



PAPER – OPEN ACCESS

Identifikasi Faktor Penyebab Kecacatan Lembaran Karton pada Mesin Corrugator PT XYZ Dengan Metode Fault Tree Analysis

Author : Ade Muhammad Mukhtar, and Jesslyn
DOI : 10.32734/ee.v9i2.2826
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 9 Issue 2 – 2026 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



Identifikasi Faktor Penyebab Kecacatan Lembaran Karton pada Mesin *Corrugator* PT XYZ Dengan Metode *Fault Tree Analysis*

Ade Muhammad Mukhtar, Jesslyn*

Program Studi Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jln. Dr. T. Mansyur No. 9 Padang Bulan, Medan 20155, Indonesia

ademuhammadmukhtar@gmail.com, wangjesslyn168@gmail.com

Abstrak

Persaingan industri manufaktur yang semakin ketat menuntut perusahaan untuk menjaga kualitas produk agar mampu memenuhi standar produksi dan kebutuhan pelanggan. PT XYZ mengalami permasalahan tingginya kecacatan lembaran karton pada mesin *corrugator* dengan tingkat cacat rata-rata sebesar 4,92%, melebihi batas toleransi perusahaan sebesar 2%. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Fault Tree Analysis* (FTA). FTA digunakan untuk menelusuri akar penyebab kegagalan berdasarkan hubungan antar kejadian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor manusia disebabkan oleh kelelahan operator dan kurangnya pelatihan SOP, faktor mesin disebabkan oleh kurangnya perawatan dan ketidaksinkronan sistem penggerak, faktor material dipengaruhi kualitas perekat dan kondisi penyimpanan bahan baku, sedangkan faktor metode berkaitan dengan SOP yang belum distandarisasi. Selain itu, ditemukan bahwa perbedaan prosedur kerja antar *shift* turut memengaruhi kualitas hasil produksi karton. Berdasarkan hasil analisis, perusahaan perlu melakukan perbaikan melalui pelatihan operator, penjadwalan kerja yang lebih baik, perawatan mesin secara rutin, pengawasan kualitas material, dan standarisasi SOP. Implementasi perbaikan tersebut diharapkan dapat menurunkan tingkat kecacatan lembaran karton hingga berada di bawah batas toleransi perusahaan dan meningkatkan produktivitas produksi.

Kata Kunci: *fault tree analysis*; *fishbone diagram*; kecacatan; lembaran karton

Abstract

Increasingly intense competition in the manufacturing industry requires companies to maintain product quality in order to meet production standards and customer demands. PT XYZ is facing a problem of high defect rates in corrugated cardboard sheets produced by the *corrugator* machine, with an average defect rate of 4.92%, exceeding the company's tolerance limit of 2%. The method used in this study is *Fault Tree Analysis* (FTA). FTA was employed to trace the root causes of failures based on the relationships between events. The results showed that human factors were caused by operator fatigue and insufficient SOP training, machine factors were caused by inadequate maintenance and unsynchronized drive systems, material factors were influenced by adhesive quality and raw material storage conditions, while method factors were related to non-standardized SOPs. In addition, differences in work procedures between operator shifts were found to affect the quality of cardboard production results. Based on the analysis results, the company needs to implement improvements through operator training, better work scheduling, routine machine maintenance, material quality control, and SOP standardization. The implementation of these improvements is expected to reduce the defect rate of cardboard sheets to below the company's tolerance limit and improve production productivity.

Keywords: *cardboard sheet*; *defect*; *fault tree analysis*; *fishbone diagram*

1. Introduction

Perkembangan dunia industri yang semakin pesat menyebabkan persaingan antarperusahaan menjadi semakin ketat. Oleh karena itu, setiap perusahaan dituntut untuk mampu bertahan dan bersaing, terutama dengan perusahaan sejenis. Salah satu upaya yang dapat dilakukan agar perusahaan tetap kompetitif adalah dengan menjaga kualitas atau mutu produk yang dihasilkan [1]. Permasalahan yang kerap dihadapi berkaitan dengan adanya penyimpangan kualitas produk dari standar nilai yang telah ditetapkan perusahaan. Dalam praktik di lapangan, proses produksi masih rentan mengalami penyimpangan kualitas [2].

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur dengan hasil produksi berupa karton *box* dan pengembangan bahan dasar untuk kertas. PT XYZ melakukan produksi dengan kapasitas sebesar 2.600 ton/bulan. Proses produksi dilakukan di berbagai mesin seperti *corrugator*, *long way*, *flexo*, *rotary slotter*, dan *gluer*. Bahan baku diangkut menggunakan *forklift* dari area *paper roll* menuju ke mesin *corrugator*. Setelah melewati mesin *corrugator*, proses produksi berlanjut pada mesin *long way* untuk memotong lembaran karton secara memanjang dan mudah untuk dilipat, setelah itu hasilnya akan dimasukkan ke mesin *flexo* untuk mencetak desain pada permukaan karton. Proses produksi berlanjut ke mesin *rotary slotter* untuk membentuk *panel box* dan membentuk potongan slot untuk menyusun *flap* penutup. Setelah itu proses produksi berlanjut pada mesin *gluer* untuk merekatkan karton. Produk yang telah selesai akan memasuki tahap *quality control* untuk mengecek kualitas akhir dari produk. Jika produk telah sesuai standar maka akan dikemas menggunakan *plastic wrap* dan ditempel stiker QC pada produk tersebut.

Setelah dilakukan pengamatan, karton yang selesai diproduksi pada mesin *corrugator* memiliki kecacatan berupa deliminasi, permukaan tidak rata, *bubbling*, melengkung, *misaligned slot*, dan bintik gelap pada permukaan karton. Berdasarkan data yang diperoleh dari PT XYZ, batas toleransi produk cacat pada proses produksi di mesin *corrugator* dari perusahaan adalah 2% dari total produksi 70 ton/hari, sedangkan jumlah kecacatan yang terjadi pada proses produksi di mesin *corrugator* di atas angka 2%. Data kecacatan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Hal ini akan menjadi kerugian bagi PT XYZ seperti menyebabkan tidak tercapainya target produksi per hari, terhambatnya alur produksi, dan tidak dapat untuk dikirimkan ke pada pembeli. Oleh karena itu, diperlukan pemecahan masalah untuk membantu menyelesaikan masalah yang terdapat pada PT XYZ.

Tabel 1. Data Kecacatan Lembaran Karton Mesin *Currogator* PT XYZ

No.	Tanggal	Defect (Ton)
1	16/06/2025	2,1
2	17/06/2025	1,97
3	18/06/2025	2,13
4	19/06/2025	2,3
5	20/06/2025	1,95
6	21/06/2025	1,95
7	23/06/2025	2,32
8	24/06/2025	2,15
9	25/06/2025	1,91
10	26/06/2025	2,11
11	28/06/2025	1,91
12	30/06/2025	1,91
13	01/07/2025	2,05
14	02/07/2025	1,62
15	04/07/2025	1,66
16	05/07/2025	1,89
17	06/07/2025	1,80
18	07/07/2025	2,06
19	08/07/2025	1,82
20	09/07/2025	1,72
21	10/07/2025	2,29
22	11/07/2025	1,95
23	12/07/2025	2,01
24	14/07/2025	1,72
25	15/07/2025	1,89
26	16/07/2025	2,02
27	17/07/2025	1,77
28	18/07/2025	2,08
29	19/07/2025	1,88
30	21/07/2025	1,94
Total		123
Rata-Rata		4,92%

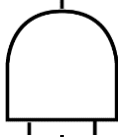
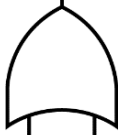
2. Metodologi Penelitian

Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan (*failure*) yang terjadi pada suatu sistem [3]. Metode FTA memanfaatkan diagram berbentuk pohon untuk mengidentifikasi dan menelusuri bagaimana suatu masalah dapat terjadi [4]. FTA digunakan untuk menganalisis kegagalan dalam berbagai bidang industri dengan memulai dari asumsi terjadinya kegagalan atau kerugian pada peristiwa puncak (*top event*), kemudian menelusuri dan menguraikan penyebabnya hingga ditemukan kegagalan dasar atau akar penyebabnya [5]. Tahapan penerapan FTA meliputi [6]:

- Mengidentifikasi *top event*, dalam hal ini yaitu jenis cacat yang diamati
- Menentukan *basic event* yang merupakan penyebab utama kecacatan
- Menyusun diagram *fault tree* dengan gerbang logika AND dan OR

Penyusunan FTA menggunakan simbol-simbol yang memiliki makna tersendiri [7]:

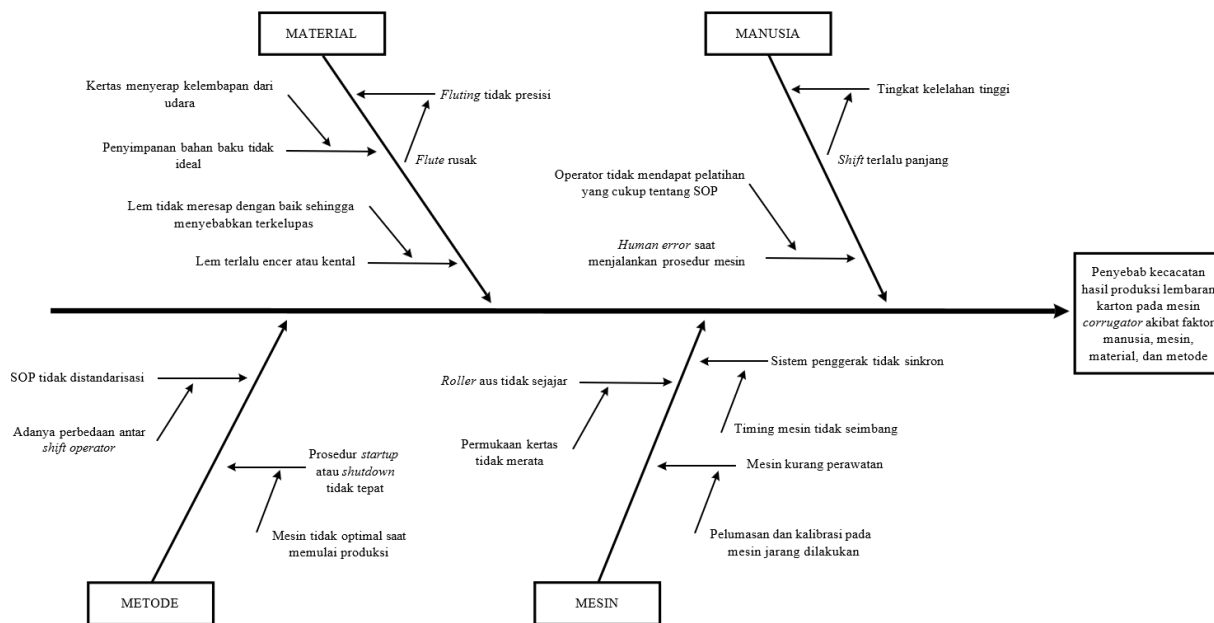
Tabel 2. Simbol dan Keterangan pada FTA

Simbol	Keterangan
	<i>And Gate</i> : <i>output event</i> terjadi jika semua <i>input event</i> terjadi secara bersamaan
	<i>Or Gate</i> : <i>output event</i> terjadi jika paling tidak satu <i>input event</i> terjadi
	<i>Basic Event</i> : faktor dasar sumber penyebab kejadian yang terjadi karena sebuah kesalahan
	<i>Resultant Event</i> : deskripsi kejadian sebagai akibat dari kejadian di bawahnya atau penyebab munculnya elemen seperti bahan baku, metode kerja, manusia, dan mesin

3. Hasil dan Pembahasan

Permasalahan pada PT XYZ adalah terjadinya kecacatan lembaran karton yang terjadi setelah proses berlangsung pada mesin *corrugator* dan jumlah cacat melebihi persen toleransi yang diberikan pada mesin *corrugator* sehingga menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Penyebab dari permasalahan ini dikarenakan berbagai faktor yang terjadi, seperti manusia, material, metode, dan mesin yang digunakan.

Pemecahan masalah yang akan dilakukan adalah mengidentifikasi terjadinya kecacatan karton dan langkah perbaikan pada PT XYZ. Permasalahan ini akan dianalisis menggunakan *cause and effect diagram* atau *fishbone diagram*. *Fishbone diagram* secara umum merupakan representasi grafis yang digunakan untuk menampilkan berbagai faktor penyebab terjadinya kegagalan atau ketidaksesuaian, serta menganalisis hingga ke penyebab paling mendasar dari munculnya suatu masalah [8]. Efek atau akibat dituliskan pada bagian kepala ikan, sedangkan bagian tulang ikan diisi dengan berbagai penyebab yang disesuaikan dengan pendekatan permasalahan yang dianalisis [9]. Pendekatan analisis *fishbone diagram* yang digunakan dalam penelitian ini menerapkan metode 4M, yaitu identifikasi masalah berdasarkan kategori *man*, *machine*, *method*, dan *material* [10]. Diagram ini menjelaskan setiap akar permasalahan yang terjadi serta setiap operator yang melakukan kegiatan sehingga bisa didapatkan penyebab masalahnya. Analisis dilakukan dengan meneliti 4 aspek yaitu manusia, mesin, material, dan metode kerja yang digunakan di PT XYZ.

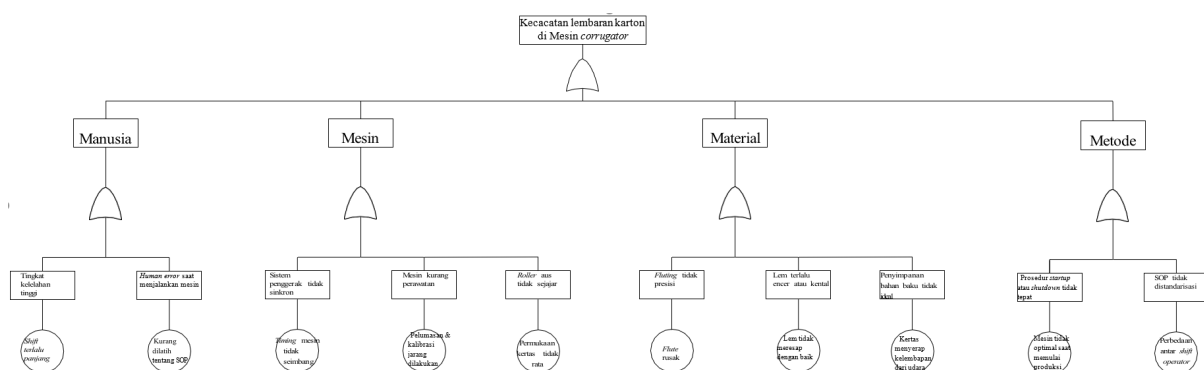


Gambar 1. Fishbone Diagram Kecacatan Lembaran Karton PT XYZ

Fishbone diagram menunjukkan penyebab kecacatan lembaran karton pada mesin *corrugator* yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

- Manusia, yaitu pihak yang menjalankan sistem produksi dan operasi, serta memiliki keterampilan dan kemampuan untuk melaksanakan kegiatan secara langsung guna menghasilkan produk [11]. Tingkat kelelahan yang tinggi dan masa kerja yang terlalu lama menjadi faktor kesalahan manusia. Selain itu, operator tidak mendapatkan pelatihan yang cukup tentang SOP dan kurang memahami cara mengoperasikan mesin dengan benar.
- Mesin. Kerusakan atau keanehan pada mesin mengakibatkan produk yang tidak sesuai standar. Masalah yang muncul mencakup sistem penggerak mesin yang tidak sejalan, roller yang terpakai atau tidak selaras, pemotongan karton yang kurang akurat, dan waktu mesin yang tidak seimbang. Selain itu, minimnya pelumasan dan penyesuaian pada mesin turut memperburuk keadaan operasional.
- Material. Permasalahan pada bahan mencakup ketidaksesuaian alur, kualitas perekat yang terlalu encer atau terlalu kental, serta kertas yang menyerap kelembapan dari lingkungan. Penempatan bahan baku yang kurang tepat juga memperburuk keadaan material, membuat lem tidak menempel dengan baik dan kertas menjadi tidak kaku.
- Metode. Unsur metode berkaitan dengan prosedur maupun kebijakan yang digunakan sebagai penunjang dalam pelaksanaan kegiatan [12]. Kesalahan metode berasal dari prosedur standar operasional (SOP) yang tidak distandarisasi dan perbedaan prosedur antara *shift operator*. Ketidaksesuaian kualitas hasil akhir dapat disebabkan oleh prosedur *startup* atau *shutdown* yang tidak tepat serta mesin yang tidak berfungsi dengan baik saat awal produksi.

Permasalahan pada PT XYZ adalah terjadinya kecacatan lembaran karton yang terjadi setelah proses berlangsung pada mesin *corrugator* dan jumlah cacat melebihi persen toleransi yang diberikan pada mesin *corrugator* sehingga menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Penyebab dari permasalahan ini dikarenakan berbagai faktor yang terjadi, seperti manusia, material, metode, dan mesin yang digunakan.



Gambar 2. Fault Tree Analysis (FTA) Kecacatan Lembaran Karton PT XYZ

Berdasarkan *Fault Tree Analysis* (FTA), didapatkan akar permasalahan yang diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu sebagai berikut.

- Terjadinya *shift* yang terlalu panjang menyebabkan tingkat kelelahan yang tinggi dan operator yang kurang mendapat pelatihan yang cukup tentang SOP dapat menyebabkan *human error* saat menjalankan mesin.
- Sistem penggerak yang tidak sinkron mengakibatkan timing mesin tidak seimbang. Selain itu, terjadinya kurang perawatan pada mesin dikarenakan jaranganya melakukan pelumasan dan kalibrasi. *Roller* aus yang tidak sejajar menyebabkan permukaan karton tidak rata.
- *Fluter* yang rusak diakibatkan oleh *fluting* yang tidak presisi. Selain itu, lem yang terlalu encer atau kental menyebabkan lem kurang meresap dengan baik dan penyimpanan bahan baku yang tidak ideal dapat menyebabkan kertas menyerap kelembapan yang ada di udara.
- Mesin yang tidak optimal saat menjalankan proses produksi diakibatkan oleh prosedur *startup* dan *shutdown* yang kurang baik dan SOP yang kurang distandarisasi diakibatkan oleh perbedaan antara *shift* operator.

Ada beberapa faktor penting yang menjadi penyebab kecacatan pada lembaran karton di mesin corrugator di PT XYZ, yaitu faktor manusia, mesin, material, dan metode. Oleh karena itu, perusahaan harus melakukan perbaikan secara menyeluruh di setiap aspek yang ada:

- Dari perspektif manusia, sangat krusial untuk menurunkan tingkat kelelahan operator dengan mengatur jadwal kerja agar tidak terlalu lama dan memastikan setiap operator memperoleh pelatihan yang memadai mengenai prosedur operasional standar (SOP). Perusahaan harus meningkatkan pemahaman operator mengenai prosedur kerja dan mengurangi kesalahan manusia dengan menilai kinerja serta memberikan pelatihan yang berkesinambungan.
- Dalam hal mesin, pemeliharaan berkala seperti pelumasan, kalibrasi, dan pemeriksaan kondisi *roller* harus direncanakan secara teratur agar sistem penggerak senantiasa selaras dan permukaan karton yang dihasilkan tetap datar.
- Untuk faktor material, perusahaan perlu melakukan pengawasan yang ketat terhadap mutu bahan baku, seperti memastikan lem memiliki viskositas yang sesuai dan menjaga agar kertas tidak terpengaruh kelembapan udara melalui penyimpanan yang baik.
- Dalam hal metode, semua prosedur kerja yang dilakukan pada setiap *shift* harus dinyatakan standar, dan operator harus mematuhi SOP yang sama untuk menghindari variasi hasil produksi dan memastikan mesin beroperasi secara optimal dari proses *startup* hingga *shutdown*.

Melalui rekomendasi perbaikan, diharapkan angka kecacatan pada lembar karton dapat diturunkan di bawah batas toleransi perusahaan, sehingga dapat membantu untuk meningkatkan produktivitas pada produk.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *fishbone diagram* dan *Fault Tree Analysis* (FTA), diketahui bahwa kecacatan lembaran karton pada mesin corrugator di PT XYZ disebabkan oleh faktor manusia, mesin, material, dan metode. Faktor manusia meliputi tingkat kelelahan operator yang tinggi serta kurangnya pelatihan mengenai SOP, faktor mesin meliputi kurangnya perawatan, ketidaksinkronan sistem penggerak, dan *roller* yang aus, faktor material meliputi kualitas perekat dan kondisi penyimpanan bahan baku yang kurang baik, sedangkan faktor metode berkaitan dengan SOP yang belum distandarisasi serta perbedaan prosedur kerja antar *shift*. Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan perbaikan secara menyeluruh melalui pengaturan jadwal kerja operator, pelatihan SOP secara berkala, perawatan dan kalibrasi mesin secara rutin, pengawasan kualitas material, serta standarisasi prosedur kerja pada setiap *shift*. Implementasi perbaikan tersebut diharapkan dapat menurunkan tingkat kecacatan lembaran karton hingga berada di bawah batas toleransi perusahaan serta meningkatkan kualitas dan produktivitas produksi.

References

- [1] M. Yolanda, Y. Ekawati, and S. Noya, "Penerapan Metode Fault Tree Analysis Untuk Mencegah Kegagalan Pada Departemen Interior di PT X," *Jurnal Sains dan Aplikasi Keilmuan Teknik Industri (SAKTI)*, vol. 3, no. 1, pp. 49–58, Jun. 2023, doi: 10.33479/JTIUMC.V3I1.49.
- [2] F. R. Wilujeng and D. Christiyadi, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Bumbu Tabur dengan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis dan Taguchi," *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, vol. 15, no. 2, pp. 90–103, Oct. 2022, doi: 10.30813/JIEMS.V15I2.3766.
- [3] M. Taufik Hidayat and R. Rochmoeljati, "Perbaikan Kualitas Produk Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) di PT. IFMFI Surabaya," *JUMINTEN*, vol. 1, no. 4, pp. 70–80, Jul. 2020, doi: 10.33005/JUMINTEN.V1I4.76.
- [4] B. N. Nabila, S. S. Dahda, and E. D. Priyana, "Penerapan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) pada Mesin Produksi untuk Peningkatan Keandalan," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, vol. 4, no. 4, pp. 1613–1623, Oct. 2025, doi: 10.55826/JTMIT.V4I4.1208.
- [5] A. Hariadi, I. Termawut, Abd. Hafid, and Adriani, "Analisis Resiko Kegagalan Jaringan Distribusi PLN Menggunakan Metode Fault Tree Analysis," *IJESPG (International Journal of Engineering, Economic, Social Politic and Government)*, vol. 1, no. 3, pp. 254–267, Sep. 2023, doi: 10.26638/IJESPG.V1I3.58.
- [6] M. T. I. N. A. Kurnila and R. Rochmoeljati, "Analisis Kecacatan Tiang Teras Menggunakan Metode Fault Tree Analysis Dan Failure Mode And Effect Analysis: (Studi Kasus: UD Pulo Beton Jombang)," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, vol. 4, no. 4, pp. 1201–1209, Nov. 2025, doi: 10.55826/JTMIT.V4I4.1352.
- [7] N. Djamal and R. Azizi, "Identifikasi dan Rencana Perbaikan Penyebab Delay Produksi Melting Proses dengan Konsep Fault Tree Analysis (FTA) di PT. XYZ," *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 1, no. 1, pp. 34–45, Jul. 2015, doi: 10.30656/INTECH.V1I1.154.
- [8] E. Aristriyana and R. A. Fauzi, "Analisis Penyebab Kecacatan Produk dengan Metode Fishbone Diagram dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) pada

- Perusahaan Elang Mas Sindang Kasih Ciamis,” *Jurnal Industrial Galuh*, vol. 4, no. 2, pp. 75–85, Feb. 2022, doi: 10.25157/JIG.V4I2.3021.
- [9] A. Anastasya and F. Yuamita, “Pengendalian Kualitas Pada Produksi Air Minum Dalam Kemasan Botol 330 ml Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) di PDAM Tirta Sembada,” *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, vol. 1, no. 1, pp. 15–21, Mar. 2022, doi: 10.55826/TMIT.V1I1.4.
- [10] I. P. Ramadhani and W. Winardini, “Analisis Diagram Fishbone dalam Kebijakan Pengelolaan Sampah di Kota Surabaya,” *Jurnal Media Akademik (JMA)*, vol. 2, no. 5, pp. 3031–5220, May 2024, doi: 10.62281/V2I5.281.
- [11] D. Hilary and I. Wibowo, “Pengaruh Kualitas Bahan Baku dan Proses Produksi Terhadap Kualitas Produk PT. Menjangan Sakti,” *Jurnal Manajemen Bisnis Krisnadwipayana*, vol. 9, no. 1, pp. 1–12, Apr. 2021.
- [12] Z. H. Putri, K. K. Arum, and E. Dhiandani, “Literature Review Faktor Keterlambatan Penyediaan Dokumen Rekam Medis Berdasarkan Unsur Man, Money, Methode, Material, Machine Sesuai Dengan Standar Waktu di Rumah Sakit,” *Innovative: Journal Of Social Science Research*, vol. 3, no. 4, pp. 8096–8110, Sep. 2023.