

Optimasi Kesesuaian Alat Gali-Muat dengan Alat Angkut untuk Mengatur *Fuel Ratio* dalam Menghemat Pemakaian *Fuel* pada Pengupasan *Overburden* di *Pit* Jebak 1 PT. Nan Riang Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi

Januardi Putra^{1*}, and Tamrin Kasim^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*januardiputra28@gmail.com

**tamrinkasim@gmail.com

Abstrak. PT. Nan Riang is a coal mining company located in Kecamatan Muara Tembesi, Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi. The overburden daily production target is 2.500 bcm / day, while the actual production is 2.310,91 bcm / day. One of the factors that have not been achieved is the composition of excavators and dump truck that have not been optimal, each fleet uses 1 excavator and 2 dump truck. The excavator used for overburden stripping activities is Volvo EC460BLC and Komatsu PC400LC, while for the transport equipment used is the A40E Articulated Dump Truck. Based on observations in the field using these combinations results in a waiting time on the digging equipment. This has an impact on April's fuel use of 153.389 liters and in May 111.051 liters exceeded the specified target of 100.000 liters / month. Based on calculations with the composition of 1 excavator and 2 dump truck, the actual match factor value on fleet 1 is 0,519 and fleet 2 is 0,462, while the ideal match factor value is 1. The actual fuel ratio obtained is 0,723 liters / bcm and 0,905 liter / bcm and the fuel consumption of both fleet is 196,17 liters / hour, with the actual fuel cost of Rp. 689.747.769,91 / month. After optimization, it was found that the ideal composition for overburden stripping was 1 excavator and 4 dump truck carried out with 1 fleet, the excavator used was Volvo EC460BLC. With this composition obtained productivity of 2.503,65 bcm / day, with a match factor value of 1,03 and the obtained fuel ratio of 0,590 liters / bcm and fuel consumption obtained at 155.58 liters / hour. By using this composition spend a fuel cost of Rp. 547.045.478,60 / month. Then we get savings of Rp. 142.702.291,31 / month. If the savings in the form of diesel fuel are 11.566,92 liters.

Keywords : Match Factor, Fuel Ratio, Fuel Consumption, Fuel Cost, Productivity.

1. Pendahuluan

PT. Nan Riang merupakan perusahaan yang bergerak dibidang usaha pertambangan batubara yang bertempat di Desa Ampelu Muara Tembesi, Batanghari, Jambi. Izin usaha pertambangan PT. Nan Riang diperoleh pada tanggal 22 Januari 2003 berupa kuasa Pertambangan Eksplorasi Batubara seluas 1.208,56 hektar (SK Bupati Batanghari Nomor :01/KP/2003). Perusahaan ini memiliki luas daerah penambangan sebesar 290 Ha. Kegiatan penambangan dilakukan dengan sistem tambang terbuka yang terdiri dari pembersihan lahan (*land clearing*), pengupasan tanah pucuk, pengupasan lapisan batuan penutup (*overburden removal*) serta pemuatan batubara (*coal getting*).

Alat berat yang digunakan dalam kegiatan penambangan menggunakan *excavator* Komatsu PC400LC dan Volvo EC460BLC sebagai alat gali-muat. Sedangkan untuk alat angkut menggunakan *Nissan* CWM330PS yang berjumlah 9 unit untuk mengangkut batubara dan *Articulated Dump Truck* A40E dengan jumlah 8 unit untuk mengangkut *overburden*.

Penggunaan bahan bakar memberikan kontribusi yang paling besar terhadap biaya operasional penambangan. Aktual di lapangan penggunaan bahan bakar bulan April 153.389 Liter dan bulan Mei 111.051 liter melebihi dari target yang ditentukan yaitu 100.000 liter/bulan. Sehingga mengharuskan PT. Nan Riang

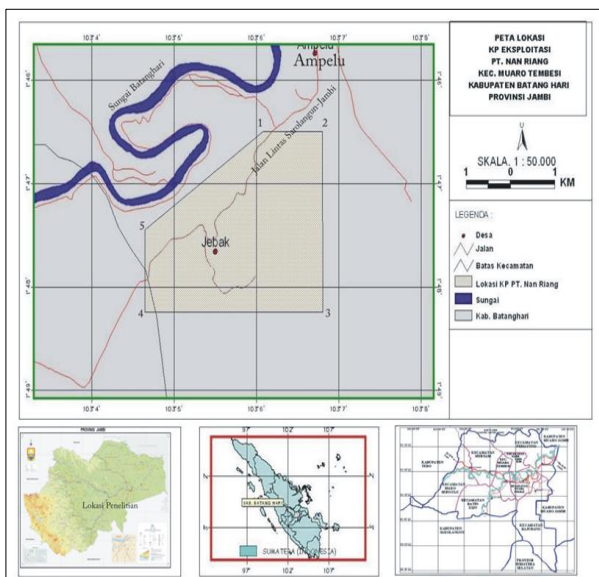
menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas dari peralatan mekanis sehingga dapat meminimalisir penggunaan bahan bakar. Langkah evaluasi yang dilakukan adalah dengan membandingkan antara jumlah penggunaan bahan bakar (liter) dengan jumlah volume material lapisan batuan penutup. Di PT. Nan Riang belum diketahui berapa *fuel ratio* yang digunakan. Karena belum pernah dilakukan perhitungan *ratio* antara pemakaian bahan bakar dengan produksi. Sehingga tidak diketahuinya biaya bahan bakar yang dikeluarkan untuk kegiatan penambangan.

Kombinasi yang dipakai di lapangan untuk pengupasan *overburden* yaitu 1 alat gali-muat dengan 2 alat angkut masing-masing *fleet*. Dengan menggunakan kombinasi tersebut mengakibatkan adanya waktu tunggu pada alat gali-muat.

Dengan adanya waktu tunggu alat gali-muat pada kegiatan pengupasan *overburden* di PT. Nan Riang berdampak pada produktivitasnya. PT. Nan Riang mempunyai target 2500 bcm/hari, sedangkan produktivitas aktual di lapangan hanya 2310,91 bcm/hari.

2. Lokasi Penelitian

Lokasi PT. Nan Riang dapat dicapai dengan menggunakan kendaraan roda empat dari Kota Jambi dengan Jaraknya \pm 100 km selama 2 jam melalui jalan lintas Jambi Sorolangun dan lokasi PT. Nan Riang berjarak 1,5 km dari jalan Jambi Sarolangun. Peta lokasi PT. Nan Riang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi PT. Nan Riang

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 19 Maret 2018 – 19 Mei 2018. Lokasi penelitian ini terletak di Desa

Ampelu Kecamatan Muara Tembesi Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi.

3.1 Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian kuantitatif. Penelitian ini lebih terarah ke penelitian terapan, yaitu salah satu jenis penelitian yang bertujuan untuk memberikan solusi atas permasalahan tertentu secara praktis. Dalam melaksanakan penelitian, penulis menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan, sehingga dari keduanya didapat pendekatan penyelesaian masalah. Metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positifisme, kemudian dianalisis secara analisis statistik. Penafsiran hasil analisis berkaitan dengan analisis data yang telah dilakukan sehingga diperoleh kesimpulan penelitian dirumuskan diterima atau tidak^[1].

Dalam pelaksanaan penelitian ini data yang didapatkan adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang didapat melalui pengamatan secara langsung ke lapangan, sedangkan data sekunder adalah data yang didapat dari perusahaan, dari internet, dari buku-buku dan dari penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan masalah yang diangkat menjadi judul.

3.2 Data dan Teknik Pengumpulannya

Adapun data dan teknik pengumpulannya yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

3.2.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan dengan melakukan pengamatan secara langsung di lapangan, pengamatan dilakukan dengan cara peninjauan lapangan untuk melakukan pengamatan langsung terhadap semua kegiatan di daerah yang akan diteliti, data ini seperti waktu kerja yang tersedia dan efisiensi kerja. Waktu kerja yang tersedia didapat di perusahaan yaitu waktu kerja perharinya. Waktu ini terdiri dari waktu mulai kerja, waktu istirahat, mulai setelah istirahat dan waktu pulang. Dari waktu-waktu ini dapat dihitung efisiensi kerja.

Selanjutnya waktu edar (*cycle time*) alat gali-muat dan alat angkut. Waktu edar alat gali-muat terdiri dari waktu gali, waktu *swing* isi, waktu tumpah, dan waktu *swing* kosong. Sedangkan untuk waktu edar alat angkut terdiri dari waktu *manuver loading*, *loading*, *hauling*, *manuver dumping*, *dumping* dan *returning*. Dari data waktu edar ini dapat dihitung produktivitas dari alat gali-muat dan alat angkut.

3.2.1 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan dalam melakukan penelitian dari sumber-

sumber yang telah ada. Data sekunder dikumpulkan berdasarkan literatur dan berbagai referensi dari PT. Nan Riang, internet, laporan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan masalah yang diangkat, seperti data pengisian *fuel*. Data ini berupa jumlah bahan bakar yang diisikan ke alat gali-muat dan alat angkut sebelum beroperasi. Data ini diperoleh dari *checker fuel* berupa lembar-lembar kertas HVS yang nantinya diinput ke *microsoft excel* secara manual. Kegunaan dari data ini yaitu untuk menghitung *fuel consumption* alat gali-muat dan alat angkut, untuk menghitung *fuel ratio* dan *fuel cost*.

Selanjutnya data spesifikasi alat gali-muat dan alat angkut. Data ini didapatkan dari perusahaan dan beberapa laporan sebelumnya di tempat penelitian yang sama. Data ini untuk mengetahui secara rinci alat alat yang digunakan.

3.3 Teknik Pengolahan Data

Dengan adanya data, maka diperlukan teknik pengolahannya, teknik pengolahan data sebagai berikut:

3.3.1 Efisiensi Kerja

Data efisiensi kerja diambil di lapangan berupa data jam kerja dari alat gali-muat dan alat angkut. Dari data tersebut didapat waktu hambatan yang dapat dihindari (terlambat mulai kerja, *idle time*, terlalu cepat istirahat dan pulang) dan tidak dapat dihindari (jam hujan, operator kencing dan jam alat rusak/ diperbaiki). Untuk mencari efisiensi kerja waktu kerja efektif dibagi dengan waktu terjadwal. Perhitungan efisiensi kerja dapat dihitung dengan rumus berikut^[2,3].

$$\text{Waktu Kerja Efektif} = \text{Wkt} - (\text{Wtd} - \text{Whd}) \quad (1)$$

$$\text{Efisiensi Kerja} = \frac{\text{Waktu kerja Efektif}}{\text{Waktu Kerja Tersedia}} \times 100\% \quad (2)$$

3.3.2 Produktivitas

Untuk mengetahui produktivitas alat gali-muat dan alat angkut, diperlukan data *cycle time*, kapasitas *bucket* dari alat gali-muat, *fill factor*, *swell factor*, jumlah curah dari alat gali-muat ke alat angkut dan efisiensi kerja. Perhitungan produktivitas dapat dihitung dengan rumus berikut^[4,5,6].

$$C = n \times q \times k \quad (3)$$

$$P = \frac{c \times 60 \times Et}{Cmt} \times M \quad (4)$$

3.3.3 Fuel Consumption

Untuk mengetahui konsumsi bahan bakar pada alat gali-muat maupun alat angkut diperlukan data pengisian bahan bakar pada alat tersebut dan data waktu kerja dari masing-masing unit. Kemudian diolah dalam *microsoft excel* untuk mengetahui konsumsi bahan bakar per jam alat tersebut. Perhitungan *fuel consumption* dapat dihitung dengan rumus berikut^[7].

$$FC \text{ (ltr/jam)} = \frac{\text{jumlah pemakain solar (ltr)}}{\text{produksi (jam)}} \quad (5)$$

3.3.4 Fuel Ratio

Fuel ratio merupakan jumlah bahan bakar yang diperlukan dalam membongkar satu bcm *overburden*. *Fuel ratio* ini diketahui setelah didapat *fuel consumption* perjam dan produksi alat angkut. Perhitungan *fuel ratio* dapat dihitung dengan rumus berikut^[8].

$$FR \text{ (ltr/bcm)} = \frac{FC \text{ (ltr/Jam)}}{P \text{ (Bcm/jam)}} \quad (6)$$

3.3.5 Fuel Cost

Fuel cost merupakan biaya bahan bakar yang dikeluarkan untuk membongkar satu bcm *overburden*. *Fuel cost* ini didapat dengan cara mengalikan *fuel ratio* dengan harga bahan bakar per liternya. Perhitungan *fuel cost* dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$\text{Fuel Cost (Rp/Bcm)} = FR \times \text{Harga Solar} \quad (7)$$

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1 Data

Dari pengamatan lapangan yang telah dilakukan didapatkan data-data sebagai berikut:

4.1.1 Jam Kerja

Jam kerja ini digunakan untuk penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja (waktu kerja efektif), dengan waktu kerja yang tersedia^[9]. PT. Nan Riang menerapkan 1 shift kerja, yang dimulai dari jam 07.00-12.00 WIB dilanjutkan jam 13.00-17.30 WIB. Sedangkan pada hari jumat dimulai jam 07.00-11.00 WIB. Distribusi waktu jam kerja PT. Nan Riang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Waktu Kerja Terjadwal PT. Nan Riang

No	Hari Kerja	Waktu Kerja		Istirahat	Jumlah waktu (jam)	Ket
		Pagi	Siang			
1	Senin	07.00 - 12.00	13.00 - 17.30	12.00 - 13.00	9,5	Kerja Normal
2	Selasa	07.00 - 12.00	13.00 - 17.30	12.00 - 13.00	9,5	Kerja Normal
3	Rabu	07.00 - 12.00	13.00 - 17.30	12.00 - 13.00	9,5	Kerja Normal
4	Kamis	07.00 - 12.00	13.00 - 17.30	12.00 - 13.00	9,5	Kerja Normal
5	Jumat	07.00 - 11.00	13.00 - 17.30	11.00 - 13.00	8,5	Kerja Normal
6	Sabtu	07.00 - 12.00	13.00 - 17.30	12.00 - 13.00	9,5	Kerja Normal
7	Minggu	07.00 - 12.00	13.00 - 17.30	12.00 - 13.00	9,5	Kerja Normal

4.1.1.1 Waktu Kerja Alat Gali-Muat

Fuel consumption alat gali-muat didapatkan dengan mengetahui waktu kerja atau waktu lama mesin hidup dari alat tersebut. Data ini diambil dari tanggal 1 sampai 24 bulan April 2018. Waktu mesin hidup alat gali muat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Waktu Kerja *Excavator*

Tgl	Jam Terjadwal (menit)	Volvo EC460BLC		Komatsu PC400LC	
		Mesin Mati (menit)	Mesin Hidup (menit)	Mesin Mati (menit)	Mesin Hidup (menit)
1	570	150	420	0	0
2	570	96	474	145	425
3	570	490	80	472	98
4	570	87	483	73	497
5	570	76	494	61	509
6	510	510	0	54	456
7	570	79	491	74	496
8	570	570	0	332	238
9	570	123	447	55	515
10	570	85	485	92	478
11	570	91	479	70	500
12	570	570	0	570	0
13	510	118	392	56	454
14	570	570	0	570	0
15	570	82	488	104	466
16	570	357	213	338	232
17	570	204	366	182	388
18	570	296	274	265	305
19	570	60	510	128	442
20	510	510	0	510	0
21	570	73	497	185	385
22	570	80	490	372	198
23	570	76	494	168	402
24	570	360	210	421	149

4.1.1.2 Waktu Kerja Efektif Alat Angkut

Data waktu kerja efektif alat angkut diambil dari tanggal 1-30 dalam bulan April 2018 di PT. Nan Riang pada Pit Jebak 1. Waktu kerja efektif masing-masing ADT dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Waktu Kerja Efektif Alat Angkut

TGL	ADT 01 (menit)	ADT 88 (menit)	ADT 28 (menit)	ADT 05 (menit)	ADT 06 (menit)	ADT 07 (menit)	ADT 08 (menit)
1	504	489	160	0	240	499	239
2	251	243	0	230	237	252	0
3	245	0	243	258	251	240	0
4	502	0	481	500	506	488	487
5	267	324	491	501	278	487	318
6	423	190	413	429	423	432	193
7	258	0	249	239	239	249	249
8	406	486	485	199	499	430	455
9	311	379	369	333	354	349	337
10	490	466	491	479	426	471	487
11	134	242	241	241	248	218	236
12	232	284	279	289	280	492	505
13	112	113	106	113	100	111	106
14	251	246	258	250	100	443	104
15	227	244	234	246	244	239	246
16	473	470	232	479	465	440	340
17	461	492	415	441	487	371	369
18	281	322	274	298	300	350	347
19	293	302	196	314	314	296	295
20	111	180	110	193	181	143	143
21	406	488	425	494	481	399	398
22	209	506	205	503	499	285	297
23	202	226	200	226	238	220	227
24	393	496	360	458	468	453	466
25	502	483	444	485	426	471	501
26	268	428	488	493	493	479	408
27	406	424	372	416	414	431	427
28	479	484	490	479	481	503	482
29	404	465	395	491	351	348	311
30	502	543	500	473	532	491	523

4.1.2 Jenis dan Peralatan yang Digunakan

Jenis dan peralatan yang digunakan untuk kegiatan penambangan di daerah penelitian yaitu:

4.1.2.1 Alat Gali-Muat

Alat gali-muat yang digunakan untuk kegiatan penggalian dan pemuatan *overburden* di PT. Nan Riang ada 2 jenis, yaitu: *Excavator* Volvo EC460B LC dan Komatsu PC400LC.

4.1.2.2 Alat Angkut

PT. Nan Riang mempunyai 2 jenis alat angkut, yaitu Nissan CWM 330 PS dan *Articulated Dump Truck* (ADT) A40E. Nissan CWM 330 PS digunakan untuk mengangkut batubara, sedangkan *Articulated Dump Truck* (ADT) digunakan untuk memindahkan *overburden*. Jenis alat yang digunakan untuk pengupasan *overburden* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jenis Alat yang Digunakan Untuk Pengupasan *Overburden*

No.	Jenis Alat	Jumlah Alat yang Bekerja
1	Excavator Volvo EC460B LC	1 unit
2	Excavator Komatsu PC400 LC	1 unit
3	Articulated Dump Truck	8 unit

4.1.3 Waktu Edar

Waktu edar merupakan waktu yang digunakan untuk melakukan pekerjaan, baik itu alat gali-muat maupun alat angkut.

4.1.3.1 Waktu Edar Alat Gali-Muat

Waktu edar alat gali-muat untuk masing-masing *fleet* di Pit Jebak 1 PT. Nan Riang dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Waktu Edar Alat Gali-Muat *Fleet 1*

GALI	SWING ISI	TUMPAH	SWING KOSONG	CTm	SATUAN
9,3191	6,7146	5,7884	6,6244	28,4465	Detik
0,1553	0,1119	0,0965	0,1104	0,4741	Menit

Tabel 6. Waktu Edar Alat Gali-Muat *Fleet 2*

GALI	SWING ISI	TUMPAH	SWING KOSONG	CTm	SATUAN
8,7693	6,0396	4,6219	5,6367	25,0676	Detik
0,1462	0,1007	0,0770	0,0939	0,4177	Menit

4.1.3.2 Waktu Edar Alat Angkut

Rata-rata waktu edar alat angkut masing-masing *fleet* dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Waktu Edar Alat Angkut pada *Fleet 1*

Manuver Loading	Loading	Hauling & Return	Cycle Time	Satuan
51,59	88,73	407,45	547,78	Detik
0,86	1,48	6,79	9,13	Menit

Tabel 8. Waktu Edar Alat Angkut pada *Fleet 2*

Manuver Loading	Loading	Hauling & Return	Cycle Time	Satuan
32,56	84,21	426,16	542,93	Detik
0,54	1,40	7,10	9,05	Menit

4.1.4 Data Pengisian Bahan Bakar Solar

Data pengisian bahan bakar didapatkan dari data *checker*, kemudian data ini diinput ke *microsoft excel*.

4.1.4.1 Alat Gali-Muat

Data jumlah pengisian bahan bakar alat gali-muat pada pengupasan *overburden* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Jumlah Pengisian Bahan Bakar Alat Gali-Muat

Tanggal	Volvo EC460BLC (liter)	Komatsu PC400LC (liter)
01/04/2018	300	
02/04/2018	210	284
03/04/2018	45	70
04/04/2018	300	335
05/04/2018	250	380
06/04/2018	0	260
07/04/2018	100	270
08/04/2018	0	135
09/04/2018	270	370
10/04/2018	284	221
11/04/2018	300	345
12/04/2018	300	400
13/04/2018	250	289
14/04/2018	0	0
15/04/2018	300	350
16/04/2018	135	150
17/04/2018	240	270
18/04/2018	140	245
19/04/2018	250	300
20/04/2018	0	0
21/04/2018	400	300
22/04/2018	350	140
23/04/2018	250	269
24/04/2018	130	120

4.1.4.2 Alat Angkut

Data jumlah pengisian bahan bakar masing-masing alat angkut pada pengupasan *overburden* dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Jumlah Pengisian Bahan Bakar Alat Angkut

Tanggal	ADT 01 (liter)	ADT 88 (liter)	ADT 28 (liter)	ADT 05 (liter)	ADT 06 (liter)	ADT 07 (liter)	ADT 08 (liter)
01/04/2018	150	280	320		200	323	250
02/04/2018	280	280		200	286		
03/04/2018	120	130		100	92	350	
04/04/2018	170		310	110	120	120	287
05/04/2018	275	160	240	256	252	203	245
06/04/2018	120	180	250	230	137	220	145
07/04/2018	270		430	338	310	238	96
08/04/2018	130	100	130				110
09/04/2018	230	200	200	230	360	339	220
10/04/2018	140	210	260	221	188	233	348
11/04/2018	280	280	220	160	167	190	210
12/04/2018	89	160	239	120	136	79	138
13/04/2018	140	130	140	100	150	210	240
14/04/2018							
15/04/2018	180	160	190	145	71	260	135
16/04/2018		140			120	120	
17/04/2018	296	300	235	250		230	120
18/04/2018	265		210	230	460	230	180
19/04/2018	145	350	130	150	143	162	154
20/04/2018							
21/04/2018	185	280	135	243	253	191	154
22/04/2018	220	300		220	250	180	210
23/04/2018	100	310	230	245	260	150	140
24/04/2018	105	90	100	108	120	110	120
25/04/2018	170	230	200	240	188	180	258
26/04/2018	250	200	230	221	167	230	210
27/04/2018	130	250	230	200	243	230	180
28/04/2018	140	230	210	200	220	170	170
29/04/2018	245	270	200	243	235	292	250
30/04/2018	160	280	210	230	140	141	150

4.2 Pengolahan Data

Dari data-data di atas maka dilakukan pengolahan data yang terdiri dari pengolahan data aktual dan pengolahan data optimasi.

4.2.1 Pengolahan Data Aktual

Pengolahan data aktual merupakan pengolahan data yang diambil langsung di lapangan.

4.2.1.1 Perhitungan Efisiensi Kerja

4.2.1.1.1 Efisiensi Kerja Alat Gali-Muat

Efisiensi kerja aktual alat gali-muat masing-masing *fleet* dapat dilihat pada Tabel 11 dan Tabel 12.

Tabel 11. Efisiensi Kerja Alat Gali-Muat *Fleet* 1

	Detik	Menit	Jam
Total Delay	21370	356,1667	5,936111
Waktu kerja efektif	12742,67	212,3778	3,53963
Jam kerja terjadwal	34200	570	9,5
Rata-rata Bucket	5		
Efisiensi Kerja	37,26 %		

Tabel 12. Efisiensi Kerja Alat Gali-Muat *Fleet* 2

	Detik	Menit	Jam
Total Delay	22291,67	371,5278	6,1921
Waktu kerja efektif	11557	192,6167	3,2103
Jam kerja terjadwal	34200	570	9,5
Rata-rata Bucket	5		
Efisiensi Kerja	33,79 %		

4.2.1.1.2 Efisiensi Kerja Alat Angkut

a) Efisiensi kerja alat angkut tanggal 1 April 2018

$$Wke = 570 - 265,67 = 304,43 \text{ menit}$$

$$Eff = \frac{304,43}{570} \times 100 \% = 53,41 \%$$

b) Efisiensi kerja alat angkut tanggal 2 April 2018

$$Wke = 570 - 396,71 = 173,29 \text{ menit}$$

$$Eff = \frac{173,29}{570} \times 100 \% = 30,40 \%$$

Untuk perhitungan efisiensi kerja alat angkut tanggal 3 April 2018–30 April 2018 dihitung dengan cara yang sama dengan tanggal 1 dan 2 April 2018. Sehingga didapatkan efisiensi kerja alat angkut rata-rata dalam bulan April 2018 sebesar 60,28 %. Efisiensi kerja alat angkut rata-rata dalam bulan April 2018 dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Efisiensi Kerja Alat Angkut Bulan April 2018

Tanggal	Waktu Terjadwal (menit)	Waktu Hambatan (menit)	Waktu Kerja Efektif (menit)	Efisiensi Kerja (%)
1	570	265,57	304,43	53,41
2	570	396,71	173,29	30,40
3	570	393,29	176,71	31,00
4	570	146,57	423,43	74,29
5	570	189,14	380,86	66,82
6	510	152,43	357,57	70,11
7	570	358,14	211,86	37,17
8	570	147,14	422,86	74,19
9	570	222,57	347,43	60,95
10	570	97,14	472,86	82,96
11	570	347,14	222,86	39,10
12	570	232,71	337,29	59,17
13	510	401,29	108,71	21,32
14	570	334,00	236,00	41,40
15	570	330,00	240,00	42,11
16	570	155,86	414,14	72,66
17	570	136,29	433,71	76,09
18	570	259,71	310,29	54,44
19	570	282,86	287,14	50,38
20	510	358,43	151,57	29,72
21	570	128,43	441,57	77,47
22	570	212,29	357,71	62,76
23	570	350,14	219,86	38,57
24	570	128,00	442,00	77,54
25	570	96,86	473,14	83,01
26	570	133,29	436,71	76,62
27	510	97,14	412,86	80,95
28	570	84,57	485,43	85,16
29	570	175,00	395,00	69,30
30	570	60,86	509,14	89,32
Rata-rata	562	222,45	339,55	60,28

4.2.1.2 Produktivitas Aktual

Dengan menerapkan 2 fleet pengupasan *overburden* maka perlu dilakukan perhitungan produktivitas masing-masing *fleet*.

4.2.1.2.1 Kemampuan produksi alat gali-muat (Fleet 1)

$$Q = \frac{q1 \times K \times 60 \times Et \times Sf}{Ctm}$$

$$Q = \frac{3,78 \times 1,1 \times 60 \times 0,3726 \times 0,8}{0,4741}$$

$$= 156,86 \text{ bcm/jam}$$

$$= 156,86 \text{ bcm/jam} \times 9,5 \text{ jam}$$

$$= 1490,17 \text{ bcm/hari}$$

4.2.1.2.2 Produktivitas Alat Angkut Pada Fleet 1

a) Produksi per siklus

$$C = n \times q1 \times k$$

$$= 5 \times 3,78 \text{ m}^3 \times 1,1$$

$$= 20,79 \text{ m}^3$$

b) Produksi per jam

$$P = \frac{c \times 60 \times Et}{Cmt} \times M$$

$$= \frac{20,79 \text{ m}^3 \times 60 \times 0,6027888}{9,13} \times 2$$

$$= 164,71386 \text{ LCM/jam}$$

$$= 164,71386 \text{ LCM/jam} \times 0,8$$

$$= 131,77109 \text{ BCM/jam}$$

c) Produksi per hari

$$= 131,77109 \text{ BCM/jam} \times 9,5 \text{ jam}$$

$$= 1251,8254 \text{ BCM/Hari}$$

4.2.1.2.3 Kemampuan produksi alat gali-muat (Fleet 2)

$$Q = \frac{q1 \times K \times 60 \times Et \times Sf}{Ctm}$$

$$Q = \frac{3,17 \times 1,1 \times 60 \times 0,3379 \times 0,8}{0,4177}$$

$$= 135,40 \text{ bcm/jam}$$

$$= 135,40 \text{ bcm/jam} \times 9,5 \text{ jam}$$

$$= 1286,30 \text{ bcm/hari}$$

4.2.1.2.4 Produktivitas Alat Angkut Pada Fleet 2

a) Produksi per siklus

$$C = n \times q1 \times k$$

$$= 5 \times 3,17 \text{ m}^3 \times 1,1$$

$$= 17,435 \text{ m}^3$$

b) Produksi per jam

$$P = \frac{c \times 60 \times Et}{Cmt} \times M$$

$$= \frac{17,435 \text{ m}^3 \times 60 \times 0,6027888}{9,05} \times 2$$

$$= 139,35411 \text{ LCM/jam}$$

$$= 139,35411 \text{ LCM/jam} \times 0,8$$

$$= 111,48329 \text{ BCM/jam}$$

c) Produksi per hari

$$= 111,48329 \text{ BCM/jam} \times 9,5 \text{ jam}$$

$$= 1059,0913 \text{ BCM/Hari}$$

4.2.1.2.5 Total Produktivitas Overburden

Dari perhitungan di atas didapatkan produktivitas *overburden* di Pit Jebak 1 PT. Nan Riang sebesar 2310,91 (bcm/hari). Total produktivitas alat angkut dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Total Produktivitas Aktual Alat Angkut

FLEET 1 (bcm/hari)	FLEET 2 (bcm/hari)	TOTAL (bcm/hari)
1251,8254	1059,0913	2310,9167

4.2.1.3 Perhitungan Match Factor Aktual

Untuk mengetahui serasi atau tidaknya alat gali-muat dengan alat angkut, maka harus dihitung *match factor* masing-masing *fleet* ^[10,11].

4.2.1.3.1 Match Factor pada Fleet 1

$$MF = \frac{nx Ctm \times Na}{Cta \times Nm}$$

$$= \frac{(0,4741 \times 5) \times 2}{9,13 \times 1}$$

$$= 0,519$$

4.2.1.3.2 Match Factor pada Fleet 2

$$MF = \frac{nx Ctm \times Na}{Cta \times Nm}$$

$$= \frac{(0,4177 \times 5) \times 2}{9,05 \times 1}$$

$$= 0,462$$

Dari perhitungan di atas didapatkan *match factor* (faktor keserasian kerja) aktual pada kegiatan pengupasan *overburden* di Pit Jebak 1 PT. Nan Rieng, yaitu 0,519 pada *fleet* 1 dan 0,462 pada *fleet* 2. *Match factor* pengupasan *overburden* masing-masing *fleet* dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. *Match Factor* Aktual Masing-Masing *Fleet*

<i>Fleet</i>	n Angkut (unit)	n Muat (unit)	Cta (menit)	Ctm (menit)	n (kali)	MF
1	2	1	9,13	0,47	5	0,519
2	2	1	9,05	0,42	5	0,462

4.2.1.4 Perhitungan *Fuel Consumption*

Data yang digunakan untuk menghitung *fuel consumption* yaitu data pengisian bahan bakar dan data waktu kerja efektif.

4.2.1.4.1 *Fuel Consumption* Alat Gali-Muat

Data yang digunakan untuk menghitung *fuel consumption* alat gali-muat yaitu data pada Tabel 9 dan Tabel 4. Contohnya pada tanggal 1 April 2018 *fuel consumption excavator* EC460BLC adalah:

$$FC \text{ (litr/jam)} = \frac{300 \text{ (ltr)}}{7 \text{ (jam)}}$$

$$= 42,8571 \text{ liter/jam}$$

Untuk perhitungan *fuel consumption* tanggal 4-24 April 2018 dapat dicari dengan cara yang sama pada tanggal 1 April 2018. *Fuel Consumption* Alat Gali-Muat dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. *Fuel Consumption* Alat Gali-Muat

Tanggal	Volvo EC460BLC (liter/jam)	Komatsu PC400LC (liter/jam)
01/04/2018	42,857	
02/04/2018	26,582	40,094
03/04/2018	33,750	42,857
04/04/2018	37,267	40,443
05/04/2018	30,364	44,794
06/04/2018		34,211
07/04/2018	12,220	32,661
08/04/2018		34,034
09/04/2018	38,121	43,107
10/04/2018	33,402	27,741
11/04/2018	37,578	41,400
12/04/2018		
13/04/2018	38,265	38,194
14/04/2018		
15/04/2018	36,885	45,064
16/04/2018	38,028	38,793
17/04/2018	39,344	41,753
18/04/2018	30,657	48,197
19/04/2018	29,412	40,724
20/04/2018		
21/04/2018	48,290	46,753
22/04/2018	42,857	42,424
23/04/2018	30,364	40,149
24/04/2018	37,143	48,322
Rata	34,915	40,586

4.2.1.4.2 *Fuel Consumption* Alat Angkut

Sebelum menghitung *fuel consumption* alat angkut, perlu diketahui waktu pengisian setiap alat angkut, yaitu pada jam istirahat (12.00-13.00). setiap pengisian bahan bakar selalu tangki dalam keadaan penuh (*full*). Artinya untuk mencari *fuel consumption* alat angkut waktu kerja yang dihitung adalah dari jam 13.00-17.30 (siang) + 07.00-12.00 (pagi esoknya) [12,13,14].

Catatan : Bahan bakar yang diisi hari ini adalah bahan bakar yang digunakan kemarin. (karna diisi *full* pada jam istirahat)

Contoh : Untuk *fuel consumption* ADT tanggal 1 April 2018 adalah pengisian bahan bakar pada tanggal 2 April 2018 dibandingkan dengan Waktu kerja efektif {13.00-17.30 (Tgl 1 April) + 07.00-12.00 (Tgl 2 April)}.

$$FC \text{ (litr/jam)} = \frac{150 \text{ (ltr)}}{8,4 \text{ (jam)}}$$

$$= 33,333 \text{ liter/jam}$$

Untuk perhitungan *fuel consumption* tanggal 3-30 April 2018 dapat dicari dengan cara yang sama pada tanggal 1 dan 2 April 2018. *Fuel consumption* masing-masing ADT dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. *Fuel Consumption* Masing-Masing Alat Angkut

Tgl	ADT 01 (L/jam)	ADT 88 (L/jam)	ADT 28 (L/jam)	ADT 05 (L/jam)	ADT 06 (L/jam)	ADT 07 (L/jam)	ADT 08 (L/jam)
1	33,333	34,356					
2	28,685	32,099		26,087	23,291		27,963
3	41,633	0,000		25,581	28,685	30,000	
4	32,869	0,000	29,938	30,720	29,881	24,959	30,185
5	26,966	33,333	30,550	27,545	29,568	27,105	27,358
6	38,298	31,579	62,470	47,273	43,972	33,056	29,845
7	30,233		31,325	31,507	29,268	29,956	26,506
8	33,990	24,691	24,742				29,011
9	27,010	33,245	42,276	39,820	31,864	40,057	61,958
10	34,286	36,052	26,884	20,042	23,521	24,204	25,873
11	39,851	39,669	59,502	29,876	32,903	21,743	35,085
12	36,207	27,465	30,108	20,761	32,143	25,610	28,515
13	29,752	26,741	31,319	23,967	21,300	28,159	38,571
14							
15	25,371	34,426	30,258	20,690	29,508	30,126	29,268
16		38,298			28,992	31,364	
17	34,490	25,799	30,361	31,293		37,197	29,268
18	30,961		28,467	30,201	28,600	27,771	26,628
19	27,475	34,855	26,471	28,757	30,667	26,105	31,322
20							
21	32,512	36,885	32,471	26,721	31,185	27,068	31,658
22	28,708	36,759		29,225	31,263	31,579	28,283
23	31,188	23,894	30,000	28,673	30,252	30,000	31,718
24	25,954	27,823	33,333	31,441	24,103	23,841	33,219
25	29,880	24,845	31,081	27,340	23,521	29,299	25,150
26	29,104	35,047	28,279	24,341	29,574	28,810	26,471
27	20,690	32,547	33,871	28,846	31,884	23,666	23,888
28	30,689	33,471	24,490	30,438	29,314	34,831	31,120
29	23,762	36,129	31,899	28,106	23,932	24,310	28,939
30							
Rata	30,919	29,600	33,186	28,719	29,133	28,751	30,863

Dari *fuel consumption* masing-masing ADT didapatkan rata-rata *fuel consumption* dari ADT. Rata-rata *fuel consumption* dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Rata-Rata *Fuel Consumption* Alat Angkut

ADT	ADT 01 (L/Jam)	ADT 88 (L/Jam)	ADT 28 (L/Jam)	ADT 05 (L/Jam)	ADT 06 (L/Jam)	ADT 07 (L/Jam)	ADT 08 (L/Jam)
FC	30,919	29,600	33,186	28,719	29,133	28,751	30,863
Rata	30,167						

4.2.1.5 Perhitungan Fuel Ratio Aktual

Data yang digunakan untuk menghitung *fuel ratio* pada pengupasan *overburden* yaitu data *fuel consumption* alat gali-muat dan alat angkut, kemudian data produktivitas per jam dari alat angkut.

4.2.1.5.1 Fuel Ratio Pada Fleet 1 (Dimuat Volvo EC460BLC)

$$\begin{aligned} \text{Total FC Fleet 1} &= (2 \times 30,1672631026457) + 34,9151 \\ &= 95,2491 \text{ ltr/jam} \\ \text{Fuel ratio (ltr/Bcm)} &= \frac{95,2491 \text{ (ltr/Jam)}}{131,77109 \text{ (Bcm/jam)}} \\ &= 0,723 \text{ ltr/bcm} \end{aligned}$$

4.2.1.5.2 Fuel Ratio pada Fleet 2 (Dimuat Komatsu PC400LC)

$$\begin{aligned} \text{Total FC Fleet 2} &= (2 \times 30,167) + 40,5857 \\ &= 100,9197 \text{ ltr/jam} \\ \text{Fuel ratio (ltr/Bcm)} &= \frac{100,9197 \text{ (ltr/Jam)}}{111,48329 \text{ (Bcm/jam)}} \\ &= 0,905 \text{ liter/bcm} \end{aligned}$$

Dari perhitungan didapatkan nilai *fuel ratio* masing-masing *fleet* pada pengupasan *overburden* di Pit Jebak 1 PT. Nan Riang. Nilai *fuel ratio* masing-masing *fleet* dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Fuel Ratio Aktual Masing-Masing Fleet

FLEET	∑ DT	MF Aktual	FC Excavator (ltr/jam)	FC ADT (ltr/jam)	FC Total (ltr/jam)	Produktivitas (bcm/jam)	Fuel Ratio (ltr/bcm)
EC460BLC	2	0,5193	34,9151	30,167	95,25	131,77	0,723
PC400LC	2	0,4616	40,5857	30,167	100,92	111,48	0,905

4.2.1.6 Fuel Cost Pengupasan Overburden Aktual

Untuk mengetahui biaya bahan bakar yang digunakan untuk pengupasan *overburden* maka perlu dilakukan perhitungan *fuel cost* secara aktual.

4.2.1.6.1 Biaya Pengupasan Overburden pada Fleet 1

$$\begin{aligned} \text{Fuel Cost} &= 0,723 \text{ liter/bcm} \times 12337,10 \text{ Rp/liter} \\ &= 8917,773 \text{ Rp/bcm} \\ &= 8917,773 \text{ Rp/bcm} \times 1251,825 \text{ bcm/hari} \\ &= 11163495,00 \text{ Rp/hari} \\ &= 11163495,00 \text{ Rp/hari} \times 30 \text{ hari} \\ &= 334904849,88 \text{ Rp/bulan} \end{aligned}$$

4.2.1.6.2 Biaya Pengupasan Overburden pada Fleet 2

$$\begin{aligned} \text{Fuel Cost} &= 0,892 \text{ liter/bcm} \times 12337,10 \text{ Rp/liter} \\ &= 11168,156 \text{ Rp/bcm} \\ &= 11168,156 \text{ Rp/bcm} \times 1059,09 \text{ bcm/hari} \\ &= 11828097,33 \text{ Rp/hari} \\ &= 11828097,33 \text{ Rp/hari} \times 30 \text{ hari} \\ &= 354842920,03 \text{ Rp/bulan} \end{aligned}$$

4.2.1.6.3 Biaya Total Pengupasan Overburden Aktual

$$\begin{aligned} \text{Fleet 1} &= 334904849,88 \text{ Rp/bulan} \\ \text{Fleet 2} &= 354842920,03 \text{ Rp/bulan} \\ \text{Fuel Cost} &= 334904849,88 + 354842920,03 \\ &= 689747769,91 \text{ Rp/bulan} \end{aligned}$$

4.2.2 Pengolahan Data Optimasi

Dari perhitungan di atas didapatkan produktivitas aktual *overburden* sebesar 2310,91 bcm/hari, sedangkan PT. Nan Riang membuat target 2500 bcm/hari untuk pengupasan *overburden*. Nilai *match factor* masing-masing *fleet* yaitu 0,519 pada *fleet* 1 dan 0,462 pada *fleet* 2. Berdasarkan masalah tersebut maka diperlukan perhitungan komposisi alat angkut untuk mencapai produktivitas yang diharapkan oleh PT. Nan Riang.

4.2.2.1 Komposisi Ideal Alat Angkut

Berdasarkan waktu edar maka jumlah alat angkut dapat dicari dengan persamaan berikut:

4.2.2.1.1 Komposisi Ideal Alat Angkut Pada fleet 1

$$\begin{aligned} \sum DT &= \frac{9,13}{5 \times 0,47} \\ &= 3,88 \infty 4 \text{ unit} \end{aligned}$$

4.2.2.1.2 Komposisi Ideal Alat Angkut Pada fleet 2

$$\begin{aligned} \sum DT &= \frac{9,05}{5 \times 0,42} \\ &= 4,309 \infty 4 \text{ unit} \end{aligned}$$

4.2.2.2 Match Factor Setelah Optimasi Jumlah Alat Angkut

Setelah dilakukan optimasi pada jumlah alat angkut maka *match factor* setelah optimasi yaitu:

4.2.2.2.1 Match Factor pada Fleet 1

$$\begin{aligned} \text{MF} &= \frac{nx\text{Ctm} \times Na}{\text{Cta} \times Nm} \\ &= \frac{(0,4741 \times 5) \times 4}{9,13 \times 1} \\ &= 1,03 \end{aligned}$$

4.2.2.2.2 Match Factor pada Fleet 2

$$\begin{aligned} \text{MF} &= \frac{nx\text{Ctm} \times Na}{\text{Cta} \times Nm} \\ &= \frac{(0,42 \times 5) \times 4}{9,05 \times 1} \\ &= 0,92 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan jumlah alat angkut yang optimal dan *match factor* yang mendekati 1. *Match factor* dan jumlah alat angkut yang optimal setelah optimasi dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Nilai *Match Factor* Ideal

n Angkut (unit)	n Muat (unit)	Cta (menit)	Ctm (menit)	n (kali)	MF
4	1	9,13	0,47	5	1,03
4	1	9,05	0,42	5	0,92

4.2.2.3 Produktivitas Setelah Optimasi

4.2.2.3.1 Kemampuan Produktivitas Alat Gali-Muat (Fleet 1)

$$Q = \frac{q1 \times K \times 60 \times Et \times Sf}{Ctm}$$

$$Q = \frac{3,78 \times 1,1 \times 60 \times 0,71 \times 0,8}{0,4741}$$

$$= 298,89 \text{ bcm/jam}$$

$$= 298,89 \text{ bcm/jam} \times 9,5 \text{ jam}$$

$$= 2839,46 \text{ bcm/hari}$$

4.2.2.3.2 Kemampuan Produktivitas Alat Gali-Muat (Fleet 2)

$$Q = \frac{q1 \times K \times 60 \times Et \times Sf}{Ctm}$$

$$Q = \frac{3,17 \times 1,1 \times 60 \times 0,71 \times 0,8}{0,4177}$$

$$= 284,50 \text{ bcm/jam}$$

$$= 284,50 \text{ bcm/jam} \times 9,5 \text{ jam}$$

$$= 2702,75 \text{ bcm/hari}$$

4.2.2.3.3 Produktivitas Alat Angkut pada Fleet 1

a) Produksi per siklus

$$C = n \times q1 \times k$$

$$= 5 \times 3,78 \text{ m}^3 \times 1,1$$

$$= 20,79 \text{ m}^3$$

b) Produksi per jam

$$P = \frac{c \times 60 \times Et}{Cmt} \times M$$

$$= \frac{20,79 \text{ m}^3 \times 60 \times 0,6027888}{9,13} \times 4$$

$$= 329,42771 \text{ LCM/jam}$$

$$= 329,42771 \text{ LCM/jam} \times 0,8$$

$$= 263,54217 \text{ BCM/jam}$$

c) Produksi per hari

$$= 263,54217 \text{ BCM/jam} \times 9,5 \text{ jam}$$

$$= 2503,6506 \text{ BCM/Hari}$$

4.2.2.3.4 Produktivitas Alat Angkut Pada Fleet 2

a) Produksi per siklus

$$C = n \times q1 \times k$$

$$= 5 \times 3,17 \text{ m}^3 \times 1,1$$

$$= 17,435 \text{ m}^3$$

b) Produksi per jam

$$P = \frac{c \times 60 \times Et}{Cmt} \times M$$

$$= \frac{17,435 \text{ m}^3 \times 60 \times 0,6027888}{9,05} \times 4$$

$$= 278,70822 \text{ LCM/jam}$$

$$= 278,70822 \text{ LCM/jam} \times 0,8$$

$$= 222,96658 \text{ BCM/jam}$$

c) Produksi per hari

$$= 222,96658 \text{ BCM/jam} \times 9,5 \text{ jam}$$

$$= 2118,1825 \text{ BCM/Hari}$$

4.2.2.4 Pengaruh Optimasi Match Factor Terhadap Fuel Consumption

4.2.2.4.1 Fuel consumption Aktual

a) Fuel Consumption Aktual Pada Fleet 1 (Volvo EC460BLC)

$$\text{FC alat gali-muat} = 34,9151 \text{ ltr/jam}$$

$$\text{FC alat angkut} = 30,167 \text{ ltr/jam}$$

$$n \text{ DT} = 2$$

$$\text{FC Total} = 34,9151 + (30,167 \times 2)$$

$$= 95,25 \text{ ltr/jam}$$

b) Fuel Consumption Aktual Pada Fleet 1 (Komatsu PC400LC)

$$\text{FC alat gali-muat} = 40,5857 \text{ ltr/jam}$$

$$\text{FC alat angkut} = 30,167 \text{ ltr/jam}$$

$$n \text{ DT} = 2$$

$$\text{FC Total} = 40,5857 + (30,167 \times 2)$$

$$= 100,92 \text{ ltr/jam}$$

c) Total Fuel Consumption Aktual

$$\text{FC Fleet 1} = 95,25 \text{ ltr/jam}$$

$$\text{FC Fleet 2} = 100,92 \text{ ltr/jam}$$

$$\text{Total FC} = 196,17 \text{ ltr/jam}$$

4.2.2.4.2 Fuel Consumption Ideal

$$\text{FC alat gali-muat} = 34,9151 \text{ ltr/jam}$$

$$\text{FC alat angkut} = 30,167 \text{ ltr/jam}$$

$$n \text{ DT} = 4$$

$$\text{FC Total} = 34,9151 + (30,167 \times 4)$$

$$= 155,58 \text{ ltr/jam}$$

Setelah dilakukan optimasi didapatkan perbandingan *fuel consumption* ideal dengan aktual pada pengupasan *overburden* di Pit Jebak 1 PT. Nan Rieng. *Fuel consumption* ideal dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Fuel Consumption Aktual dan Ideal Pengupasan *Overburden*

FLEET		∑ DT	FC Excavator (ltr/jam)	FC ADT (ltr/jam)	FC total (ltr/jam)	Total (ltr/jam)
Aktual	EC460BLC	2	34,9151	30,167	95,25	196,17
	PC400LC	2	40,5857	30,167	100,92	
Ideal	EC460BLC	4	34,9151	30,167	155,58	155,58

4.2.2.5 Pengaruh Optimasi Match Factor Terhadap Fuel Ratio

Berdasarkan jumlah alat angkut yang optimal, maka dapat dihitung *fuel ratio* setelah optimasi, yaitu:

$$\text{FC alat gali-muat} = 34,9151 \text{ ltr/jam}$$

$$\begin{aligned}
 \text{FC alat angkut} &= 30,167 \text{ ltr/jam} \\
 \text{Produktivitas alat angkut} &= 263,54217 \text{ bcm/jam} \\
 n \text{ DT} &= 4 \\
 \text{Total FC Fleet 1} &= (4 \times 30,167) + 34,9151 \\
 &= 155,58 \text{ ltr/jam} \\
 \text{Fuel ratio (ltr/Bcm)} &= \frac{155,58 \text{ (ltr/Jam)}}{263,54217 \text{ (Bcm/jam)}} \\
 &= 0,590 \text{ ltr/bcm}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas didapatkan *fuel ratio* ideal. *Fuel ratio* ideal dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Fuel Ratio Ideal Pengupasan Overburden

FLEET	∑ DT	MF Aktual	Fuel Excavator (ltr/jam)	Fuel Alat Angkut (ltr/jam)	Fuel Total (ltr/jam)	Produktivitas (bcm/jam)	Fuel Ratio (ltr/bcm)
EC460BLC	4	1,039	34,9151	30,167	155,58	263,54	0,590

4.2.2.6 Pengaruh Optimasi Match Factor Terhadap Fuel Cost

Fuel cost dapat diartikan sebagai biaya konsumsi bahan bakar (*fuel consumption*) yang diperlukan untuk memperoleh satu Bcm *overburden*. Untuk mencari nilai *Fuel cost* dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

Penghematan *fuel cost* pengupasan *overburden* dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Penghematan Fuel Cost Pengupasan Overburden

FLEET		∑ DT	Fuel Ratio (ltr/Bcm)	Produktivitas (bcm/hari)	Biaya OB (Rp/bcm)	Biaya OB (Rp/hari)	Biaya OB (Rp/bulan)	Total Biaya OB (Rp/bulan)	Penghematan Biaya OB (Rp/bulan)	Solar yang dihemat (liter)
Aktual	EC460BLC	2	0,723	1251,825	8917,773	11163495	334904849,88	689747769,91	142702291,31	11566,9235
	PC400LC	2	0,905	1059,091	11168,156	11828097,33	354842920,03			
Ideal	EC460BLC	4	0,590	2503,651	7283,304	18234849,29	547045478,60	547045478,60		

4.3 Hasil

Dari pengolahan data di atas maka didapatkan hasil seperti dibawah ini :

1. Pengupasan *overburden* di Pit Jebak 1 PT. Nan Riang menerapkan 2 *fleet* penambangan dan masing-masing *fleet* menggunakan 1 alat gali-muat dan 2 alat angkut. Produktivitasnya adalah *fleet* 1 sebesar 1.251,8254 bcm/hari dan *fleet* 2 sebesar 1.059,09 bcm/hari. Total dari kedua *fleet* yaitu 2.310,91 bcm/hari.
2. Produktivitas ideal pengupasan *overburden* di Pit Jebak 1 PT. Nan Riang didapat sebesar 2.503,6507 bcm/hari yang dilakukan dengan menerapkan 1 *fleet* penambangan, kombinasi yang digunakan yaitu 1 alat gali-muat (Volvo EC460BLC) dan 4 alat angkut dengan kemampuan produksi alat gali-muat sebesar 2.839,46 bcm/hari.
3. Faktor keserasian kerja (*match factor*) aktual masing-masing *fleet* adalah 0,519 untuk *fleet* 1 sedangkan untuk *fleet* 2 didapatkan 0,462. Sedangkan untuk

$$\text{Fuel Cost (Rp/bcm)} = \text{FR (Liter/bcm)} \times \text{Harga Solar (Rp/Liter)}$$

4.2.2.6.1 Fuel Cost Pengupasan Overburden Ideal

$$\begin{aligned}
 \text{Fuel Cost} &= 0,590 \text{ liter/bcm} \times 12337,10 \text{ Rp/liter} \\
 &= 7283,304 \text{ Rp/bcm} \\
 &= 7283,304 \text{ Rp/bcm} \times 2503,6506 \text{ bcm/hari} \\
 &= 18234849,29 \text{ Rp/hari} \\
 &= 18234849,29 \text{ Rp/hari} \times 30 \text{ hari} \\
 &= 547045478,60 \text{ Rp/bulan}
 \end{aligned}$$

4.2.2.6.2. Penghematan Fuel Cost Pengupasan Overburden

$$\begin{aligned}
 \text{Fuel Cost Aktual} &= 689747769,91 \text{ Rp/bulan} \\
 \text{Fuel Cost Ideal} &= 547045478,60 \text{ Rp/bulan} \\
 \text{Penghematan} &= 689747769,91 - 547045478,60 \\
 &= 142702291,31 \text{ Rp/bulan} \\
 \text{Solar yang dihemat} &= 142702291,31 \div 12337,10 \\
 &= 11566,92 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan optimasi terhadap *match factor* dengan penambahan alat angkut didapatkan penghematan *fuel cost* pengupasan *overburden* sebesar Rp. 142.702.291,31 /bulan, kalau dalam bentuk bahan bakar dapat menghemat sebanyak 11566,92 liter.

142.702.291,31/bulan. Jika penghematan dalam bentuk bahan bakar solar didapatkan sebanyak 11.566,92 liter.

4.4 Pembahasan

Pengupasan *overburden* di Pit Jebak 1 PT. Nan Riang menerapkan 2 *fleet* penambangan, masing-masing *fleet* menggunakan alat gali-muat yang berbeda, *fleet* 1 menggunakan Volvo EC460BLC dan *fleet* 2 menggunakan Komatsu PC400LC, kedua *fleet* tersebut menggunakan 2 unit alat angkut *Articulated Dump Truck* A40E. Dengan menerapkan 2 *fleet* penambangan terdapat waktu tunggu pada alat gali-muat yang dibuktikan dengan *match factor* dibawah 1 yaitu 0.519 dan 0,462. Hal ini berdampak pada produktivitas yang tidak tercapai, *fleet* 1 sebesar 1.251,82 bcm/hari dan *fleet* 2 sebesar 1.059,0913 bcm/hari, total dari kedua *fleet* yaitu 2.310,91 bcm/hari, sedangkan target yang ditetapkan yaitu 2500 bcm/hari, serta juga berdampak pada *fuel consumption* yang tinggi. Hal ini akan berpengaruh pada *fuel ratio* yang meningkat akibat *fuel consumption* tinggi sedangkan produksi tidak tercapai. Dengan demikian akan terjadi pemborosan pada bahan bakar yang terbuang percuma.

Banyaknya jumlah alat angkut yang dibutuhkan setiap *fleet* penambangan dihitung berdasarkan waktu edar (*cycle time*). Pendekatan yang dilakukan dalam optimasi *match factor* untuk mencapai target produksi dan penghematan pada pemakaian *fuel* yaitu pendekatan pada jumlah alat angkut dalam *fleet* penambangan. Artinya dari jumlah alat angkut tersebut didapatkan jumlah alat angkut yang optimal dalam *fleet* penambangan. Dengan adanya penambahan alat angkut dari sebelumnya akan berpengaruh pada produktivitas dan *fuel consumption* serta biaya *fuel* yang digunakan untuk mengupas *overburden*.

Dari hasil perhitungan di atas di dapatkan jumlah alat angkut yang optimal yaitu 4 unit dalam 1 *fleet*. Berdasarkan target yang telah ditentukan oleh PT. Nan Riang sebesar 2500 bcm/hari, bahwa *fleet* 1 sudah mencapai target yaitu 2503,65 bcm/hari dengan kemampuan produksi alat gali-muat sebesar 2.839,46 bcm/hari sedangkan *fleet* 2 sebesar 2118,18 bcm/hari. Mengingat jumlah ADT yang terbatas, kadang-kadang sebagian dari ADT digunakan untuk mengangkut batubara ke *stock ROM* dan sebagian lagi untuk memindahkan *overburden*. Kemudian untuk mengingat pemakaian *fuel* yang besar dan membutuhkan biaya yang besar, maka penulis menyarankan kegiatan pengupasan *overburden* di Pit Jebak 1 PT. Nan Riang menjadi 1 *fleet* saja, yaitu menggunakan alat gali-muat *excavator* Volvo EC460BLC yang dikombinasikan dengan 4 alat angkut (*Articulated Dump Truck*) A40E. Alasan menggunakan alat gali-muat Volvo EC460BLC yaitu *bucket* lebih besar, tergolong masih baru, dan lebih irit dari Komatsu PC400LC. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan menerapkan 1 *fleet* pada pengupasan *overburden* tersebut dapat menghemat pemakaian *fuel* dan meningkatkan produksi *overburden*.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Produktivitas aktual pengupasan *overburden* di Pit Jebak 1 PT. Nan Riang adalah *fleet* 1 sebesar 1.251,8254 bcm/hari dan *fleet* 2 sebesar 1.059,0913 bcm/hari, total produktivitas *overburden* adalah 2.310,9167 bcm/hari yang dilakukan dengan 2 *fleet* dan masing-masing *fleet* menggunakan 1 unit alat gali-muat dan 2 unit alat angkut.
2. Produktivitas ideal pengupasan *overburden* di Pit Jebak 1 PT. Nan Riang adalah sebesar 2.503,6507 bcm/hari dengan kemampuan produksi alat gali-muat sebesar 2.839,46 bcm/hari
3. Faktor keserasian kerja (*match factor*) aktual masing-masing *fleet* adalah 0,519 untuk *fleet* 1 sedangkan untuk *fleet* 2 didapatkan 0,462. Sedangkan untuk faktor keserasian kerja (*match factor*) ideal adalah 1,039
4. Komposisi ideal *fleet* pengupasan *overburden* di Pit Jebak 1 PT. Nan Riang yaitu 1 alat gali muat dengan 4 unit alat angkut. Alat gali-muat yang digunakan yaitu Volvo EC460BLC.
5. *Fuel consumption* aktual pengupasan *overburden* masing-masing *fleet* adalah 95,25 liter/jam untuk *fleet* 1 dan 100,92 liter/jam untuk *fleet* 2. Total dari *fuel consumption* kedua *fleet* sebesar 196,17 liter/jam. Sedangkan *fuel consumption* ideal didapatkan sebesar 155,58 liter/jam.
6. *Fuel ratio* aktual masing-masing *fleet* yaitu *fleet* 1 sebesar 0,723 liter/bcm dan *fleet* 2 sebesar 0,905 liter/bcm. Sedangkan *fuel ratio* yang ideal didapatkan 0,590 liter/bcm.
7. *Fuel cost* aktual pengupasan *overburden* yang menggunakan 2 *fleet* didapat sebesar Rp. 689.747.769,91/bulan, sedangkan yang ideal didapatkan setelah dilakukan optimasi *match factor* dan perhitungan yaitu sebesar Rp. 547.045.478,60/bulan. Maka didapat penghematan sebesar Rp. 142.702.291,31/bulan. Jika penghematan dalam bentuk bahan bakar solar didapatkan sebanyak 11.566,92345 liter.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan dalam tulisan ini sebagai berikut:

1. Perlunya perhitungan komposisi alat dalam *fleet* penambangan untuk mencapai target produksi dan meminimalisir pemakaian bahan bakar.
2. Peningkatan keahlian dan kesadaran akan hemat bahan bakar pada operator akan membantu upaya dari mengurangi pemborosan bahan bakar.

Daftar Pustaka

- [1] Sugiyono. *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Jakarta: Alfabeta. (2017).

- [2] Partanto, Prodjosumarto. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Institut Teknologi Bandung. (1996).
- [3] Ahmad, Fauzi Pohan. *Efisiensi Alat Muat dan Alat Angkut untuk Pengupasan Overburden Pada Site A Di PT. Samantaka Batubara Desa Pauh Ranap Kecamatan Peranap Kabupaten Indragiri Hulu Provinsi Riau. Sekolah Tinggi Teknologi Padang. Jurnal Sains dan Teknologi*. **17**, 1 (2017).
- [4] Rochmanhadi. *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat*. Jakarta: Universitas Hasanudin. (1985).
- [5] Ardyan, Febrianto. *Kajian Teknis Produksi Alat Gali-Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Overburden Di Tambang Batubara PT. Rian Pratama Mandiri Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan. Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Jurnal Teknologi Pertambangan* **1**, 2 (2016).
- [6] Genta, Dwi Pramana. *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. Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Jurnal Teknologi Pertambangan* **1**, 2 (2016).
- [7] Jahar, lembadah ilham. *Evaluasi Jumlah Alat Gali-Muat Dan Alat Angkut Serta Perhitungan Bahan Bakar Untuk Memproduksi 300.000 Ton/Bulan Batu Granit Di PT. Trimegah Perkasa Utama Kepulauan Riau. Riau: Universitas Sriwijaya*. (2015).
- [8] Merlin, Nabella. *Analisis Pengaruh Kemiringan Jalan Dan Jarak Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Fuel Ratio Pada Kegiatan Penambangan Batuan Andesit Di PT Gunung Sampurna Makmur Desa Rengasjajar Kecamatan Cigudeg Kabupaten Bogor Jawa Barat. Universitas Islam Bandung. Jurnal Prosiding Teknik Pertambangan* **2**, 1 (2016).
- [9] Fadly, Budi Harry. *Studi Teknis Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Pada Penambangan Batubara PT. Nan Riang Desa Ampelu Kecamatan Muara Tembesi Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Nasional*. (2017).
- [10] Yoszi, Mingsi Anaperta. *Evaluasi Keserasian (Match Factor) Alat Muat Dan Alat Angkut Dengan Metode Control Chart (Peta Kendali) Pada Aktivitas Penambangan Di Pit X PT Y*". Universitas Negeri Padang. *Jurnal Teknologi Informasi Pendidikan* **9**, 1 (2016).
- [11] Alloysius, Vendhi Prsasmono. *Optimasi Produksi Dump Truck Volvo FM 440 Dengan Metode Kapasitas Produksi Dan Teori Antrian Di Lokasi Pertambangan Batubara (Studi Pada Salah Satu Kontraktor Pertambangan Area Samarinda, Kalimantan Timur)*. Universitas Mercu Buana. *Jurnal OE* **6**, 1 (2014).
- [12] Devi, Diansyah R Pratama. *Kajian Efisiensi Bahan Bakar HD 465-605 Pada Jalan Tambang Quarry D Batu Gamping Di PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk Kecamatan Citeureup Kabupaten Bogor Jawa Barat. Universitas Islam Bandung*. **3**, 1 (2017).
- [13] Dicky, Savendra. *Analisis Hubungan total Resistance Dan Kecepatan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dump Truck Komatsu HD 785 Dan Caterpillar Hd777di PT. Semen Padang. Padang: Universitas Negeri Padang*. (2018).
- [14] Syamsudin. *Evaluasi Geometri Jalan Angkut Serta Pengaruhnya Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Pada Kegiatan Penambangan Batu Gamping Gunung Guha Di PT Siam Cement Group (PT SCG, Kecamatan Nyelindung, Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat)*. Universitas Islam Bandung. *Jurnal Prosiding Teknik Pertambangan* **3**, 1 (2017).