

# Penetapan Umur Ekonomis Mesin Penggiling Kedelai Menggunakan Metode *Equivalent Uniform Annual Cost* (Studi Kasus : Usaha Mikro Produk Tahu Handayani)

<sup>1</sup>Muhammad Yusuf,<sup>2</sup>Wiwik Budiawan, S.T, M.T, Ph.D.

<sup>1</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

<sup>2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

## Abstrak

Usaha Mikro Produk Tahu Handayani memproduksi tahu dan tempe menggunakan mesin penggiling kedelai yang intensif digunakan. Mesin penggiling kedelai untuk pembuatan tahu yang terakhir diganti pada 2017 kini beroperasi kurang efisien, dengan waktu produksi meningkat dari 5 menjadi 6 jam per 50 kg tahu. Biaya operasional pada tahun pertama sebesar Rp.15.967.108 dan terus naik hingga pada tahun 2023 sebesar Rp.20.309.030 serta jam perbaikan pada tahun pertama sebanyak 91 jam dan terus naik hingga pada tahun 2023 sebanyak 95 jam. Biaya operasional dan perawatan yang terus naik seiring bertambahnya usia mesin menjadi tantangan, sehingga perusahaan perlu mempertimbangkan penggantian mesin. Terdapat beberapa metode yang sering digunakan dalam analisis penetapan umur ekonomis untuk penggantian mesin diantara metode *Equivalent Uniform Annual Cost* (EUAC) dan *Life Cycle Cost* (LCC). Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan metode *Equivalent Uniform Annual Cost* (EUAC) karena apabila menggunakan metode *Life Cycle Cost* (LCC) di Usaha Mikro Produk Tahu Handayani terdapat keterbatasan data yang diperlukan, sedangkan untuk penggunaan metode EUAC terdapat data yang tersedia yang diperoleh melalui proses wawancara. Penelitian ini bertujuan menetapkan umur ekonomis mesin penggiling kedelai dengan akurasi hingga tiga desimal, mengidentifikasi faktor biaya yang relevan, dan menggunakan metode *Equivalent Uniform Annual Cost* (EUAC) untuk menentukan umur ekonomis optimal yang meminimalkan biaya tahunan. Berdasarkan analisis EUAC, umur ekonomis mesin ditetapkan selama 3 tahun yaitu pada tahun 2019 dengan total biaya minimum Rp.19.239.848. Penelitian juga memberikan rekomendasi praktis berupa penambahan atau penguatan SOP yang didapatkan dari root cause analysis menggunakan tools fishbone diagram, termasuk faktor faktor Man ; membuat paduan penggunaan, Method ; membuat jadwal perawatan rutin dan prosedur pemeliharaan sebelum dan sesudah produksi, Material ; penggunaan dan ketersediaan pelumas yang sesuai standar dan pemilihan suku cadang yang konsisten dan sesuai standar, Enviroment ; pengaturan ruang produksi yang tertutup dan bersih. Rekomendasi ini bertujuan untuk memperpanjang umur mesin dan mengelola operasional dengan lebih efisien, sehingga perusahaan dapat mempertahankan produktivitas dengan biaya yang terkontrol.

**Kata kunci** : Umur ekonomis mesin; Mesin penggiling kedelai; *Equivalent uniform annual cost* (EUAC).

## Abstract

Handayani Tofu Products Microenterprise produces tofu and tempeh using an intensively used soybean grinding machine. The soybean grinding machine for tofu production that was last replaced in 2017 is now operating less efficiently, with production time increasing from 5 to 6 hours per 50 kg of tofu. Operating costs in the first year amounted to Rp.15,967,108 and continued to rise until in 2023 amounted to Rp.20,309,030 and repair hours in the first year amounted to 91 hours and continued to rise until in 2023 amounted to 95 hours. Operating and maintenance costs that continue to rise as the machine ages become a challenge, so the company needs to consider replacing the machine. There are several methods that are often used in the analysis of determining the economic life for machine replacement among the *Equivalent Uniform Annual Cost* (EUAC) and *Life Cycle Cost* (LCC) methods. The approach used in this research is to use the *Equivalent Uniform Annual Cost* (EUAC) method because when using the *Life Cycle Cost* (LCC)

*method in Hadanyani Tofu Products Micro Business there are limitations to the data required, while for the use of the EUAC method there is available data obtained through the interview process. This study aims to determine the economic life of soybean grinding machines with accuracy to three decimal places, identify relevant cost factors, and use the Equivalent Uniform Annual Cost (EUAC) method to determine the optimal economic life that minimizes annual costs. Based on the EUAC analysis, the economic life of the machine is set for 3 years, namely in 2019 with a minimum total cost of Rp.19,239,848. The research also provides practical recommendations in the form of adding or strengthening SOPs obtained from root cause analysis using fishbone diagram tools, including the factors Man; making use of alloy, Method; making routine maintenance schedules and maintenance procedures before and after production, Material; use and availability of lubricants that meet standards and selection of spare parts that are consistent and according to standards, Environment; setting up a closed and clean production room. These recommendations aim to extend machine life and manage operations more efficiently, so that companies can maintain productivity at controlled costs.*

**Keywords :** Machine economic life; Soybean grinding machine; Equivalent uniform annual cost (EUAC).

## 1. Pendahuluan

Perusahaan industri, besar maupun kecil, bertujuan mencapai keuntungan optimal dengan memperhatikan faktor produksi seperti modal, bahan baku, dan efisiensi mesin (Lahu & Sumarauw, 2017). Pengadaan dan pemeliharaan mesin produksi yang memadai menjadi kunci kelancaran proses produksi serta pencapaian tujuan perusahaan (Koamri dkk., 2023). Dalam manajemen aset, perusahaan sering menghadapi keputusan sulit antara memperbaiki mesin lama atau menggantinya dengan yang baru (Abidin, 2014). Pendekatan ekonomi teknik membantu perusahaan membuat keputusan rasional terkait manajemen aset, meningkatkan efisiensi operasional, dan daya saing (Aviantoro, 2019).

Usaha Mikro Produk Tahu Handayani, yang berdiri sejak 1980-an, menggunakan mesin penggiling kedelai untuk memproduksi 50 kg tahu dan tempe setiap hari. Mesin penggiling tahu yang terakhir diganti pada 2017 kini mengalami penurunan efisiensi, dengan waktu produksi meningkat dari 5 menjadi 6 jam per 50 kg tahu. Kerusakan mesin yang sering terjadi dan biaya operasional yang terus naik, termasuk energi dan perawatan, menambah tantangan bagi perusahaan, yang perlu mempertimbangkan penggantian mesin untuk menjaga efisiensi dan produktivitas.

Dari 2017 hingga 2023, total biaya operasional mesin penggiling kedelai di Usaha Mikro Produk Tahu Handayani meningkat dari Rp 15.967.108 menjadi Rp 20.309.030 per tahun, dengan total biaya kumulatif Rp 127.113.532. Selama periode tersebut, jam perbaikan juga meningkat dari 91 menjadi 95 jam, dengan total 650 jam perbaikan, mencerminkan peningkatan biaya operasional dan perawatan. Peningkatan biaya

operasional dipengaruhi oleh meningkatnya biaya perawatan akibat keausan komponen mesin, penurunan efisiensi mesin yang menyebabkan konsumsi energi lebih tinggi, serta kenaikan gaji karyawan akibat inflasi. Jam perbaikan juga terus meningkat karena performa mesin yang memburuk. Kondisi ini mengganggu produksi, sehingga perlu analisis terus-menerus untuk menentukan apakah mesin masih ekonomis untuk dipertahankan.

Penetapan umur ekonomis mesin bertujuan memberikan usulan penggantian mesin yang optimal, menggunakan metode *Equivalent Uniform Annual Cost* (EUAC) karena lebih sederhana dan datanya lebih mudah diperoleh dibandingkan *Life Cycle Cost* (LCC). Pendekatan ini memberikan keputusan tepat waktu terkait penggantian mesin, menjaga efisiensi operasional, dan mengoptimalkan produksi (Simanjuntak dkk., 2016).

## 2. Metode Penelitian

Subjek penelitian ini adalah Usaha Mikro Produk Tahu Handayani yang terletak di Kabupaten Bantul, D.I Yogyakarta. Objek penelitian ini adalah mesin penggiling kedelai untuk pembuatan tahu yang ada pada Usaha Mikro Produk Tahu Handayani. Penelitian ini berlokasi di Ngoto, Bangunharjo, Sewon, Kabupaten Bantul, D.I Yogyakarta.

Menurut Cooper & Schindler (2014), desain penelitian adalah perencanaan aktivitas, waktu, dan pertanyaan penelitian yang memandu pemilihan informasi dan menjelaskan hubungan variabel. Penelitian ini menggunakan desain kuantitatif deskriptif untuk menganalisis data numerik terkait biaya EUAC dan memberikan gambaran tentang umur ekonomis mesin penggiling kedelai untuk pembuatan tahu.

Data primer, menurut Danuri & Maisaroh (2019), adalah data asli yang dikumpulkan langsung oleh peneliti, berupa informasi terkait mesin, biaya operasional, energi, pemeliharaan, gaji karyawan, jam perbaikan, dan jam operasi, yang diperoleh melalui wawancara. Sementara itu, data sekunder adalah data tidak langsung yang

---

\*Muhammad Yusuf.

E-mail: yusufjr08@gmail.com

Wiwik Budiawan, S.T, M.T, Ph.D

Email: wiwikbudiawan@lecturer.undip.ac.id

diperoleh dari dokumen historis seperti profil dan sejarah Usaha Mikro Produk Tahu Handayani, harga listrik yang diperoleh melalui pencarian sumber di internet.

### **3. Tinjauan Pustaka**

#### **3.1 UMKM**

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2008 mengenai Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah menjelaskan parameter yang digunakan dalam identifikasi UMKM. Parameter tersebut diuraikan dalam Pasal 6, yang menetapkan bahwa usaha mikro, kecil, dan menengah harus mempunyai aset serta kekayaan bersih namun tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha mereka, UMKM juga perlu menunjukkan pendapatan penjualan tahunan. Kriteria-kriteria ini adalah sebagai berikut (UU Nomor 20 Tahun 2008):

- a. Usaha mikro dapat didefinisikan sebagai entitas komersial yang menghasilkan pendapatan tahunan tidak lebih dari Rp300 juta, dan memiliki aset tidak lebih dari Rp50 juta, tidak termasuk nilai tanah dan bangunan tempat usaha.
- b. Usaha kecil dapat didefinisikan sebagai perusahaan berskala kecil yang memiliki aset mulai dari Rp 50 juta hingga maksimum Rp 500 juta, namun tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha. Perusahaan kecil mampu menghasilkan pendapatan tahunan mulai dari Rp 300 juta hingga maksimal Rp 2,5 miliar.
- c. Usaha menengah dapat dikategorikan sebagai bisnis yang menghasilkan penjualan tahunan lebih dari Rp. 2,5 miliar dan memiliki aset lebih dari Rp. 500 juta, tetapi tidak melebihi Rp. 100 miliar.

#### **3.2 Umur Ekonomis Dari Suatu Aset**

Analisis penggantian adalah topik yang sangat penting dan menantang dalam ekonomi. Aset yang dianalisis harus mendukung kebutuhan analitis dan memerlukan alokasi modal yang sesuai dengan potensi kontribusinya terhadap keuntungan.

Setiap aset memiliki umur layanan yang berbeda-beda di mana jika didefinisikan menggambarkan fungsinya (Waldiyono, 2008) :

- a. Umur pelayanan mengacu pada periode di mana aset diharapkan berproduksi.
- b. Umur fisik aset mencakup umur total dari saat aset tersebut dibuat hingga menjadi tidak berfungsi dan dianggap sebagai barang bekas.
- c. Umur ekonomis suatu aset adalah periode dari pemasangan hingga penggantian di mana biaya produksi minimal atau aset masih menghasilkan keuntungan.

Menurut Pujawan (2019), umur ekonomis aset ditentukan saat total biaya tahunan mencapai titik

terendah. Total biaya ini mencakup konversi biaya awal investasi serta biaya operasional dan perawatan yang berulang. Seiring waktu, biaya operasional dan perawatan meningkat, sedangkan beban tahunan dari investasi awal menurun karena dibagi atas masa pakai yang lebih panjang..

#### **3.3. Kepentingan Untuk Penggantian Aset**

Analisis penggantian adalah topik yang sangat penting dan menantang dalam ekonomi. Aset yang dianalisis harus mendukung kebutuhan analitis dan memerlukan alokasi modal yang sesuai dengan potensi kontribusinya terhadap keuntungan.

Setiap aset memiliki umur layanan yang berbeda-beda di mana jika didefinisikan menggambarkan fungsinya (Waldiyono, 2008) :

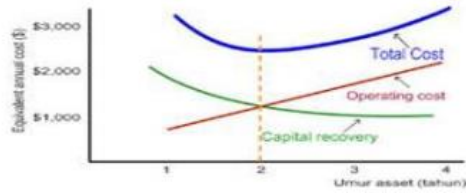
- a. Umur pelayanan mengacu pada periode di mana aset diharapkan berproduksi.
- b. Umur fisik aset mencakup umur total dari saat aset tersebut dibuat hingga menjadi tidak berfungsi dan dianggap sebagai barang bekas.
- c. Umur ekonomis suatu aset adalah periode dari pemasangan hingga penggantian di mana biaya produksi minimal atau aset masih menghasilkan keuntungan.

Menurut Pujawan (2019), umur ekonomis aset ditentukan saat total biaya tahunan mencapai titik terendah. Total biaya ini mencakup konversi biaya awal investasi serta biaya operasional dan perawatan yang berulang. Seiring waktu, biaya operasional dan perawatan meningkat, sedangkan beban tahunan dari investasi awal menurun karena dibagi atas masa pakai yang lebih panjang.

#### **3.4 Alasan Penggantian Aset**

Menurut Pujawan (2019), terdapat beberapa alasan yang mendasari dilakukannya penggantian terhadap suatu aset, diantaranya :

- a. Peningkatan Kapasitas  
Untuk meningkatkan output produksi suatu bisnis, perluasan kapasitas fasilitas atau mesin sangat diperlukan. Hal ini bisa dicapai dengan berbagai cara, antara lain meningkatkan kemampuan aset yang ada dengan menambah biaya operasional, menambahkan aset baru yang serupa, membeli aset baru dengan kapasitas lebih besar sambil menjual aset lama, atau memilih untuk terus menggunakan aset yang ada tanpa pembaruan.



**Gambar 3.1 Konfigurasi Biaya Penggantian**

- b. **Peningkatan Biaya Produksi**  
Biasanya, sebuah aset akan mengalami peningkatan biaya perawatan setiap tahun karena berbagai faktor. Sebaliknya, biaya investasi cenderung menurun sepanjang masa pakai aset. Menyeimbangkan dua variabel ini dapat menghasilkan biaya total yang optimal pada titik waktu tertentu.
- c. **Penurunan Produktivitas**  
Produktivitas aset bisa menurun karena kondisi fisiknya yang semakin memburuk, yang mungkin disebabkan oleh penurunan kualitas dan kuantitas output karena usia aset. Situasi ini sering diperburuk oleh meningkatnya biaya perawatan, termasuk biaya yang lebih tinggi untuk suku cadang dan potensi kerugian waktu produksi karena kerusakan aset.
- d. Terdapat Alternatif untuk menyewa suatu peralatan dan kebijakan ini lebih ekonomis dari membeli atau memiliki peralatan sendiri.
- e. **Keusangan Alat**  
Suatu aset yang digunakan terus menerus pasti akan mengalami keusangan karena berbagai hal, diantaranya peralatan tersebut tidak lagi diperlukan, operator dari peralatan sulit dicari, adanya alat sejenis yang baru yang bisa menjanjikan produk yang lebih disukai di pasaran, ada alat sejenis yang baru dan bisa beroperasi dengan biaya operasional serta perawatan yang lebih rendah, ada alat sejenis yang bisa beroperasi dengan produktivitas yang lebih tinggi.

**3.5 Pengelompokan Biaya Yang Digunakan Dalam Penetapan Umur Ekonomis**

- **Biaya Awal**  
Biaya awal merujuk pada jumlah keseluruhan yang dibayarkan saat memperoleh sebuah aset. Biaya awal meliputi segala sesuatu yang terkait dengan pembelian dan pemakaian aset tersebut. Komponen dari biaya awal ini termasuk harga beli serta aspek lain seperti biaya komisi, ongkos kirim, evaluasi harga, jaminan produk, serta proses pemasangan dan pengecekan. Biaya ini juga berperan dalam penilaian berbagai jenis

aset, termasuk peralatan, properti, dan surat berharga (Hayes, 2021).

Pada penetapan umur ekonomis biaya awal mencakup harga pembelian mesin, biaya instalasi, dan biaya pengaturan awal. Biaya ini sering menjadi pertimbangan penting karena dapat sangat besar dan mempengaruhi kelayakan investasi mesin.

- **Biaya Operasional**  
Biaya operasional mencerminkan tingkat efisiensi dalam pengelolaan bisnis, di mana biaya ini mencakup biaya penjualan dan administrasi yang terkait dengan kegiatan operasional (Wardiyah, 2017).  
Pada penetapan umur ekonomis, biaya ini termasuk semua pengeluaran yang diperlukan untuk menjalankan mesin, seperti biaya energi (listrik atau bahan bakar), biaya *maintenance* dan biaya tenaga kerja langsung yang terlibat dalam operasi mesin.  
Adapun terdapat persamaan dalam menghitung biaya tenaga kerja langsung :  
upah tenaga kerja per tahun = Jumlah karyawan operator mesin x gaji bulanan x 12 bulan.....(3.1)  
Untuk menghitung biaya operasional menggunakan persamaan berikut :  
Biaya operasional = biaya pemakaian energi+biaya *maintenance*+biaya gaji karyawan operator mesin..... (3.2)
- **Biaya Energi**  
Biaya energi meliputi biaya pokok yang dihitung berdasarkan penggunaan energi listrik dalam satuan kWh. Semakin besar jumlah energi yang digunakan, semakin tinggi pula biaya yang harus dikeluarkan. (Yoenita, 2024).  
Pada penetapan umur ekonomis, biaya ini hanya berfokus pada penggunaan energi mesin yang di teliti. Adapun terdapat persamaan dalam menghitung biaya energi :  
Biaya Energi per hari (kWh) =  $\frac{\text{daya (watt)} \times \text{jam operasi mesin}}{1000} \times \text{Biaya listrik} = \text{Harga energi (Rp)}.....(3.3)$
- **Biaya Pemeliharaan dan Perbaikan**  
Biaya pemeliharaan dan perbaikan mencakup biaya suku cadang, biaya bahan habis pakai, dan biaya jasa yang diperoleh dari pihak luar perusahaan. Biaya ini digunakan untuk perbaikan dan pemeliharaan emplasmen, perumahan, bangunan pabrik, kendaraan, peralatan, perkakas laboratorium, dan aset tetap

lainnya yang dibutuhkan untuk operasional pabrik (Mulayadi, 2000).

Pada penetapan umur ekonomis, kategori biaya pemeliharaan dan perbaikan berupa biaya servis rutin, penggantian bagian yang aus, dan perbaikan yang diperlukan karena kerusakan.

Adapun terdapat persamaan dalam menghitung biaya pemeliharaan dan perbaikan :

Jumlah biaya per tahun = frekuensi penggantian suku cadang x harga suku cadang..... (3.4)

- **Biaya Depresiasi**

Biaya depresiasi adalah nilai investasi yang berkurang seiring dengan bertambahnya umur aktiva tetap, kecuali tanah dan bangunan (Pujawan, 2019). Depresiasi sering digunakan untuk kepentingan pajak, karena depresiasi termasuk penerimaan yang tidak dikenakan pajak. Salah satu faktor yang mempengaruhi depresiasi adalah nilai residu. Nilai sisa adalah estimasi nilai atau potensi arus kas masuk jika aktiva tetap dijual pada saat pelepasan aset aktiva tetap. Nilai sisa tidak selalu ada, karena terkadang aktiva tetap tidak dijual pada masa penghentiannya.

Beberapa metode digunakan untuk menghitung biaya depresiasi yaitu (Pujawan, 2019):

- Metode *straight line* atau garis lurus

Metode ini membagi biaya aset secara merata selama umur ekonomisnya, menghasilkan jumlah depresiasi yang sama setiap tahun. Menghitung biaya depresiasi dengan metode garis lurus menggunakan rumus berikut :

$$Dt = \frac{(P-S)}{n} \dots \dots \dots (3.5)$$

Keterangan :

- Dt = Depresiasi per tahun
- P = Harga awal (mesin)
- S = Harga nilai sisa (mesin)
- n = Usia pemakaian (mesin)

- Metode *Declining Balance Method* atau saldo menurun

Metode saldo menurun tetap mengasumsikan bahwa penyusutan tahunan adalah persentase tetap dari nilai buku pada awal tahun. Rasio penyusutan satu tahun terhadap BV pada awal tahun adalah konstan selama umur aset.

$$R = 1 - \left[\frac{S}{I}\right]^{\frac{1}{n}} \dots \dots \dots (3.6)$$

Keterangan :

- R = Rasio depresiasi
- N = Umur depresiasi aset
- I = Investasi

Untuk perhitungan depresiasi rumus.

$$Dt = R \times I \dots \dots \dots (3.7)$$

Dengan :

- R = Rasio depresiasi
- N = Umur taksiran aset
- I = Investasi

- Metode *Sum of Years Digit* atau jumlah digit

Pada metode ini, depresiasi ditetapkan tinggi untuk beberapa tahun pertama dan secara bertahap menurun dari tahun ke tahun, perhitungannya dapat menggunakan persamaan menurut.

$$D_t = \frac{n-T+1}{SOYD} (P - S) \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan :

- Dt = Depresiasi tahun ke n
- n = Perkiraan Umur Alat
- t = Tahun Ke n
- SOYD = Jumlah Digit Tahun 1 Sampai n
- P = Harga Awal
- S = Harga nilai sisa

Pada penetapan umur ekonomis, biaya depresiasi menggambarkan penurunan nilai mesin seiring waktu dan penggunaan. Depresiasi sering kali dihitung untuk tujuan akuntansi dan pajak, serta membantu menentukan nilai buku mesin.

- **Biaya Sisa**

Nilai sisa merupakan sebuah metode cara menghitung penurunan nilai pada sebuah aset yang dimiliki oleh suatu perusahaan (Mekari, 2022).

Pada penetapan umur ekonomis, nilai sisa yang diperkirakan dapat diperoleh dari penjualan mesin setelah mencapai akhir umur mesin. Nilai sisa ini sering kali dikurangkan dari total biaya untuk menghitung biaya bersih selama umur mesin.

- **Biaya Downtime**

Biaya *Downtime* merupakan biaya yang dikeluarkan ketika sebuah mesin tidak dapat digunakan karena sedang dalam proses perbaikan dan pemeliharaan. Biaya ini cenderung meningkat setiap tahun karena kondisi mesin memburuk seiring bertambahnya usia penggunaan (Immerman, 2018)

Pada penetapan umur ekonomis, biaya *downtime* berkaitan dengan biaya yang hilang karena produksi yang tidak dilakukan.

### 3.6 Minimum Attractive Rate of Return

Menurut Wibisana dkk., (2020), *Minimum Attractive Rate of Return* merupakan tingkat pengembalian terendah yang dianggap menarik oleh investor ketika menilai dan memilih proyek investasi. Konsep ini digunakan sebagai tolak ukur untuk menentukan apakah suatu investasi layak dilakukan berdasarkan potensi pengembalian yang diantisipasi.

Adapun persamaan MARR sebagai berikut :

$$MARR = i + Cc + \alpha \dots \dots \dots (3.9)$$

Dimana :

- i = Tingkat suku bunga
- Cc = Biaya untuk mendapatkan investasi
- $\alpha$  = Tingkat inflasi

### 3.7 Metode Equivalent Uniform Annual Cost

Metode *Equivalent Uniform Annual Cost* (EUAC) adalah teknik evaluasi ekonomi yang digunakan untuk membandingkan biaya tahunan rata-rata dari alternatif-alternatif investasi yang memiliki umur operasi yang berbeda. Metode ini mengonversi semua biaya dan penerimaan selama umur proyek ke dalam nilai tahunan seragam, memudahkan analisis dan perbandingan antara pilihan-pilihan investasi dengan periode operasional yang berbeda-beda (Pujawan, 2019).

Jika biaya berfluktuasi setiap tahun, biaya tersebut dihitung dengan formulasi berikut (Pujawan, 2019):

1. Menentukan nilai *Capital Recovery* (CR)
  - a. Perhitungan harga akhir mesin setiap tahun (nilai buku)
  - b. Perhitungan *Capital Recovery* dengan formulasi:
 
$$CR = (P - L) (A/P, i\%, n) + Li \dots \dots \dots (3.10)$$
 Keterangan :
    - P = Harga awal mesin
    - L = Harga akhir mesin
    - N = Tahun
    - i = Tingkat suku bunga

2. Menentukan biaya *downtime*  
Perhitungan biaya *downtime* dengan formulasi:

$$Bd = \frac{jr}{jk} \times Bo \dots \dots \dots (3.11)$$

Keterangan :

- Bd = Biaya *downtime*
- jr = Jam perbaikan
- jk = Jam kerja normal/tahun
- Bo = Biaya operator.

Menghitung biaya *downtime* mesin untuk periode mendatang menggunakan metode peramalan yang ditentukan. Pada dasarnya tahapan yang dilakukan agar dapat menghitung dan menentukan total biaya tahunan rata-rata yaitu:

3. Tentukan biaya operasional mesin tahunan rata-rata.
4. Perhitungan biaya operasional setiap tahun.
5. Tentukan metode depresiasi yang digunakan, lalu hitung biaya operasional tahunan untuk masa mendatang.
6. Menentukan nilai present value berdasarkan total biaya setiap tahun ke-n dengan cara perkalian biaya dengan faktor present worth (P/F, i%, n).
7. Perhitungan biaya kumulatif dari nilai present value yang diperoleh. Untuk memperoleh biaya tahunan rata-rata kalikan biaya kumulatif setiap tahun dengan faktor *Capital Recovery* (A/P, i%, n). Hasil yang diperoleh merupakan ekuivalensi dari biaya operasional tahunan rata-rata tahun tersebut.
8. Tambahkan total biaya tahunan rata-rata dengan cara menambahkan semua biaya yang terdiri dari *Capital Recovery*, biaya *downtime* dan biaya operasional tahunan rata-rata.

## 4. Hasil dan Analisis

### 4.1 Perhitungan MARR

Dalam penelitian ini, perhitungan MARR dilakukan dengan mempertimbangkan tingkat suku bunga minimum serta faktor-faktor risiko, seperti inflasi dan biaya tambahan untuk memperoleh investasi. Tingkat suku bunga MARR sudah mencakup pertimbangan-pertimbangan tersebut. Berikut merupakan rumus nilai suku bunga MARR

$$MARR = i + Cc + \alpha$$

Dimana :

- i = Tingkat suku bunga
- Cc = Biaya untuk mendapatkan investasi
- $\alpha$  = Tingkat inflasi

Didapatkan nilai MARR sebagai berikut :

$$MARR = 4,75 + 0 + 1 = 5,75 \% = 6 \%$$

#### 4.2 Pehitungan Biaya Operasional

Dalam penelitian ini, perhitungan biaya operasional berdasarkan dari penjumlahan data biaya pemakaian energi, data biaya *maintenance* dan data biaya gaji karyawan operator mesin. Berikut merupakan rekapitulasi data biaya operasional dari tahun 2017-2023 :

**Tabel 4.1 Rekapitulasi Data Biaya Operasional**

Tahun	Tahun ke-n	Data biaya pemakaian energi	Data biaya <i>maintenance</i>	Data gaji karyawan operator mesin	Biaya operasional
2017	1	Rp.1.447.108	Rp.120.000	Rp.14.400.000	Rp.15.967.108
2018	2	Rp.1.447.108	Rp.270.000	Rp.15.000.000	Rp1.6.717.108
2019	3	Rp.1.447.108	Rp.537.500	Rp.15.000.000	Rp.16.984.608
2020	4	Rp.1.365.119	Rp.272.500	Rp.16.800.000	Rp.18.437.619
2021	5	Rp.1.736.530	Rp.137.500	Rp.16.800.000	Rp.18.674.030
2022	6	Rp.1.736.530	Rp.287.500	Rp.18.000.000	Rp.20.024.030
2023	7	Rp.1.736.530	Rp.572.500	Rp.18.000.000	Rp.20.309.030

(Sumber : Pengolahan Data Hasil Wawancara)

#### 4.3 Perhitungan Depresiasi Tahunan Mesin

Metode yang memperhitungkan beban depresiasi yang lebih besar pada tahun-tahun awal umur aset dan semakin kecil di tahun-tahun berikutnya.

Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung depresiasi saldo menurun :

$$R = 1 - \left[\frac{S}{I}\right]^{\frac{1}{n}}$$

Keterangan :

R = Rasio depresiasi

N = Umur depresiasi aset

I = Investasi

Untuk perhitungan depresiasi rumus.

Dt = R x I

Dengan :

R = Rasio depresiasi

N = Umur taksiran aset

I = Investasi

Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan depresiasi menggunakan metode garis saldo menurun :

**Tabel 4.2 Rekapitulasi Perhitungan Depresiasi Metode Saldo Menurun**

Tahun	tahun ke-n	Nilai Depresiasi
2017	1	Rp.2.266.297
2018	2	Rp.1.532.568
2019	3	Rp.1.036.389
2020	4	Rp.700.851
2021	5	Rp.473.946
2022	6	Rp.320.503
2023	7	Rp.216.738
2024	8	Rp.146.568
2025	9	Rp.99.115
2026	10	Rp.67.026

(Sumber : Pengolahan Data)

#### 4.4 Perhitungan Harga Akhir Mesin

Harga akhir mesin merupakan nilai perkiraan aset pada akhir umur ekonomisnya. Nilai ini digunakan dalam perhitungan EUAC untuk menghitung biaya tahunan yang setara secara seragam, dengan mempertimbangkan seluruh biaya terkait aset.

Pada perhitungan harga akhir mesin ini depresiasi yang dipilih adalah metode saldo menurun. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung harga akhir mesin :

$$Bv = P - D$$

Keterangan :

Bv = Harga Akhir Mesin

P = Harga Awal Mesin

D = Nilai Depresiasi

Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan harga akhir mesin :

**Tabel 4.3 Rekapitulasi Perhitungan Harga Akhir Mesin**

Tahun	Tahun ke-n	Depresiasi	Nilai mesin
2017	1	Rp2.266.297	Rp.4.733.703
2018	2	Rp1.532.568	Rp.3.201.135
2019	3	Rp1.036.389	Rp.2.164.746
2020	4	Rp700.851	Rp.1.463.895
2021	5	Rp473.946	Rp.989.949
2022	6	Rp320.503	Rp.669.447
2023	7	Rp216.738	Rp.452.709
2024	8	Rp146.568	Rp.306.141
2025	9	Rp99.115	Rp.207.026
2026	10	Rp67.026	Rp.140.000

(Sumber : Pengolahan Data)

#### 4.5 Perhitungan Biaya Downtime

Biaya *Downtime* merupakan biaya yang dikeluarkan ketika sebuah mesin tidak dapat digunakan karena sedang dalam proses perbaikan dan pemeliharaan. Biaya *downtime* dihitung dengan membagi jumlah jam reparasi mesin per tahun dengan total jam kerja mesin per tahun, kemudian dikalikan dengan biaya operator per tahun. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung biaya *downtime* :

$$Bd = \frac{jr}{jk} \times Bo$$

Keterangan :

Bd = Biaya *downtime*

jr = Jam perbaikan

jk = Jam kerja normal/tahun

Bo = Biaya operator

Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan biaya *downtime* :

**Tabel 4.4 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Downtime**

Tahun	Tahun ke-n	Jk (Jam Operasi)	Jr (Jam Perbaikan)	Bo (Gaji Operator)	Bd (Downtime)
2017	1	1765	91	Rp.14.400.000	Rp.744.476
2018	2	1765	93	Rp.15.000.000	Rp.788.244
2019	3	1765	94	Rp.15.000.000	Rp.800.992
2020	4	1665	90	Rp.16.800.000	Rp.910.631
2021	5	2118	93	Rp.16.800.000	Rp.735.694
2022	6	2118	94	Rp.18.000.000	Rp.800.992
2023	7	2118	95	Rp.18.000.000	Rp.805.241

(Sumber : Pengolahan Data)



#### 4.6 Perhitungan EAO C Operasional dan EAO C Downtime

- **EAO C Operasional**

Biaya operasional dihitung dengan cara menyetarakan selama umur ekonomisnya dengan mempertimbangkan tingkat suku bunga majemuk. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung biaya operasional tahunan rata-rata :

$$\text{EAO C Operasional} = \text{PW (Operating Cost } N \text{ Years)} (A/P, i, n)$$

Keterangan :

PW = Present Worth (P/F, i, n)

Operating Cost *N* Years = Total Biaya Operasional

Dimana nilai (P/F, i, n) dan (A/P, i, n) didapatkan dari tabel tingkat suku bunga majemuk sebesar 6%.

Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan biaya operasional tahunan rata-rata :

**Tabel 4.5 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Operasional Tahunan Rata-rata**

Tahun	Biaya Operasional	P.W.F (P/F;6%)	P.V Biaya Operasional	$\sum$ P.V Biaya Operasional	(A/P;6%.N)	EAO C Operasional
2017	Rp.15.967.108	0,943	Rp.15.056.983	Rp.15.056.983	1,06	Rp.15.960.402
2018	Rp.16.717.108	0,89	Rp.14.878.226	Rp.29.935.209	0,545	Rp.16.314.689
2019	Rp.16.984.608	0,839	Rp.14.250.086	Rp.44.185.295	0,374	Rp.16.525.300
2020	Rp.18.437.619	0,792	Rp.14.602.594	Rp.58.787.890	0,288	Rp.16.930.912
2021	Rp.18.674.030	0,747	Rp.13.949.500	Rp.72.737.390	0,237	Rp.17.238.761
2022	Rp.20.024.030	0,705	Rp.14.116.941	Rp.86.854.331	0,203	Rp.17.631.429
2023	Rp.20.309.030	0,665	Rp.13.505.505	Rp.100.359.835	0,179	Rp.17.964.411

(Sumber : Pengolahan Data)

- **EAO C Downtime**

Biaya *downtime* dihitung dengan cara menyetarakan selama umur ekonomisnya dengan mempertimbangkan tingkat suku bunga majemuk. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung biaya *downtime* tahunan rata-rata :

$$\text{EAO C Downtime} = \text{PW (Downtime Cost } N \text{ Years)} (A/P, i, n)$$

Keterangan :

PW = Present Worth (P/F, i, n)

Downtime Cost *N* Years = Total Biaya Downtime

Dimana nilai (P/F, i, n) dan (A/P, i, n) didapatkan dari tabel tingkat suku bunga majemuk sebesar 6%.

Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan biaya *downtime* tahunan rata-rata :

**Tabel 4.6 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Downtime Tahunan Rata-rata**

Tahun	Biaya Downtime	P.W.F (P/F;6%)	P.V Biaya Downtime	$\sum$ P.V Biaya Downtime	(A/P;6%.N)	EAO C Downtime
2017	Rp.744.476	0,943	Rp.702.041	Rp.702.041	1,06	Rp.744.163
2018	Rp.788.244	0,89	Rp.701.537	Rp.1.403.578	0,545	Rp.764.950
2019	Rp.800.992	0,839	Rp.672.032	Rp.2.075.609	0,374	Rp.776.278
2020	Rp.910.631	0,792	Rp.721.219	Rp.2.796.829	0,288	Rp.805.487
2021	Rp.735.694	0,747	Rp.549.563	Rp.3.346.392	0,237	Rp.793.095
2022	Rp.800.992	0,705	Rp.564.699	Rp.3.911.091	0,203	Rp.793.952
2023	Rp.805.241	0,665	Rp.535.485	Rp.4.446.577	0,179	Rp.795.937

(Sumber : Pengolahan Data)

#### 4.7 Perhitungan Capital Recovery

Capital Recovery dihitung dengan menggunakan faktor pemulihan modal, yang merupakan nilai tahunan yang diperlukan untuk memulihkan investasi awal selama masa manfaat proyek dengan mempertimbangkan tingkat bunga.

Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk perhitungan Capital Recovery :

$$CR = (P - L) (A/P, i\%, n) + Li$$

Keterangan :

- P = Harga awal mesin  
 L = Harga akhir mesin  
 N = Tahun  
 i = Tingkat suku bunga

Dimana nilai (A/P,i,n) didapatkan dari tabel tingkat suku bunga majemuk sebesar 6%.  
 Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan *Capital Recovery* :

**Tabel 4.7 Rekapitulasi Perhitungan *Capital Recovery***

Tahun	Tahun ke-n	(A/P;6%)	I	Harga Akhir Mesin (L)	Harga Awal (P)	CR
2017	1	1,06	0,06	Rp.4.733.703	Rp.7.000.000	Rp.2.686.297
2018	2	0,545	0,06	Rp.3.201.135	Rp.7.000.000	Rp.2.262.449
2019	3	0,374	0,06	Rp.2.164.746	Rp.7.000.000	Rp.1.938.270
2020	4	0,288	0,06	Rp.1.463.895	Rp.7.000.000	Rp.1.682.232
2021	5	0,237	0,06	Rp.989.949	Rp.7.000.000	Rp.1.483.779
2022	6	0,203	0,06	Rp.669.447	Rp.7.000.000	Rp.1.325.269
2023	7	0,179	0,06	Rp.452.709	Rp.7.000.000	Rp.1.199.128
2024	8	0,161	0,06	Rp.306.141	Rp.7.000.000	Rp.1.096.080
2025	9	0,147	0,06	Rp.207.026	Rp.7.000.000	Rp.1.010.989
2026	10	0,1358	0,06	Rp.140.000	Rp.7.000.000	Rp.939.988

(Sumber : Pengolahan Data)

#### 4.8 Perhitungan EUAC

Metode *Equivalent Uniform Annual Cost* digunakan untuk menghitung biaya tahunan rata-rata dari sebuah proyek atau investasi sepanjang umur ekonomisnya. EUAC memungkinkan perbandingan proyek dengan masa pakai atau biaya yang berbeda dalam satuan tahunan yang setara. Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk perhitungan *Equivalent Uniform Annual Cost* :

$$EUAC = EOAC \text{ Operasional} + EAO \text{ Downtime} + \text{Capital Recovery}$$

Keterangan :

EAOC Operasional = Biaya Operasional Tahunan Rata-rata

EAOC Downtime = Biaya Downtime Tahunan Rata-rata

Capital Recovery = Nilai tahunan yang diperlukan untuk memulihkan investasi awal selama masa manfaat proyek dengan mempertimbangkan tingkat bunga

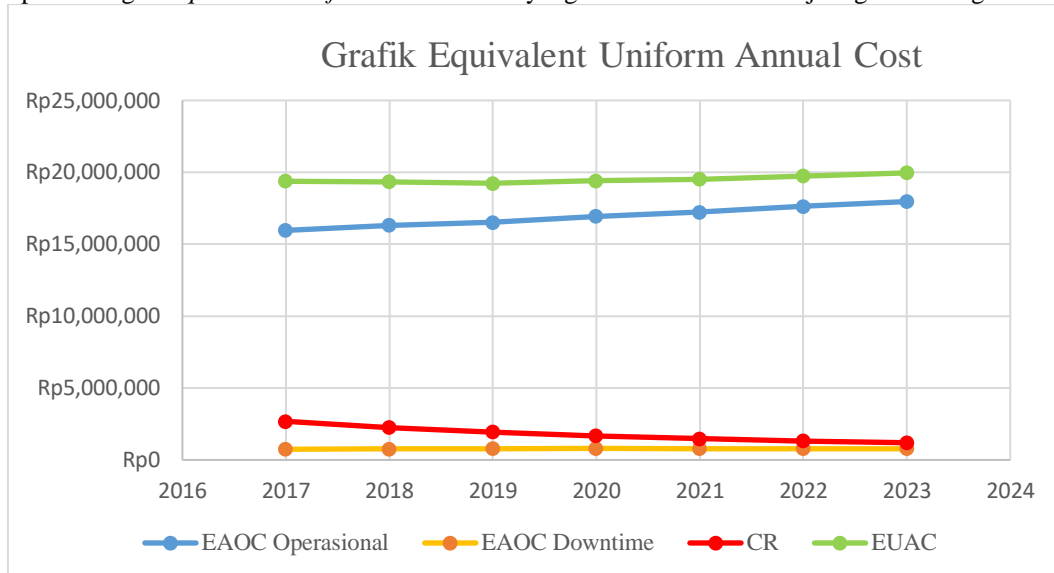
Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan *Equivalent Uniform Annual Cost* :

**Tabel 4.8 Rekapitulasi Perhitungan *Equivalent Uniform Annual Cost***

Tahun	EAOC Operasional	EAOC Downtime	CR	EUAC
2017	Rp.15.960.402	Rp.744.163	Rp.2.686.297	Rp.19.390.862
2018	Rp.16.314.689	Rp.764.950	Rp.2.262.449	Rp.19.342.088
2019	Rp.16.525.300	Rp.776.278	Rp.1.938.270	Rp.19.239.848
2020	Rp.16.930.912	Rp.805.487	Rp.1.682.232	Rp.19.418.631
2021	Rp.17.238.761	Rp.793.095	Rp.1.483.779	Rp.19.515.635
2022	Rp.17.631.429	Rp.793.952	Rp.1.325.269	Rp.19.750.650
2023	Rp.17.964.411	Rp.795.937	Rp.1.199.128	Rp.19.959.475

(Sumber : Pengolahan Data)

Penetapan umur ekonomis pada penelitian ini berdasarkan pada perhitungan EUAC yang terdapat pada tabel 4.1 rekapitulasi perhitungan *Equivalent Uniform Annual Cost* yang divisualisasikan menjadi grafik sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik *Equivalent Uniform Annual Cost*

#### 4.9 Analisis Penetapan Umur Ekonomis dan Rekomendasi Perbaikan

Menurut Pujawan (2019), umur ekonomis suatu aset ditentukan pada saat total biaya tahunan yang harus ditanggung mencapai titik terendah. Total biaya tahunan tersebut meliputi konversi dari biaya awal investasi serta biaya operasional dan perawatan yang harus dibayarkan secara berulang setiap tahun. Umumnya, biaya untuk operasi dan perawatan cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya waktu pemakaian aset, yang menyebabkan peralatan menjadi kurang efisien dan membutuhkan perawatan lebih intensif. Sementara itu, biaya tahunan yang berkaitan dengan investasi awal biasanya akan menurun seiring berjalannya waktu, karena biaya awal tersebut dibagi atas masa pakai yang lebih panjang, mengurangi beban tahunan dari investasi tersebut.

Berdasarkan tabel 4.8 rekapitulasi perhitungan *Equivalent Uniform Annual Cost* atau gambar 4.2 grafik *Equivalent Uniform Annual Cost* total biaya tahunan yang ditanggung mencapai titik terendah pada tahun 2019 sebesar Rp.19.239.848, maka didapatkan umur ekonomis mesin penggiling kedelai untuk pembuatan tahu selama 3 tahun yaitu pada tahun 2019 dari perkiraan umur teknis selama 10 tahun (2017-2026).

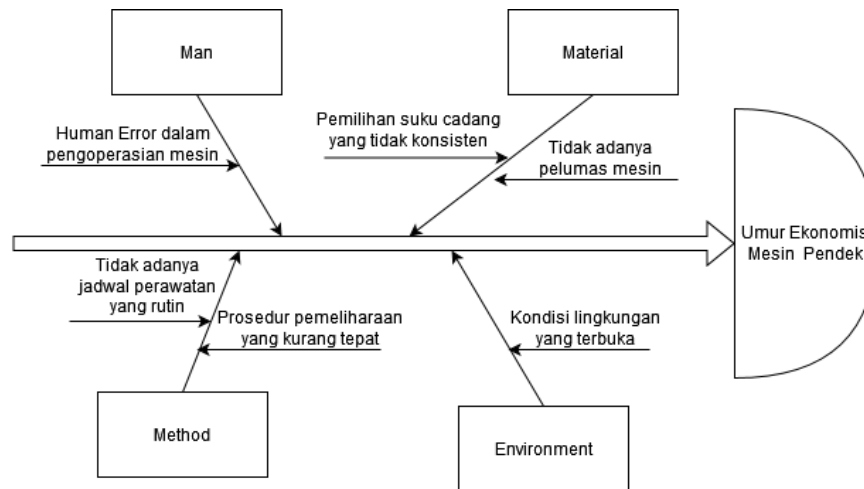
Setelah dilakukan perhitungan penetapan umur ekonomis mesin, dimana didapatkan umur ekonomis mesin penggiling kedelai untuk pembuatan tahu selama 3 tahun dari perkiraan umur teknis 10 tahun yaitu pada tahun 2019. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hal tersebut yang akan jelaskan menggunakan *root cause analysis*.

- **Root Cause Analysis**

Menurut Voley (2008), *root cause analysis* merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan pada sistem atau mesin. Pendekatan ini menelusuri penyebab kegagalan mulai dari elemen yang paling mendasar, kemudian mengelompokkan setiap faktor penyebab untuk mempermudah identifikasi akar permasalahan. Beberapa alat yang sering digunakan dalam analisis ini adalah *fishbone diagram* dan metode *5 whys*. Dalam penelitian ini, peneliti memilih menggunakan *fishbone diagram* karena metode ini mudah dipahami dengan memetakan hubungan sebab-akibat dalam bentuk diagram menyerupai tulang ikan.

*Fisbone diagram* pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa, seorang pakar pengendalian kualitas asal Jepang, sebagai salah satu dari tujuh alat kualitas dasar (*7 basic quality tools*). *Fishbone diagram* berfungsi untuk membantu mengidentifikasi penyebab potensial dari suatu masalah (Tague, 2005).

Berdasarkan dari hasil pengolahan data pada tabel 4.1 – 4.8 didapatkan kemungkinan penyebab permasalahan umur ekomis mesin penggiling kedelai untuk pembuatan tahu yang pendek hanya selama 3 tahun dari perkiraan umur teknis 10 tahun yang digambar pada gambar 4.2



**Gambar 4.2 Fishbone Diagram Umur Ekonomis Mesin Pendek**

Berdasarkan gambar 4.2 terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi umur ekonomis pendek diantaranya faktor *Man* (manusia), *Method* (metode), *Material* (bahan), dan *Environment* (lingkungan). Berikut merupakan analisis faktor-faktor tersebut :

1. *Man*

Dalam proses produksi, faktor manusia merupakan salah satu faktor yang cukup berpengaruh dalam terjadinya suatu sebab-akibat. Dalam penelitian ini adalah umur ekonomis mesin pendek. Penyebabnya adalah *human error* dalam pengoperasian mesin. Hal yang sering terjadi adalah akibat kelalaian operator untuk memeriksa bahan baku yaitu kedelai sebelum masuk ke mesin penggiling, dimana biasanya dalam kedelai tersebut masih terdapat kawat kecil yang ikut sehingga ketika kawat tersebut masuk ke mesin penggiling kedelai maka akan terjadi kerusakan pada pisau penggilingnya.

2. *Method*

Faktor metode juga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan umur ekonomis mesin pendek. Penyebabnya adalah tidak adanya jadwal perawatan rutin dan prosedur pemeliharaan yang kurang tepat. Seringkali operator tidak mengecek kondisi mesin ketika akan dioperasikan dan setelah dioperasikan, akibatnya akan ada *downtime* ketika suku cadang tertentu mengalami kerusakan karena suku cadang tersebut aus.

3. *Material*

Faktor material juga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan umur ekonomis mesin pendek. Penyebabnya adalah tidak adanya pelumas mesin dan pemilihan suku cadang yang tidak konsisten. Seringkali suku cadang cepat mengalami keausan karena tidak adanya pelumas dan pemilik seringkali mengganti merk suku cadang ketika rusak karena stok suku cadang yang biasanya dibeli habis.

4. *Environment*

Faktor lingkungan juga menjadi salah satu yang menyebabkan umur ekonomis mesin pendek. Penyebabnya adalah kondisi lingkungan yang terbuka. Kondisi lingkungan produksi pada Usaha Mikro Produk Tahu Handayani terdapat pada kondisi terbuka akibatnya debu, kelembapan, atau kotoran dari luar bisa masuk dan dapat menyebabkan kerusakan pada mesin lebih cepat.

• **Rekomendasi Perbaikan**

Saran rekomendasi dibuat sebagai bahan pertimbangan bagi manajemen untuk pemilik Usaha Mikro Produk Tahu Handayani untuk memperbaiki dan meningkatkan efisiensi produksi yaitu untuk memperpanjang umur ekonomis mesin.

Ketika suatu mesin sudah mencapai umur ekonomisnya sebaiknya mesin tersebut diganti yang baru karena mengganti mesin ketika umur ekonomisnya sudah habis adalah langkah yang bijak untuk menghindari biaya perawatan yang tinggi, menjaga kualitas produk, mencegah *downtime*, dan memastikan keselamatan kerja. Selain itu, mesin baru sering kali membawa keuntungan dari segi teknologi, efisiensi, dan penghematan energi yang lebih baik. Meskipun biaya awal untuk mengganti mesin bisa besar, manfaat jangka panjangnya biasanya jauh lebih tinggi.

Selain itu agar umur ekonomis mesin bisa lebih panjang maka peneliti memberikan saran atau rekomendasi berupa penambahan atau penguatan SOP untuk memastikan peningkatan berkelanjutan dalam berbagai aspek operasional, termasuk kualitas produk, efisiensi, umur mesin, kepatuhan terhadap standar, dan keselamatan kerja. Tujuan akhirnya

adalah menciptakan lingkungan produksi yang lebih produktif, aman, dan berkelanjutan untuk Usaha Mikro Produk Tahu Handayani.

Berdasarkan analisis menggunakan *Fishbone Diagram* pada gambar 5.1, peneliti merumuskan rekomendasi perbaikan dengan menambahkan atau menguatkan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang lebih efektif dan spesifik. SOP dapat menjadi solusi untuk memperbaiki masalah yang terkait dengan penggunaan, pemeliharaan, dan manajemen produk atau sistem, sehingga dapat memperpanjang umur ekonomisnya hingga lebih mendekati umur teknis yang diharapkan.

Berikut merupakan rekapitulasi rekomendasi penambahan atau penguatan SOP untuk Usaha Mikro Produk Tahu Handayani :

**Tabel 4.9 Rekapitulasi Rekomendasi Perbaikan Penambahan atau Penguatan SOP**

No	Kategori	Prosedur	Deskripsi	Frekuensi	Tanggung Jawab
1	<i>Man</i>	Membuat Paduan Penggunaan	Menguraikan cara penggunaan yang benar untuk mencegah penggunaan yang tidak sesuai oleh pengguna akhir	Sekali (Revisi sesuai kebutuhan)	Pemilik/Pengawas
2	<i>Method</i>	Membuat Jadwal Perawatan Rutin	Perawatan berkala yang jelas dengan jadwal dan tugas yang terperinci, seperti pemeriksaan komponen kritis, pelumasan mesin, dan penggantian suku cadang. Ini dapat membantu menjaga performa produk tetap optimal	Bulanan	Pemilik/Pengawas
	<i>Method</i>	Prosedur Pemeliharaan Sebelum dan Sesudah Produksi	Inspeksi visual mesin sebelum dan sesudah digunakan untuk memastikan tidak ada suku cadang yang aus atau rusak yang bisa memperpendek umur mesin	Setiap proses produksi	Pemilik/Pengawas
3	<i>Material</i>	Penggunaan dan Ketersediaan Pelumas yang Sesuai Standar	Memastikan ketersediaan dan penggunaan pelumas yang sesuai dengan spesifikasi mesin guna mencegah keausan dan kerusakan	Setiap bulan atau sesuai kebutuhan	Teknisi/Operator Mesin
	<i>Material</i>	Pemilihan Suku Cadang yang Konsisten dan Sesuai Standar	Memastikan bahwa hanya suku cadang yang sesuai standar dan spesifikasi mesin yang digunakan untuk menghindari masalah keausan atau kerusakan lebih cepat	Setiap penggantian suku cadang	Pemilik/Pengawas
4	<i>Environment</i>	Pengaturan Ruang Produksi yang Tertutup dan Bersih	Menetapkan perlunya memastikan bahwa ruang produksi terlindungi dengan baik, termasuk memasang penutup pintu untuk mencegah masuknya debu, kotoran, dan binatang yang dapat mengkontaminasi area produksi dan mesin.	Setiap hari	Pemilik/Pengawas

## 5. Kesimpulan

Berikut merupakan dari hasil penelitian mengenai penetapan umur ekonomis mesin penggiling kedelai menggunakan metode *Equivalent Uniform Annual Cost* (Studi Kasus : Usaha Mikro Produk Tahu Handayani) :

1. Berdasarkan analisis menggunakan metode *Equivalent Uniform Annual Cost* (EUAC), umur ekonomis mesin penggiling kedelai untuk pembuatan tahu di Usaha Mikro Produk Tahu Handayani berhasil ditetapkan dengan tingkat akurasi hingga tiga desimal. Metode EUAC terbukti efektif dalam menentukan kapan mesin harus diganti untuk meminimalkan total biaya tahunan.
2. Faktor-faktor biaya yang perlu diperhitungkan dalam menentukan umur ekonomis mesin meliputi biaya pembelian awal, biaya pemeliharaan rutin, biaya perbaikan, biaya operasional (seperti biaya energi, pelumas, gaji karyawan), serta nilai sisa mesin. Semua faktor ini berperan penting dalam menghitung EUAC dan memberikan gambaran yang tepat terkait umur ekonomis mesin.
3. Dari hasil perhitungan dengan metode EUAC, umur ekonomis optimal mesin penggiling kedelai untuk pembuatan tahu yang dapat meminimalkan biaya tahunan di Usaha Mikro Produk Tahu Handayani telah ditemukan yaitu selama 3 tahun sejak pertama kali beroperasi tahun 2017. Total biaya rata-rata minimum pada saat mencapai umur ekonomis sebesar Rp.19.239.848. Umur ekonomis optimal ini memastikan mesin tetap beroperasi dengan biaya yang paling efisien hingga saat penggantian mesin diperlukan.
4. Usaha Mikro Produk Tahu Handayani harus segera mengambil langkah berdasarkan umur ekonomis mesin yang telah dihitung. Dengan mempertimbangkan umur ekonomis optimal tersebut, perusahaan dapat merencanakan anggaran penggantian mesin secara tepat dan mengelola operasional mesin lebih efisien, serta melakukan pemeliharaan yang sesuai dengan periode umur ekonomis yang ditetapkan. Selain itu terdapat saran rekomendasi yang didapatkan dari *root cause analysis* menggunakan *tools fishbone diagram* yang berupa penambahan atau penguatan SOP agar dapat memperpanjang umur ekonomis mesin kedepannya. Adapun rekomendasi perbaikan tersebut meliputi faktor *Man* ; Membuat Paduan Penggunaan, *Method* ; Membuat Jadwal Perawatan Rutin dan Prosedur Pemeliharaan Sebelum dan Sesudah Produksi, *Material* ; Penggunaan dan Ketersediaan Pelumas yang Sesuai Standar dan Pemilihan

Suku Cadang yang Konsisten dan Sesuai Standar, *Environment* ; Pengaturan Ruang Produksi yang Tertutup dan Bersih.

## Daftar Pustaka

- Abidin, Z. (2014). *Analisis Pergantian Komponen Pada Intake Pump 56-GA-4001 di PT Pupuk Iskandar Muda*.
- Aviantoro, A. W. (2019). *Analisa Teknis Dan Finansial Pada Penilaian Kelayakan Penggantian Mesin Reaktor 4 Di Bagian Resin Plant Untuk Meningkatkan Produksi Resin Dan Menurunkan Tingkat Lembur*. Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung.
- Cooper, D. R., & Schindler, P. S. (2014). *Business research methods (Twelfth edition)*. McGraw-Hill/Irwin.
- Danuri, & Maisaroh, S. (2019). *Metodologi Penelitian Pendidikan (1 ed.)*. Samudra Biru.
- Hayes, A. (2021). *Original Cost*. *Original Cost*. [https://www.investopediacom.translate.google/terms/o/originalcost.asp?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=id&\\_x\\_tr\\_hl=id&\\_x\\_tr\\_pto=tc](https://www.investopediacom.translate.google/terms/o/originalcost.asp?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc)
- Immerman, G. (2018). *Biaya sebenarnya dari downtime di industri manufaktur*. Biaya sebenarnya dari downtime di industri manufaktur. [https://www.iiot-world-com.translate.google/predictive-analytics/predictive-maintenance/the-actual-cost-of-downtime-in-the-manufacturing-industry/?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=id&\\_x\\_tr\\_hl=id&\\_x\\_tr\\_pto=tc](https://www.iiot-world-com.translate.google/predictive-analytics/predictive-maintenance/the-actual-cost-of-downtime-in-the-manufacturing-industry/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc)
- Koamri, A., Salsabillah, V. K., Indrasari, L. D., Pradana, J. A., & Tripariyanto, A. Y. (2023). *Perencanaan Penggantian Mesin Cutting Menggunakan Metode Replacement Analysis Dalam Pendekatan Ekonomi Teknik Pada Cv. Musta'im*. Heuristic, 57–70. <https://doi.org/10.30996/heuristic.v20i1.8917>
- Lahu, E. P., & Sumarauw, J. S. B. (2017). *Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Guna Meminimalkan Biaya Persediaan Pada Dunkin Donuts Manado*.
- Mekari. (2022). *Nilai Residu: Pengertian, Metode Perhitungan, dan Contohnya*. Nilai Residu: Pengertian, Metode Perhitungan, dan Contohnya. <https://klikpajak.id/blog/nilai-residu/>
- Mulayadi. (2000). *Akuntansi Biaya (5 ed.)*. Aditya Media.
- Presiden Republik Indonesia. (2008). *UU Nomor 20 Tahun 2008 Tentang Usaha Mikro, Kecil dan Menengah*.
- Pujawan, I. N. (2019). *Ekonomi Teknik (Edisi 3)*. Lautan Pustaka.
- Simanjuntak, H. P., Irwan, H., & Redantan, D. (2016). *Penentuan Umur Ekonomis Compressor Piston Double Acting Dengan Menggunakan Metode*

- Biaya Tahunan Rata - Rata (Study Kasus Di PT. Ecogreen Oleochemicals Batam).*
- Tague, N. R. (2005). *The Quality Toolbox (2nd ed.)*. ASQ Quality Press.
- Voley, G. (2008). *Mini Guide to Root Cause Analysis. Quality Management & Training (Publications) Ltd.*
- Waldiyono. (2008). *Ekonomi Teknik (Konsep, Teori dan Aplikasi)*. Pustaka Pelajar.
- Wardiyah, M. L. (2017). *Analisis Laporan Keuangan (1 ed.)*. CV Pustaka Setia.
- Wibisana, A., Adlin, I. A., & Indrawati, W. (2020). *Modul Ekonomi Teknik (1 ed.)*. Universitas Pamulang.
- Yoenita, S. (2024). Cara Menghitung Tarif Listrik per kWh untuk Rumah Anda. Cara Menghitung Tarif Listrik per kWh untuk Rumah Anda. <https://www.sunterra.id/cara-menghitung-tarif-listrik-per-kwh-untuk-rumah-anda/>