



**Usulan Perbaikan Sistem Kontrol Mesin dan
Proses Produksi *Polyurethane Foam* Menggunakan
Metode *Failure Mode and Effect Analysis***

TESIS

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Pascasarjana Pada Program Magister Teknik Industri**

AL AFIEF PINARDITAMA H

55315110060

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2021**



**Usulan Perbaikan Sistem Kontrol Mesin dan
Proses Produksi *Polyurethane Foam* Menggunakan
Metode *Failure Mode and Effect Analysis***

TESIS

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Pascasarjana Pada Program Magister Teknik Industri**

AL AFIEF PINARDITAMA H

55315110060

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2021**

PENGESAHAN TESIS

Judul : Usulan Perbaikan Sistem Kontrol Mesin dan Proses
Produksi *Polyurethane Foam* Menggunakan Metode *Failure
Mode and Effect Analysis*

Nama : Al Afief Pinarditama

N I M : 55315110060

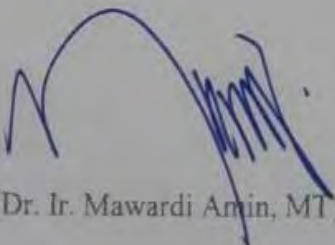
Program : Pascasarjana- Program Magister Teknik Industri

Tanggal : 26 Mei 2021

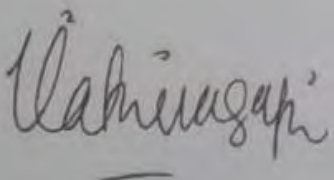


Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi
Magister Teknik Industri



(Dr. Ir. Mawardi Amin, MT)



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT)

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

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

Nama : AL AFIEF PINARDITAMA H
NIM : 55315110060
Program Studi : Megister Teknik Industri

dengan judul

“Usulan Perbaikan Sistem Kontrol Mesin dan Proses Produksi Polyurethane Foam Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis”,

telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 05/05/21, didapatkan nilai persentase sebesar 30 %.

Jakarta, 05 Mei 2021

Administrator Turnitin

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Arie Pangudi, A.Md

PERNYATAAN KEASLIAN

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

Judul : Usulan Perbaikan Sistem Kontrol Mesin dan Proses Produksi
Polyurethane Foam Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis*

Nama : Al Afief Pinarditama Hariandja

NIM : 55315110060

Program : Pascasarjana - Program Magister Teknik Industri

Tanggal : 26 Mei 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 dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, 26 Mei 2021



PDEB9AJX1 1567

Al Afief Pinarditama H

PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS

Tesis S2 yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di perpustakaan Universitas Mercu Buana, Kampus Menteng, 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 seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

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



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya dalam menyelesaikan penelitian ini. Penelitian ini untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Industri di Program Pascasarjana Universitas Mercu Buana.

Penelitian ini mendapat banyak masukan dan dukungan dari banyak pihak, maka dalam kesempatan ini ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Sawarni Hasibuan, MT sebagai pembimbing yang tidak pernah lelah dan hentinya memberikan semangat, arahan, bimbingan dan masukannya dalam penelitian ini
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT selaku Ketua Prodi dan sebagai penguji Sidang Akhir yang memberikan arahan , bimbingan dan masukannya dalam penelitian ini
3. Dosen – dosen Program Studi Magister Teknik Industri yang mengajarkan ilmu dan mendampingi selama perkuliahan di Universitas Mercu Buana
4. Kedua orang tua yang selalu mendukung secara moril dan material yang tidak bisa terukur hingga detik ini.
5. Kedua adik laki-laki, adik perempuan dan adik ipar yang selalu menyemangati dan lelahnya mendukung hingga terselesaikan penelitian ini.
6. Teman – Teman hebat MTI 17 Meruya yang tidak terlupakan atas dukungannya
7. Eyang putri, Pakde, bude dan tante yang selalu mendukung dan menyemangati

Penelitian ini masih banyak sekali kekurangan, dan besar harapan masukan untuk menyempurkan penelitian ini sehingga penelitiannya ini bisa menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya yang lebih baik untuk pengembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 26 Mei 2021

ABSTRAK

PT. Inoac Polytechno Indonesia, Tangerang dan karawang adalah pabrik *polyurethane foam* terbesar di Indonesia dengan kapasitas total lebih dari 2000 ton per bulan yang memproduksi busa dengan berbagai spesifikasi dan bentuk yang berbeda-beda. Pemetaan permasalahan dilakukan terkait dengan total cacat dan banyaknya komplain pelanggan untuk mendapatkan efisiensi biaya produksi dan pelayanan pelanggan yang baik, yang merupakan tahap awal dari proses *define* masalah dan untuk di tindak lanjuti *improvement* kedepannya. Penelitian ini dilakukan untuk memecahkan masalah terkait usulan perbaikan proses dalam pelaksanaan produksi *Polyurethane Foam* menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis*. Dikarenakan proses produksi busa (*Polyurethane*) membutuhkan ketelitian dan ketepatan pengaturan mesin dan kontrol proses dikarenakan hasil produksi busa sepenuhnya berdasarkan pada kondisi reaksi kimia. Dari hasil pengamatan, diskusi dan kesepakatan team terdapat tiga bagian di produksi yang memiliki peluang untuk menghasilkan kegagalan produksi atau *defect* yaitu *prepare material*, *setting mechine*, proses produksi. Dari tiga proses di atas untuk tahapan penyelesaian masalah dilakukan Analisa masalah dengan menggunakan cara diskusi, *brainstorming*, *fishbone* dan FMEA bersama dengan team. Dari hasil Analisa di dapatkan sumber-sumber kemungkinan terjadinya cacat dan usaha untuk menurunkan cacat. Untuk hasil kesepakatan bersama team produksi, QC, R&D dan *Maintenance* dapat dilihat pada tabel FMEA. Setelah di dapat hasil dari analisa melalui PFMEA, team mulai melakukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai RPN yang di dapat. Perbaikan di tentukan juga sesuai tanggung jawab departemen terkait yang berhubungan dengan masalah yang terjadi seperti perbaikan dan perawatan mesin oleh *maintenance* departemen, penggunaan mesin yang benar dan baik oleh departemen produksi, kontrol material dan formula oleh departemen R&D dan *Quality Control product* oleh departemen QC.

Kata Kunci : *polyurthane*, *FMEA*, *Failure Mode and Effect Analysis*, *defect*

ABSTRACT

PT. Inoac Polytechno Indonesia, Tangerang and Karawang are the largest polyurethane foam factories in Indonesia with a total capacity of more than 2000 tons per month which produces foams of various specifications and different shapes. Mapping of problems is carried out in relation to total defects and the number of customer claims in order to get good production cost efficiency and good customer service, which is the initial stage of the process of defining the problem and to be followed up on future improvements. This research was conducted to solve problems related to the proposed process improvement in the production of Polyurethane Foam using the Failure Mode and Effect Analysis method. This is because the foam (Polyurethane) production process requires precision and precision in machine settings and process control because the foam production is completely based on chemical reaction conditions. From the results of observations, discussions and team agreements, there are three parts in production that have the opportunity to produce production failures or defects, namely material preparation, machine setting, production process. From the three processes above, the problem solving stage is carried out by analyzing the problem by using discussion, brainstorming, fishbone and FMEA together with the team. From the results of the analysis, it is found the sources of the possibility of defects and efforts to reduce defects. For the results of the agreement with the production, QC, R&D and Maintenance teams can be seen on the FME table. After obtaining the results of the analysis through PFMEA, the team began to prioritize improvements based on the RPR value obtained. Repairs are also determined according to the responsibilities of the relevant departments relating to problems that occur such as repair and maintenance of machines by the maintenance department, use of correct and good machines by the production department, material and formula control by the R&D department and product Quality Control by the QC department.

Keywords: polyurthane, FMEA, Failure Mode and Effect Analysis, defect

DAFTAR ISI

COVER.....	i
PENGESAHAN TESIS	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
PERNYATAAN <i>SIMILITARY CHECK</i>	iv
PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Asumsi dan Batasan Masalah.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kajian Teori	7
2.1.1 Pengertian Kualitas	7
2.1.2 Perspektif Terhadap Kualitas	10
2.1.3 Dimensi Kualitas.....	11
2.1.4 Implementasi Manajemen Kualitas.....	12
2.1.5 Produk Cacat	15
2.1.6 Pengendalian Kualitas (Quality Control).....	17
2.1.7 Polimer	19
2.1.8 <i>Polyurethane Foam</i>	21
2.1.9 Bahan Baku Pembuatan Busa <i>Polyurethane</i>	22
2.1.10 Reaksi <i>Gelling</i> dan <i>Blowing</i>	27
2.1.11 Klasifikasi <i>Polyurethane Foam</i>	28
2.1.12 <i>Hubungan Struktur dengan Sifat PU Foam</i>	29
2.1.13 Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	31

2.1.14	Diagram Pareto	38
2.1.15	Diagram Sebab Akibat (<i>Fishbone</i>)	39
2.2	Penelitian Terdahulu	39
2.3	<i>State Of The Art</i>	42
2.4	Kerangka Pemikiran.....	43
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		44
3.1	Jenis dan Desain Penelitian	44
3.2	Teknik Pengumpulan Data.....	44
3.3	Pengolahan Data.....	46
3.4	Langkah – langkah Penelitian	49
BAB IV DATA DAN ANALISIS		51
4.1	Gambaran Umum Perusahaan.....	51
4.2	Alur Proses Produksi.....	51
4.3	Produk Yang Dibuat.....	52
4.3.1	<i>Polyurethane foam type F2</i>	53
4.4	Pengolahan Data Awal.....	54
4.5	Diskusi , <i>Brainstorming</i> dan Diagram <i>Fishbone</i>	55
4.6	Usulan <i>Process FMEA</i>	65
4.7	Nilai RPN (<i>Risk Priority Number</i>).....	73
BAB V PEMBAHASAN		76
5.1	Temuan Utama.....	76
5.2	Perbandingan Kajian dengan Studi Terdahulu.....	87
5.3	Implikasi Industri	88
5.4	Keterbatasan Penelitian.....	88
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		89
6.1	Kesimpulan	89
6.2	Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA		91
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Analisa Pasar <i>polyurethane</i>	1
Gambar 1.2 <i>Global PU Market</i>	2
Gambar 1.3 Data <i>reject foam F2 2019</i>	3
Gambar 2.1 Karakteristik Polimer	20
Gambar 2.2 Struktur Rantai Polimer.....	20
Gambar 2.3 Reaksi <i>Diisocyanates</i>	21
Gambar 2.4 Struktur <i>Polyurethane (PU)</i>	21
Gambar 2.5 Reaksi <i>Polyether Polyol (Polyol 1)</i>	22
Gambar 2.6 Reaksi <i>Polyester Polyol (polyol 2)</i>	23
Gambar 2.7 Reaksi <i>Toluene Diisocyanate(TDI)</i>	24
Gambar 2.8 Reaksi MDI	25
Gambar 2.9 Mekanisme Kerja Silikon (Proses Silikon)	26
Gambar 2.10 Reaksi Penambahan Katalis	27
Gambar 2.11 Reaksi <i>Gelling</i>	27
Gambar 2.12 Reaksi <i>Blowing</i>	28
Gambar 2.13 Rantai <i>Flexible Polyurethane Foam</i>	28
Gambar 2.14 Rantai <i>rigid PU Foam</i>	29
Gambar 2.15 Contoh Grafik Diagram Pareto	38
Gambar 2.16 Kerangka Pemikiran.....	43
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	49
Gambar 4.1 Alur Proses Produksi Busa	51
Gambar 4.2 Produk busa PT. IPI	52
Gambar 4.3 Contoh Busa tipe F2	53
Gambar 4.4 Diagram Pareto.....	55
Gambar 4.5 Contoh cacat busa F2	55
Gambar 4.6 Ilustrasi <i>Continous Polyurethane Machine</i>	56
Gambar 4.7 <i>Fish Bone Prepare Material</i>	59
Gambar 4.8 <i>Fish Bone Prepare Machine Hennecke (foaming)</i>	62
Gambar 4.9 <i>Fish Bone Production Proccess (foaming)</i>	64
Gambar 4.10 Pembagian Kolom pada Tabel PFMEA	65
Gambar 5.1 Check Sheet pembersihan filter.....	83
Gambar 5.2 <i>Raw Materials Premixing Check Sheet</i>	83
Gambar 5.3 <i>Autonomus Maintenance Check Sheet</i>	84

Gambar 5.4 <i>Setting trap foaming line</i>	84
Gambar 5.5 Aktivitas dan hasil trial F2 di laboratorium	85
Gambar 5.6 Aktivitas perbaikan trial busa F2 skala mesin.....	86
Gambar 5.7 Pengendalian <i>Defect</i> busa F2	87



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat dari <i>Polyol Polyester</i> dan <i>Polyol Polyether</i>	23
Tabel 2.2 Nilai <i>Severity</i>	36
Tabel 2.3 Nilai <i>Occurance</i>	36
Tabel 2.4 Nilai <i>Detection</i>	37
Tabel 2.5 Penelitian terdahulu.....	39
Tabel 2.6 <i>State of The Art</i> Penelitian	42
Tabel 3.1 Teknik Pengumpulan Data	45
Tabel 4.1 Data F2 <i>reject</i> atau cacat	54
Tabel 4.2 Struktur Tim PFMEA <i>Factory Plant 2</i>	56
Tabel 4.3 Nilai <i>Saverity</i>	66
Tabel 4.4 Nilai <i>Occurancy</i>	68
Tabel 4.5 Nilai <i>Detection</i>	69
Tabel 4.6 PFMEA <i>Prepare Material</i>	70
Tabel 4.7 PFMEA <i>Prepare setting machine</i>	71
Tabel 4.8 PFMEA Proses Produksi	72
Tabel 4.9 Nilai RPN	74
Tabel 5.1 Tabel Aksi Persiapan Bahan	77
Tabel 5.2 Tabel Aksi Persiapan Pengaturan Mesin.....	78
Tabel 5.3 Tabel Aksi Proses Produksi	79
Tabel 5.4 Tabel <i>Requirement Occurance</i>	80
Tabel 5.5 Tabel <i>Action Occurance</i>	81
Tabel 5.6 Tabel <i>Requirement Detection</i>	81
Tabel 5.7 Tabel <i>Action Detection</i>	82
Tabel 5.8 Hasil Pengendalian <i>Defect</i> busa F2.....	86
Tabel 5.9 Perbandingan Terhadap Penelitian Terdahulu	87