

Analisis Kestabilan Lereng Kawasan Bukit Tambun 01 PT Nusa Alam Lestari Menggunakan Metode Sederhana Janbu Di Desa Salak Kecamatan Talawi Kota Sawahlunto Provinsi Sumatera Barat

Yordi Hanif¹*, Tri Gamela Saldy^{2**}, Yoszi Mingsi Anaperta^{3***} Rudi Anarta^{4****}

Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang menaungi Jurusan Teknik Pertambangan

¹Mahasiswa Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

²Dosen Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*joehanif05@gmail.com

**trigamelasaldy@ft.unp.ac.id

***yoszima@ft.unp.ac.id

****rudi.anarta@ft.unp.ac.id

Abstrak PT. Nusa Alam Lestari merupakan perusahaan pertambangan dalam negeri yang bergerak dibidang penambangan batu bara. tahun 2004 dengan eksplorasi lebih lanjut dari PT, Nusa Alam Lestari mulai menjelajahi wilayah Sapan Dalam. Bukit Asam Persero dan Surat Keputusan Walikota Sawahlunto Nomor: memperoleh hak pengusahaan Bukit Asam Persero pada tahun 2006. 05.03.PERINDAGKOP. tentang Pemberian Kuasa Pertambangan Eksploitasi, tanggal 27 Maret 2006 seluas kurang lebih 100 hektar (KW 1373 NAL 3602). Penulis menemukan lubang dengan ketinggian kurang lebih 30 meter dan kemiringan 78 derajat di permukaan lereng Bukit Tambun 01 di ruang yang diizinkan oleh PT Nusa Alam Lestari. Dikhawatirkan lereng tersebut akan menimbulkan longsor. Selain itu, kondisi lereng dapat membahayakan pekerja dan menghambat produksi. Batu pasir dengan bobot isi asli 23,23 KN/m³, Bobot isi kering 21,14 KN/m³, dan bobot isi jenuh 25,28 KN/m³ diidentifikasi berdasarkan data yang dikumpulkan dari pengujian sifat fisik dan mekanik. Pada lokasi penelitian di ujung lereng penambangan, uji rock point load index menghasilkan kuat tekan uniaksial sebesar 43,13 MPa dan kuat indeks sebesar 1,875 MPa. Analisis faktor keamanan FK) dan rekomendasi geometri lereng sebenarnya dibuat menggunakan metode Janbu Simplified, dan diperoleh FK sebesar 1,185 pada ketinggian 30 meter dan kemiringan 78. Hasil uji geser langsung tegangan puncak menghasilkan kohesi (c) sebesar 116,5 KPa dan sudut geser dalam 41,9872. Hasil tegangan sisa menghasilkan kohesi (c) 58,1 KPa dan sudut geser dalam 48,9934 Dengan tinggi 30 meter dan kemiringan 73 derajat, metode janbu sederhana menghasilkan geometri lereng yang direkomendasikan dengan FK 1,375

Kata kunci : Sifat Mekanik Batuan, Geometri Lereng, Sifat Fisik, Janbu Sederhana, dan Faktor Keamanan

1. Perkenalan

1.1 Latar Belakang

Sudut pertemuan permukaan bumi dengan bidang horizontal disebut kemiringan. Lereng dapat dibuat oleh manusia atau dibuat secara alami melalui proses geologis. PT. Nusa Alam Lestari penambangan batu bara menjadi fokus perusahaan tambang dalam negeri 2004 PT. Dengan eksplorasi lebih lanjut dari PT, Nusa Alam Lestari mulai menjelajahi wilayah Sapan Dalam. Bukit Asam Persero diberikan status hukum dieksekusi pada tahun 2006 dengan Surat Keputusan Walikota Sawahlunto dengan nomor sbb : 05.03.PERINDAGKOP

PT Nusa Alam Lestari awal 2019 Untuk menambang batu bara, menggali lubang baru di kawasan Bukit Tambun 01. Pengamatan penulis menunjukkan bahwa permukaan yang dilalui tambang Bukit Tambun 01 memiliki lereng yang sangat curam, banyak retakan pada permukaan lereng, pecahan batuan yang berjatuh, dan potensi longsor yang akan mengganggu jalannya kegiatan

penambangan. Meskipun pertambangan terus berjalan dengan baik.



Gambar 1. Lereng pada permukaan lubang Bukit Tambun 01

Saat ini PT. Nusa Alam Lestari belum pernah melakukan kajian geoteknik mengenai kestabilan lereng di Bukit Tambun 01 untuk mendapatkan geometri lereng

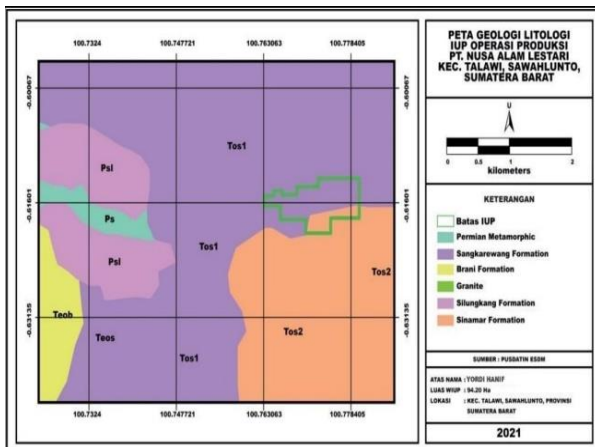


Gambar 2. Kekar pada permukaan lereng Bukit Tambun

Apabila analisis kemantapan lereng tidak dilakukan bersamaan dengan penanganan longsor yang paling efektif, maka berpotensi menimbulkan kerugian di kemudian hari seperti terhentinya kegiatan penambangan, biaya yang diperlukan untuk membersihkan longsoran, dan bahkan hilangnya nyawa.

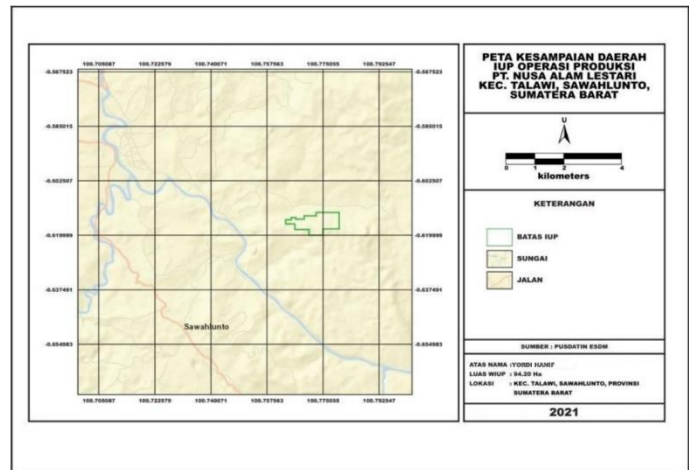
2. Lokasi Penelitian

Secara geografis, wilayah pertambangan PT. Nusa Alam Lestari terletak di 101°45'48" BT, 101°46'48" BT, dan 00°36'45" LS, 00°37'12" LS. Konsesi pertambangan PT juga berlokasi di sana. Nusa Alam Lestari terletak di Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat, di kawasan Parambahan Kabupaten Talawi.



Gambar 3. Peta Geologi Litologi

Lokasi penambangan berjarak 100 kilometer dari Padang yang dapat ditempuh dalam waktu dua jam dengan kendaraan roda dua dan 2,5 hingga 3,5 jam dengan kendaraan roda empat.



Gambar 4. Peta kesampaian

3. Teori Dasar

3.1 Lereng

Bagian permukaan bumi yang memiliki kemiringan horizontal tertentu disebut lereng. Lereng bisa buatan manusia, seperti dinding tambang, tanggul, dan tempat pembuangan, atau bisa terbentuk secara alami, seperti di daerah perbukitan.

3.2 Konsep kestabilan Lereng

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kemantapan lereng, antara lain lereng tanggul dan lereng alami serta lereng buatan (buatan manusia). Faktor-faktor ini dapat disimpulkan sebagai kekuatan penahan dan pendorong yang bertanggung jawab atas stabilitas lereng

$$F_k = \frac{F^*}{F}$$

dimana:

F_k = Faktor kestabilan lereng

F* = Gaya penahan, berupa resultan gaya-gaya yang membuat lereng tetap stabil

F = Gaya penggerak, berupa resultan gaya-gaya yang menyebabkan lereng longsor

Pada keadaan:

F_k > 1,3 = lereng dalam keadaan stabil

F_k = 1,3 = lereng dalam keadaan seimbang (akan longsor)

F_k < 1,3 = lereng dalam keadaan tidak stabil

3.3 Jenis-Jenis Longsoran

a. Longsoran Bidang (*plane failure*)

Perosotan ini biasanya terjadi pada bidang yang terputus-putus seperti kekar dan patahan dan pada batuan dengan bidang geser bebas yang mengarah ke atas lereng. Perosotan ini cenderung terjadi pada permukaan lereng yang condong ke arah yang sama di sebagian besar waktu.

b. Longsoran baji (*wedge failure*)

Perosotan ini biasanya terjadi di sepanjang garis perpotongan dua bidang sambungan yang miring ke bawah. Longsor baji terjadi ketika sudut antara dua bidang lemah lebih besar daripada sudut geser ke dalam batuan dengan banyak bidang lemah.

c. Longsoran busur (*circular failure*)

Cuma material yang menyerupai tanah yang dapat menyebabkan longsoran busur. Sebaliknya, jika batuan tersebut mengalami pelapukan dan medan lemah yang rapat, hal ini dapat terjadi.

d. Longsoran Guling (*toppling*)

Lereng dengan geser tegak lurus dan batuan keras di atasnya menyebabkan guling. Blok batuan dapat dibentuk oleh erosi longsoran, yang dapat terjadi pada lereng tunggal yang berseberangan dengan lereng lemah bidang.

3.4 Analisis stabilitas lereng

Memperoleh stabilitas lereng dengan biaya operasi penambangan yang rendah adalah tujuan dari analisis stabilitas lereng. Berikut adalah tujuan utama dari analisis stabilitas lereng secara umum:

- a. Menentukan kondisi stabilitas lereng.
- b. Hitung potensi longsoran atau keruntuhan
- c. Mencari tahu seberapa rentan lereng terhadap bahaya erosi
- d. Memutuskan kemiringan yang paling memenuhi persyaratan keselamatan dan kelayakan finansial.

Oleh karena itu, untuk memperoleh data yang diperlukan, tentunya harus dilakukan terlebih dahulu analisis lapangan dan laboratorium tersebut di atas. Tentu saja, penyelidikan dan pemantauan lapangan rutin juga harus dilakukan sebagai bagian dari penyelidikan ini untuk menilai potensi bahaya lereng.

4. Metode Penelitian

4.1 Lokasi dan Jam Penelitian

a. Lokasi Penelitian

Pengambilan data dilakukan di wilayah IUP Pertambangan PT Nusa Alam Lestari. Ruang lingkup penyelidikan kemudian dibatasi pada lereng Bukit Tambun 01 di Desa Salak, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat, milik PT Nusa Alam Lestari.

b. Jam Penelitian

Pada tanggal 11-12 September 2021 dilakukan kegiatan berupa observasi lapangan. Kemudian, dari tanggal 1 Juni hingga 2 Juni 2022, kami melanjutkan kegiatan pendataan.

4.2 Jenis Penelitian

Studinya termasuk dalam kategori penelitian kuantitatif. Jika diklasifikasikan menurut jenisnya, dan sumber datanya adalah data numerik yang kemudian diolah dan dianalisis secara matematis dan kinematis. Selain itu, penelitian ini merupakan bagian dari penelitian terapan. Hal ini dikarenakan tujuan dari penelitian ini adalah untuk memecahkan permasalahan pada permukaan lereng Bukit Tambun 01.

Penulis menggunakan strategi pemecahan masalah dengan menggabungkan teori dan data lapangan selama kegiatan penelitian. Langkah-langkah penelitian pekerjaan adalah sebagai berikut:

a. Studi Sastra

Melalui pemanfaatan bahan kepustakaan yang dapat membantu dalam memperoleh: Studi literatur melibatkan penyelidikan sejumlah teori yang berkaitan dengan masalah yang akan dibahas di lapangan.

- 1) instansi terkait
- 2) Perpustakaan
- 3) pelajaran sebelumnya

b. Pengambilan Data

Penelitian ini menggunakan berbagai teknik pengumpulan data untuk memperoleh gambaran umum objek di pusat dan gambaran keseluruhan. Untuk mengumpulkan informasi, penulis menggunakan strategi pengumpulan data primer dan sekunder.

1) Data Primer

Informasi yang paling penting dalam penelitian ini adalah data pengukuran lokasi batuan lemah, serta geometri lereng aktual dan sifat mekanik dan fisik batuan.

2) Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang telah disiapkan dan diperoleh dari bisnis atau sumber lain.

5. Hasil dan Pembahasan

5.1 Parameter Pengujian Laboratorium Geoteknik

a. Pengujian Sifat fisik

Berikut ringkasan temuan berdasarkan pengujian laboratorium terhadap sifat fisik batuan:

Tabel 1. Hasil Pengolahan Uji Sifat Fisik Batuan

NO	Uji Sifat Fisik (gr/cm ³)	Kode Sampel			Rata-rata (gr/cm ³)
		1	2	3	
1	Bobot Isi Asli	2,10	2,17	2,84	2,371
2	Bobot Isi Kering	2,10	1,87	2,50	2,157
3	Bobot Isi Jenuh	2,42	2,36	2,96	2,579

b. Indeks Muatan Titik Uji.

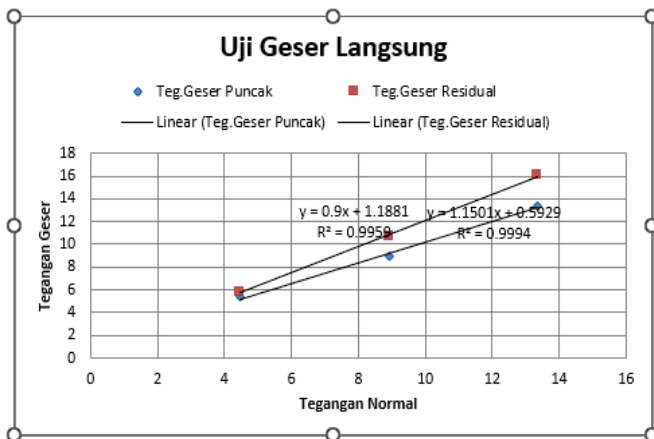
Nilai kuat tekan bahan (c) menjadi dasar hasil pengujian indeks beban titik.

Tabel 2. Hasil Uji Point Load Index

No	Parameter					
	D (cm)	1,02	P (Kg)	Is (kg/cm ²)	Is(Mpa)	σc (MPa)
1	5,2	1,02	603,98	22,734	2,228	51,243
2	5,3	1,03	550,75	20,128	1,972	45,367
3	5,4	1,04	409,72	14,546	1,425	32,786
RATA-RATA					1,875	43,13

c. Pengujian Kuat Geser Batuan

Tujuan dari pengujian kuat geser langsung adalah untuk mendapatkan nilai puncak dan sisa untuk nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (φ). Gambar 15 dan Tabel 11 menampilkan hasil pengujian kuat geser langsung.



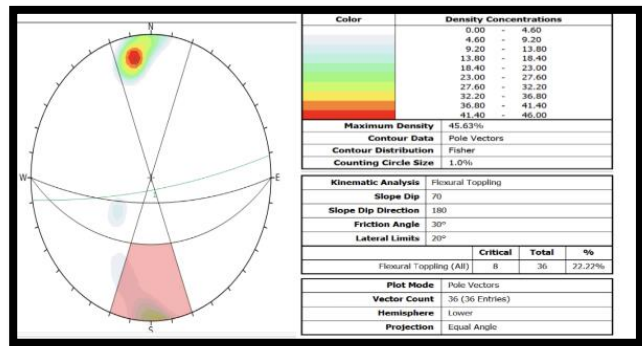
Gambar 5. Grafik hasil uji kuat geser

Tabel 3. Hasil Uji Kuat Geser

Tegangan Geser	Kohesi (Mpa)	Sudut Geser Dalam(°)
Puncak	116,5	41,9872
Residu	58,1	48,9934

5.2 Analisis Potensi Longsoran pada Daerah Penelitian

Kemiringan pengamatan terletak di N81o/E80o, sebagaimana ditentukan oleh pengukuran dan pengamatan bidang terputus-putus pada garis pindai. Lampiran C memuat data arah strike, dip, dan dip dari kekar pada daerah penelitian. Setelah semua data gabungan dikumpulkan, perangkat lunak Dips digunakan untuk menentukan jenis longsoran. Gambar menampilkan hasil berikut:



Gambar 6. Hasil plot Hasil Plot Diskontinuitas Scanline

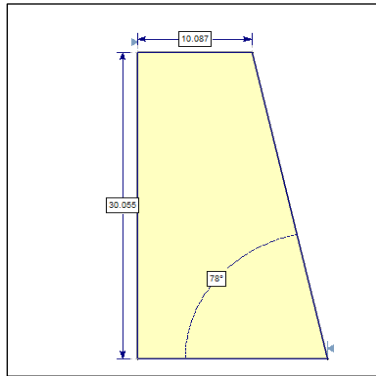
Berdasarkan software dips, plot bidang diskontinuitas menunjukkan bahwa longsoran yang paling mungkin terjadi di daerah penelitian adalah longsoran sebesar 22,22 persen.

5.3 Analisis Kestabilan Lereng

a. Analisis Kestabilan Lereng Aktual

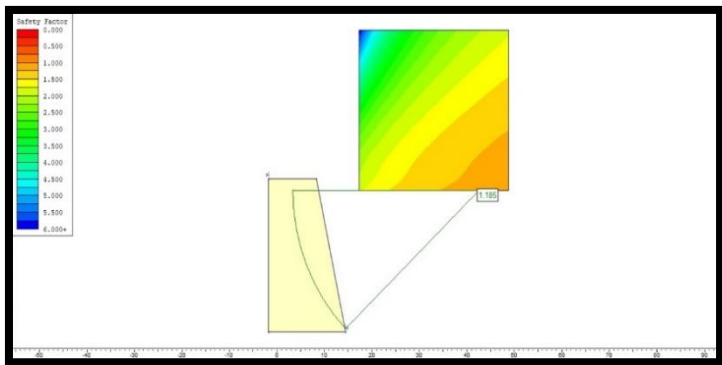
Untuk tujuan analisis kemantapan lereng, metode janbu yang disederhanakan dijelaskan dalam bentuk tabel atau grafik. serta penyelesaian dengan bantuan perangkat lunak (Software Rocscience Slide 6.0). Parameter seperti berat, kohesi, dan sudut geser harus dimasukkan ke dalam perangkat lunak. Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. merupakan dasar dari faktor statistik minimum keselamatan. Untuk model lereng tunggal, stabilitas yang dapat diterima didefinisikan sebagai FK 1.1 tahun 1827 tahun 2018. Desain lereng terbaik diperoleh dengan menganalisis lereng dengan target FK 1.1. Ketinggian lereng sebagian besar ditentukan oleh seberapa baik penggali dapat digunakan.

Lereng Bukit Tambun 01 digambarkan dalam desain rock science slide 6.0 berikut ini. Gambar di bawah menggambarkan desain.



Gambar 7. Geometri Lereng Bukit Tambun 01

geometri lereng sebenarnya, yang memiliki tinggi lereng kurang dari 30 meter dan sudut 78 derajat. Akibatnya, faktor keamanan lereng sebenarnya tidak memadai.



Gambar 8. Lereng Aktual jenuh

Faktor keamanan untuk satu lereng dalam kondisi jenuh dihitung menggunakan Rosience Slide 6.0 berdasarkan temuan analisis. Nilainya adalah 1,185.

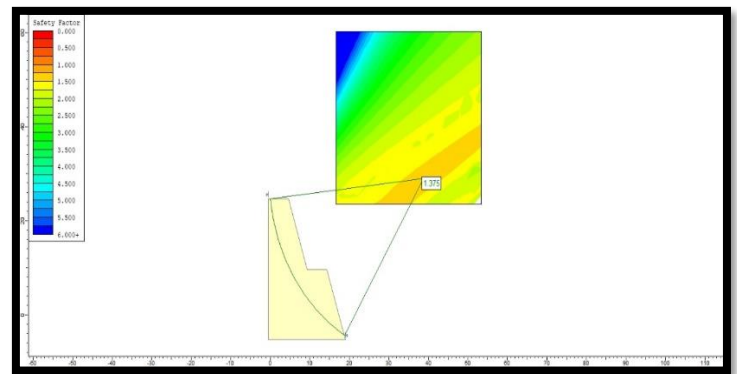
Faktor kemiringan sebenarnya dari keamanan yang dihitung menggunakan Rosience Slide 6.0 ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Hasil faktor keamanan lereng aktual

Kondisi	Bobot Isi	Kohe si (C)	Sudut Geser Dalam(θ)	Tinggi (M)	Sudut	Fk
	Kn/M ³					
Natural	23,23	58,1	41,9872	30	78 ⁰	1,238
Kering	21,14	58,1	41,9872	30	78 ⁰	1,311
Jenuh	25,28	58,1	41,9872	30	78 ⁰	1,185

Alhasil, penulis akan mengubah kemiringan bangku ganda sesuai dengan geometri lereng yang sebenarnya. Karakteristik material lereng berdampak pada sudut kemiringan lereng yang aman untuk ketinggian lereng tertentu.

Geometri lereng yang tingginya 30 meter, sudut kemiringan lereng 73 derajat, dan lebar bangku pada lereng 10 meter, menurut metode Janbu yang disederhanakan dalam keadaan jenuh, memiliki nilai faktor keamanan sebesar 1.375 nilai faktor keamanan, menurut analisis yang dilakukan dengan perangkat lunak Rocscience slide 6.0. dalam keadaan alaminya sebesar 1,437, sedangkan dalam keadaan kering faktor keamanannya bernilai 1,503.



Gambar 9. Simulasi pemodelan lereng akhir. Kondisi jenuh bangku ganda.

Tabel 5. FK Rekomendasi Geometri Lereng

Kondisi Lereng	Analisis Slope	Tinggi Lereng (m)	Sudut Lereng (°)	Lereng Bench (m)	FK
Jenuh	Lereng Tunggal pada Overall	15	73	5	1,537
	Overall Double Bench	30	73	10	1,375
Natural	Lereng Tunggal pada Overall	15	73	5	1,613
	Overall Double Bench	30	73	10	1,437
Kering	Lereng Tunggal pada Overall	15	73	5	1,7
	Overall Double Bench	30	73	10	1,503

6. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan observasi dan analisis yang dilakukan di lokasi penelitian lereng Bukit Tambun 01 PT. Nusa Alam Lestari, dapat ditarik beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Batu pasir memiliki bobot isi asli 23,23 KN/m³, bobot isi kering 21,14 KN/m³, dan bobot isi jenuh 25,28 KN/m³ menurut uji laboratorium mekanika batuan. Pada lokasi penelitian di ujung lereng penambangan, uji rock point load index menghasilkan kuat tekan uniaksial sebesar 43,13 MPa dan kuat indeks sebesar 1,875 MPa. Tegangan puncak kohesi (c) adalah 116,5 KPa pada sudut geser dalam 41,9872^o, dan tegangan sisa (c) adalah 58,1 KPa pada sudut geser dalam 48,9934^o, menurut hasil uji geser langsung.
2. Hasil pembobotan klasifikasi massa batuan didasarkan pada pembobotan sistem peringkat massa batuan. Point load index berbobot 4, RQD berbobot 20, jarak diskontinuitas berbobot 10, dan kondisi diskontinuitas medan berbobot beberapa parameter: kekerasan berbobot 3, kontinuitas berbobot 6, lebar rongga berbobot 1, tinggi pelapukan berbobot 3, bahan pengisi berbobot 6, dan muka air tanah berbobot dengan analisis stereografi diketahui longsoran bertipe N81^o/E80^o dan terbalik 22,22 persen.
3. Pendapat bahwa lereng di akhir penambangan memiliki ketinggian 30 m PT disederhanakan dengan hasil analisis faktor keamanan (FK) metode Janbu. Dengan nilai FK 1,437 pada lereng alami seluruh bangku ganda dan nilai FK 1,375 pada kondisi jenuh, maka Nusa Alam Lestari dalam kondisi aman.
4. Kestabilan lereng pada rencana akhir penambangan lereng PT. Nusa Alam Lestari mencapai geometri lereng dengan nilai FK lebih besar dari 1,3 (kondisi aman) pada bangku ganda keseluruhan dengan tinggi 30 meter, lebar bangku 10 meter, dan sudut 73 derajat. Selain itu, lereng dihitung sebagai FK 1,375 dalam kondisi jenuh, FK 1,503 dalam kondisi kering, dan FK 1,437 dalam kondisi alami. Karena nilai FK yang aman, penulis merekomendasikan kemiringan bangku ganda secara keseluruhan.

7. DAFTAR PUSTAKA

- (1) Andriani, Tati., Zulfiadi Zakaria., dkk. 2018. "Analisis Stabilitas Lereng Area Timbunan Menggunakan Metode Kesetimbangan Batas Pada Tambang Terbuka Batubara Daerah Purwajaya Kecamatan Kutai Kartanegara". repository.unpad.ac.id, diakses 21 Januari 2020
- (2) Arif, Irwandy. 2015. *Geoteknik Tambang*. Bandung: ITB.
- (3) Arrozi, Muh. Fachrudin., dkk. 2015. "Analisis Stabilitas Lereng Berdasarkan Pengaruh Hujan Bulanan Maksimum di DAS Tirtomoyo Wonogiri Menggunakan Metode *Bishop* Disederhanakan". E-Journal MATRIKS Teknik Sipil 546.
- (4) Bieniawski, Z.T., 1973. *Engineering Classification of Jointed Rock Mass*.
- (5) Bieniawski, Z.T., 1989. *Engineering Rock Mass Classification*. John Wiley & Sons. ISBN 0-471-60172-1.
- (6) Dwiatmoko, Marselinus Untung., dkk. 2020. "Analisis Kestabilan Lereng Bekas Tambang Tanah Urug di Gunung Kupang Kota Banjarbaru Kalimantan Selatan". Jurnal GEOSAPTA Vol. 6 No. 1. Hlm. 69-72.
- (7) Fikri, M. A., Heriyadi, B., & Prabowo, H. (2018). ANALISIS STABILITAS LERENG PADA PIT TAMBANG AIR LAYA BARAT SECTION C-C'PT BUKIT ASAM (PERSERO) TBK., SUMATERA SELATAN. *Bina Tambang*, 3(2), 835-849
- (8) Haryanto, Lucky., Susanto Basuki. 2006. "Analisis Kestabilan Lereng Timbunan *Overburden* Studi Kasus Desa Kampung Baru Kecamatan Cempaka Banjarbaru". Jurnal INFOTEKNIK Vol. 7 No. 1
- (9) Haryati, O. S., Kopa, R., & Prabowo, H. (2018). Pemetaan Kestabilan Lereng Pada Lokasi Penambangan Emas Pit Durian Pt J Resources Bolaang Mongondow Site Bakan Kecamatan Lolayan Kabupaten Bolaang Mongondow Sulawesi Utara. *Bina Tambang*, 3(1), 481-482
- (10) Heriyadi, B., Prengki, I., & Prabowo, H. (2019, November). Analysis of Collapse Load and Open Hole Evaluation Based on Rock Mass Rating (RMR) Method in Underground Mining. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1387, No. 1, p. 012104). IOP Publishing.

- (11) Hidayat, M. F., & Saldy, T. G. (2022). Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Janbu Simplified Pada Lereng di Permukaan Lubang masuk Thc-04 Tambang Batubara Bawah Tanah CV Tahiti Coal, Sangkar Puyuh, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat. *Bina Tambang*, 7(3), 99-105
- (12) Hsuan Ho. (2014). "Parametric. Studies of Slope Stability Analyses Using Three dimensional FiniteElement Technique". Vol. 9 No. 1 pp 33-43
- (13) Jurnal dari M.S. Kirra, M. Shahien, M. Elshemy, B. A. Zeidan.(2015). "Seepage and Slope Stability Analysis of Mandali Earth Dam, Iraq: A Case Study
- (14) Marini, A. E., Anaperta, Y. M., & Saldy, T. G. (2019). Analisis Kestabilan Lereng Area Highwall Section B Tambang Batubara PT. Manggala Usaha Manunggal Jobsite Pt. Banjarsari Pribumi, Kecamatan Merapi Timur, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. *Bina Tambang*, 4(4), 80-89.
- (15) Metriani, R., Anaperta, Y. M., & Saldy, T. G. (2019). Analisis Balik Kestabilan Lereng Dengan Menggunakan Metode Bishop yang disederhanakan Pada Front II Existing Tambang Quarry PT. Semen Padang, Sumatera Barat. *Bina Tambang*, 4(4), 49-58.
- (16) Noorchayo, A..., dkk. 2019. "Stabilitas Lereng Disposal Salero Selatan di PT. Bumi Merapi Energi". *Jurnal Pertambangan* Vol. 3 No. 4.
- (17) Noor, Djauhari., Solihin. 2017. "Kajian Geoteknik Kestabilan Lereng di Daerah Quarry Hambalang Kecamatan Citeureup Kabupaten Bogor Jawa Barat". *Jurnal Teknologi* Vol. 1, Edisi 29. Hlm. 34-42.
- (18) Pane, Riski Adelina. 2019. "Karakterisasi Massa Batuan dan Analisis Kestabilan Lereng Untuk Evaluasi Geometri Lereng di Pit Barat Tambang Terbuka PT. AICJ (Allied Indo Coal Jaya) Kota Sawahlunto Provinsi Sumatera Barat". *Skripsi tidak diterbitkan*. Padang: UNP
- (19) Putri, N., & Saldy, T. G. (2022). Analisis Kestabilan Lereng Disposal Dengan Menggunakan Metode Bishop Di Site Puncak Jaya CV. Tekad Jaya Lareh Sago Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota. *Bina Tambang*, 6(3), 195-207.