

Perencanaan *Fleet* dalam Produksi Pengangkutan *Overburden* Berdasarkan Data *Cycle Time* dengan Menggunakan Metode Monte Carlo di PT Pancaran Surya Abadi, Kecamatan Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur

Maulazi Al Anshari, Rully Nurhasan Ramadani *, Noor Fauzi Isniarno

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

maulazialanshari17@gmail.com, rully@unisba.ac.id, noor.fauzi.isniarno@gmail.com

Abstract. This research was conducted at PT Pancaran Surya Abadi, a coal mining company in East Kalimantan, to plan the fleet for overburden transportation using the Monte Carlo method. The objective is to determine the optimal fleet size, maximize production, and estimate the expected probability value of production. The study found production shortfalls caused by technical and non-technical factors. The efficiency values of equipment such as excavators and dump trucks were analyzed, yielding significant productivity results. Simulations using the Monte Carlo method showed that with probability values of 50%, 70%, and 100%, the equipment compatibility factor exceeded 1, indicating that production targets were met. The actual compatibility value obtained was 0.99.

Keywords: *Monte Carlo Method, Probability, Productivity.*

Abstrak. Penelitian ini dilakukan di PT Pancaran Surya Abadi, sebuah perusahaan pertambangan batubara di Kalimantan Timur, untuk merencanakan fleet pengangkutan overburden menggunakan metode Monte Carlo. Tujuannya adalah untuk menentukan jumlah fleet yang optimal, memaksimalkan produksi, dan memperkirakan nilai harapan probabilitas produksi. Penelitian menemukan ketidaktercapaian produksi yang disebabkan oleh faktor teknis dan non-teknis. Nilai efisiensi kerja alat seperti excavator dan dump truck dianalisis, dengan hasil produktivitas yang signifikan. Simulasi menggunakan metode Monte Carlo menunjukkan bahwa dengan nilai probabilitas 50%, 70%, dan 100%, faktor keserasian alat mencapai nilai lebih dari 1, sehingga produksi tercapai. Nilai keserasian alat aktual yang didapatkan adalah 0,99.

Kata Kunci: *Metode Monte Carlo, Probabilitas, Produktivitas.*

A. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu produsen dan eksportir batubara terbesar di dunia (Afin & Kiono, 2021). Berdasarkan informasi terkait perkembangan batubara yang disampaikan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia, cadangan batubara Indonesia diperkirakan habis dalam 83 tahun mendatang apabila tingkat produksi batubara semakin besar (Anugrah, 2021). Berdasarkan hasil studi literatur bahwasannya peran dari manajemen *fleet* cukup besar dalam menunjang tercapainya target produksi. Pada penelitian terdahulu ketidaktercapaian produksi diakibatkan oleh adanya beberapa faktor yang salah satunya mengenai manajemen *fleet*. Manajemen *fleet* memiliki peran dalam kegiatan penambangan yang mana dapat mengatur sistem penggunaan alat mekanis serta penentuan armada dan pengendaliannya (Nadeak, 2023). Dalam pembuatan *fleet* sendiri harus dibuat secara terstruktur agar dapat meningkatkan produksi yang telah diperhitungkan oleh pihak perusahaan serta harus juga mempertimbangkan kualitas kinerja serta alat yang digunakan pada lokasi penambangan (Hafsari et al., 2020). Manajemen *fleet* digunakan dengan upaya untuk meningkatkan target produksi, mengatur pemakaian alat yang digunakan dalam penambangan dengan tujuan untuk mengoptimalkan produktivitas serta produksinya (Syaputra&Anaperta, 2020).

PT Pancaran Surya Abadi merupakan perusahaan yang bergerak di bidang usaha pertambangan batubara. Dalam kegiatan operasi penambangan terdapat salah satu aspek yang sangat penting salah satunya yaitu kondisi *fleet* sebagai moda transportasi pada operasi penambangan untuk menunjang produktivitas serta produksi. Pada proses penambangan sering menghadapi permasalahan terkait ketidaktercapaian produksi, hal ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya manajemen *fleet*.

Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan perencanaan *fleet* dalam produksi pengangkutan *overburden* berdasarkan data *cycle time* menggunakan metode monte carlo yang bermaksud untuk melakukan manajemen *fleet* yang efisien yang nantinya dihasilkan perhitungan probabilitas dengan mengetahui adanya ketercapaian produksi ataupun ketidaktercapaian produksi untuk memperoleh keoptimalan pada proses kegiatan gali-muat dan angkut yang lebih efisien pada kegiatan penambangan. Dari fluktuasi nilai *cycle time* (waktu edar) dapat terlihat kemungkinan adanya peluang yang akan terjadi terkait perkembangannya. Dengan demikian maka perlu dilakukannya analisis dilapangan mengenai faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi terhadap efektifitas produksi tersebut.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka pokok permasalahan yang ada yaitu adanya ketidaktercapaian produksi diakibatkan oleh manajemen *fleet* yang tidak efisien. Meninjau dari permasalahan tersebut, maka tujuan penelitian ini diantaranya:

1. Merencanakan penentuan *fleet* untuk meningkatkan produktivitas dari alat gali-muat dan angkut dalam tercapainya produksi.
2. Mengetahui nilai *match factor* secara aktual dan simulasi menggunakan metode monte carlo.
3. Mengetahui hasil simulasi monte carlo dengan menggunakan pertimbangan produksi probabilitas 50%, 70%, 100%.

B. Metode

Jenis penelitian yang digunakan ialah penelitian kuantitatif, metodologi penelitian yang digunakan oleh penulis menggunakan dua metode pengambilan data yaitu data primer dan data sekunder. Metode tersebut digunakan untuk proses pemecahan masalah yang dilakukan oleh penulis.

1. Data Primer

Data yang diperlukan pada penelitian ini berupa data primer yang terdiri jumlah alat, *cycle time* alat gali-muat dan angkut, serta efisiensi kerja.

2. Data Sekunder

Dari data sekunder ini penulis membutuhkan data dari perusahaan berupa data rencana produksi perbulan pada tahun 2024 dan realisasi produksi pada bulan juni-agustus 2024, serta data literatur lainnya, seperti data curah hujan dan spesifikasi alat yang digunakan.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada kegiatan pemuatan dan pengangkutan di area pit pengupasan material penutup dilakukan menggunakan alat mekanis. Oleh karena itu pentingnya untuk melakukan *maintenance* alat mekanis secara rutin dan intensif guna menjaga kondisi kegiatan pemuatan dan pengangkutan agar tetap optimal. Berikut merupakan alat mekanis pada kegiatan pengupasan tanah penutup (*overburden*).

Waktu Kerja

Waktu untuk *day shift* dimulai pukul 07.00-18.00. Penelitian dilakukan pada tanggal 10 juli 2024 - 08 agustus 2024 dan penelitian dilakukan pada *day shift*.

Waktu Edar

Waktu edar atau cycle time ialah waktu yang menunjukkan keseluruhan waktu yang digunakan pada kegiatan penambangan seperti aktivitas pemuatan dan pengangkutan material.

Waktu Edar Alat Gali-Muat

Berdasarkan hasil pengamatan pada aktivitas pengupasan *overburden* di area kerja dengan menggunakan alat gali-muat *Excavator* tipe Dosan Dx 530 Lca. Berikut merupakan perolehan waktu rata – rata pada proses kegiatan pengupasan, antara lain :

1. *Digging* (t_{gi}) = 6,64 detik
2. *Swing* Isi (t_{pi}) = 2,90 detik
3. *Dumping* (t_d) = 2,68 detik
4. *Swing* Kosong (t_{pk}) = 2,92 detik

$$\text{cycle time alat gali-muat (CTm)} = t_{gi} + t_{pi} + t_d + t_{pk} \quad \dots(1)$$

$$= (6,64 + 2,90 + 2,68 + 2,92) \text{ detik}$$

$$= 15,14 \text{ detik (0,25 menit)}$$

Waktu Edar Alat Angkut

Hasil pengamatan pada aktivitas pengupasan *overburden* di area kerja dengan menggunakan alat angkut *Dump truck* tipe Zoomlion ZT 115A dan HDI DT-95. Adapun perolehan waktu rata – rata proses kegiatan pengupasan, antara lain:

1. Zoomlion ZT 115A (404)
 - a. Kembali kosong (T_k) = 2,51 menit
 - b. *Maneuver* kosong (t_{mk}) = 0,39 menit
 - c. Pengisian (t_i) = 1,49 menit
 - d. Berangkat isi (T_i) = 3,59 menit
 - e. *Maneuver* isi (t_{mi}) = 0,48 menit
 - f. *Dumping* (t_d) = 0,50 menit

$$\text{cycle time angkut (CTa)} = T_k + t_{mk} + t_i + T_i + t_{mi} + t_d \quad \dots(2)$$

$$= 2,51 + 0,39 + 1,49 + 3,59 + 0,48 + 0,50$$

$$= 8,95 \text{ menit}$$

2. HDI DT-95
 - a. Kembali kosong (T_k) = 2,41 menit
 - b. *Maneuver* kosong (t_{mk}) = 0,41 menit
 - c. Pengisian (t_i) = 1,48 menit
 - d. Berangkat isi (T_i) = 3,64 menit
 - e. *Maneuver* isi (t_{mi}) = 0,42 menit
 - f. *Dumping* (t_d) = 0,51 menit

$$\text{cycle time angkut (CTa)} = T_k + t_{mk} + t_i + T_i + t_{mi} + t_d \quad \dots(3)$$

$$= 2,41 + 0,41 + 1,48 + 3,64 + 0,42 + 0,51$$

$$= 8,86 \text{ menit}$$

Efisiensi Kerja Alat Gali-Muat

Berdasarkan perhitungan dan pengolahan data diperoleh nilai dari efisiensi kerja alat gali-muat *excavator* tipe Doosan Dx 530Lca, Berikut merupakan perhitungan dari data yang di peroleh.

1. We (Working Effective) = 8,33 jam
2. R (Repair) = 0,19 jam
3. S (Standby Total) = 4,33 jam

$$WP \text{ (Productive Working)} = We + R + S \quad \dots(4)$$

$$= 8,33 \text{ jam} + 0,19 \text{ jam} + 4,33 \text{ jam}$$

$$= 12,85 \text{ jam}$$

Efisiensi Kerja Alat Angkut

Berdasarkan perhitungan dan pengolahan data diperoleh nilai dari efisiensi kerja alat, Berikut merupakan perhitungan dari data yang di peroleh.

1. Efisiensi kerja alat angkut Zoomlion ZT 115A
 We (*Working Effective*) = 8,50 jam
 R (*Repair*) = 0,16 jam
 S (*Standby Total*) = 3,99 jam

$$WP \text{ (Productive Working)} = We + R + S \quad \dots(5)$$

$$= 8,50 \text{ jam} + 0,16 \text{ jam} + 3,99 \text{ jam}$$

$$= 12,65 \text{ jam}$$

2. Efisiensi kerja alat angkut HDI DT-95
 We (*Working Effective*) = 8,72 jam
 R (*Repair*) = 0,34 jam
 S (*Standby Total*) = 4,23 jam

$$WP \text{ (Productive Working)} = We + R + S \quad \dots(6)$$

$$= 8,72 \text{ jam} + 0,34 \text{ jam} + 4,23 \text{ jam}$$

$$= 13,29 \text{ jam}$$

Produktivitas Alat Gali-Muat

Produktivitas yang dihasilkan dari alat muat *excavator* tipe Doosan Dx 530Lca dengan kapasitas *bucket* 3,6 LCM yang diperoleh seperti berikut :

$$P_{m1} = \frac{Em \times 60 \times Hmt \times FFm \times SF}{Cm} \quad \dots(7)$$

$$= \frac{83,30 \times 60 \times 3,6 \text{ LCM} \times 95 \times 81}{15,14 \text{ detik}}$$

$$= 552,39 \text{ BCM/jam/alat}$$

Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas yang dihasilkan dari alat muat *dump truck* tipe Zoomlion ZT 115A yang diperoleh seperti berikut :

$$P_{m1} = \frac{Em \times 60 \times (Hmt \times np \times FFm) \times SF}{Ca} \quad \dots(8)$$

$$= \frac{84,97 \times 60 \times (3,6 \text{ LCM} \times 7 \times 95\%) \times 81\%}{8,95 \text{ detik}}$$

$$= 107,69 \text{ BCM/jam/alat}$$

Produtivitas yang dihasilkan dari alat muat *dump truck* tipe HDI DT-95 yang diperoleh seperti berikut :

$$P_{m1} = \frac{E_m \times 60 \times (H_{mt} \times n_p \times FF_m) \times SF}{C_a} \\ = \frac{87,21 \times 60 \times (3,6 \text{ LCM} \times 7 \times 95\%) \times 81\%}{8,86 \text{ detik}} \\ = 114,41 \text{ BCM/jam/alat}$$

Match Factor

Match factor merupakan nilai yang dapat menunjukkan adanya tingkat keserasian kerja pada alat gali-muat dan alat angkut dalam 1 *fleet*. Berikut merupakan perhitungan *match factor* pada aktivitas pengupasan *overburden* dengan menggunakan serangkaian alat mekanis gali-muat Doosan Dx 530Lca dan alat angkut Zoomlion ZT 115A, HDI DT-95.

$$MF = \frac{N_a \times L_{tm}}{N_m \times C_a} \quad \dots(9)$$

$$L_{tm} = C_m \times n_p \quad \dots(10)$$

$$L_{tm} = 15,14 \times 7 \\ = 1,77$$

$$MF = \frac{(3+2) \times 1,77 \text{ menit}}{1 \times ((8,95+8,86):2) \text{ menit}} \\ = 0,99$$

Maka setelah diperhitungkan perolehan nilai *match factor* alat $MF < 1$ yang artinya menunjukkan alat gali-muat lebih dominan menunggu dibandingkan dengan alat angkut.

Simulasi Monte Carlo

Dari simulasi *cycle time* Excavator DOSAN DX530LCA dihasilkan nilai harapan dan kurva yang mana nilai tersebut dihasilkan berdasarkan input data yang mana berupa data acak yang diperoleh dari data *cycle time*. Berikut merupakan hasil perolehan simulasi monte carlo dengan menggunakan Microsoft Excel.

Mean	= 133.8441
Median	= 13.6309
Standar Deviasi	= 7.99108
Error	= 0.25283
Kurtosis	= -1.1853
Swekness	= 0.04142

Berdasarkan hasil dari *cumulative distribution function* dapat diketahui nilai probabilitas waktu dari nilai *cycle time* yang digunakan pada simulasi.

Simulasi 1 : Nilai CT 19.74 dengan probability 50%

Simulasi 2 : Nilai CT 23.20 dengan probability 70%

Simulasi 3 : Nilai CT 27.90 dengan probability 100%

Dari simulasi *cycle time* DT ZOOMLION ZT115A dihasilkan nilai harapan dan kurva yang mana nilai tersebut dihasilkan berdasarkan input data yang mana berupa data acak yang diperoleh dari data *cycle time*. Berikut merupakan hasil perolehan simulasi monte carlo dengan menggunakan Microsoft Excel.

Mean	= 7.87648
Median	= 8.05982
Standar Deviasi	= 4.70604
Error	= 0.14144
Kurtosis	= -1.1913
Swekness	= -0.5258

Berdasarkan hasil dari *cumulative distribution function* dapat diketahui nilai probabilitas waktu dari nilai *cycle time* yang digunakan pada simulasi.

Simulasi 1 : Nilai CT 10.98 dengan probability 50%

Simulasi 2 : Nilai CT 12.85 dengan probability 70%

Simulasi 3 : Nilai CT 15,54 dengan probability 100%

Dari simulasi *cycle time dump truck* HDI DT-95 dihasilkan nilai harapan dan kurva yang mana nilai tersebut dihasilkan berdasarkan input data yang mana berupa data acak yang diperoleh dari data *cycle time*. Berikut merupakan hasil perolehan simulasi monte carlo dengan menggunakan Microsoft Excel.

Mean = 8.13593
 Median = 8.37477
 Standar Deviasi = 4.77699
 Error = 0.15114
 Kurtosis = -1.2077
 Snekness = -0.0123

Berdasarkan hasil dari *cumulative distribution function* dapat diketahui nilai probabilitas waktu dari nilai *cycle time* yang digunakan pada simulasi.

Simulasi 1 : Nilai CT 11.96 dengan probability 50%

Simulasi 2 : Nilai CT 13.66 dengan probability 70%

Simulasi 3 : Nilai CT 16.57 dengan probability 100%

Perencanaan *Fleet* dengan Probability 50%

Analisis perencanaan *fleet* dengan menggunakan nilai dari *cycle time* yang kemudian di simulasikan menggunakan metode monte carlo dengan *probability* 50%. Berikut merupakan tabel dari hasil simulasi.

Tabel 1. Perencanaan *Fleet* dengan Probability 50%

Probabilitas 50%	n Alat	Jam Kerja	Produksi	Total Produksi
EXCA Dosan DX530 LCA	1	10	485.55	4855.488277
DT ZLZT115A	3	10	284.11	8523.236274
Probabilitas 50%	n Alat	Jam Kerja	Produksi	Total Produksi
EXCA Dosan DX530 LCA	1	10	485.55	8523.236274
DT HDI	2	10	839.85	16797.00417
MF			1.72	

Perencanaan *Fleet* dengan Probability 70%

Analisis perencanaan *fleet* dengan menggunakan nilai dari *cycle time* yang kemudian di simulasikan menggunakan metode monte carlo dengan *probability* 70%. Berikut merupakan tabel dari hasil simulasi.

Tabel 2. Perencanaan *Fleet* dengan Probability 70%

Probabilitas 70%	n Alat	Jam Kerja	Produksi	Total Produksi
EXCA Dosan DX530 LCA	1	10	413.04	4130.397212
DT ZLZT115A	3	10	763.80	22913.90721
Probabilitas 70%	n Alat	Jam Kerja	Produksi	Total Produksi
EXCA Dosan DX530 LCA	1	10	413.04	4130.397212
DT HDI	2	10	735.28	14705.51375
MF			1.75	

Perencanaan *Fleet* dengan *Probability* 100%

Analisis perencanaan *fleet* dengan menggunakan nilai dari *cycle time* yang kemudian di simulasikan menggunakan metode monte carlo dengan *probability* 100%. Berikut merupakan tabel dari hasil simulasi.

Tabel 3. Perencanaan *Fleet* dengan *Probability* 100%

Probabilitas 100%	n Alat	Jam Kerja	Produksi	Total Produksi
EXCA Dosan DX530 LCA	1	10	343.53	3435.334944
DT ZLZT115A	3	10	631.51	18945.22367
Probabilitas 100%	n Alat	Jam Kerja	Produksi	Total Produksi
EXCA Dosan DX530 LCA	1	10	343.53	3435.334944
DT HDI	2	10	606.35	12126.92738
MF			1.74	

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PT Pancaran Surya Abadi maka dapat di tarik kesimpulan, diantaranya:

1. Rencana dalam penentuan *fleet* di *front overburden* dalam mewujudkan ketercapaian produksi dengan 1 *fleet* dengan melayani 6 alat, diantaranya alat gali-muat dan alat angkut, maka dapat memenuhi ketercapaian produksi pengupasan *overburden* di bulan selanjutnya dengan mempertimbangkan jumlah alat yang ada secara aktual.
2. Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan secara aktual didapatkan nilai *match factor* sebesar 0.99 yang mana <1 yang artinya faktor kerja dari alat muat tidak mencapai 100% dan kerja alat angkut 100%. Sedangkan hasil *match factor* dari simulasi monte carlo dengan probabilitas 50%, 70%, 100% diperoleh >1 .
3. Dengan pertimbangan probabilitas yang digunakan dimana bertujuan untuk mengetahui ketercapaian produksi pada pengupasan *overburden* dengan jumlah *fleet* yang direncanakan dapat memenuhi ketercapaian produksi, maka penulis memperhitungkan keserasian alat, waktu yang efektif serta adanya probabilitas yang digunakan dapat meminimalisir ketidak tercapaian target produksi. Namun hal ini hanya nilai dugaan yang dapat memecahkan masalah dengan menyesuaikan kondisi aktual serta teknis lapangan.

Ucapan Terimakasih

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penelitian ini, antara lain:

1. Bapak Dr. Ir. Yunus Ashari, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan di Universitas Islam Bandung.
2. Bapak Noor Fauzi Isniarno, S.Pd., S.Si., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Pertambangan di Universitas Islam Bandung serta selaku Co-Pembimbing Skripsi yang telah memberikan arahan dan dukungan.
3. Bapak Ir. Zaenal, M.T. selaku Koordinator Skripsi yang telah memberikan arahan serta pengalaman ilmu kepada penulis.
4. Bapak Rully Nurhasan Ramadani, S.T., M.T. selaku Pembimbing Skripsi Program Studi Teknik Pertambangan di Universitas Islam Bandung yang telah memberikan arahan dan dukungan.
5. Ibu Ir. Linda Pulungan, M.T. selaku Dosen wali yang telah membimbing dan mendukung dalam perkuliahan dan skripsi ini.
6. Tenaga Pendidik Civitas Akademika Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung.
7. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan penuh dan kasih sayang serta do'a yang tentu takkan bisa dibalas jasanya.

8. Bapak Dr. Himawan Nuryahya, S.Kom., M.M., Selaku Direktur Utama yang telah menerima kami dan memfasilitasi penyusun dalam rangka kegiatan skripsi.
9. Bapak Nurul Qadri Baharudin S.T., Selaku Kepala Teknik Tambang.
10. Bapak Ferry S.T., dan Bapak Sahar S.T., yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan pengalaman dan ilmunya kepada penyusun.
11. Seluruh Jajaran Staff dan Pegawai PT Pancaran Surya Abadi.

Daftar Pustaka

- Abdulah, Ashari, Y., & Maryanto. (2021). Rencana Produksi Pengangkutan Overburden Berdasarkan Pola Hujan di PT X Site Asam-Asam, Desa Riam Andungan, Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 1(1), 8–21. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v1i1.28>
- Alif Dhito Renaldhy, Sri Widayati, & M.Rahman Ardhiansyah. (2024). Desain Teknis Pemanfaatan Lahan Bekas Tambang PT. Gunung Kulalet. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 143–150. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i2.5216>
- Arif Mangkusagara, Zaenal, & Noor Fauzi Isnarno. (2024). Kajian Geometri Jalan Angkut dari Lokasi Loading Point Menuju Lokasi Dumping. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 109–116. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i2.5144>
- Dimas Gumelar, Zaenal, & Elfida Moralista. (2024). Kajian Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 31–40. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i1.3817>
- Eva Indriani Sanggalangi, Shalaho Dina Devy, & Windhu Nugroho. (2022). Analisis Pengaruh Number of Cycles Terhadap Pengujian Durabilitas Batulanau di Sidomulyo Samarinda. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 157–162. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i2.1618>
- Hedianto, Enni Tri Mahyuni, Tri Utomo Taliding, & Agil Syahrul Ramadhan. (2024). Analisis Match Factor pada Kegiatan Pemindahan Overburden di PT. Ceria Nugraha Indotama. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 1–8. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i1.3287>
- Krispian Fathan Hidayatullah, Iswandaru, & Zaenal. (2022). Kestabilan Lereng Tambang Terbuka pada Tambang Emas di PT X Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 1(2), 155–161. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v1i2.539>
- Muhammad Dhafin Razaqa, Iswandaru, & Zaenal. (2024). Analisis Kestabilan Lereng untuk Rencana Pit Tambang Batubara PT. XYZ. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 151–162. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i2.5217>
- Rahma Wita, Zaenal, & Indra Karna Wijaksana. (2024). Kajian Desain Jalan Tambang Pengangkutan Batubara dari Pit Menuju Stockpile. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 9–20. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i1.3776>
- Reza Alfikri, Dudi Nasrudin Usman, & Rully Nurhasan Ramadhani. (2024). Rencana Teknis dan Biaya Reklamasi Periode Kedua Tambang Batuan Andesit. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 65–72. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i1.3884>
- Rizky Noor Fitriadi, Iswandaru, & Elfida Moralista. (2024). Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Produktivitas Alat Angkut. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 41–48. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i1.3821>

- Sa Putra, A., L. D. J Usup, H., & Noveriady. (2023). Analisis Kemajuan Tambang Terhadap Perancangan Mine Plan pada Aktivitas Overburden Removal. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 157–166. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i2.3077>
- Siti Nurul Khotimah, & Sri Widayati. (2022). Rencana Teknis dan Ekonomis Reklamasi Tambang di PT. X Baleendah. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 65–74. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i1.1000>
- Tampubolon, A. (2023). Optimasi Biaya Produksi Overburden dan Kaksa Menggunakan Program Linear dan Bunching Effect. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 27–34. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i1.1752>
- Tendi Fernando, Zaenal, & Sriyanti. (2023). Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Pengupasan Overburden Tambang Batubara. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 71–76. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i1.2144>
- Vicky Kurnia Nugraha, & Noor Fauzi Isniarno. (2022). Analisis Hidrologi untuk Mendukung Rencana Penentuan Temporary Sump pada Tambang Emas. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 48–56. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i1.995>
- Waode Jelita Ma'ruff Bay, & Linda Pulungan. (2022). Pemanfaatan Bahan Galian Mineral Kalsit Berdasarkan Karakteristik Sifat Fisik di Cikembar Sukabumi. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 40–47. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i1.994>
- Hedianto, Enni Tri Mahyuni, Tri Utomo Taliding, & Agil Syahrul Ramadhan. (2024). Analisis Match Factor pada Kegiatan Pemindahan Overburden di PT. Ceria Nugraha Indotama. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 1–8. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i1.3287>
- Tampubolon, A. (2023). Optimasi Biaya Produksi Overburden dan Kaksa Menggunakan Program Linear dan Bunching Effect. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 27–34. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i1.1752>
- Tendi Fernando, Zaenal, & Sriyanti. (2023). Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Pengupasan Overburden Tambang Batubara. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 71–76. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i1.2144>
- Ardiya, E. 2020. “Rencana Kebutuhan Alat Angkut Untuk Menunjang Peningkatan Produksi Di Tambang Bawah Tanah Deep Mill Level Zone Pt. FreeportIndonesia” (Doctoral dissertation, UPN" Veteran" Yogyakarta). eprints.upnyk.ac.id.
- Anaperta, Y. M. (2016). “Evaluasi Kecerahan (Match Factor) Alat Muat dan Alat Angkut Dengan Metode Control Chart (Peta Kendali) Pada Aktivitas Penambangan di Pit X PT Y”. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 9(1), 73-85.
- H. Billhardt dkk., “Koordinasi Dinamis dalam Sistem Manajemen Armada: Menuju Armada Siber Cerdas,” *IEEE Intell. Sistem.*, jilid. 29, tidak. 3, hlm.
- Bangun, Filianti Teta Ateta. 2009. “Pengembangan Tanah Mekanik dan Alat Berat”, Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara
- Hariyadi, 2021. “Kajian Teknis Tahapan Penambangan Batubara Pada Pt. Mega Global Energy KabupatenKartanegara, Kalimantan Timur” *JGP (Jurnal GeologiPertambangan)* Volume 1

No.23 Teknik Pertambangan Universitas Kutai Kartanegara.

Indonesianto, Yanto, 2014, “**Pemindahan Tanah Mekanis**”, Program Studi Teknik Pertambangan Veteran UPN, Yogyakarta

Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik

Liusnando, B. 1 Februari 2020. “**Jurnal Pertambangan Vol. 4**” ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/JP.

Prodjosumarto, Partanto. 1993. “**Pemindahan Tanah Mekanis**”, Departemen Tambang Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Prodjosumarto, Partanto. 1993. “**Tambang Terbuka (Surface Mining)**”, Departemen Pertambangan, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Peurifoy, R. L., Ledbetter, W. B., & Schexnayder, C. J. (2006). Excavators Production. Construction Planning, Equipment and methods, 253-273

R. Salazar-Cabrera, AP De La Cruz, dan JM Madrid Molina, “**Sistem Manajemen dan Pengendalian Armada dari perspektif Sistem Transportasi Cerdas,**” pada Konferensi Amerika Latin ke-2 tentang Sistem Transportasi Cerdas (ITS LATAM) tahun 2019, Bogota, Kolombia , Maret 2019, hlm. 1–7, doi: 10.1109/ ITSLATAM.2019.8721347.

Rochmanhadi, Ir., 1992, “**Alat-alat Berat dan Penggunaannya**”, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum : Jakarta

Salam, M., Triantoro, A2019. “Perencanaan Penambangan Tambang Terbuka Batubara Pada Pt Wings Sejati Kalimantan Tengah”. Jurnal Himasapta, 3(03).

Safitri, Y. (2018). “Analisis Manajemen Fleet Pada Kegiatan Produksi Batu Andesit Dalam Penerapan Metode Antrian di PT Koto Alam Sejahtera, Kabupaten Lima Puluh Kota”. Bina Tambang, 3(4), 1482-1491.