

Kajian Teknis Rasio Bahan Bakar Truk Hino Dan Daewoo Pada Pit Melon PT Nuasacipta Coal Investment di Samarinda, Kaltim.

Hasywir Thaib S, Aprin Rimpung R.^a, Yuni Herawati

UPN “Veteran” Yogyakarta

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta,
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Yogyakarta 55283 Indonesia

Email^a: Aprinrampung@gmail.com

RINGKASAN

PT. Nuasacipta Coal Investment merupakan salah satu selaku pemegang Perjanjian Karya Perusahaan Pertambangan Batubara atau PKP2B di Samarinda, Prov. Kalimantan Timur. Pada kegiatan pertambangan, salah satu hal yang perlu diperhatikan ialah pengangkutan batubara oleh alat angkut dari *stockpile* menuju *port*.

Masalah yang dihadapi saat ini adalah mengurangi rasio bahan bakar berlebih pada pengangkutan batubara pada alat angkut *Hino 500 series Fm 260 FD* dan *Daewoo Novus K6D6F SE* dari *stockpile* ke *port*. Jarak pengangkutan menuju adalah sekitar 8,2 km. Hal yang berpengaruh pada tingkat konsumsi bahan bakar adalah beban kerja alat, geometri, kondisi jalan angkut dan jarak tempuh pengangkutan batubara menuju *port*. Berdasarkan pengamatan kondisi kerja aktual, masih terdapat 11 segmen jalan angkut dengan kemiringan yang melebihi standar yaitu 8%, kondisi jalan angkut banyak yang rusak dengan amblasan roda lebih dari 5cm (*medium severity*).

Metode evaluasi yang dilakukan yaitu dengan cara menganalisis pengaruh kondisi jalan angkut terhadap meningkatnya rasio bahan bakar alat angkut. Untuk *Hino 500 series Fm 260 FD* dan *Daewoo Novus K6D6F SE*, setia penambahan 1% *grade* keadaan menanjak akan menambah konsumsi bahan bakar sebesar 0,0623 ltr/jam keadaan bermuatan sedangkan pada setiap penambahan 1% *grade* keadaan menurun akan mengurangi konsumsi bahan bakar sebesar 0,0029 ltr/jam keadaan kosong untuk *Hino 500*. Dan untuk *Daewoo Novus* penambahan 1% *grade* keadaan menanjak akan menambah konsumsi bahan bakar sebesar 0,0694 ltr/jam keadaan bermuatan sedangkan pada setiap penambahan 1% *grade* keadaan menurun akan mengurangi konsumsi bahan bakar sebesar 0,0062 ltr/jam keadaan kosong

Konsumsi bahan bakar berdasarkan pemakaian rimpul untuk *Daewoo Novus* adalah 10,12 ltr/jam dan produksinya adalah 40,96 ton/jam. Sehingga Rasio bahan bakarntya adalah 0,25 ltr/ton. Sedangkan konsumsi bahan bakar berdasarkan pemakaian rimpul untuk *Hino 500* adalah 5,67 ltr/jam dan produksinya adalah 36,73 ton/jam. Sehingga Rasio bahan bakarntya adalah 0,151 ltr/ton. Setelah dilakukan perbaikan kondisi jalan angkut pada *medium severity* atau amblasan roda tidak lebih dari 5 cm pada permukaan jalan angkut dan kemiringan jalan angkut disesuaikan dengan standar yaitu $\leq 8\%$, sehingga ratio bahan bakar alat angkut *Daewoo Novus* dan *Hino 500* yaitu 0,24 ltr/ton dan 0,1510 ltr/ton.

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

PT Nuasacipta Coal Investment adalah salah satu perusahaan penambangan batubara dengan kapasitas produksi 1 juta metric ton. Perusahaan menerapkan metode tambang terbuka dengan sistem penambangan strip mine dengan menggunakan kombinasi alat mekanis. Alat mekanis yang digunakan dalam kegiatan pemuatan dan pengangkutan batubara yaitu Excavator Doozan DX 300 LC, sedangkan alat angkut yang digunakan adalah dump truck jenis Hino 500 series FM 260 FD dan Daewoo Novus K6D6F SE.

Lokasi penelitian berada pada Pit *Melon* yang merupakan lokasi tempat pengambilan batubara yang diangkut dengan tujuan akhir yaitu *stok pile*

(pelabuhan MNC Grup). Terdapat alat gali muat *Excavator Doozan DX 300LC* sebanyak 3 unit *Excavator Komatsu PC 200* sebanyak 2 unit dan *Kobelco 480LC* sebanyak 2 unit. Untuk alat angkutnya yaitu *Hino 500* sebanyak 3 unit dengan umur alat bervariasi antara 2-3 tahun dan *Daewoo Novus* sebanyak 7 unit dengan umur alat 1- 2 tahun. Kapasitas dari kedua alat angkut pun berbeda, untuk *Hino 500 series FM 260 FD* rata-rata muatan yang dapat diangkut yaitu 22 ton dan *Daewoo Novus K6D6F SE* sebanyak 25 ton. Penelitian ini lebih difokuskan pada analisis rasio bahan bakar alat angkut *Hino 500* dan *Daewoo Novus* pada pengangkutan batubara.. Rasio bahan bakar itu sendiri adalah

perbandingan antara konsumsi bahan bakar dan produksi alat angkut pada satu jam alat angkut bekerja. Panjang jalan angkut dari *Stockpile pit Melon* ke (*Port*) yaitu 8,2 km yang dibagi menjadi 51 segmen jalan. Pada jalan angkut tersebut terdapat beberapa segmen jalan yang belum memenuhi standar minimum untuk lebar jalan angkut lurus seperti segmen jalan 8-9, 14-15, 24-25, 26-27, 27-28, 28-29, 30-31, 38-39, 41-42, 49-50 dan 50-51. Selain itu terdapat juga lebar tikungan yang belum memenuhi standar yaitu segmen 2-3, 15-16, 16-17, 20-21, dan 29-30. Pada pengamatan di lapangan terdapat juga amblesan di beberapa lokasi yaitu segmen jalan 14-15, 22-23, 24-25, 32-33, 41-42 dan 48-49. Untuk kedalaman amblesan dari segmen jalan diatas berbeda-beda antara 1-11 cm. Selain itu dari hasil perhitungan kemiringan jalan menggunakan *Software Autocad 2007* terdapat beberapa segmen jalan yang belum memenuhi standar perusahaan yaitu 8 %, diantaranya segmen jalan 16-17, 17-18, 25-26 dan 30-31. Pada kondisi aktual diperoleh rasio bahan bakar >0,78 liter/ton, oleh karena itu diperlukan suatu kajian untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Dengan adanya kondisi lingkungan kerja seperti itu perlu dilakukan perhitungan dan evaluasi terhadap rasio bahan bakar alat angkut *Hino 500 series FM 260 FD* dan *Daewoo Novus K6D6F SE*, sehingga dapat dilakukan pengurangan konsumsi bahan bakar dan meningkatkan produksi dari setiap alat angkut yang ada

Permasalahan

Adapun permasalahan dari penelitian dilapangan adalah :

1. Kondisi jalan angkut yang belum memenuhi standart.
2. Terdapat kemiringan jalan angkut yang melebihi 8% pada beberapa segmen jalan angkut.
3. Perlu dilakukan perbaikan terhadap kondisi jalan yang belum memenuhi standar.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis pengaruh karakteristik lingkungan kerja seperti banyaknya amblesan dan konstruksi jalan angkut terhadap rasio bahan bakar alat angkut.
2. Menganalisis tingkat konsumsi bahan bakar dan produksi alat angkut *Hino 500 Series FM 260 FD* dan *Daewoo Novus K6D6F SE* secara aktual dan konsumsi seharusnya berdasarkan pemakaian *Rimpull*
3. Mengupayakan perbaikan kondisi jalan angkut sehingga konsumsi bahan bakar menjadi lebih efisien.

Batasan Penelitian

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Hanya mengkaji rasio bahan bakar alat angkut tanpa dipengaruhi oleh biaya operasional lainnya.
2. Data pengamatan diambil pada Pit Melon melalui jalur *Stockpile* sampai port dengan alat angkut *Hino 500 Series FM 260 FD* dan *Daewoo Novus K6D6F SE* pada bulan November- Desember 2018.
3. Faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar hanya didasarkan pada parameter, yaitu kemiringan jalan, rolling resistance dan jarak angkut dari *stockpile* menuju port.
4. Kondisi iklim serta keterampilan operator tidak menjadi faktor utama yang diperhitungkan dalam penelitian ini.

Metode Penelitian

Tahap-tahap penelitian yang diterapkan pada penelitian kali ini mengacu pada 5 hal pokok, antara lain:

1. Studi Literatur

Dilakukan dengan mencari dan mengumpulkan data yang berkaitan dengan penelitian antara lain berasal dari literatur materi penelitian, paper, buku referensi dan SOP dari PT. Nuansacipta Coal Investment serta skripsi yang berkaitan dengan judul penelitian.

2. Orientasi

Menentukan lokasi untuk dijadikan lokasi penelitian agar mendukung kegiatan studi lapangan. Pengamatan di lapangan

3. Studi lapangan

Dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung dilapangan dan mencari informasi pendukung yang berkaitan dengan masalah yang akan dibahas dengan bimbingan pembimbing lapangan.

4. Pengumpulan data

Adapun data yang dikumpulkan terdiri dari data primer, dan data sekunder berikut merupakan data-data yang diambil, yaitu :

Data Primer:

- Kondisi Front Penambangan
- Geometri Jalan Angkut
- Waktu Edar Dumptruck
- Data RPM Alat Angkut

Data Sekunder

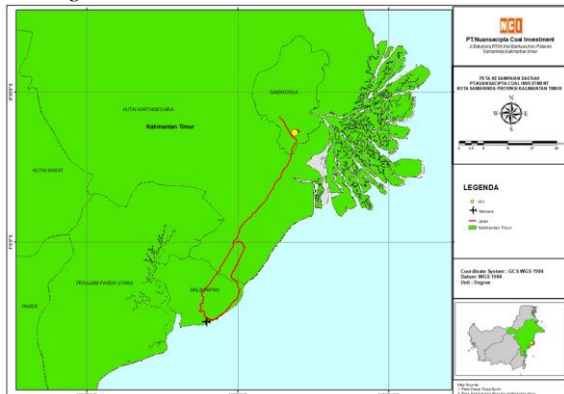
- Peta Kesampaian Daerah, dan Layout Penambangan areal tambang.
- Data Kondisi Geologi areal tambang Pit Melon.

- Spesifikasi 2 alat angkut, yaitu Hino 500 Series FM 260 FD dan Daewoo Novus K6D6F SE
 - Kapasitas alat mekanis yang digunakan.
 - Kemiringan dan kondisi jalan angkut dari stokpile menuju port.
 - Jarak tempuh dan waktu tempuh alat angkut pada pemindahan Batubara.
5. Pengolahan data
- a. Dilakukan dengan menggunakan program Autocad 2007 untuk pembuatan peta serta pembuatan sayatan jalan.
 - b. Data konsumsi bahan bakar dan produksi alat angkut.
 - c. Peninjauan pengaruh kemiringan jalan dengan data koordinat jalan angkut dan kondisi jalan angkut terhadap rasio bahan bakar.
 - d. Pengelompokan data utama dan data penunjang. Memberikan alternatif penyelesaian masalah

II. KESAMPAIAN DAERAH

Lokasi dan Kesampaian Daerah

Penelitian dilakukan di PT. Nuansacipta Coal Investment yang berada di wilayah pertambangan MNC Grup, beroperasi di bawah Perjanjian Karya Pengusahaan Pertambangan Batubara (PKP2B). Berdasarkan SK. Direktorat Jenderal Pertambangan Umum No. 545/293/HK-KS/VI 2010 tentang Kuasa Pertambangan (KP) Eksplorasi dengan luas sebesar 2003 ha dan terbagi atas 5 lokasi penambangan yaitu *Pit Melon*, *Pit Rambutan*, *Pit Semangka*, *Pit Kiwi* dan *Pit Leci*.



Gambar 2.1

Peta Kesampaian Daerah Penelitian

Lokasi penambangan batubara terletak sekitar 55 km ke arah Tenggara dari kota Tenggarong dan 145 km ke arah timur laut dari Balikpapan provinsi Kalimantan Timur. Lokasi penambangan dapat dicapai dengan jalan darat kondisi jalan antara kota Samarinda dengan Palaran telah dibeton, sedangkan jalan untuk pengangkutan batubara dari *stockpile* pit *Melon* ke *Port MNC* merupakan jalan yang tanah yang diperkeras dengan panjang 8,2 km. Secara

geografis wilayah kerja PT. NCI terletak pada koordinat 117° 11' 24.28" BT dan 0° 38' 05,47" LS, seperti pada Gambar 2.1

III. HASIL PENELITIAN

Untuk mengevaluasi konsumsi bahan bakar alat angkut pengangkutan diperlukan analisis terhadap kondisi kerja dan geometri jalan angkut. Dalam penelitian ini faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar adalah kemiringan jalan angkut, perkerasan jalan, berat muatan dan jarak pengangkutan dari *Stockpile* menuju *Port*.

Kondisi Jalan Angkut

Untuk mengevaluasi konsumsi bahan bakar alat angkut pada penangkutan batubara diperlukan analisis terhadap kondisi kerja dan geometri jalan angkut. Dalam penelitian ini faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar adalah kemiringan jalan angkut, perkerasan jalan, berat muatan dan jarak pengangkutan dari *Stockpile* menuju *Port*.

3.1.1. Konstruksi Jalan Angkut

Lapisan dasar jalan angkut (*subgrade*) adalah batu lempung kompak dan kerikil dipadatkan dengan lapisan kedap air sebagai perkerasan penahan beban roda alat angkut. Berdasarkan pengamatan dilapangan, kondisi jalan angkut masih kurang baik dengan daya dukung tanah rata-rata berdasarkan perhitungan *California Bearing Ratio* (CBR) kurang dari 30%. Hal ini mengakibatkan banyak terdapat amblasan di jalan angkut mulai dari 9 cm sampai 3 cm, sehingga kondisi ini cukup mempengaruhi waktu edar dari alat angkut dan konsumsi bahan bakar akan semakin banyak. Semakin kurang kuat perkerasan jalan akan menghambat laju alat angkut dan tahanan gelinding menjadi semakin besar.



Sumber : Dokumentasi Lapangan

Gambar 3.2

Kondisi Jalan Angkut

3.1.2. Lebar Jalan Angkut

Lebar jalan angkut yang dilalui dari *Stokpile menuju Port* dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1
Jalan Angkut pada setiap Segmen

Segmen jalan	Pelengkungan jalan aktual (m)	Lebar jalan aktual (m)
1-2	135.54	9.10
2-3	288.23	10.20
3-4	212.69	12.50
4-5	132.01	11.40
5-6	167.56	10.00
6-7	94.40	11.30
7-8	96.23	11.10
8-9	72.46	8.40
9-10	108.65	9.20
10-11	60.65	9.70
11-12	32.87	9.70
12-13	116.69	9.30
13-14	57.67	10.10
14-15	106.67	8.80
15-16	35.90	8.80
16-17	49.63	12.80
17-18	101.32	15.50
18-19	62.14	22.10
19-20	96.41	10.20
20-21	28.07	8.10
21-22	119.66	9.00
22-23	65.87	10.00
23-24	94.77	10.00
24-25	81.00	8.20
25-26	59.99	5.00
26-27	53.76	8.60
27-28	123.90	8.60
28-29	108.54	5.30
29-30	51.72	5.10
30-31	151.68	7.20
31-32	101.16	10.00
32-33	219.20	11.20
33-34	195.60	10.10
34-35	151.82	10.40
35-36	331.76	11.00
36-37	193.31	10.40
37-38	83.00	10.20
38-39	329.81	5.20
39-40	180.55	10.30
40-41	604.20	11.20
41-42	651.12	6.12
42-43	128.53	12.70
43-44	43.56	12.60
44-45	392.50	11.20
45-46	295.09	10.10
46-47	51.08	12.20
47-48	123.31	12.20
48-49	229.76	14.50
49-50	156.36	8.40
50-51	108.62	7.80
51-52	209.59	12.40
Jumlah (m)	8266.59	

3.1.3. Superelevasi

Jalan angkut pada pengangkutan Batubara memiliki beberapa tikungan dengan lebar tikungan yang berbeda dan dapat dilihat pada Tabel 4.1. Jari-jari tikungan aktual pada jalan angkut yang dilalui alat angkut adalah 6,4 m. Untuk *superelevasi* berdasarkan kecepatan rata-rata alat angkut pada saat membelok sebesar ± 22 km/jam, beda tinggi aktual antara sisi dalam dan sisi luar tikungan jalan angkut adalah 0,53 m.

3.1.4 Grade Jalan Angkut

Kemiringan jalan angkut merupakan salah satu faktor penting yang harus diamati secara detail dalam suatu kajian terhadap kondisi jalan tambang karena akan mempengaruhi kinerja alat angkut dalam

pengangkutan material dari *Stokpile* penambangan menuju *Port*. Pada penelitian kali ini, kemiringan jalan angkut pada jalur utama dibagi dalam 51 segmen untuk mempermudah perhitungan kemiringan jalan. Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan kemiringan jalan angkut (*grade*) terbesar adalah 15,17 % pada segmen jalan angkut 30-31 dan kemiringan jalan angkut terkecil -15 % pada segmen jalan angkut 31-32 seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.2. Berdasarkan perhitungan *rimpull*, kemampuan maksimal mesin untuk mengatasi tanjakan alat angkut *Hino 500 series FM 260 FD* dan *Daewoo Novus K6D6F SE* pada kegiatan pengangkutan batubara adalah 16,96% dan 21,15%.

Tabel 3.2
Grade pada Setiap Segmen Jalan Angkut

Segmen Jalan	Jarak Datar (m)	Beda Tinggi (m)	Grade (%)
1-2	129,00	7,65	5,93
1-3	285,23	2,57	0,90
1-4	207,42	11,58	5,58
1-5	125,54	-14,53	-11,57
1-6	160,86	-4,67	-2,90
1-7	89,70	4,31	4,81
1-8	95,55	2,15	2,25
1-9	70,30	1,04	1,48
1-10	106,38	2,27	2,13
1-11	57,15	1,27	2,22
1-12	30,92	-0,58	-1,87
1-13	114,52	-1,31	-1,14
13-14	35,08	1,01	2,88
14-15	101,42	2,57	2,53
15-16	34,67	1,73	4,99
16-17	46,10	3,88	8,43
17-18	95,33	18,04	14,30
18-19	59,22	-0,77	-2,84
19-20	92,60	1,27	1,37
20-21	26,09	0,85	3,24
21-22	111,08	-7,04	-6,34
22-23	61,63	-7,04	-11,42
23-24	88,73	-6,81	-7,67
24-25	74,30	-6,38	-8,59
25-26	56,15	5,31	9,45
26-27	47,85	-5,19	-10,85
27-28	120,07	-13,35	-11,12
28-29	96,24	-4,96	-5,16
29-30	48,17	0,73	1,52
30-31	125,74	21,46	15,17
31-32	97,08	-14,73	-15,37
32-33	209,80	-15,89	-7,57
33-34	190,54	-15,62	-8,20
34-35	125,15	-7,88	-6,30
35-36	317,63	-10,58	-3,33
36-37	184,90	-7,58	-4,10
37-38	78,49	-2,17	-2,76
38-39	320,21	-10,99	-3,43
39-40	377,00	-0,30	-0,08
40-41	558,88	-10,00	-1,79
41-42	647,82	-1,58	-0,24
42-43	124,71	3,45	2,77
43-44	41,11	-0,30	-0,73
44-45	390,99	1,58	0,40
45-46	293,32	1,58	0,54
46-47	28,23	1,58	5,59
47-48	119,04	-3,12	-2,62
48-49	226,96	-0,03	-0,01
49-50	152,95	0,10	0,07
50-51	103,99	-1,18	-1,13
51-52	205,80	-0,50	-0,24

Waktu Edar Alat Angkut

Untuk melakukan perhitungan produksi alat angkut baik itu aktual maupun rencana diperlukan perhitungan data waktu edar yang diambil dari 6. pengamatan dilapangan. Waktu edar alat angkut yang diperoleh adalah waktu edar rata-rata yang ditempuh oleh alat angkut mulai dari waktu menunggu untuk dimuati sampai pada posisi mulai menunggu untuk dimuati kembali lihat tabel 3.3.

Tabel 3.3

Waktu Edar Alat Angkut

Alat Angkut	Waktu (detik)						
	Manuver Kosong	Pemuatan	Angkut Bermuatan	Manuver Bermuatan	Tumpah	Kembali Kosong	Total
Hino 500	27,77	231,61	1.185,68	35,63	20,93	1.163,90	2.620,5
Daewoo Novus	30,27	284,12	1.192,50	29,20	29	1.207,33	2.772,43

Faktor Pengisian *Bucket*

Faktor pengisian *bucket* (*bucket fill factor*) merupakan suatu faktor yang menunjukkan besarnya kapasitas nyata *bucket* dengan kapasitas *bucket* menurut spesifikasi alat muat. Kapasitas *bucket* berdasarkan spesifikasinya untuk *Excavator Doosan DX 300 LC* adalah 1,5 m³. Besarnya faktor pengisian pada kondisi pemuatan yang rata-rata baik dengan jumlah pemuatan 17 kali *bucket*. Dengan *bucket fill factor* rata-rata 90%.

Waktu Kerja Efektif

Waktu kerja efektif adalah waktu kerja yang benar-benar digunakan oleh alat mekanis untuk produksi. Besarnya waktu kerja efektif sangat bergantung pada hambatan-hambatan yang terjadi pada saat alat melakukan pekerjaan. Pada kenyataannya di lapangan waktu kerja yang tersedia tidak dapat digunakan sepenuhnya karena adanya hambatan-hambatan yang dapat mengurangi waktu kerja yang tersedia. Perusahaan telah menetapkan jadwal waktu kerja adalah 2 shift, dengan rincian waktu 12 jam. Total waktu kerja dalam satu minggu adalah 506,3 jam per bulan untuk Hino 500 FM 260 FD dan 729,6 jam per bulan untuk Daewoo Novus K6D6F SE (lihat Lampiran W). Hambatan Yang Dapat Dikendalikan.

Hambatan yang dapat dihindari disebabkan adanya penyimpangan terhadap waktu kerja yang telah dijadwalkan oleh perusahaan.

1. *Clean Equipment*
2. *Shift Change*

3. *Wait Operator*
4. *Praying*
5. *Daily Check*.

Berhenti bekerja sebelum waktu pulang.

Hambatan Yang Tidak Dapat Dikendalikan

Hambatan tidak dapat dikendalikan disebabkan oleh kegiatan atau kejadian yang memang harus terjadi dan tidak dapat dihindari atau diganti pada lain waktu.

1. *Rain*
2. *Slippery*
3. Pengecekan dan Pemeriksaan Harian (P2H)
4. *Fuel & Lubricants*

Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja alat angkut merupakan perbandingan antara waktu kerja produktif alat angkut dengan waktu kerja yang tersedia, dinyatakan dalam persen (%). Efisiensi kerja digunakan untuk mengetahui sejauh mana kinerja alat mekanis yaitu *Daewoo Novus K6DEF SE* dan *Hino 500 FM 260 FD* terhadap penggunaan waktu kerja masing-masing alat mulai dari pemuatan dan pengangkutan batubara dari *Stokpile* menuju *Port*. Efisiensi kerja rencana alat angkut untuk *Daewoo Novus K6DEF SE* dan *Hino 500 FM 260 FD*.

Kemampuan Produksi Alat Angkut

Pada lokasi pemuatan batubara dari *Stokpile Pit Melon* menuju lokasi *Port*, pengangkutan batubara dilayani oleh 5 unit *Daewoo Novus K6DEF SE* dan 3 unit *Hino 500 FM 260 FD*. Data aktual perusahaan mengenai produksi masing-masing unit *Daewoo Novus K6DEF SE* dan *Hino 500 FM 260 FD* adalah 17.773,98 ton/bulan dan 9.988,44 ton/bulan. Sedangkan untuk kemampuan produksi teoritis berdasarkan pengamatan waktu edar alat angkut di lapangan adalah 33.945,91 ton/bulan untuk alat angkut *Daewoo Novus K6DEF SE* dan 23.308,08 ton/bulan untuk *Hino 500 FM 260 FD*. (Tabel 3.4):

Tabel 3.4

Kemampuan Produksi Alat Angkut

Kemampuan Produksi Alat Angkut			
Jumlah Unit	Alat Angkut	Produksi (ton/jam)	Produksi (ton/bulan)
3	Hino 500	26,75	21.718,89
5	Daewoo Novus	28,57	33.945,91

Perhitungan *Rolling Resistance & Grade Resistance*

Kondisi jalan angkut harus benar-benar diperhatikan untuk memperlancar kegiatan pengangkutan batubara apalagi pada saat musim

penghujan seperti saat ini. Tahanan gelinding dan tahanan kemiringan alat angkut pada setiap segmen jalan berbeda-beda, ada beberapa segmen jalan yang menunjukkan amblasan roda yang relatif dalam.

Semakin tinggi amblasan roda atau ban alat angkut pada permukaan jalan akan mengakibatkan berkurangnya laju kendaraan dan menambah daya tarik mesin. Namun dari hasil pengamatan dilapangan kondisi jalan yang dilalui oleh alat angkut relatif dalam kondisi baik dengan sedikit gelombang/undulasi. Dari hasil pengamatan tersebut kemudian dapat dikategorikan perkerasan tanah dan batu yang terpelihara dengan baik, sehingga dengan menggunakan Tabel nilai RR maka diperoleh nilai RR(%) adalah 2 %

Tabel 3.5

Koefisien tahanan gelinding menurut jenis permukaan jalan		
Jenis Permukaan Jalan	RR (% berat kendaraan dalam)	
	Roda Karet	Roda Besi
Beton yang kasar dan kering	2	-
Perkerasan tanah dan batu yang terpelihara baik	2	-
Tanah urug kering dengan pemadatan sederhana	3	-
Tanah urug lunak dengan penetrasi sekitar 4"	8	-
Tanah pasir lepas dan batu pecah	10	4
Jalan macadam	3	5
Perkerasan kayu	3	3
Jalan datar tanpa perkerasan, kering	5	4
Kerikil tanpa dipadatkan	15	12
Pasir tidak dipadatkan	15	12
Tanah Lumpur	-	16

Perhitungan Load Factor

Load factor atau faktor pengali untuk memperoleh penggunaan tenaga mesin yang sesungguhnya dan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat konsumsi bahan bakar mesin, untuk mengetahui besarnya load factor bisa diketahui dengan perhitungan rimpull yang terpakai dibagi dengan rimpull yang tersedia. Dengan memasukkan parameter daya tarik alat angkut, efisiensi mesin dan kecepatan pada masing-masing gear alat angkut maka dapat diperoleh Rimpull yang tersedia pada setiap gear alat angkut.

Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut

Kebutuhan bahan bakar diperlukan untuk mengetahui seberapa banyak konsumsi bahan bakar yang digunakan oleh alat angkut saat proses produksi. Didalam perhitungan konsumsi bahan bakar, beberapa parameter yang harus diketahui adalah brakehorse power, besarnya bahan bakar yang masuk ke mesin, densitas bahan bakar dan load factor alat angkut. Besarnya nilai dari parameter tersebut dapat diketahui melalui data dari perusahaan dan hasil perhitungan langsung dilapangan.

Data aktual mengenai konsumsi bahan bakar dari perusahaan untuk alat angkut Daewoo Novus K6DEF SE dan Hino 500 FM 260 FD pada penelitian ini adalah 10,12 ltr/jam dan 5,67 ltr/jam. Perhitungan konsumsi bahan bakar alat angkut pada penelitian ini berada pada Stokpile Pit Melon. Data aktual mengenai konsumsi bahan bakar dari perusahaan untuk alat angkut Daewoo Novus K6DEF SE dan Hino 500 FM 260 FD pada penelitian ini adalah 10,12 ltr/jam dan 5,67 ltr/jam.

Perhitungan konsumsi bahan bakar alat angkut pada penelitian ini berada pada Stokpile Pit Melon. Tabel 3.5

Tabel 3.6 Konsumsi Bahan Bakar Alat Angkut Berdasarkan Pemakaian Rimpull

Jenit Alat	Perhitungan Rimpull				BBM (ltr/jam)
	Load Factor		BBM (ltr/jam)		
	Load	Empty	Load	Empty	
Hino 500	0,74	0,42	7,16	4,18	5,67
Daewoo Novus	0,73	0,41	12,9	7,32	10,12

IV. Hasil Penelitian

Dalam rangka peningkatan produksi alat angkut dan optimalisasi konsumsi bahan bakar alat angkut untuk mendapatkan rasio bahan bakar yang lebih kecil, maka perlu dilakukan kajian teknis tentang kondisi kerja, geometri jalan dan beban kerja alat angkut pada kegiatan pengangkutan batubara. Untuk memperbaiki dan mengurangi rasio bahan bakar alat angkut dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan melakukan perbaikan kondisi kerja baik berupa perkerasan, kemiringan jalan angkut dan perawatan alat secara rutin, sehingga alat angkut dapat bekerja secara optimal.

Karakteristik Lingkungan Kerja

a. Lebar Jalan Angkut

Berdasarkan pengamatan di lapangan, diketahui lebar jalan angkut lurus pada Segmen 8-9,14-15,14-16, 20-21,25-31, yang tidak sesuai dengan lebar jalan angkut lurus minimum yaitu 8,7 meter sehingga perlu dilakukannya usaha pelebaran jalan angkut pada kedua segmen tersebut, Perhitungan lebar jalan minimum pada tikungan juga didasarkan pada kendaraan terbesar yaitu Daewoo Novus yang melintas di jalan angkut tambang. Berdasarkan perhitungan lebar jalan minimum pada tikungan adalah sebesar 12,5 meter sedangkan pengukuran dilapangan beberapa tikungan ada yang belum sesuai dengan perhitungan jalan minimum seperti pada segmen 2-3.

b. Jari-jari Tikungan dan Superelevasi

Jalan angkut pada pengangkutan Batubara memiliki beberapa tikungan dengan lebar tikungan yang berbeda dan dapat dilihat pada Tabel 4.1. Jari-jari tikungan aktual pada jalan angkut yang dilalui alat angkut adalah 6,4 m. Untuk superelevasi berdasarkan kecepatan rata-rata alat angkut pada saat membelok sebesar ± 22 km/jam, beda tinggi aktual antara sisi dalam dan sisi luar tikungan jalan angkut adalah 0,53 m.

c. Kemiringan Jalan Angkut (Grade)

Kemampuan maksimal Daewoo Novus dan Hino 500 pada jalan angkut Menanjak berdasarkan perhitungan secara teoritis dari spesifikasi alat angkut adalah 21,15 dan 16,96%.

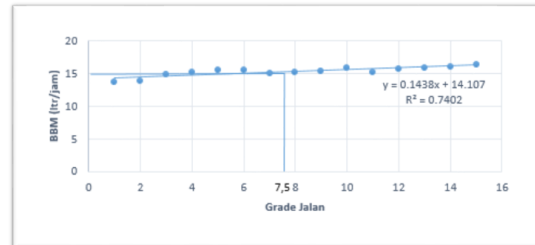
Hal ini menunjukkan bahwa *grade* jalan tertinggi yang ada di jalan angkut yang besarnya 15 % pada saat ini masih mampu dilalui oleh alat angkut, tetapi *grade* jalan yang besar akan mempunyai banyak dampak merugikan, baik dari kondisi alat angkut maupun dari pemakaian bahan bakar sehingga perlu dilakukan pengurangan besar *grade* agar sesuai standar perusahaan yaitu tidak lebih dari 8% dengan cara menggunakan metode *Cut and Fill* atau dapat membuat kelokan agar kemiringan jalan menjadi lebih landai.

Pengaruh Kemiringan dan Tahanan Gelinding Jalan Angkut Terhadap Konsumsi Bahan Bakar

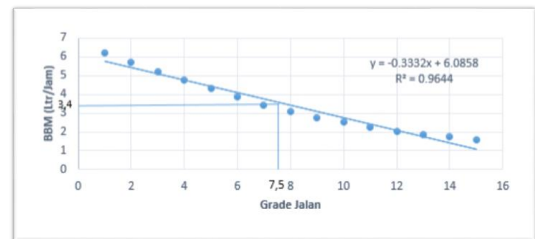
Kondisi jalan dengan kemiringan rendah akan meningkatkan kecepatan alat angkut dan dapat mengurangi laju konsumsi bahan bakar alat angkut tersebut karena mesin hanya membutuhkan sedikit tenaga sebaliknya kemiringan jalan yang tinggi membuat kecepatan mesin berkurang dan waktu tempuh yang semakin lama, sehingga dibutuhkan tenaga yang cukup untuk mempertahankan kecepatan. Salah satu caranya adalah memberikan tenaga yang lebih besar dengan menambahkan rpm (rotation per minute) pada mesin. Kemiringan jalan angkut dibagi menjadi dua bagian, yaitu kemiringan menanjak dan kemiringan turun. Analisis kemiringan jalan angkut yang dipakai dari Stokpile penambangan sampai Port dengan rolling resistance yang dianggap konstan dan rimpull untuk percepatan alat angkut disesuaikan dengan sisa rimpull pada masing-masing gear alat angkut. Batas kecepatan maksimal yang ditentukan oleh perusahaan pada jalan angkut tambang adalah 40 km/jam yang terdapat pada gear 4 pada masing-masing alat angkut. Pengaruh kemiringan jalan menanjak terhadap konsumsi bahan bakar alat angkut dengan tahanan kemiringan yang divariasikan mulai dari 1%-15% berdasarkan perhitungan rimpull dapat dilihat pada Lampiran S.

Setiap penambahan 1% grade resistance mengakibatkan penambahan konsumsi bahan bakar alat angkut Daewoo Novus K6DEF SE sebesar 0,0694 ltr/jam untuk keadaan bermuatan naik. Sedangkan pada setiap pengurangan 1% grade resistance mengakibatkan pengurangan konsumsi bahan bakar alat angkut Daewoo Novus K6DEF SE sebesar 0,0062 ltr/jam untuk keadaan kosong turun. Setiap penambahan 1% grade resistance mengakibatkan penambahan konsumsi bahan bakar alat angkut Hino 500 FM 260 FD sebesar 0,0623 ltr/jam untuk keadaan bermuatan naik. Sedangkan pada setiap pengurangan 1% grade resistance mengakibatkan pengurangan konsumsi bahan bakar alat angkut Daewoo Novus K6DEF SE sebesar 0,0029 ltr/jam untuk keadaan

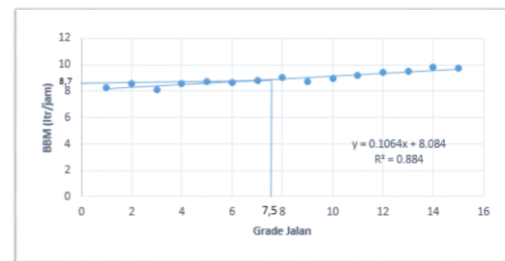
Grafik konsumsi bahan bakar pada kondisi bermuatan dan tanpa muatan dapat ditunjukkan pada grafik (Lihat Gambar 4.1 dan Gambar 4.2).



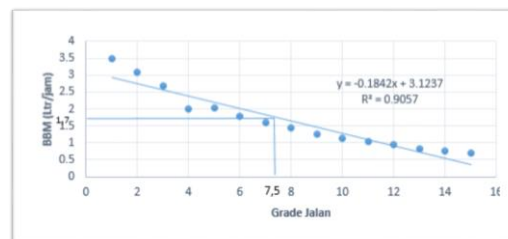
Gambar 4.1
Grafik Konsumsi Bahan Bakar Daewoo Novus K6DEF SE Keadaan Muatan Naik



Gambar 4.2
Grafik Konsumsi Bahan Bakar Daewoo Novus K6DEF SE Keadaan Kosong Turun



Gambar 4.3
Grafik Konsumsi Bahan Bakar Hino 500 FM 260 FD Keadaan Muatan Naik



Gambar 4.4
Grafik Konsumsi Bahan Bakar Hino 500 FM 260 FD Keadaan Kosong Turun

Konsumsi Bahan Bakar berdasarkan Rimpull Alat Angkut

Besarnya pengaruh grade resistance dan rolling resistance jalan angkut terhadap konsumsi bahan bakar dan produksi alat angkut apabila grade jalan angkut terlalu tinggi akan mengakibatkan rimpull yang di butuhkan besar dan kecepatan alat angkut semakin kecil. Hal ini akan mempengaruhi produksi alat angkut dalam memindahkan lapisan penutup, begitu juga sama dengan rolling resistance atau tahanan gelinding. Dalam kondisi aktual di lapangan masih terdapat beberapa segmen yang memiliki grade jalan angkut lebih dari standar perusahaan yaitu 8%.

Terdapat empat segmen jalan angkut Daewoo Novus K6DEF SE dan Hino 500 FM 260 FD yang melebihi standar perusahaan dengan grade jalan 8% yaitu segmen 16-17.17-18,24-25 dan 30-31. Diketahui kemampuan gear kecepatan alat angkut pada masing-masing segmen, maka waktu tempuh pengangkutan batubara dapat diketahui juga. Berdasarkan data pengamatan langsung di lapangan untuk waktu tempuhnya adalah 46,34 menit untuk Daewoo Novus K6DEF SE dan 43,67 menit untuk Hino 500 FM 260 FD (Lampiran G), sedangkan perhitungan waktu tempuh teoritis kondisi bermuatan dan kosong menuju Port berdasarkan pemakaian rimpull alat angkut adalah 27,37 menit dan 29,50 menit. Konsumsi bahan bakar aktual dan berdasarkan perhitungan rimpull adalah 10,93 lt/jam untuk Daewoo Novus K6DEF SE, dan 6,281 ltr/jam untuk Hino 500 FM 260 FD (Lampiran T). Produksi alat angkut aktual adalah 17.773,99 ton/jam dan berdasarkan pemakaian rimpull adalah 46.878,5 ton/bulan untuk Daewoo Novus K6DEF SE dan produksi actual untuk Hino 500 FM 260 FD adalah 9.988,44 ton/bulan 32.243,06 ton/bulan untuk produksi berdasarkan pemakaian rimpull (Lampiran J,K danP).

Dari data produksi aktual, pengamatan waktu edar dan berdasarkan pemakaian rimpull alat angkut, maka rasio bahan bakar alat angkut dapat di ketahui dengan perbandingan banyaknya konsumsi bahan bakar dengan produksi alat angkut setiap jamnya.

Angka rasio bahan bakar akan lebih baik atau yang diharapkan perusahaan jika nilainya semakin kecil, sehingga biaya yang di keluarkan perusahaan akan semakin sedikit dalam proses penambangan rasio bahan bakar aktual alat angkut Daewoo Novus K6DEF SE dan Hino 500 FM 260 FD adalah 0,345 ltr/ton dan 0,45 ltr/ton rasio bahan bakar berdasarkan pemakaian rimpull alat angkut Daewoo Novus K6DEF SE dan Hino 500 FM 260 FD adalah 0,16 ltr/ton dan 0,26 ltr/ton. Pada kondisi tersebut, alat angkut masih berada di bawah batas aman dari target maksimal fuel ratio perusahaan, akan tetapi dicari kemungkinan fuel ratio yang

lebih rendah guna mengoptimalkan produktivitas dan efisiensi bahan bakar sehingga perlu dilakukan perbaikan kondisi kerja dan jalan angkut terhadap pemakaian bahan bakar alat angkut.(Lampiran J dan T)

Perbaikan Kondisi Jalan Angkut Terhadap Rasio Bahan Bakar

Kondisi aktual jalan angkut yang kurang baik pada beberapa segmen jalan harus segera diperbaiki serta melakukan pemotongan kemiringan jalan angkut sesuai dengan standart perusahaan yaitu kemiringan jalan angkut tidak lebih dari 8% sehingga dapat meningkatkan produksi dan memperkecil rasio bahan bakar alat angkut.

Perbaikan kondisi jalan angkut pada segmen jalan yang rusak akan menurunkan konsumsi bahan bakar dan meningkatkan produksi alat angkut pada pemindahan lapisan penutup. Waktu tempuh pengangkutan batubara dari Stokpile menuju Port akan semakin cepat sehingga produksi semakin meningkat. Pada perhitungan waktu tempuh kondisi bermuatan dari Stokpile menuju Port berdasarkan pemakaian rimpull alat angkut setelah perbaikan adalah 9,64 menit (Lampiran R). Produksi alat angkut setelah perbaikan kondisi jalan angkut yaitu aktual adalah 48.691,61 ton/bulan untuk Daewoo Novus K6DEF SE dan 33.897,74 ton/bulan untuk Hino 500 FM 260 FD

Produktivitas alat angkut akan bertambah dari kondisi aktual saat ini seiring perbaikan kondisi jalan angkut yaitu untuk Daewoo Novus K6DEF SE dan Hino 500 FM 260 FD bertambah sampai 1.813,11 ton/bulan dan 1.654,68 ton/bulan. Konsumsi bahan bakar alat angkut pada pengangkutan batubara setelah perbaikan kondisi jalan dapat dilihat pada Lampiran U.

Setelah perbaikan kondisi jalan angkut, konsumsi bahan bakar alat angkut Daewoo Novus K6DEF SE dan Hino 500 FM 260 FD adalah 10,10 ltr/jam 5,66 ltr/jam. Dari data produksi aktual dan setelah perbaikan berdasarkan perhitungan rimpull alat angkut, maka rasio bahan bakar dapat di ketahui dengan perbandingan banyaknya konsumsi bahan bakar dibagi dengan produksi alat angkut setiap jamnya.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan perhitungan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Kondisi jalan angkut yang belum memenuhi standar dari segi lebar aktual adalah 3-4, 8-9, 14-15, 15-16, 20-21, 24-31, 38-39, 41-42 dan 49-51, untuk standar lebar jalan angkut aktual berdasarkan hasil perhitungan adalah 8,7

meter untuk lebar pada kondisi lurus dan 12,6 meter untuk lebar minimum tikungan, pada beberapa segmen jalan angkut juga terdapat kemiringan jalan angkut yang melebihi standar perusahaan yaitu segmen 16-17 (8,42%), 17-18 (14,3%), 25-26 (9,45%), 0-31 (15,34%) sedangkan standar kemiringan jalan angkut maksimal yang diterapkan perusahaan yaitu 8%.

2. Produksi dan konsumsi bahan bakar alat angkut *Daewoo Novus K6D6F SE* adalah
 - Aktual data perusahaan 24,36 ton/jam dan 10,95 ltr/jam.
 - Berdasarkan pengamatan waktu edar 28,58 ton/jam dan 10,96 ltr/jam.
 - Berdasarkan perhitungan *rimpull* 41,83 ton/jam dan 10,12 ltr/jam.

Produksi dan konsumsi bahan bakar alat angkut *Hino 500 FM 260 FD* adalah

- Aktual data perusahaan 19,72 ton/jam dan 6,83 ltr/jam.
- Berdasarkan pengamatan waktu edar 26,76 ton/jam dan 6,83 ltr/jam.
- Berdasarkan perhitungan *rimpull* 36,73 ton/jam dan 5,67 ltr/jam.

Rasio bahan bakar aktual, teori dan seharusnya berdasarkan pada perhitungan *rimpull* alat angkut sudah dibawah standar perusahaan. Rasio bahan bakar aktual untuk *Daewoo Novus K6D6F SE* adalah 0,45 ltr/ton. Rasio bahan bakar seharusnya berdasarkan perhitungan *rimpull* untuk *Daewoo Novus K6D6F SE* adalah 0,35 ltr/ton.

Rasio bahan bakar aktual, teori dan seharusnya berdasarkan pada perhitungan *rimpull* alat angkut sudah dibawah standar perusahaan. Rasio bahan bakar aktual untuk *Hino 500 FM 260 FD* adalah 0,35 ltr/ton. Rasio bahan bakar teori dan seharusnya berdasarkan perhitungan *rimpull* untuk *Hino 500 FM 260 FD* adalah 0,21 ltr/ton

3. Perbaikan kondisi jalan angkut kemiringan jalan angkut disesuaikan dengan standar yaitu $\leq 8\%$, maka konsumsi bahan bakar dan produksi alat angkut *Daewoo Novus K6D6F SE* adalah 10,10 ltr/jam dan 41,83 ton/jam dengan rasio bahan bakar 0,24 ltr/ton.
Perbaikan kondisi jalan angkut kemiringan jalan angkut disesuaikan dengan standar yaitu $\leq 8\%$, maka konsumsi bahan bakar dan produksi alat angkut *Hino 500 FM 260 FD* adalah 5,66

ltr/jam dan 37,53 ton/jam dengan rasio bahan bakar 0,15 ltr/ton

Saran

- 1 Meningkatkan pengawasan dan perawatan jalan angkut dengan cara memonitor dan koordinasi dengan bagian Pit Service sehingga dapat mengurangi adanya jalan yang berlubang (undulasi) yang menghambat laju kendaraan apalagi saat musim penghujan.
2. Perlu dilakukan perancangan dan perencanaan jalan angkut dengan cara cut and fill pada beberapa segmen 16-17,17-18,25-26 dan 30-31 yang memiliki kemiringan lebih dari standar perusahaan ($\geq 8\%$).

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials, 1982, *AASHTO Materials, Part 1, Specifications*, Washington, DC, USA
- Awang Suwandi, 2004, *Diklat Perencanaan Tambang Terbuka*, Jurusan Teknik Pertambangan Unisba, Bandung
- DPU, 1990, SNI, *Bidang Pekerjaan Umum : Perkerasan Jalan*, DPU, c.q. Ditjen Bina Marga, Jakarta
- Hermans, B, 2017, *Properts geometri silinder motor bakar, Prestasi mesin 2017* (online), (<http://www.google.com>, diakses tanggal 30 agustus 2018).
- Jonathan Sarwono, 2006, *Metode Penelitian Kuantitatif & Kualitatif*, Graha Ilmu Yogyakarta
- J. Uicker, G. R. Pennock, and J. E. Shigley, 2003, *Theory of Machines and Mechanisms*, Oxford University Press, New York
- Kaufman, Walter W., dan James C. Ault, 1977, *Design of Surface Mine Haulage Roads - A Manual*, U. S. Department of the Interior, USA.
- Komatsu, 2009, *Komatsu: Specification & Application Handbook Edition 30*, Japan.
- Peurifoy, Robert L., Clifford J. Schexnayder, dan Aviad Shapira, 2006, *Construction Planning, Equipment, and Method 7th Edition*, McGraw-Hill, New york
- Sukirman, Silvia, 1999, *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Bandung, Nova
- Waterman Sulistyana, 2017, *Perencanaan Tambang*, Program Studi Teknik Pertambangan, UPN "Veteran" Yogyakarta
- Yanto, Indonesianto, 2013, *Pemindahan Tanah Mekanis*, UPN "Veteran" Yogyakarta