

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

Arif dan Widodo (2008) menyatakan Longsor merupakan gejala geologi yang umum terjadi dan pasti akan terjadi dalam rangka mencari keseimbangan alam. Faktor utama yang menyebabkan longsor adalah faktor geologi, iklim, vegetasi dan penggunaan lahan. Nurmanza dkk. (2014) menyatakan daerah lereng Indonesia rata-rata memiliki tanah yang kurang stabil. Sehingga, secara tidak langsung memberikan potensi bahaya terhadap terjadinya longsor. Kendatipun begitu, daerah seperti itu masih banyak digunakan sebagai daerah pemukiman warga. Maka tidak heran saat terjadi longsor, banyak kerugian yang didapat baik berupa nyawa maupun harta benda.

2.2. Analisis Stabilitas Lereng

Eveny (2014) menyatakan dalam analisa stabilitas lereng, perlu diketahui tegangan yang bekerja pada tanah, sifat fisik dan mekaniknya terlebih dahulu. Sifat fisik tersebut meliputi kadar air, berat volume dan berat jenis, sedangkan sifat mekanik antara lain uji geser dan uji tekan uniaksial. Longsoran yang terjadi pada tanah dan pasir pada umumnya berbentuk busur lingkaran. Bidang tersebut dibagi bagi menjadi bentuk irisan dengan tujuan untuk mempertimbangkan adanya variasi kekuatan geser dan tekanan air pori sepanjang bidang runtuh. Metode *Janbu*, *Bishop* dan *Spencer* adalah metode kesetimbangan batas yang sering digunakan dalam menentukan angka faktor keamanan. Faktor keamanan tersebut menurut Pentawan (2017) digunakan sebagai acuan tingkat stabilitas lereng.

Fahriani (2016) menyatakan dalam penelitiannya bahwa faktor keamanan merupakan perbandingan antara gaya-gaya yang menahan gerakan terhadap gaya-gaya yang menggerakkan tanah tersebut, bila dirumuskan sebagai berikut.

Faktor keamanan (F) = gaya penahan / gaya penggerak. Dalam hal ini terdapat beberapa kondisi F sebagai berikut.

- Kondisi $F > 1,0$: lereng dalam keadaan mantap.
- Kondisi $F = 1,0$: lereng dalam keadaan seimbang.
- Kondisi $F < 1,0$: lereng tidak mantap.

Aryal (2006) dalam tesisnya menjelaskan metode yang dapat digunakan dalam analisis stabilitas lereng, yaitu metode *Limit Equilibrium* dan *Finite Element*. Program yang digunakan adalah *SLOPE/W* dan *SLIDE* untuk program berbasis *Limit Equilibrium* dan *PLAXIS* untuk program berbasis *Finite Element*. Perbedaan pendekatan analisis dari kedua metode ini adalah metode *Limit Equilibrium* berdasarkan kesetimbangan, sedangkan metode *Finite Element* berdasarkan hubungan tegangan-regangan.

2.3. Analisis Stabilitas Lereng dengan Program *SLOPE/W*

Akmal (2015) menyatakan *SLOPE/W* merupakan produk perangkat lunak untuk menghitung faktor keamanan lereng baik yang tersusun oleh tanah maupun batuan. Analisis faktor keamanan dapat dilakukan dalam kondisi lapangan yang berbeda seperti berbagai macam kemiringan tanah, terdapat tekanan air pori atau tidak, maupun sifat tanah yang berbeda-beda.

Famungkas (2015) menyatakan *SLOPE/W* telah dirancang dan dikembangkan untuk menjadi alat perangkat lunak umum untuk analisis stabilitas struktur lereng. *SLOPE/W* memiliki sub entri: 1) Geometri lereng - deskripsi stratigrafi dan bentuk permukaan lereng, 2) kekuatan tanah - parameter yang digunakan untuk menentukan tanah (materi) kekuatan, 3) tekanan air pori – caramendefinisikan kondisi tekanan air pori , 4) Perkuatan - interaksi tanah-struktur perkuatan, paku, jangkar, tumpukan, dinding, geotekstil dan sebagainya, dan 5) Muatan atau beban – penambahan beban atau beban dinamis (gempa).

Aryal (2006) menggunakan program *SLOPE/W* yang berbasis *Limit Equilibrium* dalam penelitiannya untuk mengetahui faktor keamanan lereng. Lebih rinci dijelaskan, metode analisis yang berbasis *Limit Equilibrium* yaitu metode *Ordinary*, *Bishop Simplified*, *Janbu Simplified*, *Janbu GPS*, *Lowe-Karafiath*, *Corps of Engrs.*, *Sarma*, *Spencer* dan *Morgenst.-Price*. Dalam Tabel 2.1 dapat dilihat perbedaan dari metode yang telah disebutkan sebagai berikut.

Tabel 2.1 Rangkuman metode *Limit Equilibrium*

<i>Methods</i>	<i>Circular</i>	<i>Non-cir.</i>	$\Sigma M=0$	$\Sigma F=0$	<i>Assumptions for T and E</i>
<i>Ordinary</i>	√	-	√	-	<i>Neglects both E and T</i>
<i>Bishop simplified</i>	√	(*)	√	(**)	<i>Considers E, but neglects T</i>
<i>Janbu simplified</i>	(*)	√	-	√	<i>Considers E, but neglects T</i>
<i>Janbu GPS</i>	√	√	(***)	√	<i>Considers both E and T, act at LoT</i>
<i>Lowe-Karafiath</i>	-	√	-	√	<i>Resultant inclines at, $\Theta = 1/2(\alpha+\beta)$</i>
<i>Corps of Engrs.</i>	-	√	-	√	<i>Resultant inclines at, $\Theta = 1/2(\alpha_1 + \alpha_2)$</i>
<i>Sarma</i>	√	√	√	√	<i>Interslice shear, $T = ch + E \tan\phi$</i>
<i>Spencer</i>	√	(*)	√	√	<i>Constant inclination, $T = \tan\Theta E$</i>
<i>Morgenst-Price</i>	√	√	√	√	<i>Defined by $f(x)$, $T = f(x) \cdot \lambda \cdot E$</i>

Sumber : Abramson et al.(2002), Nash (1987) dalam Aryal (2002)

Nurmanza dkk. (2014) menjelaskan langkah-langkah analisis stabilitas lereng dengan menggunakan *SLOPE/W* adalah sebagai berikut :

1. membuka *GeoStudio SLOPE/W* untuk analisis stabilitas lereng,
2. memilih *Toolbars* yang tersedia untuk digunakan,
3. mengatur area gambar,
4. mengatur ukuran halaman area gambar,
5. mengatur skala,
6. mengatur jarak pada *Grid*,
7. mengatur dan menampilkan *Grid*,
8. menyimpan data ke *File*,
9. menentukan *Axes* untuk mempermudah pembacaan jarak dan lebar dan tinggi,
10. penggambaran geometri lereng,
11. menentukan metode analisis,
12. menentukan opsi yang digunakan dalam analisis,
13. menentukan sifat-sifat material tanah,
14. menggambar *Piezometric Line* untuk menentukan garis pada muka air tanah,
15. menggambar lokasi *Entry and Exit* untuk menentukan batasan dari garis, dan
16. menyimpan hasil analisis.

2.4. Pengaruh Nilai Kuat Geser Puncak/Sisa terhadap Stabilitas Lereng

Zydroń (2011) menyatakan bahwa kuat geser tanah yang terdiri dari sudut geser dalam dan kohesi merupakan parameter dasar yang menggambarkan karakteristik mekanik tanah terhadap aspek kestabilannya. Kuat geser sisa yang merupakan kuat geser tanah setelah mencapai kuat geser maksimum menjadi sangat penting diperhitungkan dalam stabilitas lereng. Untuk menghitung stabilitas lereng yang aman disarankan untuk menggunakan parameter kuat geser sisa pada kadar air maksimum. Pada Tabel 2.2 dapat dilihat hasil analisis stabilitas lereng dengan parameter kuat geser puncak dan kuat geser sisa sebagai berikut.

Tabel 2.2 Hasil Analisis Stabilitas Lereng Zydroń (2011)

<i>Origin of slope sample</i>	<i>Values of safety factors determined for :</i>	
	<i>Peak shear strength</i>	<i>Residual shear strength</i>
<i>Zlota Gorka</i>	1,56	0,95
<i>Targanice Wirzosowa Str.</i>	0,73	0,45
<i>Targanice Brzezinska Str. – soil No.1</i>	0,70	0,36
<i>Targanice Brzezinska Str. – soil No.2</i>	2,40	0,91
<i>Szymbark-soil No.1</i>	0,43	0,24
<i>Szymbark-soil No.2</i>	3,48	1,05

Sumber : Zydroń, (2011)

2.5. Pengaruh Gempa terhadap Stabilitas Lereng

Goro (2007) menyatakan perencanaan bangunan timbunan tahan gempa di Indonesia masih banyak menggunakan cara statik ekuivalen. Pada metode ini efek beban dinamik yang ditimbulkan gempa bumi diubah menjadi beban statik. Cara ini mempunyai beberapa keterbatasan (Najoan, Th. F., 1991) sebagai berikut ini.

1. Koefisien seismik diambil dari percepatan gempa maksimum yang bekerja di permukaan tanah dibagi dengan gravitasi. Jadi tubuh timbunan dianggap sebagai kesatuan yang kaku (*rigid body*) yang sebenarnya tidak demikian kondisinya.

2. Arah gaya gempa dianggap ke arah luar lereng yang meningkatkan gaya longsor. Sebenarnya gaya gempa yang bekerja bersifat *transient* artinya arah gaya bergantian ke luar dan masuk lereng sesuai riwayat percepatan gempa.
3. Perhitungan faktor keamanan dilakukan dengan cara keseimbangan batas, dimana tegangan, regangan dan alihan permanen dari suatu lereng yang longsor tidak dapat diperoleh.

Untuk mengatasi kelemahan cara static ekuivalen, dalam perencanaan perlu diperiksa keamanannya dengan Analisis Dinamik dengan Metode Elemen Hingga.

Pentawan (2017) menyatakan Getaran gempa bumi pada lereng gunung api atau pegunungan dapat memicu longsor, karena getaran gempa dapat memperbesar gaya atau tegangan penggerak massa tanah/ batuan pada lereng, yang sekaligus juga mengurangi besarnya gaya atau tegangan penahan gerakan.

Amalia (2015) dalam penelitiannya membandingkan faktor keamanan stabilitas lereng dengan kondisi lereng asli (kemarau), penambahan beban (*cottage*), dan adanya percepatan gempa. Didapatkan nilai faktor keamanan stabilitas lereng pada kondisi asli atau musim kemarau sebesar 1,381, hasil penambahan beban *cottage* tidak berpengaruh terhadap stabilitas lereng dengan faktor aman sebesar 1,381 dan faktor keamanan turun menjadi 1,02 dengan kondisi adanya koefisien percepatan gempa (kg) sebesar 0,355g.

2.6. Pengaruh Berat Volume Tanah terhadap Stabilitas Lereng

Pentawan (2017) menyatakan nilai bobot isi tanah atau batuan akan menentukan besarnya beban yang diterima pada permukaan bidang longsor, dinyatakan dalam satuan berat per volume. Bobot isi batuan juga dipengaruhi oleh jumlah kandungan air dalam batuan tersebut. Semakin besar bobot isi pada suatu lereng tambang maka gaya geser penyebab kelongsoran akan semakin besar. Bobot isi diketahui dari pengujian laboratorium. Nilai bobot isi batuan untuk analisa kestabilan lereng terdiri dari 3 parameter yaitu nilai bobot isi batuan pada kondisi asli (γ_n), kondisi kering (γ_d) dan Bobot isi pada kondisi basah (γ_w).

Naiknya berat volume atau berat isi tanah dapat disebabkan oleh air hujan seperti yang dinyatakan oleh Permana (2016), longsor biasanya terjadi saat musim

lereng. Maka, Hassiotis et al. (1997) menyarankan penggunaan dimobilisasi dengan gaya lateral sehingga :

$$P_m = P_p / c_o,$$

dengan : c_o = faktor reduksi geser lebih besar dari 1,0.

Maka FS yang terjadi setelah diperkuat pile dengan bishop menjadi :

$$FS_{bT} = \frac{\text{Gaya penahan} + P}{\text{Gaya Pendorong}} \cdot$$

Pratama dkk. (2014) melakukan penelitian penggunaan *borpile* sebagai perkuatan lereng. Perkuatan *borpile* yang digunakan berjarak 11 meter dan terletak pada elevasi +1191,5 dengan diameter 0,8 m dan berjarak 16 m dari *As* jalan. Hasil analisa menunjukkan bahwa alternatif penanganan ini meningkatkan faktor keamanan menjadi 1,6383 yang sebelumnya bernilai 1,3476.

2.8. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian terdahulu yang telah disebutkan sebelumnya menjadi tinjauan penulis untuk melakukan penelitian yang dilakukan. Penulis melakukan penelitian yang berbeda dengan penelitian yang terdahulu. Perbedaan terletak pada lokasi, beban yang mempengaruhi baik beban gravitasi maupun beban gempa, geometri lereng dan juga jenis tanah.

Untuk mempermudah pemahaman, penelitian-penelitian terdahulu yang telah ditinjau disajikan dalam bentuk tabel, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.3 sebagai berikut.

Tabel 2.3 Referensi Penelitian Terdahulu yang Ditinjau

No	Nama	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
1	Arif dan Widodo (2008)	Analisa kelongsoran (studi kasus di jember)	<ul style="list-style-type: none"> • Mendapatkan deformasi dengan model <i>P/axis</i> yang sesuai dengan deformasi yang terjadi di lapangan. • Mendapatkan letak bidang longsor dengan <i>P/axis</i> yang sesuai dengan bidang longsor yang terjadi di lapangan 	<ul style="list-style-type: none"> • Lokasi berada pada daerah Jember • Analisis dilakukan dengan menggunakan program <i>P/axis 2D</i> dan <i>P/axis 3D</i> • Elevasi muka air tanah merupakan variabel yang diubah dalam analisis 	<ul style="list-style-type: none"> • Model deformasi hasil <i>P/axis</i> dengan lapangan mempunyai kecenderungan sama • Letak bidang longsor hasil <i>P/axis</i> cenderung sama dengan lapangan • Kondisi semua lapisan tanah yang jenuh oleh air tanah pada lokasi, terancam longsor

Lanjutan Tabel 2.3 Referensi Penelitian Terdahulu yang Ditinjau

2	Nurmanza dkk. (2014)	<p>Analisis lereng perkuatan (<i>pile</i>) bantuan perangkat lunak (studi kasus pada sungai parit raya)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Mengetahui kerusakan penahan tanah melalui pengamatan di lapangan Mengetahui kondisi stabilitas lereng eksisting dan stabilitas lereng dengan perkuatan lereng yang baru memakai perangkat lunak atau <i>software SLOPE/W</i> Menghitung rencana anggaran biaya dan menyusun tahapan metode pelaksanaan untuk pekerjaan di lokasi tersebut 	<ul style="list-style-type: none"> Lokasi berada pada sungai Parit Raya, Trenggalek Analisis menggunakan program <i>SLOPE/W</i> dengan metode <i>Bishop</i> Analisis dilakukan sebelum dan setelah adanya perkuatan dengan <i>pile</i> Analisis anggaran biaya mengacu pada SNI 2008 	<ul style="list-style-type: none"> Faktor penyebab ketidakstabilan lereng sangat mungkin dipengaruhi oleh naiknya muka air tanah Kondisi stabilitas lereng eksisting sebesar 0,685 Perkuatan <i>pile</i> dengan diameter 0,4 m, jarak antar pile memanjang 0,8m, jarak antar pile melintang 1,2 m dan panjang <i>pile</i> 2x dari tinggi kelongsoran pada pias sebelum diperkuat oleh pile Kondisi stabilitas lereng setelah diperkuat dengan <i>pile</i> sebesar 1,554 Rencana anggaran biaya didapatkan
---	----------------------	---	--	--	--

Lanjutan Tabel 2.3 Referensi Penelitian Terdahulu yang Ditinjau

3	Eveny (2014)	Perbandingan metode bishop, janbu dan spencer dalam perhitungan stabilitas lereng pada batuan tuff	<ul style="list-style-type: none"> Menentukan hasil perhitungan keamanan dengan kesetimbangan faktor terhadap hasil perhitungan keamanan dengan metode komputasi (program <i>slide</i>). Mengetahui pengaruh jumlah irisan terhadap perhitungan metode kesetimbangan faktor (<i>Bishop, Janbu</i> dan <i>Spencer</i>) dalam penentuan faktor keamanan. 	<ul style="list-style-type: none"> Membandingkan analisis faktor keamanan lereng dengan perhitungan manual dan program <i>slide</i> 	<p>sebesar Rp 3.448.883.000,00</p> <ul style="list-style-type: none"> Hasil FK yang diperoleh divalidasi dengan program <i>slide</i> dan perbedaan hasil FK Slide dengan hasil FK manual diperoleh selisih 5%-10%.
4	Pentawan (2017)	Simulasi penggunaan program <i>GEOSTUDIO SLOPE/W 2007</i> dalam menganalisis stabilitas lereng	<ul style="list-style-type: none"> Penggunaan <i>GeoStudio SLOPE/W 2007</i> sebagai perangkat lunak (<i>software</i>) untuk mencari nilai faktor aman Mengetahui bentuk potongan melintang 	<ul style="list-style-type: none"> Lokasi penelitian berada di Kecamatan Semaka, Kab. Lampung Kondisi tanah pada lereng disimulasikan dalam keadaan jenuh, setengah jenuh dan tidak jenuh 	<ul style="list-style-type: none"> Metode <i>Morgenstern Price</i> dan metode <i>Bishop</i> memiliki nilai faktor aman yang cenderung sama dan lebih besar dibandingkan metode

Lanjutan Tabel 2.3 Referensi Penelitian Terdahulu yang Ditinjau

	dengan jenis tanah liat berdebu pada kondisi tidak jenuh, kondisi jenuh sebagian, dan kondisi jenuh	lereng yang paling ideal pada lokasi penelitian dengan menggunakan program <i>GeoStudio SLOPE/W 2007</i>	dengan mengubah nilai berat volume tanah <ul style="list-style-type: none"> • Analisis pada <i>SLOPE/W</i> dilakukan dengan metode <i>Ordinary</i>, <i>Bishop</i>, <i>Janbu</i> dan <i>Morgenstern Price</i> 	<i>Ordinary</i> dan metode <i>Janbu</i> yang cenderung memiliki faktor aman yang lebih kecil <ul style="list-style-type: none"> • Lereng tergolong stabil pada kondisi tidak jenuh (kering), sedangkan kondisi jenuh lereng tergolong tidak stabil/tidak aman.
5	Fahriani (2016) Analisis pengaruh ketinggian timbunan terhadap kestabilan lereng	• Mengetahui pengaruh ketinggian timbunan terhadap faktor keamanan lereng	• Analisis menggunakan program <i>PLAXIS</i> • Analisis dilakukan dengan mengubah ketinggian timbunan dari 1m sampai 5 m	• Meningkatkan ketinggian tanah timbunan mengakibatkan menurunnya angka keamanan lereng • Persentase penurunan angka keamanan lereng tiap 1 m semakin menurun, sampai ketinggian 5 m dengan persentase angka keamanan lereng sebesar 2,47%

Lanjutan Tabel 2.3 Referensi Penelitian Terdahulu yang Ditinjau

6	Aryal (2006)	<i>Slope Stability Evaluations by Limit Equilibrium and Finite Element Methods</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Membandingkan dan mengevaluasi kestabilan lereng dengan metode <i>Limit Equilibrium</i> dan <i>Finite Element</i> • Mengevaluasi kondisi stabilitas lereng jangka panjang • Menyelidiki kuat geser dan parameter lainnya yang relevan untuk analisis stabilitas lereng 	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan program <i>SLOPE/W</i> dan <i>SLIDE</i> yang berbasis metode <i>Limit Equilibrium</i> dan program <i>PLAXIS</i> yang berbasis metode <i>Finite Element</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Faktor keamanan yang didapatkan dengan metode <i>Finite Element</i> lebih besar daripada dengan metode <i>Limit Equilibrium</i>
7	Akmal (2016)	Analisis stabilitas lereng di desa sukamakmur, Kabupaten bogor, menggunakan metode <i>Fellenius</i> melalui aplikasi <i>GEOSTUDIO SLOPE/W</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis kestabilan lereng berdasarkan perhitungan faktor keamanan dengan metode <i>Fellenius</i> (irisan biasa) pada program <i>Geostudio 2004</i>. • Merencanakan kekuatan lereng pada dinding lereng yang mungkin mengalami longsor dengan bronjong dan teras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan program <i>GEOSTUDIO 2004</i> untuk mendapatkan faktor keamanan lereng dengan metode <i>Fellenius</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil analisis faktor keamanan sebesar 1,334. Diperlukan kekuatan lereng dengan menggunakan bronjong dengan ketinggian 8 m dan lebar 5 m.

Lanjutan Tabel 2.3 Referensi Penelitian Terdahulu yang Ditinjau

8	Famungkas (2015)	Analisis Stabilitas Lereng Memakai Perkuatan Geotekstil dengan Bantuan Perangkat Lunak(Studi Kasus Pada Sungai Parit Raya)	<ul style="list-style-type: none"> Mengetahui penyebab longsor lereng sebelum perkuatan dan kerusakan penahan tanah eksisting. Menentukan stabilitas lereng dan merencanakan perkuatan tanah dengan geotekstil, serta menghitung anggaran biaya 	<ul style="list-style-type: none"> Lokasi berada pada kawasan sungai parit raya Analisis menggunakan program <i>SLOPE/W</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Faktor keamanan lereng sebelum diperkuat sebesar 0,66. Faktor keamanan lereng setelah diperkuat dengan geotekstil sebesar 1,893. Anggaran yang dibutuhkan sebesar Rp 1.287.439,000
9	Zydroń (2011)	<i>Shear strength investigation of soils in landslide areas</i>	<ul style="list-style-type: none"> Mengetahui kuat geser puncak dan sisa 	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan pengujian dengan alat geser langsung 	<ul style="list-style-type: none"> Kuat geser sisa yang didapatkan mencapai 80% dari kuat geser puncak
10	Goro (2007)	Studi Analisis Stabilitas Lereng pada Timbunan dengan Metode Elemen Hingga	<ul style="list-style-type: none"> Mengkaji ulang Analisis static ekuivalen terhadap Analisis dinamik pada konstruksi timbunan, menggunakan Metode Elemen Hingga dengan bantuan program komputer <i>Plaxis</i> dan <i>Geo-Office</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan program <i>PLAXIS</i> dan <i>OFFICE</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Faktor keamanan pada analisis statik ekuivalen lebih kecil daripada faktor keamanan pada analisis dinamik

Lanjutan Tabel 2.3 Referensi Penelitian Terdahulu yang Ditinjau

11	Amalia (2015)	<p>Analisis stabilitas lereng kawasan situs ratu boko akibat tambahan beban bangunan dan pengaruh perubahan kadar air</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis faktor angka aman lereng alam dengan berbagai kondisi akibat rencana pengembangan infrastruktur dan perubahan kadar air tanah dengan menggunakan <i>software SLOPE/W</i> • Mengetahui kelayakan rencana pengembangan infrastruktur ditinjau dari stabilitas lereng. • Mengetahui alternatif perbaikan pada lereng alam serta rekomendasi dalam rangka pengembangan infrastruktur di kompleks Situs Istana Ratu Boko. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lokasi berada pada kawasan situs ratu boko Analisis menggunakan program <i>SLOPE/W</i> dengan variabel beban, percepatan gempa dan perubahan kadar air tanah 	<ul style="list-style-type: none"> • Stabilitas lereng pada kondisi awal atau musim kemarau memenuhi persyaratan faktor terhadap aman gerakan tanah yaitu sebesar 1,381. Dengan koefisien percepatan gempa 0,355g, faktor aman turun menjadi 1,020 Penambahan beban statis berupa <i>cottage</i> tidak mempengaruhi kestabilan lereng • Pada kondisi kadar air tanah pada musim penghujan faktor aman diperoleh 1,168 • Rekomendasi perbaikan yang disarankan yaitu menghilangkan bagian lereng yang rentan terjadi
----	---------------	---	---	--	--

Lanjutan Tabel 2.3 Referensi Penelitian Terdahulu yang Ditinjau

					pergerakan. Hasil analisis dengan rekomendasi perbaikan menunjukkan faktor aman sebesar 1,437
12	Permana (2016)	Analisis Stabilitas Lereng dan Penanganan Longsor menggunakan Metode Elemen Hingga <i>PLAXIS</i> V.8.2	<ul style="list-style-type: none"> Evaluasi nilai faktor aman pada lokasi penelitian berdasarkan analisis menggunakan <i>Plaxis</i> V.8.2 dan rumus analisis lereng tak terhingga. Pemanfaatan program <i>Plaxis</i> sebagai salah satu cara untuk menganalisis dan mencari solusi penanganan stabilitas lereng. 	<ul style="list-style-type: none"> Analisis menggunakan program <i>PLAXIS</i> dan dibandingkan dengan rumus analisis <ul style="list-style-type: none"> Kondisi lereng dengan kondisi jenuh sebagian memiliki stabilitas Paling kecil. Faktor keamanan lereng kondisi awal sebesar 0,2847 dan meningkat menjadi 1,3548 setelah dilakukan penanganan lereng. 	
13	Pratama dkk. (2014)	Analisis stabilitas lereng dan alternatif penanganannya (studi kasus longsor jalan alternatif)	<ul style="list-style-type: none"> Mengetahui alternatif stabilitas lereng dengan kekuatan <i>bore pile</i> dan kombinasi <i>bore pile</i> dengan <i>counterfort wall</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Lokasi proyek berada di kawasan Tawangmangu Analisis kestabilan kondisi awal, dengan kekuatan <i>bored pile</i> dan dengan kombinasi 	<ul style="list-style-type: none"> Faktor keamanan lereng sebelum diperkuat sebesar 1,324 Setelah diperkuat dengan <i>bore pile</i> 11 m

Lanjutan Tabel 2.3 Referensi Penelitian Terdahulu yang Ditinjau

14	Amrullah (2018)	Tawangmangu STA 3+150 – STA 3+200, Karanganyar	perkuatan <i>counterfort wall</i> dengan <i>bored pile</i>	<ul style="list-style-type: none"> adalah sebesar 1,6383 dan dengan perkuatan kombinasi <i>counterfort wall</i> dengan <i>bore pile</i> 10 m sebesar 1,9720 Dari segi volume beton yang dibutuhkan lebih ekonomis perkuatan dengan <i>bore pile</i> 11m
				<ul style="list-style-type: none"> Stabilitas lereng dengan parameter kuat geser puncak, lereng masih dalam keadaan stabil Stabilitas lereng dengan parameter kuat geser sisa telah terjadi longsor Pekuatan tiang bor dengan panjang 15m, diameter 0,8m, jarak antar tiang 1,2m.
				<ul style="list-style-type: none"> Mengetahui pengaruh kuat geser puncak dan sisa dengan variasi berat volume basah dan jenuh dan gaya gempa terhadap stabilitas lereng dengan dan tanpa perkuatan tiang bor Menghitung penulangan perkuatan tiang bor
				<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan program <i>SLOPE/W, Slope Stability</i> dan <i>Anti Slide Piles</i>