

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Lebar Jalan Angkut

5.1.1 Lebar Jalan Angkut Lurus

Hasil pengukuran lebar jalan angkut di lapangan didapat lebar minimum jalan angkut lurus yaitu 5,4 meter sehingga alat angkut sulit untuk berpapasan pada segmen tersebut (Gambar 5.1). Sebab dengan lebar jalan yang tidak mencukupi alat angkut harus mengurangi kecepatan atau bahkan harus menunggu bila berpapasan dengan alat angkut lain.



Sumber : Dokumentasi di PT Minemex Indonesia, 2015

Gambar 5.1

Foto Penyempitan Jalan Angkut

Setelah mengetahui spesifikasi dari *Dump Truck Scania P420*, dapat dilakukan perhitungan lebar minimum jalan angkut yang memenuhi standar AASHTO. Berikut hasil perhitungan lebar jalan lurus:

$$L = n \cdot W_t + (n + 1) 0,5 \cdot W_t$$

$$L = 2 \times 2,6 + (2 + 1) 0,5 \times 2,6$$

= 9,1 meter

Keterangan :

L = Lebar pada jalan lurus

n = Jumlah jalur (2)

Wt = Lebar alat angkut total (2,6 m)

Jadi lebar minimum jalan angkut lurus dari *front* tambang Batubara ke *Stockpile* adalah 9,1 meter, hal ini harus diatasi dengan melakukan pelebaran di setiap jalur jalan yang belum memenuhi persyaratan lebar minimum, penambahan lebar jalan yang harus dilakukan sesuai dengan hasil perhitungan tabel 5.1 dan selengkapnya di Lampiran B.

Tabel 5.1
Penambahan Lebar Jalan Angkut Angkut Lurus

STASIUN	LEBAR JALAN	PENAMBAHAN LEBAR JALAN
0+000	15,6	-
0+010	9,5	-
0+020	8,7	0,3
0+030	6,8	2,2
0+040	5,4	3,6
0+050	5,6	3,4
0+060	7,3	1,7
0+100	12,3	-
0+110	11,3	-
0+120	10	-
0+130	8,7	0,3
0+140	8	1
0+150	8,3	0,7
0+160	8,7	0,3

Sumber : Hasil Pengolahan data di PT Minemex Indonesia, 2015

5.1.2 Lebar Jalan Angkut Tikungan

Lebar jalan angkut pada tikungan berbeda dengan lebar jalan angkut lurus, karena pada jalan angkut tikungan ditentukan berdasarkan lebar jejak ban, lebar jantai (overhang) bagian depan dan belakang saat kendaraan belok, jarak antar kendaraan saat bersampangan, dan Jarak dari kedua sisi jalan. Berikut merupakan hasil perhitungan lebar jalan angkut pada tikungan :

$$\begin{aligned} W &= 2 (U + Fa + Fb + Z) + C \\ &= 2 (1940 + 1511 + 1055 + 1759,893) + 1759,893 \\ &= 2 (6265,893) + 1759,893 \\ &= 1.2531,786 + 1759,893 \\ &= 14.291,679 \text{ mm} \\ &= 14,3 \text{ meter} \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan lebar minimum jalan angkut pada tikungan yaitu 14,3 meter. Pengamatan dan pengukuran di lapangan, diketahui lebar jalan angkut penambangan belum sesuai dengan perhitungan. Apabila jalan angkut tidak diperlebarkan maka alat angkut akan mengurangi kecepatan bahkan berhenti apabila berpapasan dengan alat angkut lainnya di tikungan sehingga akan mengurangi waktu efisiensi alat angkut tersebut. Untuk mengatasi berhentinya dan pengurangan kecepatan *dump truck* pada tikungan, maka lebar jalan angkut pada tikungan harus diperlebarkan sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan. Berikut merupakan hasil perhitungan penambahan lebar jalan angkut pada tikungan (Tabel 5.2).

Tabel 5.2
Penambahan Lebar Jalan Angkut Tikungan

NAMA TIKUNGAN	STASIUN	LEBAR JALAN(m)	PENAMBAHAN LEBAR JALAN(m)
T1	0+070	9,5	4,5
	0+080	11,1	2,9
	0+090	12,4	1,6
T2	0+310	12,3	1,7
	0+320	12,9	1,1
	0+330	13,8	0,2
	0+340	13,1	0,9
	0+350	12,5	1,5
	0+360	13,3	0,7
	0+370	13,5	0,5
T3	0+470	10,4	3,6
	0+480	9,8	4,2
	0+490	9,9	4,1
	0+500	10,3	3,7
T4	0+690	12,7	1,3
	0+700	11,3	2,7
	0+710	11,4	2,6
	0+720	12,5	1,5
	0+730	14	0
	0+740	15,3	-1,3
	0+750	14,4	-0,4
	0+760	10,5	3,5
0+770	8,2	5,8	

Sumber : Hasil Pengolahan Data di PT Minemex Indonesia, 2015

5.2 *Superelevasi*

Jika *superelevasi* sudah mampu dilalui dengan baik oleh alat angkut yang melaju dengan kecepatan yang tercepat, maka *superelevasi* tersebut sudah dapat dilalui dengan baik pula oleh alat angkut yang melaju dengan kecepatan yang lebih lambat yaitu alat angkut yang bermuatan. Atas dasar tersebut maka kecepatan alat angkut yang lebih lambat yaitu *Dump Truk*

yang melaju saat mengangkut muatan, tidak diperhitungkan lagi dalam perhitungan *superelevasi*.

Pada pengamatan di lapangan ada beberapa tikungan yang belum memiliki nilai *superelevasi*, ini menyebabkan kecepatan alat angkut pada saat melewati tikungan akan lebih lambat, supaya kecepatan alat angkut di tikungan bisa mencapai kecepatan yang telah ditentukan maka *superelevasi* harus disesuaikan dengan perhitungan yang telah ditentukan. Berikut merupakan hasil perhitungan *superelevasi* (tabel 5.3)

Tabel 5.3
Hasil Perhitungan Superelavasi

NAMA TIKUNGAN	STASIUN	LEBAR JALAN (m)	JARI- JARI TIKUNGAN (m)	Super eleva si (m/m)	SUPER ELEVA SI (mm/m)	SUDUT ELEVA SI ($^{\circ}$)	BEDA TINGGI (m)
T1	0+070	9,5	38,075	0,034	-34,378	-1,969	-0,491
	0+080	11,1	81,568	0,134	133,621	-7,611	-1,892
	0+090	12,4	142,866	0,171	170,897	-9,698	-2,407
T2	0+310	12,3	142,965	0,171	170,931	-9,700	-2,407
	0+320	12,9	81,637	0,134	133,694	-7,615	-1,893
	0+330	13,8	38,168	0,035	-34,833	-1,995	-0,497
	0+340	13,1	47,739	0,072	-72,054	-4,121	-1,026
	0+350	12,5	95,496	0,146	146,292	-8,323	2,068
	0+360	13,3	286,479	0,196	195,763	-11,076	-2,745
	0+370	13,5	95,525	0,146	146,314	-8,324	-2,068
T3	0+470	10,4	52,109	0,085	-84,503	-4,830	-1,203

	0+480	9,8	35,918	0,023	-23,202	-1,329	-0,331
	0+490	9,9	31,961	0,001	1,224	0,070	0,017
	0+500	10,3	81,898	0,134	133,970	-7,630	-1,897
T4	0+690	12,7	52,167	0,085	-84,656	-4,839	-1,205
	0+700	11,3	286,486	0,196	195,764	-11,076	-2,745
	0+710	11,4	81,898	0,134	133,970	-7,630	-1,897
	0+720	12,5	44,167	0,060	-60,050	-3,437	-0,856
	0+730	14	41,027	0,048	-47,767	-2,735	-0,681
	0+740	15,3	41,025	0,048	-47,763	-2,735	-0,681
	0+750	14,4	25,078	0,062	62,083	3,553	0,885
	0+760	10,5	44,163	0,060	-60,034	-3,436	-0,856
	0+770	8,2	31,958	0,001	1,246	0,071	0,017

Sumber : Hasil Pengolahan Data di PT Minemex Indonesia, 2015

5.3 Kemiringan Melintang (*Cross slope*)

Pada pengamatan di lapangan terlihat bahwa jalan angkut belum memiliki *Cross Slope*, sehingga apabila terjadi hujan maka air hujan akan menggenang pada badan jalan sehingga jalan angkut akan cepat rusak. Setelah dilakukan perhitungan diketahui nilai *cross slope* yaitu 18,75 cm. Jadi agar jalan angkut memiliki *cross slope* yang baik, maka bagian tengah jalan angkut harus memiliki beda tinggi sebesar 18,75 cm terhadap sisi kanan dan kiri jalan agar air hujan tidak menggenangi badan jalan angkut sehingga jalan angkut tidak cepat rusak. Berikut ini contoh jalan angkut yang tidak memiliki *Cross Slope* (Gambar 5.2)



Sumber : Dokumentasi di PT Minemex Indonesia, 2015

Gambar 5.2

Foto Jalan angkut yang belum ada *Cross Slope*

5.4 Daya Dukung Jalan Angkut Terhadap beban

Perhitungan daya dukung tanah menghasilkan nilai *ground pressure* sebesar 17.601,234 psf dan untuk nilai daya tekan alat angkut sebesar 20.000 psf. Dengan daya dukung tanah pada jalan angkut sebesar 20.000 psf maka mampu menahan beban pada permukaan jalan angkut sebesar 17.601,234. Sebaiknya jalan angkut yang digunakan di lakukan perawatan secara berkala agar jalan angkut tersebut masih dapat menahan beban dari alat angkut tersebut. Apabila daya dukung tanah sudah tidak bisa menahan tekanan dari alat angkut maka sebaiknya dilakukan pemadatan dan penambahan material batuan di atas tanah dasar jalan angkut agar jalan angkut bisa menahan beban alat angkut yang melintas di atas badan jalan tersebut.

5.5 Waktu Tempuh Secara Teoritis Jalan Angkut

Tabel 5.4
Waktu Tempuh Secara Teoritis Bermuatan Scania P420 Sebelum Perbaikan

KEMIRINGAN (%)	W Total (Ton)	Rimpull untul RR(lb)	Rimpul untul GR(lb)	Total Rimpul (lb)	Gear	Kecepatan km/jam	Waktu (detik)	Waktu Tempuh (detik)
11	50,075	5007,5	11016,5	16024	1	9,671	29,780	176,072
6		5007,5	6009	11016,5	2	14,981	9,612	
2		5007,5	2003	7010,5	3	26,008	9,689	
7		5007,5	7010,5	12018	2	14,981	36,046	
2		5007,5	2003	7010,5	3	26,008	6,921	
9		5007,5	9013,5	14021	2	14,981	19,224	
-1		5007,5	-1001,5	4006	4	30	64,8	

Sumber : Hasil Pengolahan Data di PT Minemex Indonesia, 2015

Waktu tempuh secara teoritis bermuatan *dump truck* Scania P420 pada segmen 1 dengan jarak tempuh 80 meter, kemiringan jalan 11% bisa melaju menggunakan gear 1, dengan kecepatan 9,671 km/jam dengan waktu tempuh 29,780 detik (Tabel 5.3). Setelah melakukan perbaikan jalan angkut dengan menurunkan kemiringan dari 11% menjadi 8% sehingga alat angkut dapat melaju menggunakan gear 2 dengan kecepatan 14,981 km/jam, dengan waktu tempuh 19,224 detik (Tabel 5.4). dari perbaikan jalan angkut pada segmen 1 diketahui perbedaan waktu tempuh yaitu 10 detik. Setelah melakukan perhitungan per segmen jalan angkut sebelum perbaikan maka diketahui waktu tempuh jalan angkut dengan jarak ± 1000 meter adalah 176,072 detik (Tabel 5.3), setelah melakukan perbaikan jalan angkut maka waktu tempuh lebih cepat dari sebelumnya yaitu 165,517 detik (Tabel 5.4)

Tabel 5.5
Waktu Tempuh Secara Teoritis Bermuatan *Dump Truck* Scania P420 Setelah Perbaikan

No.	SEGMENT	JARAK MIRING (M)	KEMIRINGAN (%)	W Total (Ton)	Rimpull untul RR(lb)	Rimpull untuk GR(lb)	Total Rimpull (lb)	Gear	Kecepatan km/jam	Waktu (detik)	Waktu Tempuh (detik)
1	1	80	8	50,075	5007,5	8012	13019,5	2	14,981	19,224	165,517
2	2	40	6		5007,5	6009	11016,5	2	14,981	9,612	
3	3	70	2		5007,5	2003	7010,5	3	26,008	9,689	
4	4	150	7		5007,5	7010,5	12018	2	14,981	36,046	
5	5	50	2		5007,5	2003	7010,5	3	26,008	6,921	
6	6	80	8		5007,5	8012	13019,5	2	14,981	19,224	
7	7	540	-1		5007,5	-1001,5	4006	4	30	64,8	

Sumber : Hasil Pengolahan Data PT Minemex Indonesia, 2015

Waktu tempuh secara teoritis kosong *dump truck* Scania P420 pada segmen 1 dengan jarak tempuh 80 meter, kemiringan jalan -11% bisa melaju menggunakan gear 8, dengan kecepatan 30 km/jam dengan waktu tempuh 9,600 detik (Tabel 5.5). Tidak terdapat perbedaan waktu tempuh sebelum dan setelah perbaikan (Tabel 5.6) jalan angkut, ini dikarenakan kondisi jalan angkut yang dilewati menurun sehingga alat angkut bisa menggunakan kecepatan maksimal yang telah di tentukan yaitu 30 km/jam.

Pada segmen 2 dan 6 terdapat perbedaan kemiringan jalan angkut (Tabel 5.4), tetapi gear dan kecepatan sama hal ini disebabkan pada pembagian rimpull terhadap gear (Tabel 4.5)

Tabel 5.6
Waktu Tempuh Secara Teoritis Kosong *Dump Truck* Scania P420 Sebelum Perbaikan

KEMIRINGAN (%)	W Total (Ton)	Rimpull untul RR(lb)	Rimpul untul GR(lb)	Total Rimpul (lb)	Gear	Kecepatan km/jam	Waktu (detik)	Waktu Tempuh (detik)
-11	19,075	1907,5	-4196,5	-2289	8	30	9,600	121,200
-6		1907,5	-2289	-381,5	8	30	4,800	
-2		1907,5	-763	1144,5	8	30	8,400	
-8		1907,5	-3052	-1144,5	8	30	18,000	
-2		1907,5	-763	1144,5	8	30	6,000	
-9		1907,5	-3433,5	-1526	8	30	9,600	
1		1907,5	381,5	2289	7	30	64,8	

Sumber : Hasil Pengolahan Data di PT Minemex Indonesia, 2015

Tabel 5.7
Waktu Tempuh Secara Teoritis Kosong *Dump Truck* Scania P420 Setelah Perbaikan

No.	SEGMENT	JARAK MIRING (M)	KEMIRINGAN (%)	W Total (Ton)	Rimpull untul RR(lb)	Rimpul untul GR(lb)	Total Rimpul (lb)	Gear	Kecepatan km/jam	Waktu (detik)	Waktu Tempuh (detik)
1	1	80	-8	19,075	1907,5	-3052	-1144,5	8	30	9,600	121,200
2	2	40	-6		1907,5	-2289	-381,5	8	30	4,800	
3	3	70	-2		1907,5	-763	1144,5	8	30	8,400	
4	4	150	-8		1907,5	-3052	-1144,5	8	30	18,000	
5	5	50	-2		1907,5	-763	1144,5	8	30	6,000	
6	6	80	-8		1907,5	-3052	-1144,5	8	30	9,600	
7	7	540	1		1907,5	381,5	2289	7	30	64,8	

Sumber : Hasil Pengolahan Data di PT Minemex Indonesia, 2015

5.6 Monitoring Jalan Angkut

5.6.1 Saluran Penirisan

Pada pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa ada beberapa saluran penirisan yang sudah tidak berfungsi secara baik sehingga air mengalir ke badan jalan angkut dan membuat jalan angkut menjadi licin dan berlumpur. Keadaan ini bila dibiarkan terus menerus maka akan mengakibatkan kerusakan pada badan jalan, sehingga menyulitkan alat angkut pada saat melewati jalan tersebut. Agar hal ini tidak terjadi, maka saluran penirisan harus berfungsi dengan baik.

Dari pengamatan di lapangan pembuatan saluran penirisan menggunakan *motor grader*, sehingga ukuran saluran penirisan secara tidak langsung mengikuti ukuran dari ban *motor grader* tersebut (Gambar 5.3) .



Sumber : Dokumentasi di PT Minemex Indonesia, 2015

Gambar 5.3
Foto Saluran Penirisan

5.6.2 Parawatan Jalan Angkut

Perawatan jalan angkut secara berkala dilakukan setiap harinya yaitu dalam 1 shif kerja yang bertujuan untuk mengecek kondisi jalan dan memperbaikinya apabila terdapat kerusakan, misalnya terdapat lubang atau terjadi pengikisan pada permukaan jalan. Perawatan berkala ini harus dilakukan pada saluran penirisan, agar tidak terjadi penyumbatan pada saluran penirisan. Dengan perawatan yang baik maka dapat dipertahankan nilai *rolling resistance* (tahanan gulir) tetap optimal. Perubahan nilai *rolling resistance* yang terlalu ekstrim dapat menurunkan tingkat keamanan selama operasi pengangkutan, terutama pada musim penghujan. Sebab kondisi jalan yang basah akan menurunkan nilai *rolling resistance* dan jika nilai

rolling resistance terlalu rendah akan mengakibatkan selip pada alat angkut. Oleh karena itu perawatan berkala harus dilakukan untuk mempertahankan keamanan dan kelancaran operasi pengangkutan.



Sumber : Dokumentasi di PT Minimex Indonesia, 2015

Gambar 5.4

Foto Pembersihan Lumpur pada Badan Jalan



Sumber : Dokumentasi di PT Minimex Indonesia, 2015

Gambar 5.5

Foto Pemasatan jalan Angkut

Pada saat cuaca panas PT Minimex Indonesia melakukan perawatan jalan angkut dengan menggunakan *Water tanker*. *Water Tanker* berfungsi untuk penyiraman jalan angkut dari debu yang diakibatkan oleh aktivitas alat angkut seperti pada (Gambar 5.6). Penyiraman dilakukan demi kesehatan para karyawan dan warga yang melewati jalan angkut tambang tersebut



Sumber : Dokumentasi di PT Minemex Indonesia, 2015

Gambar 5.6

Foto Penyiraman jalan Angkut

5.7 Pendukung Keamanan dan Keselamatan pada Jalan Angkut

5.7.1 Jarak Henti

Memperhatikan keamanan dan keselamatan kerja pada kegiatan pengangkutan Batubara, maka jarak henti menjadi faktor penting untuk menunjang keamanan dan keselamatan dalam kegiatan beroperasi pengangkutan dalam dunia pertambangan. Jarak henti alat angkut untuk jalan angkut tikungan berbeda – beda setiap tikungan karena kecepatan maksimum dari alat angkut saat melewati tikungan berbeda – beda. Kecepatan maksimum untuk jalan angkut telah ditetapkan oleh PT Minemex Indonesia yaitu 30 km/jam, Setelah melakukan pengolahan data, maka diketahui jarak henti pada jalan lurus yaitu 21 meter (Lampiran I.1) dan untuk jarak henti pada tikungan pada segmen T1 dengan panjang tikungan 30 meter maka diketahui jarak henti yaitu 8 meter (Lampiran I.2).

5.7.2 Penerangan Jalan

Salah satu perlengkapan jalan angkut yang harus diperhatikan adalah lampu penerangan, mengingat operasi pengangkutan juga dilakukan pada malam hari. Untuk titik-titik yang dinilai rawan sebaiknya penerangan yang cukup sehingga memudahkan pengemudi untuk melihat situasi sekelilingnya, misalnya pada tikungan yang tajam. Di PT Minimex Indonesia telah ada sarana untuk penerangan jalan angkut tetapi belum semua lampu penerangan dipasang pada tempat yang dianggap rawan untuk kecelakaan, tempat yang dianggap rawan kecelakaan misalnya pada tikungan, tanjakan yang curam dan perempatan. Berdasarkan pengamatan di lapangan lampu penerangan yang belum di pasang yaitu pada tanjakan dan dan tikungan.

Dengan adanya penerangan yang cukup, maka operasi pengangkutan yang dilakukan pada malam hari dapat memberikan hasil yang optimal serta tingkat keamanan dan keselamatan yang baik, berikut merupakan lampu penerangan (Gambar 5.7)



Sumber : Dokumentasi di PT Minimex Indonesia, 2015

Gambar 5.7
Foto Penerangan Jalan Angkut

5.7.3 Tanggul Jalan

Tanggul pengaman merupakan suatu standar keamanan dalam pembuatan jalan angkut. Tanggul berfungsi untuk menahan laju alat angkut yang mengalami kecelakaan ataupun rem blong sehingga bisa meminimalkan kerugian dalam suatu kecelakaan. Berdasarkan pengamatan di lapangan bahwa tanggul pengaman telah dibuat untuk keamanan dan keselamatan dalam pengangkutan. Menurut pengamatan di lapangan bahwa tanggul pengaman telah ada sepanjang jalan angkut namun ada beberapa tanggul yang harus diperbaiki (Gambar 5.8).



Sumber : Dokumentasi di PT Minemex Indonesia, 2015

Gambar 5.8
Foto Tanggul Pengaman

5.7.4 Rambu-Rambu Jalan Angkut

Rambu – rambu jalan angkut merupakan salah satu alat kontrol jalan angkut telah lama dikenal atau digunakan di jalan umum ataupun jalan raya. Rambu jalan angkut itu sendiri tidak dapat mencegah semua kecelakaan di jalan area penambangan, akan tetapi dapat menciptakan suasana pengemudi yang lebih kondusif bagi keselamatan. Berdasarkan pengamatan

yang dilakukan di PT Minemex Indonesia bahwa rambu – rambu jalan angkut telah di pasang tetapi ada beberapa penemuan rambu – rambu yang tidak layak atau kurang diperbaiki secara berkala.

