UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Pengaruh Variasi Beban terhadap Produktivitas dan Konsumsi Energi pada Forklift Elektrik Tipe CPD30EJL di PT LiuGong Machinery Indonesia
Ardian Fajar Nugraha, Dr. Ir. Widia Setiawan, S.T., M.T., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN ii
TUGAS AKHIR iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iv
SURAT PERNYATAAN KEBENARAN DOKUMEN v
KATA PENGANTAR vi
ABSTRACT viii
INTISARI iix
DAFTAR ISI x
BAB I 1
PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Metode Pengumpulan Data 5
1.6 Sistematika Penulisan 6
BAB II LANDASAN TEORI 8
2.1 *Forklift* Elektrik sebagai Sistem Konversi Energi 8
2.1.1 Komponen Utama *Forklift* Elektrik 8
2.2 Gambaran Umum *Forklift* CPD30EJL 10
2.2.1 Konfigurasi Standar dan Operasional 10
2.2.2 Spesifikasi Teknis Utama 11
2.2.3 Pengaruh Ketinggian Angkat terhadap Kapasitas Nominal 11
2.2.4 Hubungan Load Center Terhadap Kapasitas Angkat 13
2.2.5 Sistem Energi Baterai 14
2.2.6 Parameter Operasional yang Memengaruhi Penelitian 16
2.2.7 Fitur Pendukung Efisiensi 17
2.3 Landasan Teori Produktivitas 18
2.3.1 Faktor yang Memengaruhi Produktivitas 18
2.3.2 Waktu Siklus (*Cycle Time*) 19
2.3.3 Perhitungan Produktivitas 20
2.3.4 Efisiensi Produktivitas 21
2.4 Konsumsi Energi *Forklift* Elektrik 22
2.4.1 Faktor yang Memengaruhi Konsumsi Energi 23

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Pengaruh Variasi Beban terhadap Produktivitas dan Konsumsi Energi pada Forklift Elektrik Tipe CPD30EJL di PT LiuGong Machinery Indonesia
Ardian Fajar Nugraha, Dr. Ir. Widia Setiawan, S.T., M.T., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.4.2 Perhitungan Konsumsi Energi 24
2.4.3 Efisiensi Energi 25
2.5 Variasi Beban Kerja 26
2.5.1 Pengaruh Beban Terhadap Kinerja 27
2.5.2 Klasifikasi Beban 27
2.5.3 Hubungan Beban dengan Energi (Fisik) 28
2.6 Hubungan Variabel Penelitian 29
2.7 Penelitian Terdahulu 30
2.8 Kerangka Pemikiran 32
2.9 Hipotesis Penelitian 33
BAB III METODE PENELITIAN 34
3.1 Diagram Alir Penelitian 34
3.2 Jenis dan Pendekatan Penelitian 36
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian 37
3.4 Variabel Penelitian 37
3.4.1 Variabel Independen (X) 37
3.4.2 Variabel Dependen (Y) 38
3.4.3 Variabel Kontrol 38
3.5 Definisi Operasional Variabel 39
3.6 Metode Pengumpulan Data 40
3.6.1 Observasi Lapangan 40
3.6.2 Pengukuran Langsung 40
3.6.3 Studi Dokumentasi 41
3.6.4 Studi Literatur 41
3.6.5 Wawancara Konfirmatif 41
3.7 Desain Eksperimen Penelitian 42
3.8 Skenario Pengujian 43
3.9 Teknik Pengukuran 44
3.9.1 Pengukuran Waktu Siklus 44
3.9.2 Pengukuran Konsumsi Energi 44
3.10 Teknik Pengolahan Data 45
3.10.1 Perhitungan Waktu Siklus (*Cycle Time*) 45
3.10.2 Perhitungan Produktivitas 46
3.10.3 Perhitungan Konsumsi Energi 46
3.11 Teknik Analisis Data 47
3.11.1 Analisis Grafik (*Trend Analysis*) 48
3.11.2 Analisis Regresi Linear 48

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Pengaruh Variasi Beban terhadap Produktivitas dan Konsumsi Energi pada Forklift Elektrik Tipe CPD30EJL di PT LiuGong Machinery Indonesia
Ardian Fajar Nugraha, Dr. Ir. Widia Setiawan, S.T., M.T., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.11.3 Analisis Efisiensi Energi Operasional 49
3.12 Validitas dan Reliabilitas Data 50
3.13 Teknik Penyajian Data 50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 51
4.1 Hasil Pengecekan Standar Pra-Eksperimen Unit CPD30EJL.....51
4.1.1 Hasil Pengecekan Mekanikal dan Tekanan Ban 51
4.1.2 Hasil Pengawasan Kapasitas Awal Baterai (*State of Charge*)..... 52
4.1.3 Kalibrasi Instrumen Pengukuran Lapangan..... 52
4.2 Hasil Pengambilan Data Aktual dan Audit Deviasi Data..... 52
4.2.1 Catatan Metodologis Pendekatan Variasi Beban Kontinu..... 55
4.3 Analisis Statistik Deskriptif per Kategori Pembebanan 55
4.4 Analisis Inferensial Pemodelan Regresi Linear Sederhana..... 56
4.4.1 Model Regresi 1: Pengaruh Massa Beban (X) terhadap Produktivitas Y_1 (siklus/jam)..... 56
4.4.2 Model Regresi 2: Pengaruh Massa Beban (X) terhadap Konsumsi Energi Baterai Y_2 (kWh)..... 58
4.5 Pembahasan Teknis Dinamika Elemen Waktu Siklus 60
4.5.1 Analisis Pembengkakan Waktu Angkat Vertikal (t angkat)..... 62
4.5.2 Analisis Faktor Kelembaman pada Waktu Perpindahan Bermuatan (t pindah)..... 62
4.5.3 Validitas Stabilitas Waktu Penurunan (t turun) dan Kembali Kosong (t kembali) 63
4.5.4 Analisis Momen Gaya Terhadap Kapasitas Angkat dan Konsumsi Energi 64
4.6 Transformasi Kuantitatif Konsumsi Energi Aktual..... 66
4.6.1 Analisis Energi Spesifik (E_s)..... 67
4.7 Analisis Produktivitas Kerja *Forklift* 69
4.7.1 Analisis Efisiensi Produktivitas 70
4.8 Pembuktian Hipotesis..... 71
4.8.1 Pembuktian H1: Beban → Produktivitas (siklus/jam)..... 71
4.8.2 Pembuktian H2: Beban → Konsumsi Energi (kWh)..... 71
4.8.3 Pembuktian H3a: Trade-off Produktivitas ↔ Konsumsi Energi ... 72
4.8.4 Pembuktian H3b: Keberadaan dan Lokasi Sweet Spot 72
4.9 Analisis Rasio Efektivitas Energi (REE) dan Sweet Spot Operasional 72
4.9.1 Rekonsiliasi Temuan Sweet Spot dengan Klasifikasi Beban 75
4.10 Analisis Rugi-Rugi Energi pada Beban Ekstrem 76
4.10.1 Analisis Efisiensi Energi Termodinamik..... 76
4.11 Estimasi Daya Tahan Operasional Baterai (Running Time)..... 79

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Analisis Pengaruh Variasi Beban terhadap Produktivitas dan Konsumsi Energi pada Forklift Elektrik Tipe CPD30EJL di PT LiuGong Machinery Indonesia
Ardian Fajar Nugraha, Dr. Ir. Widia Setiawan, S.T., M.T., IPM.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.12 Analisis Tekno-Ekonomi Biaya Pengisian Daya 81
4.13 Komparasi Kuantitatif dengan Penelitian Terdahulu 83
4.14 Implikasi terhadap Manajemen Logistik PT AWGM 83
BAB V PENUTUP 85
5.1 Kesimpulan 85
5.1.1 Pengaruh Variasi Beban terhadap Produktivitas *Forklift* Elektrik CPD30EJL (Rumusan Masalah 1) 85
5.1.2 Pengaruh Variasi Beban terhadap Konsumsi Energi Baterai CPD30EJL (Rumusan Masalah 2) 85
5.1.3 Karakter Hubungan *Trade-off* Produktivitas-Konsumsi Energi dan Identifikasi Titik Operasi Optimal (Rumusan Masalah 3) 85
5.2 Saran 86
5.2.1 Saran untuk PT AWGM 86
5.2.2 Saran untuk Penelitian Selanjutnya 87
DAFTAR PUSTAKA 89
LAMPIRAN 92