

**ANALISIS KEGAGALAN *COLLAPSIBLE ALUMINIUM TUBE* PADA
MESIN *IMPACT EXTRUSION PRESS* TIPE LJ-60**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

EZRA ESA JAYA
NIM: 41320010022

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2024

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KEGAGALAN *COLLAPSIBLE ALUMINIUM TUBE* PADA MESIN
IMPACT EXTRUSION PRESS TIPE LJ-60



Disusun oleh:

Nama : Ezra Esa Jaya
NIM : 41320010022
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JUNI 2024

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Ezra Esa Jaya

NIM : 41320010022

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Laporan Skripsi : ANALISIS KEGAGALAN *COLLAPSIBLE ALUMINIUM TUBE* PADA MESIN *IMPACT EXTRUSION PRESS* TIPE LJ-60 DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh:

Pembimbing : Swandya Eka Pratiwi, ST., M.Sc
NIDN : 116910537

()

Penguji 1 : Subekti, ST., M.T
NIDN : 0323117307

()

Penguji 2 : Haris Wahyudi, ST., M.Sc
NIDN : 0329037803

()

Jakarta, 28 Juni 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, ST., M.T.

NIDN: 005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ezra Esa Jaya

NIM : 41320010022

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisis Kegagalan *Collapsible Aluminium Tube* Pada Mesin
Impact Extrusion Press Tipe LJ-60

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 28 Juni 2024



Ezra Esa Jaya

PENGHARGAAN

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat anugerah dan tuntunan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ANALISIS KEGAGALAN *COLLAPSIBLE ALUMINIUM TUBE* PADA MESIN *IMPACT EXTRUSION PRESS* TIPE LJ-60” dengan tepat waktu.

Dalam Proses ini Penulis menyadari bahwa ada keterbatasan dan kemampuan dalam penyusunan skripsi ini. dalam proses penulisan skripsi ini penulis memperoleh bantuan, bimbingan, serta motivasi dari berbagai pihak, sehingga skripsi ini dapat selesai walaupun masih terdapat beberapa kekurangan dan keterbatasan dari penulis sendiri. Maka dari itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng, selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Eng Imam Hidayat, MT, selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST., MT, selaku Sekretaris Program Studi dan Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Ibu Swandya Eka Pratiwi, M.Sc, selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan selama proses pembuatan laporan ini.
6. Kedua orangtua yang telah memberikan dukungan semangat, nasihat, doa, dan kasih sayang.
7. Pak Erick Pangestu selaku direktur utama PT. XYZ yang telah memberikan kesempatan untuk dapat melakukan penelitian.
8. Ibu Vanny, SE selaku General Manager di PT. XYZ.
9. Untuk teman-teman seperjuangan, rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin Angkatan 2020 Mercu Buana.
10. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for all doing this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting. I wanna thank me for just being me at all times.*

Penulis sangat menyadari masih banyak kekurangan dalam laporan Tugas Akhir dikarenakan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik serta saran yang bersifat membangun agar laporan ini nantinya dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.

Jakarta, 28 Juni 2024



Ezra Esa Jaya



ABSTRAK

Dunia industri terus mengalami perkembangan setiap tahunnya terutama pada era globalisasi saat ini, Setiap perusahaan harus meningkatkan kemampuan dan keterampilan sumber daya manusia serta mesin. PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur *collapsible aluminium tube* sempat mengalami kegagalan produksi. Penelitian ini menganalisis penyebab kegagalan tube pada komponen *dies and punch* mesin *impact extrusion press* tipe LJ-60 menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Data kegagalan dikumpulkan dari berbagai sumber, termasuk data kerusakan *sparepart* dan produksi. Penelitian ini juga mengevaluasi struktur mikro Baja KNL K110 Bohler dan menguji sensor *proximity* untuk mendeteksi jatuhnya *aluminium slugs*. Diharapkan komponen *dies and punch* dapat bekerja dengan baik, meminimalisir cacat pada tube, serta memberikan kontribusi bagi perusahaan. Pengujian menunjukkan bahwa kerusakan disebabkan oleh komponen *dies and punch*, kerusakan stampel, serta *setting punch* yang tidak *centre*. Dari analisis FTA, didapat bahwa probabilitas kegagalan utama adalah kerusakan stampel, yaitu sebesar 54%. Pengujian mikro struktur dilakukan di Lab Teknik Mesin Universitas Mercu Buana dengan menggunakan mikroskop *Meiji Techno*, analisis ini dilakukan dengan perbesaran 50x dan 100x, menggunakan campuran Asam Nitrat (HNO₃) sebanyak 5 ml dan Alkohol (C₂H₅OH) sebanyak 95 ml (Nital 5%). Hasil uji mikro struktur *punch* menghasilkan struktur austenit dengan perbesaran hingga 100 kali. Pada perbesaran 50x dan 100x, terlihat fasa ferit dan perlit. Sistem *prototype* yang dirancang dapat mengurangi kegagalan hingga 50%. Sensor *proximity* terbukti efektif dalam mendeteksi *aluminium slugs*.

Kata kunci: Cetakan, *Collapsible Aluminium Tube*, Ekstrusi, *Fault Tree Analysis*, Mesin Tekan, Ekstrusi Impak, *Dies, Punch*, Stampel, Miring, Rusak, Kegagalan Tube, Baja, Sensor *Proximity*.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ANALYSIS OF COLLAPSIBLE ALUMINUM TUBE FAILURE ON LJ-60 TYPE IMPACT EXTRUSION PRESS MACHINE

ABSTRACT

The industrial world continues to experience development every year, especially in the current era of globalization. Every company must improve the capabilities and skills of human resources and machines. PT. XYZ is a collapsible aluminum tube manufacturing company that experienced production failures. This research analyzes the causes of tube failure in the die and punch components of the LJ-60 type impact extrusion press machine using the Fault Tree Analysis (FTA) method. Failure data is collected from various sources, including spare parts and production damage data. This research also solved the microstructure of KNL K110 Bohler Steel and tested the proximity sensor to detect falling aluminum slugs. It is estimated that the die and punch components can work well, minimize defects in the tube, and make a contribution to the company. Tests showed that the damage was caused by the die and punch components, stamp damage, and off-center punch settings. From the FTA analysis, it was found that the main failure probability was stamp damage, which was 54%. Microstructural testing was carried out at the Mechanical Engineering Lab at Mercu Buana University using a Meiji Techno microscope. This analysis was carried out at 50x and 100x magnification, using a mixture of 5 ml of Nitric Acid (HNO₃) and 95 ml of Alcohol (C₂H₅OH) (5% Nital). The results of the microstructure punch test produced an austenite structure with a magnification of up to 100 times. At 50x and 100x magnification, the ferrite and pearlite phases are visible. The designed system prototype can reduce failures by up to 50%. The proximity sensor proved effective in detecting aluminum slugs.

Keywords: *Mold, Collapsible Aluminum Tube, Extrusion, Fault Tree Analysis, Press Machine, Impact Extrusion, Dies, Punch, Stamp, Tilt, Damage, Tube Failure, Steel, Proximity Sensor.*

MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2. DEFINISI EKSTRUSI	15
2.2.1. Jenis Ekstrusi	16
2.2.2. Peralatan Ekstrusi	18
2.3. TINJAUAN UMUM ALUMINIUM	21
2.4. COLLAPSIBLE ALUMMINIUM TUBE	22
2.4.1. Klasifikasi Tube	23
2.4.2. Detail Tube Bagian Pundak	26
2.5. KEGAGALAN <i>COLLAPSIBLE ALUMINIUM TUBE</i>	27
2.6. TEGANGAN	27
2.7. <i>TIMING</i>	28

2.8.	MESIN PRODUKSI	28
	2.8.1. Mesin <i>Impact Extrusion Press</i>	29
	2.8.2. Bagian Mesin <i>Impact Extrusion Press</i>	30
2.9.	<i>FAULT TREE ANALYSIS</i>	34
	2.9.1. Klasifikasi Bentuk Simbol dan Diagram	35
	2.9.2. Persamaan Aljabar Boolean	36
2.10.	<i>FAULT TREE DIAGRAM</i>	36
2.11.	<i>MATERIAL DIES AND PUNCH</i>	38
	2.11.1. Baja	38
	2.11.2. Tungsten Karbida	40
2.12.	PERALATAN PENDUKUNG	41
	2.12.1. <i>Power Supply</i>	41
	2.12.2. <i>Miniature Circuit Breaker</i>	42
	2.12.3. <i>Relay</i>	42
	2.12.4. <i>Proximity Sensor</i>	43
	2.12.5. Lampu LED	44
	2.12.6. <i>Buzzer</i>	44
	2.12.7. Mikroskop	45
	2.12.8. Ampelas	46
2.13.	MIKRO STRUKTUR	46
BAB III	METODOLOGI	48
3.1.	DIAGRAM ALIR	48
	3.1.1. Diagram Alir Analisis Kegagalan <i>Aluminium Collapsible Tube</i> Dengan FTA	48
	3.1.2. Pengujian Kebocoran Pada <i>Collapsible Aluminium Tube</i>	51
3.2.	ALAT DAN BAHAN	52
3.3.	PENGUJIAN	55
	3.3.1. PENGUJIAN KEBOCORAN TUBE	55
	3.3.2. PENGUJIAN STUKTUR MIKRO	56
3.4.	KERUSAKAN <i>DIES AND PUNCH</i>	58

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	60
4.1. PENGUMPULAN DATA	60
4.2. PENGOLAHAN DATA	61
4.3. DATA KERUSAKAN KOMPONEN	62
4.4. PENGKODEAN <i>FAULT TREE DIAGRAM</i>	64
4.4.1. Hasil Perhitungan Probabilitas	65
4.5. HASIL <i>FAULT TREE ANALYSIS</i>	65
4.6. HASIL PENGUJIAN	67
4.7. HASIL ANALISIS STRUKTUR MIKRO	67
4.8. PERHITUNGAN <i>TIMING</i>	72
BAB V PENUTUP	73
5.1. KESIMPULAN	73
5.2. SARAN	73
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	77



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Definisi dan prinsip ekstrusi	30
Gambar 2.2. Ekstrusi Secara Langsung	30
Gambar 2.3. Ekstrusi Tidak Langsung	31
Gambar 2.4. Ekstrusi Hidrostatik	31
Gambar 2.5. Ekstrusi Impak Pada Logam	32
Gambar 2.6. Skema wadah ekstrusi dan skema komponen ekstrusi	33
Gambar 2.7. <i>Dies</i> (cetakan)	34
Gambar 2.8. <i>Punch</i>	35
Gambar 2.9. <i>Aluminium ore</i>	36
Gambar 2.10. <i>Collapsible Aluminium Tube</i>	37
Gambar 2.11. <i>Open End Tube</i>	39
Gambar 2.12. Detail Tube <i>Nasal Tip</i>	39
Gambar 2.13. Detail <i>Closed end Tube</i>	40
Gambar 2.14. <i>Regular Thread</i> dan <i>Butterss Thread</i>	41
Gambar 2.15. Detail Tube Bagian Pundak	41
Gambar 2.16. Kegagalan Tube di <i>Body</i>	42
Gambar 2.17. Mesin <i>Impact Extrusion Press Horizontal</i>	44
Gambar 2.18. <i>Control Box</i>	45
Gambar 2.19. <i>Vibratory Feeder</i>	46
Gambar 2.20. Pompa Oli <i>Viscomat</i>	47
Gambar 2.21. <i>Electrical Box</i>	48
Gambar 2.22. <i>Dies</i>	48
Gambar 2.23. <i>Punch</i>	49
Gambar 2.24. Kejadian Puncak Dalam <i>Fault Tree Diagram</i>	52
Gambar 2.25. Gerbang <i>AND</i> dan <i>Intermediate Event</i>	52
Gambar 2.26. Gerbang <i>OR</i> dan <i>Basic Event</i>	53
Gambar 2.27. Keseluruhan <i>Fault Tree Diagram</i>	53
Gambar 2.28. Baja Karbon	54
Gambar 2.29. Tungsten	56
Gambar 2.30. Struktur Karbida Tungsten	56
Gambar 2.31. <i>Power Supply S-120-24</i>	57

Gambar 2.32. MCB Schneider	58
Gambar 2.33. Relay Tipe MY2N	58
Gambar 2.34. <i>Proximity sensor</i>	59
Gambar 2.35. LED	59
Gambar 2.36. <i>Buzzer</i> tipe SFM-27-I	60
Gambar 2.37. Mikroskop Optik	61
Gambar 2.38. Ampelas grit 2000	61
Gambar 2.39. Baja K110 (<i>cold work</i>)	62
Gambar 3.1. Diagram Alir Analisis Kegagalan <i>Collapsible Aluminium Tube</i>	64
Gambar 3.2. Diagram Alir Pengujian Kebocoran <i>Collapsible Aluminium Tube</i>	67
Gambar 3.3. Tube yang Bocor	71
Gambar 3.4. Stampel cacat	71
Gambar 3.5. Dua bagian Stampel	72
Gambar 3.6. Spesimen	72
Gambar 3.7. Kerusakan <i>Dies</i>	73
Gambar 3.8. <i>Tip Punch</i> Termakan	73
Gambar 4.1. Jumlah Produksi Selama 5 Bulan	75
Gambar 4.2. Jumlah <i>Defect Collapsible Aluminium Tube</i>	75
Gambar 4.3. Persentase Secara Keseluruhan	76
Gambar 4.4. Kerusakan Komponen	78
Gambar 4.5. Kode dalam <i>Fault Tree Diagram</i>	78
Gambar 4.6. Diagram lingkaran penyebab kerusakan	80
Gambar 4.7. Hasil pengujian titik A 50x	81
Gambar 4.8. Hasil pengujian titik A 100x	82
Gambar 4.9. Hasil pengujian titik B 50x	83
Gambar 4.10. Hasil pengujian titik B 100x	83
Gambar 4.11. Hasil pengujian titik C 50x	84
Gambar 4.12. Hasil pengujian titik C 100x	84
Gambar 4.13. <i>Crack</i> pada <i>punch</i>	85
Gambar 4.14. Diagram Blok	86
Gambar 4.15. Grafik hasil <i>scope</i>	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	18
Tabel 2.2. Sifat-sifat Kimia Aluminium	34
Tabel 2.3. Sifat Mekanik Aluminium	35
Tabel 2.4. Spesifikasi <i>Collapsible Aluminium Tube</i>	36
Tabel 2.5. Spesifikasi Teknis Utama	43
Tabel 2.6. Simbol yang digunakan pada FTA	48
Tabel 2.7. <i>Chemical Composition (%)</i>	52
Tabel 2.8. <i>Kesetaraan Nilai</i>	54
Tabel 3.1. Alat pengujian kebocoran	63
Tabel 3.2. Bahan untuk pengujian kebocoran	64
Tabel 4.1. Data kegagalan <i>collapsible aluminium tube</i>	68
Tabel 4.2. Data Kerusakan Komponen Beserta Durasi Perbaikan	69
Tabel 4.3. Probabilitas kegagalan	72
Tabel 4.4. Pengujian <i>prototype</i>	72

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
P	Tekanan pada <i>dies</i> dan <i>punch</i> (N/m ²)
F	Gaya pada <i>dies</i> dan <i>punch</i> (N)
A	Luas penampang (m ²)
m	Massa (kg)
g	Percepatan Gravitasi (m/s ²)
π	Konstanta (3,14)
r ²	Jari-jari (m)
t	Waktu (s)
s	Jarak (m)
α	Kemiringan sudut <i>feeder</i> (°)
v	Kecepatan (m/s)



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
PVC	<i>Polyvinyl Chloride</i>
FTA	<i>Fault Tree Analysis</i>
SNI	Standar Nasional Indonesia
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>

