

**ANALISIS MITIGASI RISIKO DAN POTENSI BAHAYA
PADA PROSES PRODUKSI BATERAI
DENGAN METODE *FUZZY FAULT TREE ANALYSIS* (FFTA)**

SKRIPSI



Disusun Oleh:

ANGGELIA HAYUNING ARIFFA

NPM. 21032010015

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2025

**ANALISIS MITIGASI RISIKO DAN POTENSI BAHAYA
PADA PROSES PRODUKSI BATERAI
DENGAN METODE *FUZZY FAULT TREE ANALYSIS (FFTA)***

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Industri**



Diajukan Oleh:

ANGGELIA HAYUNING ARIFFA
NPM. 21032010015

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

**JAWA TIMUR
SURABAYA**

2025

SKRIPSI

**ANALISIS MITIGASI RISIKO DAN POTENSI BAHAYA
PADA PROSES PRODUKSI BATERAI
DENGAN METODE FUZZY FAULT TREE ANALYSIS (FFTA)**

Disusun Oleh:

ANGGELIA HAYUNING ARIFFA

21032010015

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi dan diterima oleh
Publikasi Jurnal Akreditasi Sinta 1-3

Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur Surabaya

Pada Tanggal : 16 Juni 2025

Tim Penguji :

1.

Mega Cattleya Prameswari A. I., S.ST., MT., Tranggono, S.T., M.T.
NIP. 21219921112290

2.

Yekti Condro Winusito, ST., M.Sc.
NIP. 21119920813288

Pembimbing :

1.

Mega Cattleya Prameswari A. I., S.ST., MT., Tranggono, S.T., M.T.
NIP. 17119861222053

2.

Rizqi Novita Sari, S.ST., MT.
NIP. 21219921121289

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Surabaya**

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Anggelia Hayuning Ariffa

NPM : 21032010015

Program Studi : ~~Teknik Kimia~~ / Teknik Industri / ~~Teknologi Pangan~~ /
~~Teknik Lingkungan~~ / ~~Teknik Sipil~~

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ *) ~~PRA RENCANA (DESAIN)~~ /
~~SKRIPSI / TUGAS AKHIR~~ Ujian Lisan Periode Juni, TA 2024/2025.

Dengan judul : **ANALISIS MITIGASI RISIKO DAN POTENSI BAHAYA
PADA PROSES PRODUKSI BATERAI DENGAN METODE
FUZZY FAULT TREE ANALYSIS (FFTA)**

Dosen yang memerintahkan revisi

1. Tranggono, S.T., M.T.
2. Rizqi Novita Sari, S.ST., MT.
3. Mega Cattleya Prameswari A. I., S.ST., MT.
4. Yekti Condro Winusito, ST., M.Sc.

()
()
()
()

Surabaya, 16 Juni 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Tranggono, S.T., M.T.

NIP. 17119861222053

Catatan: *) coret yang tidak perlu



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya. Telp (031) 8706369. Fax (031) 8706372 Surabaya 60294



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anggelia Hayuning Ariffa
NPM : 21032010015
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 16 Juni 2025

Yang Membuat Pernyataan



Anggelia Hayuning Ariffa
NPM. 21032010015

KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, kekuatan, juga segala petunjuk dan sesabaran sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Analisis Mitigasi Risiko Dan Potensi Bahaya Pada Proses Produksi Baterai Dengan Metode *Fuzzy Fault Tree Analysis* (FFTA)”.

Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi S-1 Teknik Industri Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran Jawa Timur”. Dalam kesempatan kali ini saya ingin mengucapkan banyak terima kasih saya kepada berbagai pihak yang berjasa yang membantu penyelesaian laporan tugas akhir ini, diantaranya:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.M.T., IPU. selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ir. Rusindiyanto, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
4. Bapak Tranggono, S.T., M.T. dan Ibu Rizqi Novita Sari, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 dan Dosen Pembimbing 2 saya dalam membantu menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Ibu Mega Cattleya P.A. Islami, S.ST., M.T., selaku dosen penguji pertama dan Bapak Yekti Condro Winursito, ST., M.Sc., selaku dosen penguji kedua yang membantu dalam pembenahan laporan skripsi penulis ini.

6. Bapak dan Ibu Dosen yang pernah mengajar dan membimbing penulis dan juga staff Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur dalam proses pencapaian tugas akhir ini.
7. Bapak Moch. Ashari Rudi dan Bapak Aldi selaku HRD dan Kepala Bagian K3 yang telah memberi kesempatan dan menerima saya dengan baik selama proses pengambilan data di PT. Tri Mega Baterindo.
8. Ibu Uning Suparlin dan Bapak Kristianto, kakak saya Rina Dyah Purwaning Tyas dan suami serta calon anak laki – lakinya. Yang membantu, memotivasi, saran dan mengusakan segala kebutuhan dari awal kuliah hingga penulis menyelesaikan studinya.
9. Alm. om Anang Ismanto, Almh. Mbah uti, Mbah kung dan tante yang sejak dulu telah mengusahakan dan memberi banyak pengalaman, beserta seluruh keluarga besar yang tidak dapat disebutkan satu – persatu yang telah memberikan perhatian, dukungan moral, doa restu dan mengusahakan segala kebutuhan material dalam saya menyelesaikan skripsi dari tahap awal sampai akhir hingga penulis mampu menyelesaikan sampai meraih gelar sarjana.
10. Terimakasih kepada NPM 21032010018 yang telah membantu, mendukung dan mendampingi penulis sewaktu penulis menemukan hambatan dari awal semester 2 hingga sekarang penulis dapat menyelesaikan studinya.
11. Semua teman – teman Teknik Industri 2021 khususnya Ucik, Chaterine, Selvi, Dinda, Wardah, Gita, Ifah, Tina, Viga, Kristin dan Sofia yang telah memotivasi dan memberi dukungan kepada penulis. Teman – teman SMA yang sering mendengarkan keluhan penulis. Serta teman – teman *online House of The Dragon*, terutama C6DF19RBH yang selalu menanyakan dan

mengapresiasi setiap progres skripsi yang penulis lakukan, terimakasih kepada CSX375RRB yang menghibur serta menemani, dan yang lainnya seperti Revina Bie, Ken dan Ailee.

12. Terimakasih kepada BTS, Enhypen, TXT, TWS dan semua musisi *under* HYBE Label yang lagu – lagu dan *variety show*-nya memberi semangat dan menemani penulis saat dalam kondisi *lost motivation* dan saat bersedih sewaktu menyusun skripsi ini.
13. Anggelia Hayuning Ariffa selaku penulis, terimakasih untuk tidak menyerah terhadap hidup dan menyerah pada hal – hal lainnya dan memilih untuk melanjutkan hidup ini sampai 22 tahun kehidupan dan hingga seterusnya. Terimakasih sudah bertahan, sudah mau menahan segala keinginan yang ada dan tidak menyerah hingga mampu menyelesaikan studi dengan baik. Dan terimakasih telah mengusahakan agar dapat membanggakan kedua orang tua dan semua orang.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan dapat membantu penulis dimasa mendatang. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat sekaligus menambah wawasan serta berguna bagi semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, 30 Mei 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah.....	8
1.3 Batasan Masalah.....	8
1.4 Asumsi.....	8
1.5 Tujuan.....	9
1.6 Manfaat Penelitian.....	9
1.7 Sistematika Penulisan.....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1 Potensi Bahaya	12
2.2 Analisis Risiko	14
2.3 Kesehatan dan Keselamatan Kerja	15

2.4	Baterai <i>Lead-Acid</i> dan VRLA	17
2.5	Produksi Baterai	19
2.6	<i>Fuzzy Fault Tree Analysis</i> (FFTA).....	20
2.7	Mitigasi Risiko	26
2.8	Penelitian Terdahulu.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		29
3.1	Tempat Dan Waktu Penelitian	29
3.2	Kerangka Penelitian	29
3.3	Identifikasi dan Definisi Operasional Variabel	31
3.4	<i>Flowchart</i>	33
3.5	Teknik Pengumpulan Data	37
3.6	Teknik Analisis Data	38
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		40
4.1	Pengumpulan Data	40
4.1.1	Menyusun Diagram Fault Tree.....	40
4.1.2	Data Kuisioner Survey Dengan Variabel Fuzzy	52
4.2	Pengolahan Data Perhitungan Tingkat Risiko Dengan <i>Fuzzy Analysis</i> .	53
4.2.1	Menghitung <i>Fuzzy Possibility</i> (FPs)	53
4.2.1	Mengubah FPs Menjadi <i>Fuzzy Probability</i> (FPr)	57
4.3	Hasil Dan Pembahasan	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		72

5.1	Kesimpulan.....	72
5.2	Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA.....		75
LAMPIRAN.....		81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Proses Produksi Baterai.....	2
Gambar 1. 2 Proses <i>Burning</i> Plat Baterai.....	3
Gambar 1. 3 Proses Pemindahan Baterai	4
Gambar 1. 4 Grafik <i>Accident</i> Sedang Hingga Berat di PT TMB.....	4
Gambar 3. 1 Langkah – Langkah Pemecahan Masalah.....	34
Gambar 4. 1 Skema <i>Fault Tree</i> Kebakaran.....	40
Gambar 4. 2 FTA Konsleting Listrik	41
Gambar 4. 3 FTA Kerusakan Komponen Baterai.....	41
Gambar 4. 4 FTA Komponen Dan Reaksi Kimia Mudah Terbakar	42
Gambar 4. 5 Skema <i>Fault Tree</i> Kelelahan Kerja.....	42
Gambar 4. 6 FTA Berdiri Terlalu Lama	43
Gambar 4. 7 FTA Temperatur Lingkungan Kerja Panas	43
Gambar 4. 8 FTA Beban Kerja	44
Gambar 4. 9 Skema <i>Fault Tree</i> Cidera Operator	45
Gambar 4. 10 FTA Terjepit Pallet.....	45
Gambar 4. 11 FTA Tertimpa.....	46
Gambar 4. 12 FTA Tergores Saat Perbaikan Conveyor	47
Gambar 4. 13 FTA Tersengat Listrik.....	47
Gambar 4. 14 FTA Luka Bakar	48
Gambar 4. 15 Skema <i>Fault Tree</i> Kesehatan Pekerja	49
Gambar 4. 16 FTA Paparan Bahan Kimia	49
Gambar 4. 17 FTA Tumpahan Bahan Kimia	50

Gambar 4. 18 Hasil Minimal <i>Cut Set Top Event</i> Kebakaran	59
Gambar 4. 19 Hasil Minimal <i>Cut Set Top Event</i> Kelelahan Kerja.....	60
Gambar 4. 20 Hasil Minimal <i>Cut Set Top Event</i> Cidera Operator.....	60
Gambar 4. 21 Hasil Minimal <i>Cut Set Top Event</i> Kesehatan Pekerja	61
Gambar 4. 22 Grafik Perbandingan <i>Probability</i> Tiap <i>Top Event</i>	61
Gambar 4. 23 Matrix Risiko	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Simbol Kejadian <i>Fault Tree</i>	23
Tabel 2. 2 Simbol Gerbang <i>Fault Tree</i>	23
Tabel 2. 3 Simbol Transfer <i>Fault Tree</i>	24
Tabel 2. 4 Tabel skala <i>fuzzy likelihood of a failure</i>	25
Tabel 2. 5 Tabel kriteria <i>expert</i>	26
Tabel 2. 6 Penenlitain Terdahulu	28
Tabel 3. 1 Variabel Faktor Risiko dan Dampak Risiko.....	31
Tabel 3. 2 Variabel Linguistik dan Angka Fuzzy untuk faktor Resiko	37
Tabel 3. 3 Bobot Kriteria <i>Expert</i>	38
Tabel 4. 1 <i>Basic Event</i> dari Diagram FTA.....	50
Tabel 4. 2 Lanjutan <i>Basic Event</i> dari Diagram FTA.....	51
Tabel 4. 3 Data Diri Responden.....	52
Tabel 4. 4 Variabel Linguistik Fuzzy	52
Tabel 4. 5 Hasil Kuisisioner	52
Tabel 4. 6 Lanjutan Hasil Kuisisioner	53
Tabel 4. 7 Pembobotan Masing – Masing Responden.....	54
Tabel 4. 8 Hasil Kuisisioner <i>Basic Event</i> A11.....	55
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan <i>Fuzzy Possibility</i> (FPs).....	56
Tabel 4. 10 Lanjutan Hasil Perhitungan <i>Fuzzy Possibility</i> (FPs).....	57
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan <i>Fuzzy Probability</i> (FPr).....	58
Tabel 4. 12 Lanjutan Hasil Perhitungan <i>Fuzzy Probability</i> (FPr).....	59
Tabel 4. 13 Kategori <i>Top Event</i> dalam Matriks Risiko.....	62

Tabel 4. 14 Mitigasi Risiko Sedang Hingga Berat.....	64
--	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Studi Lapangan

Lampiran 2 Perhitungan Bobot Expert

Lampiran 3 Perhitungan *Fuzzy Possibility* (FPs)

Lampiran 4 Exel Perhitungan FPs

Lampiran 5 Mengubah FPs menjadi FPr

Lampiran 6 Perhitungan Exel FPs ke FPr

Lampiran 7 Form Kuisioner

ABSTRAK

Revolusi Industri 4.0 meningkatkan permintaan baterai, tetapi juga memperbesar risiko kecelakaan kerja di pabrik seperti PT. TMB. Proses produksi yang melibatkan bahan kimia dan peralatan berat menyebabkan potensi bahaya. Dalam tiga tahun terakhir, kecelakaan meningkat, mengganggu produksi dan menambah biaya. Maka dari itu, penelitian ini untuk identifikasi risiko dan memberikan mitigasi risiko pada proses produksi baterai. Penelitian ini menggunakan *Fuzzy Fault Tree Analysis* (FFTA) untuk mengidentifikasi bahaya dan mengurangi risiko, guna meningkatkan keselamatan dan daya saing perusahaan. Penelitian ini dilakukan di PT. TMB dengan menggabungkan analisis kualitatif untuk memahami kondisi umum dan kuantitatif untuk menganalisis risiko kecelakaan kerja, seperti kebakaran, kelelahan, cedera operator, dan kesehatan pekerja. Metode *Fuzzy Fault Tree Analysis* (FFTA) digunakan untuk memetakan dan mengurangi potensi bahaya, serta mengembangkan kebijakan keselamatan kerja yang lebih efektif. Dalam hasil penelitian dijelaskan terdapat empat *top event* dengan probabilitas dan dampak berbeda: risiko kebakaran (A) 26,82%, kelelahan kerja (B) 11,57%, cedera operator (C) 40,58%, dan kesehatan kerja (D) 21,03%. Dari keempat *top event* diatas mitigasi difokuskan terhadap 3 posisi tertinggi berdasarkan penilaian tabel matriks yaitu risiko kebakaran,cedera operator, dan kesehatan pekerja

Kata kunci: Analisis Risiko, Baterai Lead-Acid, *Fuzzy Fault Tree Analysis* (FFTA), Mitigasi.

ABSTRACT

Industrial Revolution 4.0 increases the demand for batteries but also increases the risk of workplace accidents in factories such as PT TMB. Production processes involving chemicals and heavy equipment cause potential hazards. In the last three years, accidents have increased, disrupting production and adding costs. Therefore, this research aims to identify risks and provide risk mitigation in the battery production process. This research uses Fuzzy Fault Tree Analysis (FFTA) to identify hazards and reduce risks, in order to improve the safety and competitiveness of the company. This research was conducted at PT TMB by combining qualitative analysis to understand general conditions and quantitative to analyze the risk of workplace accidents, such as fire, fatigue, operator injury, and worker health. The Fuzzy Fault Tree Analysis (FFTA) method was used to map and reduce potential hazards, as well as develop more effective work safety policies. The results of the research explained that there are four top events with different probabilities and impacts: fire risk (A) 26.82%, occupational fatigue (B) 11.57%, occupational injury (C) 40.58%, and occupational health (D) 21.03%. From the four top events mentioned above, mitigation is focused on the 3 highest positions based on the assessment of the matrix table, which are fire risk, occupational injury, and occupational health..

Keywords: *Fuzzy Fault Tree Analysis (FFTA), Lead Acid Battery, Mitigation, Risk Analysis*