

**EVALUASI JALAN ANGKUT SILIKA PADA PENAMBANGAN
SILIKA BUKIT KARANG PUTIH, PT SEMEN PADANG,
SUMATERA BARAT**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik Pertambangan*



Oleh:

Putri Cahya Kurniati

BP/NIM. 2015/15137098

Konsentrasi : Pertambangan Umum
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2017

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

JUDUL : Evaluasi Jalan Angkut Pada Penambangan Silika Bukit Karang
Putih, PT Semen Padang, Sumatera Barat
Nama : Putri Cahya Kurniati
NIM/ BP : 15137098/2015
Program Studi : SI Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, 3 Juli 2017

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing I



Dedi Yulhendra, S.T., M.T
NIP. 19800915 200501 1 005

Pembimbing II



Heri Prabowo, S.T., M.T
NIP.19781014 200312 1 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Fakultas Teknik Pertambangan



Drs. Raimon Kopa, M.T
NIP. 19580313 198303 1 001

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Putri Cahya Kurniati

NIM : 15137098

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi di depan Tim Penguji

Program Studi S1 Teknik Pertambangan

Jurusan Teknik Pertambangan

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Padang

Dengan judul

Evaluasi Jalan Angkut Silika Pada Penambangan Silika Bukit Karang Putih,

PT. Semen Padang, Sumatera Barat

Padang, Juli 2017

Tim Penguji

Tanda Tangan

- | | |
|---------------|------------------------------------|
| 1. Ketua | : Dedi Yulhendra, S.T, M.T |
| 2. Sekretaris | : Heri Prabowo, S.T., M.T. |
| 3. Anggota | : Drs, Raimon Kopa, M.T |
| 4. Anggota | : Drs. Bambang Heriyadi, M.T. |
| 5. Anggota | : Yoszi Mingsi Anaperta, S.T, M.T. |

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131

Telephone: FT: (0751)7055644, 445118 Fax: 7055644

Homepage: <http://pertambangan.ft.unp.ac.id> E-mail: mining@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **PUTRI CAHYA KURNIATI**
NIM/TM : **15137098 / 2015**
Program Studi : **S-1 TEKNIK PERTAMBANGAN**
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul :

**" Evaluasi Jalan Angkut pada Penambangan Silika Bukit
Karang Putih, PT. Semeh Padang, Sumatera Barat.**

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain.
Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan
menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku,
baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab
sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Drs. Raimon Kopa, M.T.
NIP. 19580313 198303 1 001

Padang, **3 Juli 2017.**

yang membuat pernyataan,



Management
System
ISO 9001:2008

www.tuv.com
ID 3105046446

BIODATA



I. Data Diri

Nama Lengkap : Putri Cahya Kurniati
No. Buku Pokok : 2015/15137098
Tempat / Tanggal Lahir : Padang Panjang / 28 September 1994
Jenis Kelamin : Perempuan
Nama Bapak : Nur Azwar
Nama Ibu : Nur Aini
Jumlah Bersaudara : 1 Orang
No. HP : 082288242422
Alamat Tetap : Komplek SMA N 1 Padang Panjang No. 9

II. Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SD Negeri 01 Padang Panjang
Sekolah Menengah Pertama : SMP Negeri 1 Kota Padang Panjang
Sekolah Menengah Atas : SMA Negeri 2 Kota Padang Panjang
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

III. Proyek Akhir

Tempat Tugas Akhir : PT. Semen Padang
Tanggal Penelitian : 19 September 2016 – 03 Oktober 2016
Tanggal Sidang : 13 April 2017
Topik Studi Kasus : Evaluasi Jalan Angkut Pada Penambangan Silika, Bukit Karang Putih, PT Semen Padang, Sumatera Barat

Padang, Juli 2017

Putri Cahya Kurniati
BP. 2015 / 15137098

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

*Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah Bacalah, dan Tuhanmulah yang maha mulia
Yang mengajar manusia dengan pena,*

Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya (QS: Al-'Alaq 1-5)

Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan ? (QS: Ar-Rahman 13)

*Niscaya Allah akan mengangkat (derajat) orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang
yang diberi ilmu beberapa derajat
(QS : Al-Mujadilah 11)*

*Kupersembahkan untuk kedua orangtuaku, adik bungsu ku –fikrul hadi-- keluarga besar, dan
sahabat-sahabatku. Semoga kebaikan dan kebahagiaan selalu tercurahkan untuk mereka.*

“To Infinite and Beyond” menjadi Pambangkit Batang Nan Tarandam

RINGKASAN

Putri Cahya Kurniati, 2017 : Evaluasi Jalan Angkut Pada Penambangan Silika, Bukit Karang Putih PT. Semen Padang, Sumatera Barat

Penelitian ini bersifat penelitian dasar atau penelitian ini disebut juga *basic research*. Teknik yang dilakukan dalam pengumpulan data adalah pengambilan data secara langsung di lapangan. Metode penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan pengukuran pada jalan angkut, kemudian di olah menggunakan *software datamine studio 3* sehingga memudahkan dalam proses analisis. Proses pengambilan data di lapangan dengan pengamatan secara langsung mengenai studi kasus seperti melakukan pengukuran jarak angkut, lebar jalan angkut, *grade* jalan angkut, jari-jari tikungan, Superelevasi, *cross slope*, dan aspek-aspek pendukung kegiatan pengangkutan seperti melihat alat angkut yang digunakan di lapangan.

Penelitian ini lebih di tekankan pada jalan angkut silika yaitu rancangan jalan angkut dimana produktivitas *dump truck* adalah 598, 28 ton/ jam. Tujuan dari penelitian adalah mengetahui kondisi dari jalan angkut dan geometri jalan angkut Silika PT. Semen Padang dari front IV pengembangan (pit limit) menuju *mobile crusher* (Mosher) dengan menggunakan alat angkut *dump truck komatsu HD 785-7* dan untuk mendapatkan geometri jalan angkut yang dibuat sesuai dengan standarisasi sehingga mencapai target produksi silika.

Hasil penelitian diolah menggunakan *software datamine* maka didapatkan bahwa lebar jalan lurus pada *section 1,3,5,8,9,12,14,16* belum sesuai dengan standarisasi untuk jalan angkut untuk jalan lurus yaitu 24,09 m, sedangkan pada jalan tikungan yaitu pada *section 2,10,13,15* belum sesuai standar dimana seharusnya adalah 27,61 m dan *grade* jalan pada *section 5,6,7,8,9,11,12,15,17* masih tinggi dimana standar untuk *grade* jalan standarisasi adalah 10 %. Dari hasil perhitungan tersebut dilakukan *redesign* jalan angkut sesuai dengan standar jalan yang telah ditetapkan. Maka di dapatkan kecepatan *dump truck persection* yang telah di rencanakan, Dimana *rolling resistance* yang di tetapkan oleh PT.

Semen padang 10 %. Dari hasil perhitungan didapatkan kecepatan *dump truck* yang direncanakan per *section* pada masing-masing *section*. *Section 1* = 18,5 km/jam, *section 2* = 30,5 km/jam, *section 3* = 24,5 km/jam, *section 4* = 28,5 km/jam, *section 5* = 16 km/jam *section 6* = 15,7 km/jam *section 7* = 17,7 km/jam *section 8* = 17,7 km/jam, *section 9* = 15,7 km/jam, *section 10* = 17,2 km/jam *section 11* = 15,7 km/jam *section 12* = 15,5 km/jam *section 13* = 17,2 km/jam, *section 14* = 15,5 km/jam *section 15* = 17,5 km/jam *section 16* = 17,5 km/jam *section 17* = 17,7 km/jam *section 18* = 17,2 km/jam. Disarankan kepada perusahaan agar lebih teliti dalam rambu-rambu lalu lintas seperti tidak terdapatnya rambu kemiringan (*grade*) dan rambu prioritas.

Kata Kunci: *Target produksi silika, geometri jalan angkut silika , rancangan jalan angkut silika*

ABSTRACT

This research is basic research or research is also called basic research. Techniques done in data collection is data retrieval directly in the field. This research method is done by measuring on haul road, then in if using software datamine studio 3 so as to facilitate in process analysis. The data retrieval process in the field with direct observation of case studies such as measuring hauling distance, the width of haul road, haul road grade, turning radius, superelevasi, cross slope, and other aspects of transportation activities such as seeing the means of transportation used in the field

This research is emphasized on silica haul road transport design where the productivity of dump truck is 598,28 ton / hour. The purpose of the research is to know the condition of the haul road and the geometry of Silika haul road PT. Semen Padang from front IV development (pit limit) to mobile crusher (Mosher) by using dump truck tool komatsu HD 785-7 and to get road transport geometry made in accordance with standardization so as to achieve silica production target.

The result of the research is processed using datamine software, it is found that the width of straight road in section 1,3,5,8,9,12,14,16 not according to standardization for road road for the straight road that is 24,09 m, while in road bend that is in section 2, 10,13,15 not yet according to standard where it should be 27,61 m and road grade in section 5,6,7,8,9,11,12,15,17 still high where standard for road standardization grade is 10%. From the results of the calculation is done redesign road haul in accordance with the standard road that has been set.

Then get the speed dump truck persection that has been in the plan, where the rolling resistance in the set by PT. Semen padang 10%. From the calculation results obtained speed dump truck planned per section in each section. Section 1 = 18.5 km / h, section 2 = 30.5 km / h, section 3 = 24.5 km / h, section 4 = 28.5 km / h, section 5 = 16 km / h section 6 = 15.7 km / h section 7 = 17.7 km / h section 8 = 17.7 km / h, section 9 = 15.7 km / h, section 10 = 17.2 km / h section 11 = 15,7 Km / h section 12 = 15.5 km / h section 13 = 17.2 km / h, section 14 = 15.5 km / h section 15

= 17.5 km / h section 16 = 17.5 km / h section 17 = 17.7 km / h section 18 = 17.2 km / hour. It is advisable for the company to be more careful in traffic signs such as the absence of a grade and priority beacon.

Keywords: *Silica production target, silica transport road geometry, silica transport road design*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas ridho dan rahmat-Nya maka Penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ **Evaluasi Jalan Angkut Pada Penambangan Silika Bukit Karang Putih, PT. Semen Padang, Sumatera Barat**”

Skripsi ini dibuat untuk melengkapi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat, petunjuk dan kesehatan kepada penulis serta mengingatkan penulis untuk selalu bersyukur terhadap apa yang telah diberikan.
2. Teristimewa kepada Kedua orang tua penulis yang sangat penulis sayangi dan cintai. Betapa besar pengorbanan dan kasih sayang yang kalian berikan kepada penulis, serta adik penulis yang sangat peduli terhadap penulis dan Adik Bungsu yang selalu memberikan semangat dan doa untuk Penulis
3. Bapak Drs. Raimon Kopa, MT selaku Ketua Jurusan S1 Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang
4. Bapak Dedy Yulhendra ST, MT selaku pembimbing I penulis
5. Bapak Heri Prabowo ST, MT selaku pembimbing II penulis
6. Bapak Heri Prabowo ST, MT selaku Dosen pembimbing akademis penulis

7. Bapak Admizal Nazki ST, MT selaku dosen yang sangat banyak membantu penulis dalam penyelesaian skripsi penulis sewaktu penulis terbentur
8. Dosen (staf pengajar) dan karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
9. Kepada bang Refky ST yang membantu penulis dalam pengerjaan skripsi penulis
10. Kepada adik tercinta dan tersayang Fikrul Hadi yang selalu memberi semangat dan doa untuk penulis
11. Kepada Riani Raffiyadita Spd yang selalu menemani, mensupport dan mendoakan penulis pada saat pembuatan skripsi
12. M. Prasetyo Fauzi ST yang telah membantu selama penulis melakukan perbaikan dan mengalami kebingungan dalam penyusunan skripsi
13. Maressa Ferjiyanti, Ivana Fabila H, dan Yulia Setia Ningsi yang saling mensupport penulis dan saling berjuang dalam penulisan skripsi
14. Kepada abang-abang, kakak-kakak dan teman-teman transfer angkatan 2015 yang selalu memberi support dan doa selama mengerjakan skripsi ini
15. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
16. Berbagai pihak yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

Semoga bantuan yang telah diberikan diberkahi dan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhirnya, penulis juga berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Padang, 16 Februari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
Lembar Persetujuan Pembimbing.	ii
Pengesahan Tim Penguji.	iii
Surat Pernyataan Tidak Plagiat.	iv
Biodata.	v
Kata Persembahan.	vi
Ringkasan.	vii
Abstrack.	ix
Kata Pengantar.	xi
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat penelitian	6
BAB II TINJAUAN UMUM DAN KAJIAN TEORITIS.....	7
A. Deskripsi Perusahaan.....	7
1. Sejarah PT. Semen Padang	7

2. Struktur Organisasi PT. Semen Padang.....	11
3. Visi, Misi, dan Budaya Kerja PT. Semen Padang.....	14
4. Jam Kerja	15
B. Lokasi Penelitian.....	16
1. Lokasi dan Kesampaian Daerah.....	16
2. Flora dan Fauna.....	17
3. Topografi Daerah Penelitian	18
4. Keadaan Geologi.....	19
5. Iklim dan Curah Hujan.....	24
6. Ganesa Bahan Galian Silika.....	24
C. Dasar Teori.....	25
1. Bahan Baku Pembuatan Semen	25
2. Perbedaan Perencanaan dan Rancangan.....	27
3. Produktifitas Alat.	29
4. Definisi Jalan.....	34
5. Jalan Angkut.....	36
D. Penelitian Relevan.....	59
E. Kerangka Konseptual.....	60
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	63
A. Jenis Penelitian.....	63
B. Instrumentasi Penelitian.....	63
C. Objek Penelitian.....	64
D. Teknik Pengumpulan Data.....	64

E. Teknik Analisa Data.	65
F. Diagram Alir.	66
G. Waktu dan Jadwal Penelitian.	67
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.	68
A. Kondisi Aktual Jalan Angkut Silika <i>Front</i> IV Pengembangan.	68
1. Ukuran Alat Angkut.	68
2. Kondisi Aktual Jalan Angkut.	68
B. Produktifitas Alat Angkut Dump Truck Komatsu HD 785-7.....	72
C. <i>Redesign</i> jalan Angkut Silika.	74
1. Rancangan/redesain jalan angkut pada jalan lurus dan pada jalan angkut tikungan.	74
2. Kemiringan Jalan Angkut (<i>grade</i>).....	77
3. Perhitungan superelevasi dan jari-jari tikungan.	86
4. <i>Cross Slope</i>	93
5. Perkerasan jalan Angkut Silika.	95
BAB V. PENUTUP.	99
A. KESIMPULAN.....	99
B. SARAN.	100
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah PT. Semen Padang	17
Gambar 2. Stratigrafi Daerah PT. Semen Padang.....	21
Gambar 3. Lebar Jalan Pada Jalan Lurus	37
Gambar 4. Lebar Jalan Pada Tikungan	38
Gambar 5. Sudut Maksimum Penyimpangan Kendaraan.	40
Gambar 6. Kurva Koefisien Gesek.	42
Gambar 7. Kemiringan Jalan.	44
Gambar 8. Penampang Melintang Jalan Angkut.	45
Gambar 9. Kurva <i>California Bearing Ratio</i>	49
Gambar 10. Susunan Lapisan Perkerasan Kaku.....	58
Gambar 11. Diagram Alir Penelitian.	66
Gambar 12. <i>Dumptruck Komatsu HD 785-7</i>	69
Gambar 13. Batas Jalan Angkut Silika dari <i>Pit Limit</i> menuju <i>Mosher</i>	70
Gambar 14. Penampang Tegak Tikungan	87
Gambar 15. Penampang Melintang <i>Cross Slope</i>	93

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rencana Target Produksi Silika Tahun 2016.....	3
Tabel 2. Jenis Flora di Sekitar IUP Tambang PT. Semen Padang.....	17
Tabel 3. Perhitungan Untuk Lebar Jalan Lurus.	38
Tabel 4. Jari-jari Tikungan minimum	41
Tabel 5. Landai Relief Maksimum	43
Tabel 6. Jarak Miring Kritis.	44
Tabel 7. Daya Dukung Material	50
Tabel 8. Karakteristik dan Katagori Material Perkerasaan.	52
Tabel 9. Batas-Batas Minimum Tabel Lapisan Pergerakan dan Bahan yang Digunakan.	56
Tabel 10. Uraian Kegiatan dan Waktu Pelaksaasn Skripsi.....	67
Tabel 11. Spesifikasi Alat Angkut PT. Semen Padang.....	68
Tabel 12. Rekapitulasi Kondisi Jalan Angkut Aktual di Area Front IV pengembangan.	71
Tabel 13. Rancangan/ re-desain Jalan Angkut Silika pada Jalan lurus.....	75
Tabel 14. Rancangan/ redesain Jalan Angkut pada Jalan Tikungan.	77
Tabel 15. Hasil <i>Grade</i> Jalan Angkut.....	80
Tabel 16. Redesain Jari Tikungan Jalan Angkut Silika.	89
Tabel 17. Perbandingan Jalan Angkut Aktual dan <i>Redesign</i>	98

LAMPIRAN

Lampiran A. Peta Topografi PT. Semen Padang

Lampiran B. Peta Wilayah Sumatera Barat

Lampiran C. Peta Geologi

Lampiran D. Struktur Organisasi Depertemen Tambang

Lampiran E. Photo Citra Satelit

Lampiran F. Spesifikasi Alat Angkut *Dumptruck* Komatsu HD 785-7

Lampiran G. data *Cycle Time Dumptruck* Komatsu HD 785-7

Lampiran H. *Travel Performance Curve Power Mode*

Lampiran I. *Pavement Cross Section for Komatsu HD-785-7*

Lampiran J. Tabel Angka Ketahanan Gulir Dinyatakan Dalam Persen (%)

Lampiran K. Ketebalan Lapisan Tanah di PT. Semen Padang

Lampiran L. *Dumptruck* Komatsu HD 785-7

Lampiran M. Pengukuran Jalan Angkut

Lampiran N. Penampang Melintang Jalan Angkut

Lampiran O. *Layout* Jalan Silika PT. Semen Padang

Lampiran P. Hasil Redesain Jalan Angkut

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Industri pertambangan merupakan salah satu sektor industri yang punya sumbangan besar bagi Indonesia mulai dari pendapatan ekspor, pembangunan daerah, peningkatan aktivitas ekonomi, pembukaan lapangan kerja, dan sumber pemasukan terhadap anggaran pusat dan anggaran daerah. Salah satu industri pertambangan di Indonesia yaitu pabrik semen. Bahan baku dalam pembuatan semen ini antara lain batu kapur, tanah liat, dan batu silika yang didapatkan dengan cara penggalian.

PT. Semen Padang (Persero) merupakan salah satu produsen semen nasional di Indonesia yang daerah pemasarannya terbentang dari Sumatera sampai Kalimantan. Selain memenuhi kebutuhan domestik, PT. Semen Padang (Persero) juga memasarkan produknya ke negara-negara tetangga di Asia Tenggara dan Asia Selatan.

Penambangan silika sendiri dilakukan pada pengembangan *front* IV bukit karang putih, dimana penambangan *silica* dilakukan dengan cara tambang terbuka (quarry). Tambang Quarry PT. Semen Padang dilakukan dengan cara *Type Side Hill Quarry* yaitu suatu sistem penambangan terbuka yang ditetapkan untuk menambang batuan atau endapan mineral industri yang terletak di lereng bukit

Oleh karena itu, untuk menjaga kelancaran operasi penambangan tentunya akan memerlukan jalan tambang sebagai sarana infrastruktur

yang vital di dalam lokasi penambangan dan sekitarnya. Jalan tambang berfungsi sebagai penghubung lokasi-lokasi penting, antara lain lokasi tambang dengan area *crushing plant* / pengolahan bahan galian, perkantoran, tempat-tempat lain di wilayah penambangan.

Salah satu kegiatan penambangan yang mempengaruhi produksi adalah pengangkutan. Jalan angkut memberi kontribusi yang besar bagi kelancaran operasi pengangkutan jika geometri jalan sesuai dengan dimensi alat angkut yang digunakan. Alat angkut tidak bisa beroperasi secara optimal dikarenakan kondisi jalan angkut yang licin dan jalan yang sempit. Untuk pergerakan alat angkut dan dapat membahayakan bagi pengguna jalan yang lain.

Untuk mengetahui kemampuan alat angkut dalam melakukan pekerjaan perlu dilakukan pengontrolan secara berkesinambungan terhadap kapabilitas dengan memperkirakan kemampuan produksi alat angkut, salah satu faktor komponen yang harus dipertimbangkan yaitu geometri jalan yang dilalui oleh alat angkut.

Oleh karena itu, maka perlu dilakukan evaluasi mengenai jalan angkut tersebut, bagaimana jalan tambang yang harus disesuaikan dengan yang dibutuhkan. Kajian perhitungan geometri jalan merupakan bagian dari proses yang penting yang di titik beratkan pada kondisi fisik jalan sehingga bisa memenuhi fungsi jalan.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam mengkaji kondisi jalan tambang adalah diantaranya geometri jalan angkut itu sendiri, yaitu terdiri dari

lebar jalan angkut pada jalan lurus adalah 2 kali lebar *dump truck* maupun pada tikungan dan pembelokan adalah 3 kali lebar *dump truck*, super elevasi, jari-jari tikungan, jari-jari tikungan rencana, kecepatan rencana jalan angkut dan *cross slope*, kekerasan lapisan jalan angkut, dimana jalan angkut pada penambangan silika merupakan jalan angkut yang menggunakan dua jalur untuk *dumptruck* yang berlawanan arah..

Melihat kondisi lapangan terjadi *waiting time* pada saat *hauling* dari *dumptruck* berkisar lebih kurang menit, dengan jarak 3582.3962 m. Karena adanya beberapa penyempitan jalan pada jalan angkut, tingginya *grade* jalan angkut pada penambangan silika, dan kondisi jalan yang licin pada saat hujan, karena tidak adanya *crosslope*, dan beberapa faktor lain, sehingga menyebabkan tidak tercapainya target produksi silika pada tahun 2016.

Adapun target produksi silika yang direncanakan oleh PT. Semen Padang dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Rencana target produksi silika tahun 2016 PT. Semen Padang, Sumatera Barat

Bulan	RKAP (Ton)	Realisasi (Ton)	% produksi
Agustus	96,386	73,837	76,6%
September	93,788	59,683	63,6%
Oktober	93,222	58,540	62,8%

Maka untuk itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian di PT. Semen Padang (Persero) dengan judul **“Evaluasi Jalan Angkut Silika Pada**

Penambangan Silika, Bukit Karang Putih, PT Semen Padang, Sumatera Barat”.

B. Identifikasi Masalah

1. Tidak tercapainya target produksi silika di PT Semen Padang yaitu pada bulan agustus rencana target produksi silika adalah 93.386 ton sedangkan realisasinya adalah 73.837, pada bulan september rencana target produksi adalah 93.788 ton sedangkan realisasinya adalah 59.683 dan pada bulan oktober rencana target produksi adalah 93.222 ton sedangkan realisasinya adalah 58.540 ton.
2. Terdapat *waiting time* pada *dumptruck* saat *hauling* karena penyempitan pada ruas jalan angkut silika bukit karang putih PT. Semen Padang
3. Kurangnya saluran penirisan pada jalan sehingga badan jalan angkut tergenang oleh air pada saat hujan
4. Kondisi kepadatan timbunan jalan yang kurang baik karena kondisi tanah yang lunak, sehingga pada saat hujan jalan menjadi licin dan menyulitkan *dumptruck* untuk melakukan pemutaran posisi pada saat pengisian *bucket*.
5. Masih kurangnya komponen jalan angkut sehingga belum memenuhi aspek kenyamanan dan keselamatan kerja.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada proposal penelitian ini adalah

1. Kegiatan kajian evaluasi jalan angkut di lakukan pada lokasi penelitian area front VI pengembangan (*pit limit*) bukit karang putih, PT Semen Padang

2. Kegiatan penelitian dibatasi pada jalan angkut silika yaitu terdapat pada front VI pengembangan (*pit limit*) menuju proses *mobile crusher* (Mossher) dengan jarak angkut ± 3 Km
3. Alat yang di gunakan dalam proses pengambilan silika adalah *excavator* Pc-400 dan alat angkut yang digunakan adalah *Dump Truck Komatsu* HD 785-7.

D. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah sebagai berikut :

1. Faktor apa yang menyebabkan tidak tercapainya target produksi pada alat angkut?
2. Bagaimanakah geometri jalan angkut sebelumnya?
3. Bagaimanakah upaya yang harus di lakukan untuk mencapai target produksi silika?
4. Bagaimana *desain* jalan tambang yang ideal untuk penambangan silika?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. mengidentifikasi faktor-faktor penyebab tidak tercapainya target produksi silika.
2. Menganalisa kondisi pada jalan angkut silika, apakah sudah memenuhi syarat atau belum dengan teknis jalan yang telah ditetapkan.
3. Upaya perbaikan jalan angkut silika agar tercapai target produksi silika
4. Melakukan *redesign* jalan angkut yang ideal pada penambangan silika, sehingga kerja alat menjadi optimal.

F. Manfaat Penelitian

1. Memberikan solusi untuk meningkatkan target produksi silika pada penambangan silika.
2. Mendapatkan perhitungan geometri jalan sesuai dengan teknis jalan yang telah ditetapkan untuk keberhasilan target produksi yang sesuai dengan rencana.
3. Mengevaluasi jalan angkut, sehingga target produksi tercapai
4. *Redesign* jalan tambang pada penambangan silika agar kerja alat angkut menjadi optimal

BAB II

TINJAUAN UMUM DAN KAJIAN TEORITIS

A. Deskripsi Perusahaan

1. Sejarah PT. Semen Padang

PT. Semen Padang merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) di lingkungan Direktorat Jenderal Industri Logam, Mesin dan Kimia. Dimana dalam hal pengolahan semen, PT. Semen Padang adalah penghasil semen tertua di Indonesia. PT. Semen Padang terletak di Kelurahan Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan yang jaraknya ± 14 Km dari Pusat Kota Padang dengan ketinggian ± 200 M dari permukaan laut (Hendra, 2014: 2).

Bermula pada tahun 1906 seorang Ilmuwan Belanda berkebangsaan Jerman yang bernama *Ir. Carl Cristoper Lau* menemukan deposit batu kapur dan batu silika di Bukit Karang Putih dan Bukit Ngalau. Kedua jenis batu tersebut dikirim ke Belanda untuk diteliti lebih lanjut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua jenis batu tersebut layak dijadikan bahan dasar pembuatan semen. Bahan lainnya yaitu tanah liat yang berada di sekitar perkampungan Indarung (Febrianto dalam Affan Nanda, 2015: 9).

Setelah diteliti, jumlah cadangan dari ketiga bahan baku tersebut sangat besar, maka pada saat Pemerintah Belanda yang berkuasa saat itu *Carl Cristoper Lau* melakukan kerja sama dengan beberapa perusahaan seperti *Fa. Geproe Ders Veth*, *Fa. Yarman and Soon* serta pihak swasta lainnya. Pada tanggal 18 Maret 1910 berdirilah pabrik semen dengan nama *NV. Nedherlandsch-Indische Portland Cement Maatschappij (NI-PCM)*.

Dengan akte notaris *Johanes Pieter Smith* No. 385. Menurut status pendiriannya, perusahaan itu bertujuan untuk mengelola pabrik semen sekaligus perdagangan semen. Menurut catatan sejarah, pabrik semen di Indarung adalah satu-satunya pabrik semen di Hindia-Belanda waktu itu, bahkan sampai Indonesia merdeka. Kantor pusatnya terletak di *Prins Hendrikade* 123, Amsterdam, dan kantor cabangnya di Padang dikelola oleh *Firma Geroeder Veths Maatschappij* yang sekaligus bertindak sebagai perwakilan perusahaan di Hindia-Belanda (Hendra, 2014: 2).

Dua tahun pertama sejak berdiri merupakan tahun-tahun eksperimen, dan produksi pertama tahun 1911 tercatat sebesar 25.000 vaten (satuan ukuran berat semen berupa drum= 170 Kg) atau sekitar 4.250 ton setiap bulan (+51.000 ton per tahun). Pada tahun 1913, PT. Semen Padang berproduksi dengan kapasitas 22.900 ton/tahun dan pernah mencapai produksi sebesar 172.000 ton. Penampungan semen pada tahun itu masih menggunakan drum dan baru memakai karung kertas. Uji coba mesin pabrik dan mutu produksi terus dikontrol, karena belum sepenuhnya memuaskan (Hendra, 2014: 3).

Untuk selanjutnya Bangsa Jepang merebut dan menguasai Indonesia pada tahun 1942 – 1945. Kemudian pabrik ini diambil alih oleh Jepang dengan manajemen *Asano Cement*. Kemudian dengan kegigihan Bangsa Indonesia, pada tanggal 17 Agustus 1945 Bangsa Indonesia mampu memproklamkan kemerdekaan dari penjajahan Bangsa Jepang. Setelah itu, pabrik diambil alih oleh karyawan pribumi dan selanjutnya diserahkan kepada Pemerintah Republik Indonesia. Kemudian diberi nama Kilang

Semen Indarung. Keadaan ini tidak berlangsung lama karena Agresi Militer I tahun 1947, pabrik dikuasai kembali oleh Bangsa Belanda dan namanya diganti menjadi *NV. Padang Portland Cement Maatschappij* (NVPPCM) (Febrianto dalam Affan Nanda, 2015: 9).

Dalam PP No. 50 Tanggal 5 Juli 1958 tentang penentuan perusahaan perindustrian, pertambangan milik Belanda dikenakan nasionalisasi, maka *NV. Padang Portland Cement Maatschappij* (NVPPCM) dinasionalisasikan dan selanjutnya ditangani oleh Badan Pengelola Perusahaan Industri dan Tambang (BAPPIT) Pusat. Setelah selama tiga tahun dikelola oleh BAPPIT Pusat, berdasarkan peraturan pemerintah No. 135 Tahun 1961 status perusahaan diubah menjadi PN (Perusahaan Negara). Akhirnya pada tahun 1971 melalui PP No. 7 status PT. Semen Padang ditetapkan menjadi PT. Persero dengan Akta Notaris No. 5 Tanggal 4 Juli 1972 dengan seluruh modalnya dipegang oleh Pemerintah Republik Indonesia (Febrianto dalam Affan Nanda, 2015: 10).

Setelah Surat Keputusan Menteri Keuangan Republik Indonesia No. 5326/MK. 016/1995 dikeluarkan, pemerintah melakukan konsolidasi atas tiga pabrik semen milik pemerintah, yaitu PT. Semen Tonasa (PT. ST), PT. Semen Padang (PT. SP), dan PT. Semen Gresik (PT. SG) yang terealisasi pada tanggal 15 September 1995, sehingga saat ini PT. Semen Padang berada dibawah naungan Semen Indonesia Group (Febrianto dalam Affan Nanda, 2015: 11).

Dalam perkembangannya, PT. Semen Padang mampu meningkatkan produksinya, karena merupakan komitmen dari perusahaan. Selain hal itu,

masyarakat terus membutuhkan semen dalam pembangunan infrastruktur. Berikut peningkatan produksi PT. Semen Padang (Febrianto dalam Affan Nanda, 2015: 9):

- a. Tahun 1970 dilakukan rehabilitasi I yang diselesaikan pada tahun 1973 dengan kapasitas produksi menjadi 220.000 ton/tahun.
- b. Tahun 1973 dilakukan rehabilitasi tahap kedua yang diselesaikan pada tahun 1976 dengan kapasitas produksi 330.000 ton/tahun.
- c. Tahun 1977 dilakukan pembangunan proyek Indarung II dengan teknologi pembuatan semen proses kering bekerja sama dengan *F.L. Schmidt 7 dan Co. A / S* (Denmark). Proyek ini selesai pada tahun 1980 dengan kapasitas produksi 660.000 ton/tahun.
- d. Tahun 1981 dibangun dua unit pabrik yaitu proyek Indarung III A bekerja sama dengan Denmark dan III B bekerja sama dengan India. Proyek Indarung III A selesai tahun 1983 dengan kapasitas 660.000 ton/tahun, sedangkan III B mengalami keterlambatan dan baru bisa diselesaikan pada tahun 1987 dengan kapasitas produksi 660.000 ton/tahun.
- e. Tahun 1991 dimulai proyek Indarung III C yang pelaksanaannya dilakukan secara swakelola oleh pihak PT. Semen Padang. Proyek ini selesai pada tahun 1994 yang berkapasitas produksi 660.000 ton/tahun. Pada saat ini proyek Indarung III B dan III C diberi nama Indarung IV dengan kapasitas produksi 1.320.000 ton/tahun.

- f. Tahun 1996 dibangun proyek Indarung V. Proyek Indarung V diresmikan pada tanggal 16 Desember 1998 dengan kapasitas produksi 3.910.000 ton/tahun.
- g. Pada tahun 2012 ditargetkan produksi batu kapur sebanyak 7.602.474 ton/tahun.

2. Struktur Organisasi

Pertambangan PT. Semen Padang memiliki struktur organisasi yang kompleks, yang bertujuan untuk kemudahan pengawasan kegiatan industri, baik di lingkungan kantor maupun di lingkungan penambangan sesuai dengan kompetensi yang dimiliki tenaga kerja sehingga terciptalah kegiatan yang teratur, efisien dan menguntungkan. Adapun struktur organisasi Departemen Tambang tempat penulis melakukan penelitian terlampir pada lampiran II.

Departemen Tambang PT. Semen Padang terdiri atas biro-biro yang mempunyai tugas dan tanggung jawab sebagai berikut (Hendra, 2014: 5):

a. Biro Penambangan

Biro ini mempunyai tugas dan tanggung jawab untuk menyediakan bahan baku semen berupa batu kapur dan batu silika sesuai dengan permintaan pabrik. Biro penambangan ini terdiri atas tiga bidang, yaitu:

1) Bidang *Drilling, Blasting* dan *Mining Service*

Bidang ini mempunyai tugas dan tanggung jawab atas kegiatan pemboran, peledakan dan pelayanan di tambang.

2) Bidang *Loading* dan *Hauling*

Bidang ini mempunyai tugas dan tanggung jawab atas kegiatan pemuatan dan pengangkutan batu kapur maupun batu silika. Tugas pada bidang ini berhubungan dengan alat berat yaitu *Dump Truck* dan *Excavator*.

3) Bidang *Crushing* dan *Conveying*

Bidang ini mempunyai tugas dan tanggung jawab atas kegiatan peremukan dan transfer batu kapur maupun batu silika ke gudang penyimpanan atau *storage* sesuai dengan kebutuhan pabrik.

b. Biro Pemeliharaan Alat Tambang

Biro ini mempunyai tugas dan tanggung jawab untuk melakukan pemeliharaan dan perbaikan terhadap alat-alat tambang. Biro pemeliharaan alat berat tambang ini terdiri atas tiga bidang yaitu:

1) Bidang Pemeliharaan *Crusher* & Alat Transpor I

Bidang ini mempunyai tugas dan tanggung jawab untuk melakukan pemeliharaan alat-alat yang berada di tambang dan unit *crusher* dan *belt conveyor* (tambang) yang mengalami kerusakan.

2) Bidang Pemeliharaan *Crusher* & Alat Transpor II

Bidang ini mempunyai tugas dan tanggung jawab untuk melakukan pemeliharaan dan perbaikan terhadap *crusher*, *belt* dan alat berat Indarung (pabrik) seperti *crane*, *wheelloader*, *forclap* dan sebagainya.

3) Bidang Pemeliharaan Listrik dari Instrumen Alat Tambang

Bidang ini bertugas dalam perawatan sistem kelistrikan dan instrumen listrik dari alat-alat tambang yang ada di PT. Semen Padang. Jika ada masalah tentang kelistrikannya, maka bidang ini yang bertanggung jawab memperbaikinya.

c. Biro Pemeliharaan Alat Berat Tambang

Biro ini mempunyai tugas dan tanggung jawab untuk memelihara alat berat tambang dan memperbaikinya jika ada kerusakan untuk mendukung kebutuhan departemen tambang. Biro pemeliharaan alat berat tambang ini terdiri atas tiga bidang yaitu:

1) Bidang Pemeliharaan Alat Berat Tambang

Bidang ini mempunyai tugas dan tanggung jawab atas pemeliharaan terhadap alat berat tambang yang bersifat *trouble shouting*.

2) Bidang Bengkel Tambang

Mempunyai tugas dan tanggung jawab untuk pemeliharaan terencana seluruh alat khusus yang sifatnya *general over haul*.

3) Bidang Pemeliharaan Listrik dan Instrumen Alat Berat Tambang (PLIAT)

Bidang ini mempunyai tugas dan tanggung jawab untuk melakukan pemeliharaan sistem listrik dan instrumen yang terdapat pada alat berat tambang.

d. Biro Perencanaan, Pengembangan dan Evaluasi Tambang

Biro ini bertugas untuk evaluasi pemeliharaan dan kinerja peralatan, pengendalian dan evaluasi biaya, lingkungan dan *safety*.

3. Visi, Misi, dan Budaya Kerja PT. Semen Padang

PT. Semen Padang merupakan pabrik semen tertua di Indonesia dengan motto ”*Kami telah membuat sebelum yang lain memikirkannya*”. Kesuksesan PT. Semen Padang terbukti dengan pengembangan produksi dalam membangun unit pabrik baru secara swakelola sampai kepada kemampuan rancang bangun perekayasa dengan aplikasi membuat peralatan pabrik (Hendra, 2014: 8)

a. Visi PT. Semen Padang

Menjadi perusahaan semen yang handal, unggul dan berwawasan lingkungan di Indonesia bagian barat dan Asia Tenggara.

b. Misi PT. Semen Padang

- 1) Memproduksi dan memperdagangkan semen serta produk terkait lainnya yang berorientasi kepada kepuasan pelanggan.
- 2) Mengembangkan SDM yang kompeten, profesional dan berintegritas tinggi.
- 3) Meningkatkan kemampuan rekayasa dan *engineering* untuk mengembangkan industri semen nasional.
- 4) Memberdayakan, mengembangkan dan mensinergikan sumber daya perusahaan yang berwawasan dan lingkungan.
- 5) Meningkatkan nilai perusahaan secara berkelanjutan dan memberikan yang terbaik kepada *stakeholder*.

c. Budaya Kerja PT. Semen Padang

PT. Semen Padang mempunyai nilai budaya kerja yang diterapkan dalam perusahaannya yang dikenal dengan istilah *CHAMPS*, yang terdiri dari:

- 1) **C**iptakan visi jelas yang sinergis untuk bersaing.
- 2) **H**idupkan semangat belajar terus menerus.
- 3) **A**malkan tugas dengan akuntabilitas tinggi.
- 4) **M**antapkan usaha untukenuhi harapan pelanggan.
- 5) **P**raktekkan etika bisnis dengan integritas tinggi.
- 6) **S**enantiasa tingkatkan kerjasama.

4. **Jam Kerja**

Jam kerja perusahaan PT. Semen Padang disesuaikan dengan jenjang pendidikan yang dimiliki. Sebagian besar karyawan yang dipekerjakan sebagai pelaksana yang berijazah SMA atau sederajat, jam kerjanya dikenakan jadwal shift dengan ketentuan sebagai berikut (Hendra, 2014: 9):

- a. *Shift I* : 07.00 – 15.00
- b. *Shift II* : 15.00 – 22.00
- c. *Shift III* : 22.00 – 07.00

Jam kerja tersebut dilakukan dengan estimasi adanya waktu yang hilang selama pergantian shift, sedangkan karyawan yang nonshift mempunyai jabatan lebih tinggi, berijazah diploma 3 atau Strata 1 dengan jam kerja 5 hari kerja dalam seminggu dengan waktu kerja dari jam 08.00 sampai jam 17.00.

Proses penambangan batu kapur di PT. Semen Padang membutuhkan serangkaian kegiatan seperti survey pemetaan pada kawasan yang akan di tambang, pengeboran, peledakan, *loading*, *hauling*, serta *crushing*.

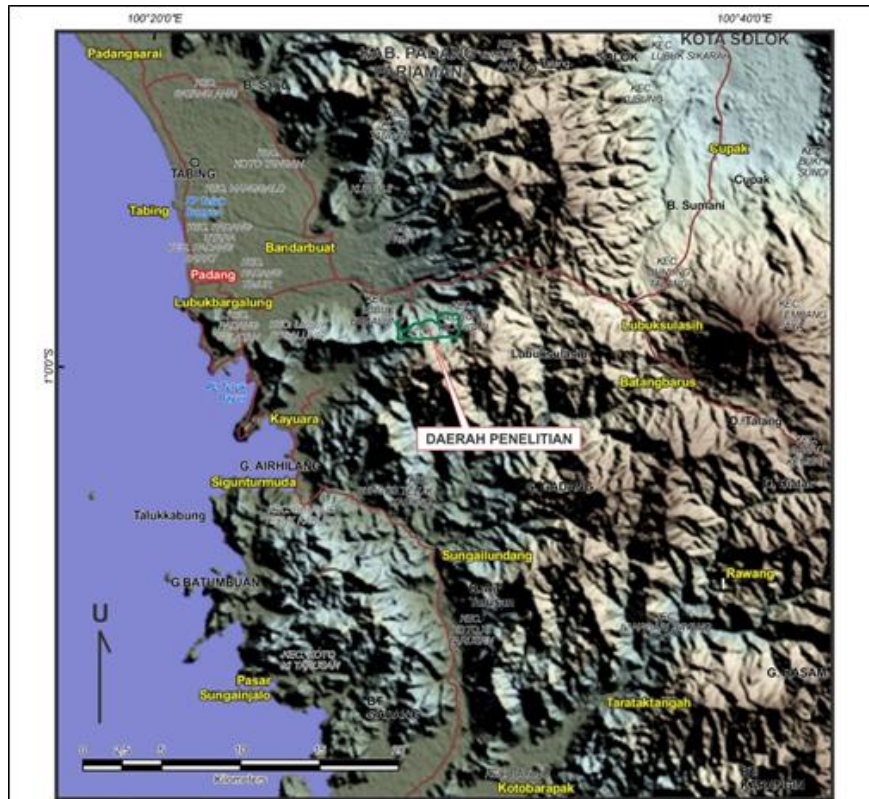
Agar kegiatan penambangan berjalan lancar, maka PT. Semen Padang melakukan kegiatan penambangan dengan tetap memperhatikan keselamatan kerja, kondisi alat serta kondisi jalan di lokasi penambangan.

B. Lokasi Penelitian

1. Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi tambang PT. Semen Padang berada di Bukit Karang Putih, Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat ± 15 KM di sebelah Timur Kota Padang (Gambar 1). Secara geografis terletak pada $1^{\circ} 04' 30''$ LS sampai $1^{\circ} 06' 30''$ LS dan $100^{\circ} 15' 30''$ BT sampai $100^{\circ} 10' 30''$ BT. Berbatasan ke arah Barat dengan Kota Padang, ke arah Timur dengan Kabupaten Solok, ke arah Utara dengan Kabupaten Agam dan ke arah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Pesisir Selatan. PT. Semen Padang dilalui oleh jalan utama yang menghubungkan Kota Padang dan Kota Solok. Lokasi penelitian dapat dicapai dari Kota Padang lewat jalan darat beraspal dengan kendaraan roda empat atau roda dua sampai di lokasi kantor operasi tambang. Lokasi penambangan batu kapur berada di Bukit Karang Putih yang terletak di Desa Karang Putih. Karang Putih adalah seunit perkampungan kecil yang terletak ± 2 KM di sebelah Selatan Indarung dan terletak antara $0^{\circ} 56' 51, 66''$ sampai $0^{\circ} 57' 50, 56''$ LS dan $100^{\circ} 26' 51, 76''$ BT sampai dengan $100^{\circ} 26' 6, 56''$ BT. Lokasi penambangan batu kapur ini dihubungkan

dengan jalan yang telah di beton. Pada gambar 1 memperlihatkan lokasi penambangan di PT. Semen Padang.



Sumber: Google Earth

Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah PT. Semen Padang

2. Flora dan Fauna

Keberadaan flora dan fauna di sekitar area kegiatan penambangan sangat beragam. Adapun jenis flora yang ditemui di area penambangan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis Flora di Sekitar IUP Tambang PT. Semen Padang

No.	Nama Umum	Nama Ilmiah
1	Kuini	<i>Mangifera Indica</i>
2	Ambacang	<i>Mangifera Foetida</i>
3	Sirsak	<i>Annona Muricata</i>
4	Unit Nona	<i>Annona Reticula</i>

5	Kenanga	<i>Canangium Frusticosum</i>
6	Pisang – pisang	<i>Polyathia Oblonga</i>
7	Kamboja	<i>Plumeieria Acuminata</i>
8	Bunga Bangkai	<i>Amorphophalus Campanulatus</i>
9	Durian	<i>Durio Zibethinus</i>
10	Kayu Minyak	<i>Shorea Sumatrana</i>
11	Unit Seri	<i>Muntingia Calabura</i>
12	Kemiri	<i>Aleurites Moluccana</i>
13	Kayu Manis	<i>Cinnamomum Burmanni</i>
14	Waru	<i>Hibiscus Tiliaceus</i>

(Sumber: Data PT. Semen Padang 2016)

3. Topografi Daerah Penelitian

Dari Kota Padang kearah Timur keadaan topografi mulai naik sampai ke kaki pegunungan Bukit Barisan, yang membujur dari arah Utara ke Selatan Pulau Sumatera. Indarung terletak di kaki pegunungan ini dengan puncak tertinggi 549 meter dari permukaan laut. Di daerah ini mengalir dua unit sungai yaitu Sungai Batang Kasumba dan Sungai Batang Arau (Affan Nanda, 2015:18).

Topografi di daerah penelitian dikelompokkan menjadi tiga kelompok, tugas akhir (Affan Nanda, 2015: 19):

a. Dataran Rendah

Topografi di daerah ini sedikit bergelombang atau relatif datar dengan ketinggian antara 130 – 250 meter diatas permukaan laut dan terdapat di bagian Timur Laut Bukit Karang Putih. Batuannya terdiri dari *alluvial* berupa pasir dan lempung dari Sungai Batang Idas,

bongkah-bongkah batuan vulkanik, batu gamping, batu kersikan dan batu sabak.

b. Daerah Perbukitan Rendah

Daerah ini mempunyai ketinggian 250 – 450 meter dari permukaan air laut dan teletak pada ujung Barat Daya, Selatan, Timur dan Tenggara daerah penambangan. Daerah ini merupakan hutan sekunder yang bersifat musiman.

c. Daerah Perbukitan Tinggi

Daerah ini berupa bukit-bukit terjal yang terdiri dari Bukit Karang Putih dengan ketinggian 550 m. Bukit Gadang dengan ketinggian 586 m dan Bukit Tajarang dengan ketinggian 750 m di atas permukaan laut. Batuan pembentuk daerah ini adalah batu gamping dan batu andesit yang membentuk dinding terjal.

4. Keadaan Geologi

Batu kapur tersusun oleh mineral Kalsium Karbonat (CaCO_3), yang terbentuk secara organik karena perombakan unsur kimia. Jenis organik rombakan berasal dari kumpulan endapan, kerang atau siput, *foraminifera*, serta ganggang. Jenis rombakan kimia terjadi pengendapan dari hasil rombakan jenis organik yang berlangsung tidak dari tempatnya semula. Ada juga jenis yang lain, yaitu terjadi dari pengendapan kalsium karbonat dalam kondisi iklim dan suasana lingkungan tertentu, baik dalam air laut, tawar, ataupun endapan kapur (Affan Nanda, 2015: 21).

a. Geomorfologi

Secara umum daerah kawasan penambangan PT. Semen Padang merupakan daerah perbukitan bergelombang hingga sangat terjal. Kemiringan lerengnya berkisar 10% hingga lebih dari 85%, dengan ketinggian dari 225 m hingga 720 m dari permukaan air laut (Yulia dalam Affan Nanda, 2015: 21).

b. Stratigrafi dan Ganesa Bahan Galian

Tatanan Stratigrafi daerah Bukit Karang Putih tersusun oleh litologi berurutan dari tua ke muda adalah batuan kersikan anggota formasi kuantan dengan batuan gamping kristalin, berumur permokarbon, secara tidak selaras berada diatas satuan batuan kersikan dan satuan batu gamping yang terendapkan bersama satuan konglomerat anggota formasi Tuhur, berumur trias tengah akhir (Hendra, 2014: 15).

Bukit Karang Putih berumur kala miosen tengah dan *intrusi* batuan beku. Di sebelah selatan daerah Bukit Karang Putih berumur kala *miosen* akhir. Perubahan yang paling menonjol dengan adanya *intrusi* ini adalah terlihatnya perubahan batu gamping secara berangsur-angsur menjadi marmer disekitar sumber *instrusi* (Hendra, 2014: 16).

Satuan batuan yang paling muda yang terdapat di Bukit Karang Putih adalah *vulkanik* berumur *tersier* atau *kuarter* dan secara tidak selaras menutupi satuan batuan lain yang ada sebelumnya (Hendra, 2014: 16).

Sedangkan terjadi secara *anorganik*, jenis batuan gamping yang terjadi dalam kondisi iklim dan suasana tertentu dalam air laut atau air tawar, magnesium, lempung dan pasir merupakan unsur pengotor pengendap bersama-sama pada saat proses pengendapan. Keberadaan pengotor batu gamping memberikan klasifikasi batu gamping. Apabila pengotornya magnesium, maka batu gamping tersebut diklasifikasikan batu *dolomitan*. Begitu juga apabila pengotornya lempung maka diklasifikasikan batu gamping lempungan, dan batu gamping pasiran apabila pengotornya pasir (Hendra, 2014: 16).

Batu gamping yang mengalami *metamorfosa* akan berubah penampakkannya maupun panas, sehingga batu gamping tersebut menjadi berbaur seperti yang dijumpai pada marmer. Selain itu air tanah juga sangat berpengaruh terhadap penghabluran kembali pada permukaan batu gamping sehingga terbentuk *hablur kalsit* (Hendra, 2014: 17).

Statigrafi daerah Bukit Karang Putih PT. Semen Padang dapat dilihat pada Gambar 2.

Unit Batuan	Tebal Rata-Rata (m)	Simbol Batuan	Pemerian	Sumber Bahan
Endapan Resen	0,8-3,0		Material Timbunan/ Urugan	
	0,4-2,5		Lempung Residu/ Foil	Alumina Al_2O_3
Endapan Vulkanik	13,6		Tufa	Silika (SiO_2)
	68,9		Tufa Kersikan	
			Tektonik Deposit (Bahan Rombakan)	
			Batugamping	
			Marmer	Kapur Cao.Mgo
Batuan Metasedimen dan Metamorf	≈360		Batulempung Tufaan	
	>500		Batuan Kersikan	Silika (SiO_2)

Sumber: Departemen Tambang PT. Semen Padang (2016)

Gambar 2. Stratigrafi Daerah PT. Semen Padang

c. Litologi

Secara umum litologi penyusun satuan batuan di lokasi tambang PT. Semen Padang didominasi oleh batuan rijang (*chert*), sekisan (*filit*), batu sabak dan konglomerat yang hanya tersingkap pada alur Sungai Batang Idas arah ke hulu. Secara umum dijumpai perubahan secara berangsur dari batu kapur kristalin menjadi marmer, sedangkan batu kapur hablur dijumpai pada zona sesar atau hancuran. Batu kapur hablur (*sugary limestone*) berwarna putih keabu-abuan, putih kecoklatan, dan mengandung mineral kalsit 95% hingga 100% (Febrianto dalam Affan Nanda, 2015: 23).

d. Struktur Geologi

Keadaan geologi daerah Bukit Karang Putih merupakan bukit yang sangat terjal dengan sudut lereng alami mencapai 45° . Bukit Karang Putih pada umumnya ditempati oleh batu kapur (*gamping*) dengan terobosan batuan beku (*basalt*, *andesit*, *granit*). Lapisan batu kapur terletak di atas batuan endapan *vulkanik* dengan ketebalan 100 m-350 m. Di sebelah Selatan penambangan ditemukan batuan beku *basalt*. Hal ini dapat diperkirakan bahwa di daerah ini juga *ekstrusi* *basalt* (proses pembentukan dari *basalt* menjadi batu kapur). *Ekstursi* ini yang kemudian menyebabkan terjadinya penghambluran batu kapur menjadi *karst* dengan kristal-kristal yang besar-besar. Dinding-dinding bukit batu ini memperlihatkan gejala perapuhan melalui kekar-kekar yang terdapat di daerah tersebut yang menyebabkan rongga-rongga (Hendra, 2014: 14).

Arah *Strike* dan *Dip* bidang perlapisan yang terdapat di Bukit Karang Putih adalah N 25°/74° E (Departemen Tambang PT. Semen Padang). Hal ini merupakan suatu front antiklin dengan poros perlapisan berarah lebih kurang Timur Laut sampai Barat Daya. Lapisan tanah penutup yang dijumpai pada lokasi penambangan terdiri dari batu kapur lapuk dan *basalt*. Morfologi Bukit Karang Putih terbagi dua unit morfologi, yaitu morfologi perbukitan terjal dan morfologi lembah. Morfologi perbukitan terjal menempati bagian Utara Tengah, Timur dan Selatan daerah penambangan. Mempunyai pegunungan berarah Barat-Laut Tenggara dan Timur-Barat. Mempunyai puncak yang landai ke arah Utara dan puncak yang terjal serta ber *relief* kasar kearah Selatan. Morfologi ini berada pada ketinggian antara 262-525 m diatas permukaan laut, dan dibatasi oleh lereng yang terjal di bagian Utara, Barat, Timur dan Selatan dengan sudut berkisar antara 45⁰-75⁰ (Hendra, 2014: 15). Morfologi lembah terletak dibagian Barat dari penambangan, memanjang kearah Barat Laut-Tenggara, searah dengan pegunungan perbukitan dan arah aliran sungai dengan ketinggian 250-400 mdpl (Hendra, 2014: 15). Peta geologi PT. Semen Padang dapat dilihat pada lampiran C

5. Iklim dan Curah Hujan

Iklim di daerah PT. Semen Padang adalah iklim tropis yang memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau dengan kisaran temperatur $27^{\circ}\text{C} - 35^{\circ}\text{C}$.

Cuaca dapat mempengaruhi efektivitas kerja pada penambangan dengan menggunakan metode tambang terbuka. Curah hujan Kota Padang bisa dikatakan rendah. Hal ini disebabkan karena letak Kota Padang di tepi pantai.

6. Genesa Bahan Galian Silika

a. Pengertian Silika

Silika adalah nama yang diberikan kepada sekelompok mineral yang terdiri dari silikon dan oksigen. Kedua elemen ini paling melimpah di kerak bumi. Silika ditemukan umumnya dalam bentuk kristal dan jarang dalam keadaan amorf. Hal ini disebabkan karena silika terdiri dari ikatan satu atom silikon dan dua atom oksigen, rumus kimia silika adalah SiO_2 . Pasir terdiri dari butiran atau partikel kecil dari mineral dan fragmen batuan. Meskipun butiran mungkin berasal dari setiap komposisi mineral, komponen utama dari pasir biasanya berupa mineral kuarsa yang terdiri dari silika (silikon dioksida). Komponen lain yang mungkin berada dalam pasir termasuk aluminium, feldspar dan mineral-mineral besi. Pasir dengan konsentrasi silika sangat tinggi disebut sebagai pasir silika (pasir kuarsa) atau biasa disebut juga dengan pasir industri.

b. Sifat-sifat dan Kualitas *Silica Stone*

Berdasarkan hasil contoh permukaan dan inti bor dilaboratorium PT. Semen Padang pada pertengahan 2010, diketahui sifat fisik *silica stone* di daerah Bukit Karang Putih sebagai berikut (Hendra, 2014: 18):

Warna	: coklat muda sampai coklat tua
Kekerasan	: 2-4 skala Mohs
Sifat dalam	: dari yang keras, liat hingga <i>brittle</i>
<i>Density</i>	: 2,3 ton / BCM : 1,55 ton LCM

C. Dasar Teori

1. Bahan Baku Pembuatan Semen

Dalam proses produksi PT. Semen Padang, terdapat empat macam bahan baku pembuatan semen. Adapun bahan-bahan tersebut terdiri dari:

a. *Limestone*

Limestone digunakan sebagai sumber utama CaO yang diperoleh dari penambangan di Bukit Karang Putih dengan kadar CaO minimal 50%, SiO₂ maksimal 10%, Al₂O₃ maksimal 1%, H₂O maksimal 7% dan mengandung MgO serta Fe₂O₃ dalam jumlah sedikit. *Limestone* umumnya mengandung kalsium karbonat. Karbonat bereaksi dengan asam akan membentuk karbon dioksida, garam dan air. Jika *limestone* dipanaskan, kalsium karbonat akan terdekomposisi membentuk kalsium oksida. *Limestone* berperan dalam reaksi hidrasi dan pembentuk kekuatan pada semen. Proporsi *limestone* yang tepat merupakan suatu tuntutan yang harus dipenuhi

karena *limestone* adalah bahan baku utama. Jika bahan ini berlebih, maka akan menyebabkan semen tidak lentur dan rapuh.

b. *Silica Stone*

Silica stone merupakan sumber utama silika oksida (SiO_2). Adapun untuk bahan baku *silica stone* ini dapat di peroleh oleh PT. Semen Padang dengan penambangan sendiri di Bukit Karang Putih. Untuk penggunaan *silica stone* ini adalah sekitar 10% dari total kebutuhan dasar semen yang digunakan sebagai pelengkap komponen kimia essensial yang diperlukan dalam pembuatan semen dengan kadar SiO_2 minimal 65%, Al_2O_3 maksimal 10%, H_2O maksimal 6%, MgO maksimal 1%, dan mengandung CaO serta Fe_2O_3 dalam jumlah yang sedikit. Semakin murni kadar SiO_2 , maka batu ini akan berwarna merah atau coklat. Fungsinya meningkatkan kekuatan pada semen karena pembentukan dikalsium silikat ($2\text{CaO}.\text{SiO}_2$ atau C_2S) dan tri kalsium silikat ($3\text{CaO}.\text{SiO}_2$ atau C_3S). Jika silika berlebih akan meningkatkan kekuatan semen namun secara bersamaan akan meningkatkan *setting time* nya.

c. Tanah Liat

Tanah liat berfungsi sebagai sumber alumina oksida (Al_2O_3) digunakan sebanyak 8%. Pada awalnya penambangan tanah liat dilakukan di Bukit atas, namun karena depositnya yang semakin sedikit, maka tanah liat didatangkan dari pihak ketiga, yaitu PT. Igasar dan PT. Yasiga Andalas di Gunung Sarik dengan kadar Al_2O_3 minimal 25%, SiO_2 maksimal 45%, H_2O maksimal 6% dan

mengandung MgO , CaO , Fe_2O_3 dalam jumlah yang sedikit. Tanah liat berfungsi untuk memasok alumina dan silikat pada saat dipanaskan di kiln, juga untuk menyeimbangkan kandungan CaCO_3 yang terlalu tinggi pada *limestone*. Kandungan optimum CaCO_3 dalam kiln adalah 75-80%. Ketika CaCO_3 melebihi ini, *clay* ditambahkan untuk menyeimbangkannya dengan SiO_2 , Al_2O_3 dan Fe_2O_3 . Selain itu, kandungan alumina dalam *clay* berfungsi untuk meningkatkan kualitas semen dan menurunkan temperatur clinker. Kelebihan alumina berakibat menurunnya kekuatan semen.

d. Pasir besi (*iron sand*)

Pasir besi sebagai sumber oksida besi (Fe_2O_3) digunakan sebanyak 2% yang berfungsi untuk memberikan warna, kekerasan, dan kekuatan semen serta membantu penggabungan bahan baku selama pembuatan semen. Pasir besi didatangkan dari PT. Aneka Tambang, Cilacap dan juga sebagian lainnya dari salah satu perusahaan tambang pasir besi di Batam, Kepulauan Riau.

2. Perbedaan Perencanaan dan Rancangan

a. Perencanaan Tambang

Ditinjau dari segi teknik, perencanaan berarti penentuan persyaratan teknik dalam mencapai sasaran kegiatan(target pekerjaan) serta urutan teknik pelaksanaan berbagai macam anak kegiatan untuk mencapai tujuan dan sasaran kegiatan tersebut. Perencanaan terikat oleh rangka waktu dan mencakup kegiatan penelitian awal, studi

kelayakan, analisis persoalan, rancangan, program, konstruksi, pengawasan, dan pemeliharaan.

Pada dasarnya perencanaan dapat dibagi dua yaitu:

- 1) Perencanaan strategis yang mengacu pada penentuan sasaran secara menyeluruh, strategi pencapaiannya serta penentuan cara waktu dan biaya
- 2) Perencanaan operasional menyangkut teknik pengerjaan dan penggunaan sumber daya untuk mencapai tujuan serta terikat pada sistem keuangan.

Dari itu perencanaan tambang adalah proses perumusan secara menyeluruh beberapa kemungkinan konsep dasar dan aturan kegiatan penambangan yang akan dilaksanakan yang selanjutnya menjadi dasar bagi pihak pengelola dalam mengambil keputusan.

b. Rancangan Tambang

Rancangan adalah suatu kegiatan dalam menentukan spesifikasi dan bentuk dari barang jadi yang akan dibuat (dan tidak terikat pada fungsi waktu sebagaimana perencanaan). Ada dua tingkat perancangan yaitu:

- 1) Rancangan Konsep adalah suatu rancangan untuk menciptakan barang `jadi, peralatan atau sistem yang dibuat atas dasar analisis dan perhitungan secara garis besar saja dan barang yang akan dibuat tersebut hanya dipandang dari sudut fungsinya saja. Data yang digunakan masih berupa data asumsi berdasarkan pengalaman. Rancangan ini pada umumnya digunakan pada perhitungan atau

penentuan di awal kegiatan dan ditahap awal penyusunan perencanaan.

- 2) Rancangan Rekayasa adalah rancangan yang telah memuat perincian, teknik pembuatan, pelaksanaan serta spesifikasi alat dan bahan.

3. Produktifitas Alat

Produksi alat berat adalah suatu batas kemampuan alat berat untuk menghasilkan kerja (produksi) sesuai fungsi peralatan tersebut dengan situasi dan kondisi tertentu dari jenis pekerjaan dan lingkungan. Prinsip dasar perhitungan produksi adalah (Sumarya, 2012):

a. Kapasitas Alat

Kapasitas alat adalah kemampuan alat untuk menggali, mengangkat, menumpah, mengangkut, menggusur, mengeruk, meratakan dan memadatkan dalam satu kali operasi. Kapasitas alat terbagi dua yaitu:

- 1) Kapasitas peres, dimana volume material didalam *bucket* atau alat untuk menempatkan material yang diukur rata dengan seluruh tepian *bucket*.
- 2) b. Kapasitas munjung, dimana volume materiam didalam *bucket* dalam keadaan menggunung sesuai dengan sifat materialnya.

b. Waktu Siklus

Waktu siklus (*cycle time*) adalah waktu yang diperlukan alat berat untuk menyelesaikan suatu proses gerakan, mulai dari gerakan awal

hingga akhir dan kembali kesemula atau awal (menggali, memuat, mengangkut, membuang, *manuver*, kembali). Waktu siklus dibagi dua:

- 1) Waktu tetap, waktu tetap adalah waktu yang diperlukan untuk gerakan tetap seperti memuat, membuang, *manuver*.
- 2) Waktu tidak tetap, waktu tidak tetap adalah waktu yang berubah-ubah tergantung dari jarak dan kondisi lapangan.

Semakin kecil waktu edar dari alat maka hasil produksinya akan semakin tinggi. Untuk memperoleh produksi tertentu maka harus diperhatikan siklus produksi. Pada pemindahan tanah mekanis siklus produksi meliputi:

a) Pemuatan (*loading*)

Yang berpengaruh terhadap produksi alat muat adalah : jenis, tipe dan kondisi alat, kapasitas alat angkut, serta *skill* operator.

b) Pengangkutan (*hauling*)

Produksi pekerjaan pengangkutan ini dipengaruhi oleh: kondisi jalan angkutnya, *skill* operator, serta banyak tidaknya tanjakan.

c) Penimbunan (*dumping*)

Merupakan pekerjaan penimbunan material. Pekerjaan penimbunan dipengaruhi oleh kondisi tempat penimbunan, mudah atau tidaknya *manuver* alat angkut tersebut selama melakukan penimbunan.

d) Kembali (*return*)

Merupakan pekerjaan alat angkut untuk kembali lagi ketempat pemuatan setelah menumpahkan muatan ada *dumping site*.

e) Menempatkan diri (*spot*)

Merupakan penempatan diri dari alat angkut. Mudah tidaknya menempatkan diri untuk dimuati oleh alat muat ditentukan oleh: jenis alat muat, lokasi serta posisi alat muat.

c. Waktu Edar Alat Muat

merupakan total waktu pada alat muat, yang dimulai saat pengisian *bucket* sampai pada saat menumpahkan muatan ke dalam alat angkut dan kembali kembali berputar dengan *bucket* kosong.

Rumus:

$$C_{tm} = t_{m1} + t_{m2} + t_{m3} + t_{m4} \dots \dots \dots (1)$$

(Sumber: *Specification and application Handbook edition 30*)

Keterangan:

C_{tm} : waktu edar *excavator* (detik)

T_{m1} : waktu gali material (detik)

T_{m2} : waktu berputar (swing) dengan *bucket* terisi muatan (detik)

T_{m3} : waktu menumpahkan muatan (detik)

T_{m4} : waktu berputar *swing* dengan *bucket* kosong

d. Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edaran alat angkut pada umumnya terdiri dari waktu menunggu alat untuk dimuat, waktu mengatur posisi untuk dimuat, waktu diisi muatan, waktu *dumping* dan waktu kembali kosong.

Rumus:

$$C_{ta} = ta_1 + ta_2 + ta_3 + ta_4 + ta_5 + ta_6 \dots \dots \dots (2)$$

(Sumber: *Specification and application Handbook edition 30*)

Keterangan:

C_{ta} : Waktu edar alat angkut (detik)

Ta_1 : waktu mengambil posisi untuk dimuati (detik)

Ta_2 : waktu diisi muatan (detik)

Ta_3 : waktu mengangkut muatan (detik)

Ta_4 : waktu mengambil posisi untuk penumpahan (detik)

Ta_5 : waktu muatan ditumpahkan/dumping (detik)

Ta_6 : waktu kembali kosong (detik)

e. Produktivitas Alat Angkut

Dumptruck merupakan alat angkut yang digunakan untuk mengangkut material

$$C_{mt \text{ dump truck}} = (n \times cms) + \left(\frac{D}{v_1} + t_1 + \frac{D}{v_2} + t_2 \right) \dots \dots \dots (3)$$

(Sumber: *Sumarya, 2012*)

Keterangan:

$n \times C_{ms}$: Waktu Muat *Excavator* (min)

D/v_1 : Waktu Angkut

t_1 : Waktu Dumping

D/v_2 : Waktu Kembali

t_2 : Waktu *Manuver*

D : Jarak Angkut DT (m)

v_1 : Kecepatan isi (m/min)

v_2 : Kecepatan Kosong (m/min)

$$P = C \times \frac{60}{cmt} \times E_t \times M \dots \dots \dots (4)$$

(Sumber: Handbook Komatsu Edition 30)

Dimana C adalah produksi *dump truck* per siklus

$$C = n \times q_1 \times K \dots \dots \dots (5)$$

(Sumber: Handbook Komatsu Edition 30)

Keterangan :

P = Produktivitas alat angkut (m^3/jam)

C = Produktivitas persiklus

M = Jumlah truck untuk total produksi alat angkut

E_t = Effisiensi Kerja *Dumptruck*

n = Jumlah siklus untuk pengisian dump truck

q_1 = Kapasitas *bucket loader* (m^3) = $9,5 m^3$

K = *Bucket Fill Factor* = 0,81

4. Defenisi Jalan

Definisi jalan berdasarkan Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 1980 menjelaskan bahwa Jalan adalah suatu prasarana perhubungan darat dalam bentuk apapun meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu-lintas. Bangunan pelengkap dan perlengkapan jalan yaitu bangunan atau aksesoris jalan, misalnya lampu jalan, rambu-rambu lalu-lintas, tangga penyeberangan dan lain-lain.

Jalan tambang adalah klasifikasi jalan secara khusus, yaitu jalan yang pembinaannya di lakukan oleh perusahaan tambang. Maksudnya jalan tersebut dibuat dan digunakan hanya untuk kepentingan-kepentingan pertambangan. Fungsi jalan tambang adalah sebagai sarana yang bisa di lewati kendaraan untuk mengangkut bahan galian dan tanah buangan ke lokasi yang ditentukan. Tujuan jalan tambang adalah agar kendaraan bisa lewat dengan kecepatan yang aman dan nyaman bagi pengemudi atau operator serta menghasilkan produktivitas yang optimum dengan yang se-ekonomis mungkin

Setiap operasi penambangan memerlukan jalan tambang sebagai sarana infrastruktur yang vital didalam lokasi penambangan dan sekitarnya. Jalan tambang berfungsi sebagai penghubung lokasi-lokasi penting antara lain lokasi tambang dengan area *crushing plant*, pengolahan bahan galian, perkantoran, perumahan karyawan dan tempat-tempat diwilayah penambangan.

Konstruksi jalan tambang secara garis besar sama dengan jalan angkut di kota. Perbedaan yang khas terletak pada permukaan jalannya (*road surface*) yang jarang sekali dilapisi oleh aspal atau beton seperti jalan angkut di kota. Karena jalan tambang sering dilalui oleh peralatan mekanis yang memakai *crawler track* misalnya *bulldozer*, *excavator*, *crawler rock drill*, *track loader*, dan sebagainya. Untuk membuat jalan angkut tambang diperlukan bermacam-macam alat mekanis, antara lain:

- a. *Bulldozer* yang berfungsi antara lain untuk pembersihan lahan dan pembabatan, perintisan badan jalan, potong timbun, perataan, dll
- b. *Alat garuk (roater atau ripper)* untuk membantu pembabatan dan mengatasi batuan yang agak keras.
- c. Alat muat untuk memuat hasil galian yang volumenya besar.
- d. Alat angkut untuk mengangkut hasil galian tanah yang tidak diperlukan dan membuangnya dilokasi penimbunan.
- e. *Motor grader* untuk meratakan dan mempertinggi daya dukung jalan.

Seperti halnya jalan angkut di kota, jalan angkut ditambang pun harus dilengkapi penyaliran yang ukurannya memadai. Sistem penyaliran harus mampu menampung air hujan pada kondisi curah hujan yang tinggi dan harus mampu pula mengatasi luncuran partikel-partikel kerikil atau tanah pelapis permukaan jalan yang terseret arus air hujan menuju penyaliran. Apabila jalan tambang melalui sungai atau parit, maka harus dibuat jembatan yang konstruksinya mengikuti persyaratan yang biasa diterapkan pada konstruksi jembatan umum di jalan kota. Parit yang dilalui jalan tambang mungkin dapat diatasi dengan pemasangan gorong-gorong

(*culvert*) kemudian dilapisi oleh campuran tanah dan batu sampai pada ketinggian jalan yang dikehendaki.

5. Jalan Angkut

a. Geometri Jalan Angkut

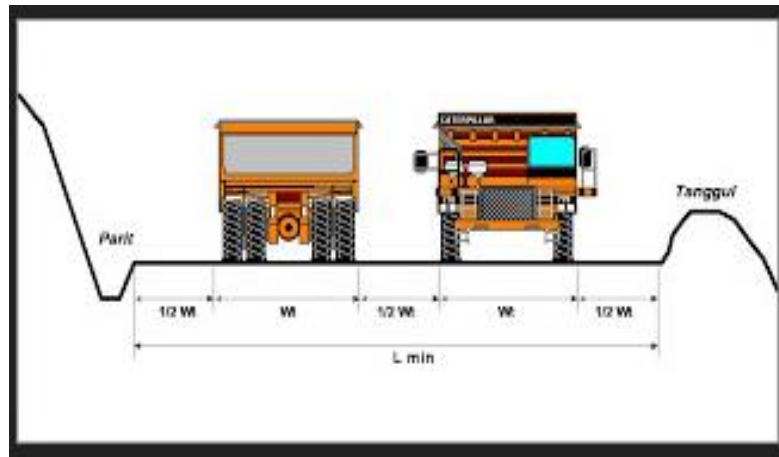
Jalan angkut merupakan membangun badan jalan diatas permukaan tanah baik secara vertikal maupun horizontal dengan asumsi bahwa badan/bentuk permukaan bumi adalah tidak rata. Dengan demikian geometri jalan merupakan perencanaan jalan di tinjau dari segi fisik jalan sehingga dapat memenuhi fungsi jalan secara optimal.

b. Faktor - Faktor Yang Perlu Diperhatikan Dalam Geometri Jalan

Dalam geometri jalan, ada beberapa hal-hal yang harus di perhatikan dalam mengoptimalkan fungsi jalan serta menjaga keselamatan pengguna jalan, yaitu:

1) Lebar Jalan Lurus

Perhitungan lebar jalan angkut yang lurus dan belok (tikungan) berbeda karena pada posisi membelok kendaraan akan membutuhkan ruang gerak yang lebih lebar akibat jejak ban depan dan belakang yang ditinggalkan di atas jalan melebar. Lebar jalan minimum pada jalan lurus dengan lajur ganda atau lebih, menurut *Aasho Manual Rural High Way Design*, harus ditambah dengan setengah lebar alat angkut pada bagian tepi kiri dan kanan jalan, dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.



Sumber: (<http://dokumen.tips/documents/perencanaan-geometri-jalan-tambang-5617d4e8df7c0.html>)

Gambar 3. Lebar Jalan Pada Jalan Lurus

Dari ketentuan tersebut dapat digunakan cara sederhana untuk menentukan lebar jalan angkut minimum, yaitu menggunakan *rule of thumb* atau angka perkiraan seperti terlihat pada tabel 3, dengan pengertian bahwa lebar alat angkut sama dengan lebar lajur.

Perhitungan lebar minimum jalan berdasarkan lebar kendaraan.

$$L_{min} = n \cdot W_t + (n+1)(\frac{1}{2} W_t) \dots \dots \dots (6)$$

(Sumber: Perencanaan Jalan Tambang Awang Suwandi)

Dimana:

L_{min} = Lebar jalan angkut minimum (meter)

n = Jumlah lajur

W_t = Lebar alat angkut (meter)

Dengan menggunakan rumus di atas, lebar jalan lurus dianggap aman, pada saat alat angkut berpapasan, tidak saling menyerempet dengan yang lain pada saat pengangkutan berlangsung.

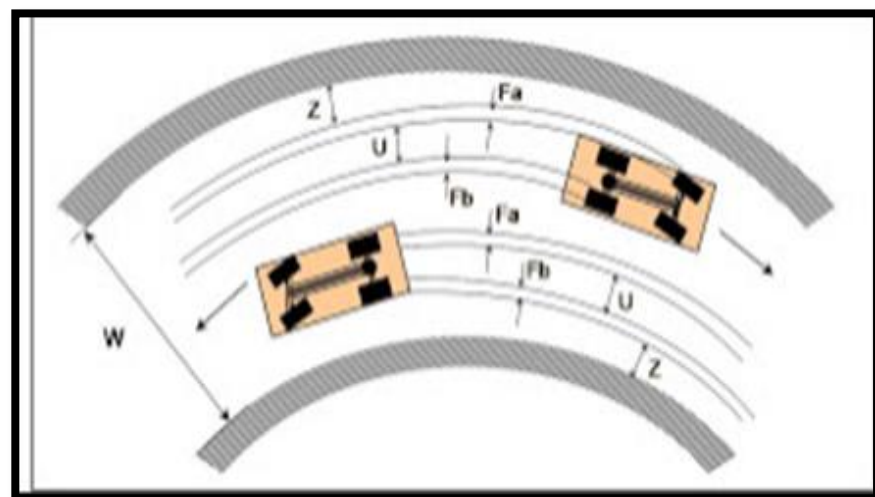
Bila lebar kendaraan (W_t) 1 satuan panjang, maka lebar minimum jalan (L_{min}) dapat dilihat pada tabel 3 dibawah ini

Tabel 3. Perhitungan lebar Jalan Lurus

Jumlah laju truck	Perhitungan	Lebar jalan angkut minimal
1	$1 + (2 \times \frac{1}{2})$	2,0
2	$2 + (3 \times \frac{1}{2})$	3,5
3	$3 + (4 \times \frac{1}{2})$	5,0
4	$4 + (5 \times \frac{1}{2})$	6,5

2) Lebar Jalan Pada Tikungan.

Penentuan lebar jalan pada tikungan (belokan) didasarkan pada lebar jejak ban, lebar jantai (overhang) bagian depan dan belakang saat kendaraan belok, jarak antar kendaraan saat bersimpangan dan jarak dari kedua jalan. Dapat dilihat seperti gambar 4 dibawah ini.



Sumber: (<http://dokumen.tips/documents/perencanaan-geometri-jalan-tambang-5617d4e8df7c0.html>)

Gambar 4. Lebar Jalan Pada Tikungan

$$Lb = 2 (Wt + Fa + Fb + Z) + C \dots \dots \dots (7)$$

(Sumber: Perencanaan Jalan Tambang Awang Suwandi)

$$Fa = Ad \sin \alpha$$

$$Fb = Ab \sin \alpha$$

$$C = Z = \frac{1}{2} (U + fa + fb)$$

Dimana :

Lb = Lebar minimum jalan pada tikungan, m

Wt = Lebar alat angkut, m

Fa = Jarak dari roda depan dengan bagian depan truk, m

Fb = Jarak dari roda belakang dengan bagian belakang truk, m

α = Sudut penyimpangan roda depan

C = Jarak antara dua truk yang bersimpangan

Z = Jarak sisi luar truk ke tepi jalan

3) Jari-Jari Tikungan

Jari-jari tikungan jalan angkut berhubungan dengan alat angkut yang digunakan, khususnya jarak horizontal antara poros roda depan dan belakang. Pada gambar 5 memperlihatkan jari-jari lingkaran yang dijalani oleh roda belakang dan roda depan berpotongan dipusat C dengan besar sudut sama dengan sudut penyimpangan roda depan. Dengan demikian jari-jari belokan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{W}{\sin \beta} \dots \dots \dots (8)$$

(Sumber: Perencanaan Jalan Tambang Awang Suwandi)

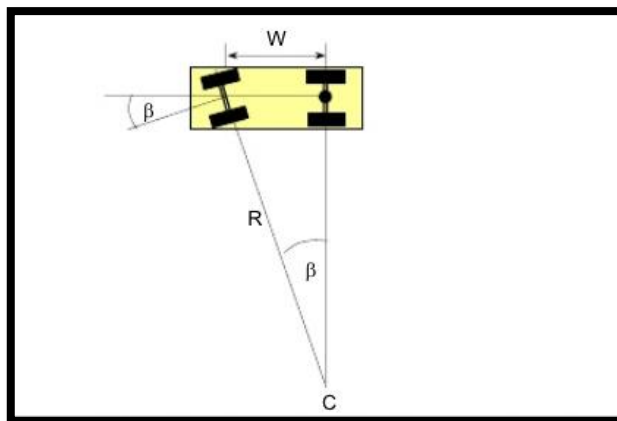
Dimana:

R = Jari-jari belokan jalan angkut, m

W = Jarak poros roda depan belakang, m

β = Sudut penyimpangan roda depan

Namun, rumus di atas merupakan perhitungan matematis untuk mendapatkan lengkungan belokan jalan tanpa mempertimbangkan faktor-faktor kecepatan alat angkut, gesekan roda ban dengan permukaan jalan dan superelevasi. Apabila ketiga faktor tersebut diperhitungkan, maka rumus jari-jari tikungan menjadi sebagai berikut, dengan gambar 5 dapat dilihat pada dibawah ini



(Sumber: Perencanaan Jalan Tambang Awang Suwandi)

Gambar 5. Sudut Maksimum Penyimpangan Kendaraan

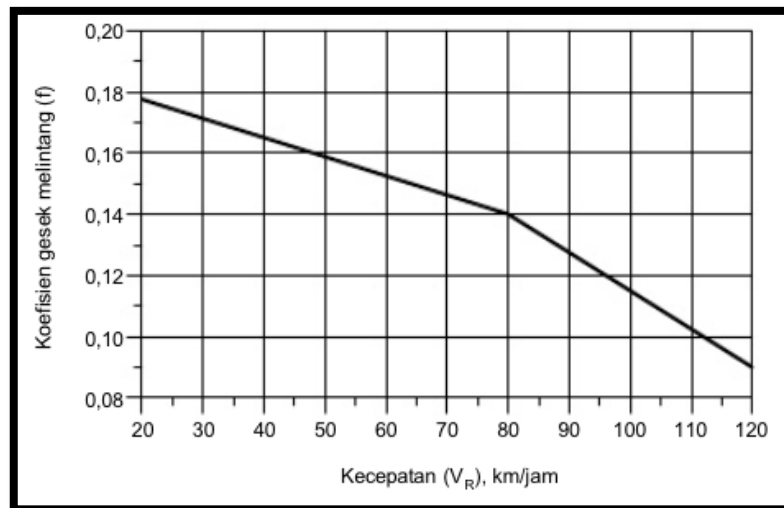
Perhitungan matematis berdasarkan kenampakan gambar 5 diatas diperoleh jari-jari tikungan sbb:

Apabila:

R = Jari-jari belokan jalan (m)

W = Jarak poros roda depan belakang (m)

B = Sudut penyimpangan roda depan



(Sumber: Perencanaan Jalan Tambang Awang Suwandi)

Gambar 6. Kurva Koefisien Gesek untuk $e_{\max}$ 6%, 8%, dan 10% (Menurut AASHTO)

4) Superelevasi

Pada jalan yang membelok, badan jalan dimiringkan ke arah titik pusat belokan yang disebut *superelevasi*. *Superelevasi* berhubungan erat dengan jari-jari belokan, kecepatan kendaraan dan perubahan kecepatan. *Superelevasi* dicapai secara bertahap dari kemiringan normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke kemiringan penuh (*superelevasi*) pada bagian jalan yang lengkung.

Pada tikungan diperlukan suatu besaran yang dinamakan ‘*superelevasi*’ yang gunanya untuk melawan gaya sentrifugal yang arahnya menuju keluar jalan. Dasar rumusan adalah :

$$E = 67 \times \frac{S^2}{R} \dots\dots\dots(11)$$

Dimana :

e = *Superelevasi* mm/m

S = Kecepatan Kendaraan km/ jam

R = Radius belokan, m

Tabel 5: Landai Relatif Maksimum (untuk 2/2 TB)

V_R , km/jam	20	30	40	50	60	80
Kemiringan maksimum	1/50	1/75	1/100	1/115	1/125	1/150

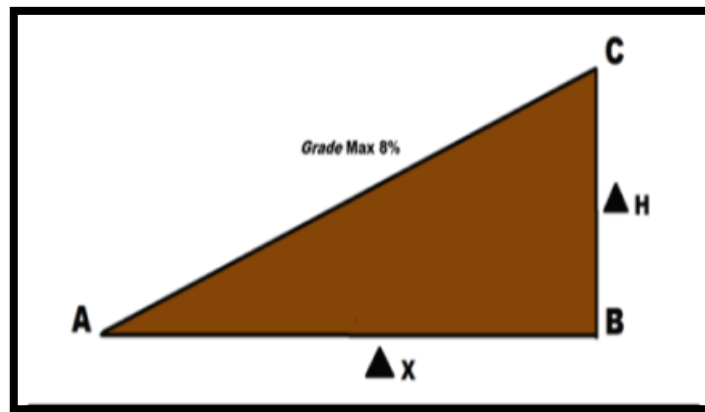
(Sumber: Perencanaan Jalan Tambang Awang Suwandi)

5) Kemiringan Jalan Angkut

Keadaan topografi daerah yang akan dijadikan jalan tambang harus memiliki kemiringan yang relatif kecil. Kemiringan jalan tambang adalah besarnya sudut yang dibentuk antara jarak jalan miring karena perbedaan elevasi. Kalau jalan itu naik disebut kemiringan positif dan bila jalan itu turun maka disebut kemiringan negatif. Kemiringan jalan berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut baik dalam pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan.

Dalam buku Panduan Praktek Tambang Terbuka Universitas Pembangunan Nasional Yanto Indonesianto mengemukakan bahwa besarnya kemiringan biasanya dinyatakan dalam persen (%). Kemiringan 1% berarti jalan itu naik atau turun 1 meter untuk jarak mendatar sebesar 100 meter.

Kemiringan maksimum dapat dengan baik dilalui oleh alat angkut (*dump truck*) antara 10 - 18 %, akan tetapi untuk jalan naik maupun turun pada perbukitan lebih aman menggunakan kemiringan jalan maksimum sebesar 8% atau 4.6°



(Sumber : Awang Suwandhi)

Gambar 7. Kemiringan Jalan (*Grade*)

Kemiringan jalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus seperti dibawah ini

$$\text{Grade (\%)} = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100 \% \dots \dots \dots (12)$$

(Sumber: Perencanaan Jalan Tambang Awang Suwandi)

Keterangan:

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

Δx = Jarak antara dua titik jalan dapat diukur (m)

Pada jalan mendaki juga diperlukan adanya panjang kemiringan (kelandaian) kritis, yaitu suatu jarak maksimum agar pengurangan kecepatan kendaraan tidak lebih dari separuh V_R . Lama perjalanan pada jarak kritis tidak boleh lebih dari 1 menit. Dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini

Tabel 6: Jarak Miring Kritis (meter)

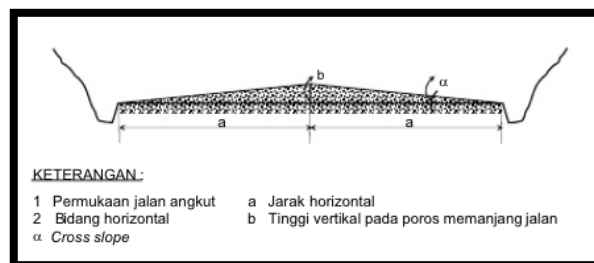
Kecepatan pada Awal Tanjakan	Kemiringan %						
	4	5	6	7	8	9	10
80 km/jam	630	460	360	270	230	230	200
60 km/jam	320	210	160	120	110	90	80

(Sumber: Perencanaan Jalan Tambang Awang Suwandi)

Berikut *Performance Curve* dari *Handbook* HD785-7 untuk menghitung kecepatan berdasarkan *grade* jalan dan *Rolling Resistance*. Dapat dilihat pada lampiran H.

6) *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 pada gambar dibawah, dibuat demikian dengan tujuan untuk memperlancar penyaliran. Apabila pada saat turun hujan atau sebab lain, maka air yang ada pada permukaan jalan di tergenang. Hal ini penting karena air yang menggenang pada permukaan jalan angkut akan membahayakan kendaraan yang lewat dan mempercepat kerusakan jalan. Seperti dapat dilihat pada gambar 9 dibawah ini.



(Sumber: Perencanaan Jalan Tambang Awang suwandi)

Gambar 8. Penampang Melintang Jalan Angkut

Angka *cross slope* dinyatakan dalam perbandingan jarak vertikal (b) dan horizontal (a) dengan satuan mm/m atau m/m'. Jalan angkut yang baik memiliki *cross slope* antara 1/50 sampai 1/25 atau 20 mm/m sampai 40 mm/m.

7) Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun di atas lapisan tanah dasar (*subgrade*) yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas. Jenis konstruksi perkerasan jalan pada umumnya ada 3 jenis:

- a) Perkerasan lentur (Flexibel Pavement)
- b) Perkerasan kaku (Rigid Pavement)
- c) Perkerasan kombinasi lentur-kaku (Composite Pavement)

Perkerasan jalan angkut harus cukup kuat untuk menahan berat kendaraan dan muatan yang melaluinya dan permukaan jalanya harus dapat menahan gesekan roda kendaraan, pengaruh air permukaan atau air limpasan (*runoffwater*) dan hujan. Bila perkerasan jalan tidak kuat menahan beban kendaraan, maka jalan tersebut akan mengalami penurunan dan pergeseran, baik pada bagian perkerasan jalan itu sendiri maupun pada tanah dasarnya (*subgrade*), sehingga akan menyebabkan jalan bergelombang, berlubang bahkan bisa rusak berat. Bila perkerasan jalan permukaan (*roadsurface*) rapuh terhadap gesekan ban atau aliran air, maka akan mengalami kerusakan yang pada mulanya terjadi lubang-lubang kecil, lama kelamaan menjadi besar dan akhirnya rusak berat.

Tujuan utama perkerasan jalan angkut adalah untuk membangun dasar jalan yang mampu menahan beban pada poros roda yang diteruskan melalui lapisan fondasi, sehingga tidak melampaui daya dukung tanah dasar (*subgrade*). Dengan demikian

perkerasan jalan angkut dipengaruhi oleh faktor-faktor kepadatan lalu lintas. Dengan demikian perkerasan jalan angkut dipengaruhi oleh faktor-faktor kepadatan lalu lintas, sifat fisik dan mekanika bahan (material) yang digunakan dan daya dukung tanah dasar.

Evaluasi lapisan tanah dasar (*Subgrade*) daya dukung lapisan tanah dasar merupakan bagian yang sangat penting di dalam merencanakan tebal lapisan perkerasan jalan. Oleh sebab itu evaluasi lapisan *subgrade* di arahkan untuk memperoleh suatu estimasi harga atau ukuran daya dukung tanah yang caranya dapat dilakukan di lapangan atau dilaboratorium mekanika tanah.

Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan di dalam mengestimasi ukuran kekuatan daya dukung lapisan tanah dasar antara lain:

- a) Kadar air
- b) Kepadatan (Compaction)
- c) Perubahan kadar air selama usia peleyanan
- d) Variabilitas tanah dasar
- e) Ketebalan lapisan perkerasan totl yang dapat diterima oleh laisan lunak yang ada dibawah lapisan tanah dasar

Adapun cara pengukuran daya dukung lapisan subgrade dapat dilakukan dengan pengujian *California Bearing Ratio*. Parameter elastis dan modulus reaksi tanah dasar (k). Ketiga pengujian tersebut umummnya dilaksanakan dilaksanakan di laboratorium mekanika

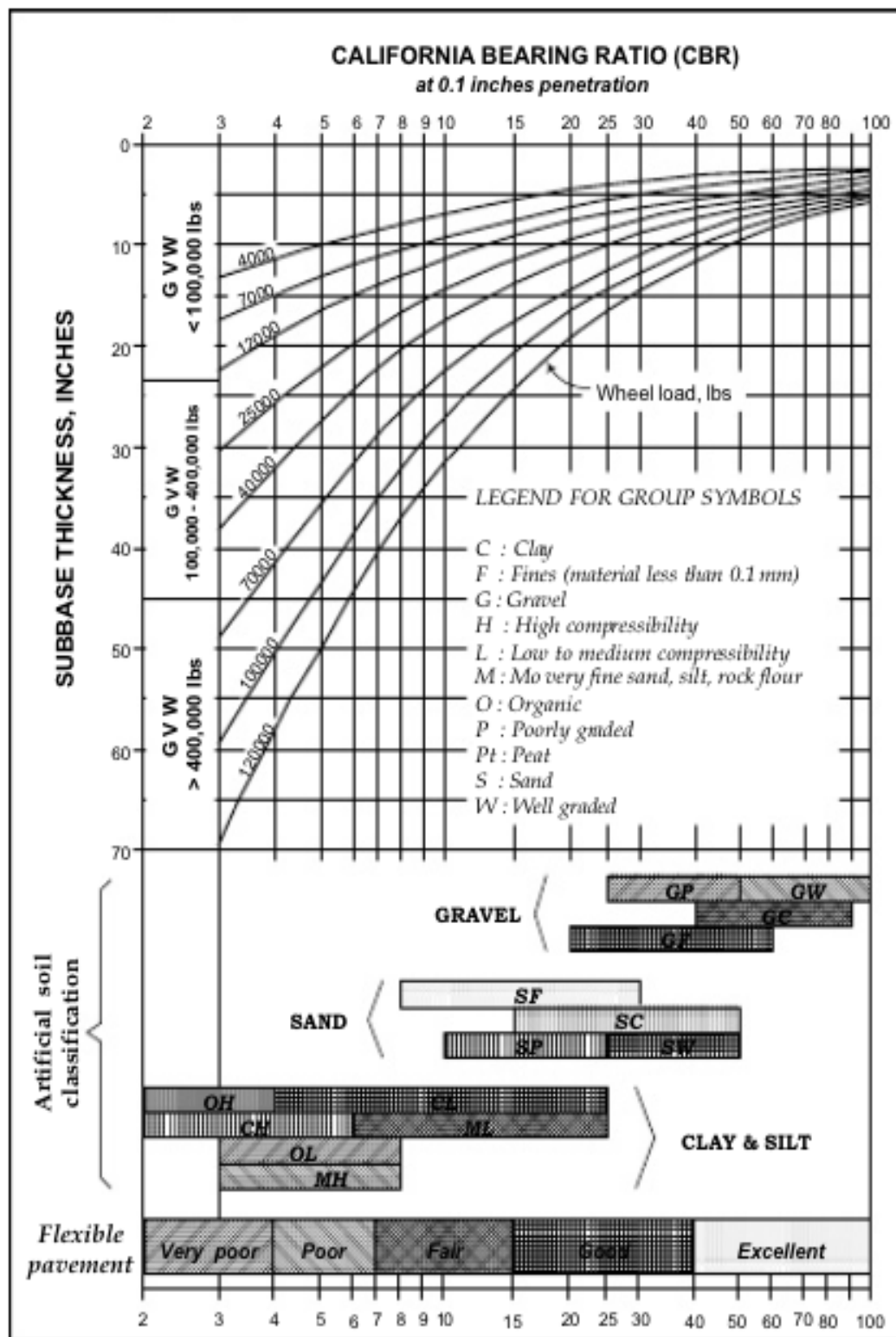
tanah dengan mengikuti prosedur standarisasi yang ditetapkan oleh ASTM, AASHTO, SNI dan lain-lain.

Yang sering digunakan dalam perkerasan jalan tambang adalah pengujian CBR yang dikembangkan oleh *California State High-way Departement*. Hasil pengujian CBR di laboratorium mekanika tanah di plot ke dalam kurva CBR seperti pada gambar dibawah. Hasil yang diharapkan dari kurva CBR adalah ketebalan lapisan-lapisan perkerasan di atas *subgrade* sesuai. dengan jenis-jenis tanah atau material yang digunakan untuk perkerasan jalan tersebut.

8) Material Perkerasan

Material perkerasan yaitu material yang digunakan untuk melapisi permukaan *subgrade* berdasarkan atas sifat dasarnya, material perkerasan diklasifikasikan menjadi empat kategori yaitu:

- a) Material berbutir lepas
- b) Material pengikat
- c) Aspal
- d) Beton semen



(Sumber: Perencanaan Jalan Tambang Awang Suwandhi)

Gambar 9. Kurva California Bearing Ratio

Tabel 7: Daya Dukung Material

Material	Capacity in 1,000 lb/sqt
Hard sound rock	120
Medium hard rock	80
Hard pan overlaying rock	24
Compact garvel and boulder-gravel formations, very compact sandy gravel	20
Soft rock	16
Loose gravel and sandy gravel: compact sand and gavelly sand: very compact sand-inorganic silt soils	12
Hard dry consolidated clay	10
Loose coarse to medium sand: medium compact fine sand	8
Compact sand-clay soils	6
Loose fine sad: medium cmpact sand-inorganic, silt soils	4
Firm or stiff clay	3
Loose saturated sand clay soils, medium soft clay	2

(Sumber: Perencanaan Jalan Tambang Awang Suwandi)

Pada jalan tambang jarang sekali digunakan material aspal atau beton semen karena pemanfaatan jalannya tidak tertentu lama atau selalu berpindah-pindah dalam tempo yang relatif singkat mengikuti area penambangan. Namun, di lokasi perkantoran, fasilitas kesehatan atau perumahan karyawan tetap digunakan material perkerasan dari perkerasan dari aspal atau beton semen. Tabel 8 memperlihatkan karakteristik ke empat jenis material perkerasan.

(1) Material Berbutir

Material butir terdiri atas kerikil dari sungai atau agregat batuan hasil mesin pemecah batuan (*crusher*). Distribusi ukuran butir material tersebut harus mengikuti standar baku, baik ASTM, AASHTO, NAASRA, atau SNI, agar dapat menghasilkan kestabilan secara mekanis dan dapat dipadatkan. Dalam proses perkerasannya dapat pula ditambahkan aditif untuk menambah kestabilan tanpa menambah kelakuan.

(2) Material Terikat

Material terikat adalah material perkerasan yang dihasilkan dengan menambahkan semen, kapur, atau zat cair lainnya dalam jumlah tertentu untuk menghasilkan bahan yang terikat. Ikatan antar butir akan menghasilkan kuat tarik yang besar, sehingga diharapkan lapisan perkerasan yang besar,

sehingga diharapkan lapisan perkerasan dapat menahan beban kendaraan dengan baik dan berumur pakai lama.

Tabel 8: Karakteristik dan Kategori Material Perkerasan

Karakteristik	Kategori Material Perkerasan	
	Butiran Lepas	Terikat
Jenis material	• Batu pecah • Kerikil • Aggrat tanah • Material yang distabilkan secara mekanis • Material yang distabilisasi dengan bitumen • Material yang distabilisasi secara kimiawi • Material yang dimodifikasi semen kapur, abubatu dan flyash	• Material yang distabilisasi dengan kapur • Material yang distabilisasi dengan semen • Material yang distabilisasi dengan kapur/flyash • Material yang distabilisasi dengan abubatu
Sifat dasar	• Pembentukan kuat geser melalui gaya interlock antar partikel • Tidak ada gaya tarik yang berarti	• Pembentukan kuat geser melalui gaya interlock dan ikatan kimiawi • Terjadi gaya tarik yang berarti
Model keruntuhan	• Deformasi terjadi akibat geser dan kepadatan • Disintegrasi terjadi melalui perpecahan	• Pembentukan retak melalui penyusutan, kelelahan dan kelebihan beban • Terjadi erosi dan pemuaian akibat ada air
Masukan parameter untuk perencanaan	• Modulus elastisitas • Nisbah poisson • Derajat anisotropi	• Modulus elastisitas • Nisbah poisson
Kriteria penampilan	Spesifikasi material umum	Hubungannya dengan kelelahan

(Sumber: Perencanaan Jalan Tambang Awang Suwandi)

8) Lapisan Perkerasan Jalan

Seperti telah disinggung sebelumnya bahwa terdapat tiga jenis konstruksi lapisan perkerasan, yaitu lapisan perkerasan lentur, lapisan perkerasan kaku dan lapisan kombinasi lentur kaku, setiap jenis lapisan perkerasan umumnya terdiri dari 2-3 susunan material yaitu:

- a) Lapisan tanah dasar (*Subgrade*).
- b) Lapisan paling atas adalah lapis permukaan (*Surface Course*)
dibawahnya adalah lapis fondasi atas (*Basecourse*) dan
- c) Diantara *base-course* dengan *sub-grade* adalah lapis fondasi bawah (*Sub-Basecourse*).

9) Susunan Lapisan Perkerasan

Jenis-jenis susunan lapisan perkerasan yang telah disebutkan di atas mempunyai fungsi yang berbeda-beda didalam merespon beban yang diterimanya. Rancangan konstruksi didasarkan atas kondisi alamiah lapisan tanah dasar, intensitas lalu lintas yang akan melaluinya, faktor lingkungan dan kondisi cuaca serta air tanah. Adapun fungsi dari masing-masing lapisan dapat diuraikan sebagai berikut:

a) Lapis Permukaan

- (1) Sebagai lapis perkerasan penahan beban roda yang mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan roda selama masa pelayanan.

- (2) Lapis kedap air, sehingga air hujan yang mengalir di atasnya tidak meresap ke dalamnya dan tidak pula melemahkan lapisan tersebut.
- (3) Sebagai lapis arus (Wearing Course) artinya lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mengakibatkan keausan ban.
- (4) Sebagai lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung lebih jelek.

b) Lapisan Fondasi Atas

- (1) Merupakan bagian perkerasan untuk menahan gaya melintang dari beban roda dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya.
- (2) Sebagai lapis peresapan untuk lapisan dibawahnya.
- (3) Sebagai bantalan bagi lapis permukaan.

c) Lapis Fondasi Bawah

- (1) Merupakan bagian perkerasan untuk menyebarkan beban roda kendaraan ke tanah dasar.
- (2) Untuk mengurangi tebal lapisan di atasnya karena material atau bahan untuk fondasi bawah umumnya lebih murah dibanding perkerasan di atasnya, sehingga dapat mengefisiensikan penggunaan material.
- (3) Sebagai lapis peresapan agar air tanah berkumpul di fondasi.

- (4) Merupakan lapis pertama yang harus dikerjakan cepat agar penutup lapisan tanah dasar dari pengaruh cuaca atau melemahkan daya dukung tanah dasar akibat selalu menahan roda alat berat.
- (5) Mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis fondasi.

d) Lapisan Perkerasan Lentur

Lapisan perkerasan lentur terdiri dari 3 lapisan diatas tanah dasar, yaitu lapisan fondasi bawah, lapis fondasi atas dan lapisan permukaan seperti terlihat pada gambar 10 dengan tiga susunan lapisan tersebut maka jalan diharapkan memiliki karakteristik sebagai berikut:

- (1) Bersifat elastis jika menerima beban sehingga dapat memberi kenyamanan bagi pengguna jalan.
- (2) Seluruh lapisan ikut menanggung beban.
- (3) Penyebaran tegangan diupayakan tidak merusak lapisan tanah dasar.
- (4) Usia maksimum yang diharapkan adalah 20 tahun.
- (5) Selama usia tersebut diperlukan pemeliharaan secara berkala.

Untuk memperoleh kualitas jalan yang memadai agar sesuai dengan karakteristik diatas, maka jenis material dan tebal lapisan masing-masing susunan lapisan harus diperhatikan Tabel 9

memperlihatkan batas-batas minimum tebal Lapisan perkerasan dan bahan yang digunakannya. Lihat pada tabel 9 dibawah ini.

Tabel 9: Batas-Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan dan Bahan yang digunakan

Tebal minimum	Bahan
1. Lapis permukaan	
5	Lapis pelindung (butiran aspal)
5	Aspal makadam (LAPEN)
7,5	Aspal makadam (LAPEN)
7,5	LASBUTAG, LASTON
10	LASTON
2. Lapis fondasi atas	
15	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
10	LLASTON
20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, fondasi makadam
15	LASTON
20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, fondasi makadam, LAPEN, LASTON
25	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, fondasi makadam, LAPEN, LASTON
3. Lapis fondasi bawah	
Apabila lapisan perkerasan ini menggunakan fondasi lapisan bawah, tebal minimum 10 cm	

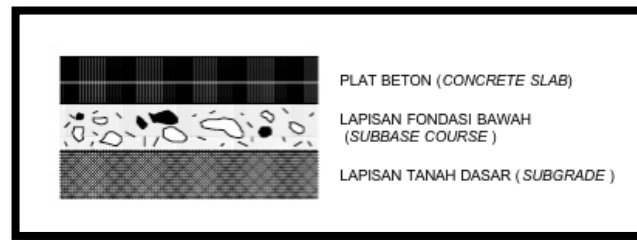
*Batas 20 cm dapat diturunkan menjadi 15 cm bila fondasi bawahnya menggunakan material berbutir kasar.

e) Lapisan Perkerasan Kaku

Lapisan perkerasan kaku maksudnya adalah lapisan permukaan terbuat dari plat beton. Metoda perencanaan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan didasarkan pada perkiraan sebagai berikut:

- (1) Kekuatan lapisan tanah dasar atau harga CBR atau angka modulus Reaksi Tanah Dasar (k).
- (2) Kekuatan beton yang digunakan untuk lapisan perkerasan.
- (3) Prediksi volume dan komposisi lalu lintas selama usia rencana.
- (4) Ketebalan dan kondisi lapisan fondasi bawah (subbase) yang diperlukan untuk menopang konstruksi, lalu lintas, penurunan akibat air dan perubahan volume lapisan tanah dasar beton.

Terdapat dua jenis lapisan perkerasan kaku, yaitu perkerasan beton semen, dan perkerasan dengan permukaan aspal. Perkerasan beton semen didefinisikan sebagai perkerasan yang mempunyai lapisan dasar beton dari portland cement, sedangkan perkerasan dengan permukaan aspal adalah salah satu dari jenis komposit. Adapun tipikal susunan lapisan perkerasan kaku secara umum seperti terlihat pada gambar 10.



(Sumber: *Perencanaan Jalan Tambang Awang Suwandi*)

Gambar 10. Susunan Lapisan Perkerasan Kaku

10) Rambu-Rambu pada Jalan

Untuk lebih menjamin suatu keamanan berhubungan dengan operasi suatu jalan angkut maka perlu kiranya dipasang rambu-rambu sepanjang jalan angkut tersebut terutama pada tempat-tempat yang berbahaya. Rambu-rambu dipasang untuk keselamatan:

- a) Pengemudi dan kendaraan itu sendiri
- b) Binatang yang ada disekitar jalan angkut
- c) Masyarakat setempat yang bisa menggunakan jalan tambang
- d) Kendaraan lain yang mungkin lewat pada jalan tersebut
- e) Tanda adanya perempatan, pertigaan, persilangan dengan jalan umum, misalnya rel kereta api, dsb.

a) Lampu Penerangan Jalan

Lampu penerangan perlu dipasang apabila jalan angkut akan digunakan pada malam hari. Pemasangan bisa dilakukan berdasarkan jarak maupun tingkat bahayanya. Lampu-lampu tersebut dipasang antara lain pada:

- (1) Tikungan (Belokan).
- (2) Perempatan atau pertigaan jalan.
- (3) Jembatan.
- (4) Tanjakan maupun turunan yang cukup tajam.

b) Jalur Pengelak untuk Menghindari Kecelakaan

Untuk menghindari kecelakaan yang mungkin terjadi karena kendaraan slip, rem blong atau sebab lain, maka pada jalur angkut perlu dibuat jalur pengelak (*run away precaution*). Ditinjau dari daerah datar sepanjang jalur memanjang yang tersedia, terdapat dua cara membuat jalur pengelak. Untuk daerah yang sempit, misalnya jalan dibuat antara tebing dan jurang, maka dibuat lajur khusus untuk menghindari kendaraan.

D. Penelitian Relevan

Adapun penelitian yang relevan dengan judul penelitian yang penulis lakukan adalah sebagai berikut

Penelitian ini merupakan jurnal pertambangan Universitas Islam Bandung pada 2014-2016 oleh Rudy Azwari, dengan judul “ **Evaluasi Jalan Angkut dari *Front Tambang* Batubara menuju *Stockpile Block B* pada Penambangan Batubara di PT Minemex Indonesia, Desa Talang Serdang Kecamatan Mandiangan Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi**”. Permasalahan yang diangkat yaitu Tidak bisanya beroperasi alat angkut secara optimal dikarenakan kondisi jalan angkut yang sempit, tanjakan yang curam, permukaan jalan yang licin dan kondisi lainnya sehingga diperlukannya

evaluasi teknis mengenai kondisi geometri jalan angkut dari front tambang batubara ke stockpile pada sektor penambangan blok B agar proses pengangkutan batubara dapat berjalan dengan lancar dan aman. Dengan adanya evaluasi teknis terhadap jalan angkut diharapkan dapat membantu mengatasi permasalahan dan proses pengangkutan batubara sehingga produktivitas alat angkut meningkat dan target produksi batubara dapat tercapai.

E. Kerangka Konseptual

Pada PT Semen Padang ini target produksi dari silika tidak tercapai, ini dapat dilihat dari hasil laporan perusahaan pada bulan Agustus, September dan Oktober,. Tidak tercapainya target produksi akan menjadi masalah yang akan dibahas oleh penulis dengan mengumpulkan data-data perusahaan, hasil observasi di lapangan, dan wawancara dengan para pekerja. Data-data yang di kumpulkan oleh penulis antara lain adalah:

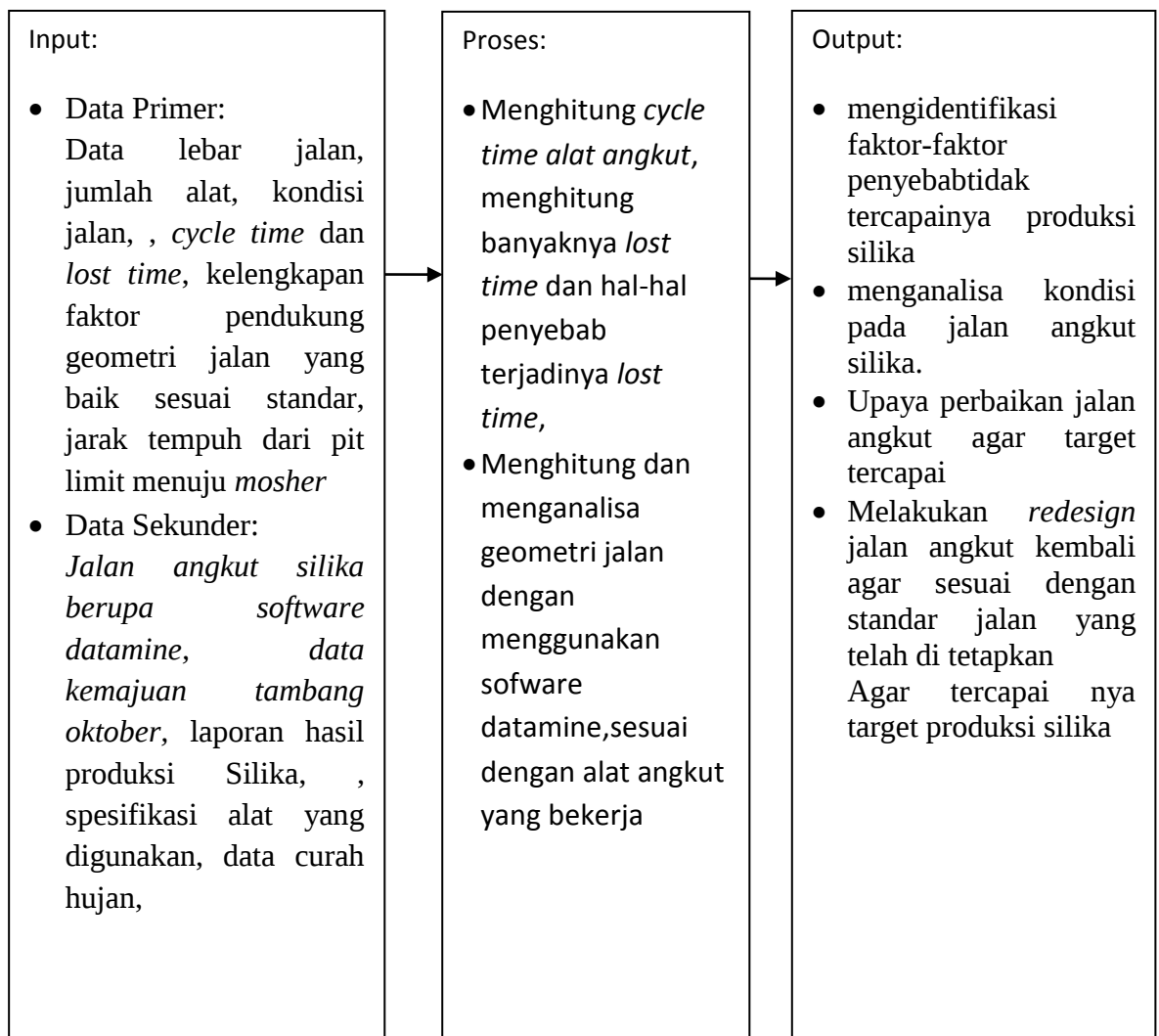
1. **Data Primer** (primary data): data primer adalah data yang didapatkan dari penelitian oleh penulis secara langsung dari objek yang diteliti dan untuk kepentingan studi yang bersangkutan yang dapat berupa interview dan observasi.
 - a) Data lebar jalan didapat dari pengukuran langsung jalan oleh penulis ketika di lapangan dengan menggunakan alat ukur berupa meteran, dan catatan
 - b) Jumlah alat didapat dari perhitungan langsung di lapangan mengenai jumlah alat yang bekerja

- c) Kondisi jalan didapat dari pengamatan langsung oleh penulis ketika di lapangan
- d) *Cycle time* didapat dari pengamatan langsung di lapangan yaitu *cycle time dump truck*, dari data *cycle time* dapat dilihat adanya *lose time* oleh *dump truck* yang terjadi.
- e) Kelengkapan faktor pendukung geometri jalan itu baik berupa grade, lebar jalan, parit, safety berms, dan cross slope pada jalan yang harus sesuai dengan alat yang bekerja.

2. **Data Sekunder** (secondary data): data sekunder adalah data yang diperoleh/ dikumpulkan oleh perusahaan. Biasanya sumber tidak langsung berupa data dokumentasi dan arsip-arsip resmi perusahaan.

- 1) Data Laporan Hasil Rencana Produksi Silika pada Bulan Agustus, September dan Oktober, ini di perlukan untuk melihat tercapai atau tidaknya target produksi. Data ini berupa data hitungan yang di dapat dari *mosher* di hitung dari jumlah alat angkut yang bekerja.
- 2) Data berupa *datamine* Jalan Angkut Silika
- 3) Data Kemajuan Tambang Oktober
- 4) Spesifikasi Alat Angkut
- 5) Spesifikasi alat didapat juga dari laporan perusahaan yang didapat di workshop.
- 6) Data curah hujan ini diperlukan untuk melihat tinggi rendahnya tingkat curah hujan setiap bulannya.

- 7) Data pemakaian bahan bakar dari setiap alat untuk menghitung biaya yang harus dikeluarkan untuk pembongkaran overburden
- 8) Dari data-data yang telah didapatkan di atas lalu akan dilakukan pengolahan data sehingga dapat memberi solusi mengenai permasalahan yang terjadi, seperti dibawah :



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Faktor- faktor yang menyebabkan tidak tercapainya target produksi silika adalah keadaan geometri jalan angkutnya, dimana adanya beberapa penyempitan pada ruas jalan sehingga menyebabkan *waiting time* pada *dumptruck*, *grade* jalan yang tinggi, jari-jari tikungan yang dan kurangnya pengawasan terhadap hambatan kerja yang seharusnya dapat dihindari. Dimana untuk produktivitas *dumptruck* secara actual adalah 598,28 ton/ jam untuk 7 *dumptruck komatsu* HD 785-7 sedangkan secara teoritis kapasitas *dumptruck* adalah 100 ton untuk satu *dumptruck komatsu* HD 785-7
2. Hasil evaluasi jalan angkut adalah
 - a. Jarak penelitian adalah 3582,3962 m, terbagi menjadi 18 ruas jalan atau *segment*.
Lebar jalan angkut secara teori lebar jalan angkut untuk 2 lajur menggunakan *dump truck komatsu* HD 785-7 pada jalan lurus adalah 24,0975 m dengan lebar jalan yang ada di lapangan adalah 13,20 m -27,26 m,
 - b. Pada lebar jalan tikungan sebesar 27,61 m dengan lebar jalan *actual* adalah 11,82 m – 33,06 m
 - c. *Grade* jalan pada *section* 5 adalah 12%, *section* 6 adalah 14% *section* 7 adalah 11%, *section* 8 adalah 11%, *section* 9 adalah 14%, *section* 11 adalah 14%, *section* 12 adalah 13%, *section* 14 adalah 15% dan *section* 17 adalah 11%

- d. Pada jari-jari tikungan dilakukan pelebaran pada jalan tikungan dengan memperhatikan jari-jari tikungan dimana untuk jari tikungan awal pada segmen IV dan V adalah 12,44 m, VII-VIII adalah 7,95, VIII dan IX adalah 23,85 m, XVI dan XVII adalah 12,89 m.
3. Agar tercapainya target produksi silika adalah dengan merancang kembali atau *meredesign* jalan angkut silika, baik pada jalan lurus, jalan tikungan, merencanakan kecepatan jalan angkut, meredesain jari-jari tikungan , perbaikan terhadap hambatan kerja yang dapat dihindari.
 4. Hasil *Redesign* Pada Jalan Angkut Silika
 - a. Hasil *design* lebar jalan menggunakan *Software Datamine studio 3* didapatkan lebar jalan angkut pada jalan lurus adalah 24,0975 m, Lebar Jalan Angkut Minimum pada Tikungan yang direncanakan yaitu 27,61m, jarak antara dua truk yang bersimpangan yaitu 2,97 m, total lebar jalan angkut di PT. Semen Padang yaitu 27,364. Maka rata-rata lebar jalan angkut pada jalan lurus adalah 22,25 meter sedangkan rata-rata teoritis lebar jalan angkut pada jalan lurus adalah 24,09 maka selisihnya adalah 2,36 m, sedangkan untuk jalan tikungan rata-rata lebar jalan kondisi actual adalah 28,53 m, secara teoritis lebar jalan angkut untuk tikungan adalah 27,61 m maka selisih beda jalan angkutnya adalah 0,92 m
 - b. Dari data *grade* jalan didapatkan kecepatan rencana pada jalan angkut silika untuk jalur 1 dengan *grade* 8% , $V_r = 18,5$ km/jam, jalur 2 dengan *grade* 2% V_r

= 30,5 km/jam, jalur 3 dengan *grade* 5% $V_r = 24,5$ km/jam, jalur 4 dengan *grade* 3% $V_r = 28,5$ km/jam, jalur 5 dengan *grade* 12% $V_r = 16$ km/jam, jalur 6 dengan *grade* 14% $V_r = 15,7$ km/jam, jalur 7 dengan *grade* 11% $V_r = 17,7$ km/jam, jalur 8 dengan *grade* 11% $V_r = 17,7$ km/jam, jalur 9 dengan *grade* 14% $V_r = 15,7$ km/jam, jalur 10 dengan *Grade* 9% $V_r = 17,2$ km/jam, jalur 11 dengan *grade* 14% $V_r = 15,7$ km/jam, jalur 12 dengan *grade* 13% $V_r = 15,5$ km/jam, jalur 13 dengan *grade* 9% $V_r = 17,2$ km/jam, jalur 14 dengan *grade* 15% $V_r = 15,5$ km/jam, jalur 15 dengan *grade* 10% $V_r = 17,5$ km/jam, jalur 16 dengan *grade* 10% $V_r = 17,5$ km/jam, jalur 17 dengan *grade* 11% $V_r = 18$ km/jam, jalur 18 dengan *grade* 9% $V_r = 17,2$ km/jam

- c. Pada perhitungan *grade* jalan yang tinggi maka dibuatkan lah tikungan pada beberapa ruas jalan yang memiliki *grade* jalan yang tinggi maka dibuatkan tikungan pada beberapa ruas jalan yaitu pada jalur IV-V dengan jari-jari tikunga 13,62 m, jalur VII-VIII dengan jari tikungan 10,48, pada jalur VIII-IX dengan jari tikungan 28,42 m, dan pada XVI-XVII dengan jari tikungan 20,06 m
- d. Dari hasil perhitungan superelevasi jalan tambang maka di dapatkan:
Untuk *safety berms* didapatkan *tinggi berms* ideal adalah 1,13 m, lebar berms 2,267 m, lebar parit 1,133, jadi total jalan angkut tambang silika adalah 27, 36 m
- e. Dari hasil analisis jalan angkut silika bukit karang putih PT. Semen Padang diperoleh *cros slope* 481,94 mm/m. Jadi agar jalan angkut memiliki *crosslope* yang baik, maka jalan angkut bagian tengah harus memilki beda tinggi sebesar 0,481 mm/m terhadap sisi jalan

B. Saran

1. Dalam pelaksanaan input data dalam *design* jalan tambang, data yang diambil adalah data yang sudah di pastikan keakuratannya karna hal ini akan berpengaruh pada desain jalan yang akan diterapkan dilapangan
2. Perlu peningkatan perawatan jalan angkut silika di bukit karang putih PT. Semen Padang secara berkelanjutan agar tidak membahayakan terhadap operator dan alat yang bekerja
3. Perlu di perhatikan pentingnya rambu-rambu jalan pada jalan angkut penambangan, agar kegiatan pengangkutan berjalan dengan tertib dan aman
4. Perlu dilakukan usaha-usaha pemahaman kepada operator dumptruck tentang kecepatan dumptruck per *grade*, jarak henti minimum yang aman pada masing-masing jalur seperti yang sudah direncanakan perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldiyansyah¹, Jamal Rauf Husain², Arif Nurwaskito (2016),” Analisa Geometri Jalan di Tambang Utara Pada PT. Ifishdeco Kecamatan Tinanggea Kabupaten konowe Selatan provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Geomine, Vol 04, No 1 : April 2016*
- Anonim, Data-data dan Arsip Perusahaan, PT Semen Padang, 2016 Bukit Karang Putih, Sumatera Barat
- Alpiana (2011), “ Rancangan Desain Tambang Batubara di PT Bumi Bara Kencana Masaha Kec. Kapuas Kalimantan Tengah”. *Jurnal Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram Volume 5 No 8 November 2011*
- Anon, 1992, Caterpillar Performance Handbook, Caterpillar Inc, Peoria, Illinois
- Arif Irwandi, M, SC 2005, Perencanaan Tambang, Teknik Pertambangan ISTITUT Teknologi Bandung, Bandung
- Fitria Mega, 2014, “ Perencanaan Jalan Tambang Quarry 412 di Bukit Karang Putih PT. Semen Padang”, Skripsi, Padang
- Nur Sasongko, Eddy Winamo, S Koesnary, Wawong Dwi Ratminah (2015), “ Rancangan Teknis Penambangan Batubara Untuk Mencapai Target Produksi Pt 300 Block North Quarter II Tahun 2015 Di PT Trubaindo Coal Mining Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Pertambangan Volume. 1 No. 2 Periode : Sept. 2015*
- Prodjosumarto Partanto, Ir, 1996,” Pemindahan Tanah Mekanis”, Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung
- Rifchi Sulistia Rosadi (2013), “Perencanaan Geometrik Jalan Antara Banyuwangi-Situbondo-Probolinggo”. *Jurnal Teknik Pomits Vol. 2. 1 (2013)*
- Rudy Azwari (2015),”Evaluasi Jalan Angkut dari Front Tambang Batubara Menuju Stockpile Blok B pada Penambang Batubara di PT Minemex Idonesia, Desa Talang Serdang Kec. Mandiangin Kab. Sorolangun Provinsi Jambi”. *Jurnal Teknik, Universitas Islam Bandung ISSN ; 2460-6499*