

**ANALISIS *HUMAN ERROR* UNTUK MENGURANGI RISIKO
KECELAKAAN KERJA PADA PT SINERGI GULA NUSANTARA UNIT
PG GLENMORE MENGGUNAKAN METODE HEART DAN *FUZZY*
FMEA**

SKRIPSI



Oleh :

DHEA LAILIYA RAHMA

NPM : 21032010226

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2025**

**ANALISIS *HUMAN ERROR* UNTUK MENGURANGI RISIKO
KECELAKAAN KERJA PADA PT SINERGI GULA NUSANTARA UNIT
PG GLENMORE MENGGUNAKAN METODE HEART DAN *FUZZY***

FMEA

SKRIPSI



Diajukan Oleh :

DHEA LAILIYA RAHMA
NPM : 21032010226

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

2025

**ANALISIS *HUMAN ERROR* UNTUK MENGURANGI RISIKO
KECELAKAAN KERJA PADA PT SINERGI GULA NUSANTARA UNIT
PG GLENMORE MENGGUNAKAN METODE HEART DAN *FUZZY***

FMEA

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Industri



Diajukan Oleh :

DHEA LAILIYA RAHMA

NPM : 21032010226

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

2025

SKRIPSI

ANALISIS *HUMAN ERROR* UNTUK MENGURANGI RISIKO
KECELAKAAN KERJA PADA PT SINERGI GULA NUSANTARA UNIT
PG GLENMORE MENGGUNAKAN METODE HEART DAN *FUZZY*
FMEA

Disusun Oleh:

DHEA LAILIYA RAHMA

21032010226

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 : 6 Mei 2025

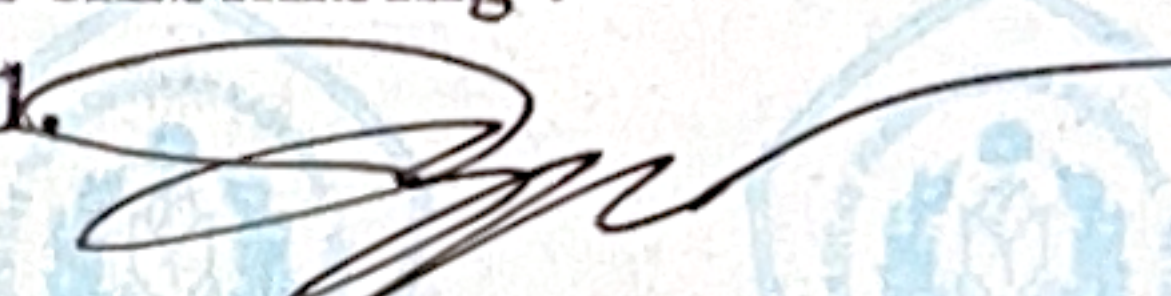
Tim Penguji :

1.


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

Pembimbing :

1.


Tranggono, ST..MT.
NIP. 17119861222053

2.


Ir. Rusindiyanto, MT
NIP. 19650225 199203 1 001

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:

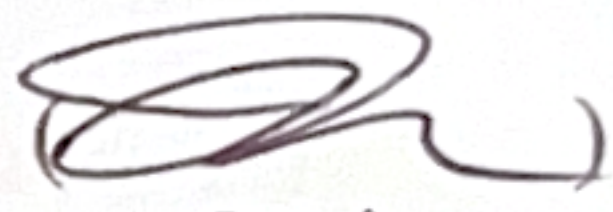
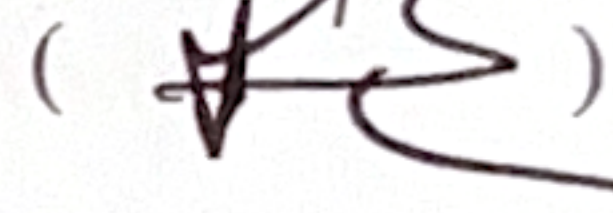
Nama : Dhea Lailiya Rahma
NPM : 21032010226
Program Studi : ~~Teknik Kimia / Teknik Industri / Teknologi Pangan /~~
~~Teknik Lingkungan / Teknik Sipil~~

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

Dengan judul : **ANALISIS *HUMAN ERROR* UNTUK MENGURANGI**
RISIKO KECELAKAAN KERJA PADA PT SINERGI GULA
NUSANTARA UNIT PG GLENMORE MENGGUNAKAN
METODE HEART DAN *FUZZY* FMEA

Dosen yang memerintahkan revisi

1. Tranggono, ST., MT.
2. Rizqi Novita Sari, S.ST., MT.
3. Ir. Rusindiyanto, MT.

()
()
()

Surabaya, 6 Mei 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Tranggono, ST., MT.

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 Telp. (031) 8706369 (Hunting). Fax. (031) 8706372 Surabaya 60294

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dhea Lailiya Rahma
NPM : 21032010226
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, 6 Mei 2025

Yang Membuat Pernyataan



Dhea Lailiya Rahma
NPM. 21032010226

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq, dan hidayahnya sehingga penulis dapat menjalankan kegiatan skripsi hingga selesai. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat pemenuhan lulus di program Teknik Industri.

Penyelesaian skripsi ini tentunya tidak hanya dari usaha pribadi penulis. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih atas bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak yaitu:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT.,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, ST.,MT., selaku Dosen Pembimbing Prodi untuk kegiatan skripsi yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan, arahan, dan saran selama penulisan skripsi ini.
5. Ibu Rizqi Novita Sari, S.ST., MT. selaku Dosen Penguji I dan Bapak Bapak Ir. Rusindiyanto, M.T., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan, arahan, serta saran dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Seluruh pegawai PT Sinergi Gula Nusantara Unit PG Glenmore yang telah memberikan bimbingannya dalam pengambilan data guna penyusunan tugas akhir.

7. Kedua orang tua, Ayah Pancoro Budi Santoso, S.P. dan Mama Nana Nurdiana, terima kasih atas segala pengorbanan dan kasih sayang yang diberikan, selalu memberikan dukungan dan doa sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini hingga meraih gelar sarjana.
8. Kakak di perantauan, Mufida Nur Aini yang telah kebersamaian penulis dalam penyusunan skripsi ini, selalu setia mendengarkan keluh kesah dan menjadi *unpaid therapist* bagi penulis.
9. Teman-teman seperjuangan di kampus Niqey Dzi Qolbin Saliem dan Mechtildis Vanessa Caesarika yang selalu memberikan dukungan satu sama lain serta motivasi selama menjalankan kuliah agar menjadi lebih baik lagi.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan selama proses penyusunan skripsi ini.
11. Pemilik NRP 5012211113, terima kasih telah menjadi bagian dalam proses perjalanan penulis dari semester 2 hingga saat ini. Berkontribusi baik tenaga maupun waktu untuk penulis. Telah mendukung, menghibur dalam kesedihan, dan menjadi pendengar yang baik.
12. Dhea Lailiya Rahma, saya sendiri. Apresiasi sebesar-besarnya atas tanggung jawab dan kerja keras untuk menyelesaikan apa yang telah di mulai. Terimakasih karena terus berusaha dan tidak menyerah untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini. Terima kasih sudah bertahan.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun akan diterima dengan senang hati oleh penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang

berkepentingan dan semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan rahmat kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis.

Surabaya, 6 Mei 2025

Penyusun,

Dhea Lailiya Rahma

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	xi
1.1 Latar Belakang Masalah	xi
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Asumsi - asumsi.....	5
1.5 Tujuan	6
1.6 Manfaat Penelitian	6
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Ergonomi	9
2.2 Kesehatan dan Keselamatan Kerja	11
2.3 <i>Human Error</i>	12
2.4 Kecelakaan Kerja.....	13
2.5 Manajemen Risiko	14

2.6 Proses Manajemen Risiko	14
2.7 HEART (<i>Human Error Assessment and Reduction Technique</i>)	16
2.8 FMEA (<i>Failure Models and Effect Analysis</i>)	18
2.9 <i>Fuzzy</i> FMEA.....	23
2.9.1 Logika <i>Fuzzy</i>	24
2.9.2 Pendekatan <i>Fuzzy</i> FMEA	25
2.10 Alur Proses Produksi Gula	26
2.10.1 Proses Penggilingan.....	27
2.10.2 Proses Pemerahan Nira	28
2.10.3 Proses Pemurnian Nira.....	28
2.10.4 Proses Penguapan	29
2.10.5 Proses Kristalisasi	30
2.10.6 Proses Karbonatasi.....	31
2.10.7 Proses Pemutaran	32
2.10.8 Stasiun Pembangkit.....	33
2.11 Penelitian Terdahulu	35
BAB III METODE PENELITIAN	37
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	37
3.2 Identifikasi dan Definisi Operasional Variabel.....	37
3.2.1 Variabel Bebas	37
3.2.2 Variabel Terikat.....	38
3.3 Langkah-Langkah Pemecahan Masalah	38

3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	43
3.5 Metode Pengolahan Data.....	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1 Pengumpulan Data.....	48
4.1.1 Pengumpulan Data Primer.....	48
4.1.2 Pengumpulan Data Sekunder.....	50
4.2 Analisis <i>Human Error</i> dengan Metode HEART.....	54
4.2.1 Identifikasi <i>Hierarchical Task Analysis</i> (HTA)	54
4.2.2 Perhitungan Nilai dari EPCs dan Nilai APOE.....	60
4.2.3 Penetapan Nilai <i>Assessed Effect</i> (AE) dan HEP	62
4.3 Penerapan Fuzzy FMEA.....	63
4.3.1 Penilaian Risiko	63
4.3.2 Perhitungan Nilai <i>Risk Priority Number</i> (RPN)	64
4.3.3 Penentuan Risiko Dominan	69
4.4 Evaluasi dan Prioritas Tindakan Perbaikan	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	76
5.1 Kesimpulan.....	76
5.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN.....	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Kecelakaan Kerja PT SGN Unit PG Glenmore Dalam Waktu 1 Tahun.....	2
Gambar 1.2 Kecelakaan Kerja	3
Gambar 2.1 Proses Manajemen Risiko	14
Gambar 2.2 Struktur FMEA Berdasarkan Teori <i>fuzzy</i>	26
Gambar 2.3 PFD Stasiun Giling	27
Gambar 2.4 Skema Imbibisi.....	28
Gambar 2.5 PFD Stasiun Pemurnian (Defekasi)	29
Gambar 2.6 PFD Stasiun Penguapan	30
Gambar 2.7 Skema masak ABC	31
Gambar 2.8 Palung pendingin (<i>Receiver</i>)	31
Gambar 2.9 PFD Stasiun Karbonatasi	32
Gambar 2.10 <i>Low Grade Centrifugal</i>	33
Gambar 2.11 <i>High Grade Centrifugal</i>	33
Gambar 2.12 <i>Boiler di PG Glenmore</i>	34
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i>	39
Gambar 4.1 Contoh Kecelakaan Kerja <i>First Aid</i>	52
Gambar 4.2 Contoh Kecelakaan Kerja <i>Lost Time Injury</i>	53
Gambar 4.3 <i>Hierarchy Task Analysis</i> Stasiun Penggilingan	54
Gambar 4.4 <i>Hierarchy Task Analysis</i> Stasiun Pemerahan Nira	55
Gambar 4.5 <i>Hierarchy Task Analysis</i> Stasiun Pemurnian Nira.....	55
Gambar 4.6 <i>Hierarchy Task Analysis</i> Stasiun Penguapan.....	56

Gambar 4.7 <i>Hierarchy Task Analysis</i> Stasiun Kristalisasi	56
Gambar 4.8 <i>Hierarchy Task Analysis</i> Stasiun Karbonatasi.....	57
Gambar 4.9 <i>Hierarchy Task Analysis</i> Stasiun Pemutaran	57
Gambar 4.10 <i>Hierarchy Task Analysis</i> Stasiun Pembangkit.....	58
Gambar 4.11 Model <i>Fuzzy-FMEA</i>	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Ranking Occurrence</i> FMEA.....	19
Tabel 2. 2 <i>Ranking Severity</i> FMEA.....	20
Tabel 2. 3 <i>Ranking Detection</i> FMEA.....	20
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Laporan Kejadian Kecelakaan Kerja Tahun 2023-2024 .	50
Tabel 4. 2 Fase Kritis	58
Tabel 4. 3 Kategori Subtask Berdasarkan Tabel <i>Generic Task Type</i> (GTT)	59
Tabel 4. 4 Identifikasi Nilai EPCs dan APOE.....	61
Tabel 4. 5 Hasil FMEA pada Produksi Gula PG Glenmore	64
Tabel 4. 6 Hasil Penilaian RPN	65
Tabel 4. 7 Data Input.....	67
Tabel 4. 8 Rentang Kategori Linguistik	67
Tabel 4. 9 Data <i>Output</i>	68
Tabel 4. 10 <i>Fuzzy Rule Based</i>	69
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan RPN dan FRPN.....	69
Tabel 4. 12 Rekomendasi Perbaikan untuk Prioritas Tertinggi.....	73

ABSTRAK

Kesalahan manusia merupakan kontributor yang signifikan terhadap kecelakaan kerja di industri manufaktur, khususnya di sektor produksi gula di PT Sinergi Gula Nusantara Unit PG Glenmore, di mana tantangan khusus seperti kurangnya pengalaman operator dan kesalahan pengelolaan peralatan meningkatkan risiko ini. Penelitian ini membahas kesenjangan penelitian yang kritis dengan menganalisis faktor kesalahan manusia dalam proses produksi gula menggunakan metodologi HEART (*Human Error Assessment and Reduction Technique*) dan Fuzzy FMEA (*Failure Modes and Effects Analysis*). Metode HEART secara kuantitatif mengidentifikasi probabilitas kesalahan manusia pada berbagai tahap produksi, sementara *Fuzzy FMEA* mengevaluasi tingkat risiko dan memprioritaskan strategi mitigasi kecelakaan. Aktivitas utama berisiko tinggi yang diidentifikasi termasuk penggunaan core sampler yang tidak tepat (HEP: 0,038, *Fuzzy RPN*: 500), kesalahan entri data (HEP: 0,234, *Fuzzy RPN*: 120), dan kesalahan pengoperasian mesin sentrifugal (HEP: 0,304). Risiko terendah dikaitkan dengan terpeleset karena tumpahan jus (*Fuzzy RPN*: 332). Integrasi inovatif dari HEART dan *Fuzzy FMEA* ini menawarkan pendekatan baru untuk mengembangkan strategi mitigasi yang efektif, termasuk pelatihan operator yang ditingkatkan, penetapan prosedur pengambilan sampel yang higienis, *safety morning talk* untuk meningkatkan kesadaran akan keselamatan, pelatihan perangkat lunak untuk operator, pemeriksaan kesehatan sebelum mulai bekerja, peninjauan dan persetujuan data secara teratur, audit data mingguan, dan penerapan surat peringatan untuk kesalahan yang sering terjadi. Dengan meningkatkan sistem keselamatan ini, penelitian ini bertujuan untuk mengurangi risiko kecelakaan secara signifikan dan meningkatkan efisiensi operasional di industri gula.

Kata kunci: Kesalahan, HEART, Fuzzy FMEA, Keselamatan Kerja, Manajemen Risiko

ABSTRACT

Human error is a significant contributor to workplace accidents in the manufacturing industry, particularly in the sugar production sector at PT Sinergi Gula Nusantara PG Glenmore Unit, where specific challenges such as operator inexperience and equipment mismanagement heighten these risks. This study addresses a critical research gap by analyzing human error factors in the sugar production process using the HEART (Human Error Assessment and Reduction Technique) and Fuzzy FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) methodologies. The HEART method quantitatively identifies human error probabilities at various production stages, while Fuzzy FMEA evaluates risk levels and prioritizes accident mitigation strategies. Key high-risk activities identified include improper use of the core sampler (HEP: 0.038, Fuzzy RPN: 500), data entry errors (HEP: 0.234, Fuzzy RPN: 120), and misoperation of the centrifugal machine (HEP: 0.304). The lowest risk was associated with slipping due to juice spills (Fuzzy RPN: 332). This innovative integration of HEART and Fuzzy FMEA offers a novel approach to developing effective mitigation strategies, including enhanced operator training, the establishment of standard hygienic sampling procedures, safety morning talks to raise awareness of safety, software training for operators, health checks before starting work, regular review and approval of data, weekly data audits, and the implementation of warning letters for frequent mistakes. By improving these safety systems, this research aims to significantly reduce accident risks and increase operational efficiency in the sugar industry.

Keywords: Error, HEART, Fuzzy FMEA, Workplace Safety, Risk Management