



© 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

SKRIPSI



**ANALISIS GANGGUAN PADA SISTEM KELISTRIKAN
BATERAI FORKLIFT ELEKTRIK JUNGHEINRICH ETV MB216**

Ardi Wiranata

Pengusul :

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

NIM 2502442005

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

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

ANALISIS GANGGUAN PADA SISTEM KELISTRIKAN BATERAI FORKLIFT ELEKTRIK JUNGHEINRICH ETV MB216

Oleh:

Ardi Wiranata

NIM. 2502442005

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Skripsi telah disetujui oleh:

Dosen Pembimbing 1

Prof. Iwan Susanto, Ph.D
NIP. 197905042006041002

Dosen Pembimbing 2

Muhammad Hidayat Tullah, ST., MT
NIP. 199311082024061001

Kepala Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Muhammad Todaro, S.T., M.Tr.T.
NIP. 199105012024061003



© 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

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN SKRIPSI**

**ANALISIS GANGGUAN PADA SISTEM KELISTRIKAN
BATERAI FORKLIFT ELEKTRIK JUNGHEINRICH ETV MB216**

Oleh:

Ardi Wiranata

NIM. 2502442005

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 13 Juli 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
1	Tia Rahmiati , S.T., M.T. NIP.198001252006042001	Ketua	
2	Dr. Gun Gun Ramdhan Gunadi, ST., M.T. NIP.19711114 2006041001	Anggota	
3	Muhammad Hidayat Tullah, ST., MT, NIP. 199311082024061001	Anggota	

Depok, 20 Juli 2026

Disahkan Oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

NIP. 197602252000121002



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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ardi Wiranata
Tempat/Tanggal Lahir : Bekasi, 23 November 1995
NIM : 2502442005
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa
Pemeliharaan Alat Berat

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul “Analisis Gangguan Pada Sistem Kelistrikan Baterai Forklift Elektrik Junheinrich ETV MB216”:

1. Adalah benar hasil karya saya sendiri (tidak hasil plagiasi/jiplakan).
2. Tidak didasarkan pada data palsu.

Apabila pada kemudian hari terbukti bahwa pernyataan saya tidak benar, saya bersedia menanggung resiko dan siap diperkarakan sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Bekasi, 20 Juli 2026
Yang menyatakan,



Ardi Wiranata
NIM. 2502442005



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

ABSTRAK

Nama : Ardi Wiranata
NIM : 2502442005
Dosen Pembimbing : (I) Prof. Iwan Susanto, Ph.D
(II) Muhammad Hidayat Tullah, ST., MT

Forklift elektrik Jungheinrich ETV MB216 yang menggunakan baterai timbal-asam tipe Positive Plates Zuurstof Sulfat (PzS) merupakan unit material handling yang banyak dioperasikan di sektor logistik dan pergudangan Indonesia. Gangguan pada sistem kelistrikan baterai unit ini berpotensi menyebabkan downtime operasional yang signifikan dan eskalasi biaya pemeliharaan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi jenis-jenis gangguan pada sistem kelistrikan baterai, menganalisis faktor penyebab utamanya, serta merumuskan rekomendasi strategi pemeliharaan preventif yang efektif dan terukur.

Data yang digunakan bersumber dari Field Service Report (FSR) yang dikumpulkan oleh teknisi lapangan bersertifikat Jungheinrich Indonesia pada periode Juli 2025 hingga Februari 2026 di lokasi operasional PT. Sumber Alfaria Trijaya dan PT. Sinar Niaga Sejahtera. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif yang dikombinasikan dengan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Root Cause Analysis (RCA) berbasis fishbone diagram (diagram Ishikawa).

Hasil penelitian mengidentifikasi enam jenis gangguan utama dari total 45 kasus yang tercatat, yaitu: battery drop (31,1%), kebocoran tray baterai akibat overwatering (24,4%), kerusakan sel baterai (20,0%), kondisi kabel buruk (11,1%), kerusakan inter-cell connector (8,9%), dan kerusakan cell bolt (4,4%). Hasil FMEA menetapkan overwatering sebagai gangguan dengan Risk Priority Number (RPN) tertinggi sebesar 280 (Severity=7, Occurrence=8, Detection=5), diikuti battery drop (RPN=224) dan kerusakan sel baterai (RPN=200). Analisis RCA mengungkap bahwa faktor manusia dan metode — khususnya ketidakpatuhan terhadap Standard Operating Procedure (SOP) pengisian air accu dan kurangnya pelatihan teknisi — berkontribusi pada 70% dari total gangguan yang teridentifikasi. Overwatering terbukti merupakan akar penyebab yang bersifat kaskade, memicu battery drop, korosi inter-cell connector, dan percepatan kerusakan sel secara simultan.

Berdasarkan temuan tersebut, penelitian merekomendasikan implementasi SOP pengisian air accu terstandar, pemasangan level indicator pada tray baterai, kalibrasi charger setiap enam bulan, serta inspeksi komponen kelistrikan setiap 500 jam operasi. Strategi pemeliharaan preventif berbasis FMEA-RCA ini diproyeksikan dapat mengurangi frekuensi gangguan hingga 50–60%, setara dengan penghematan 90–216 jam downtime per tahun di setiap lokasi operasional.

Kata Kunci: Forklift elektrik, Jungheinrich ETV MB216, baterai PzS, FMEA, RCA, fishbone diagram, pemeliharaan preventif



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

Assalammu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wata'ala, Rabb seluruh alam, yang senantiasa memberikan kasih sayang dan rahmat kepada seluruh makhluk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir (skripsi) dengan judul "Analisis Gangguan pada Sistem Kelistrikan Baterai Forklift Elektrik Jungheinrich ETV MB216" ini dengan baik. Sholawat serta sallam semoga senantiasa terlimpah kepada junjungan kita, Nabi Muhammad Shalallahu'alaihi wasallam, sahabat beserta keluarganya.

Laporan Tugas Akhir (skripsi) ini berisi tentang gambaran aktifitas yang dilakukan penulis semasa masa melakukan. Selain itu juga Laporan Tugas Akhir (skripsi) ini merupakan sebagian persyaratan Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Mesin S-1.

Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah banyak membantu dan berperan sehingga pelaksanaan kerja praktik dan penulisan laporan dapat diselesaikan dengan baik. Serta pada kesempatan ini penulis juga ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Iwan Susanto, Ph.D selaku dosen pembimbing pertama dalam skripsi dan Muhammad Hidayat Tullah, ST., MT, selaku dosen pembimbing kedua dalam skripsi ini.
2. Dr. Fuad Zaenuri, ST., M.si., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin di kampus Politeknik Negeri Jakarta.



© 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

3. Dosen-dosen yang telah membantu dan memberikan kuliah yang berhubungan dengan materi yang dibahas.
4. Kepada kedua orang tua, yang senantiasa memberikan doa dan pengorbanan kepada saya..
5. Kepada keluarga pribadi saya istri dan anak saya senantiasa memberikan doa dan semangat pada proses tugas akhir ini.

Depok, 20 Juli 2026

Ardi Wiranata
2502442005

**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 Judul.....	i
Halaman lembar Persetujuan Dosen Pembimbing	ii
Halaman lembar Pengesahan	iii
Surat Pernyataan Keaslian.....	iv
Abstrak	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah Penelitian	6
1.3. Pertanyaan Penelitian	7
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.5. Manfaat Penelitian.....	7
1.6. Sistematika Penulisan Skripsi	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1. Landasan Teori.....	11
2.1.1 Forklift Eleketrik	11
2.1.2 Sistem Baterai Forklift Eleketrik.....	14
2.1.3 Gangguan Pada Sistem Kelistrikan Baterai.....	16
2.1.4 Metode Diagnosis Gangguan	19
2.1.5 Metode Analisis Kegagalan.....	21
2.1.6 Diagnosis Troubel Codes (DTC).....	22
2.1.7 Baterai Timbal-Asam Tipe PzS.....	23
2.1.8 Parameter Pengukuran dan Inpeksi Baterai.....	23
2.1.9 Gangguan Umum Pada Baterai Forklift.....	24
2.2. Kajian Literatur	24
2.3. Kerangka Pemikiran.....	28



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 3 METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1. Flow Chart / Diagram Alur	29
3.2. Jenis Penelitian	30
3.3. Objek dan Batasan Penelitian (Sampel)	32
3.4. Metode Pengambilan Sampel	32
3.5. Jenis. Sumber dan Pengumpulan Data	33
3.6. Metode Analisis Data	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1. Gambaran Umum Data Penelitian	44
4.2 Analisis Deskriptif Gangguan Sistem Kelistrikan Baterai	44
4.3 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	46
4.4 Root Cause Analysis (RCA) dengan Fishbone Diagram	50
4.5 Pembahasan	55
4.6 Rekomendasi Strategi Pemeliharaan	61
4.7 Ringkasan Temuan	62
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Kesimpulan	64
5.1.1 Jenis Gangguan pada Sistem Kelistrikan Baterai Forklift Jungheinrich ETV MB216	64
5.1.2 Penyebab Utama Gangguan Sistem Kelistrikan Baterai	66
5.1.3 Rekomendasi Tindakan Perbaikan dan Pencegahan	67
5.2 Saran	70
5.2.1 Bagi Perusahaan Pengguna Forklift	70
5.2.2 Bagi Teknisi dan Tenaga Pemeliharaan	71
5.2.3 Bagi Jungheinrich Indonesia	71
5.2.4 Bagi Penelitian Selanjutnya	72
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	77



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

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	23
Tabel 3.5.2 Rekapitulasi Data Lapangan	42
Tabel 4.1 Distribusi Frekuensi Gangguan Sistem Kelistrikan Baterai	44
Tabel 4.2 Hasil Analisis FMEA Sistem Kelistrikan Baterai Jungheinrich ETV MB216	45
Tabel 4.3 Rekapitulasi RCA dan Rekomendasi Tindakan	55
Tabel 4.3 Perbandingan Dampak Gangguan Baterai pada Efisien Operasional	58
Tabel 4.4 Rekomendasi Strategi Pemeliharaan Preventif Jungheinrich ETV MB216	61

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© 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 GAMBAR

Gambar 2.1 Forklift elektrik Jungheinrich ETV MB 214/MB 216/MC320	11
Gambar 2.2 Baterai traksi	12
Gambar 2.3 Battery Management System (BMS)	13
Gambar 2.4 Motor controller	13
Gambar 2.4 Sistem Pengisian Daya (Charger) Forklift	14
Gambar 2.5 Baterai lead-acid atau aki basah	14
Gambar 2.6 Baterai lithium-ion	16
Gambar 2.7 Voltage Testing	19
Gambar 2.8 Current Measurement (Amperemeter)	20
Gambar 2.9 Resistance Tester Digital.....	20
Gambar 2.10 Kerangka Pemikiran.....	28
Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian	29
Gambar 3.2 Fishbone Diagram	31
Gambar 4.1 Fishbone Diagram – Battery Drop & Overwatering.....	51
Gambar 4.2 Fishbone Diagram – Kerusakan Sel Bateery (Cell Damage).....	52
Gambar 4.3 Fishbone Diagram – Gangguan Komponen Kelistrikan	54

**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

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Perkembangan teknologi industri modern menunjukkan tren elektrifikasi yang semakin dominan dalam sektor logistik. Forklift elektrik kini menjadi pilihan strategis perusahaan karena keunggulannya dalam aspek lingkungan, efisiensi operasional, dan kepatuhan terhadap regulasi emisi global. Pasar global forklift elektrik mencatat nilai USD 45,013 juta pada tahun 2023 dan diproyeksikan mencapai USD 112,870 juta pada tahun 2030 dengan tingkat pertumbuhan tahunan gabungan (CAGR) sebesar 14,4% (Grand View Research, 2023). Proyeksi ini mengonfirmasi bahwa forklift elektrik akan menjadi tulang punggung operasional logistik masa depan.

Tren serupa terlihat di Indonesia. Pameran Forklift Indonesia 2025 memperkenalkan berbagai inovasi forklift elektrik dengan teknologi baterai lithium-ion yang lebih efisien (Suara Merdeka Jakarta, 2025; Nikel.co.id, 2025), menandakan transformasi signifikan dalam industri logistik nasional. Adopsi teknologi ini meningkatkan kebutuhan akan sistem kelistrikan yang andal untuk mendukung kontinuitas operasional di sektor industri dan perdagangan.

Namun, realitas operasional menunjukkan bahwa baterai forklift merupakan komponen kritis yang rentan terhadap gangguan. Ketika voltase baterai tidak memenuhi standar, seluruh sistem kelistrikan terganggu dan memicu masalah operasional seperti error code pada display, disfungsi sistem lifting, dan kegagalan travel (Rahayu Forklift, 2025). Siklus pengisian baterai juga menjadi parameter vital satu cycle pengisian penuh hingga 100% idealnya diperiksa lima kali per tahun, namun praktik lapangan menunjukkan inkonsistensi yang memperbesar risiko kegagalan sistem. Gangguan umum meliputi kerusakan baterai, masalah hidrolik, error kontrol, overheating, dan gangguan kelistrikan (Triguna Karya Nusantara, 2025), yang berdampak langsung pada produktivitas dan eskalasi biaya operasional.



© 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

Perkembangan teknologi kendaraan listrik pada era industri 4.0 telah mendorong transformasi besar-besaran di sektor logistik dan manufaktur global. Tuntutan efisiensi energi, pengurangan emisi gas rumah kaca, serta regulasi lingkungan yang semakin ketat menjadikan kendaraan bertenaga listrik sebagai solusi utama operasional industri modern. Dalam konteks ini, *forklift* elektrik telah menggantikan peran *forklift* bermesin diesel secara masif di berbagai fasilitas pergudangan, pabrik, dan pusat distribusi karena keunggulannya berupa bebas emisi gas buang, rendah kebisingan, biaya operasional lebih hemat, serta ramah lingkungan (Suwandono, 2016).

Sebagai sumber daya penggerak utama, baterai merupakan komponen terpenting sekaligus paling kritis pada sebuah *forklift* elektrik. Kinerja, kapasitas angkut, serta keandalan operasional *forklift* elektrik secara langsung ditentukan oleh kondisi sistem kelistrikan baterainya. Cuce et al. (2025) dalam kajian komprehensifnya terhadap teknologi baterai kendaraan listrik menegaskan bahwa efektivitas kendaraan listrik sangat bergantung pada performa baterai, di mana masalah utama yang dihadapi adalah degradasi kapasitas dan risiko *thermal runaway* akibat baterai yang beroperasi di luar rentang suhu optimal 15°C–35°C. Degradasi sel baterai yang tidak terdeteksi secara dini dapat berujung pada kegagalan sistem secara menyeluruh, sehingga analisis mendalam terhadap gangguan kelistrikan baterai menjadi suatu keharusan dalam manajemen aset industri.

Baterai kendaraan industri modern tidak hanya terdiri dari susunan sel secara fisik, melainkan juga melibatkan sistem kontrol elektronik yang canggih berupa *Battery Management System* (BMS). Sistem ini bertanggung jawab memonitor dan mengatur parameter kelistrikan baterai secara *real-time*, seperti tegangan, arus, suhu, serta kondisi pengisian dan pengosongan daya. Husien R. et al. (2024) membuktikan bahwa estimasi *State of Charge* (SOC) secara akurat merupakan fungsi krusial BMS, di mana ketidakakuratan pembacaan SOC dapat memicu kondisi *over-charging* maupun *over-discharging* yang memperpendek usia baterai bahkan membahayakan keselamatan sistem kelistrikan secara keseluruhan. Selanjutnya, Roviato et



© 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

al. (2024) menambahkan bahwa ketidakseimbangan sel (*cell imbalance*) akibat perbedaan karakteristik manufaktur dan siklus pengisian merupakan faktor degradasi diam-diam yang sering luput dari perhatian teknisi lapangan, namun secara sistematis merusak kapasitas dan umur pakai baterai jika tidak ditangani dengan teknologi penyeimbang aktif yang tepat.

Jungheinrich ETV MB216 adalah salah satu varian *reach truck* elektrik kelas industri alat berat buatan Jerman yang banyak digunakan di fasilitas logistik bertingkat (*high-rack warehouse*) di Indonesia. Unit ini mengoperasikan sistem kelistrikan baterai traksi bertegangan tinggi yang dipadukan dengan modul kontrol elektronik terintegrasi, sehingga memiliki kompleksitas sistem kelistrikan yang jauh melebihi *forklift* konvensional. Kompleksitas ini menjadikan identifikasi dan diagnosis gangguan kelistrikan baterai pada unit tersebut memerlukan pendekatan teknis yang sistematis dan berbasis data lapangan aktual.

Data empiris dari berbagai penelitian sebelumnya mengonfirmasi bahwa komponen kelistrikan baterai dan sistem kontrolnya merupakan sumber gangguan dengan risiko operasional tertinggi pada *forklift* elektrik. Suwandono (2016) melalui analisis FMEA pada *forklift* elektrik Nichiyu FB20-75C menemukan bahwa kerusakan pada *charger* baterai dan *Micro Processor Unit* (MPU) menempati nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi sebesar 80, yang berarti kedua komponen tersebut memiliki probabilitas tertinggi menyebabkan *forklift* berhenti beroperasi secara total. Senada dengan temuan tersebut, Rizky dan Sulistiyowati (2024) melaporkan bahwa masalah kelistrikan pada sistem aki *forklift*, termasuk korsleting akibat kualitas kabel yang buruk dan kelalaian pengecekan air aki, merupakan faktor kegagalan kritis kedua setelah kerusakan radiator berdasarkan pembobotan FMEA di lapangan operasional nyata. Fakta-fakta ini menjadi argumentasi ilmiah yang kuat untuk menjadikan sistem kelistrikan baterai sebagai fokus analisis utama dalam penelitian ini.

Paradigma perawatan peralatan industri yang masih dominan diterapkan di banyak perusahaan adalah *corrective maintenance* atau perawatan reaktif,



© 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

yaitu melakukan perbaikan hanya setelah kerusakan telah terjadi. Pendekatan ini terbukti tidak efisien karena memicu *downtime* produksi yang tidak terencana dan pembengkakan biaya operasional. bahwa pemeliharaan sistem kelistrikan baterai pada alat berat industri seperti forklift Jungheinrich ETV MB216 mendukung semangat efisiensi energi nasional yang selaras dengan PERPRES No. 55 Tahun 2019 tentang percepatan kendaraan listrik berbasis baterai (Zainuri, F., Tullah, M. H., Nuriskasari, I., Subarkah, R., Widiyatmoko, K., Prasetya, S., Susanto, I., Belyamin, & Abdillah, A. A., 2022).

Saputra dan Yusianto (2026) membuktikan pada studi kasusnya bahwa penerapan metode FMEA pada peralatan industri berhasil mengidentifikasi mode kegagalan kritis dengan nilai RPN tertinggi, sehingga memungkinkan peralihan dari strategi reaktif ke *preventive maintenance* yang terencana. Dalam konteks *forklift* elektrik, Suwandono (2016) juga menegaskan bahwa hanya dengan pemahaman terstruktur terhadap akar penyebab gangguan kelistrikan melalui pendekatan analitis seperti FMEA perusahaan dapat menyusun jadwal perawatan preventif yang tepat sasaran untuk menekan risiko *downtime* operasional.

Studi lapangan terkait permasalahan kelistrikan baterai *forklift* juga telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya meskipun dengan ruang lingkup yang berbeda. Agustin et al. (2025) dalam penelitian rekondisi *forklift* Logitrans AA02 menghadapi tantangan serupa berupa jalur sirkuit kabel yang tidak jelas dan aki yang rusak total akibat lama tidak dioperasikan. Penelitian tersebut berhasil memetakan ulang jalur kabel menggunakan *multitester* dan mengganti komponen aki sehingga unit kembali berfungsi optimal. Sementara itu, Chorda dan Toha (2024) mengangkat permasalahan dari sisi manajemen operasional baterai *forklift* di lingkungan industri, di mana baterai berbobot 873 kg pada PT. Inti Ganda Perdana tidak dapat dikelola secara efisien karena ketiadaan alat bantu pemindah yang sesuai. Kedua studi ini memperkuat kesimpulan bahwa pengelolaan baterai *forklift* elektrik di lingkungan industri baik dari sisi teknis kelistrikan maupun operasional merupakan tantangan



© 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

yang memerlukan solusi inovatif dan berbasis analisis yang mendalam.

Meskipun sejumlah penelitian telah membahas gangguan *forklift* elektrik secara umum, terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) yang signifikan. Pertama, sebagian besar penelitian yang ada menggunakan pendekatan makro berbasis FMEA yang menilai berbagai sistem sekaligus, sehingga analisis terhadap sistem kelistrikan baterai secara spesifik dan mendalam masih sangat terbatas. Kedua, belum ada penelitian yang secara khusus mengkaji gangguan pada sistem kelistrikan baterai traksi unit Jungheinrich ETV MB216—sebuah *reach truck* elektrik berteknologi tinggi yang memiliki arsitektur BMS dan sistem kontrol daya yang berbeda secara fundamental dari *forklift* elektrik konvensional yang umum diteliti. Ketiga, kajian oleh Rovianto et al. (2024) tentang teknologi *active equalizer* dan Husien R. et al. (2024) tentang estimasi SOC berbasis LSTM menunjukkan bahwa inovasi di bidang manajemen baterai terus berkembang pesat, sehingga pemahaman terhadap jenis-jenis gangguan aktual di lapangan pada unit spesifik seperti Jungheinrich ETV MB216 menjadi sangat relevan sebagai dasar implementasi teknologi-teknologi tersebut.

Adapun data di lapangan sebelumnya Forklift elektrik merupakan salah satu peralatan material handling yang banyak digunakan di industri logistik, pergudangan, dan distribusi. Salah satu merek dan tipe forklift elektrik yang umum digunakan adalah Jungheinrich ETV MB216, sebuah *reach truck* dengan sistem penggerak berbasis baterai timbal-asam (lead-acid) tipe Positive Plates Zuurstof Sulfat (PzS).

Dalam operasional di lapangan, baterai forklift elektrik seringkali mengalami berbagai gangguan yang dapat mengurangi performa dan masa pakai unit. Berdasarkan data service lapangan yang dikumpulkan pada periode Juli 2025 hingga Februari 2026 dari berbagai lokasi pelanggan PT. Sumber Alfaria Trijaya dan PT. Sinar Niaga Sejahtera, ditemukan sejumlah gangguan signifikan pada sistem kelistrikan baterai forklift Jungheinrich ETV MB216.

Gangguan yang terjadi antara lain meliputi: penurunan tegangan baterai secara cepat (*battery drop*), kebocoran tray baterai akibat kelebihan air accu



© 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

saat pengisian (overwatering), kerusakan sel baterai (battery cell damaged), kondisi kabel yang buruk, kerusakan inter-cell connector, serta kerusakan cell bolt. Kondisi-kondisi ini berpotensi menyebabkan downtime operasional yang merugikan, bahkan dapat menimbulkan risiko keselamatan di area kerja

Berdasarkan uraian di atas, penelitian yang berfokus pada analisis gangguan sistem kelistrikan baterai *forklift* elektrik Jungheinrich ETV MB216 memiliki urgensi yang tinggi dari sudut pandang praktis maupun akademis. Dari sudut pandang praktis, identifikasi jenis dan penyebab gangguan secara sistematis akan memberikan acuan yang konkret bagi teknisi dan manajemen pemeliharaan dalam menyusun prosedur *troubleshooting* dan program perawatan preventif yang efektif. Dari sudut pandang akademis, penelitian ini akan mengisi celah literatur yang ada dengan menyediakan data empiris lapangan mengenai gangguan sistem kelistrikan baterai pada unit *reach truck* elektrik kelas industri modern yang selama ini belum terdokumentasi secara ilmiah.

Oleh karena itu, penelitian dengan judul "**Analisis Gangguan pada Sistem Kelistrikan Baterai Forklift Elektrik Jungheinrich ETV MB216**" ini dilaksanakan sebagai upaya sistematis untuk mengidentifikasi, mengklasifikasikan, dan menganalisis gangguan-gangguan kelistrikan yang terjadi pada baterai unit tersebut di lapangan, sekaligus merumuskan rekomendasi tindakan perbaikan dan pencegahan yang dapat diimplementasikan secara praktis.

1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, dapat diidentifikasi beberapa masalah utama yang menjadi fokus penelitian ini. Gangguan sistem kelistrikan baterai pada forklift elektrik Jungheinrich ETV MB216 merupakan fenomena yang kompleks dan multifaktor, yang memerlukan analisis sistematis untuk memahami karakteristik, penyebab, dan dampaknya terhadap perusahaan.

Masalah pertama adalah belum terdapatnya pemahaman yang



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

komprehensif tentang jenis-jenis dan frekuensi gangguan sistem kelistrikan baterai yang spesifik terjadi pada forklift model Jungheinrich ETV MB216. Masalah kedua adalah ketidakpahaman terhadap faktor-faktor penyebab utama terjadinya gangguan tersebut, sehingga strategi penanggulangan belum dapat dilakukan secara tepat sasaran. Masalah ketiga adalah strategi pemeliharaan yang saat ini diterapkan masih bersifat reaktif dan korektif, belum berbasis pada analisis sistematis dan data, sehingga kurang efisien dan cost-effective.

Oleh karena itu, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: Bagaimana mengidentifikasi, menganalisis, dan mengatasi gangguan sistem kelistrikan baterai pada forklift elektrik Jungheinrich ETV MB216.

1.3. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apa saja jenis gangguan yang terjadi pada sistem kelistrikan baterai forklift elektrik Jungheinrich ETV MB216 di lapangan?
2. Apa penyebab utama gangguan pada sistem kelistrikan baterai forklift ETV MB216 berdasarkan data service lapangan?
3. Bagaimana rekomendasi tindakan perbaikan dan pencegahan gangguan pada sistem baterai forklift elektrik Jungheinrich ETV MB216?

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan masalah di atas, penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis-jenis gangguan pada sistem kelistrikan baterai forklift elektrik Jungheinrich ETV MB216.
2. Menganalisis penyebab gangguan berdasarkan data pengukuran tegangan dan inspeksi komponen baterai di lapangan.
3. Merumuskan rekomendasi tindakan perbaikan (corrective action) dan perawatan preventif (preventive maintenance) untuk memperpanjang umur pakai baterai forklift.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat praktis sebagai berikut:



© 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

1. Manfaat Teoretis

- Memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik elektro dan sistem kelistrikan, khususnya terkait analisis gangguan baterai pada forklift elektrik.
- Menambah literatur akademik mengenai karakteristik sistem kelistrikan forklift Jungheinrich ETV MB216, yang sebelumnya belum banyak diteliti.
- Memperkuat pemahaman tentang hubungan antara gangguan kelistrikan baterai dengan dampak operasional (downtime, biaya maintenance, dan efisiensi logistik).
- Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang ingin mengkaji diagnosis gangguan baterai atau strategi pemeliharaan berbasis data pada kendaraan listrik industri.

2. Manfaat Praktis

- Memberikan rekomendasi teknis bagi perusahaan pengguna forklift Jungheinrich ETV MB216 dalam meningkatkan keandalan sistem kelistrikan baterai.
- Membantu perusahaan mengurangi downtime operasional dan biaya maintenance melalui strategi pemeliharaan yang lebih sistematis dan preventif.
- Menjadi acuan bagi teknisi dan praktisi lapangan dalam mendeteksi dini gangguan baterai serta menerapkan langkah penanggulangan yang tepat.
- Mendukung efisiensi logistik perusahaan dengan memperpanjang umur pakai baterai forklift dan meningkatkan produktivitas operasional.

1.6. Sistematika Penulisan Skripsi

Penulisan skripsi ini disusun dalam lima bab utama dengan sistematika sebagai berikut:

BAB 1: PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bagian awal yang menjelaskan konteks dan dasar



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

pemikiran penelitian. Isi bab meliputi: latar belakang penelitian yang menjelaskan tren teknologi dan masalah praktis, rumusan masalah penelitian secara komprehensif, pertanyaan-pertanyaan penelitian yang spesifik, tujuan penelitian yang terukur, manfaat penelitian baik dari sisi akademik maupun praktis, dan sistematika penulisan keseluruhan skripsi.

BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan konsep-konsep teoritis, framework, dan hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Topik yang dibahas meliputi: karakteristik dan spesifikasi forklift elektrik, sistem kelistrikan dan baterai pada forklift, jenis-jenis gangguan dan failure mode pada forklift elektrik, teori reliability dan maintainability, metode analisis kegagalan (FMEA dan RCA), strategi pemeliharaan equipment (preventive maintenance, predictive maintenance, dan corrective maintenance), serta teori manajemen downtime dan operational efficiency.

BAB 3: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan pendekatan dan metode penelitian yang digunakan. Isi bab meliputi: desain penelitian dan paradigma penelitian yang dipilih (mixed method), sumber data penelitian (data primer dan sekunder), populasi dan sample penelitian, teknik pengumpulan data (wawancara, observasi, dokumentasi, kuisioner), teknik analisis data (FMEA, RCA, analisis deskriptif, analisis kuantitatif), instrumen penelitian yang digunakan, dan prosedur validasi data.

BAB 4: HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

Bab ini menyajikan temuan-temuan hasil pengumpulan dan analisis data lapangan. Isi bab meliputi: identifikasi jenis-jenis gangguan sistem kelistrikan baterai dengan data frekuensi dan pola distribusi, analisis faktor penyebab menggunakan FMEA dan RCA dengan fishbone diagram, serta evaluasi strategi maintenance yang saat ini diterapkan.



© 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

BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab penutup ini merangkum temuan utama dan memberikan rekomendasi lanjutan. Isi bab meliputi: ringkasan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan penelitian, kesimpulan umum berdasarkan hasil analisis, implikasi temuan terhadap teori dan praktik, rekomendasi untuk implementasi di perusahaan, serta saran untuk penelitian lanjutan yang dapat dilakukan di masa depan.





© 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

a) Kategori Mesin:

- Charger tidak terkalibrasi menyebabkan tegangan pengisian melebihi 2,4V per sel
- Tidak ada sistem Battery Management System (BMS) yang aktif memonitor kondisi sel

b) Kategori Lingkungan:

- Suhu ruang penyimpanan melebihi 35°C mempercepat degradasi material aktif pelat
- Tidak ada ventilasi memadai di area charging station

c) Kategori Pengukuran:

- Parameter kelistrikan tidak dimonitor secara real-time selama proses pengisian
- Tidak ada alarm sistem untuk kondisi overcharge atau overtemperature

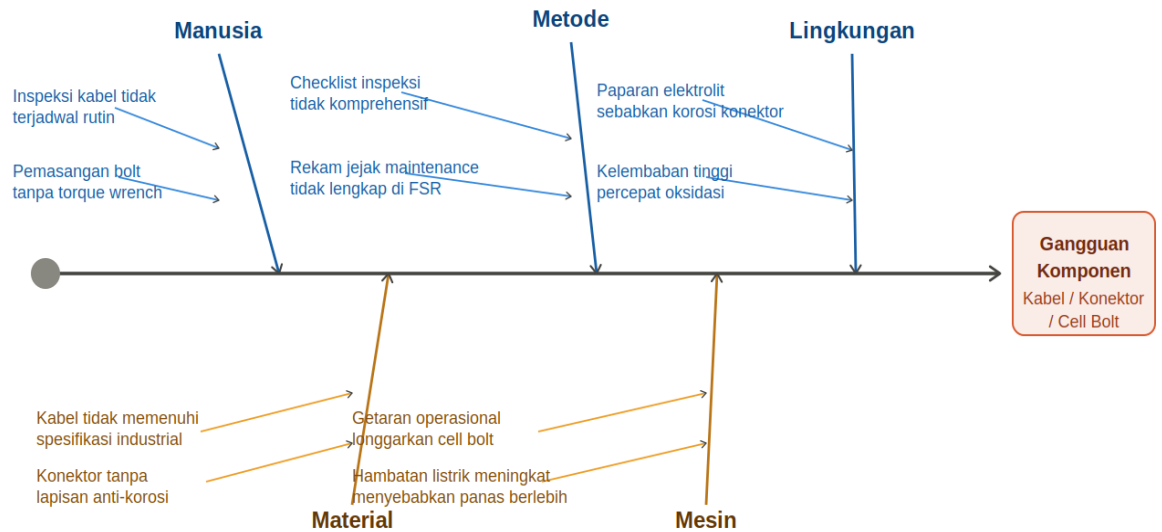
4.4.3 RCA Gangguan Komponen Kelistrikan (Kabel, Konektor, Cell Bolt)

Gambar 4.3 menyajikan fishbone diagram untuk gangguan komponen kelistrikan yang meliputi kondisi kabel buruk, kerusakan inter-cell connector, dan kerusakan cell bolt.



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



Gambar 4.3 Fishbone Diagram — Gangguan Komponen Kelistrikan (Kabel, Konektor, Cell Bolt)

Gambar 4.3 Fishbone Diagram — Gangguan Komponen Kelistrikan (Kabel, Konektor, Cell Bolt)

a) Kategori Manusia:

- Inspeksi visual komponen kelistrikan tidak terjadwal secara rutin
- Pemasangan cell bolt tanpa alat ukur torsi yang tepat (torque wrench)

b) Kategori Material:

- Kabel yang digunakan tidak memenuhi spesifikasi grade industrial untuk lingkungan bergetar
- Konektor antar sel tidak dilapisi pelindung anti-korosi setelah instalasi

c) Kategori Lingkungan:

- Paparan elektrolit yang bocor menyebabkan korosi progresif pada konektor



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

- Kelembaban tinggi di area operasional mempercepat oksidasi sambungan listrik

4.4.4 Rekapitulasi RCA

Tabel 4.3 berikut menyajikan rekapitulasi hasil RCA untuk seluruh gangguan beserta rekomendasi tindakan yang diusulkan.

Tabel 4.3 Rekapitulasi RCA dan Rekomendasi Tindakan

Gangguan	Kategori RCA	Akar Penyebab	Rekomendasi Tindakan
Battery Drop	Manusia & Metode	Overwatering menyebabkan sulfation dan penurunan kapasitas sel	Implementasi SOP pengisian air accu terukur; pelatihan ulang teknisi
Kebocoran Tray	Manusia & Mesin	Tidak ada level indicator; prosedur pengisian tidak dipatuhi	Pasang float valve/level indicator; audit prosedur maintenance berkala
Cell Damaged	Mesin & Lingkungan	Overcharging akibat charger tidak terkalibrasi; suhu $>35^{\circ}\text{C}$	Kalibrasi charger setiap 6 bulan; ventilasi ruang charging memadai
Kabel Buruk	Manusia & Material	Inspeksi tidak terjadwal; kabel berkualitas rendah	Jadwalkan inspeksi tiap 500 jam; gunakan kabel grade industrial
Inter-Cell Connector	Mesin & Lingkungan	Korosi akibat paparan elektrolit dan kelembaban tinggi	Bersihkan konektor dengan anti-korosi tiap 3 bulan
Cell Bolt	Manusia	Pemasangan tanpa torque wrench; tidak ada rekam jejak	Gunakan torque wrench sesuai spesifikasi; catat hasil di FSR

4.5 Pembahasan

Penelitian ini mengadopsi pendekatan komprehensif melalui kombinasi Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) dan Root Cause Analysis (RCA) untuk menganalisis gangguan pada sistem kelistrikan baterai forklift elektrik Jungheinrich ETV MB216. FMEA berperan dalam mengidentifikasi dan memprioritaskan mode kegagalan berdasarkan tingkat risiko kuantitatif yang direpresentasikan oleh Risk Priority Number (RPN), sementara RCA memberikan



© 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

pemahaman mendalam mengenai akar penyebab fundamental dari setiap kegagalan, sehingga memungkinkan perumusan strategi mitigasi yang tepat dan berkelanjutan

4.5.1 Analisis Hasil dan Strategi Mitigasi Gangguan

Penelitian ini mengadopsi pendekatan komprehensif melalui kombinasi Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) dan Root Cause Analysis (RCA) untuk menganalisis gangguan pada sistem kelistrikan baterai forklift elektrik Jungheinrich ETV MB216. FMEA berperan dalam mengidentifikasi dan memprioritaskan mode kegagalan berdasarkan tingkat risiko kuantitatif yang direpresentasikan oleh Risk Priority Number (RPN), sementara RCA memberikan pemahaman mendalam mengenai akar penyebab fundamental dari setiap kegagalan, sehingga memungkinkan perumusan strategi mitigasi yang tepat dan berkelanjutan.

1. Integrasi FMEA dan RCA dalam Penanganan Gangguan

Kombinasi FMEA dan RCA terbukti efektif dalam menyajikan gambaran analisis yang saling melengkapi. FMEA secara sistematis mengidentifikasi potensi mode kegagalan, efeknya, serta tingkat keparahan, kemungkinan terjadi, dan deteksi, yang kemudian dikuantifikasi menjadi RPN. Prioritas penanganan ditentukan berdasarkan nilai RPN tertinggi. Selanjutnya, RCA digunakan untuk menggali lebih dalam, mengidentifikasi akar penyebab yang mendasari mode kegagalan dengan RPN tinggi, sehingga intervensi dapat ditargetkan pada sumber masalah, bukan hanya gejala (Saputra, D. H., & Yusianto, R., 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

Hasil analisis menunjukkan bahwa overwatering (pengisian air aki berlebih) merupakan akar penyebab paling kritikal yang memerlukan intervensi segera. Secara teknis, overwatering menyebabkan luapan elektrolit yang bersifat korosif, mengganggu keseimbangan kimiawi dalam sel baterai, dan memicu serangkaian kegagalan sekunder. Penanganan akar masalah overwatering secara simultan akan mereduksi risiko pada beberapa gangguan utama, yaitu:

- a. Battery Drop (RPN 224): Penurunan kapasitas dan tegangan baterai secara signifikan, seringkali diakibatkan oleh pengenceran elektrolit dan ketidakseimbangan sel yang diperparah oleh overwatering.
- b. Korosi Inter-cell Connector (RPN 140): Paparan asam sulfat yang meluap akibat overwatering mempercepat korosi pada konektor antarsel, meningkatkan resistansi, dan menghambat aliran arus.
- c. Kerusakan Cell Bolt (RPN 96): Degradasi material baut sel akibat lingkungan korosif yang diciptakan oleh luapan elektrolit.

Estimasi penurunan RPN gabungan apabila overwatering berhasil dieliminasi mencapai sekitar 60% dari total RPN seluruh gangguan. Fenomena ini konsisten dengan prinsip Diagram Pareto, yang menyatakan bahwa sebagian kecil penyebab (20%) seringkali bertanggung jawab atas sebagian besar efek (80%). Dengan demikian, fokus pada penanganan vital few (overwatering) akan menghasilkan dampak mitigasi yang signifikan terhadap trivial many berbagai mode kegagalan terkait (Agustin, A, 2020).



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

2. Implikasi terhadap Efisiensi Operasional dan Manajemen Perawatan

Gangguan pada sistem baterai forklift memiliki implikasi langsung terhadap efisiensi operasional. Berdasarkan data Field Service Report (FSR), rata-rata waktu downtime per kejadian gangguan baterai berkisar antara 4 hingga 8 jam kerja. Dengan total 45 kasus gangguan selama 8 bulan, estimasi total waktu downtime mencapai 180–360 jam kerja.

Pergeseran dari strategi *corrective maintenance* (perbaikan setelah terjadi kerusakan) menuju *preventive maintenance* (pemeliharaan terencana untuk mencegah kerusakan) sangat krusial. Implementasi strategi pemeliharaan preventif, seperti standarisasi prosedur pengisian air aki dan inspeksi rutin, diproyeksikan dapat mengurangi frekuensi gangguan hingga 50–60%, yang setara dengan penghematan 90–216 jam downtime per tahun di setiap lokasi operasional. Tabel 4.1 menyajikan perbandingan dampak antara kondisi eksisting dan proyeksi setelah implementasi strategi preventif.

Tabel 4.1: Perbandingan Dampak Gangguan Baterai pada Efisiensi Operasional

Parameter	Kondisi Eksisting (Corrective)	Proyeksi (Preventive)	Penghematan/Peningkatan
Frekuensi Gangguan (8 bulan)	45 kasus	18–22 kasus	Penurunan 50–60%
Total Downtime (jam/tahun)	180–360 jam	72–144 jam	108–216 jam
Strategi Perawatan	Reaktif (Perbaikan saat rusak)	Proaktif (Inspeksi & Monitoring)	Peningkatan Keandalan



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

Penghematan waktu downtime ini tidak hanya mengurangi biaya perbaikan, tetapi juga meningkatkan ketersediaan unit (unit availability), yang secara langsung berkontribusi pada peningkatan produktivitas dan efisiensi rantai pasok logistik (Agustin, A., 2020).

3. Analisis Keseimbangan Sel dan Manajemen Termal Baterai

Temuan battery drop sebagai gangguan dengan RPN tertinggi (224) mengindikasikan adanya masalah ketidakseimbangan sel (cell imbalance) yang serius. Ketidakseimbangan ini terjadi ketika sel-sel dalam satu paket baterai memiliki perbedaan tegangan, kapasitas, atau resistansi internal. Overwatering dapat memperparah kondisi ini dengan menyebabkan perbedaan berat jenis elektrolit antar sel, yang pada gilirannya mempercepat degradasi sel dan mengurangi kapasitas total baterai (Cuce, P. M., Genç, G., Cuce, E., Genç, M. S., Alvur, E., & Hatem, M., 2025).

Rovianto et al. (2024) menjelaskan bahwa ketidakseimbangan sel dapat memicu pemanasan berlebih pada sel yang lebih lemah, mempercepat degradasi, dan bahkan berpotensi menyebabkan thermal runaway (ledakan/kebakaran akibat panas berlebih (Rovianto, E., Khairunnisa, Bhre Wangsa Lenggana, Muhammad Faris Fardan, Catur Harsito, & Ari Prasetyo., 2024). Meskipun forklift elektrik Jungheinrich ETV MB216 umumnya menggunakan baterai Lead-Acid (Asam Timbal) yang berbeda dengan Lithium-Ion Batteries (LIB) yang menjadi fokus utama studi (Rovianto et al, 2024), prinsip dasar manajemen termal tetap relevan (Cuce, P. M., Genç, G., Cuce, E., Genç, M. S., Alvur, E., & Hatem, M., 2025). Baterai Lead-Acid juga memiliki rentang suhu operasional optimal, dan



© 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

penyimpangan dari rentang ini dapat mempercepat sulfasi, korosi, dan kehilangan kapasitas.

Oleh karena itu, selain kontrol volume air aki, pemantauan parameter kelistrikan seperti tegangan dan arus, serta suhu saat pengisian daya (charging) dan operasi, menjadi rekomendasi tambahan yang krusial untuk memperpanjang masa pakai baterai forklift. Implementasi sistem Battery Thermal Management System (BTMS) yang cerdas, meskipun lebih umum pada LIB, dapat memberikan inspirasi untuk pengembangan solusi manajemen termal yang lebih baik pada baterai Lead-Acid di masa depan (Cuce, P. M., Genç, G., Cuce, E., Genç, M. S., Alvur, E., & Hatem, M., 2025).

4. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Temuan penelitian ini konsisten dengan studi Agustin (2020) yang mengidentifikasi kerusakan baterai sebagai penyebab utama penurunan kinerja forklift. Penelitian ini memperkuat temuan tersebut dengan memberikan kontribusi yang lebih spesifik, yaitu mengidentifikasi overwatering sebagai akar penyebab dominan pada model forklift Jungheinrich ETV MB216. Aspek spesifik ini belum dibahas secara mendalam dalam literatur sebelumnya, sehingga memberikan nilai kebaruan (novelty) pada penelitian ini.

Sejalan dengan Prasetyo (2020), penelitian ini menegaskan bahwa monitoring parameter kelistrikan secara real-time merupakan langkah kritis dalam deteksi dini gangguan. Lebih lanjut, temuan mengenai cell imbalance dan potensi thermal runaway yang diperparah oleh overwatering menggarisbawahi pentingnya teknologi active equalizer atau sistem Battery Management System (BMS) yang



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

lebih canggih. Rovianto et al. (2024) menyoroti efektivitas active equalizer dalam mendistribusikan muatan antar sel, yang dapat secara signifikan memperpanjang umur pakai dan meningkatkan keamanan baterai (Rovianto at al, 2024). Integrasi solusi ini, atau setidaknya penerapan prinsip-prinsipnya, dapat menjadi arah pengembangan lebih lanjut untuk sistem baterai forklift industri.

4.6 Rekomendasi Strategi Pemeliharaan

Berdasarkan hasil analisis deskriptif, FMEA, dan RCA, dirumuskan strategi pemeliharaan preventif dan korektif sebagaimana Tabel 4.4, disusun berdasarkan urutan prioritas RPN.

Tabel 4.4 Rekomendasi Strategi Pemeliharaan Preventif Jungheinrich ETV MB216

No	Gangguan	Tindakan Preventif	Interval	Target Hasil
1	Overwatering / Battery Drop	Implementasi SOP pengisian air accu terstandar; pelatihan teknisi; pasang level indicator	Setiap siklus pengisian	Eliminasi kebocoran tray; RPN turun dari 280 menjadi <80
2	Cell Damaged	Kalibrasi charger tiap 6 bulan; monitoring suhu ruang charging (<35°C)	Setiap 6 bulan	Mencegah overcharging; memperpanjang usia pakai baterai
3	Kabel Buruk	Inspeksi visual kabel dan konektor; penggantian kabel standar industrial	Setiap 500 jam operasi	Mengurangi risiko kebakaran; gangguan kelistrikan turun
4	Inter-Cell Connector	Pembersihan dengan anti-korosi; pengecekan torsi sambungan	Setiap 3 bulan	Tegangan antar sel merata; performa baterai optimal
5	Cell Bolt	Pengencangan dengan torque wrench sesuai spesifikasi; dokumentasi FSR	Setiap PM berkala	Koneksi stabil; hambatan listrik minimal

Rekomendasi Strategis:



© 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

- a. Standarisasi Level Air Aki: Menerapkan prosedur pengisian air aki yang ketat dan mempertimbangkan penggunaan alat pengisian otomatis (auto-filling system) untuk mencegah overwatering.
- b. Jadwal Equalizing Charge: Melakukan pengisian daya penyeimbang (equalizing charge) secara rutin untuk mengatasi cell imbalance dan battery drop.
- c. Pelatihan Operator: Edukasi komprehensif kepada operator dan teknisi mengenai dampak overwatering terhadap korosi, cell imbalance, dan umur pakai baterai, serta pentingnya prosedur perawatan yang benar.
- d. Peningkatan Sistem Monitoring: Mengembangkan atau mengintegrasikan sistem monitoring parameter kelistrikan dan suhu baterai secara real-time untuk deteksi dini gangguan dan pencegahan thermal runaway

4.7 Ringkasan Temuan

Berdasarkan seluruh analisis pada Bab IV, dapat dirangkum temuan-temuan pokok sebagai berikut:

- Enam jenis gangguan utama teridentifikasi dengan battery drop (31,1%), overwatering (24,4%), dan cell damage (20,0%) sebagai gangguan dominan yang menyumbang 75,5% total kasus.
- FMEA menempatkan overwatering sebagai gangguan dengan RPN tertinggi (280), diikuti battery drop (224) dan cell damage (200).
- RCA dengan fishbone diagram mengidentifikasi overwatering sebagai akar penyebab fundamental yang bersifat kaskade, memicu rantai kegagalan pada komponen lainnya.



© 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

- Faktor manusia dan metode (ketidakpatuhan SOP, kurangnya pelatihan) berkontribusi pada 70% dari total gangguan yang teridentifikasi.
- Implementasi strategi pemeliharaan preventif berbasis FMEA-RCA diproyeksikan mengurangi frekuensi gangguan hingga 50–60% dan menghemat 90–216 jam downtime per tahun.





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 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data Field Service Report (FSR) pada periode Juli 2025 hingga Februari 2026, serta analisis menggunakan pendekatan deskriptif, Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), dan Root Cause Analysis (RCA) dengan fishbone diagram, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai jawaban atas ketiga rumusan masalah penelitian sebagai berikut.

5.1.1 Jenis Gangguan pada Sistem Kelistrikan Baterai Forklift Jungheinrich ETV MB216

Menjawab rumusan masalah pertama, penelitian ini berhasil mengidentifikasi enam jenis gangguan utama pada sistem kelistrikan baterai forklift elektrik Jungheinrich ETV MB216 selama periode pengamatan, dengan total 45 kasus gangguan yang tercatat dalam FSR. Keenam jenis gangguan tersebut adalah:

1. Battery Drop (Penurunan Tegangan Cepat) — gangguan paling dominan dengan frekuensi 14 kasus (31,1%). Ditandai dengan tegangan baterai yang turun di bawah 42V pada kondisi setelah pengisian penuh, padahal standar minimum adalah 47,5V. Kondisi ini menyebabkan forklift tidak dapat beroperasi dan menimbulkan downtime produksi yang signifikan.
2. Kebocoran Tray Baterai akibat Overwatering — terjadi 11 kasus (24,4%), dipicu oleh pengisian air accu melebihi batas kapasitas sel. Kebocoran



© 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

elektrolit mengakibatkan korosi pada komponen kelistrikan di sekitar tray dan menimbulkan risiko keselamatan kerja berupa potensi short circuit.

3. Kerusakan Sel Baterai (Cell Damaged) — tercatat 9 kasus (20,0%), mengakibatkan penurunan kapasitas baterai yang bersifat permanen. Sel yang rusak tidak dapat dipulihkan melalui prosedur pengisian ulang biasa dan memerlukan penggantian unit sel.
4. Kondisi Kabel Buruk — ditemukan pada 5 kasus (11,1%). Kerusakan meliputi isolasi yang terkelupas, kabel putus sebagian akibat gesekan mekanis, dan koneksi yang longgar, berpotensi menyebabkan panas berlebih dan gangguan aliran listrik.
5. Kerusakan Inter-Cell Connector — terjadi pada 4 kasus (8,9%), ditandai dengan korosi dan keausan pada konektor antar sel yang menyebabkan distribusi tegangan tidak merata. Kondisi ini mempercepat degradasi sel-sel baterai yang terhubung.
6. Kerusakan Cell Bolt — ditemukan pada 2 kasus (4,4%), berupa cell bolt yang longgar atau berkarat sehingga meningkatkan hambatan listrik pada sambungan dan mengganggu stabilitas koneksi antar sel.

Ketiga gangguan teratas battery drop, overwatering, dan cell damage secara kumulatif menyumbang 75,5% dari seluruh kasus gangguan, menjadikannya prioritas utama dalam program pemeliharaan.



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

5.1.2 Penyebab Utama Gangguan Sistem Kelistrikan Baterai

Menjawab rumusan masalah kedua, berdasarkan analisis FMEA dan RCA dengan fishbone diagram, teridentifikasi bahwa penyebab utama gangguan dapat dikelompokkan ke dalam empat dimensi penyebab fundamental:

1. Faktor Manusia (Man) — merupakan kontributor dominan yang diperkirakan berkontribusi pada 70% dari total gangguan. Ketidakpatuhan terhadap SOP pengisian air accu, ketidakcakapan dalam menentukan volume elektrolit yang tepat, serta absennya pelatihan berkala bagi teknisi dan operator menjadi akar penyebab utama overwatering dan kegagalan kaskade yang mengikutinya.
2. Faktor Metode (Method) — Standard Operating Procedure yang tidak diimplementasikan secara konsisten, tidak adanya mekanisme verifikasi terukur saat pengisian air accu, dan lemahnya sistem dokumentasi rekam jejak pemeliharaan dalam FSR menyebabkan gangguan berulang tanpa perbaikan sistemik.
3. Faktor Mesin dan Material (Machine & Material) — charger yang tidak terkalibrasi berkontribusi pada overcharging yang memicu cell damage. Tidak adanya perangkat level indicator pada tray baterai menyebabkan overwatering sulit terdeteksi. Penggunaan kabel tidak berstandar industrial memperparah gangguan komponen kelistrikan.
4. Faktor Lingkungan (Environment) — suhu ruang penyimpanan dan pengisian baterai yang melebihi 35°C mempercepat degradasi material aktif pelat baterai dan meningkatkan laju penguapan elektrolit, sehingga



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

memperparah kondisi overwatering apabila tidak diimbangi dengan prosedur pengisian yang tepat.

Temuan FMEA menetapkan **overwatering** sebagai gangguan dengan Risk Priority Number (RPN) tertinggi (RPN = **280**, Severity=7, Occurrence=8, Detection=5), diikuti **battery drop** (RPN = **224**) dan **cell damage** (RPN = **200**). RCA mengkonfirmasi bahwa overwatering bukan sekadar gangguan tersendiri, melainkan akar penyebab yang memicu rantai kegagalan (failure cascade) pada komponen lainnya, termasuk korosi konektor, ketidakseimbangan sel, dan pada akhirnya battery drop.

5.1.3 Rekomendasi Tindakan Perbaikan dan Pencegahan

Menjawab rumusan masalah ketiga, berdasarkan sintesis hasil analisis deskriptif, FMEA, dan RCA, dirumuskan rekomendasi tindakan perbaikan dan pencegahan sebagai berikut:

a) Tindakan Korektif Prioritas Tinggi (RPN > 200)

- Menghentikan praktik pengisian air accu tanpa panduan volume terukur; menerapkan SOP pengisian berbasis spesifikasi Jungheinrich dengan volume per sel yang terstandarisasi.
- Melakukan rekondisi atau penggantian sel baterai yang teridentifikasi mengalami sulfation berat dan penurunan kapasitas permanen berdasarkan hasil pengukuran tegangan sel individual.
- Kalibrasi ulang seluruh unit charger yang digunakan di lokasi PT. Sumber Alfaria Trijaya dan PT. Sinar Niaga Sejahtera, memastikan tegangan pengisian tidak melebihi batas toleransi spesifikasi baterai PzS.



© 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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

b) Tindakan Preventif Terstruktur

- Inspeksi visual komponen kelistrikan (kabel, inter-cell connector, cell bolt) dijadwalkan setiap 500 jam operasi dengan menggunakan checklist terstandarisasi yang terintegrasi dalam formulir FSR.
- Pemasangan level indicator atau float valve pada tray baterai untuk mencegah overwatering secara mekanis tanpa bergantung sepenuhnya pada ketelitian operator.
- Kalibrasi charger dilaksanakan setiap enam bulan sekali, disertai pencatatan nilai tegangan dan arus pengisian dalam rekam jejak pemeliharaan.
- Pengecekan torsi cell bolt menggunakan torque wrench sesuai spesifikasi pabrikan dilaksanakan pada setiap siklus Preventive Maintenance berkala.
- Pembersihan inter-cell connector dengan cairan anti-korosi dijadwalkan setiap tiga bulan sekali untuk mencegah degradasi koneksi akibat paparan elektrolit.

c) Penguatan Sistem dan Kompetensi SDM

- Penyelenggaraan pelatihan teknis bagi seluruh teknisi dan operator yang bertugas menangani baterai forklift, mencakup prosedur pengisian, keselamatan kelistrikan, dan interpretasi hasil pengukuran parameter baterai.



© 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

- Digitalisasi sistem pencatatan FSR untuk memudahkan analisis tren gangguan secara berkala dan mendukung pengambilan keputusan pemeliharaan berbasis data.
- Penyesuaian fasilitas charging station agar memenuhi persyaratan suhu operasional ($<35^{\circ}\text{C}$) dengan ventilasi yang memadai guna memperpanjang umur pakai baterai.

Implementasi strategi pemeliharaan preventif berbasis temuan penelitian ini diproyeksikan dapat mengurangi frekuensi gangguan baterai hingga 50–60%, yang setara dengan penghematan 90–216 jam downtime per tahun di setiap lokasi operasional, serta memberikan kontribusi langsung pada efisiensi biaya operasional dan keandalan armada forklift secara keseluruhan.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© 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

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian di atas, berikut disampaikan saran-saran yang ditujukan kepada berbagai pihak terkait guna memaksimalkan manfaat temuan penelitian ini.

5.2.1 Bagi Perusahaan Pengguna Forklift

PT. Sumber Alfaria Trijaya, PT. Sinar Niaga Sejahtera, dan perusahaan logistik lain yang mengoperasikan forklift elektrik Jungheinrich ETV MB216 disarankan untuk:

- Segera mengimplementasikan SOP pengisian air accu yang terstandarisasi dan memastikan seluruh personel yang terlibat dalam pemeliharaan baterai memahami dan mematuhi prosedur tersebut.
- Menjadikan hasil penelitian ini sebagai referensi dalam penyusunan atau pemutakhiran program Preventive Maintenance (PM) yang berlaku di lingkungan operasional masing-masing.
- Mengalokasikan anggaran untuk pemasangan level indicator pada tray baterai sebagai investasi preventif yang biayanya jauh lebih rendah dibandingkan biaya penggantian sel atau unit baterai yang rusak.
- Membangun budaya pencatatan dan pelaporan gangguan yang terstruktur melalui FSR digital agar data dapat digunakan untuk analisis tren dan pengambilan keputusan pemeliharaan berbasis bukti.



© 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

5.2.2 Bagi Teknisi dan Tenaga Pemeliharaan

- Meningkatkan kepatuhan terhadap prosedur standar pemeliharaan baterai, khususnya dalam hal pengisian air accu, pengecekan tegangan sel, dan inspeksi visual komponen kelistrikan.
- Memanfaatkan alat ukur yang tepat multimeter digital untuk pengukuran tegangan, dan torque wrench untuk pengencangan cell bolt sebagai bagian dari rutinitas pemeliharaan.
- Aktif mendokumentasikan setiap temuan lapangan dalam FSR secara lengkap dan akurat, karena kualitas data lapangan sangat menentukan ketepatan analisis dan efektivitas tindakan perbaikan.

5.2.3 Bagi Jungheinrich Indonesia

- Mempertimbangkan penyempurnaan modul training teknis bagi teknisi mitra dengan mengintegrasikan temuan penelitian ini, khususnya mengenai dampak overwatering dan strategi pencegahannya pada baterai tipe PzS.
- Mengembangkan atau merekomendasikan aksesoris standar berupa level indicator atau float valve sebagai komponen pendukung wajib yang disertakan dalam paket pemeliharaan baterai untuk model ETV MB216.
- Mempertimbangkan integrasi sistem monitoring parameter baterai berbasis IoT pada versi pemeliharaan lanjutan, sehingga kondisi baterai dapat dipantau secara real-time dan notifikasi dini dapat dikirimkan kepada teknisi sebelum gangguan berkembang menjadi kegagalan total.



© 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

5.2.4 Bagi Penelitian Selanjutnya

- Memperluas periode pengamatan menjadi minimal 24 bulan untuk memperoleh data longitudinal yang lebih komprehensif dan memungkinkan analisis pola musiman serta tren degradasi baterai jangka panjang.
- Memperluas cakupan penelitian ke model forklift elektrik lain dengan sistem baterai PzS serupa, maupun ke teknologi baterai lithium-ion yang semakin banyak diadopsi, untuk menghasilkan perbandingan yang bermanfaat bagi industri.
- Mengembangkan model prediktif berbasis machine learning untuk deteksi dini kegagalan baterai menggunakan data historis FSR, sehingga pemeliharaan dapat dilakukan secara proaktif berdasarkan prediksi kondisi baterai.
- Mengkaji aspek ekonomi secara lebih mendalam, termasuk perhitungan Life Cycle Cost (LCC) baterai forklift, untuk memberikan justifikasi finansial yang lebih kuat bagi implementasi program pemeliharaan preventif yang direkomendasikan.



Tabel 5.1 Ringkasan Saran dan Manfaat yang Diharapkan

No	Sasaran	Saran Spesifik	Manfaat yang Diharapkan
1	Manajemen Operasional	Implementasikan SOP pengisian air accu terstandar disertai rekam jejak digital per unit per siklus	Eliminasi overwatering sebagai akar penyebab utama; estimasi penurunan gangguan 30–40%
2	Divisi Pemeliharaan	Jadwalkan Preventive Maintenance (PM) terstruktur: inspeksi kabel & konektor tiap 500 jam, kalibrasi charger tiap 6 bulan, torsi cell bolt tiap PM	Reduksi downtime tidak terencana 50–60%; perpanjang usia pakai baterai
3	Pengembangan SDM	Selenggarakan pelatihan teknis berkala bagi teknisi dan operator mencakup prosedur penanganan baterai, keselamatan kelistrikan, dan penggunaan alat ukur	Peningkatan kompetensi SDM; kepatuhan SOP meningkat
4	Sistem Monitoring	Pasang level indicator / float valve pada tray baterai; pertimbangkan implementasi BMS (Battery Management System) real-time	Deteksi dini overwatering dan overcharging; parameter kelistrikan terpantau otomatis
5	Penelitian Lanjutan	Lakukan penelitian lanjutan dengan data longitudinal lebih dari 24 bulan dan perluasan sampel ke model forklift PzS lainnya untuk validasi temuan	Generalisasi temuan lebih luas; pengembangan model prediktif kegagalan baterai

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan analitik berbasis FMEA dan RCA mampu menghasilkan rekomendasi pemeliharaan yang terukur dan actionable. Dengan mengimplementasikan strategi pemeliharaan preventif yang diusulkan, diharapkan forklift elektrik Jungheinrich ETV MB216 dapat beroperasi dengan keandalan tinggi, downtime minimal, dan biaya operasional yang lebih efisien di lingkungan logistik dan pergudangan Indonesia.

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin. 2020. "Rekondisi Forklift Logitrans." *Jurnal Teknik Industri*.
- Ammerman, M. (2020). *The Root Cause Analysis Handbook: A Simplified Approach to Identifying, Correcting, and Reporting Workplace Errors*. CRC Press.
- Anderson, J., & Smith, R. (2021). Comparative Life Cycle Analysis of Lead-Acid and Lithium-Ion Batteries for Electric Forklift Applications. *Journal of Industrial Power Systems*, 15(3), 234-251.
- Berndt, D. (1993). *Maintenance-Free Batteries: Lead-Acid, Nickel/Cadmium, Nickel/Metal Hydride*. Taunton: Research Studies Press.
- Brown, K. (2021). Modern Battery Charging Technologies for Material Handling Equipment. *Electric Vehicle Engineering*, 8(2), 145-162.
- Carlson, C. (2020). *Effective FMEAs: Achieving Safe, Reliable, and Economical Products and Processes Using Failure Mode and Effects Analysis*. John Wiley & Sons.
- Chen, Y., Wang, L., & Zhang, M. (2020). Intelligent Battery Management System Design for Electric Forklift with Fault Diagnosis Capabilities. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 67(8), 6834-6845.
- Chorda, M., & Toha, M. (2024). Rancang bangun alat penggantian baterai untuk forklift Plant 1B PT. Inti Ganda Perdana Karawang. *Jurnal Global Ilmiah*, 1(4).
- Cuce, P. M., Genç, G., Cuce, E., Genç, M. S., Alvur, E., & Hatem, M. (2025). Comprehensive insights into electric vehicle classification and lithium-ion battery technologies: Applications, disposal, and thermal management. *Isi Bilimi ve Tekniği Dergisi — Journal of Thermal Science and Technology*, 45(2).
- Cuce, P. M., Genç, G., Cuce, E., Genç, M. S., Alvur, E., & Hatem, M. (2025). Comprehensive insights into electric vehicle classification and lithium-ion battery technologies: Applications, disposal, and thermal management. *Isi Bilimi ve Tekniği Dergisi — Journal of Thermal Science and Technology*, 45(2).
- Davis, P., & Miller, S. (2019). Lead-Acid Battery Maintenance Best Practices for Industrial Applications. *Journal of Energy Storage*, 24, 100758.



© 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

Field Service Reports – Jungheinrich Indonesia, periode Juli 2025 – Februari 2026.

Garcia, F., & Rodriguez, A. (2021). Electrical Parameter Monitoring for Battery Health Assessment in Material Handling Equipment. *Sensors*, 21(15), 5124.

Grand View Research. 2023. *Electric Forklift Market Size, Share & Growth Report, 2030*. <https://www.grandviewresearch.com>.

Husien R., A. A., Windarko, N. A., & Sumantri, B. (2024). Estimasi *State of Charge* (SOC) pada baterai *Lithium Ion* menggunakan *Long Short-Term Memory* (LSTM) *Neural Network*. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 9(4), November 2024.

IEC 60254-1. (2005). *Lead-Acid Traction Batteries – Part 1: General Requirements and Methods of Test*. Geneva: IEC.

Jungheinrich AG. (2023). *ETV MB216 Operating Instructions*. Hamburg: Jungheinrich AG.

Jungheinrich. (2023). *Operating Instructions and Technical Service Manual: Electric Reach Truck ETV MB216*. Jungheinrich AG.

Li, and Zhang. 2022. "Thermal Management of Lithium-Ion Batteries in Electric Forklifts." *International Journal of Energy Research* 46, no. 2: 1234–1250.

Linden, D., & Reddy, T. B. (2002). *Handbook of Batteries* (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.

Nikel.co.id. 2025. "XCMG Perkenalkan Forklift Listrik Kunpeng, Dorong Revolusi Logistik Hijau di Indonesia." <https://www.nikel.co.id>.

Prasetyo, A. 2020. "Fault Diagnosis of Electric Vehicle Battery Using Voltage and Temperature Monitoring." *International Journal of Power Electronics and Drive Systems* 11, no. 3: 1456–1468.

Rahayu Forklift. 2025. *5 Masalah Umum pada Forklift Elektrik dan Cara Mengatasinya*. Jakarta: PT. Rahayu Forklift Indonesia.

Rizky, and Sulistiyowati. 2024. "Strategi Pemeliharaan Berbasis Analisis Kegagalan untuk Forklift Elektrik." *Jurnal Teknik Mesin* 12, no. 1: 45–58.

Rizky, N., & Sulistiyowati, W. (2024). Prioritizing maintenance strategies for efficient *forklift* performance through failure analysis. *Indonesian Journal of Innovation Studies*, 25(4), Oktober 2024.



© 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

- Rovianto, E., Khairunnisa, Lenggana, B. W., Fardan, M. F., Harsito, C., & Prasetyo, A. (2024). Balancing the charge: The evolution of battery active equalizers in shaping a sustainable energy storage future. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems (IJPEDS)*, 15(3).
- Saputra, D. H., & Yusianto, R. (2026). Penerapan FMEA untuk peningkatan keandalan perawatan mesin las MIG di Perusahaan XYZ. *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri*, 7(2).
- Suara Merdeka Jakarta. 2025. "Energi Baru, Era Baru: XCMG Forklift Bawa Solusi Inovasi Energi Baru di Forklift Indonesia 2025." *Suara Merdeka Jakarta Online*.
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Ed. 2). Alfabeta.
- Sutrisno, A., Gunawan, I., & As'ad, S. (2023). Integrasi Root Cause Analysis (RCA) dan diagram fishbone dalam manajemen kegagalan fasilitas industri logistik. *Jurnal Teknik Industri dan Sistem Mutu*, 11(1).
- Suwandono, H. (2016). Analisa kerusakan pada forklift elektrik Nichiyu FB20-75C dengan metode FMEA. *JTM (Jurnal Teknik Mesin)*, 5(1), Februari 2016.
- Suwandono, H. 2017. "Analisa Kerusakan pada Forklift Elektrik Nichiyu FB20-75C dengan Metode FMEA." *Jurnal Teknik Mesin*, Universitas Mercu Buana, 8, no. 2: 112–128.
- Triguna Karya Nusantara. 2025. *Forklift: Baterai Mati atau Bermasalah*. Jakarta: PT. Triguna Karya Nusantara
- Widodo, T., & Pratama, A. R. (2025). Implementasi event-driven sampling dan purposive data selection untuk analisis keandalan komponen elektrikal kendaraan industri. *Jurnal Otomasi dan Instrumentasi Nasional*, 17(3)
- Zainuri, F., Tullah, M. H., Nuriskasari, I., Subarkah, R., Widiyatmoko, K., Prasetya, S., Susanto, I., Belyamin, & Abdillah, A. A. (2022). Performa Kendaraan Konversi Listrik melalui Pengujian Dynotest. *Jurnal Mekanik Terapan*, 3(2), 044-049. <https://doi.org/10.32722/jmt.v3i2.4621>.



© 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

LAMPIRAN

DATA BATTERY

UPDATE JOB RENTAL Field Service CEK BATTERY

PT. SUMBER ALFARIA TRIJAYA
 LOCATION : JABABEKA
 DATE : Selasa, 24 Februari 2026
 IN : 15:30:00
 OUT : 16:00:00
 MAN POWER : AGUS SUPRIYANTO - DIMAS BANGGA K
 KENDARAAN : Wuling - B2098OUG

> DETAIL UNIT
 UNIT TYPE : ETV120n-1150-11510DZ
 SN UNIT : FN987102

> DETAIL BATTERY
 TYPE : 48V 5 PZS 775
 BATTERY SN : G809750211016011
 YEAR : 2021

> JOB DESCRIPTIONS
 CATEGORY : CEK BATTERY
 JOB TYPE : Peremajaan
 STATUS : RFU
 PROBLEM DATE : -
 RFU DATE : -
 PROBLEM :
 ACTION : VOLTAGE TOTAL : 48.00
 PLUS TO BODY : 31.9
 MINUS TO BODY : 19.9
 CELL NOMINAL : 2.0
 CELL DAMAGED :
 PLUG / SOCKET :
 BATTERYCELL : bad
 CABLE CONDITION : bad
 INTER CELL CONNECTOR : bad
 CELL BOLT : bad
 BATTERY TRAY : bag

> RECOMMENDATIONS
 PART NUMBER : -
 PART NAME : battery baru
 QTY : 1

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© 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

REMARKS : -

> INSTALL PART
 PART NUMBER : -
 PART NAME : -
 QTY : -
 NO JOB : -
 NO PR : -
 REMARKS : -

Dokumentasi





© 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

📌 UPDATE JOB RENTAL Field Service CEK BATTERY

PT. SINAR NIAGA SEJAHTERA
 LOCATION : WALUYA
 DATE : Selasa, 24 Februari 2026
 IN : 10:00:00
 OUT : 11:40:00
 MAN POWER : ALPIN SUWANDA - APRI HANDOKO
 KENDARAAN : WULING - B 2558 UOA

> DETAIL UNIT

UNIT TYPE : ETV116n-1150-9020DZ
 SN UNIT : F5002298

> DETAIL BATTERY

TYPE : 48 V 4 PzS 620
 BATTERY SN : G809750220516028
 YEAR : 2022

> JOB DESCRIPTIONS

CATEGORY : CEK BATTERY
 JOB TYPE : Repair, Peremajaan
 STATUS : RFU
 PROBLEM DATE : -
 RFU DATE : -
 PROBLEM : Tray battery bocor
 ACTION : VOLTAGE TOTAL :48
 PLUS TO BODY :31,00
 MINUS TO BODY :19,8
 CELL NOMINAL :2,0
 CELL DAMAGED :
 PLUG / SOCKET :
 BATTERYCELL :BAD
 CABLE CONDITION :BAD
 INTER CELL CONNECTOR :BAD
 CELL BOLT :BAD
 BATTERY TRAY :BAD

> RECOMMENDATIONS

PART NUMBER : -
 PART NAME : BATTERY LITHIUM
 QTY : 1
 REMARKS : -

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



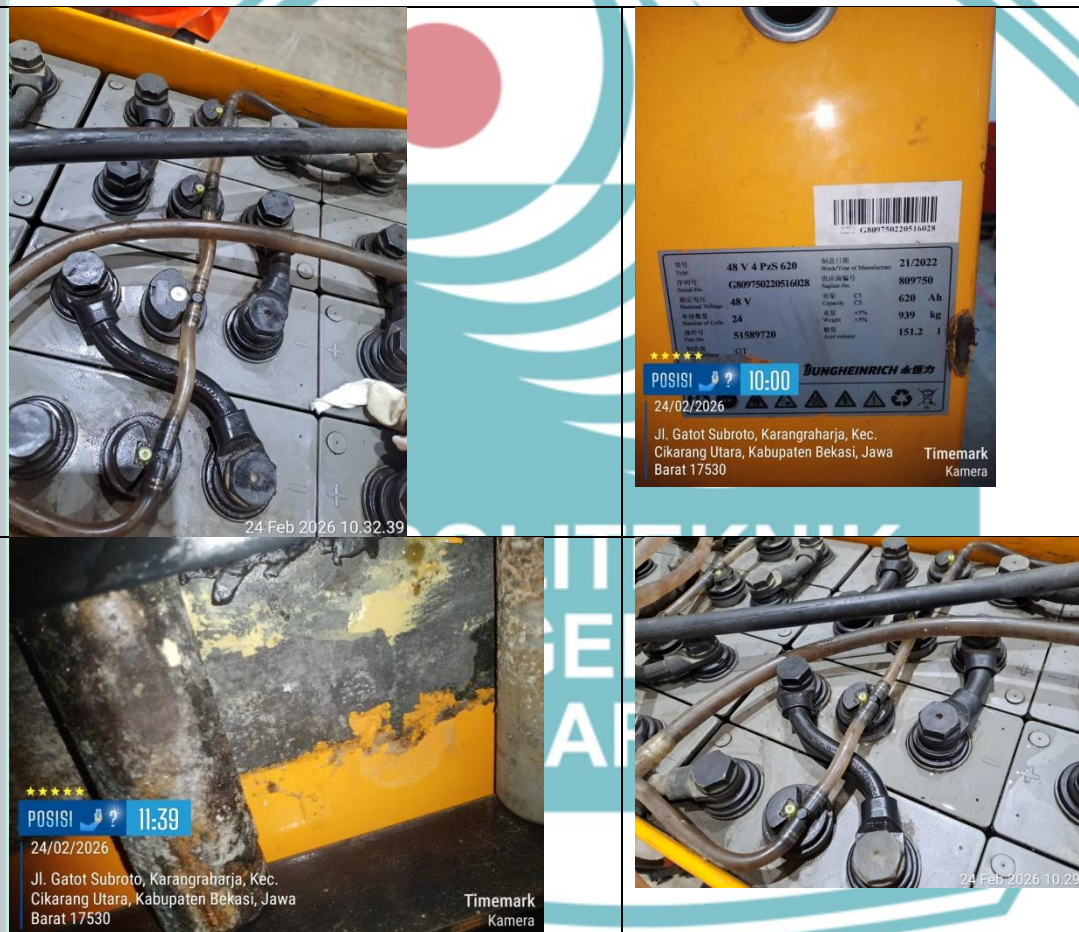
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

```
> INSTALL PART
PART NUMBER : -
PART NAME : -
QTY : -
NO JOB : -
NO PR : -
REMARKS : -
```

Dokumentasi





© 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 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

📌 UPDATE JOB RENTAL Field Service CEK BATTERY

PT. SUMBER ALFARIA TRIJAYA
 LOCATION : CIMAHI
 DATE : Kamis, 12 Februari 2026
 IN : 13:00:00
 OUT : 15:00:00
 MAN POWER : BAGJA RUDIANSYAH - AZZIZULLAH - DIMAS BANGGA
 K - IBNU MAULANA
 KENDARAAN : XENIA - B. 1741 PRP

> DETAIL UNIT

UNIT TYPE : ETVMB216-1150-9020DZ
 SN UNIT : F5011578

> DETAIL BATTERY

TYPE : 48 V 4 PzS 620
 BATTERY SN : G809750230528025
 YEAR : 2023

> JOB DESCRIPTIONS

CATEGORY : CEK BATTERY
 JOB TYPE : Peremajaan
 STATUS : MONITORING
 PROBLEM DATE : Kamis, 12 Februari 2026
 RFU DATE : Kamis, 12 Februari 2026
 PROBLEM : battery drop cepat habis, Kuras battery banjir dikarenakan pengisian ari accu terlalu over sehingga mengakibatkan genangan pada saat battery di charger
 ACTION : VOLTAGE TOTAL :52.2 V
 PLUS TO BODY :11.0 V
 MINUS TO BODY :7.34 V
 CELL NOMINAL :24
 CELL DAMAGED :
 PLUG / SOCKET :GOOD
 BATTERYCELL :BAB
 CABLE CONDITION :BAB
 INTER CELL CONNECTOR :BAB
 CELL BOLT :BAB
 BATTERY TRAY :

> RECOMMENDATIONS

PART NUMBER : -
 PART NAME : Peremajaan battery Litium
 QTY : 1



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

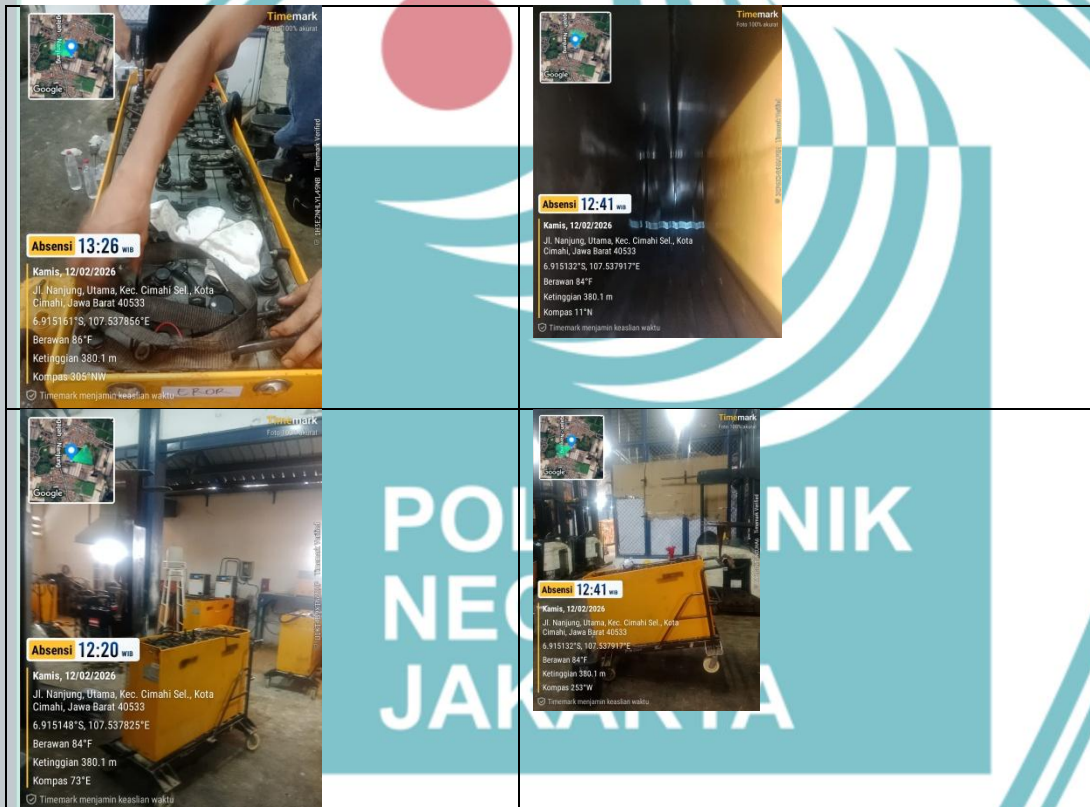
Hak Cipta :

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

REMARKS : -

> INSTALL PART
 PART NUMBER : -
 PART NAME : -
 QTY : -
 NO JOB : -
 NO PR : -
 REMARKS : -

Dokumentasi





© 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 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



UPDATE JOB RENTAL FIELD Service Cek Battery

PT. SUMBER ALFARIA TRIJAYA
LOCATION : CIBINONG
DATE : Rabu, 16 Juli 2025
IN : 13:00
OUT : 18:00
MAN POWER : APRI HANDOKO - INDRA FIRDAUS
KENDARAAN : SIGRA - B 2922 UYM

> DETAIL UNIT

SERIAL NUMBER : F5011605
UNIT TYPE : ETVMB216-1150-9020DZ

> DETAIL BATTERY

BATTERY BRAND : Jungheinrich
BATTERY SN : G809750230410026
BATTERY TYPE : 48V 4 PzS 620
YEAR : 2023
VOLTAGE TOTAL : 48,6 V
PLUS TO BODY :
MINUS TO BODY :
CELL NOMINAL :
CELL DAMAGED : BAD
PLUG / SOCKET BATTERY : GOOD
CELL CABLE CONDITION : GOOD
INTER CELL CONNECTOR : GOOD
CELL BOLT : GOOD
BATTERY TRAY : GOOD

> JOB DESCRIPTIONS

JOB TYPE : Cek Battery
PROBLEM DATE :
PROBLEM : Baterai drop, 1 cell putus tegangan
STATUS : Breakdown
RFU DATE :
ACTION : Cek voltage cell putus
NOTE :

> RECOMMENDATIONS

PART NUMBER :
PART NAME :
Cell baterai 620Ah
QTY :
1



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

REMARKS :

> INSTALL PART
 PART NUMBER :
 PART NAME :
 QTY :
 NO JOB :
 NO PR :
 REMARKS :

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

