

Evaluasi Teknis Geometri Jalan Angkut Produksi Sebagai Upaya Pencapaian Target Produksi Batubara 20000 ton/bulan di Tambang Terbuka PT. Allied Indo Coal Jaya (AICJ), Perambahan, Kecamatan Talawi, Kota Sawalunto, Sumatera Barat.

Rizky Nanda Putra^{1*}, Tamrin Kasim^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*rizkynandaputra03@gmail.com

**tamrin@ft.unp.ac.id

Abstract. Based on the results of the road geometry evaluation, the following results show that the actual straight road width is between 6.2 - 10.2 m, whereas theoretically the width of the straight road must be made 9 m. The actual grade grades from Stockpile to the West Pit range from 6.98% to 15.83%. The cross slope from Pit to disposal is 4%. Superelevation figures are recommended to overcome road bends with a maximum speed of 40 km / h with a width of 12 meters curved road is 4.98%. The actual productivity before repairing the haul road using the dump truck is Hino Ranger FM 260 JD an average of 18.47 Ton / Hour. This productivity has not yet reached the production target set by PT. Alliet Indo Coal Jaya which is equal to 20000 tons / month. As for productivity after road repairs, 20.90 tons / hour.

Keywords: Geometry, Stockpile, Haul Road, Productivity, Target.

1. Pendahuluan

PT. Alliet Indo Coal Jaya (AICJ) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara. Sistem penambangan yang diterapkan oleh PT. Alliet Indo Coal Jaya (AICJ) adalah system tambang bawah tanah (*underground*) dan tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode *open pit mining*.

Pada kegiatan penambangannya PT. Alliet Indo Coal Jaya (AICJ) menetapkan target produksi batubara sebesar 20000 ton/bulan untuk tambang terbuka. Kegiatan penambangan dimulai pukul 7.00 WIB sampai dengan pukul 17.00 WIB dengan waktu kerja yang disediakan adalah 540 menit/hari dan waktu istirahat yang disediakan 60 menit/hari. Pada proses pengangkutan material PT. Alliet Indo Coal Jaya (AICJ) menggunakan Hino Ranger FM 260 JD dan Mitsubishi FUSO 220 Ps. Sedangkan untuk proses penggalian menggunakan *excavator* Caterpillar 320 D.

Dalam pelaksanaan operasi penambangan batubara di pit barat digunakan 4 unit *dumptruck* Hino Ranger FM 260 JD dan 1 unit *excavator* Caterpillar 320 D. Kegiatan penambangan di tambang terbuka sering terjadi antrian *dumptruck* pada saat proses *loading* yang disebabkan kurang optimalnya kinerja *excavator* dalam melakukan penggalian. Pada kegiatan pengangkutan batubara dari pit barat ke *stockpile* melewati jalan produksi yang memiliki panjang ± 2 km. Dengan

spesifikasi lebar jalan pada keadaan lurus berkisar antara 6.2 m – 10.5 m yang seharusnya 9 m dan pada tikungan berkisar antara 6,4 m – 12,2 m yang seharusnya 12 m. Dengan *grade* jalan berkisaran antara 6.9% - 15.83% sedangkan pada ketentuan *grade* jalan max %. Saat ini, jalan produksi tidak dilengkapi dengan rambu-rambu lalu lintas.

Berdasarkan data yang diperoleh di lapangan, produksi bulanan hanya 15000ton batubara dari target seharusnya 20000ton/bulan. Salah satu kegiatan penambangan yang dapat mempengaruhi produksi adalah pengangkutan dikarenakan ada ketidakserasian alat muat alat angkut yang menyebabkan munculnya waktu tunggu pada alat angkut. Faktor-faktor yang mempengaruhi operasi pengangkutan antara lain kondisi jalan, kondisi peralatan, kondisi cuaca dan keamanannya. Kondisi jalan angkut yang baik akan mempertinggi nilai efisiensi dan efektivitas kerja alat angkut serta tingkat keamanannya. Alat angkut tidak beroperasi secara maksimal dikarenakan kondisi jalan yang tidak memenuhi spesifikasi standar untuk operasi penambangan.

Asumsi ini didukung dengan fakta bahwa pada saat dua *Dumptruck* berpapasan, maka salah satu diantaranya harus berhenti. Situasi ini tentu akan mempengaruhi waktu *hauling* dan nilai keserasian alat muat dan alat angkut, yang akan berakibat pada tidak tercapainya target produksi.

Berdasarkan kondisi tersebut di atas, penulis akan membahas lebih lanjut mengenai “Evaluasi Teknis Geometri Jalan Angkut Produksi Sebagai Upaya Pencapaian Target Produksi Batubara 20000 ton/bulan di Tambang Terbuka PT. Alliet Indo Coal Jaya (AICJ), Perambahan, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, Sumatera Barat.”

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Tinjauan Kesampaian Lokasi Penelitian

2.1.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi penambangan PT. Allied Indo Coal jaya (PT.AICJ) terletak di Perambahan, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat. Secara geografis wilayah IUP PT.AICJ berada pada posisi 100°46'48" – 100°48'47" BT dan 00°35'34" – 00°36'59" LS.

Lokasi pertambangan PT. Allied Indo Coal jaya (PT.AICJ) berjarak kurang lebih 148 km dari Kota Padang dan dapat ditempuh dengan waktu 4 jam 19 menit. Untuk lebih jelasnya lokasi kesampaian daerah perambahan, Desa Batu Tanjung dapat dilihat pada gambar 1:



Gambar 1. Lokasi Kesampaian Daerah PT. AICJ

2.1.2 Iklim dan Curah Hujan

Keadaan iklim di lokasi penambangan termasuk kepada iklim tropis dengan suhu udara panas pada siang hari dan cukup dingin pada malam hari, dengan suhu udara rata-rata antara 27-32°C.

Dari pengamatan curah hujan yang dilakukan oleh PT. AICJ, didapatkan data curah hujan seperti yang terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Curah Hujan Wilayah Perambahan (mm) Selama 16 Tahun Terakhir

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	Jmlh	Rata-rata
2002	53	175	23	70	28	8	37	140	87	68	162	267	1118	92,17
2003	284	206	930	404	139	149	160	81	171	301	332	221	3398	283,17
2004	312	259	184	617	56	39	259	106	154,5	441	336	426	3190	265,79
2005	243	88	116,5	100,75	156,05	122,2	89,5	215,2	201,2	287,5	177,5	23	1820	151,7
2006	262	188	44	263,5	151	120	60,5	113	108,5	181,5	445	446	2383,5	198,58
2007	174	62,5	85	419,5	147,5	137,5	170	127	359,5	103,5	180	248	2214	184,50
2008	289	106	429	230,5	43,5	174,5	215	185,5	212,5	149	65	90	2189,5	182,46
2009	48,5	89	129	247	68,5	129,5	51	147,5	170,5	308,5	266	353,5	2008,5	167,38
2010	209	245	291	379	217	170	229,5	178,5	310,5	152,8	180,7	36,5	2599,5	216,63
2011	135	163	215	280,5	192	94	38,5	129,5	195	392,5	276	339,5	2451,15	204,21
2012	33,5	350	94	224	131,5	65,5	177	64,5	138,5	387	423	303	2191,5	199,29
2013	41,4	229,5	324,5	132	245,5	71	100,5	18,5	210	369,5	220	135,5	2097,9	174,83
2014	41,4	229,5	133	323,5	207	87,5	17,5	227,5	145	164,5	367	225,5	2168,9	180,74
2015	209	245	291	185,5	81	59	17	13	4	22	367	318	1811,5	150,96
2017	385,9	163,5	177,9	163,6	149	45,5	73	124	79	70	-	318	1749,4	159,04
Rata-rata	181,38	186,6	231,12	269,35	134,17	98,14	113	124,71	169,78	226,55	272,66	250,03		
Max	385,9	350	930	617	245	174,5	259	227,5	359,5	441	445	446		
Min	33,5	62,5	62,5	70	28	8	17	13	4	22	65	23		

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Geometri Jalan Angkut

Geometri jalan merupakan bagian dari perencanaan yang lebih ditekankan pada perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memenuhi fungsi dasar jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas yang beroperasi di atasnya.

Tujuan dari perencanaan geometri jalan adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintasan memaksimalkan rasio tingkat penggunaan/biaya pelaksanaan”. Ruang, bentuk dan ukuran jalan dikatakan baik, jika dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan [1].

2.2.1.1 Lebar Jalan Tambang

Perhitungan lebar jalan tambang didasarkan pada lebar kendaraan terbesar yang dioperasikan. Semakin lebar jalan yang digunakan maka operasi pengangkutan akan semakin aman dan lancar. Lebar jalan tambang terdiri dari 2 (dua) kategori, yaitu lebar jalan pada jalan lurus dan lebar jalan pada tikungan, berikut perinciannya:

a. Lebar Jalan pada Jalan Lurus

Penentuan lebar jalan lurus didasarkan pada *rule of thumb* yang dikemukakan oleh “American Association of State Transportation Highway Officials (AASHTO)” dalam buku *Manual Rural Highway Design* yaitu jumlah jalur dikali dengan lebar alat angkut ditambah setengah lebar alat angkut untuk masing-masing tepi kiri dan kanan, dan jarak antara dua alat angkut yang sedang bersilangan [2].

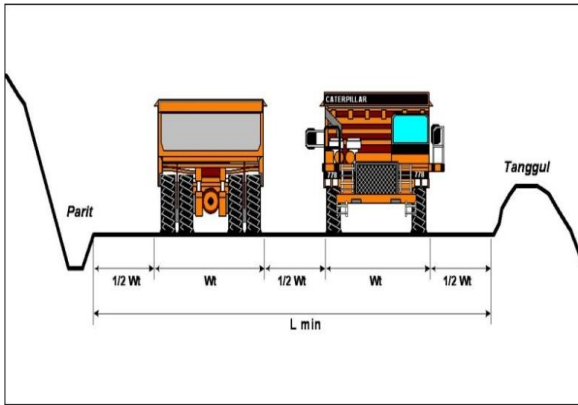
$$L_{min} = n \times W_t + (n + 1) \times (1/2 \times W_t) \quad (1)$$

Keterangan:

L_{min} = Lebar jalan minimum (m)

n = Jumlah jalur

W_t = lebar alat angkut total (m)



Gambar 2. Lebar Jalan Angkut pada Jalan Lurus Dua Jalur

b. Lebar Jalan pada Tikungan

Lebar jalan pada tikungan selalu dibuat lebih besar daripada jalan lurus. Hal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi adanya penyimpangan lebar alat angkut yang disebabkan oleh sudut yang dibentuk oleh roda depan dengan badan truck saat melintasi tikungan [2.11].

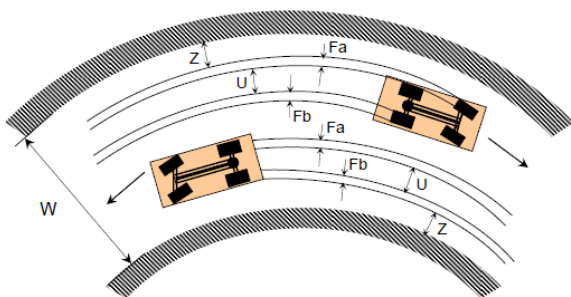
Rumus yang digunakan adalah :

$$W_{min} = n (U + Fa + Fb + Z) + C \quad (2)$$

$$C = Z = \frac{1}{2} (U + Fa + Fb) \quad (3)$$

Keterangan:

- W_{min} = Lebar jalan angkut pada tikungan (m)
- U = Lebar jejak roda (*center to center tyre*) (m)
- n = Jumlah jalur
- Fa = Lebar jantai depan (m)
- Fb = Lebarjantai belakang (m)
- Z = Lebar bagian tepi jalan (m)
- C = Jarak alat angkut saat bersimpangan (m)

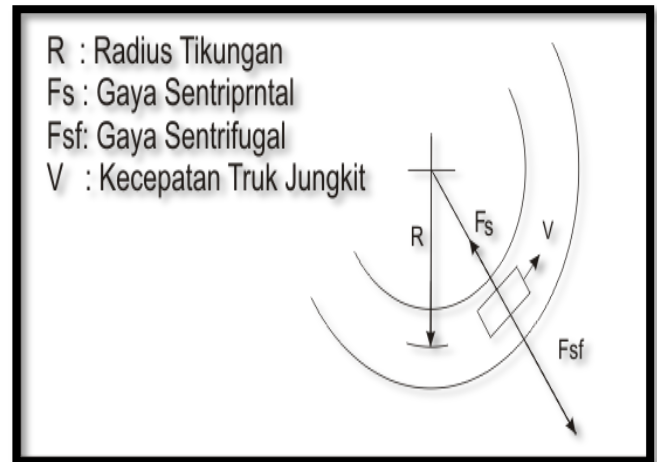


Gambar 3. Lebar Jalan Angkut untuk Dua Jalur pada Tikungan

2.2.1.2 Jari – jari Tikungan

Jari-jari atau radius tikungan jalan angkut merupakan jari-jari lintas perlengkungan yang dibentuk oleh alat angkut pada saat menikung, besarnya dipengaruhi oleh kecepatan alat angkut dan *superelevasi* maksimum jalan. Jarijari tikungan jalan angkut berhubungan dengan kontruksi jalan angkut yang digunakan. Jari-jari tikungan

yang direncanakan pada jalan angkut agar tidak besar sehingga memperkecil *maneuver* alat angkut.



Gambar 4. Jari – jari Tikungan

Besarnya jari-jari tikungan minimum pada jalan angkut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{v_R^2}{127 (e+f)} \rightarrow R_{max} = \frac{v_R^2}{127 (e_{max}+f_{max})} \quad (4)$$

Keterangan :

- e = Angka *superelevasi*
- f = Koefisien gesekan melintang
- V = kecepatan kendaraan (km/jam)
- R = Radius/jari-jari tikungan (m)

Sedangkan nilai f maksimum ditentukan berdasarkan kecepatan alat angkut, yaitu:

Untuk kecepatan alat angkut <80 km/jam, maka:

$$f \text{ maks} = (-0,00065 V) + 0,192 \quad (5)$$

Untuk kecepatan alat angkut 80 km/jam – 112 km/jam, maka:

$$f \text{ maks} = (0,00125 V) + 0,24 \quad (6)$$

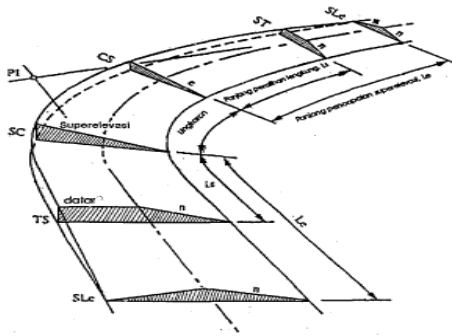
Tabel 2. Jari – jari Tikungan Minimum

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

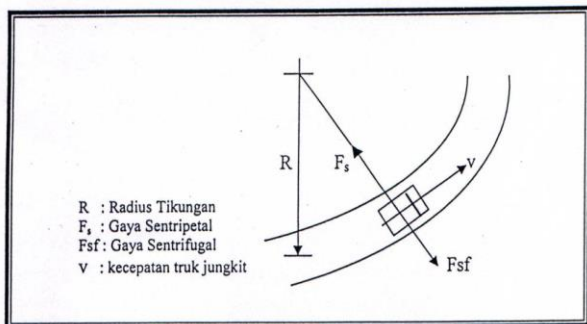
2.2.1.3 Superelevasi (Kemiringan Jalan pada Tikungan)

Superelevasi merupakan kemiringan jalan pada tikungan yang terbentuk oleh batas antara tepi jalan terluar dengan tepi jalan terdalam karena perbedaan ketinggian. Berdasarkan teori dari T. Atkinson D.I.C pada kondisi

jalan yang kering, nilai *superelevasi* merupakan harga maksimum 90 mm/m sedangkan kondisi jalan yang penuh lumpur atau licin nilai *superelevasi* terbesar 60 mm/m.



Gambar 5. Superelevasi pada Jalan Tikungan



Gambar 6. Gaya Sentrifugal pada Tikungan

Untuk menghitung besarnya gaya sentrifugal dapat digunakan rumus:

$$F_{sf} = \frac{G}{g} \times \frac{V^2}{R} \quad (7)$$

Keterangan:

- F_{sf} = Gaya Sentrifugal
- G = Berat Kendaraan
- g = Gaya gravitasi bumi
- V = Kecepatan kendaraan
- R = Jari-jari lengkung lintasan

Untuk menentukan angka koefisien gesek samping berdasarkan kecepatan kendaraan yang beroperasi dapat menggunakan Tabel 3.

Tabel 3. Rekomendasi Aashto untuk Koefisien Gesekan Samping

Kecepatan rencana (mph)	20	30	40	50	60	70	80
Kecepatan rencana (km/jam)	32	48	64	80	97	113	129
Koefisien	0,17	0,16	0,15	0,14	0,12	0,10	0,08

Untuk mengatasi gaya sentrifugal yang bekerja pada alat angkut yang sedang melewati tikungan jalan ada dua cara yang dapat dilakukan, cara pertama dengan mengurangi kecepatan dan cara ke dua adalah membuat kemiringan ke arah titik pusat jari-jari tikungan. Kemiringan ini berfungsi untuk menjaga alat angkut tidak terguling saat melewati tikungan dengan kecepatan tertentu. Cara pertama sangat tidak efisien karena waktu hilang yang ditimbulkan akan besar, oleh karena itu cara kedua dianggap lebih baik. Selain itu *superelevasi* juga berfungsi untuk mengalirkan air agar tidak menggenangi jalan angkut pada saat hujan. Besarnya angka *superelevasi* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut^[3,12].

$$e + f = \frac{v^2}{127R} \quad (8)$$

Tabel 4. Nilai Superelevasi yang Diizinkan^[4]

Jari-jari Tikungan (feet)	Kecepatan kendaraan (mph)					
	10	15	20	25	30	>35
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	0,05	
300	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	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

2.2.1.4 Kemiringan Jalan Angkut (Grade)

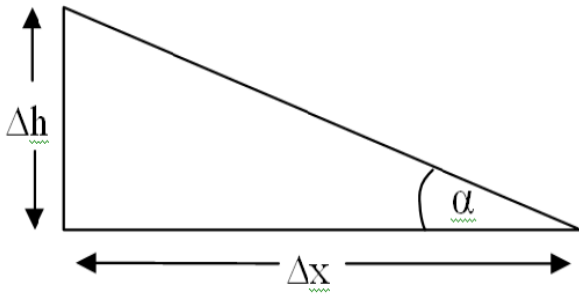
Kemiringan atau "grade" jalan angkut merupakan satu faktor penting yang harus diamati secara detail dalam kegiatan kajian terhadap kondisi jalan angkut tambang tersebut. Hal ini dikarenakan kemiringan jalan angkut berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut, baik dari pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan. Besarnya kemiringan jalan angkut dinyatakan dalam persen (%). Dalam pengertiannya, kemiringan (α) 1% berarti jalan tersebut naik atau turun 1 m atau 1 ft untuk setiap jarak mendatar sebesar 100 m atau 100 ft^[5,13]. Kemiringan (*grade*) jalan angkut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Grade(\%) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \quad (9)$$

Keterangan:

Δh = Beda titik antara dua titik yang diukur

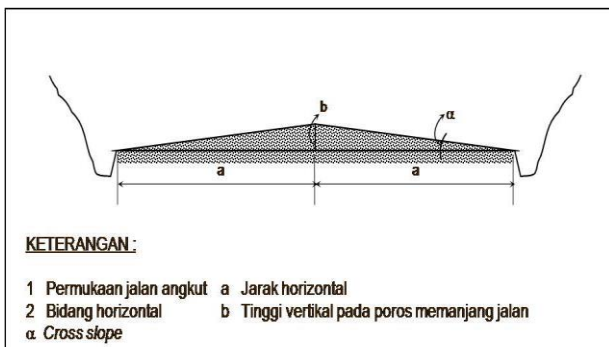
Δx = Jarak datar antara dua titik yang diukur



Gambar 7. Kemiringan Jalan Angkut

2.2.1.5 Kemiringan Melintang (Cross Slope)

Kemiringan melintang (*cross slope*) adalah perbedaan ketinggian sisi jalan dengan bagian tengah permukaan jalan. Pada umumnya jalan angkut mempunyai bentuk penampang melintang cembung, bagian tengah jalan lebih tinggi dari tepi jalan.



Gambar 8. Penampang Melintang Jalan Angkut

2.2.1.6 Jarak Berhenti Kendaraan

Jarak berhenti kendaraan adalah jarak yang dibutuhkan pengemudi untuk menghentikan kendaraannya pada saat menghadapi bahaya. Waktu yang dibutuhkan pengemudi untuk pengenalan situasi dan pengambilan keputusan untuk menginjak rem sebesar 1,5 detik. Setelah pengemudi mengambil keputusan, maka pengemudi masih membutuhkan waktu untuk menginjak rem. Rata-rata pengemudi membutuhkan waktu 0,5-1 detik, untuk perencanaan diambil waktu 1 detik. Jadi total waktu yang dibutuhkan pada saat pengemudi melihat rintangan sampai menginjak pedal rem sebesar 2,5 detik^[2,14]. Jarak yang ditempuh selama waktu tersebut (d_1) adalah:

$$d_1 = V \times t \quad (10)$$

Keterangan:

- d_1 = Jarak pada saat melihat rintangan sampai menginjak pedal(m)
- v = Kecepatan (km/jam)
- t = Waktu reaksi (2,5 detik)

$$d_2 = \frac{V^2}{2 \cdot g \cdot f_m} \quad (11)$$

Keterangan:

- f_m = Koefisien gesekan antara ban dan muka jalan dalam arah memanjang jalan.
- d_2 = jarak mengerem (m)
- V = Kecepatan alat angkut (km/jam)
- G = $9,81 \text{ m/dt}^2$

$$d = d_1 + d_2 \quad (12)$$

$$d = (V \times t) + \frac{V^2}{2 \cdot g \cdot f_m} \quad (13)$$

2.2.1.6 Jarak Pandang yang Aman

Jarak pandang yang aman (*safe sight distance*) diperlukan oleh pengemudi (operator) untuk melihat kedepan secara bebas pada suatu tikungan. Jika pengemudi melihat suatu penghalang yang membahayakan, pengemudi dapat melakukan antisipasi untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman. Jarak pandang minimum sama dengan sama dengan jarak berhenti. Jarak pandang terdiri dari Jarak Pandang Henti (J_h) dan Jarak Pandang Mendahului (J_d).

a. Jarak Pandang Henti (J_h)

Jarak pandang henti adalah jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan. Ketinggian mata pengemudi berkisar antara 4,00 m – 4,90 m, sedangkan tinggi penghalang yang dapat menimbulkan kecelakaan berkisar antara 0,15 m – 0,20 m diukur dari permukaan jalan^[2,15].

$$J_h = J_{ht} + J_{hr} \quad (14)$$

$$J_h = \frac{V_R}{3.6} T + \frac{\left(\frac{V_R}{3.6}\right)^2}{2gf_p} \quad (15)$$

Persamaan di atas dapat disederhanakan menjadi:

Untuk jalan datar:

$$J_h = 0,278 V_R T + \frac{V_R^2}{254f_p} \quad (16)$$

Untuk jalan dengan kelandaian tertentu:

$$J_h = 0,278 V_R T + \frac{V_R^2}{254(f_p \pm L)} \quad (17)$$

Keterangan:

- J_h = Jarak pandang henti (m)
- V_R = kecepatan rencana (km/jam)
- T = waktu tanggap, ditetapkan 2.50 detik
- g = gravitasi, 9,8 m/s

- f_p = koefisien gesek memanjang antara ban dengan perkerasan jalan, menurut AASHTO = 0,28 – 0,45; menurut Bina Marga = 0,35 – 0,55.
 L = kemiringan jalan (%)
 + / - = Untuk jalan mendaki / untuk jalan menurun

b. Jarak Pandang Mendahului (Jd)

Jarak pandang mendahului adalah jarak yang memungkinkan suatu kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke jalur semula. Jarak pandang mendahului diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 105 cm yang berarti halangan sejajar dengan pandangan pengemudi. Jarak pandang mendahului

$$Jd = d1 + d2 + d3 + d4$$

$$D1 = 0,278 T1 \left(V_R - m + \frac{a \cdot T1}{2} \right)$$

$$D2 = 0,278 V_R \cdot T2$$

$$D3 = \text{antara } 30 - 100 \text{ m}$$

Keterangan:

- Jd = Jarak pandang mendahului (m)
 D1 = Jarak yang ditempuh selama mendahului sampai dengan kembali ke lajur semula (m)
 D2 = Jarak antara kendaraan yang mendahului dengan kendaraan yang datang dari arah berlawanan setelah proses mendahului selesai (m)
 D3 = jarak yang ditempuh oleh kendaraan yang datang dari arah berlawanan (m)
 T1 = waktu dalam (s), $2,12 + 0,026 V_R$
 T2 = waktu kendaraan berada di lajur lawan (s), $6,56 + 0,048 V_R$
 a = percepatan rata-rata (km/jam/detik), $2,052 + 0,0036 V_R$
 m = perbedaan kecepatan dari kendaraan yang menyiap dan kendaraan yang disiap (biasanya diambil 10 km/jam – 15 km/jam).

2.2.1.7 Rimpull dan Kecepatan

Rimpull (RP) merupakan suatu gaya tarik maksimum yang dapat disediakan oleh mesin. Rimpull ini suatu istilah yang hanya di terapkan pada alat alat mekanis yang beroda ban (*rubber tired equipment*). Besar kecilnya rimpull bergantung pada kecepatan atau gear yang dipakai. Rimpull yang dapat dihasilkan pada setiap gear tidak sama, pada gear rendah rimpull yang tersedia besar, sedangkan pada gear kecil rimpull yang tersedia kecil. Rimpull dinyatakan dalam pounds (lb) dan biasanya sudah tercantum dalam spesifikasi mesin, apabila tidak ada rimpull dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rimpull} = \frac{375 \times \text{HP} \times \text{Efficiency}}{\text{Speed (mph)}} \quad (18)$$

Keterangan:

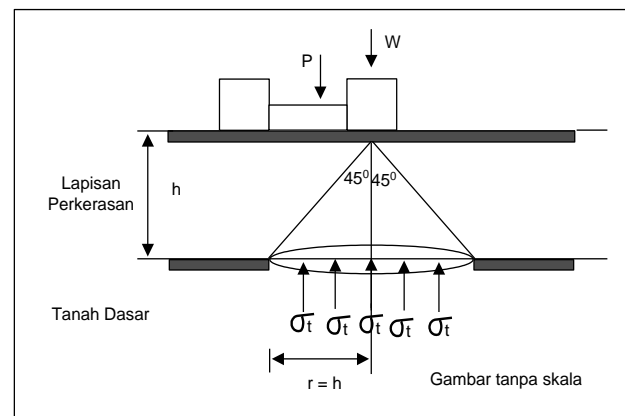
HP = Horse power

Speed = Kecepatan maksimum pada gear tertentu (mph)

2.2.1.8 Daya Dukung Jalan Terhadap Beban yang Melintas

Daya dukung jalan adalah kemampuan jalan untuk menopang beban yang ada di atasnya. Menentukan daya dukung tanah secara tepat hanya dapat dilakukan oleh seorang ahli mekanika tanah yang berkualifikasi.

Konstruksi jalan secara *un-bound method* harus memenuhi dua syarat utama, yaitu : permukaan jalan harus cukup kuat untuk menahan beban atau berat kendaraan yang berada di atasnya (gaya tekan kendaraan harus lebih kecil dari daya dukung tanah), permukaan jalan harus dapat menahan gesekan dari roda kendaraan dan pengaruh air hujan/air permukaan. Dalam menentukan jenis perkerasan jalan produksi banyak dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain dipilih jenis perkerasan yang paling ekonomis yang disesuaikan dengan peralatan yang ada dan tenaga yang mengerjakannya.



Gambar 9. Penyebaran Beban Roda Melalui Lapisan Perkerasan

2.2.1.9 Pendukung Keamanan dan Keselamatan Jalan Angkut

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk keamanan dan keselamatan pengangkutan disepanjang jalur jalan angkut, yaitu:

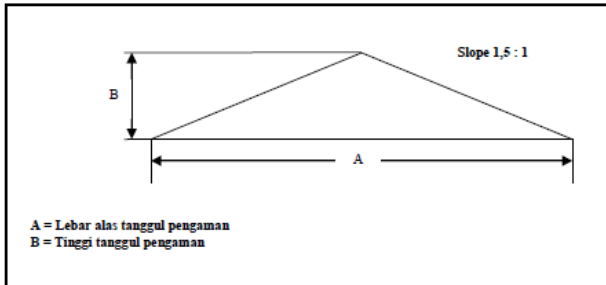
a. Pengaman Tepi (Safety Berm)

Pengaman tepi yang umum digunakan di tambang adalah tanggul dari tanah timbunan yang berbentuk *triangular* dengan perbandingan *slope* 1,5 : 1. Ault dan Kaufman mengkategorikan desain tanggul berdasarkan berat total alat angkut beserta muatan. Untuk tanggul tersebut, pedoman dalam rancangannya adalah paling tidak tingginya harus sama atau lebih besar dari nilai *stastic rolling radius* (SRR) roda angkut. Persamaan menghitung besarnya nilai *stastic rolling radius* dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$SRR = \frac{TH}{2,1} \quad (19)$$

Keterangan:

SRR = *Static rolling radius* (inci)
 TH = Tinggi roda alat Angkut (inci)



Gambar 10. Pengaman Tepi

b. Saluran Penyaliran

Dalam rancangan pembuatan jalan angkut diperlukan adanya saluran air untuk mengalirkan air dari permukaan jalan yang dapat memberikan pengaruh buruk terhadap jalan angkut. Air yang berasal dari air hujan yang jatuh diatas permukaan jalan harus diantisipasi sehingga jalan angkut dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

c. Lampu Penerangan Jalan Angkut

Lampu penerangan pada jalan angkut bertujuan untuk memudahkan pengemudi dalam melihat daerah-daerah rawan yang dapat membahayakan keselamatan kerja pada saat mengoperasikan alat angkut di malam hari. Pemasangan sarana penerangan dilakukan berdasarkan interval jarak dan tingkat bahayanya.

d. Rambu – rambu Jalan Angkut

Sebuah rambu harus menarik perhatian pengemudi dalam jangkauan yang lebih besar daripada persyaratan jarak baca. Rambu harus dapat dibedakan secara jelas terhadap latar belakang setempat dan sebaliknya, pesan yang terdapat dalam rambu harus lebih menonjol dari pada warna dasarnya dan kontras terhadap papannya. Pemahaman juga harus terjadi pada waktu yang cukup bagi pengemudi untuk bertindak atas pesan-pesan dalam rambu tersebut tanpa mengalihkan perhatian sepenuhnya dari situasi jalan.

e. Spion Jalan

Jalan tikungan merupakan jalan yang sangat rawan terjadi kecelakaan, keterbatasan jarak pandang pengemudi menyulitkan pengemudi untuk bisa memastikan kondisi yang ada di depan kendaraan. Untuk itu perlu dipasang spion jalan khususnya pada jalan-jalan tikungan sehingga diharapkan pengemudi dapat melihat kondisi jalan dari arah yang berlawanan.

2.2.2 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Produksi DumpTruck

Produksi dari alat muat dan alat angkut adalah kemampuan optimal yang dapat dicapai oleh alat tersebut setelah memperhitungkan faktor-faktor yang ikut mempengaruhi pencapaian tersebut.

2.2.2.1 Kecerassian Kerja Alat Angkut Mekanis (match factor)

Match factor merupakan faktor untuk menentukan tingkat kecerassian kerja alat-alat mekanis (*backhoe* dan *dump truck*). Salah satu faktor yang ikut mempengaruhi kecerassian kerja dua alat mekanis di atas adalah kondisi jalan angkut^[6]. Untuk menentukan nilai *match factor* dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

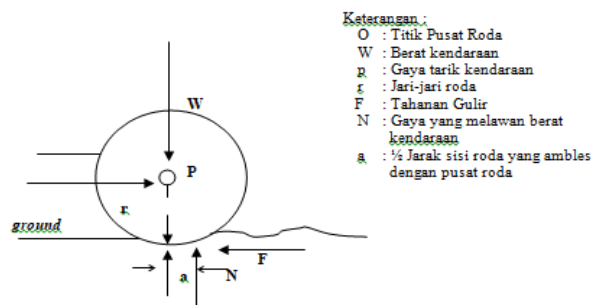
$$MF = \frac{CTm \times Na}{Cta \times Nm} \quad (20)$$

Keterangan:

MF = Faktor kecerassian kerja alat mekanis
 CTm = Waktu edar alat muat
 Cta = Waktu edar alat angkut
 Na = Jumlah alat angkut
 Nm = Jumlah alat muat

2.2.2.2 Rolling Resistance

Rolling resistance merupakan tahanan gelinding/gulir yang terdapat pada roda yang sedang bergerak akibat adanya gaya gesek antara roda dengan permukaan tanah yang arahnya selalu berlawanan.



Gambar 11. Arah Tahanan Gulir

$$RR = \frac{P}{W} \quad (21)$$

Keterangan:

RR = Rolling resistance (lb/ton)
 P = gaya tarik pada kabel penarik (lb)
 W = berat kendaraan (ton)

Tabel 4. Harga Tahanan Gelinding

KONDISI JALAN ANGKUT	RR Untuk Ban Karet (lb/ton)
Jalan keras dan licin	40
Jalan yang diaspal	45 – 60
Jalan keras dengan permukaan terpelihara baik	45 – 70
Jalan yang sedang diperbaiki dan terpelihara	85 – 100
Jalan yang kurang terpelihara	85 – 120
Jalan berlumpur dan tidak terpelihara	165 – 210
Jalan berpasir dan berkerikil	240 – 275
Jalan berlumpur dan sangat lunak	290 – 370

2.2.2.3 Grade Resistance

Grade resistance adalah besarnya gaya berat yang melawan atau membantu gerak kendaraan karena kemiringan jalur jalan yang dilewati oleh kendaraan tersebut. Pengaruh kemiringan terhadap harga GR adalah naik untuk kemiringan positif (akan memperbesar *rimpull*) dan turun untuk kemiringan negatif (akan memperkecil *rimpull*). Besarnya GR tergantung pada kemiringan jalan (%) dan berat kendaraan tersebut (ton). Besarnya GR dinyatakan rata-rata 20 lb dari *rimpull* untuk setiap *gross* berat kendaraan beserta isinya pada setiap kemiringan 1 %.

2.2.3 Perhitungan Produksi Alat Muat dan Angkut

Untuk memperkirakan produksi alat-alat berat dan alat mekanis secara teoritis maupun nyata harus dikalikan dengan faktor koreksi, hal ini ditujukan untuk mengetahui kesalahan yang terjadi akibat beberapa faktor seperti efisiensi waktu, efisiensi kerja atau kesediaan alat yang dapat digunakan serta efisiensi operator.

Persamaan untuk menghitung produktivitas alat gali dan alat angkut adalah sebagai berikut:

2.2.3.1 Dump Truck

$$Pa = \frac{60}{Cta} \times n \times Cb \times Ff \times Sf \times Eff \quad (22)$$

Keterangan:

Pa	= Produksi per jam
Cta	= Cycle time alatmuat
Cb	= Bucket Capacity (3,2 m ³)
Ff	= Fill Factor (0,82)
Sf	= Swell Factor (0,71)
Fff	= Efektifitas kerja
n	= Jumlahpengisian
Density	= 1,1

2.2.3.2 Excavator (Backhoe)

Excavator merupakan alat gali sekaligus alat muat material *Over burden* ke *dump truck*. Untuk menghitung produksi *excavator* dapat menggunakan persamaan berikut:

$$Pa = \frac{3600}{Cta} \times Cb \times Ff \times Sf \times Eff \times Density \quad (23)$$

Keterangan:

Pa	= Produksi per jam
Cta	= Cycle time alatangkut
Cb	= Bucket Capacity (3,2 m ³)
Ff	= Fill Factor (0,82)
Sf	= Swell Factor (0,71)
Eff	= Efektifitaskerja
Density	= 1,1

2.2.4 Perawatan dan Pemeliharaan Jalan Produksi

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

3. Metode Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Hal itu dikarenakan dalam penelitian nantinya akan menggunakan data-data berupa angka-angka. Mendefinisikan penelitian kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan apa yang ingin di ketahui^[7].

3.2 Objek Penelitian

Adapun objek penelitian ini adalah keadaan dan Geometri jalan angkut tambang dari *stockpile* ke lokasi penambangan dan aktifitas alat angkut tambang yang mempengaruhi hasil produksi batubara di PT. Alliet Indo Coal Jaya (AICJ). Dengan mengetahui geometri jalan dan aktifitas alat angkut yang melalui jalan tersebut. Akan terlihat pengaruh geometri jalan angkut terhadap produktifitas *dumptruck* saat ini dan diharapkan akan menjadi bahan acuan untuk dilakukanya evaluasi pada jalan angkut batubara di PT. Alliet Indo Coal Jaya (AICJ). Agar terjadi peningkatan produksi^[8].

3.3 Teknik Pengumpulan Data dan Instrumentasi

3.3.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik yang dilakukan dalam pengumpulan data adalah pengambilan secara langsung ke lapangan/perusahaan tambang. Urutan pengumpulan data adalah sebagai berikut:

3.3.1.1 Studi literatur

Mempelajari data-data perusahaan dan laporan penelitian terdahulu.

3.3.1.2 Pengamatan Langsung di Lapangan

Pengamatan langsung dilapangan meliputi orientasi lapangan bersama karyawan perusahaan untuk langkah awal penelitian, untuk mengidentifikasi masalah dan penentuan lokasi pengambilan data.

3.3.1.3 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan setelah mempelajari literature dan orientasi lapangan. Data yang diambil berupa data primer dan data sekunder.

a. Pengambilan data primer

Data primer merupakan data yang penulis peroleh langsung dari lapangan yaitu data pengukuran lebar jalan angkut tambang pada jalan lurus, lebar jalan pada tikungan, jari – jari tikungan, *superelevasi*, *grade*, *cross slope*. Dan juga pengambilan *cycle time* alat angkut. Mengamati dan membandingkan produksi nyata dengan produksi teoritis yang berdasarkan pada metode perhitungan menurut teori pemindahan tanah mekanis.

b. Pengambilan data sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh penulis dari studi literatur PT. Alliet Indo Coal Jaya (AICJ), untuk mendukung data-data penelitian seperti peralatan tambang, data spesifikasi alat angkut, data pendukung geometri jalan angkut tambang, sejarah perusahaan, deskripsi perusahaan dan data pendukung lainnya.

3.3.1.4 Instrumentasi

Adapun instrumentasi (peralatan) yang dibutuhkan selama penelitian inia dalah sebagai berikut:

- Meteran
- GPS
- Suunto
- Kompas Geologi
- Stopwatch
- Kamera
- Laptop
- Pita penanda
- Alat tulis

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Geometri Jalan Produksi

Daerah Pit barat merupakan salah satu area penggalian batubara pada tambang PT. AICJ. Aktifitas penggalian pada area ini bertujuan untuk mendapatkan batubara dan akan diangkut langsung ke *stockpile*. Jarak dari Pit barat ke *stockpile* 1.896 m (lampiran B). Jalan produksi terdiri dari 15 segmen untuk jalur lurus dan tikungan (Lampiran B).

4.1.1 Lebar Jalan

Lebar jalan produksi (dalam keadaan lurus dan tikungan) pada daerah PT. AICJ pada jalur bermuatan dan kosong dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Lebar Jalan Produksi Dalam Keadaan Lurus dan Tikungan pada Jalur Bermuatan dan Kosong

Segmen Jalan	Panjang Jalan (m)	Lebar Rata2 (m)	
		Lurus	Tikungan
SP-A	260	7	
A-B	108		8,8
B-C	409	9	
C-D	84		10,2
D-E	252	7,1	
E-F	100		10,5
F-G	44	8	
G-H	65		12,2
H-I	71	7,2	
I - J	92		11,2
J-K	104	7,5	
K-L	83		9,2
L-M	54	10,5	
M-N	49		6,4
N-O	121	6,2	
Jumlah	1896		

4.1.2 Kemiringan Jalan Produksi

Kemiringan jalan produksi berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut baik dalam pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan. Kemiringan jalan umumnya dinyatakan dalam persen (%). Kemiringan (*grade*) jalan PT. AICJ sangat bervariasi, mulai -15,83% sampai 15,83%. *Grade* jalan produksi pada PT. AICJ dapat dilihat pada Tabel 16. Tanda minus (-) menandakan turunan pada jalan produksi, hal bisa dilihat pada (Tabel 16 dan Tabel 17). Dan untuk perhitungan *grade* dapat dilihat pada Lampiran B.

Tabel 16. Grade disetiap Segmen Jalan Produksi pada Saat *Dump Truck* Kosong di PT. AICJ

Segmen Jalan	Panjang Jalan (m)	Jarak Miring (m)	α (°)	Beda tinggi (m)	Jarak datar (m)	Gread (%)
SP-A	260	140	9	21,9	138,27	15,83
A-B	108	53,41	4	3,72	52,27	6,98
B-C	409					
C-D	84					
D-E	252					
E-F	100					
F-G	44					
G-H	65	109,37	7	13,32	108,55	12,27
H-I	71					
I-J	92					
J-K	104	62,6	4	4,36	62,44	-6,98
K-L	83					
L-M	54	52,5	5	4,57	52,3	-8,73
M-N	49					
N-O	121					
Jumlah	1896					

Tabel 17. Grade disetiap Segmen Jalan Produksi pada Saat *Dump Truck* Bermuatan di PT. AICJ

Segmen Jalan	Panjang Jalan (m)	Jarak Miring (m)	α (°)	Beda tinggi (m)	Jarak datar (m)	Gread (%)
O-N	121					
N-M	49	52,5	5	4,57	52,3	8,73
M-L	54					
L-K	83	62,6	4	4,36	62,44	6,98
K-J	104					
J-I	92					
I-H	71	109,47	7	13,32	108,55	-12,27
H-G	65					
G-F	44					
F-E	100					
E-D	252					
D-C	84					
C-B	409					
B-A	108	53,41	4	3,72	52,27	-6,98
A-SP	260	140	9	21,9	138,27	-15,83
Jumlah	1896					

4.1.3 Kemiringan Melintang (Cross slope)

Tabel 18. *Crossslope* di Lapangan

Segmen Jalan	Lebar Jalan (m)	Setengah Lebar (m)	α Cross Slop(E)	Beda Tinggi Lapangan (q)		Jarak Lurus (p)	Cross slope Aktual mm/m
				m	cm		
SP-A	7	3,5	1	0,061	6,1	3,49	17,47
B-C	9	4,5	2	0,157	15,7	4,49	34,96
D-E	7,1	3,55	1	0,061	6,19	3,54	17,23
F-G	8	4	2	0,139	13,95	3,99	34,83
H-I	7,2	3,6	0	0	0	3,6	0
J-K	7,5	3,75	1	0,065	6,54	3,74	17,37
L-M	10,5	5,25	3	0,274	27,47	5,24	52,29
N-O	6,2	5,25	0	0	0	5,25	0

4.1.4 *Superelevasi*

Secara umum *superelevasi* yang ada di PT. AICJ berkisar antara 0-48 mm/m, pada segmen E-F dan K-L tidak memiliki *superelevasi*. Sehingga ketika alat angkut melewati tikungan kecepatan yang dipakai sangat rendah sehingga berpengaruh pada *cycle time* pada alat angkut semakin besar. Untuk perhitungan *superelevasi*

dapat dilihat pada Lampiran B dan hasil perhitungan *superelevasi* di lapangan dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. *Superelevasi* di Lapangan

Segmen Jalan	Lebar Tikungan	α <i>Superelevasi</i> (°)	Beda Tinggi (m)	Jarak Datar (m)	Grade (%)	mm/m	R
A-B	8,8	1	0,15	8,79	1,7	17	27,17
C-D	10,2	2	0,35	10,19	3,434	34,34	45,02
E-F	10,5	0	0	10,5	0	0	31,11
G-H	12,2	3	0,63	12,18	5,172	51,72	48,34
I-J	11	2	0,38	10,99	3,457	34,57	29,27
K-L	9,2	0	0	9,2	0	0	36,34
M-N	6,4	2	0,22	6,39	3,286	32,86	22,23

4.2 Nilai Keserasian Kerja Alat Mekanis (Match Factor)

4.2.1 Match Factor (Nilai Keselarasan) Aktual

Berdasarkan data sebagai berikut

Jumlah alat muat (Nm) = 1 unit

Jumlah alat angkut (Na) = 4 unit

Cycle time Alat muat (Ctm) = Jumlah pemuatan rata-rata x Ct alat muat

$$= 26 \times 25,48 \text{ detik}$$

$$= 662,48 \text{ detik}$$

Cycle time Alat angkut (Cta) = 1756,2 detik

$$MF = \frac{Na.Ctm}{Nm.Cta} = \frac{4 \times 662,48}{1 \times 1.756,2} = \frac{2.649,92}{1.756,2} = 1,508$$

Pada perhitungan *match factor* aktual dilapangan, untuk 5 unit *dump truck* dengan *cycle time* rata-rata selama 29,27 menit tanpa waktu tunggu (lihat pada Lampiran C) dan satu unit *excavator* dengan *cycle time* rata-rata selama 25,48 detik (lihat pada Lampiran C), dengan 26 kali jumlah pemuatan maka *match factor* aktual dilapangan adalah 1,508. *Match factor* 1,508 diartikan adanya waktu tunggu pada alat angkut.

4.2.2 Match Factor (Nilai Keselarasan) Teoritis Setelah perbaikan Jalan

Didasarkan data sebagai berikut :

Jumlah alat muat (Nm) = 1 unit

Jumlah alat angkut (Na) = 4 unit

Cycle time Alat Muat (Ctm) = jumlah pemuatan rata-rata x Ct alat muat

$$= 26 \times 25,48 \text{ menit}$$

$$= 662,48 \text{ detik}$$

Cycle time Alat Angkut (Cta) = 1448,4 detik (lampiran G)

$$MF = \frac{Na.Ctm}{Nm.Cta} = \frac{4 \times 662,48}{1 \times 1448,4} = \frac{2.649,92}{1.448,4} = 1,70$$

Untuk perhitungan *Match factor* setelah perbaikan jalan, jumlah unit *dump truck* dan *excavator* tetap sama, serta *cycle time excavator* juga tetap sama, yang berubah hanya *cycle time dump truck* saja menjadi 24,14 menit tanpa waktu tunggu. Maka didapat *match factor* setelah perbaikan jalan adalah 1,70. *Match factor* 1,70 diartikan adanya waktu tunggu pada alat angkut.

4.3 Pencapaian Target Produksi

4.3.1 Kebutuhan Alat

4.3.1.1 Alat Angkut

Diketahui:

Target produksi = 20000 ton/hari
 Produktivitas *dump truck* = 144,42 ton/hari (Lampiran H)

Maka:

$$\text{Jumlah dump truck} = \frac{\text{Target produksi}}{\text{Produktivitas dump truck}}$$

$$\text{Jumlah dump truck} = \frac{20000 \text{ ton/bulan}}{4.332,6 \text{ ton/bulan}}$$

$$\text{Jumlah dump truck} = 4,61 \approx 5$$

Jadi jumlah *dump truck* yang dibutuhkan untuk pengangkutan batubara dari Pit Barat menuju *Stockpile* adalah 5 unit.

4.3.1.2 Alat Muat

Diketahui:

Target produksi = 20000 ton/bulan
 Produktivitas *excavator* = 13902,7 ton/bulan (Lampiran F)

Maka:

$$\text{Jumlah dump truck} = \frac{\text{Target produksi}}{\text{Produktivitas dump truck}}$$

$$\text{Jumlah dump truck} = \frac{20000 \text{ ton/bulan}}{13902,7 \text{ ton/bulan}}$$

$$\text{Jumlah dump truck} = 1,43 \approx 2$$

Jadi jumlah *excavator* yang dibutuhkan untuk penggalian batubara di Pit Barat adalah 2 unit.

4.3.1.3 Nilai Match Factor

Jumlah alat muat (Nm) = 2 unit

Jumlah alat angkut (Na) = 5 unit

Cycle time Alat Muat (Ctm) = jumlah pemuatan rata-rata x Ct alat

Muat = 26 x 25.48 detik
 = 662,48 detik

Cycle time Alat Angkut (Cta) = 1448,4 detik (lampiran G)

$$\text{G) MF} = \frac{Na.Ctm}{Nm.Cta} = \frac{5 \times 662,48}{2 \times 1448,4} = \frac{3312,4}{2896,8} = 1,143$$

Jadi, nilai *match factor* yang diperoleh dari penggunaan 2 unit *excavator* dan 6 unit *dump truck* adalah 1,143, ini berarti alat angkut memiliki waktu tunggu sedangkan *excavator* bekerja penuh.

4.3.1.4 Produksi Perhari Setelah Penambahan Alat

$$Pa = \frac{(60 \times Em) \times (n \times Hm \times FFm) \times SF \times \rho_i}{Cta}$$

Keterangan:

Pa = Produksi per waktu (ton/jam)

Cta = *Cycle time* alat angkut

Hm = *Bucket capacity* (1,19 m³)

Ff = *Fill factor* (0,82)

Sf = *Swell factor* (0,71)

Em = Efisiensi kerja

n = Jumlah pengisian

Density (ρ_i) = 1,1 ton/m³

Maka:

$$Pa = \frac{(60 \times Em) \times (n \times Hm \times FFm) \times SF \times \rho_i}{Cta}$$

Diketahui :

Cta = 39,24 menit (Lampiran G)

Em = 69 % (Lampiran D)

Hm = 1,19 m³ (Lampiran A)

Ff = 0,82

Sf = 0,71

n = 26

ρ_i = 1,1 ton/m³

Maka:

$$Pa = \frac{(60 \times 0,69) \times (26 \times 1,19 \times 0,82) \times 0,71 \times 1,1}{39,24}$$

Pa = 20,90 ton/jam

Produksi perhari satu *dump truck* = Pa x Jam kerja efektif

(Lampiran D) = 20,90 ton/jam x 6,91 jam
 = 144,42 ton/hari

Produksi perhari untuk

keseluruhan *dump truck* = Produksi perhari satu *dump truck* x Jumlah *dump truck*
 = 144,42 x 5
 = 722,1 ton/hari

Jadi, setelah perbaikan jalan produksi dan penambahan 1 unit Hino FM 260 JD maka produksi perhari sebesar 722,1 ton/hari atau 21.662 ton/bulan.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

a. Lebar jalan lurus aktual adalah sebagai berikut:

- 1) Lebar jalan lurus segmen SP-A adalah 7 meter
- 2) Lebar jalan lurus segmen B-C adalah 9 meter
- 3) Lebar jalan lurus segmen D-E adalah 7,1 meter
- 4) Lebar jalan lurus segmen F-G adalah 8 meter
- 5) Lebar jalan lurus segmen H-I adalah 7,2 meter
- 6) Lebar jalan lurus segmen J-K adalah 7,5 meter
- 7) Lebar jalan lurus segmen L-M adalah 10,5 meter
- 8) Lebar jalan lurus segmen N-O adalah 6,2 meter

b. Lebar jalan pada tikungan aktual adalah sebagai berikut:

- 1) Lebar jalan tikungan segmen A-B adalah 8,8 meter
- 2) Lebar jalan tikungan segmen C-D adalah 10,2 meter

- 3) Lebar jalan tikungan segmen E-F adalah 10,5 meter
 - 4) Lebar jalan tikungan segmen G-H adalah 12,2 meter
 - 5) Lebar jalan tikungan segmen I-J adalah 11 meter
 - 6) Lebar jalan tikungan segmen K-L adalah 9,2 meter
 - 7) Lebar jalan tikungan segmen M-N adalah 6,4 meter
- c. *Grade* jalan aktual pada PT. AICJ mulai dari 6,98% hingga 15,83%. Dibeberapa segmen jalan terdapat *grade* jalan yang melampaui standar 10% seperti Segmen A-B, J-K, K-L, dan L-M sampai M-N.
- d. Fasilitas-fasilitas pendukung keselamatan pada jalan angkut seperti batas kecepatan maksimum, tanda adanya pertigaan atau persilangan dengan jalan warga, rambu-rambu jarak aman untuk berhenti di tikungan dan tanjakan pada PT. AICJ belum ada. Dengan kecepatan maksimal 40 km/jam maka jarak pandang henti adalah 40 meter maka disetiap tanjakan dan tikungan harus dipasang rambu-rambu agar dalam radius 40 meter dilarang untuk alat angkut berhenti.
- e. *Match factor* aktual sebelum perbaikan jalan adalah 1,50 sedangkan *match factor* setelah perbaikan jalan sebesar 1,70. Berarti setelah perbaikan jalan pada *dump truck* masih memiliki waktu tunggu. Dengan melakukan penambahan unit menjadi 2 *excavator* dan 5 *dump truck* maka nilai *Match factor* menjadi 1,14.
- f. Untuk mencapai target produksi pengangkutan batubara bulanan sebesar 20.000 ton/bulan, dengan menggunakan geometri jalan yang baru, maka dapat dilakukan dengan cara penambahan jumlah alat angkut dengan dibutuhkan 5 unit *dump truck* untuk beroperasi di Pit Barat. Dengan 5 unit *dump truck* maka produksi perhari menjadi 722,1 ton/hari atau 21.663 ton/bulan.

5.2 Saran

1. Perawatan geometri jalan agar dapat dilakukan secara berkala dan terus menerus, sesuai skala prioritas bagian yang harus diutamakan.
2. Kemiringan melintang perlu perawatan berkala guna mencegah air yang berasal dari hujan tidak tergenang di badan jalan. Perawatan kemiringan melintang dapat dilakukan dengan cara meninggikan bagian tengah dari jalan (poros jalan) sebesar 24 cm.

Daftar Pustaka

- [1] Sukirman, S. (1999). Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan. *Nova, Bandung*.
- [2] Suwandhi, A. (2004). Diklat Perencanaan Tambang Terbuka. *Universitas Islam Bandung*.
- [3] Riyanto, Thoni., Triantono, Agus., Dan Riswan. *Evaluasi Jalan Tambang Berdasarkan Geometri dan Daya Dukung pada Lapisan tanah Dasar Pit Tutupan Area Highwall*. Jurnal Himasapta, Vol.1, No.2, Hlm 50 – 56 (2016).
- [4] Malik, Tasrik., Maryanto., dan Yuliadi. *Evaluasi Geometri Jalan Angkut dari Lokasi Pengupasan Overburden ke Disposasi pada Sektor Penambangan Bijih Besi Blok 2D di PT. Adidaya Tangguh Desa Tolong Kecamatan Lede Kabupaten Taliabu Maluku Utara*. Jurnal Teknik Pertambangan. Vol.3, No.1, Hlm. 124-131 (2017).
- [5] Yanto, I. (2014). Pemindahan Tanah Mekanis. *Tenik pertambangan, UVN Veteran, Yogyakarta*.
- [6] Prodjosumarto, P. (1993). Pemindahan Tanah Mekanis. *Departemen Pertambangan Insitut Teknologi Bandung*.
- [7] Kontjojo. (2009). *Metode Penelitian*. Kediri.
- [8] Anomin. *Data-data dan Arsip Perusahaan*. PT. AICJ. 2018. Sawalunto, Sumbar.
- [9] Azwari, Rudy. “ *Evaluasi Jalan Angkut dari Front Tambang Batubara Menuju Stockpile Blok B pada Penambangan Batubara di PT. Minemex Indonesia Desa Talang Serdang Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi*.” *Jurnal Prosiding Teknik Pertambangan*, Universitas Islam Bandung.(2015)
- [10] Demara, A.A., Guntoro, Dono., Muchsin, A.M. “*Evaluasi Jalan Angkut dari Kilometer 21+400 Meter Sampai dengan Kilometer 24+400 Meter pada Penambangan Nikel di PT. Bintangdelapan Mineral Desa Fatufia Kecamatan Bohodopi Kabupaten Morowali Provinsi Sulawesi Tengah*.” *Jurnal Prosiding Teknik Pertambangan*. Institut Teknologi Bandung.(2017).
- [11] Malik, Tasrik., Maryanto., dan Yuliadi. “*Evaluasi Geometri Jalan Angkut dari Lokasi Pengupasan Overburden ke Disposasi pada Sektor Penambangan Bijih Besi Blok 2D di PT. Adidaya Tangguh Desa Tolong Kecamatan Lede Kabupaten Taliabu Maluku Utara*.” *Jurnal Teknik Pertambangan*. Universitas Sriwijaya.(2017).
- [12] Marga, Bina. (1997) . *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*.
- [13] Shirley L. Hendarsin. *Perencanaan Teknik Jalan Raya*.Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung.
- [14] Indonesianto,Yanto. (2012). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: UPN “Veteran” Yogyakarta.
- [15] Prodjosumarto, Partanto. (1996) *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [16] Ady Winarko. (2015). *Evaluasi Teknis Geometri Jalan Angkut Overburden Untuk Mencapai Target*. Universitas Sriwijaya.