



Analisis Perawatan Mesin Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Terhadap Mesin Air Jet Loom (AJL)

Machine Maintenance Analysis Using Reliability Centered Maintenance (RCM) Method on Air Jet Loom (AJL) Machine

Yayan Heru Haerudin¹, Wanwan Jamaludin^{1,*}, Sri Suhartini¹, Jaenudin¹

¹ Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Wastukancana, Purwakarta 41153, Indonesia

Abstrak: Persaingan dunia industri yang semakin ketat mengharuskan perusahaan untuk mengoptimalkan penggunaan mesin agar dapat meningkatkan produktivitasnya. Terjadinya kerusakan pada mesin dapat memberikan banyak kerugian seperti menurunnya jumlah produksi, pembengkakan biaya, kecelakaan kerja, dan hal-hal yang dapat menimbulkan kerugian besar lainnya. Untuk menjamin pengoptimalan mesin diperlukan adanya suatu skema perawatan mesin. Penelitian ini menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) untuk menganalisis perawatan terhadap mesin *Air Jet Loom* (AJL). Metode RCM ini dapat menentukan tindakan pemeliharaan yang harus dilakukan agar menjamin peralatan tetap optimal sesuai dengan fungsinya. Hasil menunjukkan adanya 16 mode kegagalan yang terjadi pada mesin AJL, terdapat 12 komponen yang dapat diatasi secara *condition direct* (CD), Serta 4 komponen mesin AJL lainnya yang dapat ditangani dengan cara *Finding Failure* (FF). Selain itu, Komponen Kamran merupakan komponen kritis dengan nilai RPN tertinggi sebesar 256, yang berarti bahwa Kamran mengalami kegagalan yang harus ditangani akibat terjadinya *downtime* yang paling besar

Kata Kunci: Mesin *Air Jet Loom*; Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM); Perawatan mesin.

Abstract: The increasingly tight competition in the industrial world requires companies to optimize the use of machines in order to increase their productivity. Damage to the machine can cause many losses such as decreased production, cost overruns, work accidents, and other things that can cause major losses. To ensure machine optimization, a machine maintenance scheme is needed. This study uses the *Reliability Centered Maintenance* (RCM) method to analyze maintenance on the *Air Jet Loom* (AJL) machine. This RCM method can determine the maintenance actions that must be taken to ensure that the equipment remains optimal according to its function. The results show that there are 16 failure modes that occur in the AJL machine, there are 12 components that can be overcome by *condition direct* (CD), and 4 other AJL machine components that can be handled by *Finding Failure* (FF). In addition, the Kamran component is a critical component with the highest RPN value of 256, which means that Kamran experienced a failure that had to be handled due to the greatest downtime.

Keywords: *Air Jet Loom Machine*; *Reliability Centered Maintenance* (RCM) method; Machine maintenance.

1. Pendahuluan

Meningkatkan risiko kecelakaan kerja, serta menyebabkan kerugian besar bagi perusahaan. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk memastikan bahwa mesin produksi tetap berfungsi secara optimal. Untuk mencapai hal tersebut, dibutuhkan sistem perawatan mesin yang efektif.[1] Kegiatan perawatan memiliki peran penting dalam menjamin kelancaran dan keberlangsungan sistem produksi

* Corresponding author: yayan@wastukancana.ac.id

<https://doi.org/10.51132/teknologika.v15i1.459>

Received : 29-04-2025

Accepted : 07-5-2025

Available online : 21-5-2025

sesuai dengan yang direncanakan.[2] Menyatakan bahwa perawatan adalah integrasi dari berbagai aktivitas yang bertujuan untuk mempertahankan atau mengembalikan kondisi suatu peralatan agar tetap dapat diterima. Dalam konteks perusahaan, perawatan mencakup kegiatan pemeliharaan dan perbaikan fasilitas sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.[3] Mendefinisikan perawatan sebagai serangkaian kegiatan teknis maupun administratif yang bertujuan menjaga kondisi mesin atau peralatan agar tetap berfungsi dengan baik, memiliki tingkat keamanan tinggi, serta efisien dan ekonomis, sehingga dapat mengurangi biaya dan meminimalkan kerugian akibat kerusakan.

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam merancang strategi perawatan mesin adalah Reliability Centered Maintenance (RCM). Metode ini merupakan pendekatan sistematis untuk menentukan tindakan perawatan yang tepat agar aset fisik tetap beroperasi sesuai harapan pengguna.[4] Menurut[5] RCM bertujuan untuk menjamin mesin dapat terus berfungsi secara normal melalui penerapan tindakan perawatan yang terencana. RCM secara khusus berfokus pada pemeliharaan preventif terhadap kegagalan-kegagalan yang sering terjadi.

Tujuan dari penerapan metode RCM, sebagaimana dijelaskan oleh[6] antara lain adalah untuk mengakomodasi kegiatan preventive maintenance dengan menciptakan rancangan yang saling terintegrasi, memperoleh sumber informasi untuk meningkatkan desain sistem yang belum optimal dari sisi keandalan, menetapkan tugas-tugas perawatan untuk mengembalikan tingkat keandalan dan keamanan sistem saat terjadi penurunan performa, serta mewujudkan tujuan-tujuan tersebut dengan biaya seminimal mungkin.

Penerapan metode RCM dalam perencanaan perawatan mesin dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pembuatan Functional Block Diagram (FBD), analisis Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), pembuatan Logic Tree Analysis (LTA), dan pemilihan tindakan perawatan yang sesuai melalui task selection road map. Salah satu keunggulan RCM adalah kemampuannya dalam mengutamakan tindakan preventif untuk mengurangi konsekuensi dari potensi kegagalan. Dengan demikian, metode ini dapat meningkatkan keandalan (reliability) dan keselamatan (safety) peralatan produksi. Oleh karena itu, penerapan metode RCM diharapkan mampu membantu perusahaan dalam mengidentifikasi penyebab kegagalan serta dampaknya, sehingga dapat dilakukan langkah-langkah preventif untuk menghindari kerusakan mesin.

2. Metodologi

2.1 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, digunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung dari objek penelitian di lapangan, melalui pendekatan yang memungkinkan peneliti mendapatkan informasi secara aktual dan sesuai dengan kondisi nyata. Teknik pengumpulan data primer yang digunakan adalah wawancara dan observasi. Wawancara dilaksanakan dengan cara melakukan sesi tanya jawab secara langsung kepada pihak-pihak yang terlibat, dalam hal ini adalah operator yang bekerja di bagian pemeliharaan (maintenance) mesin. Proses wawancara ini bertujuan untuk memperoleh pemahaman mendalam terkait prosedur kerja, kendala yang sering dihadapi, serta pengetahuan teknis mengenai mesin yang digunakan.

Sementara itu, teknik observasi dilakukan dengan cara mengamati secara langsung objek penelitian di tempat kerja. Dalam konteks ini, yang menjadi fokus observasi adalah mesin **Air Jet Loom (AJL)**. Observasi bertujuan untuk melihat dan memahami secara langsung bagaimana mesin beroperasi, serta mencatat berbagai gejala atau indikasi kerusakan yang mungkin terjadi selama proses produksi berlangsung.

Adapun data sekunder dikumpulkan dari dokumen atau catatan yang telah tersedia sebelumnya di perusahaan. Data ini berfungsi untuk mendukung dan melengkapi data primer. Sumber data sekunder mencakup dokumen historis perusahaan, seperti data profil perusahaan, data spesifikasi mesin serta

komponen sistem pada mesin Air Jet Loom (AJL), data riwayat kerusakan mesin, dan catatan yang berkaitan dengan penyebab kerusakan, mode kegagalan, serta dampak yang ditimbulkan akibat kegagalan tersebut.

2.2 Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)

Penelitian ini menerapkan pendekatan **Reliability Centered Maintenance (RCM)** sebagai metode utama dalam menganalisis sistem perawatan mesin, dengan fokus khusus pada mesin **Air Jet Loom (AJL)** yang beroperasi di Departemen Weaving. RCM merupakan metode sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi mode kegagalan pada komponen mesin serta menilai risiko yang mungkin timbul akibat kegagalan tersebut. Dengan pendekatan ini, peneliti dapat mengklasifikasikan jenis-jenis kerusakan yang terjadi dan menentukan strategi perawatan yang paling sesuai untuk mencegah atau mengatasi kegagalan.

Metode RCM dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan berikut:

1. **Pembuatan Functional Block Diagram (FBD)**

Langkah ini bertujuan untuk menggambarkan hubungan antar komponen dalam sistem mesin secara fungsional. Diagram ini memberikan gambaran visual mengenai cara kerja sistem secara keseluruhan, serta bagaimana masing-masing komponen berinteraksi.

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

Tahapan ini merupakan proses identifikasi dan analisis terhadap setiap kemungkinan mode kegagalan yang dapat terjadi pada komponen mesin, serta dampak atau efek yang ditimbulkan terhadap keseluruhan sistem. Dari sini dapat diketahui tingkat keparahan, kemungkinan terjadi, dan kemampuan sistem dalam mendeteksi kerusakan tersebut.

3. **Pembuatan Logic Tree Analysis (LTA)**

LTA digunakan untuk membantu proses pengambilan keputusan mengenai strategi penanganan kegagalan. Diagram ini menyajikan logika berbasis pohon keputusan guna menentukan apakah tindakan perawatan diperlukan dan jenis tindakan apa yang paling efektif.

4. **Pemilihan Tindakan Perawatan (Task Selection)**

Berdasarkan hasil analisis sebelumnya, dilakukan pemilihan jenis tindakan perawatan yang tepat untuk setiap mode kegagalan. Tindakan perawatan dapat berupa perawatan preventif, prediktif, atau bahkan perubahan desain apabila dibutuhkan untuk meningkatkan keandalan sistem.

Dengan menerapkan metode RCM, diharapkan perusahaan dapat meningkatkan efisiensi sistem pemeliharaan mesin, mengurangi frekuensi kerusakan, serta memperpanjang umur operasional mesin Air Jet Loom (AJL).

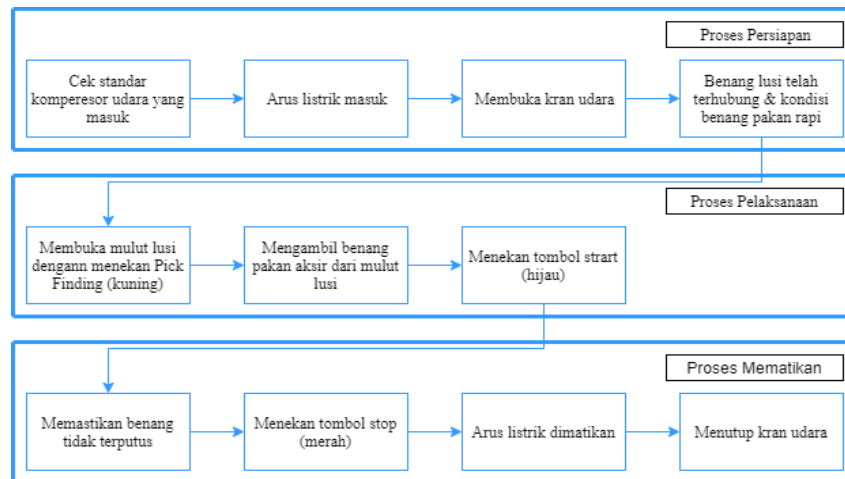
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 FBD

Functional Block Diagram (FBD) merupakan salah satu metode representasi sistem yang sangat berguna dalam menganalisis dan memahami kinerja suatu peralatan atau mesin. Dengan menggunakan FBD, seluruh informasi penting mengenai sistem, termasuk fungsi-fungsi utama dari komponen yang terlibat serta alur kerja mesin, dapat disajikan secara terstruktur dan sistematis. Analisis dimulai dari tahap awal penggunaan peralatan, mencakup proses input, pemrosesan, hingga hasil output yang dihasilkan, sehingga memberikan gambaran menyeluruh tentang cara kerja sistem dari awal hingga akhir siklus operasional.

Dalam konteks ini, hasil analisis terhadap sistem mesin AJL (nama mesin dapat dijelaskan jika perlu) disusun ke dalam bentuk diagram FBD. Diagram ini tidak hanya menyederhanakan tampilan kompleksitas sistem, tetapi juga menyoroti fungsi-fungsi utama yang dijalankan oleh mesin beserta urutan operasi yang terjadi selama proses kerja berlangsung. Dengan demikian,

FBD menjadi alat bantu visual yang efektif dalam memahami bagaimana tiap elemen dalam mesin AJL saling berinteraksi untuk mencapai tujuan operasionalnya.



Gambar 1. Functional Block Diagram (Sumber: Shinta, 2020)

3.2 FMEA

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan salah satu metode analisis yang bersifat sistematis dan proaktif, yang digunakan secara luas dalam berbagai industri untuk mengevaluasi potensi kegagalan dalam suatu sistem, baik pada tahap perancangan (design phase) maupun selama proses pengoperasian mesin atau peralatan. Metode ini memiliki tujuan utama untuk meningkatkan keandalan dan keselamatan suatu sistem dengan mengidentifikasi kemungkinan-kemungkinan kegagalan yang dapat terjadi, menganalisis penyebabnya, serta memperkirakan dampaknya terhadap performa keseluruhan dari sistem tersebut.[7] Melalui pendekatan ini, FMEA memberikan gambaran menyeluruh terhadap titik-titik kritis yang rentan mengalami gangguan, yang berpotensi menyebabkan downtime, penurunan kinerja, bahkan kecelakaan kerja. Dengan demikian, FMEA berperan sebagai alat pendukung keputusan yang penting dalam strategi manajemen risiko teknis.

Penerapan FMEA bertujuan tidak hanya untuk mengenali kegagalan, tetapi juga untuk mengukur tingkat risiko dari setiap potensi kegagalan tersebut. Proses ini dilakukan dengan mengklasifikasikan setiap mode kegagalan berdasarkan nilai risiko yang dihitung menggunakan *Risk Priority Number* (RPN). RPN merupakan indikator kuantitatif yang diperoleh dari hasil perkalian tiga parameter utama, yaitu tingkat keparahan (*Severity*), kemungkinan terjadinya (*Occurrence*), dan kemampuan pendeteksian kegagalan (*Detection*).[8] Masing-masing parameter dinilai berdasarkan skala tertentu, dan hasil perhitungannya memberikan dasar yang objektif bagi tim teknis untuk menentukan prioritas tindakan perbaikan atau pencegahan. Dengan mengetahui nilai RPN yang tinggi pada komponen tertentu, maka perhatian dapat difokuskan pada elemen-elemen sistem yang memiliki potensi risiko terbesar terhadap keberlangsungan operasional.

FMEA umumnya dituangkan dalam bentuk lembar kerja atau *worksheet* yang sistematis, di mana setiap baris mencakup analisis terhadap komponen sistem, potensi mode kegagalan (*failure modes*),

penyebab kegagalan, dan konsekuensi atau dampak yang mungkin timbul apabila kegagalan tersebut terjadi. Mode kegagalan merujuk pada cara atau mekanisme di mana suatu komponen gagal menjalankan fungsinya secara optimal, sehingga berimplikasi pada gangguan fungsi keseluruhan sistem.[9] Identifikasi ini tidak hanya penting untuk memahami bagaimana suatu kegagalan bisa terjadi, tetapi juga untuk menentukan bagian-bagian sistem yang paling kritis—yakni bagian dengan nilai RPN atau waktu henti (downtime) tertinggi—yang membutuhkan perhatian khusus dalam strategi pemeliharaan.

Perhitungan nilai RPN mengikuti rumus matematis sebagai berikut:

$$\text{RPN} = \text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection}$$

Adapun penjelasan dari masing-masing komponen penyusun RPN adalah sebagai berikut:

- **Severity (S):** Parameter ini mengukur tingkat keparahan dampak yang terjadi apabila suatu kegagalan muncul. Penilaian dilakukan dengan mempertimbangkan seberapa besar kerusakan yang ditimbulkan terhadap peralatan, dampak pada proses produksi, potensi cedera bagi operator, serta konsekuensi terhadap lingkungan kerja secara keseluruhan.
- **Occurrence (O):** Merupakan penilaian terhadap frekuensi atau probabilitas terjadinya suatu kegagalan. Parameter ini memberikan gambaran mengenai seberapa sering kegagalan serupa terjadi dalam kondisi operasi normal, misalnya karena keausan komponen, kesalahan pengoperasian, atau faktor teknis lainnya.
- **Detection (D):** Menggambarkan kemampuan sistem untuk mendeteksi kegagalan sebelum dampaknya menyebar lebih luas. Semakin rendah kemungkinan sistem mendeteksi kegagalan sebelum terjadi, maka nilai risiko yang diberikan akan semakin tinggi. Hal ini mencerminkan pentingnya keberadaan sistem kontrol atau deteksi dini dalam upaya mitigasi risiko.

Dengan menerapkan metode FMEA secara konsisten dan menyeluruh, perusahaan atau tim pemeliharaan dapat menyusun strategi perawatan yang lebih efektif dan efisien. Pendekatan ini memungkinkan pengalokasian sumber daya secara lebih tepat sasaran, mengutamakan perbaikan pada area dengan risiko tertinggi, serta secara keseluruhan membantu dalam peningkatan keandalan, produktivitas, dan keselamatan sistem produksi. Di bawah ini disajikan tabel analisis FMEA untuk mesin *Air Jet Loom* yang menggambarkan implementasi nyata dari pendekatan tersebut.

Berdasarkan hasil perhitungan Risk Priority Number (RPN), dapat diketahui urutan prioritas risiko dari berbagai komponen dalam sistem, sehingga komponen dengan nilai RPN tertinggi akan menjadi fokus utama dalam perencanaan tindakan perbaikan atau pemeliharaan. Semakin tinggi nilai RPN suatu komponen, semakin besar pula potensi dampak negatif yang ditimbulkan oleh kegagalannya terhadap keseluruhan sistem, sehingga penanganannya perlu dilakukan secara cepat dan tepat.

Dalam studi kasus yang dilakukan pada salah satu komponen mesin *Air Jet Loom* (AJL), pengisian data pada lembar kerja FMEA worksheet menunjukkan bahwa terdapat kerusakan yang signifikan pada komponen Ancer. Komponen Ancer dalam mesin AJL memiliki peran penting sebagai pengatur pergerakan naik-turun benang lusi, yang merupakan bagian vital dalam proses penenunan kain. Mode kegagalan yang teridentifikasi pada komponen ini adalah terjadinya patah pada bagian Ancer. Setelah dianalisis lebih lanjut, diketahui bahwa penyebab utama dari kerusakan tersebut adalah baut pengikat pada komponen Ancer yang telah mengalami keausan akibat penggunaan berulang dalam jangka waktu lama, sehingga mengakibatkan komponen kehilangan kekuatan strukturalnya dan memerlukan penggantian suku cadang (spare part) secara menyeluruh.

Tabel 1. *Failure Mode Effect Analysis* (Sumber: Shinta, 2020)

No	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Penyebab	Efek	SOD	RPN
1	Connecting Rood	Meneruskan penggerakrem kamran	Connecting Rood patah	Tegangan yang didapatkan dari kamran terlalu berat	Mesin AJL berhenti, sambungan lusi putus	8 7 4	224
			Ball Bearing Aus	Spare part sudah lama	Mesin AJL berhenti	8 5 4	160
2	Kamran	Membuatmulut lusi	Terjadi kerusakan pada Kamran (jebol)	Baut pada kamran sudah aus	Mesin AJL berhenti	8 8 4	256
3	Board Prewender	Menjalankan putaran pada mesin	Terjadi kebakaran pada board prewender	Konsleting listrik	Mesin AJL berhenti	8 2 3	48
4	Pick Winding	Penggerak <i>slow motion</i> (gerakan lambat) pada mesin	Pick Winding rusak	Terjadi kebakaran pada <i>spul</i>	Mesin AJL berhenti	8 2 3	48
5	Selvedge	Membuat anyamanpada pinggirankain	Selvedge patah/putus, Klem aus	Baut pada Wayer Roodputus	Pinggiran kain jebol/tidak teranyam dengan sempurna	6 3 4	72
6	Locker Arm	Penggerak komponen Kamran	Locker Arm Patah	Spare part sudah lama	Mesin AJL berhenti	8 6 4	192

Berdasarkan hasil perhitungan Risk Priority Number (RPN), dapat diketahui urutan prioritas risiko dari berbagai komponen dalam sistem, sehingga komponen dengan nilai RPN tertinggi akan menjadi fokus utama dalam perencanaan tindakan perbaikan atau pemeliharaan. Semakin tinggi nilai RPN suatu komponen, semakin besar pula potensi dampak negatif yang ditimbulkan oleh kegagalannya terhadap keseluruhan sistem, sehingga penanganannya perlu dilakukan secara cepat dan tepat.

Dalam studi kasus yang dilakukan pada salah satu komponen mesin Air Jet Loom (AJL), pengisian data pada lembar kerja FMEA worksheet menunjukkan bahwa terdapat kerusakan yang signifikan pada komponen Ancer. Komponen Ancer dalam mesin AJL memiliki peran penting sebagai pengatur pergerakan naik-turun benang lusi, yang merupakan bagian vital dalam proses penenunan kain. Mode kegagalan yang teridentifikasi pada komponen ini adalah terjadinya patah pada bagian Ancer. Setelah dianalisis lebih lanjut, diketahui bahwa penyebab utama dari kerusakan tersebut adalah baut pengikat pada komponen Ancer yang telah mengalami keausan akibat penggunaan berulang dalam jangka

waktu lama, sehingga mengakibatkan komponen kehilangan kekuatan strukturalnya dan memerlukan penggantian suku cadang (spare part) secara menyeluruh.

Dampak dari kegagalan ini sangat signifikan, karena menyebabkan mesin AJL berhenti beroperasi sepenuhnya, mengingat fungsionalitas utama dari mesin tidak dapat dijalankan tanpa peran komponen Ancer. Berdasarkan hasil penilaian FMEA, ditentukan bahwa tingkat Severity (S) atau keparahan kegagalan berada pada level 8, yang berarti kegagalan tersebut menyebabkan mesin kehilangan fungsi utamanya secara total. Sementara itu, tingkat Occurrence (O) atau frekuensi kejadian kegagalan berada pada level 7, yang menunjukkan bahwa kerusakan tersebut cukup sering terjadi atau cenderung tinggi dalam frekuensi. Untuk tingkat Detection (D) atau kemampuan sistem mendeteksi kegagalan, diperoleh nilai 4, mengindikasikan bahwa perawatan preventif memiliki kemampuan sedang (moderate-highly) dalam mengidentifikasi sumber dan mode kegagalan sebelum terjadi kerusakan lebih lanjut.

Dengan ketiga nilai tersebut, perhitungan $RPN = 8 \times 7 \times 4 = 224$. Nilai ini mengindikasikan bahwa komponen Ancer merupakan salah satu bagian yang sangat penting dan memiliki risiko tinggi dalam sistem kerja mesin AJL. Oleh karena itu, komponen ini harus mendapatkan perhatian khusus dalam perencanaan perawatan, baik dari sisi pemantauan kondisi, penggantian berkala, maupun pengendalian mutu komponen, guna mencegah terjadinya kerusakan berulang dan mengurangi downtime mesin secara keseluruhan.

3.3 Logical Tree Analysis (LTA)

Logical Tree Analysis (LTA) merupakan suatu pendekatan analitis yang sistematis dan terstruktur, dirancang khusus untuk membantu dalam proses identifikasi dan pemahaman akar penyebab dari terjadinya suatu kegagalan pada sistem atau peralatan teknik. Metode ini memfasilitasi proses penelusuran sumber masalah dengan menyajikan informasi penting, seperti nama dari kegagalan fungsi (functional failure), deskripsi mengenai fungsi utama dari komponen yang dianalisis, bentuk atau mode kerusakan yang dialami, serta identifikasi terhadap komponen spesifik yang menjadi penyebab gangguan tersebut. Informasi-informasi tersebut disusun dalam format yang logis dan mudah dipahami agar mempermudah proses analisis. Tak hanya itu, LTA juga memberikan gambaran mengenai tingkat kritikalitas atau seberapa besar konsekuensi yang mungkin timbul dari kegagalan tersebut terhadap kinerja keseluruhan sistem.

Tujuan utama dari implementasi metode Logical Tree Analysis ini adalah untuk melakukan pengelompokan terhadap berbagai jenis dan bentuk kegagalan yang mungkin terjadi, serta mengorganisasikannya ke dalam kategori-kategori yang relevan. Hal ini bertujuan untuk menyusun prioritas penanganan berdasarkan tingkat urgensi dan dampak kegagalan terhadap sistem. Dengan adanya pengelompokan yang jelas, maka proses pengambilan keputusan, baik dalam konteks perbaikan maupun tindakan pencegahan, dapat dilakukan secara lebih efektif, efisien, dan terarah. Setiap potensi kerusakan dapat dipetakan berdasarkan besar kecilnya risiko yang ditimbulkan, sehingga sumber daya pemeliharaan dapat difokuskan pada area yang paling membutuhkan perhatian.

Pendekatan ini memberikan keuntungan besar bagi tim teknis atau divisi pemeliharaan, karena mereka dapat dengan cepat mengenali jenis kegagalan yang berpotensi menghambat operasi sistem secara signifikan. Di sisi lain, mode kerusakan yang tergolong kurang kritis dapat diatasi dengan penanganan yang bersifat jangka menengah atau panjang. Output dari proses LTA biasanya dituangkan dalam bentuk visual seperti tabel, diagram, atau matriks, yang memuat secara lengkap informasi tentang tipe kegagalan, fungsi komponen, bentuk kerusakan, serta tingkat kritikalitas masing-masing item yang dianalisis. Dalam konteks penelitian ini, hasil dari Logical Tree Analysis ditampilkan secara terperinci dalam Tabel 2, yang mencakup elemen-elemen penting terkait dengan identifikasi

kegagalan, fungsi utama komponen, mode kerusakan yang ditemukan, serta level kritis masing-masing kegagalan yang terdeteksi selama proses evaluasi berlangsung.

Tabel 2. *Logic Tree Analysis* (Sumber: Shinta, 2020)

No	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Analisis Tingkat Kritis			
				<i>Evident</i>	<i>Safety</i>	<i>Outage</i>	<i>Category</i>
1	<i>Connecting Rood</i>	Meneruskan penggerak remkamran	<i>Connecting Rood</i> patah	Y	N	Y	B
			<i>Ball Bearing</i> Aus	Y	N	Y	B
2	<i>Kamran</i>	Membuat mulutlusi	Terjadi kerusakan pada Kamran (jebol)	Y	N	Y	B
3	<i>Board Prewender</i>	Menjalankan putaran padamesin	Terjadi kebakaran pada <i>board prewender</i>	Y	N	Y	B
4	<i>Pick Winding</i>	Penggerak <i>slow motion</i> (gerakan lambat) pada Mesin	<i>Pick Winding</i> Rusak	Y	N	Y	B
5	<i>Selvedge</i>	Membuat anyaman pada pinggiran kain	<i>Selvedge</i> patah/putus, Klem aus	Y	N	N	C
6	<i>Locker Arm</i>	Penggerak komponenamran Berada didalam Kamran, yang mengatur naik	<i>Locker Arm</i> Patah	Y	N	Y	B
7	<i>Ancer</i>	turunnya lusi	Ancer patah	Y	N	Y	B
8	<i>Brike Coil</i>	Sebagai alat pengereman pada mesin	Tekanan pada <i>Brake Angel</i> Tinggi	Y	N	N	C
9	<i>Wayer Rood</i>	Menggerakkan <i>Selvedge</i> ke kiridan ke kananagar gerakannya Sama	<i>Wayer Rood</i> putus	Y	N	N	C
10	<i>Came</i>	Menentukan anyaman pada kain	Derajat pada <i>Came</i> bergeser	Y	N	N	C
11	<i>Belt Motor</i>	Sebagai penggerakmesin	<i>Belt Motor</i> putus/aus	Y	N	N	C
12	<i>BrakeAngel</i>	Sebagai pengeremanmesin	<i>Brake Angel</i> tidak berfungsi/putus	Y	N	Y	B
13	<i>Belt Take Up</i>	Menggulungkan Kain	<i>Belt Take Up</i> putus	Y	N	Y	B
14	<i>Felling Detector</i>	Menganalisis pakan pendek dan panjang	<i>Felling Detector</i> menipis	Y	N	Y	B
15	<i>MotorCutter Listrik</i>	Memotong pinggiran dengan aliran Listrik	<i>Motor Cutter</i> Listrik tidak berfungsi	Y	N	N	C

Berdasarkan hasil analisis yang ditampilkan pada Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa salah satu komponen penting dari mesin *Air Jet Loom* (AJL) yang mengalami kerusakan adalah *Connecting Rod*. Komponen ini memiliki fungsi vital dalam sistem transmisi mekanis mesin, yaitu sebagai penghubung yang mentransfer gaya atau gerakan dari penggerak utama—dalam hal ini sistem rem kamran—ke

bagian lainnya dalam mekanisme mesin. Karena posisinya yang krusial, gangguan sekecil apa pun pada *Connecting Rod* dapat menyebabkan ketidakseimbangan dalam sistem transmisi daya, sehingga menurunkan kinerja dan efisiensi keseluruhan dari proses operasi mesin AJL. Dengan kata lain, kerusakan pada komponen ini tidak hanya berdampak lokal, tetapi dapat menyebar dan memengaruhi keseluruhan sistem kerja mesin, bahkan hingga menyebabkan terhentinya produksi secara tiba-tiba.

Dari hasil evaluasi yang dilakukan melalui pendekatan metode *Logical Tree Analysis* (LTA), ditemukan bahwa *Connecting Rod* mengalami dua bentuk kegagalan utama. Pertama adalah kerusakan berupa patah pada batang penghubung, yang dapat terjadi akibat beban berlebih atau kelelahan material setelah siklus kerja yang panjang. Kedua adalah keausan pada *ball bearing* yang terintegrasi dengan komponen ini, yang biasanya disebabkan oleh kurangnya pelumasan atau kualitas material yang menurun seiring waktu. Kedua mode kerusakan ini secara signifikan memengaruhi kemampuan *Connecting Rod* dalam menjalankan fungsinya secara optimal, dan berisiko menyebabkan gangguan sistem yang tidak terduga, termasuk penghentian operasional secara mendadak (*unscheduled downtime*).

Untuk memahami seberapa kritis kerusakan tersebut terhadap keseluruhan sistem, dilakukan analisis terhadap empat parameter utama:

1. **Evident (Keterlihatan Kegagalan):**

Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan, jenis kerusakan yang terjadi pada *Connecting Rod* termasuk mudah untuk dikenali. Operator mesin dapat mendeteksi keberadaan masalah ini melalui perubahan suara, getaran, atau visual dari bentuk fisik komponen saat mesin beroperasi. Tidak diperlukan alat bantu diagnostik khusus untuk mengidentifikasinya. Oleh karena itu, nilai parameter *Evident* dikategorikan sebagai *Yes*.

2. **Safety (Keselamatan Kerja):**

Dari sudut pandang keselamatan, kegagalan yang terjadi pada *Connecting Rod* tidak secara langsung membahayakan operator atau teknisi yang bekerja di sekitar mesin. Tidak ada potensi lepasnya komponen atau percikan material yang dapat menyebabkan cedera fisik secara langsung. Maka, aspek keselamatan dalam hal ini masih tergolong aman, dan parameter *Safety* dinilai sebagai *No*.

3. **Outage (Gangguan Operasional):**

Dampak terbesar dari kerusakan ini terletak pada kelangsungan proses produksi. Baik kerusakan berupa patahnya batang penghubung maupun keausan pada bearing memiliki potensi besar untuk menghentikan seluruh sistem kerja mesin. Karena mesin AJL bergantung pada kesinambungan gerakan mekanis, gangguan ini menyebabkan terhentinya proses penenunan secara keseluruhan. Oleh karena itu, parameter *Outage* diklasifikasikan sebagai *Yes*.

4. **Kategori Kegagalan (Category):**

Berdasarkan gabungan dari ketiga parameter sebelumnya, kegagalan yang terjadi pada komponen *Connecting Rod* termasuk dalam *Kategori B*, yang mengindikasikan jenis kerusakan dengan konsekuensi terhadap gangguan operasi (*Outage Problem*). Kerusakan ini berdampak pada penurunan kuantitas produksi dan dapat menyebabkan kualitas hasil akhir yang tidak

konsisten. Selain itu, kerugian waktu akibat *downtime*, biaya perbaikan, serta potensi keterlambatan dalam proses pengiriman produk turut memperparah dampak dari kegagalan ini.

Dengan mempertimbangkan seluruh aspek tersebut, dapat disimpulkan bahwa meskipun kerusakan pada *Connecting Rod* tidak secara langsung mengancam keselamatan kerja, namun kegagalan ini termasuk dalam kategori yang harus ditangani secara prioritas. Upaya pemeliharaan preventif dan penggantian komponen secara berkala sangat disarankan guna menjaga kestabilan proses produksi, meningkatkan efisiensi operasional, dan menekan potensi kerugian finansial akibat kerusakan mendadak yang tidak terprediksi.

3.5 Task Selection

Pemilihan tindakan perawatan dalam sistem permesinan tidak dilakukan secara sembarangan, melainkan melalui proses analisis yang terstruktur dan sistematis. Proses ini diawali dengan pengisian lembar kerja *task selection* yang disusun berdasarkan acuan pada *roadmap* pemilihan strategi pemeliharaan. Tujuan utama dari pendekatan ini adalah untuk memastikan bahwa setiap keputusan dalam menentukan jenis perawatan benar-benar mempertimbangkan kondisi aktual komponen, potensi mode kegagalan, dan karakteristik operasi mesin. Dengan demikian, tindakan pemeliharaan yang diambil diharapkan tidak hanya bersifat reaktif, tetapi juga mampu mencegah kerusakan sebelum terjadi, sehingga efisiensi dan efektivitas sistem dapat ditingkatkan secara keseluruhan.

Dalam konteks studi kasus yang dilakukan pada salah satu bagian dari mesin Air Jet Loom (AJL), yaitu komponen *Pick Winding*, ditemukan bahwa komponen ini rentan mengalami kerusakan selama siklus operasional. Komponen *Pick Winding* memiliki peran strategis dalam mengatur gerakan lambat (*slow motion*) pada tahap awal pengoperasian mesin, sebelum mencapai kecepatan produksi normal. Fungsinya sangat krusial untuk menjaga stabilitas awal mesin dan mendukung akurasi dalam proses produksi. Gangguan pada komponen ini dapat menyebabkan ketidakteraturan dalam transisi kecepatan, yang pada akhirnya berdampak pada kualitas produk dan kestabilan proses manufaktur secara umum.

- a. Apakah hubungan antara kerusakan dengan age-reliability dapat diketahui? Ya, hubungan antara kegagalan dan masa pakai komponen dapat diidentifikasi. Artinya, kerusakan yang terjadi bersifat age-related, atau kegagalan yang timbul karena penurunan performa seiring bertambahnya umur pakai komponen.
- b. Apakah aktivitas Time-Directed (TD) bisa digunakan? Ya, pendekatan *Time-Directed maintenance* dinilai cocok diterapkan. Ini menunjukkan bahwa perawatan yang dijadwalkan secara berkala (berdasarkan waktu atau umur pakai) mampu mencegah terjadinya kegagalan.
- c. Apakah aktivitas Condition-Directed (CD) bisa digunakan? Ya, pemantauan berdasarkan kondisi aktual komponen dapat dilakukan, seperti pengecekan terhadap suara abnormal, getaran, atau performa mekanis untuk mengetahui apakah kerusakan mulai terjadi.
- d. Apakah kerusakan tersebut masuk dalam kategori mode kerusakan tersembunyi (*hidden failure*)? Tidak. Kerusakan yang terjadi dapat terdeteksi secara langsung karena memengaruhi fungsi kerja mesin secara nyata.
- e. Apakah tindakan *Failure Finding (FF)* dapat digunakan? Ya, pendekatan ini sesuai. FF bertujuan untuk mengidentifikasi kegagalan tersembunyi melalui

- pemeriksaan rutin terhadap komponen yang tidak dapat dievaluasi hanya dari performa operasional saja.
- f. Apakah tindakan yang dipilih terbukti efektif? Ya, strategi yang dipilih dinilai mampu mengatasi permasalahan secara optimal, baik dalam hal deteksi awal kerusakan maupun dalam mencegah kerusakan total.
 - g. Apakah modifikasi desain dapat sepenuhnya menghilangkan mode kegagalan dan dampaknya? Dalam kasus ini, belum ada informasi atau indikasi bahwa perubahan desain secara langsung dapat menghilangkan kegagalan tersebut, sehingga tindakan perawatan lebih diutamakan daripada redesign.

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis di atas, pendekatan *Failure Finding* (FF) dipilih sebagai strategi utama dalam upaya pemeliharaan komponen *Pick Winding*. Strategi ini menitikberatkan pada kegiatan inspeksi berkala yang bertujuan untuk mendeteksi kegagalan tersembunyi yang mungkin tidak terlihat selama operasi normal. Dengan melakukan pemeriksaan terjadwal, operator memiliki peluang lebih besar untuk mengenali penurunan performa sebelum berkembang menjadi kerusakan serius yang dapat menyebabkan downtime signifikan atau bahkan kerugian finansial.

3.4 Penentuan Komponen Kritis

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan metode **Failure Mode and Effect Analysis** (FMEA), proses identifikasi terhadap komponen-komponen yang tergolong kritis dalam suatu sistem permesinan dilakukan dengan pendekatan kuantitatif yang sistematis. Salah satu alat ukur utama dalam metode ini adalah **Risk Priority Number** (RPN), yaitu suatu nilai numerik yang diperoleh dari hasil perkalian tiga parameter penting: *Severity* (tingkat keparahan dampak kerusakan), *Occurrence* (frekuensi atau kemungkinan terjadinya kerusakan), dan *Detection* (kemampuan sistem atau personel untuk mendeteksi kerusakan tersebut sebelum berdampak lebih jauh). RPN digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk menetapkan prioritas dalam tindakan perawatan. Semakin tinggi nilai RPN suatu komponen, maka semakin besar pula urgensi untuk dilakukan intervensi teknis, mengingat potensi kerusakannya dapat menimbulkan gangguan besar terhadap kinerja sistem secara keseluruhan.

Dalam konteks mesin **Air Jet Loom (AJL)** yang dianalisis, data dari lembar kerja FMEA menunjukkan bahwa komponen **Kamran** menempati posisi tertinggi dalam hal nilai RPN, yaitu sebesar 256. Angka ini menunjukkan bahwa komponen tersebut memiliki tingkat risiko kerusakan yang sangat signifikan dibandingkan komponen lainnya dalam sistem. RPN yang tinggi tersebut mengindikasikan bahwa apabila terjadi kerusakan pada Kamran, maka konsekuensi yang ditimbulkan tidak hanya akan berdampak pada gangguan teknis, tetapi juga berpotensi menghambat kelangsungan proses produksi, menurunkan kualitas hasil akhir, serta meningkatkan biaya operasional akibat downtime dan kebutuhan perbaikan yang kompleks.

Dengan mempertimbangkan besarnya dampak yang dapat ditimbulkan oleh kerusakan pada komponen Kamran, maka penting untuk menempatkan komponen ini sebagai **prioritas utama** dalam strategi sangat pemeliharaan mesin. Langkah-langkah seperti penerapan pemeliharaan preventif secara berkala, pelaksanaan inspeksi terjadwal, serta kajian ulang terhadap desain teknis komponen menjadi bagian penting dalam upaya mitigasi risiko. Selain itu, evaluasi terhadap performa historis Kamran dan pengumpulan data kerusakan sebelumnya dapat membantu dalam menyusun strategi prediktif yang lebih akurat.

Penanganan yang cermat terhadap komponen yang tergolong kritis seperti Kamran bukan hanya penting untuk menghindari kerusakan yang berulang, tetapi juga untuk menjaga stabilitas operasional sistem secara menyeluruh. Strategi pemeliharaan yang berbasis pada hasil analisis risiko semacam ini

memberikan arah yang jelas dalam pengelolaan aset, meningkatkan efisiensi waktu pemeliharaan, serta meminimalkan kemungkinan kerugian akibat gangguan produksi yang tidak terduga.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) terhadap mesin *Air Jet Loom* (AJL), dapat disimpulkan bahwa terdapat 16 mode kegagalan yang tersebar pada berbagai komponen dalam sistem mesin. Mode kegagalan ini mencerminkan bentuk-bentuk kerusakan potensial yang dapat memengaruhi performa mesin secara signifikan, baik dari aspek keandalan operasional, efisiensi proses produksi, maupun keselamatan kerja. FMEA tidak hanya membantu dalam mengidentifikasi titik-titik rawan kerusakan, tetapi juga memberikan gambaran prioritas penanganan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN), sehingga pengambilan keputusan dalam manajemen pemeliharaan dapat dilakukan secara lebih sistematis dan berbasis data.

Sebagai langkah lanjutan dari identifikasi mode kegagalan, dilakukan proses *task selection* yang mengacu pada prinsip *Reliability-Centered Maintenance* (RCM). Hasil analisis menunjukkan bahwa dari 16 komponen yang dikaji, 12 komponen paling efektif ditangani dengan pendekatan *Condition Directed* (CD), yakni strategi pemeliharaan berbasis pemantauan kondisi aktual komponen. Pemantauan ini meliputi pengamatan langsung maupun pengukuran teknis seperti getaran, suhu, suara, atau tanda-tanda visual keausan, yang bertujuan untuk mencegah kerusakan besar melalui deteksi dini. Sementara itu, 4 komponen lainnya lebih sesuai ditangani dengan strategi *Failure Finding* (FF), yaitu metode pemeriksaan berkala terhadap kegagalan tersembunyi yang tidak terdeteksi selama operasi normal. Strategi FF sangat relevan untuk komponen-komponen dengan fungsi protektif atau sistem cadangan yang jarang beroperasi namun krusial saat terjadi gangguan.

Selain pemilihan strategi pemeliharaan, identifikasi terhadap komponen kritis menjadi bagian penting dari pendekatan FMEA. Komponen *Kamran* tercatat sebagai elemen paling krusial dengan nilai RPN tertinggi sebesar 256, yang mengindikasikan tingkat risiko kerusakan yang signifikan terhadap operasional mesin. Hal ini terutama disebabkan oleh potensi downtime yang tinggi apabila komponen tersebut mengalami kerusakan. Oleh karena itu, komponen ini harus menjadi prioritas utama dalam program pemeliharaan, baik melalui inspeksi berkala, penggantian preventif, maupun evaluasi terhadap desain dan spesifikasi teknis untuk mencegah terjadinya kerusakan berulang.

Sebagai arah pengembangan ke depan, penelitian ini merekomendasikan perlunya analisis lanjutan yang lebih menyeluruh, termasuk evaluasi terhadap dampak kerugian finansial dan risiko keselamatan akibat setiap mode kegagalan. Pendekatan ini akan memberikan perspektif yang lebih holistik bagi perusahaan dalam merancang strategi mitigasi risiko yang tidak hanya fokus pada aspek teknis pemeliharaan, tetapi juga mempertimbangkan dimensi ekonomi, keselamatan kerja, dan kesinambungan operasional secara keseluruhan. Dengan demikian, perusahaan dapat mengoptimalkan efisiensi produksi dan keandalan mesin, sekaligus meminimalkan potensi kerugian akibat gangguan sistem yang tidak terdeteksi sejak dini.

Daftar Pustaka

- [1] P. Tarigan, E. Ginting, and I. Siregar, "PERAWATAN MESIN SECARA PREVENTIVE MAINTENANCE DENGAN MODULARITY DESIGN PADA PT. RXZ," 2013.

- [2] H. Asisco, K. Amar, and Y. Rahadian Perdana, “Usulan Perencanaan Perawatan Mesin Dengan Metode Reliability Centered Maintenance USULAN PERENCANAAN PERAWATAN MESIN DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DI PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VII (PERSERO) UNIT USAHA SUNGAI NIRU KAB.MUARA ENIM.”
- [3] T. Yonathan, T. Kusuma, M. K. Assagaf, F. Deny, and T. Amijaya, “Planning Activities and Maintenance Time Intervals of Induction Machines using The Reliability Centered Maintenance (RCM) II and Age Replacement Method Case Study: CV. Sumber Baja Perkasa,” 2021.
- [4] N. Ahmadi and N. Y. Hidayah, “Analisis Pemeliharaan Mesin Blowmould dengan Metode RCM di PT. CCAI,” *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, vol. 16, no. 2, pp. 167–176, Oct. 2017, doi: 10.25077/josi.v16.n2.p167-176.2017.
- [5] B. S. Dhillon, *Engineering Maintenance*. CRC Press, 2002. doi: 10.1201/9781420031843.
- [6] “BAB II LANDASAN TEORI 2.”
- [7] K. Dev, S. Gurukul, K. Vishwavidyalaya, S. Srivastava, and G. Kangri Vishwavidyalaya, “Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Implementation: A Literature Review,” 2018. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/333209894>
- [8] A. Rahman and S. Perdana, “ANALISIS PRODUKTIVITAS MESIN PERCETAKAN PERFECT BINDING DENGAN METODE OEE DAN FMEA,” *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 7, no. 1, Aug. 2019, doi: 10.24912/jitiuntar.v7i1.5034.
- [9] “1709-Article Text-3582-1-10-20171003”.