

Kajian *Stockpile Management* Terhadap Nilai *Safety Stock* Pada *Stockpile* 4 PT. Bukit Asam TBK, Tanjung Enim, Sumatera Selatan

Sarah Shania Ulfa Andisya^{1*}, Tri Gamela Saldy^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Indonesia

*sarahandisya26@gmail.com

**trigamelasaldy@ft.unp.ac.id

Abstract. PT. Bukit Asam Tbk has a stockpile, one of which is in the OPB 4 area which is located in West Banko, Tanjung Enim, South Sumatra. stockpile data in May the percentage of load in in stockpile 4 has an achievement value of 77% and an achievement value of 83% load out in TLS 4. The final stock in the books on May 29, 2021 is 18,987.90 tons, but based on the measurement results of the final stock survey data is 793.85 tons. This thin stock affects the filling time of coal to trains in TLS 4 which can cause losses to the company if it experiences a long waiting time. Therefore, safety stock is needed as a safety stock if the stock is thin. Based on the results of research and analysis conducted at the research location which resulted in productivity and frequency of obstacles in the OPB 4 area, the productivity value of CHF 4 was 57.8% while in TLS 4 it was 54.9%. The average effective utilize value for January 2021 - May 2021 is 56% for CHF 4 and 50% on TLS 4. The results obtained that the required safety stock value in the stockpile 4 area is 24,612,775 tons, with a stockpile management system that has a stockpile pattern at stockpile 4 is Chevron. Coal unloading system with FIFO (First In First Out) for the process of getting in and out of coal on the stockpile.

Keywords : *Management stockpile, Productivity, Safety Stock.*

1. Pendahuluan

Manajemen *stockpile* adalah proses pengaturan atau prosedur yang terdiri dari pengaturan kualitas dan prosedur penimbunan batubara di *stockpile*. Target Produksi adalah capaian parameter berhasil tidaknya suatu perusahaan tambang dalam melakukan aktivitasnya demi tercapainya keuntungan setiap tahunnya dan tidak kalah pentingnya keselamatan kesehatan kerja yang harus diperhatikan akan menjadi dua faktor penting bergeraknya suatu industri pertambangan. *Safety stock* atau persediaan pengaman merupakan persediaan yang harus ada untuk mengantisipasi permintaan yang memiliki unsur ketidakpastian.

PT. Bukit Asam Tbk memiliki *stockpile* salah satunya pada area OPB 4 yang berlokasi di Banko Barat, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *Stockpile* 4 berhubungan dengan *dump hopper* 4 / CHF 4 dan *Train Loading Station* (TLS) 4. *Stockpile* 4 terdapat 3 kualitas batubara yaitu BB 49, BB 51, dan BB 53. Untuk memenuhi permintaan pasar *stockpile* 4 terdapat proses *blending* batubara yaitu kualitas batubara BB 49 dengan BB 53 dan didapatkan BB 51. *Rank* pada kualitas batubara *stockpile* 4 merupakan batubara sub bituminus.

Data lapangan bulan Mei 2021, *stock* awal di *stockpile* 4 yaitu sebesar 0 ton berdasarkan data hasil ukur *survey*. Persentase *load in* di *stockpile* 4 memiliki nilai 77%, dengan target produksi sebesar 614.475,0 ton batubara sedangkan pada pencapaian bulan di atas adalah 476.112,84 ton batubara. Data *load out* di TLS 4 memiliki nilai presentase ketercapaian 83% dengan target pengiriman sebesar 552.885,00 ton batubara dan

realisasi pengirimannya 456.925,22 ton batubara. *Stock* akhir di pembukuan pada tanggal 29 Mei 2021 adalah 18.987,90 ton, tetapi berdasarkan hasil ukur *survey* data *stock* akhir adalah 793,85 ton. *Stock* yang tipis ini berpengaruh pada waktu pengisian batubara ke kereta di TLS 4 yang dapat menyebabkan kerugian pada perusahaan jika mengalami waktu tunggu yang lama. Oleh karena itu diperlukan *safety stock* sebagai *stock* pengaman jika *stock* tipis.

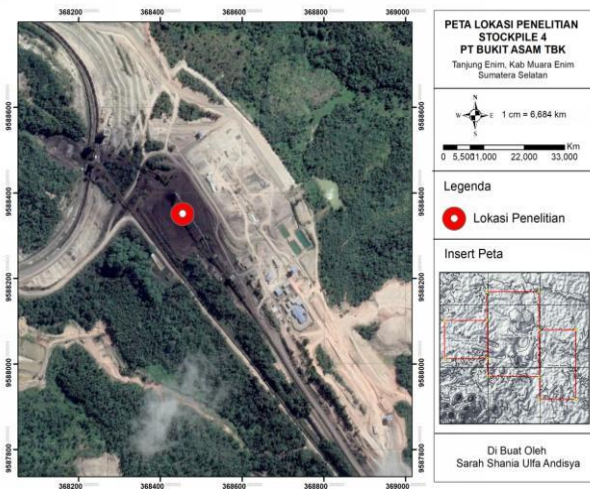


Gambar 1. Kondisi *stockpile* 4

2. Lokasi Penelitian

PT. Bukit Asam Tbk adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan dan perdagangan batubara PT. Bukit Asam Tbk di kecamatan

lawang kidul. *stockpile* pada area OPB 4 PT. Bukit Asam Tbk, terletak di Banko Barat, Tanjung Enim, Sumatera Selatan.



Gambar 2. lokasi penelitian *stockpile* 4

3. Kajian Teori

3.1. Coal Handling Facility

Coal Handling Facility (CHF) adalah sistem yang menangani batubara dalam suatu lokasi ke lokasi lainnya. Terdapat alat-alat mekanis yang digunakan untuk mentransportasikan batubara dalam *Coal Handling Facility*.

a. Belt conveyor

Belt conveyor dapat digunakan untuk mentransportasikan material dalam jumlah yang banyak dengan jarak yang jauh. Teknis pemilihan alat transportasi material berdasarkan dengan kapasitas material, jarak pemindahan material, ukuran dan bentuk material. Perhitungan produktivitas aktual *belt conveyor* dilakukan dengan cara menentukan jumlah tonase batubara yang dapat dimuat dalam satu kali proses pemuatan dari *dump hopper* ke lokasi *stockpile*, dibagi dengan waktu kerja *belt conveyor*. Produktivitas dapat dihitung menggunakan rumus menurut Kepmen 1827K yaitu:

Produktivitas = tonase batubara dalam sekali pengangkutan / Waktu kerja *belt conveyor*

b. Crusher

Crusher adalah mesin yang digunakan untuk menghancurkan material dari ukuran besar menjadi ukuran kecil. Mesin *crusher* dapat digunakan untuk berbagai material seperti batubara. Pada proses transportasi ke *stockpile* melalui *belt conveyor* batubara harus memiliki ukuran yang seragam agar kualitas dan kuantitas batubara terjaga.

c. Stockpile

Menurut Hana Mulyana *stockpile* adalah suatu tumpukan material batubara yang menjadi lokasi penyimpanan sementara batubara sebelum dilakukan distribusi atau pemasaran. Material yang masih ada dalam *stockpile* didapat dari hasil dumping oleh *dump truck* maupun curahan dari *conveyor*. Lokasi *stockpile* biasanya terletak pada wilayah yang strategis sehingga mudah untuk didistribusikan contohnya di dekat daerah front penambangan atau di dekat pelabuhan.

d. Train Loading Station

Train Loading Station digunakan untuk pengeluaran batubara dari *stockpile* menuju *surge bin* dan dicurahkan ke gerbong kereta api untuk di kirim ke pelabuhan ataupun konsumen batubara. PT. Bukit Asam Tbk, memiliki Pelabuhan Tarahan dan Kertapati untuk melakukan pengangkutan batubara kepada konsumen dan untuk sistem pengisian pada batubara menggunakan *train Loading Station* (TLS).

e. Angkutan Batubara

Batubara hasil dari pertambangan yang akan dikirimkan kepada para konsumen dalam jumlah besar memerlukan proses transportasi yang cukup panjang, penggunaan kereta api pada prinsipnya dipakai untuk mengangkut batubara dalam jumlah yang besar dan menempuh jarak yang jauh.

3.2. Perhitungan Efisiensi kerja

Efisiensi kerja adalah perhitungan antara waktu kerja produktif dengan waktu kerja tersedia dalam persentase (%). Efisiensi kerja mempengaruhi kemampuan kinerja alat, faktor mesin, faktor manusia dan faktor cuaca. Adapun rumus persamaan untuk menghitung efisiensi kerja suatu alat menurut Kepmen 1827K yaitu:

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

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

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

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

Keterangan:

W = *Working hours* atau jumlah kinerja alat.

R = *Repair hours* atau jumlah jam untuk perbaikan.

S = *Jam standby*.

Mechanical availability merupakan tingkat ketersediaan alat untuk melakukan produksi dengan memperhitungkan kualitas mekanis. *Physical availability* merupakan keadaan fisik dari alat mekanis yang digunakan untuk produksi. *Use of availability* merupakan tingkat daya guna alat untuk kegiatan produksi dan *effective utilization* menunjukkan berapa persentase dari

waktu kerja yang tersedia dan dapat dimanfaatkan untuk produktif atau sama dengan efisiensi kerja.

3.3. Manajemen stockpile Batubara

Manajemen *stockpile* adalah proses pengaturan atau prosedur yang terdiri dari pengaturan kualitas dan prosedur penimbunan batubara di *stockpile*. Manajemen *stockpile* merupakan suatu upaya agar batubara yang diproduksi dapat dikendalikan, dari kualitasnya maupun kuantitasnya. Selain itu, manajemen *stockpile* juga dimaksudkan untuk mengurangi kerugian yang mungkin timbul dari proses *handling* atau penanganan batubara yang kurang tepat. beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam manajemen timbunan *stockpile* yaitu sebagai berikut :

- a. Pengendalian temperatur dan swabakar.
- b. Pengendalian terhadap kontaminasi dan *housekeeping*.
- c. Pengendalian terhadap aspek kualitas batubara.
- d. Pengendalian terhadap aspek lingkungan.

Manajemen *stockpile* secara garis besar dapat dibagi menjadi dua bagian pekerjaan yaitu :

- e. *Storage* atau *stocking management*.
- f. *Quality* dan *quantity management*.

3.4. Storage Management

Pengaturan penyimpanan batubara sangat penting karena hal ini terkait dengan masalah pemeliharaan kuantitas dan kualitas batubara yang ditimbun di *stockpile*. Manajemen penimbunan dimulai dari pembuatan desain *stockpile* yang sesuai yang berorientasi pada pemeliharaan kuantitas dan kualitas serta pada lingkungan.

3.5. Pola Penimbunan

Penimbunan yang umum dilakukan di dalam kegiatan penambangan adalah: dengan metode penimbunan terbuka (*open stockpile*). *Open stockpile* adalah penimbunan material di atas permukaan tanah secara terbuka dengan ukuran sesuai tujuan dan proses yang digunakan. Pola penimbunan antara lain sebagai berikut:

- a. *Cone ply*

merupakan pola dengan bentuk kerucut pada salah satu ujungnya sampai tercapai ketinggian yang dikehendaki dan dilanjutkan menurut panjang *stockpile*. Pola ini menggunakan alat curah, seperti *stacker reclaimer*.



1,2,3,4 = Urutan Penimbunan.
 Sumber: Sanwani (1998)
 Gambar 3. Pola Penimbunan *Cone ply*

- b. *Chevron*

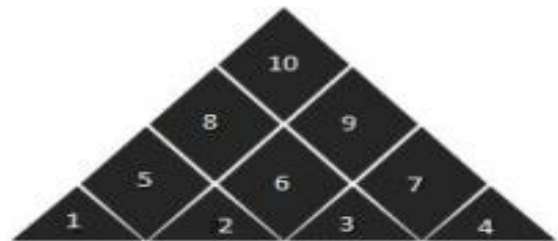
merupakan pola dengan menempatkan timbunan satu baris material, sepanjang *stockpile* dan timbunan dengan cara bolak-balik sehingga mencapai ketinggian yang diinginkan. Pola ini baik untuk alat curah seperti *belt conveyor* atau *stacker reclaimer*.



1,2,3,4 = Urutan Penimbunan.
 Sumber: Sanwani (1998)
 Gambar 4. Pola Penimbunan *Chevron*

- c. *Windrow*

merupakan pola dengan timbunan dalam baris sejajar sepanjang lebar *stockpile* dan diteruskan sampai ketinggian yang dikehendaki tercapai. Umumnya alat yang digunakan adalah *backhoe*, *bulldozer*, dan *loader*.



1,2,3,4 = Urutan Penimbunan.
 Sumber: Sanwani (1998)
 Gambar 5. Pola Penimbunan *Windrow*

3.6. Pembongkaran Batubara

Pembongkaran merupakan kegiatan untuk mengambil atau membongkar batubara yang ditimbun di tempat penimbunan. Pembongkaran timbunan memiliki beberapa sistem antara lain yaitu:

- a. Sistem FIFO (*First In First Out*)

Sistem FIFO yaitu dimana batubara yang pertama kali ditimbun pertama kali diambil. Manajemen FIFO di setiap *stockpile* baik di perusahaan tambang batubara maupun di *end-user* harus diusahakan terlaksana karena akan mencegah risiko terjadinya pembakaran spontan di *stockpile*. Hal ini karena semakin lama batubara terekspose di udara semakin besar kemungkinannya batubara tersebut mengalami oksidasi yang berarti pula semakin besar kemungkinan terjadinya *self heating* sampai terjadinya pembakaran spontan. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti :

- 1) Kontrol Terhadap Aspek Kualitas Batubara.
- 2) Kontrol Terhadap Kontaminasi dan *Housekeeping*.
- 3) Kontrol Temperatur dan Swabakar .
- 4) Kontrol Terhadap Aspek Lingkungan.

b. Sistem LIFO (*Last In First Out*)

Sistem LIFO yaitu dimana batubara yang terakhir kali ditimbun paling awal diambil. Pada sistem ini kegiatan penimbunan dilakukan sesuai dengan jadwal akan tetapi kegiatan pembongkaran timbunan dilakukan pada batubara yang terakhir ditimbun, sehingga pola ini memungkinkan batubara tertimbun lebih lama.

3.7. *Safety Stock* Batubara

Pengertian *safety stock* (persediaan pengaman atau *buffer stock*) adalah persediaan tambahan yang diadakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan (*stock out*). Tujuan *safety stock* adalah untuk meminimalkan terjadinya *stock out* dan mengurangi penambahan biaya penyimpanan dan biaya *stock out* total, biaya penyimpanan disini akan bertambah seiring dengan adanya penambahan yang berasal dari *reorder point* oleh karena adanya *safety stock*. Keuntungan adanya *safety stock* adalah pada saat jumlah permintaan mengalami lonjakan, maka persediaan pengaman dapat digunakan untuk menutup permintaan tersebut. Selain itu, keuntungan lainnya adalah ketika cuaca yang menjadi kendala produksi dapat diminimalisir dengan *safety stock*. Rumus *safety stock* adalah:

$$\text{Safety stock (Ss)} = (\text{pengiriman maksimum} - \text{pengiriman rata-rata}) \times \text{jangka waktu pengukuran maksimum}$$

Keterangan:

Pengiriman maksimum = pengiriman maksimal dalam setahun.

Pengiriman rata-rata = pengiriman rata-rata dalam setahun.

Jangka waktu pengukuran maksimum = jangka waktu periode setahun.

3.8. Kualitas Batubara

Proses pembakaran batubara merupakan proses yang kompleks, oleh karena itu dibutuhkan perlakuan khusus untuk mempermudah penentuan kualitas yang terkait dengan nilai *thermal* dan perkiraan adanya komponen yang akan memberikan nilai negatif baik pada efisiensi pembakaran maupun pada lingkungan. Analisis untuk mengukur kualitas batubara adalah analisis proksimat dan ultimat. Ada tiga metode standar pengujian parameter kualitas batubara di dunia yang umum digunakan yaitu, *American Society for Testing and Materials* (ASTM), *British Standards* (BS) dan *International Organisation for Standardisation* (ISO). Standar pengujian parameter analisis yang digunakan di Indonesia mengacu pada ASTM D 3172.

3.9. Pencampuran Batubara (*blending*)

Blending (pencampuran) adalah penggabungan atau penimbunan secara bersamaan dan terus menerus dalam waktu tertentu dari dua atau lebih material (batubara beda kualitas), yang dianggap mempunyai

komposisi yang konstan (parameter kualitas konstan) dan terkontrol proporsinya. Pencampuran batubara supaya didapatkan hasil yang sesuai dengan yang diinginkan dengan komposisi yang seragam dan homogen maka dapat dihitung menggunakan rumus *blending* batubara menurut Muchjidin, 2006 yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Q_b = \frac{Q_1.w_1 + Q_2.w_2 + Q_3.w_3 + \dots + Q_n.w_n}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n}$$

Keterangan :

Q_b = Kualitas hasil blending (ash (%), nilai kalori (kcal/kg))

$Q_1,2,3,\dots,Q_n$ = Kualitas batubara (ash (%), nilai kalori (kcal/kg))

$W_1,2,3,\dots,W_n$ = Berat batubara (ton)

Dalam suatu sistem *blending* (pencampuran) merupakan yang terpenting adalah proses *blending* harus dilakukan dengan unit pencampuran yang terkecil untuk mendapatkan batubara hasil blending yang homogen.

4. Metode Penelitian

Kegiatan pengambilan data pada tanggal 7 Juni – 7 Juli 2021. Lokasi penelitian difokuskan pada OPB 4, PT. Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan.

Berdasarkan jenisnya, penelitian ini termasuk kedalam jenis penelitian kuantitatif yang dilakukan dengan menjelaskan, menguji, dan menentukan hubungan antar variabel dengan memilah permasalahan menjadi bagian yang dapat diukur atau dinyatakan dalam bentuk angka. Pengambilan data di lapangan digunakan untuk mengetahui permasalahan yang ada sehingga dapat dikaji dan memberikan solusi terbaik. Data yang diambil terdiri dari data primer dan data sekunder.

4.1. Data Primer

Data primer adalah data yang diambil langsung dari pengamatan di lapangan yaitu data luasan *stockpile*

4.2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapat berdasarkan dari literatur, berbagai referensi, serta arsip-arsip laporan perusahaan, seperti: (a) Data *load in* dan data *load out*, (b) Data ukur *survey*, (c) Data hambatan, (d) Curah hujan, (e) Data kualitas batubara.

5. Hasil dan Pembahasan

5.1 Hasil penelitian

a. Fasilitas penanganan batubara dan pemuatan di OPB 4.

Area OPB 4 PT. Bukit Asam Tbk, memiliki fasilitas penanganan batubara / CHF sebagai proses *load in* dan pemuatan / TLS sebagai *load out*. *Load in* merupakan proses penerimaan batubara oleh *stockpile* 4 dari front penambangan sedangkan untuk *load out* yaitu

proses pengisian ke *surge bin* dari *stockpile* untuk memuat rangkaian kereta api.

1) Proses *load in* batubara ke *livestock* 4 melalui CHF 4 dari Banko Barat

Batubara yang masuk ke *livestock* 4 dilakukan dengan menggunakan *Coal Handling Facility* (CHF) 4 dengan jarak tempuh 3,35 Km (tabel 1) turun ke *livestock* 4 melalui belt flow. Batubara yang ditransportasikan menggunakan CHF 4 merupakan batubara hasil penambangan front Banko Barat (BB) yang di dumping dengan menggunakan alat angkut (*dump truck*) kedalam *dump hopper* melalui bantuan *belt conveyor* sebelum masuk ke *livestock* 4. *dump hopper* CHF 4 ada 2 buah dengan kapasitas 100 ton dan *breaker feeder* dengan kapasitas 850 ton/jam.

Tabel 1. *Belt Conveyor* CHF 4 dari BB

<i>Belt conveyor</i>	Panjang (m)	Kecepatan m/s	Kapasitas t/j
CV-21	167,6	2,25	850 ton/jam
CV-22	222,5	2,25	850 ton/jam
CV-23	2.086,3	4,5	1700 ton/jam
CV-24	641,4	4,5	1700 ton/jam
CV-25	234,7	4,5	1700 ton/jam
Jumlah	3.352,5		

Perhitungan produktivitas aktual *belt conveyor*.

Luas *belt conveyor*

$$A = 0,1588 (0,9 \times 1,2 - 0,05)^2$$

$$A = 0,16847092 \text{ m}^2$$

Produktivitas *belt conveyor* CV-21 dan CV-22

$$Q_t = 3600 \times 0,16847092 \times 2,25 \times 0,9 \times 0,91$$

$$Q_t = 1.117,61 \text{ ton/jam}$$

Produktivitas *belt conveyor* CV-23, CV-24 dan CV- 25

$$Q_t = 3600 \times 0,16847092 \times 4,5 \times 0,9 \times 0,91$$

$$Q_t = 2.235,23 \text{ ton/jam}$$

- Produktivitas pada CHF 4

Produksi CHF 4 bulan Januari 2021 hingga bulan Mei 2021 dengan total *load in* CHF 4 sebesar 2.141.275,74 ton, dengan total jam operasi 2.045 jam. Produktivitas aktual dapat dihitung dengan sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas aktual} = \frac{2.141.275,74 \text{ ton}}{2.045 \text{ jam}}$$

$$\text{Produktivitas aktual} = 1.047,07 \text{ ton/jam}$$

Produktivitas aktual pada CHF 4 adalah 1.047,07 ton/jam. Untuk mengetahui pencapaian produktivitas diperlukan perbandingan dengan produktivitas teoritis pada CHF 4 yaitu 1.700 ton/jam.

$$\text{Pencapaian produktivitas} = \frac{1.047,07 \text{ ton/jam}}{1700 \text{ ton/jam}} \times 100\%$$

$$\text{Pencapaian produktivitas} = 61,6\%$$

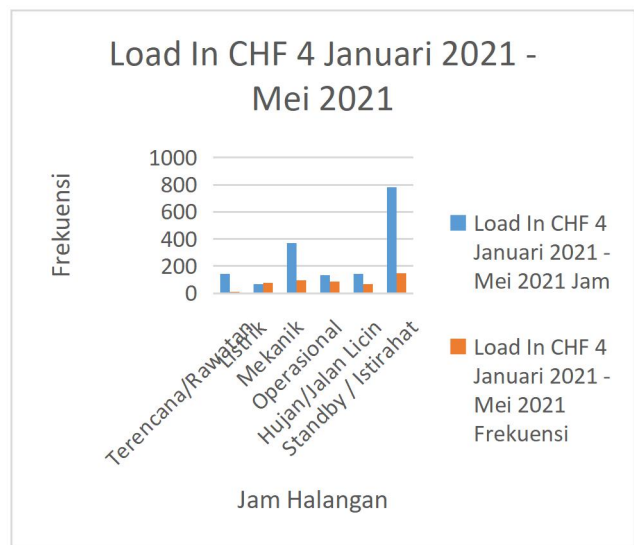
- Frekuensi halangan CHF 4

Frekuensi halangan berarti berapa kali suatu halangan yang muncul atau banyaknya halangan yang sering terjadi pada proses *load in* batubara di CHF 4 pada bulan Januari 2021 hingga bulan Mei 2021. Data halangan CHF 4 dirangkumkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Daftar Halangan CHF 4

<i>Load In</i> CHF 4 Januari 2021 - Mei 2021		
Kelompok Halangan	Jam	Frekuensi
Terencana/Rawatan	144	9
Listrik	67	74
Mekanik	371	94
Operasional	133	85
Hujan/Jalan Licin	144	67
Standby / Istirahat	782	147

Berdasarkan tabel di atas halangan dengan frekuensi dan jam tertinggi terdapat pada waktu istirahat atau *standby* dan frekuensi hambatan terendah pada perawatan terencana sedangkan waktu paling sedikit pada jam halangan listrik. Perbandingan frekuensi halangan CHF 4 dengan jam halangan dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 6. Frekuensi Halangan CHF 4

- Ketersediaan *coal handling facility* 4

Ketersediaan *Coal Handling Facility* (CHF) 4 menjadi salah satu yang dapat mempengaruhi hasil produksi pada *livestock* 4. Penilaian ketersediaan alat dilakukan untuk mengetahui kehandalan kinerja dari CHF 4 dalam berproduksi. Penilaian yang dilakukan yaitu *Mechanical Availability* (MA), menunjukkan kesiapan CHF 4 dan kehilangan waktu yang karena adanya halangan yang terjadi dan waktu perbaikan. Waktu jam operasi dan jam perbaikan pada bulan Januari. MA dihitung sebagai berikut:

$$MA = \frac{499 \text{ Jam}}{(499 + 74) \text{ jam}} \times 100\%$$

$$MA = 87\%$$

Physical Availability (PA), kesediaan fisik pada CHF 4 pada saat proses *load in* batubara. Waktu jam operasi, jam perbaikan, dan jam Stand by pada bulan Januari. PA dihitung sebagai berikut:

$$PA = \frac{(499 + 171) \text{ Jam}}{(499 + 171 + 74) \text{ jam}} \times 100\%$$

$$PA = 90\%$$

Use of Availability (UA), persentase pengelolaan alat pada CHF 4. Waktu jam operasi, dan jam Stand by pada bulan Januari. UA dihitung sebagai berikut:

$$UA = \frac{499 \text{ Jam}}{(499 + 171) \text{ jam}} \times 100\%$$

$$UA = 74\%$$

Effective Utilization (EU), persentase yang menunjukkan produktivitas alat yang bekerja pada *load in* batubara CHF 4. Waktu jam operasi, jam perbaikan, dan jam *Stand by* pada bulan Januari. EU dihitung sebagai berikut:

$$EU = \frac{499 \text{ Jam}}{(499 + 171 + 74) \text{ jam}} \times 100\%$$

$$EU = 67\%$$

Tabel 3. Ketersediaan Alat CHF 4

Ketersediaan Alat CHF Januari 2021 - Mei 2021					
No	Bulan	MA	UA	PA	EU
1	Januari	87%	74%	90%	67%
2	Februari	88%	61%	92%	56%
3	Maret	57%	67%	72%	48%
4	April	59%	71%	67%	47%
5	Mei	86%	70%	89%	63%
Rata-rata		75%	69%	82%	56%

Perhitungan MA, PA, UA, EU pada bulan selanjutnya sama dengan cara perhitungan MA, PA, UA, EU pada bulan Januari 2021.

2) Proses *load out* batubara dari *livestock* 4 ke TLS 4

Proses pengeluaran batubara dari *livestock* 4 menuju TLS 4 dilakukan dengan *belt conveyor* CV-26 dan CV-27, dari TLS 4 batubara akan dimuat ke gerbong kereta api, hal ini juga dipengaruhi oleh produktivitas *bulldozer* yang bertugas untuk *maintenance* batubara pada *livestock* 4, meratakan batubara hasil curahan *belt flow* dan membantu masuknya batubara ke *vibrating feeder*, semakin baik kerja *bulldozer* maka semakin cepat proses transportasi batubara dari *livestock* 2 menuju TLS 4. Batubara yang sampai di TLS 4 akan ditampung pada *surge bin* dengan kapasitas 500 ton sebelum dimuat ke gerbong kereta api. Proses pengisian *surge bin* dilakukan pada saat kedatangan rangkaian kereta api untuk memuat batubara.

Tabel 4. *Belt Conveyor* Livestock 4 ke TLS 4

<i>Belt conveyor</i>	Panjang (m)	Kecepatan m/s	Kapasitas TPH
CV-26	292,5	5,2	2000 ton/Jam
CV-27	189,1	5,2	2000 ton/Jam
Jumlah	481,6		

Perhitungan produktivitas aktual *belt conveyor*.

Luas *belt conveyor*

$$A = 0,1588 (0,9 \times 1,2 - 0,05) 2$$

$$A = 0.16847092 \text{ m}^2$$

Produktivitas *belt conveyor* CV-26 dan CV-27

$$Qt = 3600 \times 0.16847092 \times 5.2 \times 0.9 \times 0.91$$

$$Qt = 2.582,94 \text{ ton/jam}$$

- Produktivitas pada TLS 4

Produksi TLS 4 bulan Januari 2021 hingga bulan Mei 2021 dengan total *load out* TLS 4 sebesar 1.989.273 ton , dengan total jam operasi 1.811 jam . Untuk produktivitas aktual dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas aktual} = \frac{1.989.273 \text{ Ton}}{1.811 \text{ jam}}$$

$$\text{Produktivitas aktual} = 1.098,44 \text{ ton/jam.}$$

Produktivitas aktual pada TLS 4 adalah 1.098,44 ton/jam. Untuk mengetahui pencapaian produktivitas diperlukan perbandingan dengan produktivitas teoritis pada TLS 4 yaitu 2.000 ton/jam.

$$\text{Pencapaian produktivitas} = \frac{1.098,44 \text{ ton/jam}}{2.0000 \text{ ton/jam}} \times 100\%$$

$$\text{Pencapaian produktivitas} = 54,9\%.$$

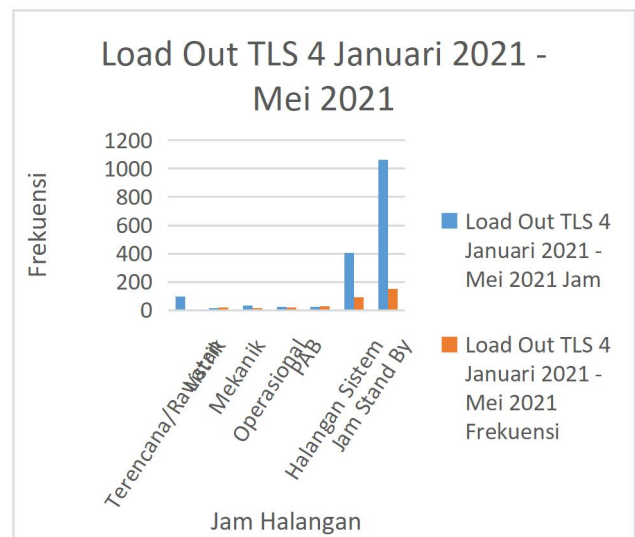
- Frekuensi halangan TLS 4

Frekuensi halangan berarti berapa kali suatu halangan yang muncul atau banyaknya halangan yang sering terjadi pada proses *load Out* batubara TLS 4 pada bulan Januari 2021 hingga bulan Mei 2021. Dapat dilihat pada lampiran 2 data halangan TLS 4 dirangkumkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 5. Daftar Halangan TLS 4

<i>Load Out</i> TLS 4 Januari 2021 - Mei 2021		
Kelompok Halangan	Jam	Frekuensi
Terencana/Rawatan	96	6
Listrik	15	18
Mekanik	31	14
Operasional	24	18
PAB	26	28
Halangan Sistem	404	91
Jam Stand By	1063	151

Berdasarkan tabel di atas halangan dengan frekuensi dan jam tertinggi terdapat pada waktu *standby* dan frekuensi hambatan terendah pada perawatan terencana, sedangkan waktu paling sedikit pada jam halangan listrik. Perbandingan frekuensi halangan TLS 4 dengan jam halangan dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 7. Frekuensi Halangan TLS 4

- Ketersediaan alat TLS 4

Salah satu faktor yang mempengaruhi dalam pengiriman batubara pada TLS 4 yaitu penilaian terhadap kinerja alat yang dilakukan di TLS 4 pada saat proses *load out* batubara dari *livestock* 4 menuju ke gerbong kereta api. Penilaian yang dilakukan yaitu *Mechanical Availability* (MA), menunjukkan kesiapan TLS 4 dan kehilangan waktu yang karena adanya halangan yang terjadi dan waktu perbaikan. Waktu jam operasi, dan jam perbaikan pada bulan Januari MA sebagai berikut:

$$MA = \frac{403 \text{ Jam}}{(403 + 22) \text{ jam}} \times 100\%$$

$$MA = 95\%$$

Physical Availability (PA), kesediaan fisik pada TLS 4 pada saat proses *load out* batubara. Waktu jam operasi, jam perbaikan, dan jam *Stand by* pada bulan Januari. PA dapat dihitung sebagai berikut:

$$PA = \frac{(403 + 320) \text{ Jam}}{(403 + 320 + 22) \text{ jam}} \times 100\%$$

$$PA = 97\%$$

Use of Availability (UA), persentase pengelolaan alat pada TLS 4. Waktu jam operasi, dan jam *Stand by* pada bulan Januari. UA dapat dihitung sebagai berikut:

$$UA = \frac{403 \text{ Jam}}{(403 + 302) \text{ jam}} \times 100\%$$

$$UA = 56\%$$

Effective Utilization (EU), persentase yang menunjukkan produktivitas alat yang bekerja pada *load out* batubara TLS 4. Waktu jam operasi, jam perbaikan, dan jam *Stand by* pada bulan Januari. EU dapat dihitung sebagai berikut:

$$EU = \frac{403 \text{ Jam}}{(403 + 320 + 22) \text{ jam}} \times 100\%$$

$$EU = 54\%$$

Tabel 6. Ketersediaan Alat TLS 4

Ketersediaan Alat TLS 4 Januari 2021 - Mei 2021					
No	Bulan	MA	UA	PA	EU
1	Januari	95%	56%	97%	54%
2	Februari	88%	43%	95%	41%
3	Maret	86%	52%	92%	48%
4	April	89%	62%	93%	58%
5	Mei	94%	50%	97%	49%
Rata-rata		90%	53%	95%	50%

Perhitungan MA, PA, UA, EU pada bulan selanjutnya sama dengan cara perhitungan MA, PA, UA, EU pada bulan Januari 2021. Data tabel ketersediaan alat TLS 4.

b. Keadaan *stockpile* 4.

Stockpile pada OPB 4 merupakan *stockpile* yang berhubungan dengan *dump hopper* 4 / CHF 4 dan *train Loading Station* (TLS) 4. *Stockpile* 4 terdapat 3 kualitas batubara yaitu BB 49, BB 51, dan BB 53. Proses blending batubara di *stockpile* 4 yaitu kualitas batubara BB 49 dengan BB 53 dan didapatlah BB 51. Batubara yang ditimbun berasal dari site Banko Barat yang dikelola oleh Swakelola dan BAK dengan kontraktor SBS. Batubara dari *dump hopper* ke *stockpile* diangkut

menggunakan belt conveyor dengan dicurahkan dari atas (*belt flow*). *Train Loading Station* (TLS) 4 pada *stockpile* 4 berfungsi untuk kegiatan pemuatan batubara oleh babaranjang lalu dibawa ke kertapati dan tarahan.

1) Lantai dasar

Lantai dasar pada *live stockpile* memiliki luas 16.985 m² atau 1,7 Ha (pembulatan) berdasarkan perhitungan menggunakan software arcgis. Lantai dasar *live stockpile* 4 terbuat dari tanah kemudian lapisan atasnya diberi lapisan batubara kotor (*bedding coal*). Kemiringan lantai dasar *live stockpile* ke arah timur sehingga dapat mengalirkan air dari timbunan yang berasal dari air hujan menuju paritan, dan *sump* sementara.

2) Kondisi timbunan batubara

Pada *stockpile* 4 timbunan batubara diatur berbentuk bangun limas terpancung memanjang.

- Tinggi timbunan

Tinggi timbunan batubara berhubungan dengan arah angin yang menerpa *live stockpile* 4 dan masalah kesehatan dan keselamatan kerja. Ketinggian *stockpile* sementara yang disarankan oleh K3L perusahaan, maksimum 13 meter meruntuk timbunan yang dilakukan pemadatan (penyimpanan cadangan). Pada hasil pengamatan dan pengukuran tinggi timbunan batubara pada kompartemen paling tinggi setinggi 3 meter.

- Sudut timbunan

Sudut timbunan sangat mempengaruhi angin yang menerpa timbunan batubara. *Angel of repose* yang aman untuk tumpukan adalah 30° - 40°. Pada realita di lapangan, sudut timbunan pada *live stockpile* 4 yaitu 32°.

3) Kapasitas *stockpile* 4

Kapasitas maksimum *stockpile* 4 adalah 150.000 ton batubara dengan panjang dan lebar *stockpile* 4 adalah 150 meter dan 80 meter dengan luasan area sebesar 12.000 m².

4) Sistem drainase

Drainase adalah aliran yang dibuat untuk mengalirkan air disekitar timbunan batubara menuju kolam penampungan (*settling pond*). Drainase menjadi bagian yang penting untuk diperhatikan karena air hujan yang masuk ketimbunan diarahkan untuk langsung dialirkan ke sistem drainase sehingga tidak menjadi genangan, karena apabila terjadi genangan maka akan menimbulkan masalah lain di area sekitar terutama di area penimbunan. Berdasarkan hasil pengamatan, aliran sistem drainase pada timbunan *stockpile* 4 kurang baik. Perlu adanya perawatan berkala dengan cara membersihkan saluran secara berkala agar batubara yang umumnya masuk kedalam saluran tidak mengganggu aliran air, selain itu pembersihan akan tumbuhan-tumbuhan yang berada disekitar saluran juga perlu

diperhatikan karena dapat mengganggu aliran air yang akan masuk ke area saluran.

5) Pola penimbunan dan penanganan timbunan

Pola penimbunan batubara pada *live stockpile* 4 ini menggunakan pola penimbunan *Chevron*. *Live pile* merupakan timbunan yang terbentuk langsung dari pencurahan oleh *belt flow*. *Live pile* yang terbentuk kemudian disebar menggunakan *bulldozer* CAT D8R ke bagian tepi timbunan atau didorong untuk langsung masuk ke dalam *vibrating feeder*.

6) Sistem pengatuaran timbunan batubara

Sistem *First In First Out* (FIFO) merupakan sistem yang dipakai di *stockpile* 4. Sistem ini memiliki prinsip batubara yang dimuat harus segera diangkut menuju timbunan lanjutan. Batubara yang di curahkan pertama kali harus dikeluarkan pertama kali, hal ini dilakukan untuk mencegah adanya swabakar yang menyebabkan penurunan kualitas dari batubara. Penerapan manajemen FIFO kedalam *stockpile* 4 dimana batubara yang masuk dari front ke area *stockpile* akan ditimbun berdasarkan urutan yang sudah direncanakan, kemudian pemuatan batubara dilakukan pada batubara yang pertama kali di curah dari *belt flow*. Manajemen ini diterapkan di area *stockpile* 4 dimana batubara yang pertama kali masuk ke area ini ditimbun dan diangkut atau dikirim pertama kali kemudian secara berurutan dilakukan hal yang sama pada batubara yang masuk untuk menjaga keseimbangan dari pemenuhan pencapaian produksi. Menjaga keseimbangan dari volume batubara yang akan di curahkan di area tersebut agar kualitas batubara yang diproduksi dapat terus terjaga kualitasnya.

7) Pengiriman batubara

Pengiriman dilakukan menggunakan *Vibrating Hopper Feeder* (VHF) yang berada di bawah timbunan batubara yang dikelola menggunakan *bulldozer*. Pada *live stockpile* 4 terdapat 4 VHF, dari VHF kemudian diangkut menggunakan *belt conveyor* menuju TLS 4 yang kemudian akan dikirim menggunakan kereta babaranjang menuju ke dermaga kertapati maupun tarahan. Selanjutnya dari dermaga batubara diangkut menggunakan kapal tongkang ke konsumen.

8) Blending

Kualitas batubara pada *stockpile* 4 memiliki 3 kualitas yakni BB 49, BB 51, BB 53. Batubara pada *stockpile* 4 memiliki *rank* kualitas sub bituminus. Klasifikasi batubara pada *stockpile* 4 berdasarkan market brand PT Bukit Asam Tbk, dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Keadaan lapangan saat penelitian memiliki jumlah tumpukan batubara yang sedikit, sehingga menggunakan *layered stockpiling* untuk cara blending di *stockpile*. *Layered stockpiling* merupakan cara membentuk tumpukan di mana komponen komponen berurutan ditambahkan dalam bentuk lapisan. Jika hal ini

dikerjakan untuk memblending, komponen yang berurutan tersebar merata ke seluruh daerah tumpukan. Cara ini umumnya digunakan untuk memblending tumpukan yang kecil dan jumlah batubaranya tidak terlalu banyak. (Muchjidin, 2006).

Batubara BB 49 yang mempunyai kandungan CV rerata 4900 (ar) diblending dengan tumpukan batubara BB 53 yang mempunyai kandungan CV rerata 5300 (ar) untuk memenuhi permintaan pembeli batubara dengan kandungan CV (ar) rerata 5100. Menurut hasil perhitungan batubara BB 49 dan BB 51 diblending dengan perbandingan 1:1 untuk mendapatkan BB 51.

$$\text{BB 49} = 4900$$

$$\text{BB 53} = 5300$$

Target 280.554 ton (data bulan Maret 2021), 5100. Misalkan batubara BB 49 = y ton, BB 53 = (280.554-y) ton

persamaan :

$$280.554 \times 5100 = y \times 4900 + (280.554 - y) \times 5300$$

$$1.430.825.400 = 4900y + 1.486.936.200 - 5300y$$

$$56.110.800 = 400y$$

$$y = 140277$$

$$\text{BB 49} = 140.277 \text{ ton}$$

$$\text{BB 53} = 140.267 \text{ ton}$$

Hasil di atas memiliki nilai yang mendekati data blending *stockpile* di lapangan pada bulan maret 2021, dengan nilai mutasi BB 49 sebesar 147.092 ton dan mutasi BB 53 sebesar 133.462 ton.

c. Data *stock* batubara OPB 4

Data produksi dan pengiriman batubara pada OPB 4 dari bulan Januari - Mei 2021 dapat dilihat pada tabel 7 di bawah ini:

Tabel 7. Nilai Pengiriman dan Penerimaan Batubara OPB 4 PT Bukit Asam Tbk Site Banko Barat Januari – Mei 2021

Bulan 2021	Stock Awal <i>stockpile</i> (ton)	Penerimaan <i>stockpile</i> (ton)	Pengiriman <i>stockpile</i> (ton)	Stock Akhir <i>stockpile</i> (ton)
Januari	-	473.384,00	443.796,41	29.587,59
Februari	5.122,23	386.333,51	334.393,64	57.062,10
Maret	19.290,39	379.730,15	349.815,36	49.205,18
April	9.410,84	425.715,24	404.342,17	30.783,91
Mei	-	476.112,84	456.925,22	19.187,62
Jumlah	33.823,46	2.141.275,74	1.989.272,80	185.826,40
Rata-Rata	6.764,69	428.255,15	397.854,56	37.165,28

Perhitungan nilai *safety stock* menggunakan metode maksimal dan rata-rata digunakan untuk menentukan besarnya *safety stock* di area *stockpile*. Pengiriman tertinggi pada bulan Mei 456.925,22 ton, dengan rata-rata pengiriman dari Januari - Mei 2021

397.854,56. Jangka pengukuran maksimum 1 tahun (=1) atau 12 bulan data pada penelitian 5 bulan. Jangka waktu 12 bulan dibagi 5 bulan menjadi 0,42.

Perhitungan *safety stock* dapat ditentukan berikut:
 $SS = (456.925,22 - 397.854,56) 0,42$
 $= 24.612,775 \text{ ton.}$

5.2. Pembahasan

a. Produktivitas dan frekuensi halangan pada CHF dan TLS pada OPB 4

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan penulis bahwa kemampuan alat *belt conveyor* sebagai CHF untuk *load in* maupun *load out* memiliki kemampuan untuk memenuhi target bulanan, dimana produktivitas aktual pada setiap alat mampu untuk memenuhi produktivitas teoritis maupun kapasitas maksimum yang ditetapkan perusahaan. Untuk analisa produktivitas dari CHF di OPB 4 yaitu persentase pencapaian produktivitas hanya 61,6%, hasil ini dipengaruhi oleh adanya halangan perbaikan alat atau waktu *stand by* pada kegiatan transportasi batubara ke *livestock* 4 melalui CHF 4. Sedangkan produktivitas dari TLS di OPB 4 yaitu persentase pencapaian produktivitas hanya 54,9%, hasil ini dipengaruhi dengan banyaknya waktu *stand by* dikarenakan *stock* yang tipis. Banyaknya hambatan dan *stand by* yang tidak direncanakan berpengaruh kepada hasil perbedaan produktivitas antara aktual dengan teoritis. Hal ini diperlukan penggunaan jam tersedia yang ada dengan optimal dan mengevaluasi jam ketersediaan alat agar dapat meningkatkan produktivitas *load in* di *stockpile* 4.

b. Sistem manajemen *stockpile* pada OPB 4

Terdapat permasalahan pada rantai dasar *stockpile* 4, untuk mengatasi masalah tersebut perlu dilakukan perawatan maupun perbaikan rantai *stockpile* 4 yang bergelombang dengan cara meratakan rantai dasar *stockpile* 4 yang mengalami cekungan. Pola penimbunan pada *stockpile* 4 yaitu menggunakan metode *chevron* dengan sistem pengaturan batubara FIFO (*First In First Out*), namun bisa saja tidak sesuai. Hal ini dikarenakan tidak semua batubara dari curahan *conveyor* dapat masuk kedalam VHF harus dibantu menggunakan *bulldozer*. Jika kerja *bulldozer* tidak optimal dalam proses ini maka batubara yang pertama kali ditimbun akan tertimbun lama dan menyebabkan swabakar. Untuk itu diusahakan dalam memasukan batubara ke dalam VHF diprioritaskan untuk batubara yang pertama kali ditimbun sehingga sistem FIFO berjalan dengan baik dan untuk kegiatan ini keoptimalan *bulldozer* sangat berperan. Pada *stockpile* 4 proses *blending* dilakukan dengan perbandingan 1:1 dengan kualitas batubara BB 49 dan BB 53. Proses *blending* dilakukan dengan pola penimbunan *layering stockpiling* yang sesuai dengan keadaan *stock* pada *stockpile* 4 yang memiliki jumlah kuantitas *stock* yang sedikit.

c. Nilai dari *safety stock* batubara pada OPB 4

Persediaan pengaman batubara di area *stockpile* 4 dilakukan untuk menjaga agar *stock* tidak *stockout* dengan maksud agar tidak terjadi *demurrage* yang disebabkan waktu tunggu kereta api. Berdasarkan perhitungan *safety stock* dengan metode pemakaian maksimum dan rata-rata dibutuhkan volume batubara sebesar 24.612,775 ton sebagai cadangan yang ada di *stockpile* 4. Nilai *safety stock* di atas dapat berubah jika terjadi perubahan pada nilai pengiriman batubara atau data *demand* batubara untuk OPB 4.

6. Kesimpulan dan Saran

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya:

- Produktivitas bulan Januari 2021 - Mei 2021 pada CHF 4 yaitu 61,6% sedangkan pada TLS 4 54,9%. Nilai rata rata *effective utilize* bulan Januari 2021 - Mei 2021 56% untuk CHF 4 dan 50% pada TLS 4, halangan dengan frekuensi terbesar dan waktu hambatan terbesar terdapat pada waktu *stand by*.
- Pola penimbunan pada *stockpile* 4 yaitu *Chevron* dengan sistem FIFO (*First In First Out*) untuk proses keluar masuk batubara pada *stockpile*, perbandingan *blending* pada *stockpile* 4 yaitu 1:1.
- Safety stock* yang dibutuhkan di area *stockpile* 4 adalah 24.612,775 ton, untuk itu dibutuhkan volume batubara sebesar 24.612,775 ton sebagai cadangan yang ada di area *stockpile* 4.

6.2. Saran.

Saran yang dapat peneliti berikan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- OPB 4 perlu evaluasi terhadap *load in* dan *load out* dan diperlukan peningkatan (mengoptimalkan) waktu ketersediaan alat.
- Pada rantai *stockpile* perlu adanya perawatan dikarenakan pada *spot* tertentu terdapat cebakan air hujan yang disebabkan waktu *bulldozer* melakukan pemadatan batubara atau mendorong batubara ke VHF.
- Penelitian ini diperlukan data *demand* agar mendapatkan nilai *safety stock* dengan metode statistik agar lebih akurat penentuan nilainya.

7. Daftar Pustaka

- [1] Adiguna, W. 2007. Pengelolaan Penimbunan Muatan Curah Kering. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- [2] Alfarisi, A., Ibrahim, E., & Asyik, M. (2017). Analisis Potensi *Self Heating* Batubara Pada *Live Stock* dan *Temporary Stockpile* Banko Barat PT. Bukit Asam. Jurnal Pertambangan, 1(3).

- [3] *American Standard for Testing and Material*. 1979. *Gaseous Fuels. coal and Coke. Atmospheric Analysis*.
- [4] Anonim, Data-data dan Arsip-arsip Laporan, PT. Bukit Asam (Persero) Tbk.
- [5] Assauri, Sofyan, 2008, Manajemen Pemasaran, edisi pertama, cetakan kedelapan, Penerbit : Raja Grafindo, Jakarta
- [6] ASTM, 2002, *Standard Practice for Tonnage Calculation of Coal in a stockpile*, D6542.
- [7] Carpenter. Anne M. 1999. *management of coal stockpiles*. IEA coal Research.
- [8] Chandralal, N., Mahapatra, D., Shome, D., & Dasgupta, P. (2014). *Behaviour of low rank high moisture coal in large stockpile under ambient conditions*. *American international journal of research in formal, applied and natural sciences*, 6(1), 19-26.
- [9] Ekawati, R. (2018). *Planning And Controlling Inventory Of Coal Using Model Probabilistic Q Backorder With Consider Of Storage Capacity*. *Journal of Engineering and Management in Industrial System*, 6(1), 20-26.
- [10] Gbadamosi, A. R., Onifade, M., Genc, B., & Rupperecht, S. (2020). *Analysis of spontaneous combustion liability indices and coal recording standards/basis*. *International Journal of Mining Science and Technology*, 30(5), 723-736.
- [11] Graves, S. C., & Willems, S. P. (2000). *Optimizing strategic safety stock placement in supply chains*. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2(1), 68-83.
- [12] Hardianti, S., & Saputra, Y. (2018). B Blending Batubara Untuk Memenuhi Kriteria Permintaan Pasar Ekspor. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 9(01), 28-38.
- [13] Hartman H. L. 1987. *Introductory Mining Engineering. A Wiley Interscience Publication*. New York.
- [14] Hermawan. Andri. 2001. Pengenalan Umum Batubara. coal quality control and quantity ". Sucidida.
- [15] Kasiram. Moh. 2010. Metodologi Penelitian Kualitatif – kuantitatif. Malang: UIN Maliki Press
- [16] Muchjidin. 2006. Pengendalian Mutu Dalam Industri Batubara. ITB. Bandung.
- [17] Mulyana. Hana. 2005. Kualitas Batubara dan *stockpile management*. Jogjakarta.
- [18] Partanto Prodjosumarto, 1993, Tambang Terbuka. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung.
- [19] Purwanto dan Suharyadi. 2007. Statistik untuk Ekonomi dan Keuangan Moderen. Edisi Kedua. Jakarta: Salemba Empa
- [20] Sanwani, Edi. 1998, Pencucian Batubara, Jurusan Teknik Pertambangan- FTTM, Pertambangan, Institut Teknologi Bandung.
- [21] Soelistijo, U. W. (2006). Manajemen Industri Pertambangan. UNISBA. Bandung.
- [22] Stephyna, H. G. (2011). Analisis Kinerja Manajemen Persediaan Pada PT. United Tractors, TBK Cabang Semarang.
- [23] Sudarsono Arief S., 2003, Pengantar Preparasi Dan Pencucian Batubara. departemen Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung.
- [24] Sukandarrumidi. 1995. Batubara dan Gambut. Universitas Gadjah Mada. yogyakarta, ISBN 979-420-359-9
- [25] Suryani, S., & Can, D. (2018). Analisis Pengendalian Persediaan Sistem Manajemen Persediaan Bahan Baku Kemasan. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 4(2), 65-70.
- [26] Terry, G, R. (1960). *Principles of management*. *Homewood Illinois* : Richard D.Irwin Inc.
- [27] West, J. (2011). *Optimising coal stockpiles in a supply chain using a dynamic cost flow model*. chapter chairpersons and secretaries, 2.