

Rencana Kebutuhan Alat Muat dan Alat Angkut Untuk Mencapai Target Produksi 16250 LCM pada Penambangan Batu Andesit PT Surya Watu Kencana, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta

Kresno, Bobby Sanjaya Ginting^a, Abdul Rauf

UPN “Veteran” Yogyakarta

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

Email^a : bobbyginting32@yahoo.com

ABSTRAK

PT. Surya Watu Kencana (PT. SWK) merupakan salah satu perusahaan pertambangan batu andesit yang terletak di Dusun Plampang, Desa Hargotirto, Kec. Kokap, Kab. Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Saat ini PT. SWK berencana membuka kuari baru yaitu kuari II dengan metode penambangan yang sama dengan kuari sebelumnya yaitu dengan metode kuari (*quarry*).

Masalah yang dihadapi yaitu menentukan berapa kebutuhan alat muat dan alat angkut yang harus digunakan pada kuari II agar target produksi 16250 LCM tercapai. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menentukan kemampuan produksi dari alat muat dan alat angkut yang digunakan serta menghitung keserasian kerja antara alat muat dan alat angkut.

PT. SWK menetapkan target produksi sebesar 1000 ton/hari pada kuari yang akan dibuka. Untuk mencapai target produksi, penambangan di PT. SWK menggunakan alat mekanis yang sama dengan kuari sebelumnya yaitu *Excavator Volvo EC210B* dan *Dump Truck Toyota Dyna 130HT*. Dari hasil penelitian di lapangan didapatkan *cycle time* alat muat sebesar 16,97 detik dan *cycle time* alat angkut sebesar 1386,97 detik dengan nilai efisiensi 57 % untuk alat muat, sedangkan 62 % untuk alat angkut.

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan kemampuan produksi *Excavator Volvo EC210B* sebesar 1154,263 ton/hari dan *Dump Truck Toyota Dyna 130HT* sebesar 105,806 ton/hari untuk kuari II. Demikian kebutuhan alat muat *Excavator Volvo EC210B* untuk kuari yang akan dibuka yaitu 1 unit dan kebutuhan *Dump Truck Toyota Dyna 130HT* yaitu sebanyak 10 unit. Fator keserasian kerja (*Match Factor*) yang diperoleh untuk kuari yang akan dibuka adalah 0,97.

Kata Kunci: Produksi, Alat muat dan angkut, Kuari

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kebutuhan akan permintaan bahan galian tambang semakin meningkat dipengaruhi oleh berkembangnya zaman. Salah satu bahan galian tambang yang dibutuhkan dan berpengaruh untuk saat ini yakni batu andesit. Banyaknya pembangunan infrastruktur yang dilakukan saat ini menjadi salah satu faktor peningkatan permintaan batu andesit. Potensi batu andesit di Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta cukup potensial. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya pemanfaatan bahan yang ada guna menunjang pembangunan di Kabupaten Kulon Progo, dengan membuka tambang di daerah tersebut.

PT. Surya Watu Kencana (PT.SWK) merupakan salah satu perusahaan pertambangan batu andesit dengan lokasi kerja berada pada Dusun Plampang, Desa Hargotirto, Kec. Kokap, Kab. Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Sistem penambangan yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode kuari (*quarry*) tambang terbuka. Pada kegiatan penambangan, khususnya kegiatan pemuatan dan pengangkutan

menggunakan *Excavator Volvo EC210B* sebagai alat muat dengan kapasitas *bucket* 0.8 m³ dan *Dump Truck Toyota Dyna 130HT* dengan kapasitas *bucket* 7.5 m³.

Mengingat sumberdaya pada *quarry* yang ada saat ini akan habis PT. SWK berencana untuk membuka *quarry* baru dengan target produksi 10.000 m³/bulan. Meninjau hal tersebut maka perlu dilakukan kajian rencana kebutuhan alat muat dan alat angkut untuk mencapai target produksi tersebut.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah adanya rencana pembukaan *quarry* baru dengan penambahan target produksi batu andesit, sehingga dibutuhkan pengamatan terhadap kebutuhan jumlah alat muat dan alat angkut yang akan digunakan agar target produksi yang telah ditetapkan dapat tercapai serta mendapatkan faktor keserasian yang baik dan tepat antara alat muat dan alat angkut pada *quarry* yang baru.

Tujuan Penelitian

Tujuan ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Membuat perencanaan kebutuhan alat muat dan alat angkut untuk memenuhi target produksi.
2. Menentukan nilai keserasian kerja dari kombinasi alat muat dan alat angkut yang didapatkan. peledakan di Pit 3 Banko Barat PT Bukit Asam Tbk..

Batasan Masalah

Penelitian yang dilakukan dibatasi oleh :

1. Kemampuan setiap operator alat mekanis diasumsikan sama.
2. Faktor ketersediaan alat mekanis dengan jenis dan tipe yang sama diasumsikan sama.
3. Kecepatan maksimal untuk alat angkut tidak lebih dari 20 km/jam (safety).
4. Diasumsikan bahwa target produksi kegiatan pembongkaran sudah terpenuhi.
5. Penelitian ini tidak mengkaji daya dukung tanah dan kemampuan crusher.
6. Metode pemuatan tidak mengalami perubahan.
7. Penelitian dilakukan dalam lingkup teknis dan tidak memperhatikan faktor ekonomi.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pengamatan dan pengambilan data secara langsung (data primer) maupun tidak langsung (data sekunder) yang dilanjutkan dengan suatu pengolahan dan analisis data sehingga didapatkan suatu kesimpulan dan saran yang merupakan hasil akhir dari suatu penelitian.

1. Studi Literatur

Pelaksanaan penelitian studi literatur dilakukan dengan mencari berbagai referensi yang berhubungan dengan topik penelitian. Referensi tersebut berupa buku literatur, Laporan-laporan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya dan jurnal-jurnal terbaru.

2. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan melakukan pengamatan dan mengumpulkan data secara langsung dilapangan pada kegiatan yang berkaitan dengan pelaksanaan penelitian, antara lain kegiatan pemuatan, pengangkutan dan penumpahan pada kegiatan operasi penambangan.

3. Pengambilan Data

Data diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan dan literatur-literatur yang berhubungan dengan permasalahan yang ada. Pengambilan data tergantung dari jenis data yang dibutuhkan, yaitu

a. Data Primer

Data primer terdiri dari data waktu edar alat mekanis yang diambil menggunakan stopwatch, data waktu hambatan yang didapat dari pengamatan terhadap hal hal yang mempengaruhi kinerja alat mekanis, data waktu kerja efektif, jumlah curah, pola pemuatan dan geometri jalan.

b. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari catatan-catatan dan laporan-laporan yang ada di perusahaan terdiri dari data mengenai jumlah jam kerja, spesifikasinya alat, data geologi, litologi, topografi, target produksi, kapasitas nyata mangkuk alat muat, dan data pendukung lainnya diperoleh dari catatan-catatan dan laporan-laporan yang ada di perusahaan.

4. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan cara menghitung produksi teoritis dan merencanakan kebutuhan alat muat dan alat angkut untuk memenuhi target produksi, pengolahan data dilakukan sebagai berikut:

- a. Perhitungan produktifitas alat muat dan alat angkut.
- b. Perhitungan rencana produksi teoritis alat muat dan alat angkut.
- c. Menghitung jumlah kebutuhan alat muat dan alat angkut untuk mencapai target produksi.

5. Analisis hasil pengolahan data

Melakukan perencanaan kebutuhan alat muat dan alat angkut yang dapat memenuhi target produksi yang telah direncanakan dan didapatkan kombinasi alat muat dan alat angkut yang serasi.

6. Kesimpulan dan saran

Kesimpulan diperoleh setelah dilakukan korelasi antara hasil pengolahan dengan permasalahan yang diteliti. Kesimpulan ini merupakan hasil akhir dari semua masalah yang dibahas.

Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini digunakan sebagai acuan oleh PT.SWK dalam menyediakan jumlah alat muat dan alat angkut agar target produksi 16250 LCM dapat tercapai.

II. TINJAUAN UMUM

2.1 Kesampaian Daerah

Lokasi penelitian secara administratif terletak di Dusun Plampang, Desa Hargotirto, Kec. Kokap, Kab. Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi penambangan dapat ditempuh menggunakan kendaraan roda dua ataupun roda empat, Dari Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta dengan jarak tempuh 37 km dengan jarak tempuh \pm 63 menit. Untuk mencapai lokasi penelitian dari Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta dapat ditempuh melalui rute perjalanan sebagai berikut:

1. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta melalui Jalan

Provinsi Ring Road Utara menuju Jalan Provinsi Ring Road Barat

2. Jalan Provinsi Ring Road Barat dilanjutkan menuju Jalan Kabupaten Kulon Progo
3. Kabupaten Kulon Progo menuju Jalan Desa Pangasih Sermo untuk mencapai lokasi penelitian.

Secara geografis lokasi penelitian ini berada pada koordinat $110^{\circ} 04' 58''$ BT – $110^{\circ} 05' 19''$ BT dan $7^{\circ} 48' 39''$ LS – $7^{\circ} 48' 39''$ LS dengan batas geografis sebagai berikut.

1. Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Girimulyo dan Jawa Tengah
2. Sebelah Timur berbatasan dengan Desa Hargowilis dan Kecamatan Girimulyo
3. Sebelah Selatan berbatasan dengan Desa Hargowilis dan Desa Kalirejo
4. Sebelah Barat berbatasan dengan Jawa Tengah.

III. HASIL PENELITIAN

Kondisi penambangan batu andesit yang akan dilakukan PT.SWK berada di daerah perbukitan dengan lebar front penambangan berkisar antara 20 m hingga 30 m. Metode pemuatan serta system kerja alat muat dan alat angkut sangat berpengaruh terhadap waktu edar alat muat dan alat angkut.

3.1 Metode Pemuatan

Pemuatan batu andesit hasil dari kegiatan pembongkaran dilakukan dengan alat mekanis. Pola pemuatan berdasarkan posisi alat angkut terhadap alat muat dilakukan dengan menggunakan metode top loading (Gambar 4.1). Pada saat pemuatan, alat muat melayani satu alat angkut. Metode pemuatan berdasarkan jumlah alat angkut biasa disebut dengan single back up, yaitu alat muat melayani satu alat angkut dengan posisi alat angkut membelakangi alat muat ketika sedang dilakukan pemuatan.



Gambar 3.1 Pola Pemuatan Top Loading

3.2 Faktor Pengisian Bucket (Bucket Fill Factor)

Faktor pengisian bucket alat muat merupakan suatu faktor yang menunjukkan perbandingan antara kapasitas nyata dengan kapasitas teoritis dari bucket alat muat. Kapasitas bucket Excavator Volvo EC210B secara teoritis

adalah 0,8 m³. Setelah dilakukan pengamatan terhadap kinerja alat muat dilapangan maka didapatkan nilai Nilai bucket fill factor Excavator Volvo EC210B adalah 0,85%

3.3 Faktor Pengembangan (Swell Factor)

Faktor pengembangan (swell factor) adalah perubahan (penambahan atau pengurangan) volume material apabila material tersebut diganggu dari tempat aslinya (digali, dipindahkan, diangkut atau dipadatkan). Perubahan volume tersebut diikuti pula dengan perubahan berat volume (density) dari material tersebut

Keadaan asli (insitu) yaitu keadaan material yang masih alami, belum mengalami gangguan teknologi seperti : lalu lintas alat mekanis, digali, dipindahkan dan diangkut). Dalam keadaan seperti itu, butiran-butiran masih terkonsolidasi dengan baik. Satuan volume material dalam keadaan asli yaitu Bank Cubic Meter atau BCM. Keadaan terbongkar (loose) yaitu material yang telah tergalil dari tempat aslinya akan mengalami perubahan volume. Hal ini karena adanya penambahan rongga udara diantara butiran butiran material. Satuan volume material dalam keadaan terbongkar yaitu Loose Cubic Meter atau LCM.

Berdasarkan data densitas material lepas (loose) dan densitas material asli (bank), dapat dicari besarnya faktor pengembangan material. Berdasarkan uji fisik PT.SWK nilai densitas untuk batu andesit dalam keadaan asli (bank) adalah 2,6 ton/m³ dan densitas untuk batu andesit dalam keadaan terbongkar (loose) adalah 1,6 ton/m³. Dari data tersebut dapat diketahui faktor pengembangan (SF) batu andesit yang ada adalah sebesar 0,61

3.4 Waktu Edar (Cycle Time)

Waktu edar adalah besarnya waktu yang digunakan alat untuk bekerja dalam setiap siklus kerja. Waktu edar alat, baik alat muat maupun alat angkut sangat berpengaruh terhadap produksi yang dihasilkan oleh alat. Semakin kecil waktu edar suatu alat, maka produksi yang dihasilkan juga akan semakin besar, begitu pula sebaliknya semakin besar waktu edar suatu alat maka produksi yang dihasilkan akan semakin kecil. Waktu edar alat muat dan alat angkut direncanakan berdasarkan perhitungan waktu edar rata-rata yang ada di lapangan.

3.4.1 Waktu Edar Alat Muat

Pengamatan cycle time alat muat dilakukan pada saat alat muat memproduksi melayani alat angkut pada. Excavator akan melayani pemuatan ke dump truck dengan jumlah pemuatan untuk mengisi bak dump truck rata-rata adalah 8 kali. Satu siklus kerja alat muat dalam memuat batu andesit ke dump truck meliputi : waktu untuk mengisi mangkuk, waktu untuk berputar (bermuatan), waktu untuk menumpahkan muatan dan waktu

untuk berputar kosong, waktu edar alat muat dapat dilihat pada tabel 4.1

3.4.2 Waktu Edar Alat Angkut

Satu siklus alat angkut untuk mengangkut batu andesit menuju crusher meliputi : Waktu mengambil posisi untuk pemuatan, waktu untuk pemuatan, waktu pengangkutan bermuatan, waktu mengambil posisi untuk penumpahan, waktu penumpahan, waktu kembali kosong. Jarak angkut kuari menuju crusher adalah 4 km (Tabel 4.1)

Tabel 3.1 Waktu Edar Alat Mekanis

Jenis Alat	Waktu Edar (detik)
Excavator Volvo EC210B	17
Dump Truck Toyota Dyna 130HT	2773

3.5. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu kerja efektif untuk berkerja dengan waktu total yang tersedia. Efisiensi kerja digunakan untuk menilai baik atau tidaknya pelaksanaan suatu pekerjaan. PT. SWK memiliki waktu kerja yang tersedia sebanyak 420 menit/hari pada periode produksi bulan Februari 2020.

Waktu kerja efektif adalah waktu kerja yang digunakan oleh alat muat dan alat angkut untuk melakukan pekerjaan yang berujung pada tingkat produksi. Besarnya waktu kerja efektif sangat bergantung pada hambatan-hambatan yang terjadi pada saat alat melakukan pekerjaan. Pada kenyataan dilapangan, waktu kerja yang tersedia tidak dapat digunakan sepenuhnya untuk melakukan pekerjaan, karena adanya hambatan-hambatan yang dapat mengurangi waktu kerja yang tersedia. Waktu hambatan tersebut meliputi waktu hambatan yang tidak dapat di hindari dan yang dapat dihindari sehingga menurunkan efisiensi kerja dari alat muat dan alat angku.

3.5.1 Hambatan Yang Tidak Dapat Dihindari

Dari data aktual hambatan yang terjadi di lokasi penelitian selama periode bulan february 2020, Besarnya hambatan yang tidak dapat dihindari dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut ini.

3.5.2 Hambatan Yang Dapat Dihindari

Dari data aktual hambatan yang terjadi di lokasi penelitian selama periode bulan february 2020, Besarnya hambatan yang tidak dapat dihindari dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut ini.

Tabel 3. 2 Hambatan Yang Tidak Dapat Dihindari

Hambatan Yang Tidak Dapat Dihindari	Excavator	Dumptruck
Pemeriksaan Alat & Pemanasan Alat	10	10
Pengisian Bahan Bakar	15	10
Pemindahan Posisi Alat	10	15
Pengisian Grease	15	10
Istirahat & Sholat	60	60
Jumlah (Menit/Hari)	110	105

Tabel 3. 3 Hambatan Yang Dapat Dihindari

Hambatan Yang Dapat Dihindari	Excavator	Dumptruck
Terlambat Memulai Kerja	5	9
Berhenti Bekerja Sebelum Waktu Istirahat	11	15
Terlambat Bekerja Setelah Istirahat	4	5
Berhenti Bekerja Terlalu Awal	9	15
Kerusakan Alat	42	10
Jumlah (Menit/Hari)	71	54

Dari data aktual dilapangan jumlah hambatan yang tidak dapat dihindari dan jumlah hambatan yang dapat dihindari maka didapatkan efisiensi kerja dari alat muat dan alat angkut selama bulan february 2020. Waktu yang tersedia adalah sebanyak 7 jam/hari. Untuk efisiensi kerjanya dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 3. 4 Efisiensi Kerja Alat Mekanis

Jenis Alat	Kondisi (menit/hari)	Efisiensi Kerja
Excavator Volvo EC210B	$\frac{420 - (105 - 71,33)}{420}$ 420 = Waktu Kerja Yang tersedia untuk 1 hari 110 = Jumlah Hambatan Yang Tidak Dapat Dihindari 71,33 = Jumlah Hambatan Yang Dapat Dihindari	57 %
Dump Truck Toyota Dyna 130HT	$\frac{420 - (110 - 54,40)}{420}$ 420 = Waktu Kerja Yang tersedia untuk 1 hari 110 = Jumlah Hambatan Yang Tidak Dapat Dihindari 71,33 = Jumlah Hambatan Yang Dapat Dihindari	62 %

3.6. Produksi Alat Muat dan Alat Angkut

Produksi alat muat diperoleh dari waktu edar, kapasitas bucket, faktor pengisian bucket, efisiensi kerja dan swell factor. Berikut merupakan perhitungan untuk produksi alat muat :

Produksi Alat Muat
 $= 60 / 0,282778 \times 0,8 \times 85\% \times 57\% \times 0,615385$
 $= 50,45498 \text{ BCM/JAM}$
 $= 353,1848 \text{ BCM/HARI}$

Produksi alat angkut diperoleh dari waktu edar, jumlah alat angkut, kapasitas bak truck, efisiensi kerja dan swell factor. Berikut merupakan perhitungan untuk produksi alat angkut per unit:

Produksi Alat Muat = $23,12 \times 60/1 \times 5,44 \times 62\% \times 0,62 = 5,39 \text{ BCM/JAM} = 43,13 \text{ BCM/HARI}$

3.7. Keserasian Kerja (Match Factor)

Keserasian kerja (*match factor*) dari alat muat dan alat angkut didapatkan dari produksi alat muat dan produksi alat angkut dan jumlah alat yang dibutuhkan di dalam mencapai target produksi, sehingga didapatkan *match factor* sesuai keadaan di lapangan. Keserasian kerja rencana kuari akan bernilai 0,97 dengan kombinasi alat muat 1 unit dan alat angkut 10 unit (lampiran L).

3.8. Geometri Jalan Angkut

Pada geometri jalan angkut diperhatikan beberapa faktor sesuai dengan kondisi pada lokasi penelitian, Adapun beberapa faktor tersebut antara lain : Lebar jalan angkut, kemiringan jalan angkut.

Tabel 3.5 Geometri Jalan Angkut

NO	Segmen	Elevasi		jarak (m)	Lebar Jalan Lurus (m)	Kemiringan (%)	Lebar Tikungan (m)
		mdpl	Beda Tinggi (m)				
1	A'	464	-	-	7	-	-
2	A'-A	492	- 28	341,11	7	- 8,21	-
3	A-B	495	- 3	28,72	-	- 10,45	10
4	B-C	530	-33	357,71	7	- 9,23	-
5	C-D	533	-3	65,89	-	- 4,55	10
6	D-E	531	2	279,68	7	0,72	-
7	E-F	528	3	69,23	-	4,33	10
8	F-G	503	25	498,84	7	5,01	-
9	G-H	500	3	32,54	-	9,22	10
10	H-I	479	21	262,63	7	8,00	-
11	I-J	474	5	90,19	-	5,54	10
12	J-K	472	2	123,67	7	1,62	-
13	K-L	472	0	32,35	-	0,00	10
14	L-M	478	-6	219,43	7	- 2,73	-
15	M-N	475	3	47,56	-	6,31	10
16	N-O	494	-19	438,46	7	- 4,33	-
17	O-P	495	-1	48,16	-	- 2,08	10
18	P-Q	497	-2	168,93	7	- 1,18	-
19	Q-R	495	2	63,16	-	3,17	10
20	R-S	491	4	127,08	7	3,15	-
21	S-T	489	2	46,63	-	4,29	10
22	T-U	474	15	257,02	7	5,84	-
23	U-V	478	-4	42,5	-	- 9,41	10
24	V-W	478	0	33,54	7	0,00	-
25	W-X	472	6	56,1	-	10,70	10
26	X-X'	468	4	56,51	7	7,08	-

IV. PEMBAHASAN

Rencana kegiatan pemuatan dan pengangkutan batu andesit di PT. SWK pada kuari mempunyai target produksi 1000 ton/hari dengan jarak pengangkutan sepanjang 4 km. Untuk mencapai target produksi yang telah ditetapkan perlu pengamatan terhadap kemampuan produksi, kebutuhan alat muat dan alat angkut, serta keserasian antara kombinasi keduanya .

4.1 Kebutuhan Alat Muat dan Alat Angkut

Kondisi dilapangan penambangan dalam kegiatan pemuatan dan pengangkutan dapat mempengaruhi kinerja alat muat dan alat angkut. Namun faktor-faktor produksi dalam penentuan kebutuhan alat mekanis juga perlu diperhatikan. Berikut merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan kebutuhan alat mekanis pada kuari yang akan dibuka:

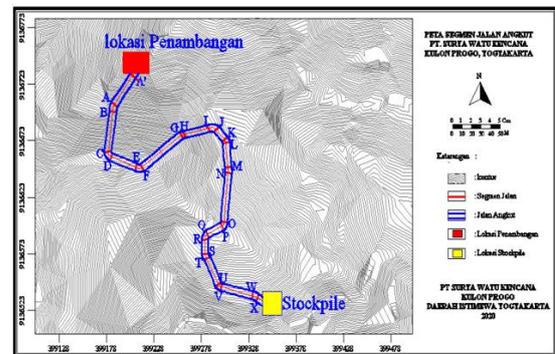
4.1.1 Kondisi Front Penambangan

Secara keseluruhan kondisi front penambangan pada kuari yang akan dibuka sudah baik. Rencana

lebar front penambangan pada kuari berkisar antara 20 m hingga 30 m, lebar tersebut sudah melebihi radius putar terbesar dari alat angkut yang digunakan yaitu Dumpttruk Toyota Dyna 130HT dengan radius putar 14,38 m (Lampiran C).

4.1.2 Jalan Angkut

Sesuai dengan pengamatan dilapangan, lebar jalan angkut untuk 2 jalur adalah 7 meter, sedangkan untuk lebar jalan angkut pada tikungan adalah 10 meter (Gambar 5.1). Jika dibandingkan dengan perhitungan teoritis lebar jalan angkut pada jalan lurus adalah 6,8 meter sedangkan untuk tikungan adalah 10 meter (Lampiran C). Dapat disimpulkan bahwa lebar jalan angkut baik pada jalan lurus maupun pada tikungan telah memenuhi syarat sesuai dengan lebar jalan teoritis berdasarkan lebar alat angkut berdasarkan spesifikasinya.



Gambar 4. 1 Peta Jalan Angkut

4.1.3 Faktor Pengisian Mangkuk (Bucket Fill Factor)

Faktor pengisian dari alat muat *Excavator Volvo EC210B* memiliki nilai sebesar 85% (Lampiran D). Nilai pengisian mangkuk dipengaruhi oleh jenis material, kondisi tumpukan material dan kemampuan operator dalam mengoperasikan alat muat. Besar nilai pengisian mangkuk pada kegiatan penambangan PT.SWK sudah baik.

4.1.4 Faktor Pengembangan (Swell Factor)

Faktor pengembangan dipengaruhi oleh densitas material. Untuk densitas material dan swell factor tidak dapat dilakukan perubahan dikarenakan merupakan sifat bawaan dari material tersebut. Densitas batuan pada keadaan insitu ialah 2,6 Ton/Meter³ sedangkan untuk densitas loose adalah 1,6 Ton/Meter³ .

4.1.5 Pola Pemuatan

Produksi dapat dipengaruhi oleh pola pemuatan yang digunakan. Pola pemuatan yang disarankan pada kegiatan penambangan batu andesit pada kuari adalah dengan menggunakan metode top loading dengan tipe single back up, yaitu alat muat melayani satu alat angkut dengan posisi alat angkut membelakangi alat muat ketika sedang dilakukan pemuatan. Pola pemuatan ini merupakan pemuatan yang paling efisien mengingat alat muat yang digunakan adalah backhoe, sebab dengan pola ini

operator dapat lebih leluasa untuk melihat vessel dan menempatkan material.

4.1.6 Rencana Waktu Edar (*Cycle Time*)

Pengamatan waktu edar (*cycle time*) dari alat muat dan alat angkut dilakukan pada saat pemindahan material batu andesit hasil pembongkaran yang telah dilakukan di area penambangan. Material ini kemudian diangkut oleh alat muat menuju crusher yang sudah ada. Waktu edar mempengaruhi produksi dari alat muat maupun alat angkut. Hal ini dikarenakan perhitungan waktu edar dapat menentukan seberapa besar kemampuan produksi dari alat tersebut.

1. Rencana Waktu Edar Alat Muat

Waktu edar alat muat yang akan beroperasi pada kuari I yaitu 17 detik, waktu edar alat muat tersebut disamakan dengan kuari II karena alat yang akan digunakan pada Pemuatan batu andesit pada kuari II adalah *Excavator Volvo EC210B*. dan alat angkutnya ialah *Dumptruk Toyota Dyna 130HT*. Alat muat dan Alat angkut serta tersebut sama dengan kuari I. Faktor lain yang menyebabkan waktu edar alat muat pada kuari II sama dengan waktu edar pada kuari I adalah karena menggunakan metode *single back up* yaitu alat muat melayani satu alat angkut dengan pola pemuatan *top loading*.

2. Rencana Waktu Edar Alat Angkut

Untuk perhitungan waktu yang akan di tempuh alat angkut pada segmen jalan yang baru dilakukan dengan pengamatan percobaan waktu edar alat angkut pada saat bermuatan dan pada saat tidak bermuatan dari kuari menuju crusher. Rencana waktu edar alat angkut dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Rencana Waktu Edar

No	Kegiatan	Waktu Edar (detik)
1	Waktu posisi untuk dimuati	18,90
2	Waktu diisi muatan	141,03
3	Waktu mengangkut muatan	581,17
4	Waktu posisi penumpahan	161,27
5	Waktu penumpahan	29,30
6	Waktu kembali kosong	455,30
Total (detik)		1386,967
Total (menit)		23,11

4.1.7 Efisiensi Kerja

Waktu kerja yang tersedia adalah 7 jam setelah dikurangi waktu istirahat makan selama 1 jam. Efisiensi kerja pada alat muat *excavator volvo EC210B* adalah 57% dan pada alat muat *dumptruk Toyota Dyna 130HT* adalah 62%. Penyebab rendahnya waktu kerja diakibatkan oleh hambatan-hambatan yang ada, baik hambatan yang tidak dapat dihindari maupun hambatan yang dapat dihindari. Hambatan yang tidak dapat dihindari yaitu pemeriksaan alat dan pemanasan alat, pengisian BBM, pemindahan posisi alat, pengisian Grease, istirahat dan sholat jum'at. Kehilangan waktu kerja akibat hambatan yang dapat dihindari

yaitu keterlambatan memulai kerja, berhenti bekerja sebelum waktu istirahat, terlambat bekerja setelah istirahat, berhenti bekerja terlalu awal dan adanya kerusakan alat. Waktu kerja dapat ditingkatkan dengan cara mereduksi waktu hambatan kerja yang dapat dihindari dengan menggunakan modus, dengan semakin besarnya jam kerja efektif maka produksi akan semakin besar.

Peningkatan efisiensi kerja dapat dilakukan dengan cara menekan hambatan-hambatan yang dapat dihindari. Upaya yang dapat dilakukan untuk menekan hambatan hambatan yang data dihindari tersebut adalah sebagai berikut:

a. Terlambat Mulai Shift Kerja

Terlambatnya memulai pekerjaan pada saat produksi yang berlangsung di awal shift dikarenakan kurangnya kedisiplinan pekerja terhadap waktu kerja yang telah ditentukan. Kendala ini dapat dicegah dengan meningkatkan pengawasan terhadap para pekerja dan mengeluarkan kebijakan yang berhubungan dengan kedisiplinan para operator alat mekanis. Kendala ini dapat ditekan dari 5 menit/hari menjadi 0 untuk alat muat dan 9,4 menit/hari menjadi 5 menit/hari untuk alat angkut (lampiran G).

b. Berhenti Bekerja Sebelum Istirahat

Kendala ini disebabkan oleh pekerja yang berhenti bekerja lebih awal sebelum waktu istirahat yang ditentukan. Besarnya waktu kerja yang hilang diakibatkan karena operator memulai istirahat siang sebelum waktu yang telah ditetapkan adalah sebesar 10,90 menit/hari untuk alat muat dan 15,27 menit/hari untuk alat angkut. Jika dilihat berdasarkan data hariannya, nilai yang paling sering muncul (modus) dan lebih kecil dari rata-rata tersebut adalah 10 menit untuk alat muat dan 13 menit untuk alat angkut sehingga hambatan ini seharusnya dapat diminimalisir menjadi 10 menit/hari untuk alat muat dan 13 menit/hari untuk alat angkut (Lampiran G).

c. Terlambat Bekerja Setelah Istirahat

Kendala ini disebabkan oleh keterlambatan untuk memulai bekerja karena istirahat yang terlalu lama. Besarnya waktu kerja yang hilang diakibatkan operator beristirahat melebihi waktu istirahat yang telah ditetapkan adalah sebesar 4,43 menit/hari untuk alat muat dan 5,10 menit/hari untuk alat angkut. Jika dilihat berdasarkan data hariannya, nilai yang paling sering muncul (modus) adalah 0 menit untuk alat muat dan 4 menit/hari untuk alat angkut, sehingga hambatan ini seharusnya dapat diminimalisir menjadi 0 menit/hari untuk alat muat dan 4 menit/hari untuk alat angkut (Lampiran G).

d. Berhenti Bekerja Terlalu Awal

Kendala ini disebabkan oleh pekerja yang berhenti kerja lebih awal sebelum waktu yang telah

ditentukan. Besarnya waktu yang hilang akibat oleh berhenti bekerja terlalu awal adalah sebesar 8,83 menit/hari untuk alat muat dan 14,63 menit/hari untuk alat angkut. Jika dilihat berdasarkan data hariannya, nilai yang paling sering muncul (modus) dan lebih kecil dari rata-rata tersebut adalah 0 menit untuk alat muat dan 12 menit untuk alat angkut sehingga hambatan ini seharusnya dapat diminimalisir menjadi 0 menit/hari untuk alat muat dan 12 menit/hari untuk alat angkut (Lampiran G).

e. Kerusakan Alat

Kendala ini disebabkan oleh keadaan alat yang digunakan sudah digunakan terlalu lama sehingga ada beberapa bagian alat yang rusak. Upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah hambatan ini adalah dengan melakukan perawatan rutin dan mengganti bagian-bagian alat yang sudah rusak ataupun yang sudah mengalami keausan. Besarnya waktu yang hilang akibat kerusakan alat adalah sebesar 42,17 menit/hari untuk alat muat dan 10 menit/hari untuk alat angkut. Jika dilihat berdasarkan data hariannya, nilai yang paling sering muncul (modus) dan lebih kecil dari rata-rata tersebut adalah 0 menit untuk alat muat dan 0 menit untuk alat angkut sehingga hambatan ini seharusnya dapat diminimalisir menjadi 0 menit/hari untuk alat muat dan 0 menit/hari untuk alat angkut (Lampiran G).

Tabel 4. 2 Pengurangan Waktu Hambatan yang Dapat Dihindari

Jenis Alat	Excavator		DumpTruck	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
<u>Hambatan yang dapat dihindari</u>				
<u>Terlambat memulai kerja</u>	5,00	0	9,40	5
<u>Berhenti bekerja sebelum waktu istirahat</u>	10,90	10	15,27	13
<u>Terlambat bekerja setelah istirahat</u>	4,43	0	5,10	4
<u>Berhenti bekerja terlalu awal</u>	8,83	0	14,63	12
<u>Kerusakan alat</u>	42,17	0	10,00	0
Jumlah (menit/hari)	71,333	10	54,4	34

4.1.8. Produksi Alat Muat dan Alat Angkut

1. Alat Muat

Adanya perbedaan efisiensi alat muat pada kuari I dan kuari II yang akan dibuka, maka produksi alat muat juga mengalami perubahan. Efisiensi alat muat berubah dari 57% menjadi 71% dikarenakan adanya perbaikan waktu kerja efektif sehingga meningkatkan produksi alat muat sebesar 1154,263 ton/hari. Rencana produksi alat muat dapat dilihat pada Tabel 5.3.

2. Alat Angkut

Produksi alat angkut di pengaruhi beberapa faktor seperti waktu edar (*cycle time*), kapasitas bucket/vessel alat, faktor pengembangan (swell factor), faktor pengisian bucket, dan faktor efisiensi. Perencanaan produksi batu andesit pada kuari II mengalami perubahan dari kuari I dikarenakan adanya perbaikan waktu kerja efektif

dan efisiensi kerja dari 62% menjadi 67% sehingga meningkatkan Produksi alat angkut sebesar 105,806 Ton/Hari. Rencana Produksi alat angkut dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Rencana Produksi Alat Muat dan Alat Angkut.

Jenis Alat	Jumlah	Produksi (Ton/Hari)
Excavator Volvo EC210B	1 unit	1154,53
Dump Truck Toyota Dyna 130HT	1 unit	105,806

4.1.9. Kebutuhan Alat Muat dan Alat Angkut

Kegiatan penambangan batu andesit di kuari II menggunakan alat muat Excavator Volvo EC210B dan alat angkut Dump Truck Toyota Dyna 130HT. Kebutuhan alat muat dan alat angkut didapatkan dari perhitungan produksi perunit alat muat dan alat angkut dalam mencapai target produksi yaitu 1000 ton/hari. Untuk memenuhi target produksi maka jumlah alat muat dan alat angkut yang dibutuhkan ialah sebagai berikut :

1 Kebutuhan alat muat Excavator EC210B Volvo Diketahui :

Target Produksi Kuari = 1000 Ton/Hari
 Poduksi Alat = 1154,263 Ton/Hari (Sub Bab 5.1.7)
 Jumlah Excavator EC210B Volvo yang dibutuhkan yaitu 1 unit.

2. Kebutuhan alat angkut Dump Truck Dyna 130HT Toyota

Diketahui :
 Taget Produksi = 1000 Ton/Hari
 Produksi Alat = 105,806 Ton/Hari (Sub Bab 5.1.7)
 Jumlah Dump Truck Dyna 130HT Toyota yang diperlukan yaitu 10 unit.
 Untuk lebih jelasnya perhitungan kebutuhan alat muat dan alat angkut dapat dilihat pada (lampiran I).

4.2 Keserasian Kerja (Match Factor)

Keserasian kerja (*match factor*) merupakan faktor penting yang digunakan dalam penentuan jumlah alat muat maupun jumlah alat angkut. Nilai *match factor* secara aktual pada kuari I apabila digunakan kombinasi antara alat muat Excavator Volvo EC210B dan alat angkut Dump Truck Toyota Dyna 130HT dalam proses produksi adalah sebesar 0,78 dengan jumlah alat muat dan alat angkut masing-masing 1 unit dan 8 unit. Rencana penambangan pada kuarri II mengharapkan nilai *match factor* yang diharapkan ialah 1 karena alat muat dan alat angkut akan bekerja 100% dan tidak terdapat waktu tunggu baik itu pada alat muat maupun alat angkat..

Meggunakan kombinasi antara alat muat Excavator Volvo EC210B sebesar 1 unit (Sub Bab 5.1.8) dan alat angkut Dump Truck Toyota Dyna 130HT berjumlah 10 unit (Sub Bab 5.1.8) untuk mencapai target produksi sebesar 1000 ton/hari. Keserasian

kerja (*match factor*) yang diperoleh ialah sebagai berikut $0,978 < 1$.

Faktor keserasian (*match factor*) Pada kuari II < 1 berarti alat muat bekerja kurang dari 100% sedangkan alat angkut bekerja 100%, sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat karena menunggu alat angkut yang belum datang (Lampiran K).

V. PENUTUP

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, pengolahan data, dan analisis hasil pengolahan data, maka dapat diambil kesimpulan dan saran sebagai berikut :

5.1 Kesimpulan

1. Alat muat dan alat angkut yang akan digunakan pada kuari II sama dengan yang digunakan pada kuari I. Alat muat dan alat angkut yang dibutuhkan untuk memenuhi target produksi 16250 LCM/bulan pada kuari II terdiri atas alat muat *Excavator* Volvo EC210B sebanyak 1 unit dan alat angkut *Dump Truck* Toyota Dyna 130HT sebanyak 10 unit.
2. Keserasian kerja antara alat muat dan alat angkut yang akan digunakan pada kuari II sebesar $0,978 < 1$ Oleh karena itu alat muat menunggu.

5.2 Saran

1. Perlu ditingkatkan disiplin operator agar waktu efektif dan efisiensi penggunaan alat muat dan alat angkut meningkat.
2. Untuk memenuhi target produksi 16250 LCM/bulan disarankan alat muat yang digunakan ialah 1 unit dan alat angkut sejumlah 10 unit.

DAFTAR PUSTAKA

- Anton, Sudyanto, 2015, Analisis Kelayakan Ekonomi Rencana Penambangan Batu Andesit Di Desa Hargorejo, Kabupaten Kulon Progo Daerah Istimewa Yogyakarta, Yogyakarta.
- Aris, Fikry Munandar, 2018, Evaluasi Kinerja Unit Crushing Plant Batu Andesit pada PT Silva Andia Utama di Desa Giri Asih, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat.
- Burt, C. N., & Caccetta, L. (2007). Match Factor For Heterogeneous Truck And Loader Fleets. *International Journal Of Mining, Reclamation And Environment*. 21(4), 262-270.
- Caterpillar, 2013, Caterpillar Performance Handbook, Edition 46. Peoria, Illinois, U.S.A
- Eugene. P, Pfleider, 1972, "Surface Mining 1st Edition", The American Institute of Mining,

Metallurgical and Petroleum Engineers, New York.

Hustrulid, W. and M. Kuchta. 2013. Open Pit Mine and Design, Vol 1: Fundamentals. Rotterdam: A.A. Balkema.

Kaufman, Walter W. and James C. Ault, 1997. Design of Surface Mine Haulage Road – Manual. Washington: United States Department of The Interior, Bureau of Mines.

Peurifoy, R. L., Ledbetter, W. B., (1988), Perencanaan, Peralatan dan Metode Konstruksi, Jilid 1, Terjemahan Djoko Martono Ir., Constuction Planning Equipment, And Methods, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Tannant, Dwayne D. And Bruce Regensburg, 2001 . Guidelines for mine haul road design, School of Engineering University of British Columbia.

Thompson, R 2011b, Mining Roads, Mine Haul Road Design, Construction & Maintenance Management, Western Australia School of Mines, Curtin University, Perth.

Van Bemmelen, R.W.1949. The Geology of Indonesia, volume 1. A.Haque. Netherlands.

Waterman, Sulistyana bargawa. 2015. Perencanaan Tambang. Yogyakarta: Prodi Teknik Pertambangan, UPN "V" Yogyakarta.

Yanto, Indonesianto. 2014. Pemindahan Tanah Mekanis. Program Studi Teknik Pertambangan, UPN "V" Yogyakarta.