

## Kajian Geometri Jalan Tambang untuk Meningkatkan Produksi Penambangan Andesit PT Mandiri Sejahtera Sentra (MSS) Desa Sukamulya, Kecamatan Tegalwaru, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat

Nurhadi Arief Widodo\*, Zaenal, Indra Karna

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

\*ariefnurhadi.widodo@gmail.com,  
indrakwijaksana@gmail.com

zaenal.mq66@gmail.com,

**Abstract.** There are several things that affect production, including circulation time and work efficiency. For research conducted on the geometry of the mine road, it is based on AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) in 1993 and Ministerial Decree No. 1827/K/30/MEM/2018. The haul road geometry studies carried out include the actual width of the straight road, the width of the bend road, the slope of the road, the radius of the bend, the superelevation, and the actual rimpull which will be compared with the results of calculations based on the AASHTO theory. Based on this theory, the study of the geometry of the road is associated with the production of loading equipment and transportation equipment which can later increase the production of desiccated rock mining. From the results of production observations carried out starting from the hopper to the loading point, where when comparing the theoretical calculation results obtained for the straight condition road width between 3.8 m and 10.69 m, the condition of this road grade is quite varied between 0-32 %. For rimpull available on conveyances ranging from Gear-1 to Gear-8.

**Keywords:** *AASHTO, Cycle Time, Road Geometry.*

**Abstrak.** Pada penelitian ini difokuskan pada jalan angkut dalam rangka meningkatkan produksi penambangan. Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi produksi, diantaranya waktu edar dan juga efisiensi kerja. Penelitian yang dilakukan terhadap geometri jalan tambang berpijak pada 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. Berdasarkan teori tersebut untuk kajian geometri jalan tersebut dikaitkan dengan produksi alat muat dan alat angkut yang nantinya dapat meningkatkan produksi penambangan batu andesit. Hasil pengamatan produksi yang dilakukan mulai dari hopper menuju loading point, dimana ketika membandingkan antara hasil perhitungan secara teoritis didapatkan untuk lebar jalan kondisi lurus diantara 3,8 m sampai 10,69 m, kondisi dari grade jalan ini pun cukup bervariasi antara 0 - 32%. Rimpull yang tersedia pada alat angkut mulai dari Gear-1 hingga Gear-8.

**Kata Kunci:** *AASHTO, Waktu Edar, Geometri Jalan.*

## A. Pendahuluan

Pertambangan adalah suatu kegiatan yang dimana dilakukan kegiatan untuk mengambil bahan galian yang disediakan di alam dengan sumberdaya yang cukup banyak dan tersebar luas dan dapat bermanfaat dalam berbagai keperluan, seperti bahan galian andesit yang dapat dimanfaatkan untuk konstruksi bangunan, jalan, jembatan dan lain-lain. PT. Mandiri Sejahtera Sentra merupakan salah satu perusahaan tambang yang bergerak pada komoditi batu andesit.

Dalam kegiatan penambangan sarana yang sangat penting untuk diperhatikan adalah jalan tambang karena jalan tambang yang menghubungkan segala tempat dalam kegiatan tahapan penambangan karena akan mempengaruhi produksi pada kegiatan penambangan dan juga biaya yang dikeluarkan, merencanakan jalan tambang ini harus sesuai kriteria yang memakai kriteria pembuatan jalan berdasarkan AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 untuk sesuai kriteria perlu dilakukan kajian geometri jalan.

Mengoptimasi geometri jalan alat angkut sangat mempengaruhi pada peningkatan produksi yang direncanakan pada PT. Mandiri Sejahtera Sentra sehingga pada penelitian ini dilakukan kajian mengenai geometri jalan pada alat angkut untuk dapat meningkatkan produksi dan juga mengoptimalkan biaya yang dikeluarkan, kegiatan ini mempertimbangkan kemiringan jalan, lebar jalan, untuk sesuai dengan ketentuan.

Berdasarkan latar belakang di atas, tujuan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui produksi aktual alat muat dan angkut yang apakah sesuai dengan target produksi yang direncanakan.
2. Mengetahui kondisi geometri jalan tambang aktual apakah sudah sesuai dengan ketentuan teori AASHTO dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 pada lokasi penelitian.
3. Mengetahui produksi yang dihasilkan pada alat angkut dan muat setelah perbaikan geometri jalan.

## B. Metodologi Penelitian

### 1. Lebar Jalan Angkut

Lebar jalan angkut pada tambang direncanakan sesuai dengan tipe atau bentuk alat angkut yang akan menggunakan akses jalan tersebut, perancangan lebar jalan untuk transportasi satu arah dan juga dua arah, jika semakin besar lebar jalan maka alat angkut yang melewati akses jalan tersebut akan semakin mudah dan lancar karena tidak menunggu antrian jika jalan tersebut dua arah, merencanakan lebar jalan juga harus memperhatikan keadaan alat angkut jika melewati belokan karena lebar jalan pada belokan harus lebih besar agar alat angkut yang melewati jalan tersebut mempunyai ruang gerak yang cukup besar (AASHTO, 1993).

### 2. Kemiringan jalan

Kemiringan pada jalan angkut menggambarkan terdapat tanjakan pada jalan tersebut, salah satu parameter penting yang dapat mempengaruhi jumlah produksi yang dihasilkan yaitu kemiringan karena kelandaian dan kecuramannya akan mempengaruhi produksi (Prodjosumarto, 1993).

### 3. Superelevasi dan Jari-jari tikungan

Jari-jari tikungan jalan hauling berhubungan dengan pemakaian alat angkut pada penambangan yaitu jarak horizontal antara poros roda depan dan belakang, badan jalan dimiringkan ke arah tikungan untuk mengatasi gaya sentrifugal pada alat angkut saat berada pada tikungan. (Suwandhi, 2004). Mengatasi gaya sentrifugal dapat dilakukan dengan mengatur kecepatan yang sesuai untuk melewati belokan yang akan dilewati, dan bisa dilakukan perataan pada area titik pusat jari-jari tikungan dan juga menimbun pada bagian luar jari-jari tikungan agar semakin tinggi, Menurut (Sukirman, 1999).

### 4. Kemiringan Melintang (Cross Slope)

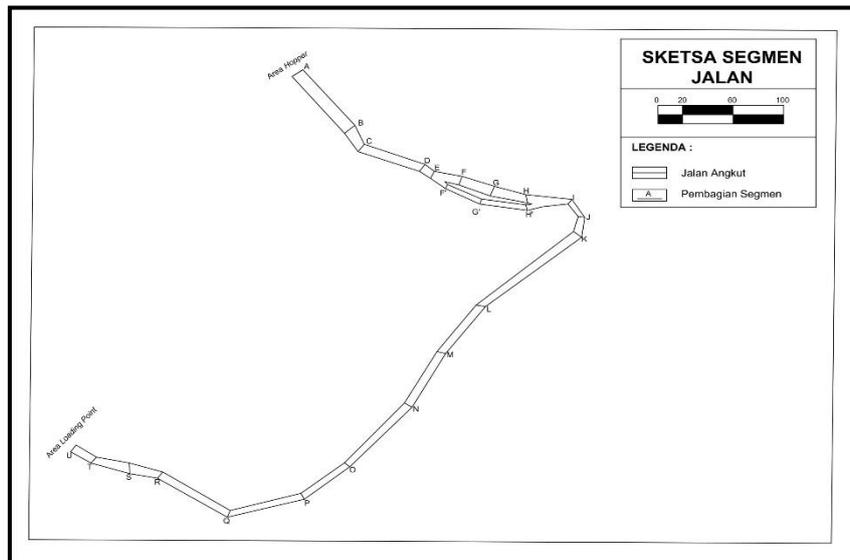
Cross slope merupakan sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan jalan terhadap bidang horizontal. Pada umumnya jalan angkut tambang mempunyai bentuk penampang melintang cembung, dibuat demikian dengan tujuan untuk memperlancar penyaliran. Angka cross slope dinyatakan dalam perbandingan jarak vertikal dan horizontal dengan

satuan mm/m atau m/m. Nilai yang umum dari kemiringan melintang (cross slope) yang direkomendasikan adalah sebesar 20-40 mm/m. dan jarak bagian tepi jalan ke bagian tengah atau pusat jalan disesuaikan dengan kondisi yang ada (Suwandhi, 2004).

### C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

#### Geometri Jalan Tambang

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan untuk kondisi geometri jalan tambang yang terdapat pada lokasi penelitian dibagi menjadi 24 segmen jalan, dengan untuk Panjang jalan berangkat kosong didapatkan 0,75 km sedangkan untuk berangkat isi didapatkan 0,79 km. Dari hasil pembagian segmen yang didapatkan dilakukan perbandingan menurut AASHTO dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 untuk mengevaluasi keadaan geometri jalan yang dimiliki sudah sesuai dengan ketentuan yang ada, sketsa dari pembagian segmen jalan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sketsa Segmen Jalan

#### 1. Lebar Jalan Angkut

Lebar jalan yang dipergunakan pada lokasi penelitian dalam beberapa segmen satu dan dua jalur. Untuk lebar jalan angkut minimum yang didapatkan berdasarkan hasil perhitungan untuk lebar jalan lurus satu jalur sebesar 4,98 meter – 8, 72 meter. Rekapitulasi lebar jalan angkut lurus dari *hooper* menuju *loading point* 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)	Lebar Jalan Rekomendasi (m)
A	-	B	8,72	10,25	-	10,25
B	-	C	8,72	10,69	-	10,69
D	-	E	8,72	7,43	1,29	8,72
E	-	F	4,98	6,77	-	6,77
E	-	F'	4,98	3,8	1,18	4,98
F	-	G	4,98	7,79	-	7,79
F'	-	G'	4,98	4,5	0,48	4,98

Segmen			Standar Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Lurus Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)	Lebar Jalan Rekomendasi (m)
G	-	H	4,98	8,88	-	8,88
G'	-	H'	4,98	4,97	0,01	4,98
H	-	I	4,98	7,13	-	7,13
H'	-	I	4,98	8,29	-	8,29
I	-	J	4,98	5,1	-	5,10
K	-	L	8,72	8,12	0,60	8,12
L	-	M	8,72	7,57	1,15	8,72
M	-	N	4,98	6,95	-	6,95
N	-	O	4,98	5,3	-	5,3
O	-	P	4,98	5,77	-	5,77
P	-	Q	4,98	6,13	-	6,13
R	-	S	4,98	9,1	-	9,1
S	-	T	4,98	6,58	-	6,58
T	-	U	4,98	7,17	-	7,17

Lebar jalan angkut pada kondisi tikungan pada dasarnya harus lebih besar dari lebar jalan angkut pada saat kondisi lurus, hal ini disebabkan pada saat kondisi jalan berbelok alat akan memiliki kelebihan lebar dari alat pada bagian depan dan juga belakang kendaraan. Untuk lebar jalan belok berdasarkan perhitungan didapatkan sebesar 7,64 meter dan untuk dua jalur sebesar 15,28 meter. Berdasarkan hasil pengukuran dari area *hopper* menuju area *loading point* didapatkan bahwa kondisi jalan tikungan yang didapatkan pada lokasi penelitian belum memenuhi standar sehingga harus dilakukannya perbaikan, untuk rekapitulasi lebar jalan tikungan dapat dilihat pada Tabel 2

**Tabel 2.** Lebar Jalan Angkut Kondisi Tikungan

Segmen			Rencana Berdasarkan Perhitungan (m)	Lebar Jalan Belokan Aktual (m)	Penambahan Lebar Jalan (m)	Lebar Jalan Rekomendasi (m)
C	-	D	15,28	8,02	7,26	15,28
J	-	K	7,64	5,24	2,40	7,64
Q	-	R	7,64	6,8	0,84	7,64

## 2. Jari-Jari Tikungan

Untuk kecepatan berdasarkan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 kecepatan maksimal yang ditetapkan oleh perusahaan sebesar 20 km/jam, jadi dapat ditentukan untuk jari-jari tikungan minimum berdasarkan AASHTO sebesar 13 m. Berdasarkan hasil tersebut didapatkan untuk nilai dari jari-jari tikungan rencana sebesar 13,23 meter. Berdasarkan hal tersebut didapatkan pada satu segmen belokan yang terdapat pada lokasi penelitian diharuskan dilakukan perbaikan dikarenakan jari-jari tikungan yang didapatkan masih belum sesuai standard yang ada, untuk rekapitulasi jari-jari tikungan dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Jari-Jari Tikungan

Segmen			Jari-jari Tikungan Aktual (m)	Jari-jari Tikungan Minimal Rekomendasi (m)	Penambahan Jari-jari Tikungan (m)
C	-	D	23,9	13,23	0
J	-	K	9,8	13,23	3,43
Q	-	R	34,8	13,23	0

### 3. Superelevasi

Superelevasi berfungsi untuk memaksimalkan kecepatan dari alat angkut untuk mengatasi tikungan yang ada sehingga dapat mengatasi tikungan agar tidak menerima gaya sentrifugal yang dapat menyebabkan kendaraan menjadi tidak stabil. Untuk mengimbangi gaya sentrifugal diperlukan membuat kemiringan yang nantinya akan melintang ke arah pusat dari tikungan tersebut. Untuk nilai dari superelevasi maksimum berdasarkan perhitungan pada jari-jari tikungan rekomendasi didapatkan untuk nilai superelevasi sebesar 6%, dimana jika pada jari-jari tikungan yang besar dan kecepatan maksimum di belokan 20 km/jam, maka nilai dari superelevasi akan semakin kecil dengan nilai minimal 6%. untuk rekapitulasi *Superelevasi* dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Superelevasi Area *Hopper* ke *Front Kerja*

Segmen			Lebar Jalan Tikungan Aktual (m)	Superelevasi Aktual (%)	Beda Tinggi Aktual (m)	Superelevasi Rekomendasi (%)	Penambahan Beda Tinggi (m)
C	-	D	8,02	3,37%	0,27	6%	0,210
J	-	K	5,24	3,63%	0,19	6%	0,124
Q	-	R	6,8	3,38%	0,23	6%	0,177

### 4. Kemiringan Jalan

Kemiringan jalan angkut tambang dapat dinyatakan dalam persen (%) yang merupakan perbandingan antara beda tinggi antar titik dengan jarak datar. Untuk kemiringan jalan berdasarkan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 kemiringan jalan maksimal yang ditetapkan ialah 12%. Untuk kondisi jalan yang dilalui oleh alat angkut untuk memindahkan material lepas yang merupakan batu andesit dari *loading point* menuju *hopper* dengan *grade* jalan mulai dari 0%–32%. untuk *grade* jalan yang belum memenuhi standar didapatkan 13 segmen yang harus dilakukan pengurangan beda tinggi agar memenuhi *grade* standar agar alat angkut dapat bekerja secara maksimal. untuk rekapitulasi kemiringan jalan dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Kemiringan Jalan Setiap Segmen

Segmen			Panjang Jalan (m)	Elevasi (mdpl)	Beda Tinggi (m)	Grade Aktual (%)	Grade Standar (%)	Pengurangan Beda Tinggi (m)
A	-	B	63,1	604	2	3,17%	12	0
B	-	C	18,3	606	2	10,93%	12	0
C	-	D	50,9	608	8	15,72%	12	1,89
D	-	E	10	616	2	20,00%	12	0,80
E	-	F	22,5	618	4	17,78%	12	1,30
F	-	G	27	622	5	18,52%	12	1,76
G	-	H	30,4	627	6	19,74%	12	2,35
H	-	I	33,12	633	5	15,10%	12	1,03

Segmen			Panjang Jalan (m)	Elevasi (mdpl)	Beda Tinggi (m)	Grade Aktual (%)	Grade Standar (%)	Pengurangan Beda Tinggi (m)
E	-	F'	14,8	618	2	13,51%	12	0,22
F'	-	G'	29,8	620	5	16,78%	12	1,42
G'	-	H'	38	625	7	18,42%	12	2,44
H'	-	I	34,8	632	6	17,24%	12	1,82
I	-	J	15,9	638	3	18,87%	12	1,09
J	-	K	15,3	641	2	13,07%	12	0,16
K	-	L	97	643	5	5,15%	12	0
L	-	M	51,2	648	0,5	0,98%	12	0
M	-	N	51,9	648,5	-1,5	-2,89%	12	0
N	-	O	70,1	647	-1	-1,43%	12	0
O	-	P	44,3	646	1	2,26%	12	0
P	-	Q	60,3	647	0,5	0,83%	12	0
Q	-	R	63,1	647,5	0,5	0,79%	12	0
R	-	S	24,7	648	-8	-32,39%	12	-5,04
S	-	T	29	640	2	6,90%	12	0
T	-	U	18,8	642	-2	-10,64%	12	0

### 5. Cross Slope

Nilai dari cross slope pada jalan angkut merupakan perbandingan antara jarak vertikal dan horizontal, dengan satuan mm/m. Jalan angkut yang baik memiliki *cross slope* 20 mm/m sampai 40 mm/m, disesuaikan dengan curah hujannya. Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk mendapat. Untuk nilai dari penampang ditentukan untuk nilai dari penampang melintang minimum yaitu 40 mm/m untuk daerah dengan curah hujan yang tinggi, hal tersebut bertujuan untuk mencegah terdapatnya genangan air di tengah jalan ataupun kondisi jalan yang bergelombang. Sehingga untuk jalan lurus haruslah memiliki penampang melintang agar air dapat mengalir dengan baik. Untuk nilai beda tinggi pada setiap segmen berkisar antara 0,10 meter hingga 0,20 meter.

### Perhitungan Rimpull

Kemiringan jalan akan berpengaruh terhadap suatu alat angkut untuk mengatasi tanjakan tersebut. *Rimpull* yang tersedia pada saat alat angkut melaju dapat ditentukan berdasarkan 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. Perhitungan *rimpull* didasarkan kepada beban yang dibawa pada saat jalan apakah dalam kondisi bermuatan atau pada saat kosong dapat dibandingkan dengan data *rimpull* yang dapat 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 untuk keadaan aktual didapatkan 13,45 menit sedangkan untuk data berdasarkan perhitungan *rimpull* didapatkan waktu edar sebesar 8,83 menit.

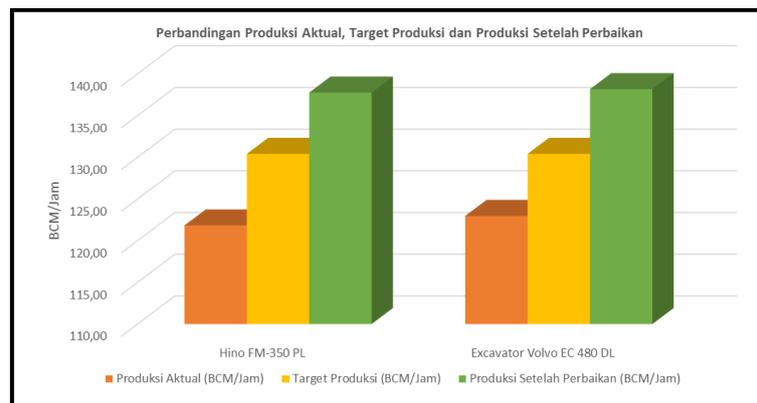
### Upaya Peningkatan Produksi

Dalam melakukan upaya untuk meningkatkan produksi dilakukan perbaikan pada geometri jalan tambang seperti memperbaiki lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, kemiringan jalan, jari-jari tikungan, *superelevasi*, *cross slope*, selain dari hal tersebut alat juga dapat dilakukan pengoptimalan dengan cara mengoptimalkan *rimpull* agar dapat berjalan dengan kecepatan maksimal pada setiap segmen jalan. Setelah parameter tersebut dilakukan perbaikan didapatkan untuk cycle time dari alat angkut dari area hopper menuju loading point dengan jarak angkut

796,9 meter selama 1,72 menit sedangkan untuk pengangkutan material dari loading point menuju hopper dengan jarak angkut 801,3 meter dapat ditempuh dengan waktu 2,07 menit. Untuk perbandingan produksi sebelum dan sesudah dilakukannya perbaikan geometri jalan dapat dilihat pada Tabel 6 dan pada Gambar 2.

**Tabel 6.** Perbandingan Produksi

No.	Keterangan	Produksi Aktual (BCM/Jam)	Target Produksi (BCM/Jam)	Produksi Setelah Perbaikan (BCM/Jam)
1	Volvo EC 480 DL	122,96	130,40	138,16
2	Hino FM 350-PL	121,82	130,40	137,75



**Gambar 2.** Grafik Kenaikan Produksi

#### D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Produksi yang didapatkan pada alat gali muat sebesar 122,96 BCM/jam dan untuk produksi yang didapatkan pada alat angkut sebesar 121,82 BCM/jam. Untuk produksi secara aktual belum mencapai target produksi 130,4 BCM/jam.
2. Geometri jalan secara aktual masih terdapat beberapa segmen yang masih belum sesuai dengan teori AASHTO dan Kepmen No. 1827/K/30/MEM/2018 seperti keadaan dari lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, kemiringan jalan, kemiringan melintang, dan superelevasi.
3. Setelah dilakukannya upaya perbaikan geometri jalan tambang didapatkan untuk produksi alat muat sebesar 138,16 BCM/Jam, dan produksi alat angkut sebesar 137,75 BCM/Jam dimana target perusahaan sudah tercapai.

#### Acknowledge

1. Dosen dan Staff Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung. kepada Bapak Dr. Ir. Yunus Ashari, M.T. selaku Ketua Prodi, Bapak Noor Fauzi Isniarno, S.Si.,S.Pd., M.T. selaku Sekretaris Prodi, Bapak Ir. Zaenal, M.T, selaku Pembimbing, Bapak Indra Karna Wijaksana,S.Pd., S.T.,M.T., selaku Co-Pembimbing, Bapak Dr. Ir. Dudi Nasrudin Usman, S.T., M.T., selaku Dosen Wali serta semua Dosen dan Staff yang senantiasa memberikan do'a, dukungan, motivasi kepada penyusun
2. Orang Tua dan Keluarga, Kedua Orangtua, Damijono Soewito dan Lisnur Wachidah, terimakasih selalu memberikan dukungan terbaik, Kakak tercinta Lisdhany Widiyastuti yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
3. Perusahaan Penelitian, terimakasih kepada pihak PT Mandiri Sejahtera Sentra atas

kesempatan serta dukungan yang telah diberikan kepada penyusun.

4. Keluarga Besar Tambang Unisba 2017, terimakasih banyak karena telah membantu dan berjuang Bersama-sama serta support terbaik yang selalu diberikan kepada penyusun.

#### **Daftar Pustaka**

- [1] Anonim, 1993 “AASHTO Guide for Design of Pavement Structures – Volume I” Washington DC.
- [2] Anonim, 2018 “Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Republik Indonesia Nomor 1827/K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik” Menteri Energi Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- [3] Anonim, 2019, “Handbook Hino FM-350 PL”, Japan
- [4] Dwayne D, Tannant & Bruce Regensburg, 2001, “Guidelines For Mine Haul Road Design”, University of British Columbia.
- [5] Gill, Robin, 2010, “Igneous Rock And Processes: a Pratical Guide”, Wiley- Blackwell, Department of Earth Science, University of London.
- [6] Martin, J.vv,1982, “ Surface Mining Equipment “ , Martin Consultants Inc, Colorado.
- [7] Nabar, Darmansyah,1998, “ Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat”, Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya, Palembang
- [8] Prodiosumarto,Partanto,1993, “ Pemindahan Tanah Mekanis”, Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung : Bandung.
- [9] Rochmanhadi,1992,“Alat-Alat Berat dan Penggunaannya”, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum : Jakarta
- [10] Sonny, Wedhanto, 2009, “Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis”, Diklat Kuliah Teknik Sipil, Universitas Negeri Malang
- [11] Sukirman, dkk, 1999 “Dasar-Dasar Perencanaan Geometri Jalan” Nova, Bandung.
- [12] Suwandhi Awang, 2004 “Perencanaan Jalan Tambang” Diklat Perencanaa Tambang Terbuka, Universitas Islam Bandung.
- [13] Van Bemmelen, R.W., 1949, “The geology of Indonesian vol. I A: Government Printing Office”, The Hague.