

Studi Manajemen Penimbunan Batubara pada *Stockpile* PT Firman Ketaun, Desa Tanjung Dalam, Kecamatan Ulok Kupai (Napal Putih), Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu

Coal Stockpile Management Study on Stockpiles PT Firman Ketaun, Tanjung Dalam Village, Ulok Kupai (Napal Putih) Sub-District, North Bengkulu Regency, Bengkulu Province

¹Ziad Noer Arofah, ²Stefano Munir, ³Sriyanti

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

Email: ¹arofahziad@gmail.com, ²stefanomunir@gmail.com, ³sriyanti.tambang@yahoo.com

Abstract. PT Firman Ketaun is a company engaged in the coal mining industry located in Tanjung Dalam Village, Ulok Kupai (Napal Putih) Sub-District, North Bengkulu Regency, Bengkulu Province which has an Mining Business License (IUP) covering an area of 1,259.6 hectares with a total coal reserves of 6,672. 569 tons. Coal contained in PT Firman Ketaun is a sub-bituminous type with the category of thermal coal. Therefore, to meet production targets and meet the needs of domestic and foreign consumers, stockpile management is good and uses technology so that demand is fulfilled. In addition, the problem with PT Firman Ketaun is the accumulation of coal in the stockpile and the coal demolition management system that uses the LIFO method which eventually causes the embankment height to reach 14 m. The coal in PT Firman Ketaun's stockpile has the following average qualities: Calorific Value: 5,975.25 Kcal / kg. , Ash content: 8.85%, Solid Carbon: 36.52%. And Total Sulfur: 0.37%. To meet consumer needs, it takes into account the parameters that affect stockpile management, namely: geographical conditions, geological conditions, mine conditions, coal characteristics, mine conditions, landfill management systems, stockpile operating conditions and stockpile environmental conditions. Therefore, it is necessary to review the stockpile management system used in PT Firman Ketaun, which originally used LIFO to become FIFO so that coal stockpile will not accumulate. The volume of low ash deposits has a volume of 26,276.449 LCM with embankment tonnage of 32,057,323 tons. This high ash pile has a volume of 43.236,517 LCM with embankment tonnage of 52.748,550 tons.

Keywords: Coal, Coal Stockpile Management, Coal Stockpiles.

Abstrak. PT. Firman Ketaun. merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri pertambangan batubara yang berlokasi di Desa Tanjung Dalam, Kecamatan Ulok Kupai (Napal Putih), Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu yang memiliki Izin Usaha Pertambangan (IUP) seluas 1.259,6 Ha dengan jumlah cadangan batubara sebesar 6.672.569 ton. Batubara yang terdapat pada PT Firman Ketaun merupakan jenis sub bituminous dengan kategori batubara thermal. Maka dari itu untuk memenuhi target produksi dan memenuhi kebutuhan konsumen dalam negeri maupun luar negeri maka dari itu manajemen stockpile yang baik dan menggunakan teknologi agar permintaan terpenuhi. Selain itu juga masalah pada PT Firman Ketaun ini adalah menumpuknya batubara pada stockpile dan sistem manajemen pembongkaran batubara yang menggunakan metode LIFO yang akhirnya menyebabkan tinggi timbunan mencapai 14 m. Batubara pada stockpile PT Firman Ketaun ini memiliki kualitas rata-rata sebagai berikut : Nilai Kalori : 5.975,25 Kcal/kg. , Kadar Abu : 8,85 % , Karbon Padat : 36,52 % .dan Total Sulfur : 0,37 % . Untuk memenuhi kebutuhan konsumen maka dari itu memperhatikan parameter-parameter yang mempengaruhi manajemen stockpile, yaitu : kondisi geografis, kondisi geologi, kondisi tambang, karakteristik batubara, kondisi tambang, sistem manajemen penimbunan, kondisi operasional stockpile dan kondisi lingkungan stockpile. Maka dari itu perlu ditinjau sistem manajemen stockpile yang digunakan pada PT Firman Ketaun tersebut yang asalnya menggunakan LIFO menjadi FIFO agar tidak terjadi penumpukan batubara pada stockpile. Volume Timbunan low ash ini memiliki volume sebesar 26.276,494 LCM dengan tonase timbunan sebesar 32.057,323 ton. Timbunan high ash ini memiliki volume sebesar 43.236,517 LCM dengan tonase timbunan sebesar 52.748,550 ton.

Kata kunci : Batubara, Manajemen Stockpile Batubara, Timbunan Batubara.

A. Pendahuluan

Latar Belakang

PT Firman Ketaun ini terletak di Desa Tanjung Dalam, Kecamatan Ulok Kupai (Napal Putih), Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu yang memiliki Izin Usaha Pertambangan (IUP) seluas 1.259,6 Ha dengan jumlah cadangan batubara sebesar 6.672.569 ton. Kedudukan lapisan endapan batubara pada PT Firman Ketaun memiliki *strike and dip* sebesar $N 150^{\circ} E / 2^{\circ}$. PT Firman Ketaun menggunakan metode penambangan tambang terbuka (*open pit*) dengan karakteristik batubara *thermal* dengan tipe/jenis batubara *sub bituminous* yang merupakan tipe batubara dengan endapan yang dangkal sehingga cocok untuk menggunakan metode penambangan tambang terbuka (*open pit*). Target produksi batubara per tahun adalah 1.000.000 ton dengan target produksi batubara per bulan adalah sebesar 83.333 ton. Produksi batubara yang dilakukan oleh PT Firman Ketaun ini untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun luar negeri (*export*) dengan peruntukan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dan Pabrik Kertas.

Untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri maupun luar negeri maka dibutuhkan sistem manajemen penimbunan dan pembongkaran batubara atau yang sering disebut manajemen *stockpile*. Penimbunan yang terdapat pada area *stockpile* PT Firman Ketaun ini berfungsi sebagai *buffer* yang dimana merupakan sebagai tempat penyimpanan batubara sementara yang berasal dari tambang dan tidak dilakukan pencampuran/*blending* batubara.

Sistem manajemen yang diterapkan adalah *LIFO (Last In First Out)* yang dimana batubara yang terakhir masuk pada area timbunan dilakukan pembongkaran dibandingkan

dengan batubara yang baru masuk, hal ini dapat menyebabkan adanya penurunan kualitas batubara dan akan terjadinya swabakar pada area timbunan karena batubara yang pertama masuk tertimbun lama. Maka dari itu pentingnya penggunaan sistem manajemen *stockpile FIFO (First In First Out)* agar mengurangi dampak penurunan kualitas batubara dan pencegahan terjadinya swabakar pada area timbunan. Selain permasalahan sistem manajemen *stockpile*, kondisi air limbah yang dihasilkan dari *stockpile* harus diperhatikan dengan pembuatan 5 kolam *settling pond* sebelum dibuang ke Sungai Air Ulam agar tidak berdampak negatif terhadap lingkungan terutama dalam pencemaran air

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakteristik kualitas batubara pada area *stockpile* dan permintaan konsumen serta mengetahui kondisi tambang.
2. Memperbaiki sistem manajemen penimbunan batubara dan mengetahui geometri, bentuk, desain serta volume *stockpile* dengan metode konvensional dan metode *software*.
3. Mengetahui kualitas air limbah yang dihasilkan sebelum dan sesudah penanganan pada area *stockpile*.

B. Landasan Teori

Karakteristik Batubara

Batubara merupakan suatu bahan galian tambang yang dijadikan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi. Batubara adalah batuan yang terbentuk oleh zat – zat organik yang berupa tumbuhan yang tertimbun selama jutaan tahun yang dipengaruhi oleh tekanan dan suhu dengan proses berupa penggabutan

dan pembatubaraan. *Thermal coal* atau yang dikenal juga sebagai *steaming coal* (*Polish Geological Institute*, 2012) adalah batubara yang biasa dibakar untuk menggerakkan turbin penghasil listrik baik itu untuk pemenuhan kebutuhan energi publik maupun industri (industri keramik, manufaktur kertas dan industri semen). Selama proses dihasilkannya energi, batubara dihancurkan hingga berukuran halus kemudian dibakar di dalam *boiler* untuk menghasilkan uap (*steam*) yang akan menjadi penggerak turbin. Indonesia adalah negara yang dikenal sebagai eksportir utama *thermal coal* disamping juga Australia, Afrika Selatan, Kolombia, Russia, dan Amerika Serikat. Analisis proksimat merupakan analisis yang dilakukan untuk mengetahui kandungan relatif zat terbang (*volatile matter*), kandungan air (*moisture content*), komponen anorganik berupa abu sebagai hasil pembakaran, serta karbon tertambat (*fixed carbon*). Analisis proksimat ini mengacu pada standar *American Society for Testing and Materials* (ASTM) dan terdiri dari :

1. Kadar Air Total (*Total Moisture*)
2. Kandungan Zat Terbang (*Volatile Matter*)
3. Kadar Abu (*Ash*)
4. Kadar Karbon Tertambat (*Fixed Carbon*)

Kondisi Tambang

Kondisi tambang daerah penelitian merupakan tambang batubara yang menggunakan metode penambangan terbuka (*open pit mining*). Untuk pengupasan tanah penutup (*overburden*) dilakukan dengan metoda *backfilling*. Tambang aktif yang terdapat pada PT Firman Ketaun terbagi menjadi 3 *pit active*, yaitu : *Pit A*, *Pit B* dan *Pit C*. Terdapat 4 kriteria angkutan alat transportasi angkutan produksi tambang, yaitu sebagai berikut :

1. Unit penanganan batubara harus memastikan bahwa semua truk sebelum meninggalkan tempat penyimpanan harus dicuci dengan air dengan sistem yang memadai.
2. Kendaraan yang mengangkut batubara tidak boleh kelebihan muatan dengan menaikkan ketinggian muatan.
3. Pada bagian atas kendaraan harus ditutupi dengan terpal untuk menghindari debu yang berterbangan.
4. Unit penanganan batubara harus mendapatkan izin transportasi dari pemerintah sesuai dengan aturan yang berlaku.

Sistem Manajemen Penimbunan Batubara

Sistem manajemen *stockpile* melakukan dua fungsi utama yaitu berfungsi sebagai *buffer* pengiriman dan pemrosesan material batubara dan dapat dilakukan pencampuran batubara. Timbunan biasanya dirancang dan didesain secara terbuka. Namun, jika kondisinya mendikte (seperti curah hujan di daerah tropis yang sangat tinggi atau jika timbunan berada di dekat daerah pemukiman), maka timbunan tersebut dapat dilindungi. Namun, untuk biaya penimbunan batubara di gedung yang tertutup sangat mahal. (*Zador, 1991*). Dalam sistem manajemen penimbunan batubara terdapat 2 metode yang digunakan agar terjadinya kelancaran *supply* batubara, yaitu :

1. *Stacking*
Stacking adalah metode penimbunan batubara yang dilakukan ditempat terbuka dengan ukuran yang sama dan tipe/jenis batubara yang sesuai dengan keinginan pasar. Dalam *stacking* ini terdapat 3 metode yang biasa digunakan di pertambangan dengan berbagai

karakteristik utamanya :
(Wöhlbier, 1975)

- a. *Windrow Method*
- b. *Chevron Method*
- c. *Cone Shell Type Method*

2. *Reclaiming*

Reclaiming adalah kegiatan pembongkaran timbunan batubara yang dilakukan dengan 2 sistem, yaitu : *FIFO (First In First Out)* dan *LIFO (Last In First Out)*. Berikut ini adalah penjelasan mengenai sistem pembongkaran timbunan batubara:

- a. *FIFO (First In First Out)*
FIFO merupakan sistem manajemen penimbunan dan pembongkaran timbunan batubara yang masuk pertama ke dalam timbunan batubara adalah yang pertama keluar.
- b. *LIFO (Last In First Out)*
LIFO merupakan sistem manajemen penimbunan dan pembongkaran timbunan batubara yang masuk terakhir ke dalam timbunan batubara adalah yang pertama keluar.

Kondisi Lingkungan *Stockpile*

Jenis kontrol lingkungan yang diperlukan akan tergantung pada lokasi, lingkungan sekitar dan jenis batubara yang ditimbun di lokasi timbunan. Jenis

kontrol lingkungan yang diperlukan akan tergantung pada lokasi, lingkungan sekitar dan jenis batubara yang akan ditimbun di lokasi timbunan. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 113 tahun 2003 menjelaskan bahwa setiap usaha atau kegiatan pertambangan batubara wajib memperhatikan baku mutu air limbah batubara. Baku mutu air limbah batubara adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemaran yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah batubara yang akan dibuang atau dilepas ke air permukaan.

C. Hasil Penelitian

Karakteristik Batubara

Karakteristik batubara yang berada di PT Firman Ketaun dibagi berdasarkan kandungan *ash content* yang berupa : *low ash coal* dan *high ash coal* berdasarkan spesifikasi perusahaan. Kriteria kualitas batubara *low ash* adalah dengan nilai *ash content* dibawah 11 % sedangkan untuk batubara *high ash* adalah dengan nilai *ash content* diatas 11 %. Berikut ini adalah karakteristik kualitas batubara pada tambang (Tabel 1), *stockpile* tambang (Tabel 2), *stockpile* pelabuhan (Tabel 3) dan kualitas batubara permintaan konsumen (Tabel 4) :

Tabel 1. Seam Quality Characteristics

PIT	SEAM	Parameter Analisis Proksimat						
		TM (%)	IM (%)	Ash (%)	VM (%)	FC (%)	TS (%)	CV (Kcal/Kg)
PIT A	1	30.20	13.40	15.10	38.80	33.50	0.52	5268
	2	30.70	13.30	8.90	41.20	36.90	0.29	5789
	3	31.50	13.00	9.80	41.20	36.70	0.26	5757
PIT B	1	31.90	13.10	15.80	36.20	35.00	0.57	5217
	2	28.70	12.40	17.50	38.00	32.60	1.50	5180
PIT C	1	29.50	13.40	12.00	39.90	34.70	0.66	5566
	2	26.80	11.80	19.70	39.30	29.90	1.60	5096
Average		29.90	12.91	14.11	39.23	34.19	0.77	5410

Tabel 2. Kualitas Batubara di *Stockpile* Tambang

*) SAMPLE IDENTIFICATION	PARAMETERS								
	QUANTITY	TM	IM	ASH	VM	FC	TS	CGV	Size
	(mt)	(%wt)	(%wt)	(%wt)	(%wt)	(%wt)	(%wt)	Kcal/Kg	0-70 mm
	ar	adb	(%)						
LOT 1 ROM 01	2296.017	31.52	14.21	9.85	38.94	37	0.47	5930	96.14
LOT 2 ROM 02	2500.019	30.18	13.45	8.45	41.68	36.42	0.34	5998	94.35
LOT 3 ROM 02	2400.018	31.06	13.61	9.63	40.92	35.84	0.35	5990	94.37
LOT 4 ROM 02	1952.015	30.26	13.64	7.46	42.1	36.8	0.31	5983	94.85
AVERAGE	9148.069	30.76	13.73	8.85	40.91	36.52	0.37	5975.25	94.93

Tabel 3. Kualitas Batubara pada *Stockpile* Pelabuhan

*) SAMPLE IDENTIFICATION	PARAMETERS								
	QUANTITY	TM	IM	ASH	VM	FC	TS	CGV	Size
	(mt)	(%wt)	(%wt)	(%wt)	(%wt)	(%wt)	(%wt)	Kcal/Kg	0-70 mm
	ar	adb	(%)						
LOT 1 ROM 01 KTBN	2368.246	28.35	10.99	14.41	40.21	34.39	0.45	5926	92.51
LOT 2 ROM 02 KTBN	2508.26	28.52	11.68	8.21	42.2	37.91	0.3	5994	92.69
LOT 3 ROM 02 KTBN	2172.225	28.52	11.75	8.16	42.08	38.01	0.3	5988	93.77
LOT 4 ROM 02 KTBN	2000.208	27.89	10.86	8.86	42.41	37.87	0.3	5976	93.53
AVERAGE	9048.939	28.32	11.32	9.91	41.73	37.05	0.34	5971.00	93.13

Tabel 4. Kualitas Batubara Permintaan PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk

SPECIFICATIONS	UNIT	RESULT				METHODS
		arb	adb	db	daf	
Total Moisture	%	29.63				ASTM D3302/D3302M - 2015
Moisture in the analysis sample	%		10.98			ASTM D3173 - 2011
Ash Content	%	8.24	10.43	11.72		ASTM D3174 - 2012
Volatile Matter	%	32.7	41.37	46.47	52.64	ASTM D3175 - 2011
Fixed Carbon	%	29.42	37.22	41.81	47.36	ASTM D3172 - 2013
Total Sulphur	%	0.41	0.52	0.58	0.66	ASTM D4239 - 2014
Gross Calorific Value	Kcal/Kg	4718	5969	6705	7595	ASTM D5865 - 2013
Hardgrove Grindability Index	Index	58				ASTM D409/D409M - 2012
Size (0-70 mm)	%	90.24				ASTM D4749 - 2012

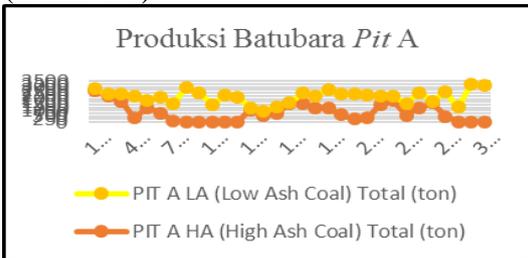
Kebutuhan konsumen PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk ini memiliki kriteria spesifikasi berdasarkan *ash content* sebesar 10,43 % dengan nilai kalori sebesar 5.969 Kcal/Kg. Kualitas batubara yang dimiliki oleh PT Firman Ketaun pada *stockpile* tambang yang memenuhi syarat adalah pada timbunan batubara *low ash* dengan nilai rata-rata *ash content* sebesar 8,85 % dan nilai

kalori sebesar 5.975,25 Kcal/Kg. Pada *stockpile* pelabuhan mengalami penurunan kualitas batubara dengan parameter yang dilihat adalah *ash content* dan nilai kalori, namun telah memenuhi syarat permintaan konsumen dengan nilai rata-rata *ash content* sebesar 9,91 % dan nilai kalori sebesar 5.971 Kcal/Kg. Pengaruh perubahan *ash content* dan nilai kalori ini dapat

dipengaruhi oleh curah hujan maupun debu yang dihasilkan dari kegiatan transportasi batubara.

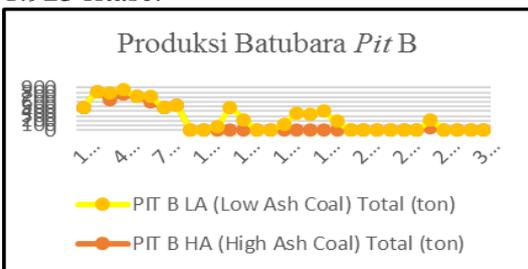
Kondisi Tambang

PT Firman Ketaun memiliki 3 Pit yang aktif, yaitu : Pit A, Pit B dan Pit C dengan jumlah cadangan batubara pada keseluruhan tambang yang aktif adalah sebesar 6.672.569 ton dengan stripping ratio (SR) sebesar 1 : 5. Metode penambangan yang digunakan oleh PT Firman Ketaun adalah tambang terbuka/open pit yaitu dengan mengupas overburden secara keseluruhan hingga mendapatkan batubara yang ekonomis untuk ditambang. Berikut ini adalah produksi batubara berdasarkan parameter ash content (high ash dan low ash) yang dihasilkan dari 3 tambang aktif yang ditambang, yaitu : Pit A (Gambar 1), Pit B (Gambar 2) dan Pit C (Gambar 3).



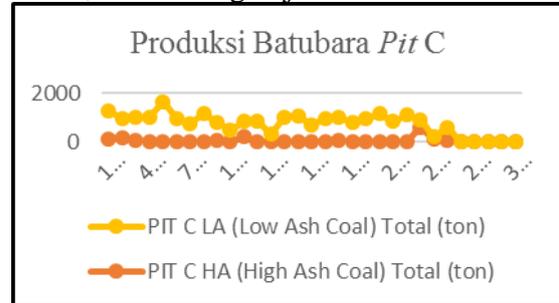
Gambar 1. Produksi Batubara Pit A Bulan Juli 2018.

Pada Pit A produksi batubara high ash adalah sebesar 25.876,99 ton dengan jumlah 1.177 ritase dan produksi batubara low ash adalah sebesar 41.688,57 ton dengan jumlah 1.923 ritase.



Gambar 2 Produksi Batubara Pit B Bulan Juli 2018.

Pada Pit B produksi batubara high ash adalah sebesar 5.104,45 ton dengan jumlah 249 ritase dan produksi batubara low ash adalah sebesar 2.712,13 ton dengan jumlah 143 ritase.



Gambar 3 Produksi Batubara Pit C Bulan Juli 2018.

Pada Pit C produksi batubara high ash adalah sebesar 1.477,96 ton dengan jumlah 78 ritase dan produksi batubara low ash adalah sebesar 22.025,2 ton dengan jumlah 1.187 ritase.

Sistem Manajemen Penimbunan Batubara

Berikut ini adalah rancangan sistem manajemen penimbunan batubara agar terwujudnya kelancaran manajemen stockpile :

1. Kapasitas Stockpile

Perhitungan volume timbunan pada stockpile ini dilakukan dengan menggunakan 2 metode, yaitu metode konvensional (tanpa software) dan metode modern (menggunakan software).

Tabel 5. Geometri Timbunan Stockpile Batubara

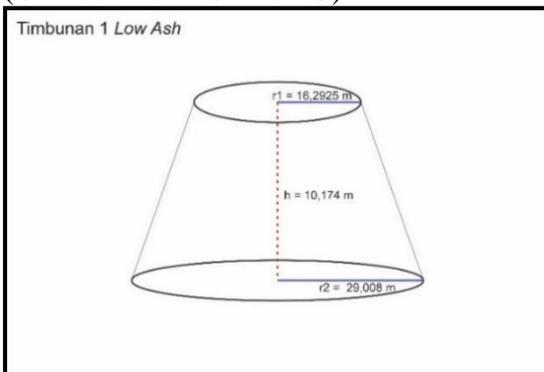
Keterangan	Timbunan Low Ash	Timbunan High Ash	Satuan
Tinggi	10,174	14,582	meter
Jari-Jari Atas	16,292	18,611	meter
Jari-Jari Bawah	29,008	39,495	meter

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa ketinggian timbunan high ash coal adalah sebesar 14,582 m. Hal ini menunjukkan bahwa tinggi timbunan terlalu tinggi dan tidak sesuai dengan

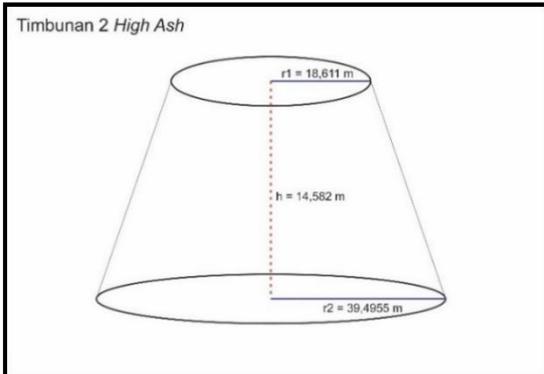
standar pada jurnal “*RM. Radhakrishnan*” tinggi timbunan yang diizinkan adalah sebesar 9 – 10 m yang sewaktu-waktu bisa saja timbunan batubara dapat longsor.

a. Metode Konvensional (Tanpa *Software*)

Volume dapat dihitung dengan cara menurut geometrinya, yaitu berdasarkan dari bentuk dan dimensinya. (Gambar 4 dan Gambar 5)



Gambar 4. Geometri Timbunan Batubara *Low Ash*.



Gambar 5. Geometri Timbunan Batubara *High Ash*.

Keterangan Gambar :

- r₁ = Jari-Jari Atas Timbunan (m)
- r₂ = Jari-Jari Bawah Timbunan (m)
- h = Tinggi Timbunan (m)

Rancangan perhitungan kapasitas *stockpile* konvensional ini adalah dengan menghitung geometri timbunan. Berikut ini adalah rumus kerucut terpancung yang digunakan untuk perhitungan kapasitas *stockpile* batubara :

Mencari Volume Timbunan dengan Rumus Kerucut Terpancung :

$$V = \frac{1}{3} \times \pi \times r^2 \times t$$

Keterangan :

V = Volume Timbunan (m³)
(LCM)

$$\pi = 3,14 \left(\frac{22}{7}\right)$$

r² = Jari-Jari Timbunan (m²)

t(h) = Tinggi Timbunan (m)

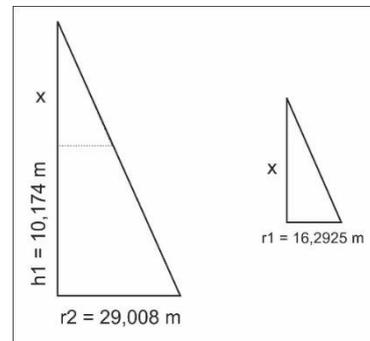
• Perhitungan Timbunan *Low Ash*

$$V_1 = \frac{1}{3} \times \pi \times r^2 \times (h_1 + h_2)$$

$$V_1 = \frac{1}{3} \times 3,14 \times 29,008^2 \times (10,174 \text{ m} + 13,036 \text{ m})$$

$$V_1 = 20.441,7987 \text{ m}^3 \text{ (LCM)}$$

Mencari x :



$$\frac{16,2925}{29,008} = \frac{x}{x+10,174}$$

$$16,2925 (x+10,174) = 29,008 x$$

$$16,2925 x + 165,76 = 29,008 x$$

$$16,2925 x - 29,008 x = -165,76$$

$$-12,7155 x = -165,76$$

$$x = \frac{-165,76}{-12,7155}$$

$$x = 13,036 \text{ m}$$

$$h_2 = 13,036 \text{ m}$$

$$V_2 = \frac{1}{3} \times \pi \times r^2 \times h_2$$

$$V_2 = \frac{1}{3} \times 3,14 \times 16,2925^2 \times 13,036 \text{ m}$$

$$V_2 = 3.621,8312 \text{ m}^3 \text{ (LCM)}$$

$$V_T = V_1 - V_2$$

$$V_T = 20.441,7987 \text{ m}^3 - 3.621,8312 \text{ m}^3$$

$$= 16.819,97 \text{ m}^3 \text{ (LCM)}$$

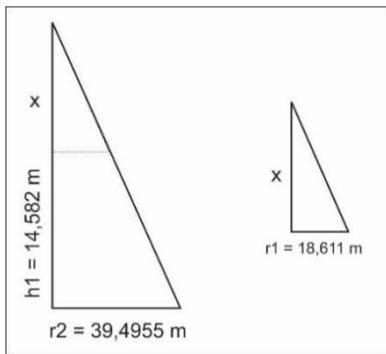
• Perhitungan Timbunan *High Ash*

$$V_1 = \frac{1}{3} \times \pi \times r^2 \times (h_1 + h_2)$$

$$V_1 = \frac{1}{3} \times 3,14 \times 39,4955^2 \times (14,582 \text{ m} + 12,994 \text{ m})$$

$$V_1 = 45.023,048 \text{ m}^3 \text{ (LCM)}$$

Mencari x :



$$\frac{18,611}{39,4955} = \frac{x}{x+14,582}$$

$$18,611(x+14,582) = 39,4955x$$

$$18,611x + 271,385 = 39,4955x$$

$$18,611x - 39,4955x = -271,385$$

$$-20,8845x = -271,385$$

$$x = \frac{-271,385}{-20,8845}$$

$$x = 12,994 \text{ m}$$

$$h_2 = 12,994 \text{ m}$$

$$V_2 = \frac{1}{3} \pi x r_1^2 h_2$$

$$V_2 = \frac{1}{3} \pi 3,14 \times 18,611^2 \text{ m} \times 12,994 \text{ m}$$

$$V_2 = 4.710,756 \text{ m}^3 \text{ (LCM)}$$

$$V_T = V_1 - V_2$$

$$V_T = 45.023,048 \text{ m}^3 - 4.710,756 \text{ m}^3$$

$$= 40.312,292 \text{ m}^3 \text{ (LCM)}$$

Berikut ini adalah nilai dari *Density loose* (Tabel 6) pada masing-masing timbunan, yaitu timbunan *low ash* dan timbunan *high ash*.

Tabel 6. *Density Loose* pada Timbunan

No	<i>Density Loose</i> (ton/LCM)	
	<i>Low Ash</i>	<i>High Ash</i>
1	1,22	1,20
2	1,22	1,24
3	1,21	1,20
4	1,23	1,22
5	1,21	1,22
6	1,22	1,24
7	1,23	1,22
8	1,22	1,21
9	1,21	1,22
10	1,20	1,22
Rata-Rata	1,22	1,22

Jadi, rumus yang digunakan untuk rancangan kapasitas *stockpile* adalah sebagai berikut :

$$\text{Tonase Timbunan} = \text{Volume Timbunan} \times P_{\text{loose}}$$

Keterangan :

Tonase = Kapasitas Timbunan (ton)

Volume = Volume Timbunan (LCM)

P_{loose} = *Density Loose* (ton/LCM)

Tonase Timbunan *Low Ash*

$$\text{Tonase} = \text{Volume Timbunan} \times P_{\text{loose}}$$

$$= 16.819,97 \text{ m}^3 \text{ (LCM)} \times 1,22 \text{ ton/LCM}$$

$$= 20.520,36 \text{ ton}$$

Volume timbunan batubara *low ash* adalah sebesar 16.819,97 (LCM) dengan *density loose* timbunan adalah sebesar 1,22 ton/LCM dan akan didapatkan tonase timbunan adalah sebesar 20.520,36 ton berdasarkan dengan pengukuran geometri timbunan secara manual dan menggunakan rumus volume kerucut terpancung.

Tonase Timbunan *High Ash*

$$\text{Tonase} = \text{Volume Timbunan} \times P_{\text{loose}}$$

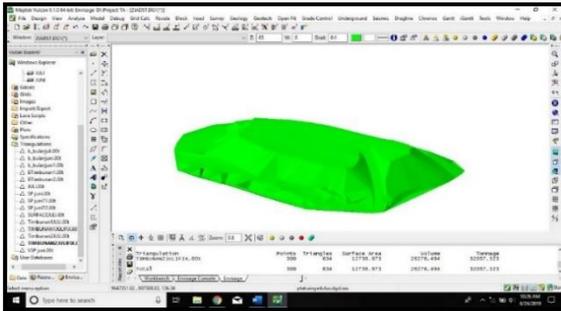
$$= 40.312,292 \text{ m}^3 \text{ (LCM)} \times 1,22 \text{ ton/LCM}$$

$$= 49.180,996 \text{ ton}$$

Volume timbunan batubara *high ash* adalah sebesar 40.312,292 (LCM) dengan *density loose* timbunan adalah sebesar 1,22 ton/LCM dan akan didapatkan tonase timbunan adalah sebesar 49.180,996 ton berdasarkan dengan pengukuran geometri timbunan secara manual dan menggunakan rumus volume kerucut terpancung.

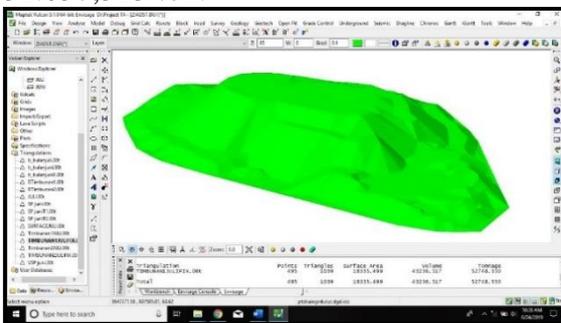
b. Metode Software

Perhitungan volume timbunan pada *stockpile* dengan menggunakan metode *software* ini dengan menggunakan bantuan *software* Maptek Vulcan 9.1 dari hasil koordinat (x,y dan z) yang didapatkan dari hasil *survey* dengan menggunakan alat *total station* yang dilakukan pada *stockpile* selama 1 hari. Berikut ini adalah sketsa dan hasil perhitungan volume timbunan pada *stockpile* dengan menggunakan *software* Maptek Vulcan 9.1 :



Gambar 6. Kondisi Timbunan *Low Ash*.

Timbunan *low ash* ini memiliki volume sebesar 26.276,494 LCM dengan tonase timbunan sebesar 32.057,323 ton.



Gambar 7. Kondisi Timbunan *High Ash*.

Timbunan *high ash* ini memiliki volume sebesar 43.236,517 LCM dengan tonase timbunan sebesar 52.748,550 ton.

Berikut ini adalah perbandingan perhitungan volume timbunan batubara dengan metode konvensional dan metode *software* :

Tabel 7. Perbandingan Volume Metode Konvensional & Metode Software

Jenis Batubara	Metode Konvensional	Metde Software	Satuan
Low Ash Coal	20.520,36	32.057,323	ton
High Ash Coal	49.180,996	52.748,550	ton

2. Kondisi Sistem Penimbunan dan Pembongkaran Batubara

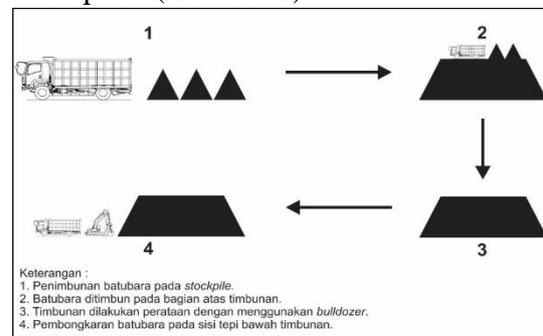
a. *Stacking*

Sistem metode penimbunan ini menggunakan metode *layered stockpiling*. Penanganan penimbunan batubara ini dilakukan dengan

pemadatan pada bagian atas masing-masing timbunan agar tidak terjadi gejala swabakar pada masing-masing timbunan serta mengurangi ketinggian timbunan sehingga batubara didorong pada masing-masing sisi tepi pada timbunan. Namun pada sisi tepi masing-masing timbunan ini tidak dilakukan pemadatan sehingga dikhawatirkan akan terjadi longsoran pada timbunan dan pada sisi-sisi timbunan terjadi swabakar.

b. *Reclaiming*

Dalam pembongkaran timbunan batubara ini penerapan sistem manajemen pembongkaran batubara tidak diterapkan secara baik. Penerapan sistem FIFO (First In First Out) ini harusnya diterapkan agar tidak terjadi swabakar. Penerapan sistem pembongkaran pada stockpile ini menggunakan sistem LIFO (Last In First Out). Berikut ini adalah sketsa pembongkaran batubara dengan metode LIFO (Last In First Out) yang diterapkan (Gambar 8) :



Gambar 8. Sistem Penimbunan dan Pembongkaran Metode *LIFO*.

Kondisi Lingkungan *Stockpile*

Kegiatan yang terdapat pada area *stockpile* ini dapat menimbulkan dampak lingkungan yang serius apabila tidak ditangani secara baik dan benar. Dampak terhadap lingkungan yang dihasilkan dari kegiatan yang berada di area *stockpile* ini salah satunya adalah pencemaran air. Berikut ini adalah hasil uji air yang dilakukan di *inlet* (Tabel 8) dan *outlet settling pond stockpile* (Tabel

9) yang dilakukan oleh tim HSE PT Firman Ketaun dan Dinas Lingkungan dan Kesehatan Kota Bengkulu :

Tabel 8. Hasil Uji Air pada *Inlet Settling Pond*

No	Parameter	Hasil Analisa			Baku Mutu	Satuan
		TR II				
		April	Mei	Juni		
1	pH	5,48	5,89	5,55	6 sampai 9	pH
2	TSS	80,00	8,40	10,40	400	mg/L
3	Besi (Fe)	0,900	0,650	0,590	7	mg/L
4	Mangan (Mn)	0,30	0,30	0,30	4	mg/L

Kualitas pH air pada *inlet settling pond stockpile* tidak sesuai dengan baku mutu standar air limbah, maka dari itu dibuat *settling pond* sebanyak 5 buah (Lampiran Hasil Uji Air & Geometri *Settling Pond*) agar mengurangi tingkat keasaman yang ditunjukkan dengan nilai pH air yang akan berdampak negatif terhadap lingkungan terutama dalam pencemaran air.

Tabel 9. Hasil Uji Air pada *Outlet Settling Pond*

No	Parameter	Hasil Analisa			Baku Mutu	Satuan
		TR II				
		April	Mei	Juni		
1	pH	6,85	7,39	6,85	6 sampai 9	pH
2	TSS	60,00	5,40	7,40	400	mg/L
3	Besi (Fe)	0,800	0,550	0,51	7	mg/L
4	Mangan (Mn)	0,20	0,200	0,20	4	mg/L

Berikut ini adalah baku mutu air limbah penambangan batubara berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 113 tahun 2003 (Tabel 10) :

Tabel 10. Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH		6-9
Residu Tersuspensi	mg/l	400
Besi (Fe) Total	mg/l	7
Mangan (Mn) Total	mg/l	4

Dari hasil pengamatan tersebut dapat diketahui bahwa penanganan lingkungan khususnya terhadap pencemaran air yang telah dilakukan oleh PT Firman Ketaun telah dikelola secara baik karena masih diambang batas baku mutu air limbah berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 113 tahun 2003. Dampak yang akan terjadi apabila penanganan air limbah tidak berjalan baik dan tidak sesuai dengan baku mutu air limbah, maka komponen biologi yang terdapat pada Sungai Air Ulam akan mati.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan, diantaranya :

1. Karakteristik batubara kebutuhan konsumen PT Indah Kiat Pulp & Paper Tbk ini memiliki kriteria spesifikasi berdasarkan *ash content* sebesar 10,43 % dengan nilai kalori sebesar 5.969 Kcal/Kg. Kualitas batubara yang dimiliki oleh PT Firman Ketaun pada *stockpile* tambang yang memenuhi syarat adalah pada timbunan batubara *low ash* dengan nilai rata-rata *ash content* sebesar 8,85 % dan nilai kalori sebesar 5.975,25 Kcal/Kg. Kondisi tambang pada PT Firman Ketaun menggunakan metode penambangan *open pit* dengan *pit active* sebanyak 3 *Pit*, yaitu *Pit A*, *Pit B* dan *Pit C*. Produksi batubara pada *Pit A* produksi batubara *high ash* adalah sebesar 25.876,99 ton dan produksi batubara *low ash* adalah sebesar 41.688,57 ton. Pada *Pit B* produksi batubara *high ash* adalah sebesar 5.104,45 ton dan produksi batubara *low ash*

- adalah sebesar 2.712,13 ton. Pada *Pit C* produksi batubara *high ash* adalah sebesar 1.477,96 ton dan produksi batubara *low ash* adalah sebesar 22.025,2 ton.
2. Sistem manajemen penimbunan batubara ini meliputi parameter sebagai berikut : kapasitas *stockpile*, metode penimbunan batubara dan kondisi sistem penimbunan batubara serta pembongkaran batubara (*stacking & reclaiming*). Kapasitas *stockpile* batubara meliputi geometri, bentuk dan volume timbunan, pada geometri timbunan batubara memiliki tinggi yang berbeda, pada timbunan *low ash* memiliki tinggi timbunan sebesar 10,174 m sedangkan untuk timbunan *high ash* memiliki tinggi timbunan sebesar 14,582 m. Bentuk pada timbunan batubara *low ash* dan *high ash* yaitu berbentuk kerucut terpancung dengan pola penimbunan batubara yang diterapkan adalah *layered stockpiling*. Perhitungan volume berdasarkan dengan metode konvensional adalah sebesar 20.520,36 ton untuk timbunan *low ash* sedangkan pada timbunan *high ash* memiliki volume sebesar 49.180,996 ton. Perhitungan volume berdasarkan dengan metode *software* adalah sebesar 32.057,323 ton untuk timbunan *low ash* sedangkan pada timbunan *high ash* memiliki volume sebesar 52.748,550 ton. Metode penimbunan yang digunakan yaitu *layered stockpiling*.
 3. Pada kondisi lingkungan *stockpile* batubara dari hasil pengamatan uji air dan laboratorium dapat diketahui

bahwa penanganan lingkungan khususnya terhadap pencemaran air yang telah dilakukan oleh PT Firman Ketaun telah dikelola secara baik dengan pembuatan *settling pond* sebanyak 5 buah untuk mengurangi tingkat keasaman air yang ditunjukkan dengan penurunan nilai pH air. Kualitas air limbah yang dihasilkan masih diambang batas baku mutu air limbah berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 113 tahun 2003.

E. Saran

Berdasarkan hasil pengamatan dan penelitian ini, maka penulis dapat memberikan saran berupa :

1. Perbaiki terhadap sistem manajemen *stockpile* yang berada pada PT Firman Ketaun yang sebelumnya menggunakan metode *LIFO (Last In First Out)* diganti dengan menggunakan metode *FIFO (First In First Out)* agar tidak terjadi swabakar karena timbunan batubara awal yang sudah terlalu lama ditimbun dan terciptanya kelancaran pada saat proses pembongkaran batubara.
2. Pada tabel dibawah ini tinggi timbunan *high ash* tidak sesuai dengan standar yang berlaku. Maka dari itu pembongkaran batubara harus difokuskan pada timbunan 2 ini sehingga ketinggian dari timbunan dapat berkurang.
3. Sebelum batubara ditimbun alangkah lebih baiknya dilakukan reduksi ukuran, yaitu dengan cara *crushing* dengan menggunakan alat *jaw crusher*.
4. *Quality control* batubara perlu dilakukan setiap hari agar mempertahankan kualitas batubara yang terdapat pada

stockpile dan mencegah terjadinya swabakar.

Daftar Pustaka

- Anonim, 2003. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 tahun 2003 “*Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Pertambangan Batubara*”
- Amin, Al. 2016. “*Desain Pit Penambangan Batubara Pada Wilayah Izin Usaha Pertambangan KW P00163 Di Pit A PT Firman Ketaun , Kecamatan Ulok Kupai, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu*”. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Petambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Bandung.
- Destinigina, Haeril. 2018. “*Kajian Kinerja Pencampuran Batubara Untuk Memenuhi Target Produksi Tambang Di PT Mahakam Sumber Jaya, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur*”. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Petambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Bandung.
- Irwandy, Arif, 2014, “*Batubara Indonesia*”. Perhimpunan Ahli Pertambangan Indonesia.
- Latuconsina, Fachrul. 2018. “*Manajemen Stockpile Pada Penambangan Batubara Di PT Asta Minindo (Tbk), Desa Jembayan, Kecamatan Loa Kulu, Kabupaten Kutai Karta Negara, Kalimantan Timur*”. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Petambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Bandung.
- Octen, G, “*Storage of Coal : Problems and Precautions*” Energy Storage System Volume II. Department of Mining Engineering, Istanbul Technical University, Turkey.
- Radhakrishnan, 2012, “*Enhancing Power Plant Productivity Through Coal Stock Yard Management at Ramgundam*”
- Stefano Munir, 2003, “*Manajemen Stockpile Batubara*”. Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara.