



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Analisis Komparatif *Total Cost of Ownership Electric Wheel Loader Dan Diesel Wheel Loader* Kelas 3 Ton Selama 3000 Jam Operasi Di Pabrik Kelapa Sawit

SKRIPSI

Pengusul:

Supriyadi

NIM. 2202441013

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN

TEKNOLOGI REKAYASA PEMELIHARAAN ALAT BERAT

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JUNI, 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Analisis Komparatif *Total Cost of Ownership Electric Wheel*
Loader Dan Diesel Wheel Loader Kelas 3 Ton Selama
3000 Jam Operasi Di Pabrik Kelapa Sawit**

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**
Pengusul:
Supriyadi
NIM. 2202441013

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMELIHARAAN ALAT BERAT
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

JUNI, 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN SKRIPSI**

**ANALISIS KOMPARATIF *TOTAL COST OF OWNERSHIP* ELECTRIC
WHEEL LOADER DAN DIESEL WHEEL LOADER KELAS 3 TON
SELAMA 3000 JAM OPERASI DI PABRIK KELAPA SAWIT**

Oleh:

Supriyadi

NIM. 2202441013

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Laporan skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.

NIP. 197602252000121002

Pembimbing 2

Rahmat Noval, S.T., M.T.

NIP. 199011032024061003

Kepala Program Studi

Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Muhammad Todaro, S.T., M.Tr.T.

NIP. 199105012024061003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN SKRIPSI**

**ANALISIS KOMPARATIF *TOTAL COST OF OWNERSHIP ELECTRIC
WHEEL LOADER* DAN *DIESEL WHEEL LOADER* KELAS 3 TON
SELAMA 3000 JAM OPERASI DI PABRIK KELAPA SAWIT**

Oleh:

Supriyadi

NIM. 2202441013

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan dihadapan Dewan
Penguji pada tanggal 29 Juni 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Rahmat Noval, S.T., M.T.	Ketua		20/7/26.
2.	Muhammad Todaro, S.T., M.Tr.T.	Anggota		20/7/2026
3.	Idrus Assagaf, S.ST., M.T.	Anggota		20/7-2026

Depok, 29 Juni 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.

NIP: 197602252000121002



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Supriyadi
NIM : 2202441013
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir (atau Skripsi) telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 29 Juni 2026

POLITEK
NEGERI
JAKARTA



Supriyadi

NIM. 2202441013



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS KOMPARATIF *TOTAL COST OF OWNERSHIP ELECTRIC WHEEL LOADER* DAN *DIESEL WHEEL LOADER* KELAS 3 TON SELAMA 3000 JAM OPERASI DI PABRIK KELAPA SAWIT

Supriyadi¹⁾, Fuad Zainuri¹⁾, Rahmat Noval¹⁾, Tia Rahmiati¹⁾, dan Dedi Junaedi¹⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus Universitas Indonesia, Depok, 16424

Email: supriyadi2.tm22@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan membandingkan *Total Cost of Ownership (TCO)* antara *Electric Wheel Loader* LiuGong 838TE dan *Diesel Wheel Loader* LiuGong 835H selama 3000 jam operasi di pabrik kelapa sawit. Penelitian menggunakan metode kuantitatif komparatif dengan pendekatan studi kasus melalui analisis komponen *TCO* yang meliputi *purchasing cost*, *operational cost*, *maintenance cost*, dan *salvage value*. Data penelitian diperoleh dari spesifikasi teknis unit, harga pembelian, konsumsi energi dan bahan bakar, biaya operator, biaya pemeliharaan, serta estimasi nilai sisa alat pada PT BTR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *TCO Diesel Wheel Loader* CLG835H selama 3000 jam operasi sebesar Rp1.289.662.642, sedangkan *TCO Electric Wheel Loader* CLG838TE sebesar Rp599.584.853. Selisih biaya mencapai Rp690.077.789, sehingga *electric wheel loader* memiliki TCO sekitar 53,51% lebih rendah dibandingkan *diesel wheel loader*. Perbedaan tersebut terutama dipengaruhi oleh biaya energi dan biaya pemeliharaan yang lebih rendah pada unit elektrik. Temuan penelitian menunjukkan bahwa *electric wheel loader* lebih ekonomis pada kondisi operasional dengan ketersediaan infrastruktur *charging* yang memadai. Hasil penelitian ini dapat menjadi pertimbangan dalam pemilihan alat berat yang efisien dan mendukung pengurangan emisi operasional.

Kata-kata kunci: *Total Cost of Ownership*, *Electric Wheel Loader*, *Diesel Wheel Loader*, Biaya Operasional, Efisiensi Energi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE TOTAL COST OF OWNERSHIP OF
3 TON ELECTRIC WHEEL LOADER AND DIESEL WHEEL LOADERS
DURING 3,000 OPERATING HOURS IN A PALM OIL MILL**

Supriyadi¹⁾, Fuad Zainuri¹⁾, Rahmat Noval¹⁾, Tia Rahmiati¹⁾, dan Dedi Junaedi¹⁾

¹⁾Study Program in Heavy Equipment Maintenance Engineering Technology, Department of Mechanical Engineering, Jakarta State Polytechnic, UI Campus Depok, 16424

Email: supriyadi2.tm22@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRACT

This study aims to compare the Total Cost of Ownership (TCO) of the LiuGong 838TE Electric Wheel Loader and the LiuGong 835H Diesel Wheel Loader over 3,000 operating hours in a palm oil mill. The study employed a comparative quantitative method with a case study approach through the analysis of TCO components, including purchasing cost, operational cost, maintenance cost, and salvage value. The research data were obtained from unit technical specifications, purchase prices, energy and fuel consumption, operator costs, maintenance costs, and estimated salvage values at PT BTR. The results show that the TCO of the CLG835H Diesel Wheel Loader over 3,000 operating hours is IDR 1,289,662,642, while the TCO of the CLG838TE Electric Wheel Loader is IDR 599.584.853. The cost difference reaches IDR 690.077.789, indicating that the electric wheel loader has approximately 53.51% lower TCO than the diesel wheel loader. This difference is mainly influenced by the lower energy and maintenance costs of the electric unit. The findings indicate that the electric wheel loader is more economical under operating conditions with adequate charging infrastructure. The results of this study can serve as a reference for selecting efficient heavy equipment while supporting the reduction of operational emissions.

Keywords: Total Cost of Ownership, Electric Wheel Loader, Diesel Wheel Loader, Operational Cost, Energy Efficiency



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT., Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“ANALISIS KOMPARATIF TOTAL COST OF OWNERSHIP ELECTRIC WHEEL LOADER DAN DIESEL WHEEL LOADER KELAS 3 TON SELAMA 3000 JAM OPERASI DI PABRIK KELAPA SAWIT”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Rohedi, Ibu, dan Kakak Nur Rohayati yang senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi, serta bantuan moril dan material kepada penulis sehingga proses penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Dr. Syamsurizal, S.E., M.M. selaku Direktur Politeknik Negeri Jakarta
3. Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta serta selaku dosen pembimbing pertama penulis yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan selama pelaksanaan penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Muhammad Todaro, S.T., M.Tr.T. selaku Kepala Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta sekaligus sebagai dosen penguji pertama penulis yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini.
5. Rahmat Noval, S.T., M.T. selaku Kepala Bengkel Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta, dosen pembimbing kedua, serta selaku Ketua Penguji Seminar Hasil Skripsi yang telah memberikan arahan, bimbingan, dukungan, serta masukan yang membangun selama pelaksanaan penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

6. Idrus Assagaf, S.ST., M.T. selaku dosen penguji kedua yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun sehingga skripsi ini menjadi lebih baik.
7. PT Liugong Machinery Indonesia yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk memperoleh pengalaman, wawasan, serta mengenal dunia kerja di bidang alat berat.
8. PT BTR yang telah memberikan izin, dukungan, serta akses terhadap data yang diperlukan sebagai sumber penelitian dalam penyusunan skripsi ini.
9. Keluarga Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat yang telah membantu memberikan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi.
10. Nadia Alifa Astariani yang senantiasa memberikan doa, dukungan, semangat, serta menjadi tempat berbagi selama proses penyusunan skripsi sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

Penulis berharap hasil penelitian dalam skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif serta menambah wawasan bagi pihak-pihak yang berkepentingan, terutama di bidang alat berat.

Depok, 29 Juni 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Supriyadi
NIM. 2202441013



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN SKRIPSI	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Pertanyaan Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Bagi Akademisi Dan Peneliti	4
1.5.2 Bagi Perusahaan dan Industri	5
1.5.3 Bagi Masyarakat Umum	5
1.6 Batasan Masalah	6
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Landasan Teori	9
2.1.1 <i>Wheel loader</i>	9
2.1.2 Komponen Utama <i>Wheel loader</i>	10
2.1.3 <i>Electric wheel loader</i>	11
2.1.4 Karakteristik <i>Electric wheel loader</i>	12
2.1.5 Keunggulan dan Kekurangan <i>Electric wheel loader</i>	13
2.1.6 <i>Diesel Wheel loader</i>	15
2.1.7 Karakteristik <i>Diesel Wheel loader</i>	16



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.8 Keunggulan dan Kekurangan <i>Diesel Wheel loader</i>	17
2.1.9 <i>Total Cost of Ownership (TCO)</i>	19
2.1.10 Komponen <i>Total Cost of Ownership (TCO)</i>	20
2.1.11 Formula <i>Total Cost of Ownership (TCO)</i>	23
2.1.12 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Biaya Penggunaan <i>Wheel loader</i>	23
2.2 Kajian Literatur	30
2.2.1 Penelitian Terdahulu	30
2.3 Kerangka Pemikiran dan Pengembangan Hipotesis	38
2.3.1 Kerangka Pemikiran	38
2.3.2 Pengembangan Hipotesis	40
BAB III METODE PENELITIAN	41
3.1 Diagram Alir	41
3.1.1 Penjelasan Alir Penelitian	41
3.2 Jenis Penelitian	43
3.3 Objek Penelitian	44
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian	44
3.4.1 Jenis Data	44
3.4.2 Sumber Data	45
3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian	45
3.6 Metode Analisis Data	45
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Deskripsi Data	47
4.1.1 Spesifikasi <i>Wheel loader</i> Elektrik dan <i>Diesel</i>	47
4.1.2 Harga Energi	49
4.1.3 Biaya Pembelian <i>Wheel loader (Purchasing Cost)</i>	50
4.1.4 Biaya Operasional (<i>Operational Cost</i>)	50
4.1.5 Biaya Pemeliharaan (<i>Maintenance Cost</i>)	52
4.1.6 Market Jual <i>Wheel loader Diesel</i> dan Elektrik Kondisi Bekas	58
4.1.7 Nilai Sisa (<i>Salvage Value</i>)	60
4.2 Analisis <i>Total Cost of Ownership (TCO)</i>	62
4.2.1 Perhitungan <i>TCO Diesel Wheel loader (CLG835H)</i>	62



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.2 Perhitungan <i>TCO Electric wheel loader</i> (CLG838TE)	62
4.2.3 Hasil Perhitungan <i>TCO Unit Wheel loader</i> Elektrik dan <i>Diesel</i>	63
4.3 Pembahasan Hasil Analisis	64
4.3.1 Faktor – faktor Yang Mempengaruhi Selisih Biaya.....	64
4.3.2 Implikasi Temuan terhadap Pemilihan Jenis <i>Wheel Loader</i>	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	80



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Electric wheel loader</i> CLG838TE.....	11
Gambar 2. 2 <i>Diesel Wheel loader</i> CLG835H	15
Gambar 2. 3 <i>Total Cost of Ownership</i>	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	41
Gambar 4. 1 Spesifikasi <i>Electric Wheel Loader</i> LiuGong 838TE.....	47
Gambar 4. 2 Spesifikasi <i>Diesel Wheel Loader</i> LiuGong 835H Cummins.....	48
Gambar 4. 3 Fluktuasi harga listrik IDR per kWh tahun 2016-2026.....	49
Gambar 4. 4 Harga minyak solar/HSD (<i>High Speed Diesel</i>) 2026.....	49

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Daftar Penelitian Terdahulu.....	30
Tabel 4. 1 Harga Beli Unit Wheel loader LiuGong.....	50
Tabel 4. 2 Biaya Operasional Wheel loader Elektrik	50
Tabel 4. 3 Biaya Operasional Wheel loader Diesel.....	51
Tabel 4. 4 Biaya pemeliharaan unit wheel loader elektrik	52
Tabel 4. 5 Biaya pemeliharaan unit wheel loader diesel	55
Tabel 4. 6 Harga pasaran bekas unit wheel loader diesel kapasitas 3 ton	58





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Observasi Langsung Penggunaan Unit Wheel Loader Diesel Dan Elektrik	80
Lampiran 2 Wawancara Dengan Operator, Mekanik, Dan Kepala Produksi Di PT BTR	80
Lampiran 3 Data Biaya Operasional Kedua Unit Wheel Loader per Jam Di PT BTR	81
Lampiran 4 Daftar Riwayat Hidup	82





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

PT BTR merupakan perusahaan yang bergerak di bidang perkebunan dan industri pengolahan kelapa sawit yang menghasilkan *Crude Palm Oil (CPO)* dan inti sawit. Perusahaan yang berlokasi di Kabupaten Kampar, Provinsi Riau ini menggunakan *wheel loader* kelas 3 ton karena dinilai sesuai dengan kebutuhan operasional pabrik kelapa sawit. Kelas ini memiliki kapasitas *bucket* dan daya angkat yang cukup untuk pekerjaan *material handling*, namun tetap fleksibel digunakan di area pabrik yang memiliki ruang gerak terbatas.

Penggunaan *wheel loader* dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan biaya bahan bakar, konsumsi energi, dan biaya pemeliharaan menjadi komponen penting yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan operasional perusahaan. Seiring berkembangnya teknologi elektrifikasi alat berat, perusahaan dihadapkan pada alternatif penggunaan *wheel loader* berbasis elektrik yang berpotensi memberikan efisiensi biaya dibandingkan *wheel loader* berbasis diesel. Oleh karena itu, diperlukan analisis ekonomi yang komprehensif untuk mengevaluasi biaya kepemilikan kedua jenis alat tersebut melalui pendekatan *Total Cost of Ownership*.

Electric wheel loader (EWL) menjadi salah satu inovasi yang mulai diterapkan pada proyek *forestry, agriculture*, konstruksi, pertambangan, dan pengelolaan material karena dinilai mampu menekan konsumsi energi serta mengurangi emisi gas buang (Fei et al., 2025). Berdasarkan laporan penelitian terbaru, perkembangan teknologi baterai, motor listrik, dan sistem kontrol telah meningkatkan efisiensi operasional *electric wheel loader* sehingga mulai dianggap layak secara ekonomi dibandingkan *wheel loader diesel* konvensional (Wang et al., 2024).

Konsep *Total Cost of Ownership (TCO)* menjadi salah satu indikator utama dalam mengevaluasi kelayakan penggunaan alat berat. *TCO* tidak hanya mempertimbangkan harga pembelian unit, tetapi juga biaya operasional, konsumsi



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

energi, biaya perawatan, hingga perkiraan nilai sisa alat. Biaya terbesar dalam kepemilikan *wheel loader* justru berasal dari biaya setelah pembelian unit seperti *fuel consumption*, *maintenance* atau *service cost*. Pada *wheel loader diesel*, konsumsi bahan bakar menjadi faktor dominan yang memengaruhi biaya operasional. Sementara pada *electric wheel loader*, tantangan utama terletak pada, biaya investasi awal relatif tinggi, kapasitas baterai dan waktu pengisiannya (*Thinking About the Total Cost of Ownership (TCO) of a Wheel Loader: Avoiding False Economies / Compact Equipment / YANMAR, n.d.*).

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas performa dan efisiensi *electric wheel loader* dari berbagai aspek. Terdapat penelitian yang membahas tentang peningkatan efisiensi energi pada *battery powered wheel loader* melalui pengembangan *electric-hydrostatic hybrid powertrain* (Zhang et al., 2023). Selain itu, penelitian yang membahas tentang pemilihan kapasitas baterai pada *electric construction machinery* berdasarkan variasi kondisi operasi dan klaim ekonomi pengguna (Huang et al., 2023). Selanjutnya, peneliti yang melakukan *comparative analysis* terhadap efisiensi dan konsumsi energi antara *electric wheel loader* dan *diesel wheel loader* dengan mempertimbangkan keterbatasan umur baterai (Podgornyy et al., 2024). Penelitian lain juga membahas penentuan kapasitas baterai pada *electric wheel loader* berdasarkan kebutuhan energi operasi alat (Karahana, 2024). Hasil penelitian-penelitian terdahulu ini menunjukkan bahwa *electric wheel loader* memiliki potensi efisiensi energi lebih baik dibanding *diesel wheel loader*, terutama pada pola kerja tertentu dengan siklus operasi stabil.

Meskipun demikian, penelitian terdahulu masih memiliki beberapa keterbatasan. Sebagian besar penelitian hanya berfokus pada aspek efisiensi energi, desain sistem kelistrikan, atau simulasi performa baterai tanpa melakukan analisis komprehensif terhadap *Total Cost of Ownership* dalam durasi operasi tertentu. Oleh karena itu, masih terdapat *research gap* terkait analisis biaya kepemilikan aktual yang mempertimbangkan komponen *fuel cost*, *electricity cost*, *preventive maintenance cost*, serta *replacement component cost* dalam periode penggunaan alat yang sama. Berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya yang lebih banyak



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menggunakan pendekatan simulasi atau analisis teknis, penelitian ini menggunakan data operasional aktual yang diperoleh dari kegiatan penggunaan *wheel loader* di lapangan.

Melalui pendekatan *Total Cost of Ownership (TCO)*, penelitian ini tidak hanya membandingkan biaya energi, tetapi juga mempertimbangkan biaya pembelian, biaya perawatan, dan nilai sisa (*Salvage Value*) alat setelah digunakan selama 3000 jam operasi. Dengan demikian, hasil yang diperoleh diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih realistis mengenai konsekuensi ekonomi penggunaan kedua jenis *wheel loader* tersebut.

Penelitian ini juga menjadi relevan karena mulai meningkatnya penggunaan unit *electric wheel loader* pada industri alat berat *modern*, khususnya untuk penggunaan *material handling* di pabrik kelapa sawit. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baru dalam pengembangan kajian ekonomi alat berat berbasis elektrifikasi dan menjadi referensi bagi perusahaan dalam menentukan strategi investasi alat berat yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Penelitian ini penting karena memberikan gambaran kuantitatif mengenai perbandingan biaya kepemilikan kedua jenis *wheel loader* sehingga perusahaan dapat menentukan pilihan investasi yang optimal berdasarkan data aktual operasional. Selain itu, penelitian ini diharapkan mampu melengkapi keterbatasan penelitian sebelumnya yang masih berfokus pada aspek teknis dan simulasi energi tanpa menganalisis biaya kepemilikan secara menyeluruh.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan *total cost of ownership* antara *electric wheel loader* dan *diesel wheel loader* selama 3000 jam operasi?
2. Apa saja komponen biaya yang paling signifikan memengaruhi *Total Cost of Ownership (TCO)* pada *electric wheel loader* dan *diesel wheel loader*?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Apakah penggunaan *electric wheel loader* lebih ekonomis dibandingkan *diesel wheel loader* setelah 3000 jam operasi berdasarkan hasil analisis *total cost of ownership*?

1.3 Pertanyaan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa pertanyaan penelitian yang diajukan, diantaranya sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan biaya operasional antara *electric wheel loader* dan *diesel wheel loader* selama 3000 jam operasi?
2. Apa saja komponen biaya yang paling signifikan dalam memengaruhi *Total Cost of Ownership (TCO)* pada *electric wheel loader* dan *diesel wheel loader*?
3. Apakah *electric wheel loader* lebih ekonomis dibandingkan *diesel wheel loader* setelah 3000 jam operasi berdasarkan analisis *Total Cost of Ownership (TCO)*?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis dan membandingkan *total cost of ownership* antara *electric wheel loader* dan *diesel wheel loader* selama 3000 jam operasi.
2. Mengidentifikasi dan menganalisis komponen biaya yang paling signifikan memengaruhi *Total Cost of Ownership (TCO)* pada *electric wheel loader* dan *diesel wheel loader*.
3. Menentukan apakah penggunaan *electric wheel loader* lebih ekonomis dibandingkan *diesel wheel loader* setelah 3000 jam operasi berdasarkan hasil analisis *total cost of ownership*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.5.1 Bagi Akademisi Dan Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademis sebagai berikut:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Menyediakan data dan hasil analisis yang dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya dalam bidang manajemen operasional alat berat dan analisis biaya kepemilikan alat.
2. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan metode analisis perbandingan *Total Cost of Ownership (TCO)* pada penggunaan *electric wheel loader* dan *diesel wheel loader*.
3. Memperkaya literatur mengenai efisiensi energi, elektrifikasi alat berat, dan keberlanjutan pada sektor *forestry and agriculture* serta industri alat berat.

1.5.2 Bagi Perusahaan dan Industri

Adapun manfaat bagi industri dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi yang komprehensif sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pemilihan jenis *wheel loader* yang paling efisien dari segi biaya operasional selama 3000 jam operasi di lingkungan pabrik kelapa sawit.
2. Membantu perusahaan dalam merencanakan dan mengoptimalkan anggaran operasional terkait penggunaan *wheel loader*.
3. Meningkatkan pemahaman perusahaan mengenai struktur biaya jangka panjang penggunaan *electric wheel loader* dan *diesel wheel loader* sehingga perencanaan finansial dapat dilakukan secara lebih akurat.

1.5.3 Bagi Masyarakat Umum

Adapun manfaat bagi masyarakat umum dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai perkembangan teknologi *electric construction equipment* serta efisiensi energi pada penggunaan alat berat *modern* di industri *forestry and agriculture*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Memberikan gambaran mengenai upaya industri alat berat dalam mengurangi dampak lingkungan melalui penggunaan alat berat berbasis elektrifikasi yang lebih ramah lingkungan.

1.6 Batasan Masalah

Untuk memastikan penelitian ini tetap fokus dan dapat dilaksanakan secara efektif, beberapa batasan ditetapkan sebagai berikut :

1. Jenis *Wheel Loader*: Penelitian ini dibatasi pada perbandingan antara *electric wheel loader* dan *diesel wheel loader* dengan kelas yang sama yaitu kelas 3 ton atau spesifikasi kerja yang setara untuk penggunaan di pabrik kelapa sawit.
2. Periode Analisis: Analisis biaya dibatasi pada periode 3000 jam operasi yang dianggap cukup representatif untuk mengevaluasi biaya kepemilikan jangka menengah.
3. Lokasi Penelitian: Penelitian dilakukan dalam konteks operasional di Indonesia khususnya pada pabrik kelapa sawit dengan mempertimbangkan harga listrik, harga bahan bakar, serta biaya operasional yang berlaku saat penelitian dilakukan.
4. Lingkup Penggunaan Unit: Penelitian difokuskan pada penggunaan *wheel loader* dalam aktivitas operasional industri *forestry agriculture* khususnya untuk penggunaan unit di pabrik kelapa sawit. Tidak mencakup penggunaan pada kondisi operasional ekstrem seperti di sektor pertambangan.
5. Data Harga: Perhitungan biaya ini tidak mencakup pengeluaran infrastruktur seperti pembuatan charging station, biaya penggantian baterai, maupun biaya-biaya lainnya yang tidak diperlukan selama rentang waktu analisis 3000 jam operasi tersebut.
6. Aspek Teknis: Penelitian ini tidak membahas secara mendalam mengenai desain teknis, performa unit, sistem kelistrikan, maupun rekayasa komponen pada kedua jenis *wheel loader* yang dibandingkan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

7. Metode Pembiayaan: Analisis *Total Cost of Ownership (TCO)* pada penelitian ini diasumsikan menggunakan metode pembelian langsung dan tidak mempertimbangkan sistem *leasing* maupun rental unit.
8. Data operasional dan biaya yang digunakan dalam penelitian diambil dari sampel unit dan data perusahaan yang representatif.

1.7 Sistematika Penulisan

Skripsi ini disusun dalam lima bab dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Bab ini memberikan gambaran umum mengenai penelitian tentang perbandingan *Total Cost of Ownership (TCO)* antara *electric wheel loader* dan *diesel wheel loader* selama 3000 jam operasi.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas landasan teori yang relevan dengan penelitian, meliputi konsep dasar *wheel loader*, jenis-jenis dan karakteristik *wheel loader* baik yang berbasis *electric* maupun *diesel*, konsep *Total Cost of Ownership (TCO)*, faktor-faktor yang mempengaruhi biaya penggunaan *wheel loader*, serta penelitian terdahulu yang berkaitan dengan analisis biaya kepemilikan dan elektrifikasi alat berat. Bab ini juga menjelaskan kerangka pemikiran dan hipotesis penelitian.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, meliputi diagram alir penelitian, jenis penelitian, objek penelitian, metode pengambilan sampel, jenis dan sumber data, metode pengumpulan data, serta teknik analisis data. Pada bab ini juga dijelaskan metode perhitungan *Total Cost of Ownership (TCO)* yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Bab ini menyajikan hasil pengolahan dan analisis data penelitian mengenai perbandingan *Total Cost of Ownership (TCO)* antara *electric wheel loader* dan *diesel wheel loader* selama 3000 jam operasi. Hasil penelitian dibahas secara komprehensif, termasuk analisis komponen biaya seperti biaya pembelian awal unit, biaya operasional, biaya pemeliharaan atau perawatan, serta faktor-faktor yang memengaruhi efisiensi biaya penggunaan kedua jenis *wheel loader* tersebut.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan serta menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian. Selain itu, bab ini juga memuat saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan maupun rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini memuat seluruh referensi yang digunakan dalam penyusunan penelitian, seperti buku, jurnal ilmiah, artikel, dan sumber lain yang relevan dengan topik penelitian.

LAMPIRAN

Bagian ini berisi data pendukung penelitian, dokumentasi, serta informasi tambahan lain yang berkaitan dengan penelitian namun terlalu rinci untuk dimasukkan ke dalam bab utama. Sistematika penulisan ini disusun secara terstruktur untuk memudahkan pembaca dalam memahami alur penelitian serta hasil analisis yang dilakukan pada penelitian ini.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian penulis dapat menyimpulkan *Total Cost of Ownership* antara *Electric Wheel Loader* LiuGong 838TE dan *Diesel Wheel Loader* LiuGong 835H selama operasi 3000 jam, beberapa kesimpulan penulis sebagai berikut:

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Total Cost of Ownership Diesel Wheel Loader* LiuGong 835H selama 3000 jam operasi adalah sebesar Rp1.289.662.642, sedangkan *Total Cost of Ownership Electric Wheel Loader* LiuGong 838TE adalah sebesar Rp599.584.853. Hasil ini menunjukkan bahwa *electric wheel loader* memiliki *total cost of ownership* yang lebih rendah dibandingkan *diesel wheel loader* dalam periode operasi yang sama.
2. Pada *diesel wheel loader*, komponen biaya yang paling signifikan berasal dari biaya operasionalnya yang terdiri atas biaya bahan bakar, upah operator, dan upah mekanik selama 3000 jam dengan total biaya Rp 990.000.000. Sedangkan komponen biaya terbesar pada *electric wheel loader* selama 3000 jam operasi adalah biaya *purchasing cost*. Namun, perlu diketahui pada periode operasi yang lebih lama *electric wheel loader* menggunakan baterai jenis Lithium-ion. Baterai jenis ini memiliki biaya penggantian yang relatif besar ketika mencapai akhir umur pakainya, sehingga dapat memengaruhi Total Cost of Ownership (TCO) di masa mendatang.
3. *Electric wheel loader* terbukti lebih ekonomis dibandingkan *diesel wheel loader* selama 3000 jam operasi di PKS. *Electric wheel loader* memiliki Total Cost of Ownership yang lebih rendah sebesar 53,51% dibandingkan *diesel wheel loader*. Dengan biaya operasional yang dikeluarkan untuk *electric wheel loader* jauh lebih rendah, yaitu sebesar Rp 256.139.403, sedangkan *diesel wheel loader* mencapai Rp 990.000.000. Kondisi tersebut menghasilkan penghematan biaya operasional untuk *electric wheel loader* sebesar 74,12% dibandingkan *diesel wheel loader*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat diberikan penulis adalah sebagai berikut :

1. Bagi Manajemen Perusahaan

Manajemen perusahaan dapat mempertimbangkan penggunaan penuh *Electric Wheel Loader* pada penggunaan operasional pabrik kelapa sawit di masa mendatang sebagai alternatif investasi alat berat pada pekerjaan dengan ketersediaan infrastruktur listrik yang memadai. Selain berpotensi menurunkan biaya operasional, penggunaan *Electric Wheel Loader* juga dapat mendukung upaya efisiensi energi dan pengurangan emisi lingkungan.

2. Bagi Penelitian Selanjutnya

Penelitian berikutnya disarankan untuk:

- a. Menggunakan periode analisis yang lebih panjang, seperti 10.000 jam operasi atau lebih. Hal ini diperlukan agar pengaruh umur baterai, depresiasi, dan nilai jual kembali dapat dianalisis lebih akurat.
- b. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan variabel produktivitas, serta biaya penggantian baterai alat berat elektrik. Selain itu, metode analisis dapat dikembangkan dengan *Payback Period* atau *Net Present Value*, serta analisis sensitivitas terhadap perubahan harga solar dan tarif listrik.
- c. Penelitian selanjutnya juga disarankan untuk menggunakan data harga pasar aktual unit bekas *electric wheel loader* kelas 3 ton atau kelas yang setara apabila data tersebut sudah tersedia, sehingga estimasi *salvage value* dapat dibuat lebih akurat.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Adani, M. (2026, April 16). *Harga Solar Industri B40 dan MFO 01-14 April 2026*. Megah Anugerah Energi. <https://solarindustri.com/berita/harga-solar-industri-01-14-april-2026/>
- Busetto, L., Wick, W., & Gumbinger, C. (2020). How to use and assess qualitative research methods. *Neurological Research and Practice* 2020 2:1, 2(1), 14-. <https://doi.org/10.1186/S42466-020-00059-Z>
- Chen, Y., Jiang, H., Shi, G., & Zheng, T. (2022). Research on the Trajectory and Operational Performance of Wheel Loader Automatic Shoveling. *Applied Sciences* 2022, Vol. 12, Page 12919, 12(24), 12919. <https://doi.org/10.3390/APP122412919>
- Cipta, D. H., & Ramli, I. (2024). *Analysis of low fuel pressure on the common rail system on the engine of wheel loader WA500-3 (case study at PT Sapta Indra Sejati site Samarata)*. 216–225. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-364-1_21
- Conference Paper: Electrification of Off-Road Construction Vehicles: A Comparative Economic Analysis of Electric and Diesel Machinery - The Institute of Transportation Studies at UC Irvine*. (n.d.). Retrieved May 19, 2026, from https://its.uci.edu/research_products/conference-paper-electrification-of-off-road-construction-vehicles-a-comparative-economic-analysis-of-electric-and-diesel-machinery/
- Danielis, R., Niazi, A. M. K., Scorrano, M., Masutti, M., & Awan, A. M. (2025). The Economic Feasibility of Battery Electric Trucks: A Review of the Total Cost of Ownership Estimates. *ENERGIES*, 18(2), 1–20. <https://doi.org/10.3390/EN18020429>
- Electric Construction Equipment vs Diesel Performance | Volvo CE - The Scoop*. (n.d.). Retrieved May 19, 2026, from <https://www.volvoce.com/canada/en-ca/resources/blog/2021/electric-construction-equipment-vs-diesel-performance-comparisons/>
- Fei, X., Cheng, Z., Wong, S. V., Azman, M. A., Wang, D., Zhang, X., Shao, Q., & Lin, Q. (2025). A Comprehensive Overview of the Development and Research of Energy Savings of Electric Wheel Loader. *World Electric Vehicle Journal* 2025, Vol. 16, Page 164, 16(3), 164. <https://doi.org/10.3390/WEVJ16030164>
- Feng, W., & Figliozzi, M. A. (2012). Conventional vs Electric Commercial Vehicle Fleets: A Case Study of Economic and Technological Factors Affecting the Competitiveness of Electric Commercial Vehicles in the USA. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 702–711. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2012.03.141>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Gransberg, D. D., Popescu, C. M., & Ryan, R. (2026). Construction Equipment Management for Engineers, Estimators, and Owners. In *Construction Equipment Management for Engineers, Estimators, and Owners*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420013993>
- Haas, M., Abdolmohammadi, A., & Nazari, S. (2026). Combined Control and Design Optimization of a Parallel Electric-Hydraulic Hybrid Wheel Loader to Prolong Battery Lifetime. *IEEE Transactions on Transportation Electrification*. <https://doi.org/10.1109/TTE.2026.3661362>
- Hidromek, M. K. (2024). Determination of Battery Capacity and Type in Electric Wheel Loader Machines Considering Variable Operating Conditions. *Technology, Engineering & Mathematics (EPSTEM)*, 31. www.isres.org
- Hong, B., & Burghout, W. (2024). An Adaptive Estimation Approach for Integrating Real-World Operation Dynamics in Engine-Out NOx Emission Modeling of a Wheel Loader. *Emission Control Science and Technology* 2024 10:2, 10(2), 93–109. <https://doi.org/10.1007/S40825-024-00241-8>
- Huang, X., Huang, Q., Cao, H., Wang, Q., Yan, W., & Cao, L. (2023). Battery capacity selection for electric construction machinery considering variable operating conditions and multiple interest claims. *Energy*, 275, 127454. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2023.127454>
- J. W. Creswell and J. D. Creswell. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches - John W. Creswell, J. David Creswell - Google Buku* (FIFTH EDITION). https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=335ZDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT16&dq=J.+W.+Creswell+and+J.+D.+Creswell,+Mixed+Methods+Procedures.+2018.&ots=YEARGRxorF&sig=4ad_HiCUSO02_1k02VfQgmWVsvRE&redir_esc=y#v=onepage&q=J. W. Creswell and J. D. Creswell%2C Mixed Methods Procedures. 2018.&f=false
- Jiao, M., Pan, F., Huang, X., & Yuan, X. (2021). Evaluation on Total Cost of Ownership of Electric Forklifts with lithium-ion battery. *Proceedings of 2021 IEEE 4th International Electrical and Energy Conference, CIEEC 2021*. <https://doi.org/10.1109/CIEEC50170.2021.9510828>
- Karahan, M. (2024). Determination of Battery Capacity and Type in Electric Wheel Loader Machines Considering Variable Operating Conditions. *The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering and Mathematics*, 31, 24–30. <https://doi.org/10.55549/EPSTEM.1592976>
- Karelina, M. Y., Subbotin, B. S., Smirnov, P. I., & Karelina, E. A. (2024). Comparative Analysis of the Efficiency of Using a Diesel and Electric Loader Taking into Account the Resource Limitations of the Battery. *2024 Intelligent Technologies and Electronic Devices in Vehicle and Road Transport Complex, TIRVED 2024 - Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/TIRVED63561.2024.10769863>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Kieso, D. E. ., Weygandt, J. J. ., & Warfield, T. D. . (2011). *Intermediate accounting*.
https://books.google.com/books/about/Intermediate_Accounting.html?id=_tmMkC5DNuAC
- Kotronoulas, G., & Papadopoulou, C. (2023). A Primer to Experimental and Nonexperimental Quantitative Research: The Example Case of Tobacco-Related Mouth Cancer. *Seminars in Oncology Nursing*, 39(2), 151396.
<https://doi.org/10.1016/J.SONCN.2023.151396>
- Lin, Z., Lin, Z., Wang, F., & Xu, B. (2024). A series electric hybrid wheel loader powertrain with independent electric load-sensing system. *Energy*, 286, 129497. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2023.129497>
- Lyu, Z., Pons, D., & Zhang, Y. (2023). Emissions and Total Cost of Ownership for Diesel and Battery Electric Freight Pickup and Delivery Trucks in New Zealand: Implications for Transition. *Sustainability (Switzerland)*, 15(10), 7902. <https://doi.org/10.3390/SU15107902>
- Mariono, S. S., & Saputra, Y. A. (2021). Pengembangan Model Evaluasi Total Cost of Ownership untuk Mengestimasi Umur Ekonomis pada Sebuah Subsistem Produksi yang Terdiri dari Beberapa Komponen (Studi Kasus di Industri Semen). *Jurnal Teknik ITS*, 9(2).
<https://doi.org/10.12962/J23373539.V9I2.55350>
- O'Connor, S. (2020). Secondary Data Analysis in Nursing Research: A Contemporary Discussion. *Clinical Nursing Research*, 29(5), 279–284.
<https://doi.org/10.1177/1054773820927144;PAGE=STRING:ARTICLE/CHAPTER>
- Patriawan, D., Putra, J., & Setyono, B. (2021). *Analisis Perbandingan Biaya Operasional antara Kendaraan Listrik, Bensin dan Diesel* [Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya].
https://www.researchgate.net/profile/Desmas-Patriawan/publication/350005814_Analisis_Perbandingan_Biaya_Operasional_antara_Kendaraan_Listrik_Bensin_dan_Diesel/links/604ae18e92851c1bd4e283cf/Analisis-Perbandingan-Biaya-Operasional-antara-Kendaraan-Listrik-Bensin-dan-Diesel.pdf
- Petronijevi, P., Rakoevi, M., & Arizanovi, D. (2012). *METHODS OF CALCULATING DEPRECIATION EXPENSES OF CONSTRUCTION MACHINERY*. 1(10), 43–48. <https://doi.org/10.5937/jaes10-1664>
- Podgornyy, A. V., Subbotin, B. S., Filatov, V. V., & Smirnov, P. I. (2024). Comparison of the Efficiency and Energy Consumption of an Electric Wheel Loader and a Diesel Loader. *2024 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, SOSG 2024 - Conference Proceedings*.
<https://doi.org/10.1109/IEEECONF60226.2024.10496804>



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- PT. PLN Persero. (n.d.). *Tariff Adjustment Document*. Retrieved May 23, 2026, from <https://www.pln.co.id/tariff-adjustment-document-en>
- Roda, I., Macchi, M., & Albanese, S. (2020). Building a Total Cost of Ownership model to support manufacturing asset lifecycle management. *Production Planning and Control*, 31(1), 19–37. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1625079>
- Rout, C., Li, H., Dupont, V., & Wadud, Z. (2022). A Comparative Total Cost of Ownership Analysis of Heavy Duty On-Road and Off-Road Vehicles Powered by Hydrogen, Electricity, and Diesel. *Heliyon*, 8(12). <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2022.E12417>
- Sun, R., Sujan, V., & Jatana, G. (2024). *Systemic Decarbonization of Road Freight Transport: A Comprehensive Total Cost of Ownership Model*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2410.21026>
- Thinking About the Total Cost of Ownership (TCO) of a Wheel Loader: Avoiding False Economies / Compact Equipment / YANMAR*. (n.d.). Retrieved May 18, 2026, from <https://www.yanmar.com/eu/construction/blog/11.html>
- Tong, Z. ming, Miao, J. zhi, Li, Y. song, Tong, S. guang, Zhang, Q., & Tan, G. rong. (2021). Development of electric construction machinery in China: a review of key technologies and future directions. *Journal of Zhejiang University: Science A*, 22(4), 245–264. <https://doi.org/10.1631/JZUS.A2100006>
- Total Cost of Equipment Ownership Explained | MapTrack*. (n.d.). Retrieved May 19, 2026, from <https://www.maptrack.com/blog/total-cost-of-equipment-ownership>
- Total Cost of Ownership Guide | TCO Analysis | SpecLens*. (n.d.). Retrieved May 19, 2026, from <https://www.speclens.ai/guides/tco-analysis>
- Un-Noor, F., Wu, G., Perugu, H., Collier, S., Yoon, S., Barth, M., & Boriboonsomsin, K. (2022). Off-Road Construction and Agricultural Equipment Electrification: Review, Challenges, and Opportunities. *Vehicles*, 4(3), 780–807. <https://doi.org/10.3390/VEHICLES4030044>
- Wang, F., Zhang, H., Sun, D., & Xu, B. (2023). An optimal-pressure control strategy for hydrostatic wheel loader. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part I: Journal of Systems and Control Engineering*, 237(5), 779–790. <https://doi.org/10.1177/09596518221146011>
- Wang, F., Zhang, Q., Wen, Q., & Xu, B. (2024). Improving productivity of a battery powered electric wheel loader with electric-hydraulic hybrid drive solution. *Journal of Cleaner Production*, 440, 140776. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2024.140776>
- Wheel Loader Adalah: Jenis, Komponen, dan Fungsinya | UT Connect*. (n.d.). Retrieved May 18, 2026, from



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

<https://utconnect.unitedtractors.com/news/64547666-dd60-47fc-e269-08dd2eff224b>

Zhang, Q., Wang, F., Cheng, M., & Xu, B. (2023). Energy efficiency improvement of battery powered wheel loader with an electric-hydrostatic hybrid powertrain. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 237(1), 75–88.
<https://doi.org/10.1177/09544070221076887>;REQUESTEDJOURNAL:JOURNAL:PIDB;JOURNAL:JOURNAL:PIDB;WGROU:STRING:PUBLICATION

Zhao, G., Edson, C. P., Yao, J., Sun, Z., & Stelson, K. A. (2023). Development of a dynamical model and energy analysis for wheel loader. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part D, Journal of Automobile Engineering*, 238(12), 3553–3564.
<https://doi.org/10.1177/09544070231188772>

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Observasi Langsung Penggunaan Unit Wheel Loader Diesel Dan Elektrik



Diesel Wheel Loader
LiuGong 835H



Electric Wheel Loader
LiuGong 838TE

Lampiran 2 Wawancara Dengan Operator, Mekanik, Dan Kepala Produksi Di PT BTR





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Data Biaya Operasional Kedua Unit Wheel Loader per Jam Di PT BTR

 PT BTR Jl. Raya Pekanbaru-Sungai Pagar, Pantai Raja, Kec. Perhentian Raja, Kabupaten Kampar, Riau 28462		
Parameter Operasional	838TE	835H
Konsumsi Energi per Jam	21,7 kWh/h	10 L/h
Harga Energi	1,699.53 Rp/kWh	28,150 Rp/L
Biaya Energi per Jam	Rp 36,879.80	Rp 281,500
Biaya Operator per Jam	Rp 25,000	Rp 25,000
Biaya Mekanik per Jam	Rp 23,500	Rp 23,500
Total biaya operasional per Jam	Rp 85,379.80	Rp 330,000.00

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Lampiran 4 Daftar Riwayat Hidup

Daftar Riwayat Hidup



1. Nama Lengkap : Supriyadi
2. NIM : 2202441013
3. Tempat, Tanggal Lahir : Depok, 01 April 2004
4. Jenis Kelamin : Laki-laki
5. Alamat : Jl. Kebon Kacang XI, RT.016/RW.001,
Kel. Kebon Kacang, Kec. Tanah Abang,
Kota Jakarta Pusat, Provinsi DKI Jakarta
6. Email : supriyadiboncang18@gmail.com
7. Pendidikan
 - SD (2010-2016) : SDN Kebon Kacang 05
 - SMP (2016-2019) : SMPN 18 Kota Jakarta
 - SMA (2019-2022) : SMKN 16 Kota Jakarta
8. Program Studi : Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat
9. Bidang Peminatan : Teknik Alat Berat
10. Tempat/Topik OJT : PT LiuGong Machinery Indonesia
“TROUBLESHOOTING HORN
EXCAVATOR CLG922E TIDAK
BERFUNGSI DI LIUZHOU
POLYTECHNIC UNIVERSITY”

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta