

SKRIPSI

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA PROSES PRODUKSI
BENANG REGULER DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN *GREY
FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS***

(Studi Kasus : PT. ABC)

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)



Oleh :

Muhammad Zulfikar

17106060034

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2021



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-525/Un.02/DST/PP.00.9/03/2021

Tugas Akhir dengan judul : Analisis Pengendalian Kualitas pada Proses Produksi Benang Reguler dengan Pendekatan Grey Failure Mode And Effect Analysis (Studi Kasus PT. ABC).

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MUHAMMAD ZULFIKAR
Nomor Induk Mahasiswa : 17106060034
Telah diujikan pada : Kamis, 18 Maret 2021
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Valid ID: 60582ea8db709

Ketua Sidang
Ira Setyaningsih, S.T. M.Sc.
SIGNED



Valid ID: 6058f29880d13

Penguji I
Dr. Yandra Rahadian Perdana, ST., MT
SIGNED



Valid ID: 605458cf95d14

Penguji II
Gunawan Budi Susilo, M.Eng.
SIGNED



Valid ID: 6059ae775a31f

Yogyakarta, 18 Maret 2021
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga

Di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr wb

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara:

Nama : Muhammad Zulfikar

NIM : 17106060034

Judul Skripsi : Analisis Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi Benang Reguler Dengan Menggunakan Pendekatan *Grey Failure Mode And Effect Analysis* (Studi Kasus : PT. ABC)

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Teknik Industri.

Dengan ini kami mengharapkan agar skripsi/tugas akhir saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr wb

Yogyakarta, 5 Maret 2021

Pembimbing,



Ira Setyaningsih, S.T., M.Sc

NIP. 19790326200604 2 002

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama: Muhammad Zulfikar

NIM: 17106060034

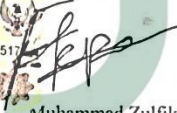
Program Studi: Teknik Industri

Fakultas: Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa skripsi saya yang berjudul: "Analisis Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi Benang Reguler Dengan Menggunakan Pendekatan *Grey Failure Mode And Effect Analysis* (Studi Kasus : PT. ABC)" adalah asli dari penelitian saya sendiri dan bukan plagiasi hasil karya orang lain, kecuali bagian tertentu yang saya ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Yogyakarta, 5 Maret 2021

Yang menyatakan


METERAI
TEMPEL
FFFAHF92092517
6000
ENAKERBUPAH

Muhammad Zulfikar,
NIM. 17106060034

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan untuk

Bapak dan Ibu saya yang tak pernah lelah untuk mendoakan

Kakak saya yang selalu membantu, mendukung, dan selalu memberi

semangat

Keluarga besar H. Imam Syafi'i dan H.Sugiyono

Keluarga besar Teknik Industri 2017

Serta orang-orang yang selalu mendukung saya sahabat, teman dan

dosen



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

**HIDUP INI SEPERTI SEPEDA.
AGAR TETAP SEIMBANG, KAU
HARUS BERGERAK.**

-ALBERT EINSTEIN

**JANGAN BIARKAN APA YANG
TIDAK BISA KAMU LAKUKAN
MENGANGGU APA YANG BISA
KAMU LAKUKAN. -JOHN WOODEN**

**KALAU MIMPIMU BELUM
TERCAPAI, JANGAN PERNAH
MERUBAH MIMPINYA TAPI
UBAHLAH STRATEGINYA**

-MERRY RIANA

**DAN JANGANLAH KAMU
BERPUTUS ASA DARI RAHMAT
ALLAH. SESUNGGUHNYA TIADA
BERPUTUS DARI RAHMAT ALLAH
MELAINKAN ORANG ORANG
YANG KUFUR. -QS YUSUF : 87**

**BERJUANGLAH KETIKA MASIH
BISA BERJUANG KARENA
SETIAP DETIK YANG TERBUANG
TIDAK AKAN PERNAH KEMBALI.**

-MUHAMMAD ZULFIKAR

KATA PENGANTAR

Assalamuálaikum Wr.Wb

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas limpahan rahmat, kasih sayang dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dan laporan tugas akhir ini dengan judul “Analisis Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi Benang Reguler Dengan Menggunakan Pendekatan *Grey Failure Mode And Effect Analysis* (Studi Kasus di PT. ABC)” dengan lancar dan tepat waktu. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada baginda agung Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun kita ke zaman yang terang benderang ini.

Laporan tugas akhir ini merupakan uraian hasil observasi, penelitian dan analisis yang telah dilakukan di PT. ABC secara tertulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Industri. Atas tersusunnya tugas akhir ini, tidak terlepas dari bantuan beberapa pihak. Dengan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT, Dzat Yang Maha Berkehendak karena atas nikmat dan karunia-Nya penulisan tugas akhir ini dapat disusun dengan lancar.
2. Rasulullah SAW yang karena tuntunannya telah membimbing penulis untuk tetap berperilaku baik sesuai dengan norma agama selama penyusunan tugas akhir.
3. Kedua orang tua dan keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan doa.
4. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan

Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

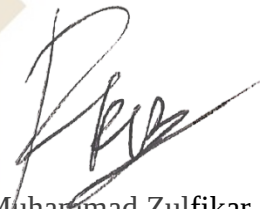
6. Bapak Dr. Cahyono Sigit Pramudyo, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, sekaligus selaku dosen penasehat akademik.
7. Ibu Ira Setyaningsih, S.T. M.Sc. selaku dosen pembimbing, terimakasih atas bimbingannya sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat selesai.
8. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Industri Univeristas Islam Negeri Sunan Kalijaga, terimakasih atas ilmu yang telah diberikan selama perkuliahan.
9. Bapak Iwan Setiawan Lukminto selaku Direktur Perusahaan, Ibu Karni selaku Kepala Seksi Produksi, Ibu Srie Suparmi selaku Pengawas Pengendalian Kualitas serta Operator yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian di PT. ABC
10. Isnaini Khasanah yang selalu memberikan dukungan dan bantuannya dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
11. Sahabat wisuda juni yang selalu memberikan dukungan, bantuan, serta selalu bekerja sama terkait penyelesaian tugas akhir ini.
12. Empat Serangkai yang selalu bertukar pikiran dan memberikan semangat dan dorongan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Kepada sahabat-sahabat saya yang selalu memberikan dukungan dorongan, motivasi, doa dan semangatnya.
14. Keluarga Teknik Industri 2017 yang sudah menemani selama kurang lebih empat tahun.
15. Semua pihak yang belum disebutkan namun banyak memberikan dukungan.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, baik dari segi materi, cara penulisan maupun isi. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan masukan yang bersifat membangun demi perbaikan dan kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap melalui tugas akhir ini dapat bermanfaat dan membantu untuk penulis dan orang yang membaca.

Wassalamualaikum, Wr.Wb

Yogyakarta, 5 Maret 2021

Penulis



Muhammad Zulfikar
NIM 17106060034



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
SURAT KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
ABSTRAK	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan Masalah	7
1.6 Sistematika Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Posisi Penelitian.....	8
2.2 Definisi Kualitas	11
2.3 Pengendalian Kualitas.....	12

2.4	Metode FTA.....	14
2.5	Metode FMEA	17
2.6	Metode AHP	20
2.7	Metode FAHP	22
2.8	<i>Grey theory</i>	26
2.9	Diagram Sebab Akibat.....	30
2.10	<i>Five-M Checklist</i>	32
BAB III METODE PENELITIAN		33
3.1	Responden Penelitian.....	33
3.2	Metode Pengumpulan Data.....	33
3.3	Definisi Operasional Variabel Penelitian	36
3.4	Metode Analisis Data.....	37
3.5	Diagram Alir Penelitian	40
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		43
4.1	Pengumpulan Data.....	43
4.1.1	Alur Proses Produksi.....	43
4.1.2	Rencana Mutu.....	48
4.1.3	Jumlah Produksi	51
4.1.4	Data Jenis Cacat	51
4.1.5	Jumlah Cacat	59
4.2	Pengolahan Data	60
4.2.1	FTA	61
4.2.2	Metode FMEA	71
4.2.3	Metode GFMEA	94

4.3 Analisis Hasil Pengolahan Data.....	115
4.3.1 Diagram Sebab-Akibat.....	116
4.3.2 <i>Five-M Checklist</i>	130
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	145
5.1 Kesimpulan	145
5.2 Saran	149
DAFTAR PUSTAKA	152
LAMPIRAN.....	159



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jumlah Kegagalan Tahun 2019	2
Gambar 1.2 Jumlah Kegagalan Per Proses Tahun 2019	2
Gambar 2.1 Lima Pilar Manajemen Kualitas.....	11
Gambar 2.2 Contoh FTA	17
Gambar 2.3 Angka TFN.....	23
Gambar 2.4 Diagram Sebab Akibat	30
Gambar 3.1 Benang Reguler	33
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian 1	40
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian 2	41
Gambar 4.1 Alur Proses Produksi.....	43
Gambar 4.2 Proses Blowing 1.....	44
Gambar 4.3 Proses Blowing 2.....	44
Gambar 4.4 Proses <i>Carding</i>	45
Gambar 4.5 Proses <i>Drawing</i>	45
Gambar 4.6 Proses <i>Speed frame</i>	46
Gambar 4.7 Proses <i>Ring frame</i>	47
Gambar 4.8 Proses <i>winding</i>	48
Gambar 4.9 FTA Kegagalan Proses <i>Carding</i>	61
Gambar 4.10 FTA Kegagalan Proses <i>Drawing Frame</i>	62
Gambar 4.11 FTA Kegagalan Proses <i>Speed Frame 1</i>	63
Gambar 4.12 FTA Kegagalan Proses <i>Speed Frame 2</i>	64
Gambar 4.13 FTA Kegagalan Proses <i>Ring Frame 1</i>	65
Gambar 4.14 FTA Kegagalan Proses <i>Ring Frame 2</i>	66

Gambar 4.15 FTA Kegagalan Proses <i>Winding</i> 1	68
Gambar 4.16 FTA Kegagalan Proses <i>Winding</i> 2	69
Gambar 4.17 Struktur Hirarki Penentuan Bobot Faktor Kegagalan	95
Gambar 4.18 Diagram Sebab-Akibat Ne Menyimpang <i>Drawing Frame</i>	117
Gambar 4.19 Diagram Sebab-Akibat Uster Menyimpang <i>Drawing Frame</i>	118
Gambar 4.20 Diagram Sebab-Akibat <i>Sliver</i> Tebal Tipis <i>Drawing Frame</i>	119
Gambar 4.21 Diagram Sebab-Akibat Gembos <i>Speed Frame</i>	121
Gambar 4.22 Diagram Sebab-Akibat Neps <i>Carding</i>	122
Gambar 4.23 Diagram Sebab-Akibat Tebal Tipis <i>Ring Frame</i>	123
Gambar 4.24 Diagram Sebab-Akibat Kotor <i>Winding</i>	125
Gambar 4.25 Diagram Sebab-Akibat Gembos <i>Ring Frame</i>	126
Gambar 4.26 Diagram Sebab-Akibat <i>Sliver</i> Pecah Proses <i>Carding</i>	127
Gambar 4.27 Diagram Sebab-Akibat Web Lubang-Lubang <i>Carding</i>	129

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Posisi Penelitian	10
Tabel 2.2 Simbol-simbol FTA	15
Tabel 2.3 Skala Pembobotan untuk <i>Severity</i>	19
Tabel 2.4 Skala Pembobotan untuk <i>Occurance</i>	19
Tabel 2.5 Skala Pembobotan untuk <i>Detection</i>	20
Tabel 2.6 Skala Penilaian Matriks Berpasangan	21
Tabel 2.7 Nilai <i>Ratio Index</i>	22
Tabel 2.8 TFN	24
Tabel 2.9 Contoh <i>Five-M Checklist</i>	32
Tabel 4.1 Rencana Mutu	49
Tabel 4.2 Jumlah Produksi Tahun 2019	51
Tabel 4.3 Jenis Kecacatan Produk	51
Tabel 4.4 Contoh Jenis Kecacatan Produk	55
Tabel 4.5 Jumlah Kegagalan Produk 1 Tahun	59
Tabel 4.6 Hasil Pengolahan FMEA	71
Tabel 4.7 Matriks Perbandingan Berpasangan	95
Tabel 4.8 Normalisasi Matriks Perbandingan Berpasangan	96
Tabel 4.9 Nilai TFN Matriks Perbandingan Berpasangan	97
Tabel 4.10 Nilai <i>Fuzzy Synthetic Extent</i>	98
Tabel 4.11 Nilai Vektor	98
Tabel 4.12 Vektor Bobot Antar Kriteria Utama	99
Tabel 4.13 Normalisasi Vektor Bobot Antar Kriteria Utama	99
Tabel 4.14 Bobot Faktor Kegagalan	99

Tabel 4.15 Nilai Koefisien Relasional <i>Grey</i>	104
Tabel 4.16 Nilai GRPN	111
Tabel 4.17 <i>Five-M Checklist</i> Ne Menyimpang <i>Drawing Frame</i>	130
Tabel 4.18 <i>Five-M Checklist</i> Uster Menyimpang Pada <i>Drawing Frame</i>	131
Tabel 4.19 <i>Five-M Checklist</i> Sliver Tebal Tipis <i>Drawing Frame</i>	133
Tabel 4.20 <i>Five-M Checklist</i> Gembos Pada <i>Speed Frame</i>	134
Tabel 4.21 <i>Five-M Checklist</i> NEPS Pada <i>Carding</i>	135
Tabel 4.22 <i>Five-M Checklist</i> Tebal Tipis Pada <i>Ring Frame</i>	137
Tabel 4.23 <i>Five-M Checklist</i> Kotor Pada <i>Winding</i>	139
Tabel 4.24 <i>Five-M Checklist</i> Gembos Pada <i>Ring Frame</i>	140
Tabel 4.25 <i>Five-M Checklist</i> Sliver Pecah Pada <i>Carding</i>	141
Tabel 4.26 <i>Five-M Checklist</i> Web Lubang-Lubang Pada <i>Ring Frame</i>	142



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1: Gambaran Perusahaan

LAMPIRAN 2: Rekapitan Cacat Tahun 2019

LAMPIRAN 3: Kuesioner

LAMPIRAN 4: Wawancara

LAMPIRAN 5: Responden Penelitian

LAMPIRAN 6: Dokumentasi



**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA PROSES PRODUKSI
BENANG REGULER DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN GREY
FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS
(Studi Kasus : PT. ABC)**

**Muhammad Zulfikar
17106060034**

Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
Jalan Marsda Adisucipto, Yogyakarta, 55281

ABSTRAK

Menjaga kualitas produk sangat penting untuk pembangunan berkelanjutan perusahaan, karena agar konsumen merasa puas. Salah satu metode yang dapat mengatasi cacat produk pada proses produksi adalah metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Memastikan prioritas perbaikan pada FMEA tradisional adalah bersumber pada nilai RPN, masih menuai banyak kritik serta kelemahan seperti menggunakan FMEA mendapatkan hasil RPN yang sama, tetapi gambaran risiko yang berbeda, maka dalam penelitian ini digunakan metode Grey Failure Mode and Effect Analysis (GFMEA), metode ini adalah metode integrasi FMEA tradisional dan grey theory melalui bantuan metode Fuzzy Analytical Hierarchy process (FAHP) untuk memperkuat metode FMEA dan meningkatkan akurasi dalam perhitungan Risk Priority Number (RPN), karena pada GFMEA mempertimbangkan bobot untuk faktor kegagalan. Pada penelitian ini digunakan Fault Tree Analysis (FTA) untuk mengetahui penyebab kegagalan, fuzzy AHP (FAHP) untuk menentukan bobot, integrasi FMEA dan grey theory untuk menentukan prioritas kegagalan dan diagram sebab-akibat serta five m-checklist untuk usulan perbaikan. Setelah melakukan observasi dan wawancara dengan kepala seksi produksi, pada proses produksi benang reguler di PT. ABC didapatkan 50 potensi kegagalan dan setelah dilakukan perhitungan nilai RPN dengan menggunakan GFMEA didapatkan 10 potensi kegagalan yang memiliki nilai kritis dan perlu diprioritaskan yaitu sliver tebal tipis drawing, uster menyimpang drawing, ne menyimpang drawing, gembos speed, neps carding, gembos ring, kotor winding, tebal tipis ring, web lubang-lubang carding, dan sliver pecah carding dengan nilai GRPN sebesar 0,404084; 0,406152; 0,408895; 0,417443; 0,426736; 0,431085; 0,439939; 0,441411; 0,450704; 0,469499. Maka usulan perbaikan yang disarankan dari hasil penelitian untuk meminimalisasi terjadinya kegagalan proses tersebut adalah perusahaan harus melakukan quality control dengan lebih ketat dan teliti, perusahaan harus memilih karyawan yang baik untuk bagian operator serta quality control, departemen maintenance lebih meningkatkan lagi dalam hal perawatan dan perbaikan sparepart sesuai jadwal yang sudah ditetapkan oleh departemen, melakukan pembersihan mesin yang rutin, memberikan sanksi tegas kepada operator yang meninggalkan bagian masing-masing

Kata Kunci: Proses Produksi, FTA, FMEA, Grey Theory, FAHP, GFMEA, RPN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri saat ini berkembang pesat, persaingan di berbagai bidang menjadi semakin ketat, terutama perusahaan yang memproduksi produk serupa (Pamungkas, 2016).

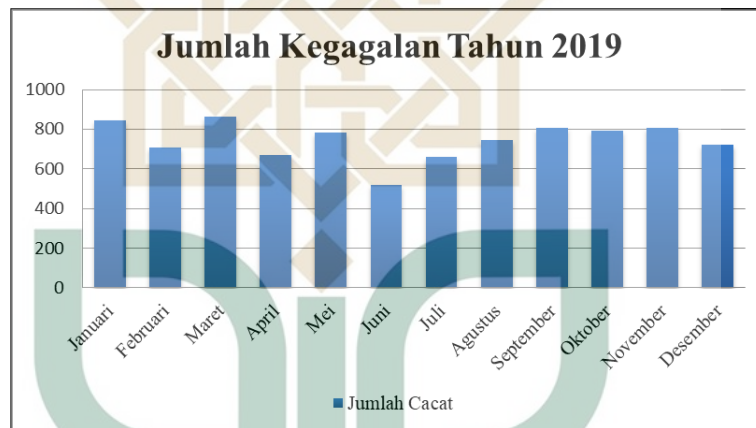
Mewajibkan industri mencermati kualitas produk yang dihasilkan, meningkatkan kepuasan pelanggan dengan cara peningkatan kualitas produk (Rusmiati, 2009). Kepuasan pelanggan merupakan kunci untuk industri dalam memenuhi kebutuhan pelanggan sehingga pelanggan diharapkan bisa loyal terhadap produk serta merasa puas ketika membeli produk yang bermutu baik (Sudarti, 2012).

Produk cacat dalam proses produksi akan menimbulkan biaya sehingga perusahaan perlu merencanakan untuk meminimalisir jumlah produk cacat di masa yang akan datang (Putro, 2014). Langkah perusahaan adalah mencari cara untuk mengontrol kualitas produk (Putri, 2016).

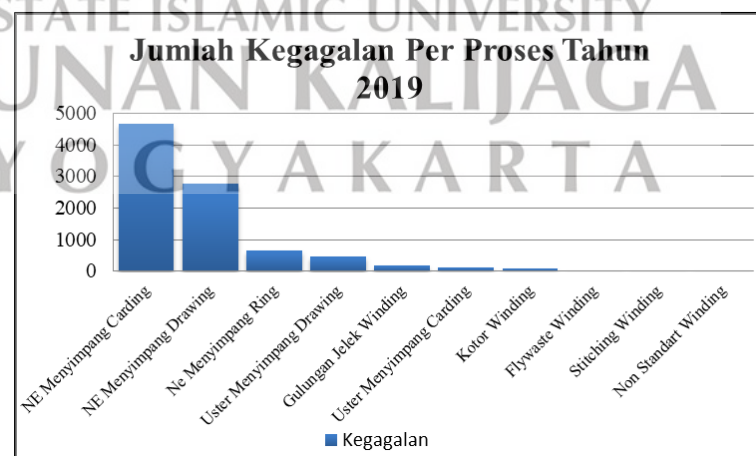
Menjaga kualitas produk sangat penting untuk pembangunan berkelanjutan perusahaan karena konsumen akan memastikan bahwa produk yang konsumen konsumsi bebas dari kesalahan dan melebihi nilai yang dihasilkan pesaing saat melakukan transaksi (Tejaningrum, 2019). Hal ini bermaksud untuk mempertahankan mutu suatu produk oleh perusahaan serta untuk memperoleh keuntungan yang optimal (Hendrayanti, 2011). Dalam memperbaiki mutu produk, suatu perusahaan memerlukan suatu program pengendalian kualitas yang berbasis proses (Kadek, 2018).

PT. ABC adalah perusahaan yang bergerak di bidang tekstil yang berlokasi di Provinsi Jawa Tengah. Produk dari PT. ABC adalah benang, kain *grey*, kain jadi, dan produk jadi. Pada penelitian ini objek penelitian berupa benang reguler dengan berbagai jenis yaitu 25s, 30s, dan 60s.

Pada proses produksi PT. ABC pasti akan terjadi permasalahan, permasalahan tersebut akan mempengaruhi hasil akhir produk dan menyebabkan produk cacat. Namun, penyebab dari cacat produk tidak diketahui karena proses satu dengan proses selanjutnya kontinu. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengawasan terhadap kualitas produk dan melakukan analisis yang mendalam.



Gambar 1.1 Jumlah Kegagalan Tahun 2019
Sumber : PT. ABC (2019)



Gambar 1.2 Jumlah Kegagalan Per Proses Tahun 2019
Sumber : PT. ABC (2019)

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan kepala produksi, kepala pengendalian kualitas, serta operator diketahui bahwa kejadian yang tidak diinginkan masih sering terjadi karena proses produksi benang reguler di Unit *Spinning V* antar proses berkelanjutan sehingga akar permasalahan sulit diketahui serta kegagalan tiap proses selalu ada yang akan berpengaruh pada kualitas produk akhir. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis yang lebih mendalam terhadap penyebab dan risiko yang ada terutama pada proses produksi agar dapat meminimalisir kerugian perusahaan dan mampu menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan konsumen. Berdasarkan permasalahan tersebut, untuk mengatasinya dibutuhkan metode yang tepat untuk menganalisis pengendalian kualitas dalam proses produksi produk pada perusahaan ini. Salah satu metode yang dapat mengatasi cacat produk pada proses produksi adalah dengan menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), yaitu metode untuk menentukan, mengidentifikasi, serta menghapus cacat dalam masalah produksi, termasuk masalah sistem yang diketahui maupun yang berpotensi (Puspita, 2014).

Tidak hanya dari proses produksi, FMEA juga digunakan pada desain serta sistem produksi suatu produk secara totalitas (Mahyar, 2020). FMEA digunakan untuk mempelajari cacat yang terjadi pada sistem, desain, serta proses (Hanif, 2015). Identifikasi kegagalan berdasarkan rating ataupun nilai untuk tiap kemampuan kegagalan bersumber pada tingkat kejadian, tingkat keparahan, serta tingkat deteksi (Stamatis, 1995).

Dengan bantuan FMEA, potensi kegagalan dapat diidentifikasi dalam proses produksi, kemudian semua potensi kegagalan dapat diprioritaskan untuk

memastikan dan menentukan langkah-langkah untuk menghindari atau meminimalisir kemungkinan kegagalan (Hasbullah, 2017). Keunggulan FMEA adalah dapat menganalisis serta memperhitungkan risiko yang ditinjau dari risiko kegagalan dan dampak kegagalan yang terjadi, pada setiap peristiwa yang dapat terjadi pada proses produksi serta tingkatan potensi terjadinya gagal (Andiyanto, 2017).

Prioritas perbaikan pada FMEA tradisional yang bersumber pada nilai RPN masih menuai kritik serta memiliki kelemahan (Chang, 2013). Menggunakan FMEA mendapatkan hasil RPN yang sama, tetapi memiliki risiko kegagalan yang berbeda (Mansur, 2015).

Metode yang dapat mengatasi permasalahan tersebut merupakan metode *Grey Failure Mode and Effect Analysis* (GFMEA), metode ini adalah metode integrasi FMEA tradisional dan *grey theory* melalui bantuan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy process* (FAHP) untuk menghitung bobot kepentingan antar kriteria dengan keunggulan rentang pengambilan keputusan lebih luas dibandingkan dengan *Analytical Hierarchy process* (AHP) serta dapat meningkatkan akurasi penentuan RPN karena GFMEA menentukan pentingnya tingkat kepentingan untuk setiap tingkat kegagalan. Selain itu, GFMEA merujuk pada karakteristik keputusan berupa data yang kurang dan kajian sistem dengan menggunakan analisis hubungan dan pemodelan. Oleh karena itu, dengan menggunakan metode GFMEA diharapkan dapat meningkatkan kemampuan dan ketelitian dalam memprioritaskan kesalahan proses dan pengambilan keputusan pada proses produksi benang reguler di PT. ABC.

Oleh sebab itu, penelitian ini fokus pada kegagalan paling dominan untuk mengidentifikasi penyebab dan risiko kegagalan dalam proses produksi benang reguler dengan metode GFMEA sehingga dihasilkan produk berkualitas pada PT. ABC.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini, yaitu sebagai berikut.

1. Apa saja kemungkinan kegagalan dalam proses produksi produk benang reguler?
2. Apa saja penyebab dan akibat yang ditimbulkan dari kegagalan proses produksi produk benang reguler berdasarkan *Fault Tree Analysis* (FTA) dan diagram sebab-akibat?
3. Permasalahan utama apa dari penyebab cacat produk benang reguler di Unit *Spinning V* berdasarkan metode GFMEA dengan bantuan metode FAHP?
4. Apa saran tindakan korektif jika terjadi kegagalan berdasarkan prioritas dari nilai RPN yang dihitung dengan metode GFMEA dengan bantuan metode FAHP?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, dapat diperoleh tujuan penelitian, yaitu sebagai berikut.

1. Menganalisis kemungkinan kegagalan dalam proses produksi produk benang reguler.

2. Mengidentifikasi penyebab dan akibat yang ditimbulkan dari kegagalan proses produksi produk benang reguler berdasarkan FTA dan diagram sebab-akibat.
3. Mengidentifikasi permasalahan utama dari penyebab cacat produk benang reguler di Unit *Spinning V* berdasarkan metode GFMEA dengan bantuan metode FAHP.
4. Memberikan saran tindakan korektif jika terjadi kegagalan berdasarkan prioritas dari nilai RPN yang dihitung dengan metode GFMEA dengan bantuan metode FAHP.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mampu menganalisis kegagalan pada proses produksi produk benang reguler.
2. Mampu mengidentifikasi penyebab serta akibat yang ditimbulkan dari terbentuknya potensi kegagalan pada proses produksi produk benang reguler.
3. Mampu mengidentifikasi prioritas kegagalan pada proses produksi produk benang reguler yang optimal.
4. Mampu memberikan tindakan perbaikan kegagalan pada proses produksi produk benang reguler.

1.5 Batasan Masalah

Studi ini seharusnya tidak menyimpang dari tujuan yang dimaksudkan, untuk itu diberi batasan masalah, yaitu:

1. Pengumpulan data hanya dilakukan di Unit *Spinning* V pada proses benang reguler.
2. Data yang digunakan merupakan data kecacatan produk mulai bulan Januari 2019 sampai Desember 2019.
3. Data yang digunakan hanya produk benang reguler.
4. Produk yang diteliti hanya sampai proses *winding*.

1.6 Sistematika Penelitian

Adapun sistematika dalam penulisan tugas akhir ini yang terdiri dari lima bab. Pada bab pertama memaparkan dasar-dasar penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan, dan sistematika penulisan tugas akhir. Selanjutnya adalah bab dua yang meliputi posisi penelitian serta membahas penelitian yang akan dilakukan dalam tugas akhir ini. Selain itu juga membahas tentang landasan teori yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir. Kemudian bab ketiga menjelaskan metode penelitian. Setelah itu, bab empat menyajikan hasil analisis dan pembahasan berdasarkan proses pengumpulan data. Terakhir, bab lima berisi kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan jawaban dari tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengamatan dan pengumpulan data yang telah dilakukan mengenai proses produksi pembuatan benang reguler pada Unit *Spinning* v pada proses *Carding*, *Drawing Frame*, *Speed Frame*, *Ring Frame* dan *Winding* diperoleh jenis cacat yang dapat mengakibatkan kegagalan yaitu: Pada *Carding* ada ne menyimpang, uster menyimpang, neps, *sliver* tebal tipis, *sliver* pecah, web lubang-lubang; pada proses *Drawing* ada ne menyimpang, uster menyimpang, *sliver* tebal tipis, kontaminasi, *sliver* pecah; Pada proses *Speed Frame* ada ne menyimpang, uster menyimpang, gembos, bintik-bintik, gulungan brodol, roving tebal tipis, kotor, slub, double roving, kontaminasi; Pada proses *Ring Frame* ada ne menyimpang, uster menyimpang, *ring cuts*, kotor, gembos, *low twist*, *high twist*, tebal tipis, cops brodol, berbulu-bulu, bintik-bintik, kontaminasi; dan Pada proses *Winding* ada gulungan gembos, gulungan jelek, uster menyimpang, *stitching*, *ribbon*, *ringcone*, *lapping*, *slough off*, *non standart*, kotor, campur, kontaminasi, berbulu, *extra yarn*, tidak ada ekor, *flywaste*, salah *papercone*.
2. Berdasarkan FTA dan diagram sebab-akibat kegagalan proses produksi benang reguler diketahui penyebab dan akibat dari potensi kegagalan yaitu disebabkan oleh
 - a. Faktor Manusia seperti operator menyetting mesin yang seharusnya

menyetting mesin hanya boleh dilakukan oleh supervisor, tangan operator dan teknisi yang kotor, perbaikan dari mekanik yang terlambat, kurangnya pemahaman operator dan teknisi terhadap mesin, operator kelelahan karena pada saat lembur, operator tidak patroli

- b. Faktor Mesin seperti mesin kotor, part yang digunakan rusak, part sulit didapat, beberapa part meleset, beberapa part aus, sistem feedingnya tidak sesuai, tarikan jauh, presser dari mesin tidak sesuai, mesin nyangkut, setingan mesin kurang akurat, undraft, jalur yang dilalui kotor, blower tidak berfungsi, tpi pada mesin kurang, mesin terlalu mepet.
 - c. Faktor Material seperti flywaste masuk, material masih keras, material kotor, material tebal tipis, sisa-sisa material masih ada, material nyangkut di mesin, sisa lapping masih ada, lilitan kurang, pil bobbin jelek atau kotor, *sliver* yang masuk tidak rata.
 - d. Faktor Lingkungan seperti suara mesin yang bising, suhu ruangan terlalu tinggi.
 - e. Faktor Metode seperti SOP tidak dijalankan, jadwal perawatan rutin tidak dijalankan, jarang dibersihkan, salah dalam penyettingan, inspeksi kurang menyeluruh, kurang penyettingan dalam *setting*
3. Setelah dilakukan perhitungan nilai RPN dengan menggunakan GFMEA dengan bantuan metode FAHP bahwa kegagalan yang menjadi prioritas adalah *sliver* tebal tipis *drawing*, uster menyimpang *drawing*, ne menyimpang *drawing*, gembos *speed*, neps carding, gembos *ring*, kotor

winding, tebal tipis *ring*, web lubang-lubang *carding*, dan *sliver* pecah *carding* dengan nilai GRPN sebesar 0,404084; 0,406152; 0,408895; 0,417443; 0,426736; 0,431085; 0,439939; 0,441411; 0,450704; 0,469499.

4. Adapun rekomendasi tindakan yang disarankan untuk mengurangi kegagalan proses yang telah diprioritaskan berdasarkan prioritas dari nilai RPN yang dihitung dengan metode GFMEA dengan bantuan metode FAHP dan pertimbangan dari kepala bagian produksi adalah untuk kegagalan *sliver* tebal tipis *drawing*, kegagalan uster menyimpang *drawing*, kegagalan ne menyimpang *drawing*, kegagalan gembos *speed*, kegagalan neps *carding*, kegagalan gembos *ring*, kegagalan kotor *winding*, kegagalan tebal tipis *ring*, kegagalan web lubang-lubang *carding*, dan kegagalan *sliver* pecah *carding*. Kegagalan Ne Menyimpang *Drawing* dengan memeriksa setiap proses yang ada di *drawing frame*, menyiapkan part *bearing* cadangan, mengganti part sesuai jadwal pergantian, memeriksa material yang masuk dari *carding*, memeriksa *setting* pada mesin, memberikan sikap tegas kepada siapa saja yang tidak menjalankan SOP dalam perusahaan, melakukan sikap tegas berupa surat peringatan kepada operator terkait apa saja yang dilakukan. Kegagalan Uster Menyimpang *Drawing* dengan memeriksa setiap proses yang ada di dalam proses *drawing frame*, memeriksa *setting* pada mesin, memeriksa *sliver* yang masuk ke *drawing frame*, melakukan pemeriksaan yang rutin terhadap mesin, mempersiapkan part cadangan, mengganti part sesuai jadwal pergantian, melakukan pembersihan yang rutin. Kegagalan *Sliver* tebal tipis *drawing* dengan melakukan patrol yang rutin di bagian masing-masing, membersihkan *flywaste* yang ada di roll, memeriksa setiap

proses yang ada *drawing frame*, memeriksa material yang masuk ke *drawing frame*, melakukan pemeriksaan yang rutin terhadap mesin, memperhatikan antara tarikan antar part sesuai, melakukan pemeriksaan sebelum mesin dijalankan, melakukan draft jangan jauh dari tempatnya, membersihkan jalan masuknya *sliver* dari *flywaste*. Kegagalan Gembos *speed frame* dengan memperhatikan jumlah lilitan yang pas, melakukan patrol yang rutin, melihat jumlah lilitan sebelum produk diangkat, melakukan pengecekan pil bobbing sebelum dimasukkan ke *roving*, memeriksa *sliver* yang masuk ke *speed frame* dari *drawing frame*, melakukan pemeriksaan yang rutin terhadap mesin, menyiapkan spindle cadangan, melakukan persiapan mesin diesel sebelum listrik mati, melakukan pembersihan yang rutin. Kegagalan NEPS carding dengan memeriksa *setting* sebelum menjalankan mesin, memberikan sanksi tegas kepada operator yang menyetting mesin, memberikan arahan setiap apel kepada seluruh operator agar membersihkan mesin dengan rutin, memperhatikan *setting* sebelum menjalankan mesin, melakukan patrol yang rutin, memilih bahan baku (rayon) yang kualitas, melakukan pemeriksaan setiap proses yang ada di *carding*, memberikan sikap tegas kepada karyawan yang membawa benda asing masuk ke daerah produksi, memeriksa bahan baku yang akan digunakan, melakukan pergantian part mesin sesuai jadwal pergantian. Kegagalan tebal tipis *ring* dengan melakukan patrol yang rutin, melakukan pembersihan di roll yang terdapat *waste*, memeriksa setiap proses yang ada di *ring frame*, melakukan pembersihan bottom roll yang rutin, melakukan pemeriksaan yang rutin

terhadap mesin, melakukan pemeriksaan yang rutin pada roving, menyiapkan part cadangan, memeriksa sensor yang ada pada *ring frame*. Kegagalan kotor *winding* dengan memberikan sanksi tegas kepada operator dan teknisi yang memegang produk dalam tangan kotor, membersihkan *flywaste* yang ada pada mesin *winding*, melakukan pembersihan konveyor tempat jalannya benang reguler, melakukan pemeriksaan yang rutin terhadap mesin, selalu memperhatikan jalur lewatnya produk jadi, melakukan pemeriksaan terhadap *blower*. Kegagalan gembos *ring* dengan melakukan patrol yang rutin, memeriksa *supply* dari *speed frame*, memeriksa setiap proses yang ada *ring frame*, melakukan pemeriksaan yang rutin terhadap mesin, melakukan pemeriksaan settingan sebelum menjalankan mesin, menyiapkan spindle tip cadangan, mengganti part sesuai jadwal pergantian, *oiling* dan *greasing* sesuai jadwal. Kegagalan *sliver* pecah *carding* dengan memberikan sanksi tegas kepada operator dan teknisi yang menyentuh *sliver*, melakukan patrol yang rutin, melakukan pembersihan waste yang ada di dalam mesin, mengatur ac sesuai kebutuhan, memeriksa *setting*. Kegagalan web lubang-lubang *ring* dengan memberikan sanksi tegas kepada operator dan teknisi yang memegang material dalam keadaan kotor, melakukan patroli di daerah area kerja masing-masing, melakukan pembersihan yang rutin terhadap jalur yang akan dilewati produk, melakukan pemeriksaan yang rutin terhadap mesin, melakukan pergantian part sesuai jadwal pergantian.

5.2 Saran

Setelah dilakukan penelitian ini maka saran yang dapat diberikan untuk

penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Sebaiknya peneliti dapat meningkatkan dan selalu berkomunikasi kepada responden penelitian agar peneliti dan responden penelitian tidak terjadi kesalahan pemahaman, dari setiap proses, pengambilan data, pengisian kuesioner serta sesi wawancara, karena itu dapat menghambat proses penelitian.
2. Sebaiknya responden penelitian ditentukan yang benar memahami proses produksi, yang memahami permasalahan, yang bisa berkomunikasi dengan baik agar dapat informasi yang secara mendalam untuk membantu penelitian sehingga hasil yang didapat akurat.
3. Saran terkait hasil penelitian, diharapkan perusahaan dapat mempertimbangkan saran dari peneliti agar dapat meminimalkan jumlah kegagalan serta risiko yang terjadi akibat kegagalan proses produksi benang reguler di *Unit Spinning V*, usulan yang diberikan peneliti adalah perusahaan harus melakukan *quality control* dengan lebih ketat dan teliti karena selama penelitian dilaksanakan masih ada beberapa cacat yang sering terjadi, perusahaan harus memilih karyawan yang baik untuk bagian operator serta *quality control*, departemen *maintenance* lebih meningkatkan lagi dalam hal perawatan dan perbaikan sparepart sesuai jadwal yang sudah ditetapkan oleh departemen, lebih ditingkatkan lagi dari segi kalibrasi prediksi usia pakai pada masing-masing mesin dan *spareparts*-nya, perusahaan harus teliti dan benar-benar memilih mesin dengan mutu

yang baik yaitu mesin yang jangka atau usia pakainya lebih lama sehingga *cost* untuk pergantian sparepart bisa sesuai dan tidak terlalu menghambat proses produksi yang semestinya, perusahaan harus melakukan kebijakan yang intensif mengenai penanganan mutu material pada benang reguler, melakukan pembersihan mesin yang rutin, memberikan sanksi tegas kepada operator yang meninggalkan bagian masing-masing, tidak menggunakan APD, operator yang menyetting mesin, melakukan pelatihan rutin setiap minggu untuk operator dan teknisi, memilih bahan baku yang berkualitas, melakukan arahan setiap apel terkait SOP, jadwal rutin perawatan, penggunaan APD, dan hal-hal penting terkait proses produksi.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari, A. (1985). *Pengendalian Produk Edisi 2*. Yogyakarta: BPFE.
- Anderson, R. (1976). *Reliability Design Handbook. Report No. RDH-376*. Rome Air Development Centre. New York: Griffiss Air Force Base.
<https://doi.org/10.21236/ADA024601>
- Andiyanto, S. A. (2017). Jurnal Online Poros Teknik Mesin. *Penerapan Metode FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Untuk Kualifikasi Dan Pencegahan Resiko Akibat Terjadinya Lean Waste*, 6(1), 45–57.
- Anik Satria Dewi, Ni, Sri Mulyani, I Arnata. (2016). Pengendalian Kualitas Atribut Kemasan Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (Fmea) Pada Proses Produksi Air Minum Dalam Kemasan. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 4(3), 149–160.
- Apriyanto, A. (2008). Perbandingan Kelayakan Jalan Beton dan Aspal dengan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus Jalan Raya Demak-Godong).
- Aslani, R. H. (2014). A Hybrid of Fuzzy FMEA-AHP to Determine Factors Affecting Alternator Failure Causes. *Management Science*.
- Atika Andriyani, Rani Rumita. (2017). Analisis Upaya Pengendalian Kualitas Kain Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Pada Mesin Shuttel Proses Weaving Pt Tiga Manunggal Synthetic Industries. *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 6(1).
- Balli, S., Korukogolu, S. (2009). *Operating System Selection Using Fuzzy AHP and TOPSIS Methods*. Departement of Computer Engineering. Turki: EGE University. <https://doi.org/10.3390/mca14020119>
- Basjir, Mochammad. (2010). *Pengembangan Model Penentuan Prioritas Perbaikan Terhadap Kegagalan Komponen dengan Metode FMEA, Fuzzy, dan TOPSIS yang Terintegrasi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Chang, C.L., Liu, P.H., dan Wei, C.C. (2001). Failure Mode and Effect Analysis Using Grey theory. *Integrated Manufacturing Systems*, 12(3), 211-216.
<https://doi.org/10.1108/09576060110391174>
- Chang, K.-H. Y.-C.-T. (2013). Enhancing FMEA Assessment by Integrating Grey Relational Analysis and The Decision Making Trial and

Evaluation Laboratory Approach. *Engineering Failure Analysis* 31, 211-234. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2013.02.020>

Chang, Kuei-Hu., Yung-Chia Chang, I-Tien Tsai. (2013). Enhancing FMEA Assessment by Integrating Grey Relational Analysis and The Decision Making Trial. *Engineering Failure Analysis* 31, 211-234. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2013.02.020>

Crosby, Philip B. (1979). *Quality is free : The Art of Making Quality Certain*. New York: New American Library.

Deming, W. Edwards. (1982). *Guide to Quality Control*. Cambirdge: Massachussetts Institute Of Technology.

Elisa Mardya Ratri, Eka Bambang G, Marmono Singgih . (2018). Peningkatan Kualitas Produk Roti Manis pada PT Indoroti Prima Cemerlang Jember Berdasarkan Metode Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). *e-Journal Ekonomi Bisnis dan Akuntansi*, 200. <https://doi.org/10.19184/ejeba.v5i2.8686>

Ericson, C. (2005). *Hazard Analysis Technique for System Safety*. New Jersey: John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/0471739421>

Feigenbaum, Vallin, Armand. (1986). *“Total Quality Control”* (Third Edition ed.). New York: MC Graw–Hill Book Company.

Frank Crawley, Brian Tyler. (2003). *Hazard Identification Methods*. Rugby, Warwickshire, UK: Institution of Chemical Engineers (IChemE).

Garvin, D. (1994). *Competing on the Eight Dimension of Quality*. Harvard.

Gaspersz, V. (2002). *Total Quality Management*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Goetsch, Davis. (2005). *Manajemen Mutu Terpadu: Total Quality Management , Edisi Kedua hal. 14-18*. Bogor: Ghalia Indonesia.

Haasl, D. (1965). Advanced concepts in fault tree analysis(Fault tree construction and probability evaluation techniques used in safety evaluation of rocket launching device). *Proceedings of the System*.

Haimes, Y. (2008). *Risk Modeling Assessment and Management*. New Jersey: John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470422489>

- Hanif, H. S. (2015). Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury Di PT. X Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 3(3).
- Hasbullah, M. K. (2017). Analisis Kegagalan Proses Insulasi Pada Produksi Automotive Wires (Aw) Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Pada Pt Jlc. *Sinergi*, 21(3), 193. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2017.3.006>
- Hassan, Azmi, Muhammad Ridwan Andi Purnomo, and Adhe Rizky Anugerah. (2019). Fuzzy-Analytical-Hierarchy Process in Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to Identify Process Failure in the Warehouse of a Cement Industry. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 18(2), 378-388. <https://doi.org/10.1108/JEDT-05-2019-0131>
- Heizer, J. B. (2009). *Manajemen Operasi Buku 1 Edisi 9*. Jakarta: Salemba Empat.
- Hekmatpanah. (2011). The application of cause and effect diagram in the oil industry in Iran: The case of four liter oil canning process of Sepahan Oil Company. *African Journal of Business Management*, 5(26), 10900-10907. <https://doi.org/10.5897/AJBM11.1517>
- Hendrayanti, E. (2011). Inovasi Efektif: Upaya Mempertahankan Dan Menangkap Pasar. *JURNAL ILMIAH EKONOMI MANAJEMEN DAN KEWIRAUSAHAAN "OPTIMAL"*, 5(1), 91-102.
- Hyun, K.C., Min, S., Choi, H., Park, J., Lee, I.M. (2015). Risk analysis using fault-tree analysis (FTA) and analytic hierarchy process (AHP) applicable to shield TBM tunnels. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 121-129. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2015.04.007>
- Imai, M. G. (1991). *Kaizen (Ky'zen) Kunci Sukses Jepang Dalam Persaingan*. Jakarta: PT Pustaka Binaman Presindo
- International Organization Labour. (2013). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja Sarana untuk Produktivitas*. Jakarta, Indonesia: International Labour Organization.
- Julong, Deng. (1988). *Introduction to Grey System Theory*. Departement of Automation, Huazhong University of Science .

- Juran, J. M. (1998). *Juran's quality handbook 5th edition*. New York: McGraw-Hill.
- Kabir, G., Hasin, M. A. A. (2001). Evaluation Of Customer Oriented Success Factors In Mobile Commerce Using fuzzy AHP. *Engineering and Management*, 4(2), 361-386. <https://doi.org/10.3926/jiem.2011.v4n2.p361-386>
- Kadarsah, M. R. (1998). *Sistem Pendukung Keputusan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Kadek, N. S. (2018). Analisis Pengendalian Kualitas Proses Produksi Pie Susu Pada Perusahaan Pie Susu Barong Di Kota Denpasar. *Jurnal Manajemen Unud*, 1566-1594. <https://doi.org/10.24843/EJMUUNUD.2018.v7.i03.p16>
- Lee, W.S., Grosh, D.L., Tillman, F.A., Lie, C.H. (1985). Fault tree analysis, methods, and applications e a review. *Ieee Transaction On Reliability*, 34(3), 194–203. <https://doi.org/10.1109/TR.1985.5222114>
- Liu, H.C., Liu, L., Bian, Q.H., Lin, Q.L., Dong, N., Xu., P.C. (2001). Failure Mode and Effect Analysis Using Fuzzy Evidential Reasoning Approach and Grey theory. *Expert Systems with Applications*, 38, 4403-4415. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.09.110>
- Mahyar, E. S. (2020). Perancangan Sistem Pengendalian Kualitas Produksi Il Genteng Beton Dengan Pendekatan Metode Fault Tree Analysis, Failure Mode And Effect Analysis Untuk Meningkatkan Kualitas Produk. *Jurnal Ekobisman*, 4(3).
- Mansur, A. a. (2015). Analisis Risiko Mesin Bagging Scale Dengan Metode Fuzzy Failure Mode and Affact Analysis (Fuzzy-Fmea) Di Area Pengantongan Pupuk Urea Pt. Pupuk Sriwijaja. *Teknoin*, 21(4). <https://doi.org/10.20885/teknoin.vol21.iss4.art2>
- Mayangsari, D. H. (2015). Usulan Pengendalian Kualitas Produk Isolator Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Dan Fault Tree Analysis (Fta). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 3(2), 81–91.
- McDermott, R.E., Mikulak, R.J., Beauregard, M.R. (2009). *The Basics of FMEA 2nd Edition*. US: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Montgomery, D. (2005). *Introduction to Statistical Quality Control, 5 th edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

- Muttaqin, Y. A. (2018). Analisis Failure Mode And Effect Analysis Proyek X Di Kota Madiun. *JATI UNIK*, 1(2), 81-96. <https://doi.org/10.30737/jatiunik.v1i2.118>
- Nasititi, H. (2014). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode Statistical Quality Control (Studi Kasus : Pada PT " X " Depok. *Journal Proceeding Feb Unsoed*, 414–23.
- Ngatawi, I. S. (2011). Analisis Pemilihan Supplier Menggunakan Metode Ahp. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 10(1), 7–13.
- Omdahl, T. P. (1988). *Reliability, Availability, and Maintainability (RAM) Dictionary*. USA: ASQC quality press.
- Pamungkas, D. P. (2016). Sistem Informasi Kuliner Di Indonesia (Studi Kasus : Kulina . Id). *Electronics, Informatics, and Vocational Education (ELINVO)*, 1(2), 118–27. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v1i2.10760>
- Pande Peter.S, Larry Holpp. (2003). *Berpikir Cepat Six Sigma*. Yogyakarta: Andi.
- Pasaribu, H. P. (2017). Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) untuk Mengidentifikasi Potensi Dan Penyebab Kecelakaan Kerja Pada Proyek Gedung (Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA) Methods to Identify The Pot. *Universitas Atma Jaya Yogyakarta*.
- Prasetyo, Muchlis Dwi, Imam Santoso, Siti Asmaul Mustaniroh. (2017). Strategi Pengelolaan Resiko Proses Produksi Yoghurt. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(1), 1-10. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2017.018.01.1>
- Purwandhito, P. A. (2015). Analisis Penyebab Kegagalan Produksi Batu Bata Hasil Mesin Extruder Dengan Menggunakan Metode FTA (Fault Tree Analysis) (Studi Kasus Di Perajin Batu Bata Ngunut, Kabupaten Klaten. *Industrial Engineering Journal Online* 4.3, 1–12.
- Puspita, N. B. (2014). Penggunaan FMEA dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung ATM (Alat Tenun Mesin) IX(2). *Jurnal TI Undip*, 93 – 98. <https://doi.org/10.12777/jati.9.2.93-98>
- Putri, R. L. (2016). Peningkatan Kualitas Produk Melalui Penerapan Prosedur dan Sistem Produksi : Studi Pada UD Wijaya Kusuma Kota Blitar. *Jurnal Wahana Riset Akuntansi*, 4(2), 813-828.
- Putro, S. H. (2014). Pengaruh Kualitas Layanan Dan Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Pelanggan Dan Loyalitas Konsumen Restoran Happy Garden

Surabaya. *Jurnal Manajemen Pemasaran*, 2.1, 1–9. <https://doi.org/10.30736/jpim.v1i2.25>

Rimantho, D. M. (2016). Aplikasi Analytical Hierarchy Process Pada Pemilihan Metode Analisis Zat Organik Dalam Air. *Jurnal Ilmiah Teknik Industr*, 15(1), 47. <https://doi.org/10.23917/jiti.v15i1.1603>

Rusmiati, E. (2009). Penerapan Fuzzy Failure Mode And Effect Analysis (FUZZY FMEA) Dalam Mengidentifikasi Kegagalan Pada Proses Produksi Di PT Daesol Indonesia. *Jurnal Online Teknik Industri*.

Saaty. (2008). Decision Making With Analytical Hierarchy Process. *International journal service science*, Vol. 1(No 1), 83-98. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>

Saaty, T. (1988). *The Analytic Hierarchy Process*. Pittsburgh: University of Pittsburgh. https://doi.org/10.1007/978-3-642-83555-1_5

Sari. (2019). Penerapan Total Quality Management Pada Perencanaan Kaizen Kualitas Plating Di Pt Surteckariya Indonesia Dengan Metode Fishbone Berbasis Android. *Jurnal Informatika SIMANTIK*, 4(1).

Shinta Wahyu Hati, N. S. (2017). Analisis Pemilihan Supplier Pupuk Npk Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (Ahp). *Jurnal Inovasi Bisnis*, 5(2). <https://doi.org/10.35314/inovbiz.v5i2.249>

Sofyan, A. (2004). *Manajemen produksi dan Operasi*. Jakarta: penerbit fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

Stamatelatos, M. (2002). *Fault Tree Handbook with Aerospace Applications*. Washington D.C. : NASA.

Stamatis, D. H. (1995). *Failure Mode and Effect Analysis : FMEA from Theory to Execution*. Milwaukee: ASQC Quality Press.

Stephen, R. (1996). *Perilaku Organisasi, Konsep, Kontroversi-Aplikasi. Jilid 2 Edisi Bahasa Indonesia*. Jakarta: Salemba Empat.

Sudarti, I. A. (2012). Menciptakan Kepuasan Dan Loyalitas Pelanggan Melalui Citra Dan Menciptakan Kepuasan Dan Loyalitas Pelanggan Melalui Citra Dan Service Recovery di Restoran Lombok Ijo Semarang. *Jurnal Bisnis dan Ekonomi (JBE)*, 19(1), 93–109.

Suherman, Adek Cahyana, Babay Jutika. (2019). Pengendalian Kualitas Dengan Metode Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) Dan Pendekatan

Kaizen untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan dan Penyebabnya. *Seminar Nasional Sain dan Teknologi*, 1-9.

Sukanta, Dene Herwanto dan Yopi Yulian. (2015). Analisis Kegagalan Sistem pada Perawatan Mesin Evaporator Menggunakan Metode FMEA Dan FTA. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat*, 290-295.

Suripto. (2015). Total Quality Management Sebagai Alat Meningkatkan Kualitas Sumber Daya Manusia Pada Industri Jasa Pariwisata. *Media Wisata*, 3.

Tague, N. (2005). *The Quality Toolbox*. United States of America: ASQ.

Tejaningrum, A. a. (2019). Analisis Kualitas Produk Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (Fmea) Untuk. *Phillip Kotler and Nancy Lee. (2007). Marketing In*, 2 (3).

Tjahjaningsih, Yustina Suhandini. (2016). Penentuan Prioritas Perbaikan Kegagalan Proses Dalam Pengendalian Kualitas dengan Mengintegrasikan FMEA dan *Grey theory*. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 6(2), 33-37.

Tupan, J. M. (2018). Evaluasi Efektivitas Pemeliharaan Menggunakan Alat Reminder Pemeliharaan Dengan Penerapan Total Productive Maintenance Di Pt. Pln (Persero) Rayon Haruku. *Arika*, 12(1), 25-40. <https://doi.org/10.30598/arika.2018.12.1.25>

Vesely, W. (1981). *Fault Tree Handbook*. Washington D.C:U.S: Nuclear Regulatory Commision.

Wang, Fengchuan, Peiming Zheng, Jiulan Dai, Hui Wang, Renqing Wang. (2019). "Fault Tree Analysis of the Causes of Urban Smog Events Associated with Vehicle Exhaust Emissions: A Case Study in Jinan, China. *Science of the Total Environment*, 668, 245-253. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.348>

Yeni, A. S. (2018). Analisis Quality Control Untuk Menjaga Kualitas Produk Keripik Ubi Ungu Pada Proses Produksi (Studi Kasus Pada Industri Kecil Menengah Sha-Sha Tanjunganom). *Jimek*, 1(1). <https://doi.org/10.30737/jimek.v1i1.275>