

**PENGARUH RETAKAN PERMUKAAN TANAH TERHADAP STABILITAS LERENG
BUKIT GUNTUR MACAN, GUNUNG SARI, LOMBOK BARAT**
*The Effect of Soil Surface Crack on Slope Stability in Bukit Guntur Macan,
Gunung Sari, West Lombok*

Ismail H Muchtaranda*, Tri Sulistyowati*

*Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jl Majapahit 62 Mataram
Email : ismailhoesain_m@unram.ac.id ; trisulistyowati@unram.ac.id

Abstrak

Peristiwa longsor sering terjadi pada saat hujan lebat atau sesaat setelah hujan reda. Hal ini dikarenakan air hujan berinfiltrasi ke dalam tanah, sehingga tanah menjadi jenuh, tekanan air pori di dalam tanah meningkat dan mengurangi kekuatan tanah, akibatnya terjadi peristiwa longsor. Salah satu penyebab air hujan cepat berinfiltrasi ke dalam tanah adalah adanya retakan (crack) pada permukaan tanah, baik pada permukaan tanah datar maupun pada bagian yang miring dari suatu lereng. Retakan dapat terjadi karena sifat kembang susut tanah, kegiatan pembangunan oleh manusia, penurunan tanah tidak seragam dan masih banyak penyebab lainnya. Dalam penelitian ini dilakukan pemodelan lereng dengan retakan pada permukaan puncak lereng yaitu jarak dan kedalaman retakan. Selanjutnya air pada retakan yang berasal dari air hujan ataupun air dari rumah-rumah penduduk dapat menimbulkan rembesan dan akan terinfiltrasi. Analisa stabilitas lereng, analisa infiltrasi dan rembesan dilakukan dengan menggunakan metode elemen hingga. Hasil analisis yang diperoleh adalah angka keamanan dari lereng terhadap letak dan kedalaman retakan tanah. Hasil analisis menunjukkan bahwa retakan yang terisi oleh air akibat hujan atau tanpa hujan, angka keamanan berkurang dibandingkan dengan tanpa retakan. Demikian pula jarak retakan semakin dekat dengan bidang longsor, angka keamanan semakin menurun. Angka keamanan juga semakin menurun seiring dengan semakin dalam retakan. Kedalaman retakan memberi jalan air yang lebih cepat meresap ke dalam tanah sehingga mendekati bidang longsor, demikian pula jarak retakan. Nilai SF kondisi awal lereng = 0,785, dengan adanya retakan nilai SF = 0,777, jika ada pengaruh aliran transient yang berasal dari hujan SF = 0,754 dan pada kondisi aliran tetap (steady) SF = 0,715.

Kata kunci : Retakan, Stabilitas lereng, Hujan, Aliran, Transient, Steady

PENDAHULUAN

Tanah longsor merupakan bencana alam yang sering terjadi di Pulau Lombok selain gempa bumi. Bencana tanah longsor umumnya terjadi pada musim hujan, sehingga kelongsoran dikaitkan dengan air hujan. Air hujan berinfiltrasi sehingga tanah menjadi jenuh dan menurunkan kuat geser tanah pada bidang longsor lereng. Keberadaan retakan dapat mempercepat air masuk ke dalam tanah dan tanah lebih cepat jenuh dibandingkan jika air berinfiltrasi dari permukaan tanah. Retakan tanah ini dapat terjadi karena kadar air tanah berkurang pada musim kemarau sehingga tanah bagian atas mengalami tarikan. Selain itu dapat disebabkan penurunan tanah sebagian, kegiatan manusia dan sebab lainnya. Keberadaan air dalam retakan juga menimbulkan gaya tekanan horisontal sehingga lereng kurang stabil.

Wang dkk. (2012) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa lokasi retakan, kedalaman retakan dan intensitas hujan mempengaruhi tekanan air pori tanah dan faktor keamanan lereng. Pada retakan dangkal, perubahan tekanan air pori dan faktor keamanan kecil. Sebaliknya pada retakan dalam, tekanan air pori meningkat tajam dan angka keamanan menurun tajam. Penurunan angka keamanan juga lebih besar jika retakan terletak di puncak lereng dibandingkan dengan di tengah lereng.

Mukhlisin dan Khiyon (2012) melanjutkan penelitian Wang dkk (2012), dengan pemodelan komputer tentang pengaruh retakan terhadap stabilitas lereng. Pengaruh retakan meliputi letak, kedalaman, lebar dan arah, sedangkan lapisan tanah lereng merupakan tanah berbutir halus saja dan tanah halus diselingi lapisan tanah berbutir kasar. Pada setiap kondisi dilakukan simulasi hujan. Penelitian menunjukkan bahwa retakan sangat mempengaruhi stabilitas lereng. Angka keamanan berkurang seiring dengan meningkatnya kedalaman retakan. Angka keamanan juga menurun, jika letak retakan di puncak lereng dibandingkan dengan pada lereng. Hujan dengan intensitas rendah dengan durasi lama lebih kecil dibandingkan dengan hujan dengan intensitas tinggi dengan durasi pendek.

Zhang dkk (2012) melakukan penelitian laboratorium mengenai pengaruh hujan pada lereng dengan retakan, bahwa deformasi lereng terjadi di depan retakan disebabkan karena tanah jenuh akibat infiltrasi air pada retakan. Menurut Trunbuk dan Hvorslev (1967) dalam Gofar dan Setiawan (2002) penyebab kelongsoran pada umumnya adalah : (1) rendahnya kuat geser tanah pembentuk lereng, (2) peningkatan beban luar atau kondisi hidrolis dan (3) tingginya kadar air untuk tanah lempung. Air memberikan kontribusi terhadap ketiga hal tersebut, terutama pada tanah lempung tak jenuh. Air masuk dalam tanah lempung tak jenuh melalui : infiltrasi air permukaan, rembesan air tanah dan naiknya muka air tanah. Ketiga peristiwa di atas merubah kondisi tanah tak jenuh menjadi jenuh air pada sebagian lapisan tanah. Lapisan tanah jenuh air ini akan mengurangi kohesi akibat genangan dan hujan deras dengan durasi yang cukup panjang, sehingga memicu kelongsoran tanah pada bidang perlemahan.

Muchtaranda (2017), dalam penelitian di desa Sesaot tentang perbaikan terhadap lereng tegak pada tanah pasir kelanauan menyatakan bahwa angka keamanan meningkat seiring dengan bertambahnya terasiring dan pengurangan sudut kemiringan lereng. Muchtaranda (2018), dalam penelitian pemodelan lereng dan muka air tanah di Bukit Guntur Macan menyimpulkan bahwa angka keamanan menurun seiring kenaikan sudut lereng dan muka air tanah. Angka keamanan menurun lebih dari 50% dari kondisi awal jika kenaikan muka air tanah naik 50% dari dasar bidang longsor.

TINJAUAN PUSTAKA

Retakan

Pada tanah kohesif (lempung), biasanya tanah mengalami retakan di permukaan akibat adanya tegangan tarik. Kedalaman retakan dinyatakan dalam persamaan berikut (untuk $\phi = 0^\circ$) :

$$h_c = 2c/(\gamma \cdot \sqrt{K_a}) \dots\dots\dots (1)$$

dengan : h_c = kedalaman retakan pada tanah kohesif (m) (Gambar 1), c = kohesi tanah (kN/m^2), γ = berat volume tanah (kN/m^3), K_a = koefisien tekanan tanah aktif.

Retakan tanah dapat terjadi akibat gerakan massa tanah seperti gempa atau kegiatan manusia seperti saluran air, kolam tanah dan sebagainya. Pengaruh adanya retakan di permukaan, antara lain :

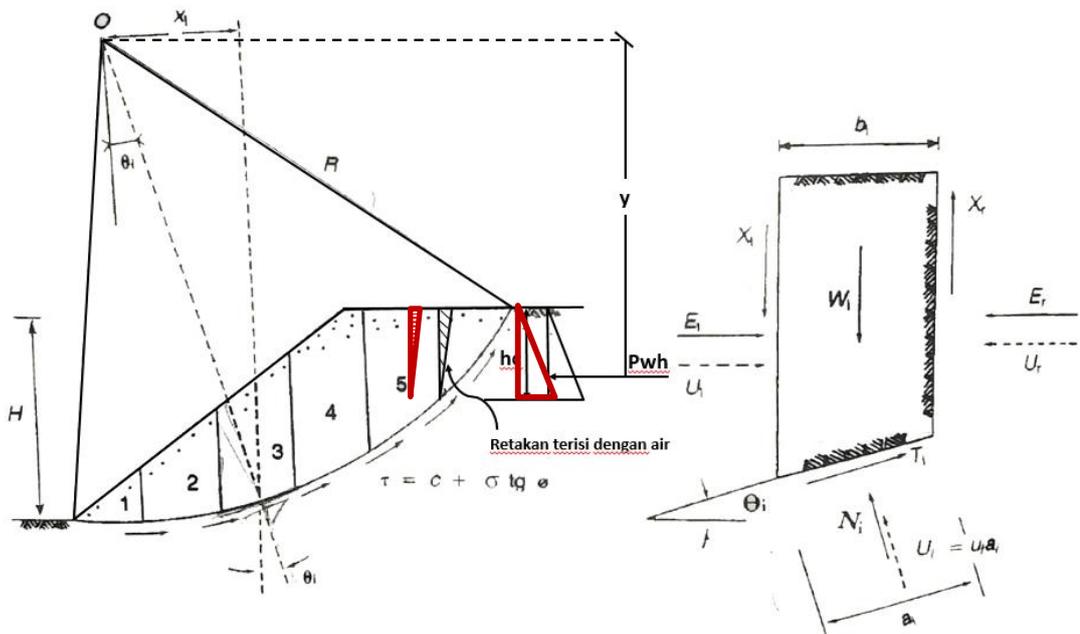
1. Pada retakan, tidak ada tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah. Jadi tahanan geser tanah terhadap longsor hanya diperhitungkan terhadap permukaan lingkaran, yang dihitung dari ujung lingkaran yang satu sampai ujung lingkaran lain yang dimulai dari dasar retakan.
2. Jika air hujan mengisi retakan yang terbuka, tekanan hidrostatis yang bekerja pada sisi retakan menambah momen yang menggerakkan tanah untuk longsor.

Stabilitas lereng

Tingkat kestabilan suatu lereng ditentukan oleh angka faktor aman. Banyak metode yang digunakan dalam menentukan angka faktor aman. Metode yang umum digunakan adalah metode irisan. Prinsip dasar metode tersebut adalah keseimbangan batas dari setiap irisan. Massa tanah yang longsor dibagi menjadi beberapa irisan vertikal (Gambar 1). Keseimbangan dari setiap irisan dipertimbangkan, sehingga faktor aman didefinisikan sebagai :

$$FS = \frac{\sum M_r}{\sum M_d} \dots\dots\dots (2)$$

dengan : FS = faktor aman, $\sum M_r$ = jumlah momen dari tahanan geser sepanjang bidang longsor (kNm), $\sum M_d$ = jumlah momen dari massa tanah yang longsor (kNm).



Gambar 1. Analisa stabilitas lereng dengan retakan (Sumber : Hardiyatmo, 2010)

Keberadaan retakan (Gambar 1) dapat membuat bidang runtuh menjadi bidang runtuh komposit, tidak lagi berbentuk lingkaran. Apabila retakan terisi oleh air, maka air dalam retakan menimbulkan gaya horisontal yang ikut membebani lereng. Sehingga persamaan stabilitas lereng dalam Persamaan 2 dapat pula ditulis sebagai berikut :

$$FS = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (c a_i + N_i \text{tg } \phi)}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i \sin \theta_i + (\frac{P_w \cdot y}{R})} \dots\dots\dots (4)$$

$$P_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot h_c^2 \dots\dots\dots (5)$$

dengan : Fs = faktor aman, c = kohesi tanah (kN/m²), ϕ = sudut gesek dalam tanah ($^{\circ}$), a_i = panjang lengkung lingkaran pada irisan ke-i (m), W_i = berat irisan tanah ke-i (kN), u_i = tekanan air pori pada irisan ke-i (kN/m²), θ_i = sudut yang didefinisikan dalam Gambar 1 ($^{\circ}$), γ_w = berat volume air (kN/m³), h_c = tinggi retakan (m), y = jarak pusat berat W terhadap O (m), R = jari-jari lingkaran bidang longsor (m).

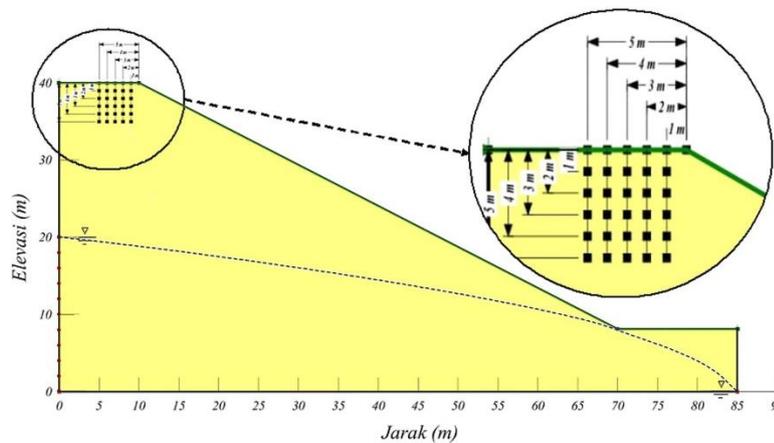
METODE PENELITIAN

Data Tanah Pada Lereng

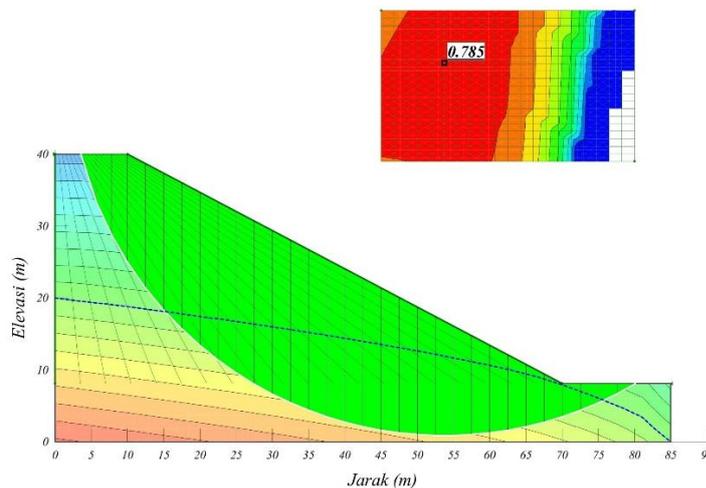
Jenis tanah pada lereng Bukit Guntur Macan merupakan tanah lempung dengan plastisitas tinggi (CH) dengan data-data properties tanah sebagai berikut : berat volume tanah basah (γ_b) = 18,8 kN/m³, berat volume tanah kering (γ_d) = 13,04 kN/m³, sudut gesek dalam (ϕ) = 16°, kohesi (c) = 18,63 kN/m², koefisien permeabilitas (k) = 9,574 x 10⁻¹⁰ cm/dt, kedalaman muka air tanah 20 m dari permukaan.

Geometri Lereng dan Model Retakan

Lereng Guntur Macan memiliki ketinggian 40 m dengan sudut kemiringan lereng 28° dan bentuk geometri seperti pada Gambar 2.



(a)

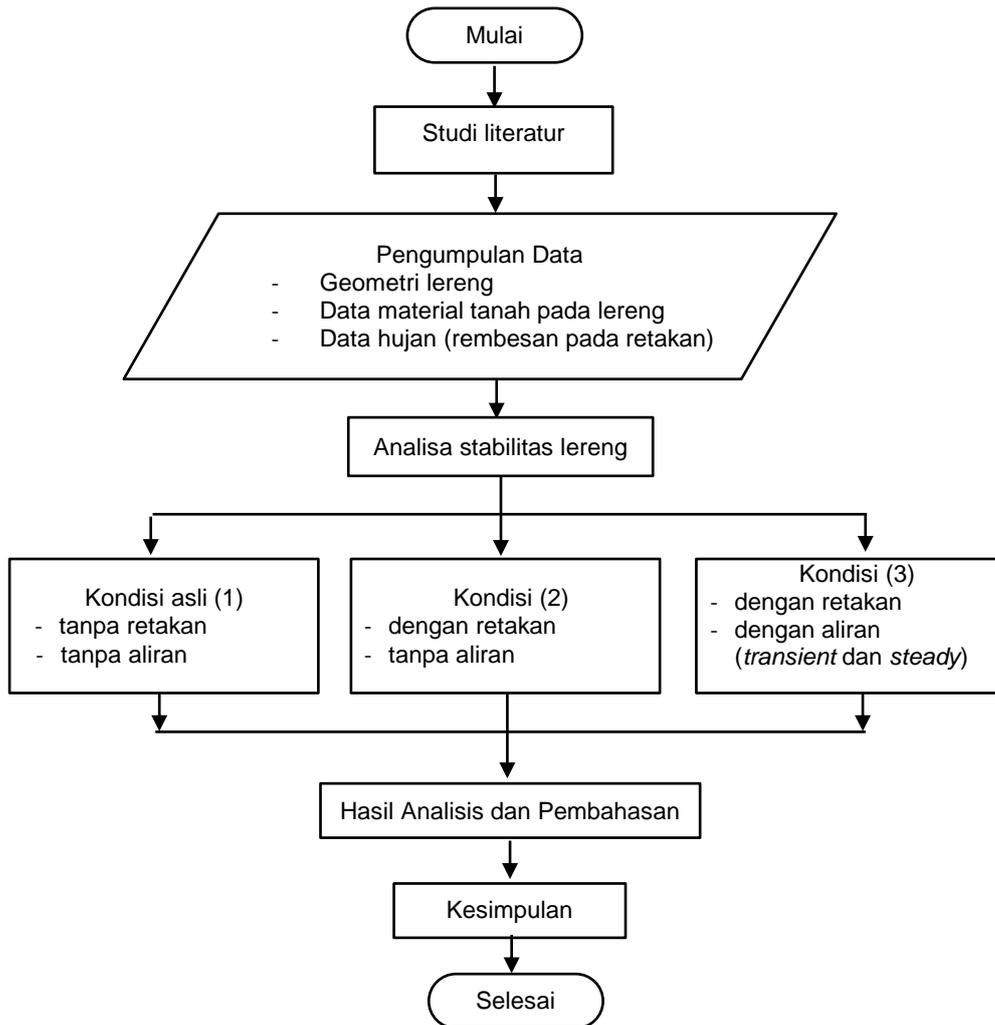


(b)

Gambar 2. (a) Pemodelan retakan, (b) Pemodelan analisa stabilitas lereng

Jarak retakan dimulai pada titik puncak lereng dari 1 m sampai 5 m dengan kenaikan setiap 1 m. Demikian pula kedalaman retakan, dari 1 m, 2 m, 3 m, 4 m, 5 m setiap titik retakan. Setiap kasus retakan terdapat air baik karena air hujan atau tidak dari air hujan. Total semua kasus 50 keadaan. Untuk air hujan ditetapkan intensitas hujan 9,25 x 10⁻⁶ m/menit dengan durasi 24 jam.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. Bagan alir pelaksanaan penelitian

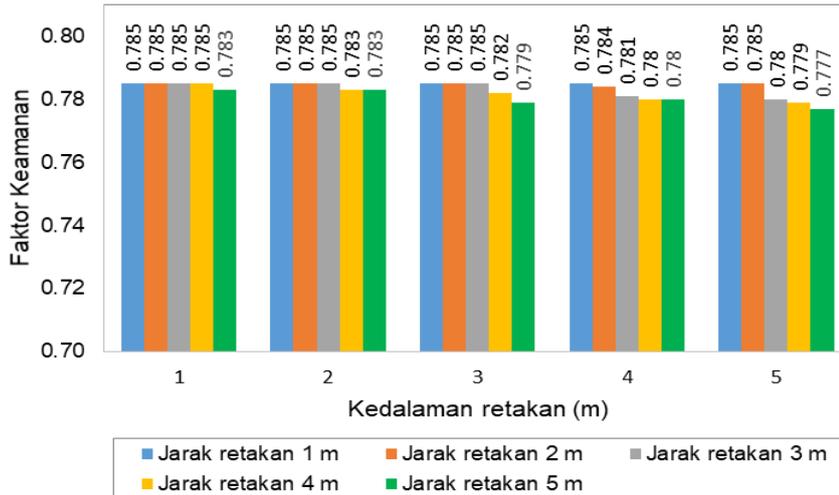
HASIL DAN PEMBAHASAN

Stabilitas Lereng Kondisi Asli Tanpa Retakan dan Tanpa Aliran

Permodelan pertama lereng ini merupakan kondisi awal yang menggambarkan stabilitas lereng tanpa retakan dan tanpa aliran air hujan, dengan muka air tanah awal setinggi 20 meter. Hasil analisa stabilitas lereng metode Ordinary menghasilkan faktor keamanan masing-masing sebesar 0,785.

Pengaruh Variasi Jarak dan Kedalaman Retakan dengan Kondisi Tanpa Aliran

Hasil analisa stabilitas lereng pada Gambar 4 berikut ini merupakan kondisi yang menggambarkan stabilitas lereng dengan retakan dengan variasi jarak retakan 1,00 m; 2,00 m; 3,00 m; 4,00 m; 5,00, dan kedalaman retakan 1,00 m sampai 5,00 m pada puncak lereng tanpa aliran baik yang berasal dari hujan maupun saluran irigasi dan drainase.

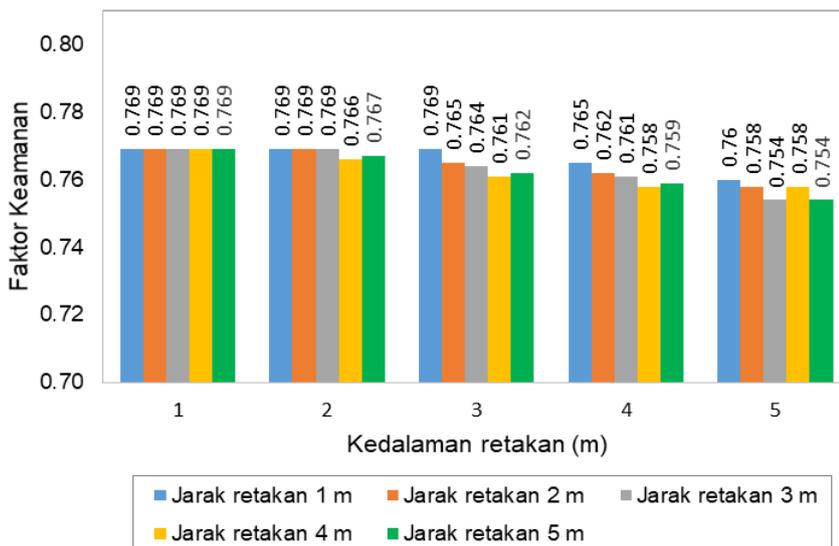


Gambar 4. Hubungan kedalaman dan jarak retakan terhadap faktor keamanan pada kondisi tanpa aliran

Hasil ini memperlihatkan bahwa semakin dalam retakan angka kemanan semakin menurun demikian pula semakin jauh dari ujung atas lereng semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa semakin dekat bidang retakan dengan bidang gelincir lereng tanpa retakan menjadikan bidang retakan menjadi bidang gelincir, yang tidak mempunyai kekuatan geser.

Pengaruh Variasi Jarak dan Kedalaman Retakan dengan Kondisi Aliran *Transient* dari Hujan

Permodelan lereng berikut ini merupakan kondisi yang menggambarkan bahwa terdapat retakan yang dianalisis berdasarkan variasi jarak retakan 1,00 m; 2,00 m; 3,00 m; 4,00 m; 5,00 dengan kedalaman retakan 1,00 m sampai 5,00 m pada puncak lereng dan pengaruh aliran *transient* dimana retakan penuh terisi air hujan selama 24 jam.



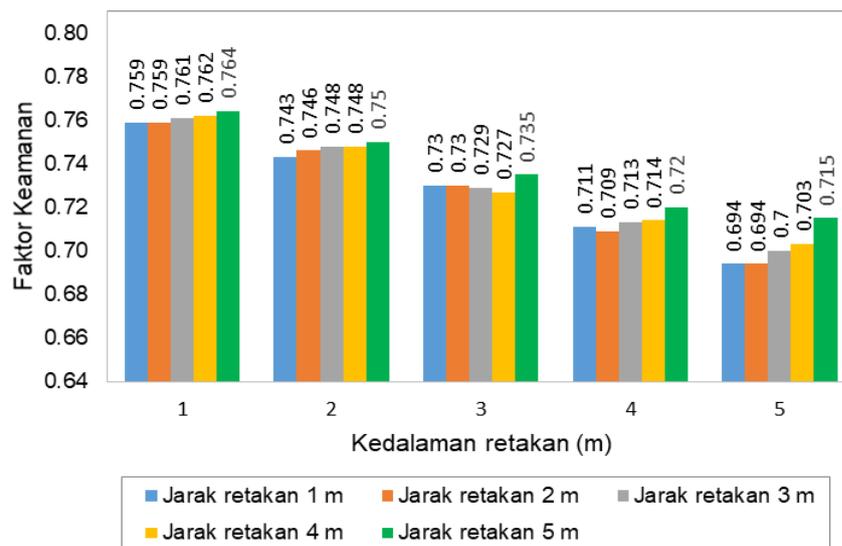
Gambar 5. Hubungan kedalaman dan jarak retakan terhadap faktor keamanan pada kondisi dengan aliran *transient*

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada kedalaman retakan 1,00 m angka keamanannya sama karena retakan pada variasi tersebut berada jauh dari bidang gelincir dan belum mempengaruhi bidang longsor sehingga retakan belum bisa membentuk bagian dari bidang gelincir. Mulai pada kedalaman

retakan 2,00 m; 3,00 m; 4,00 m dan 5,00 m terlihat bahwa angka keamanan menurun seiring dengan jarak retakan menjauhi puncak lereng. Hal ini disebabkan makin jauh retakan dari puncak lereng, maka retakan akan mendekati bidang gelincir, dan air lebih cepat menyentuh bidang gelincir. Sehingga mengakibatkan menurunnya kuat geser tanah pada bidang gelincir, selain itu retakan menjadi bidang gelincir yang tidak mempunyai kekuatan geser.

Pengaruh Variasi Jarak dan Kedalaman Retakan dengan Aliran Tetap (*Steady*)

Untuk menggambarkan keberadaan air di dalam retakan secara tetap, misalnya keberadaan saluran air irigasi atau pembuangan memanjang di puncak lereng, keberadaan kolam ikan dan lain sebagainya, maka dilakukan analisa berupa aliran *steady*. Analisa stabilitas lereng dilakukan dengan kondisi yang sama seperti analisa akibat aliran air hujan dan didapatkan hasil seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan kedalaman dan jarak retakan dengan faktor keamanan pada kondisi aliran tetap (*steady*)

Gambar 6 memperlihatkan bahwa semakin dalam retakan dan mendekati bidang gelincir, maka angka keamanan menurun. Ini disebabkan semakin dalam retakan, maka besar massa tanah yang jenuh semakin mendekati bidang gelincir. Apabila massa tanah jenuh mencapai bidang gelincir, maka tahanan geser yang menahan lereng semakin berkurang sedangkan berat tanah yang mendorong lereng semakin besar.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Jarak retakan dari puncak lereng dan kedalaman retakan mempengaruhi stabilitas lereng. Semakin dekat jarak dan kedalaman retakan dengan bidang gelincir lereng maka angka keamanan lereng semakin menurun. Retakan menimbulkan bidang gelincir tidak mempunyai kekuatan geser.
2. Keberadaan air di dalam retakan dapat mengakibatkan penurunan angka keamanan lereng. Air memberikan gaya dorong terhadap tahanan geser lereng dan juga mengurangi kuat geser tanah pada bidang gelincirnya.

Saran

Untuk menghasilkan analisis yang lebih lengkap, perlu dilakukan kajian lebih dalam lagi mengenai intensitas dan durasi hujan pada setiap kedalaman retakan dan jarak retakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Gofar, N. dan Setiawan, B. (2002). *Pengaruh Peningkatan Kandungan Air Terhadap Potensi Keruntuhan Lereng Tanah*. Prosiding Seminar Nasional SLOPE 2002, Bandung. pp81-86.
- Hardiyatmo, H.C. (2010). *Tanah Longsor dan Erosi*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Muchtaranda, I.H., Agustawijaya, D.S., Ashari, I., Sulistyowati, T., Prabowo, A. (2017), *Analisa Pengaruh Metode Terasering Pada Stabilitas Lereng*, Laporan Akhir Penelitian PNBPN, Universitas Mataram
- Muchtaranda, I.H., Agustawijaya, D.S., Ashari, I., Sulistyowati, T., Prabowo, A. (2018). *Pengaruh Kenaikan Muka Air Tanah Terhadap Potensi Kestabilan Lereng*, Laporan Akhir Penelitian, Universitas Mataram
- Mukhlisin, M. & Khiyon, K. (2018). *The Effects of Cracking on Slope Stability*. Journal of the Geological Society of India. 91. 704-710.
- Wang, Z.F., Li, L.J., Zhang, L.M. (2012), *Influence of Cracks on the Stability of a Cracked Soil Slope*, Kasetsart University, Thailand, ISBN 978-616-7522-77-7.
- Zhang, Ga, Wang, R., Qian Jy., Zhang JM., Qian, Ji. (2012). *Effect Study of Cracks on Behavior of Soil Slope Under Rainfall Conditions*. The Japanese Geotechnical Society 634.