

ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI RANCANGAN MESIN PEMECAH BATUBARA DI UNIT BOILER PT. XYZ

Taufik Ilwas Sembada ¹⁾, Rian Prasetyo ²⁾ Ainur Komariah ²⁾

email: taufikilwas.sembada98@gmail.com, rnprasetyo286@gmail.com,
ainurkomariah.ak@gmail.com

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri/ Fakultas Teknik/ Universitas Veteran Bangun Nusantara

Ringkasan

Sebagai perusahaan yang bergerak di sektor industri tekstil, PT. XYZ yang berlokasi di Kabupaten Sukoharjo menggunakan thermal oil boiler dengan bahan bakar batubara untuk mengoperasikan mesin-mesin di bagian produksi. Sebelum melakukan pembakaran batubara ke tungku boiler, operator boiler terlebih dahulu melakukan proses pemecahan batubara secara manual menggunakan palu dengan tujuan untuk memaksimalkan pembakaran batubara secara merata guna menjaga temperatur oil tetap stabil agar proses produksi tidak terganggu. Dalam kondisi tersebut, proses pemecahan batubara membutuhkan usaha manusia yang tidak sedikit dan lama untuk melakukannya, sehingga perusahaan mengeluarkan biaya operasional produksi yang tidak sedikit pula. Penelitian ini menggunakan metode evaluasi investasi Net Present Value (NPV), Annual Equivalent (AE), Benefit Cost Ratio (BCR), dan Payback Period (PBP). Data yang digunakan adalah data sekunder berupa biaya, pendapatan, dan umur investasi mesin, yang dianalisis secara kuantitatif. Hasil perhitungan analisis kelayakan investasi dengan umur investasi 8 tahun menghasilkan nilai NPV Rp 419.200.488,8492 > 0, nilai AE Rp 66.171.955,16 ≥ 0, nilai BCR 1,851 ≥ 1, dan PBP sebesar 0,2007 tahun ≤ 8 tahun (umur investasi). Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka usulan investasi mesin pemecah batubara dapat dikategorikan layak diterapkan untuk menggantikan proses pemecahan batubara secara manual karena memenuhi ukuran atau kriteria investasi.

Kata Kunci : Analisis Kelayakan Investasi, BCR, Mesin Pemecah Batubara, NPV.

1. PENDAHULUAN

Industri tekstil merupakan salah satu sektor yang signifikan dalam perekonomian global, memberikan kontribusi yang besar terhadap produksi domestik serta lapangan kerja. Industri ini masuk dalam kategori industri pengolahan. Secara umum terdapat lima subsektor unggulan pada empat provinsi di Jawa. Industri tersebut yaitu sektor makanan dan minuman, tekstil dan garmen, kertas dan percetakan, kimia dan farmasi, serta karet dan plastik (Solikin 2022). Indonesia berada dalam posisi ketujuh sebagai negara eksportir produk tekstil dengan kontribusi 2,5% (Anugrah et al. 2024). Dilihat dari sektor tekstil di Indonesia memiliki peran penting dengan memberikan kontribusi sebesar 8,9 persen dari total ekspor pada tahun 2010 (D. M. Putra 2016). Namun, pertumbuhan industri ini, bukan tanpa tantangan, terutama terkait dengan kebutuhan akan energi. Salah satu aspek kunci dalam proses produksi tekstil adalah penggunaan batubara sebagai sumber energi utama untuk mengoperasikan boiler. Namun, penggunaan batubara ini tidak hanya menghadirkan tantangan lingkungan terkait emisi karbon, tetapi juga menimbulkan masalah ekonomi terkait efisiensi penggunaan energi. Oleh karena itu, penelitian tentang kelayakan investasi dalam rancangan mesin pemecah batubara menjadi penting untuk memahami solusi yang dapat mengatasi masalah ini.

Meskipun industri tekstil telah mengadopsi berbagai teknologi untuk meningkatkan efisiensi operasional, masih ada kebutuhan akan inovasi dalam mengelola sumber daya energi. Salah satu area yang menarik untuk diteliti adalah pengembangan mesin pemecah batubara. Dalam hal ini batubara yang lebih halus dapat meningkatkan efisiensi penggunaannya dalam proses pembakaran (Gunawan and Gunawan 2020) (Sutarto et al. 2020). Mesin pemecah batubara ini diharapkan dapat menghasilkan ukuran batubara yang lebih homogen, meningkatkan efisiensi pembakaran, serta mengurangi emisi

polutan. Namun, sebelum implementasi secara luas, analisis kelayakan investasi yang mendalam diperlukan untuk memastikan bahwa solusi ini tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga ekonomis.

Dalam konteks perusahaan tekstil, unit boiler memegang peran penting dalam menjaga kelangsungan operasional (Anwar 2017). Oleh karena itu, investasi dalam teknologi baru seperti mesin pemecah batubara harus dievaluasi dengan cermat untuk memahami dampaknya terhadap kinerja operasional, biaya produksi, dan keberlanjutan lingkungan. Selain itu, perusahaan juga perlu mempertimbangkan faktor-faktor eksternal seperti regulasi pemerintah terkait emisi, fluktuasi harga batubara, dan persaingan pasar. Dengan memperhatikan semua aspek ini, penelitian tentang analisis kelayakan investasi rancangan mesin pemecah batubara di unit boiler menjadi layak untuk mengarahkan keputusan strategis perusahaan dalam mengadopsi teknologi tersebut demi meningkatkan efisiensi operasional serta mengurangi dampak lingkungan.

Sebagai perusahaan yang bergerak di sektor industri tekstil, PT. XYZ menjalankan usahanya dengan memproses kain grey untuk dilakukan dyeing, printing, serta finishing. PT. XYZ menggunakan thermal oil boiler berbahan bakar batubara untuk mengoperasikan mesin-mesin di bagian produksi. Mesin boiler PT. XYZ mempunyai spesifikasi ukuran batubara yang dapat dimasukkan ke dalam tungku pembakaran boiler harus berukuran setiap sisi 4 cm atau bervolume 64 cm³, hal ini bertujuan untuk memaksimalkan pembakaran batubara secara merata guna menjaga temperatur oil tetap stabil agar proses produksi tidak terganggu. Dalam 1 shift kerja, 2 operator bertugas memecahkan batubara yang tidak sesuai ukuran untuk dipindahkan ke dalam lifting drum boiler lalu menaikkan batubara ke tungku boiler menggunakan lift, jika bongkahan batubara melebihi ukuran maka 1 operator lainnya harus memecahkan kembali batubara tersebut sesuai ukuran. Operator boiler PT. XYZ masih menggunakan palu dalam proses pemecahan batubara dengan presentase batubara melebihi ukuran setiap sisi 4 cm atau bervolume 64 cm³ sebesar $\pm 80\%$ dari total batubara per harinya yaitu sebesar 9.600 kg/hari 3.200 kg/shift. Dalam kondisi tersebut, proses pemecahan batubara membutuhkan dua kali proses pemecahan secara manual, membutuhkan usaha manusia yang tidak sedikit, sehingga perusahaan mengeluarkan biaya operasional produksi yang tidak sedikit pula.

Penelitian mengenai analisis kelayakan investasi terhadap suatu mesin atau alat pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. Tomaso (2022) melakukan analisis terhadap kelayakan investasi mesin braiding pada sebuah perusahaan garmen. Prasnowo (2019) melakukan analisis untuk menguji kelayakan investasi mesin pengering keripik kentang pada home industri di salah satu wilayah di Jawa timur. Supeni (2024) melakukan analisis kelayakan investasi mesin pencetak kemasan pada salah satu perusahaan pengolahan bibit tanaman. Huda (2023) melakukan analisis kelayakan investasi mesin scroll saw pada salah satu pabrik yang memproduksi matras emboss. Putra (2021) melakukan penelitian analisis kelayakan investasi mesin produksi sambal geprek pada salah satu home industri. Citrasari (2021) melakukan analisis kelayakan investasi mesin bag making di salah satu perusahaan percetakan kemasan fleksibel. Berdasarkan dari penelitian mengenai analisis kelayakan investasi terhadap mesin atau alat yang akan diterapkan pada suatu proses produksi tersebut, maka dapat dinyatakan sangat penting untuk menilai suatu investasi agar mendapatkan gambaran mengenai profit yang didapatkan terhadap teknologi yang akan diterapkan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini penting dilakukan pada PT. XYZ, sebuah perusahaan tekstil yang menggunakan thermal oil boiler berbahan bakar batubara untuk produksi, karena proses pemecahan batubara secara manual saat ini kurang efisien dan memakan biaya operasional tinggi. Dengan proporsi batubara tidak sesuai ukuran mencapai $\pm 80\%$ dari 9.600 kg/hari, operator harus memecahkan ulang menggunakan palu. Penggunaan mesin pemecah batubara dengan kapasitas 10,235 ton/jam diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional, menekan biaya produksi, serta mengurangi beban kerja tenaga manusia. Analisis kelayakan investasi diperlukan untuk memastikan rancangan mesin ini layak secara teknis dan ekonomis, guna mendukung keberlanjutan produksi yang lebih efisien. Terkait hal tersebut, tujuan dalam penelitian ini adalah untuk melakukan analisis kelayakan investasi pada rancangan mesin pemecah batubara guna menggantikan tenaga manusia dalam proses pemecahan batubara dengan menggunakan metode evaluasi investasi Net Present Value, Annual Equivalent, Benefit Cost Ratio, dan Payback Periode.

2. KAJIAN PUSTAKA

a. Konsep Ekonomi Teknik

Menurut Giatman (2011), secara umum analisis ekonomi teknik bisa dikatakan sebagai analisis ekonomi dari suatu investasi teknik. Tujuan dari analisis ini untuk menilai kelayakan suatu proposal investasi

teknis. Jika hanya ada satu alternatif teknis atau rencana investasi yang memenuhi persyaratan, maka ekonomi teknik dapat digunakan untuk menentukan apakah alternatif tersebut layak secara ekonomis atau tidak. Pada umumnya investasi memiliki umur ekonomis yang lama hingga bertahun-tahun dan menyangkut biaya yang relatif besar, sehingga akan timbul masalah nilai uang terhadap waktu.

b. Metode Ekuivalensi

Menurut Giatman (2011), metode ekuivalen adalah metode mencari kesamaan atau kesetaraan nilai uang untuk waktu yang berbeda. Dalam perhitungan ekuivalen dibutuhkan data tentang suku bunga (*rate of interest*). Metode ekuivalen ini merupakan dasar dari perhitungan dan analisis *cash flow*. Adapun notasi-notasi yang ditetapkan oleh standar nasional Amerika pada terminologi teknik industri untuk ekonomi teknik, ANZI Z94.5 - 1972 yaitu sebagai berikut:

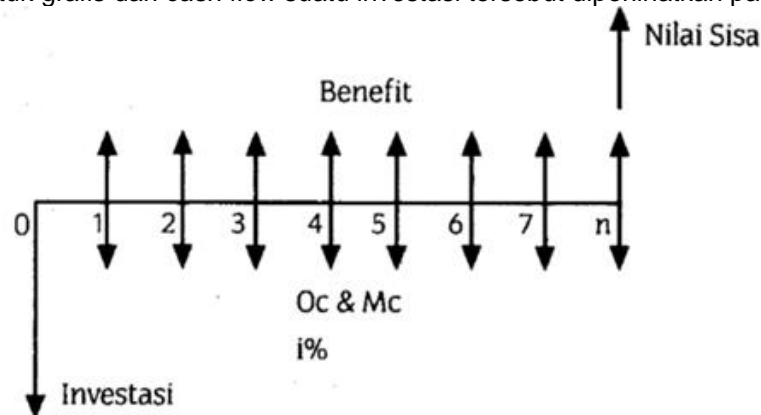
- I = *Interest rate/* suku bunga
- N = Jumlah periode pembungaan
- P = *Present/* sejumlah nilai uang sekarang
- F = *Future/* nilai masa depan “n” periode yang akan datang
- A = *Annual/* pembayaran seri setiap akhir periode
- G = *Gradient/* Aliran kas dari satu periode ke periode berikutnya terjadi penambahan atau pengurangan kas sejumlah tertentu yang besarnya sama

c. *Cash Flow*

Cash flow adalah tata aliran uang masuk dan keluar per periode waktu pada suatu perusahaan. Menurut Giatman (2011) *cash flow* terdiri dari *cash-in* (uang masuk), umumnya berasal dari penjualan produk atau manfaat terukur (*benefit*) dan *cash-out* (uang keluar), merupakan kumulatif dari biaya-biaya (*cost*) yang dikeluarkan. *Cash flow* yang dibicarakan dalam ekonomi teknik adalah *cash flow* investasi yang bersifat estimasi/ prediktif. Dalam suatu investasi secara umum, *cash flow* akan terdiri dari empat komponen utama, yaitu:

- 1) Investasi
- 2) *Operational cost*
- 3) *Maintenance cost*
- 4) *Benefit/* manfaat

Secara umum bentuk grafis dari *cash flow* suatu investasi tersebut diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1. Contoh *cash flow* suatu investasi

d. Analisis Investasi

Menurut Giatman (2006), terdapat berbagai metode dalam mengevaluasi kelayakan investasi dan yang umum dipakai yaitu metode *Net Present Value* (NPV), metode *Annual Equivalent* (AE), metode *Benefit Cost Ratio* (BCR), metode *Payback Period* (PBP).

1) Metode NPV, adalah metode NPV pada dasarnya memindahkan *cash flow* yang menyebar sepanjang umur investasi ke waktu awal investasi ($t=0$) atau kondisi *present* dengan menerapkan konsep ekuivalensi. NPV diperoleh dari PWB (*Present Worth of Benefit*) – PWC (*Present Worth of Cost*). Untuk mendapatkan nilai PWB, PWC, dan NPV dipakai formula umum sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=0}^n Cft \text{ (FBP)}^t$$

$$NPV = PWB - PWC$$

Keterangan:

- Cf = *Cash flow* utuh (*benefit+cost*)
- FBP = Faktor bunga *present*

t = Periode waktu
n = Umur investasi

2) Metode AE, pada metode AE ini aliran *cash* didistribusikan secara merata pada setiap periode waktu sepanjang umur investasi, baik *cash in* maupun *cash out*. AE diperoleh dari EUAB (*Ekuivalent Uniform Annual of Benefit*) - EUAC (*Equivalent Uniform Annual of Cost*). Berdasarkan konsep tersebut diperoleh formula umum sebagai berikut:

$$AE = \sum_{t=0}^n Cft (FBA)t$$

$$AE = EAUB - EAUC$$

Keterangan:

Cf = *Cash flow* utuh (*benefit+cost*)
FBA = Faktor bunga annual (*benefit+cost*)
t = Periode waktu
n = Umur investasi

3) Metode BCR, metode BCR ini memberikan penekanan terhadap nilai perbandingan antara aspek manfaat (*benefit*) yang akan diperoleh dengan aspek biaya dan kerugian yang akan ditanggung (*cost*) dengan adanya investasi tersebut. Adapun metode analisis *benefit cost ratio* (BCR) ini akan dijelaskan sebagai berikut:

$$\text{Rumus umum BCR} = \frac{\text{Benefit}}{\text{Cost}} = \frac{\sum \text{Benefit}}{\sum \text{Cost}}$$

Jika analisis dilakukan terhadap present, maka:

$$\text{BCR} = \frac{PWB}{PWC} = \frac{\sum_{t=0}^n Cbt (FBP)t}{\sum_{t=0}^n Cct (FBP)t}$$

4) Metode PBP, analisis PBP pada dasarnya bertujuan untuk mengetahui seberapa lama (periode) investasi akan dapat dikembalikan saat terjadinya kondisi pulang pokok (*break even point*). Lamanya periode pengembalian (k) saat kondisi BEP jika komponen *cash flow benefit* dan *cost* nya bersifat *annual*, maka formulanya menjadi:

$$k(\text{PBP}) = \frac{\text{Investasi}}{\text{Annual Benefit}} \times \text{periode waktu}$$

Keterangan:

k = jumlah periode pengembalian
n = umur investasi

3. METODE PENELITIAN

Penelitian yang akan dilakukan merupakan kategori diskriptif kuantitatif dengan metode analisis kelayakan investasi. Objek penelitian adalah proses pemecahan batu bara untuk bahan bakar mesin boiler. Data yang dikumpulkan pada penelitian ini diperoleh dari observasi dan wawancara kepada pihak perusahaan, serta dari berbagai literatur. Mesin pemecah batu bara pada penelitian ini dirancang sesuai dengan kapasitas dan kebutuhan produksi harian yaitu 10,235 ton/jam. Teknik analisis kelayakan investasi yang dilakukan adalah NPV, AE, BCR dan PBP. NPV unggul karena mempertimbangkan nilai waktu uang, dan memberikan gambaran realistis terhadap dampak investasi pada nilai perusahaan. Akan tetapi, metode ini bergantung pada estimasi arus kas yang sering kali tidak pasti, serta tidak memberikan informasi mengenai waktu pengembalian investasi (Dety Mulyanti 2017). AE memungkinkan perbandingan investasi dengan masa manfaat berbeda melalui hasil tahunan yang seragam. Meskipun demikian, AE bergantung pada NPV dan kurang populer dalam praktik, sehingga penggunaannya terbatas pada proyek dengan siklus jangka panjang (Rumengan, Dundu, and Pratas 2017). BCR cukup efektif untuk membandingkan efisiensi investasi melalui rasio manfaat terhadap biaya, dan cocok untuk analisis investasi dengan batasan anggaran. Kelemahannya, BCR tidak menunjukkan nilai absolut keuntungan, sehingga analisis investasi dengan rasio tinggi tetapi manfaat kecil bisa salah diprioritaskan (Rahmiyati et al. 2019). PBP sederhana dan mudah dipahami, serta fokus pada waktu pengembalian modal awal, sehingga berguna untuk menilai risiko likuiditas. Namun, metode ini mengabaikan nilai waktu uang dan arus kas setelah periode pengembalian, sehingga tidak ideal untuk proyek jangka panjang (Arrasyid and Udjiyanto 2024).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

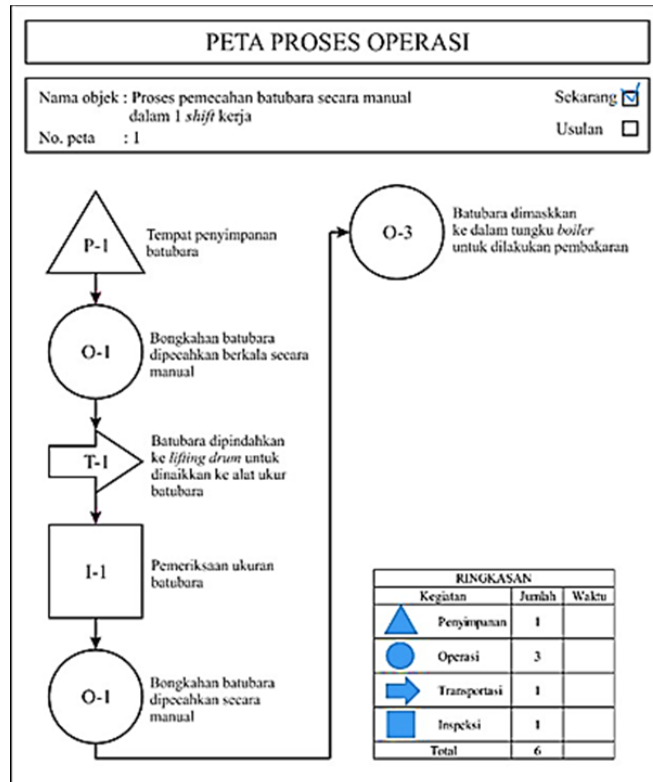
Responden Penelitian

a. Pengumpulan Data

Pemaparan mengenai pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Proses Pemecahan Batubara Secara Manual

Secara umum proses pemecahan batubara secara manual yang dilakukan di PT. XYZ adalah seperti yang terlihat pada Gambar 2.



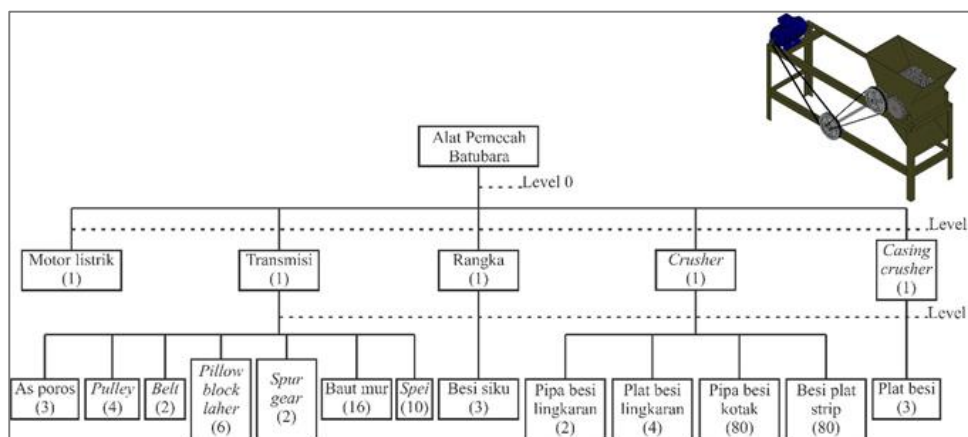
Gambar 2. Peta proses operasi pemecahan batubara secara manual

1) Jumlah Tenaga Kerja dan Upah Tenaga Kerja Operator Boiler

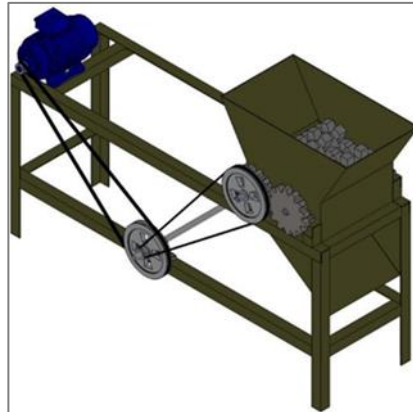
Pada unit boiler PT. XYZ terdapat 3 operator/shift atau 9 operator/harinya. Upah operator boiler masuk ke dalam struktur dan skala golongan (operator) dengan besaran penerimaan upah sesuai dengan upah minimum karyawan (UMK) Kabupaten Sukoharjo yaitu sebesar Rp 1.998.153,18 mengacu pada Keputusan Gubernur Jawa Tengah No.561/39 tahun 2021. Sehingga biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk upah tenaga kerja sebanyak 9 orang tenaga kerja selama satu bulan di unit boiler yaitu sebesar Rp 17.983.378,62.

2) Desain dan Spesifikasi Mesin Pemecah Batubara

Perhitungan kapasitas rancangan mesin pemecah batubara sebesar 10,235 ton/jam dan perhitungan lama waktu pengoperasian mesin pemecah batubara berdasarkan kebutuhan operator memecahkan batubara setiap satu hari yaitu 9.600 kg dengan waktu 0,94 jam/hari atau 56,4 menit/hari. Desain dan bagian mesin dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Bill of material mesin pemecah Batubara



Gambar 4. Desain mesin pemecah Batubara

1) Biaya Investasi Rancangan Mesin Pemecah Batubara

Biaya pembuatan mesin pemecah batubara dibagi menjadi 2 yaitu harga komponen-komponen mesin pemecah batubara dan biaya jasa pembuatan mesin pemecah batubara.

Tabel 1. Rekapitulasi satuan harga komponen mesin pemecah batubara

No	Komponen	Sub Komponen	Spesifikasi & Jenis	Ukuran	Jumlah	Harga
1	Motor Listrik		Power 10 HP/ 7,5 kW, 1000 RPM, 380V/ 660V		1	Rp 6.445.000
2	Transmisi	As / Poros	Besi	ø 25,4 mm, panjang 600 mm	3	Rp 291.000
		Pulley	Type V belt A1 alumunium	ø As 24 mm, ø Luar 50,8 mm	2	Rp 41.452
				ø As 25,4 mm, ø Luar 254 mm	2	Rp 208.000
		Belt	V belt A type rabber	Panjang lingkaran 90 inch/ 2286mm	2	Rp 116.000
		Pillow Block Laher	(UCP 306)	ø As 25,4mm	6	Rp 234.000
		Spur Gear	Besi cor	ø Luar 207mm, ø As 25mm, lebar gigi 30mm	2	Rp 780.000
		Baut Mur	Galvanis	Kunci 17, panjang 70 mm	16	Rp 35.200
	Spei	Besi Cor	Panjang 35mm, lebar 5mm x 5mm	10	Rp 50.000	
3	Chassis/ Rangka	Besi siku	Besi	Dimensi 50mm x 50mm, tebal 5mm, panjang 6.000mm	3	Rp 847.500
4	Crusher	Pipa besi lingkaran	SCH 40	ø127mm, panjang 500mm, tebal 6,6mm	2	Rp 976.000
		Plat besi lingkaran	Besi	ø 130mm, tebal 10mm	4	Rp 116.000
		Pipa besi kotak	Besi hollow	Dimensi 40mm x 40mm, tebal 2,5 mm, panjang 6.000mm	1	Rp 257.250
		Besi plat strip	Besi	Lebar 40mm, tebal 3mm, panjang 6.000mm	1	Rp 97.500
5	Casing Crusher	Plat besi	Besi	Panjang 1.000mm, lebar 1.000mm, tebal 2 mm	1	Rp 404.000
				Panjang 600mm, lebar 450mm, tebal 2mm	2	Rp 210.000
Jumlah						Rp 11.033.902

Tabel 2. Rekapitulasi biaya jasa pembuatan mesin pemecah batubara

No	Komponen	Sub Komponen	Jasa	Ukuran	Jumlah	Biaya
1	Transmisi	Pulley	Bor diameter as pulley	ø 25,4 mm	2	Rp 50.000
		Spur Gear	Bor diameter as gear	ø 25,4 mm	2	Rp 50.000
2	Rangka	Besi siku	Pembuatan konstruksi rangka berupa pemotongan besi siku dan pengelasan besi siku	tinggi 800 mm, panjang 1.800 mm, lebar 520 mm	1	Rp 550.000
			Pembuatan dudukan	panjang 430 mm	2	

			untuk as <i>crusher</i>	dan tinggi 100 mm		
3	<i>Crusher / penghancur</i>	Pipa besi lingkaran	Bubut rata panjang pipa besi lingkaran	ø 400 mm	2	Rp 100.000
		Plat besi lingkaran	Bubut diameter plat besi lingkaran	ø 123,8 mm	4	Rp 160.000
		Pipa besi kotak	Bor lubang as plat besi lingkaran	ø 25.4 mm	4	Rp 100.000
			Las plat besi lingkaran ke pipa besi lingkaran		4	Rp 120.000
4	<i>Casing crusher</i>	Plat besi	Pemotongan dan pengelasan <i>casing crusher</i> bagian atas	Dimensi tinggi 250mm, panjang 730 mm, lebar 420 mm	1	Rp 300.000
			Pemotongan dan pengelasan <i>casing crusher</i> bagian tengah	Dimensi tinggi 150mm, panjang 430 mm, lebar 420 mm	1	
			Pemotongan dan pengelasan penampung batubara	Dimensi tinggi 350mm, panjang 490 mm, lebar 420 mm	1	
			Membuat lubang as <i>casing crusher</i>	ø 25.4 mm	4	Rp 80.000
5	Rangka dan <i>casing</i>		Pengecatan			Rp 300.000
6			Perakitan			Rp 350.000
Jumlah						Rp 2.910.000

Jadi rekapitulasi harga komponen mesin pemecah batubara dan biaya jasa pembuatan mesin pemecah batubara adalah sebesar:

$$\text{Rp } 11.033.902 + \text{Rp } 2.910.000 = \text{Rp } 13.943.902$$

Investasi barang berwujud berupa mesin pemecah batubara tidak selalu dalam keadaan yang optimal dan mempunyai masa manfaat. Berikut ini rincian perhitungan biaya penyusutan per tahun yang disajikan pada tabel 3. Sumber untuk penentuan harga penyusutan dalam penelitian ini mengacu pada peraturan Menteri Keuangan No. 96/PMK.03/2009.

Tabel 3. Biaya penyusutan investasi mesin pemecah batubara

No	Komponen Mesin	Harga Perolehan (Rp)	Masa Manfaat (Tahun)	Presentase Penyusutan (%)	Harga Penyusutan (Rp)
1	Motor Listrik	6.445.000	8	12,5	805.625
2	Transmisi	1.855.652	4	25	463.913
3	Rangka	1.397.500	4	25	349.375
4	<i>Crusher</i>	2.676.750	4	25	669.187,5
5	<i>Casing</i>	994.000	4	25	248.500

Umur investasi pada penelitian ini selama 8 tahun berdasarkan masa manfaat motor listrik sebagai penggerak utama. Berdasarkan hal ini, terdapat komponen yang harus di reinvestasi ketika masa manfaat sudah habis, sedangkan umur investasi masih ada. Reinvestasi berdasarkan nilai tingkat inflasi sebesar 5,51% (Bank Indonesia 2022). Berikut rincian perhitungan biaya reinvestasi disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Reinvestasi komponen mesin pemecah batubara

No	Komponen Mesin	Tahun ke	Investasi (Rp)	Reinvestasi (Rp)
1	Transmisi	4	1.855.652	2.299.699
2	Rangka	4	1.397.500	1.731.914
3	<i>Crusher</i>	4	2.676.750	3.317.281
4	<i>Casing</i>	4	994000	1.231.859
Jumlah				8.580.753

Dalam penelitian ini dilakukan perhitungan biaya operasional unit *boiler* yang terdiri dari tarif biaya listrik pengoperasian mesin pemecah batubara, rencana kebutuhan tenaga kerja, dan upah tenaga kerja untuk mengoperasikan mesin pemecah batubara. Berikut merupakan perhitungan biaya operasional di unit *boiler*:

- a) Diketahui motor listrik mesin pemecah batubara mempunyai daya sebesar 7.5 kW dan tegangan listrik sebesar 380/660V. PT. XYZ mempunyai daya listrik sebesar 197 kVA dengan tarif pemakaian listrik sebesar Rp 972/kWh (LWBP) mengacu pada Peraturan Menteri ESDM

No. 28 tahun 2016 tentang tarif tenaga listrik yang disediakan oleh PT. PLN (Persero). Untuk mengetahui tarif listrik pada mesin pemecah batubara adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Waktu pengoperasian mesin 1 dalam bulan} &= \frac{9.600 \text{ kg/hari}}{10.235 \text{ kg/jam}} \\ &= 0,94 \text{ jam/hari} \\ &= 0,94 \text{ jam/hari} \times 30 \text{ hari (1bulan)} \\ &= 28,2 \text{ jam/bulan} \\ \text{Energi pemakaian listrik} &= 7,5 \text{ kW} \times 28,2 \text{ jam/bulan} \\ &= 211,5 \text{ kWh/bulan} \\ \text{Tarif listrik} &= 211,5 \text{ kWh/bulan} \times \text{Rp } 972/\text{kWh} \\ &= \text{Rp } 205.578/\text{bulan} \\ &= \text{Rp } 2.466.936/\text{tahun} \end{aligned}$$

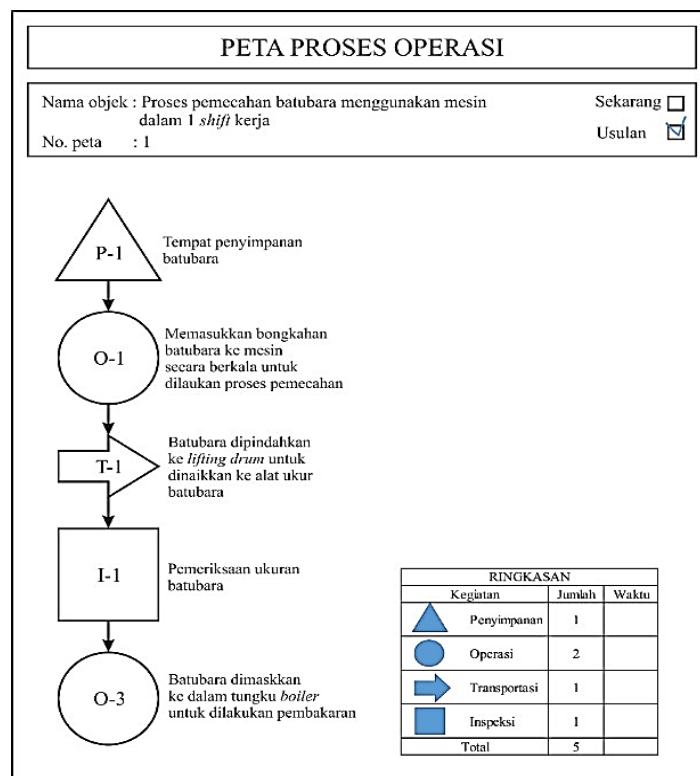
Alternatif investasi mesin pemecah batubara memerlukan sedikitnya satu orang untuk memasukan batubara yang tidak sesuai ukuran ke dalam *crusher* untuk dipecahkan sesuai ukuran, dengan mesin tersebut tidak diperlukan lagi dua kali proses pemecahan batubara oleh operator *boiler* sehingga dapat dilakukan pengurangan tenaga kerja berjumlah 2 orang/*shift* atau 6 orang/hari, sehingga hanya diperlukan tenaga kerja sejumlah 1 orang/*shift* atau 3 orang/hari. Jadi biaya operasional berupa upah tenaga kerja dalam 1 bulan sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah operator} \times \text{UMK Kabupaten Sukoharjo} &= 3 \times \text{Rp } 1.998.153,18/\text{bulan} \\ &= \text{Rp } 5.994.459,54/\text{bulan} \\ &= \text{Rp } 71.933.514,48/\text{tahun} \end{aligned}$$

Jadi biaya operasional setiap tahun atau setiap periode investasi dalam proses pemecahan batubara menggunakan mesin pemecah batubara yang terdiri dari tarif penggunaan listrik mesin pemecah batubara dan upah tenaga kerja yaitu $\text{Rp } 2.466.936 + \text{Rp } 71.933.514,48 = \text{Rp } 74.400.450,48/\text{tahun}$.

2) Perencanaan Alur Proses Pemecahan Batubara Menggunakan Mesin

Berdasarkan tahapan proses pemecahan batubara secara manual, maka penjelasan mengenai perancangan alur proses pemecahan batubara dengan menggunakan mesin disajikan pada gambar 5.



Gambar 5. Peta proses operasi pemecahan batubara dengan mesin

b. Pengolahan Data

Berdasarkan dari hasil pengumpulan data penelitian, selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk mengetahui biaya total, pendapatan (*revenue*), *cash flow* total, dan selanjutnya dilakukan analisis kelayakan investasi menggunakan metode perhitungan NPV, AE, BCR, dan PBP. Tahapan pengolahan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Biaya total (*Total cost*) produksi pada penelitian ini yang terdiri dari biaya investasi, biaya reinvestasi, biaya operasional mesin pemecah batubara yang mencakup biaya listrik dan biaya tenaga kerja. Berikut merupakan rekapitulasi total biaya investasi dan biaya operasional proses pemecahan batubara menggunakan rancangan mesin pemecah batubara selama umur investasi disajikan pada tabel 5.

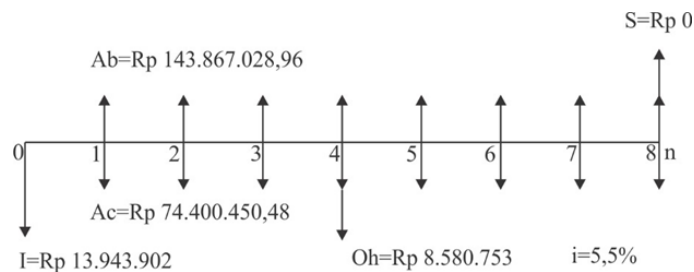
Tabel 5. Biaya Total

Periode (t)	Biaya Investasi	Biaya Reinvestasi	Biaya Operasional	
	(Rp)	(Rp)	Biaya Listrik (Rp)	Biaya Tenaga Kerja (Rp)
0	13.943.902			
1			2.466.936	71.933.514,48
2			2.466.936	71.933.514,48
3			2.466.936	71.933.514,48
4		8.580.753	2.466.936	71.933.514,48
5			2.466.936	71.933.514,48
6			2.466.936	71.933.514,48
7			2.466.936	71.933.514,48
8			2.466.936	71.933.514,48
Jumlah	13.943.902	8.580.753	19.735.488	575.468.115,84

- 2) Pendapatan (*Revenue*) diambil dari upah tenaga kerja yang diperoleh dari pengurangan tenaga kerja sebanyak 2 orang/*shift* atau 6 orang/hari. Berikut rincian pendapatan yang diterima oleh PT. XYZ selama masa investasi berlangsung:

$$\begin{aligned} \text{Pendapatan} &= \text{Rp } 1.998.153,18 \times 6 \text{ tenaga kerja} \\ &= \text{Rp } 11.988.919,08/\text{bulan} \\ &= \text{Rp } 143.867.028,96/\text{tahun} \end{aligned}$$

- 3) Analisis arus kas (*Cash Flow*) ini menggunakan tingkat suku bunga 5,5% (Bank Indonesia 2022) dengan periode atau umur investasi selama 8 tahun. Hasil keseluruhan perhitungan aliran kas dapat dilihat pada gambar 6 dan pada tabel 6.



Gambar 6. Cash flow unit boiler

Periode (t)	Cash Flow		Cash in (+)	
	Keterangan	Nilai	Keterangan	Nilai
0	Biaya Investasi	Rp 13.943.902	-	-
1	Biaya Operasional	Rp 74.400.450,48	Pengurangan Upah Karyawan	Rp 143.867.028,96
2	Biaya Operasional	Rp 74.400.450,48	Pengurangan Upah Karyawan	Rp 143.867.028,96
3	Biaya Operasional	Rp 74.400.450,48	Pengurangan Upah Karyawan	Rp 143.867.028,96
4	Biaya Operasional + Reinvestasi	Rp 74.400.450,48 + Rp 8.580.753	Pengurangan Upah Karyawan	Rp 143.867.028,96
5	Biaya Operasional	Rp 74.400.450,48	Pengurangan Upah Karyawan	Rp 143.867.028,96
6	Biaya Operasional	Rp 74.400.450,48	Pengurangan Upah Karyawan	Rp 143.867.028,96
7	Biaya Operasional	Rp 74.400.450,48	Pengurangan Upah Karyawan	Rp 143.867.028,96
8	Biaya Operasional	Rp 74.400.450,48	Pengurangan Upah Karyawan + Nilai Sisa Investasi	Rp 143.867.028,96 + Rp 0

4) Analisis kelayakan investasi mesin pemecah batubara dengan metode *Net Present Value*, *Annual Equivalent*, *Benefit Cost Ratio*, dan *Payback Period* adalah sebagai berikut:

a) *Net Present Value* (NPV), berdasarkan *cash flow* dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai NPV adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} NPV &= \sum_{t=0}^n Cft (FBP)t \\ NPV &= -I + Ab (P/A,i,n) - Ac (P/A,i,n) - Oh (P/F,i,n) \\ &= -13.943.902 + 143.867.028,96 (6,335) - 74.400.450,48 (6,335) - 8.580.753 (0,8072) \\ &= Rp 419.200.488,8492 \end{aligned}$$

b) *Annual Equivalent* (AE), berdasarkan *cash flow*, dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai AE dengan umur investasi (n) 8 tahun dan suku bunga (i) 5,5 %, adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} AE &= \sum_{t=0}^n Cft (FBA)t \\ &= -I (A/P,i,n) + Ab - Ac - Oh (P/F,i,n) (A/P,i,n) \\ &= -13.943.902 (0,15786) + 143.867.028,96 - 74.400.450,48 - 8.580.753 (0,8072) (0,15786) \\ &= Rp 66.171.955,16 \end{aligned}$$

c) *Benefit Cost Ratio* (BCR), berdasarkan *cash flow*, dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai BCR, adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} PWB &= \sum_{t=0}^n Cbt (FBP)t \\ &= Ab (P/A,i,n) \\ &= 143.867.028,96 (6,335) \\ &= Rp 911.397.628,46 \\ PWC &= \sum_{t=0}^n Cct (FBP)t \\ &= I + Ac (P/A,i,n) + Oh (P/F,i,n) \\ &= 13.943.902 + 74.400.450,48 (6,335) + 8.580.753 (0,8072) \\ &= Rp 492.197.136,57 \\ BCR &= \frac{PWB}{PWC} = \frac{911.397.628,46}{492.197.136,57} = 1,851 \end{aligned}$$

d) *Payback Period* (PBP), berdasarkan *cash flow* periode pengembalian yang dibutuhkan untuk menutup pengeluaran investasi, adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} K_{(PBP)} &= \frac{\text{Investasi}}{\text{Annual Benefit}} \times \text{Periode Waktu} \\ &= \frac{13.943.902}{143.867.028,96 - 74.400.450,48} \times \text{tahun} \\ &= 0,2007 \text{ tahun} = 2,4083 \text{ bulan} \end{aligned}$$

c. Hasil Analisis Kriteria Investasi

Setelah melakukan langkah-langkah analisa perhitungan untuk menentukan penilaian investasi perancangan mesin pemecah batubara, maka didapatkan hasil analisis dan kriteria investasi disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil perhitungan dan kriteria investasi

No	Analisis Investasi	Hasil	Keterangan
1	NPV	419.200.488,8492	> 0 (layak)
2	AE	66.171.955,16	≥ 0 (layak)
3	BCR	1,851	≥ 1 (layak)
4	PBP	0,2007 tahun	Periode pengembalian (k) ≤ umur investasi (n) = layak

5. KESIMPULAN DAN SARAN-SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis kriteria investasi maka usulan investasi menggunakan mesin pemecah batubara kapasitas 10,235 ton/jam dengan umur investasi selama 8 tahun dapat dikategorikan layak diterapkan untuk menggantikan proses pemecahan batubara secara manual dengan tenaga manusia di unit *boiler* PT. XYZ. Dengan melihat hasil perhitungan dan penilaian parameter kelayakan investasi mesin pemecah batubara memenuhi syarat yaitu dengan nilai NPV Rp 419.200.488,8492 > 0, nilai AE Rp 66.171.955,16 ≥ 0, nilai BCR 1,851 ≥ 1, dan nilai PBP ≤ 3 tahun yaitu 0,2007 tahun. Penelitian ini berfokus pada analisis kelayakan investasi,

bagi peneliti selanjutnya disarankan melakukan penelitian rancang bangun dan uji kekuatan pada mesin pemecah Batubara.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Anugrah, Alief, Hanif Hawari Mohamad, Jenifer Otniel, Muhammad Reza Fahrezi, Muhamad Radian, and Farahdinny Siswajanthy. 2024. "Analisis Industri Tekstil Di Jawa Barat Sebelum Dan Setelah Krisis Ekonomi Universitas Pakuan." *Doktrin: Jurnal Dunia Ilmu Hukum dan Politik* 2(2): 118–35. <https://doi.org/10.59581/Doktrin-widyakarya.v2i1.2579>.
2. Anwar, Syarifil. 2017. "Pembersih Udara Buang Pada Boiler (Ketel) Uap Dengan Menggunakan Electrostatic Precipitator (Esp) Pada Pitu Asam-Asam." *Al Ulum: Jurnal Sains Dan Teknologi* 2(2): 83–92. doi:10.31602/ajst.v2i2.760.
3. Arrasyid, Intan Abdillah, and Didit Welly Udjiyanto. 2024. "Analisis Metode Kelayakan Ekonomis Terhadap Pertambangan Berdasarkan Literature Review." *Jurnal Geomine* 12(1): 62–73.
4. Citrasari, Gladys, and Saeful Imam. 2021. "Analisa Kelayakan Investasi Penggantian Mesin Bag Making Di PT X." *Journal Printing and Packaging Technology* 2(1): 2021.
5. Dety Mulyanti. 2017. "Manajemen Keuangan Perusahaan]." *AKURAT Jurnal Ilmiah Akuntansi* 2(8): 62–71.
6. Giatman, M. 2011. *Ekonomi Teknik*.
7. Gunawan, Wawan, and Bambang Ali Gunawan. 2020. "Studi Efisiensi Boiler Terhadap Nilai Kalor Batubara Pada Boiler Jenis Pulverizer Coal Kapasitas 300 T/H." *Jurnal Intent: Jurnal Industri dan Teknologi Terpadu* 3(2): 122–30. doi:10.47080/intent.v3i2.958.
8. Huda, Maeghfiro, and Istantyo Yuwono. 2023. "Analisis Kelayakan Investasi Mesin Scroll Saw Pada Industri Pembuatan Matras Emboss." *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan* 2(4): 310–15. doi:10.55826/tmit.v2i4.287.
9. Prasnowo, M. Adhi, and Shafiq Nurdin. 2019. "Analisis Kelayakan Mesin Pengering Keripik Kentang." *Agrointek* 13(1): 10. doi:10.21107/agrointek.v13i1.4047.
10. Putra, Desriko Malayu. 2016. "Kontribusi Industri Tekstil Dalam Penggunaan Bahan Berbahaya Dan Beracun Terhadap Rusaknya Sungai Citarum." *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*: 1–6.
11. Putra, M Hengki Riawan, and Yulina Lailatul Maslukhah. 2021. "Analisa Kelayakan Investasi Mesin Produksi Sambal Geprek Dapur Aisyah." *Jurnal Tecnoscienza* 6(1): 119–36. doi:10.51158/tecnoscienza.v6i1.582.
12. Rahmiyati, Ayu Laili, Asep Dian Abdillah, Susilowati Susilowati, and Dinna Anggaraini. 2019. "Cost Benefit Analysis (CBA) Program Pemberian Makanan Tambahan (PMT) Susu Pada Karyawan Di PT. Trisula Textile Industries Tbk Cimahi Tahun 2018." *Jurnal Ekonomi Kesehatan Indonesia* 3(1): 125–34. doi:10.7454/eki.v3i1.2740.
13. Rumengan, Michael Raynold, A K T Dundu, and Pingkan A K Pratasis. 2017. "Analisa Kelayakan Investasi Alat Berat Stone Crusher Di Kelurahan Kumersot Kota Bitung." *Jurnal Sipil Statik* 5(10): 679–88. ejournal.unsrat.ac.id.
14. Solikin, A. 2022. "Peran Sektor Industri Pengolahan Dalam Perekonomian Empat Provinsi Di Pulau Jawa." *Jurnal Ekonomi dan Bisnis* 9(2): 25–34.
15. Supeni, Nely, Isti Fadah, and Elok Sri Utami. 2024. "ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI MESIN PENCETAK KEMASAN PADA UD 'ROBIN JAYA SENTOSA' SITUBONDO." *Relasi: Jurnal Ekonomi* 19(1): 49–70.
16. Sutarto, Heru, Tito Gusti Nurrohim, Albert Xaverio Ilyas, and Suyitno Suyitno. 2020. "Pembakaran Bersama Biomassa Dan Batu Bara: Pengaruh Rasio Biomassa-Batu Bara Dan Excess Air." *Mekanika: Majalah Ilmiah Mekanika* 19(1): 29–34. doi:10.20961/mekanika.v19i1.40039.
17. Tomaso, Ronald Christian, and Zainal Arief. 2022. "Analisis Kelayakan Investasi Mesin Braiding Di Pada Pt.Hapete Di Surabaya." In *Prosiding Senakama*, , 109–19