

Perencanaan *Project* Perbaikan Segmen Jalan Tanggulangan dan Pemasangan *Culvert* di PT Vale Indonesia Tbk, Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur Sulawesi Selatan

Planning Project Maintenance Section Road Tanggulangan and Installation Culvert PT Vale Indonesia Tbk, District of Nuha Regency of East Luwu South Sulawesi

¹Jerry Dwifajar Prabowo, ²Dono Guntoro, ³Maryanto

^{1,2,3}Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung
Jl. Tamansari NO. 1 Bandung 40116

Email: ¹jerrydwifajar@gmail.com, ²guntoro_mining@yahoo.com, ³maryanto.geo@gmail.com

Abstract. PT Vale Indonesia Tbk located on District of Nuha, Region of Luwu Timur, South Sulawesi. This company operated at nickel mining sectoral, side by mining and processing laterit nickel ore to product nickel matte with district of mining on two block mining are West Block and East Block, with one processing fabric between on two mining mining area. Review of the state of the pitch, Tanggulangan haul road segments have a width of the road not meet the standard operational procedure and has a standing water problem, so it needs to do maintenance on the road segment. Maintenance activities begin with modeling of roadside segment Tanggulangan design in accordance with SOP, widening and road weaping, excavation and installation of culvert, spreading pavement material, and ending with compaction activities. On the activities carried out there are parts that must be disassembled (*cut*) and parts of dump (*fill*). The amount of material that must be disassembled in the activity as much as 12.628,474 Wmt and material must be dumped as much as 18.756,950 Wmt. In addition, there is a pave fill material that is slag material as much as 18.722,163 Wmt. Disassembling and dumping activities require various types of mechanical devices in their activities, namely excavator backhoe, dump truck, motor grader, and compactor. The tool is then scheduled for road repairs performed, if the transport of pavement material is done with a dump truck type Volvo FMX 370, then the scheduling plan that is done to complete the road improvement activities lasts 37 days, when using the number of conveyance units close to the value Match factor equal to 1 or by using 4 units of conveyance then the time required only 17 days. While the use of Caterpillar 777 C dump truck unit, road repair activities are planned to be completed in 11 days with 1 unit, when using the number of conveyance units approaching the value of match factor equal to 1 or using 4 units of conveyance then the time required is nly 9 days.

Keywords: Road Maintenance, SOP, Planning Time of Activities

Abstrak. PT Vale Indonesia Tbk terletak di Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan. Perusahaan ini beroperasi dalam bidang pertambangan nikel, baik dalam segi penambangan dan pengolahan bijih nikel laterit menjadi produk nikel *matte* dengan daerah penambangan terletak di dua area blok penambangan yaitu Blok Barat (*West Block*) dan Blok Timur (*East Block*), serta satu buah pabrik pengolahan yang terletak di antara dua area penambangan. Meninjau dari keadaan lapangan, segmen *mine haul road* Tanggulangan memiliki lebar jalan yang belum memenuhi standart operational procedure dan memiliki permasalahan air yang menggenang, sehingga perlu dilakukannya maintenance pada segmen jalan tersebut. Kegiatan maintenance yang dilakukan diawali dengan pemodelan rancangan segmen jalan Tanggulangan sesuai dengan SOP, pelebaran dan perapihan jalan, penggalian dan pemasangan *culvert*, spreading pavement material, dan diakhiri dengan kegiatan kompaksi. Pada kegiatan yang dilakukan terdapat bagian yang harus dibongkar (*cut*) dan bagian yang ditimbun (*fill*). Banyaknya material yang harus dibongkar pada kegiatan tersebut sebanyak 12.628,474 Wmt dan material yang harus ditimbun sebanyak 18.756,950 Wmt. Selain itu, terdapat material *pave fill* yaitu material *slag* sebanyak 18.722,163 Wmt. Kegiatan pembongkaran dan penimbunan tersebut membutuhkan berbagai jenis alat mekanis dalam kegiatannya, yaitu *excavator backhoe*, *dump truck*, *motor grader*, dan *compactor*. Alat tersebut kemudian dijadwalkan untuk perbaikan jalan yang dilakukan, apabila kegiatan pengangkutan material *pavement* dilakukan dengan satu *dump truck* tipe Volvo FMX 370, maka rencana penjadwalan yang dilakukan untuk menyelesaikan kegiatan perbaikan jalan tersebut berlangsung selama 35 hari, apabila menggunakan jumlah unit alat angkut yang mendekati nilai match factor sama dengan 1 atau dengan menggunakan 3 unit alat angkut maka waktu yang dibutuhkan hanya 17 hari. Sementara penggunaan unit dump truck tipe Caterpillar 777 C, kegiatan perbaikan jalan direncanakan akan selesai dengan waktu 11 hari dengan 1 unit, apabila menggunakan jumlah unit alat angkut yang mendekati nilai *match factor* sama dengan 1 atau

dengan menggunakan 4 unit alat angkut maka waktu yang dibutuhkan hanya 9 hari.

Kata Kunci: Perbaikan Jalan, SOP, Perencanaan Waktu Kegiatan

A. Pendahuluan

Menurut Kementerian ESDM pada tahun 2017 produksi nikel di Indonesia mencapai 33.831.748 ton bijih yang kemudian diolah dalam berbagai bentuk produk antara lain *nickel mattes*, *ferro nickel*, *nickel alloys*, *nickel powders and flakes*, *nickel batangan*, *nickel lembaran*, *nickel tubes*, dan produk nikel lainnya. Produk paling banyak diproduksi yaitu dalam bentuk *nickel mattes* sebesar 82.217 ton. Produk tersebut seluruhnya diekspor ke luar negeri dengan nilai ekspor USD 12.091,6772/dmt. Nilai tersebut dapat dipertahankan dengan menjaga kegiatan penambangan yang lancar.

Salah satu daerah penghasil nikel terbesar di Indonesia berada pada daerah Soroako, Sulawesi Selatan. Endapan laterit Soroako di Sulawesi Selatan merupakan sumber utama logam nikel di Indonesia yang telah ditambang dan diolah dengan menggunakan teknik peleburan konvensional oleh PT Vale Indonesia untuk menghasilkan produk berupa *nickel mattes*.

Target produksi dari *nickel mattes* yang dihasilkan tidak akan tercapai apabila operasi penambangan tidak berjalan dengan lancar. Salah satu infrastruktur agar tercapainya target produksi tersebut adalah *mine haul road* sebagai akses dari lokasi tambang menuju ke area pengolahan.

Mine haul road yang ideal memiliki lebar yang sesuai dengan perhitungan alat terbesar yang melewati jalan tersebut, serta memiliki permukaan yang relatif kering agar saat kendaraan melewati jalan tersebut dapat melaju sesuai dengan standar atau ketentuan yang berlaku di perusahaan.

Meninjau dari keadaan lapangan, pada jalan Tanggulungan di PT Vale Indonesia Tbk memiliki lebar yang masih belum sesuai dengan standar (*standard operational procedure*) yang ditetapkan, selain itu terdapat beberapa genangan air yang dapat menghambat laju kendaraan. Hal tersebut dapat mengakibatkan terganggunya aktivitas pengangkutan ore tambang yang akan diolah. Atas dasar tersebut dalam penelitian ini perlu adanya evaluasi untuk memperbaiki *mine haul road* tersebut.

Oleh karena itu, maka didapatkan perumusan masalah untuk menyelesaikan masalah tersebut dengan memodelkan ulang segmen *mine haul road* sesuai dengan standar yang ditentukan PT Vale Indonesia Tbk.

Selanjutnya, adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui kondisi geometri aktual segmen Jalan Tanggulungan di PT Vale Indonesia Tbk.
2. Desain geometri *mine haul road* sesuai dengan Standard Operational Procedure yang dimiliki oleh PT Vale Indonesia Tbk.
3. Perencanaan kegiatan perbaikan jalan untuk jalan Tanggulungan.
4. Penentuan jenis dan jumlah alat mekanis yang digunakan untuk perbaikan.
5. Penjadwalan alat untuk kegiatan perbaikan jalan.

B. Landasan Teori

Pemeliharaan desain secara optimal pada frekuensi optimal (rutin) untuk setiap bagian dari *mine haul road* di setiap bagian jalan menyebabkan perawatan dapat direncanakan, terjadwal, dan diprioritaskan untuk kerja jalan yang optimal dan jumlah minimum (kendaraan operasi dan pemeliharaan jalan) biaya keseluruhan jalan. Hal ini

penting terutama saat pemeliharaan jalan dan digunakan untuk memberikan efek terbaik. (R. J. Thompson, 2011)

Geometri mine haul road tambang merupakan bagian-bagian dari mine haul road tambang. Fungsi utama mine haul road tambang secara umum adalah untuk menunjang kelancaran operasi penambangan terutama dalam kegiatan pengangkutan.

Geometri mine haul road yang harus diperhatikan sama seperti jalan raya pada umumnya, yaitu:

1. Lebar Mine haul road,
2. Superelevasi,
3. Kemiringan jalan, dan
4. *Cross slope*.

Lebar Mine Haul Road

Lebar *mine haul road* yang diharapkan merupakan jalan yang lebar agar kegiatan pengangkutan berjalan dengan aman dan lancar. Lebar *mine haul road* tersebut harus diperhitungkan agar optimal. Perhitungan jalan lurus dan tikungan berbeda, karena pada saat tikungan kendaraan membutuhkan ruang gerak yang lebih lebih. Selain itu, jumlah lajur jalan pun sangat berpengaruh untuk mengetahui lebar *mine haul road* yang optimal.

Lebar *mine haul road* pada jalan lurus dapat dirumuskan sebagai berikut: (Dwayne D. Tannant & Bruce Regensburg, 2001)

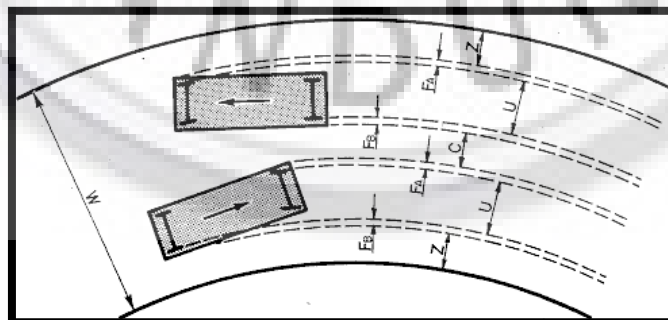
$$W = (1,5 L + 0,5) N \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- W = Lebar *Mine Haul Road*, m
- L = Jumlah Jalur
- N = Lebar Alat Angkut, m

Lebar jarak angkut pada belokan atau tikungan selalu lebih besar daripada lebar jalan lurus. Ilustrasi lebar jalan angkut tersebut dapat dilihat pada gambar 1. Untuk lajur ganda, maka lebar jalan minimum pada belokan didasarkan atas:

1. Lebar jejak ban.
2. Lebar jantai atau tonjolan (overhang) alat angkut bagian depan dan belakang pada saat membelok.
3. Jarak antar alat angkut atau kendaraan pada saat bersimpangan.
4. Jarak dari kedua tepi jalan.



Gambar 1. Ilustrasi Lebar Jalan Angkut

$$FA = Ad \times \sin(\alpha) \dots\dots\dots (2)$$

$$FB = Ab \times \sin(\alpha) \dots\dots\dots (3)$$

$$C = Z = (U + FA + FB) / 2 \dots\dots\dots (4)$$

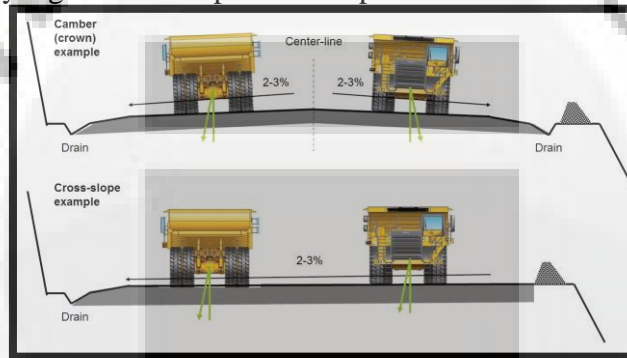
$$W = 2 (U + FA + FB + Z) + C \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- FA = Lebar Juntai (*Overhang*) Depan, m
- FB = Lebar Juntai (*Overhang*) Belakang, m
- Ad = Jarak Poros Roda Depan dengan Bagian Depan Truk, m
- Ab = Jarak Poros Roda Belakang dengan Bagian Belakang Truk, m
- α = Sudut Penyimpangan Roda, °
- C = Jarak Dua Truk yang akan Berpapasan, m
- Z = Jarak Sisi Luar Truk ke Tepi Jalan, m
- U = Lebar Jejak Roda (*Center to Center Tires*), m
- W = Lebar Mine haul road pada Belokan (*Width*), m

Cross Slope

Cross slope merupakan sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan terhadap bidang horizontal. Fungsi utama dibuat *cross slope* yaitu apabila turun hujan atau sebab lain, maka air yang ada pada permukaan jalan akan segera mengalir ke tepi *mine haul road* dan tidak berhenti. Apabila air tersebut menggenang pada permukaan *mine haul road*, maka kendaraan yang melintas di atas jalan tersebut akan terhambat, sehingga produksi yang dihasilkan pun tidak optimal.



Gambar 2. Cross Slope

Superelevasi

Superelevasi pada *mine haul road* memiliki tujuan untuk melawan sentrifugal yang arahnya menuju keluar jalan. Selain tujuan utama tersebut, superelevasi memiliki fungsi lain, antara lain:

1. Memungkinkan kecepatan perjalanan yang lebih tinggi.
2. Mengurangi *stress* pada *frame* dan ban.
3. Mengurangi kesempatan tumpahan material angkut.
4. Mengurangi potensi geser dalam kondisi licin. Untuk menentukan superelevasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut: (Sukiman, 1999)

$$e + f = \frac{v^2}{127 R} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan :

- e = Superelevasi, m/m
- f = *Friction Factor*
- V = Kecepatan, km/jam
- R = Radius belokan, m

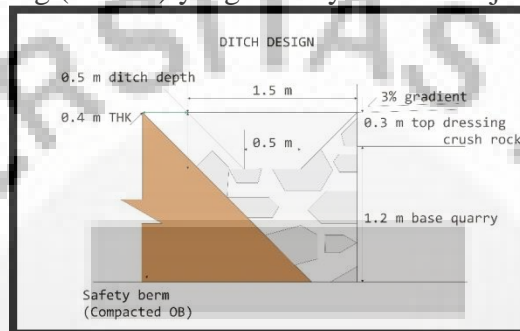
Gradien Jalan

Gradien jalan pada umumnya dinyatakan dalam persen (%). Gradien dari jalan berhubungan dengan keamanan dan ekonomi. Dalam kebanyakan kasus, nilai akan

bervariasi antara 0 dan 12% pada jalan panjang dan mungkin mendekati 20% pada angkutan pendek. Namun, sebagian besar jalan nilai jalan di pertambangan akan memiliki nilai antara 6% dan 10%. Hal ini biasanya terbaik untuk desain pengangkutan dengan nilai berkelanjutan panjang daripada kombinasi bagian curam dan datar. Kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut truk berkisar antara 10 % - 15 % atau sekitar 6° - $8,5^{\circ}$. Akan tetapi, untuk jalan pada lereng bukit lebih aman apabila kemiringan jalan maksimum sekitar 8%. (Dwayne D Tannant dan Bruce Regensburg, 2001)

Drainase

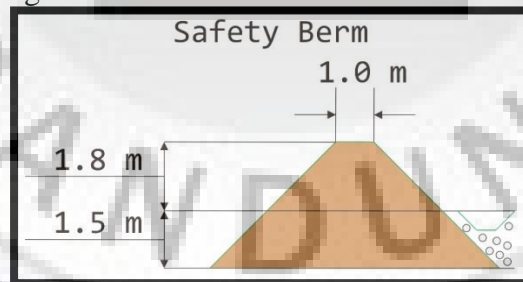
Drainase merupakan saluran tempat mengalirnya air yang berasal dari jalan dan tanggul. Saluran tersebut dibuat di sisi – sisi jalan. Drainase tersebut terdiri atas paritan dan gorong-gorong (culvert) yang letaknya di bawah jalan.



Gambar 3. Drainase

Tanggul

Untuk menghindari kecelakaan yang mungkin terjadi karena kendaraan selip atau kerusakan rem atau karena sebab lain, maka pada mine haul road tambang tersebut perlu dibuat tanggul jalan pada kedua sisinya. Hal ini terutama bila jalan berbatasan langsung dengan daerah curam.



Gambar 4. Tanggul

Gorong-Gorong (Culvert)

Gorong-gorong adalah sistem *drainase* yang berfungsi untuk mengalirkan air dari sisi jalan ke sisi lainnya. Desain *culvert* harus juga mempertimbangkan faktor hidrolis dan struktur, agar *culvert* dapat berfungsi mengalirkan air dan mempunyai daya dukung terhadap beban lalu lintas dan timbunan tanah.

Lapisan Perkerasan Jalan

Setiap jenis lapisan perkerasan umumnya terdiri dari 2 - 3 susunan material di atas lapisan tanah dasar (*sub-grade*). Lapisan paling atas adalah lapis permukaan (*surface course*), di bawahnya adalah lapis fondasi atas (*base course*) dan diantara

base-course dengan *sub-grade* adalah lapis fondasi bawah (*sub-base course*).

Produktivitas Alat

1. Alat Gali Muat

$$P_m = \frac{H_m \times 3600 \times FF_m \times E_m \times \rho \times SF}{C_m} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan :

- P_m = Produktivitas Alat Gali-muat (ton/jam)
- H_m = Kapasitas *Bucket* Alat Gali-muat (m^3)
- FF_m = Faktor Pengisian (%)
- E_m = Efisiensi Kerja Alat Gali-muat (%)
- C_m = Waktu Edar Alat Gali-muat (detik)
- ρ = Density Material (ton/m^3)
- SF = *Swell Factor* (%)

2. Alat Angkut

$$P_a = \frac{N_p \times H_m \times 3600 \times FF_m \times E_a \times \rho \times SF}{C_a} \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan :

- P_a = Produktivitas Alat Angkut (ton/jam).
- N_p = Jumlah Pemuatan.
- H_m = Kapasitas Teoritis *Bucket* Alat Muat (m^3).
- FF_m = Faktor Pengisian Alat Muat (%).
- E_a = Kondisi Penggunaan Alat (%).
- C_a = Waktu Edar Alat Angkut (detik).
- ρ = Density Material (ton/m^3).
- SF = *Swell Factor* (%)

3. Alat Perata

$$Q_a = V \times (L_e - L_o) \times 1000 \times E \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

- Q_a = Luas Operasi per Jam (m^2/jam)
- V = Kecepatan Kerja (km/jam)
- L_e = Panjang *Blade* Efektif (m)
- L_o = Lebar Tumpang Tindih/*Overlap* (m)
- E = Efisiensi Kerja Alat (%)

4. Mesin Pematat

$$Q = \frac{W \times V \times H \times 1000 \times E}{N} \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan:

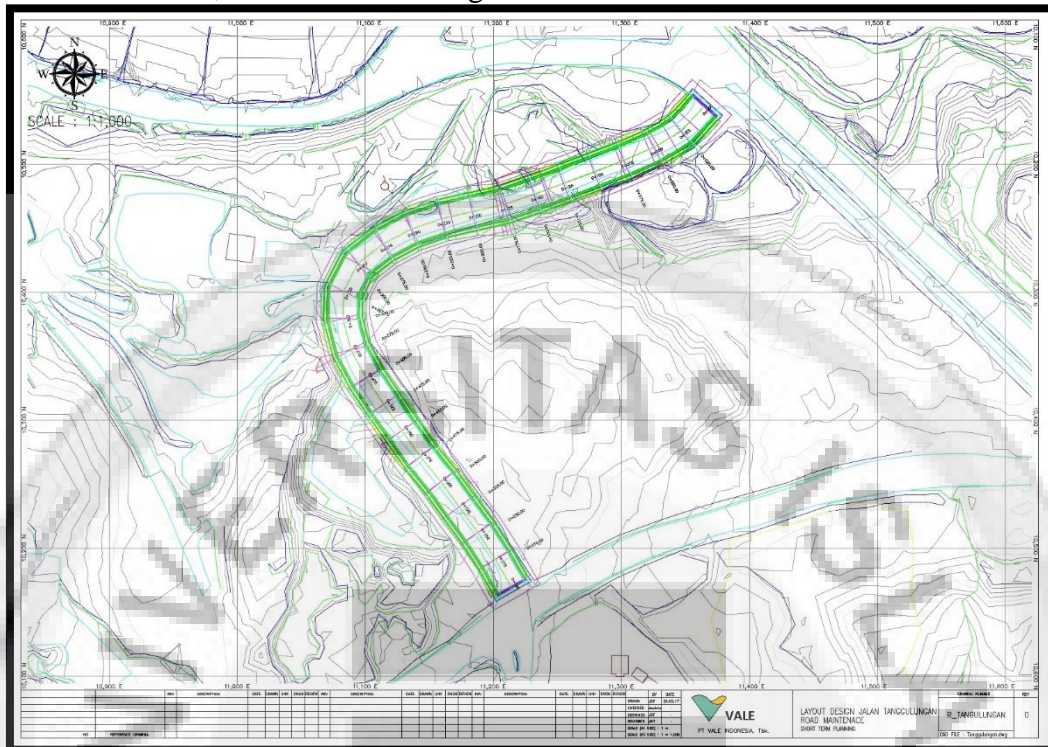
- Q = Produksi per Jam (m^3/jam)
- W = Lebar Pematatan Efektif per Tahap (m)
- V = Kecepatan Operasi (km/jam)
- H = Tebal Kompaksi untuk Satu Lapisan (m)
- N = Jumlah Pematatan (Jumlah Tahapan Pematatan oleh Kompaktor)
- E = Efisiensi Kerja Alat (%)

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Geometri Jalan Aktual

Lebar *dump truck Caterpillar 777 D* adalah 6,1 m dengan menggunakan 2 jalur jalan, sehingga lebar minimum alat angkut yang sesuai dengan standar seharusnya adalah:

$$\begin{aligned}
 W &= (1,5 L + 0,5) N \\
 W &= (1,5 (2) + 0,5) \times 6,1 \text{ m} \\
 W &= 21,4 \text{ m atau setara dengan } 22 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 5. Desain Rencana Perbaikan Jalan

Perencanaan Kegiatan Perbaikan Jalan

1. Pelebaran dan Perapihan Jalan

Kegiatan ini dilakukan dengan menggunakan alat mekanis yaitu *excavator backhoe* Caterpillar 320 D. Hasil dari perhitungan, didapatkan produktivitas sebesar 253,878 ton/jam. Sehingga lama waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan ini adalah 49,742 jam.

2. Penggalian dan Pemasangan *Culvert*

Kegiatan ini dilakukan dengan menggunakan alat mekanis yaitu *excavator backhoe* Caterpillar 320 D. Hasil dari perhitungan, didapatkan produktivitas sebesar 253,878 ton/jam. Sehingga lama waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan ini adalah 0,851 jam untuk penggalian *culvert*, 2 hari untuk kegiatan *assembly culvert*, mobilisasi 2 jam, pemasangan *culvert* 2 jam, dan penutupan *culvert* 0,680 jam.

3. *Spreading Pavement Material*

Kegiatan ini merupakan kegiatan pengambilan material *pavement material* yaitu *civil slag* yang dilakukan kombinasi antara alat gali-muat dan alat angkut, serta disebar material tersebut dengan menggunakan alat perata (*motor grader* Caterpillar 16H). Kegiatan ini dilakukan dengan menggunakan 2 rencana, yaitu menggunakan unit kecil dan unit besar pada saat penggalian dan pengangkutan *pavement material*. Rencana dengan menggunakan unit kecil yaitu dengan *excavator backhoe* Caterpillar 320 D dengan *dump truck* Volvo FMX 370. Rencana tersebut dapat diselesaikan dengan lama waktu 222,711 jam atau 27,839 hari untuk kombinasi 1 alat gali dan 1 alat angkut. Apabila dengan menggunakan 1 alat gali dan 3 alat angkut 74,237 jam atau 9,280 hari. Rencana dengan menggunakan unit besar yaitu dengan *excavator*

backhoe Komatsu PC2000-8 dengan *dump truck* Caterpillar 777C. Rencana tersebut dapat diselesaikan dengan lama waktu 31,874 jam atau 3,984 hari untuk kombinasi 1 alat gali dan 1 alat angkut. Apabila dengan menggunakan 1 alat gali dan 4 alat angkut 7,969 jam atau 0,996 hari.

Sementara untuk kegiatan penyebaran material *pavement* menyesuaikan dengan lama waktu kegiatan pengangkutan material *pavement* tersebut.

4. Kompaksi

Kegiatan ini dilakukan dengan menggunakan alat mekanis yaitu *compactor* Ingersoll Rand SD-200. Hasil dari perhitungan, didapatkan produktivitas sebesar 1.329,473 Wmt/jam. Sehingga lama waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan ini adalah 14,082 jam.

Lama Waktu Kegiatan Perbaikan Jalan

Tabel 1. Penggunaan Unit Kecil

Jumlah Dump Truck	MF	Lama Waktu Kegiatan (Hari)
1	0,275	35
2	0,550	21
3	0,826	17
4	1,101	-

Tabel 2. Penggunaan Unit Besar

Jumlah Dump Truck	MF	Lama Waktu Kegiatan (Hari)
1	0,240	11
2	0,481	9
3	0,721	9
4	0,961	9
5	1,202	-

D. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian skripsi yang dilakukan di PT Vale Indonesia Tbk dapat disimpulkan:

1. Kondisi geometri aktual segmen mine haul road Tanggulungan, masih terdapat beberapa yang segmen yang tidak sesuai dengan standard operational procedure yang dimiliki PT Vale Indonesia Tbk. Setelah dilakukan perhitungan ulang geometri jalan yang sesuai standar dengan mengkombinasikan spesifikasi Caterpillar 777 D, maka didapatkan hasil lebar jalan lurus minimum = 21,35 m atau setara dengan 22 m, lebar jalan tikungan minimum = 32,18 m atau setara dengan 33 m, namun penerapan lebar jalan tikungan minimum tersebut, jika sesuai dengan standard operational procedure PT Vale Indonesia Tbk memiliki nilai yang sama dengan lebar jalan lurus minimum yaitu 22 m. Besarnya cross slope yang diterapkan yaitu 3 % atau setara dengan 33 cm. Serta nilai superelevasi yang disarankan yaitu 4 % untuk lebar jalan 22 m. Namun, perusahaan menggunakan nilai superelevasi 3 %.
2. Desain geometri *mine haul road* yang digunakan yaitu *standard operational procedure* yang dimiliki oleh PT Vale Indonesia Tbk, dimana di dalamnya juga ditentukan dimensi tanggul dan paritan.
3. Perencanaan kegiatan perbaikan jalan yang dilakukan yaitu kegiatan pelebaran dan perapihan jalan, penggalian dan pemasangan culvert, spreading pavement material, dan kompaksi.
4. Jenis dan alat yang digunakan untuk masing masing kegiatan tersebut berbeda-beda, untuk kegiatan pelebaran dan perapihan jalan serta kegiatan penggalian

dan pemasangan culvert digunakan excavator backhoe Caterpillar 320 D. Sedangkan untuk kegiatan spreading pavement material menggunakan motor grader Caterpillar 16 H, dengan kegiatan penggalian dan pengangkutan pavement material menggunakan 2 rencana, yaitu menggunakan unit kecil dan unit besar. Unit kecil terdiri dari excavator backhoe Caterpillar 320 D dan dump truck Volvo FMX 370, sementara untuk unit besar menggunakan excavator backhoe PC2000-8 dan dump truck Caterpillar 777 C. Kegiatan kompaksi menggunakan compactor Ingersoll Rand SD 200.

5. Hasil dari penjadwalan alat pada kegiatan jalan tersebut untuk unit kecil didapatkan waktu tercepat yaitu 17 hari, sementara dengan menggunakan unit besar didapatkan waktu tercepat 9 hari.

E. Saran

1. Rencana kegiatan yang akan dilakukan lebih baik dilakukan dengan cepat. Oleh karena itu, penggunaan 1 unit alat gali-muat Komatsu PC 2000-8 yang dikombinasikan dengan 4 unit alat angkut Caterpillar 777 C pada kegiatan pemuatan dan pengangkutan civil slag material sangat mungkin untuk digunakan. Selain itu, dilihat dari segi match factor kombinasi tersebut sangat mungkin untuk digunakan.
2. Penggunaan perencanaan tersebut harus disesuaikan kembali dengan penggunaan dump truck untuk kegiatan pengangkutan ore material.

Daftar Pustaka

- Aniceto, Natalia Vieira. 2012. Kajian Perhitungan Produktivitas Grader Dan Penentuan Availability Serta Utilisasi Minimum Untuk Perawatan Jalan Di Mine Department And Exploration PT. Vale Indonesia Tbk. Skripsi Program Studi Teknik Pertambangan. Yogyakarta : Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.
- Anonymous (A). 2007. Hydraulic Excavator 320D L Cat. USA : Caterpillar.
- Anonymous (B). 1998. 16 H Motor Grader Cat. USA : Caterpillar.
- Anonymous (C). 1996. 777 C Off-Highway Truck Cat. USA : Caterpillar.
- Anonymous (D). 2007. 777 D Off-Highway Truck Cat. USA : Caterpillar.
- Anonymous (E). 2006. SD-160 & SD-200 TF Series Soil Compactors. Ingersoll Rand
- Anonymous (F). 2007. Specifications & Application Handbook Edition 28. Japan : Komatsu.
- Anonymous (G). 2013. Komatsu PC2000-8. Japan : Komatsu.
- Anonymous (H). 2011. Volvo FMX 370 6 x 4R 6x6R. United Kingdom & Ireland : Volvo.
- Asmar, Harry. 2008. Mine Haul Road Design, Construction, Maintenance & Operation Manual. Soroako : PT International Nickel Indonesia Tbk.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2008. Peta Wilayah Administrasi Pulau Sulawesi.
- Gujarati, Amodar N. 1995. Basic Econometrics. Third Edition. New York: McGraw-Hill. p. 809.
- Hayati, Enty Nur. 2010. Model Optimasi Penjadwalan Produksi yang Terintegrasi dengan Mempertimbangkan Faktor Biaya. Semarang : Universitas

Stikubank Semarang.

- Holman, Pete. 2006. Caterpillar Haul Road Design and Management. Big Iron University : St.Charles, IL.
- Kaufman, Walter W. Dan James C. Ault. 2001. Design of Surface Mine Haulage Roads – A Manual. Pittsburch : United States Department of The Interior.
- Kelompok Kerja Sanitasi Kabupaten Luwu Timur. 2010. Buku Putih Sanitasi. Kabupaten Luwu Timur.
- Maryanto. 2014. Buku Ajar Perencanaan Tambang. Bandung : Universitas Islam Bandung.
- Pd-T-14-2005-B tentang Inspeksi dan Pemeliharaan Drainase Jalan.
- Pratama, Devi Diansyah R. 2017. Kajian Efisiensi Bahan Bakar HD465 di Jalan Tambang Quarry PT Indocement. Skripsi Program Studi Teknik Pertambangan. Bandung : Universitas Islam Bandung.
- Prodjosumarto, Partanto, 1993. Pemindahan Tanah Mekanis. Direktorat Jenderal Pertambangan Umum, Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan, Bandung.
- Pusat Data dan Informasi ESDM. 2012. Kajian Supply Demand Mineral. Jakarta.
- Rismawati. 2016. Desain Maintenance Mine Haul Road Anoa North. Makassar : Universitas Karya Dharma.
- Simanjuntak, T.D., et. Al. 1991. Peta Geologi Lembar Malili, Sulawesi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi : Bandung
- Tannant, D. and Regensburg, B. 2001. Guidelines for mine haul road design. School of Mining and Petroleum Engineering. Canada : University of Alberta, Edmonton.
- Thompson, RJ. 2011. Mining Roads, Mine Haul Road Design, Construction & Maintenance Management. Western Australia's Eastern Goldfields : Curtin University WA School of Mines.