E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Penerapan Metode *Total Cost of Ownership* (TCO) Dan *Equivalent Annual Cost* (EAC) Untuk Menentukan Alternatif Pengadaan *Forklift* Berdasarkan Umur Pakai Optimal Di *Warehouse* PT MY

Resqi Wahyudi[1], Angga Widya Swara[2], Mochamad Eko Nugroho[3]
[1]Teknik Industri, Universitas Tangerang Raya, resqiwahyudi773@gmail.com
[2]Teknik Industri, Universitas Tangerang Raya, anggaswara@untara.ac.id
[3]Teknik Industri, Universitas Tangerang Raya, m.ekonugroho@untara.ac.id

Abstrak

Pengadaan *forklift* merupakan salah satu keputusan investasi yang memengaruhi efisiensi operasional perusahaan, khususnya pada aktivitas *material handling* di *warehouse*. PT MY menggunakan dua alternatif pengadaan *forklift*, yaitu pembelian *forklift* diesel dan penyewaan *forklift electric*, yang memiliki struktur biaya berbeda sehingga diperlukan evaluasi ekonomi untuk menentukan alternatif yang paling efisien. Penelitian ini bertujuan menganalisis *Total Cost of Ownership* (TCO), menghitung *Present Worth* (PW) dan *Equivalent Annual Cost* (EAC), serta menentukan alternatif pengadaan *forklift* yang paling ekonomis. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan pendekatan *Engineering Economy*. Data yang digunakan merupakan data sekunder perusahaan selama periode 2021–2025 yang meliputi biaya investasi, biaya operasional, biaya pemeliharaan, biaya sewa, biaya konsumsi energi, dan nilai sisa aset. Analisis dilakukan menggunakan metode *Total Cost of Ownership* (TCO), *Present Worth* (PW), *Capital Recovery Factor* (CRF), dan *Equivalent Annual Cost* (EAC) dengan tingkat suku bunga (*Minimum Attractive Rate of Return*) sebesar 8%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Total Cost of Ownership* (TCO) *forklift* diesel sebesar Rp1.938.918.750, sedangkan *forklift electric* sebesar Rp689.856.000. Nilai *Present Worth* (PW) masing-masing sebesar Rp1.625.920.877 dan Rp550.869.427. Berdasarkan nilai CRF sebesar 0,25046, diperoleh *Equivalent Annual Cost* (EAC) *forklift* diesel sebesar Rp407.225.941 per tahun, sedangkan *forklift electric* sebesar Rp137.970.739 per tahun. Hasil tersebut menunjukkan bahwa alternatif penyewaan *forklift electric* menghasilkan biaya kepemilikan dan biaya tahunan ekuivalen yang lebih rendah dibandingkan pembelian *forklift* diesel. Oleh karena itu, penyewaan *forklift electric* direkomendasikan sebagai alternatif pengadaan yang lebih ekonomis untuk mendukung kegiatan *material handling* di *Warehouse* PT MY.

Kata Kunci: *Total Cost of Ownership (TCO), Present Worth (PW), Equivalent Annual Cost (EAC), Forklift, Keputusan Investasi.*

Abstract

Forklift procurement is one of the investment decisions that significantly affects a company's operational efficiency, particularly in warehouse material handling activities. PT MY employs two procurement alternatives, namely purchasing diesel forklifts and leasing electric forklifts, each having different cost structures that require a comprehensive economic evaluation to determine the most efficient option. This study aims to analyze the Total Cost of Ownership (TCO), calculate the Present Worth (PW) and Equivalent Annual Cost (EAC), and determine the most economical forklift procurement alternative. This research employed a descriptive quantitative method using an Engineering Economy approach. The study utilized the company's secondary data from the 2021–2025 period, including investment costs, operating costs, maintenance costs, leasing costs, energy consumption costs, and asset salvage values. The analysis was conducted using the Total Cost of Ownership (TCO), Present Worth (PW), Capital Recovery Factor (CRF), and Equivalent Annual Cost (EAC) methods with a Minimum Attractive Rate of Return (MARR) of 8%. The results indicate that the Total Cost of Ownership (TCO) of the purchased diesel forklift was Rp1,938,918,750, while the leased electric forklift

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

recorded a TCO of Rp689,856,000. The Present Worth (PW) values were Rp1,625,920,877 and Rp550,869,427, respectively. Based on a Capital Recovery Factor (CRF) of 0.25046, the Equivalent Annual Cost (EAC) of the diesel forklift was Rp407,225,941 per year, whereas the electric forklift was Rp137,970,739 per year. These findings demonstrate that leasing an electric forklift results in lower ownership and Equivalent Annual Costs than purchasing a diesel forklift. Therefore, leasing an electric forklift is recommended as the more economical procurement alternative to support material handling operations at the PT MY warehouse.

Keywords: *Total Cost of Ownership (TCO), Present Worth (PW), Equivalent Annual Cost (EAC), Forklift, Investment Decision.*

Corresponding Author:
Resqi Wahyudi

Universitas Tangerang Raya, resqiwahyudi773@gmail.com

PENDAHULUAN

Pengadaan peralatan operasional merupakan keputusan investasi jangka panjang yang memiliki implikasi langsung terhadap efisiensi biaya perusahaan Kusumawati & Kusumaningrum, (2024). Dalam perspektif ekonomi teknik, keputusan pengadaan tidak hanya didasarkan pada biaya awal, tetapi harus mempertimbangkan seluruh biaya yang timbul selama siklus hidup aset (*life cycle cost*), termasuk biaya operasional, biaya pemeliharaan, depresiasi, serta nilai waktu uang (*time value of money*). Pendekatan ini diperlukan agar keputusan investasi yang diambil bersifat rasional, objektif, dan ekonomis.

Seiring meningkatnya aktivitas distribusi dan rencana pengembangan fasilitas operasional, PT MY melakukan pembangunan gudang baru untuk mendukung peningkatan kapasitas penyimpanan serta kelancaran arus material. Penambahan gudang tersebut menyebabkan peningkatan volume pergerakan barang, frekuensi bongkar muat, serta intensitas aktivitas *material handling*. Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan tambahan unit *forklift* untuk menunjang operasional pada gudang baru agar proses pemindahan, penyimpanan, dan distribusi material dapat berjalan secara efektif tanpa menimbulkan hambatan terhadap produktivitas operasional.

Forklift merupakan salah satu peralatan utama dalam aktivitas *material handling* Nugroho, (2022). Sebagai aset tetap dengan nilai investasi relatif besar dan umur manfaat lebih dari satu tahun, *forklift* memberikan kontribusi signifikan terhadap biaya operasional perusahaan. Oleh karena itu, keputusan pengadaan *forklift* melalui pembelian maupun penyewaan memiliki dampak ekonomi jangka panjang yang perlu dianalisis secara sistematis.

Berdasarkan data operasional warehouse PT MY, ditemukan adanya peningkatan biaya pemeliharaan *forklift* setiap tahun seiring bertambahnya umur penggunaan aset. Biaya *preventive maintenance* yang pada tahun 2021 sebesar Rp12.500.000 meningkat menjadi Rp 68.500.000 pada tahun 2025. Selain itu, biaya *corrective maintenance* juga menunjukkan kenaikan yang signifikan akibat meningkatnya frekuensi kerusakan komponen dan penurunan keandalan aset. Untuk memberikan gambaran peningkatan biaya *corrective maintenance* satu unit pada Jenis *Forklift* Diesel Toyota F4 data disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 1. Biaya *Corrective maintenance* Toyota F4 *Diesel Forklift* PT MY

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

No	Tahun	*Biaya Corrective maintenance* (Rp)	Kenaikan Biaya (Rp)	Kenaikan (%)
1	2021	12.500.000	-	-
2	2022	20.800.000	8.300.000	66,40%
3	2023	32.600.000	11.800.000	56,73%
4	2024	47.900.000	15.300.000	46,93%
5	2025	68.500.000	20.600.000	43,01%
	Total 5 Tahun		182,300,000.00	

Sumber: Pengolahan Data Peneliti berdasarkan Data PT MY (2026)

Berdasarkan Tabel tersebut, biaya *corrective maintenance* mengalami peningkatan setiap tahun. Kenaikan biaya terjadi akibat meningkatnya frekuensi kerusakan pada komponen utama seperti sistem hidrolik, sistem tenaga, dan komponen transmisi. Kondisi ini menunjukkan adanya penurunan keandalan aset seiring bertambahnya umur penggunaan *forklift*, yang secara langsung meningkatkan biaya operasional perusahaan. Selain peningkatan biaya pemeliharaan, *downtime* operasional *forklift* juga mengalami peningkatan dari 42 jam per tahun pada tahun 2021 menjadi 132 jam per tahun pada tahun 2025. Peningkatan *downtime* tersebut berdampak pada terganggunya aktivitas operasional warehouse serta potensi penurunan produktivitas. Meskipun *forklift* digunakan secara intensif dengan rata-rata jam operasi lebih dari 2.000 jam per tahun, peningkatan *downtime* menyebabkan jam operasi efektif menurun, yang menunjukkan adanya penurunan efisiensi penggunaan aset.

Secara ekonomi teknik, peningkatan biaya pemeliharaan dan biaya operasional menunjukkan bahwa keputusan pengadaan *forklift* tidak dapat hanya didasarkan pada besarnya investasi awal, tetapi perlu mempertimbangkan seluruh biaya yang timbul selama periode penggunaan aset. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan analisis yang mampu mengevaluasi biaya kepemilikan secara menyeluruh sehingga alternatif pengadaan yang dipilih benar-benar memberikan biaya total yang paling ekonomis bagi perusahaan.

Menurut Astuti et al., (2026), pendekatan *Total Cost of Ownership* (TCO) dapat digunakan untuk memberikan estimasi biaya yang lebih komprehensif karena mempertimbangkan seluruh komponen biaya yang timbul selama siklus hidup aset. Pada industri manufaktur, khususnya perusahaan yang memiliki aktivitas pergudangan dan *material handling* yang tinggi, keputusan pengadaan peralatan tidak hanya mempertimbangkan biaya investasi awal, tetapi juga biaya operasional berupa konsumsi bahan bakar solar pada *forklift* diesel dan konsumsi energi listrik pada *forklift electric*, biaya pemeliharaan, serta biaya lain yang timbul selama periode analisis. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis biaya pengadaan *forklift* pada PT MY dengan membandingkan alternatif pembelian *forklift* diesel dan penyewaan *electric forklift* menggunakan metode *Total Cost of Ownership* (TCO), *Equivalent Annual Cost* (EAC).

Selanjutnya, nilai *Total Cost of Ownership* dianalisis menggunakan *Present Worth* (PW) untuk memperoleh nilai sekarang dari seluruh biaya selama periode analisis. Nilai tersebut kemudian dikonversi menjadi biaya tahunan melalui *Capital Recovery Factor* (CRF) dan *Equivalent Annual Cost* (EAC) sehingga setiap alternatif dapat dibandingkan berdasarkan biaya tahunan ekuivalen. Pendekatan ini memungkinkan biaya investasi dan biaya operasional dibandingkan dalam bentuk biaya tahunan yang seragam sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam memilih alternatif investasi yang paling ekonomis (Priyono & Sholihah, 2026). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi alternatif pengadaan *forklift* yang paling ekonomis bagi

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

perusahaan serta menjadi dasar pengambilan keputusan investasi yang lebih efektif dan efisien.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis alternatif pengadaan *forklift* berdasarkan aspek ekonomi teknik di Warehouse PT MY. Penelitian dilakukan dengan membandingkan dua alternatif pengadaan, yaitu pembelian *forklift* diesel dan penyewaan *forklift* electric selama periode analisis lima tahun (2021–2025). Analisis dilakukan menggunakan metode *Total Cost of Ownership* (TCO), *Present Worth* (PW), *Capital Recovery Factor* (CRF), dan *Equivalent Annual Cost* (EAC) untuk menentukan alternatif pengadaan yang paling ekonomis.

Objek penelitian adalah *forklift* yang digunakan dalam aktivitas *material handling* di Warehouse PT MY. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari perusahaan, meliputi harga investasi *forklift*, biaya sewa, biaya operasional berupa konsumsi bahan bakar solar dan energi listrik, biaya *corrective maintenance*, serta data pendukung lainnya yang berkaitan dengan pengoperasian *forklift* selama periode penelitian. Seluruh data yang digunakan merupakan data aktual perusahaan sehingga mampu menggambarkan kondisi operasional yang sebenarnya.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap aktivitas operasional warehouse, studi dokumentasi terhadap laporan biaya operasional dan pemeliharaan *forklift*, serta studi literatur yang diperoleh dari buku, jurnal ilmiah, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan ekonomi teknik dan pengambilan keputusan investasi. Instrumen penelitian berupa lembar observasi, dokumen perusahaan, serta perangkat lunak Microsoft Excel yang digunakan untuk membantu proses perhitungan dan analisis data.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi komputer atau laptop dengan spesifikasi yang mendukung pengolahan data numerik menggunakan Microsoft Excel. Bahan penelitian berupa data historis biaya investasi, biaya operasional, biaya pemeliharaan, biaya sewa, tingkat suku bunga (*Minimum Attractive Rate of Return*/*MARR*) sebesar 8%, serta asumsi umur analisis selama lima tahun.

Analisis data dilakukan secara bertahap dimulai dengan mengidentifikasi seluruh komponen biaya pada masing-masing alternatif pengadaan *forklift*. Selanjutnya dihitung nilai *Total Cost of Ownership* (TCO) untuk memperoleh total biaya kepemilikan selama periode analisis. Nilai TCO kemudian dikonversi menjadi *Present Worth* (PW) menggunakan faktor diskonto berdasarkan tingkat MARR sebesar 8%. Setelah diperoleh nilai PW, dihitung *Capital Recovery Factor* (CRF) untuk mengubah nilai sekarang menjadi biaya tahunan ekuivalen melalui metode *Equivalent Annual Cost* (EAC). Hasil perhitungan TCO, PW, dan EAC selanjutnya dibandingkan sehingga dapat ditentukan alternatif pengadaan *forklift* yang memberikan biaya paling rendah dan paling ekonomis bagi PT MY

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Umum Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT MY, sebuah perusahaan manufaktur makanan yang memanfaatkan *forklift* sebagai sarana utama kegiatan *material handling* pada area warehouse. Aktivitas *material handling* meliputi proses penerimaan bahan baku, penyimpanan, pemindahan barang antar area produksi, hingga distribusi produk jadi. Tingginya intensitas penggunaan *forklift* menyebabkan biaya operasional dan biaya pemeliharaan menjadi salah satu komponen penting dalam pengambilan keputusan pengadaan aset.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Objek penelitian terdiri atas dua alternatif pengadaan *forklift* yang digunakan perusahaan, yaitu *forklift* diesel dengan skema pembelian (owned *forklift*) dan *forklift* electric dengan skema penyewaan (rental *forklift*). Kedua alternatif memiliki karakteristik biaya yang berbeda. *Forklift* diesel memerlukan investasi awal yang besar serta menimbulkan biaya operasional berupa konsumsi bahan bakar solar dan biaya pemeliharaan selama masa penggunaan. Sebaliknya, *forklift* electric menggunakan sistem penyewaan sehingga tidak memerlukan investasi awal, namun perusahaan menanggung biaya sewa periodik serta biaya konsumsi energi listrik selama pengoperasian sesuai ruang lingkup penelitian.

Untuk memperoleh perbandingan yang objektif, kedua alternatif dianalisis menggunakan periode analisis selama lima tahun sesuai dengan data historis perusahaan. Seluruh komponen biaya yang relevan kemudian dihitung menggunakan metode *Total Cost of Ownership* (TCO), selanjutnya dianalisis menggunakan dan *Equivalent Annual Cost* (EAC) sebagai dasar penentuan alternatif pengadaan yang paling ekonomis.

Tabel 2. Karakteristik Objek Penelitian

Komponen	***Forklift* Diesel**	***Forklift Electric***
Sistem Pengadaan	Pembelian (Ownership)	Penyewaan (*Rental*)
Kapasitas Angkat	3 Ton	3 Ton
Sumber Energi	Solar	Listrik (Battery Lithium)
Area Operasi	*Warehouse* PT MY	*Warehouse* PT MY
Periode Analisis	5 Tahun	5 Tahun
Metode Analisis	TCO, CRF, EAC	TCO, CRF, EAC

Sumber: Data PT MY (2025)

Tabel 3. Komponen Data yang Digunakan dalam Penelitian

Jenis Data	***Forklift* Diesel**	***Forklift Electric***
Harga pembelian	✓	–
Biaya sewa	–	✓
Biaya operasional energi	Konsumsi solar	Konsumsi listrik
Biaya pemeliharaan	✓	Ditanggung vendor (sesuai kontrak)
Depresiasi	✓	–
Nilai sisa	✓	–
Periode analisis	5 tahun	5 tahun

Sumber: Data PT MY (2025).

Berdasarkan karakteristik tersebut, kedua alternatif memiliki struktur biaya yang berbeda sehingga tidak dapat dibandingkan hanya berdasarkan harga pembelian atau biaya sewa. Oleh karena itu, diperlukan analisis menyeluruh terhadap seluruh komponen biaya yang timbul selama periode penggunaan, meliputi biaya investasi, biaya operasional, biaya pemeliharaan, depresiasi, dan nilai sisa aset. Data-data tersebut akan dijelaskan pada subbab berikutnya sebagai dasar perhitungan *Total Cost of Ownership* (TCO).

Data Investasi *Forklift*

Data investasi merupakan komponen biaya awal yang digunakan sebagai dasar dalam analisis *Total Cost of Ownership* (TCO), *Capital Recovery Factor* (CRF), dan *Equivalent Annual Cost* (EAC). Pada penelitian ini, alternatif pembelian menggunakan *forklift* diesel yang menjadi aset milik perusahaan, sedangkan alternatif penyewaan menggunakan *forklift* electric dengan sistem pembayaran sewa bulanan. Perbedaan skema pengadaan tersebut menyebabkan struktur biaya awal kedua alternatif berbeda sehingga perlu dianalisis secara komprehensif menggunakan pendekatan ekonomi teknik.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Forklift diesel memerlukan investasi awal berupa harga pembelian aset sebesar Rp385.000.000. Nilai investasi tersebut merupakan biaya yang dikeluarkan perusahaan pada saat pengadaan *forklift* dan selanjutnya menjadi dasar dalam perhitungan depresiasi, nilai sisa, *Total Cost of Ownership* (TCO), *Capital Recovery Factor* (CRF), dan *Equivalent Annual Cost* (EAC).

Sementara itu, *forklift* electric tidak memerlukan investasi awal karena menggunakan sistem penyewaan. Perusahaan hanya mengeluarkan biaya sewa sebesar Rp10.000.000 per bulan sesuai dengan kontrak penyewaan. Dengan demikian, biaya investasi pada alternatif penyewaan direpresentasikan dalam bentuk akumulasi biaya sewa selama periode analisis.

Tabel 4. Data Investasi Awal *Forklift*

Komponen	*Forklift* Diesel (Pembelian)	*Forklift* Electric (Penyewaan)
Sistem Pengadaan	Pembelian	Penyewaan
Harga Pembelian	Rp385.000.000	-
Biaya Sewa per Bulan	-	Rp10.000.000
Biaya Sewa per Tahun	-	Rp120.000.000
Periode Analisis	5 Tahun	5 Tahun

Sumber: Pengolahan Data PT MY (2025).

Berdasarkan data investasi tersebut, total biaya sewa *forklift electric* selama periode analisis lima tahun adalah sebesar Rp600.000.000, sedangkan *forklift* diesel memerlukan investasi awal sebesar Rp385.000.000 di luar biaya operasional, biaya pemeliharaan, depresiasi, dan nilai sisa aset. Seluruh komponen biaya tersebut akan digunakan sebagai input dalam perhitungan *Total Cost of Ownership* (TCO), kemudian dikonversi menjadi biaya tahunan melalui *Capital Recovery Factor* (CRF) untuk memperoleh nilai *Equivalent Annual Cost* (EAC) sebagai dasar perbandingan alternatif pengadaan *forklift* yang paling ekonomis.

Data Operasional *Forklift* Diesel

Biaya operasional merupakan salah satu komponen utama dalam analisis *Total Cost of Ownership* (TCO) karena menggambarkan biaya yang dikeluarkan selama *forklift* digunakan dalam kegiatan operasional perusahaan. Pada penelitian ini, biaya operasional *forklift* diesel dihitung berdasarkan konsumsi bahan bakar solar yang diperoleh dari data aktual penggunaan *forklift* selama periode Januari–Desember 2025.

Berdasarkan hasil rekapitulasi data operasional, total konsumsi solar *forklift* diesel selama satu tahun adalah 14.325 liter dengan frekuensi pengisian sebanyak 571 transaksi. Untuk mengestimasi biaya operasional bahan bakar, penelitian ini menggunakan harga solar industri sebesar Rp19.150 per liter sebagai asumsi penelitian. Penggunaan harga tersebut dimaksudkan untuk memperoleh estimasi biaya operasional yang seragam selama periode analisis, karena harga pembelian solar aktual perusahaan mengalami perubahan mengikuti harga pasar.

Perhitungan biaya operasional solar dilakukan menggunakan Persamaan

$$\text{Konsumsi Solar (Liter)} = \frac{\text{Jarak Tempuh (km)}}{\text{Rasio Konsumsi BBM (km/Liter)}}$$

Berdasarkan persamaan tersebut, diperoleh rekapitulasi biaya operasional *forklift* diesel sebagaimana disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Biaya Operasional *Forklift* Diesel Tahun 2025

Bulan	Jumlah Transaksi	Konsumsi Solar (Liter)	Harga Solar (Rp/Liter)	Total Biaya Solar (Rp)
Januari 2025	62	1.55	19.15	29,682,500
Februari 2025	83	2.075	19.15	39,736,250
Maret 2025	65	1.7	19.15	32,555,000

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

April 25	37	925	19.15	17,713,750
Mei 2025	40	1	19.15	19,150,000
Juni 2025	34	850	19.15	16,277,500
Juli 2025	43	1.075	19.15	20,586,250
Agustus 2025	42	1.05	19.15	20,107,500
September 25	46	1.15	19.15	22,022,500
Oktober 2025	46	1.15	19.15	22,022,500
November 25	31	775	19.15	14,841,250
Desember 2025	42	1.025	19.15	19,628,750
Total	571	14.325	19.15	274.323.750
Rata-rata				IDR 22,860,312.50

Sumber: Pengolahan Data (2026)

Berdasarkan Tabel 5. konsumsi solar *forklift* diesel selama periode penelitian mencapai 14.325 liter dengan total biaya operasional sebesar Rp274.323.750 per tahun. Besarnya biaya tersebut menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar merupakan salah satu komponen biaya terbesar dalam pengoperasian *forklift* diesel. Oleh karena itu, biaya operasional solar akan dimasukkan sebagai komponen *Operating Cost* pada perhitungan *Total Cost of Ownership* (TCO) sehingga hasil analisis dapat menggambarkan biaya kepemilikan *forklift* secara lebih komprehensif. Data biaya sewa pada Tabel 5. digunakan sebagai dasar dalam perhitungan *Total Cost of Ownership* untuk alternatif penyewaan *forklift*.

Operasional *Forklift Electric*

Forklift electric menggunakan baterai lithium sebagai sumber energi utama selama proses operasional di area warehouse. Berbeda dengan *forklift* diesel yang menggunakan bahan bakar solar, biaya operasional *forklift* electric dihitung berdasarkan konsumsi energi listrik yang dibutuhkan untuk proses pengisian baterai (charging). Data konsumsi energi diperoleh dari spesifikasi teknis baterai dan parameter operasional *forklift* yang digunakan perusahaan.

Baterai lithium yang digunakan memiliki tegangan sebesar 115,2 Volt dengan kapasitas 228 Ah, sehingga menghasilkan kapasitas energi sebesar 26,27 kWh. Dengan mempertimbangkan efisiensi pengisian (charge efficiency) sebesar 95%, kebutuhan energi listrik untuk setiap proses pengisian baterai menjadi 27,6 kWh. Perhitungan biaya listrik menggunakan tarif listrik sebesar Rp1.300/kWh sebagai asumsi penelitian.

Biaya listrik setiap pengisian baterai dihitung menggunakan Persamaan

$$\text{Biaya Listrik} = \text{Konsumsi Energi (kWh)} \times \text{Tarif Listrik (Rp/kWh)}$$

Berdasarkan persamaan tersebut diperoleh biaya listrik sebesar Rp35.942 untuk setiap proses pengisian baterai. Selanjutnya, berdasarkan rata-rata jam operasi *forklift* sebesar 250 *Hour Meter* (HM) per bulan, diperoleh biaya konsumsi energi listrik sebagaimana disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Data Operasional *Forklift Electric*

Komponen	Nilai
Jenis Baterai	Lithium
Tegangan (*Voltage*)	115,2 Volt
Kapasitas Baterai	228 Ah
Kapasitas Energi	26,27 kWh
Efisiensi Pengisian	95%
Kebutuhan Energi per *Charge*	27,6 kWh
Tarif Listrik	Rp1.300/kWh

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Komponen	Nilai
Biaya Listrik per *Charge*	Rp35.942
Biaya Listrik per *Hour Meter*	Rp5.990
Jam Operasi	250 HM/bulan
Biaya Listrik per Bulan	Rp1.497.600
Biaya Listrik per Tahun	Rp17.971.200

Sumber: Pengolahan Data (2026)

Berdasarkan Tabel 6. biaya konsumsi energi listrik *forklift electric* adalah sebesar Rp1.497.600 per bulan atau Rp17.971.200 per tahun. Nilai tersebut jauh lebih rendah dibandingkan biaya konsumsi bahan bakar pada *forklift* diesel. Namun demikian, dalam alternatif penyewaan perusahaan tetap menanggung biaya sewa *forklift* sesuai kontrak sehingga biaya listrik merupakan salah satu komponen biaya operasional yang akan dimasukkan dalam perhitungan *Total Cost of Ownership* (TCO) bersama dengan biaya sewa selama periode analisis lima tahun.

Data Biaya Pemeliharaan *Forklift*

Biaya pemeliharaan (*maintenance cost*) merupakan salah satu komponen penting dalam perhitungan *Total Cost of Ownership* (TCO) karena mencerminkan biaya yang dikeluarkan untuk menjaga keandalan dan kinerja *forklift* selama masa operasional. Pada penelitian ini, biaya pemeliharaan dianalisis berdasarkan sistem pengadaan masing-masing *forklift*, sehingga terdapat perbedaan struktur biaya antara *forklift* diesel dan *forklift electric*.

Pada *forklift* diesel dengan skema pembelian, perusahaan bertanggung jawab penuh terhadap seluruh aktivitas pemeliharaan, baik *preventive maintenance* maupun *corrective maintenance*. Biaya tersebut meliputi penggantian *spare part*, jasa perawatan, serta perbaikan akibat kerusakan selama masa penggunaan. Data biaya pemeliharaan diperoleh dari dokumen historis biaya *maintenance forklift* PT MY selama periode penelitian.

Sebaliknya, pada *forklift electric* dengan skema penyewaan, biaya pemeliharaan telah menjadi tanggung jawab penyedia jasa (*vendor*) sesuai dengan ketentuan kontrak sewa. Oleh karena itu, perusahaan tidak mengeluarkan biaya tambahan untuk penggantian komponen utama, perbaikan, maupun kegiatan *preventive maintenance* selama masa kontrak. Dengan demikian, biaya pemeliharaan *forklift electric* tidak diperhitungkan sebagai komponen biaya tersendiri dalam analisis *Total Cost of Ownership* (TCO), melainkan telah tercakup dalam biaya sewa.

Tabel 7. Komponen Biaya Pemeliharaan *Forklift*

Komponen Biaya	***Forklift* Diesel (Pembelian)**	***Forklift Electric* (Penyewaan)**
Preventive maintenance	Sesuai data perusahaan	Ditanggung vendor
Corrective maintenance	Sesuai data perusahaan	Ditanggung vendor
Penggantian *Spare Part*	Sesuai data perusahaan	Ditanggung vendor
Jasa Perbaikan	Sesuai data perusahaan	Ditanggung vendor
Total *Maintenance Cost*	Hasil rekapitulasi biaya aktual	Rp0 (ditanggung vendor)

Sumber: Pengolahan Data (2026)

Berdasarkan karakteristik tersebut, biaya pemeliharaan *forklift* diesel akan dimasukkan sebagai salah satu komponen dalam perhitungan *Total Cost of Ownership* (TCO), sedangkan pada *forklift electric* biaya pemeliharaan tidak dihitung secara terpisah karena telah termasuk dalam biaya penyewaan. Perbedaan struktur biaya ini menjadi salah satu aspek yang dianalisis untuk menentukan alternatif pengadaan *forklift* yang paling ekonomis selama periode penelitian.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk memperoleh nilai *Total Cost of Ownership* (TCO), *Capital Recovery Factor* (CRF), dan *Equivalent Annual Cost* (EAC) pada masing-masing alternatif pengadaan *forklift*, yaitu *forklift* diesel dengan sistem pembelian dan *forklift electric* dengan sistem penyewaan. Seluruh perhitungan menggunakan data investasi, biaya operasional, biaya pemeliharaan, serta parameter ekonomi yang telah dijelaskan sebelumnya.

Tahapan pengolahan data diawali dengan menghitung seluruh komponen biaya kepemilikan masing-masing alternatif menggunakan metode *Total Cost of Ownership* (TCO). Selanjutnya, nilai TCO dikonversi ke nilai sekarang (*Present Worth*) menggunakan metode Nilai tersebut kemudian diubah menjadi biaya tahunan ekuivalen melalui *Capital Recovery Factor* (CRF) sehingga diperoleh *Equivalent Annual Cost* (EAC). Hasil akhir digunakan sebagai dasar dalam menentukan alternatif pengadaan *forklift* yang paling ekonomis selama periode analisis lima tahun.

Perhitungan *Total Cost of Ownership* (TCO) *Forklift Diesel*

Perhitungan *Total Cost of Ownership* (TCO) dilakukan untuk mengetahui seluruh biaya yang dikeluarkan perusahaan selama periode penggunaan *forklift* diesel. Dalam penelitian ini, periode analisis ditetapkan selama 5 tahun sesuai dengan data historis perusahaan dan umur ekonomis yang digunakan dalam penelitian. Komponen biaya yang dihitung meliputi biaya investasi awal (*Initial Cost*), biaya operasional (*Operating Cost*), biaya pemeliharaan (*Maintenance Cost*), dan nilai sisa (*Salvage Value*).

Secara matematis, *Total Cost of Ownership* dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$TCO = IC + OC + MC - SV$$

Keterangan:

TCO = *Total Cost of Ownership* (Rp)
IC = *Initial Cost* (Biaya Investasi Awal)
OC = *Operating Cost* (Biaya Operasional)
MC = *Maintenance Cost* (Biaya Pemeliharaan)
SV = *Salvage Value* (Nilai Sisa)

***Initial Cost* (IC)**

Biaya investasi awal merupakan biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk membeli satu unit *forklift* diesel. Berdasarkan data perusahaan, harga pembelian *forklift* diesel adalah sebesar:

$$IC = Rp\ 385.000.000$$

***Operating Cost* (OC)**

Biaya operasional terdiri dari biaya konsumsi bahan bakar solar selama periode analisis. Berdasarkan rekapitulasi konsumsi solar tahun 2025 diperoleh total konsumsi sebesar 14.325 liter dengan harga solar industri sebesar Rp19.150/liter.

$$OC = Q_f \times P_f$$
$$= 14.325 \times 19.150$$
$$= 274.323.750$$

Karena periode analisis adalah 5 tahun, maka total biaya operasional menjadi: Rp1.371.618.750

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

***Maintenance Cost* (MC)**

Biaya pemeliharaan yang digunakan dalam penelitian merupakan akumulasi biaya *corrective maintenance* berdasarkan data historis perusahaan selama lima tahun.

Tabel 8. Rekapitulasi Biaya *Corrective maintenance Forklift* Diesel

Tahun	Biaya *Corrective maintenance* (Rp)
2021	12.500.000
2022	20.800.000
2023	32.600.000
2024	47.900.000
2025	68.500.000
Total	182.300.000

Sumber: Pengolahan Data (2026)

Dengan demikian,

$MC = Rp182.300.000$

***Salvage Value* (SV)**

Pada penelitian ini nilai sisa (*salvage value*) diasumsikan sebesar Rp0 karena *forklift* dianggap telah mencapai akhir periode analisis dan tidak diperhitungkan memiliki nilai jual kembali.

$SV = Rp0$

Perhitungan *Total Cost of Ownership* (TCO)

Berdasarkan seluruh komponen biaya di atas, maka perhitungan *Total Cost of Ownership forklift* diesel adalah sebagai berikut.

$$TCO$$
$$= IC + OC + MC - SV$$
$$= 385.000.000 + 1.371.618.750 + 182.300.000 - 0$$
$$= Rp\ 1.938.918.750$$

Hasil perhitungan seluruh komponen biaya dirangkum pada Tabel 9.

Tabel 9.*Total Cost of Ownership Forklift* Diesel

Komponen Biaya	Nilai (Rp)
Initial Cost	385.000.000
Operating Cost (Solar 5 Tahun)	1.371.618.750
Maintenance Cost	182.300.000
Salvage Value	0
Total Cost of Ownership (TCO)	1.938.918.750

Sumber: Pengolahan Data (2026)

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh *Total Cost of Ownership* (TCO) *forklift* diesel sebesar Rp1.938.918.750 selama periode analisis lima tahun. Komponen biaya terbesar berasal dari biaya operasional bahan bakar solar sebesar Rp1.371.618.750 atau sekitar 70,74% dari total biaya kepemilikan. Biaya investasi awal memberikan kontribusi sekitar 19,86%, sedangkan biaya *corrective maintenance* memberikan kontribusi sekitar 9,40%.

Nilai Total Cost of Ownership tersebut menunjukkan bahwa biaya operasional merupakan komponen biaya yang paling dominan dalam kepemilikan *forklift* diesel. Selanjutnya, hasil perhitungan TCO digunakan sebagai dasar dalam analisis ekonomi pada tahap berikutnya melalui proses *Present Worth* (PW), *Capital Recovery Factor* (CRF), dan *Equivalent Annual Cost* (EAC) untuk dibandingkan dengan alternatif *forklift electric*.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Perhitungan *Total Cost of Ownership* (TCO) *Forklift Electric*

Perhitungan Perhitungan *Total Cost of Ownership* (TCO) pada *forklift* electric dilakukan untuk mengetahui total biaya yang harus dikeluarkan perusahaan selama periode analisis lima tahun dengan skema penyewaan (*rental*). Berbeda dengan *forklift* diesel yang memerlukan investasi awal berupa pembelian aset, *forklift electric* tidak memerlukan biaya investasi karena perusahaan hanya membayar biaya sewa sesuai kontrak. Selain biaya sewa, perusahaan juga menanggung biaya operasional berupa konsumsi energi listrik untuk proses pengisian baterai, sedangkan biaya pemeliharaan menjadi tanggung jawab penyedia jasa (vendor).

Secara matematis, *Total Cost of Ownership forklift electric* dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$TCO = RC + OC + MC$$

Keterangan:
TCO = *Total Cost of Ownership* (Rp)
RC = *Rental Cost* (Biaya Sewa)
OC = *Operating Cost* (Biaya Operasional)
MC = *Maintenance Cost* (Biaya Pemeliharaan)

***Rental Cost* (RC)**

Biaya sewa merupakan biaya tetap yang dibayarkan perusahaan kepada penyedia jasa *forklift electric*. Berdasarkan data perusahaan, biaya sewa *forklift* adalah. sebesar Rp10.000.000 per bulan

Perhitungan biaya sewa tahunan dilakukan sebagai berikut.

$$RC_{\text{tahun}} = RC_{\text{bulan}} \times 12 = 10.000.000 \times 12 = 120.000.000$$

Sehingga diperoleh biaya sewa *forklift electric* sebesar Rp120.000.000 per tahun. Karena periode analisis selama 5 tahun, maka total biaya sewa dihitung sebagai berikut

$$RC_{5\text{ tahun}} = RC_{\text{tahun}} \times 5 = 120.000.000 \times 5 = 600.000.000$$

Dengan demikian, total biaya sewa selama lima tahun adalah sebesar Rp600.000.000.

***Operating Cost* (OC)**

Biaya operasional *forklift electric* berasal dari konsumsi energi listrik yang digunakan untuk proses pengisian baterai (*charging*). Berdasarkan hasil perhitungan konsumsi energi listrik diperoleh biaya operasional sebesar Rp17.971.200 per tahun.

Perhitungan biaya operasional selama lima tahun dilakukan sebagai berikut.

$$OC_{5\text{ tahun}} = OC_{\text{tahun}} \times 5 = 17.971.200 \times 5 = 89.856.000$$

Dengan demikian, total biaya operasional listrik selama lima tahun adalah sebesar Rp89.856.000.

***Maintenance Cost* (MC)**

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Pada sistem penyewaan, seluruh biaya pemeliharaan, perbaikan, serta penggantian komponen *forklift* menjadi tanggung jawab penyedia jasa sesuai kontrak sewa. Oleh karena itu, perusahaan tidak mengeluarkan biaya pemeliharaan secara langsung.

$MC = 0$

Dengan demikian, biaya pemeliharaan yang ditanggung perusahaan adalah Rp0.

Perhitungan *Total Cost of Ownership* (TCO)

Setelah seluruh komponen biaya diperoleh, selanjutnya dilakukan perhitungan *Total Cost of Ownership* menggunakan persamaan berikut.

$TCO = RC + OC + MC$

Substitusi nilai ke dalam persamaan adalah sebagai berikut.

TCO
$= RC + OC + MC$
$= 600.000.000 + 89.856.000 + 0$
$= 689.856.000$

Sehingga diperoleh nilai *Total Cost of Ownership* (TCO) *forklift electric* sebesar Rp689.856.000 selama periode analisis lima tahun.

Hasil perhitungan seluruh komponen biaya dirangkum pada Tabel 9.

Tabel 10. *Total Cost of Ownership Forklift Electric*

Komponen Biaya	Nilai (Rp)
Rental Cost (Biaya Sewa 5 Tahun)	600.000.000
Operating Cost (Biaya Listrik 5 Tahun)	89.856.000
Maintenance Cost	0
Total Cost of Ownership (TCO)	689.856.000

Sumber: Pengolahan Data PT MY (2026)

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh *Total Cost of Ownership* (TCO) *forklift electric* sebesar Rp689.856.000 selama periode analisis lima tahun. Komponen biaya terbesar berasal dari biaya sewa, yaitu sebesar Rp600.000.000 atau sekitar 86,98% dari total biaya kepemilikan. Sementara itu, biaya operasional energi listrik memberikan kontribusi sebesar 13,02%, sedangkan biaya pemeliharaan tidak dibebankan kepada perusahaan karena telah menjadi tanggung jawab penyedia jasa berdasarkan kontrak penyewaan.

Apabila dibandingkan dengan *Total Cost of Ownership forklift* diesel sebesar Rp1.938.918.750, *forklift electric* memiliki total biaya kepemilikan yang lebih rendah dengan selisih sebesar Rp1.249.062.750 selama periode analisis lima tahun. Hal ini menunjukkan bahwa dari sisi *Total Cost of Ownership*, alternatif penyewaan *forklift electric* memberikan biaya yang lebih ekonomis dibandingkan pembelian *forklift* diesel. Selanjutnya, nilai TCO pada masing-masing alternatif akan digunakan dalam perhitungan *Present Worth* (PW), *Capital Recovery Factor* (CRF), dan *Equivalent Annual Cost* (EAC) untuk menentukan alternatif pengadaan *forklift* yang paling ekonomis.

Perhitungan *Present Worth* (PW)

Setelah diperoleh nilai *Total Cost of Ownership* (TCO) dari masing-masing alternatif, langkah selanjutnya adalah menghitung *Present Worth* (PW) untuk mengetahui nilai sekarang dari seluruh biaya yang terjadi selama periode analisis. Perhitungan dilakukan menggunakan tingkat suku bunga atau *Minimum Attractive Rate of Return* (MARR) sebesar 8% dengan umur analisis selama 5 tahun. Dalam penelitian ini, biaya operasional dan biaya pemeliharaan diasumsikan bernilai tetap setiap tahun

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

selama periode analisis lima tahun. Oleh karena itu, total biaya pemeliharaan historis dibagi secara merata menjadi biaya tahunan sebelum dilakukan proses diskonto menggunakan metode *Present Worth*.

Present Worth dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$PW = \sum_{t=0}^{n} \frac{CF_t}{(1+i)^t}$$

Keterangan:
PW = *Present Worth* (Rp)
CF_t = Arus kas pada tahun ke-t
i = Tingkat suku bunga (8\%)
n = Umur analisis (5 tahun)

Sebelum menghitung *Present Worth*, terlebih dahulu dihitung *Discount Factor* (DF) menggunakan persamaan berikut.

$$DF = \frac{1}{(1+i)^n}$$

Dengan memasukkan tingkat suku bunga sebesar 8%, diperoleh nilai Discount Factor untuk setiap tahun seperti pada Tabel 11.

Tabel 11. Faktor Diskonto (*Discount Factor*) pada MARR 8%

Tahun	*Discount Factor*
0	10,000
1	0,9259
2	0,8573
3	0,7938
4	0,7350
5	0,6806

Sumber: Pengolahan Data (2026)

***Present Worth Forklift* Diesel**

Arus kas *forklift* diesel terdiri atas biaya investasi awal pada tahun ke-0, sedangkan biaya operasional dan biaya pemeliharaan terjadi setiap tahun selama periode analisis.

Biaya tahunan terdiri atas:

a. Biaya operasional solar = Rp274.323.750/tahun
b. Biaya *corrective maintenance* = Rp36.460.000/tahun

Sehingga total biaya tahunan dihitung sebagai berikut.

$$CF_{\text{tahun}} = OC_{\text{tahun}} + MC_{\text{tahun}}$$
$$= 274.323.750 + 36.460.000$$
$$= 310.783.750$$

Dengan demikian diperoleh total arus kas tahunan sebesar Rp310.783.750.

Selanjutnya *Present Worth* dihitung menggunakan faktor diskonto.

$$PW = 385.000.000 + \sum_{t=1}^{5} \frac{310.783.750}{(1+0{,}08)^t} \backslash$$
$$= 385.000.000 + 287.759.376 + 266.443.867 + 246.730.645 + 228.454.056 + 211.532.933$$
$$= 1.625.920.877$$

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Sehingga diperoleh nilai *Present Worth forklift* diesel sebesar Rp1.625.920.877.

Tabel 12. *Present Worth Forklift* Diesel

Tahun	Arus Kas (Rp)	*Discount Factor*	*Present Worth* (Rp)
0	385.000.000	10,000	385.000.000
1	310.783.750	0,9259	287.759.376
2	310.783.750	0,8573	266.443.867
3	310.783.750	0,7938	246.730.645
4	310.783.750	0,7350	228.454.056
5	310.783.750	0,6806	211.532.933
Total			1.625.920.877

Sumber: Pengolaha Data (2026)

Present Worth Forklift Electric

Pada alternatif penyewaan, arus kas terdiri atas biaya sewa dan biaya konsumsi listrik. Biaya tahunan terdiri atas:

a. Biaya sewa = Rp120.000.000/tahun
b. Biaya listrik = Rp17.971.200/tahun

Sehingga total arus kas tahunan dihitung sebagai berikut.

$$CF_{\text{tahun}} = RC_{\text{tahun}} + OC_{\text{tahun}} = 120.000.000 + 17.971.200 = 137.971.200$$

Dengan demikian diperoleh total arus kas tahunan sebesar Rp137.971.200.

Selanjutnya *Present Worth* dihitung sebagai berikut.

$$PW = \sum_{t=1}^{5} \frac{137.971.200}{(1+0{,}08)^t}$$

$$= 127.748.793 + 118.286.039 + 109.524.110 + 101.411.213 + 93.899.272 = 550.869.427$$

Sehingga diperoleh nilai *Present Worth forklift electric* sebesar Rp550.869.427.

Tabel 13. *Present Worth Forklift Electric*

Tahun	Arus Kas (Rp)	*Discount Factor*	*Present Worth* (Rp)
0	0	10,000	0
1	137.971.200	0,9259	127.748.793
2	137.971.200	0,8573	118.286.039
3	137.971.200	0,7938	109.524.110
4	137.971.200	0,7350	101.411.213
5	137.971.200	0,6806	93.899.272
Total			550.869.427

Sumber: Pengolahan Data (2026)

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh *Present Worth forklift* diesel sebesar Rp1.625.920.877 dan *Present Worth forklift* electric sebesar Rp550.869.427. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai sekarang dari seluruh biaya yang harus ditanggung perusahaan lebih rendah pada alternatif penyewaan *forklift* electric. Selanjutnya, nilai *Present Worth* masing-masing alternatif digunakan dalam perhitungan *Capital Recovery Factor* (CRF) dan *Equivalent Annual Cost* (EAC) sebagai dasar untuk menentukan alternatif pengadaan *forklift* yang paling ekonomis.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Perhitungan *Capital Recovery Factor* (CRF)

Perhitungan *Capital Recovery Factor* (CRF) dilakukan untuk memperoleh faktor konversi yang digunakan dalam mengubah nilai sekarang (*Present Worth*/PW) menjadi biaya tahunan ekuivalen (*Equivalent Annual Cost*/EAC). Dalam analisis ekonomi teknik, CRF berfungsi untuk menyetarakan biaya investasi maupun biaya kepemilikan yang terjadi pada waktu yang berbeda ke dalam besaran biaya tahunan yang sama. Dengan demikian, alternatif pengadaan *forklift* dapat dibandingkan secara objektif berdasarkan biaya tahunan ekuivalen.

Pada penelitian ini, perhitungan CRF menggunakan tingkat suku bunga atau Minimum Attractive Rate of Return (MARR) sebesar 8% dengan periode analisis selama 5 tahun. Nilai tersebut sama untuk seluruh alternatif pengadaan karena kedua alternatif dianalisis menggunakan asumsi tingkat suku bunga dan umur analisis yang identik. Perhitungan CRF menggunakan persamaan sebagai berikut

Perhitungan CRF menggunakan tingkat suku bunga atau *Minimum Attractive Rate of Return* (MARR) sebesar 8% dengan periode analisis selama 5 tahun. Persamaan *Capital Recovery Factor* yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Keterangan:
CRF = *Capital Recovery Factor*
i = *Interest Rate* atau tingkat suku bunga (%)
n = Umur ekonomis aset (tahun)

Berdasarkan parameter penelitian, diketahui bahwa tingkat suku bunga sebesar 8% atau 0,08 dan umur ekonomis *forklift* selama 5 tahun. Selanjutnya dilakukan substitusi nilai ke dalam persamaan sebagai berikut.

$$CRF = \frac{0{,}08(1+0{,}08)^5}{(1+0{,}08)^5 - 1}$$
$$CRF = \frac{0{,}08(1{,}46933)}{1{,}46933 - 1}$$
$$CRF = \frac{0{,}11755}{0{,}46933}$$
$$CRF = 0{,}25046$$

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai *Capital Recovery Factor* (CRF) sebesar 0,25046. Nilai tersebut menunjukkan faktor konversi yang digunakan untuk mengubah nilai sekarang (*Present Worth*) menjadi biaya tahunan ekuivalen (*Equivalent Annual Cost*) berdasarkan tingkat suku bunga 8% dan periode analisis selama 5 tahun. Dengan kata lain, setiap nilai sekarang sebesar Rp1,00 ekuivalen dengan biaya tahunan sebesar Rp0,25046 selama lima tahun setelah mempertimbangkan nilai waktu uang (*time value of money*).

Dalam penelitian ini, nilai CRF tidak digunakan untuk menentukan alternatif pengadaan secara langsung, tetapi digunakan sebagai faktor pengali dalam menghitung *Equivalent Annual Cost* (EAC) dari masing-masing alternatif pengadaan *forklift*. Setelah nilai *Present Worth* diperoleh pada Subbab 4.2.3, yaitu sebesar Rp1.625.920.877 untuk alternatif pembelian *forklift* diesel dan Rp550.869.427 untuk alternatif penyewaan *forklift* electric, kedua nilai tersebut dikonversi menjadi biaya tahunan menggunakan faktor CRF sebesar 0,25046.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Penggunaan nilai CRF yang sama pada kedua alternatif bertujuan agar perbandingan dilakukan pada dasar ekonomi yang setara. Dengan demikian, perbedaan nilai *Equivalent Annual Cost* (EAC) yang diperoleh pada tahap berikutnya sepenuhnya disebabkan oleh perbedaan nilai *Present Worth* (PW) dari masing-masing alternatif pengadaan, bukan karena adanya perbedaan tingkat suku bunga ataupun periode analisis.

Perhitungan *Equivalent Annual Cost* (EAC)

Equivalent Annual Cost (EAC) merupakan metode yang digunakan untuk mengubah nilai sekarang (*Present Worth*) menjadi biaya tahunan yang ekuivalen. Metode ini memudahkan perbandingan alternatif investasi yang memiliki periode analisis yang sama dengan menyatakan seluruh biaya dalam bentuk biaya tahunan. Alternatif yang memiliki nilai EAC lebih kecil dianggap sebagai alternatif yang lebih ekonomis.

Perhitungan *Equivalent Annual Cost* dilakukan dengan mengalikan nilai *Present Worth* (PW) dengan *Capital Recovery Factor* (CRF). Berdasarkan hasil perhitungan pada subbab sebelumnya diperoleh nilai *Capital Recovery Factor* (CRF) sebesar 0,25046.

Tabel 14. Perbandingan *Equivalent Annual Cost* (EAC)

Alternatif Pengadaan	*Present Worth* (Rp)	CRF	EAC (Rp/Tahun)
Forklift Diesel (Pembelian)	1.625.920.877	0,25046	407.225.941
Forklift Electric (Penyewaan)	550.869.427	0,25046	137.970.739

Sumber: Pengolahan Data (2026)

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 14. alternatif pembelian *forklift* diesel menghasilkan *Equivalent Annual Cost* (EAC) sebesar Rp407.225.941 per tahun, sedangkan alternatif penyewaan *forklift electric* menghasilkan *Equivalent Annual Cost* (EAC) sebesar Rp137.970.739 per tahun.

Selisih biaya tahunan ekuivalen antara kedua alternatif dihitung sebagai berikut.

$$EAC = EAC_{\text{Diesel}} - EAC_{\text{Electric}}$$
$$= 407.225.941 - 137.970.739$$
$$= 269.255.202$$

Sehingga diperoleh selisih biaya tahunan ekuivalen sebesar Rp269.255.202 per tahun.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa alternatif penyewaan *forklift* electric memiliki biaya tahunan ekuivalen yang lebih rendah dibandingkan alternatif pembelian *forklift* diesel. Dengan demikian, berdasarkan metode *Equivalent Annual Cost* (EAC), penggunaan *forklift* electric melalui sistem penyewaan merupakan alternatif yang lebih ekonomis untuk diterapkan pada PT MY selama periode analisis lima tahun.

Hasil analisis ini juga konsisten dengan perhitungan *Total Cost of Ownership* (TCO) dan *Present Worth* (PW), yang sama-sama menunjukkan bahwa total biaya yang harus ditanggung perusahaan pada alternatif *forklift* electric lebih rendah dibandingkan *forklift* diesel. Oleh karena itu, alternatif penyewaan *forklift* electric direkomendasikan sebagai pilihan pengadaan yang lebih efisien dari aspek ekonomi.

Pembahasan

Analisis *Total Cost of Ownership* (TCO)

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa *Total Cost of Ownership* (TCO) *forklift* diesel sebesar Rp1.938.918.750, sedangkan *Total Cost of Ownership* (TCO) *forklift* electric sebesar Rp689.856.000 selama periode analisis lima tahun. Perbedaan nilai TCO menunjukkan bahwa *forklift* diesel membutuhkan biaya kepemilikan yang jauh lebih

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

besar dibandingkan *forklift* electric. Pada alternatif pembelian, biaya terbesar berasal dari konsumsi bahan bakar solar yang mencapai Rp1.371.618.750 atau sekitar 70,74% dari total biaya kepemilikan. Selain itu, perusahaan juga harus mengeluarkan investasi awal sebesar Rp385.000.000 serta biaya *corrective maintenance* sebesar Rp182.300.000 selama periode analisis.

Sebaliknya, pada alternatif penyewaan *forklift* electric, perusahaan tidak perlu mengeluarkan biaya investasi awal maupun biaya pemeliharaan karena seluruh kegiatan perawatan ditanggung oleh vendor sesuai kontrak sewa. Komponen biaya utama hanya terdiri atas biaya sewa sebesar Rp600.000.000 dan biaya listrik sebesar Rp89.856.000 selama lima tahun. Dengan demikian, dari sisi *Total Cost of Ownership*, alternatif penyewaan *forklift* electric memberikan total biaya kepemilikan yang lebih rendah dibandingkan pembelian *forklift* diesel.

Analisis *Present Worth* (PW)

Hasil perhitungan *Present Worth* menunjukkan bahwa nilai sekarang seluruh biaya *forklift* diesel sebesar Rp1.625.920.877, sedangkan *forklift* electric sebesar Rp550.869.427. Nilai *Present Worth forklift* electric yang lebih rendah menunjukkan bahwa jika seluruh biaya dihitung berdasarkan nilai waktu uang (*time value of money*) menggunakan tingkat bunga 8%, alternatif penyewaan tetap menghasilkan pengeluaran yang lebih kecil dibandingkan pembelian *forklift* diesel. Hal ini menunjukkan bahwa hasil analisis tidak hanya dipengaruhi oleh besarnya biaya nominal, tetapi juga oleh nilai ekonomi biaya tersebut pada saat ini.

Analisis *Equivalent Annual Cost* (EAC)

Hasil perhitungan *Equivalent Annual Cost* menunjukkan bahwa biaya tahunan ekuivalen *forklift* diesel sebesar Rp407.225.941 per tahun, sedangkan *forklift* electric sebesar Rp137.970.739 per tahun. Berdasarkan hasil tersebut, alternatif penyewaan *forklift* electric menghasilkan biaya tahunan yang lebih rendah dengan selisih sebesar Rp269.255.202 per tahun dibandingkan pembelian *forklift* diesel. Nilai EAC yang lebih kecil menunjukkan bahwa perusahaan hanya perlu mengeluarkan biaya ekuivalen sekitar 33,88% dari biaya tahunan yang diperlukan apabila memilih alternatif pembelian *forklift* diesel. Dengan demikian, dari perspektif ekonomi teknik, penyewaan *forklift* electric memberikan efisiensi biaya yang lebih baik selama periode analisis.

Implikasi Hasil Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur biaya operasional memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap *Total Cost of Ownership*. Pada *forklift* diesel, biaya konsumsi solar menjadi komponen biaya terbesar sehingga meningkatkan total biaya kepemilikan secara signifikan. Selain itu, adanya biaya *corrective maintenance* yang terus meningkat dari tahun ke tahun turut memperbesar biaya yang harus ditanggung perusahaan.

Sebaliknya, pada *forklift* electric dengan sistem penyewaan, perusahaan tidak menanggung biaya investasi awal maupun biaya pemeliharaan. Seluruh kegiatan perawatan menjadi tanggung jawab vendor, sedangkan biaya operasional listrik relatif lebih rendah dibandingkan biaya bahan bakar solar. Kondisi tersebut menyebabkan *Total Cost of Ownership* dan *Equivalent Annual Cost forklift* electric menjadi lebih kecil dibandingkan *forklift* diesel.

Berdasarkan hasil analisis TCO, *Present Worth*, dan *Equivalent Annual Cost*, dapat disimpulkan bahwa alternatif penyewaan *forklift* electric merupakan pilihan yang lebih ekonomis dibandingkan pembelian *forklift* diesel selama periode analisis lima tahun. Oleh karena itu, apabila perusahaan berorientasi pada efisiensi biaya kepemilikan aset *material handling*, maka sistem penyewaan *forklift* electric dapat dipertimbangkan sebagai alternatif pengadaan yang lebih menguntungkan dari sisi ekonomi.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan metode *Total Cost of Ownership* (TCO), *Present Worth* (PW), dan *Equivalent Annual Cost* (EAC) mampu memberikan dasar yang komprehensif dalam menentukan alternatif pengadaan *forklift* di Warehouse PT MY. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai TCO *forklift* diesel sebesar Rp1.938.918.750, sedangkan *forklift* electric sebesar Rp689.856.000. Perhitungan PW menghasilkan nilai Rp1.625.920.877 untuk *forklift* diesel dan Rp550.869.427 untuk *forklift* electric. Dengan menggunakan *Capital Recovery Factor* (CRF) sebesar 0,25046, diperoleh nilai EAC *forklift* diesel sebesar Rp407.225.941 per tahun, sedangkan *forklift* electric sebesar Rp137.970.739 per tahun. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa alternatif penyewaan *forklift* electric memberikan total biaya kepemilikan, nilai sekarang, dan biaya tahunan ekuivalen yang lebih rendah dibandingkan pembelian *forklift* diesel selama periode analisis lima tahun. Dengan demikian, penyewaan *forklift* electric merupakan alternatif pengadaan yang paling ekonomis dan efisien untuk mendukung aktivitas *material handling* di Warehouse PT MY. Temuan ini diharapkan menjadi dasar pertimbangan perusahaan dalam mengambil keputusan investasi aset yang lebih efektif, efisien, dan berorientasi pada pengendalian biaya jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

Agustiani, S. D. (2019). *Analisis Proses Kerja Penyimpanan Dan Pengeluaran Spare Part Pada Pt Indolakto (Ice Cream Factory)*. Politeknik App Jakarta.

Amortisasi, D. A. N. (2024). *Makalah Stepani Suharni C1c023045 Prodi Akuntansi*.

Astra, P., Zahabiyah, R., Hibatullah, S., Studi, P., Rekayasa, T., Astra, P., Selatan, C., & Astra, P. (2025). *Technologic, volume 16, nomor 1*. *16*, 110–116.

Astuti, R. D., Ichtapa, T. B., & Gaffar, A. R. (2026). *Implementation of Class-Based Storage for Warehouse Layout Optimization in Temperature-Controlled Raw Material Storage (Case Study : PT . XYZ)*. *25*(1), 20–29.

Ayudya, T., Maulina, C., Gunasti, A., Jember, U. M., & Kerang, G. (2026). *Analisis Penggantian Ekskavator Komatsu Pc210- 10m0 Tahun Pemakaian Kelima Dengan Metode Net Annual Value (Nav) Analisis Penggantian Ekskavator Komatsu Pc210- 10m0 Tahun Pemakaian Kelima Dengan Metode Net Annual Value (Nav)*. *4*(6).

Burnham, A., Gohlke, D., Rush, L., Stephens, T., Zhou, Y., Delucchi, M. A., Birky, A., Hunter, C., Lin, Z., & Ou, S. (2021). *Comprehensive total cost of ownership quantification for vehicles with different size classes and powertrains*. Argonne National Laboratory (ANL).

Ekonomi, P., Pada, T., & Musta, C. V. (2022). *MENGGUNAKAN METODE REPLACEMENT ANALYSIS DALAM*. 57–70.

FEBRIANA, M. S. (2024). *Analisis Extended Life Kekuatan Struktur Rangka Atap Baja Bentang Besar Dengan Pendekatan Non-Destructive Test Serta Life cycle cost Analysis (LCCA)(Studi Kasus: Gudang Biru)*.

Ferry, R., & Fauzi, M. (2024). *Decision-Making Analysis for Forklift Procurement at PT XYZ using the Analytical Hierarchy Process Approach and Engineering Economics Analysis Analisis Pengambilan Keputusan Pengadaan Forklift di PT XYZ dengan Pendekatan Analytical Hierarchy Process dan Analisis Ekonomi Teknik*. *204*, 393–406.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Hanafi, F. S., MANDAGIE, K. L., & MOEKTIWIBOWO, H. (2020). Analisis kelayakan investasi alat berat dengan metode NPV, IRR dan NET B/C di perusahaan PLWJ. *Jurnal Teknik Industri Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma (Unsurya)*, *9*(2).

Kadir, A., & Safirin, M. T. (2020). Analisis Ekonomi Penggantian Tenaga Manusia dengan Mesin Pada Pekerjaan Mengangkut Bahan Baku di Bagian Gudang PT. XYZ. *JUMINTEN*, *1*(6), 1–12.

Kusumawati, E. D., & Kusumaningrum, D. (2024). *Optimalisasi Teknologi E-Procurement Sebagai Alat Otomatisasi Pengadaan Untuk Meningkatkan Efisiensi Biaya Operasional*. *3*(1), 90–97.

Li, S., & Wang, P. (2021). *Multi-System Coupling Coupling DMi DMi Hybrid Hybrid Vehicle Vehicle Modeling Modeling and and Its Its Performance Analysis Based on Simulation*.

Liu, Z., Song, J., Kubal, J., Susarla, N., Knehr, K. W., Islam, E., Nelson, P., & Ahmed, S. (n.d.). *Comparing Total Cost of Ownership of Battery Electric Vehicles and Internal Combustion Engine Vehicles*. 1–41.

MANALU, D. D. (2023). *Penerapan Akuntansi Aset Tetap Kendaraan Menurut Psak No. 16 Pada Pt. Bintang Permata Khatulistiwa Jakarta*.

Maulana, F. A. (2025). *Usulan Interval Waktu Perawatan dan Penentuan Umur Ekonomis Pada Mesin Current Transformer (CT) Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Equivalent Annual Cost (EAC) di PLN UPT Pekanbaru (Studi Kasus: PT PLN UPT Pekanbaru)*. Universitas Islam Indonesia.

Muhammad, O., & Alan, F. (2023). *Laporan Kuliah Kerja Praktik*.

Nugroho, F. A. (2022). Penerapan materials handling equipment untuk penanganan barang. *Jurnal Bisnis, Logistik Dan Supply Chain (BLOGCHAIN)*, *2*(2), 64–71.

Panjaitan, L. A., Tullah, M. H., & Noval, R. (2024). *Analisis Perbandingan Biaya Penggunaan Forklift Elektrik Dan Forklift Diesel Dalam 3000 Jam Pemakaian*. 678–685.

Prabowo, P. K. (2026). *Determinants and Cost Efficiency of Leasing and Purchasing Decisions for Heavy Equipment in the Palm Oil Industry*. *14*(2), 1981–1990. https://doi.org/10.37641/jimkes.v14i2.5026

Priyono, A. R., & Sholihah, M. (2026). *Analisis Biaya Incremental Gasifikasi Pembangkit Isolated dari BBM ke LNG dengan Pendekatan Equivalent Annual Cost dan Simulasi Monte*. *5*(3), 1354–1363.

Putra, T. A. (2024). *Analisis perbandingan ekonomis mobil konvensional dan mobil hidrogen berdasarkan total cost of ownership (tco) skripsi* (Issue September).

Rahmayanti, A., Ferdiansyah, D. S., & Fajar, N. A. (2026). *Analisis Tekno-Ekonomi Penggunaan Mobil Listrik dengan Pendekatan TCO (Total Cost of Ownership)*. *5*(1), 507–516.

Salim, S. (2022). *Perencanaan dan Studi Kelayakan PLTS Rooftop Pada Gedung Fakultas Teknik UNG*. *4*.

Setiawan, F. B. (2021). Design and implementation of smart forklift for automatic guided vehicle using raspberry pi 4. *Journal of Robotics and Control (JRC)*.

Suhana, A., & Rachmat, A. (2020). *Implementasi Value Engineering Dan Dampaknya Terhadap Efektivitas Dan Efisiensi*. *13*(1), 15–30.

Wibisana, A., Adlin, I. A., & Indrawati, W. (2020). Ekonomi Teknik. *Bandung: Universitas Pamulung*.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Wibowo, G., & Purwantoro, A. (2023). *Evaluasi Kelayakan Investasi Alat Berat Di Kalimantan Selatan*. *23*, 1–10. https://doi.org/10.25299/saintis.2023.vol23(02).12926

Xyz, P. T. (2020). *Mengangkut Bahan Baku Dibagian Gudang*. *01*(06), 1–12.

Zahabiyah, R., & Hibatullah, M. S. (2025). Studi Kelayakan Investasi Pembelian Forklift Pada Bisnis Rental Alat Berat Mempertimbangkan Sensitivitas Perubahan Variabel. *Technologic*, *16*(1).