

Pengendalian Longsor Menggunakan Alat FJM 3-1 Di Tanah Pasir

Aditya Steven Benawan¹, Fabian J. Manoppo², Alva N. Sarajar³

Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115

¹stevenaditya@yahoo.co.id; ²fabian_jm@yahoo.com; ³alva_sarajar@yahoo.com

Abstrak - Longsoran adalah keruntuhan pada massa tanah yang terletak pada sebuah lereng sehingga terjadi pergerakan massa tanah kebawah dan keluar. Longsoran dapat terjadi dengan berbagai cara, secara perlahan-lahan atau mendadak serta dengan ataupun tanpa tanda-tanda yang terlihat. Hasil penelitian ini berguna untuk memberikan gambaran tentang parameter fisik tanah, visualisasi kelongsoran lereng dan mekanik tanah, untuk mengetahui tingkat kestabilan lereng pada model tes di laboratorium. Dalam penelitian ini metode yang dipakai adalah studi literatur dan studi lapangan, metode yang digunakan saling mendukung untuk mencapai tujuan akhir penulisan. Studi lapangan dilakukan penulis dengan cara pengambilan tanah asli di lapangan dan diperiksa di laboratorium lalu dibuat model tes. Program slide 6.0 digunakan untuk menganalisis kestabilan lereng dengan menggunakan data-data yang diketahui lebih dulu yaitu, parameter tanah seperti (c , γ , ϕ). Pada penelitian pemodelan lereng di laboratorium, percobaan sebelum menggunakan Alat FJM 3-1 diberikan air secara merata sebanyak 8.52 liter/menit lereng tersebut mengalami kelongsoran. Kemudian setelah menggunakan alat FJM 3-1 pada pemodelan lereng di berikan air secara merata sebanyak 12.84 liter/menit lereng tersebut tidak mengalami kelongsoran. Dari kedua percobaan tersebut di dapatkan nilai parameter tanah sebelum menggunakan alat FJM 3-1 ($c = 0.068$ t/m², $\gamma = 1.4$, $\phi = 20.36^\circ$) dan juga di dapatkan nilai parameter tanah setelah menggunakan alat FJM 3-1 ($c = 0.045$ t/m², $\gamma = 1.7$, $\phi = 24.25^\circ$). Setelah dilihat dalam percobaan yang telah dilakukan tersebut dapat disimpulkan bahwa alat FJM 3-1 dapat bekerja menghisap kelebihan air dalam tanah sehingga alat bekerja secara efektif. Nilai Faktor Keamanan pada percobaan pemodelan lereng sebelum menggunakan Alat = 0.931 dinyatakan tidak stabil karena nilai Faktor Keamanan dari percobaan tersebut < 1, sedangkan nilai Faktor Keamanan pada percobaan Pemodelan Lereng Setelah Menggunakan Alat FJM 3-1 = 1.018 dinyatakan stabil karena nilai Faktor Keamanan dari percobaan tersebut > 1. Hasil yang didapatkan dalam perhitungan manual dengan menggunakan metode Bishop Simplified juga dinyatakan stabil karena nilai yang diperoleh = 1.0381.

Kata kunci — kelongsoran, alat FJM 3-1, faktor keamanan

Aditya Steven Benawan adalah mahasiswa tingkat akhir jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado pada bidang Geoteknik (email : stevenaditya@yahoo.co.id);

Fabian J. Manoppo adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi dan guru besar pada bidang Geoteknik (email : fabian_jm@yahoo.com)

Alva N. Sarajar adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada bidang Geoteknik (email : alva_sarajar@yahoo.com)

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Longsoran adalah potensi bencana geologis yang sering terjadi pada daerah berbukit atau pegunungan dan juga terjadi perpindahan massa tanah, pasir atau batuan pada arah tegak, mendatar atau miring dari kedudukan semula. Selain itu longsoran juga merupakan fenomena alam yang tidak terkontrol yang dapat menarik perhatian manusia karena berpotensi membahayakan keselamatan manusia. Penyebab longsor antara lain adalah curah hujan yang tinggi, tidak adanya tanaman pelindung lereng menyebabkan kaki lereng tererosi oleh aliran air sungai atau aliran air hujan yang menyebabkan tegangan horizontal turun, kondisi tanah dan batuan yang rentan, kegempaan yang kuat, dan kemiringan lereng yang besar. Secara visual kita dapat memperkirakan terjadinya tanah longsor seperti, sebelum terjadinya longsor besar terjadi longsor kecil berupa jatuhnya tanah dari tebing, timbulnya mata air yang keluar dari tebing longsor yang sebelumnya tidak ada dan terjadinya pergeseran tanah. Material yang mengalami longsor dapat berupa tanah, pasir, batuan, atau tanah berpasir bercampur batuan.

Pada umumnya lereng yang sering mengalami keruntuhan yaitu dari material tanah, pada massa tanah sehingga terjadi pergerakan ke bawah dan ke luar dari bentuk awal dapat menyebabkan terjadi longsoran. Pengendalian longsor yang terjadi pada lereng harus berdasarkan model yang akurat mengenai kondisi material bawah permukaan, pembebanan yang mungkin bekerja pada lereng dan kondisi air tanah yang tinggi.

Dalam upaya meminimalkan longsoran yang terjadi pada lereng yang memiliki kondisi kadar air tanah tertentu, maka akan di lakukan pengendalian longsor menggunakan alat FJM 3-1 dan akan menggunakan sampel tanah pasir kemudian di lakukan penelitian model tes di laboratorium. Dalam hal ini penulis akan mengetahui kondisi kestabilan lereng dan di tunjukan untuk mendapatkan nilai Faktor Keamanan (FK) suatu bentuk lereng dari material tanah pasir.

B. Rumusan Masalah

Dalam mengurangi kerugian yang di timbulkan karena adanya longsor pada sebuah lereng dan untuk mendapatkan Faktor Keamanan (FK) dari suatu bentuk lereng maka di perlukan penelitian mengenai “Pengendalian Longsor dengan

Alat FJM 3-1 di Tanah Pasir” dengan metode pemodelan tes di laboratorium.

C. Batasan Masalah

Kegiatan penelitian ini dilakukan dengan batasan sebagai berikut :

1. Sampel yang di gunakan dalam penelitian adalah material tanah pasir. Sampel tanah pasir yang digunakan dari desa Klabat Kabupaten Minahasa Utara.
2. Untuk penelitian ini gempa dan beban luar tidak di tinjau.
3. Alat FJM 3-1 tidak meninjau warning system, hanya berfungsi untuk menghisap kondisi kelebihan air dalam tanah pada lereng.

D. Tujuan Penelitian

1. Untuk medapatkan pengaruh alat FJM 3-1 pada model tes di laboratorium
2. Untuk memperoleh nilai Faktor Keamanan menggunakan Program slide 6.0 dan perhitungan manual metode Bishop Simplified.

E. Manfaat Penelitian

1. Mendapatkan pengetahuan yang lebih mendalam tentang pengendalian longsor, khususnya untuk mendapatkan angka aman (FK).
2. Memberikan alternatif perancangan mengenai pengendalian longsor dengan alat FJM 3-1 sebagai alat pencegah longsor.
3. Dapat mengaplikasikan software dalam bidang geoteknik yaitu Program slide 6.0 dan dalam hasil penelitian dapat digunakan sebagai masukan dan pertimbangan bagi penelitian sejenis untuk selanjutnya.

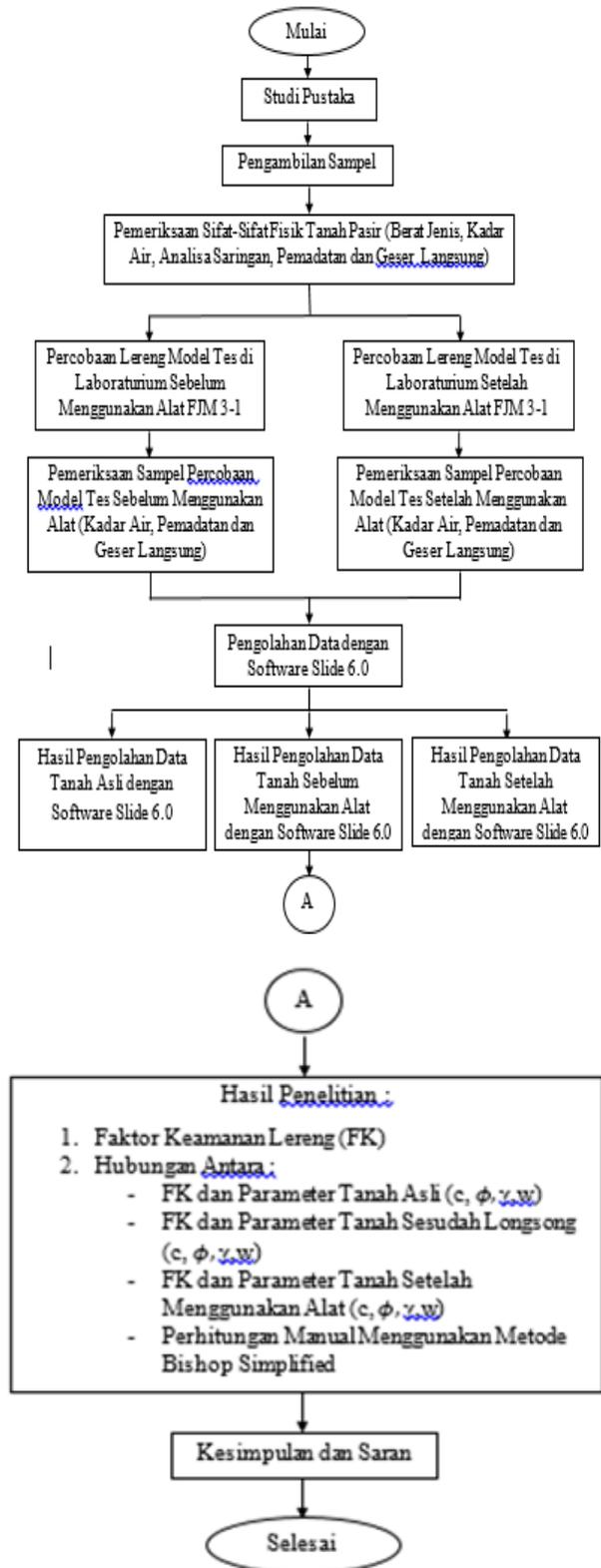
II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Bagan Alir

Kegiatan penelitian mengikuti bagan alir pada Gambar 1. Dalam penelitian ini, metode yang dipakai adalah studi literatur dan studi laboratorium. Kedua metode yang digunakan saling mendukung untuk mencapai tujuan akhir penulisan. Penelitian dilakukan dengan penggunaan aplikasi komputer yang berhubungan dengan penulisan.

Studi literatur dilakukan penulis dengan cara membaca literatur yang berhubungan dengan tugas akhir sebagai bahan pengkajian dari segi teoritis dan juga mendalami informasi penerapan program bantu komputer yang akan digunakan. Program Roescience Slide digunakan untuk menganalisis pengendalian longsor dengan menggunakan data-data yang diketahui lebih dahulu yaitu pada tanah pasir yang akan dibuat pemodelan tes (c, Φ, γ).

Studi laboratorium dilakukan penulis dengan cara pengambilan material dilapangan dan diperiksa di laboratorium lalu dibuat model tes.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Karakteristik Tanah

Hasil analisis karakteristik tanah asli sebelum melakukan percobaan model test adalah sebagai berikut :

TABEL 1. UJI KARAKTERISTIK TANAH

No	Karakteristik	Nilai
1	Kadar Air	14.12%
2	Berat Jenis (<i>Spesific Gravity</i>)	2.67
3	Lolos Saringan 200	3.77%
4	Berat Isi Tanah	1.425 t/m ³
5	Sudut Geser Dalam	28.42°

Hasil dari data tanah yang telah diteliti dapat di lihat pada lampiran. Setelah melakukan analisis tanah asli yang di ambil dari lapangan dan diteliti di laboratorium, selanjutnya akan dilakukan percobaan pemodelan tes.

B. Metode Pelaksanaan Model Tes di Laboratorium

Pada percobaan model tes di laboratorium, akan di buat pemodelan lereng dari tanah pasir dalam skala kecil dengan direncanakan geometrik lereng yang menggunakan data primer:

- Tinggi Lereng : 30 cm
- Sudut Kemiringan Lereng : 27 °
- Lebar Atas Lereng : 20 cm
- Lebar Bawah Lereng : 80 cm
- Panjang Lereng : 100 cm

Pembuatan lereng di dalam box dengan geometrik lereng yang sudah di tentukan dan dilakukan dengan cara cut and fill. Di dalam box yang akan di masukkan sampel tanah, sebelumnya telah diketahui kepadatan dari sampel tanah asli tersebut sehingga akan didapat berapa banyak tanah yang di perlukan dan yang akan di masukkan kedalam box. Data dari kepadatan sampel tanah asli yaitu 1.425 t/m². Kemudian akan diisi tanah ke dalam box dan dibentuk model lereng di dalam box dengan banyak tanah 0.214 ton tanah dan dipadatkan sesuai dimensi lereng yang sudah di tentukan.



Gambar 2. Proses Pemodelan Lereng Dalam Box

Dalam percobaan ini akan di lakukan pengujian pemodelan tes sebanyak dua kali untuk mendapatkan parameter tanah berbeda-beda yang sesuai dengan masing-masing pengujian dan akan di masukkan data parameter tanah tersebut kedalam program aplikasi *Slide* 6.0 sehingga dapat dilihat perbandingan faktor keamanan (FK) dari masing-masing percobaan yang dilakukan.

C. Percobaan Pemodelan Tes Sebelum Menggunakan Alat FJM 3-1

Percobaan pertama pada model tes ini tanpa menggunakan alat FJM 3-1 (pompa hisap) tetapi hanya diberi hujan buatan secara merata pada model lereng dan di hitung air yang masuk kedalam lereng yang berupa hujan buatan sebanyak 8.52 liter/menit sehingga dalam jumlah air dan dalam waktu tersebut telah terjadi kelongsoran terhadap lereng. Setelah dilihat sudah terjadi longsor terhadap model lereng, akan di lakukan pemeriksaan karakteristik tanah terhadap tanah model tes lereng yang telah longsor tersebut. Dalam pemeriksaan ini akan di ambil data kadar air tanah (w) setelah longsor, kepadatan (γ) dan sudut geser tanah (ϕ).

D. Percobaan Pemodelan Tes Setelah Menggunakan Alat FJM 3-1

Percobaan kedua pada model tes sudah menggunakan alat FJM 3-1 (pompa hisap) untuk dapat menghisap air yang ada di dalam lereng yang telah di berikan hujan buatan secara merata pada tanah model lereng di dalam box. Pada percobaan kedua ini akan di analisa waktu dan debit air dari percobaan yang pertama sampai terjadi longsor yaitu pada debit air sebanyak 8.52 liter/menit akan di analisa sehingga pada percobaan kedua akan di berikan hujan buatan secara merata lebih banyak dari percobaan yang pertama yaitu sebanyak 12.84 liter/menit dan pada waktu sementara di berikan hujan buatan secara merata, alat FJM 3-1 (pompa hisap) tersebut akan bersamaan di hidupkan sehingga air yang telah masuk kedalam tanah akan di hisap dan telah mengeluarkan air dari dalam tanah tersebut sebanyak 21 liter air oleh pompa yang sudah di hidupkan dan dijalankan. Pada percobaan kedua ini setelah air yang di buat hujan secara merata lebih banyak dari percobaan pertama, dapat di lihat tidak terjadi kelongsoran karena pompa hisap telah berfungsi untuk menghisap air keluar terhadap tanah model lereng tersebut. Kemudian akan dilakukan pemeriksaan karakteristik tanah terhadap tanah model tes lereng yang telah longsor tersebut. Dalam pemeriksaan ini akan di ambil data kadar air tanah (w) setelah longsor, kepadatan (γ) dan sudut geser tanah (ϕ).

Melalui uji karakteristik tanah, untuk tanah yang terganggu dan melalui uji geser langsung untuk tanah yang tidak terganggu sehingga di dapatkan berat isi tanah (γ), sudut geser dalam (ϕ) dan kohesi (c).

E. Hasil Pengujian Karakteristik Tanah Setelah Percobaan Model Tes

Dari percobaan model tes dan pengujian karakteristik tanah setelah percobaan sebanyak dua kali masing-masing di dapat data parameter tanah sebagai berikut :

Data tanah pada percobaan pemodelan tes sebelum menggunakan Alat FJM 3-1 (setelah terjadi longsor dengan debit air 8.52 liter/menit) :

1. Kadar air (w) = 32.18 %
2. Berat isi tanah (γ) = 1.220 t/m³
3. Sudut geser dalam (ϕ) = 20.36°
4. Kohesi tanah (c) = 0.068 t/m²

Data tanah pada percobaan pemodelan tes setelah menggunakan Alat FJM 3-1 (pompa hisap berfungsi mengendalikan air dan tidak terjadi longsor dengan debit air 12.84 liter/menit) :

1. Kadar air (w) = 24.37 %
2. Berat isi tanah (γ) = 1.702 t/m³
3. Sudut geser dalam (ϕ) = 24.25°
4. Kohesi tanah (c) = 0.04 t/m²



Gambar 3. Pemodelan Tes Dalam Box



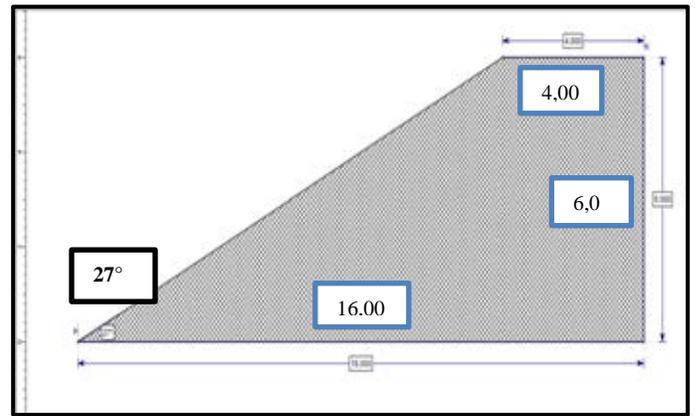
Gambar 4. Hujan Buatan Pada Pemodelan Tes Dalam Box

F. Hasil Perhitungan Stabilitas Lereng Menggunakan Program Slide 6.0

Dari data parameter tanah yang telah di dapat pada percobaan model tes akan di masukkan kedalam program slide dan kemudian koordinat lereng yang ada pada model tes di dalam box akan di masukkan kedalam program SLIDE dengan skala 20 kali lipat sehingga dapan di rencanakan koordinat lereng dalam program SLIDE adalah sebagai berikut :

1. (0,0)
2. (16,0)
3. (16,6)
4. (12,6)
5. (0,0)

Dengan menggunakan Program slide 6.0 dapat diperoleh nilai faktor keamanan dari masing-masing percobaan. Nilai dari faktor keamanan untuk masing-masing percobaan ini dirangkum dalam Tabel 2.



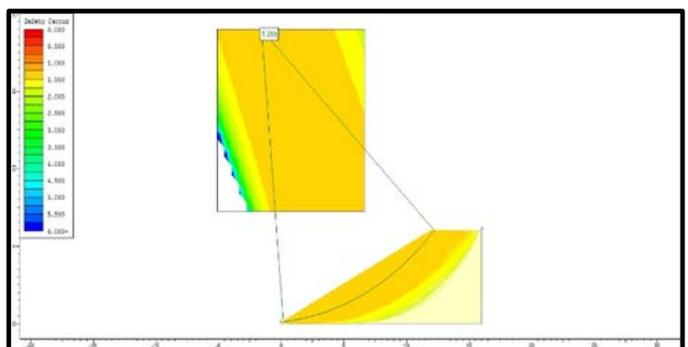
Gambar 5. Lereng Pada Program Slide

TABEL 2. NILAI FAKTOR KEAMANAN MASING-MASING PERCOBAAN

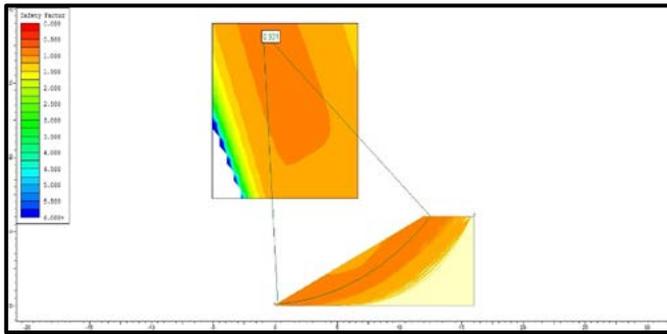
Kondisi Tanah	Faktor Keamanan	Kondisi Lereng
Tanah Asli	1.255	Stabil
Percobaan Pemodelan Lereng Sebelum Menggunakan Alat (8.52 liter/menit)	0.931	Tidak Stabil
Percobaan Pemodelan Lereng Setelah Menggunakan Alat (12.84 liter/menit)	1.018	Stabil

G. Hasil Perhitungan Faktor Keamanan Menggunakan Program Slide 6.0

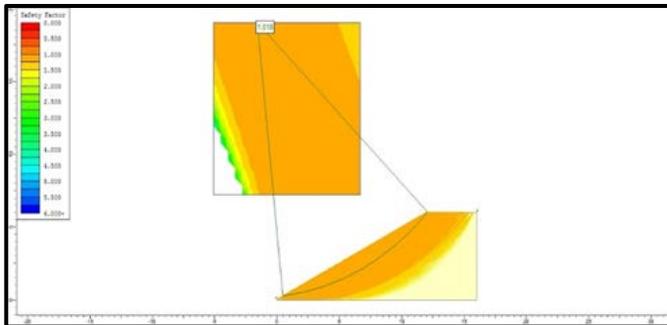
Dari hasil yang diperoleh pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa program Slide dapat memberikan faktor keamanan yang sesuai dengan kondisi pemodelan lereng. Setelah itu dapat dilihat contoh pada percobaan sebelum runtuh atau tanah asli sebelum percobaan dengan masukkan nilai parameter tanahnya (c , γ , ϕ) pada Program Slide, maka dapat diperoleh data yang menunjukkan bahwa lereng berada pada kondisi yang stabi



Gambar 6. Lereng Tanah Asli Sebelum Percobaan



Gambar 7. Lereng Tanah Asli Sesudah Percobaan Tanpa Menggunakan Alat



Gambar 8. Lereng Tanah Asli Sesudah Percobaan Menggunakan Alat

H. Perhitungan Manual Dengan Metode Bishop

Hasil analisis kestabilan lereng dengan metode Bishop Simplified menggunakan Software SLIDE diperoleh faktor keamanan = 1.018 dan dengan perhitungan manual diperoleh faktor keamanan = 1.038 (lihat lampiran). Dari nilai faktor keamanan yang didapatkan dan dari hasil analisis menandakan bahwa lereng dalam kondisi stabil.

Dalam perhitungan manual metode Bishop Simplified di ambil hasil dari data perhitungan pada Program Slide 6.0.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan yang telah dianalisa, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada penelitian pemodelan lereng di laboratorium, percobaan sebelum menggunakan Alat FJM 3-1 di berikan air secara merata sebanyak 8.52 liter/menit lereng tersebut mengalami kelongsoran. Kemudian setelah menggunakan alat FJM 3-1 pada pemodelan lereng di berikan air secara merata sebanyak 12.84 liter/menit lereng tersebut tidak mengalami kelongsoran. Dari kedua percobaan tersebut di dapatkan nilai parameter tanah sebelum menggunakan alat FJM 3-1 ($c = 0.068 \text{ t/m}^2$, $\gamma = 1.4$, $\phi = 20.36^\circ$) dan juga di dapatkan nilai parameter tanah setelah menggunakan alat FJM 3-1 ($c = 0.045 \text{ t/m}^2$, $\gamma = 1.7$, $\phi = 24.25^\circ$). Setelah dilihat dalam percobaan yang telah dilakukan tersebut dapat disimpulkan bahwa alat FJM 3-1 dapat bekerja menghisap kelebihan air dalam tanah sehingga alat bekerja secara efektif.

2. Nilai Faktor Keamanan pada percobaan pemodelan lereng sebelum menggunakan Alat = 0.931 dinyatakan tidak stabil karena nilai Faktor Keamanan dari percobaan tersebut < 1 , sedangkan nilai Faktor Keamanan pada percobaan Pemodelan Lereng Setelah Menggunakan Alat FJM 3-1 = 1.018 dinyatakan stabil karena nilai Faktor Keamanan dari percobaan tersebut > 1 . Hasil yang didapatkan dalam perhitungan manual dengan menggunakan metode *Bishop Simplified* juga dinyatakan stabil karena nilai yang diperoleh = 1.0381.

B. Saran

1. Untuk lereng pada tanah pasir yang berada pada kondisi kritis dimana faktor keamanan yang tidak stabil sangat efektif untuk menggunakan alat FJM 3-1 ini.
2. Perlu diadakan penelitian yang dilakukan dilapangan sebagai bahan pertimbangan mengenai faktor keamanan.

V. KUTIPAN

A. Buku

- [1] Joseph E. Bowles, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Jakarta: Erlangga, 1991.
- [2] Braja M. Das, *Mekanika Tanah – Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 1*. Jakarta: Erlangga, 1998
- [3] Braja M. Das, *Mekanika Tanah – Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 2*. Jakarta: Erlangga, 1998.
- [4] Anonim, *Panduan Praktikum Mekanika Tanah*. Manado: Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi, 2014.
- [5] Robert Travolta Butar-butur, *Evaluasi Kestabilan Lereng*. Maranatha Edu.
- [6] Darmadi, Atiyya Inayatillah, *Analisis Kestabilan Lereng dengan Software Rocscience Slide*. Penerbit Rizki Slamet Nugorho.
- [7] Herianto, *Analisa Kestabilan Lereng*. Bandung: Universitas Katolik Parahyangan, 1983.

B. Jurnal

- [8] Anisa Maria Hidayanti, "Analisa Kestabilan Lereng Pada Campuran Pasir dan Tanah Lempung dengan Menggunakan Permodelan di Laboratorium," dalam Jurnal Rekaya Sipil Vol. 8
- [9] Melania Kalalo, Jack H. Ticoh, Agnes T. Mandagi, "Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Sekitar Areal PT. Trakindo, Desa Maumbi. Kab.Minahasa Utara)," dalam Jurnal Sipil Statik Vol. 5, No. 5, 2017.
- [10] Priska C. L. Lengkong. J. E. R. Sumampouw, Alva N. Sarajar, "Hubungan Kuat Geser Pada Tanah dengan Hasil Percobaan Dynamic Cone Penetrometer Pada Ruas Jalan Wori-Likupang Kab. Minahasa Utara," dalam Jurnal Sipil Statik Vol. 1, No. 5, 2013.
- [11] Rekyanti Raifah, "Analisis Kestabilan Lereng Akibat Gempa (Studi Kasus: IAIN Manado)," dalam Jurnal Tekno Vol.14/No.66, ISSN: 0215-9617, 2016.
- [12] Sutyono Dina Iis-Iis, Sjachrul Balamba, Alva Noviana Sarajar, "Analisis Kestabilan Lereng Akibat Gempa Di Ruas Jalan Noongan-Pangu," dalam Jurnal Tekno Vol. 15, No. 67, 2017.
- [13] Takwin Gideon Allan, Arens E. Turangan, Steva G. Rondonuwu, "Analisis Kestabilan Lereng Metode Morgenstern-Price (Studi Kasus: Diamond Hill Citraland)," dalam Jurnal Tekno Vol. 15, No. 67, 2017.
- [14] Virginia Turangan, Fabian J. Manoppo, O. B. A. Sompie, "Analisis Kestabilan Lereng Dengan Alat FJM 2017, Study Kasus Jalan Manado – Tomohon (Tinoor)," dalam Jurnal Pascasarjana UNSRAT, 2017.