

## **Rekayasa Lereng Bekas Tambang Batu Andesit Berdasarkan Tingkat Kestabilan Lereng di Padukuhan Dengkleng, Kalurahan Wukirsari, Kapanewon Imogiri, Kabupaten Bantul, D. I. Yogyakarta**

**Rizal Dwi Rahmawan<sup>1,a)</sup> dan Wisnu Aji Dwi Kristanto<sup>2)</sup>**

<sup>1, 2)</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, UPN “Veteran” Yogyakarta

<sup>a)</sup>Corresponding author: 114200101@student.upnyk.ac.id

### **ABSTRAK**

Peningkatan kebutuhan komoditas pertambangan bahan galian batuan terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Sehingga saat ini banyak dilakukan proses eksploitasi bahan galian batuan. Di Padukuhan Dengkleng, Kalurahan Wukirsari, Kapanewon Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta dijumpai salah satu lereng bekas tambang yang ditinggalkan terletak di sekitar pemukiman warga. Oleh karena itu, diperlukan rekayasa lereng tersebut untuk mengurangi resiko terjadinya kerusakan lingkungan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui tingkat kestabilan lereng serta menentukan rekayasa lereng yang tepat untuk menjaga kestabilan lereng tersebut. Penelitian dilakukan dengan metode kombinasi kuantitatif dan kualitatif. Metode analisis yang digunakan yaitu metode survei dan pemetaan lapangan, metode analisis laboratorium, metode spancer, dengan teknik pengambilan sampel berupa teknik purposive sampling. Berdasarkan hasil analisis kestabilan lereng, nilai faktor keamanan pada lereng barat sebesar 0,463. Sedangkan lereng timur memiliki nilai faktor keamanan sebesar 0,480. Kedua nilai faktor keamanan tersebut termasuk dalam golongan lereng labil sesuai klasifikasi Bowles, 1989 dan berpotensi longsor menurut Kepmen ESDM. Arah pengelolaan yang dapat dilakukan yaitu dengan rekayasa geometri lereng, rekayasa vegetasi lereng, dan pembuatan dinding penahan tanah.

**Kata Kunci:** Kestabilan Lereng; Rekayasa Lereng; Lingkungan; Dinding Penahan Tanah

### **ABSTRACT**

*The increasing need for rock minerals mining commodities continues to increase along with the increasing population. So that at this time there are many processes of exploitation of rock excavation materials. In the hamlet of Dengkleng, Wukirsari Sub-district, Kapanewon Imogiri, Bantul Regency, Yogyakarta Special Region, one of the abandoned mining slopes is located in the vicinity of residential areas. Therefore, slope engineering is needed to reduce the risk of environmental damage. This research has the purpose to determine the level of slope stability and determine the appropriate slope engineering to maintain the stability of the slope. The research was conducted using a combination of quantitative and qualitative methods. The analysis methods used are field survey and mapping method, laboratory analysis method, spancer method, with sampling technique in the form of purposive sampling technique. Based on the results of the slope stability analysis, the safety factor value on the west slope is 0.463. While the eastern slope has a safety factor value of 0.480. Both safety factor values are included in the class of unstable slopes according to Bowles classification, 1989 and have the potential for landslides according to the Minister of Energy and Mineral Resources Decree. Management directions that can be done are slope geometry engineering, slope vegetation engineering, and retaining wall construction.*

**Keywords:** Slope Stability; Slope Engineering; Environment; Retaining Walls

## PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk secara tidak langsung berdampak terhadap kebutuhan lahan yang semakin meningkat dan pemanfaatan sumber daya alam untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Sedangkan, lahan tidak dapat bertambah dengan sendirinya. Sehingga yang terjadi adalah perubahan penggunaan lahan yang cenderung menurunkan proporsi lahan tersebut (Kusrini, 2011). Selain itu, eksploitasi terhadap sumber daya alam yang semakin tinggi dan cenderung mengabaikan aspek lingkungan hidup akan berdampak terhadap penurunan kelestarian sumber daya alam dan fungsi lingkungan (Kartodihardjo, 2005). Salah satu komoditas pertambangan yang terus meningkat yaitu komoditas bahan galian batuan. Hal ini terjadi karena bahan galian batuan digunakan sebagai bahan dasar pembangunan infrastruktur, baik bangunan pribadi, swasta, maupun pemerintah. Peningkatan kebutuhan bahan galian batuan menjadi kesempatan bagi kelompok atau perseorangan untuk melakukan kegiatan pertambangan. Sementara itu, bahan galian batuan seperti batu, kerikil, dan pasir tersebar di setiap daerah di Indonesia, sehingga semakin mudah masyarakat untuk membuka lokasi sebagai kegiatan pertambangan.

Salah satu lahan bekas tambang yang ditinggalkan yaitu terletak di Padukuhan Dengkleng, Kalurahan Wukirsari, Kapanewon Imogiri, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lahan yang dijumpai berupa lahan bekas tambang batu andesit yang terletak di sekitar pemukiman warga. Di sisi lain, proses penambangan yang telah dilakukan yaitu dengan sistem tambang terbuka. Pada sistem tambang terbuka berhubungan dengan hal – hal perancangan serta kestabilan lereng yang harus dipantau selama kegiatan pertambangan, seperti pemantauan pergerakan lereng (*displacement*), beban dan renggangan (*load and strain*), ketinggian muka air tanah (*ground water level*) dan getaran (Arif, 2016). Salah satu bentuk kerusakan lingkungan yang terjadi yaitu terjadinya runtuhnya material yang membagi lereng menjadi lereng barat dan lereng timur. Lereng yang mengalami keruntuhan material secara teknis dapat dikatakan bahwa lereng tersebut telah kehilangan kestabilannya. Oleh karena itu, rekayasa lereng bekas tambang batu andesit berdasarkan tingkat kestabilan lereng perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kestabilan lereng serta menentukan rekayasa lereng yang tepat untuk menjaga kestabilan lereng tersebut.

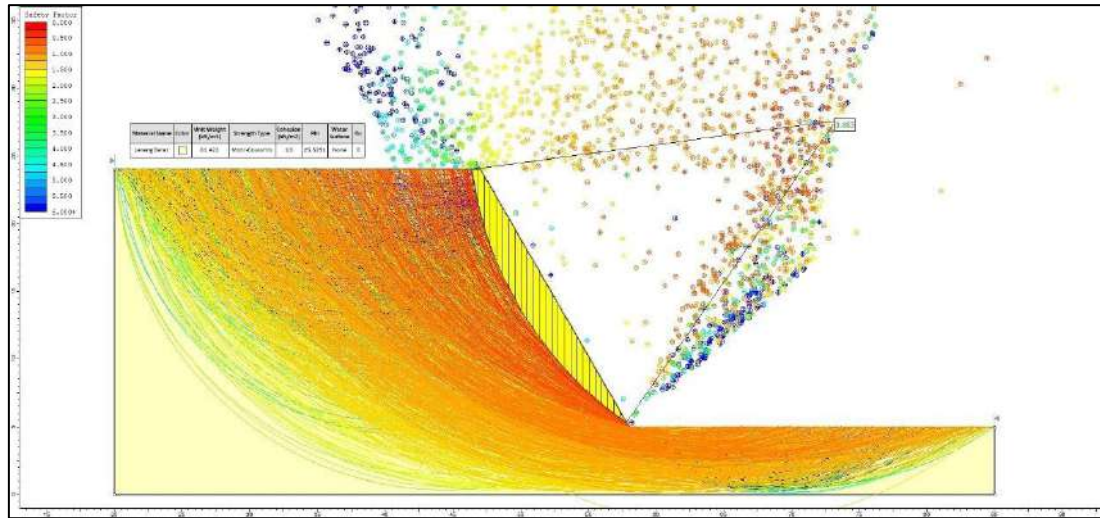
## METODE

Penelitian mengenai “Rekayasa Lereng Bekas Tambang Batu Andesit Berdasarkan Tingkat Kestabilan Lereng di Padukuhan Dengkleng, Kalurahan Wukirsari, Kapanewon Imogiri, Kabupaten Bantul, D. I. Yogyakarta” menerapkan metode kombinasi. Metode kombinasi merupakan suatu bentuk penelitian secara sistematis mengkombinasikan antara metode kuantitatif dan kualitatif, baik secara teknik, metode, cara pandang, konsep, maupun bahasa ke dalam suatu studi. Metode kombinasi memanfaatkan kelebihan serta meminimalisasi kelemahan dari metode kuantitatif dan kualitatif (Parjaman, 2019). Metode kuantitatif dalam penelitian ini diterapkan sebagai metode yang digunakan untuk melakukan pengukuran data lapangan dan analisis matematis data tersebut. Sedangkan metode kualitatif digunakan untuk mengevaluasi data hasil observasi dan analisis lapangan. Teknik pengambilan sampel yang digunakan berupa teknik *purposive sampling* dengan mempertimbangkan identitas spasial berdasarkan tujuan penelitian. Sehingga pengambilan sampel dilakukan pada titik tanah tidak terganggu.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Kestabilan Lereng

#### Lereng Barat

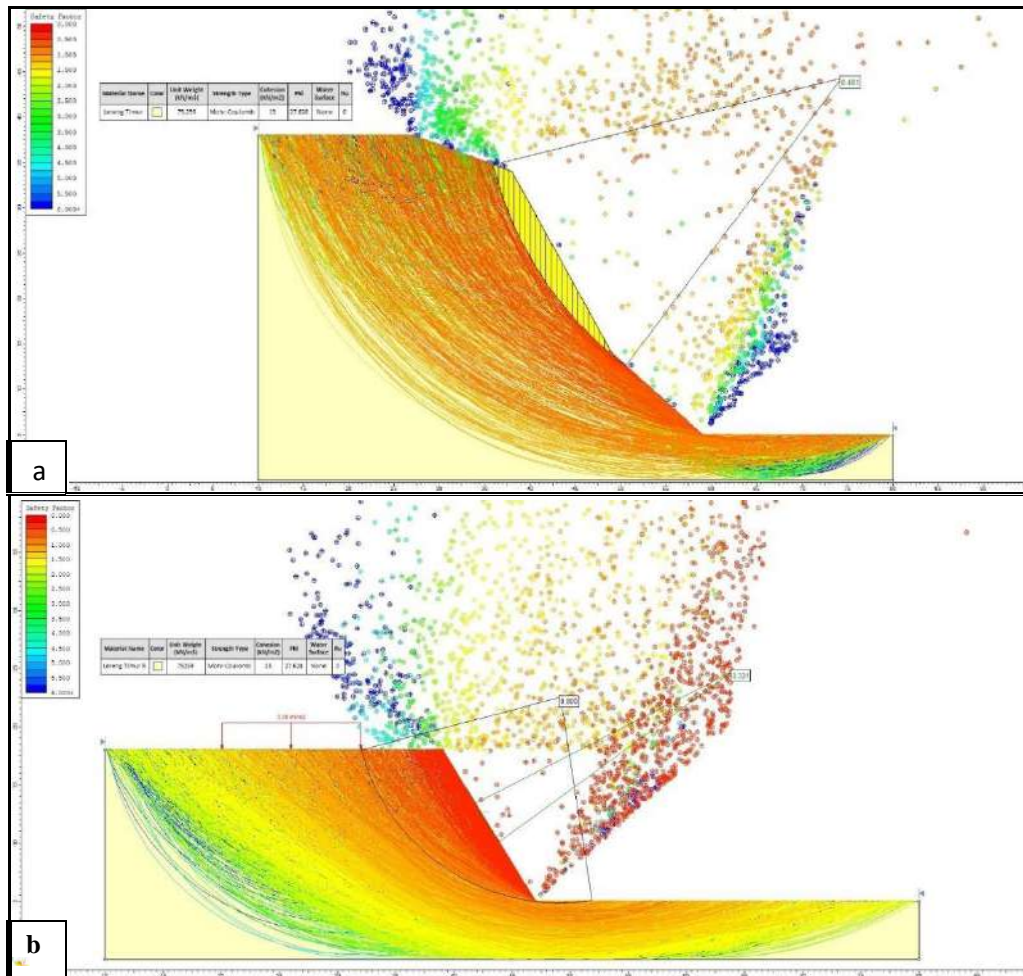


**Gambar 3.1** Hasil Analisis Lereng Barat (Sumber : Analisa Data, 2024)

Pada lereng barat memiliki ketinggian total sebesar 19 m yang ditunjukkan dengan dasar lereng yang terletak pada topografi dengan elevasi 95 m, Sedangkan titik puncak lereng terletak pada elevasi 114 m. Lereng ini memiliki sudut kemiringan sebesar  $60^\circ$ . Berdasarkan hasil uji laboratorium, lereng barat memiliki nilai berat isi tanah sebesar  $81,423 \text{ N/cm}^3$  dan berat isi tanah kering  $65,677 \text{ N/cm}^3$  dengan kadar air 23,974 %. Nilai kohesi pada lereng ini sebesar  $13 \text{ kN/m}^2$  dengan sudut geser dalam sebesar  $25,5291^\circ$ . Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, nilai faktor keamanan terlemah pada lereng barat sebesar 0,463. Nilai faktor keamanan tersebut termasuk dalam golongan lereng labil, sesuai klasifikasi Bowles, 1989. Sedangkan menurut KepMen ESDM nilai faktor keamanan lereng tersebut juga termasuk dalam lereng yang berpotensi longsor ( $FK \leq 1$ ).

Hasil analisis ini sesuai dengan kondisi lapangan yang menunjukkan pada lereng ini pernah terjadi longsor. Selain pengaruh nilai faktor keamanan yang labil, pergerakan material juga dipengaruhi faktor lain seperti porositas dan permeabilitas tanah. Porositas pada lereng barat sebesar 40,5 %, hal ini menunjukkan bahwa porositas pada lereng barat termasuk dalam kategori kurang baik. Sedangkan semakin besar nilai porositas menyebabkan lereng yang semakin tidak stabil (Wulandari, 2023). Berdasarkan klasifikasi kelas permeabilitas tanah Uhland dan O'Neil, permeabilitas pada lereng ini termasuk dalam kelas lambat dengan kecepatan sebesar  $0,08316 \text{ cm/jam}$ . Semakin lambat air meresap ke dalam tubuh tanah maka semakin banyak air yang tersimpan dalam tubuh tanah, sehingga beban lereng semakin tinggi dan berpotensi terjadi longsorlahan (Achmad, dkk., 2016).

## Lereng Timur



**Gambar 3.2** Hasil Analisis Lereng Timur (a) Lereng Keseluruhan (b) *Bench* Lereng dengan Rumah Warga (Sumber : Analisa Data, 2024)

Lereng kedua merupakan lereng timur yang terletak pada lahan bekas pertambangan ini. Lereng ini memiliki ketinggian total 33 meter dengan sudut kemiringan lereng sebesar  $46^\circ$ . Lereng timur ini melebar ke arah Timur Laut dan terdapat *bench* dengan beban rumah pada *bench* tersebut. Lereng timur memiliki berat isi tanah sebesar  $75,259 \text{ N/cm}^3$  dan berat isi tanah kering sebesar  $60,204 \text{ N/cm}^3$  dengan kadar air sebesar  $25,005 \%$ . Sedangkan sifat mekanik dari sampel tanah lereng timur memiliki nilai kohesi sebesar  $13 \text{ kN/m}^2$  dengan sudut geser dalam sebesar  $27,628^\circ$ . Pada lereng timur ini terdapat rumah warga yang terletak di *bench* lereng. Keberadaan rumah tersebut dapat menambah beban penggerak lereng. Rumah tersebut berjarak 7 m dari bibir lereng dengan dimensi luas bangunan sebesar  $12 \text{ m} \times 15 \text{ m}$ . Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik rumah, rumah tersebut terdiri dari ruang tamu, garasi, dapur, dan kamar mandi yang masing masing berjumlah satu ruangan di dalam rumah serta terdapat tiga kamar tidur. Rumah tersebut dibangun dengan batu bata merah dan pada atapnya menggunakan genteng tanah liat dan beberapa asbes dengan beban total yang sebesar  $3,30 \text{ kN/m}^2$ .

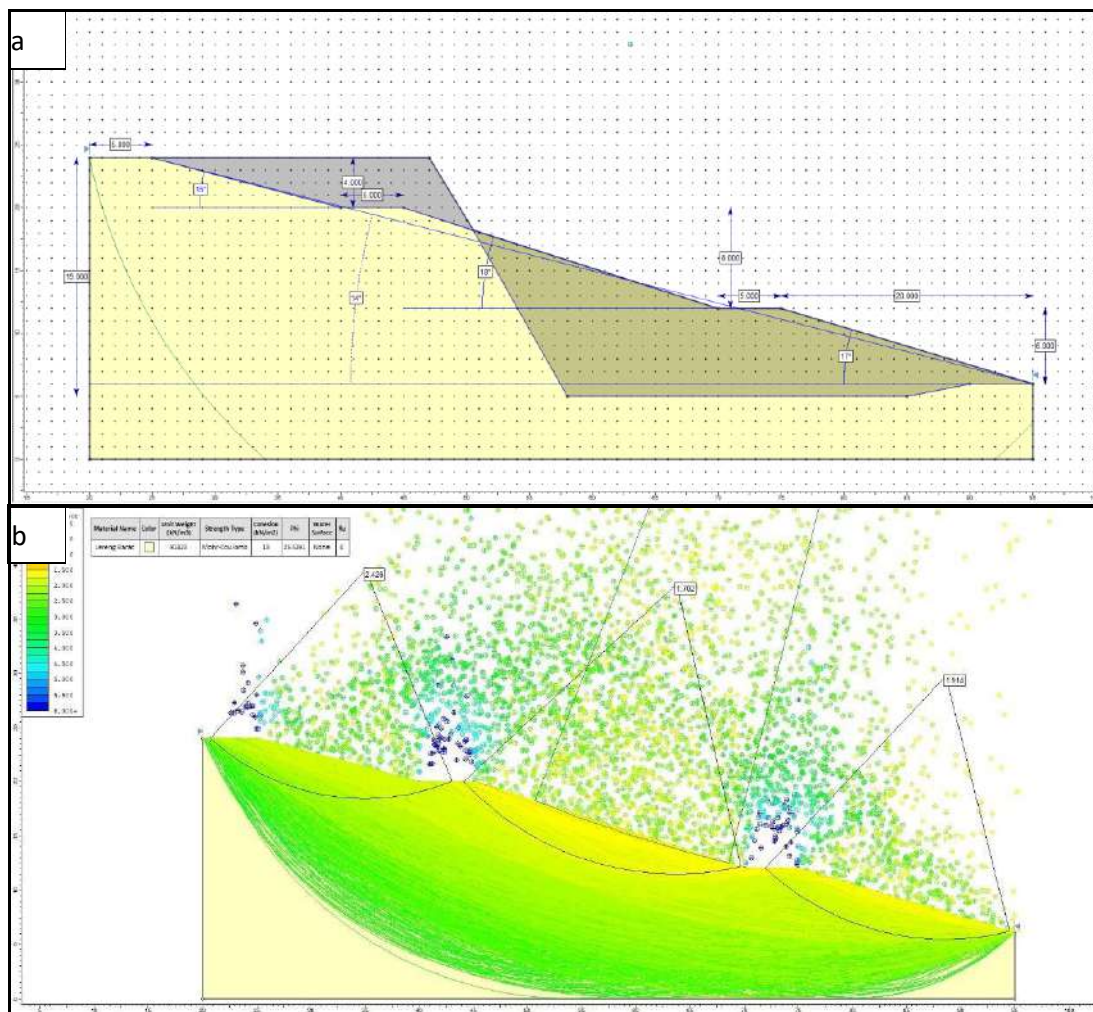
Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, lereng timur memiliki nilai faktor keamanan pada bidang gelincir terlemah yaitu sebesar 0,480. Pada *bench* lereng timur yang



terdapat rumah warga di atasnya memiliki nilai faktor keamanan terlemah sebesar 0,331 sedangkan secara keseluruhan nilai faktor keamanan pada *bench* lereng ini sebesar 0,8. Nilai faktor keamanan pada lereng timur menunjukkan bahwa lereng ini termasuk dalam lereng labil sesuai klasifikasi Bowles, 1989. Berdasarkan Kepmen ESDM lereng ini juga termasuk lereng yang berpotensi terjadi longsor, karena memiliki nilai  $FK \leq 1$ . Letak rumah yang berada di atas lereng berpotensi menjadi rumah yang akan terdampak jika terjadi longsor. Sehingga perlu dilakukan rekayasa lereng untuk mengurangi potensi terjadinya longsor.

## Rekayasa Lereng

### Rekayasa Lereng Barat

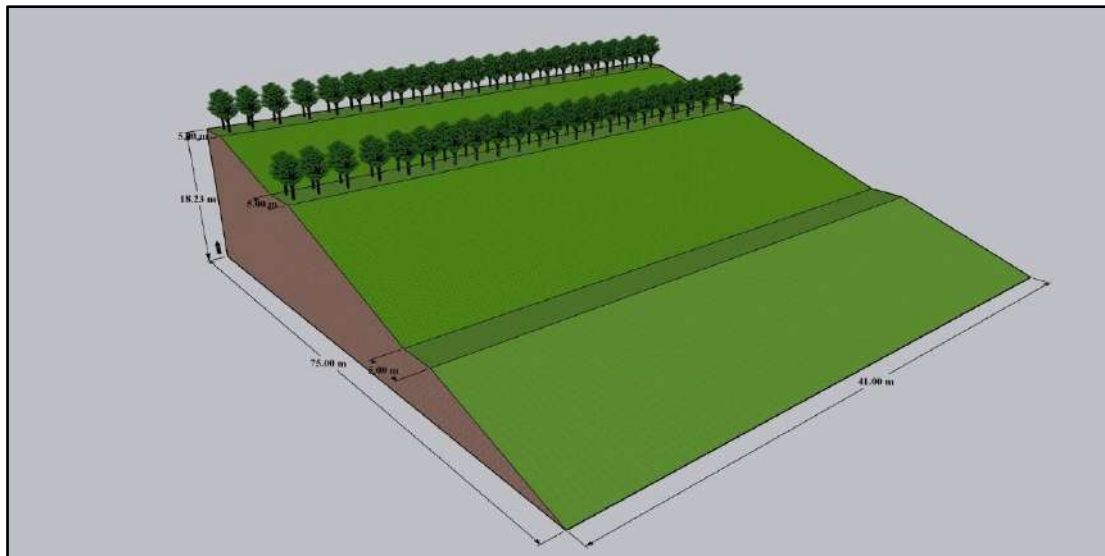


**Gambar 3.3** Rekayasa Teknis Lereng Barat (a) Geometri Lereng (b) Hasil Analisis Faktor Keamanan Lereng Pengelolaan

(Sumber : Analisa Data, 2024)

Berdasarkan hasil evaluasi kondisi eksisting lereng barat, rekayasa teknis pengelolaan lereng yang dapat dilakukan yaitu dengan merekayasa geometri lereng. Rekayasa geometri lereng pada lereng barat dapat dilakukan dengan pemotongan lereng (*cut*) pada puncak lereng dan penimbunan di kaki lereng (*fill*). Hal ini bertujuan untuk mengurangi beban lereng pada bidang gelincir yang berupa material tanah tersebut dan menambah gaya penahan lereng. *Cut and Fill* pada lereng barat dilakukan dengan penambahan dua *bench* lereng yang berguna untuk

rekayasa vegetasi dan mempertahankan peruntukan penggunaan sebelumnya yaitu sebagai jalan alternatif bagi masyarakat.

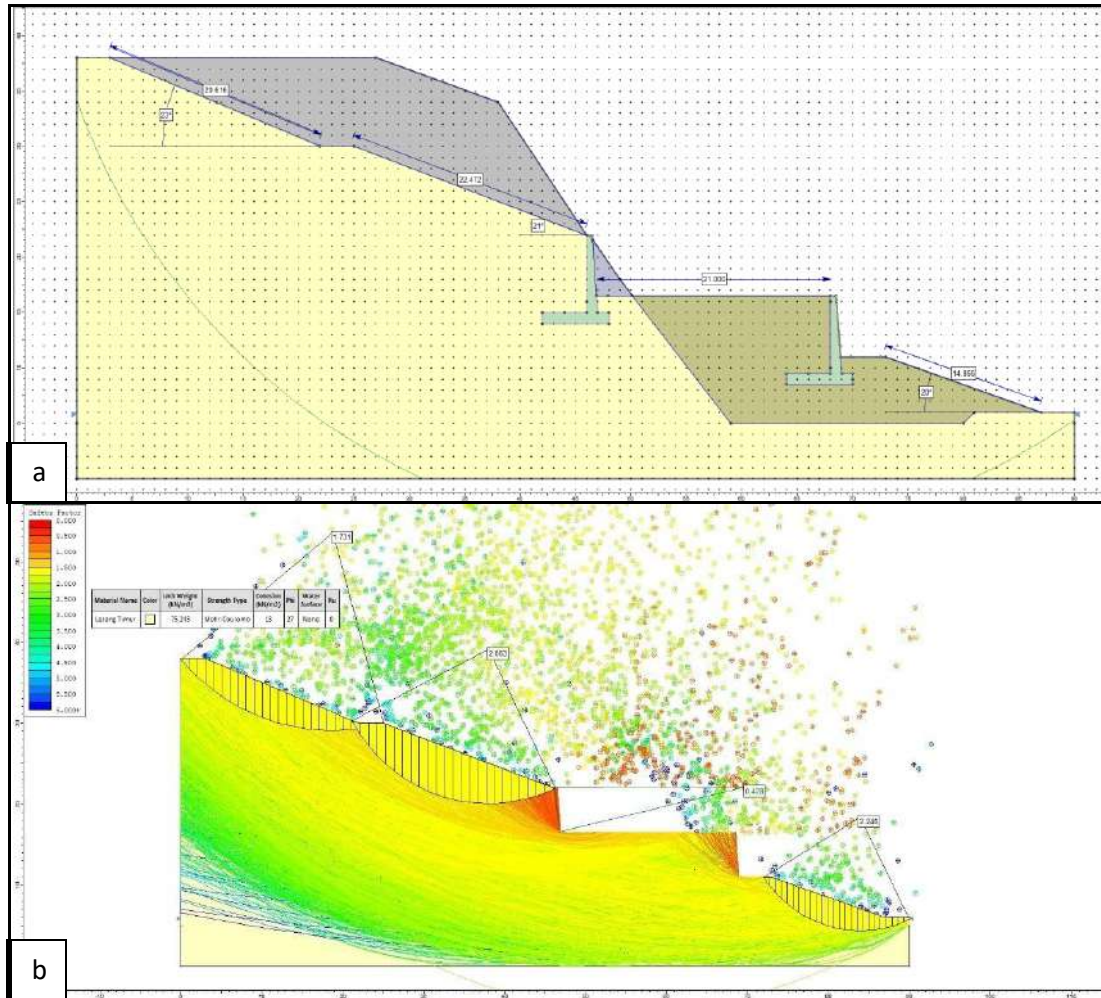


**Gambar 3.4** Penampang 3 Dimensi Rekayasa Teknis Lereng Barat (Sumber : Analisa Data, 2024)

Pada lereng barat memiliki sudut geser dalam sebesar  $25,5291^\circ$ , sedangkan kemiringan lereng pada lereng barat yaitu sebesar  $60^\circ$ . Sehingga lereng dapat dilandaikan dengan sudut yang lebih kecil dari sudut geser dalamnya, yaitu sebesar  $17^\circ$ . Rekayasa ini dapat meningkatkan nilai faktor keamanan lereng dari 0,463 menjadi 1,985 pada lereng keseluruhan, 2,426 pada *bench* pertama, 1,702 pada *bench* kedua, dan 1,914 pada *bench* terbawah. Sehingga dapat memenuhi kriteria lereng bekas tambang yang dapat diterima berdasarkan Kepmen ESDM No. 1827K/30/MEM/2018.

Berdasarkan kondisi rona lingkungan komponen biotis pada daerah penelitian, rekayasa vegetasi dapat dilakukan dengan memanfaatkan tanaman lokal berupa pohon jati atau sengon serta dengan menambah beberapa pohon pisang dengan pola pagar hidup berlapis. Pohon jati memiliki perakaran tunggang yang mampu menembus secara dalam dengan akar yang sedikit bercabang dan dapat beradaptasi dengan baik pada kondisi lahan kering atau kritis. Penambahan pohon pisang dilakukan karena pohon pisang dapat berperan sebagai pohon peneduh dengan daunnya yang lebar dan dapat menghasilkan mulsa dari serasah yang dapat berpengaruh untuk mengendalikan erosi. Kemudian pada kemiringan lereng dapat disebar rumput vertiver yang mampu menstabilkan tanah karena memiliki perakaran hingga sepanjang 3 m.

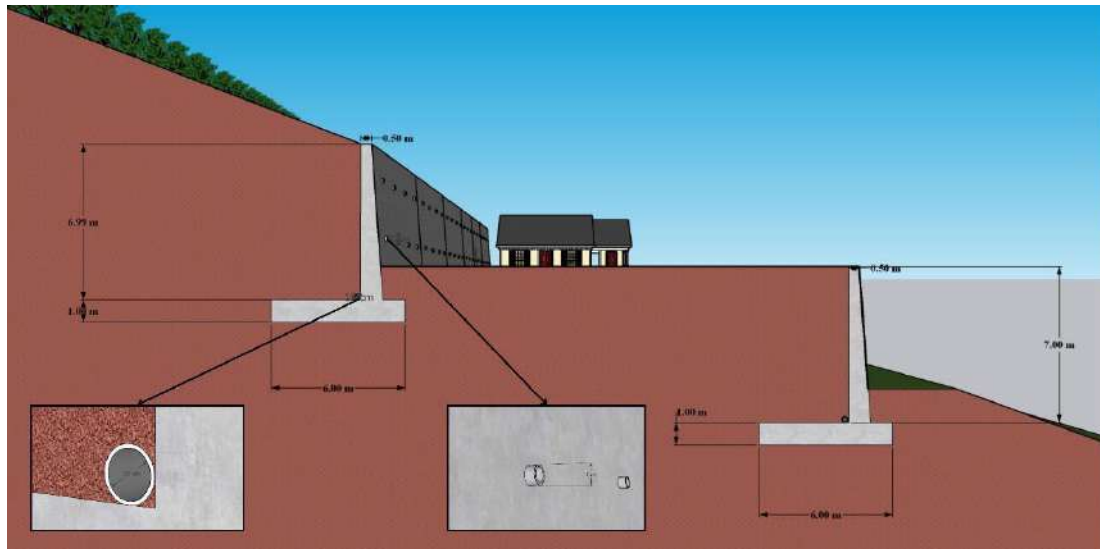
### 3.1.1 Rekayasa Lereng Timur



**Gambar 3.5** Rekayasa Teknis Lereng Timur (a) Rekayasa Geometri Lereng (b) Analisis Lereng Pengelolaan (Sumber : Analisa Data, 2024)

Berdasarkan hasil evaluasi kondisi eksisting pada lereng timur, rekayasa teknis yang dapat dilakukan pada lereng ini yaitu dengan metode *Cut and Fill* serta dengan penambahan dinding penahan lereng. Pemotongan dan penimbunan lereng dilakukan untuk mengurangi sudut kemiringan pada lereng. Sedangkan penambahan dinding penahan lereng berkaitan dengan keberadaan rumah yang terletak di atas lereng. Penambahan dinding penahan lereng ini bertujuan untuk menambah gaya penahan pada lereng, sehingga tidak perlu merelokasi rumah tersebut. Berdasarkan hasil analisis faktor keamanan lereng, setiap *bench* lereng memiliki nilai faktor keamanan sebesar 1,73 pada *bench* teratas, 2,63 pada *bench* kedua, dan 2,246 pada *bench* paling bawah. Pada *bench* kedua terdapat area yang dapat dilakukan untuk dilakukan rekayasa vegetasi. Rekayasa vegetasi dapat dilakukan seperti pada lereng timur yaitu dengan memanfaatkan vegetasi lokal berupa pohon jati dan pohon pisang yang saling berkaitan untuk dapat menstabilkan lereng, serta dengan menambahkan rumput vertiver untuk mengikat agregat tanah dengan memanfaatkan akarnya yang dapat memanjang hingga 3 m.





**Gambar 3.6** Penerapan Dinding Penahan Tanah (Sumber : Analisa Data, 2024)

Dinding penahan tanah yang direncanakan pada arahan pengelolaan lereng timur ini merupakan dinding tanah tipe kantilever. Sesuai SNI 8460:2017 dinding penahan tanah dibuat dengan beton bertulang dengan mengandalkan bobot massa tanah yang berada di atas *base slab* untuk menjaga stabilitasnya. Selain itu, dinding penahan tanah tipe kantilever ini merupakan dinding penahan yang paling efektif untuk menahan tanah dengan ketinggian hingga 8 meter. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dimensi dinding penahan tanah tipe kantilever yang sesuai dengan SNI 8460:2017 yaitu dengan tinggi total 8 m, tinggi *base slab* 1 m, panjang *base slab* 4 meter, serta dinding ini tertanam di dalam tanah sedalam 1,5 m. Sehingga dinding ini memiliki nilai stabilitas guling sebesar  $FS_{ovt} = 4$ , nilai stabilitas geser  $FS_{slide} = 1,75$ , dan stabilitas daya dukung sebesar  $FS_{bearing} = 5,14$ . Sehingga memenuhi persyaratan teknis SNI 8460:2017 yang tetap aman terhadap stabilitas guling, stabilitas geser lateral, dan daya dukung tanah.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Rekayasa Lereng Bekas Tambang Batu Andesit Berdasarkan Tingkat Kestabilan Lereng di Padukuhan Dengkleng, Kalurahan Wukirsari, Kapanewon Imogiri, Kabupaten Bantul, D. I. Yogyakarta dapat disimpulkan bahwa nilai faktor keamanan terlemah pada lereng barat sebesar 0,463. Sedangkan lereng timur memiliki nilai faktor keamanan pada bidang gelincir terlemah yaitu sebesar 0,480. Nilai faktor keamanan tersebut termasuk dalam golongan lereng labil, sesuai klasifikasi Bowles, 1989. Sedangkan menurut KepMen ESDM nilai faktor keamanan lereng tersebut juga termasuk dalam lereng yang berpotensi longsor ( $FK \leq 1$ ). Rekayasa lereng yang dapat dilakukan pada lereng barat yaitu dengan merekayasa geometri lereng dan rekayasa vegetasi lereng. Rekayasa ini dapat meningkatkan nilai faktor kermanan lereng barat dari 0,463 menjadi 1,985 pada lereng keseluruhan, 2,426 pada *bench* pertama, 1,702 pada *bench* kedua, dan 1,914 pada *bench* terbawah. Sedangkan rekayasa lereng yang dapat direkomendasikan yaitu dengan merekayasa geometri lereng, rekayasa vegetasi, serta penambahan dinding penahan tanah tipe kantilever dengan peningkatan nilai FK menjadi 1,73 pada *bench* teratas, 2,63 pada *bench* kedua, dan 2,246 pada *bench* paling bawah.



## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Ali., Suwarno., Sarjanti, Esti. (2016). Hubungan Sifat Fisik Tanah Dengan Kejadian Longsorlahan Di Sub-Das Logawa Kabupaten Banyumas. *Jurnal Geo Edukasi*. Vol. 5, No.1
- Arif, Irwandy. (2016). *Geoteknik Tambang Mewujudkan Produksi Tambang yang Berkelanjutan dengan Menjaga Kestabilan Lereng*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Kartodihardjo, H., Safitri, M., Ivalerina, F., Khan A., Tjendronegoro, S.M.P.(2005). *Di Bawah Satu Payung Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Jakarta : Suara Bebas.
- Kusrini. (2011). Perubahan Penggunaan Lahan Dan Faktor Yang Mempengaruhinya Di Kecamatan Gunungpati Kota Semarang. *Majalah Geografi Indonesia*, 25(1), 25–40.
- Parjaman, Tatang., Akhmad, Dede. (2019). Pendekatan Penelitian Kombinasi: Sebagai “Jalan Tengah” Atas Dikotomi Kuantitatif-Kualitatif. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan*. Volume 5 No 4.
- Wulandari, Ade. (2023). Geologi dan Pengaruh Porositas Terhadap Kuat Geser Batuan Karbonat Kalurahan Argomulyo, Kecamatan Sedayu, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah MTG*. Volume 14 No 1