Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Batubara Pada Tambang Terbuka di PT. Mitrabara Adiperdana

Brayen Harrymoleo[1] dan Hendra Bahar [2]
Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1], Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[2]
e-mail: brayenharry2002@gmail.com[1] dan hendrabahar@itats.ac.id[2]

ABSTRACT

Coal mining activities using the open-pit mining method are highly influenced by rainfall conditions and surface water runoff. If not properly managed, water entering the mining area may cause water ponding, disrupt mining productivity, increase the risk of accidents, and damage mining infrastructure. This study aims to identify the constraints of the mine drainage system, analyze the drainage management practices implemented, calculate surface runoff discharge, and provide technical recommendations to improve the performance of the mine drainage system at PT Mitrabara Adiperdana. The methods employed include hydrological analysis using the Gumbel distribution, surface runoff discharge estimation using the Rational Method, and field evaluation of the physical condition of the mine drainage system. The results indicate that the main constraint is sedimentation in the open channels caused by loose materials originating from stockpile areas, which reduces the hydraulic capacity of the channels. The surface runoff discharge entering the main sump reaches 14.93 m³/s, equivalent to 896.04 m³/h. The proposed recommendations include channel normalization, implementation of a routine maintenance schedule, surface erosion control, and construction of sediment traps to improve the effectiveness and reliability of the mine drainage system.

Keywords: *Mine drainage system, rainfall, surface runoff discharge, open channel, sump.*

ABSTRAK

Kegiatan penambangan batubara dengan metode tambang terbuka sangat dipengaruhi oleh kondisi curah hujan dan limpasan air permukaan. Jika tidak dikelola dengan baik, air yang masuk ke area tambang dapat menyebabkan genangan, mengganggu produktivitas, meningkatkan risiko kecelakaan, serta merusak infrastruktur penambangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kendala sistem penyaliran, menganalisis pengelolaan yang diterapkan, menghitung debit limpasan, serta memberikan rekomendasi teknis untuk meningkatkan kinerja sistem penyaliran di PT. Mitrabara Adiperdana. Metode yang digunakan meliputi analisis hidrologi dengan distribusi Gumbel, perhitungan debit limpasan menggunakan metode rasional, serta evaluasi kondisi fisik sistem penyaliran di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kendala utama adalah sedimentasi pada saluran terbuka akibat material lepas dari area timbunan, sehingga kapasitas alir berkurang. Debit limpasan yang masuk ke main sump mencapai 14,93 m³/detik atau 896,04 m³/jam. Rekomendasi yang diberikan meliputi normalisasi saluran, penjadwalan pemeliharaan rutin, pengendalian erosi permukaan, serta pembuatan perangkap sedimen.

Kata kunci: Sistem penyaliran tambang, curah hujan, debit limpasan, saluran terbuka, sump.

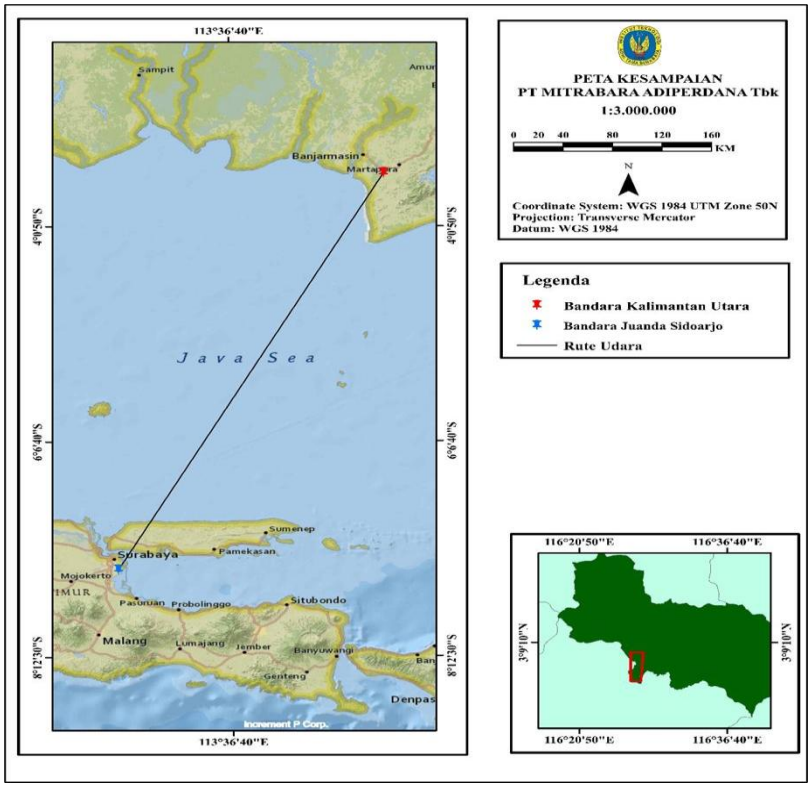
PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

PT. Mitrabara Adiperdana Tbk. beroperasi di Desa Loreh, Kecamatan Malinau Selatan, Kabupaten Malinau, Provinsi Kalimantan Utara, dengan luas wilayah izin usaha pertambangan mencapai 1.736,25 Ha dan 1.030 Ha. Metode penambangan yang diterapkan adalah tambang terbuka, sehingga seluruh area kerja seperti lubang galian (pit), tempat penimbunan material (disposal), jalan angkut, dan fasilitas penunjang berada dalam kondisi terbuka. Hal ini membuat operasional sangat rentan terhadap pengaruh curah hujan dan limpasan air permukaan (Bakri et al., 2023).

Air yang masuk ke area tambang dapat berasal dari tiga sumber utama, yaitu air hujan langsung, limpasan permukaan dari daerah tangkapan hujan, dan air tanah. Akumulasi air ini membentuk genangan yang dapat menghambat aktivitas penggalian dan pengangkutan, menurunkan kinerja alat berat, mempercepat kerusakan jalan tambang, serta menimbulkan risiko longsor dan kecelakaan kerja. Oleh karena itu, sistem penyaliran yang andal menjadi syarat mutlak untuk menjaga kelancaran operasional dan keselamatan kerja (Amir & Shaddad, 2023).

Berdasarkan pengamatan awal, seiring dengan meluasnya dan semakin dalamnya bukaan tambang, potensi masuknya air semakin besar. Sistem penyaliran yang ada saat ini masih menghadapi kendala terutama pada



musim hujan, di mana terjadi penurunan kapasitas alir akibat endapan sedimen. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji secara teknis kinerja sistem penyaliran yang ada dan memberikan solusi yang sesuai dengan kondisi lapangan.

2. Rumusan Masalah
   1) Apa kendala utama yang dihadapi sistem -,penyaliran di lokasi penelitian?
   2) Bagaimana pengelolaan sistem penyaliran yang diterapkan saat ini?
   3) Berapa besar debit limpasan yang masuk ke area penambangan
   4) Rekomendasi apa saja yang dapat diberikan untuk meningkatkan kinerja sistem penyaliran?
3. Tujuan Penelitian
   1) Mengidentifikasi kendala teknis pada sistem penyaliran.
   2) Menganalisis sistem penyaliran yang telah diterapkan.
   3) Menghitung debit limpasan berdasarkan data curah hujan dan kondisi topografi.
   4) Memberikan rekomendasi teknis yang sesuai dengan kondisi lapangan.
4. Manfaat Penelitian
   1) Bagi Perusahaan: Sebagai bahan evaluasi dan pertimbangan teknis dalam pengelolaan air tambang.
   2) Bagi Akademisi: Menambah referensi ilmiah terkait sistem penyaliran tambang terbuka.- Bagi Masyarakat: Memberikan wawasan mengenai pengelolaan air di kawasan industri pertambangan.

TINJAUAN PUSTAKA

Profil Perusahaan

PT Mitrabara Adiperdana Tbk didirikan pada 28 Oktober 1992 dan merupakan bagian dari Baramulti Group yang bergerak dalam usaha pertambangan batubara dengan karakteristik *low ash* dan *low sulfur*. Lokasi operasionalnya berada di Desa Loreh, Kecamatan Malinau Selatan, Kabupaten Malinau, Provinsi Kalimantan Utara, dengan luas wilayah izin usaha pertambangan sebesar 1.736,25 Ha dan 1.030 Ha.

Akses dan Kesampaian Daerah

Wilayah lokasi dapat dijangkau melalui beberapa rute: dari Surabaya ke Tarakan ditempuh dengan jalur udara selama 2,5–3 jam; dari Tarakan ke Malinau menggunakan pesawat kecil selama 25 menit atau jalur sungai selama 2,5–3 jam; dan dari Malinau menuju lokasi tambang dapat ditempuh melalui jalan darat selama 1,5–2 jam atau jalur sungai selama 7 jam.

Gambar 1. Peta Kesampaian PT. Mitrabara Adhiperdana

Topografi, Morfologi dan Geologi

Secara topografi, wilayah ini memiliki ketinggian antara 60 hingga 120 mdpl dengan kemiringan lereng berkisar 0–25% yang tergolong datar hingga agak curam. Secara geologi, daerah ini termasuk dalam Cekungan Tarakan yang disusun oleh Formasi Langap dan endapan aluvial, dengan batuan penyusun utama berupa batupasir, lempung, dan lapisan Batubara.

Tabel 1. Morfologi dan Kemiringan Lereng Berdasarkan Klasifikasi USSSM danl USLE

BENTUK MORFOLOGI	**KEMIRINGAN LERENG**		**Klasifikasi USSSM* (%)**	**Klasifikasi USLE* (%)**
	(%)	(°)		
Datar – hampir datar	0 – 2	< 1	0 – 2	1 – 2
Sangat landai	3 – 7	1 – 3	2 – 6	2 – 7
Landai	8 - 13	3 – 6	6 – 13	7 – 12
Agak curam	14 - 20	6 – 9	13 – 25	12 - 18
Curam	21 - 55	9 – 25	25 – 55	18 - 24
Sangat curam	56 - 140	25 – 26	> 55	> 24
Terjal	> 140	> 65		

Note: Soil Survey Manual 1993 (USDA Handbook NLo. 18) dan Wischmeier dan Smith 1978 (Agriculture Handbook No. 537)
**USSSM = Unlited Stated Soil System Management *USLE = Universal Soil Loss Equation*

Iklim dan Curah Hujan

Wilayah ini beriklim tropis dengan musim hujan berlangsung antara November hingga April dan musim kemarau pada Mei hingga Oktober. Suhu udara rata-rata berkisar 27–28 °C dengan kelembapan 83–87%. Curah hujan rata-rata tahunan mencapai ±2.414 mm, dengan rata-rata hari hujan sebanyak 247 hari per tahun dan curah hujan tertinggi tercatat sebesar 492,1 mm pada bulan Desember 2022.

Tata Guna Lahan

Sebagian besar wilayah izin usaha masuk dalam kategori Kawasan Budidaya Non-Kehutanan atau Areal Penggunaan Lain, dan sebagian kecil merupakan Kawasan Budidaya Kehutanan. Penggunaan lahannya meliputi area aktif pertambangan, lahan semak belukar, serta lahan pertanian dan perkebunan milik masyarakat sekitar.

Dasar Teori

Air yang masuk ke area tambang berasal dari air hujan, limpasan permukaan, dan air tanah. Pengendaliannya dilakukan melalui dua sistem utama, yaitu *Mine Drainage* untuk mencegah air masuk ke area kerja dan *Mine Dewatering* untuk mengeluarkan air yang sudah tergenang. Perhitungan teknis menggunakan metode Gumbel untuk menentukan curah hujan rencana dan rumus rasional $Q=C\times I\times A$ untuk menghitung debit limpasan (Sari et al., 2024). Komponen utama sistem penyaliran meliputi saluran terbuka, kolam penampungan (*sump*), dan kolam pengendapan (*settling pond*).

Kondisi Lapangan

Sistem penyaliran yang diterapkan menggunakan saluran berbentuk trapesium yang mengalirkan air menuju kolam penampungan utama yang berada pada titik elevasi terendah tambang. Kendala utama yang ditemukan adalah terjadinya sedimentasi pada saluran akibat material lepas hasil erosi, yang menyebabkan penampang efektif saluran berkurang. Berdasarkan perhitungan, luas daerah tangkapan hujan mencapai 464,3 Ha dengan debit limpasan rencana yang harus dialirkan sebesar 14,93 m^3/detik.

METODE

Jenis dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan studi kasus, dilakukan di Pit Langap Utara dan Selatan PT. Mitrabara Adiperdana Tbk., Desa Loreh, Kecamatan Malinau Selatan, Kabupaten Malinau, Kalimantan Utara. Penelitian difokuskan pada evaluasi teknis sistem penyaliran tambang terbuka, meliputi analisis hidrologi, hidrolika, dan kondisi fisik saluran serta kolam penampungan.

Sumber Data

Data yang dikumpulkan terbagi menjadi dua jenis:

ISSN 2775-5630

- Data Primer: Diperoleh melalui pengukuran dan pengamatan langsung di lapangan, meliputi: dimensi saluran terbuka, ukuran sump, kemiringan lereng, kondisi sedimentasi, dan pengamatan aliran air setelah hujan.
- Data Sekunder: Berasal dari instansi resmi dan dokumen perusahaan, yaitu:
  - Data curah hujan harian maksimum tahunan periode 2015–2024 dari BMKG Stasiun Tanjung Harapan
  - Peta topografi, batas daerah tangkapan hujan, dan peta geologi wilayah
  - Spesifikasi sistem penyaliran yang telah beroperasi dan data teknis pendukung lainnya. Teknik Pengolahan dan Analisis Data

- Analisis Curah Hujan Rencana

Digunakan metode distribusi Gumbel untuk menentukan curah hujan rencana pada periode ulang yang sesuai standar tambang, dengan rumus:

$$Xt = \bar{X} + SnS\ (Yt - Yn) \quad \text{.....(1)}$$

Keterangan:

Xt = curah hujan rencana;
$\bar{X}$ = rata-rata curah hujan maksimum;
S = simpangan baku;
Sn,Yt,Yn = parameter reduksi Gumbel.

- Intensitas Curah Hujan

Dihitung menggunakan rumus Monobe:

$$I = 24\ R^{24}(t24)^{2/3} \quad \text{.....(2)}$$

Keterangan:

I = intensitas hujan (mm/jam);
R^{24} = hujan harian maksimum;
t = durasi hujan (jam).

- Daerah Tangkapan Hujan

Luas daerah tangkapan hujan ditentukan dengan bantuan peta kontur dan SIG, mengikuti arah aliran air menuju titik terendah pit. Luas yang diperoleh sebesar 464,3 Ha.

Debit Air Limpasan Menggunakan rumus Rasional:

$$Q = 0{,}00278 \times C \times I \times A \quad \text{.....(3)}$$

Keterangan:

Q = debit limpasan (m^3/detik);
C = 0,9 (koefisien limpasan lahan tambang terbuka);
I = intensitas hujan (mm/jam);
A = luas daerah tangkapan (Ha).

- Evaluasi Saluran Terbuka dan Sump

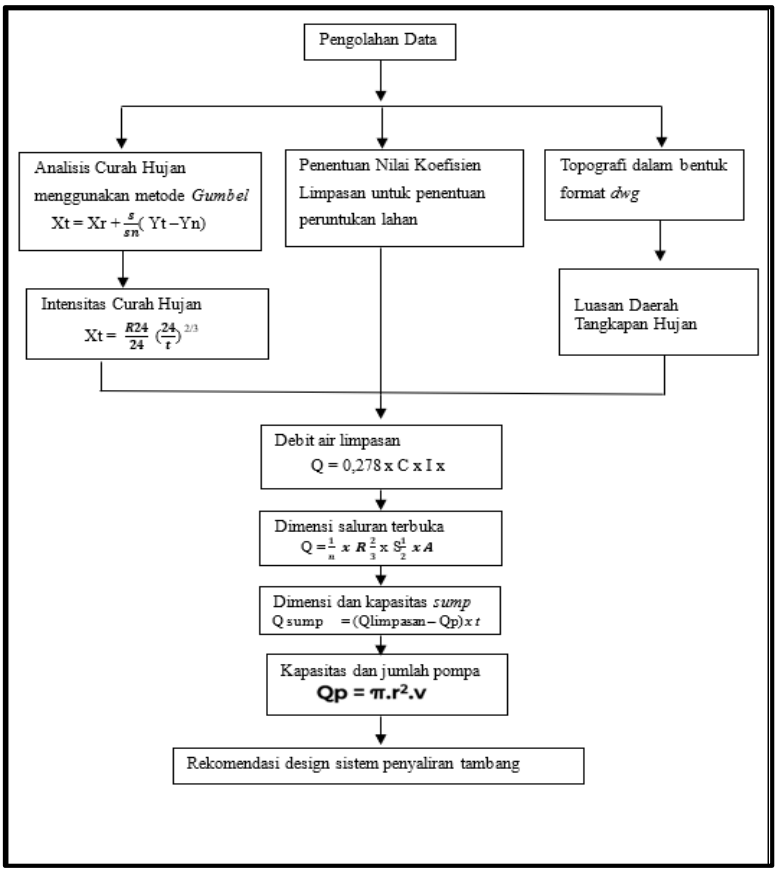
Kapasitas saluran dihitung dengan rumus Manning:

$$Q = n^1 \times A \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad \text{.....(4)}$$

Keterangan:

n = koefisien kekasaran dinding;
A = luas penampang basah;
R = jari-jari hidrolis;
S = kemiringan dasar saluran.

Kapasitas *sump* dihitung berdasarkan volume air masuk dan waktu pengoperasian pompa.



Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Sistem Penyaliran

Sistem penyaliran di Pit Langap Utara dan Selatan PT. Mitrabara Adiperdana menggunakan saluran terbuka berbentuk trapesium dengan panjang total 770 m, yang berfungsi mengalirkan air permukaan menuju kolam penampungan (*sump*) pada titik elevasi terendah. Sumber air yang masuk berasal dari curah hujan langsung, limpasan permukaan area pembuangan material (*disposal*), serta aliran dari dinding galian. Secara umum sistem ini telah berjalan, namun efektivitasnya menurun saat hujan dengan intensitas tinggi.

Daerah Tangkapan Hujan

Berdasarkan analisis peta topografi, luas daerah tangkapan hujan yang berkontribusi ke sistem penyaliran adalah 464,3 Ha. Kondisi morfologi didominasi lereng agak curam (>15%)

dengan permukaan lahan terbuka akibat aktivitas penambangan, sehingga nilai koefisien limpasan mencapai C = 0,9 (Prahastini & Gautama, 2012).

Analisis Curah Hujan dan Intensitas

Data curah hujan maksimum harian selama 10 tahun (2015–2024) diolah menggunakan metode distribusi Gumbel untuk mendapatkan curah hujan rencana. Hasilnya diperoleh curah hujan rencana maksimum sebesar 729,44 mm/hari, dengan intensitas curah hujan tertinggi mencapai 193,0 mm/jam dan rata-rata 125,4 mm/jam. Metode ini sesuai digunakan untuk wilayah Kalimantan Utara dengan pola hujan ekstrem (Haeruddin et al., 2019).

Debit Air Limpasan

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus Rasional, didapatkan debit limpasan yang masuk ke sistem penyaliran sebesar 14,93 m³/detik atau setara 896,04 m³/jam. Besaran ini menjadi beban utama yang harus ditampung dan dialirkan oleh saluran serta *sump* yang ada.

Evaluasi Kondisi Saluran Terbuka

Saluran terbuka memiliki dimensi desain dengan lebar dasar 0,61 m, kedalaman 2,50 m, dan kemampuan alir teoritis 48,82 m³/detik. Namun, pada kondisi lapangan ditemukan:

- Pendangkalan dasar saluran akibat endapan lumpur dan material erosi;
- Penyempitan penampang efektif akibat runtuhan dinding saluran;
- Kecepatan aliran melambat, terutama setelah hujan lebat.

Kondisi ini menyebabkan kapasitas alir aktual lebih kecil dari kapasitas rencana, sehingga berisiko meluap jika tidak ditangani. Temuan ini sejalan dengan kajian (Adnyano & Bagaskoro, 2020) yang menyatakan bahwa sedimentasi adalah kendala utama pada saluran tambang terbuka.

Evaluasi Sistem Penampungan (*Sump*)

Sump utama berfungsi menampung air sementara sebelum dipompa keluar area tambang. Kapasitas tampung yang ada secara teori mampu menampung debit limpasan yang dihitung, namun kinerjanya terganggu karena masuknya sedimen yang terbawa aliran. Jika volume endapan terus bertambah, ruang efektif penampungan akan berkurang secara bertahap.

Pembahasan Masalah dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan, sistem penyaliran berjalan namun belum optimal. Kendala utama adalah tingginya laju sedimentasi akibat lereng timbunan yang masih gembur dan minimnya vegetasi penahan. Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan saat ini belum disesuaikan dengan frekuensi hujan, sehingga endapan material tetap menumpuk

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada kajian teknis sistem penyaliran tambang batubara di PT. Mitrabara Adiperdana Tbk. lokasi Pit Langap Utara dan Selatan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi dan Kendala Sistem

Sistem penyaliran yang diterapkan menggunakan saluran terbuka berbentuk trapesium dan kolam penampungan (*sump*) pada titik elevasi terendah. Secara umum sistem ini telah berfungsi mengarahkan aliran air menuju titik pengumpulan, namun belum bekerja optimal. Kendala utama yang ditemukan adalah terjadinya sedimentasi dan pendangkalan pada dasar saluran akibat masuknya material halus dari erosi lereng timbunan (*disposal*) dan aktivitas penambangan. Hal ini menyebabkan penampang efektif saluran berkurang, sehingga kapasitas alir aktual lebih kecil
dibandingkan kapasitas rencana dan berisiko menimbulkan genangan saat hujan berintensitas tinggi.

2. Besarnya Debit Limpasan

Berdasarkan perhitungan hidrologi menggunakan metode Gumbel untuk curah hujan rencana dan rumus Rasional, diperoleh debit limpasan maksimum yang masuk ke sistem penyaliran sebesar 14,93 m³/detik atau setara 896,04 m³/jam. Nilai ini dihasilkan dari luas daerah tangkapan hujan seluas 464,3 Ha, dengan koefisien limpasan sebesar 0,9 yang sesuai untuk kondisi lahan terbuka aktif tambang.

3. Pengelolaan yang Diterapkan

Pengelolaan sistem penyaliran dilakukan dengan cara mengalirkan air melalui saluran gravitasi menuju *sump*, kemudian dipompa keluar area tambang. Kegiatan pemeliharaan sudah dilaksanakan secara berkala, namun frekuensinya belum disesuaikan dengan laju pengendapan sedimen yang cukup tinggi, sehingga endapan material masih tersisa dan menurunkan kinerja sistem dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Adnyano, A. . I. A., & Bagaskoro, M. (2020). Technical Study Of Mine Dewatering System In Coal Mining. Promine, 8(1), 28–33. https://doi.org/10.33019/promine.v8i1.1794

[2] Amir, M. K., & Shaddad, A. R. (2023). Pengaruh DBR (Debit Banjir Rencana) Terhadap Perancangan Model Saluran untuk Kebutuhan Sistem Penyaliran Tambang PT. Smart Rizqullah Berkah. Jurnal Geomine, 11(April), 54–63. https://jurnal.fti.umi.ac.id/index.php/JG/article/view/146%0Ahttps://jurnal.fti.umi.ac.id/index.php/JG/article/download/146/78

[3] Bakri, S., Riswandi, I., Anshariah, A., & Harwan, H. (2023). Analisis Kualitas Batubara Bonto Matinggi Sulawesi Selatan Untuk Kebutuhan Industri Semen. Promine, 10(1), 37–43. https://doi.org/10.33019/promine.v10i1.2390

[4] Haeruddin, H., Anshariah, A., Nurwaskito, A., & Salam Munir, A. (2019). Kajian Sistem Penyaliran Tambang Batubara Bengalon Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur. Jurnal Geomine, 7(1), 01–07. https://doi.org/10.33536/jg.v7i1.334

[5] Prahastini, S. D., & Gautama, R. S. (2012). Perancangan Aplikasi untuk Sistem Penyaliran pada Tambang Terbuka. Jurnal Teknologi Mineral, 19(3). https://www.academia.edu/download/45282086/paper_4.pdf

[6] Sari, A. S., Saputra, W., & Cahyono, Y. D. G. (2024). Kajian Teknis Penyaliran Tambang PT Semen Indonesia (Persero) Tbk, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan IV (SENASTITAN IV), 4(Senastitan Iv), 1–0..