

Analisis Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Pemindahan Overburden Penambangan Batubara PT Duta Tambang Rekayasa di Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara

Adam Sutodrono^{*}, Zaenal, Sriyanti

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

* sutodrono.as@gmail.com zaenal.mq66@gmail.com sriyanti.tambang@yahoo.com

Abstract. The research method used is to make measurements first, such as available time, productive time, inhibition time, circulation time, bucket capacity, material weight, material volume. The measurement of cycle time is aimed at digging and loading equipment and conveyance pairs in one mining cycle. The data processing carried out is looking for production and efforts to increase production on overburden removal. Environmental conditions in the 2017-2021 timeframe have an average rainfall of 219.25 mm/year. The efficiency of the loading and digging equipment is 77.92%, while for the transportation equipment it is 80.40%. The circulation time obtained for the digging equipment is 26.87 seconds or 0.45 minutes, and for the transportation equipment it is 5.47 minutes. The Swell Factor obtained was 79.86%, and the Fill Factor was 85.05%. Production results of loading and unloading equipment amounted to 473,20 tons/hour, and transportation equipment amounted to 473,98 tons/hour. The compatibility value of the tool is 0.97. The production target was 558.60 tons/hour. From this target, the production of loading and hauling equipment had not been achieved, then the compiler made efforts to improve production.

Keywords: *Work Efficiency, Swell Factor, Fill Factor.*

Abstrak. Metode penelitian yang dilakukan adalah melakukan pengukuran terlebih dahulu, seperti waktu tersedia, waktu produktif, waktu hambatan, waktu edar, kapasitas bucket, berat material, volume material. Pengukuran waktu edar ditujukan pada alat gali-muat serta pasangan alat angkut dalam satu siklus penambangan. Pengolahan data yang dilakukan adalah mencari produksi dan upaya peningkatan produksi pada pemindahan overburden. Kondisi lingkungan dalam rentang waktu 2017-2021 memiliki curah hujan rata-rata 219,25 mm/tahun. Efisiensi alat gali muat sebesar 77,95 %, sedangkan untuk alat angkut senilai 80,45 %. Waktu edar yang didapatkan pada alat gali muat sebesar 26,87 detik atau 0,45 menit, serta untuk alat angkut sebesar 5,47 menit. Swell Factor yang didapatkan sebesar 79,88 %, dan Fill Factor sebesar 85,05 %. Hasil Produksi alat gali muat sebesar 473,20 ton/jam, serta alat angkut sebesar 473,98 ton/jam. Nilai keserasian alat adalah 0,97. Target produksi adalah 558,60 ton/jam dari target tersebut produksi alat gali muat dan angkut belum tercapai, kemudian penyusun melakukan upaya perbaikan produksi

Kata Kunci: *Efisiensi Kerja, Swell Factor, Fill Factor.*

A. Pendahuluan

PT Duta Tambang Rekayasa merupakan perusahaan yang dipercaya oleh PT Medco Energy Mining untuk bergerak dalam bidang pertambangan batubara dengan daerah operasi terletak di Kecamatan Siemenggaris, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara. Hal yang perlu diperhatikan pada kegiatan penambangan overburden batubara di perusahaan ini adalah mengenai produksi alat gali muat dan angkut.

Metode yang digunakan dalam penambangan batubara adalah tambang terbuka dengan tipe area mining, pengoperasian alat mekanis seperti back hoe sebagai alat gali muatnya dan dump truck sebagai alat angkutnya. Untuk mendapatkan batubara hal penting yang mesti dilakukan adalah mengupas dan memindahkan overburden. Parameter keberhasilan dari kegiatan tersebut adalah tercapainya produksi yang dijalankan oleh alat gali-muat dan angkut dengan cara yang paling efektif agar hasil yang diperoleh maksimal.

Penelitian di perusahaan ini dilakukan untuk menganalisis hal-hal yang berpengaruh pada tidak tercapainya produksi, guna mendapatkan penyelesaian masalah untuk mencapai target produksi pengupasan overburden.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui efisiensi kerja alat gali-muat dan angkut pada pengupasan overburden.
2. Mengetahui hasil produksi alat gali-muat dan angkut.
3. Mengetahui faktor keserasian alat gali-muat dan angkut.
4. Mengetahui perbaikan produksi alat gali-muat dan angkut.

B. Metodologi Penelitian

Teknik pengambilan data yang digunakan sebagai penunjang penelitian meliputi data primer dan data sekunder. Data primer terdiri dari: waktu edar alat gali-muat Hitachi ZX-870, waktu edar alat angkut Volvo FMX 400, waktu kerja, waktu hambatan, jarak angkut dari front load menuju disposal, jumlah unit alat angkut yang berpasangan dengan alat gali muat. Data sekunder diambil dari data-data yang sudah dipublikasi seperti peta administrasi, peta topografi, peta morfologi, peta geologi, curah hujan BPS, dan spesifikasi alat gali-muat dan angkut.

Teknik pengolahan data yang digunakan adalah observasi yang merupakan pengamatan langsung untuk mendapatkan gambaran detail dari kegiatan, kemudian untuk perhitungan data dibantu dengan metode matematika dengan menggunakan aplikasi penunjang.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Ketersediaan alat (Availability) dibagi menjadi beberapa bagian yaitu sebagai berikut (Prodjomumarto, Partanto. 1993).

1. Alat Gali-Muat Hitachi ZX-870

Ketersediaan Mekanik (*Mechanical Availability* (MA))

$$MA = \frac{8,43 \text{ jam}}{8,43 \text{ jam} + 0,02 \text{ jam}} \times 100 \% = 99,81 \%$$

Ketersediaan Fisik (*Physical Availability* (PA))

$$PA = \frac{8,43 \text{ jam} + 2,37 \text{ jam}}{8,43 \text{ jam} + 2,37 \text{ jam} + 0,02 \text{ jam}} \times 100 \% = 99,85 \%$$

Ketersediaan Pemakaian (*Use Of Availability* (UA))

$$UA = \frac{8,43 \text{ jam}}{8,43 \text{ jam} + 2,37 \text{ jam}} \times 100 \% = 78,03 \%$$

Efisiensi Kerja (*Effective Utilization* (EU))

$$EU = \frac{8,43 \text{ jam}}{8,43 \text{ jam} + 2,37 \text{ jam} + 0,02 \text{ jam}} \times 100 \% = 77,92\%$$

2. Alat Angkut Volvo FMX 400

Ketersediaan Mekanik (*Mechanical Availability (MA)*)

$$MA = \frac{8,69 \text{ jam}}{8,69 \text{ jam} + 0,05 \text{ jam}} \times 100 \% = 99,38 \%$$

Ketersediaan Fisik (*Physical Availability (PA)*)

$$PA = \frac{8,69 \text{ jam} + 2,07 \text{ jam}}{8,69 \text{ jam} + 2,07 \text{ jam} + 0,05 \text{ jam}} \times 100 \% = 99,50 \%$$

Ketersediaan Pemakaian (*Use Of Availability (UA)*)

$$UA = \frac{8,70 \text{ jam}}{8,70 \text{ jam} + 2,07 \text{ jam}} \times 100 \% = 80,81 \%$$

Efisiensi Kerja (*Effective Utilization (EU)*)

$$EU = \frac{8,70 \text{ jam}}{8,70 \text{ jam} + 2,07 \text{ jam} + 10,82 \text{ jam}} \times 100 \% = 80,41 \%$$

Tabel 1. Data Swell Factor

Density Loose Rata - Rata (ton/LCM)	Density Insitu (ton/BCM)	SF (%)
1,07	1,33	79,88

Sumber: Adam, 2022

Density Insitu = 1,33 ton/BCM

Density Loose = 1.07 ton/LCM

$$\text{Swell Factor} = \frac{\text{Density Loose}}{\text{Density Insitu}} \times 100\% = \frac{1,07}{1,33} \times 100\% = 79,88 \%$$

Tabel 2. Data Fill Factor

EXCAVATOR (BACKHOE)			
Kapasitas Bucket		FF (%)	FF Rata - Rata (%)
V Aktual	V Teoritis		
3,6592	4,3	85,0980	85,0500
3,4110	4,3	79,3256	
3,9012	4,3	90,7264	

Produksi Alat Gali-Muat dan Angkut

Produksi alat dalam penelitian terbagi menjadi dua, yaitu pada alat gali-muat, dan alat angkut.

1. Produksi Excavator Hitachi ZX-870

Produktivitas alat gali-muat dihitung dengan rumus berikut ini :

$$P_{ml} = \frac{E_m \times 60 \times H_m \times FF_m \times SF}{C_m}$$

$$P_{ml} = \frac{77,92 \% \times 60 \times 5 \text{ LCM} \times 85,05 \% \times 79,88 \%}{0,447 \text{ menit}}$$

$$P_{ml} = 354,72 \text{ BCM/jam/alat}$$

Produksi :

BCM

$$\begin{aligned}
P_m &= P_{m1} \times n_m \\
&= 358,49 \text{ BCM/jam/alat} \times 1 \text{ Alat} \\
&= 354,72 \text{ BCM/jam} \\
\text{Tonase} \\
P_m &= P_{m1} \times n_m \times \text{Density Insitu} \\
&= 358,49 \text{ BCM/jam/alat} \times 1 \text{ alat} \times 1,33 \text{ ton/BCM} \\
&= 473,20 \text{ ton/jam} \\
&= 473,20 \text{ ton/jam} \times 10,71 \text{ jam/hari} &= 5.070,03 \text{ ton/hari} \\
&= 5.070,03 \text{ ton/hari} \times 30 \text{ hari} &= 152.100,91 \text{ ton/bulan} \\
&= 152.100,91 \text{ ton/bulan} \times 12 \text{ bulan} &= 1.825.210,89 \text{ ton/tahun}
\end{aligned}$$

2. Produksi Dump Truck Volvo FMX 400

Berikut ini perhitungan produktivitas alat angkut berdasarkan parameter data-data pengamatan dan pengolahan, dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
P_{a1} &= \frac{E_a \times 60 \times (n_p \times H_m \times FF_m) \times SF}{C_a} \\
P_{a1} &= \frac{80,40\% \times 60 \times (3 \times 5 \text{ LCM} \times 85,05\%) \times 79,88\%}{5,47 \text{ menit}} \\
P_{a1} &= 89,85 \text{ BCM/jam/alat}
\end{aligned}$$

Produksi :

BCM

$$\begin{aligned}
P_a &= P_{a1} \times n_a \\
&= 92,28 \text{ BCM/jam/alat} \times 3,95 \text{ alat} \\
&= 355,31 \text{ BCM/jam}
\end{aligned}$$

Tonase

$$\begin{aligned}
P_a &= P_{a1} \times n_a \times \text{Density Insitu} \\
&= 92,28 \text{ BCM/jam/alat} \times 3,95 \text{ alat} \times 1,33 \text{ ton/BCM} \\
&= 473,98 \text{ ton/jam} \\
&= 473,98 \text{ ton/jam} \times 10,71 \text{ jam/hari} &= 5.078,33 \text{ ton/hari} \\
&= 5.078,33 \text{ ton/hari} \times 30 \text{ hari} &= 152.349,86 \text{ ton/bulan} \\
&= 152.349,86 \text{ ton/bulan} \times 12 \text{ bulan} &= 1.828.198,35 \text{ ton/tahun}
\end{aligned}$$

Dari hasil produksi alat gali muat dan angkut timbul permasalahan produksi yang belum mencapai target sebesar 558,6 ton/jam.

Faktor Keserasian Alat (Match Factor)

Nilai match Factor dapat dihitung dengan menggunakan data yang didapat dari hasil penelitian dilapangan dengan cara perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
MF &= \frac{n_a \times L_{tm}}{n_m \times C_a} & L_{tm} &= C_m \times n_p \\
MF &= \frac{3,95 \times 1,34 \text{ Menit}}{1 \times 5,47 \text{ Menit}} & L_{tm} &= 0,45 \text{ menit} \times 3 \text{ bucket} \\
MF &= 0,97 & L_{tm} &= 1,34 \text{ menit}
\end{aligned}$$

Efisiensi Kerja

Dari data yang telah diperoleh maka didapatkan efisiensi rata-rata 77,92% hal ini terjadi karena terdapat delay time yang cukup tinggi. Faktor yang paling mempengaruhi besarnya hambatan yaitu pada waktu tunggu dump truck 32,05 menit, hujan 26,05 menit, perapihan loading point 19,32 menit, Hal ini dapat di akibatkan dari, kondisi front loading, dan kondisi material. Oleh karena itu perlu sering dilakukan perawatan oleh tim support dengan alat motor grader. Permukaan area loading point tidak dilakukan pengompakan karena masih dalam tahap produksi.

Dari pengamatan dapat diperoleh rata rata efisiensi kerja dump truck sebesar 80,45%. Hambatan yang paling mempengaruhi pada pengamatan ini yaitu waktu hujan dengan nilai 26,05 menit, dan hambatan lainnya yaitu perapihan loading point, antrian dump truck, perpindahan front loading, isi fuel, sliperry, dan repair. Setelah hujan perlu diperhatikan

kondisi jalan karena berakibat jalan menjadi licin serta mengalami penyempitan oleh spoil, permasalahan ini dapat diselesaikan dengan bantuan motor grader untuk meratakan spoil yang membuat jalan menjadi sempit.

Produksi Alat Gali-Muat dan Angkut

Rata-rata produksi excavator adalah 473,20 ton/jam, dengan kategori belum memenuhi target produksi perusahaan yaitu 558,6 ton/jam. Hal ini terjadi karena Cycle Time excavator sebesar 26,87 detik. Faktor yang mempengaruhi besarnya Cycle Time excavator adalah waktu gali, waktu swing, dan waktu penumpahan material. Hal ini dapat diatasi dengan upaya perbaikan produksi.

Rata-rata produksi dump truck adalah 473,98 ton/jam, dengan kategori belum memenuhi target produksi perusahaan yaitu 558,6 ton/jam, Hal ini dipengaruhi oleh Cycle Time dump truck sebesar 5,47 menit. Faktor yang mempengaruhi besarnya Cycle Time Dump Truck adalah waktu pemuatan, angkut, manuver, dan penumpahan material. Hal ini dapat diatasi dengan upaya perbaikan produksi. Tabel 5.1 merupakan produksi aktual alat gali muat dan angkut.

Tabel 3. Produksi Aktual

Produksi Aktual		
Keterangan	Excavator	Dump Truck
Jam (ton/jam)	473,20	473,98
Harian (ton/hari)	5.070,03	5.078,33
Bulanan (ton/bulan)	152.100,91	152.349,86
Tahunan (ton/tahun)	1.825.210,89	1.828.198,35

Analisis Match Factor

Dari pengamatan dapat diperoleh nilai match faktor aktual kurang dari 1 namun hampir mendekati yaitu senilai 0,97 yang artinya kinerja excavator lebih sedikit dari pada kinerja alat angkut. Faktor penyebab dari nilai match factor kurang dari satu adalah Cycle Time dump truck yang besar, Hal ini dipengaruhi dari hauling time yang relatif besar.

Perbaikan Waktu Edar

Upaya peningkatan waktu edar pada alat gali-muat dengan melakukan pengawasan kepada operator alat gali muat, menghindari terjadinya pola pemuatan double bench loading yang mengharuskan alat gali muat mengambil material dari dua sisi, sehingga berakibat sudut swing alat gali-muat melebihi 90o, serta menghindari pola pemuatan bottom loading karena berpotensi bucket alat gali-muat mengangkat terlalu tinggi. Pola pemuatan yang ideal digunakan adalah top loading, karena posisi alat gali muat lebih tinggi dari alat angkut sehingga bucket excavator mengangkat dengan ideal, kemudian apabila area loading point luas, dianjurkan melakukan pola pemuatan excavator terhadap jumlah dump truck yaitu double back up, yang artinya dump truck memosisikan diri untuk dimuati pada dua tempat, hal ini untuk mengurangi waktu tunggu dump truck.

Menurut kepmen ESDM No 1827 K/30/MEM/2018 tentang pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik, bahwa lebar jalan tambang atau produksi mempertimbangkan alat angkut terbesar yang melintasi jalan tersebut, paling kurang adalah tiga setengah kali lebar alat angkut terbesar, untuk jalan tambang dua arah. Maka lebar jalan ideal adalah :

Lebar Komatsu Motor Grader GD705-5 = 4,32 m

Lebar Jalan Ideal = 4,32 m x 3,5

Lebar Jalan Ideal = 15,12 m

Kondisi jalan angkut ketika mengalami penyempitan oleh spoil adalah 7,5 m, hal ini mempengaruhi waktu edar alat angkut yang menjadi besar karena lebar jalan yang tidak sesuai ketentuan. Oleh karena itu diperlukan pengawasan pada alat support untuk segera merawat

jalan agar lebar tetap sesuai.

Peningkatan produksi dipengaruhi oleh waktu edar, apabila waktu edar berkurang maka kinerja alat semakin cepat, hal ini berpengaruh pada peningkatan produksi. Tabel 4 merupakan rekomendasi waktu edar yang dapat meningkatkan produksi.

Tabel 4. Waktu Edar Alat Gali-Muat dan Angkut setelah Perbaikan

Material	Jenis Alat	CT (detik)
<i>Overburden</i>	<i>Hitachi ZX-870</i>	24,19
<i>Overburden</i>	<i>Volvo FMX 400</i>	278,58

Perbaikan Produksi

Tujuan perbaikan produksi alat adalah untuk mengetahui peningkatan produksi setelah dilakukan perbaikan berupa waktu edar pada alat gali-muat dan angkut. Maka diperlukan rekomendasi waktu edar, dengan rekomendasi tersebut maka jumlah produksi diharapkan dapat meningkat, Berikut merupakan perhitungan perbaikan sesuai dengan rekomendasi:

1. Produksi Alat Gali-Muat setelah Perbaikan

Rata-rata produksi alat gali-muat setelah dilakukan perbaikan dengan nilai sebagai berikut:

$$C_m \text{ target} = 24,19 \text{ detik}$$

$$P_{m1} = \text{Kemampuan produktivitas alat muat (LCM/jam/alat)}$$

$$H_m = 5 \text{ m}^3$$

$$FF_m = 85,05 \%$$

$$E_m = 82,89 \%$$

$$SF = 79,88 \%$$

$$P_{m1} = \frac{82,89\% \times 3600 \times 5 \text{ m}^3 \times 85,05\% \times 79,88\%}{24,19 \text{ detik}} = 419,04 \text{ BCM/jam/alat}$$

$$P_m = 419,04 \text{ BCM/jam/alat} \times 1 \text{ alat} = 419,04 \text{ BCM/jam}$$

$$P_m = 419,04 \text{ BCM/jam} \times 1,33 \text{ ton/BCM} = 559,00 \text{ ton/jam}$$

$$= 559,00 \text{ ton/jam} \times 10,82 \text{ jam/hari} = 6.047,35 \text{ ton/hari}$$

$$= 6.047,35 \text{ ton/hari} \times 30 \text{ hari} = 181.420,61 \text{ ton/bulan}$$

$$= 181.420,61 \text{ ton/bulan} \times 12 \text{ bulan} = 2.177.047,26 \text{ ton/tahun}$$

Setelah dilakukan perbaikan didapatkan hasil produksi 559,00 ton/jam dengan nilai sebelumnya yaitu 478,23 ton/jam, kemudian target produksi adalah 558,6 ton/jam. Dari nilai perbaikan tersebut maka produksi mencapai target.

2. Produksi Alat Angkut setelah Perbaikan

Rata-rata produksi alat angkut setelah dilakukan perbaikan dengan nilai sebagai berikut:

$$C_a \text{ target} = 278,58 \text{ detik}$$

$$P_{a1} = \text{Kemampuan produktivitas alat muat (LCM/jam/alat)}$$

$$H_a = 5 \text{ m}^3$$

$$FF_a = 85,05 \%$$

$$E_a = 80,40 \%$$

$$SF = 79,88 \%$$

$$P_{a1} = \frac{80,40\% \times 3600 \times 5 \text{ m}^3 \times 85,05\% \times 79,88\%}{278,58 \text{ detik}} = 105,94 \text{ BCM/jam/alat}$$

$$P_a = 119,10 \text{ BCM/jam/alat} \times 3,95 \text{ alat} = 418,95 \text{ BCM/jam}$$

$$P_a = 418,95 \text{ BCM/jam} \times 1,33 \text{ ton/BCM} = 558,88 \text{ ton/jam}$$

$$= 558,88 \text{ ton/jam} \times 10,82 \text{ jam/hari} = 6.046,04 \text{ ton/hari}$$

$$= 6.046,04 \text{ Ton/hari} \times 30 \text{ Hari} = 181.381,30 \text{ ton/bulan}$$

$$= 181.381,30 \text{ ton/bulan} \times 12 \text{ bulan} = 2.176.575,64 \text{ ton/tahun}$$

Setelah dilakukan perbaikan didapatkan hasil produksi 558,88 ton/jam, dengan nilai

sebelumnya yaitu 477,97 ton/jam, kemudian target produksi adalah 558,6 ton/jam. Dari nilai perbaikan tersebut maka produksi mencapai target.

D. Kesimpulan

Berikut ini merupakan kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang telah dilakukan dilapangan:

1. Efisiensi rata-rata alat gali muat adalah 77,92% dan alat angkut 80,45%. Besarnya efisiensi dipengaruhi dari waktu hambatan alat.
2. Produksi alat gali-muat sebesar 473,20 ton/jam dan alat angkut 473,98 ton/Jam, hasil tersebut belum mencapai target produksi dengan nilai 558,6 ton/Jam.
3. Nilai keserasian antara alat gali-muat Hitachi ZX-870 dengan alat angkut adalah 0,97, nilai ini hampir mendekati standar teoritis yaitu 1.
4. Perbaikan produksi alat gali-muat sebesar 559,00 ton/jam dan alat angkut 558,88 ton/Jam, hasil tersebut mencapai target produksi dengan nilai 558,6 ton/Jam.

Acknowledge

1. Dosen beserta Staff Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung. Bapak Dr. Ir. Yunus Ashari, M.T. selaku Ketua Prodi, Bapak Noor Fauzi Isnarno, S.Si., S.Pd., M.T. selaku Sekretaris Prodi, Bapak Ir. Zaenal, M.T. selaku Pembimbing, Ibu Sriyanti S.T., M.T. selaku Co-pembimbing, Ibu Dr. Ir. Sri Widayati, S.T., M.T. selaku wali dosen beserta seluruh dosen dan Staff yang senantiasa memberikan bimbingan dan dukungan kepada penyusun.
2. Kepada orang tua, Bapak Munawar dan Ibu Yetty Muslich terimakasih karena memberikan dukungan penuh kepada penyusun.
3. PT Duta Tambang Rekrayasa yang telah memberikan kesempatan serta fasilitas bagi penyusun untuk melakukan penelitian.
4. Keluarga Besar Tambang Unisba 2018, terimakasih atas dukungan, do'a, serta perjuangan bersama selama masa kuliah.

Daftar Pustaka

- [1] Ady Winarko, dkk., 2015, "Evaluasi Teknis Geometri Jalan Angkut Overburden Untuk Mencapai Target Produksi 240.000 BCM/bulan di Site Project Mas Lahat PT Ulina Nitra Sumatera Selatan", Halaman 9 Sumatera Selatan, Universitas Sriwijaya.
- [2] Anonim, 2017, "Handbook Hitachi ZX870H-5G ZX870LCH-5G", Japan.
- [3] Anonim, 2019, "Handbook Volvo Truck FMX 400", Swedia.
- [4] Hartman, H., 1987, "Introductory Mining Engineering", The University of Alabama, Tuscaloska Alabama.
- [5] Hustrulid, W. And Kuchta M, 2013, "Open Pit Mine Planning & Design Volume 3", Balkema, Rotterdam, Brookfield.
- [6] Herlambang, 1997, "Evaluasi Produktivitas Alat gali-muat Ex-2500 dan Alat Angkut Truk Curah Euclid R-90c Binungan Mine Operation PT Berau Coal, Tanjung Redeb, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur", Bandung: ITB.
- [7] Ilahi, R. R., Ibrahim, E., Suwardi, F. S. (2014). Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dumpruck) Pada Pengupasan Tanah Penutup Bulan September 2013 Di Pit 3 Banko Barat PT Bukit Asam (Persero) Tbk UPTE. Jurnal Ilmu Teknik. Universitas Sriwijaya.
- [8] Jamalul Insan, 2020, "Kajian Produksi Pengiriman Bijih Nikel untuk Mencapai Target Produksi 1.500.000 Ton Per Tahun di PT Gag Nikel, Distrik Waigeo, Kecamatan Waigeo Barat, Kabupaten Kepulauan Raja Ampat Provinsi Papua Barat", Bandung: Universitas Islam Bandung. 333 Halaman
- [9] Kadir, Effendi, 2008, "Pemindahan Tanah Mekanis", Universitas Sriwijaya, Palembang.
- [10] M, Rizqi Wicaksono, 2020, "Evaluasi Jalan Tambang Berdasarkan Teori AASHTO untuk Meningkatkan Produksi Pengupasan dan Pengangkutan Overburden pada

- Kegiatan Penambangan Batubara di Area Roto South Pit G PT Kideco Jaya Agung, Desa Batu Kajang Kecamatan Batu Sopang, Kabupaten Paser Kalimantan Timur”, Bandung, Universitas Islam Bandung, 148 Halaman.
- [11] Pramana, D. P., Sudyanto, A., Setyowati, I. (2015). Kajian Teknis Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Untuk Memenuhi Target Produksi Pengupasan Overburden Penambangan Batubara PT Citra Tobindo Sukses Perkasa Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi. *Jurnal Teknologi Pertambangan*. 1 (2): 61-68
- [12] Prodjosumarto, Partanto, 1993, “Pemindahan Tanah Mekanis”, Departemen Tambang Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [13] Prodjosumarto, Partanto, 2000, “Tambang Terbuka (Surface Mining)”, Departemen Pertambangan, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [14] Rochmanhadi, 1992, “Alat-alat Berat dan Kegunaanya“, Jakarta : Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. 240 Halaman
- [15] Shaddad, Aqsal Ramadhan, dkk, 2016, “Analisis Keserasian Alat Mekanis (Match Factor) untuk Peningkatan Produktivitas”, *Jurnal Geomine*, Vol 4, No, 3.
- [16] Sutaryo, 2022, “Pertambangan Indonesia”, Bphn.go.id.
- [17] Suwandi, A., 2001, “Optimalisasi Produksi Alat Berat“, badan pendidikan dan pelatihan energi dan sumberdaya mineral, pusat pendidikan dan pelatihan teknologi mineral dan batubara, departemen energi dan sumber daya mineral RI, Bandung.
- [18] Walter W, Kaufman and James, 1977, “Design of Surface Mine Haulage Road-Manual”, United States Departement of The Interior, Berau of Mines.
- [19] Wedhanto, Sonny, 2009, ”Alat Berat Dan Pemindahan Tanah Mekanis”, Universitas Negeri Malang, Malang.