



**PERBAIKAN KAPABILITAS PROSES PADA
PROSES MIXING DI INDUSTRI PEMBUATAN BAN
MENGGUNAKAN FTA, FMEA, DAN REGRESI
LINIER BERGANDA**

TESIS

Tubagus Hendri Febriana

UNIVERSITAS
55319110022
MERCU BUANA

**MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2021**



**PERBAIKAN KAPABILITAS PROSES PADA
PROSES MIXING DI INDUSTRI PEMBUATAN BAN
MENGGUNAKAN FTA, FMEA, DAN REGRESI
LINIER BERGANDA**

TESIS

Tubagus Hendri Febriana

55319110022

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN TESIS

Judul : Perbaikan Kapabilitas Proses Pada Proses *Mixing* di Industri
pembuatan ban menggunakan FTA, FMEA, dan Regresi Linier
Berganda

Nama : Tubagus Hendri Febriana

NIM : 55319110022

Program : Magister Teknik Industri

Tanggal : 04 November 2021

Mengesahkan

Pembimbing

UNIVERSITAS

MERCU BUANA

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program

Magister Teknik Industri

(Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T.)

Zulkifri
(Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)

PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh

Nama : Tubagus Hendri Febriana

NIM : 55319110022

Program Studi : Magister Teknik Industri

dengan judul

Analysis and Defect Improvement Using FTA, FMEA, and MLR Through DMAIC Phase: Case Study In Mixing Process Tire Manufacturing Industry

Telah dilakukan pengecekan similarity dengan sistem Turnitin pada tanggal 27/07/2021, didapatkan nilai persentase sebesar 27%.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 27/07/2021

Administrator Turnitin



Arie Pangudi, A.Md

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa seluruh tulisan dan pernyataan dalam Tesis ini :

Judul : Perbaikan Kapabilitas Proses Pada Proses *Mixing* di Industri pembuatan ban menggunakan FTA, FMEA, dan Regresi Linier Berganda

Nama : Tubagus Hendri Febriana

NIM : 55319110022

Program : Magister Teknik Industri

Tanggal : 04 November 2021

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian, dan karya saya sendiri dengan arahan pembimbing yang ditetapkan dengan surat keputusan ketua program studi Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister (S2) pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, serta hasil pengolahannya yang dituliskan pada tesis ini, telah dipastikan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, November 2021



(Tubagus Hendri Febriana)

PEDOMAN PENGUNAAN TESIS

Tesis S2 yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di perpustakaan Universitas Mercu Buana, Kampus Meruya dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HAKI yang berlaku di Universitas Mercu Buana. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan sejauh pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah sejauh Direktur Program Pascasarjana UMB.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur kehadirat Allah Subhanahu wata'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya, peneliti sudah dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka penyusunan Tesis. Penelitian ini berjudul **”Perbaikan Kapabilitas Proses Pada Proses Mixing di Industri pembuatan ban menggunakan FTA, FMEA, dan Regresi Linier Berganda”**.

Tesis ini akan diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknik Industri Universitas Mercu Buana. Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan laporan penelitian telah mendapat bimbingan, pengarahan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini peneliti menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih yang tulus kepada :

1. Prof. Dr. Ngadino Surip, MS, selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana yang telah memberikan dorongan dan fasilitas pada Program Magister Teknik Indstri.
3. Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT, selaku Kepala Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana yang telah memberikan dorongan, arahan, dan membagi ilmu yang bermanfaat dalam penyelesaian penelitian ini.
4. Dr. Hasbullah, MT, selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan memberi motivasi dalam penyusunan Tesis ini.
5. Para Guru Besar Universitas Mercu Buana dan selaku dosen yang telah memberikan kuliah dan tugas lain guna pendalaman materi kuliah.
6. Para Staf Universitas Mercu Buana yang telah memberikan dorongan, arahan dan bimbingan, sehingga penelitian ini dapat tersusun dengan baik.
7. Kepada Bpk. Hendi Herlambang (Ketua Kelas) dan seluruh rekan Magister Teknik Industri Angkatan ke- 25 yang telah menjadi teman, sahabat, saudara, kawan diskusi selama 2 tahun di Universitas Mercubuana.

8. Kepada PT. Sumi Rubber Indonesia, Direksi, dan Manajemen khususnya kepada atasan langsung Bpk. Abdul Halim (DGM Works Technical) yang telah memberikan dukungan dan kesempatan bagi peneliti dalam melaksanakan aktifitas penelitian dan upaya perbaikan di perusahaan.

Ucapan terimakasih yang tulus dari lubuk hati yang paling dalam kepada ayahanda Tubagus Soefwani Kurnia (Alm), Ibunda Neneng Platinah atas semua limpahan do'a dan kasih sayangnya, Istriku Lia Fitria dan anak-anak tercinta Tubagus Lodra Adhitia, Ratu Alesha Naura Safitri, Tubagus Raja Fatahillah yang telah mendukung dan menjadi penyemangat bagi peneliti sejak awal memutuskan meneruskan kuliah dan berjuang untuk menyelesaikan program ini. Terimakasih pula untuk mamah Ani, mamah Eha, opah H. Nana Suhana , omah, om Bayumi, tante Rus dan seluruh keluarga besar yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas dukungan morilnya.

Penelitian ini sudah dibuat dengan sungguh-sungguh untuk mengikuti kaidah-kaidah penelitian ilmiah sebagaimana telah diatur dalam buku pedoman yang merupakan kebijakan Kepala Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana. Di sisi lain adanya keterbatasan kemampuan teknis maupun metodologis, tentu di dalam proposal penelitian ini masih terdapat kekurangan. Semoga semua pihak dapat membantu penyempurnaannya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 04 November 2021

Penyusun

ABSTRAK

Seiring dengan persaingan industri yang semakin ketat, semua perusahaan berusaha melakukan perbaikan secara terus menerus untuk meningkatkan nilai tambah dan mengurangi pemborosan sehingga akan berdampak positif pada kemampuan perusahaan untuk mempertahankan eksistensinya di masa yang akan datang. Salah satu permasalahan yang ditemukan pada industri pembuatan ban adalah masalah kualitas terjadinya produk cacat pada proses *mixing* yang didominasi oleh viskositas *compound steel breaker* diluar standar toleransi yang telah ditetapkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor dominan penyebab terjadinya cacat, mengetahui korelasi yang ditimbulkan oleh faktor dominan tersebut terhadap potensi terjadinya cacat serta melakukan tindakan pencegahan dan skala prioritas perbaikan. Pada penelitian ini, analisis dan perbaikan masalah dilakukan dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan Analisis Linier Berganda untuk menguji korelasi antara akar penyebab yang ditemukan dengan permasalahan utama penyebab cacat. Hasil analisis yang dilakukan berhasil menemukan tiga belas akar permasalahan dimana faktor variasi viskositas karet alam yang besar dan ketidaksesuaian penentuan desain proses memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) terbesar dan memiliki korelasi yang kuat terhadap terjadinya masalah utama penyebab cacat melalui serangkaian pengujian hipotesis. Selanjutnya, dilakukan aktifitas perbaikan berdasarkan *recommended action* pada FMEA. Hasil perbaikan yang telah dilakukan dapat efektif dalam meningkatkan indek kapabilitas proses viskositas *compound steel breaker* yang berdampak pada penurunan rasio produk cacat sebesar 34,5% dan mencapai target yang diharapkan.

Kata Kunci : FMEA, FTA, Analisis Linier Berganda, Kapabilitas Proses

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

In line with increasingly fierce industry competition, all companies are trying to make continuous improvements to increase added value and reduce waste so that it will have a positive impact on the company's ability to maintain its existence in the future. One of the problems found in the tire manufacturing industry is the quality problem of the occurrence of defective products in the mixing process which is dominated by the viscosity of the steel breaker compound outside the tolerance standard that has been set. This study aims to determine the dominant factors that cause defects, determine the correlation caused by these dominant factors to the potential for defects to occur and to take preventive actions and prioritize improvements. In this study, analysis and problem improvement were carried out using the Fault Tree Analysis (FTA), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), and Multiple Linear Analysis methods to test the correlation between the root causes found and the main problems causing the defects. The results of the analysis carried out succeeded in finding thirteen root causes where the large natural rubber viscosity variation factor and the discrepancy in determining the process design had the largest Risk Priority Number (RPN) value and had a strong correlation to the occurrence of the main problem causing defects through a series of hypothesis testing. Next, repair activities are carried out based on the recommended action on the FMEA. The results of the improvements that have been made can be effective in increasing the process capability index of the viscosity of the steel breaker compound which has an impact on decreasing the defective product ratio by 34.5% and achieving the expected target.

Keywords : FMEA, FTA, Multiple Linier Regression, Capability Process

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PENGESAHAN TESIS	ii
PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i>	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
PEDOMAN PENGUNAAN TESIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan & Manfaat Penelitian	5
1.4 Asumsi Masalah	6
1.5 Batasan Masalah.....	6
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pengenalan Ban	7
2.1.1 Sejarah Ban	7
2.1.2 Dasar Teori Ban	8
2.2 Fault Tree Analysis (FTA)	9
2.3 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	12
2.4 Analisis Regresi Linier Berganda.....	15
2.5 Pareto Analysis	18
2.6 Indeks Kapabilitas Proses.....	19
2.7 Kajian Penelitian Terdahulu	23
2.8 Kerangka Pemikiran	27

BAB III	28
METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Jenis penelitian	28
3.2 Data dan informasi	28
3.3 Teknik Pengumpulan data	30
3.3.1 Kajian data primer	30
3.3.2 Kajian data sekunder	30
3.4 Populasi dan sampel	31
3.5 Teknik analisis data	31
3.6 Langkah-langkah penelitian	33
BAB IV	35
HASIL PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS	35
4.1 Data Obyek penelitian	35
4.1.1 Data Obyek penelitian	35
4.1.2 Pangsa Pasar Ban Dunlop	36
4.1.3 Proses Produksi Ban	37
4.2 Data kualitas proses mixing	42
4.2.1 Analisis masalah	42
4.2.2 Pengukuran kapabilitas proses	45
4.2.3 <i>Fault Tree Analysis (FTA) and Failure Mode Effect Analysis (FMEA)</i>	46
4.2.4 Analisis Regresi Linier Berganda	52
4.2.4.1 Uji Asumsi Klasik	56
1. Uji Distribusi Normal	56
2. Uji Heteroskedastisitas	61
3. Uji Multikolinearitas	62
4. Uji Autokorelasi	62
4.2.4.2 Model Regresi Linier Berganda	63
4.2.4.3 Grafik Korelasi Antar Variabel Regresi Linier Berganda	64
4.2.5 Perbaikan proses	67
4.2.6 Proses evaluasi	73
BAB V	74
PEMBAHASAN	74
5.1 Temuan Utama	74
5.1.1 Masalah utama	74

5.1.2 Pengukuran kapabilitas proses.....	75
5.1.3 Menentukan <i>root cause</i>	75
5.1.4 Perbaikan proses berkelanjutan	79
5.1.5 Evaluasi hasil perbaikan	79
5.2 Perbandingan terhadap penelitian sebelumnya	80
5.3 Implikasi Industri	81
5.4 Keterbatasan Penelitian	81
BAB VI	82
KESIMPULAN DAN SARAN	82
6.1 Kesimpulan.....	82
6.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA :	85
LAMPIRAN	89



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Penjualan Mobil dan Sepeda Motor Tahun 2010-2019	2
Gambar 1. 2 Pangsa pasar penjualan Mobil dan Sepeda Motor Domestik	2
Gambar 1. 3 Pangsa pasar ban untuk OEM	3
Gambar 1. 4 Data produk cacat pada industri ban	4
Gambar 2. 1 Kerangka berpikir.....	27
Gambar 3. 1 Pohon diagram rasio produk cacat	31
Gambar 3. 2 Langkah-langkah penelitian	34
Gambar 4. 1. Pencapaian dan produksi PT. Sumi Rubber Indonesia	35
Gambar 4. 2 Jenis ban dan Peta distribusi ban PT. Sumi Rubber Indonesia	36
Gambar 4. 3 Aliran proses produksi pembuatan ban	37
Gambar 4. 4 Diagram SIPOC proses <i>mixing</i>	42
Gambar 4. 5 Pareto <i>dashboard</i>	44
Gambar 4. 6 Kapabilitas proses variasi viskositas <i>Compound Steel Breaker</i>	45
Gambar 4. 7 Kapabilitas proses viskositas karet alam	46
Gambar 4. 8 FTA diagram viskositas <i>compound</i>	50
Gambar 4. 9 Uji Normalitas	60
Gambar 4. 10 Uji Heteroskedastisitas, Multikolinearitas, dan Autokorelasi	61
Gambar 4. 11 Keluaran model Regresi Linier Berganda	63
Gambar 4. 12 Grafik plot korelasi variable bebas terhadap variable terikat.....	65
Gambar 4. 13 Grafik plot korelasi variable bebas terhadap variable terikat.....	66
Gambar 4. 14 Diagram alir proses perbaikan.....	67
Gambar 4. 15 Simulasi desain proses <i>mixing</i>	69
Gambar 4. 16 Integrasi <i>database raw material</i>	70
Gambar 4. 17 Kapabilitas proses viskositas <i>compound</i> dan grafik produk cacat	72
Gambar 4. 18 Kontrol data menggunakan <i>Inspection System Menu</i>	73
Gambar 5. 1 Grafik keluaran Y actual terhadap Y Prediksi	788
Gambar 5. 2 Tes <i>Residual</i>	788

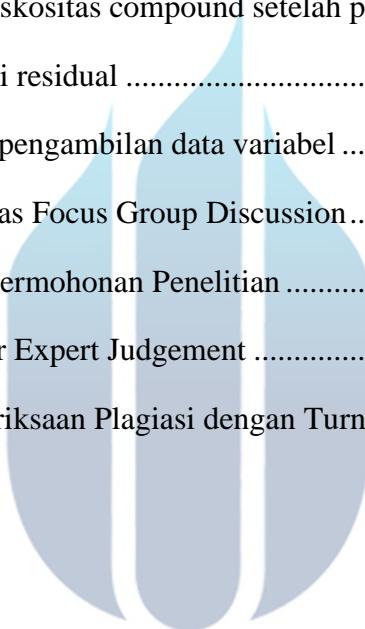
DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Simbol FTA (Lee et al., 1985)	11
Tabel 2. 2 Tingkat kegagalan kejadian (Dieter & Schmidt, 2013)	14
Tabel 2. 3 Tingkat deteksi kegagalan (Dieter & Schmidt, 2013).....	14
Tabel 2. 4 Peringkat keparahan (Dieter & Schmidt, 2013).....	14
Tabel 2. 5 Ringkasan persamaan indeks kemampuan proses	22
Tabel 2. 6 Pemetaan hasil penelitian pendahulu	23
Tabel 2. 7 Tabel <i>State of The Art</i> (SoTA)	26
Tabel 3. 1 Data dan informasi penelitian	29
Tabel 4. 1 Rasio produksi terhadap produk cacat tahun 2020	43
Tabel 4. 2 Susunan proyek dan sasaran tujuan	47
Tabel 4. 3 Tabel FMEA	51
Tabel 4. 4 Data variable Analisis Linier Berganda	53
Tabel 4. 5 Data transformasi	56
Tabel 4. 6 Data viskositas karet alam.....	67
Tabel 4. 7 Simulasi proses <i>mixing</i>	69
Tabel 4. 8 Tabel FMEA sesudah perbaikan	72
Tabel 5. 1 Perbandingan penelitian terdahulu dan sekarang	80

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Data viskositas karet alam	89
LAMPIRAN 2. Data viskositas compound sebelum perbaikan.....	96
LAMPIRAN 3. Focus group discussion analisis FTA.....	98
LAMPIRAN 4. Data viskositas compound setelah perbaikan.....	99
LAMPIRAN 5. Data uji residual	101
LAMPIRAN 6. Proses pengambilan data variabel	106
LAMPIRAN 7. Aktivitas Focus Group Discussion.....	107
LAMPIRAN 8. Surat Permohonan Penelitian	108
LAMPIRAN 9. Lembar Expert Judgement	109
LAMPIRAN 10. Pemeriksaan Plagiasi dengan Turnitin	110



UNIVERSITAS
MERCU BUANA