



PAPER – OPEN ACCESS

Safe Product Design dan Forensic Engineering Terhadap Production Process Monitoring Bulu Mata Palsu di PT Tigaputra Abadiperkasa

Author : Berliana Nurul Azzahra, dan Lobes Herdiman
DOI : 10.32734/ee.v8i1.2641
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 8 Issue 1 – 2025 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).
Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Safe Product Design dan Forensic Engineering Terhadap Production Process Monitoring Bulu Mata Palsu di PT Tigaputra Abadiperkasa

Berliana Nurul Azzahra¹, Lobes Herdiman²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah

berliananurulazzahra@student.uns.ac.id¹, lobesherdiman@staff.uns.ac.id²

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab utama produk cacat bulu mata palsu serta memberikan solusi perbaikan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Penelitian ini berfokus pada jenis cacat yang paling dominan dalam produksi, yaitu cacat keriting dan pecah, yang masing-masing menghasilkan 41% dan 35% dari total cacat yang terjadi pada tahun 2024. Berdasarkan hasil analisis FMEA, diperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi untuk cacat keriting yang disebabkan oleh kualitas bahan baku rambut yang tidak sesuai, serta cacat pecah yang dipengaruhi oleh proses pengeringan yang tidak terkontrol. Alternatif perbaikan yang disarankan meliputi peningkatan pengendalian kualitas bahan baku, perbaikan pengaturan suhu mesin, serta peningkatan pelatihan operator. Metode FTA digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan, dengan tujuan memberikan rekomendasi yang lebih tepat dalam mengurangi produk cacat. Penelitian ini membahas mengenai penerapan konsep *Safe Product Design* dan *Forensic Engineering* dalam pengendalian kualitas proses produksi bulu mata palsu di PT Tigaputra Abadiperkasa yang diharapkan dapat membantu PT Tigaputra Abadiperkasa untuk meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk, serta memperkuat reputasi perusahaan di pasar global.

Kata Kunci: Kualitas; *Failure Mode and Effect Analysis*; *Fault Tree Analysis*

Abstract

The research is designed to identify the main causes of fake eyelash defects and provide improvement solutions using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA) methods. This research focuses on the most dominant types of blemishes in production, which are curly and fracture blemishes, which account for 41% and 35% of the total number of defects occurring in 2024, accordingly. Based on the results of the FMEA analysis, the highest Risk Priority Number (RPN) values were obtained for curly defects caused by inappropriate quality of hair raw materials, as well as fracture defects affected by the uncontrolled drying process. Improved alternatives include increased raw material quality control, improving machine temperature settings, and increasing operator training. The FTA method is used to identify the causes of failure, with the aim of providing more appropriate recommendations in terms of minimizing defective products. This research is about applying the concepts of Safe Product Design and Forensic Engineering in quality control of the false eyelash production process at PT Tigaputra Abadiperkasa which is also expected to help PT Tigaputra Abadiperkasa to improve production efficiently and product quality, and also to strengthen the company's reputation in the global market.

Keywords: Quality, Failure Mode and Effect Analysis, Fault Tree Analysis

1. Introduction

Industri bagian kosmetik, terutama produk bulu mata palsu, mengalami permintaan yang terus meningkat, mendorong PT Tigaputra Abadiperkasa untuk berinovasi dalam proses produksinya. Perusahaan ini telah berdiri sejak 1983, dikenal sebagai produsen bulu mata palsu terkemuka di Indonesia, menyediakan berbagai jenis produk termasuk bulu mata dari rambut manusia dan sintetis, dengan kapasitas produksi mencapai 18 juta pasang per tahun. Pemantauan proses produksi sangat penting dalam memastikan produk telah sesuai standar kualitas dan keamanan [1]. Proses tersebut meliputi tahap pemotongan, pembentukan, dan pengikatan bulu, serta pengemasan yang diawasi ketat. Pemantauan dilakukan dengan mengumpulkan data seperti suhu, kelembaban, tekanan, dan waktu proses, yang dapat mempengaruhi kualitas produk. Dengan teknologi yang tepat, perusahaan dapat mendeteksi penyimpangan secara *real-time* dan segera mengambil tindakan korektif [2]. Integrasi antara *Forensic Engineering* dan pemantauan proses produksi memastikan produk akhir aman, nyaman, dan berkualitas tinggi, dengan pemilihan bahan baku yang tepat seperti rambut manusia atau serat sintetis *Polybutylene Terephthalate* (PBT) yang juga berperan penting dalam kualitas produk karena bahan ini mempengaruhi konsistensi dan ketahanan produk akhir. Dengan pengawasan ketat dan penggunaan lem aman, perusahaan memastikan produk bulu mata palsu yang dihasilkan aman, nyaman, dan berkualitas tinggi.

Penawaran merupakan jumlah barang yang disediakan oleh penjual di pasar dalam jangka waktu dan harga tertentu. Sementara itu, permintaan merujuk pada jumlah barang yang diinginkan konsumen di pasar, yang dipengaruhi oleh tingkat harga, pendapatan, dan periode waktu tertentu [3]. PT Tigaputra Abadiperkasa menghadapi tantangan dalam memenuhi permintaan konsumen yang mencapai sekitar 106.000 unit per siklus produksi. Hal ini disebabkan oleh munculnya produk cacat (*defect*) selama proses produksi, yang berdampak pada keterlambatan pengiriman dan penurunan pendapatan perusahaan. Produk cacat tersebut diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu produk yang masih dapat diperbaiki dan produk yang tidak dapat diperbaiki. Produk yang masih bisa diperbaiki akan melalui proses perbaikan (*repairment*), sementara produk yang tidak layak perbaikan akan diproduksi ulang dari awal. Untuk menjaga kepercayaan konsumen, perusahaan terus berupaya mempertahankan kualitas produknya dengan memastikan setiap produk memiliki kekuatan dan daya tahan yang optimal.

Pada *Safe Product Design* menekankan keamanan dan kenyamanan produk bagi konsumen. Konsep ini melibatkan perencanaan desain produk yang mempertimbangkan potensi risiko, penggunaan bahan yang aman, serta proses produksi yang terkontrol [4]. Selain itu, *Forensic Engineering* digunakan untuk menganalisis dan mengidentifikasi penyebab kegagalan produk, sehingga memungkinkan perbaikan berkelanjutan dan pencegahan masalah serupa di masa depan. Sebagai contoh, dalam studi yang dilakukan oleh Leffler (2017), *forensic engineering* berhasil mengungkap bahwa kegagalan pegas pada sistem kontrol kendaraan bukan disebabkan kesalahan manufaktur, melainkan akibat cacat desain yang mengabaikan risiko kelelahan material serta lemahnya pengujian dan pengendalian mutu. Meskipun kasus tersebut berasal dari industri otomotif, pendekatan serupa dapat diterapkan pula pada konteks produk lainnya seperti bulu mata palsu. Misalnya, jika ditemukan cacat pada produk bulu mata palsu, *forensic engineering* dapat membantu menentukan apakah masalah tersebut disebabkan oleh bahan baku, proses produksi, atau faktor lainnya. Integrasi antara desain yang aman dan analisis rekayasa forensik menjadi kunci dalam menjaga kualitas dan kepercayaan konsumen terhadap produk bulu mata palsu.

Melanjutkan penerapan desain produk yang aman dan analisis rekayasa forensik, PT Tigaputra Abadiperkasa menghadapi kendala produksi akibat produk cacat yang perlu segera diatasi. Untuk mencegah kerugian, diperlukan pengendalian kualitas menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode FMEA dirasa cocok dengan permasalahan ini dikarenakan *defect* yang terjadi di PT Tigaputra Abadiperkasa cukup banyak dari tahun ke tahunnya dan jenis *defect* yang dihasilkan pun beragam, dengan FMEA dapat membantu mengidentifikasi akar penyebab cacat. FTA digunakan untuk memperkuat pengawasan kualitas produk dari awal

hingga akhir produksi agar produk yang dihasilkan tetap dalam batas kendali. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor penyebab cacat dan mengusulkan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk sehingga dapat meningkatkan kepuasan pelanggan serta mempertahankan kepercayaan konsumen terhadap produk yang dihasilkan oleh PT Tigaputra Abadiperkasa.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif. Data yang dikumpulkan meliputi jumlah produksi, jumlah produk cacat, jenis cacat pada bulu mata palsu, serta alur proses produksi di PT Tigaputra Abadiperkasa. Pengumpulan data dilakukan melalui metode primer dan sekunder. Untuk data primer, digunakan dua teknik yaitu wawancara dan observasi. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari bagian *Quality Control* (QC) PT Tigaputra Abadiperkasa, berupa data jumlah produksi dan jumlah produk cacat selama tahun 2024. Data diperoleh melalui pengamatan langsung serta dokumentasi historis perusahaan. Observasi dilakukan dengan mewawancarai supervisor di perusahaan. Data yang dianalisis mencakup catatan cacat produk dari Januari hingga Desember 2024.

Pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi dua tahap utama, yaitu tahap pengumpulan dan pengolahan data. Pada tahap pengumpulan data, dilakukan wawancara dengan supervisor serta beberapa karyawan, dan dikumpulkan data produk cacat dari bagian QC untuk kemudian direkap. Tahap berikutnya adalah pengolahan data, yang mencakup pembuatan diagram Pareto, perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), serta analisis menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA). Tahap ini juga mencakup penyusunan alternatif solusi berdasarkan akar masalah dengan prioritas tertinggi. Diagram Pareto digunakan untuk mengidentifikasi masalah utama, sementara *fishbone diagram* digunakan untuk menggambarkan faktor-faktor utama yang memengaruhi kualitas produk dan berkontribusi terhadap timbulnya masalah. Dalam FMEA, dilakukan penilaian terhadap tiga aspek: *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D). *Severity* menunjukkan seberapa besar dampak kecacatan terhadap kualitas produk, dengan skor 1 hingga 10, di mana skor 1 berarti dampak kecil dan skor 10 berarti dampak sangat serius. *Occurrence* menilai seberapa sering kegagalan terjadi, juga dengan skala 1–10, dari kejadian yang jarang hingga sangat sering. *Detection* menunjukkan tingkat kesulitan dalam mendeteksi kegagalan, dengan skor 1 berarti sangat mudah dideteksi dan 10 sangat sulit dideteksi. Nilai RPN dihitung dengan mengalikan ketiga skor tersebut. Analisis FTA digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab utama dari cacat produk yang sering terjadi.

3. Data dan Pembahasan

3.1. Analisis Data

Jenis cacat yang ditemukan dalam proses produksi bulu mata palsu meliputi keriting, salah potong bentuk, simpul kurang rapi, keras, salah ukuran, miring, serta pecah. Data mengenai cacat produksi ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.1 Data Defect pada Produksi Bulu Mata Palsu Bulan Januari 2024 sampai Desember Tahun 2024

Jenis Defect	Jumlah Defect
Pecah	768
Salah potong bentuk	90
Simpul kurang rapi	98
Keras	116
Salah Ukuran	106
Miring	111
Keriting	895
Total	2184

3.2. Pembahasan

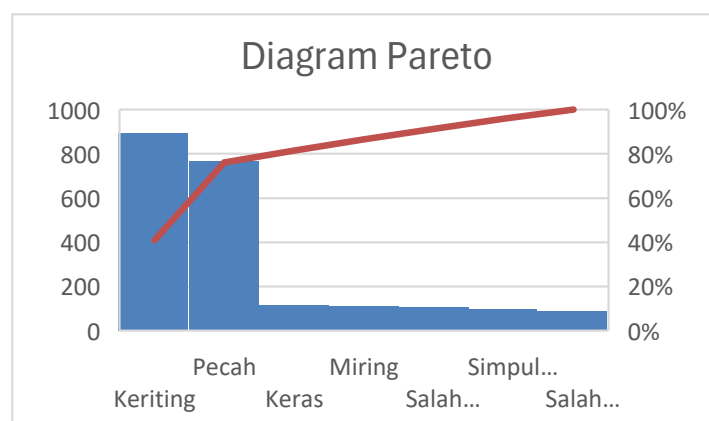
3.2.1. Diagram Pareto

Berdasarkan rekapitulasi data cacat yang telah dikumpulkan, dilakukan analisis untuk menghitung persentase masing-masing jenis cacat yang terjadi. Berikut ini disajikan tabel yang menunjukkan persentase tiap jenis cacat beserta persentase kumulatifnya pada produk bulu mata palsu.

Tabel 3.2 Diagram Pareto

Jenis Defect	Presentase Defect	Presentase Kumulatif
Keriting	41%	41%
Pecah	35%	76%
Simpul kurang rapi	5%	81%
Keras	5%	86%
Salah potong bentuk	5%	91%
Salah Ukuran	5%	96%
Miring	4%	100%
Total	100%	

Berdasarkan perhitungan persentase yang telah dilakukan, data tersebut kemudian diolah untuk menyusun diagram Pareto. Diagram ini membantu mengidentifikasi jenis cacat yang paling sering terjadi dalam proses produksi. Berikut adalah diagram Pareto yang menunjukkan distribusi jumlah cacat pada produk bulu mata palsu.

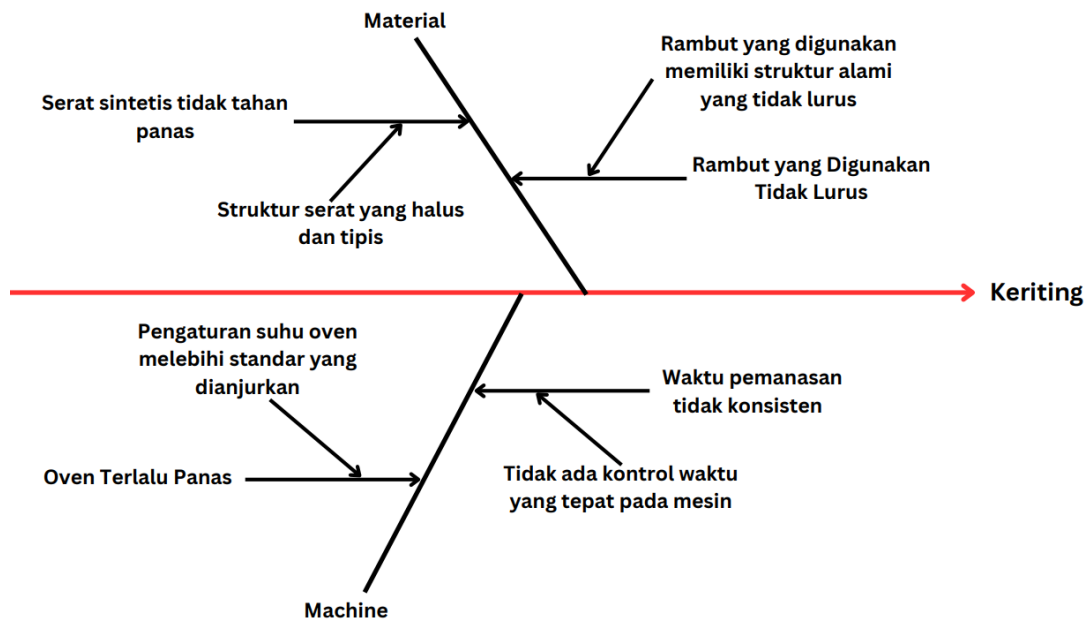


Gambar 3.1 Diagram Pareto

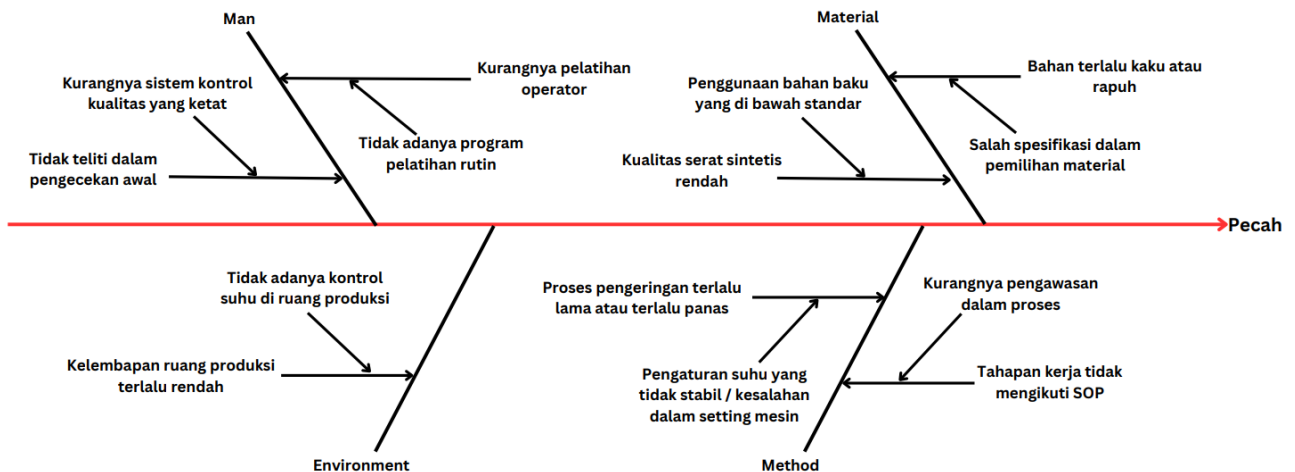
Berdasarkan diagram pareto di atas, urutan jenis defect yang paling sering terjadi yaitu Keriting, Pecah, Keras, Miring, Salah Ukuran, Simpul Kurang Rapi, Salah Potong. Dari diagram tersebut diketahui bahwa dua jenis *defect* yang menyumbang persentase tertinggi adalah Keriting dengan presentase sebesar 41% dan Pecah dengan presentase sebesar 35%, dengan total kontribusi sebesar 76% dari seluruh jumlah *defect*. Prinsip Pareto 80/20 tidak dimaknai sebagai keharusan menyelesaikan 80% dari total kecacatan, tetapi lebih menekankan bahwa sebagian besar dampak cacat produk disebabkan oleh sebagian kecil penyebab cacat produk. Dalam konteks ini, Keriting dan Pecah merupakan sebagian kecil dari jenis cacat produk namun menyumbang sebagian besar kerugian dalam proses produksi. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada identifikasi akar penyebab cacat produk dan usulan perbaikan terhadap *defect* Keriting dan Pecah sebagai bentuk penerapan dari prinsip Pareto secara efektif.

3.2.2. Diagram Fishbone Penyebab Terjadinya Defect

Diagram *fishbone* dibuat untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya *defect* tersebut. Proses perancangan dilakukan melalui observasi serta wawancara dengan pembimbing lapangan dari divisi *quality control*. Berikut merupakan diagram *fishbone* yang menggambarkan penyebab *defect* pada bulu mata palsu.



Gambar 3.2 Fishbone Diagram Keriting



Gambar 3.3 Fishbone Diagram Pecah

3.2.3. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Penyusunan FMEA dilakukan berdasarkan hasil diskusi dan wawancara dengan pembimbing lapangan dari divisi *quality control*. Hasil pengukuran dalam tabel FMEA yang mencakup *defect* dengan persentase kumulatif 80% dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

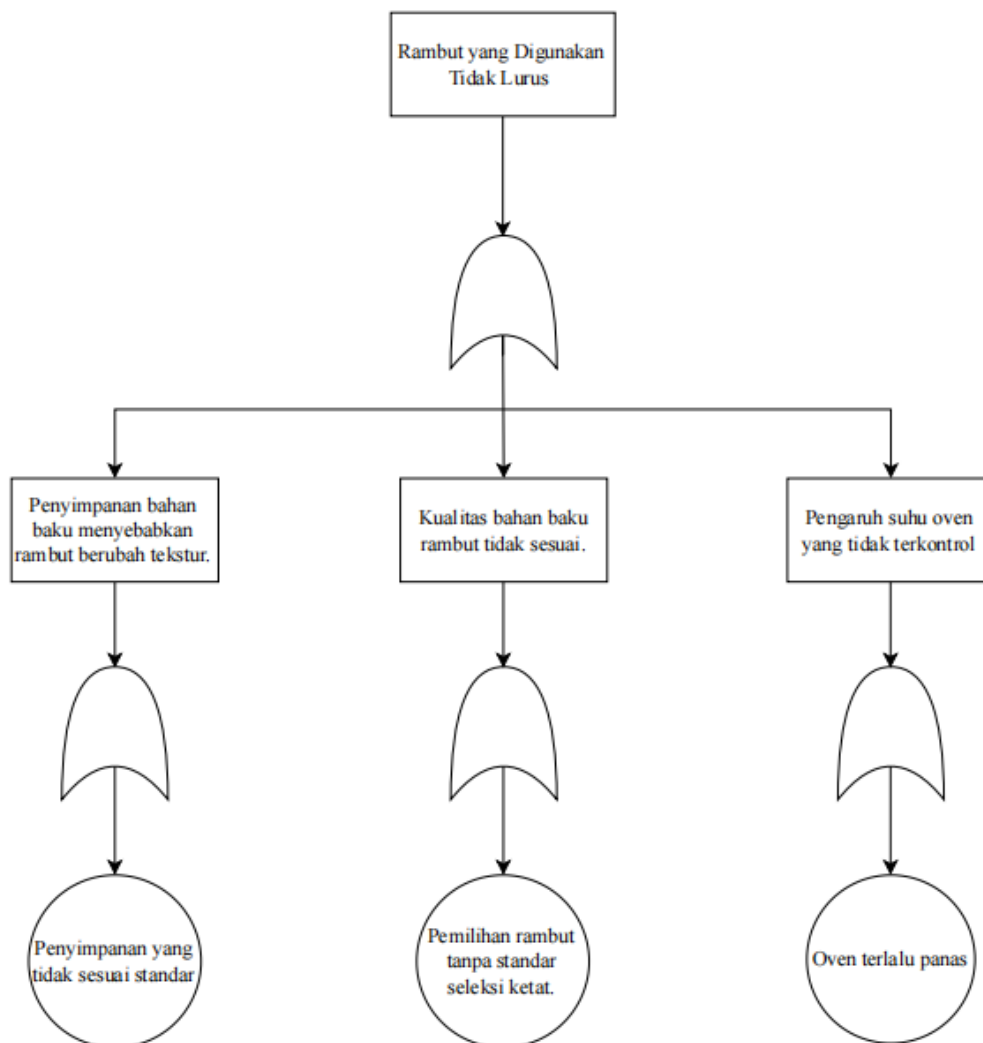
Tabel 3.3 *Failure Mode and Effect Analysis*

Jenis Defect	Mode Gagal	Akibat Dari Potensi Kegagalan	Penyebab Potensi Kegagalan	Nilai			RPN
				S	O	D	
Pecah	Tidak teliti dalam pengecekan awal	Produk cacat lolos ke proses berikutnya.	Kurangnya sistem kontrol kualitas yang ketat.	5	3	3	45
	Kurangnya pelatihan operator	Kesalahan saat penanganan material, menyebabkan kerusakan.	Tidak adanya program pelatihan rutin.	1	3	3	9
	Bahan terlalu kaku atau rapuh	Mudah pecah saat proses atau pemakaian.	Salah spesifikasi dalam pemilihan material.	3	5	4	60
	Kualitas serat sintetis rendah	Daya tahan produk rendah, cepat rusak.	Penggunaan bahan baku yang di bawah standar.	5	5	4	100
	Proses pengeringan terlalu lama atau terlalu panas	Serat retak atau berubah bentuk.	Pengaturan suhu tidak stabil / kesalahan setting mesin.	7	6	5	210
	Tahapan kerja tidak mengikuti SOP	Kualitas tidak konsisten.	Kurangnya pengawasan dalam proses.	2	3	3	18
	Kelembapan ruang produksi terlalu rendah	Serat menjadi kaku dan rapuh.	Tidak adanya kontrol suhu di ruang produksi.	1	3	5	15
Keriting	Rambut yang Digunakan Tidak Lurus	Rambut sulit dibentuk sesuai model yang diinginkan.	Kualitas bahan baku rambut tidak sesuai.	7	6	6	252
	Oven Terlalu Panas	Rambut atau material yang diproses menjadi berubah bentuk.	Pengaturan suhu oven melebihi standar yang dianjurkan.	7	4	5	140
	Serat Sintetis Tidak Tahan Panas	Bulu mata menggulung saat terkena panas.	Struktur serat yang halus dan tipis.	5	4	5	100
	Waktu Pemanasan Tidak Konsisten	Bulu mata jadi tidak lentik merata dan menyebabkan kerusakan bentuk serat.	Tidak ada kontrol waktu yang tepat pada mesin.	7	3	4	84

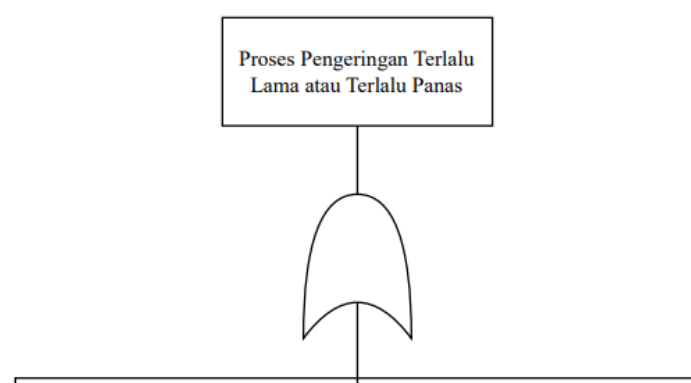
Berdasarkan perhitungan FMEA yang telah dilakukan, didapatkan hasil untuk *defect* keriting dengan mode kegagalan yang memiliki nilai RPN tertinggi adalah Rambut yang digunakan tidak lurus dengan nilai RPN sebesar 252. *Potential effect* dari kegagalan tersebut adalah rambut sulit dibentuk sesuai model yang diinginkan. Hal ini disebabkan karena kualitas bahan baku rambut tidak sesuai. Sementara itu, didapatkan hasil untuk *defect* pecah dengan mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi adalah proses pengeringan yang terlalu lama atau terlalu panas, dengan nilai RPN sebesar 210. *Potential effect* dari kegagalan ini adalah serat retak atau berubah bentuk, yang disebabkan oleh pengaturan suhu yang tidak stabil atau kesalahan dalam setting mesin.

3.2.4. Fault Tree Analysis (FTA)

Dalam merancang usulan perbaikan, memahami akar permasalahan yang menyebabkan cacat sangatlah penting. Faktor-faktor penyebab kegagalan dengan nilai RPN tertinggi akan dianalisis lebih lanjut menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) guna mengidentifikasi akar penyebab utama dari *defect* yang muncul pada produk.



Gambar 3.4 Rambut yang Digunakan Tidak Lurus



Gambar 3.5 Proses Pengeringan Terlalu Lama atau Terlalu Panas

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) di atas, maka didapatkan akar penyebab masalah dari *defect* rambut yang digunakan tidak lurus dan proses pengeringan terlalu lama atau terlalu panas. Dari permasalahan tersebut, terdapat beberapa alternatif usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi frekuensi *defect* rambut yang digunakan tidak lurus dan proses pengeringan terlalu lama atau terlalu panas. Pada Tabel 3.4 disajikan beberapa alternatif usulan perbaikan yang dapat diajukan.

3.2.5. Alternatif Usulan

Dari permasalahan tersebut, terdapat beberapa alternatif usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk mengurangi frekuensi *defect* rambut yang digunakan tidak lurus dan proses pengeringan terlalu lama atau terlalu panas.

Tabel 3.4 Alternatif Usulan Perbaikan

Penyebab	Alternatif Usulan
Penyimpanan yang tidak sesuai standar	Menyediakan tempat penyimpanan dengan suhu dan kelembaban terkontrol untuk menjaga kualitas bahan baku bulu mata.
Pemilihan rambut tanpa standar seleksi ketat	Menetapkan standar seleksi rambut yang ketat dan melakukan inspeksi kualitas sebelum digunakan dalam produksi.
Oven terlalu panas	Melakukan kalibrasi oven secara berkala dan monitor suhu secara <i>real-time</i> untuk menjaga kestabilan suhu selama proses berlangsung.
Proses pengeringan terlalu lama atau terlalu	Melakukan pemeliharaan rutin pada mesin, khususnya pada

panas	komponen yang mengatur suhu. Pastikan semua komponen berfungsi dengan baik dan terkalibrasi dengan benar.
Keterlambatan dalam waktu pengeringan	Mengatur jadwal produksi yang lebih efisien sehingga proses pengeringan tidak terganggu oleh penggantian batch produk yang tidak terorganisir.
Kualitas bahan baku yang buruk	Memastikan kembali bahan baku yang digunakan memenuhi standar kualitas yang tinggi dan dapat bertahan pada proses pengeringan.

(1)

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di PT Tigaputra Abadiperkasa, hasil inspeksi selama periode Januari hingga Desember 2024 mencatat 2.184 produk mengalami penolakan akibat berbagai jenis cacat, dengan jenis cacat terbanyak adalah keriting (41%) dan pecah (35%). Berdasarkan perhitungan Risk Priority Number (RPN), cacat keriting menjadi masalah utama dengan nilai RPN tertinggi sebesar 252, disebabkan oleh penggunaan rambut yang tidak lurus. Sementara itu, cacat pecah menempati urutan kedua dengan RPN sebesar 210, yang dipicu oleh proses pengeringan yang tidak tepat. Untuk mengatasi permasalahan ini, perusahaan mengusulkan beberapa perbaikan, antara lain: pengendalian suhu dan kelembapan tempat penyimpanan bahan baku, pengetatan seleksi dan inspeksi kualitas rambut sebelum produksi, kalibrasi dan pemantauan suhu oven secara berkala, perawatan rutin mesin, pengaturan jadwal produksi yang lebih efisien, serta memastikan bahan baku memiliki kualitas tinggi yang tahan terhadap proses pengeringan.

References

- [1] Melati, R., & Nurhalimah, S. (2024). Penerapan Sanitasi dan Higiene pada Proses Pembuatan Produk Tempe di Rumah Tempe Indonesia. *Karimah Tauhid*, 3(9), 10703-10711.
- [2] Muntu, S. J., Ismunandar, A. I., Damayanti, R. A., & Mediaty, M. (2024). Peran Teknologi dalam Meningkatkan Keamanan dan Efisiensi Pengendalian Internal. *J-CEKI: Jurnal Cendekia Ilmiah*, 3(4), 1029-1040.
- [3] Fatimah, A. T., & Amam, A. (2018). Koneksi matematis pada konsep ekonomi (permintaan dan penawaran). *TEOREMA: Teori Dan Riset Matematika*, 2(2), 107-116.
- [4] Leshner, M. D. (2014). Forensic engineering evaluation of an automated warehouse accident. *Journal of the National Academy of Forensic Engineers*, 31(2). doi:10.51501/jotnafe.v31i2.1.
- [5] Devani, V., & Wahyuni, F. (2017). Pengendalian kualitas kertas dengan menggunakan statistical process control di paper machine 3. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 15(2), 87-93.
- [6] Leffler, J. (2017). Forensic Engineering Analysis of Design & Manufacturing Practices for an automotive spring. *Journal of the National Academy of Forensic Engineers*, 34(1). doi:10.51501/jotnafe.v34i1.40.