Analysis of Production Delays in Children's Game Rides Using the Fault Tree Analysis (FTA) Method

Analisis Keterlambatan Produksi Wahana Permainan Anak Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA)

Moch Fariz Prayoga[1], Boy Isma Putra[2]

{farizrayoga910@gmail.com , boy@umsida.ac.id }

[1,2] Program Studi Teknik Industri,Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Abstract. *General Background: Manufacturing industries frequently encounter production delays that create schedule uncertainty, elevated operational costs, and reduced organizational performance. Specific Background: Manufacturing facilities producing children's playground equipment experience recurring disruptions driven by raw material availability issues and supply chain instability. Knowledge Gap: Traditional manufacturing operations often lack structured root-cause diagnostic tools to isolate supply-chain bottlenecks from internal machine or labor failures. Aims: This study examines the factors causing production delays in a children's play-ride manufacturing industry using the Fault Tree Analysis method. Results: The findings demonstrate that delays are triggered by raw material delivery mismatches, limited buffer stock, and supplier distribution constraints, resulting in production halts across molding, painting, and assembly stages. Novelty: This research establishes a structured Fault Tree Analysis framework applied specifically to children's play-ride manufacturing to map basic events such as uncoordinated scheduling and supplier distribution failures. Implications: Implementing optimized safety stock levels and integrated material scheduling systems enables industrial managers to mitigate delay risks and improve production planning.*
Keywords *Production Delay, Raw Materials, Fault Tree Analysis, Inventory Management, Supply Chain*

Abstrak. Latar Belakang Umum: Industri manufaktur sering mengalami keterlambatan produksi yang menciptakan ketidakpastian jadwal, biaya operasional yang tinggi, dan penurunan kinerja organisasi. Latar Belakang Spesifik: Fasilitas manufaktur yang memproduksi peralatan bermain anak-anak mengalami gangguan berulang yang disebabkan oleh masalah ketersediaan bahan baku dan ketidakstabilan rantai pasokan. Kesenjangan Pengetahuan: Operasi manufaktur tradisional sering kali kekurangan alat diagnostik akar yang terstruktur untuk mengisolasi hambatan rantai pasok dari kegagalan internal mesin atau tenaga kerja. Tujuan: Studi ini meneliti faktor-faktor penyebab keterlambatan produksi di industri manufaktur play-ride anak-anak menggunakan metode Fault Tree Analysis. Hasil: Temuan menunjukkan bahwa keterlambatan dipicu oleh ketidaksesuaian pengiriman bahan baku, stok buffer yang terbatas, dan keterbatasan distribusi pemasok, sehingga menyebabkan produksi terhenti di tahap cetakan, pengecatan, dan perakitan. Kebaruan: Penelitian ini menetapkan kerangka Analisis Fault Tree yang terstruktur yang diterapkan khusus pada manufaktur play-ride anak-anak untuk memetakan peristiwa dasar seperti penjadwalan yang tidak terkoordinasi dan kegagalan distribusi pemasok. Implikasi: Menerapkan tingkat stok keselamatan yang dioptimalkan dan sistem penjadwalan material terintegrasi memungkinkan manajer industri mengurangi risiko keterlambatan dan meningkatkan perencanaan produksi.
Kata kunci Penundaan Produksi, Bahan Memah, Analisis Pohon Kesalahan, Manajemen Inventaris, Rantai Pasokan

I. PENDAHULUAN

Keterlambatan dalam produksi merupakan salah satu permasalahan yang serig terjadi pada sektor manufaktur dan dapat berdampak secara signifikan terhadap kinerja perusahaan. Keterlambatan proyek juga merupakan kondisi yang dimana penyelesaian pekerjaan melampaui batas waktu yang telah ditetapkan dalam kontrak atau melampaui durasi yang telah disepakati oleh seluruh pihak yang terkait [1]. Keterlambatan tersebut tidak hanya menyebabkan ketidaktercapainya target dalam produksi , tetapi juga memiliki pengaruh terhadap peningkatan biaya operasional, menurunnya tingkat kepuasan pelanggan, serta terganggunya reputasi perusahaan. Di seluruh industri manufaktur, pasti terdapat keterlambatan pengadaan, karena hal tersebut merupakan permasalahan umum [2]. Manufacturing sendiri merupakan seraikan dari operasi dan juga kegiatan yang saling berhubungan, mulai dari desain, pemilihan bahan, perencanaan, pembuatan, penjaminan mutu, dan juga pengelolaan dan pemasaran produk itu sendiri [3]. Keterlambatan produksi itu sendiri dapat disebabkan oleh berbagai faktor, baik itu faktor internal atau faktor eksternal.

Dalam faktor internalnya sendiri meliputi pasokan bahan baku, kondisi mesin, perencanaan produksi, dan juga keterampilan tenaga kerja serta pada faktor eksternalnya sendiri dapat berupa perubahan permintaan pasar, gangguan rantai

pasok, dan kebijakan perintah yang dapat menimbulkan kerugian jangka panjang bagi perusahaan [4]. Namun, tidak menutup kemungkinan juga kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan kebersihan sangat penting unutk proses produksi karena hal tersebut dapat mempengaruhi kualitas prosuk itu sendiri [5]. Pada sebuah industri manufaktur wahana permainan anak, ketepatan dalam waktu produksi menjadi aspek yang sangat krusial mengingat produk yang dihasilkan harus memenuhi standar keselamatan, kualitas, dan jadwal pengiriman yang telah ditetapkan. Keterlambatan waktu sendiri dapat menyebabkan kualitas rendah dan juga biaya tamahan diluar kontrak, hal tersebut berpotensi menyebabkan kerugian bagi pihak yang terkait karena hal tersebut termasuk dalam masalah global yang perlu perhatian lebih [6]. Seperti yang kita ketahui, bahwa dalam dunia bisnis kebutuhan konsumen tidak selalu dapat terpenuhi karena proses produksi yang kurang optimal, salah satunya adalah keterbatasan bahan baku [7].

Pada fase bermain atau biasa disebut dengan play age, mainan memiliki fungsi sebagai sarana pendukung kecerdasan anak dalam usia 3-6 tahun, guna mengoptimalkan perkembangan kepribadian, psikomotor, kognitif, bahasa, serta aspek sosial yang mulai terbentuk pada periode tersebut [8]. Berbagai kemampuan dasar, meliputi fisik, kognitif, sosial emosional, dan bahasa, mulai berkembang pesat pada masa emas perkembangan anak-anak yang umumnya terjadinya antara usia 3-6 tahun [9]. Proses produksi wahana permainan anak sendiri melibatkan berbagai tahapan yang kompleks, mulai dari perancangan desain, pengadaan bahan baku, proses perakitan, hingga tahap finishing dan pengujian produk. Kompleksitas proses tersebut berpotensi menimbulkan berbagai kendala yang dapat menyebabkan keterlambatan produksi apabila tidak dikelola dengan baik. Proses produksi pada perusahaan manufaktur hanya dapat berjalan apabila didukung oleh sumber daya manusia, mesin, bahan baku, dan dana sebagai komponen utama operasional [3]. Faktor-faktor seperti keterbatasan bahan baku, kerusakan mesin, kesalahan metode kerja, kurangnya keterampilan tenaga kerja, serta lemahnya koordinasi manajemen yang sering kali menjadi penyebab utama dalam terjadinya keterlambatan dalam proses produksi. Namun, dalam keterlambatan proyek dapat di minimalkan melalui manajemen resiko yang efektif, perencanaan yang matang, pemantauan rutin, serta penerapan rencan kontinjensi dan juga fleksibilitas jadwal [1].

Untuk mengidentifikasi dan menganalisis penyebab keterlambatan produksi secara sistematis, diperlukan suatu metode analisis yang mampu menganggambarkan hubungan sebab-akibat dari setiap permasalahan yang terjadi. *Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan salah satu bentuk metode yang dapat digunakan untuk menguraikan suatu peristiwa kegagalan utama (*to event*) menjadi berbagai faktor penyebab hingga pada tingkat akar masalah (*basic events*). Proses penyusunan dari Fault Tree Analysis (FTA) melalui beberapa tahapan, yaitu penentuan top event sebagai kondisi dalm kegagalan utama yang dianalisis, penyusunan dan perancangan fault tree melalui pembentukan hierarki awal dengan mempertimbangkan seluruh faktor penyebab kegagalan, pelaksanaan analisis terhadap fault tree yang telah disusun, serta penggunaan simbol-simbol standar FTA yang juga memiliki makna berbeda dan berfungsi dalam pengembangan struktur fault tree [10]. Melalui pendekatan ini sendiri, keterlambatan produksi dapat dianalisis secara terstrsuktur sehingga faktor-faktor dominian yang berkontribusi terhadap keterlambatan dapat diidentifikasi dengan lebih jelas.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan unutk menganalisis faktor-faktor penyebab keterlambatan produksi wahana permainan anak menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dengan pendekatan kualitatif. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai akar penyebab keterlambatan produksi serta menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi perbaikan proses produksi guna meningkatkan efektivitas dan juga efisiensi dalam kinerja perusahaan.

II. METODE

Metode pelaksaan magang yang dilakukan pada salah satu industri mainan anak-anak yang terletak di Kabupaten Sidoarjo ini meliputi observasi secara langsung. Penelitian ini menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) yakni metode yang jika terdapat keterlambatan proyek didefinisikan sebagai pekerjaan yang tidak selesai atau lebih lama dari waktu yang ditetapkan dalam kontrak kerja, yang kadang-kadang dapat menyebabkan klaim [11].

Observasi dilakukan dalam kurun waktu satu bulan pada tanggal 17 November sampai dengan 17 Desember 2025.

Hasil Pengamatan Penundaan Bahan Baku:

1. Ketersediaan Bahan Baku
   Bahan baku tidak selalu tersedia sesuai jadwal produksi, menyebabkan keterlambatan dalam proses produksi.
2. Penundaan Pengiriman Pemasok
   Pengiriman bahan baku dari pemasok sering tertunda.
3. Kualitas Bahan Baku

Bahan baku yang diterima sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan.

4. Kecukupan Kuantitas Bahan Baku
   Jumlah bahan baku yang diterima seringkali tidak mencukupi untuk memenuhi semua kebutuhan produksi.
5. Prosedur Pemeriksaan Bahan Baku
   Ada prosedur untuk memeriksa bahan baku sebelum digunakan dalam produksi, yang berjalan dengan baik.
6. Kondisi Kedatangan Bahan Baku
   Bahan baku yang tiba jarang rusak atau cacat.
7. Stok Cadangan
   Perseroan memiliki cadangan stok untuk mengantisipasi keterlambatan pengiriman bahan baku.
8. Pengetahuan Pekerja tentang Jadwal Kedatangan
   Pekerja tidak selalu mengetahui jadwal kedatangan bahan baku, yang terkadang mengganggu perencanaan produksi.
9. Dampak Penundaan Bahan Baku

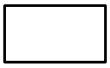
Penundaan bahan baku memengaruhi tahap produksi selanjutnya, termasuk pencetakan, pengecatan, dan perakitan.

10. Komunikasi dengan Pemasok

Komunikasi dengan pemasok untuk mengurangi penundaan efektif dan membantu koordinasi ketika kendala muncul.

FTA menggunakan simbol-simbol logika seperti gerbang *AND* dan *OR* untuk menunjukkan hubungan antar peristiwa. Selain itu, terdapat simbol khusus untuk berbagai jenis peristiwa, seperti peristiwa dasar, peristiwa luar, dan simbol transfer yang menghubungkan bagian pohon yang terpisah. Penggunaan simbol ini mempermudah pemahaman *visual* dan analisis sebab-akibat pada kegagalan atau kecelakaan kerja *Fault Tree Analysis* (FTA) menggunakan simbol seperti gerbang logika AND dan OR, simbol peristiwa dasar (lingkaran), peristiwa luar (rumah), serta simbol transfer untuk menghubungkan cabang pohon yang berbeda [12]. Berikut simbol-simbol *Fault Tree Analysis*

Tabel 1 Simbol FTA

Simbol	Nama	Arti
	Top Event	Kejadian pada tingkat tertinggi yang menunjukkan kegagalan yang memerlukan penyelidikan tambahan
	Basic Event	akar dasar dari kegagalan yang tidak diinginkan dari sebuah keadaan normal pada suatu proses
	Logic Event AND	Fungsi AND menunjukkan bahwa suatu output akan dihasilkan jika seluruh input terpenuhi atau terjadi .
	Logic Event OR	Fungsi OR menunjukkan bahwa suatu kegagalan output akan muncul jika terdapat satu atau lebih kegagalan pada inputnya.
	Conditioning Event	Suatu keadaan khusus yang diberlakukan pada gerbang logika apabila persyaratan tertentu terpenuhi.
	Undeveloped Event	Kejadian tidak jelas penyebabnya karena dianggap tidak memiliki keterkaitan yang cukup signifikan.
	External Event	Menunjukkan peristiwa yang memang diharapkan terjadi dan tidak digolongkan sebagai suatu kegagalan.
	Transfer Event	keterangan tambahan mengenai kejadian lain yang terdapat pada halaman berbeda.

Untuk mencegah keterlambatan produksi terjadi lagi, penting untuk mengenali faktor-faktor penyebabnya terlebih dahulu. Salah satu cara yang bisa dipakai untuk melakukan hal ini adalah dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Penerapan FTA dalam menganalisis keterlambatan produksi membantu perusahaan mengenali serta menangani faktor–faktor penyebab keterlambatan dengan lebih terarah dan terorganisir. Pendekatan ini pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi operasional serta meminimalkan dampak keterlambatan terhadap biaya dan kepuasan pelanggan[13].

Simbol-simbol dalam Fault Tree Analysis (FTA) digunakan untuk menggambarkan hubungan sebab-akibat dari keterlambatan produksi. Untuk mengisi setiap peristiwa dalam struktur FTA tersebut, diperlukan data aktual yang diperoleh melalui observasi dan wawancara. Data hasil observasi keterlambatan bahan baku selanjutnya disajikan dalam tabel berikut sebagai dasar identifikasi peristiwa dasar dan peristiwa antara

Tabel 2. Variabel dan Indikator Observasi Keterlambatan Bahan Baku

Variabel Penelitian	**Indikator Observasi**	**Deskripsi Pengamatan Lapangan**	**Teknik Pengumpulan Data**	**Skala Penilaian**
Ketersediaan Bahan Baku	Kesesuaian kedatangan bahan baku dengan jadwal produksi	Bahan baku sering tidak datang sesuai jadwal sehingga menghambat proses produksi	Observasi	Tepat waktu / Terlambat

Keterlambatan Pengiriman Pemasok	Frekuensi keterlambatan pengiriman	Pemasok beberapa kali mengalami keterlambatan distribusi bahan baku	Observasi & Wawancara	Jarang / Kadang / Sering
Kuantitas Bahan Baku	Kecukupan jumlah bahan baku terhadap kebutuhan produksi	Jumlah bahan baku tidak selalu mencukupi untuk seluruh siklus produksi	Observasi & Catatan Produksi	Cukup / Kurang
Ketersediaan Stok Cadangan	Keberadaan buffer stock / safety stock	Perusahaan memiliki stok cadangan namun jumlahnya terbatas	Observasi Gudang	Ada / Tidak ada
Prosedur Pemeriksaan Bahan Baku	Pelaksanaan inspeksi bahan baku saat diterima	Prosedur pemeriksaan sudah dilakukan dan berjalan baik	Observasi Prosedur	Dilaksanakan / Tidak
Informasi Jadwal Kedatangan Bahan Baku	Pengetahuan pekerja tentang jadwal bahan baku	Pekerja tidak selalu mengetahui jadwal kedatangan bahan baku	Wawancara Operator	Tahu / Tidak tahu
Dampak Penundaan terhadap Tahap Produksi	Tahap produksi yang terdampak	Keterlambatan mempengaruhi proses pencetakan, pengecatan, dan perakitan	Observasi Proses Produksi	Terdampak / Tidak terdampak

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Identifikasi Penyebab Keterlambatan Produksi

Berdasarkan hasil observasi yang ada pada lapangan dan juga wawancara yang telah terangkum pada Tabel 1, ditemukan bahwa kendala utama dalam sebuah proses produksi wahana permainan anak terletak pasa aspek bahan baku. Meskipun faktor kualitas bahan baku dan prosedut yang digunakan sudah berjalan dengan baik (sesuai standar), masih terdapat beberapa indikator kritis yang emicu keterlambatannya:

- **Ketidak sesuaian Jadwal:** Bahan baku sering kali tidak datang tepat pada waktu yang sudah sesuai dengan jadwal produksi.
- **Kuantitas yang Kurang:** Jumlah bahan baku yang diterima juga seringkali tidak mencukupi unutk memeneuhi seluruh siklus produksi itu sendiri.
- **Hambatan Distribusi:** Pemasok beberapa kali juga mengalami keterlambatan dalam pengiriman bahan.
- **Keterbatsan Informasi:** Pekerja operasional tidak selalu mengetahui jadwal kedatangan bahan baku, hal tersebut akan mengganggu perencanaan kerja pada lantai produksi.

B. Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) Kendala Bahan Baku

Dalam pemodelan metode *Fault Tree Analysis* (FTA), peristiwa puncak atau biasa disebut dengan *Top Event* adalah keterlambatan produksi wahana permainan anak. Beradsarkan data observasi, keterlambatan ini sendiri dipicu oleh peristiwa antara (*Intermediate Event*) berupa keterlambatan ketersediaan bahan baku.

Hail analisis menunjukkan bahwa jalur kegagalan bersumber dari beberapa peristiwa dasar (*Basic Event*) berikut:

1. **Faktor Eksternal:** Frekuensi dalam keterlambatan pengiriman oleh pemasok.
2. **Faktor Internal:** Stok cadangan (*buffer stock*) yang terbatas dan juga ketidak cukupan kuantitas bahan yang dipesan).
3. **Faktor Komunikasi:** Kurangnya diseminasi informasi yang jadwal kedatangan bahan kepada para pekerja/operator.Ketidak sinkonisasi antara jadwal kedatangan bahan dengan jadwal produksi menyebabkan terhentinya proses pada tahap percetakan, pengecatan, hingga perakitan.

C. Pembahasan Temuan Penelitian

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa keterlambatan dari proses prosuksi tidak selalu disebabkan oleh kinerja internal dari SDM ataupun kerusakan mesin, melainkan sangat bergantung juga pada stabilitas rantai pasok. Meskipun perusahaan memiliki stok cadangan, jumlahnya yang terbatas tidak mampu mengompenisasi keterlambatan pengiriman dari pemasok secara terus menerus.

Ketidaktahuan pekerja mengenai jadwal kedatangan bahan baku juag memperburuk efisiensi. Tanpa informasi yang pasti, koordinasi dilantai produksi menjadi kurang optimal, yang pada akhirnya memicu waktu tunggu (*idle time*) yang tidak produktif. Hal ini juga sejalan dengan teori bahwa keterbatasanan bahan baku merupakan hambatan utama dalam memenuhi kebutuhan konsumen secara tepat waktu.

D. Implikasi Hasil Penelitian

Implikasi dari penelitian ini sendiri menunjukkan bahwa perusahaan perlu melakukan evaluasi terhadap manajemen persediaan dan juga hubungan dengan pemasok. Berdasarkan analisis FTA, solusi yang relevan meliputi:

- **Optimalisasi Stok Cadangan:** Meningkatkan volume *safety stock* untuk mengantisipasi keterlambatan ditribusi dari pemasok.
- **Sistem Informasi Terintegrasi:** Memastikan bahwa jadwal kedatangan bahan baku dapat diakses oleh Supervisor dan juga operator untuk perencanaan kerja yang lebih baik.
- **Evaluasi Pemasok:** Melakukan komunikasi lebih intensif atau mencari alternatif pemasok yang memiliki rekam jejak pengiriman yang lebih tebat waktu.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan diskusi yang dilakukan dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA), dapat disimpulkan bahwa keterlambatan proses produksi peralatan bermain anak disebabkan oleh salah satu faktor utama, yaitu bahan baku yang tidak konsisten. Melalui analisis pohon kesalahan, ditemukan bahwa peristiwa puncak (*top event*) berupa penundaan produksi dipicu oleh ketidak sesuaian jadwal kedatangan bahan baku dan juga keterlambatan pengiriman dari pihak pemasok. Selain itu, keterbatasan stok cadagan (*buffer stock*) serta kuarangnya informasi jadwal logistik kepada para pekerja operasional menjadi peristiwa dasar (*basic events*) yang menghambat kelancaran tahap percetakan, pengecatan, hingga perakitan. Secara sistematis, keterlambatan ini bukan disebabkan oleh kegagalan mesin atau kualitas bahan, melainkan akibat kurang optimalnya manajemen rantai pasok dan koordinasi internal. Oleh karena itu, perusahaan disarankan untuk menerapkan standar operasinal prosedur yang lebih ketat dalam pengendalian stok dan menigkatkan efektivitas komunikasi dengan pemasok untuk meminimalisir risiko kerugian dan meningkatkan efisiensi kinerja dari perusahaan itu sendiri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UD. X yang telah bersedia menjadi tempat pelaksanaan penelitian ini, serta kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan dukungan dan fasilitas sehingga penelitian dapat terlaksana dengan baik.

REFERENSI

[1] I. R. Pratama, "Analisis Keterlambatan Proyek Produksi Kereta Dengan Metode Fishbone Diagram," vol. 16, no. 1, pp. 161–170, 2023.
[2] S. Makhmudah *et al*., "Optimasi Manajemen Keterlambatan Pengadaan Komponen Mengunakan Root Cause Analysis di Perusahaan Manufaktur," vol. 6, no. 9, pp. 3642–3649, 2025.
[3] D. Lorenza and T. Rahman, "ANALISIS PENYEBAB KETERLAMBATAN PROSES PRODUKSI PROYEK CRADLE DENGAN METODE FAULT TREE ANALYSIS (FTA)," vol. 1, no. 2, pp. 36–42, 2023.
[4] U. Sugiyanto and H. Kurnianingsih, "Analisa Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Delay Produksi di PT Konimex," vol. 4, no. 4, pp. 2544–2551, 2025.
[5] D. Di, P. T. Ravana, J. Dengan, M. Fmea, and D. A. N. Fta, "1 , 2 , 3," vol. 8, 2025.
[6] A. Suryaningrum, H. Rudianto, A. Mahmudi, and E. K. O. Prasetyo, "ANALISIS FAKTOR PENYEBAB KETERLAMBATAN MENGGUNAKAN METODE FAULT TREE ANALYSIS (STUDI KASUS PEMBANGUNAN OFFICE HEADQUARTER SURABAYA)," vol. 2, no. 1, pp. 18–29, 2024.
[7] R. R. Deri, W. Maulani, and P. Gunawan, "Perencanaan Persediaan Bahan Baku Untuk Menghindari Resiko Keterlambatan Produksi Produk Karet Compound Menggunakan Metode Material Requirement Planning (MRP)," vol. 9, no. 1, pp. 269–280, 2023.
[8] J. Abdimas, S. Suko, P. Untuk, and M. Ekonomi, "a b i y a s a," vol. 2, no. 1, pp. 62–67, 2022.
[9] J. K. Marsnata and S. Junaidi, "Tinjauan Steam Toys Untuk Usia 3-6 Tahun dalam Pemenuhan Karakteristik dan Tumbuh Kembang Anak di Indonesia Pendahuluan," vol. 2, pp. 52–73, 2025.
[10] M. R. Kurniawan, A. S. Cahyana, B. I. Putra, S. Babaev, and M. Junaedi, "Pr Pr f," pp. 0–9, 2022.
[11] R. Alfianidah and A. G. Prafitasiwi, "Analisis Risiko Penyebab Keterlambatan Pada Proyek Pembangunan Pondasi Silo Phase 3 Ø 24 , 50 M Menggunakan Metode FTA (Fault Tree Analysis) Cost And Time Risk Analysis Of Delay Cause In The Construction Project Of Silo Foundation Phase 3 Ø 24 , 50 M Using Fault Tree Analysis," vol. 01, no. 1, pp. 67–78, 2024.
[12] H. C. W. Abdul Qodir Umri, "Analysis Quality Control of Creamer Product Packaging using DMAIC and RCA Methods [Analisa Pengendalian Kualitas Kemasan Produk Krimer Menggunakan Metode DMAIC dan RCA]," *ResearchGate*, pp. 1–15, 2024.
[13] Y. Saputro and H. C. Wahyuni, "Analysis Quality Control Transformer Using Six Sigma Method And Fault Tree Analysis (FTA) Method [Analisis Pengendalian Kualitas Trafo Menggunakan Metode Six Sigma Dan Metode Fault Tree Analysis (FTA)]," pp. 1–10.