

Kajian Teknis Alat Gali-Muat dan Alat Angkut pada Kegiatan Penambangan Nikel di PT. Antam (Persero) Tbk. Desa Buli Kecamatan Maba Kabupaten Halmahera Timur Provinsi Maluku Utara

Technical Review of Load-Drilling Equipment and Transport Tools in Nickel Mining
Activities at PT. Antam (Persero) Tbk. Buli village Maba, District of East Halmahera in
North Maluku Province

¹Fariq Akbar Muhammad, ²Zaenal, ³Yuliadi

^{1,2,3}Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116
email: ¹fariq.akbar@rocketmail.com

Abstract. PT Antam (Persero) Tbk is a state-owned enterprise (SOE/BUMN) which is engaged in mining, particularly nickel mining business unit (UBPN) located in the Province North Maluku, precisely in the village of Buli, District Maba, East Halmahera, North Maluku province. On mining activities, the company is using open pit methods with selective mining system which has a nickel production target of 4,100 tonnes per day by using the tool EC460BLC Volvo Excavator with a capacity of 3.2 BCM for the activities of loading and Articulated Dump Truck Volvo A40 with a capacity of 40 tons for hauling activities. To achieve the production targets there are technical factors that affect the production resulting from production target which has not been achieved and the necessary action upon them is needed. Factors that affect, among others, are work efficiency, time distribution, as well as haul road conditions after the rain. It is necessary for technical studies to improve the productivity of the production target. The actual production for excavator-unloading is 3786.43 tons / shift and for conveyance is 3785.34 tons / shift. From the results of the actual production it can be seen that the production obtained has not reached the planned production target of 4100 tons / shift. To increase the production in order to achieve the production target, a technical study is performed with improvement of work efficiency for excavator-unloading by 55.15% to 64.69%, while for the conveyance of 57.26% to 67.06%, so the resulting production of trencher-load is 4441.64 tons / shift, which means it reaches more of 341.64 tons / shift of production targets, and for the conveyance is 4440.1 tons / shift, which means over 340.1 tons / shift of production targets. Another alternative solution is to repair the haul road conditions in order to avoid constraints after rain for 16.58 hours so that the resulting production conveyance during that time was 2793.58 tons.

Keywords: Production, Work Efficiency, Production Target

Abstrak. PT. Antam (Persero) Tbk merupakan badan usaha milik negara (BUMN) yang bergerak di bidang pertambangan, khususnya unit bisnis pertambangan nikel (UBPN) yang berlokasi di Provinsi Maluku Utara, tepatnya di Desa Buli, Kecamatan Maba, Kabupaten Halmahera Timur, Provinsi Maluku Utara. Pada kegiatan penambangannya, perusahaan ini menggunakan metode *open pit* dengan sistem *selective mining* yang memiliki target produksi nikel sebesar 4.100 ton per hari dengan menggunakan alat *Excavator* Volvo EC460BLC dengan kapasitas 3,2 BCM untuk kegiatan *loading* dan *Articulated Dump Truck* Volvo A40 dengan kapasitas 40 Ton untuk kegiatan *hauling*. Untuk mencapai target produksi terdapat faktor-faktor teknis yang mempengaruhi produksi sehingga dapat mengakibatkan target produksi belum tercapai dan diperlukan upaya perbaikan. Faktor-faktor yang berpengaruh tersebut antara lain, efisiensi kerja, waktu edar, serta faktor kondisi jalan angkut pada saat waktu setelah terjadinya hujan. Maka dari itu perlu dilakukannya kajian teknis produktivitas untuk dapat meningkatkan target produksi. Produksi aktual untuk alat gali-muat adalah 3.786,43 ton/shift dan untuk alat angkut adalah 3.785,34 ton/shift. Dari hasil produksi aktual tersebut dapat dilihat bahwa produksi yang didapatkan belum mencapai target produksi yang direncanakan yaitu 4.100 ton/shift. Untuk meningkatkan produksi agar dapat mencapai target produksi, maka dilakukan kajian teknis, perbaikan efisiensi kerja untuk alat gali-muat sebesar 55,15 % menjadi 64,69 % sedangkan untuk alat angkut sebesar 57,26 % menjadi 67,06 % sehingga produksi yang dihasilkan adalah alat gali-muat adalah 4.441,64 ton/shift yang artinya lebih 341,64 ton/shift dari target produksi, dan untuk alat angkut adalah 4.440,1 ton/shift yang artinya lebih 340,1 ton/shift dari target produksi. Alternatif lain yang dilakukan adalah perbaikan kondisi jalan angkut agar tidak terjadi kendala pada saat waktu setelah hujan selama 16,58 jam sehingga produksi yang dihasilkan alat angkut selama waktu tersebut adalah 2793,58 ton.

Kata Kunci: Produksi, Efisiensi Kerja, Target Produksi

A. Pendahuluan

Dalam kegiatan penambangan PT. Antam (Persero) Tbk di Site Pulau Pakal. Dalam kegiatan penambangan, bijih nikel yang ditambang didasarkan atas persyaratan yang ditetapkan oleh konsumen, dengan adanya persyaratan kualitas dan kuantitas dari pihak konsumen, maka didalam kegiatan penambangan diperlukan adanya rencana dan target produksi yang akan dicapai guna memenuhi permintaan konsumen dari segi kualitas maupun kuantitas. Untuk mengupayakan target produksi tersebut agar tercapai, PT. Antam (Persero) Tbk mengoperasikan alat-alat mekanis untuk proses penambangannya karena dalam masa teknologi saat ini keterlibatan alat mekanis dalam kegiatan penambangan sangatlah penting, selain itu alat mekanis dalam kegiatan penambangan telah ditinjau secara teknis maupun ekonomis dan faktanya penambangan dengan menggunakan alat mekanis lebih menguntungkan.

Pada proses penambangan, sering sekali terjadi kendala produksi yang diakibatkan oleh faktor teknis yang ada di lapangan, terutama pada efisiensi kerja operator, efisiensi alat gali-muat dan alat angkut itu sendiri sehingga target produksi yang ditetapkan tidak dapat tercapai, oleh karena itu perlu dilakukan pengkajian terhadap efisiensi kerja operator, efisiensi alat gali-muat dan alat angkut yang beroperasi di lokasi penambangan agar target produksi dapat selalu tercapai dan dapat memenuhi kebutuhan konsumen dari segi kualitas dan kuantitasnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui efisiensi kerja aktual.
2. Mengetahui efisiensi alat gali-muat dan alat angkut.
3. Mengetahui produksi aktual alat gali-muat dan alat angkut.
4. Mengetahui faktor kondisi lapangan yang mempengaruhi produksi alat gali-muat dan angkut.
5. Mengoptimalkan kerja dan jumlah alat mekanis serta kondisi jalan angkut.
6. Mengetahui peningkatan produksi setelah dilakukannya pengkajian terhadap efisiensi kerja.
7. Mengetahui produksi setelah dilakukannya perbaikan kondisi jalan angkut pada saat waktu

B. Landasan Teori

Analisis Tempat Kerja

Banyak faktor yang perlu diamati untuk menganalisis tempat kerja alat mekanis, diantaranya faktor:

1. Keadaan dan Geometri Jalan Angkut, bila jalur jalan baik alat angkut dapat bergerak lebih cepat. Hal ini akan menentukan waktu edar alat angkut.
2. Faktor Operator, faktor yang berkaitan dengan efisiensi kerja. Untuk menilai kerja operator digunakan metode westinghouse yang bertujuan untuk mengetahui batas dari waktu hambatan terhadap waktu optimalnya. 4 (empat) faktor penilaian untuk menilai kinerja operator antara lain keterampilan, usaha, kondisi kerja, dan konsistensi.
3. Kondisi Material, jika akan melakukan perkejaan pemindahan tanah atau material dengan alat mekanis maka harus diketahui terlebih dahulu jenis serta kondisi materialnya, seperti ukuran dan bentuk butir, karena akan berpengaruh terhadap banyaknya material untuk dapat menempati suatu ruangan tertentu.

Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi alat

Untuk memperkirakan dengan lebih teliti produktivitas alat sebelumnya perlu

dipelajari faktor-faktor yang secara langsung dapat mempengaruhi hasil kerja alat tersebut, antara lain:

Efisiensi kerja (*job efficiency*) adalah penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia dan dinyatakan dalam persen.

$$E = \frac{W_e}{W_p} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

E = Efisiensi kerja (%)

W_e = Waktu kerja efektif (menit)

W_p = Waktu kerja produktif (menit)

Faktor pengembangan (*swell factor*), material di alam (*insitu*) masih dalam keadaan padat yang apabila dilakukan penggalian, maka akan terjadi perubahan volume yang disebabkan oleh pengembangan material.

$$SF = \frac{V_i}{V_l} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

SF = Faktor pengembangan (*swell factor*) (%)

V_i = Volume *insitu* (BCM)

V_l = Volume loose (LCM)

ρ_i = Density *insitu* (ton/BCM)

ρ_l = Density loose (ton/LCM)

Waktu Edar (*Cycle Time*), untuk memperkirakan produksi alat gali-muat, harus dilakukan pengamatan terhadap gerakan dan waktu pemuatan (*loading time*) alat gali-muat meliputi waktu menggali (*digging time*), waktu putar/isi (*swing time/loaded*), waktu pengosongan/tumpah (*dumping time*), waktu putar/kosong (*swing time/empty*). Untuk alat angkut yaitu waktu untuk pengisian bak (*loading time*), waktu untuk mengangkut material (*hauling time*), waktu untuk mengosongkan bak (*dumping time*), Waktu kembali kosong (*returning time*), Waktu atur posisi dan tunggu pemuatan (*spot and delay time*)

Faktor pengisian (*Fill Factor*), adalah perbandingan antara volume material yang dapat ditampung terhadap kemampuan tamping secara teoritis.

$$FFm = \frac{V_n}{V_t} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

Dimana: FFm = Faktor pengisian alat gali-muat (%)

V_n = Volume *bucket* nyata (LCM)

V_t = Volume *bucket* teoritis (LCM)

Perhitungan Produktivitas Alat Mekanis

Perhitungan produktivitas alat-alat mekanis dapat dihitung dengan beberapa cara yaitu, perhitungan langsung (*direct computation*), *tabular method*, *slide rule method*, perhitungan perkiraan (*questimating*).

Perhitungan produktivitas alat gali-muat dan alat angkut

$$P1m = \frac{(E \times 3600) \times H \times FFm \times SF \times \rho_i}{C_m} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

$$P_m = n_m \times P1_m \dots \dots \dots (5)$$

$$P1a = \frac{(60 \times E) \times (N_m \times H_m \times FFm) \times SF \times \rho_i}{C_a} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

$$P_a = n_a \times P1_a \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan :

P1_m = Produktivitas alat gali-muat, (ton/jam/alat)

P1_a = Produktivitas alat angkut, (ton/jam/alat)

H_m = Kapasitas alat gali-muat, (LCM)

FF_m = *Fill Factor* alat gali muat, (%)
 SF = *Swell Factor* (%)
 E_m = Efisiensi kerja alat gali-muat, (%)
 E_a = Efisiensi kerja alat angkut, (%)
 ρ_i = *Density insitu*, (ton/BCM)
 C_m = Waktu pemuatan (*loading time*) alat gali-muat, (detik)
 C_a = Waktu edar (*cycle time*) alat angkut, (detik)
 P_m = Produksi alat gali-muat, (ton/jam)
 P_a = Produksi alat gali-muat, (ton/jam)
 n_m = Jumlah alat gali-muat
 n_p = Jumlah alat angkut

Jumlah Kebutuhan Alat

Kebutuhan alat dapat dihitung dengan cara membagi target produksi per jam dengan produktivitas alat per jam. Target produksi per jam didapatkan dengan cara membagi target produksi per hari dengan jam kerja per hari.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Dalam penelitian yang dilakukan ini metode yang digunakan untuk perhitungan dan pengolahan data adalah metode perhitungan langsung (*direct computation*) dan metode tabular (*tabular method*) karena menggunakan juga data yang dikeluarkan oleh pabrik alat yang digunakan serta menggunakan beberapa tabel dari berbagai referensi. Berikut akan dijelaskan mengenai hasil pengolahan dan perhitungan berdasarkan data penelitian yang telah dikumpulkan.

Efisiensi Kerja

Tabel 1. Waktu Kerja dan Waktu Hambatan

Keterangan Waktu	Simbol	Total Waktu (Menit)	
		Alat Gali-Muat	Alat Angkut
Kerja Produktif	W_p	504.29	504.29
Hambatan Dapat Dihindari	W_u	66.99	49.03
Hambatan Tidak Dapat Dihindari	W_h	159.19	166.50
Kerja Efektif	W_e	278.10	288.76
Effisiensi Kerja	E	55.15%	57.26%

Sumber: Data Perhitungan Lapangan PT Antam (Persero) Tbk, 2016

Efisiensi kerja alat gali-muat:

$$E = \frac{278,10}{504,29} \times 100\% = 55,15\%$$

Efisiensi kerja alat angkut:

$$E = \frac{288,76}{504,29} \times 100\% = 57,26\%$$

Faktor Pengisian

Dari hasil pengujian di lapangan, didapatkan hasil:

$$W_1 = 1,92 \text{ m}$$

$$W_2 = 1,91 \text{ m}$$

$$H_1 = 0,61 \text{ m}$$

$$H_2 = 0,60 \text{ m}$$

$$L = 3,15 \text{ m}$$

$$Vn = \frac{(1,92 + 1,91)}{2} \times \frac{(0,61 + 0,60)}{2} \times 3,15 = 3,66 \text{ LCM}$$

$$FF = \frac{3,66}{3,2} \times 100\% = 114\%$$

Waktu Edar (Cycle Time)

Prosedur pengambilan data waktu edar (cycle time) ini dilakukan dengan cara mencatat waktu setiap pekerjaan yang dilakukan oleh alat yang diamati.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Waktu Edar (Cycle Time) Alat Gali-Muat

Keterangan Waktu (Alat Gali-muat)	Nilai	Satuan
Digging	8.71	detik
Swing Isi	5.90	detik
Loading	3.85	detik
Swing Kosong	5.77	detik
TOTAL	24.23	detik

Sumber: Perhitungan Data Pengamatan Lapangan di PT Antam (Persero) Tbk, 2016

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Waktu Edar (Cycle Time) Alat Angkut

Keterangan Waktu (Alat Angkut Waste)	Nilai	Satuan
Manufer Loading	0.44	menit
Loading Isi	1.42	menit
Hauling Isi	9.41	menit
Manufer Dumping	0.48	menit
Dumping	0.32	menit
Hauling Kosong	9.08	menit
TOTAL	21.14	menit

Keterangan Waktu (Alat Angkut Ore)	Nilai	Satuan
Manufer Loading	0.44	menit
Loading Isi	1.42	menit
Hauling Isi	9.33	menit
Manufer Dumping	0.48	menit
Dumping	0.32	menit
Hauling Kosong	8.83	menit
TOTAL	20.81	menit

Sumber: Perhitungan Data Pengamatan Lapangan di PT Antam (Persero) Tbk, 2016

Perhitungan Produktivitas Alat

Produktivitas alat mekanis merupakan parameter yang dipakai untuk menilai kerja alat mekanis. Semakin besar produktivitasnya, maka kerja alat semakin baik.

Produktivitas alat gali-muat:

Diketahui: $H_m = 3,2 \text{ LCM}$

$E_m = 55,15 \%$

$FF_m = 114 \%$

$SF = 94 \%$

$CT = 24,23 \text{ detik}$

$p_i = 1,6 \text{ ton/BCM}$

$$P1m = \frac{\left(3600 \frac{\text{detik}}{\text{jam}} \times 55,15\right) \times 3,2 \text{ LCM} \times 114\% \times 94\% \times 1,6 \text{ ton/BCM}}{24,23 \text{ detik}}$$

$= 450,51 \text{ ton/jam}$

$P_m = 450,51 \text{ ton/jam} \times 1 \text{ unit} = 450,51 \text{ ton/jam}$

Produktivitas alat angkut ore:

Diketahui: $H_m = 3,2 \text{ LCM}$

$E_m = 57,26 \%$

$FF_m = 114 \%$

$SF = 94 \%$

$CT = 20,81 \text{ menit}$

$\rho_i = 1,6 \text{ ton/BCM}$

$$P_{1m} = \frac{(60 \text{ menit} \times 57,26) \times (5 \times 3,2 \text{ LCM} \times 114\%) \times 94\% \times 1,6 \text{ ton/BCM}}{20,81 \text{ menit}}$$

$$= 45,39 \text{ ton/jam}$$

$P_m = 45,39 \text{ ton/jam} \times 5 \text{ unit}$

$= 226,93 \text{ ton/jam}$

Produktivitas alat angkut waste:

Diketahui: $H_m = 3,2 \text{ LCM}$

$E_m = 57,26 \%$

$FF_m = 114 \%$

$SF = 94 \%$

$CT = 21,14 \text{ menit}$

$\rho_i = 1,6 \text{ ton/BCM}$

$$P_{1m} = \frac{(60 \text{ menit} \times 57,26) \times (5 \times 3,2 \text{ LCM} \times 114\%) \times 94\% \times 1,6 \text{ ton/BCM}}{21,14 \text{ menit}}$$

$$= 44,69 \text{ ton/jam}$$

$P_m = 44,69 \text{ ton/jam} \times 5 \text{ unit}$

$= 223,44 \text{ ton/jam}$

Jika dilihat dari hasil perhitungan produksi aktual, maka target produksi belum tercapai. Apabila ditinjau dari hasil perhitungan kebutuhan alat, sudah sesuai dengan keadaan aktual, maka dari itu ada faktor lain yang mempengaruhi produktivitas alat.

Maka dari itu perlu dilakukan perbaikan dan mengoptimalkan faktor-faktor tersebut sehingga dapat meningkatkan produksi.

Perbaikan Efisiensi Kerja

Perbaikan efisiensi kerja yang dilakukan dengan menggunakan metode Westinghouse berdasarkan faktor operator pada lokasi penelitian.

Perbaikan Efisiensi Kerja Alat Gali-Muat

Tabel 4. Nilai Westinghouse Untuk Alat Gali-Muat

No	Parameter Penyesuaian	Kelas	Nilai
1	Keterampilan	Sedang (E2)	-0.1
2	Usaha	Sedang (E1)	-0.04
3	Konsistensi	Rata - rata (D)	0
4	Kondisi Kerja	Sedang(E)	-0.03
Nilai Penyesuaian			-0.20
Faktor Penyesuaian			0.8

Sumber: Perhitungan Data Pengamatan Lapangan di PT Antam (Persero) Tbk, 2016

Maka:

$$P = 1 + W_h = 1 + (-0,2)$$

$$= 0,80$$

Tabel 5. Hambatan Kerja Alat Gali–Muat Setelah Perbaikan

No	Jenis Hambatan Yang Dapat Dihindari	Data Yang Sering Muncul	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan	Satuan
1	Terlambat Waktu Kerja Produktif	15	19.90	12.075	menit
2	Berhenti Sebelum Waktu Istirahat	20	15.33	16.1	menit
3	Terlambat Setelah Waktu Istirahat	5	8.65	4.025	menit
4	Berhenti Sebelum Waktu Break	0	0.00	0	menit
5	Terlambat Setelah Waktu Break	2	3.09	1.61	menit
6	Berhenti Sebelum Waktu Pulang	15	14.72	12.075	menit
7	Waktu Tunggu	5	5.32	4.025	menit
		Jumlah	66.99	49.91	menit

No	Jenis Hambatan Yang Tidak Dapat Dihindari	Data Yang Sering Muncul	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan	Satuan
1	Keperluan Operator	5	4.86	3.91	menit
2	Rusak Mendadak	0	67.42	54.27	menit
3	Hujan	0	36.52	29.40	menit
4	Licin	0	50.39	40.56	menit
		Jumlah	159.19	128.15	menit

Sumber: Perhitungan Data Pengamatan Lapangan di PT Antam (Persero) Tbk, 2016

$$\begin{aligned}
 W_e &= W_p - (W_u + W_h) \\
 &= 504,29 \text{ menit} - (49,91 \text{ menit} + 128,15 \text{ menit}) \\
 &= 326,23 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$E = \frac{326,23 \text{ menit}}{504,29 \text{ menit}} \times 100\% = 64,69\%$$

Perbaikan Efisiensi Kerja Alat Angkut

Tabel 6. Nilai Westinghouse Untuk Alat Angkut

No	Parameter Penyesuaian	Kelas	Nilai
1	Keterampilan	Sedang (E2)	-0.1
2	Usaha	Sedang (E2)	-0.08
3	Konsistensi	Rata - rata (D)	0
4	Kondisi Kerja	Sedang (E)	-0.03
	Nilai Penyesuaian		-0.22
	Faktor Penyesuaian		0.78

Sumber: Perhitungan Data Pengamatan Lapangan di PT Antam (Persero) Tbk, 2016

Maka:

$$P = 1 + W_h = 1 + (-0,2) = 0,80$$

Tabel 7. Hambatan Kerja Alat Gali–Muat Setelah Perbaikan

No	Jenis Hambatan Yang Dapat Dihindari	Data Yang Sering Muncul	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan	Satuan
1	Terlambat Waktu Kerja Produktif	15	15.69	11.67	menit
2	Berhenti Sebelum Waktu Istirahat	15	11.83	11.67	menit
3	Terlambat Setelah Waktu Istirahat	5	10.35	3.89	menit
4	Berhenti Sebelum Waktu Break	0	0.00	0	menit
5	Terlambat Setelah Waktu Break	2	2.61	1.556	menit
6	Berhenti Sebelum Waktu Pulang	10	8.54	7.78	menit
7	Waktu Tunggu	0	0.00	0	menit
		Jumlah	49.03	36.566	menit

No	Jenis Hambatan Yang Tidak Dapat Dihindari	Data Yang Sering Muncul	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan	Satuan
1	Keperluan Operator	8	6.00	4.67	menit
2	Rusak Mendadak	0	53.25	41.43	menit
3	Hujan	0	42.91	33.38	menit
4	Licin	0	64.35	50.06	menit
		Jumlah	166.50	129.54	menit

Sumber: Perhitungan Data Pengamatan Lapangan di PT Antam (Persero) Tbk, 2016

$$\begin{aligned}
 W_e &= W_p - (W_u + W_h) \\
 &= 504,29 \text{ menit} - (36,56 \text{ menit} + 129,54 \text{ menit}) \\
 &= 338,18 \text{ menit} \\
 E &= \frac{326,23 \text{ menit}}{504,29 \text{ menit}} \times 100\% \\
 &= 67,06\%
 \end{aligned}$$

Produksi Alat Gali-muat Setelah Perbaikan Efisiensi Kerja

$$P1m = \frac{\left(3600 \frac{\text{detik}}{\text{jam}} \times 64,69\right) \times 3,2 \text{ LCM} \times 114\% \times 94\% \times 1,6 \text{ ton/BCM}}{24,23 \text{ detik}}$$

$$= 528,47 \text{ ton/jam}$$

$$\begin{aligned}
 P_m &= 528,47 \text{ ton/jam} \times 1 \text{ unit} \\
 &= 528,47 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_m/\text{shift} &= 528,47 \text{ ton/jam} \times 8,4 \text{ jam/shift} \\
 &= 4441,64 \text{ ton/shift}
 \end{aligned}$$

Produksi Alat Angkut Ore Setelah Perbaikan Efisiensi Kerja

$$P1m = \frac{(60 \text{ menit} \times 67,06) \times (5 \times 3,2 \text{ LCM} \times 114\%) \times 94\% \times 1,6 \text{ ton/BCM}}{20,81 \text{ menit}}$$

$$= 53,15 \text{ ton/jam}$$

$$\begin{aligned}
 P_m &= 53,15 \text{ ton/jam} \times 6 \text{ unit} \\
 &= 318,92 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_m/\text{shift} &= 318,92 \text{ ton/jam} \times 8,4 \text{ jam/shift} \\
 &= 2680,51 \text{ ton/shift}
 \end{aligned}$$

Produksi Alat Angkut Waste Setelah Perbaikan Efisiensi Kerja

$$P1m = \frac{(60 \text{ menit} \times 67,06) \times (5 \times 3,2 \text{ LCM} \times 114\%) \times 94\% \times 1,6 \text{ ton/BCM}}{21,14 \text{ menit}}$$

$$= 52,34 \text{ ton/jam}$$

$$\begin{aligned}
 P_m &= 52,34 \text{ ton/jam} \times 4 \text{ unit} \\
 &= 209,35 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_m/\text{shift} &= 209,35 \text{ ton/jam} \times 8,4 \text{ jam/shift} \\
 &= 1759,58 \text{ ton/shift}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka produksi moving material/shift} &= 2680,51 \text{ ton/shift} + 1759,58 \text{ ton/shift} \\
 &= 4440,09 \text{ ton/shift}
 \end{aligned}$$

Perbaikan Kondisi Jalan Angkut

Berdasarkan keadaan jalan apabila dilakukan perawatan jalan pada saat pasca hujan dengan deskripsi jalan “Jalan yang kokoh, permukaan yang halus, dengan sedikit kotoran yang melapisi permukaan, agak elastis dan bergelombang, cukup terawat dan penyiraman ketika berdebu”, maka nilai tahanan gelindingnya adalah 65 lb/ton (Tabel Rolling Resistance Berbagai Keadaan Jalan Setelah Perawatan Jalan Angkut, Partanto P., 2005), hal ini dapat membantu meningkatkan produksi karena pada saat penelitian, apabila waktu pasca hujan, produksi berhenti sehingga waktu produktif akan berkurang dan mengakibatkan produksi menurun, maka dari itu disarankan untuk melakukan perbaikan kondisi jalan angkut agar pada saat waktu pasca hujan produksi dapat langsung dilanjutkan kembali dan diharapkan dapat meningkatkan jumlah produksi sehingga target produksi yang ditetapkan dapat tercapai.

Tabel 8. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Angkut Isi dan Kembali Kosong Pada Tiap Segmen Untuk Alat Angkut Ore

NO	SEGMENT JALAN	BEDA TINGGI (m)	JARAK		KEMIRINGAN (%)	RR KEADAAN JALAN (lb/ton)	RIMPUL (lbs)				GIGI	KECEPATAN (mph)	WAKTU SEGMENT (Menit)	WAKTU TOTAL (Menit)
			(m)	(ft)			RR	GR	AR	TOTAL				
ANGKUT ISI														
1	A-B	8.139	157.28	516.0	5.17	65	3,566.16	18,454.71	1,097.28	23,118.15	1	5.00	1.173	14.378
2	B-C	15.752	270.66	888.0	5.82	65	3,566.16	20,754.32	1,097.28	25,417.76	1	5.00	2.018	
3	C-D	2.163	266.40	874.0	0.81	65	3,566.16	2,895.55	1,097.28	7,558.99	5	10.00	0.993	
4	D-E	0.694	141.27	463.5	0.49	65	3,566.16	1,751.84	1,097.28	6,415.28	6	17.00	0.310	
5	E-F	-2.777	178.92	587.0	-1.55	65	3,566.16	-5,535.08	1,097.28	-871.64	4	15.00	0.445	
6	F-G	11.848	362.41	1,189.0	3.27	65	3,566.16	11,658.67	1,097.28	16,322.11	3	5.00	2.702	
7	G-H	-3.545	148.35	486.7	-2.39	65	3,566.16	-8,521.98	1,097.28	-3,858.54	4	15.00	0.369	
8	H-I	-19.945	169.77	557.0	-11.75	65	3,566.16	-41,895.24	1,097.28	-37,231.80	4	10.00	0.633	
9	I-J	-1.495	118.02	387.2	-1.27	65	3,566.16	-4,517.43	1,097.28	146.01	5	15.00	0.293	
10	J-K	-1.991	222.50	730.0	-0.89	65	3,566.16	-3,191.05	1,097.28	1,472.39	4	15.00	0.553	
11	K-L	-8.449	208.18	683.0	-4.06	65	3,566.16	-14,473.40	1,097.28	-9,809.96	4	10.00	0.776	
12	L-M	-10.591	160.02	525.0	-6.62	65	3,566.16	-23,602.80	1,097.28	-18,939.36	5	15.00	0.398	
13	M-N	-6.412	192.63	632.0	-3.33	65	3,566.16	-11,870.32	1,097.28	-7,206.88	4	10.00	0.718	
14	N-O	-6.224	184.40	605.0	-3.38	65	3,566.16	-12,036.50	1,097.28	-7,373.06	3	10.00	0.688	
KEMBALI KOSONG														
15	O-N	6.224	184.40	605.0	3.38	65	2,002.00	6,757.15	616.00	9,375.15	2	15.00	0.458	11.293
16	N-M	6.412	192.63	632.0	3.33	65	2,002.00	6,663.86	616.00	9,281.86	4	15.00	0.479	
17	M-L	10.591	160.02	525.0	6.62	65	2,002.00	13,250.33	616.00	15,868.33	3	10.00	0.597	
18	L-K	8.449	208.18	683.0	4.06	65	2,002.00	8,125.19	616.00	10,743.19	3	10.00	0.776	
19	K-J	1.991	222.50	730.0	0.89	65	2,002.00	1,791.42	616.00	4,409.42	4	15.00	0.553	
20	J-I	1.495	118.02	387.2	1.27	65	2,002.00	2,536.03	616.00	5,154.03	4	15.00	0.293	
21	I-H	19.945	169.77	557.0	11.75	65	2,002.00	23,519.49	616.00	26,137.49	2	5.00	1.266	
22	H-G	3.545	148.35	486.7	2.39	65	2,002.00	4,784.14	616.00	7,402.14	2	10.00	0.553	
23	G-F	-11.848	362.41	1,189.0	-3.27	65	2,002.00	-6,545.04	616.00	-3,927.04	3	10.00	1.351	
24	F-E	2.777	178.92	587.0	1.55	65	2,002.00	3,107.33	616.00	5,725.33	3	15.00	0.445	
25	E-D	-0.694	141.12	463.0	-0.49	65	2,002.00	-984.53	616.00	1,633.47	2	10.00	0.526	
26	D-C	-2.163	266.40	874.0	-0.81	65	2,002.00	-1,625.53	616.00	992.47	2	10.00	0.993	
27	C-B	-15.752	245.36	805.0	-6.42	65	2,002.00	-12,852.54	616.00	-10,234.54	2	5.00	1.830	
28	B-A	-8.139	157.28	516.0	-5.17	65	2,002.00	-10,360.26	616.00	-7,742.26	2	5.00	1.173	
TOTAL			5.54											25.671

Sumber: Perhitungan Data Pengamatan Lapangan di PT Antam (Persero) Tbk, 2016

Maka cycle time alat angkut ore setelah dilakukannya perawatan jalan adalah:

$$CT = 0,44 + 1,42 + 14,38 + 0,48 + 0,32 + 11,29 \text{ (menit)}$$

$$= 28,32 \text{ menit}$$

Tabel 9. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Angkut Isi dan Kembali Kosong Pada Tiap Segmen Untuk Alat Angkut Waste

NO	SEGMENT JALAN	BEDA TINGGI (m)	JARAK		KEMIRINGAN (%)	RR KEADAAN JALAN (lb/ton)	RIMPUL (lbs)				GIGI	KECEPATAN (mph)	WAKTU SEGMENT (Menit)	WAKTU TOTAL (Menit)
			(m)	(ft)			RR	GR	AR	TOTAL				
ANGKUT ISI														
1	A-B	8.139	157.28	516.0	5.17	65	3,566.16	18,454.71	1,097.28	23,118.15	1	5.00	1.173	14.872
2	B-C	15.752	270.66	888.0	5.82	65	3,566.16	20,754.32	1,097.28	25,417.76	1	5.00	2.018	
3	C-D	2.163	266.40	874.0	0.81	65	3,566.16	2,895.55	1,097.28	7,558.99	5	10.00	0.993	
4	D-E	0.694	141.27	463.5	0.49	65	3,566.16	1,751.84	1,097.28	6,415.28	6	17.00	0.310	
5	E-F	-2.777	178.92	587.0	-1.55	65	3,566.16	-5,535.08	1,097.28	-871.64	4	15.00	0.445	
6	F-G	11.848	362.41	1,189.0	3.27	65	3,566.16	11,658.67	1,097.28	16,322.11	3	5.00	2.702	
7	G-H	-3.545	148.35	486.7	-2.39	65	3,566.16	-8,521.98	1,097.28	-3,858.54	4	15.00	0.369	
8	H-I	-19.945	169.77	557.0	-11.75	65	3,566.16	-41,895.24	1,097.28	-37,231.80	4	10.00	0.633	
9	I-J	-1.495	118.02	387.2	-1.27	65	3,566.16	-4,517.43	1,097.28	146.01	5	15.00	0.293	
10	J-K	-0.685	170.69	560.0	-0.40	65	3,566.16	-1,431.16	1,097.28	3,232.28	4	10.00	0.636	
11	K-L	10.335	96.62	317.0	10.70	65	3,566.16	38,144.95	1,097.28	42,808.39	4	5.00	0.720	
12	L-M	-8.276	72.48	237.8	-11.42	65	3,566.16	-40,718.76	1,097.28	-36,055.32	5	5.00	0.540	
13	M-N	-12.814	94.98	311.6	-13.49	65	3,566.16	-48,114.18	1,097.28	-43,450.74	4	5.00	0.708	
14	N-O	-3.663	91.32	299.6	-4.01	65	3,566.16	-14,304.77	1,097.28	-9,641.33	3	5.00	0.681	
KEMBALI KOSONG														
15	O-N	3.663	91.32	299.6	4.01	65	2,002.00	8,030.53	616.00	10,648.53	2	5.00	0.681	11.863
16	N-M	12.814	94.98	311.6	13.49	65	2,002.00	27,010.73	616.00	29,628.73	4	5.00	0.708	
17	M-L	8.276	72.48	237.8	11.42	65	2,002.00	22,859.03	616.00	25,477.03	3	5.00	0.540	
18	L-K	-10.335	96.62	317.0	-10.70	65	2,002.00	-21,414.12	616.00	-18,796.12	3	5.00	0.720	
19	K-J	0.685	170.69	560.0	0.40	65	2,002.00	803.44	616.00	3,421.44	4	10.00	0.636	
20	J-I	1.495	118.02	387.2	1.27	65	2,002.00	2,536.03	616.00	5,154.03	4	10.00	0.440	
21	I-H	19.945	169.77	557.0	11.75	65	2,002.00	23,519.49	616.00	26,137.49	2	5.00	1.266	
22	H-G	3.545	148.35	486.7	2.39	65	2,002.00	4,784.14	616.00	7,402.14	2	10.00	0.553	
23	G-F	-11.848	362.41	1,189.0	-3.27	65	2,002.00	-6,545.04	616.00	-3,927.04	3	10.00	1.351	
24	F-E	2.777	178.92	587.0	1.55	65	2,002.00	3,107.33	616.00	5,725.33	3	15.00	0.445	
25	E-D	-0.694	141.12	463.0	-0.49	65	2,002.00	-984.53	616.00	1,633.47	2	10.00	0.526	
26	D-C	-2.163	266.40	874.0	-0.81	65	2,002.00	-1,625.53	616.00	992.47	2	10.00	0.993	
27	C-B	-15.752	245.36	805.0	-6.42	65	2,002.00	-12,852.54	616.00	-10,234.54	2	5.00	1.830	
28	B-A	-8.139	157.28	516.0	-5.17	65	2,002.00	-10,360.26	616.00	-7,742.26	2	5.00	1.173	
TOTAL			4.65											26.735

Sumber: Perhitungan Data Pengamatan Lapangan di PT Antam (Persero) Tbk, 2016

Maka cycle time alat angkut waste setelah dilakukannya perawatan jalan adalah:

$$\begin{aligned} CT &= 0,44 + 1,42 + 14,87 + 0,48 + 0,32 + 11,86 \text{ (menit)} \\ &= 29,39 \text{ menit} \end{aligned}$$

Produksi Alat Angkut Ore Setelah Perbaikan Kondisi Jalan Angkut

$$\begin{aligned} P1m &= \frac{(60 \text{ menit} \times 67,06) \times (5 \times 3,2 \text{ LCM} \times 114\%) \times 94\% \times 1,6 \text{ ton/BCM}}{28,32 \text{ menit}} \\ &= 33,35 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pm &= 33,35 \text{ ton/jam} \times 6 \text{ unit} \\ &= 200,1 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

$$\text{ton/shift} \quad Pm/\text{shift} = 200,1 \text{ ton/jam} \times 1,07 \text{ jam/shift (waktu hujan rata-rata)} = 214,6$$

Produksi Alat Angkut Waste Setelah Perbaikan Efisiensi Kerja

$$\begin{aligned} P1m &= \frac{(60 \text{ menit} \times 67,06) \times (5 \times 3,2 \text{ LCM} \times 114\%) \times 94\% \times 1,6 \text{ ton/BCM}}{29,39 \text{ menit}} \\ &= 32,14 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Pm &= 32,14 \text{ ton/jam} \times 4 \text{ unit} \\ &= 128,56 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

$$\text{ton/shift} \quad Pm/\text{shift} = 128,56 \text{ ton/jam} \times 1,07 \text{ jam/shift (waktu hujan rata-rata)} = 137,89$$

Maka produksi total setelah perbaikan efisiensi kerja dan kondisi jalan angkut:

$$\begin{aligned} \text{Produksi alat angkut ore} &= 2680,51 \text{ ton/shift} + 214,6 \text{ ton/shift} \\ &= 2895,12 \text{ ton/shift} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi alat angkut waste} &= 1759,58 \text{ ton/shift} + 137,89 \text{ ton/shift} \\ &= 1897,47 \text{ ton/shift} \end{aligned}$$

D. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Produksi aktual yang dihasilkan untuk alat gali-muat adalah sebesar 3.786,43 ton/shift, dan alat angkut adalah sebesar 3.785,34 ton/shift.
2. Optimalisasi yang dilakukan agar dapat mencapai target produksi yaitu antara lain faktor efisiensi kerja, dapat diantisipasi dengan mengoptimalkan waktu kerja produktif agar mengurangi waktu hambatan yang dapat dihindari. Faktor kondisi jalan angkut, dapat dilakukan dengan cara melakukan perawatan dan pembenahan jalan angkut terutama pada waktu pasca hujan.
3. Produksi setelah perbaikan efisiensi kerja alat gali-muat menjadi 4.441,64 ton/shift, dan alat angkut menjadi 4.440,09 ton/shift. Produksi alat angkut setelah perbaikan efisiensi kerja dan pembenahan jalan angkut pada saat pasca hujan menjadi 4.792,59 ton/shift.

Saran

1. Pada saat kegiatan penambangan sedang berlangsung, diharapkan supervisor mengontrol seluruh kegiatan produksi dan meningkatkan ketegasannya terhadap waktu kerja operator agar jam produksi tidak berkurang karena kurang disiplinnya operator.
2. Dalam kegiatan produksi diharapkan operator meningkatkan usaha dan konsistensinya agar pekerjaan dapat dilakukan dengan efektif dan tidak

membuang waktu.

3. Selalu merawat dan menjaga kondisi daerah kerja terutama di permukaan jalan angkut, untuk pelaksanaannya bisa dipakai alat bantu motor grader atau bulldozer.

Daftar Pustaka

- Andi Tenrisukki Tenriajeng, 1987, *Pemindahan Tanah Mekanis*. Penerbit Gunadarma.
- Anonim, Anonim, 2011, *Volvo Construction Equipment*, Product Range Guide, USA
- Anonim, 2012, *Volvo Construction Equipment*, Carl Lihnells vag SE-36042 Braas, Sweden
- Prodjosumarto Partanto, 2000, *Tambang Terbuka (Surface Mining)*, Departemen Pertambangan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Prodjosumarto Partanto, 2005, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Departemen Pertambangan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Sutalaksana, Iftikar Z., 2006, *Teknik Perancangan Sistem Kerja*, Institut Teknologi Bandung, Bandung