Analysis of Potential Failures in Inspection Equipment and Logistics Administration Processes Using the Failure Mode and Effects Analysis Method

Analisis Potensi Kegagalan Peralatan Inspeksi dan Proses Administrasi Logistik Menggunakan Metode Failure Mode and Effects Analysis

Riska Shanila Hamzah

{ riskashanila005@gamil.com [1]}

[1] Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Abstract. *General Background Inspection and testing service providers rely on operational equipment and logistics administration to deliver accurate evaluations. Specific Background At PT XYZ Indonesia, irregular logistics procedures and potential failures in primary and supporting inspection tools create operational risks that threaten measurement accuracy and service continuity. Knowledge Gap Prior studies often address equipment reliability or administrative workflows separately rather than evaluating both alongside risk prioritization across inspection devices and logistics handling. Aims This study identifies potential failure modes in inspection tools and logistics administration at PT XYZ Indonesia using Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) supported by 5W1H problem mapping, ranks risks via Risk Priority Number (RPN), and formulates improvement recommendations. Results Evaluation of 20 inspection items shows that magnetic yoke (RPN 240), calibration certificate documentation (RPN 240), survey meter (RPN 210), and ultrasonic flaw detector Epoch 650 (RPN 180) carry the highest risk scores, driven by component degradation, off-hours returns without verification, and unstandardized recordkeeping. Novelty This work jointly examines 20 inspection tools—spanning electronic, magnetic, mechanical, and safety items—and logistics administration workflows from issuance to return within a single FMEA assessment. Implications Implementing scheduled calibration, component maintenance, standardized forms, and centralized calibration records can lower RPN values and support more dependable inspection operations*
Keywords *Failure Mode And Effects Analysis, Risk Priority Number, Inspection Equipment, Logistics Administration, Calibration Documentation*

Abstrak. Penyedia layanan inspeksi dan pengujian Latar Belakang Umum mengandalkan peralatan operasional dan administrasi logistik untuk memberikan evaluasi yang akurat. Latar Belakang Spesifik Di PT XYZ Indonesia, prosedur logistik yang tidak teratur dan potensi kegagalan pada alat inspeksi primer dan pendukung menciptakan risiko operasional yang mengancam akurasi pengukuran dan kontinuitas layanan. Kesenjangan Pengetahuan Studi sebelumnya sering membahas keandalan peralatan atau alur kerja administratif secara terpisah daripada mengevaluasi keduanya bersamaan dengan prioritas risiko di antara perangkat inspeksi dan penanganan logistik. Tujuan Studi ini mengidentifikasi potensi mode kegagalan dalam alat inspeksi dan administrasi logistik di PT XYZ Indonesia menggunakan Analisis Mode dan Efek Kegagalan (FMEA) yang didukung oleh pemetaan masalah 5W1H, memberi peringkat risiko melalui Risk Priority Number (RPN), dan merumuskan rekomendasi perbaikan. Hasil Evaluasi 20 item inspeksi menunjukkan bahwa yoke magnetik (RPN 240), dokumentasi sertifikat kalibrasi (RPN 240), meter survei (RPN 210), dan detektor cacat ultrasonik Epoch 650 (RPN 180) memiliki skor risiko tertinggi, yang didorong oleh degradasi komponen, pengembalian di luar jam kerja tanpa verifikasi, dan pencatatan yang tidak standar. Kebaruan Pekerjaan ini bersama-sama memeriksa 20 alat inspeksi—mencakup elektronik, magnetik, mekanik, dan item keselamatan—serta alur kerja administrasi logistik dari penerbitan hingga pengembalian dalam satu penilaian FMEA. Implikasi Implementasi kalibrasi terjadwal, pemeliharaan komponen, formulir standar, dan catatan kalibrasi terpusat dapat menurunkan nilai RPN dan mendukung operasi inspeksi yang lebih andal
Kata Kunci: Mode Kegagalan dan Analisis Efek, Nomor Prioritas Risiko, Peralatan Inspeksi, Administrasi Logistik, Dokumentasi Kalibrasi

I. PENDAHULUAN

Permasalahan utama dalam kegiatan *inspeksi* industri adalah munculnya potensi kegagalan alat dan ketidakteraturan proses administrasi logistik yang dapat mengganggu akurasi hasil pengujian. PT XYZ Indonesia ini adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang jasa *inspeksi*. Di PT XYZ Indonesia, beberapa kendala yang ditemukan meliputi alat *inspeksi* yang tidak dikalibrasi secara rutin, ketidaksesuaian tanggal pada surat jalan, proses peminjaman alat yang belum seragam, serta lemahnya prosedur verifikasi teknisi. Kondisi ini menyebabkan hasil *inspeksi* berisiko tidak akurat dan alur

manajemen logistik menjadi kurang efektif. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan analitis untuk mengidentifikasi akar permasalahan serta menentukan solusi, seperti peningkatan frekuensi kalibrasi, penyeragaman dokumentasi, dan evaluasi prosedur administrasi [1], [2].

Peralatan *inspeksi* seperti *magnetic yoke*, *ultrasonic flaw detector*, *survey meter*, dan *vacuum box tester* sangat rentan mengalami degradasi fungsi akibat penggunaan berulang, ketidakstabilan sensor, dan pemeliharaan yang tidak konsisten. Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kegagalan alat sering kali dipicu oleh menurunnya performa komponen internal, kualitas kalibrasi yang tidak terjaga, serta tidak adanya standar pemeriksaan sebelum dan sesudah penggunaan [3], [4]. Selain itu, penelitian internasional juga menegaskan bahwa alat *inspeksi* berbasis elektronik sangat sensitif terhadap kondisi baterai, sensor, dan transduser sehingga membutuhkan pemeliharaan rutin untuk menjaga akurasinya [5], [6].

Selain masalah teknis alat, aspek administrasi juga berkontribusi terhadap meningkatnya risiko operasional. Beberapa penelitian nasional menemukan bahwa proses logistik yang tidak terdokumentasi dengan baik dapat memicu *human error*, seperti kesalahan pencatatan peminjaman, keterlambatan pengembalian, dan ketidaktepatan laporan *inspeksi* [7], [8], [9]. Ketidakteraturan ini dapat menyebabkan data alat menjadi tidak sinkron, menyulitkan proses evaluasi, dan mempengaruhi keandalan hasil *inspeksi*.

Kajian literatur terkini menunjukkan bahwa metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) telah banyak diaplikasikan dalam menganalisis potensi kegagalan pada peralatan industri, sistem produksi, maupun proses administratif [10], [11]. Beberapa penelitian lain turut membuktikan bahwa FMEA mampu memberikan pemetaan risiko yang komprehensif dan membantu menentukan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat keparahan, frekuensi kejadian, serta kemampuan deteksi [12], [13]. Selain itu, riset-riset lain juga menemukan bahwa analisis kegagalan tidak hanya diperlukan pada alat *inspeksi*, tetapi juga pada alur administratif yang dapat mempengaruhi kelancaran operasional [14], [15]. Dengan demikian, integrasi FMEA pada aspek teknis dan administratif menjadi semakin relevan dilakukan [16], [17], terutama mengingat masalah dokumentasi yang tidak seragam, keterlambatan pengembalian alat, serta minimnya verifikasi teknisi yang sering terjadi dalam praktik [18], [19]. Berdasarkan analisis gap tersebut, penelitian ini memiliki nilai kebaruan pada dua aspek utama:

(1) menganalisis potensi kegagalan pada lima alat *inspeksi* utama, yaitu *magnetic yoke*, *ultrasonic flaw detector*, *survey meter*, *vacuum box teste*r, dan *depth gauge*, serta lebih dari 20 alat pendukung lainnya; dan

(2) mengevaluasi proses administrasi logistik mulai dari peminjaman, penggunaan, hingga pengembalian alat.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menilai aspek teknis alat *inspeksi*, tetapi juga aspek administratif yang memengaruhi efisiensi dan akurasi layanan. Secara eksplisit, tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi potensi kegagalan alat *inspeksi* dan proses administrasi logistik menggunakan metode FMEA, menentukan prioritas risiko melalui nilai *Risk Priority Number* (RPN), serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan keandalan alat dan ketepatan alur administrasi di PT XYZ Indonesia.

II. METODE

A. Metode Penelitian dan Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif-deskriptif dengan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) sebagai instrumen utama untuk mengidentifikasi, menilai, dan memprioritaskan risiko kegagalan pada peralatan *inspeksi* serta proses administrasi logistik di PT XYZ Indonesia. Metode FMEA dipilih karena terbukti efektif dalam memetakan hubungan antara *failure mode*, penyebab, dampak, dan tingkat risiko sehingga dapat digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan secara terukur dan sistematis sebagaimana ditunjukkan pada berbagai penelitian industri dan *inspeksi* [5], [10]. Sebelum analisis FMEA dilakukan, penelitian ini terlebih dahulu menerapkan pendekatan 5W1H untuk mengidentifikasi akar permasalahan administratif, khususnya ketidakteraturan alur peminjaman, penggunaan, dan pengembalian alat [7].

Penelitian dilaksanakan selama periode magang 23 September–23 Oktober 2025 di Divisi Administrasi dan Logistik PT XYZ Indonesia. Objek penelitian mencakup lima alat *inspeksi* utama—*magnetic yoke*, *ultrasonic flaw detector* (*Olympus Epoch 650*), *survey meter*, *vacuum box tester*, dan *depth gauge*—yang dipilih berdasarkan frekuensi pemakaian dan tingkat potensi kegagalan. Pemilihan alat didasarkan pada temuan penelitian sebelumnya yang menjelaskan bahwa perangkat dengan komponen sensitif seperti baterai, sensor, *coil*, dan *transduser* memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap degradasi fungsi apabila tidak mendapat perawatan rutin dan kalibrasi yang memadai [3], [6], [12].

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga metode, yaitu observasi lapangan, wawancara terstruktur, dan studi dokumentasi. Observasi digunakan untuk mencatat secara langsung alur peminjaman, penggunaan, dan pengembalian alat, termasuk prosedur pengecekan teknisi dan pencatatan logistik. Wawancara dilakukan dengan teknisi *inspeksi* dan staf logistik untuk memperoleh informasi terkait riwayat kerusakan alat, hambatan penggunaan, jadwal pemeliharaan, dan efektivitas penerapan SOP. Studi dokumentasi dilakukan dengan menelaah surat jalan, formulir peminjaman/pengembalian alat, catatan kalibrasi, serta rekaman *inspeksi* yang relevan. Validitas data diperkuat melalui *triagulation* antar metode sebagaimana dianjurkan dalam penelitian analisis risiko industri [4], [7].

Analisis FMEA dilakukan dengan mengidentifikasi *failure mode*, *effect of failure*, dan cause of failu*re* untuk masing-masing alat. Setiap parameter risiko kemudian dinilai berdasarkan tiga indikator utama FMEA, yaitu: tingkat keparahan (*severity*), frekuensi kejadian (*occurrence*), dan kemampuan deteksi (*detection*). Ketiga parameter dinilai dengan skala 1–10 sebagaimana pedoman FMEA internasional yang digunakan dalam penelitian *inspeksi* dan manufaktur [5], [14].

Perhitungan nilai risiko menggunakan rumus: $RPN = S \times O \times D$ (1)[5]

Nilai RPN digunakan sebagai dasar penentuan prioritas perbaikan, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan urgensi penanganan yang lebih besar. Penggunaan RPN sebagai dasar prioritas perbaikan telah dibuktikan efektif dalam menurunkan risiko operasional pada sistem *inspeksi*, perawatan mesin, dan proses produksi [11], [15], [18].

Untuk mendukung kejelasan analisis penyebab kegagalan, penelitian ini juga mengintegrasikan pendekatan 5W1H (*What*, *Why*, *Where*, *When*, *Who*, *How*) guna memetakan sumber masalah administratif yang muncul selama peminjaman dan pengembalian alat. Pendekatan ini sering digunakan dalam penelitian pemeliharaan industri dan manajemen logistik karena mampu mengidentifikasi ketidakteraturan prosedural secara komprehensif [2], [8]. Hasil analisis FMEA dan 5W1H kemudian dikombinasikan untuk menyusun rekomendasi perbaikan teknis dan administratif di PT XYZ Indonesia. Integrasi kedua metode ini diharapkan menghasilkan analisis risiko yang lebih akurat serta mendukung peningkatan efektivitas sistem *inspeksi* dan kelancaran alur logistik perusahaan.

Sebelum masuk ke tahap analisis FMEA, analisis awal dilakukan menggunakan metode 5W1H untuk memetakan penyebab masalah secara terstruktur.

- *What* (Apa yang terjadi?)

Ketidakteraturan dalam proses peminjaman dan pengembalian alat, serta verifikasi yang tidak lengkap

- *Why* (Mengapa terjadi?)

hanya tidak ada prosedur pengecekan standar, tetapi juga tidak ada alat yang dikembalikan di luar jam kerja.

- *Where* (Di mana terjadi?)

Dalam bagian logistik alat, terutama dalam hal pencatatan dokumen dan penyerahan alat.

- *When* (Kapan terjadi?)

Jika ada perubahan pada jadwal *inspeksi* atau pengembalian alat pada malam hari.

- *Who* (Siapa yang terlibat?)

pekerja logistik, teknisi *inspeksi*, dan manajer operasional.

- *How* (Bagaiman masalah terjadi?)

  Masalah terjadi karena alur administrasi belum distandarisasi, sehingga proses pencatatan, verifikasi, dan pengembalian alat berjalan berbeda-beda antar petugas dan tidak mengikuti prosedur yang baku.

B. Metode Penelitian dan Pengumpulan Data

Hasil analisis FMEA terhadap 20 alat *inspeksi* yang digunakan di PT XYZ Indonesia menunjukkan bahwa setiap alat memiliki tingkat risiko yang berbeda, dipengaruhi oleh kondisi fungsional, komponen internal, serta frekuensi penggunaannya [3], [5], [14].

Beberapa alat berbasis elektronik dan magnetik cenderung memiliki nilai RPN lebih tinggi karena dipengaruhi oleh faktor seperti stabilitas sensor, kondisi baterai, serta penurunan performa coil, sebagaimana dijelaskan dalam penelitian sebelumnya mengenai sensitivitas alat ukur dan perangkat elektronik industri [6], [8], [18].

Sementara itu, alat mekanis dan alat bantu pengukuran sederhana umumnya memiliki tingkat risiko lebih rendah, meskipun tetap membutuhkan pemeriksaan, kalibrasi, dan prosedur perawatan rutin untuk menjaga akurasi hasil *inspeksi* [7], [10], [12].

Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan pentingnya evaluasi risiko secara berkala agar prioritas perbaikan dapat ditetapkan secara tepat, sebagaimana disarankan oleh beberapa penelitian yang menekankan peran FMEA dalam pengendalian risiko operasional [11], [15], [19].

Rincian nilai Severity (S), Occurrence (O), Detection (D), serta Risk Priority Number (RPN) untuk seluruh 20 alat *inspeksi* disajikan pada Tabel X, yang menjadi dasar dalam penentuan prioritas perbaikan dan penyusunan rekomendasi pemeliharaan [1], [4].

Tabel 1. Nilai S,O,D, dan perhitungan RPN lima alat *inspeksi* di PT XYZ Indonesia

No	Alat	Failure Mode	S	O	D	RPN
1	*Magnetic Yoke*	Kekuatan magnet menurun	8	6	5	$8 \times 6 \times 5 = 240$
2	*Survey Meter*	Pembacaan tidak akurat	7	5	6	$7 \times 5 \times 6 = 210$
3	*Ultrasonic Flaw Detector (Epoch 650)*	Sinyal tidak stabil	9	5	4	$9 \times 5 \times 4 = 180$
4	*Ultrasonic Flaw Detector (Epoch 38DL)*	Sinyal tidak stabil/minor noise	8	4	4	$8 \times 4 \times 4 = 128$
5	*Vacuum Box Tester*	Tekanan bocor	8	4	5	$8 \times 4 \times 5 = 160$
6	*Welding / Depth Gauge*	Pengukuran tidak akurat	6	5	5	$6 \times 5 \times 5 = 150$
7	*Eddy Current Tester*	Pembacaan cacat permukaan salah	7	4	5	$7 \times 4 \times 5 = 140$
8	*Thickness Gauge (Ultrasonic)*	Kesalahan pembacaan ketebalan	7	4	4	$7 \times 4 \times 4 = 112$
9	*Magnetic Particle Inspection Pen*	Intensitas magnet/pen rendah	6	3	5	$6 \times 3 \times 5 = 90$
10	*Calibration Block* (fisik)	Blok kalibrasi aus/tidak valid	5	3	6	$5 \times 3 \times 6 = 90$
11	*Crane Cable / Rigging* (untuk alat berat)	Kerusakan kabel/tali	9	3	6	$9 \times 3 \times 6 = 161$
12	*Source Cable (konektor instrument)*	Konektor lepas / rusak	8	3	6	$8 \times 3 \times 6 = 144$

13	*Leak Detector (sniffer)*	False negative/tdk deteksi bocor	6	4	5	$6 \times 4 \times 5 = 120$
14	*Camera (*dokumentasi*)*	Gambar blur / tidak terekam	4	5	3	$4 \times 5 \times 3 = 60$
15	*Head Lamp*	Redup / putus saat operasi	5	4	4	$5 \times 4 \times 4 = 80$
16	*Magnetic Pen / Marker*	Marker hilang / putus	3	5	3	$3 \times 5 \times 3 = 45$
17	*Survey Tripod*	Kaki patah / posisi miring	4	3	4	$4 \times 3 \times 4 = 48$
18	*Rope Access Harness*	Kegagalan harness (PPE)	10	2	6	$10 \times 2 \times 6 = 120$
19	*Personal Fall Arrest* (PPE lain)	Pelepasan / kerusakan	10	2	5	$10 \times 2 \times 5 = 100$
20	*Calibration Certificate /* Dokumen Kalibrasi	Dokumen tidak valid / hilang	8	5	6	$8 \times 5 \times 6 = 240$

Hasil perhitungan FMEA pada 20 alat *inspeksi* menunjukkan variasi tingkat risiko yang jelas: alat-alat yang mengandung komponen elektronik atau magnetik (magnetic yoke, survey meter, ultrasonic flaw detector) menempati peringkat risiko tertinggi dengan RPN magnetic yoke 240, survey meter 210, ultrasonic flaw detector 180. Hal ini dapat mempengaruhi kombinasi keparahan dampak jika gagal, frekuensi gangguan komponen, dan kesulitan deteksi kegagalan di lapangan. Selain itu, dokumen kalibrasi / calibration certificate muncul sebagai item bermasalah (RPN tinggi yaitu 240), menandakan bahwa bukan hanya kondisi fisik alat yang berisiko — tetapi juga ketiadaan atau ketidakteraturan bukti kalibrasi meningkatkan kemungkinan penggunaan alat yang tidak terkalibrasi, yang memperbesar dampak kesalahan pengukuran. Temuan ini mengindikasikan kebutuhan ganda: (1) intervensi teknis pada alat-alat prioritas (kalibrasi, perbaikan coil/transduser, penggantian baterai), dan (2) perbaikan administratif (penyeragaman form, checklist pra-perjalanan, tanda terima/pengembalian yang wajib ditandatangani, serta rekaman kalibrasi terpusat). Dengan menggabungkan tindakan preventif teknis dan standarisasi administrasi, perusahaan dapat menurunkan nilai RPN secara nyata dan meningkatkan keandalan hasil *inspeksi*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Temuan Lapangan

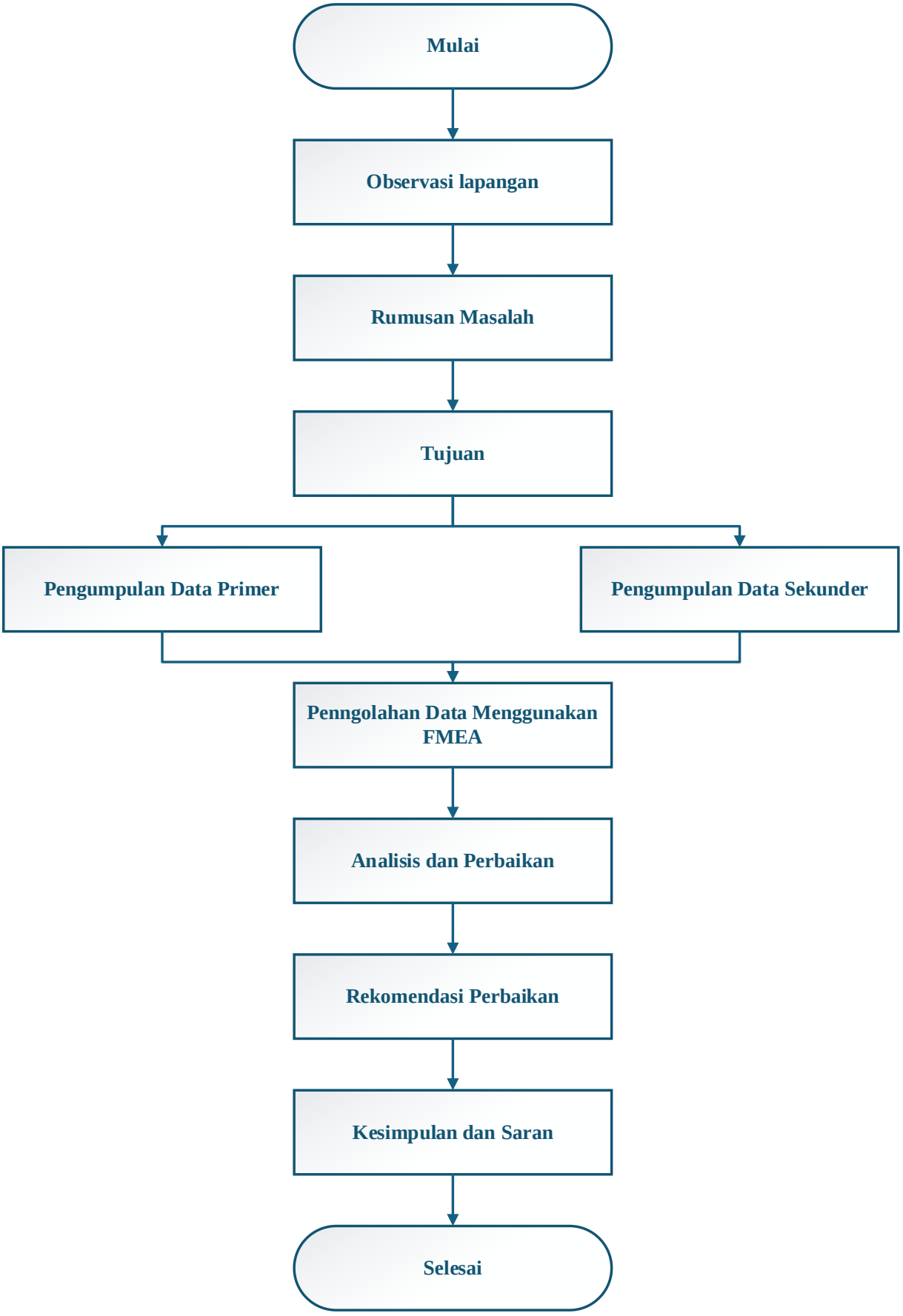
Penulis melakukan observasi dan wawancara terkait proses peminjaman, penggunaan, dan pengembalian alat *inspeksi* selama magang di PT XYZ Indonesia. Hasil pengamatan menunjukkan adanya beberapa ketidakteraturan pada proses logistik alat, antara lain ketidaksesuaian tanggal pada surat jalan, pengembalian alat di luar jam kerja tanpa verifikasi teknisi, serta pencatatan manual yang menyebabkan ketidaksinkronan data. Temuan ini menggambarkan bahwa alur administrasi belum berjalan secara konsisten di seluruh unit.

Selain itu, beberapa alat *inspeksi* menunjukkan indikasi penurunan kinerja, seperti melemahnya gaya magnet pada *magnetic yoke*, ketidakstabilan sinyal *ultrasonic flaw detector*, dan pembacaan tidak akurat pada *survey meter*. Kondisi ini menunjukkan perlunya pemeriksaan berkala dan perawatan yang lebih terstruktur. Temuan tersebut juga sejalan dengan literatur yang menyatakan bahwa alat *inspeksi* elektronik sangat dipengaruhi oleh kondisi komponen internal dan prosedur pemeliharaan [5], [6]. Penelitian lain juga menegaskan bahwa ketidakseragaman dokumentasi administrasi dapat menimbulkan risiko operasional signifikan pada kegiatan *inspeksi* maupun pemeliharaan alat [20].

B. Analisis Mode Kegagalan Menggunakan FMEA

Analisis mode kegagalan dilakukan menggunakan metode FMEA untuk mengidentifikasi potensi kegagalan, penyebab, serta dampaknya terhadap kualitas *inspeksi*. Sebelum penilaian FMEA dilakukan, pemetaan masalah menggunakan metode 5W1H memperlihatkan bahwa ketidakteraturan peminjaman dan pengembalian alat terutama disebabkan oleh tidak adanya prosedur pemeriksaan standar dan pengembalian alat di luar jam kerja. Permasalahan ini terjadi di bagian logistik alat, khususnya pada proses pencatatan dan verifikasi dokumen.

Setelah identifikasi masalah, penilaian risiko dilakukan menggunakan tiga parameter utama dalam FMEA, yaitu *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D). Konsep ini merupakan bagian fundamental dalam struktur penilaian FMEA sebagaimana dijelaskan dalam beberapa penelitian terdahulu [4], [10], [14]. *Severity* menunjukkan tingkat keparahan dampak kegagalan dengan skala 1–10; nilai 10 mewakili kondisi yang sangat berbahaya dan 1 mewakili dampak yang tidak signifikan. Contohnya, penurunan gaya magnet pada *magnetic yoke* dapat menyebabkan cacat tidak terdeteksi sehingga tingkat keparahannya tinggi. Parameter *Occurrence* menunjukkan frekuensi kegagalan dengan skala 1–10; sebagai contoh, *survey* meter sering mengalami pembacaan tidak akurat ketika baterai melemah sehingga nilai kejadiansya berada pada kategori menengah. Parameter *Detection* menunjukkan tingkat kemudahan mendeteksi kegagalan; skala 10 menunjukkan kegagalan sangat sulit terdeteksi, misalnya kebocoran pada vacuum box tester tanpa dilakukan uji tekanan. Nilai risiko total dihitung menggunakan rumus RPN = S × O × D yang merupakan metode kuantifikasi risiko yang banyak digunakan dalam evaluasi FMEA [5], [10]. Pendekatan ini telah banyak diterapkan dalam berbagai penelitian industri untuk menentukan prioritas perbaikan peralatan secara sistematis [21]. Sebagai contoh, jika suatu kegagalan memiliki S = 8, O = 6, dan D = 5, maka RPN = 240. Semakin besar nilai RPN, semakin tinggi prioritas perbaikan yang harus dilakukan.



Gambar 1. Alur pelaksanaan analisis FMEA di PT XYZ Indonesia

C. Rekomendasi Perbaikan Berdasarkan Nilai RPN

Sebagai tindak lanjut dari hasil analisis FMEA pada 20 jenis alat *inspeksi*, penulis melakukan diskusi dengan bagian logistik dan teknisi pemeliharaan untuk mengonfirmasi potensi kegagalan yang memiliki nilai RPN tertinggi. Berdasarkan hasil diskusi tersebut, diperoleh informasi bahwa sebagian besar ketidakakuratan alat terjadi akibat jadwal pemeliharaan yang belum konsisten, proses kalibrasi yang belum terjadwal dengan baik, serta prosedur pengembalian alat yang belum sesuai standar. Pihak logistik menegaskan bahwa setiap alat dengan penurunan akurasi, sinyal tidak stabil, atau gaya kerja yang melemah harus segera menjalani tindakan perawatan (*maintenance*), pemeriksaan berkala, dan kalibrasi ulang agar tingkat keandalannya tetap terjaga.

Rekomendasi perbaikan yang disusun pada tabel berikut bertujuan untuk memberikan arahan prioritas berdasarkan nilai RPN tertinggi, sehingga perusahaan dapat menentukan langkah perbaikan secara lebih efektif dan terarah.

Tabel 2. Rekomendasi perbaikan berdasarkan nilai RPN

No	Alat	Risiko Utama	Dampak	RPN	Rekomendasi Perbaikan
1	*Magnetic Yoke*	Penurunan gaya magnet	Cacat *inspeksi* tidak terdeteksi	240	Kalibrasi ulang, pemeriksaan *coil*, penggantian komponen magnet, *preventive maintenance*
2	*Calibration Certificate* / Dokumen *Kalibrasi*	Ketidakteraturan Dokumen Kalibrasi	Penggunaan alat tidak terkalibrasi, hasil inspeksi tidak valid	240	Digitalisasi dokumen, verifikasi masa berlaku, penyimpanan terpusat, penegakan SOP
3	*Survey Meter*	Pembacaan tidak akurat	Kesalahan pengukuran radiasi	210	Penggantian baterai, kalibrasi sensor radiasi, pengecekan rangkaian elektronik
4	*Crane Cable / Rigging*	Kerusakan kabel/tali	Risiko kecelakaan kerja, alat jatuh	162	Penggantian kabel aus, *inspeksi* visual rutin, penyimpanan anti-korosi
5	*Vacuum Box Tester*	Tekanan bocor	Kebocoran tidak terdeteksi, hasil uji tidak akurat	160	Penggantian *seal*, pengecekan *valve*, uji tekanan berkala
6	*Welding / Depth Gauge*	Pengukuran tidak akurat	Kesalahan pengukuran kedalaman	150	Kalibrasi ulang, pemeriksaan *zero error*
7	*Source Cable (*konektor *instrument)*	Konektor lepas/rusak	Alat tidak berfungsi atau gagal membaca	144	Perbaikan konektor, penggantian kabel, pengecekan sambungan
8	*Eddy Current Tester*	Sinyal tidak stabil	Cacat permukaan tidak terdeteksi	140	Pemeriksaan *coil*, kalibrasi permukaan referensi, stabilisasi sinyal
9	*Leak Detector (sniffer)*	*False negative*	Kebocoran tidak terdeteksi	120	Kalibrasi sensitivitas, penggantian sensor, verifikasi ulang
10	*Rope Access Harness*	Kerusakan/aus	Risiko jatuh saat bekerja	120	Penggantian *harness*, *inspeksi* kelayakan rutin
11	*Ultrasonic Flaw Detector (Epoch 650)*	Sinyal tidak stabil	Cacat internal tidak terdeteksi	180	Kalibrasi *gain*, pengecekan *probe*, perbaikan modul elektronik
12	*Ultrasonic Flaw Detector (Epoch 38DL)*	Sinyal *minor error*	Akurasi pembacaan berkurang	128	Pemeriksaan kabel, kalibrasi ulang, penyetelan parameter
13	*Personal Fall Arrest* (PPE lain)	Kerusakan PPE: *Personal Fall Arrest*	Risiko jatuh / cedera	100	Pemeriksaan *strap & buckle*, penggantian komponen rusak
14	*Thickness Gauge (Ultrasonic)*	Kesalahan pembacaan	Ketebalan tidak sesuai	112	Kalibrasi *block*, pemeriksaan *transducer*
15	*Magnetic Particle Inspection Pen*	Intensitas magnet rendah	Indikasi cacat tidak muncul	90	Pengecekan *magnet*, penggantian ujung *pen*
16	*Calibration Block* (fisik)	Blok kalibrasi aus	Standar ketebalan tidak valid	90	Verifikasi dimensi, penggantian blok aus
17	*Head Lamp*	Redup / putus	Penerangan kurang saat *inspeksi*	80	Penggantian baterai, pemeriksaan saklar
18	*Camera* (dokumentasi)	Gambar blur	Dokumentasi tidak jelas	60	Pembersihan lensa, perbaikan fokus
19	*Survey Tripod*	Kaki	Pengukuran tidak	48	Perkuatan kaki *tripod*, pelumasan engsel

		patah/longgar	stabil		
20	*Magnetic Pen / Marker*	*Marker* hilang/putus	Penandaan *inspeksi* tidak jelas	45	Penggantian *marker*, pengecekan *magnet*

Hasil analisis menunjukkan bahwa alat dengan komponen elektronik atau magnetik—seperti *magnetic yoke*, *survey meter*, dan *ultrasonic flaw detector*—memiliki nilai RPN tertinggi sehingga memerlukan prioritas perbaikan. Selain itu, dokumen kalibrasi memiliki nilai RPN yang sama tinggi (240), menandakan bahwa kelemahan administrasi dapat berdampak langsung pada risiko penggunaan alat yang tidak terkalibrasi. Sementara itu, alat mekanis dan alat bantu seperti *tripod*, *marker*, dan *head lamp* memiliki RPN lebih rendah namun tetap membutuhkan pemeriksaan dan pemeliharaan rutin. Rekomendasi perbaikan yang diberikan mencakup tindakan teknis (kalibrasi, penggantian komponen, *preventive maintenance*) serta perbaikan administrasi (penyeragaman dokumen, verifikasi kalibrasi, dan digitalisasi catatan). Implementasi rekomendasi ini diharapkan dapat menurunkan nilai risiko dan meningkatkan akurasi hasil *inspeksi*.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis FMEA yang dilakukan pada peralatan *inspeksi* dan prosedur logistik di PT XYZ Indonesia, penelitian ini berhasil mengidentifikasi berbagai potensi kegagalan beserta tingkat risikonya. *Magnetic yoke* tercatat memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi, sehingga menjadi prioritas utama untuk dilakukan perbaikan. Selain itu, ketidakteraturan pada proses peminjaman dan pengembalian alat, ketidaksesuaian dokumen, serta lemahnya verifikasi administrasi terbukti turut meningkatkan risiko operasional.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kedisiplinan dokumentasi, penegakan prosedur logistik, serta pelaksanaan pemeriksaan dan kalibrasi rutin dapat secara signifikan meningkatkan keandalan alat *inspeksi*. Penerapan FMEA terbukti efektif dalam memberikan gambaran prioritas risiko secara terstruktur dan mendukung pengambilan keputusan perbaikan. Untuk keberlanjutan, perusahaan disarankan melakukan evaluasi berkala terhadap SOP logistik dan mengembangkan sistem monitoring terintegrasi untuk meminimalkan kegagalan alat maupun ketidaktepatan pencatatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT XYZ Indonesia yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan kegiatan magang dan penelitian, serta menyediakan akses terhadap data, fasilitas, dan dukungan teknis selama proses pengumpulan informasi. Penghargaan juga diberikan kepada staf divisi administrasi, logistik, dan teknisi *inspeksi* yang telah berpartisipasi dalam wawancara serta memberikan penjelasan terkait alur kerja dan kondisi peralatan *inspeksi* sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan dukungan akademik dan fasilitas penunjang selama penyusunan artikel ini. Semua pihak yang berkontribusi, baik secara langsung maupun tidak langsung, dihaturkan terima kasih atas bantuannya dalam menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

[1] F. T. Sisiliani, I. A. S. Wulandari, T. Sukmono, and I. Marodiyah, "Analysis of Batching Plant Effectiveness Using Overall Equipment Effectiveness and Analytical Hierarchy Process," *Metod. J. Tek. Ind.*, vol. 10, no. 2, pp. 237–248, 2024, doi: 10.33506/mt.v10i2.3372.

[2] I. Marodiyah, Cahyana, A. Sidhi, and N. I., "Integration of QRM and FMEA Methods in Risk Management for Sugarcane Farmers," *J. Produkt.*, vol. 2, no. 3, pp. 1–5, 2022.

[3] I. Marodiyah and I. Sudarso, "Risk Analysis for Improving the Quality of Multi-Story Building Construction Processes," *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 15, no. 2, pp. 49–60, 2020.

[4] X. Li *et al.*, "Investigation on Leakage Detection and Localization in Gas-Liquid Stratified Flow Pipelines Based on Acoustic Method," *J. Pipeline Sci. Eng.*, vol. 2, no. 4, pp. 0–7, 2022, doi: 10.1016/j.jpse.2022.100089.

[5] K. Sharma, Dev, and S. Srivastava, "Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Implementation: A Literature Review," *J. Adv. Res. Aeronaut. Sp. Sci.*, vol. 5, no. 1–2, pp. 1–17, 2023.

[6] I. K. Sutapa, I. M. S. Kader, I. M. A. Santiana, I. G. S. Wibawa, I. M. T. Yasa, and I. W. Suasira, "Work Accident Risk Analysis with FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) Method on Steel Frame Bridge Project," *Int. J. Phys. Sci. Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 52–60, 2021, doi: 10.53730/ijpse.v5n3.2942.

[7] B. R. Saputra and I. D. Widodo, "Analysis of Occupational Health and Safety (OHS) Risk Control Using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method at PT. ABC," *JMPM (J. Mater. Proses Manufaktur)*, vol.

7, no. 2, pp. 128–139, 2023, doi: 10.18196/jmpm.v7i2.19405.

[8] C. A. Rakhmadina, D. Triardianto, and R. I. N. Ibad, "Application of FMEA and 5W1H Methods in Damage Analysis and Maintenance Activity Planning on Double-Type Tea Plucking Machines at PT XYZ," *Nac. (Nat. Conf. Innov. Agric.)*, no. Nov., pp. 202–214, 2024, doi: 10.25047/nacia.v2i1.242.

[9] A. Surya, S. Agung, and P. Charles, "Application of FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) Method for Qualification and Prevention of Risks Due to Lean Waste," *J. Online Poros Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 45–57, 2017. [Online]. Available: https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/poros/article/download/14864/14430

[10] D'Ettore, "Quality Improvement of Kraton Luxury Products at PT. X Using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA)," *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, vol. 31, no. 7, pp. 788–810, 2014.

[11] Amelia, "Application of Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Method to Reduce Product Rejects of Ref D-Nose A350 Aircraft Wings at PT Dirgantara Indonesia (Persero)," *J. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 3089–3191, 2024.

[12] N. B. Puspitasari, G. P. Arianie, and P. A. Wicaksono, "Problem Identification Analysis Using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Risk Priority Number (RPN) on Sub Assembly Line (Case Study: PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia)," *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 12, no. 2, pp. 77–84, 2017, doi: 10.14710/jati.12.2.77-84.

[13] R. Y. Prasetya, S. Suhermanto, and M. Muryanto, "Implementation of FMEA in Analyzing Production Process Failure Risks Based on RPN," *Performa Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 20, no. 2, p. 133, 2021, doi: 10.20961/performa.20.2.52219.

[14] A. Suherman and B. J. Cahyana, "Quality Control Using Failure Mode Effect and Analysis (FMEA) Method and Kaizen Approach to Reduce the Number of Defects and Their Causes," *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, vol. 16, pp. 1–9, 2019.

[15] T. Wibowo, N. P. Sari, H. R. Kusumantoro, and P. N. Jakarta, "Failure Risk Analysis Using FMEA Method on Digital UV Printing Machines at PT XYZ," *J. Ris. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 4, no. 2, pp. 173–184, 2025. [Online]. Available: https://prin.or.id/index.php/JURRITEK

[16] R. Mustaqim, E. Ismiyah, and D. Widyaningrum, "Failure Analysis in Heavy Equipment Component Repair Processes at PT. Surabaya Steel Construction Works Using FMEA Method," *JUSTI (J. Sist. dan Tek. Ind.)*, vol. 2, no. 4, p. 610, 2022, doi: 10.30587/justicb.v2i4.4153.

[17] M. Y. Kusuma, D. Rolliawati, and S. Nooriansyah, "Application of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Six Sigma," *Jumistik J. Manaj. dan Inform. Sist. Inf. dan Teknol. Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 238–248, 2024, doi: 10.70247/jumistik.v3i2.103.

[18] J. F. Pangaribuan, A. Persat, I. Budiman, and G. Aloina, "Identification of Damage Causes with Failure Mode and Effect Analysis Approach," *JIME (J. Ind. Manuf. Eng.)*, vol. 4, no. 2, pp. 2549–6336, 2020. [Online]. Available: http://ojs.uma.ac.id/index.php/jime

[19] T. Aprianto, I. Setiawan, and H. H. Purba, "Implementation of Failure Mode and Effect Analysis in Asian Industries – A Literature Review," *Matrik*, vol. 21, no. 2, p. 165, 2021, doi: 10.30587/matrik.v21i2.2084.

[20] P. Hermawan and G. Samodro, "Identification of Maintenance Failures Using FMEA and LTA Methods on 36T AC Overhead Crane Machines," *J. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 43–51, 2025.

[21] I. S. Haq, A. Y. Darma, and R. A. Batubara, "Use of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) in Identifying Machine Failures as a Basis for Determining Maintenance Actions at Libo Palm Oil Mill," *J. Vokasi Teknol. Ind.*, vol. 3, no. 1, 2021, doi: 10.36870/jvti.v3i1.209.