

**KAJIAN TEKNIS ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA
TAMBANG BATU ANDESIT PT. GAWI MAJU KARSA
KABUPATEN PURWOREJO
PROVINSI JAWA TENGAH**

SKRIPSI

Oleh:

**DANU VIAN VIRMANSYAH
112170049**



**PROGRAM SARJANA
PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA
2022**

**KAJIAN TEKNIS ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA
TAMBANG BATU ANDESIT PT. GAWI MAJU KARSA
KABUPATEN PURWOREJO
PROVINSI JAWA TENGAH**

SKRIPSI

Disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Oleh:

**DANU VIAN VIRMANSYAH
112170049**



**PROGRAM SARJANA
PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
YOGYAKARTA
2022**

**KAJIAN TEKNIS ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA
TAMBANG BATU ANDESIT PT. GAWI MAJU KARSA
KABUPATEN PURWOREJO
PROVINSI JAWA TENGAH**

Oleh:
DANU VIAN VIRMANSYAH
112170049



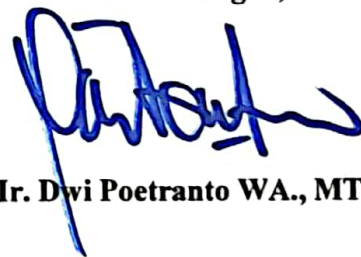
Disetujui untuk
Program Studi Teknik Pertambangan
Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknologi Mineral
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Tanggal : ...*27/06/2022*.....

Pembimbing I,



(Dr. Nurkhamim, ST., MT.)

Pembimbing II,



(Ir. Dwi Poetranto WA., MT.)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya yang telah mendukung saya selama menyusun skripsi ini :

Bapak Sutikno dan Ibu Miati

RINGKASAN

PT. Gawi Maju Karsa merupakan perusahaan swasta yang bergerak dalam bidang industri pertambangan yang berlokasi di Desa Dadirejo, Kecamatan Bagelan, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah. Proses pemuatan dilakukan dengan menggunakan 1 unit *Excavator* Kobelco SK200 dan proses pengangkutan menggunakan 1 unit *dump truck* Hino FM 260 Ti.

Permasalahan yang terjadi saat ini adalah belum tercapainya target produksi batu andesit sebesar 8.840 ton/bulan. Produksi pada alat muat yang dapat dihasilkan sebesar 17.910 ton/bulan, dan produksi pada alat angkut sebesar 7.493 ton/bulan. Data yang dikumpulkan berupa waktu edar alat muat, waktu edar alat angkut, faktor pengembangan, faktor pengisian mangkuk, geometri jalan, hambatan kerja, spesifikasi alat mekanis.

Upaya yang dapat dilakukan agar target produksi batu andesit dapat tercapai yaitu mempersingkat waktu edar alat angkut dengan menambah kecepatan alat angkut yang masih di bawah standar sehingga waktu edar alat angkut semula 13,95 menit menjadi 12,06 menit dalam sekali pengangkutan. Setelah dilakukan upaya perbaikan waktu edar alat angkut dilakukan penambahan jumlah curah bucket untuk meningkatkan kemampuan produksi dari 7.493 ton/bulan menjadi 9.334 ton/bulan pada alat angkut.

SUMMARY

PT. Gawi Maju Karsa is a company operate in mining. This company is located in Desa Dadirejo, Kecamatan Bagelan, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah.. The loading process is done using 1 unit Excavator Kobelco SK200 as loading equipment, and hauling process is done using 1 unit dump truck Hino FM 260 Ti as hauling equipment.

The problem is the company cannot reach the production target which is 8.840 ton/month. The actual production is 17.910 ton/month for loading equipment, and 7.493 ton/month for hauling equipment. Required data are the equipment's cycle time, swell factor, bucket fill factor, road geometry, specification of mechanic equipment and effective working time caused by constraints.

Things or Something that can help to reach the target production of andesit's stone is shorten the cycle time of hauling equipment by increasing the speed of the equipment who's still below standard. So that cycle time can be sorten from 13,95 minutes into 12,06 minutes in one hauling time. After improves the cycle time hauilling's equipment, can be increasing the quantity of bucket filling bulk equipment. If the company already implement these solution, capacity of the production, from 7.493 ton/month into 9.334 ton/month at hauling equipment.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas rahmat dan hidayahNya sehingga penyusunan Skripsi dengan judul “Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut Pada Tambang Batu Andesite PT. Gawi Maju Karsa, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah” ini dapat diselesaikan. Penelitian dilaksanakan selama 2 bulan dari April hingga Mei 2021 . Atas segala bantuan, bimbingan, fasilitas, serta kesempatan yang telah diberikan, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Yth :

1. Prof. Dr.Mohammad Irhas Effendi, MS selaku Rektor UPN “Veteran” Yogyakarta.
2. Dr. Ir. Sutarto, MT., Dekan Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta.
3. Dr. Eddy Winarno, S.Si. MT., Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta.
4. Ir. Wawong Dwi Ratminah, MT. Koordinator Program Studi Sarjana Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta.
5. Dr. Nurkhamim, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing I
6. Ir. Dwi Poetranto WA., MT. Selaku Dosen Pembimbing II
7. Dr. Edy Nursanto, ST., MT.,IPM. Selaku Dosen Pembahas I
8. Ir. Hasywir Thaib Siri, M.Sc. Selaku Dosen Pembahas II
9. Pihak – pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu – persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Yogyakarta, Juni 2022

Penyusun,

(Danu Vian Virmansyah)

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	v
<i>SUMMARY</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB	
I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Metode Penelitian.....	2
1.6. Manfaat Penelitian	4
II TINJAUAN UMUM	
2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah.....	5
2.2. Iklim dan Cuacah	7
2.3. Keadaan Geologi.....	7
2.4. Kegiatan Penambangan.....	10
III DASAR TEORI	
3.1. Pola Pemuatan.....	13
3.2. Geometri jalan angkut.....	15
3.3. Faktor Pengisian Mangkuk (<i>Bucket Fill Factor</i>)	20
3.4. Faktor Pengembangan Material (<i>Swell Factor</i>)	20
3.5. Waktu Edar.....	21
3.6. Efisiensi Kerja.....	22
3.7. Produksi alat Mekanis	23
3.8. Faktor Keserasian (<i>Match Factor</i>).....	24

	Halaman
IV HASIL PENELITIAN	
4.1. Sifat Fisik Material.....	26
4.2. Faktor Pengisian <i>Bucket</i> (<i>Bucket Fill Factor</i>).....	26
4.3. Pola Pemuatan.....	26
4.4. Waktu Kerja	27
4.5. Geometri Jalan Angkut	29
4.6. Waktu Edar Alat Muat dan Alat Angkut	29
4.7. Produksi Alat Muat dan Alat Angkut.....	30
4.8. Keserasian Kerja Alat (<i>Match Factor</i>).....	30
V PEMBAHASAN	
5.1. Analisis Penyebab Tidak Tercapai Target Produksi	32
5.2. Upaya Peningkatan Tercapai Target Produksi	35
VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan	38
6.2. Saran	38
DAFTAR PUSAKA.....	39
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Diagram Alir Penelitian	4
2.1. Peta Kesampaian Daerah.....	6
2.2. Statigrafi Kabupaten Purworejo.....	8
2.3. Peta Geologi Daerah Penelitian	9
2.4. Kegiatan Pembongkaran dengan <i>Excavator Breaker</i> Hyundai 210...	11
2.5. Kegiatan Pemuatan dengan <i>Excavator</i> Kobelco SK 200.....	11
2.6. Kegiatan Pengangkutan dengan <i>Dump Truck</i> Hino FM 260 Ti.....	12
3.1. Pola Pemuatan Berdasarkan Posisi Alat Gali-Muat Terhadap Alat Angkut	14
3.2. Pola Pemuatan Berdasarkan Jumlah Penempatan Alat Angkut	14
3.3. Pola Pemuatan Berdasarkan Cara Manuvernya A. <i>Frontal Cut</i> B. <i>Paralel Cut with Drive By</i>	15
3.4. Lebar Jalan Angkut Dua Jalur.....	16
3.5. Lebar Jalan Angkut untuk Dua Jalur pada Tikungan.....	17
3.6. Kemiringan Jalan Angkut	17
3.7. Gaya Sentrifugal pada Tikungan.....	18
3.8. <i>Cross Slope</i>	19
3.9. Grafik Hubungan Antara Faktor Keserasian dan Faktor Effisiensi Kerja Alat.....	25
4.1. Kegiatan Pemuatan dengan <i>Excavator</i> Kobelco SK 200	27
5.1 Grafik Perubahan Waktu Edar Alat Angkut.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Angka <i>Superelevasi</i> yang Direkomendasikan (feet/feet).....	19
4.1. Jadwal Waktu Kerja PT Gawi Maju Karsa	27
4.2. Hambatan kerja alat muat dan alat angkut perhari	28
4.3. Efisiensi Kerja Alat Mekanis.....	29
4.4. Keadaan Jalan Angkut Tiap Segme.....	29
4.5. Waktu edar alat muat	30
4.6. Waktu edar alat angkut	30
4.7. Kemampuan Produksi Aktual Alat Muat dan Alat Angkut.....	30
4.8. Keserasian Kerja Alat Muat dan Alat Angkut.....	31
5.1. Lebar Jalan Angkut Lurus.....	34
5.2. Lebar Jalan Angkut Pada Tikungan	34
5.3. Kemiringan Jalan Angkut	35
5.4. Kapasitas Bak Setelah Penambahan Curah.....	35
5.5. Perbaikan Waktu Edar Alat Angkut	36
5.6. Hasil Produksi Setelah Ditingkatkan	37

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
A. CURAH HUJAN.....	41
B. SPESIFIKASI ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT.....	43
C. JUMLAH JAM KERJA.....	47
D. FAKTOR PENGEMBANGAN	48
E. FAKTOR PENGISIAN MANGKUK (<i>BUCKET FILL FACTOR</i>)	49
F. PERHITUNGAN GEOMETRI JALAN ANGKUT	51
G. WAKTU EDAR ALAT MUAT	54
H. WAKTU EDAR ALAT ANGKUT (<i>DUMP TRUCK</i>)	56
I. DATA WAKTU HAMBATAN PADA ALAT MEKANIS	58
J. WAKTU KERJA EFEKTIF	62
K. PRODUKSI ALAT MUAT	64
L. PRODUKSI ALAT ANGKUT	65
M. PERHITUNGAN FAKTOR KESERASIAN ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT.....	66
N. KEMAMPUAN TANJAK ALAT ANGKUT	68
O. PERBAIKAN WAKTU EDAR ALAT ANGKUT DAN PENAMBAHAN JUMLAH CURAH	71
P. PRODUKSI ALAT ANGKUT SETELAH PERBAIKAN WAKTU EDAR ALAT ANGKUT DAN PENAMBAHAN JUMLAH CURAH	74
Q. PERHITUNGAN FAKTOR KESERASIAN ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT SETELAH PERBAIKAN.....	76
R. PETA <i>LAYOUT</i> TAMBANG.....	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk yang sangat pesat menyebabkan semakin meningkatnya kebutuhan akan sarana dan prasana penunjang. Kebutuhan konsumen terhadap pembangunan yang sangat pesat baik pembangunan jalan raya, gedung-gedung, perumahan, pembangunan jalan, lapangan terbang dan untuk keperluan lainnya. Dengan berkembangnya infrastruktur di Indonesia, khususnya di Yogyakarta dan Jawa Tengah maka kebutuhan komoditas batuan andesit saat ini semakin tinggi. Setelah selesainya pembangunan Bandara Yogyakarta Internasional *Airport* di Kulonprogo, maka diikuti oleh pembangunan beberapa infrastruktur antara lain pembangunan jalan tol Solo – Yogyakarta – Bandara YIA dan pembangunan bendungan Bener di Purworejo, hal ini tentunya semakin menegaskan akan kebutuhan komoditas batuan andesit sebagai material dalam konstruksi bangunan.

PT. Gawi Maju Karsa merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri penambangan dan peremukan batu andesit yang terletak di Dusun Pletuk, Dadirejo, Bagelen, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. Ijin Usaha Pertambangan (IUP) yang dipunyai PT. Gawi Maju Karsa seluas 39.0 Hektar. Sistem penambangan menggunakan sistem tambang terbuka dengan metode kuari yang meliputi pembersihan lahan, pengupasan tanah pucuk, pengupasan lapisan penutup, penggalian dan pengangkutan.

Peralatan mekanis yang digunakan PT. Gawi Maju Karsa adalah 1 unit alat muat Kobelco SK200 dengan alat angkut 1 unit *Dump Truck* Hino FM 260 Ti, dengan target produksi 8.840 ton/bulan. Akan tetapi pada kenyataan di lapangan jumlah produksi yang tercapai hanya 7.493 ton/bulan, dan alat angkut masih berada dibawah target produksi yang telah ditetapkan.

Perlu dilakukan perhitungan kembali dan pengurangan waktu kerja yang seharusnya dapat dilakukan lebih singkat sehingga waktu kerja lebih efektif, agar target produksi dapat tercapai untuk memenuhi batu andesit pada unit peremuk, maka Hal tersebut dapat dilakukan dengan menghitung produksi alat muat dan alat angkut yang digunakan serta menghitung waktu kerja efektif

1.2. Permasalahan

Permasalahan dari penelitian ini adalah

- 1) Performa dari alat muat dan alat angkut yang digunakan pada proses penambangan PT. Gawi Maju Karsa masih rendah atau kurang baik sehingga mengakibatkan belum tercapainya target produksi yang ditentukan perusahaan sebesar 8.840 ton/bulan.
- 2) Adanya faktor-faktor hambatan yang menyebabkan belum tercapainya target produksi.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1) Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi alat muat dan alat angkut dalam tercapainya target produksi.
- 2) Melakukan upaya peningkatan produksi alat muat dan alat angkut agar target produksi yang telah ditentukan dapat tercapai.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

- 1) Produksi alat bongkar *Excavator Breaker* Hyundai 210 diasumsikan sudah memenuhi.
- 2) Daya dukung jalan diasumsikan mampu menahan beban yang di angkut *Dump Truck*.

1.5. Metode Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini maka metodologi penelitian yang dilakukan dengan menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan. Adapun urutan pekerjaan penelitian yaitu:

- 1) Studi Literatur.

Studi literatur dilakukan dengan mencari bahan-bahan pustaka yang menunjang, baik yang bersifat sebagai dasar penelitian maupun yang bersifat sebagai pendukung. Studi literatur yang digunakan diperoleh dari:

1. Instansi terkait yaitu PT. Gawi Maju Karsa.
 2. Perpustakaan.
 3. Internet.
- 2) Pengamatan di lapangan.

Kegiatan ini dilakukan untuk melihat langsung kondisi dan keadaan di lapangan berupa kegiatan penambangan, *layout* peralatan, penanganan peralatan, kondisi kerja peralatan yang ada serta menentukan area yang akan diteliti dan merencanakan waktu pengambilan data.

- 3) Pengambilan Data.

Pengambilan data dapat diperoleh melakukan pengamatan secara langsung di PT. Gawi Maju Karsa. Data yang didapatkan merupakan data primer dan sekunder. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Data primer
 1. Waktu edar alat gali-muat.
 2. Waktu edar alat angkut.
 3. Hambatan kerja alat.
 - b. Data sekunder.
 1. Iklim dan curah hujan.
 2. Profil perusahaan.
 3. Litologi dan stratigrafi.
 4. Laporan produksi perusahaan.
 5. Spesifikasi alat mekanis.
 6. *Fill factor* (data uji petik perusahaan).
 7. *Swell factor* (data uji laboratorium dari perusahaan).
 8. Jam kerja dan hari kerja perusahaan.
- 4) Pengolahan Data.

Pengolahan dilakukan untuk pemecahan masalah dalam mengkaji produksi alat dengan beberapa perhitungan, seperti kemampuan produksi alat mekanis, dan efisiensi kerja saat berlangsungnya kegiatan produksi. Hasil dari pengolahan

data ini disajikan dalam bentuk, tabel atau perhitungan penyelesaian.

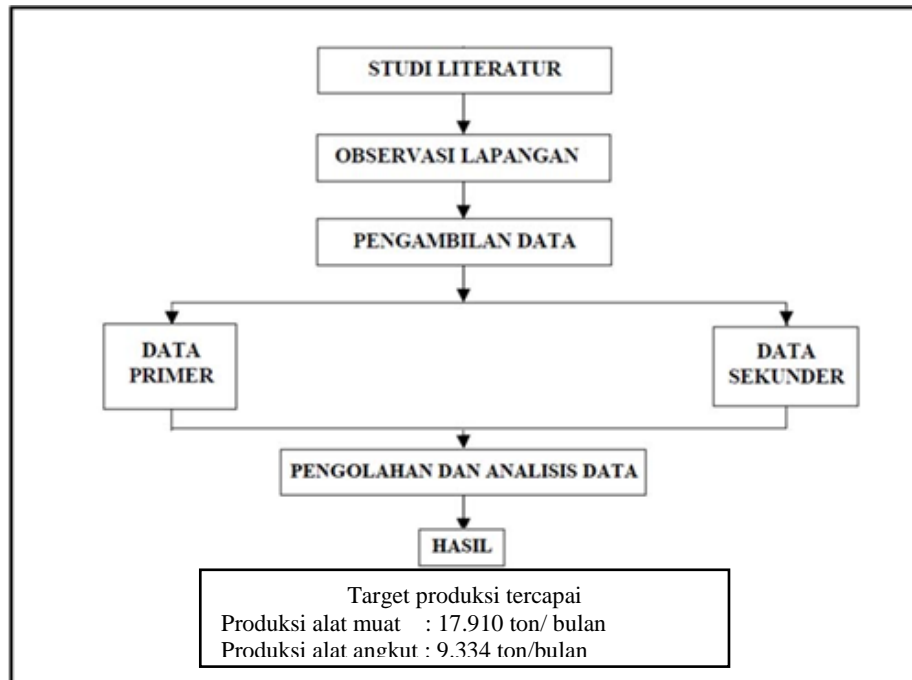
5) Analisis Hasil Pengolahan Data.

Hasil pengolahan data digunakan untuk mengetahui kemampuan produksi alat muat dan alat angkut yang digunakan. Kemudian menentukan faktor-faktor penyebab tidak tercapainya target produksi. Setelah diketahui penyebabnya, kegiatan selanjutnya dengan menentukan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kegiatan produksi dengan memberikan suatu alternatif. Dari alternatif tersebut dilakukan penilaian terhadap hasil yang diperoleh sehingga dapat diambil suatu kesimpulan. Dengan diketahuinya kemampuan produksi alat muat dan alat angkut serta faktor-faktor penghambat kegiatan produksi, maka diharapkan hasil produksi dapat ditingkatkan dengan melakukan koreksi dan perbaikan-perbaikan baik dari segi teknis alat, manusia dan kondisi tempat kerja.

1.6. Manfaat Penelitian

Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat digunakan oleh PT. Gawi Maju Karsa sebagai acuan dalam memaksimalkan produksi alat muat dan alat angkut agar target produksi dapat tercapai untuk memenuhi kebutuhan batu Andesit.

Diagram alir yang dimulai dari studi literatur sampai di dapatkan hasil dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1
Diagram Alir Penelitian

BAB II

TINJAUAN UMUM

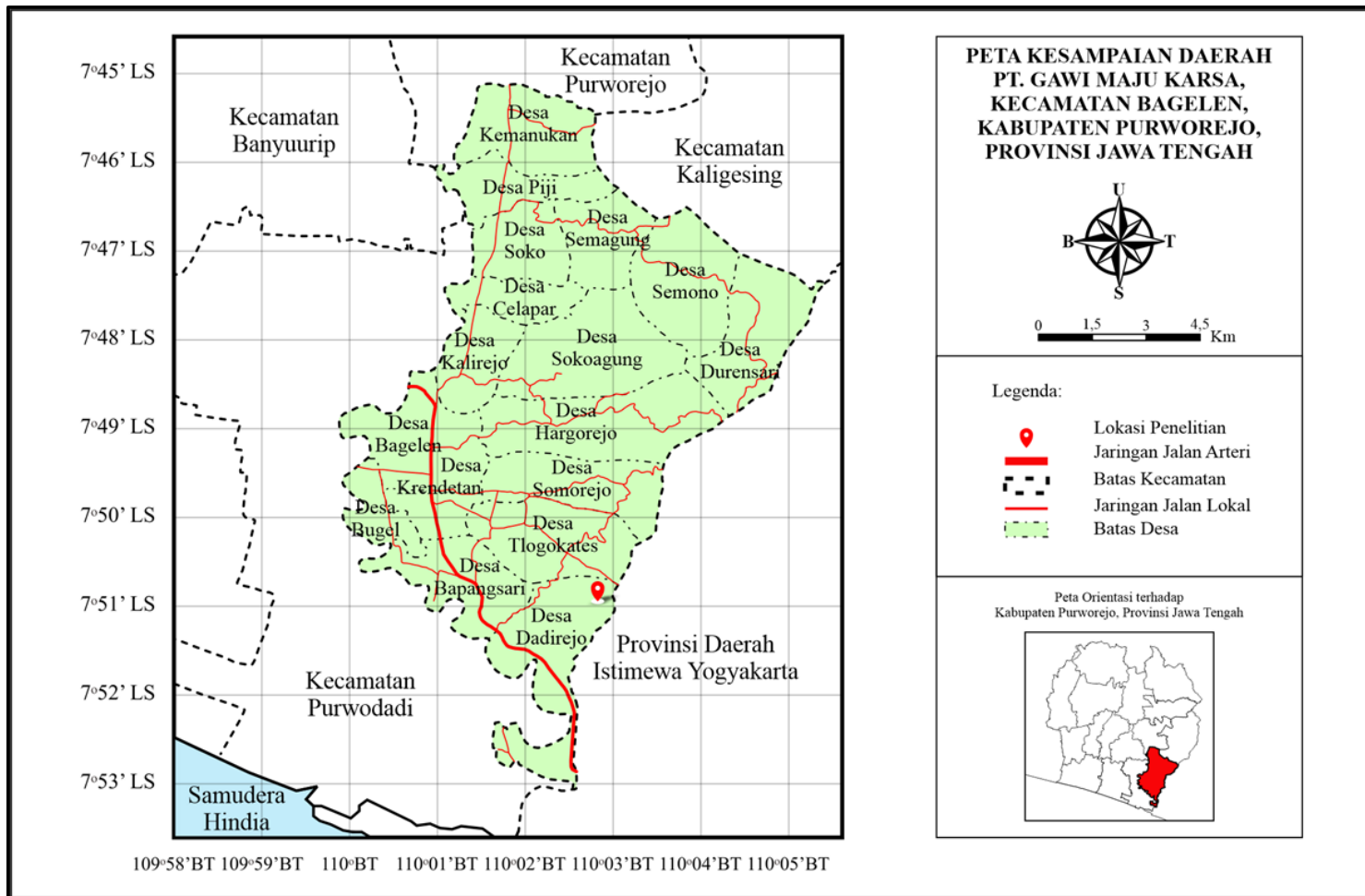
2.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi penambangan andesit secara administratif terletak di Dusun Pletuk, Desa Dadirejo, Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah dengan batas daerah:

1. Sebelah Utara berbatasan dengan Desa Tlogokates.
2. Sebelah Barat berbatasan dengan Desa Bapangsari.
3. Sebelah Selatan berbatasan dengan Desa Karang Sari, Kecamatan Purwodadi.
4. Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo.

Secara astronomis PT. Gawi Maju Karsa terletak antara $110^{\circ}02'45,47''$ BT – $110^{\circ}03'01,27''$ BT dan $07^{\circ}50'56,53''$ LS – $07^{\circ}51'17,45''$ LS (Gambar 2.1).. Lokasi penambangan dapat ditempuh melalui perjalanan darat dengan menggunakan kendaraan bermotor maupun mobil dengan melalui jalan nasional.

- a. Dari Yogyakarta terdapat 2 jalur, yaitu:
 1. Ke arah Barat melewati Jl. Ring Road Utara, Jl. Siliwangi/Jl. Ring Road Barat, Jl. Godean, Jl. Kiskendo, Jl. Pengasih kemudian ambil jalan menuju Jl. Nasional III arah Kabupaten Purworejo dengan jarak kurang lebih 58,4 km dan dapat ditempuh kurang lebih 1 jam 12 menit bergantung kepada kondisi lalu lintas.
 2. Ke arah Barat melewati Jl. Padjajaran/Jl. Ring Road Utara, Jl. Siliwangi/Jl. Ring Road Barat, kemudian ambil jalan menuju Jl. Nasional III arah Kabupaten Purworejo dengan jarak kurang lebih 55,8 km dan dapat ditempuh kurang lebih 1 jam 24 menit bergantung kepada kondisi lalu lintas.
- b. Dari arah Purworejo ke arah Selatan melewati Jl. Purworejo – Jogja dengan jarak 18 km dan dapat ditempuh dengan waktu 26 menit.



Gambar 2.1
Peta Kesampaian Daerah

2.2 Iklim dan Cuaca

Kabupaten Purworejo mempunyai iklim tropis, dengan dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Secara topografi letak Kabupaten Purworejo merupakan wilayah yang beriklim tropis basah dengan suhu 19 – 28 °C, sedangkan tingkat kelembaban udaranya diantara 70 – 90%. Kondisi curah hujan digambarkan dalam curah hujan pada 2011 – 2020. Data yang di dapat dari Dinas Pekerjaan Umum Purworejo adalah Data curah hujan diperoleh dari Kabupaten Purworejo.

2.3 Keadaan Geologi

Keadaan geologi di daerah penelitian berdasarkan keadaan fisiografi, stratigrafi, dan struktur geologi adalah sebagai berikut:

2.3.1 Fisiografi

Daerah penelitian mencakup morfologi perbukitan di Desa Dadirejo Kecamatan Bagelen Kabupaten Purworejo yang termasuk ke dalam wilayah Pegunungan Progo Barat yang secara fisiografi merupakan suatu kubah dengan puncaknya yang relatif datar dan sisi-sisinya yang terjal. Pegunungan Progo di sebelah utara dan timur di batasi oleh lembah sungai Progo. Dataran endapan alluvial pantai merupakan batas Selatan, sedangkan di sebelah Barat pegunungan Progo ini di batasi oleh dataran rendah Purworejo.

2.3.2 Stratigrafi

Menurut Sujanto dan Ruskamil (1975) dalam Sutikno Bronto, daerah Purworejo merupakan daerah tinggian yang dibatasi oleh tinggian dan rendahan Kebumen di bagian barat dan Yogyakarta di bagian timur, yang didasarkan pada pembagian *fisiografi* wilayah Jawa Tengah bagian Selatan. Ciri tinggian Purworejo yaitu banyaknya gunung api purba yang timbul di atas batuan *paleogen*, dan ditutupi oleh batuan karbonat dan napal yang berumur *neogen*. Berdasarkan sistem umur yang ditentukan oleh penyusun batuan stratigrafi regional (Gambar 2.4) menurut Wartono Rahardjo dkk (1977), Suroso (1988), dan Pringgopawiro (1984) dalam Sutikno Bronto, daerah penelitian dapat dibagi menjadi 3 formasi, yaitu :

a. Formasi Andesit Tua

Formasi ini mempunyai batuan penyusun berupa breksi andesit, lapili *tuff*, *tuff*, breksi lapisi, aglomerat, dan aliran lava serta batu pasir vulkanik yang

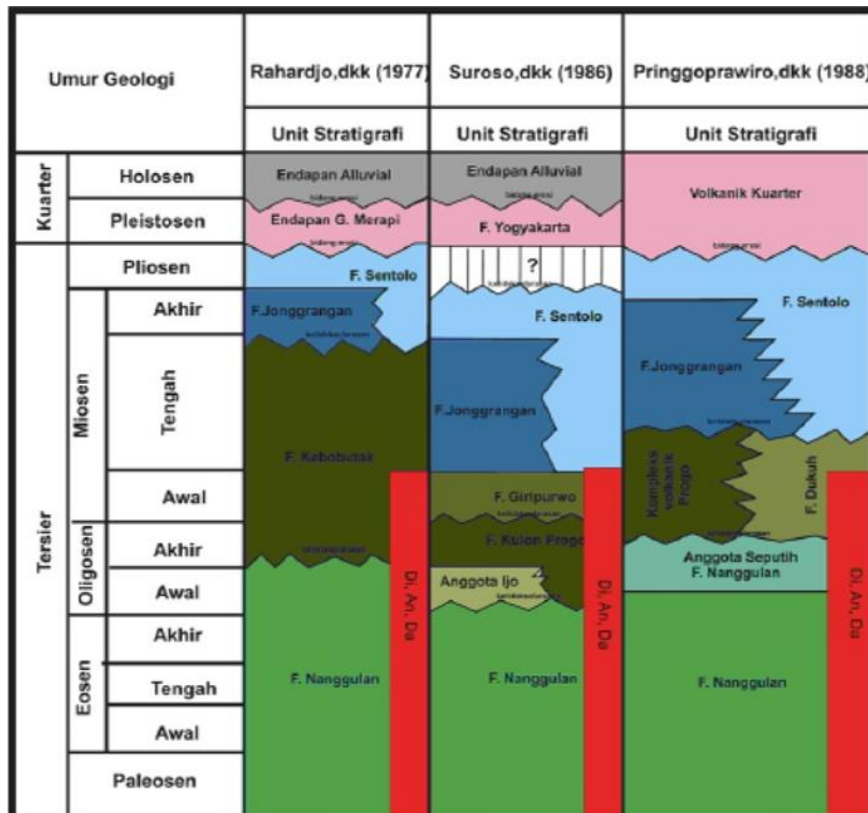
tersingkap di daerah Purworejo dan Kulon Progo. Formasi ini diendapkan secara tidak selaras dengan formasi nanggulan dengan ketebalan 660 m. Diperkirakan formasi ini berumur *oligosen – miosen*

b. Formasi Jonggrangan

Formasi ini mempunyai batuan penyusun yang berupa *tuff*, napal, breksi, batu lempung dengan sisipan lignit didalamnya, sedangkan pada bagian atasnya 10 terdiri dari batu gamping kelabu *bioherm* diselingi dengan napal dan batu gamping berlapis. Ketebalan formasi ini 2.540 meter. Letak formasi ini tidak selaras dengan formasi andesit tua. Formasi jonggrangan ini diperkirakan berumur miosen. Fosil yang terdapat pada formasi ini ialah *poraminifera*, *pelecypoda* dan *gastropoda*.

c. Formasi Sentolo

Formasi Sentolo ini mempunyai batuan penyusun berupa batu pasir napalan dan batu gamping, dan pada bagian bawahnya terdiri dari napal tuffan. Ketebalan formasi ini sekitar 950 m. Letak formasi ini tak selaras dengan formasi jonggrangan. Formasi Sentolo ini berumur sekitar *miosen* bawah sampai *pleistosen*.



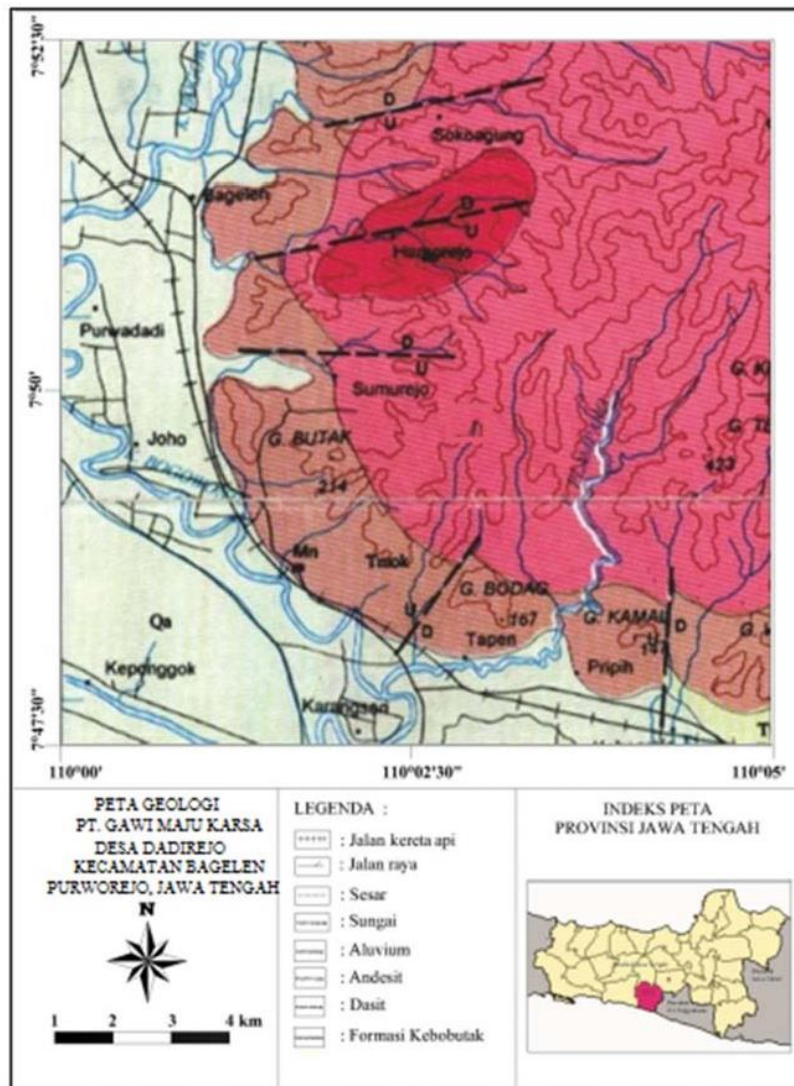
Sumber : Regional stratigraphic from field mapping on purworejo

Gambar 2.2

Statigrafi Kabupaten Purworejo

2.3.3 Struktur Geologi

Beberapa struktur geologi ditemukan pada daerah penelitian diantaranya adalah sesar yang membentang dari arah timur – barat lokasi IUP. Kemudian struktur geologi lainnya ialah kekar yang banyak ditemukan pada setiap singkapan batu andesit. Arah umum untuk kekar mayor dengan *dip/dip direction* adalah $23^{\circ} / N 215^{\circ}E$ dan arah umum kekar minor adalah $17^{\circ} / N 126^{\circ}E$. Data kedudukan kekar di peroleh dari hasil pengukuran langsung dilapangan. Peta geologi di daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Sumber : Raharjo dkk, 1997

Gambar 2.3
Peta Geologi Daerah Penelitian

Struktur geologi berpengaruh pada arah penambangan. Beberapa singkapan batu andesit ditemukan pada lokasi penambangan batu andesit

PT.Gawi Maju Karsa. Singkapan-singkapan ini berguna pada tahap eksplorasi, yaitu untuk memetakan sebaran bahan galian batu andesit pada lokasi IUP.

2.4 Kegiatan Penambangan

Proses penambangan di andesit ini menggunakan metode *quarry* yaitu metode tambang terbuka yang dilakukan untuk menggali endapan-endapan bahan galian industri atau mineral industri. Penambangan dilakukan pada tiap-tiap level dengan membuat jenjang pada tiap levelnya. Metode ini dipilih dengan pertimbangan bahwa kondisi bahan galian yang letaknya di dekat permukaan tanah sehingga sangat efektif jika menggunakan tambang terbuka. Kegiatan penambangan andesit diantaranya:

a. *Land Clearing*

Land clearing merupakan kegiatan pembersihan lahan dari tumbuh – tumbuhan pada daerah yang akan ditambang. Alat yang dipakai dalam kegiatan ini adalah bulldozer. Di tahun 2021, proses ini tidak dilakukan, karena *land clearing* untuk area yang ditargetkan untuk dilakukan penambangan, sudah dilakukan di tahun sebelumnya.

b. Pengupasan Tanah Pucuk (*Top Soil*)

Pengupasan tanah pucuk merupakan kegiatan dengan tujuan mengupas/ menghilangkan lapisan tanah yang menutupi andesit, sehingga kegiatan penambangan dapat dilakukan. Lapisan tanah pucuk akan disimpan untuk nantinya akan digunakan kembali dalam kegiatan reklamasi. Alat yang digunakan dalam kegiatan pengupasan tanah pucuk ini antara lain *bulldozer* untuk pengupasan, lalu menggunakan *Excavator* untuk kegiatan pemuatannya dan menggunakan *dump truck* untuk kegiatan pengangkutannya. Di tahun 2021, proses ini tidak dilakukan karena pengupasan lapisan tanah pucuk untuk area yang ditargetkan untuk dilakukan penambangan, sudah selesai dilakukan.

c. Pembongkaran (*Loosening*)

Pekerjaan ini dimaksudkan untuk membongkar batuan dari batuan asalnya sehingga dapat dimanfaatkan sesuai kebutuhan yang diinginkan. Pembongkaran material di PT. Harmak Indonesia dengan cara mekanis menggunakan alat *Excavator Breaker Hyundai 210* (Gambar 2.4).



Gambar 2.4

Kegiatan Pembongkaran dengan *Excavator Breaker Hyundai 210*

d. Pemuatan (*Loading*)

Loading merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengisikan endapan bahan galian dengan menggunakan alat muat ke dalam alat angkut. Kegiatan *loading* dilakukan dengan menggunakan alat muat *Excavator Kobelco SK 200* dan diisikan ke dalam *dump truck* Hino FM 260 Ti (Gambar 2.5).



Gambar 2.5

Kegiatan Pemuatan dengan *Excavator Kobelco SK 200*

e. Pengangkutan (*Hauling*)

Hauling adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengangkut material andesit dari front penambangan untuk dibawa ke lokasi peremukan batuan, untuk selanjutnya dilakukan proses *crushing plant* (Gambar 2.6).



Gambar 2.6
Kegiatan Pengangkutan dengan *dump truck* Hino FM 260 Ti

BAB III

DASAR TEORI

Kegiatan pemuatan dan pengangkutan pada kegiatan penambangan adalah kegiatan yang bertujuan untuk memindahkan material hasil penggalian ke lokasi penimbunan dengan menggunakan alat-alat mekanis.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan jumlah alat mekanis untuk mencapai sasaran produksi yang diinginkan adalah dengan melakukan analisis terhadap produksi alat-alat mekanis yang digunakan dan juga menganalisis waktu kerja efektif yang digunakan untuk pencapaian target produksi. Untuk itu diperlukan pengamatan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan produksi alat-alat mekanis yang ada digunakan.

3.1 Pola Pemuatan

Untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan sasaran produksi maka pola pemuatan merupakan faktor yang mempengaruhi waktu edar alat muat dan alat angkut. Alat muat melakukan penggalian dan apabila mangkuk (*bucket*) terisi penuh maka material siap ditumpahkan. Setelah alat angkut (truk) terisi penuh maka harus segera keluar dan digantikan dengan alat angkut (truk) yang lainnya.

Pola pemuatan dapat dilihat dari beberapa keadaan yang ditunjukkan alat gali-muat dan alat angkut, yaitu :

1. Berdasarkan kedudukan truk untuk dimuati bahan galian oleh alat muat.

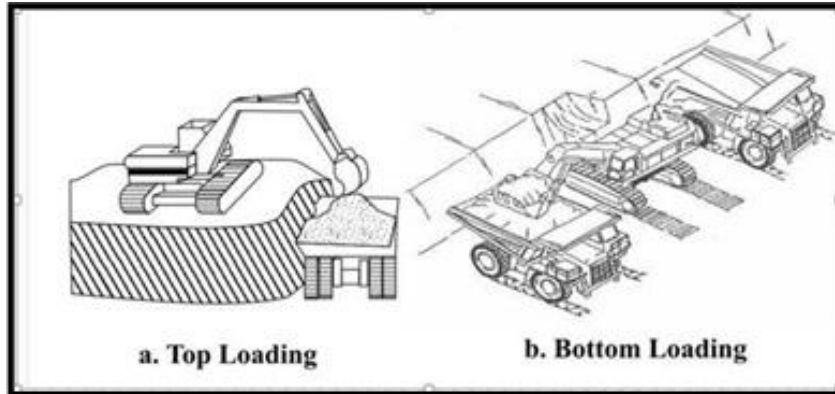
Cara pemuatan material oleh alat muat ke dalam alat angkut ditentukan oleh kedudukan alat muat terhadap material dan alat angkut, apakah kedudukan alat muat tersebut berada lebih tinggi atau kedudukan kedua-duanya sama tinggi (Gambar 3.1). Cara pemuatan dibagi menjadi 2, yaitu :

A. Top Loading

Kedudukan alat muat lebih tinggi dari bak truk jungkit (alat muat berada diatas tumpukan material atau berada diatas jenjang).

B. Bottom loading

Bottom Loading, yaitu *backhoe* melakukan pemuatan dengan menempatkan dirinya di jenjang yang sama dengan posisi alat angkut.



Sumber : Helbert , 1955

Gambar 3.1
Pola Pemuatan Berdasarkan Posisi Alat Gali-Muat
Terhadap Alat Angkut

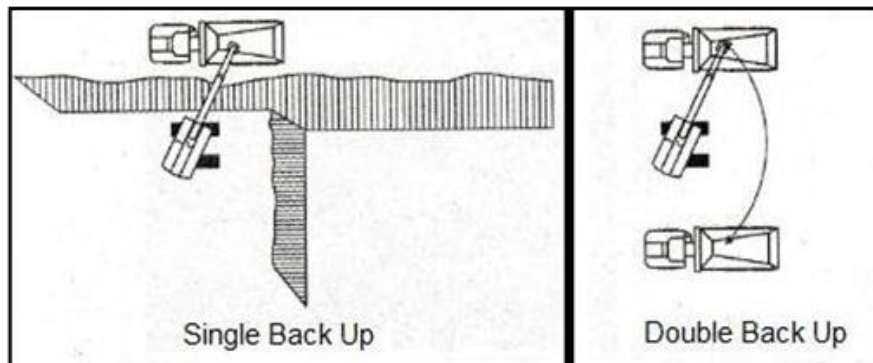
2. Berdasarkan jumlah penempatan posisi truk terhadap posisi alat muat
Cara pemuatan material oleh alat muat ke dalam alat angkut berdasarkan jumlah penempatan posisi truk terhadap posisi alat muat dibagi menjadi 2, yaitu :

A. Single Back Up

Pada pola ini, truk memposisikan diri untuk dimuati pada salah satu sisi alat muat.

B. Double Back Up

Pada pola ini, truk memposisikan diri untuk dimuati pada dua sisi alat muat dimana pada waktu salah satu truk sedang diisi muatan truk yang lainnya telah siap memposisikan diri untuk dimuati (Gambar 3.2).



Sumber : Helbert , 1955

Gambar 3.2
Pola Pemuatan Berdasarkan Jumlah
Penempatan Alat Angkut

3. Berdasarkan cara manuvernya

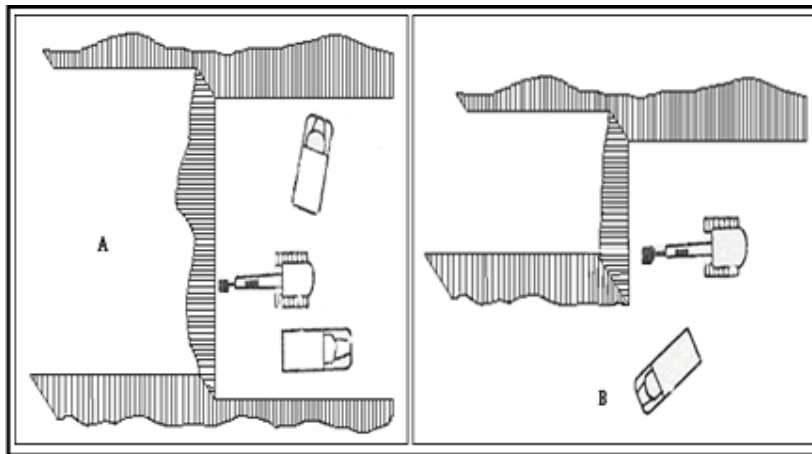
Cara pemuatan material oleh alat muat ke dalam alat angkut berdasarkan cara manuvernya dibagi menjadi 2, yaitu :

A. *Frontal Cut*

Alat muat berhadapan dengan muka jenjang atau front penggalian dan mulai menggali ke depan dan samping alat muat. Dalam hal ini digunakan *double spotting* dalam penempatan posisi truk. Alat muat memuat pertama kali pada truk jungkit sebelah kanan sampai penuh dan berangkat setelah itu dilanjutkan pada truk jungkit sebelah kiri

B. *Parallel cut with drive-by*

Alat muat bergerak melintang dan sejajar dengan front penggalian. Pada metode ini, akses untuk alat angkut harus tersedia dari dua arah. Walaupun sudut putar rata – rata lebih besar daripada *frontal cut*, truk tidak perlu membelakangi alat muat dan *spotting* lebih mudah (Gambar 3.3).



Sumber : Helbert , 1955

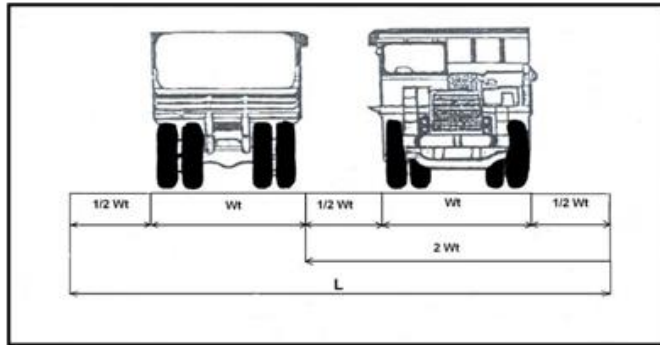
Gambar 3.3
Pola Pemuatan Berdasarkan Cara Manuvernya
A. *Frontal Cut* B. *Paralel Cut with Drive By*

3.2 Geometri Jalan Angkut

Jalan angkut pada lokasi tambang sangat mempengaruhi kelancaran oprasi penambangan terutama dalam kegiatan pengangkutan. Beberapa geometri yang perlu diperhatikan agar tidak menimbulkan gangguan atau hambatan yang dapat mempengaruhi keberhasilan kegiatan pengangkutan. Perhitungan lebar jalan angkut didasarkan pada lebar kendaraan terbesar yang dioperasikan. Semakin lebar jalan angkut yang digunakan maka oprasi pengangkutan akan semakin aman dan lancer.

1. Lebar Jalan Angkut pada Jalan Lurus

Penentuan untuk lebar jalan angkut minimum pada jalan lurus menurut Bargawa (2015), dalam bukunya yang berjudul “Perencanaan Tambang 1”, (Gambar 3.4) adalah :



Sumber : Walter, 1979

Gambar 3.4
Lebar Jalan Angkut Dua Jalur

$$L(m) = n.Wt + (n + 1) (1/2.Wt).....(3.1)$$

Dengan :

L(m) = Lebar jalan angkut minimum, (m)

n = Jumlah jalur

Wt = Lebar alat angkut, (m)

2. Lebar Jalan Angkut pada Tikungan

Lebar jalan angkut minimum pada tikungan selalu lebih besar daripada jalan angkut pada jalan lurus. Rumus yang digunakan untuk menghitung lebar jalan angkut minimum pada belokan (Gambar 3.5) adalah :

$$W= n (U + Fa + Fb + Z) + C.....(3.2)$$

$$C =Z = 1/2 (U + Fa + Fb).....(3.3)$$

Dengan :

W= Lebar jalan angkut pada tikungan, (m) n = Jumlah jalur

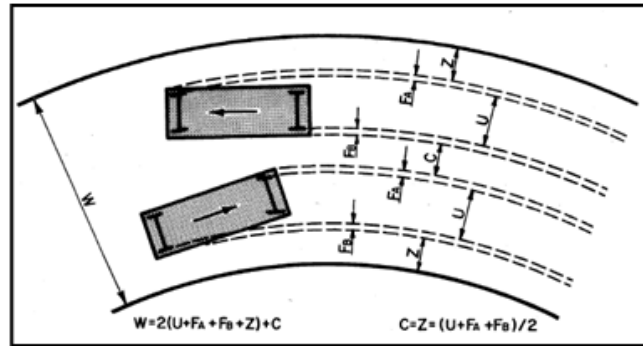
U = Jarak jejak roda kendaraan

Fa = Lebar jantai depan (m), (jarak as depan dengan bagian depan x sinus sudut penyimpangan roda)

Fb = Lebar jantai belakang (m), (jarak as belakang dengan bagian belakang x sinus sudut penyimpangan roda)

C = Jarak antara dua truk yang akan bersimpangan, (m)

Z = Jarak sisi luar truk ke tepi jalan, (m)



Sumber : Walter, 1979

Gambar 3.5

Lebar Jalan Angkut untuk Dua Jalur pada Tikungan

3. Kemiringan Jalan (*Grade*)

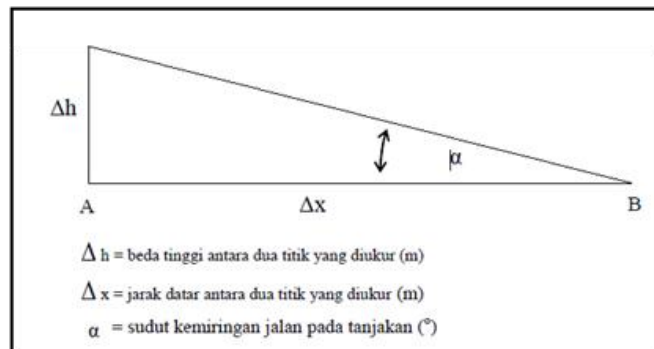
Kemiringan atau *grade* jalan angkut merupakan salah satu faktor penting yang harus diamati secara detil dalam suatu kajian terhadap kondisi jalan tambang karena akan mempengaruhi kinerja alat angkut yang melaluinya. Kemiringan jalan angkut (lihat Gambar 3.6) biasanya dinyatakan dalam persen (%). Kemiringan 1% berarti jalan tersebut naik atau turun 1 meter pada jarak mendatar sejauh 100 meter. Kemiringan (*grade*) dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Grade (\alpha) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times (100\%) \dots\dots\dots (3.4)$$

Dengan :

Δh = Beda tinggi antara dua titik yang diukur (m)

Δx = Jarak datar antara dua titik yang diukur (m)



Sumber : Bargawa, 2015

Gambar 3.6

Kemiringan Jalan Angkut

4. *Superelevasi* dan Jari – Jari Tikungan

Superelevasi merupakan kemiringan jalan pada tikungan yang terbentuk oleh batas antara tepi jalan terluar dengan tepi jalan terdalam karena perbedaan ketinggian. Tujuan dibuat super elevasi pada daerah tikungan jalan angkut yaitu

untuk menghindari atau mencegah kendaraan tergelincir keluar jalan atau terguling. Selain itu, agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatan saat melewati tikungan. Secara matematis kemiringan tikungan jalan angkut merupakan perbandingan antara tinggi jalan dengan lebar jalan. Untuk menentukan besarnya kemiringan tikungan jalan dihitung berdasarkan kecepatan rata-rata kendaraan dengan koefisien friksinya.

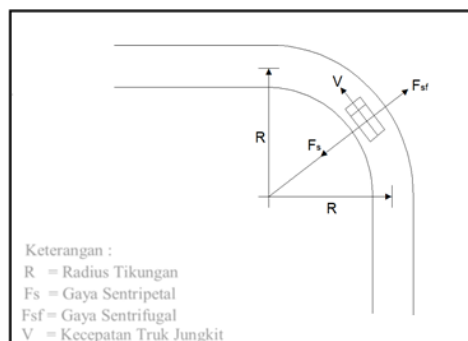
Persamaan yang digunakan untuk menghitung *superelevasi* yaitu:

$$e + f = \frac{v^2}{127 \times R} \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan :

- e = *superelevasi*
- v = kecepatan kendaraan (km/jam)
- R = radius/ jari-jari tikungan (m)
- f = koefisien gesekan melintang

Apabila suatu kendaraan bergerak dengan kecepatan tetap pada suatu lintasan datar atau miring yang berbentuk lengkung seperti lingkaran, maka pada kendaraan tersebut bekerja gaya sentrifugal yang mendorong kendaraan tersebut secara radial keluar dari jalur jalannya, berarah tegak lurus terhadap kecepatan (Gambar 3.7). Untuk dapat mempertahankan kendaraan tersebut tetap pada jalurnya, maka perlu adanya gaya yang dapat mengimbangi gaya tersebut sehingga terjadi suatu keseimbangan. *Kaufman, W. Walter (1997)*



Sumber : *Bargawa, 2015*

Gambar 3.7

Gaya Sentrifugal pada Tikungan

Besarnya angka superelevasi untuk beberapa jari-jari tikungan dengan berbagai variasi kecepatan alat angkut dapat bermacam-macam, untuk itu penentuan superelevasi dapat dilakukan dengan penggunaan tabel seperti ditunjukkan pada Tabel 3.1

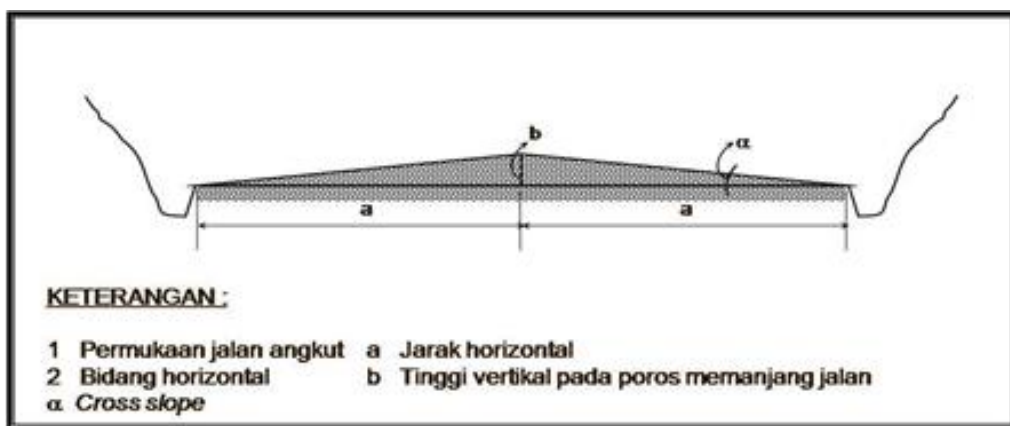
Tabel 3.1
 Angka *Superelevasi* yang Direkomendasikan (feet/feet)

Jari - Jari Tikungan (<i>Feet</i>)	Kecepatan (Mph)					
	10	15	20	25	30	>35
50	0,04	0,04				
100	0,04	0,04	0,04			
150	0,04	0,04	0,04	0,05		
250	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	
300	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06
600	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
1000	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

Sumber : Bargawa, 2015

5. *Cross Slope*

Cross slope adalah sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan jalan terhadap bidang horizontal. Pada umumnya jalan angkut mempunyai bentuk penampang melintang cembung. Dibuat demikian dengan tujuan untuk mempelancar penirisan. Apabila turun hujan atau sebab lain, maka air yang ada pada permukaan jalan akan segera mengalir ketepi jalan angkut, tidak berhenti dan mengumpul pada permukaan jalan. Hal ini penting karena air yang menggenang pada permukaan jalan angkut akan membahayakan kendaraan yang lewat dan mempercepat kerusakan jalan. Angka *cross slope* dinyatakan dalam perbandingan jarak vertikal (*b*) dan horizontal (*a*) dengan satuan mm/m (Lihat Gambar 3.8).



Sumber : Suwandi, 2004

Gambar 3.8
Cross Slope

3.3. Faktor Pengisian (*Bucket Fill Factor*)

Faktor pengisian merupakan perbandingan antara kapasitas nyata suatu alat dengan kapasitas baku alat tersebut yang dinyatakan dalam persen (%). Rumus untuk menghitung faktor pengisian adalah (P. Pfeleider, 1972) :

$$Fp = \frac{Vn}{Vd} \times 100\% \dots \dots \dots (3.6)$$

Dengan :

Fp = Faktor pengisian, (%)

Vn = Kapasitas nyata alat muat, (m³)

Vd = Kapasitas teoritis alat muat, (m³)

Adapun faktor yang mempengaruhi faktor pengisian suatu alat adalah :

1. Kandungan Air

Makin besar kandungan air suatu material, maka faktor pengisiannya semakin kecil. Karena dengan adanya air mengakibatkan ruang yang seharusnya terisi material diisi oleh air.

2. Ukuran Material

Ukuran material yang umumnya lebih besar, menyebabkan banyak ruangan di dalam *bucket* yang tidak terisi material. Sehingga faktor pengisiannya menjadi lebih kecil.

3. Kelengketan Material

Jika material yang lengket banyak menempel pada *bucket* baik di sisi dalam maupun di sisi luar, maka akan mengurangi faktor pengisian alat.

4. Gradasi Ukuran Material

Jika gradasi ukuran material semakin baik, maka faktor pengisian alat akan lebih besar.

3.4. Faktor Pengembangan Material (*Swell Factor*)

Swell adalah pengembangan volume suatu material setelah digali dari tempat aslinya (*insitu*). Di alam, material didapati dalam keadaan padat dan terkonsolidasi dengan baik, sehingga hanya sedikit bagian-bagian kosong (*void*) yang terisi udara di antara butir-butirnya. Apabila material tersebut digali dari tempat aslinya maka terjadi pengembangan volume (*swell*). Untuk menyatakan berapa besarnya pengembangan volume material tersebut dikenal istilah *swell factor*.

Rumus untuk menghitung *swell factor* menurut Peurifoy (1979) ada dua, yaitu :

1. Berdasarkan Volume

$$Swell\ Factor = \frac{volume\ insitu}{volume\ loose} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$\% Swell = \frac{volume\ loose - volume\ insitu}{volume\ insitu} \times 100\% \dots\dots\dots(3.8)$$

2. Berdasarkan *Density*

$$Swell\ Factor = \frac{density\ lose}{density\ insitu} \dots\dots\dots(3.9)$$

$$\% Swell = \frac{density\ insitu - density\ lose}{density\ lose} \times 100\% \dots\dots\dots(3.10)$$

3.5. Waktu Edar (*Cycle Time*)

Waktu edar adalah jumlah waktu yang diperlukan oleh alat mekanis baik alat muat maupun alat angkut untuk melakukan satu siklus kegiatan produksi dari awal sampai akhir dan siap untuk memulai lagi.

3.5.1. Waktu Edar Alat Muat

Merupakan total waktu pada alat muat, yang dimulai dari pengisian *bucket* sampai menumpahkan muatan ke dalam alat angkut dan kembali kosong.

Rumusan untuk menghitung waktu edar: (*Pfleider, 1972*)

$$CT_m = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4} \dots\dots\dots(3.11)$$

Dengan :

C_{tm} : Total waktu edar alat muat, detik

T_{m1} : Waktu untuk menggali muatan, detik

T_{m2} : Waktu swing bermuatan, detik

T_{m3} : Waktu untuk menumpahkan muatan, detik

T_{m4} : Waktu swing tidak bermuatan, detik

3.5.2. Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar alat angkut pada umumnya terdiri dari waktu mengatur posisi untk dimuati, waktu diisi muatan, waktu menngangkut muatan, waktu *dumping* dan waktu kembali kosong, rumusan untuk menghitung waktu edar alat angkut sbb: (*Pfleider, 1972*)

$$C_{ta} = T_{a1} + T_{a2} + T_{a3} + T_{a4} + T_{a5} + T_{a6} \dots\dots\dots(3.12)$$

Dengan :

C_{ta} : Waktu edar alat angkut, menit

T_{a1} : Waktu mengambil posisi siap dimuati, menit

Ta2 : Waktu diisi muatan, menit

Ta3 : Waktu mengangkut muatan, menit

Ta4 : Waktu mengambil posisi untuk penumpahan, menit

Ta5 : Waktu muatan ditumpahkan, menit

Ta6 : Waktu kembali kosong, menit

3.6. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Dalam perhitungannya digunakan pengertian persentase waktu kerja efektif (%). Beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi kerja adalah:

1. Waktu Kerja Penambangan

Waktu kerja penambangan adalah jumlah waktu kerja yang digunakan untuk melakukan kegiatan penggalian, pemuatan dan pengangkutan. Efisiensi kerja akan semakin besar apabila banyaknya waktu kerja semakin mendekati jumlah waktu kerja yang tersedia. Waktu yang tersedia berhubungan erat dengan jam kerja efektif. Jam kerja efektif adalah jam kerja dimana alat mekanis berproduksi, jam kerja efektif diperoleh dari jam kerja yang tersedia dikurangi hambatan-hambatan yang terjadi selama proses produksi termasuk perbaikan dan perawatan alat.

2. Hambatan yang dapat ditekan

Hambatan yang dapat ditekan adalah hambatan yang terjadi karena adanya penyimpangan- penyimpangan terhadap waktu kerja yang dijadwalkan. Hambatan tersebut antara lain :

- Terlambat memulai kerja.
- Berhenti bekerja sebelum waktu istirahat.
- Terlambat bekerja setelah waktu istirahat.
- Keperluan operator.
- Berhenti bekerja lebih awal pada akhir shift.

3. Hambatan yang tidak dapat ditekan

Hambatan yang tidak dapat ditekan adalah hambatan yang terjadi pada waktu jam kerja yang menyebabkan hilangnya waktu kerja dikarenakan kondisi alam atau kegiatan rutin dan harus dilaksanakan. Hambatan tersebut antara lain :

- Pindah posisi penempatan alat

- Pemeriksaan dan pemanasan alat
- Pengisian bahan bakar
- Kerusakan dan perbaikan alat di tempat

Dengan mengetahui hambatan – hambatan tersebut di atas, maka dapat diketahui waktu kerja efektif. Dimana dengan berkurangnya waktu kerja efektif akan berpengaruh terhadap produksi alat mekanis tersebut.

$$W_e = W_t - (W_{hd} + W_{td}) \dots\dots\dots(3.13)$$

Dengan :

W_e = Waktu kerja efektif, (menit)

W_t = Waktu yang tersedia, (menit)

W_{hd} = Total waktu hambatan yang dapat dihindari, (menit)

W_{td} = Total waktu hambatan yang tidak dapat dihindari, (menit)

Dengan mengetahui waktu kerja efektif, maka dapat diketahui efisiensi kerja alat mekanis.

$$E_k = \frac{W_e}{W_t} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.14)$$

Dengan :

E_k = Efisiensi kerja

W_e = Waktu kerja efektif

W_t = Waktu yang tersedia

3.7. Produksi Alat Mekanis

Besarnya produksi dari alat muat dan alat angkut didapat dengan mengalikan kapasitas mangkuk (*bucket*), jumlah *trip* per jam dan faktor koreksi. Faktor Koreksi terdiri dari *fill factor*, *swell factor* dan efisiensi kerja. Rumusan produksi adalah sebagai berikut : (Indonesianto, 2014)

1. Produksi Alat Muat

$$P_{tm} = \frac{60}{C_{tm}} \times C_{am} \times BFF \times Eff \times FK \text{ (Ton/jam)} \dots\dots\dots(3.15)$$

Dengan :

P_{tm} : kemampuan produksi alat muat, ton/jam

C_{tm} : waktu edar alat muat, detik

C_{am} : kapasitas bucket, m³

BFF : *bucket fill factor* (faktor pengisian *bucket*),

% Eff : efisiensi kerja alat muat

FK : Faktor Konversi (Desnitas loose material (ton/m³))

2. Produksi Alat Angkut

Rumus yang umum dipakai untuk perhitungan produktivitas *Dump Truck* adalah :

Perhitungan untuk produksi alat angkut :

$$Pta = \frac{60}{Cta} \times Ca \times Ef \times FK, (\text{Ton/jam}) \dots\dots\dots(3.16)$$

Dengan :

Pta : kemampuan produksi alat angkut, ton/jam

n : jumlah alat angkut (unit)

Cta : waktu edar alat angkut, menit

Ca : kapasitas bak alat angkut, m³ (N x Cam x BFF)

N : jumlah pengisian bucket alat muat untuk penuh bak

Cam : kapasitas bucket, m³

BFF : *bucket fill factor* (faktor pengisian bucket),

% Eff : efisiensi kerja alat angkut

FK : Faktor Konversi (Densitas loose material)

3.8. Match Factor

Faktor keserasian kerja merupakan suatu persamaan matematis yang digunakan untuk menghitung tingkat keselarasan kerja antara alat muat dan alat angkut untuk setiap kondisi kegiatan pemuatan dan pengangkutan.

Untuk mendapatkan faktor keserasian alat dengan tipe yang berbeda, tidak bisa disamakan dengan faktor keserasian alat dengan tipe yang sama. Perbedaan spesifikasi alat menjadikan dibutuhkan rumusan baru untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Faktor keserasian alat muat dan alat angkut didasarkan hasil produksi masing-masing alat, yang dinyatakan dalam *Match Factor* (C.N Burt and L. Caccetta, 2018). Rumus *Match Factor* untuk perbedaan tipe alat angkut dengan tipe alat muat dapat dilihat dibawah ini:

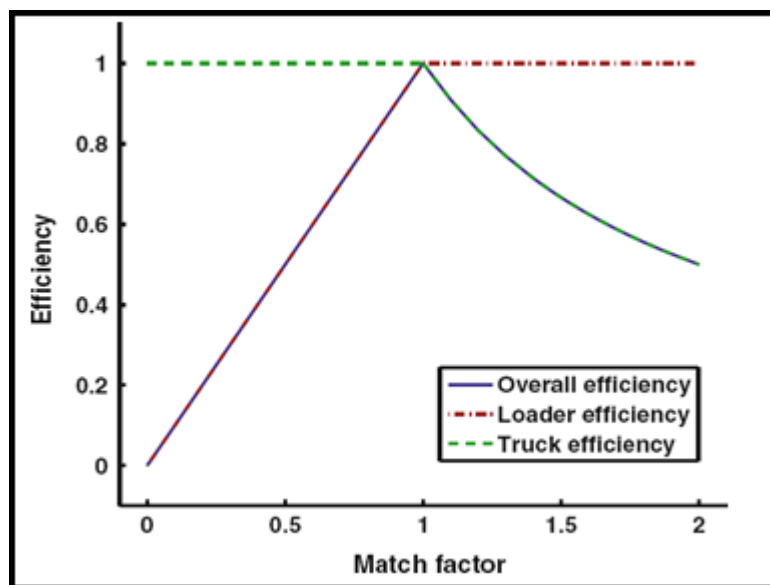
$$MF = \frac{Ctm \times Na \times N}{Cta \times Nm} \dots\dots\dots(3.17)$$

Keterangan:

MF = *Match Factor* atau faktor keserasian

N_a = Jumlah alat angkut
 N_m = Jumlah alat muat
 C_{tm} = Waktu edar alat muat
 C_{ta} = Waktu edar alat angkut
 N = Jumlah curah alat muat

Keserasian kerja antara alat muat dan alat angkut berpengaruh terhadap faktor kerja dimana hubungan yang tidak serasi tersebut akan menurunkan faktor kerja itu sendiri. Adapun cara untuk menyimpulkan tingkat keserasian kerja alat dengan melihat gambar (gambar 3.9)



Sumber : Burt & Caccetta, 2018

Gambar 3.9

Grafik Hubungan Antara Faktor Keserasian dan Faktor Efisiensi Kerja Alat

Hasil dari grafik disimpulkan faktor keserasian terhadap faktor efisiensi kerja alat, dijelaskan seperti di bawah ini :

$MF < 1$, artinya keadaan ini menunjukkan kerja alat angkut 100% sedangkan alat muat bekerja $< 100\%$.

$MF > 1$, artinya kerja alat muat 100% sedangkan alat angkut $< 100\%$.

$MF = 1$, artinya keserasian kerja sempurna, kerja alat muat dan alat angkut 100%.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

Untuk mengetahui produksi alat muat dan alat angkut maka perlu dilakukan pengamatan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhinya. Dari hasil pengamatan, alat muat yang digunakan yaitu 1 unit *Excavator* Kobelco SK200 Sedangkan alat angkut yang digunakan yaitu 1 unit *Eump Truck* Hino FM 260 Ti. Berdasarkan pengamatan dan tinjauan kegiatan di jumpai hal-hal sebagaimana di bawah ini.

4.1. Sifat Fisik Material

a. Densitas Material

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, diperoleh densitas untuk material dalam keadaan aslinya (*bank*) sebesar $2,60 \text{ ton/m}^3$ dan densitas untuk material dalam keadaan terbungkar (*loose*) sebesar $2,16 \text{ ton/m}^3$ (Lampiran D).

b. Faktor Pengembangan Material

Besarnya faktor pengembangan material (*Swell Factor*) diperoleh dari hasil pengamatan terhadap data *bank density* dan *loose density* batu andesit. Jadi, faktor pengembangan material untuk *bank density* sebesar $2,60 \text{ ton/m}^3$ dan *loose density* sebesar $2,16 \text{ ton/m}^3$ adalah 0,83 (Lampiran D)

4.2. Faktor Pengisian Mangkuk (*Bucket Fill Factor*)

Faktor pengisian bucket (*bucket fill factor*) merupakan suatu faktor yang menunjukkan besarnya kapasitas nyata *bucket* suatu alat muat dengan kapasitas *bucket* alat muat secara teoritis. Kapasitas nyata *bucket* alat muat Kobelco SK200 $0,76 \text{ m}^3$ (Lampiran E) sedangkan kapasitas *bucket* secara teoritis adalah $0,90 \text{ m}^3$ (Lampiran B) sehingga didapatkan faktor pengisian sebesar 84% (Lampiran E).

4.3. Pola Pemuatan

Berdasarkan pengamatan di lapangan, pola pemuatan yang diterapkan oleh PT. Gawi Maju Karsa yaitu *bottom loading*, yaitu alat muat melakukan penggalian dengan menempatkan dirinya di jenjang yang sama dengan posisi alat angkut.

Untuk pola pemuatan berdasarkan jumlah penempatan alat angkut adalah menggunakan pola *single back up*, yaitu alat angkut memposisikan diri untuk dimuati pada satu tempat, sedangkan alat angkut berikutnya menunggu alat angkut pertama dimuati sampai penuh. Setelah alat angkut pertama berangkat, maka alat angkut kedua memposisikan diri untuk dimuati dan begitu seterusnya (Gambar 4.1).



Gambar 4.1
Kegiatan Pemuatan dengan *Excavator* Kobelco SK 200

4.4. Waktu Kerja

Waktu kerja tersedia adalah waktu keseluruhan yang disediakan perusahaan dalam melakukan kegiatan penambangan. PT. Gawi Maju Karsa memiliki waktu kerja sebesar 180 jam/ bulan. Namun pada kenyataannya di lapangan waktu kerja yang tersedia tidak dapat digunakan sepenuhnya karena adanya hambatan-hambatan yang mengurangi waktu kerja yang tersedia.

Tabel 4.1
Jadwal Waktu Kerja PT Gawi Maju Karsa

Hari	Waktu kerja	Waktu Istirahat	jumlah waktu (jam)
Senin	08.00 - 16.00	12.00 - 13.00	7
Selasa	08.00 - 16.00	12.00 - 13.00	7
Rabu	08.00 - 16.00	12.00 - 13.00	7
Kamis	08.00 - 16.00	12.00 - 13.00	7
Jumat	08.00 - 16.00	11.30 - 13.00	6,5
Sabtu	08.00 - 16.00	12.00 - 13.00	7
Jumlah waktu kerja dalam satu minggu			41,5
Waktu kerja tersedia rata-rata perhari			6,92

a. Hambatan yang Dapat ditekan

Hambatan yang dapat ditekan merupakan hambatan yang terjadi karena adanya penyimpangan terhadap waktu kerja yang telah dijadwalkan pada umumnya hambatan tersebut disebabkan oleh faktor manusia yang melakukan keperluan diluar dari kegiatan pengoperasian alat sehingga adanya hambatan waktu terhadap waktu kerja dari alat tersebut. Besarnya hambatan tersebut dapat dilihat pada (Lampiran I).

b. Hambatan yang Tidak Dapat ditekan

Merupakan hambatan yang terjadi pada waktu jam kerja yang menyebabkan hilangnya waktu kerja. Dari data–data aktual hambatan yang terjadi di lokasi penelitian. Besarnya hambatan tersebut dapat dilihat pada (Lampiran I).

Sehingga diperoleh waktu kerja efektif aktual yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2
Hambatan kerja alat muat dan alat angkut perhari

JENIS ALAT	ALAT MUAT (menit)	ALAT ANGKUT (menit)
WAKTU YANG TERSEDIA	415,2	415,2
Hambatan Yang Dapat di Hindari		
Keterlambatan Datang Karyawan	5,13	6,40
Istirahat Lebih Awal	10,27	10,40
Terlambat Kerja Setelah Istirahat	6,60	8,40
Berhenti Sebelum Akhir Kerja	12,27	10,93
Keperluan Operator	15,87	17,60
JUMLAH	50,14	53,73
Hambatan Yang Tidak Dapat Dihindari		
Gangguan Cuaca	14,00	14,00
Pengisian Bahan Bakar	10,67	11,27
<i>Stand by wait material loosening</i>	29,27	19,73
Pemeriksaan dan pemanasan alat	14,47	8,60
Kerusakan dan perbaikan alat ditempat	13,73	0
JUMLAH	82,14	53,60
WAKTU KERJA EFEKTIF	282,92	307,87
WAKTU KERJA EFEKTIF (JAM)	4,72	5,13

c. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja yang dimaksud adalah efisiensi kerja dari manusia atau operator dari alat mekanis. Efisiensi kerja tersebut digunakan untuk mengetahui sejauh mana efisiensi alat dan efektifitas penggunaan waktu yang tersedia untuk meningkatkan produksi batu andesit. Efisiensi kerja terhadap alat mekanis dapat dilihat di Tabel 4.3. Perhitungan secara rinci dapat dilihat pada (Lampiran J).

Tabel 4.3
Efisiensi Kerja Alat Mekanis

No	Jenis Alat	Efisiensi Kerja (%)
1.	<i>Excavator</i> Kobelco SK 200	68,20
2.	<i>Dump Truck</i> Hino FM 260 Ti	74,13

4.5. Geometri Jalan Angkut

Pada dasarnya, geometri jalan tambang yang memenuhi syarat adalah bentuk dan ukuran jalan tambang tersebut sesuai dengan tipe (bentuk, ukuran dan spesifikasi) alat angkut yang digunakan dan kondisi medan yang ada. Sehingga dapat menunjang segi keamanan dan keselamatan operator alat tersebut. Lebar jalan alat angkut untuk area penambangan di kuari memiliki lebar lebih dari 10 meter untuk jalan lurus sedangkan lebar jalan angkut pada tikungan 7,0-7,6 meter sehingga alat mekanis dapat bergerak secara leluasa, dan cukup untuk *manuver* alat angkut selama kegiatan penggalian dan pemuatan dilakukan (Lampiran F).

Tabel 4.4
Keadaan Jalan Alat Angkut Tiap Segmen

Segmen	Elevasi	Beda Tinggi	Jarak		Lebar Jalan	Kemiringan
	(m)	(m)	(m)	Total	(m)	%
(A-B)	68	-5	99	99	11,6	-5
(B-C)	63	+4	58	157	9,2	6,9
(C-D)	67	+8	97	254	9,4	8,2
(D-E)	75	+13	91	345	7,6	14,3
(E-F)	95	+10	75	420	11,3	13,3
Total Jarak (m)			420	-	-	-
Total Jarak (Km)			0.42	-	-	-
Rata-rata			-	-	9,8	9,5

4.6. Waktu Edar Alat Muat dan Alat Angkut

Pengamatan waktu edar alat muat dilakukan pada saat alat muat memproduksi melayani alat angkut pada *front* penambangan, waktu yang diperoleh merupakan waktu edar rata-rata dari 30 data alat penambangan dalam melakukan kerja. Waktu edar alat muat adalah waktu edar rata-rata yang ditempuh oleh alat muat mulai dari waktu untuk mengisi mangkuk, waktu untuk berputar (bermuatan), waktu untuk menumpahkan muatan dan waktu untuk kembali berputar (kosong). Berdasarkan

hasil pengamatan waktu edar rata-rata alat muat untuk masing- masing rangkaian adalah : (Lampiran G)

Tabel 4.5
Waktu edar alat muat

Alat Muat	Waktu Edar	
	Detik	Menit
Kobelco SK200	22,6	0,38

Pengamatan terhadap waktu edar alat angkut meliputi : Waktu mengambil posisi untuk pemuatan, waktu untuk pemuatan, waktu pengangkutan bermuatan, waktu penumpahan, waktu kembali kosong. Berdasarkan hasil pengamatan waktu edar rata-rata alat angkut untuk masing- masing rangkaian adalah : (Lampiran H).

Tabel 4.6
Waktu edar alat angkut

Alat Angkut	Waktu Edar	
	Detik	Menit
Hino FM 260 Ti	836,9	13,95

4.7. Produksi Alat Muat dan Alat Angkut

Kemampuan produksi aktual alat muat 1 unit *Excavator* Kobelco SK200 sebesar 17.910 ton/bulan dan alat angkut 1 unit *Dump Truck* Hino FM 260 Ti memiliki kemampuan produksi 7.493 ton/bulan. Dapat dilihat pada Tabel 4.7 rincian dapat dilihat pada (Lampiran K) dan (Lampiran L).

Tabel 4.7
Kemampuan Produksi Aktual Alat Muat dan Alat Angkut

No	Jenis Alat	Produksi
		(ton/bulan)
1	<i>Excavator</i> Kobelco SK200	17.910
2	<i>Dump truck</i> Hino FM 260 Ti	7.493

4.8. Keserasian Kerja Alat (*Match Factor*)

Keserasian Kerja (MF) merupakan keserasian kerja antara alat muat dengan alat angkut. Nilai keserasian kerja ditentukan berdasarkan data waktu edar dan jumlah peralatan mekanis yang digunakan dalam setiap rangkaian kerja. Berdasarkan data hasil pengamatan dan perhitungan waktu edar dan jumlah alat

yang digunakan, maka besarnya harga faktor keserasian kerja alat muat dan alat angkut dapat dilihat pada Tabel 4.8 rincian dapat dilihat pada (Lampiran M).

Tabel 4.8
Keserasian Kerja Alat Muat dan Alat Angkut

Rangkaian Kerja	Cycle Time (menit)		MF
	<i>Excavator</i>	<i>Dump Truck</i>	
1 Unit <i>Excavator</i> Kobelco SK200	0,38	13,95	0,35
1 Unit <i>Dump Truck</i> Hino FM 260 Ti			

BAB V

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengolahan data lapangan, kegiatan penambangan batu andesit yang dilakukan PT. Gawi Maju Karsa saat ini memiliki target produksi sebesar 8.840 ton/bulan. Kemampuan produksi saat ini 1 unit alat muat 17.910 ton/bulan dan 1 unit alat angkut 7.493 ton/bulan dengan *match factor* antara alat muat dan alat angkut 0,35. Produksi alat angkut saat ini belum mampu memenuhi target produksi yang ditetapkan oleh perusahaan. Untuk meningkatkan produksi alat angkut, maka perlu dilakukan kajian produksi alat muat dan alat angkut untuk mengetahui kemampuan maksimal produksi alat tersebut. Namun apabila produksi alat muat dan alat angkut tidak memenuhi produksi yang diinginkan maka perlu adanya penambahan sejumlah alat mekanis.

Dari data yang didapatkan faktor yang paling mempengaruhi tidak tercapainya target produksi yaitu kecepatan alat angkut yang masih di bawah standar dan pengisian bak *dump truck* yang belum optimal. Demi memenuhi target produksi yang diinginkan perusahaan, diperlukan upaya-upaya perbaikan untuk meningkatkan kemampuan produksi dan mengoptimalkan kerja dari alat mekanis yang digunakan.

5.1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Alat Mekanis

Kondisi lapangan dapat mempengaruhi kinerja alat muat dan alat angkut. Dalam kondisi lapangan yang baik, seperti : kondisi jalan alat angkut yang tidak berdebu pada musim kemarau ataupun kondisi jalan yang tidak licin pada saat musim hujan, maka alat mekanis dapat bekerja secara optimal sehingga akan meningkatkan produksi. Sebaliknya dalam kondisi lapangan yang buruk alat mekanis tidak bekerja secara optimal sehingga produksi sulit untuk ditingkatkan.

Berikut ini adalah analisis dari faktor-faktor yang mempengaruhi produksi dari alat muat dan alat angkut pada kegiatan penambangan:

5.2.1 Pola Pemuatan

Pola pemuatan pada kegiatan penambangan batu andesit yang diterapkan oleh PT. Gawi Maju Karsa adalah menggunakan metode *bottom loading* dengan tipe *single back up* berdasarkan cara pemuatan material yaitu *single back up*. Bila menggunakan teknik pemuatan ini terjadi waktu tunggu untuk alat angkut, menunggu *dump truck* di depannya selesai melakukan pemuatan. Juga terjadi waktu tunggu pada alat muat, hingga *dump truck* berikutnya selesai mengatur posisi untuk dimuati. Sedangkan metode pemuatan berdasarkan posisi pemuatan material yang digunakan adalah metode *bottom loading*, pola pemuatan ini kurang efisien mengingat alat muat yang digunakan adalah backhoe, sebab dengan pola ini operator kurang leluasa untuk melihat vessel dan menempatkan material pada saat proses pemuatan.

5.2.2 Kondisi Front Kerja

Berdasarkan pengamatan di lapangan, PT Gawi Maju Karsa memiliki kondisi *front* kerja yang relatif sempit sempit karena banyaknya tumpukan material hasil pembongkaran. Hal tersebut mengakibatkan alat angkut sangat sulit melakukan manuver untuk menempatkan posisi untuk dimuati. Ketika alat angkut menuju *front* kerja maka alat angkut tersebut bergerak mundur sejauh 20 meter saat mengatur posisi menuju ke tempat pemuatan material yang membutuhkan waktu lama sehingga waktu edar alat angkut menjadi panjang.

5.2.3 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu kerja yang tersedia. Efisiensi kerja alat muat dan alat angkut dipengaruhi oleh waktu kerja efektif dari alat angkut dan alat gali muat.

5.2.4 Kondisi Jalan Angkut

Pada PT. Gawi Maju Karsa jarak yang ditempuh untuk mengangkut material dari penambangan menuju *stockyard* yaitu sekitar 420 meter dengan kecepatan rata-rata alat angkut 10 km/jam. Terdapat beberapa jalan yang masih berupa tanah yang mudah amblas sehingga menghambat laju alat angkut. Perlu dilakukan perawatan secara berkala agar jalan tetap rata apabila terjadi hujan sehingga alat angkut tidak perlu mengurangi kecepatan. Dengan demikian kinerja alat angkut tidak terhambat dan waktu edar alat angkut menjadi besar sehingga produksi andesit dapat tercapai.

a. Lebar Jalan Angkut Lurus

Secara teori berdasarkan spesifikasi alat angkut *dump truck* Hino FM 260 Ti, lebar jalan angkut lurus untuk satu jalur sebesar 5 meter. Karena alat angkut yang di gunakan hanya satu makan jalan yang diperlukan hanya satu jalur. Lebar jalan angkut lurus yang ada pada semua segmen sudah memenuhi syarat minimal lebar jalan angkut sehingga tidak perlu dilakukan pelebaran jalan. Dapat dilihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1
Lebar Jalan Angkut Lurus

Segmen	Lebar Jalan Angkut (m)	Minimal Lebar Jalan Angkut (m)	Memenuhi / belum
A-B	11,6	5	Memenuhi
B-C	9,2	5	Memenuhi
C-D	9,4	5	Memenuhi

b. Lebar Jalan Angkut Pada Tikungan

Secara teori berdasarkan spesifikasi alat angkut *dump truck* Hino FM 260 Ti, lebar jalan angkut lurus untuk satu jalur sebesar 7 meter. Karena alat angkut yang di gunakan hanya satu makan jalan yang diperlukan hanya satu jalur. Lebar jalan angkut pada tikungan yang ada pada semua segmen sudah memenuhi syarat minimal lebar jalan angkut sehingga tidak perlu dilakukan pelebaran jalan. Dapat dilihat pada tabel 5.2.

Tabel 5.2
Lebar Jalan Angkut Pada Tikungan

Segmen	Lebar Jalan Angkut (m)	Minimal Lebar Jalan Angkut (m)	Memenuhi / belum
D-E	7,6	7	Memenuhi
E-F	11,3	7	Memenuhi

c. Kemiringan Jalan Angkut

Lokasi daerah penambangan mempunyai kemiringan antara 0% - 14,30%. Kemampuan mendaki tanjakan alat angkut menurut spesifikasi *dump truck* Hino FM 260 Ti adalah 27%, sehingga untuk kemiringan jalan angkut setiap segmen sudah memenuhi syarat kemampuan mengatasi tanjakan.

Tabel 5.3
Kemiringan Jalan Angkut

Segmen	Kemiringan Jalan Angkut (%)	Kemampuan Tanjak Alat Angkut (%)	Memenuhi / belum
A-B	-5	27	Memenuhi
B-C	6,9	27	Memenuhi
C-D	8,2	27	Memenuhi
D-E	14,3	27	Memenuhi
E-F	13,3	27	Memenuhi

5.2.5 Pengisian Bak *Dump Truck*

Pengisian bak *dump truck* bergantung banyaknya curah *bucket* dari alat muat. Banyaknya jumlah curah *bucket* sangat berpengaruh terhadap produksi alat angkut. Kapasitas dari bak alat angkut untuk saat ini baru terisi sekitar 9 m³ dari kapasitas bak alat angkut yang seharusnya sebesar 25 m³. Sehingga bak alat angkut masih bisa di isi lebih banyak material dengan cara menambah jumlah curah *bucket* yang masuk ke dalam bak alat angkut. Diharapkan setelah penambahan jumlah curah *bucket*, produksi *dump truck* dapat tercapai.

5.2. Upaya Peningkatan untuk Tercapainya Target Produksi

Berikut beberapa upaya yang dilakukan agar target produksi dapat tercapai.

5.2.1 Penambahan Jumlah Curah *Bucket*

Banyaknya jumlah curah *bucket* sangat berpengaruh terhadap produksi alat angkut. Kapasitas dari bak alat angkut untuk saat ini baru terisi sekitar 9 m³ dari kapasitas bak alat angkut yang seharusnya sebesar 25 m³. Sehingga bak alat angkut masih bisa di isi lebih banyak material dengan cara menambah jumlah curah *bucket* yang masuk ke dalam bak alat angkut. Diharapkan setelah penambahan jumlah curah *bucket*, produksi *dump truck* dapat tercapai.

Tabel 5.4
Kapasitas Bak Setelah Penambahan Curah

No	Keterangan	Jumlah Curah Bucket	Volume Bak (m ³)
1	Volume Bak Sebelum Penambahan Curah	13	9,83
2	Volume Bak Setelah Penambahan Curah	14	10,58

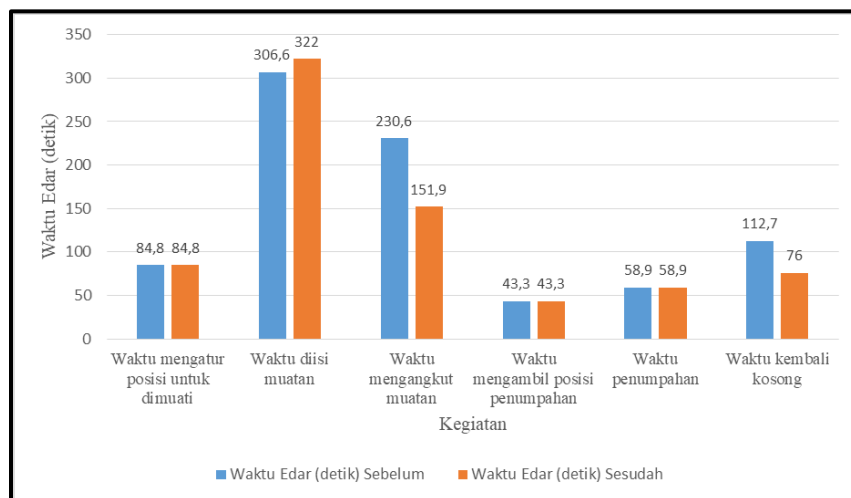
5.2.2 Perbaikan Waktu Edar pada Alat Angkut

Kondisi jalan angkut yang digunakan perlu dilakukan perbaikan berupa perataan kembali pada bagian jalan yang mengalami ambles sehingga alat angkut dapat melalui jalan tersebut dengan cepat dan aman. Pada bagian jalan yang dekat lokasi *front* penambangan perlu dilakukan pembersihan dari material-material bekas pemuatan agar tidak mengganggu aktifitas pengangkutan. Setelah dilakukan perbaikan jalan angkut, kecepatan rata-rata alat angkut saat mengangkut muatan dan saat kembali kosong diharapkan dapat ditingkatkan sehingga waktu edar dari alat angkut dapat dipersingkat. Perbaikan waktu edar alat angkut dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5.5
Perbaikan Waktu Edar Alat Angkut

No.	Kegiatan	Waktu Edar (detik)	
		Sebelum	Sesudah
1	Waktu mengatur posisi untuk dimuati	84,8	84,8
2	Waktu diisi muatan	306,6	322
3	Waktu mengangkut muatan	230,6	151,9
4	Waktu mengambil posisi penumpahan	43,3	43,3
5	Waktu penumpahan	58,9	58,9
6	Waktu kembali kosong	112,7	76
	Total (detik)	836,9	723,6
	(menit)	13,95	12,06

Dari tabel 5.5, perbaikan waktu edar alat angkut ditampilkan dalam bentuk grafik dalam gambar 5.1.



Gambar 5.1
Grafik Perubahan Waktu Edar Alat Angkut

5.2.3 Produksi Alat Mekanis Setelah Penambahan Curah *Bucket* dan Perbaikan Waktu Edar.

Kemampuan produksi alat muat dan alat angkut setelah penambahan jumlah curah *bucket* yang mengisi ke dalam bak *dump truck* dan perbaikan waktu edar. kemampuan produksi alat angkut dari 7.493 ton/bulan meningkat menjadi 9.344 ton/bulan. Maka kemampuan produksi alat angkut mengalami kenaikan kemampuan produksi 1.851 ton/bulan.

Maka telah mencapai target produksi yang ditentukan PT. Gawi Maju Karsa dari rangkaian kerja 1 unit *Excavator* Kobelco SK200 dikombinasikan dengan 1 unit *dump truck* Hino FM 260 Ti.

Tabel 5.6
Hasil Produksi Setelah Perbaikan

No	Jenis Alat	Produksi Sebelum Perbaikan (ton/bulan)	Produksi setelah perbaikan (ton/bulan)
1	Hino FM 260 Ti	7.493	9.344

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil dari perhitungan dan pembahasan uraian materi yang dijelaskan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil suatu kesimpulan dan saran sebagai berikut :

6.1 Kesimpulan

1. Faktor yang mempengaruhi kemampuan produksi dari alat muat dan alat angkut yaitu :
 - a. Kecepatan alat angkut yang masih belum optimal yaitu 7 km/jam saat bermuatan dan 14 km/jam saat kosong. Rendahnya kecepatan alat angkut mengakibatkan produksi yang didapat rendah.
 - b. Waktu edar alat angkut yang belum optimal yaitu 13,95 menit. Lamanya waktu edar alat angkut mengakibatkan produksi yang didapat rendah.
 - c. Pengisian bak *dump truck* yang belum optimal yaitu 13 kali pengisian dengan volume terisi sebesar 9,83 m² atau 22,9 ton. Kapasitas dari bak alat angkut sebesar 25 m² atau 25 ton.
2. Upaya yang dilakukan agar target produksi dapat tercapai

Upaya perbaikan untuk meningkatkan produksi alat angkut dilakukan dengan memperbaiki kondisi jalan, membersihkan material yang menghambat laju alat angkut sehingga waktu edar alat angkut dapat dipersingkat serta menambah jumlah curah pengisian bak *dump truck* . Produksi alat angkut meningkat dari 7.493 ton/bulan menjadi 9.344 ton/bulan. Sehingga alat muat dan alat angkut sudah memenuhi dari target produksi 8.840 ton/bulan.

6.2 Saran

1. Memastikan operator alat muat mengisi bak *dump truck* sesuai arahan
2. Melakukan pembersihan *front* penambangan dan jalan angkut dari material yang jatuh secara teratur agar tidak mengganggu laju alat angkut.

DAFTAR PUSTAKA

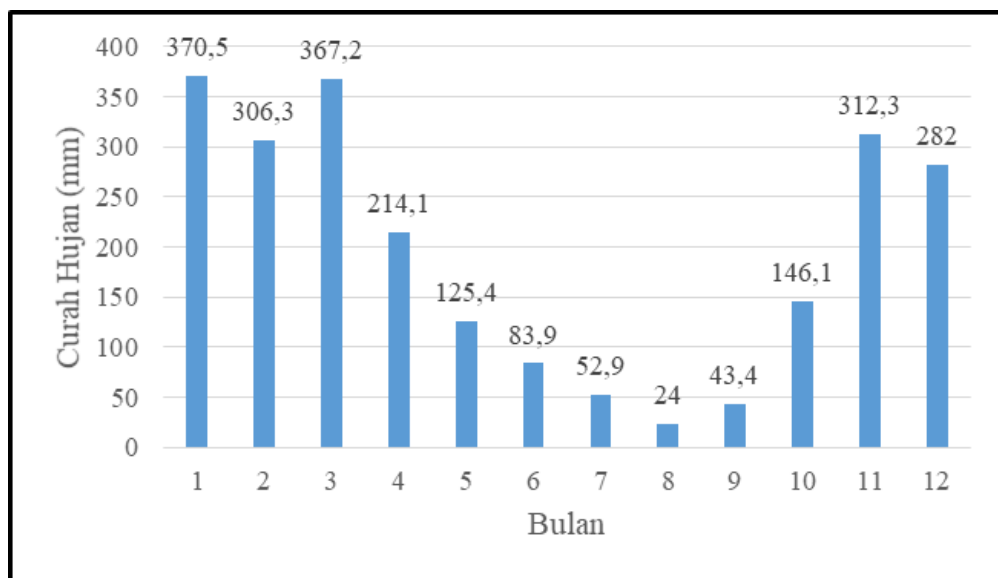
1. Bargawa, W.S., 2015. *Perencanaan Tambang*. Program Studi Teknik Pertambangan, UPN “Veteran” Yogyakarta.
2. Burt, C. N. & Caccetta L., 2018. *Equipment Selection for Mining: With Case Studies*.
3. Helbert, L. Nichols, 1955, *Moving The Earth, The Workbook of Excavation*, Second Edition, Galgotia Publishing House, New Delhi.
4. Hustrulid, W., Kuchta, M., & Martin, R. (2013). *Open Pit Mine Planning & Design (3 ed., Vol. 1- Fundamentals)*. Florida, U.S.A.: Taylor & Francis Group.
5. Indonesianto, Y., 2014. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik Pertambangan, UPN “Veteran” Yogyakarta. Yogyakarta.
6. Kaufman, W. Walter (1979), *Design of Surface Mine Haulage Road Manual*, Bureau of Mines, United States Department of the Interior.
7. Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 K/30/MEM/2018 Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik. 2018. Jakarta.
8. Peurifoy. RL, 1979, *Construction Planning Equipment and Methods*, Three Edition, Mc Graw Hill Internasional Book Company, London, Sydney, Tokyo.
9. Pfleider, EP. (1972), *Surface Mining, 1st Edition*, The American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, Inc., New York, USA.
10. Prodjosumarto, P. (1996). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung.
11. Suwandi, A. 2004. *Perencanaan Jalan Tambang*, Diklat Perencanaan Tambang Terbuka.

LAMPIRAN

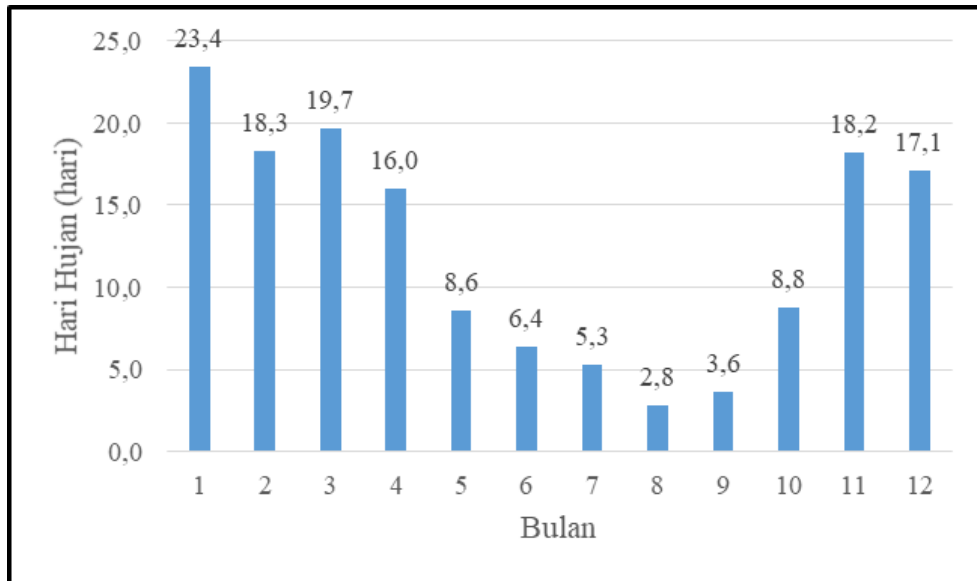
LAMPIRAN A

DATA CURAH HUJAN

Kabupaten Purworejo mempunyai iklim tropis, dengan dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Secara topografi letak Kabupaten Purworejo merupakan wilayah yang beriklim tropis basah dengan suhu 19 – 28 °C, sedangkan tingkat kelembaban udaranya diantara 70 – 90%. Kondisi curah hujan digambarkan dalam curah hujan pada 2011 – 2020. Data yang di dapat dari Dinas Pekerjaan Umum Purworejo adalah Data curah hujan diperoleh dari Kabupaten Purworejo dapat dilihat pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3.



Gambar A.1
Grafik Curah Hujan Bulanan Rata – rata (mm) Tahun 2011-2020



Gambar A.2
Grafik Hari Hujan Rata-rata Bulanan (Hari) Tahun 2011 – 2020

LAMPIRAN B

SPESIFIKASI ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT

B.1 Spesifikasi Alat Muat Kobelco SK200

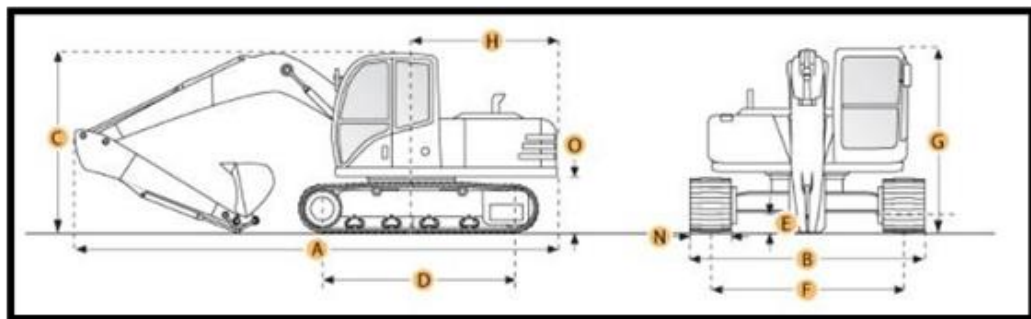


Gambar B.1.
Alat Muat *Excavator* Kobelco SK200

Merk	: Kobelco
Model	: J05E
Gross Power	: 152,9 hp
Power Measured	: 2.000 rpm
Kapasitas Bucket	: 0,9 m ³
Berat	: 20.200 kg
Max Trevel Speed	: 6 km/jam
Max Digging depth	: 6.700 mm
Max Reach along ground	: 6.730 mm
Max Loading Height	: 6.910 mm
Dimensi alat	
Panjang	: 9.450 mm
Lebar	: 2.800 mm
Tinggi	: 3.030 mm

Arm length	Short 2.4 m	Standard 2.94 m	Long 3.5 m	G	Tail swing radius	2,750	2,750	2,750
A Overall length	9,530	9,450	9,520	G'	Distance from center of swing to rear end	2,750	2,750	2,750
B Overall height (to top of boom)	3,160	2,980	3,180	H	Tumbler distance	SK200 3,370	3,370	3,370
C Overall width	SK200 2,800	2,800	2,800	I	Overall length of crawler	SK200 4,170	4,170	4,170
	SK210LC 2,990	2,990	2,990			SK210LC 4,450	4,450	4,450
D Overall height (to top of cab)	3,030	3,030	3,030	J	Track gauge	SK200 2,200	2,200	2,200
E Ground clearance of rear end*	1,060	1,060	1,060	K	Shoe width	600/700/800/900		
						L	Overall width of upperstructure	2,710
F Ground clearance*	450	450	450					

Gambar B.2.
Spesifikasi Alat Muat *Excavator* Kobelco SK200



Gambar B.3.
Dimensi Alat Muat *Excavator* Kobelco SK200

B.2 Spesifikasi Alat Angkut Hino FM 260 Ti



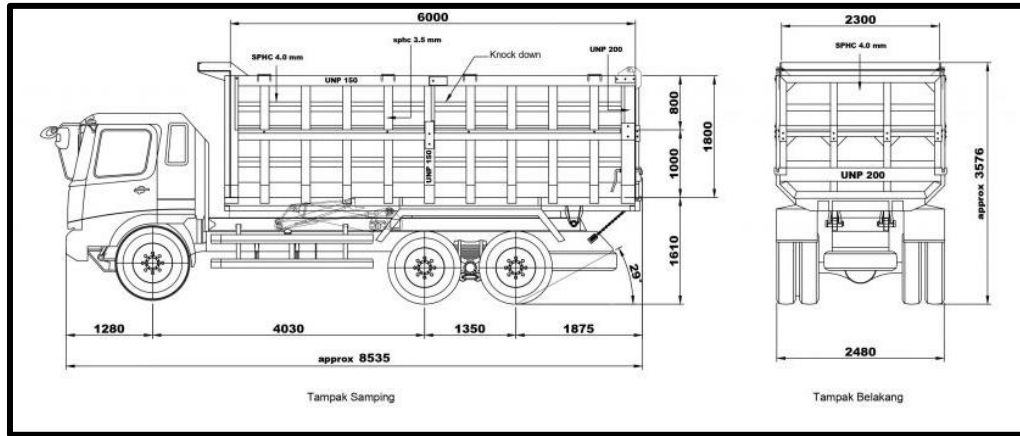
Gambar B.3.
Alat Angkut *dumptruck* Hino FM 260 Ti

Performa

Kecepatan Maksimum : 86 (km/jam)

Daya Tanjak (tan Ø) : 47,1

Model Mesin	
Model	: J08E - UF
Tipe	: Mesin Diesel 4 Langkah Segaris; Direct Injection; Turbo Chrage Intercooler
Tenaga Maksimum (PS/rpm)	: 260/2.500
Torsi Maksimum (Kgm/rpm)	: 76/1.500
Jumlah Silinder	: 6
Diameter x Langkah Piston (mm)	: 112 x 130
Isi Silinder (cc)	: 7.684
Kapasitas Tangki Solar	: 200 lt
Dimensi (mm)	
Jarak Sumbu Roda	: 4.130 + 1.300-
Total Panjang	: 8.480
Total Lebar	: 2.450
Total Tinggi	: 2.700
Lebar Jejak Depan	: 1.930
Lebar Jejak Belakang	: 1.855
Julur Depan	: 1.255
Julur Belakang	: 1.795
Panjang Bak	: 6.000
Lebar Bak	: 2.300
Tinggi Bak	: 1.800
Volume Bak (m ³)	
Volume Bak Peres	: 24,840
Volume munjung	: 26,220
Berat Chassis (kg)	
Berat Kosong	: 14.000



Gambar B.4.
Dimensi Alat Angkut *dumptruck* Hino FM 260 Ti

LAMPIRAN C

JUMLAH JAM KERJA

Waktu kerja yang diterapkan pada PT Gawi Maju Karsa adalah 1 shift setiap harinya dari hari senin sampai sabtu. Waktu kerja dapat dilihat pada Tabel C.1

Tabel C.1
Jadwal Waktu Kerja PT Gawi Maju Karsa

Hari	Waktu kerja	Waktu Istirahat	jumlah waktu (jam)
Senin	08.00 - 16.00	12.00 - 13.00	7
Selasa	08.00 - 16.00	12.00 - 13.00	7
Rabu	08.00 - 16.00	12.00 - 13.00	7
Kamis	08.00 - 16.00	12.00 - 13.00	7
Jumat	08.00 - 16.00	11.30 - 13.00	6,5
Sabtu	08.00 - 16.00	12.00 - 13.00	7
Jumlah waktu kerja dalam satu minggu			41,5
Waktu kerja tersedia perhari			6,92

Perincian :

a. Jam kerja perhari

$$6,92 \text{ jam/hari} = 415,2 \text{ menit/ hari}$$

b. Jam kerja per bulan

1) Waktu kerja hari Senin – Sabtu (tanpa hari Jumat)

$$\begin{aligned} \text{Jumlah jam kerja} &= 7 \text{ jam kerja efektif} \\ &= 22 \text{ hari kerja} \times 7 \text{ jam kerja} \\ &= 154 \text{ jam kerja} \end{aligned}$$

2) Waktu kerja hari Jumat = 6,5 jam kerja efektif Jumlah jam kerja

$$\begin{aligned} &= 4 \text{ hari kerja} \times 6,5 \text{ jam kerja} \\ &= 26 \text{ jam kerja} \end{aligned}$$

Total jam kerja 1 bulan adalah $154 + 28 = 180$ jam kerja

LAMPIRAN D

FAKTOR PENGEMBANGAN

Faktor pengembangan batu andesit adalah perbandingan antara volume batu andesit dalam keadaan alamiah (*bank*) dengan volume batu andesit dalam keadaan lepas (*loose*). Oleh karena itu perhitungan faktor pengembangan dapat dihitung berdasarkan densitas batu andesit dalam keadaan asli (*bank*) berdasarkan data yang dimiliki oleh perusahaan. Perhitungan faktor pengembangan adalah sebagai berikut:

Batuandesit

$$\text{Loose density} = 2,16 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Bank density} = 2,60 \text{ ton/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{SF} &= \frac{\text{loose density (ton / m}^3\text{)}}{\text{bankdensity (ton / m}^3\text{)}} \\ &= \frac{2,16 \text{ (ton / m}^3\text{)}}{2,60 \text{ (ton / m}^3\text{)}} \\ &= 0,83 \end{aligned}$$

LAMPIRAN E
FAKTOR PENGISIAN MANGKUK (*BUCKET FILL FACTOR*)

Pengukuran volume *bucket* dalam pemuatan material dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- a. Alat muat mengisi sampai penuh
- b. Material yang terambil kemudian ditumpahkan pada tong besi lalu di ukur volumenya.

Volume material lepas dalam sekali muat oleh *Excavator* dapat dinyatakan dengan rumus volume kerucut yaitu sebagai berikut :

$$V = (\pi \times r^2) \times T$$

Sedangkan faktor pengisian *bucket* dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut :

$$Fp = \frac{Vn}{Vd} \times 100\%$$

Dimana:

Fp = Faktor pengisian

Vn = Volume nyata alat muat, m³

Vb = Volume teoritis alat muat, m³

Tabel E.1
 Faktor Pengisian *Bucket Excavator Kobelco SK 200*

No	Volume Nyata (m3)	Volume Baku (m3)	Faktor pengisian (%)
1	0,73	0,90	81%
2	0,78	0,90	87%
3	0,79	0,90	88%
4	0,78	0,90	87%
5	0,74	0,90	82%
6	0,77	0,90	86%
7	0,77	0,90	86%
8	0,73	0,90	81%
9	0,72	0,90	80%
10	0,75	0,90	83%

Lanjutan Tabel E.1

No	Volume Nyata (m3)	Volume Baku (m3)	Faktor pengisian (%)
12	0,76	0,90	84%
13	0,76	0,90	84%
14	0,74	0,90	82%
15	0,75	0,90	83%
16	0,78	0,90	87%
17	0,79	0,90	88%
18	0,75	0,90	83%
19	0,76	0,90	84%
20	0,76	0,90	84%
21	0,73	0,90	81%
22	0,76	0,90	84%
23	0,77	0,90	86%
24	0,75	0,90	83%
25	0,74	0,90	82%
26	0,78	0,90	87%
27	0,79	0,90	88%
28	0,78	0,90	87%
29	0,76	0,90	84%
30	0,78	0,90	87%
rata-rata	0,76	0,90	84%

LAMPIRAN F

PERHITUNGAN GEOMETRI JALAN ANGKUT

F.1. Lebar Jalan Angkut

Semakin lebar jalan angkut maka lalu lintas pengangkutan akan semakin aman. Perhitungan lebar jalan angkut minimum yang dapat dilalui didasarkan pada lebar kendaraan Hino FM 160 TI

a. Lebar jalan angkut minimum pada jalan lurus

Berdasarkan spesifikasi teknis, *dump truck* Hino FM 160 TI lebar 2,3 meter sehingga lebar jalan angkut pada kondisi lurus adalah :

$$L(m) = n.Wt + (n + 1) (1/2.Wt)$$

Maka :

$$n = 2$$

$$Wt = 2,3$$

$$\begin{aligned} L(m) &= 2 \times 2,3 + (2 + 1) (1/2 \times 2,3) \\ &= 8,05 \approx 9 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi lebar jalan angkut minimum pada jalan lurus adalah 9 meter. Kenyataan dilapangan lebar jalan angkut untuk 2 jalur adalah 10 meter, sehingga lebar jalan angkut lurus yang ada saat ini sudah memenuhi syarat untuk dilalui alat angkut.

b. Lebar jalan pada tikungan

Jalan angkut pada area penambangan digunakan untuk 2 (dua) jalur, maka lebar minimum pada tikungan didasarkan pada lebar atau jarak jejak roda kendaraan, lebar tonjolan atau jantai *truck* bagian depan dan belakang pada saat membelok diperhitungkan pula jarak antar *truck* pada saat persimpangan serta jarak sisi luar *truck* ke tepi jalan. Persamaan yang digunakan adalah :

$$W_{min} = n (U + Fa + Fb + Z) + C$$

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

$$U = 2,03 \text{ meter.}$$

$$Fa = 1,93 \times \sin 30^\circ = 0,965 \text{ meter}$$

$$F_b = 2,13 \times \sin 30^\circ = 1,065 \text{ meter.}$$

Alat angkut yang digunakan adalah *dump truck* Hino FM 260 Ti

$$C = Z = \frac{(2,03 + 0,965 + 1,065) \text{ m}}{2} = 2,03 \text{ meter}$$

$$W_{\min} = 2 (2,03 + 0,965 + 1,065 + 2,03) \text{ m} + 2,03 \text{ m}$$

$$W_{\min} = 14,21 \text{ meter} \approx 15 \text{ meter}$$

Maka lebar jalan angkut minimum pada tikungan adalah 15 meter. Dari hasil pengukuran di lokasi penambangan, lebar jalan angkut pada tikungan berkisar antara 6,5-7,5 meter, sehingga lebar jalan pada tikungan saat ini belum memenuhi syarat untuk dilalui alat angkut terbesar

F.2. Jari-jari Tikungan

Kemampuan alat angkut berjalan untuk melewati tikungan kecepatannya terbatas, maka dalam pembuatan tikungan harus memperhatikan besarnya jari-jari jalan tikungan, kecepatan laju *truck* dan *superelevasi* jalan tikungan. Dalam pembuatan jalan menikung, jari-jari tikungan harus dibuat lebih besar dari jari-jari lintasan alat angkut atau minimal sama. Jari-jari tikungan jalan angkut juga harus memenuhi keselamatan kerja di tambang atau memenuhi faktor keamanan yaitu jarak pandang bagi pengemudi di tikungan, baik horizontal maupun vertikal terhadap kedudukan suatu penghalang pada jalan tersebut yang diukur dari mata pengemudi. Besarnya jari-jari tikungan minimum pada jalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{v^2}{127 (e + f)}$$

Keterangan:

v = Kecepatan *truck*, 9,95 km/jam (kecepatan rata-rata).

R = jari-jari tikungan, meter.

e = *superelevasi*, meter/meter.

f = koefisien gesek melintang, untuk kecepatan ≤ 80 km/jam.

f = $-0.00065 v + 0,192$.

$$= -0.00065 (9,95) + 0,192 = 0,186$$

$$= \frac{(9,95)^2}{127 (0,04 + 0,186)}$$

$$= 3,45 \text{ meter}$$

F.3. Superelevasi

Superelevasi merupakan kemiringan jalan pada tikungan yang terbentuk oleh batas antara tepi jalan terluar dengan tepi jalan terdalam karena perbedaan ketinggian. Besarnya angka *superelevasi* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$e + f = \frac{v^2}{127 \times R}$$

$$e + 0,186 = \frac{(9,95)^2}{127 \times 3,45}$$

$$e = 0,04\text{m/m}$$

$$e = 40\text{mm/m}$$

F.4. Kemiringan Jalan Angkut

Kemiringan atau *grade* jalan angkut merupakan satu Faktor penting yang harus diamati secara detail dalam kegiatan kajian terhadap kondisi jalan tambang tersebut. Hal ini dikarenakan kemiringan jalan angkut berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut, baik dari pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan. Dimana untuk angka dari beda tinggi antara titik satu dan titik satunya diambil dari elevasi kontur peta. Untuk mengetahui beda tinggi dapat digunakan rumus berikut :

$$\text{Grade (\%)} = \frac{\text{Beda tinggi}}{\text{Jarak}} \times 100\%$$

LAMPIRAN G

WAKTU EDAR ALAT MUAT

Waktu edar (*cycle time*) alat muat dihitung dengan cara memperhatikan pola gerak dari alat-alat mekanis. Waktu edar (*cycle time*) alat muat dapat dirumuskan sebagai berikut

$$CT_m = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4}$$

Dimana,

CT_m = Waktu edar alat muat , menit

T_{m1} = Waktu menggali batuandesit, detik

T_{m2} = Waktu berputar dengan *bucket* terisi penuh, detik

T_{m3} = Waktu menumpahkan muatan , detik

T_{m4} = Waktu berputar dengan *bucket* kosong , detik

Tabel H.1
Waktu Edar Alat Muat *Kobelco SK200*

No	Menggali (Detik)	Berputar Isi (Detik)	Penumpahan (Detik)	Berputar Kosong (Detik)	Waktu Edar (Detik)
1	8	7	4	6	25
2	5	6	3	5	19
3	5	5	4	5	19
4	11	6	4	5	26
5	4	7	4	6	21
6	5	7	5	6	23
7	5	8	5	7	25
8	8	5	5	6	24
9	5	6	5	6	22
10	5	6	4	6	21
11	6	5	5	5	21
12	11	6	4	5	26
13	5	6	5	4	20
14	10	5	5	4	24
15	12	4	6	4	26

Lanjutan Tabel H.1

No	Menggali (Detik)	Berputar Isi (Detik)	Penumpahan (Detik)	Berputar Kosong (Detik)	Waktu Edar (Detik)
17	5	5	6	6	22
18	10	6	5	6	27
19	6	6	6	6	24
20	6	5	6	6	23
21	11	5	5	5	26
22	5	4	4	5	18
23	5	5	5	5	20
24	6	5	5	5	21
25	7	6	5	5	23
26	5	4	4	6	19
27	8	6	5	5	24
28	6	6	5	6	23
29	9	5	5	6	25
30	5	5	4	5	19
rata-rata	6,8	5,6	4,8	5,4	22,6

Berdasarkan pengamatan di lapangan didapatkan waktu edar alat muat

Excavator Kobelco SK200 :

Waktu menggali = 6,8 detik

Waktu *swing* isi = 5,6 detik

Waktu penumpahan material = 4,8 detik

Waktu *swing* kosong = 5,4 detik

Total waktu edar = (6,8 + 5,6 + 4,8 + 5,4) detik

= 22,6 detik

= 0,38 menit

Waktu pengisian DT hingga penuh = 23 detik x 13 pemuatan

= 299 detik

= 5 menit

Berdasarkan data pengamatan di lapangan, maka nilai waktu edar alat muat *Excavator* Kobelco SK200 adalah 0,38 menit dan memerlukan waktu 5 menit untuk mengisi truk hingga penuh.

LAMPIRAN H

WAKTU EDAR ALAT ANGKUT (DUMP TRUCK)

Waktu edar (*cycle time*) alat angkut di hitung dengan cara memperhatikan pola gerak dari alat angkut tersebut. Waktu edar alat angkut dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$C_{ta} = Ta_1 + Ta_2 + Ta_3 + Ta_4 + Ta_5 + Ta_6$$

Keterangan :

- Cta = Waktu edar alat angkut , detik
- Ta1 = Waktu mengambil posisi untuk dimuati , detik
- Ta2 = Waktu diisi muatan , detik
- Ta3 = Waktu mengangkut muatan , detik
- Ta4 = Waktu mengambil posisi untuk penumpahan , detik
- Ta5 = Waktu pengosongan muatan (dumping), detik
- Ta6 = Waktu kembali kosong, detik

Tabel G.1
Waktu Edar Alat Angkut

No	Ta1 (detik)	Ta2 (detik)	Ta3 (detik)	Ta4 (detik)	Ta5 (detik)	Ta6 (detik)	Cicycle Time
1	128	382	204	29	38	92	873
2	85	362	213	41	43	99	843
3	90	323	207	53	60	92	825
4	110	337	215	46	57	88	853
5	100	282	227	61	57	93	820
6	99	281	236	48	62	107	833
7	147	276	257	82	75	125	962
8	118	274	224	46	53	129	844
9	84	280	232	60	69	100	825
10	61	295	245	77	69	107	854
11	77	353	257	33	64	107	891
12	54	247	228	30	65	134	758
13	48	263	245	39	69	96	760
14	63	333	226	26	67	137	852
15	83	357	234	39	55	118	886

Lanjutan Tabel G.1

No	Ta1 (detik)	Ta2 (detik)	Ta3 (detik)	Ta4 (detik)	Ta5 (detik)	Ta6 (detik)	Cicycle Time
17	59	270	239	34	45	116	763
18	132	328	257	34	60	129	940
19	58	240	230	33	57	103	721
20	78	230	237	66	60	104	775
21	80	283	231	30	51	115	790
22	66	346	229	30	64	98	833
23	80	355	220	30	43	101	829
24	65	263	222	30	52	117	749
25	84	255	250	37	67	98	791
26	66	374	219	33	79	109	880
27	69	272	228	65	73	107	814
28	122	324	230	58	45	147	926
29	45	316	237	38	40	113	789
30	123	344	211	35	58	166	937
rata- rata	84,8	306,6	230,6	43,3	58,9	112,7	836,9

Berdasarkan pengamatan di lapangan didapatkan waktu edar alat angkut *dump truck*

Hino FM 260 Ti :

Waktu mengatur posisi dimuati = 84,8 detik.

Waktu diisi muatan = 306,6 detik.

Waktu mengangkut muatan = 230,6 detik.

Waktu mengatur posisi *dumping* = 43,3 detik.

Waktu menumpahkan muatan = 58,9 detik.

Waktu kembali kosong = 112,7 detik.

Total waktu edar = (84,8 + 306,6 + 230,6 + 43,3 + 58,9 + 112,7)

= 836,9 detik.

= 13,95 menit.

Berdasarkan data pengamatan di lapangan, maka nilai waktu edar alat angkut *dumpruck* Hino FM 260 Ti adalah 13,95 menit.

LAMPIRAN I
DATA WAKTU HAMBATAN PADA ALAT MEKANIS

Tabel I.1
Hambatan Kerja Yang Dapat di Hindari Alat Muat Kobelco SK200

No	Terlambat datang karyawan (menit)	Istirahat lebih awal (menit)	Terlambat kerja setelah istirahat (menit)	Berhenti sebelum akhir kerja (menit)	Keperluan operator (menit)
1	4	10	7	10	14
2	5	9	9	15	15
3	4	12	6	10	18
4	6	11	6	9	20
5	6	9	5	15	15
6	5	9	7	15	13
7	7	10	7	10	16
8	4	12	5	15	17
9	6	10	6	12	14
10	7	11	5	11	19
11	5	12	9	15	15
12	4	11	9	12	17
13	6	9	6	13	18
14	4	9	5	12	14
15	4	10	7	10	13
Rata2	5,13	10,27	6,60	12,27	15,87

Tabel I.2
Hambatan Kerja Yang Tidak Dapat di Hindari Alat Muat Kobelco SK200

No	Gangguan cuaca (menit)	Pengisian bahan bakar (menit)	<i>Stand by wait material loosening</i> (menit)	Pemeriksaan dan pemanasan alat (menit)	Kerusakan dan perbaikan alat di tempat (menit)
1	0	10	30	14	26
2	0	12	28	14	10
3	0	10	29	16	0
4	0	9	33	15	0
5	0	11	35	13	40
6	0	11	30	13	0
7	90	9	13	15	16
8	0	12	29	16	0
9	0	10	32	13	36
10	0	11	31	14	0
11	0	12	29	14	0
12	0	9	34	15	32
13	120	10	23	13	18
14	0	12	27	16	0
15	0	12	36	16	28
Rata2	14	10,67	29,27	14,47	13,73

Tabel I.3
Hambatan Kerja Yang Dapat di Hindari Alat Angkut Hino FM 260 Ti

No	Terlambat datang karyawan (menit)	Istirahat lebih awal (menit)	Terlambat kerja setelah istirahat (menit)	Berhenti sebelum akhir kerja (menit)	Keperluan operator (menit)
1	6	12	10	8	18
2	7	10	10	8	16
3	5	15	8	14	15
4	5	8	7	11	16
5	8	6	7	14	17
6	7	12	9	14	15
7	6	10	10	12	21
8	6	6	8	12	17
9	7	8	10	8	18
10	5	13	8	11	19
11	8	9	7	13	17
12	8	11	8	12	16
13	6	11	7	8	20
14	7	13	9	9	20
15	5	12	8	10	19
Rata2	6,40	10,40	8,40	10,93	17,60

Tabel I.4
Hambatan Kerja Yang Tidak Dapat di Hindari Alat Angkut Hino Fm 260 Ti

No	Gangguan cuaca (menit)	Pengisian bahan bakar (menit)	<i>Stand by wait material loosening</i> (menit)	Pemeriksaan dan pemanasan alat (menit)	Kerusakan dan perbaikan alat di tempat (menit)
1	0	35	22	9	0
2	0	0	14	8	0
3	0	0	15	9	0
4	0	37	30	10	0
5	0	0	11	7	0
6	0	0	12	9	0
7	90	34	19	10	0
8	0	0	24	7	0
9	0	0	14	8	0
10	0	29	18	8	0
11	0	0	20	10	0
12	0	0	22	7	0
13	120	34	16	9	0
14	0	0	28	8	0
15	0	0	31	10	0
Rata2	14	11,27	19,73	8,60	0

LAMPIRAN J

WAKTU KERJA EFEKTIF

J.1. Perhitungan Waktu Kerja Efektif Per Hari

Waktu kerja efektif adalah banyaknya waktu tersedia dikurangi jumlah waktu hambatan-hambatan, baik hambatan yang dapat dihindari maupun hambatan yang tidak dapat dihindari. Waktu kerja efektif dari alat muat *Excavator* Kobelco SK 200 dan alat angkut *dumptruck* Hino FM 260 Ti dapat dilihat pada tabel I.1.

Tabel J.1
Hambatan kerja alat muat dan alat angkut perhari

JENIS ALAT	ALAT MUAT (menit)	ALAT ANGKUT (menit)
WAKTU YANG TERSEDIA	415,2	415,2
Hambatan Yang Dapat di Hindari		
Keterlambatan Datang Karyawan	5,13	6,40
Istirahat Lebih Awal	10,27	10,40
Terlambat Kerja Setelah Istirahat	6,60	8,40
Berhenti Sebelum Akhir Kerja	12,27	10,93
Keperluan Operator	15,87	17,60
JUMLAH	50,14	53,73
Hambatan Yang Tidak Dapat Dihindari		
Gangguan Cuaca	14,00	14,00
Pengisian Bahan Bakar	10,67	11,27
<i>Stand by wait material loosening</i>	29,27	19,73
Pemeriksaan dan pemanasan alat	14,47	8,60
Kerusakan dan perbaikan alat ditempat	13,73	0
JUMLAH	82,14	53,60
WAKTU KERJA EFEKTIF	282,92	307,87
WAKTU KERJA EFEKTIF (JAM)	4,72	5,13

Nilai waktu kerja efektif dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$W_e = W_t - (W_{td} + W_{hd})$$

Keterangan :

W_e = Waktu kerja efektif, menit.

W_t = Waktu Kerja yang tersedia, menit.

W_{td} = Waktu hambatan yang tidak dapat dihindari, menit.

W_{hd} = Waktu hambatan yang dapat dihindari, menit.

a. Waktu kerja efektif alat muat

Waktu kerja efektif *Excavator* Kobelco SK200

$$\begin{aligned} We &= 415,2 \text{ menit/hari} - (50,14 \text{ menit/hari} + 82,14 \text{ menit/hari}) \\ &= 282,92 \text{ menit/hari} \\ &= 4,72 \text{ jam/hari} \end{aligned}$$

b. Waktu kerja efektif alat angkut

Waktu kerja efektif *dump truck* Hino FM 200 Ti

$$\begin{aligned} We &= 415,2 \text{ menit/hari} - (53,73 \text{ menit/hari} + 53,60 \text{ menit/hari}) \\ &= 307,87 \text{ menit/hari} \\ &= 5,13 \text{ jam/hari} \end{aligned}$$

J.2. Efisiensi Kerja

Perhitungan efisiensi kerja alat mekanis didasarkan pada pengamatan terhadap waktu kerja yang tersedia dan keseluruhan waktu hambatan yang dialami selama beroperasi tiap harinya. Faktor manusia yang menggerakkan alat-alat sangat sukar ditentukan efisiensinya secara tepat karena selalu berubah-ubah dari hari kehari dan dipengaruhi oleh keadaan cuaca, keadaan alat dan kondisi kerja secara keseluruhan.

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

$$\text{Efisiensi Kerja (EK)} = \frac{We}{Wt} \times 100\%$$

a. Efisiensi kerja alat muat

Efisiensi kerja *Excavator* Kobelco SK200

$$EK = \frac{4,72}{6,92} \times 100\% = 68,20\%$$

b. Efisiensi kerja alat Angkut

Efisiensi kerja alat angkut *dump truck* Hino FM 200 Ti

$$EK = \frac{5,13}{6,92} \times 100\% = 74,13\%$$

LAMPIRAN K

PRODUKSI ALAT MUAT

Kemampuan produksi alat muat adalah besarnya produksi yang dapat dicapai dengan kenyataan kerja alat muat berdasarkan kondisi yang dicapai saat ini. Dari data-data yang diperoleh di lapangan dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P_{tm} = \frac{60}{C_{tm}} \times C_b \times BFF \times E_k \times SF \text{ (BCM / jam)}$$

Dari pengamatan dan pengukuran di lapangan didapatkan produksi alat muat (*Excavator*) adalah sebagai berikut :

Produksi *Excavator* Kobelco SK200

Waktu edar alat muat sekali pemuatan (C_{tm}) = 0,38 menit (Lampiran G)

Kapasitas *bucket* (C_b) = 0,9 m³ (Lampiran B)

Faktor pengisian *bucket* (BFF) = 84 % (Lampiran E)

Efisiensi kerja (E_k) = 68,20 % (Lampiran J)

Swell Factor (SF) = 0,83 (Lampiran D)

$$\begin{aligned} P_{tm} &= \frac{60}{C_{tm}} \times C_b \times BFF \times E_k \times SF \\ &= \frac{60}{0,38} \times 0,9 \times 84\% \times 68,20\% \times 0,83 \\ &= 67,5697 \text{ BCM / jam} \times 2,16 \text{ ton/ m}^3 \\ &= 145,95 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

Waktu kerja efektif alat muat adalah 4,72 jam/hari

$$\begin{aligned} P_{tm} &= \text{produksi per jam} \times \text{jam kerja perhari} \\ &= 145,95 \text{ ton/jam} \times 4,72 \text{ jam/hari} = 688,884 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

Waktu kerja efektif alat muat adalah 26 hari dalam satu bulan. Jadi, total produksi batu andesit sebesar :

$$\begin{aligned} P_{tm} &= \text{produksi per hari} \times 26 \text{ hari/bulan} \\ &= 688,884 \text{ ton/hari} \times 26 \text{ hari/bulan} = 17.910,984 \text{ ton/bulan} \end{aligned}$$

LAMPIRAN L

PRODUKSI ALAT ANGKUT

Kemampuan produksi nyata alat angkut (*dump truck*) Hino FM 260 Ti dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P_{ta} = \frac{60}{C_{ta}} n \times C_b \times BFF \times E_k \times SF, \text{ (BCM / jam)}$$

Dari pengamatan dan pengukuran di lapangan didapatkan produksi *dump truck* Hino FM 260 Ti adalah sebagai berikut :

Produksi *dump truck* Hino FM 260 Ti

Waktu edar *dump truck* sekali pengangkutan (C_{ta}) = 13,95 menit (Lampiran H)

Kapasitas *bucket* alat muat (C_b) = 0,9 m³ (Lampiran B)

Jumlah pengisian alat muat (n) = 13

Fill factor (BFF) = 84 % (Lampiran E)

Swell Factor (SF) = 0,83 (Lampiran D)

Efisiensi kerja (E_k) = 74,13 % (Lampiran J)

$$\begin{aligned} P_{ta} &= \frac{60}{C_{ta}} n \times C_b \times BFF \times E_k \times SF \\ &= \frac{60}{13,95} 13 \times 0,9 \times 84\% \times 74,13\% \times 0,83 \\ &= 26,01 \text{ BCM/Jam} \times 2,16 \text{ ton/ m}^3 \\ &= 56,18 \text{ ton/ jam} \end{aligned}$$

Maka produksi 1 alat angkut *dump truck* Hino FM 200 Ti dalam 1 jam

Waktu kerja efektif alat angkut adalah 5,13 jam/hari

P_a = produksi per jam x jam kerja perhari

$$= 56,18 \text{ ton/jam} \times 5,13 \text{ jam/hari} = 288,19 \text{ ton/hari}$$

Waktu kerja efektif alat angkut adalah 26 hari dalam satu bulan. Jadi, total produksi batu andesit sebesar :

P_a = produksi per hari x 26 hari/bulan

$$= 288,19 \text{ ton/hari} \times 26 \text{ hari/bulan} = 7.493,05 \text{ ton/bulan}$$

LAMPIRAN M

**PERHITUNGAN FAKTOR KESERASIAN KERJA ALAT
MUAT DAN ALAT ANGKUT**

Nilai keserasian kerja (*Match Factor*) dari rangkaian alat angkut dan alat muat dapat diketahui menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$MF = \frac{CTm \times Na}{Cta \times Nm}$$

Perhitungan faktor keserasian Kerja 1 unit *Excavator* Kobelco SK 200 dengan 1 unit *Dump Truck* Hino FM 260 Ti adalah sebagai berikut.

Diketahui :

$$Na = 1 \text{ unit}$$

$$Nm = 1 \text{ unit}$$

$$Cta = 13,95 \text{ menit (Lampiran J)}$$

$$N = 14$$

$$Ctm = 0,38 \text{ menit (Lampiran I)}$$

$$CTm = 13 \times 0,38$$

$$= 4,94 \text{ menit}$$

$$MF = \frac{CTm \times Na}{Cta \times Nm}$$

$$= \frac{4,94 \times 1}{13,95 \times 1}$$

$$= 0,35$$

Karena nilai $MF < 1$, maka faktor kerja alat muat (*Excavator*) kurang dari 100%, yang berarti ada waktu tunggu dari alat muat tersebut.

Waktu tunggu untuk *Excavator* Kobelco SK 200 :

$$Wta = \frac{Cta \times Nm}{Na} - CTm$$

$$= \frac{13,95 \times 1}{1} - 4,94$$

$$= 9,01 \text{ menit}$$

Jika diinginkan nilai $MF = 1$, maka jumlah alat angkut yang digunakan :

$$MF = \frac{CTm \times Na}{Cta \times Nm}$$

$$1 = \frac{4,94 \times Na}{13,95 \times 1}$$

$Na = 2,82 \approx 3$ alat angkut (pembulatan ke atas).

Jadi harus ada penambahan alat angkut sebanyak 3 unit agar nilai $MF = 1$.

LAMPIRAN N

KEMAMPUAN TANJAK TRUK

Berdasarkan data spesifikasi *Dump Truck* Hino FM 260 Ti diketahui:

Berat kosong = 14 Ton

Berat bermuatan = Berat Kosong + muatan
 = 14 ton + (10,58 m³ x 2,16 ton/m³)
 = 37 ton

Tenaga = 260 HP

1. *Rimpull* yang tersedia

Besarnya *rimpull* yang tersedia pada truk dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Rimpull = \frac{375 \times HP \times \text{Effisiensi Alat}}{\text{Kecepatan}}$$

Diketahui bahwa kecepatan maksimum yang tersedia pada gear C dengan efisiensi mekanis 80% adalah 3,2 mph, maka:

$$Rimpull = \frac{375 \times 260 \times 80\%}{3,2}$$

$$= 24.375 \text{ lb}$$

Tabel O.1
Kecepatan dan Rimpull yang tersedia

Gear	Kecepatan (mph)	Eff Mekanis	Rimpull (lb)
C	3,2	80%	24.375 lb
1	6,05	80%	12.892,56 lb
2	8,5	80%	9.176,47 lb
3	11,5	80%	6.782,61 lb
4	15,55	80%	5.016,10 lb
5	21,30	80%	3.661,97 lb
6	29,91	80%	2.607,82 lb
7	40,52	80%	1.924,98 lb
8	54,09	80%	1.442,04 lb

2. *Rimpull* yang diperlukan

Untuk mengetahui kemampuan tanjak *Dump Truk* Hino FM 260 Ti dapat dihitung sebagai berikut:

a. Saat *Dump Truk* bermuatan

- Rimpull untuk mengatasi tanjakan (missal grade = a%)

$$\text{Rimpull} = W \times Dt \times K$$

$$\text{Rimpull} = 37 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton} \times a\% \text{ grade} = (740 \times a\% \text{ grade}) \text{ lb}$$

- Rimpull untuk mengatasi tahanan gulir (Rolling Resistance)

$$\text{Rimpull} = W \times Dr$$

$$\text{Rimpull} = 37 \text{ ton} \times 100 \text{ lb/ton} = 3.700 \text{ lb}$$

- Rimpull untuk mengatasi percepatan

$$\text{Rimpull} = W \times Dt$$

$$\text{Rimpull} = 37 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton} = 740 \text{ lb}$$

- Total rimpull yang diperlukan = $(740 \times a\%) \text{ lb} + 4.440 \text{ lb}$

Agar dump truk mampu bergerak, jumlah rimpull yang diperlukan harus lebih kecil atau sama dengan jumlah rimpull yang tersedia. Keadaan tersebut akan terjadi bila tanjakan (a%) jalan angkut sebesar:

$$(740 \times a\%) \text{ lb} + 4.800 \text{ lb} = 24.375 \text{ lb}$$

$$740 \times a\% = 24.375 \text{ lb} - 4.440 \text{ lb}$$

$$740 \times a\% = 19.935 \text{ lb}$$

$$a\% = 27 \%$$

Tanjakan yang mampu diatasi oleh *Dump Truck* Hino FM 260 Ti pada saat bermuatan adalah 27%

Kemampuan saat bermuatan pada grade 14,3%

$$\begin{aligned} (740 \times 14,3 \%) \text{ lb} + 4.800 \text{ lb} &= 10.582 \text{ lb} + 4.800 \text{ lb} \\ &= 15.382 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\text{Rimpull} = \frac{375 \times 260 \times 80\%}{\text{Kecepatan}}$$

$$15.382 \text{ lb} = \frac{375 \times 260 \times 80\%}{\text{Kecepatan}}$$

$$\text{Kecepatan} = \frac{375 \times 260 \times 80\%}{15.382 \text{ lb}}$$

$$\text{Kecepatan} = 5,01 \text{ mph} = 8,01 \text{ km/jam (gear 1)}$$

Maka kecepatan saat melewati grade tertinggi pada saat *Dump Truck* bermuatan sebesar 8,01 km/jam

b. Saat tidak bermuatan

- Rimpull untuk mengatasi tanjakan (missal grade = a%)

$$\text{Rimpull} = W \times Dt \times K$$

$$\text{Rimpull} = 14 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton} \times a\% \text{ grade} = (280 \times a\% \text{ grade}) \text{ lb}$$

- Rimpull untuk mengatasi tahanan gulir (Rolling Resistance)

$$\text{Rimpull} = W \times Dr$$

$$\text{Rimpull} = 14 \text{ ton} \times 100 \text{ lb/ton} = 1.400 \text{ lb}$$

- Rimpull untuk mengatasi percepatan

$$\text{Rimpull} = W \times Dt$$

$$\text{Rimpull} = 14 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton} = 280 \text{ lb}$$

- Total rimpull yang diperlukan = $(280 \times a\%) \text{ lb} + 1.680 \text{ lb}$

Agar dump truk mampu bergerak, jumlah rimpull yang diperlukan harus lebih kecil atau sama dengan jumlah rimpull yang tersedia. Keadaan tersebut akan terjadi bila tanjakan (a%) jalan angkut sebesar:

$$(280 \times a\%) \text{ lb} + 1.680 \text{ lb} = 24.375 \text{ lb}$$

$$280 \times a\% = 24.375 \text{ lb} - 1.680 \text{ lb}$$

$$280 \times a\% = 22.695 \text{ lb}$$

$$a\% = 81 \%$$

Tanjakan yang mampu diatasi oleh *Dump Truck* Hino FM 260 Ti pada saat tidak bermuatan adalah 81%

Kemampuan saat tidak bermuatan pada grade 5%

$$(280 \times 5\%) \text{ lb} + 1.680 \text{ lb} = 1.400 \text{ lb} + 1.680 \text{ lb}$$

$$= 3.080 \text{ lb}$$

$$\text{Rimpull} = \frac{375 \times 260 \times 80\%}{\text{Kecepatan}}$$

$$3.080 \text{ lb} = \frac{375 \times 260 \times 80\%}{\text{Kecepatan}}$$

$$\text{Kecepatan} = \frac{375 \times 260 \times 80\%}{3.080 \text{ lb}}$$

$$\text{Kecepatan} = 25,3 \text{ mph} = 40,7 \text{ km/jam (gear 6)}$$

LAMPIRAN O

**PERBAIKAN WAKTU EDAR ALAT ANGKUT DAN
PENAMBAHAN JUMLAH CURAH**

O.1. Peningkatan Kecepatan *Dump Truck* Hino FM 260 Ti.

Kecepatan alat angkut saat mengangkut bahan galian dan saat kembali kosong ke *loading point* berpengaruh terhadap produksi alat angkut. Berdasarkan SOP perusahaan untuk kecepatan alat angkut adalah 25 km/jam, saat ini kecepatan alat angkut di perusahaan masih di bawah SOP yang ada. Oleh karena itu, kecepatan alat angkut masih bisa ditingkatkan, untuk meningkatkan produksi dari alat angkut.

Tabel O.1

Kecepatan Alat Angkut Tiap Segmen Sebelum Perbaikan

Segmen	Jarak	Beda Elevasi	Lebar Jalan	Kemiringan	Kecepatan Saat Terisi	Kecepatan Saat Kosong
	(m)	(m)	(m)	%	Km/jam	Km/jam
(A-B)	99	-5	11,6	-5	9	12
(B-C)	58	+4	9,2	6,9	8	19
(C-D)	97	+8	9,4	8,2	8	17
(D-E)	91	+13	7,6	14,3	4	11
(E-F)	75	+10	11,3	13,3	4	9
				Rata-rata	7	14

O.2. Waktu Edar *Dump Truck* Hino FM 260 Ti Setelah Peningkatan Kecepatan.

Tabel O.2

Kecepatan Alat Angkut Tiap Segmen Setelah Perbaikan

Segmen	Jarak	Beda Elevasi	Lebar Jalan	Kemiringan	Kecepatan Saat Terisi	Kecepatan Saat Kosong
	(m)	(m)	(m)	%	Km/jam	Km/jam
(A-B)	99	-5	11,6	-5	12	22
(B-C)	58	+4	9,2	6,9	15	25
(C-D)	97	+8	9,4	8,2	12	24
(D-E)	91	+13	7,6	14,3	6	16
(E-F)	75	+10	11,3	13,3	6	13
				Rata-rata	10	20

Kecepatan alat angkut saat bermuatan

Jarak tempuh : 421,86 meter

Kecepatan : 10 km/jam

Waktu tempuh = $0,422 \text{ km} / 10 \text{ km/jam}$
= 0,0422 jam
= 151,9 detik

Kecepatan alat angkut saat kembali kosong

Jarak tempuh : 421,86 meter

Kecepatan : 20 km/jam

Waktu tempuh = $0,422 \text{ km} / 20 \text{ km/jam}$
= 0,0211 jam
= 76 detik

Jadi waktu edar alat angkut *dump truck* Hino FM 260 Ti adalah :

Waktu mengatur posisi dimuati = 84,8 detik.

Waktu diisi muatan = 306,6 detik.

Waktu mengangkut muatan = 151,9 detik

Waktu mengatur posisi *dumping* = 43,3 detik.

Waktu menumpahkan muatan = 58,9 detik.

Waktu kembali kosong = 76 detik

Total waktu edar = $(84,8 + 306,6 + 151,9 + 43,3 + 58,9 + 76)$
= 708,2 detik.
= 11,8 menit.

O.3. Penambahan Jumlah Curah

Banyak nya jumlah curah *bucket* sangat berpengaruh terhadap produksi alat angkut. Kapasitas dari bak alat angkut untuk saat ini baru terisi sekitar 9 m³ dari kapasitas bak alat angkut yang seharusnya sebesar 25 m³. Sehingga bak alat angkut masih bisa di isi lebih banyak material dengan cara menambah jumlah curah bucket yang masuk ke dalam bak alat angkut. Diharapkan setelah penambahan jumlah curah bucket, produksi *dump truck* dapat tercapai.

Kapasitas alat angkut saat ini

Jumlah curah (n) : 13

Kapasitas bucket (Cb): 0,9

Bucket fill factor (BFF): 84%

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas bak} &= 13 \times 0,9 \times 84\% \\ &= 9,83 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Kapasitas alat angkut setelah penambahan curah bucket

Jumlah curah (n) : 14

Kapasitas bucket (Cb): 0,9

Bucket fill factor (BFF): 84%

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas bak} &= 14 \times 0,9 \times 84\% \\ &= 10,58 \text{ m}^3\end{aligned}$$

O.4. Waktu Edar Dump Truck Hino FM 260 Ti Setelah Penambahan Jumlah Curah

Waktu edar alat muat *Excavator* Kobelco SK200 :

$$\begin{aligned}\text{Waktu menggali} &= 6,8 \text{ detik} \\ \text{Waktu } \textit{swing} \text{ isi} &= 5,6 \text{ detik} \\ \text{Waktu penumpahan material} &= 4,8 \text{ detik} \\ \text{Waktu } \textit{swing} \text{ kosong} &= 5,4 \text{ detik} \\ \text{Total waktu edar} &= (6,8 + 5,6 + 4,8 + 5,4) \text{ detik} \\ &= 22,6 \text{ detik} \\ &= 0,38 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu pengisian DT hingga penuh} &= 23 \text{ detik} \times 14 \text{ pemuatan} \\ &= 322 \text{ detik} \\ &= 5,37 \text{ menit}\end{aligned}$$

Waktu edar alat angkut *dump truck* Hino FM 260 Ti setelah penambahan curah bucket :

$$\begin{aligned}\text{Waktu mengatur posisi dimuati} &= 84,8 \text{ detik.} \\ \text{Waktu diisi muatan} &= 322 \text{ detik.} \\ \text{Waktu mengangkut muatan} &= 151,9 \text{ detik} \\ \text{Waktu mengatur posisi } \textit{dumping} &= 43,3 \text{ detik.} \\ \text{Waktu menumpahkan muatan} &= 58,9 \text{ detik.} \\ \text{Waktu kembali kosong} &= 76 \text{ detik} \\ \text{Total waktu edar} &= (84,8 + 322 + 151,9 + 43,3 + 58,9 + 76) \\ &= 723,6 \text{ detik} = 12,06 \text{ menit.}\end{aligned}$$

LAMPIRAN P

PRODUKSI ALAT ANGKUT SETELAH PERBAIKAN WAKTU EDAR DAN PENAMBAHAN JUMLAH CURAH

Kemampuan produksi nyata alat angkut (*dump truck*) Hino FM 260 Ti dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P_{ta} = \frac{60}{C_{ta}} n \times C_b \times BFF \times E_f \times SF$$

Dari pengamatan dan pengukuran di lapangan didapatkan produksi *dump truck* Hino FM 260 Ti adalah sebagai berikut :

Produksi *dump truck* Hino FM 260 Ti

Waktu edar *dump truck* sekali pengangkutan (C_{ta}) = 12,06 menit (Lampiran H)

Kapasitas *bucket* alat muat (C_b) = 0,9 m³ (Lampiran B)

Jumlah pengisian alat muat (n) = 14

Fill factor (BFF) = 84 % (Lampiran E)

Swell factor (SF) = 0,83 ton/m³ (Lampiran D)

Efisiensi kerja (E_k) = 74,13 % (Lampiran J)

$$P_{ta} = \frac{60}{C_{ta}} n \times C_b \times BFF \times E_f \times SF$$

$$P_{ta} = \frac{60}{12,06} 14 \times 0,9 \times 84\% \times 74,13\% \times 0,83$$

$$= 32,39 \text{ BCM/Jam} \times 2,16 \text{ ton/m}^3$$

$$= 69,98 \text{ ton/jam}$$

Maka produksi 1 alat angkut *dump truck* Hino FM 200 Ti dalam 1 jam

Waktu kerja efektif alat angkut adalah 5,13 jam/hari

P_a = produksi per jam x jam kerja perhari

$$= 69,98 \text{ ton/jam} \times 5,13 \text{ jam/hari}$$

$$= 359,01 \text{ ton/hari}$$

Waktu kerja efektif alat angkut adalah 26 hari dalam satu bulan. Jadi, total produksi batu andesit sebesar :

P_a = produksi per hari x 26 hari/bulan

$$\begin{aligned} &= 359,01 \text{ ton/hari} \times 26 \text{ hari/bulan} \\ &= 9.334,05 \text{ ton/bulan} \end{aligned}$$

LAMPIRAN Q
PERHITUNGAN FAKTOR KESERASIAN KERJA ALAT
MUAT DAN ALAT ANGKUT SETELAH PERBAIKAN

Nilai keserasian kerja (*Match Factor*) dari rangkaian alat angkut dan alat muat dapat diketahui menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$MF = \frac{CTm \times Na}{Cta \times Nm}$$

Perhitungan faktor keserasian Kerja 1 unit *Excavator* Kobelco SK 200 dengan 1 unit *Dump Truck* Hino FM 260 Ti setelah perbaikan adalah sebagai berikut.

Diketahui :

$$Na = 1 \text{ unit}$$

$$Nm = 1 \text{ unit}$$

$$Cta = 12,06 \text{ menit (Lampiran J)}$$

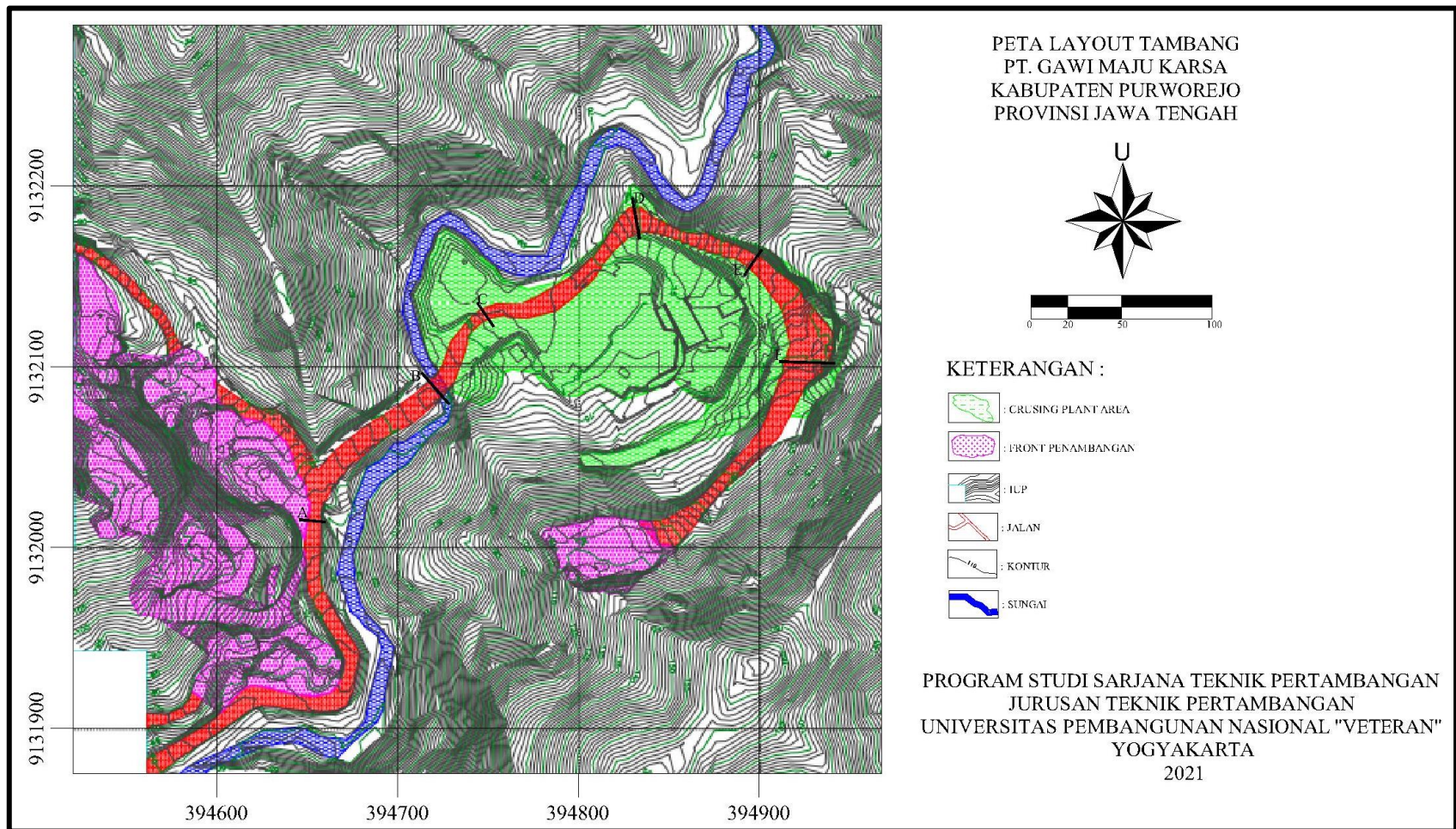
$$N = 14$$

$$Ctm = 0,38 \text{ menit (Lampiran I)}$$

$$CTm = 14 \times 0,38 \\ = 5,32 \text{ menit}$$

$$MF = \frac{CTm \times Na}{Cta \times Nm} \\ = \frac{5,32 \times 1}{12,06 \times 1} \\ = 0,44$$

LAMPIRAN R
PETA *LAYOUT* TAMBANG



Gambar R.1
Peta *Layout* Tambang