

Analisis Ketidaksinkronan Data *Traceability* Pada Produksi Kulit Melalui Metode FTA dan FMEA Di CV Cisarua

¹Johar Aji Zakaria , ²Bramantiyo Eko Putro ,

¹Teknik Industri, Universitas Suryakancana, Cianjur

²Teknik Industri, Universitas Suryakancana, Cianjur

E-mail: joharajizakaria@gmail.com, bramantiyo@unsur.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis ketidaksinkronan data *traceability* pada proses *finishing leather* di CV Cisarua, mulai dari tahap *crust* hingga *finished leather*. Masalah utama tidak terletak pada tingkat produk *reject* yang masih berada pada kisaran $\pm 7\%$, melainkan pada rata-rata ketidaksinkronan data sebesar 47% yang dihitung berdasarkan perbandingan data tanpa keterangan terhadap total *reject* dan tanpa keterangan pada setiap kode atau lot. Penelitian menggunakan pendekatan studi kasus dengan pengumpulan data melalui observasi lapangan, wawancara, serta telaah dokumen produksi dan laporan *Quality Control*. *Fault Tree Analysis* digunakan untuk memetakan hubungan sebab-akibat, sedangkan *Failure Mode and Effect Analysis* digunakan untuk menentukan prioritas risiko berdasarkan nilai *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, dan *Risk Priority Number*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketidaksinkronan data disebabkan oleh pencatatan manual melalui kartu estafet dan *hardfile Excel*, keterlambatan pembaruan data antarproses, ketidakkonsistenan pengisian keterangan QC, penanganan produk *reject* yang belum tertata, serta risiko kehilangan produk pada proses pemindahan. Nilai RPN tertinggi sebesar 336 terdapat pada keterlambatan reposisi data akibat penggunaan *hardfile Excel*. Perbaikan direkomendasikan melalui integrasi ERP, pembaruan status *real-time*, standarisasi label dan format keterangan, serta penguatan SOP dan pelatihan operator.

Kata kunci : *traceability*; ketidaksinkronan data; FTA; FMEA; produksi kulit

ABSTRACT

This study analyzes data *traceability* inconsistencies in the leather finishing process at CV Cisarua, from the *crust* stage to finished leather. The main issue does not lie in the product *reject* rate, which remains within the range of approximately 7%, but rather in the average data inconsistency rate of 47%. This percentage was calculated based on the comparison between data without remarks and the total number of rejected products and unremarked data for each code or lot. This research employed a case study approach, with data collected through field observation, interviews, and document review of production records and Quality Control reports. Fault Tree Analysis was used to map the cause-and-effect relationships, while Failure Mode and Effect Analysis was applied to determine risk priorities based on the values of Severity, Occurrence, Detection, and Risk Priority Number. The findings indicate that data inconsistency is caused by manual recording through transfer cards and Excel hard files, delays in data updates between processes, inconsistency in filling out QC remarks, unstructured handling of rejected products, and the risk of product loss during the transfer process. The highest RPN value, amounting to 336, was found in the delay of data repositioning caused by the use of Excel hard files. Improvement recommendations include ERP integration, real-time status updates, standardization of labels and remark formats, as well as strengthening standard operating procedures and operator training.

Keyword : *traceability*; data inconsistency; FTA; FMEA; leather production

1. PENDAHULUAN

Industri penyamakan kulit merupakan bagian penting dari sektor manufaktur karena menghasilkan bahan baku untuk produk *fashion*, otomotif, dan *furniture*. Proses produksi kulit berlangsung melalui beberapa tahapan, mulai dari kulit mentah, *crust leather*, hingga *finished leather*. Setiap tahapan membutuhkan pencatatan yang akurat agar aliran material, status proses, dan hasil pemeriksaan mutu dapat ditelusuri secara jelas.

Traceability menjadi kebutuhan penting karena perusahaan perlu memastikan bahwa setiap perubahan status produk dapat diverifikasi berdasarkan dokumen dan kondisi aktual. Ketidaksinkronan data menyebabkan bagian produksi, *Quality Control*, dan administrasi sulit menelusuri posisi produk, sumber selisih, serta status reject atau rework. Masalah tersebut semakin besar ketika pencatatan masih dilakukan secara manual dan pembaruan data tidak dilakukan pada saat perpindahan proses.

Hasil observasi pada proses *finishing leather* di CV Cisarua menunjukkan bahwa tingkat produk *reject* masih berada pada kisaran $\pm 7\%$ dan masih sesuai dengan target perusahaan. Permasalahan utama justru terdapat pada rata-rata ketidaksinkronan data sebesar 47%. Persentase tersebut dihitung dari perbandingan jumlah data tanpa keterangan terhadap total data reject dan tanpa keterangan pada setiap kode atau lot. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengendalian data *traceability* perlu diperbaiki agar informasi produksi sesuai dengan kondisi lapangan.

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor penyebab ketidaksinkronan data *traceability* menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) dan menentukan prioritas penyebab utama menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Kombinasi kedua metode digunakan karena FTA mampu memetakan akar penyebab secara sistematis, sedangkan FMEA mampu memberi prioritas risiko melalui nilai RPN.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Industri penyamakan kulit

Industri penyamakan kulit merupakan sektor manufaktur yang mengolah kulit mentah menjadi kulit tersamak yang lebih stabil, tahan lama, dan siap digunakan. Proses penyamakan bertujuan mengubah sifat kulit yang awalnya mudah membusuk, rentan

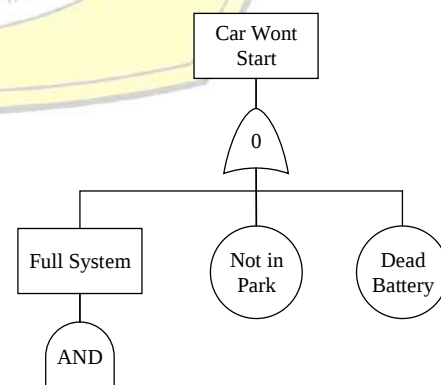
terhadap bahan kimia, dan tidak tahan panas menjadi material yang memiliki nilai guna tinggi untuk berbagai kebutuhan seperti *fashion*, otomotif, dan *furniture*. Dalam penelitian ini, industri penyamakan kulit menjadi konteks utama karena proses produksinya terdiri dari banyak tahapan yang saling terhubung dan membutuhkan pencatatan data yang rapi agar alur produksi dapat ditelusuri.

2.2 Traceability

Traceability merupakan kemampuan untuk menelusuri riwayat, penerapan, atau lokasi suatu produk melalui data dan dokumen yang relevan (Siregar dkk, 2024). Pada industri manufaktur, *traceability* mendukung pengendalian mutu, verifikasi proses, identifikasi ketidaksesuaian, serta pengambilan keputusan berbasis data. Sistem *traceability* yang baik membutuhkan identitas produk, catatan perpindahan, status proses, dan bukti pemeriksaan mutu yang konsisten.

2.3 Fault Tree Analysis

Fault Tree Analysis adalah metode deduktif yang digunakan untuk menelusuri penyebab suatu kegagalan dari top event menuju basic event (Nuruddin, 2023). FTA membantu menggambarkan hubungan logis antarpengyebab sehingga akar permasalahan dapat ditemukan secara lebih terstruktur. Pada penelitian ini, top event yang dianalisis adalah kegagalan sinkronisasi data *traceability*.



Gambar 2.1 Contoh Penggunaan FTA

2.4 Failure Mode Effect Analysis

FMEA merupakan metode analisis risiko preventif yang digunakan untuk mengidentifikasi mode kegagalan,

menganalisis dampaknya, dan menentukan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat risiko. FMEA penting karena dapat membantu perusahaan memfokuskan perhatian pada kegagalan yang paling kritis risiko (Stamatis dalam Wibowo, 2025). Dalam penelitian ini, FMEA dipakai setelah FTA, sehingga setiap penyebab yang sudah dipetakan kemudian dinilai tingkat keparahan, frekuensi kejadian, dan kemampuan deteksinya. Hasil akhirnya berupa prioritas risiko yang menunjukkan penyebab mana yang paling dominan terhadap ketidaksinkronan data traceability.

2.4.1 Komponen Penilaian FMEA

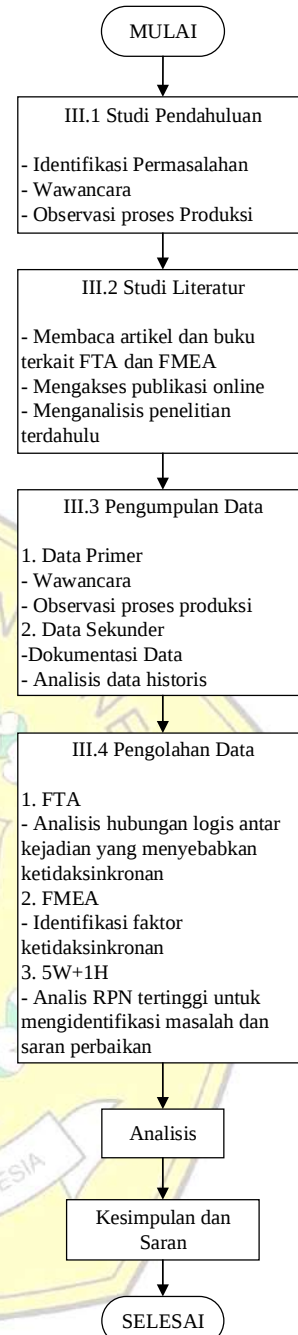
Penilaian FMEA didasarkan pada tiga komponen utama, yaitu *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. *Severity* menunjukkan tingkat keparahan dampak kegagalan, *Occurrence* menunjukkan seberapa sering kegagalan terjadi, dan *Detection* menunjukkan kemampuan sistem mendeteksi kegagalan sebelum berdampak lebih besar. Ketiga nilai tersebut dikalikan untuk menghasilkan *Risk Priority Number (RPN)* (Nuruddin, 2023). Semakin tinggi nilai RPN, semakin tinggi prioritas penanganannya. Dalam penelitian ini, RPN digunakan sebagai dasar untuk menentukan penyebab ketidaksinkronan data yang paling perlu diprioritaskan dalam analisis.

2.5 Analisis 5W+1H

Analisis 5W+1H adalah pendekatan untuk menggali informasi secara menyeluruh melalui enam pertanyaan dasar: *what*, *who*, *when*, *where*, *why*, dan *how*. Dalam penelitian ini, metode 5W+1H digunakan sebagai pelengkap setelah FTA dan FMEA untuk menyusun usulan perbaikan. Menurut (Nugraha dan Herlina 2021). Dengan pendekatan ini, masalah ketidaksinkronan data dapat dijelaskan secara lebih operasional, misalnya apa masalahnya, siapa yang terlibat, kapan dan di mana masalah terjadi, mengapa bisa terjadi, dan bagaimana langkah perbaikannya. Metode ini membantu menjembatani hasil analisis teknis menjadi rekomendasi yang lebih aplikatif.

3. METODOLOGI

3.1 Flowchart Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

3.2 Metode Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan untuk memahami tahapan produksi dan proses pencatatan data yang dilakukan oleh operator. Selain itu, wawancara terstruktur dilakukan dengan tim produksi, manajer, dan tim *Quality Control (QC)* untuk menggali informasi terkait masalah ketidaksinkronan data dan proses pencatatan manual yang belum terintegrasi dengan baik.

2. Data Sekunder

Digunakan dalam penelitian ini mencakup dokumen laporan produksi yang mencatat produk *reject* dan hasil *Quality Control* (QC). Laporan-laporan ini juga mencakup data *traceability* yang tercatat dalam file Excel, kartu estafet, dan dokumen manual lainnya yang digunakan untuk melacak produk sepanjang tahapan produksi.

3.3 Metode Pengolahan Data

1. *Fault Tree Analysis* (FTA)

FTA digunakan untuk menggambarkan penyebab utama ketidaksinkronan data *traceability*. Diagram pohon kesalahan (*fault tree*) digunakan untuk memetakan hubungan sebab-akibat antara kejadian yang tidak diinginkan dan penyebab dasarnya. Dengan FTA, kita dapat menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan pembaruan data dan ketidaksinkronan antara catatan sistem dan kondisi nyata di lapangan.

2. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

FMEA digunakan untuk mengevaluasi risiko ketidaksinkronan data berdasarkan tiga parameter utama: *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D). Nilai *Risk Priority Number* (RPN) dihitung untuk setiap potensi kegagalan yang teridentifikasi.

Rumus perhitungan RPN adalah sebagai berikut:

$$RPN = Severity (S) \times Occurrence (O) \times Detection (D)$$

- *Severity* (S)
Mengukur tingkat keparahan kegagalan
 - *Occurrence* (O)
Mengukur kemungkinan kegagalan terjadi
 - *Detection* (D)
Mengukur kemampuan untuk mendeteksi kegagalan tersebut sebelum berdampak pada produksi.
- Parameter Penilaian FMEA (SOD)
- *Severity* (S)
Menilai dampak kegagalan terhadap kualitas produk atau proses. Skala: 1 (tidak signifikan) sampai 10 (sangat signifikan).
 - *Occurrence* (O)
Menilai kemungkinan kegagalan terjadi dalam siklus produksi. Skala: 1 (jarang terjadi) sampai 10 (selalu terjadi).
 - *Detection* (D)
Menilai kemampuan mendeteksi kegagalan sebelum berpengaruh pada

produksi. Skala: 1 (deteksi mudah) sampai 10 (tidak terdeteksi).

3. 5W + 1H

Analisis 5W + 1H digunakan untuk menggali lebih dalam mengenai apa, siapa, kapan, di mana, mengapa, dan bagaimana masalah ketidaksinkronan data *traceability* ini terjadi. Hal ini memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai faktor-faktor penyebab ketidaksinkronan data serta memungkinkan perencanaan tindakan perbaikan yang lebih terstruktur.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil *Fault Tree Analysis* (FTA)

Hasil analisis FTA menunjukkan bahwa keterlambatan pembaruan data antar tahapan produksi adalah penyebab utama ketidaksinkronan data *traceability* di CV Cisarua. Diagram FTA menunjukkan bahwa penyebab utama dari ketidaksinkronan data adalah pencatatan manual yang tidak terintegrasi antar bagian, sehingga data yang tercatat pada tiap tahap produksi tidak langsung diperbarui secara *real-time*.

menunjukkan bahwa top event yang teridentifikasi adalah "Kegagalan Sinkronisasi Data", yaitu kondisi di mana data yang tercatat tidak mencerminkan kondisi nyata di lapangan. Ketidaksesuaian ini muncul akibat berbagai faktor yang berkaitan dengan sistem pencatatan, pengolahan data, dan proses produksi yang berjalan di perusahaan. Beberapa faktor utama yang menyebabkan kegagalan ini antara lain:

1. Data tidak di Perbaharui Secara *Real-time*
Sistem ERP yang belum sepenuhnya terintegrasi di seluruh tahapan produksi menyebabkan keterlambatan pembaruan data. Pencatatan yang masih mengandalkan *hardfile* Excel menghambat pembaruan otomatis, sehingga data tertunda. Di lapangan, operator masih harus mencatat data secara manual, dan pembaruan status hanya dilakukan setelah beberapa waktu. Gambar berikut menggambarkan bagaimana pencatatan manual dilakukan di area produksi, yang mengakibatkan keterlambatan dalam pembaruan data dan ketidaksesuaian antara data yang tercatat dan kondisi yang ada di lapangan.



Gambar 4.1 Pencatatan manual di area produksi

2. Kesulitan dalam Penanganan Produk *Reject*

Produk *reject* sering kali tidak segera dipisahkan sesuai dengan jenisnya karena penandaan yang tidak konsisten atau label yang kurang jelas, yang mengarah pada kesalahan dalam pengidentifikasian dan penanganan produk. Di lapangan, operator sering kali menghadapi kesulitan dalam memisahkan produk *reject* tepat waktu, karena tidak ada sistem yang memadai untuk penandaan produk *reject* dengan jelas. Gambar berikut menunjukkan produk *reject* yang tidak diberi label secara jelas, yang menyebabkan kesalahan identifikasi dan penanganan yang berdampak pada pencatatan status produk.



Gambar 4.2 Produk *reject* yang tidak diberi label dengan jelas

3. Kehilangan Produk di Proses Produksi

Kesalahan pemindahan produk dan produk *reject* yang tidak terdeteksi dengan baik sering menyebabkan kehilangan produk. Faktor lain yang berkontribusi adalah *rolley* yang sudah usang dan penerapan FIFO yang tidak konsisten. Di lapangan, alur pemindahan material sering terhambat oleh penggunaan *rolley* yang rusak dan penanganan yang tidak sesuai dengan prosedur FIFO. Gambar berikut menunjukkan *rolley* yang sudah tidak layak pakai, yang menghambat pemindahan produk

dan memperburuk masalah pengelolaan alur produksi.



Gambar 4.3 Kondisi *rolley* yang sudah using

4.2 Hasil *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA)

Pada penelitian ini, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dalam proses produksi, menilai dampaknya, serta menetapkan prioritas perbaikan secara terukur. Analisis dilakukan terhadap permasalahan ketidaksinkronan data yang terjadi pada proses produksi berdasarkan hasil pengolahan data pada bab sebelumnya. Penilaian risiko dilakukan dengan mempertimbangkan tiga parameter utama, yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection*, yang ditentukan berdasarkan hasil wawancara terhadap 10 pegawai serta didukung oleh data lapangan. Nilai dari ketiga parameter tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung *Risk Priority Number* (RPN) sebagai dasar dalam menentukan tingkat prioritas risiko kegagalan.

• *Severity*

Nilai *severity* sebesar 8 diperoleh berdasarkan hasil rata-rata penilaian dari 10 pegawai yang diwawancarai dan terlibat langsung dalam proses produksi serta pencatatan data. Berdasarkan pengalaman responden, kegagalan sinkronisasi data yang terjadi umumnya memberikan dampak yang cukup besar terhadap kelancaran proses produksi.

• *Occurrence*

Nilai *occurrence* sebesar 7 diperoleh dari hasil rata-rata penilaian 10 pegawai yang menilai bahwa kegagalan sinkronisasi data cukup sering terjadi dalam aktivitas produksi sehari-hari. Penilaian ini mencerminkan bahwa permasalahan tersebut bukan merupakan kejadian yang bersifat sporadis, melainkan

muncul secara berulang dalam proses operasional.

- *Detection*

Nilai *detection* sebesar 6 diperoleh dari hasil rata-rata penilaian 10 pegawai yang menyatakan bahwa sistem pengendalian yang ada belum sepenuhnya mampu mendeteksi kegagalan sinkronisasi data pada tahap awal. Berdasarkan pengalaman responden, kegagalan sering kali baru diketahui setelah proses produksi berpindah ke tahapan berikutnya atau saat dilakukan pengecekan administratif lanjutan.

- *Risk Point Number*

Risk Priority Number (RPN) digunakan untuk menentukan prioritas penanganan risiko pada setiap moda kegagalan. RPN dihitung dengan rumus $RPN = S \times O \times D$, sehingga nilai RPN mencerminkan gabungan antara dampak, frekuensi, dan kemampuan deteksi kegagalan. Pada moda kegagalan keterlambatan reposisi data akibat pencatatan *hardfile Excel*, nilai yang diperoleh adalah $RPN = 8 \times 7 \times 6 = 336$.

Nilai *Risk Priority Number* (RPN) diperoleh dari hasil perkalian antara *severity*, *occurrence*, dan *detection*, sehingga diperoleh nilai RPN sebesar 336. Nilai RPN ini menunjukkan bahwa kegagalan sinkronisasi data memiliki tingkat risiko yang tinggi dan perlu mendapatkan prioritas dalam upaya perbaikan. Tingginya nilai risiko tersebut mencerminkan bahwa kegagalan terjadi secara berulang, berdampak signifikan terhadap proses produksi, serta belum sepenuhnya dapat terdeteksi secara dini oleh sistem pengendalian yang ada.

4.3 Hasil 5W+1H

Untuk mengatasi masalah ketidaksesuaian dan keterlambatan pembaruan data dalam proses produksi, Usulan perbaikan diarahkan pada percepatan reposisi data melalui integrasi ERP yang mendukung pembaruan status proses secara *real-time* pada area *finishing*. Implementasi difokuskan secara spesifik pada tahapan *spray*, *dyeing*, *buffing*, *brushing*, dan aplikasi lapisan pelindung, karena pada rangkaian proses tersebut perpindahan pekerjaan berlangsung cepat dan selama ini pencatatan masih cenderung tertunda ketika mengandalkan rekam *hardfile/Excel*. Dengan pembaruan status yang dilakukan langsung pada titik proses, data yang tercatat pada

sistem dapat menggambarkan kondisi aktual di lapangan tanpa menunggu rekam di akhir shift.

Pelaksanaan perbaikan menempatkan operator pada masing-masing stasiun *finishing* sebagai pihak yang melakukan pembaruan status saat proses selesai dan saat serah-terima antar tahapan. Admin produksi berperan memantau kelengkapan input melalui dashboard serta melakukan pengecekan singkat di akhir shift untuk memastikan tidak ada status yang tertahan. QC menjalankan fungsi verifikasi kesesuaian progres fisik dengan data sistem sebelum pekerjaan berpindah, sedangkan kepala produksi bertugas mengendalikan kepatuhan pelaksanaan SOP input sebagai bagian dari kontrol proses harian. Agar perbaikan berjalan konsisten, diperlukan ketersediaan perangkat input di setiap stasiun *finishing*, kestabilan konektivitas, serta SOP yang mengatur urutan input, batas waktu pembaruan, dan mekanisme eskalasi apabila terjadi keterlambatan atau gangguan sistem.

Keberhasilan usulan perbaikan dinilai melalui indikator operasional yang terukur, seperti penurunan jeda waktu pembaruan status, peningkatan kesesuaian data sistem dengan kondisi aktual, serta berkurangnya temuan selisih yang bersumber dari keterlambatan pencatatan. Dengan penguatan integrasi data pada titik proses dan pembagian peran yang jelas, alur informasi produksi menjadi lebih tertib, mudah dipantau, dan mendukung pengendalian proses *finishing* secara berkelanjutan.

4.4 Implikasi Manajerial

Implikasi manajerial yang dapat diambil dari penelitian ini adalah pentingnya penerapan teknologi yang memungkinkan pembaruan data secara otomatis di setiap tahapan produksi. Dengan teknologi tersebut, perusahaan dapat mengurangi ketergantungan pada pencatatan manual dan mempercepat proses pembaruan data, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi operasional.

Integrasi data pada setiap tahap produksi secara *real-time*, agar informasi pergerakan dan status material dapat dipantau konsisten antarbagian. Integrasi ini perlu diperkuat melalui penerapan ketertelusuran kulit berbasis per lembar (*per-sheet traceability*), yaitu setiap lembar kulit diberi identitas unik sejak penerimaan bahan baku dan dilengkapi

penanda QR Code atau RFID (atau tagging sejenis) untuk memudahkan proses identifikasi.

Selanjutnya, setiap perpindahan dan pemrosesan dicatat per lembar melalui pemindaian QR/RFID dan otomatis tersinkron ke sistem, termasuk pada tahapan finishing yang mencakup *spray*, *dyeing*, *buffing*, *brushing*, serta aplikasi pelapisan pelindung. Dengan mekanisme tersebut, ketergantungan pada rekap manual serta keterlambatan pembaruan data dapat ditekan, sehingga ketidaksinkronan data dan selisih antara catatan sistem dengan kondisi aktual di lapangan dapat dikurangi secara signifikan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada proses produksi *finishing leather* di CV Cisarua, dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu sistem pencatatan produksi masih menggunakan estafet *hardfile Excel* secara manual dan belum terintegrasi antar tahapan. Kondisi ini membuat pembaruan data tidak *real-time* dan rekap dilakukan di akhir proses, sehingga kerap terjadi perbedaan antara data tercatat dan kondisi aktual. Dampaknya, ketidaksinkronan data *traceability* masih menjadi masalah pada proses produksi.

1. Hasil penerapan *Fault Tree Analysis* (FTA) menunjukkan bahwa ketidaksinkronan data *traceability* merupakan kejadian puncak (top event) yang dipengaruhi oleh beberapa peristiwa dasar (basic event). Faktor-faktor utama yang berkontribusi antara lain pencatatan produksi yang masih bersifat manual, ketidaksesuaian pelaksanaan standar operasional prosedur, perubahan status produk reject dan rework yang tidak tercatat dengan baik, serta kurangnya sistem pelabelan yang jelas pada produk bermasalah.
2. Melalui penerapan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), diperoleh bahwa moda kegagalan dengan tingkat risiko tertinggi adalah keterlambatan reposisi data pada setiap tahapan produksi akibat pencatatan menggunakan dokumen *hardfile Excel*. Moda kegagalan tersebut memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi sebesar 336, yang menunjukkan bahwa permasalahan ini memiliki dampak besar, cukup sering terjadi, dan belum dapat terdeteksi secara optimal. Hasil ini menegaskan bahwa

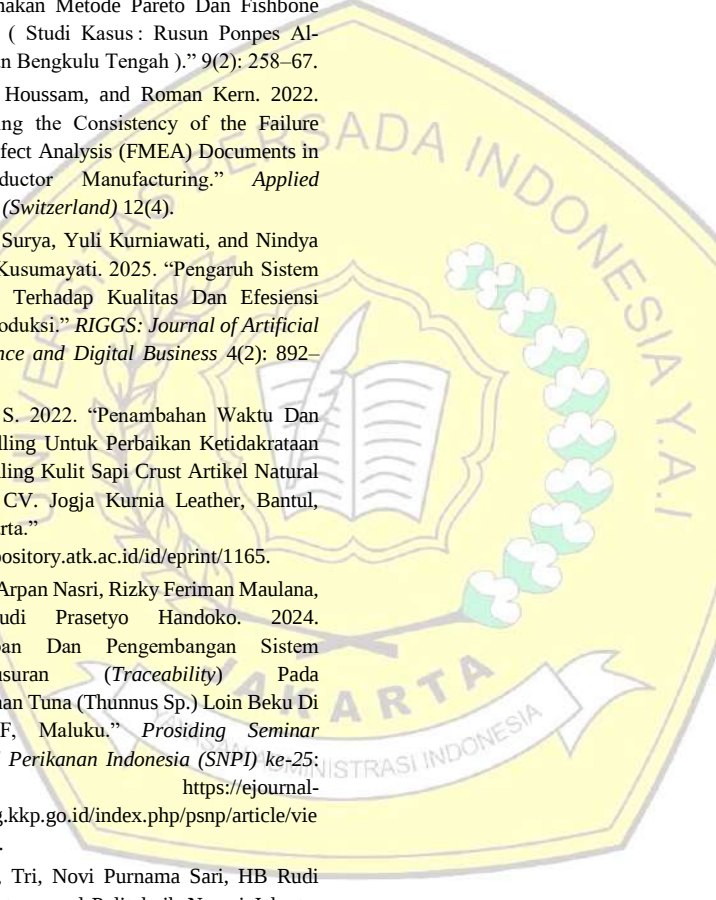
perbaikan sistem pencatatan dan pembaruan data harus menjadi prioritas utama untuk mengurangi ketidaksinkronan data produksi.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Suryakancana yang telah menjadi wadah bagi para peneliti untuk mengembangkan penelitian jurnal ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang besar bagi kemajuan ilmu pengetahuan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardiansyah, Ade Reza, Galih Anindita, and Rohma Dhani. 2025. "Penerapan Metode *Double Ishikawa* Dan 5 *Whys Analysis* Dalam Analisis Kecelakaan Loading Unloading Billet Baja." 3(1): 66–73.
- [2] Aristriyana, Eky, and Rizki Ahmad Fauzi. 2022. "Analisis Penyebab Kecelakaan Produk Dengan Metode *Fishbone Diagram* Dan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) Pada Perusahaan Elang Mas Sindang Kasih Ciamis." 4(2): 75–85.
- [3] Carbery, Caoimhe M., Roger Woods, Cormac McAteer, and David M. Ferguson. 2022. "Missingness Analysis of Manufacturing Systems: A Case Study." *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture* 236(10): 1406–17.
- [4] Conter, Mauro. 2025. "Recent Advancements in Meat Traceability, Authenticity Verification, and Voluntary Certification Systems." *Italian Journal of Food Safety* 14(1).
- [5] Marisa Tri Indra Nayu Aini Kurnila, and Rr. Rochmoeljati. 2025. "Analisis Kecelakaan Tiang Teras Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* Dan *Failure Mode And Effect Analysis*." *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan* 4(4): 1201–9.
- [6] Moch Yusuf A Aziz. 2020. "Analisis Penyebab Kerusakan Mesin Produksi Kayu Lapis Dengan Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) Dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)." *Analisis*: 62.
- [7] Munawir, Hafidh, Restiana Mifta Ulfa, and Much Djunaedi. 2020. "Analisa Risiko Kegagalan Terhadap Downtime Pada Line Crank Case Menggunakan Metode *Failure Mode Effect Analysis*." *Prosiding IENACO*: 149–56.
- [8] Nugraha, Kristian Adi, and Herlina Herlina. 2021. "Klasifikasi Pertanyaan Bidang Akademik Berdasarkan 5W1H Menggunakan K-Nearest Neighbors." *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika (JEPIN)* 7(1): 44.

- 
- [9] Nuruddin, Moch., and Adi Dharma. 2023. "Analyzing Product Defects in the Production Process of Tempeh Using the FTA and FMEA Methods at CV. Aderina." *MOTIVATION : Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering* 5(3): 571–82.
- [10] Pratiwi, Tia Dini, Budy Wiryanawan, and Tri Wiji Nurani. 2021. "Implementation of Tuna Traceability in Ocean Fishing Port of Nizam Zachman Jakarta." *Marine Fisheries : Journal of Marine Fisheries Technology and Management* 12(1): 23–34.
- [11] Putra, Diyan Permana, Edito Dwiantoro, and Elsa Rati Hariza. 2024. "Evaluasi Waste Material Pada Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Pareto Dan Fishbone Diagram (Studi Kasus : Rusun Ponpes Al-Muslimun Bengkulu Tengah)." 9(2): 258–67.
- [12] Razouk, Houssam, and Roman Kern. 2022. "Improving the Consistency of the Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Documents in Semiconductor Manufacturing." *Applied Sciences (Switzerland)* 12(4).
- [13] Saputra, Surya, Yuli Kurniawati, and Nindya Kartika Kusumayati. 2025. "Pengaruh Sistem Produksi Terhadap Kualitas Dan Efisiensi Biaya Produksi." *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business* 4(2): 892–96.
- [14] Sedi, A S. 2022. "Penambahan Waktu Dan Bola Milling Untuk Perbaikan Ketidakrataan Efek Milling Kulit Sapi Crust Artikel Natural Mill Di CV. Jogja Kurnia Leather, Bantul, Yogyakarta." <http://repository.atk.ac.id/id/eprint/1165>.
- [15] Siregar, Arpan Nasri, Rizky Feriman Maulana, and Yudi Prasetyo Handoko. 2024. "Penerapan Dan Pengembangan Sistem Ketertelusuran (Traceability) Pada Pengolahan Tuna (Thunnus Sp.) Loin Beku Di CV. MF, Maluku." *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia (SNPI) ke-25*: 723–43. <https://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/psnp/article/view/15298>.
- [16] Wibowo, Tri, Novi Purnama Sari, HB Rudi Kusumantoro, and Politeknik Negeri Jakarta. 2025. "Analisis Risiko Kegagalan Menggunakan Metode FMEA Pada Mesin Cetak Digital UV Di PT XYZ." *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik* 4(2): 173–84. <https://prin.or.id/index.php/JURRITEK>.
- [17] Zarkasi, Ali Rohman, and Fahlepi Roma Doni. 2025. "Analisis Data Produksi Menggunakan Metode Decision Tree (C4.5) Di PT.Baja Marga Kharisma Utama (BMKU)." *Jurnal Informatika dan Multimedia* 17(1): 28–37.