

**ANALISIS GEOMETRI JALAN ANGKUT BATUBARA DARI
FRONT LOADING MENUJU *COAL PROCESSING PLANT* (CPP)
DI PT. TELEN ORBIT PRIMA *JOB SITE* DESA BUHUT JAYA
KECAMATAN KAPUAS TENGAH KABUPATEN KAPUAS
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

SKRIPSI

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



OLEH :

**TRIMIMI
NIM DBD 114 130**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN
2021**

**ANALISIS GEOMETRI JALAN ANGKUT BATUBARA DARI
FRONT LOADING MENUJU *COAL PROCESSING PLANT* (CPP)
DI PT. TELEN ORBIT PRIMA *JOB SITE* DESA BUHUT JAYA
KECAMATAN KAPUAS TENGAH KABUPATEN KAPUAS
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

SKRIPSI

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



OLEH :

**TRIMIMI
NIM DBD 114 130**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN
2021**

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : TRIMIMI

NIM : DBD 114 130

JURUSAN : Teknik Pertambangan

JENJANG : Strata – 1

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, Juli 2021

Penulis



TRIMIMI
NIM DBD 114 130

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**ANALISIS GEOMETRI JALAN ANGKUT BATUBARA DARI
FRONT LOADING MENUJU COAL PROCESSING PLANT (CPP)
DI PT. TELEN ORBIT PRIMA JOB SITE DESA BUHUT JAYA
KECAMATAN KAPUAS TENGAH KABUPATEN KAPUAS
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

Oleh

TRIMIMI
DBD 114 130

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada
Hari/Tanggal : Juli 2021
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Tim Dosen Penguji,

1. **Dr. STEPHANUS ALEXSANDER, S.T., M.T.**
NIP. 19790622 200801 1 007
2. **NENY FIDAYANTI, S.T., M.Si.**
NIP. 19830129 201212 2 005
3. **Ir. YULIAN TARUNA, M.Si.**
NIP. 19580705 198903 1 019
4. **NOVALISAE, S.T., M.T.**
NIP. 19881110 201903 2 015
5. **DODY ARIYANTHO KUSMA WJAYA, S.HUT., M.Si.**
NIP. 19831207 201212 1 001

Ketua 
Sekretaris 
Anggota 
Anggota 
Anggota 

Mengetahui,
Dekan
Fakultas Teknik

Ir. WALUYO NUSWANTORO, M.T.
NIP. 19541101993021001

Menyetujui,
Ketua Jurusan
Teknik Pertambangan

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

RIWAYAT PENYUSUN

Data Diri

Nama : TRIMIMI
NIM : DBD 114 130
Tempat, Tanggal Lahir : Marapit, 19 Mei 1996
Status : Anak Kandung
Agama : Islam
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Jl. Borneo Induk, Kelurahan Menteng
Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya
E-mail : trimimi19.kc@gmail.com



Data Orang Tua

Nama Ayah : SEDIYANSAH
Pekerjaan Ayah : Swasta
Nama Ibu : HALANI
Pekerjaan Ibu : Swasta
Alamat Orang Tua : Desa Marapit, RT 002, Kapuas Tengah

Riwayat Pendidikan *)

SD : SDN 1 Desa Marapit (Tahun Lulus 2008)
SMP : SMPN 1 Atap 2 Kapuas Tengah (Tahun Lulus 2011)
SMA : SMAN 1 Kapuas Tengah (Tahun Lulus 2014)

Keterangan:

*) Nama, Tempat, Tahun Lulus

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Di jalani saja setiap alur nya. Jangan membandingkan dirimu dengan orang lain.

Karena proses nya tentu saja tidak sama dan sudah pasti berbeda.

Buah yang berbuah di pohon yang sama pun matang nya tidak sama rata,

apalagi manusia dengan latar belakang nya yang berbeda”

Puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat limpahan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik, serta tepat pada waktunya.

Skripsi ini saya persembahkan dengan tulus dan terima kasih kepada:

1. Mamah, Babah, Abang, kakak serta adik-adik saya yang saya cintai, yang selalu memberikan do'a dan dukungan kepada saya. Saya bisa mencapai titik ini semata karena kalian dan untuk kalian. Tidak ada hal lebih yang bisa saya berikan selain rasa bangga dan bahagia atas hasil yang bisa saya capai saat ini.
2. Bpk Dr. Stephanus Aleksander, S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Neny Fidayanti, S.T.,M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang ditengah - tengah kesibukannya telah menyediakan waktu dan memberikan bimbingan serta arahan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bpk Ir. Yulian Taruna, M.si. Ibu Novalisae, S.T.,M.T. dan Bpk Dody Ariyantho Kusma Wijaya, S.Hut.,M.si. selaku Dosen Penguji, atas arahan dan saran serta perbaikan untuk Skripsi ini sehingga dapat diselesaikan sebaik mungkin.
4. Dosen - dosen beserta staff di jurusan Teknik Pertambangan atas ilmu, pengalaman, dan bantuan yang telah diberikan selama ini.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Hasil Skripsi ini dengan baik. Penulisan Laporan Hasil Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian di lapangan yang dilakukan di PT. Telen Orbit Prima pada tanggal 1 Agustus 2019 sampai 30 September 2019 dengan judul **"ANALISIS GEOMETRI JALAN ANGKUT BATUBARA DARI *FRONT LOADING* MENUJU *COAL PROCESSING PLANT (CPP)* DI PT. TELEN ORBIT PRIMA *JOB SITE* DESA BUHUT JAYA KECAMATAN KAPUAS TENGAH KABUPATEN KAPUAS PROVINSI KALIMANTAN TENGAH"**.

Dalam penyelesaian laporan 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. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indraja, S.T.,M.T. Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Yossa Yonathan, S.T.,M.T. Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Dr. Stephanus Aleksander, S.T.,M.T. Dosen Pembimbing I.
5. Ibu Neny Fidayanti, S.T., M.Si. Dosen Pembimbing II.
6. Bapak Ir. Yulian Taruna, M,Si. Dosen Penguji I.
7. Ibu Novalisae, S.T.,M.T. Dosen Penguji II.

8. Bapak Dody Ariyantho Kusma Wijaya, S.Hut., M.Si. Dosen Penguji III.
9. Bapak Hepryandi Luwyk Djanas Usup, S.T.,M.T. Dosen Pembimbing Akademik.
10. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen, Staf/karyawan Administrasi Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
11. Bapak Haris Patriawan, *Project Manager* PT. Telen Orbit Prima.
12. Bapak Agung Widada, *Dept Head Department Operation and Engineering* PT. Telen Orbit Prima.
13. Bapak Kurniawan Eko ALTA, Bapak Budhi Utomo dan Bapak Sobit Apriliana, Pembimbing Lapangan di PT. Telen Orbit Prima.
14. Seluruh karyawan PT. Telen Orbit Prima dan semua pihak yang telah membantu penulisan laporan ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu, penulis mengucapkan terima kasih.

Dengan segala kerendahan hati penyusun mengharapkan semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi kita semua, khususnya teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Akhir kata Penyusun mengucapkan terima kasih.

Palangka Raya, Juli 2021

Penulis

**ANALISIS GEOMETRI JALAN ANGKUT BATUBARA DARI
FRONT LOADING MENUJU COAL PROCESSING PLANT (CPP)
DI PT. TELEN ORBIT PRIMA JOB SITE DESA BUHUT JAYA
KECAMATAN KAPUAS TENGAH KABUPATEN KAPUAS
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

Trimimi¹, Stephanus Aleksander¹, dan Neny Fidayanti¹,

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

E-mail : trimimi19.kc@gmail.com

Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan UPR

SARI

PT. Telen Orbit Prima merupakan perusahaan pertambangan batubara yang beroperasi di wilayah Kalimantan Tengah, tepatnya di Desa Buhut Jaya, Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas. PT Telen Orbit Prima memiliki 5 jalan angkut tambang yang digunakan untuk mengangkut batubara, yaitu Jalan Bali, Jalan Jakarta, Jalan Palangka Raya, Jalan Hauling KM 43 dan Jalan Masuk Area CPP. Secara umum fungsi jalan angkut tambang yaitu untuk menunjang kelancaran operasi penambangan terutama dalam kegiatan pengangkutan batubara. Faktor yang perlu diperhatikan pada jalan angkut tambang adalah geometri jalan yang meliputi lebar jalan, jari-jari tikungan, *superelevasi*, kemiringan jalan (*Grade*) dan kemiringan melintang (*Cross Slope*). Adapun lebar jalan angkut tambang berdasarkan spesifikasi alat angkut terbesar yaitu Dump Truck Komatsu HD 785-7 dengan lebar alat 5,98 meter untuk jalan di area *front loading* dan Dump Truck Scania P410 dengan lebar alat 2,6 meter untuk jalan angkut batubara menuju cpp. Berdasarkan hasil penelitian di lapangan jarak *front loading* menuju *coal processing plant* (cpp) adalah $\pm 4,5$ km. Adapun total keseluruhan segmen jalan angkut tambang yang digunakan untuk mengangkut batubara pada PT. Telen Orbit Prima adalah 76 segmen. Ditemukan 7 segmen jalan yang belum memenuhi standar lebar jalan lurus. Standar lebar jalan angkut tambang yaitu 21 meter dengan rata-rata lebar jalan aktual adalah 17 meter. Adapun disisi lain terdapat 18 segmen jalan angkut tambang dengan *grade* yang terlalu tinggi yaitu lebih dari 12% dengan rata-rata tinggi *grade* adalah sebesar 18,25%, dan terdapat 6 segmen jalan dengan *cross slope* dibawah 2% dengan nilai rata-rata *cross slope* yaitu 1,8%. Dari hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pihak perusahaan agar geometri jalan angkut tambang sesuai dengan standar berdasarkan Standar Ketentuan Jalan Pertambangan KepMen ESDM No 1827 K/30 MEM/2018.

Kata Kunci : Jalan Angkut Tambang, Geometri Jalan, Spesifikasi Alat Angkut, KepMen ESDM No 1827 K/30 MEM/2018.

**GEOMETRY ANALYSIS OF COAL HAULING ROAD FROM
FRONT LOADING TO COAL PROCESSING PLANT (CPP)
AT PT. TELEN ORBIT PRIMA JOB SITE BUHUT JAYA
DOWNTOWN, KAPUAS CENTRAL DISTRICT, KAPUAS
REGENCY CENTRAL KALIMANTAN PROVINCE**

Trimimi¹, Stephanus Aleksander¹, and Neny Fidayanti¹,

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

E-mail : trimimi19.kc@gmail.com

Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan UPR

ABSTRACT

PT. Telen Orbit Prima is mining coal company which operation in the Central Kalimantan, at Buhut Jaya downtown, Kapuas Tengah Regency. PT Telen Orbit Prima had 5 hauling roads used to transport of coal. The hauling road consist of 5 road they are Jalan Bali, Jalan Jakarta, Jalan Palangka Raya, Jalan Hauling KM 43 and Jalan Masuk Area CPP. In general the fuction of hauling road is supporting to transport of coal. The many factor must be attention that is geometry of road. Geometry of road consist of wide of road, radius of superelevation, grade and cross slope. The wide of road based on dump truck spesification HD 785-7 is 5,98 meters that is using in front loading area. Dump truck Scania P410 with wide of tools 2,6 meters to hauling road through to cpp. Based on the result, the space of hauling road front loading to coal processing plant (CPP) is $\pm 4,5$ km. The sum of the hauling road used to transport coal in PT. Telen Orbit Prima is 76 segments. Founding at location the road of below standard is 7 segments. Standard of hauling road shows the wide of road is 21 meters with rate of road actual is 17 meters. On the other hand founding 18 segments is higher grade. The high of grade is more than 12% with average of grade on field is 18,25% and 6 segments of hauling road below 2% with wide of cross slope 1,8%. From result of research could be considered by company where the company must consider the standard of hauling road. Specially based on Kepmen ESDM No. 1827 K/30 MEM/2018.

Keyword : Mining Hauling Road, Road Geometry, Transport Equipment Specifications, Ministry of Energy and Mineral Resources Decree No. 1827 K/30 MEM/2018.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
RIWAYAT PENYUSUN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
SARI	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.3.2 Maksud.....	3
1.3.2 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Pengertian Batubara	6

2.3 Pengertian <i>Front Loading</i> dan <i>Coal Processing Plant</i> (CPP).....	7
2.4 Pengangkutan	8
2.5 Jalan Angkut Tambang.....	9
2.6 Geometri Jalan Tambang	13
2.6.1 Lebar Jalan Angkut Tambang.....	13
2.6.2 Jari – Jari Tikungan dan <i>Superelevasi</i>	17
2.6.3 Kemiringan/Tanjakan Jalan Angkut (<i>Grade</i>)	21
2.6.4 Kemiringan Melintang (<i>Cross Slope</i>)	23
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian.....	25
3.1.1 Profil dan Perizinan Perusahaan.....	25
3.1.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah.....	28
3.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan	29
3.1.4 Keadaan Iklim dan Curah Hujan.....	31
3.2 Kondisi Geologi	32
3.2.1 Kondisi Geologi Regional.....	32
3.2.2 Kondisi Geologi Daerah Penelitian.....	33
3.4 Tata Laksana Penelitian	35
3.4.1 Alat dan Bahan.....	35
3.4.2 Metode Pengambilan Data	35
3.4.3 Metode Pengolahan Data	36
3.4.4 Langkah Kerja.....	37

3.4.5	Bagan Alir Penelitian	41
3.4.6	Lokasi dan Waktu Penelitian	42
3.4.6.1	Lokasi Penelitian	42
3.4.6.2	Waktu Penelitian.....	42
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1	Hasil	43
4.1.1	Lebar Jalan Angkut	45
4.1.2	Jari – jari Tikungan	60
4.1.3	Superelevasi	62
4.1.4	Kemiringan/Tanjakan Jalan Angkut (<i>Grade</i>).....	64
4.1.5	Kemiringan Melintang (<i>Cross Slope</i>)	77
4.2	Pembahasan.....	85
4.2.1	Lebar Jalan Tambang	85
4.2.2	Jari – jari Tikungan	91
4.2.3	Superelevasi	92
4.2.4	Kemiringan/Tanjakan Jalan Angkut (<i>Grade</i>).....	92
4.2.5	Kemiringan Melintang (<i>Cross Slope</i>)	96
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	97
5.1	Kesimpulan.....	97
5.2	Saran.....	103

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jari-jari Tikungan Minimum Untuk Kecepatan Rencana	
30 km /jam.....	19
Tabel 2.2 Angka <i>Superelevasi</i> yang direkomendasikan	21
Tabel 3.1 Data Curah Hujan.....	31
Tabel 3.2 Waktu penelitian	42
Tabel 4.1 Lebar Aktual dan Evaluasi Jalan Bali	46
Tabel 4.2 Lebar Aktual dan Evaluasi Jalan Jakarta	48
Tabel 4.3 Lebar Aktual dan Evaluasi Jalan Palangka Raya.....	51
Tabel 4.4 Lebar Aktual dan Evaluasi Jalan Hauling KM 43	52
Tabel 4.5 Lebar Aktual dan Evaluasi Jalan Masuk Area CPP	56
Tabel 4.6 Evaluasi Lebar Jalan Pada Tikungan	59
Tabel 4.7 Jari – jari Lintasan Alat Angkut.....	60
Tabel 4.8 Perbandingan Jari-jari Tikungan aktual dengan Jari-jari Minimal.....	61
Tabel 4.9 Kemiringan Jalan Bali.....	65
Tabel 4.10 Kemiringan Jalan Jakarta.....	68
Tabel 4.11 Kemiringan Palangka Raya.....	72
Tabel 4.12 Kemiringan Jalan Hauling KM 43	73
Tabel 4.13 Kemiringan Jalan Masuk CPP	76
Tabel 4.14 Cross Slope Aktual Jalan Bali.....	79
Tabel 4.15 Cross Slope Aktual Jalan Jakarta.....	80

Tabel 4.16 Cross Slope Aktual Jalan Palangka Raya	81
Tabel 4.17 Cross Slope Aktual Jalan Hauling KM 43	82
Tabel 4.18 Cross Slope Aktual Jalan Masuk Area CPP.....	84
Tabel 4.19 Kemiringan Jalan (<i>Grade</i>)	93
Tabel 4.20 Cross Slope Aktual.....	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Lebar Jalan Angkut Dua Jalur Pada Jalan Lurus.....	15
Gambar 2.2	Lebar Jalan Angkut Pada Tikungan 2 jalur	16
Gambar 2.3	Sudut Maksimum Penyimpangan Kendaraan	18
Gambar 2.4	Kurva Koefisien Gesek	19
Gambar 2.5	Perubahan Kemiringan Melintang Pada Tikungan.....	20
Gambar 2.6	Perhitungan Kemiringan Jalan	22
Gambar 2.7	Penampang Melintang Jalan Angkut.....	23
Gambar 3.1	Wilayah Kuasa Pertambangan PT. Telen Orbit Prima	27
Gambar 3.2	Struktur Organisasi Perusahaan.....	29
Gambar 3.3	Bagan Alir Penelitian	42
Gambar 4.1	Komatsu HD 785-7.....	45
Gambar 4.2	Pengukuran Lebar Jalan Lurus	45
Gambar 4.3	Dump Truck Scania P410.....	50
Gambar 4.4	Lebar Jalan Lurus Area CPP	50
Gambar 4.5	Penampang Melintang Jalan Tikungan	63
Gambar 4.6	Penampang Melintang Jalan Lurus	77
Gambar 4.7	Front Loading	85
Gambar 4.8	Jalan Bali Segmen A – B	86
Gambar 4.9	Jalan Bali Segmen K - L.....	86
Gambar 4.10	Jalan Bali Segmen M - N.....	87
Gambar 4.11	Jalan Bali Segmen P - Q.....	87

Gambar 4.12	Jalan Jakarta.....	88
Gambar 4.13	Jalan Jakarta Segmen B - C.....	89
Gambar 4.14	Jalan Jakarta Segmen C - D.....	89
Gambar 4.15	Jalan Jakarta Segmen E - F.....	90
Gambar 4.16	Tikungan Jalan Bali.....	91
Gambar 4.17	Kemiringan Jalan (<i>Grade</i>).....	92
Gambar D.1	Spesifikasi alat angkut HD 785-7.....	
Gambar E.1	Spesifikasi alat angkut DT Scania P410.....	

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Peta Kesampaian Daerah

Lampiran B Peta Geologi Regional PT. Telen Orbit Prima

Lampiran C Peta Segmen Jalan Angkut Tambang PT. Telen Orbit Prima

Lampiran D Spesifikasi alat angkut HD Komatsu 785-7

Lampiran E Spesifikasi alat angkut DT Scania P410

Lampiran F Perhitungan Kemiringan Jalan (*Grade*)

Lampiran G Perhitungan Kemiringan Melintang Jalan Lurus (*Cross Slope*)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Telen Orbit Prima merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara yang berlokasi di Desa Buhut Jaya, Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan tengah. PT. Telen Orbit Prima memiliki jalan angkut tambang/produksi di area pit yang terbagi menjadi 9 alur segmen jalan, yaitu terdiri dari Jalan Palangka Raya, Jalan Jakarta, Jalan Kota Baru, Jalan Halmahera, Jalan Bali, Jalan Makasar, Jalan Kapuas, Jalan Yogyakarta, dan Jalan Flores. Sedangkan jalan yang digunakan untuk mengangkut batubara dari *front loading* menuju *coal processing plant* (CPP) yang berjarak sekitar $\pm 3,6$ km yaitu melalui Jalan Jakarta, Jalan Makasar, Jalan Kapuas, Jalan Palangka Raya masuk jalur hauling KM 43 dan ke area *coal processing plant* di KM 42, menggunakan alat angkut *dump truck* Scania P 360 dengan kapasitas muatan 25 ton. Jalan *hauling* batubara yang dilalui memiliki geometri jalan yang berbeda-beda yaitu seperti lebar jalan di area *front loading* dan area tambang memiliki ukuran yang lebih lebar dibandingkan dengan lebar *hauling road* ke *area coal processing plant* hal tersebut berdasarkan pada spesifikasi alat angkut atau unit *hauler* terbesar yang digunakan. Di area tambang unit *hauler* terbesar adalah *Dump Truck* HD 785-7 dengan lebar 5,980 meter dan

unit *hauler* terbesar di jalan *hauling* menuju *coal processing plant* adalah *Dump Truck* Scania P 410 dengan lebar 2,5 meter.

Kondisi aktual dilapangan terdapat beberapa segmen lebar jalan yang masih belum memenuhi standar yaitu jalan cenderung kurang lebar dari ukuran yang telah ditetapkan. Kemiringan jalan/tanjakan (*grade*) juga menjadi *problem* di lapangan, yaitu terdapat beberapa *grade* jalan yang masih cenderung tinggi atau melebihi standar, sehingga sangat perlu dilakukan *monitoring* secara berkala agar tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan. Selain lebar jalan dan kemiringan jalan/tanjakan (*grade*) yang belum memenuhi standar pada beberapa segmen, kemiringan jalan (*cross slope*) juga menjadi hal yang perlu diperhatikan karena masih terdapat 6 segmen jalan yang masih belum memenuhi standar.

Berdasarkan latar belakang diatas penulis mengangkat judul “Analisis Geometri Jalan Angkut Batubara Dari *Front Loading* Menuju *Coal Processing Plant* (CPP) Di PT. Telen Orbit Prima *Job Site* Desa Buhut Jaya Kecamatan Kapuas Tengah Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana kondisi aktual jalan angkut batubara dari *front loading* menuju *coal processing plant* di PT. Telen Orbit Prima ?
2. Bagaimana kesesuaian geometri jalan aktual di lapangan dengan standar ketentuan jalan pertambangan KepMen ESDM No 1827 K/30 MEM/2018 ?

1.3 Maksud dan Tujuan

1.3.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini yaitu untuk memberikan rekomendasi dari hasil data aktual lapangan agar sesuai standar geometri yang sudah ditetapkan berdasarkan Standar Ketentuan Jalan Pertambangan Lampiran 1 KepMen ESDM No 1827 K/30 MEM/2018 sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pihak perusahaan.

1.3.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk menganalisis geometri jalan angkut batubara dari *front* penambangan menuju *coal processing plant* (CPP) di PT. Telen Orbit Prima.
2. Untuk menganalisis kesesuaian geometri jalan aktual dilapangan berdasarkan standar ketentuan jalan pertambangan KepMen ESDM No 1827 K/30 MEM/2018.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian dilakukan pada jalan angkut batubara dari *front loading* menuju *coal processing plant* (CPP) di PT. Telen Orbit Prima.
2. Analisis geometri jalan angkut tambang terdiri dari lebar jalan, Jari – jari tikungan dan *superelevasi*, kemiringan/tanjakan jalan (*grade*) serta kemiringan melintang (*cross slope*).



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam penulisan skripsi ini peneliti memaparkan secara singkat beberapa karya tulis yang menjadi bahan acuan atau sebagai referensi dalam penulisan karena berkaitan dengan judul yang diambil. Selain itu, peneliti juga menggali informasi dari buku - buku maupun skripsi dan laporan kerja praktik dalam rangka mendapatkan suatu informasi yang ada sebelumnya tentang teori yang berkaitan dengan judul yang digunakan untuk memperoleh landasan teori ilmiah.

Awang Suwandhi, Unisba Juli 2004 “Perencanaan Jalan Tambang Terbuka” membahas tentang perencanaan jalan tambang terhadap geometri jalan angkut yang secara umum untuk menunjang kelancaran operasi penambangan terutama dalam kegiatan pengangkutan. Dalam kegiatan penambangan jalan merupakan sarana infrastruktur yang paling penting untuk menunjang kegiatan produksi terutama pada pengangkutan hasil bahan galian yaitu batubara. Geometri jalan angkut selalu didasarkan pada dimensi kendaraan angkut terbesar yang akan digunakan. Dalam proses penambangan terbuka, alat angkut yang digunakan adalah *dump truck*. Geometri jalan yang dibahas yaitu lebar jalan angkut, jari-jari tikungan dan *superelevasi*, kemiringan jalan angkut (*grade*) dan kemiringan melintang (*cross slope*).

Heriyana, 2015 Judul Penelitian “Evaluasi Geometri Jalan Angkut Dari *Front Menuju Disposal* Pada Kegiatan Pengupasan Tanah Penutup

(*Overburden*) yang berlokasi di PT. Senamas Energindo Mineral Site Jaweten, membahas evaluasi geometri jalan angkut untuk menentukan rencana perbaikan jalan dan membuat upaya perbaikan jalan angkut. Dari hasil penelitian tersebut maka dapat diasumsikan bahwa untuk kenyamanan proses operasi pengangkutan pada jalan tambang harus disesuaikan dengan standar yang telah ditetapkan. Baik pada semua parameter geometri jalan tambangnya dan juga perawatan jalan tambang harus dilakukan secara berkala, perawatan ini dapat berupa pemadatan jalan, penambahan lapisan permukaan jalan, pembersihan runtuh lereng, serta penyiraman pada saat jalan kering dan berdebu serta memperhatikan bagian sisi luar jalan berupa *safety berms* untuk melindungi aktivitas pengangkutan dan *trench*.

2.2 Pengertian Batubara

Batubara adalah batuan sedimen yang secara kimia dan fisika adalah heterogen yang mengandung unsur – unsur karbon, hidrogen, dan oksigen sebagai unsur utama dan belerang serta nitrogen sebagai unsur tambahan. Zat lain yaitu senyawa anorganik pembentuk *ash* (abu batubara) terbesar sebagai partikel zat mineral terpisah-pisah diseluruh senyawa batubara.

Beberapa jenis batubara meleleh dan menjadi plastis apabila dipanaskan, tetapi meninggalkan suatu residu yang disebut *kokas*. Batubara dapat dibakar untuk membangkitkan uap atau dikarbonisasikan untuk membuat bahan bakar cair atau dihidrogenasikan untuk membuat *metan*. Gas sintesis atau bahan bakar berupa gas dapat diproduksi sebagai produk utama dengan jalan gasifikasi sempurna dari batubara dengan oksigen dan uap atau

udara dan uap” (Elliot, 1981). Secara kimia, batubara tersusun atas tiga komponen utama yaitu :

1. Air yang terikat secara fisika, dapat dihilangkan pada suhu sampai 105°C yang disebut *moisture*.
2. Senyawa batubara atau *coal substance* atau *coal matter*, yaitu senyawa organik yang terutama terdiri atas atom karbon, hidrogen, oksigen, sulfur dan nitrogen.
3. Zat mineral atau *mineral matter*, yaitu suatu senyawa anorganik.

2.3 Pengertian *Front Loading* dan *Coal Processing Plant* (CPP)

Front loading adalah titik lokasi pengambilan OB (overburden) atau batubara yang sudah siap dimuat ke *dump truck* (dikutip dari Kamus Istilah – Istilah Tambang *Foreman up modul prepared by PT. Dwipa Depeloment*). Sedangkan *Coal processing plant* adalah sebuah Organisasi atau Department di dalam sebuah perusahaan tambang batubara yang memiliki tanggung jawab melakukan suatu proses pengolahan batubara dari pit atau *front loading* yang di *stock* dalam ROM (*Run Of Mine*) kemudian memproses lanjut batubara yang berasal dari pit atau ROM di angkut dan di *dumping* di *hopper* untuk dilakukan peremukan pada *primary crusher* (*Feed Breaker / Single Roll Crusher*) hingga ukuran -200 mm kemudian di remukan lagi hingga ukuran -50 mm pada *secondary crusher* (*Crusher / Quard Roll Crusher*).

Coal processing plant juga berfungsi sebagai tempat pencucian batubara (*washing plant*) dan pencampuran batubara *blending plant* batubara yang keluar dari tambang. Oleh karena itu *pit control* di tambang dan di ROM

(*Run Of Mine*) harus menentukan terlebih dahulu jenis dan kualitas batubara yang dapat masuk ke *Coal Processing Plant* (CPP).

2.4 Pengangkutan

Salah satu kegiatan penting dalam kegiatan penambangan adalah pengangkutan atau biasa disebut *hauling*. Pengangkutan dalam hal ini dapat dimaksudkan untuk mengangkut bahan galian hasil penambangan baik seperti batubara, *overburden*, penyediaan (*supply*) peralatan penambangan maupun pengolahan, tenaga kerja dan sebagainya. Pengangkutan di daerah tambang terbuka biasanya menggunakan alat angkutnya truk. Menggunakan alat angkut truk karena lebih fleksibel, ekonomis dan kapasitas besar. Maka perlu adanya jalan angkut 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 angkut.

Pada kegiatan penambangan terutama dalam pemilihan alat, ada beberapa geometri yang harus diperhatikan dan dipenuhi terhadap jalan angkut supaya tidak menimbulkan gangguan atau hambatan yang dapat mempengaruhi keberhasilan operasi pengangkutan. Hal ini berkaitan dengan target produksi yang direncanakan, karena fungsi utama jalan angkut secara umum adalah untuk menunjang kelancaran operasi penambangan terutama

dalam kegiatan pengangkutan. Medan berat yang mungkin terdapat disepanjang rute jalan harus diatasi dengan mengubah rancangan jalan untuk meningkatkan aspek manfaat dan keselamatan kerja. 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.

Alat angkut atau truk-truk tambang umumnya berdimensi lebih lebar, panjang dan lebih berat dibandingkan kendaraan angkut yang bergerak dijalan raya. Oleh sebab itu geometri jalan harus sesuai dengan dimensi alat angkut yang digunakan agar alat angkut tersebut dapat bergerak leluasa pada kecepatan normal dan aman.

2.5 Jalan Angkut Tambang

Dalam suatu aktivitas penambangan akses jalan angkut tambang merupakan faktor penting untuk menunjang kinerja alat angkut dan kelancaran penambangan. Jalan angkut tambang merupakan jalan khusus yang diperuntukkan dalam kegiatan pertambangan yang terdiri dari jalan penunjang dan jalan angkut tambang. Jalan angkut tambang atau produksi adalah jalan yang terdapat pada area pertambangan yang digunakan dan dilalui oleh alat pemindahan tanah mekanis dan unit penunjang lainnya dalam kegiatan pengangkutan tanah penutup, bahan galian tambang, dan kegiatan penunjang pertambangan lainnya. Jalan penunjang adalah jalan yang disediakan untuk jalan transportasi barang maupun orang didalam suatu

area pertambangan untuk mendukung operasi pertambangan atau penyediaan fasilitas pertambangan.

Seperti yang kita ketahui, pengangkutan material atau yang biasa dikenal dengan *hauling activity* merupakan kegiatan dengan proporsi pengaruh terbesar mencapai 60% dalam aktivitas penambangan. Hal tersebut berdasarkan pada kegiatan pertambangan yang hampir sebagian besar kegiatan berada di lapangan. Sehingga untuk menghubungkan dari satu lokasi ke lokasi lain memerlukan jalan sebagai akses pendukung operasi pertambangan dan penyediaan fasilitas-fasilitas pertambangan. Faktor yang harus diperhatikan dalam *hauling activity* adalah geometri jalan. Geometri yang harus diperhatikan yaitu seperti lebar jalan, jari-jari tikungan dan *superelevasi*, kemiringan/tanjakan jalan (*grade*), dan kemiringan melintang (*cross slope*).

Jika kondisi jalan kurang lebar akibatnya *sidewall* pada ban cepat rusak, *wheel bearing* rusak, *chassis* truk rusak serta meningkatkan *road maintenance*. *Superelevasi* arahnya terbalik akibatnya ban terluar melewati gundukan batu/tanah (hasil buangan grader) serta kendaraan sulit dikendalikan. Kondisi radius/belokan terlalu kecil akibatnya *sidewall cut* pada ban, ban terluar melewati gundukan batu/tanah (hasil buangan grader), beban pada *chassis* meningkat, permukaan jalan akan mudah bergelombang akibat pengereman dan percepatan, kecepatan turun sehingga akan produktivitas alat angkut, serta kendaraan sulit dikendalikan sehingga akan menyebabkan rawan kecelakaan.

Kondisi jalan yang tidak baik seperti kemiringan jalan (*grade*) yang terlalu tinggi atau *overgrade* membuat unit angkut (*hauler*) cenderung bermain pada putaran mesin yang tinggi sehingga berdampak terhadap meningkatnya konsumsi bahan bakar (*fuel*), keausan ban meningkat, kendaraan sulit dikontrol pada kondisi basah (setelah penyiraman atau hujan). Kondisi jalan yang bergelombang juga dapat mengakibatkan alat angkut kesulitan mencapai kecepatan rencana sehingga berdampak terhadap pencapaian produksi, permukaan jalan yang bergelombang juga mengakibatkan alat angkut cenderung bermain pada putaran mesin yang tinggi sehingga konsumsi *fuel* meningkat. *Cross Slope* terlalu datar, air akan menggenang sehingga permukaan menjadi kasar/batu muncul ke permukaan, *slide cut* pada ban meningkat, kerusakan permukaan jalan meningkatkan kerusakan pada ban dan *chassis*, mengurangi daya dukung perkerasan, meningkatkan biaya *road maintenance*. *Cross Slope* terlalu besar/miring akibatnya ban terluar mengalami pembebanan berlebihan serta kestabilan kendaraan berkurang.

Sebelum menentukan geometri jalan angkut tambang yang akan dibuat maka perlu diketahui spesifikasi alat angkut yang akan digunakan agar alat angkut tersebut dapat bergerak leluasa pada kecepatan normal dan aman. Dalam proses penambangan terbuka, alat angkut yang digunakan adalah *dump truck* (Awang Suwandhi, 2004 : 4). Jalan yang baik akan mendukung terpenuhinya target produksi yang di inginkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi operasi pengangkutan antara lain kondisi jalan, kondisi

peralatan, kondisi cuaca dan lain sebagainya. Kondisi jalan angkut yang baik akan meningkatkan nilai efisiensi dan efektivitas kerja alat angkut serta tingkat keamanannya. Faktor selanjutnya yang tidak kalah penting bahkan utama adalah pengaruh kondisi geometri jalan yang tidak ideal terhadap faktor keselamatan (*safety*) pengemudi dalam hal ini operator alat angkut (*hauler*). Oleh karena itu, pemenuhan standar geometri jalan seperti lebar jalan, tikungan dan *superelevasi*, kemiringan/tanjakan jalan (*grade*), dan kemiringan melintang (*cross slope*) harus diperhatikan dan harus dipenuhi demi kelancaran serta keselamatan kerja dilapangan.

Fungsi utama jalan angkut 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 merubah rancangan jalan untuk meningkatkan aspek manfaat dan keselamatan kerja. Apabila perlu dibuat terowongan (*tunnel*) atau jembatan, maka cara pembuatan dan konstruksinya harus mengikuti aturan-aturan teknik sipil yang berlaku. Jalur jalan di dalam terowongan atau jembatan umumnya cukup satu dan alat angkut atau kendaraan yang akan melewatinya masuk secara bergantian.

Jalan angkut tambang mempunyai karakteristik khusus yang membedakan perlakuan terhadap penanganannya dari pada jalan transportasi umum. Karakteristik tersebut yaitu :

- a. Jalan tambang selalu dilewati oleh alat berat yang mempunyai *crawler truck* (roda rantai) sehingga tidak memungkinkan adanya pengaspalan.

- b. Jalan tambang yang berada di area *seam* umumnya selalu mengalami perubahan *elevasi* karena adanya aktivitas penggalian jenjang.
- c. Lebar jalan tambang harus diperhatikan sesuai dengan fungsi jalurnya, khususnya untuk jalur ganda atau lebih. Hal ini agar tidak terjadinya gangguan karena sempitnya permukaan jalan.

2.6 Geometri Jalan Tambang

Menurut peraturan Keputusan Menteri ESDM No 1827 K/30 MEM/2018, geometri jalan yang harus diperhatikan sama seperti jalan raya pada umumnya, yaitu lebar jalan, jari-jari tikungan dan *superelevasi*, kemiringan jalan (*grade*), dan kemiringan melintang (*cross slope*), yaitu sebagai berikut.

2.6.1 Lebar Jalan Angkut Tambang

Lebar jalan angkut tambang pada umumnya dibuat untuk pemaknaan jalur ganda dengan lalu lintas satu arah atau dua arah. Semakin lebar jalan angkut maka akan semakin baik proses pengangkutan serta lalu lintas pengangkutan semakin aman dan semakin lancar. Lebar jalan angkut yang minimum yang diperlukan hendaknya disesuaikan dengan lebar alat angkut terbesar yang akan melintas pada jalan angkut tersebut. Menghitung lebar jalan angkut dibedakan menjadi dua macam yaitu lebar jalan angkut pada jalan lurus dan lebar jalan angkut pada belokan (tikungan).

1. Lebar Jalan Angkut Pada Kondisi Lurus

Lebar jalan angkut tambang/produksi mempertimbangkan alat angkut terbesar yang melintasi jalan tersebut paling kurang :

- a. Tiga setengah kali lebar alat angkut terbesar, untuk jalan tambang dua arah
- b. Dua kali lebar alat angkut terbesar, untuk jalan tambang satu arah.
- c. Lebar jalan pada jembatan sesuai ketentuan di atas.

Seandainya lebar kendaraan dan jumlah lajur yang direncanakan masing-masing adalah W_t dan n , maka lebar jalan angkut pada jalan lurus dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$L_{\min} = (n \times W_t) + (n+1) \times (0,5 \times W_t)$$

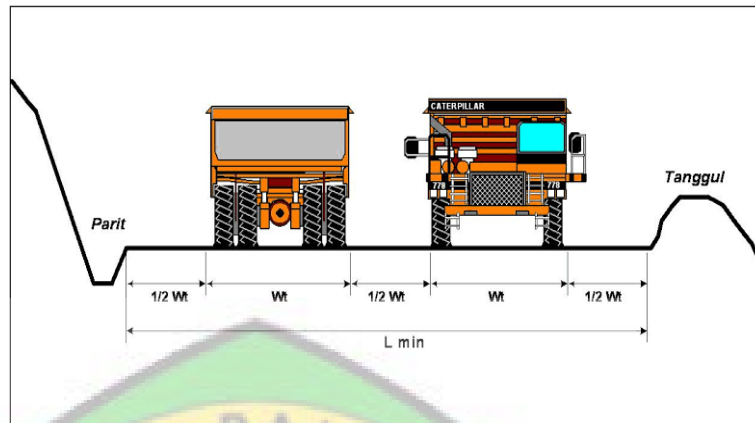
Keterangan :

L_{\min} = Lebar jalan angkut minimum (m)

n = Jumlah lajur

W_t = Lebar alat angkut (m)

Lebar jalan angkut dalam keadaan lurus terlihat pada gambar 2.1 berikut.



(Sumber : Awang Suwandhi, Ir., M.Sc. 2004)

Gambar 2.1 Lebar Jalan Angkut Dua Jalur Pada Jalan Lurus

2. Lebar Jalan Angkut Pada Tikungan

Lebar jalan angkut pada tikungan selalu lebih besar daripada lebar jalan lurus. Untuk lajur ganda, lebar jalan minimum pada belokan dihitung berdasarkan pada :

- a) Lebar jejak ban
- b) Lebar rantai atau tonjolan (*overhang*) alat angkut bagian depan dan belakang pada saat membelok
- c) Jarak antar alat angkut saat bersimpangan
- d) Jarak jalan angkut terhadap tepi jalan

Rumus yang digunakan untuk menghitung lebar jalan angkut minimum pada belokan adalah :

$$W_{\min} = 2 (U + F_a + F_b + Z) + C$$

$$Z = \frac{U + F_a + F_b}{2}$$

Keterangan :

W_{\min} = lebar jalan pada belokan (m)

U = lebar jejak roda (*centre to centre tyre*) (m)

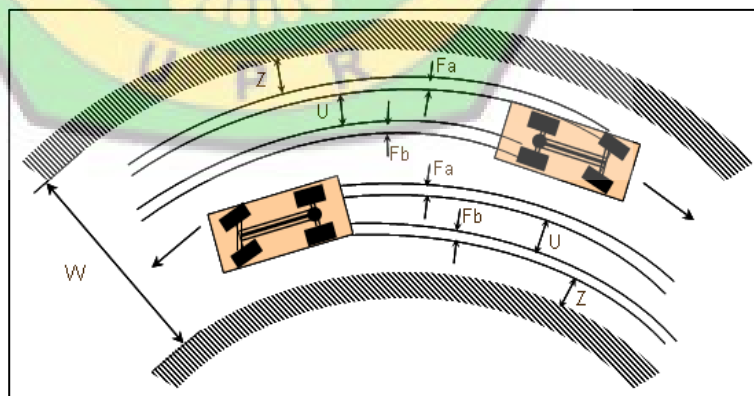
F_a = lebar jantai (*overhang*) depan (m)

F_b = lebar jantai belakang (m)

Z = lebar bagian tepi jalan (m)

C = jarak antar kendaraan (m)

Lebar jalan angkut pada tikungan untuk dua jalur dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut :



(Sumber : Awang Suwandhi , Ir., M.Sc. 2004)

Gambar 2.2 Lebar jalan angkut pada tikungan 2 jalur

2.6.2 Jari - jari Tikungan dan *Superelevasi*

Pada saat kendaraan melalui tikungan atau belokan dengan kecepatan tertentu akan menerima gaya sentrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil. Untuk mengimbangi gaya sentrifugal tersebut, perlu dibuat kemiringan melintang ke arah titik pusat tikungan yang disebut *superelevasi* (e). Gaya gesek (*friksi*) melintang yang cukup berarti antara ban dengan permukaan melintang (f) yang merupakan perbandingan antara besar gaya gesek melintang dengan gaya normal.

a) Jari – jari Tikungan

Jari – jari tikungan jalan angkut berhubungan dengan konstruksi alat angkut yang digunakan, khususnya jarak horizontal antara poros roda depan dan belakang. Gambar 2.3 memperlihatkan jari – jari lingkaran yang dijalani oleh roda belakang dan roda depan berpotongan di pusat C dengan besar sudut sama dengan sudut penyimpangan roda depan. Dengan demikian jari – jari tikungan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

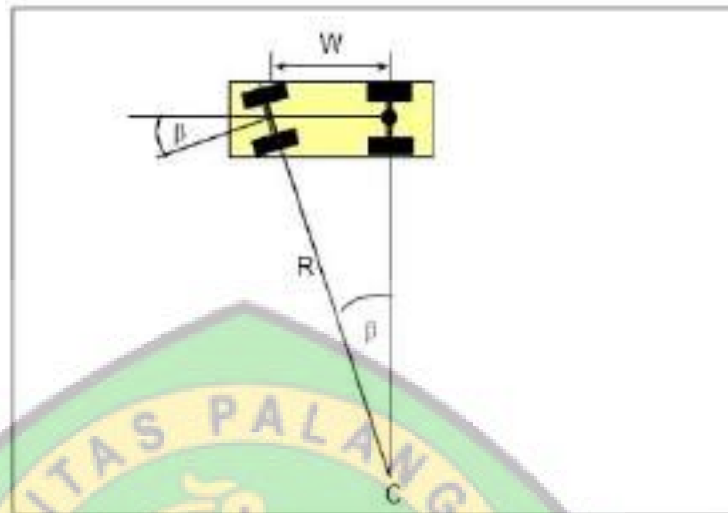
$$R = \frac{Wb}{\sin \alpha}$$

Keterangan :

R = jari-jari tikungan jalan angkut (m)

W = jarak poros roda depan dan belakang (m)

β = sudut penyimpangan roda depan ($^{\circ}$)



(Sumber : Awang Suwandhi , Ir., M.Sc. 2004)

Gambar 2.3 Sudut Maksimum Penyimpangan Kendaraan

Dimana V , e , f dan D masing – masing adalah kecepatan (km/jam), *superelevasi* (%), koefisien gesek melintang dan besar derajat lengkung. Agar terhindar dari kemungkinan kecelakaan, maka untuk kecepatan tertentu dapat dihitung jari – jari minimum untuk *superelevasi* maksimum dan koefisien gesek maksimum.

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

Keterangan:

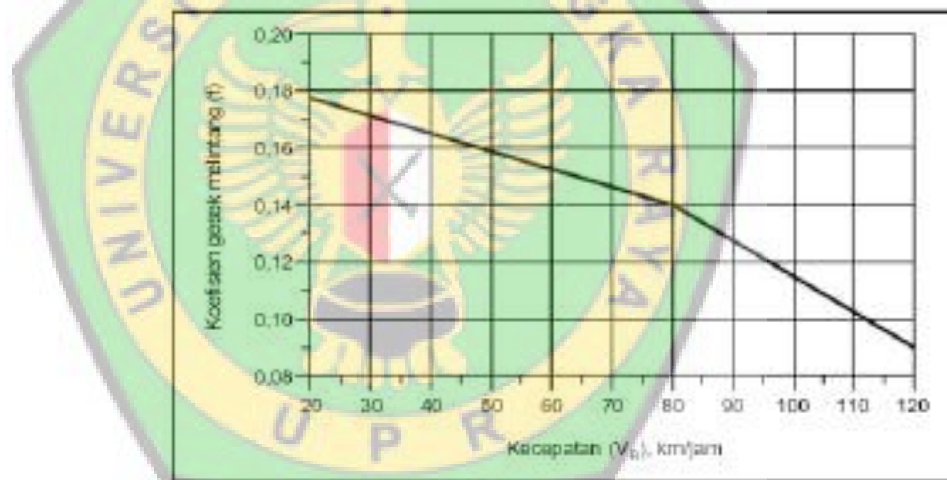
e = Angka *superelevasi*

f = Koefisien gesekan melintang

V = kecepatan kendaraan (km/jam)

R = Jari-jari tikungan (m)

V_R adalah kecepatan kendaraan rencana dan hubungannya e_{mak} dan f_{max} terlihat pada gambar 2.4, dimana titik – titik 1,2 dan 3 pada kurva tersebut adalah harga e_{mak} 6%, 8% dan 10%. Untuk pertimbangan perencanaan, digunakan $e_{\text{mak}} = 10\%$. Dengan menggunakan rumus (5) dapat dihitung jari – jari tikungan minimal (R_{min}) untuk variasi V_R dengan konstanta $e_{\text{mak}} = 10\%$ serta harga f_{max} sesuai kurva pada gambar 2.4. Hasil perhitungan terlihat pada tabel 2.1.



Gambar 2.4 Kurva koefisien Gesek Untuk e_{mak} 6%, 8% dan 10% (menurut AASHTO)

Tabel 2.1 Jari-jari Tikungan Minimum untuk kecepatan rencana 30 km/jam

V_r (km/jam)	120	100	90	80	60	50	40	30	20
R_{min} (m)	600	370	280	210	113	77	48	27	13

b) *Superelevasi*

Pada jalan yang membelok, badan jalan dimiringkan ke arah titik pusat belokan yang disebut *superelevasi*. *Superelevasi* berhubungan erat dengan jari – jari tikungan, kecepatan kendaraan dan perubahan kecepatan (0,40 m/detik). *Superelevasi* dicapai secara bertahap dari kemiringan normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke kemiringan penuh (*superelevasi*) pada bagian jalan yang lengkung (Gambar 2.5).



(Sumber : Awang Suwandhi , Ir., M.Sc. 2004)

Gambar 2.5 Perubahan Kemiringan Melintang Pada Tikungan

Kemiringan jalan pada tikungan biasa disebut *superelevasi*, yaitu merupakan kemiringan jalan pada tikungan yang terbentuk oleh batas antara tepi jalan terluar dengan tepi jalan terdalam karena perbedaan ketinggian. Berdasarkan teori T. Atkinson D.I.C pada kondisi jalan kering, nilai *superelevasi* merupakan maksimum 60 mm/m sedangkan pada kondisi jalan yang penuh lumpur atau licin *superelevasi* terbesar 90 mm/m.

Pada jalan yang membelok, badan jalan dimiringkan ke arah titik pusat tikungan yang disebut *superelevasi*. *Superelevasi* berhubungan erat dengan jari-jari tikungan, kecepatan kendaraan dan perubahan kecepatan. Pada tikungan diperlukan suatu besaran yang dinamakan "superelevasi" yang gunanya untuk melawan gaya sentrifugal yang arahnya menuju keluar jalan. Menghitung *superelevasi* dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

Tabel 2.2 Angka *Superelevasi* yang direkomendasikan

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

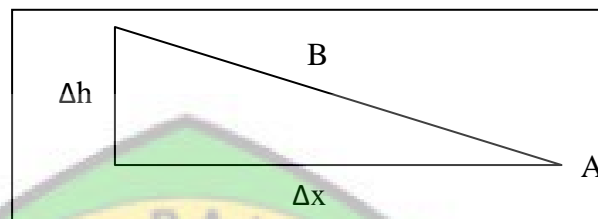
(Sumber :Walter W. Kaufman & James Ault, 1977)

2.6.3 Kemiringan Jalan Angkut (*Grade*)

Kemiringan (*grade*) jalan tambang atau produksi dibuat tidak boleh lebih 12% (dua belas persen) dengan memperhitungkan :

- a) Spesifikasi kemampuan alat angkut
- b) Jenis material jalan, dan
- c) Fuel ratio penggunaan bahan bakar

Kemiringan jalan angkut 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 maupun dalam mengatasi tanjakan seperti pada gambar 2.6 berikut :



Gambar 2.6 Perhitungan kemiringan jalan

Sumber : (*"Construction, Planning, Equipment and Methods", Second Edition, Mc Graw-Hill, Kogakusha Ltd, Texas*)

Kemampuan dalam mengatasi tanjakan untuk setiap alat angkut tidak sama, tergantung pada jenis alat angkut itu sendiri. Sudut kemiringan jalan biasanya dinyatakan dalam persen (%), yaitu beda tinggi setiap seratus satuan panjang jarak mendatar. Kemiringan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

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

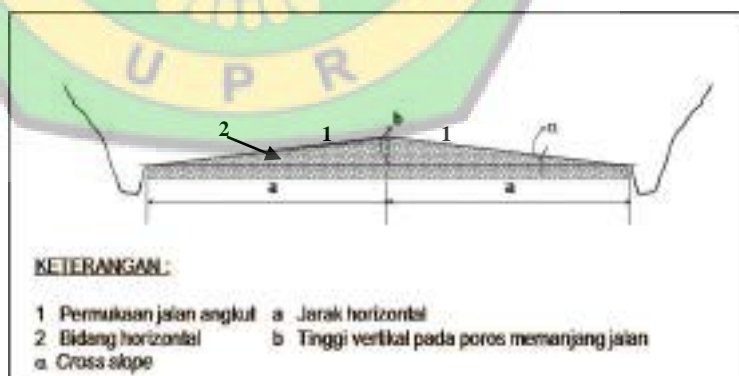
Keterangan :

Δh : Beda tinggi antara dua titik segmen yang diukur (meter)

Δx : Jarak datar antara dua titik segmen jalan diukur (meter)

2.6.4 Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

Sepanjang permukaan badan jalan tambang/produksi dibentuk kemiringan melintang (*cross slope*) paling kurang 2% (dikutip dari Kepmen ESDM No 1827 K/30 MEM/2018). *Cross slope* adalah sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan jalan terhadap bidang horizontal (gambar 2.7). Pada umumnya jalan angkut tambang mempunyai bentuk penampang melintang cembung. Dibuat demikian, dengan tujuan untuk memperlancar penyaliran. Apabila turun hujan atau sebab lain, maka air yang ada pada permukaan jalan akan segera mengalir ke tepi jalan, tidak berhenti dan mengumpul pada permukaan jalan. Hal ini penting karena air yang menggenang pada permukaan jalan angkut tambang akan membahayakan kendaraan yang lewat dan mempercepat kerusakan jalan.



(Sumber : Awang Suwandhi, Ir., M.Sc. 2004)

Gambar 2.7 Penampang melintang jalan angkut

Angka *cross slope* dinyatakan dalam perbandingan jarak vertikal (b) dan horizontal (a) dengan satuan mm/m atau mm/m.

$\Delta h = \sin \alpha \cdot JT$ untuk *single cross slope* dan $\Delta h = \sin \alpha \cdot (\frac{1}{2} \cdot JT)$ untuk *double cross slope*, dengan keterangan sebagai berikut :

Δh = Beda tinggi

α = Slope

JT = Jarak terukur atau lebar jalan



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

3.1.1 Profil dan Perizinan Perusahaan

PT. Telen Orbit Prima (TOP) adalah anak perusahaan yang dimiliki oleh PT. Tuah Turangga Agung (TTA), anggota *United Tractors Group* (UT). PT. Telen Orbit Prima merupakan perusahaan penanam modal yang bekerja sama dengan PT. Pamapersada Nusantara sebagai kontraktor untuk melakukan penambangan batubara yang berlokasi di desa Buhut Jaya, Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah. PT. Telen Orbit Prima berdiri pada 11 Februari 2008, memiliki izin eksploitasi seluas 4,897 ha yang berlaku selama 30 tahun (sampai tahun 2037). Lahan tersebut terdiri atas 5 blok; hingga sekarang sudah 3 blok yang telah dieksplorasi (Blok Buhut, Bisa, & Pompot). Studi Kelayakan Penambangan Batubara PT. Telen Orbit Prima *Jobsite* Buhut Jaya Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas Propinsi Kalimantan Tengah, disetujui tanggal 9 November 2011, No. 271/PU/DPE/2011 dengan kapasitas produksi 3.9 juta ton per tahun.

PT. Telen Orbit Prima memperoleh Izin Pinjam Pakai Kawasan Hutan dari Menteri Kehutanan dalam 2 tahap, Tahap 1 (pertama) seluas 259 Ha dengan izin No. SK.117/Menhut-II/2009, tanggal 17 April yaitu Izin IPPKH untuk Eksploitasi Tambang Batubara dan Sarana

Penunjangnya pada Kawasan Hutan Produksi (HP) Tetap di Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas, Propinsi Kalimantan Tengah. Dan tahap 2 (kedua) seluas 710.6 Ha dengan izin No. SK.537/Menhut-II/2011, tanggal 21 September 2011 yaitu Izin IPPKH untuk Jalan Angkut Batubara dan Sarana Penunjang Eksploitasi Batubara Atas Nama PT. Telen Orbit Prima pada Kawasan Hutan Produksi Tetap dan Hutan Produksi yang Dapat Dikonversi di Kabupaten Kapuas dan Kabupaten Barito Utara Propinsi Kalimantan Tengah. Tahap 3 (ketiga) seluas 1.196,60 Ha dengan izin No.SK.675/Menhut-II/2014,tanggal 10 Oktober 2014 yaitu Izin IPPKH untuk Kegiatan Operasi Produksi Batubara dan Sarana Penunjangnya pada Kawasan Hutan Produksi Tetap di Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah.

Wilayah kegiatan penambangan Eksplotasi PT. Telen Orbit Prima seluas 4.897 hektar berdasarkan Surat Keputusan Bupati Kapuas nomor 921 Tahun 2007, secara administratif masuk wilayah Kecamatan Kapuas Tengah Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah seperti diperlihatkan dalam gambar berikut (Lampiran IUP/Peta Wilayah Kuasa Pertambangan PT. Telen Orbit Prima).



Gambar 3.1 Wilayah Kuasa Pertambangan PT. Telen Orbit Prima)
 (Sumber : Operation & Engineering Department PT. Telen Orbit Prima, 2019)

Dalam Struktur Organisasi PT. Telen Orbit Prima selaku pemegang Ijin Usaha Pertambangan no. 531/Distamben/tahun 2009 memiliki perusahaan rekanan, yaitu :

- | | |
|---------------------------------|------------------------------------|
| PT. Pamapersada Nusantara | : Kontraktor Tambang |
| PT. Satria Alam Manunggal | : Kontraktor Hauling |
| PT. United Tractors | : Sparepart & maintenance Unit A2B |
| PT. Singosari Karunia Sejahtera | : Sub-kon Hauling |
| PT. Bandang Mining Coal | : Sub-kon Alat Berat dan Hauling |
| PT. Bluepac Services | : Jasa Security |

3.1.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Secara geografis wilayah PT. Telen Orbit Prima terletak pada ($01^{\circ}05'24.6630''$ - $01^{\circ}09'54.2740''$) LU dan ($114^{\circ}22'54.1491''$ - $114^{\circ}29'44.4535''$) BT. Sedangkan secara administratif terletak di Kecamatan Kapuas Tengah, Kabupaten Kapuas, Provinsi Kalimantan Tengah. Lokasi tambang PT. Telen Orbit Prima yang terletak di Desa Buhut Jaya, ± 67 km ke arah barat daya kota Muara Teweh atau ± 450 km ke arah utara kota Banjarmasin.

Kesampaian daerah penelitian dapat ditempuh dengan rute sebagai berikut :

a. Alternatif 1

Menggunakan jalan darat dengan kendaraan roda empat dan jalan air dengan rute perjalanan sebagai berikut :

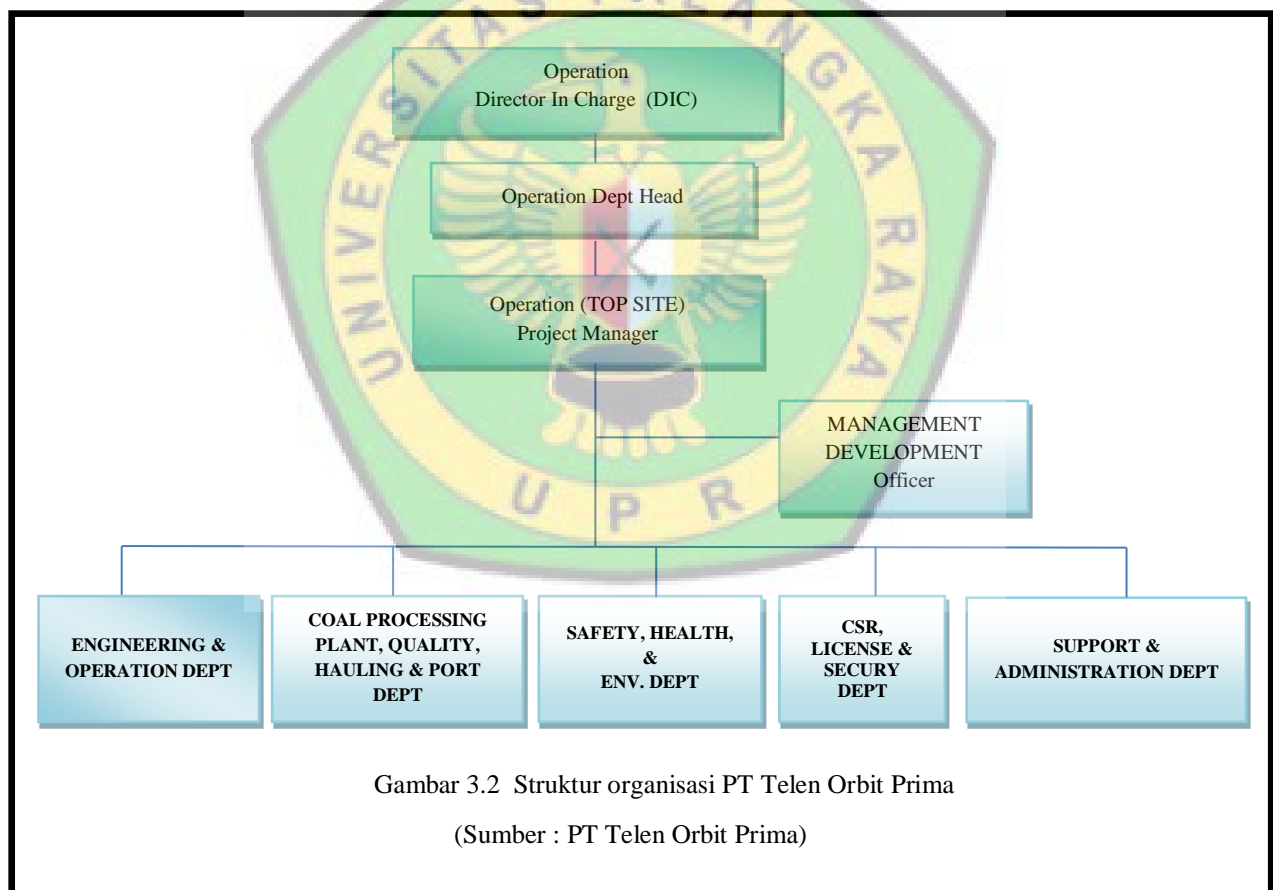
1. Palangka Raya – Buntok – Muara Teweh ± 8 jam, dengan kondisi jalan sebagian beraspal dan sebagian jalan tanpa aspal.
2. Muara Teweh – Paring Lahung ± 1 jam (menggunakan *speed boat*), kondisi melewati sungai yang dilanjutkan jalan darat jtanpa aspal.
3. Paring Lahung – Buhut ± 45 menit (menggunakan kendaraan roda empat), kondisi jalan tanpa aspal.

b. Alternatif 2

Menggunakan jalan darat dengan kendaraan roda empat dengan rute perjalanan sebagai berikut :

1. Palangka Raya – Banjarmasin – Muara Teweh ± 18 jam.
2. Palangka Raya – Timpah – Pujon – Marapit – Buhut ± 8 jam.
3. Marapit – Buhut ± 1,5 jam (tergantung kondisi jalan).
4. Buhut – Site / Mess ± 30 menit.

3.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan



Gambar 3.2 Struktur organisasi PT Telen Orbit Prima

(Sumber : PT Telen Orbit Prima)

Departemen di PT. Telen Orbit Prima antara lain :

- **OPRENG** (*Operation & Engineering*)
 - Melakukan perencanaan tambang, reklamasi tambang.
 - Pengawasan dan evaluasi operasional
 - Pengendalian kualitas bahan galian dan recovery tambang
 - Tahap eksplorasi dan pengambilan contoh batuan
 - Pemantauan progress kemajuan tambang,
 - menghitung volume survey (OB dan Coal) operation.
 - Memastikan plant dari GMP terlaksana.
- **CHQP** (*CPP, Hauling, Quality dan Laboratorium, Port*)
 - *CPP (Coal Processing Plant)* : Tempat proses crushing dan washing untuk memproduksi batubara.
 - *Hauling* : Proses pengiriman batubara dari Stockpile CPP ke paringlahung.
 - *Quality & Laboratorium* : Memastikan dan mengontrol kualitas batubara yang dihasilkan agar sesuai standar yang ditetapkan. Melakukan analisa terhadap batubara yang sudah maupun belum diproses.
 - *Port* : Proses pengiriman barging batubara dari Paring Lahung atau Teluk Timbau hingga ke costumer.
- **SHE** (*Safety, Health & Environment*)
 - Pengelolaan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja

- **CDER** (*Comunity Development External Relation*)
 - Pemberdayaan Hubungan masyarakat.
- **HCGS** (*Human Capital General Service Accounting & Finance*).
 - Pengelolaan Mess, Fasilitas Karyawan dan Pembayaran.

3.1.4 Keadaan Iklim dan Curah Hujan

Berdasarkan letak geografis, PT. Telen Orbit Prima terletak di daerah yang beriklim tropis dengan dua musim, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Seperti kebanyakan daerah di Indonesia PT. Telen Orbit Prima memiliki iklim tropis dengan kelembaban dan temperature tinggi, yaitu berkisar antara 23°C sampai dengan 36°C. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan November pada tahun 2008 yaitu sebesar 167,4 mm dan curah hujan terendah terjadi pada bulan Oktober tahun 2012 yaitu sebesar 2,20 mm. Berikut adalah data curah hujan PT. Telen Orbit Prima.

Tabel 3.1 Data Curah Hujan Tahun 2008-2017

Bulan	Curah Hujan PT. Telen Orbit Prima Tahun 2008-2017 (mm)									
	Tahun									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Januari	94,20	36,50	65,20	67,19	38,16	-47,00	50,00	125,00	58,00	101,00
Februari	80,70	44,40	49,40	42,69	100,00	75,00	78,00	11,00	115,00	34,70
Maret	90,00	89,80	103,20	56,00	100,00	75,30	50,00	24,00	112,00	116,90
April	52,50	88,00	53,90	182,40	85,00	72,00	118,00	38,00	110,50	95,20
Mai	83,00	62,90	83,40	60,00	68,00	27,60	140,00	37,00	112,00	63,20
Juni	86,10	30,40	52,90	58,90	180,00	23,00	112,00	106,00	104,00	61,00
Juli	77,60	28,00	49,60	112,30	-40,00	83,00	90,00	128,00	34,00	-37,00
Agustus	30,90	72,40	38,40	96,00	74,00	35,00	25,00	-49,00	101,00	37,00
September	65,60	45,70	11,00	83,39	180,00	83,00	25,00	38,00	-5,00	68,00
Oktober	71,00	80,80	82,30	180,00	33,00	2,20	107,00	9,00	82,00	78,00
November	34,40	167,40	37,70	110,00	68,00	63,00	55,40	168,00	106,00	63,00
Desember	143,80	51,70	135,00	51,39	34,00	11,00	100,30	55,00	90,00	88,00
Curah Hujan Max	147,80	167,40	135,00	182,30	180,00	83,00	140,00	168,00	115,00	116,90
Curah Hujan Min	30,90	28,00	11,00	42,69	33,00	2,20	25,00	9,00	-5,00	34,70
Curah Hujan Rata-Rata	73,05	67,17	63,36	77,93	73,43	-49,83	78,56	61,92	85,79	75,24

(Sumber : Departement Engineering PT. Telen Orbit Prima)

3.2 Kondisi Geologi

3.2.1 Kondisi Geologi Regional

a. Fisiografi

Secara regional dari arah utara ke arah selatan mengalami perubahan dari perbukitan bergelombang tinggi menjadi bergelombang rendah. Aliran sungai mengalir ke arah selatan, sungai yang terbesar adalah sungai buhut.

b. Stratigrafi

Berdasarkan peta geologi lembar Buntok (1994) stratigrafi batuan dari yang berumur tua ke muda, yaitu :

1. Formasi Warukin disusun oleh batupasir kasar – sedang, sebagian konglomerat bersisipan batulanau dan serpih, setengah padat, berlapis dan berstruktur perairan silang-siur dan lapisan bersusun.
2. Formasi Berai disusun oleh batugamping berlapis dengan batulempung, napal dan batubara, sebagian tersilikakan dan mengandung limolit.
3. Formasi Montalat disusun oleh batu lempungan batubara dan batupasir kuarsa putih berstruktur silang-siur.
4. Formasi Tanjung disusun oleh bagian bawah perselingan antara batupasir, serpih, batulanau dan konglomerat aneka bahan, sebagian bersifat gampingan.

5. Batuan Vulkanik Kasale berupa retas, sumbat, yang umumnya terdiri dari basal piroksen kelabu hijau, porfiritik sampai pilotaksit.

c. Struktur Geologi

Struktur geologi adalah lipatan-lipatan berupa sinklin dan antiklin seperti halnya dengan kelurusan juga berarah sejajar dengan struktur regional, timurlaut-baratdaya.

3.2.2 Kondisi Geologi Daerah Penelitian

a. Morfologi

Secara umum morfologi daerah penelitian dapat dibagi menjadi 2 (dua) satuan morfologi, yaitu satuan morfologi pedataran yang menempati bagian selatan Blok Prospek Buhut – Bisa hingga bagian utara Blok Prospek Sepotak yang tersebar disepanjang daerah tepian sungai Buhut dan sungai Menghantai. Satuan perbukitan bergelombang lemah sampai sedang menempati bagian utara Blok Prospek Buhut – Bisa. Sungai – sungai yang mengalir di daerah Blok Prospek Buhut – Bisa, meliputi Sungai Sekombet, dan Sebuhi yang mengalir ke Sungai Julukan (sebelah barat Blok Prospek Buhut), serta Sungai Atepbaner, Ahas, Menghantai, Kajaronte, Sepan, Nanapbajang, Tiwaidiwung dan Nanapompot yang mengalir ke Sungai Buhut di Sebelah selatan Blok Prospek Buhut – Bisa. Sungai - sungai di Blok Prospek Sepotak, antara lain Sungai Sepotak, Sepotok,

Hantangan dan Buhut Putih yang semuanya bermuara di sungai Buhut. Berdasarkan bentuk penampang sungai dan bentuk lembahnya yang menyerupai huruf “U”, maka daerah tersebut termasuk daerah tahapan sungai stadia dewasa.

b. Litologi

Batuan penyusun daerah penelitian berasal dari batuan :

1. Batupasir terdiri dari Formasi Warukin dan Formasi Montalat.
2. Batulempung terdiri dari Formasi Berai dan Formasi Warukin.
3. Batubara dengan tebal rata-rata 2 meter ditemukan pada Formasi Tanjung, Formasi Berai, dan Formasi Montalat. Sedangkan batubara muda/lignit ditemukan pada Formasi Dahor.

c. Struktur Geologi

Struktur geologi wilayah penelitian pada Pit Buhut terdapat, lipatan – lipatan berupa sinklin dan antiklin.

3.4 Tata Laksana Penelitian

3.4.1 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Alat Tulis (pulpen dan buku tulis)
2. *Clipboard*
3. Meteran
4. Clinometer
5. Kalkulator
6. Kamera
7. GPS (*Global Positioning System*)
8. TS (*Total Station*)
9. Alat Pelindung Diri (APD)
10. Laptop

3.4.2 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data yang digunakan dalam melaksanakan penelitian ini, yaitu :

1. Metode Langsung (*Direct*)

Metode langsung merupakan metode yang dilakukan dengan melakukan analisis secara langsung dilapangan, metode ini diterapkan untuk mengumpulkan data primer. Kegiatan yang dilakukan pada metode ini adalah observasi lapangan dengan cara peninjauan lapangan untuk melakukan pengamatan secara

langsung terhadap situasi, kondisi dan aktifitas di lokasi penelitian, pengambilan foto untuk dokumentasi.

2. Metode Tidak Langsung (*Indirect*)

Metode tidak langsung merupakan metode yang dilakukan dengan melakukan analisis secara tidak langsung dilapangan. Metode ini dilakukan untuk mengumpulkan data-data sekunder seperti peta topografi, peta situasi tambang dan pengambilan studi literature dari beberapa sumber pustaka yang berkaitan dengan kegiatan penelitian.

3.4.3 Metode Pengolahan Data

Metode pengolahan data yang digunakan oleh peneliti adalah sebagai berikut :

1. Metode Kuantitatif

Metode kuantitatif yaitu metode penelitian yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai sesuatu yang ingin diketahui. Metode ini bersifat induktif, objektif dan proses penelitian mengikuti prosedur yang telah direncanakan.

2. Metode Deskriptif

Metode dekskriptif merupakan metode penelitian yang berusaha menggambarkan dan menginterpretasi objek sesuai dengan apa adanya. Penelitian deksriptif pada umumnya dilakukan dengan tujuan utama, yaitu menggambarkan secara

sistematis fakta dan karakteristik objek dan subjek yang diteliti secara tepat.

3.4.4 Langkah Kerja

1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan persiapan penelitian dengan mempelajari buku-buku literatur, jurnal ilmiah dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan geometri jalan angkut. Persiapan lainnya yaitu menyusun *time frame* selama melakukan penelitian skripsi dan mengetahui gambaran umum daerah penelitian.

2. Tahap Pengambilan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini mencakup data primer dan data sekunder. Adapun data primer yang diperoleh dari lapangan adalah dengan melakukan pengukuran lebar jalan dan panjang jalan, pengukuran lebar jalan pada tikungan, pengukuran jari-jari dan *superelevasi*, pengukuran kemiringan/tanjakan (*grade*) jalan, serta pengukuran kemiringan melintang (*cross slope*). Sedangkan data sekunder data penunjang yang diperoleh dari perusahaan, meliputi pengumpulan data peta geologi, keadaan regional daerah penelitian, peta lokasi penelitian, dan lain-lain.

3. Pengolahan Data

Data yang didapat dilapangan kemudian dilakukan analisis data dengan menggunakan parameter sebagai berikut :

a. Lebar jalan

Adapun rumus yang digunakan yaitu :

$$L_{\min} = (n \times Wt) + (n+1) \times (0,5 \times Wt)$$

Keterangan :

L_{\min} = Lebar jalan angkut minimum (m)

n = Jumlah jalur

Wt = Lebar alat angkut (m)

b. Lebar jalan pada tikungan

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

$$Z = \frac{U + Fa + Fb}{2}$$

Keterangan :

Wmin = Lebar jalan pada belokan (m)

U = Lebar jejak roda (*centre to centre tyre*) (m)

Fa = Lebar jantai (*overhang*) depan (m)

Fb = Lebar jantai belakang (m)

Z = Lebar bagian tepi jalan (m)

C = Jarak antar kendaraan (m)

c. Jari-jari tikungan dan *superelevasi*

1. Jari-jari tikungan

$$R = \frac{Wb}{\sin \alpha}$$

Keterangan :

R = jari-jari jalan angkut (m)

Wb = jarak poros roda depan dan belakang (m)

α = sudut penyimpangan roda depan (°)

2. *Superelevasi*

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

Keterangan :

e = *superelevasi* (mm/m)

f = Koefisien gesekan melintang maksimum

V = kecepatan kendaraan (km/jam)

R = Jari-jari tikungan (m)

d. Kemiringan jalan (*grade*)

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

Keterangan :

Δh : Beda tinggi antara dua titik segmen yang diukur (meter)

Δx : Jarak datar antara dua titik segmen jalan diukur (meter)

e. Kemiringan melintang (*cross slope*)

$\Delta h = \sin \alpha \cdot JT$ untuk *single cross slope* dan $\Delta h = \sin \alpha \cdot (\frac{1}{2} \cdot$

$JT)$ untuk *double cross slope*, dengan keterangan sebagai

berikut :

Δh = Beda tinggi

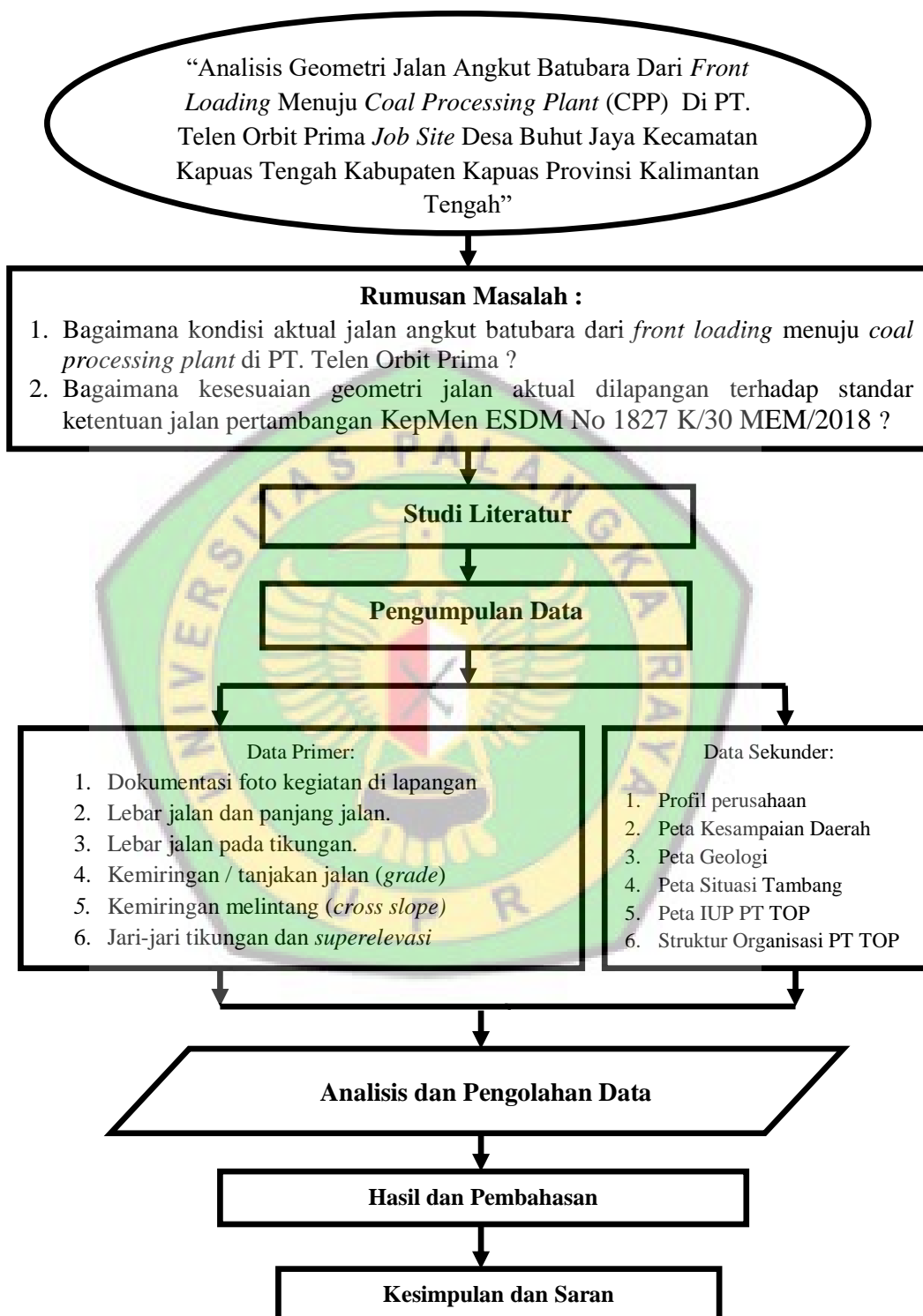
α = Slope

JT = Jarak terukur atau lebar jalan

4. Tahapan Akhir

Melakukan penyusunan laporan yang telah di dapat sesuai dengan penelitian dilapangan dan analisis yang dilakukan kemudian dirangkum ke dalam bentuk laporan tertulis untuk dipertanggung jawabkan dalam bentuk laporan penelitian skripsi.

3.4.5 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.3 Bagan alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Pada PT. Telen Orbit Prima kegiatan pengangkutan batubara dari *front loading* menuju *Coal Processing Plant* (CPP) berjarak sekitar $\pm 4,5$ km, dengan menggunakan *dump truck* Scania P 360 sebagai *unit hauler* untuk *coal getting* batubara dengan kapasitas muatan 25 ton. Adapun jumlah *dump truck* yang beroperasi perharinya berbeda-beda, karena menyesuaikan dengan ketersediaan alat dan kondisi alat angkut itu sendiri. Beberapa hal yang dapat menghambat kegiatan pengangkutan adalah kondisi jalan alat angkut yang licin pada saat musim hujan dan berdebu pada musim kemarau serta kondisi jalan angkut yang kurang terpelihara. Produksi alat mekanis pada tambang juga berdasarkan kepada jalan tambang yang baik. Jalan angkut tambang yang baik adalah ketika jalan tersebut memberikan rasa aman dan nyaman bagi operator alat angkut ketika melewati jalan tersebut.

PT. Telen Orbit Prima memiliki jalan angkut tambang atau produksi di area pit yang terbagi menjadi 9 segmen jalan, yaitu terdiri dari Jalan Palangka Raya, Jalan Jakarta, Jalan Kota Baru, Jalan Halmahera, Jalan Bali, Jalan Makasar, Jalan Kapuas, Jalan Yogyakarta, dan Jalan Flores. Jalan yang digunakan untuk mengangkut batubara dari *front loading* menuju *coal processing plant* (CPP) yaitu melalui Jalan Bali, Jalan Jakarta, Jalan Palangka Raya masuk jalur Jalan Hauling KM 43 dan Jalan Masuk area *Coal Processing Plant* di KM 42, menggunakan alat angkut *dump truck* Scania P360 dengan

kapasitas muatan 25 ton. Jalan *hauling* batubara yang dilalui memiliki geometri jalan yang berbeda-beda yaitu seperti lebar jalan di area *front loading* dan area tambang memiliki ukuran yang lebih lebar dibandingkan dengan lebar jalan angkut ke *area coal processing plant* hal tersebut berdasarkan spesifikasi alat angkut atau unit *hauler* terbesar yang digunakan, untuk area tambang unit *hauler* terbesar adalah Komatsu HD 785-7 dengan lebar 5,98 meter dan unit *hauler* terbesar di jalan *hauling* menuju *coal processing plant* adalah *Dump Truck* Scania P410 dengan lebar 2,6 meter.

Geometri jalan angkut batubara di PT. Telen Orbit Prima meliputi lebar jalan lurus dan lebar tikungan, tinggi tanjakan atau kemiringan jalan (*grade*), dan kemiringan melintang (*cross slope*). Pembagian segmen aktual lapangan geometri jalan angkut terdiri dari, mengukur lebar jalan lurus, mengukur lebar tikungan, mengukur panjang jalan lurus, kemiringan tanjakan/*grade*, dan kemiringan melintang/*cross slope*, dilakukan menggunakan alat bantu berupa alat TS (*Total Station*) serta cara manual yaitu menggunakan meteran.

4.1.1 Lebar Jalan Angkut

a) Lebar Jalan Lurus

Penentuan jalan angkut tambang di area pit didasarkan pada unit *hauler* yang memiliki dimensi paling besar yaitu *dump truck* HD785-7 dengan lebar 5,98 meter dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 Komatsu HD 785-7



Gambar 4.2 Pengukuran Lebar Jalan Lurus

Perhitungan lebar jalan minimum pada jalan lurus satu jalur pada area pit berdasarkan spesifikasi alat angkut dump truck HD Komatsu 785-7 maka perhitungan sesuai rumus yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L_{\min} &= (1 \times 5,98 \text{ meter}) + (1 + 1) \times (0,5 \times 5,98) \\ &= 11,96 \text{ meter} \rightarrow \mathbf{12 \text{ meter}} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk jalan lurus 2 jalur perhitungannya adalah :

$$\begin{aligned} L_{\min} &= (2 \times 5,98 \text{ meter}) + (2 + 1) \times (0,5 \times 5,98) \\ &= 20,93 \text{ meter} \rightarrow \mathbf{21 \text{ meter}} \end{aligned}$$

Maka perbandingan lebar jalan lurus aktual di lapangan dengan perhitungan rumus lebar jalan minimum adalah sebagai berikut :

A. JALAN BALI

Tabel 4.1 Lebar Aktual dan Evaluasi Jalan Bali

No.	Segmen	Koordinat	Elevasi	Jarak (m)	Tipe Jalan	Jumlah Jalur	Lebar Jalan Aktual (m)	Lmin	Penambahan Lebar Jalan (m)
1	A	(X)217785.3033	-6.3180	89,77	Lurus	2 Jalur	19,32	< Lmin	1,68
		(Y)9876213.8580							
	B	(X)217678.5513	-2.5781						
		(Y)9876202.9802							
2	B	(X)217678.5513	-2.5781	92,46	Lurus	2 Jalur	50,53	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876202.9802							
	C	(X)217603.4419	4.0000						
		(Y)9876202.1129							
3	C	(X)217603.4419	4.0000	86,08	Lurus	2 Jalur	25,37	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876202.1129							
	D	(X)217523.6238	6.0000						
		(Y)9876215.6761							
4	D	(X)217523.6238	6.0000	61,18	Lurus	2 Jalur	28,64	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876215.6761							
	E	(X)217454.7885	0.0000						
		(Y)9876239.7893							
5	E	(X)217454.7885	0.0000	69,49	Lurus	2 Jalur	28,09	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876239.7893							
	F	(X)217390.2207	10.0000						

Bersambung...

Lanjutan Tabel 4.1

		(Y)9876269.7319							
6	F	(X)217390.2207	10.0000	75,36	Lurus	2 Jalur	29,53	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876269.7319							
	G	(X)217326.8320	12.0000						
		(Y)9876309.9629							
7	G	(X)217326.8320	12.0000	108,60	Lurus	2 Jalur	23,94	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876309.9629							
	H	(X)217223.8218	8.3656						
		(Y)9876354.7669							
8	H	(X)217223.8218	8.3656	31,46	Lurus	2 Jalur	39,06	< Lmin	Sesuai
		(Y)9876354.7669							
	I	(X)217209.3987	9.3589						
		(Y)9876358.4162							
9	I	(X)217209.3987	9.3589	29,22	Tikungan	2 Jalur	39,27	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876358.4162							
	J	(X)217169.8567	8.0761						
		(Y)9876360.6590							
10	J	(X)217169.8567	8.0761	42,69	Tikungan	2 Jalur	39,64	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876360.6590							
	K	(X)217222.7574	12.6037						
		(Y)9876326.8079							
11	K	(X)217222.7574	12.6037	79,88	Lurus	2 Jalur	17,96	< Lmin	3,04
		(Y)9876326.8079							
	L	(X)217277.8748	16.3401						
		(Y)9876295.5419							
12	L	(X)217277.8748	16.3401	87,73	Lurus	2 Jalur	31,17	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876295.5419							
	M	(X)217366.1209	22.984						
		(Y)9876247.5900							
13	M	(X)217366.1209	22.984	117,18	Lurus	2 Jalur	14,10	< Lmin	6,9
		(Y)9876247.5900							
	N	(X)217469.7785	25.9501						
		(Y)9876186.1960							
14	N	(X)217469.7785	25.9501	90,76	Lurus	2 Jalur	20,78	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876186.1960							
	O	(X)217536.4075	25.8998						
		(Y)9876144.4250							
15	O	(X)217536.4075	25.8998	49,64	Lurus	2 Jalur	21,87	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876144.4250							
	P	(X)217584.3939	33.3568						
		(Y)9876112.0298							
	P	(X)217584.3939	33.3568	143,93	Lurus	2 Jalur	14,61	<	6,84

Bersambung...

Lanjutan Tabel 4.1

16	Q	(Y)9876112.0298	42.0000	69,23	Lurus	2 Jalur	23,34	> Lmin	Sesuai
		(X)217712.4021							
		(Y)9876059.4723							
17	Q	(X)217712.4021	42.0000	69,23	Lurus	2 Jalur	23,34	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876059.4723							
	R	(X)217766.6064	45.3616						
		(Y)9876027.7910							
TOTAL PANJANG JALAN BALI = 1,324 km									

B. JALAN JAKARTA

Tabel 4.2 Lebar Aktual dan Evaluasi Jalan Jakarta

No.	Segmen	Koordinat	Elevasi	Jarak (m)	Tipe Jalan	Jumlah Jalur	Lebar Jalan Aktual (m)	Lmin	Penambahan Lebar Jalan (m)
1	A	(X)217953.9600	60.8500	63,32	Lurus	2 Jalur	23,41	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875943.5300							
	B	(X)218019.1700	60.4700						
		(Y)9875944.1200							
2	B	(X)218019.1700	60.4700	64,66	Lurus	2 Jalur	19,90	< Lmin	1,1
		(Y)9875944.1200							
	C	(X)218087.5017	64.6802						
		(Y)9875954.1380							
3	C	(X)218087.5017	64.6802	67,15	Lurus	2 Jalur	16,61	< Lmin	4,39
		(Y)9875954.1380							
	D	(X)218155.6479	66.0083						
		(Y)9875969.4943							
4	D	(X)218155.6479	66.0083	75,18	Lurus	2 Jalur	21,34	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875969.4943							
	E	(X)218228.4126	67.0359						
		(Y)9875994.9398							
5	E	(X)218228.4126	67.0359	235,01	Lurus	2 Jalur	20,35	< Lmin	0,65
		(Y)9875994.9398							
	F	(X)218439.5592	73.0000						
		(Y)9876087.1291							
6	F	(X)218439.5592	73.0000	133,64	Lurus	2 Jalur	28,35	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876087.1291							
	G	(X)218569.4371	76.0000						
		(Y)9876140.7500							
7	G	(X)218569.4371	76.0000	111,07	Lurus	2 Jalur	34,90	>	Sesuai

Bersambung...

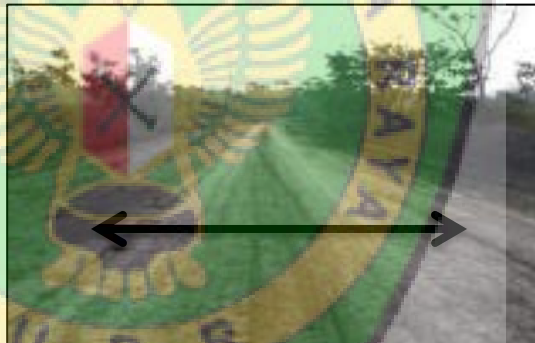
Lanjutan Tabel 4.2

		(Y)9876140.7500						Lmin	
	H	(X)218673.4860	78.0000						
		(Y)9876181.1167							
8	H	(X)218673.4860	78.0000	134,17	Lurus	2 Jalur	44,53	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876181.1167							
I		(X)218812.4655	80.0000						
		(Y)9876233.4792							
9	I	(X)218812.4655	80.0000	150,68	Lurus	2 Jalur	61,15	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876233.4792							
J		(X)218928.7662	84.0000						
		(Y)9876267.2803							
10	J	(X)218928.7662	84.0000	157,88	Lurus	2 Jalur	39,74	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876267.2803							
K		(X)219089.2234	92.0000						
		(Y)9876295.2373							
11	K	(X)219089.2234	92.0000	260,39	Lurus	2 Jalur	37,92	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876295.2373							
L		(X)219359.1804	90.0000						
		(Y)9876295.1941							
TOTAL PANJANG JALAN JAKARTA = 1,453 Km									

Sedangkan pada jalan angkut menuju *Coal Processing Plant* (CPP) memiliki unit *hauler* terbesar yang berbeda yaitu menggunakan *dump truck* Scania P410 dengan lebar alat 2,6 meter dengan kapasitas muatan 40 ton (gambar 4.3).



Gambar 4.3 Dump Truck Scania P 410



Gambar 4.4 Lebar Jalan Lurus Area CPP

Maka perhitungan lebar jalan minimum pada jalan lurus satu jalur di CPP area arah masuk bermuatan yaitu :

$$\begin{aligned} L_{\min} &= (1 \times 2,6 \text{ meter}) + (1 + 1) \times (0,5 \times 2,6) \\ &= 5,2 \text{ meter} \rightarrow 6 \text{ meter} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk 2 jalur adalah :

$$\begin{aligned} L_{\min} &= (2 \times 2,6 \text{ meter}) + (2 + 1) \times (0,5 \times 2,6) \\ &= 9,1 \text{ meter} \rightarrow 10 \text{ meter} \end{aligned}$$

Maka perbandingan lebar jalan lurus aktual di lapangan dengan perhitungan lebar jalan minimum adalah sebagai berikut :

C. JALAN PALANGKA RAYA

Tabel 4.3 Lebar Aktual dan Evaluasi Jalan Palangka Raya

No.	Segmen	Koordinat	Elevasi	Jarak (m)	Tipe Jalan	Jumlah Jalur	Lebar Jalan Aktual (m)	Lmin	Penambahan Lebar Jalan (m)
1	A	(X)219443.3562	88.0000	170,92	Lurus	2 Jalur	31,78	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876268.2500							
	B	(X)219610.0220	84.0800						
		(Y)9876184.9370							
2	B	(X)219610.0220	84.0800	29,72	Lurus	2 Jalur	27,81	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876184.9370							
	C	(X)219637.5940	84.4430						
		(Y)9876191.9650							
3	C	(X)219637.5940	84.4430	28,81	Lurus	2 Jalur	17,94	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876191.9650							
	D	(X)219667.3359	84.4710						
		(Y)9876198.6100							
4	D	(X)219667.3359	84.4710	22,98	Lurus	2 Jalur	17,45	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876198.6100							
	E	(X)219686.4041	83.6630						
		(Y)9876195.9550							
5	E	(X)219686.4041	83.6630	28,75	Lurus	2 Jalur	21,98	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876195.9550							
	F	(X)219704.3721	82.1650						
		(Y)9876187.3640							
TOTAL PANJANG JALAN PALANGKA RAYA = 282 meter									

D. JALAN HAULING KM 43

Tabel 4.4 Lebar Aktual dan Evaluasi Jalan Hauling KM 43

No.	Segmen	Koordinat	Elevasi	Jarak (m)	Tipe Jalan	Jumlah Jalur	Lebar Jalan Aktual (m)	Lmin	Penambahan Lebar Jalan (m)
1	A	(X)219726.4810	78.3800	46,45	Lurus	2 Jalur	17,75	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876152.8480							
	B	(X)219740.8450	75.7080						
		(Y)9876108.4430							
2	B	(X)219740.8450	75.7080	38,87	Lurus	2 Jalur	18,94	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876108.4430							
	C	(X)219753.5161	73.8910						
		(Y)9876072.4310							
3	C	(X)219753.5161	73.8910	30,97	Lurus	2 Jalur	23,35	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876072.4310							
	D	(X)219767.8560	73.3680						
		(Y)9876043.0310							
4	D	(X)219767.8560	73.3680	30,77	Lurus	2 Jalur	26,50	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876043.0310							
	E	(X)219790.9880	72.7020						
		(Y)9876020.3850							
5	E	(X)219790.9880	72.7020	31,18	Lurus	2 Jalur	20,52	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876020.3850							
	F	(X)219821.6411	72.1450						
		(Y)9876007.1830							
6	F	(X)219821.6411	72.1450	34,05	Lurus	2 Jalur	22,43	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876007.1830							
	G	(X)219856.3130	71.2250						
		(Y)9876000.4280							
7	G	(X)219856.3130	71.2250	30,05	Lurus	2 Jalur	20,48	> Lmin	Sesuai
		(Y)9876000.4280							
	H	(X)219885.7690	70.3850						
		(Y)9875995.2210							
8	H	(X)219885.7690	70.3850	37,54	Lurus	2 Jalur	22,14	> Lmin	Sesuai

Bersambung...

Lanjutan tabel 4.4

		(Y)9875995.2210							
	I	(X)219922.4121	69.6850						
		(Y)9875987.6500							
9	I	(X)219922.4121	69.6850	30,01	Lurus	2 Jalur	21,93	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875987.6500							
	J	(X)219952.5820	69.0680						
		(Y)9875980.3390							
10	J	(X)219952.5820	69.0680	37,39	Lurus	2 Jalur	18,58	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875980.3390							
	K	(X)219984.1589	68.0900						
		(Y)9875963.5340							
11	K	(X)219984.1589	68.0900	36,48	Lurus	2 Jalur	19,72	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875963.5340							
	L	(X)220010.2009	67.1140						
		(Y)9875943.6800							
12	L	(X)220010.2009	67.1140	33,78	Lurus	2 Jalur	13,42	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875943.6800							
	M	(X)220035.5630	66.1590						
		(Y)9875919.4770							
13	M	(X)220035.5630	66.1590	23,58	Lurus	2 Jalur	12,77	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875919.4770							
	N	(X)220051.0610	65.1250						
		(Y)9875902.5400							
14	N	(X)220051.0610	65.1250	42,38	Lurus	2 Jalur	12,79	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875902.5400							
	O	(X)220079.4290	62.8490						
		(Y)9875870.8650							
15	O	(X)220079.4290	62.8490	37,19	Lurus	2 Jalur	13,02	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875870.8650							
	P	(X)220104.9529	61.7060						
		(Y)9875845.3420							
16	P	(X)220104.9529	61.7060	40,54	Lurus	2 Jalur	12,42	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875845.3420							
	Q	(X)220134.2290	61.1670						
		(Y)9875816.5750							

Bersambung...

Lanjutan tabel 4.4

17	Q	(X)220134.2290	61.1670	37,66	Lurus	2 Jalur	12,97	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875816.5750							
	R	(X)220163.2690	60.9470						
		(Y)9875790.1910							
18	R	(X)220163.2690	60.9470	38,62	Lurus	2 Jalur	14,99	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875790.1910							
	S	(X)220190.5039	60.9620						
		(Y)9875764.9480							
19	S	(X)220190.5039	60.9620	46,34	Lurus	2 Jalur	15,10	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875764.9480							
	T	(X)220228.3210	61.1460						
		(Y)9875736.7700							
20	T	(X)220228.3210	61.1460	62,55	Lurus	2 Jalur	23,17	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875736.7700							
	U	(X)220282.8879	61.0520						
		(Y)9875707.7030							
21	U	(X)220282.8879	61.0520	40,06	Lurus	2 Jalur	19,63	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875707.7030							
	V	(X)220326.8860	60.8450						
		(Y)9875699.8770							
22	V	(X)220326.8860	60.8450	27,66	Lurus	2 Jalur	19,54	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875699.8770							
	W	(X)220355.4551	60.7940						
		(Y)9875696.1820							
23	W	(X)220355.4551	60.7940	20,09	Lurus	2 Jalur	18,19	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875696.1820							
	X	(X)220375.2429	60.9210						
		(Y)9875694.1530							
24	X	(X)220375.2429	60.9210	16,93	Lurus	2 Jalur	15,44	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875694.1530							
	Y	(X)220392.5620	60.9050						
		(Y)9875693.1040							
25	Y	(X)220392.5620	60.9050	26,01	Lurus	2 Jalur	15,65	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875693.1040							
25	Z	(X)220419.0100	60.9600						
		(Y)9875689.4400							

Bersambung...

Lanjutan tabel 4.4

26	Z	(X)220419.0100	60.9600	32,73	Lurus	2 Jalur	16,87	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875689.4400							
	A1	(X)220450.7371	61.0410						
		(Y)9875684.2790							
27	A1	(X)220450.7371	61.0410	32,03	Lurus	2 Jalur	17,19	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875684.2790							
	B1	(X) 220481.6541	61.2100						
		(Y)9875679.3180							
28	B1	(X) 220481.6541	61.2100	35,59	Lurus	2 Jalur	22,60	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875679.3180							
	C1	(X) 220517.1580	61.5110						
		(Y)9875669.3990							
TOTAL PANJANG JALAN HAULING KM 43 = 977 meter									



E. ARAH MASUK AREA CPP

Tabel 4.5 Lebar Aktual dan Evaluasi Jalan Masuk Area CPP

No.	Segmen	Koordinat	Elevasi	Jarak (m)	Tipe Jalan	Jumlah Jalur	Lebar Jalan Aktual (m)	Lmin	Penambahan Lebar Jalan (m)
1	A	(X)220534.3970	61.4620	46,63	Lurus	1 Jalur	17,36	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875645.7160							
	B	(X)220555.7410	61.7690						
		(Y)9875603.8200							
2	B	(X)220555.7410	61.7690	37,65	Lurus	1 Jalur	14,62	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875603.8200							
	C	(X)220569.8679	61.9640						
		(Y)9875570.2830							
3	C	(X)220558.7280	61.9640	38,93	Lurus	1 Jalur	16,40	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875570.2830							
	D	(X)220586.1541	62.0080						
		(Y)9875533.4930							
4	D	(X)220586.1541	62.0080	38,99	Lurus	1 Jalur	18,03	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875533.4930							
	E	(X)220607.7141	62.3710						
		(Y)9875499.5130							
5	E	(X)220607.7141	62.3710	39,31	Lurus	1 Jalur	19,67	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875499.5130							
	F	(X)220642.1201	62.5000						
		(Y)9875478.5230							
6	F	(X)220642.1201	62.5000	36,07	Lurus	1 Jalur	17,87	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875478.5230							
	G	(X)220677.0471	62.5810						
		(Y)9875464.7340							
7	G	(X)220677.0471	62.5810	45,40	Lurus	1 Jalur	15,20	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875464.7340							
	H	(X)220720.8201	62.8240						
		(Y)9875450.4750							
8	H	(X)220720.8201	62.8240	51,08	Lurus	1 Jalur	14,40	> Lmin	Sesuai
		(Y)9875450.4750							
	I	(X)220769.2681	63.2380						
		(Y)9875435.5610							
9	I	(X)220769.2681	63.2380	47,11	Lurus	1 Jalur	14,66	>	Sesuai
		(Y)9875435.5610							

Bersambung...

Lanjutan tabel 4.5

	J	(X)220812.3411 (Y)9875422.6700	65.6840					Lmin	
10	J	(X)220812.3411 (Y)9875422.6700	65.6840	62,05	Lurus	1 Jalur	17,61	> Lmin	Sesuai
		(X)220872.4771 (Y)9875406.6800	67.9750						
TOTAL PANJANG JALAN MASUK AREA CPP = 444 meter									

b) Lebar Jalan Pada Tikungan

Lebar jalan pada tikungan selalu dibuat lebih besar dari pada jalan lurus. Hal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi adanya penyimpangan lebar jalan angkut yang disebutkan oleh sudut yang dibentuk oleh roda depan dengan badan truk saat melintasi tikungan. Untuk jalur ganda, lebar jalan minimum pada tikungan dihitung berdasarkan pada :

1. Lebar jejak roda
2. Lebar jantai atau tonjolan (*overhang*) alat angkut bagian depan dan belakang pada saat membelok.
3. Jarak antar alat angkut saat bersimpangan
4. Jarak jalan angkut terhadap tepi jalan.

Lebar jalan pada tikungan selalu dibuat lebih besar dari jalan lurus. Hal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi adanya penyimpangan lebar alat angkut yang disebabkan sudut yang dibentuk oleh roda depan dengan badan truk saat melintasi tikungan. Untuk jalur ganda dan tunggal, lebar jalan minimum pada tikungan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$W_{\min} = 2 (U + F_a + F_b + Z) + C$$

$$F_a = A_d \times \sin \alpha$$

$$F_b = A_b \times \sin \alpha$$

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

Keterangan :

W_{\min} = Lebar jalan pada belokan (m)

n = Jumlah jalur

U = Lebar jejak roda (*centre to centre tyre*) (m)

F = Lebar jantai (*overhang*) depan (m)

b = Lebar jantai belakang (m)

Z = Lebar bagian tepi jalan (m)

C = Jarak antar kendaraan (m)

A_d = Jarak as roda depan dengan bagian depan *dump truck* (m)

A_b = Jarak as roda belakang dengan bagian belakang *dump truck* (m)

α = Sudut penyimpangan (*belok*) roda depan ($^{\circ}$)

Maka :

Alat angkut yang digunakan adalah *dump truck* Komatsu HD 785-7, spesifikasi teknis alat tersebut sebagai berikut :

Lebar jantai roda (U) = 3,50 meter.

Lebar tonjolan depan (F_a) = 1,41 meter.

Lebar tonjolan belakan (F_b) = 2,09 meter.

Lebar antar truk = $C = Z = 3,50$ meter.

Sehingga lebar jalan angkut pada tikungan :

$$\begin{aligned}
 W_{\min} &= 2 (3,50 + 1,41 + 2,09 + 3,50) + 3,50 \\
 &= 2 (10,5) + 3,50 \\
 &= 21,00 + 3,50 \\
 &= 24,5 \Rightarrow \mathbf{25 \text{ meter.}}
 \end{aligned}$$

Jarak antara dua truk yang bersimpangan (C=Z)

$$\begin{aligned}
 C = Z &= [1/2(U + F_a + F_b)] \\
 &= [1/2 (3,50 + 1,41 + 2,09)] \\
 &= [1/2 \times (7)] \\
 &= 3,50 \text{ meter.}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan data hasil pengukuran di lapangan dan perhitungan rumus maka dapat dibandingkan lebar jalan pada tikungan sebagai yaitu berikut :

Tabel 4.6 Lebar Jalan Aktual Pada Tikungan

No.	Nama Jalan	Segmen	Jalur	Lebar Tikungan (m)	Lebar minimal (m)
1	Jalan Bali	I - J	2	39,27	25

4.1.2 Jari – Jari Tikungan

Masing-masing jenis *dump truck* mempunyai jari-jari lintasan jalan yang berbeda. Perbedaan ini dikarenakan sudut penyimpangan roda depan pada setiap *dump truck* belum tentu sama. Semakin kecil sudut penyimpangan roda depan maka jari-jari lintasan akan terbentuk semakin besar. Dengan semakin besarnya jari-jari lintasan maka kemampuan truk untuk melintasi tikungan tajam berkurang. Selain itu, jari-jari tikungan sangat tergantung dari kecepatan kendaraan karena semakin tinggi kecepatan maka jari-jari tikungan yang dibuat juga harus besar.

Jari – jari tikungan yang dimiliki oleh masing – masing alat angkut yaitu *dump truck* Komatsu HD 785-7 dan *dump truck* Scania P 410 dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Jari – jari Lintasan Alat Angkut

Dump Truck	Sudut Penyimpangan Roda Depan	Radius Minimal (m)
Komatsu HD 785-7	41°	7,545
Scania P 410	38°	5,545

Sumber : Handbook and brosur Komatsu 2019

Diketahui jarak antara poros depan dengan poros belakang (Wb), sedangkan sudut penyimpangan roda depan (α), maka jari –jari minimum tikungan jalan angkut adalah :

$$R = \frac{Wb}{\sin \alpha}$$

Dump truck Komatsu HD 785-7 :

$$R = \frac{Wb}{\sin \alpha} = \frac{7,545}{\sin 41^\circ} = 11,500 \text{ meter}$$

Dump truck Scania P 410 :

$$R = \frac{Wb}{\sin \alpha} = \frac{5,545}{\sin 38^\circ} = 9,006 \text{ meter}$$

Sedangkan besar jari – jari tikungan aktual yang didapat dari pengukuran sudut tikungan aktual dari data lintasan, yaitu :

Tabel 4.8 Perbandingan Jari-jari Tikungan aktual dengan Jari-jari Minimal

No.	Nama Jalan	Segmen	Lebar (m)	Sudut Tikungan (°)	Jari-Jari R Aktual (m)	R minimal (m)
1	Jalan Bali	J - K	39,27	101	15,0961	7,545

4.1.3 Superelevasi

Superelevasi hampir sama dengan *cross slope*, tetapi karena ada nya gaya sentrifugal yang mempengaruhi alat angkut ketika melewati tikungan, maka perhitungan untuk mendapatkan nilai superelevasi tikungan berbeda dengan perhitungan *cross slope* jalan lurus.

Rumus perhitungan superelevasi adalah sebagai berikut :

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

Dimana :

e = Nilai *superelevasi*

f = Koefisien gesekan melintang

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

R = Jari – jari tikungan (m)

Perhitungan R minimum *dump truck* Komatsu HD 785-7 = 7,545 m dengan kecepatan kendaraan = 40 km/jam. Koefisien gesekan secara matematis dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

a) Untuk $V < 80$ km/jam

$$f = - 0,00065 \cdot V + 0,192$$

b) Untuk V antara 80 – 112 km/jam

$$f = - 0,00125 \cdot V + 0,24$$

Dengan demikian harga koefisien gesekan dengan V 40 km/jam adalah :

$$\begin{aligned} f &= -0,00065 \times 40 + 0,192 \text{ (untuk V dibawah 80 km/jam)} \\ &= -0,00975 + 0,192 \\ &= \mathbf{0,166} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{40^2}{127 \times (0,04 + 0,166)} \\ &= \frac{1600}{26,162} \\ &= 61,16 \end{aligned}$$

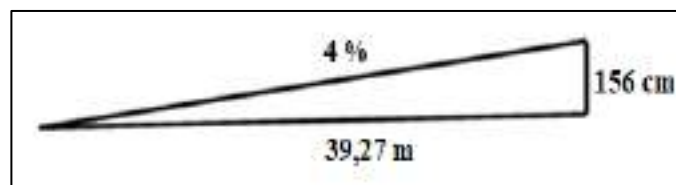
$$\begin{aligned} e + f &= \frac{40^2}{127 \times 61,16} \\ e + f &= 0,20 \\ e &= 0,04 \end{aligned}$$

Angka superelevasi yang dianjurkan untuk tikungan jalan pada PT. Telen Orbit Prima dengan kecepatan kendaraan 40 km/jam, dengan lebar jalan tikungan 39,27 m adalah 0,04. Sehingga beda tinggi yang harus dibuat yaitu sebagai berikut :

Jalan Bali

Segmen I – J, lebar tikungan 39,27 meter

$$\begin{aligned} \text{tg } \alpha &= 0,04 ; \text{ maka } \alpha = 2,29^\circ \\ &= 39,27 \text{ m} \times \sin 2,29^\circ \\ &= 1,56 \text{ meter} \end{aligned}$$



Gambar 4.5 Penampang melintang jalan tikungan

4.1.4 Kemiringan/Tanjakan Jalan Angkut (*Grade*)

Kemiringan jalan angkut tambang berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut baik dalam mengatasi tanjakan maupun melakukan pengereman. Berdasarkan standar kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut adalah 12%. Sudut kemiringan jalan angkut biasanya dinyatakan dalam persen.

Grade akan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :


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

Keterangan :

Δh : Beda tinggi antara dua titik segmen yang diukur (meter)

Δx : Jarak datar antara dua titik segmen jalan diukur (meter)

Berikut data aktual kemiringan jalan / *grade* per segmen :

A. JALAN BALI

Tabel 4.9 Kemiringan Jalan Bali

No.	Segmen	Stasiun	Beda Tinggi (m)	Jarak (m)	Kemiringan Jalan /Grade (%)
1	A - B	0+000	1,35	20 meter	6,75 %
		0+020			
		0+020	0,24	20 meter	1,2 %
		0+040			
		0+040	1,01	20 meter	5,05 %
		0+060			
		0+060	0,13	20 meter	0,65 %
		0+080			
		0+080	0,6	20 meter	3 %
		0+100			
2	B - C	0+100	4,7	20 meter	23,5 %
		0+120			
		0+120	1,48	20 meter	7,4 %
		0+140			
		0+140	1,67	20 meter	8,35 %
		0+160			
3	C - D	0+160	2,59	20 meter	12,95 %
		0+180			
		0+180	1,79	20 meter	8,95 %
		0+200			
		0+200	0,3	20 meter	1,5 %
		0+220			
4	D - E	0+220	4,02	20 meter	20,1 %
		0+240			
		0+240	0,47	20 meter	2,35 %
		0+260			
5	E - F	0+260	2,43	20 meter	12,15 %
		0+280			
		0+280	0,35	20 meter	1,75 %
		0+300			
6	F - G	0+300	0,47	20 meter	2,35 %
		0+320			

Bersambung...

Lanjutan tabel 4.9

		0+320	0,22	20 meter	1,1 %
		0+340			
		0+340	0,29	20 meter	1,45 %
		0+360			
		0+360	0,61	20 meter	3,05 %
		0+380			
		0+380	0,24	20 meter	1,2 %
		0+400			
7	G - H	0+400	0,22	20 meter	1,1 %
		0+420			
		0+420	0,59	20 meter	2,95 %
		0+440			
		0+440	0,53	20 meter	2,65 %
		0+460			
		0+460	0,02	20 meter	0,1 %
		0+480			
		0+480	0,49	20 meter	2,45 %
		0+500			
		0+500	0,49	20 meter	2,45 %
		0+520			
8	H - I	0+520	0,07	20 meter	0,35 %
		0+540			
		0+540	0,01	20 meter	0,05 %
		0+560			
		0+560	0,49	20 meter	2,45 %
		0+580			
9	I - J	0+580	0,38	20 meter	1,9 %
		0+600			
		0+600	0,79	20 meter	3,95 %
		0+620			
10	J - K	0+620	0,46	20 meter	2,3 %
		0+640			
		0+640	0,62	20 meter	3,1 %
		0+660			
11	K - L	0+660	0,84	20 meter	4,2 %
		0+680			
		0+680	0,09	20 meter	0,45 %
		0+700			

Bersambung...

Lanjutan tabel 4.9

		0+700	0,39	20 meter	1,95 %
		0+720			
12	L - M	0+720	3,48	20 meter	17,4 %
		0+740			
		0+740	0,9	20 meter	4,5 %
		0+760			
13	M - N	0+760	1,87	20 meter	9,35 %
		0+780			
		0+780	0,73	20 meter	3,65 %
		0+800			
		0+800	3,20	20 meter	16,4 %
		0+820			
14	N - O	0+820	4,27	20 meter	21,35 %
		0+840			
		0+840	2,94	20 meter	14,7 %
		0+860			
15	O - P	0+860	1,72	20 meter	8,6 %
		0+880			
		0+880	0,62	20 meter	3,1 %
		0+900			
16	P - Q	0+900	3,26	20 meter	16,3 %
		0+920			
		0+920	1,23	20 meter	6,15 %
		0+940			
17	Q - R	0+940	3,15	20 meter	15,75 %
		0+960			
		0+960	0,03	20 meter	0,15 %
		0+980			
		0+980	2,25	20 meter	11,25 %
		1+000			
		1+000	2,27	20 meter	11,35 %
		1+020			

B. JALAN JAKARTA

Tabel 4.10 Kemiringan Jalan Jakarta

No.	Segmen	Stasiun	Beda Tinggi (m)	Jarak (m)	Kemiringan Jalan / Grade (%)
1	A - B	0+020	0,66	20 meter	3,3 %
		0+040			
		0+040	1,7	20 meter	8,5 %
		0+060			
		0+060	0,66	20 meter	3,3 %
		0+080			
2	B - C	0+080	0,12	20 meter	0,6 %
		0+100			
		0+100	1,12	20 meter	5,6 %
		0+120			
3	C - D	0+120	1,04	20 meter	5,2 %
		0+140			
		0+140	0,3	20 meter	1,5 %
		0+160			
		0+160	0,86	20 meter	4,3 %
		0+180			
4	D - E	0+180	0,63	20 meter	3,15 %
		0+200			
		0+200	0,19	20 meter	0,95 %
		0+220			
		0+220	0,3	20 meter	1,5 %
		0+240			
5	E - F	0+240	3,47	20 meter	3,47 %
		0+260			
		0+260	3,52	20 meter	17,6 %
		0+280			
		0+280	1,21	20 meter	6,05 %
		0+300			
		0+300	0,39	20 meter	1,95 %
		0+320			
		0+320	0,09	20 meter	0,45 %
		0+340			
		0+340	0,87	20 meter	4,35 %

Bersambung...

Lanjutan tabel 4.10

		0+360			
		0+360	0,87	20 meter	4,35 %
		0+380			
		0+380	0,87	20 meter	4,35 %
		0+400			
		0+400	0,41	20 meter	2,05 %
		0+420			
		0+420	0,72	20 meter	3,6 %
		0+440			
		0+440	1,29	20 meter	6,45 %
		0+460			
		0+460	0,56	20 meter	2,8 %
		0+480			
		6	F - G	0+480	2,29
0+500	0,75			20 meter	3,75 %
0+500					
0+520	0,73			20 meter	3,65 %
0+520					
0+540	0,74			20 meter	3,7 %
0+540					
0+560	0,73			20 meter	3,65 %
0+560					
0+580	0,74			20 meter	3,7 %
0+580					
0+600	0,24			20 meter	1,2 %
0+600					
0+620					
7	G - H	0+620	1,31	20 meter	6,55 %
		0+640			
		0+640	2,29	20 meter	11,45 %
		0+660			
		0+660	3,17	20 meter	15,85 %
		0+680			
		0+680	0,25	20 meter	1,25 %
		0+700			
		0+700	0,45	20 meter	2,25 %
		0+720			
		0+720	0,28	20 meter	1,4 %

Bersambung...

Lanjutan tabel 4.10

		0+740			
8	H - I	0+740	1,71	20 meter	8,55 %
		0+760			
		0+760	2,53	20 meter	12,65 %
		0+780			
		0+780	2,54	20 meter	12,7 %
		0+800			
		0+800	0,41	20 meter	2,05 %
		0+820			
		0+820	0,19	20 meter	0,95 %
		0+840			
		0+840	2,48	20 meter	12,4 %
		0+860			
		0+860	3,9	20 meter	19,5 %
		0+880			
9	I - J	0+880	2,61	20 meter	13,05 %
		0+900			
		0+900	2,72	20 meter	13,6%
		0+920			
		0+920	1,63	20 meter	8,15 %
		0+940			
		0+940	2,4	20 meter	12 %
		0+960			
		0+960	0,84	20 meter	4,2 %
		0+980			
		0+980	0,74	20 meter	3,7 %
		1+000			
		1+000	0,72	20 meter	3,6 %
		1+020			
		1+020	0,82	20 meter	4,1 %
		1+040			
10	J - K	1+040	1,57	20 meter	7,85 %
		1+060			
		1+060	1,81	20 meter	9,05 %
		1+080			
		1+080	0,27	20 meter	1,35 %
		1+100			
		1+100	0,29	20 meter	1,45 %

Bersambung...

Lanjutan tabel 4.10

		1+120			
		1+120	0,12	20 meter	0,6 %
		1+140			
		1+140	1,2	20 meter	6 %
		1+160			
		1+160	1,45	20 meter	7,25 %
		1+180			
		1+180	2,2	20 meter	11%
		1+200			
11	K - L	1+200	2,19	20 meter	10,95 %
		1+220			
		1+220	0,39	20 meter	1,95 %
		1+240			
		1+240	0,16	20 meter	0,8 %
		1+260			
		1+260	0,16	20 meter	0,8 %
		1+280			
		1+280	0,15	20 meter	0,75 %
		1+300			
		1+300	0,16	20 meter	0,8 %
		1+320			
		1+320	0,54	20 meter	2,7 %
		1+340			
		1+340	2,95	20 meter	14,75 %
		1+360			
		1+360	2,94	20 meter	14,7 %
		1+380			
		1+380	2,86	20 meter	14,3 %
		1+400			
		1+400	4,35	20 meter	21,75 %
		1+220			
		1+420	4,15	20 meter	20,75 %
		1+440			
1+440	5,85	20 meter	29,25 %		
1+460					
1+460	4,15	20 meter	20,75 %		
1+480					
1+480	3,19	20 meter	15,95 %		

Bersambung...

Lanjutan tabel 4.10

		1+500			
--	--	-------	--	--	--

C. JALAN PALANGKA RAYA

Tabel 4.11 Kemiringan Jalan Palangka Raya

No.	Segmen	Stasiun	Beda Tinggi (m)	Jarak (m)	Kemiringan Jalan / Grade (%)
1	A - B	0+020	2,91	20 meter	14,55 %
		0+040			
2	B - C	0+040	0,43	20 meter	2,15 %
		0+060			
		0+060	0,46	20 meter	2,3 %
		0+080			
		0+080	1,08	20 meter	5,4 %
		0+100			
		0+100	3,45	20 meter	17,25 %
0+120					
3	C - D	0+120	6,75	20 meter	33,75 %
		0+140			
		0+140	7,28	20 meter	36,4 %
		0+160			
		0+160	3,99	20 meter	19,95 %
		0+180			
4	D - E	0+180	2,59	20 meter	12,95 %
		0+200			
		0+200	2,69	20 meter	13,45 %
		0+220			
		0+220	6,55	20 meter	32,75 %
		0+240			
		0+240	1,31	20 meter	6,55 %
0+260					
5	E - F	0+260	0,09	20 meter	0,45 %
		0+280			
		0+280	0,76	20 meter	3,8 %
		0+300			

D. JALAN HAULING KM 43

Tabel 4.12 Kemiringan Jalan Hauling KM 43

No.	Segmen	Stasiun	Beda Tinggi	Jarak (m)	Kemiringan Jalan (%)
1	A - B	0+020	0,22	20 meter	1,1 %
		0+040			
		0+040	0,7	20 meter	0,35 %
		0+060			
2	B - C	0+060	0,59	20 meter	2,95 %
		0+080			
		0+080	0,72	20 meter	3,6 %
		0+100			
3	C - D	0+100	0,63	20 meter	3,15 %
		0+120			
		0+120	0,17	20 meter	0,85 %
		0+140			
4	D - E	0+140	0,71	20 meter	3,55 %
		0+160			
5	E - F	0+160	0,19	20 meter	0,95 %
		0+180			
		0+180	0,08	20 meter	0,4 %
		0+200			
6	F - G	0+200	0,6	20 meter	3 %
		0+220			
		0+220	0,19	20 meter	0,95 %
		0+240			
7	G - H	0+240	0,39	20 meter	1,95 %
		0+260			
		0+260	0,1	20 meter	0,5 %
		0+280			
8	H - I	0+280	0,58	20 meter	2,9 %
		0+300			
		0+300	0,509	20 meter	2,54 %
		0+320			
9	I - J	0+320	1,004	20 meter	5,02 %
		0+340			
		0+340	0,397	20 meter	1,985 %

Bersambung...

Lanjutan tabel 4.12

		0+360			
10	J - K	0+360	0,45	20 meter	2,25 %
		0+380			
		0+380	0,7	20 meter	3,5 %
		0+400			
11	K - L	0+400	1,97	20 meter	9,85 %
		0+420			
12	L - M	0+420	0,002	20 meter	0,01 %
		0+440			
13	M - N	0+440	1,182	20 meter	5,91 %
		0+460			
		0+460	1,04	20 meter	5,2 %
		0+480			
14	N - O	0+480	1,18	20 meter	5,9 %
		0+500			
15	O - P	0+500	0,42	20 meter	2,1 %
		0+520			
		0+520	2,29	20 meter	11,45 %
		0+540			
16	P - Q	0+540	1,88	20 meter	9,4 %
		0+560			
		0+560	0,15	20 meter	0,75 %
		0+580			
17	Q - R	0+580	0,24	20 meter	1,2 %
		0+600			
		0+600	0,57	20 meter	2,85 %
		0+620			
18	R - S	0+620	1,45	20 meter	1,45 %
		0+640			
		0+640	1,37	20 meter	6,85 %
		0+660			
19	S - T	0+660	0,48	20 meter	2,4 %
		0+680			
		0+680	1,06	20 meter	5,3 %
		0+700			
20	T - U	0+700	2,13	20 meter	10,65 %
		0+720			
21	U - V	0+720	0,89	20 meter	4,45 %

Bersambung...

Lanjutan tabel 4.12

		0+740			
		0+740	0,68	20 meter	3,4 %
		0+760			
22	V - W	0+760	1,14	20 meter	5,7 %
		0+780			
		0+780	0,74	20 meter	3,7 %
		0+800			
23	W - X	0+800	0,06	20 meter	0,3 %
		0+820			
24	X - Y	0+820	0,73	20 meter	1,85 %
		0+840			
25	Y - Z	0+840	0,81	20 meter	4,05 %
		0+860			
26	Z - A1	0+860	0,15	20 meter	0,75 %
		0+880			
27	A1-B1	0+880	0,36	20 meter	1,8 %
		0+900			
		0+900	0,1	20 meter	0,5 %
		0+920			
28	B1-C1	0+920	0,45	20 meter	0,45 %
		0+940			
		0+940	0,85	20 meter	0,85 %
		0+960			

E. ARAH MASUK CPP

Tabel 4.13 Kemiringan Jalan Masuk CPP

No.	Segmen	Stasiun	Beda Tinggi (m)	Jarak (m)	Kemiringan Jalan / Grade(%)
1	A - B	0+020	0,34	20 meter	1,7 %
		0+040			
		0+040	0,16	20 meter	0,8 %
		0+060			
2	B - C	0+060	0,21	20 meter	1,05 %
		0+080			
		0+080	0,05	20 meter	0,25 %
		0+100			
3	C - D	0+100	0,05	20 meter	0,25 %
		0+120			
		0+120	0,7	20 meter	3,5 %
		0+140			
4	D - E	0+140	0,27	20 meter	1,35 %
		0+160			
		0+160	0,14	20 meter	0,7 %
		0+180			
5	E - F	0+180	0,14	20 meter	0,7 %
		0+200			
		0+200	0,03	20 meter	0,15 %
		0+220			
6	F - G	0+220	0,08	20 meter	0,4 %
		0+240			
		0+240	0,08	20 meter	0,4 %
		0+260			
7	G - H	0+260	0,1	20 meter	0,5 %
		0+280			
		0+280	0,03	20 meter	0,15 %
		0+300			
8	H - I	0+300	0,24	20 meter	1,2 %
		0+320			
		0+320	0,21	20 meter	1,05 %
		0+340			
9	I - J	0+340	0,3	20 meter	1,5 %

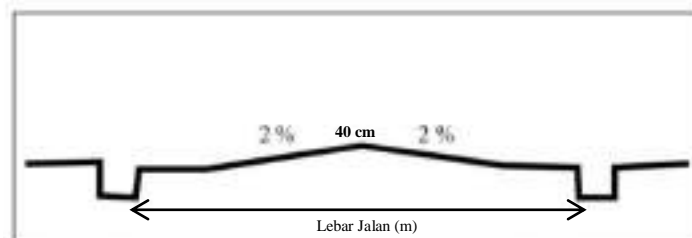
Bersambung...

Lanjutan tabel 4.13

		0+360			
		0+360	0,21	20 meter	1,05 %
		0+380			
10	J - K	0+380	0,1	20 meter	0,5 %
		0+400			
		0+400	0,81	20 meter	4,05 %
		0+420			

4.1.5 Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

Berdasarkan standar KepMen ESDM No 1827 K/30 MEM/2018 sepanjang permukaan badan jalan angkut tambang dibentuk kemiringan melintang (*cross slope*) paling kurang 2%. Pembuatan kemiringan melintang pada jalan angkut tambang berdasarkan lebar jalan pada kondisi jalan lurus dan dilakukan dengan cara membuat tengah jalan lebih tinggi dari bagian tepi jalan. Kemiringan melintang pada jalan angkut dinyatakan dalam perbandingan jarak vertikal dan horizontal, dengan satuan mm/m. Berdasarkan standar jalan angkut yang baik memiliki *cross slope* 20 mm/m sampai 40 mm/m. Ini menyatakan bahwa setiap 1 meter jarak mendatar terdapat beda tinggi sebesar 20 mm/m sampai 40 mm/m = 40 cm.



Gambar 4.6 Penampang melintang jalan lurus

Adapun cara untuk menghitung persentase *cross slope* aktual jalan angkut tambang di PT. Telen Orbit Prima dari area *front loading* menuju *coal processing plant*, dilakukan dengan pengolahan data *slope* (α) dan Jarak Terukur (JT/Lebar Jalan). Data diambil menggunakan meteran dan alat *clinometer* pada kemiringan melintang jalan untuk mendapatkan beda tinggi melintang jalan. Rumus perhitungan untuk mengetahui kemiringan jalan melintang yaitu $\Delta h = \sin \alpha \cdot JT$ untuk *single cross slope* dan $\Delta h = \sin \alpha \cdot (\frac{1}{2} \cdot JT)$ untuk *double cross slope*. Dari hasil data yang didapat kemudian dibagi kembali dengan lebar jalan atau jarak terukur kemudian dikalikan 100% untuk mendapatkan nilai *cross slope* aktual.

Contoh Perhitungan *single cross slope* :

Segmen A – B

$$\begin{aligned} \Delta h &= \sin \alpha \cdot JT \\ &= \sin 1,2 \cdot 6,6 \text{ m} \\ &= 0,138 \text{ m} \\ &= 138 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{138}{6600} = 0,02094 \times 100\% = 2,094\%$$

Contoh Perhitungan *double cross slope* :

Segmen B – C

$$\begin{aligned} \Delta h &= \sin \alpha \cdot (\frac{1}{2} \cdot JT) \\ &= \sin 1,2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 12,30) \\ &= 0,128795 \text{ m} = 128,795 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{128,795}{6150} = 0,02094 \times 100\% = 2,094\%$$

Berdasarkan data hasil pengukuran di lapangan dan perhitungan, maka didapatkan perbandingan kemiringan melintang (*cross slope*) masing – masing segmen adalah sebagai berikut :

1. Jalan Bali

Berikut perhitungan aktual pada Jalan Bali 2 jalur yang memiliki kemiringan melintang (*double cross slope*) :

Tabel 4.14 *Cross Slope* Aktual Jalan Bali

No.	Segmen	Lebar Jalan (m)	Jalur	Slope (°)	Beda Tinggi Δh (mm)	Cross Slope Aktual (%)	Cross Slope Minimal (%)
1	A	19,32	2	1,2	200,941	2,0801	2%
	B						
2	B	50,53	2	1,3	542,360	2,1466	
	C						
3	C	25,37	2	1,2	262,599	2,0698	
	D						
4	D	28,64	2	1,2	295,441	2,0631	
	E						
5	E	28,09	2	1,2	289,933	2,0643	
	F						
6	F	29,53	2	1,3	328,775	2,2267	
	G						
7	G	23,94	2	1,2	248,081	2,0725	
	H						
8	H	39,06	2	1,2	397,724	2,0364	
	I						
9	I	39,27	2	1,2	399,741	2,0358	
	J						
10	J	39,64	2	1,2	403,289	2,0347	
	K						
11	K	17,96	2	1,2	186,969	2,0820	
	L						
12	L	31,17	2	1,2	320,646	2,0574	

Bersambung...

Lanjutan tabel 4.14

	M						
13	M	14,10	2	1,2	147,118	2,0867	
	N						
14	N	20,78	2	1,2	215,894	2,0779	
	O						
15	O	20,78	2	1,2	215,894	2,0761	
	P						
16	P	14,61	2	1,2	152,399	2,0862	
	Q						
17	Q	23,34	2	1,2	241,989	2,0735	
	R						

2. Jalan Jakarta

Berikut perhitungan aktual pada Jalan Jakarta 2 jalur yang memiliki kemiringan melintang (*single cross slope*) :

Tabel 4.15 *Cross Slope* Aktual Jalan Jakarta

No.	Segmen	Lebar Jalan (m)	Jalur	Slope (°)	Beda Tinggi Δh (mm)	Cross Slope Aktual (%)	Penambahan Cross Slope (%)	Cross Slope Minimal (%)
1	A	23,41	2	1,2	470,888	2,0114	-	2%
	B							
2	B	19,90	2	1,2	404,822	2,0342	-	
	C							
3	C	16,61	2	1,3	368,010	2,2155	-	
	D							
4	D	21,34	2	1,2	432,211	2,0253	-	
	E							
5	E	20,35	2	1,2	413,422	2,0315	-	
	F							
6	F	28,15	2	1,3	599,791	2,1156	-	
	G							
7	G	34,90	2	1,3	711,658	2,0391	-	
	H							
8	H	44,53	2	1,3	847,019	1,9021	0,0979	
	I							

Bersambung...

Lanjutan tabel 4.15

9	I	61,15	2	1,2	958,222	1,5670	0,433	
	J							
10	J	39,74	2	1,2	739,490	1,8608	0,1392	
	K							
11	K	37,92	2	1,2	713,299	1,8810	0,119	
	L							

3. Jalan Palangka Raya

Berikut perhitungan aktual pada Jalan Palangka Raya 2 jalur yang memiliki kemiringan melintang (*single cross slope*) :

Tabel 4.16 *Cross Slope* Aktual Jalan Palangka Raya

No.	Segmen	Lebar Jalan (m)	Jalur	Slope (°)	Beda Tinggi Δh (mm)	Cross Slope Aktual (%)	Penambahan Cross Slope (%)	Cross Slope Minimal (%)
1	A	31,78	2	1,2	617,530	1,9431	0,0569	2%
	B							
2	B	27,81	2	1,2	550,072	1,9779	0,0221	
	C							
3	C	17,94	2	1,2	366,955	2,0454	-	
	D							
4	D	17,45	2	1,2	357,390	2,0480	-	
	E							
5	E	21,98	2	1,2	444,259	2,0211	-	
	F							

4. Jalan Hauling KM 43

Berikut perhitungan aktual pada Jalan Hauling KM 43 2 jalur yang memiliki kemiringan melintang (*double cross slope*) :

Tabel 4.17 *Cross Slope* Aktual Jalan Hauling KM 43

No.	Segmen	Lebar Jalan (m)	Jalur	Slope (°)	Beda Tinggi Δh (mm)	Cross Slope Aktual (%)	Cross Slope Minimal (%)
1	A	17,75	2	1,2	184,809	2,0823	2%
	B						
2	B	18,94	2	1,2	197,041	2,0806	
	C						
3	C	23,35	2	1,2	242,091	2,0735	
	D						
4	D	26,50	2	1,2	273,959	2,0676	
	E						
5	E	20,52	2	1,2	213,235	2,0783	
	F						
6	F	22,43	2	1,2	232,732	2,0751	
	G						
7	G	20,48	2	1,2	212,825	2,0783	
	H						
8	H	22,14	2	1,2	229,777	2,0756	
	I						
9	I	21,93	2	1,2	227,637	2,0760	
	J						
10	J	18,58	2	1,2	193,343	2,0811	
	K						
11	K	19,72	2	1,2	205,042	2,0795	
	L						
12	L	13,42	2	1,2	140,071	2,0874	
	M						
13	M	12,77	2	1,2	133,328	2,0881	
	N						
14	N	12,79	2	1,2	133,536	2,0881	
	O						
15	O	13,02	2	1,2	135,923	2,0879	
	P						
16	P	12,42	2	1,2	129,695	2,0884	
	Q						
17	Q	12,97	2	1,2	135,404	2,0879	

Bersambung...

Lanjutan tabel 4.17

	R						
18	R	14,99	2	1,2	156,331	2,0858	
	S						
19	S	15,10	2	1,2	157,468	2,0856	
	T						
20	T	23,17	2	1,2	240,261	2,0738	
	U						
21	U	19,63	2	1,2	204,120	2,0796	
	V						
22	V	19,54	2	1,2	203,197	2,0798	
	W						
23	W	18,19	2	1,2	189,335	2,0817	
	X						
24	X	15,44	2	1,2	160,983	2,0852	
	Y						
25	Y	15,65	2	1,2	163,153	2,0850	
	Z						
26	Z	16,87	2	1,2	175,744	2,0835	
	A1						
27	A1	17,19	2	1,2	179,042	2,0830	
	B1						
28	B1	22,60	2	1,2	234,463	2,0748	
	C1						

5. Arah Masuk Area CPP

Berikut perhitungan aktual pada Jalan Arah Masuk Area CPP 2 jalur yang memiliki kemiringan melintang (*double cross slope*) :

Tabel 4.18 *Cross Slope* Jalan Arah Masuk Area CPP

No.	Segmen	Lebar Jalan (m)	Jalur	Slope (°)	Beda Tinggi Δh (mm)	Cross Slope Aktual (%)	Cross Slope Minimal (%)
1	A	27,81	1	1,2	180,793	20,828	2%
	B						
2	B	14,72	1	1,2	152,502	20,828	
	C						
3	C	17,08	1	1,2	170,897	20,841	
	D						
4	D	17,68	1	1,2	187,689	20,819	
	E						
5	E	19,67	1	1,2	204,530	20,796	
	F						
6	F	17,31	1	1,2	186,043	20,829	
	G						
7	G	16,58	1	1,2	158,502	20,855	
	H						
8	H	13,68	1	1,2	150,225	20,864	
	I						
9	I	14,40	1	1,2	150,225	20,861	
	J						
10	J	12,98	1	1,2	183,368	20,825	
	K						

4.2 Pembahasan

Berdasarkan perhitungan data jalan aktual yang diperoleh di lapangan masih terdapat beberapa segmen yang masih belum memenuhi standar geometri jalan angkut, berikut akan dijelaskan hasil analisis data aktual pada pembahasan di bawah ini.

4.2.1 Lebar Jalan Tambang

a) Lebar Jalan Lurus

Berdasarkan standar dan spesifikasi alat angkut terbesar yaitu *dump truck* Komatsu HD 785-7 lebar jalan lurus dua jalur di area *front loading* adalah 21 meter. Maka didapat data analisis lebar jalan angkut tambang yang belum memenuhi standar pada PT. Telen Orbit Prima, sebagai berikut.

1. Jalan Bali



Gambar 4.7 *Front Loading*

Jalan Bali merupakan jalur jalan utama pada area *front loading* yang digunakan untuk mengangkut batubara. Berdasarkan kondisi

aktual pada jalan bali terdapat 4 segmen jalan yang tidak memenuhi standar yaitu sebagai berikut :

a) **Segmen A - B**



Gambar 4.8 Jalan Bali Segmen A - B

Jalan Bali pada segmen A - B memiliki lebar jalan aktual sebesar 19,32 meter, perlu dilakukan penambahan lebar jalan sebesar 1,68 meter. Berdasarkan gambar 4.8 diatas kondisi jalan pada bahu kiri terdapat tanggul dan pada bahu kanan jalan adalah tebing.

b) **Segmen K - L**



Gambar 4.9 Jalan Bali Segmen K - L

Jalan Bali pada segmen K - L memiliki lebar aktual sebesar 17,96 meter sehingga perlu dilakukan penambahan lebar jalan sebesar 3,04 meter. Berdasarkan kondisi di lapangan pada gambar 4.9 pelebaran jalan masih bisa dilakukan yaitu dengan

melakukan *scrub* pada bahu kanan jalan dan bahu kiri jalan menggunakan *grader*, sehingga permukaan jalan menjadi halus dan dapat dilalui alat angkut dengan aman.

c) **Segmen M - N**



Gambar 4.10 Jalan Bali Segmen M - N

Jalan Bali pada segmen M - N memiliki lebar aktual sebesar 14,10 meter perlu dilakukan penambahan lebar jalan sebesar 6,9 meter. Dari gambar 4.10 diatas selain dilakukan penambahan lebar jalan juga perlu dilakukan *scrub* dan penimbunan pada bahu kiri jalan dan bahu kanan jalan disebabkan kondisi tanah yang basah atau lumpur sehingga jalan menjadi licin dan unit alat angkut hanya mengambil jalan tengah untuk beroperasi.

d) **Segmen P - Q**



Gambar 4.11 Jalan Bali Segmen P - Q

Jalan Bali pada Segmen P - Q lebar aktual sebesar 14,61 meter sehingga perlu dilakukan penambahan jalan sebesar 6,84 meter. Berdasarkan gambar 4.11 diatas pada bahu kiri jalan dan bahu kanan jalan terdapat tumpukan material bekas galian. Penambahan lebar jalan pada segmen P - Q tentu masih bisa dilakukan yaitu dengan mendorong tumpukan material tersebut ke sisi kiri dan sisi kanan jalan agar dapat digunakan sebagai tanggul jalan.

2. Jalan Jakarta



Gambar 4.12 Jalan Jakarta

Jalan Jakarta adalah jalan kedua yang digunakan untuk mengangkut batubara setelah Jalan Bali, juga terdapat 3 segmen jalan yang masih belum memenuhi standar yaitu sebagai berikut :

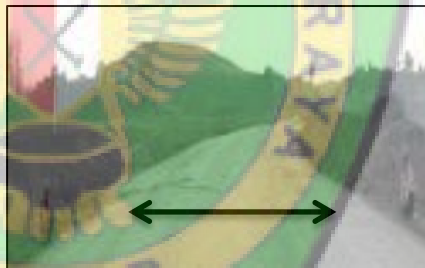
a) **Segmen B – C**



4.13 Jalan Jakarta Segmen B - C

Jalan Jakarta pada Segmen B – C memiliki lebar aktual 19,90 meter perlu dilakukan penambahan lebar jalan sebesar 1,1 meter.

b) **Segmen C - D**



4.14 Jalan Jakarta Segmen C - D

Jalan Jakarta pada segmen C - D memiliki lebar aktual sebesar 16,61 meter sehingga perlu dilakukan penambahan lebar jalan sebesar 4,39 meter.

c) **Segmen E - F**



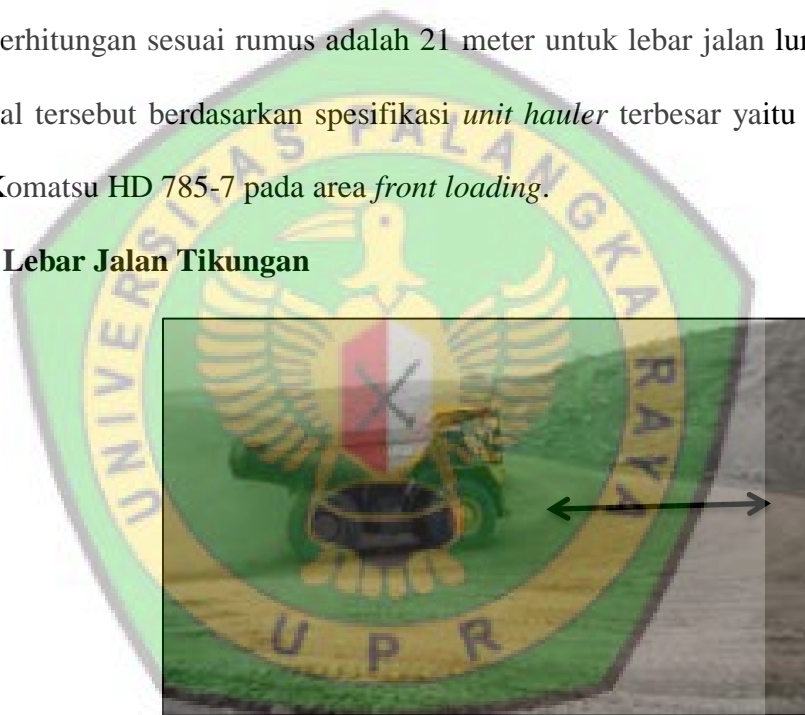
4.15 Jalan Jakarta Segmen E - F

Jalan Jakarta pada Segmen E - F lebar aktual jalan sebesar 20,35 perlu dilakukan penambahan lebar jalan sebesar 0,65 meter.

Berdasarkan kondisi aktual di lapangan kurangnya lebar jalan disebabkan oleh beberapa hal yaitu jalan pada bahu jalan terdapat tumpukan material bekas galian yang memakan badan jalan serta penempatan tanggul yang kurang tepat sehingga lebar jalan tidak sesuai dengan yang di inginkan. Adapun disisi lain terdapat jalan berlumpur pada bahu kiri jalan dan bahu kanan jalan disebabkan genangan air hujan. Dari permasalahan tersebut lebar jalan lurus masih bisa dilakukan yaitu dengan memaksimalkan lebar jalan, dengan cara memindahkan tumpukan material ke bahu kiri jalan dan bahu kanan jalan. Tumpukan material tersebut tentunya bisa digunakan sebagai tanggul jalan. Selain itu, dengan cara mengurangi lebar tanggul dan dilakukan penimbunan pada jalan yang berlumpur, sehingga lebar jalan standar dapat dicapai. Kondisi lebar jalan yang tidak memenuhi standar akan berpengaruh terhadap *safety* serta aktivitas kelancaran penambangan

terutama pada saat alat angkut berselisihan, sehingga waktu yang diperlukan alat angkut yang melaluinya akan lebih besar karena jalan yang kurang dari lebar jalan standar akan tidak baik untuk alat angkut akibat banyaknya pengereman atau pengurangan kecepatan. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan masih terdapat beberapa segmen yang belum memenuhi standar jalan angkut yang baik dan benar, lebar jalan yang di anjurkan berdasarkan perhitungan sesuai rumus adalah 21 meter untuk lebar jalan lurus dua jalur, hal tersebut berdasarkan spesifikasi *unit hauler* terbesar yaitu *Dump Truck* Komatsu HD 785-7 pada area *front loading*.

b) Lebar Jalan Tikungan



Gambar 4.16 Tikungan Jalan Bali

Lebar jalan pada tikungan standar berdasarkan perhitungan rumus adalah 25 meter. Pada PT. Telen Orbit Prima terdapat 1 tikungan yaitu di Jalan Bali pada segmen I – J. Dari perhitungan hasil data yang diperoleh dilapangan, Jalan Bali pada segmen I – J memiliki lebar jalan pada tikungan aktual yaitu sebesar 39,27 meter, sehingga dapat disimpulkan lebar tikungan sudah memenuhi standar dan dapat dinyatakan aman.

Adapun jari-jari tikungan minimum berdasarkan standar spesifikasi alat angkut *dump truck* Komatsu HD 785-7 adalah 7,545 meter. Pada tikungan Jalan Bali Segmen I – J memiliki radius jari-jari aktual sebesar 15,0961 meter.

4.2.2 Superelevasi

Superelevasi pada Jalan Bali adalah 0,04 dengan lebar tikungan sebesar 39,27 meter. Perlu dilakukan penambahan beda tinggi sebesar 156 cm. Dengan penambahan pembuatan *superelevasi* di harapkan alat angkut dapat melaju dengan aman pada kecepatan yang tinggi saat melintasi tikungan sehingga mengurangi gaya sentrifugal yang mengakibatkan alat angkut beresiko terpesant.

4.2.3 Kemiringan Jalan Angkut (*Grade*)



Gambar 4.17 Kemiringan Jalan (*Grade*)

Kemiringan pada jalan angkut tambang tidak boleh luput dari perhatian, karena pada saat kondisi jalan menurun operator akan kesulitan melakukan pengereman kendaraan apalagi pada kondisi jalan yang sempit. Hal tersebut akan berpengaruh pada masa pakai rem dan ban, begitupun sebaliknya ketika

kondisi jalan yang menanjak akan membutuhkan *power* yang cukup besar dan pembakaran yang cepat dimana kebutuhan *fuel* juga akan besar. Hal fatal lainnya yang dapat terjadi yaitu ketidak mampuan alat angkut saat melakukan pendakian yang terlalu menanjak sehingga dapat menyebabkan mesin alat angkut mati mendadak dan fungsi rem mesin diesel dalam keadaan mati otomatis tidak akan berfungsi, maka alat angkut akan mundur dengan sendirinya dan akibatnya menyebabkan kecelakaan kerja. Kemiringan jalan angkut maksimum yang dianjurkan berdasarkan standar ketentuan jalan pertambangan KepMen ESDM No 1827 K/30 MEM/2018 adalah sebesar 12%. Kemiringan jalan aktual lapangan dapat di lihat pada tabel 4.19 berikut.

Tabel 4.19 Kemiringan Jalan (*Grade*)

No.	Nama Jalan	Segmen	Station	Beda Tinggi (mm)	Jarak (m)	Kemiringan Jalan/Grade (%)	Pengurangan Grade (%)	Grade Rata - Rata (%)																																											
1	Jalan Bali	B - C	0 + 100	4,7	20 meter	23,5 %	11,5 %	16,6 %																																											
			0 + 120						C - D	0 + 160	2,59	20 meter	12,95 %	0,95 %	0 + 180	D - E	0 + 220	4,02	20 meter	20,1 %	8,1 %	0 + 420	E - F	0 + 260	2,43	20 meter	12,15 %	0,15 %	0 + 280	L - M	0 + 720	3,48	20 meter	17,4 %	5,4 %	0 + 740	M - N	0 + 800	3,20	20 meter	16,4 %	4,4 %	0 + 820	N - O	0 + 820	4,27	20 meter	21,35 %	9,35 %	0 + 840	0 + 840
		C - D	0 + 160	2,59	20 meter	12,95 %	0,95 %																																												
			0 + 180						D - E	0 + 220	4,02	20 meter	20,1 %	8,1 %	0 + 420	E - F	0 + 260	2,43	20 meter	12,15 %	0,15 %	0 + 280	L - M	0 + 720	3,48	20 meter	17,4 %	5,4 %	0 + 740	M - N	0 + 800	3,20	20 meter	16,4 %	4,4 %	0 + 820	N - O	0 + 820	4,27	20 meter	21,35 %	9,35 %	0 + 840		0 + 840	2,94	20 meter	14,7 %	2,7 %	0 + 860	
		D - E	0 + 220	4,02	20 meter	20,1 %	8,1 %																																												
			0 + 420						E - F	0 + 260	2,43	20 meter	12,15 %	0,15 %	0 + 280	L - M	0 + 720	3,48	20 meter	17,4 %	5,4 %	0 + 740	M - N	0 + 800	3,20	20 meter	16,4 %	4,4 %	0 + 820	N - O	0 + 820	4,27	20 meter	21,35 %	9,35 %	0 + 840		0 + 840	2,94	20 meter	14,7 %	2,7 %	0 + 860								
		E - F	0 + 260	2,43	20 meter	12,15 %	0,15 %																																												
			0 + 280						L - M	0 + 720	3,48	20 meter	17,4 %	5,4 %	0 + 740	M - N	0 + 800	3,20	20 meter	16,4 %	4,4 %	0 + 820	N - O	0 + 820	4,27	20 meter	21,35 %	9,35 %	0 + 840		0 + 840	2,94	20 meter	14,7 %	2,7 %	0 + 860															
		L - M	0 + 720	3,48	20 meter	17,4 %	5,4 %																																												
			0 + 740						M - N	0 + 800	3,20	20 meter	16,4 %	4,4 %	0 + 820	N - O	0 + 820	4,27	20 meter	21,35 %	9,35 %	0 + 840		0 + 840	2,94	20 meter	14,7 %	2,7 %	0 + 860																						
		M - N	0 + 800	3,20	20 meter	16,4 %	4,4 %																																												
			0 + 820						N - O	0 + 820	4,27	20 meter	21,35 %	9,35 %	0 + 840		0 + 840	2,94	20 meter	14,7 %	2,7 %	0 + 860																													
N - O	0 + 820	4,27	20 meter	21,35 %	9,35 %																																														
	0 + 840					0 + 840	2,94	20 meter		14,7 %	2,7 %	0 + 860																																							
	0 + 840	2,94	20 meter	14,7 %	2,7 %																																														
	0 + 860																																																		

Bersambung...

Lanjutan tabel 4.19

		P - Q	0 + 900	3,26	20 meter	16,3 %	4,3 %	
			0 + 920					
		Q - R	0 + 940	3,15	20 meter	15,75 %	3,75 %	
			0 + 960					
2	Jalan Jakarta	E - F	0 + 260	3,52	20 meter	17,6 %	5,6 %	17,23 %
			0 + 280					
		G - H	0 + 660	3,17	20 meter	15,85 %	3,85 %	
			0 + 680					
		H - I	0 + 860	3,9	20 meter	19,5 %	7,5 %	
			0 + 880					
		I - J	0 + 880	2,61	20 meter	13,05 %	1,05 %	
			0 + 900					
			0 + 900	2,72	20 meter	13,6 %	1,6 %	
			0 + 920					
		K - L	1 + 340	2,95	20 meter	14,75 %	2,75 %	
			1 + 360					
			1 + 360	2,94	20 meter	14,7 %	2,7 %	
			1 + 380					
			1 + 380	2,86	20 meter	14,3 %	2,3 %	
			1 + 400					
			1 + 400	4,35	20 meter	21,75 %	9,75 %	
			1 + 420					
			1 + 420	4,15	20 meter	20,75 %	8,75 %	
			1 + 440					
1 + 440	5,85		20 meter	29,25 %	17,25 %			
1 + 460								
1 + 460	4,15		20 meter	20,75 %	8,75 %			
1 + 480								
1 + 480	3,19	20 meter	15,95 %	3,95 %				
1 + 500								
3	Jalan Palangka Raya	A - B	0 + 020	2,91	20 meter	14,55 %	2,55 %	22,87 %
			0 + 040					
		B - C	0 + 100	3,45	20 meter	17,25 %	5,25 %	
			0 + 120					
		C - D	0 + 120	6,75	20 meter	33,75 %	21,75 %	
			0 + 140					
0 + 140	7,28		20 meter	36,4 %	24,4 %			

Bersambung...

Lanjutan tabel 4.19

			0 + 160					
			0 + 160	3,99	20 meter	19,95 %	7,95 %	
			0 + 180					
	D - E		0 + 180					2,59
			0 + 200					
			0 + 200	2,69	20 meter	13,45 %	1,45 %	
			0 + 220					
			0 + 220	6,55	20 meter	32,75 %	20,75 %	
		0 + 240						



4.2.4 Kemiringan Jalan (Cross Slope)

Adapun data aktual kemiringan jalan (*cross slope*) yang belum memenuhi standar dan rekomendasi perbaikannya dapat dilihat pada tabel 4.20 berikut :

Tabel 4.20 Perbaikan *Cross Slope* Aktual

No.	Nama Jalan	Segmen	Lebar Jalan (m)	Jalur	Slope (°)	Beda Tinggi Δh (mm)	<i>Cross Slope</i> Aktual (%)	Penambahan <i>Cross Slope</i> (%)	Penambahan Beda Tinggi (cm)	<i>Cross Slope</i> Minimal (%)
1	Jalan Jakarta	H - I	44,53	2 Jalur	1,3	847,019	1,9021	0,0979	89,06	2 %
		I - J	61,15		1,2	958,222	1,5670	0,433	122,3	
		J - K	39,74		1,2	739,490	1,8608	0,1392	79,48	
		K - L	37,92		1,2	713,299	1,8810	0,119	75,84	
2	Jalan Palangka Raya	A - B	31,78	2 Jalur	1,2	617,530	1,9431	0,0569	63,56	
		B - C	27,81		1,2	550,072	1,9779	0,0221	55,62	

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini, antara lain :

1. Geometri aktual jalan angkut tambang pada PT. Telen Orbit Prima, sebagai berikut.

a) Pada lebar jalan lurus terdapat 2 jalan yang belum memenuhi standar, yaitu :

- Adapun total keseluruhan segmen Jalan Bali adalah 18 segmen.

Terdapat 4 segmen jalan yang belum memenuhi standar yaitu pada segmen A – B dengan lebar aktual sebesar 19,32 meter, segmen K – L dengan lebar aktual sebesar 17,96 meter, segmen M – N lebar aktual sebesar 14,10 meter dan segmen P – Q memiliki lebar jalan aktual sebesar 14,61 meter.

- Pada Jalan Jakarta total keseluruhan segmen 12 segmen.

Terdapat 3 segmen yang tidak memenuhi standar, yaitu segmen B – C lebar aktual sebesar 19,90 meter, segmen C – D memiliki lebar jalan aktual sebesar 16,61 meter dan segmen E – F mempunyai lebar jalan sebesar 20,35 meter.

- b) Berdasarkan standar lebar jalan minimum pada tikungan adalah sebesar 25 meter. Di PT. Telen Orbit Prima terdapat 1 tikungan jalan yaitu pada Jalan Bali segmen J – K dengan lebar tikungan aktual yaitu sebesar 39,27 meter. Dari hasil penelitian dilapangan lebar jalan pada tikungan lebih besar dari standar lebar minimum, sehingga dapat disimpulkan lebar tikungan sudah memenuhi standar dan dapat dinyatakan aman untuk dilalui oleh alat angkut.
- c) Adapun standar minimal radius jari-jari tikungan untuk *dump truck* HD Komatsu 785-7 adalah 7,545 meter. Pada PT. Telen Orbit Prima radius jari-jari tikungan aktual dilapangan adalah sebesar 15,0961 meter.
- d) Tikungan Jalan Bali segmen J - K dengan kecepatan maksimum kendaraan 40 km/jam dan lebar tikungan sebesar 39,27 meter maka didapat nilai angka superelevasi sebesar 0,04.
- e) Berdasarkan standar kemiringan jalan angkut (*grade*) yang disarankan adalah 12%. Adapun kondisi aktual dilapangan kemiringan jalan angkut *grade* antara lain :
- Pada Jalan Bali terdapat 9 segmen jalan angkut tambang yang cenderung memiliki *grade* yang tinggi, yaitu pada segmen B - C *grade* aktual sebesar 23,5%, segmen C - D memiliki *grade* sebesar 12,95%, segmen D - E memiliki *grade* sebesar 20,1%, segmen E - F memiliki *grade* sebesar 12,15%, segmen L - M memiliki *grade* sebesar 17,4%, segmen M - N memiliki *grade*

sebesar 16,4%, pada segmen N - O memiliki *grade* rata-rata sebesar 18,5%, segmen P - Q memiliki *grade* sebesar 16,3%, dan segmen Q - R memiliki *grade* sebesar 15,75%.

- Pada Jalan Jakarta terdapat 5 segmen jalan angkut tambang yang *grade* nya masih belum memenuhi standar bahkan cenderung lebih tinggi dari standar, yaitu pada segmen E – F dengan *grade* aktual sebesar 17,6%, segmen G - H dengan *grade* aktual sebesar 15,85%, segmen H - I dengan *grade* aktual sebesar 19,5%, segmen I - J terbagi menjadi 2 station dengan *grade* rata-rata sebesar 13,32%, dan pada segmen K – L juga terbagi menjadi 8 station sehingga didapat nilai rata-rata *grade* adalah sebesar 19,025%.
- Pada Jalan Palangka Raya juga terdapat 4 segmen jalan angkut tambang yang *grade* nya tinggi, yaitu pada segmen A- B dengan *grade* aktual sebesar 14,55%, segmen B - C dengan *grade* aktual sebesar 17,25%, adapun segmen C - D terbagi menjadi 3 station dengan *grade* rata-rata sebesar 30,03% dan pada segmen D - E juga terbagi menjadi 3 berdasarkan station dengan *grade* aktual rata-rata sebesar 19,71%.

- f) Kemiringan melintang (*cross slope*) minimal berdasarkan standar adalah 2%. Pada jalan angkut tambang di area *front loading* menuju ke *coal*

processing plant (CPP) terdapat 6 segmen jalan yang masih belum memenuhi standar, yaitu :

- Jalan Jakarta terdapat 4 segmen yaitu pada segmen H – I *cross slope* aktual sebesar 1,9021%, segmen I – J *cross slope* aktual sebesar 1,5670%, segmen J - K *cross slope* aktual sebesar 1,8608%, dan pada segmen K – L *cross slope* aktual sebesar 1,8810%.
- Jalan Palangka Raya terdapat 2 segmen yaitu pada segmen A – B *cross slope* aktual sebesar 1,94321 % dan pada segmen B – C *cross slope* aktual sebesar 1,9779 %.

2. Adapun kesesuaian standar jalan angkut tambang berdasarkan Standar Kepmen ESDM No 1827 K/30 MEM/2018, sebagai berikut :

- a) Pada kondisi jalan lurus aktual, yaitu :
- Jalan Bali, segmen A – B memerlukan penambahan lebar jalan sebesar 1,68 meter, segmen K – L perlu dilakukan penambahan lebar jalan sebesar 3,04 meter, segmen M – N perlu dilakukan penambahan lebar jalan sebesar 6,9 meter dan pada segmen P – Q perlu dilakukan penambahan lebar jalan sebesar 6,84 meter.
 - Pada Jalan Jakarta, untuk segmen B – C perlu dilakukan penambahan lebar jalan sebesar 1,1 meter, segmen C – D perlu dilakukan penambahan lebar jalan sebesar 4,39 meter, adapun pada segmen E – F meskipun lebar jalan hampir mendekati

lebar jalan standar tetapi alangkah lebih baik jalan tetap di lakukan penambahan lebar sebesar 0,65 agar jalan yang dilalui tetap aman dan sesuai standar.

- b) Lebar jalan tikungan pada Jalan Bali segmen J – K sudah memenuhi standar dan dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut, karena lebar jalan pada tikungan lebih besar dari standar lebar tikungan minimal sehingga jalan dapat dinyatakan aman untuk dilalui oleh alat angkut tambang.
- c) Superelevasi pada tikungan Jalan Bali Segmen J – K perlu dilakukan penambahan beda tinggi antara sisi dalam dan sisi luar tikungan yaitu sebesar 156 cm.
- d) Kemiringan jalan angkut tambang dengan *grade* jalan lebih dari 12% yaitu :
- Pada Jalan Bali terdapat 9 segmen *grade* jalan angkut yaitu, segmen B - C memerlukan penurunan *grade* sebesar 11,5%, segmen C – D perlu dilakukan penurunan *grade* sebesar 0,95%, segmen D - E perlu dilakukan penurunan *grade* sebesar 8,1%, segmen E - F perlu dilakukan penurunan *grade* sebesar 0,15%, segmen L - M perlu dilakukan penurunan *grade* sebesar 5,4%, segmen M - N perlu dilakukan penurunan *grade* sebesar 4,4%, segmen N - O perlu dilakukan penurunan *grade* rata- rata sebesar 6,025 %, segmen P - Q perlu dilakukan penurunan *grade*

sebesar 4,3% dan segmen Q - R perlu dilakukan penurunan *grade* sebesar 3,75%.

- Pada Jalan Jakarta terdapat 5 segmen yaitu segmen E - F perlu dilakukan penurunan *grade* sebesar 5,6%, segmen G - H perlu dilakukan penurunan *grade* sebesar 3,85%, segmen H - I perlu dilakukan penurunan *grade* sebesar 7,5%, segmen I - J perlu dilakukan penurunan *grade* sebesar 1,32%, dan pada segmen K - L yang terbagi menjadi 8 station juga perlu dilakukan penurunan *grade* rata-rata sebesar 6,96%.
- Pada Jalan Palangka Raya juga terdapat 4 (empat) segmen yaitu segmen A - B perlu dilakukan penurunan *grade* sebesar 2,55%, segmen B - C perlu dilakukan penurunan *grade* sebesar 5,25%, segmen C - D perlu dilakukan penurunan *grade* sebesar 21,75%, 24,4% dan 7,95% dan pada segmen D - E perlu dilakukan pengurangan *grade* yang terbagi menjadi 3 berdasarkan station sebesar 0,95%, 1,45% dan 20,75%, dengan *grade* rata-rata Jalan Palangka Raya adalah 22%. Hal tersebut perlu dilakukan agar sesuai dengan standar ketentuan jalan pertambangan KepMen ESDM No 1827 K/30 MEM/2018 yaitu *grade* 12%.

- e) Kemiringan melintang (*Cross Slope*) pada Jalan Jakarta pada segmen H - I perlu dilakukan penambahan *cross slope* sebesar 0,0979%, segmen I - J perlu dilakukan penambahan *cross slope* sebesar 0,433%, segmen J -

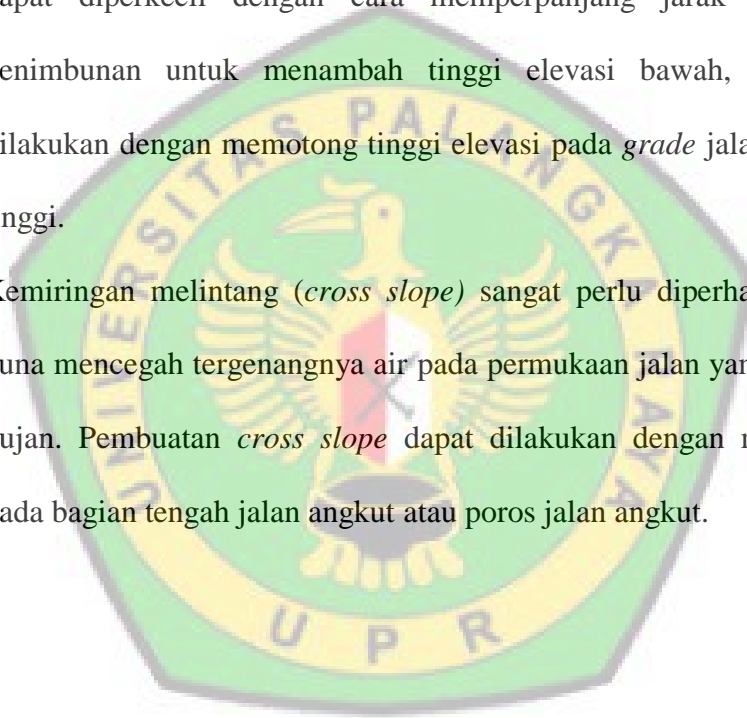
K perlu dilakukan penambahan *cross slope* sebesar 0,1392%, dan pada segmen K – L perlu dilakukan penambahan *cross slope* sebesar 0,119%. Pada Jalan Palangka Raya yaitu pada segmen A – B perlu dilakukan penambahan *cross slope* sebesar 0,0569% dan segmen B - C perlu dilakukan penambahan *cross slope* sebesar 0,0221%. Hal tersebut perlu dilakukan agar sesuai dengan standar ketentuan jalan pertambangan KepMen ESDM No 1827 K/30 MEM/2018 yaitu *cross slope* minimum sebesar 2%.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini antara lain :

1. Lebar jalan Bali dan Jalan Jakarta pada area *front loading* perlu dilakukan penambahan lebar jalan pada beberapa segmen agar memenuhi standar ketentuan jalan Pertambangan KepMen ESDM No 1827 K/30 MEM/2018, yaitu untuk menghindari waktu tunggu saat kendaraan berselisih pada jalan lurus hendaknya dibuat penambahan lebar jalan 21 meter untuk lebar jalan dua arah dengan *unit hauler* terbesar yaitu Komatsu HD 785-7 dengan lebar alat sebesar 5,98 meter. Sedangkan untuk lebar jalan menuju CPP *unit hauler* terbesar yaitu DT Scania P 410 dengan lebar alat sebesar 2,6 meter melalui Jalan Palangka Raya, Jalan Hauling KM 43 dan Jalan Arah Masuk CPP dikategorikan aman dan sudah memenuhi standar.
2. Lebar jalan pada tikungan tergolong aman sehingga tidak perlu dilakukan penambahan.

3. Dengan penambahan pembuatan beda tinggi *superelevasi* pada tikungan Jalan Bali Segmen J - K di harapkan alat angkut dapat melaju dengan aman pada saat melintasi tikungan sehingga mengurangi gaya sentrifugal yang mengakibatkan alat angkut beresiko terpejal.
4. Kemiringan/tanjakan jalan angkut tambang (*grade*) yang terlalu besar agar dapat diperkecil dengan cara memperpanjang jarak atau melakukan penimbunan untuk menambah tinggi elevasi bawah, serta bisa juga dilakukan dengan memotong tinggi elevasi pada *grade* jalan yang tergolong tinggi.
5. Kemiringan melintang (*cross slope*) sangat perlu diperhatikan dan dibuat guna mencegah tergenangnya air pada permukaan jalan yang berasal dari air hujan. Pembuatan *cross slope* dapat dilakukan dengan menambah tinggi pada bagian tengah jalan angkut atau poros jalan angkut.



DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, 1993, AASHTO Guide for Design of Pavement Structures.
- Djarwadi, Didiek, dan Aditya Arya Wicaksono, (2014). *Perencanaan Pembangunan Jalan Tambang Kelas I dan II*. PT. Pamapersada Nusantara.
- Dirjen Bina Marga, (1990). *Spesifikasi Standar Untuk Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Elliott, M.A. dan Yohe, G.R., (1981). *The Coal Industry and Coal Research and Development in Prospective dalam H.H. Lowry Chemistry of Coal Utilization – Second Supplementary Volume John Willey and Sons*. New York, N.Y. USA.
- Heriyana. (2015). *Evaluasi Geometri Jalan Angkut Dari Front Menuju Disposal Pada Kegiatan Pengupasan Tanah Penutup (Overburden) PT. Senamas Energindo Mineral Site Jaweten*. Universitas Palangka Raya.
- Handbook And Brosur Komatsu, (2019). Dept CHQP PT. Telen Orbit Prima.
- Ignasius Johan, (2018). *“Pedoman Pelaksanaan Kaidah Pertambangan Yang Baik”* Jakarta.
- Jurnal Bina Tambang, Vol 3., No.4. *Evaluasi Geometri Jalan Angkut Tambang Menggunakan Teori AASTHO Untuk Peningkatan Produktivitas Alat Angkut Dalam Proses Pengupasan Overburden Di PIT Timur PT. Artamulia Tatapratama Desa Tanjung Belit*. UPN.
- Kamus Istilah – Istilah Tambang. *Foreman up modul prepared by PT. Dwipa Depeloment*
- Me Graw-Hill. *Construction, Planning, Equipment and Methods*. Kogakusha Ltd, Texas.
- Meusu, Erick Irianto Putra, (2019). *Evaluasi Geometri Jalan Angkut Tambang Berdasarkan Ketentuan AASTHO Dari PIT Yudistira Menuju Stockpile Di PT. Elit Kharisma Utama*. Universitas Halu Oleo.
- Operation & Engineering Department, (2019). *Wilayah Kuasa Pertambangan PT. Telen Orbit Prima*.

- Operation & Engineering Department, (2019). *Peta Kesampaian Daerah PT. Telen Orbit Prima.*
- Operation & Engineering Department, (2019). *Peta Situasi Tambang PT. Telen Orbit Prima.*
- Operation & Engineering Department, (2019). *Geologi Daerah Penelitian PT. Telen Orbit Prima.*
- Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 26 (2018). Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 K/30MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik.
- Scania P 410 (2020). *People Development, Program And Curriculum Depeloment.* PT. Bukit Makmur Mandiri Utama (Buma).
- Sukiman, S. (1999). *Dasar-Dasar Perencanaan Geometri*, Nova. Bandung
- Suwandhi, A, (2004). *Perencanaan Jalan Tambang*. Diktat Perencanaan Tambang Terbuka, Unisba. Bandung
- Wahyuni, Cici, (2018). *Analisis Geometri Jalan Tambang Pada Penambangan Batubara Pit Central Timur Di PT. Allied Indo Coal Jaya Parambahan.* STTIND Padang.
- W. Kaufman, Walter and C.Ault, James, (1977). *Society of Mining Design of Surfase Mine Haulage Road-A Manual, United States Departement of The Interior.* Berau of Mine.
- Wicaksono,A,A, (2015). *Unsurfaced Road Condition Index. Presentasi Excellent Road Management System.*