

## Evaluasi Geometri Jalan Tambang Di PT Vitrama Properti Desa Air Mesu Kabupaten Bangka Tengah

*(Evaluation of Mine Road Geometry at PT Vitrama Properti Air Mesu Village Bangka Tengah Regency)*

Selvira Oktaviani<sup>1</sup>, Janiar Pitulima<sup>1</sup>, Haslen Oktarianty<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

Korespondensi E-mail: [oktaviani.selvira@gmail.com](mailto:oktaviani.selvira@gmail.com)

### Abstrak

PT Vitrama Properti merupakan perusahaan swasta yang bergerak dibidang pertambangan yang memanfaatkan sumber daya alam berupa batuan granit. Kondisi jalan tambang di PT Vitrama Properti dinilai buruk sehingga menyebabkan kurang produktifnya alat angkut dalam proses pengangkutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi geometri jalan tambang. Metode yang digunakan adalah metode terestris. Data yang didapatkan berupa data lebar jalan lurus, lebar jalan tikungan, beda tinggi dan jari-jari tikungan untuk dievaluasi menggunakan metode AASHTO. Data aktual lebar jalan lurus terkecil sebesar 4,67 m, tikungan terkecil sebesar 5,8 m, nilai beda tinggi terkecil sebesar 0,9 m sedangkan jari-jari tikungan terkecil terbesar 7,695 m. Hasil evaluasi jalan angkut minimum jalan lurus satu jalur 6,6 m, lebar jalan angkut minimum jalan lurus dua jalur 11,55 m, lebar jalan angkut di tikungan minimum pada dua jalur 16,485 m, kemiringan jalan maksimum 10%, nilai superelevasi 4%, dan juga besar cross slope sebesar 33 cm

**Kata kunci:** AASHTO, lebar jalan, kemiringan, superelevasi, *cross slope*

### Abstract

*PT Vitrama Properti is a company engaged in mining sector that utilizes natural resources of granite. The condition of mine road at PT Vitrama Properti is not good, causing the lack of transportation productivity in the transportation process. This study aims to evaluate the geometry of the mine road. The method is terrestrial method. Data that obtained are data on straight road width, road width at bends, height differences and bend radius to evaluated with AASHTO. The smallest of road width is 4.67 m, the road width on the smallest bend is 5.8 m, the smallest height difference value is 0.9 m and the smallest radius of bend is 7.695 m. The evaluation results are the width of the haul road on a straight single lane minimum is 6.6 m, the width of the haul road on a straight two-lane minimum is 11.55 m, the width of haul road in two lines minimum bend is 16.485 m, the maximum slope of road is 10%, the superelevation is 4%, and the cross slope is 33 cm.*

**Keywords:** AASHTO, road width, grade, superelevation, *cross slope*

### 1. Pendahuluan

PT Vitrama Properti merupakan salah satu perusahaan swasta yang bergerak dibidang pertambangan granit yang berlokasi di wilayah Kepulauan Bangka Belitung. PT Vitrama Properti mulai melaksanakan kegiatan pertambangan pada tahun 2014 menggunakan sistem penambangan terbuka quarry yang terletak di Bukit Nunggal, Desa Air Mesu, Kecamatan Pangkalan Baru, Kabupaten Bangka Tengah. Pada tahapan pengangkutan (*hauling*) diperlukan jalan angkut atau jalan tambang (*hauling road*) sebagai infrastruktur yang vital di lokasi penambangan dan sekitarnya. Jalan tambang yang baik harus sesuai dengan standar AASHTO, akan tetapi jalan tambang yang ada pada *front* kerja PT Vitrama Properti saat ini tidak sesuai dengan standar AASHTO seperti lebar jalan yang terlalu sempit dimana terdapat beberapa segmen yang tidak memenuhi standar AASHTO.

Jalan tambang umum memiliki fungsi untuk menunjang kelancaran operasi penambangan terutama dalam kegiatan pengangkutan. Medan berat yang mungkin terdapat di sepanjang rute jalan tambang harus diatasi dengan merubah rancangan jalan untuk meningkatkan aspek manfaat dan keselamatan kerja. Apabila perlu dibuat terowongan (*tunnel*) atau jembatan, maka cara pembuatan dan konstruksinya harus mengikuti aturan-aturan yang berlaku.

Jalan tambang mempunyai karakteristik khusus yang membedakan perlakuan terhadap penangannya dari pada jalan transportasi umum (Suwandhi, 2004).

Geometri jalan harus sesuai dengan dimensi alat angkut yang digunakan. Geometri jalan yang harus diperhatikan sama seperti jalan raya pada umumnya, yaitu lebar jalan angkut dan kemiringan jalan (Sukirman, 1999).

Geometri jalan angkut selalu didasarkan pada dimensi kendaraan angkut yang digunakan. Pada

proses penambangan terbuka, alat angkut yang digunakan adalah *dump truck* (Sukirman, 1990).

Lebar jalan tambang pada umumnya dibuat untuk pemakaian jalur ganda dengan lalu lintas satu arah atau dua arah (Suwandhi, 2004).

Lebar jalan minimum pada jalan lurus dengan jalur ganda atau lebih menurut AASHTO (*American of State Highway Association and Transportation Officials*) *manual rural highway design* (1990), lebar jalan dikali jumlah jalur dan ditambah dengan setengah lebar alat angkut pada bagian tepi kiri dan kanan jalan (Prihandana, 2014).

$$L_{min} = n \cdot Wt + (n + 1) (0,5 \cdot Wt) \dots\dots\dots(1)$$

Lebar jalan tambang pada tikungan selalu dibuat lebih besar dari jalan lurus. Hal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi adanya penyimpangan lebar alat angkut yang dimaksudkan oleh sudut yang dibentuk oleh roda depan dengan badan truk saat melintasi tikungan (Wong J.Y., 2001).

$$W_{min} = n (U + Fa + Fb + Z) + C \dots\dots\dots(2)$$

$$C = Z = \frac{1}{2} \times (U + Fa + Fb) \dots\dots\dots(3)$$

Kemampuan alat angkut truk untuk melewati tikungan terbatas, maka dalam pembuatan tikungan harus memperhatikan besarnya jari-jari tikungan jalan (Deswandari, 2015).

Masing-masing jenis truk mempunyai jari-jari lintasan yang berbeda, perbedaan ini dikarenakan sudut penyimpangan ban depan pada setiap truk belum tentu sama (Sukirman, 1990).

$$R = \frac{W}{\sin \beta} \dots\dots\dots(4)$$

$$e + f = \frac{V^2}{127 R} \dots\dots\dots(5)$$

Untuk  $V < 80$  km/jam  
 $f = -0,00065 \times V + 0,192 \dots\dots\dots(6)$

untuk  $V > 80$  km/jam  
 $f = -0,00125 \times V + 0,24 \dots\dots\dots(7)$

Superelevasi maksimum 10% untuk kecepatan rencana  $>30$  km/jam dan 8% untuk kecepatan rencana 30 km/jam, sedangkan untuk jalan kota dapat dipergunakan superelevasi maksimum 6% (Bina Marga, 1990).

Tahanan kemiringan (*grade resistance*) ialah besarnya gaya berat yang melawan gerak kendaraan karena kemiringan jalur jalan yang dilaluinya (Suwandhi, 2004).

Kemiringan jalan berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut, baik dalam

pengereman pada jalan menurun maupun dalam mengatasi tanjakan (Peurifoy, 1956).

$$Grade (\%) = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100\% \dots\dots\dots(8)$$

Kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik dan dikategorikan aman oleh alat angkut truck berkisar antara 8-10% (AASHTO, 1990).

*Cross Slope* adalah perbedaan ketinggian sisi jalan dengan bagian tengah permukaan jalan (Waterman, 2010).

Besarnya angka *cross slope* pada jalan tambang dinyatakan dalam perbandingan jarak vertikal dan jarak horizontal.

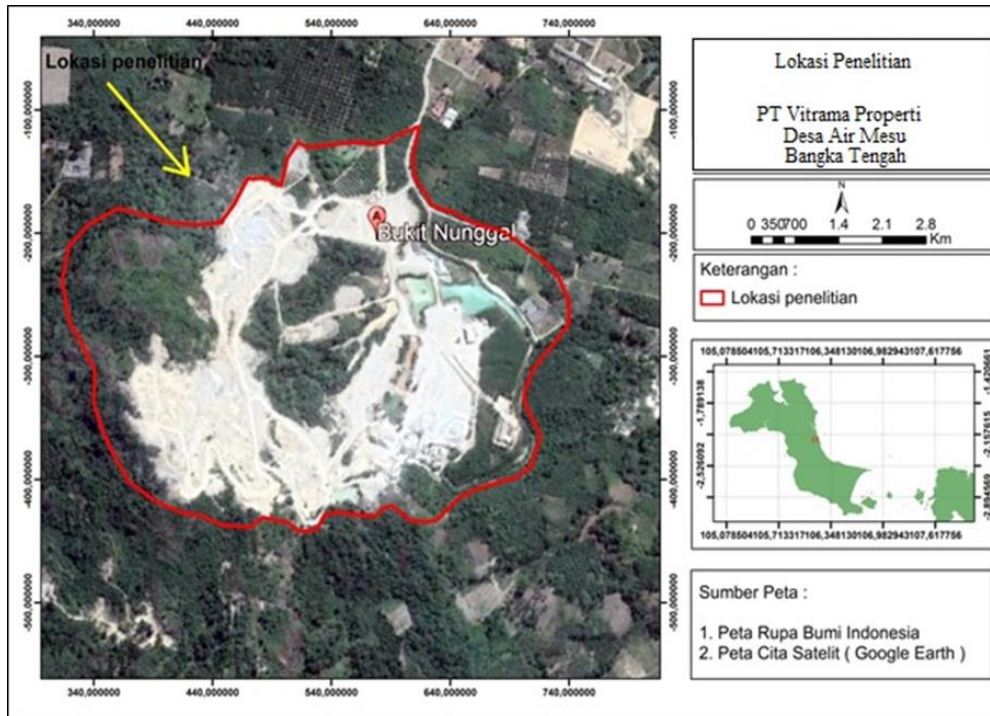
Jalan tambang yang baik memiliki *cross slope* antara 20 mm/m sampai 40 mm/m atau 2% sampai 4% untuk tiap m dari lebar jalan angkut tambang (Suwandhi, 2004).

## 2. Metode

Lokasi penelitian adalah tambang granit yang di miliki oleh PT Vitrama Properti. Letaknya berada di Desa Air Mesu Kabupaten Bangka Tengah, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Secara geografis terletak pada 106o09'08,57" BT – 106o09'52,13" BT dan 02o12'55,79" LS – 02o13'54,43" LS (Gambar 1.).

Geologi penyusun Pulau Bangka disusun secara dominan batuan beku sebagai Granit Klabat berupa granit, granodiorit, adanelit, diorit, dan diorite kuarsa (Mangga dan Djamal, 1994)

Zaman Poleozoikum Pulau Bangka dan laut disekitarnya merupakan daratan. Selanjutnya pada Zaman Karbon-Trias berubah menjadi laut dangkal. Intrusi granit menerobos batuan sedimen seperti batupasir, batulempung, dan lain-lain pada Trias-Yura Atas. Erosi intensif terjadi pada Zaman Kenozoikum, dimana lapisan yang menutupi granit terkikis habis sehingga batuan granit tersingkap. Selanjutnya diikuti proses pelapukan, transportasi dan pengendapan dilembah-lembah. Suasana daratan Bangka berlanjut sampai tersier. Struktur geologi yang dijumpai di Pulau Bangka adalah lipatan, sesar dan kelurusan. Struktur lipatan pada satuan batupasir dan batulempung. Formasi Tanjung Genting dan Formasi Ranggung dengan kemiringan 18o - 75o dengan sumbu lipatan berarah timur laut - barat daya. Lipatan yang berarah barat laut – tenggara terbentuk oleh deformasi pada Jura Atas yang menyilang dengan lipatan berarah timur laut – barat daya (Katili,1967).



Gambar 1. Peta Lokasi penelitian.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode terestris yaitu metode pengambilan data langsung di lapangan menggunakan Total Station sehingga didapatkan jenis data pengukuran berupa koordinat dalam bentuk X, Y dan Z dan dengan mengukur lebar jalan lurus dan tikungan secara langsung di lapangan. Data di lapangan lalu diolah menggunakan software AutoCad agar lebih memudahkan dalam mendapatkan nilai elevasi. Kemudian dilakukan evaluasi menggunakan metode AASHTO untuk menghitung nilai standar geometri jalan tambang di PT Vitrama Properti.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Jalan angkut yang dievaluasi merupakan akses jalan angkut dari front penambangan Blok A dan juga dari blok B menuju ke pengolahan

batu granit (*crusher*). Lokasi penambangan yang dilakukan di atas bukit (Blok A) yang memiliki elevasi tertinggi di area penambangan menuju area *crusher* dengan kondisi jalan angkut yang masih di tahap pengembangan sehingga terdapat jalan yang curam, belokan yang tajam dan juga lebar jalan yang masih memiliki satu jalur yang mengakibatkan terjadinya antrian alat angkut dengan total jarak sepanjang 2.519,51 m. PT Vitrama Properti yang memiliki kondisi jalan paling buruk terdapat pada segmen S-W karena terletak pada area perbukitan di *front* penambangan A. Segmen tersebut memiliki elevasi tertinggi juga lebar jalan paling kecil sehingga paling membahayakan para pekerja dan juga paling banyak ditemukan antrian kendaraan karena tidak dapat dilalui oleh dua kendaraan sekaligus.



Gambar 2. Kondisi jalan tambang segmen S-W : (a) pada jalan lurus, dan (b) pada tikungan

Dari spesifikasi alat angkut yang digunakan yaitu Sinotruk model Howo 64 290 memiliki lebar 3,3 m. Lebar Sinotruk model Howo 64 290 akan digunakan sebagai acuan perhitungan lebar minimum jalan angkut lurus. Berdasarkan

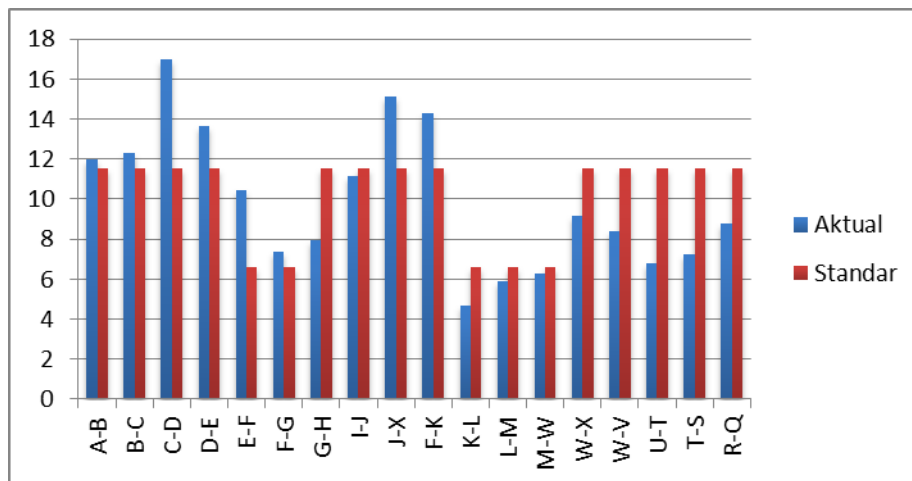
perhitungan, didapatkan hasil bahwa standar lebar minimum untuk jalan angkut lurus pada 1 (satu) jalur yaitu 6,6 m dan pada 2 (dua) jalur yaitu 11,55 m.

Tabel 1. Evaluasi lebar jalan lurus

Segmen Jalan	Lebar Jalan (m)	Lebar Standar AASHTO (m)	Keterangan	Perbaikan (m)
A-B	12	11,55	lurus 2 jalur	0
B-C	12,3	11,55	lurus 2 jalur	0
C-D	17	11,55	lurus 2 jalur	0
D-E	13,67	11,55	lurus 2 jalur	0
E-F	10,45	6,6	lurus 1 jalur	0
F-G	7,4	6,6	lurus 1 jalur	0
G-H	7,97	11,55	lurus 2 jalur	+3,58
I-J	11,14	11,55	lurus 2 jalur	+0,41
J-X	15,13	11,55	lurus 2 jalur	0
F-K	14,31	11,55	lurus 2 jalur	0
K-L	4,67	6,6	lurus 1 jalur	+1,93
L-M	5,89	6,6	lurus 1 jalur	+0,71
M-W	6,3	6,6	lurus 1 jalur	+0,3
W-X	9,16	11,55	lurus 2 jalur	+2,39
W-V	8,37	11,55	lurus 2 jalur	+3,18
U-T	6,82	11,55	lurus 2 jalur	+4,73
T-S	7,24	11,55	lurus 2 jalur	+4,31
R-Q	8,8	11,55	lurus 2 jalur	+2,75

Tabel di atas menunjukkan rata-rata lebar jalan untuk kondisi lurus 1 jalur adalah 6,9 m dengan kata lain, rata-rata telah memenuhi standar namun terdapat beberapa segmen yang masih harus dilakukan penambahan lebar jalan, sedangkan untuk keadaan jalan pada 2 jalur memiliki rata-rata sebesar 11,07 m. Perbaikan

yang harus dilakukan terkait dengan lebar jalan menambah lebar jalan sesuai dengan yang ditentukan ke arah dalam bukit dengan cara meledakkan bagian bukit agar dapat membuat jalan yang lebih lebar. Rata-rata pelebaran jalan diperkirakan sekitar 2,8 m.



Gambar 3. Grafik lebar jalan aktual dan lebar jalan standar (AASHTO)

Berdasarkan standar lebar minimum jalur angkut pada di PT Vitrama Properti untuk jalur tikungan yaitu 16,485 m untuk 2 (dua) jalur.

Tabel berikut akan menunjukan rata-rata lebar jalur angkut pada tikungan belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

Tabel 2. Evaluasi lebar jalan pada tikungan

Tikungan	Titik segmen	Jumlah jalur	Lebar (m)	Perbaikan (m)
I	A	Dua jalur	17,26	0
II	B	Dua jalur	22,36	0
III	C	Dua jalur	17,53	0
IV	D	Dua jalur	11,68	+4,8
V	E	Sua jalur	17,15	0
VI	F	Satu jalur	12,84	0
VII	G	Satu jalur	16,53	0
VIII	H-I	Dua jalur	30,27	0
IX	K	Dua jalur	14	+2,48
X	L	Satu jalur	5,86	+2,36
XI	M	Satu jalur	5,89	+2,33
XII	W	Dua jalur	22,26	0
XIII	V-U	Dua jalur	16,05	+0,44
XIV	T	Dua jalur	18,9	0
XV	S-R	Dua jalur	9,68	+6,8
XVI	Q-P	Dua jalur	13,2	+3,28
XVII	P-O	Dua jalur	13,68	+2,80
XVIII	O-N	Dua jalur	9,31	+7,18

Rata-rata lebar jalan pada tikungan adalah sebesar 15,23 m dari lebar jalan tikungan minimum yaitu sebesar 16,485 m. Perbaikan harus dilakukan dengan menambahkan lebar jalan pada tikungan yang memiliki lebar lebih

kecil dari 16,485 m. Pada tabel di atas terlihat bahwa rata-rata penambahan lebar jalan pada tikungan adalah sebesar 3,85 m. Berdasarkan teori AASHTO diketahui bahwa nilai grade yang baik dilalui oleh alat angkut yaitu sebesar 10%.

Tabel 3. Evaluasi Hasil Pengukuran Jarak, Beda Tinggi dan Grade Jalan

Nomor	Segmen	Jarak (m)	Beda Tinggi (m)	Grade (%)	Beda Tinggi Berdasarkan Standar AASHTO (%)	Perbaikan (m)
1	A-B	63,6	2,4	3,77	6,36	0
2	B-C	142,7	2,5	1,75	14,27	0
3	C-D	56,13	2,3	4,09	5,613	0
4	D-E	48,71	1,4	2,87	4,871	0
5	E-F	29,64	0,90	3,03	2,96	0
6	F-G	164,11	22,63	13,78	16,41	-6,22
7	G-H	87,17	0,5	0,5	8,72	0
8	H-I	127,54	0,2	0,15	12,75	0
9	I-J	159	12,09	7,6	15,9	0
10	J-X	130,7	10,8	8,2	13,07	0
11	F-K	84,24	5	5,9	8,42	0
12	K-L	50,41	3	9,8	5,04	0
13	L-M	170,04	29	17,05	17	-11,99
14	M-W	121,53	0,9	0,7	12,15	0
15	W-X	205,05	27	13,16	20,5	-6,5
16	W-V	180,86	23	12,7	18,08	-4,9
17	V-U	77,14	6,5	8,4	7,71	0
18	U-T	118,59	25	21,08	11,86	-13,14
19	T-S	90,70	12	13,23	9,07	-2,93
20	S-R	63,65	7,5	11,78	6,36	-1,135
21	R-Q	69,48	13	18,71	6,95	-6,05
22	Q-P	50,07	9	17,97	5	-3,9
23	P-O	40,43	4	9,8	4,04	0
24	O-N	69,90	9	12,8	6,99	-2,01



Untuk memenuhi grade yang sesuai standar diperlukan penurunan beda tinggi. Penambahan atau penurunan beda tinggi dilakukan dengan melakukan pengikisan ataupun penimbunan pada salah satu sisi jalan. Standar AASHTO,

superelevasi yang direkomendasikan adalah sebesar 4%. Berdasarkan evaluasi didapatkan lebar tikungan yang akan direncanakan adalah 16,485 m dengan lebar jari-jari tikungan standar sebesar 13,91 m untuk kecepatan 20,83 km/jam.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Superelevasi dan Jari-Jari Tikungan

Titik	Lebar jalan (m)	Beda Tinggi (m)	Jari-jari aktual (m)	Superelevasi (%)	Beda Tinggi Berdasarkan Superelevasi Standar	Keterangan
A	17,26	0,9	14,81	5,2	0,69	-0,21
B	22,36	1	15,94	4,4	0,89	-0,11
C	17,53	1,2	26,67	6,8	0,7	-0,5
D	11,68	0,5	32,27	4,2	0,46	-0,04
E	17,15	0,7	16,86	4,08	0,68	-0,02
F	12,84	0,4	20,41	3,11	0,51	+0,11
G	16,53	0,9	35,1	5,4	0,66	-0,24
H-I	30,27	1	50,65	3,3	1,2	+0,2
K	14	0,4	36,22	2,8	0,56	+0,16
L	5,86	0,2	30,87	3,4	0,23	+0,03
M	5,89	0,2	67,39	3,3	0,23	+0,03
W	22,26	0,7	11,88	3,1	0,89	+0,19
V-U	16,05	0,4	12,2	2,4	0,64	+0,24
T	18,9	1,1	7,69	5,8	0,77	-0,34
S-R	9,68	0,3	18,04	3,09	0,38	+0,08
Q-P	13,2	0,6	10,99	4,5	0,52	-0,08
P-O	13,68	0,8	14,58	5,8	0,54	-0,26
O-N	9,31	0,4	8,46	4,2	0,37	-0,03

Di lihat dari data harus dilakukan penambahan beda tinggi dan juga penurunan beda tinggi di beberapa titik agar dapat mencapai nilai beda tinggi standar. Pembesaran jari-jari juga perlu dilakukan agar tikungan tidak tajam

dan dapat mengurangi hambatan yang akan diterima oleh alat angkut. Jalan tambang yang baik memiliki *cross slope* 40 mm/m, Setiap 1 m jarak mendatar terdapat beda tinggi sebesar 40 mm atau 4 cm.

Tabel 5. Evaluasi *Cross Slope*

Segmen Jalan	Lebar (m)	<i>Cross Slope</i> Aktual (cm)	Perbaikan (cm)
A-B	12	0	+24
B-C	12,3	0	+24,6
C-D	17	0	+34
D-E	13,67	0	+27,34
E-F	10,45	0	+20,9
F-G	7,4	0	+14,8
G-H	7,97	0	+15,94
I-J	11,14	0	+22,28
J-X	15,13	0	+30,26
F-K	14,31	0	+28,62
K-L	4,67	0	+9,34
L-M	5,89	0	+11,78
M-W	6,3	0	+12,6
W-X	9,16	0	+18,32
W-V	8,37	0	+16,74
U-T	6,82	0	+13,64
T-S	7,24	0	+14,48
R-Q	8,8	0	+17,6

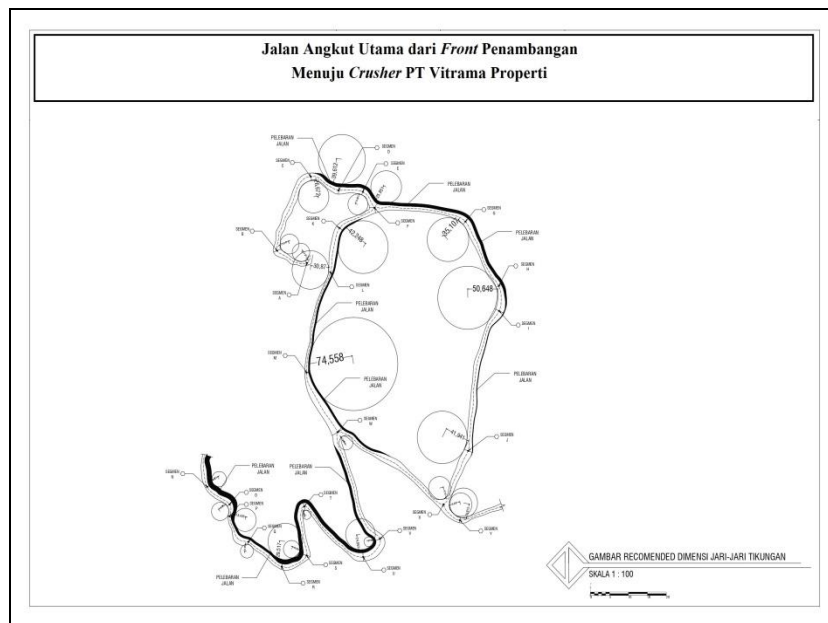
Nilai *Cross Slope* di PT Vitrama Properti seperti terlihat pada tabel di atas memiliki rata-

rata 0 cm. Penambahan tinggi pada bagian tengah permukaan jalan lurus agar terbentuk

Cross Slope dengan cara menimbun bagian tengah jalan agar terlihat lebih tinggi.

Dari setiap evaluasi yang dilakukan di atas dibuatlah desain jalan yang direkomendasikan

untuk kemudian bisa memperbaiki geometri jalan tambang di PT Vitrama Properti. Desain dibuat dengan menggunakan aplikasi AutoCad yang akhirnya dapat ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 4. Peta rekomendasi jalan tambang PT Vitrama Properti

Gambar di atas menunjukkan rekomendasi jalan hasil evaluasi. Tanda hitam pekat pada bagian jalan merupakan tanda perbaikan yang harusnya dilakukan agar geometri jalan sesuai dengan standar AASHTO. Garis hitam menandakan penambahan lebar jalan pada segmen, baik ke arah bagian bukit maupun ke arah luar bukit.

#### 4. Kesimpulan

Hasil evaluasi jalan yang harus dilakukan agar tercapainya target produksi adalah jalan lurus dua jalur harus memiliki lebar sebesar 11,55 m, lebar jalan angkut satu jalur pada jalur lurus adalah 6,6 m, lebar jalan angkut dua jalur pada tikungan adalah 16,845 m dengan nilai superelevasi sebesar 4% dan jari-jari tikungan sebesar minimal 13,91 m, dan kemiringan jalan maksimum 10%.

#### Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terimakasih yang tulus kepada seluruh staff PT Vitrama Properti yang telah banyak membantu sehingga penelitian ini dapat terlaksana dan dapat berjalan dengan baik.

#### Daftar Pustaka

American Association of State Highway and Transportation Officials Manual Rural High Way Design. 1990. Perencanaan Desain Jalan Angkut. Washington, DC.  
 Deswandri, F. 2015. Evaluasi Jalan Tambang dari Moser II ke Pit Limit Penambangan Silika

di Bukit Karang Putih PT Semen Padang. Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Direktorat Jendral Bina Marga. 1990. Spesifikasi Standar Untuk Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota (Rancangan Akhir). Departemen Pekerjaan Umum Jendral Bina Marga, Jakarta Selatan.  
 Katili, J.A. 1967. Geologi. Departemen Urusan Research Nasional, Jakarta.  
 Mangga, S.A., & Djamal, B. (1994). Peta Geologi Lembar Bangka. Pusat Penelitian Pengembangan Geologi. Bandung.  
 Peurifoy, R.L. 1956. Construction Planning Equipment and Methods (vol. 7). Newyork, McGraw-Hill.  
 Prihandana, A. 2014. Evaluasi Geometri Jalan Tambang (Hauling Road) untuk Alat Angkut Tere40 Pada Lokasi Penambangan Batubara Pit D5 dan Waste Dump Area D PT Karbindo Abesyapradhi. Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.  
 Sukirman, S. 1999. Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan. Bandung.  
 Suwandhi, A. 2004. Perencanaan Jalan Tambang. Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung.  
 Waterman, S. 2010. Perencanaan Tambang. Fakultas Teknik UPN Veteran, Yogyakarta.  
 Wong, J.Y. 2001. Theory of Ground Vehicle Third Edition. Canada, Wiley-IEEE.