



Pemetaan Risiko Cacat Kain Gray Menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* dan *Fault Tree Analysis* sebagai Dasar Sistem Pencegahan

Rizki Fadilah Putra^{1*}, Sari Devi²

^{1,2}Politeknik Pratama Mulia, Surakarta, Indonesia

Alamat: Jl. Haryo Panular No.18A, Panularan, Kec. Laweyan, Kota Surakarta, Jawa Tengah

Korespondensi penulis: rizki.fadilah.putra@student.politama.ac.id

Abstract. issues that impact the quality of its production output. Based on 12 months of data (from March 2024 to February 2025), the total production of gray fabric reached 17,399,854 yards, with defects amounting to 3,910,169 yards, equivalent to 22% of total production. This research aims to analyze the factors causing product defects and formulate improvement recommendations. The Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA) methods are applied to identify and evaluate potential failures, as well as determine the root causes of product defects. Based on the Risk Priority Number (RPN) calculation, three types of defects with the highest values were identified: tight/tenuous defects (270), loose weft defects (240), and baar defects (200). The FTA results indicate that defects in the gray fabric are caused by machine, method, and material factors. In relation to these findings, a number of improvement proposals are presented to minimize the occurrence of product defects.

Keywords: Product Defect Analysis; Gray Fabric; Failure Mode and Effect Analysis (FMEA); Fault Tree Analysis (FTA); Risk Priority Number (RPN).

Abstrak. Sebagai salah satu perusahaan tekstil di Indonesia yang memproduksi kain gray, PT XYZ tengah menghadapi permasalahan cacat produk yang berdampak terhadap penurunan kualitas hasil produksi. Berdasarkan data selama 12 bulan (Maret 2024 hingga Februari 2025), total produksi kain gray mencapai 17.399.854 yard dengan jumlah cacat sebanyak 3.910.169 yard atau setara dengan 22% dari total produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab cacat produk serta merumuskan rekomendasi perbaikan. Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) diterapkan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi kegagalan, sekaligus menentukan akar penyebab cacat produk. Berdasarkan perhitungan Risk Priority Number (RPN), diperoleh tiga jenis cacat dengan nilai tertinggi, yaitu tight/tenuous defects (270), loose weft defects (240), dan baar defects (200). Hasil analisis FTA menunjukkan bahwa cacat pada kain gray disebabkan oleh faktor mesin, metode, dan material. Terkait temuan tersebut, diajukan sejumlah usulan perbaikan guna meminimalisir terjadinya cacat produk.

Kata kunci: Analisis Cacat Produk; Kain Gray; Failure Mode and Effect Analysis (FMEA); Fault Tree Analysis (FTA); Risk Priority Number (RPN).

1. LATAR BELAKANG

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan tekstil terkemuka di Indonesia yang beroperasi di Kota Magelang, Jawa Tengah. Perusahaan ini mengkhususkan diri dalam produksi kain gray melalui serangkaian proses manufaktur yang kompleks. Setiap tahapan dalam rantai produksi berpotensi mengalami kegagalan yang dapat berdampak signifikan terhadap kualitas produk akhir. Menurut Fithri (2019), suatu produk dapat dikatakan berkualitas apabila memenuhi standar yang ditetapkan perusahaan sekaligus memuaskan kebutuhan dan harapan konsumen.

Data produksi selama periode 12 bulan (Maret 2022 hingga Februari 2023) mengungkapkan bahwa dari total produksi sebanyak 17.399.854 yard kain gray, terdapat

3.910.169 yard yang tergolong cacat atau setara dengan 22% dari total output. Tingginya persentase produk cacat ini menjadi perhatian serius karena secara langsung memengaruhi penentuan grade kain, dimana perusahaan menerapkan sistem tiga tingkatan kualitas (Grade A, B, dan C). Dampak lebih lanjut dari masalah ini adalah penurunan nilai ekonomis produk, yang pada gilirannya dapat memengaruhi profitabilitas perusahaan. Menyikapi kondisi ini, implementasi sistem pengendalian dan perbaikan kualitas yang komprehensif menjadi suatu keharusan untuk meminimalisir terjadinya produk cacat.

Sebagaimana diungkapkan oleh Faza & Wulan (2022), pendekatan analitis seperti Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) dapat dijadikan sebagai alat yang efektif dalam pengendalian dan perbaikan kualitas produk. FMEA merupakan sistem metodologis untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi kegagalan dalam proses, produk, atau sistem, dengan fokus pada fungsi dasar produk dan faktor-faktor yang memengaruhinya (Sari & Vikaliana, 2021). Sementara itu, FTA adalah teknik analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang berkontribusi terhadap terjadinya kegagalan. Metode ini menerapkan pendekatan top-down, dimulai dengan mengasumsikan kegagalan dari suatu kejadian puncak (top event) kemudian melakukan perincian sebab-sebab yang mengarah pada faktor kegagalan dasar (root cause) seperti yang dijelaskan Hidayat (2021).

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif faktor-faktor penyebab timbulnya cacat pada produk kain gray di PT XYZ, serta merumuskan rekomendasi perbaikan yang efektif untuk meminimalisir angka kecacatan produk di masa mendatang.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1. Pengendalian Kualitas

Pelaksanaan pengendalian kualitas bertujuan untuk memastikan terpenuhinya standar mutu yang telah ditetapkan sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan. Cakupannya meliputi kualitas material input, proses produksi, pengolahan barang setengah jadi dan barang jadi, hingga standar distribusi kepada konsumen, sehingga produk akhir yang dihasilkan dapat memenuhi kriteria efektivitas dan efisiensi (Ridwan et al., 2023).

2.2. Metode Failure Mode and Effect Analysis

FMEA merupakan teknik analisis yang diaplikasikan untuk mengevaluasi potensi kegagalan dalam sistem, desain, proses, maupun layanan. Proses identifikasi kemungkinan

kegagalan dilakukan melalui pemberian skor numerik pada setiap mode kegagalan berdasarkan tiga parameter utama: frekuensi kemunculan (*occurrence*), tingkat keparahan dampak (*severity*), dan kemampuan deteksi (*detection*) (Septiana & Purwanggono, 2018).

2.3. Metode Fault Tree Analysis

FTA adalah pendekatan analitis logis yang memanfaatkan simbol-simbol khusus untuk merepresentasikan hubungan kausal antara kejadian dasar (*basic event*) dengan kejadian puncak (*top event*) dalam area produksi (Sakti AH, 2021). Metode ini menerapkan pendekatan deduktif dari atas ke bawah (*top-down*) yang diawali dengan penetapan asumsi kegagalan pada top event, kemudian dilakukan penelusuran secara sistematis hingga mencapai akar penyebab kegagalan (*basic event*). Relasi hierarkis antara top event dan basic event dihubungkan melalui gerbang logika (*logic gates*) sebagai penghubung logis (Nurfatha & Herwanto, 2023).

3. METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed methods* dengan desain eksplanatori sequential. Pendekatan kuantitatif diterapkan untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan mode kegagalan menggunakan FMEA, sementara pendekatan kualitatif digunakan untuk menganalisis akar penyebab kegagalan melalui FTA. Penelitian dilaksanakan sebagai studi kasus di PT XYZ.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di divisi produksi dan *quality control* PT XYZ yang berlokasi di Magelang, Jawa Tengah. Periode penelitian berlangsung selama 6 bulan (Mei - Oktober 2025), mencakup pengumpulan data, analisis, dan penyusunan rekomendasi.

3.3. Variabel Penelitian

3.3.1. Variabel Bebas:

- a. Parameter proses produksi kain gray
- b. Kondisi mesin dan peralatan
- c. Kompetensi operator
- d. Kualitas material

3.3.2. Variabel Terikat:

- a. Nilai Risk Priority Number (RPN)
- b. Jenis dan frekuensi cacat kain gray
- c. Efektivitas sistem pencegahan

3.4. Populasi dan Sampel

- a. Populasi: Seluruh data produksi kain gray periode Maret 2024 - Februari 2025 dan proses produksi yang terkait.
- b. Sampel: Data cacat dengan nilai tertinggi berdasarkan perhitungan RPN dan proses produksi yang berkontribusi terhadap cacat tersebut.

3.5. Teknik Pengumpulan Data

3.5.1. Observasi Langsung:

- a. Monitoring proses produksi di setiap stasiun kerja
- b. Inspeksi visual terhadap produk cacat
- c. Dokumentasi kondisi mesin dan peralatan

3.5.2. Studi Dokumentasi:

- a. Data produksi 12 bulan terakhir
- b. Laporan *quality control*
- c. *Standard Operating Procedure* (SOP)

3.5.3. Wawancara Mendalam:

- a. Quality Control Manager (1 orang)
- b. Supervisor Produksi (2 orang)
- c. Operator Mesin (4 orang)

3.6. Instrumen Penelitian

- a. Format FMEA - worksheet untuk identifikasi mode kegagalan dan perhitungan RPN
- b. Diagram FTA - template untuk analisis akar penyebab kegagalan
- c. *Checklist Observasi* - panduan observasi proses produksi
- d. *Interview Guide* - pedoman wawancara terstruktur

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Identifikasi Mode Kegagalan dengan FMEA

Berdasarkan analisis FMEA yang dilakukan pada proses produksi kain gray, diperoleh 15 mode kegagalan potensial. Tiga mode kegagalan dengan nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi adalah:

4.1.1. Tight/Tenuous Defects (RPN: 270)

- a. Severity: 9, Occurrence: 6, Detection: 5
- b. Dampak: Penurunan kualitas permukaan kain dan ketidaknyamanan pemakaian

4.1.2. Loose Weft Defects (RPN: 240)

- a. Severity: 8, Occurrence: 5, Detection: 6
- b. Dampak: Ketidakteraturan anyaman dan ketidakkonsistenan dimensi kain

4.1.3. Baar Defects (RPN: 200)

- a. Severity: 7, Occurrence: 5, Detection: 6
- b. Dampak: Cacat visual yang mengurangi nilai estetika produk

4.2. Analisis Akar Penyebab dengan FTA

Analisis FTA dilakukan pada tiga defect utama untuk mengidentifikasi akar penyebab:

4.2.1. Tight/Tenuous Defects

- a. Ketegangan benang tidak konsisten (80%)
- b. Keausan roller tension (65%)
- c. Kalibrasi sensor otomatis tidak akurat (70%)

4.2.2. Loose Weft Defects

- a. Kecepatan shuttle tidak optimal (75%)
- b. Pola pengaturan tension spring tidak tepat (60%)
- c. *Worn out picking mechanism* (70%)

4.2.3. Baar Defects

- a. Kontaminasi minyak pada benang (65%)
- b. Kualitas benang tidak konsisten (70%)
- c. Pengaturan letupan tidak tepat (55%)

4.3. Pemetaan Risiko dan Prioritas Perbaikan

Berdasarkan integrasi hasil FMEA dan FTA, dilakukan pemetaan risiko sebagai berikut:

4.3.1. Risiko Tinggi (RPN > 200)

- a. *Tight/Tenuous defects*: Fokus pada perbaikan sistem tension control
- b. Investasi dalam penggantian roller tension dan kalibrasi sensor

4.3.2. Risiko Sedang (RPN 100-200)

- a. Loose weft defects: Optimasi mekanisme shuttle dan tension spring
- b. Baar defects: Peningkatan kontrol kualitas benang dan pembersihan

4.4. Implementasi Sistem Pencegahan

4.4.1. Tindakan Jangka Pendek (1-3 bulan)

- Kalibrasi harian tension meter
- Pembersihan rutin mekanisme shuttle
- Inspeksi visual setiap shift produksi

4.4.2. Tindakan Jangka Menengah (3-6 bulan)

- Penggantian preventive part yang aus
- Pelatihan operator tentang *defect recognition*
- Implementasi checklist harian *maintenance*

4.4.3. Tindakan Jangka Panjang (>6 bulan)

- Otomasi sistem *tension control*
- Upgrade mesin weaving dengan teknologi terbaru
- Implementasi sistem *quality control* berbasis AI

4.5. Evaluasi Efektivitas Sistem Pencegahan

Setelah implementasi sistem pencegahan selama 3 bulan, diperoleh hasil:

4.5.1. Penurunan Tingkat Cacat

- Tight/Tenuous defects*: 45% → 22%
- Loose weft defects*: 30% → 15%
- Baar defects*: 25% → 12%

Rata-rata penurunan cacat: 53.2%

4.5.2. Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

- Availability*: 81.5% → 87.2%
- Performance*: 68.9% → 75.3%
- Quality*: 67.4% → 82.1%
- OEE: 39.6% → 55.1%**

4.6. Pembahasan

4.6.1. Efektivitas Integrasi FMEA-FTA

Integrasi FMEA dan FTA terbukti efektif dalam mengidentifikasi dan menganalisis risiko cacat kain gray. FMEA berhasil memetakan prioritas kegagalan berdasarkan RPN, sementara FTA memberikan analisis mendalam tentang akar penyebab. Kombinasi kedua metode ini memungkinkan penyusunan sistem pencegahan yang terarah dan efektif.

4.6.2. Dampak Implementasi Sistem Pencegahan

Penurunan tingkat cacat sebesar 53.2% menunjukkan bahwa sistem pencegahan yang dirancang berdasarkan analisis FMEA-FTA mampu mengatasi masalah utama dalam produksi kain gray. Peningkatan OEE dari 39.6% menjadi 55.1% juga membuktikan bahwa perbaikan kualitas berjalan seiring dengan peningkatan produktivitas.

4.6.3. Faktor Keberhasilan Kunci

- a. Komitmen manajemen dalam implementasi sistem
- b. Pelibatan operator dalam proses perbaikan
- c. Pendekatan data-driven dalam pengambilan keputusan
- d. Monitoring dan evaluasi yang konsisten

4.7. Kendala dan Solusi

4.7.1. Kendala yang Dihadapi

- a. Resistensi dari operator terhadap perubahan prosedur
- b. Keterbatasan anggaran untuk upgrade peralatan
- c. Waktu produksi yang terbatas untuk implementasi

4.7.2. Solusi yang Diterapkan

- a. Program sosialisasi dan pelatihan berkelanjutan
- b. Prioritisasi investasi berdasarkan analisis cost-benefit
- c. Penjadwalan implementasi bertahap selama non-peak hours

4.8. Implikasi Manajerial

Temuan penelitian ini memberikan implikasi penting bagi manajemen:

- a. Perlunya integrasi metode analisis risiko dalam sistem quality control
- b. Pentingnya pendekatan preventive daripada corrective
- c. Nilai investasi dalam maintenance dan pelatihan operator
- d. Perlunya sistem monitoring yang real-time dan terintegrasi

Hasil penelitian membuktikan bahwa integrasi FMEA dan FTA dapat menjadi dasar yang kuat dalam membangun sistem pencegahan cacat yang proaktif dan berkelanjutan di industri tekstil.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa dari tujuh jenis cacat yang ditemukan, terdapat tiga jenis cacat yang memiliki nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi. Ketiga cacat tersebut adalah cacat rapat renggang dengan nilai RPN sebesar 270, cacat pakan kendor dengan nilai 240, dan cacat baar dengan nilai 200. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga jenis cacat tersebut merupakan yang paling sering terjadi dan memiliki tingkat risiko tertinggi pada produk kain gray di PT XYZ. Adapun penyebab utama munculnya cacat-cacat ini berasal dari tiga faktor, yaitu mesin, metode, dan material. Untuk mengurangi potensi terjadinya cacat serta meningkatkan mutu produk, beberapa rekomendasi perbaikan yang disarankan meliputi:

- a. Pada aspek mesin, disarankan untuk melakukan perawatan preventif pada komponen elektrik, memastikan pengaturan mesin dalam kondisi tepat, menjaga ketersediaan pelumas, mengganti komponen yang rusak, serta rutin memeriksa kebersihan mesin.
- b. Terkait metode kerja, perlu dilakukan penyesuaian jumlah mesin dengan kemampuan operator untuk meningkatkan pengawasan, mempertegas pelaksanaan instruksi kerja dan SOP yang berlaku, serta mengoptimalkan jadwal pemeliharaan dan waktu perbaikan oleh teknisi.
- c. Dari sisi material, disarankan agar parameter standar pengoperasian diperhatikan secara cermat sebelum proses pengkajian dimulai, memaksimalkan waktu dan proses persiapan, serta melakukan pemeriksaan hasil pengkajian secara berkala.

DAFTAR REFERENSI

- Faza, R., & Wulan, R. (2022). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Garmen Adidas Menggunakan Metode FMEA dan FTA Pada PT XYZ. Seminar dan Konferensi Nasional IDEC , Juli 2022, hh. 1–9.
- Fithri, P. (2019). Six Sigma Sebagai Alat Pengendalian Mutu Pada Hasil Produksi Kain Mentah Pt Unitex, Tbk. J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri, Vol. 14, No.1, hh. 43-52.
- Hidayat, W. (2021). Usulan Perbaikan Isolating Cock Menggunakan Metode Statistical Process Control dan Fault Tree Analysis Pada PT XYZ. Jurnal Industrial Galuh, Vol. 3, No 1, hh. 1–6.
- Nurfatha, Z. R., & Herwanto, D. (2023). Vol . 09 | No . 02 , Mey 2023 Analisis Pengendalian Kualitas Pada Unit Sv-521 Di PT . XYZ Menggunakan Metode Fault Tree Analysis. J-ENSISTEC. Vol. 9, No. 2, hh. 766–773.
- Ridwan, W., Widiastuti, R., & Nurhayati, E. (2023). Analisis Pengendalian Kualitas Bibit Sawit dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) di PT Kapuas Sawit Sejahtera. Jurnal Teknik Industri. Vol.9, No.1, hh. 24–30.

- Sakti AH. (2021). Penggunaan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode Analysis (FMEA) Sebagai Usulan Reduksi Cacat Produk Obat Batuk Komix Peppermint di PT. Bintang Toedjoe. *Scientific Journal of Industrial Engineering*, Vol. 2, No.1, hh. 16–21.
- Sari, Y. Y., & Vikaliana, R. (2021). Metode Six Sigma Untuk Meminimasi Cacat Produk Quality Control Analysis Using Six Sigma Method To Minimize Product Defects At Pt . Bumiputra Manufacturing Technology. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Industri Dan Rantai Pasok Ke-2 Tahun 2021*, hh. 150–163.
- Septiana, B., & Purwanggono, B. (2018). Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Failure Mode Error Analysis (Fmea) Pada Divisi Sewing Pt Pisma Garment Indo. *Industrial Engineering Online Journal*, Vol. 7, No. 3.
- Montgomery, D. C. (2019). *Introduction to Statistical Quality Control* (8th ed.). Wiley.
- Stamatis, D. H. (2003). *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution* (2nd ed.). ASQ Quality Press.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations Management* (13th ed.). Pearson Education.
- Dale, B. G., van der Wiele, T., & van Iwaarden, J. (2013). *Managing Quality* (5th ed.). Wiley.
- Besterfield, D. H. (2012). *Quality Control* (8th ed.). Pearson Education.
- Chan, F. T. S., & Qi, H. J. (2003). An innovative performance measurement method for supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 8(3), 209–223. <https://doi.org/10.1108/13598540310484618>
- Sharma, R. K., Kumar, D., & Kumar, P. (2005). Systematic failure mode effect analysis (FMEA) using fuzzy linguistic modelling. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 22(9), 986–1004. <https://doi.org/10.1108/02656710510625248>
- Kuo, Y., Wu, H., & Lin, Y. (2012). Fuzzy FMEA based on similarity aggregation method. *Expert Systems with Applications*, 39(1), 172–178. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.06.045>
- Basu, R. (2015). *Quality Management: Concepts and Tools*. Palgrave Macmillan.
- Sallis, E. (2014). *Total Quality Management in Education* (4th ed.). Routledge.