



ANALISIS KECACATAN PRODUK PINTU LAMINASI DENGAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA)

Tiffany Giartania Nayoga¹⁾, M. Nushron Ali Mukhtar²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

E-mail: tifannygiartania@gmail.com¹⁾, nushron@unipasby.ac.id²⁾

ABSTRAK

Pengendalian kualitas merupakan bagian penting dalam proses produksi, karena kualitas produk harus memenuhi standar yang telah ditentukan. Berdasarkan kecacatan yang terjadi pada proses produksi pintu laminasi, perlu ditetapkannya prioritas dari jenis kegagalan, sehingga dapat meminimalisir jumlah produk cacat dari proses yang sama. Salah satu metode yang sesuai untuk mengendalikan kualitas produk dan mengurangi jumlah produk cacat adalah menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk mengidentifikasi jenis faktor penyebab kecacatan produk yang terjadi pada proses produksi pintu laminasi dan memberikan tindakan yang menjadi usulan di tahapan *improve* untuk meminimalkan jumlah cacat. Penelitian ini menganalisis enam jenis cacat produk pintu laminasi. Hasil menunjukkan bahwa kesalahan operator merupakan penyebab dominan, dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan sistem kerja yang kurang mendukung. Berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN), cacat dengan nilai tertinggi adalah lem tidak lengket (RPN 294) disebabkan oleh faktor *machine*, retak (RPN 252) oleh faktor *methode*, ukuran *groove* tidak sesuai spesifikasi (RPN 245) oleh faktor *man*, cat mengelupas (RPN 180) oleh faktor *methode*, *scratch* pada permukaan laminasi (RPN 175) oleh faktor *man*, dan *joint* tidak presisi (RPN 120) oleh faktor *man*. Usulan perbaikan mencakup pelatihan operator, perawatan mesin, penggantian peralatan yang tidak memadai, pemilihan bahan baku yang tepat, dan penerapan *Standard Operating Procedure* yang jelas.

Kata kunci: FMEA, FTA, Kualitas, Nilai RPN.

ABSTRACT

Quality control is an important part of the production process because product quality must meet established standards. Based on defects that occur in the laminating door production process, it is necessary to prioritize the types of failures to minimize the number of defective products from the same process. One suitable method for controlling product quality and reducing the number of defective products is using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA). The purpose of this study is to identify the types of factors causing product defects in the laminating door production process and provide recommended actions in the improve phase to minimize the number of defects. This study analyzes six types of defects in laminating door products. The results show that operator errors are the dominant cause, influenced by environmental conditions and an unsupportive work system. Based on the Risk Priority Number (RPN) values, the defects with the highest values are glue not sticking (RPN 294) caused by machine factors, cracks (RPN 252) by method factors, groove size not meeting specifications (RPN 245) by man factors, peeling paint (RPN 180) by method factors, scratches on the laminate surface (RPN 175) by man factors, and imprecise joints (RPN 120) by man factors. Improvement suggestions include operator training, machine maintenance, replacement of inadequate equipment, selection of appropriate raw materials, and implementation of clear Standard Operating Procedures.

Keywords: FMEA, FTA, Quality, RPN Value.

1. PENDAHULUAN

Pengendalian kualitas merupakan bagian penting dalam proses produksi. Hal ini disebabkan karena kualitas produk harus memenuhi standar yang telah ditentukan. Salah satu bagian dari pengendalian kualitas adalah kegiatan inspeksi melalui pengujian produk. Apabila produk sudah memenuhi standar maka dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya, namun apabila hasil tidak sesuai dengan standar, maka akan berimbas pada berkurangnya jumlah produksi. Suatu proses manufaktur yang dilakukan dengan perhatian dan pemenuhan aspek kualitas dapat mengurangi jumlah cacat pada produk, sehingga dalam pengoperasiannya tidak menimbulkan kerusakan pada produk (Syahrullah & Izza, 2021). Oleh karena itu, pengendalian kualitas lebih dari sekedar kegiatan inspeksi atau mengevaluasi kualitas produk apakah layak atau tidak (Haryono & Sumiati, 2023).

Kualitas adalah keseluruhan karakteristik produk dan jasa, termasuk pemasaran, teknik, produksi, dan pemeliharaan, yang memastikan bahwa produk dan jasa tersebut akan memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan saat digunakan (Cahyono *et al.*, 2023). Kualitas tidak hanya produk yang dihasilkan, tetapi juga dilihat dari proses. Jika perusahaan tidak memperhatikan kualitas produk yang dihasilkannya, maka daya tarik produk di pasar akan berkurang (Andespa, 2020).

Pada dasarnya upaya pengendalian kualitas produk telah dilakukan oleh perusahaan untuk memuaskan para konsumen. Namun dalam proses produksi masih sering terjadi ketidaksesuaian dengan spesifikasi sehingga mengakibatkan produk yang dihasilkan cacat. Semakin banyak jumlah produk yang cacat, maka akan berimbas pada produktivitas proses produksi. Kecacatan produk tidak hanya disebabkan oleh mesin tetapi oleh kelalaian pekerja karena kurang teliti atau tidak melihat prosedur dengan baik dan benar.

Salah satu metode yang sesuai untuk mengendalikan kualitas produk dan mengurangi

jumlah produk cacat adalah menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah teknik analisis yang menggunakan pengalaman dan teknologi untuk menemukan kegagalan dalam proses produksi dan merencanakan untuk mengurangi kerusakan (Ali M & Kusuma, 2019). FMEA berfokus kepada pencegahan, meningkatkan keselamatan kerja dan kepuasan konsumen (Kartika *et al.*, 2016). Pemberian nilai atau skor berdasarkan tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan potensial.

Fault Tree Analysis (FTA) mengidentifikasi hubungan antar faktor penyebab dan ditampilkan dalam bentuk pohon kesalahan. Analisis pohon kesalahan. (*Fault Tree Analysis* (FTA) adalah metode untuk menganalisis akar penyebab kegagalan kerja. Metode ini dilakukan menggunakan pendekatan *top down*, dimulai dengan mengasumsikan kegagalan dari kejadian puncak (*top event*) kemudian merinci penyebab suatu *top event* sampai kegagalan dasar (*root cause*) (Ariyanty, 2021).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Produk Cacat

Produk cacat merupakan produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan. Dalam penjelasan yang lebih komprehensif, produk cacat dapat didefinisikan sebagai produk yang mengandung ketidaksempurnaan atau kekurangan tertentu yang mungkin mempengaruhi aspek fungsional, penampilan, atau bahkan tingkat keamanannya (Triwuni & Nugroho, 2023).

Dalam penelitian ini, produk cacat diklasifikasikan menjadi enam jenis yang dapat dilihat pada tabel 1. Berikut jenis-jenis produk cacat produk pintu laminasi:



Tabel 1. Jenis-jenis Produk Cacat Pintu Laminasi

No	Jenis Cacat	Keterangan
1	Lem tidak lengket	Lapisan lem yang diaplikasikan pada PVC <i>Sheet</i> dan MDF <i>Wood</i> gagal untuk menempel atau mengikat dengan baik pada permukaan material, mengakibatkan lemahnya ikatan antar komponen
2	Retak	Celah atau garis patah pada permukaan pintu laminasi yang terjadi saat proses press
3	<i>Joint</i> tidak presisi	Sambungan antar komponen pintu laminasi tidak sesuai atau tidak rata, menyebabkan ketidakselarasan dan kekokohan produk yang kurang
4	Ukuran <i>groove</i> tidak sesuai spesifikasi	Alur atau <i>groove</i> pada pintu laminasi tidak sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan, baik terlalu besar, terlalu kecil, atau tidak rata
5	Cat mengelupas	Lapisan cat pada pintu laminasi terkelupas atau tidak menempel dengan baik
6	<i>Scratch</i> pada permukaan laminasi	Goresan atau kerusakan pada permukaan laminasi yang terjadi saat proses <i>sanding</i>

2.2 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA adalah sebuah teknik rekayasa yang digunakan untuk menetapkan, mengidentifikasi, dan menghilangkan kesalahan, masalah, *error*, dan sejenisnya dari sistem, desain, proses, atau jasa sebelum mencapai konsumen (Hanif Yulinda R et al., 2015). *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Mode kegagalan dapat berupa kesalahan desain, situasi di luar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan pada produk yang mengganggu fungsinya (Suhaeri, 2017).

Menurut (Rachman et al., 2016), terdapat tiga proses variabel utama dalam *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yaitu *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*;

1. *Severity* adalah nilai yang menunjukkan seberapa serius efek dari kegagalan tersebut pada produk atau proses.
2. *Occurrence* adalah nilai yang menunjukkan *probabilitas* terjadinya kegagalan.

3. *Detection* adalah nilai yang menunjukkan seberapa mudah atau sulitnya mendeteksi kegagalan.

Proses implementasi *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) terdiri dari beberapa langkah dasar yaitu:

1. Identifikasi proses atau produk.
2. Identifikasi mode kegagalan (*failure mode*).
3. Identifikasi efek kegagalan (*failure effect*).
4. Identifikasi penyebab kegagalan (*failure cause*).
5. Menentukan nilai *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D).
6. Menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN).
7. Memberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan hasil *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi ke terendah.

2.3 Fault Tree Analysis (FTA)

Fault Tree Analysis (FTA) merupakan suatu teknik untuk mengidentifikasi risiko yang menyebabkan kegagalan (Ariyanty, 2021). *Fault Tree Analysis* (FTA) mengidentifikasi hubungan antar faktor penyebab dan ditampilkan dalam

bentuk pohon kesalahan. Analisis pohon kesalahan (*Fault Tree Analysis*) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisa akar penyebab akar kecelakaan kerja (Puspasari et al., 2019). Metode ini dilakukan menggunakan pendekatan yang bersifat *top down*, yang diawali dengan asumsi kegagalan dari peristiwa puncak (*top event*) kemudian merinci penyebab *top event* hingga kegagalan dasar (*root cause*). *Top event* ini merupakan suatu kejadian yang tidak diinginkan atau ingin dicari tau penyebabnya. Selanjutnya setelah *top event* dibawahnya akan ada *fault event* yang lain.

Menurut (Suhaeri, 2017), FTA (*Fault Tree Analysis*) mempunyai simbol-simbol khusus dalam prosesnya. Simbol-simbol dan pengertiannya dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini :

Tabel 2. Simbol Simbol *Fault Tree Analysis*

Simbol	Arti
	Basic Event Dasar inisiasi kesalahan yang tidak membutuhkan pengembangan lebih jauh
	Conditioning Event Kondisi khusus yang berlaku berbagai gerbang logika
	Undevelopment Event Peristiwa yang tidak dapat dikembangkan lebih lanjut karena informasi tidak tersedia
	External Event Peristiwa yang diharapkan telah terjadi

	Gerbang AND Semua input masalah menyebabkan kesalahan
	Gerbang OR Kesalahan karena salah satu input masalah terjadi

3. METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini menggunakan metode FMEA dan FTA. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data sekunder berupa data *defect* perusahaan. Data primer berupa hasil wawancara dan observasi langsung. Hasil dari studi lapangan ini akan didapatkan permasalahan yang ada pada proses produksi pintu laminasi. Selanjutnya dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyebab-penyebab cacat dari masing-masing jenis *defect* yang ada menggunakan metode FMEA dengan menentukan nilai *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, kemudian ditetapkan nilai RPN. Setelah diperoleh nilai RPN tertinggi selanjutnya adalah analisis FTA untuk mengetahui akar permasalahan dari jenis *defect* produk yang paling beresiko, sehingga dapat diketahui cara memulai perbaikan untuk mengatasi *defect* tersebut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Pada tahapan pengumpulan data ini, data yang dikumpulkan adalah data kecacatan produk pintu laminasi bulan Januari 2024. Data ini diperoleh dari departemen *Quality*. Adapun data kecacatan produk pintu laminasi dapat dilihat pada tabel 3 berikut:



Tabel 3. Data Kecacatan Produk Pintu Laminasi Bulan Januari 2024

Tgl	Jumlah Produksi (pcs)	Standar Cacat	Jenis Cacat					Scratch	Jumlah Cacat (pcs)	Presentase Kecacatan (%)
			Lem Tidak Lengket	Retak	Joint tidak presisi	Ukuran Groove Tidak Sesuai	Cat Mengelupas			
3-Jan-24	505	2%	9	6	3	6	7	2	33	6.53
4-Jan-24	510	2%	8	3	5	6	5	7	34	6.67
5-Jan-24	508	2%	9	4	6	1	6	8	34	6.69
9-Jan-24	512	2%	6	7	5	4	5	5	32	6.25
10-Jan-24	508	2%	5	4	6	7	5	5	32	6.30
11-Jan-24	508	2%	9	6	4	4	6	5	34	6.69
12-Jan-24	515	2%	6	9	4	5	5	6	35	6.80
15-Jan-24	510	2%	7	4	2	5	7	8	33	6.47
16-Jan-24	505	2%	7	4	4	4	6	7	32	6.34
17-Jan-24	509	2%	7	4	4	3	7	7	32	6.29
18-Jan-24	507	2%	5	8	4	5	4	7	33	6.51
19-Jan-24	507	2%	9	4	6	3	5	4	31	6.11
22-Jan-24	505	2%	8	5	6	2	5	5	31	6.14
23-Jan-24	508	2%	7	7	4	4	4	6	32	6.30
24-Jan-24	505	2%	8	4	5	4	3	7	31	6.14
25-Jan-24	508	2%	8	8	2	6	8	2	34	6.69
26-Jan-24	511	2%	10	7	3	2	6	4	32	6.26
29-Jan-24	508	2%	3	7	5	7	5	5	32	6.30
30-Jan-24	506	2%	9	6	5	5	6	3	34	6.72
31-Jan-24	505	2%	8	5	4	3	5	7	32	6.34
Jumlah	10160	2%	148	112	87	86	110	110	653	128.54
Rata-rata	508	2%	7.40	5.60	4.35	4.30	5.50	5.50	32.65	6.43



Berdasarkan data pada tabel 3 jumlah cacat produk pintu laminasi tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh perusahaan. Rata-rata jumlah produk yang mengalami kecacatan adalah 33 pcs dengan persentase mencapai 6,43%.

4.2 Analisis FMEA

Tahap pertama yang dilakukan adalah menentukan nilai *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, dan perhitungan nilai RPN. Berikut merupakan tabel FMEA pintu laminasi:

Tabel 4 Tabel FMEA Produk Pintu Laminasi

No	Failure Mode	Effect of Failure Mode	Factor	Cause of Failure Mode	S	O	D	RPN	Recommended Action
1	Lem tidak lengket	Lem tidak menempel dengan sempurna pada produk	Man	Operator tidak terlatih	4	3	6	72	Melakukan pelatihan intensif untuk operator dalam menjalankan mesin laminasi
			Machine	Kestabilan mesin aplikasi lem	7	7	6	294	Melakukan perawatan rutin pada mesin
			Material	Kualitas lem kurang baik	4	5	4	80	Memeriksa kualitas lem sebelum penggunaan dan memastikan lem masih dalam masa kegunaan yang direkomendasikan
			Method	Tidak melakukan prosedur dengan baik	4	4	5	80	Memastikan prosedur aplikasi lem diikuti dengan benar oleh operator dan melakukan pemeriksaan berkala.
			Environment	Kelembaban udara tinggi	4	6	3	72	Mengontrol kelembaban udara di area produksi dengan sistem ventilasi yang tepat.
2	Retak	Produk tidak bisa digunakan pada proses selanjutnya (<i>reject</i>)	Man	Operator tidak terlatih	6	4	3	72	Melakukan pelatihan intensif untuk operator dalam menjalankan mesin <i>press</i>
			Machine	Mesin tidak dilakukan perawatan dengan baik	4	4	5	80	Melakukan perawatan rutin pada mesin
			Method	Proses <i>press</i> tidak sesuai SOP (tekanan terlalu tinggi)	6	7	6	252	Memastikan prosedur dijalankan dengan benar oleh operator dan melakukan



No	Failure Mode	Effect of Failure Mode	Factor	Cause of Failure Mode	S	O	D	RPN	Recommended Action
3	Joint tidak presisi	Kerekatan <i>joint</i> pada produk kurang baik	Man	Operator tidak terlatih	6	4	5	120	pemeriksaan berkala. Melakukan pelatihan intensif untuk operator dalam menjalankan proses <i>joint</i>
			Material	Kualitas bahan baku kurang baik	3	2	2	12	Memeriksa kualitas material <i>joint</i> sebelum digunakan
			Method	Proses <i>joint</i> tidak sesuai SOP	4	2	3	24	Memastikan prosedur <i>joint</i> yang digunakan sesuai standar dan efektif.
4	Ukuran <i>groove</i> tidak sesuai spesifikasi	Produk tidak bisa digunakan pada proses selanjutnya (<i>reject</i>)	Man	Operator tidak terlatih	7	5	7	245	Memberikan pelatihan kepada operator untuk meningkatkan keterampilan dalam pengoperasian CNC <i>router</i>
			Machine	Mesin tidak dilakukan perawatan dengan baik	5	4	4	80	Melakukan perawatan rutin pada mesin
			Method	Program tidak sesuai (settingan tidak sesuai dengan <i>work loading</i> yang sedang dikerjakan)	6	4	4	96	Memastikan prosedur dijalankan dengan benar oleh operator dan sesuai dengan spesifikasi produk, serta melakukan pemeriksaan berkala.
5	Cat mengelupas	Mengurangi nilai kualitas produk	Man	Operator tidak terlatih	6	2	4	48	Melakukan pelatihan intensif untuk operator dalam menjalankan proses <i>filler cat</i> yang benar
			Material	Kualitas bahan baku kurang baik	5	3	4	60	Memeriksa kualitas cat sebelum penggunaan dan memastikan cat masih dalam masa kegunaan yang direkomendasikan
			Method	Metode aplikasi cat tidak tepat	5	6	6	180	Memastikan prosedur aplikasi cat dijalankan dengan benar dan sesuai standar

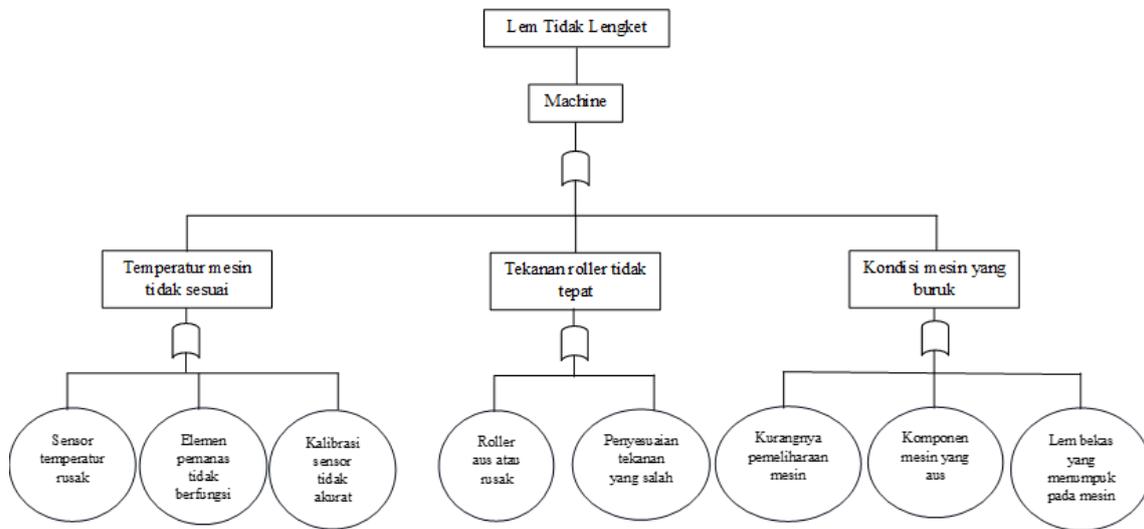


No	Failure Mode	Effect of Failure Mode	Factor	Cause of Failure Mode	S	O	D	RPN	Recommended Action
6	Scratch pada permukaan laminasi	Mengurangi nilai kualitas produk	Enviroment	Suhu ruangan tidak stabil	4	1	3	12	Menjaga lingkungan aplikasi cat agar stabil dengan kontrol suhu dan kelembaban yang tepat.
			Man	Operator tidak terlatih	5	7	5	175	Memberikan pelatihan kepada operator untuk meningkatkan keterampilan dalam proses <i>sander</i>
			Material	Kualitas bahan baku kurang baik	4	2	5	40	Memeriksa kualitas material <i>sanding</i> sebelum digunakan
			Method	Proses press tidak sesuai SOP (tekanan terlalu tinggi)	6	7	6	252	Memastikan prosedur dijalankan dengan benar oleh operator dan melakukan pemeriksaan berkala

Dari data hasil analisa FMEA tersebut didapatkan nilai RPN tertinggi berdasarkan faktor 4M+1E yaitu lem tidak lengket dengan faktor *machine* sebesar 294, retak dengan faktor *methode* sebesar 252, *joint* tidak presisi dengan faktor *man* sebesar 120, ukuran *groove* tidak sesuai spesifikasi dengan faktor *man* sebesar 245, cat mengelupas dengan faktor *methode* sebesar 180, *scratch* pada permukaan laminasi dengan faktor *man* sebesar 175. Berdasarkan hasil RPN dari analisa FMEA tersebut, maka dari hasil nilai terbesar akan dianalisis menggunakan metode FTA.

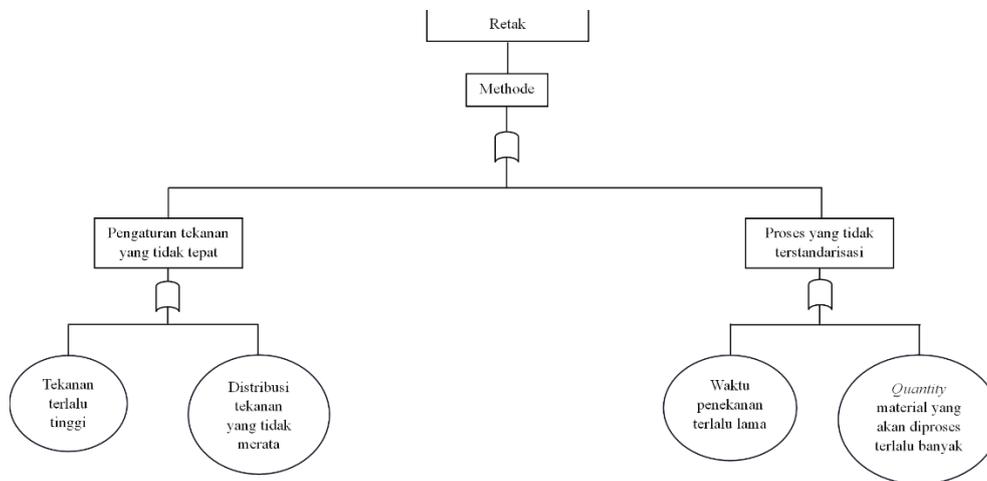
4.3 Analisis FTA

Berdasarkan nilai RPN tertinggi yang didapatkan dengan metode FMEA, maka selanjutnya yaitu dilakukan analisis menggunakan metode FTA untuk menentukan akar penyebab dari masalah yang ada. Berikut adalah analisis dengan menggunakan metode FTA *defect* lem tidak lengket, retak, *joint* tidak presisi, ukuran *groove* tidak sesuai spesifikasi, cat mengelupas, dan *scratch* pada permukaan laminasi dengan tujuan untuk mengetahui faktor apa saja yang menjadi penyebab terjadinya *defect* tersebut.



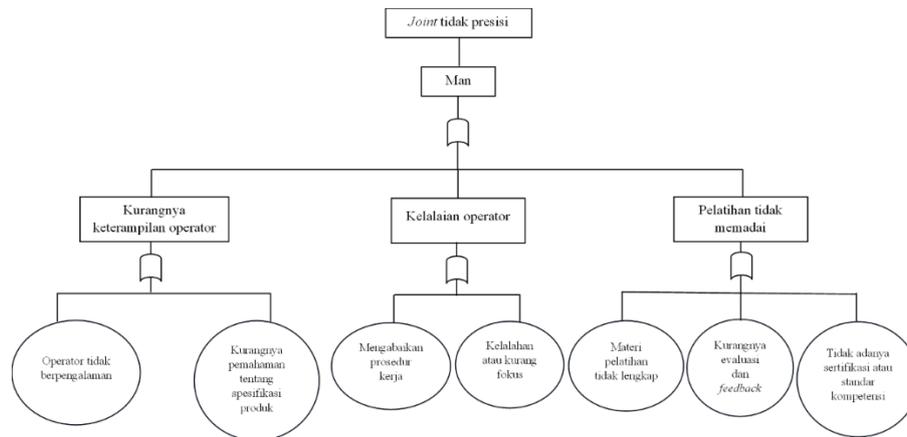
Gambar 1. Analisis FTA *Defect* Lem Tidak Lengket

Pada gambar 1 cacat lem tidak lengket disebabkan oleh tiga faktor utama: temperatur mesin yang tidak sesuai akibat sensor atau elemen pemanas rusak, tekanan *roller* yang tidak tepat karena *roller* aus atau penyesuaian yang salah, dan kondisi mesin yang buruk akibat kurangnya pemeliharaan atau komponen aus.



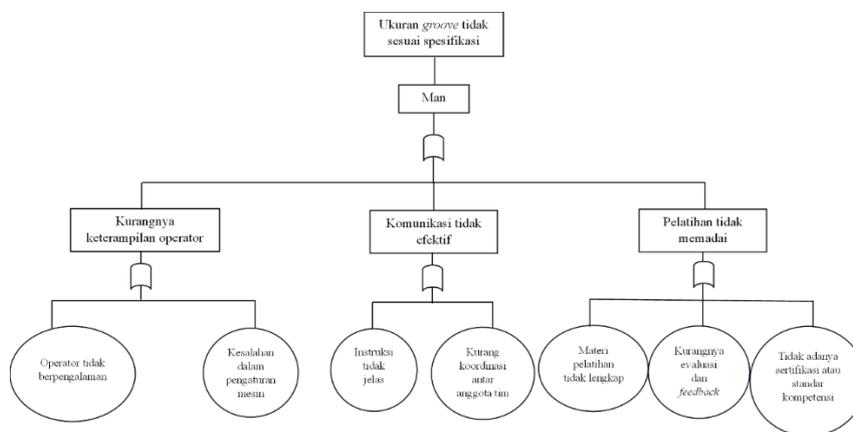
Gambar 2. Analisis FTA *Defect* Retak

Pada gambar 2 cacat retak dapat disebabkan oleh dua hal. Pertama, pengaturan tekanan yang tidak tepat. Tekanan yang terlalu tinggi atau distribusi tekanan yang tidak merata bisa menyebabkan material pintu mengalami deformasi berlebihan dan *stress internal*, yang kemudian menyebabkan retak. Kedua, proses yang tidak terstandarisasi. Tanpa standar yang jelas, pengaturan mesin seperti suhu, tekanan, dan waktu *pressing* bisa bervariasi antar batch. Operator yang berbeda mungkin menggunakan metode kerja yang berbeda, yang dapat menyebabkan inkonsistensi dalam hasil akhir produk.



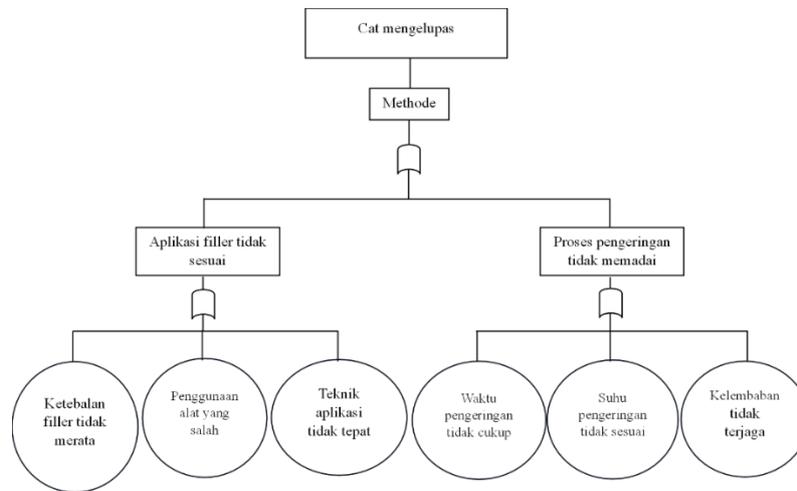
Gambar 3. Analisis FTA *Defect Joint Tidak Presisi*

Pada gambar 3 cacat *joint* tidak presisi bisa disebabkan oleh tiga hal. Pertama, kurangnya keterampilan operator. Operator yang kurang berpengalaman mungkin melakukan kesalahan dalam pengaturan dan pengoperasian alat. Kedua, kelalaian operator. Kurangnya fokus saat proses *joint assembly* dapat menyebabkan kesalahan dalam menyusun komponen. Ketiga, pelatihan yang tidak memadai. Tanpa pelatihan rutin, operator mungkin tidak mengetahui perkembangan terbaru atau perbaikan prosedur, dan tanpa standar kompetensi atau sertifikasi, operator mungkin kurang terlatih dalam mengoperasikan alat.



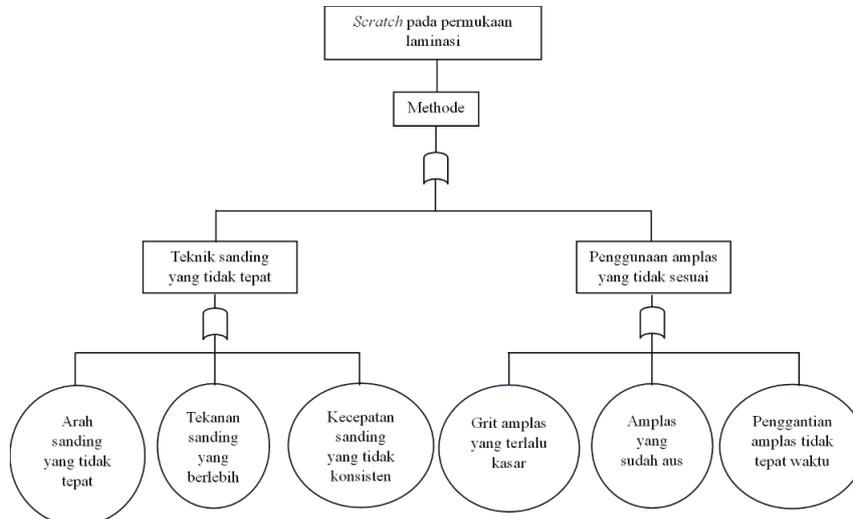
Gambar 4. Analisis FTA *Defect Ukuran Groove Tidak Sesuai Spesifikasi*

Pada gambar 4 cacat *groove* tidak sesuai spesifikasi bisa disebabkan oleh tiga hal. Pertama, kurangnya keterampilan operator. Operator yang tidak berpengalaman dapat melakukan kesalahan dalam pengaturan dan pengoperasian mesin CNC *router*. Kedua, komunikasi tidak efektif. Instruksi yang tidak jelas atau kurang koordinasi tim dapat membuat operator tidak memahami tugas dengan baik. Ketiga, pelatihan yang tidak memadai. Materi pelatihan yang tidak lengkap dan ketiadaan standar kompetensi atau sertifikasi dapat membuat operator kurang pengetahuan dan kualifikasi dalam mengoperasikan alat.



Gambar 5. Analisis FTA *Defect* Cat Mengelupas

Pada gambar 5 cacat cat mengelupas bisa disebabkan oleh dua hal. Pertama, aplikasi *filler* yang tidak sesuai bisa menghasilkan cat yang tidak merata dan cenderung mengelupas karena teknik yang salah. Kedua, proses pengeringan yang tidak memadai, seperti waktu pengeringan yang terlalu singkat atau kondisi suhu dan kelembaban yang tidak optimal, juga dapat menyebabkan cat tidak mengering dengan baik dan mengelupas.



Gambar 6. Analisis FTA *Defect* Scratch Pada Permukaan Laminasi

Pada gambar 6 cacat *scratch* pada permukaan laminasi dapat disebabkan oleh dua hal. Pertama, teknik *sanding* yang kurang tepat, seperti arah *sanding* yang salah, bisa menyebabkan goresan pada permukaan laminasi. Selain itu, tekanan yang terlalu kuat dan kecepatan yang tidak stabil saat proses *sanding* juga dapat mengakibatkan ketidaksempurnaan pada permukaan laminasi. Kedua, penggunaan amplas yang tidak sesuai, misalnya menggunakan grit yang terlalu kasar, dapat menyebabkan goresan. Selain itu, tidak mengganti amplas pada waktu yang tepat juga bisa menyebabkan hasil yang tidak konsisten.



4.4 Usulan Perbaikan

Berdasarkan analisis FMEA dan FTA, berikut adalah usulan perbaikan untuk setiap cacat produk dengan nilai RPN tertinggi:

1. Lem Tidak Lengket (RPN 294) - Faktor *Machine*

Usulan Perbaikan:

- a. Pemeliharaan dan Kalibrasi Mesin: Lakukan pemeliharaan rutin dan kalibrasi mesin laminasi untuk memastikan mesin beroperasi dalam kondisi optimal.
- b. Pengawasan Suhu dan Tekanan: Implementasikan sistem pengawasan otomatis untuk memastikan suhu dan tekanan yang tepat selama proses laminasi.
- c. Penggantian Komponen Mesin: Ganti komponen mesin yang aus atau rusak secara berkala untuk mencegah kegagalan fungsi.
- d. Pelatihan Operator: Berikan pelatihan kepada operator tentang cara mengoperasikan dan merawat mesin laminasi dengan benar.

2. Retak (RPN 252) - Faktor *Method*

Usulan Perbaikan:

- a. Standardisasi Metode *Pressing*: Kembangkan dan terapkan prosedur standar untuk proses *pressing*, termasuk tekanan dan waktu yang tepat.
- b. Kontrol Kualitas Selama Proses: Implementasikan kontrol kualitas selama proses *pressing* untuk mendeteksi dan memperbaiki kesalahan segera.
- c. Penelitian dan Pengembangan: Lakukan penelitian untuk memahami lebih dalam tentang kondisi optimal yang mencegah retak, seperti material dan suhu.

3. *Joint* Tidak Presisi (RPN 120) - Faktor *Man*

Usulan Perbaikan:

- a. Pelatihan dan Sertifikasi: Adakan program pelatihan dan sertifikasi bagi operator untuk meningkatkan keterampilan dan pengetahuan tentang *joint assembly*.
 - b. Pengawasan dan Evaluasi: Tingkatkan pengawasan dan evaluasi kinerja operator selama proses *assembly*.
 - c. Penggunaan Alat Ukur yang Tepat: Sediakan alat ukur yang akurat dan lakukan kalibrasi secara berkala.
 - d. Motivasi dan Insentif: Berikan insentif untuk mendorong operator bekerja dengan presisi dan sesuai standar.
4. Ukuran *Groove* Tidak Sesuai Spesifikasi (RPN 245) - Faktor *Man*
- Usulan Perbaikan:
- a. Pelatihan Pengukuran dan Penandaan: Lakukan pelatihan intensif bagi operator tentang teknik pengukuran dan penandaan yang benar.
 - b. Kalibrasi Alat Ukur: Pastikan alat ukur dikalibrasi secara rutin untuk memastikan akurasi pengukuran.
 - c. Standar Operasional Prosedur (SOP): Buat dan terapkan SOP yang jelas untuk proses pengukuran dan penandaan.
 - d. Pengawasan dan Kontrol Kualitas: Tingkatkan pengawasan dan kontrol kualitas selama proses CNC *router* untuk memastikan ukuran *groove* sesuai spesifikasi.
5. Cat Mengelupas (RPN 180) - Faktor *Method*
- Usulan Perbaikan:
- a. Standardisasi Proses Aplikasi Cat: Kembangkan dan terapkan prosedur standar untuk aplikasi cat, termasuk kondisi lingkungan yang ideal.
 - b. Pemilihan Bahan Cat yang Tepat: Gunakan bahan cat yang sesuai dengan spesifikasi dan lingkungan aplikasi.
 - c. Kontrol Kualitas Lingkungan: Implementasikan kontrol lingkungan



seperti kelembaban dan suhu selama proses aplikasi cat.

6. *Scratch* pada Permukaan Laminasi (RPN 175) - Faktor *Man*

Usulan Perbaikan:

- a. Penggunaan Alat *Sanding* yang Sesuai: Pastikan alat sanding dalam kondisi baik dan sesuai dengan jenis permukaan yang sedang dikerjakan.
- b. Pengawasan Selama Proses *Sanding*: Tingkatkan pengawasan selama proses *sanding* untuk mendeteksi dan memperbaiki kesalahan segera.
- c. Penetapan Standar Kebersihan: Pastikan area kerja selalu bersih untuk mencegah terjadinya goresan pada permukaan laminasi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis dengan metode FMEA dan FTA, ditemukan bahwa dari enam jenis cacat pada produk pintu laminasi, kesalahan operator adalah penyebab utama. Namun, sistem kerja yang diterapkan dan lingkungan kerja yang tidak mendukung juga memengaruhi kinerja operator. Hasil perhitungan FMEA menunjukkan bahwa setiap penyebab yang memiliki tingkat kesulitan tertinggi akan dianalisis lebih lanjut untuk saran perbaikan.

Nilai RPN tertinggi berdasarkan faktor 4M+1E yaitu lem tidak lengket dengan faktor *machine* sebesar 294, retak dengan faktor *methode* sebesar 252, *joint* tidak presisi dengan faktor *man* sebesar 120, ukuran *groove* tidak sesuai spesifikasi dengan faktor *man* sebesar 245, cat mengelupas dengan faktor *methode* sebesar 180, *scratch* pada permukaan laminasi dengan faktor *man* sebesar 175. Usulan perbaikan tersebut secara umum antara lain mengadakan pelatihan bagi operator, lebih memperhatikan perawatan mesin dan mengganti peralatan atau komponen yang kurang baik,

pemilihan bahan baku yang tepat, dan menerapkan *Standard Operating Procedure* yang jelas.

Saran

Setelah melakukan penelitian menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) pada produk pintu laminasi, arah penelitian selanjutnya yang dapat diambil untuk lebih memperdalam analisis dan meningkatkan kualitas serta efisiensi produksi adalah Implementasi *Lean Manufacturing*. Hasil yang diharapkan adalah dapat meningkatkan efisiensi produksi dan pengurangan waktu siklus serta biaya produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali M, M. N., & Kusuma, A. (2019). Analisa Kinerja Mesin Wtp Menggunakan Metode Fmea Dan Penjadwalan Preventif Maintenance. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 17(1), 15–25. <https://doi.org/10.36456/waktu.v17i1.1829>
- Andespa, I. (2020). Analisis Pengendalian Mutu Dengan Menggunakan Statistical Quality Control (Sqc) Pada Pt.Pratama Abadi Industri (Jx) Sukabumi. *E-Jurnal Ekonomi Dan Bisnis Universitas Udayana*, 2, 129. <https://doi.org/10.24843/eeb.2020.v09.i02.p02>
- Ariyanty, R. (2021). Penerapan Metode FMEA dan FTA Dalam Mengidentifikasi Penyebab Kerusakan Mesin Vertical Shaft Pada PT.Prima Karya Manunggal Pangkep. *Penerapan Metode Fmea Dan Fta Dalam Mengidentifikasi Penyebab Kerusakan Mesin Vertical Shaft Pada Pt. Prima Karya Manunggal Pangkep Tugas*, 10.
- Cahyono, A., Ayu Titisari, M., & PGRI Adi Buana Surabaya, U. (2023). *Jurnal Scientia* is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0) APPLICATION OF THE FMEA



- METHOD IN DETERMINING IMPROVEMENT PRIORITIES IN THE PRODUCT QUALITY SYSTEM AT COMPANY X. *Jurnal Scientia*, 12(2), 2023.
<https://seaninstitute.org/infor/index.php/pendidikan/article/view/1329>
- Hanif Yulinda R, Setyo Rukmi H, & Susanty susy. (2015). PERBAIKAN KUALITAS PRODUK KERATON LUXURY DI PT. X DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE and EFFECT ANALYSIS (FMEA) dan FAULT TREE ANALYSIS (FTA) * RICHMA YULINDA HANIF, HENDANG SETYO RUKMI, SUSY SUSANTY. *Institut Teknologi Nasional*, 03(03), 137–147.
- Haryono, M. F. Y., & Sumiati. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Paving Block Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC) Dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Di PT. Duta Beton Mandiri, Pasuruan. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik (JUPRIT)*, 2(3), 45–65.
- Kartika, W. Y., Harsono, A., & Permata, G. (2016). Usulan Perbaikan Produk Cacat Menggunakan Metode Fault Mode and Effect Analysis dan Fault Tree Analysis Pada PT. Sygma Examedia Arkanleema. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 4(1), 345–356.
- Puspasari, A., Mustomi, D., & Anggraeni, E. (2019). Proses Pengendalian Kualitas Produk Reject dalam Kualitas Kontrol Pada PT. Yasufuku Indonesia Bekasi. *Widya Cipta*, 3(1), 71–78.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31294/widyacipta.v3i1.5088>
- Rachman, A., Adianto, H., & Liansari, G. P. (2016). Perbaikan Kualitas Produk Ubin Semen Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis dan Failure Tree Analysis di Institusi Keramik. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 4(2), 24–35.
- Suhaeri. (2017). *Analisa Pengendalian Kualitas Produk Jumbo Roll Dengan Menggunakan Metode FTA (Fault Tree Analysis) dan FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Di PT. Indah Kiat Pulp & Paper, Tbk.* 1–103.
- Syahrullah, Y., & Izza, M. R. (2021). Integrasi Fmea Dalam Penerapan Quality Control Circle (Qcc) Untuk Perbaikan Kualitas Proses Produksi Pada Mesin Tenun Ravier. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 6(2), 78–85. <https://doi.org/10.33884/jrsi.v6i2.2503>
- Triwuni, Z., & Nugroho, Y. A. (2023). Upaya Pengurangan Produk Cacat Pada Air Dalam Kemasan Cup 250 ml Di Pt Duta Putra Lexindo (Bolesa) Menggunakan Metode Lean Six Sigma. *Jurnal TRINISTIK: Jurnal Teknik Industri, Bisnis Digital, Dan Teknik Logistik*, 2(1), 16–20. <https://doi.org/10.20895/trinistik.v2i1.665>