

Analisis Geometri Jalan pada Penambangan Andesit PT Nurmuda Cahaya di Desa Batujajar Timur, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat

Muhammad Farhan Hidayat*, Zaenal, Indra Karna Wijaksana

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*Farhanhidayat@gmail.com, zaenal@unisba.ac.id, indrakwijaksana@unisba.ac.id

Abstract. At PT Nurmuda Cahaya, the problem is that not achieving the production target of 46.5 BCM/hour, where one of the factors is road geometry. The situation at the research location is that there are several road conditions that are not up to standard, such as the narrow width of the road causing the conveyance to not work optimally, thus affecting the cycle time of the tool. With the failure to achieve production, the geometry of the mine road was repaired. In this study, discuss the effect of mining road geometry on increasing productivity that based on AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) and Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018. The road geometry itself includes the width of the road in straight conditions, the width of the road in bend conditions, the slope of the road (Grade), the radius of the bend, the cross lope, superelevation, the actual calculation of rimpull, which is compared with AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). And in this study also, it is attached with the production of the digging and loading heavy equipments for increasing the mining production on andesite minerals. We can also get the value of the production from work front area to hopper in actual state compared to theoretical in this study. In the state of mining road geometry, it has 5.6 meters average width of the road for straight conditions, and 5.69 meters average width of the road for bend conditions. The slope of the road, or we can call it Grade, we can get the value in the amount of 1.75% - 19.44%. Whereas the rimpull have gear 1 – gear 6, we can get the value in the amount of 1.208 - 10.568 lbs. Based on the actual calculation, the production of digging equipment is 31.62 BCM/hour while loading equipment is 31.09 BCM/hour. And because it did not reach the production target, so we fixed the mining road geometry which is not getting closer to the standard of AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) theory and Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018. From that repair, we get the value of production up to 51.71 BCM/hour for digging equipment and 51.51 BCM/hour for loading equipment. With that much value, the production target that the company desired can get more than 46.5 BCM/hour.

Keywords: AASHTO theory, Cycle Time, Road geometry, Rimpull, Production.

Abstrak. Pada PT Nurmuda Cahaya yang menjadi permasalahan adalah tidak tercapainya target produksi sebesar 46,5 BCM/jam, dimana salah satu faktornya adalah geometri jalan. Keadaan di lokasi penelitian ada beberapa kondisi jalan yang belum sesuai dengan standar, seperti lebar jalan yang sempit mengakibatkan alat angkut tidak bekerja secara optimal, sehingga berpengaruh terhadap waktu edar alat tersebut. Dengan tidak tercapainya produksi maka dilakukannya perbaikan geometri jalan tambang. Dalam penelitian ini akan membahas mengenai pengaruh geometri jalan tambang terhadap peningkatan produktivitas berdasarkan AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018. Dalam geometri jalan meliputi lebar jalan kondisi lurus, lebar jalan kondisi tikungan, kemiringan jalan (grade), jari-jari tikungan, kemiringan melintang (cross slope),

superelevasi, perhitungan rimpull secara aktual. Kemudian dibandingkan dengan AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). Pada kajian geometri jalan tambang ini, kemudian dikaitkan dengan produksi alat gali-muat dan angkut untuk meningkatkan produksi penambangan pada batu andesit. Pada penelitian ini didapat nilai produksi dari area front kerja ke hopper dalam keadaan aktual dibandingkan dengan teoritis. Pada kondisi geometri jalan tambang untuk lebar jalan kondisi lurus mempunyai rata-rata 5,6 meter dan untuk lebar jalan kondisi tikungan memiliki rata-rata 5,69 meter. Pada kemiringan jalan (grade) didapat nilai sebesar 1,75 % - 19,44 %. Sedangkan untuk rimpull yang tersedia memiliki gear 1 – gear 6 didapat nilai sebesar 1.208 - 10.568 lbs. Berdasarkan perhitungan secara aktual didapat produksi alat gali-muat sebesar 31,62 BCM/jam, sedangkan alat angkut didapatkan produksi sebesar 31,09 BCM/jam. Dari hasil perhitungan secara aktual pada produksi tersebut belum tercapainya target produksi, sehingga dilakukan perbaikan geometri jalan tambang yang belum memenuhi standar teori AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018. Dari hasil perbaikan tersebut didapat produksi alat gali-muat sebesar 51,71 BCM/jam, sedangkan alat angkut sebesar 51,52 BCM/jam. Dengan nilai tersebut produksi akan meningkat, sehingga target produksi yang diinginkan oleh perusahaan tercapai yaitu lebih dari 46,5 BCM/jam.

Kata Kunci: AASHTO, Waktu edar, Geometri Jalan, Rimpull, Produksi.

1. Pendahuluan

PT Nurmuda Cahaya adalah perusahaan yang bergerak dalam sektor industri pertambangan bahan galian batu andesit yang berada di Desa Batujajar Timur, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. Dalam menunjang kegiatan penambangannya menggunakan kombinasi alat mekanis untuk tercapai target produksi dalam pengupasan overburden. Kegiatan penambangan ini dilakukan dengan menggunakan alat muat Hyundai 220 PS serta alat angkut menggunakan Dump Truck Mitsubishi 220 PS.

Pada lokasi penelitian yang menjadi permasalahan adalah tidak tercapainya target produksi sebesar 46,5 BCM/jam, dimana salah satu faktornya adalah geometri jalan. Keadaan di lokasi penelitian ada beberapa kondisi jalan yang belum sesuai dengan standar, seperti lebar jalan yang sempit mengakibatkan alat angkut tidak bekerja secara optimal, sehingga berpengaruh terhadap waktu edar alat tersebut. Dalam melakukan kajian jalan tambang untuk meningkatkan produksi mengacu pada teori American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 mengenai standar yang digunakan pada jalan tambang.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah : “Apakah kondisi geometri jalan tambang aktual sesuai dengan standar AASHTO dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

Mengetahui kondisi geometri jalan tambang aktual sesuai dengan standar teori AASHTO dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018;

1. Menentukan produksi dari alat gali-muat dan alat angkut aktual;
2. Melakukan upaya perbaikan pada geometri jalan tambang agar target produksi tercapai;
3. Mengetahui target produksi telah tercapai atau tidak setelah perbaikan geometri jalan.

2. Landasan Teori

Pemindahan tanah mekanis merupakan suatu proses penggalian dan pemindahan tanah dengan menggunakan alat-alat mekanis dari front kerja menuju dumping point. Proses penambangan ini harus dilakukan sebagaimana yang diketahui bahwa cadangan tambang terdapat di bawah permukaan bumi sehingga dilakukannya proses penggalian terlebih dahulu untuk mendapatkan cadangan tambang tersebut (Prodjosumarto, 1993). Menurut Keputusan

Menteri ESDM Nomor 1827 K 30 MEM 2018 jalan Tambang/Produksi adalah jalan yang terdapat pada area pertambangan dan/atau area proyek yang digunakan dan dilalui oleh alat pemindah tanah mekanis dan unit penunjang lainnya dalam kegiatan pengangkutan tanah penutup, bahan galian tambang, dan kegiatan penunjang pertambangan.

Geometri jalan perlu diperhatikan seperti jalan pada umumnya. Alat angkut tambang umumnya berdimensi lebih besar dan lebih berat dibandingkan kendaraan angkut yang bergerak di jalan 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. Geometri jalan angkut selalu didasarkan pada dimensi kendaraan angkut yang digunakan (Suwandhi, 2004)

1. Lebar Jalan

Lebar jalan angkut pada tambang pada umumnya dibuat untuk pemakaian jalur ganda dengan lalu lintas satu arah atau dua arah. Dalam kenyataannya, semakin lebar jalan angkut maka akan semakin baik proses pengangkutan dan lalu lintas pengangkutan semakin aman dan lancar (Suwandhi, 2004).

2. Jari-jari Tikungan dan Superelevasi

Pada jari-jari tikungan ini berhubungan erat dengan alat angkut yang digunakan, seperti jarak horizontal antara poros roda depan dan belakang. Pada saat kendaraan melalui tikungan atau belokan dengan kecepatan tertentu akan menerima gaya sentrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil. Kemampuan alat angkut tersebut untuk melewati tikungan terbatas, maka dari itu dalam membuat tikungan harus memperhatikan besarnya jari-jari tikungan jalan.

3. Kemiringan Jalan (Grade)

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 (Prodjosumarto, 1993).

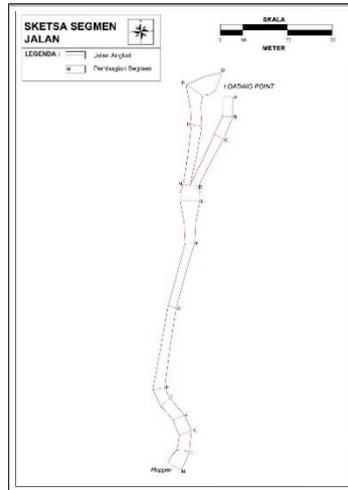
4. Kemiringan Melintang (Cross Slope)

Cross slope adalah sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan jalan terhadap bidang horizontal. Pada umumnya jalan angkut mempunyai bentuk penampang melintang cembung. Tujuannya dibuat seperti itu untuk memperlancar penyaliran. Apabila turun hujan atau hal lain, maka air yang ada pada permukaan jalan akan segera mengalir ke tepi jalan angkut, tidak berhenti dan mengumpul pada permukaan jalan. Hal ini penting karena air yang menggenang pada permukaan jalan angkut akan membahayakan kendaraan yang lewat dan mempercepat kerusakan jalan.

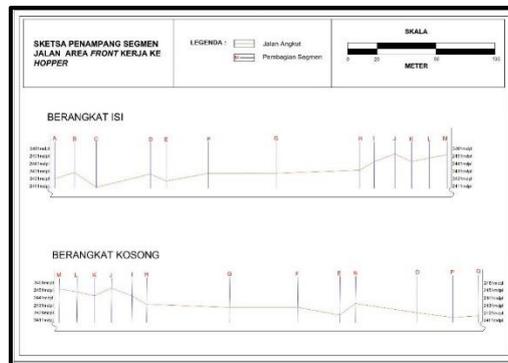
3. Pembahasan dan Diskusi

Geometri Jalan Tambang

Berikut adalah hasil penelitian keadaan geometri jalan secara aktual serta dibandingkan dengan teori *AASHTO* dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 untuk mengevaluasi apakah keadaan geometri jalan sudah sesuai dengan standar *AASHTO* dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018.. Sketsa pembagian segmen jalan dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Sketsa Segmen Jalan Angkut



Gambar 2. Sketsa Penampang Segmen Jalan Angkut

Lebar Jalan Angkut

Pada lebar jalan lurus dengan kondisi aktual memiliki lebar jalan yang bervariasi. Pengukuran lebar jalan lurus diharapkan akan membuat lalu lintas pengangkutan aman dan lancar dari suatu hambatan lebar jalan. Pada lokasi penilitan ini terdapat dua jalur dan sebagian satu jalur. Hasil pengukuran lebar jalan angkut dalam keadaan lurus Area A ke Hopper dan Area C ke Hopper dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Lebar Jalan Angkut Kondisi Lurus

Segmen			Standar Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Lurus Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)
A	-	B	4,92	4,59	0,33
B	-	C	4,92	4,63	0,29
C	-	D	4,92	3,72	1,20
D	-	E	8,61	8,93	-
E	-	F	4,92	5,23	-
F	-	G	4,92	3,60	1,32
G	-	H	4,92	4,10	0,82
H	-	I	4,92	5,27	-
I	-	J	4,92	5,30	-
J	-	K	4,92	5,83	-
K	-	L	4,92	5,18	-
L	-	M	4,92	6,78	-
E	-	N	8,61	8,93	-

Segmen			Standar Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Lurus Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)
N	-	O	4,92	3,92	1,00
O	-	P	4,92	4,58	0,34
P	-	Q	4,92	8,40	-

Hasil pengukuran lebar jalan angkut dalam keadaan tikungan Area *Front* kerja ke *Hopper*, dimana lebar jalan tikungan ini lebih besar dibanding dengan lebar jalan lurus. Untuk pengukuran lebar jalan tikungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Lebar Jalan Angkut Kondisi Tikungan

Segmen	Standar Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Tikungan Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)
H	7,130	5,40	1,73
J	7,130	5,90	1,23
L	7,130	5,60	1,53
P	7,130	8,80	-
B	7,130	4,60	2,53
D	7,130	3,85	3,28

Kemiringan Jalan

Untuk kemiringan jalan ini memiliki nilai maksimalnya. Berdasarkan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 kemiringan jalan maksimal sebesar 12%. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan kemiringan jalan Area *Loading Point* ke *Hopper* actual sebesar 1,75%– 19,44%, dimana terdapat 4 segmen yang tidak memenuhi standar, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kemiringan Jalan

Segmen			Beda Tinggi Aktual (m)	Panjang Jalan (m)	Grade Aktual (%)	Grade Standar (%)	Pengurangan Beda Tinggi (m)
A	-	B	0,95	9,00	10,51%	12,00	-
B	-	C	-0,52	9,84	-5,24%	12,00	-
C	-	D	0,85	24,39	3,49%	12,00	-
D	-	E	-0,38	7,28	-5,24%	12,00	-
E	-	F	0,66	19,00	3,49%	12,00	-
F	-	G	0,54	30,82	1,75%	12,00	-
G	-	H	0,65	37,48	1,75%	12,00	-
H	-	I	1,06	6,71	15,84%	12,00	0,99
I	-	J	1,29	9,21	14,05%	12,00	0,19
J	-	K	-0,80	7,61	-10,51%	12,00	-
K	-	L	0,28	8,03	3,49%	12,00	-
L	-	M	0,42	8,06	5,24%	12,00	-
E	-	N	1,12	7,07	15,84%	12,00	0,27
N	-	O	-5,43	27,94	-19,44%	12,00	2,08
O	-	P	-0,84	16,03	-5,24%	12,00	-
P	-	Q	0,41	11,70	3,49%	12,00	-

Jari-jari Tikungan

Pengukuran jari-jari tikungan ini dilakukan dengan cara membuat lingkaran dari pertama tikungan hingga akhir tikungan pada segmen jalan tikungan. Jari-jari tikungan merupakan nilai yang membatasi kelengkungan untuk kecepatan rencana tertentu serta ditentukan dari besar *superelevasi* maksimum dan faktor gesekan maksimum yang dipilih untuk desain. Jari-jari Tikungan Area *Loading Point* ke *Hopper* sebesar 4,75 m – 43,11 m, dimana terdapat perbaikan jari-jari tikungan kecuali pada satu segmen yaitu segmen D. Dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jari-Jari Tikungan

Segmen	Jari-jari Tikungan Aktual (m)	Jari-jari Tikungan Minimal Rekomendasi (m)	Penambahan Jari-jari Tikungan (m)
H	5,53	28,01	22,48
J	14,82	28,01	13,19
L	4,75	28,01	23,26
P	5,65	28,01	22,36
B	13,17	28,01	14,84
D	43,11	28,01	-

Superelevasi

Superelevasi memiliki tujuan untuk mengatasi gaya sentrifugal yang bekerja pada alat angkut yang sedang melewati tikungan jalan dengan membuat kemiringan ke arah titik pusat jari-jari tikungan, dimana membuat elevasi yang lebih rendah ke arah pusat jari-jari tikungan dan untuk ke arah terluar jari-jari tikungan dibuat elevasi yang lebih tinggi. Untuk nilai *Superelevasi* Area Loading Point ke Hopper sebesar 3,49% – 5,23%, dimana beberapa segmen jalan tersebut belum memenuhi standar *superelevasi* untuk kecepatan 30 km/jam sebesar 8% tergantung dari jari-jari tikungannya, dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. *Superelevasi*

Segmen	Lebar Jalan Tikungan Aktual (m)	<i>Superelevasi</i> Aktual (%)	Beda Tinggi Aktual (m)	<i>Superelevasi</i> Rekomendasi (%)	Penambahan Beda Tinggi (m)
H	5,40	3,49%	0,19	8,00%	0,38
J	5,90	3,49%	0,21	8,00%	0,36
L	5,60	5,23%	0,29	8,00%	0,28
P	8,80	3,49%	0,31	8,00%	0,39
B	4,60	5,23%	0,24	8,00%	0,33
D	3,85	5,23%	0,20	5,23%	0,17

Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

Cross slope ini dilakukan dengan membuat elevasi yang berbeda pada area tengah jalan. Jalan angkut yang baik memiliki *cross slope* 20 mm/m sampai 40 mm/m, disesuaikan dengan curah hujannya. Dalam data hasil lapangan ini tidak terdapat *cross slope* sehingga tidak memiliki beda tinggi. Sehingga dapat direkomendasikan *cross slope* sebesar 40 mm/m.

Perhitungan *Rimpull*

Dalam mengatasi tanjakan dan kemiringan jalan angkut erat kaitannya dengan kemampuan dari suatu alat untuk mengatasi tanjakan dan kemiringan. *Rimpull* yang tersedia pada saat alat angkut melaju dapat ditentukan pada saat perpindahan gigi yang sedang digunakan pada alat tersebut. Berdasarkan perhitungan kondisi *rimpull* yang tersedia sudah memenuhi standar untuk *rimpull* yang dibutuhkan untuk alat tersebut dapat melaju, maka mesin untuk

mengangkut suatu beban dapat berjalan secara optimal.

Perhitungan *rimpull* berdasarkan beban yang dibawa pada saat bermuatan dan beban pada saat kosong dapat dibandingkan dengan data *rimpull* yang dihasilkan oleh mesin pada setiap gigi yang digunakan pada segmen jalan yang ada. Perbandingan antara *Cycle Time* berdasarkan jarak dan kecepatan aktual dengan kecepatan berdasarkan *rimpull* yang tersedia memiliki perbedaan waktu pada area pengamatan sebesar 3,66 menit, untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan *Cycle Time* Alat Angkut

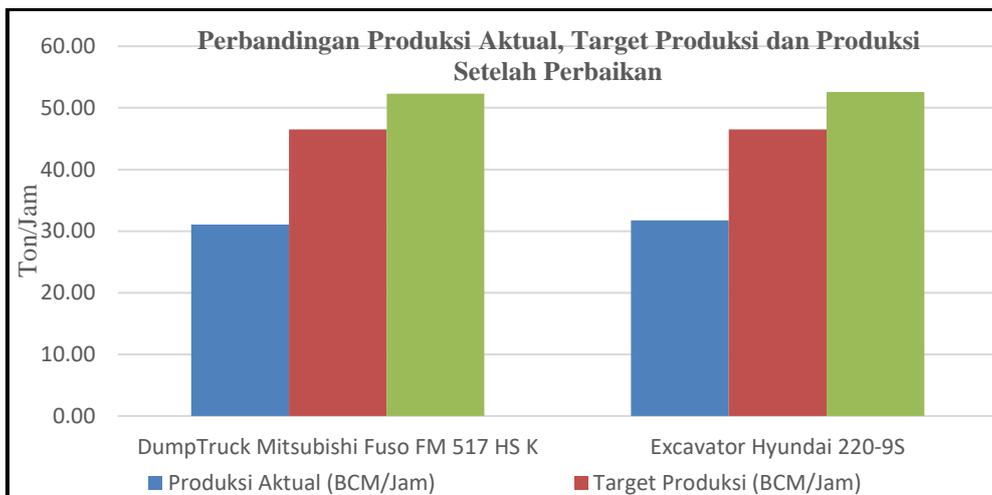
No.	Keterangan	<i>Cycle Time</i> (menit)
1.	Berdasarkan Kecepatan Aktual	9,22
2.	Berdasarkan <i>Rimpull</i>	5,56
Perbedaan		3,66

Upaya Peningkatan Produksi

Dalam upaya peningkatan produksi ini dilakukan perbaikan lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, kemiringan jalan, jari-jari tikungan, *superelevasi*, *cross slope* dan optimasi *rimpull* untuk mencapai kecepatan maksimal pada setiap segmen jalan. Setelah dilakukannya perbaikan terdapat perubahan pada *Cycle Time* alat angkut dengan jarak 233,1 meter didapat sebesar 5,56 menit. Hal tersebut terjadi karena ada nya perbaikan segmen jalan yang mengakibatkan berkurangnya waktu hambatan seperti waktu tunggu dari alat muat dan juga waktu tunggu berpapasan alat angkut, sehingga efisiensi kerja dari alat muat dapat meningkat, maka akan membuat produksi meningkat. Berikut ini merupakan perbandingan produksi aktual, target produksi dan produksi setelah perbaikan, dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 3.

Tabel 7. Perbandingan Produksi

No.	Keterangan	Produksi Aktual (BCM/Jam)	Target Produksi (BCM/Jam)	Produksi Setelah Perbaikan (BCM/Jam)
1	Hyundai 220-9S	31,72	46,5	52,57
2	Mitsubishi Fuso FM 517 HS K	31,09	46,5	52,32



Gambar 3. Perbandingan Produksi

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan, sebagai berikut, geometri jalan aktual dari Are Front Kerja ke Hopper masih ada sebagian yang terdapat tidak sesuai dengan teori AASHTO dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 mulai dari lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, kemiringan jalan, jari-jari tikungan, superelevasi dan kemiringan melintang (cross slope). Pada daerah pengamatan didapat produksi alat gal-muat sebesar 31,72 BCM/jam, sedangkan alat angkut sebesar 31,09 BCM/jam dengan target produksi sebesar 46,5 BCM/Jam, sehingga produksi tersebut belum mencapai target produksi yang sudah ditetapkan. Upaya yang dilakukan dalam mencapai target produksi dengan cara perbaikan pada geometri jalan tambang seperti memperlebar jalan angkut, menurunkan kemiringan jalan, memperbaiki jari-jari tikungan, superelevasi, dan merekomendasikan adanya pembuatan cross slope, sehingga dapat memaksimalkan kecepatan alat angkut per segmen jalan, maka Cycle Time akan lebih cepat dan produksi akan semakin meningkat. Setelah dilakukannya perbaikan geometri jalan didapat produksi alat gali-muat sebesar 52,57 BCM/jam sedangkan produksi alat angkut sebesar 52,32 BCM/jam, sehingga hasil produksi setelah perbaikan geometri jalan dapat mencapai target produksi sebesar 46,5 BCM/jam

Berdasarkan hasil penelitian penyusun memberikan saran, yaitu kemiringan jalan pada area front kerja ke hopper dibuat lebih landai agar Cycle Time alat dapat lebih cepat sehingga produksi meningkat. Membuat kemiringan melintang (Cross Slope) agar mencegah adanya genangan air di tengah jalur jalan atau kondisi jalan yang kurang baik (bergelombang), sehingga alat angkut tidak slip, dan dapat mengoptimalkan kecepatan alat angkut. Melakukan perawatan jalan dengan menggunakan grader dioptimalkan agar kondisi jalan jauh lebih baik. Mengoptimalkan kecepatan alat angkut sesuai dengan standar kecepatan perusahaan yang sudah ditentukan.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim, 1952, "Handbook Madrasah Rubber Factory Wheel", Chennai, India.
- [2] Anonim, 1993, "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures – Volume I" Washington, DC.
- [3] Anonim, 2010, "Handbook Mitsubishi Fuso FM 517 HS K", Tokyo, Japan.
- [4] Anonim, 2013, "Handbook Hyundai 220-9S ", South Korea.
- [5] Anonim, 2018, "Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik". Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- [6] Bruce R, Dwayne D, 2001, "Guidelines for Mine Haul Road Design", Canada : University of British Columbia.
- [7] Dody, 2017, "Provinsi Jawa Barat Dalam Angka", Badan Pusat Statistik Jawa Barat.
- [8] Jenius, 2018, "Evaluasi Geometri Jalan Angkut dari Pit ke Disporal di PT. Awokgading Sarira Nusantara Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan", ISSN: 1907-5995.
- [9] Kusrin, 2008, "Pemindahan Tanah Mekanis & Alat Berat" USM Press, ISBN : 978-979 3948-70-6
- [10] Prodjosumarto, Partanto. 1993, "Pemindahan Tanah Mekanis", Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- [11] Silitonga, P, H., 1973, Peta Geologi Lembar Bandung, Djawa.
- [12] Sukirman, dkk., 1999, "Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan", Nova, Bandung.
- [13] Suwandhi, Awang, 2004, "Perencanaan Jalan Tambang", Diklat perencanaan tambang terbuka, Universitas Islam Bandung.
- [14] Yayan, 2021, "Kecamatan Batujajar Dalam Angka", Badan Pusat Statistik Kabupaten Bandung Barat.
- [15] D Rana Antariksa, Yuliadi, Zaenal. (2021). *Rancangan Geometri Rencana Lereng Akhir Waste Dump terhadap Displacement Batuan Dasar Area Waste Dump PT X Kecamatan Palimanan, Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat*. Jurnal Riset Teknik

Pertambangan, 1(1), 22-29.