



Upaya Peningkatan Kualitas Produk *Corrugated Box* dengan Pendekatan *Fault Tree Analysis (FTA)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Mochammad Farrij Al Syahkhaafi^{1✉}, Lisa Ratnasari²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sahid Jakarta

DOI: 10.31004/jutin.v6i4.20250

✉ Corresponding author:

[alsyahkhaafi03@gmail.com] [lisa_ratnasari@usahid.ac.id]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:
Kualitas;
Fault Tree Analysis;
Failure Mode and Effect Analysis;
RPN;
Corrugated Box

PT. Kreasi Kemas Indonesia merupakan perusahaan yang memproduksi berbagai macam jenis kardus dengan sistem *make to order*. Persentase kecacatan pada proses cetak di mesin *longway* periode produksi tahun 2022 sebesar 2,16% dari yang ditetapkan oleh perusahaan sebesar 2%. Pendekatan *Fault Tree Analysis (FTA)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dikombinasikan untuk mengetahui penyebab kecacatan dan 5W+1H sebagai metode perbaikan. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui penyebab terjadinya kecacatan dan memberikan usulan perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan penyebab kecacatan terbesar dengan nilai RPN tertinggi yaitu lolos inspeksi cetak coba (720), pengaturan penjepit samping *sheet* tidak presisi (576), dan cetak coba tidak standar (630). Usulan perbaikan yang direkomendasikan ialah dengan melakukan proses peninjauan dan penyortiran yang lebih detail dan komprehensif pada saat proses cetak coba, memberikan sosialisasi dan pendampingan secara berkala perihal kebijakan penjaminan mutu yang dapat mengacu pada ISO 9001:2015 kepada operator, dan melakukan peremajaan (*maintenance*) secara rutin terhadap seluruh komponen mesin.

Abstract

Keywords:
Quality;
Fault Tree Analysis;
Failure Mode and Effect Analysis;
RPN;
Corrugated Box

PT Kreasi Kemas Indonesia is a company that produces various types of cardboard with a *make to order* system. The percentage of defects in the printing process on the *longway* machine for the 2022 production period is 2.16% of the 2% set by the company. The *Fault Tree Analysis (FTA)* and *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* approaches are combined to determine the causes of defects and 5W + 1H as an improvement method. The purpose of this study is to determine the causes of defects and provide suggestions for improvement. The results showed that the causes of the largest defects with the highest RPN values were missed trial print inspection (720), imprecise sheet side clamp settings (576), and non-standard trial print (630). The recommended improvement suggestions are to

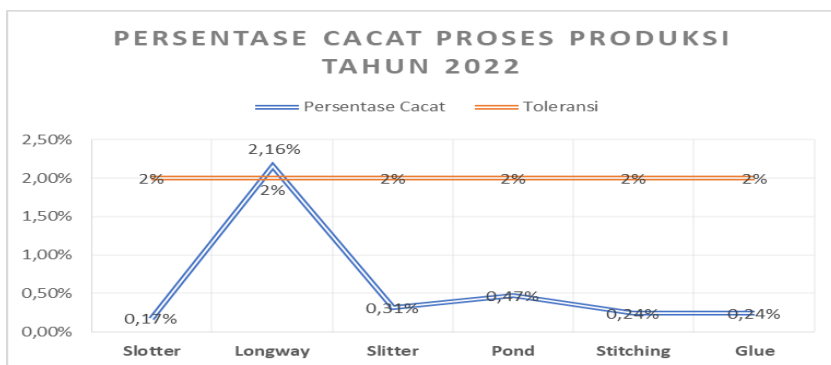
conduct a more detailed and comprehensive review and sorting process during the trial printing process, provide regular socialization and assistance regarding quality assurance policies that can refer to ISO 9001: 2015 to operators, and conduct routine maintenance of all machine components.

1. INTRODUCTION

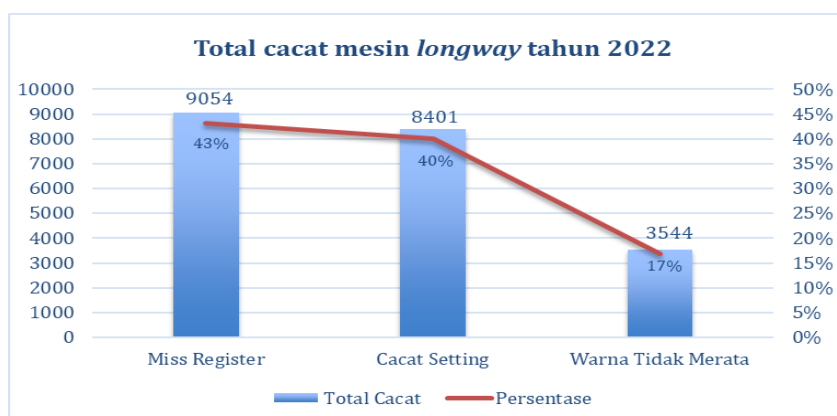
Kualitas produk memiliki peran penting dalam keberhasilan suatu bisnis. Untuk meningkatkan kualitas produk, perusahaan harus memahami dan menganalisis kualitas produk yang dihasilkan, memperbaiki faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas produk, dan mengadopsi strategi untuk meningkatkan kualitas produk secara berkelanjutan. Kualitas produk yang baik akan meningkatkan kepercayaan dan kepuasan pelanggan, dan membantu bisnis mencapai keuntungan yang lebih besar (Erwindasari, 2019).

Pengendalian kualitas mencakup serangkaian tindakan dan kegiatan yang bertujuan untuk memastikan produk atau layanan yang dihasilkan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan (Walujo *et al.*, 2020). Dalam sebuah perusahaan, pengendalian kualitas bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi, mengurangi biaya, serta meningkatkan kepuasan pelanggan (Meidiarti, 2020). Menurut Nasution *et al* (2018) pengendalian kualitas sangat erat kaitannya dengan proses produksi dimana jika terdapat ketidaksesuaian yang terjadi pada saat proses produksi maka akan berpengaruh secara signifikan kepada kualitas produk yang dihasilkan.

PT. Kreasi Kemas Indonesia (KKI) merupakan perusahaan yang memproduksi berbagai macam jenis karton box atau kardus untuk keperluan pengemasan produk yang sudah berdiri selama lebih dari 10 tahun. Jenis produk yang diproduksi ada beraneka ragam sesuai permintaan konsumen (*make to order*) dengan pilihan dan jenis material yang ada. Proses produksi yang terjadi selama ini memiliki serangkaian tahapan proses dengan menggunakan mesin yang berbeda. Tahapan proses tersebut meliputi proses pemotongan dimensi dengan mesin *slitter*, proses cetak dengan menggunakan mesin *longway*, proses *slotting* dengan menggunakan mesin *slotter*, proses *die cutting* dengan menggunakan mesin *pond*, proses penggabungan dengan menggunakan mesin *glue* dan *stitching*. Pada pelaksanaannya terdapat jenis kecacatan dalam produksi pesanan. Berikut merupakan persentase jumlah cacat yang ada pada setiap mesin yang digunakan saat proses produksi pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Persentase Cacat Pada Mesin Produksi Tahun 2022 (Sumber: PT. KKI, 2022)



**Gambar 2. Jenis cacat pada proses cetak
(Sumber: PT. KKI, 2022)**

Berdasarkan grafik diatas, penyumbang terbesar kecacatan yaitu pada proses cetak sebesar 20.999 *sheet* dengan tingkat persentase kecacatan sebesar 2,16% yang melebihi batas toleransi yaitu sebesar 2% yang ditetapkan oleh perusahaan. Kecacatan yang kerap muncul tentu sangat berdampak negatif untuk perusahaan pasalnya hal ini menimbulkan kerugian secara materi yang diakibatkan proses yang tidak efisien seperti adanya proses pengerjaan ulang (*rework*). Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu dilakukan pengendalian dan upaya peningkatan kualitas, sebab Setyawati *et al.* (2019) mengungkapkan bahwa produk kemasan yang memiliki kualitas baik akan mempengaruhi daya tarik sebuah produk bagi konsumen.

Temuan penelitian terdahulu yang disampaikan oleh Arsic *et al.* (2022) menyatakan bahwa pendekatan *fault tree* merupakan alat analisa risiko mampu mengeksplorasi serta mendefinisikan penyebab kegagalan yang terjadi dalam proses karena sama halnya yang dikemukakan oleh Lakhotia *et al.* (2020) visualisasinya yang dapat membantu untuk menemukan akar masalah (*root cause*). Namun pada prinsipnya sebuah bisnis akan selalu menerapkan perbaikan yang berkelanjutan, sehingga diperlukan langkah strategis untuk menindaklanjuti akar masalah yang ditemukan. FMEA (*failure mode and effect analysis*) dapat menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai *risk priority number* (RPN) (Mzougui & El Felsoufi, 2019; Salah *et al.*, 2023; Salah *et al.*, 2015). Adapun Nursyahbani *et al.* (2023) menyimpulkan dalam penelitiannya bahwa solusi perbaikan yang didasari atas analisa 5W+1H. Oleh karena itu pada penelitian ini akan mengkombinasikan antara FTA dan FMEA dalam upaya peningkatan kualitas produk sebagai adaptasi serta pengembangan dari penelitian sebelumnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya kecacatan, mengetahui nilai RPN untuk penyebab kecacatan, dan memberikan usulan perbaikan agar dapat meningkatkan kualitas produksi karton box pada proses cetak untuk menekan tingkat persentase kecacatan yang ada pada perusahaan.

2. METHODS

2.1 Desain Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan deskriptif kuantitatif dimana akan menjelaskan urutan prioritas penyebab kecacatan dengan model matematis. Penelitian ini dilakukan dengan studi lapangan terhadap rangkaian proses produksi dan potensi penyebab terjadinya kecacatan dengan *fault tree analysis* (FTA). Setelah diketahui penyebab kecacatan tersebut maka akan ditentukan prioritas serta usulan perbaikan sebagai upaya peningkatan kualitas hasil produksi dengan *failure mode and effect analysis* (FMEA). Waktu penelitian ini berada pada rentang Maret – April tahun 2023.

2.2 Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini keseluruhan rangkaian proses produksi yang memiliki kecacatan di PT. Kreasi Kemas Indonesia. Sampel pada penelitian ini adalah kualitas hasil produksi pada proses cetak di mesin longway yang memiliki jumlah kecacatan terbesar.

2.3 Instrumen Penelitian

Data primer didapat dari hasil observasi lapangan di bagian proses cetak untuk mengetahui bagaimana aktualisasi proses yang terjadi dan mendapatkan data jumlah frekuensi terjadinya cacat beserta penyebabnya selama waktu penelitian. Data selanjutnya adalah hasil wawancara dari beberapa responden untuk validasi hasil pengamatan serta bertujuan untuk menentukan bobot nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* berdasarkan *expert judgement*. Data sekunder pada penelitian ini adalah data historis hasil produksi dan jumlah kecacatan pada Januari – Desember 2022.

2.4 Metode Pengumpulan dan Analisis Data

2.4.1 *Fault Tree Analysis* (FTA)

Fault Tree Analysis (FTA) merupakan sebuah pendekatan atau metode yang bertujuan untuk menganalisa penyebab sebuah kecacatan menggunakan prinsip "*Top – Down Approach*" yakni

menelusuri berbagai penyebab kecacatan dari level paling atas hingga ke bawah (Duyo, 2020). Tahapan yang ada pada metode FTA menurut Nugraha & Sari (2019) adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kejadian (*event*) paling utama, dalam hal ini adalah jenis kecacatan yang terjadi
2. Mengidentifikasi sistem yang ada, bagaimana potensi kecacatan bisa terjadi meliputi elemen atau input yang menyebabkan kecacatan tersebut
3. Membuat pohon kesalahan yang dimulai dari kejadian paling atas yang terus berkesinambungan ke bawah
4. Lakukan analisa kuantitatif pada pola kecacatan untuk mengetahui peluang terjadinya kecacatan
5. Lakukan tindakan perbaikan

Analisa kuantitatif dengan melihat tingkat kemungkinan penyebab kejadian. Nilai ini digunakan untuk mewakili setiap *basic event* yang ada. Saragih (2018) menyebutkan bahwa persamaan untuk menentukan pada bagian *intermediate event* diantara lain:

A. Untuk *OR Gate*:

$$P = 1 - [(1 - P_n)(1 - P_n)]$$

B. Untuk *And Gate*:

$$P = P_n \times P_n$$

2.4.2 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Wicaksono & Yuamita (2022) menjelaskan *failure mode and effect Analysis* (FMEA) merupakan pendekatan yang memiliki fungsi sebagai alat identifikasi serta pencegahan risiko yang berpotensi terhadap kecacatan. Pendapat lain yang diutarakan oleh Lestari & Mahbubah (2021) bahwa proses kecacatan dikategorikan berdasarkan dampak apa yang dihasilkan terhadap keberlangsungan dari sistem yang eksis lalu ditentukan urutan prioritas perbaikannya. Tahapan yang dilakukan dalam metode ini berdasarkan yang disampaikan oleh Ardiansyah & Wahyuni (2018) antara lain:

1. Menentukan bobot *severity* (S), untuk mengetahui potensi dampak kecacatan
2. Menentukan bobot *occurance* (O), untuk mengetahui seberapa sering terjadinya kecacatan
3. Menentukan bobot *detection* (D) untuk mengetahui bagaimana cara pengendalian kecacatan tersebut

Kriteria penilaian bobot untuk ketiga variabel berada pada rentang 1-10 dimana urutan nilai berdasarkan dampak terbaik hingga terburuk (Sari *et al.*, 2018). Selanjutnya dilakukan perhitungan *risk priority number* (RPN) dengan rumus berikut:

$$RPN = S \times O \times D$$

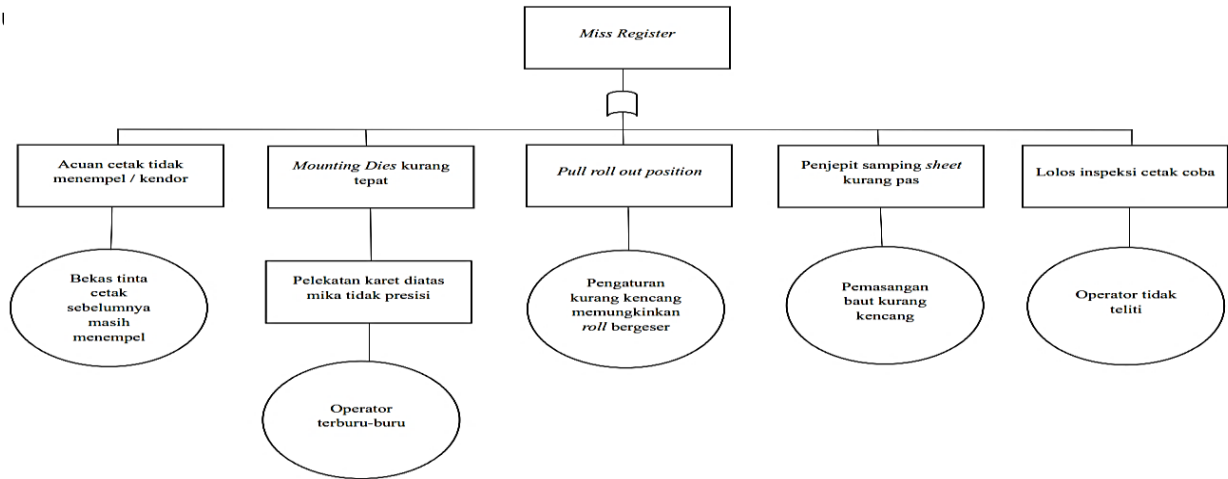
Nilai RPN yang dihasilkan menginterpretasikan bahwa urutan tingkatan prioritas yang memiliki risiko paling tinggi hingga rendah untuk selanjutnya dijadikan sebagai acuan tindakan perbaikan (Situngkir, 2019). Tahapan selanjutnya akan dilakukan perbaikan berdasarkan urutan nilai RPN yang telah diperoleh (Teja *et al.*, 2022). Menurut Joes *et al.* (2022) metode yang digunakan untuk membuat usulan perbaikan (*improve*) dengan 5W+1H (*what, where, when, why, who, how*). Metode ini akan menghasilkan *recommended action*.

3. RESULT AND DISCUSSION

3.1 Konstruksi Fault Tree Analysis (FTA)

Dalam pengkonstruksian diagram pohon kecacatan ini diperlukan verifikasi dan validasi oleh responden yang dalam hal ini adalah bagian yang bertanggungjawab dalam aktivitas produksi pada proses cetak yaitu

operator, kepala produksi, dan *quality control* (QC). Berdasarkan hasil pengamatan terdapat tiga jenis cacat

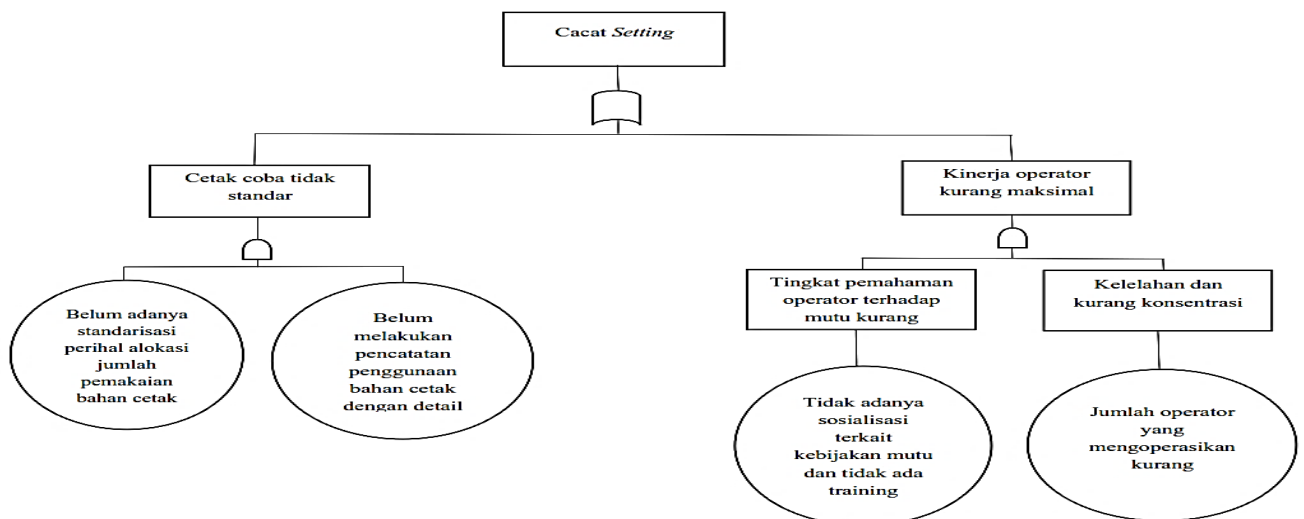


Gambar 3. Diagram FTA Miss Register

(Sumber: Olah Data, 2023)

Berdasarkan hasil diskusi dengan narasumber, penyebab terjadinya *miss register*:

1. *Printing plate / dies* kendur, terjadi akibat bekas tinta cetak sebelumnya yang masih menempel membuat dies tidak merekat kuat di area pelat
2. *Mounting dies* kurang tepat, saat proses pemasangan karet pada acuan cetak diatas lembaran mika pada bagian *image* tertentu pemasangannya tidak presisi atau bergeser yang disebabkan oleh operator yang terburu-buru
3. *Pull roll* berada diluar dimensi *sheet* sehingga mengakibatkan sheet tidak stabil ketika masuk kedalam mesin sehingga memungkinkan register bergeser yang disebabkan proses *setting* mesin oleh operator kurang tepat
4. Pengaturan penjepit samping tidak presisi sehingga tidak dapat menahan *sheet* yang menyebabkan *sheet* dapat bergeser sehingga transfer tinta cetak akan tidak tepat pada posisi seharusnya
5. *reject output* dari proses cetak coba lolos ke tahapan proses berikutnya akibat

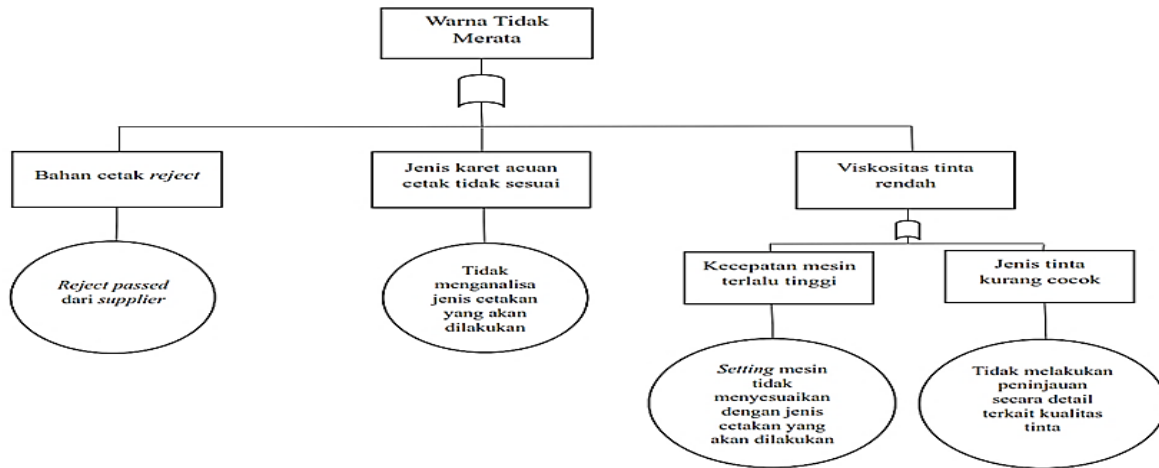


Gambar 4. Diagram FTA Cacat Setting

(Sumber: Olah Data, 2023)

Berdasarkan hasil diskusi dengan narasumber, penyebab terjadinya cacat yaitu:

1. Belum ada standar baku untuk alokasi penggunaan *sheet* pada cetak coba sehingga membuat
2. Kinerja operator kurang maksimal, diakibatkan oleh operator yang kurang *aware* terhadap *layout design* yang ada pada *manufacturing order*

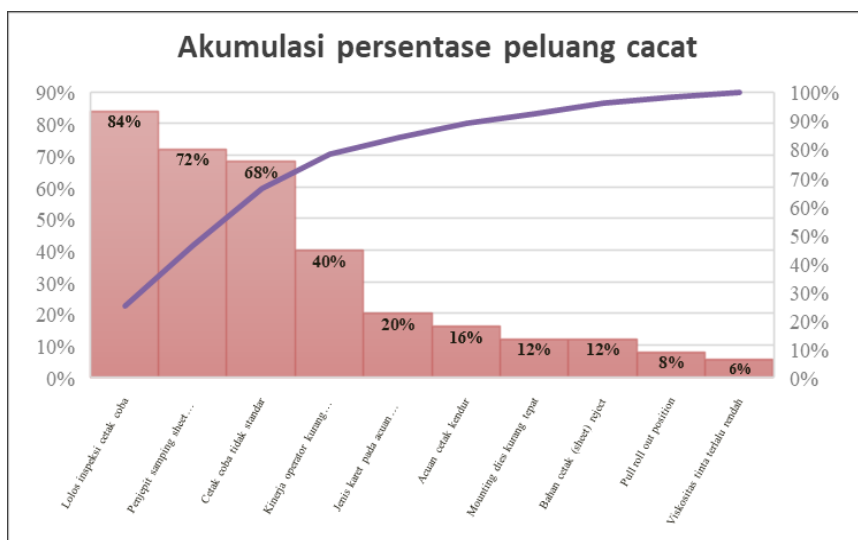


Gambar 5. Diagram FTA Warna tidak merata (Sumber: Olah Data, 2023)

Berdasarkan hasil diskusi dengan narasumber, penyebab cacat warna tidak merata yaitu:

1. *Defected raw material*, yaitu *sheet* yang cekung atau delaminasi masuk pada proses cetak yang disebabkan oleh kurangnya ketelitian dalam melakukan inspeksi bahan baku yang datang dari *supplier*.
2. Jenis acuan cetak tidak sesuai dengan jenis cetak, jenis karet pada acuan cetak tidak sesuai digunakan untuk jenis cetak solid yang membutuhkan seluruh area cetak tertutup oleh warna (*block*)
3. Viskositas atau kekentalan tinta yang rendah. Diakibatkan oleh kecepatan mesin yang tinggi namun tidak diimbangi dengan penggunaan jenis tinta yang sesuai dengan jenis cetakan.

3.2 Tingkat peluang terjadinya cacat



**Gambar 6. Diagram Pareto Peluang Kecacatan
(Sumber: Olah Data, 2023)**

Nilai persentase peluang tertinggi didapat oleh jenis cacat yaitu lolos inspeksi cetak coba, *setting* penjepit samping *sheet* kurang presisi, dan cetak coba tidak standar. Ketiga nilai ini sudah masuk dalam ketentuan pareto untuk selanjutnya menjadi fokus utama dalam perbaikan (Nurhayati & Yuliawati, 2019; Kartikasari & Romadhon, 2019).

3.3 Analisa FMEA

Yaqin *et al.* (2020) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa pembobotan diberikan pada masing-masing penyebab untuk mengetahui urutan prioritas perbaikan.

Tabel 1. Klasifikasi Nilai Severity

No	Failure Mode	Efek yang disebabkan	Severity Score	Keterangan
1.	Miss Register	Visualisasi <i>finish good</i> yang tidak sesuai dengan yang diinginkan customer	9 – 10	Cacat akan berpengaruh besar terhadap kualitas yang dirasakan oleh konsumen dan berpotensi adanya retur
2.	Cacat Setting	<i>Cost control</i> yang tidak terkendali terhadap proyeksi omset	4 - 8	Tingkat cacat yang tidak terlalu parah namun berpotensi besar terhadap terganggunya kelancaran operasional perusahaan
3.	Warna tidak merata	Adanya proses <i>rework</i> yang akan mempengaruhi durasi <i>lead time</i> yang lebih panjang	4 - 6	Cacat yang tidak terlalu parah namun akan menjadi bibit penurunan kepuasan konsumen

(Sumber: Olah Data, 2023)

Tabel 2. Klasifikasi Nilai Occurance

No	Range opportunity	Occurance Score	Keterangan
1.	1/25 – 10/25	5 – 6	Jenis cacat dengan tingkat frekuensi peluang yang sedang (<i>moderate</i>)
2.	11/25 – 20/25	7 - 8	Jenis cacat dengan kategori peluang yang besar terjadi (<i>high</i>)
3.	21/25 – 25/25	9 - 10	Jenis cacat dengan tingkat frekuensi cukup sering dan memiliki peluang yang sangat besar untuk terjadi kembali (<i>very high</i>)

(Sumber: Olah Data, 2023)

Tabel 3. Klasifikasi Nilai Detection

No	Control rating	Keterangan
1.	1	Cara pengendalian yang dilakukan sangat mampu mendeteksi dan mencegah kecacatan yang terjadi dengan tingkat keandalan sebesar 99,99%
2.	2 - 5	Cara pengendalian yang dilakukan cukup mampu mendeteksi dan mencegah kecacatan yang terjadi dengan tingkat keandalan sebesar 99,80 %,
3.	6 - 8	Cara pengendalian yang dilakukan masih mampu mendeteksi dan mencegah kecacatan yang terjadi, namun juga tetap ditemukan kecacatan dengan tingkat keandalan sebesar 98%
4.	9	Cara pengendalian yang dilakukan kurang mampu mendeteksi dan mencegah kecacatan dengan tingkat keandalan masih berada diatas 90%
5.	10	Cara pengendalian yang dilakukan belum mampu mendeteksi dan mencegah kecacatan dengan tingkat keandalan berada dibawah dari 90%

(Sumber: Olah Data, 2023)

Tabel 4. Analisis FMEA

Failure Mode	Severity				Cause of Failure	Occurance				How to control	Detection				RPN
	1	2	3	High score		1	2	3	High score		1	2	3	High score	
Miss Register	9	8	9	9	Lolos inspeksi cetak coba	8	9	8	8	Belum ada pengendalian	10	10	10	10	720
					Setting penjepit samping tidak presisi dengan sheet	6	7	8	8	Setting ulang penepat hingga dapat menahan sheet	8	8	7	8	576
Cacat Setting	6	7	5	7	Cetak coba tidak standar	10	10	10	10	Menggunakan standar pengalaman	7	7	9	9	630

(Sumber: Olah Data, 2023)

Urutan prioritas perbaikan berdasarkan hasil perhitungan RPN pada ketiga penyebab cacat tersebut yaitu lolos inspeksi cetak coba (720), cetak coba tidak standar (630), dan setting penjepit samping sheet tidak presisi (576). Langkah selanjutnya untuk memberikan rencana usulan perbaikan adalah dengan menggunakan metode 5W+1H (Krisnaningsih *et al.*, 2021).

3.4 Memberikan Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan secara detail dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5. 5W+1H (Lolos inspeksi cetak coba)

Jenis Cacat	Penyebab Cacat	What (Apa rencana perbaikan)	Why (Mengapa perlu dilakukan perbaikan)	Who (Siapa yang melakukan)	Where (Dimana lokasi perbaikan)	When (Kapan dilakukan perbaikan)	How (Bagaimana langkah perbaikan)
Miss Register	Lolos inspeksi cetak coba	Meningkatkan pengawasan inspeksi lebih detail	Mencegah cacat lolos sampai ke tangan konsumen	Kepala Produksi, operator, quality control officer	Bagian pencetak di mesin longway	Saat proses cetak coba, dan after running 1 batch pada mesin	1. Lakukan peninjauan dengan detail saat proses cetak coba dan running cetak 2. Lakukan penyortiran sheet yang reject

(Sumber: Olah Data, 2023)

Tabel 6. 5W+1H (Cetak coba tidak standar)

Jenis Cacat	Penyebab Cacat	What (Apa rencana perbaikan)	Why (Mengapa perlu dilakukan perbaikan)	Who (Siapa yang melakukan)	Where (Dimana lokasi perbaikan)	When (Kapan dilakukan perbaikan)	How (Bagaimana langkah perbaikan)
Cacat Setting	Cetak coba tidak standar	Membuat standarisasi cetak coba	Memiliki standar acuan untuk alokasi sheet	Manajemen dan operator produksi	Bagian pencetak di mesin longway	Segera	1. Lakukan sosialisasi SOP dan training penjaminan mutu kepada operator 2. Memberikan sanksi berupa surat peringatan (SP) kepada operator yang lalai guna meningkatkan awareness.

(Sumber: Olah Data, 2023)

Tabel 7. 5W+1H (Setting penjepit samping sheet tidak presisi)

Jenis Cacat	Penyebab Cacat	What (Apa rencana perbaikan)	Why (Mengapa perlu dilakukan perbaikan)	Who (Siapa yang melakukan)	Where (Dimana lokasi perbaikan)	When (Kapan dilakukan perbaikan)	How (Bagaimana langkah perbaikan)
Miss Register	Pengaturan penjepit samping sheet tidak presisi	Melakukan peremajaan pada mesin	Meningkatkan produktivitas dan efektivitas output	Operator produksi cetak, teknisi mesin	Bagian pencetak di mesin longway	1 bulan sekali	Periksa dan atau mengganti baut penyetel penjepit sheet setiap kali dilakukan <i>maintanance</i>

(Sumber: Olah Data, 2023)

Upaya perbaikan yang dapat dilakukan untuk mencegah kecacatan adalah dengan melakukan proses peninjauan dan penyortiran yang lebih detail dan komprehensif pada saat proses cetak coba, memberikan sosialisasi dan pendampingan secara berkala perihal kebijakan penjaminan mutu yang dapat mengacu pada ISO 9001:2015 kepada operator, dan melakukan peremajaan (*maintenance*) secara rutin terhadap seluruh komponen mesin.

4. CONCLUSION

Berdasarkan hasil analisa dengan metode FTA dapat diketahui akar penyebab masalah yang lalu dikombinasikan dengan FMEA untuk mendapatkan urutan prioritas utama perbaikan cacat pada proses cetak yaitu lolos dari inspeksi proses cetak coba (720), belum adanya standar berupa nilai persentase toleransi terkait alokasi penggunaan *sheet* pada proses cetak coba (630), dan *settingan* penjepit samping pada mesin yang tidak presisi (576). Upaya perbaikan yang dapat dilakukan untuk mencegah kecacatan adalah dengan melakukan proses peninjauan dan penyortiran yang lebih detail dan komprehensif pada saat proses cetak coba, memberikan sosialisasi dan pendampingan secara berkala perihal kebijakan penjaminan mutu yang dapat mengacu pada ISO 9001:2015 kepada operator, dan melakukan peremajaan (*maintenance*) secara rutin terhadap seluruh komponen mesin. Usulan perbaikan dapat dimanfaatkan oleh perusahaan dalam membuat program strategis perbaikan yang berkelanjutan (*continuous improvement*).

5. REFERENCES

- Ardiansyah, N., & Wahyuni, H. C. (2018). Analisis Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode FMEA dan Fault Tree Analisis (FTA) Di Exotic UKM Intako. *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, 2(2), 58–63.
- Arsic, D., Kirin, S., Nikolic, R., Arsic, A., & Radovic, L. (2022). Probabilistic approach and fault-tree analysis for increased bucket wheel excavator welded joints reliability. *Procedia Structural Integrity*, 42(2019), 189–195.
- Duyo, R. (2020). Analisis Penyebab Gangguan Jaringan pada Distribusi Listrik Menggunakan Metode Fault Tree Analysis. *Jurnal Teknik Elektro UNISMUH*, 12(2), 1–12.
- Erwindasari. (2019). Penerapan Metode Statistiqal Quality Control (SQC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Dalam Perbaikan Kualitas Produk di PT. Tirta Sibayakindo. *Quality*, 503–515.
- Joes, S., Salomon, L. L., & Daywin, F. J. (2022). Penerapan Lean Six Sigma Untuk Meningkatkan Efisiensi dan Kualitas Produk Kemasan Food Pail Pada Perusahaan Percetakan Stevie Joes 1) , Lithrone Laricha Salomon 2) , Frans Jusuf Daywin 3). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 10(3), 224–236.
- Kartikasari, V., & Romadhon, H. (2019). Analisa Pengendalian dan Perbaikan Kualitas Proses Pengalengan Ikan Tuna Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) Studi kasus di PT XXX Jawa Timur. *Journal of Industrial View*, 1(1), 1–10.
- Krisnaningsih, E., Gautama, P., & Syams, M. F. K. (2021). Usulan Perbaikan Kualitas Dengan Menggunakan

- Metode FTA dan FMEA. *InTent*, 4(1), 41–54.
- Lakhotia, A., Chang, R., Santos, D., & Greene, C. (2020). Fault tree analysis to understand and improve reliability of memory modules used in data center server racks. *Procedia Manufacturing*, 51, 989–997.
- Lestari, A., & Mahbubah, N. A. (2021). Analisis Defect Proses Produksi Songkok Berbasis Metode FMEA Dan FTA di Home - Industri Songkok GSA Lamongan. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(3).
- Meidiarti, D. (2020). Pengendalian Kualitas Produk Cacat Batang Alumunium Ec Grade Menggunakan Pendekatan Failure Mode and Effect Analysis. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 8(1), 18–24. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v8i1.6341>
- Mzougui, I., & El Felsoufi, Z. (2019). Proposition of a modified FMEA to improve reliability of product. *Procedia CIRP*, 84(March), 1003–1009.
- Nasution, S., Desiana Sodikin, R., Jurusan Teknik Industri, D., & Jurusan Teknik Industri, M. (2018). Proses Pembuatan Karton Box. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 20(2).
- Nugraha, E., & Sari, R. M. (2019). Analisis Defect dengan Metode Fault Tree Analysis dan Failure Mode Effect Analysis. *Organum: Jurnal Sainifik Manajemen Dan Akuntansi*, 2(2), 62–72.
- Nurhayati, D., & Yuliawati, E. (2019). Perbaikan Kualitas Produk Sandal Japit dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA). *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VI*, 6(1), 169–176.
- Nursyahbani, Z., Sari, T. E., & Winarno, W. (2023). Usulan Penurunan Kecacatan Piston Cup Forging Menggunakan Fishbone Diagram, FMEA dan 5W+1H di Perusahaan Spare-part Kendaraan. *Go-Integratif: Jurnal Teknik Sistem Dan Industri*, 4(01), 22–32.
- Salah, B., Alnahhal, M., & Ali, M. (2023). *Risk prioritization using a modified FMEA analysis in industry 4 . 0. July*, 1–9.
- Salah, B., Janeh, O., Bruckmann, T., & Noche, B. (2015). Improving the performance of a new storage and retrieval machine based on a parallel manipulator using FMEA analysis. *IFAC-PapersOnLine*, 28(3), 1658–1663.
- Saragih, H. S. E. (2018). Analisis Rework Terhadap Biaya pada Proyek Pembangunan Apartemen Gunawangsa Tidar Surabaya dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Expected Monetary Value (EMV). *Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya*, 7(1).
- Sari, D. P., Marpaung, K. F., Calvin, T., Mellysa, & Handayani, N. U. (2018). Analisis Penyebab Cacat Menggunakan Metode Fmea Dan Fta Pada Departemen Final Sanding Pt Ebako Nusantara. *Prosiding SNST*, 125–130.
- Setyawati, E., Ratnasari, L., & Soecahyadi, S. (2019). Printing Packaging Training As Efforts To Improve Packaging Quality As a Media Promotion of Food Products in Kampung Tengah, Kramat Jati. *Iccd*, 2(1), 400–403.
- Situngkir, D. I. (2019). Pengaplikasian FMEA untuk Mendukung Pemilihan Strategi Pemeliharaan pada Paper Machine. *FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 1(1), 39.
- Teja, S., Ahmad, A., & Salomon, L. L. (2022). Peningkatan Kualitas Produksi Pakaian Pada Usaha Konveksi Susilawati Dengan Berbasis Metode Six Sigma. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 10(1), 9–20.
- Walujo, D. A., Koesdijati, T., & Utomo, Y. (2020). *Pengendalian Kualitas* (D. A. Walujo (ed.); 1st ed.). Scopindo Media Pustaka.
- Wicaksono, A. wicaksono, & Yuamita, F. (2022). Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Untuk Meminimumkan Cacat Kaleng Di PT. Maya Food Industries. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 1(1), 1–6.
- Yaqin, R. I., Zamri, Z. Z., Siahaan, J. P., Priharanto, Y. E., Alirejo, M. S., & Umar, M. L. (2020). Pendekatan FMEA dalam Analisa Risiko Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Induk: Studi Kasus di KM. Sidomulyo. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 9(3), 189–200.