

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Stabilitas Lereng

Menurut Surjandari, dkk (2012) lereng adalah permukaan tanah yang miring dan membentuk sudut tertentu terhadap bidang horisontal. Apabila dijumpai dua permukaan tanah yang berbeda ketinggiannya maka akan ada gaya-gaya yang bekerja mendorong, sehingga tanah yang lebih tinggi kedudukannya cenderung bergerak ke arah bawah yang menyebabkan terjadinya longsor. Namun, longsor bisa teratasi jika parameter kekuatan tanah cukup memadai.

Menurut Suryolelono (2001) dalam judul Konsep dan Analisa Penanggulangan Bahaya Tanah Longsor menyatakan bahwa lereng dikatakan stabil apabila lereng tersebut cukup landai. Selain itu, kandungan kadar air (w) dalam tanah pembentuk lereng sangat berpengaruh terhadap stabilitas lereng. Apabila kandungan air dalam material pembentuk lereng tanah meningkat, akibatnya kuat geser tanah menurun. Apabila kemampuan geser tanah ini terlampaui, maka lereng dikatakan dalam keadaan tidak stabil dan kemungkinan besar akan terjadi keruntuhan.

Menurut Gofar dan Setiawan (2002) menyatakan bahwa peristiwa kelongsoran sangat dipengaruhi oleh peningkatan kadar air. Penyebab peningkatan kandungan air yang paling berbahaya bagi tanah adalah rembesan dalam arah bidang longsor. Kenaikan muka air tanah dan infiltrasi yang melampaui kapasitas infiltrasi tanah juga dapat meningkatkan risiko kelongsoran.

Menurut Azizah, dkk (2014) menyatakan kelongsoran tanah merupakan akibat meningkatnya tegangan geser dari suatu massa tanah atau menurunnya kekuatan geser suatu massa tanah. Kekuatan geser dari suatu massa tanah tidak mampu menahan beban yang bekerja. Permasalahan pada stabilitas lereng dapat disebabkan oleh berbagai kegiatan manusia ataupun kondisi alam. Lereng yang tidak stabil

dapat membahayakan bagi lingkungan disekitarnya, oleh karena itu analisis stabilitas lereng sangat diperlukan.

Menurut Zakaria (2009) menyatakan salah satu metode yang sering digunakan untuk analisis stabilitas lereng adalah *Fellenius Slices Method* karena kemudahan dalam menghitungnya dan variabel-variabel yang dibutuhkan tidak terlalu kompleks, namun terdapat kekurangan karena ada beberapa faktor yang tidak diperhitungkan pada metode ini. Menurut Simatupang dan Iskandar (2013) menyatakan dari banyaknya metode analisa lereng, yang paling sering digunakan adalah metode keseimbangan atau *limit equilibrium* yaitu metode *Fellenius*, metode *Bishop Simplified*, metode *Janbu Simplified*, metode *Spencer* dan metode *Morgenstern and Price*.

2.2 Perkuatan Geotekstil

Menurut Suryolelono (2000) geotekstil adalah kelompok bahan geosintetik yang mudah meloloskan air. Geotekstil sebenarnya merupakan bahan yang terbuat dari serat-serat kertas filter, papan kayu, dan bambu, maupun serat-serat sintesis yang banyak berhubungan dengan pekerjaan tanah. Awalnya pemanfaatan geotekstil untuk mempercepat waktu konsolidasi dan sebagai pengganti pasir sebagai bahan drainase (*vertical sand drain*) yang banyak dilakukan.

2.2.1 Fungsi Geotekstil

Dalam penelitian Ismanti (2012) dengan judul Analisis Perilaku Timbunan dengan Perkuatan Geosintetik Menggunakan *Software Plaxis* menyatakan bahwa geosintetik digunakan sebagai perkuatan yang didefinisikan sebagai elemen-elemen penahan tanah yang dimasukkan ke dalam massa tanah untuk meningkatkan perilaku mekanis tanah tersebut. Penggunaan bahan geosintetik merupakan cara mekanis yang diupayakan untuk menambah nilai angka aman suatu struktur.

Menurut Hardiyatmo (2013) geosintetik memiliki fungsi primer dan fungsi sekunder yang biasanya lebih dari satu fungsi. Kedua fungsi tersebut menjadikan geosintetik dapat berkontribusi secara total pada saat penerapannya. Dengan

demikian, kedua fungsi ini perlu dipertimbangkan pada saat perhitungan dan pembuatan spesifikasi perencanaan.

Menurut John, N (1987) fungsi utama geosintetik ada lima yaitu pemisah, perkuatan *filter*, drainase dan penahan. Geosintetik memiliki enam fungsi yang akan dijelaskan di bawah ini.

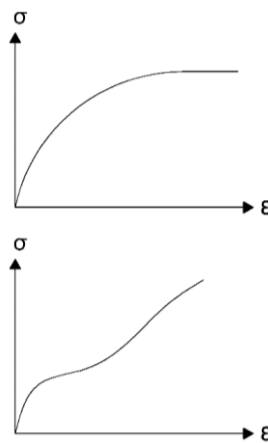
1. Filtrasi yaitu bahan geosintetik digunakan untuk mengalirkan air ke dalam sistem drainase dan mencegah terjadinya migrasi partikel tanah melalui *filter*.
2. Drainase yaitu bahan geosintetik digunakan untuk mengalirkan air dari dalam tanah.
3. *Separator* yaitu bahan geosintetik digunakan di antara dua material tanah yang tidak sejenis untuk mencegah terjadi pencampuran material.
4. Perkuatan yaitu sifat tarik bahan geosintetik dimanfaatkan untuk menahan tegangan atau deformasi pada struktur tanah.
5. Penghalang yaitu bahan geosintetik digunakan untuk mencegah perpindahan zat cair atau gas.
6. Proteksi yaitu bahan geosintetik digunakan sebagai lapisan yang memperkecil tegangan lokal untuk mencegah atau mengurangi kerusakan pada permukaan atau lapisan tersebut.

Selain fungsi teknis, penggunaan geotekstil sebagai perkuatan tanah mampu mengurangi biaya yang cukup signifikan dan lebih efektif dibanding dengan metode-metode konvensional. Pemasangan lapisan geosintetik dapat mengurangi jumlah tahapan penimbunan, sehingga dapat mempersingkat waktu penimbunan. Timbunan yang diperkuat dengan geosintetik juga diperbolehkan dibangun lebih tinggi dibandingkan dengan timbunan yang menggunakan jenis perkuatan yang lain.

Prinsip yang dikemukakan oleh Ismanti (2012) mengenai perkuatan tanah pada konstruksi jalan yang merupakan timbunan di atas tanah lunak adalah geotekstil akan mampu meneruskan beban seragam ke tanah dasar, menambah kestabilan, kapasitas dukung tanah dasar dan mencegah terjadinya kegagalan geser.

2.2.2 Perilaku Geotekstil

Menurut Liu dan Ling (2007) menyatakan bahwa hubungan antara tegangan dan regangan bahan geotekstil adalah *non linear*. Dua jenis hubungan tegangan dan regangan yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 2.1 di bawah ini. Sebagian besar material geotekstil terbuat dari bahan *polypropylene* dan *high density polyethylene* yang menunjukkan perilaku *non linear* seperti pada Gambar 2.1 (a) dengan penurunan kekakuan tangensial sepanjang penambahan regangan tarik. Gambar 2.1 (b) menunjukkan hubungan tegangan regangan *hardening non linear* untuk jenis bahan yang terbuat dari *polyester*, dengan kekakuan tangensial mula-mula menurun dan selanjutnya meningkat dengan peningkatan regangan tarik.



Gambar 2.1 Hubungan Tegangan Regangan Geotekstil, (a) Bahan *Polypropylene* dan *High-Density Polyethylene*, (b) Bahan *Polyester*

(Sumber: Liu, H dan Ling, H., 2007)

Menurut Kaliakin dan Dechasakulsom (2001) menyatakan bahwa tanah timbunan yang diperkuat dengan lapisan geotekstil mengandalkan kemampuan mekanis bahan. Sifat mekanis ini sangat dipengaruhi faktor umur layan dan ketahanan. Tidak seperti bangunan sipil lainnya, elemen pendukung beban dari struktur perkuatan tanah sulit diperiksa dan dirawat, terlebih lagi aplikasi bahan tersebut digunakan dalam kondisi tertimbun tanah. Kondisi fisik dan kimia dari lingkungan yang kompleks sangat beragam dari satu titik ke titik lain.

Perilaku jangka panjang dari struktur geotekstil sangat penting untuk desain dengan umur layan yang panjang sekitar 70-120 tahun. Pertimbangan stabilitas dan kemampuan layan perlu diperhatikan, antara lain tidak diperbolehkan melampaui batas runtuh atau batas tarik dari kriteria kekuatan produk dan syarat regangan yang direncanakan. Menurut Deb, K., Chandra, S., dan Basudhar, P. K (2007) telah menyelidiki pengaruh bahan geotekstil sebagai perkuatan dalam jangka waktu pemasangan yang panjang pada suatu struktur tanah. Faktor jangka panjang mempengaruhi penurunan tanah dasar. Pada kasus modulus geser yang tinggi, tambahan penurunan akibat faktor ini dapat diabaikan. Tambahan penurunan akibat pengaruh jangka panjang berkisar antara 5-11%.

2.3 Pengaruh Beban Gempa terhadap Stabilitas Timbunan

Menurut Dayanun, Syahbudin (2012) menyatakan pengaruh beban gempa memberikan dampak pada lereng. Apabila lapisan tanah pembentuk lereng tersebut dengan kedalaman tertentu terdapat lapisan yang lemah, sementara di bawahnya adalah lapisan keras (*bed rock*), akibat pengaruh gempa pada kedua massa yang berbeda (tanah dan batuan) akan memberikan percepatan yang berbeda, sehingga bidang kontak dari kedua lapisan menjadi bagian yang labil dan lemah. Secara umum pengaruh beban gempa menambah deformasi yang telah terjadi pada lereng.

Adanya beban gempa terhadap timbunan pada lapisan tanah lunak menimbulkan dampak sebagai berikut:

1. adanya tanah lunak akan memperbesar percepatan permukaan,
2. beban siklis dari kejadian gempa akan mengurangi kuat geser tak terdrainase dari tanah lempung lunak,
3. gaya-gaya yang terjadi terhadap timbunan akan bertambah.

2.4 Program Slope/W untuk Analisis Stabilitas Timbunan

Menurut Potts and Zdravkovic (1999) dalam judul *Finite Analysis in Geotechnical Engineering* menyatakan bahwa perilaku tanah yang bersifat *non linear* dengan kekuatan kekakuannya sangat ditentukan oleh tingkat tegangan dan regangan yang terjadi. Model perilaku tanah yang dikembangkan dalam metode

elemen hingga merupakan salah satu cara untuk menyederhanakan kompleksitas tersebut. Dalam penelitian ini, analisis menggunakan model Mohr Coloumb yang memodelkan perilaku *elasto perfectly plastis*. Menurut Gangakhedkar (2004) dalam judul *Geosynthetic Reinforced Pile Supported Embankments* menyatakan bahwa menggunakan model *plane strain* untuk mempertimbangkan semua elemen penting selama pembangunan timbunan yang diperkuat geosintetik dalam analisis elemen hingga.

Zaika, dkk (2014) melakukan penelitian tentang analisa stabilitas lereng menggunakan perkuatan geotekstil dengan dibantu *software Slope/W* pada studi kasus sungai parit raya. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mengetahui penyebab kelongsoran lereng sebelum diberi perkuatan tanah dan kerusakan penahan tanah pada kondisi eksisting, menentukan stabilitas lereng dan merencanakan perkuatan tanah dengan geotekstil menggunakan *software SLOPE/W*. Kesimpulan yang didapat dari penelitian tersebut diantaranya adalah kondisi lereng sebelum ada perkuatan kurang stabil karena dari hasil analisa dengan SLOPE/W diperoleh nilai angka keamanan 0,660, sehingga perlu adanya perkuatan. Dari hasil analisa dengan menggunakan SLOPE/W diperoleh desain tersebut mampu menahan kelongsoran dengan angka keamanan yang didapatkan ialah 1,893. Selain itu, dari hasil analisis manual diperoleh nilai angka keamanan 0,333 (eksisting), kemudian naik menjadi 1,925 (setelah diperkuat geotekstil). Sehingga, dari hasil perhitungan manual dan perangkat lunak terlihat bahwa hasilnya mendekati.

2.5 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Penelitian yang sudah lebih dahulu dilakukan oleh orang lain dapat digunakan sebagai bahan referensi dalam penelitian yang dilakukan, sebagai batasan penelitian yang dilakukan dan sebagai pengendali penelitian agar tetap sesuai pada tujuannya. Adapun perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

No	Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi	Tujuan	Parameter yang Diuji	Hasil Penelitian
1.	Ismanti, S (2012)	Analisis Perilaku Timbunan dengan Perkuatan Geosintetik Menggunakan <i>Software</i> Plaxis	Jalan Tol Semarang-Solo Tahap I Seksi I: Tembalang-Gedawang	Mengetahui kapasitas dukung, kondolidasi dan penurunan yang terjadi pada tanah dasar akibat beban di atasnya, serta mengetahui jenis bahan perkuatan yang efektif.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tegangan regangan geosintetik. 2. Analisis angka aman. 3. Penentuan nilai <i>interface</i>. 4. Pengaruh beban gempa, lalu lintas dan <i>rigid pavement</i>. 	Kapasitas dukung tanah dasar pada timbunan ini sebesar 1035,52 kN/m ² , dibandingkan dengan dengan beban, tanah dasar mampu menerima beban timbunan setinggi 4 m. Geosintetik dapat menggantikan kekuatan tanah yang lemah selama konsolidasi, namun tidak mereduksi penurunan total akibat beban timbunan.
2.	Dayanun, S (2012)	Evaluasi Gerakan Massa Tanah Timbunan dengan Sistem <i>Subdrain</i> dan Perkuatan Berdasarkan Simulasi	Jalan Tol Semarang-Solo Seksi II Gedawang-Penggaron Sta 5+500 – 5+800	Mengetahui penyebab gerakan massa tanah timbunan, mengetahui pengaruh sistem <i>subdrain</i> terhadap gerakan massa tanah timbunan yang telah diperkuat dengan <i>bored pile</i> .	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengaruh perkuatan. 2. Pengaruh pembebanan (beban lalu-lintas). 3. Muka air tanah (musim hujan dan kemarau). 	Pola gerakan massa tanah yang diperkuat dengan <i>bored pile</i> adalah bentuk longsor gabungan tipe translasi dan rotasi. Massa tanah timbunan yang telah diperkuat dengan <i>bored pile</i> ternyata masih bergerak sebesar 0,246 m dengan angka aman 1,448. Akibat beban lalu lintas

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

No	Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi	Tujuan	Parameter yang Diuji	Hasil Penelitian
		Numeris pada Jalan Tol Semarang-Solo			4. Pengaruh sistem <i>subdrain</i> . 5. Pengaruh beban gempa.	gerakan horisontal yang terjadi yaitu 0,322 m dan angka aman 1,368. Apabila saat musim hujan gerakan horisontal meningkat yakni 0,324 m dengan angka aman 1,321, sedangkan saat musim kemarau gerakan horisontal menjadi berkurang yaitu 0,320 m dan angka aman 1,479.
3.	Lewaherilla, N	Analisis Lereng Timbunan Setinggi 24 Meter Menggunakan <i>Software</i> Geostudio	Jalan Tol Semarang-Solo Seksi II Gedawang-Penggaron Sta 5+600 – Sta 6+200	Mengetahui pengaruh <i>interface</i> tanah dan mengetahui angka aman pada lereng timbunan	1. Perilaku deformasi dan angka aman akibat beban lalu lintas. 2. Perilaku <i>interface</i> yang terjadi akibat massa tanah timbunan.	Kapasitas dukung tanah dasar pada struktur tanah timbunan sebesar 81,40 kN/m ² masih sangat labil dalam menahan beban timbunan setinggi 24 meter. Kondisi lereng eksisting dalam kondisi labil dan berpotensi longsor dengan angka aman 0,894, hal ini dipengaruhi oleh stratigrafi lereng yang didominasi oleh lapisan clayshale dan fluktuasi muka air tanah. Massa tanah timbunan

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

No	Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi	Tujuan	Parameter yang Diuji	Hasil Penelitian
						yang telah diperkuat dengan bored pile ternyata masih bergerak sebesar 0,215 m, dengan angka aman 0,998.
4.	Surjandari, dkk (2012)	Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil	-	Mengetahui nilai faktor aman (SF) suatu lereng menggunakan variasi pemodelan sebelum dan sesudah penggunaan geotekstil.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisis angka aman. 2. Perbandingan perhitungan manual dan komputasi. 3. Variasi kemiringan lereng. 	Perbandingan selisih rerata nilai faktor aman (SF) dengan variasi kemiringan dan beban menggunakan perhitungan manual dengan <i>software Geoslope</i> .
5.	Zaika, dkk (2014)	Analisis Stabilitas Lereng Memakai Perkuatan Geotekstil Dengan Bantuan Perangkat Lunak	Sungai Parit Raya	Mengetahui stabilitas lereng dan penyebab kelongsoran tanpa perkuatan dan kerusakan penahan tanah eksisting. Merencanakan geotekstil dan menghitung anggaran biaya beserta metode pelaksanaannya.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Angka aman lereng. 2. Pengaruh perkuatan geotekstil. 3. RAB. 	Hasil analisa menggunakan SLOPE/W angka keamanannya 1,893. Dari hasil analisis manual diperoleh nilai angka keamanan 0,333 (eksisting), kemudian naik menjadi 1,925 (setelah diperkuat geotekstil).

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Dilakukan

No	Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi	Tujuan	Parameter yang Diuji	Hasil Penelitian
6.	Pradhana, R (2018)	Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil	Lereng Bantaran Sungai Code, Jetis, Yogyakarta	Mengetahui stabilitas lereng dengan dan tanpa perkuatan geotekstil, serta variasi beban merata dan variasi muka air tanah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisis angka aman. 2. Variasi muka air tanah dan beban merata. 3. Variasi dengan dan tanpa perkuatan geotekstil. 	Perkuatan geotekstil pada lereng dan perubahan geometri lereng dapat meningkatkan kestabilan lereng, dari kondisi lereng awal yang tidak stabil dan setelah dilakukan perlakuan tersebut lereng menjadi aman dengan SF > 1,25.
7.	Sekarti, D (2018)	Analisis Stabilitas Timbunan di Jalan Tol Ruas Salatiga-Kartasura	Jalan Tol Semarang-Solo Ruas Salatiga-Kartasura	Mengetahui perbandingan angka aman timbunan dengan variasi beban, jumlah trap, panjang geotekstil dan metode kesetimbangan batas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisis angka aman. 2. Variasi jumlah trap. 3. Perbandingan kestabilan lereng dengan dan tanpa geosintetik. 	Timbunan dengan penambahan trap kondisi yang aman dan stabil sebesar 16,67%, sedangkan dengan pemasangan geotekstil panjang per zona timbunan yang stabil sebesar 40% dan dengan pemasangan panjang geotekstil seragam 24 m sebesar 100%. Pemasangan panjang geotekstil seragam sepanjang 24 m merupakan solusi terbaik untuk memperbaiki stabilitas timbunan.