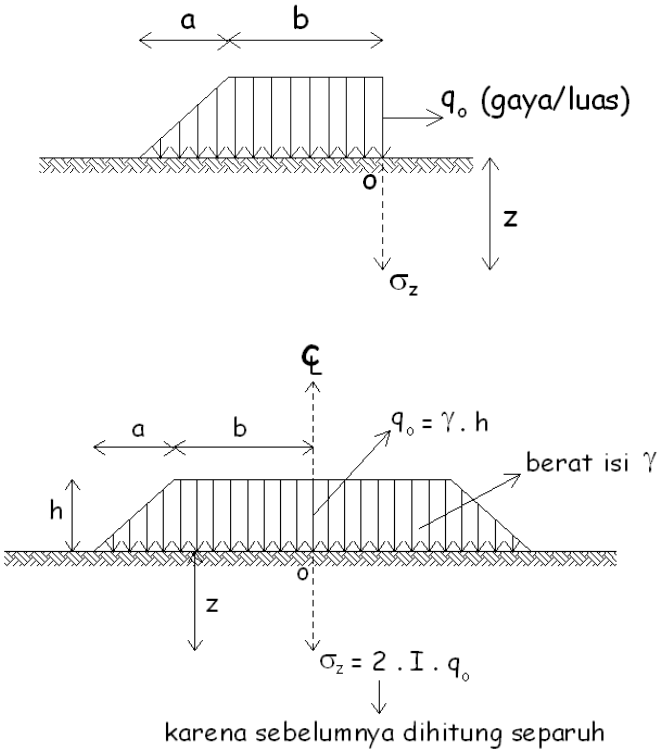
Menurut Braja (1985), sistem klasifikasi tanah yang umum dipakai oleh para ahli teknik sipil adalah sistem klasifikasi Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) dan Unified Soil Classification (USC). Sistem klasifikasi AASHTO pada umumnya dipakai oleh departemen jalan raya di semua negara bagian di Amerika Serikat. Sedangkan sistem klasifikasi USC pada umumnya sering dipakai oleh para ahli geoteknik untuk keperluan-keperluan teknik yang lain.

1.2 Pemadatan (*Compaction*)

Pada pembuatan timbunan tanah untuk jalan raya, dam tanah, dan banyak struktur teknik lainnya, tanah yang lepas (renggang) haruslah dipadatkan untuk meningkatkan berat volumenya. Pemadatan tersebut berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tanah, sehingga dengan demikian meningkatkan daya dukung pondasi diatasnya. Pemadatan juga dapat mengurangi besarnya penurunan tanah yang tidak diinginkan dan meningkatkan kemantapan lereng timbunan (*embankment*). Penggilasan besi berpermukaan halus (*smooth-wheel rollers*), dan penggilas getar (*vibratory rollers*) adalah alat-alat yang umum digunakan di lapangan untuk pemadatan tanah. Mesin getar dalam (*vibroflot*) juga banyak digunakan untuk memadatkan tanah berbutir (*granular soils*) sampai kedalaman yang cukup besar dari permukaan tanah. Cara pemadatan tanah dengan sistem ini disebut *vibroflotation* (pemadatan getar apung)

2. DISTRIBUSI TEGANGAN

Salah satu fungsi penting dalam studi mekanika tanah adalah memperkirakan besarnya tegangan-tegangan akibat suatu pembebanan yang menghasilkan deformasi terlalu besar yang disebut tegangan runtuh. Setiap beban akan menghasilkan tegangan dan regangan yang dapat berintegrasi pada daerah yang ditinjau yang menyebabkan deformasi. Deformasi ini biasa disebut penurunan/*settlement*. Distribusi Tegangan Vertikal akibat Beban Terbagi Rata berpenampang Trapesium



Gambar 3 Distribusi Tegangan Vertikal Akibat Beban Terbagi Rata Berpenampang Trapesium

3. PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TANAH DASAR

Setiap pembuatan konstruksi diharuskan memenuhi persyaratan stabilitas, baik stablitas konstruksi itu sendiri maupun stabilitas tanah pendukungnya. Dalam hal pembuatan timbunan, maka yang penting adalah kemantapan lereng timbunan terhadap bahaya longsor. Faktor-faktor yang menyebabkan longsornya suatu lereng cukup banyak, tetapi secara garis besar dapat dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu pengaruh luar dan pengaruh dari dalam. Stabilitas tanah pendukung dapat ditinjau dari 2 segi, yaitu daya dukung tanah dan penurunan (settlement) yang akan terjadi. Penurunan ini terjadi karena adanya proses konsolidasi yang diakibatkan adanya penambahan tekanan.

Pada prinsipnya, beban akibat berat konstruksi badan jalan tidak boleh melampaui daya dukung tanah asli. Jika beban timbunan ini melebihi daya dukung tanah asli, maka akan terjadi keruntuhan, yang bentuknya dapat dilihat pada Gambar 4.

Besarnya daya dukung tanah menurut Terzaghi dapat ditulis dalam bentuk :

$$q_{ult} = c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + \tfrac{1}{2} \cdot \gamma \cdot b \cdot N_\gamma$$

dimana :

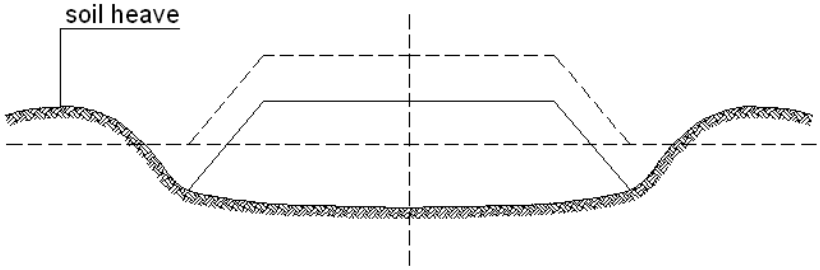
q_{ult} = daya dukung tanah maksimum
c = kohesi tanah
D_f = kedalaman yang ditinjau
B = lebar pondasi atau bidang kontak
N_c , N_q , N_γ = faktor daya dukung yang besarnya tergantung pada sudut geser (Ø)

Setelah mendapatkan daya dukung tanah dasar maksimumnya (q_{ult}), selanjutnya akan dihitung daya dukung tanah dasar izinnya (q_a).

$$q_a = \frac{q_{ult}}{FK}$$

dimana :

q_a = daya dukung tanah ijin
q_{ult} = daya dukung tanah maksimum
FK = faktor keamanan



Sumber: Stabilitas Timbunan Badan Jalan dan Cara Penanggulangannya

Gambar 4 Bentuk Keruntuhan Dasar dan H Dasar

4. ANALISA STABILITAS LERENG

Menurut Shouman, mekanisme longsor adalah gaya dorong/beban yang timbul telah melampaui gaya perlawanan yang berasal dari kekuatan geser tanah di sepanjang bidang longsor, dan apabila faktor keamanan suatu lereng akan ditingkatkan, maka 2 prinsip dasar yang harus dilakukan adalah:

1. Mengurangi beban kerja bidang longsor (τ_d)
2. Meningkatkan kuat geser tanah (τ_f)

Bila kemiringan geometri α variabel dan sudut geser ϕ konstan, bisa diamati tiga kejadian dari tiga kejadian berikut ini:

1. $\alpha < \phi \rightarrow FS = \frac{\tau_f}{\tau_d} = \frac{\sigma \cdot \tan\phi}{\sigma \cdot \tan\phi} > 1$ stabil
2. $\alpha = \phi \rightarrow FS = 1$ labil (kritis)
3. $\alpha > \phi \rightarrow FS < 1$ longsor

Metoda perhitungan faktor keamanan yang dipergunakan pada software Slope/W adalah metoda irisan. Prinsip dari metoda irisan yaitu, masssa tanah diatas bidang longsor dibagi menjadi irisan-irisan tegak dan stabilitas masing-masing irisan dihitung terpisah.

5. PENURUNAN (*SETTLEMENT)*

Penurunan (*Settlement*) dapat didefinisikan sebagai pergerakan vertikal dasar suatu strukstur yang dipengaruhi penambahan beban atau hal lainnya. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan, untuk konstruksi jalan raya biasanya akibat : penambahan beban pada tanah sekitarnya, penimbunan pada badan jalan, penurunan muka air tanah, getaran, berat konstruksi.

Penurunan dapat diprediksi sebagai berikut :

- Penurunan segera (*immediate settlement*), yang disebabkan pemampatan elastis tanah.
- Penurunan akibat konsolidasi (*consolidation settlement*), yang disebabkan pemampatan oleh daya mampat lapisan tanah yang berada di bawah.

Lebih teliti, untuk konstruksi khusus, biasanya diperhitungkan juga *penurunan tambahan* (*secondary settlement*), pada lokasi yang amblas akibat konsolidasi kedua (*secondary consolidation*).

Jumlah penurunan (S) = Si + Sc

dimana:

Si = besarnya penurunan langsung

Sc = besarnya penurunan akibat konsolidasi

5.1 Penurunan Segera

Pada konstruksi jalan raya, penurunan langsung terjadi pada pekerjaan urugan tanah untuk timbunan (*embankment*) yang cukup tinggi.Berdasarkan teori elastis, besarnya penurunan (Si) dapat dihitung dengan rumus :

$$S_i = \frac{B \cdot q_o}{E_s}\left(1-\mu^2\right)I_f$$

dimana :

I_f = Faktor pengaruh untuk penurunan

q_o = Gaya netto per unit luas (m per pias)

μ = Angka Poisson

Es = Modulus kompresi atau elastisitas (Young's modulus)

L = Panjang urugan/pondasi (biasanya diambil 1 m atau pias)

B = Lebar urugan/pondasi, (m)

D_f = Tinggi muka tanah sampai dasar pondasi urugan langsung diatas tanah asli, (m)

H = Tebal lapisan tanah dari permukaan sampai tanah keras, (m), Jika $D_f = 0$, maka H = ~

5.2 Penurunan Akibat Konsolidasi

Penurunan dapat diprediksi setelah pengujian laboratorium dengan benda uji contoh tanah (UDS) tidak terganggu,

Besarnya penurunan (Sc) dalam sentimeter, ditentukan dengan rumus:

$$Sc = m_v \cdot \Delta P \cdot H$$

dimana : H = tebal contoh tanah (benda uji), cm.

Atau

$$Sc = \frac{C_c}{(1+e_o)} \times \log_{10} \frac{P_o + \Delta P}{P_o}$$

Nilai Cc (Indeks Kompresi) dapat diketahui dari pengujian laboratorium, atau cara lain menurut Terzaghi, Cc dapat ditentukan dengan Liquid Limit (Batas Cair) dari tanah jenis lempung pada umumnya, yang mempunyai kepekaan < 4.

$$Cc = 0{,}009\ (LL - 10)$$

6. GEOTEKSTIL

Geotekstil (*Geotextile*) merupakan lembaran sintetis yang bersifat tembus air yang terdiri dari 2 (dua) macam, yaitu :

1. Non-Woven

   Merupakan geotekstil yang dibuat dengan cara *Thermally Bonded* dan *Mechanical Bonded*.

2. Woven

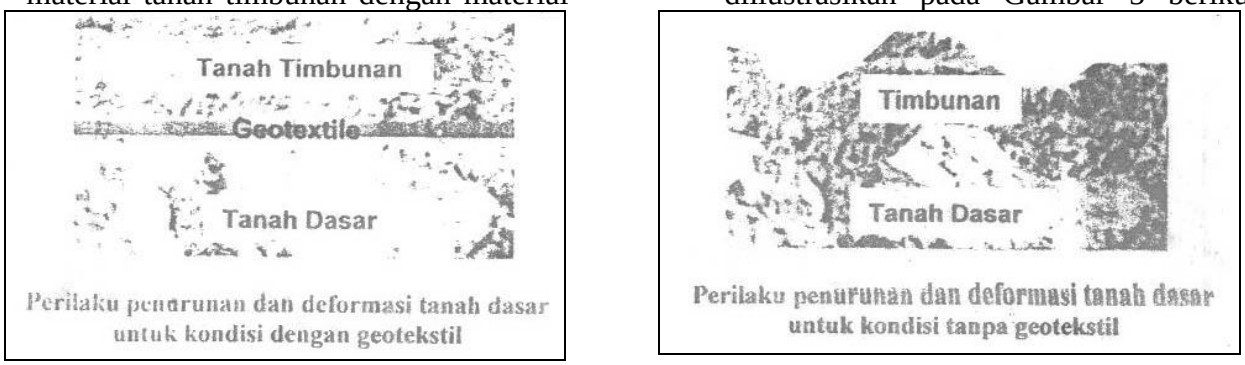
   Merupakan geotekstil yang berbentuk anyaman yang diproses seperti pembuatan tekstil.

Fungsi-fungsi Geotekstil, diantaranya adalah :

a. Separasi

Penggunaan lapisan geotekstil antara lapis konstruksi timbunan dengan tanah dasar akan mencegah tercampurnya material tanah timbunan dengan material tanah dasar, sehingga tebal lapisan tanah timbunan akan efektif dalam mendistribusikan beban di atasnya. Selain itu, dengan penggunaan lapis geotekstil tidak diperlukan adanya tebal lapis tambahan untuk mengantisipasi adanya tebal lapisan timbunan yang terbuang.

Penggunaan lapisan separasi geotekstil pada tanah dasar akan membantu dalam pendistribusian beban ke tanah dasar, sehingga perilaku penurunan untuk konstruksi jalan dengan menggunakan separasi geotekstil menjadi lebih seragam. Perbedaan perilaku penurunan dan deformasi pada tanah dasar untuk kondisi dengan dan tanpa pemasangan geotekstil dapat diilustrasikan pada Gambar 5 berikut.

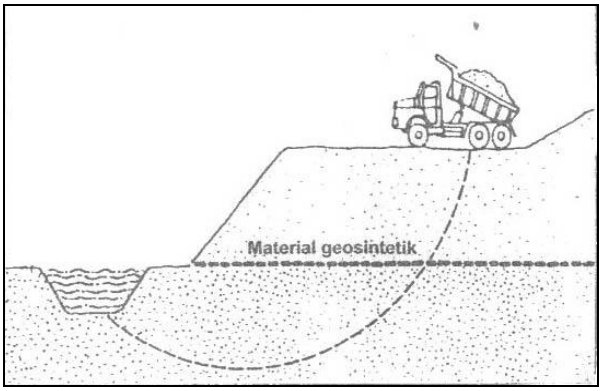


Sumber : PT. Tetrasa Geosinindo

Gambar 5 Perilaku Penurunan dan Deformasi Tanah Dasar

b. Perkuatan

Seringkali diasumsikan bahwa penempatan dari geotekstil dengan kuat tarik tinggi di dasar dari struktur jalan yang relatif rendah (0,5 – 1,5 m) memberikan perkuatan horizontal dan daya dukung struktur terhadap beban lalu-lintas diatasnya. Bagaimanapun juga, beban bekerja secara vertikal terhadap bidang geotekstil dan tidak sejajar dengan kuat tarik geotekstil. Oleh karena itu, kuat tarik dan kekakuan lentur geotekstil (umumnya sangat rendah) mempunyai pengaruh yang kecil pada daya dukung tanah dasar yang jelek untuk memikul beban vertikal lalu-lintas Ressel dan Wemmer, 1986)



Sumber : PT. Tetrasa Geosinindo

Gambar 6 Penggunaan Material Geotekstil Sebagai Perkuatan Untuk Menanggulangi Kelongsoran

c. Drainase atau Filtrasi

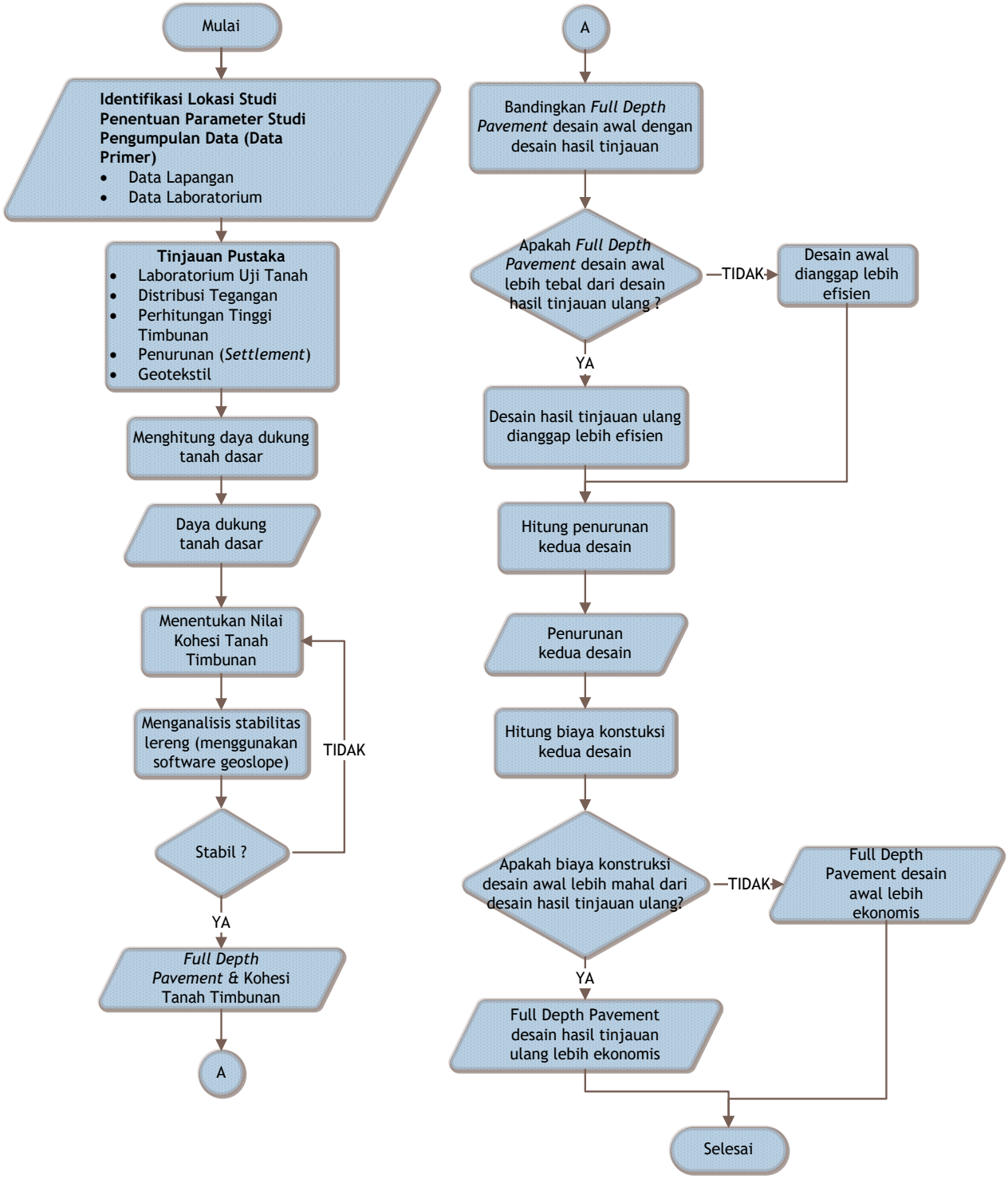
Geotekstil dapat memperikan retensi yang baik pada material tanah sekaligus meloloskan air sehingga tidak ada material tanah yang hilang terbawa air yang mengalir keluar.

Geotekstil dipergunakan pada bermacam-macam konstruksi antara lain:

- Perkerasan sementara (*Temporary Pavement*), sebagai lapisan pemisah antara subbase atau base dengan tanah dasar yang lunak untuk mencegah kehilangan agregat atau bahan urugan.
- Perkerasan permanen (*Permanent Pavement*), sebagai lapisan pemisah antara subbase atau base dengan tanah dasar untuk mencegah kontaminasi tanah dasar pada subbase atau base.
- Lapis Ulang Aspal (*Asphalt Overlay*), sebagai lapisan pemisah yang berfungsi untuk mencegah *Reflecting Cracking* pada lapis ulang aspal (*overlay*).
- Jalan Kereta Api, sebagai lapisan pemisah untuk mencegah tercampur lapisan balas dengan tanah dasar akibat pembebanan dinamis kereta api.
- Reklamasi, sebagai lapisan pemisah antara bahan urugan dan tanah dasar pada pelaksanaan reklamasi.
- Peninggian Tanah (*Embankment*), sebagai lapisan pemisah dan penulangan tanah pada konstruksi peninggian tanah pada tanah dasar yang lunak.
- Perkuatan Sisi Lereng, sebagai penulangan tanah dengan cara berlapis didalam tanah untuk memperoleh konstruksi lereng yang curam.
- Kontrol Erosi (*Erosion Control*), sebagai lapisan pemisah pada *armour* konstruksi rip-rap dan *Rock bound* untuk reklamasi pada struktur kelautan dan daerah aliran sungai.
- Drainase bawah tanah (*subsoil drainage*), sebagai filter pada konstruksi drainase bawah tanah yang mempergunakan agregat dengan atau tanpa pipa.

Metodologi

Secara umum metode tinjauan ulang perencanaan disain jalan Cimincrang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Alur Tinjauan Ulang Perencanaan Desain Jalan Cimincrang

Analisis Desain Tinjauan Ulang

1. Perhitungan Daya Dukung Tanah Dasar

Data tinggi timbunan pada desain awal sudah ada, namun perlu di cek dengan besarnya daya dukung tanah dasar apakah tanah dasar mampu menahan beban tersebut. Maka akan dicek daya dukung tanah dasar untuk menahan berat konstruksi badan jalan pada disain awal maupun disain tinjauan ulang.

- **Hasil**

Besar daya dukung tanah dasar pada kedalaman 0,765 m dari permukaan tanah adalah sebesar 3,96 ton/m^2 , dan beban yang ditimbulkan oleh desain awal terhadap tanah dasar adalah sebesar 3,57 ton/m^2. Beban konstruksi badan jalan dari desain awal masih lebih kecil dari beban yang diijinkan, sehingga konstruksi desain awal dapat dikatakan aman.

Pada kedalaman 1 m dari permukaan tanah, daya dukungnya adalah sebesar 4,39 ton/m^2. Beban yang ditimbulkan oleh desain tinjauan ulang terhadap tanah dasar adalah sebesar 3,79 ton/m^2. Beban konstruksi badan jalan dari desain tinjauan ulang masih lebih kecil dari beban yang diijinkan, sehingga konstruksi desain tinjauan ulang dikatakan aman.

2. Analisis Stabilitas Lereng (Menggunakan Software Slope/W)

Analisis stabilitas lereng dilakukan dengan menggunakan software Slope/W, dan bertujuan untuk mengecek faktor keamanan longsor dengan input properti tanah yang digunakan. Analisa ini dilakukan pada desain tinjauan ulang, sampai mendapatkan nilai faktor keamanan yang umum.

- **Hasil**

Setelah dilakukan dua kali analisis menggunakan software Slope/W, diperoleh FK seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Analisis Stabilitas Lereng menggunakan Software Slope/W

Parameter Tanah		**FK_{min}**	
		Bishop = 1,921 Ordinary = 1,758 Janbu = 1,938	**Bishop = 1,369 Ordinary = 1,325 Janbu = 1,476**
γ	Tanah Dasar	16,4 kN/m^3	16,4 kN/m^3
	Timbunan Pilihan	17,9 kN/m^3	17,9 kN/m^3
c	Tanah Dasar	7 kPa	5,5 kPa
	Timbunan Pilihan	25 kPa	25 kPa
∅	Tanah Dasar	4,4°	0°
	Timbunan Pilihan	4,4°	3°

3. Perhitungan Penurunan Desain Awal dan Desain Tinjauan Ulang

Seperti telah dijelaskan pada bab sebelumnya, penurunan yang dihitung dalam laporan ini adalah penurunan total. Maka, sebelumnya perlu diketahui besar penurunan segera dan penurunan konsolidasi. Selain besar penurunan yang terjadi, juga dihitung lama waktu penurunan konsolidasi.

- **Hasil**

Dengan atau tanpa menggunakan geotekstil tidak akan mempengaruhi terhadap penurunan yang terjadi di lapangan. Hasil perhitungan untuk penurunan desain awal adalah sebesar **38,13** cm dan untuk penurunan desain tinjauan ulang adalah **42,63** cm. Selain, itu lamanya waktu penurunan konsolidasi adalah **1,3 tahun**.

4. Penentuan Biaya Konstruksi

Pekerjaan yang dihitung pada laporan ini hanya pekerjaan jalan saja, sesuai dengan ruang lingkup tinjauan yang telah ditentukan sebelumnya. Pekerjaan jalan ini dihitung untuk 1 m panjang jalan, karena diperlukan untuk membandingkan saja.

- **Hasil**

Dari hasil perhitungan desain awal memerlukan biaya konstruksi untuk pekerjaan jalan sebesar Rp. 3.153.400,00, sedangkan desain tinjauan ulang Rp. 3.066.200,00. Sehingga, disimpulkan bahwa biaya konstruksi desain tinjauan ulang lebih ekonomis dibandingkan dengan biaya konstruksi desain awal.

Kesimpulan

Pada Tabel 2 dapat dilihat kesimpulan yang diperoleh dari setiap perhitungan dan analisis yang telah dilakukan dalam laporan ini.

Tabel 2 Kesimpulan Desain Awal dan Desain Tinjauan Ulang.

No.	Desain Awal	Desain Tinjauan Ulang
1.	Berat beban konstruksi < daya dukung ijin. 3,96 ton/m^2 ≥ 3,57 ton/m^2, konstruksi aman.	Berat beban konstruksi < daya dukung ijin. 4,39 ton/m^2 ≥ 3,79 ton/m^2, konstruksi aman.
2.	Tidak dilakukan analisa stabilitas lereng.	Dengan ∅ tanah dasar = 0°, kohesi tanah timbunan = 25 kPa, dan ∅ tanah timbunan = 3°. Faktor Keamanan = 1,3; sehingga ditarik kesimpulan, bahwa dalam kondisi kritis sekalipun konstruksi badan jalan tersebut masih aman, bahkan tanpa material perkuatan apapun.
3.	Penurunan total yang terjadi pada desain awal adalah sebesar 38,13 cm, penurunan terlalu besar.	Penurunan total yang terjadi pada desain tinjauan ulang adalah sebesar 42,63 cm, penurunan terlalu besar.
4.	Lamanya terjadi penurunan 1,3 tahun	Lamanya terjadi penurunan 1,3 tahun.
5.	Besar biaya konstruksi untuk desain awal adalah Rp. 3.153.400,00.	Besar biaya konstruksi untuk desain tinjauan ulang adalah Rp. 3.066.211,17.

Daftar Pustaka

Bowles, Joseph E.1991. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Jakarta : Erlangga.

Das, Braja M. 1985. *Mekanika Tanah Jilid 1(Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Surabaya: Erlangga.

Das, Braja M. 1985. *Mekanika Tanah Jilid I1(Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Surabaya: Erlangga.

Diarsa, Made G. 1997. *Rekayasa Pondasi (Perencanaan Praktis dan Metode Pelaksanaan)*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.

Hendarsin, Shirley L. 2000. *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.

Nakazawa, Kazuto. 2000. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Soedarmanto. *Stabilitas Timbunan Badan Jalan dan Cara Penanggulangannya*. Direktorat Jenderal Bina Marga.

Hand Out Laboratorium Uji Tanah. Bandung: Politeknik Negeri Bandung