

Packaging Quality Control Analysis Using Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) And Fault Tree Analysis (FTA)

[Analisis Pengendalian Kualitas Packaging Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA)]

Muhammad Rizki Kurniawan¹, Atikha Sidhi Cahyana²

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: atikhasidhi@umsida.ac.id

Abstract. *This research examines product defects that occur in cigarette manufacturing companies in the packaging process. The problem faced by cigarette manufacturing companies is that there are still many packaging products that do not comply with specifications and quality standards which causes the packaging products produced to be defective or damaged. In this research, data was obtained on the number of defects in packaging products from October 2022 to March 2023, with the number of defects reaching 2.02%, where the number of defects exceeds the tolerance limit given by the company, namely 2%. The aim of this research is to identify factors that cause defects in packaging products and provide recommendations for improvements to minimize defects in packaging product quality control activities. The research method used is failure mode and effect analysis (FMEA) and fault tree analysis (FTA).*

Keywords – *Quality control, failure mode and effect analysis (FMEA), fault tree analysis (FTA).*

Abstrak. Penelitian ini mengkaji mengenai kecacatan produk yang terjadi pada perusahaan manufaktur rokok didalam proses pengemasannya. Permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan manufaktur rokok yaitu masih banyak terdapat produk *packaging* yang tidak sesuai dengan spesifikasi dan standar kualitas yang menyebabkan produk *packaging* yang di produksi menjadi cacat ataupun rusak. Pada penelitian kali ini didapatkan data jumlah kecacatan produk *packaging* pada bulan Oktober 2022 hingga Maret 2023 yaitu dengan jumlah kecacatan mencapai 2,02%, dimana jumlah angka kecacatan tersebut melebihi dari batas toleransi yang diberikan oleh perusahaan yaitu 2%. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi faktor penyebab cacat (*defect*) produk *packaging* dan memberikan usulan perbaikan untuk meminimalisasi *defect* dalam kegiatan pengendalian kualitas produk *packaging*. Metode penelitian yang digunakan yaitu menggunakan metode *failure mode and effect analysis* (FMEA) dan *fault tree analysis* (FTA).

Kata Kunci – *Pengendalian kualitas, failure mode and effect analysis (FMEA), fault tree analysis (FTA).*

1. PENDAHULUAN

Kemasan (*Packaging*) suatu kegiatan yang bertujuan dalam merancang dan juga membuat suatu wadah yang berfungsi dalam membungkus produk, kemasan adalah salah satu hal yang penting dan harus diperhatikan oleh perusahaan [1]. Kemasan selain menjadi pelindung suatu produk agar tidak terjadi kerusakan juga memiliki fungsi dan peran lain yaitu menjadi daya tarik bagi konsumen dan bersaing dengan produk-produk lain yang terbilang sejenis atau hampir sama [2]. Kemasan atau yang memiliki kata lain (*packaging*) juga diartikan sebagai suatu barang yang berfungsi dalam membungkus produk dimana bertujuan dalam melindungi isi dari produk itu sendiri. Kemasan dibuat dan di desain dengan semenarik mungkin agar dapat menggambarkan pandangan dan juga *image* akan isi dalam produk yang diproduksi dan dipasarkan sehingga konsumen dapat memahami dengan baik mengenai pesan yang disampaikan oleh produk tersebut [3]. Berikut adalah beberapa fungsi dari desain kemasan pada produk yang menarik: (1). Membantu memperlancar divisi *marketing* dikarenakan terdapat beberapa informasi penting yang tercantum dalam kemasan seperti tanggal kadaluarsa, merek produk atau bisnis, penjelasan produk, kandungan gizi produk, dan juga alamat dan keterangan produk tersebut diproduksi. (2). Kualitas dari produk otomatis meningkat dikarenakan produk semakin dikenal dan juga konsumen mulai percaya dan tertarik akan produk yang akan dijual. (3). Kualitas dari sebuah produk terjaga dengan aman dan tetap terjamin tentunya agar produk tidak mudah rusak dan dapat digunakan dengan baik [4]. Penelitian ini dilakukan hanya pada proses pengemasan (*packaging*), karena kendala yang dihadapi perusahaan yaitu pengendalian kualitas pada *packaging* produk yang kurang baik, sehingga menyebabkan timbulnya kecacatan pada saat produk dikemas. Dari hasil pengamatan yang dilakukan pada bulan Oktober 2022 sampai dengan Maret 2023 dimana didapatkan data bahwa jumlah produk *packaging* yang telah diproduksi adalah sebanyak 13.317.370 *pack* dan didapatkan jumlah kecacatan sebanyak 269.052 *pack* dalam jangka waktu 6 bulan. Maka didapatkan jumlah persentase kecacatan yang didapatkan yaitu sebesar 2,02%. Jumlah ini sangat besar melebihi toleransi kecacatan yang telah ditetapkan oleh perusahaan yakni sebesar 2% dari total hasil

produksi per hari. Berdasarkan pada permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan maka perlu dilakukan adanya upaya pengendalian kualitas pada produk *packaging* untuk mencari dan menemukan penyebab yang dapat mengakibatkan terjadinya cacat produk dan mencari solusi untuk perbaikannya.

PT. Kolang Citra Abadi perlu melakukan perbaikan pengendalian kualitas pada produk *packaging* guna menekan tingginya angka kecacatan yang terjadi. Metode yang tepat untuk digunakan yaitu metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Karena *Failure mode and effect analysis* (FMEA) adalah metode yang berguna dalam mengevaluasi risiko yang terjadi dalam sebuah sistem. FMEA memiliki fungsi dimana dapat menganalisis dan mengevaluasi sebuah sistem sehingga risiko kegagalan dalam suatu sistem dapat diminimalisir [5]. Metode FTA (*Fault Tree Analysis*) bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan enam kerugian utama dalam proses produksi untuk meningkatkan kualitas produk dalam proses pengendalian produksi produk [6].

A. Kemasan (Packaging)

Kemasan (*Packaging*) suatu kegiatan yang bertujuan dalam merancang dan juga membuat suatu wadah yang berfungsi dalam membungkus produk, kemasan adalah salah satu hal yang penting dan harus diperhatikan oleh perusahaan [1]. Kemasan selain menjadi pelindung suatu produk agar tidak terjadi kerusakan juga memiliki fungsi dan peran lain yaitu menjadi daya tarik bagi konsumen dan bersaing dengan produk-produk lain yang terbelang sejenis atau hampir sama [2]. Kemasan atau yang memiliki kata lain (*packaging*) juga diartikan sebagai suatu barang yang berfungsi dalam membungkus produk dimana bertujuan dalam melindungi isi dari produk itu sendiri. Kemasan dibuat dan di desain dengan semenarik mungkin agar dapat menggambarkan pandangan dan juga *image* akan isi dalam produk yang diproduksi dan dipasarkan sehingga konsumen dapat memahami dengan baik mengenai pesan yang disampaikan oleh produk tersebut [3]. Berikut adalah beberapa fungsi dari desain kemasan pada produk yang menarik: (1). Membantu memperlancar divisi *marketing* dikarenakan terdapat beberapa informasi penting yang tercantum dalam kemasan seperti tanggal kadaluarsa, merek produk atau bisnis, penjelasan produk, kandungan gizi produk, dan juga alamat dan keterangan produk tersebut diproduksi. (2). Kualitas dari produk otomatis meningkat dikarenakan produk semakin dikenal dan juga konsumen mulai percaya dan tertarik akan produk yang akan dijual. (3). Kualitas dari sebuah produk terjaga dengan aman dan tetap terjamin tentunya agar produk tidak mudah rusak dan dapat digunakan dengan baik [4].

B. Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Terdapat beberapa tahap dalam melakukan analisa *Failure mode and effect analysis* (FMEA) yaitu produk maupun proses telah dideskripsikan, menjelaskan mengenai fungsi, identifikasi kegagalan yang berkemungkinan muncul, menjelaskan pengaruh yang diakibatkan oleh kegagalan, menentukan resiko, melakukan penyusunan metode untuk pengontrolan, pengukuran resiko, melakukan penyusunan tindakan dan terakhir menganalisa dan memantau hasil [7]. FMEA juga termasuk dalam sebuah metode yang sifatnya sistematis dimana berguna dalam mengidentifikasi suatu masalah dan adanya kegagalan yang akan terjadi pada produk dan proses manufaktur [8]. FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) adalah teknik untuk mengidentifikasi dan mencegah kesalahan atau cacat pada suatu produk agar produk tersebut dapat memenuhi standar yang diinginkan oleh perusahaan. Berikut langkah-langkah melakukan analisis metode FMEA [9]: a) Tentukan mode kegagalan. b) Tentukan nilai frekuensi untuk kesalahan umum. c) Tentukan nilai *Severity*. d) Tetapkan nilai deteksi untuk deteksi kesalahan. FMEA memiliki tujuan yaitu sebuah tindakan utama dalam mengidentifikasi sebuah risiko agar dapat mempersiapkan tindakan pencegahan. Selain itu FMEA juga dapat mengurangi dan juga meminimalisir biaya kegagalan, menambah kehandalan dan peningkatan kualitas [10]. *Rating Severity*, *Occurrence* dan juga *Detection* berguna dalam menentukan nilai yang dihasilkan dari RPN pada tabel FMEA, nilai dapat ditentukan mulai dari skala angka 1 hingga skala angka 10 dimana skala 1 memiliki arti dampak dari kegagalan yang paling rendah dan skala nilai 10 adalah dampak kegagalan yang paling tinggi [11].

Dalam metode FMEA terdapat delapan macam tahapan yang digunakan, yaitu antara lain: a) Mengidentifikasi terhadap proses produksi. b) Mengidentifikasi potensi *failure mode* pada proses produksi. c) Mengidentifikasi *potential effect* yang ditimbulkan oleh *failure mode*. d) Mengidentifikasi penyebab (*potential cause*) dari *failure mode* pada proses produksi. e) Mengidentifikasi *detection mode* pada proses produksi. f) Menetapkan nilai *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D). g) Menghitung nilai ($RPN = S \times O \times D$). h) Memberikan rekomendasi perbaikan terhadap penyebab kegagalan, alat kontrol dan efek yang diakibatkan [12]. Berikut merupakan penjelasan mengenai tingkat keparahan (*severity*), kejadian (*occurrence*), dan juga deteksi (*detection*) pada tabel 1 sampai tabel 3.

Tabel 1. Nilai *Severity*

<i>Effect</i>	<i>Severity Effect for FMEA</i>	<i>Ranking</i>
Tidak ada	Efek kegagalan tanpa efek samping	1
Sangat minor	Tidak adanya efek yang berakibat langsung	2
Minor	Efek yang memiliki batas	3

Sangat rendah	Perlu adanya sedikit proses ulang	4
Rendah	Perlu adanya proses ulang yang terhitung banyak	5
Sedang	Produk yang dihasilkan mengalami rusak (<i>defect</i>)	6
Tinggi	Menyebabkan adanya gangguan pada peralatan	7
Sangat tinggi	Menyebabkan adanya gangguan pada mesin	8
Berbahaya dan ada peringatan	Gangguan yang menyebabkan mesin <i>breakdown</i>	9
Berbahaya tanpa adanya peringatan	Menyebabkan mesin terganggu hingga <i>safety</i> pekerja terancam	10

Sumber: [12]

Tabel 2. Nilai *occurrence*

<i>Probability of failure</i>	<i>Failure rates</i>	<i>Ranking</i>
	1 in 2	10
Sangat tinggi	1 in 3	9
	1 in 8	8
Tinggi	1 in 20	7
	1 in 80	6
Sedang	1 in 400	5
	1 in 2000	4
Rendah	1 in 15000	3
	1 in 150000	2
Remote	1 in 1500000	1

Sumber: [12]

Tabel 3. Nilai *Detection*

<i>Detection</i>	<i>Criteria Of Detection by Proccess</i>	<i>Ranking</i>
Hampir tidak mungkin	Tidak tersedianya alat kontrol	10
Sangat jarang	Alat kontrol yang sulit untuk dipahami	9
Jarang	Alat pengontrol kesulitan dalam mendeteksi bentuk dan juga kegagalan yang disebabkan sangat rendah	8
Sangat rendah	Kemampuan dalam mengontrol adanya kegagalan sangat rendah	7

Rendah	Kemampuan dalam mengontrol adanya kegagalan rendah	6
Sedang	Kemampuan dalam mengontrol adanya kegagalan sedang	5
Agak tinggi	Kemampuan dalam mengontrol adanya kegagalan agak tinggi	4
Tinggi	Kemampuan dalam mengontrol adanya kegagalan tinggi	3
Sangat tinggi	Kemampuan dalam mengontrol adanya kegagalan sangat tinggi	2
Hampir pasti	Kemampuan dalam mengontrol adanya kegagalan hampir pasti	1

Sumber: [12]




C. Fault Tree Analysis (FTA)

Metode FTA (*Fault Tree Analysis*) bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan enam kerugian utama dalam proses produksi untuk meningkatkan kualitas produk dalam proses pengendalian produksi produk [6]. Salah satu *tools* atau alat yang dapat digunakan dalam mencari faktor penyebab dari kegagalan yaitu *Fault Tree Analysis* (FTA). Dimana FTA lebih mengutamakan *Top-down approach*, dikarenakan analisa yang dilakukan diawali dari sistem yang disebut *top level* dan berguna dalam meneruskannya ke bawah. Adanya kesalahan yang terjadi dalam suatu sistem dapat dianalisis dengan menggunakan metode-metode analisis sistem [13], *Fault Tree Analysis* (FTA) masuk dalam suatu model metode bagan yang berfungsi dalam mendisplai dan juga mengidentifikasi mengenai banyak kombinasi dalam kegagalan peralatan dan kesalahan yang dilakukan oleh manusia *human error* secara logik.

Dalam merancang bagan FTA memerlukan langkah-langkah sebagai berikut: a) Mengidentifikasi kecelakaan. b) Mengetahui dan mempelajari sistem dimana harus mengetahui spesifikasi mengenai peralatan, lingkungan dalam kerja dan juga prosedur yang ada dalam proses operasi. c) Mengupdate pohon kesalahan [14]. Dengan menggunakan *tools* atau metode *Fault Tree Analysis* (FTA) maka dapat dengan mudah menganalisa dasar penyebab dari permasalahan dengan cara melihat bagan pohon kesalahan yang didapatkan melalui sebab dari kondisi dan juga tindakan yang tidak aman [15]. *Fault Tree Analysis* (FTA) berfungsi dalam melihat reliabilitas dari suatu produk dimana dapat menunjukkan adanya faktor sebab akibat yang diakibatkan karena suatu kejadian dengan kejadian yang lainnya. Dalam membuat model *Fault Tree Analysis* (FTA) langkah yang harus dilakukan yaitu dengan metode wawancara pada pihak pekerja dan juga melakukan kegiatan observasi secara langsung terhadap proses produksi yang sedang berlangsung [16].

Pada proses pembuatan bagan FTA terdapat langkah-langkah yang perlu dilakukan agar bagan FTA dapat tersusun dengan baik menjadi sebuah peta pohon kesalahan. Dimana secara umum terdapat langkah-langkah FTA yang perlu diikuti yaitu: a) tentukan (*top event*) kejadian yang paling utama, dimana *top event* adalah kondisi kegagalan yang perlu diteliti. b) merancang dan menyusun pohon kesalahan. Setelah dilakukannya penentuan dari kejadian utama, pada langkah selanjutnya adalah menyusun suatu hirarki awal guna menyusun pohon kesalahan. Didalam merancang dan juga menyusun pohon kesalahan semua hal-hal mengenai pohon kesalahan perlu dipertimbangkan. c) melakukan kegiatan analisa pada pohon kesalahan yang telah disusun. d) bagan FTA memiliki simbol-simbol standar dimana simbol-simbol tersebut memiliki arti yang berbeda antara simbol satu dengan simbol yang lainnya dimana berguna dalam mengembangkan pohon kesalahan. Simbol-simbol dari FTA mewakili arti dari hirarki dan juga interkoneksi dimana hirarki tersebut saling terkait antara peristiwa maupun tingkat tertentu. tabel 4 adalah tabel simbol *gate* dari FTA dan juga keterangan dari masing-masing simbolnya sedangkan tabel 5 adalah gambaran simbol *event* pada FTA beserta keterangannya [17].

Tabel 4. tabel simbol *gate* FTA

Simbol <i>gate</i>	Nama	<i>Output event</i> terjadi jika	Untuk mengurangi resiko secara efisien
	<i>And Gate</i>	Semua <i>input event</i> terjadi pada waktu yang sama	Hilangkan setidaknya satu peristiwa masukan dan kegagalan dapat dicegah
	<i>Or Gate</i>	Salah satu <i>input event</i> terjadi	Hilangkan sebanyak mungkin <i>input event</i> , dimulai dengan peristiwa yang paling mungkin terjadi; masing masing mengurangi resiko
	<i>Ordered And Gate</i>	Salah satu <i>input event</i> terjadi secara berurutan dari kiri kekanan	Setidaknya dapat menghilangkan dan mengubah urutan dari <i>input event</i> , maka dapat mencegah kegagalan



Exclusive Or Gate

Hanya terjadi *input event* masukan, tidak lebih dari satu

Sebisa mungkin menghilangkan *input event* sebanyaknya, mulai dari peristiwa yang kemungkinan besar terjadi: masing-masing dapat mengurangi risiko. Ataupun dengan cara lain dengan memastikan bahwa terjadi lebih dari satu peristiwa, dan dapat mencegah kegagalan

Sumber: [17]

Tabel 5. gambar simbol *event* pada FTA

Simbol event	Nama	Keterangan
	<i>Top event</i>	Berfungsi untuk melambangkan yang selalu muncul pada bagian atas yang ada pada pohon kesalahan
	<i>Event</i>	Mewakili kejadian kesalahan yang tingkatnya menengah, dimana peristiwa ini pada pohon kesalahan selalu muncul dimana saja kecuali jika terdapat pada pohon kesalahan yang paling rendah.
	<i>Basic Event</i>	Mewakili kejadian kesalahan yang memiliki level kegagalan terendah dimana biasanya tingkat ini disebut dengan dasar peristiwa. Lebih sering muncul pada pohon kesalahan yang tingkatnya terendah
	<i>Undevelop event</i>	event ini tidak dapat dianalisa dan menjadi sebab utama dalam pohon kesalahan karena data dan informasi yang ada tidak penting ataupun tidak mencukupi
	<i>Switch or house</i>	sebuah event yang dapat terjadi dan juga tidak terjadi karena terkendali (<i>signal</i>) dimana dari kejadian ini dapat menimbulkan adanya permasalahan.

Sumber: [17]

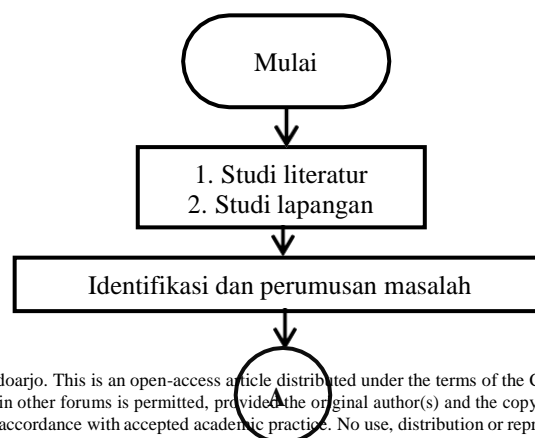
2. METODE

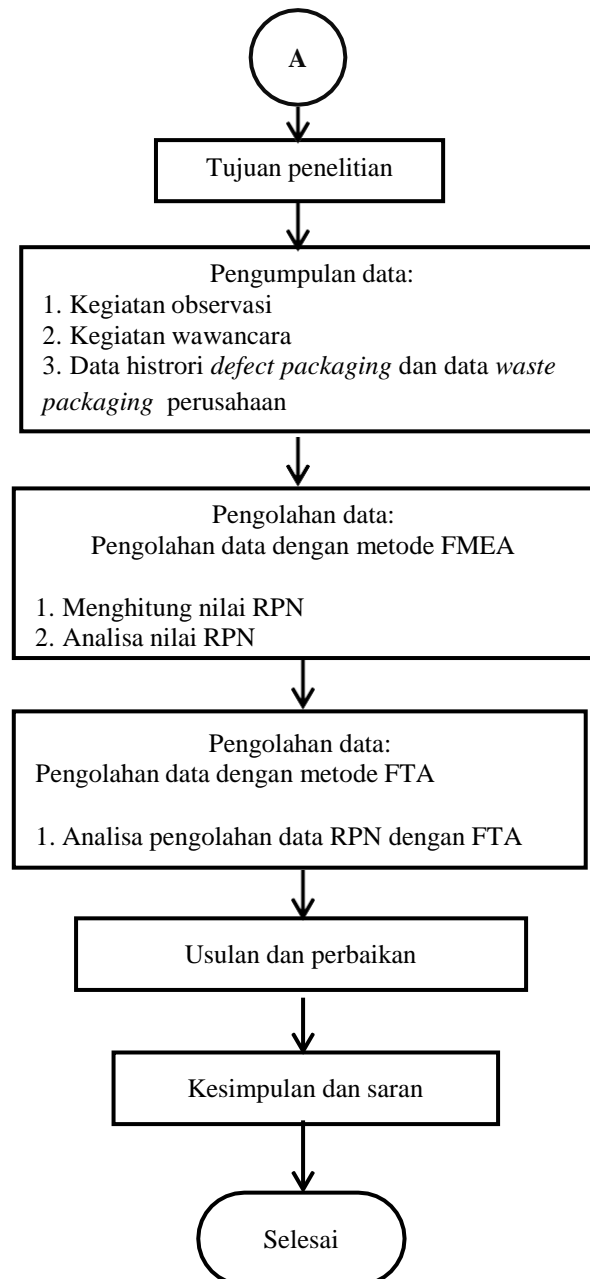
Pada penelitian kali ini dilakukan di PT. Kolang Citra Abadi Abadi yang beralamat di jalan Jawa No. 602, Desa Wadungasih, Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo. Area tempat penelitian ini melingkupi divisi produksi yang berfokus dalam penelitian mengenai *packaging* sebagai pembungkus, penelitian dilakukan dalam rentang waktu enam bulan, proses pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian kali ini yaitu dilakukan mulai dari bulan Oktober 2022 hingga bulan Maret 2023.

Metode pengumpulan data yaitu dengan menggunakan cara observasi dimana melakukan pengamatan pada proses produksi secara langsung dan juga melakukan pencatatan terkait potensi-potensi *defect* dan penyebab kegagalan yang terjadi, selanjutnya yaitu dengan wawancara dimana proses wawancara dilakukan secara langsung dengan 3 responden yang *expert* pada bidangnya yaitu supervisor produksi, admin produksi dan juga manajer produksi. Hal ini dilakukan terkait guna memperoleh data historis perusahaan dan juga data langsung pada pihak yang berkaitan pada departemen produksi dimana terdapat produk yang mengalami adanya kecacatan/*defect*.

A. Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian berguna dalam menjelaskan mengenai alur dari penelitian yang dilakukan pada perusahaan PT. Kolang Citra Abadi mulai dari awal penelitian hingga akhir penelitian. Berikut adalah gambar alur penelitian, dapat dilihat pada gambar 1.





Gambar 1. Diagram alir

III HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Jumlah Kecacatan Produk

Sesuai dengan standar toleransi *waste* yang ditentukan oleh perusahaan PT. Kolang Citra Abadi, produk *packaging* dianggap memiliki kualitas yang tinggi dan tidak menyebabkan tingginya angka *waste* apabila hasil produksi memenuhi rencana target standar mutu yang sesuai dengan standar spesifikasi dari perusahaan. Diketahui berdasarkan data produksi dari produk *packaging* yang telah disajikan selama 6 bulan, terdapat beberapa bulan dimana jumlah dari data kecacatan pada produk *packaging* melebihi dari standar toleransi yang diberikan oleh perusahaan yaitu sebesar 2%, sehingga data tersebut telah melewati standar toleransi yang telah diberikan oleh perusahaan. Tabel 6 adalah tabel data cacat (*defect*) pada produk *packaging* selama 6 bulan:

Tabel 6. Data cacat (*defect*) produk *packaging*

Bulan	Jumlah produksi (<i>Pack</i>)	Jumlah produk cacat (<i>Pack</i>)	Persentase produk cacat
Oktober	2.190.000	41.700	1,9%
November	1.986.500	44.104	2,2%
Desember	2.230.000	51.900	2,3%
Januari	2.190.870	39.870	1,8%
Februari	2.330.000	50.600	2,1%
Maret	2.390.000	40.878	1,7%

Analisis pada data menunjukkan dimana terdapat angka kecacatan yang signifikan pada bulan Oktober, Desember, dan juga Januari, dimana persentase pada produk cacat melebihi dari standar toleransi yang diberikan oleh perusahaan yaitu 2%. Tentu hal ini menunjukkan bahwa terdapat adanya permasalahan dalam proses produksi *packaging* pada perusahaan PT. Kolang Citra Abadi dimana perlu adanya tindak lanjut guna meningkatkan kualitas pada produk *packaging* yang dihasilkan.

B. Pengolahan Data Menggunakan Metode *Failure Mode And Effect Analysis*

Dalam melakukan analisa data kegagalan pada produk *packaging* di perusahaan PT. Kolang Citra Abadi dengan menggunakan metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA). Maka perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut. Pada langkah yang pertama yaitu melakukan penentuan *cause of failure* atau penyebab kegagalan dimana *cause of failure* dapat terjadi pada proses produksi *packaging* berlangsung. Kemudian, melakukan kegiatan wawancara secara langsung dengan pihak-pihak *expert* pada bidangnya yang ada pada perusahaan lalu setelahnya melakukan kegiatan pengumpulan data guna menentukan nilai dari *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan juga *Detection* (D) dari setiap *risk event* yang diidentifikasi. Tabel 7 adalah tabel FMEA pada mesin *PACKER*.

Tabel 7. Tabel *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) pada mesin *PACKER*

FMEA worksheet		SISTEM : OPERASI MESIN <i>PACKER</i>							
Mesin	Part/Komponen	<i>Failure Mode</i> (Mode Kegagalan)	<i>Potential Effect Of Failure</i>	Sev	<i>Potential Cause Of Failure</i>	Occ	<i>Process Control</i>	Det	RPN
GDX2		<i>Inner Foil unbalanced</i>	<i>Inner Foil</i> terbuka	5	Adjustment <i>Inner Foil</i> tidak tepat	3	Memastikan <i>upper lower adjustment</i> material dengan benar	2	30
			<i>Inner Foil</i> melenceng tidak <i>balance</i>	5	<i>Roller presser</i> tuas angin tidak ditekan	2	Pengecekan pada tuas angin sebelum mesin <i>start running</i>	2	20
	<i>Inner Foil</i>	<i>Inner foil</i> <i>Wrinkle</i>	Terdapat <i>wrinkle</i> pada <i>Inner Foil</i>	1	Pemasangan material tidak tepat	2	Memastikan material terpasang dengan benar	5	10

			<i>Inner Foil</i> tidak <i>balance</i>	5	Kurangnya pemberian pelumas <i>waterless</i>	2	Memberikan pelumas <i>waterless</i> secara rutin	1	10
			Tidak ada profil <i>brand</i> pada <i>Inner Foil</i>	2	Tuas angin <i>roller presser embosh</i> tidak ditekan	3	Pengecekan pada tuas angin <i>embosh start running</i>	5	30
	<i>Inner Foil</i> tanpa profil <i>embosh</i>		<i>Inner Foil</i> sobek	2	<i>Suction belt</i> kotor	5	Melakukan <i>cleaning suctionbelt</i> secara rutin	2	20
Total RPN									120
				4	Saringan <i>vacuum</i> kotor	5	Melakukan <i>cleaning</i> saringan <i>vacuum</i> secara rutin	2	40
	<i>No Frame</i>		Tidak ada <i>inner frame</i> pada <i>pack</i>	2	Tuas angin kompresor tidak dinyalakan	5	Memastikan tuas angin kompresor sudah menyala	4	40
			<i>Inner frame</i> keluar dari <i>pack</i>	2	Pemasangan material tidak tepat	5	Memastikan material terpasang dengan benar	2	20
GDX2	<i>Inner Frame</i>	<i>Inner Frame</i> melenceng	<i>Inner frame</i> sobek	3	<i>lifetime</i> pada <i>knife</i> sudah aus	5	melakukan pengecekan rutin dan mengganti <i>knife</i> yang aus	2	30
			<i>inner Frame no bending</i> (tidak ada potongan garis tekukan)	2	<i>Notcher</i> pada <i>roller</i> aus	2	melakukan pengecekan rutin dan mengganti <i>notcher</i> yang aus	5	20
			<i>Inner frame</i> keluar dari <i>pack</i>	2	Salah dalam <i>setting notcher</i>	3	Memastikan <i>setting notcher</i> dalam posisi benar	5	30
Total RPN									180

GDX2	<i>Blank channel</i>	<i>Blank/etiket Sobek</i>	Terjadi sobek pada pack	5	Pemasangan material tidak tepat	2	Memastikan material terpasang dengan benar	5	50
			Terjadi <i>breakdown</i> pada mesin	2	<i>Suction cup</i> sudah aus	5	Melakukan penggantian <i>spare suction cup</i>	2	20
				3	Saringan <i>vacuum</i> kotor	5	Melakukan <i>cleaning</i> saringan <i>vacuum</i> secara rutin	2	30
			Total RPN						
GDX2	<i>Printing dan embosh kode date</i>	<i>Tidak ada print kode date</i>	kode <i>print</i> tidak ada	5	Mesin <i>printer</i> ----- menyala	4	Memastikan mesin <i>printer</i> sudah menyala	4	80
			Kode <i>print</i> samar-samar	4	<i>Ink jet printer</i> kotor	7	Melakukan <i>cleaning</i> pada <i>ink jet printer</i>	2	56
			Kode <i>print</i> sesuai tanggal produksi	4	Salah dalam <i>setting print kode date</i>	5	Memastikan <i>setting kode date</i> dengan benar	4	80
			salah dalam <i>setting embosh kode date</i>	5	Salah dalam <i>setting embosh kode date</i>	2	Memastikan <i>setting embosh kode date</i> dengan benar	7	70
			Terjadi aus pada <i>embosh kode date</i>	5	<i>Lifetime</i> pada <i>embosh kode date</i> sudah aus	2	Mengganti <i>spare embosh kode date</i>	5	50
Total RPN								336	
				2	Tuas <i>vacuum</i> tidak dinyalakan	5	Memastikan tuas <i>vacuum</i> sudah menyala dengan benar	4	40
			<i>Pack</i> tidak ada cukai	5	<i>Suction stamp</i> kotor	5	Melakukan pengecekan & <i>cleaning</i> rutin pada <i>suction stamp</i>	2	50
				2	Tidak ada lem pada pita cukai	5	Memastikan <i>gluepot</i> terpasang dengan benar	6	60

STAMP ER - AB	STAMPER	No <i>CH stamp</i> (Tidak ada pita cukai)	Terjadi <i>breakdown</i> pada mesin	4	Sensor <i>CH Stamp check</i> pada monitor belum dinyalakan	5	Memastikan sensor pada monitor sudah menyala	4	80
				5	Material pita cukai tidak sesuai standar	2	Melakukan sortir pita cukai secara manual	5	50
				2	Derajat pada <i>stamper</i> unit tidak disambung (posisi 160 derajat)	5	Memastikan dan melakukan penyambungan unit <i>stamper</i> pada derajat 160	7	70
				2	<i>Suction stamp</i> kotor	5	<i>Cleaning suction stamp</i>	4	40
				3	Pita cukai melenceng	7	melakukan <i>cleaning roller presser</i> pita cukai	2	42
				5	Pita cukai rusak	4	Salah dalam pemasangan material pita cukai	4	Memastikan bahwa pita cukai terpasang dengan baik dan benar
Total RPN								512	
C600	CHELOPANNNER	Contrast brush open (Bopp 120 terbuka)	Bopp 120 pada <i>upper & lower wrapper</i> terbuka	3	Suhu pada <i>heater left & right</i> kurang panas	5	Melakukan pengecekan dan <i>setting</i> suhu <i>heater</i> sesuai SOP	2	30
			Bopp 120 tidak seimbang antara <i>upper & lower</i>	3	<i>Adjustment</i> pada <i>bopp 120</i> tidak tepat	4	Memastikan <i>adjustment bopp 120 balance</i> (seimbang)	2	24
			<i>Tear Tape Missing</i> (tear tape pada bopp 120 tidak ada)	<i>Tear tape</i> pada bopp 120 <i>wrapper</i> tidak ada	3	Sensor <i>tear tape</i> melenceng tidak sesuai jalur	1	Melakukan perbaikan pada sensor <i>tear tape</i>	7

			<i>Tear tape pada bopp 120 melenceng</i>	1	Material <i>tear tape</i> keluar dari <i>roller jalur transfer ke bopp 120</i>	3	Melakukan pengecekan dan memastikan <i>tear tape</i> terpasang dengan benar	7	21		
Total RPN									96		
CT	CARTONE R	Display carton rusak	<i>Display carton sobek</i>	2	Tidak tepat dalam pemasangan material <i>display carton</i>	5	Memastikan material <i>display carton</i> terpasang dengan benar	2	20		
			<i>Display carton penyok</i>	3	Tidak tepat dalam <i>setting upper wall cover 1st elevator</i>	5	Melakukan analisa dan <i>setting upper wall cover 1st elevator</i> dengan benar	2	30		
		Kode date pada display carton rusak	Tidak ada <i>kode date</i> pada <i>display carton</i>	5	Lupa dalam pemasangan <i>kode date</i>	3	Memastikan <i>kode date</i> terpasang dengan baik dan benar	2	30		
			Kode <i>date</i> tembus atau sobek	2	<i>Setting</i> pada <i>kode date</i> tidak tepat	5	Melakukan <i>setting</i> pada <i>kode date</i> dengan benar	2	20		
		Display carton terbalik	<i>Display carton</i> polos, tidak ada gambar profil <i>brand</i> , perusahaan dan gambar lainnya	2	Tidak tepat dalam pemasangan material <i>display carton</i>	1	Memastikan material <i>display carton</i> terpasang dengan benar	5	10		
			Terjadi <i>reject</i> secara otomatis pada mesin CT	3	Material <i>display carton</i> tidak sesuai standar	5	Rutin dalam memastikan dan mengecek material yang terbalik	1	15		
			Total RPN								
				Overwrapp er BOPP 350 rusak	<i>Overwrapp left & right</i> terbuka	2	Suhu <i>heater left & right</i> kurang panas	5	Melakukan <i>setting</i> suhu <i>heater</i> sesuai standar	4	40
		<i>Lower overwrapp</i> terbuka	3		Suhu <i>heater lower</i> kurang panas	5		2	30		

		<i>Overwrapper</i> BOPP 350 rusak	<i>Overwrapper left & right</i> meleleh	2	<i>Overheat</i> pada <i>heater</i>	5		2	20
CV OVERWRAPPER	CV <i>Overwrapper</i>	<i>Teartape</i> BOPP 350 rusak	<i>Teartape</i> melenceng	2	Kurang tepat dalam pemasangan material <i>teartape</i>	2	Memastikan dan melakukan pengecekan material <i>teartape</i> terpasang dengan benar	5	20
			BOPP 350 <i>wrinkle</i>	3	Material <i>teartape</i> keluar dari <i>roller</i> jalur <i>transfer</i> ke bopp 350	1		5	15
Total RPN									125

Setelah melakukan analisa dan penentuan nilai *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan juga *Detection* (D) dari setiap *failure mode* yang telah diidentifikasi, langkah selanjutnya yaitu menyusun dan membuat perangkaan dari masing-masing *part*/komponen mesin packer yang ada. Setelah penentuan nilai *Severity* (S), *Occurrence* (O), *Detection* (D), hasil RPN (*Risk Priority Number*) dapat dilihat pada tabel 8.

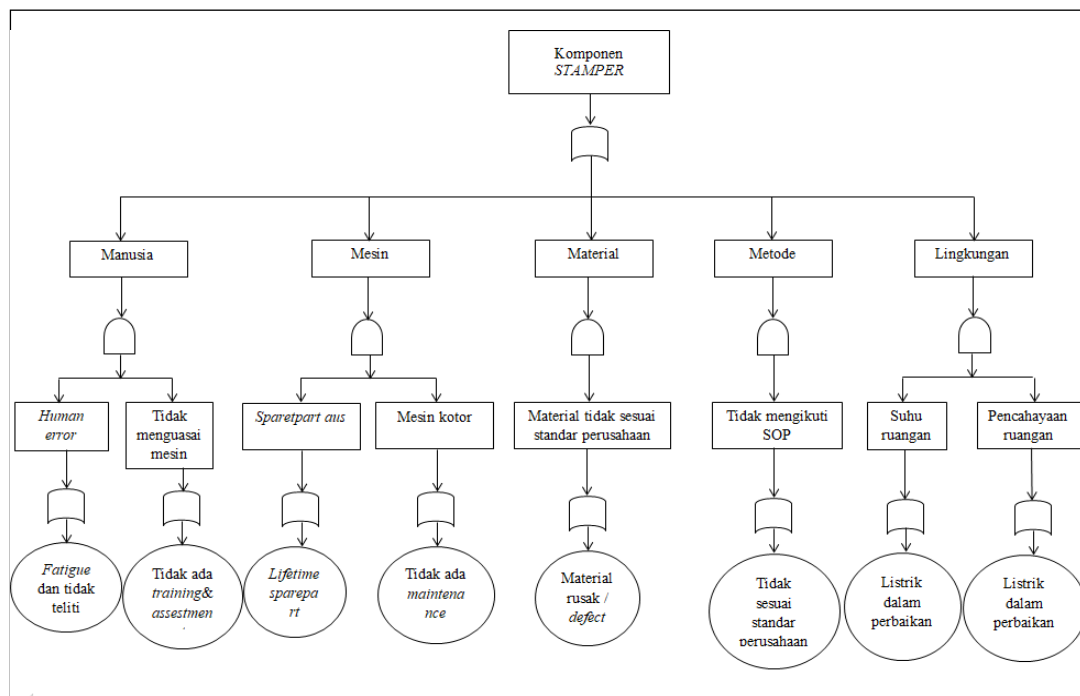
Tabel 8. Nilai RPN dan *ranking mode* kegagalan pada mesin *PACKER*

No	Mode Kegagalan (<i>Failure mode</i>) pada <i>part</i> /komponen	RPN	Rank
1	<i>STAMPER</i>	512	1
2	<i>Printing</i> dan <i>embosh</i> kode <i>date</i>	336	2
3	<i>Inner Frame</i>	180	3
4	<i>CARTONER</i>	125	4
5	CV OVERWRAPPER	125	5
6	<i>Inner Foil</i>	120	6
7	<i>Blank channel</i>	100	7
8	<i>CHELOPANNER</i>	96	8

Berikut ini adalah hasil analisa dari tabel 8 Tabel nilai RPN dan *ranking* pada mesin *PACKER* yang menggambarkan dari mode kegagalan dalam proses produksi *packaging*, berdasarkan dari hasil nilai mulai dari nilai yang terbesar hingga nilai yang terkecil: (1). *STAMPER*, memiliki nilai RPN yang tertinggi yaitu 512 dan otomatis menduduki peringkat pertama. (2). Mode Kegagalan *Printing* dan *embosh* kode *date*, menduduki peringkat kedua dengan nilai RPN 336. (3). Mode Kegagalan *Inner Frame*, menduduki peringkat ketiga dengan nilai RPN 180. (4). Mode Kegagalan *CARTONER*, menduduki peringkat keempat dengan nilai RPN 125. (5). Mode Kegagalan CV OVERWRAPPER, menduduki peringkat kelima dengan nilai RPN 125. (6). Mode Kegagalan *Inner Foil*, menduduki peringkat keenam dengan nilai RPN 120. (7). Mode Kegagalan *Blank channel*, menduduki peringkat ketujuh dengan nilai RPN 100. (8). Mode Kegagalan *CHELOPANNER*, menduduki peringkat kedelapan dengan nilai RPN 96.

Setelah melakukan analisa data dan mendapatkan hasil dari nilai RPN yang didapatkan dari hasil perhitungan FMEA maka selanjutnya melakukan analisis dengan menggunakan metode FTA (*Fault Tree Analysis*). Pada metode *fault tree analysis*, langkah pertama yaitu melakukan penyusunan bagan dari pohon kesalahan yang berguna dalam menggambarkan penyebab terjadinya suatu kegagalan yang disebabkan dari beberapa faktor secara sistematis. Dimana kegagalan-kegagalan tersebut diakibatkan dari beberapa faktor berupa kegagalan dalam manusia, mesin, material, metode dan lingkungan yang memiliki potensi dalam memicu terjadinya kegagalan dalam suatu proses. Faktor atau penyebab kegagalan yang difokuskan yaitu penyebab kegagalan yang terjadi pada *part*/komponen *STAMPER* oleh karena itu disusun dan dibuatlah *fault tree analysis* (FTA) atau pohon kesalahan dimana dalam

pembuatan bagan FTA *STAMPER* didapatkan data dengan cara analisa dan juga melakukan wawancara untuk mendapatkan faktor penyebab yang dapat menyebabkan jenis kegagalan pada *part/komponen STAMPER* kepada pihak *expert* dimana dijelaskan dan dimulai dari peristiwa yang terjadi dari teratas hingga turun kebawah, gambar pohon kesalahan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Bagan FTA kegagalan pada *part/komponen STAMPER*

Pada gambar 2 dimana dapat diketahui puncak permasalahan atau *top event part/komponen STAMPER* dimana terdapat 5 jenis permasalahan utama (*top event*) yang menyebabkan terjadinya kegagalan pada *part/komponen STAMPER* yaitu manusia, mesin, material, metode dan juga lingkungan. Dimana dapat diketahui terdapat 8 macam penyebab/masalah utama (*basic event*) yang menyebabkan terjadinya *top event* pada manusia, mesin, material, metode dan juga lingkungan. Pada manusia dapat terjadi dikarenakan *human error* dan tidak menguasai mesin dan terdapat 2 *basic event* yaitu *fatigue* tidak teliti dan juga tidak adanya *training* dan *assessment*, pada mesin dapat terjadi dikarenakan adanya *sparepart* yang aus dan mesin kotor dan terdapat 2 *basic event* yaitu *lifetime sparepart* dan tidak ada *maintenance*, pada material dapat terjadi dikarenakan material tidak sesuai dengan standar perusahaan dan terdapat 1 *basic event* yaitu material rusak/*defect*, pada metode dapat terjadi dikarenakan tidak mengikuti SOP dan terdapat 1 *basic event* yaitu tidak sesuai standar perusahaan sedangkan pada lingkungan dapat terjadi dikarenakan suhu ruangan dan juga pencahayaan ruangan dimana terdapat 2 *basic event* yang sama yaitu dikarenakan listrik dalam perbaikan.

D. Usulan Perbaikan

Setelah melakukan penyusunan bagan pohon kesalahan penyebab kegagalan pada *part/komponen STAMPER* dan ditemukan adanya faktor yang menyebabkan kegagalan pada *part/komponen STAMPER*. Maka selanjutnya yaitu membuat usulan perbaikan dimana bertujuan dalam meminimalisasi terjadinya kegagalan pada *part/komponen STAMPER*. Tabel 9 menjelaskan mengenai faktor penyebab terjadinya kegagalan pada *part/komponen STAMPER* dan juga usulan perbaikan.

Tabel 9. Faktor Penyebab Kegagalan dan Usulan Perbaikan

Faktor penyebab cacat	usulan perbaikan
<i>Fatigue</i> dan tidak teliti	Para pekerja disarankan agar memiliki kebiasaan dalam melakukan peregangan otot pada sela-sela waktu kerja maupun ketika waktu istirahat, yang bertujuan agar tubuh tidak diam dalam keadaan statis terlalu lama dimana dapat mengakibatkan tubuh menjadi cepat lelah dan tidak teliti [18].

Tidak ada <i>training</i> dan <i>assessment</i>	Perlu dilakukannya pembinaan/training dengan intensitas yang lebih ketat terkhusus bagi operator agar lebih memahami mengenai <i>quality awareness</i> dan juga mengenai <i>product knowledge</i> [19].
<i>Lifetime sparepart</i>	Melakukan penggantian suku cadang/ <i>sparepart</i> komponen tertentu dimana pergantian komponen dilakukan sebelum <i>lifetime</i> dari <i>sparepart</i> habis dan tanpa melihat fisik dari komponen tersebut [20].
Tidak ada <i>maintenance</i>	Selalu melakukan tindakan pengecekan mesin ketika ingin memulai proses dan rutin melakukan pemeriksaan mengenai kondisi mesin juga rutin dalam melakukan <i>maintenance</i> mesin [21].
Material rusak/ <i>defect</i>	Menyediakan dan memberi poster mengenai penggunaan material dan juga alat kerja pada lokasi kerja operator [22].
SOP tidak sesuai standar perusahaan	Perusahaan perlu membuat SOP yang baik dan lengkap, agar perusahaan dapat menghasilkan produk yang baik [18].
Pencahayaan kurang, listrik padam	Melakukan penambahan pencahayaan lampu agar penerangan pada proses produksi cukup terang [18].

IV SIMPULAN

Hasil pada penelitian kali ini ditemukan bahwa terdapat 8 jenis kegagalan pada sistem operasi mesin *PACKER* yaitu kegagalan yang terjadi pada *part/komponen STAMPER*, *part/komponen Printing* dan *embosh* kode *date*, *part/komponen Inner Frame*, *part/komponen CARTONER*, *part/komponen CV OVERWRAPPER*, *part/komponen Inner Foil*, *part/komponen Blank channel*, dan yang terakhir yaitu kegagalan pada *part/komponen CHELOPANNER*. Dimana didapatkan jenis kegagalan dengan nilai tertinggi pada sistem operasi mesin *PACKER* dengan metode FMEA dan didapatkan hasil perhitungan *risk priority number* (RPN) terbesar yaitu terdapat pada kegagalan *part/komponen STAMPER* dengan nilai RPN sebesar 512. Kemudian selanjutnya mencari akar penyebab yang menyebabkan kegagalan pada *part/komponen STAMPER* dengan menggunakan metode FTA dan ditemukan adanya faktor-faktor penyebab kegagalan yaitu karena *fatigue* dan tidak teliti, tidak ada *training* dan *assessment*, *lifetime sparepart*, tidak ada *maintenance*, material rusak/*defect*. SOP tidak sesuai standar perusahaan dan juga listrik padam. Kelemahan pada penelitian kali ini yaitu masih membutuhkan data yang lebih lengkap dan juga akurat mengenai penyebab kegagalan, dampaknya maupun interaksi antara faktor-faktor penyebab cacat, penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menggunakan metode *lean six sigma* dan juga RCA (*root cause analysis*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, staff dan manajemen produksi PT. Kolang Citra Abadi yang telah bersedia memberikan izin serta memberikan data untuk melakukan penelitian.

REFERENSI

- [1] R. N. Dewi, R. Hidayat. 2016. “*Pengaruh Kualitas Produk terhadap Kepuasan Pelanggan Bingka Nayadam Batam*”. Prodi Adm. Bisnis Terap. Politek. Negeri Batam. vol. 7, no. 2, pp. 32–40.
- [2] H. Z. H. Evita purnaningrum, Malikhatul masnuah. 2018. “*Pengembangan Pemasaran Online Dan Pengemasan Produk*”. Fak. Ekon. Univ. PGRI Adi Buana Surabaya. vol. 2, no. 1, pp. 7–10.
- [3] S. Sulistiono, M. Mulyana. 2020. “*Pelatihan Pengembangan Merek Dan Kemasan Bagi UMKM Kota Bogor*”. J. Abdimas Dedik. Kesatuan. vol. 1, no. 2, pp. 87–96.
- [4] Y. Hendrayani. 2020 “*Redesain Kemasan Dalam Meningkatkan Brand Awareness Produk Unggulan UKM Cilodong Berkarya*”. Jur. Ilmu Komun. Fak. Ilmu Sos. dan Ilmu Polit. Univ. Pembang. Nas. “Veteran” Jakarta. vol. 3, no. 1, pp. 212–220.
- [5] R. I. Yaqin et al. 2020. “*Pendekatan FMEA dalam Analisa Risiko Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Induk: Studi Kasus di KM. Sidomulyo*”. Politek. Kelaut. dan Perikan. Dumai, Progr. Stud. Permesinan Kapal. vol. 9, no. 3, pp. 189–200.
- [6] E. Krisnaningsih, P. Gautama, M. F. K. Syams. 2021, “*Usulan Perbaikan Kualitas Dengan Menggunakan Metode Fta Dan Fmea*”. Progr. Stud. Tek. Ind. Fak. Tek. Univ. Banten Jaya. vol. 4, no. 1, pp. 41–5.
- [7] H. C. Wahyuni, W. Sulistyowati. 2020. *Buku Ajar Pengendalian Kualitas Industri*. UMSIDA PRESS.
- [8] S. S. Islam, T. Lestari, A. Fitriani, D. A. Wardani. 2020. “*Analisis Preventive Maintenance Pada Mesin*

- Produksi dengan Metode Fuzzy FMEA*” vol. 8, no. 1, pp. 13–20.
- [9] N. Ardiansyah, H. C. Wahyuni. 2018. “*Analisis Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode FMEA dan Fault Tree Analisis (FTA) Di Exotic UKM Intako*”. 2progr. Stud. Tek. Ind. Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Sidoarjo. PROZIMA (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng. vol. 2, no. 2, pp. 58–63.
- [10] A. A. Dewi, F. Yuamita, F. Sains, J. T. Industri, U. T. Yogyakarta. 2022. “*Pengendalian Kualitas Pada Produksi Air Minum Dalam Kemasan Botol 330 MI Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Di PDAM Tirta Sembada*” vol. 1, no. I, pp. 15–21.
- [11] N. M. Hidayatulloh, T. Sukmono. 2020, “*Penentuan Interval Perawatan Peralatan Instrumentasi Produksi Pada Industri Kertas*”. Tek. Ind. Fak. Sains dan Teknol. Univ. Muhammadiyah Sidoarjo. vol. 4, no. 1, pp. 23–31.
- [12] A. Khatammi, A. W. Rizqi. 2022. “*Analisis Kecacatan Produk Pada Hasil Pengelasan dengan Metode Failure Mode Effect Analysis*”. vol. VII, no. 2, pp. 2922–2928.
- [13] R. A. Duyo. 2020. “*Analisis Penyebab Gangguan Jaringan Pada Distribusi Listrik Menggunakan Metode Fault Tree Analysis Di PT. PLN (Persero) Rayon Daya Makassar*”. Progr. Stud. Tek. elektro Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Makassar. vol. 12, no. 02.
- [14] S. Syarifuddin, A. Anwar, P. Indori. 2020. “*Analisis Kesehatan Dan Kecelakaan Kerja Dengan Metode Fault Tree Analysis (Fta) Pada Area Stasiun Pengumpul Di Pt Pertamina Ep Asset 1 Rantau Field*”. Jur. Tek. Ind. Fak. Tek. Univ. Malikussaleh, Lhokseumawe, Aceh-Indonesia. vol. 9, no. 2.
- [15] T. N. W. Arif Nuryono, Hibarkah Kurnia, Erwin Barita Tambunan. 2023. “*Analisis Kinerja Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proses Produksi Saus Dengan Metode Fault Tree Analysis*”. Progr. Stud. Tek. Ind. Univ. Bhayangkara. vol. 11, no. 2, pp. 141–154.
- [16] T. Zakaria, A. Dyah, B. Setyo. 2023. “*Analisis Pengendalian Kualitas Cacat Dimensi Pada Header Boiler Menggunakan Metode FMEA dan FTA*”. Progr. Stud. Tek. Ind. Fak. Tek. Univ. Banten Jaya. vol. 6, no. 1, pp. 24–36, 2023.
- [17] S. Siti Rohmah Fauziah, Puti Renosori. 2022. “*Identifikasi Penyebab Terjadinya Kecacatan pada Produk Induktor Toroidal dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA Di CV. Cipta Karya Mandiri)*” pp. 91–99.
- [18] M. Agis, Tyastiana Arbianisa, Agus Suwarni. 2016. “*Analisis Status Ergonomi Posisi Kerja Dan Kelelahan Kerja Pada Tenaga Kerja di CV. Sinar Albasia Utama Kalasan, Sleman, Provinsi D. I Yogyakarta*”. JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. vol. 7, no. 4, pp. 187–19.
- [19] A. Nugroho, H. Kusumah, P. Studi, M. Manajemen, F. P. Sarjana, and U. M. Buana. 2021. “*Analisis Pelaksanaan Quality Control untuk Mengurangi Defect Produk di Perusahaan Pengolahan Daging Sapi Wagyu dengan Pendekatan Six Sigma*”. vol. 20, no. 1, pp. 56–78, 2021.
- [20] W. H. Afiva, F. Tatas, D. Atmaji, and J. Alhilman. 2018. “*Usulan Interval Preventive Maintenance dan Estimasi Biaya Pemeliharaan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance dan FMECA*” vol. 18, no. 2, pp. 213–223.
- [21] M. Farid, H. Yulius, B. Maulana. 2022. “*Pengendalian Kualitas Pengolahan Kulit UPTD Kota Padang Panjang Menggunakan Metode Six-Sigma*”. Univ. Putra Indones. YPTK Padang. vol. 4, no. 1, pp. 186–192.
- [22] D. P. Sari, K. F. Marpaung, T. Calvin, N. U. Handayani. 2018. “*Analisis Penyebab Cacat Menggunakan Metode FMEA dan FTA Pada Departemen Final Sanding PT. Ebako Nusantara*”. Dep. Tek. Ind. Fak. Tek. Univ. Diponegoro. 125–130.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.