

EVALUASI GEOMETRI JALAN TAMBANG BERDASARKAN STANDAR AASHTO TERHADAP KEBUTUHAN BAHAN BAKAR ALAT ANGKUT HEAVY DUTY TRUCK

Ghina Qatrunnada¹, Guskarnali^{1,a}, dan Haslen Oktarianty¹

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung, Desa Balunijuk, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka,
Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, 33172

^a email korespondensi: guskarnali@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mengenai geometri jalan angkut yang ditemukan di *Front* penambangan 242 menuju Crusher VI pada PT Semen Padang terhadap parameter kemiringan dan lebar jalan angkut yang tidak sesuai dengan standar AASHTO pada beberapa segmen di lokasi penambangan serta konsumsi bahan bakar alat angkut Heavy Duty Truck (Komatsu HD785 dan Caterpillar 777D). Metode pengambilan data geometri jalan menggunakan GPS Geodetic dan roll meter. Jalan angkut dibagi menjadi beberapa segmen dengan jarak masing-masing segmen sekitar 100 m. Konsumsi bahan bakar dihitung berdasarkan resistansi total yang diterima oleh alat angkut. Hasil evaluasi jalan angkut dari *Front* penambangan 242 ke Crusher VI diperoleh lebar jalan angkut untuk dua garis di garis lurus sebesar 24,1 m, lebar rata-rata jalan sebenarnya sebesar 19,58 m. Lebar jalan angkut untuk dua jalur di tikungan sebesar 24,88 m, lebar jalan rata-rata di tikungan sebenarnya sebesar 21,63 m. Penggunaan bahan bakar Komatsu HD785 pada geometri aktual adalah 15,97 l/ritase pada jari-jari tikungan 22,81 m menjadi 10,58 l/ritase sedangkan Caterpillar 777D sebesar 14,98 l/ritase menjadi 9,90 l/ritase. Konsumsi bahan bakar Komatsu pada jari-jari tikungan 33,35 m Komatsu HD785 memiliki nilai konsumsi bahan bakar 8,92 l/ritase sedangkan Caterpillar 777D 8,35 l/ritase.

Kata kunci: Geometri jalan, bahan bakar, alat angkut

PENDAHULUAN

PT Semen Padang merupakan sebuah perusahaan yang bergelut di bidang industri semen, mulai dari penyediaan bahan baku melalui proses penambangan sampai pengolahan bahan baku tersebut menjadi semen dan kemudian dipasarkan. Keadaan jalan tambang di PT Semen Padang belum sesuai dengan standar AASHTO. Terdapat kemiringan yang tidak sesuai standar sebanyak 2 segmen dengan nilai 12,96% dan 15,19%, sedangkan menurut AASHTO standar kemiringan jalan yang sesuai adalah 8%-10% (Zudiansyah, 2015). *Front* penambangan 242 memiliki 17 segmen dengan nilai kemiringan jalan lebih dari 10% (Silalahi, 2018). Kemiringan memiliki pengaruh terhadap penggunaan bahan bakar alat angkut, kemiringan terjal dan bervariasi memiliki nilai penggunaan bahan bakar yang lebih tinggi dibandingkan dengan kemiringan yang landai (Marinda & Farida, 2016).

Pada proses pengangkutan menggunakan alat angkut berupa *Heavy Duty Truck* (HDT). Alat angkut tidak dapat beroperasi secara optimal pada jalan angkut sempit, tanjakan yang permukaan jalan licin dan curam, daya dukung jalan terhadap beban yang rendah hingga kemampuan mengatasi *rimpull* yang terlalu besar, sehingga akan mempengaruhi waktu tempuh dalam proses pengangkutan. Waktu tempuh yang lebih lama akan mengakibatkan penggunaan

bahan bakar per ritase yang lebih besar (Suwandhi, 2004).

Kegiatan penambangan batugamping di Karang Putih dan penambangan batusilika untuk memasok kebutuhan bahan produksi semen di PT Semen Padang dengan menggunakan metode penambangan yang diterapkan berupa metode tambang terbuka (*quarry*).

Geometri jalan yang harus diperhatikan sama seperti jalan raya pada umumnya, yaitu lebar jalan angkut dan kemiringan jalan. Lebar jalan angkut pada tambang pada umumnya dibuat untuk pemakaian jalur ganda dengan lalu lintas satu arah atau dua arah (Suwandhi, 2004).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi geometri jalan angkut aktual di lapangan dan menganalisis hasil perhitungan bahan bakar antara Komatsu HD785 dan Caterpillar 777D berdasarkan geometri aktual di lapangan.

METODE PENELITIAN

Lokasi penambangan berada di Bukit Karang Putih yang terletak di Desa Karang Putih, Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Sumatera Barat. Karang Putih adalah sebuah perkampungan kecil yang terletak ± 2 km di sebelah selatan Indarung yang dengan akses jalan beton. Lokasi Penambangan dapat ditempuh menggunakan kendaraan bermotor dan memakan waktu ±45 menit dari pusat Kota

Padang dan ± 10 menit dari kantor pusat PT Semen Padang.

Metode penelitian yang digunakan yakni kualitatif berupa pengamatan langsung dan studi literatur yang terkait dengan geometri jalan angkut (kemiringan dan lebar jalan) dan konsumsi bahan bakar. Penelitian dilakukan dengan mengambil data geometri jalan angkut menggunakan GPS geodetik dan pita ukur. Jalan angkut yang dilalui alat angkut dinamakan Jalan Tajarang Utama oleh PT Semen Padang sepanjang 3,708 km. Dari jalan angkut dibagi dalam beberapa segmen dengan jarak antar segmen masing-masing kurang lebih 100 m. Konsumsi bahan bakar alat angkut dihitung berdasarkan tahanan total yang diterima oleh alat angkut yang menghasilkan nilai daya dan rimpull.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan standar lebar minimum jalan angkut berdasarkan lebar alat angkut. Alat angkut jenis Komatsu HD785 memiliki lebar sebesar 6,885 m sedangkan Caterpillar 777D memiliki lebar sebesar 6,048 m. Lebar Komatsu HD785 akan digunakan sebagai acuan perhitungan lebar minimum jalan angkut lurus. Berdasarkan perhitungan, didapat bahwa standar lebar minimum untuk jalan angkut lurus pada 1 (satu) jalur yaitu 14 m dan pada 2 (dua) jalur yaitu 24,1 m. Hasil evaluasi jalan angkut lurus pada lokasi penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Evaluasi lebar jalan lurus

No	Titik	Jumlah Jalur	Lebar Standar AASHTO (m)	Real (m)	Keterangan
1	M13	Dua jalur	24,1	27,1	Baik
2	M15	Dua jalur	24,1	21,0	+3,1
3	M16	Dua jalur	24,1	20,0	+4,1
4	M18	Dua jalur	24,1	18,4	+5,7
5	M19	Dua jalur	24,1	16,3	+7,8
6	M20	Dua jalur	24,1	16,8	+7,3
7	M22	Dua jalur	24,1	18,3	+5,8
9	M25	Dua jalur	24,1	16,0	+8,1
10	M26	Dua jalur	24,1	18,5	+5,6
11	M32	Dua jalur	24,1	13,4	+10,7
12	M33	Dua jalur	24,1	17,2	+6,9
13	M35	Dua jalur	24,1	29,7	Baik
Rata-rata				19,58	+5,2

Berdasarkan Tabel 1, lebar jalan angkut pada *Front Penambangan 242* menuju *dumping point Crusher VI* sebagian besar tidak sesuai dengan standar AASHTO. Rata-rata lebar jalan lurus pada area ini yaitu 19,58 m dan dibutuhkan penambahan lebar rata-rata 5,2 m per segmen. Kondisi jalan yang tidak sesuai standar akan berdampak pada proses pengangkutan yang tidak efisien sehingga

untuk saat ini pada jalur M32 – M35 hanya digunakan untuk satu jalur angkut.

Berdasarkan standar perhitungan lebar minimum jalur tikungan menggunakan teori AASHTO didapat bahwa standar lebar minimum jalur angkut pada *Front Penambangan 242* untuk jalur tikungan yaitu 24,88 m untuk 2 (dua) jalur. Hasil evaluasi lebar jalan angkut pada tikungan ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Evaluasi lebar jalan tikungan

No	Titik	Jumlah Jalur	Lebar Standar AASHTO (m)	Real (m)	Keterangan
1	M14	2 jalur	24,88	24,17	+0,71
2	M17	2 jalur	24,88	26,4	Baik
3	M21	2 jalur	24,88	22,42	+2,46
4	M24	2 jalur	24,88	18,91	+5,97
5	M25-M26	2 jalur	24,88	18,68	+6,2
6	M27	2 jalur	24,88	15,29	+9,59
7	M28	2 jalur	24,88	18,69	+6,19
8	M34	2 jalur	24,88	17,42	+7,46
9	M36	2 Jalur	24,88	13,86	+11,02
10	M37	2 Jalur	24,88	13,38	+11,5
11	M37-M23	2 Jalur	24,88	21,8	+3,08
Rata-rata				19,18	+5,83

Berdasarkan Tabel 2, nilai rata-rata lebar jalur angkut pada tikungan belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Terdapat sebanyak 11 (sebelas) jalan angkut tikungan pada *Front penambangan 242*, hanya 1 (satu) tikungan yang memiliki lebar sesuai standar minimum

berdasarkan perhitungan AASHTO yaitu pada Titik M17. Rata-rata lebar jalur angkut tikungan yaitu 19,18 m sehingga diperlukan penambahan lebar rata-rata 5,83 m per segmen.

Berdasarkan teori AASHTO diketahui bahwa nilai *grade* yang baik dilalui oleh alat angkut sebesar 10%. Hasil evaluasi *grade* jalan ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Evaluasi hasil pengukuran jarak, beda tinggi dan *grade* jalan

No	Segmen	Jarak (m)	Beda Tinggi (m)	Grade (%)	Grade Standar AASHTO (%)	Beda Tinggi Berdasarkan Standar (m)	Keterangan
1	A-B	100,354	10	9,96	10	10,035	Baik
2	B-C	109,076	11	10,08	10	10,908	-0,092
3	C-D	104,388	15	14,37	10	10,439	-4,561
4	D-E	94,195	14	14,86	10	9,42	-4,58
5	E-F	104,342	10	9,58	10	10,434	Baik
6	F-G	102,613	16	15,59	10	10,261	-5,739
7	G-H	105,602	11	10,42	10	10,560	-0,44
8	H-I	163,418	14	8,57	10	16,342	Baik
11	K-L	104,664	13	12,42	10	10,466	-2,534
12	L-M	98,93	20	20,22	10	9,893	-0,107
13	M-N	104,732	11	10,50	10	10,473	-0,527
14	N-O	123,508	21	17,00	10	12,351	-8,649
15	O-P	107,738	17	15,78	10	10,774	-6,226
16	P-Q	110,561	6	5,43	10	11,056	Baik
17	Q-R	174,99	6	3,43	10	17,499	Baik
18	R-S	124,149	21	16,92	10	12,415	-8,585
19	S-T	109,12	17	15,58	10	10,912	-6,088
20	T-U	103,777	16	15,42	10	10,378	-5,622
21	U-V	131,63	12	9,12	10	13,163	Baik
22	V-K	106,218	28	26,36	10	10,622	-17,378
Rata-rata		116,093	15,045	13,310	10	11,609	-6,008

Berdasarkan Tabel 3, dari 22 segmen terdapat 16 segmen yang belum sesuai dengan standar *grade* menurut teori AASHTO. Diperlukan penurunan nilai *grade* untuk meningkatkan efisiensi dalam proses pengangkutan. Diketahui nilai kecepatan rata-rata pengangkutan dalam

kondisi bermuatan sebesar 15 km/jam dan untuk kondisi tanpa muatan sebesar 25 km/jam. Nilai *superelevasi* sesuai standar sebesar 4%. Lembar jalan yang direkomendasikan sebesar 22,81 m. Nilai jari-jari tikungan aktual dan *superelevasi* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Jari-jari tikungan aktual dan *superelevasi*

Titik	Lebar Jalan (m)	Jari-Jari Aktual (m)	Beda Tinggi (m)	Superelevasi Aktual (%)	Beda Tinggi Berdasarkan Superelevasi Standar (m)	Keterangan
M14	24,17	115,272	0,401	1,66	0,9668	Baik
M17	26,4	9,321	1,410	5,34	1,056	-0,354 m, jari-jari +13,49 m
M21	22,42	206,459	0,235	1,05	0,8968	Baik
M24	18,91	111,914	0,078	0,41	0,7564	Baik
M25-M26	18,68	101,255	0,308	1,65	0,7472	Baik
M27	15,29	66,986	0,644	4,21	0,6116	-0,032 m
M28	18,69	28,156	0,379	2,03	0,7476	+0,3686 m
M34	17,42	94,790	0,561	3,22	0,6968	Baik
M36	13,86	8,262	0,564	4,07	0,5544	-0,01 m, jari-jari +14,55 m
M37	13,38	37,645	0,607	4,54	0,5352	-0,072 m
Rata-rata	18,92	78,01	0,568	2,82	0,7569	-

Secara rata-rata nilai *superelevasi* aktual di lapangan sudah sesuai dengan standar. Namun jika dilihat per tikungan, dari 10 tikungan terdapat 4 tikungan yang mempunyai nilai *superelevasi* lebih dari 4%. Diperlukan penurunan beda tinggi pada setiap tikungan dengan nilai

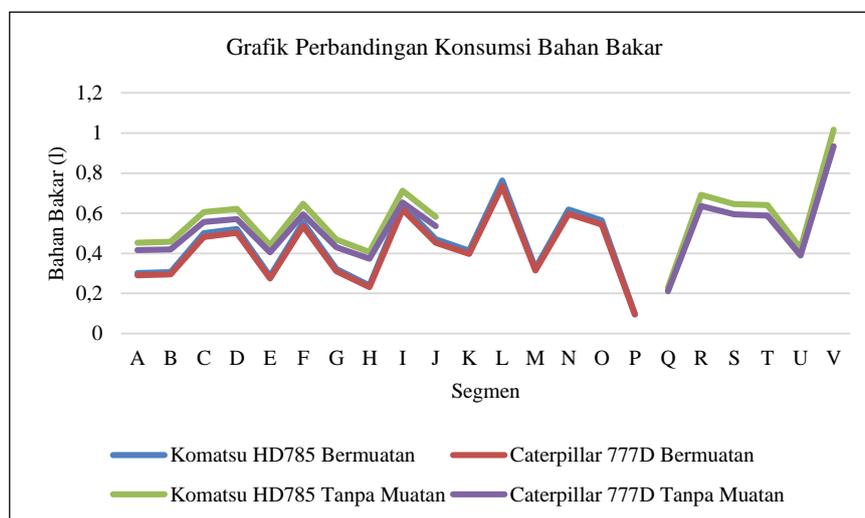
superelevasi di atas 4% yaitu pada Titik M17, Titik M27, Titik M36, dan Titik M37. Jalan angkut yang baik memiliki *cross slope* 40 mm/m. Setiap 1 meter jarak mendatar terdapat beda tinggi sebesar 40 mm atau 4 cm (Tabel 5).

Tabel 5. Hasil pengukuran *crosslope* jalan tambang.

No	Titik	Lebar (m)	Cross Slope (cm)	Ket
1	M13	27,1	0	+54,2
2	M15	21,0	0	+42
3	M16	20,0	0	+40
4	M18	18,4	0	+36,8
5	M19	16,3	0	+32,6
6	M20	16,8	0	+33,6
7	M22	18,3	0	+36,6
8	M23	21,8	0	+43,6
9	M25	16,0	0	+32
10	M26	18,5	0	+37
11	M32	13,4	0	+26,8
12	M33	17,2	0	+34,4
13	M35	29,7	0	+59,4
Rata-rata		19,58	0	+39,15

Pengamatan terhadap *cross slope* yang ada di lapangan menunjukkan bahwa semua segmen jalan tambang yang ada di *Front* penambangan 242 tidak memiliki *cross slope*. Kondisi ini mengakibatkan sistem penyaliran air pada jalan tidak berjalan sesuai fungsinya. Perbaikan yang dapat dilakukan adalah membuat *cross slope* dengan menimbun jalan tambang.

Perhitungan konsumsi bahan bakar dilakukan pada 2 (dua) merk alat angkut yang berbeda yaitu Komatsu HD785 dan Caterpillar 777D yang digunakan sebagai alat angkut pada *Front* Penambangan 242. Penggunaan bahan bakar alat angkut Komatsu HD785 lebih besar dengan total penggunaan bahan bakar sebesar 15,97 l/ritase dibandingkan dengan Caterpillar 777D dengan total penggunaan bahan bakar sebesar 14,98 l/ritase. Perbandingan konsumsi bahan bakar dari kedua alat pada setiap segmen jalan ditunjukkan oleh Gambar 1.

**Gambar 1.** Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar

Nilai konsumsi bahan bakar Caterpillar 777D selalu memiliki nilai lebih rendah dibandingkan dengan Komatsu HD785 di setiap segmennya baik dalam kondisi bermuatan maupun tanpa muatan. Perbedaan konsumsi bahan bakar ini disebabkan oleh berat dari alat angkut Caterpillar 777D yang lebih rendah dibandingkan dengan Komatsu HD785. Caterpillar 777D memiliki berat kosong 64,67 ton sedangkan Komatsu HD785 memiliki berat kosong 70,49 ton. Berat Komatsu HD785 pada kondisi

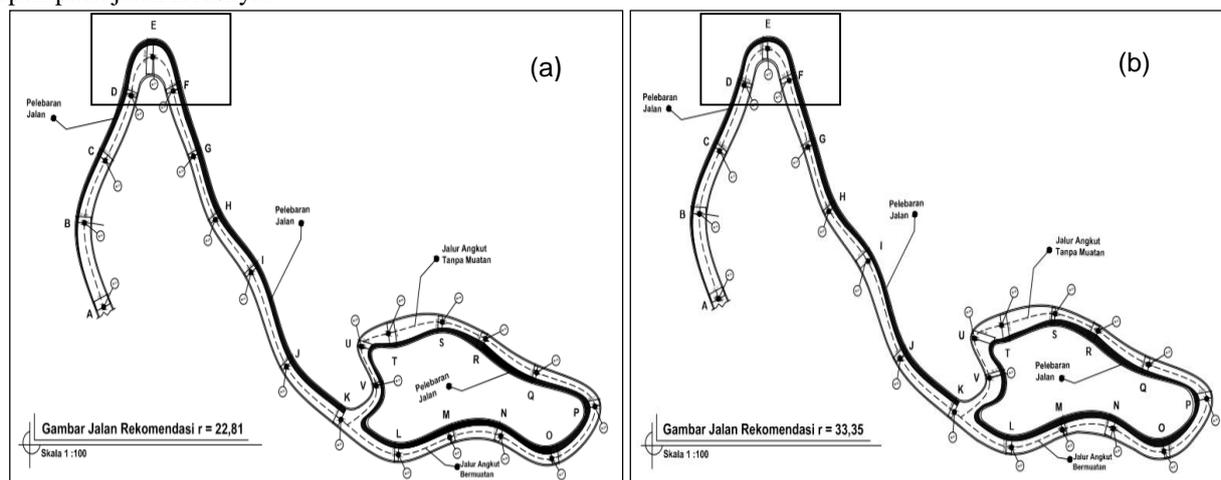
bermuatan adalah 155,23 ton dan berat Caterpillar 777D pada kondisi bermuatan adalah 149,41 ton.

Hasil analisis tersebut menunjukkan Caterpillar 777D mengonsumsi bahan bakar lebih sedikit dibandingkan dengan Komatsu HD785. Kapasitas angkut yang sama pada kedua alat dan dengan perbandingan konsumsi bahan bakar tersebut maka direkomendasikan agar perusahaan menggunakan alat angkut Caterpillar 777D

karena bisa membuat lebih irit biaya produksi dalam proses pengangkutan.

Pada perbaikan geometri jalan angkut, dilakukan perbaikan pada jari-jari tikungan berdasarkan kecepatan yang diinginkan. Perbaikan dilakukan dengan memperbaiki jari-jari tikungan menjadi 22,81 m untuk kecepatan 25 km/jam dan 33,35 m untuk kecepatan 30 km/jam (Gambar 2) dengan nilai *superelevasi* sesuai standar yaitu 4%.

Ketika dilakukan perbaikan jari-jari tikungan maka otomatis akan terjadi pelebaran jalan baik pada tikungan maupun pada jalan lurus.



Gambar 2. Jalan rekomendasi: a) Jari-jari tikungan 22,81 m, b) Jari-jari tikungan 33,35 m

Terjadi perubahan lebar jalan akibat dari penerapan jari-jari tikungan rekomendasi sesuai dengan perhitungan AASHTO. Perbedaan jari-jari tikungan terdapat pada Titik E yang diberi tanda kotak hitam. Pada Titik A-O penambahan lebar dilakukan pada sisi kiri jalan karena pada sisi kanan terdapat jurang. Pada Titik Q-V penambahan lebar jalan dilakukan pada sisi kanan jalan dikarenakan pada sisi kiri terdapat jurang dan sisi kanan adalah tempat penampungan *overburden*.

Kondisi *Front* Penambangan 242 yang berada di puncak bukit memungkinkan untuk terdapatnya jurang. Perbaikan geometri rekomendasi juga dilakukan penurunan nilai *grade* menjadi 10% pada 16 segmen yang memiliki nilai *grade* lebih dari 10%. Pembuatan *cross slope* dilakukan dengan menimbun bagian tengah jalan angkut. Geometri rekomendasi dengan jari-jari tikungan 33,35 m memiliki rata-rata lebar jalan lebih besar dibandingkan dengan geometri rekomendasi pada jari-jari 22,81 m. Hal ini dikarenakan lengkungan dengan jari-jari

KESIMPULAN

Rata-rata lebar jalan angkut lurus dan tikungan belum memenuhi standar walaupun lebar jalan tidak memiliki pengaruh terhadap penggunaan bahan bakar. Rata-rata jari-jari tikungan dan *superelevasi* sudah memenuhi standar, dan tidak ada *cross slope* di lapangan. Penggunaan bahan bakar Komatsu HD785 pada geometri aktual adalah 15,97 l/ritase pada jari-jari tikungan 22,81 m menjadi 10,58 l/ritase sedangkan Caterpillar 777D sebesar 14,98 l/ritase menjadi 9,90 l/ritase. Konsumsi bahan bakar Komatsu pada jari-jari tikungan 33,35 m

Penurunan nilai *superelevasi* dilakukan dengan melakukan penurunan beda tinggi pada tikungan. Penambahan beda tinggi juga dilakukan pada tikungan tajam yang memiliki nilai *superelevasi* di bawah 4%. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir kendaraan mengarah ke luar tikungan. Pembuatan *cross slope* disesuaikan dengan lebar jalan yang dihasilkan dari perubahan lebar jalan akibat dari perubahan jari-jari tikungan.

33,35 m lebih besar sehingga mempengaruhi perubahan lebar jalan di sekitar tikungan.

Perbaikan geometri rekomendasi dilakukan berdasarkan perhitungan jari-jari pada tikungan dengan kecepatan yang berbeda yaitu 25 km/jam dan 30 km/jam. Hal ini menyebabkan perubahan waktu tempuh alat angkut yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar. Perhitungan perubahan waktu tempuh alat angkut dilakukan dengan menghitung jarak dalam km dibagi dengan kecepatan yang diinginkan dan dikalikan 3600 untuk hasil dalam satuan detik. Waktu tempuh alat angkut dengan kecepatan 15 km/jam pada kondisi bermuatan dan 25 km/jam pada kondisi tanpa muatan yaitu sebesar 16,39 menit. Waktu tempuh alat angkut dengan kecepatan 20 km/jam pada kondisi bermuatan dan 30 km/jam pada kondisi tanpa muatan yaitu 13,82 menit.

Komatsu HD785 memiliki nilai konsumsi bahan bakar 8,92 l/ritase sedangkan Caterpillar 777D 8,35 l/ritase.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih atas publikasi artikel ilmiah kepada Universitas Bangka Belitung dengan memberikan kesempatan kepada peneliti sehingga bisa berpartisipasi dalam kegiatan Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Fakultas Teknik (SNPPM-FT).

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Manual Rural High Way Design. 1973. *Perencanaan Desain Jalan Angkut*.
- Anonim. 2018. *Laporan, Data-data dan Arsip*. Padang: PT Semen Padang.
- Direktorat Jendral Bina Marga, Bipran. 1990. *Spesifikasi Standar untuk Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota* (Rancangan Akhir).
- Kastowo & Silitonga, P.H., 1973. *Peta Geologi Bersistem Lembar Solok, Sumatera*. Bandung: Direktorat Geologi.
- Nichols, H. L. 1976. *Moving The Earth: The workbook of excavation*, North Castle Book.
- Peurifoy, R. L. 1956. *Construction Planning Equipment and Methods volume 7*. New York: McGraw-Hill.
- Sukirman, S., 1999. *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Bandung: Penerbit Nova.
- Suwandhi, A., 2004. *Perencanaan Jalan Tambang*. Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan UNISBA.
- Waterman, S., 2010. *Perencanaan Tambang*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, UPN Veteran Yogyakarta.
- Wong, J.Y. 2001. *Theory of ground vehicle third edition*, Wiley-IEEE.