

Usulan Pemeliharaan Mesin *Press Injection* GB-36 Menggunakan Penerapan *Reliability Centered Maintenance* untuk Meminimalisasi Kerusakan Mesin di PT. YGI

Salman Dhany Hibrizi^{1*}, Tarman², Afif Fawa Idul Fata³

¹⁻³Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana, Indonesia

*Penulis Korespondensi: salmandhibrizi@gmail.com¹

Abstract. PT. YGI, an automotive manufacturing company, uses the Press Injection GB-36 machine in its production process. However, this machine frequently experiences failures, causing high downtime and reduced production efficiency. This study aims to identify the types of failures, determine the most critical components, and propose a maintenance system using the Reliability Centered Maintenance (RCM) approach. The method used is descriptive qualitative, involving FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), Logic Tree Analysis (LTA), and maintenance action selection. Data were collected through observations, historical failure documentation, and interviews. The analysis results indicate that components such as the injection nozzle, heating, and clamping are the most critical, contributing over 80% of total failures based on Pareto analysis and the highest RPN values in FMEA. Proposed maintenance actions include Condition Directed and Time Directed approaches. Additionally, the maintenance system is supplemented with standard operating procedures (SOP) and routine inspection schedules to improve machine reliability and reduce production downtime. This study is expected to enhance the efficiency and productivity of the Press Injection GB-36 machine at PT. YGI through the appropriate implementation of RCM.

Keywords: Damage Analysis; Machine Maintenance; Press Injection GB-36; Production Downtime; Reliability Centered Maintenance.

Abstrak. PT. YGI, sebuah perusahaan manufaktur otomotif, menggunakan mesin Press Injection GB-36 dalam proses produksinya. Namun, mesin ini sering mengalami kerusakan yang menyebabkan downtime tinggi dan menurunnya efisiensi produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis kerusakan yang terjadi, menentukan komponen paling kritis, dan menyusun sistem pemeliharaan dengan pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM). Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan analisis FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), Logic Tree Analysis (LTA), dan pemilihan tindakan pemeliharaan. Data dikumpulkan melalui observasi, dokumentasi historis kerusakan, dan wawancara. Hasil analisis menunjukkan bahwa komponen seperti injection nozzle, heating, dan clamping adalah yang paling kritis, dengan kontribusi lebih dari 80% terhadap total kerusakan menurut analisis Pareto dan nilai RPN tertinggi pada FMEA. Tindakan pemeliharaan yang diusulkan mencakup Condition Directed dan Time Directed. Selain itu, sistem pemeliharaan juga dilengkapi dengan prosedur operasi standar (SOP) dan jadwal inspeksi rutin untuk meningkatkan keandalan mesin dan mengurangi downtime produksi. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas mesin Press Injection GB-36 di PT. YGI melalui penerapan RCM yang tepat.

Kata kunci: Analisis Kerusakan; Downtime Produksi; Pemeliharaan Mesin; Press Injection GB-36; Reliability Centered Maintenance.

1. LATAR BELAKANG

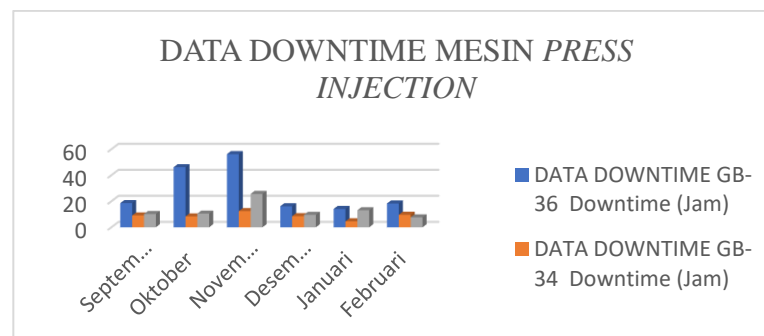
Di era persaingan global yang semakin ketat, perusahaan harus terus meningkatkan kualitas dan jumlah produksi. Salah satu cara utama untuk mencapainya adalah dengan memastikan mesin dan peralatan produksi selalu dalam kondisi optimal. Perawatan yang baik akan meningkatkan kinerja mesin, mendorong produktivitas, dan mengurangi risiko kerusakan. Hal ini membantu perusahaan menjaga kelancaran proses produksi dan menghasilkan produk berkualitas.

Dalam industri manufaktur, keandalan mesin produksi merupakan faktor krusial yang menentukan kontinuitas proses produksi dan pencapaian target output. Salah satu permasalahan yang sering dihadapi adalah terjadinya downtime atau waktu henti mesin, baik yang disebabkan oleh kerusakan, perawatan, maupun faktor teknis lainnya. *Downtime* yang tinggi dapat berdampak langsung terhadap penurunan produktivitas, peningkatan biaya operasional, serta terganggunya jadwal produksi yang telah direncanakan.

Perawatan menjadi aspek krusial dalam menjaga performa dan keandalan mesin, dengan tujuan memastikan kelancaran proses produksi secara optimal. Meskipun aktivitas pemeliharaan sudah lama diterapkan, pengelolaannya masih belum sepenuhnya mampu mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang terus berkembang pesat.

PT. YGI merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi karet sintetis untuk kebutuhan industri otomotif. Pada permintaan pasar yang tinggi untuk karet sintetis. Adapun mesin yang digunakan pada *line press compound* di PT. YGI yaitu, Mesin *Injection* dan Mesin *Compressi*, pada Mesin *Press Injection* di *Departement Press* memiliki 3 Mesin *Press Injection* yang sedang berjalan untuk produksi yaitu GB-34 GB-36 dan GB-35, namun yang sering terjadi permasalahan yang tidak terduga dalam proses produksi yaitu pada Mesin *Press Injection* GB-36 dibandingkan mesin lainnya di *line press compound*. Kasus yang sering terjadi pada mesin *Press Injection* GB-36 ini yaitu sering terjadinya kerusakan pada komponen yang menyebabkan *downtime*, dampak dari *Downtime* mesin tersebut sangat berpengaruh yaitu menurunnya tingkat kemampuan mesin.

Berikut data perbandingan Mesin *Press Injection* di *department Press* pada bulan September 2024 sampai bulan Februari 2025:



Gambar 1. Data *Downtime* mesin *Press Injection* GB.

Sumber: PT. YGI 2025

Gambar 1 menunjukkan bahwa mesin *Press Injection* GB-36 mengalami downtime jauh lebih tinggi dibandingkan GB-34 dan GB-35, dengan total 169 jam dalam enam bulan. Downtime tertinggi terjadi pada November (56,16 jam) dan terendah pada Januari (14,07 jam).

Variasi downtime yang signifikan ini menandakan adanya ketidakteraturan dalam sistem pemeliharaan, sehingga berpotensi menurunkan efisiensi operasional.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut pada mesin *Press Injection* GB-36 dilakukan analisa kerusakan sehingga dapat mencegah kerusakan mesin atau peralatan tersebut dengan menggunakan metode pemeliharaan yang lebih sistematis dan berbasis pada keandalan mesin. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan suatu pendekatan sistematis yang menjelaskan tahapan atau langkah-langkah yang harus dilakukan untuk memastikan mesin maupun peralatan dapat beroperasi secara optimal. Selain itu, RCM juga berfungsi sebagai metode yang digunakan untuk merancang dan mengembangkan strategi pemeliharaan preventif yang lebih efektif. Dengan penerapan RCM, perusahaan dapat meningkatkan keandalan peralatan, meminimalisasi risiko kerusakan mendadak, serta menekan biaya operasional jangka panjang (Andrian et al., 2024).

2. KAJIAN TEORITIS

Pengertian Maintenance

Maintenance atau pemeliharaan merupakan serangkaian aktivitas yang bertujuan untuk menjaga mesin atau peralatan agar tetap berfungsi dengan baik dan berada dalam kondisi optimal. Proses ini dilakukan agar peralatan dapat beroperasi sesuai dengan fungsi, tujuan, dan rencana operasional yang telah ditentukan (Pradipa, 2022).

Maintenance merupakan salah satu fungsi penting dalam industri manufaktur yang memiliki kedudukan sejajar dengan fungsi-fungsi utama lainnya, seperti produksi. Peran pemeliharaan sangat krusial karena bertujuan untuk memastikan bahwa mesin dan peralatan selalu dalam kondisi siap pakai, sehingga proses produksi dapat berjalan lancar tanpa hambatan (Muslih Nasution, Ahmad Bakhori, 2021).

Tujuan Maintenance

Menurut Muslih Nasution, Ahmad Bakhori, (2021) beberapa tujuan *Maintenance* yang utama antara lain, yaitu:

- a. Memastikan kemampuan produksi agar mampu memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi yang telah ditetapkan, sehingga proses produksi berjalan lancar tanpa hambatan berarti.
- b. Menjaga mutu dan kualitas *output* pada tingkat yang sesuai dengan standar produk, serta memastikan proses produksi tidak terganggu akibat penurunan performa mesin.

- c. Mengendalikan penggunaan dan penyimpanan peralatan agar tidak melebihi batas yang diizinkan, sekaligus melindungi investasi perusahaan terhadap aset tetap sesuai dengan kebijakan investasi yang berlaku.
- d. Mencapai efisiensi biaya pemeliharaan secara menyeluruh, dengan menerapkan strategi *maintenance* yang tepat guna menekan pengeluaran tanpa mengurangi efektivitas kerja mesin.
- e. Menjamin keselamatan tenaga kerja yang berinteraksi langsung dengan mesin atau peralatan, dengan memastikan bahwa seluruh fasilitas operasional berada dalam kondisi aman digunakan.
- f. Meningkatkan ketersediaan mesin produksi dengan cara meminimalkan waktu tidak beroperasinya peralatan akibat gangguan atau kerusakan.

Jenis-Jenis Maintenance

Planned Maintenance (Pemeliharaan Terencana)

Pemeliharaan terencana merupakan pemeliharaan secara terkoordinasi dengan fokus pada masa mendatang, pemeriksaan, dan pendataan sesuai dengan jadwal. Program ini perlu memerlukan pengawasan secara berkala dari bagian *maintenance* berdasarkan pendataan mesin. (Muslih Nasution, Ahmad Bakhori, 2021).

Pemeliharaan terencana meliputi tiga bentuk pelaksanaan, yaitu :

a. *Preventive Maintenance* (pemeliharaan pencegahan)

Preventive Maintenance merupakan bentuk perawatan yang dilakukan secara terjadwal dan berkala, mencakup berbagai aktivitas seperti inspeksi, perbaikan, penggantian komponen, pembersihan, pelumasan, serta penyesuaian. (Sodikin et al., 2024).

b. *Corrective Maintenance* (Pemeliharaan Perbaikan)

Corrective maintenance adalah perawatan yang dilakukan setelah mesin mengalami kerusakan, berisiko mengganggu produksi dan menimbulkan kerugian finansial. (Cahyani & Iftadi, 2021).

c. *Predictive Maintenance*

Predictive maintenance adalah pemeliharaan terjadwal berbasis analisis kondisi mesin (getaran, suhu, vibrasi, *flow rate*) untuk mencegah kerugian (Muslih Nasution, Ahmad Bakhori, 2021).

Unplanned Maintenance (Pemeliharaan tak Terencana)

Pemeliharaan tidak terencana merupakan bentuk pemeliharaan mendesak yang harus segera dilakukan guna mencegah dampak serius, seperti terhentinya proses produksi, kerusakan parah pada peralatan, atau potensi bahaya terhadap keselamatan kerja (Siswanto, 2017).

Perawatan yang tidak direncanakan adalah jenis pemeliharaan yang dilakukan tanpa adanya perencanaan sebelumnya, biasanya terjadi karena fasilitas industri atau peralatan tidak memiliki jadwal dan rencana pemeliharaan yang terstruktur (Djanggu & Eka, 2023).

Autonomous Maintenance (Pemeliharaan Mandiri)

Autonomous Maintenance adalah pilar TPM yang melibatkan operator dalam pemeliharaan dasar, seperti membersihkan, melumasi, dan memeriksa kondisi mesin. Keterlibatan ini meningkatkan tanggung jawab, kompetensi, serta kemampuan mendeteksi potensi kerusakan sejak dini. Implementasinya dilakukan bertahap melalui tujuh langkah utama, termasuk pembersihan awal, penghilangan sumber kotoran, penetapan standar perawatan, dan pengaturan tempat kerja dengan prinsip 5S (Safira & Damayanti, 2022).

Reliability Centered Maintenance (RCM)

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan suatu metode yang digunakan untuk menetapkan tindakan pemeliharaan yang diperlukan guna memastikan bahwa setiap aset fisik mampu menjalankan fungsi yang diharapkan oleh penggunaannya sesuai dengan kondisi operasionalnya.

RCM menyadari bahwa semua peralatan pada sebuah aktivitas tidak memiliki tingkat prioritas yang sama. RCM menyadari bahwa desain dan operasi dari peralatan berbeda-beda sehingga memiliki peluang kegagalan yang berbeda juga (Anggraini et al., 2020).

Tahapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)

Metode RCM memiliki 7 tahapan yaitu :

- a. Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi
- b. Definisi Batasan sistem
- c. Deskripsi sistem dan diagram blok fungsional
- d. Fungsi sistem dan kegagalan fungsional
- e. *Failure and Mode Effect Analysis* (FMEA)
- f. *Logic Tree Analysis* (LTA)
- g. Pemilihan tindakan

Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Pengumpulan data bertujuan memahami sistem dan cara kerjanya. Dalam RCM, tahap awal ini mencakup penentuan sistem yang dianalisis serta pengumpulan data relevan, seperti informasi kerusakan mesin atau komponen produksi. Hasilnya memberikan gambaran jelas mengenai fungsi sistem dan potensi kegagalannya (Ramadhani & Putra, 2022).

Pengumpulan informasi bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih lengkap mengenai sistem serta cara kerja sistem tersebut.

Definisi Batasan Sistem

Penentuan batas sistem (*system boundary definition*) berfungsi menetapkan cakupan analisis RCM, termasuk elemen yang dimasukkan agar seluruh fungsi sistem teridentifikasi dengan jelas. Definisi batas sistem yang tepat memastikan keakuratan dalam analisis keseluruhan (Mada & Pusat, n.d.).

Deskripsi Sistem dan Diagram Blok Fungsional

Deskripsi sistem dibutuhkan untuk memahami komponen-komponen yang terdapat dalam suatu sistem serta cara kerja masing-masing komponen tersebut. Sementara itu, *Functional Block Diagram* digunakan untuk menggambarkan sistem secara terperinci dan berfungsi sebagai representasi alur dari fungsi-fungsi dalam sistem tersebut (Wibowo et al., 2021).

Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional

Fungsi sistem mengacu pada hasil kerja atau performa yang diharapkan agar sistem dapat berjalan dengan baik. Kegagalan fungsional berarti ketidakmampuan suatu komponen atau sistem dalam mencapai tingkat kinerja yang telah ditetapkan.

Functions menggambarkan target kinerja mesin dan sejauh mana mesin mampu beroperasi sesuai tujuan, sedangkan *Functional Failure* adalah kondisi ketika sistem tidak dapat memenuhi kinerja yang diharapkan baik secara total maupun sebagian, dan *Failure Mode* merujuk pada mekanisme atau penyebab terjadinya kegagalan fungsi yang dapat berdampak pada sistem utama maupun komponen lainnya (Ramadhani & Putra, 2022).

Failure and Mode Effect Analysis (FMEA)

FMEA digunakan untuk mengidentifikasi mode kegagalan yang signifikan dan dampaknya terhadap sistem. Analisis berdasarkan data historis membantu menentukan penyebab kegagalan serta langkah antisipasi, pencegahan, deteksi, atau perbaikan yang diperlukan (Ari Setiawan, 2022.).

Logic Tree Analysis (LTA)

Menurut (Fathurohman & Triyono, 2020) *Logical Tree Analysis (LTA)* membantu perusahaan mengidentifikasi dan menganalisis potensi kerusakan secara sistematis melalui pendekatan sebab-akibat. Metode ini memberikan gambaran menyeluruh tentang fungsi sistem dan dampak kerusakan terhadap operasional, sehingga memudahkan penentuan prioritas perbaikan untuk meminimalkan risiko dan kerugian.

Pemilihan Tindakan

Tahap pemilihan tindakan (*Task Selection*) merupakan langkah akhir dalam penerapan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*, yang bertujuan menentukan jenis tindakan paling tepat dan layak diterapkan untuk setiap mode kegagalan komponen pada mesin.

Menurut (Sultan & Tirtayasa, 2024) Dalam RCM, tindakan perawatan dikelompokkan menjadi empat kategori, yaitu:

- a. *Time Directed (TD)*: Tindakan *preventif* yang dilakukan secara rutin dalam interval waktu tertentu.
- b. *Condition Directed (CD)*: Tindakan yang bertujuan mendeteksi adanya potensi kerusakan melalui pemeriksaan.
- c. *Failure Finding (FF)*: Tindakan pemeriksaan berkala yang difokuskan untuk mendeteksi kerusakan tersembunyi pada peralatan.
- d. *Run to Failure (RTF)*: Pendekatan di mana peralatan dibiarkan beroperasi hingga terjadi kerusakan, untuk kemudian dilakukan perbaikan atau penggantian.

3. METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini bersifat studi kasus mengumpulkan informasi untuk mengatasi kekhawatiran mengenai topik penelitian yang ada merupakan komponen penelitian deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk menganalisis suatu objek guna memberikan pemahaman secara mendalam berdasarkan konteks permasalahan yang terjadi di perusahaan., maka tujuan penelitian deskriptif ini adalah untuk mendeskripsikan atau menafsirkan sesuatu sebagaimana adanya.

Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

- a. Data kuantitatif, merupakan data yang didapatkan dari PT. YGI dalam bentuk angka-angka mengenai data *Downtime* dan *Breakdown* Mesin Press Injection GB-36 selama periode 6 Bulan.
- b. Data kualitatif, yaitu data yang diperoleh dari perusahaan dalam bentuk informasi, baik secara lisan maupun tertulis, yang berkaitan dengan penyebab terjadinya kerusakan atau kegagalan sistem.

Sumber Data

Data Primer

Merupakan data yang diperoleh melalui studi pendahuluan dan kajian literatur yang relevan dengan topik penelitian, yaitu:

- a. Teknik observasi, yaitu metode pengumpulan data yang dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap objek penelitian, khususnya dengan mengamati secara langsung jalannya proses produksi. dan proses perbaikan kerusakan Mesin Press Injection GB-36.
- b. Teknik wawancara, yaitu melakukan sebuah percakapan langsung (*face to face*) dengan *supervisor* dan *dealer departement Press* yang dapat memberikan informasi agar mendapatkan data lengkap yang diperlukan untuk menunjang penyelesaian penelitian ini.

Data Sekunder

Merupakan informasi yang dikumpulkan peneliti secara tidak langsung melalui perantara. Dalam penelitian ini, data sekunder diperoleh dari data historis milik perusahaan, seperti data *downtime* mesin, catatan kerusakan mesin dari bulan September 2024 hingga Februari 2025, serta data pendukung lainnya yang dianggap relevan dengan kebutuhan penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Wawancara langsung dengan Operator dan pihak perusahaan, serta mencatat data yang tersedia.
- b. Mendokumentasi data histori atau mengumpulkan data cetak perusahaan PT. YGI yang sesuai dengan masalah yang sedang dibahas.

- c. Studi pustaka membutuhkan data dari catatan dan informasi umum perusahaan, termasuk sejarah, struktur organisasi, proses produksi, serta data seperti jadwal kerja mesin, jumlah produksi, dan produk yang rusak

Data Downtime Mesin

Tabel berikut menyajikan data *downtime* mesin *press injection* GB-36 selama periode enam bulan, mulai dari bulan September 2024 hingga Februari 2025:

Tabel 1. Data *Downtime* Mesin *Press Injection* GB-36.

DATA DOWNTIME		
Bulan	Downtime (Jam)	Downtime (Menit)
September	18.58	1115
Oktober	46.16	2770
November	56.16	3370
Desember	16.12	967
Januari	14.07	844
Februari	18.24	1094
Total	169	10160

Sumber: PT. YGI, 2025.

Berdasarkan data *downtime* pada tabel, total waktu henti mesin selama enam bulan (September–Februari) tercatat 169 jam atau 10.160 menit. *Downtime* tertinggi terjadi pada November sebesar 56,16 jam (3.370 menit), sedangkan terendah pada Januari sebesar 14,07 jam (844 menit).

Pengolahan Data dan Pembahasan

Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Pada *line press compound* PT. YGI terdapat dua jenis mesin, yaitu Mesin *Press Injection* dan Mesin *Compression*. Pada *line* mesin *press injection* GB, terdapat tiga Mesin *Press Injection* yang aktif, yakni GB-34, GB-35, dan GB-36. Namun, Mesin *Press Injection* GB-36 sering mengalami kerusakan tak terduga yang menyebabkan *downtime*.

Dasar penentuan sistem *Press Injection* GB-36 sebagai mesin kritis adalah:

Mesin *Press Injection* GB -36 merupakan tahapan inti yang digunakan untuk mencetak produk berbahan *compound* karet dengan cara menginjeksi bahan ke dalam cetakan (*mould*) menggunakan tekanan dan suhu tertentu. tahap ini inti dari proses produksi karena menghasilkan bentuk akhir produk.

Definisi Batasan Sistem

Batasan sistem dalam penelitian ini difokuskan pada Mesin *Press Injection* GB-36 yang berada di *Departemen Press* PT. YGI. Mesin ini terdiri dari beberapa komponen utama yang mendukung proses kerja selama siklus produksi, antara lain *controller*, sensor, sistem *injection*, *clamping*, *mold*, *heating*, sistem hidrolik (*hydraulic*), dan sistem pendingin (*cooling*).

Namun, dalam penelitian ini, hanya lima komponen utama yang diidentifikasi dan dianalisis lebih lanjut berdasarkan tingkat kerusakan dan pengaruhnya terhadap performa mesin, yaitu: *injection*, *clamping*, *heating*, *hydraulic*, dan *cooling*.

Tabel 2. Definisi Batasan Sistem.

Nama Sistem	Fungsi Sistem
<i>Injection</i>	Fungsi <i>injection</i> untuk menyuntikkan material cair ke dalam cetakan
<i>Clamping</i>	Fungsi <i>clamping</i> untuk menutup dan mengunci cetakan dengan kuat selama proses injeksi
<i>Heating</i>	Fungsi <i>Heating</i> pemanas material compound untuk siap diinjeksi ke dalam cetakan.
<i>Hidraulic</i>	Fungsi <i>Hidraulic</i> berfungsi menggerakkan <i>clamping</i> dan <i>injection</i> dengan tekanan agar proses stabil dan presisi.
<i>Cooling</i>	Fungsi <i>Cooling</i> untuk mendinginkan dan mengeraskan produk dalam cetakan

Sumber : Pengolahan Data 2025

Deskripsi Sistem dan Blok Diagram Fungsional

Sebuah sistem dapat dijelaskan melalui fungsi dari masing-masing subsistem yang membentuknya. Fungsi utama dari sistem mesin *Press Injection* GB-36 adalah untuk melakukan proses pencetakan *compound*. Adapun fungsi dari subsistem yang mendukung kinerja fungsi utama tersebut antara lain sebagai berikut:



Gambar 2. Mesin *Press Injection*.

Sumber: PT. YGI, 2025

Mesin *press injection* adalah mesin yang digunakan untuk membentuk produk dari bahan karet (*rubber compound*) dengan cara melebur material dan menyuntikkannya ke dalam cetakan menggunakan tekanan tinggi. Setelah material masuk ke dalam cetakan, sistem clamping akan menutup dan mengunci cetakan agar material tidak bocor dan produk terbentuk sempurna.

Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

Setiap subsistem dapat dijabarkan lebih lanjut dalam bentuk uraian fungsi serta potensi kegagalan fungsi pada mesin *Press Injection* GB-36. Tabel berikut menyajikan deskripsi fungsi dan kemungkinan kegagalan dari subsistem *Injection*, *Clamping*, *Heating*, *Hydraulic*, dan *Cooling*.

Tabel 3. Deskripsi Fungsi sistem dan Kegagalan Fungsi Subsistem.

No	Subsistem	Fungsi	Kegagalan Fungsi
1	<i>Injection</i>	<i>Injection</i> berfungsi untuk menyuntikkan material yang telah dilelehkan ke dalam cetakan dengan tekanan tinggi agar membentuk produk sesuai dengan bentuk <i>cavity</i> .	<ul style="list-style-type: none"> > <i>Seal</i> yang aus, getas, atau sobek > <i>Nozzle</i> tidak terpasang dengan benar > Tekanan Injeksi Terlalu Tinggi > Adanya komponen keausan > Komponen patah karena keausan, beban berlebih, getaran berlebih
2	<i>Clamping</i>	<i>Clamping</i> berfungsi untuk menahan dan menutup <i>mold</i> dengan kuat selama proses injeksi berlangsung.	<ul style="list-style-type: none"> > Kabel dan sensor posisi slider rusak
3	<i>Heating</i>	<i>Heating</i> berfungsi untuk memanaskan bahan baku compound agar meleleh dan menjadi cair sehingga bisa disuntikkan ke dalam cetakan.	<ul style="list-style-type: none"> > Kabel putus akibat panas suhu tinggi atau gesekan. > Sambungan kabel ke <i>heating</i> tidak kencang > <i>Cooling system</i> tidak aktif
4	<i>Hydraulic</i>	<i>Hidraulic</i> Berfungsi untuk menggerakkan dan mengontrol sistem <i>clamping</i> serta <i>injection</i> dengan tenaga tekanan agar proses pembentukan produk berlangsung stabil dan presisi.	<ul style="list-style-type: none"> > Motor rusak, kabel putus, <i>power supply</i> terganggu > Adanya sumbatan pada jalur vacuum > Karet aus, spring patah, <i>valve</i> macet
5	<i>Cooling</i>	<i>Cooling</i> Berfungsi untuk mempercepat pendinginan dan pengerasan produk dalam cetakan.	<ul style="list-style-type: none"> > Sensor suhu atau kontrol suhu tidak bekerja optimal > Aliran cairan pendingin tidak mengalir lancar

Sumber : Pengolahan Data 2025

Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Tabel berikut menyajikan hasil identifikasi mode kegagalan pada lima komponen utama mesin *Press Injection* GB-36, meliputi *failure mode*, *failure cause*, *effect failure*, serta penilaian *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*, yang digunakan untuk menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) setiap komponen.

Tabel 4. Proses penyusunan analisis FMEA.

No	Subsistem	Failure Mode	Failure Cause	Effect Failure	S	O	D	RPN
1	<i>Injection</i>	<i>Nozzle</i> mengalami kebocoran	<i>Seal</i> aus atau pemasangan tidak tepat	Produk cacat atau tidak sesuai spesifikasi	6	6	4	156
2	<i>Clamping</i>	Tekanan <i>clamping</i> tidak berfungsi dengan baik	Kearusan <i>seal</i> atau tekanan berlebih	Mold tidak tertutup sempurna, menyebabkan cacat produk	7	7	4	185
3	<i>Heating</i>	<i>Heating</i> mengalami panas berlebih/ tidak panas sama sekali	Elemen pemanas rusak atau korsleting	Material tidak meleleh sempurna, hasil produk gagal	6	7	4	174
4	<i>Hydraulic</i>	Kerusakan terjadi pada sistem <i>vacuum</i> karena motor dan <i>valve</i> rusak	Bocor pada sistem hidrolik atau pompa rusak	Tidak ada tekanan untuk operasi <i>mold</i> , proses berhenti	7	4	3	92
5	<i>Cooling</i>	Kegagalan pendinginan pada <i>Cold Runner</i>	Sumbatan pada jalur air atau pompa rusak	Waktu siklus bertambah, produk cacat akibat <i>overheat</i>	7	7	4	207

Sumber : Pengolahan Data 2025

Berdasarkan analisis FMEA, komponen dengan risiko tertinggi adalah *Cooling* (RPN 207) akibat sumbatan saluran air atau kerusakan pompa yang menyebabkan siklus lebih lama dan cacat produk karena *overheating*. Disusul *Clamping* (RPN 185) dan *Heating* (RPN 174) akibat keausan *seal* dan kerusakan elemen pemanas. *Injection* memiliki RPN 156 karena kebocoran *nozzle*, sedangkan *Hydraulic* terendah (RPN 92) sehingga masih terkendali. Analisis ini berfokus pada identifikasi potensi kegagalan, penyebab, dampak, dan tingkat risiko dari lima komponen utama.

Penentuan Komponen Kritis

Dalam analisis RCM, langkah penting adalah mengidentifikasi komponen kritis yang sering rusak dan berdampak besar pada operasional mesin, yang ditentukan melalui analisis Pareto mengacu pada kaidah 80/20, di mana 80% masalah berasal dari 20% penyebab utama.

Tabel berikut menyajikan data penentuan komponen kritis *berdasarkan Risk Priority Number* dan persentase kumulatif kerusakan pada mesin *press injection* GB-36. Tabel ini digunakan dalam analisis Pareto untuk mengidentifikasi subsistem yang paling berkontribusi terhadap keseluruhan masalah, sehingga dapat diprioritaskan dalam upaya perbaikan.

Tabel 5. Penentuan Komponen Kritis.

Komponen	RPN	Persentase RPN (%)	Persentase Kumulatif Frekuensi Kerusakan (%)
<i>Cooling</i>	207	25%	25%
<i>Clamping</i>	185	23%	48%
<i>Heating</i>	174	21%	70%
<i>Injection</i>	156	19%	89%
<i>Hydraulic</i>	92	11%	100%
	813	100%	

Sumber : Pengolahan Data 2025

Berdasarkan prinsip Pareto 80/20, hasil analisis menunjukkan bahwa empat komponen utama *Cooling*, *Clamping*, *Heating*, dan *Injection* menyumbang sekitar 89% dari total frekuensi kerusakan mesin *Press Injection*. Temuan ini menegaskan bahwa keempatnya merupakan komponen kritis dengan tingkat kegagalan tertinggi dan perlu menjadi fokus utama strategi pemeliharaan.

Logic Tree Analysis

Berdasarkan analisis akar penyebab, kerusakan pada Mesin *Press Injection* GB-36 terutama terjadi pada *heating*, *clamping*, dan *injection*, yang berpotensi menghentikan produksi akibat tidak adanya prosedur pemeliharaan sistematis serta minimnya inspeksi rutin. Untuk menilai tingkat kritikalitas setiap mode kegagalan dan menetapkan prioritas penanganan, dilakukan penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA).

Tabel 6. Penyusunan *Logic Tree Analysis*.

No	Subsistem	Failure Mode	Evident	Safety	Outage	Category
1	<i>Injection</i>	<i>Nozzle</i> mengalami kebocoran	Y	N	Y	B
2	<i>Clamping</i>	Tekanan <i>clamping</i> tidak berfungsi dengan baik	Y	N	Y	B
3	<i>Heating</i>	<i>Heating</i> panas berlebih/ tidak panas	Y	N	Y	B

No	Subsistem	Failure Mode	Evident	Safety	Outage	Category
4	Hydraulic	Kerusakan terjadi pada sistem <i>vacuum</i> karena motor dan <i>valve</i> rusak.	Y	N	Y	B
5	Cooling	Kegagalan pendinginan pada <i>Cold Runner</i>	Y	N	Y	B

Sumber : Pengolahan Data 2025

Tabel tersebut menunjukkan hasil analisis kegagalan dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) pada lima komponen mesin *Press Injection* GB-36 berdasarkan kriteria *Evident*, *Safety*, dan *Outage*. Seluruh komponen terdeteksi sebagai *Evident* = Y, *Safety* = N, dan *Outage* = Y, sehingga dikategorikan sebagai Kategori B (*Outage Problem*), yakni kegagalan yang dapat menghentikan sebagian atau seluruh operasi mesin.

Pemilihan Tindakan

Pemilihan tindakan dalam metode RCM difokuskan pada tiga komponen utama yang memiliki prioritas, yaitu *Heating*, *Clamping*, dan *Injection*, yang berdasarkan analisis Pareto mencakup sekitar 80% dari total frekuensi kerusakan. Berikut pemilihan tindakan pada mesin *Press Injection* GB-36 dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 7. Pemilihan Tindakan Pada Mesin *Press Injection* GB-36

No	Subsistem	Komponen	Failure Mode	Cause Failure	Pemilihan Tindakan	Pemeriksaan dan Diajukan
1	Injection	> Nozzle > Screw/Plunger	Nozzle mengalami kebocoran	Seal aus atau pemasangan tidak tepat	C.D. (Condition Directed)	Pemeriksaan visual <i>nozzle</i> mencakup <i>nozzle body</i> , <i>nozzle tip</i> , serta <i>seal/o-ring</i> untuk memastikan tidak ada keretakan, keausan, atau kebocoran sebelum penyuntikan material..
2	Clamping	> Moving Platen > Tie Bars > Clamping Cylinder	Tekanan <i>clamping</i> tidak berfungsi dengan baik	Keausan <i>seal</i> atau tekanan berlebih	C.D. (Condition Directed)	Pemeriksaan berkala <i>clamping cylinder</i> , <i>tie bar</i> , <i>drive pin</i> , dan <i>bearing</i> untuk mencegah penurunan tekanan, keausan, atau kerusakan.

No	Subsistem	Komponen	Failure Mode	Cause Failure	Pemilihan Tindakan	Pemeriksaan Diajukan
3	Heating	> Heating Band > Cartridge Heating > Mold Heating	Heating mengalami panas berlebih/ tidak panas sama sekali	Elemen pemanas rusak atau korsleting	T.D. (Time Directed)	Penggantian elemen pemanas sesuai umur pakai dilakukan pada <i>heating band</i> , <i>cartridge heating</i> , dan <i>mold heating</i> untuk menjaga kestabilan suhu selama proses pemanasan material.
4	Hydraulic	> Hydraulic Pump > Control Valve	Kerusakan terjadi pada sistem <i>vacuum</i> karena motor dan <i>valve</i> rusak	Bocor pada sistem hidrolik atau pompa rusak	C.D. (Condition Directed)	Pemeriksaan tekanan dan kebocoran oli pada <i>hydraulic pump</i> , <i>solenoid valve</i> , <i>seal</i> silinder, dan <i>hose</i> untuk menjaga kestabilan sistem.
5	Cooling	> Cooling mold > Cooling Pipes / Tubing > Temperature Sensor	Kegagalan pendinginan pada <i>Cold Runner</i>	Sumbatan pada jalur air atau pompa rusak	C.D. (Condition Directed)	Pemeriksaan <i>Cold Runner</i> mencakup <i>thermocouple</i> , <i>cooling seal</i> , <i>flexible hose</i> , <i>quick coupler</i> , <i>flow meter</i> , pompa air, MTC, dan filter pendingin.

Sumber : Pengolahan Data 2025

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *Logic Tree Analysis* (LTA), dapat ditentukan bentuk tugas pemeliharaan yang direkomendasikan melalui pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM), yang berfungsi sebagai acuan dalam perencanaan tindakan perawatan pada tiap komponen mesin.

- Injection – Nozzle dan Screw/Plunger: Condition Directed* (CD): Pemeriksaan visual rutin pada *nozzle body*, *nozzle tip*, dan *seal* untuk mendeteksi kebocoran sebelum penyuntikan.
- Clamping – Moving Platen, Tie Bars, Clamping Cylinder: Condition Directed* (CD): Pemeriksaan berkala tekanan dan keausan pada *clamping cylinder*, *tie bar*, *drive pin*, dan *bearing*.
- Heating – Heating Band, Cartridge Heating, Mold Heating: Time Directed* (TD): Penggantian elemen pemanas (*heating band*, *cartridge*, *mold heating*) sesuai umur pakai.

- d. *Hydraulic – Hydraulic Pump dan Control Valve: Condition Directed (CD)*: Pemeriksaan tekanan dan deteksi kebocoran pada *hydraulic pump, solenoid valve, seal silinder*, dan *hose* secara berkala.
- e. *Cooling – Cooling Mold, Pipes/Tubing, Temperature Sensor: Condition Directed (CD)*: Pemeriksaan *thermocouple, cooling seal, flexible hose*, dan *quick coupling* untuk mencegah kebocoran atau sumbatan aliran air.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian pada Mesin *Press Injection* GB-36 di PT.YGI, penerapan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) terbukti efektif dalam mengidentifikasi penyebab kerusakan secara sistematis melalui FMEA, LTA, dan *task selection*. Analisis menunjukkan kerusakan tidak hanya dipengaruhi faktor teknis, tetapi juga kelemahan dokumentasi dan kurangnya inspeksi rutin. Komponen kritis yang menyumbang lebih dari 80% kerusakan adalah *Cooling* (RPN 207), *Clamping* (RPN 185), *Heating* (RPN 174), dan *Injection* (RPN 156). Untuk penanganannya, sistem heating direkomendasikan menggunakan *Time Directed* (TD), sedangkan *clamping* dan *injection unit* menggunakan *Condition Directed* (CD) melalui inspeksi visual dan pemeriksaan rutin.

DAFTAR REFERENSI

- Andrian, M. A., Industri, T., Karawang, U. S., & Mode, F. (2024). Penerapan perawatan mesin die cut menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM). *STRING*, 9(2), 194–203. <https://doi.org/10.30998/string.v9i2.25462>
- Anggraini, W., Fachri, M., Yola, M., Teknik Industri, J., Sains dan Teknologi, F., Sultan Syarif Kasim Riau Jl Soebrantas No, U. H., & Baru, S. (2020). Jurnal hasil penelitian dan karya ilmiah dalam bidang teknik industri. *Jurnal Teknik Industri*, 6(2), 86–92. <https://doi.org/10.24014/jti.v6i2.9701>
- Cahyani, O. D., & Iftadi, I. (2021). Penjadwalan preventive maintenance dengan metode Reliability Centered Maintenance pada stasiun Cabinet PU di PT IJK. *Jurnal Teknik Industri*, 7(1), 1–10.
- Djanggu, N., & Eka, P. (2023). Penentuan interval waktu pemeliharaan yang optimal dengan menggunakan pendekatan reliability pada sistem komponen cabang Kota Pontianak. *INTEGRATE: Industrial Engineering and Management System*, 7(2), 63–69.
- Elektronik, T. O., Mesin, J. T., & Malang, P. N. (2022). Muhammad Pradipa Rosianto, Hari Rarindo, Muhammad Akhlis Rizza, dan Bagus Wahyudi. *Jurnal Teknik Mesin Elektronik*, 5(2), 110–118.

- Fathurohman, F., & Triyono, S. (2020). RCM (Reliability Centered Maintenance): The implementation in preventive maintenance (case study in an expedition company). *EKOMABIS: Jurnal Ekonomi Manajemen Bisnis*, 1(2), 197–212. <https://doi.org/10.37366/ekomabis.v1i02.29>
- Kain, F. P., Setiawan, A., Aritonang, Y. M. K., & Iskandar, C. (n.d.). Penerapan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) untuk menentukan strategi perawatan. *Jurnal Telematika*, 8(1), 8–14. <https://doi.org/10.61769/telematika.v8i1.64>
- Mada, J. G., & Pusat, J. (n.d.). Penerapan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) berbasis web pada sistem pendingin primer di reaktor serba guna GA. Siwabessy. *Jurnal Teknologi dan Sistem Energi Nuklir*, 4(2), 81–98.
- Muslih, N., Ahmad, B., & W. N. (2021). Manfaat perlunya manajemen perawatan untuk bengkel maupun industri. *Buletin Utama Teknik*, 3814, 248–252.
- Ramadhani, D., & Putra, G. (2022). Analisis optimalisasi mesin coal feeder menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di PT PLN (Persero) UPK Nagan Raya. *Jurnal Teknik Mesin dan Industri*, 19(2), 357–365.
- Safira, S. D., & Damayanti, R. W. (2022). Analisis defect produk dengan menggunakan metode FMEA dan FTA untuk mengurangi defect produk (studi kasus: Garment 2 dan Garment 3 PT Sri Rejeki Isman Tbk). *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC 2022*, D03.1–D03.10.
- Siswanto, E. (2017). Aplikasi pemeliharaan preventif mesin produksi dengan metode "Smart Maintenance" untuk efisiensi perusahaan Lucky Olympic Kediri. *Jurnal Revitalisasi: Jurnal Ilmu Manajemen*, 6(September), 3.
- Sodikin, I., Parwati, C. I., Fayzi, F., & Indrayana, M. (2024). Penjadwalan perawatan mesin dengan metode preventive maintenance & predictive maintenance (studi kasus di PLTD Kota Masohi). *Jurnal Tekstil: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Bidang Tekstil dan Manajemen Industri*, 7(1), 37–46. <https://doi.org/10.59432/jute.v7i1.88>
- Sultan, U., & Tirtayasa, A. (2024). Perencanaan perawatan mesin injection molding dengan menggunakan metode Reliability Centered Maintenance di PT Bolde Makmur Indonesia. *Jurnal Venus: Teknik Industri dan Manufaktur*, 2(3), 130–138. <https://doi.org/10.61132/venus.v2i3.310>
- Wibowo, T. J., Hidayatullah, T. S., & Nalhadi, A. (2021). Analisa perawatan pada mesin bubut dengan pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM). *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 3(2), 110–120. <https://doi.org/10.37631/jri.v3i2.485>