

Analisis Kebutuhan Alat Muat dan Alat Angkut untuk Perubahan *Shift* Kerja pada Quarry Batugamping PT X, Jawa Barat

(Analysis of Loading and Hauling Equipment Requirements for a Shift Work Change at a Limestone Quarry PT X, West Java)

Muhammad Faisal Seprizal^{1*}, Andy Yanottama¹, Dimas A Permadi¹, Zella Navtalia¹, Diah W Agustine²

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

²Program Studi Teknik Geofisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

*Korespondensi E-mail: mfaisalseprizal@unja.ac.id

Abstrak

PT X adalah perusahaan yang bergerak di sektor pertambangan batugamping sekaligus pemasok semen, yang berencana untuk mengubah *shift* kerja dari tiga *shift* menjadi dua *shift*. Hal ini didorong oleh semakin mahalnya biaya penambangan, masalah keselamatan serta kehilangan waktu akibat *maintenance* alat setelah melalui berbagai evaluasi oleh manajemen perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan alat muat dan alat angkut yang diperlukan untuk mencapai target produksi tahunan sebesar 4.500.000 ton setelah dilakukan perubahan *shift* kerja menjadi dua *shift*. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif, meliputi pengumpulan data primer dan sekunder, serta analisis produktivitas alat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk mempertahankan target produksi, diperlukan penggantian alat muat dari *wheel loader* CAT 988B menjadi *wheel loader* CAT 990H. Selain itu, penyesuaian jumlah alat juga diperlukan, termasuk dua unit *wheel loader* CAT 990H dan tujuh unit *dump truck* CAT 773 untuk *Crusher* 1, serta dua unit *wheel loader* CAT 992K dan delapan unit *dump truck* CAT 777D untuk *Crusher* 2. Kapasitas produksi dari konfigurasi alat ini mencapai 4.575.457 ton per tahun, yang menunjukkan bahwa target produksi dapat dipenuhi secara optimal walaupun jumlah *shift* kerja mengalami pengurangan.

Kata kunci: Produktivitas, *Shift* Kerja, Alat Muat, Alat Angkut, Batugamping

Abstract

PT X is a company engaged in the limestone mining sector and simultaneously serves as a cement supplier. The company plans to transition from a three-shift work schedule to a two-shift system. This decision is driven by the increasing costs associated with mining, safety concerns, and time losses due to equipment maintenance, following various evaluations conducted by the company's management. This research aims to analyze the requirements for loading and transportation equipment necessary to achieve an annual production target of 4,500,000 tons after the implementation of the two-shift work schedule. The research methodology employed is quantitative, encompassing the collection of both primary and secondary data, as well as an analysis of equipment productivity. The findings indicate that to maintain the production target, it is essential to replace the current loading equipment from the CAT 988B wheel loader to the CAT 990H wheel loader. Additionally, adjustments to the number of equipment are required, including two units of the CAT 990H wheel loader and seven units of the CAT 773 dump truck for Crusher 1, as well as two units of the CAT 992K wheel loader and eight units of the CAT 777D dump truck for Crusher 2. The production capacity of this equipment configuration reaches 4,575,457 tons per year, demonstrating that the production target can be optimally met despite the reduction in the number of work shifts.

Keywords: Productivity, Work Shift, Loading Equipment, Hauling Equipment, Limestone

1. Pendahuluan

Batugamping merupakan mineral industri yang mengandung 90% kalsium karbonat dan memiliki cadangan yang sangat melimpah di berbagai wilayah Indonesia, mencapai 4,3 miliar ton (Martadiastuti dkk, 2022). Sejak dahulu, Industri pertambangan batugamping memainkan peran krusial dalam perekonomian dan pembangunan nasional. Batugamping merupakan bahan baku penting untuk berbagai industri, termasuk semen, pondasi, pupuk pertanian, penjernihan air, dan kosmetik. Dalam

industri semen, batugamping berfungsi sebagai bahan baku utama. Untuk menghasilkan semen yang memenuhi Standar Industri Indonesia (SII), diperlukan kandungan kalsium oksida (CaO) sebesar 49,8%, silikon dioksida (SiO₂) 0,76%, dan besi oksida (Fe₂O₃) 0,36% (Firman dkk, 2024).

Pembangunan infrastruktur yang dilakukan oleh pemerintah telah meningkatkan kebutuhan bahan baku semen. Indonesia memerlukan sekitar 5 juta ton semen per tahun untuk memenuhi pertumbuhan konsumsi yang

mencapai sekitar 10% per tahun (Pertiwi dan Santi, 2024). PT X di Jawa Barat merupakan salah satu perusahaan pemasok semen sekaligus pertambangan batugamping yang selalu berusaha untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas operasional agar mampu memenuhi kebutuhan pasar terutama pembangunan infrastruktur. Salah satu strategi yang banyak dipertimbangkan adalah perubahan sistem kerja dari tiga *shift* menjadi dua *shift*. *Shift* kerja merupakan perubahan pola waktu yang ditetapkan bagi karyawan untuk melaksanakan tugas tertentu di perusahaan, yang umumnya dibagi menjadi tiga kategori yaitu pagi, sore, dan malam ((Ratih dkk, 2020). Selama ini, PT X telah menerapkan tiga *shift* kerja, dimana satu *shift* bekerja selama 8 jam. PT X ingin melakukan perubahan *shift* kerja didorong oleh semakin mahalnya biaya penambangan, masalah keselamatan serta kehilangan waktu akibat *maintenance* alat setelah melalui berbagai evaluasi oleh manajemen perusahaan. Pengurangan jumlah *shift* kerja dapat mengurangi biaya tenaga kerja dan operasional karena jumlah grup kerja akan berkurang, dari empat grup menjadi tiga grup saja.

Namun, perubahan *shift* kerja ini memiliki berbagai tantangan. Perubahan dari tiga *shift* menjadi dua *shift* memengaruhi kapasitas dan jenis alat mekanis yang dibutuhkan, serta memerlukan penyesuaian dalam strategi operasional dan manajemen peralatan. Tanpa perencanaan yang tepat, perubahan ini dapat memberikan dampak yang dapat merugikan perusahaan antara lain penurunan produktivitas dan kinerja, kegagalan produksi, kepuasan kerja serta risiko keselamatan kerja yang lebih tinggi (Yusuf, 2017).

Oleh karena itu, analisis kebutuhan alat muat dan alat angkut menjadi sangat penting dalam proses perubahan ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kebutuhan alat muat dan alat angkut yang optimal dan memberikan rekomendasi yang dapat mendukung implementasi perubahan *shift* kerja agar dapat berjalan dengan baik, sehingga dapat mencapai efisiensi operasional yang diinginkan tanpa mengabaikan keselamatan dan kualitas kerja.

2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan di PT X, salah satu perusahaan pemasok semen sekaligus pertambangan batugamping yang terletak di Jawa Barat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, yang mencakup penggunaan dan analisis data berupa angka, perhitungan, tabel dan diagram (Harsiga dkk, 2024).

Ruang lingkup penelitian meliputi analisis terhadap kebutuhan alat muat dan alat angkut yang diperlukan untuk mendukung perubahan *shift* kerja dari tiga *shift* menjadi dua *shift*. Rancangan kegiatan penelitian terdiri dari beberapa tahap yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder, pengolahan data, analisis data dan penarikan kesimpulan. Pengumpulan data primer dilakukan dengan mengukur langsung data tersebut di lapangan yaitu data *cycle time* alat muat dan alat angkut. Data sekunder adalah data penunjang yang berasal dari literatur (kepuustakaan) dan data perusahaan yang berhubungan dengan kebutuhan alat muat dan alat angkut seperti waktu kerja perusahaan, data spesifikasi alat mekanis (*dump truck* dan *wheel loader*), *bucket fill factor*, *density* batuan, *availability unit*, dan jarak jalan angkut. Kemudian, data-data tersebut diolah menggunakan persamaan yang telah ditetapkan sehingga didapatkan hasil berupa produktivitas dan produksi alat serta keserasian alat mekanis. Dari hasil pengolahan data, dilakukan analisis dengan melakukan perbandingan produksi alat ketika bekerja dengan tiga *shift* dan dua *shift*. Setelah itu, dapat ditarik kesimpulan sehingga diketahui jumlah alat muat (*wheel loader*) dan alat angkut (*dump truck*) yang dibutuhkan untuk dua *shift* kerja.

3. Hasil dan Pembahasan

Selama menggunakan tiga *shift* kerja, PT X mampu memenuhi target produksi batugamping sebesar 1.500.000 ton per tahun untuk Crusher 01 dan 3.000.000 ton per tahun untuk Crusher 02, dengan total produksi sekitar 4.500.000 ton per tahun. Alat muat dan alat angkut yang digunakan untuk memenuhi target tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 berikut

Tabel 1. Alat Muat dan Alat Angkut PT X

No	Jenis Alat	Tipe	Kapasitas	Jumlah (Unit)
1	<i>Wheel Loader</i>	CAT 992K	11,5 m ³	1
2	<i>Loader</i>	CAT 988B	4,5 m ³	2
3	<i>Dump Truck</i>	CAT 777D	100 ton	4
4	<i>Truck</i>	CAT 773	50 ton	5

PT X berencana untuk mengubah sistem *shift* kerja dari tiga *shift* menjadi dua *shift*, di mana setiap *shift* akan tetap beroperasi selama delapan jam. Perubahan ini mengindikasikan bahwa dengan berkurangnya jumlah *shift* dan jam kerja, target produksi yang telah ditetapkan tidak akan tercapai jika jumlah dan tipe alat-alat mekanis yang ada tetap dipertahankan sehingga PT X juga memiliki rencana mengganti *wheel*

loader Caterpillar 988B dengan *wheel loader* Caterpillar 990H. Karena hal-hal tersebut, perlu dilakukan analisis terhadap kebutuhan alat muat dan alat angkut seiring dengan pengurangan jumlah *shift* dan jam kerja yang akan diterapkan serta alat yang akan digantikan.

Dalam melakukan analisis terhadap kebutuhan alat muat dan alat angkut, perlu dilakukan perhitungan produksi alat terlebih dahulu dengan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi optimalisasi dan produktivitas alat mekanis. Faktor-faktor tersebut diantaranya adalah kondisi tempat kerja, pola pemuatan, *bucket fill factor*, *swell factor*, *availability unit*, *cycle time*, waktu kerja efektif dan efisiensi kerja (Nasuhi dkk, 2020).

Kondisi Tempat Kerja

Kondisi tempat kerja merupakan suatu kondisi yang berkaitan dengan keadaan sesungguhnya di lapangan. Kondisi lapangan harus luas untuk mobilitas alat dan aman bagi penempatan alat (Sudrajat dkk, 2019). Pada PT X, kondisi tempat kerja atau *loading point* sudah sangat baik, memiliki lantai kerja yang datar dan luas, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Kondisi *Loading Point*

Pola Pemuatan

Pola pemuatan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan target produksi. Pola pemuatan ditentukan berdasarkan kondisi alat gali muat, baik yang berada di atas maupun di bawah jenjang, dapat dibedakan menjadi dua kategori, yaitu *Top Loading* dan *Bottom Loading*. Selain itu, pola pemuatan yang didasarkan pada jumlah penempatan posisi alat angkut yang akan dimuat terhadap posisi alat gali muat terbagi menjadi tiga kategori, yaitu *Single Back Up*, *Double Back Up*, dan *Triple Back Up* (Adilah dkk, 2019). Pola pemuatan yang digunakan di PT X adalah *bottom loading*, yaitu alat muat melakukan proses penggalian dengan menempatkan dirinya pada jenjang yang sejajar

dengan posisi alat angkut (Rahayu dan Murad, 2020).

Bucket Fill Factor

Faktor pengisian *bucket* alat muat di PT X adalah sekitar 75% karena material batugamping yang dimuat masuk dalam kategori *average blasted*, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 berikut (Caterpillar Publication, 2022).

Tabel 2. *Bucket Fill Factor*

Material	Fill Factor (%)
Loose material	
Mixed moist aggregates	95 – 100
Uniform aggregates < 3 mm	95 – 100
3 mm – 9 mm	90 - 95
12 mm – 20 mm	85 - 90
24 mm and over	85 – 90
Blasted rock	
Well blasted	80 - 95
Average blasted	75 - 90
Poorly blasted	60 – 75
Other	
Rock dirt mixtures	100 - 120
Moist loam	100 - 110
Soil, boulders, rocks	80 - 100
Cemented materials	85 - 95

Sumber : Caterpillar Publication, 2022

Swell Factor

Faktor pengembangan material atau *swell factor* merupakan pertambahan volume dari suatu material yang terjadi karena material tersebut diambil atau dipindahkan dari tempat asalnya di alam (*bank volume*) dan disimpan dalam keadaan gembur (*loose volume*) (Hartman, 1992). Menurut Peurifoy dkk (2024), *Swell factor* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Swell Factor} = \frac{\text{bank volume}}{\text{loose volume}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Swell Factor} = \frac{\text{loose density}}{\text{bank density}} \times 100\% \quad (2)$$

Batugamping memiliki *bank density* sebesar 2,61 ton/m³ dan *loose density* sebesar 1,63 ton/m³ (Peurifoy dkk, 2024), maka *swell factor* dari batugamping adalah:

$$\begin{aligned} \text{Swell Factor} &= \frac{1,63 \text{ ton/m}^3}{2,61 \text{ ton/m}^3} \times 100\% \\ &= 62,4\% \end{aligned}$$

Availability Unit (Ketersediaan Alat)

Availability unit atau ketersediaan alat adalah salah satu faktor penting yang mempengaruhi produktivitas dan produksi alat mekanis. Availability unit terdiri dari empat persamaan yaitu (Frudis S dkk, 2018).

a. Mechanical Availability (MA)

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\% \quad (3)$$

b. Physical Availability (PA)

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\% \quad (4)$$

c. Use of Availability (UA)

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\% \quad (5)$$

d. Effective Utilization (EU)

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100\% \quad (6)$$

Keterangan:

W = working hours (jam)

R = repair hours (jam)

S = standby hours (jam)

Rencana ketersediaan alat mekanis di PT X dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Ketersediaan Alat Mekanis PT X

No	Jenis Alat	Tipe	MA (%)	PA (%)	UA (%)	EU (%)
1	Wheel Loader	CAT 992K	90	93	73	68
		CAT 990H	90	93	71	65
2	Dump Truck	CAT 777D	90	93	73	67
		CAT 773	90	92	70	66

Waktu Kerja Efektif

PT X memiliki rencana waktu kerja tujuh hari dalam satu minggu, yang terdiri dari dua shift kerja, dimana tiap shift beroperasi selama delapan jam. Rencana waktu kerja tersebut dalam satu tahun dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Rencana Waktu Kerja Dua Shift PT X dalam Satu Tahun

Deskripsi	Jumlah	Satuan
Hari Kalender	365	hari
Hari Libur	4	hari
Hari Tersedia	361	hari
Waktu Kerja Tersedia	8 jam/shift	192 jam
Total Waktu Kerja Tersedia	5.776	jam
Idle Time		
Hujan	168,3	jam
Slippery	50% dari jam hujan	84,1 jam
Delayed Time		
Cleaning Rotary Kiln	300 jam/tahun	300 jam
Maintenance Crusher	0,4 jam/hari	120,4 jam
Change Shift	1 jam/hari	361 jam
Istirahat	2 jam/hari	722 jam
Shalat Jumat	1 jam/minggu	52 jam
Safety Talk	1 jam/minggu	52 jam
Drilling & Blasting	0,4 jam/hari	33 jam
Refueling	0,2 jam/hari	72,2 jam
Prepare/Travel Time	0,2 jam/hari	72,2 jam
Lain-Lain	0,2 jam/hari	72,2 jam
Waktu Kerja Efektif	3.662,6	jam
Waktu Standby	2.113,4	jam

Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan, yang mengukur perbandingan antara waktu yang digunakan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dengan waktu kerja yang tersedia. Secara teoritis, efisiensi kerja dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Oktafiani dkk, 2021).

$$\text{Eff} = \frac{W_e}{W_t} \times 100\% \quad (9)$$

Keterangan:

Eff = Efisiensi kerja
We = Waktu kerja efektif
Wt = Waktu kerja tersedia

Adapun efisiensi kerja penambangan di PT X adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Eff} &= \frac{3.662,6 \text{ jam}}{5.776 \text{ jam}} \times 100\% \\ &= 63,4\% \end{aligned}$$

Cycle Time

Cycle time atau waktu edar adalah waktu yang digunakan alat mekanis untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan. Perhitungan cycle time dapat dilakukan menggunakan persamaan berikut (Oktafiani dkk, 2021).

a. Cycle Time Alat Muat

$$\text{Ctm} = \text{Tm1} + \text{Tm2} + \text{Tm3} + \text{Tm4} \quad (7)$$

Keterangan:

Tm1 = waktu penggalan material (detik)
Tm2 = waktu swing isi (detik)
Tm3 = waktu menumpahkan muatan (detik)
Tm4 = waktu swing kosong (detik)

b. Cycle Time Alat Angkut

$$\text{CTa} = \text{Ta1} + \text{Ta2} + \text{Ta3} + \text{Ta4} + \text{Ta5} + \text{Ta6} \quad (8)$$

Keterangan:

Ta1 = waktu manuver loading (detik)
Ta2 = waktu loading (detik)
Ta3 = waktu angkut isi (detik)

Ta4 = waktu manuver isi (detik)
Ta5 = waktu dumping (detik)
Ta6 = waktu kembali kosong (detik)

Cycle time masing-masing alat mekanis di PT X dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Cycle Time Alat Mekanis PT X

No	Jenis Alat	Tipe	Cycle Time (detik)
1	Wheel	CAT 992K	40,74
2	Loader	CAT 990H	58,13
3	Dump	CAT 777D	861,60
4	Truck	CAT 773	872,40

Produktivitas Alat Mekanis

Produktivitas alat muat dan alat angkut di PT X dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Nasuhi dkk, 2017).

a. Produktivitas Alat Muat

$$P = \frac{KB \times BF \times SF \times \text{Eff} \times 3600}{CT} \quad (10)$$

Keterangan:

P = Produksi alat muat (bcm/jam)
KB = Kapasitas bucket (m³)
BF = Bucket fill factor (%)
SF = Swell factor (%)
Eff = Efisiensi kerja (%)
CT = cycle time alat muat (detik)

b. Produktivitas Alat Angkut

$$P = \frac{n \times KB \times BF \times SF \times \text{Eff} \times 3600}{CT} \quad (11)$$

Keterangan:

P = Produksi alat angkut (bcm/jam)
n = jumlah pengisian bak
CT = cycle time alat muat (detik)

Berikut merupakan hasil perhitungan produktivitas alat muat dan alat angkut dengan jarak angkut rata-rata 1000 m yang ditunjukkan pada Tabel 6 di bawah ini

Tabel 6. Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut PT X

No	Jenis Alat	Tipe	n	KB (m ³)	BF (%)	SF (%)	Eff (%)	SG (ton/m ³)	CT (detik)	P (bcm/jam)	P (ton/jam)
1	Wheel Loader	CAT 992K		11,5	75	62,4	63,4	1,63	40,74	301,6	491,6
2		CAT 990H		8,2	75	62,4	63,4	1,63	58,13	150,7	245,6
3	Dump Truck	CAT 777D	5	11,5	75	62,4	63,4	1,63	861,6	71,3	116,2
4		CAT 773	4	8,2	75	62,4	63,4	1,63	872,4	40,2	65,5

Produksi Alat Mekanis

Setelah didapatkan produktivitas masing-masing alat per jam, maka dapat dihitung produksi alat muat dan alat angkut dengan dua

shift kerja untuk memenuhi target produksi per tahun ke masing-masing *crusher*. Produksi alat mekanis per tahun di PT X dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Produksi Alat Muat dan Alat Angkut PT X Dua *Shift* Kerja Per Tahun

<i>Crusher</i>	Jenis Alat	Tipe	Produksi per jam (ton/jam)	Waktu Kerja Efektif (Jam)	<i>Mechanical Availability</i> (%)	Jumlah Unit	Produksi per tahun (ton/jam)
<i>Crusher 1</i>	<i>Wheel Loader</i>	CAT 990H	245,6	3.662,6	90	2	1.619.497
	<i>Dump Truck</i>	CAT 773	65,5	3.662,6	90	7	1.510.751
Produksi							1.510.751
<i>Crusher 2</i>	<i>Wheel Loader</i>	CAT 992K	491,6	3.662,6	90	2	3.240.735
	<i>Dump Truck</i>	CAT 777D	116,2	3.662,6	90	8	3.064.706
Produksi							3.064.706
Total Produksi							4.575.457

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan alat muat dan alat angkut dalam perubahan *shift* kerja dari tiga *shift* menjadi dua *shift* untuk mencapai target produksi tahunan sebesar 4.500.000 ton per tahun, maka dari hasil penelitian ini diperoleh penyesuaian dan jumlah alat berupa dua unit *wheel loader* CAT 990H dengan tujuh unit *dump truck* CAT 773 untuk *crusher 1*, serta dua unit *wheel loader* CAT 992K dengan delapan unit *dump truck* CAT 777D untuk *crusher 2*. Berdasarkan konfigurasi analisis penyesuaian alat ini didapatkan kapasitas total produksi yang diperoleh mencapai 4.575.457 ton per tahun, yang menunjukkan bahwa target produksi dapat dipenuhi secara optimal walaupun hanya dalam dua *shift* kerja.

wheel loader CAT 992K dan 8 unit *dump truck* CAT 777D untuk *crusher 2*, dengan total produksi alat muat dan alat angkut dengan penerapan sistem dua *shift* tersebut mencapai 4.575.457 ton per tahun. Sehingga hasil analisis penelitian ini menunjukkan bahwa dengan penggantian dan penyesuaian jumlah *shift* kerja, target produksi dapat tercapai secara efektif.

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian lanjutan meliputi analisis ekonomi dengan melakukan perbandingan biaya penambangan antara penggunaan tiga *shift* dan dua *shift* kerja. Penelitian ini cukup menarik untuk dilakukan karena pengurangan jumlah *shift* kerja tidak selalu menjamin biaya penambangan akan menjadi lebih rendah.

4. Kesimpulan

PT X selama ini menjalankan tiga *shift* dalam proses aktifitas penambangannya untuk memperoleh total produksi 4.500.000 ton per tahun. PT X ingin melakukan perubahan *shift* kerja didorong oleh semakin mahalnya biaya penambangan, masalah keselamatan serta kehilangan waktu akibat *maintenance* alat setelah melalui berbagai evaluasi oleh manajemen perusahaan. Pengurangan jumlah *shift* kerja dapat mengurangi biaya tenaga kerja dan operasional karena jumlah grup kerja akan berkurang tanpa mengurangi target produksi tahunan.

Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa untuk mempertahankan tingkat produksi diperlukan penggantian alat muat dari *wheel loader* CAT 988B ke *wheel loader* CAT 990H, serta penyesuaian jumlah dari *wheel loader* CAT 992K dan *dump truck* yang digunakan. Penyesuaian dan kebutuhan alat tersebut masing-masing nya adalah 2 unit *wheel loader* CAT 990H dan 7 unit *dump truck* CAT 773 untuk *crusher 1* serta 2 unit

Daftar Pustaka

- Caterpillar Publication, 2022. Caterpillar Performance Handbook 50th Edition, Caterpillar, Illionis, 588 pp.
- Firman, F., Bundang, S., dan Sahetapy, G. B., 2024. Analisis Potensi Pemanfaatan Batu Gamping di Desa Daeo, Kabupaten Pulau Morotai. Journal Of Science and Engineering, 7(2), 101–105.
- Frudis S, I. E, Pitulima, J., dan Mardiah, 2018. Kajian Teknis Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Pada Pencapaian Pengupasan Overburden 1.120.000 BCM di Pit Taman Tambang Air Laya Bulan September 2016 PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Mineral, 3(1), 1–8.
- Hartman, H. L., 1992. SME Mining Engineering Handbook: Third Edition, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Colorado, 2394 pp.
- Harsiga, E., Hardianti, S., dan Hidayat, A. L., 2024. Analisis Metode Perhitungan Kuantitas Batubara di Stockpile ROM PT. XYZ. Mineral, 9(1), 33–38.

- Martadiastuti, V., Pratiwi, B., dan Ali, R. K., 2022. Kualitas, Pemodelan 3-Dimensi, dan Estimasi Cadangan pada Kuari Batugamping, PT Semen Indonesia (Persero), Tbk., Kabupaten Rembang, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 5(1), 53-60.
- Nasuhi, M., Tono, E. P. S. B. T., dan Guskarnali, G., 2020. Optimalisasi dan Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut pada Tambang Batu Granit PT Vitrama Properti di Desa Air Mesu, Kecamatan Pangkalan Baru, Kabupaten Bangka Tengah. *Mineral*, 2(1), 8–15.
- Oktafiani, A., Sidiq, H., dan Mukarrom, F., 2021. Analisis Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Bauksit. *Mining Insight*, 2(2), 91–98.
- Pertiwi, A. K. F., dan Santi, N., 2024. Estimasi Cadangan Batugamping Menggunakan Block Model Berdasarkan Metode Interpolasi IDW pada IUP OP 231 Karangkemojing. *Mineral*, 9(2), 67–74.
- Peurifoy, R.L., Schexnayder, C.J., Shapira, A., Schmitt, R.L., and Cohen, A., 2024. *Construction Planning, Equipment & Methods : Tenth Edition*, McGraw-Hill, New York, 896 pp.
- Rahayu, S., dan Murad, 2020. Perencanaan Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Batukapur di Area Pit Limit pada Tambang *Quarry* PT Semen Padang, Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*, 5(1), 212-224.
- Ratih, R. M., Mulyatini, N., dan Suhendi, R. M., 2020. Pengaruh *Shift* Kerja Terhadap Efektivitas Kerja Pegawai (Suatu Studi Pada PT BKS (Berkat Karunia Surya) di Kota Banjar). *Business Management And Entrepreneurship Journal*, 2(1), 66-77.
- Sudrajat, F. R., Purwoko, B., dan Syafrianto, M. K., 2019. Perencanaan Kebutuhan Alat Gali Muat dan Alat Angkut untuk Mencapai Target Produksi *Overburden* pada Penambangan Batubara di PT Ganda Alam Makmur Kecamatan Kaubun Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Elektronik Laut Sipil Tambang*, 6(1), 169-178.
- Yusuf. M., 2017. Dampak Penambahan *Shift* Kerja dari 8 Jam/Hari Menjadi 12 Jam/Hari Terhadap Produktivitas Kerja. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2017*. Februari, 2017. ITN Malang, Indonesia.