

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Berdasarkan pengamatan di lapangan jalan angkut di PT Minemex Indonesia dari *front* tambang Batubara ke *Stockpile* pada block B berjarak \pm 1010 meter. Jalan angkut tersebut dua jalur, untuk mempermudah pengumpulan data peneliti membuat interval dengan jarak 10 meter, setelah selesai mengukur jalan yang berjarak 1010 meter dengan interval 10 meter maka diketahui lebar jalan tersebut bervariasi antara 5,4 – 15,6 meter. Untuk mengukur kemiringan jalan peneliti menggunakan *total station*, maka diketahui kemiringan jalan dari *front* tambang batubara ke *stockpile* yaitu antara antara 7 – 12 %. Mengacu pada standar jalan yang ditetapkan oleh *Aasho Manual Rural High Way Design* jalan angkut dari *front* tambang Batubara ke *Stockpile* terdapat beberapa bagian jalan yang belum memenuhi standar jalan angkut tambang salah satunya yaitu pada kemiringan jalan. Pengukuran geometri jalan angkut yang berjarak \pm 1010 m dibagi menjadi 110 stasiun atau *interval* 10 meter.

4.1.1 Data Lebar Jalan Angkut

Pengukuran lebar jalan angkut dari *front* tambang ke *stockpile*, dilakukan dengan *interval* 10 meter, hal ini dikarenakan untuk mempermudah

dalam pengolahan data. Hasil pengukuran lebar jalan angkut lurus tersebut seperti pada tabel 4.1 dan lebar jalan angkut tikungan seperti pada tabel 4.2.

Tabel 4.1
Data Pengamatan Lebar Jalan Lurus

NO	STASIUN	LEBAR JALAN	NO	STASIUN	LEBAR JALAN	NO	STASIUN	LEBAR JALAN
1	0+000	15,6	28	0+300	11,7	55	0+680	11,4
2	0+010	9,5	29	0+380	7,6	56	0+780	8,8
3	0+020	8,7	30	0+390	6,7	57	0+790	9,5
4	0+030	6,8	31	0+400	7,7	58	0+800	9,9
5	0+040	5,4	32	0+410	9,1	59	0+810	10,4
6	0+050	5,6	33	0+420	10,7	60	0+820	10,3
7	0+060	7,3	34	0+430	11,5	61	0+830	9,9
8	0+100	12,3	35	0+440	11,8	62	0+840	8,8
9	0+110	11,3	36	0+450	12	63	0+850	7,5
10	0+120	10	37	0+460	11,4	64	0+860	6,9
11	0+130	8,7	38	0+510	11,2	65	0+870	7,6
12	0+140	8	39	0+520	12,4	66	0+880	8,2
13	0+150	8,3	40	0+530	14,6	67	0+890	8,2
14	0+160	8,7	41	0+540	14,4	68	0+900	7,3
15	0+170	9	42	0+550	14,2	69	0+910	7,1
16	0+180	9	43	0+560	14,1	70	0+920	8,2
17	0+190	9,8	44	0+570	13	71	0+930	7,9
18	0+200	9,8	45	0+580	13,7	72	0+940	7,9
19	0+210	10	46	0+590	14,2	73	0+950	8,1
20	0+220	10,2	47	0+600	14,2	74	0+960	8,1
21	0+230	10,2	48	0+610	13,1	75	0+970	7,7
22	0+240	10,2	49	0+620	12,9	76	0+980	7,3
23	0+250	10,5	50	0+630	11,8	77	0+990	7,1
24	0+260	10,8	51	0+640	10,1	78	1+000	6,7
25	0+270	10,9	52	0+650	9,5	79	1+010	6,5
26	0+280	11,2	53	0+660	9,5			
27	0+290	11,2	54	0+670	10			

Sumber : Data Pengamatan di PT Minemex Indonesia, 2015

Tabel 4.2
Data Pengamatan Lebar Jalan Angkut
Pada Tikungan

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

Sumber : Data Pengamatan di PT Minemex Indonesia, 2015

4.1.2 Data Jari – Jari Tikungan

Berdasarkan data di lapangan bahwa jalan angkut dari *front* tambang Batubara ke *Stockpile* yang berjarak ±1010 meter ada empat tikungan, dari tikungan tersebut di ketahui jari – jari tikungan seperti pada tabel 4.3.

Tabel 4.3
Data Pengamatan Jari – Jari Tikungan

NO	NAMA TIKUNGAN	STASIUN	JARI-JARI TIKUNGAN (m)
1	T1	0+070	38,075
2		0+080	81,568
3		0+090	142,866
4	T2	0+310	142,965
5		0+320	81,637
6		0+330	38,168
7		0+340	47,739
8		0+350	95,496
9		0+360	286,479
10	T3	0+370	95,525
11		0+470	52,109
12		0+480	35,918
13		0+490	31,961
14	T4	0+500	81,898
15		0+690	52,167
16		0+700	286,486
17		0+710	81,898
18		0+720	44,167
19		0+730	41,027
20		0+740	41,025
21		0+750	25,078
22		0+760	44,163
23	0+770	31,958	

Sumber : Data Pengamatan di PT Minemex Indonesia, 2015

4.1.3 Data Kemiringan Pada Tikungan (*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 suatu kemiringan melintang ke arah titik pusat tikungan yang disebut *superelevasi*. Berikut ini merupakan data *superelevasi* seperti pada tabel 4.4.

Tabel 4.4
Data *Superelevasi*

NAMA TIKUNGAN	STASIUN	LEBAR JALAN (m)	JARI-JARI TIKUNGAN (m)
T1	0+070	9,5	38,075
	0+080	11,1	81,568
	0+090	12,4	142,866
T2	0+310	12,3	142,965
	0+320	12,9	81,637
	0+330	13,8	38,168
	0+340	13,1	47,739
	0+350	12,5	95,496
	0+360	13,3	286,479
	0+370	13,5	95,525
T3	0+470	10,4	52,109
	0+480	9,8	35,918
	0+490	9,9	31,961
	0+500	10,3	81,898
T4	0+690	12,7	52,167
	0+700	11,3	286,486
	0+710	11,4	81,898
	0+720	12,5	44,167
	0+730	14	41,027
	0+740	15,3	41,025
	0+750	14,4	25,078
	0+760	10,5	44,163
	0+770	8,2	31,958

Sumber : Data Pengamatan di PT Minemex Indonesia, 2015

4.1.4 Kemiringan Jalan

Kemiringan jalan berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut baik dalam pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan. Kemiringan jalan umumnya dinyatakan dalam persen (%). Kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut *dump truck* berkisar antara 10% – 15% atau sekitar 6° – 8,50°. Akan tetapi untuk jalan naik atau turun pada lereng bukit lebih aman bila kemiringan jalan maksimum sekitar 8 % (= 4,50°). Dari pengamatan di lapangan maka di dapat data kemiringan jalan angkut seperti pada tabel 4.4 dan data selengkapnya terdapat pada lampiran C .

4.1.5 Data Kemampuan Alat Angkut Dalam Mengatasi Tanjakan

Kemampuan suatu alat angkut dalam mengatasi tanjakan sangat tergantung pada gaya tarik maksimum yang biasa disediakan oleh mesin untuk menarik beban yang ada pada alat angkut tersebut. Suatu gaya tarik maksimum yang biasa disediakan oleh mesin disebut dengan *rimpull*. *Rimpull* merupakan suatu istilah yang hanya diterapkan pada peralatan yang beroda ban (*rubber tired equipment*). Besar kecilnya *rimpull* tergantung pada kecepatan atau *gear* yang dipakai, berikut merupakan data kecepatan setiap gear yang nantinya akan menghasil *rimpull* setiap gear pada *Dump Truck Scania P420* seperti pada tabel 4.5 .

Tabel 4.5
Data Kecepatan Setiap Gear

Gigi	Kecepatan (kmh)	Kecepatan (mph)	Eff Mesin (%)	HP	Rimpull (lb)
1	9,761	6,101	85	420	21944,790
2	14,981	9,363	85	420	14297,850
3	26,008	16,255	85	420	8235,990
4	41,322	25,826	85	420	5183,640
5	59,657	37,286	85	420	3590,528
6	64,412	40,258	85	420	3325,455
7	80,000	50,000	85	420	2677,500
8	110,497	69,061	85	420	1938,510
Rev	8,102	5,064	85	420	26437,635

Sumber : Hasil Pengolahan Data di PT Minemex Indonesia, 2015

4.1.6 Data Daya Dukung Jalan Terhadap Beban

Daya dukung jalan adalah kemampuan jalan untuk menopang beban yang ada di atasnya. Tanah dasar (*sub grade*) adalah bagian terpenting dari konstruksi jalan karena tanah dasar inilah yang mendukung seluruh konstruksi jalan beserta muatan alat angkut yang melewati jalan tersebut. Berikut merupakan data perhitungan daya dukung tanah terhadap beban.

Roda Depan

- Beban pada poros(kg) (Bermuatan(lb)) = 16.524 (36.418,896)
- 1 kg = 2,204 lb
- 1 psi= 144 psf
- Jumlah ban = 4 buah
- Tekanan udara ban depan = 90 psi

Roda Belakang

- Beban pada poros(kg) (Bermuatan(lb))= 33.550,25 (73.944,751)
- Jumlah ban = 8 buah (terdiri dari 4 set roda ganda)

- Tekanan udara ban = 110 psi
- Ekvivalen beban roda tunggal = 1,2

4.1.7 Data Faktor Pendukung Keamanan dan Keselamatan Kerja Pada Jalan Angkut

Hal – hal yang menunjang untuk keamanan dan keselamatan kerja yaitu seperti rambu – rambu jalan, tanggul pengaman, jarak berhenti dari operator alat angkutan dan transportasi lainnya. Berikut merupakan data jarak henti pada jalan lurus pada tabel 4.6 dan jarak henti pada tikungan pada tikungan pada tabel 4.7

Tabel 4.6
Data Jarak Henti Pada Jalan Lurus

STASIUN	SEGMENT	PANJANG JALAN (m)	% LERENG	KEADAAN JALAN	D1 (m)	D2 (m)
0+000	L1	60		Mendaki	20,85	0,000
0+010			12	Mendaki	20,85	0,281
0+020			13	Mendaki	20,85	0,261
0+030			10	Mendaki	20,85	0,334
0+040			9	Mendaki	20,85	0,369
0+050			9	Mendaki	20,85	0,369
0+060			12	Mendaki	20,85	0,281
0+100	L2	300	7	Mendaki	20,85	0,466
0+110			6	Mendaki	20,85	0,537
0+120			4	Mendaki	20,85	0,770
0+130			3	Mendaki	20,85	0,984
0+140			2	Mendaki	20,85	1,363
0+150			1	Mendaki	20,85	2,215
0+160			2	Mendaki	20,85	1,363
0+170			1	Mendaki	20,85	2,215
0+180			2	Mendaki	20,85	1,363
0+190			4	Mendaki	20,85	0,770
0+200			5	Mendaki	20,85	0,633
0+210			6	Mendaki	20,85	0,537
0+220	7	Mendaki	20,85	0,466		

0+230			8	Mendaki	20,85	0,412
0+240			7	Mendaki	20,85	0,466
0+250			6	Mendaki	20,85	0,537
0+260			6	Mendaki	20,85	0,537
0+270			7	Mendaki	20,85	0,466
0+280			7	Mendaki	20,85	0,466
0+290			6	Mendaki	20,85	0,537
0+300			6	Mendaki	20,85	0,537

Sumber : Data Pengamatan di PT Minemex Indonesia, 2015

Tabel 4.7
Data Kecepatan Jarak Henti Pada Tikungan

NAMA TIKUNGAN	STASI UN	PANJANG JALAN (m)	% LERENG	KEADAAN JALAN	KECEPATAN TEORITIS (KM/JAM)	D1 (m)	D2 (m)
T1	0+070	30	12	Mendaki	9,761	6,784	0,052
	0+080		10	Mendaki	9,761	6,784	0,063
	0+090		8	Mendaki	14,981	10,412	0,184
T2	0+310	70	6	Mendaki	14,981	10,412	0,245
	0+320		7	Mendaki	14,981	10,412	0,210
	0+330		9	Mendaki	14,981	10,412	0,164
	0+340		8	Mendaki	14,981	10,412	0,184
	0+350		4	Mendaki	14,981	10,412	0,368
	0+360		1	Mendaki	26,008	18,076	4,438
	0+370		-1	Mendaki	30	20,850	-

Sumber : Hasil Pengolahan Data di PT Minemex Indonesia, 2015

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Lebar jalan Angkut

4.2.1.1 Lebar jalan angkut lurus (Dua jalur)

Lebar jalan angkut minimum yang dipakai sebagai jalur ganda atau lebih menurut "AASHO Manual Rural High-Way Design". Berdasarkan spesifikasi dari alat angkut *Dump truk* Scania P420 yang dipergunakan maka diperoleh lebar jalan angkut sebesar :

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

Dimana :

L = Lebar pada jalan lurus

n = Jumlah jalur (2)

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

$$\begin{aligned} L &= 2 \times 2,6 + (2 + 1) 0,5 \times 2,6 \\ &= 9,1 \text{ meter} \sim 9 \text{ meter} \end{aligned}$$

4.2.1.2 Lebar Jalan pada Tikungan

Lebar jalan angkut pada tikungan selalu lebih besar daripada lebar pada jalan lurus. Untuk jalur ganda, lebar minimum pada tikungan di hitung berdasarkan :

- Lebar jejak ban
- Lebar jantai atau tonjolan (*overhang*) alat angkut bagian depan dan belakang pada saat membelok
- Jarak antara alat angkut pada saat bersimpangan

- Jarak alat angkut terhadap tepi jalan

Penentuan lebar jalan angkut pada tikungan dapat dihitung

dengan rumus :

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

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

Dimana :

W = lebar jalan angkut pada tikungan, meter

Fa = lebar jantai depan

Fb = lebar jantai belakang

U = jarak jejak roda kendaraan

C = jarak antar truck

Z = jarak sisi luar truck ke tepi jalan

Dari spesifikasi Scania P420 4x8 dapat diperoleh data sebagai berikut :

- Jarak roda (U) = 1.940 mm
- Panjang keseluruhan truck = 8.111 mm
- Jarak as roda depan dengan bagian depan truck (Fa) = 1.511 mm
- Jarak as roda belakang dengan bagian belakang (Fb) = 1.055 mm
- Jarak as roda depan dengan as roda belakang (Wb) = 5.545 mm
- Sudut penyimpangan roda 38°

Dari data dimensi Scania P420 4x8 tersebut dapat dihitung lebar jalan pada tikungan, yaitu :

$$Fa = 1.511 \times \sin 38^\circ = 930,264 \text{ mm}$$

$$Fb = 1.055 \times \sin 38^\circ = 649,522 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 C &= Z = 0,5 (U + Fa + Fb) \\
 &= 0,5 (1.940+930,264 +649,522) \text{ mm} \\
 &= 1.759,893 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

dua jalur :

$$\begin{aligned}
 W &= 2 (U + Fa + Fb + Z) + C \\
 &= 2 (1.940+1.511 +1.055 + 1.759,893) + 1.759,893 \\
 &= 2 (6.265,893) + 1.759,893 \\
 &= 12.531,786 + 1.759,893 \\
 &= 14.291,679 \text{ mm} \\
 &= 14,291 \text{ meter} \sim 14 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan maka lebar minimum jalan angkut dua jalur pada tikungan seharusnya adalah 14 meter.

4.2.2 Kemiringan Pada Tikungan (Superelevasi)

Kecepatan rencana yang digunakan pada jalan tambang adalah 30 km/jam. Sedangkan koefisien gesekan untuk perencanaan/perancangan secara matematis dapat dihitung dengan :

Untuk V rencana < 80 km/jam .

f = Harga koefisien gesekan dengan V rencana 30 km/jam (<80 km/jam) adalah :

$$\begin{aligned}
 f &= - 0,0195 + 0,192 \\
 &= 0,2205
 \end{aligned}$$

Dimana :

e = *superelevasi* (mm/m)

V = kecepatan rencana(30 km/jam)

R = Jari-jari tikungan

f = faktor gesek(0)

Jadi nilai super elevasi dalah (contoh perhitungan) :

0+070 :(R= 38,075)

$$e = \frac{30^2}{127 \cdot 38,075} - 0,2205$$
$$= -0,034 \text{ m/m atau } -34,378 \text{ mm/m}$$

Setelah angka *superelevasi* diketahui maka dapat diketahui perbedaan tinggi yang harus dibuat antara sisi dalam dan luar tikungan. Berdasarkan perhitungan pada lebar jalan pada tikungan diketahui bahwa nilai r (lebar jalan tikungan) adalah 14,291 (2 jalur) maka beda tinggi (a) yang harus dibuat adalah :

$$tg = r \times \sin \text{ Super elevasi (m/m)}$$

$$0+-070 : tg = -0,034; \text{ maka } = -1,9690$$

$$a = r \times \sin$$

$$= 14,291 \text{ meter} \times \sin -1,9690$$

$$= -0,491 \text{ meter}$$

4.2.3 Kemiringan Melintang (*Cross slope*)

Dari pengamatan di lapangan maka didapat nilai *Cross Slope* untuk jalan angkut dengan lebar 9 m (dua jalur) mempunyai beda ketinggian pada poros jalan sebesar :

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

$$= \frac{1}{2} \times 9 \text{ m}$$

$$= 4,5 \text{ m}$$

Sehingga beda tinggi yang harus dibuat adalah:

$$b = 4,5 \text{ m} \times 0,04167 \text{ m/m}$$

$$= 0,1875 \text{ m}$$

$$= 18,75 \text{ cm}$$

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.

4.2.4 Kemampuan Alat Angkut Dalam Mengatasi Tanjakan

Untuk mengetahui kemampuan tanjakan *Dump Truck* Scania P420 dapat dihitung sebagai berikut :

1. Bermuatan

Rimpul yang diperlukan :

- Rimpul untuk mengatasi tanjakan misal (grade = a %)
 $50,075 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton/\%grade} = (1.001,5 \times a\% \text{grade}) \text{ lb}$
- Rimpul untuk mengatasi tahanan gulir
 $50,075 \text{ ton} \times 100 \text{ lb/ton} = 5.007,5 \text{ lb}$
- Rimpul untuk mengatasi percepatan
 $50,075 \text{ ton} \times 20 \text{ lb/ton} = 1.001,5 \text{ lb}$

$$\text{Total rimpull yang diperlukan} = (1.001,5 \times a \%) \text{ lb} + 5.007,5 \text{ lb}$$

Rimpul yang tersedia:

Besarnya rimpul yang tersedia pada *dump truck* dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Rimpull} = \frac{375 \times \text{HP} \times \text{eff.mesin}}{\text{kecepatan (mph)}}$$

Diketahui bahwa kecepatan maksimum yang tersedia pada gigi 1 dengan efisiensi mesin 85 % adalah 6,101 mph maka :

$$\begin{aligned} \text{Rimpull pada gigi 1} &= \frac{375 \times 420 \times 85\%}{6,101} \\ &= 21.994,790 \text{ lb} \end{aligned}$$

Agar *Dump truck Scania* mampu bergerak, jumlah rimpull yang diperlukan harus sama dengan rimpull yang tersedia. Keadaan tersebut akan terjadi bila tanjakan (a%) jalan angkut sebesar :

Rimpul yang diperlukan :

- Rimpul untuk mengatasi tanjakan misal (grade = a %)
50,075 ton x 20 lb/ton/%grade = (1.001,5 x a% grade) lb
- Rimpul untuk mengatasi tahanan gulir
50,075 ton x 100 lb/ton = 5.007,5 lb
- Rimpul untuk mengatasi percepatan
50,075 ton x 20 lb/ton = 1001,5 lb

Total rimpull yang diperlukan = (1.001,5 x a %) lb + 5.007,5 lb

$$5.007,5 \text{ lb} + (1.001,5 \times a \%) \text{ lb} = 21.994,790 \text{ lb}$$

$$1001,5 \times a \% = 16.987,29 \text{ lb}$$

$$a \% = 16.961$$

Tanjakan yang mampu diatasi oleh Scania P420 adalah 16,961 % = 17 %.

4.2.5 Daya Dukung Jalan Angkut Terhadap Beban

Daya dukung jalan adalah kemampuan jalan untuk menopang beban yang ada di atasnya. Berikut merupakan perhitungan untuk daya dukung tanah terhadap beban.

Roda Depan

- Beban pada poros(kg) (Bermuatan(lb)) = 16.524 (36.418,896)
- 1 kg = 2,204 lb
- 1 psi= 144 psf
- Jumlah ban = 4 buah
- Tekanan udara ban depan = 90 psi

Berdasarkan data tersebut, beban yang diterima tiap roda adalah :

$$36418,896 \text{ lb} : 4 = 9.104,742 \text{ lb}$$

$$\text{Luas daerah kontak (inch)} = \frac{0,9 \times \text{Beban pada roda (lb)}}{\text{Tekanan udara pada ban}}$$

$$= \frac{0,9 \times 9104,742 \text{ lb}}{90 \text{ psi}}$$

$$= 91,047 \text{ inch}$$

$$\text{Beban yang diterima permukaan jalan} = \frac{\text{Beban pada roda (lb)}}{\text{Luas daerah kontak(inch)}}$$

$$\text{Beban yang diterima permukaan jalan} = 9.104,742 \text{ lb} / 91,047$$

$$= 100 \text{ psi} = 14400 \text{ psf}$$

Roda Belakang

- Beban pada poros(kg) (Bermuatan(lb))= 33.550,25 (73.944,751)
- Jumlah ban = 8 buah (terdiri dari 4 set roda ganda)

- Tekanan udara ban = 110 psi
- Ekuivalen beban roda tunggal = 1,2

Berdasarkan data tersebut, beban yang diterima tiap roda adalah :

$$73.944,751 \text{ lb} : 8 = 9.243,093 \text{ lb}$$

Karena roda belakang merupakan roda ganda, maka beban tiap roda harus dikalikan dengan Ekuivalen beban roda tunggal, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Beban ekuivalen tiap set roda} &= 1,2 \times 9.243,093 \text{ lb} \\ &= 11.091,711 \text{ lb.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas daerah kontak (inch)} &= \frac{0,9 \times \text{Beban pada roda (lb)}}{\text{Tekanan udara pada ban}} \\ &= 0,9 \times 9.243,093 \text{ lb} / 110 \text{ psi} \\ &= 90,744 \end{aligned}$$

$$\text{Beban yang diterima permukaan jalan} = \frac{\text{Beban pada roda (lb)}}{\text{Luas daerah kontak (inch)}}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban yang diterima permukaan jalan} &= 11.092,711 / 90,744 \\ &= 122,230 \text{ psi} \\ &= 17.601,234 \text{ psf} \end{aligned}$$

Jadi jalan angkut PT Minemex Indonesia dapat menahan beban yang didistribusikan pada permukaan jalan sebesar 17.601,234 psf. Dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4.8
Daya Dukung Material

Material	1,000 psf
Hard, sound rock	120
Medium hard rock	80
Hard pan Overlying rock	24
Compact gravel and boulder-gravel formation; very compact sandy gravel	20
Soft rock	16
Loose gravel and sandy gravel; compact sand and gravelly sand; very compact-inorganic silt soil	12
Hard dry consolidated clay	10
Loose coarse to medium sand; medium compact fine sand	8
Compact sand-clay soils	6
Loose fine sand; medium compact sand- inorganic silt soils	4
Firm or stiff clay	3
Loose saturated sand clay soils, medium soft clay	2

Sumber : Society of Mining Design of Surface Mine Haulage Road- A manual, united States Departement of The Interior , Bureau of Mine, 1977

Berdasarkan tabel di atas, maka dapat diklasifikasikan bahwa material daya dukung tanah untuk jalan angkut PT Minemex Indonesia termasuk dalam kategori *Compact gravel and boulder-gravel formation; very compact sandy gravel* yang memiliki daya dukung tanah sebesar $20 \times 1000 \text{ psf} = 20.000 \text{ psf}$. Dengan nilai daya dukung material sebesar 20.000 psf , maka dapat menahan beban yang di distribusikan pada permukaan jalan sebesar $17.601,234 \text{ psf}$.

4.2.6 Perhitungan Waktu Tempuh Secara Teoritis

4.2.6.1 Perhitungan Waktu Tempuh Secara Teoritis *Dump Truck* Scania P420 Sebelum Perbaikan.

Tabel 4.9
Rimpul yang tersedia pada tiap gear Scania P420

Gigi	Kecepatan (kmh)	Kecepatan (mph)	Eff Mesin (%)	HP	Rimpull (lb)
1	9,761	6,101	85	420	21.944,790
2	14,981	9,363	85	420	14.297,850
3	26,008	16,255	85	420	8.235,990
4	41,322	25,826	85	420	5.183,640
5	59,657	37,286	85	420	3.590,528
6	64,412	40,258	85	420	3.325,455
7	80,000	50,000	85	420	2.677,500
8	110,497	69,061	85	420	1.938,510
Rev	8,102	5,064	85	420	26.437,635

Sumber : Hasil Pengolahan Data di PT Minemex Indonesia, 2015

Waktu Tempuh Secara Teoritis *Dump Truck* Bermuatan

Segmen 1 (jarak = 80 m; Kemiringan = 11%)

- Rimpull untuk mengatasi *rolling resistance* (RR) :

$$= 100 \text{ lb/ton} \times 50,075 \text{ ton}$$

$$= 5.007,5 \text{ lb}$$

- Rimpull untuk mengatasi *grade resistance* (GR):

$$= 20 \text{ lb/ton/\%} \times 11\% \times 50,075 \text{ ton}$$

$$= 11.016,5 \text{ lb}$$

Jadi, total rimpull yang dibutuhkan adalah $= 5.007,5 + 11.016,5$

$$= 16.024 \text{ lb}$$

Dengan demikian, berdasarkan kondisi jalan mendaki dengan kemiringan 11 %, maka *dump truck* dapat bergerak menggunakan *gear* 1 dengan kecepatan maksimum 9,671 km/jam. (Tabel 5.3)

Waktu Tempuh Secara Teoritis *Dump Truck* Tidak bermuatan

Segmen 1 (jarak = 80 m; Kemiringan = 11%)

- *Rimpull* untuk mengatasi *rolling resistance* (RR) :

$$= 100 \text{ lb/ton} \times 19,075 \text{ ton}$$

$$= 1907,5 \text{ lb}$$

- *Rimpull* untuk mengatasi *grade resistance* (GR):

$$= 20 \text{ lb/ton/\%} \times -11\% \times 19,075 \text{ ton}$$

$$= -4.195,5 \text{ lb}$$

Jadi, total *rimpull* yang dibutuhkan adalah $= 1907,5 + -4.196,5$

$$= -2.289 \text{ lb}$$

Dengan demikian, berdasarkan kondisi jalan menurun dengan kemiringan -11 %, maka *dump truck* dapat bergerak menggunakan *gear* 8 dengan kecepatan maksimum 30 km/jam. (Tabel 5.5)

4.2.6.2 Perhitungan Waktu Tempuh Secara Teoritis *Dump Truck* Scana P420 Setelah Perbaikan.

Waktu Tempuh Secara Teoritis *Dump Truck* Bermuatan

Segmen (jarak = 80 m; Kemiringan = 8%)

- *Rimpull* untuk mengatasi *rolling resistance* (RR) :

$$= (100 \text{ lb/ton}) \times 50,075 \text{ ton}$$

$$= 5.007,5 \text{ lb}$$

- *Rimpull* untuk mengatasi *grade resistance* (GR):

$$= 20 \text{ lb/ton/\%} \times 8\% \times 50,075 \text{ ton}$$

$$= 8.012 \text{ lb}$$

Jadi, total *rimpull* yang dibutuhkan adalah $= 5.007,5 \text{ lb} + 8.012 \text{ lb}$

$$= 13.019,5 \text{ lb}$$

Dengan demikian, berdasarkan kondisi jalan mendaki dengan kemiringan 8 %, maka *dump truck* dapat bergerak menggunakan *gear* 2 dengan kecepatan 14,981 km/jam. (Tabel 5.4).

Waktu Tempuh Secara Teoritis *Dump Truck* Tidak bermuatan

Segmen (jarak = 80 m; Kemiringan = -8%)

- *Rimpull* untuk mengatasi *rolling resistance* (RR) :

$$= (100 \text{ lb/ton}) \times 19,075 \text{ ton}$$

$$= 1.907,5 \text{ lb}$$

- *Rimpull* untuk mengatasi *grade resistance* (GR):

$$= 20 \text{ lb/ton/\%} \times -8\% \times 19,075 \text{ ton}$$

$$= -3.052 \text{ lb}$$

Jadi, total *rimpull* yang dibutuhkan adalah $= 2.289 \text{ lb} + -3.052 \text{ lb}$

$$= -1.144,5 \text{ lb}$$

Dengan demikian, berdasarkan kondisi jalan menurun dengan kemiringan -8 %, maka *dump truck* dapat bergerak menggunakan *gear* 8 dengan kecepatan maksimum 30 km/jam. (Tabel 5.6)

4.2.7 Faktor Pendukung Keamanan dan Keselamatan Kerja Pada Jalan Angkut

4.2.7.1 Jarak Henti

Jarak pandang berhenti alat angkut dalam kegiatan pengangkutan merupakan faktor penting dalam terciptanya keamanan dan keselamatan pada jalan. Jarak berhenti alat angkut untuk jalan tikungan berbeda – beda karena kecepatan maksimum dari alat angkut saat melewati tikungan berbeda – beda, akan tetapi kecepatan maksimum untuk jalan angkut pada PT Minemex Indonesia telah ditetapkan kecepatan maximum 30km/jam, dengan memperhatikan aspek keamanan dan keselamatan baik untuk unit *hauling* maupun pengguna jalan yang lain.

Rumus yang digunakan yaitu :

$$D = D_1 + D_2$$

$$D_1 = 0,278 V \cdot t$$

$$t = t_1 + t_2$$

$$D_2 = \frac{V^2}{254 \cdot (f \pm L)}$$

dimana :

$$D = \text{Jarak Henti (m)}$$

$$D_1 = \text{Jarak yang ditempuh saat melihat sampai menginjak rem (m)}$$

$$D_2 = \text{Jarak yang ditempuh sampai berhenti setelah menginjak rem(m)}$$

$$V = \text{Kecepatan rencana (km/jam)}$$

t = Waktu untuk menempuh D₁, (detik)

t₁ = Waktu sadar (1,5 detik)

t₂ = Waktu reaksi mengerem (1 detk)

f = Koefisien gesekan ban (0,6)

+ = Untuk jalan mendaki

- = Untuk jalan menurun

L = Besarnya landai jalan (%)

$$\begin{aligned}D_1 &= 0,278 \cdot v \cdot t \\ &= 0,278 \cdot 30 \cdot (1,5 + 1) \\ &= 0,278 \cdot 30 \cdot 2,5 \\ &= 20,85 \text{ m}\end{aligned}$$

a. Jarak henti pada Jalan Lurus

Kecepatan rencana alat angkut saat melintas di jalan lurus adalah 30 km/jam, dimana pada jalan angkut ini dibagi menjadi per 10 meter berdasarkan jarak angkut untuk jarak angkut lurus segmen L1 berjarak 60 meter maka dapat dihitung jarak henti, yaitu :

0 m – 10 m (%lereng = 12%)

$$\begin{aligned}D_2 &= \frac{v^2}{254 \cdot (f \pm L)} \\ &= \frac{30^2}{254 \cdot (0,6 + 12)} \\ &= 0,281 \text{ m}\end{aligned}$$

$$D = D_1 + D_2$$

$$= 20,85 + 0,281 \text{ m}$$

$$= 21,131 \text{ m}$$

Jarak berhenti pada jalan lurus segmen L1 adalah 21 meter.

Dengan cara yang sama maka didapat jarak henti pada tikungan. Kecepatan maksimum alat angkut saat melewati tiap-tiap tikungan berbeda-beda, maka perhitungan jarak henti tiap tikungan sebagai berikut :

1. Kecepatan saat melewati T1 stasiun 0+070 dengan kemiringan 12 % adalah 9,761 km/jam

$$\begin{aligned} D_1 &= 0,278 \times V \times t \\ &= 0,278 \times 9,761 \times (1,5 + 1) \\ &= 0,278 \times 9,761 \times 2,5 \\ &= 6,784 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_2 &= \frac{v^2}{254 \cdot (f \pm L)} \\ &= \frac{9,761^2}{254 \cdot (0,6 + 12)} \\ &= 0,029 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D &= D_1 + D_2 \\ &= 6,784 + 0,029 \end{aligned}$$

stasiun 0+070 dapat jarak henti= 6,813 m

stasiun 0+080 dapat jarak henti =6,846 m

stasiun 0+090 dapat jarak henti=10,596 m

Jadi jarak berhenti pada segmen T1 dengan panjang jalan 30 meter setelah dirata ratakan adalah 8 meter.

4.2.7.2 Tanggul Pengaman (*Safety Berm*)

Pedoman untuk rancangan tanggul pengaman adalah paling tidak tingginya harus sama atau lebih besar dari nilai *Static Rolling Radius* (SRR) roda kendaraan.

Persamaan untuk menghitung besarnya nilai *Static Rolling Radius* dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$SRR = \frac{TH}{2,1}$$

Dimana :

SRR = *Static Rolling Stone*,

TH = Tinggi roda kendaraan,(120 cm)

$$\begin{aligned} SRR &= \frac{1,20}{2,1} \\ &= \frac{1,20}{2,1} \end{aligned}$$

$$= 0,571 \text{ m}$$

Jadi nilai dari *static rolling radius* roda truck Scania P420 adalah 0,571 m. Dengan *slope safety berm* sebesar 1,5 : 1, maka *safety berm* berbentuk triangular didapat dimensi ukuran sebagai berikut :

Untuk Menghitung Lebar bagian bawah *safety berm* = (SRR x 1,5) x 2 = 1,713 m

- *Slope safety berm* : 1,5 : 1
- Tinggi *safety berm* (B) : 0,571 m
- Lebar bagian bawah *safety berm* : 1,713 m

4.2.7.3 Rambu – Rambu Jalan Angkut

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

- Pengemudi dan kendaraan itu sendiri.
- Kendaraan lain yang mungkin lewat pada jalan tersebut.
- Tanda adanya perempatan, pertigaan dan lain sebagainya.

Berdasarkan pengamatan di lapangan, sudah terpasang rambu - rambu jalan angkut yang cukup dimengerti oleh pengguna jalan seperti rambu untuk jalan tikungan, rambu untuk menunjukkan arah jalan, rambu kecepatan maksimum dan rambu adanya perempatan, rambu tanda hati – hati, rambu kecepatan maksimum kendaraan. namun untuk perawatan yang belum terlaksana sehingga ada beberapa rambu rambu yang tidak seperti posisi semula (Gambar 4.1).



Sumber: Dokumentasi di PT Minemex Indoonesia, 2015

Gambar 4.1
Rambu jalan yang harus diperbaiki

4.2.7.4 Lampu Penerangan Jalan

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

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

Berdasarkan pengamatan di lapangan bahwa lampu penerangan sudah ada, tetapi belum cukup aman untuk keamanan dan keselamatan kerja karena pada tanjakan maupun turunan yang cukup tajam belum dilengkapi lampu penerangan jalan, sehingga operator alat angkut atau transportasi lainnya yang melintas di atasnya harus waspada untuk melewati tanjakan yang belum ada penerangan.