



Kajian Produktivitas Alat Gali dan Alat Muat pada Penambangan Bijih Nikel Laterit Daerah Kabaena Barat Kabupaten Bombana Sulawesi Tenggara

Study on Productivity of Digging Tools and Loading Tools in Laterite Nickel Ore Mining in The West Kabaena Region of Bombana District Southeast Sulawesi

Syahrul^{1*}, Nur Syamsiah¹, Rizki Kumalasari² & Rio Irhan Mais Cendra Jaya³

1*. Jurusan Teknik Pertambangan USN Kolaka, e-mail:arulexplorer14@gmail.com

1. Jurusan Teknik Pertambangan USN Kolaka, e-mail:nursyamsiah5602@gmail.com

2 Jurusan Teknik Pertambangan USN Kolaka, e-mail:khikykumalasari@gmail.com

3. Jurusan Teknik Geologi UHO Kendari, e-mail:riocj@uho.ac.id.com

ABSTRAK

Kegiatan pertambangan pada nikel laterit akan dipengaruhi oleh alat gali dan alat muat yang digunakan. Jumlah alat dan efisiensi kerja dibutuhkan untuk memaksimalkan produktivitas dalam mencapai target produksi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui jumlah produktivitas alat gali dan alat muat pada kegiatan penambangan. Penelitian ini dilakukan di PT. Timah Investasi Mineral [TIM] sebagai anak perusahaan yang terletak di daerah Kabaena Barat, Bombana. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis perbandingan hasil data produktivitas dari alat gali dan muat dengan pendekatan kuantitatif. Berdasarkan hasil analisis data diperoleh produktivitas alat secara aktual dari alat gali dan muat dari penggunaan Excavator PC 210 masing-masing sebanyak 1 unit sebesar 43.920 ton/bulan dengan produktivitas 252,33 ton/jam, dan 26.820,3 ton/bulan serta produktivitas aktual sebesar 207,93 ton/jam. Faktor yang mempengaruhi produktivitas berdasarkan penelitian ini adalah efisiensi kerja alat, waktu edar (*cycle time*), dan waktu yang tidak efektif.

Kata kunci : Alat gali, Alat muat, Nikel laterit, Produktivitas alat

ABSTRACT

Mining activities for nickel laterite will be influenced by the digging and loading equipment used. The number of tools and work efficiency are needed to maximize productivity in achieving production targets. The aim of this research is to determine the productivity of digging tools and loading equipment in mining activities. This research was conducted at PT. Timah Investment Minerals [TIM] as a subsidiary is located in the West Kabaena area, Bombana. The method used in this research is comparative analysis of productivity data results from digging and loading tools using a quantitative

How to Cite:

Syahrul, S., Syamsiah, N., Kumalasari, R., Jaya, R.I.M.G. 2023. Kajian Produktivitas Alat Gali dan Alat Muat pada Penambangan Bijih Nikel Laterit Daerah Kabaena Barat Kabupaten Bombana Sulawesi tenggara. *Mining Science and Technology Journal*, 2(3): 201-210.

Syahrul, S., Syamsiah, N., Kumalasari, R., Jaya, R.I.M.G. 2023. *Study on Productivity of Digging Tools and Loading Tools in Laterite Nickel Ore Mining in The West Kabaena Region of Bombana District Southeast Sulawesi. Mining Science and Technology Journal*, 2(3): 201-210.

Published By:

Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

Address:

Jl. Kapt. Piere Tendean, No. 109, Baruga, Kota
Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara

Article History:

Submite 19 Desember 2023
Received in from 31 Desember 2023
Accepted 31 Desember 2023



approach. Based on the results of data analysis, the actual productivity of the digging and loading equipment from the use of the PC 210 Excavator of 1 unit each is 43,920 tons/month with a productivity of 252.33 tons/hour, and 26,820.3 tons/month and an actual productivity of 207.93 tons/hour. Factors that influence productivity based on this research are tool work efficiency, cycle time and ineffective time.

Keywords: *Digging tools, Loading tools, Nickel laterite, Tool productivity*

PENDAHULUAN

Litologi, geomorfologi, iklim, dan tektonik suatu wilayah merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi endapan nikel laterit (Amanda, 2020). Indonesia menempati peringkat ke-12 dunia dalam hal cadangan nikel, dengan sumber daya bijih nikel laterit tersebar di seluruh Sulawesi, Kepulauan Maluku, dan pulau-pulau kecil (Faiz dkk., 2020). Kegiatan penambangan menjadi salah satu faktor penentu dalam proses penambangan nikel laterit.

Aktivitas penambangan mencakup tugas padat karya seperti memuat, mengangkut, dan menggali mineral berharga. Tugas-tugas ini dapat diselesaikan secara mekanis atau sederhana. Peralatan mekanik memegang peranan penting dalam menjaga kelangsungan

produksi selama proses penambangan. Untuk mencapai target produksi dan memaksimalkan produktivitas, perlu ditentukan jumlah alat yang tepat dan efisiensi waktu kerja.

Untuk mencapai target produksi dan memaksimalkan produktivitas, perlu ditentukan jumlah alat yang tepat dan efisiensi waktu kerja. Produktivitas alat yang diukur dalam jam merupakan kapasitas kerja alat tersebut (Ladianto dan Ernawati, 2019). Tujuan penggunaan alat mekanis tersebut adalah untuk memudahkan pekerjaan manusia sehingga hasil yang diinginkan dapat dicapai dengan lebih cepat dan mudah (Karim dan Temarwut, 2021). Waktu munculnya hambatan, waktu siklus alat mekanis, dan hasil kerja yang tidak efisien merupakan beberapa faktor yang menghambat alat gali dan muat untuk beroperasi pada produktivitas maksimal (Alan dkk., 2021).

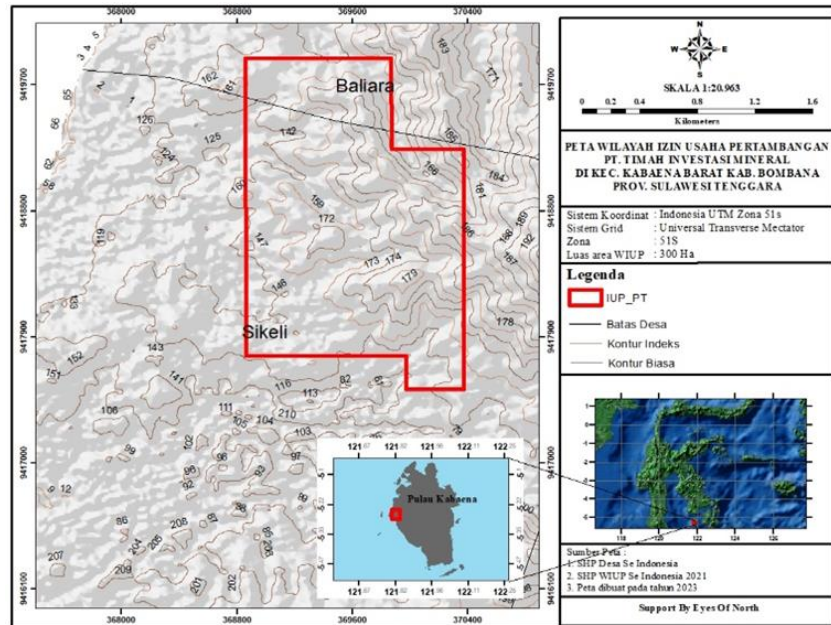
Penelitian ini dilakukan pada lokasi WIUP PT. Timah Investasi Mineral (TIM) yang merupakan anak perusahaan langsung milik perseroan yang mengembangkan pertambangan non timah. Daerah operasi perusahaan berada di Pulau Kabaena Barat, Bombana, Sulawesi Tenggara. PT. Timah Investasi Mineral (TIM) merupakan anak perusahaan langsung milik perseroan yang bertujuan mengembangkan usaha di bidang pertambangan non timah. Kegiatan pertambangan bahan galian nikel yang dilaksanakan oleh PT. Timah Invesasi Mineral dengan luas 300 hektar yang secara geografis daerah praktek terletak pada koordinat 121° 49'49" BT dan 05°15'59" LS.

Morfologi wilayah ini terdiri dari perbukitan terjal dan berbukit-bukit. Di bagian tengah dan timur pulau terdapat perbukitan tinggi, biasanya 400–1.400 mdpl dengan lereng terjal, dikelilingi deretan perbukitan. Secara umum, wilayah barat dan selatan Pulau Kabaena mempunyai lereng landai hingga curam dengan ketinggian berkisar antara 50 hingga 200 mdpl.

Topografi suatu wilayah mempunyai pengaruh besar terhadap sirkulasi air dan bahan kimia lainnya. Air akan mengalir lebih lambat di daerah miring agar memiliki lebih banyak waktu untuk merembes melalui pori-pori atau rekahan batuan. Mayoritas akumulasi sedimen terjadi di wilayah dengan kemiringan sedang hingga sedang, yang menunjukkan bahwa bentuk topografi menentukan ketebalan pelapukan (Lintjewas dkk., 2019).

Perencanaan yang efektif sangat penting bagi operasi penambangan untuk menjamin produktivitas, dengan ukuran utama adalah pencapaian target produksi bulanan perusahaan

sebesar ton. Variabel pendukung seperti kondisi kerja, kinerja mesin, waktu siklus (waktu sirkulasi), dan kondisi meteorologi (iklim) selama kegiatan produksi akan menjalankan persyaratan tersebut (Arif, 2002).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di WIUP PT Timah Investasi Mineral

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah analisis kuantitatif deskriptif melalui analisis korelasi statistik antara produktivitas, kemampuan produksi alat mekanis, dan efisiensi kerja. Observasi dan pengamatan langsung di lapangan dilakukan dengan pengamatan dan pengambilan data kerja alat gali dan alat muat. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan sekunder. Data primer meliputi waktu edar (*cycle time*), produktivitas, dan efisiensi kerja alat gali dan muat.

Data sekunder yang digunakan adalah target produksi perusahaan, peta IUP Perusahaan, jadwal kerja, *density* bahan galian, dan spesifikasi alat. Pengolahan data dilakukan dengan mencari nilai total *cycle time* alat gali dan alat angkut, produktivitas alat, *fill factor* alat muat, *swell factor*, efisiensi kerja, dan hambatan produksi.

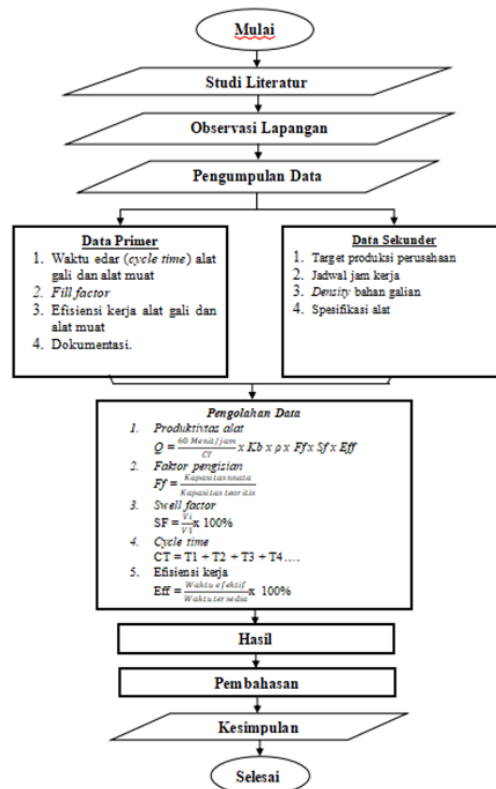
Kegiatan penambangan dilakukan pada pit arjun dengan luasan ± 9 Ha, dengan menggunakan metode tambang terbuka. Adapun jenis metode penambangan yaitu *Open pit*. Kegiatan penambangan dimulai pada pukul 07.00 dengan waktu istirahat pada pukul 12.00 – 13.00, kemudian pekerjaan dilanjutkan sampai pukul 17.00. Kegiatan penambangan dilakukan dengan menggunakan alat gali dan alat muat *excavator* Komatsu tipe *PC 210*.



Gambar 2. Alat gali dan alat muat *Excavator komatsu PC 210*

Kegiatan penggalian yang dilakukan di lokasi penelitian dengan mengambil material dari kondisi aslinya (*insitu*) pada lokasi penambangan. Hasil galian kemudian dikumpul pada permukaan dekat dengan lokasi penggalian yang kemudian selanjutnya akan dilakukan pemuatan dan pengangkutan langsung ke *stockpile*.

Sedangkan kegiatan pemuatan yang dilakukan dengan pemindahan material hasil penggalian menggunakan alat muat berupa *excavator* kedalam alat angkut. Bijih nikel yang telah ditumpuk di lokasi penggalian akan di muat ke dalam alat angkut menggunakan alat mekanis *Excavator komatsu PC 210*. Berikut bagan alir penelitian yang dilakukan selama kegiatan penelitian:



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian



Berdasarkan jam kerja yang telah disiapkan oleh perusahaan yaitu dengan 9 jam per hari dan 30 hari kerja dalam sebulan maka jam kerja tersedia adalah 540 menit/hari. Waktu jam kerja pada PT. Timah Investasi Mineral dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Waktu kerja tersedia PT. Timah Investasi Mineral

Hari	Jam Kerja	Waktu Istrahat	Jumlah Jam kerja
Senin - Kamis	07.00 - 12.00	12.00 - 13.00	9 Jam
	13.00 - 17.00		
Jumat	07.00 - 12.00	12.00 - 13.00	9 Jam
	13.00 - 17.00		
Sabtu - Minggu	07.00 - 12.00	12.00 - 13.00	9 Jam
	13.00 - 17.00		
Rata-rata			540 Menit

Sumber (PT. Timah Investasi Mineral, 2022)

Data *cycle time* merupakan waktu edar alat dalam satu siklus kerja yang diambil secara langsung pada saat alat beroperasi. Data *cycle time* merupakan salah satu input data yang digunakan dalam perhitungan produktivitas alat. Pengambilan data *cycle time* untuk material *ore* dilakukan pada Pit Arjun PT. Timah Investasi Mineral. Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan, didapatkan data *cycle time* sebagai berikut:

$$CT = T1 + T2 + T3 + T4$$

- dimana **CT** = Waktu edar alat gali muat (detik)
T1 = Waktu menggali (detik)
T2 = Waktu berputar/*swing isi* (detik)
T3 = Waktu menumpahkan (detik)
T4 = Waktu berputar/*swing kosong* (detik).

(Utama dkk., 2021)

Tabel 2. Data *Cycle Time* Alat Gali *Excavator Komatsu PC 210*

No	Hari/Tanggal	Waktu (Detik)				<i>Cicle time</i>
		<i>Digging time</i>	<i>Swing load time</i>	<i>Dumping time</i>	<i>Swing empty time</i>	
1.	Senin, 26 Desember 2022	5,96	5,15	3,20	4,98	19,29
2.	Selasa, 27 Desember 2022	6,09	5,40	3,30	4,87	19,67
3.	Rabu, 28 Desember 2022	5,64	5,07	3,27	4,69	18,67
4.	Kamis, 29 Desember 2022	5,95	5,35	3,33	4,66	19,29
Rata-rata detik						19,16

Tabel 3. Data *cycle time* alat muat *Excavator Komatsu PC 210*

No	Hari/Tanggal	Waktu (Detik)				Cicle time
		<i>Digging time</i>	<i>Swing load time</i>	<i>Dumping time</i>	<i>Swing empty time</i>	
1.	Senin, 26 Desember 2022	5,51	5,00	2,48	4,25	17,25
2.	Selasa, 27 Desember 2022	4,80	4,60	3,03	4,16	16,59
3.	Rabu, 28 Desember 2022	5,10	4,88	3,38	4,54	17,90
4.	Kamis, 29 Desember 2022	5,12	4,94	3,35	4,44	17,85
Rata-rata detik						17,40

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efisiensi Kerja

Rasio waktu yang dihabiskan untuk bekerja dengan waktu yang tersedia dikenal sebagai efisiensi kerja. Tujuan perhitungan efisiensi kerja adalah untuk mengevaluasi seberapa baik suatu kegiatan dilaksanakan. Berikut efisiensi kerja alat PT Timah Investasi Mineral (Sari, 2016):

$$\text{Eff} = \frac{\text{Waktu Efektif}}{\text{Waktu tersedia}} \times 100 \%$$

Tabel 4. Efisiensi Kerja Alat Gali *Excavator Komatsu PC 210*

No	Kegiatan	Waktu (menit)
1	Total waktu kerja (W)	540
2	waktu kerja efektif	350
3	Total waktu kerja delay	120
4	Total waktu stanby	70
5	Total waktu repair	0
Efisiensi kerja		65%

Tabel 5. Efisiensi Kerja Alat Muat *Excavator Komatsu PC 210*

No	Kegiatan	Waktu (menit)
1	Total waktu kerja (W)	540
2	Waktu kerja efektif	260
3	Total waktu kerja delay	160
4	Total waktu stanby	120
5	Total waktu repair	0
Efisiensi kerja		48%

Swell Factor

Berdasarkan data yang diperoleh dari pihak perusahaan, *density insitu* adalah 1,358 ton/m³ sedangkan *density Loose* 1,646 1.5 ton/m³. Maka dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:



$$SF = \frac{\text{Volume Insitu}}{\text{Volume Loose}} \times 100\%$$

diketahui :

$$\text{Density Insitu} = 1,358 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Density Loose} = 1,646 \text{ ton/m}^3.$$

Maka :

$$\begin{aligned} SF &= \frac{1,646 \text{ ton/m}^3}{1,358 \text{ ton/m}^3} \times 100\% \\ &= 1,21 \times 1 \\ &= 1,21 \% \end{aligned}$$

Fill Faktor

Faktor pengisian merupakan perbandingan antara kapasitas nyata suatu alat dengan kapasitas teoritis alat tersebut.

Tabel 6. Fill Faktor Alat Gali *Excavator Komatsu PC 210*

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Fill Factor (%)	100	100	110	100	110	110	100	100	110	100	
No	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Rata-Rata
Fill Factor (%)	100	110	110	110	110	100	100	110	110	100	
No	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Fill Factor (%)	100	100	100	110	110	110	110	110	100	110	105

$$Ff = \frac{\text{Kapasitas nyata}}{\text{kapasitas teoritis}} \times 100\%$$

dimana: Kapasitas nyata = 105

Kapasitas teoritis = 100

$$Ff = \frac{105}{100} \times 100\%$$

$$Ff = 105\%$$

Tabel 7. Fill Faktor Alat Muat *Excavator Komatsu PC 210*

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Fill Factor (%)	100	105	110	105	110	110	100	100	110	105	
No	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Rata-Rata
Fill Factor (%)	100	110	110	110	110	100	100	110	110	100	
No	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Fill Factor (%)	100	105	100	110	110	110	110	110	100	110	106

$$Ff = \frac{\text{Kapasitas nyata}}{\text{kapasitas teoritis}} \times 100\%$$



Kapasitas nyata = 106

Kapasitas teoritis = 100

$$Ff = \frac{106}{100} \times 100\%$$

$$Ff = 106\%$$

Produksi Alat Mekanis

Produksi alat mekanis merupakan jumlah material yang di peroleh suatu alat dalam setiap harinya. Dari hasil pengamatan yang dilakukan di lapangan, produktivitas alat gali dan alat muat sebagai berikut:

Produktivitas alat gali *Excavator komatsu PC 210*

$$Q = \frac{60 \text{ menit/jam}}{CT} \times Kb \times \rho \times Ff \times Sf \times Eff$$

Cycle Time : 19,16 detik = 0,32 menit

Kapasitas Bucket : 1,2 m³

Density : 1,358 ton/ m³

Swell Factor : 1,21

Efisiensi Kerja : 65 % = 0,65

Fill Factor : 105 % = 1,05

Waktu Kerja Efektif : 5,8 jam/hari

$$Q = \frac{60 \text{ menit/jam}}{0,32} \times 1,2 \text{ m}^3 \times 1,358 \text{ ton/ m}^3 \times 1,05 \times 1,21 \times 0,65$$

$$Q = 252,33 \text{ ton/jam}$$

$$= 252,33 \text{ ton/jam} \times 5,8 \text{ jam/hari}$$

$$= 1.464 \text{ ton/hari}$$

$$Q = 1.464 \text{ ton/hari} \times 30 \text{ hari}$$

$$Q = 43.920 \text{ ton/bulan}$$

Produktivitas alat muat *Excavator komatsu PC 210*

$$Q = \frac{60 \text{ menit/jam}}{CT} \times Kb \times \rho \times Ff \times Eff$$

Cycle Time : 17,40 detik = 0,29 menit

Kapasitas Bucket : 1,2 m³

Density : 1,646 ton/m³

Efisiensi Kerja : 48 % = 0,48

Fill Factor : 106 % = 1,06

Waktu Kerja Efektif : 4,3 jam/hari

$$Q = \frac{60 \text{ menit/jam}}{0,29 \text{ menit}} \times 1,2 \text{ m}^3 \times 1,646 \text{ ton/m}^3 \times 1,06 \times 0,48$$

$$Q = 207,93 \text{ ton/jam}$$

$$= 207,93 \text{ ton/jam} \times 4,3 \text{ jam/hari}$$

$$= 894,01 \text{ ton/hari}$$



$$Q = 894,01 \text{ ton/hari} \times 30 \text{ hari}$$

$$Q = 26.820,3 \text{ ton/bulan}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka dapat diketahui kemampuan alat gali (1 unit) Excavator PC 210 pada kegiatan penggalian pada PT. Timah Investasi Mineral sebesar 1.464 ton/hari dan 43.920 ton/bulan, untuk alat muat (1 unit) Excavator PC 210 sebesar 894,01 ton/hari dan 26.820,3 ton/bulan. Aktivitas produksi alat dalam penambangan nikel di daerah ini dipengaruhi efisiensi kerja alat, waktu edar (*cycle time*), dan waktu yang tidak efektif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan serta analisis data yang didapatkan dalam penelitian di Lokasi WIUP PT. Timah Investasi Mineral maka produktivitas Excavator komatsu PC 210 untuk kegiatan *ore getting* sebanyak satu unit adalah 1.464 ton/hari dan 43.920 ton/bulan. Produktivitas Excavator komatsu PC 210 untuk kegiatan pemuatan sebanyak satu unit adalah 894,01 ton/hari dan 26.820,3 ton/bulan. Kegiatan penambangan di lokasi penelitian dipengaruhi oleh efisiensi kerja alat, waktu edar (*cycle time*), dan waktu yang tidak efektif yang tidak direncanakan sebelumnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada seluruh jajaran pimpinan dan karyawan PT. Timah Investasi Mineral yang telah banyak membantu seluruh rangkaian kegiatan penelitian ini. Salam hormat kepada seluruh aparat pemerintahan daerah Kabaena Barat, Bombana atas izin dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alan, M., Rianto, D. J., dan Oktavia, M. 2021. *Evaluasi Kinerja Alat Mekanis Pada Kegiatan Pengupasan Tanah Penutup Di PT. Seluma Prima Coal Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun*. Mine Magazine, 2 (1).
- Amanda, R. F., 2020. *Studi Karakteristik Mineralogi dan Geokimia Endapan Bijih Nikel Laterit Sebagai Implikasi Dalam Pengolahan (Studi Kasus: Blok B Pt Sinar Jaya Sultra Utama Site Waturambaha)*. skripsi. Universitas Hasanuddin.
- Arif, I., 2002. Perencanaan Tambang. Departemen Teknik Pertambangan, ITB. Bandung.
- Faiz, M. A., Sufriadin, S. dan Widodo, S., 2020. *Analisis Perbandingan Kadar Bijih Nikel Laterit Antara Data Bor dan Produksi Penambangan: Implikasinya Terhadap Pengolahan Bijih Pada Blok X, PT. Vale Indonesia, Tbk. Sorowako, Jurnal Penelitian Enjiniring*, 24(1), 93-99.
- Karim, R. dan Temarwut, M., 2021. *Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut*, Jurnal Teknik, 14, 1-8.
- Ladianto, H. Z., dan Ernawati, R., 2019. *Evaluasi Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut untuk Memenuhi Target Produksi Bulanan Pengupasan Overburden Pada Penambangan Nikel Di Blok B Pt.Paramitha Persada Tama Provinsi Sulawesi Tenggara*: Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan Dan Kelautan, 1(1), 208-213.
- Lintjewas, L., Setiawan, I., dan Al Kausar, A., 2019. *Profil Endapan Nikel Laterit Di Daerah Palangga, Provinsi Sulawesi Tenggara*. Riset Geologi dan Pertambangan, 29(1), 91-104
- Sari, A.S., Febyeta, D., dan Wahono, B.H., 2016. *Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut Untuk Pencapaian Target Produksi Batugamping Sebesar 24.500 Ton/Hari pada Chruser Tuban I PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Kabupaten Tuban Provinsi Jawa Timur, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan IV*. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.



MINETECH JOURNAL

Mining Science and Technology Journal, Volume 2, Nomor 3: Desember 2023, Hal.201-210

Utama,K.H., Adnyano,I.A., dan Faisal Mukarrom,F.,2021. Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Batu Tras. Mining Insight, 2(2), 61-70.