Jurnal Mineral, Maret 2018, Vol. 3 (1), hal. 1 – 9

Mining Journal
Exploration, Exploitation
Georesource Processing
and Mine Environmental

Perencanaan Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Angkut dengan Kapasitas *Ore Getting* 200 m^3/jam pada Rencana Penambangan PT Timah (Persero) Tbk

(Requirement Plan of Load and Haul Equipment Withthe Capacity of Ore Getting 200 m^3/hr on Mine Plan at PT Timah (Persero) Tbk)

Rajandra Nurhadi [1], Irvani[2], Guskarnali[2]
[1]Mahasiswa Program Sarjana, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung
[2]Staf Pengajar, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

Abstract

PT Timah (Persero) Tbk is a company engaged in mining especially tin. Tin is one of the most important deposits in the development of world technology. PT Timah (Persero) Tbk has an important role in the procurement of tin in the world. In mining, the mine planning stage is very important before the exploitation stage. At the planning stage of a mine will be planned in such a way as to obtain optimal results. One of the stages of mine planning is the planning of the required load equipment and haul equipment. PT Timah (Persero) Tbk plans to open a mine with open pit system that is using mechanical equipment in Mining Permit Area of West Bangka Regency, Bangka Belitung Islands Province. The mine plan has an ore-gain capacity of 200 m^3/hour, requiring the planning of load and haul equipment to meet the ore getting capacity and stripping of overburden and haul geometry in general. Based on the factors that exist in the mine, the load equipment used is the excavator and haul equipment used is Articulared Dumpt Truck. By taking the cycle time as a reference and then converted by the distance of overburden stripping and ore getting activity every year, then can be known the productivity of equipment and the amount of equipment required each activity every year. The number of equipment required is at least 1 load equipment and 4 haul equipment, while the most are 4 load equipment and 13 haul equipment. The geometry of the haul road based on the specification of the haul equipment at the location of the plan has the width of the haul road on a 12 meter straight road, the haul road width at 21 meters, and the 9,1 meter bend radius.

***Keywords**: tin, plan, load and haul equipment, haul road geometry.*

1. Pendahuluan

PT Timah (Persero) Tbk merencanakan membuka suatu tambang dengan sistem tambang terbukadi Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) Kabupaten Bangka Barat, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Rencana penambangan tersebut memiliki kapasitas *ore getting* sebesar 200 m^3/jam, sehingga diperlukannya perencanaan kebutuhan alat gali-muat dan angkut untuk memenuhi kapasitas *ore getting.*Untuk mendapatkan ore, terlebih dahulu harus dilakukan *strippingoverburden* agar selanjutnya dapat dilakukan proses *ore getting.* Oleh sebab itu dibutuhkan juga perencanaan kebutuhan alat gali-muat dan angkut untuk *strippingoverburden*. Sebelum menghitung jumlah kebutuhan alat gali-muat dan angkut, terlebih dahulu diperlukan menentukan alat gali-muat dan angkut yang akan digunakan serta geometri jalan angkut berdasarkan alat tersebut.

*Korespodensi Penulis: (Rajandra Nurhadi) Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung. Kawasan Kampus Terpadu UBB, Merawang, Bangka.
Email: jandranurhadi@gmail.com

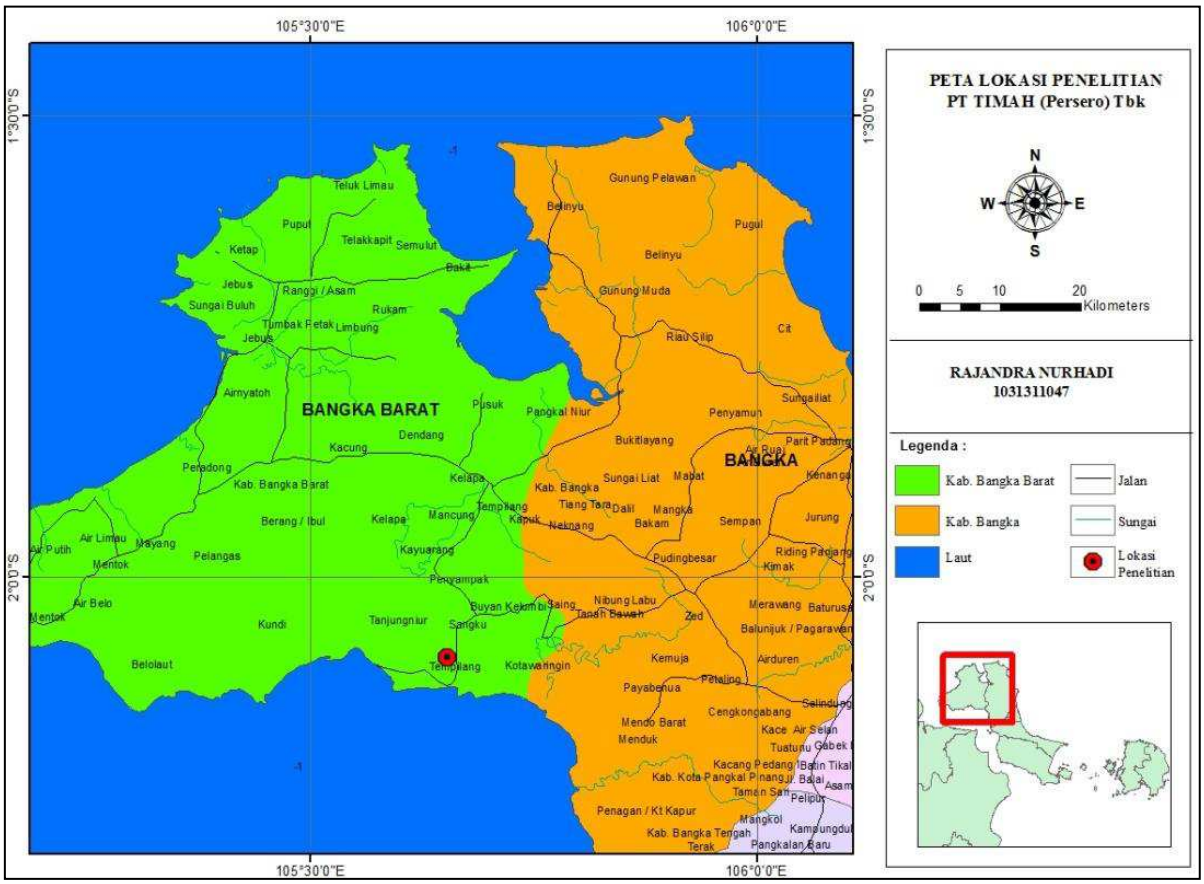
Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperoleh 3 (tiga) rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu apa jenis alat gali-muat dan angkut yang akan digunakan, berapa jumlah alat gali-muat dan angkut yang dibutuhkan untuk memenuhi kapasitas *ore getting* 200 m^3/jam dan *stripping overburden,* serta bagaimana geometri jalan angkut pada tambang berdasarkan alat yang digunakan.

Sedangkan penelitian ini bertujuan untuk menentukan jenis alat gali-muat dan angkut yang akan digunakan, merencanakan jumlah alat gali-muat dan angkut yang dibutuhkan untuk memenuhi kapasitas *ore getting* 200 m^3/jam dan *stripping overburden,* serta menentukan geometri jalan angkut pada tambang berdasarkan alat yang digunakan.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lokasi rencana penambangan PT Timah (Persero) Tbk, Kabupaten Bangka Barat, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Rencana penambangan ini merupakan salah satu tambang timah primer yang akan dilakukan oleh PT Timah (Persero) Tbk. Rencana penambangan PT Timah (Persero)

Tbk di Bangka Barat merupakan salah satu tambang timah primer yang berada di Kepulauan Bangka Belitung. Jarak lokasi penelitian dari kantor pusat PT Timah (Persero) Tbk ± 68 km. Lokasi ini berbatasan dengan Laut Natuna di sebelah utara, di sebelah barat dan selatan berbatasan dengan Selat Bangka, di sebelah timur berbatasan dengan Teluk Kelabat. Pencapaian menuju lokasi sekitar 60 menit dari Kota Pangkalpinang dengan jalan menuju lokasi dalam keadaan baik. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2017 sampai bulan Oktober 2017.Adapun peta lokasi pengambilan *sample* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi rencana penambangan PT Timah (Persero) Tbk, Kabupaten Bangka Barat

Tinjauan Pustaka

Genesa Endapan Timah

Menurut Sujitno (2007), berdasarkan pada cara pembentukannya, deposit timah dapat dikelompokan menjadi dua golongan, deposit timah primer dan timah sekunder.

Geologi Pulau Bangka

Batuan-batuan yang dijumpai di Pulau Bangka terdiri atas batuan pra-Tersier diantaranya, batupasir, batulempung, lapisan-lapisan pasir, lempung mengandung sisa tanaman, campuran antara lempung-pasir-lanau. Kemudian granit dan batuan metamorf seperti sekis (Katili, 1967).

Metode Penambangan

Menurut Hartman (1987), secara garis besar metode penambangan dibagi menjadi 3, yaitu tambang terbuka (*surface mining*), tambang dalam/bawah tanah (*underground mining*), tambang bawah air (*underwater mining/marine mine*).

Menurut Arif (2000), kegiatan penambangan bijih timah di darat dengan metode tambang terbuka dapat dilakukan dua cara, yaitu dengan sistem tambang mekanik menggunakan alat-alat mekanis seperti *excavator*, *dump truck*, serta *bulldozer.*

Menurut Lubis (2010), penggalian tanah atas dalam pembukaan tambang timah dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain metode *excavator-excavator,* metode *excavator-bulldozer,* metode *excavator*, *dump truck* dan *bulldozer.*

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pemilihan Alat Berat

Menurut Rostiyanti (2008), dalam pemilihan alat berat, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, sehingga kesalahan dalam pemilihan alat dapat dihindari. Faktor-faktor tersebut antara lain, yaitu fungsi yang harus

dilaksanakan, kapasitas peralatan, cara operasi, pembatasan dari metode yang dipakai, ekonomi, jenis proyek, lokasi proyek, jenis tanah, dan kondisi lapangan.

Menurut Rochmanhadi (1982), *excavator* juga salah satu jenis alat muat yang banyak dipergunakan pada kegiatan penambangan khususnya tambang terbuka.MenurutTenriajeng (2003), *dump truck* adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan material pada jarak menengah sampai jarak jauh (500 m atau lebih).

Faktor yang Mempengaruhi Produksi Alat

Menurut Indonesianto (2007), faktor-faktoryang mempengaruhi hasil produksi alat gali-muatdan alat angkut , yaitu kondisi *front kerja*, pola pemuatan, sifat material, faktor pengembangan, faktor isian mangkuk, waktu edar, efisiensi kerja, kondisiperalatan, dan faktor keserasian.

Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

a. Produktivitas Alat Gali-Muat

Alat gali-muat berfungsi sebagai alat gali sekaligus memuat material ke dalam *dump truck* yang akan diangkut ke lokasi penimbunan. Untuk mengetahui produktivitas alat gali-muat dapat menggunakan Persamaan 1.

$$Pgm = \frac{3600}{CTm} \times Cb \times Bf \times Sf \times Eff \qquad (1)$$

b. Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas alat angkut sangat dipengaruhi jumlah curah *bucket* alat gali-muat terhadap alat angkut. Produktivitas alat angkut dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.

$$Pa = \frac{3600}{CTa} \times Ca \times Sf \times Eff \qquad (2)$$

Estimasi Jumlah Alat yang dibutuhkan

Jumlah alat angkut yang dibutuhkan dapat dihitung dengan mengetahui hal-hal seperti volume pekerjaan, waktu penyelesaian pekerjaan, taksiran kapasitas produksi alat yang digunakan, dinyatakan dalam m^3/jam atau ton/jam.Dari ketiga data tersebut maka dapat dihitung jumlah alat yang dipelukan, dengan menggunakan Persamaan 3.

$$N = \frac{TVp}{Kp} \qquad (3)$$

Geometri Jalan Angkut

Menurut Sulistyana (2010), pada umumnya pola akses material tambang dibagi menjadi dua, yaitu: pengangkutan *overburden* ke lokasi penimbunan (*waste dump*), dan pengangkutan *ore* ke lokasi pengolahan (*crushing plan*).Adapun geometri jalan angkut yang dapat dihitung berdasarkan alat yang digunakan adalah:

1. Lebar Jalan Angkut Minimum pada Jalan Lurus

   Lebar jalan angkut minimum yang dipakai untuk jalur ganda atau lebih menurut "*AASHTO Manual Rural High-Way Design*" dapat menggunakan Persamaan 4.

$$L = n \times Wt + (n + 1)\,(0{,}5 \times Wt) \qquad (4)$$

2. Lebar Jalan Angkut Minimum pada Tikungan

   Lebar jalan angkut pada tikungan selalu lebih besar daripada jalan angkut pada jalan lurus. Untuk menghitung lebar jalan angkut dapat menggunakan Persamaan 5.

$$W = n\,(U + Fa + Fb + Z) + C \qquad (5)$$

3. Jari-jari Tikungan

   Jari-jari tikungan jalan angkut berhubungan dengan konstruksi alat angkut yang digunakan, khususnya jarak horizontal antara poros roda depan dan belakang.

$$R = \frac{W}{\sin\beta} \qquad (6)$$

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur yang terkait dengan perencanaan kebutuhan alat gali-muat dan angkut serta pengumpulan data terdiri data watu edar acuan, spesifikasi alat, jarak angkut ke area *stockpile* dan *waste dump,* volume *overburden,* dan volume *ore body*yang akan dikupas kemudian dapat dihitung produktivitas suatu alat setiap tahunnya. Berdasarkan faktor-faktor yang ada dilapangan, jenis alat gali-muat dan angkut dapat ditentukan. Kemudian dengan mengetahui produktivitas suatu alat dan target volume pekerjaan dapat diketahui jumlah alat gali-muat dan angkut yang dibutuhkan dengan membagi target volume pekerjaan dengan produktivitas alat. Geometri jalan angkut dapat diketahui dengan data spesifikasi alat yang ada kemudian didapatkan lebar jalan angkut minimum pada jalan lurus, lebar jalan angkut pada belokan, dan jari-jari tikungan.

Tahapan Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi studi literatur, observasi, pengumpulan dan pengelompokkan data, pengolahan data, analisis data, serta penyusunan laporan. Tahapan studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan bahan-bahan pustaka yang berhubungan dengan perhitungan

kebutuhan alat gali-muat dan angkut serta literatur yang berkaitan dengan penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

Perencanaan kebutuhan alat gali-muat dan angkut ini dilakukan untuk menentukan jumlah alat yang dibutuhkan selama dilakukannya proses penambangan. Sebelum menentukan jumlah kebutuhan alat gali-muat dan angkut, terlebih dahulu ditentukan jenis alat gali-muat dan angkut yang akan digunakan serta geometri jalan angkut berdasarkan alat tersebut. Berdasarkan *design pit* yang dirancang, didapatkan volume total dari *pit* tersebut sebesar 14.352.608,360 m^3, di mana 7.741.661,550 m^3 volume dari *ore* dan 6.610.946,810 m^3 volume dari *overburden*.

Alat Gali-Muat dan Angkut yang Digunakan

Pada tambang di rencana penambangan PT Timah (Persero) Tbk, metode yang digunakan adalah metode tambang terbuka yang merupakan metode tambang yang digunakan untuk menggali endapan yang terletak dekat dengan permukaan. Dalam proses penambangannya, dibutuhkan alat gali-muat dan angkut yang cocok untuk melakukan proses penambangan. Berdasarkan jumlah penempatan posisi alat angkut untuk dimuati terhadap posisi alat gali-muat, pola pemutan yang digunakan adalah *Single Back Up*. Pemilihan alat dilakukan berdasarkan beberapa faktor. Berikut faktor-faktor dalam pemilihan alat yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor pemilihan alat (Rostiyanti, 2008)

No	Faktor Pemilihan Alat	Kebutuhan dan Faktor di Lapangan
1.	Fungsi yang harus dilaksanakan	Menggali, memuat dan mengangkut material *overburden*dan *ore*
2.	Kapasitas peralatan	Memiliki kapasitas lebih besar dari 20m^3
3.	Cara operasi	Dapat bergerak dengan fleksibel
4.	Pembatasan dari metode	Untuk menggali material lepas
5.	Jenis proyek	Proyek penambangan
6.	Lokasi proyek	Dataran tinggi
7.	Jenis tanah	Lempung Keras
8.	Kondisi lapangan	Memilki tanah yang lumayan keras dan permukaantidak rata

Berdasarkan faktor-faktor pada Tabel 1, maka alat yang dibutuhkan pada rencana penambangan ini *excavator* dan *dump truck.*

Gambar 2. *Excavator* Komatsu PC 300

Gambar 3. *Articulated Dump Truck*Terex TA 400

Perhitungan Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Angkut

Waktu Kerja

Waktu kerja operasional *excavator* dan *dump truck* di tambang akan dilakukan dua *shift* waktu kerja. Satu *shift* jam kerja berlangsung selama 8 jam, di mana 1 jam untuk istirahat dan 7 jam untuk bekerja. Jam kerja tambang dimulai pada pukul 07.00 dan berakhir pada pukul 23.00. Pergantian *shift* dilakukan pada pukul 15.00-16.00. Dalam sebulan waktu kerja terdapat 30 hari, sedangkan dalam satu hari waktu kerja selama 14 jam. Waktu kerja dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel2.Jadwal jam kerja di tambang

Shift	Pembagian jam kerja dan istirahat	Jadwal Jam Kerja	Jumlah Jam Kerja (jam)	Jumlah Jam Istirahat (jam)	Jam Kerja Efektif (jam)
1	Jam kerja	07.00-12.00	8	1	7
	Jam istirahat	12.00-13.00			
	Jam kerja	13.00-15.00			
2	Jam kerja	16.00-18.00	8	1	7
	Jam istirahat	18.00-19.00			
	Jam kerja	19.00-23.00			
Total			16	2	14

Berdasarkan jadwal jam kerja yang memiliki waktu kerja selama 14 jam/hari, maka selama 7 hari waktu kerja tersedia sebanyak 98 jam,selama 30 hari tersedia sebanyak 420 jam,dan selama 360 hari atau satu tahun waktu kerja tersedia sebanyak 5040 jam. Adapun total jam kerja di tambang dapat dilihat pada Tabel 3.

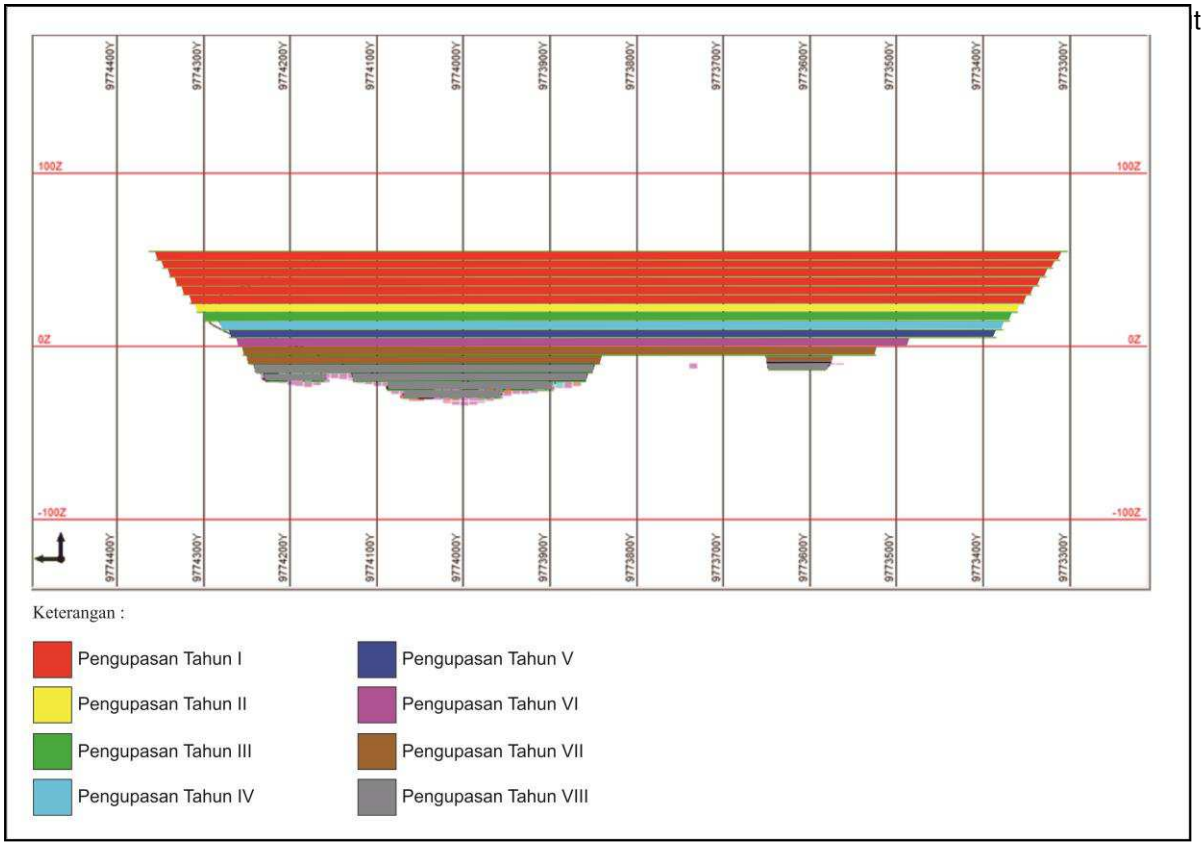
Tabel 3. Total jam kerja di tambang

Jumlah Hari kerja	Waktu Kerja Tersedia (jam)
1 hari	14
7 hari	98
30 hari	420
360 hari	5040

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa total waktu kerja tersedia adalah sebesar 5040 jam dalam waktu satu tahun.Target produksi yang ada adalah 200 m^3/jam, maka target produksi selama satu tahun adalah 1.008.000 m^3/tahun. Dengan mengetahui target produksi selama satu tahun, kemudian dapat diketahui umur dari tambang tersebut.

Umur Tambang

Umur tambang dapat diketahui apabila telah didapatkan data waktu kerja efektif, targetproduksi per tahun, dan volume *ore body* yang akan diambil. Berdasarkan data yang didapat, waktu kerja efektif yang didapat adalah 5.040 jam/tahun. Target produksi selama satu tahun adalah 1.008.000 $m^{3/}$tahun. Sehingga denganjumlah *ore body* yang harus ditambang sebesar 7.705.350 m^3, dapat diketahui umur tambang dari tambang tersebut adalah 8 tahun. Adapun tahapan pengupasan setiap tahun dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tahapan pengupasan material setiap tahun

Waktu Edar Alat Gali-Muat dan Angkut

Waktu edar untuk alat gali-muat berdasarkan perhitungan dilapangan adalah 24 detik. Waktu tersebut lah yang akan menjadi acuan untuk waktu edar alat gali-muat selama 8 tahun. Sedangkan waktu edar alat angkut setiap tahun semakin meningkat dikarenakan setiap tahun jarak yang harus ditempuh bertambah.

Tabel 4. Waktu edar alat gali-muat dan angkut

Tahun ke-	Kegiatan	Jarak Angkut (meter)	Waktu Edar Alat Gali-Muat (detik)	Waktu Edar Alat Angkut (detik)

Tahun ke-	Kegiatan	Jarak Angkut (meter)	Waktu Edar Alat Gali-Muat (detik)	Waktu Edar Alat Angkut (detik)
Tahun I	*ore getting*	684,41	24	650,28
	stripping	767,43	24	617,06
Tahun II	*ore getting*	719,28	24	664,23
	stripping	802,30	24	631,01
Tahun III	*ore getting*	754,05	24	678,14
	stripping	837,07	24	644,92
Tahun IV	*ore getting*	789,25	24	692,22
	stripping	872,27	24	659,00
Tahun V	*ore getting*	862,47	24	721,52
	stripping	945,49	24	688,3
Tahun VI	*ore getting*	896,23	24	735,03
	stripping	979,25	24	701,81
Tahun VII	*ore getting*	961,65	24	761,21
	stripping	1044,67	24	727,99
Tahun VIII	*ore getting*	1431,8	24	949,32
	stripping	1514,82	24	916,11

Produktivitas Alat Gali-Muat dan Angkut

Produktivitas alat gali-muat dan angkut di rencana penambangan dibedakan berdasarkan tahun dan jenis kegiatannya. Produktivitas alat gali-muat dianggap sama, yaitu 125,23 m^3/jam karena dianggap tidak memiliki faktor yang dapat mempengaruhi hasil produksi secara signifikan. Namun produktivitas alat angkut berbeda-beda karena dipengaruhi jarak angkut yang berbeda pada setiap tahunnya. Pada tahun pertama, alat angkut memiliki produktivitas 39,70 m^3/jam untuk kegiatan *ore getting* dan 37,67 m^3/jam untuk kegiatan *stripping*. Pada tahun ke 8, alat angkutmemiliki produktivitas 26,74 m^3/jam untuk kegiatan *ore getting* dan 25,80 m^3/jam untuk kegiatan *stripping.* Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar jarak setiap tahun, maka semakin kecil pula produktivitas setiap tahunnya. Pada tahun pertama, alat angkut memiliki produktivitas 39,70 m^3/jam untuk kegiatan *ore getting* dan 37,67 m^3/jam untuk kegiatan *stripping*. Pada tahun ke 8, alat angkut memiliki produktivitas 26,74 m^3/jam untuk kegiatan *ore getting* dan 25,80 m^3/jam untuk kegiatan *stripping.* Adapun produktivitas alat gali-muat dan angkut selama 8 tahun penambangan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Produktivitas alat gali-muat dan angkut

Tahun ke-	Kegiatan	Produtivitas Alat Angkut (m^3/jam)	Produktivitas alat gali-muat (m^3/jam)
Tahun I	*ore getting*	39,70	125,23
	stripping	37,67	125,23
Tahun II	*ore getting*	38,82	125,23
	Stripping	36,88	125,23
Tahun III	*ore getting*	37,98	125,23
	stripping	36,12	125,23
Tahun IV	*ore getting*	37,17	125,23
	stripping	35,39	125,23
Tahun V	*ore getting*	35,59	125,23
	stripping	33,95	125,23
Tahun VI	*ore getting*	34,90	125,23
	stripping	33,32	125,23
Tahun VII	*ore getting*	33,65	125,23
	stripping	32,18	125,23
Tahun VIII	*ore getting*	26,74	125,23
	stripping	25,80	125,23

Perencanaan kebutuhan jumlah alat gali-muat dan angkut dapat diketahui berdasarkan produktivitas alat yang telah didapat. Produktivitas alat angkut berbeda-beda setiap tahun berdasarkan jarak yang ada. Namun, untuk alat gali-muat memiliki produktivitas yang sama pada setiap tahunnya. Untuk kegiatan *ore getting*, alat gali-muat dan angkutnya memiliki jumlah yang sama pada setiap tahunnya, yaitu 2 alat gali-muat dan 6 alat angkut. Hal ini dikarenakan kegiatan ore getting telah memiliki target produksi, yaitu sebesar 200 m^3/jam. Namun pada kegiatan *stripping*, target produksi berbeda-beda setiap tahunnya. Target produksi kegiatan *stripping* berdasarkan volume *overburden* yang harus dikupas untuk dapat memenuhi target produksi *ore* setiap tahunnya, yaitu 1.008.000 m^3/tahun. Kebutuhan alat gali-muat dan angkut terbesar adalah pada kegiatan *strippping overburden* di tahun pertama, yaitu 4 alat gali-muat dan 13 alat angkut. Adapun kebutuhan alat gali-muat dan angkut selama 8 tahun penambangan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kebutuhan jumlah alat gali-muat dan angkut

Tahun ke-	Kegiatan	Jumlah Alat Angkut	Jumlah Alat Muat
Tahun I	*ore getting*	6	2
	Stripping	13	4
Tahun II	*ore getting*	6	2
	Stripping	5	2
Tahun III	*ore getting*	6	2
	Stripping	4	2
Tahun IV	*ore getting*	6	2
	Stripping	4	1

Tahun ke-	Kegiatan	Jumlah Alat Angkut	Jumlah Alat Muat
Tahun V	*ore getting*	6	2
	Stripping	4	1
Tahun VI	*ore getting*	6	2
	Stripping	4	1
Tahun VII	*ore getting*	6	2
	Stripping	5	2
Tahun VIII	*ore getting*	8	2
	Stripping	3	1

Faktor Keserasian (*Match Factor)* dan Waktu Tunggu Alat

Faktor keserasian atau *Match Factor* (MF) merupakan nilai keserasian antara alat gali-muat dan angkut yang ada. Faktor ini digunakan untuk melihat apakah alat gali-muat dan angkut bekerja secara optimal atau tidak. Ketika MF = 1, maka alat bekerja secara optimal tanpa ada alat yang menunggu. Namun jika MF<1 maka alat muat yang menunggu, apabila MF > 1 maka alat angkut yang menunggu. Berdasarkan jumlah alat yang direncanakan, MF yang paling banyak didapatkan adalah < 1 dan hanya memiliki 3 MF > 1. Setelah mendapatkan nilai faktor keserasian dari setiap kegiatannya, maka dapat dihitung waktu tunggu alat gali-muat dan angkut. Adapun nilai dari faktor keserasian dan waktu tunggu alat gali-muat dan angkut selama 8 tahun penambangan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Faktor kesearasian dan waktu tunggu alat gali-muat dan angkut

Tahun ke-	Kegiatan	*Match Factor*	Waktu Tunggu Alat Gali-Muat (detik)	Waktu Tunggu Alat Angkut (detik)
Tahun I	*ore getting*	0,95	10,09	-
	stripping	0,98	4,49	-
Tahun II	*ore getting*	0,93	14,74	-
	stripping	0,74	70,09	
Tahun III	*ore getting*	0,91	19,37	-
	stripping	0,58	143,47	-
Tahun IV	*ore getting*	0,89	24,067	-
	stripping	1,13	-	90,18
Tahun V	*ore getting*	0,85	33,83	
	stripping	1,08	-	60,88
Tahun VI	*ore getting*	0,84	38,34	
	stripping	1,06	-	47,37
Tahun VII	*ore getting*	0,80	49,34	-
	stripping	0,64	108,88	-
Tahun VIII	*ore getting*	0,85	33,43	-
	stripping	0,62	120,84	-

Produktivitas Kegiatan Setiap Tahun

Jumlah alat yang direncanakan sangat mempengaruhi produktivitas kegiatan setiap tahunnya, baik kegiatan *ore getting* maupun *sripping overburden.*Penentuan produktivitas kegiatan berdasarkan MF, apabila MF<1 yang artinya alat gali-muat yang menunggu, maka produktivitas kegiatan didapatkan dengan cara mengalikan produktivitas alat angkut dengan jumlah alat angkut. Namun apabila MF>1 yang artinya alat angkut yang menunggu, maka produktivitas kegiatan didapatkan dengan cara mengalikan produktivitas alat gali muat dengan jumlah alat gali-muat. Ketika MF=1, produktivitas kegiatan dapat diambil dari produktivitas alat gali-muat ataupun angkut.

Adapun Produktivitas kegiatan selama 8 tahun penambangan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Produktivitas kegiatan

Tahun ke-	Kegiatan	Jumlah Alat Angkut	Jumlah Alat Muat	MF	Produktivitas Kegiatan (m^3/jam)	Target Volume Pekerjaan (m^3/jam)
Tahun I	*ore getting*	6	2	0,95	238,20	200
	Stripping	13	4	0,98	489,71	467,25
Tahun II	*ore getting*	6	2	0,93	232,92	200
	Stripping	5	2	0,74	184,40	167,63
Tahun III	*ore getting*	6	2	0,91	227,88	200
	Stripping	4	2	0,58	144,48	138,9
Tahun IV	*ore getting*	6	2	0,89	223,02	200
	Stripping	4	1	1,13	125,23	119,89
Tahun V	*ore getting*	6	2	0,85	213,54	200
	Stripping	4	1	1,08	125,23	110,72
Tahun VI	*ore getting*	6	2	0,84	209,40	200
	Stripping	4	1	1,06	125,23	119,36
Tahun VII	*ore getting*	6	2	0,80	201,90	200
	Stripping	5	2	0,64	160,90	152,90
Tahun VIII	*ore getting*	8	2	0,85	213,92	200
	Stripping	3	1	0,62	77,40	52,57

Berdasarkan Tabel 8 produktivitas kegiatan telah mencukupi target volume pekerjaan. Hal itu berarti bahwa jumlah alat yang telah direncanakan dapat memenuhi kapasitas produksi yang telah ditentukan, yaitu 200 m^3/jam. Produktivitas kegiatan mengalami penurunan setiap tahun. Hal ini dikarenakan kemampuan produksi alat juga mengalami penurunan setiap

tahunnya. Pada tahun ke 8, pekerjaan dilakukan tidak satu tahun penuh. Hal ini dikarenakan dengan target produktivitas 200 m^3/jam, volume *ore* yang tersisa dapat dihabiskan dalam jangka waktu 8 bulan saja.

Geometri Jalan Angkut

Lebar Jalan Angkut Minimum pada Jalan Lurus

Lebar jalan angkut minimum pada jalan lurus bergantung dari jenis alat yang digunakan. Pada penelitian kali ini alat angkut yang digunakan adalah *Articulated Dump Truck* (ADT) TA 400. Jalan angkut yang digunakan pada tambang meiliki dua jalur dalam satu jalan.Berdasarkan data yang didapatkan, diketahui lebar alat adalah 3,36 m sehingga lebar jalan angkut minimum pada jalan lurus adalah 12 m.

Lebar Jalan Angkut Minimum pada Belokan

Lebar jalan angkut minimum pada belokan pada dasarnya harus lebih besar dari lebar jalan angkut minimum pada jalan lurus. Hal ini dikarenakan alat angkut membutuhkan ruang yang lebih besar pada saat berbelok. Alat angkut yang digunakan adalah alat angkut bertipe *Articulated Dump Truck* (ADT) Terex TA 400. Sudut penyimpangan (belok) roda depan sebesar 28,03º, sehingga lebar bagian tepi jalandan *Clearance* antar kendaraan yang didapatkan sebesar 4,12 m. Maka lebar jalan angkut pada belokan yang didapatkan berdasarkan besar sudut penyimpangan (belok) roda depan, lebar bagian tepi jalandan *Clearance* antar kendaraan adalah 21 m.

Perhitungan Jari-Jari Tikungan

Jari-jari tikungan jalan angkut berhubungan dengan konstruksi alat angkut yang digunakan. khususnya jarak horizontal antara poros roda depan dan belakang. Jari-jari tikungan jalan angkut dipengaruhi besar sudut penyimpangan roda depan dan jarak poros roda depan dan belakang. Besar sudut penyimpangan roda depan adalah 28,03^o dan jarak poros roda depan dan belakang adalah 4,3 m. Maka jari-jari tikungan jalan angkut berdasarkan besar sudut penyimpangan roda depan dan jarak poros roda depan dan belakang sebesar 9,1 m.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang perencanaan kebutuhan alat gali-muat dan angkut dengan kapasitas *ore getting* 200 m^3/jam di rencana penambangan PT Timah (Persero) Tbk didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat angkut yang digunakan di lokasi rencana penambangan PT Timah (Persero) Tbk adalah *Articulated Dump Truck* (ADT) Terex TA 400. Sedangkan alat gali-muat yang digunakan adalah Excavator Komatsu PC 300.
2. Jumlah alat gali-muat dan angkut yang dibutuhkan di rencana penambangan PT Timah (Persero) Tbkpada kegiatan *ore getting* dari tahun pertama sampai tahun ketujuh membutuhkan 2 alat gali-muat dan 6 alat angkut. Pada tahun kedelapan, untuk mencapai target produksi membutuhkan 2 alat gali-muat dan 8 alat angkut. Kegiatan *stripping* pada tahun pertama membutuhkan cukup banyak alat, yaitu 4 alat gali-muat dan 13 alat angkut. Pada tahun kedua kebutuhan menurun menjadi 2 alat gali-muat dan 5 alat angkut. Pada tahun ketiga, kebutuhan alat angkut menurun menjadi 2 alat gali-muat dan 4 alat angkut. Pada tahun keempat, kelima dan keenam, kebutuhan alat gali-muat menurun menjadi 1 alat gali-muat dan 4 alat angkut. Pada tahun ketujuh kebutuhan alat meningkat menjadi 2 alat gali-muat dan 5 alat angkut. Pada tahun kedelapan mengalami penurunan kebutuhan alat menjadi 1 alat gali-muat dan 3 alat angkut.
3. Geometri jalan angkut pada di lokasi rencana penambangan PT Timah (Persero) Tbk memiki lebar jalan angkut pada jalan lurus 12 m, lebar jalan angkut pada belokan 21 m, dan jari-jari tikungan 9,1 m.

Daftar Pustaka

Arif, I., 2000, *Tambang Terbuka*, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Ilmu Kebumian dan Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Hartman, Howard L., 1987, *Introductory Mining Engineering,* The University of Alabama, Amerika Serikat.

Indonesianto, Y., 2007, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", Yogyakarta.

Katili, J.A., 1967.*Structure and age of the indonesian tin Belt With special reference to Bangka*. Elsevier Publishing Company, tectonophysics, Netherlands.

Lubis, Ichwan A., 2010, *Penambangan Timah Alluvial*, PT Timah (Persero) Tbk,Pangkalpinang.

Rochmanhadi, 1982, *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Rostiyanti, Susy F., 2008, *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi Edisi Kedua,* Jakarta.

Sujitno, S., 2007.*Sejarah Penambangan Timah Timah Di Indonesia*. Jakarta.

Sulistyana, W., 2010, *Perencaaan Tambang,* Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", Yogyakarta

Tenriajeng, Andi T., 2003, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Gunadarma, Jakarta.