

ANALISIS KESTABILAN LERENG AKHIR KUARI BATU ANDESIT PT SARI BHUMI KHATULISTW A DESA SIDOMULYO KECAMATAN PENGASIH KABUPATEN KULON PROGO D.I. YOGYAKARTA

by Peter Eka Rosadi

Submission date: 29-May-2023 10:11AM (UTC+0700)

Submission ID: 2104185142

File name: Akhir_JTP_Vol_5_No._2_Sep19-Feb20_Gasal_TA2019-2020_hidup_1.pdf (1.94M)

Word count: 7048

Character count: 41945

JURNAL Teknologi Pertambangan

Volume. 5 Nomor. 2 Periode September 2019 - Februari 2020

1. Estimasi Sumberdaya Tanah Urug dengan Metode Cross Section Di IUP Miftah Farid, Desa Temon Wetan, Kecamatan Temon, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta - **Ketut Gunawan, Indun Titisariwati, & Benny M. P.**
2. Studi Hidrogeologi pada Wilayah Izin Usaha Pertambangan Batubara PS. Bara Anugrah Sejahtera di Desa Pulau Pangung, Kecamatan Tanjung Agung Muara Enim, Sumatera Selatan - **Hartono, Gunawan, Nusananto, & Fandy A. F.**
3. Rencana Kebutuhan Alat Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Batu Andesit Di PT. Hargo Willis Indonesia, Kab. Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta - **Inmarlinianto, Abdul Rauf, Natanail G.**
4. Upaya Peningkatan Produksi Alat Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Batubara Pit B Rawa Selatan Pt. Mandala Karya Prima Job Site PT. Mandiri Inti Perkasakabupaten Nunukan Provinsi Kalimantan Utara - **Priyo Widodo, Waterman S. B., Subarso A. S.**
5. Rancangan Teknis Penambangan Batu Andesit di Kuari Maloko PT. Solusi Bangun Beton Kabupaten Bogor, Jawa Barat - **Eddy Winarno, Winda, Dhandi Wicantyo**
6. Analisis Kualitas Air Tanah di Sekitar Bekas Penambangan Bijih Mangan di Kliripan, Hargorejo, Kulon Progo - **Sudaryanto, Nur Ali Amri, Yasmina Amalia & Iqbal A. R. A.**
7. Analisis Probabilistik Kestabilan Terowongan Bekastambang Mangan Kalilingseng Kulon Progo menggunakan Point Estimate Methods untuk Keperluan Geowisata - **Singgih Saptono, Indun Titisariwati, Luki A. D. H.**
8. Evaluasi Ground Support Berdasarkan Klasifikasi Massa Batuan Rock Mass Index dan Rock Mass Rating serta Menggunakan Finite Element Method Numerical Modeling pada Tambang Bawah Tanah Kencana PT Nusa Halmahera Minerals - **Barlian Dwi Nagara, Dyah Probowati, Richy A. U.**
9. Analisis Kestabilan Lereng Akhir Kuari Batu Andesit PT Sari Bhumi Khatulistiwa Desa Sidomulyo Kecamatan Pengasih Kabupaten Kulon Progo D.I. Yogyakarta - **R. Hariyanto, Peter Eka Rosadi, Bagoes R. R. S.**
10. Kajian Teknis Pengaruh Kemiringan Jalan Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Truk Jungkit pada Pengupasan Lapisan Penutup di Tambang Batubara PT Satria Bahana Sarana Tanjung Enim Sumatera Selatan - **Kresno, Dwi Poetranto, Dominikus Ade Trio Pratiksa**
11. Kajian Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Batuandesit di CV Central Stone Perkasa, Desa Hargorejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo - **Rika Ernawati, Suyono, Suzena Ardi**
12. Kajian Hidrogeologi Pada Penambangan Batubara di Pit 1 Mitra Setia Tanah Bumbu HHI PT Mitra Setia Tanah Bumbu Kalimantan Selatan - **Suyono, Bambang Wisaksono, Candra Oktaviana**
13. Kajian Teknis Produktivitas Unit Peremuk Batuandesit di PT Gawi Maju Karsa Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah - **Untung Sukanto, Edy Nursanto, Denna Pramesti R. S.**
14. Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) Di Pt Arga Wastu, Kabupatenrengang, Jawa Tengah - **Dyah P., Untung S., Tri Wahyuningsih, Eksa Oky Adellta**
15. Kajian Teknis Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Batubara Di PT. Energi Batubara Lestari Kabupaten Tagin Kalimantan Selatan - **Wawong Dwi Ratminah, Winda., Persada Edith El**
16. Analisis Flyrock untuk Menentukan Jarak Aman Peledakan pada Tambang Bijih Emas di Pit Blambangan PT Tambang Tondano Nusajaya Provinsi Sulawesi Utara - **Bagus Wiyono, Anton Sudiyanto, Dea Al Zahra**
17. Kajian Teknis Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan Lapisan Penutup Batubara Di PT. Mitra Indah Lestari, Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur - **Gunawan Nusanto, Peter Eka Rosadi, Fajar R. C.**
18. Rancangan Teknis Kemajuan Penambangan Batugamping Jangka Pendek (Short Term) Pada PT. Indonesian Compcrown Chemical Industry, Kecamatan Sale, Kabupaten Reimbang, Jawa Tengah - **Nurkhamim., Ciptaghani L. W**
19. Studi Pustaka Potensi Ekstraksi Logam dari Limbah Elektronik dengan Biobleaching - **Riria Zandy Mirahati**
20. Analisis Penaruh Perubahan Model Variogram dan Arah Anisotropi Terhadap Metode Geostatistik Point Kriging - **Waterman Sulistyana Bargawa**
21. Estimasi Sumberdaya Tanah Urug dengan Metode Cross Section di IUP R. Khoirudin, Desa Hargomulyo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta - **Abdul Rauf, Hartono, & Satria Budi Yuda**
22. Analisis Ukuran Butir untuk Kontruksi Sumur Uji Slug Test di Lingkungan Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta - **Tady Agung Cahyadi, Suyono, Vega Vergiagara, Heru Suharyadi, & Muhamad Rahman Yulianto**
23. Klasifikasi Tanah Menurut Perilaku Berdasarkan Hasil Uji Penetrasi Kerucut Statis (Cone Penetration Test) - **Bambang Wahsanoo, Hari Dwi Wahyudi, Ellen Rosyalla Sasmita, Heru Suharyadi, & Aris Kurnia Regiansyah**
24. Interpretasi Ketebalan Akuilier dengan Metode Geolistrik di Desa Beji Kecamatan Ngawen, Kabupaten Gunungkidul - **Hasywir Thalib Siri, Bambang Wisaksono, Winda**



**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
TM-UPN "VETERAN" YOGYAKARTA**

Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condong Catur Yogyakarta, Telp. 0274-486701 Fax 486702

JURNAL Teknologi Pertambangan

1. PENANGGUNG JAWAB : Ketua Jurusan Teknik Pertambangan, FTM- Universitas
Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

2. REDAKSI

Ketua : Dr. Nur Ali Amri, MT
Wakil Ketua : Ir. Hasywir Thaib Siri, MSc.
Sekretaris I : Dr. Tedy Agung Cahyadi, ST., MT
Sekretaris II : Heru Suharyadi ST., MT.
Anggota : a. Vega Vergiagara, ST
b. Muhammad Rahman Yulianto, ST

3. REVIEWER

Prof. Ir. D. Haryanto, M.Sc. Ph.D. (UPNVY)	D Ir. Eddy Winarno, S.Si, MT. (UPNVY)
Prof. Dr. Budi Sulistyanto, M.Sc. (ITB)	D Edy Nursanto, ST, MT. (UPNVY)
Dr. rer. Nat. Arifudin Idrus, MT. (UGM)	Ir. Indah Setyowati, MT. (UPNVY)
Dr. Ir. Singgih Saptono, MT. (UPNVY)	Ir. Anton Sudyanto, MT. (UPNVY)
Dr. Ir. Waterman Sulistyana B., MT. (UPNVY)	Ir. Kresno, M.Sc, MM. (UPNVY)
Dr. Ir. Barlian Dwinagara, MT. (UPNVY)	Ir. Suyono, MS. (UPNVY)
Dr. Ir. Marsudi, MT. (UNTAN)	

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Maha Esa atas semua nikmat dan karunia-Nya sehingga **Jurnal Teknologi Pertambangan** Volume. 5 Nomor. 2 Periode September 2019 - Januari 2020, ini dapat terbit tepat waktu. Tidak lupa pula diucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang membantu penerbitan Jurnal ini.

Jurnal Teknologi Pertambangan terbit setahun dua kali, dimana pada volume ini dapat dipublikasikan 24 judul makalah dengan 193 halaman. Jurnal ini merupakan media untuk menuangkan ide, gagasan, hasil penelitian maupun sebagai sumber pengetahuan bagi pemerhati atau peminat, baik kalangan praktisi, dosen, peneliti maupun mahasiswa sebagai wadah menambah wawasan dan pengetahuan pertambangan.

Jika masih terdapat kurang-sempurna maupun kekeliruan, kami mohon maaf dan masukannya. Akhir kata, semoga jurnal ini bermanfaat bagi para peminat/pemerhati.

Yogyakarta, Desember 2019

Dewan Redaksi

JURNAL

Teknologi Pertambangan

DAFTAR ISI

1. Estimasi Sumberdaya Tanah Urug dengan Metode Cross Section Di IUP Miftah Farid, Desa Temon Wetan, Kecamatan Temon, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta - Ketut G., Indun T., & Benny M. P. 1
2. Studi Hidrogeologi pada Wilayah Izin Usaha Pertambangan Batubara PT. Bara Anugrah Sejahtera di Desa Pulau Panggung, Kecamatan Tanjung Agung Muara Enim, Sumatera Selatan - Hartono, Gunawan N., & Fandy A. F. 7
3. Rencana Kebutuhan Alat Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Batu Andesit Di PT. Hargo Willis Indonesia, Kab Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta - Inmarlinianto, Abdul R., Natanail G. 13
4. Upaya Peningkatan Produksi Alat Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Batubara di Pit B Rawa Selatan PT. Mandala Karya Prima Job Site PT. Mandiri Inti Perkasa Kabupaten Nunukan Provinsi Kalimantan Utara - Priyo W., Waterman S. B., Suharso A. S. 21
5. Rancangan Teknis Penambangan Batu Andesit di Kuari Maloko PT. Solusi Bangun Beton Kabupaten Bogor, Jawa Barat - Eddy W., Winda, Dhandi Wicantyo 28
6. Analisis Kualitas Air Tanah di Sekeliling Bekas Penambangan Bijih Mangan di Kliripan, Hargorejo, Kulon Progo - Sudaryanto, Nur A. A., Yasmina Amalia & Iqbal A. R. A. 36
7. Analisis Probabilistik Kestabilan Terowongan Bekas Tambang Mangan Kalilingseng Kulon Progo Menggunakan Point Estimate Methods Untuk Keperluan Geowisata - Singgih S., Indun T., Luki A. D. H. 42
8. Evaluasi Ground Support Berdasarkan Klasifikasi Massa Batuan Rock Mass Index dan Rock Mass Rating Serta Menggunakan Finite Element Method Numerical Modeling pada Tambang Bawah Tanah Kencana PT Nusa Halmahera Minerals - Barlian D. N., Dyah P., Richy A. U. 52
9. Analisis Kestabilan Lereng Akhir Kuari Batu Andesit PT Sari Bhumi Khatulistiwa Desa Sidomulyo Kecamatan Pengasih Kabupaten Kulon Progo D.I. Yogyakarta - R. Hariyanto, Peter E. R., Bagoes R. R. S. 62
10. Kajian Teknis Pengaruh Kemiringan Jalan Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Truk Jungkit pada Pengupasan Lapisan Penutup di Tambang Batubara PT Satria Bahana Sarana Tanjung Enim Sumatera Selatan - Kresno, Dwi Poetranto, Dominikus Ade Trio Pratiksaa 72
11. Kajian Reklamasi Lahan Bekas Penambangan Batu Andesit di CV Central Stone Perkasa, Desa Hargorejo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo - Rika Ernawati, Suyono, Suzena Ardi ... 85
12. Kajian Hidrogeologi pada Penambangan Batubara Di Pit 1 Mitra Setia Tanah Bumbu Hhi Pt Mitra Setia Tanah Bumbu Kalimantan Selatan - Suyono, Bambang Wisaksono, Candra Oktaviana 92
13. Kajian Teknis Produktivitas Unit Peremuk Batuandesit Di Pt Gawi Maju Karsa Kabupaten Purworejo Provinsi Jawa Tengah - Untung Sukamto, Edy Nursanto, Denna Pramesti R. S. 100

14. Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja Dengan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, And Risk Control (Hirarc) Di PT Arga Wastu, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah - Dyah P., Untung S., Tri Wahyuningsih, Eksa Oky Adelita	110
15. Kajian Teknis Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Batubara Di PT. Energi Batubara Lestari Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan - Wawong D. R., Winda., Persada Edith El	121
16. Analisis Flyrock untuk Menentukan Jarak Aman Peledakan pada Tambang Bijih Emas di Pit Blambangan PT Tambang Tondano Nusajaya Provinsi Sulawesi Utara - Bagus W., Anton S., Dea Al Zhahra	130
17. Kajian Teknis Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan Lapisan Penutup Batubara di PT. Mitra Indah Lestari, Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur - Gunawan N. Peter Eka Rosadi, Fajar R. C.	136
18. Rancangan Teknis Kemajuan Penambangan Batugamping Jangka Pendek (Short Term) pada PT.Indonesian Comcocrown Chemical Industry, Kecamatan Sale, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah - Nurkhamim., Ciptaghani L W.....	145
19. Studi Pustaka Potensi Ekstraksi Logam dari Limbah Elektronik dengan Bioleaching - Riria Zandy Mirahati	153
20. Analisis Analisis Penaruh Perubahan Model Variogram dan Arah Anisotropi Terhadap Metode Geostatistik Point Kriging - Waterman Sulistyana Bargawa	160
21. Estimasi Sumberdaya Tanah Urug dengan Metode Cross Section di IUP R. Khoirudin, Desa Hargomulyo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta- Abdul Rauf, Hartono, & Satria Budi Yuda.....	166
22. Analisis Ukuran Butir untuk Kontruksi Sumur Uji Slug Test di Lingkungan Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta - Tedy Agung Cahyadi, Suyono, Vega Vergiagara, Heru Suharyadi, Muhamad Rahman Yullanto,	172
23. Klasifikasi Tanah Menurut Perilaku Berdasarkan Hasil Uji Penetrasi Kerucut Statis (Cone Penetration Test - Bambang Wisaksono, Hari Dwi Wahyudi, Ellen Rosyalia Sasmita, Heru Suharyadi, & Aris Kurnia Regiansyah	178
24. Interpretasi Ketebalan Akuifer dengan Metode Geolistrik di Desa Beji Kecamatan Ngawen, Kabupaten Gunungkidul - Hasywir Thaib Siri, Bambang Wisaksono, Winda	184

**ANALISIS KESTABILAN LERENG AKHIR KUARI BATU ANDESIT PT SARI
BHUMI KHATULISTIWA DESA SIDOMULYO KECAMATAN PENGASIH
KABUPATEN KULON PROGO D.I. YOGYAKARTA**

¹R. Haryanto, ²Peter Eka Rosadi, ³Bagoes R. R. S.

^{1,2,3}UPN "Veteran" Yogyakarta

Afiliasi/Institusi Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta,
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Yogyakarta 55283 Indonesia

⁴Email : bagoesswastiko24@gmail.com

ABSTRACT

The overall slope geometry on the west side of the andesite quarry PT. Sari Bhumi Khatulistiwa (PT.SBK) has a single slope with 8 m height and 80° the slope angle, with 24 m of the overall height and 67° of the overall slope angle, and has 3 m of bench width. The stability of the slope is not known yet, so that it can raise concerns about the danger of landslides. The toe section of the overall slope has a mine road access that connects the mining front area to the processing plant, if there is a landslide it can disrupt the continuity of production.

The solution to these problems are to conduct a rock mass survey and data collection in the form of intact rock, which will be tested for physical and mechanical properties in the laboratory. Then after all the data is obtained, analysis of the actual slope stability is carried out by first knowing the types of potential failure that can occur. The Kinematic analysis was carried out to find out the type of potential failure that can be occur. Limit Equilibrium method and Q-slope empirical analysis are used to find out the stability of the slope.

The results of kinematic analysis with stereographic projections found that the slope has the potential of a wedge failure. This analysis using dip / dip direction slope and discontinuous fields as input data. The results of the Q-slope empirical analysis obtained Q-slope values of 0.64 for both single slopes and overall slopes. Based on the Q-slope stability graph, it was found that the actual slopes both single and overall were unstable. The stable slope based on the Q-slope method has a 63° slope angle for both single slope and overall slope. The results of the analysis using Limit Equilibrium Method will get the value of the factor of safety (FOS) and the probability of failure (POF). The threshold used in this study follows the Ministry of Energy and Mineral Resource No. 1827 of 2018, where a stable slope has a value FOS ≥ 1.3 and POF $< 5\%$. After analysis on a single slope, it was safe with FOS value 2.34; POF 0% in dried conditions and FOS 2.319; 0% POF in saturated conditions. The results of the actual overall slope stability analysis were unsafe with a 1.182 of FOS; 5.70% of POF in dried conditions and 1.154 of FOS; 16.40% of POF in saturated conditions.

The overall slope of the recommendations is obtained by considering the results of slope stability analysis using the Q-slope and Limit Equilibrium Methods. The overall slope of the recommendation has a 1.3 of FOS; 0% of POF in dried conditions and 1.268 of FOS; 0.2% of POF in saturated conditions. So that the overall slope recommendation is obtained with a 24 m height, 63° slope angle, and 4 m of bench width.

Keywords : Limit Equilibrium, Q-slope, Slope, Factor of Safety, Probability of Failure

ABSTRAK

Geometri dari lereng keseluruhan sisi barat kuari Batu Andesit PT. Sari Bhumi Khatulistiwa (PT. SBK) memiliki lereng tunggal dengan ketinggian 8 m dan sudut kemiringan 80°. Lereng keseluruhan memiliki ketinggian 24 m dan sudut kemiringan 67°, dan memiliki lebar jenjang 3 m. Lereng tersebut belum diketahui kestabilannya, sehingga dapat menimbulkan kekhawatiran akan bahaya longsor. Bagian kaki dari lereng keseluruhan terdapat akses jalan tambang yang menghubungkan area front penambangan dengan pabrik pengolahan, sehingga jika terjadi kelongsoran dapat mengganggu kelangsungan produksi.

Penyelesaian masalah ini adalah dengan melakukan survey massa batuan dan pengambilan data berupa batuan utuh, yang nantinya akan dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanik di laboratorium. Kemudian setelah semua data didapatkan, dilakukan analisis kestabilan lereng aktual dengan terlebih dahulu mengetahui jenis potensi longsor yang dapat terjadi, untuk mengetahuinya dilakukan analisis Kinematik. Sedangkan untuk mengetahui kestabilan lereng tersebut dilakukan analisis dengan metode Keseimbangan batas dan analisis empiris Q-slope.

Hasil analisis kinematik dengan proyeksi stereografis dengan masukan data dip/dip direction lereng dan bidang diskontinu, didapatkan bahwa lereng memiliki potensi longsor baji. Hasil dari analisis empiris Q-slope didapatkan nilai Q-slope sebesar 0,64 baik lereng tunggal maupun lereng aktual. Berdasarkan pembacaan grafik kestabilan Q-slope didapatkan bahwa lereng aktual baik tunggal maupun keseluruhan dalam keadaan tidak stabil. Lereng yang stabil berdasarkan metode Q-slope memiliki sudut kemiringan 63° baik lereng tunggal maupun lereng keseluruhan. Hasil analisis menggunakan keseimbangan batas akan didapatkan nilai factor keamanan (FK) dan

probabilitas kelongsoran (PK). Ambang batas yang digunakan pada penelitian ini mengikuti Kepmen ESDM No 1827 Tahun 2018, dimana lereng yang stabil memiliki nilai $FK \geq 1,3$ dan $PK < 5\%$. Setelah dilakukan analisis pada lereng tunggal dinyatakan aman dengan nilai $FK 2,34$; $PK 0\%$ pada kondisi kering dan $FK 2,319$; $PK 0\%$ pada kondisi jenuh. Hasil analisis kestabilan lereng keseluruhan aktual dinyatakan tidak aman dengan nilai $FK 1,182$; $PK 5,70\%$ pada kondisi kering dan $FK 1,154$; $PK 16,40\%$ pada kondisi jenuh.

Lereng keseluruhan rekomendasi didapatkan dengan mempertimbangkan hasil analisis kestabilan lereng dengan metode *Q-slope* dan Kesetimbangan Batas. Didapatkan rekomendasi lereng keseluruhan dengan tinggi 24 m, sudut kemiringan sebesar 63° dan lebar jenjang 4 m. Lereng keseluruhan rekomendasi memiliki nilai $FK 1,3$; $PK 0\%$ pada kondisi kering dan $FK 1,268$; $PK 0,2\%$ pada kondisi jenuh. Lereng keseluruhan memiliki tiga lereng tunggal dengan tinggi 8 m dan sudut kemiringan sebesar 80° .

Kata Kunci : Metode Kesetimbangan Batas, Q-slope, Lereng, Faktor Keamanan, Probabilitas Kelongsoran

I. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

PT Sari Bhumi Khatulistiwa (PT. SBK) adalah perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan Batu Andesit, terletak di Desa Sidomulyo, Kecamatan Pengasih, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi D.I. Yogyakarta. Metode penambangan di PT SBK sendiri menggunakan sistem kuari, dengan membentuk lereng-lereng. Lereng-lereng tersebut perlu dianalisis kestabilannya untuk mencegah bahaya longsor di waktu-waktu yang akan datang karena hal ini menyangkut keselamatan kerja, keamanan peralatan dan benda-denda lainnya, serta kelangsungan produksi (Arif I., 2016).

Lereng keseluruhan sisi barat kuari PT. Sari Bhumi Khatulistiwa belum diketahui kestabilannya, sehingga dapat menimbulkan kekhawatiran akan bahaya longsor. Pada bagian kaki lereng keseluruhan terdapat akses jalan tambang yang menghubungkan area *front* penambangan dengan pabrik pengolahan, sehingga jika terjadi kelongsoran dapat mengganggu kelangsungan produksi. Analisa kestabilan lereng dilakukan pada lereng akhir sisi barat kuari, dengan tinggi dan kemiringan lereng tunggal sebesar 8 m dan 80° , tinggi dan kemiringan lereng keseluruhan sebesar 24 m dan 67° , dan memiliki lebar jenjang sebesar 3 m.

Dalam mengetahui kestabilan lereng yang dianalisa, digunakan metode Kesetimbangan Batas untuk mendapatkan analisis kestabilan yang akurat, dan diperlukan tambahan analisa probabilitas kelongsoran karena sifat ketidakpastian yang dimiliki batuan. Untuk dilakukannya analisis probabilitas kelongsoran diperlukan data sebaran untuk parameter masukan seperti kohesi dan sudut gesek dalam yang selanjutnya akan dilakukan analisis statistik untuk mengetahui *mean*, *relative min*, *relative max*, dan standar deviasi. Sedangkan untuk meningkatkan kualitas hasil penyelidikan lapangan dengan data masukan yang tidak ada pada metode analitik, maka dilakukan analisis empiris menggunakan klasifikasi massa batuan *Q-Slope*.

1. TINJAUAN UMUM

2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah

Berdasarkan Gambar 2.1 dapat dilihat secara astronomis Desa Sidomulyo terletak pada koordinat *UTM (Universal Transvers Mercator) Zone 49 S* antara 399250—410250 mE dan 913500-9134750 mS. Secara administratif lokasi PT. Sari Bhumi Khatulistiwa berada di Desa Sidomulyo, Kecamatan Pengasih, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Secara geografis Desa Sidomulyo memiliki batas wilayah sebagai berikut:

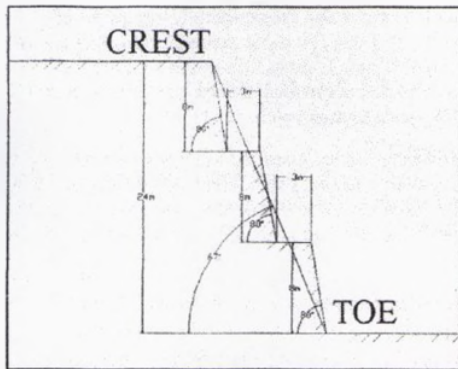
Sisi utara	: Desa Jatimulyo Kecamatan Grimulyo
Sisi selatan	: Desa Sendangsari Kecamatan Pengasih
Sisi barat	: Desa Hargo Wilis Kecamatan Kokap
Sisi timur	: Desa Banyuroto Kecamatan Nanggulan

Lokasi tambang PT. Sari Bhumi Khatulistiwa dapat dicapai lewat jalur darat dengan kendaraan bermotor baik roda empat maupun roda dua. Kondisi jalan tergolong baik karena merupakan jalan provinsi dan jalan kabupaten dan sebagian kecil jalan berbatu yang merupakan jalan antar desa.

III. HASIL PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Kondisi Lereng Penelitian

Lokasi penelitian yaitu pada kuari PT. Sari Bhumi Khatulistiwa seperti pada Gambar 3.1. Penelitian tertuju pada lereng akhir penambangan Batu Andesit pada sisi barat kuari dan berada pada elevasi 308 mdpl. Lereng keseluruhan aktual memiliki tinggi 24 m, sudut kemiringan sebesar 67° dan lebar jenjang 3 m. Lereng aktual memiliki tiga lereng tunggal dengan tinggi 8 m dan sudut kemiringan sebesar 80° . Kondisi pada bagian kaki lereng keseluruhan terdapat akses jalan tambang yang menghubungkan area *front* penambangan dengan pabrik pengolahan, sehingga jika terjadi kelongsoran dapat mengganggu kelangsungan produksi.



Gambar 3.1 Geometri Lereng Kesceluruhan Akhir Penambangan

Iklim pada daerah penelitian merupakan iklim tropis dengan curah hujan yang relatif menentu akan mempengaruhi keadaan lereng tersebut. Pada musim penghujan, air hujan akan tertampung di lantai jenjang dan hal ini akan menyebabkan genangan air. Kandungan air akan mempengaruhi gaya-gaya yang bekerja pada lereng tersebut dimana air akan menimbulkan tekanan ke atas sehingga akan memperkecil tegangan normal dan memperbesar gaya pendorong yang bekerja pada lereng.

3.2. Survey Massa Batuan

Dalam menganalisis kestabilan lereng, perlu untuk mengetahui karakteristik dari massa batuan. Maka dari pada itu perlu diketahui kondisi bidang diskontinu di lapangan dan material *properties* dari batuan utuh.

3.2.1 Bidang Diskontinu

Data bidang diskontinu yang didapatkan di lapangan berupa jenis, orientasi, kekasaran, spasi dan isian dari bidang diskontinu. Pengukuran dari kondisi bidang diskontinu pada penelitian ini menggunakan metode *scanline*.

1. Jenis Bidang Diskontinu

Lereng penambangan di PT. Sari Bhumi Khatulistiwa tersusun atas Batu Andesit yang memiliki bidang diskontinu berupa kekar.

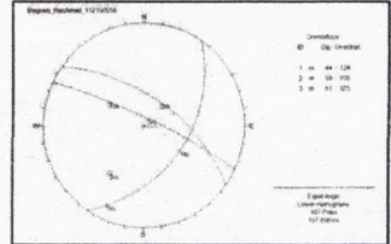
2. Orientasi Bidang Diskontinu

Tabel hasil pengukuran *dip* dan *dip direction* bidang diskontinu kekar dapat dilihat pada Tabel 3.1. Data tersebut didapatkan hasil pengukuran dilapangan dengan bantuan alat kompas geologi.

Tabel 3.1. Hasil Pengukuran Kekar

No	Jarak 1		Jarak 2		Jarak 3	
	Dip (°)	Dip Direction	Dip (°)	Dip Direction	Dip (°)	Dip Direction
1	80	135	1	80	2	85
2	80	135	2	80	3	85
3	80	135	3	80	4	85
4	80	135	4	80	5	85
5	80	135	5	80	6	85
6	80	135	6	80	7	85
7	80	135	7	80	8	85
8	80	135	8	80	9	85
9	80	135	9	80	10	85
10	80	135	10	80	11	85
11	80	135	11	80	12	85
12	80	135	12	80	13	85
13	80	135	13	80	14	85
14	80	135	14	80	15	85
15	80	135	15	80	16	85
16	80	135	16	80	17	85
17	80	135	17	80	18	85
18	80	135	18	80	19	85
19	80	135	19	80	20	85
20	80	135	20	80	21	85
21	80	135	21	80	22	85
22	80	135	22	80	23	85
23	80	135	23	80	24	85
24	80	135	24	80	25	85
25	80	135	25	80	26	85
26	80	135	26	80	27	85
27	80	135	27	80	28	85
28	80	135	28	80	29	85
29	80	135	29	80	30	85
30	80	135	30	80	31	85
31	80	135	31	80	32	85
32	80	135	32	80	33	85
33	80	135	33	80	34	85
34	80	135	34	80	35	85
35	80	135	35	80	36	85
36	80	135	36	80	37	85
37	80	135	37	80	38	85
38	80	135	38	80	39	85
39	80	135	39	80	40	85
40	80	135	40	80	41	85
41	80	135	41	80	42	85
42	80	135	42	80	43	85
43	80	135	43	80	44	85
44	80	135	44	80	45	85
45	80	135	45	80	46	85
46	80	135	46	80	47	85
47	80	135	47	80	48	85
48	80	135	48	80	49	85
49	80	135	49	80	50	85
50	80	135	50	80	51	85
51	80	135	51	80	52	85
52	80	135	52	80	53	85
53	80	135	53	80	54	85
54	80	135	54	80	55	85
55	80	135	55	80	56	85
56	80	135	56	80	57	85
57	80	135	57	80	58	85
58	80	135	58	80	59	85
59	80	135	59	80	60	85
60	80	135	60	80	61	85
61	80	135	61	80	62	85
62	80	135	62	80	63	85
63	80	135	63	80	64	85
64	80	135	64	80	65	85
65	80	135	65	80	66	85
66	80	135	66	80	67	85
67	80	135	67	80	68	85
68	80	135	68	80	69	85
69	80	135	69	80	70	85
70	80	135	70	80	71	85
71	80	135	71	80	72	85
72	80	135	72	80	73	85
73	80	135	73	80	74	85
74	80	135	74	80	75	85
75	80	135	75	80	76	85
76	80	135	76	80	77	85
77	80	135	77	80	78	85
78	80	135	78	80	79	85
79	80	135	79	80	80	85
80	80	135	80	80	81	85
81	80	135	81	80	82	85
82	80	135	82	80	83	85
83	80	135	83	80	84	85
84	80	135	84	80	85	85
85	80	135	85	80	86	85
86	80	135	86	80	87	85
87	80	135	87	80	88	85
88	80	135	88	80	89	85
89	80	135	89	80	90	85
90	80	135	90	80	91	85
91	80	135	91	80	92	85
92	80	135	92	80	93	85
93	80	135	93	80	94	85
94	80	135	94	80	95	85
95	80	135	95	80	96	85
96	80	135	96	80	97	85
97	80	135	97	80	98	85
98	80	135	98	80	99	85
99	80	135	99	80	100	85
100	80	135	100	80	101	85
101	80	135	101	80	102	85
102	80	135	102	80	103	85
103	80	135	103	80	104	85
104	80	135	104	80	105	85
105	80	135	105	80	106	85
106	80	135	106	80	107	85
107	80	135	107	80	108	85
108	80	135	108	80	109	85
109	80	135	109	80	110	85
110	80	135	110	80	111	85
111	80	135	111	80	112	85
112	80	135	112	80	113	85
113	80	135	113	80	114	85
114	80	135	114	80	115	85
115	80	135	115	80	116	85
116	80	135	116	80	117	85
117	80	135	117	80	118	85
118	80	135	118	80	119	85
119	80	135	119	80	120	85
120	80	135	120	80	121	85
121	80	135	121	80	122	85
122	80	135	122	80	123	85
123	80	135	123	80	124	85
124	80	135	124	80	125	85
125	80	135	125	80	126	85
126	80	135	126	80	127	85
127	80	135	127	80	128	85
128	80	135	128	80	129	85
129	80	135	129	80	130	85
130	80	135	130	80	131	85
131	80	135	131	80	132	85
132	80	135	132	80	133	85
133	80	135	133	80	134	85
134	80	135	134	80	135	85
135	80	135	135	80	136	85
136	80	135	136	80	137	85
137	80	135	137	80	138	85
138	80	135	138	80	139	85
139	80	135	139	80	140	85
140	80	135	140	80	141	85
141	80	135	141	80	142	85
142	80	135	142	80	143	85
143	80	135	143	80	144	85
144	80	135	144	80	145	85
145	80	135	145	80	146	85
146	80	135	146	80	147	85
147	80	135	147	80	148	85
148	80	135	148	80	149	85
149	80	135	149	80	150	85
150	80	135	150	80	151	85
151	80	135	151	80	152	85
152	80	135	152	80	153	85
153	80	135	153	80	154	85
154	80	135	154	80	155	85
155	80	135	155	80	156	85
156	80	135	156	80	157	85
157	80	135	157	80	158	85
158	80	135	158	80	159	85
159	80	135	159	80	160	85
160	80	135	160	80	161	85
161	80	135	161	80	162	85
162	80	135	162	80	163	85
163	80	135	163	80	164	85
164	80	135	164	80	165	85
165	80	135	165	80	166	85
166	80	135	166	80	167	85
167	80	135	167	80	168	85
168	80	135	168	80	169	85
169	80	135	169	80	170	85
170	80	135	170	80	171	85
171	80	135	171	80	172	85
172	80	135	172	80	173	85
173	80	135	173	80	174	85
174	80	135	174	80	175	85
175	80	135	175	80	176	85
176	80	135	176	80	177	85
177	80	135	177	80	178	85
178	80	135	178	80	179	85
179	80	135	179	80	180	85
180	80	135	180	80	181	85
181	80	135	181	80	182	85
182	80	135	182	80	183	85
183	80	135	183	80	184	85
184	80	135	184	80	185	85
185	80	135	185	80	186	85
186	80	135	186	80	187	85
187	80	135	187	80	188	85
188	80	135	188	80	189	85
189	80	135	189	80	190	85
190	80	135	190	80	191	85
191	80	135	191	80	192	85
192	80	135	192	80	193	85
193	80	135	193	80	194	85
194	80	135	194	80	195	85
195	80	135	195	80	196	85
196	80	135	196	80	197	85
197	80	135	197	80	198	85
198	80	135	198	80	199	85
199	80	135	199	80	200	85

Data kekar pada Tabel 3.1 selanjutnya dilakukan proyeksi stereografis untuk mengetahui jumlah, *dip* dan *dip direction* kekar-kekar utama yang terbentuk (Gambar 4.2).



Kondisi isian dikelompokkan berdasarkan tiga buah kekar utama. Dengan hasil sebagai berikut:
 Kekar 1 : Terdapat isian pasir yang sedikit
 Kekar 2 : Terdapat isian pasir yang sedikit
 Kekar 3 : Terdapat isian pasir yang sedikit

3.2.2 Batuan Utuh

Dalam mengetahui material *properties* dari batuan utuh. Pertama, dilakukan pengambilan sampel di beberapa titik dan selanjutnya dilakukan uji laboratorium. Hasil dari uji laboratorium digunakan sebagai parameter dalam analisis kestabilan lereng.

3.2.2.1 Uji Laboratorium

1. Hasil Uji Laboratorium

Hasil pengujian sifat fisik Batu Andesit dapat dilihat pada Tabel 3.3.

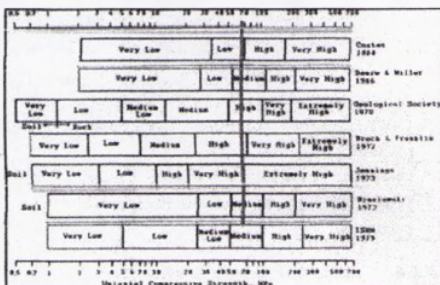
Tabel 3.3
Sifat Fisik Batu Andesit

No.	PARAMETER	Jumlah Sampel					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
1	Densitas bulk (kg/m ³)	2810	2810	2810	2810	2810	2810
2	Densitas kering (kg/m ³)	2810	2810	2810	2810	2810	2810
3	Densitas semu (kg/m ³)	2810	2810	2810	2810	2810	2810
4	Densitas air (kg/m ³)	2810	2810	2810	2810	2810	2810
5	Porositas (%)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
6	Porositas efektif (%)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
7	Porositas total (%)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
8	Porositas air (%)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
9	Porositas udara (%)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
10	Porositas air (%)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
11	Porositas udara (%)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
12	Porositas total (%)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
13	Porositas air (%)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
14	Porositas udara (%)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

Hasil pengujian kuat tekan uniaksial andesit dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4
Hasil Pengujian Kuat Tekan Uniaksial

Nama Sampel Andesit	Kuat Tekan Uniaksial	Nisbah Poisson	Modulus Elastisitas
LP 1	72.51 MPa	0.28	313.22 MPa
LP 2	75.83 MPa	0.27	393.39 MPa
LP 3	81.03 MPa	0.23	281.35 MPa
LP 4	61.79 MPa	0.25	384.26 MPa
LP 5	76.51 MPa	0.25	395.55 MPa
Rata-rata	75.534 MPa	0.256	353.55 MPa



Gambar 3.3
Klasifikasi Kekuatan Batuan Utuh Menurut Beberapa Ahli

Dengan memasukkan nilai *UCS* rata-rata didapatkan klasifikasi batuan utuh menurut beberapa ahli berbeda-beda. Batuan utuh andesit dikatakan batuan kuat darena dari tujuh pendapat ahli empat diantaranya menyatakan batuan tersebut kuat dan tiga diantaranya menyatakan batuan sedang (Gambar 3.3).

Hasil Pengujian kuat geser langsung Batu Andesit dapat dilihat pada Tabel 3.5. Dari hasil pengujian lima sampel batuan didapatkan nilai kohesi dan nilai sudut gesek dalam.

Tabel 3.5
Hasil Pengujian Kuat Geser Langsung

Nama Sampel Andesit	Kohesi (c)	Sudut Gesek Dalam (ϕ)
LP 1	86,537 kPa	26,232°
LP 2	80,477 kPa	29,284°
LP 3	85,420 kPa	26,289°
LP 4	75,210 kPa	27,704°
LP 5	93,007 kPa	26,183°
Rata-rata	84,1302 kPa	27,1384°

3.3. Analisis Kestabilan Lereng Aktual

Dalam melakukan analisis kestabilan lereng pada penelitian ini menggunakan tiga metode yaitu metode kinematik, metode empiris, dan metode analitik.

3.3.1 Analisis Kestabilan Lereng Metode Kinematik

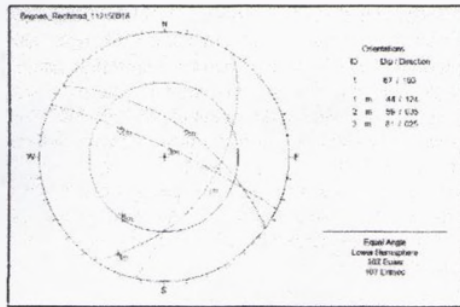
Analisis kinematik menggunakan proyeksi stereografis dengan bantuan *software Dips v.5* bertujuan untuk mengetahui potensi longsoran yang terdapat pada lereng andesit dan mengetahui kestabilan lereng dengan berdasarkan kedudukan kekar dan sudut gesek dalam. Data yang dibutuhkan antara lain *dip* dan *dip direction* dari kekar (Tabel 3.1), data *dip*, *dip direction* dereng, dan tinggi tereng (Tabel 3.6), dan sudut gesek dalam sebesar 27.1384° atau dibulatkan menjadi 27°.

Tabel 3.6.

Data *Dip*, *Dip Direction* Lereng, dan Tinggi Lereng

Lokasi	Lereng (...°N...°E°)	Tinggi Lereng (m)
Lereng Andesit	67/103	24

Gambar 3.4 merupakan hasil analisis kinematik menggunakan *software Dips v.5* terdapat tiga arah umum kekar. Dari hasil analisis diatas menunjukkan bahwa terdapat potensi longsoran baji pada lereng andesit yang dibentuk oleh kekar 1 dan kekar 2 karena jika kita bandingkan jumlah *pole plot* pada tiap kekar, didapatkan *poles* pada kekar 2 lebih banyak dari *poles* pada kekar 3 (Gambar 3.2).



Gambar 3.4 Hasil Analisis Kinematik

Dengan memasukkan data nilai sudut gesek sebesar 27°, dapat dilihat bahwa sudut perpotongan antara kekar 1 dan kekar 2 lebih besar dari nilai kohesi sehingga dapat dikatakan lereng cenderung dalam kondisi yang tidak stabil.

3.3.2 Analisis Kestabilan Lereng Metode Empiris

Analisis kestabilan lereng secara empiris menggunakan rekayasa kemiringan batuan *Q-slope*. Tujuan dari *Q-slope* adalah untuk memungkinkan ahli geologi teknik dan insinyur batuan untuk menilai stabilitas lereng batuan yang digali di lapangan dan membuat penyesuaian potensial untuk sudut kemiringan ketika kondisi massa batuan menjadi terlihat selama konstruksi (Barton dan Bar, 2015).

3.3.2.1. Rock Quality Designation (RQD)

Penentuan nilai *RQD* dalam perhitungan *Q-slope* didapatkan dari hasil pemetaan bidang diskontinu yang menggunakan metode *scanline* sepanjang 30 m. dan didapatkan nilai *RQD* sebesar 95,95%. Pada Tabel 3.7 kelas massa batuan berdasarkan nilai *RQD* didapatkan kelas massa batuan *Excellent*.

Tabel 3.7 Parameter Nilai RQD

1. Rock Quality Designation	RQD (%)
A Very poor	0-25
B Poor	25-50
C Fair	50-75
D Good	75-90
E Excellent	90-100

3.3.2.2. Joint Set Number (Jn)

Penentuan nilai *Jn* dalam perhitungan *Q-slope* didapatkan dari hasil pemetaan bidang diskontinu yang menggunakan metode *scanline*. Arah dan kemenerusan bidang diskontinu yang didapat selanjutnya dilakukan analisis kinematik. Hasil yang didapatkan terdapat 3 (tiga) kekar utama. Pada Tabel 4.8 didapatkan nilai *Jn* sebesar 9.

Tabel 3.8 Parameter Set Kekar

2. Joint set number	Jn
A Massive, no or few joints	0.5-1
B One joint set	2
C One joint set plus random joints	3
D Two joint sets	4
E Two joint sets plus random joints	6
F Three joint sets	9
G Three joint sets plus random joints	12
H Four or more joint sets, random, heavily jointed	15
J Crushed rock, earthlike	20

3.3.2.3. Joint Roughness Number (Jr)

Berdasarkan hasil proyeksi stereografis, potensi longsoran pada lereng yang diteliti berupa longsoran baji. Sehingga terdapat 2 (dua) nilai *Jr*, dikarenakan terdapat 2 (dua) buah bidang diskontinu A dan B pada longsoran baji.

Nilai *Jr* didapatkan dari pengamatan secara kualitatif di lapangan. Kondisi kekasaran pada bidang diskontinu A didominasi *Rough, Undulating*, dan kondisi kekasaran pada bidang diskontinu B didominasi *Smooth, Undulating*.

Pada Tabel 4.9 hasil nilai *Jr* (A) adalah 3, dan nilai *Jr* (B) adalah 2.

Tabel 3.9 Parameter Kekasaran Kekar

3. Joint roughness number	Jr
a) Rock wall contact, b) contact after shearing	
A Discontinuous joints	4
B Rough or irregular, undulating	3
C Smooth, undulating	2
D Slickensided, undulating	1.5
E Rough or irregular, planar	1.5
F Smooth, planar	1.0
G Slickensided, planar	0.5
c) No rock-wall contact when sheared	
H Zone containing clay minerals thick enough to prevent rock-wall contact.	1.0
J Sandy, gravelly or crushed zone thick enough to prevent rock-wall contact	1.0

3.3.2.4. Joint Alteration Number (Ja)

Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan kondisi umum kerapatan dari kekar cukup rapat (*Rock-wall contact*) dengan isian material lempung. Pada kekar didapatkan nilai *Ja* (A) adalah 2.0 dan *Ja* (B) adalah 2.0 (Tabel 3.10).

Tabel 3.10
Parameter Alterasi Kekar

3.3.2.5. *Discontinuity Orientation Factor - O-factor*

Nilai *O-factor* bisa didapatkan dari perhitungan Jr/Ja . Pada penelitian ini potensi longsoran baji memiliki 2 (buah) bidang diskontinu, sehingga terdapat 2 (dua) bidang diskontinu Set A dan Set B. Set A, $Jr/Ja = 3/2$; *O-factor* A = 1 (*Quite favourable*)
Set B, $Jr/Ja = 2/2$; *O-factor* B = 1 (*Quite favourable*)
Sehingga $(3/2) \times 1 \times (2/2) \times 1 = 1,5$
Pada Tabel 4.11 didapatkan nilai *O-factor* = 1,5

Tabel 3.11
Parameter Orientasi Bidang Diskontinu

5. Discontinuity Orientation Factor - O-factor		
Set A	Set B	Description
2.0	1.5	Very favourably oriented
1.5	1.0	Quite favourable
0.75	0.9	Unfavourable
0.50	0.5	Very unfavourable
0.25	0.7	Causing failure if unsupported

3.3.2.6. *Environmental & Geological Condition Number - J_{ice}*

Hasil dari analisis kinematik, bahwa kondisi lereng dalam keadaan tidak stabil (*unstable structure*) karena kemiringan lereng lebih besar daripada kemiringan garis potong kedua bidang lemah ($\psi_R > \psi_i$). Batuuan penyusun lereng merupakan Batu Andesit yang memiliki nilai UCS sebesar 75,534 MPa, sehingga dapat dikatakan batuan yang kompeten (*competent rock*). Lokasi penelitian ada di daerah tropis. Sehingga berdasarkan Tabel 3.12 nilai *J_{ice}* yang didapatkan sebesar 0.1.

Tabel 3.12
Parameter Kondisi Lingkungan dan Geologi

J _{ice}	Desire		Empirical	J _{ice}
	Environmental	Environment		
1.0	1.0	1.0	0.5	0.5
0.5	0.5	0.5	0.2	0.2
0.25	0.25	0.25	0.1	0.1

3.3.2.7. *Stress Reduction Factor - SRF_{slope}*

1. *SRF_a - Physical Condition*
Pada Tabel 2.13 nilai *SRF_a* pada lereng andesit didapatkan nilai 2.5 karena Batu Andesit merupakan batuan yang kuat terhadap pelapukan dan erosi.
2. *SRF_b - Stress*

Nilai *SRF_b* dapat digunakan perhitungan (σ_c/σ_1). Khusus pada nilai *SRF_b* untuk lereng tunggal dan lereng keseluruhan berbeda.

a. Lereng Tunggal

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \text{bobot isi} \times \text{ketinggian lereng} \\ &= 2,59 \text{ gr/cm}^3 \times 800 \text{ cm} \\ &= 2072 \text{ gr/cm}^2 \\ \sigma_c &= 75,534 \text{ MPa} = 770232,444 \text{ gr/cm}^2 \\ \sigma_c/\sigma_1 &= 371.733 \end{aligned}$$

b. Lereng Keseluruhan

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \text{bobot isi} \times \text{ketinggian lereng} \\ &= 2,59 \text{ gr/cm}^3 \times 2400 \text{ cm} \\ &= 2616 \text{ gr/cm}^2 \\ \sigma_c &= 75,534 \text{ MPa} = 770232,444 \text{ gr/cm}^2 \\ \sigma_c/\sigma_1 &= 294,431 \end{aligned}$$

Nilai *SRF_b* pada lereng andesit ini tidak dapat di gunakan karena hasil σ_c/σ_1 yang terlalu besar atau nilai *SRF_b* yang terlalu kecil.

3. *SRF_c - Major Discontinuity*

Pada lereng andesit yang diteliti dipilih baris L pada tabel *SRF_c* karena kondisi bukaan pada kekar mayor yang rapat dan sedikit isian, dan dipilih kolom *Unfavourable* karena pada pemilihan *O-factor* didapatkan *Quite favourable*. Pemilihan *Unfavourable* karena mendekati *Quite favourable*. Berdasarkan pengamatan Tabel 3.13 didapatkan nilai *SRF_c* adalah 2.

Untuk mendapatkan nilai *SRF_{slope}*, didapatkan dari nilai maksimum antara *SRF_a*, *SRF_b*, *SRF_c*. Nilai *SRF_a* dan *SRF_b* untuk lereng tunggal dan lereng keseluruhan sama besarnya, dan *SRF_b* untuk lereng tunggal dan keseluruhan diabaikan karena nilainya terlalu kecil.

$$\begin{aligned} \text{SRF}_a &= 2,5 \\ \text{SRF}_b &= - \\ \text{SRF}_c &= 2 \end{aligned}$$

Nilai terbesar terdapat pada *SRF_a* = 2,5, sehingga nilai *SRF_{slope}* adalah 2.5.

Tabel 3.13
Parameter *SRF_{slope}*

3.3.2.8. Nilai *Q-slope*

1. Lereng Tunggal

$$\begin{aligned} Q_{\text{slope}} &= \frac{RQD}{l_n} \times \left(\frac{l_i}{l_n}\right)_0 \times \frac{J_{\text{vice}}}{SRF_{\text{slope}}} \\ Q_{\text{slope}} &= \frac{95,95}{9} \times 1,5 \times \frac{0,1}{2,5} \end{aligned}$$

$$Q_{slope} = 0,64$$

2. Lereng Keseluruhan

$$Q_{slope} = \frac{RQD}{J_n} \times \left(\frac{J_r}{J_a} \right)^0 \times \frac{J_{wice}}{SRF_{slope}}$$

$$Q_{slope} = \frac{95,95}{9} \times 1,5 \times \frac{0,1}{2,5}$$

$$Q_{slope} = 0,64$$

3.3.2.9. Rekomendasi Sudut Lereng (β)

Nilai Q_{slope} untuk lereng tunggal dan keseluruhan sama, sehingga rekomendasi sudut lereng yang aman dari lereng tunggal dan lereng keseluruhan juga sama.

$$\beta = 20 \log_{10} Q_{slope} + 65^\circ$$

$$\beta = 20 \log_{10} (0,64) + 65^\circ$$

$$\beta = 63^\circ$$

3.3.2.10. Kestabilan Lereng Dengan Sudut Kemiringan Aktual

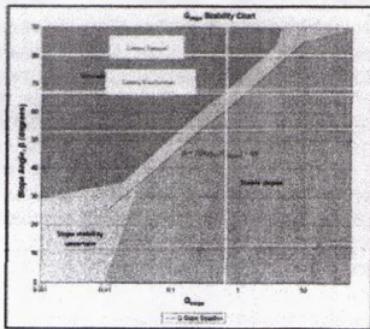
Diketahui :

$$Q_{slope} = 0,64$$

Sudut kemiringan lereng tunggal aktual

$$(\beta) = 80^\circ$$

Sudut kemiringan lereng keseluruhan aktual (β) = 67°



Gambar 3.5

Grafik Keastabilan Lereng Q_{slope}

Berdasarkan hasil pembacaan grafik pada Gambar 3.5 analisis kestabilan lereng dengan Q_{slope} didapatkan bahwa lereng aktual dalam keadaan tidak stabil.

3.3.3 Analisis Kestabilan Lereng Metode Kesetimbangan Batas

3.3.3.1 Analisis Statistik Deskriptif Data Hasil Uji Laboratorium

Analisis statistik deskriptif dilakukan terhadap parameter hasil uji yang penting dalam analisis kestabilan lereng, seperti nilai kohesi dan sudut geser dalam (Tabel 2.14). Analisis statistik deskriptif ditujukan untuk mengetahui ukuran pemusatan data (*central tendency*), ukuran penyebaran data (dispersi), dan distribusi data. *Central tendency* diukur berdasarkan nilai *mean* dan *median*, dispersi diukur berdasarkan nilai standar

deviasi. Analisis statistik pada penelitian ini menggunakan fungsi distribusi normal.

Tabel 3.14

Data Statistik Kohesi dan Sudut Gesek Dalam Batu Andesit

Central Tendency	Kohesi (c)	Sudut Gesek Dalam (ϕ)
Rata-rata	84.1302 kPa	27.1384°
Minimum	75.21 kPa	26.232°
Maksimum	93.007 kPa	29.284°
Standar Deviasi	5,986145451 kPa	1,214852518°
Relatif Maksimum	17,95843635 Kpa	3,644557554°
Relatif Minimum	17,95843635 Kpa	3,644557554°

Lereng keseluruhan aktual yang akan di analisis kestabilannya memiliki tinggi 24 m, sudut kemiringan 67° , dan lebar bench 3 m. Geometri lereng tunggal aktual dengan tinggi 8 m dan sudut kemiringan 80° . Setelah dilakukan analisis kestabilan lereng metode kesetimbangan batas dengan pendekatan probabilitas kelongsoran didapatkan hasil pada Tabel 3.15.

Tabel 3.15

Hasil Analisis Kestabilan Lereng Aktual Metode Kesetimbangan Batas

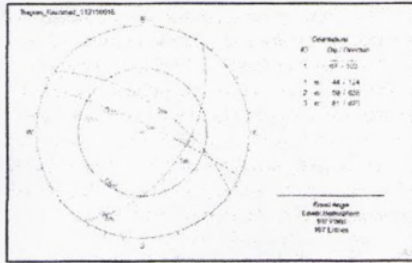
Lereng Aktual	Kemiringan Lereng	Ketinggian Lereng	Lebar Jorong	Kerinc		Jumlah	
				FK	PK	FK	PK
Tunggal	80°	8 meter	-	2,34	0%	2,319	0%
Keseluruhan	67°	24 meter	3 meter	1,182	5,70%	1,154	16,40%

IV. PEMBAHASAN

4.1. Potensi Longsoran

Terdapat tiga bidang diskontinu yang saling berpotongan, yaitu bidang diskontinu 1 dengan *dip/dip direction* yaitu 44° N124°E, bidang diskontinu 2 dengan *dip/dip direction* yaitu 59° N035°E, dan bidang diskontinu 3 dengan *dip/dip direction* yaitu 81° N025°E. Hasil dari penggambaran pada stereonet memperlihatkan terdapat dua potensi longsoran baji yang dibentuk oleh bidang diskontinu 1 dan 2, kemudian dibentuk oleh bidang diskontinu 1 dan 3.

Potensi longsoran baji yang dipilih yaitu potensi yang dibentuk oleh bidang diskontinu 1 dan 2. Bidang diskontinu 3 tidak dipilih dikarenakan hasil dari pengukuran *scanline* dengan jumlah atau frekuensinya yang lebih sedikit dibandingkan bidang diskontinu 1 dan 2. Sehingga apabila terjadi longsoran kemungkinan terbesar terjadi pada bidang diskontinu yang memiliki frekuensi terbanyak yaitu antara bidang diskontinu 1 dan 2. Bidang diskontinu 1 memiliki jumlah kekar sebanyak 54 kekar, bidang diskontinu 2 sebanyak 32 kekar, dan bidang diskontinu 3 sebanyak 21 kekar.



Gambar 4.1
Hasil Analisis Orientasi Bidang Diskontinu Terhadap Longsoran Baji

4.2. Analisis Kestabilan Lereng Aktual

Lereng aktual dianalisis kestabilannya dengan metode *Q-slope* dan Kesetimbangan Batas.

4.2.1. Analisis Metode Empiris *Q-slope* Lereng Aktual

Lereng keseluruhan aktual memiliki kemiringan 67° dengan lereng tunggal 80° . Setelah parameter diketahui didapatkan nilai *Q-slope* baik lereng tunggal maupun lereng keseluruhan sebesar 0,64. Hasil dari pembacaan pada grafik *Q-slope* didapatkan sudut kemiringan baik tunggal maupun keseluruhan aktual dengan nilai *Q-slope* 0,64 didapatkan bahwa lereng aktual dalam keadaan tidak stabil.

4.2.2. Analisis Metode Kesetimbangan Batas Lereng Aktual

Hasil analisis kestabilan lereng tunggal aktual dengan tinggi 8m dan sudut kemiringan 80° didapatkan nilai FK 2,34; PK 0% pada kondisi kering dan FK 2,319; PK 0% pada kondisi jenuh. Dari hasil ini maka tidak perlu dilakukan perbaikan lereng tunggal.

Hasil analisis kestabilan lereng keseluruhan aktual dengan tinggi 24 m, sudut kemiringan 67° , lebar jenjang 3 m, dan terdapat 3 lereng tunggal didapatkan nilai FK 1,182; PK 5,70% pada kondisi kering dan FK 1,154; PK 16,40% pada kondisi jenuh. Perlu dilakukan perbaikan geometri lereng keseluruhan aktual karena dari hasil analisis memperlihatkan bahwa lereng memiliki PK di atas nilai ambang batas yang sebesar 5%.

4.3. Analisis Kestabilan Lereng Rekomendasi

Pada penelitian ini analisa kestabilan lereng rekomendasi menggunakan metode empiris *Q-slope* dan metode kesetimbangan batas. Analisis kestabilan rekomendasi tidak menggunakan analisis kinematik karena tidak ada perubahan pada arah lereng.

4.3.1. Analisis Metode Empiris *Q-slope* Lereng Rekomendasi

Hasil dari pembacaan pada grafik *Q-slope* didapatkan sudut kemiringan baik tunggal maupun keseluruhan aktual dengan nilai *Q-slope* 0,64

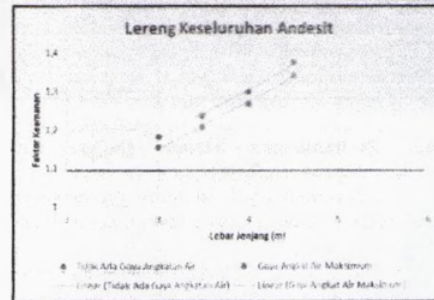
didapatkan bahwa lereng aktual dalam keadaan tidak stabil. Rekomendasi sudut kemiringan lereng tunggal maupun lereng keseluruhan yang aman berdasarkan klasifikasi *Q-slope* sebesar 63° .

4.3.2. Analisis Metode Kesetimbangan Batas Lereng Rekomendasi

Nilai FK lereng keseluruhan aktual sudah bernilai sesuai dengan nilai ambang batas FK dinamik, tetapi nilai PK lereng keseluruhan aktual tersebut jauh dari ambang batas yang telah ditetapkan, sehingga perlu dilakukan pelandaian sudut kemiringan lereng.

Pelandaian sudut kemiringan lereng keseluruhan dilakukan dengan memperbesar lebar jenjang untuk mendapatkan nilai PK yang sesuai ambang batas, selanjutnya akan dibahas pada sub bab 5.3.4 tentang rekomendasi geometri lereng. Perbaikan geometri lereng akhir dilakukan menggunakan alat gali mekanis *Excavator Backhoe Komatsu PC 200*. Dengan jangkauan maksimal 9,72 m dan lebar alat 2,8 m, sehingga tidak ada perubahan pada tinggi jenjang awal setinggi 8 m tetapi dilakukan perubahan pada lebar jenjang dikarenakan lebar jenjang aktual kurang lebar.

4.3.2.1. Simulasi Faktor Keamanan Lereng Keseluruhan Berdasarkan Lebar Jenjang



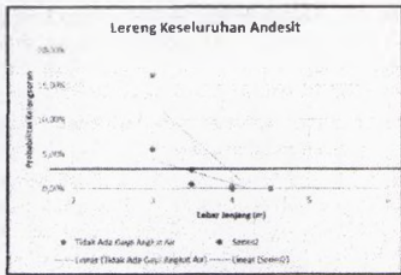
Gambar 4.2

Simulasi Faktor Keamanan Lereng Keseluruhan Berdasarkan Lebar Jenjang

Berdasarkan Gambar 4.2, dapat dilihat bahwa pada lebar jenjang 3 – 4,5 m dengan dua kondisi gaya angkat air pada lereng keseluruhan aktual didapatkan kondisi yang stabil dengan nilai faktor keamanan $> 1,1$.

4.3.2.2. Simulasi Probabilitas Kelongsoran Lereng Keseluruhan Berdasarkan Lebar Jenjang

Berdasarkan Gambar 4.3, dapat dilihat bahwa pada kondisi lebar jenjang 3,5 m untuk dua kondisi gaya angkat air lereng didapatkan pada kondisi yang stabil dengan nilai probabilitas kelongsoran $< 5\%$.



Gambar 4.3 Simulasi Probabilitas Kelongsoran Lereng Keseluruhan Berdasarkan Lebar Jenjang

Setelah dilakukan simulasi nilai FK dan PK dengan variasi lebar jenjang didapatkan rekomendasi lebar jenjang yang aman sebesar 3,5 m, atau sudut kemiringan lereng keseluruhan sebesar 65°. Hasil analisis kestabilan lereng keseluruhan rekomendasi didapatkan nilai FK 1,236; PK 0,6% pada kondisi kering dan FK 1,206; PK 2,70% pada kondisi jenuh (Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Analisis Kestabilan Lereng Rekomendasi Metode Kesetimbangan Batas

Lereng R. Rekomendasi	Kemiringan Lereng (°)	Ketinggian Lereng (m)	Lebar Jenjang (m)	Kering		Jenuh	
				FK	PK	FK	PK
Keseluruhan	63°	24	3	1,182	5,70%	1,154	16,40%
Keseluruhan	63	24	3,5	1,236	0,60%	1,206	2,70%
Keseluruhan	63	24	4	1,3	0,00%	1,268	0,30%
Keseluruhan	61	24	4,5	1,375	0,00%	1,341	0,00%

4.3.3. Perbandingan Metode Q-slope dan Kesetimbangan Batas

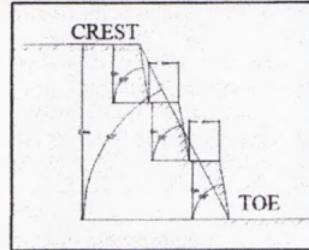
Dari hasil penelitian ini dapat dilihat perbandingan antara metode Q-slope dan Kesetimbangan Batas sebagai berikut:

1. Metode Q-slope lebih murah dan cepat dalam penerapannya jika dibandingkan metode Kesetimbangan Batas.
2. Penggunaan metode Q-slope harus memiliki ketelitian yang tepat khususnya dalam penentuan bobot pada tiap parameter. Tetapi pada kesetimbangan batas hanya memerlukan perhitungan atau rumus yang rumit tetapi akan lebih mudah jika menggunakan bantuan software.
3. Parameter yang digunakan pada metode Q-slope tetapi tidak ada pada metode Kesetimbangan Batas seperti, faktor lingkungan (iklim), jumlah kekar, dan kondisi kekar.
4. Metode Kesetimbangan batas dapat memperhitungkan faktor getaran, tetapi pada metode Q-slope tidak dapat.
5. Metode Kesetimbangan Batas dapat memperhitungkan faktor kondisi air, tetapi pada metode Q-slope tidak dapat.

6. Dari hasil penelitian ini dapat dilihat pada metode Q-slope pengaruh ketinggian lereng terhadap kestabilan lereng sangat kurang pengaruhnya ini dapat dilihat pada lereng tunggal dan keseluruhan memiliki nilai Q-slope yang sama dan rekomendasi kemiringan lereng yang sama. Sehingga analisis kestabilan lereng pada lereng tunggal lebih tepat menggunakan kesetimbangan batas.

4.3.4. Rekomendasi Geometri Lereng

Sudut kemiringan lereng keseluruhan yang aman dengan metode sebesar 63°, dengan metode kesetimbangan batas sebesar 65°. Rekomendasi sudut kemiringan lereng keseluruhan dari dua metode ini menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda. Dikarenakan pada metode Q-slope memiliki beberapa parameter yang tidak dipertimbangkan pada analisis kesetimbangan batas maka digunakan sudut kemiringan lereng keseluruhan sebesar 63° dengan lebar jenjang 4 m.



Gambar 4.4 Rekomendasi Geometri Lereng Keseluruhan di Sisi Barat Kuari

Didapatkan rekomendasi geometri lereng keseluruhan yang aman dengan lereng tunggal memiliki tinggi 8 m dan sudut kemiringan sebesar 80°, pada lereng keseluruhan memiliki tinggi 24 m, sudut kemiringan sebesar 63°, dan lebar jenjang 4 m (Gambar 4.4). Perubahan geometri lereng hanya pada lebar jenjang yang awalnya 3 m menjadi 4 m. Lereng keseluruhan rekomendasi memiliki nilai FK 1,3; PK 0% pada kondisi kering dan FK 1,268; PK 0,2% pada kondisi jenuh. Lebar jenjang rekomendasi lebih baik bagi alat gali karena lebar jenjang aktual kurang lebar jika dilalui alat gali, dimana lebar alat gali yang digunakan sebesar 2,8 m.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan mengenai analisis kestabilan lereng pada bab sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Hasil analisis kinematik dengan proyeksi stereografis pada lereng akhir penambangan sisi barat kuari di dapatkan bahwa lereng memiliki potensi longsoran baji yang dibentuk oleh bidang diskontinu 1 dengan dip/dip direction yaitu 44° N 124° E dan bidang diskontinu 2 dengan dip/dip direction yaitu 59° N 035° E. Dengan memasukkan nilai

- sudut gesek dalam sebesar $27,138^\circ$ untuk potensi longsor baji pada lereng menunjukkan dapat terjadinya longsor.
2. Analisis kestabilan lereng aktual dilakukan dengan metode *Q-slope* dan kesetimbangan batas.
 - a. Hasil analisis terpisir klasifikasi massa batuan *Q-slope*. Didapatkan bahwa lereng aktual baik tunggal maupun keseluruhan dalam keadaan tidak stabil. Lereng yang stabil berdasarkan metode *Q-slope* memiliki sudut kemiringan 63° baik lereng tunggal maupun lereng keseluruhan.
 - b. Hasil analisis menggunakan Kesetimbangan Batas pada lereng tunggal dinyatakan stabil dengan nilai FK 2,34; PK 0% pada kondisi kering dan FK 2,319; PK 0% pada kondisi jenuh. Hasil analisis kestabilan lereng keseluruhan aktual dinyatakan tidak stabil dengan nilai FK 1,182; PK 5,70% pada kondisi kering dan FK 1,154; PK 16,40% pada kondisi jenuh.
 3. Lereng keseluruhan rekomendasi didapatkan dengan mempertimbangkan hasil analisis kestabilan lereng dengan metode *Q-slope* dan Kesetimbangan Batas. Sehingga didapatkan rekomendasi lereng keseluruhan dengan tinggi 24 m, sudut kemiringan sebesar 63° dan lebar jenjang 4 m. Lereng keseluruhan rekomendasi memiliki nilai FK 1,3; PK 0% pada kondisi kering dan FK 1,268; PK 0,2% pada kondisi jenuh. Lereng keseluruhan memiliki tiga lereng tunggal dengan tinggi 8 m dan sudut kemiringan sebesar 80° .

Daftar Pustaka

1. Arif Irwandy, 2016, *Geoteknik Tambang Mewujudkan Produksi Tambang yang Berkelanjutan dengan Menjaga Kestabilan Lereng*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
2. Bar N., Barton N., 2017, *The Q-slope Method for Rock Slope Engineering, Rock Mechanics and Rock Engineering*, Springer, Vienna
3. Bar N., Barton N., 2015, *Introducing The Q-slope Method And Its Intended Use Within Civil And Mining Engineering Projects, ISRM Regional Symposium EUROCK*, Springer, Austria
4. Hammah, R., Yacoub, T., Corkum, B., Curran, J., 2004, *The Influence Of Correlation And Distribution Truncation On Slope Stability Analysis*, Proceedings of the 57th Canadian Geotechnical Conference, Quebec City
5. Harjanto Agus, 2011, *Petrologi dan Geokimia Batuan Vulkanik di Daerah Kulon Progo dan Sekitarnya Daerah Istimewa Yogyakarta*, Jurnal Ilmiah MTG, Yogyakarta
6. Harjanto Agus, 2011, *Vulkanostratografi di Daerah Kulon Progo dan Sekitarnya Daerah Istimewa Yogyakarta*, Jurnal Ilmiah MTG, Yogyakarta
7. Hoek E., 2006, *Practical Rock Engineering*, Catatan, Evert Hoek Consulting Engineering Inc., Kanada
8. Kliche Charles A., 1999, *Rock Slope Stability*, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration Inc, Littleton
9. Rai M.A., Kramadibrata S., dan Watimena R.K., 2014, *Mekanika Batuan*, ITB, Bandung
10. Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral., 2018, Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik
11. Rahardjo, W., Sukandarrumidi, dan Rosidi, H.M.D., 1995. *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa, skala 1 : 100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
12. Saptono S., dkk., 2012, *Studi Jarak Kekar Berdasarkan Pengukuran Singkapan Massa Batuan Sedimen di Lokasi Tambang Batubara*, Jurnal Prosiding Simposium dan Seminar Geomekanika Ke-1, DI Yogyakarta
13. Singh B., Goel R.K., 2011, *Engineering Rock Mass Classification*, Elsevier, Oxford.
14. Steffen, O.K.H, 1997, *Planning of Open Pit Mines on a Risk Basis*, The Journal of The South African Institute Of Mining and Metallurgy.
15. Supranto J., 2008, *Statistika teori dan Aplikasi*, Edisi ketujuh, Penerbit Erlangga, Jakarta.
16. Rocscience, 2002, *Swedge Version 4.078 User's Guide*,
17. Wyllie D.C., dan Mah C.W., 2004, *Rock Slope Engineering Civil and Mining 4th Edition*, Spon Press, 270 Madison Avenue, New York.
18. .., 2010, *Peta Hazard Gempa Indonesia 2010*, Kementerian Pekerja Umum, Jakarta.
19. .., 2018, *Kecamatan Pengasih Dalam Angka 2018*, Badan Pusat Statistik Kabupaten Kulon Progo.



ANALISIS KESTABILAN LERENG AKHIR KUARI BATU ANDESIT PT SARI BHUMI KHATULISTW A DESA SIDOMULYO KECAMATAN PENGASIH KABUPATEN KULON PROGO D.I. YOGYAKARTA

ORIGINALITY REPORT

10% EN

SIMILARITY INDEX

10%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

1%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 eprints.upnyk.ac.id 9%
Internet Source

2 inis.iaea.org <1%
Internet Source

3 Submitted to University of Adelaide <1%
Student Paper

4 Submitted to UPN Veteran Yogyakarta <1%
Student Paper

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off