

Analisis Penyebab Cacat Produk *Aluminium Collapsible Tube* Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* dan *Fault Tree Analysis*

*Sidiq Nur Adi¹, Susilo Adi Widyanto², Paryanto²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: sidiqnuradi@gmail.com

Abstrak

PT Extrupack Solo merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pengemasan dengan produk berupa *aluminium collapsible tube*. Dalam satu lini produksi proses pembuatan *aluminium collapsible tube* melibatkan berbagai proses yang menggunakan berbagai mesin dengan fungsi masing-masing. Mesin-mesin tersebut memiliki peluang terjadinya kegagalan yang menyebabkan produk cacat. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi penyebab produk cacat dan memberikan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi penyebab produk cacat tersebut. Pengolahan data penelitian menggunakan Diagram Pareto dan metode yang digunakan yaitu *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Pada penelitian ini terdapat 13 jenis dengan 3 jenis produk cacat tertinggi yang menjadi fokus utama yaitu cacat di output *internal coating*, tertabrak tabung semprot *internal coating*, potongan tidak sempurna *trimming*. Dari jenis-jenis produk cacat tersebut didapatkan rekomendasi perbaikan yaitu meningkatkan frekuensi dan efektivitas pembersihan lubang *holder* untuk jenis produk cacat berupa cacat di output *internal coating*, melakukan inspeksi dan perbaikan kelurusan pada tabung semprot untuk jenis produk cacat berupa tertabrak tabung semprot, dan memberikan standar posisi pisau potong yang tepat dan pelatihan terhadap operator untuk jenis produk cacat berupa potongan tidak sempurna.

Kata kunci: *aluminium collapsible tube*; produk cacat; fmea; fta

Abstract

PT Extrupack Solo is a company engaged in packaging with products in the form of aluminum collapsible tubes. In a production line, the aluminum collapsible tube manufacturing process involves various processes that use various machines with their respective functions. These machines have the opportunity for failures that cause defective products. This study aims to identify the causes of defective products and provide improvement recommendations to reduce the causes of defective products. Processing of research data using Pareto Diagrams and the methods used are Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA). In this study there are 13 types with the 3 highest types of defective products that are the main focus, namely defects in internal coating output, hit by internal coating spray gun, trimming imperfect cuts. From these types of defective products, improvement recommendations are obtained, such as increasing the frequency and effectiveness of cleaning the hole holder for the type of defective product in the form of defects in internal coating output, inspecting and repairing the straightness of the spray gun for the type of defective product in the form of being hit by a spray gun, and providing standards for the correct position of the cutting knife and training for operators for the type of defective product in the form of imperfect cuts.

Keywords: *aluminum collapsible tube; defective products; fmea; fta*

1. Pendahuluan

PT Extrupack Solo merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pengemasan yang memproduksi produk berupa *aluminium collapsible tube*. Dalam satu lini produksi prosesnya melibatkan berbagai tahap proses, yang memiliki potensi untuk menghasilkan produk cacat pada saat proses pengolahan bahan tersebut. Jika produk dari perusahaan tersebut berkualitas rendah dan kurang memuaskan konsumen, maka perusahaan akan dipandang kurang baik oleh pelanggan dan pelanggan akan berkurang kepercayaannya terhadap perusahaan tersebut [1].

Produk cacat memiliki dampak pada pendapatan perusahaan, reputasi perusahaan, dan tingkat rasa puas pelanggan atau konsumen. Semakin banyak produk yang cacat maka keuntungan yang diperoleh perusahaan semakin menurun

karena bahan baku yang terbuang, dan semakin banyaknya produk cacat maka akan berdampak pada reputasi perusahaan yang menurun karena penilaian dari pelanggan [1]. Untuk meningkatkan kualitas produksi, perusahaan akan berusaha melakukan peningkatan proses produksinya karena perusahaan sadar bahwa meningkatnya kualitas tidak hanya berdasarkan inspeksi bagian akhir, tetapi juga pada tiap-tiap proses yang terlibat dan tiap unit [3].

Banyak berbagai metode membahas tentang kualitas dengan karakteristiknya masing-masing. Sistem pengendalian kualitas produk yang memiliki hasil yang baik adalah menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode tersebut berupa teknik evaluasi dari tingkat keandalan suatu sistem untuk menentukan dampak suatu kegagalan dari sistem tersebut. Kegagalan dikelompokkan berdasarkan dampaknya terhadap laju proses produksi. Dari hasil pengelompokan tersebut digunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA), yaitu teknik untuk mengidentifikasi risiko yang memiliki peran terhadap adanya kegagalan. Metode ini berdasarkan pada pendekatan bersifat *top down*, diawali dengan dugaan kegagalan dari kejadian puncak (*top event*) kemudian merinci pada penyebab *top event* sampai pada kegagalan dasar (*root cause*) dan menentukan hubungan antar faktor penyebab dan digambarkan dengan berbentuk pohon kesalahan yang melibatkan gerbang logika secara sederhana [2].

2. Dasar Teori dan Metode Penelitian

2.1. Aluminium Collapsible Tube

Dalam produksi tabung aluminium, bahan utama yang digunakan adalah *aluminium slug*. Aluminium memiliki karakteristik "*dead fold*" yang memberikan kemampuan untuk tetap terlipat tanpa pecah. Kualitas ini diperlukan untuk wadah yang dirancang untuk diremas dan dilipat sebagai metode pengeluarannya [4]. Dalam proses produk *aluminium collapsible tube* melibatkan berbagai mesin yang memiliki peluang terjadinya kegagalan sehingga diperlukan identifikasi penyebab kegagalan untuk mengurangi produk cacat yang dihasilkan. Berbagai metode dapat digunakan untuk menganalisis penyebab kegagalan seperti *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA).

2.2. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan metodologi yang terstruktur untuk mengidentifikasi serta menganalisis suatu bentuk kegagalan (*failure mode*) yang telah atau akan terjadi [5]. FMEA didefinisikan sebagai suatu metode dengan pendekatan sistematis menggunakan penyelesaian berupa tabel sebagai proses kerangka pikiran *engineers* dengan tujuan untuk mengidentifikasi mode kegagalan dari suatu penyebab potensi dan efek dari *defect product* [6].

Penilaian suatu kegagalan dapat dilakukan dengan perkalian skor *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D), dengan hasil yaitu nilai *Risk Priority Number* (RPN). Skor dari nilai S, O, dan D masing-masing menggunakan skala penilaian skor 1-10. Menurut Altayany [7] pengukuran besarnya nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada metode FMEA ditentukan dengan kriteria sebagai berikut:

a. Severity

Keparahan (*severity*) adalah dampak kegagalan yang timbul jika suatu kegagalan terjadi. Parameter nilai *severity* dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Peringkat Nilai *Severity* [8]

Rating	Kriteria
1	<i>Negligible severity</i> (pengaruh buruk yang dapat diabaikan). Kita tidak perlu memikirkan bahwa pengaruh ini akan berdampak pada kualitas produk. Pelanggan mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan ini.
2	<i>Mild severity</i> (pengaruh buruk yang ringan). Akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan. Pelanggan tidak akan merasakan penurunan kualitas produk.
3	
4	<i>Moderate severity</i> (pengaruh buruk yang moderat). Pelanggan akan merasakan penurunan kualitas produk, namun masih dalam batas toleransi.
5	
6	
7	<i>High severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi). Pelanggan akan merasakan akibat penurunan kualitas produk di luar batas toleransi.
8	
9	<i>Potential safety problems</i> (masalah keselamatan potensial). Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya terhadap pelanggan dan bertentangan dengan hukum.
10	

b. Occurrence

Kejadian (*occurrence*) adalah kemungkinan atau probabilitas frekuensi banyaknya terjadinya suatu kegagalan. Parameter nilai *occurrence* dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Peringkat Nilai *Occurrence* [8]

Rating	Kriteria	Tingkat Kegagalan
1	Hampir tidak mungkin bahwa penyebab ini akan mengakibatkan mode kegagalan.	1 dalam 1.000.000
2	Kegagalan akan jarang terjadi.	1 dalam 20.000
3		1 dalam 4.000
4	Kegagalan agak mungkin terjadi.	1 dalam 1.000
5		1 dalam 400
6		1 dalam 80
7	Kegagalan sangat mungkin terjadi.	1 dalam 40
8		1 dalam 20
9	Hampir dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi.	1 dalam 8
10		1 dalam 2

c. *Detection*

Deteksi (*detection*) adalah kemungkinan atau probabilitas untuk mendeteksi penyebab terjadinya suatu kegagalan. Parameter nilai *detection* dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Peringkat Nilai *Detection* [8]

Rating	Kriteria	Tingkat Kegagalan
1	Metode pencegahan atau deteksi sangat efektif. Tidak ada kesempatan bahwa penyebab kemungkinan akan terjadi.	1 dalam 1.000.000
2	Kemungkinan bahwa penyebab itu akan terjadi adalah rendah.	1 dalam 20.000
3		1 dalam 4.000
4	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderat. Metode pencegahan atau deteksi masih memungkinkan penyebab itu akan terjadi.	1 dalam 1.000
5		1 dalam 400
6		1 dalam 80
7	Kemungkinan penyebab itu terjadi relatif tinggi. Metode pencegahan atau deteksi kurang efektif karena penyebab tersebut terulang kembali.	1 dalam 40
8		1 dalam 20
9	Kemungkinan penyebab itu terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan atau deteksi tidak efektif karena penyebab akan selalu terjadi lagi.	1 dalam 8
10		1 dalam 2

2.3. Fault Tree Analysis (FTA)

Fault Tree Analysis (FTA) merupakan metode analisis dengan tujuan menentukan akar penyebab potensi dari suatu kegagalan (*failure*) yang ada dalam suatu rangkaian sistem sehingga dapat dilakukan tindakan untuk mengurangi produk cacat tersebut. Metode ini bersifat *top down* yang berarti berawal jadi asumsi kegagalan pada kejadian puncak (*top event*) secara rinci hingga kegagalan dasar [5].

Metode FTA didefinisikan sebagai suatu teknik untuk mengidentifikasi risiko adanya suatu kegagalan pada produk. Metode ini merupakan satu dari *analytical tool* yang mendefinisikan secara rinci suatu kesalahan penyebab kegagalan dalam satu sistem produksi dengan bantuan berupa grafik [9]. Langkah-langkah pembuatan FTA [10] adalah sebagai berikut:

- Identifikasi *top event level*
- Membuat diagram pohon kesalahan
- Menganalisis pohon kesalahan

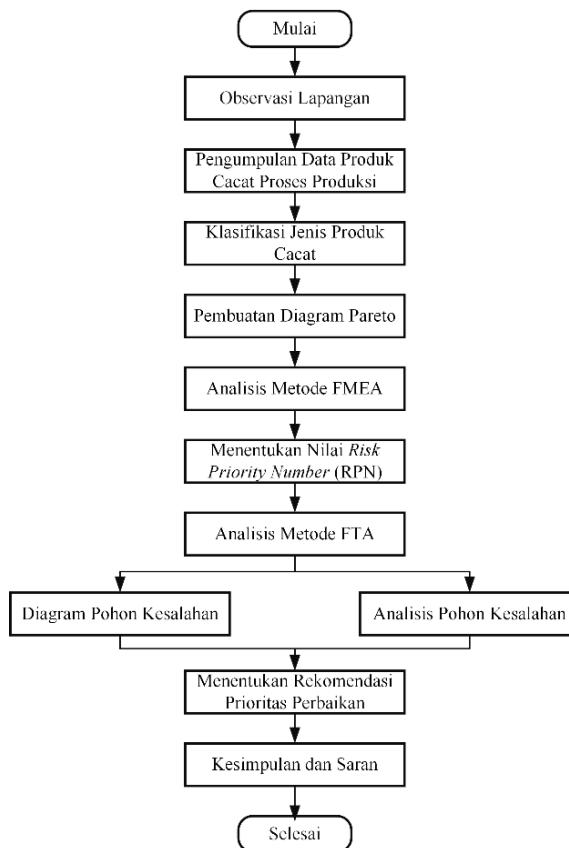
2.4. Produk Cacat

Produk cacat (*defect*) didefinisikan suatu *waste* dalam rangkaian proses produksi. Arti umumnya merupakan pemborosan, yaitu segala hal yang tidak ada manfaatnya. Sedangkan, jika dihubungkan dengan proses produksi, *waste* merupakan segala hal yang berkaitan dengan penggunaan material atau *resources* lain yang tidak sesuai dengan prosedur [11].

Defect adalah suatu produk yang tidak mencapai kriteria sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan dan tidak layak untuk dilanjutkan ke tahap berikutnya. Produk tersebut berpeluang untuk dapat disempurnakan menjadi produk jadi yang lebih baik dengan biaya rekondisi untuk proses perbaikan [9].

2.5. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini memiliki langkah-langkah penelitian yang tertera pada diagram alir sesuai dengan Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengambilan Data

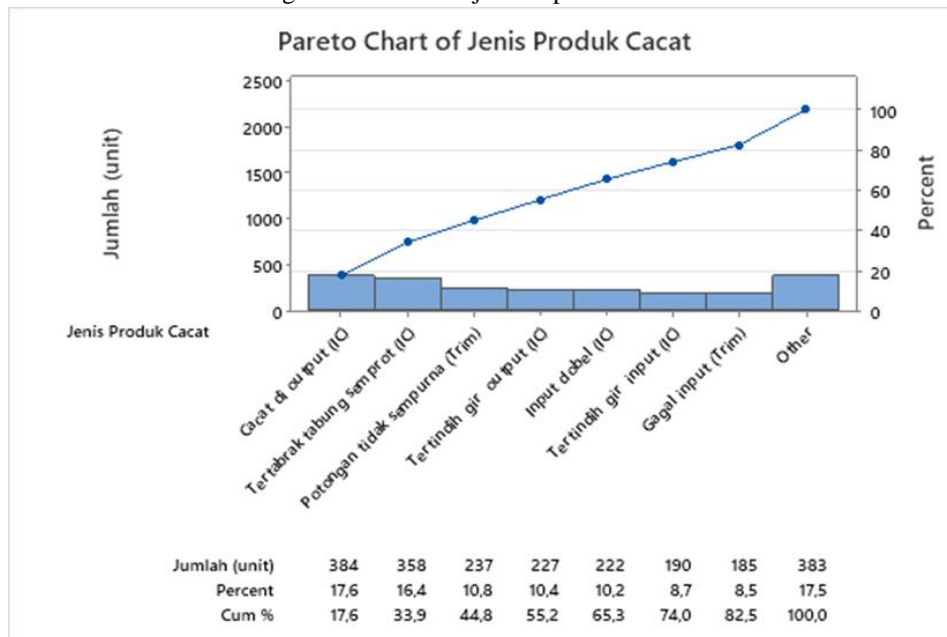
Pengambilan data produk cacat *aluminium collapsible tube* dilakukan di Line 12 PT Extrupack Solo dengan fokus di proses *extrusion*, *trimming*, dan *internal coating*. Data disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Data Produk Cacat *Aluminium Collapsible Tube*

No	Tanggal	Jumlah Produksi	Jumlah Produk Cacat												
			Proses <i>Extrusion</i> (Ext)				Proses <i>Trimming</i> (Trim)				Proses <i>Internal Coating</i> (IC)				
			Cacat di lengan output	<i>Tube</i> berlubang	Gagal input	Ulir tidak sempurna	Potongan tidak sempurna	Polesan tidak sempurna	Gagal output	Tertin di gir output	Tertin di gir input	Input double	Tertabrak tabung semprot	Cacat di output	Tertin di gir output
1	7 Sep '22	18986	2	0	16	10	29	17	10	12	21	21	31	36	28
2	8 Sep '22	24178	3	0	20	9	24	15	8	16	24	29	51	30	27
3	14 Sep '22	26986	4	1	15	10	26	12	9	23	30	27	42	46	17
4	15 Sep '22	18006	2	2	23	9	27	11	10	12	41	42	105	80	45
5	19 Sep '22	9784	2	2	15	3	23	5	7	9	18	23	29	38	19
6	21 Sep '22	10728	3	1	11	6	22	10	8	8	16	19	16	29	22
7	22 Sep '22	5893	0	0	50	6	26	9	6	4	10	17	24	23	18
8	23 Sep '22	8118	4	1	11	2	15	12	3	3	11	21	26	26	11
9	27 Sep '22	6109	6	0	12	6	25	7	4	6	7	12	16	28	16
10	28 Sep '22	8676	3	1	12	5	20	10	5	9	12	11	18	48	24
Total		137464	29	8	185	66	237	108	70	102	190	222	358	384	227

3.2 Analisis Diagram Pareto

Dari data produk cacat *aluminium collapsible tube* diidentifikasi jumlah tertinggi hingga terendah menggunakan Diagram Pareto. Berikut adalah hasil Diagram Pareto ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Pareto Produk Cacat Aluminium Collapsible Tube

Prinsip Diagram Pareto menyatakan bahwasanya 80% masalah kualitas dalam suatu produk disebabkan oleh 20% penyebab kegagalan yang terlibat [12]. Berdasarkan hal tersebut dari 13 jenis produk cacat yang ada terdapat 3 jenis cacat yang dominan yaitu cacat di output *internal coating*, tertabrak tabung semprot *internal coating*, dan potongan tidak sempurna *trimming*.

3.3 Analisis FMEA

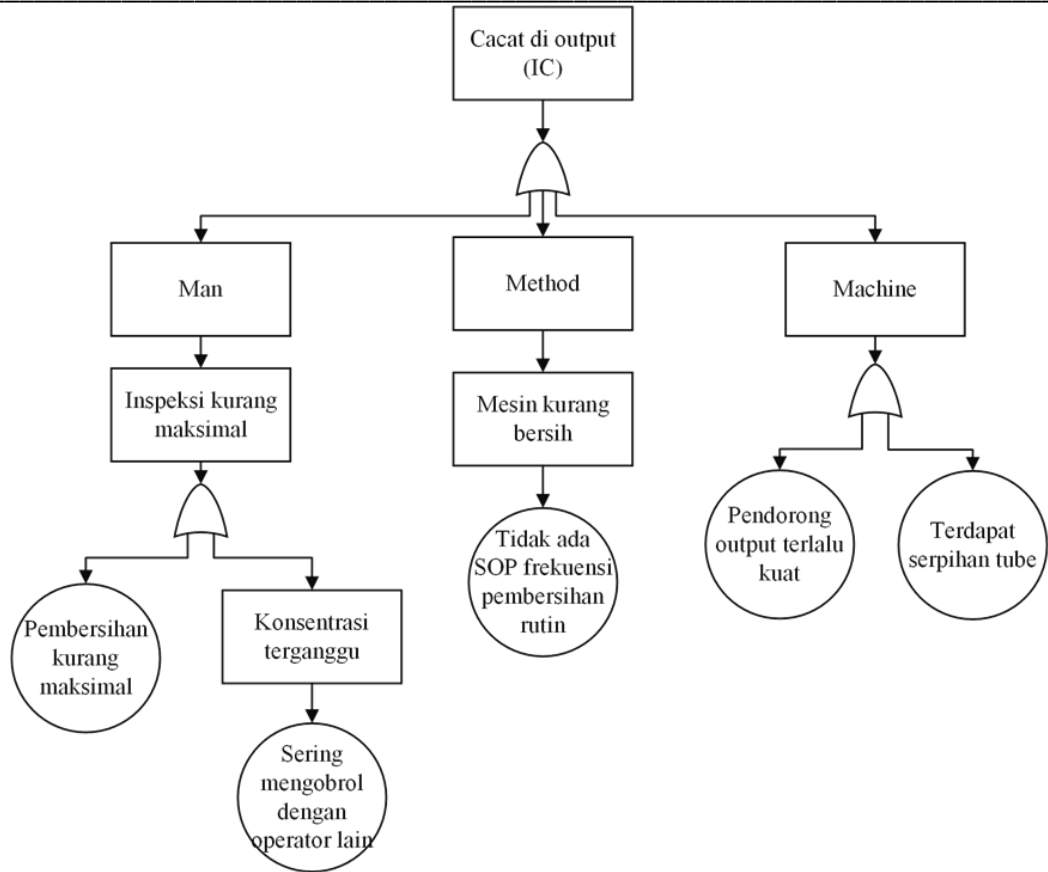
Setelah diidentifikasi jenis produk cacat dominan, dilakukan analisis *Failure Mode and Effect Analysis* untuk menganalisis bentuk kegagalan dan menentukan *Risk Priority Number* (RPN) untuk mengidentifikasi tingkat prioritas perbaikan yang akan dilakukan. Analisis FMEA dan perhitungan nilai RPN ditunjukkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Analisis FMEA dan Perhitungan Nilai RPN

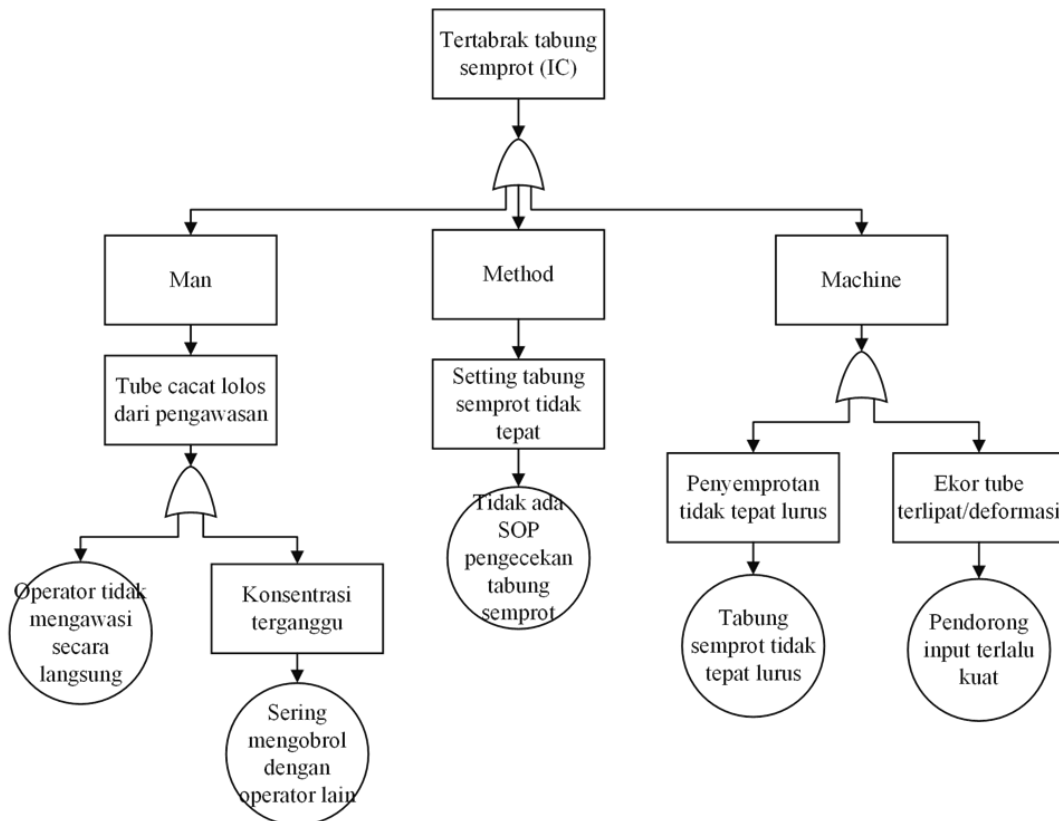
Proses	Failure Mode	Failure Effect	Failure Cause	Severity (S) Rating	Occurrence (O) Rating	Detection (D) Rating	Risk Priority Number
Internal Coating	Cacat di output	Tube terdapat deformasi akibat serpihan tube yang tersangkut sehingga tidak layak masuk ke proses selanjutnya	Serpihan tube di lubang holder	8	5	7	280
			Pendorong output terlalu kuat		4	5	160
Internal Coating	Tertabrak tabung semprot	Tube terdapat deformasi akibat tabung semprot sehingga tidak layak masuk ke proses selanjutnya	Ekor tube terdapat lipatan atau deformasi	8	4	4	128
			Tabung semprot tidak tepat lurus		5	6	240
Trimming	Potongan tidak sempurna	Hasil potongan tidak rata terpotong sehingga tidak layak masuk ke proses selanjutnya	Pisau potong aus	7	4	4	112
			Setting posisi pisau potong kurang tepat		4	6	168

3.4 Analisis FTA

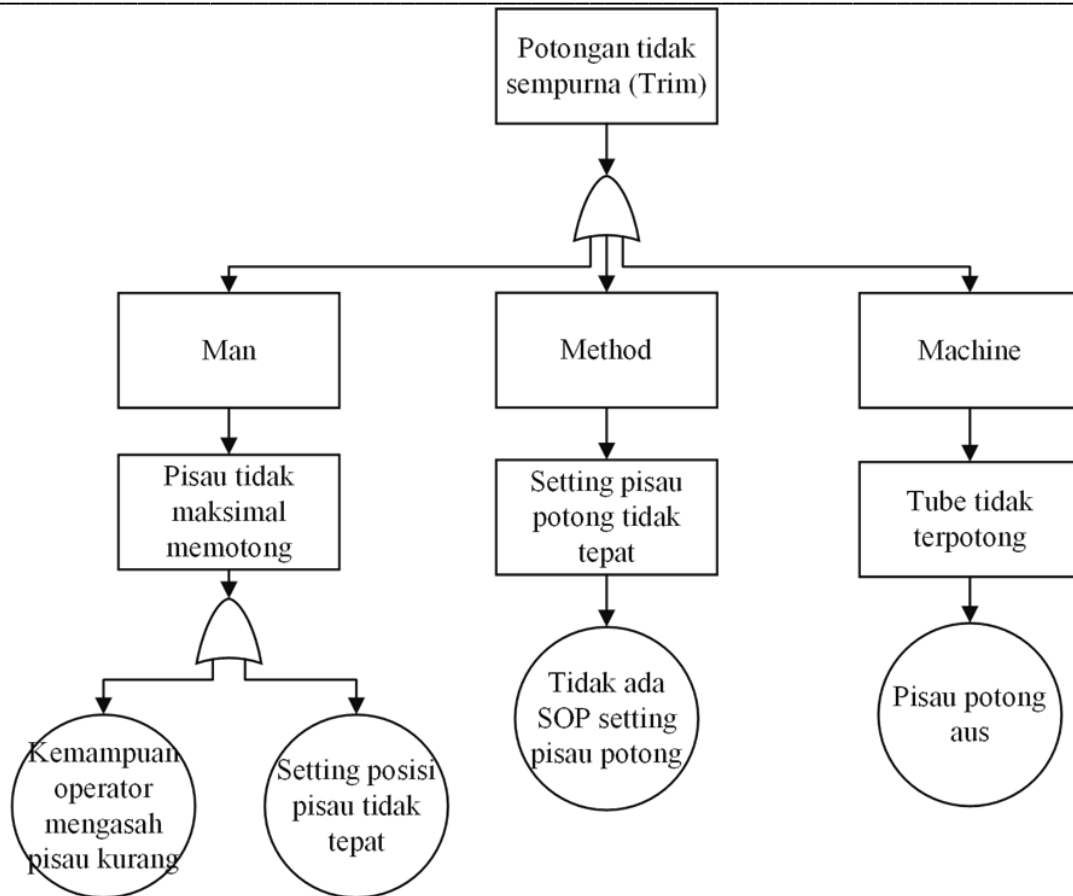
Identifikasi akar penyebab produk cacat produksi *aluminium collapsible tube* dilakukan dengan analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) untuk mengetahui faktor-faktor apa saja penyebab produk cacat tersebut. Berikut adalah analisis FTA produk cacat dominan proses produksi *aluminium collapsible tube*.



Gambar 3. Analisis FTA cacat di output (IC)



Gambar 4. Analisis FTA tertabrak tabung semprot (IC)



Gambar 5. Analisis FTA potongan tidak sempurna (Trim)

3.5 Rekomendasi Prioritas Perbaikan

Rekomendasi perbaikan dilakukan berdasarkan hasil dari analisis Diagram Pareto, analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) sehingga didapatkan prioritas perbaikan. Berikut adalah rekomendasi prioritas perbaikan yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekomendasi Prioritas Perbaikan

No	Proses	Jenis Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Rekomendasi Perbaikan
1	<i>Internal Coating</i>	Cacat di output	Serpihan <i>tube</i> di lubang <i>holder</i>	Meningkatkan frekuensi dan efektivitas pembersihan lubang <i>holder</i>
2	<i>Internal Coating</i>	Cacat di output	Pendorong output terlalu kuat	Mengurangi kecepatan pada setting pendorong output
3	<i>Internal Coating</i>	Tertabrak tabung semprot	Tabung semprot tidak lurus	Melakukan inspeksi dan perbaikan kelurusan pada tabung semprot
4	<i>Internal Coating</i>	Tertabrak tabung semprot	Ekor <i>tube</i> terdapat lipatan atau deformasi	Mengurangi kecepatan pada setting pendorong input
5	<i>Trimming</i>	Potongan tidak sempurna	Setting posisi pisau potong kurang tepat	Memberikan standar posisi pisau potong yang tepat dan pelatihan terhadap operator
6	<i>Trimming</i>	Potongan tidak sempurna	Pisau potong aus	Menggunakan material berkualitas tinggi dan koreksi pada posisi pisau potong

Rekomendasi prioritas perbaikan berdasarkan Tabel 6 untuk mengurangi jumlah produk cacat adalah sebagai berikut.

- Meningkatkan frekuensi dan efektivitas pembersihan lubang *holder* pada penyebab kegagalan serpihan *tube* di lubang *holder* di proses *internal coating* sehingga lubang *holder* tetap bersih dan tidak menyebabkan deformasi pada *tube*.
- Mengurangi kecepatan pada setting pendorong output pada penyebab kegagalan pendorong output terlalu kuat di proses *internal coating* agar pendorong output tidak menyebabkan *tube* terdeformasi menjadi produk cacat.

- c. Melakukan inspeksi dan perbaikan kelurusan tabung semprot pada penyebab kegagalan tabung semprot tidak tepat lurus di proses *internal coating* sehingga tabung semprot dapat bekerja dengan baik dan tidak menyebabkan produk cacat.
- d. Mengurangi kecepatan pada setting pendorong input pada penyebab kegagalan ekor tube terdapat lipatan atau deformasi di proses *internal coating* sehingga pendorong input tidak terlalu kuat mendorong *tube* masuk ke lubang *holder*.
- e. Memberikan standar posisi pisau potong yang tepat dan pelatihan terhadap operator pada penyebab kegagalan setting posisi pisau potong kurang tepat di proses *trimming* sehingga pisau potong dapat bekerja maksimal dan operator dapat terlatih untuk mengatasi posisi pisau potong.
- f. Menggunakan material berkualitas tinggi dan koreksi pada posisi pisau potong pada penyebab kegagalan pisau potong aus di proses *trimming* agar pisau potong tahan lama dalam proses pemotongan *tube* secara konsisten.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data dari penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut.

- a. Jenis produk cacat dominan yaitu cacat di output pada proses *internal coating* dengan persentase sebesar 17,6% dari 13 jenis cacat.
- b. Faktor-faktor yang menyebabkan produk cacat pada proses produksi *aluminium collapsible tube* berdasarkan metode *Fault Tree Analysis* yaitu *man*, *method*, dan *machine*.
- c. Prioritas perbaikan yang perlu dilakukan untuk mengurangi produk cacat yaitu pada jenis kegagalan cacat di output adalah meningkatkan frekuensi dan efektivitas pembersihan lubang *holder*. Kemudian pada jenis kegagalan tertabrak tabung semprot adalah melakukan inspeksi dan perbaikan kelurusan pada tabung semprot. Selanjutnya pada jenis kegagalan potongan tidak sempurna adalah memberikan standar posisi pisau potong yang tepat dan pelatihan terhadap operator.

5. Daftar Pustaka

- [1] Fauzi, Y. A., & Aulawi, H. (2016). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Peci Jenis Overset Yang Cacat Di PD. Panduan Illahi Dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) Dan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)". *Jurnal kalibrasi*, 14(1).
- [2] Sihombing, I. G., & Pujotomo, D. (2019). Analisis Penyebab Defect dengan Menggunakan Metode Failure Mode Effects and Analysis dan Fault Tree Analysis pada Assembly Area PT Ebako Nusantara. *Industrial Engineering Online Journal*, 7(4).
- [3] Hidayati, H. (2017). Analisis dan Improvement Kualitas Produk pada Proses Produksi Biskuit Menggunakan Pendekatan DMAIC. *Jurnal Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 9(2), 112-123.
- [4] Anand, S., & Mane, D. (2014). Collapsible Tube For Pharmaceutical Use. *International Journal of Pharmaceutical and Chemical Sciences*, 3(2), 291-398.
- [5] Nugraha, E., & Sari, R. M. (2019). Analisis Defect dengan Metode Fault Tree Analysis dan Failure Mode Effect Analysis. *Organum: Jurnal Sainifik Manajemen dan Akuntansi*, 2(2), 62-72.
- [6] Lestari, A., & Mahbubah, N. A. (2021). Analisis Defect Proses Produksi Songkok Berbasis Metode FMEA Dan FTA di Home-Industri Songkok GSA Lamongan. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(3).
- [7] Altayany, E. (2018). Analisis Prioritas Perbaikan Guna Meminimasi Waste Dominan Pada Proses Produksi Dengan *Failure Mode Effect Analysis Analytical Hierarchy Process* (FMEA AHP) (Studi Kasus: PT Lezax Nesia Jaya).
- [8] Gaspersz, V. (2002). Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi Dengan ISO 9001: 2000, MBNQA, dan HACCP.
- [9] Lestari, A., & Mahbubah, N. A. (2021). Analisis Defect Proses Produksi Songkok Berbasis Metode FMEA Dan FTA di Home-Industri Songkok GSA Lamongan. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(3).
- [10] Hanif, R. Y., Rukmi, H. S., & Susanty, S. (2015). Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury Di PT. X Dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA). *Reka Integra*, 3(3).
- [11] Somadi & Usnandi. (2019). Pengendalian Kualitas Starter Cluth Dalam Upaya Mengurangi Produk Defect di PT XYZ :Pendekatan DMAIC. 17. 120-139.
- [12] Saputra, R., & Santoso, D. T. (2021). Analisis Kegagalan Proses Produksi Plastik Pada Mesin Cutting Di Pt. Fkp Dengan Pendekatan Failure Mode and Effect Analysis Dan Diagram Pareto. *Barometer*, 6(1), 322-327.