

# **SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW: PEMELIHARAAN MESIN DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DI PERSEROAN TERBATAS**

Edi Supriyadi<sup>1</sup>, Ruth Priskila Ayuni<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Industri<sup>1,2</sup>

Sekolah Tinggi Teknologi Bandung<sup>1,2</sup>

edipmatematika@gmail.com<sup>1</sup>, ruth.priskila91@gmail.com<sup>1</sup>

## **Abstrak**

Mesin yang tiba-tiba rusak saat produksi berlangsung atau saat sedang digunakan dapat menghambat bahkan menghentikan kegiatan produksi sampai waktu perbaikan selesai. Hal ini dapat menyebabkan hasil produksi menjadi tidak berkualitas, waktu produksi menjadi panjang, dan biaya produksi bertambah yang dapat berimbas pada harga produk yang menjadi lebih mahal. Perbaikan yang dilakukan sementara kegiatan produksi berhenti akibat terjadinya kerusakan mendadak disebut perbaikan korektif. Kegiatan ini perlu dihindari guna mengurangi kerugian akibat mesin produksi yang tidak beroperasi. Pemeliharaan berbasis keandalan umumnya digunakan untuk merencanakan interval pemeliharaan untuk mesin, peralatan, atau komponen yang sering mengalami kerusakan. Pembuatan interval pemeliharaan dengan mengetahui nilai keandalan juga dapat meningkatkan nilai keandalan mesin, peralatan, atau komponen tersebut. Sehingga, sistem pemeliharaan menjadi lebih efektif dan efisien. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil penerapan RCM pada pemeliharaan mesin. Metode penelitian ini adalah *Systematic Literature Review* yang mengumpulkan serta mengevaluasi suatu penelitian yang terkait pada topik tertentu. Proses data sintesis pada penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan 5 *literature* yang memenuhi kriteria penelitian dengan sumber *database* yaitu *Dimensions* dan *Google Scholar*. Data diolah dan disajikan dalam tabel. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, pemeliharaan mesin dengan metode RCM terbukti di semua artikel ilmiah yang telah ditelaah dapat menunjukkan nilai keandalan komponen kritis dan dapat menentukan interval pemeliharaan serta dapat meningkatkan nilai keandalan dengan menyimulasikan penerapan jadwal atau interval pemeliharaan tersebut. Metode RCM berperan penting dalam meningkatkan efisiensi dan keandalan mesin di industri manufaktur, menawarkan alternatif untuk pemeliharaan '*run to failure*'. Studi kasus telah membuktikan efektivitasnya, meski memerlukan pemahaman mendalam terkait masalah spesifik mesin atau peralatan. Penelitian ini menekankan pentingnya RCM dan menyarankan penggunaan *Big Data*, IoT, realitas virtual dan *augmented reality* dalam pemeliharaan. Lebih banyak studi kasus, pemeliharaan berbasis risiko, dan peningkatan pelatihan RCM juga disarankan untuk penelitian dan implementasi mendatang.

Kata kunci: jadwal pemeliharaan, keandalan, komponen kritis, RCM

## **Abstract**

*Machines that are suddenly damaged during production or while in use can hamper or even stop production activities until the time for repairs is complete. This can cause production results to be of low quality, production time to be delayed, and production costs to increase which can result in product prices that become more expensive. Repairs made while production activities stop due to sudden breakdowns are called corrective repairs. This activity needs to be avoided in order to reduce losses due to production machines that are not operating. Reliability-based maintenance is generally used to plan maintenance intervals for machines, equipment or components that fail frequently. Making maintenance intervals by knowing the reliability value can also increase the reliability value of the machine, equipment or component. Thus, the maintenance system becomes more effective and efficient. The purpose of this study was to determine the results of implementing RCM in engine maintenance. This research method is a Systematic Literature Review which collects and evaluates a research related to a particular topic. The data synthesis process in this study was carried out by comparing 5 literature that met the research criteria with database sources, namely Dimensions and Google Scholar. Data is processed and presented in tables. Based on the research conducted, machine maintenance using the RCM method is proven in all scientific articles that have been reviewed to be able to show the reliability value of critical components and can determine maintenance intervals and can increase reliability values by simulating the application of maintenance schedules or intervals. RCM methods are crucial in improving the efficiency and reliability of machinery in the manufacturing industry, offering an alternative to 'run to failure' maintenance. Case studies have proven its effectiveness, although it requires an in-depth understanding of the specific problem of the machine or equipment. This research emphasizes the importance of RCM and suggests the use of Big Data, IoT, virtual reality and augmented reality in maintenance. More case studies, risk-based maintenance and improved RCM training are also suggested for future research and implementation.*

Keywords: maintenance schedule, reliability, critical components, RCM

## I. PENDAHULUAN

Revolusi industri 1.0 menyebabkan peningkatan penggunaan mesin sehingga menggeser tenaga manusia dan hewan. Teknologi mendorong pabrik-pabrik cenderung memilih penggunaan mesin industri ketimbang menggunakan tenaga manusia [1]. Kini, peran mesin menjadi sangat penting dalam kegiatan produksi di suatu pabrik yang memberikan efisiensi dalam kegiatan produksi. Kerusakan pada mesin produksi dapat mengakibatkan terhentinya proses produksi dan menurunnya capaian produksi, sehingga pemeliharaan diperlukan untuk menjaga mesin untuk berfungsi sesuai standar [2]. Dalam menjaga agar mesin selalu berkondisi baik maka diperlukan kegiatan pemeliharaan yang bertujuan untuk mengoptimalkan keandalan (*reliability*) dari komponen mesin dan diharapkan mesin mampu beroperasi optimal [3].

Referensi [4], pemeliharaan (*maintenance*) adalah kegiatan menjaga dan memperbaiki suatu mesin yang mengalami kerusakan. Mesin yang tiba-tiba rusak saat produksi berlangsung atau saat sedang digunakan dapat menghambat bahkan menghentikan kegiatan produksi sampai waktu perbaikan selesai yang dapat menyebabkan hasil produksi menjadi tidak sesuai standar, waktu produksi yang lambat dan biaya produksi bertambah yang dapat berimbas pada harga produk yang menjadi lebih mahal. Kegiatan pemeliharaan setelah terjadinya kerusakan agar peralatan dapat digunakan kembali ini disebut *corrective maintenance* atau perbaikan korektif [5].

Salah satu pendukung kelancaran aktivitas operasional adalah kondisi mesin harus selalu siap digunakan, maka diperlukan sistem pemeliharaan yang baik [6]. *Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah dasar pemeliharaan fisik dan suatu teknik yang dipakai untuk mengembangkan pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) dan pemeliharaan terjadwal. Hal ini didasari oleh prinsip keandalan peralatan dan struktur kinerja yang akan dicapai berupa fungsi dari perancangan dan kualitas pembentukan pemeliharaan pencegahan yang efektif yang akan menjamin keandalan dari peralatan [7].

Keandalan adalah kemungkinan sistem (komponen) dapat berfungsi selama periode waktu tertentu [8]. Keandalan lebih dari sekadar mengetahui kegagalan komponen karena mencakup seluruh kejadian yang tidak diinginkan yang dapat diukur untuk menentukan seberapa baik kinerja suatu sistem atau komponen [9]. Sehingga, pemeliharaan berbasis keandalan umum digunakan untuk merencanakan interval pemeliharaan untuk mesin, peralatan, atau komponen. Berdasarkan paparan di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian menggunakan *Systematic Literature Review* (SLR) mengenai pemeliharaan mesin menggunakan metode RCM. Sehingga, bentuk tindak lanjut dalam penelitian ini adalah dengan mempelajari artikel ilmiah pemeliharaan mesin berbasis keandalan menggunakan metode RCM dengan aspek nilai keandalan komponen kritis guna mengetahui hasil temuan dari penelitian-penelitian yang menggunakan metode RCM.

Penelitian ini berfokus untuk mengkaji secara mendalam dan sistematis terhadap literatur yang telah dipublikasikan tentang aplikasi metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dalam konteks pemeliharaan mesin di organisasi berjenis Perseroan Terbatas. Tujuan utama lainnya adalah untuk memperdalam pemahaman tentang efektivitas RCM sebagai metode pemeliharaan, dengan mengidentifikasi berbagai tantangan dan hambatan yang mungkin dihadapi saat pelaksanaan metode ini serta mengeksplorasi praktik terbaik dan inovasi baru yang telah dikembangkan dalam area ini. Selanjutnya, penelitian ini juga mencoba memberikan pandangan yang lebih jelas dan rekomendasi konkret yang dapat digunakan untuk memperbaiki dan meningkatkan cara kerja metode RCM di masa yang akan datang. Kajian ini diharapkan dapat memberikan panduan yang bermanfaat bagi mereka yang berkecimpung dalam bidang ini dan berharap untuk mengoptimalkan manfaat dari penerapan RCM.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

*Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah pendekatan terstruktur dalam perencanaan pemeliharaan yang bertujuan untuk mengurangi biaya pemeliharaan dan memberikan prioritas pada tugas pemeliharaan. RCM dikembangkan di industri pesawat terbang dan sejak itu telah diadaptasi dalam industri lain dan cabang militer. Menurut Moubray [10], RCM digambarkan sebagai proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan agar aset fisik terus melakukan apa yang diinginkan oleh penggunanya. RCM menghasilkan peningkatan yang cepat, berkelanjutan, dan signifikan dalam ketersediaan dan keandalan pabrik, kualitas produk, keselamatan, dan integritas lingkungan. RCM digunakan ketika kehandalan penting dan konsekuensi kegagalan itu penting atau kritis [11]. [12] menemukan bahwa RCM telah digunakan sejak awal munculnya di industri penerbangan pada tahun 1960-an untuk mengurangi biaya pemeliharaan pesawat.

*Systematic Literature Review* (SLR) adalah suatu metode yang ketat untuk menyusun dan menyintesis bukti dari berbagai studi untuk menghasilkan tinjauan keseluruhan yang lebih besar daripada sejumlah bagian [13]. Tujuan SLR adalah meninjau literatur yang memiliki variabel independen dan dependen dengan cakupan studi yang spesifik tentang suatu hal. Studi harus menghasilkan hasil khusus untuk tujuan ulasan. Pertimbangan penting ketika mengusulkan SLR adalah ini belum pernah dibuat sebelumnya atau SLR sebelumnya sudah dibuat lebih dari 5 tahun yang lalu. Kesimpulan untuk SLR berisi hasil pembuktian atau pengakuan mengenai batas - batas tinjauan, sehingga tidak ada klaim yang dibuat di luar ruang lingkup bukti.

PICO adalah alat untuk membantu dalam pembuatan SLR untuk menentukan ruang lingkup, kriteria kelayakan, dan istilah pencarian untuk peninjauan. PICO adalah akronim dari *Population, Intervention, Control, dan Outcome*.

1. *Population*: Kumpulan sampel yang dipelajari.
2. *Intervention*: Perlakuan atau aktivitas lain yang sedang diselidiki.

3. *Control*: Perbandingan

4. *Outcome*: Hasil dari paparan yang dipelajari.

Salah satu pembeda tinjauan sistematis dari tinjauan naratif adalah spesifikasi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria kelayakan harus sesuai dengan logika tujuan peninjauan. Dalam beberapa kasus, kriteria inklusi dan eksklusi disajikan sebagai final tahap proses penyaringan literatur. Kriteria inklusi adalah studi yang mengeksplorasi tema SLR sedangkan kriteria eksklusi adalah studi yang mengeksplorasi aspek selain dari tema SLR.

### III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan literatur sistematis (*Systematic Literature Review*) yang melibatkan beberapa kegiatan seperti menentukan strategi pencarian data dan/atau sumber informasi, melakukan seleksi studi berdasarkan penilaian kualitas sesuai dengan kriteria eligibilitas dan instrumen penilaian kualitas, serta melakukan sintesis dan ekstraksi data [14, 15]. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian literature adalah "Perawatan Mesin", "Pemeliharaan Mesin", "*Reliability Centered Maintenance*", dan "Keandalan". Untuk mendapatkan literature yang relevan, pencarian dilakukan melalui Google Scholar dan Dimensions. Kedua sumber informasi ini digunakan untuk mencari literature yang sesuai dengan topik penelitian.

Dalam penelitian ini, terdapat kriteria eligibilitas yang digunakan untuk memilih literature yang akan diikutsertakan. Kriteria inklusi meliputi artikel ilmiah yang dipublikasikan antara tahun 2018 hingga 2022, literature dalam bentuk artikel ilmiah yang dimuat dalam jurnal atau prosiding, artikel ilmiah yang ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris, serta pembahasan artikel ilmiah yang membahas pemeliharaan mesin dengan metode RCM dan penggunaan nilai keandalan untuk menentukan interval pemeliharaan. Kriteria eksklusi meliputi artikel ilmiah yang dipublikasikan sebelum tahun 2018, artikel ilmiah tanpa akses terbuka, dan artikel ilmiah yang tidak dapat diakses full text. Penelitian ini juga menggunakan metode PICO (*Population/Problem, Intervention, Comparison, Outcomes*) untuk membatasi ruang lingkup penelitian, dengan populasi pemeliharaan berbasis keandalan menggunakan metode RCM, intervensi berupa pemeliharaan mesin untuk meningkatkan nilai keandalan mesin atau komponen kritis, tanpa adanya perbandingan, dan *outcome* berupa interval pemeliharaan mesin atau komponen kritis.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian kualitas literature dan ekstraksi data yang telah dilakukan, diketahui dari delapan (8) *literature* yang terdiri dari dua (2) *literature* dari *Google Scholar* dan enam (6) *literature* dari *Dimensions*. Secara umum pemeliharaan mesin dengan metode RCM adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk menjaga dan memperbaiki suatu fasilitas hingga mencapai kondisi yang dapat diterima. Fasilitas artinya seluruh aset yang dimiliki dan kondisi yang dapat diterima artinya sesuai dengan standar operasional aset tersebut. Pemeliharaan meliputi perbaikan, penggantian, pembersihan, penyetelan, dan pemeriksaan fasilitas [4]. Pemeliharaan bertujuan untuk menghindari terjadinya kerusakan mesin saat berproduksi, menjamin ketersediaan dan keandalan secara ekonomis dan teknis, memperpanjang usia kegunaan fasilitas, serta menjamin keselamatan, kesehatan, dan keamanan kerja (K3) pengguna.

*Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah penerapan metode terstruktur untuk membuat strategi pemeliharaan terbaik untuk sistem atau peralatan tertentu [16]. Ebeling (2010) mendefinisikan keandalan sebagai kemungkinan sistem (komponen) dapat berfungsi selama periode waktu tertentu. Menurut Anderson dan Neri (1990) RCM adalah suatu metodologi untuk mengidentifikasi pemeliharaan preventif yang mewujudkan keandalan asli peralatan dengan pengeluaran minimum. RCM berfokus ke fungsi utama dari peralatan atau sistem dan menghilangkan tugas pemeliharaan yang tidak perlu. Secara umum, langkah penerapan RCM yaitu. Menentukan mesin kritis dan komponen kritis; Rekapitulasi *Time Between Failure* (TBF) dan atau *Time to Failure* (TTF) serta *Time To Repair* (TTR) dari komponen-komponen kritis. TBF adalah waktu antar kerusakan untuk komponen yang dapat diperbaiki, TTF adalah waktu antar kerusakan untuk komponen yang tidak dapat diperbaiki (saat terjadi kerusakan, dilakukan penggantian komponen), dan TTR adalah waktu yang diperlukan untuk perbaikan kerusakan; Menentukan pola distribusi kerusakan setiap komponen serta uji kesesuaian data; Menghitung nilai *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan atau *Mean time to failure* (MTTF) dan *Mean time to repair* (MTTR); Menghitung nilai keandalan (*reliability*); dan Menentukan interval waktu pemeliharaan.

TABEL 1  
 HASIL TEMUAN MASALAH DARI ARTIKEL ILMIAH PEMELIHARAAN MESIN DENGAN RCM

Nama Peneliti	Judul Jurnal	Tahun	Temuan Masalah
Agustinus Dwi Susanto dan Hery Hamdi Azwir	Perencanaan Perawatan Pada Unit Kompresor Tipe <i>Screw</i> Dengan Metode RCM di Industri Otomotif	2018	PT. Showa Indonesia dalam proses produksinya didukung oleh mesin-mesin, salah satunya mesin kompresor. Jika terjadi kegagalan pada mesin kompresor maka dapat kinerja mesin produksi terganggu bahkan terhenti. Perusahaan ingin mengetahui keandalan mesin untuk memprediksi kemampuannya dalam mendukung proses produksi. Kerusakan dapat terjadi tiba-tiba dan dapat menyebabkan ketidakpastian akan ketersediaan mesin karena adanya kegiatan <i>overhaul</i> dan <i>replacement</i> atau <i>corrective maintenance</i> yang tidak terjadwal yang akan menimbulkan <i>breakdown</i> dan kemacetan atau berhentinya proses produksi.

Nama Peneliti	Judul Jurnal	Tahun	Temuan Masalah
Agus Syahabuddin	Analisis Perawatan Mesin Bubut CY-L1640G dengan Metode <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) di PT. Polymindo Permata	2019	Kegiatan perawatan korektif di PT. Polymindo Permata masih sering terjadi. Hal ini disebabkan oleh terjadinya kerusakan pada mesin Sehingga, metode RCM digunakan untuk menentukan tindakan pemeliharaan mesin yang optimal dan interval waktu perawatan pada Mesin Bubut CY-L1640G.
Faisal Mustaqim, Wilson Kosasih dan Ahmad	Pemeliharaan Mesin <i>Hydraulic Shear</i> Menggunakan Pendekatan <i>Reliability Centered Maintenance</i> dan Manajemen Suku Cadang	2020	Perusahaan masih menerapkan <i>run to failure maintenance</i> pada sistem pemeliharaannya yaitu perbaikan setelah mesin atau fasilitas produksi mengalami kerusakan. Kondisi ini memengaruhi produktivitas mesin, karena akan mengalami <i>breakdown</i> tiba-tiba dan menurunkan jumlah rendemen yang didapat perusahaan. Sehingga, ada jadwal pemeliharaan yang tepat pada komponen kritis pada mesin <i>hydraulic shear</i> sehingga tidak terjadi <i>stockout</i> .
Andriani dan Ikhsan Romli	<i>Preventive maintenance</i> pada mesin <i>die casting</i> dengan <i>age replacement model</i> untuk peningkatan reliabilitas mesin.	2020	Pada seksi <i>Die casting</i> ada 20 mesin. Jumlah <i>breakdown</i> yang tinggi dan total <i>downtime</i> yang besar adalah masalah yang terjadi pada <i>die casting division</i> . <i>Downtime</i> yang terjadi adalah kegagalan operasi karena adanya komponen yang rusak, sehingga menyebabkan mesin harus berhenti beroperasi. Sistem pemeliharaan mesin yang diterapkan masih <i>corrective maintenance</i> sehingga berdampak pada rendahnya nilai <i>reliability</i> dan <i>availability</i> dari mesin ini.
Rifqi Fauzi dan Cahyono Sigit Pramudyo	<i>Reliability Analysis for Rotary Feeder 561 BF 1 at PT Semen Bosowa Banyuwangi</i>	2020	PT. Semen Bosowa Banyuwangi. adalah produsen dalam produksi semen. Dalam produksi semen ada mesin utama yang berfungsi untuk mencampur bahan baku semen menjadi debu semen. Komponen yang paling sering rusak adalah <i>rotary feeder 561 BF1</i> dengan frekuensi kerusakan paling tinggi.
Alfian Muhtadi dan Etik Pupitasari	Penentuan Interval Waktu Perawatan Mesin <i>Injection Moulding</i> menggunakan Metode RCM di PT "X"	2021	PT "X" adalah perusahaan industri plastik. Salah satu produksi plastik di PT "X" menggunakan mesin pencetak plastik yang mencetak plastik sesuai kebutuhan pelanggan. Mengingat pentingnya fungsi dari mesin tersebut, diperlukan metode perawatan yang tepat untuk menjaga keandalan dari peralatan dan juga mengurangi <i>downtime</i> yang pada mesin pencetak plastik tersebut.
P. A. Wicaksono dkk.	<i>Production Machine Maintenance System Design Using Reliability Centered Maintenance</i>	2021	Salah satu indikator peningkatan produksi adalah tingkat keandalan mesin yang ditentukan oleh pemeliharaan mesin yang efektif dan efisien. Studi kasus di Perusahaan XYZ menunjukkan perusahaan masih memiliki jumlah <i>downtime</i> yang melebihi <i>benchmark</i> ideal 3% sehingga memerlukan penentuan interval pemeliharaan komponen kritis.
Joan Deva Putra Mahendra	<i>Preventive Maintenance</i> Mesin <i>FBB Can Body Maker</i> dengan Metode RCM di PT. IMCP	2022	Mesin <i>FBB Can Body Maker</i> di PT. IMCP seringkali mengalami kerusakan dan mengakibatkan mesin berhenti bekerja ( <i>downtime</i> ) saat proses produksi dan menyebabkan kerugian untuk perusahaan karena waktu efektivitas produksi yang terbuang. Efektivitas produksi yang baik perlu didukung dengan adanya manajemen perawatan serta penentuan perawatan yang tepat, maka dari itu diperlukan langkah efektif dalam pemeliharaan mesin untuk mengatasi dan mencegah terjadinya kerusakan komponen pada mesin tersebut dengan menggunakan metode <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM).

Tabel 1 menunjukkan bahwa judul penelitian dalam artikel ilmiah tersebut berkaitan dengan pemeliharaan mesin dengan metode RCM. Artikel ilmiah dipublikasikan dengan rentang tahun terbit 2019 sampai 2022 ini memiliki kesamaan permasalahan dalam setiap penelitiannya, yaitu perusahaan yang masih menggunakan pemeliharaan korektif dalam sistem pemeliharaannya, mesin memiliki banyak jumlah *downtime*, dan memerlukan jadwal pemeliharaan guna meningkatkan keandalan.

Data tabel di atas menggambarkan beberapa penelitian terkait metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dalam pemeliharaan mesin industri. Secara umum, penelitian tersebut menunjukkan kecenderungan perusahaan dalam menerapkan pendekatan pemeliharaan yang reaktif atau '*run to failure*', yang berarti perbaikan hanya dilakukan setelah kerusakan terjadi. Pendekatan ini berpotensi menyebabkan *downtime* yang tidak terduga dan berakibat negatif pada produktivitas.

Penerapan metode RCM menonjol sebagai solusi yang efektif untuk permasalahan ini. Seluruh penelitian menekankan kegunaan metode ini dalam menjadwalkan pemeliharaan secara teratur, yang pada gilirannya dapat mencegah kegagalan mesin yang tiba-tiba dan meminimalkan *downtime*. RCM juga berperan penting dalam menentukan interval waktu perawatan yang optimal dan metode pemeliharaan yang tepat, sehingga dapat meningkatkan keandalan dan efisiensi mesin.

Namun, data tersebut juga menunjukkan bahwa terdapat permasalahan spesifik pada jenis mesin atau peralatan tertentu, seperti pada mesin kompresor PT. Showa Indonesia dan Mesin Bubut CY-L1640G di PT. Polymindo Permata.

Pengetahuan tentang masalah-masalah spesifik ini bisa membantu dalam merumuskan solusi yang lebih tepat dan efektif. Kesimpulannya, data ini menegaskan pentingnya menerapkan strategi pemeliharaan yang efektif, seperti RCM, dalam industri manufaktur untuk meningkatkan produktivitas dan profitabilitas perusahaan.

Berdasarkan temuan ini, diketahui bahwa mesin-mesin yang memiliki jumlah *downtime* yang banyak perlu diperbaiki lagi sistem pemeliharaannya. Interval pemeliharaan sebagai bentuk *preventive maintenance* diperlukan dalam sistem pemeliharaan sehingga keandalan komponen dan mesin kritis dapat naik sehingga sistem pemeliharaan menjadi efektif dan efisien. Hasil penelitian pada artikel ilmiah tersebut terdapat pada tabel 2 berikut.

TABEL II  
 HASIL PENELITIAN DARI ARTIKEL ILMIAH PEMELIHARAAN MESIN DENGAN RCM

Nama Peneliti	Judul Jurnal	Tahun	Hasil Penelitian
Agustinus Dwi Susanto dan Hery Hamdi Azwir	Perencanaan Perawatan Pada Unit Kompresor Tipe <i>Screw</i> Dengan Metode RCM di Industri Otomotif	2018	Keandalan komponen kritis dengan MTTF masing-masing adalah. 1. Kompresor 4: <i>Motor drive</i> 51.65% menjadi 59.46%. 2. Kompresor 5: <i>V-Belt</i> 41% menjadi 61.77%. 3. Kompresor 5: <i>Separator</i> 44.27% menjadi 75.85%. 4. Kompresor 6: <i>V-Belt</i> 50% menjadi 72.44%. 5. Kompresor 6: <i>Separator</i> 47.87% menjadi 56.16%. 6. Kompresor 8: <i>Screw</i> 44.18% menjadi 45.13%. 7. Kompresor 8: <i>V-Belt</i> 40.78% menjadi 43.39%. 8. Kompresor 10: <i>Motor Fan</i> 47.67% menjadi 48.64%. 9. Kompresor 16: <i>Suction Regulating Valve</i> 50% menjadi 73.64%. 10. Kompresor 16: <i>Separator</i> 50% menjadi 86.13%. 11. Kompresor 16: <i>Piping Cooling</i> 53.24% menjadi 58.34%.
Agus Syahabuddin	Analisis Perawatan Mesin Bubut CY-L1640G dengan Metode <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) di PT. Polymindo Permata	2019	Nilai keandalan mesin bubut CY-L1640G adalah 50.66%. Usulan interval pemeliharaan pada komponen <i>electric system</i> dalam rentang 255.07 jam atau 32 hari kerja dengan tindakan <i>condition monitoring, unpredictable failure</i> dengan <i>corrective maintenance</i> , dan kerusakan karena usia dilakukan penggantian terjadwal.
Faisal Mustaqim, Wilson Kosasih dan Ahmad	Pemeliharaan Mesin <i>Hydraulic Shear</i> Menggunakan Pendekatan <i>Reliability Centered Maintenance</i> dan Manajemen Suku Cadang	2020	Interval waktu penggantian pencegahan optimal yakni setiap 154 jam untuk komponen <i>oil seal</i> , 242 jam untuk komponen <i>shear blade</i> , dan 324 jam untuk komponen <i>oil hydraulic hose (1/2")</i> . Peningkatan keandalan dapat dilakukan dengan cara pemeliharaan pencegahan, karena mampu meningkatkan umur pakai komponen.
Andriani dan Ikhsan Romli	<i>Preventive maintenance</i> pada mesin <i>die casting</i> dengan age <i>replacement model</i> untuk peningkatan reliabilitas mesin.	2020	Komponen kritisnya adalah <i>Ladle</i> dengan MTTF 107.883 jam dengan keandalan 30.37%. Lalu, keandalan dengan <i>preventive maintenance</i> saat MTTF naik menjadi 56.88% dengan interval perbaikan setiap 90 jam.
Rifqi Fauzi dan Cahyono Sigit Pramudyo	<i>Reliability Analysis for Rotary Feeder 561 BF 1 at PT Semen Bosowa Banyuwangi</i>	2020	Keandalan setelah 240 jam adalah 99.33%, sementara keandalan saat 1920 jam adalah 60.48%. Sehingga, interval perbaikan adalah setiap 240 jam untuk mencapai keandalan 99%.
Alfian Muhtadi dan Etik Pupitasari	Penentuan Interval Waktu Perawatan Mesin <i>Injection Moulding</i> menggunakan Metode RCM di PT "X"	2021	Penentuan interval waktu perawatan yang dilakukan berupa <i>preventive maintenance</i> , ketika nilai keandalan mencapai 0,9 pada waktu tertentu maka akan dilakukan perawatan untuk mesin <i>Injection Moulding</i> dengan mesin MJM-JLB198-H.Q setiap 12 jam dan mesin VICTOR setiap 4 jam. Komponen <i>mould</i> ketika keandalan 0.5 pada waktu tertentu, <i>mould</i> pada <i>injection moulding</i> MJM-JLB198-H.Q tiap 96 jam dan <i>mould</i> VICTOR tiap 72 jam.
P. A. Wicaksono dkk.	<i>Production Machine Maintenance System Design Using Reliability Centered Maintenance</i>	2021	Nilai keandalan komponen kritis: 1. <i>NC Fault</i> 53.5% menjadi 84.7% dan interval pemeliharaan 96 jam. 2. <i>D-Link Fault</i> 41% menjadi 84% dan interval pemeliharaan 48 jam. 3. <i>Machine Won't Process</i> 33% menjadi 85.7% dan interval pemeliharaan 192 jam 4. <i>Clamp/Unclamp Fault</i> 45.2% menjadi 84.2% dan interval pemeliharaan 528 jam. <i>Master On Dead</i> 50.4% menjadi 81.2% dan interval

Nama Peneliti	Judul Jurnal	Tahun	Hasil Penelitian
			pemeliharaan 729 jam.
Joan Deva Putra Mahendra	<i>Preventive Maintenance Mesin FBB Can Body Maker dengan Metode RCM di PT. IMCP</i>	2022	Nilai keandalan komponen kritis: 1. <i>Dok magazine</i> 36.58% 2. <i>Welding</i> 31.74% 3. <i>Forming</i> 23.5% Keandalan yang ditentukan 60%, maka interval pemeliharaan <i>dok magazine</i> 53.81 jam, <i>welding</i> 33.2 jam, dan <i>forming</i> 37.25 jam.

Penelitian-penelitian yang disajikan dalam tabel ini menunjukkan pentingnya pemeliharaan dalam industri manufaktur, terutama untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi mesin. Para peneliti menggunakan berbagai metode, seperti *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan pemeliharaan pencegahan, untuk mencapai tujuan ini. Sebagai contoh, Agustinus Dwi Susanto dan Hery Hamdi Azwir menerapkan metode RCM pada unit kompresor tipe screw di industri otomotif dan berhasil meningkatkan keandalan berbagai komponen kritis. Di lain pihak, Agus Syahabuddin mengidentifikasi interval pemeliharaan optimal untuk komponen sistem listrik mesin bubut CY-L1640G di PT. Polymindo Permata. Faisal Mustaqim, Wilson Kosasih dan Ahmad juga menggunakan metode serupa pada mesin *hydraulic shear*, mengidentifikasi interval waktu penggantian pencegahan optimal untuk komponen yang berbeda.

Beberapa kasus lain, peneliti menerapkan model perawatan pencegahan, seperti Andriani dan Ikhsan Romli yang melakukan studi pada mesin die casting, dan menunjukkan bahwa pemeliharaan pencegahan dapat meningkatkan keandalan mesin. Alfian Muhtadi dan Etik Pupitasari juga melakukan pendekatan serupa pada mesin Injection Moulding di PT "X", menentukan interval waktu perawatan berdasarkan titik di mana nilai keandalan mencapai 0,9. Secara keseluruhan, penelitian-penelitian ini menunjukkan bahwa pemeliharaan mesin yang tepat waktu dan terstruktur dapat secara signifikan meningkatkan keandalan dan umur pakai mesin dalam berbagai konteks industri. Dengan demikian, pemeliharaan berbasis data dan berbasis waktu seperti yang ditunjukkan dalam penelitian ini harus menjadi prioritas dalam pengelolaan operasional manufaktur.

Pada Tabel 2 di atas, diketahui bahwa hasil penelitian pemeliharaan mesin dengan metode RCM dapat menentukan interval pemeliharaan komponen kritis dan dapat mengetahui nilai keandalan komponen kritis pada mesin kritis. Sehingga, kualitas sistem pemeliharaan dapat ditingkatkan dengan mengetahui nilai keandalan dan menentukan jadwal *preventive maintenance* yang tepat. Artikel ilmiah dengan jenis penelitian *systematic literature review* (SLR) seperti artikel ilmiah Peran *Digital Health* untuk Manajemen Penanganan Pandemi COVID-19 di Indonesia : *Systematic Literature Review* merangkum dan menjelaskan hasil temuan masalah dan pembahasan beberapa artikel ilmiah dengan topik serupa [17]. SLR dapat memudahkan pembaca dalam mencari beberapa referensi tentang suatu topik dalam satu artikel ilmiah sekaligus.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan kajian dari delapan literatur yang diambil dari Google Scholar dan Dimensions, metode Reliability Centered Maintenance (RCM) memiliki peran penting dalam meningkatkan efisiensi dan keandalan mesin di industri manufaktur. RCM menawarkan solusi efektif terhadap pendekatan pemeliharaan 'run to failure' yang sering diterapkan oleh banyak industri, dengan memungkinkan pemeliharaan dijadwalkan secara teratur untuk mencegah kegagalan mesin tiba-tiba dan meminimalkan downtime. Penerapan RCM telah terbukti sukses dalam berbagai studi kasus. Namun, pemahaman mendalam tentang masalah spesifik terkait jenis mesin atau peralatan tertentu diperlukan untuk merumuskan solusi yang lebih tepat dan efektif. Sehingga, penelitian ini menegaskan pentingnya strategi pemeliharaan efektif seperti RCM dalam industri manufaktur untuk meningkatkan produktivitas dan profitabilitas perusahaan.

## VI. SARAN

Adapun saran untuk penelitian dan implementasi di masa mendatang meliputi penggunaan *Big Data* dan analisis prediktif dalam RCM, memanfaatkan teknologi baru seperti *Internet of Things* (IoT), serta realitas virtual dan augmented reality dalam proses pemeliharaan. Lebih lanjut, penelitian masa depan sebaiknya melibatkan lebih banyak studi kasus dari berbagai industri untuk memahami lebih baik efektivitas dan tantangan implementasi RCM. Penting juga untuk mengeksplorasi pemeliharaan berbasis risiko sebagai cara untuk memprioritaskan upaya pemeliharaan berdasarkan risiko kerusakan. Terakhir, peningkatan dalam pelatihan dan edukasi terkait RCM dianggap penting agar metode ini dapat diimplementasikan dengan efektif oleh tenaga kerja.

## REFERENSI

- [1] D. C. Sari, H. Pranoto, E. P. Berutu, and E. S. Sitepu, "Model Struktural Kompetensi Industri 4.0 dengan Social Intelligence sebagai Variabel Intervening," *INOBIS J. Inov. Bisnis dan Manaj. Indones.*, vol. 4, no. 4, pp. 532–547, 2021.
- [2] M. Akhadi, *Sentuhan Teknik Nuklir dalam Aktivitas Industri*. Sleman: Dee Publish, 2019.
- [3] A. D. Susanto and H. H. Azwir, "Perencanaan Perawatan Pada Unit Kompresor Tipe Screw dengan Metode RCM di Industri Otomotif," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 17, no. 1, pp. 21–35, 2018, doi: 10.23917/jiti.v17i1.5380.
- [4] M. Arsyad and A. Z. Sultan, *Manajemen Perawatan*. Sleman: Dee Publish, 2018.
- [5] H. N. Siregar and S. Munthe, "Analisa Perawatan Mesin Digester dengan Metode Reliability Centered Maintenance pada PTPN II Pagar Merbau," *Jime (Journal Ind. Manuf. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 87–94, 2019.
- [6] A. Syahabuddin, "Analisis Perawatan Mesin Bubut CY-L1640G dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di PT. Polymindo Permata," *JITMI (Jurnal Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 2, no. 1, pp. 27–36, 2019, doi: 10.32493/jitmi.v2i1.y2019.p27-36.
- [7] M. I. Syam, C. Hadiyan, and T. Hardi, "Analisa Perbaikan Manajemen Perawatan Dengan Metode Reliability Centered Maintenance Bagian Cnc Wirecut di PT X," *J. Penelit. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–30, 2020, doi: 10.51999/jpti.v1i1.3.
- [8] C. E. Ebeling, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*, 2nd ed. Long Grove: Waveland Press, Inc., 2010. doi: 10.1080/00224065.1999.11979954.
- [9] N. Bloom, *Reliability Centered Maintenance (RCM) : Implementation Made Simple*. New York: McGraw Hill Professional, 2006.
- [10] J. M. Moubray, "Reliability-Centered Maintenance," 1991.
- [11] W. J. Bergman, "Reliability centered maintenance (RCM) applied to electrical switchgear," 1999 IEEE Power Eng. Soc. Summer Meet. Conf. Proc. (Cat. No.99CH36364), vol. 2, pp. 1164–1167 vol.2, 1999.
- [12] J. Geisbush and S. T. Ariaratnam, "Reliability centered maintenance (RCM): literature review of current industry state of practice," *J. Qual. Maint. Eng.*, 2022.
- [13] E. Purssell and N. McCrae, *How to Perform a Systematic Literature Review: A Guide for Healthcare Researchers, Practitioners, and Students*. Cham: Springer International Publishing, 2020. doi: 10.1007/978-3-030-49672-2.
- [14] E. Supriyadi, J. A. Dahlan, D. Juandi, T. Turmudi, and R. Sugiarni, "Ethnomathematics in Sundanese Culture from Scopus Database: Systematic Literature Review," *Triple S (Journals Math. Educ.*, vol. 5, no. 2, 2022.
- [15] E. Supriyadi, J. A. Dahlan, D. Juandi, T. Turmudi, J. Ginanjar, and R. Sugiarni, "Ethnomathematics and Music Studies from Scopus Database: Systematic Literature Review," *Triple S (Journals of Mathematics Education)*, vol. 5, no. 1, 2022. [Online]. Available: [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=en&user=9WLk9DEAAAAJ&pagesize=100&citation\\_for\\_view=9WLk9DEAAAAJ:L8Ckcad2t8MC](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=9WLk9DEAAAAJ&pagesize=100&citation_for_view=9WLk9DEAAAAJ:L8Ckcad2t8MC)
- [16] J. Baptista, *Industrial Maintenance Techniques, Stories, and Cases*. Boca Raton: CRC Press LCC, 2019.
- [17] R. Andriani and F. Hakam, "Peran Digital Health untuk Manajemen Penanganan Pandemi COVID-19 di Indonesia : Systematic Literature Review," *Indones. Heal. Inf. Manag. J.*, vol. 10, no. 1, pp. 27–40, 2022, doi: 10.47007/inohim.v10i1.398.