

Analisis Perawatan Mesin dengan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* terhadap Mesin *Air Jet Loom (AJL)*

Hanura Dewi Widya Shinta¹⁾, Roaida Yanti²⁾, Qurtubi^{3*)}

^{1,2,3)}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

*Email: qurtubi@uii.ac.id

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 Failue (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 *Reability Centered Maintenance (RCM)*, Perawatan mesin.

1. Pendahuluan

Persaingan yang semakin ketat dalam dunia industri mengharuskan perusahaan untuk selalu meningkatkan produktivitasnya serta melakukan efisiensi pada berbagai aspek (Dwi, Baihaqi & Widodo, 2016). Salah satu aspek yang harus dioptimalkan penggunaannya yaitu mesin produksi. Mesin yang digunakan secara terus-menerus dan berkepanjangan dapat menyebabkan penurunan terhadap kinerja mesin dalam tenggang waktu tertentu. Hal tersebut akan mengganggu proses produksi, timbulnya kecelakaan kerja, dan hal-hal yang dapat membuat kerugian besar didalam perusahaan. Maka penting untuk memastikan bahwa mesin produksi masih beroperasi secara optimal. Untuk menjamin mesin yang dioperasikan dapat optimal, maka diperlukan suatu sistem perawatan mesin (Tarigan, Ginting & Siregar, 2013).

Aktivitas perawatan berperan penting dalam upaya mendukung tetap berjalannya suatu sistem dengan lancar sesuai yang dikehendaki (Asisco, Amar & Rahadian 2012). Seperti yang telah dikemukakan oleh Corder (1992), Perawatan merupakan integrasi berbagai aktivitas guna mempertahankan atau memperbaiki hingga mencapai keadaan barang yang dapat diterima. Dalam perusahaan, perawatan berarti memelihara suatu fasilitas dan mengadakan perbaikan sesuai dengan apa yang direncanakan (Assauri 1993). *Maintenance* atau perawatan menurut Wati (2009) adalah segala kegiatan yang dilakukan baik secara teknik ataupun administratif yang memiliki tujuan untuk selalu menjaga keadaan mesin/peralatan selalu dalam keadaan baik sehingga fungsinya dapat berjalan dengan baik, memiliki tingkat keamanan yang tinggi, lebih efisien dan ekonomis, sehingga akan mengurangi biaya dan meminimalkan terjadinya kerugian yang disebabkan adanya kerusakan mesin.

Salah satu metode untuk menganalisis rencana perawatan mesin yaitu metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*, yang merupakan suatu pendekatan sistematis untuk memilih suatu tindakan supaya aset fisik tetap dalam kondisi optimal seperti harapan penggunaannya (Ahmadi & Hidayah, 2017). RCM menentukan tujuan aktivitas perawatan untuk memastikan sebuah mesin dapat berfungsi secara terus menerus dalam penggunaan secara normal (Dhillon, 2002). RCM

berfokus pada pemeliharaan preventif untuk kegagalan yang kerap terjadi (Widyaningsih, 2011). Adapun tujuan metode RCM (Sayuti, Muhammad & Rifa'i, 2013) yaitu; untuk mewadahi *preventive maintenance* dengan menciptakan desain yang saling berhubungan, mendapatkan sumber sebagai informasi dalam meningkatkan desain yang kurang maksimal dalam segi kehandalan, membentuk PM dan tugasnya demi kembalinya kehandalan dan keamanan level ketika terjadi penurunan kondisi system, dan merealisasikan semua tujuan dengan mengeluarkan biaya yang minimum.

Untuk menganalisis rencana perawatan mesin dengan metode RCM, diperlukan beberapa langkah, yaitu membuat *Functional Block Diagram* (FBD), membuat *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA), membuat *Logic Tree Analysis* (LTA), dan memilih tindakan perawatan (*task selection road map*) yang akan dilakukan. Metode RCM memiliki kelebihan *failure consequence* yakni mengutamakan tindakan utama *preventive maintenance* yaitu mencegah dan meminimalisasi konsekuensi akibat kegagalan yang muncul, sehingga dapat meningkatkan *reliability* dan *safety* dari peralatan-peralatan yang digunakan. Maka penggunaan metode RCM ini diharapkan dapat membantu perusahaan untuk menunjukkan penyebab kegagalan dan akibatnya sehingga perusahaan dapat segera melakukan upaya untuk mencegah terjadinya kegagalan mesin tersebut.

2. Metode

2.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer didapatkan melalui objek yang diteliti. Teknik pengambilan data primer ini yaitu wawancara dan observasi. Wawancara dilakukan dengan proses tanya jawab dengan pihak yang bersangkutan yaitu operator di bagian *maintenance*. Sedangkan observasi atau pengamatan langsung dilakukan terhadap objek penelitian, yaitu dengan menganalisis proses pada mesin *Air Jet Loom* (AJL). Data sekunder didapatkan dari data historis perusahaan. Data sekunder yang digunakan meliputi; Data umum perusahaan, Data mesin dan komponen sistem mesin *Air Jet Loom* (AJL), Data kerusakan pada mesin *Air Jet Loom* (AJL), Data penyebab, mode, dan efek kegagalan yang ditimbulkan.

2.2 Metode RCM

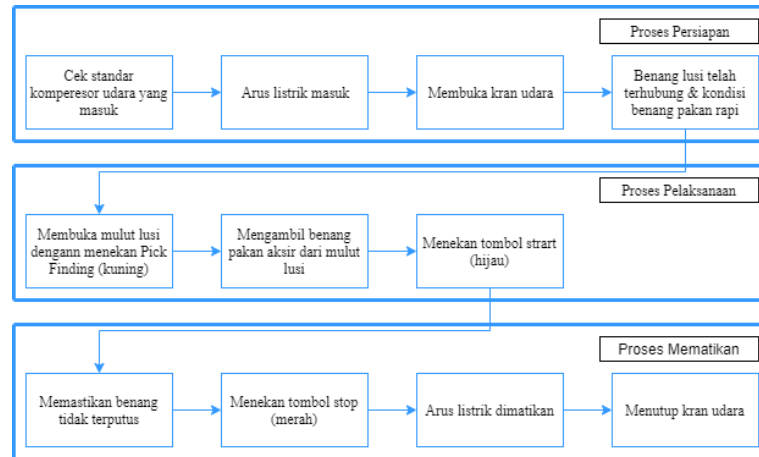
Penelitian ini menggunakan metode RCM yang Fokus utama mesin yang diteliti adalah mesin *Air Jet Loom* (AJL) yang berada di departemen *Weaving*. Metode ini dapat menunjukkan komponen mesin yang memiliki mode kegagalan serta risiko yang ditimbulkan. Metode RCM ini juga mengklasifikasikan jenis kerusakan yang terjadi serta pemilihan tindakan untuk setiap kegagalan. Berikut adalah langkah metode RCM :

1. Pembuatan FBD
2. Pembuatan FMEA
3. Pembuatan LTA
4. Memilih tindakan perawatan (*Task Selection*)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 FBD

FBD dapat memberikan informasi lengkap mengenai sistem dari peralatan yang dianalisis dari awal penggunaan hingga akhir penggunaan mesin. Hasil dari informasi dan analisis kemudian dituangkan kedalam *Functional Block Diagram* (FBD) yang merupakan bentuk diagram lebih sederhana dan menggambarkan fungsi dari sistem mesin AJL dengan urutan operasi. Berikut Gambar 1 FBD dari mesin AJL:



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

3.2 FMEA

FMEA merupakan suatu teknik yang penggunaannya untuk melakukan evaluasi terhadap perancangan sistem dengan cara mengidentifikasi kegagalan yang terjadi dari komponen-komponen sistem dan melakukan analisis konsekuensinya terhadap *reliability* sistem (Smith & Glenn, 2004). Tujuan FMEA adalah untuk mengklasifikasikan adanya kegagalan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) sehingga dapat dilakukan perbaikan (Rahman & Perdana, 2019). Aktivitas didalamnya seperti mengidentifikasi dan menganalisis *failure mode system*, penyebabnya, serta efek yang terjadi akibat kegagalan pada setiap komponen yang tertulis di *worksheet* FMEA. Mode kegagalan (*failure mode*) yang dimaksud adalah suatu kondisi yang dapat menyebabkan terjadinya kegagalan fungsional (Denur, Hakim, Hasan & Rahmad, 2017). Hal itu memudahkan dalam menganalisis komponen apa saja yang menjadi komponen kritis yang memiliki nilai *downtime* tertinggi atau nilai RPN terbesar dan seberapa besar pengaruhnya terhadap sistem, sehingga dapat menentukan perawatan yang tepat terhadap komponen-komponen kritis. Untuk RPN dapat dihitung menggunakan rumus:

$$RPN = Severity * Occurrence * Detection$$

Adapun penyusun RPN terdiri dari komponen-komponen berikut ini:

- Severity* (S)
Severity berguna untuk menunjukkan efek buruk yang terjadi karena adanya kegagalan. Dampak dilihat dari tingkat kerusakan alat, lamanya *downtime* dan seberapa parah cedera yang dialami operator.
- Occurrence* (O)
Occurrence merupakan suatu penilaian dengan memberikan tingkatan dari suatu sebab kerusakan yang terjadi secara mekanis dari peralatan yang diteliti. Dari tingkatan tersebut dapat diketahui kemungkinan dan tingkat seringnya terjadi kerusakan.
- Detection* (D)
Detection adalah tingkat kemampuan dalam mengendalikan kegagalan yang terjadi.

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

No	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Penyebab	Efek	S	O	D	RPN
1	Connecting Rood	Meneruskan penggerak rem kamran	Connecting Rood patah	Tegangan yang didapatkan	Mesin AJL berhenti, sambungan lusi putus	8	7	4	224

No	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Penyebab	Efek	S	O	D	RPN
				dari kamran terlalu berat					
			<i>Ball Bearing</i> Aus	<i>Spare part</i> sudah lama	Mesin AJL berhenti	8	5	4	160
2	Kamran	Membuat mulut lusi	Terjadi kerusakan pada Kamran (jebol)	Baut pada kamran sudah aus	Mesin AJL berhenti	8	8	4	256
3	<i>Board Prewender</i>	Menjalankan putaran pada mesin	Terjadi kebakaran pada <i>board prewender</i>	Konsleting listrik	Mesin AJL berhenti	8	2	3	48
4	<i>Pick Winding</i>	Penggerak <i>slow motion</i> (gerakan lambat) pada mesin	<i>Pick Winding</i> rusak	Terjadi kebakaran pada <i>spul</i>	Mesin AJL berhenti	8	2	3	48
5	<i>Selvedge</i>	Membuat anyaman pada pinggiran kain	<i>Selvedge</i> patah/putus, Klem aus	Baut pada <i>Wayer Rood</i> putus	Pinggiran kain jebol/tidak teranyam dengan sempurna	6	3	4	72
6	<i>Locker Arm</i>	Penggerak komponen Kamran	<i>Locker Arm</i> patah	<i>Spare part</i> sudah lama	Mesin AJL berhenti	8	6	4	192
7	<i>Ancer</i>	Berada didalam Kamran, yang mengatur	Ancer patah	Baut pada Ancer sudah aus. <i>Spare part</i> sudah harus diganti	Mesin AJL berhenti	8	7	4	224

No	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Penyebab	Efek	S	O	D	RPN
		naik turunnya lusi							
8	<i>Brike Coil</i>	Sebagai alat pengereman pada mesin	Tekanan pada <i>Brake Angel</i> tinggi	<i>Spring</i> pada <i>Brike Coil</i> putus. Komponen terkena oli	Anyaman pada kain tebal/mempuk	5	2	4	40
9	<i>Wayer Rood</i>	Menggerakkan <i>Selvedge</i> ke kiri dan ke kanan agar gerakannya sama	<i>Wayer Rood</i> putus	Beban yang diberikan kepada <i>Wayer Rood</i> terlalu besar	Pinggiran kain jebol/tidak teranyam dengan sempurna	5	3	3	45
10	<i>Came</i>	Menentukan anyaman pada kain	Derajat pada <i>Came</i> bergeser	Baut pada <i>Came</i> atau kendor	Kain cacat	5	3	3	45
11	<i>Belt Motor</i>	Sebagai penggerak mesin	<i>Belt Motor</i> putus/aus	<i>Spare part</i> sudah lama	Mesin AJL berhenti. Berpengaruh pada tebal tipisnya kain	5	6	2	60
12	<i>Brake Angel</i>	Sebagai pengereman mesin	<i>Brake Angel</i> tidak berfungsi/putus	<i>Spare part</i> sudah lama	Mesin AJL berhenti	8	4	3	96
13	<i>Belt Take Up</i>	Menggulung kain	<i>Belt Take Up</i> putus	<i>Spare part</i> sudah lama/aus	Mesin AJL berhenti	8	6	3	144

No	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Penyebab	Efek	S	O	D	RPN
14	<i>Felling Detector</i>	Menganalisis pakan pendek dan panjang	<i>Felling Detector</i> menipis	<i>Spare part</i> sudah lama/aus	Mesin AJL berhenti	8	2	2	32
15	<i>Motor Cutter Listrik</i>	Memotong pinggiran dengan aliran listrik	<i>Motor Cutter Listrik</i> tidak berfungsi	Konsleting listrik	Mesin AJL berhenti	8	2	6	96

Berdasarkan nilai RPN memperlihatkan prioritas dari sebuah komponen yang memiliki risiko paling tinggi dan membutuhkan tindakan perbaikan. Setelah melakukan pengisian pada tabel FMEA *worksheet* dari salah satu komponen mesin AJL, maka dapat ditemukan bahwa mesin yang mengalami kerusakan adalah mesin *Air Jet Loom* (AJL). Komponen mesin AJL yang mengalami kerusakan adalah komponen ancer. Komponen ini berfungsi sebagai pengatur naik turunnya lusi. Mode kegagalan dari komponen Ancer adalah komponen Ancer yang patah. Penyebab kegagalannya adalah baut pada Ancer yang sudah aus. Hal ini menyebabkan *spare part* harus diganti. Efek kegagalan yang ditimbulkan adalah mesin AJL berhenti beroperasi dengan tingkat *severity*: 8 (mesin telah berhenti atau tidak dioperasikan, karena kehilangan fungsi utamanya), tingkat *occurrence*: 7 (kerusakan mesin terjadi agak tinggi), dan tingkat *detection*: 4 (perawatan preventive yang memiliki kemungkinan moderate highly dalam menganalisis sumber potensial kegagalan dan mode kegagalannya). Sehingga didapat nilai RPN sebesar 224.

3.3 LTA

LTA terdiri dari informasi berupa nama dari kegagalan fungsi, fungsi dari komponen dan mode kerusakannya, komponen yang mengalami kegagalan, serta analisis tingkat kritis dari kegagalannya. Tujuannya yaitu mengklasifikasikan *failure* agar mengetahui tingkat prioritas penanganan berdasarkan masing-masing kategori. Hasil dari LTA ditunjukkan pada tabel 2.

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 rem kamran	<i>Connecting Rood</i> patah	Y	N	Y	B
			<i>Ball Bearing</i> Aus	Y	N	Y	B
2	<i>Kamran</i>	Membuat mulut lusi	Terjadi kerusakan pada Kamran (jebol)	Y	N	Y	B

No	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Analisis Tingkat Kritis			
				<i>Evident</i>	<i>Safety</i>	<i>Outage</i>	<i>Category</i>
3	<i>Board Prewender</i>	Menjalankan putaran pada mesin	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 komponen amran	<i>Locker Arm</i> patah	Y	N	Y	B
7	<i>Ancer</i>	Berada didalam Kamran, yang mengatur naik 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 kiri dan ke kanan agar 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 penggerak mesin	<i>Belt Motor</i> putus/aus	Y	N	N	C

No	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Analisis Tingkat Kritis			
				Evident	Safety	Outage	Category
12	<i>Brake Angel</i>	Sebagai pengereman mesin	<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>Motor Cutter Listrik</i>	Memotong pinggir dengan aliran listrik	<i>Motor Cutter Listrik</i> tidak berfungsi	Y	N	N	C

Berdasarkan tabel 2, dapat diketahui adanya salah satu komponen yang mengalami kerusakan yaitu *Connecting Rood* pada mesin AJL. *Connecting Rood* pada mesin AJL memiliki fungsi untuk meneruskan penggerak rem kamran. Mode kegagalan dari komponen *Connecting Rood* adalah patah atau *Ball Bearing* Aus. Analisis kekritisan (mode kegagalan) yang diperoleh sebagai berikut :

1. *Evident* (apakah saat keadaan normal operator bisa mengetahui adanya suatu kegagalan?) = **Yes**
2. *Safety* (apakah kegagalan yang terjadi dapat membahayakan keselamatan kerja?) = **No**
3. *Outage* (apakah mode kegagalan tersebut dapat menyebabkan sebagian atau bahkan keseluruhan sistem terhenti?) = **Yes**
4. *Category: B (Outage problem)*, Dimana kegagalan yang terjadi pada komponen membuat sistem kerja pada komponen tersebut terhenti. Hal ini memengaruhi rencana operasional, memengaruhi kualitas dan kuantitas dari produk, dan membuat penambahan *cost*.

3.4 Task Selection

Pemilihan tindakan perawatan didapatkan dari jawaban *selection task* yang disesuaikan dengan *road map* pemilihan tindakan. Setelah melakukan pengisian pada tabel *Task Selection* dari salah satu komponen mesin AJL ditemukan adanya komponen yang mengalami kerusakan yakni komponen *Pick winding* pada mesin AJL. Fungsi komponen *Pick winding* pada mesin AJL adalah sebagai penggerak *slow motion* (gerakan lambat) pada mesin. Mode kegagalannya adalah kerusakan komponen *Pick Winding*. Untuk mode kerusakannya (*Selection guide*) sebagai berikut:

- a. Apakah hubungan antara kerusakan dengan *age reliability* dapat diketahui? = **Yes**
- b. Apakah aktivitas TD bisa digunakan? = **Yes**
- c. Apakah aktivitas CD bisa digunakan? = **Yes**
- d. Apakah termasuk dalam mode kerusakan? = **No**
- e. Apakah aktivitas FF dapat digunakan? = **Yes**
- f. Apakah tindakan yang dipilih efektif? = **Yes**

g. Bisakah desain dari modifikasi dapat menghilangkan mode kegagalan dan efeknya? = –
Selection task : FF (*finding failure*) yaitu kegiatan perawatan yang bertujuan untuk mendapati kerusakan-kerusakan yang tersembunyi dengan melakukan pemeriksaan secara berkala.

3.5 Penentuan Komponen Kritis

Komponen kritis didapatkan FMEA berdasarkan nilai RPN paling tinggi, yaitu komponen Kamran dengan nilai RPN sebesar 256.

4. Simpulan

Dari hasil FMEA, didapat 16 *mode* kegagalan yang terjadi pada mesin Air Jet Loom (AJL). Berdasarkan kebijakan perawatan yang didapat dari hasil task selection, pada masing – masing komponen mesin AJL terdapat 12 komponen yang dapat diatasi secara *condition direct* (CD) yaitu perawatan yang dilakukan dengan mengamati, memeriksa, dan memantau sejumlah data secara berkala. Serta 4 komponen mesin AJL lainnya yang dapat ditangani dengan cara *Finding Failue* (FF), yaitu perawatan dengan melakukan pemeriksaan secara berkala untuk menemukan adanya kerusakan pada komponen yang tersembunyi.

Komponen kritis diperoleh dari hasil FMEA dengan nilai tertinggi, pada kesimpulan sebelumnya telah dijelaskan bahwa komponen Kamran merupakan komponen dengan nilai RPN tertinggi sebesar 256. Nilai ini menggambarkan bahwa komponen Kamran mengalami kegagalan yang harus ditangani akibat terjadinya *downtime* yang paling besar diantara komponen lainnya. Penelitian selanjutnya, dapat menganalisa mengenai biaya kecelakaan sekaligus agar perusahaan dapat mengetahui kerugian-kerugiannya.

Daftar Pustaka

- Ahmadi, N., & Hidayah, N.Y. (2017) Analisis Pemeliharaan Mesin *Blowmould* dengan Metode RCM Di PT. CCAI. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 16 (2), pp. 167-176.
- Assauri, S. (1993). *Manajemen Produksi dan Operasi, Edisi 4*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia: Jakarta.
- Asisco, H., Amar, K., Rahadian, Y. P. (2012). Usulan Perencanaan Perawatan Mesin Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) DI PT. Perkebunan Nusantara VII (PERSERO) Unit Usaha Sungai Niru Kab.Muara Enim. *Kaunia*, 8 (2), 78-98.
- Corder, A. (1992). *Teknik Manajemen Pemeliharaan, ter, K. Hadi*. Jakarta: Erlangga.
- Denur., Hakim, L., Hasan, I., Rahmad, S. (2017). Penerapan Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Mesin Ripple Mill. *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 4(1).
- Dhillon, B. S. (2002). *Engineering Maintenance "A Modern Approach"*. New York: CRC Process LLC.
- Dwi, I., Baihaqi, i., & Widodo, E. (2016). Pengembangan Model Klasifikasi Inventory Dengan Mempertimbangkan Component Commonality. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXIV Program Studi MMT-ITS*.
- Rahman, A., & Perdana, S. (2019). Analisis Produktivitas Mesin Percetakan Perfect Binding Dengan Metode OEE dan FMEA. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 7 (1), 34 – 42.
- Sayuti, M., Muhammad, & Rifa'i, M. S. (2013). Evaluasi Manajemen Perawatan Mesin Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* Pada PT. Z. *Malikussaleh Industrial Engineering*, 2 (1), 9-13.
- Shinta, H.D.W., 2020. Analisis Perawatan Mesin dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Terhadap Mesin Air Jet Loom (AJL) di Departemen Weaving PT XYZ. Laporan Kerja Praktek, Jurusan Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia

- Smith, A.M., & Glenn. R.H. (2004). *RCM–Gateway to World Class Maintenance*. Elsevier Inc: London.
- Tarigan, P., Ginting, E., & Siregar, E. (2013). Perawatan Mesin Secara *Preventive Maintenance* Dengan Modularity Design pada PT. RXZ. *e-Jurnal Teknik Industri FT USU*, 3(3), 35-39.
- Wati, C. L. (2009). Usulan Perbaikan Efektifitas Mesin Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness Sebagai Dasar Penerapan Total Productive Maintenance di PT WIKA. Skripsi tidak diterbitkan. Medan: Program Diploma IV Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Widyaningsih, S.A. (2011). Perancangan Penjadwalan Pemeliharaan pada Mesin Produksi Bahan Bangunan Untuk Meningkatkan Keandalan Mesin dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). *Skripsi Fakultas Teknik – Universitas Indonesia* : Depok.