

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PROSES PRODUKSI GULA
DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) DAN *FAILURE
MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA)**

DI PT XYZ

SKRIPSI



Diajukan Oleh :

MARDILA NUR IMAMAH
NPM : 21032010078

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

2025

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PROSES PRODUKSI GULA
DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) DAN *FAILURE
MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA)**

DI PT XYZ

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Industri



Diajukan Oleh :

MARDILA NUR IMAMAH
NPM : 21032010078

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

JAWA TIMUR

2025

SKRIPSI

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PROSES PRODUKSI GULA
DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) DAN *FAILURE
MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA)**

DI PT XYZ

Disusun Oleh:

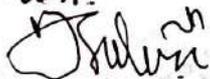
MARDILA NUR IMAMAH

21032010078

**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 : 5 Maret 2025**

Tim Penguji :

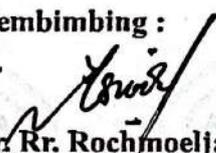
1.



**Dwi Sukma Donoriyanto, ST., MT.,
NIP. 19810726 200501 1 002**

Pembimbing :

1.



**Ir. Rr. Rochmoeljati, MMT.
NIP. 19611029 199103 2 001**

2.



**Nur Rahmawati, ST., MT., CSCA.
NIP. 19870801 201903 2 012**

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



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



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

KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Mardila Nur Imamah
NPM : 21032010078
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 Maret, TA 2024/2025.

Dengan judul : **ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PROSES
PRODUKSI GULA DENGAN METODE *FAULT TREE
ANALYSIS* (FTA) DAN *FAILURE MODE AND EFFECT
ANALYSIS* (FMEA) DI PT XYZ**

Dosen yang memerintahkan revisi

1. Ir. Rr. Rochmoeljati, MMT
2. Dwi Sukma Donoriyanto, ST., MT.,
3. Nur Rahmawati, ST., MT., CSCA

Rochmoeljati
Donoriyanto
Nur Rahmawati

Surabaya, 05 Maret 2025
Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Ir. Rr. Rochmoeljati, MMT.
NIP. 196110291991032001

Catatan: *) *coret yang tidak perlu*



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mardila Nur Imamah
NPM : 21032010078
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, 10 Maret 2025

Yang Membuat Pernyataan



Mardila Nur Imamah
NPM. 21032010078

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran 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 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. Ibu Ir. Rr. Rochmoeljati, MMT., selaku Dosen Pembimbing Prodi untuk kegiatan skripsi yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan, arahan, dan saran selama penulisan skripsi ini.
5. Bapak Dwi Sukma Donoriyanto, ST., MT. selaku Dosen Penguji I dan Ibu Nur Rahmawati, ST., MT., CSCA., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan, arahan, serta saran dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Kepada seluruh Bapak dan Ibu dosen serta tenaga pendidik program studi Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

yang telah memberikan ilmu serta pengalaman berharga selama perkuliahan atas dedikasi ilmu yang telah diberikan sebagai bekal untuk masa depan.

7. Seluruh pegawai Pabrik Gula XYZ yang telah memberikan bimbingannya dalam pengambilan data guna penyusunan tugas akhir.
8. Kedua orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi.
9. Teman-teman dekat tetapi terpisah jarak Elita Fauziah, Aida Tsabita Ihsani, dan Melati yang selalu setia mendengarkan keluh kesah dan menjadi *unpaid therapist* bagi saya.
10. Teman-teman seperjuangan di kampus Sajidah Tiara, Melanida Agustin, Ayyasy Nugroho, dan Tiara Nuriyah Sani yang selalu memberikan dukungan satu sama lain serta motivasi selama menjalankan kuliah agar menjadi lebih baik lagi.
11. Dhea Lailiya Rahma dan keluarga yang memberikan dukungan dan menjadi rekan selama pengambilan data tugas akhir di perusahaan terkait.
12. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan selama penyusunan tugas akhir.
13. Saya sendiri, atas kerja keras dan kemauannya untuk tidak terus bersembunyi dalam zona nyaman dan mau untuk bergerak, meski hanya langkah kecil, untuk menyelesaikan tugas akhir.

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, 01 Agustus 2024

Penyusun,

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Asumsi-Asumsi	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
1.7 Sistematika Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Kualitas.....	9
2.1.1 Fungsi Kualitas	10
2.1.2 Standar Kualitas Produk Gula.....	10
2.2 Pengendalian Kualitas	12
2.2.1 Tujuan Pengendalian Kualitas.....	13
2.2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pengendalian Kualitas Produk Gula.....	14
2.3 Gula	15

2.3.1.	Proses Produksi Gula	16
2.4	Metode <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	18
2.4.1.	Definisi <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	18
2.4.2.	Simbol Kejadian <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	20
2.4.3.	Langkah-Langkah <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	22
2.5	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	28
2.5.1	Jenis-Jenis <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	30
2.5.2	Langkah-Langkah Penerapan FMEA.....	31
2.6	Penelitian Terdahulu	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		39
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	39
3.2	Identifikasi dan Definisi Operasional Variabel.....	39
3.2.1.	Variabel Terikat (<i>Dependent</i>)	39
3.2.2.	Variabel Bebas (<i>Independent</i>)	39
3.3	Langkah-Langkah Pemecahan Masalah	40
3.4	Teknik Pengumpulan Data	46
3.5	Teknik Analisis Data.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		50
4.1	Pengumpulan Data	50
4.1.1	Data Jumlah Produksi	51
4.1.2	Jenis <i>Defect</i>	51
4.1.3	Data Jumlah <i>Defect</i> dan Jenis <i>Defect</i>	54
4.1.4	Data Jumlah Kesalahan untuk Setiap Akar Penyebab <i>Defect</i>	55

4.2	Pengolahan Data.....	56
4.2.1	Identifikasi <i>Defect</i> Produk.....	56
4.2.2	Analisis Penyebab Kegagalan Dasar dengan FTA (Penentuan <i>Top Event</i>)	57
4.2.3	<i>Fault Tree Analysis</i> untuk Setiap <i>Top Event</i>	62
4.2.4	Perhitungan Probabilitas Kejadian atau <i>Basic Event</i>	71
4.2.5	Menentukan Struktur <i>Defect</i> atau <i>Cut Set Method</i>	77
4.2.6	Perhitungan Probabilitas <i>Defect</i>	95
4.2.7	Rekomendasi Usulan Perbaikan dengan Metode <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	106
4.3	Hasil dan Pembahasan	125
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		128
5.1	Kesimpulan.....	128
5.2	Saran	131
DAFTAR PUSTAKA.....		132
LAMPIRAN.....		139

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Pengolahan Tebu Menjadi Gula.....	18
Gambar 2.2 Contoh Diagram FTA.....	22
Gambar 2.3 Fault Tree Analysis Diagram.....	24
Gambar 2.4 Cut Set.....	25
Gambar 3.1 Langkah-Langkah Pemecahan Masalah.....	42
Gambar 4.1 Defect Kadar Air Gula	52
Gambar 4.2 Defect Warna Gula	52
Gambar 4.3 Defect Besar Jenis Butir Melebihi Standar	53
Gambar 4.4 Defect Keseragaman Kristal Gula.....	54
Gambar 4.5 Diagram Pareto Defect Produk Gula Kristal Putih	57
Gambar 4.6 Diagram Sebab Akibat Defect BJB.....	58
Gambar 4.7 Diagram Sebab Akibat Defect Kadar Air (Moist).....	59
Gambar 4.8 Diagram Sebab Akibat Defect Warna	60
Gambar 4.9 Diagram Sebab Akibat Defect Keseragaman Kristal Gula (CV).....	61
Gambar 4.10 Diagram Fault Tree Analysis Defect Besar Jenis Butir (BJB)	63
Gambar 4.11 Diagram Fault Tree Analysis Defect Kadar Air (Moist)	64
Gambar 4.12 Diagram Fault Tree Analysis Defect Warna.....	65
Gambar 4.13 Diagram Fault Tree Analysis Defect Keseragaman Kristal Gula (CV)	66
Gambar 4.14 Struktur Defect Besar Jenis Butir.....	78
Gambar 4.15 Cut Set dan Minimal Cut Set untuk Defect Besar Jenis Butir	80

Gambar 4.16 Equivalent Fault Tree Besar Jenis Butir.....	81
Gambar 4.17 Struktur Defect Kadar Air	82
Gambar 4.18 Cut Set dan Minimal Cut Set untuk Defect Kadar Air.....	83
Gambar 4.19 Equivalent Fault Tree Kadar Air	85
Gambar 4.20 Struktur Defect Warna.....	86
Gambar 4.21 Cut Set dan Minimal Cut Set untuk Defect Warna	89
Gambar 4.22 Equivalent Fault Tree Warna.....	91
Gambar 4.23 Struktur Defect Keseragaman Kristal Gula.....	92
Gambar 4.24 Cut Set dan Minimal Cut Set untuk Defect Keseragaman kristal gula	93
Gambar 4.25 Equivalent Fault Tree Keseragaman kristal gula.....	94
Gambar 4.26 Probabilitas Defect Besar Jenis Butir.....	96
Gambar 4.27 Cut Set Defect Besar Jenis Butir	97
Gambar 4.28 Probabilitas Defect Kadar Air	98
Gambar 4.29 Cut Set Defect Kadar Air	99
Gambar 4.30 Probabilitas Defect Warna.....	101
Gambar 4.31 Cut Set Defect Warna	102
Gambar 4.32 Perbaikan Defect Keseragaman Kristal Gula.....	104
Gambar 4.33 Cut Set Defect Besar Jenis Butir	105

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat Mutu Gula Kristal Putih.....	11
Tabel 2.2 Simbol Events FTA	20
Tabel 2.3 Simbol Gerbang Logika FTA	21
Tabel 2.4 Analisa Kuantitatif.....	27
Tabel 2.5 Nilai Severity.....	31
Tabel 2.6 Nilai Occurance.....	32
Tabel 2.7 Nilai Detection	33
Tabel 2.8 Skala Penentuan RPN.....	34
Tabel 4.1 Data Produksi Gula Kristal Putih Periode Giling Juni—Oktober 2024	51
Tabel 4.2 Data Jumlah Defect dan Data Jenis Defect Produk Periode Juli-Oktober 2024.....	54
Tabel 4.3 Jumlah Kesalahan Varietas Tebu Tidak Unggul.....	55
Tabel 4.4 Indikator Defect Kumulatif	56
Tabel 4.5 Penyebab Defect Besar Jenis Butir (BJB).....	58
Tabel 4.6 Penyebab Defect Kadar Air (Moist).....	59
Tabel 4.7 Penyebab Defect Warna	60
Tabel 4.8 Penyebab Defect Keseragaman Kristal Gula (CV)	62
Tabel 4.9 Perhitungan Frekuensi Kesalahan Varietas Tebu Tidak Unggul (P1) per Hari Selama Periode Giling Gula Kristal Putih Juni - Oktober 2024	73
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Rata-Rata Frekuensi Basic Event per Hari Selama Periode Giling Gula Kristal Putih Juni - Oktober 2024	74

Tabel 4.11 Probabilitas Akar-Akar Penyebab Kejadian atau Basic Event Defect Gula Kristal Putih Selama Periode Giling Gula Kristal putih Juni -Oktober 2024	76
Tabel 4.12 Keterangan Simbol-Simbol (Huruf) dalam Struktur Defect Besar Jenis Butir	78
Tabel 4.13 Keterangan Simbol-Simbol (Huruf) dalam Struktur Defect Defect Kadar Air.....	82
Tabel 4.14 Keterangan Simbol-Simbol (Huruf) dalam Struktur Defect Warna....	87
Tabel 4.15 Keterangan Simbol-Simbol (Huruf) dalam Struktur Defect Keseragaman Kristal Gula	93
Tabel 4.16 Potential Effect of Failure	107
Tabel 4.17 Penilaian Severity (S).....	107
Tabel 4.18 Potential Cause.....	108
Tabel 4.19 Penilaian Occurance (O)	110
Tabel 4.20 Current Control	111
Tabel 4.21 Penilaian Detection	114
Tabel 4.22 Perhitungan Nilai Risk Priority Number (RPN)	116
Tabel 4.23 Usulan Perbaikan.....	120

ABSTRAK

Pabrik gula yang dibangun oleh negara Indonesia sebagai upaya revitalisasi industri gula nasional melalui penggunaan teknologi modern salah satunya adalah PT XYZ. Namun, pabrik gula ini mengalami permasalahan hasil pengujian produksi gula kristal putih yang mengalami *defect* tidak sesuai dengan syarat mutu gula kristal putih dengan nomor SNI 3140-3:2020. *Defect* yang terjadi antara lain *defect* kadar air gula, warna larutan gula, besar jenis butir, dan keseragaman kristal gula. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya *defect* pada proses produksi gula kristal putih di PT XYZ dan bagaimana usulan perbaikan yang dapat diberikan untuk mengendalikan kualitas produk gula kristal putih di PT XYZ. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Hasil analisis menunjukkan 13 akar penyebab *defect*, seperti ketidaktepatan taksasi waktu, kesalahan dalam proses imbibisi, kebocoran, dan faktor agronomi. Melalui FMEA, *defect* besar jenis butir memiliki nilai RPN tertinggi (*High*) karena menyebabkan ketidaksesuaian spesifikasi pasar dan risiko kristalisasi ulang. Penyebab utamanya adalah ketidaktepatan poses pemasakan dan pemberian air injeksi. Rekomendasi perbaikan mencakup evaluasi SOP, monitoring rasio imbibisi, serta inspeksi dan perawatan rutin. *Defect* kadar air menempati peringkat kedua dengan RPN 112 (*Medium*), berpengaruh pada kualitas fisik dan daya simpan gula. Penyebabnya termasuk varietas tebu yang tidak unggul, paparan sinar matahari berlebihan, dan kurangnya inspeksi. Perbaikan yang disarankan meliputi optimasi rantai pasok, pelatihan teknis, serta perlindungan tebu dengan kanopi/ terpal UV.

Kata kunci: FMEA, FTA, *Quality Control*, *White Crystal Sugar*

ABSTRACT

One of the sugar factories built by the Indonesian state as an effort to revitalize the national sugar industry through the use of modern technology is PT XYZ. However, this sugar factory is experiencing problems with the results of testing the production of white crystal sugar which has defects that are not in accordance with the quality requirements of white crystal sugar with SNI number 3140-3: 2020. Defects that occur include defects in sugar moisture content, sugar solution color, grain size, and sugar crystal uniformity. This study was conducted to determine the factors that can affect the occurrence of defects in the white crystal sugar production process at PT XYZ and how the proposed improvements can be given to control the quality of white crystal sugar products at PT XYZ. The methods used in this research are the Fault Tree Analysis (FTA) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) methods. Based on calculations using the Fault Tree Analysis method, the calculated probability results for each type of defect, namely large grain defects, moisture content, color, and sugar crystal uniformity, are 0.000657%, 0.000889%, 0.001597%, and 0.000662%, respectively. The FMEA method obtained a large grain type defect with the highest RPN value of 120 (High). Large grain type defects cause white crystal sugar to not conform to market specifications and dissolve more slowly. In the second rank, there is a defect in water content with an RPN value of 112 (medium). Quality control should be carried out regularly and continuously so that it can be a reference for continuous improvement in the future.

Keywords: FMEA, FTA, Quality Control, White Crystal Sugar