

# REKONSILIASI RENCANA SEQUENCE PENAMBANGAN DENGAN REALISASI DI PIT X PADA BULAN MEI 2021 DI PT. BUKIT ASAM, TBK. TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN

Didan Ramaddandy<sup>1\*</sup>, Rizto Salia Zakri<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

\*[didanramaddandy@gmail.com](mailto:didanramaddandy@gmail.com)

\*\*[riztoszakri@ft.unp.ac.id](mailto:riztoszakri@ft.unp.ac.id)

**Abstract.** During mining sequences at Pit X, PT. Bukit Asam, Tbk incompatibilities over-stripping, overcut, and undercut frequently happen as a result of the reconciliation between mine plan design with realization in the field. These incompatibilities can be happened repeatedly every month due to undercut material, proven by the reconciliation data on March and April 2021. So there needs a reconciliation on May 2021 to figure out incompatibility between mine plan design with the realization, obtain the causing factors and solutions to minimize incompatibilities occurred. The analysis to find out the incompatibilities on May 2021 was carried out by overlay the mine progress map with mineplan design, creating cross-sections, calculating the volume from the latest mining activity of the month, analyzing causing factors with the actual data to obtain the solutions of the problems. Analysis results proved that on May 2021 over-stripping, overcut, and undercut incompatibility sequentially occurred for overburden of 226.950,79 BCM, 147.927,12 BCM, and 491.891,14 BCM, while for coal it is 59.249,65 Tons, 77.733,18 Tons, and 134.776,15 Tons. From the analysis, the causes of the incompatibilities are the number and placement of fleets that don't base on the plan, low productivity of digging and loading equipment, incompatibility of mechanical equipment used, and supervision factors. Those incompatibilities affect the increase of the stripping ratio for the next month's plan. Several actions can be done such as replacing digging and loading equipment on both fleets with higher specifications, adding mining boundaries, and improving supervisions in the field to minimize the incompatibilities.

**Keywords:** *Reconciliation, Discrepancy, Mineplan Design, Productivity, Stripping Ratio*

## 1. Pendahuluan

PT Bukit Asam, Tbk merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri pertambangan batubara yang terletak di Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Pada proses penambangan PT Bukit Asam, Tbk menggunakan metode tambang terbuka (*surface mining*). Tambang terbuka membutuhkan perencanaan rinci kegiatan penambangan mulai dari tahapan awal hingga penutupan tambang.

Untuk memaksimalkan ketercapaian produksi yang optimal maka dilakukan pembuatan perencanaan penambangan. Perencanaan penambangan dibagi menjadi rencana jangka panjang, rencana tahunan dan rencana *sequence* bulanan. Penahapan ini dibuat untuk menjaga kemenerusan produksi pada penambangan dan memberi informasi tentang lokasi-lokasi yang akan ditambang sesuai dengan yang ditargetkan dan sesuai dengan *mineplan design* atau *in of plan*.

Dalam kegiatan penambangan, masalah yang sering terjadi yaitu adanya ketidaksesuaian antara rencana penambangan dengan kondisi aktual di lapangan. Ketidaksesuaian ini ditemukan setelah dilakukannya rekonsiliasi antara peta kemajuan tambang dan *mineplan design* di akhir bulan. Pada proses rekonsiliasi terdapat istilah *overcut* (kelebihan penggalian berdasarkan rencana), *over-stripping* (pengupasan melebihi target posisi yang ditentukan) dan *undercut* (kekurangan penggalian dari target yang telah ditentukan).

Berdasarkan data perusahaan rekonsiliasi yang dilakukan di Pit X pada Maret dan April 2021 terdapatnya ketidaksesuaian dari hasil penambangan, hal ini diketahui setelah dilakukan perhitungan ketercapaian penambangan dan bersarnya volume realisasi akhir bulan, volume *overcut*, *over-stripping*, serta *undercut* yang dilakukan dengan *software Minescape 5.10* dengan menggunakan menu *reserve*, *sample*, *triangle*. Berikut data hasil rekonsiliasi yang dilakukan pada bulan Maret dan April 2021:

**Tabel 1.** Rekapitulasi Hasil Rekonsiliasi Pit X Maret 2021

Volume	Material			
	Tanah (BCM)	%	Batubara (Ton)	%
Rencana MPD	750.000,00		345.000,00	
Realisasi MPD	712.685,52	95,02	327104,58	94,81
Ketidaksesuaian				
<i>Over-Stripping</i>	187.436,29	26,3	0	0
<i>Overcut</i>	91.223,74	12,80	52.785,00	16,14
<i>Undercut</i>	315.974,51	42,13	70.680,42	20,49
<i>In of Plan</i>	434.025,49	57,87	274.319,58	79,51

Pada bulan Maret 2021 dari hasil rekonsiliasi yang dilakukan diketahui adanya ketidaksesuaian dari hasil penambangan seperti *over-stripping*, *overcut* dan *undercut*. Ketidaksesuaian *undercut* menyebabkan *overburden* yang tidak tergalai terakumulasikan ke bulan selanjutnya dan sehingga terjadinya peningkatan rencana penambangan pada bulan April 2021.

**Tabel 2.** Rekapitulasi Hasil Rekonsiliasi Pit X April 2021

Volume	Material			
	Tanah (BCM)	%	Batubara (Ton)	%
Rencana MPD	785.000,00		335.000,00	
Realisasi MPD	722.785,76	92,07	354.133,82	105,71
Ketidaksesuaian				
<i>Over-Stripping</i>	32.525,35	4,5	7.436,81	2,10
<i>Overcut</i>	109.863,43	15,2	89.595,85	25,30
<i>Undercut</i>	204.603,02	26,0	46.230,04	13,80
<i>In of Plan</i>	580.396,97	73,9	257.101,16	76,75

Hasil rekonsiliasi bulan April 2021 ketidaksesuaian masih terjadi dan mengharuskan untuk melakukan analisis lebih lanjut, ketidaksesuaian ini dapat berulang dan berlanjut setiap bulan hingga saat ini dan akan berpotensi menyebabkan kerugian terhadap perusahaan.

Jika tidak dilakukan identifikasi secara dini maka dampak yang terjadi akibat ketidaksesuaian ini terutama dengan adanya *undercut* dapat meningkatnya nisbah pengupasan (*stripping ratio*) sehingga dapat mengakibatkan adanya tambahan beban ekspos batubara di bulan-bulan berikutnya.

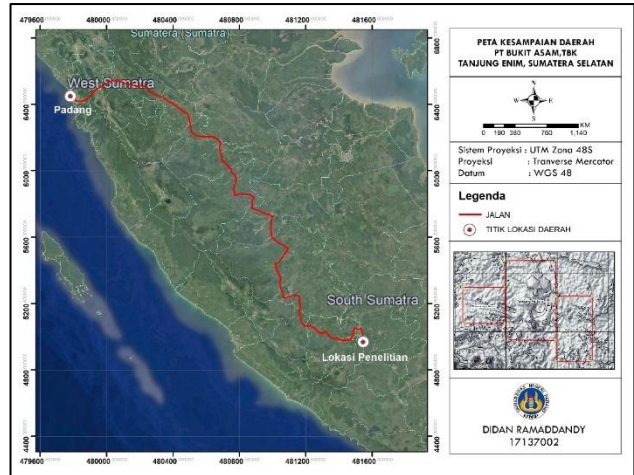
Oleh karena itu penelitian ini sangat penting untuk dijalankan dengan melakukan rekonsiliasi antara rencana penambangan dengan realisasi hasil penambangan pada akhir bulan. Tujuannya adalah untuk mengetahui bentuk ketidaksesuaian yang terjadi, menghitung volume ketidaksesuaian, menganalisis faktor penyebab ketidaksesuaian dan meminimalisir dampak yang terjadi pada perusahaan.

## 2. Kajian Pustaka

### 2.1. Lokasi dan Kesempaian Daerah Penelitian

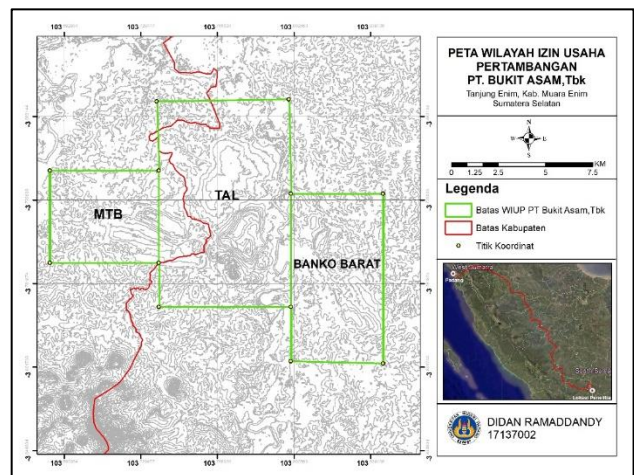
Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) PT. Bukit Asam, Tbk terletak di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera

Selatan. Untuk menuju ke PT Bukit Asam, Tbk dapat di tempuh dengan jarak ± 779 km dari pusat Kota Padang, Sumatera Barat. Secara geografis terletak pada posisi 103° 45' BT – 103° 50' BT dan 3° 42' 30" LS – 4° 47' 30" atau garis bujur 9.583.200 – 9.593.200 dan lintang 360.600–367.000 dalam sistem koordinat internasional.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Kesempaian Daerah

Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) PT. Bukit Asam, Tbk di Unit Pertambangan Tanjung Enim yang terdiri atas: Air Laya: 7.621 Ha, Muara Tiga Besar: 3.300 Ha, Banko Barat: 4.500 Ha.



**Gambar 2.** Peta WIUP PT. Bukit Asam, Tbk

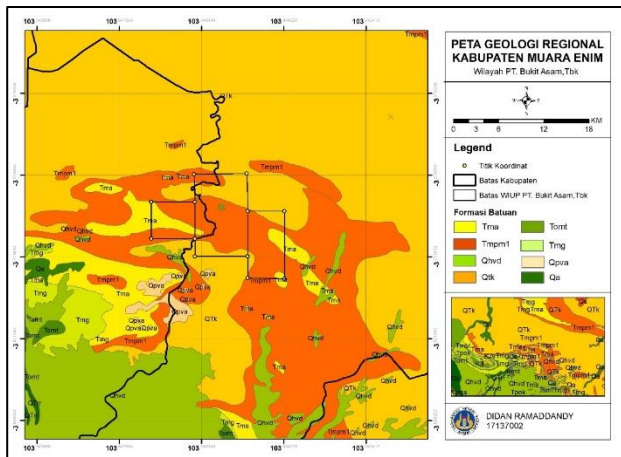
### 2.2. Keadaan Struktur Geologi

#### a. Keadaan Geologi Daerah Penelitian

Secara umum geologi regional cekungan Sumatera Selatan merupakan cekungan yang di endapkan pada zaman Tersier yang di batasi oleh sesar utama yaitu, Sesar Semangko dan Pengunungan Bukit Barisan. Sesar yang merupakan aktivitas tektonik yang sangat dominan di Pulau Sumatera. Daerah cekungan Sumatera Selatan meliputi daerah seluas 330 x 510 km<sup>2</sup>, yang mana daerah cekungan Sumatera Selatan merupakan cekungan busur yang dibatasi

oleh singkapan Pra-Tersier Bukit Barisan di sebelah barat daya dan Paparan Sunda di sebelah timur laut, Pada bagian tenggara di batasi oleh Tinggian Lampung dan pada bagian barat laut dibatasi oleh Pengunungan Tiga puluh sehingga memisahkan Cekungan Sumatera Selatan dengan Cekungan Sumatera Tengah (Wisnu & Nazirman, 1997). Menurut Blake (1989) daerah cekungan Sumatera Selatan terbentuk akibat adanya interaksi antara Papran Sunda dan lempeng Samudera Hindia.

PT Bukit Asam, Tbk termasuk ke dalam Sub Cekungan Palembang yang merupakan bagian tepian barat dari Cekungan Sumatera Selatan dan terbentuk pada zaman *tersier*, lapisan batubara di daerah IUP PT. Bukit Asam, Tbk unit penambangan Tanjung Enim terndapkan pada proses rawa (*fasiespaludal*) hingga bar (*fasieschannel*).



**Gambar 3.** Peta Geologi Regional Muara Enim dan Sekitarnya

b. Stratigrafi Daerah Penelitian

Secara umum stratigrafi penyusun batuan di lokasi PT Bukit Asam, Tbk terdapat beberapa formasi batuan yaitu formasi Air Bekanat, formasi Muara Enim, formasi Kasai. Dimana terdapat lapisan batubara yang tersingkap Lapisan Keladi, Lapisan Merapi, Lapisan Petai, Lapisan Suban dan Lapisan Mangus. Setiap lapisan tersebut dikenal sebagai lapisan D, Lapisan C, Lapisan B dan Lapisan A, Serta 7 lapisan gantung (*Hanging Seam*).

Stratigrafi lapisan batuan dan batubara yang terdapat di wilayah penambangan Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk sebagai berikut:

- 1) Lapisan Tanah Penutup  
Lapisan tanah penutup pada wilayah banko barat memiliki ketebalan berkisar 5-10 Meter terdiri dari tanah buangan tanah lama dan tanah lempung, tanah asli dari tanah penutup terdiri dari batu lempung bentonite, pasir, gravel dan endapan lumpur.
- 2) Lapisan Batubara A1  
Lapisan ini merupakan lapisan teratas yang terbagi menjadi dua lapisan A1U dan A1L dengan total ketebalan 10,504 m. Diantara kedua lapisan terdapat

- interburden* dengan ketebalan 6,356 Meter. Terdapat adanya pengotor 2–3 lapisan batu lanau.
- 3) Lapisan antara A1 dan A2 (*Interburden*)  
Pada lapisan antara A1 dan A2 (*interburden*) ini, terdiri dari batu lempung dan batu pasir tuffan dengan ketebalan 4,7 meter.
- 4) Lapisan batubara A2  
Lapisan ini dicirikan oleh adanya batubara pada bagian “top”, terkadang terdapat pengotor karbonan serta batu lanau dengan ketebalannya berkisar 10,872 Meter.
- 5) Lapisan antara A2 dan B1 (*Interburden*)  
Pada lapisan antara A2 dan B1 (*interburden*) ini, terdiri dari batu pasir dan batu lempung karbonan yang ketebalan lapisan berkisar 13,598 Meter.
- 6) Lapisan Batubara B1  
Pada lapisan batubara B1, terdiri dari lapisan pengotor sebanyak 2–3 lapis batu lempung dengan ketebalan lapisan berkisar 12,476 Meter.
- 7) Lapisan antara (*Interburden*) B1 dan B2  
Pada lapisan antara B1 dan B2 (*interburden*) ini, terdiri dari batu lempung dan batu lanau dengan ketebalan 7,136 Meter.
- 8) Lapisan Batubara B2  
Lapisan ini mengandung pengotor batu lempung lanauan dengan ketebalan berkisar 4,4 Meter.
- 9) Lapisan antara B2 dan C (*Overburden*)  
Pada lapisan antara B2 dan C ini terdiri dari batu pasir dan batu lanau yang mempunyai ketebalan lapisan sebesar 37,688 Meter.

- 10) Lapisan Batubara C  
Lapisan ini memiliki ketebalan berkisar 10,504 meter. Dimana pada lapisan ini terbagi atas lapisan C1 dan C2 dengan ketebalan masing-masing 4,916 Meter dan 6,048 Meter.

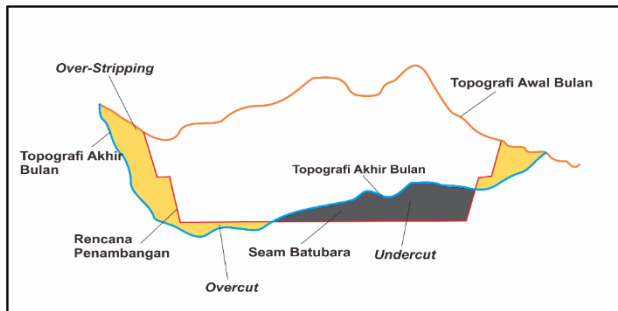


Sumber: Satuan Kerja Eksplorasi PT. Bukit Asam, Tbk  
**Gambar 4.** Kolom Stratigrafi Wilayah Banko Barat

### 2.3. Rekonsiliasi

Rekonsiliasi merupakan pencocokan antara dua hal atau lebih yang memiliki keterkaitan satu sama lain. Dalam industri pertambangan rekonsiliasi merupakan pencocokan antara rencana penambangan (*mineplan design*) dengan realisasi aktual hasil penambangan di lapangan<sup>[10]</sup>. Pada rekonsiliasi penambangan terdapat istilah *overcut*, *over-stripping*, *undercut* dan *in of plan*.

- Overcut* merupakan bentuk dan jumlah material yang berasal dari penggalian yang melebihi dari rencana elevasi penambangan yang telah direncanakan.
- Over-stripping* merupakan bentuk dan jumlah material berasal dari penggalian diluar dari batas area rencana penambangan (*boundary*).
- Undercut* merupakan bentuk jumlah material yang tidak tertangani dan sudah masuk kedalam perencanaan penambangan.
- In of plan* merupakan bentuk dan jumlah material yang telah tergali dan penggalian sesuai dengan target yang telah di rencanakan.



Sumber: Cahibi,(2013)

**Gambar 5.** Penampang Ketidaksesuaian Rekonsiliasi

### 2.4. Software Minescape

*Minescape* adalah *software* yang dirancang untuk mengolah data dan solusi untuk operasi tambang terbuka dan tambang bawah tanah. *Minescape* terdapat beberapa produk terintegrasi dalam sebuah perangkat lunak seperti *block model*, *core minescape*, *geological database*, *startmodel* dan *open cut*. *Core minescape* merupakan bagian dasar dari *minescape* yang dapat digunakan untuk membuka dan *editing file* yang terdiri dari sistem 3D CAD. Produk yang sering digunakan dalam operasi penggunaan perangkat lunak yaitu *startmodel* dan *open cut*<sup>[9]</sup>. *Startmodel* digunakan dalam manipulasi model tiga dimensi dari data geologi untuk membentuk lapisan cadangan. *Open cut* digunakan dalam melakukan perancangan tambang dalam tiga dimensi serta dapat menghitung volume cadangan tambang, volume rencana penambangan dan volume hasil penambangan dengan menggunakan data-data perbandingan elevasi awal bulan, rencana dan akhir bulan.

### 2.5. Perhitungan Produktivitas

Kesesuaian rencana penambangan dengan kondisi aktual sangat di pengaruhi beberapa faktor pengawasan dan

penggunaan alat gali muat dan angkut yang digunakan, hal ini diperlukan perhitungan produktivitas alat gali muat dan angkut yang digunakan. Rumus yang digunakan untuk melakukan perhitungan produktivitas alat gali muat dan angkut sebagai berikut<sup>[7]</sup>:

- Produktivitas alat gali muat

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{Ct} \times FK \quad (1)$$

Keterangan:

Q = Produksi per jam (m<sup>3</sup>/jam)

KB = Kapasitas *bucket*

BF = *Bucket fill factor*

CT = Waktu edar (detik)

FK = Faktor koreksi

- Produktivitas alat angkut

$$Q = Kt \times EFF \times \frac{3600}{Cta} \quad (2)$$

Kt = (n x SF x BFF X KB)

Keterangan:

Q = Produksi per jam (m<sup>3</sup>/jam)

Kt = Kapasitas *Vessel Truck*

KB = Kapasitas *bucket* (M<sup>3</sup>)

BF = *Bucket fill factor* (%)

CTa = Waktu edar (detik)

EFF = Effisiensi kerja (%)

n = Jumlah Pengisian

SFF = *Swell Factor* (%)

### 2.6. Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

Produktivitas alat gali muat dan angkut dipengaruhi oleh waktu edar (*cycle time*), kapasitas *bucket* teoritis, *bucket fill factor*, *swell factor* dan faktor koreksi lainnya. Pengaruh lainnya yaitu densitas dari material dan *skill* dari operator itu sendiri.

- Waktu edar (*cycle time*)

Waktu edar (*cycle time*) alat gali muat dan angkut merupakan waktu yang digunakan untuk melakukan kegiatan produksi dalam satu kali siklus.

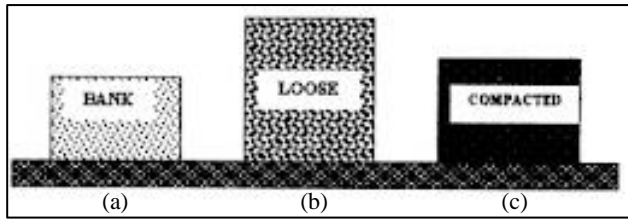
- Bucket fill factor*

*Bucket fill factor* merupakan perbandingan antara volume material nyata yang terdapat di *bucket* dengan volume kapasitas *bucket* teoritis pada alat gali muat. *Bucket fill factor* dinyatakan dalam persentase.

- Swell factor*

*Swell Factor* merupakan perubahan berupa penambahan atau pengurangan volume material dari bentuk aslinya<sup>[8]</sup>.

Ilustrasi keadaan material pada saat asli (a) belum terganggu keadaan pada saat penggalian atau saat pengangkutan (b) dan keadaan pada saat telah di padatkan (c).



Sumber: Teriajeng,(2003)

**Gambar 6.** Keadaan Material

d. Ketersediaan alat mekanis

Faktor ketersediaan alat mekanis merupakan faktor yang menunjukkan kondisi dan kinerja alat mekanis. Hal ini dapat diketahui melalui jam kerja dari alat gali muat, ketersediaan alat berpengaruh langsung terhadap produktivitas dari alat gali muat. Ketersediaan alat terbagi menjadi beberapa istilah sebagai berikut:

1) *Mechanical Availability*

*Mechanical Availability* merupakan tingkat ketersediaan alat untuk melakukan produksi dengan memperhitungkan kehilangan waktu sebab-sebab mekanis seperti *repair*, perbaikan, perawatan dan untuk mengetahui kondisi kualitas mekanis. Untuk menghitung ketersediaan mekanis dapat menggunakan persamaan (3) sebagai berikut<sup>[7]</sup>.

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\% \tag{3}$$

Keterangan:

MA= Ketersediaan mekanis (%)

W = *Working Hours* atau jumlah kinerja alat (jam)

R = *Repair Hours* atau jumlah jam untuk perbaikan (jam)

2) *Physical Availability*

*Physical Availability* merupakan keadaan fisik dari alat mekanis yang digunakan untuk produksi dengan memperhitungkan kehilangan waktu yang selain dari sebab mekanis, melainkan hujan, jalan rusak, istirahat. Untuk menghitung ketersediaan mekanis dapat menggunakan persamaan (4) sebagai berikut<sup>[7]</sup>.

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\% \tag{4}$$

Keterangan:

PA= Ketersediaan fisik (%)

W = *Working Hours* atau jumlah kinerja alat (jam)

R = *Repair Hours* atau jumlah jam untuk perbaikan (jam)

S = *Jam Standby* (jam)

3) *Use of Availability*

*Use of Availability* merupakan tingkat daya guna alat yang digunakan untuk kegiatan produksi pada saat alat dapat digunakan dengan efektif dari waktu yang tersedia. Untuk menghitung ketersediaan mekanis dapat menggunakan persamaan (5) sebagai berikut<sup>[7]</sup>.

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\% \tag{5}$$

Keterangan:

UA= Ketersediaan penggunaan alat (%)

W = *Working Hours* atau jumlah kinerja alat (jam)

R = *Repair Hours* atau jumlah jam untuk perbaikan (jam)

S = *Jam Standby* (jam)

4) *Effective utilization*

*Effective utilization* menunjukkan berapa persentase dari waktu kerja yang digunakan alat untuk produksi dari seluruh waktu yang tersedia. Untuk menghitung ketersediaan mekanis dapat menggunakan persamaan (6) sebagai berikut<sup>[7]</sup>.

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100\% \tag{6}$$

Keterangan:

EU= Penggunaan efektif (%)

W = *Working Hours* atau jumlah kinerja alat (jam)

R = *Repair Hours* atau jumlah jam untuk perbaikan (jam)

S = *Jam Standby* (jam)

**2.7. Match Factor**

*Match Factor* adalah faktor keserasian pola gerak alat-alat yang terpadu, dimana tidak saling menunggu antara alat muat dan alat angkut. Suatu angka yang menyatakan seberapa baik penyesuaian antara alat muat dan alat angkut dinyatakan dalam *match factor* (MF). *Match Factor* digunakan dalam menentukan tingkat keserasian kerja alat gali muat dan angkut yang dioperasikan dalam kegiatan penambangan. Untuk menentukan nilai *match factor* tersebut, maka dapat digunakan persamaan (7) yang terdapat dibawah ini<sup>[12]</sup>.

$$MF = \frac{n \times Na \times Ctm}{Nm \times Cta} \tag{7}$$

Keterangan:

MF = Faktor keserasian kerja alat berat

Na = Jumlah alat angkut

CTa = Waktu edar alat angkut (detik)

n = Jumlah pengisian

Nm = Jumlah alat gali muat

CTm = Waktu edar alat gali muat (detik)

Bila hasil dari perhitungan di dapatkan MF<1 berarti persentase kerja dari alat gali tidak mencapai 100%, sedangkan persentase kerja dari alat angkut dapat mencapai 100% atau alat gali menunggu alat angkut. Jika MF=1 berarti persentase kinerja kedua alat dapat mencapai 100% sehingga tidak ada waktu tunggu yang terjadi. Jika MF>1 berarti persentase kerja alat gali dapat mencapai 100% sedangkan persentase alat angkut kurang dari 100%.

**2.8. Stripping Ratio**

*Stripping ratio* (SR) merupakan perbandingan antara volume dari *overburden* yang harus di bongkar untuk mendapatkan satu batubara pada area yang akan di tambang. Untuk menghitung *stripping ratio* tersebut, maka dapat menggunakan persamaan (8) sebagai berikut<sup>[7]</sup>:

$$SR = \frac{\text{Total volume overburden}}{\text{Total tonase batubara}} \tag{8}$$

## 2.9. Pengawasan

Menurut Husen (2013), pengawasan merupakan pengukuran dan perbaikan serta evaluasi terhadap pelaksanaan kerja mulai dari pekerja bawahan hingga atasan, agar rencana yang telah ditargetkan atau dibuat dapat mencapai tujuan-tujuan perusahaan dapat terselenggarakan. Dalam pertambangan banyak hal yang menjadi pengaruh terhadap produktivitas dari alat mekanis yang digunakan. Hal ini menyebabkan naik turunnya produksi dalam suatu periode tertentu. Kinerja operator alat mekanis juga dapat berpengaruh terhadap produksi, maka dari itu pengawasan diperlukan agar operator berkerja dengan baik sehingga dapat meningkatkan produktivitas alat mekanis dan meningkatkan produksi untuk mencapai target.

## 3. Metodologi Penelitian

### 3.1. Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Hal ini dikarenakan dalam penelitian nantinya, akan menggunakan data berupa angka-angka. Penelitian kuantitatif adalah proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis, menghitung dan mengevaluasi untuk mendapatkan hasil yang optimal pada subjek penelitian<sup>[13]</sup>.

### 3.2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam melaksanakan penelitian penulis mengabungkan antara teori dengan data-data lapangan, sehingga dari keduanya diperoleh pendekatan penyelesaian masalah. Adapun tahapan pengumpulan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Tahapan persiapan dimana pada tahapan ini dilakukan studi literatur terhadap laporan penelitian sebelumnya maupun buku-buku penunjang yang berhubungan dengan penelitian.
- Pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung dari pengamatan di lapangan. Data primer berupa (a) Jumlah *fleet* aktual, (b) *Cycle time* alat gali muat dan angkut, dimana data ini di dapatkan dengan cara mengamati dan menghitung secara langsung jumlah *fleet* yang bekerja dalam satuan hari baik *fleet* batubara ataupun *overburden*.

Data sekunder yaitu data yang didapat dari melalui media perantara atau tidak secara langsung. Data sekunder berupa (a) *Mineplan design* dan peta kemajuan tambang bulan Mei 2021, (b) Ketersediaan alat gali muat bulan Mei 2021, (c) Rencana dan hasil produksi bulan Maret, April dan Mei 2021, (d) Spesifikasi alat gali muat, (e) Curah hujan.

### 3.3. Teknik Pengolahan Data

Setelah data-data terkumpul maka dilakukan pengolahan data dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

- Overlay* peta kemajuan tambang dengan *mineplan design* menggunakan *software minescape 5.10* milik PT Bukit Asam, Tbk. Data yang digunakan untuk mengoverlay merupakan data rencana pada bulan Mei 2021 dan peta kemajuan pada akhir bulan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui ketidaksesuaian hasil penambangan pada akhir bulan.
- Membuat *cross section* dua dimenasi yang dilakukan pada hasil *overlay* peta kemajuan dengan rencana penambangan, *cross section* di buat menggunakan *software minescape 5.10*. Hasil dari *cross section* yang di buat dapat menentukan daerah ketidaksesuaian seperti *overcut* dan *undercut* pada hasil penambangan.
- Menghitung volume hasil penambangan, proses perhitungan volume ini dilakukan untuk mengetahui banyaknya material yang tergali pada lokasi penambangan dan membandingkan dengan volume rencana penggalan, hasil dari perhitungan volume ini akan mendapatkan jumlah volume realisasi dan volume ketidaksesuaian penambangan, perhitungan volume menggunakan *minescape 5.10* milik PT, Bukit Asam, Tbk dengan menu *reserve, triangle* pada *open cut*.
- Menganalisis faktor-faktor penyebab ketidaksesuaian, analisis faktor-faktor penyebab dilakukan untuk mengetahui penyebab dari ketidaksesuaian dari hasil penambangan.

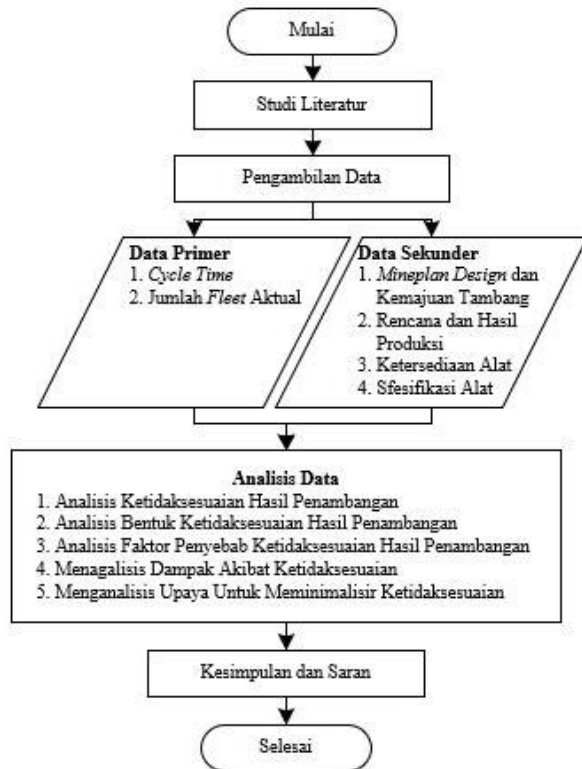
### 3.4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis yang dilakukan yaitu dengan melanjutkan data-data hasil pengolahan untuk mencapai dari tujuan masalah. Adapun tahapan dalam teknik analisis data adalah sebagai berikut:

- Tahapan Analisis ketidaksesuaian hasil penambangan pada Pit X dilakukan dengan cara membandingkan data *mineplan design* bulan Mei dan peta kemajuan tambang akhir bulan Mei 2021, hasil dari perbandingan ini mendapatkan volume ketercapaian penambangan dan volume ketidaksesuaian seperti *over-stripping, overcut* dan *undercut*.
- Mengidentifikasi daerah yang mengalami ketidaksesuaian *overcut* dan *undercut* dari hasil penambangan dianalisis menggunakan penampang *cross section*.
- Menganalisis faktor penyebab ketidaksesuaian dapat terjadi dianalisis dengan cara melakukan perhitungan produktivitas aktual alat gali muat dan angkut, menghitung *match factor*, menganalisis jumlah *fleet* aktual dan menganalisis spesifikasi alat yang digunakan di Pit X.
- Analisis dampak yang terjadi jika adanya ketidaksesuaian dengan rencana penambangan menggunakan data ketercapaian produksi dan menghitung *stripping ratio* aktual dan membandingkan dengan *stripping ratio* rencana serta peningkatan

*stripping ratio* jika material yang tidak tergalikan terakumulasi pada bulan berikutnya.

- e. Analisis untuk meminimalisir ketidaksesuaian yang terjadi dilakukan dengan menggunakan data jumlah *fleet* aktual, menganalisis keserasian alat yang digunakan dan merekomendasikan hal-hal yang dapat meminimalisir ketidaksesuaian yang terjadi.



Gambar 7. Diagram Alir

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian dan Analisa data, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

##### 4.1. Hasil

##### 4.1.1. Presentase Ketercapaian Penambangan Berdasarkan Mineplan Design

##### 4.1.1.1 Rencana Sequence Penambangan Bulan Mei 2021

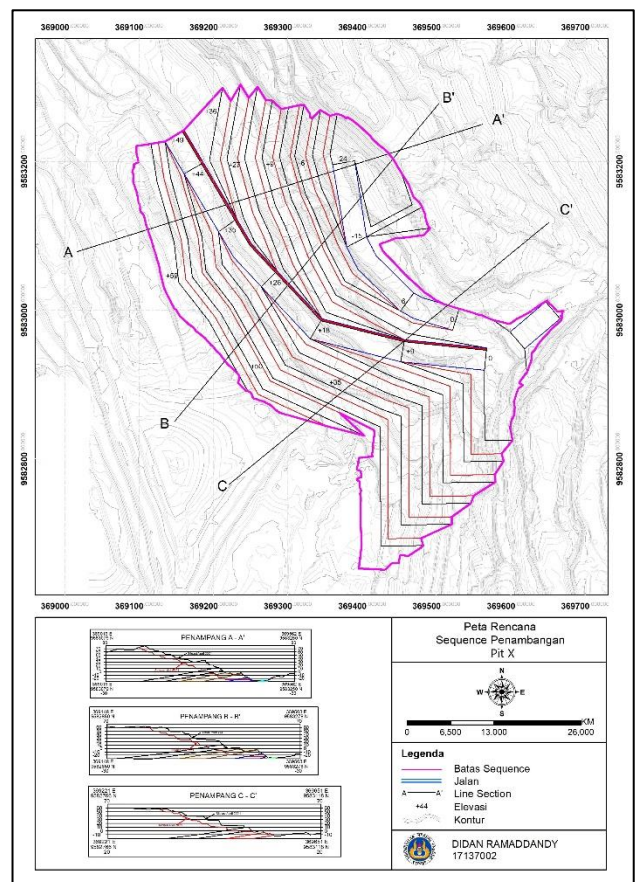
Berdasarkan rencana penambangan (*mineplan design*) yang telah direncanakan oleh satuan kerja Perencanaan Operasi PT Bukit Asam, Tbk, Pada Pit X memiliki target pengupasan *overburden* dan penggalian batubara pada bulan Mei 2021 sebesar 800.000,00 BCM *overburden* dan 366.000,20 Ton batubara dengan *Stripping Ratio* 1:2,18. Batubara yang akan digali terdapat pada *Seam* A1 elevasi +10, *Seam* A2 elevasi +0 dan *Seam* B1 elevasi -15 dengan kualitas BB 51. Rencana pengupasan

*overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mineplan design* pada bulan Mei 2021 (Tabel 3) sebagai berikut:

Tabel 3. Rencana Produksi Berdasarkan Mineplan Design Pit X Bulan Mei 2021

Material	Volume (m <sup>3</sup> )	Massa (Ton)
<i>Overburden</i>	800.000,00	-
Batubara <i>Seam</i> A1	-	135.709,33
Batubara <i>Seam</i> A2	-	175.800,76
Batubara <i>Seam</i> B1	-	54.490,11
Batubara <i>Seam</i> B2	-	-
Total	800.000,00	366.000,20

Rencana penambangan berdasarkan *mineplan design* di Pit X pada bulan Mei 2021 dapat terlihat pada gambar 7.



Gambar 8. Peta Rencana Penambangan Pit X Mei 2021

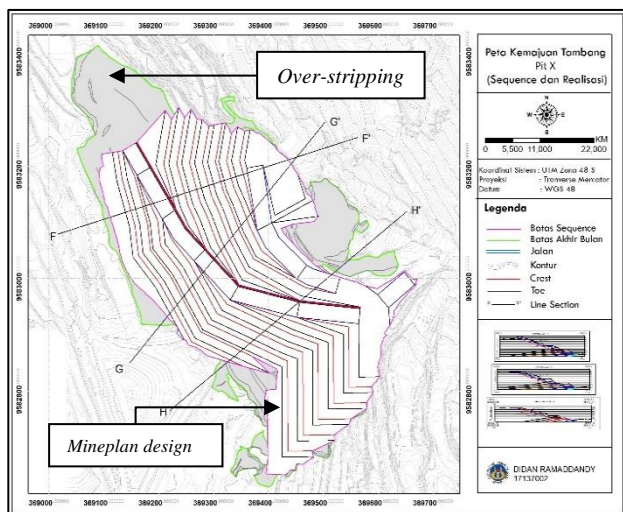
##### 4.1.1.2 Realisasi Penambangan Bulan Mei 2021

Berdasarkan perhitungan *software Minescape 5.10* ketercapaian penambangan di Pit X pada bulan Mei 2021 untuk pengupasan *overburden* sebesar 682.986,85 BCM dari rencana sebesar 800.000,00 BCM. untuk penggalian batubara sebesar 368.206,69 Ton dari rencana sebesar 366.000,20 Ton. Ketercapaian jumlah produksi batubara dan *overburden* dihitung berdasarkan lapisan dan hasil perhitungan terdapat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Ketercapaian Produksi Batubara dan *Overburden* Berdasarkan *Mineplan Design*

Seam	Burden	Volume (BCM)	Mass (Ton)
A1	<i>Overburden</i>	379.998,96	0,00
A1	<i>Resource</i>	-	163.224,45
A2	A1	55.130,51	0,00
A2	<i>Overburden</i>	83.770,95	0,00
A2	<i>Resource</i>	-	98.612,19
B1	A2	47.832,40	0,00
B1	<i>Overburden</i>	87.994,55	0,00
B1	<i>Resource</i>	-	106.277,99
B2	B1	2.815,44	0,00
B2	<i>Overburden</i>	25.444,03	0,00
B2	<i>Resource</i>	-	92,07
<b>Total</b>		<b>682.986,85</b>	<b>368.206,69</b>

Analisis ketidaksesuaian realisasi penambangan dengan rencana sequence yang dilakukan pada bulan Mei 2021 terdapat beberapa istilah yaitu *over stripping*, *overcut* dan *undercut*. Untuk mengetahui apakah penggalan sesuai batas area yang telah direncanakan atau tidak (*over-stripping*), maka perlu dilakukan *overlay* antara batas *mineplan design* dengan batas kemajuan tambang akhir Mei 2021 menggunakan *Minescape 5.10*. Hasil *overlay* antara *mineplan design* dengan kemajuan tambang terbukti bahwa penggalan pada bulan Mei 2021 terdapat daerah yang tidak sesuai rencana diluar *boundary*. Daerah yang bewarna ungu merupakan batas *mineplan design* bulan Mei 2021 sedangkan yang garis yang bewarna hijau merupakan kemajuan tambang. Beberapa daerah yang melebihi dari batas rencana penggalan disebut dengan *over-stripping*.



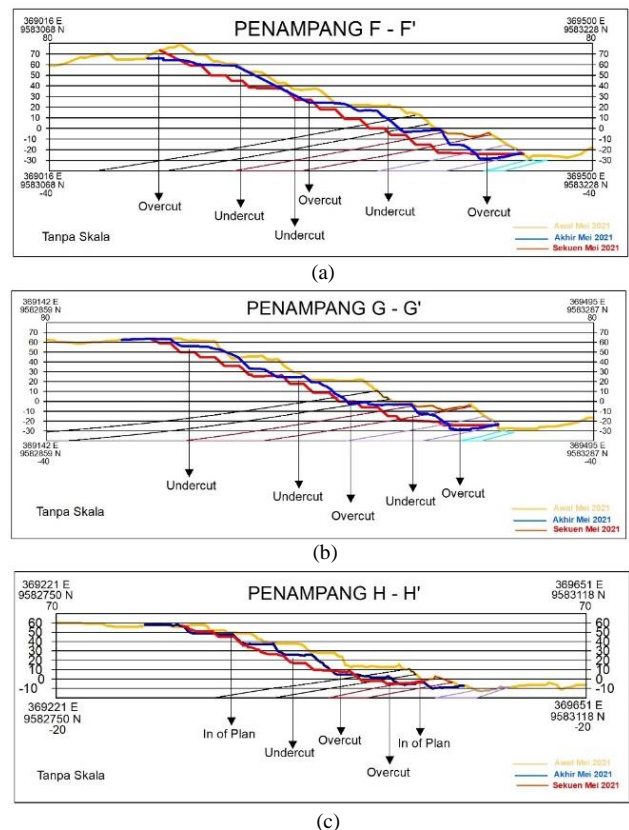
**Gambar 9.** Peta Hasil *Overlay* Kemajuan Tambang Dengan *Mineplan Design*

Menghitung volume *over-stripping* dilakukan menggunakan *software minescape 5.10*. Proses perhitungan diawali dengan pembuatan *boundary* daerah *over-stripping* selanjutnya menggunakan menu *reserves => sample => triangles*, dimana *top surfaceny* adalah situasi awal bulan Mei dan *bottom surfaceny* adalah akhir bulan Mei 2021.

**Tabel 5.** Volume Penggalan Daerah *Over-Stripping* Berdasarkan *Mineplan Design*

Seam	Burden	Volume (BCM)	Mass (Ton)
A1	<i>Overburden</i>	155.176,51	0,00
A1	<i>Resource</i>	-	0,01
A2	<i>Overburden</i>	1.439,63	0,00
A2	<i>Resource</i>	-	165.33,17
B1	A2	17.490,12	0,00
B1	<i>Overburden</i>	36.594,07	0,00
B1	<i>Resource</i>	-	42.604,40
B2	B1	2.603,40	0,00
B2	<i>Overburden</i>	13.647,07	0,00
B2	<i>Resource</i>	-	92,07
<b>Total</b>		<b>226.950,79</b>	<b>59.249,65</b>

Untuk mengetahui ketidaksesuaian *undercut* dan *overcut* yang terjadi pada hasil penambangan di Pit X pada bulan Mei 2021 dilakukan dengan membuat *cross section* pada peta hasil *overlay* dengan menggunakan *software minescape 5.10*. Proses pembuatan hasil *line section* dengan cara menggunakan menu *graphics => section => surface* selanjutnya *input* ketiga data dalam bentuk *triangles* dan *pick ID line section* yang telah dibuat sebelumnya. Hasil *cross section* terdapat pada gambar 8.

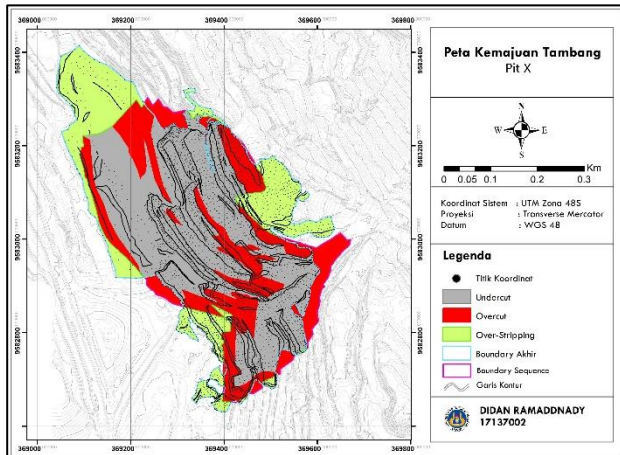


**Gambar 10.** *Cross Section* (a)F-F', (b)G-G', (c)H-H'

Pada hasil pembuatan *cross section* dapat terlihat bahwa dari ketiga *cross section* (a), (b) dan (c) terdapat beberapa lokasi yang mengalami ketidaksesuaian *undercut* dan *overcut*. Pada gambar 10 menunjukkan gambar



ketidaksesuaian *undercut* warna abu-abu dan *overcut* warna merah.



**Gambar 11.** Peta Ketidaksesuaian *Undercut* dan *Overcut*

Menghitung volume ketidaksesuaian *undercut* dan *overcut* dilakukan menggunakan *software minescape* pada menu *reserves => sample => triangle cut and fill*. Dimana *top surfaceny* adalah peta kemajuan tambang dan *bottom surfaceny* adalah *mineplan design* pada bulan Mei 2021. Hasil perhitungan terdapat *cut* dan *fill*. *Cut* merupakan volume *undercut* dan *fill* meruakan volume *overcut*.

**Tabel 6.** Volume *Undercut* Pada Akhir Bulan Mei 2021

Volume <i>undercut</i> Pit X pada Mei 2021			
Seam	Burden	Volume (BCM)	Mass (Ton)
A1	<i>Overburden</i>	341.439,74	0,00
A1	<i>Resource</i>	-	49.010,20
A2	A1	54.060,60	0,00
A2	A1	4.803,57	0,00
A2	<i>Overburden</i>	52.757,19	0,00
A2	<i>Resource</i>	-	80.167,99
B1	A2	28.621,32	0,00
B1	<i>Overburden</i>	9354,05	0,00
B1	<i>Resource</i>	-	5597,96
B2	B1	0,45	0,00
B2	<i>Overburden</i>	854,22	0,00
<b>Total</b>		<b>491891,14</b>	<b>134776,15</b>

Hasil perhitungan menggunakan *software minescape* terbukti bahwa adanya terjadi ketidaksesuaian *undercut* pada hasil penambangan di bulan Mei 2021. *Undercut* pada *overburden* sebesar 491.891,14 BCM dan *undercut* pada batubara sebesar 134.776,15 Ton.

**Tabel 7.** Volume *Overcut* Pada Akhir Bulan Mei 2021

Volume <i>undercut</i> Pit X pada Mei 2021			
Seam	Burden	Volume (BCM)	Mass (Ton)
A1	<i>Overburden</i>	105101,21	0,00
A1	<i>Resource</i>	-	15975,38
A2	A1	1961,36	0,00
A2	<i>Overburden</i>	10,53	0,00
A2	<i>Resource</i>	-	22626,80
B1	A2	22183,68	0,00
B1	<i>Overburden</i>	16525,80	0,00
B1	<i>Resource</i>	-	39131,00
B2	B1	78,83	0,00
B2	<i>Overburden</i>	2065,71	0,00
<b>Total</b>		<b>147927,12</b>	<b>77733,18</b>

Ketidaksesuaian *overcut* pada hasil penambangan di bulan Mei 2021 terjadi di beberapa lokasi. Total volume *overcut* untuk *overburden* sebesar 147.927,12 BCM dan *overcut* pada batubara sebesar 77.733,18 Ton.

Setelah diketahui kesesuaian antara realisasi dengan rencana *sequence* penambangan, agar dapat memudahkan maka presentase ketercapaian dan ketidaksesuaian hasil penambangan di Pit X pada bulan Mei 2021 dapat di rangkum dalam tabel 8 berikut:

**Tabel 8.** Rekapitulasi dan Presentase Volume Penambangan Pit X Pada Mei 2021

No	Volume	Material			
		<i>Overburden</i> (BCM)	%	Batubara (Ton)	%
1	Rencana <i>Mineplan Design</i>	800000,00		366000,20	
2	Realisasi Ketercapaian	682986,85	85,3	368206,69	100,6
3	Ketidaksesuaian MPD				
	a. <i>Over-stripping</i>	226950,79	33,2	59249,65	16
	b. <i>Overcut</i>	147927,12	21,6	77733,18	21,1
	c. <i>Undercut</i>	491891,14	61,4	134776,15	36,8
4	<i>In of Plan</i>	308108,68	38,5	231223,86	63,1

4.1.2. Faktor Penyebab Terjadinya Ketidaksesuaian Penambangan Antara *Sequence* dan Realisasi.

4.1.2.1. Jumlah Aktual *Fleet*

a. *Fleet overburden*

Alat gali muat yang digunakan untuk melakukan pengupasan tanah penutup (*overburden*) dalam rencana kerja adalah 4 *fleet* terdiri atas 1 *fleet* Liebherr 9100R (EX-5038), 1 *fleet* Liebherr 9100R (EX-5039), 1 *fleet* Liebherr 9100R (EX-5040), 1 *fleet* Liebherr 9100R (EX-5041). Realisasi di lapangan pengupasan *overburden* tidak selalu 4 *fleet* dikarenakan terkadang alat mengalami *breakdown* seperti Liebherr 9100R (EX-5038) yang terjadi *breakdown* 2 hari, alat gali Liebherr 9100R (EX-5039) mengalami *breakdown* selama 1 hari, alat gali Liebherr 9100R (EX-5040) mengalami *breakdown* 3 hari dan alat gali Liebherr 9100R (EX-5041) mengalami *breakdown* 1 hari. Pada saat alat utama mengalami *breakdown* tidak adanya alat pengganti yang menggantikan pekerjaan pada *fleet* tersebut. Hal lain yang menyebabkan pengupasan *overburden* tidak tercapai karena alat angkut yang tidak sesuai dengan yang telah di rencanakan. Jumlah alat angkut yang di letakkan dalam satu *fleet* terkadang berkurang ataupun berlebih dari yang telah di rencanakan.

**Tabel 9.** *Fleet* Pengupasan *Overburden*

Kegiatan	Jumlah <i>fleet</i>	Unit Alat Gali	Total Hari Bekerja
Rencana	4	1 Liebherr 9100R (EX-5038)	31
		1 Liebherr 9100R (EX-5039)	31
		1 Liebherr 9100R (EX-5040)	31
		1 Liebherr 9100R (EX-5041)	31
Realisasi	3 sampai 4	1 Liebherr 9100R (EX-5038)	29
		1 Liebherr 9100R (EX-5039)	28
		1 Liebherr 9100R (EX-5040)	30
		1 Liebherr 9100R (EX-5041)	30

b. *Fleet* batubara

Penggalian batubara terdiri atas 4 *fleet* terdiri atas 1 *fleet* Caterpillar 340 (EX-3032), 1 *fleet* Caterpillar 340 (EX-3033), 1 *fleet* Caterpillar 340 (EX-3034) dan 1 *fleet* Hitachi ZX470 (EX-3041). Realisasi di lapangan *fleet* batubara tidak selalu 4 *fleet* dikarenakan alat gali yang digunakan untuk melakukan penggalian batubara sering terjadi *breakdown* seperti Caterpillar 340D (EX-3032) yang mengalami *breakdown* selama 17 hari pekerjaan digantikan dengan alat gali Komatsu PC 300 (UN AB-235) terkadang dengan Caterpillar 340D (EX-4009). Pada alat gali Caterpillar 340D (EX-3033) mengalami *breakdown* 10 hari dan pekerjaan digantikan dengan alat gali Komatsu PC 300 (UN AB-236). Pada alat gali Caterpillar 340D (EX-3033) mengalami *breakdown* selama 5 hari dan pekerjaan di gantikan oleh Komatsu PC 300 (UN AB-236) dan pada alat gali Hitachi ZX470 (EX-3041) mengalami *breakdown* 1 hari. Alat gali pengganti yang dioperasikan memiliki spesifikasi yang lebih kecil di dibandingkan dengan alat gali utama sehingga pembagian alat angkut yang dioperasikan

pada penggalian batubara juga menyesuaikan dengan alat yang sedang bekerja hal ini menjadi pemicu ketidaksesuaian dapat terjadi.

**Tabel 10.** *Fleet* Penggalian Batubara

Kegiatan	Jumlah <i>fleet</i>	Unit Alat Angkut	Total Hari Bekerja
Rencana	4	1 Caterpillar 340D (EX-3032)	31
		1 Caterpillar 340D (EX-3033)	31
		1 Caterpillar 340D (EX-3034)	31
		1 Hitachi ZX470 (EX-3041)	31
Realisasi	3 sampai 4	1 Caterpillar 340D (EX-3032)	13
		1 Caterpillar 340D (EX-3033)	21
		1 Caterpillar 340D (EX-3034)	26
		1 Hitachi ZX470 (EX-3041)	30
		1 Komatsu PC300 (UN AB-235)	12
		Komatsu PC300 (UN AB-236)	10
		1 Caterpillar 340D (EX-4008)	7

4.1.2.2. Produktivitas Aktual Alat Gali Muat dan Angkut

a. Produktivitas aktual alat gali muat

Produktivitas alat gali muat untuk pengupasan *overburden* di Pit X direncanakan dalam rencana kerja yang dibuat untuk penentuan target pengupasan. Namun realisasinya tidak selalu sesuai dengan rencananya. Alat gali yang digunakan yaitu Liebherr 9100R dengan kapasitas *bucket* 6,8 m<sup>3</sup>. Maka dilakukan perhitungan produktivitas alat gali muat aktual menggunakan persamaan (1). Nilai hasil perhitungan produktivitas alat gali muat aktual terdapat pada tabel 11.

**Tabel 11.** Produktivitas Alat Gali Rencana dan Realisasi

No	Alat	Rencana		Realisasi	
		Prod'ty (BCM/Jam)	Produksi (BCM/bulan)	Prod'ty (BCM/Jam)	Produksi (BCM/bulan)
1	Liebherr 9100 (EX-5038)	450	200.000	398,79	144.763,45
2	Liebherr 9100 (EX-5039)	450	200.000	429,70	176.607,57
3	Liebherr 9100 (EX-5040)	450	200.000	407,11	157.552,75
4	Liebherr 9100 (EX-5041)	450	200.000	447,04	180.606,94
<b>Total</b>		1800	800.000	1682,65	659.530,71

Produktivitas alat gali muat untuk penggalian batubara di Pit X telah direncanakan dengan 4 alat gali muat utama dari awal bulan hingga akhir bulan Mei 2021. Namun pada realisasinya alat gali utama yang digunakan sering mengalami *breakdown* sehingga dilakukan pergantian alat cadangan untuk menggantikan pekerjaan pada Pit X. Alat utama yang digunakan yaitu Caterpillar 340D dan Hitachi ZX470 dengan kapasitas *bucket* sama 2.69 m<sup>3</sup>. Maka dilakukan perhitungan produktivitas alat gali muat untuk penggalian batubara menggunakan persamaan (1). Hasil perhitungan produktivitas alat gali muat aktual terdapat pada tabel 12.

**Tabel 12.** Produktivitas Alat Gali Rencana dan Realisasi

No	Alat	Rencana		Realisasi	
		Prod'ty (Ton/Jam)	Produksi (Ton/bulan)	Prod'ty (Ton/Jam)	Produksi (Ton/bulan)
1	CAT 340D (EX-3032)	250	92.000	121,38	32.775,05
2	CAT 340D (EX-3033)	250	92.000	144,63	47.874,73
3	CAT 340D (EX-3034)	250	92.000	200,13	85.856,33
4	Hitachi ZX470 (EX-5041)	250	90.000	224,10	100.846,32
5	Komatsu PC300 (UN AB-235)	-	-	108,55	14.872,49
6	Komatsu PC300 (UN AB-236)	-	-	150,34	24.054,98
7	CAT 340D (EX-4008)	-	-	183,60	23.868,02
<b>Total</b>		1000	366.000	1132,76	330.147,94

**b. Produktivitas aktual alat angkut**

Produktivitas alat angkut yang digunakan untuk pengangkutan *overburden* di Pit X menggunakan jenis *high dump truck* Caterpillar 777E dengan pembagian setiap *excavator* melayani 5 *high dump truck*. Pada realisasinya *high dump truck* yang dioperasikan untuk setiap *fleet* tidak selalu 5 menyesuaikan *excavator* yang sedang beroperasi. Produktivitas aktual pada alat angkut dapat dihitung menggunakan persamaan (2). Hasil Perhitungan terdapat pada tabel 13.

**Tabel 13.** Produktivitas Alat Angkut *Overburden*

Fleet	Jenis HD	Jumlah HD (Unit)	Rencana		Realisasi	
			Prod'ty (BCM/Jam)	Produksi (BCM/Bln)	Prod'ty (BCM/Jam)	Produksi (BCM/Bln)
1	CAT 777E	5	85	194.000	84,41	157.846,43
2	CAT 777E	5	94	214.000	91,45	168.268,30
3	CAT 777E	5	94	214.000	86,46	155.204,50
4	CAT 777E	5	85	178.000	97,47	182.266,31
<b>Total</b>		20	358	800.000	359,79	663.585,54

Produktivitas alat angkut yang digunakan untuk pengangkutan batubara di Pit X menggunakan jenis *dump truck* Nissan Qwester CWE370 dengan pembagian setiap *fleet* melayani 6 *dump truck*. Realisasi di lapangan *dump truck* yang dioperasikan berubah-ubah dikarenakan menyesuaikan *fleet* dan alat angkut yang sedang digunakan.

**Tabel 14.** Produktivitas Alat Angkut Batubara

Fleet	Jenis DT	Jumlah DT (Unit)	Rencana		Realisasi	
			Prod'ty (Ton/Jam)	Produksi (Ton/bulan)	Prod'ty (Ton/Jam)	Produksi (Ton/bulan)
1	CWE370	6	42	93.000	35,97	86.535,26
2	CWE370	6	42	93.000	33,72	79.507,10
3	CWE370	6	42	93.000	36,77	87.587,33
4	CWE370	6	42	87.000	35,74	85.357,83
<b>Total</b>		24	168	366.000	142,20	338.987,52

**4.1.2.3 Keserasian Kerja Alat Mekanis Aktual**

**a. Keserasian alat mekanis untuk *overburden***

Pada *fleet overburden* alat gali muat yang digunakan yaitu Liebherr 9100R terdapat 4 *fleet* dan dipasangkan dengan alat angkut Caterpillar 777E. Jumlah pengisian

aktual sebanyak 9 kali dan jumlah alat angkut yang dipasangkan dengan 1 *excavator* yaitu 5 *high dump truck*.

**Tabel 15.** Keserasian Alat Mekanis *Fleet Overburden*

Fleet	Alat	Match Factor	Keterangan
1	Liebherr 9100R (EX-5038)	1,2	MF > 1
2	Liebherr 9100R (EX-5039)	1,1	MF > 1
3	Liebherr 9100R (EX-5040)	1,2	MF > 1
4	Liebherr 9100R (EX-5041)	1,1	MF > 1

**b. Keserasian alat meksnis untuk batubara**

Pada *fleet* batubara alat gali muat utama yang digunakan yaitu Caterpillar 340D dan Hitachi ZX470 dengan kapasitas *bucket* sama, terdapat 4 *fleet* dan dipasangkan dengan alat angkut Nissan Qwester CWE370. Jumlah pengisian aktual 9 kali dan jumlah alat angkut yang dipasangkan dengan 1 *excavator* yaitu 6 *dump truck*.

**Tabel 16.** Keserasian Alat Mekanis *Fleet* Batubara

Fleet	Alat	Match Factor	Keterangan
1	Caterpillar 340D (EX-3032)	1,4	MF > 1
2	Caterpillar 340D (EX-3033)	1,5	MF > 1
3	Caterpillar 340D (EX-3034)	1,4	MF > 1
4	Hitachi ZX470 (EX-3041)	1,5	MF > 1

**4.1.2.4 Spesifikasi Alat Mekanis**

Alat mekanis digunakan untuk melakukan penambangan pada Pit X mengalami ketidakserasian. Hal ini dibuktikan dari hasil perhitungan keserasian alat mekanis. Terjadinya antrian pada alat angkut di *fleet overburden* dan batubara dikarenakan alat gali tidak bekerja 100%.

**4.1.3 Dampak Akibat Ketidakesesuaian yang Terjadi Pada Pit X.**

**4.1.3.1 Stripping Ratio**

Rencana penambangan pada bulan Mei 2021 berdasarkan *mineplan design* memiliki target pengupasan *overburden* sebesar 800.000,00 BCM dan target penggalian batubara sebesar 366.000,20 Ton dengan *stripping ratio* sebesar 2,18. Realisasi pada akhir bulan berdasarkan *mineplan design* hasil penambangan mendapatkan untuk pengupasan *overburden* sebesar 682.986,85 BCM dan penggalian batubara sebesar 368.206,69 Ton dengan *stripping ratio* 1,85. Dengan adanya material *undercut* pada bulan Mei 2021 dan terakumulasi pada rencana penambangan bulan Juni 2021 menyebabkan peningkatan material *overburden* dan batubara dari yang sudah direncanakan, maka secara otomatis *stripping ratio* juga meingkat. Rencana bulan Juni 2021 pengupasan *overburden* sebesar 875.000,00 BCM penggalian batubara sebesar 400.000,00 Ton dengan *stripping ratio* 2,18. Jika material *undercut* terakumulasi maka target menjadi menjadi 1.366.891,14 BCM dan untuk batubara menjadi 538.776,15 Ton dengan *stripping ratio* 2,55.

4.1.3.2 Volume dan Bentuk Area Penambangan Tidak Sesuai dengan yang Direncanakan

Pada bulan Mei 2021 telah direncanakan untuk pengupasan *overburden* dan penggalian batubara dengan volume yang telah ditentukan berdasarkan rencana *design*. Ketika terjadi ketidaksesuaian pada akhir bulan, maka volume yang dihasilkan tidak sesuai dengan rencana dan harus melakukan revisi *design* dari yang sudah direncanakan sebelumnya untuk bulan Juni 2021.

4.1.4 Upaya Untuk Meminimalisir Ketidaksesuaian yang Terjadi di Pit X.

4.1.4.1 Mengganti Alat Gali Muat yang Digunakan

Melihat data rencana dan hasil realisasi kerja pada bulan Mei 2021 maka dapat diketahui terjadinya ketidaktercapaian produksi pada kedua *fleet* dari alat mekanis yang digunakan. Hasil perhitungan keserasian alat juga memiliki nilai lebih dari satu. Maka solusi yang tepat untuk melakukan pekerjaan penambangan pada Pit X dan dapat mengejar produksi untuk bulan Juni yang membesar akibat beban *undercut* bulan Mei 2021 yaitu dengan mengganti beberapa alat gali muat. Produksi yang dihasilkan setelah melakukan perhentian alat gali pada *fleet overburden*.

Tabel 17. Produksi Sebelum dan Sesudah Pergantian Alat

Sebelum dilakukan Pergantian alat			Setelah dilakukan Pergantian alat		
Fleet	Prod'ty (BCM/Jam)	Produksi (BCM/Jam)	Fleet	Prod'ty (BCM/Jam)	Produksi (BCM/Jam)
Liebherr 9100R (EX-5038)	398,79	144.763,45	Komatsu PC2000	650	380.000,00
Liebherr 9100R (EX-5039)	429,70	176.607,57	Komatsu PC2000	650	380.000,00
Liebherr 9100R (EX-5040)	404,11	157.552,75	Komatsu PC2000	650	380.000,00
Liebherr 9100R (EX-5041)	447,04	180.606,94	Liebherr 9100R	447,04	180.606,94
<b>Total</b>	1682,65	659.530,71	<b>Total</b>	2.397,04	1.320.606,94

Produksi yang dihasilkan setelah melakukan perhentian alat gali pada *fleet* batubara.

Tabel 18. Produksi Sebelum dan Sesudah Pergantian Alat

Sebelum dilakukan Pergantian alat			Setelah dilakukan Pergantian alat		
Fleet	Prod'ty (Ton/Jam)	Produksi (Ton/Jam)	Fleet	Prod'ty (Ton/Jam)	Produksi (Ton/Jam)
CAT 340D (EX-3032)	121,38	32.775,05	Komatsu PC1250	500	224.000,00
CAT 340D (EX-3033)	144,63	47.874,73	CAT 340D	250	92.000,00
CAT 340D (EX-3034)	200,13	85.856,33	CAT 340D	250	92.000,00
HIT ZX470 (EX-5041)	224,10	100.846,32	Hitachi ZX470	250	92.000,00
Komatsu PC300 (UNAB-235)	108,55	14.872,49	-	-	-
Komatsu PC300 (UNAB-236)	150,34	24.054,98	-	-	-
CAT 340D (EX-4008)	183,60	23.868,02	-	-	-
<b>Total</b>	1132,76	330.147,94	<b>Total</b>	1250	500.000,00

4.1.4.2 Meningkatkan Pengawasan

Untuk dapat meminimalisir agar tidak terjadi ketidaksesuaian berulang kali diperlukan peningkatan pengawasan terhadap pekerja dilapangan dengan selalu melakukan kontrol terhadap penempatan alat gali muat, pembagian alat angkut yang sesuai dengan ketentuan baik pada *fleet* batubara maupun *overburden* dan juga dapat ditingkatkan pengawasan pada area yang berada di batas-batas penambangan agar alat gali muat tidak sampai keluar batas (*over-stripping*) dari yang telah di tentukan.

4.2 Pembahasan

Rencana penambangan yang akan dilakukan di Pit X pada bulan Mei 2021 untuk pengupasan *overburden* sebesar 800.000,00 BCM dan untuk batubara sebesar 366.000,20 Ton. Realisasi hasil penambangan pada bulan Mei 2021 dengan ketercapaian untuk pengupasan *overburden* sebesar 682.986,85 BCM dari rencana sebesar 800.000,00 BCM. untuk penggalian batubara sebesar 368.206,69 Ton dari rencana sebesar 366.000,20 Ton. Ketidaksesuaian realisasi penambangan dengan rencana *sequence* pada bulan Mei 2021 dianalisis menggunakan *software minescape* dengan melakukan *overlay* antara *mineplan design* dengan kemajuan tambang sehingga dapat mengetahui ketidaksesuaian yang terjadi dan bersaran volume ketidaksesuaian *over-stripping*, *undercut* dan *overcut*. Volume *over-stripping* sebesar 226.950,79 BCM untuk *overburden* dan 59.249,65 Ton untuk batubara volume pada *over-stripping* termasuk dari volume hasil penambangan pada akhir bulan atau volume realisasi. Volume *overcut* untuk *overburden* sebesar 147.927,12 BCM dan untuk batubara sebesar 77.733,18 Ton. Volume *overcut* berasal dari realisasi kemajuan tambang akhir bulan. Volume *undercut* merupakan material yang penggaliannya tidak sampai pada batas yang di rencanakan atau material yang tidak ter gali untuk *overburden* sebesar 491.891,14 BCM dan *undercut* pada batubara sebesar 134.776,15 Ton.

Faktor penyebab ketidaksesuaian penambangan antara *sequence* dan realisasi di Pit X bulan Mei 2021 dianalisis dari berbagai segi yaitu:

a. Jumlah aktual *fleet*

Ketidaksesuaian yang terjadi pada Pit X dikarenakan alat mekanis yang digunakan sering terjadinya *breakdown*. Hal ini terjadi pada kedua *fleet*. Pada *fleet overburden* dimana ketidakadaan alat pengganti *excavator* menyebabkan kekosongan *fleet* pada saat alat *breakdown* dan menyebabkan pembagian alat angkut menyesuaikan *excavator* yang sedang bekerja. Sedangkan pada *fleet* batubara dimana alat gali utama jika mengalami *breakdown* terdapat pengganti tetapi alat gali pengganti tersebut memiliki spesifikasi yang lebih kecil dan menyebabkan pembagian tugas kerja alat angkut menyesuaikan dengan alat yang sedang bekerja pada Pit X.

b. Produktivitas alat gali muat dan angkut

Produktivitas alat gali muat dan alat angkut dari kedua *fleet* tidak ada yang melebihi dari yang telah direncanakan. Dikarenakan efisiensi kerja dan waktu *stanby* yang cukup tinggi. Sehingga dalam hasil perhitungan produktivitas tidak mencapai target. Hal lain yang menjadi penyebab yaitu seringnya alat gali mengalami *breakdown* sehingga kekurangan alat untuk melakukan penambangan. Lain hal dengan *fleet* batubara yang memiliki alat pengganti jika alat utama *breakdown*. Akan tetapi alat gali pengganti memiliki spesifikasi yang lebih kecil sehingga terjadinya ketidaksesuaian hasil produksi dengan rencana.

c. Kecerahan alat mekanis

Hasil perhitungan dapat dilihat bahwa untuk *fleet overburden* dan batubara memiliki faktor kecerahan  $>1$ , dimana diketahui alat angkut bekerja 100% dan alat gali muat tidak maksimal bekerja 100%, sehingga alat angkut menunggu. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya ketidaksesuaian alat gali yang dipasangkan dengan alat angkut, tingginya *cycle time* pada alat gali muat dan faktor lainnya. Sehingga perlu adanya evaluasi untuk pencapaian kecerahan alat gali muat dan angkut yang berkelanjutan agar dalam perealisasi ketercapaian target produksi dapat tercapai di akhir bulan.

d. Spesifikasi alat mekanis

Alat mekanis yang digunakan untuk melakukan penambangan pada Pit X mengalami ketidakcocokan dari spesifikasinya. Hal ini telah dianalisis pada kecerahan alat mekanis yang mendapatkan hasil alat gali muat yang bekerja tidak 100% dan alat angkut menunggu sehingga mempengaruhi produktivitas dan menyebabkan kekurangan produksi pada *fleet overburden* dan batubara. Oleh karena itu perlunya penggantian alat gali yang sesuai dengan spesifikasi yang lebih besar dari alat sebelumnya di kedua *fleet* untuk meningkatkan produktivitas dan mengejar penggalan yang sebelumnya yang menjadi beban ekspos batubara pada bulan selanjutnya.

Dampak yang terjadi akibat ketidaksesuaian antara realisasi penambangan berdasarkan *mineplan design* di Pit X pada bulan Mei 2021 menyebabkan *stripping ratio* selanjutnya lebih besar. *Stripping ratio* pada bulan Mei 2021 sebesar 2,18. *Stripping ratio* dari hasil penambangan akhir bulan sebesar 1,85. Terjadinya penurunan *stripping ratio* tetapi hal ini dampak untuk penambangan pada bulan selanjutnya karena material sisa penambangan (*undercut*). Rencana penambangan pada bulan Juni 2021 memiliki *stripping ratio* 2,18. Jika material *undercut* pada bulan Mei 2021 diakumulasikan pada bulan selanjutnya maka total peningkatan *stripping ratio* untuk bulan Juni 2021 sebesar 2,55.

Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir ketidaksesuaian agar tidak terjadi lagi yaitu dengan cara melakukan penjadwalan ulang dengan mengganti beberapa

alat gali pada kedua *fleet* dan meningkatkan pengawasan pada aktivitas penambangan.

## 5 Kesimpulan dan Saran

Dari pembahasan yang telah dilakukan maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

### 5.1 Kesimpulan

Ketercapaian penambangan berdasarkan *mineplan design* di Pit X pada bulan Mei 2021 adalah pengupasan *overburden* sebesar 682986,85 BCM dengan presentase 85% dari target 800.000,00 BCM. ketercapaian penggalan batubara sebesar 368206,69 Ton dengan presentase 100,6% dari target 366.000,20 Ton, ketidaksesuaian pada hasil penggalan berdasarkan *mineplan design* terdapat *undercut*, *overcut* dan *over-stripping*. Untuk *undercut* sebesar 491.891,14 BCM untuk *overburden* dengan presentase 61,4% dan 134.167,15 Ton untuk batubara dengan presentase 36,8%. Untuk *overcut* sebesar 147.927,12 BCM untuk *overburden* dengan presentase 21% dan untuk batubara sebesar 77.733,18 Ton dengan presentase 21,1%. Untuk *over-stripping* pengalihan yang sampai keluar dari batas area penambangan sebesar 226.950,79 BCM untuk *overburden* dengan presentase 33,2% dan pada batubara sebesar 59.294,65 Ton dengan presentase 16%. Penggalan yang sesuai dengan rencana (*in of plan*) sebesar 308.108,68 BCM untuk *overburden* dengan presentase 38,5% dan 231.223,86 Ton untuk batubara dengan presentase 63,1%.

Bentuk ketidaksesuaian yang terjadi pada hasil penambangan terbukti adanya *over-stripping* di beberapa area seperti terdapat pada gambar 8. Pada penampang F-F', G-G' dan H-H' terdapat ketidaksesuaian *overcut*, *undercut* di beberapa titik area penggalan seperti terlihat pada gambar 9 dan pada gambar 10 terdapat peta ketidaksesuaian *undercut* dan *overcut*. Ketidaksesuaian ini dapat diketahui dari hasil *overlay* antara rencana *sequence* penambangan dengan realisasi penambangan pada akhir bulan Mei 2021.

Faktor penyebab dari ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalan batubara berdasarkan *mineplan design* adalah penampatan dan jumlah *fleet* yang tidak konsisten, produktivitas alat gali muat dan angkut yang tidak tercapai, kecerahan alat mekanis lebih dari satu, spesifikasi alat mekanis yang tidak cocok dan hal lain yang menyebabkan ketidaksesuaian terjadi pada Pit X.

Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir agar ketidaksesuaian tidak terjadi lagi adalah dengan melakukan penggantian alat gali muat pada kedua *fleet* dan meningkatkan pengawasan pada aktivitas penambangan.

### 5.2 Saran

Dalam melakukan analisis upaya untuk meminimalisir ketidaksesuaian agar tidak terjadi lagi dapat dianalisis dengan metode lain untuk membandingkan

keakuratan atau kesuksesan untuk mencapai target yang telah direncanakan.

Dalam penelitian ini juga dapat dijadikan penelitian untuk mengetahui kemajuan tambang dengan membandingkan peta situasi awal bulan dan realisasi akhir bulan serta dapat mengetahui volume yang tergal.

Dalam penelitian selanjutnya penulis menyarankan dilakukan penelitian dengan satuan waktu tiga bulan, enam bulan bahkan satu tahun.

Dalam penelitian selanjutnya rekonsiliasi dapat dilakukan di tambang selain batubara.

## 6 Daftar Pustaka

- [1]. Aryanda, D., Ramli, M., & Djamaluddin, H. (2014). Perancangan *Sequence* Penambangan Batubara untuk Memenuhi Target Produksi Bulanan (Studi Kasus: Bara 14 Seam C PT. Fajar Bumi Sakti, Kalimantan Timur). *Geosains*, 10 (02), 74-79.
- [2]. Atkinson, T. (1983). *The Electrical and Mechanical Engineer in Overseas Mining. Min. Technol.:(United Kingdom)*, 65(748).
- [3]. Caesar, A. J. (2018). Kajian Teknis Produksi Alat Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Overburden Tambang Batubara Di Pt. Wahana Baratama Mining, Satui Kalimantan Selatan (Doctoral Dissertation, Universitas Pembangunan Nasional veteran yogyakarta).
- [4]. Creswell, John W. 2008. *Educational Research, planning, conduting, and evaluating qualitative dan quantitative approaches. London: Sage Publicitions.*
- [5]. Deboer, J. (2006). *Minescape Tutorial Dedicated for Pama Training Batch 5. Pama Persada Nusantara, Kalimantan Timur.*
- [6]. Despari, C. R., Yusuf, M., & Purbasari, D. (2019). Realisasi Kegiatan Penambangan Terhadap Rencana Sekuen Penambangan Bulan Agustus 2018 Di Pit 1 Utara Banko Barat. *Jurnal Pertambangan*, 3(1), 44-53.
- [7]. Indonesianto, Y. (2000). *Pemindahan Tanah Mekanis. Yogyakarta: Program Studi Teknik Pertambangan UPN Veteran. ISBN: 978-602-820607-5*
- [8]. Kasiram. Moh. 2010. *Metodologi Penelitian Kualitatif – kuantitatif. Malang: UIN Maliki Press*
- [9]. Mincom. (2012). *Mincom MineScope. Brisbane: Mincom*
- [10]. Musmualim, Eddy I., dan Swardi, F.R. (2015). Rekonsiliasi Penambangan Antara Rencana Penambangan Bulanan dengan Realisasi di Tambang Swakelola B2 PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. *Jurnal Ilmu Teknik*, 3 (1): 32- 41.
- [11]. Mutia, N., & Soedarmono, D. (2020). Evaluasi Realisasi Penambangan Batubara Terhadap Rencana Blok Penambangan Pt Bukit Asam Tbk. *Jurnal Pertambangan*, 4(1), 50-58.
- [12]. Partanto, Projosumarto, 1995, "Pemindahan Tanah Mekanis", Jurusan Teknik Pertambangan ITB, Bandung.
- [13]. Tenriajeng, A. T. (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis. Jakarta: Gunadarma*
- [14]. Wijaya, A. A., Hartono, H., Widodo, P., & Bargawa, W. S. (2015). Rancangan Teknis Penambangan Batubara Di Kecamatan Sebuku, Kabupaten Nunukan Utara Provinsi Kalimantan Utara. *Jurnal" Teknologi Pertambangan"*, 1(1), 33-36.
- [15]. Tague, N.R (2005). *The quality toolbox. (2th ed.). Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press Available.*