ANALISIS PRODUKTIVITAS ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT DENGAN MENGGUNAKAN METODE ANTRIAN PADA KEGIATAN PENGUPASAN LAPISAN TANAH PENUTUP DI PIT 13W PT. TAMBANG RAYA USAHA TAMA SITE IMM BONTANG KALIMANTAN TIMUR

Oleh :
Arief Khoirru Romadhon

Program Studi Teknik Pertambangan UPN "Veteran: Yogyakarta
No.Hp : 08995409439, Email : ariefkhoirrur@gmail.com

RINGKASAN

Penambangan batubara PT. Tambang Raya Usaha Tama site Indominco Mandiri di Pit 13W dilakukan dengan sistem tambang terbuka metode *strip mine*. Sebelum dilakukan penambangan batubara dilakukan kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) menggunakan alat muat *backhoe* Komatsu PC-1250 SP yang dikombinasikan dengan alat angkut Komatsu HD-465 TR.

Target produktifitas pengupasan lapisan tanah penutup adalah 550 bcm/jam. Produktivitas saat ini sebesar 486 BCM/jam, sehingga masih terdapat kekurangan target produksi sebesar 64 BCM/jam. Kekurangan target produksi terjadi karena antrian pada tahap pelayanan di *loading point* menyebabkan adanya waktu tunggu yang menambah waktu edar. Waktu tunggu di *loading point* A adalah 2,031 menit, *loading point* B adalah 2,051 menit dan *loading point* C adalah 1,846 menit.

Perlu dilakukan alternatif pencapaian produksi dengan melakukan penggunaan metode *double backup*, penggunaan *bulldozer* di *loading point* dan perbaikan pada segmen jalan angkut. Setelah dilakukan alternatif pencapaian produksi, waktu tunggu menjadi 1,163 menit di *loading point* A, 1,087 menit di *loading point* B dan 0,782 menit di *loading point* C. Hasil alternatif pencapaian produksi diperoleh nilai produktifitas sebesar 559,6 BCM/jam.

ABSTRACT

Coal mining activities at PT. Tambang Raya Usaha Tama site Indominco Mandiri in Pit 13W using open mine system and strip mine method. Before start the coal mining activities, overburden was carried out using backhoe Komatsu PC-1250 SP that combined with dumptruck Komatsu HD-465 TR.

Target productivity of overburden stripping activities was 550 BCM / hour. Current productivity of overburden stripping activities was 486 BCM / hour, so there is some lack of productivity targets about 64 BCM / hour. Lack of productivity target occurs because the queue at the service phase in the loading point causes a waiting time that adds the circulation time. Waiting time at loading point A was 2.031 minutes, loading point B was 2.051 minutes and loading point C was 1.846 minutes.

Alternative production needs to be done by using the double backup method, using a bulldozer in loading points and repairing the haul road segment. After alternative production done, the waiting time becomes 1.163 minutes at loading point A, 1.087 minutes at loading point B and 0.782 minutes at loading point C. The alternative production make productivity result increase to 559.6 BCM / hour.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) di PT. Tambang Raya Usaha Tama site Indominco Mandiri Pit 13W menggunakan alat gali muat *backhoe* Komatsu PC-1250 SP yang dikombinasikan dengan alat angkut Komatsu HD-465 TR.

Target produktifitas pengupasan lapisan tanah penutup untuk setiap *loading point* sebesar 550 bcm/jam. Produktifitas saat ini sebesar 486 bcm/jam. Terdapat kekurangan sebesar 64 bcm/jam.

Rendahnya produktifitas disebabkan antrian pada tahap pelayanan di *loading point*. Antrian menghasilkan waktu tunggu yang menyebabkan bertambahnya waktu edar. Diperlukan alternatif pencapaian produksi terhadap faktor-faktor penyebab terjadinya antrian.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya antrian alat angkut Komatsu HD-465 TR.
b. Mencari alternatif pencapaian produksi melalui pendekatan teori antrian agar target produktifitas alat angkut sebesar 550 BCM/jam dapat tercapai.

1.3. Permasalahan

Target produktifitas kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup sebesar 550 BCM/jam yang belum tercapai. Produktifitas saat ini sebesar 486 BCM/jam, masih terdapat kekurangan 64 BCM/jam. Dikarenakan antrian pada tahap pelayanan di *loading point* yang menyebabkan waktu tunggu sehingga menambah total waktu edar.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi hal–hal sebagai berikut :

a. Penelitian dilakukan pada kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup di Pit 13W dengan 3 lokasi *loading point* dan 2 lokasi *disposal*.
b. Alat muat dan alat angkut yang diteliti adalah peralatan mekanis yang digunakan untuk kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup.
c. Analisis dilakukan menggunakan teori antrian.
d. Penelitian tidak menggunakan parameter faktor koreksi, *fill factor* dan tingkat keekonomian.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian bagi perusahaan adalah memberikan rekomendasi perbaikan untuk meminimalisir adanya antrian alat angkut dan meningkatkan produktifitas alat muat sehingga target produktifitas terpenuhi.

II. TINJAUAN UMUM

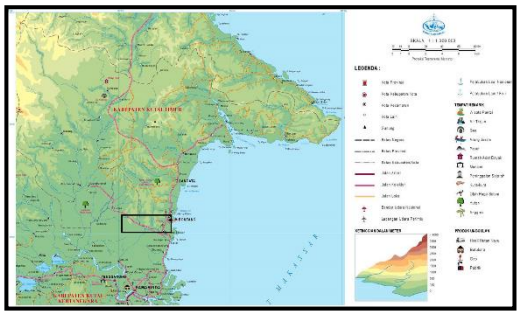
2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah

PT. Tambang Raya Usaha Tama adalah perusahaan kontraktor tambang batubara yang beroperasi di site PT. Indominco Mandiri sejak tahun 2014 dan merupakan perusahaan yang bernaung di bawah PT. Indo Tambangraya Megah Tbk. Wilayah penambangan lokasi penelitian merupakan blok Barat dari PT. Indominco Mandiri dengan luas area 18.100 Ha yang berada di Kabupaten Kutai Timur, Kutai Kertanegara dan Kota Bontang, Provinsi Kalimantan Timur. Secara geografis lokasi penelitian terletak di 117^0 04’ 26’’ BT – 117^0 29’ 00’’ BT dan 00^0 02’ 20’’ LU – 00^0 13’ 00’’ LU. Rute untuk menuju lokasi penelitian sebagai berikut:

1. Jalur udara dari Yogyakarta menuju Balikpapan dari bandara Adisucipto menuju bandara Sultan Aji Muhammad Sulaiman dengan waktu tempuh ± 1,5 Jam.
2. Dilanjutan dari Kota Balikpapan ke Kota Bontang menggunakan mobil selama ± 6 jam dengan jarak tempuh ± 240 km.
3. Perjalanan menuju lokasi penelitian membutuhkan waktu tempuh ± 50 menit dengan jarak tempuh ± 33 km dari terminal Kota Bontang.

Batas-batas wilayah PT. Tambang Raya Usaha Tama sebagai berikut:

1. Batas Utara : Taman Nasional Kutai dan PT. Tambang Damai
2. Batas Timur : Desa Suka Rahmat dan Kota Bontang
3. Batas Selatan : Sumalindo Hutane Jaya dan PT. Santan Batubara
4. Batas Barat : PT. Tambang Milenium dan PT. Suya Hutani Jaya



Gambar 2.1
Peta Lokasi Daerah Penelitian

III. DASAR TEORI

3.1. Pola Pemuatan

Pola pemuatan berdasarkan posisi alat angkut untuk dimuati hasil galian alat muat :

a. *Top Loading*, alat angkut berada di bawah alat muat.
b. *Bottom Loading*, yaitu alat muat dijenjang yang sama dengan posisi alat angkut.

Pola pemuatan berdasarkan jumlah penempatan posisi alat angkut untuk dimuati :

a. Single Back Up
b. Double Back Up
c. Triple Back Up

3.2. Lebar minimum *Front* Kerja Alat

Wmin = 2 (0,5 Rs) + a + M

Keterangan :

Wmin = Lebar minimum *front* kerja (m).
Rs = *Swing* radius dari *Excavator* (m).
a = Jarak aman tambahan.
M = Lebar truk pada saat membentuk sudut α (m).

3.3. Lebar Jalan Lurus

$W_{min} = (1{,}5.L + 0{,}5).W$

Keterangan :

W = lebar jalan angkut minimum (m)
L = jumlah lajur
W = lebar alat angkut (m)

3.4. Lebar Jalan Tikungan

$$W = n(U + Fa + Fb + Z) + C$$

$$C = Z = 0{,}5(U + Fa + Fb)$$

Keterangan :

W = Lebar jalan angkut minimum pada tikungan (m).
U = Lebar jejak roda kendaraan (m).
Fa = Lebar juntai depan (m).
Fb = Lebar juntai belakang (m).
Z = Jarak dari sisi luar alat angkut ketepi jalan (m).
C = Jarak antara dua alat angkut (m).

3.5. Kemiringan Jalan Angkut (*Grade*)

Grade = (h/L) x 100%

Keterangan :

h = beda tinggi (m).
L = jarak datar (m).

3.6. Teori Antrian

Probabilitas keadaan keseimbangan :

$$P(n_1,n_2) = \frac{\mu_1^{K-n_1}}{\mu_2^{n_2}} P(K,0)$$

Tingkat penggunaan :

$\eta_i = 1 - \sum P(0,n_2)$

Pelanggan yang dapat terlayani :

$M_i = \eta_i \cdot \mu_i$

Jumlah pelanggan yang antri :

$Lq = \sum(n_i-1)P(n_{1\geq 2},n_2)$

Waktu tunggu :

$Wq = Lq / M_i$

Total waktu edar :

$CT = Wq + 1 / \mu_1 + 1 / \mu_2$

Keterangan :

μ_i = tingkat pelayanan tahap i (unit/menit)
n_i = jumlah alat di tahap pelayanan i (unit)
K = jumlah alat (unit)

3.7. Produksi Alat Angkut

P = K x 60 / CT x kapasitas *bucket*

IV. HASIL PENELITIAN

4.1. Pemuatan Lapisan Tanah Penutup

Kegiatan pemuatan dan pengangkutan material lapisan tanah penutup dilakukan dengan menggunakan alat mekanis berupa *backhoe* PC 1250 SP dan *dumptruck* HD 465. Kapasitas *bucket* PC sebesar 5,2 m^3 dan kapasitas *bucket* HD sebesar 34,2 m^3. Berdasarkan pengamatan di *Loading Point*, pola pemuatan menggunakan metode *top loading* dan *single backup*.

Lebar minimum *front* kerja penambangan yang sesuai dengan alat adalah 22 m. Berdasarkan pengamatan di lapangan, lebar *front* kerja :

1. *Loading Point* A adalah 22 m.
2. *Loading Point* B adalah 16 m.
3. *Loading Point* C adalah 20 m.

Pada *front* kerja alat juga ditemukan undulasi karena tanah yang berjatuhan pada proses pemuatan dan karena lalu lintas alat angkut.

4.2. Pengangkutan Lapisan Tanah Penutup

Kegiatan pengangkutan lapisan tanah penutup di Pit 13W menghubungkan tiga *loading point* dengan dua *dumping point*. *Loading point* A menuju *dumping point* C11 utara, *loading point* B dan *loading point* C menuju *dumping point* C 11 selatan.

Lebar jalan dibagi menjadi lebar pada jalan lurus dan lebar pada jalan tikungan.

a. Lebar pada jalan lurus.

Lebar jalan minimum untuk jalan lurus adalah 14,80 meter.

b. Lebar jalan tikungan.

Lebar jalan minimum untuk tikungan atau belokan adalah 21,72 meter.

Tabel 4.1
Geometri Jalan Angkut

Loading Point	Segmen	Jarak (meter)	Beda Tinggi (meter)	Grade (%)	Lebar (meter)
A	A-B (Lurus)	36	4	8,33	17
	B-C (Tikungan)	69	8	13,04	22
	C-D (Tikungan)	115	12	13,91	18
	D-E (Tikungan)	168	10	6,76	23
B	F-G (Lurus)	70	5	7,14	13
	G-H (Tikungan)	90	8	8,89	22
	H-K (Tikungan)	77	7	9,09	25
	K-L (Lurus)	71	4	5,63	25
	L-M (Tikungan)	292	16	5,48	30
C	I-J (Tikungan)	77	6	8,95	19
	J-K (Tikungan)	76	6	9,09	23
	K-L (Lurus)	71	4	5,63	25
	L-M (Tikungan)	292	16	5,48	30

4.3. Kondisi *Dumping Point*

Dari pengamatan dilapangan diketahui lebar area penimbunan di *dumping point* C11 utara 75 m dan di *dumping point* C11 selatan 50 m. Pada area penimbunan lapisan tanah penutup tidak terjadi hambatan antrian pada saat melakukan penimbunan.

4.4. Penerapan Teori Antrian

Faktor-faktor yang menyebabkan antrian alat:

1. *Backhoe* pada beberapa kondisi mencari dan mengumpulkan lapisan tanah penutup yang akan dimuat terlebih dahulu, sehingga menambah waktu edar dari pemuatan. Rata-rata waktu saat ini untuk satu kali pemuatan adalah 27,7 detik untuk *loading point* A, 29,37 detik untuk *loading point* B dan 25,27 detik untuk *loading point* C.
2. Waktu manuver *dumptruck* yang cukup lama di *loading point*. Rata-rata waktu manuver adalah 27,8 detik di *loading point* A, 31 detik di *loading point* B dan 41,9 detik di *loading point* C.
3. Geometri jalan yang belum sesuai pada segmen tertentu sehingga kecepatan *dumptruck* tidak dapat maksimal. Kecepatan rata-rata *dumptruck* saat ini adalah 12 km/jam.

Menggunakan teori antrian tertutup dengan sistem putaran. Mekanisme pelayanan yang diterapkan merupakan sistem antrian pelayanan tunggal dengan sistem kerja terdiri dari 2 (dua) tahap yang berulang-ulang. Tahap pelayanan dibagi menjadi 2 :

1. Tahap 1 yaitu tahap pelayanan yang dilakukan oleh *backhoe*.

2. Tahap 2 yaitu tahap pelayanan sendiri dimana *dumptruck* perjalanan menuju *dumping point* sampai kembali ke *loading point*.

Tabel 4.2
Hasil Analisis Teori Antrian

Loading Point	Jumlah *DT*	Tahap 1 (menit)	Tahap 2 (menit)	Waktu Tunggu (menit)	Total Waktu edar (menit)
A	3	2,772	4,176	2,031	8,979
B	4	2,964	6,330	2,015	11,309
C	4	2,803	6,147	1,846	10,796

Berdasarkan perhitungan untuk produktifitas pengangkutan lapisan tanah penutup :

1. *Loading Point* A = 461,059 BCM/jam.
2. *Loading Point* B = 488,102 BCM/jam.
3. *Loading Point* C = 511,305 BCM/jam.

Sehingga rata-rata produktifitas alat angkut pada Pit 13W sebesar 486,822 BCM/jam.

V. PEMBAHASAN

5.1. Alternatif I

Metode *double backup* dilakukan dengan memperlebar *front loading* sesuai lebar minimum 21 m. Penggunaan 2 unit alat angkut yang melakukan pengisian dengan posisi bersebelahan di depan alat muat. Ketika salah satu alat angkut terisi penuh dan berjalan menuju *dumping point*, maka alat muat segera mengisi alat angkut di sebelahnya. Alat angkut yang sedang antri segera melakukan manuver ke posisi pengisian.

Setelah dilakukan metode *double backup* terjadi penurunan waktu palayanan pada tahap 1. Dikarenakan tidak adanya waktu manuver yang mengakibatkan alat muat menunggu. Berdasarkan perhitungan setelah dilakukan metode *double backup*, waktu pelayanan tahap 1 untuk setiap *loading point* menjadi :

a. *loading point* A = 2,3 menit
b. *loading point* B = 2,45 menit
c. *loading point* C = 2,11 menit.

Tabel 5.1
Hasil Perhitungan Alternatif I

Loading Point	Sesudah Perbaikan		
	Jumlah *Dumptruck*	CT (menit)	Produksi (BCM/jam)
A	3	8,265	500,937
B	4	10,491	526,146
C	4	9,809	562,777
Rata-rata			529,953

5.2. Alternatif II

Hasil dari alternatif I dikombinasi dengan penggunaan 1 *bulldozer* pada *loading point*. *Bulldozer* digunakan untuk membantu mengumpulkan bahan galian yang terjatuh dari alat angkut dan bahan galian yang terlepas dari area pemuatan.

Setelah dilakukan penggunaan *bulldozer* terjadi penurunan waktu edar *backhoe*. Waktu edar *backhoe* untuk satu kali pemuatan hasil perhitungan :

a. *loading point* A = 25,49 detik.
b. *loading point* B = 27,38 detik.
c. *loading point* C = 23,87 detik.

Tabel 5.2
Hasil Perhitungan Alternatif II

Loading Point	Sesudah Perbaikan		
	Jumlah *Dumptruck*	CT (menit)	Produksi (BCM/jam)
A	3	7,855	527,070
B	4	10,127	545,076
C	4	9,563	577,199
Rata-rata			549,782

5.3. Alternatif III

Alternatif ketiga merupakan hasil dari alternatif II yang diperbaiki dengan melakukan perbaikan geometri jalan angkut. Dilakukan dengan cara perbaikan *grade* agar tidak lebih dari 10% dan lebar jalan angkut diperlebar sesuai lebar minimum. Sehingga kecepatan alat angkut dapat meningkat menjadi 14 km/jam.

Berdasarkan hasil perhitungan teori antrian waktu tunggu berkurang menjadi 1,163 menit

pada *loading point* A, 1,087 menit pada *loading point* B dan 0,782 menit pada *loading point* C.

Tabel 5.3
Hasil Perhitungan Alternatif III

Loading Point	Sesudah Perbaikan		
	Jumlah *Dumptruck*	CT (menit)	Produksi (BCM/jam)
A	3	7,725	535,913
B	4	9,895	557,830
C	4	9,435	585,058
Rata-rata			559,600

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Penyebab terjadinya antrian alat angkut *dumptruck* Komatsu HD 465 TR pada Pit 13W adalah :

a. Penggunaan metode *single backup* menambah waktu pelayanan tahap 1.
b. Diketahui bahwa *backhoe* juga melakukan pembersihan pada *front* kerja dan mengumpulkan lapisan tanah penutup.
c. Kondisi jalan angkut yang masih perlu dilakukan pelebaran pada jalan angkut di segmen B-C, C-D, F-G dan I-J.
d. Masih terdapat jalan angkut dengan grade lebih dari 10%.

2. Alternatif pencapaian produksi dilakukan untuk mengurangi waktu tunggu agar target produktifitas alat angkut sebesar 550 BCM/jam dapat tercapai :

a. Alternatif I penggunaan metode *double backup* dengan nilai produktifitas sebesar 529,953 BCM/jam.
b. Alternatif II penggunaan metode *double backup* dan penggunaan *bulldozer* pada *loading point* dengan nilai produktifitas sebesar 549,782 BCM/jam.
c. Alternatif III penggunaan metode *double backup*, penggunaan *bulldozer* pada *loading point* dan melakukan perbaikan jalan angkut dengan nilai produktifitas sebesar 559,600 BCM/jam.

6.2. Saran

1. Pengawasan di *loading point* untuk penggunaan metode *double backup* dan penggunaan *bulldozer* di sekitar area tersebut harus ditingkatkan agar dapat diterapkan dengan baik sehingga target produktifitas tercapai.
2. Alternatif yang disarankan adalah alternatif IV. Karena dengan alternatif tersebut target produktifitas lapisan tanah penutup dapat terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Carmichael, D.G., 1987, *Engineering Queues In Construction and Mining*, Ellis Horwood Limited, England, p. 128 – 150.
2. Hustrulid W, Kuchta M, 1995, *Open Pit Mine Planning & Design*, A,A Balkema, Rotterdam, p. 291 – 294.
3. Kaufman W.W, Ault J, 2001, *Design of Surface Mine Haulage Roads*, National Institute for Occupational Safety and Health, Pittsburgh, p. 14.
4. Tannat D.D., Bruce Regensburg, 2001, *Guidelines For Mines Haul Road Design*, University of British Columbia, Okanagan, p. 17 – 18.
5. Yanto Indonesianto, 2014, Pemindahan Tanah Mekanis, CV. Awan Poetih, Yogyakarta, hal 44 – 112.
6. _____, 1994, *Haul Road Inspection Book*, U.S Department of Labor, p. 44.
7. _____, 2003, Peta Wilayah Kalimantan Timur, *Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional*, Jakarta
8. _____, 1992, *Report on Coal Exploration, PT. Indominco Mandiri, Tbk.*
9. _____, 1992, *Regional Geological Map, PT. Indominco Mandiri, Tbk.*