

USULAN PERENCANAAN PERAWATAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM) DI PT. DJABESMEN

Muhamad Fahrurroji¹, Dene Herwanto², Asep Erik Nugraha³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. HS Ronggowaluyo Telukjambe Timur Karawang
E-mail : fahrurroji.yuniar@gmail.com

ABSTRACT

Problems that occur in the production machine at PT. Djabesmen is the frequent occurrence of machine failures that cause low machine reliability. The purpose of this study is to find out what causes the high breakdown rate in the Royal Board division of PT. Djabesmen, minimizing breakdowns in the Main machine unit, as well as recommending the right type of maintenance task for the machine components being examined. In this study, the analytical method used is Reliability Centered Maintenance (RCM), which is a maintenance analysis method used to determine critical components and improve maintenance systems that focus on increasing machine reliability. The results of this study indicate that in the main machine unit there are 15 failure modes belonging to category B, 5 failure modes belonging to category C, and 24 modes belonging to category D/B. In the selection of maintenance actions, 23 failure modes use task condition directed, 15 failure modes use task finding failure and the other 6 failure modes use task run to failure.

Keywords: Maintenance; Reliability; RCM; Failure

ABSTRAK

Permasalahan yang terjadi pada mesin produksi di PT. Djabesmen adalah seringnya terjadi kegagalan mesin yang menyebabkan rendahnya kehandalan mesin. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui apa saja yang menyebabkan tingginya angka breakdown di divisi Royal Board PT. Djabesmen, meminimumkan terjadinya breakdown pada unit Main machine, serta rekomendasi jenis tindakan perawatan (maintenance task) yang tepat untuk komponen mesin yang di teliti. Pada penelitian ini metode analisis yang digunakan adalah Reliability Centered Maintenance (RCM), yaitu metode analisis pemeliharaan yang digunakan untuk menentukan komponen kritis dan memperbaiki sistem pemeliharaan yang berfokus untuk meningkatkan kehandalan mesin. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pada unit main machine terdapat 15 mode kegagalan tergolong kedalam kategori B, 5 mode kegagalan tergolong kategori C, dan 24 mode tergolong kedalam kategori D/B. Dalam pemilihan tindakan perawatan, 23 mode kegagalan menggunakan task condition directed, 15 mode kegagalan menggunakan task finding failure dan 6 mode kegagalan lainnya menggunakan task run to failure.

Kata Kunci: Perawatan; Reliabilitas; RCM; Kegagalan

PENDAHULUAN

Berbagai merk papan silikat telah muncul dari beberapa tahun lalu salah satunya adalah Royal Board (RB). RB merupakan pengembangan usaha dari PT. Djabesmen di bidang papan silikat. Produk yang

dihasilkan RB ada 2 jenis yaitu berbentuk papan (lembaran) dan plank (pinggiran). (Produk dan Aplikasi Royal Board, 2016)

Permintaan pasar terhadap produk Roal Board (RB) sebagai alternatif pengganti kayu ini setiap tahun terus meningkat. Semakin tingginya permintaan terhadap produk RB ini harus didukung dengan keandalan mesin sehingga produktivitas tetap terjaga. Namun saat ini, tingkat kerusakan fasilitas produksi yang mengakibatkan berhentinya proses produksi masih cukup tinggi.

Sejak awal dibentuknya divisi Royal Board di PT. Djabesmen hingga saat ini permasalahan breakdown masih sangat sering terjadi. Persentase rata-rata breakdown divisi Royal Board pada tahun 2018 mencapai 20.15% (8060 menit / 134.3 jam). Hal tersebut tidak sesuai dengan target maksimum yang ditetapkan perusahaan yaitu di angka 6.8% (2720 menit / 45.3 jam). Tingginya angka *breakdown* tersebut sangat menghambat jalannya proses produksi dan berdampak pada menurunnya tingkat produktifitas.

Pada saat dilakukan penelitian, PT. Djabesmen menerapkan sistem pemeliharaan *corrective maintenance*, yaitu melakukan perbaikan pada saat terjadi kerusakan, dan *periodic maintenance* yaitu perawatan yang dijadwalkan setiap sepuluh hari sekali dilakukan pemeliharaan mesin dan lingkungan pabrik secara keseluruhan.

Sistem produksi pada perusahaan ini menganut sistem produksi kontinyu, yaitu suatu metode produksi dimana proses berlangsung secara terus menerus tanpa terhenti, sehingga jika terjadi kerusakan mesin pada salah satu unit mesin produksi maka akan menghambat jalannya proses produksi.

Dari beberapa metode perawatan mesin peneliti mencoba mengusulkan sistem perawatan mesin menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* untuk mengurangi terjadinya breakdown. Penurunan breakdown dilakukan dengan cara memperbaharui sistem maintenance dengan menggunakan perencanaan pemeliharaan RCM.

METODE PENELITIAN

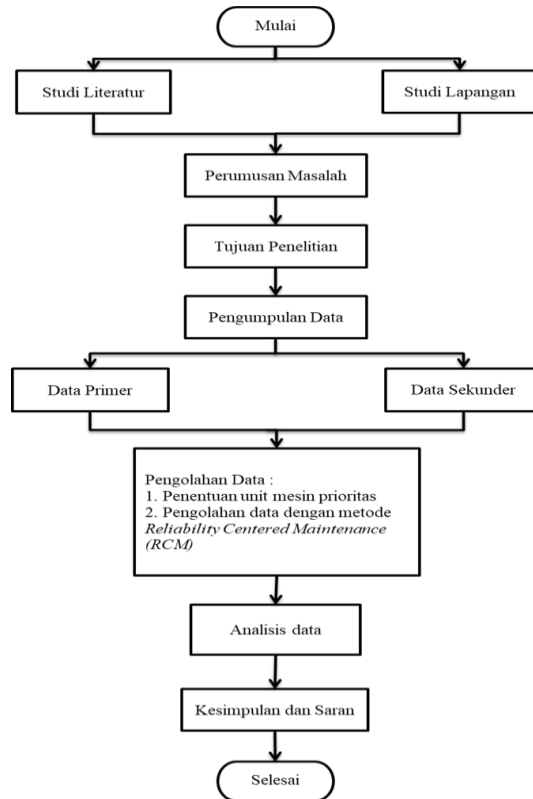
Kerangka Penelitian

Metode RCM dipilih oleh peneliti karena dirasa cocok untuk menangani permasalahan tingginya angka breakdown dikarenakan sistem perawatan yang digunakan adalah *Corrective Maintenance* dan *Periodic Maintenance* yang dilaksanakan setiap sepuluh hari sekali.

Metode penelitian ini dimulai dengan mempelajari unit Main Machine sebagai objek penelitian. Setelah diketahui sistem dan prinsip kerja pada mesin maka dilakukan identifikasi komponen serta melakukan analisis pada komponen kritis dan pemilihan tindakan yang tepat.

Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian dibuat agar dalam penelitian yang dilaksanakan tidak ada langkah yang dilewati sehingga tujuan penelitian tercapai secara sistematis. Pembuatan metodologi penelitian disesuaikan dengan permasalahan yang akan diselesaikan. Berikut adalah tahapan-tahapan penelitian yang digambarkan oleh bagan alir (flowchart).



Gambar 1. Diagram Alir (Flowchart) Tahapan Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian dalam Tugas Akhir ini dilaksanakan di PT. Djabesmen divisi Royal Board Cikarang, Jawa Barat, Indonesia.

Objek Penelitian

Objek penelitian yang diamati adalah komponen kritis pada mesin produksi papan silikat Royal Board yang memiliki frekuensi kerusakan terbanyak.

Tahap Pendahuluan

Tahap ini dilakukan dengan cara melakukan studi pendahuluan, menentukan permasalahan yang akan dibahas dan mencari sumber literatur yang berkaitan serta data yang diperlukan.

Tahap Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah data sekunder, yaitu:

1. Data mesin dan komponennya
2. Data lama perbaikan dan waktu kerusakan
3. Data breakdown dan rincian permasalahan yang terjadi

Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data yang diinginkan maka selanjutnya dilakukan pengolahan data, yaitu:

1. Menentukan unit mesin kritis dari mesin RB2 berdasarkan data kerusakan mesin RB2 periode Januari – Desember 2018
2. Selanjutnya menggunakan metode Reliability Centere Maintenance (RCM), ada tujuh tahapan yang digunakan dalam metode RCM, yaitu:
 - a. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi
 - b. Definisi Batasan Sistem
 - c. Deskripsi Sistem dan Blok Diagram Fungsi
 - d. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi
 - e. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

- f. Logic Tree Analysis (LTA)
- g. Pemilihan Tindakan

HASIL DAN PEMBAHASAN

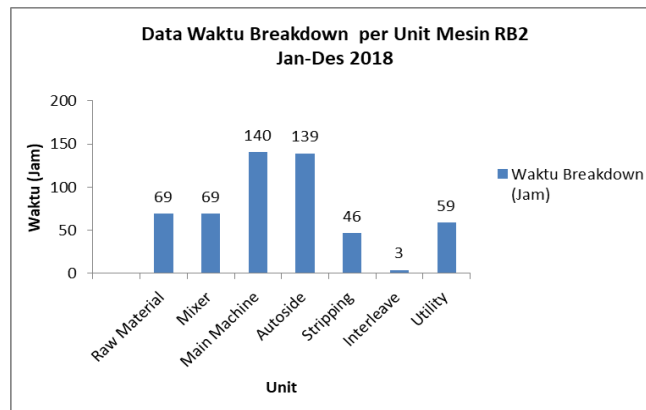
Proses produksi Royal Board merupakan proses produksi continue, yaitu suatu metode proses produksi dimana proses berlangsung secara terus menerus tanpa terhenti dan menggunakan sistem yang terotomatisasi dengan bantuan PLC (Programmable Logic Control). Proses produksi selama periode Januari - Desember 2018 tentunya tidak selalu berjalan lancar, sering terdapat kendala yang mengganggu berjalannya proses produksi. Salah satu kendala yang terjadi, yaitu breakdown. Tabel 1 menunjukkan bahwa pada periode tersebut, breakdown paling sering terjadi pada unit Main Machine yaitu sebanyak 74 kali atau 140 jam.

Tabel 1. Breakdown mesin RB2 periode Juli 2017 – Juni 2018

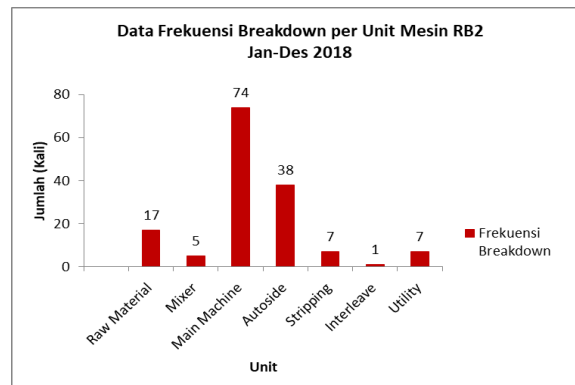
Unit	Waktu Breakdown (Jam)	Frekuensi Breakdown
Raw Material	69	17
Mixer	69	5
Main Machine	140	74
Autoside	139	38
Stripping	46	7
Interleave	3	1
Utility	59	7

Pengolahan Data Reliability Centered Maintenance (RCM) Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Sistem yang dipilih pada penelitian ini adalah sistem kerja unit main machine, sebagai mesin kritis dengan angka breakdown dan frekuensi breakdown tertinggi berdasarkan data breakdown mesin RB2 periode Januari-Desember 2018. Mesin ini merupakan mesin utama pencetak papan RB dengan tingkat kerusakan diluar jadwal perawatan yang tinggi.



Gambar 2. Histogram data waktu Breakdown Mesin RB2



Gambar 3. Histogram data waktu *Breakdown* Mesin RB2

Definisi Batasan Sistem

Untuk menghindari tumpang tindih data maka penelitian ini dibatasi hanya pada unit main machine yang terdiri dari 7 sub sistem, yaitu :

1. Headbox
2. Roll Main Machine
3. Vacuum Dry Cleaning
4. Sprayer
5. Back Water Pump
6. Main Drive
7. Forming Drum

Deskripsi Sistem dan Blok Diagram fungsi

Deskripsi sistem berfungsi untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai unit main machine. Setelah memahami sistem kerja unit main machine dibuatlah *System Work Breakdown Structure* (SWBS) sehingga dapat diketahui komponen-komponen dari tiap sub sistem. SWBS digunakan untuk mempermudah penelusuran peralatan yang digunakan. Sedangkan Blok diagram fungsi (*Function Block Diagram*) digunakan untuk mengetahui hubungan antar sub sistem yang terkait.

Berdasarkan pengolahan data dari 7 sub sistem unit main machine terdapat 27 komponen yang diteliti.

Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

Tabel 2 menunjukkan deskripsi fungsi dan kegagalan fungsi dari setiap sub sistem unit main machine. Deskripsi fungsi memperlihatkan proses bekerja sesuai dengan yang diharapkan, sedangkan kegagalan fungsi memperlihatkan proses tidak bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

Tabel 2. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

Kode	Sub Sistem	Kode	Komponen	Function	FF No.	Functional Failure
A	Head Box	A.1	Dandy Roll	Pengatur kerataan <i>slurry</i> pada kain <i>felt</i>	1	Roll tidak berputar
					2	Putaran <i>dandy roll</i> bersuara kasar
		A.2	Gearmotor Dandy Roll	Penggerak Dandy Roll	1	Gearmotor tidak berputar
					2	Gearmotor bersuara kasar
		A.3	Roll Agitator	Pengaduk <i>slurry</i> pada <i>Headbox</i>	1	Roll tidak berputar
					2	Putaran <i>roll agitator</i> bersuara kasar
A.4	Gearmotor Roll Agitator	Penggerak Roll Agitator	1	Gearmotor tidak berputar		
			2	Gearmotor bersuara kasar		
A.5	Roll Screw	Mekruskan serat-serat pada <i>slurry</i>	1	Roll tidak berputar		
			2	Putaran <i>roll screw</i> bersuara kasar		
A.6	Gearmotor Roll Screw	Penggerak Roll Screw	1	Gearmotor tidak berputar		
			2	Gearmotor bersuara kasar		
B	Roll Main Machine	B.1	Roll Pengencang Felt	Mengatur <i>tension</i> kain <i>felt</i>	1	Roll tidak berputar
					2	Kain <i>felt</i> kendur
		B.2	Roll Spiral	Membuka pori-pori kain <i>felt</i>	1	Roll tidak berputar
					2	Putaran <i>roll</i> bersuara kasar
		B.3	Roll Tambahan	Penghantar putaran kain <i>felt</i>	1	Roll tidak berputar
					2	Putaran <i>roll</i> bersuara kasar
C	Vacuum Dry Cleaning	C.1	Pompa Vacuum	Penghasil hisapan <i>vacuum</i> untuk mengeringkan <i>green sheet</i>	1	Pompa tidak berputar
					2	Pompa bersuara kasar
		C.2	Motor Pompa Vacuum	Penggerak pompa <i>vacuum</i>	1	Motor tidak berputar
					2	Motor bersuara kasar
C.3	Pulley	Meneruskan daya (transmisi) dari motor ke pompa	1	Putaran <i>pulley</i> goyang		
			2	<i>V-belt</i> slip		
C.4	V-Belt	Penghubung <i>pulley</i> motor ke <i>pulley</i> pompa	1	<i>V-belt</i> putus		
			2	<i>V-belt</i> putus		
D	Sprayer	D.1	Booster Pump	Pompa untuk menstabilkan tekanan air untuk <i>sprayer</i>	1	Pompa tidak berputar
					2	Pompa bersuara kasar
		D.2	Motor Booster Pump	Sebagai penggerak <i>Booster pump</i>	1	Motor tidak berputar
					2	Motor bersuara kasar
D.3	Tire Coupling	Meneruskan daya (transmisi) dari motor ke pompa	1	<i>Tire coupling</i> sobek		
			2	<i>Tire coupling</i> sobek		
E	Back Water Pump	E.1	Pompa	Pompa untuk mentransfer air sisa proses main machine	1	Pompa tidak berputar
					2	Pompa bersuara kasar
		E.2	Motor Pompa	Sebagai penggerak <i>Back Water Pump</i>	1	Motor tidak berputar
					2	Motor bersuara kasar
E.3	Pulley	Meneruskan daya (transmisi) dari motor ke pompa	1	Putaran <i>pulley</i> goyang		
			2	<i>V-belt</i> slip		
E.4	V-Belt	Penghubung <i>pulley</i> motor ke <i>pulley</i> pompa	1	<i>V-belt</i> putus		
			2	<i>V-belt</i> putus		
F	Main Drive	F.1	Roll Main Drive	Penggerak <i>forming drum</i> dan kain <i>felt</i>	1	Roll tidak berputar
					2	Putaran <i>roll main drive</i> bersuara kasar
		F.2	Motor Main Drive	Penggerak <i>gearbox</i> main drive	1	Motor tidak berputar
					2	Motor bersuara kasar
F.3	Gearbox Main Drive	Penggerak <i>roll main drive</i>	1	<i>Gearbox</i> tidak berputar		
			2	<i>Gearbox</i> bersuara kasar		
F.4	Coupling	Penghubung antara motor dengan <i>gearbox</i> main drive	1	Coupling Aus		
G	Forming Drum	G.1	Roll Forming Drum	Pencetak <i>green sheet</i> sehingga memiliki ketebalan yang diinginkan	1	Roll tidak berputar
					2	Putaran <i>roll FD</i> bersuara kasar
		G.2	Air Cylinder Cutter Forming Drum	Penggerak buka tutup <i>cutter forming drum</i>	1	<i>Air cylinder</i> macet
G.3	Cutter Forming Drum	Media pemotong <i>green sheet</i> setelah mencapai ketebalan yang diinginkan	1	<i>Cutter FD</i> tidak rata		

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Tahap berikutnya adalah penyusunan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk setiap komponen yang sering mengalami kegagalan. Melalui FMEA didapatkan hasil penilaian RPN yang digunakan untuk mengetahui komponen kritis dari sebuah mesin. Penilaian pada FMEA terdiri dari *saverity*, *occurance*, dan *detection*. Nilai RPN didapatkan dengan mengalikan nilai *saverity*, *occurance*, dan *detection*. Pengisian nilai *severity*, *occurance*, dan *detection*.

Berdasarkan proses analisis FMEA dari 44 kegagalan fungsional yang mungkin terjadi, seluruh mode kegagalan tersebut dianalisis mengenai mode kegagalan yang terjadi, penyebab kegagalan, akibat dari mode kegagalan yang terjadi, dan juga keputusan untuk melanjutkan analisis pada tahap logic tree analysis (LTA) atau tidak. Mode kegagalan akan dianalisis lebih lanjut pada tahap LTA apabila mode kegagalan menimbulkan akibat yang mempengaruhi kinerja sistem.

Logic Tree Analysis (LTA)

Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA) bertujuan untuk mengklasifikasikan failure mode ke dalam beberapa kategori sehingga nantinya dapat ditentukan prioritas dalam penanganan masing-masing failure mode berdasarkan kategorinya. Penilaian *evident*, *safety*, *outage* dan penentuan *category* pada tabel 3 merupakan hasil diskusi dengan pihak produksi mesin RB2 PT. Djabesmen.

Proses analisis LTA dilakukan melalui diskusi dengan pihak produksi mesin RB2. Setelah dilakukan proses analisis menggunakan LTA terdapat 15 mode kegagalan tergolong kedalam kategori B (*Outage Problem*), 5 mode kegagalan tergolong kategori C (*economic problem*), dan 24 mode tergolong kedalam kategori D/B (*Outage problem yang tidak diketahui oleh operator*).

Pemilihan Tindakan

Kebijakan perawatan pada unit main machine yang dihasilkan yaitu 23 mode kegagalan diatasi dengan kebijakan perawatan *Condition Directed* (CD), 15 mode kegagalan diatasi dengan kebijakan perawatan *Finding Failure* (FF) dan 6 mode kegagalan lainnya diatasi dengan kebijakan perawatan *Run To Failure* (RTF).

Analisis Data

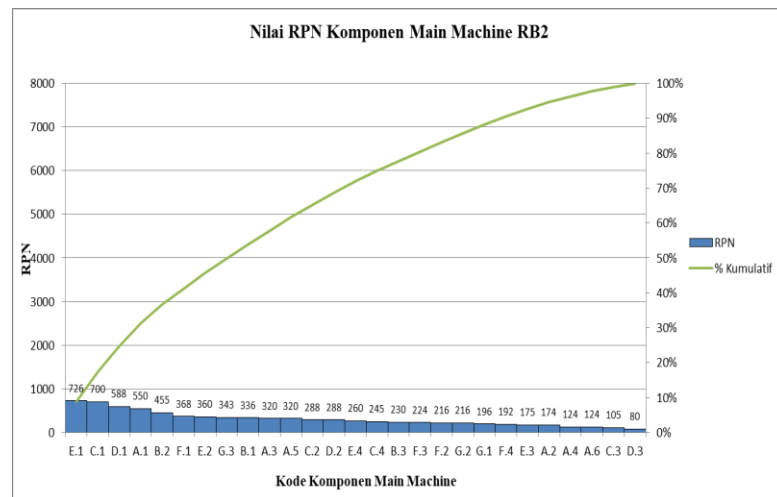
Analisis Komponen Kritis

Berdasarkan perhitungan nilai RPN pada FMEA terdapat beberapa komponen kritis yang menjadi penyebab utama terjadinya kerusakan pada unit Main machine. Penggolongan komponen kritis berdasarkan diagram pareto pada nilai RPN. Tabel 3 menunjukkan daftar nilai RPN untuk masing-masing sub sistem unit Main machine.

Tabel 3. Daftar Nilai RPN Komponen Main Machine

Komponen	Kode	RPN	% Kumulatif
Pompa BWP	E.1	726	9%
Pompa Vacuum	C.1	700	17%
Booster Pump	D.1	588	25%
Dandy Roll	A.1	550	31%
Roll Spiral	B.2	455	37%
Roll Main Drive	F.1	368	41%
Motor Pompa BWP	E.2	360	46%
Cutter Forming Drum	G.3	343	50%
Pengencang Felt	B.1	336	54%
Roll Agitator	A.3	320	58%
Roll Screw	A.5	320	62%
Motor Pompa Vacuum	C.2	288	65%
Motor Booster Pump	D.2	288	69%
V-Belt	E.4	260	72%
V-Belt	C.4	245	75%

Roll Tambahan	B.3	230	78%
Gearbox Main Drive	F.3	224	80%
Motor Main Drive	F.2	216	83%
Air Cylinder Cutter Forming Drum	G.2	216	86%
Roll Forming Drum	G.1	196	88%
Coupling	F.4	192	90%
Pulley	E.3	175	93%
Gearmotor Dandy Roll	A.2	174	95%
Gearmotor Roll Agitator	A.4	124	96%
Gearmotor Roll Screw	A.6	124	98%
Pulley	C.3	105	99%
Tire Coupling	D.3	80	100%



Gambar 4. Diagram Pareto Komponen Main Machine

Pada diagram pareto berlaku aturan yaitu 80% persoalan berasal dari 20% masalah. Maka dari 27 komponen Main Machine yang termasuk komponen kritis dikategorikan pada 20% atau sama dengan 6 komponen. Berdasarkan data pada tabel 5.1 dan gambar 5.1 yang termasuk komponen kritis adalah :

1. Pompa BWP
2. Pompa Vacuum
3. Booster Pump
4. Dandy Roll
5. Roll Spiral
6. Roll Main Drive

Analisis Perbandingan Kebijakan Perawatan

Tabel 4. Perbandingan Kebijakan Perawatan

Komponen	Failure Mode	Task Kebijakan Saat Ini	Task Kebijakan RCM
Dandy Roll	Bearing rusak	TD	CD
	Putaran bearing macet	TD	CD
Gearmotor Dandy Roll	Roda gigi pada gearmotoraus	RTF	FF
	Bearing rusak	R.T.F	FF
Roll Agitator	Bearing rusak	TD	CD
	Putaran bearing macet	TD	CD
Gearmotor Roll Agitator	Roda gigi pada gearmotoraus	RTF	FF
	Bearing rusak	RTF	FF
Roll Screw	Bearing roll rusak	TD	CD
	Putaran bearing macet	TD	CD
Gearmotor Roll Screw	Roda gigi pada gearmotoraus	RTF	FF
	Bearing rusak	RTF	FF
Roll Pengencang Felt	Adjuster roll macet	TD	CD
	Bushing pengencang felt tidak bergerak	TD	CD
Roll Spiral	Bearing roll rusak	TD	CD
	Putaran bearing macet	TD	CD
Roll Tambahan	Bearing roll rusak	TD	CD
	Putaran bearing macet	TD	CD
Pompa Vacuum	Pompa blocking	RTF	FF
	Bearing pompa rusak	RTF	FF
Motor Pompa Vacuum	Motor short	RTF	FF
Pulley	Alur spie pada pulley aus	RTF	FF
V-Belt	V-belt mulur	RTF	TD
	V-belt mengalami fracture	RTF	FF
Booster Pump	Pompa blocking	RTF	FF
	Bearing pompa rusak	RTF	FF
Coupling	Knover coupling aus	RTF	FF
Roll Forming Drum	Bearing roll rusak	TD	CD
	Putaran bearing macet	TD	CD
Air Cylinder Cutter Forming Drum	Air cylinder bocor	RTF	FF
Cutter Forming Drum	Rumah cutter forming drum tidak rata	RTF	FF

Banyaknya perubahan kebijakan perawatan karena dirasa belum cukup efektif untuk dapat mencegah terjadinya kerusakan atau kegagalan. Hal ini berdasarkan pada informasi yang didapat dari departemen *maintenance* mengenai komponen-komponen unit main machine. Komponen-komponen yang digunakan tidak dapat diketahui umur pakainya secara pasti, sehingga perlu dilakukan pengamatan dan pemeriksaan secara berkala.

Tabel 5. Rekapitulasi Perbandingan Kebijakan Perawatan

Task	Kebijakan Saat ini	Kebijakan RCM
Time Directed (TD)	16	2
Condition Directed (CD)	0	16
Finding Failure (FF)	0	26
Run to Failure (RTF)	28	0

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa terjadi perubahan kebijakan perawatan dan terdapat pula kebijakan perawatan yang masih sama. Kebijakan yang paling mencolok terdapat pada perubahan kebijakan *Run to failure* (RTF) yang sama sekali tidak ada pada hasil kebijakan RCM.

Untuk dapat melaksanakan kebijakan perawatan yang diusulkan secara efektif, dimana hampir seluruh mode kegagalan yang terjadi diberikan kebijakan perawatan secara Time Directed (TD) dan Run to Failure (RTF) maka pihak perusahaan sebaiknya menambah jadwal pemeriksaan diluar jadwal yang sudah ada.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian yang dilakukan di PT. Djabesmen adalah tingginya angka breakdown mesin RB2 di PT. Djabesmen disebabkan karena belum tepatnya pemilihan tindakan kebijakan perawatan. Selama periode tahun 2018 breakdown paling sering terjadi pada unit Main Machine yaitu sebanyak 74 kali dengan total waktu 140 jam.

Berdasarkan penelitian RCM yang termasuk pada komponen kritis dari unit main machine adalah sebagai berikut: Pompa BWP, Pompa Vacuum, Booster Pump, Dandy Roll, Roll Spiral, Roll Main Drive . Pemilihan kebijakan perawatan yang dihasilkan dari penelitian dengan metode RCM yaitu Condition Directed (CD), Time Directed (TD), serta Finding Failure (FF). Perubahan kebijakan perawatan diberlakukan dengan cara pengecekan komponen sesuai dengan gejala-gejala yang terjadi. Penambahan jadwal pemeriksaan bisa dilakukan dengan penyusunan checksheet harian bahkan untuk komponen kritis pengecekan dilakukan setiap shift (checksheet shiftly) sehingga gejala kerusakan yang timbul dapat dicegah sejak dini sebelum kerusakan bertambah semakin parah.

DAFTAR PUSTAKA

- Asisco hendro, kifayah amar, Yandra Rahardian Perdana. (2012). *Usulan perencanaan perawatan Mesin Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) PT. Perkebunan Nusantara VII Uunit Usaha Sugai Niru Kab.Muara Enim. Jurnal teknik Vol.VII, No.02.* Yogyakarta,
- Dhillon, B.S. (2002). *Engineering Maintenance: A Modern Approach.* USA: CRC Press LLC
- Ebeling. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering.* McGraw-Hill, Singapore.
- Ir. Denur, MM, Legisnal Hakim, MT, Ir. Indra Hasan, MT, Syahrul Rahmad. 2017. Penerapan Reliability Centered Maintenance (RCM) pada mesin Ripple Mill. *Jurnal Integrasi Sistem Industri Vol 4 No.01. Riau.*
- Kurniawan, F. (2013) *Manajemen Perawatan Industri.* jakarta: Graha Ilmu.
- Pranoto, H. (2015) *Reliability Centered Maintenance.* Jakarta: Mitra Wacana Media.
- S. Assauri (2004). *Manajemen Produksi dan Operasi.* Depok: FEUI.
- Sianturi, D.C., Wisnubroto, P., dan Winarni. (2014). Analisis Metode 5-S dan Metode RCM pada Sistem Maintenance Guna Meningkatkan Keandalan pada Mesin Minami (Studi Kasus PT Betawimas Cemerlang). *Jurnal REKAVASI.* ISSN: 2338-7750.
- Smith, A. M. and Hinchcliffe, G. R. (2004) *Rcm-gateway to world class maintenance, Butterworth Heinemann.*
- V. Gasperz. (2004). *Total Quality Management.* Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Widyaningsih, S. A. (2011). Perancangan Penjadwalan Pemeliharaan Pada Mesin Produksi Bahan Bangunan Untuk Meningkatkan Keandalan Mesin Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM). Depok
- Wahyunugraha, W. H., Alkaff, A. and Gamayanti, N. (2013). Analisis Keandalan Pada Boiler PLTU dengan Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA). *Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1.* Surabaya.
- Kusnadi, Wahyudin, Nugraha Billy (2020). Usulan Kebijakan Pemeliharaan Mesin Untuk Mengurangi Frekuensi Breakdown Menggunakan Reliability Centered Maintenance. *Jurnal Infotekmesin Vol. 11, No.02.* Cilacap.