

Analisis Kecacatan Produk Pada Mesin Pemotongan Dengan Menggunakan Metode FMEA di UD. Abdi Rakyat

Muhammad Hafizul Aiman¹, Mochammad Nuruddin^{2*}

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik
Email: mohammadnuruddin@umg.ac.id*

ABSTRAK

Industri manufaktur IKM di Indonesia mengalami pertumbuhan pesat, tetapi perlu meningkatkan daya saing melalui pengendalian kualitas untuk memastikan keberlanjutan bisnis dan kepuasan pelanggan. Penerapan pengendalian kualitas seringkali terbatas pada IKM, sehingga perlu dilakukan optimalisasi peralatan mesin, mendiagnosis kesalahan, dan mengambil tindakan pencegahan atau korektif untuk meminimalkan kegagalan dan meningkatkan kualitas. Metode FMEA dapat digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan, memberikan rekomendasi perbaikan, dan menilai risiko kecacatan produk berdasarkan tingkat keparahan, probabilitas terjadinya, dan deteksi kegagalan. Melalui penerapan FMEA, perusahaan UD Abdi Rakyat berharap dapat mengurangi cacat produk, meningkatkan kepuasan pelanggan, dan meningkatkan daya saing melalui perbaikan terus-menerus dan mitigasi risiko yang komprehensif. Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat tiga jenis kecacatan yang sering terjadi pada produk, yaitu potongan tidak presisi, potongan grepes, dan ukuran tidak sesuai. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa 3 faktor yaitu manusia, metode, dan mesin teridentifikasi sebagai faktor utama penyebab kegagalan. Kegagalan potongan grepes memiliki risiko kegagalan tertinggi dengan nilai RPN 343, sedangkan potongan tidak presisi dan ukuran tidak sesuai memiliki risiko yang lebih rendah. Adapun usulan perbaikan telah diusulkan untuk mengatasi 3 faktor utama tersebut.

Kata Kunci: FMEA, Pareto, Peta Kendali, RPN, Fishbone, Preventif

ABSTRACT

The Small and Medium Manufacturing Industry in Indonesia has experienced rapid growth, but needs to improve its competitiveness through quality control to ensure business continuity and customer satisfaction. In small industry, the implementation of quality control is often limited, so it is necessary to optimize machine tools, diagnose faults, and take preventive or corrective actions to minimize failures and improve quality. The Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) method can be used to identify failures, provide recommendations for improvement, and assess the risk of product defects based on severity, probability of occurrence, and failure detection. Using FMEA Method, the UD Abdi Rakyat company hopes to reduce product defects, increase customer satisfaction, and increase competitiveness through continuous improvement and comprehensive risk mitigation. The results of this study indicate three types of defects that commonly occur in products, namely imprecise cuts, rough cuts, and inappropriate sizes. The analysis also shows that three factors, namely people, methods, and machines, have been identified as the main causes of failure. RPN failure has the highest risk of failure with an RPN value of 343, while cut inaccuracies and wrong sizes have a lower risk. Proposed improvements have been suggested to address these three main factors.

Keywords: FMEA, Pareto, Control Chart, RPN, Fishbone, Preventif

Pendahuluan

Industri manufaktur di Indonesia telah berkembang pesat, khususnya industri kecil menengah (IKM). Seiring peningkatan tersebut, tantangan yang harus dihadapi adalah meningkatkan daya saing agar mampu menjaga keberlanjutan bisnis. Dengan tujuan untuk meningkatkan *customer satisfaction*, maka perlu dilakukan pengendalian kualitas dalam berbagai aspek kualitas, baik pada aspek produk, proses produksi, maupun pelayanannya. Telah banyak upaya – upaya yang dilakukan dalam melakukan pengendalian mutu atau kualitas. Berbagai – macam jenis metode yang dapat dilakukan untuk pengendalian kualitas. Kegagalan pengendalian kualitas yang terjadi dapat menyebabkan dampak negatif bagi bisnis maupun pelanggan.

Dalam penerapan pengendalian kualitas, industri kecil menengah (IKM) seringkali memiliki keterbatasan baik dari segi fasilitas permesinan, kapasitas sumber daya manusia (SDM), maupun *standard operation procedure* (SOP) yang dimiliki. Pada industri manufaktur, proses permesinan merupakan proses utama

yang perlu diperhatikan lebih lanjut sehingga dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi, serta mengembangkan peralatan mesin yang andal dan akurat. Secara umum, jika alat mesin tidak berfungsi, produksi harus segera dihentikan agar tidak menyebabkan kegagalan lebih lanjut. Teknisi perlu membantu dalam mendiagnosis kesalahan dan memecahkan masalah peralatan mesin [1]. Namun, solusi terbaik adalah menemukan potensi penyebab kegagalan yang terjadi. Hal ini memungkinkan untuk dapat mengambil tindakan pencegahan (preventif) atau korektif, sehingga dapat meminimalisir waktu perbaikan dan potensi kegagalan, serta meningkatkan kualitas [2].

Strategi yang menjamin kualitas adalah strategi yang mampu menjaga stabilitas proses agar proses dapat dikendalikan dengan tujuan untuk meminimalkan cacat pada proses produksi [3][4]. Diperlukan pengujian penerapan SOP secara terus - menerus dan merespon secara cepat (*quick response*) yang tepat jika ada ketidaksesuaian antara kinerja aktual dengan SOP yang telah ditentukan. Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan memberikan rekomendasi perbaikan terhadap kegagalan yang terjadi. FMEA telah seringkali diterapkan oleh praktisi profesional dan juga banyak dikembangkan dalam praktiknya seperti dikombinasi menggunakan *Grey Relational Analysis* (GRA), pembobotan risiko, *Fault Tree Analysis* (FTA) [5]. FMEA telah terbukti efektif dalam banyak studi praktis yang berkaitan dengan evaluasi risiko, pengendalian kualitas, dan peningkatan keamanan sistem informasi [6]. Secara teknis penerapannya, metode FMEA menggunakan skor RPN untuk memprioritaskan mode kegagalan. Skor RPN diperoleh dengan mengalikan tiga elemen, yaitu tingkat keparahan efek kegagalan atau *severity* (S), probabilitas terjadinya mode kegagalan atau *occurrence* (O), dan kemampuan deteksi mode kegagalan atau *detection* (D) [7][8].

Dengan tujuan dapat mengurangi terjadinya jumlah produk cacat, penelitian ini menerapkan metode FMEA pada studi kasus identifikasi kegagalan di UD Abdi Rakyat. Adapun UD Abdi Rakyat merupakan perusahaan atau Industri Kecil Menengah (IKM) yang bergerak di bidang manufaktur pembuatan akuarium dan lemari kaca. Proses produksi di perusahaan ini seringkali terjadi kegagalan yang mengakibatkan kecacatan produk, seperti potongan tidak presisi, potongan grepes, dan ukuran tidak sesuai standard. Secara garis besar, kecacatan produk tersebut mengakibatkan potensi besar untuk tidak bisa dipakai, ataupun jika dipaksa untuk dipakai maka dapat berpotensi mengakibatkan penurunan kepercayaan dan kepuasan pelanggan. Dengan harapan ingin memberikan produk dengan kualitas terbaik kepada pelanggan, maka perusahaan berusaha untuk meminimalisir terjadinya kegagalan, sehingga dapat meningkatkan daya saing terhadap kompetitor dan meminimalisir kerugian ekonomi.

Perusahaan UD Abdi Rakyat merupakan industri yang sedang berkembang untuk melakukan ekspansi bisnis dengan cara *continuous improvement* atau perbaikan secara terus – menerus di seluruh aspek bisnis. Namun saat ini, perusahaan masih belum pernah menerapkan metode FMEA sebagai upaya untuk manajemen risiko – risiko atas kegagalan proses produksi [9][10]. Adapun untuk meminimalisir kegagalan, saat ini perusahaan hanya menggunakan prinsip kehati – hatian saja pada saat proses produksi. Oleh karena itu, peneliti ingin melakukan analisis terhadap proses produksi dengan menerapkan metode FMEA, sehingga prinsip kehati – hatian yang dimiliki perusahaan dapat lebih komprehensif lagi. Dari penelitian ini diharapkan dapat mengetahui mitigasi – mitigasi risiko kecacatan produk yang sesuai dengan kondisi yang ada.

Metode Penelitian

Karakteristik Sistem

Pada penelitian ini, subjek penelitian adalah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur produksi akuarium dan lemari kaca. Proses produksi dimulai dari menentukan ukuran material kaca yang akan digunakan sesuai pesanan. Lalu membuat desain pola pemotongan sesuai pesanan [1], [11], [12]. Dilanjutkan melakukan pemotongan menggunakan mesin. Melakukan pengeboran pada aluminium sebagai kerangka produk. Kemudian penghalusan untuk setiap kaca yang dipotong agar sesuai dengan kerangka yang telah dibuat. Setelah itu perakitan, dan dilanjut inspeksi produk jadi yang sudah dirakit. Tahap akhir adalah pengemasan.

Untuk menjalankan proses produksi seperti uraian sebelumnya, dibagi beberapa tugas pokok dan fungsi adalah sebagai berikut [13]–[15]:

- 1) Owner: bertugas merencanakan, mengorganisir, mengarahkan serta mengendalikan semua kegiatan operasional yang berhubungan dengan proses produksi
- 2) Desain grafis: Bertugas menerima dan memproses keinginan desain pelanggan kemudian hasil desain tersebut ditunjukkan ke bagian pemotongan.
- 3) Operator mesin pemotongan: Bertugas memotong kaca sesuai dengan desain yang diinginkan konsumen.
- 4) Operator mesin pengeboran: Melakukan pengeboran aluminium
- 5) Operator finishing: Melakukan pengecekan serta pengemasan produk yang telah jadi dan siap dikirimkan ke alamat pelanggan.
- 6) Admin atau Kasir: Bertugas mencatat semua jenis transaksi dan pembayaran

Adapun telah dilakukan identifikasi permasalahan yang seringkali dihadapi perusahaan adalah kecacatan produk. Kecacatan produk yang dimaksud adalah pada bahan baku kaca. Terdapat 3 kecacatan produk yang seringkali terjadi antara lain:

- 1) Potongan tidak presisi
- 2) Potongan grepes
- 3) Ukuran tidak sesuai

Ketiga kecacatan tersebut yang kemudian menjadi fokus analisis dalam penelitian ini.

Identifikasi Tingkat Risiko Kegagalan

Identifikasi tingkat risiko kegagalan melibatkan identifikasi kemungkinan terjadinya kegagalan serta dampak yang mungkin terjadi akibat kegagalan tersebut. Menurut Northrop Grumman FMEA atau analisis mode kegagalan dan efek adalah alat yang digunakan untuk menganalisa keandalan suatu sistem dan penyebab kegagalannya untuk mencapai persyaratan keandalan dan keamanan sistem. Suatu, metode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu sendiri. Dengan menghilangkan mode kegagalan, maka FMEA akan meningkatkan keandalan dan kualitas dari produk sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan yang menggunakan produk tersebut [4], [16]–[18].

Dan terdapat 3 elemen data yang digunakan dalam perhitungan, dimana setiap elemen data tersebut didefinisikan berdasarkan skala Rating 1 sampai 10 sebagai berikut [10][19]:

- 1) Severity (S)
 Merupakan tingkat keparahan efek kegagalan. Semakin parah efek yang ditimbulkan maka semakin tinggi nilai rating yang diberikan.

Tabel 1 Kriteria Severity

Rating	Kriteria
1	<i>Neglible severity</i> (pengaruh buruk yang dapt diabaikan). Kita tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kinerja produk. Pengguna akhir mungkin tidak memperhatikan kecacatan ini
2	<i>Mild severity</i> (pengaruh buruk yang ringan). Akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan.
3	Pengguna akhir tidak akan merasakan perubahan kinerja perbaikan dapat dikerjakan pada saat pemeliharaan reguler.
4	<i>Moderate severity</i> (pengaruh buruk yang moderat). Pengguna akhir akan merasakan penurunan kinerja,namun masih dalam batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan tidak mahal dan dapat selesai dalam waktu singkat.
5	
6	
7	<i>High severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi). Penggunaan akhir akan merasakan akibat buruk yang
8	tidak akan diterima, berada diluar batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan sangat mahal.
9	<i>Potential safety problems</i> (masalah keamanan potensial). Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya
10	dan pengaruh terhadap keselamatan pengguna. Bertentangan dengan hukum.

- 2) Occurance (O)
 Merupakan kemungkinan terjadinya suatu kegagalan. Semakin sering penyebab kegagalan terjadi, makin tinggi nilai rating yang diberikan.

Tabel 2 Kriteria Occurance

Degree	Kriteria	Rating
Remote	0,01 per 1000 item	1
	0,1 per 1000 item	2
Low	0,5 per 1000 item	3
	1 per 1000 item	4
	2 per 1000 item	5
Moderate	5 per 1000 item	6
	10 per 1000 item	7
	20 per 1000 item	8
High	50 per 1000 item	9
	100 per 1000 item	10

- 3) Detection (D)



Merupakan seberapa besar kemungkinan kegagalan tersebut dapat dideteksi.

Tabel 3 Kriteria *Detection*

Rating	Kriteria	Berdasarkan Pada Frekuensi Kejadian
1	Metode Pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan bahwa penyebab mungkin muncul	0,01 per 1000 item
2	Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah	0,1 per 1000 item
3		0,5 per 1000 item
4		1 per 1000 item
5	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderat. Metode pencegahan kadang memungkinkan penyebab itu terjadi	2 per 1000 item
6		5 per 1000 item
7	Kemungkinan penyebab terjadi masih tinggi. Metode pencegahan kurang efektif, penyebab masih berulang kembali.	10 per 1000 item
8		20 per 1000 item
9	Kemungkinan penyebab terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan tidak efektif, penyebab selalu berulang kembali	50 per 1000 item
10		100 per 1000 item

Penilaian data kuantitatif dari metode FMEA menggunakan skala kualitatif dengan menggunakan beberapa kriteria yang di kuantitatifkan untuk menilai dan memberikan evaluasi setiap kejadian pada elemen. Output dari metode FMEA adalah nilai RPN yang menyatakan tingkat risiko kegagalan proses. Adapun formula untuk menghitung RPN adalah sebagai berikut :

$$RPN = S \times O \times D \tag{1}$$

Dimana:

RPN : Risk Priority Number

S : Severity

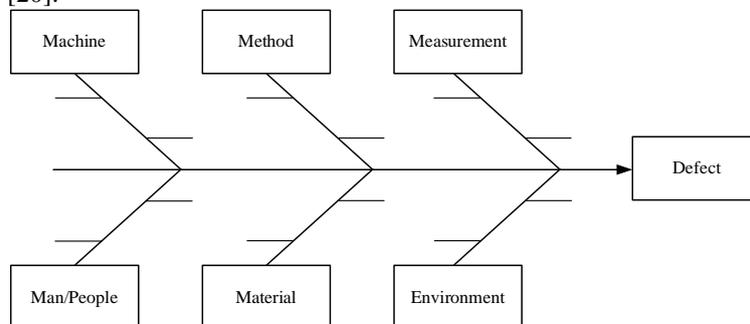
O : Occurance

D : Detection

Dalam penelitian ini, nilai RPN tersebut menyatakan risiko kegagalan proses yang terjadi pada proses produksi yang menyebabkan terjadinya kecacatan produk. Adapun dalam identifikasi tingkat risiko kegagalan, penting untuk melibatkan tim yang terlibat dalam proyek atau sistem tersebut untuk memastikan bahwa semua kemungkinan kegagalan telah diperhitungkan dan risiko diidentifikasi dengan tepat.

Identifikasi Faktor – Faktor Penyebab Kegagalan dan Mitigasi Risiko

Berdasarkan hasil identifikasi risiko kegagalan, selanjutnya dilakukan identifikasi faktor – faktor penyebab kegagalan beserta mitigasi risiko yang dapat diterapkan. Dalam mengidentifikasi faktor – faktor penyebab kegagalan, digunakan suatu *tools* umum yaitu *fishbone* diagram. Adapun *fishbone diagram* (diagram tulang ikan-karena bentuknya seperti tulang ikan) sering juga disebut *Cause-and-Effect* Diagram atau Ishikawa Diagram diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa, seorang ahli pengendalian kualitas dari Jepang, sebagai satu dari tujuh alat kualitas dasar (*7 basic quality tools*). *Fishbone* diagram digunakan ketika kita ingin mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dan terutama ketika sebuah tim memiliki kecenderungan berpikir pada rutinitas proses [20].



Gambar 1 *Fishbone* Diagram

Faktor-faktor penyebab kegagalan dapat bervariasi tergantung pada konteksnya. *Fishbone* diagram pada umumnya mengidentifikasi faktor – faktor tersebut ke dalam 6 hal yaitu: mesin atau teknologi (*machine*), metode atau proses (*method*), pengukuran atau inspeksi (*measurement*), tenaga kerja atau koordinasi (*man/people*), bahan baku (*material*), dan lingkungan kerja (*environment*).



Adapun berikut ini adalah beberapa faktor umum yang dapat menyebabkan kegagalan dalam sebuah proyek, produk, atau layanan:

1. Kurangnya perencanaan dan analisis risiko sebelum memulai proses (*method*). Hal ini dapat menyebabkan ketidaksiapan dalam menghadapi kemungkinan masalah atau kesulitan yang muncul di masa depan.
2. Kurangnya koordinasi dan komunikasi antara anggota tim atau departemen yang terlibat (*man/people*). Ini dapat menyebabkan informasi yang kurang tepat dan kurang akurat, serta kesulitan dalam mengatasi masalah dan mengambil keputusan.
3. Kurangnya sumber daya (*material*) dapat menghambat kemajuan proyek dan menyebabkan keterlambatan dalam jadwal.
4. Penggunaan teknologi atau peralatan (*machine*) yang usang atau tidak sesuai dengan kebutuhan proyek. Ini dapat menyebabkan kerusakan atau kegagalan peralatan, serta menambah biaya dan waktu proyek.
5. Kurangnya pengawasan dan pengendalian mutu produk atau layanan (*measurement*). Hal ini dapat menyebabkan kesalahan atau kecacatan dalam produk atau layanan, serta menurunkan kepuasan pelanggan.
6. Kurang optimalnya kondisi lingkungan seperti lokasi, waktu, temperatur, dan kultur dimana proses beroperasi (*environment*).

Kemudian mitigasi risiko diformulasikan dengan mengacu pada hasil analisis menggunakan *fishbone* diagram. Dengan begitu, perbaikan pada proses manufaktur dapat dilakukan dengan tindakan preventif yang lebih sistematis dan efektif, sehingga dapat membantu meningkatkan kualitas produk, efisiensi produksi, dan efektivitas biaya.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Kecacatan Produk

Berdasarkan studi di lapangan, telah dikumpulkan data kecacatan selama 26 hari. Didapatkan data kecacatan yaitu seperti

Tabel 4 Data Kecacatan

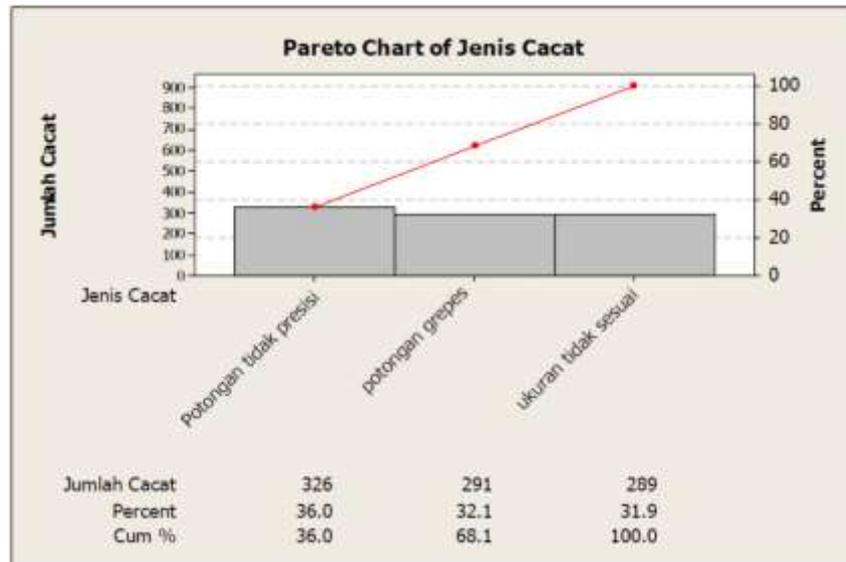
Hari ke	Unit Produksi	Data Kecacatan			Total Kecacatan	Rasio Kecacatan
		Potongan Tidak Presisi (X)	Potongan Grepes (Y)	Ukuran Tidak Sesuai (Z)		
1	140	5	10	10	25	0.179
2	140	8	9	9	26	0.186
3	140	9	8	8	25	0.179
4	140	7	7	6	20	0.143
5	140	6	14	7	27	0.193
6	140	7	13	10	30	0.214
7	140	9	7	14	30	0.214
8	140	10	11	15	36	0.257
9	140	12	18	18	48	0.343
10	140	13	15	16	44	0.314
11	140	13	11	17	41	0.293
12	140	15	16	7	38	0.271
13	140	16	9	8	33	0.236
14	140	9	12	6	27	0.193
15	140	18	8	10	36	0.257
16	140	9	9	15	33	0.236
17	140	8	12	7	27	0.193
18	140	9	14	8	31	0.221
19	140	11	15	9	35	0.250
20	140	12	17	11	40	0.286
21	140	13	18	15	46	0.329
22	140	12	19	10	41	0.293
23	140	13	10	11	34	0.243
24	140	16	15	11	42	0.300
25	140	17	15	16	48	0.343
26	140	12	14	17	43	0.307

Berdasarkan identifikasi kecacatan produk di lapangan, terdapat tiga jenis kecacatan yang terjadi, yaitu:



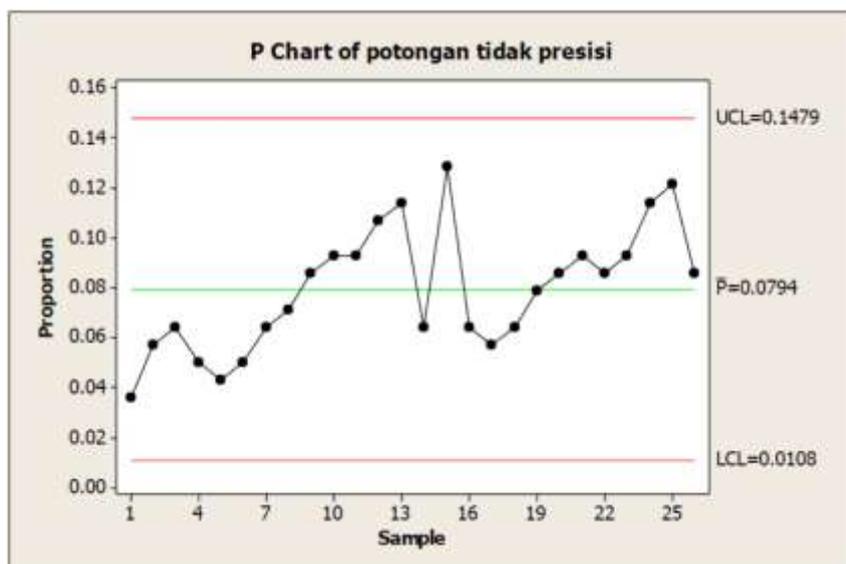
- 1) Potongan tidak presisi: potongan tidak memiliki ukuran dan bentuk yang tepat dan akurat, misalnya potongan yang tidak sejajar atau tidak simetris.
- 2) Pemotongan grepes: terdapat retakan pada permukaan potongan.
- 3) Ukuran tidak sesuai gambar: kecacatan ini terjadi ketika potongan tidak sesuai dengan ukuran atau bentuk yang ditentukan dalam gambar.

Berdasarkan data tersebut, kemudian divisualkan menggunakan diagram pareto, untuk mempermudah dalam menganalisis kecacatan yang sering terjadi.



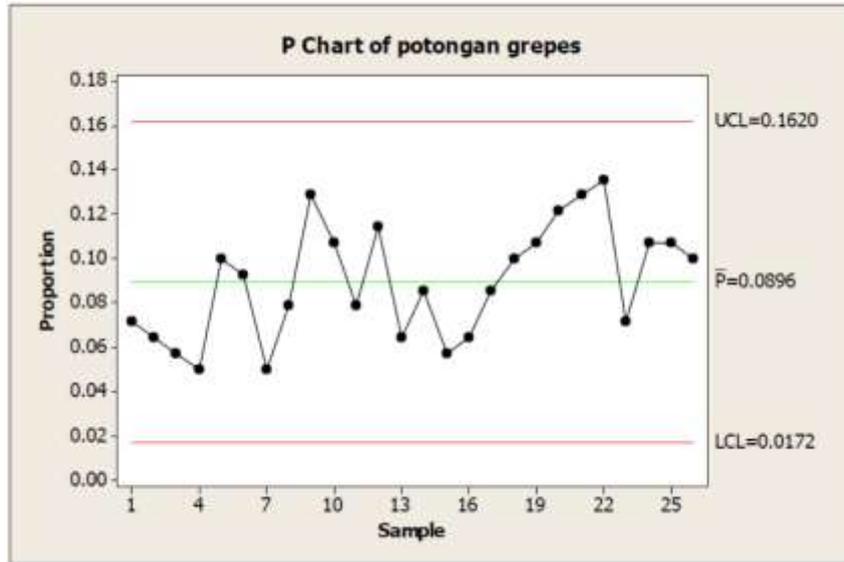
Gambar 2 Diagram Pareto Kecacatan Produk

Dapat diketahui bahwa kecacatan potongan tidak presisi terjadi sebanyak 326 kali atau berkontribusi sebesar 36% dari seluruh kecacatan yang terjadi. Selain itu, cacat potongan grepes terjadi sebanyak 291 kali atau sebesar 32.1% dari total, dan ukuran tidak sesuai sebanyak 289 kali atau 31.9% dari total. Adapun digunakan peta kendali (*control chart*) terhadap data kecacatan pada tabel untuk memvalidasi bahwa data yang telah dikumpulkan masih dalam batas kontrol.



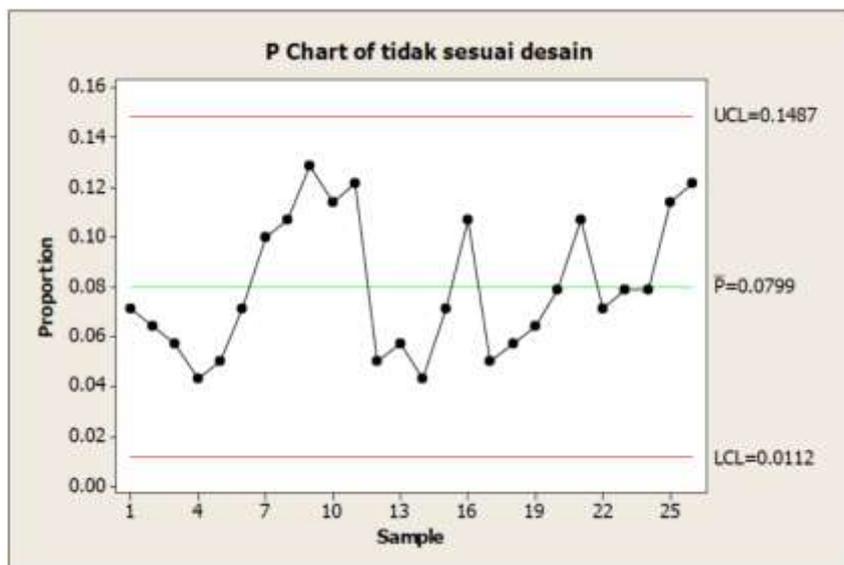
Gambar 3 Peta Kendali Kecacatan Potongan Tidak Presisi

Pada kecacatan potongan tidak presisi, data statistik menunjukkan batas kontrol atas (*UCL*) sebesar 0,1479, batas kontrol bawah (*LCL*) 0,0108 , dan nilai tengah (\bar{P}) sebesar 0,0794.



Gambar 4 Peta Kendali Kecacatan Potongan Grepes

Pada kecacatan potongan tidak presisi, data statistik menunjukkan batas kontrol atas (*UCL*) sebesar 0,1620, batas kontrol bawah (*LCL*) 0,0172 , dan nilai tengah (\bar{P}) sebesar 0,0896.



Gambar 5 Peta Kendali Cacat Ukuran Tidak Sesuai

Pada kecacatan potongan tidak presisi, data statistik menunjukkan batas kontrol atas (*UCL*) sebesar 0,1487, batas kontrol bawah (*LCL*) 0,0112 , dan nilai tengah (\bar{P}) sebesar 0,0799. Dengan begitu, secara statistik untuk 3 data kecacatan yang dikumpulkan menunjukkan bahwa masih dalam batas kontrol. Namun, proses produksi belum bisa dikatakan sempurna, karena titik-titik yang berada diantara *UCL* dan *LCL* tidak sejajar atau lurus dengan nilai tengah. Sehingga upaya pengendalian kualitas perlu dilakukan secara terus menerus agar risiko – risiko kegagalan dapat diantisipasi. Adapun berdasarkan hasil diagram pareto dan peta kendali menunjukkan frekuensi kecacatan yang terjadi dan kecacatan tersebut masih berada dalam batas kontrol. Namun tidak diketahui seberapa tingkat risiko atas kecacatan – kecacatan tersebut, sehingga perlu dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan metode FMEA.

Analisis Risiko Kegagalan Menggunakan FMEA

Untuk mengetahui risiko atau dampak dari kegagalan yang terjadi, maka dilakukan analisis risiko menggunakan metode FMEA. Kegagalan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kecacatan produk yaitu potongan tidak presisi, potongan grepes, dan ukuran tidak sesuai.

Tabel 5 Hasil Analisis Menggunakan FMEA

Effect of Failure	Failure Mode	Cause Of Failure	Detection Mode	S	O	D	RPN
cacat produksi	potongan tidak presisi	Kurang memperhatikan mesin saat proses pemotongan	Cek kondisi mesin	6	7	6	252
		Jadwal perawatan mesin tidak terlaksana	Monitoring jadwal perawatan mesin	6	6	6	216
	potongan grepes	kurangnya pemahaman operator terhadap SOP pemotongan	Cek SOP pemotongan kaca	7	6	7	294
		Kurangnya keterampilan operator dalam proses pemotongan	Cek SOP pemotongan kaca	7	7	7	343
	ukuran tidak sesuai	Kesalahan marking awal pada kaca	komunikasi antar pekerja	6	7	7	294
		Potongan kaca tidak sesuai garis pada desain	komunikasi antar pekerja	6	6	7	252

Tabel 5 menunjukkan tingkat risiko berdasarkan nilai RPN adalah:

1. Potongan Tidak Presisi:
 Nilai RPN terendah: 216
 Nilai RPN tertinggi: 252
2. Potongan Grepes:
 Nilai RPN terendah: 294
 Nilai RPN tertinggi: 343 (risiko terbesar)
3. Ukuran Tidak Sesuai:
 Nilai RPN terendah: 252
 Nilai RPN tertinggi: 294

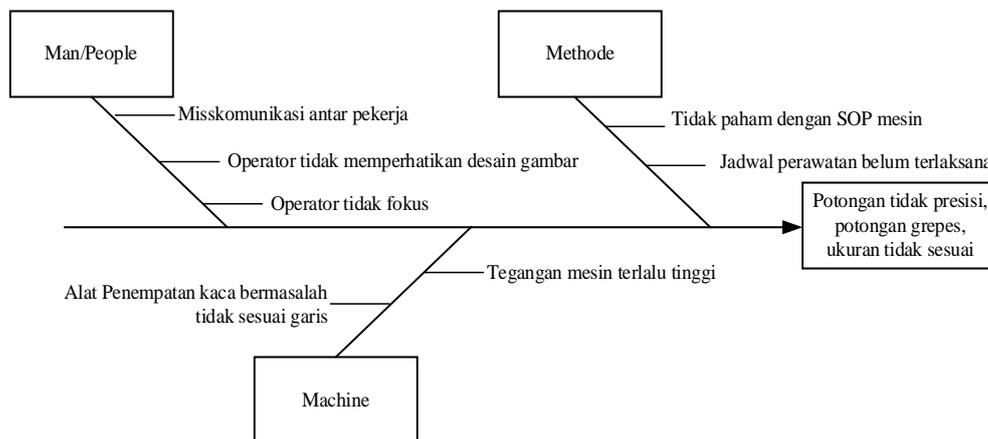
RPN merupakan hasil perkalian dari tiga faktor dalam analisis FMEA: tingkat keparahan (Severity), kemungkinan terjadinya (Occurrence), dan kemungkinan terdeteksinya (Detection). Perhitungan RPN dilakukan dengan mengalikan nilai dari ketiga faktor tersebut. Semakin tinggi nilai RPN, semakin tinggi risiko kegagalan yang terkait dengan suatu potensi masalah. Dalam kasus ini, potongan grepes memiliki nilai RPN tertinggi yaitu sebesar 343, menunjukkan adanya kombinasi tingkat keparahan, kemungkinan terjadinya, dan kemungkinan terdeteksinya yang memberikan risiko paling tinggi dibandingkan dengan potongan tidak presisi dan ukuran tidak sesuai.

Berdasarkan analisis menggunakan FMEA, kecacatan produk potongan tidak presisi disebabkan oleh 2 hal yaitu pekerja kurang memperhatikan mesin saat proses pemotongan dan jadwal perawatan mesin tidak terlaksana dengan baik. Oleh karena itu, perlu pekerja dan mesin dalam hal ini menjadi faktor utama terjadinya kegagalan potongan tidak presisi. Kemungkinan kegagalan terjadi dapat dideteksi melalui pengecekan terhadap kondisi mesin saat pemakaian dan monitoring jadwal perawatan mesin. Selain itu, kegagalan potongan grepes disebabkan oleh 2 hal yaitu kurangnya pemahaman operator terhadap SOP pemotongan, dan kurangnya keterampilan operator. Adapun kegagalan ukuran tidak sesuai juga disebabkan oleh 2 hal yaitu kesalahan marking awal pada kaca dan potongan kaca tidak sesuai garis pada desain. Deteksi mode untuk hal ini yaitu melalui komunikasi antar pekerja yang kurang baik.

Dalam melakukan analisis risiko dengan FMEA, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi langkah-langkah perbaikan dan tindakan pencegahan yang dapat diambil untuk mengurangi risiko terkait dengan potongan tidak presisi, potongan grepes dan ukuran tidak sesuai.

Analisis Usulan Perbaikan

Berdasarkan analisis risiko menggunakan FMEA, didapatkan tingkat risiko terbesar adalah pada kegagalan potongan grepes. Hal ini mengakibatkan potensi besar produk tidak bisa dipakai sehingga akan menimbulkan kerugian terhadap perusahaan. Selain itu, risiko lainnya seperti potongan tidak presisi dan ukuran tidak sesuai, memiliki tingkat risiko dibawah potongan grepes, hal ini dapat mengurangi *value* atau nilai hasil akhir produk dengan menurunkan harga jual produk. Oleh karena itu, dilakukan analisis usulan perbaikan terhadap risiko – risiko kegagalan yang terjadi dengan cara merumuskan tindakan – tindakan pencegahan (*preventif*) yang dapat diterapkan. Adapun telah dilakukan analisis penyebab menggunakan diagram *fishbone* untuk mengetahui akar penyebab terjadinya kegagalan seperti berikut:



Gambar 6 Hasil Analisis Menggunakan *Fishbone* Diagram

Gambar 6 menunjukkan hasil analisis menggunakan diagram *fishbone* ditemukan 3 faktor utama penyebab kegagalan yaitu :

1. Faktor Manusia: Operator tidak fokus, kurang maksimal dalam bekerja, dan juga kurang memahami standar pemotongan atau desain gambar yang telah ditentukan. Miskomunikasi antar pekerja juga dapat menyebabkan kegagalan dalam proses pemotongan.
2. Faktor Metode: Operator tidak memperhatikan mesin selama operasi berlangsung, tidak mencoba atau memeriksa mesin sebelum digunakan untuk pemotongan kaca, dan juga jadwal perawatan mesin tidak terlaksana dengan baik. Kekurangan perhatian terhadap metode yang tepat dapat berdampak negatif pada kualitas dan presisi pemotongan.
3. Faktor Mesin: Tegangan mesin yang tidak tepat, penempatan kaca yang tidak diatur dengan baik karena alat bermasalah, dan kurangnya penekanan mesin dapat menyebabkan kegagalan dalam pemotongan kaca. Alat dan mesin yang tidak berfungsi dengan baik atau kurang dalam perawatan juga dapat mempengaruhi kualitas hasil akhir.

Berdasarkan analisis menggunakan diagram *fishbone*, terdapat beberapa faktor penyebab kegagalan dalam proses pemotongan kaca, yaitu faktor manusia, faktor metode, dan faktor mesin. Oleh karena itu, berikut ini adalah beberapa usulan tindakan perbaikan untuk mencegah penyebab kegagalan tersebut:

1. Faktor Manusia:
 - a. Pelatihan dan sertifikasi: Memberikan pelatihan dan sertifikasi kepada operator pemotongan kaca untuk memastikan bahwa mereka memahami standar pemotongan atau desain gambar yang telah ditentukan. Pelatihan tersebut dapat meliputi teknik pemotongan yang tepat, pengaturan alat dan mesin, dan keterampilan komunikasi yang efektif.
 - b. Motivasi dan insentif: Memberikan motivasi dan insentif kepada operator agar mereka lebih fokus dan maksimal dalam bekerja. Insentif tersebut dapat berupa bonus kinerja atau penghargaan bagi operator yang mencapai target produksi dengan baik.
 - c. Meningkatkan komunikasi: Meningkatkan komunikasi antara operator dan rekan kerja dengan cara memfasilitasi forum diskusi atau agenda rapat rutin. Hal ini akan membantu meningkatkan koordinasi dan keterlibatan semua pihak dalam proses pemotongan kaca.
2. Faktor Metode:
 - a. Penerapan SOP: Menerapkan *Standard Operating Procedure* (SOP) yang terstandarisasi dan sesuai dengan praktik terbaik untuk setiap tahapan proses pemotongan kaca. SOP tersebut harus mencakup prosedur pemeliharaan dan perawatan rutin mesin, pengaturan dan penggunaan alat, serta *Quality Control* (QC) hasil pemotongan.

- b. Perawatan mesin yang teratur: Menerapkan jadwal perawatan mesin yang teratur dan berkala. Hal ini dapat mencegah kerusakan mesin yang tidak terduga dan memastikan mesin selalu dalam kondisi yang baik dan terkalibrasi dengan benar.
 - c. Inspeksi dan pengujian: Melakukan inspeksi dan pengujian mesin sebelum pemakaian untuk memastikan mesin berfungsi dengan baik dan sesuai dengan standar. Hal ini dapat mengurangi risiko terjadinya kesalahan dalam proses pemotongan kaca.
3. Faktor Mesin:
- a. Kalibrasi mesin secara berkala: Melakukan kalibrasi mesin secara berkala untuk memastikan bahwa mesin berfungsi dengan tepat dan sesuai dengan standar yang ditentukan.
 - b. Pemeliharaan dan perbaikan alat dan mesin: Memastikan bahwa alat dan mesin yang digunakan dalam proses pemotongan kaca selalu dalam kondisi yang baik dan mendapatkan perawatan yang cukup. Hal ini dapat dilakukan dengan mengatur jadwal perawatan rutin dan perbaikan mesin secara berkala.
 - c. Peningkatan teknologi: perlu melakukan pertimbangan untuk meng-upgrade mesin atau alat dengan teknologi yang lebih baru dan canggih. Teknologi tersebut dapat membantu meningkatkan kualitas dan efisiensi proses pemotongan kaca.

Dengan menerapkan usulan tindakan perbaikan ini, diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi proses pemotongan.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terkait analisis kecacatan produk pada mesin pemotongan dengan menggunakan metode FMEA di UD. Abdi Rakyat, telah teridentifikasi 3 jenis kegagalan yang sering terjadi yaitu potongan tidak presisi, potongan grepes, dan ukuran tidak sesuai. Analisis data menunjukkan bahwa kegagalan yang terjadi masih berada dalam batas kontrol, namun masih belum secara sempurna terkendali. Adapun melalui penerapan FMEA telah teridentifikasi risiko kegagalan tertinggi adalah potongan grepes dengan nilai RPN sebesar 343. Terdapat 3 faktor utama penyebab terjadinya kegagalan tersebut yaitu faktor *man/people*, *method*, dan *machine*.

Adapun saran yang diberikan peneliti kepada UD. Abdi Rakyat untuk mengurangi jumlah terjadinya produk cacat, yaitu pelatihan dan sertifikasi untuk operator, motivasi dan insentif, peningkatan komunikasi, penerapan SOP yang terstandarisasi, perawatan mesin yang teratur, inspeksi dan pengujian, serta penggunaan alat yang tepat. Disisi lain, saran kepada peneliti selanjutnya yakni melakukan analisis risiko kecacatan produk pada mesin produksi menggunakan metode FMEA dengan mengkombinasikannya menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai upaya untuk mengukur kelayakan atau performansi mesin yang digunakan.

Daftar Pustaka

- [1] C. Park, "A BN driven FMEA approach to assess maritime cybersecurity risks," *Ocean Coast. Manag.*, vol. 235, 2023, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2023.106480.
- [2] H. Zhang, "Practice and Research on FMEA of Telecommunication Satellite System," *Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol. 917. pp. 921–930, 2023. doi: 10.1007/978-981-19-3387-5_110.
- [3] S. W. Lin, "An FMEA model for risk assessment of university sustainability: using a combined ITARA with TOPSIS-AL approach based neutrosophic sets," *Ann. Oper. Res.*, 2023, doi: 10.1007/s10479-023-05250-4.
- [4] B. O. Ceylan, "A novel FMEA approach for risk assessment of air pollution from ships," *Mar. Policy*, vol. 150, 2023, doi: 10.1016/j.marpol.2023.105536.
- [5] N. H. Moghimi, "Recognising and prioritising the supply chain risk in project-based organisation regarding the effective environmental factors and by using FMEA technique case study: Ehdas Gostar Nirooye Pars Co.," *Int. J. Procure. Manag.*, vol. 16, no. 2, pp. 307–325, 2023, doi: 10.1504/IJPM.2021.10041087.
- [6] A. Alvand, "Identification and assessment of risk in construction projects using the integrated FMEA-SWARA-WASPAS model under fuzzy environment: a case study of a construction project in Iran," *Int. J. Constr. Manag.*, vol. 23, no. 3, pp. 392–404, 2023, doi: 10.1080/15623599.2021.1877875.
- [7] Y. E. Priharanto, "Risk Assessment of the Fishing Vessel Main Engine by Fuzzy-FMEA Approach," *J. Fail. Anal. Prev.*, 2023, doi: 10.1007/s11668-023-01607-w.
- [8] I. N. Permadi and D. B. Nisa, "A Model Experiment Design Using the Taguchi Method: A Case Study Of Making Concrete Roof," *J. Ris. Ilmu Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 36–44, 2023.
- [9] T. M. Sari and W. Dini, "Risk Assessment and Mitigation Strategy in The Halal Broiler Supply Chain,"

- J. Ris. Ilmu Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–24, 2023.
- [10] S. ALMashaqbeh, “Healthcare waste hazards assessment using EWGM-FMEA: Case study in Oman,” *Cogent Eng.*, vol. 10, no. 1, 2023, doi: 10.1080/23311916.2023.2185951.
- [11] M. Ikhsan, “The Integration of Six Sigma and FMEA Methods in Determining Crude Palm Oil (CPO) Quality Improvement Factors at the Cot Girek Palm Oil Mill Unit of Pt. Perkebunan Nusantara-1,” *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. pp. 1–13, 2023. doi: 10.1007/978-981-19-3629-6_1.
- [12] A. Mohammed, “An integrated fuzzy-FMEA risk assessment approach for reinforced concrete structures in oil and gas industry,” *J. Intell. Fuzzy Syst.*, vol. 44, no. 1, pp. 1129–1151, 2023, doi: 10.3233/JIFS-221328.
- [13] F. Pohan, I. Saputra, and R. Tua, “Scheduling Preventive Maintenance to Determine Maintenance Actions on Screw Press Machine,” *J. Ris. Ilmu Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2023.
- [14] G. Filhaq, S. Aprianto, and H. Alfianto, “Design of Smart Locker Door Using Quality Function Deployment Based on ATmega 2560 Microcontroller,” *J. Ris. Ilmu Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 25–35, 2023.
- [15] V. C. Dewi, V. Amrizal, and F. E. M. Agustin, “Implementation of Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System and Image Processing for Design Applications Paper Age Prediction,” *J. Ris. Ilmu Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 45–57, 2023.
- [16] S. Mozaffari, “Environmental, Health, and Safety Risk Assessment in Marun’s oil Field using the FMEA Method,” *Pet. Coal*, vol. 65, no. 1, pp. 164–171, 2023, [Online]. Available: https://api.elsevier.com/content/abstract/scopus_id/85148208744
- [17] G. Minguito, “Risk management in humanitarian supply chain based on FMEA and grey relational analysis,” *Socioecon. Plann. Sci.*, 2023, doi: 10.1016/j.seps.2023.101551.
- [18] M. A. Zahed, “Simultaneous assessment of health, safety, and environmental risks using William Fine and FMEA methods based on OHSAS 18001: 2007 standard in the Alborz tunnel, Iran,” *Geomech. und Tunnelbau*, vol. 16, no. 1, pp. 103–113, 2023, doi: 10.1002/geot.202100093.
- [19] A. Pacana, “Method of Fuzzy Analysis of Qualitative-Environmental Threat in Improving Products and Processes (Fuzzy QE-FMEA),” *Materials (Basel)*, vol. 16, no. 4, 2023, doi: 10.3390/ma16041651.
- [20] S. Indrawati, “Integration of Six Sigma, FMEA and TRIZ to improve product quality: Upright piano case application,” *AIP Conference Proceedings*, vol. 2482. 2023. doi: 10.1063/5.0111223.