

Pengaruh Geometri Jalan terhadap Produktivitas Pengupasan *Overburden* PT PSA Kalimantan Timur

Ardy Raeisandha, Iswandaru*, Dudi Nasrudi Usman

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

rae27ardy@gmail.com, iswandaru@unisba.ac.id, dudinasrudin@unisba.ac.id

Abstract. This mining road geometry study research refers to the Minister of Energy and Mineral Resources Decree No. 1827/K/30/MEM/2018 and the American Association of State Highway and Transportation Officials. The surrounding environment consists of oil palm plantation areas and forests. Access to the location is quite difficult because the roads entering the mining area are not paved, especially when it rains. Based on the problems found at PT Pancaran Surya Abadi in the B1 Block A1-1 east pit, namely there are road conditions that do not meet regulatory standards, so that the production target for the July - August period is not achieved, namely 280,255 BCM/month from the pit location stripping overburden to disposal. To increase overburden mining production, the development of digging, loading and hauling equipment is required. The production observation area was conducted at the working front in Pit A1. Observation results under actual conditions were calculated and compared with theoretical calculation results. In the observation area, the width of the straight road ranged from 11.13 metres to 23.74 metres with a comparison of theoretical results for roads using 2 lanes of 12.60 metres, the width of the bend road ranged from 16.36 metres to 24.39 metres with a comparison of the theoretical results of the minimum road width at the bend of 14.48 metres, and the slope of the road ranged from -0.2% to 23.13% with a comparison based on the theoretical standard slope of 12%. The actual calculation results show results that do not meet regulatory standards, another cause is that with rainy conditions the road is damaged, so that the transport equipment's circulation time is getting longer which will affect production, therefore roads that do not meet the standards require road geometry improvements.

Keywords: *Kepmen No.1827/K/30/MEM/2018, AASHTO, Road Geometry, Production.*

Abstrak. Penelitian kajian geometri jalan tambang ini mengacu pada Keputusan Menteri ESDM No. 1827/K/30/MEM/2018 dan *American Association of State Highway and Transportation Officials*. Penelitian ini menyelidiki hubungan antara kondisi jalan tambang dan efisiensi kerja alat muat. Lingkungan sekitar terdiri dari area perkebunan sawit dan hutan. Akses menuju lokasi cukup sulit karena jalanan yang memasuki kawasan pertambangan tidak diaspal, terutama pada saat hujan. Berdasarkan masalah yang terdapat pada PT Pancaran Surya Abadi pada *pit B1 Block A1-1* timur yaitu terdapat kondisi jalan tidak sesuai standar regulasi, sehingga tidak tercapainya target produksi periode bulan Juli - Agustus yaitu 280,255 BCM/Bulan dari lokasi *pit* pengupasan *overburden* ke *disposal*. Untuk meningkatkan produksi penambangan *overburden*, pengembangan alat gali, muat dan alat angkut diperlukan. Area pengamatan produksi dilakukan di front kerja di *Pit A1*. Hasil pengamatan dalam kondisi aktual dihitung dan dibandingkan dengan hasil perhitungan secara teoritis. Pada area pengamatan, lebar jalan lurus berkisar antara 11,13 meter hingga 23,74 meter dengan perbandingan hasil teoritis untuk jalan yang menggunakan 2 lajur yaitu 12,60 meter, lebar jalan tikungan berkisar antara 16,36 meter hingga 24,39 meter dengan perbandingan hasil teoritis lebar jalan minimum pada tikungan 14,48 meter, dan kemiringan jalan berkisar antara -0,2% hingga 23,13% dengan perbandingan berdasarkan teoritis kemiringan standar yaitu 12%. Hasil perhitungan aktual menunjukkan hasil yang kurang memenuhi standar regulasi, penyebab lainnya dengan kondisi hujan jalan mengalami kerusakan, sehingga waktu edar alat angkut semakin lama yang nantinya akan berpengaruh terhadap produksi, oleh karena itu jalan yang belum memenuhi standar diperlukannya perbaikan geometri jalan

Kata Kunci: *Kepmen No.1827/K/30/MEM/2018, AASHTO, Geometri Jalan, Produksi.*

A. Pendahuluan

Kegiatan penambangan tentunya dilakukan dengan alat angkut sebagai penunjang kegiatan penambangan yang dilakukan. Karena jika sistem pengangkutan yang digunakan tidak optimal maka akan terjadi hambatan dalam kegiatan pengangkutannya. Sehingga dalam hal ini penting sekali memperhatikan alat angkut serta rute pengangkutan yang optimal. Demi menunjang kelancaran serta keamanan operasi pengangkutan yang selalu berhubungan dengan interaksi antara jalan angkut atau jalan tambang serta alat angkut yang digunakan, jalan angkut sendiri tentunya dapat memberikan pengaruh yang besar dalam kelancaran operasi pengangkutan, yang dimana dalam hal ini jika geometri jalan yang digunakan sesuai dengan ketentuan dan dimensi alat angkut yang digunakan, maka hasil dari produksi yang didapat tentunya akan optimal dan menghasilkan produksi yang sesuai dengan keinginan.

Geometri jalan tambang memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja alat angkut, mencakup aspek seperti lebar jalan, kemiringan (grade), superelevasi, dan elemen lainnya. Untuk memastikan alat angkut dapat beroperasi secara efisien dan mendukung produktivitas, desain geometri jalan harus memenuhi standar yang diatur dalam KEPMEN ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018 dan American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Di PT Pancaran Surya Abadi, penerapan desain jalan yang sesuai sangat penting untuk mendukung aktivitas tambang. Ketidakesesuaian dalam elemen geometri, seperti kemiringan yang terlalu curam atau lebar jalan yang tidak memadai, dapat menyebabkan penurunan efisiensi operasional, peningkatan cycle time, serta risiko keselamatan. Oleh karena itu, perencanaan dan pengelolaan jalan tambang yang baik menjadi faktor utama dalam meningkatkan produktivitas tambang.

Berdasarkan kondisi aktual pada PT Pancaran Surya Abadi terdapat kondisi jalan rusak akibat hujan, bergelombang saat kemarau, serta kemiringan jalan curam dari lokasi pit pengupasan overburden ke disposal. Dikarenakan operasi pengangkutan ini merupakan peranan yang sangat penting dalam ketercapaian target pekerjaan. Oleh karena itu, diperlukannya kajian mengenai rancangan geometri jalan yang baik guna meningkatnya produktivitas dan tercapainya operasi pengangkutan yang aman.

Menurut Keputusan Menteri ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018 jalan tambang 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. Salah satu kegiatan penambangan yang dapat memengaruhi produksi adalah operasi pengangkutan (hauling). Kondisi dan geometri sarana jalan angkut itu sendiri menjadi salah satu faktor yang dapat memengaruhi kegiatan pengangkutan di mana proses pengangkutan menggunakan alat yang besar dan berat. Adapun evaluasi jalan angkut bertujuan untuk mengetahui kesesuaian dengan kaidah jalan angkut yang baik berdasarkan standar jalan angkut tambang. Sehingga, jalan angkut menjadi aman dan nyaman untuk dilalui oleh alat angkut.

Perhitungan lebar jalan angkut lurus dan tikungan berbeda, lebar jalan lurus harus mempertimbangkan jumlah lajur, mempertimbangkan alat angkut terbesar yang melintasi jalan tersebut paling kurang tiga setengah kali lebar alat angkut terbesar untuk jalan tambang dua arah, dan dua kali lebar alat angkut terbesar untuk jalan tambang satu arah. Lebar jalan angkut pada tikungan selalu lebih besar daripada lebar jalan lurus. Untuk lajur ganda, maka lebar jalan minimum pada belokan didasarkan pada posisi membelok kendaraan akan membutuhkan ruang gerak yang lebih lebar akibat jejak ban depan dan belakang yang ditinggalkan diatas jalan melebar.

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. Gaya gesek (friksi) melintang yang cukup berarti antara ban dengan permukaan jalan akan terjadi pada daerah superelevasi. Implementasi matematisnya berupa koefisien gesek melintang yang merupakan perbandingan antara besar gaya gesek melintang dengan gaya normal.

Kemiringan jalan angkut dapat berupa jalan menaik 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). Kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut truck berkisar antara 10% - 5% atau sekitar 6° - 8,50°. Namun secara teoritis, kenaikan dan

penurunan jalan pada lereng bukit lebih aman jika kemiringan jalan maksimum sekitar 8% atau sebesar $4,50^\circ$. Menurut jenis angkutannya, setiap angkutan memiliki kemampuan yang berbeda dalam menangani lereng. Sudut kemiringan jalan biasanya dinyatakan dalam persentase, yaitu perbedaan ketinggian per seratus satuan jarak horizontal. Tahanan kemiringan (grade resistance) ialah besarnya gaya berat yang melawan atau membantu gerak kendaraan karena kemiringan jalan yang dilaluinya. Tahanan kemiringan tergantung dua faktor, yaitu besarnya kemiringan yang biasanya dinyatakan dalam persen, dan berat kendaraan itu sendiri yang dinyatakan dalam ton. Besarnya tahanan kemiringan dinyatakan dalam 20 lb dari rimpul tiap gross ton berat kendaraan serta isinya pada kemiringan 1%. Alat pemindahan tanah jarang yang dapat mengatasi kemiringan lebih dari 15%. Jadi dipakai tahanan kemiringan 20 lb/ton/%, maka angka-angkanya tidak akan terlalu menyimpang sampai kemiringan 15%.

Koefisien Traksi (CT) adalah faktor yang menunjukkan berapa bagian dari seluruh kendaraan itu pada ban dan truk yang dapat dipakai untuk menarik atau mendorong. Besarnya CT tergantung pada kondisi ban yang meliputi macam dan bentuk kembangnya untuk crawler truck yang bergantung pada keadaan dan bentuk truck-nya. Kondisi permukaan jalan seperti basah, kering, lunak, tidak rata, dan bergelombang. Dan berat kendaraan yang dapat diterima oleh roda.

Kemampuan suatu alat angkut dalam mengatasi tanjakan tergantung pada gaya tarik maksimum yang bisa disediakan oleh mesin untuk menarik beban yang ada pada alat angkut tersebut. Gaya tarik maksimum yang biasa disediakan oleh mesin tersebut dengan rimpull. Rimpull merupakan suatu istilah yang hanya diterapkan pada peralatan yang beroda ban (rubbertired equipment). Besar kecilnya rimpull tergantung pada kecepatan atau gear yang digunakan (Prodjosumarto., 1993).

Secara garis besar perusahaan tambang memiliki tujuan utama yaitu mendapatkan keuntungan, yang dimana jika perusahaan ingin mendapatkan keuntungan itu terletak pada hasil dari kegiatan pengolahan serta produktivitas alat penambangan. Tujuan utama seluruh perusahaan tambang adalah mendapatkan untung dimana keuntungan tersebut adalah bergantung pada produktivitas alat penambangan. Dalam mengetahui banyaknya jumlah volume overburden yang akan dipindahkan tergantung kepada efisiensi kerja, nilai ketersediaan dan penggunaan alat, dan produktivitas alat gali, muat, dan angkut. Sebelum mengetahui produktivitas alat mekanis, diperlukan pengkajian mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat tersebut. Seperti kondisi jalan angkut, Waktu edar, dan Efisiensi kerja.

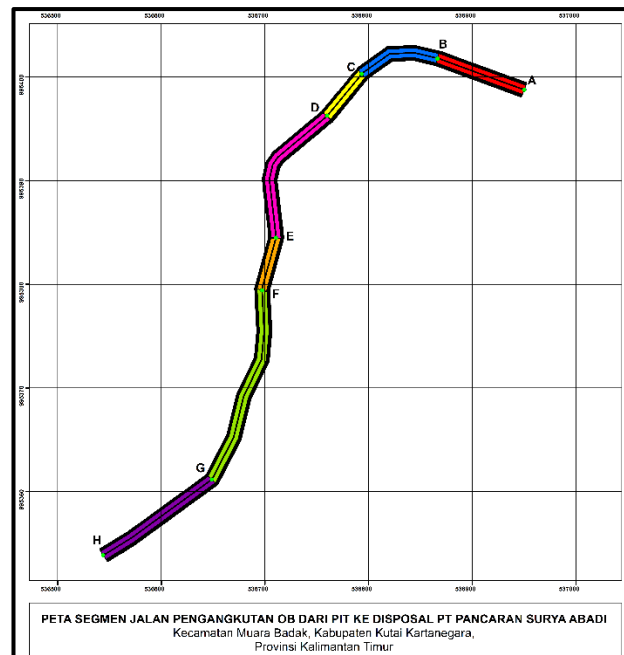
B. Metode

Pengambilan data yang digunakan dalam penelitian ini terdapat dua metode, yaitu metode sekunder dan metode primer.

1. Data sekunder Pengambilan data dengan metode sekunder yaitu pengambilan data berdasarkan studi literatur, dimana data yang diperoleh dari literatur-literatur dengan mencari bahan-bahan penunjang penelitian seperti hasil laporan penelitian yang pernah dilakukan terdahulu, standar jalan angkut berdasarkan Keputusan Menteri ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018, AASHTO, spesifikasi alat, dan peta topografi.
2. Data primer Pengambilan data dengan metode primer yaitu pengambilan data secara langsung/data yang belum dipublikasikan sebelumnya. Data ini meliputi observasi lapangan, menyesuaikan data yang diperoleh agar apa yang telah didapat sesuai dengan data yang dibutuhkan.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengambilan data pengaruh geometri jalan terhadap produktivitas pengupasan *overburden* dilakukan pada area *Pit B1 Blok A1-1 PT Pancaran Surya Abadi Site* Muara Badak. Kegiatan pengupasan dan pengangkutan *overburden* pada daerah tersebut diangkut dari *front* penambangan menuju area pembuangan atau *disposal*.



Gambar 1. Lintasan alan Pengangkutan *Overburden*

Geometri Jalan

Pengambilan data geometri jalan dilakukan secara aktual dengan menggunakan alat *total station* (TS) merk Eropa *Leica TS-03* dengan hasil koordinat dan pengukuran lebar dengan rol meter, pada penentuan segmen konotasi titik A diartikan sebagai *front* penambangan dan konotasi titik H sebagai pembuangan *disposal*. Selain itu pengukuran dilakukan berdasarkan pembagian segmen jalan lurus dan tikungan. Pengukuran jalan angkut dalam kondisi lurus memiliki tujuan agar alat mekanis yang melewati suatu jalan dapat berjalan secara optimal, tidak adanya hambatan yang disebabkan oleh lebar jalan angkut. Jika mengacu pada regulasi Keputusan Menteri ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018, ukuran minimal lebar jalan lurus dua lajur, sehingga didapatkan hasil seperti berikut.

Tabel 1. Lebar Jalan Kondisi Lurus

Segmen	Lebar Jalan Rekomendasi (m)	Lebar Jalan Lurus Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)
A-B	12,60	19,18	0
C-D	12,60	11,13	1,47
E-F	12,60	19,74	0
F-G	12,60	23,74	0
G-H	12,60	17,70	0

Dari hasil perhitungan secara teoritis lebar jalan kondisi lurus menunjukkan nilai yang belum mencukupi standar regulasi, terdapat jalan yang mengalami penyempitan hingga 11,13 m pada segmen C-D. Hal ini dapat dilakukan perbaikan jalan dengan menambah lebar jalan sebesar 1,47 m.

Berdasarkan hasil pengukuran secara langsung dapat ditentukan untuk perhitungan lebar pada tikungan minimal berdasarkan teori KEPMEN ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018, diperlukan data lebar atau jejak roda kendaraan, lebar jantai *dumpruck* bagian depan dan bagian belakang pada saat tikungan, jarak antar *dumpruck* dan juga jarak sisi luar *truck* pada tepi jalan. Sehingga hasil pengukuran lebar jalan tikungan didapatkan seperti berikut.

Tabel 2. Lebar Jalan Kondisi Tikungan

Segmen	Lebar Jalan Tikungan Rekomendasi (m)	Lebar Jalan Tikungan Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan Tikungan (m)
B-C	14,48	24,39	0
D-E	14,48	16,36	0

Lebar jalan angkut kondisi tikungan dikonotasikan menjadi segmen B-C dan D-E, dengan membandingkan hasil aktual dan rekomendasi menunjukan nilai yang berbeda. Lebar jalan kondisi tikungan menunjukkan nilai yang sudah mencukupi standar regulasi.

Penggunaan *superelevasi* pada tikungan bertujuan untuk mencegah terjadinya alat terguling. Dengan mengetahui kondisi jalan belokan secara aktual berada pada dua segmen, yaitu segmen B dan D sehingga didapatkan hasil pengukuran aktual seperti berikut.

Tabel 3. *Superelevasi*

Segmen	<i>Superelevasi</i> Rekomendasi (%)	<i>Superelevasi</i> Aktual (%)	Lebar Jalan Tikungan Aktual (m)
B-C	2	1,76	24,39
D-E	2	0,20	16,36

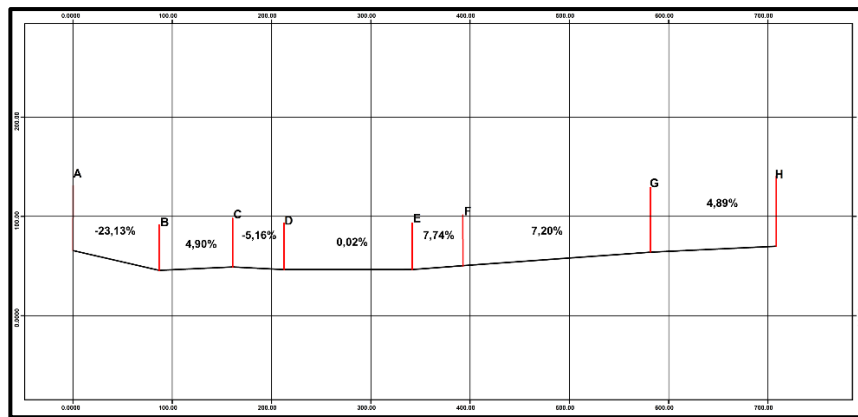
Segmen jalan untuk *superelevasi* mengikuti segmen jalan kondisi tikungan. Nilai hasil pengukuran dibandingkan dengan teoritis menunjukkan hasil yang berbeda, dimana nilai maksimum *superelevasi* berdasarkan regulasi yaitu 2% sedangkan hasil pengukuran menunjukan nilai yang 1,76% pada segmen B-C dan 0,20% untuk segmen D-E.

Pengukuran kemiringan jalan ditentukan berdasarkan segmen dan dilakukan pada saat jam istirahat atau kondisi kosong, hal ini bertujuan agar tidak mengganggu waktu produktivitas. Kemiringan jalan angkut dinyatakan dalam persen (%). Menurut KEPMEN ESDM No. 1827/K/30/MEM/2018 kemiringan maksimum adalah sebesar 12%. Pengambilan data beda tinggi di tempat penelitian *grade* didapatkan dengan menggunakan rumus persamaan pitagoras, dengan data yang harus diketahui meliputi jarak miring dan beda tinggi topografi. Sehingga didapatkan hasil pengukuran sebagai berikut.

Tabel 4. *Grade* Jalan

Segmen	Jarak Miring (m)	Beda Tinggi Topografi (m)	Grade Aktual (%)	Grade Standar (%)
A-B	86,80	-19,56	-23,13	12
B-C	73,94	3,62	4,90	12
C-D	52,15	-2,69	-5,16	12
D-E	128,62	0,02	0,02	12
E-F	51,17	3,95	7,74	12
F-G	188,87	13,56	7,20	12
G-H	127,04	6,20	4,89	12

Pengukuran kemiringan jalan dilakukan pada poros jalan di setiap segmennya, dengan konotasi A sebagai titik awal *pit* atau *loading point* dan berakhir pada titik H sebagai *disposal*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kondisi kemiringan jalan terdapat nilai yang melebihi standar yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri No. 1827/K/30/MEM/2018. Kemiringan jalan diatur dalam regulasi sebesar 12%, namun pada segmen A-B menunjukkan kemiringan 23,13%. Hal ini menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan untuk meningkatkan produktivitas, pada aktualnya segmen A-B sering dijumpai kendaraan *standby* untuk melintasi segmen tersebut, dengan memperbaiki kondisi kemiringan jalan dapat meminimalisir juga dampak terjadinya kecelakaan tambang.



Gambar 2. Penampang Jalan *Front* Penambangan - *Disposal*

Produktivitas dan Produksi

Perhitungan produktivitas perbaikan, dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan aktual di lapangan dan secara teoritis yang kemudian didapatkan rekapitulasi. Langkah perbaikan dalam geometri jalan ini hanya memperbaiki pada dua segmen saja, yaitu segmen A-B dan segmen C-D. Segmen A-B menunjukkan *grade* jalan yang tidak sesuai standar 12%, sehingga dilakukan simulasi perbaikan lebar jalan yang tadinya 23,13% menjadi 11,13%. Kemudian pada segmen C-D menunjukkan adanya penyempitan jalan lurus yakni 11,13 m, sehingga upaya yang dilakukan dengan simulasi lebar jalan lurus berdasarkan penggunaan dua lajur untuk alat terbesar menjadi 12,60 m.

$$P_{ia} = \frac{Ea \times 60 \times (Hmt \times np \times FFm) \times SF}{Ca} \quad \dots(1)$$

Produktivitas alat angkut *Zoomlion Zt 115 A*:

$$P_{ia} = \frac{84,97\% \times 60 \times (3,6 \text{ LCM} \times 7 \times 95\%) \times 81\%}{8,95}$$

$$= 107,69 \text{ BCM/jam/alat}$$

Produktivitas alat angkut *HDI Dt 95*:

$$P_{ia} = \frac{87,21\% \times 60 \times (3,6 \text{ LCM} \times 7 \times 95\%) \times 81\%}{8,86}$$

$$= 114,41 \text{ BCM/jam/alat}$$

Tabel 4. Perbandingan Produktivitas Sebelum dan Setelah Perbaikan

	Zoomlion Zt 115 A		HDI Dt 95	
	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
Berangkat Isi (menit)	3,59	1,75	3,64	1,78
Manuver Isi (menit)	0,48	0,48	0,42	0,42
Pengosongan (menit)	0,50	0,50	0,51	0,51
Kembali Kosong (menit)	2,51	1,68	2,41	1,71
Manuver Kosong (menit)	0,39	0,39	0,41	0,41
Pengisian (menit)	1,49	1,49	1,48	1,48
CT (menit)	8,95	6,27	8,88	6,31
Kapasitas Bucket (LCM)	3,60	3,60	3,60	3,60
Swell Factor (%)	81,00%	81,00%	81,00%	81,00%
Fill Factor (%)	95,00%	95,00%	95,00%	95,00%
Efisiensi Kerja (%)	84,97%	91,78%	87,21%	92,50%
Produktivitas (BCM/Jam/Alat)	107,69	164,71	114,41	168,74
Produksi (BCM/Jam)	323,06	494,13	228,81	337,48

D. Kesimpulan

Setelah dilakukannya pengukuran secara aktual dan pengolahan data, didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Jalan lurus aktual rata-rata 18,30 m dengan teoritis 12,60 m, lebar jalan tikungan aktual rata-rata 20,38 m dan teoritis 14,48 m dari lokasi pengupasan *overburden* ke *disposal*.
2. *Superelevasi* pada segmen B 1,76% dan segmen D 0,20%.
3. Kemiringan jalan pada segmen A-B -23,13%, segmen B-C 4,90%, segmen C-D -5,16%, segmen D-E 0,02%, segmen E-F 7,74%, segmen F-G 7,20%, segmen G-H 4,89%.

Produktivitas sebelum perbaikan 551,91 bcm/jam dengan pengaruh kondisi jalan dan waktu hambatan, setelah perbaikan mengalami peningkatan menjadi 572,403 bcm/jam dengan peningkatan produktivitas 20,493 bcm/jam.

Ucapan Terimakasih

Penyusun mengucapkan terimakasih banyak kepada pihak-pihak yang telah membantu dan mendukung diantaranya:

1. Dr. Ir. Yunus Azhari, M.T., selaku Ketua Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung.
2. Noor Fauzi Isniamo, S.Si., M.T. selaku Sekretaris Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung.
3. Ir. Zaenal, M.T., selaku Koordinator Skripsi, Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung.
4. Sriyanti, S.T., M.T., selaku Dosen Wali yang senantiasa membimbing dan membantu penulis dalam penyusunan Usulan Penelitian ini.
5. Iswandar, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membimbing dan meluangkan waktunya selama kegiatan penyusunan skripsi.
6. Dr. Ir. Dudi Nasrudin Usman, S.T., M.T., IPM. selaku Co Pembimbing Skripsi yang telah membimbing dan meluangkan waktunya selama kegiatan penyusunan skripsi.

Daftar Pustaka

- Sa Putra, A., L. D. J. Usup, H., & Noveriady. (2023). Analisis Kemajuan Tambang Terhadap Perancangan Mine Plan pada Aktivitas Overburden Removal. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 157–166. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i2.3077>
- Tampubolon, A. (2023). Optimasi Biaya Produksi Overburden dan Kaksa Menggunakan Program Linear dan Bunching Effect. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 27–34. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i1.1752>
- Tendi Fernando, Zaenal, & Sriyanti. (2023). Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Pengupasan Overburden Tambang Batubara. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 71–76. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i1.2144>
- Anonim, Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik.
- Anonim 1993. “AASHTO guide for Design of Pavement Structures”. America. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Anonim. “Mid-Size Excavator Doosan Dx 530 Lca-7M”. PT Kobexindo Tractors Tbk. Jakarta, Indonesia.
- Anonim. 2009. “SPECIFICATIONS & APPLICATION HANDBOOK Edition 30”, Komatsu. Japan.
- Anonim. 2023. “Handbook Zoomlion Zt 115 A Mining Dump Truck”. Zoomlion Heavy Industry Science & Technology CO., LTD. China.
- Anonim. 2023. “Handbook HDI Dt 95 Wide Body Dump Truck”. Hyundai Infracore. China.

- Aurelio G, Vallen., Zaenal., Wijaksana, Indra K. 2023. “Pengaruh Geometri Jalan Terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Kegiatan Penambangan Batubara PT Pacific Global Utama di Kecamatan Tanjung Agung, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan”. Bandung Conference Series : Mining Engineering. Vol. 3. No.1 (2023) : 186 – 193.
- Amrullah, Ruly, 2021, “Kecamatan Muara Badak Dalam Angka”, Badan Pusat Statistik Kabupaten Kutai Kartanegara.
- Awang Suwandhi, 2004, “Perencanaan Jalan Tambang”, Diklat Perencanaan Tambang Terbuka, Universitas Islam Bandung.
- Burhanudin, A. F., Zaenal, Z., & Usman, D. N., 2020, “Kajian Pengaruh Geometri Jalan terhadap Konsumsi Bahan Bakar dalam Optimasi Pengangkutan Overburden pada Penambangan Batubara PT. Pancaran Surya Abadi di Kecamatan Muara Badak Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur”, Prosiding Teknik Pertambangan, 6(2), 387-393.
- Cahyono Adi A, dkk. 2022. *“Handbook Of Energy & Economic Statistics of Indonesia”*. Jakarta: Kementrian Energi dan Sumberdaya Mineral.
- Hustrulid W., Kuchta M., Martin R. 2013. *“Open Pit Mine Planning & Design”*. Salt Lake City: CRC Press.
- Prodjosumarto, Partanto, 1996. “Pemindahan Tanah Mekanis”. Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Prodjosumarto, partanto. 1993. “Tambang Terbuka (*Surface Mining*)”. Departemen Pertambangan, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Sağlam. B., Bettemir. O., H. 2018. *“Estimation of Duration of Earthwork with Backhoe Excavator by Monte Carlo Simulation”*. Department of Civil Engineering Inonu University, Turkey
- Silvia Sukirman, 1999, “Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan”. Cetakan Ketiga Diterbitkan Oleh Nova, Bandung.
- Suwandhi. A. 2004. “Perencanaan Jalan Tambang”. Jurusan Teknik Pertambangan. Universitas Islam Bandung.
- Tannat. Dwayne D., Regensburg. Bruce. 2001. *“Guidelines for Mine Haul Road Design”*. School of Mining and Petroleum Engineering Departement of Civil and Enviromental University of Alberta.
- Tenriajeng, A. T., 2003, “Pemindahan Tanah Mekanis”, Jakarta: Gunadarma.
- Wicaksono, M. Rizqi, Zaenal, Moralista, Elfida, 2019, “Evaluasi Jalan Tambang Berdasarkan Teori AASHTO untuk Meningkatkan Produksi Pengupasan dan Pengangkutan Overburden pada Kegiatan Penambangan Batubara di Area Roto South G PT Kideco Jaya Agung, Desa Batu Kajang, Kecamatan Batu Sopang, Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur”, Prosiding Spesia Teknik Pertambangan (Februari, 2020), ISSN: 2460-6499, P 141-148, Universitas Islam Bandung, Bandung.
- Zailani. M. A. dkk., "KajianTeknis Peningkatan Korelasi Rencana *Cycle Time* Alat Angkut Di Pit Kwest PT.Kaltim Prima Coal Kalimantan Timur". Jurnal Ilmu Teknik Sriwijaya. Volume 2. Nomor 1. 2014.