

Analisis ekonomi perbandingan penggunaan alat *coal crusher* dan *fixed screen* dalam kegiatan *coal getting*

Muhammad Faisal Seprizal¹⁾, Machmud Hasjim^{2)*}, Restu Juniah³⁾

Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia.

mfaisalseprizal@gmail.com; hasjimmachmud@gmail.com*; restu_juniah@yahoo.co.id

*Penulis Koresponden

ABSTRAK

Coal Getting adalah salah satu kegiatan dalam operasi penambangan. PT. Manggala Alam Lestari, Indonesia melakukan kegiatan *coal getting* dengan menyertakan kegiatan *in-pit coal processing* (pengolahan batubara di dalam pit) yaitu pemilihan ukuran atau *sizing* batubara menggunakan *fixed screen* atau *grizzly screen*. Namun, penggunaan *fixed screen* ini perlu dianalisis dari sisi ekonomi dengan membandingkan terhadap proses pengolahan batubara lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis ekonomi dengan membandingkan investasi alat *coal crusher* dengan *fixed screen* pada kegiatan *coal getting*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa investasi *coal crusher* memiliki nilai Net Present Value (NPV) sebesar Rp. 751.513.587.600, Internal Rate of Return (IRR) sebesar 10,0279%, Profitability Index sebesar 55,4 dan Payback Period sekitar 0,36 tahun (4,3 bulan). Kemudian, untuk investasi *fixed screen* memiliki nilai Net Present Value (NPV) sebesar Rp. 709.285.734.051,00, Internal Rate of Return (IRR) sebesar 10,0273%, Profitability Index sebesar 528,1 dan Payback Period sekitar 0,27 tahun (3,29 bulan). *Fixed screen* menjadi pilihan utama karena memiliki nilai investasi yang lebih rendah daripada *coal crusher* sehingga laba yang dihasilkan juga lebih besar.

Kata kunci: ekonomi, *coal getting*, *coal crusher*, *fixed screen*, investasi

ABSTRACT

Coal getting is one of the activities involved in mining operations. PT. Manggala Alam Lestari, Indonesia carrying out *coal getting* activities by including in pit coal processing, namely selecting the size or *sizing* of coal using a *fixed screen* or *grizzly screen*. However, the use of *fixed screen* needs to be analyzed from an economic point of view by comparing with other coal processing processes. This study aims to conduct an economic analysis by comparing investment in *coal crusher* with *fixed screen* in *coal getting* activities. The results showed that *coal crusher* investment has a Net Present Value (NPV) value of Rp. 751,513,587,600, Internal Rate of Return (IRR) of 10.0279%, Profitability Index of 55.4 and Payback Period of around 0.36 years (4.3 months). Then, *fixed screen* investment has a Net Present Value (NPV) value of Rp. 709,285,734,051.00, Internal Rate of Return (IRR) of 10.0273%, Profitability Index of 528.1 and Payback Period of around 0.27 years (3.29 months). *Fixed screen* can still be the main choice because it has a lower investment value than *coal crusher* so that the resulting profit is also greater.

Keywords: economy, *coal getting*, *coal crusher*, *fixed screen*, investments

diunggah : Oktober 2022, direvisi : Desember 2022, diterima : Desember 2022, dipublikasi : Desember 2022

Copyright (c) 2022 Muhammad Faisal Seprizal, Machmud Hasjim, Restu Juniah
This is an open access article under the CC-BY license

PENDAHULUAN

Hilirisasi produk batubara yang dihasilkan dari kegiatan pertambangan menjadi hal yang sangat penting bagi industri pertambangan. Hal ini terkait dengan keterpakaian batubara di industri terkait lainnya. Keterpakaian batubara pada industri pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) merupakan linkage batubara dalam bentuk manfaat *forecast* dari produk batubara yang dihasilkan dari kegiatan *coal getting* batubara. Permintaan listrik dan

konsumsi energi baik di negara-negara maju dan berkembang terus meningkat dari waktu ke waktu (Juniah and Sastradinata, 2017). Konsumsi energi listrik di Turki juga meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk (Koralay, et.al 2018). Di Uni Eropa meningkat, 40% dari total konsumsi energi berasal dari sektor kelistrikan (Alvarez et.al, 2020). Konsumsi energi di seluruh dunia seperti Brazil, China dan India tahun 2010 dan 2040 terus meningkat sebesar 56% seiring dengan populasi dunia yang pada tahun 2050 diperkirakan akan mencapai sembilan miliar (Tkac, 2018). Demikian juga dinegara berkembang kebutuhan listrik sektor industri, rumah tangga, dan jasa untuk mendukung kegiatan pembangunan sosial ekonomi terus meningkat (Kaunda et al, 2012). Pembangkitan listrik dunia diperkirakan akan terus meningkat dari tahun 2012 sebesar 21,6 triliun kilowatt-jam (T-kWh), tahun 2020 sebesar 25,8 T-kWh dan tahun 2040 sebesar 36,5 T-kWh (US Energy Information Administration, 2016). Pemenuhan kebutuhan listrik di atas paling sedikit 27 persen dari total output energi dunia dan lebih dari 39 persen dari seluruh listrik dihasilkan oleh pembangkit listrik bertenaga batubara. Indonesia memiliki cadangan batubara kualitas menengah dan rendah yang melimpah. Saat ini, Indonesia menempati peringkat ke-9 dengan sekitar 2,2 persen dari total cadangan batubara global terbukti berdasarkan BP *Statistical Review of World Energy*. Sekitar 60 persen dari cadangan batubara total Indonesia terdiri dari batubara kualitas rendah yang lebih murah (sub-bituminous) yang memiliki kandungan kurang dari 6.100 cal/gram. Selain untuk diekspor untuk pasar raksasa negara-negara berkembang seperti China dan India, batubara dengan kualitas menengah dan rendah ini juga digunakan di dalam negeri sebagai bahan bakar pembangkit listrik yang permintaannya semakin meningkat. Berdasarkan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PLN terbaru yang diterbitkan pada Februari 2019, kebutuhan batubara untuk pembangkit listrik di Indonesia diperkirakan meningkat dari 90 juta ton pada saat ini menjadi 150-160 juta pada tahun 2028-2030 (Arinaldo et al, 2019).

PT. Manggala Alam Lestari (PT. MAL) merupakan salah satu perusahaan yang menyuplai batubara untuk kebutuhan pembangkit listrik yang terletak di Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. Perusahaan ini menyuplai batubara ke PLTU SUMSEL 5 yang dioperasikan oleh PT. DSSP Power untuk pembangkitan. Ukuran dan *recovery* batubara menjadi hal yang sangat penting dalam pembangkitan listrik berbahan bakar batubara. Hal ini dikarenakan ukuran batubara yang akan digunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi listrik harus memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan pembangkitan listrik dan semakin banyak *recovery* batubara yang didapatkan maka semakin efisien juga pekerjaan tersebut. Penelitian-penelitian sebelumnya melaporkan bahwa ukuran batubara dapat dihasilkan dari alat screen untuk kebutuhan industri (Wang et.al 2019; Wang et.al, 2020; Zhao, 2020; Yu et al, 2020; Mohanty, 2002) dan penggunaan screen atau jig yang tepat dapat mempengaruhi *recovery* hasil penambangan (Haryono dkk, 2020; Susanto dkk, 2021; Selviyana dkk, 2015). Menurut Lestari S et al (2016), Ukuran butir batubara untuk supply ke PLTU tidak boleh halus, minimal dibatasi < 3 mm karena bila tidak memenuhi syarat tersebut debunya akan mengotori lingkungan sekitarnya (Rahmi dkk, 2019). PT. MAL sendiri menetapkan ukuran standar batubara untuk supply ke DSSP Power yang bisa diterima maksimal 20 cm.

Dalam proses pengolahan batubara pada umumnya, yang pertama dilakukan terhadap batubara yang berasal dari penambangan adalah melakukan proses kominusi untuk mereduksi ukuran batubara dengan cara peremukan menggunakan alat *coal crusher*. Setelah proses kominusi baru dilakukan pemisahan ukuran partikel batubara secara sizing menggunakan *fixed screen* atau saringan atau ayakan. Hal ini tidak dilakukan di PT. Manggala Alam Lestari. Ukuran batubara dari front penambangan diremukan tidak menggunakan *crusher* tetapi dilakukan di atas *fixed screen*. Kegiatan *coal getting* menggunakan *fixed screen* ini memiliki hambatan-hambatan seperti material batubara yang

tersangkut di sela-sela *screen*, pemindahan *screen* jika batubara di *front* habis, perapihan muatan batubara dan sebagainya, sehingga *cycle time* menjadi lebih lambat dan hal ini mempengaruhi target produksi dan apabila terus menerus terjadi maka target keuntungan perusahaan juga tidak akan tercapai. Oleh karena itu, penggunaan *fixed screen* ini perlu dianalisis dari sisi ekonomi dengan membandingkan terhadap proses pengolahan batubara lainnya seperti kegiatan *coal crushing* yang sudah umum dilakukan di pertambangan batubara. Analisis ekonomi yang dilakukan adalah dengan membandingkan investasi alat *coal crusher* dengan *fixed screen* pada kegiatan *coal getting*. Beberapa penelitian sebelumnya telah melakukan analisis ekonomi *coal processing* di stockpile port Muara Bengalon PT. Mitrabara Adiperdana, Tbk (Panjaitan et al, 2018) dan merancang pengolahan batu andesit untuk memenuhi standar industri Indonesia (Amdin et al, 2021). Namun, dari penelitian-penelitian tersebut belum melakukan analisis ekonomi terhadap investasi *fixed screen* di area penambangan dan membandingkannya dengan investasi *coal crusher*. Penggunaan Alat *Fixed Screen* Di PT. Manggala Alam Lestari dengan mengkaji sisi ekonominya menjadi sesuatu yang menarik dan penting untuk diriset dan diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan keterbaruan dalam pengembangan bidang ilmu pertambangan khususnya pengolahan dan ekonomi batubara.

METODE

Jenis penelitian merupakan *exploratory research* dengan melakukan pengembangan dalam *coal getting* batubara tanpa proses kominusi. Metode kuantitatif digunakan untuk melakukan perbandingan antara biaya investasi *coal crusher* dengan investasi *fixed screen* pada *coal getting*.

Penelitian ini dilaksanakan di pertambangan batubara PT. Manggala Alam Lestari. Pertimbangan pemilihan lokasi dikarenakan PT. Manggala Alam Lestari dalam melaksanakan kegiatan *coal getting* batubara tidak menggunakan proses kominusi sebagaimana halnya kegiatan *coal getting* batubara umumnya dan selama ini yang ada di industri pertambangan batubara.

Pengumpulan data dilakukan secara primer dan sekunder. Data primer didapatkan dengan melakukan: 1) Pengamatan langsung di lapangan pertambangan batubara PT Manggala Alam Lestari terhadap proses *coal getting* yang ada di pertambangan tersebut; 2) Dokumentasi lapangan; 3) Melakukan wawancara dengan responden terpilih untuk mendapatkan data biaya investasi dan produksi alat; 4) Melakukan perhitungan untuk mendapatkan data kelayakan ekonomis; 5) data terkait lainnya yang diperlukan. Data sekunder dengan melakukan studi pustaka dan studi instasional. Studi pustaka melalui publikasi jurnal nasional dan internasional, hasil penelitian sebelumnya, literatur, dan sumber-sumber lainnya terkait dengan masalah penelitian. Studi instasional diperoleh melalui perusahaan PT. Manggala Alam Lestari atau instansi terkait lainnya. Data sekunder yang dikumpulkan berupa: 1) Peta kesampaian daerah lokasi penelitian; 2) Produksi batubara; 3) Kelayakan alat; 4) Spesifikasi alat *fixed screen* dan *coal crusher* (Tabel 1); 5) serta data lainnya.

Pengolahan data dilakukan untuk mengolah data primer dan sekunder menggunakan persamaan yang digunakan untuk mendapatkan perbandingan antara biaya investasi *coal crusher* dengan *fixed screen* pada *coal getting*. Hal ini perlu dilakukan mengingat data yang didapatkan dari kegiatan pengumpulan data masih bersifat data mentah yang perlu diolah lebih lanjut guna mendapatkan data yang diperlukan.

Tabel 1. Spesifikasi alat *Fixed Screen* dan *Coal Crusher*

No.	Jenis Alat	Spesifikasi
1.	Fixed Screen	1. Spesifikasi ukuran : a. Panjang : 7,5 meter b. Lebar : 4 meter c. Tinggi depan : 5 meter d. Rangka utama : Pipa 6 inch e. Landasan utama : Pipa 8 inch f. Lis samping : Plat 8 mm g. Jaring-jaring : H. Beam 100 x 100 h. Tangga samping L/R : Behel 22 mm i. Dinding samping : 1,8 meter j. Dinding belakang : 1,8 meter k. Dinding atas belakang : 60 cm l. Corong bawah : Plat 8 mm m. Stopper : Pipa 8 inch
		2. Spesifikasi Material : a. Tiang utama dan rangka utama : Pipa 6 inch b. Jenis kawat las LB52U : - Hook penarik depan - Dinding belakang
2.	Crusher Kap. 750 TPH class	1. Jenis : Single Rotor Hammer Crusher (EV 200 x 200 – 1) 2. Merek / Pabrikan : F.L Smidth 3. Buatan : Denmark 4. Kapasitas : 750 ton/ jam 5. Size Of Material : Feed Max 1400 mm 6. Feed Opening : 1950 mm x 2000 mm 7. Output : 80-200 mm 8. Feed Moisture : max 20% 9. Speed Rotor : 300 – 450 rpm 10. Jumlah Hammer : 84 buah (7 x 12) 11. Berat Unit : 95 ton 12. Motor : 1100 kW x 6 P, V Belt Drive For Crusher 0.75 kW x 4 P, Direct Drive For Hammer Replacing Device 5.5 kW x 4 P, Direct Drive For Extraction Device.

Sumber : *Arsip Perencanaan PT. MAL (2022)*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Investasi *Coal Crusher*

Berdasarkan hasil penelitian Panjaitan (2018), komponen alat yang digunakan untuk coal crusher dengan target 4 juta ton per tahun terdiri dari 1 crusher, 1 feeder breaker, 8 conveyor, 9 dump truck 20 ton class, 2 bulldozer, 2 excavator 20 ton class dan 5 genset 500 KVA, 3 reclaim feeder dan 3 wheel loader. Namun, untuk target 1,5 juta sampai 2 juta ton per tahun seperti di PT. MAL, maka asumsi jumlah alat yang dibutuhkan terdiri dari :

Tabel 2. Rencana jumlah alat investasi *coal crusher*

No.	Jenis Alat	Jumlah (Unit)
1.	Crusher Kap. 750 TPH class	1
2.	Feeder Breaker Kap. 500 TPH class	1
3.	Conveyor	4
4.	Wheel Loader	2
5.	Excavator 20 ton class	1
6.	Genset 500 KVA	5
7.	Reclaim feeder	2

Sumber : *Arsip Perencanaan PT. MAL (2022)*

Tidak digunakannya *dump truck* karena *dump truck* dari pit langsung dumping ke *feeder crusher*.

Adapun biaya investasi alat berat *coal crusher* adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Biaya investasi *coal crusher*

No.	Jenis Alat dan Pekerjaan	Jumlah (Unit)	Biaya/Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Crusher Kap. 750 TPH class	1	5.113.369.250	5.113.369.250
2	Feeder Breaker Kap. 500 TPH class	1	2.697.604.250	2.697.604.250
3	Conveyor	4	161.051.000	644.204.000
4	Wheel Loader	2	805.255.000	1.610.510.000
5	Excavator 20 ton class	2	1.489.721.750	2.979.443.500
6	Genset 500 KVA	5	966.306.000	4.831.530.000
7	Reclaim feeder	4	112.735.700	338.207.100
8	Kantor	1	362.364.750	362.364.750
GRAND TOTAL				18.577.232.850

Sumber : Arsip Perencanaan PT. MAL (2022)

Biaya investasi alat *coal crusher* berdasarkan penelitian Rumengan (2017) namun telah dilakukan penambahan inflasi 10% hingga tahun 2022 dan dari hasil penelitian di PT. MAL.

Biaya operasi untuk *coal crusher* terdiri dari :

a. Upah Karyawan

Tabel 4. Rincian upah karyawan *coal crusher*

No.	Jabatan	Jumlah	Upah	Upah/bulan (Rp)	Upah/tahun (Rp)
1	Pengawas	3	8,000,000	24,000,000	288,000,000
2	Operator Loader	4	5,000,000	20,000,000	240,000,000
3	Operator Excavator	4	5,000,000	20,000,000	240,000,000
4	Administrasi	2	4,000,000	8,000,000	96,000,000
5	Operator Crusher	6	5,000,000	30,000,000	360,000,000
TOTAL		19		102,000,000	1,224,000,000

Sumber : Arsip Perencanaan PT. MAL (2022)

b. Depresiasi Alat

Untuk menghitung depresiasi alat, dapat menggunakan rumus :

$$Dk = \frac{\text{Harga Alat} - \text{Nilai Sisa}}{\text{Umur EKonomis}}$$

Tabel 5. Nilai sisa *coal crusher* per tahun

Alat	Tahun	Bk-1 (Rp)	Dk-1 (Rp)	Bk
Crusher Kap. 750 TPH	0	0	0	5,113,369,250
	1	5,113,369,250	869,272,773	4,244,096,478
	2	4,244,096,478	869,272,773	3,374,823,705
	3	3,374,823,705	869,272,773	2,505,550,933
	4	2,505,550,933	869,272,773	1,636,278,160
	5	1,636,278,160	869,272,773	767,005,388
Feeder Breaker Kap. 500 TPH	0	0	0	2,697,604,250
	1	2,697,604,250	458,592,723	2,239,011,528
	2	2,239,011,528	458,592,723	1,780,418,805
	3	1,780,418,805	458,592,723	1,321,826,083
	4	1,321,826,083	458,592,723	863,233,360
	5	863,233,360	458,592,723	404,640,638

	0	0	0	805,255,000
	1	805,255,000	136,893,350	668,361,650
Wheel Loader	2	668,361,650	136,893,350	531,468,300
	3	531,468,300	136,893,350	394,574,950
	4	394,574,950	136,893,350	257,681,600
	5	257,681,600	136,893,350	120,788,250
	0	0	0	1,489,721,750
	1	1,489,721,750	253,252,698	1,236,469,053
Excavator 20 ton class	2	1,236,469,053	253,252,698	983,216,355
	3	983,216,355	253,252,698	729,963,658
	4	729,963,658	253,252,698	476,710,960
	5	476,710,960	253,252,698	223,458,263

Nilai sisa berasal dari perkiraan sisa harga tinggal 15% dari harga awal alat.

Tabel. 6. Depresiasi alat coal crusher

No.	Alat	Harga Alat	Nilai Sisa	Umur Ekonomis	Dk
1	Crusher Kap. 750 TPH	5,113,369,250	767,005,388	5	869,272,773
2	Feeder Breaker Kap. 500 TPH	2,697,604,250	404,640,638	5	458,592,723
3	Wheel Loader	805,255,000	120,788,250	5	136,893,350
4	Excavator 20 ton class	1,489,721,750	223,458,263	5	253,252,698

c. Biaya Kepemilikan/Tahun

Untuk menghitung biaya kepemilikan alat, dapat menggunakan rumus :

$$A = \frac{P(n+1) + S(n-1)}{2n^2}$$

Dimana :

A = Biaya Kepemilikan Alat

P = Harga Alat

S = Nilai Sisa

N = Umur Ekonomis

Tabel. 7. Biaya kepemilikan/tahun coal crusher

No.	Alat	Harga Alat	Nilai Sisa	Umur Ekonomis	Biaya Kepemilikan
1	Crusher Kap. 750 TPH	5,113,369,250	767,005,388	5	674,964,741
2	Feeder Breaker Kap. 500 TPH	2,697,604,250	404,640,638	5	356,083,761
3	Wheel Loader	805,255,000	120,788,250	5	106,293,660
4	Excavator 20 ton class	1,489,721,750	223,458,263	5	196,643,271

d. Biaya Pengoperasian dan Perawatan

1) Biaya Pengoperasian

Tabel. 8. Biaya Pengoperasian Coal Crusher

No.	Alat	BBM	Pelumas	Total
1	Crusher Kap. 750 TPH		8,760,000	8,760,000
2	Feeder Breaker Kap. 500 TPH		8,760,000	8,760,000
3	Wheel Loader	998,640,000	13,140,000	1,011,780,000
4	Excavator 20 ton class	1,664,400,000	17,520,000	1,681,920,000
5	Conveyor		3,504,000	3,504,000

No.	Alat	BBM	Pelumas	Total
6	Genset 500 KVA	332,880,000	4,380,000	337,260,000

Sumber : Arsip Perencanaan PT. MAL (2022)

Asumsi harga BBM Rp. 9500/L dan harga pelumas Rp. 1000/L.

2) Biaya Perawatan

Tabel 9. Biaya perawatan coal crusher

No.	Alat	Harga Alat	Biaya Perawatan
1	Crusher Kap. 750 TPH	5,113,369,250	2,556,684,625
2	Feeder Breaker Kap. 500 TPH	2,697,604,250	1,348,802,125
3	Wheel Loader	805,255,000	402,627,500
4	Excavator 20 ton class	1,489,721,750	744,860,875
5	Conveyor	12,884,080	6,442,040
6	Genset 500 KVA	77,304,480	38,652,240

Sumber : Arsip Perencanaan PT. MAL (2022)

Asumsi biaya perawatan/tahun adalah 40% dari depresiasi

Biaya operasi per alat adalah total penjumlahan dari biaya kepemilikan, biaya pengoperasian dan biaya perawatan alat. Maka, total biaya operasi *Coal Crusher* adalah sebagai berikut :

Tabel 10. Total biaya operasi coal crusher

No.	Biaya	Jumlah	Biaya/tahun (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Upah Karyawan	19	1.224.000.000	1.224.000.000
2	Crusher Kap. 750 TPH	1	3.240.409.366	3.240.409.366
3	Feeder Breaker Kap. 500 TPH	1	1.713.645.886	1.713.645.886
4	Wheel Loader	2	1.520.701.160	3.041.402.320
5	Excavator 20 ton class	2	2.623.424.146	5.246.848.292
6	Conveyor	4	9.946.040	39.784.160
7	Genset 500 KVA	3	375.912.240	1.127.736.720
GRAND TOTAL				15.633.826.744

Sumber : Arsip Perencanaan PT. MAL (2022)

Kemudian, dihitung estimasi pendapatan PT. MAL dari target produksi per tahun. Pendapatan PT. MAL dengan estimasi harga coal \$10/ton (kurs rupiah : Rp. 14.000/USD) adalah sebagai berikut :

Tabel 11. Produksi dan pendapatan coal getting PT. MAL

No.	Pit	Harga Coal/Ton (Rp)	Produksi/Tahun (Ton)	Total (Rp)
1	Donggang Selatan	140.000	750.000	105.000.000.000
2	Donggang Utara	140.000	700.000	98.000.000.000
GRAND TOTAL			1.450.000	203.000.000.000

Sumber : Arsip Perencanaan PT. MAL (2022)

Perhitungan investasi *coal crusher* menggunakan 4 kriteria investasi yaitu *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Profitability Index* dan *Payback Period*. Perhitungan investasi menggunakan total biaya investasi, total biaya operasi dan total pendapatan.

a. *Net Present Value (NPV) Coal Crusher*

Dari hasil perhitungan biaya investasi, biaya operasi dan pendapatan, maka dapat dihitung arus kas terlebih dahulu dari investasi *coal crusher* tersebut. Arus kas dari investasi *coal crusher* dapat dilihat pada Tabel 12 di bawah ini.

Tabel 12. Arus kas investasi *coal crusher*

Keterangan	Tahun Ke-				
	2023	2024	2025	2026	2027
Pendapatan (inflasi 10%/tahun)	203.000.000.000	223.300.000.000	245.630.000.000	270.193.000.000	297.212.300.000
Pengeluaran (inflasi 10%/tahun)	15.633.826.744	17.197.209.418	18.916.930.360	20.808.623.396	22.889.485.736
Laba Kotor	187.366.173.256	206.102.790.582	226.713.069.640	249.384.376.604	274.322.814.264
Pajak (10%)	18.736.617.326	20.610.279.058	22.671.306.964	24.938.437.660	27.432.281.426
Laba Bersih (Arus Kas Bersih)	168.629.555.930	185.492.511.523	204.041.762.676	224.445.938.943	246.890.532.838

Lalu, perhitungan NPV dengan asumsi $i = 9,8\%$ adalah sebagai berikut :

Tabel 13. Perhitungan NPV *coal crusher*

Tahun	Tahun ke-	Investasi	Arus Kas Bersih (AKB)	Faktor Diskon ($i=9,8\%$)	Present Value Investasi (PVI)	Present Value AKB
2022	0	18.577.232.850	0	1	18.577.232.850	0
2023	1		168.629.555.930	0,9107		153.570.936.586
2024	2		185.492.511.523	0,8264		153.291.011.523
2025	3		204.041.762.676	0,7554		154.133.147.525
2026	4		224.445.938.943	0,6880		154.418.805.993
2027	5		246.890.532.838	0,6265		154.676.918.823
TOTAL					18.577.232.850	770.090.820.450

Nilai NPV untuk investasi *coal crusher* adalah sebagai berikut :

$$\text{NPV} = \text{PV AKB} - \text{PV I}$$

$$= \text{Rp. } 770.090.820.450 - 18.577.232.850$$

$$= \text{Rp. } 751.513.587.600$$

$\text{NPV} > 1$ maka investasi ini layak untuk dijalankan

b. *Internal Rate of Return (IRR) Coal Crusher*

Perhitungan IRR dengan asumsi $\text{MARR} = 9,8\%$ menggunakan *Discount Factor* 9% dan 11% adalah :

Tabel 14. Perhitungan IRR *coal crusher*

Tahun	Tahun ke-	Net benefit	Faktor Diskon ($i=9\%$)	DF = 9%	Faktor Diskon ($i=11\%$)	DF = 11%
2022	0	-18.577.232.850	1	-18.577.232.850	1	-18.577.232.850
2023	1	168.629.555.930	0,9174	154.700.754.611	0,9009	151.918.366.938
2024	2	185.492.511.523	0,8417	156.129.046.949	0,8116	150.545.722.352
2025	3	204.041.762.676	0,7722	157.561.049.138	0,7312	149.195.336.869
2026	4	224.445.938.943	0,7084	158.997.503.147	0,6587	147.842.539.982
2027	5	246.890.532.838	0,6499	160.454.157.291	0,5935	146.529.531.239
TOTAL				769.265.278.287		727.454.264.530

$$IRR = iNPV1 + \frac{NPV1}{NPV1 + NPV2} \times (iNPV2 - iNPV1)$$

$$IRR = 9\% + \frac{769.265.278.287}{769.265.278.287 + 727.454.264.530} \times (11\% - 9\%)$$

$$IRR = 10,0279\%$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan IRR (10,0279%) lebih besar daripada MARR (9,8%) sehingga investasi layak untuk dijalankan.

c. *Profitability Index (PI) Coal Crusher*

Nilai *Profitability Index (PI)* didapatkan dari perbandingan jumlah *Present Value* Arus Kas Bersih (AKB) dengan *Present Value* investasi.

Tabel 15. Total arus kas bersih investasi coal crusher

Tahun	Tahun ke-	Investasi	Arus Kas Bersih (AKB)
2022	0	18.577.232.850	0
2023	1		168.629.555.930
2024	2		185.492.511.523
2025	3		204.041.762.676
2026	4		224.445.938.943
2027	5		246.890.532.838
TOTAL PRESENT VALUE AKB			1.029.500.301.911

$$PI = \frac{PV \text{ AKB}}{PV \text{ investasi}}$$

$$PI = \frac{1.029.500.301.911}{18.577.232.850}$$

$$PI = 55,4$$

Nilai PI yang didapatkan adalah 55,4 yang berarti nilainya > 1 sehingga investasi layak untuk dilaksanakan.

d. *Payback Period Coal Crusher*

Nilai *Payback Period (PBP)* menunjukkan berapa lama periode waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan nilai investasi dengan membagi total investasi awal dengan total hasil per tahun. Investasi *Coal Crusher* memiliki arus kas yang diterima berbeda setiap tahun dengan syarat pengembalian selama 2 tahun sehingga nilai *Payback Period* adalah:

Tabel 16. Kumulatif arus kas bersih investasi coal crusher

Tahun	Tahun ke-	Investasi	Arus Kas Bersih (AKB)	AKB Kumulatif
2022	0	18.577.232.850	0	0
2023	1		168.629.555.930	168.629.555.930
2024	2		185.492.511.523	354.122.067.454
2025	3		204.041.762.676	558.163.830.130
2026	4		224.445.938.943	782.609.769.073
2027	5		246.890.532.838	1.029.500.301.911

$$Payback \text{ Period} = n + \frac{a-b}{c-b} \times 1 \text{ tahun}$$

$$Payback \text{ Period} = 2 + \frac{18.577.232.850 - 354.122.067.454}{558.163.830.130 - 354.122.067.454} \times 1 \text{ tahun}$$

$$Payback \text{ Period} = 2 + (-1,6) \times 1 \text{ tahun}$$

$$Payback \text{ Period} = 0,36 \text{ tahun} = 4,3 \text{ bulan}$$

Investasi *Fixed screen*

Komponen alat yang digunakan untuk *fixed screen* dengan target 1,5 juta ton per tahun terdiri dari 6 *fixed screen* dan untuk alat berat, PT. MAL membayar kontraktor dengan nama PT. Tri Putra Erguna (PT. TPE).

Adapun biaya investasi *fixed screen* adalah sebagai berikut :

Tabel 17. Biaya investasi *fixed screen*

No.	Jenis Alat dan Pekerjaan	Jumlah (Unit)	Biaya/Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Fixed Screen	6	300.000.000	1.800.000.000
GRAND TOTAL				1.800.000.000

Sumber : Arsip Perencanaan PT. MAL (2022)

Biaya operasi untuk *fixed screen* terdiri dari :

a. Upah Kontraktor

Biaya upah kontraktor PT. TPE adalah sebesar Rp. 18.200 / ton. Asumsi jika PT. TPE memenuhi target produksi *coal* sebesar 1,45 juta ton/tahun, maka, biaya operasi yang dibayarkan kepada PT. TPE adalah 26,39 milyar rupiah / tahun.

b. Depresiasi Alat

Untuk menghitung depresiasi alat, dapat menggunakan rumus :

$$Dk = \frac{\text{Harga Alat} - \text{Nilai Sisa}}{\text{Umur EKonomis}}$$

Tabel. 18. Nilai sisa *fixed screen* per tahun

Alat	Tahun	Bk-1 (Rp)	Dk-1 (Rp)	Bk
Fixed Screen	0	0	0	300.000.000
	1	300.000.000	51.000.000	249.000.000
	2	249.000.000	51.000.000	198.000.000
	3	198.000.000	51.000.000	147.000.000
	4	147.000.000	51.000.000	96.000.000
	5	96.000.000	51.000.000	45.000.000

Nilai sisa berasal dari perkiraan sisa harga tinggal 15% dari harga awal alat.

Tabel. 19. Depresiasi alat *fixed screen*

No.	Alat	Harga Alat	Nilai Sisa	Umur Ekonomis	Dk
1	Fixed Screen	300.000.000	45.000.000	5	51.000.000

c. Biaya Kepemilikan/Tahun

Untuk menghitung biaya kepemilikan alat, dapat menggunakan rumus :

$$A = \frac{P(n+1) + S(n-1)}{2n^2}$$

Dimana :

A = Biaya Kepemilikan Alat

P = Harga Alat

S = Nilai Sisa

N = Umur Ekonomis

Tabel 20. Biaya kepemilikan/tahun *fixed screen*

No.	Alat	Harga Alat	Nilai Sisa	Umur Ekonomis	Biaya Kepemilikan
1	Fixed Screen	300.000.000	45.000.000	5	39.600.000

d. Biaya Perawatan

Tabel 21. Biaya Perawatan *Fixed Screen*

No.	Alat	Harga Alat	Biaya Perawatan
1	Fixed Screen	300.000.000	150.000.000

Sumber : Arsip Perencanaan PT. MAL (2022)

Asumsi biaya perawatan/tahun adalah 40% dari depresiasi

Biaya operasi per alat adalah total penjumlahan dari biaya kepemilikan dan biaya perawatan alat. Maka, total biaya operasi *Fixed Screen* adalah sebagai berikut :

Tabel 22. Biaya Operasi *Fixed screen*

No.	Biaya	Jumlah	Biaya/tahun (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Upah Kontraktor	1	26.390.000.000	26.390.000.000
2	Fixed Screen	6	189.600.000	1.137.600.000
GRAND TOTAL				27.527.600.000

Sumber : Arsip Perencanaan PT. MAL (2022)

Estimasi pendapatan PT. MAL dari target produksi per tahun adalah sekitar Rp. 203.000.000.000.

Perhitungan investasi *fixed screen* menggunakan 4 kriteria investasi yaitu *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Profitability Index* dan *Payback Period*. Perhitungan investasi menggunakan total biaya investasi, total biaya operasi dan total pendapatan.

a. *Net Present Value* (NPV) *Fixed screen*

Dari hasil perhitungan biaya investasi, biaya operasi dan pendapatan, maka dapat dihitung arus kas terlebih dahulu dari investasi *fixed screen* tersebut. Arus kas dari investasi *fixed screen* dapat dilihat pada Tabel 23 di bawah ini.

Tabel 23. Arus kas investasi *fixed screen*

Keterangan	Tahun Ke-				
	2023	2024	2025	2026	2027
Pendapatan (inflasi 10%/tahun)	203.000.000.000	223.300.000.000	245.630.000.000	270.193.000.000	297.212.300.000
Pengeluaran (inflasi 10%/tahun)	27.527.600.000	30.280.360.000	33.308.396.000	36.639.235.600	40.303.159.160
Laba Kotor	175.472.400.000	193.019.640.000	212.321.604.000	233.553.764.400	256.909.140.840
Pajak (10%)	17.547.240.000	19.301.964.000	21.232.160.400	23.355.376.440	25.690.914.084
Laba Bersih (Arus Kas Bersih)	157.925.160.000	173.717.676.000	191.089.443.600	210.198.387.960	231.218.226.756

Lalu, perhitungan NPV dengan asumsi $i = 9,8\%$ adalah sebagai berikut :

Tabel 24. Perhitungan NPV *fixed screen*

Tahun	Tahun ke-	Investasi	Arus Kas Bersih (AKB)	Faktor Diskon (i=9.8%)	Present Value Investasi (PVI)	Present Value AKB
2022	0	1.800.000.000	0	1	1.800.000.000	0
2023	1		157.925.160.000	0,9107		143.822.443.212
2024	2		173.717.676.000	0,8264		143.560.287.446
2025	3		191.089.443.600	0,7554		144.348.965.695
2026	4		210.198.387.960	0,6880		144.616.490.916
2027	5		231.218.226.756	0,6265		144.858.219.063
TOTAL					1.800.000.000	721.206.406.333

Nilai NPV untuk investasi *fixed screen* adalah sebagai berikut :

$$NPV = PV \text{ AKB} - PV \text{ I}$$

$$= \text{Rp. } 721.206.406.333 - 1.800.000.000$$

$$= \text{Rp. } 719.406.406.333$$

NPV > 1 maka investasi ini layak untuk dijalankan

b. *Internal Rate of Return (IRR) Fixed screen*

Perhitungan IRR dengan asumsi MARR = 9,8% menggunakan *Discount Factor* 9% dan 11% adalah :

Tabel 25. Perhitungan IRR *fixed screen*

Tahun	Tahun ke-	Net benefit	Faktor Diskon (i=9%)	DF = 9%	Faktor Diskon (i=11%)	DF = 11%
2022	0	-1.800.000.000	1	-1.800.000.000	1	-1.800.000.000
2023	1	157.925.160.000	0,9174	144.880.541.784	0,9009	142.274.776.644
2024	2	173.717.676.000	0,8417	146.218.167.889	0,8116	140.989.265.842
2025	3	191.089.443.600	0,7722	147.559.268.348	0,7312	139.724.601.160
2026	4	210.198.387.960	0,7084	148.904.538.031	0,6587	138.457.678.149
2027	5	231.218.226.756	0,6499	150.268.725.569	0,5935	137.228.017.580
TOTAL				736.031.241.621		696.874.339.375

$$IRR = iNPV1 + \frac{NPV1}{NPV1 + NPV2} \times (iNPV2 - iNPV1)$$

$$IRR = 9\% + \frac{736.031.241.621}{736.031.241.621 + 696.874.339.375} \times (11\% - 9\%)$$

$$IRR = 10,0273\%$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan IRR (10,0273%) lebih besar daripada MARR (9,8%) sehingga investasi layak untuk dijalankan.

c. *Profitability Index (PI) Fixed screen*

Nilai *Profitability Index* (PI) didapatkan dari perbandingan jumlah *present value* Arus Kas Bersih (AKB) dengan *present value* investasi.

Tabel 26. Total arus kas bersih investasi *fixed screen*

Tahun	Tahun ke-	Investasi	Arus Kas Bersih (AKB)
2022	0	1.800.000.000	0
2023	1		143.822.443.212
2024	2		143.560.287.446
2025	3		144.348.965.695
2026	4		144.616.490.916

Tahun	Tahun ke-	Investasi	Arus Kas Bersih (AKB)
2027	5		144.858.219.063
TOTAL			721.206.406.333

$$PI = \frac{PV\ AKB}{PV\ investasi}$$

$$PI = \frac{721.206.406.333}{1.800.000.000}$$

$$PI = 400,7$$

Nilai PI yang didapatkan adalah 400,7 yang berarti nilainya > 1 sehingga investasi layak untuk dilaksanakan.

d. *Payback Period Fixed screen*

Nilai *Payback Period* (PBP) menunjukkan berapa lama periode waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan nilai investasi dengan membagi total investasi awal dengan total hasil per tahun. Investasi *Fixed screen* memiliki arus kas yang diterima berbeda setiap tahun dengan syarat pengembalian selama 2 tahun sehingga nilai *Payback Period* adalah:

Tabel 27. Kumulatif Arus Kas Bersih Investasi *Fixed screen*

Tahun	Tahun ke-	Investasi	Arus Kas Bersih (AKB)	AKB Kumulatif
2022	0	1.800.000.000	0	0
2023	1		157.925.160.000	157.925.160.000
2024	2		173.717.676.000	331.642.836.000
2025	3		191.089.443.600	522.732.279.600
2026	4		210.198.387.960	732.930.667.560
2027	5		231.218.226.756	964.148.894.316

$$Payback\ Period = n + \frac{a-b}{c-b} \times 1\ tahun$$

$$Payback\ Period = 2 + \frac{1.800.000.000 - 331.642.836.000}{522.732.279.600 - 331.642.836.000} \times 1\ tahun$$

$$Payback\ Period = 2 + (-1,7) \times 1\ tahun$$

$$Payback\ Period = 0,27\ tahun = 3,29\ bulan$$

Perbandingan Investasi *Coal Crusher* dan *Fixed screen*

Berdasarkan perhitungan di atas, kegiatan *Coal Crusher* dan *Fixed screen* termasuk dalam investasi yang layak untuk diterapkan di PT. MAL. Namun, *fixed screen* tetap dapat menjadi pilihan utama karena memiliki nilai investasi yang lebih rendah daripada *coal crusher* sehingga laba yang dihasilkan juga lebih besar.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa jika PT. MAL akan melakukan investasi *coal crusher*, maka jumlah biaya investasinya adalah sebesar Rp. 18.577.232.850,00 dengan estimasi biaya operasi *coal crusher* adalah Rp. 15.633.826.744,00. Berdasarkan hasil perhitungan investasi *coal crusher* menggunakan 4 kriteria maka nilai yang didapatkan masing-masing adalah *Net Present Value* (NPV) dengan nilai Rp. 751.513.587.600,00, *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 10,0279%, *Profitability Index* sebesar 55,4 dan *Payback Period* sekitar 0,36 tahun (4,3 bulan) sehingga investasi ini layak untuk dijalankan.

Kemudian, biaya investasi *fixed screen* adalah sebesar Rp. 1.800.000.000,00 dengan estimasi biaya operasi *fixed screen* adalah Rp. 27.527.600.000,00. Berdasarkan hasil perhitungan investasi *fixed screen* menggunakan 4 kriteria maka nilai yang didapatkan

masing-masing adalah *Net Present Value* (NPV) dengan nilai Rp. 719.406.406.333,00, *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 10,0273%, *Profitability Index* sebesar 400,7 dan *Payback Period* sekitar 0,27 tahun (3,29 bulan) sehingga investasi ini juga layak untuk dijalankan.

Fixed screen tetap dapat menjadi pilihan utama karena memiliki nilai investasi yang lebih rendah daripada coal crusher sehingga laba yang dihasilkan juga lebih besar.

Namun, ada beberapa hal yang belum terungkap karena keterbatasan waktu, biaya dan lain-lain dari penelitian ini seperti kaitannya dengan *productivity* alat pengolahan batubara dan dapat menjadi rekomendasi bagi peneliti lain agar dapat menyempurnakannya dari sisi lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvarez, X., Valero, E., Torre-Rodríguez, N. D. L., and Acuña-Alonso, C. 2020. *Influence Of Small Hydroelectric Power Stations On River Water Quality*. *Water* 2020, 12 (2) : 312.
- Amdi, M.D., Mukiat, Ningsih, Y.B. 2021. *Rancangan Pengolahan Batu Andesit Untuk Memenuhi Standar Industri Indonesia*. *Jurnal Pertambangan Unsri*, 5 (1) : 14-23.
- Arinaldo, D., Adiatma, J. C. 2019. *Dinamika Batubara Indonesia : Menuju Transisi Energi yang Adil*. Institute for Essential Services Reform, Jakarta.
- Arsip Perencanaan PT. MAL. 2022. Jakarta.
- Haryono, A., Rubiono, G., Qiram, I. 2020. *Pengaruh Sudut Kemiringan Ayakan Getar (Vibrating Screen) Terhadap Unjuk Kerja Ayakan*. *Jurnal V-Mac*, 5 (1) : 13-16.
- Juniah, R. and Sastradinata, M. 2017. *Study Benefit Value of Utilization Water Resources for Energy and Sustainable Environment*. *AIP Conference Proceedings*, 1903 (1).
- Kaunda, C. S., Kimambo, C. Z. and Nielsen, T. K. 2012. *Potential Of Small-Scale Hydropower For Electricity Generation In Sub-Saharan Africa*. *Hindawi Journal*, 2012.
- Koralay, N., Kara, O., and Kezik, U. 2018. *Effects Of Run-Of-The-River Hydropower Plants On The Surface Water Quality In The Solakli Stream Watershed, Northeastern Turkey*. *Water And Environment Journal*, 32 (2018) : 412–421.
- Lestari S, D., Asy'ari, M. A., dan Hidayatullah, R. 2016. *Geokimia Batubara Untuk Beberapa Industri*. *Jurnal Poros Teknik*, 8 (1) : 48-54.
- Mohanty, M. K. 2002. *Fine Fixed screen Performance Enhancement Using The Pansep Screen*. *Int. J. Miner. Process*, 69 (2003) : 205– 220.
- Panjaitan, D. D. I, Virgiyanti, L., dan Wiryanto, Y. H. 2018. *Cost Coal Processing Di Stockpile Port Muara Bengalun PT. Mitrabara Adiperdana, Tbk Desa Malinau Kota Kecamatan Malinau Kota Kabupaten Malinau Provinsi Kalimantan Utara*. *Jurnal Teknika*, 2 (1) : 68-76.
- Rahmi, H., Susetyo, D. and Juniah., 2019. *Utilization Study of Void Mine For Sustainable Environment of The Limestone Mining Sector at PT Semen Baturaja (Persero) Tbk*. *Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability*, 3 (2019) : 54-59.
- Rumengan, M. R. 2017. *Analisa Kelayakan Investasi Alat Berat Stone Crusher Di Kelurahan Kumersot Kota Bitung*. *Jurnal Sipil Statik*, 5(10) : 679-688.
- Selviyana, F., Hasjim, M. dan Juniah, R., 2015. *Kajian Teknis Pengaruh Ketebalan Lapisan Bed Pada Pan American Jig Terhadap Recovery Timah di Tb 1.42 Pemali PT. Timah (Persero) Tbk, Bangka Belitung*. *Jurnal Ilmu Teknik Unsri*, 3 (1) : 1-7.
- Statistical Review of World Energy 70th Edition. 2021. BP p.l.c. London.

- Susanto, R., Nasrudin, D., dan Sriyanti. 2016. *Analisis Perbandingan Dimensi Vibrating Screen Pada Penambangan Pasir Di PT. Mitra Lintas Persada, Desa Giri Mukti, Kecamatan Saguling Kabupaten Bandung Barat Provinsi Jawa Barat*. Prosiding Teknik Pertambangan, 4 (1) : 343-351.
- Tkac, S. 2018. *Hydro Power Plants, An Overview Of The Current Types And Technology*. Selected Scientific Papers - Journal Of Civil Engineering, 13 (S1) : 115-126.
- US Energy Information Administration, 2016. *International Energy Outlook 2016 with Projections to 2040*. US Department of Energy, Washington DC.
- Yu, C., Wang, X., Pang, K., Zhao, G., and Sun, W., 2020. *Dynamic Characteristics Of A Vibrating Flip-Flow Screen And Analysis For Screening 3 Mm Iron Ore*. Hindawi Journal : Shock And Vibration, 2020 (7) : 1-12.
- Wang, Z., Liu, C., Wu, J., Jiang, H., and Zhao, Y. 2018. *Impact Of Screening Coals On Screen Surface And Multi-Index Optimization For Coal Cleaning Production*. Journal Of Cleaner Production, 187 (2018) : 562-575.
- Wang, Z., Peng, L., Zhang, C., Qi, L., Liu, C., and Zhao, Y. 2019. *Research On Impact Characteristics Of Screening Coals On Vibrating Screen Based On Discrete-Finite Element Method*. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, And Environmental Effects, 42 (16) : 1-14.
- Zhao, G., Wang, X., Yu, C., Liu, S., Zhou, J., and Zhu, G. 2020. *Research On Static And Dynamic Characteristics Of Shear Spring Of The Vibrating Flip-Flow Screen*. Symmetry Journal, 12 (10) : 1644.