

**ANALISIS GEOMETRI JALAN TERHADAP
KESELAMATAN KERJA DI JALAN TAMBANG
PT. INTRACO PENTA PRIMA SERVIS
KABUPATEN BARITO TIMUR
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1
Pada Jurusan Teknik Pertambangan**



OLEH :

**REZKY KUSI SINTA
DBD 114 111**

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN
TINGGI
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN / PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN
PALANGKA RAYA
2019**

**ANALISIS GEOMETRI JALAN TERHADAP
KESELAMATAN KERJA DI JALAN TAMBANG
PT. INTRACO PENTA PRIMA SERVIS
KABUPATEN BARITO TIMUR
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1
Pada Jurusan Teknik Pertambangan**



OLEH :

**REZKY KUSI SINTA
DBD 114 111**

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN
TINGGI
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN / PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN
PALANGKA RAYA
2019**

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : REZKY KUSI SINTA
NIM : DBD 114 111
JURUSAN : TEKNIK PERTAMBANGAN

Menyatakan bahwa penyusunan Skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri, terkecuali kutipan-kutipan yang telah saya jelaskan sumbernya di daftar pustaka. Apabila terdapat pelanggaran dalam Penulisan dan Penyusunan Skripsi ini, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai aturan dan ketentuan yang berlaku.

Palangka Raya, Oktober 2019
Penulis,



REZKY KUSI SINTA
NIM. DBD 114 111

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

ANALISIS GEOMETRI JALAN TERHADAP KESELAMATAN KERJA DI JALAN TAMBANG PT. INTRACO PENTA PRIMA SERVIS KABUPATEN BARITO TIMUR PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

Oleh

REZKY KUSI SINTA
DBD 114 111

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada
Hari/Tanggal : Kamis, 28- November - 2019
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Tim Penguji,

1. **NENY SUKMAWATIE, S.Hut., MP**
NIP. 19760614 200801 2 020
2. **FAHRUL INDRAJAYA, S.T., M.T.**
NIP. 19791215 200812 1 001
3. **LISA VIRGIYANTI, S.T., M.T.**
NIP. 19770904 200801 2 011
4. **NENY FIDAYANTI, S.T., M.Si.**
NIP. 19830129 101212 2 005
5. **NOVALISAE, S.T., M.T.**
NIP. 19881110 201903 2 015

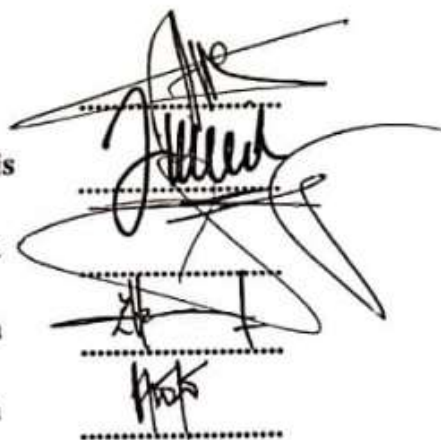
Ketua

Sekretaris

Anggota

Anggota

Anggota



Menyetujui,
Ketua Jurusan
Teknik Pertambangan

FAHRUL INDRAJAYA, S.T., M.T.
NIP. 19791215 200812 1 001

HALAMAN PERSEMBAHAN


(MAZMUR 55 : 23)

“SERAHKANLAH KUATIRMU KEPADA TUHAN, MAKA IA AKAN MEMELIHARA ENGKAU! TIDAK UNTUK SELAMALAMANYA DIBIARKAN-NYA ORANG BENAR ITU GOYAH”

Skripsi ini secara spesial saya bingkiskan kepada :

Tuhan Yesus Kristus yang sudah melindungi dan menyertai saya dalam setiap nafas kehidupan. Puji Syukur hanya bagi Mu Tuhan

Orang Tua, ayah Drs. Siber dan Ibu Selmi, S.Pd, Kaka kaka tersayang, Ka Aan, Ka Eyhi, Ka Onot. Terimakasih untuk support juga material yang kalian selalu kalian berikan untuk saya.

Partner terbaik Richard, sahabat terbaik Agnes, Irma, Kesya, April, Indah, Ita yg selalu sayang & support untuk selesaikan skripsi ini. Lots of Love 

DOSEN PEMBIMBING DAN DOSEN PENGUJI yang dengan sabar membimbing dan memberi masukan dari awal hingga terselesaikannya skripsi ini.

PT. Intraco Penta Prima Servis dan seluruh karyawan yang telah menerima, membantu dan membimbing saya selama penelitian Tugas Akhir.

Juga untuk semua teman-teman Miners 2014 atas segala perjuangan, canda, tawa, suka dan duka. Semoga Tuhan Memberkati dan Membalas kebaikan Kalian semua.

SARI

Penelitian dilaksanakan di PT. Intraco Penta Prima Servis *jobsite* Senamas yang berada di daerah Desa Jaweten, Kecamatan Dusun Timur, Kabupaten Barito Timur – Provinsi Kalimantan Tengah. Penelitian mengacu pada analisis geometri jalan tambang dan dampaknya terhadap keselamatan kerja di jalan tambang. Berdasarkan hasil penelitian di Jalan tambang pit 1 blok 24 PT Intraco Penta Prima Servis Jobsite Senamas, jalan tambang yang menghubungkan *front* menuju *disposal* berjarak sejauh 1.121 meter. Untuk lebar jalan di lapangan pada jalan lurus mulai dari 12m-39m, pada tikungan 17m-23m, jari jari tikungan 14.382m, dan *grade* jalan aktual mulai dari 1 - 17%. Tinggi tanggul pengaman bervariasi mulai dari 0.8 – 1.9m. rambu-rambu kosong atau *post guide*, saluran penyaliran, dan lampu penerang yang tersedia pada *front* dan *disposal*.

Penyebab dari kecelakaan yang terjadi di jalan tambang yaitu jalan bergelombang, tanggul pengaman yang belum memenuhi standar, kurangnya rambu-rambu dan lampu penerang jalan, banyak spoil pada pinggir jalan, jalan sempit, *blindspot*, *grade* jalan yang terlalu tinggi, tidak adanya superelevasi dan *cross slope*. Dampak langsung yang dirasakan adalah lingkungan atau jalan menjadi bergelombang, keriting, dan berlubang. Sedangkan dampak terhadap pekerja/operator yakni berkaitan dengan masalah keselamatan pekerja seperti *fatigue*, unit bersenggolan, unit tertabrak dan/atau menabrak, unit tergelincir, unit terperosok dan unit terbalik.

Dalam penelitian ini didapatkan geometri jalan rekomendasi sesuai dengan unit terbesar yang dipakai yakni ADT A60H standar untuk lebar jalan lurus adalah 14m untuk 2 lajur. Untuk jalan tikungan 27m untuk jalan 2 lajur. Nilai superelevasi efektif 1,07m dan kecepatan rencana 15km/jan untuk unit isian dan *grade* yang aman untuk dilalui ADT 12%, pembuatan *cross slope* pada bagian tengah sebesar 28cm terhadap sisi jalan. Tinggi tanggul pengaman minimal 1.5m, rambu rambu yang sesuai dengan kondisi jalan dan lampu penerang pada tikungan, pertigaan dan jalan menanjak/menurun. Penambahan tower lamp pada tikungan dan jalan menanjak/menurun.

Kata Kunci : Geometri Jalan, Dampak, Keselamatan Kerja

ABSTRACT

This study was conducted at PT. Intraco Penta Prima Senamas jobsite service located in the Jaweten Village area, Dusun Timur, Barito Timur Regency - Kalimantan Tengah Province. Based on the results of research in the pit 1 block 24 PT Intraco Penta Prima Service Site Jobsite Senamas, the hauling road connecting the front to disposal is as far as 1,121 meters. For the width of the road in the field on a straight road starting from 12m-39m, at the bend 17m-23m, the radius of the bend is 14.382m, the actual grade of the road starts from 1 till 17%. The height of the safety berms varies from 0.8 - 1.9m. Street signs mounted on the haul road in the form of loading-empty signs and post guides along the haul road. Tower lamp available on front and disposal.

The causes of accidents occurring on the haul road are bumpy roads, safety berm that did not reach the standards, lack of signs and tower lamp, lots of slippery spoiled roads, narrow roads, blindspots, road grades that are too high, the absence of superelevation and cross slope. The immediate impact felt is the environment or the road becomes bumpy, curly, and hollow. While the impact on workers / operators is related to worker safety issues such as fatigue, bumping units, crashing units, units crashed, slipping units, mired units and inverted units.

In this study, it found that the recommended road geometry in according to the largest unit used is ADT A60H standard for width straight roads is 14m for 2 lanes and 8m for 1 lane. For the bend road 27m for 2 lanes and 16m for 1 lane. The effective superelevation value is 1,07 and the grade is safe to pass by ADT 12%, making a cross slope in the middle of 28cm to the side of the road. Safety berm height of at least 1m, street sign that are in accordance with road conditions and addition of tower lamps on bends, and up road / down road.

Keywords: Road Geometry, Impact, Work Safety

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus, karena berkat kasih dan karunia serta izin-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan proposal skripsi yang berjudul “Analisis Geometri Jalan Terhadap Keselamatan Kerja Di Jalan Tambang PT. Intraco Penta Prima Servis Kecamatan Dusun Timur Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah” Penyusunan proposal ini merupakan hasil penelitian penulis yang disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan pada Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.

Dalam penyelesaian laporan proposal skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan baik dari segi materi maupun doa yang selalu menyertai kehidupan penulis.
2. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T, Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Fahrul Indrajaya, ST., MT, Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.
4. Ibu Neny Sukmawatie, S.Hut., MP, Dosen Pembimbing I
5. Bapak Fahrul Indrajaya, ST., MT, Dosen Pembimbing II
6. Para dosen dan staf administrasi Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.

7. Sahabat-sahabat tercinta Richard, Irmoi, Kesya, Agnes, April, Indah, Ita dan teman seperjuangan Teknik Pertambangan angkatan 2014.
8. Semua pihak yang telah membantu penulisan laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa di dalam laporan proposal skripsi yang dibuat ini masih terdapat banyak kekurangan, sehingga jauh dari sempurna. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun tentunya sangat penulis perlukan demi perubahan yang lebih baik. Dan akhirnya penulis berharap agar laporan proposal skripsi yang dibuat ini dapat dimanfaatkan dan dipergunakan dengan sebaik-baiknya.

Palangka Raya, Oktober 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
SARI	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Metode dan Sistem Penambangan	9
2.3 Batubara dan Ganesa Batubara	11
2.4 <i>Overburden</i> (Tanah Penutup)	14
2.5 Geometri Jalan Angkut <i>Overburden</i>	17
2.5.1 Lebar Jalan	19
2.5.1.1 Lebar Jalan Tambang Pada Jalur Lurus	20
2.5.1.2 Lebar Jalan Tambang Pada Tikungan	22
2.5.2 Jari-Jari Tikungan	24
2.5.3 Superelevasi	26
2.5.4 Kemiringan Jalan (<i>Grade</i>)	30
2.5.5 Kemiringan Melintang (<i>Cross Slope</i>)	31
2.6 Keselamatan Kerja	32
2.7 Keselamatan Kerja Jalan Pertambangan Menurut Kepmen 1827/K/30/MEM/2018	35
2.8 Aspek Keselamatan Sepanjang Jalan Tambang	37
2.9 Faktor-faktor Penyebab Kecelakaan Kerja	43
2.10 Prinsip Dasar Pencegahan Kecelakaan (4M +1E)	48
BAB III METODE PENELITIAN	53
3.1 Lokasi Penelitian	53
3.2 Keadaan Geologi	56
3.3 Alat dan Bahan	59

3.4	Tata Laksana	60
3.4.1	Langkah Kerja	60
3.4.2	Metode Penelitian	61
3.5	Waktu Penelitian	67
3.6	Bagan Alir	69
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	70
4.1	Hasil	70
4.1.1	Geometri Jalan Tambang	71
4.1.2	Dampak Geometri Jalan Terhadap Keselamatan Kerja	84
4.2	Pembahasan.....	89
4.2.1	Kondisi Jalan Tambang.....	89
4.2.2	Dampak Geometri Jalan Terhadap Keselamatan Kerja	102
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	111
5.1	Kesimpulan	111
5.2	Saran	114
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Lebar Jalan Tambang Pada Jalur Lurus	21
Gambar 2.2	Lebar Jalan Tambang Pada Belokan Untuk 2 Jalur	23
Gambar 2.3	Sudut Maksimum Penyimpangan Kendaraan.....	26
Gambar 2.4	Sudut Maksimum Penyimpangan Kendaraan.....	26
Gambar 2.5	Superelevasi Jalan	27
Gambar 2.6	Kurva Koefesien Gesek.....	29
Gambar 2.7	Perhitungan Kemiringan Jalan.....	31
Gambar 2.8	Perhitungan <i>Cross Slope</i>	32
Gambar 2.9	Kurva Horizontal Jalan Tambang	38
Gambar 2.10	Jarak <i>Vertical Curve</i>	39
Gambar 3.6	Bagan Alir Penelitian	69
Gambar 4.1	Kondisi Jalan Lurus.....	71
Gambar 4.2	Lebar Jalan Tikungan	74
Gambar 4.3	Jari-jari Tikungan.....	76
Gambar 4.4	Superelevasi jalan	77
Gambar 4.5	<i>Grade</i> Jalan.....	79
Gambar 4.6	Kemiringan Melintang (<i>Cross Slope</i>).....	81
Gambar 4.7	Tanggul Pengaman.....	82
Gambar 4.8	<i>Guide Post</i>	82
Gambar 4.9	Saluran Penyaliran	83
Gambar 4.10	Separator Jalan.....	84
Gambar 4.11	Jalan Bergelombang	85
Gambar 4.12	Persimpangan Jalan.....	87
Gambar 4.13	<i>Blind Spot</i>	87
Gambar 4.14	Pencahayaan Malam Hari.....	88
Gambar 4.15	Tanggul Pengaman.....	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Lebar Jalan Tambang Minimum	22
Tabel 2.2	Nilai Superelevasi yang Diiijinkan (ft)	29
Tabel 3.1	Koordinat Batas WIUP	54
Tabel 3.2	Data Curah Hujan	55
Tabel 3.3	Waktu Penelitian	68
Tabel 4.1	Lebar Jalan Lurus	72
Tabel 4.2	Lebar Jalan Pada Tikungan	74
Tabel 4.3	Jari-jari Tikungan	76
Tabel 4.4	Kecepatan Rencana Saat di Tikungan	78
Tabel 4.5	<i>Grade</i> Jalan	80
Tabel 4.6	Perbaikan <i>Grade</i> Jalan	79
Tabel 4.7	Data Riwayat Kecelakaan ADT A60H	84

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Peta Geologi Regional.....	
Lampiran B Peta Kesampaian Daerah	
Lampiran C Peta Daerah Penelitian.....	
Lampiran D Peta Situasi Pit	
Lampiran E Detail Unit A60H	
Lampiran F Program Keselamatan Kerja.....	
Lampiran G Laporan Investigasi	
Lampiran H Dokumentasi Penelitian.....	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki berbagai sektor industri yang salah satunya yaitu sektor industri yang bergerak di bidang pertambangan batubara. Salah satu kegiatan pertambangan batubara ialah pertambangan yang menerapkan metode tambang terbuka (*surface mining*) dan erat kaitannya dengan aktivitas pengangkutan di jalan tambang.

Pulau Kalimantan merupakan salah satu penghasil batubara yang cukup besar di Indonesia (Flysh Geost,2018). Salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan batubara adalah PT. Intraco Penta Prima Servis yang merupakan dealer resmi Volvo Construction Equipment, SDLG dan Dressta yang kini menjadi kontraktor di PT.Senamas Energi Mineral yang memulai kegiatan eksploitasi tahun 2017. Salah satu penentu keberhasilan metode penambangan ini adalah kelancaran pengangkutan material *overburden* dan batubara. Dalam proses pengangkutan jalan angkut yang baik tentunya dapat mendukung keselamatan kerja dan kinerja alat angkut yang melaluinya (Riyanto, Toni 2016). Oleh karena itu, jalan tambang perlu mendapat perawatan dan perbaikan agar dapat menunjang keselamatan kerja dan kinerja peralatan mekanis. Pada jalan tambang sering dijumpai kerusakan-kerusakan di badan jalan seperti jalan berlubang dan permukaan jalan tidak mulus. Hal ini biasanya disebabkan oleh kondisi

geometri jalan dan pendukung keselamatan kerja pada jalan tambang yang belum memenuhi standar, sehingga perlu dilakukan analisis jalan tambang (Azmi Rahman,2016)

Dalam periode bulan September 2018 – Oktober 2018 telah terjadi 3 *accident* kerja yang terjadi di jalan tambang PT. Intraco Penta Prima Servis yang melibatkan unit ADT A60H dikarenakan kondisi jalan yang tidak memenuhi standar dan faktor keselamatan kerja yang kurang lengkap. Geometri jalan tambang pada PT. Intraco Penta Prima Servis yang belum memenuhi standar adalah kondisi lebar jalan, Jari-jari tikungan, Superelevasi, *grade* jalan dan *Cross slope*. Oleh sebab itu penulis ingin mengetahui geometri jalan tambang dari *Front* penambangan menuju *disposal area* menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif dan menganalisis dampak geometri jalan dari *Front* penambangan menuju *disposal area* untuk peningkatan keselamatan kerja pada kegiatan produksi di PT. Intraco Penta Prima Servis melalui pengumpulan data secara langsung (*direct*) dan tidak langsung (*indirect*). Dengan pedoman AASHTO *Manual Rural Highway Design (1990)* tentang standar jalan pada jalan tambang dan KepMen ESDM No 1827 K/30/MEM/2018 sebagai Pedoman Pelaksanaan Keselamatan Pertambangan.

Sesuai dengan uraian tersebut, maka Penulis mengambil judul **”Analisis Geometri Jalan Terhadap Keselamatan Kerja Di Jalan Tambang PT. Intraco Penta Prima Servis Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah“**

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian tugas akhir ini meliputi

1. Bagaimana geometri jalan tambang dari *Front* penambangan menuju *disposal area* di PT. Intraco Penta Prima Servis?
2. Apa dampak geometri jalan dari *Front* penambangan menuju *disposal area* terhadap keselamatan kerja pada kegiatan produksi di PT. Intraco Penta Prima Servis?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan Penelitian Tugas Akhir ini adalah

1. Mengetahui geometri jalan tambang dari *Front* penambangan menuju *disposal area* di PT. Intraco Penta Prima Servis
2. Menganalisis dampak geometri jalan dari *Front* penambangan menuju *disposal area* untuk peningkatan keselamatan kerja pada kegiatan produksi di PT. Intraco Penta Prima Servis

1.4 Manfaat penelitian

Setelah penelitian ini dilakukan diharapkan dapat memberi manfaat bagi perusahaan maupun bagi peneliti. Berikut manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini :

A. Bagi Peneliti

Sebagai sarana dalam menerapkan dan mengaplikasikan ilmu yang diperoleh mahasiswa selama kuliah Program Studi / Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

Peneliti dapat mengetahui bagaimana menganalisis keselamatan kerja berdasarkan geometri jalan tambang di PT. Intraco Penta Prima Servis

B. Bagi Perusahaan

1. Sebagai bahan masukan perusahaan untuk mengetahui tingkat resiko berdasarkan analisis Geometri Jalan tambang terhadap Keselamatan Kerja, sehingga perusahaan dapat merencanakan suatu tindakan pengendalian resiko yang baik di masa yang akan datang
2. Menjadi dokumen dan sumber informasi terkini bagi perusahaan untuk mengembangkan keselamatan kerja di perusahaan

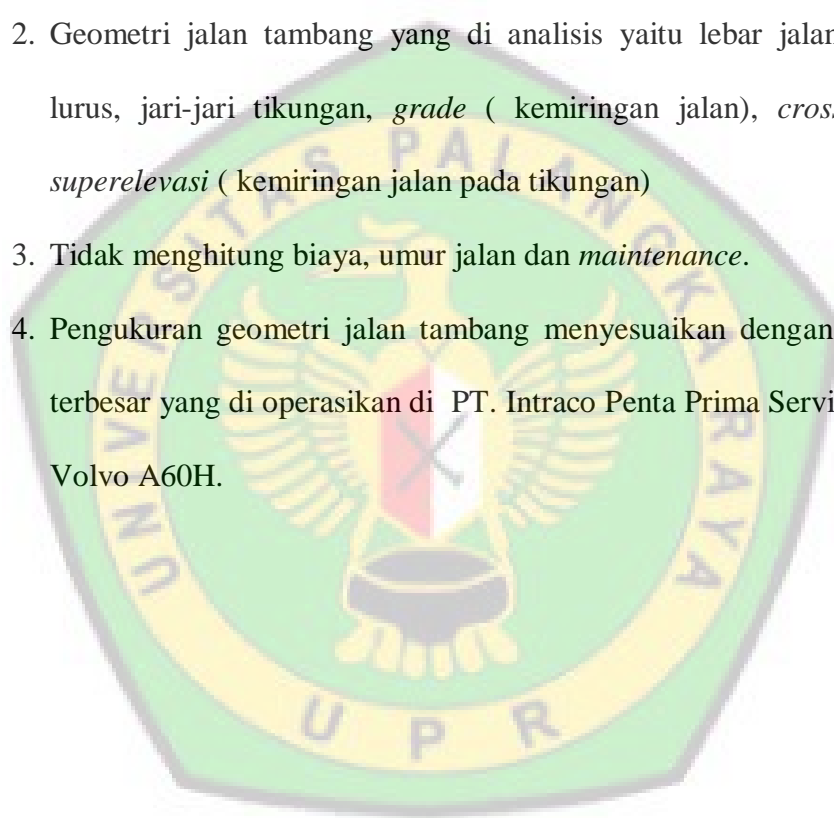
C. Bagi Jurusan Teknik Pertambangan

Penelitian ini bisa dijadikan referensi untuk diadakan penelitian selanjutnya tentang Analisis Keselamatan Kerja Berdasarkan Geometri Jalan Tambang

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah Penelitian Tugas Akhir ini meliputi

1. Dalam penelitian ini, penulis membatasi permasalahan hanya pada analisis geometri jalan pada kegiatan produksi yaitu dilakukan di *front* penambangan sampai dengan ke *disposal area*.
2. Geometri jalan tambang yang di analisis yaitu lebar jalan pada jalan lurus, jari-jari tikungan, *grade* (kemiringan jalan), *cross slope* dan *superelevasi* (kemiringan jalan pada tikungan)
3. Tidak menghitung biaya, umur jalan dan *maintenance*.
4. Pengukuran geometri jalan tambang menyesuaikan dengan alat angkut terbesar yang di operasikan di PT. Intraco Penta Prima Servis yaitu ADT Volvo A60H.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini penulis memaparkan penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan yang akan diteliti tentang Analisis Geometri Jalan Terhadap Keselamatan Kerja di Jalan Tambang.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Putri, Febrina (2018) dengan judul Analisis Penerapan Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pada Jalan Tambang PT. Rimau Energy Mining Desa Jaweten Kecamatan Dusun Timur Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah.. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi pada jalan tambang, mengetahui program keselamatan dan kesehatan kerja, serta menganalisis penerapan program keselamatan dan kesehatan kerja pada jalan tambang berdasarkan persepsi operator *Articulated Dump Truck*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif deskriptif. Analisis penerapan program keselamatan dan kesehatan kerja menggunakan media berupa kuesioner yang disebarkan kepada operator *Articulated Dump Truck*, dan dilakukan uji validitas, uji reliabilitas, dan uji hipotesis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, terdapat beberapa kondisi tidak aman pada jalan tambang yang dapat menyebabkan kecelakaan tambang, seperti jalan yang licin dan berlumpur, jalan bergelombang, persimpangan

jalan yang belum terdapat rambu lalu lintas serta area dengan pandangan yang terbatas (*blindspot area*).

Dengan demikian perusahaan menerapkan beberapa program keselamatan dan kesehatan kerja berupa komunikasi dan pelatihan K3, kontrol lingkungan kerja, serta inspeksi dan evaluasi. Hasil analisis merekomendasikan agar perusahaan lebih memperhatikan kondisi tidak aman pada area kerja dan lebih meningkatkan perilaku sadar K3 kepada seluruh pekerja, salah satunya dengan rutin menyelenggarakan kampanye dan sosialisasi K3 agar dapat menanamkan budaya K3 dalam setiap aktivitas penambangan sehingga para pekerja terhindar dari kecelakaan tambang.

Novanny, Dian (2016) dalam penelitian Tugas Akhir nya yang berjudul Analisis Keselamatan Kerja di Jalan Angkut Tambang. Penelitian dilakukan di PT. BUMA Jobsite ADARO .Memaparkan Penelitian mengacu pada geometri jalan tambang terhadap keselamatan dan kesehatan kerja di front *High Wall Pit Central* yang mengalami kenaikan kecelakaan dari tahun 2010-2011. Ada bagian- bagian jalan serta geometri jalan yang harus lebih diperhatikan untuk menunjang operasional penambangan batubara PT. BUMA Jobsite ADARO. Yang menjadi penyebab dari kecelakaan yang terjadi di Front HW adalah tindakan karyawan yang tidak aman 63%, kondisi kerja yang tidak aman 35%, dan diluar kemampuan manusia 2%. Penyebab Kecelakaan dari kondisi kerja yang tidak aman yaitu front/jalan bergelombang, landasan disposal/jalan lembek, jalan licin banyak spoil, jalan sempit, disposal/jalan retak, jalan

tergerus hujan dan tertutup pasir.

Adapun beberapa geometri jalan yang kurang tersebut yakni lebar jalan pada jalur lurus dan tikungan, drainase, super elevasi, cross slope, serta safety berm. Dampak langsung yang dirasakan adalah lingkungan atau jalan menjadi bergelombang, keriting, dan berlubang. Adapun dampak jangka panjangnya terhadap keselamatan dan kesehatan kerja yakni berakibat pada peralatan serta pekerja. Dampak terhadap peralatan yakni kerusakan dini dari peralatan tersebut (ban, frame, dan suspensi) serta peningkatan dari bahan bakar yang digunakan. Akibatnya biaya yang perusahaan perlukan untuk mengatasi kondisi tersebut akan semakin tinggi. Sedangkan dampak terhadap pekerja/operator yakni berkaitan dengan masalah kesehatan pekerja seperti sakit pada punggung, pinggang, emosi menjadi labil, dan mudah lelah.

Dalam penelitian ini didapatkan geometri jalan rekomendasi sesuai dengan unit terbesar yang dipakai yakni lebar jalan pada jalur lurus minimal 28 meter, lebar jalan tikungan min 36 meter, *grade* jalan maksimal 8%, *cross slope* 2-3%, *safety berm* dengan lebar atas 1 meter; tinggi 2.1 meter; lebar bawah 3.8 meter, dan super elevasi 3-4% serta dimensi saluran drainase 1 yaitu panjang sisi luar saluran terbuka 0.86 meter; kedalaman air 0.746 meter; lebar dasar saluran terbuka 0.86 meter; lebar atas saluran terbuka 1.724 meter; dan dimensi saluran drainase 2 yaitu panjang sisi luar saluran terbuka 0.62 meter; kedalaman air 0.5 meter; lebar dasar saluran terbuka 0.62 meter; dan lebar atas saluran terbuka 1.24 meter.

2.2 Metode dan Sistem Penambangan

Secara umum, metode penambangan dibagi menjadi 3 kelompok yaitu :

1. Tambang Terbuka/*Surface Mining* adalah metode penambangan yang segala kegiatan atau aktivitas penambangannya dilakukan di atas atau relatif dekat dengan permukaan bumi, dan tempat kerjanya berhubungan langsung dengan udara luar.
2. Tambang Dalam/Tambang Bawah Tanah/*Underground Mining* adalah metode penambangan yang segala kegiatan atau aktivitas penambangannya dilakukan di bawah permukaan bumi, dan tempat kerjanya tidak langsung berhubungan dengan udara luar.
3. Tambang Bawah Air/*Underwater Mining* adalah metode penambangan yang kegiatan penggaliannya dilakukan di bawah permukaan air atau endapan mineral berharganya terletak dibawah permukaan air.

Pemilihan metode penambangan dilakukan berdasarkan faktor ekonomi, yaitu jumlah keuntungan yang diperoleh dari sumber daya tersebut dan jumlah perolehan sumberdaya yang paling maksimal. Pemilihan metode penambangan tidak didasarkan pada letak sumber daya itu sendiri (dangkal atau dalam).

Sistem penambangan adalah suatu cara atau teknik yang dilakukan untuk membebaskan atau mengambil endapan bahan galian yang mempunyai arti ekonomis dari batuan induknya untuk diolah lebih lanjut sehingga dapat memberikan keuntungan yang besar dengan memperhatikan

keamanan dan keselamatan kerja yang terbaik serta meminimalisasi dampak lingkungan yang dapat ditimbulkannya .

Agar dapat tercapai hal-hal yang terdapat dalam defenisi sistem penambangan di atas, maka cara penambangan yang diterapkan harus dapat menjamin :

- a) Ongkos penambangan yang seminimal mungkin.
- b) Perolehan atau *mining recovery* harus tinggi.
- c) Efisiensi kerja harus tinggi

Sistem penambangan yang digunakan di PT. Intraco Penta Prima Servis adalah sistem tambang terbuka dengan metode *open pit*. Kegiatan penambangan yang akan dilakukan secara bertahap sebagai berikut :

1. Pembersihan lahan

Kegiatan ini meliputi pembersihan permukaan lahan dari vegetasi penutup berupa semak, tanaman atau tumbuhan dan lapisan penutup tanah lainnya.

2. Pengupasan tanah pucuk (*topsoil*)

Tanah pucuk adalah lapisan tanah paling atas yang merupakan media tempat tumbuhnya tanaman. *Topsoil* dikupas dan diangkut ke tempat penimbunan sementara, dan akan disebarakan kembali ketika kegiatan reklamasi sebagai media pertumbuhan vegetasi.

3. Penggalian tanah penutup (*overburden*)

Overburden digali dan diangkut ke *outpit disposal* (*disposal* di luar pit). Setelah *outpit disposal* penuh, maka pembuangan tanah penutup untuk

selanjutnya dilakukan dengan metode *backfilling*, yaitu tanah penutup yang digali akan dibuang ke bekas pit yang telah dilakukan penambangan

2.3 Batubara dan Ganesa Batubara

Pengertian umum batubara adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pematubaraan. Unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen.

Batu bara juga adalah batuan organik yang memiliki sifat-sifat fisika dan kimia yang kompleks yang dapat ditemui dalam berbagai bentuk. Analisa unsur memberikan rumus formula empiris seperti $C_{137}H_{97}O_9NS$ untuk bituminus dan $C_{240}H_{90}O_4NS$ untuk antrasit.

Pembentukan batu bara memerlukan kondisi-kondisi tertentu dan hanya terjadi pada era-era tertentu sepanjang sejarah geologi. Zaman Karbon, kira-kira 340 juta tahun yang lalu (jtl), adalah masa pembentukan batu bara yang paling produktif dimana hampir seluruh deposit batu bara (*black coal*) yang ekonomis di belahan bumi bagian utara terbentuk.

Berdasarkan tingkat proses pembentukannya yang dikontrol oleh tekanan, panas dan waktu, batubara umumnya dibagi dalam lima kelas: antrasit, bituminus, sub-bituminus, lignit dan gambut.

1. Antrasit adalah kelas batubara tertinggi, dengan warna hitam berkilauan (luster) metalik, mengandung antara 86% - 98% unsur karbon (C) dengan kadar air kurang dari 8%.

2. Bituminus mengandung 68 - 86% unsur karbon (C) dan berkadar air 8-10% dari beratnya. Kelas batubara yang paling banyak ditambang di Australia.
3. Sub-bituminus mengandung sedikit karbon dan banyak air, dan oleh karenanya menjadi sumber panas yang kurang efisien dibandingkan dengan bituminus.
4. Lignit atau batubara coklat adalah batubara yang sangat lunak yang mengandung air 35-75% dari beratnya.
5. Gambut, berpori dan memiliki kadar air di atas 75% serta nilai kalori yang paling rendah. Proses perubahan sisa-sisa tanaman menjadi gambut hingga batubara disebut dengan istilah pematubaraan (*coalification*). (sumber : Sukandarumidi, 2006)

Menurut DR. Andi Aladin (2010) dalam bukunya yang berjudul Sumber Daya Alam Batubara, batubara terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan purba yang kemudian mengendap selama berjuta-juta tahun dan mengalami proses pematubaraan dibawah pengaruh fisika, kimia, maupun geologi. Oleh karena itu, batubara masuk dalam kategori bahan bakar fosil. Secara ringkas ada 2 tahap proses pematubaraan yang terjadi, yaitu:

1. Tahap Diagenetik atau Biokimia (penggambutan), dimulai pada saat dimana tumbuhan yang telah mati mengalami dekomposisi dan menjadi humus. Humus ini kemudian diubah menjadi gambut oleh bakteri anaerobic dan fungi hingga lignit (gambut) terbentuk. Agen utama yang berperan dalam proses perubahan ini adalah kadar air,

tingkat oksidasi dan gangguan biologis yang dapat menyebabkan proses dekomposisi dan kompaksi material organik serta membentuk gambut.

2. Tahap Malihan atau Geokimia, meliputi proses perubahan dari lignit menjadi bituminus dan akhirnya antrasit. Secara lebih rinci pembentukan batubara dapat dijelaskan sebagai berikut:

a) **Pengendapan**, tumbuhan yang telah mengalami proses dekomposisi selanjutnya akan mengalami pengendapan, biasanya di lingkungan yang berair. Akumulasi dari endapan ini dengan endapan-endapan sebelumnya akan membentuk lapisan gambut.

b) **Dekomposisi**, lapisan gambut akan mengalami perubahan melalui proses biokimia dan mengakibatkan keluarnya air dan hilangnya sebagian untuk karbon dalam bentuk karbondioksida, karbonmonoksida, dan metana. Secara relatif unsur karbon akan bertambah dengan adanya pelepasan unsur atau senyawa tersebut.

c) **Geoteknik**, lapisan gambut akan mengalami kompaksi akibat adanya gaya tektonik dan kemudian akan mengalami perlipatan dan patahan. Batubara low grade dapat menjadi batubara high grade apabila gaya tektonik yang terjadi adalah gaya tektonik aktif, karena gaya tektonik aktif dapat menyebabkan terjadinya intrusi atau keluarnya magma. Selain itu, lingkungan

pembentukan batubara yang berair juga dapat berubah menjadi area darat dengan adanya gaya tektonik tertentu.

- d) **Erosi**, merupakan proses pengikisan pada permukaan batubara yang telah mengalami proses geoteknik. Permukaan yang telah terkelupas akibat erosi inilah yang hingga saat ini dieksploitasi manusia.

2.4 Overburden (Tanah Penutup)

Overburden adalah lapisan tanah penutup yang menutupi bahan galian (batubara, emas, dll) dan biasanya terdiri dari lapisan *top soil*, *sub soil*, dan lapisan tanah inti (*clay stone*, *sand stone*, dll). Lapisan paling atas (*top soil*) adalah lapisan yang mengandung banyak unsur hara, dimana lapisan ini nantinya akan digunakan sebagai lapisan penutup saat tambang tidak beraktifitas atau berhenti untuk dilakukan reklamasi atau penanaman tumbuhan kembali

Secara umum material penutup (OB) dapat diklasifikasikan menjadi 6 kelas. Sedangkan klasifikasi tersebut berdasarkan angka rippabilitas (kecepatan gelombang seismik saat melewati material biasanya dengan satuan m/second) yang diukur menggunakan alat *seismik meter* dan biasanya dilakukan oleh bagian Engineering yang dibantu surveyor sebelum kegiatan tambang berlangsung. Tujuan pengukuran angka rippabilitas terhadap material Overburden sendiri salah satunya adalah untuk mengetahui jenis atau metode pengambilan material apa yang paling tepat

agar cost atau pengeluaran biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk pengambilan material bisa ditekan seminim mungkin.

Berikut 6 kelas material overburden di pertambangan :

1. Material Lunak.

Merupakan lapisan yang terletak hingga kedalaman 30 cm, sering disebut dengan istilah *Top Soil*. Pada lapisan ini kaya dengan bahan bahan organik, humus dan menjadikannya sebagai lapisan paling subur sehingga sangat cocok untuk pertumbuhan tanaman berakar pendek.

Cara paling mudah untuk mengenali *top soil* adalah warnanya yang cenderung paling gelap dibandingkan lapisan dibawahnya, terlihat lebih gembur dan semua mikroorganisme hidup pada lapisan ini sehingga memungkinkan terjadinya proses pelapukan daun, sisa batang dan bagian makhluk hidup lainnya.

Cara pengambilan material *overburden* jenis ini bisa diambil langsung dengan digali (*direct digging*) dengan menggunakan alat seperti Excavator, Shovel, atau jenis alat gali lainnya.

2. Material agak keras.

Terletak tepat dibagian bawah dari *top soil* dengan ketebalan antara 50 cm hingga 1 meter. Berwarna lebih cerah daripada lapisan diatasnya dan lapisan ini terbentuk dari campuran pelapukan yang terletak di

lapisan bawah dengan sisa material *top soil* yang terbawa air, mengendap sehingga bersifat lebih padat dan sering disebut dengan tanah liat.

3. Material setengah keras.

Material jenis ini memiliki angka rippabilitas antara 800 sampai 1250 m/s. Contoh jenis material seperti ini adalah *shale* (*serpihan*), *claystone* (*batuan lempung*), batuan kerikil yang tersemen agak kompak, batuan beku yang melapuk sedang sampai berat, serta batuan yang memiliki banyak rekahan. Material kelas ini bisa digali dengan bantuan alat seperti *Ripper* (*Alat garu*) contohnya seperti *Dozer yang dilengkapi Ripper*.

4. Material yang agak keras sampai material keras

Material dengan angka rippabilitas antara 1250 sampai 3000 m/s. Contoh material jenis ini seperti *sandstone* (batu pasir), *limestone* (batu gamping kapur), *vulcanic tuff* (batu lempeng), breksi, batuan beku yang tersemen sangat kompak. Material jenis ini tidak bisa diambil dengan hanya alat gali seperti excavator, shovel, ripper, dsb. Kalaupun bisa akan mengeluarkan biaya yang besar (tooth bucket exca yang cepat aus, ripper juga mudah aus, solar, biaya upah operator) dan waktu yang lama dalam pengerjaan nya. Material jenis ini lebih cocok diambil dengan metode *blasting* atau peledakan.

5. Material keras.

Material jenis ini memiliki angka rippabilitas antara 3000 sampai 4000 m/s. Contoh material Overburden jenis ini antara lain, batuan beku andesit granite, batuan metamorflik seperti kuarsa, dan batuan keras lainnya. Seperti jenis material no 4 diatas, material ini bisa digali dan diambil dengan menggunakan metode *blasting*.

6. Material massive.

Material dengan angka rippabilitas di atas 4000 m/s dan merupakan material paling keras saat diambil atau digali. Material massive bisa diambil dengan metode peledakan.

2.5 Geometri Jalan Angkut *Overburden*

Geometri jalan adalah suatu bangun jalan yang menggambarkan tentang bentuk, ukuran, gambar dan sifat jalan raya. Menurut Keputusan menteri ESDM nomor 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik, **Jalan Tambang/Produksi** adalah jalan yang terdapat pada area pertambangan dan/atau area proyek yang digunakan dan dilalui oleh alat pemindah tanah mekanis dan unit penunjang lainnya dalam kegiatan pengangkutan tanah penutup, bahan galian tambang, dan kegiatan penunjang pertambangan. **Jalan Pertambangan** adalah jalan khusus yang diperuntukkan untuk kegiatan pertambangan dan berada di area pertambangan atau area proyek yang terdiri atas jalan penunjang dan jalan tambang. Salah satu kegiatan

penting dalam kegiatan penambangan adalah pengangkutan. Pengangkutan dalam hal ini dapat dimaksudkan untuk mengangkut bahan galian hasil penambangan, *overburden*, *top soil*, penyediaan (*supply*) peralatan penambangan maupun pengolahan, tenaga kerja dan sebagainya.

Pengangkutan di daerah tambang terbuka biasanya menggunakan alat angkut truk. Menggunakan alat angkut truk karena lebih fleksibel, ekonomis dan kapasitas besar. Maka perlu adanya jalan tambang sebagai sarana transportasi. Ada beberapa faktor yang secara langsung ataupun tidak langsung berpengaruh terhadap keberhasilan kerja alat angkut, yaitu:

1. Ketinggian tempat kerja dari permukaan air laut dan keadaan iklim.
2. Sifat batuan yang diangkut.
3. Keadaan alat muat maupun alat angkut itu sendiri.
4. Keadaan jalan tambang.

Pada kegiatan penambangan terutama dalam pemilihan alat, ada beberapa geometri yang diperhatikan dan dipenuhi terhadap jalan tambang supaya tidak menimbulkan gangguan atau hambatan yang dapat mempengaruhi keberhasilan operasi pengangkutan. Hal ini berkaitan dengan target produksi yang direncanakan, karena fungsi utama jalan tambang dalam kegiatan penambangan adalah untuk menunjang kelancaran operasi dalam kegiatan pengangkutan. Selain hal diatas kecepatan alat angkut yang akan digunakan juga mempunyai pengaruh didalam rancangan teknis ini yaitu pada besar tikungan. Kecepatan

rencana yang dipilih tersebut merupakan kecepatan tertinggi terus-menerus dimana alat angkut dapat berjalan dengan aman.

Konstruksi jalan tambang secara garis besar sama dengan jalan di kota. Perbedaan yang khas terletak pada permukaan jalannya (*road surface*) yang jarang sekali dilapisi oleh aspal atau beton seperti pada jalan di kota, karena jalan tambang sering dilalui oleh peralatan mekanis yang memakai *crawler track*, misalnya *bulldozer*, *excavator*, *crawler rock drill (CRD)*, *track loader* dan sebagainya. Alat angkut dan truk-truk tambang biasanya berdimensi lebih besar, panjang, dan lebih berat dibandingkan alat angkut di jalan raya. Oleh sebab itu geometri jalan tambang harus sesuai dengan dimensi alat angkut yang digunakan.

Geometri jalan tambang yang harus diperhatikan sama seperti jalan raya pada umumnya, yaitu :

1. Lebar jalan tambang
2. Jari-jari tikungan
3. Superelevasi
4. Kemiringan jalan
5. *Cross slope*

Fungsi utama jalan tambang secara umum adalah untuk menunjang kelancaran operasi penambangan terutama dalam kegiatan pengangkutan. Medan berat yang mungkin terdapat di sepanjang rute jalan tambang harus diatasi dengan mengubah rancangan jalan untuk

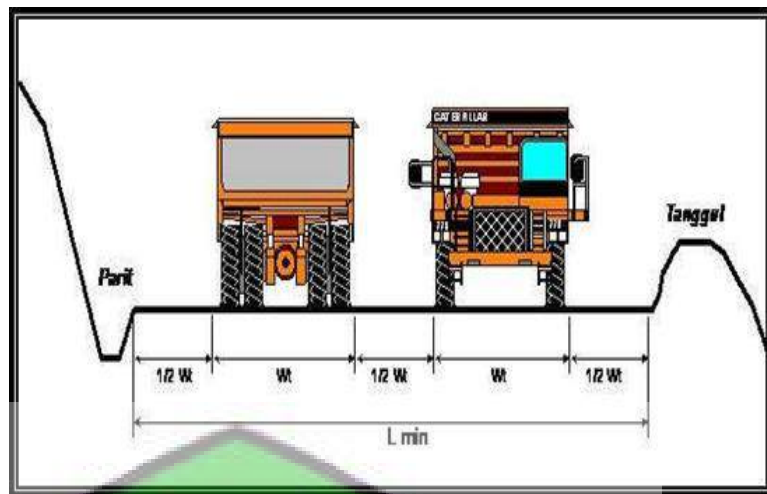
meningkatkan aspek manfaat dan keselamatan kerja. Hal – hal yang harus diperhatikan dalam membuat jalan tambang yaitu :

2.5.1 Lebar Jalan

Lebar jalan tambang umumnya di buat untuk pemakaian jalur ganda dengan lalu lintas satu arah atau dua arah. Dalam kenyataannya semakin lebar jalan tambang maka akan semakin baik dan lalu lintas pengangkutan semakin aman dan lancar. Akan tetapi semakin lebar jalan tambang, biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan dan perawatan juga akan semakin besar. Untuk itu perlu dilakukan analisis agar keduanya bisa optimal. Perhitungan lebar jalan tambang 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 diatas jalan melebar.

2.5.1.1. Lebar Jalan Tambang Pada Jalur Lurus

Penentuan lebar jalan lurus didasarkan pada *rule of thumb* yang dikemukakan oleh AASHTO Manual Rural Highway Design (1990) yaitu jumlah jalur dikali dengan lebar dump truck ditambah setengah lebar truk untuk masing-masing tepi kiri, kanan, dan jarak antara dua dump truck yang sedang bersimpangan. Lebar jalan tambang minimum yang dipakai sebagai jalur ganda pada jalan lurus dapat dilihat pada gambar 2.1



Sumber : Awang Suwandi, 2004

Gambar 2.1 Lebar Jalan Tambang Pada Jalur Lurus

Untuk menghitung lebar jalan tambang pada jalur lurus dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$L (m) = n \cdot Wt + (n+1) \left(\frac{1}{2} \cdot Wt \right)$$

Keterangan :

L(m) = Lebar jalan minimum (meter)

n = Jumlah jalur

Wt = Lebar alat angkut (meter)

Tabel 2.1 Lebar Jalan Tambang Minimum

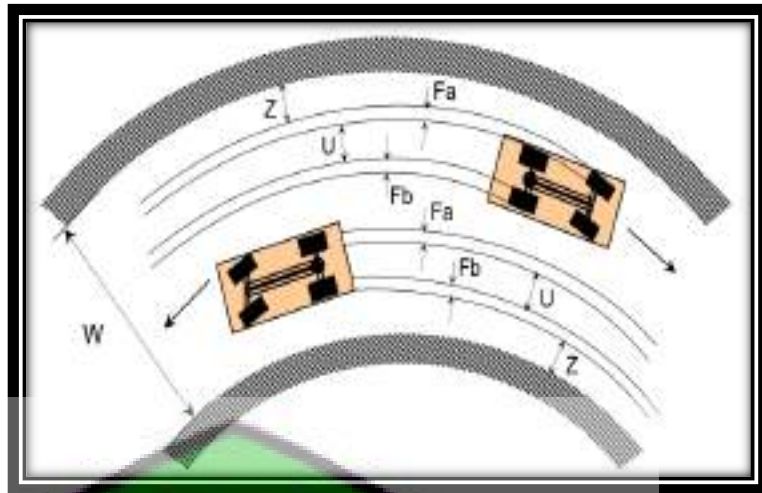
Jumlah Jalur	Rumus	Lebar Jalan Tambang Minimal
1	$1 + (2 \times \frac{1}{2})$	2,00
2	$2 + (3 \times \frac{1}{2})$	3,50
3	$3 + (4 \times \frac{1}{2})$	5,00
4	$4 + (5 \times \frac{1}{2})$	6,50

Sumber : Awang Suwandi, 2004

2.5.1.2 Lebar Jalan Tambang Pada Tikungan

Penentuan lebar jalan pada belokan didasarkan pada lebar lintasan alat angkut yaitu lebar tonjolan kendaraan bagian depan dan bagian belakang pada saat membelok. Lebar jalan tambang pada belokan selalu lebih besar dari pada lebar jalan lurus. Untuk jalur ganda maka lebar minimum pada belokan didasarkan atas:

- Lebar jejak ban
- Lebar jantai (tonjolan) alat angkut bagian depan dan belakang saat membelok
- Jarak antara alat angkut pada saat bersimpangan
- Jarak dari kedua tepi jalan



Sumber : Awang Suwandi, 2004

Gambar 2.2 Lebar Jalan Tambang Pada Belokan Untuk 2 Jalur

Untuk menghitung lebar jalan tambang pada belokan dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W = 2(U + Fa + Fb + Z) + C$$

$$C = Z = \frac{1}{2} (U + Fa + Fb)$$

Keterangan :

W = lebar jalan tambang pada belokan (meter)

U = lebar jejak roda (*center to center tires*) (meter)

Fa = lebar jantai (*overhang*) depan (meter)

Fb = lebar jantai belakang (meter)

Z = lebar bagian tepi jalan (meter)

C = jarak antara kendaraan (total lateral clearance) (meter)

C = Z karena jarak aman antara alat angkut saat persimpangan dengan jarak angkut dengan bagian tepi jalan adalah sama.

2.5.2 Jari-Jari Tikungan

Jari-jari tikungan jalan tambang berhubungan dengan konstruksi alat angkut yang digunakan, khususnya jarak horizontal antara poros roda depan dan belakang. Jari-jari atau radius tikungan jalan tambang merupakan jari-jari lintas perlengkungan yang dibentuk oleh alat angkut pada saat menikung, besarnya dipengaruhi oleh kecepatan kendaraan dan superelevasi jalan. Dengan demikian jari-jari belokan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$R = \left(\frac{w}{\sin\beta} \right)$$

Keterangan :

R = jari - jari belokan jalan tambang (meter)

W = jarak poros roda depan dan belakang (meter)

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 bandengan permukaan jalan dan super elevasi. Besarnya jari-jari belokan minimum pada jalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan :

e = Superelevasi, mm/m

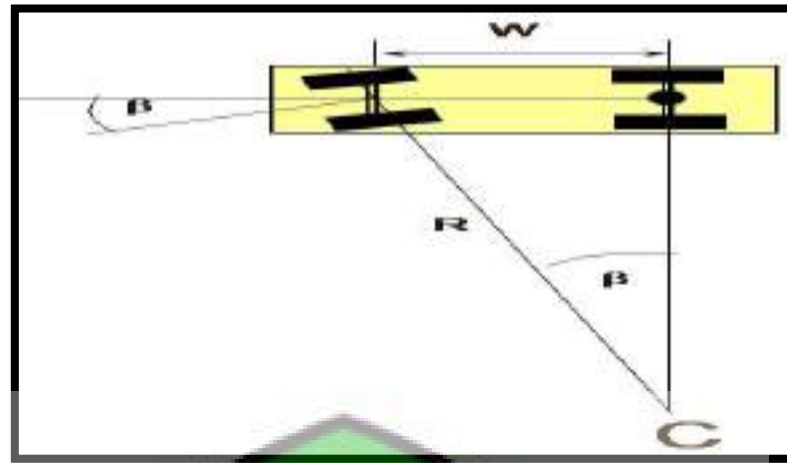
f = *Friction factor*

V = Kecepatan rencana kendaraan (km/jam)

R = Jari-jari belokan, (m)

Jari-jari tikungan jalan tambang (R) adalah jari-jari yang besarnya dihitung dari pusat tikungan sampai perpotongan garis-garis yang ditarik dari titik di mana jalan mulai membelok, sampai akhir belokan.

Semakin besar jari-jari tikungan untuk sudut tikungan yang sama maka jari-jari tikungan yang lebih besar akan lebih memberikan rasa aman bagi pengemudi karena kendaraan tidak perlu mengurangi kecepatannya seperti pada jari-jari tikungan yang lebih kecil. Ini berarti besarnya radius tikungan minimum dipengaruhi oleh nilai superelevasi (e) dan koefisien gesekan melintang maksimum, sehingga terdapat nilai radius tikungan minimum untuk nilai superelevasi maksimum dan koefisien gesekan melintang maksimum.



Sumber : Awang Suwandi, 2004

Gambar 2.3 Sudut Maksimum Penyimpangan Kendaraan



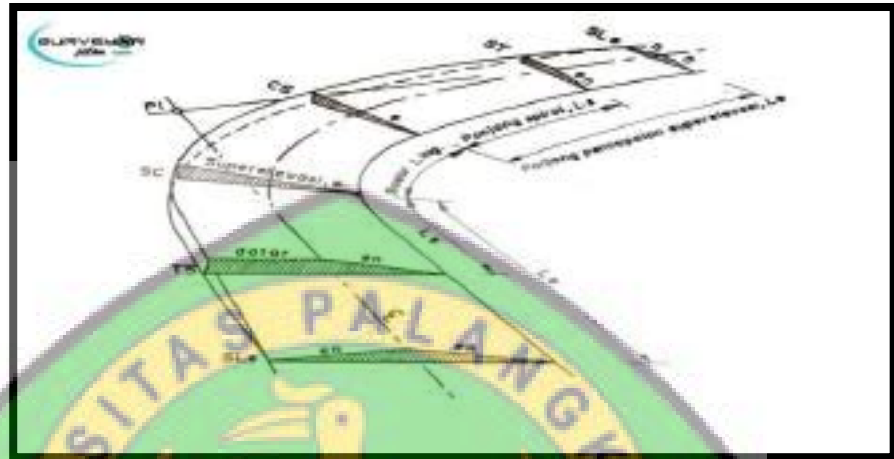
Sumber : Awang Suwandi, 2004

Gambar 2.4 Sudut Maksimum Penyimpangan Kendaraan

2.5.3 Superelevasi

Kemiringan jalan pada tikungan yang terbentuk oleh batas antara tepi jalan terluar dengan tepi jalan terdalam karena perbedaan ketinggian disebut Superelevasi

Berdasarkan teori *T. Atkinson D.I.C* pada kondisi jalan kering, nilai superelevasi minimum 60 mm/m sedangkan pada kondisi jalan yang penuh lumpur atau licin superelevasi minimum 90 mm/m.



Sumber: Awang Suwandi, 2004

Gambar 2.5 Superelevasi Jalan

Pada jalan belokan merupakan daerah berbahaya karena pada jalan belokan tersebut dump truck akan mengalami gaya sentrifugal. Untuk mengimbangi gaya tersebut maka pada jalan belokan diperlukan kemiringan jalan atau superelevasi yaitu perbedaan ketinggian tepi jalan terluar dengan tepi jalan bagian dalam pada suatu tikungan.

Yang dimaksud dengan superelevasi adalah kemiringan melintang pada belokan jalan. Untuk menghitung besarnya superelevasi dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

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

Keterangan :

e = Superelevasi (mm/meter)

f = Koefisien gesekan melintang maksimum

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

R = Jari-jari tikungan (meter)

Kecepatan rencana yang biasa digunakan didaerah tikungan adalah 20 km/jam sedangkan kecepatan rencana maksimum untuk jalan lurus adalah 30 km/jam

Nilai f ditentukan berdasarkan kecepatan rencana yaitu :

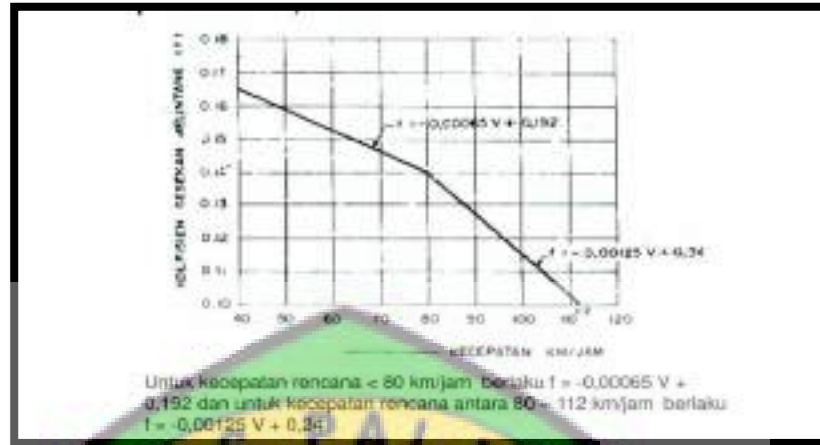
- Untuk kecepatan rencana <80km/jam maka

$$f = (-0,00065 V) + 0,192$$

- Untuk kecepatan rencana antara 80-112 km/jam, maka :

$$f = (-0,00125V) + 0,24$$

Besarnya koefisien gesekan melintang (f) dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis roda dan kondisi ban, tekanan ban, kekasaran permukaan perkerasan, kecepatan kendaraan, dan keadaan cuaca.



Sumber : AASTHO *Manual Rural Highway Design*

Gambar 2.6 Kurva Koefesien Gesek

Tabel 2.2 Nilai Superelevasi yang Diiijinkan (ft)

Radius Tikungan (ft)	Kecepatan kendaraan (mph)					
	10	15	20	25	30	35 atau lebih
50	0,04	0,04				
100	0,04	0,04	0,04			
150	0,04	0,04	0,04	0,05		
250	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	
300	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06
600	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
1000	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

Sumber : Kaufman & Ault, 1977 dalam Agung B. Harsono 2010

Untuk mengatasi gaya sentrifugal yang bekerja pada alat angkut yang sedang melewati tikungan jalan ada dua cara yang dapat dilakukan, yaitu : pertama; dengan mengurangi kecepatan dan cara kedua adalah membuat kemiringan kearah titik pusat jari-jari tikungan

yang mana kemiringan ini berfungsi menjaga alat angkut tidak terguling saat melewati tikungan dengan kecepatan tertentu.

2.5.4 Kemiringan Jalan Tambang (*Grade*)

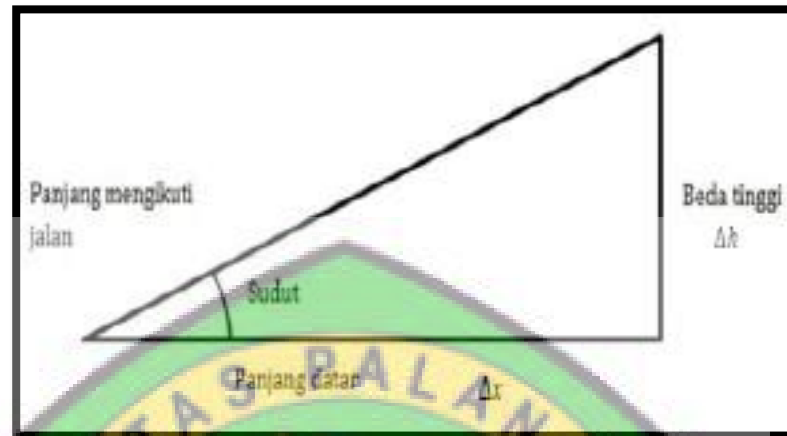
Kemiringan jalan tambang dapat berupa jalan menanjak ataupun jalan menurun yang disebabkan perbedaan ketinggian pada jalur jalan. Kemiringan jalan berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut, baik dalam pengereman ataupun dalam mengatasi tanjakan. Sudut kemiringan jalan biasanya dinyatakan dalam persen, yaitu beda tinggi setiap seratus satuan panjang jarak mendatar. Kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut khususnya dump truck berkisar antara 10% - 15%. Sedangkan untuk jalan naik maupun jalan turun pada daerah perbukitan lebih aman pada kemiringan jalan 8%.

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

Keterangan :

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

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



Sumber : Partanto Prodjosumarto, 1993 dalam Meschac T.S, 2011

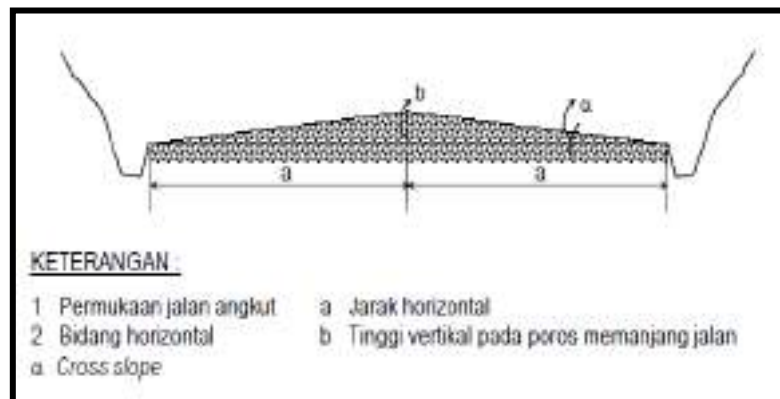
Gambar 2.7 Perhitungan Kemiringan Jalan

2.5.5 Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

Cross slope adalah sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan jalan terhadap bidang horisontal. *Cross Slope* dibuat dengan tujuan untuk memperlancar penyaliran, apabila turun hujan maka air yang ada pada permukaan jalan akan segera mengalir ke tepi jalan angkut, tidak terhenti dan mengumpul pada permukaan jalan. *Cross Slope* dilakukan dengan cara membuat bagian tengah jalan lebih tinggi dari bagian tepi jalan. Jalan tambang yang baik memiliki *Cross slope* mulai dari 20 mm/m hingga 40 mm/m. Perhitungan untuk *Cross Slope* dapat menggunakan rumus berikut:

$$p = \frac{1}{2} \times L$$

$$q = p \times 40 \text{ mm/m}$$



Sumber : Partanto Prodjosumarto, 1993 dalam Meschac T.S, 2011

Gambar 2.8 Perhitungan Cross Slope

2.6 Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja adalah usaha melakukan pekerjaan tanpa ada kecelakaan. Keselamatan kerja yang baik merupakan pintu gerbang bagi keamanan tenaga kerja. Kecelakaan kerja selain menyebabkan hambatan-hambatan langsung juga merupakan kerugian-kerugian secara tidak langsung yakni kerusakan mesin dan peralatan kerja, terhentinya proses produksi untuk beberapa saat, kerusakan pada lingkungan kerja, dan lain-lain.

Hakekat keselamatan kerja adalah mengadakan pengawasan terhadap 4M, yaitu manusia (man), alat-alat atau bahan-bahan (materials), mesin-mesin (machines), dan metode kerja (methods) untuk memberikan lingkungan kerja yang aman sehingga tidak terjadi kecelakaan manusia atau tidak terjadi kerusakan/kerugian pada alat-alat dan mesin.

Hal-hal yang harus dilakukan dalam menciptakan keselamatan kerja adalah sebagai berikut:

1. Pencegahan Kecelakaan

Pencegahan kecelakaan dimulai sejak perencanaan perusahaan dan pengaturan proses produksi yang akan dicapai. Suatu prinsip penting pada semua perencanaan adalah menekan kecelakaan sekecil mungkin dan menanggulangnya seefektif mungkin.

2. Pengawasan Terhadap Kemungkinan Terjadinya Kecelakaan.

Saat terbaik untuk menanggulangi kecelakaan adalah sebelum kecelakaan itu terjadi. Usaha keselamatan dan kesehatan kerja yang harus dilakukan adalah mengawasi tindakan dan kondisi tidak aman.

3. Sistem Tanda Bahaya Kecelakaan dalam Pertambangan.

Pemakaian tanda peringatan, warna dan label sangat penting bagi keselamatan para pekerja untuk mengetahui bahaya kecelakaan.

4. Pelatihan dan Penyuluhan

Tingkat keselamatan tergantung dari sikap dan praktek semua orang yang terlibat dalam perusahaan pertambangan. Maka dari itu, penyuluhan dan pelatihan sangat penting peranannya bagi peningkatan penghayatan keselamatan kerja dan pencegahan kecelakaan.

Penyuluhan adalah pemberian informasi yang dapat menimbulkan kejelasan pada orang-orang yang bersangkutan. Latihan lebih khusus menyangkut keterampilan dalam keselamatan kerja dan pencegahan kecelakaan. Cara-cara yang digunakan dalam penyuluhan antara lain:

a. Poster

Poster adalah alat penunjang bagi keselamatan kerja dan pencegahan kecelakaan. Poster membantu tenaga kerja untuk jauh lebih memikirkan keselamatan. Poster dapat dipakai untuk pengarahannya suatu sikap atau tindakan yang selamat.

b. Film dan Slide

Suatu film dapat memperlihatkan suatu cerita tentang suatu kecelakaan dengan menunjukkan lingkungan kerja, bagaimana timbulnya situasi yang berbahaya, bagaimana terjadinya kecelakaan, apa akibat-akibat kecelakaan dan bagaimana mencegah suatu kecelakaan.

c. Ceramah, diskusi dan konferensi

Sebagaimana halnya poster, film dan alat penyuluhan lain, ceramah, diskusi dan konferensi membantu terhadap keselamatan dengan memberikan kesempatan untuk berkomunikasi langsung di antara pembicara dan pendengar.

5. Perlengkapan Keselamatan Kerja

Pencegahan kecelakaan yang baik adalah peniadaan bahaya seperti pengamanan mesin atau peralatan lainnya. Namun demikian harus dilengkapi juga perlindungan diri pada para pekerja dengan memberikan alat perlindungan diri yang disediakan oleh perusahaan.

2.7 Keselamatan Kerja Jalan Pertambangan Menurut Kepmen 1827/K/30/MEM/2018

Pelaksanaan keselamatan kerja jalan pertambangan meliputi :

- a) Lebar jalan tambang/produksi mempertimbangkan alat angkut terbesar yang melintas jalan tersebut paling kurang :
 - Tiga setengah kali lebar alat angkut terbesar, untuk jalan tambang dua arah
 - Dua kali lebar alat angkut terbesar, untuk jalan tambang satu arah
 - Lebar jalan pada jembatan sesuai ketentuan di atas.
- b) Pada setiap jalan tambang/produksi tersedia tanggul pengaman di sisi luar badan jalan dengan tinggi sekurang-kurangnya $\frac{3}{4}$ diameter roda kendaraan terbesar dan memperhitungkan potensi air limpasan dan/atau material lepas yang dapat masuk ke jalan
- c) Di sepanjang jalan tambang/produksi memiliki sistem penyaliran yang mampu mengalirkan debit air larian tertinggi dan dipelihara dengan baik
- d) Sepanjang permukaan badan jalan tambang/produksi dibentuk kemiringan melintang (*cross fall*) paling kurang 2% (dua persen)
- e) Kemiringan (*grade*) jalan tambang/produksi dibuat tidak boleh lebih 12% (dua belas persen) dengan memperhitungkan :
 - Spesifikasi kemampuan alat angkut;
 - Jenis material jalan; dan
 - *Fuel ratio* penggunaan bahan bakar

- f) Dalam hal kemiringan jalan tambang/produksi lebih dari 12% (dua belas persen) dilakukan kajian teknis yang paling kurang mencakup:
- Kajian risiko;
 - Spesifikasi teknis alat; dan
 - Spesifikasi teknis jalan;
- g) Lebar, radius tikungan, dan super elevasi pada setiap jalan pertambangan yang menikung mampu menahan gaya dari setiap jenis kendaraan yang melintas dengan batas kecepatan yang telah ditentukan
- h) Jalan pertambangan dilakukan pemeliharaan dan perawatan sehingga tidak menghambat kegiatan pengangkutan
- i) Daya dukung jalan pertambangan lebih kuat dari kapasitas terbesar beban kendaraan dan muatan yang melintas pada beban statis dalam kurun waktu tertentu berdasarkan kajian teknis
- j) Pada setiap tikungan dan persimpangan jalan tambang/produksi dipasang pemisah jalan (*separator*) dengan tinggi paling kurang setengah diameter roda kendaraan terbesar dan lebar bagian atas paling kurang sama dengan lebar roda kendaraan terbesar.

2.8 Aspek Keselamatan Sepanjang Jalan Tambang

Perawatan dan pemeliharaan jalan merupakan suatu pekerjaan yang perlu mendapatkan perhatian khusus, hal ini bertujuan untuk tidak terganggunya kegiatan operasional penambangan yang akhirnya akan mengganggu kelancaran produksi. Pada umumnya pemeliharaan jalan tambang ditekankan pada kondisi jalan dan pemeliharaan saluran air (*drainage*). Pemeliharaan jalan yang baik, tetapi pemeliharaan drainase yang ada kurang baik, hal tersebut tidak akan berhasil, begitu juga dengan sebaliknya.

Pada musim kemarau, lapisan permukaan akan berdebu yang sangat mengganggu kenyamanan dan kesehatan pengemudi. Sedangkan pada musim hujan, debu tersebut akan menjadi lumpur yang menggenangi jalan dan akibatnya jalan menjadi licin. Hal ini juga akan sangat menghambat laju dari alat angkut karena pada kondisi tersebut pengemudi akan mengurangi kecepatan.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk keamanan dan keselamatan pengangkutan di sepanjang jalur jalan tambang menurut Awang Suwandhi (2004: 20) yaitu:

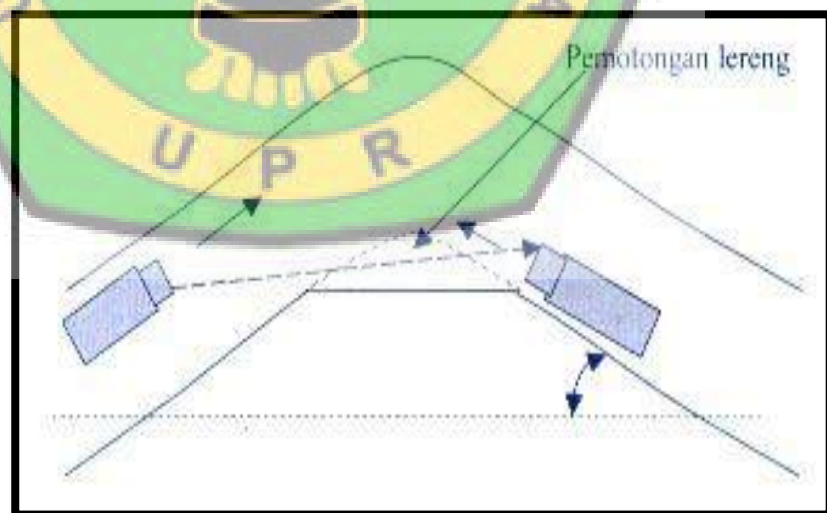
1. Jarak pandang yang aman

Jarak pandang yang aman (*safe sight distance*) diperlukan oleh pengemudi (operator) untuk melihat ke depan secara bebas pada suatu tikungan. Jika pengemudi melihat suatu penghalang yang

membahayakan, pengemudi dapat melakukan antisipasi untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman. Jarak pandang minimum sama dengan sama dengan jarak berhenti dalam kondisi normal dan dengan jarak pandang yang baik dan kondisi jalan kering sekurang-kurangnya empat kali panjang truck (40 m) dan jarak pandang untuk mendahului kendaraan lain Jarak pandang kedepannya harus baik dan pastikan jalan harus bebas dari kendaraan yang melaju dari depan (dalam jarak 150 m). Jarak pandang terdiri dari (1) Jarak Pandang Henti (Jh) dan (2) Jarak Pandang Mendahului (Jd).

1.1. Kurva horizontal

Kurva vertikal dapat dikonversikan sebagai kurva horizontal, dimana dua buah truk yang akan bertabrakan berada dalam satu kurva dan dilihat dari atas.



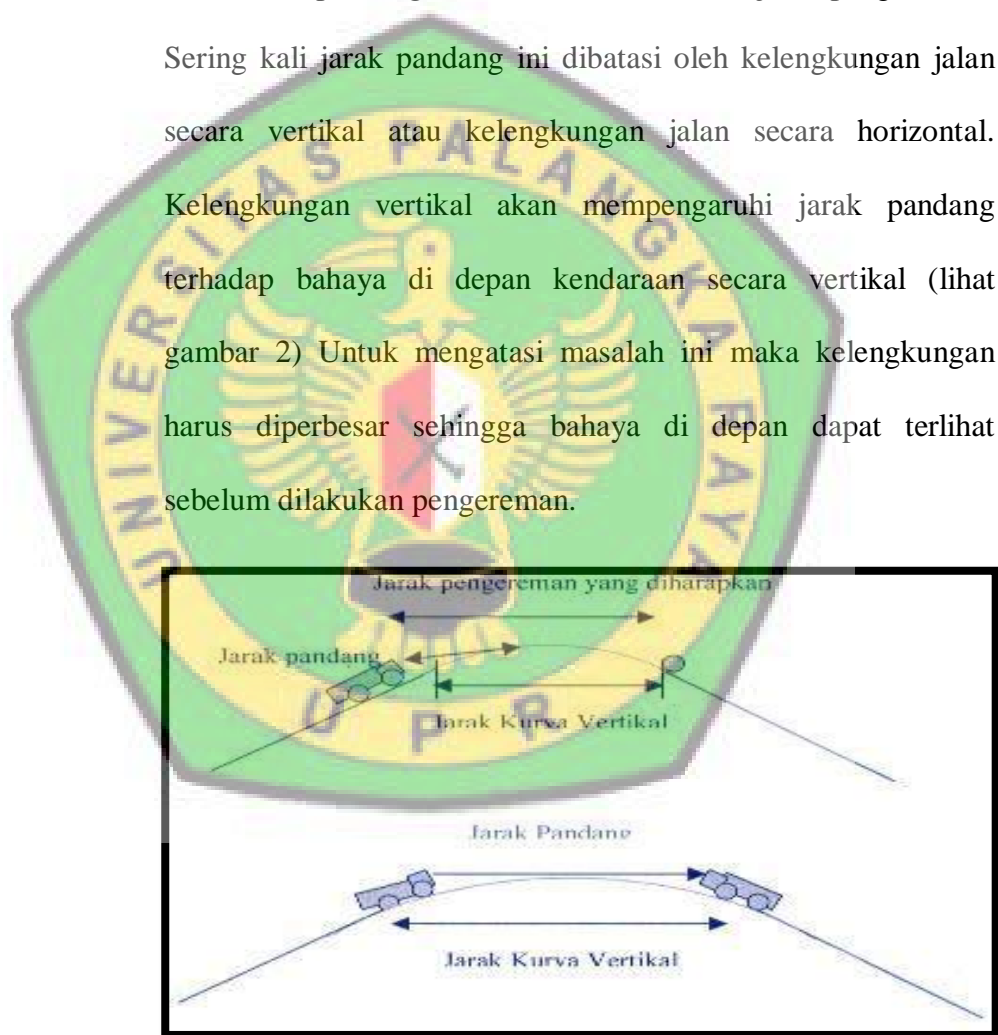
Sumber : purwanto, Helena dan Syaifullah 2005

Gambar 2.9 Kurva Horizontal Jalan Tambang

Jarak kurva horizontal yang terlalu kecil menyebabkan benda di depan akan terhalang oleh lereng (gambar1), untuk mengatasinya, pada kondisi ini memungkinkan harus ada pemotongan lereng, sehingga jarak pandang dapat diperpanjang.

1.2. Kurva vertikal

Jarak pandang haruslah lebih besar dari jarak pengereman. Sering kali jarak pandang ini dibatasi oleh kelengkungan jalan secara vertikal atau kelengkungan jalan secara horizontal. Kelengkungan vertikal akan mempengaruhi jarak pandang terhadap bahaya di depan kendaraan secara vertikal (lihat gambar 2) Untuk mengatasi masalah ini maka kelengkungan harus diperbesar sehingga bahaya di depan dapat terlihat sebelum dilakukan pengereman.



Sumber : purwanto, Helena dan Syaifullah 2005

Gambar 2.10 Jarak ‘*Vertikal Curve*’

1.3. Kecepatan Aman

Batas kecepatan aman suatu kendaraan tambang sangat ditentukan oleh :

- Kondisi kendaraan
- Kemampuan kendaraan tersebut untuk dikendalikan
- Kondisi jalan
- Geometri jalan
- Jarak pandang

Batas kecepatan maksimal untuk semua jenis kendaraan :

- Di Areal Penambangan : 35 km/jam
- Di Areal jalan Angkut Batubara (Hauling Road) : 50 km/jam
- Di Areal pemukiman & kantor : 30 km/jam

2. Rambu-rambu pada jalan

Rambu – rambu jalan pertambangan merupakan bagian dari perlengkapan jalan di area pertambangan yang memuat lambang, huruf, angka, kalimat, dan/atau perpaduan di antaranya sebagai peringatan, larangan, perintah, atau petunjuk bagi pengguna jalan. Semua rambu harus menggunakan bahan yang dapat memantulkan cahaya, seperti bahan *retro reflektif*. Penempatan rambu harus mudah dilihat oleh pengguna jalan pertambangan.

Sesuai dengan fungsinya, rambu dikelompokkan menjadi 4 (empat) jenis, yaitu :

- a. Rambu peringatan, adalah rambu yang digunakan untuk memberi peringatan kemungkinan ada bahaya atau tempat berbahaya dan menginformasikan sifat bahaya di jalan pertambangan. Warna dasar rambu peringatan berwarna kuning dengan lambang atau tulisan berwarna hitam.
- b. Rambu larangan, adalah rambu yang digunakan untuk menyatakan perbuatan yang dilarang dilakukan oleh pengguna jalan. Warna dasar rambu larangan berwarna putih dan lambang atau tulisan berwarna hitam atau merah serta merah untuk garis miring dan pembatas lingkaran.
- c. Rambu perintah, adalah rambu yang digunakan untuk menyatakan perintah yang wajib dilakukan oleh pengguna jalan. Warna dasar rambu perintah berwarna biru dengan lambang atau tulisan berwarna putih serta merah untuk garis miring sebagai batas akhir perintah.
- d. Rambu petunjuk, adalah rambu yang digunakan untuk memandu saat melakukan perjalanan atau untuk memberikan informasi lain kepada pengguna jalan. Warna dasar rambu petunjuk berwarna biru dengan lambang atau tulisan berwarna putih atau sebaliknya.



3. Lampu penerangan jalan

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

- Tikungan (belokan),
- Perempatan atau pertigaan jalan,
- Jembatan,
- Tanjakan maupun turunan yang cukup tajam.

4. Tanggul Pengaman (*Safety Berms*)

Tanggul pengaman merupakan konstruksi yang dibuat dari tanah, beton atau jenis lainnya dengan bentuk dan dimensi tertentu (sesuai dengan peruntukannya) yang dibangun disepanjang sisi jalan atau pada pemisah jalur jalan yang berfungsi untuk menahan kendaraan keluar dari jalur jalan. Tinggi tanggul pengaman minimal $\frac{1}{2}$ diameter roda terbesar dari kendaraan terbesar yang melewati area itu.

Untuk tanggul dengan tinggi lebih dari 1 meter, tinggi tanggul pengaman mendekati persimpangan jalan pertambahan dikurangi menjadi 1 meter dalam jarak 10 meter sampai dengan 25 meter untuk meningkatkan jarak pandang atau dapat diperpanjang sesuai dengan hasil kajian risiko untuk persimpangan yang menikung atau berbukit.

Tanggul pengaman harus diberi jeda dengan lebar maksimal 1 meter untuk setiap panjang sekitar 25 meter atau dengan bentangan

sesuai dengan hasil kajian risiko untuk mengalirkan air di permukaan jalan ke sisi luar tanggul pengaman.

5. Parit (*Trench*) pada Jalan Tambang

Jalan tambang harus diberi penirisan maupun gorong-gorong, karena air akan menggenangi permukaan jalan dan menyebabkan becek, berlumpur atau licin pada saat hujan. Ukuran sistem penirisan tergantung pada besarnya curah hujan, luas daerah pengaruh hujan, keadaan atau sifat fisik dan mekanik material dan tempat membuang air. Penirisan di kiri-kanan jalan tambang sebaiknya dilengkapi dengan saluran penirisan dengan ukuran yang sesuai dengan jumlah curah hujannya.

6. Pemisah Jalur (*Separator* atau Median)

Pada setiap tikungan dan persimpangan jalan tambang/produksi dipasang pemisah jalur (*separator*) dengan tinggi paling kurang setengah diameter roda kendaraan terbesar dan lebar bagian atas paling kurang sama dengan lebar roda kendaraan terbesar

2.9 Faktor-faktor Penyebab Kecelakaan Kerja

Menurut teori *domino effect* kecelakaan kerja H.W Heinrich, kecelakaan terjadi melalui hubungan mata-rantai sebab-akibat dari beberapa faktor penyebab kecelakaan kerja yang saling berhubungan sehingga menimbulkan kecelakaan kerja (cedera ataupun penyakit akibat kerja / PAK) serta beberapa kerugian lainnya. Terdapat faktor-faktor penyebab kecelakaan kerja antara lain :

1. Penyebab langsung kecelakaan kerja
2. Penyebab tidak langsung kecelakaan kerja
3. Penyebab dasar kecelakaan kerja.

Menurut teori efek domino H.W Heinrich juga bahwa kontribusi terbesar penyebab kasus kecelakaan kerja adalah berasal dari faktor kelalaian manusia yaitu sebesar 88%.Sedangkan 10% lainnya adalah dari faktor ketidaklayakan properti/aset/barang dan 2% faktor lain-lain. Ilustrasi dari teori domino effect kecelakaan kerja H.W. Heinrich ialah:

- a) Penyebab langsung kecelakaan adalah pemicu yang langsung menyebabkan terjadinya kecelakaan, misalnya terpeleset karena ceceran minyak dilantai. Penyebab tidak langsung (*basic causes*) merupakan faktor yang turut memberikan kontribusi terhadap kejadian tersebut, misalnya dalam kasus terpeleset tersebut adalah adanya bocoran atau tumpahan bahan, kondisi penerangan tidak baik, terburu-buru atau kurangnya pengawasan di lingkungan kerja.
- b) Sebab langsung hanyalah sekedar gejala bahwa ada sesuatu yang tidak baik dalam organisasi yang mendorong terjadinya kondisi tidak aman. Karena itu, dalam konsep pencegahan kecelakaan, adanya sebab langsung harus dievaluasi lebih dalam untuk mengetahui faktor dasar yang turut mendorong terjadinya kecelakaan.
- c) Disamping faktor manusia, ada faktor lain yaitu ketimpangan sistem manajemen seperti perencanaan, pengawasan, pelaksanaan, pemantauan dan pembinaan. Dengan demikian penyebab kecelakaan

tidak selalu tunggal tetapi bersifat multi causal sehingga penanganannya harus secara terencana dan komprehensif yang mendorong lahirnya konsep sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja.

- d) Frank Bird berdasarkan Teori Domino Heinrich memperbaiki/menyempurnakan teori tersebut dengan menggambarkan hubungan langsung antara manajemen dengan penyebab kecelakaan. Apabila manajemen tidak memiliki kontrol yang baik terhadap setiap level maka akan dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan.

Gambaran diatas menunjukkan rangkaian/deretan faktor-faktor penyebab kejadian kecelakaan, faktor-faktornya antara lain:

1. Lemahnya kontrol (*lack of control*)

Dalam hal ini kurangnya kontrol merupakan urutan pertama. Pengawasan diartikan sebagai bagian dari fungsi manajemen yaitu perencanaan, pengorganisasian, kepemimpinan dan pengawasan.

2. Sebab Dasar (*basic causes*)

Penyebab nyata yang di belakang atau yang meletarbelakangi penyebab langsung yang mendasari terjadinya kecelakaan. Pada hakikatnya ini merupakan sebab yang paling mendasar terhadap kejadian kecelakaan yang meliputi, antara lain:

a) Faktor Perorangan/Pribadi

- Kemampuan fisik atau fisiologi tidak layak
- Kemampuan mental tidak layak
- Stress fisik atau fisiologi

- Kurang pengetahuan
- Kurang keahlian
- Tidak adanya motivasi

b) Faktor Kerja

- Pengawasan / kepemimpinan yang tidak memadai
- Alat/peralatan yang kurang memadai
- Salah pakai / salah menggunakan

3. Sebab Langsung

Pada dasarnya kecelakaan disebabkan oleh dua hal yaitu tindakan yang tidak aman (*unsafe act*) dan kondisi yang tidak aman (*unsafe condition*). Oleh karena itu sumber daya manusia dalam hal ini memegang peranan yang penting dalam menciptakan keselamatan dan kesehatan kerja.

a. Perbuatan Tidak Aman

Tindakan ini dapat membahayakan dirinya atau orang lain yang dapat berakhir dengan kecelakaan. Tindakan berbahaya yang dalam beberapa hal dapat di latarbelakangi oleh faktor-faktor:

- Mengoperasikan peralatan tanpa wewenang.
- Mengoperasikan mesin / peralatan / kendaraan dengan kecepatan yang tidak layak.
- Dibawah pengaruh alcohol atau obat-obatan terlarang.
- Melepas alat pengaman.

- Membuat alat pengaman tidak berfungsi.
- Tidak memakai alat pelindung diri.
- Menggunakan peralatan yang sudah rusak
- Pemuatan tidak layak
- Penempatan tidak layak
- Posisi kerja yang salah
- Bersenda gurau atau main-main di waktu kerja.

b. Kondisi Tidak Aman

Yaitu kondisi di lingkungan kerja baik alat, material atau lingkungan yang tidak aman dan membahayakan. Kondisi berbahaya selalu berkaitan dengan:

- Peralatan atau material yang rusak.
- Pelindung atau pembatas tidak layak
- Alat pelindung diri yang kurang sesuai
- Sistem peringatan yang kurang
- Kebersihan dan tata ruang tempat kerja tidak layak
- Kondisi lingkungan kerja yang kotor
- Kebisingan
- Temperatur ruangan yang tinggi atau rendah
- Penerangan yang kurang atau berlebihan
- Bahaya kebakaran dan peledakan.

2.10 Prinsip Dasar Pencegahan Kecelakaan (Pengawasan 4M + 1E)

Pencegahan kecelakaan adalah ilmu dan seni, karena menyangkut masalah sikap dan perilaku Manusia, Material, Mesin, Metode dan serta masalah lingkungan(4M +1E). Pengawasan diartikan sebagai petunjuk atau usaha yang bersifat koreksi terhadap permasalahan tersebut. Usaha pencegahan kecelakaan adalah faktor penting dalam setiap tempat kerja untuk menjamin keselamatan dan kesehatan tenaga kerja serta mencegah adanya kerugian.

Usaha keselamatan dan kesehatan kerja pada hekekatnya adalah berupa pengawasan terhadap unsur-unsur produksi, yakni 4 M + E

1. Manusia

Pencegahan kecelakaan dipandang dari aspek manusianya harus bermula pada hari pertama ketika semua karyawan mulai bekerja. Setiap karyawan harus diberitau secara tertulis uraian mengenai jabatannya yang mencakup fungsi, hubungan kerja, wewenang dan tanggung jawab, tugas serta syarat-syarat kerjanya.

Dan tindakan pencegahan bahaya yang wajib bagi setiap pekerja tambang (Kepmen No.555.K/26/M.PE/1995, pasal 33) antara lain:

- a) Memperhatikan dan menjaga K3 dirinya serta prang-orang lain yang mungkin terkena dampak dari perbuatannya atau ketidakhadirannya di tempat kerja.
- b) Melaksanakan instruksi-instruksi yang diberikan demi K3 serta orang lain

- c) Menggunakan alat-alat keselamatan serta pelindung diri dengan benar
- d) Segera melaporkan langsung tentang keadaan yang menurut pertimbangannya akan dapat menimbulkan bahaya.
- e) Melaporkan setiap kecelakaan atau cedera yang ditimbulkan oleh pekerja atau yang ada hubungannya dengan pekerjaan.
- f) Disiplin : kedisiplinan dalam bekerja yaitu sesuai dengan standar kerja yang telah ditetapkan
- g) Sikap : bertanggung jawab terhadap apa yang dikerjakan
- h) Skill : kemampuan/keterampilan yang dimiliki sesuai dengan bidangnya

2. Mesin

Dalam penggunaan mesin atau perkakas/peralatan harus lebih aman dan efisien, harus mengikuti perkembangan teknologi yang ada, harus dapat diperhitungkan masa pakai mesin atau perkakas/peralatan tersebut cukup tahan lama, harus juga memberi hasil yang maksimal dengan ongkos produksi yang seminimal mungkin, serta perkakas/peralatan atau mesin yang digunakan tidak menimbulkan kecelakaan atau bahaya yang serius bagi pekerja, sehingga pekerja dapat dengan aman dalam beraktivitas.

3. Material

Material yang digunakan juga harus lebih mudah digunakan/praktis, tahan lama, dan tidak memberikan gangguan/kecelakaan atau berbahaya pada pekerja.

4. Metode

Dalam suatu proses produksi memiliki metode kerja tertentu, dan metode kerja tersebut dapat menunjukkan langkah kerja yang sesederhana mungkin tetapi hasilnya tetap sama atau bahkan hasilnya lebih baik. Metode kerja yang terlalu panjang dan rumit akan membutuhkan lebih banyak lagi pekerja, lebih banyak, mesin dan material yang digunakan, sehingga harus benar-benar metode kerja tersebut simple dan mudah dikerjakan. Hal itu akan memberi produktivitas yang lebih efektif dan efisien. Metode kerja harus juga memberi rasa aman bagi setiap pekerjanya dan para pekerja dapat dengan tenang dan nyaman dalam bekerja tanpa ada kecelakaan kerja atau hal yang membahayakan diri pekerja.

5. Aspek Lingkungan

a) Lokasi / Tempat Kerja

Tempat kerja adalah tempat dilakukannya pekerjaan bagi suatu usaha, dimana terdapat tenaga kerja yang bekerja, dan kemungkinan adanya bahaya kerja ditempat itu. Desain tempat kerja yang tidak ekonomis dapat menimbulkan kecelakaan kerja.

Tempat kerja yang baik apabila lingkungan kerja aman dan sehat.

b) Peralatan / perlengkapan

Pada dasarnya perlengkapan / peralatan mempunyai bagian-bagian kritis yang dapat menyebabkan bahaya, yaitu:

1. Bagian-bagian fungsional
2. Bagian-bagian operasional

Bagian-bagian mesin yang berbahaya harus ditiadakan dengan jalan mengubah konstruksi, memberi alat pelindung.

Peralatan dan perlengkapan yang dominan menyebabkan kecelakaan tambang antara lain:

- Peralatan / perlengkapan yang menyebabkan kebisingan
- Peralatan / perlengkapan dengan penerangan yang tidak efektif
- Peralatan / perlengkapan dengan temperatur tinggi ataupun terlalu rendah
- Peralatan / perlengkapan dengan efek radiasi yang tinggi
- Peralatan / perlengkapan yang tidak dilengkapi dengan pelindung

c) *Shift* kerja

Shift kerja malam biasanya lebih banyak menimbulkan kecelakaan kerja dibanding dengan *shift* kerja siang, tetapi *shift*

kerja pagi-sore tidak menutup kemungkinan dapat menimbulkan kecelakaan akibat kerja

d) Sumber kecelakaan

Sumber kecelakaan merupakan asal dari timbulnya kecelakaan, biasanya erawal dari jenis peralatan atau perlengkapannya. Berawal dari human error, dimana sumber dari kecelakaan merambat ke tempat-tempat lain, sehingga menimbulkan kecelakaan kerja.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

3.1.1 Sejarah Perusahaan

PT Intraco Penta Prima Servis (IPPS) didirikan pada bulan Agustus 2012 sebagai sebuah perusahaan perdagangan alat berat, dengan tujuan awal mengelola *dealership* Volvo di group INTA. Saat ini selain Volvo, IPPS juga telah dipercaya mengelola *dealership* SDLG dan doozer Dressta. PT. Intraco Penta Prima Servis merupakan anak perusahaan dari PT. Intraco Penta, Tbk yang bergerak dalam bidang pertambangan dibawah manajemen PT Karya Lestari Sumber Alam (KASUARI). PT Intraco Penta Prima Servis (IPPS) melakukan penambangan di PT. Senamas Energindo Mineral yang juga anak perusahaan dari PT. Rimau Group. PT. Intraco Penta Prima Servis telah diberikan konsesi eksploitasi untuk 2 tahun Lokasi dengan luasan pit 87,43 ha.

3.1.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi Wilayah Izin Usaha Pertambangan Eksplorasi PT. Senamas Energindo Mineral secara administratif berada di daerah Kecamatan Karusen Janang, Awang, dan Dusun Timur, Kabupaten Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah. Peta IUP Operasi Produksi PT. Senamas Energindo Mineral dapat dilihat pada lampiran A, sedangkan koordinat batas wilayah IUP Eksplorasi ditampilkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Koordinat Batas WIUP PT. Senamas Energindo Mineral

Nomor	Bujur Timur			Lintang Selatan		
	Derajat	Menit	Detik	Derajat	Menit	Detik
1	115	08	30.00	01	57	33.90
2	115	11	00.00	01	57	33.90
3	115	11	00.00	01	58	42.00
4	115	09	48.00	01	58	42.00
5	115	09	48.00	02	01	00.00
6	115	08	30.00	02	01	00.00

Sumber: PT. Senamas Energindo Mineral

Untuk mencapai lokasi wilayah Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi, dari Jakarta dapat dijangkau dengan rute : Palangka Raya – Buntok - Tamiang Layang – Jeweten / Lokasi Wilayah Izin Usaha Pertambangan dengan perincian sebagai berikut :

1. Palangka Raya – Buntok, Rute ini dapat dijangkau dengan menggunakan kendaraan roda empat melalui jalan negara yang beraspal dengan waktu tempuh ± 3 jam.
2. Buntok – Tamiang Layang – Jaweten / Lokasi Izin Usaha Pertambangan, rute ini dapat dijangkau dengan menggunakan kendaraan roda empat melalui jalan beraspal, dibutuhkan waktu tempuh ± 2 jam.

3.1.3 Iklim dan Curah Hujan

Wilayah Kabupaten Barito Timur di bagian Utara dan bagian Timur berada di wilayah daratan dengan ketinggian antara 0 – 150 meter di atas

permukaan laut (dpl) dengan tingkat kemiringan antara 0 – 8 % sedang di bagian Barat dan Selatan terdiri atas daerah rawa. Iklim di daerah Kabupaten Barito Timur umumnya beriklim tropis basah, suhu udara pada siang hari relatif panas bisa mencapai 34°C. Curah hujan di sekitar daerah telitian ditampilkan pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Data Curah Hujan di sekitar Daerah Kabupaten Barito Timur

BULAN	TAHUN									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Januari	444,6	247,4	544	288,4	22,24	31,48	7,9	141,54	162,77	261,15
Februari	297,7	103,2	162	170,6	19,74	37,15	3,35	173,39	199,4	288,00
Maret	195,1	325,6	186,5	303,7	10,56	35,90	7,4	224,44	258,11	549,2
April	254,3	206,1	235,5	319,5	9,2	19,15	0	374,10	430,22	184,8
May	327,5	182,2	121,1	280,3	20,9	6,10	47,98	353,69	406,74	310,8
Juni	266,9	129,9	413,1	263,8	6,09	13,25	14,2	248,26	285,5	176,5
Juli	114,7	111,6	59,7	290,5	9,95	14,15	76,4	114,52	131,7	109,5
Agustus	81,1	57,8	113,5	134,9	4,63	7,15	28	70,53	81,11	49,40
September	128,2	97,7	49,7	243,8	3,32	6,43	11,2	105,15	120,92	179,80
Oktober	171,8	233,8	244,1	409,6	8,25	12,60	8	37,9	43,59	540,10
November	233,4	300,5	232	334	11,15	21,42	13,6	133,4	153,41	424
Desember	242,7	384,8	490,9	310,2	22,87	55,75	92,89	292,8	336,72	361,5
Daily Max (mm)	2758	2380,6	2852,1	3349,3	148,9	260,52	310,92	2269,72	2610,19	3554

(Sumber : PT. Senamas Energindo Mineral 2017)

3.2 Keadaan Geologi

3.2.1 Geologi Regional

a. Morfologi

Keadaan Morfologi yang dominan pada daerah penelitian adalah dataran dan perbukitan bergelombang lemah hingga kuat. Morfologi daerah ini mempunyai ketinggian berkisar 10 – 500 meter di atas permukaan air laut. Morfologi tersebut merupakan akibat dari berbagai aktifitas geologi yang menghasilkan perlipatan, sesar, kekar dan lain-lain.

Aliran sungai di daerah penyelidikan umumnya memperlihatkan pola aliran yang tidak teratur (dendritik) dan terdapat beberapa meander, dimana aliran sungai berasal dari pegunungan dan bermuara di Sungai Barito.

b. Stratigrafi

Untuk daerah Kabupaten Barito Timur dan sekitarnya, formasi batuan yang berkembang adalah :

1. Aluvial (Qa) : Lempung kaolinit dan lanau bersisipan pasir, gambut, kerakal dan bongkahan lepas, merupakan endapan sungai dan rawa.
2. Formasi Dahor (TQd) : Batupasir kuarsa lepas berbutir sedang terpilah buruk, konglomerat lepas dengan komponen kuarsa berdiameter 1-3 cm, batulempung lunak, setempat dijumpai *lignit* dan *limonit* ; terendapkan dalam lingkungan *fluivial* dengan tebal sekitar 250 meter dan berumur *Plio-Plistosen*.

3. Formasi Warukin (Tmw) : Batupasir Kuarsa dan Batulempung dengan sisipan Batubara, terendapkan dalam lingkungan *fluviatil* dengan ketebalan sekitar 400 meter dan berumur *Miosen* Tengah sampai dengan *Miosen* Akhir.
4. Formasi Berai (Tomb) : Batugamping mengandung fosil *foraminifera* besar seperti *Spiroclypeus orbitodeus*, *Spiroclypeus sp.* dll. yang menunjukkan umur *Oligosen-miosen* awal dan bersisipan Napal, terendapkan dalam lingkungan *neritik* dan mempunyai ketebalan sekitar 1000 meter.

c. **Struktur Geologi**

Struktur geologi yang terdapat pada daerah ini terdiri atas kelurusan, lipatan dan sesar yang berarah timur laut-barat daya. Jenis sesar belum dapat ditentukan, namun diduga berupa sesar geser, dan sesar normal. Kegiatan tektonik yang baru diketahui dengan jelas adalah pada pasca *miosen*. Namun diduga kegiatan tersebut telah berlangsung sebelum *tersier*.

3.2.2 Geologi Lokal

a. **Morfologi**

Morfologi yang dominan di daerah penelitian ialah dataran rendah dan perbukitan bergelombang lemah dengan ketinggian 30 hingga 50 m. Pola aliran sungai bersifat *dendritik* yang bermuara pada Sungai Barito dengan kecenderungan aliran sungai relatif mengarah ke barat laut.

b. Litologi

Litologi yang terdapat pada daerah penelitian ialah Formasi Warukin (Tmw) yang terdiri atas batu lempung (*claystone*) dengan ketebalan 1 m hingga 3 m dengan sisipan batubara. Ketebalan batubara pada seam utama, *seam A* mencapai 8 meter. Litologi batuan pada daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Contoh *Log Bor* PT. Senamas Energindo Mineral

c. Struktur Geologi Lokal

Secara umum, tidak terdapat struktur geologi yang menonjol di daerah penelitian. Perlapisan relatif datar dengan *dip* 7°-10°. Kondisi geologi yang sederhana pada daerah penelitian menyebabkan permodelan atau perancangan tambang mudah untuk dilakukan.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1. Alat dan Bahan Pengambilan Data lapangan

Alat yang digunakan dalam pelaksanaan pengambilan data penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Buku tulis Lapangan / Buku Catatan untuk mencatat data-data atau point-point penting yang di perlukan dalam penelitian
2. Alat tulis untuk mencatat data-data yang diperlukan
3. Alat Pelindung Diri (APD) peralatan ini meliputi sepatu *safety*, helm, rompi *reflector*, masker dan kacamata yang berfungsi untuk melindungi tubuh dari hal-hal yang tidak diinginkan
4. Total Station Sokkia SET350x untuk mengetahui koordinat dalam pengumpulan data segmen jalan

3.3.2. Alat dan Bahan pengolahan Data

Bahan yang digunakan dalam pengolahan data penelitian tugas akhir ini adalah :

1. *Laptop* untuk mengolah data koordinat lapangan menggunakan Total Station Sokkia SET350x
2. Kalkulator untuk menghitung nilai nilai yang diperlukan selama proses perhitungan data lapangan

3.4 Tata Laksana

3.4.1 Langkah Kerja

Di dalam melaksanakan penelitian ini, digabungkan antara teori dengan data-data lapangan, sehingga dari keduanya didapat pendekatan penyelesaian masalah. Adapun urutan pekerjaan penelitian yaitu:

Untuk pengambilan data geometri jalan aktual dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Melakukan *set-up* alat Total Station Sokkia SET350X, seperti pemasangan *tripod* dan melakukan *centering* sehingga alat siap untuk digunakan.
- b. Membagi titik ukur jalan menjadi 12 segmen jalan berdasarkan geometri (jalan lurus dan jalan belokan)
- c. Membagi titik ukur jalan pada setiap segmen jalan menjadi 3 (kiri jalan, tengah jalan, kanan jalan)
- d. Memasang prisma pada setiap titik jalan (kiri jalan, tengah jalan, kanan jalan) dan pada setiap segmen secara bergantian
- e. Membidik titik prisma (kiri jalan, tengah jalan, dan kanan jalan)
- f. Data hasil koordinat prisma pada setiap titik jalan akan tersimpan otomatis pada alat Total Station Sokkia SET350X,
- g. Data koordinat dipindah ke *laptop* lalu dilakukan perhitungan dan pengukuran menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*

Untuk pengumpulan data dampak geometri jalan terhadap keselamatan kerja dengan langkah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan APD sebagai syarat untuk melakukan penelitian dilapangan meliputi helm *safety*, sepatu *safety*, rompi reflector, masker dan kaca mata pelindung
- b. Melakukan pengamatan terkait penunjang keselamatan kerja di jalan tambang meliputi tanggul pengaman, rambu lalu lintas, jarak pandang aman, dan lampu penerang jalan
- c. Menganalisis hasil lapangan yang telah didapatkan dengan cara melakukan perbandingan hasil data pengamatan dengan KepMen ESDM No 1827 K/30/MEM/2018 sebagai Pedoman Pelaksanaan Keselamatan Pertambangan

3.4.2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan oleh penulis dalam mengumpulkan data-data adalah sebagai berikut.

- a. Jenis Penelitian

Jenis Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif analisis. Metode penelitian kuantitatif adalah pengelompokan data berdasarkan variable yang memusatkan perhatian pada perhitungan matematis (Sugiyono, 2010). Deskriptif analisis adalah metode yang dalam pelaksanaannya tidak hanya terbatas pada pengumpulan data saja,

tetapi analisis dari data ditujukan untuk pemecahan masalah yang terjadi secara aktual. Sebagai bahan analisis pada langkah berikutnya agar menghasilkan kesimpulan yang faktual dan akurat mengenai fakta yang diteliti berupa gambaran-gambaran yang dideskripsikan dan dianalisis oleh penelitim (Surakhmad, 2002)

b. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini terbagi atas 2, yaitu :

- 1) Observasi tidak langsung (Kajian Literatur) merupakan kegiatan pengamatan yang tidak dilakukan langsung oleh peneliti. Peneliti dapat menggunakan media, seperti internet, media cetak, rekaman audio visual, dan hasil-hasil penelitian sebelumnya yang memiliki latar permasalahan yang sama dengan yang akan diteliti (Sugiyono,2010) Dalam hal ini peneliti melakukan Kajian Literatur sebagai pendukung kegiatan penelitian yang bersifat teoritis. Pengumpulan data Sekunder dapat diambil dari dokumen, arsip, atau buku-buku yang berhubungan sebagai patokan. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan *AASHTO Manual Rural Highway Design (1990)* tentang standar jalan pada jalan tambang dan didasarkan pada alat terbesar di PT. Intraco Penta Prima Servis yaitu ADT A60H dan KepMen ESDM No 1827

K/30/MEM/2018 sebagai Pedoman Pelaksanaan Keselamatan Pertambangan. Selain itu peneliti juga mempelajari dokumen Standar Operational Prosedur (SOP) perusahaan dan arsip riwayat kecelakaan kerja di perusahaan terkait. Data Sekunder meliputi :

- a. Peta geologi regional dan daerah penelitian
- b. Peta lokasi dan kesampaian daerah
- c. Data SOP K3 PT. Intraco Penta Prima Servis
- d. Data Kecelakaan Kerja
- e. Data geometri jalan
- f. Peta Situasi Tambang
- g. Profil PT. IPPS

2) Observasi Langsung (*Direct Observation*). Pada kegiatan observasi langsung, peneliti langsung terjun ke lapangan sebagai sasaran penelitian untuk melihat keadaan atau fenomena yang terjadi di lapangan. Adapun dalam pengumpulan data ini menggunakan Data Primer, meliputi :

- a. Segmen Jalan

Pengumpulan data segmen jalan dilakukan dengan cara pembagian jalan berdasarkan geometri jalan lurus, belokan, dan tanjakan dengan memperhatikan peta situasi jalan dan kondisi langsung di lapangan.

b. Lebar jalan tambang pada jalan lurus

Pengumpulan data Lebar Jalan Lurus dilakukan dengan cara pengambilan titik koordinat berdasarkan segmen jalan lurus menggunakan *Total Station* dan mengukur jenis alat angkut terbesar yang digunakan

c. Lebar jalan tambang pada tikungan

Pengumpulan data Lebar Jalan Tikungan dilakukan dengan cara pengambilan titik koordinat berdasarkan segmen jalan tikungan menggunakan *Total Station*, mengukur lebar jejak roda, lebar bagian teo jalan dan jarak antar kendaraan menggunakan meteran dan lebar jantai berdasarkan spesifikasi unit.

d. Jari-jari tikungan

Pengumpulan data jari-jari tikungan dilakukan dengan cara pengambilan titik koordinat berdasarkan segmen jalan menggunakan *Total Station* untuk mengetahui lebar tikungan aktual dan mengukur kecepatan rencana lalu dilakukan perhitungan untuk mengetahui besarnya lintas perlengkungan yang dilakukan alat angkut saat menikung

e. Grade (kemiringan jalan)

Pengumpulan data *grade* jalan dilakukan dengan cara pengambilan titik koordinat berdasarkan segmen

jalan tanjakan dan turunan menggunakan *Total Station* untuk mengetahui beda tinggi dan jarak datar

f. Superelevasi (kemiringan jalan pada tikungan)

Pengumpulan data superelevasi dilakukan dengan cara pengambilan titik koordinat berdasarkan segmen jalan menggunakan *Total Station* dan perhitungan jari-jari tikungan, koefisien gesekan melintang dan kecepatan rencana

g. *Cross Slope* (Kemiringan Melintang)

Pengumpulan data *cross slope* dilakukan dengan cara pengambilan titik koordinat berdasarkan segmen jalan menggunakan *Total Station* dan melakukan perhitungan berdasarkan lebar jalan

h. Program kerja manajemen K3

Pengumpulan data program kerja dilakukan dengan cara melakukan observasi langsung terhadap program keselamatan kerja sebelum dan sesudah karyawan melakukan pekerjaan di lapangan

i. Fasilitas pendukung keselamatan kerja

Pengumpulan data fasilitas pendukung keselamatan kerja dilakukan dengan cara observasi langsung fasilitas yang tersedia disepanjang jalan

tambang yaitu rambu-rambu keselamatan, *tower lamp*, tanggul pengaman, parit dan separator jalan.

c. Pengolahan Data

Data titik-titik koordinat pengukuran segmen jalan dan geometri jalan tambang yang telah diambil di lapangan menggunakan Total Station Sokkia SET350X dan data koordinat dari hasil survey di lokasi diolah dengan melakukan input data ke komputer dan dilakukan perhitungan secara matematik menggunakan *Microsoft Excel*. Kemudian data tersebut diolah dengan menggunakan perhitungan dan penggambaran, selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan perhitungan penyelesaian. Pada keselamatan kerja di jalan tambang dilakukan pengamatan pada program kerja manajemen K3 dan fasilitas pendukung keselamatan kerja yang terdapat di sepanjang jalan tambang.

d. Analisis Data

Metode analisis data menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif analisis. Data geometri jalan yang telah diolah menggunakan *Microsoft excel* didapatkan perhitungan dan penggambaran lalu dianalisis dan dideskripsikan dampaknya terhadap keselamatan kerja.

3.5 Waktu Penelitian

Kegiatan Penelitian Skripsi ini dilaksanakan selama 2 (dua) bulan yaitu, 1 September – 31 Oktober 2018 yang dilaksanakan di PT. Intraco Penta Prima Servis Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah. Adapun waktu yang digunakan dalam penyusunan Skripsi dengan beberapa rincian perencanaan kegiatan sebagai berikut:



Tabel 3.3 Tabel Waktu Penelitian

No	Kegiatan	September 2018				Oktober 2018				November 2018 - Juni 2019				Juni 2019 – Oktober 2019				Oktober 2019 – November 2019			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
		1.	Studi Literatur																		
2.	Observasi Lapangan																				
3.	Pengambilan Data																				
4.	Pengolahan Data																				
5.	Konsultasi Proposal																				
6.	Seminar Proposal																				
7.	Konsultasi Skripsi																				
8.	Seminar Skripsi																				
9.	Perbaikan Skripsi																				
10.	Sidang Skripsi																				

3.6 Bagan Alir



Gambar 3.6 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Daerah *front* penambangan merupakan daerah penggalian *overburden*. Jenis batuan yang digali bersifat tidak keras sehingga tidak memerlukan peledakan. Material ini kemudian di angkut dari *front* penambangan ke *dumping area* yang berjarak tempuh $\pm 1,121$ meter. Sistem pengangkutan *overburden* di Pit 1 blok 24 menggunakan alat angkut *articulated dump truck* Volvo A40F dan *articulated dump truck* A60H.

Pada kegiatan pengangkutan di *Pit 1* blok 24, yang diteliti adalah *dump truck* Volvo A60H yang merupakan alat terbesar yang melewati jalan tersebut. Jumlah *Dump Truck* yang beroperasi per harinya berbeda-beda karena selain menyesuaikan dengan ketersediaan alat dan kondisi alat angkut itu sendiri. Beberapa hal yang menghambat kegiatan pengangkutan adalah kondisi jalan tambang yang licin pada musim penghujan dan berdebu pada musim kemarau. Berdasarkan aturan aturan yang terdapat dalam *AASHTO Manual Rural Highway Design (1990)* dan KepMen ESDM No 1827 K/30/MEM/2018 maka didapatkan perhitungan dan hasil sebagai berikut:

4.1.1 Geometri Jalan Tambang Pit 1 Blok 24

Jalan tambang pada PT. Intraco Penta Prima Servis merupakan jalan tanah yang sudah diperkeras, kondisi jalan tambang di PT. Intraco Penta Prima Servis di bagi menjadi 12 segmen A-J dengan pembagian berdasarkan kondisi jalan.

a) Lebar Jalan Tambang Kondisi Lurus

Pada kondisi jalan lurus dan jalan di tikungan, lebar aktual jalan tambang pada beberapa segmen di lapangan berdasarkan perhitungan yang dilakukan mengacu pada spesifikasi alat angkut yang digunakan. PT. Intraco Penta Prima Servis mengoperasikan ADT A60H sebagai alat angkut. Menurut *Volvo A60H in detail* lebar ADT A60H adalah 3,989m



Gambar 4.1 Kondisi Jalan Lurus

Jalan tambang dari *front* penambangan ke *disposal* area terdiri atas dua lajur tanpa pemisah antara kedua lajur tersebut. Lebar jalan tambang pada kondisi jalan lurus adalah:

1. Jalan 2 Lajur

$$L \text{ (m)} = (2 \times 3.989) + (2+1) (\frac{1}{2} \times 3.989)$$

$$= 13,961 \text{ meter} \approx 14 \text{ meter}$$

2. Jalan 1 Lajur

$$L \text{ (m)} = (1 \times 3.989) + (1+1) (\frac{1}{2} \times 3.989)$$

$$= 7,978 \text{ meter} \approx 8 \text{ meter}$$

Pada tabel 4.1 kita perhatikan beberapa angka lebar jalan kondiri lurus aktual di PT. Intraco Penta Prima Servis saat ini

Tabel 4.1 Lebar Jalan Lurus

No	Segmen Jalan	Jarak (m)	Lebar Aktual Jalan Lurus (m)	Lebar Minimum (14m)	Perbaikan Jalan Lurus (m)
1	A-B	110.82	18.03	14	-
2	B-C	45.45	14.87	14	-
3	C-D	56.75	12.21	14	1.8
4	E-F	85.51	21.21	14	-
5	F-G	101.41	20.25	14	-
6	H-I	48.08	15.23	14	-
7	J-K	111.02	24.52	14	-
8	K-L	86.37	35.90	14	-
9	L-DP	72.56	39.01	14	-

b) Lebar Jalan Tambang Kondisi Tikungan

Lebar jalan tambang pada tikungan yang sekarang ada di PT. Intraco Penta Prima Servis bisa kita perhatikan pada tabel 4.2 terdapat 3 segmen tikungan. Perhitungan lebar jalan tikungan pada kondisi dua jalur sesuai dengan *AASHTO Manual Rural Highway Design (1990)* adalah:

Untuk kendaraan dengan spesifikasi ADT A60H adalah sebagai berikut :

1. Lebar jantai depan (F_a) = $(3,101 \times \sin 45^\circ) = 2,192$ meter
2. Lebar jantai belakang (F_b) = $(1,706 \times \sin 45^\circ) = 1,206$ meter
3. Lebar jejak roda (U) = 4,307 meter

$$W = 2(U + F_a + F_b + Z) + C$$

$$C = Z = \frac{1}{2} (U + F_a + F_b)$$

Dimana C adalah jarak antar alat angkut ADT A60H yang akan bersimpangan dan Z adalah jarak sisi luar ADT A60H ke tepi jalan, sehingga dapat diperoleh:

$$C = Z = \frac{1}{2} \times (U + F_a + F_b)$$

$$= \frac{1}{2} \times (4,307 + 2,192 + 1,206)$$

$$= 3,852 \text{ meter}$$

1. Jalan 2 Lajur

$$\begin{aligned}
 W &= 2 \times (U + Fa + Fb + Z) + C \\
 &= 2 \times (4,307 + 2,192 + 1,206 + 3,852) + 3,852 \\
 &= 26,95 \text{ meter} \approx 27 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

2. Jalan 1 Lajur

$$\begin{aligned}
 W &= U + Fa + Fb + 2Z \\
 &= 4,307 + 2,192 + 1,206 + (2 \times 3,852) \\
 &= 15,41 \text{ meter} \approx 16 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.2 Lebar Jalan Pada Tikungan

No	Segmen Jalan	Jarak (m)	Lebar Aktual Tikungan (m)	Lebar Minimum (27m)	Perbaikan Tikungan (m)
1	D-E	46.01	16.93	27	10.07
2	G-H	65.00	25.62	27	1.38
3	I-J	48.60	23.49	27	3.51



Gambar 4.2 Lebar Jalan Tikungan

c) Jari-jari Tikungan

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, pada jalan tambang yang menghubungkan *front* penambangan ke *dumping area*, terdapat 3 tikungan pada jalan dua arah, dimana masing-masing tikungan memiliki jari-jari (radius) dan lebar yang berbeda-beda.

Dari sumber perusahaan, diperoleh data bahwa kecepatan rencana ADT A60H adalah 20km/jam.

Kecepatan Rencana Kendaraan = 20 km/jam
(< 80 km/jam)

Superelevasi maksimum = 0,04

Sehingga :

$$f = (-0,00065 V) + 0,192$$

$$f = (-0,00065 \times 20) + 0,192$$

$$f = -0,013 + 0,192$$

$$= 0,179$$

$$R = \frac{20^2}{127 \times (0,04 + 0,179)}$$

$$= 14,382 \text{ m}$$

Tabel 4.3 Jari-jari Tikungan

Segmen jalan	Kode	Jari-jari Tikungan		
		Aktual (m)	Standar (14.832 m)	Perbaikan (m)
LP	LP	-	-	-
	A			
D	D	10,46	-	3,92
	E			
G	G	8,99	-	5.39
	H			
I	I	12,7	-	1,68
	J			

**Gambar 4.3 Jari-jari Tikungan**

d) **Superelevasi**

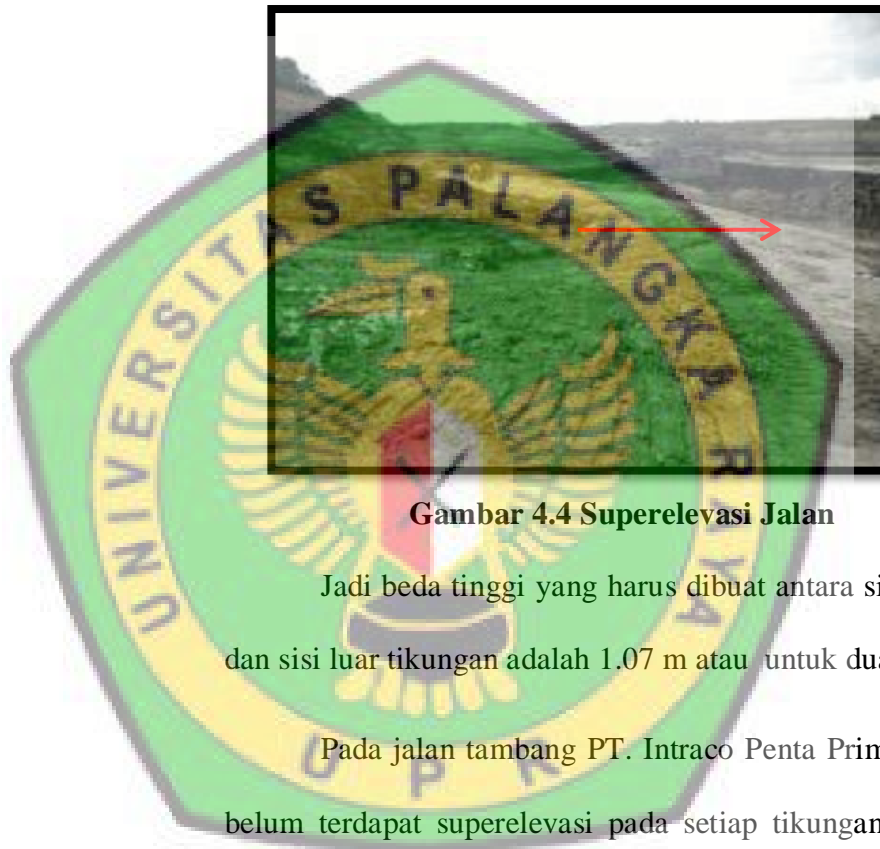
Dengan kecepatan rencana PT. Intraco Penta Prima Servis adalah 20km/jam. Dengan penggunaan angka superelevasi 0,04 dan nilai R untuk jalan dua lajur adalah 27 meter maka beda tinggi (a) yang harus dibuat untuk jalan 2 lajur adalah :

$$\operatorname{tg} \alpha = 0,04 ; \text{ maka } \alpha = 2,29^{\circ}$$

$$a = r \times \sin \alpha$$

$$= 27 \text{ m} \times \sin 2,29$$

$$= 1.07 \text{ m}$$



Gambar 4.4 Superelevasi Jalan

Jadi beda tinggi yang harus dibuat antara sisi dalam dan sisi luar tikungan adalah 1.07 m atau untuk dua jalur.

Pada jalan tambang PT. Intraco Penta Prima Servis belum terdapat superelevasi pada setiap tikungan, hal ini dapat diatasi dengan cara memberi standar kecepatan alat angkut saat melewati tikungan. Kecepatan alat angkut saat melewati tiap tikungan dengan superelevasi 0,04 adalah :

Untuk mencari nilai f (factor gesekan) adalah :

$$f = -0,00065 (V) + 0,192 ; \text{ dengan } V = 20\text{km/jam}$$

$$= 0,179$$

Kecepatan Rencana

$$v = \sqrt{[(e + f) \cdot 127 \cdot R]} \text{ , km/jam}$$

$$T1 : (R= 10.46)$$

$$v = \sqrt{(0.04 + 0.179) \times 127 \times 10.46} \text{ km/jam}$$

$$= 17.06 \text{ km/jam}$$

$$T2 : (R= 8,99)$$

$$v = \sqrt{(0.04 + 0.179) \times 127 \times 8.99} \text{ km/jam}$$

$$= 15.81 \text{ km/jam}$$

$$T3 : (R= 12,7)$$

$$v = \sqrt{(0.04 + 0.179) \times 127 \times 12.7} \text{ km/jam}$$

$$= 18.79 \text{ km/jam}$$



Tabel 4.4 Kecepatan Rencana Saat Di Tikungan

V rencana (kph)	E	f	R (m)	V (kph)
20	0.04	0.179	10.46	17.06
20	0.04	0.179	8.99	15.81
20	0.04	0.179	12.7	18.79

e) Grade Jalan

Secara teoritis kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut berkisar antara 10% - 18% sedangkan untuk jalan naik maupun turun lebih aman menggunakan kemiringan jalan maksimum sebesar 12%, agar keamanan dan keselamatan alat angkut yang melintasinya terjamin.

Berdasarkan analisa dilapangan jalan tambang memiliki *grade* yang masih belum dikatakan aman untuk dilalui yaitu pada segmen B-C, dan L-M. Dengan *grade* jalan yang cukup besar, yang terkadang juga mengakibatkan slip sehingga mengganggu kegiatan pengangkutan, oleh karena itu perlu dilakukan penurunan *Grade* agar *Dump Truck* yang melaluinya tidak mengalami slip.



Gambar 4.5 Grade Jalan

Tabel 4.5 *Grade Jalan*

Segmen Jalan	Jarak Mendatar (m)	Beda Tinggi (m)	Grade Minimum (12%)	Grade jalan		
				Aktual (%)	Perbaikan (%)	Ket
A-B	50.31	5	12	10	-	J. Naik
B-C	44.22	7.8	12	17	-5	J. Turun
C-D	56.32	7.8	12	13	-1	J. Turun
D-E	52.35	6.7	12	12	-	J. Turun
E-F	91.18	5	12	5	-	J. Turun
F-G	95.90	1.5	12	1	-	J. Turun
G-H	48.08	3	12	7	-	J. Naik
H-I	50.46	1.8	12	3	-	J. Naik
I-J	57.58	5	12	9	-	J. Naik
J-K	110.16	4.6	12	4	-	J. Naik
K-L	88.47	9.5	12	10	-	J. Naik
L-DP	57.55	7.8	12	13	-1	J. Naik

f) Kemiringan Melintang (*cross slope*)

Pada perusahaan tidak ada *cross slope*. Untuk jalan tambang dengan lebar 14m (dua jalur) akan lebih baik jika mempunyai beda ketinggian pada poros jalan sebesar :

- Dua jalur :

$$a = \frac{1}{2} \text{ lebar jalan}$$

$$= \frac{1}{2} \times 14 \text{ m}$$

$$= 7 \text{ m}$$

Sehingga beda tinggi yang harus dibuat :

$$b = 7 \text{ m} \times 0,04 \text{ m/m}$$

$$= 0.28 \text{ m} = \frac{2800}{1400} \times 100\% = 2\%$$



Gambar 4.6 Kemiringan Melintang

4.1.1.1 Fasilitas Pendukung Keselamatan Kerja Di Jalan

Tambang

a) Tanggul Pengaman (*Safety Berm*)

Ukuran tanggul pada jalan tambang PT. Intraco Penta Prima Servis memiliki tinggi dan lebar yang beragam pada setiap segmen. Pada beberapa segmen terdapat tanggul yang memenuhi standar, dan pada beberapa segmen melebihi

standar. Berikut tinggi dan lebar segmen standar :

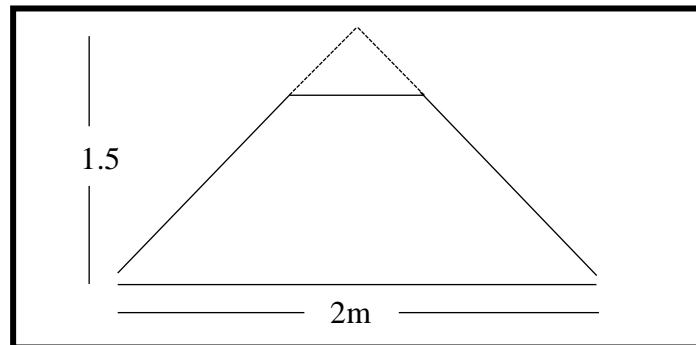
$$\text{Tinggi } \textit{safety berm} = \frac{3}{4} \times \text{tinggi roda ADT A60H}$$

$$= \frac{3}{4} \times 2 \text{ meter}$$

$$= 1.5 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar dasar } \textit{safety berm} = 2 \times \text{tinggi } \textit{safety berm}$$

$$= 2 \times 1 \text{ meter} = 2 \text{ meter}$$



Gambar 4.7 Tanggul Pengaman

b) Rambu-rambu Lalu Lintas

- Rambu-rambu Jalan

Rambu-rambu jalan tambang pada PT..

Intraco Penta Prima Servis tidak dipasang sesuai kebutuhan pada jalan tambang dan tidak dilakukan perawatan atau pembaharuan

- Delineator (Retro Reflektif)

Sistem pemantulan cahaya sebagai penanda marka jalan pada jalan tambang PT.

Intraco Penta Prima Servis sudah terpasang pada bagian penanda untuk unit kosong (tidak membawa muatan) dan belum terpasang untuk penanda unit membawa muatan

c) Lampu Penerang Jalan (*tower lamp*)

Merupakan salah satu penerangan buatan yang biasa di pasang pada area pertambangan sebagai penerang jalan lalu lintas dan jalan tambang.

Terdapat 2 *towerlamp* yang diletakan *disposal* dan *front loading*.

d) Saluran Penyaliran (Parit)

Berdasarkan pengamatan yang peneliti lakukan dilapangan, sudah terdapat saluran penyaliran (parit) disetiap segmen jalan tambang namun belum sesuai dengan standar yaitu setengah tinggi ban alat angkut.



Gambar 4.9 Saluran Penyaliran

e) Pemisah Jalur (Separator atau Median)

Pada penelitian di pit 1 blok 24 belum terdapat pemisah jalur / separator sepanjang jalan tambang

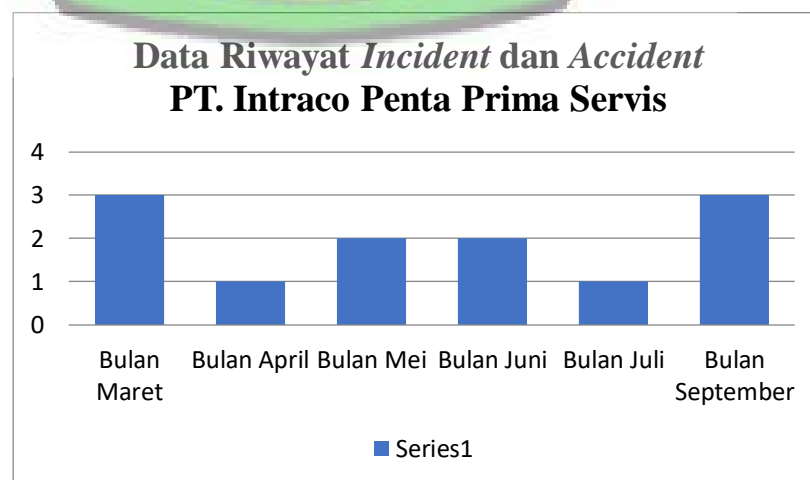


Gambar 4.10 Tidak Ada Separator Jalan

4.1.2 Dampak Geometri Jalan Terhadap Keselamatan Kerja

Menurut hasil pengamatan dan data yang didapatkan dari perusahaan, kecelakaan yang terjadi karena geometri jalan dan pendukung keselamatan jalan tambang yang tidak memenuhi standar sehingga menyebabkan lingkungan kerja menjadi tidak aman. Data kecelakaan kerja yang terjadi pada unit terbesar ADT A60H dari bulan Februari – September tahun 2018 dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Data Riwayat Kecelakaan ADT A60H PT. IPPS Tahun 2018



(sumber Data Perusahaan 2018)

Adapun dampak geometri jalan terhadap keselamatan kerja di jalan tambang PT.Intraco Penta Prima Servis, yaitu :

1. Jalan Bergelombang

Kondisi jalan bergelombang yang diakibatkan karena aktivitas unit ADT (*Articulated Dump Truck*) yang bermuatan tidak hanya dapat menyebabkan kerusakan unit, namun berpengaruh terhadap kesehatan kerja operator ADT (*Articulated Dump Truck*). Oleh karena itu perlu dilakukan inspeksi terhadap jalan tambang dan dilakukan perbaikan terhadap jalan tersebut.



Gambar 4.11 Jalan Bergelombang

2. Lebar Jalan Tikungan Belum Memenuhi Standar

Lebar jalan tikungan yang belum memenuhi standar dapat menimbulkan resiko keselamatan bagi operator ADT

(*Articulated Dump Truck*) ataupun pekerja yang melalui jalan tersebut ataupun ketika harus berpapasan pada tikungan.

3. **Grade Jalan Belum Memenuhi Standar**

Lebar jalan yang belum memenuhi standar mengakibatkan unit memerlukan tenaga lebih saat harus menaiki tanjakan mengakibatkan unit mudah rusak hingga mengancam keselamatan kerja

4. **Tidak Adanya *Cross Slope* dan Superelevasi**

Cross slope sangat penting untuk menyalirkan air pada saat musim hujan agar tidak tegenang di sepanjang jalan tambang. Sedangkan superelevasi berfungsi untuk mengimbangi gaya sentrifugal pada kendaraan saat melewati tikungan, dengan tidak adanya superelevasi memberi resiko unit yang melewati tikungan tersebut dapat terbalik. Pada jalan tambang PT. IPPS belum ada *cross slope* dan superelevasi yg dibuat

5. **Persimpangan Jalan Tidak Ada Rambu Lalu Lintas**

Pada jalan tambang PT. IPPS tidak dilengkapi dengan rambu jalan yang memadai dan tidak adanya pembaharuan dan pemeliharaan pada rambu lalu lintas



Gambar 4.12 Persimpangan Jalan

6. Area Pandang Terbatas (*blindspot area*)

Kondisi jalan dengan pandangan terbatas akibat tertutup material atau penghalang lainnya sangat berpotensi menyebabkan kecelakaan.



Gambar 4.13 Blind Spot

7. Kurangnya Pencahayaan Pada Malam Hari

Kondisi lingkungan kerja yang kurang pencahayaan pada malam hari membuat operator unit ADT ataupun Excavator mengalami kesulitan dalam melihat jarak yang aman karena penerangan yang kurang memadai.



Gambar 4.14 Pencahayaan Malam Hari

8. Tanggul Pengaman

Unit ADT bisa terperosok / keluar jalur saat melakukan manuver pada area jalan hauling karna tinggi tanggul yang belum memenuhi standar



Gambar 4.15 Tanggul Pengaman

4.2 Pembahasan

Dalam pembahasan untuk melihat pengaruh kondisi jalan dengan keselamatan kerja maka peneliti membagi jalan menjadi 12 segmen, dengan pembagian segmen tiap kondisi jalan. Setelah di bagi menjadi 12 segmen, maka ditemukan bahwa segmen yang menunjukkan adanya resiko terhadap keselamatan kerja saat sedang melakukan pengangkutan *overburden*.

4.2.1 Kondisi Jalan Tambang di Pit 1 Blok 24

Jalan tambang yang merupakan jalan tanah yang sudah diperkeras akan menyebabkan beberapa kendala, diantaranya adalah:

1. Pada *front* tambang maka jalan sifatnya basah dan sulit untuk dilalui oleh alat angkut, dan juga akan mengakibatkan kesulitan alat angkut dalam melakukan manuver di antara alat-

alat berat lainnya sehingga hal ini akan mengakibatkan peningkatan resiko kecelakaan kerja seperti unit tergelincir dan amblas.

2. Resiko unit excavator amblas karena area loading memiliki material tanah yang lembek, resiko amblas dapat terjadi ketika pengawas tidak segera mengganti material tanah yang lembek menjadi material yang keras.
3. Adanya kemungkinan jalan akan menjadi bergelombang karena dilintasi alat angkut dan juga karena pengaruh perkerasan jalan yang kurang baik.
4. Risiko unit ADT terperosok terjadi akibat area lokasi dumping mengalami keretakan, sehingga tidak kuat menahan beban dari unit ADT yang akan melakukan *dumping*.

Jalan tambang dari front penambangan menuju disposal / dumping area terdiri dua lajur tanpa pemisah. Lebar ADT A60H adalah, 3.989 meter. Dimulai dari minimal lebar jalan dua lajur pada jalan lurus 14meter, lebar jalan dua lajur pada tikungan 27meter, jari jari tikungan 14m dan grade maksimal 17%.

a. Lebar Jalan Tambang Pada Jalan Lurus

Dari pengamatan secara aktual di lapangan dari *front* penambangan menuju *disposal / dumping* area, jalan

tambang sepanjang 1.121 meter dan terbagi menjadi 7 segmen jalan lurus pada jalan tambang.

Lebar jalan tambang yang diteliti adalah jalan tambang pada pit 1 blok 24. Dengan lebar alat angkut terbesar ADT A60H adalah 3.989. sehingga lebar jalan angkut pada jalan lurus 2 lajur harus dibuat = 13,961 meter \approx 14 meter, dan pada 1 lajur = 7,978 meter \approx 8 meter.

Kondisi jalan tambang yang menghubungkan *front* penambangan ke disposal / *dumping area* pada beberapa segmen sudah cukup mendukung kerja dari ADT A60H dalam aktivitas pengangkutan, tetapi pada beberapa segmen masih ada yang belum memenuhi syarat lebar jalan minimum, sehingga berpengaruh pada kegiatan pengangkutan dan keselamatan kerja.

Lebar jalan tambang minimum di lapangan untuk jalan lurus adalah 14 meter, dengan profil jalan tambang secara aktual aktual segmen A-B = 18.03, segmen B-C = 14.87, segmen C-D = 12.21, segmen E-F = 21.21, segmen F-G = 20.25, H-I = 15.23, J-K = 24.52, K-L = 35.90 dan L-DP = 39.01. Berdasarkan pengamatan aktual terdapat 1 segmen jalan yaitu C-D yang masih belum memenuhi lebar minimum jalan lurus oleh karena itu pada segmen C-D perlu dilakukan penambahan lebar jalan sebesar 1.8m,

selain penambahan lebar jalan perlu dilakukannya perawatan pada tambang berupa pembersihan spoil secara berkala dikarenakan sisi kiri dan kanan pada segmen C-D berupa tebing.

Keadaan ini mengakibatkan kondisi yang tidak aman dan tentunya memperbesar resiko alat angkut akan bersenggolan pada saat beroperasi.

b. Lebar Jalan Tambang Pada Jalan Tikungan

Lebar jalan tikungan untuk A60H yang sesuai dengan alat angkut terbesar yang melintasi tikungan tersebut adalah 27 meter untuk 2 lajur kendaraan dan 16 untuk 1 lajur kendaraan..

Pada penelitian di lapangan diketahui bahwa lebar tikungan tidak memenuhi kriteria lebar tikungan jalan tambang yang ideal untuk A60H dan tergolong tikungan yang berbahaya. Pada segmen D-E, G-H, dan I-J tikungan untuk dua jalur kendaraan tidak sesuai sehingga membuat kendaraan harus berhati-hati saat menikung terutama saat kendaraan dalam kondisi bermuatan. Nilai aktual pada lebar jalan tikungan pada segmen D-E pada 2 lajur = 17m sehingga perlu penambahan lebar jalan pada tikungan sebesar 10m. Pada segmen G-H lebar tikungan pada 2 jalur

= 25,6m sehingga perlu penambahan lebar tikungan sebesar 1.4m dan pada segmen I-J lebar jalan tikungan aktual sebesar 23.5m sehingga perlu penambahan lebar tikungan sebesar 3.5m. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi tidak tercapainya minimal lebar jalan tikungan yaitu pada saat kondisi setelah hujan ukuran lebar jalan akan semakin mengecil bahkan setelah dilakukan perbaikan kondisi lebar jalan tidak cukup dikarenakan penumpukan material hasil perbaikan hanya ditumpuk pada sisi kiri dan kanan jalan dan memang kondisi dilapangan yang tidak memungkinkan untuk melakukan pelebaran jalan karena pada sisi segmen D-E dan G-H bagian kiri jalan adalah tebing dan pada sisi kanan adalah jurang *Seam* 9X. Penyempitan jalan dapat disebabkan oleh beberapa hal, yaitu penumpukan spoil di pinggir jalan secara terus menerus dan kondisi jalan yang berbatasan langsung dengan tebing. Lebar jalan tambang yang tidak sesuai standar dapat berpotensi menyebabkan kecelakaan tabrakan antar unit.

c. Jari – Jari Tikungan

Jari-jari tikungan merupakan faktor penting pada saat unit melewati tikungan, dari hasil analisa di lapangan di dapatkan jari- jari tikungan minimum adalah 14.382m

Suatu tikungan akan dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut apabila radius tikungannya lebih besar atau minimal sama dengan jari-jari lintasan yang dimiliki oleh alat angkut ADT A60H.

Radius putar (*turning radius*) yang dimiliki oleh ADT A60H dengan sudut penyimpangan roda depan sebesar 45° adalah 14.382m. Sedangkan radius tikungan pada jalan tambang pada setiap segmen berkisar antara 16,93m – 23.49m. Hal ini berarti tikungan pada jalan tambang PT. Intraco Penta Prima Servis dapat dilalui dengan baik oleh ADT A60H.

d. Superelevasi

Dari hasil Analisa yang dilakukan terdapat 3 tikungan pada jalan dari front penambangan menuju disposal / dumping area. Pada sepanjang jalan tambang tidak terdapat superelevasi pada setiap tikungan. Hal ini dapat mengakibatkan *dump truck* terpelanting keluar pada saat melewati tikungan karena tidak adanya perbedaan ketinggian jalan yang terlalu besar

Untuk mengatasi hal tersebut maka pada setiap tikungan perlu dibuat superelevasi dengan cara meninggikan / merendahkan dengan cara menambahkan

atau mengurangi volume tanah pada salah satu bagian sisi jalan tikungan sebesar 1,07m. Superelevasi yang dibuat disesuaikan dengan kecepatan rencana yang akan diterapkan pada *dump truck* melewati tikungan yaitu 20 km/jam dengan jari-jari atau radius tikungan yang telah ada. Kecepatan rencana tersebut merupakan kecepatan *dump truck* saat melewati tikungan tanpa membawa muatan. *Dump truck* yang melaju tanpa membawa muatan (*empty*) kecepatannya sudah pasti lebih cepat dibandingkan dengan *dump truck* yang melaju dengan membawa muatan (*loaded*). Oleh karena itu, jika *superelevasi* sudah mampu dilalui dengan baik oleh *dump truck* yang melaju dengan kecepatan yang tercepat, maka *superelevasi* tersebut sudah dapat dilalui dengan baik pula oleh *dump truck* yang melaju dengan kecepatan yang lebih lambat yaitu *dump truck* yang melaju dengan mengangkat muatan. Atas dasar tersebut maka kecepatan *dump truck* yang lebih lambat yaitu *dump truck* yang melaju saat mengangkat muatan, tidak diperhitungkan lagi dalam perhitungan *superelevasi*.

Selain itu untuk mengatasi jalan yang tidak memiliki *superelevasi* maka perlu diberikan kecepatan rencana pada setiap tikungan. Untuk lebar jalan tambang di tikungan dengan dua jalur yaitu 27 meter, maka kecepatan

rencana saat melewati tikungan harus disesuaikan. Dengan menggunakan superelevasi minimal 60mm/m dan dengan nilai jari-jari tikungan yang telah ada, maka diperoleh kecepatan rencana pada tikungan yang lebih besar dari kecepatan sebelumnya. Kecepatan pada tikungan I segmen D-E = 17.06 km/jam, pada tikungan II segmen G-H= 15.81 dan pada tikungan III I-J = 18.59 km/jam.

e. Grade Jalan

Kemiringan jalan tambang berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut pada jalan yang menghubungkan *front loading* dan *dumping area* sangat bervariasi mulai dari 1% sampai 17%.

Grade jalan yang dapat dilalui oleh ADT A60H berdasarkan spesifikasi unit adalah 18%. Nilai aktual pada setiap segmen adalah, segmen A-B = 10%, segmen B-C = 17%, segmen C-D = 13%, segmen D-E = 12%, segmen E-F = 5%, segmen F-G = 1%, segmen G-H = 7% segmen H-I = 3%, segmen I-J = 9%, segmen J-K = 4%, segmen K-L = 10%, segmen L-DP = 13%

Beberapa segmen yang belum memenuhi baku muku standar jalan tambang adalah pada segmen B-C yang merupakan jalan turunan bagi alat angkut bermuatan *grade*

berada pada angka 17.61%, segmen C-D 13.9% dan segmen L-DP yang merupakan jalan tanjakan bagi unit bermuatan dengan nilai grade 13,6% grade ini tidak sesuai dengan standar untuk dilalui oleh alat angkut hal ini disebabkan oleh adanya gorong-gorong / chanel / anakan sungai pada titik segmen B-C yang melitasi area titik jalan tersebut. Grade jalan pada segmen B-C masuk kedalam kategori bahaya karena jalan turunan pada segmen ini berhadapan langsung dengan tikungan pada segmen D-E yang menghadap langsung pada jurang *Seam* 9X. Hal ini berdampak pada keselamatan kerja dimana unit bisa tergelincir dan mengalami slip hingga menabrak unit lainnya. Tetapi pihak perusahaan mempunyai alasan tersendiri mengapa tidak menambah volume turunan agar mengurangi *grade* yang terlalu curam, yaitu karna pada saat melewati jalan turunan unit bisa mengurangi kecepatan agar tidak langsung terperosok menuju jurang *seam* 9x dan unit mengurangi kecepatan mengikuti kecepatan rencana saat berbelokan menuju arah segmen D-E.

f) Kemiringan Melintang (*cross slope*)

Untuk menghindari agar saat hujan air tidak tergenang pada jalan, maka pembuatan *cross slope* perlu

dilakukan. Pembuatan *cross slope* dilakukan dengan cara membuat bagian tengah jalan lebih tinggi dari bagian tepi jalan. Berdasarkan data dan perhitungan diperoleh hasil dimana pada jalan yang di ukur dari *loading point* menuju disposal belum sesuai dengan aktual karena belum memiliki *cross slope*. Hasil perhitungan untuk jalan tambang satu jalur dengan lebar 8 meter beda tinggi yang harus dibuat antara bagian tengah dari jalan dengan bagian tepi jalan adalah 8 cm, sedangkan untuk dua jalur dengan lebar 14 meter beda tinggi yang harus dibuat antara bagian tengah dari jalan dengan bagian tepi jalan adalah 28 cm.

Dengan tidak adanya *Cross Slope* pada jalan tambang memberi resiko yang besar pada unit dikarenakan air yang tergenang pada sisi jalan dapat mengakibatkan jalan tidak rata dan bergelombang. Maka peneliti menyarankan kepada perusahaan untuk membuat *cross slope* (kemiringan jalan melintang) sesuai dengan koreksi dan perawatan jalan perlu di awasi pada operator *motor grader*. Hal ini menjadi perhatian yang sangat penting dalam penirisan jalan karna ketika hujan dan setelah hujan akan sangat membahayakan operator ADT.

1. Fasilitas Pendukung Keselamatan Jalan Tambang

Dalam mendukung program Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada area pertambangan maka pihak perusahaan wajib menyediakan fasilitas keselamatan berupa tanggul (*safety berm*), rambu-rambu lalu lintas, paritan dan lampu penerang (*tower lamp*).

a. Tanggul Pengaman (*safety berm*)

Konstruksi yang dibuat dari tanah, beton, atau jenis lainnya dalam bentuk dan dimensi tertentu (sesuai dengan peruntukannya) yang dibangun di sepanjang sisi jalan atau pada pemisah jalur jalan yang berfungsi untuk menahan kendaraan keluar dari jalur jalan.

Pada jalan tambang menuju disposal pada pit 1 blok 24 terdapat beberapa sisi jalan yang sudah terpasang tanggul yaitu pada daerah yang berbatasan langsung dengan jurang *seam* 9x dan beberapa sisi jalan yang belum terpasang tanggul. Titik segmen yang sudah terpasang tanggul ialah D-E = 1.17m, E-F= 0.8m, F-G= 0.9m, dan H-I= 1.9m. Tinggi *safety berm* standar pada jalan tambang pit 1 blok 24 adalah $\frac{3}{4}$ dari tinggi ban alat terbesar yaitu ADT A60H, dimana tinggi standar *safety berm* pada jalan tambang pit 1 blok 24 adalah 1.5 meter, dengan lebar dasar 2m.

Berdasarkan hasil penelitian di lapangan diketahui bahwa terdapat beberapa titik jalan yang sudah dan belum

dilengkapi tanggul pengaman. Titik D-E dengan tinggi tanggul 1.17m belum memenuhi standar an perlu dilakukan perbaikan / penambahan tinggi tanggul sebesar 0.33m. Titik E-F dengan tinggi *safety berm* 0,8m belum memenuhi standar, perlu dilakukan perbaikan / penambahan sebesar 0.7m, titik F-G dengan tinggi *safety berm* 0,9m belum memenuhi standar yang dapat mengakibatkan unit ADT terperosok jatuh akibat tanggul tidak bisa menahan ban ADT yang melewati tanggul perlu dilakukan penambahan / perbaikan sebesar 0.6m, dan titik H-I 1,9m melebihi standar dimana tanggul pengaman yang terlalu tinggi mengakibatkan terbentuknya *blindspot* hingga resiko tabrakan antar unit dapat terjadi dan perlu dilakukan perbaikan/pengurangan 0.9m. Pada titik A-B, B-C, C-D, G-H, I-J, J-K, K-L dan L-M belum dilengkapi tanggul pengaman pada sisi jalan. Tanggul pengaman berfungsi sebagai penahan unit jika unit keluar dari lintasan, dengan tidak minimalnya tanggul pengaman mengakibatkan tanggul tidak bisa menahan ban ADT saat ADT melakukan manuver atau memundurkan unit dan mengakibatkan unit terperosok jatuh.

b. Lampu Penerang (*Tower Lamp*)

Dalam penelitian di Pit 1 blok 24 ditemukan 2 *tower lamp* yang dipasang pada daerah *front* dan daerah disposal / *dumping area*. Kurangnya penerangan pada bagian tengah jalan

tambang dan persimpangan jalan mengakibatkan unit satu dan lainnya susah untuk melihat kondisi jalan terlebih jika kondisi jalan berdebu yang menghalangi jarak pandang. Kurangnya lampu penerang pada sepanjang jalan tambang mengakibatkan unit dapat bertabrakan dan bersenggolan pada daerah jalan dengan segmen jalan yang berisiko besar terjadi kecelakaan seperti turunan yang terlalu curam, tikungan tajam dan tanggul rambu yang kurang memadai.

c. Rambu-rambu Jalan Tambang

Rambu-rambu jalan merupakan faktor penting sebagai pengingat, perintah dan peringatan akan adanya bahaya pada jalan tambang agar operator dapat berhati-hati. Pada penelitian di lapangan sudah terpasang rambu tonggak penuntun pada beberapa titik segmen jalan yang dipasang pada tanggul segmen D-E yang berfungsi sebagai pengarah dan penuntun agar tetap berada di jalur jalan bagi unit kosong / unit yang tidak membawa muatan. Tetapi pada segmen D-E belum terdapat rambu hati-hati dan rambu peringatan yang menandakan simpang 3 dan tikungan, segmen B-C dan C-D tidak terdapat rambu peringatan yang menandakan adanya turunan / tanjakan, rambu petunjuk pada segmen G-H menandakan adanya tikungan kanan dan segmen I-J untuk menandakan tikungan kiri,

kurangnya tonggak penuntun pada setiap sisi jalan sebagai rambu petunjuk unit isian atau unit kosong.

d. Saluran Penyaliran (Parit)

Pembuatan parit sangat diperlukan pada tambang terbuka agar air hujan dapat dialirkan menuju kolam penampungan atau langsung ke sungai. Jumlah parit ini disesuaikan dengan kebutuhan. Pada pit 1 blok 24 saluran penyaliran dialirkan langsung menuju *sump* pit 24x.

e. Pemisah Jalur (Separator atau Median)

Pada pit 1 blok 24 sepanjang jalan tambang belum terdapat separator jalan, hal ini mengakibatkan operator tidak sadar saat keluar dari jalur isian atau kosong, hal ini tidak jarang mengakibatkan unit bersenggolan / bertabrakan terlebih pada malam hari saat kurangnya pencahayaan

4.2.2 Dampak Geometri Jalan Terhadap Keselamatan Kerja di Jalan Tambang

Incident maupun *accident* yang terjadi di PT. IPPS tahun 20018 periode bulan Februari – September membuktikan masih belum terpenuhinya standar geometri jalan dan pendukung keselamatan kerja di jalan tambang serta kurangnya pelatihan dan pengawasan terhadap keselamatan kerja kepada operator ADT A60H. Pada bulan Februari – September 2018 telah

terjadi 6 *incident* dan 6 *accident* di sepanjang tambang PT. IPPS yang mengakibatkan kerusakan properti hingga operator yang mengalami luka cukup serius. Kecelakaan kerja di jalan tambang PT. IPPS selain dipengaruhi oleh kondisi geometri jalan yang kurang aman juga dipengaruhi oleh perilaku tidak aman operator dengan faktor-faktor antara lain :

- Pengalaman kerja, dengan meningkatnya pengalaman dan keterampilan akan disertai dengan penurunan angka kecelakaan akibat kerja. Kewaspadaan terhadap kecelakaan akibat kerja bertambah baik sejalan dengan pertumbuhan usia dan lamanya kerja di tempat kerja yang bersangkutan. Berdasarkan data karyawan PT. IPPS masih belum ada operator yang mempunyai pengalaman kerja mengemudikan unit ADT A60H. operator terdiri dari tenaga kerja lokal yang diberi pelatihan dalam kurun waktu 2 bulan sebelum operator resmi memiliki kimper unit ADT A60H
- Usia. Golongan usia tua mempunyai kecenderungan yang lebih tinggi untuk mengalami kecelakaan akibat kerja dibandingkan dengan golongan usia muda karena usia muda mempunyai reaksi dan kegesitan yang lebih tinggi. Namun umur muda pun sering pula mengalami kasus kecelakaan akibat kerja, hal ini mungkin karena kecerobohan, kurang perhatian, kurang disiplin, cenderung menuruti kata hati dan

sikap suka tergesa-gesa berdasarkan data karyawan PT.IPPS usia rata rata operator unit ADT A60H berusia 19-28 tahun

- Rendahnya tingkat pendidikan pendidikan juga akan mempengaruhi tingkat penyerapan terhadap pelatihan yang diberikan dalam rangka melaksanakan pekerjaan atau keselamatan kerja. berdasarkan data karyawan PT.IPPS tingkat pendidikan operator ADT A60H terdiri dari lulusan SD, SMP dan SMA / SMK

Kondisi geometri jalan dan pendukung keselamatan kerja yang kurang aman berdampak antara lain

1) **Jalan Bergelombang**

Kondisi jalan bergelombang dapat mengakibatkan Operator mengalami *fatigue* atau kelelahan akibat jalan yang bergelombang dan keriting, salah satu penyebab terjadinya accident di jalan tambang PT. Intraco Penta Prima Servis diakibatkan karna operator mengalami *fatigue* dan kehilangan konsentrasi. Jalan bergelombang diakibatkan karena tanah yang belum diberikan perkerasan dan perataan pada saat proses pemeliharaan jalan. *Spoil* yang terjatuh dari dinding tebing ketengah jalan dan gaya gesek ban ADT dengan tanah juga memengaruhi kondisi jalan dan membuat jalan tidak rata.

2) Lebar Jalan Tikungan Belum Memenuhi Standar

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi lebar jalan angkut lurus dan lebar jalan angkut tikungan yaitu pada saat kondisi setelah hujan ukuran lebar jalan akan semakin mengecil bahkan setelah dilakukan perbaikan kondisi lebar jalan tidak cukup dikarenakan penumpukan material hasil perbaikan hanya ditumpuk pada sisi kiri dan kanan jalan dan memang kondisi dilapangan yang tidak memungkinkan untuk melakukan pelebaran jalan. Penyempitan jalan dapat disebabkan oleh beberapa hal, yaitu penumpukan spoil di pinggir jalan secara terus menerus dan kondisi jalan yang berbatasan langsung dengan tebing atau jurang. Lebar jalan tambang yang tidak sesuai standar dapat memperlambat kecepatan unit alat angkut dan berpotensi menyebabkan kecelakaan tabrakan antar unit. Kurangnya lebar jalan yang memenuhi standar untuk unit ADT A60H mengakibatkan Unit ADT dapat bersenggolan / tabrakan saat berpapasan pada beberapa titik jalan yang terlalu sempit.. Pada jalan tikungan tiap unit harus berhenti untuk menghindari kedua unit bersenggolan saat berpapasan, pada segmen C-D tikungan berada pada jalan tanjakan dan turunan dimana resiko kecelakaan sangat besar untuk terjadi jika operator

tidak waspada dan berhati-hati saat melewati segmen jalan tersebut.

3) *Grade Jalan Belum Memenuhi Standar*

Unit ADT memerlukan tenaga lebih dan bisa tergelincir saat melewati jalan yang kemiringannya melebihi 12%, berdasarkan riwayat accident PT. Intarco Penta Prima Servis penyebab terjadinya kecelakaan salah satunya diakibatkan oleh *grade* jalan yang terlalu tinggi dimana unit ADT bisa tergelincir. Tidak adanya penambahan volume pada jalan ini agar operator mengurangi kecepatan saat melewati turunan dan lebih berhati-hati terhadap jurang yang berpapasan dengan turunan dan mengurangi kecepatan mengikuti kecepatan rencana saat melewati tikungan. Salah satu cara perusahaan untuk menanggulangi terjadinya *accident* pada tanjakan jalan ialah mengurangi kecepatan dan komunikasi 2 arah lewat radio pada segmen jalan tersebut

4) *Tidak Adanya Cross Slope dan superelevasi*

Penyebab tidak terbentuknya *cross slope* jalan dengan baik adalah pada saat tahap *road construction* yang kurang diperhatikan. Sehingga berdasarkan hasil penelitian belum terdapat *cross slope* pada setiap segmen jalan angkut

lurus (tidak termasuk tikungan) Belum tersedianya *Cross Slope* di sepanjang jalan PT. Intraco Penta Prima Servis menyebabkan air tergenang pada saat musim hujan dan mengakibatkan jalanan menjadi licin. Kondisi ini sangat berbahaya karena dapat mengakibatkan unit yang melewati jalan tersebut slip hingga tergelincir menabrak unit lain atau terperosok ke pinggir jalan. Hal ini dapat ditanggulangi dengan cara membuat beda tinggi pada setiap sisi jalan sesuai dengan standar yang telah diperhitungkan. Tidak adanya superelevasi pada jalan tikungan dapat mengakibatkan unit terbalik jika melewati tikungan dengan kecepatan yang melebihi standar hal ini tentu berbahaya bagi operator, untuk mengatasi hal ini unit diwajibkan untuk melewati tikungan dengan kecepatan yang telah diperhitungkan.

5) Tidak Ada Rambu Lalu Lintas Pada Jalan Tambang

Pada jalan tambang PT. Intraco Penta Prima Servis masih terdapat beberapa persimpangan jalan yang tidak terdapat rambu lalu lintas, rambu peringatan akan adanya bahaya pada segmen D-E dimana setelah turunan terdapat tikungan yang berhadapan langsung dengan jurang seam 9x, rambu petunjuk untuk jalur kosong dan jalur isian,

rambu peringatan pada segmen B-C yang merupakan turunan curam dan rambu perintah batas kecepatan yang harus dipenuhi oleh operator. Tidak adanya rambu peringatan berpotensi menyebabkan terjadinya kecelakaan. Prasarana jalan di area pertambangan memiliki karakteristik berbeda dibandingkan dengan kondisi jalan pada umumnya. Salah satunya adalah ukuran dan jenis kendaraan yang beroperasi di jalan tersebut mulai dari kendaraan pengangkut penumpang, hingga alat – alat pemindah tanah mekanis berukuran besar. Kombinasi antara keragaman ukuran dan jenis alat dengan kemungkinan latar belakang pengalaman pengemudi / operator yang berbeda menegaskan betapa pentingnya pengontrolan lalu lintas yang baik di jalan area pertambangan.

6) Area Pandang Terbatas (*blindspot area*)

Kondisi jalan dengan pandangan terbatas akibat tertutup material atau penghalang lainnya sangat berpotensi menyebabkan kecelakaan. Pada jalan tambang PT. Intraco Penta Prima Servis *blindspot* disebabkan karena adanya material bertumpuk yang digunakan sebagai tanggul pengaman yang melebihi standar

sehingga mengakibatkan unit yang berpapasan harus mengurangi kecepatan saat melewati jalan tersebut.

Pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan menghilangkan material yang menghalangi pandangan.

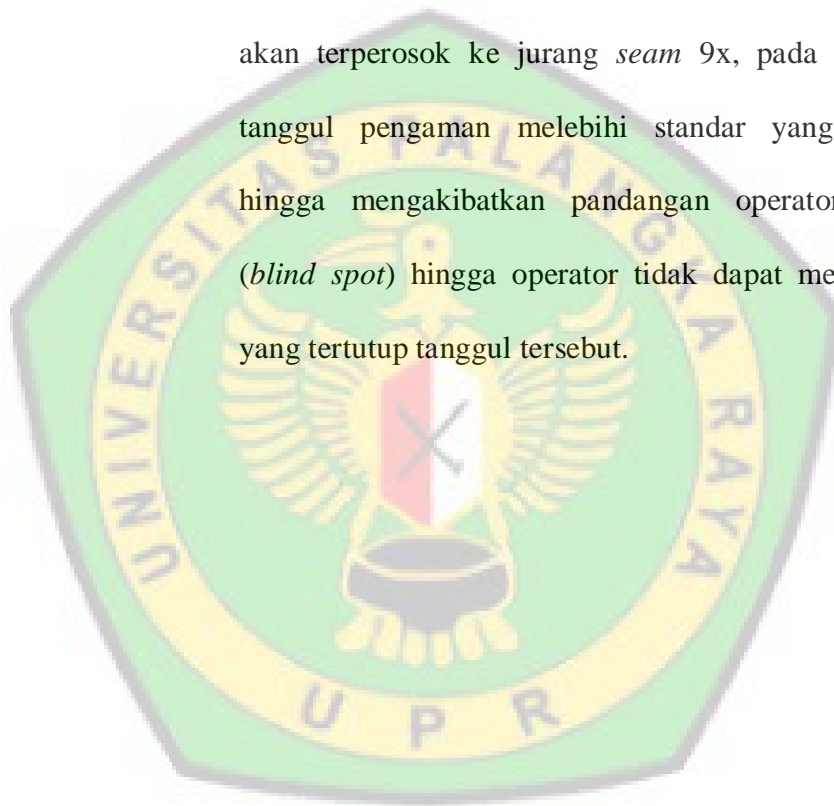
7) **Kurangnya Pencahayaan Pada Malam Hari**

Kondisi lingkungan kerja yang kurang pencahayaan pada malam hari membuat operator unit ADT ataupun Excavator mengalami kesulitan dalam melihat jarak yang aman karena penerangan yang kurang memadai. Pada PT. Intraco Penta Prima Servis hanya terdapat dua *towerlamp* yang terpasang di *front loading* dan *disposal area*. Pada sepanjang jalan belum dipasang *towerlamp* sehingga pada malam hari operator hanya memanfaatkan lampu *hazard* untuk menerangi jalan, tidak jarang hal ini membuat area pandang operator terbatas dimana operator tidak dapat melihat dengan jelas tikungan, turunan, dan tanggul pengaman pada jalan tambang. Hal ini dapat mengakibatkan tiap unit bersenggolan satu sama lain atau sisi unit yang menabrak sisi jalan tambang.

8) **Tanggul Pengaman**

Pada beberapa segmen hanya beberapa tanggul pengaman yang memenuhi standar untuk unit terbesar

ADT A60H, pada segmen lainnya tanggul pengaman belum mencapai standar sehingga beresiko saat unit melewati jalan saat berpapasan atau bermanuver ban unit beresiko terperosok keluar tanggul. Hal ini diperparah dengan kondisi jalan tambang yang bersebelahan dengan *seam* 9X sehingga jika unit tidak berhati-hati maka unit akan terperosok ke jurang *seam* 9x, pada segmen H-I tanggul pengaman melebihi standar yang ditentukan hingga mengakibatkan pandangan operator terganggu (*blind spot*) hingga operator tidak dapat melihat bagian yang tertutup tanggul tersebut.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan aturan aturan yang terdapat dalam *AASHTO Manual Rural Highway Design (1990)* dan KepMen ESDM No 1827 K/30/MEM/2018 maka didapatkan perhitungan sebagai berikut pada lokasi penelitian pit 1 jarak dari loading area menuju dumping area $\pm 1,121$ km, geometri jalan tambang di PT. Intraco Penta Prima Servis di bagi menjadi 12 segmen A-J dengan pembagian berdasarkan kondisi jalan.
 - Lebar jalan di lapangan secara aktual pada jalan lurus mulai dari 14 m – 39 m, dan pada tikungan 17 m – 23 m. Lebar jalan minimum secara teoritis pada dua jalur untuk keadan lurus adalah 14 meter dengan nilai aktual segmen A-B = 18.03, segmen B-C = 14.87, segmen C-D = 12.21, segmen E-F = 21.21, segmen F-G = 20.25, H-I = 15.23, J-K = 24.52, K-L = 35.90 dan L-DP = 39.01 dan untuk lebar di tikungan adalah 27 meter dengan nilai aktual segmen D-E = 16.93, segmen G-H = 25.62 dan segmen I-J = 23.49
 - Jari-jari tikungan dengan radius putar ADT A60H sebesar 45° adalah 14.382m

- Grade jalan secara aktual di lapangan berkisar dari 1% sampai 17% dengan grade jalan yang dapat dilalui oleh ADT A60H adalah 18%. Nilai aktual pada setiap segmen adalah segmen A-B = 10%, segmen B-C = 17%, segmen C-D = 13%, segmen D-E = 12%, segmen E-F = 5%, segmen F-G = 1%, segmen G-H = 7% segmen H-I = 3%, segmen I-J = 9%, segmen J-K = 4%, segmen K-L = 10%, segmen L-DP = 13%
 - Belum terdapat superelevasi pada tikungan di lapangan
 - Belum terdapat Cross Slope sepanjang jalan tambang. Kemiringan melintang atau *cross slope* perlu dibuat guna mencegah air yang berasal dari hujan tidak tergenang pada badan jalan. Pembuatan *cross* dapat dibuat dengan cara meninggikan bagian tengah dari jalan (poros jalan) pada jalam dua jalur, beda tinggi sebesar 28 cm atau 2%.
2. Geometri jalan yang belum memenuhi baku mutu standar berdampak pada keselamatan operator dan pekerja yang melalui jalan tambang tersebut, resiko meliputi :
- Jalan bergelombang yang dapat menyebabkan kerusakan unit dan berdampak pada kesehatan kerja operator *Articulated Dump Truck*.
 - Lebar jalan yang belum memenuhi standar berisiko unit saling bersenggolan saat harus berpapasan

- *Grade* jalan yang terlalu tinggi mengakibatkan unit mudah rusak hingga mengancam keselamatan kerja
- Tidak adanya *cross slope* mengakibatkan licin dan berlumpur akibat hujan yang dapat menyebabkan unit tergelincir dan menenggol unit lainnya.
- Kurangnya rambu lalu lintas pada jalan tambang yang dapat menyebabkan tabrakan antar unit.
- Area *blindspot* pada persimpangan jalan yang dapat menyebabkan tabrakan antar unit akibat pandangan terbatas karena terhalang tanggul pengaman yang melewati batas standar
- Kurangnya pencahayaan dari *tower lamp* pada malam hari membuat operator mengalami kesulitan dalam melihat jarak yang aman
- Kurangnya tanggul pengaman yang dipasang pada setiap sisi dan tidak standarnya ukuran tanggul membuat Unit ADT bisa terperosok / keluar jalur saat melakukan manuver pada area jalan tambang.

5.2. Saran

1. Berdasarkan kesimpulan diatas maka penulis menyarankan beberapa hal, yaitu
 - Perlu dilakukan perbaikan, yaitu pelebaran jalan pada beberapa segmen yang masih belum memenuhi lebar jalan minimum. Pada segmen jalan C-D perlu dipasang rambu petunjuk prioritas dan perintah wajib komunikasi 2 arah dikarenakan pada sisi segmen C-D adalah tebing sehingga tidak memungkinkan untuk dilakukan pelebaran jalan.
 - Pada jalan tikungan segmen D-E perlu dipasang rambu tikungan kiri, rambu persimpangan dan rambu peringatan karena adanya tepian jurang.
 - Pada segmen G-H perlu dipasang rambu peringatan adanya penyempitan jalan kiri dan kanan karena berada pada jalan tikungan,
 - Pada segmen I-J perlu dilakukan pelebaran jalan sebesar 3.51m karena kondisi jalan yang masih memungkinkan untuk melakukan pelebaran pada sisi kiri dan kanan jalan.
 - Perbaikan *grade* sesuai baku mutu standar jalan yaitu 12% pada segmen B-C dengan cara peralihan riverdiversion pada bagian bawah segmen B-C,
 - Pembuatan superelevasi sebesar 1.07 antara sisi dalam dan sisi luar tikungan,

- Pembuatan *cross slope* dengan beda tinggi sebesar 28 cm pada bagian tengah jalan terhadap sisi jalan dan pembuatan saluran penirisan untuk mengantisipasi air yang masuk ke permukaan jalan
 - Perlu dilakukan pembersihan jalan, terutama terhadap *spoil* yang terdapat di tepi jalan tambang. Karena mengakibatkan terganggunya proses *hauling* dan tidak optimalnya desain lebar jalan yang telah direncanakan serta perlu dilakukan *scheduling* perawatan pada permukaan jalan dan penurunan *grade* jalan pada beberapa segmen, sebab kondisi jalan yang ada saat ini tidak rata dan bergelombang.
2. Perlu adanya pelatihan khusus kepada pengawas, SHE dan operator tentang keselamatan di jalan tambang sehingga pekerja terbiasa dengan budaya selamat ditempat kerja dan perlu dilakukan penambahan, perawatan dan perbaikan rambu-rambu lalu lintas, *guide post* dan tanggul pengaman yang terpasang di jalan tambang sebab kurangnya rambu-rambu pada jalan tambang dan beberapa rambu yang tertutup debu serta tanggul pengaman yang tidak terpasang pada setiap sisi jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. "Association America Of State Transportation Highway". Handbook Transportation. 1990
- Drevdahal Jr., ER, "Profitable Use of Excavation Equipment" , Technical Publication, Desert Laboratories Inc., Tucson Arizona, 1961.
- Howard L. Hartman, "Introductory Mining Engineering", John Willey and Sons, 1987.
- Suyono, "Beberapa Geometri Penting Yang Akan Mempengaruhi Keadaan Jalan Angkut pada Tambang Terbuka", BTM No.79, Edisi November, 1993.
- Haloman, David. "Safety Jalan Tambang". Skripsi. Universitas Sriwijaya, 2015
- Harsono, Agung. "Analisa Geometri Jalan Angkut Batubara Dari Front Penambangan menuju ROM". Skripsi. Universitas Palangka Raya, 2016
- Pemerintah Indonesia. "Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik". Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 K/30/MEM/2018. 2018
- Pemerintah Indonesia. "Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik Dan Pengawasan Pertambangan Mineral Dan Batubara". Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Nomor 26 Tahun 2018. 2018
- Martakim, Soeharsono. "Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota" Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga: Jakarta Martakim 1997.
- Mutlriwahyuni, Audia. "Evaluasi Geometri Jalan Tambang Menggunakan Teori AASHTO Untuk Peningkatan Produktivitas Alat Angkut". Jurnal Bina Tambang. Universitas Negri Padang. 2017

Partanto Prodjosumarto, "*Tambang Terbuka*", Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, ITB, Bandung, 1986.

PT. Intraco Penta Prima Servis. 2018. Laporan *Accident Incident* tahun 2018

Suyono. "*Beberapa Geometri Penting Yang Akan Mempengaruhi Keadaan Jalan Angkut pada Tambang Terbuka*". BTM no.79, Edisi November.1993

Suwandhi, Awang. *Perencanaan Jalan Tambang* . Diklat Perencanaan Tambang Terbuka. Unisba, 2004

Zakiah, siti. *Analisa Resiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Dengan Menggunakan Metode HIRARDC Pada Hauling Road*. Skripsi. Universitas Palangka Raya, 2013

Harsono, Agung Budi. *Analisa Geometri Jalan Angkut Batubara Dari Front Penambangan Menuju ROM PT. Saptaindra Sejati*. Skripsi. Universitas Palangka Raya, 2016

