

Perencanaan *Fleet* Menggunakan Metode *Monte Carlo* dengan Pendekatan *Cycle Time* di PT. ANTAM Tbk, UBPB Bauksit Tayan, Kalimantan Barat

Resi Hutriayu^{1,*}, Adree Octova^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*resihutriayu@gmail.com

**adree@ft.unp.ac.id

Abstract. PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan, West Kalimantan conducts exploration and exploitation of metal minerals in the Tayan Hilir, West Kalimantan. PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan is a bauxite mining which is one of the operational activities originating from the washing crude bauxite (CBx) from mining activities to produce wash bauxite (WBx) by doing two activities in the process of transporting material to washing plant area. PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan undertake mining activities at front of Bukit 7B with a production target of 3.175.000 wmt in the production target WBx the planned CBx mining production is 6,487,242 wmt in 2019. Based on field observations, the production target in Bukit 7B area PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan has still not been reached, and the actual fleet used today is inadequate to achieve the next month's production target. Efforts to produce not achieving production targets by planning using the Monte carlo method with a time cycle approach. Related to production targets and the number of tools that will be used by the company in fleet planning, work composition, effectiveness, and compatibility of the tools in the two work plans are able to minimize the achievement of production targets. Where the probability value of 50% and 100%.

Keywords: Crude Bauxite, Production, Fleet, Cycle Time and The Monte Carlo Method

1 Pendahuluan

PT. ANTAM Tbk. merupakan perusahaan BUMN yang memiliki Izin Usaha Pertambangan untuk melakukan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi bauksit dengan luas wilayah 34.360 Ha yang terdapat di 3 Kecamatan. Untuk saat ini wilayah yang sedang dilakukan kegiatan penambangan berada di Kecamatan Tayan Hilir dengan proses Penambangan yang dilakukan oleh PT. ANTAM Tbk, UBPB Tayan menggunakan Metode Tambang Terbuka dengan Sistem *Open Cast Mining* yang salah satu kegiatan operasi utamanya adalah kegiatan penambangan *Crude Bauxite* (CBx) pada area *front* untuk menghasilkan produk *Wash Bauxite* (WBx).

Berdasarkan RKAP tahun 2019, target produksi ditetapkan sebesar 3.175.000 wmt WBx, dalam pemenuhan target produksi tersebut maka produksi penambangan CBx yang direncanakan adalah sebesar 6.487.242 wmt CBx^[1]. Dalam proses produksi bauksit di PT. ANTAM Tbk, UBPB Tayan diketahui bahwa pada awal tahun 2019 perusahaan belum mendapatkan

perpanjangan persetujuan ekspor bijih bauksit tercuci, sedangkan hasil produksi bauksit tercuci sebagian besar untuk di ekspor. Oleh sebab itu, perusahaan melakukan penurunan target produksi pada bulan Januari 45%, bulan Februari 40%, dan bulan Maret 54% dari rencana awal. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir terjadinya penumpukan material bauksit pada area stockpile yang melebihi kapasitas.

Penurunan target produksi pada bulan Januari-Maret ini berdampak terhadap jumlah produksi yang harus dipenuhi pada bulan April-Desember yaitu 5.747.242 wmt CBx agar target produksi tahun 2019 tetap tercapai. Namun pencapaian target produksi masih 9% dari total target produksi CBx tahun 2019. Dapat dilihat dari data realisasi produksi pada bulan Januari hingga bulan Maret produksi CBx tidak tercapai. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain keadaan cuaca yang apabila terjadi hujan kegiatan penambangan dari *front* diberhentikan, belum ada manajemen yang baik untuk *stockpile* ETO, waktu kerja yang digunakan masih belum

optimal, terjadinya waktu tunggu untuk alat gali-muat di *front* penambangan sehingga alat gali-muat tidak bekerja secara optimal, faktor-faktor tersebut mengakibatkan turunnya produktivitas alat. Produktivitas alat juga dipengaruhi oleh adanya fluktuasi *cycle time* (waktu edar).

Jika dilihat dari kondisi aktualnya *Fleet* yang digunakan saat ini tidak memadai untuk tercapainya target produksi, untuk itu perlu adanya suatu upaya mengantisipasi ketidaktercapaian target produksi pada bulan April hingga bulan Desember dengan cara melakukan perencanaan *fleet* menggunakan analisis probabilitas dengan pendekatan nilai *cycle time* (waktu edar). Dari fluktuasi nilai *cycle time* (waktu edar) dapat dilihat kemungkinannya atau peluang yang akan terjadi menggunakan simulasi metode monte carlo.

2 Lokasi Penelitian

Secara administrasi, wilayah IUP Operasi Produksi No.02/2010/SGU terletak di 3 (tiga) kecamatan, yaitu Kecamatan Tayan Hilir, Toba, dan Meliau Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat. Kota Tayan berada di tepi Sungai Kapuas yang terletak ± 80 km jarak lurus dari sebelah Timur Kota Pontianak. Secara geografis wilayah tersebut terletak di antara 109,9° BT - 110,1° LB dan 0,1° LU - 0,1° LS.

Peta lokasi PT. ANTAM Tbk, UBP Bauksit Tayan bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi PT. ANTAM Tbk, UBPB Tayan^[1]

3 Kajian Teori

Pada saat ini hanya terdapat dua pembagian atau dua klasifikasi bauksit di PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan, Kalimantan Barat yaitu bauksit kadar tinggi (*high grade*) dan bauksit kadar rendah (*low grade*) saja. Klasifikasi kadar bauksit pada saat ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Kadar Bauksit^[2]

Kadar	Presentase
<i>Low Grade</i>	$Al_2O_3 \leq 45\%$
<i>High Grade</i>	$Al_2O_3 \geq 46\%$

Pada saat pengamatan dilakukan, perusahaan sedang melakukan penambangan di Bukit 7B di mana bauksit

yang ada di daerah tersebut tergolong bauksit berkadar tinggi (*high grade*). Ketebalan bauksit (*ore*) bervariasi antara 1 sampai 5 meter.

Kegiatan penambangan dimulai dari pembersihan lahan (*land clearing*), pengupasan dan pemindahan tanah pucuk (*top soil*), pemindahan tanah penutup (*overburden removal*), pemuatan material (*ore getting*), pengangkutan (*hauling*), penumpahan (*dumping*), penutupan kembali bekas lahan tambang (*backfilling*) dan penanaman kembali bekas tambang (*revegetasi*).

3.1. Siklus Produksi

Untuk memperoleh produksi tertentu harus diperhatikan siklus produksi. Pada pemindahan tanah mekanis siklus produksi dapat meliputi:

1. Pemuatan
2. Pengangkutan
3. Penimbunan
4. Kembali
5. Penempatan Diri

3.2 Kegiatan Penggalian Ore

Excavating adalah suatu kegiatan penggalian material yang akan digunakan atau dibuang dimana kegiatan tersebut dipengaruhi oleh kondisi kekerasan material^[3].

Ore Getting merupakan salah satu proses kegiatan penambangan untuk memperoleh bahan galian. Dalam kegiatan *ore getting* terdapat proses *digging* yaitu proses penggalian serta pengambilan *ore* menggunakan alat gali-muat. Selanjutnya proses pemuatan (*loading*) material hasil galian oleh alat muat (*loading equipment*) pada alat angkut (*hauling equipment*). Kemudian dilakukan pengangkutan (*hauling*) yang bertujuan untuk memindahkan material hasil penggalian ke tempat pengolahan dengan menggunakan alat-alat mekanis.

3.3 Alat Gali-Muat (*Excavator Backhoe*)

Excavator pada umumnya dioperasikan dengan memanfaatkan tenaga hidrolik sehingga disebut juga *hydraulic excavator*. *Backhoe* adalah alat penggali yang cocok untuk menggali di bawah permukaan alami dari tanah^[4]. Pada lokasi penambangan di PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan, Kalimantan Barat jenis alat gali muat yang digunakan pada area *front* penambangan adalah *excavator volvo EC330 BLC*, sedangkan alat muat yang digunakan pada area *stockyard* ETO (*exportable transit ore*) yaitu *wheel loader liugong clg 856*.

3.4 Alat Angkut (*Dump Truck*)

Dump Truck merupakan alat yang khusus digunakan sebagai alat angkut karena kemampuannya yang dapat bergerak cepat, kapasitas besar dan biaya operasinya yang relatif murah. Pada lokasi penambangan di PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan, Kalimantan Barat jenis alat angkut yang digunakan adalah *Dump Truck Hino FM-260J, CWA*.

3.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat

3.5.1 Sifat Fisik Material

Material yang digali oleh alat gali-muat memiliki sifat fisik dan karakteristik tertentu, seperti berat jenis material, kekerasan material, kohesivitas material, bentuk butiran material, daya dukung material, pengembangan dan penyusutan material.

3.5.2 Pengembangan Material (Swell Factor)

“Swell” adalah pengembangan volume suatu material setelah digali dari tempatnya^[5]. Di alam, material didapati dalam keadaan padat dan terkonsolidasi dengan baik, sehingga hanya sedikit bagian-bagian kosong (*void*) yang terisi udara di antara butir-butirnya, lebih-lebih kalau butir-butir itu halus sekali.

Tabel 2. Nilai *Swell factor* dan *Density Insitu* untuk berbagai macam material^[5]

Macam Material	Density Insitu (lb/cu yd)	Swell Factor (%)
Bauksit	2700 – 4325	75
Tanah liat kering	2300	85
Tanah liat basah	2800 – 3000	80 – 82
Antrasit	2200	74
Batubara bituminous	1900	74
Bijih tembaga	3800	74
Tanah biasa kering	2800	85
Tanah biasa basah	3370	85
Tanah biasa bercampur pasir dan kerikil	3100	90
Kerikil kering	3250	89
Kerikil basah	3600	88
Granit pecah – pecah	4500	56 – 67
Hematit pecah – pecah	6500 – 8700	45
Bijih besi pecah – pecah	3600 – 5500	45
Batu kapur pecah – pecah	2500 – 4200	57 – 60
Lumpur	2160 – 2970	83
Lumpur sudah ditekan	2970 -3510	83
Pasir kering	2200 – 3250	89
Pasir basah	3300 – 3600	88
Serpilh (<i>shale</i>)	3000	75
Batu sabak (<i>slate</i>)	4590 – 4860	77

3.5.3 Faktor Pengisian Bucket (Bucket Fill Factor)

Berdasarkan persamaan Eugene P. Fleider (1972) *bucket fill factor* dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Vn = \left(\frac{\text{rata-rata payload}}{\text{density loose}} \right) \times \frac{1}{\text{rata-rata passing}} \quad (1)$$

$$K = \frac{Vn}{Vt} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

K = Faktor pengisian mangkuk (*bucket fill factor*) (%)

Vn = Volume material (m³)

Vt = Volume munjung (*heaped*) (m³)

3.5.4 Waktu Edar (Cycle Time) Alat Gali-Muat

Waktu edar (*cycle time*) merupakan waktu yang dibutuhkan sebuah alat gali-muat untuk menjalani satu siklus. Untuk menentukan perhitungan *cycle time* alat gali-muat maka digunakan persamaan sebagai berikut^[6]

$$CTgm = Tg + Tsi + Tt + Tsk \quad (3)$$

Keterangan:

CTgm = Waktu Edar alat gali – muat (s)

Tg = Waktu menggali material (s)

Tsi = Waktu swing isi (s)

Tt = Waktu menumpahkan muatan (s)

Tsk = Waktu swing kosong (s)

3.5.5 Waktu Edar (Cycle Time) Alat Angkut

Waktu edar (*cycle time*) merupakan waktu yang dibutuhkan sebuah alat angkut untuk menjalani satu siklus. Untuk menentukan perhitungan *cycle time* alat angkut maka digunakan persamaan sebagai berikut^[6]

$$CTa = Ti + Ta + Tmd + Td + Tk + Tml \quad (4)$$

Keterangan :

Cta = Waktu edar alat angkut (s)

Ti = Waktu loading (s)

Ta = Waktu hauling (s)

Tmd = Waktu manuver *dumping* (s)

Td = Waktu *dumping* (s)

Tk = Waktu kembali kosong (s)

Tml = Waktu manuver loading (s)

3.5.6 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan. Penilaian tersebut didasarkan pada perbandingan antara waktu yang digunakan untuk melakukan pekerjaan dengan waktu kerja yang tersedia. Efisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu kerja produktif dengan waktu kerja yang tersedia, dinyatakan dalam persen (%)^[7,8]

3.6 Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

3.6.1 Produktivitas Alat Gali-Muat

Untuk memperkirakan produktivitas alat gali muat, dapat digunakan rumus berikut ini^[3]:

$$Q = \frac{Kb \times Bff \times 3600 \times Eff \times SF}{Ct} \quad (5)$$

Keterangan:

Q = Produktivitas alat gali muat (BCM/jam)

Kb = Kapasitas *Bucket* (m³)

Bff = *Bucket Fill Factor*

SF = *Swell Factor*

Eff = Efisiensi Kerja

Ct = *Cycle Time* (detik)

3.6.2 Produktivitas Alat Angkut

Untuk memperkirakan produktivitas alat angkut, dapat digunakan rumus berikut ini^[3]:

$$Q = \frac{n \times Kb \times Bff \times 60 \times Eff \times SF}{Ct} \quad (6)$$

Keterangan:

- Q = Produktivitas alat gali-muat (BCM/jam)
- n = Frekuensi Pengisian
- Kb = Kapasitas *Bucket* (m³)
- Bff = *Bucket Fill Factor*
- Eff = Efisiensi Kerja
- SF = *Swell Factor*
- Ct = *Cycle Time* (menit)

3.7 Match Factor (Keseserasian Kerja Alat Berat)

Match factor merupakan faktor yang digunakan dalam menentukan tingkat keserasian kerja alat – alat berat yang dioperasikan dalam kegiatan penambangan (*shovel* dan *dump truck*). Untuk menentukan nilai *match factor* tersebut, maka dapat digunakan rumus seperti dibawah ini^[6]:

$$MF = \frac{Na \times CTm \times n}{Cta \times Nm} \quad (7)$$

Keterangan:

- MF = Faktor keserasian kerja alat berat
- Na = Jumlah alat angkut
- CTm = *Cycle time* alat muat
- N = Jumlah Pengisian
- Cta = *Cycle time* alat angkut
- Nm = Jumlah alat muat

3.8 Teori Probabilitas

Probabilitas adalah suatu ukuran tentang kemungkinan suatu peristiwa yang akan terjadi di masa mendatang. Probabilitas dinyatakan antara 0 sampai 1 atau dalam persentase.

Ada tiga hal penting dalam membicarakan probabilitas yaitu percobaan (*experiment*), hasil (*outcome*), dan peristiwa (*event*).

1. **Percobaan (*experiment*)** adalah aktivitas yang melahirkan suatu peristiwa.
2. **Hasil (*outcome*)** adalah suatu hasil dari percobaan.
3. **Peristiwa (*event*)** adalah kumpulan dari satu atau lebih hasil yang terjadi pada sebuah percobaan atau kegiatan.

Jadi menyatakan Probabilitas adalah sebagai berikut “Probabilitas dinyatakan dalam bentuk pecahan antara 0 sampai 1. Probabilitas 0 menunjukkan suatu yang tidak mungkin terjadi, sedang probabilitas 1 menunjukkan peristiwa pasti terjadi. Probabilitas dapat dinyatakan dalam persentase atau desimal.

3.9 Metode Monte Carlo

Prinsip kerja dari simulasi Monte Carlo adalah membangkitkan bilangan-bilangan acak atau sampel dari

suatu variabel acak yang telah diketahui distribusinya. Oleh karena itu, dengan simulasi Monte Carlo seolah-olah dapat diperoleh data dari lapangan atau dengan perkataan lain simulasi Monte Carlo meniru kondisi lapangan secara numerik.

Simulasi Monte Carlo merupakan alat rekayasa yang ampuh untuk menyelesaikan berbagai persoalan rumit di bidang probabilitas dan statistik.

Metode ini memiliki lima tahapan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada dan terdapat tiga batasan dasar dalam penggunaan metode ini.

3.9.1 Membuat Distribusi Kemungkinan Variabel Penting

Yang akan didistribusikan adalah beberapa aktifitas dari variabel penting. Setiap variabel tersebut dapat saja mempunyai distribusi tertentu yang unik, tetapi juga dapat diasumsikan bahwa setiap variabel memiliki distribusi seragam (*uniform distribution*) tanpa mengurangi validitas hasil simulasi^[9].

3.9.2 Men-generate Angka Random

Untuk menghasilkan angka random yang bernilai antara 0 dan 1 dalam simulasi digunakan metode *multiplicative congruential*. Angka yang dihasilkan dari operasi aritmatika dikatakan sebagai angka random semu dengan menggunakan rumus sebagai berikut^[9]:

$$Un = (b u_{n-1} + c) \text{ mod } (m), \quad n = 1, 2, \dots \quad (8)$$

$$R_n = \frac{Un}{m}, \quad n = 1, 2, \dots \quad (9)$$

Keterangan:

- Un = Bilangan acak
- b = Faktor Pengali
- Un-1 = Bilangan acak sebelumnya
- c = Angka konstan yang bersyarat
- Uo = Bilangan Pembangkit
- m = Modulus (modulo)
- Rn = Angka Acak

3.9.3 Penentuan Nilai Iterasi

Metode monte carlo dapat memprediksi kesalahan (*error*) dari simulasi, yang mana proporsional terhadap jumlah iterasinya. Total error dihitung dengan rumus^[9]:

$$\varepsilon = \frac{3\sigma}{\sqrt{N}} \quad (10)$$

Keterangan :

- ε = Error
- σ = Standar deviasi dari variabel random
- N = Jumlah iterasi

Standar deviasi dihitung berdasarkan seluruh populasi, yang mana anggotanya adalah *minimum*, *maximum* dan *average*. Untuk perhitungan standar deviasi digunakan rumus sebagai berikut^[9]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{n}} \quad (11)$$

Untuk menentukan jumlah iterasi yang nilai *absolute error* yang kurang dari 2%, maka nilai *error* tersebut didapatkan dengan rumus berikut^[9]:

$$\varepsilon = \frac{\bar{x}}{\left(\frac{1}{0,02}\right)} \quad (12)$$

Jumlah iterasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil dengan nilai *error* kurang dari 2% didapatkan dari rumus berikut^[9]:

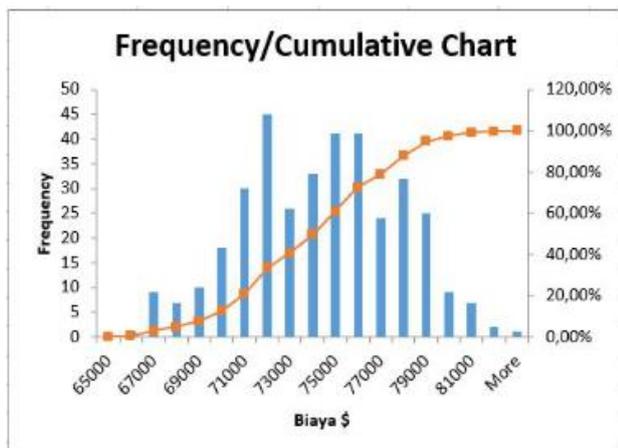
$$N = \left(\frac{3 \times \sigma}{\varepsilon}\right)^2 \quad (13)$$

3.9.4 Memperoleh Nilai Harapan

Setelah dilakukan iterasi maka diperoleh nilai harapan/parameter dari hasil simulasi. Setelah standar populasi dari hasil simulasi diketahui, *error* yang sebenarnya (*true error*) dihitung dengan menggunakan rumus (10).

3.9.5 Memperoleh Hasil Simulasi Monte Carlo dalam Bentuk Kurva

Berikut adalah ilustrasi kurva hasil simulasi dalam bentuk kurva *probability distribution fuction* dan *cumulative distribution function*.



Gambar 2. Ilustrasi kurva *probability distribution fuction* dan *cumulative distribution function*.

4 Metode Penelitian

4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif yang mengacu kepada penelitian eksperimen. Metode penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu^[10]. Penelitian ini menggunakan data yang dikumpulkan bersifat kuantitatif atau juga dapat dikuantitatifkan. Berdasarkan jenis penggunaannya, penelitian ini juga termasuk dalam metode penelitian terapan (*applied research*).

4.2 Teknik Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data disebut juga dengan sumber data. Sumber data dalam penelitian adalah subjek dari mana data dapat diperoleh. Untuk proses pengumpulan data dilakukan di PT. ANTAM Tbk. UBP Bauksit Tayan.

4.2.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan pencarian bahan pustaka terhadap masalah yang akan dibahas meliputi studi tentang analisis mengenai produksi penambangan melalui berbagai percobaan, buku-buku, jurnal atau laporan studi yang sudah ada.

4.2.2 Pengambilan Data

Pelaksanaan penelitian ini penulis menggunakan dua metode pengambilan data yaitu data primer dan data sekunder. Kedua metode tersebut digunakan untuk proses pemecahan masalah yang dilakukan oleh penulis.

1. Data Primer

Data yang diperlukan pada penelitian ini berupa data primer yang terdiri dari data *cycle time excavator* dan *cycle time dump truck* untuk pengangkutan material. Pengambilan waktu edar dilakukan berdasarkan alat-alat yang digunakan pada proses penambangan di area bukit 7 di *front* penambangan menuju area *washing plant*.

2. Data Sekunder

Untuk penyelesaian penelitian penulis membutuhkan data dari perusahaan antara lain data rencana produksi tahun 2019 dan realisasi produksi pada bulan Januari-Maret tahun 2019, spesifikasi alat, data curah hujan, hari dan jam hujan, rencana hari dan jam kerja, penggunaan alat, efisiensi kerja, dan peta situasi tambang.

4.2.3 Pengolahan Data

Teknik pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan, sehingga dari keduanya di dapat pendekatan penyelesaian masalah. Proses dalam teknik pengolahan data sangat bergantung pada data primer dan data sekunder.

4.2.4 Pembahasan

Hasil pengolahan data berupa distribusi data *cycle time* dan simulasi metode Monte Carlo untuk mendapatkan perhitungan produktivitas alat yang kemudian akan dilakukan analisis.

4.2.5 Penyusunan Laporan

Tahap ini merupakan tahap akhir dari kegiatan penelitian dengan melakukan penyusunan laporan berdasarkan data-data yang telah diperoleh dari pengamatan, pengukuran, dan percobaan.

4.3 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan, sehingga dari keduanya di dapat pendekatan penyelesaian masalah. Setelah mendapatkan data-data yang diperlukan penulis menggunakan rumus-rumus melalui literatur yang ada untuk menganalisis data.

5 Hasil dan Pembahasan

5.1 Data

5.1.1 Rencana Produksi dan Aktual Produksi

Berdasarkan RKAP tahun 2019, target produksi PT. ANTAM Tbk UBP Bauksit Tayan ditetapkan sebesar 3.175.000 wmt *washed bauxite*. Dalam pemenuhan target produksi tersebut maka direncanakan produksi akhir *crude bauxite* sebesar 6.487.242 wmt.

Lokasi penambangan *crude bauxite* yang direncanakan pada tahun 2019 adalah Blok A bukit 7 dan bukit 13 dengan kadar terendah bijih yang ditambang sebesar 40%. Rincian rencana produksi penambangan *crude bauxite* tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rencana Penambangan Bauksit Tahun 2019^[1]

Bulan	Target CBx Bukit 7	Target CBx Bukit 13	Total	Recovery Penambangan
Januari	440000	0	440000	90%
Februari	552000	0	552000	90%
Maret	596000	0	596000	90%
April	374000	257000	631000	90%
Mei	247000	359000	606000	90%
Juni	186000	366000	552000	90%
Juli	148000	510000	658000	90%
Agustus	141000	502000	643000	90%
September	0	638000	638000	90%
Oktober	0	588000	588000	90%
November	0	578000	578000	90%
Desember	0	528555	528555	90%
Total	2684000	4326555	7010555	90%

Satuan WMT (*wet metric ton*)

PT. ANTAM Tbk, UBP Bauksit Tayan melakukan penurunan target produksi pada bulan Januari, Februari dan Maret dari rencana awal yang berdasarkan RKAP dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rencana Penambangan Produksi Bauksit Setelah *Breakdown*^[2]

Bulan	Target CBx Bukit 7	Target CBx Bukit 13	Total	Recovery Penambangan
Januari	200000	0	200000	90%
Februari	220000	0	220000	90%
Maret	320000	0	320000	90%
Total	740000	0	740000	90%

Satuan WMT (*wet metric ton*)

Pada kegiatan penambangan *crude bauxite* dilakukan rekapitulasi data hasil produksi setiap harinya. Data aktual produksi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Rekapitulasi Produksi *Crude Bauxite*

Bulan	Realisasi <i>Crude Bauxite</i>
Januari	178.370 wmt
Februari	194.696 wmt
Maret	183.853 wmt
Total	556.919 wmt

5.1.2 Rencana Jam Kerja

Jam kerja merupakan waktu yang tersedia untuk melakukan kerja dengan hasil pengurangan dari parameter waktu penghambat yang tersedia 24 jam. Jumlah jam kerja berpengaruh terhadap hasil produksi yang akan dihasilkan. Berikut adalah Tabel rencana hari kerja dan jam kerja.

Tabel 6. Rencana Hari Kerja dan Jam Kerja^[1]

Bulan	Hari Kalender	Libur Nasional	Hari Kerja	Hari Kerja Full Shift	Hari Kerja Long Shift	Jam Kerja Rencana (jam)
Januari	31	1	30	26	4	449
Februari	28	1	27	22	5	387
Maret	31	1	30	25	5	445
April	30	2	28	24	4	418
Mei	31	2	29	24	5	418
Juni	30	5	25	21	4	371,5
Juli	31	0	31	27	4	464,5
Agustus	31	2	29	25	4	433,5
September	30	0	30	25	5	445
Oktober	31	0	31	27	4	464,5
November	30	1	29	24	5	418
Desember	31	2	29	23	6	414
Total	365	17	348	293	55	5128

PT. ANTAM Tbk, UBP Bauksit Tayan memiliki jam kerja yang tersedia 5128 jam untuk kegiatan penambangan pada tahun 2019. Yang terdiri dari 2 shift kerja perhari yang disebut hari kerja *full shift* dan 1 shift kerja perhari yang disebut hari kerja *long shift* dengan distribusi waktu kerja hariannya yang berbeda.

5.1.3 Rencana dan Aktual Penggunaan Alat

Rencana alat yang digunakan oleh PT. ANTAM Tbk, UBP Bauksit Tayan yang diperoleh dari data rencana kerja tahun 2019 pada proses penambangan *crude bauxite* dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 7. Rencana Penggunaan Alat Pada Penambangan *Crude Bauxite*^[1]

Jenis Alat	Tipe	Lokasi	Jumlah Alat
Alat Gali-Muat Ore CBx (Front)	Excavator Volvo EC330Blc	Area Penambangan Bukit 7	5 Unit
Alat Muat Ore CBx (ETO)	Wheel Loader CLG 856	Area Stockpile ETO	-
Alat Angkut Ore CBx	Dump Truck Hino FM-260J, CWA	Area Penambangan Bukit 7 Menuju Area Washing Plant	27 Unit

Penurunan target produksi berpengaruh pada jumlah penggunaan alat gali-muat dan alat angkut yang digunakan pada kegiatan penambangan, berdasarkan pengamatan lapangan aktual jumlah alat yang digunakan dalam penambangan *crude bauxite* dikurangi dari rencana awal. Aktual alat yang digunakan pada bulan Maret dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 8. Aktual Penggunaan Alat Pada Penambangan *Crude Bauxite*

Jenis Alat		Tipe	Lokasi	Jumlah Alat
Alat Gali-Muat Ore CBX (Front)	Excavator	Volvo EC330 Blc	Area Penambangan Bukit 7	2 Unit
Alat Muat Ore CBX (ETO)	Wheel Loader	CLG 856	Area Stockpile ETO	2 Unit (menggunakan alat muat produksi WBx di awal <i>shift</i>)
Alat Angkut Ore CBX	Dump Truck	Hino FM-260J, CWA	Area Penambangan Bukit 7 Menuju Area Washing Plant	10 Unit

5.1.4 Kapasitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

Alat yang digunakan oleh perusahaan disesuaikan dengan kebutuhan berdasarkan target produksi dan jenis material.

1. Excavator Volvo EC330Blc dengan kapasitas bucket 3.27 yd³ sama dengan 2,5 m³
2. Wheel Loader CLG856 dengan kapasitas bucket 3 m³
3. Dump Truck Hino FM-260J, CWA dengan kapasitas vessel adalah 13,8 m³.

5.1.5 Sweel Factor

Material yang terdapat di PT. ANTAM Tbk UBPB Tayan adalah material *crude bauxite* dimana keadaan material bauksit masih bercampur dengan material clay.

$$SF = \frac{\text{bank volume (m}^3\text{)}}{\text{loose volume (m}^3\text{)}} = \frac{\text{density loose (ton/m}^3\text{)}}{\text{density bank (ton/m}^3\text{)}}$$

$$SF = \frac{1,45 \text{ ton/m}^3}{1,8 \text{ ton/m}^3} = 0,806$$

5.1.6 Bucket Fill Factor

$$V_n = \left(\frac{\text{rata - rata payload}}{\text{density loose}} \right) \times \frac{1}{\text{rata - rata passing}}$$

$$K = \left[\left(\frac{16 \text{ ton}}{1,45 \text{ ton/m}^3} \times \frac{1}{4} \right) : 2,5 \text{ m}^3 \right] \times 100\% = 110\%$$

Nilai bucket fill factor berdasarkan perhitungan diatas adalah 110% yang berarti faktor pengisian bernilai 1,1.

5.1.7 Waktu Edar (Cycle Time)

Data *cycle time* alat gali-muat didapat dari pengukuran dilapangan dengan mengamati kegiatan *digging, swing loaded, dumping, dan swing empty* dilokasi *front* penambangan *crude bauxite* dan kegiatan *loading, raise time, dumping, lower time* dilokasi *stockpile ETO*. Berikut adalah distribusi datanya.

Tabel 9. Data *Cycle Time* Alat Gali-Muat Excavator Volvo EC330Blc

Kegiatan	Min (detik)	Max (detik)	Mean (detik)	Mode (detik)	Med (detik)
<i>Digging</i>	4	11	7,32	6,29	7,08
<i>Swing Loaded</i>	4	9	6,33	6,29	6,38
<i>Dumping</i>	2	7	4,64	3,96	4,16
<i>Swing Empty</i>	3	8	4,96	4,63	4,86
Total (Cycle Time)	13	35	23,25	21,17	22,48

Tabel 10. Data *Cycle Time* Alat Muat Wheel Loader CLG 856

Kegiatan	Min (detik)	Max (detik)	Mean (detik)	Mode (detik)	Med (detik)
<i>Loading</i>	11	20	14,87	14,96	14,83
<i>Raise Time</i>	5	11	1	8,33	8,72
<i>Dumping</i>	5	13	1	9,05	9
<i>Lower Time</i>	4	11	1	6,76	6
Total (Cycle Time)	25	55	4	39,01	38,68

Data *cycle time* alat angkut didapat dari pengukuran dilapangan dengan mengamati kegiatan *manuver loading, loading, hauling loaded, manuver dumping, dumping, hauling empty* dengan siklus penambangan alat angkut dari *front* langsung *feeding* di *hopper*, alat angkut dari *front* menuju *stockpile ETO* dan alat angkut dari *stockpile ETO* menuju *hopper*.

Tabel 11. Data *Cycle Time* Angkut Dump Truck Hino FM-260J, CWA *Front* Menuju *Hopper*

Kegiatan	Min (detik)	Max (detik)	Mean (detik)	Modus (detik)	Median (detik)
<i>Manuver Loading</i>	16	45	28,80	19,88	28,36
<i>Loading</i>	62	130	92,75	85,26	89,45
<i>Hauling Loaded</i>	192	648	382,45	329,07	371,93
<i>Manuver Dumping</i>	21	85	50,93	47,64	49,00
<i>Dumping</i>	18	163	86,62	89,50	87,72
<i>Hauling Empty</i>	170	390	277,98	315,08	282,64
Total (Cycle Time)	479	1461	919,53	886,43	909,10

Tabel 12. Data *Cycle Time* Angkut Dump Truck Hino FM-260J, CWA *Front* Menuju *ETO*

Kegiatan	Min (detik)	Max (detik)	Mean (detik)	Modus (detik)	Median (detik)
<i>Manuver Loading</i>	19	30	24,62	25,02	24,57
<i>Loading</i>	66	132	101,82	92,17	99,67
<i>Hauling Loaded</i>	270	500	371,58	345,50	366,13
<i>Manuver Dumping</i>	12	55	31,05	18,17	28,83
<i>Dumping</i>	17	45	29,95	28,00	29,17
<i>Hauling Empty</i>	220	306	257,68	253,83	253,83
Total (Cycle Time)	604	1068	816,70	762,69	802,20

Tabel 13. Data *Cycle Time* Angkut Dump Truck Hino FM-260J, CWA *ETO* menuju *Hopper*

Kegiatan	Min (detik)	Max (detik)	Mean (detik)	Modus (detik)	Median (detik)
<i>Manuver Loading</i>	8	39	24,58	27,64	24,94
<i>Loading</i>	114	200	146,83	146,21	145,95
<i>Hauling Loaded</i>	21	68	35,75	25,30	30,5
<i>Manuver Dumping</i>	26	87	51,53	34,25	47,17
<i>Dumping</i>	64	250	136,10	140,50	136,86
<i>Hauling Empty</i>	16	60	34,58	25,50	31,61
Total (Cycle Time)	249	704	429,37	399,40	417,03

5.1.8 Efisiensi Kerja

Efisiensi Kerja atau *Effective Utilization* (EU) yaitu nilai persentase yang digunakan suatu alat untuk beroperasi dalam suatu kegiatan penambangan.

Tabel 14. Rencana PA, MA, UA, EU Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

Jenis Alat		PA	MA	UA	EU
		(%)			
Alat Gali-Muat Ore CBx	Excavator	85.0	85.0	80.0	75.0
Alat Muat Ore CBx	Wheel Loader	85.0	85.0	80.0	75.0
Alat Angkut Ore CBx	Dump Truck	85.0	85.0	80.0	75.0

5.1.9 Match factor

Perhitungan nilai *match factor* dengan aktual jumlah penggunaan alat sehingga diperoleh hasil sebagai berikut.

$$MF = \frac{Na \times CTm \times n}{CTa \times Nm} = \frac{10 \times 23,245 \text{ detik} \times 4}{919,533 \text{ detik} \times 2}$$

$$MF = 0,506$$

MF < 1 yang berarti faktor kerja alat muat tidak mencapai 100% dan faktor kerja alat angkut 100%

5.1.10 Jumlah Pengisian Bucket

Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan, pengisian bucket pada saat melakukan loading ke dalam dump truck dilakukan sebanyak 4 kali pengisian. Namun, berdasarkan spesifikasi alat dan kapasitas vessel alat angkut bisa dioptimalkan hingga 5 kali pengisian material ke dalam alat angkut.

5.2 Pembahasan

5.2.1 Perhitungan Rencana Jam Kerja Bulan April-Desember

Jumlah hari kerja bulan April sampai bulan Desember adalah 261 hari kerja tersedia dengan 41 hari kerja *long shift* dan 220 hari kerja *full shift*. Jam kerja tersedia berdasarkan jadwal kerja PT. ANTAM Tbk, UBPBT Tayan adalah 24 jam/hari dengan jam hilang untuk istirahat adalah 2 jam/hari. Terdapat 2 kegiatan dengan jam kerja yang berbeda yaitu jam kerja untuk *feeding bauxite* dan jam kerja untuk penambangan *crude bauxite*.

Waktu yang tersedia untuk dapat melakukan kegiatan *feeding bauxite* adalah 22 jam/hari dengan mengabaikan waktu tunggu dan waktu tunda. Dengan rincian jam kerja sebagai berikut.

$$\text{Full shift} = 220 \text{ hari} \times 22 \text{ jam/hari} = 4.840 \text{ jam}$$

$$\text{Long shift} = 41 \text{ hari} \times 11 \text{ jam/hari} = 451 \text{ jam}$$

Sehingga diperoleh total jam kerja untuk *feeding bauxite* adalah 5291 jam.

Jam kerja pada kegiatan penambangan *crude bauxite* di area *front* dipengaruhi oleh waktu tunggu (*idle hours*), sehingga alat tidak bisa beroperasi dari *front* menuju area *washing plant* ketika terjadi waktu tunggu. Perkiraan waktu tunggu (*idle hours*) di PT. ANTAM Tbk UBP Bauksit Tayan adalah 165 jam hujan, 150 jam *slippery*, dan 15 jam kabut, sehingga total waktu tunggu (*idle hours*) adalah 330 jam.

Jam kerja penambangan CBx merupakan hasil dari pengurangan total jam kerja *feeding* CBx dengan total waktu tunggu, sehingga diperoleh jam kerja untuk penambangan *crude bauxite* 4961 jam

5.2.2 Perhitungan Rencana Produksi untuk Memenuhi Target Produksi Tahun 2019

Rencana produksi *crude bauxite* dari *front* dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Rencana produksi perjam} = 6.453.636 \text{ wmt} : 4.961 \text{ jam} = 1.300,874 \text{ wmt/jam}$$

Rencana *feeding crude bauxite* pada *hopper washing plant* dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Rencana feeding perjam} = 6.453.636 \text{ wmt} : 5291 \text{ jam} = 1.219,738 \text{ wmt/jam}$$

Rencana *stock crude bauxite* yaitu hasil dari pengurangan rencana *crude bauxite* dari *front* dengan rencana *feeding crude bauxite*. Sehingga diperoleh rencana *stock crude bauxite* sebagai berikut.

$$\text{Rencana stock perjam} = 1.300,874 - 1.219,738 = 81.135 \text{ wmt/jam}$$

5.2.3 Simulasi Metode Monte Carlo

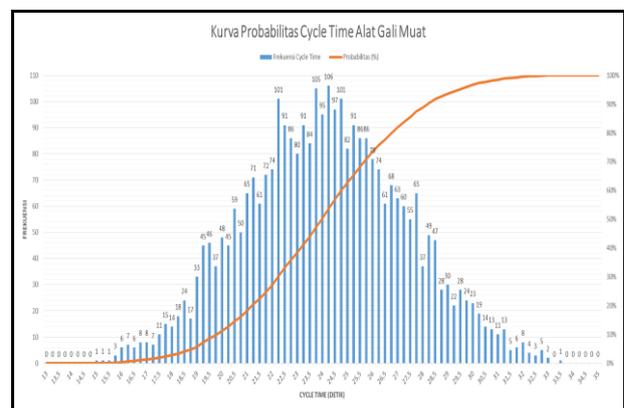
Simulasi metode Monte Carlo menghasilkan nilai harapan dan kurva *probability distribution function* dan *cumulative distribution function* dari kegiatan 2 rencana kerja.

Rencana Kerja-1

Front-Hopper (*Feeding Crude Bauxite*)

Dari simulasi *cycle time* Excavator Volvo EC330Blc dihasilkan nilai harapan dan kurva sebagai berikut.

Mean	= 24,0462
Median	= 24,1118
Standar Deviasi	= 3,2236
Error	= 0,1723
Error (%)	= 0,72%
Kurtosis	= -0,4059
Skewness	= -0,0304



Gambar 3. Kurva *probability distribution function* dan *cumulative distribution function* dari hasil simulasi *Cycle Time* Excavator Volvo EC330Blc

Dari *cumulative distribution function* dapat diketahui nilai probabilitas waktu *cycle time* yang akan digunakan untuk simulasi model strategi.

Simulasi 1 : Nilai CTm 24,05 dengan *probability* 50%

Simulasi 2 : Nilai CTm 31,75 dengan *probability* 100%

Selanjutnya menghitung produktivitas Excavator Volvo EC330Blc dari simulasi *cycle time*.

Diketahui : Kb = 2,5 m³ x 1,45 ton/m³ = 3,63 ton

Bff = 1,1

SF = 0,806

Eff = 75% = 0,75

Simulasi 1, CTm = 24,05 detik

$$Q = \frac{3,63 \text{ ton} \times 1,1 \times 0,806 \times 0,75 \times 3600}{24,05 \text{ detik}}$$

$$Q = 361,312 \text{ ton/jam}$$

Simulasi 2, CTm = 31,75 detik

$$Q = \frac{3,63 \text{ ton} \times 1,1 \times 0,806 \times 0,75 \times 3600}{31,75 \text{ detik}}$$

$$Q = 273,687 \text{ ton/jam}$$

Dari simulasi *cycle time Dump Truck Hino FM-260J*, CWA dihasilkan nilai harapan dan kurva sebagai berikut.

Mean = 966,9240

Median = 967,6843

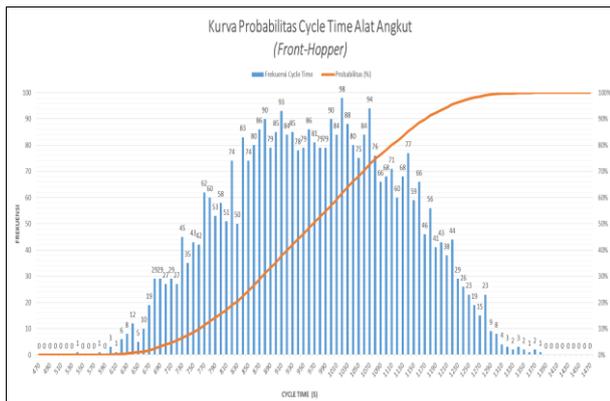
Standar Deviasi = 153,1932

Error = 7,4132

Error (%) = 0,767%

Kurtosis = -0,6959

Skewness = -0,0144



Gambar 4. Kurva *probability distribution function* dan *cumulative distribution function* dari hasil simulasi *Cycle Time Dump Truck Hino FM-260J, CWA (Front-Hopper)*

Dari *cumulative distribution function* dapat diketahui nilai probabilitas waktu *cycle time* yang akan digunakan untuk simulasi model strategi.

Simulasi 1 : Nilai CTm 966,924 dengan *probability* 50%

Simulasi 2 : Nilai CTm 1300 dengan *probability* 100%

Selanjutnya menghitung produktivitas Dump Truck Hino FM-260J, CWA dari simulasi *cycle time*.

Diketahui : n = 5

Kb = 2,5 m³ x 1,45 ton/m³ = 3,63 ton

Bff = 1,1

SF = 0,806

Eff = 75% = 0,75

Simulasi 1, CTa = 966,924 detik

$$Q = \frac{5 \times 3,63 \text{ ton} \times 1,1 \times 0,806 \times 0,75 \times 3600}{966,924 \text{ detik}}$$

$$Q = 44,934 \text{ ton/jam}$$

Simulasi 2, CTa = 1300 detik

$$Q = \frac{5 \times 3,63 \text{ ton} \times 1,1 \times 0,806 \times 0,75 \times 3600}{1300 \text{ detik}}$$

$$Q = 33,421 \text{ ton/jam}$$

Rencana Kerja-2

Front-Stockpile ETO (Stock Crude Bauxite)

Dari simulasi *cycle time Dump Truck Hino FM-260J*, CWA dihasilkan nilai harapan dan kurva sebagai berikut.

Mean = 836,0765

Median = 835,5763

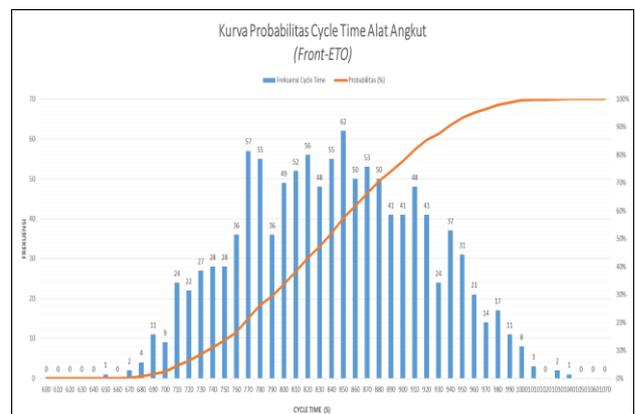
Standar Deviasi = 74,9040

Error = 6,6115

Error (%) = 0,791%

Kurtosis = -0,6868

Skewness = 0,0468



Gambar 5. Kurva *probability distribution function* dan *cumulative distribution function* dari hasil simulasi *Cycle Time Dump Truck Hino FM-260J, CWA (Front-Stockpile ETO)*

Dari *cumulative distribution function* dapat diketahui nilai probabilitas waktu *cycle time* yang akan digunakan untuk simulasi model strategi.

Simulasi 1 : Nilai CTm 836,077 dengan *probability* 50%

Simulasi 2 : Nilai CTm 1010 dengan *probability* 100%

Selanjutnya menghitung produktivitas Dump Truck Hino FM-260J, CWA dari simulasi *cycle time*.

Diketahui : n = 5

Kb = 2,5 m³ x 1,45 ton/m³ = 3,63 ton

Bff = 1,1

SF = 0,806

Eff = 75% = 0,75

Simulasi 1, CTa = 836,077 detik

$$Q = \frac{5 \times 3,63 \text{ ton} \times 1,1 \times 0,806 \times 0,75 \times 3600}{836,077 \text{ detik}}$$

$$Q = 51,966 \text{ ton/jam}$$

Simulasi 2, CTa = 1010 detik

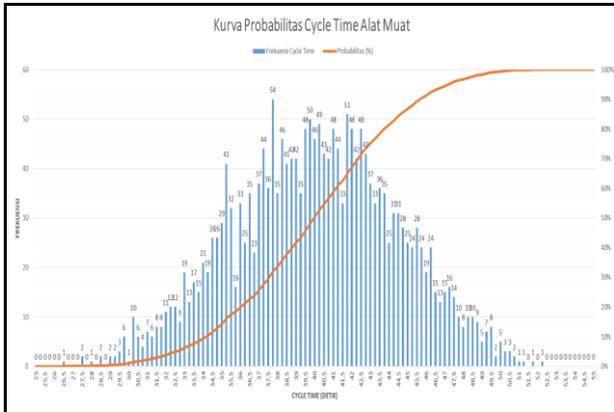
$$Q = \frac{5 \times 3,63 \text{ ton} \times 1,1 \times 0,806 \times 0,75 \times 3600}{1010 \text{ detik}}$$

$$Q = 43,0176 \text{ ton/jam}$$

Stockpile ETO-Hopper (Feeding Crude Bauxite)

Dari simulasi *cycle time* Wheel Loader CLG 856 dihasilkan nilai harapan dan kurva sebagai berikut.

- Mean = 39,9689
- Median = 39,9469
- Standar Deviasi = 4,5097
- Error = 0,2946
- Error (%) = 0,737%
- Kurtosis = -0,3065
- Skewness = 0,0245



Gambar 6. Kurva *probability distribution function* dan *cumulative distribution function* dari hasil simulasi *Cycle Time* Wheel Loader CLG 856 (ETO-Hopper)

Dari *cumulative distribution function* dapat diketahui nilai probabilitas waktu *cycle time* yang akan digunakan untuk simulasi model strategi.

- Simulasi 1 : Nilai CTm 39,969 dengan *probability* 50%
- Simulasi 2 : Nilai CTm 50,75 dengan *probability* 100%

Selanjutnya menghitung produktivitas Excavator Volvo EC330Blc dari simulasi *cycle time*.

- Diketahui : Kb = 3 m³ x 1,45 ton/m³ = 4,35 ton
- Bff = 1,1
- SF = 0,806
- Eff = 75% = 0,75

Simulasi 1, CTm = 39,969 detik

$$Q = \frac{4,35 \text{ ton} \times 1,1 \times 0,806 \times 0,75 \times 3600}{39,969 \text{ detik}}$$

Q = 260,529 ton/jam

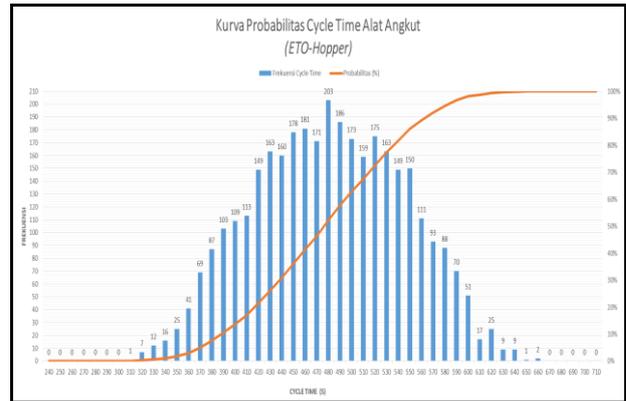
Simulasi 2, CTm = 50,75 detik

$$Q = \frac{4,35 \text{ ton} \times 1,1 \times 0,806 \times 0,75 \times 3600}{50,75 \text{ detik}}$$

Q = 205,185 ton/jam

Dari simulasi *cycle time* Dump Truck Hino FM-260J, CWA dihasilkan nilai harapan dan kurva sebagai berikut.

- Mean = 476,8945
- Median = 477,4577
- Standar Deviasi = 65,1883
- Error = 3,3445
- Error (%) = 0,701%
- Kurtosis = -0,5515
- Skewness = -0,0015



Gambar 7. Kurva *probability distribution function* dan *cumulative distribution function* dari hasil simulasi *Cycle Time* Dump Truck Hino FM-260J, CWA (ETO-Hopper)

Dari *cumulative distribution function* dapat diketahui nilai probabilitas waktu *cycle time* yang akan digunakan untuk simulasi model strategi.

- Simulasi 1 : Nilai CTm 476,89 dengan *probability* 50%
 - Simulasi 2 : Nilai CTm 630 dengan *probability* 100%
- Selanjutnya menghitung produktivitas Dump Truck Hino FM-260J, CWA dari simulasi *cycle time*.

- Diketahui : n = 5
- Kb = 3 m³ x 1,45 ton/m³ = 4,35 ton
- Bff = 1,1
- SF = 0,806
- Eff = 75% = 0,75

Simulasi 1, CTa = 476,89 detik

$$Q = \frac{5 \times 4,35 \text{ ton} \times 1,1 \times 0,806 \times 0,75 \times 3600}{476,89 \text{ detik}}$$

Q = 109,177 ton/jam

Simulasi 2, CTa = 630 detik

$$Q = \frac{5 \times 4,35 \text{ ton} \times 1,1 \times 0,806 \times 0,75 \times 3600}{630 \text{ detik}}$$

Q = 82,64 ton/jam

5.3 Analisis

5.3.1 Perencanaan Fleet dengan Probability 50%

Analisis pada perencanaan *fleet* berikut menggunakan produktivitas masing-masing alat dari kedua rencana kerja dimana nilai *cycle time* hasil simulasi metode monte carlo dengan *probability* 50%.

Rencana Kerja-1 Front-Hopper (Feeding Crude Bauxite)

Tabel 15. Rencana *Fleet* dengan *Probability* 50% dan Hasil Produksi untuk *Feeding* (Front-Hopper)

Fleet	n DT	Jam Kerja (jam)	Produksi (wmt/shift)
fleet-1	7	8,5	2673,577
fleet-2	7	10,5	3302,654
fleet-3	7	10,5	3302,654
fleet-4	7	10,5	3302,654
Total Produksi			12581,54027

$$MF = \frac{Na \times CTm \times n}{CTa \times Nm} = \frac{28 \times 24,05 \times 5}{966,92 \times 4}$$

MF = 0,87

Berdasarkan analisis rencana *fleet* untuk *feeding* dari *front-hopper* dibutuhkan 4 *fleet* yang melayani 28 unit *dump truck* untuk memenuhi target produksi *feeding* dengan nilai *match factor* 0,87.

**Rencana Kerja-2
Front-Stockpile ETO (Stock Crude Bauxite)**

Tabel 16. Rencana *Fleet* dengan *probability* 50% dan Hasil Produksi untuk *Stock (Front-ETO)*

Fleet	n DT	Jam Kerja (Jam)	Produksi (wmt/shift)
fleet-1	7	2,5	909,41
Total Produksi			909,41

$$MF = \frac{Na \times CTm \times n}{CTa \times Nm} = \frac{7 \times 24,05 \times 5}{836,08 \times 1}$$

$$MF = 1,01$$

Berdasarkan analisis rencana *fleet* untuk *stock crude bauxite* dari *front-stockpile ETO* dibutuhkan 1 *fleet* yang melayani 7 unit *dump truck* diawal *shift* untuk memenuhi target produksi *stock* dengan nilai *match factor* 1,01.

Material bauksit pada area *stockpile ETO* digunakan untuk *feeding* ketika terjadi waktu tunggu.

Stockpile ETO-Hopper (Feeding Crude Bauxite)

Tabel 17. Rencana *Fleet* dengan *probability* 50% dan Hasil Produksi untuk *Feeding* Ketika Terjadi Waktu Tunggu (*ETO-Hopper*)

Fleet	n DT	Jam Kerja (Jam)	Produksi (wmt/jam)
fleet-1	3	1	327,532
fleet-2	3	1	327,532
fleet-3	2	1	218,355
fleet-4	2	1	218,355
fleet-5	2	1	218,355
Total Produksi			1310,128

$$MF = \frac{Na \times CTm \times n}{CTa \times Nm} = \frac{12 \times 39,969 \times 5}{476,89 \times 5}$$

$$MF = 1,01$$

Berdasarkan analisis rencana *fleet* untuk *feeding crude bauxite* dari *ETO-hopper* dibutuhkan 5 *fleet* yang melayani 12 unit *dump truck* ketika terjadi waktu tunggu yang bertujuan untuk memenuhi target produksi *feeding* dengan nilai *match factor* 1,01.

5.3.2 Perencanaan Fleet dengan Probability 100%

Analisis pada perencanaan *fleet* berikut menggunakan produktivitas masing-masing alat dari kedua rencana kerja dimana nilai *cycle time* hasil simulasi metode monte carlo dengan *probability* 100%.

**Rencana Kerja-1
Front-Hopper (Feeding Crude Bauxite)**

Tabel 18. Rencana *Fleet* dengan *Probability* 100% dan Hasil Produksi untuk *Feeding (Front-Hopper)*

Fleet	n DT	Jam Kerja (jam)	Produksi (wmt/shift)
fleet-1	6	6,5	1303,435
	1	10	334,214
fleet-2	8	10,5	2673,713
fleet-3	8	10,5	2673,713
fleet-4	8	10,5	2673,713
Fleet 5	8	11	2941,084
Total Produksi			12599,872

$$MF = \frac{Na \times CTm \times n}{CTa \times Nm} = \frac{39 \times 31,75 \times 5}{1300 \times 5}$$

$$MF = 0,95$$

Berdasarkan analisis rencana *fleet* untuk *feeding* dari *front-hopper* dibutuhkan 5 *fleet* yang melayani 39 unit *dump truck* untuk memenuhi target produksi *feeding* dengan nilai *match factor* 0,95.

**Rencana Kerja-2
Front-Stockpile ETO (Stock Crude Bauxite)**

Tabel 19. Rencana *Fleet* dengan *probability* 100% dan Hasil Produksi untuk *Stock (Front-ETO)*

Fleet	n DT	Jam Kerja (Jam)	Produksi (wmt/shift)
fleet-1	6	3,5	903,371
Total Produksi			903,371

$$MF = \frac{Na \times CTm \times n}{CTa \times Nm} = \frac{6 \times 31,75 \times 5}{1010 \times 1}$$

$$MF = 0,94$$

Berdasarkan analisis rencana *fleet* untuk *stock crude bauxite* dari *front-stockpile ETO* dibutuhkan 1 *fleet* yang melayani 6 unit *dump truck* diawal *shift* untuk memenuhi target produksi *stock* dengan nilai *match factor* 0,94.

Material bauksit pada area *stockpile ETO* digunakan untuk *feeding* ketika terjadi waktu tunggu.

Stockpile ETO-Hopper (Feeding Crude Bauxite)

Tabel 20. Rencana *Fleet* dengan *probability* 100% dan Hasil Produksi untuk *Feeding* Ketika Terjadi Waktu Tunggu (*ETO-Hopper*)

Fleet	n DT	Jam Kerja (Jam)	Produksi (wmt/jam)
fleet-1	3	1	247,931
fleet-2	3	1	247,931
fleet-3	3	1	247,931
fleet-4	3	1	247,931
fleet-5	3	1	247,931
Total Produksi			1239,657

$$MF = \frac{Na \times CTm \times n}{CTa \times Nm} = \frac{15 \times 50,75 \times 5}{630 \times 6}$$

$$MF = 1,01$$

Berdasarkan analisis rencana *fleet* untuk *feeding crude bauxite* dari *ETO-hopper* dibutuhkan 6 *fleet* yang melayani 15 unit *dump truck* ketika terjadi waktu tunggu yang bertujuan untuk memenuhi target produksi *feeding* dengan nilai *match factor* 1,01.

5.3.3 Perbandingan Hasil Produksi dari Analisis Perencanaan Fleet dengan Probability 50% dan 100%.

Tabel 21. Perbandingan Hasil Produksi dari Analisis Perencanaan *Fleet*

Rencana Kerja	Target Produksi		Hasil Produksi			
			Probability 50%		Probability 100%	
Rencana Kerja-1						
<i>Front-Hopper</i> (feeding CBs)	1219,738	wmt/jam	1219,859	wmt/jam	1221,636	wmt/jam
	12580,296	wmt/shift	12581,54	wmt/shift	12599,872	wmt/shift
	25160,592	wmt/hari	25163,081	wmt/hari	25199,743	wmt/hari
	6051122,320	wmt (Apr-Des)	6051720,868	wmt (Apr-Des)	6060538,225	wmt (Apr-Des)
Rencana Kerja-2						
<i>Front-ETO</i> (stock CBs)	81,136	wmt/jam	90,941	wmt/jam	90,337	wmt/jam
	836,827	wmt/shift	909,410	wmt/shift	903,37	wmt/shift
	1673,654	wmt/hari	1818,821	wmt/hari	1806,742	wmt/hari
	402513,680	wmt (Apr-Des)	437426,378	wmt (Apr-Des)	434521,348	wmt
<i>ETO-Hopper</i> (feeding CBs)	1219,738	wmt/jam	1310,128	wmt/jam	1239,657	wmt (Apr-Des)
	402513,68	wmt (Apr-Des)	432342,294	wmt (Apr-Des)	409086,739	wmt (Apr-Des)
Total						
Produksi Crude Bauxite	6453636	wmt (Apr-Des)	6489147,246	wmt (Apr-Des)	6495059,573	wmt (Apr-Des)
Feeding	6453636	wmt (Apr-Des)	6484063,162	wmt (Apr-Des)	6469624,964	wmt (Apr-Des)

Berdasarkan analisis perencanaan *fleet* diperoleh hasil produksi melebihi target dengan perhitungan menggunakan nilai *probability* yang berbeda. Dengan melakukan perencanaan *fleet* ini alat yang direncanakan dapat memadai untuk tercapainya target produksi.

6 Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

1. Rencana produksi dan jam kerja pada bulan April-Desember dengan kegiatan *feeding crude bauxite* dan *stock crude bauxite* pada 2 rencana kerja. Untuk target produksi rencana kerja-1 *feeding* dari *front-hopper* adalah 1.219,738 wmt/jam dengan total jam kerja 4961 jam. Pada rencana kerja-2 melakukan *stock* material bauksit pada awal *shift* dengan target produksi 81,136 wmt/jam, yang kemudian *stock crude bauxite* akan digunakan untuk *feeding* ketika terjadi waktu tunggu dengan target 1.219,738 wmt/jam dengan total jam kerja 330 jam.
2. Nilai *match factor* keadaan aktual adalah 0,506 dimana $MF < 1$ yang berarti faktor kerja alat muat tidak mencapai 100% dan faktor kerja alat angkut 100% dengan kata lain terjadinya waktu tunggu bagi alat gali-muat.
3. Nilai *fluktuasi cycle time* digunakan sebagai variabel penting dalam proses simulasi dengan distribusi data minimum dan maksimum. Dengan menggunakan metode monte carlo dapat membantu perusahaan dalam mengetahui informasi berupa prediksi *cycle time* yang terjadi dilapangan.
4. Dengan pertimbangan pencapaian target produksi dan jumlah alat yang akan digunakan oleh perusahaan maka perencanaan *fleet* yang telah dibuat oleh penulis dengan memperhitungkan komposisi alat, waktu kerja efektif, keserasian alat pada kedua rencana kerja mampu meminimalisir ketidaktercapaian target produksi. Dimana nilai *probability* 50% dan 100%.

6.2 Saran

1. Untuk mencapai target produksi maka pekerja harus bekerja sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan dan perlu adanya pengawasan yang lebih tegas untuk mencegah hambatan yang terjadi.

2. Perusahaan diharapkan melakukan perawatan alat berkala agar tidak terjadi kerusakan pada alat saat sedang bekerja yang bisa mengganggu waktu kerja produktif dan berpengaruh besar terhadap produktivitas alat.
3. Melakukan kontrol disetiap *fleet* agar hasil produksi sesuai dengan jumlah dan produktivitas alat yang digunakan
4. Untuk dapat mencapai target produksi maka dapat digunakan perencanaan *fleet* dengan *probability* 50% ataupun 100%.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim. (2019). *Rencana Penambangan* PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan, Kalimantan Barat. Pontianak: PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan, Kalimantan Barat.
- [2] Anonim. (2019). *Mine Operation Mining Department* PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan, Kalimantan Barat. Pontianak: PT. ANTAM Tbk. UBPB Tayan, Kalimantan Barat.
- [3] Tenriajeng, A. T. (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Penerbit Gunadarma.
- [4] Peurifoy, R. L., Ledbetter, W. B., & Schexnayder, C. J. (2006). *Excavators Production. Construction Planning, Equipment and methods*, 253-273.
- [5] Indonesianto, Y. (2005). *Pemindahan Tanah Mekanis. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jogjakarta*.
- [6] Partanto, P. (1993). *Pemindahan Tanah Mekanis. ITB. Bandung*.
- [7] Anaperta, Y. M. (2016). *Evaluasi Keserasian (Match Factor) Alat Muat dan Alat Angkut Dengan Metode Control Chart (Peta Kendali) Pada Aktivitas Penambangan di Pit X PT Y. Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 9(1), 73-85.
- [8] Safitri, Y., & Murad, M. (2018). *Analisis Manajemen Fleet Pada Kegiatan Produksi Batu Andesit Dalam Penerapan Metode Antrian di PT Koto Alam Sejahtera, Kabupaten Lima Puluh Kota. Bina Tambang*, 3(4), 1482-1491.
- [9] Fadjar, A. (2011). *Aplikasi Simulasi Monte Carlo Dalam Estimasi Biaya Proyek. SMARTek*, 6(4).
- [10] Tarsito, S. (2014). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta. Bandung*.