

## Analisis Penggantian Mesin Hot Press dengan Menggunakan Metode *Equivalent Uniform Annual Cost (EUAC)* di PT Xyz

Arini Anestesia Purba<sup>1</sup>, Avi Sunani<sup>2</sup>, I Putu Deny Arthawan Sugih Prabowo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Kalimantan  
Jl. Soekarno Hatta No.KM 15, Karang Joang, Kec. Balikpapan Utara, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur  
Email: arini.anestesia@lecturer.itk.ac.id

<sup>2</sup>Fakultas Ekonomi Bisnis, Program Studi Akuntansi, UPN Veteran Jawa Timur  
Jl. Rungkut Madya No.1, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Kota Surabaya, Jawa Timur  
Email: [avi.ak@upnjatim.ac.id](mailto:avi.ak@upnjatim.ac.id)

<sup>3</sup>Program Studi Sistem Informasi, Institut Teknologi Kalimantan  
Jl. Soekarno Hatta No.KM 15, Karang Joang, Kec. Balikpapan Utara, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur  
Email: putudeny.asp@lecturer.itk.ac.id

### Abstrak

PT Xyz adalah perusahaan industri yang memproduksi Upright Piano dan Grand Piano. Untuk memenuhi target produksi perusahaan masih terkendala dengan permasalahan pada kehandalan atau kondisi mesin. Dari hasil penelitian yang dilakukan pada bagian produksi, salah satu mesin yang digunakan yaitu mesin Hot Press tipe KU-HPD 66 memiliki umur ekonomis 8 tahun namun sudah digunakan selama 10 tahun melewati umur ekonomisnya sehingga sering mengalami kerusakan pada saat kegiatan produksi berlangsung seperti sil bocor, oli muncrat, sehingga dapat menghambat target produksi yang ingin dicapai oleh perusahaan dan meningginkannya biaya perawatan pada mesin, biaya perawatan mesin tersebut berupa penggantian suku cadang. Dari permasalahan tersebut, diketahui apa saja biaya-biaya yang mempengaruhi serta pemakaian mesin Hot Press lama masih dapat diteruskan atau sudah harus dihentikan penggunaannya. Adapun pendekatan yang digunakan untuk memecahkan masalah tersebut yaitu analisis penggantian mesin dengan metode *equivalent uniform annual cost (EUAC)*. Perhitungan depresiasi dengan metode garis lurus guna mengetahui besarnya depresiasi tahunan dan total depresiasi. Dari hasil penelitian, perhitungan dan analisis yang dilakukan penulis dengan data yang diperoleh dari perusahaan, dapat disimpulkan bahwa mesin Hot Press tipe KU - HPD 66 lama jika dilakukan perbaikan secara keseluruhan (*overhaul*) dengan umur teknis 4 tahun pada tahun 2021 dengan biaya tahunan bersih sebesar Rp 363.531.666,- yang menunjukkan bahwa biaya mesin Hot Press tipe KU-HPD 66 lama (*defender*) lebih tinggi dibandingkan dengan mesin Hot Press tipe KU-HPD 566 baru (*challenger*) yaitu Rp 331.537.186,- dengan umur teknis 8 tahun. Dari biaya operasi untuk mesin Hot Press lama lebih besar dibandingkan dengan mesin Hot Press baru sebaiknya perusahaan melakukan penggantian mesin Hot Press baru (*Challenger*).

**Kata kunci:** Mesin Hot Press, EUAC, Umur Teknis, Piano.

### Abstract

PT Xyz is an industrial company that produces pianos. The types of pianos he produces are Upright Piano and Grand Piano. To meet the production target the company is still constrained by problems in the reliability or condition of the machine. From the results of research conducted in the production section, one of the machines used, namely the KU-HPD 66 type Hot Press machine, has an economic life of 8 years but has been used for 10 years past its economic life so that it often suffers damage during production activities such as leaking seals, oil spurts, so that it can hinder the production target to be achieved by the company and increase maintenance costs on the machine, the cost of maintaining the machine is in the form of replacement of spare parts. From these problems, it is known that the costs that affect the use of the old Hot Press machine can still be continued or have to be discontinued. The approach used to solve this problem is the analysis of engine replacement using the *equivalent uniform annual cost (EUAC)* method. The calculation of depreciation using the straight-line method to determine the amount of annual depreciation and total depreciation. From the results of the research, calculations and analysis carried out by the author with data obtained from the company, it can be concluded that the Hot Press machine type KU - HPD 66 is old if an overall repair (*overhaul*) is carried out with a technical age of 4 years in 2021 with a net annual cost of Rp 363.531.666,- which indicates that the cost of the old KU-HPD 66 type Hot Press machine (*defender*) is higher than the new KU-HPD 566 type Hot Press machine (*challenger*) which is Rp. 331.537,186,- with a technical life of 8 years. From the operating costs for the old Hot Press machine, which is greater than the new Hot Press machine, the company should replace the new Hot Press machine (*Challenger*).

**Keywords:** *Hot Press Machine, EUAC, Technical Age, i Piano*

## Pendahuluan

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan dan perakitan alat musik piano. PT XYZ sebagai salah satu cabang perusahaan Yamaha di Jepang dituntut harus mampu bersaing dengan perusahaan dan merek selain Yamaha di dunia yaitu menghasilkan piano dengan kualitas tinggi dan harga yang terjangkau, desain yang bagus serasi ketepatan model dan waktu pesanan menjadi perhatian utama dalam memenangkan persaingan. Dalam proses produksinya perusahaan menggunakan berbagai macam jenis mesin untuk membuat produknya, seperti mesin cross cut, rotary press, hot press, cold press, bench saw, band saw, edge former, nc machine, single bore, multi bore, double sizer, dan lain sebagainya[1][2].

Mesin yang menjadi objek penelitian, yaitu mesin Hot Press. Mesin Hot Press ini berasal dari Negara Taiwan dan telah beroperasi selama 10 tahun dimana telah melewati umur ekonomisnya selama 2 tahun. Mesin Hot Press digunakan untuk mengepres kayu backer hasilnya akan menjadi fallboard pada piano 150 °C selama hampir 30 menit. Akurasi waktu pengepresan dan temperatur sangat penting pada proses ini.

Pemakaian mesin Hot Press ini sudah melewati umur ekonomisnya sehingga terjadi penurunan kehandalan mesin dan sering mengalami kerusakan pada saat kegiatan produksi berlangsung seperti sil bocor, oli muncrat, sehingga dapat menghambat target produksi yang ingin dicapai oleh perusahaan dan meningkatnya biaya pemeliharaan pada mesin, tersebut berupa penggantian suku cadang. Secara teknis mesin Hot Press masih dapat dioperasikan dan masih mempunyai kemampuan untuk memproduksi, tetapi secara ekonomis tidak menguntungkan lagi. Hal ini disebabkan tingkat kecepatan, ketelitian, keakuratan mesin untuk menghasilkan produk sudah menurun[3]–[7].

Tujuan penelitian ini menganalisis total biaya tahunan antara mesin *Hot Press* lama (*Defender*) dengan mesin *Hot Press* baru (*Challenger*)[8][9][10][11][12]. Total biaya tahunan minimum antara mesin *Hot Press* lama (*Defender*) dengan mesin *Hot Press* baru (*Challenger*). [13]–[17] Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *Equivalent Uniform Annual Cost* (EUAC). Analisis penyegaran mesin dengan EUAC pada dasarnya membandingkan dua opsi untuk menggunakan aset lama (pembela) atau menggantinya dengan yang baru dengan biaya tahunan masing-masing[18][19][20][21]. Umur hemat merupakan umur berdasarkan suatu asset yg berakhir sampai secara ekonomi penggunaan asset menguntungkan secara ekonomi, walaupun secara teknis asset tadi masih bisa dipakai. Penyelesaian menggunakan metode ini terlebih dahulu memilih umur ekonomis lama dan memilih umur ekonomis baru (*challenger*)[22]–[29].

## Metode Penelitian

Metodologi penelitian disusun secara sistematis sebagai upaya agar penelitian yang dilakukan tidak menyimpang dari tujuan, sehingga pembahasan masalah dapat lebih terarah dan terkendali[30]–[38].

### Data Teknis

Data teknis adalah data pokok atau utama yang akan diolah menjadi sebuah data baru yang langsung berhubungan dengan objek penelitian yang digunakan untuk pengolahan data dan pemecahan masalah, dalam penelitian ini adalah data angka yang dibutuhkan untuk menganalisis penggantian mesin dengan menggunakan metode EUAC, data teknis sebagai berikut.

1. Data Produksi Piano tipe Upright Piano U1J PE, U1J PM
2. Data Permintaan produk Upright Piano U1J PE, U1J PM
3. Data Biaya Perawatan mesin Hot Press Lama
4. Data/Spesifikasi Mesin.

### Pengumpulan Data

Pengumpulan data dengan cara langsung terhadap objek yang diteliti di lantai produksi perusahaan, mendapatkan gambaran yang lebih rinci mengenai kondisi di lantai produksi PT Xyz. Penelitian dilakukan melalui cara atau teknik pengamatan langsung (*observation*) dan wawancara (*interview*)[39][40].

### Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahap awal untuk menentukan objek yang akan dibahas. Dimana informasi mengenai permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan dapat diperoleh dengan melakukan tinjauan langsung ke lapangan. Masalah yang akan dibahas penelitian ini adalah analisis penggantian mesin Hot Press dengan menggunakan metode *equivalent uniform annual cost* (EUAC).

**Hasil Dan Pembahasan**

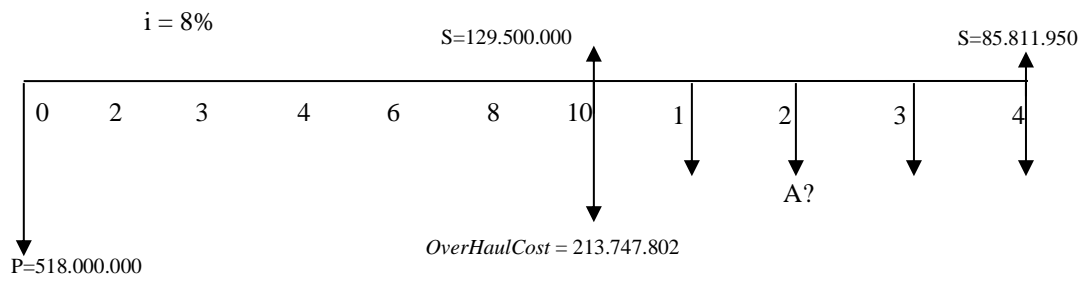
**Menghitung Biaya Eksploitasi dan Nilai Mesin Hot Press Lama (Defender)**

Perhitungan biaya tahunan akan melibatkan biaya eksploitasi tahunan pada setiap akhir tahun selama umur dari aset yang bersangkutan. Tabel 1 menunjukkan estimasi biaya eksploitasi dan nilai mesin Hot Press lama (*Defender*) selama 4 tahun dari 2022 sampai dengan tahun 2025:

**Tabel 1** Estimasi Biaya Eksploitasi dan Nilai Buku Mesin Hot Press Lama (*Defender*)

Tahun	Biaya Eksploitasi (Rp)	Nilai Buku Mesin (Rp)
2022	Rp 201.734.200	278.888.839
2023	Rp 202.385.200	214.529.876
2024	Rp 203.036.200	150.170.913
2025	Rp 203.687.200	85.811.950

Gambar 1 menunjukkan diagram aliran kas mesin *Hot Press Defender* sebagai berikut.



**Gambar 1.** Diagram Aliran Kas Mesin *Hot Press Defender*

**Menghitung Biaya Tahunan Atas Investasi**

Kalkulasi biaya tahunan mesin Hot Press lama (*Defender*) menyangkut EUAC (*Equivalent Uniform Annual Cost*) dengan biaya tahunan terkecil atau minimum. Berikut perhitungan untuk mencari biaya tahunan mesin Hot Press lama (*Defender*).

1. Menghitung Biaya Tahunan Atas Investasi

Harga pasar untuk mesin Hot Press lama diambil dari biaya overhaul yaitu Rp 343.247.802,-

Investasi Awal = Rp 343.247.802,-

Suku bunga (i) = 8 %

Jumlah tahun / tahun ke = n

Digunakan untuk mendapatkan A, bila diketahui P, n dan i.

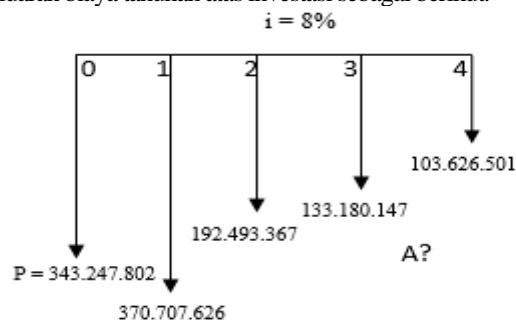
Maka perhitungan biaya tahunan atas investasi, yaitu:

Tahun 2022 = -343.247.802 (A/P, 8%, 1)

= -343.247.802 (1,0800)

= -370.707.626,-

Gambar 2 menunjukkan pengeluaran biaya tahunan atas investasi sebagai berikut.



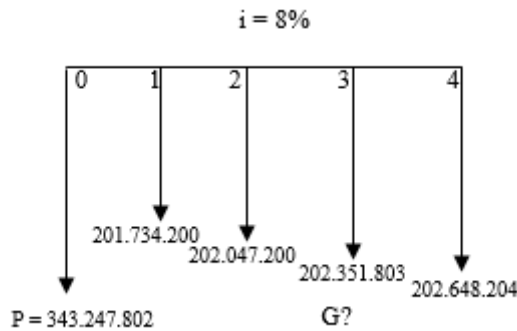
**Gambar 2.** Biaya Tahunan Atas Investasi

2. Menghitung Biaya Tahunan Atas Eksploitasi

Diketahui bahwa biaya eksploitasi tahun pertama adalah Rp 201.734.200,- dan biaya eksploitasi tersebut meningkat rata-rata sebesar Rp 651.000,- tiap tahunnya, maka rumus yang digunakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Tahun 2022} &= \text{Rp } 201.734.200 + 651.000 (A/G, 8\%, 1) \\ &= 201.734.200 + 651.000 (0,0000) \\ &= 201.734.200,- \\ &= -201.734.200,- \end{aligned}$$

Gambar 3 menunjukkan pengeluaran biaya tahunan atas eksploitasi sebagai berikut.



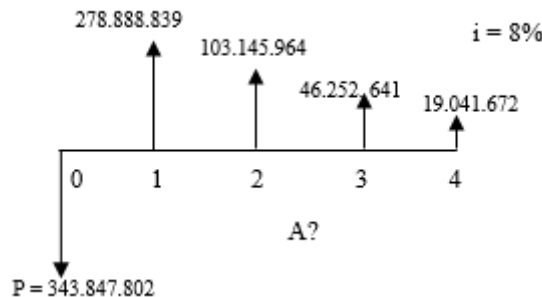
**Gambar 3.** Biaya Tahunan Atas Eksploitasi

3. Menghitung Nilai Tahunan Atas Penjualan

Perhitungan untuk nilai tahunan atas penjualan, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Tahun 2022} &= 278.888.839 (A/F, 8\%, 1) \\ &= 278.888.839 (1,0000) \\ &= 278.888.839 \end{aligned}$$

Gambar 4 menunjukkan pemasukan atau pendapatan pada mesin Hot Press yaitu Nilai tahunan penjualan.



**Gambar 4.** Nilai Tahunan Atas Penjualan

4. Menghitung Biaya Overhaul Tahunan Ekuivalen

$$\text{EAOHC} = \text{OHC} ( P/F, i, n1 ) ( A/P, i, n2 ) \tag{1}$$

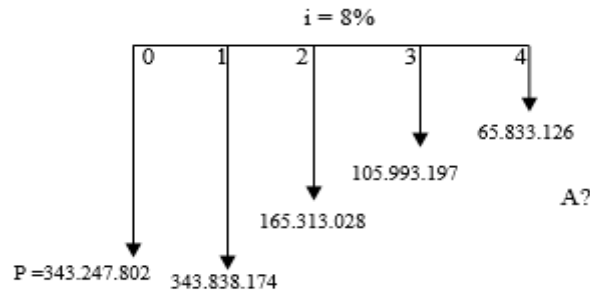
EAOHC = Equivalent Annual Over Haul Cost

OHC = Overhaul Cost

Sehingga perhitungan untuk biaya tahunan atas penjualan, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Tahun 2022} &= -343.847.802 (P/F, 8\%, 1) (A/P, 8\%, 1) \\ &= -343.847.802 (0,9259) (1,0800) \\ &= -343.838.174,- \end{aligned}$$

Gambar 5 menunjukkan pengeluaran terhadap biaya perbaikan secara keseluruhan (*overhaul*) pada mesin Hot Press lama.



**Gambar 5.** Biaya Overhaul Tahunan Ekivalen

5. Menghitung Biaya Tahunan Bersih (EUAC)

Perhitungan yang digunakan Equivalent Uniform Annual Cost (EUAC) yaitu mesin yang digunakan mempunyai biaya overhaul dan biaya tahunan lainnya, maka biaya tahunan bersih dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Tahun 2022} &= -370.707.626 + 278.888.539 - 201.734.200 - 343.838.174 \\ &= -637.391.461 \end{aligned}$$

Tabel 2 menunjukkan kalkulasi biaya tahunan mesin Hot Press lama (Defender) setelah dilakukan overhaul selama 4 tahun.

**Tabel 2.** Kalkulasi Biaya Tahunan Mesin Hot Press Lama (*Defender*)

Tahun (n)	Biaya Tahunan Atas Investasi (Rp)	Biaya Tahunan Atas Eksploitasi (Rp)	Nilai Tahunan Atas Penjualan (Rp)	Biaya <i>Overhaul</i> Tahunan Ekivalen (Rp)	Biaya-Biaya Tahunan Bersih (Rp)
2022	-370.707.626	-201.734.200	278.888.539	-343.838.174	-637.391.461
2023	-192.493.367	-202.047.200	103.145.964	-165.313.028	-456.707.631
2024	-133.180.147	-202.351.803	46.252.641	-105.903.197	-395.182.506
2025	-103.626.511	-202.648.204	19.041.672	-76.298.623	<b>-363.531.666</b>

**Mengestimasi Biaya Eksploitasi dan Nilai Buku Mesin Hot Press Baru (*Challenger*)**

Perhitungan biaya tahunan akan melibatkan biaya eksploitasi tahunan pada setiap akhir tahun selama umur dari aset yang bersangkutan. Oleh karena dalam perhitungan menentukan biaya tahunan harus menentukan dulu, Menghitung biaya eksploitasi, Biaya tenaga kerja, Biaya perawatan mesin /sparepart.

Tabel 3 menunjukkan biaya perawatan beberapa tahun kedepan dilakukan terhadap Mesin Hot Press Baru. Peramalan harus dilakukan karena biaya perawatan mesin Hot Press baru belum diketahui.

**Tabel 3.** Peramalan Biaya Perawatan Mesin Hot Press Baru (*Challenger*)

Tahun	Biaya Perawatan (Y)	X	X <sup>2</sup>	XY	Perkiraan
2022	Rp8.460.000	-7	49	-22050000	13.044.284
2023	Rp8.650.000	-5	25	-31375000	13.479.760
2024	Rp8.840.000	-3	9	-20775000	13.915.236
2025	Rp9.030.000	-1	1	-8275000	14.350.712
2026	Rp9.220.000	1	1	9220000	14.786.188
2027	Rp9.410.000	3	9	25440000	15.221.664
2028	Rp9.600.000	5	25	48000000	15.657.140
2029	Rp9.790.000	7	49	72975000	16.092.616
Total	73.000.000		168	73160000	

Tabel 4 menunjukkan kalkulasi biaya tahunan mesin Hot Press baru (*Challenger*) selama 8 tahun yaitu dari tahun 2022 sampai dengan tahun 2029.



**Tabel 4.** Kalkulasi Biaya Tahunan Mesin Hot Press Baru (*Challenger*)

Tahun (n)	Biaya Tahunan Atas Investasi (Rp)	Biaya Tahunan Atas Eksploitasi (Rp)	Nilai Tahunan Atas Penjualan (Rp)	Biaya-Biaya Tahunan Bersih (Rp)
2022	-998.712.094	-191.015.484	838.039.662	-351.687.916
2023	-518.590.501	-191.224.861	361.247.110	-348.568.252
2024	-358.796.567	-191.428.620	204.713.045	-345.512.142
2025	-279.177.019	-191.626.892	128.248.966	-342.554.945
2026	-231.645.721	-191.819.590	83.760.619	-339.704.692
2027	-200.019.838	-192.006.758	55.143.010	-336.883.586
2028	-177.641.290	-192.188.526	35.635.146	-334.194.670
2029	-160.903.615	-192.364.806	21.731.235	<b>-331.537.186</b>

Hasil analisis terhadap mesin Hot Press baru (*Challenger*) terlihat biaya yang dikeluarkan atau dibutuhkan selama umur teknisnya 8 tahun dari tahun 2022 sampai dengan tahun 2029, biaya yang dikeluarkan sama dengan biaya pada Hot Press lama (*Defender*), biaya tersebut meliputi biaya tahunan atas investasi, biaya tahunan atas eksploitasi, nilai tahunan atas penjualan, dan dapat dilihat pada kumpulan biaya-biaya tahunan bersih seperti pada tabel Kalkulasi Biaya Tahunan Mesin Hot Press Baru. Analisis biaya akan dibahas analisis terhadap faktor-faktor sebagai berikut:

a. Biaya Investasi

Biaya investasi yang dimaksudkan disini adalah semua pengeluaran yang digunakan untuk mengganti mesin lama dengan mesin baru. Biaya yang dikeluarkan untuk pembelian dan pemasangan mesin baru adalah sebesar Rp 924.733.420,-

b. Biaya Pemeliharaan Mesin

Pemeliharaan mesin merupakan salah satu fungsi terpenting dalam perusahaan, karena mesin yang dimiliki oleh perusahaan harus selalu dalam keadaan baik agar kegiatan produksi perusahaan dapat berjalan lancar. Pemeliharaan mesin dapat diartikan sebagai kegiatan yang menjaga dan memelihara peralatan pabrik atau mengadakan penggantian pada bagian peralatan pabrik diperlukan agar tercipta suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan yang diharapkan.

Biaya pemeliharaan mesin lama pada tahun 2005-2012 mengalami kenaikan sebesar Rp 190.000,- dan terdapatnya biaya perawatan tidak terencana karena mesin tersebut mengalami kerusakan. Sedangkan untuk mesin Hot Press baru (*Challenger*) biaya perawatan dihitung dengan menggunakan metode peramalan.

c. Biaya Penyusutan Mesin

Metode yang dipergunakan untuk menentukan besarnya biaya penyusutan per tahun adalah metode garis lurus, oleh karena itu besarnya biaya penyusutan setiap tahunnya sama. Biaya penyusutan untuk mesin Hot Press lama (*Defender*) untuk tahun 2022 sampai dengan tahun 2024 sebesar Rp 64.358.963 per tahunnya, sedangkan untuk mesin Hot Press baru (*Challenger*) untuk tahun 2022 sampai dengan tahun 2029 adalah Rp 838.039.662.

## Simpulan

Total biaya tahunan mesin Hot Press lama (*Defender*) adalah sebesar Rp 363.531.666,- sedangkan total biaya tahunan untuk mesin Hot Press baru (*Challenger*) adalah sebesar Rp 331.537.186,-. EUAC yang menunjukkan biaya tahunan minimum pada mesin Hot Press baru (*Challenger*) sedangkan mesin Hot Press lama (*Defender*) menunjukkan biaya tahunan yang lebih tinggi. Mesin Hot Press yang dioperasikan saat ini sudah tidak layak untuk dipertahankan penggunaannya sehingga harus diganti dengan mesin Hot Press baru jika tidak dilakukan penggantian maka biaya suku cadang, biaya perbaikan serta biaya perawatan akan semakin tinggi.

## Daftar Pustaka

- [1] C. K. Lam, "Cost savings associated with video directly observed therapy for treatment of tuberculosis," *Int. J. Tuberc. Lung Dis.*, vol. 23, no. 11, pp. 1149–1154, 2019, doi: 10.5588/ijtld.18.0625.
- [2] P. Li, "Capacity Co-Optimization of Thermal and Battery Energy Storage System in Multi-energy Complementary System," *2019 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Asia, ISGT 2019*. pp. 3815–3819, 2019. doi: 10.1109/ISGT-Asia.2019.8881407.
- [3] M. Hosseini, "Improving the reliability of groundwater monitoring networks using combined numerical, geostatistical and neural network-based simulation models," *Hydrol. Sci. J.*, vol. 64, no. 15, pp. 1803–1823, 2019, doi: 10.1080/02626667.2019.1676429.

- [4] M. A. A. Majid, "Study on robots failures in automotive painting line," *ARNP J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 12, no. 1, pp. 62–67, 2017, [Online]. Available: [https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus\\_id/85011023996](https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85011023996)
- [5] S. S. Leu, "Replacement and maintenance decision analysis for hydraulic machinery facilities at reservoirs under imperfect maintenance," *Energies*, vol. 13, no. 10, 2020, doi: 10.3390/en13102507.
- [6] S. H. Park, "Analysis of economic replacement cycle of power transformer based on LCC considering maintenance effect," *J. Electr. Eng. Technol.*, vol. 13, no. 4, pp. 1630–1636, 2018, doi: 10.5370/JEET.2018.13.4.1630.
- [7] B. Merten, "Developing a life-cycle cost analysis framework to evaluate the cost-effectiveness of hydroelectric penstock corrosion control strategies," *NACE - International Corrosion Conference Series*, vol. 1, pp. 633–647, 2017. [Online]. Available: [https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus\\_id/85027978155](https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85027978155)
- [8] F. Ghodoosi, "Maintenance cost optimization for bridge structures using system reliability analysis and genetic algorithms," *J. Constr. Eng. Manag.*, vol. 144, no. 2, 2018, doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001435.
- [9] J. Liu, "Peer-to-peer energy trading of net-zero energy communities with renewable energy systems integrating hydrogen vehicle storage," *Appl. Energy*, vol. 298, 2021, doi: 10.1016/j.apenergy.2021.117206.
- [10] C. M. Hutt, "Comparative risk-based seismic assessment of 1970s vs modern tall steel moment frames," *J. Constr. Steel Res.*, vol. 159, pp. 598–610, 2019, doi: 10.1016/j.jcsr.2019.05.012.
- [11] G. d. C. Martinelli, "Decreasing uncertainties and reversing paradigms on the economic performance of agroforestry systems in Brazil," *Land use policy*, vol. 80, pp. 274–286, 2019, doi: 10.1016/j.landusepol.2018.09.019.
- [12] B. Moins, "Implementing life cycle cost analysis in road engineering: A critical review on methodological framework choices," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 133, 2020. doi: 10.1016/j.rser.2020.110284.
- [13] M. L. Hamzah, A. A. Purwati, S. Sutoyo, A. Marsal, S. Sarbani, and N. Nazaruddin, "Implementation of the internet of things on smart posters using near field communication technology in the tourism sector," *Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 3, 2022.
- [14] M. I. Arifandy, E. P. Cynthia, and F. Muttakin, "Potensi Limbah Padat Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Terbarukan Dalam Implementasi Indonesian Sustainability Palm Oil," *SITEKIN J. Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 19, no. 1, pp. 116–122.
- [15] S. Sarbaini, E. P. Cynthia, and M. I. Arifandy, "Pengelompokan Diabetic Macular Edema Berbasis Citra Retina Mata Menggunakan Fuzzy Learning Vector Quantization (FLVQ)," *SITEKIN J. Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 19, no. 1, pp. 75–80.
- [16] N. Nazaruddin and S. Sarbaini, "Evaluasi Perubahan Minat Pemilihan Mobil dan Market Share Konsumen di Showroom Pabrik Honda," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. II, pp. 97–103, 2022.
- [17] S. Sarbaini, Z. Zukrianto, and N. Nazaruddin, "Pengaruh Tingkat Kemiskinan Terhadap Pembangunan Rumah Layak Huni Di Provinsi Riau Menggunakan Metode Analisis Regresi Sederhana," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. III, pp. 131–136, 2022.
- [18] A. Mostafaipour, "Techno-economic assessment of using wind power system for tribal region of Gachsaran in Iran," *J. Eng. Des. Technol.*, vol. 18, no. 2, pp. 293–307, 2020, doi: 10.1108/JEDT-05-2019-0132.
- [19] K. D. Orner, "Improving Life Cycle Economic and Environmental Sustainability of Animal Manure Management in Marginalized Farming Communities through Resource Recovery," *Environ. Eng. Sci.*, vol. 38, no. 5, pp. 310–319, 2021, doi: 10.1089/ees.2020.0262.
- [20] S. T. Taleghani, "Thermo-economic analysis of heat-driven ejector system for cooling smelting process exhaust gas," *Energy*, vol. 220, 2021, doi: 10.1016/j.energy.2020.119661.
- [21] B. S. M. C. Borba, "A novel stochastic optimization model to design concentrated photovoltaic/thermal systems: A case to meet hotel energy demands compared to conventional photovoltaic system," *Energy Convers. Manag.*, vol. 224, 2020, doi: 10.1016/j.enconman.2020.113383.
- [22] Z. Huang, "A Novel Quantitative Model for Determining Subsidy Levels to Accelerate the Replacement of In-Use Construction Equipment for Emissions Reduction," *J. Manag. Eng.*, vol. 38, no. 2, 2022, doi: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0001007.
- [23] F. Z. Razavi, "Refining the conventional approach toward distribution networks expansion planning in metropolises by using self-adaptive particle swarm optimization," *34th International Power System Conference, PSC 2019*, pp. 300–305, 2019. doi: 10.1109/PSC49016.2019.9081468.
- [24] L. M. R. Araújo, "Analysis of economic feasibility of the minimal processing of carrots in an agribusiness from Alto Paranaíba," *Custos e Agronegocio*, vol. 13, pp. 338–362, 2017, [Online]. Available:

- [https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus\\_id/85024490092](https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85024490092)
- [25] D. Offenbacher, "Assessing the Life-Cycle Costs of Pavement Rehabilitation Strategies Used in Long-Term Pavement Performance Program," *J. Transp. Eng. Part B Pavements*, vol. 148, no. 1, 2022, doi: 10.1061/JPEODX.0000345.
- [26] P. Pérez-Gosende, "LED lighting implementation as a strategy for energy saving in energetically sustainable campus," *Adv. Sci. Technol. Eng. Syst.*, vol. 4, no. 5, pp. 360–368, 2019, doi: 10.25046/aj040547.
- [27] E. C. Kayashima, "LCC methodology application for equipment replacement strategy definition," *Rev. Esc. Minas*, vol. 72, no. 1, pp. 69–74, 2019, doi: 10.1590/0370-44672018720141.
- [28] N. Bhargava, "Sustainable development with microsurfacing: A review," *J. Test. Eval.*, vol. 49, no. 2, 2019, doi: 10.1520/JTE20180817.
- [29] G. Yang, "Crash Reduction Benefits of High Friction Surfacing Treatments (HFST)," *International Conference on Transportation and Development 2022: Application of Emerging Technologies - Selected Papers from the Proceedings of the International Conference on Transportation and Development 2022*, vol. 3, pp. 150–161, 2022. doi: 10.1061/9780784484333.014.
- [30] Y. Dong, "Decision-making analysis of uniform collapse risk for RC frame-shear wall structures," *Gongcheng Lixue/Engineering Mech.*, vol. 39, pp. 71–77, 2022, doi: 10.6052/j.issn.1000-4750.2021.05.S011.
- [31] S. V Souza, "Development of poultry production sustainability through bio-digestors," *Rev. em Agronegocio e Meio Ambient.*, vol. 15, no. 1, 2022, doi: 10.17765/2176-9168.2022v15n1e8883.
- [32] M. Almobarek, "Fleet Replacement Analysis by Equivalent Uniform Annual Cost Method," *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, pp. 1400–1407, 2021. [Online]. Available: [https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus\\_id/85126218634](https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85126218634)
- [33] Z. Zhang, "Thermodynamic, economic and environmental performance of a flute-type distributor embedded micro-channel evaporator for RACs," *Sustain. Energy Technol. Assessments*, vol. 50, 2022, doi: 10.1016/j.seta.2021.101827.
- [34] A. Espinel, "Distributed electrical resources with micro hydroelectric power plants in Colombia — Study case," *Energy Reports*, vol. 7, pp. 169–176, 2021, doi: 10.1016/j.egy.2021.08.059.
- [35] D. Simões, "Stochastic economic analysis of investment projects in forest restoration involving containerized tree seedlings in Brazil," *Forests*, vol. 12, no. 10, 2021, doi: 10.3390/f12101381.
- [36] A. C. D. S. Barbosa, "Costs and financial feasibility of niágara grape growth in low rural properties," *Custos e Agronegocio*, vol. 16, pp. 444–466, 2020, [Online]. Available: [https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus\\_id/85099140316](https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85099140316)
- [37] T. K. Sari, "Techno Economic Modeling for Replacement of Diesel Power Plant," *Proceeding - 2020 2nd International Conference on Industrial Electrical and Electronics, ICIEE 2020*, pp. 36–40, 2020. doi: 10.1109/ICIEE49813.2020.9276801.
- [38] C. M. Hutt, "Comparison of seismic performance & recovery metrics for a 1970s vs modern tall steel moment frame building," *11th National Conference on Earthquake Engineering 2018, NCEE 2018: Integrating Science, Engineering, and Policy*, vol. 11, pp. 6741–6751, 2018. [Online]. Available: [https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus\\_id/85085563645](https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85085563645)
- [39] B. O'Brien, "Reducing wastewater overflows: A pragmatic approach to optimize capital investment in Christchurch," *91st Annual Water Environment Federation Technical Exhibition and Conference, WEFTEC 2018*, pp. 5915–5926, 2019. [Online]. Available: [https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus\\_id/85060798799](https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85060798799)
- [40] X. Liu, "Study of financial evaluation indexes based on interval number," *Beijing Huagong Daxue Xuebao (Ziran Kexueban)/Journal Beijing Univ. Chem. Technol. (Natural Sci. Ed.)*, vol. 44, no. 1, pp. 124–127, 2017, doi: 10.13543/j.bhxbzr.2017.01.021.