

ANALISIS FREKUENSI PERBAIKAN PADA PAPER MACHINE UNTUK MENENTUKAN INTERVAL WAKTU PERAWATAN PREVENTIF DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)

Erwin ¹⁾ dan Eduarman Zebua ²⁾

Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung

Jl. Ganesha Boulevard, Lot-A1 CBD Kota Deltamas, Cikarang Pusat, Bekasi

¹⁾erwin.dosen@gmail.com, ²⁾eduarman.zebua20@gmail.com

ABSTRAK

Proses perawatan dan tindakan preventif pada mesin kertas perlu dilakukan kajian yang lebih lanjut karena hal tersebut akan berpengaruh terhadap proses produksi dan *runability* mesin kertas. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komponen kritis pada kegagalan mesin *dryer* dan menentukan tindakan pencegahan yang harus dilakukan dalam perawatan mesin *dryer* serta mengetahui interval waktu perawatan komponen mesin *dryer*. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini dibuat dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). RCM dapat diartikan sebagai sebuah proses yang digunakan dalam menentukan hal apa yang mesti dilakukan untuk perawatan mesin, dimana dalam metodologi RCM terdapat salah satu perhitungan FMEA dalam penentuan komponen kritis pada mesin *dryer*. Berdasarkan pengolahan dan analisis data menggunakan metode RCM, maka dihasilkan interval waktu perawatan preventif pada komponen *dryer*. Adapun hasil yang ditemukan yaitu *drum / cylinder* dengan interval perawatan selama 82.7 jam, untuk komponen *all pipe* dengan interval perawatan selama 91.1 jam, dan untuk komponen *gear* dengan interval perawatan selama 110.7 jam. Implikasi terhadap pabrik perusahaannya mengenai simulasi interval waktu perawatan preventif akan berdampak terhadap peningkatan proses produksi dan *runability* mesin kertas melalui pencegahan dini atas kegagalan-kegagalan mesin yang kerap terjadi.

Kata Kunci : RCM, *Preventive Maintenance*, FMEA

ABSTRACT

The maintenance process and preventive measures on paper machines need to be studied further, this will affect the production process and paper machine performance. This study aims to determine the criticality of the drying machine failure and determine the preventive measures that must be taken in the maintenance of the dryer and determine the time interval for the maintenance of the dryer machine components. To overcome this problem, this research was made using the Reliability Centered Maintenance (RCM) method. RCM can be interpreted as a process used in determining what to do for the machine, wherein in the RCM methodology there is one FMEA calculation in dealing with critical components in the dryer. Based on data processing and analysis using the RCM method, the maintenance time interval results from the maintenance of the dryer component. The results found are drums/cylinders with maintenance intervals of 82.7 hours, components of all pipes with maintenance intervals of 91.1 hours, and gear components with maintenance intervals of 110.7 hours. The implications for the company's factory regarding preventive maintenance intervals will have an impact on improving the production process and performance of paper machines through early prevention of machine failures that often occur.

Keyword : RCM, *Preventive Maintenance*, FMEA

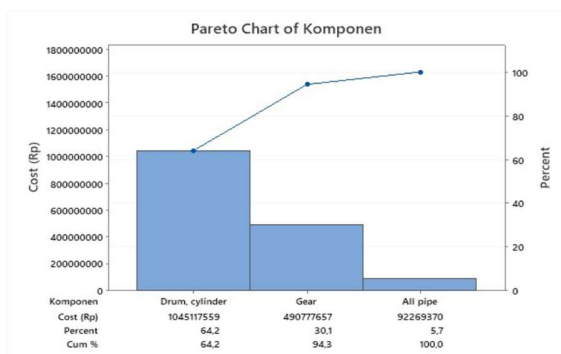
¹⁾*Corresponding author: erwin.dosen@gmail.com; eduarman.zebua20@gmail.com

PENDAHULUAN

Saat ini, industri pulp dan kertas mengalami tingkat persaingan yang tinggi diiringi dengan kemajuan teknologi. Untuk membuat perusahaan menjadi produktif, tetap kompetitif, serta bertahan di pasar global, maka perusahaan perlu meningkatkan dan mengemukakan ide baru dalam mengembangkan keunggulan secara berkesinambungan untuk mendorong keberhasilan dan pertumbuhan berkelanjutan perusahaan dalam jangka yang panjang. Di seluruh dunia banyak perusahaan termasuk pabrik pulp dan kertas yang sudah berpengalaman mengalami banyak masalah dalam menangani kerusakan mesin. Permasalahan yang terjadi menyebabkan hilangnya peluang produksi, perbaikan biaya produksi serta biaya kualitas produk yang mengakibatkan naiknya biaya produksi.

Dalam mengatasi hal tersebut maka dibutuhkan perencanaan perawatan mesin secara terjadwal, dalam hal mengurangi kerusakan mesin secara mendadak. Kegiatan perawatan dilakukan untuk menjaga kondisi peralatan dan komponennya agar siap dioperasikan (Marit,I.Y.; Nursanti, E; Vitasari, P; 2020).

Mesin kertas PPM 2 adalah mesin kertas dengan kapasitas 250.000 TPA (Ton Per Tahun) yang berada disalah satu pabrik pulp dan kertas terbesar di Indonesia. Target efisiensi mesin PPM 2 sebesar 89 %, dengan aktual 85%. Untuk mencapai target efisiensi yang hendak ingin dicapai ialah salah satunya dengan melakukan tindakan pencegahan kegagalan mesin untuk menghindari maupun mengurangi *loss time*. Fenomena industri yang terjadi dalam beberapa bulan terakhir, PPM 2 mengalami banyak masalah kerusakan yang berdampak pada jumlah volume produksi, biaya produksi dan juga menimbulkan biaya perawatan menjadi lebih besar. Berikut adalah grafik yang menunjukkan *cost maintenance* komponen kritis pada mesin *dryer*.



Gambar 1. Diagram *Cost*

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa 3 komponen kritis menyumbang biaya perawatan hingga 1,6 miliar, artinya ketiga komponen ini merupakan komponen yang sangat berpengaruh daripada komponen lainnya terhadap *cost maintenance*. Untuk durasi *loss time* yang dihasilkan akibat kegagalan pada mesin *dryer* mencapai total 244 jam. Berdasarkan data tersebut menyatakan bahwa jumlah kerusakan pada mesin kertas, *cost maintenance dryer* serta *loss time* pada area *dryer* masih menunjukkan angka yang sangat tinggi dengan kondisi jumlah kerusakan yang fluktuatif atau naik turun.

Metode yang digunakan untuk menganalisis permasalahan penelitian ini ialah dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). RCM adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan kebijakan *preventive maintenance* dengan menggunakan *information dan decision worksheet*, atau dengan kata lain metode RCM digunakan untuk menganalisis system untuk mengetahui komponen-komponen yang termasuk dalam kategori kritis (D.S. Dhamayanti *et al*, 2016).

Mean Time to Failure (MTTR) merupakan waktu rata-rata yang diperlukan untuk melakukan perbaikan yang mana waktu tersebut sebagai durasi agregat yang diperlukan untuk memperbaiki mesin atau peralatan dalam waktu yang ditentukan dibagi dengan jumlah pemeliharaan (Y. T. Prasetyo, 2020). Sementara *Mean Time Between Failure* (MTBF) merupakan rata-rata waktu suatu mesin dapat dioperasikan sebelum terjadinya kerusakan. MTBF ini dirumuskan sebagai hasil bagi dari total waktu pengoperasian mesin dibagi dengan jumlah /frekuensi kegagalan pengoperasian mesin karena breakdown. Kedua metode tersebut merupakan bagian dari metode RCM.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis komponen kritis yang menyebabkan kegagalan pada mesin *dryer* serta menganalisis tindakan pencegahan dan menganalisis interval waktu perawatan untuk menghindari kerusakan komponen kritis pada mesin *dryer*.

METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif melalui pendekatan kualitatif dengan mengevaluasi kegagalan pada mesin *dryer* serta melakukan pemberian solusi untuk pemilihan tindakan perawatan yang tepat dan pendekatan kuantitatif yaitu perhitungan waktu interval. Teknik

pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi, wawancara dan penyebaran kuesioner serta melakukan pengambilan data frekuensi perbaikan *mechanical dryer machine component* pada bulan Januari-Desember 2021.

RCM (Reliability Centered Maintenance)

RCM adalah sebuah pendekatan sistematis untuk mengevaluasi sebuah fasilitas dan sumber daya untuk menghasilkan *reliability* yang tinggi dan biaya yang efektif (Noor Ahmadi, 2017). Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah sebuah proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa semua asset fisik terus melakukan apa yang user ingin dilakukan dalam kondisi operasinya saat ini (Pratama dan Prasetyawan, 2014). Menurut (A. Setiawan, Y.M. Kinley, C. Iskandar 2013) Secara umum, langkah – langkah RCM terdiri atas 7 langkah seperti yang dijabarkan berikut :

1. Pemilihan System Dan Pengumpulan Informasi
Pemilihan sistem sebaiknya terlebih dahulu membatasi masalah yang ada, proses analisis RCM dilakukan pada tingkat sistem bukan tingkat komponen. Dari tingkat sistem informasi yang diperoleh lebih jelas mengenai fungsi dan keagalannya.
2. Definisi Batas Sistem
Definisi batasan system dilakukan untuk mengetahui apa yang termasuk dan tidak termasuk kedalam system yang diamati.
3. Deskripsi System dan *Functional Diagram Block* (FDB)
Pendeskripsian system bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendokumentasikan detail penting dari system seperti data historis dari system, cara kerja system bersangkutan, input dan output system, dan sebagainya. FFBD merupakan diagram alir dari aliran fungsional suatu sistem yang dibuat berdasarkan urutan waktu dan langkah demi langkah.
4. Penentuan Fungsi dan Kegagalan Fungsional
Fungsi dapat diartikan sebagai apa yang dilakukan oleh suatu peralatan yang merupakan harapan pengguna. Kegagalan (*failure*) dapat diartikan sebagai ketidakmampuan suatu peralatan untuk memenuhi fungsinya pada performansi standar yang dapat diterima oleh pengguna.
5. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) atau dalam bahasa Indonesia Mode kegagalan dan analisis efek merupakan suatu metode proaktif yang dikembangkan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mencegah kegagalan produk atau proses. FMEA merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan bermacam-macam mode kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen komponen dan menganalisis pengaruh - pengaruhnya terhadap keandalan sistem tersebut.

6. *Logic Tree Analysis* (LTA)
Untuk mengetahui kegagalan yang terlihat atau tersembunyi maka digunakan *Intermediate Decision Tree*, dimana mode kegagalan yang dianalisa dapat dikategorikan kedalam 4 kategori, yaitu kategori A, B, C dan D. Tiga hal penting dalam menentukan prioritas LTA, yaitu :
 - a. Evident yaitu apakah operator mengetahui telah terjadi gangguan pada sistem dalam kondisi normal ?
 - b. Safety yaitu apakah mode kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan ?
 - c. Outage yaitu apakah mode kerusakan ini mengakibatkan seluruh atau sebagian mesin berhenti ?
7. Pemilihan Solusi dan Tindakan Perawatan Perbaikan
Pemilihan tindakan merupakan tahap akhir dari proses RCM. Dari tiap mode kerusakan dibuat daftar tindakan yang efektif untuk dilakukan selanjutnya. Dalam pelaksanaan pemilihan tindakan dapat dilakukan dengan 4 cara, yaitu :
 - a. Time-Directed (TD) adalah perawatan yang diarahkan secara langsung pada pencegahan kegagalan atau kerusakan.
 - b. Condition-Directed (CD) adalah perawatan yang diarahkan pada deteksi kegagalan atau gejala-gejala kerusakan.
 - c. Failure-Finding (FF) adalah perawatan yang diarahkan pada penemuan kegagalan tersembunyi.
 - d. Run-to-Failure (RTF) adalah perawatan yang didasarkan pada pertimbangan untuk menjalankan komponen hingga rusak karena pilihan lain tidak memungkinkan atau tidak menguntungkan dari segi ekonomi.

Interval Waktu Perawatan

Menurut (Taufik, 2015) dalam menentukan interval waktu pemeriksaan komponen berdasarkan waktu produksi yang ada, dilakukan beberapa tahap berikut yaitu:

- Waktu yang dibutuhkan perusahaan untuk pemeriksaan komponen (t_i)
- Jumlah pemeriksaan (k).
1 bulan = 30 hari kerja, 1 hari 24 jam kerja
 $t=30$ hari/bulan \times 24 jam/hari = 720 jam/bulan
 $k = (\text{jumlah kerusakan selama 1 tahun}) / (12 \text{ bulan}) = n / 12$ (2.3)
- Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk perbaikan (μ).
 $1/\mu = \text{MTTR}/t$
- Waktu rata-rata melakukan pemeriksaan (i).
 $1/i = t_i/t$
- Perhitungan frekuensi (n) dan interval pemeriksaan (t/n)
 $n = \sqrt{(k/i/\mu)}$
- Perhitungan nilai downtime
 $D(n) = k/\mu n + 1/I$
- Perhitungan availability
 $A (tp) = 1 - D (tp) \text{ min}$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini merupakan data komponen pada mesin dryer didasarkan dari *manual book* serta wawancara dari pihak mill di unit PPM 2 dan disusun menjadi sub sistem. Data Downtime diambil dalam kondisi mesin sedang berjalan dan mesin benar-benar berhenti yang belum dipisahkan. Berikut data kerusakan komponen mesin *dryer* periode januari 2021 hingga desember 2021.

Tabel 1. Data Perbaikan Komponen *All Pipe*

<i>All pipe (Januari 2021- Desember 2021)</i>			
No.	Mulai	Selesai	Durasi (jam)
1	19-Jan- 2021	19-Jan-2021	24
2	27-Jan-2021	27-Jan-2021	24
3	5-Feb-2021	5-Feb-2021	24
4	15- Feb- 2021	15-feb-2021	24
5	24- Feb-2021	24-Feb-2021	24
6	4-Mar-2021	4-Mar-2021	24
7	13-Mar-2021	13-Mar-2021	24
8	25-Mar-2021	25-Mar-2021	24
9	1-Apr-2021	2-Apr-2021	48
10	9-Apr-2021	9-Apr-2021	24
11	20-Apr-2021	20-Apr-2021	24
12	3-May-2021	3-Mei-2021	24

13	17-May-2021	17-Mei-2021	24
14	26-Mei-2021	26-Mei-2021	24
15	11-Jun-2021	11-Jun-2021	24
16	19-jun-2021	19-jun-2021	24
17	15-Jul-2021	15-Jul-2021	24
18	26-Jul-2021	26-Jul-2021	24
19	9-Aug-2021	9-Aug-2021	24
20	15-Aug-2021	15-Aug-2021	24
21	27-Aug-2021	27-Aug-2021	24
22	9-Sep-2021	11-Sep-2021	72
23	22-Sep-2021	22-Sep-2021	24
24	30-Sep-2021	30-Sep-2021	24
25	8-Okt-2021	8-Okt-2021	24
26	16-Okt-2021	16-Okt-2021	24
27	28-Okt-2021	28-Okt-2021	24
28	10-Nov-2021	10-Nov-2021	24
29	21-Nov-2021	21-Nov-2021	24
30	24-Nov-2021	24-Nov-2021	24
31	2-Des-2021	2-Des-2021	24
32	11-Des-2021	11-Des-2021	24
33	25-Des-2021	25-Des-2021	24
TOTAL			864

(Sumber: PPM 2, 2021)

Tabel 2. Data Perbaikan Komponen Crane

Crane (Januari 2021- Desember 2021)			
No	Mulai	Selesai	Durasi (jam)
1	25-Feb-2021	25-Feb-2021	24
2	27-Apr-2021	27-Apr-2021	24
3	14-Aug-2021	14-Aug-2021	24
TOTAL			72

(Sumber: PPM 2, 2021)

Tabel 3. Data Perbaikan Komponen *Drum/Cylinder*

<i>Drum/Cylinder (Januari 2021- Desember 2021)</i>			
No.	Mulai	Selesai	Durasi (jam)
1	3-Jan-2021	3-Jan-2021	24
2	8-Jan-2021	8-Jan-2021	24
3	19-Jan-2021	19-Jan-2021	24
4	26-Jan-2021	26-Jan-2021	24
5	5-Feb-2021	6-Feb-2021	48
6	10-Feb-2021	10-Feb-2021	24
7	12-Feb-2021	12-Feb-2021	24
8	19-Feb-2021	19-Feb-2021	24
9	3-Mar-2021	3-Mar-2021	24
10	23-Mar-2021	23-Mar-2021	24
11	30-Mar-2021	30-Mar-2021	24
12	2-Apr-2021	2-Apr-2021	24
13	8-Apr-2021	8-Apr-2021	24
14	20-Apr-2021	20-Apr-2021	24
15	28-Apr-2021	28-Apr-2021	24
16	10-May-2021	10-May-2021	24

17	15-May-2021	15-May-2021	24
18	24-May-2021	24-May-2021	24
19	9-Jun-2021	9-Jun-2021	24
20	21-Jun-2021	21-Jun-2021	24
21	30-Jun-2021	30-Jun-2021	24
22	8-Jul-2021	8-Jul-2021	24
23	15-Jul-2021	15-Jul-2021	24
24	21-Jul-2021	21-Jul-2021	24
25	9-Aug-2021	9-Aug-2021	24
26	14-Aug-2021	14-Aug-2021	24
27	26-Aug-2021	26-Aug-2021	24
28	6-Sep-2021	6-Sep-2021	24
29	15-Sep-2021	16-Sep-2021	48
30	27-Sep-2021	28-Sep-2021	48
31	5-Okt-2021	5-Okt-2021	24
32	13-Oct-2021	13-Oct-2021	24
33	21-Oct-2021	22-Oct-2021	48
34	29-Oct-2021	29-Oct-2021	24
35	5-Nov-2021	5-Nov-2021	24
36	11-Nov-2021	11-Nov-2021	24
37	24-Nov-2021	24-Nov-2021	24
38	6-Dec-2021	6-Dec-2021	24
39	20-Dec-2021	20-Dec-2021	24
40	27-Dec-2021	27-Dec-2021	24
TOTAL			1056

(Sumber: PPM 2, 2021)

Tabel 4. Data Perbaikan Komponen Gear
Gear (Januari 2021- Desember 2021)

No.	Mulai	Selesai	Durasi (jam)
1	19-Jan-2021	19-Jan-2021	24
2	25-Jan-2021	25-Jan-2021	24
3	4-Feb-2021	4-Feb-2021	24
4	11-Feb-2021	11-Feb-2021	24
5	10-Mar-2021	10-Mar-2021	24
6	26-Mar-2021	26-Mar-2021	24
7	15-Apr-2021	15-Apr-2021	24
8	3-May-2021	3-May-2021	24
9	10-May-2021	10-May-2021	24
10	1-Jun-2021	1-Jun-2021	24
11	20-Jun-2021	20-Jun-2021	24
12	15-Jul-2021	15-Jul-2021	24
13	4-Aug-2021	4-Aug-2021	24
14	9-Aug-2021	9-Aug-2021	24
15	15-Sep-2021	17-Sep-2021	72
16	23-Sep-2021	24-Sep-2021	48
17	12-Oct-2021	12-Oct-2021	24
18	19-Oct-2021	19-Oct-2021	24
19	20-Oct-2021	20-Oct-2021	24
20	2-Nov-2021	2-Nov-2021	24
21	12-Des-2021	12-Des-2021	24
22	21-Des-2021	21-Des-2021	24

TOTAL	600
-------	-----

(Sumber: PPM 2, 2021)

Tabel 5. Data Perbaikan Komponen Motor
Motor (Januari 2021- Desember 2021)

No.	Mulai	Selesai	Durasi (jam)
1	28-Jan-2021	28-Jan-2021	24
2	21-Oct-2021	21-Oct-2021	24
TOTAL			48

(Sumber: PPM 2, 2021)

Tabel 6. Data Perbaikan Komponen Platform/Handrail

Platform/Handrail (Januari 2021- Desember 2021)

No.	Mulai	Selesai	Durasi (jam)
1	4-Jan-2021	4-Jan-2021	24
2	11-Jan-2021	11-Jan-2021	24
3	22-Jan-2021	22-Jan-2021	24
4	30-Jan-2021	30-Jan-2021	24
5	5-Feb-2021	5-Feb-2021	24
6	13-Feb-2021	14-Feb-2021	48
7	16-Feb-2021	16-Feb-2021	24
8	2-Mar-2021	3-Mar-2021	48
9	8-Mar-2021	9-Mar-2021	48
10	23-Mar-2021	23-Mar-2021	24
11	26-Mar-2021	26-Mar-2021	24
12	30-Mar-2021	30-Mar-2021	24
13	3-Apr-2021	3-Apr-2021	24
14	9-Apr-2021	9-Apr-2021	24
15	20-Apr-2021	20-Apr-2021	24
16	29-Apr-2021	29-Apr-2021	24
17	3-May-2021	3-May-2021	24
18	11-May-2021	11-May-2021	24
19	19-May-2021	19-May-2021	24
20	25-May-2021	25-May-2021	24
21	12-Jun-2021	12-Jun-2021	24
22	22-Jun-2021	22-Jun-2021	24
23	24-Jun-2021	24-Jun-2021	24
24	9-Jul-2021	9-Jul-2021	24
25	18-Jul-2021	18-Jul-2021	24
26	21-Jul-2021	21-Jul-2021	24
27	9-Aug-2021	9-Aug-2021	24
28	22-Aug-2021	22-Aug-2021	24
29	2-Sep-2021	2-Sep-2021	24
30	7-Sep-2021	7-Sep-2021	96

31	16-Sep-2021	16-Sep-2021	48
32	29-Sep-2021	29-Sep-2021	24
33	12-Oct-2021	12-Oct-2021	24
34	14-Oct-2021	14-Oct-2021	24
35	29-Oct-2021	29-Oct-2021	24
36	25-Nov-2021	25-Nov-2021	24
37	1-Dec-2021	1-Dec-2021	24
38	10-Dec-2021	10-Dec-2021	24
39	19-Dec-2021	19-Dec-2021	24
40	26-Dec-2021	26-Dec-2021	24
TOTAL			1128

(Sumber: PPM 2, 2021)

Tabel 7 Data Perbaikan Komponen *Pump*
Pump (Januari 2021- Desember 2021)

No.	Mulai	Selesai	Durasi (jam)
1	2-Jan-2021	2-Jan-2021	24
2	5-Jan-2021	5-Jan-2021	24
3	12-Jan-2021	13-Jan-2021	48
4	25-Jan-2021	25-Feb-2021	24
5	28-Jan-2021	28-Jan-2021	24
6	4-Feb-2021	4-Feb-2021	24
7	25-Feb-2021	25-Feb-2021	24
8	6-Mar-2021	6-Mar-2021	24
9	19-Mar-2021	19-Mar-2021	24
10	11-Apr-2021	11-Apr-2021	24
11	20-Apr-2021	20-Apr-2021	24
12	25-Apr-2021	25-Apr-2021	24
13	2-May-2021	2-May-2021	24
14	30-May-2021	30-May-2021	24
15	14-Jun-2021	14-Jun-2021	24
16	2-Jul-2021	2-Jul-2021	24
17	5-Aug-2021	5-Aug-2021	24
18	9-Aug-2021	9-Aug-2021	24
19	6-Sep-2021	6-Sep-2021	24
20	9-Sep-2021	11-Sep-2021	72
21	16-Sep-2021	16-Sep-2021	24
22	23-Sep-2021	23-Sep-2021	24
23	26-Sep-2021	26-Sep-2021	24
24	13-Oct-2021	13-Oct-2021	24
25	22-Nov-2021	22-Nov-2021	24
26	26-Nov-2021	26-Nov-2021	24
TOTAL			696

(Sumber: PPM 2, 2021)

Tabel 8 Data Perbaikan Komponen *Roll, Canvas*
Roll, Canvas (Januari 2021- Desember 2021)

No.	Mulai	Selesai	Durasi (jam)
1	6-Jan-2021	6-Jan-2021	24
2	25-Jan-2021	25-Jan-2021	24

3	11-Feb-2021	11-Feb-2021	24
4	3-Mar-2021	3-Mar-2021	24
5	12-Mar-2021	12-Mar-2021	24
6	23-Mar-2021	23-Mar-2021	24
7	7-Apr-2021	7-Apr-2021	24
8	12-Apr-2021	12-Apr-2021	24
9	2-May-2021	2-May-2021	24
10	10-May-2021	10-May-2021	24
11	26-May-2021	26-May-2021	24
12	6-Jun-2021	6-Jun-2021	24
13	16-jun-2021	16-jun-2021	24
14	29-Jun-2021	29-Jun-2021	24
15	10-Jul-2021	10-Jul-2021	24
16	19-Jul-2021	19-Jul-2021	24
17	6-Aug-2021	6-Aug-2021	24
18	14-Aug-2021	14-Aug-2021	24
19	1-Sep-2021	1-Sep-2021	24
20	13-Sep-2021	13-Sep-2021	24
21	24-Sep-2021	24-Sep-2021	24
22	14-Aug-2021	14-Aug-2021	24
23	16-Aug-2021	16-Aug-2021	24
24	26-Aug-2021	26-Aug-2021	24
25	30-Aug-2021	30-Aug-2021	24
26	1-Sep-2021	14-Oct-2021	24
27	3-Sep-2021	3-Sep-2021	24
28	13-Sep-2021	22-Oct-2021	48
29	22-Sep-2021	22-Sep-2021	24
30	5-Nov-2021	5-Nov-2021	24
31	12-Nov-2021	12-Nov-2021	24
32	7-Dec-2021	7-Dec-2021	24
33	19-Dec-2021	19-Dec-2021	24
34	30-Dec-2021	30-Dec-2021	24
TOTAL			840

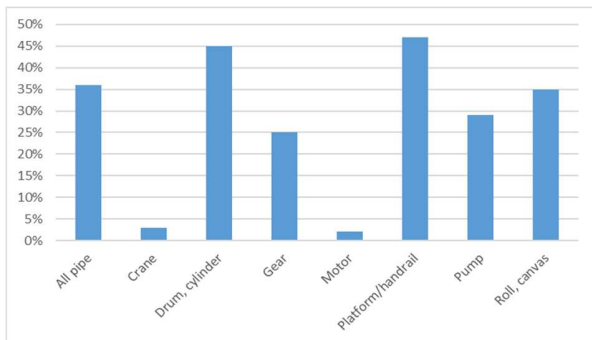
(Sumber: PPM 2, 2021)

Tabel 1 Persentasi Frekuensi Perbaikan Komponen

No	Komponen mesin <i>dryer</i>	Frekuensi perbaikan	% Frekuensi	% Frekuensi kumulatif
	<i>All pipe</i>	36	16%	16%
	<i>Crane</i>	3	2%	18%
	<i>Drum, cylinder</i>	45	20%	38%
	<i>Gear</i>	25	11%	49%
	<i>Motor</i>	2	1%	5%
	<i>Platform/handrail</i>	47	21%	71%
	<i>Pump</i>	29	13%	84%
	<i>Roll, canvas</i>	35	16%	100%
TOTAL		222	100%	100%

(Sumber: PPM 2, 2021)

Dari perhitungan nilai frekuensi diatas maka dapat dituangkan pada grafik sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik Frekuensi Perbaikan Komponen

Berdasarkan diagram diatas, hasil yang di peroleh akan diolah untuk menentukan komponen kritis dengan menggunakan perhitungan FMEA

Pendefinisian Batas System

Kerusakan komponen yang diambil dalam penelitian ini ialah data berdasarkan maintenance sub system mekanik pada mesin dryer. Berdasarkan kerusakan komponen tersebut, sub system terdiri atas:

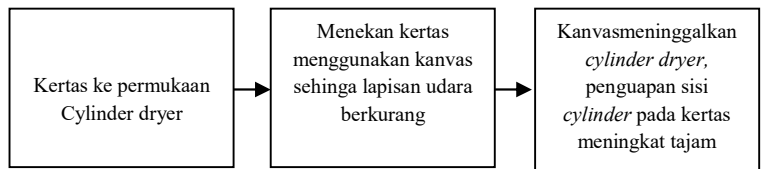
1. Drum/cylinder:
Sub system Drum/Cylinder yaitu *plate rocker, bearing, gear, spring drum, packing man hole cylinder* dan *base rocker drum cylinder*
2. Crane
Sub system crane yaitu *sling crane*.
3. All pipe
aSub system *all pipe* yaitu *pipa steam, holo bar, gate valve* dan *steam trap*
4. Gear

Sub system gear yaitu *coupling motor, bearing, universal joint, idle* dan *shaft drive*.

5. Motor
Sub system motor yaitu *gland packing* dan *bearing*.
6. Platform/Handrail
Sub system platform/handrail yaitu *pulley rope* dan *bearing*.
7. Pump
Sub system pump yaitu *packing gear, bearing, bolt coupling, cooling tower, rubber coupling* dan *pompa separator*.

Deskripsi sistem dan Functional Flow Block Diagram (FFBD)

Suatu sistem dapat dideskripsikan berdasarkan fungsi dari subsistem yang terdapat didalamnya. Fungsi dari mesin *dryer* ialah mengeringkan kertas. *Block diagram* fungsi merupakan suatu diagram yang mengilustrasikan proses dari suatu sistem yang komplit. Berikut adalah *Functional Flow Block Diagram* dari mesin *Dryer*.



Gambar 3. FFBD Mesin Dryer

Pendeskripsian Suatu Sistem dan Kegagalan Fungsi

Penelusuran dan analisis data akan lebih mudah dilakukan dengan pendeskripsian fungsi sistem dan kegagalan fungsi dari komponen mesin *dryer*.

Tabel 10. Fungsi dan Kegagalan Fungsi

No.	Nama Fungsi	Deskripsi Fungsional	Kegagalan Fungsi
1	Drum/cylinder	Media pengering kertas melalui steam/uap panas	Komponen aus, abnormal & korosif
2	Crane	Pengangkat Jumbo roll (hasil produksi kertas)	Komponen aus
3	All pipe	Penyalur media fluida (air,angina, pulp, chemical)	Komponen bocor, aus dan rusak
4	Gear	Penerus putaran dari pompa menuju roll	Komponen aus, abnormal
5	Motor	Alat untuk mengubah energy listrik menjadi energy mekanik	<i>Leaking</i>
6	Platform/handrail	Supporting preventive maintenance/ pengecheckan equipment (safety)	Komponen aus, abnormal
7	Pump	Media pengering kertas melalui steam/uap panas	Komponen bocor, abnormal

Failure Modes and Effect Analyze (FMEA).

Dalam perhitungan ini, data diolah secara pribadi berdasarkan rating yang menggambarkan kerusakan-kerusakan yang terjadi pada komponen *dryer* melalui analisis data kerusakan komponen mesin *dryer* yang ditinjau. Berikut hasil perhitungan RPN dengan keterangan sebagai berikut:

S = Severity.

O = Occurance.

D = Detection

Dengan rumus $RPN = S \times O \times D$.

Tabel 11. FMEA Worksheet

FMEA Worksheet			SISTEM: OPERASI MESIN KERTAS						
			SUB SISTEM: MESIN <i>DRYER</i>						
Part	Function	Potential failure mode	Potential Effect Of Failure	S (1-10)	Potential Cause Of Failure	O (1-10)	Current Control	D (1-10)	RPN
All pipe	Saluran media fluida	Pipa steam bocor	Distribusi aliran tidak lancar, suhu hilang	8	High temperature, korosif	6	Replace components	2	96
		Holo bar <i>dryer</i> aus	Holo bar miring	4	High pressure	5	Pergantian komponen	4	80
		Gate valve steam rusak	Suhu tidak terkontrol	4	Aus, Usia komponen sudah habis	2		3	24
		Steam trap rusak	suhu hilang	4	Tekanan tidak normal, <i>lifetime</i>	2		3	24
TOTAL RPN									224
Cra	Pengangk at roll	Sling crane aus	Posisi Crane miring	8	Beban tidak normal	2	Pengecekan komponen pada crane	2	32
TOTAL RPN									32
Drum/cylinder	Pengerin g kertas	Plate rocker aus	Plat rocker tidak bekerja sempurna	7	Getaran yang kuat	4	Pengecekan secara berkala	4	112
		Bearing aus	Terjadi kemiringan dan gesekan cylinder	8	Lubrikasi yang kurang	5	Mengecek / memantau lubrikasi	5	200
		Gear pecah	Drum berputar tidak teratur	7		4		5	140
		Spring drum rusak	Putaran drum terganggu	7	<i>Lifetime</i> , steam abnormal, getaran	3	Pengecekan secara berkala	2	42
		Packing man hole cylinder rusak	Mengganggu kinerja cylinder	7	Baut longgar, pemasangan tidak tetap,	3	<i>Changing part</i>	2	42
		Base rocker drum cylinder rusak	Drum korosif	2	<i>Life time</i>	4	Check components	1	8
TOTAL RPN									544
Gear	Penerus putaran dari pompa menuju roll	Coupling motor renggang	Putaran terganggu	3	Miss aligment, baut longgar, vibras	5	Dilakukan pengecekan	2	30
		Bearing aus	Posisi <i>gear</i> tidak lurus	8	Usia komponen sudah habis	6	Mengganti komponen	2	96
		Universal joint abnormal	Universal joint berubah bentuk	8	Kurangnya lubrikasi, baut longgar	5	Mengontrol lubrikasi	2	80
		Idle rusak	<i>Gear</i> tidak terkontrol	7	Baut longgar	4	Pengecekan secara berkala	2	56
		Shaft drive rusak		6	Kurangnya lubrikasi, getaran	4	Menggeanti komponen	2	48

TOTAL RPN										310
Motor	Mengubah energy listrik menjadi energy mekanik	Gland packing leaking	Kebocoran	6	Durasi kinerja terlalu lama	4	Dilakukan pengecekan secara berkala	2	48	
		Bearing blow box aus	Blow box tidak lurus	3	Usia komponen sudah kadaluarsa	6	Mengontrol bearing	2	36	
TOTAL RPN										84
Platform/handrail	Support preventif / pengecekan equipment (safety)	Pulley rope abnormal	Posisi katrol tidak lurus	3	Beban tidak normal	6	Dilakukan pengecekan secara berkala	2	36	
		Pulley roll stracher abnormal		3		6		2	36	
		Bearing pulley rope aus	Katrol miring	3	Usia komponen sudah habis	6		2	36	
TOTAL RPN										108
Pump	Memompa fluida dengan pressure	Packing gear bocor	Gear tidak berputar normal	6	Usia komponen sudah habis	2	Pengecekan pump secara rutin	2	24	
		Bearing aus	Terjadi gesekan	3		6		2	36	
		Bolt coupling rusak	Coupling menjadi longgar	3		2		2	12	
		Cooling tower abnormal	Cooler tidak berfungsi	3		2		2	12	
		Rubber coupling rusak	Pump bergetar tidak normal	3		2		2	12	
		Pompa separator abnormal	Tekanan berkurang	6		2		2	24	
TOTAL RPN										120
Roll, Canvas	Pengerin g kertas dengan canvas	Bearing aus	Posisi canvas miring	5	Usia komponen sudah habis	7	Memonitor komponen	2	70	
TOTAL RPN										70

Tabel 2. Total RPN Komponen *Dryer*

No.	Part	Total RPN
1	<i>All pipe</i>	224
2	<i>Crane</i>	32
3	<i>Drum/cylinder</i>	544
4	<i>Gear</i>	310
5	<i>Motor</i>	84
6	<i>Platform/handrail</i>	108
7	<i>Pump</i>	120
8	<i>Roll, canvas</i>	70

Berdasarkan tabel FMEA diatas menunjukkan bahwa nilai total RPN tertinggi terdapat pada 3 komponen yaitu *drum/cylinder* dengan nilai RPN sebesar 544, *all pipe* dengan nilai RPN sebesar 224, dan *gear* dengan nilai RPN sebesar 310. Dari perhitungan FMEA maka selanjutnya dilakukan tindakan menggunakan RCM.

Pengkategorian Komponen Berdasarkan LTA (Logic Tree Analysis)

Metode LTA adalah proses kualitatif yang mengacu kepada hasil wawancara dgn operator lapangan bagian maintenance. Pengkategorian komponen tersebut dilakukan atas pertimbangan berikut:

1. Kategori A (*safety problem*) = kategori ini adalah kategori komponen yang menimbulkan gangguan keselamatan untuk pekerja dn lingkungan. Berdasarkan hasil wawancara tidak ada komponen yang termasuk kepada kategori ini.

2. Kategori B (*Outage problem*) = kategori ini adalah komponen yg mengakibatkan kegagalan pada seluruh atau sebagian sistem. Adapun komponen yang termasuk ialah: *mechanical seal, casing, coupling, shaft, sealing water, bearing, bolts*.
3. Kategori C (*Economic problem*) = kategori yang tidak menimbulkan kegagalan tetapi menimbulkan kerugian untuk perusahaan.

- Berdasarkan hasil wawancara tidak ada komponen yang termasuk kepada kategori ini.
4. Kategori D (*hidden failure*) = kategori yang kegagalan fungsinya tidak disadari oleh operator dan sulit untuk dideteksi karena tersembunyi dari penglihatan operator. Hasil dari wawancara, tidak ditemukan komponen yang termasuk kedalam kategori ini.

Tabel 3. Pengkategorian LTA

Komponen Kritis		Kategori LTA				Nilai RPN
		Kategori A (<i>Safety problem</i>)	Kategori B (<i>Outage problem</i>)	Kategori C (<i>Economic Problem</i>)	Kategori D (<i>Hidden problem</i>)	
<i>Drum/cylinder</i>	<i>Plate rocker.</i>		√			544
	<i>Bearing.</i>		√			
	<i>Gear.</i>		√			
	<i>Spring drum.</i>		√			
	<i>Packing man hole cylinder.</i>		√			
	<i>Base rocker drum cylinder</i>		√			
<i>All pipe</i>	<i>Pipa steam</i>		√			224
	<i>Holo bar</i>		√			
	<i>Gate valve</i>		√			
	<i>Steam trap</i>		√			
<i>Gear</i>	<i>Coupling motor.</i>		√			310
	<i>Bearing.</i>		√			
	<i>Universal joint.</i>		√			
	<i>Idle.</i>		√			
	<i>Shaft drive.</i>		√			

Tabel diatas merupakan tabel yang menunjukkan pengkategorian *logic tree analysis* terhadap 3 komponen kritis pada mesin dryer. Hasil perolehan data yang didapatkan menunjukkan informasi bahwasanya ketiga komponen tersebut masing-masing memiliki kategori B berdasarkan hasil kuisioner dari ketujuh sampel penelitian. Kategori B tersebut menyatakan bahwa Mode kegagalan komponen tersebut berpengaruh terhadap produksi yang mana kegagalannya mengakibatkan terhadap seluruh maupun sebagian system.

Prosedur Perawatan Berdasarkan RCM

Pemilihan tindakan perawatan efektif yang harus dilakukan berdasarkan RCM ialah dengan menghubungkan kriteria pelaksanaan perawatan terhadap jawaban *action plan* dari beberapa sampel. Untuk ketiga komponen kritis tersebut memiliki kriteria pelaksanaan pemilihan tindakan perawatan yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Prosedur Perawatan

Komponen	RPN	LTA Category	Peluang Kegagalan	Pemilihan Solusi	Solusi Perawatan
Drum/cylinder	544	B	Plate rocker aus	TD	Pengecekan bolt & nut
			Bearing aus	TD	Memberikan grease secara berkala
			Gear pecah/abnormal	TD	Memberikan grease secara berkala
			Spring drum rusak	TD	Memberikan grease secara berkala
			Packing man hole cylinder rusak	RTF	Penggantian komponen
			Base rocker drum cylinder korosif	TD	<i>Tightening bolt and nut</i>
All pipe	224	B	Pipa steam bocor	RTF	Penggantian komponen
			Holo bar dryer aus	RTF	Penggantian komponen
			Gate valve steam rusak	TD	<i>Cleaning & lubrication</i> pada ulir handle
			Steam trap rusak	TD	<i>Cleaning</i>
Gear	310	B	Coupling motor renggang	TD	Mensetting coupling secara berkala
			Bearing aus	TD	Memberikan grease secara berkala
			Universal joint abnormal	TD	Memberikan grease secara berkala
			Idle rusak	TD	Penggantian komponen
			Shaft drive rusak	TD	Memberikan grease secara berkala

Untuk pemilihan solusi time directed (TD) perawatan komponen diarahkan secara langsung pada pencegahan kegagalan atau kerusakan, sementara pemilihan solusi untuk run to failure (RTF) yaitu perawatan yang didasarkan pada pertimbangan untuk menjalankan komponen hingga rusak karena pilihan lain tidak memungkinkan atau tidak menguntungkan dari segi ekonomi.

Perhitungan Interval Waktu Perawatan

Pada perhitungan ini waktu perbaikan kerusakan menyatakan selang waktu mulai terjadinya kerusakan hingga proses perbaikan dan mengalami kerusakan kembali pada semua komponen. Waktu perbaikan kerusakan komponen pada bulan Januari 2021 s/d Desember 2021 yaitu sebagai berikut:

Tabel 15. Hasil Perhitungan Interval Waktu Perawatan

Komponen	Interval Waktu		MTT R (Jam)	MTB F (jam)	Availability (%)	
	Jam	Hari				
<i>Drum/Cylinder</i>	82.7	4	26.4	188.4	45.6	98.8
<i>All pipe</i>	91.1	4	26.1	216	37	98.9
<i>Gear</i>	110	5	27.2	296.7	24	99.1

Berdasarkan hasil tabel diatas, upaya dalam menentukan interval waktu perawatan preventif mesin dryer disarankan maintenance untuk komponen dryer/cylinder dilakukan setiap 82.7 jam atau 4 hari sekali, dan untuk komponen all pipe dilakukan setiap 91.1 jam atau 4 hari sekali, serta komponen gear dilakukan setiap 110 jam / 5 hari sekali dan menghasilkan nilai availability yang tinggi.

Tabel 16. Tindakan Pencegahan

	Komponen kritis	Jenis kerusakan	Action plan	Tindakan preventif maintenance	Interval perawatan (jam)
Dryer	Dryer / cylinder	Plate rocker aus	TD	Pengecekan bolt & nut	82.7 jam
		Bearing aus	TD	Memberikan grease secara berkala	
		Gear rusak	TD	Memberikan grease secara berkala	
		Spring drum rusak	TD	Memberikan grease secara berkala	
		Packing man hole cylinder rusak	RTF	Penggantian komponen	
		Base rocker drum cylinder korosif	TD	Tightening bolt and nut	
	All pipe	Pipa steam bocor	RTF	Penggantian komponen	91.1 jam
		Holo bar dryer aus	RTF	Penggantian komponen	
		Gate valve steam rusak	TD	Cleaning & lubrication pada ulir handle	
		Steam trap rusak	RTF	Replacement Component	
	Gear	Coupling motor renggang	TD	Mensetting coupling secara berkala	110.7 jam
		Bearing aus	TD	Memberikan grease secara berkala	
		Universal joint abnormal	TD	Memberikan grease secara berkala	
		Idle rusak	TD	Penggantian komponen	
		Shaft drive rusak	TD	Memberikan grease secara berkala	

Berdasarkan jumlah perhitungan dengan menggunakan tabel failure modes and effect analyze (FMEA) dalam menentukan komponen kritis dari suatu mesin dryer diperoleh 3 komponen kritis yaitu Drum/cylinder dengan nilai RPN sebesar 544, all pipe dengan nilai RPN sebesar 224, dan gear dengan nilai RPN sebesar 310. Berdasarkan RCM decision worksheet dihasilkan bahwa tindakan yang mesti dilakukan pada tiap – tiap komponen dryer yang kritis yaitu untuk komponen cylinder dryer dengan interval perawatan 82.7 jam terdapat terdapat 6 jenis kerusakan dengan 5 tindakan time directed dan 1 tindakan run to failure. Sementara untuk komponen all pipe dengan interval perawatan 91.1 jam terdapat 4 jenis kerusakan utama dengan 1 tindakan time directed dan 3 tindakan run to failure 3, dan pada komponen gear dengan interval perawatan 110.7 jam terdapat 5 jenis kerusakan utama yang semuanya mencakup tindakan time directed.

Rekomendasi

Dari pengolahan data yang telah diperoleh maka didapatkan beberapa rekomendasi untuk menurunkan kemungkinan terjadinya masalah pada mesin dryer. Adapun rekomendasi tersebut ialah:

1. *Jadwal Preventive Maintenance*
Jadwal preventif maintenance ini dengan maksud untuk mempersingkat interval waktu perawatana yang sebelumnya belum ada penetapan waktu dengan rutin dan pasti agar proses maintenance dalam menghindari kegagalan lebih efektif.
2. *Checklist Mechanical*
checklist mechanical ini dengan maksud untuk mengkombinasikan atau memastikan kondisi mesin dapat beroperasi tanpa adanya gangguan. Pertimbangan penulis pada checklist mechanical ini terhadap mill yaitu kemudahan dalam mendeteksi serta menjalankan perawatan berulang dengan waktu yang efektif.
3. *OPL*
One Point Lesson ini dengan maksud untuk memberikan kemudahan kepada mekanik dalam hal mempertajam pengetahuan mengenai pekerjaan dan keterampilan dengan mengkomunikasikan informasi mengenai suatu masalah spesifik maupun improvement. Pertimbangan penulis pada OPL ini yaitu proses pengerjaan dilapangan dapat dimengerti dengan cepat dan jelas oleh mekanik.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengumpulan, pengolahan, serta analisa data yang telah dilakukan. Didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Terdapat 3 komponen utama yang menjadi komponen kritis yang menyebabkan kegagalan pada mesin *dryer*, yaitu *drum/ cylinder*, *all pipe*, dan *gear*.
2. Tindakan pencegahan yang diambil untuk 3 komponen kritis pada *dryer* mencakup TD (*Time Directed*) dan RTF (*Run to Failure*). Untuk *drum cylinder* terdapat terdapat 6 jenis kerusakan dengan 5 TD dan 1 RTF dalam action plan nya. Untuk komponen *All pipe* terdapat 4 jenis kerusakan utama dengan 3 RTF dan 1 TD dalam action plan nya. dan untuk komponen *gear* terdapat 5 jenis kerusakan utama dengan TD dalam *action plan* nya.
3. Pada komponen *drum / cylinder* memiliki interval waktu perawatan selama 82.7 jam atau 4 hari, komponen *all pipe* dengan interval waktu perawatan selama 91.1 jam atau 4 hari, dan komponen *gear* dengan interval waktu perawatan selama 110.7 jam atau 5 hari

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada PT. Indah Kiat Pulp and Paper selaku pemberi fasilitas dalam penelitian ini. Tak lupa untuk berterimakasih kepada ibu Maya selaku perwakilan HRD *People Development* PT. Indah Kiat Pulp and Paper Perawang. Terimakasih juga kepada bapak Zahardiman, Bapak aliyus, dan bapak Kos selaku pembimbing lapangan pabrik serta teman-teman yang tida bisa disebutkan satupersatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Candra. A., 2019. "Optimasi Preventive Maintenance Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance". Universitas Pamulang: Jakarta
- Dhamayanti dkk. 2016. "Usulan Preventive Maintenance pada Mesin Komori LS440 dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM II) dan Risk Based Maintenance 9 (RBM) di PT ABC". Jurnal. Telkom University
- J.F.W. Peeters., R.J.I. Basten., T. Tinga. 2018. "Improving Failure Analysis by Combining FTA and FMEA in a Recursive Manner. Artikel. The Netherland.
- Pratama. R. 2019. "Minimisasi Downtime Mesin Dryer dengan Reliability Centered Maintenance di PT Papertech Indonesia Unit II. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Magelang: Magelang
- Setiawan. A dkk. "Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) untuk Menentukan Strategi Perawatan Fasilitas Produksi Kain. Jurnal. Institute Teknologi Harapan Bangsa: Bandung
- Setiawannie. Y., Marikena. N. 2022. "Perencanaan Penjadwalan Preventive Maintenance Mesin Pouch dengan Critical Path Method di PT. Grafika Nusantara. Jurnal. Uniersitas Potensi Utama: Medan.
- Taufik, Selly, Septyani. 2015. "Penentuan Interval Waktu Perawatan KomponenKritis pada Mesin Turbin di PT PLN (Persero) Sektor Pembangkit Ombilin". Jurnal. Universitas Andalas: Padang