

Kajian Jalan Tambang untuk Meningkatkan Produksi Penambangan Batugamping di PT Tambang Semen Sukabumi, Kecamatan Jampang Tengah dan Kecamatan Nyalindung, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat

Muhammad Reyhand Alfarrel*, Zaenal, Elfida Moralista

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

*alfarrel32@gmail.com

Abstract. PT Tambang Semen Sukabumi is a limestone mining company located in Central Jampang District and Nyalindung District, Sukabumi Regency, West Java Province. The location of the Quarry is in the Borrow and Use Forest Permit Area based on SK.520/Menhut-II/2009 covering an area of 493.54 Ha. In supporting mining activities, the company uses a combination of mechanical tools in order to achieve the predetermined limestone mining production target. Activity of loading and transporting limestone, it is carried out using the Caterpillar 988H Wheel Loader as well as the conveyance used by the Caterpillar 773E Dump Truck. Mining road conditions will affect the delivery time of the conveyance and the working efficiency of the loading equipment. In this study, the study of mining road geometry rests on the theory of AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) in 1993 and Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018. The haul road geometry studies carried out include the width of the straight road, the width of the curves, the slope of the road, the radius of the curve, the superelevation, and the actual rimpull which will be compared with the calculation results based on AASHTO theory. Transportation means to increase the production of limestone mining. Production observations were carried out in Area A and Area C, where the results of these observations were calculated and compared with the theoretical calculation results. The condition of the mining road geometry for the straight road width varies between 8.88 meters to 29.88 meters and the curved road width also varies from 12.05 meters to 30.98 meters. while the slope of the road is ranging from 0.15% to 21.33%. The rimpull available on the conveyance is from gear-1 to gear-7. Based on the results of the calculation, it can be seen that the production of loading equipment in Area A is 111.145 BCM/hour and in Area C is 126.845 BCM/hour, while for transportation equipment in Area A it is 111.113 BCM/hour and in Area C it is 126.791 BCM/hour. The production has not yet reached the production target of 130 BCM/hour. Improvement efforts to increase the production of limestone mining are by widening roads that do not meet AASHTO standards and also reducing the height difference on road slopes that do not comply with the standard of the Ministerial Decree No. 1827/K/30/MEM/2018 and maximizing the speed per road segment on the conveyance. After improvements to the road geometry and rimpull production of excavators increased in Area A to 156.872 BCM/hour and in Area C to 191.231 BCM/hour, while production of transportation equipment

in Area A became 156.718 BCM/hour and in Area C to 191.014 BCM/hour. The production results have reached the production target of 130 BCM/hour.

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

Abstrak. PT Tambang Semen Sukabumi merupakan salah satu perusahaan tambang batugamping yang terletak di Kecamatan Jampang Tengah dan Kecamatan Nyalindung, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. Lokasi Quarry berada pada Area Ijin Pinjam Pakai Hutan berdasarkan SK.520/Menhut-II/2009 seluas 493,54 Ha. Dalam menunjang kegiatan penambangan perusahaan menggunakan kombinasi alat mekanis dalam rangka mencapai target produksi penambangan batugamping yang telah ditentukan. Kegiatan pemuatan dan pengangkutan batugamping dilakukan dengan menggunakan alat muat Wheel Loader Caterpillar 988H serta alat angkut yang digunakan Dump Truck Caterpillar 773E. Kondisi jalan tambang akan berpengaruh terhadap waktu edar alat angkut dan efisiensi kerja alat muat. Pada penelitian ini untuk kajian geometri jalan tambang berpijak pada teori AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) tahun 1993 dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018. Kajian geometri jalan angkut yang dilakukan diantaranya meliputi lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, kemiringan jalan, jari-jari tikungan, superelevasi, dan rimpull secara aktual yang akan dibandingkan dengan hasil perhitungan berdasarkan teori AASHTO. Kajian geometri jalan tambang tersebut dikaitkan dengan produksi alat muat dan alat angkut untuk meningkatkan produksi penambangan batugamping. Pengamatan produksi dilakukan pada Area A dan Area C, dimana hasil dari pengamatan tersebut dihitung dan dibandingkan dengan hasil perhitungan secara teoritis. Kondisi geometri jalan tambang untuk lebar jalan lurus bervariasi antara 8,88 meter sampai 29,88 meter dan lebar jalan tikungan juga bervariasi antara 12,05 meter sampai 30,98 meter. Sedangkan untuk kemiringan jalan yaitu mulai dari 0,15% sampai 21,33%. Rimpull yang tersedia pada alat angkut yaitu dari gear-1 sampai gear-7. Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui bahwa produksi alat muat pada Area A sebesar 111,145 BCM/jam dan pada Area C sebesar 126,845 BCM/jam, sedangkan untuk alat angkut pada Area A sebesar 111,113 BCM/jam dan pada Area C sebesar 126,791 BCM/jam. Produksi tersebut belum mencapai target produksi sebesar 130 BCM/jam. Upaya perbaikan untuk meningkatkan produksi penambangan batugamping ialah dengan cara memperlebar jalan yang belum memenuhi standar AASHTO dan juga menurunkan beda tinggi pada kemiringan jalan yang tidak sesuai standar Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 serta memaksimalkan kecepatan per segmen jalan pada alat angkut. Setelah dilakukannya perbaikan pada geometri jalan dan rimpull produksi gali muat meningkat pada Area A menjadi 156,872 BCM/jam dan pada Area C menjadi 191,231 BCM/jam, sedangkan produksi alat angkut pada Area A menjadi 156,718 BCM/jam dan pada Area C menjadi 191,014 BCM/jam. Hasil produksi tersebut sudah mencapai target produksi sebesar 130 BCM/jam.

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

1. Pendahuluan

PT Tambang Semen Sukabumi merupakan salah satu perusahaan tambang batugamping yang terletak di Kecamatan Jampang Tengah dan Kecamatan Nyalindung, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. Kegiatan penambangan perusahaan menggunakan kombinasi alat mekanis dalam rangka mencapai target produksi penambangan batugamping yang telah ditentukan. Kegiatan pemuatan dan pengangkutan batugamping dilakukan dengan menggunakan alat muat Wheel Loader Caterpillar 988H serta alat angkut yang digunakan Dump Truck Caterpillar 773E.

Pada lokasi penelitian yang menjadi permasalahan adalah target produksi yang tidak tercapai dan salah satu faktor yang berpengaruh adalah geometri jalan. Keadaan di lapangan ada beberapa geometri jalan yang belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan seperti pada lebar jalan, dimana alat angkut tidak dapat berpapasan langsung dan juga kemiringan jalan yang terlalu curam, sehingga dapat menimbulkan alat angkut tidak dapat bekerja secara optimal dan berpengaruh terhadap waktu edar alat tersebut. Semakin besar waktu edar alat angkut maka produksi akan semakin menurun. Kajian jalan tambang untuk meningkatkan produksi penambangan batugamping mengacu pada teori AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 mengenai standar yang diterapkan pada jalan tambang.

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

1. Mengetahui kondisi geometri jalan tambang aktual dan kesesuaiannya dengan standar teori AASHTO dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018.
2. Mengetahui produksi dari alat muat dan alat angkut aktual.
3. Mengetahui upaya perbaikan pada geometri jalan tambang agar target produksi tercapai.
4. Mengetahui produksi alat muat dan alat angkut setelah perbaikan geometri jalan tambang.

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)[8].

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. (Suwandhi. 2004)[12].

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.

2. Jari-jari Tikungan dan *Superelevasi*

Kemampuan alat angkut untuk melewati tikungan terbatas, sehingga dalam membuat tikungan harus memperhatikan besarnya jari-jari tikungan jalan dan *superelevasi*. Masing-masing jenis *truck* mempunyai jari-jari lintasan jalan yang berbeda. Perbedaan

ini dikarenakan sudut penyimpangan roda depan pada setiap *truck* belum tentu sama.

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.

4. Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

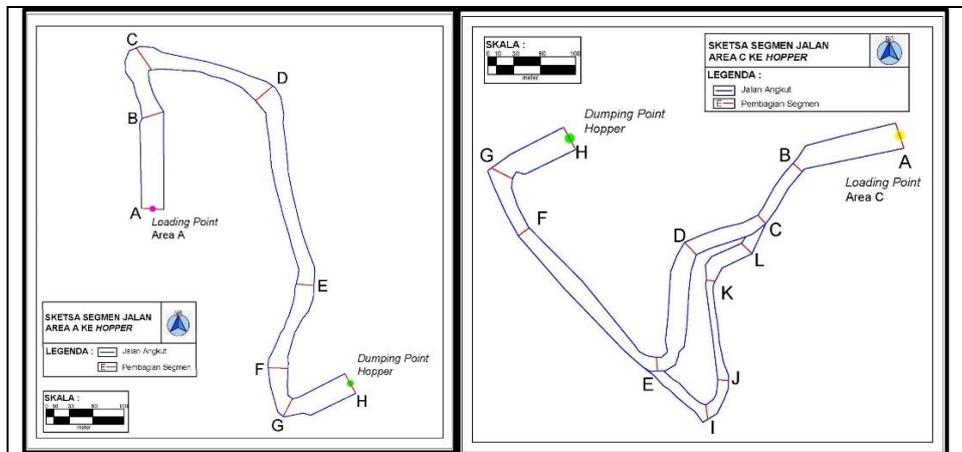
Cross slope merupakan sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan jalan terhadap bidang horizontal. Pada umumnya jalan angkut tambang mempunyai bentuk penampang melintang cembung, dibuat demikian dengan tujuan untuk memperlancar penyaliran. Apabila turun hujan atau sebab lain maka air yang ada pada permukaan jalan akan segera mengalir ke tepi jalan, tidak berhenti dan mengumpul pada permukaan jalan.

5. Fasilitas Pendukung Kelancaran dan Keselamatan Kerja

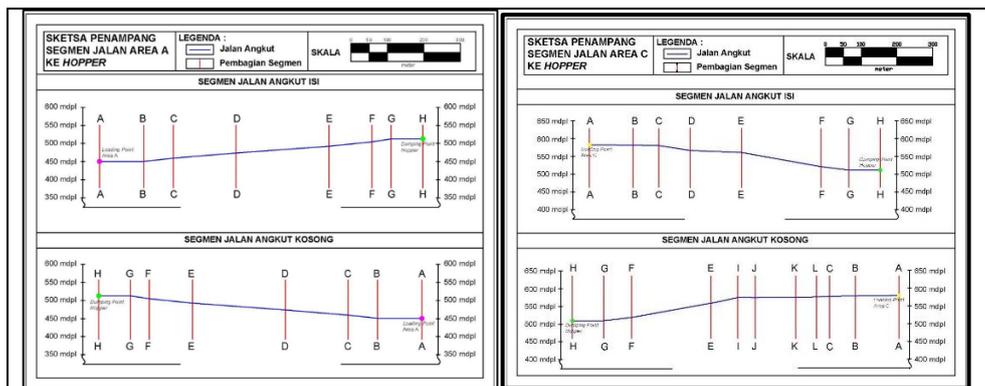
Perawatan dan pemeliharaan jalan merupakan suatu pekerjaan yang perlu mendapatkan perhatian khusus, hal ini bertujuan untuk tidak terganggunya kegiatan operasional penambangan yang akhirnya akan mengganggu kelancaran produksi.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan
Geometri Jalan Tambang

Berikut adalah hasil penelitian yang dilakukan untuk mengetahui keadaan geometri jalan secara aktual dan dibandingkan dengan teori AASHTO dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 untuk mengevaluasi apakah keadaan geometri jalan sudah sesuai dengan teori 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

Lebar jalan angkut yang berada pada Area A menuju Hopper merupakan jalan angkut dengan dua jalur. Sedangkan lebar jalan angkut yang berada pada Area C menuju Hopper merupakan jalan angkut dengan 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

Area A				Area C			
Segmen	Rencana Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Lurus Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)	Segmen	Rencana Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Lurus Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)
A - B	17.77	29.88	-	A - B	17.766	23.29	-
B - C	17.77	26.27	-	B - C	17.766	13.26	4.51
C - D	17.77	18.33	-	C - D	17.766	16.82	0.94
D - E	17.77	21.15	-	D - E	17.766	20.91	-
E - F	17.77	20.43	-	E - F	17.766	15.92	1.85
F - G	17.77	22.44	-	F - G	17.766	16.23	1.54
G - H	17.77	26.40	-	G - H	17.766	26.40	-
				E - I	17.766	12.13	5.63
				I - J	10.152	11.86	-
				J - K	10.152	8.88	1.27
				K - L	10.152	16.15	-
				L - C	10.152	14.91	-

Lebar jalan angkut pada kondisi tikungan selalu lebih besar dari pada kondisi jalan angkut dalam keadaan lurus, karena pada saat berbelok alat akan mempunyai kelebihan lebar baik itu di bagian depan maupun di bagian belakang. Berdasarkan hasil pengukuran Area A ke Hopper dan Area C ke Hopper didapatkan lebar jalan pada tikungan secara aktual dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Lebar Jalan Angkut Kondisi Tikungan

Area A				Area C			
Segmen	Rencana Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Tikungan Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)	Segmen	Rencana Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Tikungan Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)
C	20.35	30.98	-	B	20.348	14.84	5.51
D	20.35	24.73	-	C	20.348	14.44	5.91
E	20.35	22.27	-	D	20.348	17.92	2.43
F	20.35	24.27	-	E	20.348	14.88	5.47
G	20.35	22.09	-	G	20.348	22.97	-
				I	11.393	14.27	-
				J	11.393	12.05	-
				K	11.393	15.08	-
				L	11.393	15.90	-

Kemiringan Jalan

Kemiringan jalan angkut dapat dinyatakan dalam persen (%). Untuk kemiringan jalan menurut Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 kemiringan jalan maksimal sebesar 12%. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan kemiringan jalan aktual yang bervariasi mulai dari 0,15% hingga 21,33%, dimana belum memenuhi standar yang ditentukan.

Jari-jari Tikungan

Pengukuran jari-jari tikungan dilakukan dengan cara membuat lingkaran dari pertama tikungan sampai akhir tikungan (setiap segmen). Untuk jari-jari tikungan Area A ke Hopper dan Area C ke Hopper didapatkan 16,87 m hingga 82,61 m, dimana beberapa segmen jalan tersebut belum memenuhi standar jari-jari tikungan minimal untuk kecepatan 40 km/jam sebesar 51,63 m.

Superelevasi

Superelevasi memiliki tujuan untuk memaksimalkan kecepatan unit dalam mengatasi

tikungan pada saat kendaraan menerima gaya sentrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil. Pengukuran *superelevasi* aktual dilakukan dengan cara mengukur kemiringan jalan pada tikungan dari bagian kiri jalan ke bagian kanan jalan atau sebaliknya, tergantung pada arah tikungannya. Untuk nilai *superelevasi* Area A ke *Hopper* dan Area C ke *Hopper* didapatkan 1,14% hingga 3,35%, dimana beberapa segmen jalan tersebut belum memenuhi standar *superelevasi* untuk kecepatan 40 km/jam sebesar 8% tergantung dari jari-jari tikungannya.

Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

Angka *cross slope* pada jalan angkut dinyatakan dalam perbandingan jarak vertikal dan horizontal, dengan satuan mm/m. Pengukuran kemiringan melintang dilakukan dengan cara mengukur kemiringan dari tengah jalan kondisi lurus kebagian kiri dan kebagian kanan jalan. Untuk nilai *cross slope* Area A ke *Hopper* dan Area C ke *Hopper* didapatkan 0 mm/m hingga 32,18 mm/m, dimana beberapa segmen jalan tersebut belum memenuhi standar kemiringan melintang sebesar 40 mm/m untuk lokasi yang memiliki curah hujan tinggi.

Dimensi Tanggul

Tanggul pengaman sangat diperlukan pada jalan angkut, fungsinya adalah untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan yang dapat menyebabkan unit yang digunakan keluar dari batas jalan yang sudah ditetapkan, tanggul minimal pada daerah penelitian setinggi 1 meter. Berdasarkan pengukuran di lapangan tinggi tanggul bervariasi antara 1,1 meter sampai 1,8 meter, dimana persyaratan untuk tinggi tanggul pengaman minimal sama dengan $\frac{3}{4}$ diameter ban yang digunakan pada jalan tambang tersebut. Akan tetapi, terdapat tanggul setinggi 0,7 meter pada Area C ke *Hopper* segmen J - K, maka perlu adanya penambahan tinggi tanggul sebesar 0,3 meter, agar mencegah terjadinya kecelakaan.

Perhitungan *Rimpull*

Berdasarkan perhitungan kondisi *rimpull* yang tersedia sudah memenuhi standar untuk *rimpull* yang dibutuhkan untuk alat tersebut dapat melaju. Sehingga kemampuan 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 dapat dihasilkan oleh mesin pada setiap gigi yang digunakan pada segmen jalan yang ada. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan kecepatan yang dihasilkan merupakan kecepatan maksimal yang dapat dihasilkan oleh suatu mesin dengan membawa total beban tertentu. Perbandingan antara *Cycle Time* berdasarkan jarak dan kecepatan aktual dengan kecepatan berdasarkan *rimpull* yang tersedia dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan *Cycle Time* Alat Angkut

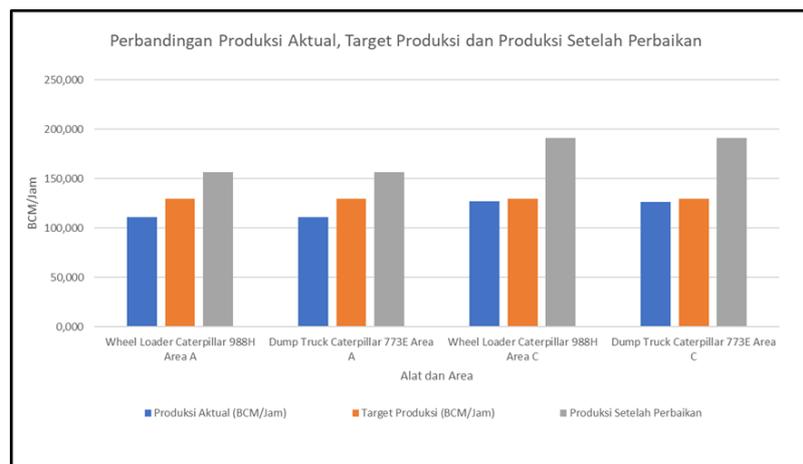
No	Keterangan	<i>Cycle Time</i> (menit)	
		Area A ke <i>Hopper</i>	Area C ke <i>Hopper</i>
1	Berdasarkan Kecepatan Aktual	13,51	12,13
2	Berdasarkan <i>Rimpull</i>	9,99	8,73
	Perbedaan	3,52	3,40

Upaya Peningkatan Produksi

Upaya peningkatan produksi dilakukan dengan cara memperbaiki 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 perbaikan didapatkan *Cycle Time* alat angkut untuk Area A ke *Hopper* dengan jarak angkut isi dan angkut kosong sepanjang 886,73 meter selama 9,99 menit, sedangkan Area C ke *Hopper* dengan jarak angkut isi 812,66 meter dan angkut kosong 913,77 meter selama 8,73 menit. Hal tersebut dapat mengurangi waktu tunggu dari alat muat dan juga waktu tunggu berpapasan alat angkut, sehingga efisiensi kerja dari alat angkut ataupun alat muat dapat meningkat dan target produksi akan tercapai. Berikut ini merupakan perbandingan produksi aktual, target produksi dan produksi setelah perbaikan, dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 2.

Tabel 4. Perbandingan Produksi

No	Keterangan	Produksi Aktual (BCM/jam)		Target Produksi (BCM/jam)		Produksi Setelah Perbaikan (BCM/jam)	
		Area A	Area C	Area A	Area C	Area A	Area C
1	Wheel Loader Caterpillar 988H	111,145	126,845	130,00	130,00	156,872	191,231
2	Dump Truck Caterpillar 773E	111,113	126,791	130,00	130,00	156,718	191,014



Gambar 2. Perbandingan Produksi

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan, yaitu :

1. Geometri jalan aktual pada Area A ke Hopper dan Area C ke Hopper masih ada yang tidak sesuai berdasarkan teori AASHTO dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 mulai dari lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, kemiringan jalan, dan superelevasi.
2. Produksi alat muat Area A 111,145 BCM/jam dan Area C 126,791 BCM/jam, sedangkan produksi alat angkut Area A 111,113 BCM/jam dan Area C 126,791 BCM/jam. Produksi tersebut belum mencapai target produksi 130 BCM/jam.
3. Upaya perbaikan yang dilakukan adalah memperlebar jalan angkut, memperbaiki jari-jari tikungan, superelevasi, cross slope dan menurunkan kemiringan jalan agar dapat memaksimalkan kecepatan alat angkut per segmen jalan, sehingga Cycle Time akan lebih cepat dan produksi akan semakin meningkat.
4. Produksi setelah perbaikan untuk alat muat pada Area A 156,872 BCM/jam dan pada Area C 191,231 BCM/jam, sedangkan untuk alat angkut pada Area A 156,718 BCM/jam dan pada Area C 191,014 BCM/jam. Hasil produksi tersebut sudah mencapai target produksi sebesar 130 BCM/jam.

5. Saran

Berdasarkan hasil penelitian penyusun memberikan saran, yaitu :

1. Kemiringan jalan khususnya pada Area C dibuat lebih landai agar *Cycle Time* alat angkut dapat lebih cepat sehingga produksi meningkat.
2. Tanggul pada segmen J - K Area C ke *Hopper* ditambah lebih tinggi untuk

- mencegah terjadinya kecelakaan.
3. Perawatan dan kontrol geometri jalan terutama terkait kondisi permukaan jalan area A ke *Hopper* pada segmen A - B dan Area C ke *Hopper* pada segmen B - C dan E - F, sehingga dapat memaksimalkan kecepatan alat angkut.
 4. Mengoptimalkan kecepatan alat angkut dengan memperhatikan kecepatan maksimum 40 Km/jam sesuai Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 pada setiap segmen jalan.

Daftar Pustaka

- Ani, 2019, "Kecamatan Jampang Tengah Dalam Angka", Badan Pusat Statistik Kabupaten Sukabumi.
- Anonim, 1993, "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures – Volume I" Washington, DC.
- Anonim, 2007, "Handbook Caterpillar 988H Wheel Loader", United State of America.
- Anonim, 2010, "Handbook Caterpillar 773E Off-Highway Trucks", United State of America.
- 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.
- DK, Publishing, 2012, "Nature Guide Rocks and Minerals", United State of America.
- Kusnama, Effendi, Hermanto, B., 1998, "Peta Geologi Lembar Bogor, Jawa", Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Prodjosumarto, Partanto. 1993, "Pemindahan Tanah Mekanis", Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Saman, 2020, "Kecamatan Nyalindung Dalam Angka", Badan Pusat Statistik Kabupaten Sukabumi.
- Sukamto, Rab., 1975, "Peta Geologi Lembar Jampang dan Balekambang, Jawa", Direktorat Geologi, Departemen Pertambangan Republik Indonesia.
- Sukirman, dkk., 1999, "Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan", Nova, Bandung.
- Suwandhi, Awang, 2004, "Perencanaan Jalan Tambang", Diklat perencanaan tambang terbuka, Universitas Islam Bandung.