



Analisis Kestabilan Lereng dan Pengelolaan Lereng Akibat Penambangan Andesit di Sebagian Kecamatan Bagelan Purworejo

Dian Hudawan Santoso ^{*1}, Suharwanto², Tri Prasetyo³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Lingkungan, UPN "Veteran" Yogyakarta, Indonesia

Article Info

Article History

Dikirim 15 Januari 2020
 Diterima 20 Juni 2020
 Terbit 15 Januari 2021

Keywords:

kestabilan lereng;
 faktor keamanan;
 metode Janbu

Abstrak

Kegiatan penambangan batuan andesit yang dilakukan di sebagian Kecamatan Bagelan iniberpotensi menjadi gerakan massa tanah dan atau batuan karena terbentuk lereng-lereng yang terjal. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui tingkat kestabilan lereng akibat penambangan batuan Andesit dan membuat model rekayasa lereng yang sesuai dengan kondisi di area bekas penambangan. Metode yang digunakan untuk mengetahui tingkat kestabilan yaitu Evaluasi data terhadap kestabilan lereng berdasarkan analisis nilai faktor keamanan menggunakan metode Janbu yang disederhanakan. Analisis faktor-faktor menggunakan pengamatan dan pengukuran di lapangan, analisis batuan pada laboratorium yaitu sifat fisik (bobot isi) dan mekanika batuan (kohesi dan sudut geser dalam). Hasil dari kajian stabilitas lereng pada lahan bekas tambang andesit di Dusun Mejing diketahui kondisi geologi di daerah penelitian yaitu terdiri dari dominasi satuan batuan andesit. Lereng pertama merupakan lereng stabil dengan nilai FK 1,8 dan Lereng kedua merupakan lereng tidak stabil dengan nilai FK 1,14 yang menunjukkan bahwa lereng tersebut merupakan lereng yang berpotensi terhadap gerakan massa batuan. Pengelolaan gerakan massa batuan menggunakan pendekatan rekayasa mekanis (pemotongan lereng (resloping)) dengan ditunjang pendekatan sosial ekonomi dan pendekatan institusi. Selain itu rekayasa mekanis penunjangnya adalah pembuatan parit penangkap.

Abstract

The andesite rock mining activities that have been carried out in Mejing Village have become research on rock mass movements because they have been left to make steep slopes so that they can cause potential for rock mass movements. The purposed of the study is 1). known the stability of a slope caused Andesite mining, 2). created a slope engineering appropriate design in the used mining area. The methods used to know the level of stability that is evaluation of data on slope stability based on an analysis of the value of safety factors used the Janbu simpleid method. Analysis of factors used observation and measurements in the study area and rock analysis in the laboratory to physical character (weight) and rock mechanics character (cohesion and inner friction angle). The result of the study slope stability on used andesite mine in Dusun Sonyo have known geological condition which consist of the dominance of units of andesite rocks. Lereng A has a stable slopes with 1.80 Safety Factor value and Lereng B has bless stable slopes with 1.14 Safety Factor value indicated that the slope that is very dangerous to rock mass movement happened. Rocks mass movement control used mechanical engineering approach (Slope Cutting (Resloping)), and supported by social economy approaches and institutional approaches. In addition, supporting mechanical engineering has maked of catch ditch.

* E-mail : dian.hudawan@upnyk.ac.id
 Address : x

PENDAHULUAN

Pemicu meningkatnya pemanfaatan sumber daya alam salah satunya yaitu meningkatnya angka pertumbuhan penduduk di Indonesia. Kebutuhan Bahan tambang batuan merupakan sumberdaya alam yang sering digunakan sebagai bahan material bangunan, dimana bahan tambang ini tidak mengandung mineral berharga. Besarnya cadangan bahan tambang batuan di Indonesia menyebabkan munculnya pertambangan-pertambangan yang dapat merusak lingkungan.

Kegiatan penambangan yang dilakukan tentunya dapat memberikan dampak positif maupun dampak negatif. Dampak negatif yang dapat terjadi berkaitan dengan kestabilan lereng akibat penambangan yang serampangan. Hal tersebut dapat mengancam keselamatan dari masyarakat disekitar lokasi penambangan karena beberapa rumah masyarakat sangat dekat dengan area penambangan.

Kurangnya pengawasan dan pengetahuan dalam melakukan penambangan akan menimbulkan beberapa ancaman lain seperti potensi terjadinya gerakan massa tanah dan/atau batuan. Area penambangan pada di Desa Somorejo, Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah sudah menunjukkan adanya indikasi akan terjadinya gerakan massa tanah dan/atau batuan. Hal ini disebabkan kondisi lereng yang terjal serta tidak adanya upaya mitigasi gerakan massa tanah dan/atau batuan. Arus lalu lintas kendaraan pengangkut hasil tambang dengan intensitas tinggi setiap harinya semakin menambah beban lereng di sekitar area penambangan. Oleh sebab itu, perlu adanya rekayasa terkait kestabilan lereng sehingga mengurangi potensi terjadinya gerakan massa tanah dan/atau batuan.

Lereng yang tidak stabil dapat menimbulkan bencana, yaitu gerakan massa tanah dan/atau batuan. Pergerakan massa tanah/batuan pada lereng dapat terjadi akibat interaksi pengaruh antara beberapa kondisi yang meliputi kondisi morfologi, geologi, struktur geologi, hidrogeologi, dan tata guna lahan. Kondisi tersebut saling berpengaruh sehingga mewujudkan suatu kondisi lereng yang mempunyai kecenderungan atau berpotensi untuk bergerak. Salah satu kegiatan manusia yang mempengaruhi kestabilan lereng adalah penggalian atau pemotongan tanah pada kaki lereng yang menyebabkan tinggi lereng bertambah dan penggalian yang mempertajam kemiringan lereng. Daerah penelitian yang memiliki kondisi lereng-lereng yang landai hingga sangat terjal memiliki potensi terjadinya gerakan massa tanah atau batuan yang cukup tinggi, sehingga perlu dilakukan rekayasa pada daerah penelitian tersebut.

Hubungan antara faktor pengontrol dengan faktor pemicu menyebabkan lereng tidak stabil dan berpotensi besar mengalami gerakan massa tanah. (Pirenangingtyas, A, 2020)

Berkaitan dengan hal tersebut adapun tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui tingkat kestabilan lereng akibat penambangan Andesit di daerah penelitian dan menentukan rekayasa yang tepat untuk arahan pengelolaannya.

PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dan pemetaan, metode janbu, dan metode laboratorium. Metode survei bertujuan untuk memperoleh pengetahuan lebih banyak dan mendeskripsikan keadaan daerah penelitian secara langsung di lapangan. Survei sebagai tahap pengumpulan data yang berhubungan dengan pengukuran permukaan bumi. Kemudian setelah mendapat data tersebut melakukan pemetaan. Pemetaan adalah proses pengukuran, perhitungan, dan penggambaran permukaan bumi dengan menggunakan cara dan atau metode tertentu sehingga didapatkan hasil peta berbentuk *softcopy* (digital) maupun *hardcopy* (cetak). Terutama mengenai data penggunaan lahan, satuan batuan, jenis tanah, dan pengukuran langsung di lapangan dengan metode *purposive sampling* untuk mendapatkan analisis resiko yaitu dari parameter berupa kemiringan lereng dan hasil dari uji laboratorium.

Metode laboratorium dilakukan untuk mengetahui kualitas tanah dan/atau batuan pada lereng yang telah diambil sampelnya. uji yang dilakukan antara lain Kadar Air, Konsistensi Tanah/batuan, Uji Mekanika Tanah/batuan, Sudut Geser tanah/batuan, Kohesi, dan Bobot Satuan isi tanah.

Analisis Kestabilan lereng pada penelitian ini menggunakan Metode Janbu karena dibandingkan dengan metode lainnya, metode janbu adalah metode yang paling tepat untuk kemiringan lereng dengan material batuan, metode ini juga dapat memperkirakan bidang longsor pada lereng yang belum mengalami gerakan massa tanah atau batuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Kestabilan Lereng

Analisis faktor keamanan ini menggunakan metode Janbu yang Disederhanakan. Kestabilan suatu lereng dianalisis dengan menggunakan program *Slide* memerlukan data-data yang berasal dari pembuatan sayatan yang telah dibuat

seperti berat irisan dan lebar irisan serta data hasil laboratorium seperti bobot isi asli, nilai sudut geser dalam residu, dan nilai kohesi. Program *Slide* tersebut yang nantinya akan juga ditentukan penggunaan metode yaitu Janbu yang di sederhanakan.

Untuk menunjang hasil analisis yang lebih akurat sesuai dengan jenis gerakan massa batuan, analisis faktor keamanan ini bertujuan untuk mengetahui kerentanan gerakan massa batuan pada suatu lereng di daerah penelitian dan sebagai pencegahan terhadap adanya gerakan massa batuan yang sewaktu-waktu dapat terjadi. Kondisi geometri lereng yaitu kemiringan lereng dan tinggi lereng juga berpengaruh dalam hal ini. Berdasarkan pengamatan di lapangan, terdapat dua lereng yaitu pada lereng A dan lereng B daerah penambangan yang dapat terjadi gerakan massa tanah dan/atau batuan. Lereng tersebut akan dicari faktor keamanannya dengan menggunakan metode Janbu.

Lereng pertama adalah lereng yang terletak dengan posisi titik koordinat UTM X: 393407 mT, Y: 9134864 mU. Lereng pertama ini termasuk dalam kategori kemiringan lereng yang sangat curam ($35^\circ - 55^\circ$ atau $70\% - 140\%$) menurut Van Zuidam (1985). Hal tersebut dikarenakan lereng tersebut memiliki ketinggian 20 meter dengan sudut kemiringan umum permukaan lerengnya sebesar 52° . Nilai uji sifat fisik batuan dan mekanik batuan yang digunakan dalam perhitungan adalah nilai dari material andesit satu.

Hasil faktor keamanan pada lereng pertama yang diperoleh setelah memasukkan semua data parameter yang dibutuhkan dalam aplikasi *slide* dan dimasukkan dengan metode janbu yang di sederhanakan diperoleh hasil adalah sebesar 1,837. Dari hasil yang diperoleh tersebut diketahui bahwa lereng A merupakan lereng yang stabil menurut Bowles. Berikut hasil proyeksi lereng A menggunakan program *Slide*.

Lereng kedua adalah Lereng pada dengan posisi titik koordinat UTM X: 393333mT, Y:9134831mU. Lereng kedua ini termasuk didalam kategori kemiringan lereng yang sangat curam ($>55^\circ$ atau $>140\%$) menurut Van Zuidam (1985). Hal tersebut dikarenakan lereng tersebut memiliki ketinggian 23 meter dengan sudut kemiringan umum permukaan lerengnya sebesar 71° . Nilai uji sifat fisik batuan dan mekanik batuan yang digunakan dalam perhitungan adalah nilai dari material andesit dua.

Hasil faktor keamanan pada lereng B yang diperoleh setelah memasukkan semua data parameter dalam aplikasi *slide* dan dimasukkan dengan metode janbu yang di sederhanakan diperoleh hasil adalah sebesar 1,141. Dari hasil yang diperoleh ter-

sebut diketahui bahwa lereng B merupakan lereng yang kritis menurut Bowles, dan dapat disimpulkan bahwa lereng tersebut merupakan lereng yang berpotensi terhadap gerakan massa batuan. Berikut hasil proyeksi lereng B menggunakan program *slide*.

Model Rekayasa Pengendalian Ketidakstabilan Lereng

Hasil dari nilai faktor keamanan yang telah diketahui maka penelitian ini memerlukan rekayasa lanjutan sebagai upaya pengendalian lanjutan dari ketidakstabilan lereng yang diteliti. Rekayasa tersebut merupakan rekayasa mekanis (pemotongan lereng, pembuatan parit dan penghalang), selain itu juga diperlukan pendekatan dalam hal sosial ekonomi, dan institusi. Hal tersebut diperlukan untuk mencegah dan mengurangi dampak yang dapat ditimbulkan kembali berupa gerakan massa batuan. Bila prakiraan dampak yang mungkin terjadi tersebut dapat dicegah maka akan dapat memberikan rasa aman dan mengurangi beban psikologis warga terhadap gerakan massa batuan yang bisa terjadi.



Gambar 1. Bentuk 3D Hasil Rekayasa Pada Lereng Daerah Penelitian

Hasil analisis stabilitas lereng dengan mencari nilai faktor keamanannya dapat diketahui bahwa lereng di daerah penelitian merupakan lereng yang tidak stabil. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa lereng di daerah penelitian berpotensi terjadinya gerakan massa batuan yang dapat membahayakan masyarakat sekitar. Perolehan hasil analisa faktor keamanan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor pengontrol pada lereng yaitu bentuk lahan, geometri lereng, batuan penyusun lereng (sifat fisik dan sifat mekanik) dan struktur geologinya (kekar, sesar dan perlapisan batuan).

Arahan pengelolaan dari hasil yang diketahui bahwa lereng di daerah penelitian adalah termasuk

lereng yang labil hingga kritis, maka perlu adanya upaya pengelolaan lingkungan yang berfokus pada lereng-lereng tersebut. Arahan pengelolaan diperlukan untuk mencegah potensi gerakan massa batuan dan lereng yang labil hingga kritis tersebut adalah dengan meningkatkan nilai faktor keamanannya (FK) hingga menjadi stabil. Hal tersebut juga untuk melindungi keselamatan warga yang saat ini mulai beraktivitas lagi di sekitar lereng dan adanya rencana pembangunan pemukiman di lokasi terjadinya gerakan massa tersebut. Arahan pengelolaan pada daerah penelitian menggunakan pendekatan rekayasa mekanis dengan ditunjang pendekatan sosial ekonomi dan pendekatan institusi.

Pendekatan Teknik

Upaya arahan pengelolaan lingkungan dengan pendekatan rekayasa teknik yang diharapkan adalah pendekatan rekayasa teknik yang paling ekonomis. Pendekatan rekayasa teknik tersebut berupa pengukuran stabilisasi (*stabilization measure*) yaitu *rock removal* dengan melakukan pemotongan lereng (*resloping*) dan rekayasa pada lereng berupa pembuatan parit dan penghalang. Hal tersebut karena lahan ini merupakan lahan yang sudah tidak dikelola oleh perusahaan, selain itu untuk mengurangi beban finansial warga. Dalam mewujudkan diperlukan upaya sebagai berikut:

Pemotongan Lereng

Pemotongan lereng berfungsi untuk mengubah geometri lereng yang ada di daerah penelitian yang tersusun atas susunan perlapisan material batuan. Penerapan pendekatan rekayasa mekanis dengan pemotongan lereng dapat membuat lereng lebih landai atau mengurangi besar sudut kemiringan permukaan lereng, sekaligus dapat mengurangi ketinggian dari lereng. Masih aktifnya aktivitas penambangan oleh perusahaan diharapkan dapat dilaksanakan dengan metode penambangan secara bertahap dari sisi bukit bagian atas. Metode ini dianggap cocok dengan kondisi di lapangan, karena dengan penambangan dari sisi bagian atas secara bertahap akan mengurangi beban pada lereng dalam menahan massa batuan. Penambangan yang dilaksanakan hingga ketinggian rata-rata pada bagian atas lereng dan mencapai lapisan bidang gelincir yang ujung bawahnya atau kaki lerengnya menyentuh permukaan bawah lereng (tidak menggantung ataupun tidak terpotong oleh aktivitas penambangan).

Hal tersebut dilaksanakan sekaligus dapat

menghilangkan puncak terjal atau mahkota longsor pada bagian atas lereng. Maka dengan adanya pemotongan lereng ini potensi untuk terjadinya kembali gerakan massa batuan di daerah penelitian dapat diminimalisir. Wyllie, D. C., & Mah, C.W. (2004) menyebutkan metode ini meliputi proses :

- a. Pembuangan zona atau area yang batuanannya tidak stabil (*resloping zones of unstable rock*)
- b. Memotong atau meledakkan batuan yang menggantung (*trim blasting of overhangs*)
- c. Pembuangan atau menghilangkan puing-puing batuan (*scaling of individual blocks of rock*)

Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan dan dari hasil analisis data laboratorium, analisis pemotongan pada lereng menggunakan program *Slide* sebagai berikut :

Lereng kedua Input data untuk geometri lereng yang telah dipotong atau diperbaharui,

Diketahui:

FK awal : 1,14 (lereng tidak stabil) menjadi
2,287 (lereng stabil)

a Slope : 71° menjadi 45°

Height : 23 meter menjadi 15 meter

Rekayasa Pada Lereng

Parit penangkap (*catch ditch*) merupakan salah satu rekayasa mekanis yang hemat atau efektif dalam pembiayaannya (*cost effective*). Parit ini berfungsi untuk menghentikan jatuhnya batuan pada suatu lereng. Untuk membuat parit ini dibutuhkan ruang yang memadai di ujung lereng atau kaki lereng. Menurut Ritchie, 1963 dalam Wyllie, D. C., & Mah, C.W., 2004 bahwa dimensi yang dibutuhkan dari parit, sebagaimana didefinisikan oleh kedalaman dan lebar parit, serta terkait juga dengan ketinggian dan sudut muka lereng.

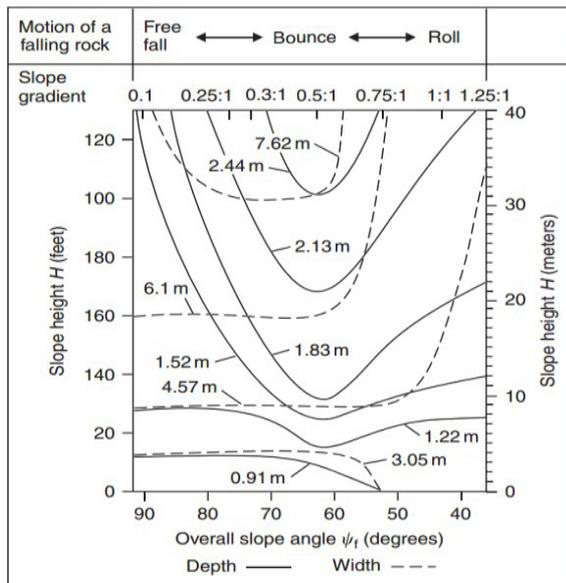
Nilai geometri lereng yang dipakai adalah ketinggian (*slope height H*) dan kemiringan permukaan (*overall slope angle ψ_f*). Sesuai dengan geometri Lereng B yang telah dipotong maka akan diperoleh hasil sebagai berikut:

a. Lereng B:

H = 14 meter

$\psi_f = 45^\circ$

Maka, akan diperoleh hasil bahwa Lereng B memiliki rentang nilai geometri paritnya sebagai seperti pada Gambar 1.



Gambar 2. Bagan Desain Parit Untuk Penangkap Jatuhan Batuan (Rock Fall) (Ritchie, 1963 dalam Wyllie, D. C., & Mah, C.W., 2004)

Lereng kedua :

Lebar (*width*) : 4,57 meter - 6,1 meter Kedalaman (*depth*) : 1,52 meter – 1,83 meter

Pendekatan non Teknik

Pendekatan Ekonomi

Pendekatan sosial ekonomi dilakukan oleh pemerintah kabupaten Purworejo untuk masyarakat sekitar dalam pengendalian dan pencegahan gerakan massa tanah dan/atau batuan di daerah penelitian. Pendekatan sosial ekonomi yang dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Membuat organisasi pengelola penambangan yang berguna untuk manajemen resiko kecelakaan kerja pada area penambangan tersebut.
2. Membangun sistem komunikasi tanda bahaya. Misalnya dengan membunyikan kentongan atau menggunakan pengeras suara apabila terdapat tanda bahaya gerakan massa tanah dan/atau batuan.
3. Menggunakan alat pelindung diri untuk para karyawan tambang.
4. Memberikan penyuluhan kepada penduduk setempat untuk mengembangkan usaha lain seperti kerajinan lokal reog, topeng.

Pendekatan Institusi

Perlu adanya tindakan antisipasi dan kontrol yang dilakukan bersama-sama oleh berbagai pihak terkait yaitu antara pemerintah maupun masyarakat itu sendiri untuk pengelolaan terhadap gerakan

massa tanah dan/atau batuan yang disebabkan oleh kegiatan penambangan di lokasi penelitian. Antisipasinya adalah:

1. Pemerintah Kabupaten Purworejo perlu melakukan sosialisasi kepada masyarakat untuk memberikan informasi tentang kegiatan penambangan yang baik dan benar atau *Good Mining Practice* sesuai dengan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No.1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik.
2. Pemerintah perlu membantu melakukan pemantauan pada area penambangan agar kegiatan penambangan tetap berjalan, namun tetap mengedepankan keselamatan bagi masyarakat sekitar dan sesuai dengan undang-undang yang berlaku.

KESIMPULAN

Hasil perhitungan menggunakan metode Janbu yang disederhanakan memperoleh hasil yaitu pada lereng tambang yang diteliti Lereng A didapatkan nilai FK 1,837 dinyatakan stabil dan Lereng B didapatkan nilai FK 1,141 dinyatakan tidak stabil. Arahan pengelolaan kestabilan lereng pada daerah penelitian dengan pemotongan lereng (*Resloping*) dan membuat parit penghalang (*catch ditch*) karena sesuai dengan lokasi penelitian dan pembuatannya tidak memerlukan biaya yang besar, hasil FK setelah dilakukan pengelolaan yaitu 2,287 (lereng stabil).

DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, Hary. 2006. *Tanah Longsor dan Erosi Kejadian dan Penanganan*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press
- Hardiyatmo, Hary. 2012. *Tanah Longsor dan Erosi Kejadian dan Penanganan*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press
- Karnawati, Dwikorita. 2005. *Manajemen Bencana Gerakan Tanah Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Karnawati, Dwikorita. 2007. *Manajemen Bencana Gerakan Tanah Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi. 1995. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pertambangan Umum*. Nomor 555 Tahun 1995
- Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, 2018, *Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik*, Nomor 1827 K/30/MEM/2018
- Peraturan Pemerintah. 2010. *Tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara*. Nomor 23 Tahun 2010
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah. 2009. *Tentang Penganggulangan Bencana di Provinsi Jawa Tengah*. Nomor 11 Tahun 2009
- Pirenaningtyas, A., Muryani, E., & Santoso, D. H. 2020. *Teknik Rekayasa Lereng untuk Pengelolaan Gerakan Massa*

Tanah di Dusun Bengle, Desa Dlepih, Kecamatan Tirto-moyo, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah. Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan dan Profesi Kegeografian, 17(1), 15-22.

Santoso, D. H., Muryani, E., & Permatasari, A. Z. 2019. *Pengendalian Longsor di Daerah Desa Sumberharjo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan, 5(2), 61-70.*

Undang-Undang, 2009, Undang-Undang Pertambangan Mineral dan Batubara. Nomor 4 tahun 2009.

Undang-Undang PPLH, 2009, Undang- Undang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup tentang *Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Nomor 32 tahun 2009.

Wyllie, D. C., & Mah, C.W. 2004. *Rock Slope Engineering Civil and Mining 4th edition*. New York: Spon Press