

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses produksi dalam industri manufaktur merupakan rangkaian kegiatan yang melibatkan berbagai faktor produksi untuk menghasilkan barang maupun jasa yang memiliki nilai guna dan manfaat bagi konsumen (Susanto dkk., 2023). Keberlanjutan aktivitas manufaktur secara fundamental ditentukan oleh tingkat keandalan serta kesiapan operasional mesin dan fasilitas produksi yang dipergunakan. Terjadinya kegagalan fungsi pada peralatan produksi berpotensi menghambat jalannya operasional secara keseluruhan, yang pada akhirnya mengakibatkan tidak terpenuhinya sasaran produksi, menurunnya tingkat produktivitas, serta munculnya risiko kerugian ekonomi yang signifikan bagi perusahaan. (Wijaya & Rahayu, 2024). Oleh sebab itu, proses perawatan (*Maintenance*) menjadi salah satu aspek esensial yang harus dikelola secara terencana dan konsisten untuk menjaga performa optimal peralatan operasional. Pelaksanaan *Maintenance* yang efektif tidak hanya bertujuan meminimalkan *Downtime* dan kerusakan mendadak (*sudden failure*), tetapi juga berkontribusi pada efisiensi penggunaan sumber daya, reduksi biaya operasional, serta perpanjangan umur ekonomis aset, yang kesemuanya menunjang daya saing perusahaan di era pasar global.

PT INKA (Persero) merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang manufaktur sarana perkeretaapian dan berperan sebagai produsen kereta api terintegrasi di Indonesia. Salah satu tahapan paling krusial

dalam fabrikasi struktur bodi kereta api (*carbody*) adalah proses pengelasan (*Welding*). Kualitas dan kecepatan penyambungan material pada tahap ini secara langsung memengaruhi durasi lini produksi secara keseluruhan (*bottleneck*). Pada Divisi *Maintenance* PT INKA (Persero), tercatat berbagai jenis fasilitas mesin las yang digunakan untuk mendukung proses produksi, di antaranya meliputi *Robot Welding*, *Spot Welding*, *Laser Welding*, GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*), dan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*). Untuk menjaga keandalan fasilitas tersebut, PT INKA (Persero) saat ini telah menerapkan kebijakan pemeliharaan preventif (*preventive Maintenance*) yang dijadwalkan secara berkala setiap 3 bulan sekali, serta pemeliharaan korektif (*corrective Maintenance*) saat terjadi kerusakan (Siregar dkk, 2025). Di antara berbagai mesin las tersebut, mesin las GMAW memegang peranan penting dalam proses perakitan bogie (*assembly bogie*), yaitu komponen kerangka roda yang menjadi tumpuan utama struktur kereta api.

Berdasarkan data historis pada mesin *welding* GMAW, perawatan di divisi terkait yang berlaku saat ini dinilai belum optimal. Hal ini dibuktikan dengan masih tingginya angka *breakdown* atau *Downtime* yang tidak terencana. Dari berbagai varian mesin las yang ada, mesin GMAW seri XD350S tercatat sebagai peralatan angka *breakdown* paling tinggi dibandingkan mesin lainnya dengan tingkat utilisasi tertinggi yaitu 36% dengan rata-rata 45 jam operasi per minggu dan mencatat total 30 kejadian kerusakan dalam satu tahun dengan total *Downtime* mencapai 4.550 menit atau berkontribusi sebesar 77% dari total *Downtime* seluruh mesin *Welding*. Kerusakan berulang pada mesin GMAW XD350S ini sangat mengganggu kelancaran *assembly line*, Melihat tingginya jam operasi yang mengindikasikan bahwa mesin GMAW bekerja dalam kondisi *heavy duty* dalam penyambungan

komponen utama baja dan aluminium bodi kereta. Dibawah ini merupakan data *Downtime* dari mesin *Welding* GMAW XD350S

Tabel 1.1 Data *Downtime* Mesin *Welding* GMAW XD350S

Tanggal Kerusakan	Komponen	Waktu Kerusakan
09/01/2025	<i>Inner Liner</i>	15:10 – 15:40
24/01/2025	<i>Wire Feeder</i>	08:10 – 09:15
05/02/2025	<i>Feed Roller</i>	10:10 – 11:22
18/02/2025	<i>Welding Control PCB</i>	08:50 – 11:35
24/02/2025	<i>Wire Feeder</i>	14:20 – 15:40
26/03/2025	<i>Inner Liner</i>	13:20 – 13:40
28/03/2025	<i>Feed Roller</i>	15:10 – 16:25
11/04/2025	<i>Wire Feeder</i>	08:30 – 10:20
05/05/2025	<i>Feed Roller</i>	08:30 – 09:35
07/05/2025	<i>Wire Feeder</i>	08:30 – 10:05
15/05/2025	<i>Inner Liner</i>	09:35 – 10:20
18/05/2025	<i>Welding Control PCB</i>	13:00 – 15:53
26/06/2025	<i>Inner Liner</i>	11:25 – 12:30
28/06/2025	<i>Feed Roller</i>	10:15 – 11:29
04/07/2025	<i>Wire Feeder</i>	13:05 – 14:15
14/07/2025	<i>Inner Liner</i>	09:55 – 10:20
01/08/2025	<i>Inner Liner</i>	12:00 – 13:15
06/08/2025	<i>Feed Roller</i>	13:20 – 14:23
09/08/2025	<i>Wire Feeder</i>	09:40 – 10:45
12/08/2025	<i>Inner Liner</i>	11:45 – 12:20
19/08/2025	<i>Welding Control PCB</i>	09:30 – 12:25
24/09/2025	<i>Wire Feeder</i>	09:15 – 11:20
27/09/2025	<i>Feed Roller</i>	15:30 – 16:34
13/10/2025	<i>Inner Liner</i>	13:55 – 14:15
05/11/2025	<i>Feed Roller</i>	08:50 – 09:59
05/11/2025	<i>Wire Feeder</i>	10:30 – 11:30
24/11/2025	<i>Inner Liner</i>	08:00 – 08:50
10/12/2025	<i>Feed Roller</i>	13:30 – 14:40
15/12/2025	<i>Welding Control PCB</i>	09:20 – 12:17
29/12/2025	<i>Wire Feeder</i>	13:30 – 15:05

Berdasarkan data *Downtime* pada table diatas mesin las GMAW XD350S memiliki komponen yang tergolong kritis meliputi *Inner Liner*, *Wire Feeder*, *Feed Roller*, dan *Welding Control PCB*. Tingginya angka *breakdown* pada mesin ini mengindikasikan bahwa interval perawatan 3 bulanan tidak lagi relevan dengan

frekuensi kerusakan, total kerusakan dan tingkat utilitas yang tinggi pada mesin GMAW (XD350S), Dengan demikian, perbaikan strategi pemeliharaan pada mesin ini akan memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan availability serta penurunan *Downtime* tidak terencana pada lini assembly secara keseluruhan.

Berdasarkan permasalahan di atas, diperlukan suatu metode evaluasi perawatan yang tidak hanya bergantung pada interval waktu yang kaku, melainkan berdasarkan keandalan dan fungsi sistem. Pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II merupakan metodologi sistematis yang dipandang paling sesuai dalam merancang program pemeliharaan yang efektif sekaligus efisien, dengan fokus utama mempertahankan fungsi aset pada tingkat keandalan yang optimal (Utomo & Pratikno, 2022). Pendekatan ini secara sistematis mengidentifikasi fungsi peralatan, *Functional Failure* (kegagalan fungsional), *Failure Mode* (penyebab kegagalan), serta *Failure Effect* (dampak kegagalan) untuk memastikan bahwa aktivitas perawatan benar-benar terarah (Hasbiyah, 2022). RCM II mengintegrasikan analisis kualitatif melalui *Decision Worksheet* untuk menentukan tindakan perawatan yang spesifik (*Condition-Directed*, *Time-Directed*, atau *Run-to-Failure*), serta analisis kuantitatif untuk mengoptimalkan interval waktu perawatan berdasarkan distribusi data historis waktu antar kerusakan (Rounaq & Fathoni, 2023).

Penelitian mengenai optimasi perawatan mesin manufaktur telah banyak dilakukan dalam lima tahun terakhir. Penelitian oleh Pratama dkk. (2021) dan Hidayat & Santoso (2023) berfokus pada evaluasi efektivitas mesin las menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Total Productive Maintenance* (TPM), namun pendekatan ini dinilai memiliki kelemahan

karena hanya mengukur persentase kerugian tanpa merumuskan jadwal dan tindakan spesifik untuk setiap komponen yang rusak. Di sisi lain, penelitian oleh Kurniawan (2022) dan Setiawan dkk. (2024) telah menerapkan metode RCM, namun objek penelitian mayoritas berfokus pada mesin utilitas umum (seperti kompresor dan mesin *lathe*/bubut) atau berfokus pada produk akhir kereta api (seperti keandalan *bogie*), bukan pada fasilitas mesin produksinya. Oleh karena itu, terdapat *research gap* terkait penerapan RCM II secara spesifik pada mesin pengelasan semi-otomatis berintensitas tinggi (GMAW) di industri manufaktur perkeretaapian. Karakteristik beban kerja mesin las di pabrik kereta api memiliki tingkat keparahan (*severity*) yang berbeda dibandingkan industri manufaktur konvensional. Mengisi celah penelitian tersebut serta merespon permasalahan aktual di rantai produksi, maka penelitian ini dilakukan menganalisis penerapan preventive *Maintenance* pada mesin GMAW XD350S menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II di PT INKA (Persero). Kajian ini diharapkan mampu menghasilkan rekomendasi strategis yang mencakup penentuan interval *maintenance* yang paling efisien serta pemilihan jenis *maintenance task* yang sesuai dengan kebutuhan aktual, sehingga keduanya secara sinergis berkontribusi terhadap minimalisasi *downtime* akibat perbaikan tidak terencana.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu :

”Bagaimana rekomendasi kebijakan perawatan yang tepat untuk setiap komponen kritis dan interval waktu perawatan yang optimal pada mesin las GMAW XD350S di PT INKA (Persero)?”

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah maka permasalahan perlu dibatasi sebagai berikut:

1. Peneliti hanya mengambil data dengan rentang waktu kurang dari setahun atau selama empat periode.
2. Penelitian menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II dan tidak melakukan analisis komparasi atau perbandingan pemeliharaan lainnya.
3. Objek dibatasi pada mesin *Welding* GMAW XD350S yang digunakan dalam proses *assembly bogie* di PT INKA (Persero).
4. Penelitian ini hanya berfokus pada penentuan komponen kritis, penyusunan jadwal, dan rekomendasi jenis *Maintenance task*, serta tidak membahas *cost analysis* menggunakan metode lain maupun perancangan ulang sistem pada mesin las tersebut.
5. Penelitian ini hanya dilakukan pada satu shift kerja dengan durasi 8 jam kerja efektif per hari.

1.4 Asumsi Penelitian

Adapun asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mesin masih layak untuk beroperasi, sehingga analisis perbaikan strategi perawatan lebih diutamakan daripada penggantian unit mesin.
2. Data historis kerusakan (*failure data*) dan perbaikan (*repair data*) yang dikumpulkan dianggap cukup representatif untuk memodelkan pola kegagalan mesin *Welding* dalam kondisi operasi normal jangka panjang.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yaitu untuk mengevaluasi penerapan preventive *Maintenance* pada mesin *Welding* di PT INKA (Persero) dengan:

1. Mengidentifikasi komponen kritis, fungsi, dan mode kegagalan (*failure modes*) pada mesin *Welding* PT INKA (Persero).
2. Memberikan rekomendasi kebijakan perawatan yang tepat untuk setiap komponen kritis dan interval waktu perawatan optimal.

1.6 Manfaat penelitian

Adapun manfaat penelitian yang dapat diberikan bagi semua pihak adalah sebagai berikut:

a) Teoritis

1. Penelitian ini dapat menambah literatur dan wawasan akademik terkait penerapan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II pada industri manufaktur, khususnya pada peralatan produksi yang memiliki tingkat kritis tinggi.

2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkuat pemahaman mahasiswa maupun peneliti lain dalam menghubungkan teori manajemen perawatan mesin dengan penerapannya di dunia industri nyata.
3. Memberikan kontribusi dalam pengembangan penelitian lanjutan terkait pemilihan strategi pemeliharaan yang optimal berdasarkan data keandalan mesin.

b) Praktis

1. Memberikan gambaran nyata mengenai efektivitas preventive *Maintenance* yang selama ini diterapkan di PT INKA (Persero), khususnya pada mesin *Welding*.
2. Menjadi masukan bagi perusahaan dalam menentukan strategi pemeliharaan yang lebih tepat, efisien, dan berbiaya optimal guna mengurangi *Downtime* mesin.
3. Menjadi referensi praktis bagi praktisi industri dalam mengimplementasikan metode RCM II untuk mendukung keberlanjutan operasional.

1.7 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan dasar pemikiran penelitian secara komprehensif, mencakup permasalahan yang menjadi fokus kajian, tujuan yang hendak dicapai, manfaat yang diharapkan, serta batasan-batasan dan asumsi yang digunakan sebagai landasan dalam pelaksanaan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memaparkan kerangka teoritis yang relevan dengan penjadwalan pemeliharaan mesin, dilengkapi dengan penjelasan metodologi yang diterapkan pada setiap tahapan penelitian guna menyelesaikan permasalahan yang telah diidentifikasi.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menyajikan tahapan pengumpulan, pengolahan, serta analisis data secara menyeluruh dan terperinci. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan yang memadai dalam mengevaluasi kemungkinan penerapan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II di lingkungan perusahaan.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi uraian langkah - langkah pengumpulan data, pengolahan data, dan analisa data yang telah dikumpulkan dan hasilnya diharapkan menjadikan bahan pertimbangan kemungkinan penerapan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan simpulan yang diturunkan dari hasil analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya, yang merupakan jawaban atas tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Selain itu, bab ini juga memuat rekomendasi atau saran yang ditujukan kepada pihak perusahaan maupun bagi peneliti selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN