

KAJIAN PRODUKSI ALAT GALI - MUAT DAN ANGKUT SERTA ANALISIS URCI PADA PERTAMBANGAN BIJIH NIKEL PT. PUTRA PERKASA ABADI PROVINSI SULAWESI TENGGARA

Lukas Kristian Agung Sihrahmat¹, Agustinus Isjudarto², Hidayatullah Sidiq³

¹Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Jl. Babarsari No. 1 Depok, Sleman, Yogyakarta.
Telp. (0274) 485390, 486986 Fax: (0274) 487249

²Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, ITNY

e-mail : lukaskristian04@gmail.com, isjudarto21@gmail.com, hidayatullah@itny.ac.id

Abstrak

PIT Miami merupakan area penambangan mineral nikel milik PT. Makmur Lestari Primatama yang dikerjakan oleh PT. Putra Perkasa Abadi sebagai kontraktor penyedia jasa pertambangan. Area penambangan ini berlokasi di Desa Molore, Kecamatan Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Permasalahan yang terjadi yaitu belum optimalnya produksi alat mekanis yang digunakan untuk kegiatan pengupasan overburden, dengan target produksi 115.000 bcm/bulan. Dari perhitungan didapatkan produksi alat gali – muat sebesar 107.344 bcm/bulan dan 104.411 bcm/bulan untuk produksi alat angkut. Kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup (overburden) dilakukan dengan menggunakan alat gali – muat 1 unit Excavator Komatsu PC500LC-10R dan dikombinasikan dengan alat angkut 4 unit Articulated Dump Truck Komatsu HM400-3R. Jarak yang ditempuh dari front pemuatan overburden ke lokasi waste dump yaitu \pm 405 meter. Kurang optimalnya produksi dipengaruhi oleh kondisi jalan yang sangat buruk serta geometri jalan angkut yang tidak sesuai dengan standar dan waktu kerja efektif yang relatif rendah. Dengan adanya faktor – faktor tersebut akan memperkecil efisiensi kerja alat mekanis sehingga akan berdampak pada kurang optimalnya produksi. Upaya yang dilakukan untuk pengoptimalan produksi dapat dilakukan dengan cara mengetahui kondisi jalan angkut dengan metode URCI serta perbaikan geometri jalan angkut sesuai dengan standar dan mengoptimalkan waktu kerja efektif dengan meminimalisir hambatan yang dapat ditekan. Dari usaha tersebut, maka efisiensi kerja alat akan meningkat dari 57 % menjadi 65 % untuk alat gali – muat dan dari 55 % meningkat menjadi 65 % untuk alat angkut, sehingga produksi alat gali – muat meningkat dari 107.344 bcm/bulan menjadi 123.350,1 bcm/bulan dan produksi alat angkut dari 104.411 bcm/bulan meningkat menjadi 123.910,2 bcm/bulan.

Kata kunci : Produksi Excavator Komatsu PC500LC-10R, Produksi ADT Komatsu HM400-3R, Efisiensi Kerja Alat Mekanis, URCI, Indeks Kondisi Jalan Tanpa Lapis

Abstract

Miami PIT is a nickel ore mining area owned by PT. Makmur Lestari Primatama and operated by PT. Putra Perkasa Abadi as the mining contractor. The mining area is located in Molore Village, Langgikima Sub-district, North Konawe Regency, Southeast Sulawesi Province. The problem that arises is the suboptimal production of mechanical equipment used for overburden stripping activities, with a production target of 115.000 bcm/month. Based on calculations, the production of excavation equipment is 107.344 bcm/month, while the production of haulage equipment is 104.411 bcm/month. The overburden stripping activities are carried out using 1 unit of Komatsu PC500LC-10R Excavator combined with 4 units of Komatsu HM400-3R Articulated Dump Trucks. The distance from the loading

front to the waste dump location is approximately 405 meters. The suboptimal production is influenced by the extremely poor road conditions and the improper road geometry, as well as the relatively low effective working time. These factors reduce the efficiency of the mechanical equipment, resulting in suboptimal production. Efforts to optimize production can be done by assessing the road conditions using the URCI method, improving the road geometry according to the standards, and optimizing the effective working time by minimizing controllable problems. Through these efforts, the equipment's work efficiency will increase from 57% to 65% for excavation equipment, and from 55% to 65% for haulage equipment. As a result, the production of excavation equipment will increase from 107.344 bcm/month to 123.350,1 bcm/month, and the production of haulage equipment will increase from 104.411 bcm/month to 123.910,2 bcm/month.

Keywords: Mechanical Equipment Work Efficiency, URCI, Unsurface Road Condition Index

1. PENDAHULUAN

PT. Putra Perkasa Abadi merupakan salah satu perusahaan kontraktor swasta yang bergerak di bidang penyedia jasa pertambangan mineral dan batubara dimana memiliki beberapa *jobsite* di Indonesia yang salah satunya berada di pertambangan mineral nikel laterit PT. Makmur Lestari Primatama yang tepatnya berada di Desa Molore, Kecamatan Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Tepatnya berada pada koordinat 122°16'58'' BT dan 03°17'08'' LS. Di dalam kesepakatan kontrak dengan PT. Makmur Lestari Primatama selaku pemilik (*owner*), PT. Putra Perkasa Abadi menangani pada kegiatan operasional penambangan, mulai dari pembersihan lahan sampai ke pengangkutan bijih nikel laterit. Luas wilayah izin usaha pertambangan PT. Putra Perkasa Abadi *Jobsite* PT. Makmur Lestari Primatama sekitar ± 407 Ha, dimana salah satu lokasi penambangan berada pada blok Grogol *PIT* Miami. Dalam pelaksanaan kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*), PT. Putra Perkasa Abadi menggunakan kombinasi alat kerja mekanis gali – muat dan alat angkut untuk melakukan pengupasan material *overburden* dari *loading point* menuju ke *waste dump*. Kombinasi alat kerja mekanis yang digunakan adalah 1 unit *excavator Komatsu PC500LC-10R* dengan 4 unit alat angkut *Articulated Dump Truck Komatsu HM 400-3R*.

Adapun permasalahan yang terjadi yaitu pada kurang optimalnya penggunaan alat gali – muat dan alat angkut dalam memanfaatkan waktu kerja yang tersedia dalam melakukan kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) sehingga target produksi dari perusahaan sebesar 115.000 bcm/bulan tidak tercapai, hal ini dapat diupayakan untuk diperbaiki dengan cara melakukan penekanan pada hambatan yang dapat ditekan pada saat kegiatan produksi. Permasalahan lainnya yaitu pada jalan angkut di lokasi penelitian dalam kondisi buruk. Penilaian kondisi jalan angkut tersebut akan didasarkan pada hasil analisis menggunakan metode URCI (*Unsurface Road Condition Index*), dimana akibat dari kondisi jalan tersebut waktu edar alat angkut menjadi tinggi dan kecepatan alat angkut tidak sesuai dengan SOP perusahaan. Hal tersebut tentunya akan berpengaruh pada capaian produksi perusahaan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan penulis dengan cara menggabungkan antara teori dengan data – data lapangan. Adapun metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Metode Pustaka atau Studi Literatur

Dalam metode ini dilakukan pengambilan bahan atau sumber bacaan dari literatur – literatur atau referensi, serta media elektronik seperti internet yang berkaitan dengan produksi alat gali – muat dan alat angkut untuk kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) pada tambang terbuka.

2. Observasi Lapangan

Melihat dan mengamati kondisi lapangan serta kegiatan penambangan, selanjutnya menentukan area yang akan dilakukan penelitian dan merencanakan waktu pengambilan data.

3. Pengambilan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data dapat diperoleh secara langsung di PT. Putra Perkasa Abadi dan PT. Makmur Lestari Primatama. Adapun data yang didapatkan berupa data primer dan data sekunder. Berikut data yang diperlukan dalam penelitian ini :

- a. Pengambilan data primer
 - Waktu edar alat gali – muat dan alat angkut
 - Geometri jalan angkut
 - Tingkat keparahan dalam metode URCI (*Unsurface Road Condition Index*)
- b. Pengambilan data sekunder
 - Profil perusahaan
 - Iklim dan curah hujan
 - Litologi dan stratigrafi
 - Laporan produktivitas dan produksi perusahaan
 - Spesifikasi alat gali – muat dan alat angkut
 - Faktor pengembangan material dan faktor pengisian mangkuk
 - Waktu kerja tersedia
 - Hambatan kerja alat gali – muat dan angkut

4. Pengolahan Data

Pengolahan data dapat dilakukan dengan cara melakukan perhitungan yang selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel. Pengolahan data dilakukan dengan tahap pertama yaitu menghitung data sebelum dilakukan upaya peningkatan produksi, adapun kegiatan yang dilakukan sebagai berikut:

- a. Menghitung waktu hujan rata – rata.
- b. Menghitung waktu kerja efektif dan efisiensi kerja.
- c. Menghitung geometri jalan angkut.
- d. Menghitung URCI (*Unsurface Road Condition Index*).
- e. Menghitung waktu edar alat gali – muat dan alat angkut.
- f. Menghitung faktor pengembangan material dan faktor pengisian mangkuk.
- g. Menghitung produksi alat gali – muat dan alat angkut.
- h. Menghitung faktor keserasian kerja alat gali – muat dan alat angkut.

5. Analisa Hasil Pengolahan Data

Analisa dilakukan untuk mengetahui permasalahan dan juga untuk memperoleh alternatif solusi untuk penyelesaian masalah, selanjutnya alternatif penyelesaian akan dibahas lebih lanjut pada bagian pembahasan.

6. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dapat diketahui apabila sudah dilakukan perbandingan dan ditemukannya korelasi antara permasalahan yang ditemukan dengan hasil pengolahan data. Kesimpulan dan saran akan menjadi hasil akhir dari semua permasalahan yang sedang dilakukan penelitian.

3. HASIL PENELITIAN

3.1 Geometri Jalan Angkut

1. Lebar Jalan Angkut Pada Jalan Lurus

Hasil pengamatan di lapangan lebar jalan angkut pada jalan lurus sebesar 7,23 meter sampai 25,92 meter. Berdasarkan spesifikasi alat angkut, lebar jalan angkut minimum pada jalan lurus untuk dua jalur yaitu sebesar 12,08 meter, sehingga masih terdapat jalan angkut yang belum

sesuai dan direkomendasikan untuk dilakukan perbaikan supaya dapat dilalui oleh alat angkut terbesar.

2. Jarak Asli dan Kemiringan Jalan Angkut

Jarak jalan angkut total berdasarkan perhitungan didapatkan nilai sebesar 405 meter dengan kemiringan jalan terbesarnya adalah 12,79%. Berdasarkan spesifikasi alat angkut, kemiringan maksimal yang mampu dilalui yaitu sebesar 15% dengan berat muatan maksimum sebesar 40 ton, sehingga sudah memenuhi syarat.

3. Kemiringan Melintang

Berdasarkan pengamatan di lokasi penelitian tidak diterapkan kemiringan melintang. Perhitungan besaran kemiringan melintang secara teoritis dan apabila mengikuti lebar minimum jalan angkut yang sebesar 12,08 meter, maka nilai kemiringan melintang yang direkomendasikan yaitu sebesar 0,24 meter. Sedangkan apabila mengikuti lebar jalan pada kondisi di lokasi pengamatan, maka besaran kemiringan melintang berkisar antara 0,14 meter sampai 0,52 meter.

Tabel 1. Geometri Jalan Angkut

Segment	Elevasi	Beda Tinggi	Jarak Datar		Lebar	Jarak	Grade	
	meter	meter	meter	Total	meter	meter	%	derajat
A	93.67	0.00	0.00	0.00	23.25	0.00	0.00	0.00
A-B	94.85	1.18	44.13	44.13	25.92	44.14	2.67	1.53
B-C	98.04	3.19	40.75	84.88	17.41	40.88	7.83	4.48
C-D	98.49	0.45	17.90	102.78	14.16	17.91	2.51	1.44
D-E	99.22	0.73	30.61	133.39	16.62	30.62	2.38	1.37
E-F	99.35	0.13	20.09	153.48	18.18	20.09	0.65	0.37
F-G	102.43	3.08	40.14	193.62	15.07	40.26	7.67	4.39
G-H	108.90	6.47	50.58	244.20	12.73	50.99	12.79	7.29
H-I	109.05	0.15	34.10	278.30	21.56	34.10	0.44	0.25
I-J	110.83	1.78	19.09	297.39	7.27	19.18	9.32	5.33
J-K	112.10	1.27	34.29	331.68	7.23	34.31	3.70	2.12
K-L	109.63	-2.47	36.92	368.60	9.46	37.01	-6.69	-3.83
L-M	108.06	-1.57	36.08	404.68	25.56	36.11	-4.35	-2.49
TOTAL			404.6804			405.59		

3.2 Penilaian URCI

Pada lokasi penelitian jarak antara *front* penambangan dan pemuatan *overburden* menuju ke *waste dump* yaitu sepanjang ± 405 meter dimana dalam hal ini terbagi menjadi 12 segmen jalan, yaitu segmen jalan A hingga segmen jalan M. Untuk mengkategorikan keadaan dari jalan angkut tersebut digunakanlah metode URCI (*Unsurface Road Condition Index*), sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Data Hasil Penilaian Jalan Tambang Dengan Metode URCI

Segmen	Jumlah q	TDV	URCI	Rating
A-B	5	137	22,5	Very Poor
B-C	5	153	22,5	Very Poor
C-D	6	112	45	Fair
D-E	5	119	37,5	Poor
E-F	5	127	35	Poor
F-G	5	159	17,5	Very Poor
G-H	5	156	17,5	Very Poor
H-I	5	150	22,5	Very Poor
I-J	6	195	12,5	Very Poor
J-K	6	190	15	Very Poor
K-L	5	177	15	Very Poor

L-M	4	105	40	Poor
-----	---	-----	----	------

3.3 Sifat Fisik Material

Swell factor merupakan besaran pengembangan volume suatu material setelah dilakukan penggalian dari keadaan aslinya (insitu). *Swell factor* suatu material perlu diketahui karena pada suatu penggalian material, perhitungannya didasarkan pada keadaan insitu (*bank*), sedangkan material yang dimuat dan diangkut selalu material yang telah mengembang (*loose*).

Berdasarkan data dari perusahaan lokasi penelitian, diketahui bahwa nilai volume bank sebesar 2,76 bcm dan volume loose sebesar 3,11 bcm. Sehingga dapat dilakukan perhitungan berdasarkan besaran volume dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Swell Factor} &= \frac{\text{Bank Volume}}{\text{Loose Volume}} \times 100 \% \\ &= \frac{2,76 \text{ m}^3}{3,11 \text{ m}^3} \times 100 \% \\ &= 89 \% \end{aligned}$$

3.4 Faktor Pengisian Mangkuk (Bucket Fill Factor)

Faktor pengisian mangkuk atau biasa juga disebut *bucket fill factor* merupakan suatu perbandingan antara volume nyata di lapangan dengan volume baku dari spesifikasi *bucket* alat mekanis tersebut yang dinyatakan dalam bentuk persen. Faktor pengisian mangkuk atau *bucket fill factor* dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara volume nyata (V_n) dengan volume teoritis (V_t) suatu material, dalam penelitian ini diketahui bahwa volume nyata sebesar 3,11 m³ dan volume teoritis diketahui sebesar 2,5 m³, sehingga dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \text{Bucket Fill Factor} &= \frac{V_n}{V_t} \times 100 \% \\ &= \frac{3,1 \text{ m}^3}{2,5 \text{ m}^3} \times 100 \% \\ &= 124 \% \end{aligned}$$

3.5 Waktu Edar Alat Gali – Muat dan Alat Angkut

Waktu edar alat mekanis merupakan waktu yang dibutuhkan oleh suatu alat mekanis untuk melakukan kegiatan operasional tertentu dari awal hingga akhir kegiatan. Dengan menggunakan pengambilan sampel waktu edar alat gali – muat dan alat angkut di lapangan dan dengan mengambil nilai rata – rata dari data tersebut, maka didapatkan data waktu edar alat gali – muat dan alat angkut sebagai berikut :

Tabel 3. Data Hasil Penilaian Jalan Tambang Dengan Metode URCI

No	Jenis Alat	Waktu Edar(Cycle Time) (menit)
1	Excavator Komatsu PC500LC-10R	0,553
2	Articulated Dump Truck Komatsu HM 400-3R	11,011

3.6 Waktu Kerja Efektif dan Efisiensi Kerja

Kegiatan penambangan di lokasi penelitian dilakukan dalam 2 shift kerja.

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja tersedia pershift, shift I} &= 10,86 \text{ jam/hari} \\ &= 651,6 \text{ menit/hari} \\ \text{Shift II} &= 11 \text{ jam/hari} \\ &= 660 \text{ menit/hari} \\ \text{Waktu kerja tersedia perhari} &= 1.311,6 \text{ menit/hari} \\ &= 21,86 \text{ jam/hari} \\ \text{Waktu Kerja Perbulan} &= 21,86 \text{ jam/hari} \times 29 \text{ hari} \\ &= 633,94 \text{ jam} \end{aligned}$$

1. Waktu Kerja Efektif Dan Efisiensi Kerja Sebelum Perbaikan

Tabel 4. Hambatan Kerja Aktual

Jenis Alat	Excavator	ADT
Waktu Yang Tersedia	1.311,6	1.311,6
Hambatan Yang Dapat Ditekan	(menit/hari)	(menit/hari)
Terlambat memulai kerja	30,42	32,21
Berhenti bekerja lebih awal	31,55	30,29
Terlambat bekerja setelah istirahat	20,04	21,37
Perbaikan <i>front</i> kerja	36,29	37,18
Persiapan dan keberangkatan menuju <i>front</i> kerja	50,08	51,14
Pemeliharaan dan pemeriksaan harian (P2H)	16,42	19,36
Jumlah (menit/hari)	184,8	191,55
Hambatan Yang Tidak Dapat Ditekan	(menit/hari)	(menit/hari)
Hujan	175,58	175,58
<i>Slippery</i>	69,18	69,18
<i>Repair</i>	29,52	31,24
Masalah <i>Customer</i>	110	125
Jumlah (menit/hari)	384,28	401
Waktu Kerja Efektif (menit/hari)	741,92	718,45
Waktu Kerja Efektif (jam/hari)	12,37	11,97

Dari data Tabel diatas dapat diketahui :

Waktu kerja efektif alat gali – muat (*excavator*) :

$$\text{Efisiensi Kerja} = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif}}{\text{Waktu Kerja Yang Tersedia}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} W_{\text{excavator}} &= 1.311 \text{ menit} - (184,8 \text{ menit} + 384,28 \text{ menit}) \\ &= 741,92 \text{ menit/hari} \\ &= 12,37 \text{ jam/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Kerja} &= \frac{12,37 \text{ jam/hari}}{21,86 \text{ jam/hari}} \times 100\% \\ &= 57 \% \end{aligned}$$

Waktu kerja efektif alat angkut (*Articulated Dump Truck*) :

$$\begin{aligned} W_{\text{ADT}} &= 1.311 \text{ menit} - (191,55 \text{ menit} + 401 \text{ menit}) \\ &= 718,45 \text{ menit/hari} \\ &= 11,97 \text{ jam/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi Kerja} &= \frac{11,97 \text{ jam/hari}}{21,86 \text{ jam/hari}} \times 100\% \\ &= 55 \% \end{aligned}$$

2. Waktu Kerja Efektif Dan Efisiensi Kerja Setelah Perbaikan

Tabel 4. Hambatan Kerja Setelah Perbaikan

Jenis Alat	Excavator	ADT
Waktu yang tersedia	1.311,6	1.311,6
Hambatan Yang Dapat Ditekan	(menit)	(menit)
Terlambat memulai kerja	7	7
Berhenti bekerja lebih awal	10	6
Terlambat bekerja setelah istirahat	8	6
Perbaikan <i>front</i> kerja	15	15
Persiapan dan keberangkatan menuju <i>front</i> kerja	25	15
Pemeliharaan dan pemeriksaan harian (P2H)	12	9
Jumlah (menit/hari)	77	58

Hambatan Yang Tidak Dapat Ditekan	(menit)	(menit)
Hujan	175,58	175,58
<i>Slippery</i>	69,18	69,18
<i>Repair</i>	29,52	31,24
Masalah <i>Customer</i>	110	125
Jumlah (menit/hari)	384,28	401
Waktu Kerja Efektif (menit/hari)	849,72	852
Waktu Kerja Efektif (jam/hari)	14,16	14,20

Perhitungan Waktu kerja efektif dan efisiensi kerja alat gali – muat :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Tersedia} &= 1.311 \text{ menit} \\
 \text{Total Waktu Hambatan} &= 77 \text{ menit} + 384,28 \text{ menit} \\
 &= 461,28 \text{ menit} \\
 \text{Waktu Kerja Efektif} &= 1.311 \text{ menit} - 461,28 \text{ menit} \\
 &= 849,72 \text{ menit} \\
 &= 14,16 \text{ jam/hari} \\
 \text{Efisiensi Alat Gali – Muat} &= \left(\frac{849,72 \text{ menit}}{1.311 \text{ menit}} \right) \times 100 \% \\
 &= 65 \%
 \end{aligned}$$

Perhitungan Waktu kerja efektif dan efisiensi kerja alat angkut :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Tersedia} &= 1.311 \text{ menit} \\
 \text{Total Waktu Hambatan} &= 58 \text{ menit} + 401 \text{ menit} \\
 &= 459 \text{ menit} \\
 \text{Waktu Kerja Efektif} &= 1.311 \text{ menit} - 459 \text{ menit} \\
 &= 852 \text{ menit} \\
 &= 14,2 \text{ jam/hari} \\
 \text{Efisiensi Alat Gali – Muat} &= \left(\frac{852 \text{ menit}}{1.311 \text{ menit}} \right) \times 100 \% \\
 &= 65 \%
 \end{aligned}$$

3.7 Kecepatan Alat Angkut

1. Kecepatan Aktual Alat Angkut

Sesuai dengan SOP perusahaan untuk kecepatan alat angkut pada saat bermuatan yaitu sebesar 15 km/jam dan untuk kecepatan pada saat kembali kosong yaitu sebesar 20 km/jam, pada kondisi dilapangan kecepatan alat angkut masih dibawah SOP yang ditetapkan, berikut perhitungannya:

Kecepatan alat angkut bermuatan

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak tempuh} &: 405 \text{ meter} = 0,405 \text{ km} \\
 \text{Waktu tempuh} &: 223,467 \text{ detik} = 0,06 \text{ jam} \\
 \text{Kecepatan} &: (0,405 \text{ km}) / (0,06 \text{ jam}) \\
 &= 7,5 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

Kecepatan alat angkut saat kembali kosong

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak tempuh} &: 405 \text{ meter} = 0,405 \text{ km} \\
 \text{Waktu tempuh} &: 173,3 \text{ detik} = 0,05 \text{ jam} \\
 \text{Kecepatan} &: (0,405 \text{ km}) / (0,05 \text{ jam}) \\
 &= 8,1 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

2. Kecepatan Alat Angkut Setelah Perbaikan Kondisi Jalan Angkut

Kecepatan alat angkut bermuatan

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak tempuh} &: 405 \text{ meter} = 0,405 \text{ km} \\
 \text{Kecepatan} &: 15 \text{ km/jam} \\
 \text{Waktu tempuh} &: (0,405 \text{ km}) / (15 \text{ km/jam}) \\
 &= 0,03 \text{ jam} = 108 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Kecepatan alat angkut saat kembali kosong

Jarak tempuh : 405 meter = 0,405 km

Kecepatan : 20 km/jam

Waktu tempuh : $(0,405 \text{ km}) / (20 \text{ km/jam})$
= 0,02 jam = 72 detik

Sehingga waktu edar dari alat angkut dapat menurun ke angka 7,4 menit.

3.8 Produksi Alat Gali – Muat dan Alat Angkut

1. Produksi Alat Gali – Muat dan Alat Angkut Aktual

- Produksi alat gali – muat *Excavator* Komatsu PC500LC-10R

KPm : $(60/CTm) \times Kb \times ff \times Ek \times Sf \times \text{hari kerja} \times \text{jam kerja perhari}$

KPm = Kemampuan produksi alat muat (bcm/jam)

Kb = Kapasitas bucket alat muat (m^3)

Ff = Bucket fill factor (%)

Ek = Efisiensi Kerja (%)

Sf = Faktor pengembangan (%)

Ctm = Waktu edar alat muat sekali pemuatan (menit)

Diketahui :

Ctm = 0,553 menit

Kb = 2,5 m^3

Ff = 124%

Ek = 57 %

Sf = 89 %

Produksi alat gali-muat *Excavator* Komatsu PC500LC-10R dalam 1 jam :

KPm = $((60 \text{ menit/jam}) / Ctm) \times Kb \times ff \times Ek \times Sf \times \text{hari kerja} \times \text{jam kerja perhari}$

= $((60 \text{ menit/jam}) / (0,553 \text{ menit})) \times 2,5 \text{ m}^3 \times 124\% \times 57\% \times 89\% \times 29 \text{ hari} \times 21,86 \text{ jam}$

= 108.168,5 bcm/bulan

- Produksi Alat Angkut *Articulated Dump Truck* Komatsu HM400-3R

Na = Jumlah alat angkut (unit)

Cta = Waktu edar alat angkut (menit)

Kt = Kapasitas bak alat angkut (m^3)

= $n \times Kb \times Ff$

N = Jumlah pengisian bucket alat muat untuk penuh bak alat angkut

Kb = Kapasitas bucket alat muat (m^3)

Ff = Bucket fill factor (%)

Ek = Efisiensi Kerja (%)

Sf = Faktor pengembangan (%)

Diketahui :

Na = 4 unit

Cta = 11,01 menit

Kb = 2,5 m^3

Ff = 124%

Kt = $5 \times 2,5 \text{ m}^3 \times 124\%$

= 15,5 m^3

Ek = 55 %

Sf = 89 %

n = 5 kali

Produksi alat angkut *Articulated Dump Truck* Komatsu HM400-3R dalam 1 jam :

KPa = $4 \times \left(\frac{60 \text{ menit/jam}}{Ctm} \right) \times Kt \times Ek \times Sf \times \text{hari kerja} \times \text{jam kerja perhari}$

$$= 4 \times \left(\frac{60 \text{ menit/jam}}{11,01 \text{ menit}} \right) \times 15,5 \text{ m}^3 \times 55\% \times 89\% \times 29 \text{ hari} \times 21,86 \text{ jam}$$

$$= 104.847,1 \text{ bcm/bulan}$$

2. Produksi Alat Gali – Muat dan Alat Angkut Setelah Perbaikan Efisiensi Kerja

- Produksi alat gali – muat *Excavator* Komatsu PC500LC-10R

Diketahui :

$$C_{tm} = 0,553 \text{ menit}$$

$$K_b = 2,5 \text{ m}^3$$

$$F_f = 124\%$$

$$E_k = 65 \%$$

$$S_f = 89 \%$$

Produksi alat gali-muat *Excavator* Komatsu PC500LC-10R dalam 1 jam :

$$K_{Pm} = ((60 \text{ menit/jam})/C_{tm}) \times K_b \times f_f \times E_k \times S_f \times \text{hari kerja} \times \text{jam kerja perhari}$$

$$= ((60 \text{ menit/jam})/(0,553 \text{ menit})) \times 2,5 \text{ m}^3 \times 124\% \times 65\% \times 89\% \times 29 \text{ hari} \times 21,86 \text{ jam}$$

$$= 123.350,1 \text{ bcm/bulan}$$

- Produksi Alat Angkut Articulated Dump Truck Komatsu HM400-3R

Diketahui :

$$N_a = 4 \text{ unit}$$

$$C_{ta} = 11,01 \text{ menit}$$

$$K_b = 2,5 \text{ m}^3$$

$$F_f = 124\%$$

$$K_t = 5 \times 2,5 \text{ m}^3 \times 124 \%$$

$$= 15,5 \text{ m}^3$$

$$E_k = 65 \%$$

$$S_f = 89 \%$$

$$n = 5 \text{ kali}$$

Produksi alat angkut Articulated Dump Truck Komatsu HM400-3R dalam 1 jam :

$$K_{Pa} = 4 \times ((60 \text{ menit/jam})/C_{ta}) \times K_t \times E_k \times S_f \times \text{hari kerja} \times \text{jam kerja perhari}$$

$$= 4 \times ((60 \text{ menit/jam})/(11,01 \text{ menit})) \times 15,5 \text{ m}^3 \times 65\% \times 89\% \times 29 \text{ hari} \times 21,86 \text{ jam}$$

$$= 123.910,2 \text{ bcm/bulan}$$

3. Produksi Alat Angkut Setelah Perbaikan Efisiensi Kerja dan Kecepatan Alat Angkut

- Produksi Alat Angkut Articulated Dump Truck Komatsu HM400-3R

Diketahui :

$$N_a = 4 \text{ unit}$$

$$C_{ta} = 7,4 \text{ menit}$$

$$K_b = 2,5 \text{ m}^3$$

$$F_f = 124\%$$

$$K_t = 5 \times 2,5 \text{ m}^3 \times 124 \%$$

$$= 15,5 \text{ m}^3$$

$$E_k = 65 \%$$

$$S_f = 89 \%$$

$$n = 5 \text{ kali}$$

Produksi alat angkut Articulated Dump Truck Komatsu HM400-3R dalam 1 jam :

$$K_{Pa} = 4 \times ((60 \text{ menit/jam})/C_{ta}) \times K_t \times E_k \times S_f \times \text{hari kerja} \times \text{jam kerja perhari}$$

$$= 4 \times ((60 \text{ menit/jam})/(7,4 \text{ menit})) \times 15,5 \text{ m}^3 \times 65\% \times 89\% \times 29 \text{ hari} \times 21,86 \text{ jam}$$

$$= 184.241 \text{ bcm/bulan}$$

4. Efisiensi Kerja Optimal Untuk Mencapai Target Produksi

- Efisiensi Kerja Optimal Alat Gali – Muat

$$T_{Pm} : (60/C_{tm}) \times K_b \times f_f \times E_k \times S_f \times \text{waktu kerja perbulan}$$

TPm = Target produksi alat gali – muat (bcm/bulan)

Diketahui :

TPm = 115.000 bcm/bulan

Ctm = 0,553 menit

Kb = 2,5 m³

Ff = 124%

Sf = 89 %

Waktu kerja perbulan = 633,94 jam/bulan

Produksi alat gali-muat Excavator Komatsu PC500LC-10R dalam 1 jam :

TPm = ((60 menit/jam)/CTm) x Kb x ff x Ek x Sf x waktu kerja perbulan

115.000 bcm/bulan =

((60 menit/jam)/(0,553 menit))x 2,5 m³ x 124% x Ek x 89% x 633,94 jam/bulan

115.000 bcm/bulan = 189.770,89 bcm/bulan x Ek

Efisiensi Kerja = (115.000 bcm/bulan)/(189.770,89 bcm/bulan)

Efisiensi Kerja = 0,606

Efisiensi Kerja = 60,6 %

- Efisiensi Kerja Optimal Alat Angkut

TPa : Na x ((60)/CTm) x Kt x Ek x Sf x waktu kerja perbulan

TPa = Target produksi alat angkut (bcm/bulan)

Diketahui :

Na = 4 unit

Cta = 11,01 menit

Kb = 2,5 m³

Ff = 124%

Kt = 5 x 2,5 m³ x 124 %

= 15,5 m³

Sf = 89 %

N = 5 kali

Produksi alat angkut Articulated Dump Truck Komatsu HM400-3R dalam 1 jam :

KPa = n x ((60 menit/jam)/CTm)xKtxEkxSfx waktu kerja perbulan

115.000 bcm/bulan =

4 x((60 menit/jam)/(11,01 menit))x 15,5 bcm x Ek x 89% x 633,94 jam/bulan

115.000 bcm/bulan = 190.645,41 bcm/jam x Ek

Efisiensi Kerja = (115.000 bcm/bulan)/(190.645,41 bcm/bulan)

Efisiensi Kerja = 0,603

Efisiensi Kerja = 60,3 %

3.9 Faktor Keserasian Kerja Alat Gali – Muat dan Alat Angkut

1. Faktor Keserasian Kerja Aktual

MF = (CTI x Na)/(CTa x Nm)

Wtm = (CTa x Nm)/Na – CTm

Wta = (CTI x Na)/Nm – Cta

Keterangan :

MF = Match Factor

Na = Jumlah alat angkut yang digunakan (unit)

Nm = Jumlah alat gali – muat yang digunakan (unit)

CTI = Waktu pemuatan oleh alat gali – muat untuk memenuhi satu bak alat angkut (menit)

CTa = Waktu edar alat angkut (menit)

Wtm = Waktu tunggu alat gali – muat (menit)

Wta = Waktu tunggu alat angkut (menit)

Diketahui :

Na = 4 unit

Nm = 1 unit

Cta = 11,01 menit

Ctl = 5 x 0,306 menit

Ctm = 1,53 menit

$$MF = \frac{1,53 \text{ menit} \times 4 \text{ unit}}{11,01 \text{ menit} \times 1 \text{ unit}}$$
$$= 0,56$$

Karena nilai *match factor* < 1, maka terdapat waktu tunggu pada alat gali – muat sebesar

$$Wtm = \frac{Cta \times Nm}{Na} - Ctl$$
$$= \frac{11,01 \text{ menit} \times 1 \text{ unit}}{4 \text{ unit}} - 1,53 \text{ menit}$$
$$= 1,22 \text{ menit}$$

2. Faktor Keserasian Kerja Setelah Peningkatan Kecepatan Alat Angkut

Diketahui :

Na = 4 unit

Nm = 1 unit

Cta = 7,4 menit

Ctl = 5 x 0,306 menit

Ctm = 1,53 menit

$$MF = (1,53 \text{ menit} \times 4 \text{ unit}) / (7,4 \text{ menit} \times 1 \text{ unit})$$
$$= 0,83$$

Karena nilai *match factor* < 1, maka terdapat waktu tunggu pada alat gali – muat sebesar

$$Wtm = (Cta \times Nm) / Na - Ctl$$
$$= (7,4 \text{ menit} \times 1 \text{ unit}) / (4 \text{ unit}) - 1,53 \text{ menit}$$
$$= 0,32 \text{ menit}$$
$$= 19,2 \text{ detik}$$

4. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Faktor – faktor penghambat kegiatan produksi pada pengupasan overburden yang mengakibatkan belum tercapainya target produksi yaitu geometri jalan yang belum sesuai dengan standar yang diperlukan dan kondisi jalan angkut yang menurut metode penilaian jalan URCI termasuk ke dalam kondisi yang sangat buruk serta kurang optimalnya penerapan waktu kerja efektif perusahaan. Oleh sebab itu perlunya dilakukan perbaikan dan perawatan yang lebih optimal pada jalan angkut dan peningkatan efisiensi kerja dengan melakukan optimalisasi waktu kerja efektif.
2. Efisiensi kerja dari alat gali – muat dan alat angkut meningkat seiring dengan dilakukannya optimalisasi waktu kerja efektif yaitu untuk alat gali – muat dari 57 % menjadi 65 % dan untuk alat angkut dari 55 % menjadi 65 %, sedangkan untuk nilai efisiensi kerja yang paling optimal untuk mencapai target produksi perusahaan sebesar 115.000 bcm/bulan yaitu sebesar 60,6 % untuk alat gali – muat dan sebesar 60,3 % untuk alat angkut.
3. Peningkatan produksi dengan cara melakukan perbaikan terhadap waktu kerja efektif dengan meminimalkan waktu hambatan yang dapat ditekan. Sehingga capaian produksi dari alat mekanis meningkat dari 107.344 bcm/bulan menjadi 123.350,1 bcm/bulan untuk alat gali – muat dan meningkat dari 104.411 bcm/bulan menjadi 123.910,2 bcm/bulan untuk alat angkut.

4. Peningkatan produksi dengan cara melakukan perbaikan terhadap efisiensi kerja dan peningkatan kecepatan alat angkut setelah dilakukannya perbaikan jalan angkut berpengaruh pada capaian produksi alat angkut dari produksi sebelum perbaikan sebesar 104.411 bcm/bulan meningkat menjadi 184.241 bcm/bulan serta juga mengalami perbaikan *match factor* dari angka 0,56 dengan waktu tunggu alat gali – muat sebesar 1,22 menit berubah naik ke angka 0,83 dengan waktu tunggu alat gali – muat sebesar 0,32 menit.

5. SARAN

1. Melakukan pengawasan terhadap kinerja alat gali – muat dan alat angkut serta operator dalam memanfaatkan waktu kerja yang tersedia sehingga dapat meningkatkan efisiensi kerja di PT. Putra Perkasa Abadi *jobsite* PT. Makmur Lestari Primatama, Sulawesi Tenggara.
2. Diperlukannya perbaikan dan pemeliharaan jalan angkut dari *loading point* sampai *waste dump* secara terjadwal dan berkelanjutan dengan memaksimalkan kerja unit *support* seperti *motor grader*, *bulldozer* dan *compactor* serta menambah unit *motor grader* agar perbaikan jalan mencakup keseluruhan lokasi.
3. Sebagai upaya untuk menghindari hambatan karena kondisi jalan maka diperlukan pembuatan geometri jalan yang sesuai dengan standar seperti lebar jalan yang harus sesuai dengan lebar alat angkut terbesar dan juga kondisi jalan yang biasanya licin dan berlumpur diakibatkan tidak adanya pembuatan kemiringan melintang (*crossfall*) pada badan jalan, sehingga harus dibuatnya kemiringan melintang pada badan jalan agar kegiatan produksi dapat berjalan dengan lancar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada PT. Putra Perkasa Abadi serta PT. Makmur Lestari Primatama dan juga keseluruhan pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan pengambilan data, serta kepada seluruh tim dosen Profram Studi Teknik Pertambangan Institut Teknologi Nasional Yogyakarta yang telah memebrikan banyak ilmunya serta membimbing dalam pengerjaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Indonesianto, Y., 2020, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Yogyakarta.
- Eaton, Robert, A., and Beauchamp, Ronald, E., 1992, *Unsurfaced Road Maintenance Management*, Biologia Centrali-Americana, pp. 2.1-3.6.
- Hustrulid, W., dan Mark, K., 1995, *Open PIT Mine Planning & Design*, Taylor & Francis plc, London, UK.
- Prodjosumarto P., 1995. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Departemen Tambang, Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Silvia, S., 1999, *Dasar-dasar Perencanaan Geometri Jalan*, Bandung.
- Tannant, Dwayne D., And Bruce R., 2001, *Guidelines for Mine Haul Road Design*, School of Engineering University of British Columbia.
- American Association Of State Highway And Transportation Official, 1990, *A Policy On Geometric Design Of Highway And Street*, Washington, D.C.
- Komatsu, 2019, *Operation & Maintenance Manual PC500LC-10R Hydraulic Excavator Serial Number 100010 and up*, Japan.
- Komatsu, 2013, *Shop Manual Articulated Dump Truck HM400-3R Serial Number 8001 and up*, Japan.