

USULAN BIAYA PREVENTIVE MAINTENANCE DENGAN MENGGUNAKAN METODE MODULARITY DESIGN PADA MESIN RIPPLE MILL DI PT. INCASI RAYA POM

Henny Yulius¹⁾, Fredy Tri Susanto²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang
email: henny.yulius0101@gmail.com

Abstrak

Abstrak: PT. Incasi Raya POM, merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri, yang kegiatan utamanya adalah pengolahan kelapa sawit. Untuk mempertahankan kualitas dan produktivitas, faktor penting yang harus diperhatikan adalah masalah perawatan (*maintenance*) mesin dan fasilitas produksi serta biaya perawatan. Sehingga pihak yang mendapatkan tugas menangani perawatan tersebut perlu menerapkan kebijakan untuk sistem perawatan yang paling baik bagi perusahaan. Penelitian ini dilakukan untuk membahas masalah tentang meminimasi biaya perawatan mesin press yang ada pada PT. Incasi Raya POM. Metode yang digunakan untuk membandingkan biaya perawatan mesin *ripple mill* adalah *modularity design* yang didistribusikan pada periode tahun 2019. Dengan total kerusakan pada setiap komponen sebanyak 39 kerusakan. Total biaya perbaikan mesin pada *cost of failure* (CF) didapatkan hasil dengan total Rp. 34.880.198, pada *cost of Preventive* (CP) didapat hasil dengan total Rp. 84.757.652, dan pada *cost of preventive modularity* (CPM) didapatkan hasil dengan total Rp. 20.376.324 pertahun. Dari total biaya tersebut PT. Incasi Raya POM bisa mengetahui berapa total biaya perawatan mesin *ripple mill* ini untuk tahun kedepannya, yang memungkinkan perusahaan bisa menghemat anggaran dalam proses perawatan mesin *ripple mill* pada bagian proses produksi kelapa sawit.

Kata kunci: *Modularity Design, Cost Of Preventive, Cos Of Failure.*

Abstract: *PT. Incasi Raya POM, is a company engaged in the field of industry, which is engaged in palm oil processing. To maintain quality and productivity, important factors that must be considered are issues of maintenance (maintenance) of machines and production facilities and maintenance costs. Related to the party who gets the maintenance assignment, the policy needed for the best treatment system for the company. This research was conducted to discuss the problem of minimizing the cost of maintenance of existing press machines at PT. POM Raya Incasi. The method used to compare the maintenance costs of ripple mill machines is the modularity design that was distributed in the period 2019. With a total damage of each component as many as 39 damage. The total cost of repairing the machine at the cost of failure (CF) results in a total of Rp. 34,880,198, the cost of Preventive (CP) yields a total of Rp. 84,757,652, and at the cost of preventive modularity (CPM) get results with a total of Rp. 20,376,324 per year. Of the total costs, PT. Incasi Raya POM can find out how much the total maintenance cost for this ripple machine in the future, which allows the company to save budget in the process of ripple machine maintenance in the palm oil production process.*

Keywords: *Modularity Design, Cost Of Preventive, Cos Of Failure.*

PENDAHULUAN

Ketatnya persaingan dalam dunia bisnis mengharuskan bagi setiap perusahaan untuk bekerja ekstra keras untuk dapat mempertahankan eksistensinya dalam bidang usahanya.

Sebagai usaha untuk mengantisipasi ketatnya persaingan ini PT. Incasi Raya POM ingin terus memberikan yang terbaik bagi konsumennya dengan memberikan sesuai apa yang diinginkan oleh konsumennya baik secara kuantitas

maupun kualitas. PT. Incasi Raya POM harus dapat menjaga konsistensinya dalam kelangsungan proses produksinya untuk dapat memenuhi permintaan tersebut.

Kerusakan – kerusakan yang terjadi pada mesin ada yang dapat terdeteksi secara langsung dan adapula yang tidak dapat terdeteksi. Kerusakan yang terdeteksi akan memberikan gangguan terhadap kelangsungan proses produksi.

Mesin *ripple mill* adalah salah satu mesin yang wajib ada di sebuah stasiun kernel pengolahan kelapa sawit. Kegunaan cangkang sawit yang sangat besar membuat pengolahan sawit tidak menimbulkan limbah yang cukup banyak. Semua bagian sawit yang tidak mengalami pengolahan dapat dimanfaatkan terutama cangkang nut sawit ini. Adapun tujuan diadakannya penelitian ini yaitu untuk membandingkan biaya *maintenance* antara metode awal dari perusahaan dengan usulan biaya perawatan *preventive maintenance* setelah menggunakan metode *modularity*.

(Ekawati and Mustofa, 2016) Perawatan atau *maintenance* adalah aktivitas agar suatu komponen atau sistem yang rusak dapat dikembalikan atau diperbaiki dalam suatu kondisi tertentu pada periode tertentu. Menurut pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa *maintenance* merupakan suatu tindakan untuk menjaga atau memelihara fasilitas maupun memperbaiki fasilitas yang rusak sehingga saat akan digunakan fasilitas tersebut dapat bekerja sesuai fungsinya dan manajemen perawatan industri adalah upaya pengaturan aktivitas untuk menjaga kontinuitas produksi, sehingga dapat menghasilkan produk yang berkualitas dan memiliki daya saing melalui pemeliharaan fasilitas.

Perawatan atau lebih dikenal dengan kata *maintenance* dapat didefinisikan sebagai suatu aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas pemeliharaan suatu fasilitas agar fasilitas tersebut tetap dapat berfungsi dengan baik dalam kondisi siap pakai.

Sedangkan fasilitas yang dimaksudkan di sini sudah barang tentu bukannya hanya fasilitas seperti mesin-mesin produksi saja yang memerlukan perawatan tetapi juga fasilitas lain seperti generator, diesel, dan utilitas pabrik lainnya, dan bahkan peralatan kantor seperti komputer, mesin tik ataupun peralatan angkut seperti *crane*, forklif, dan lain-lain Sudradjat (2011).

Dalam menyusun produk yang *modular* digunakan perbandingan antara *component tree* dan *process graph* dari sebuah produk dan memastikan pada setiap *detail level*, atribut produk bersifat *independence* dan atribut lainnya selama memungkinkan untuk setiap *detail level* dari *life cycle process*. Untuk meningkatkan *independence* dan *similarity*, sebuah produk didesain dengan segi *modularity*.

METODE PENELITIAN

Data yang dikumpulkan untuk mendukung penelitian ini meliputi data spesifikasi komponen, data kerusakan komponen dapat dilihat pada lampiran, data harga komponen, data waktu penggantian pencegahan, data waktu penggantian kerusakan, data biaya pencegahan dan data biaya kerusakan serta gaji karyawan perbulan pada tahun 2019.

Mean Time To Failure (MTTF) merupakan nilai rata rata waktu kegagalan dari sebuah sistem (komponen). MTTF dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$MTTF = \alpha r (1 + 1/\beta)$$

Dimana :

- a = Parameter skala
- β = Parameter bentuk
- r = Fungsi gamma

Probabilitas kerusakan mencerminkan bahwa kerusakan akan terjadi walaupun sudah dilakukan pemeliharaan pencegahan. Banyaknya kerusakan K yang diharapkan terjadi secara kumulatif dalam B bulan dengan persamaan sebagai berikut (Sudradjat, 2011):

$$K_n = \sum_{i=1}^n P_n + K_{n-1} P_1 + K_{n-2} P_2 + \dots + K_1 P_{n-1}$$

Dimana :

N = Banyaknya satuan

P = Probabilitas rusak selama bulan tertentu setelah pemeliharaan

n = Periode pemeliharaan.

Fungsi dan parameter keandalan untuk masing-masing distribusi berbeda antara satu dengan yang lainnya. Di bawah ini akan diberikan fungsi keandalan untuk distribusi normal, *lognormal*, *Weibull*, dan *eksponensial*.

Perhitungan parameter distribusi *weibull* yang terpilih untuk masing-masing komponen dengan persamaan sebagai berikut (Mustofa, 2016) :

$$Ft(i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4}$$

$$Xi = LN\left[LN\frac{1}{1 - F(t_i)}\right]$$

$$Yi = LN(Ti)$$

$$Ratio = Xi \times Yi$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n Xi \cdot Yi - \sum_{i=1}^n Xi \cdot \sum_{i=1}^n Yi}{n \sum_{i=1}^n Xi^2 - (\sum_{i=1}^n Xi)^2}$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n Yi}{n} - b \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n}$$

$$\alpha = EXP(a)$$

$$\beta = \frac{1}{b}$$

Perhitungan parameter distribusi *lognormal* yang terpilih untuk masing-masing komponen dengan persamaan sebagai berikut (Mustofa 2016) :

$$Xi = LN(Ti)$$

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n LN(Ti)}{n}$$

$$Variabel = (Xi - \mu)^2$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (LN(Ti) - \mu)^2}{n}}$$

Perhitungan untuk *Cost Of Preventive* (Cp) untuk masing-masing komponen kritis dengan persamaan sebagai berikut (Mustofa, 2016) :

Biaya Cp meliputi :

Biaya Operator Menganggur = Waktu Pencegahan Penggantian x Biaya Operator Menganggur

Cp = Biaya Pembelian Komponen /Kebutuhan + Biaya Teknisi + Biaya Pemasangan + Biaya Operator Menganggur.

Perhitungan untuk *Cost Of Failure* (Cf) untuk masing-masing komponen dengan persamaan sebagai berikut (Mustofa, 2016):

Biaya Cf meliputi:

Biaya Operator Menganggur = Waktu Pencegahan Penggantian x Biaya Operator Cf = Biaya Pembelian Komponen/Kebutuhan + Biaya Teknisi + Biaya Pemasangan + Biaya Operator Menganggur + Biaya Komponen yang Ikut Diganti.

Bentuk Kebijakan Perawatan

Bentuk kebijakan perawatan terdiri dari beberapa bagian (Sudradjat, 2011) yaitu dapat dijabarkan sebagai berikut :

Perawatan kerusakan dapat diartikan sebagai kebijakan perawatan dengan cara mesin/peralatan dioperasikan hingga rusak, kemudian baru diperbaiki atau diganti. Kebijakan ini merupakan strategi yang sangat kasar dan kurang baik karena dapat menimbulkan biaya tinggi, kehilangan kesempatan untuk mengambil keuntungan bagi perusahaan karena diakibatkan terhentinya mesin, keselamatan kerja tidak terjamin, kondisi mesin tidak diketahui, dan tidak ada perencanaan waktu, tenaga kerja maupun biaya yang baik (Sudradjat, 2012).

Perawatan pencegahan adalah perawatan yang dilakukan sebelum terjadi kerusakan mesin. Kebijakan ini cukup baik untuk mencegah berhentinya mesin yang tidak direncanakan. Literatur pertama mengenai perawatan pencegahan ini di terbitkan pada tahun 1925, tentang sistem pemeriksaan secara teratur terhadap kendaraan yang dimulai pada tahun 1930 di pabrik baja USA. Diperkenalkan di

Jepang pada tahun 1951 dari ESSO oleh *Toa full co.*

Model Perhitungan Total Ekspektasi Biaya Penggantian

Ekawati and Mustofa (2016), tujuan menentukan selang waktu penggantian komponen yang optimal adalah untuk meminimumkan total ekspektasi biaya penggantian per satuan waktu. Persamaan berikut merupakan total ekspektasi biaya penggantian komponen per satuan waktu. Rumus untuk mengetahui ekspektasi total biaya perawatan per satuan waktu dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$C(t_p) = (C_p \times R(t_p) + (C_f \times F(t_p))) / t_p \quad (\text{Pers 2.7})$$

Dimana :

$C(t_p)$ = Ekspektasi total biaya penggantian per satuan waktu (t_p)

C_f = Ongkos penggantian kerusakan untuk melakukan penggantian pencegahan

C_p = Ongkos penggantian pencegahan untuk melakukan penggantian pencegahan

$f(t_p)$ = *Probability density function* (t_p)

T_p = Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penggantian pencegahan

$R(t_p)$ = Fungsi keandalan peralatan atau mesin pada waktu t_p

Kebijakan *Repair Maintenance* Dan *Preventive Maintenance*

Menurut Pujotomo dan Kartha (2012) dan Zulaikah & Fajriah (2013), dalam memilih antara kebijakan *repair maintenance* dan *preventive maintenance*, dapat dilakukan dengan menggunakan metode yang telah ada untuk mencari biaya total perawatan (*total maintenance cost*) yang paling rendah. Metode *repair policy* (kebijakan perbaikan) dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut (Smith dan Mobley, 2016) :

$$TMC(\text{repair policy}) = TCr = \text{Expected cost of repair}$$

$$TCr = B \cdot Cr$$

$$B = N / T_b$$

$$T_b = \sum_i p_i \cdot T_i \quad (\text{Pers 2.8})$$

Di mana :

TCr = *expected cost of repair* per bulan.

B = jumlah rata-rata breakdown/ bulan untuk N mesin.

Cr = biaya perbaikan.

T_b = rata-rata *runtime* per mesin sebelum rusak.

N = jumlah mesin

Sebelum masuk ke data kerusakan mesin terlebih dahulu kita memerlukan data kariawan, mulai dari jumlah karyawan pada perbaikan, biaya karyawan.

Tabel 1. Data Komponen Penyusun Kerusakan Mesin

Data Frekuensi Kerusakan Mesin <i>Ripple Mill</i> Pada Tahun 2019			
Komponen	Kebutuhan	Harga/Komponen (Rp)	Harga/Kebutuhan Komponen (Rp)
Rotor	2	350,000	700,000
As Rotor	1	1,200,000	1,200,000
Piringan	2	450,000	900,000
Bar Rotor	1	2,600,000	2,600,000
Spacer Ring	4	80,000	320,000
Ripple Plate	2	250,000	500,000
Bantalan	2	150,000	300,000
Ripple Side	5	80,000	400,000
Motor Listrik	1	4,500,000	4,500,000
V- Belt	2	120,000	240,000

Data yang diolah dalam penelitian ini berupa data data spesifikasi komponen, data kerusakan komponen , data harga komponen, data waktu penggantian pencegahan, data waktu penggantian kerusakan, data biaya pencegahan dan data biaya kerusakan pada tahun 2019.

Pengumpulan data dilakukan secara langsung di lapangan dengan meminta operator untuk mengisi kuesioner. Kuesioner diisi oleh 10 orang responden dimana respondennya merupakan operator yang bekerja pada bagian tersebut. Pengumpulan data ini didampingi langsung oleh penelitian. Data pada kuesioner yang dikumpulkan meliputi data umum responden, rating indikator beban kerja psikologis operator, dan perbandingan berpasangan indikator beban kerja psikologis yang menyebabkan

timbulnya beban kerja psikologis operator tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diolah dalam penelitian ini berupa data-data spesifikasi komponen, data kerusakan komponen, data harga komponen, data waktu penggantian pencegahan, data waktu penggantian kerusakan, data biaya pencegahan dan data biaya kerusakan pada tahun 2019, dapat dilihat sebagai berikut :

Perhitungan Penentuan Komponen Kritis

Perhitungan pemilihan komponen kritis pada mesin *ripple mill* dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Perhitungan Penentuan Komponen Kritis

Komponen	Frekuensi Kerusakan /Tahun	Harga/Kebutuhan (Rp)	Biaya Pergantian (Rp)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
Rotor	3	350.000	1.050.000	0,05	0,05
As Rotor	4	1.200.000	4.800.000	0,24	0,29
Piringan	2	450.000	900.000	0,04	0,33
Bar Rotor	2	2.600.000	5.200.000	0,26	0,59
Spacer Ring	5	80.000	400.000	0,02	0,61
Ripple Plate	6	250.000	1.500.000	0,07	0,69
Bantalan	4	150.000	600.000	0,03	0,72
Ripple Side	5	80.000	400.000	0,02	0,74
Motor Listrik	1	4.500.000	4.500.000	0,22	0,96
V- Belt	7	120.000	840.000	0,04	1,00
Total			20.190.000	1	

Perhitungan Uji Index Of Fit (Arena)

Pola distribusi yang terpilih adalah pola dengan nilai *index of fit* terbesar, bentuk pola grafik dari uji *index of fit* dapat dilihat pada lampiran, rekapitulasi pola distribusi kerusakan yang terpilih dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Perhitungan Uji Index Of Fit (Arena)

Mesin	Komponen Kritis	Rekapitulasi Distribusi yang Terpilih							
		Normal	Lognormal	Eksponensial	Weibull	Terpilih	Parameter	Skala (α)	Beta (β)
Ripple Mill	Spacer Ring	0,00228	0,0236	0,044	0,00206	Eksponensial	2	0,417	0,515
	Ripple Plate	0,00104	0,0386	0,089	0,00498	Eksponensial	2	0,5	0,522
	Ripple Side	0,00228	0,0236	0,044	0,00206	Eksponensial	2	0,417	0,515
	V- Belt	0,00228	0,0573	0,153	0,00674	Eksponensial	2	0,583	0,515

Perhitungan Waktu Rata-rata Penggantian Komponen

Perhitungan waktu rata-rata penggantian komponen pada masing-masing komponen kritis dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. Perhitungan Waktu Rata-rata Penggantian Komponen

Mesin	Komponen Kritis	Frekuensi Kerusakan/Tahun	Waktu Rata-rata Distribusi	Rata-rata (Jam)	Rata-rata (Menit)	Rata-rata (Detik)
Ripple Mill	Spacer Ring	5	12	0,040	2,400	144,00
	Ripple Plate	6	12	0,033	2,000	120,00
	Ripple Side	5	12	0,040	2,400	144,00
	V- Belt	7	12	0,029	1,714	102,86

$$\text{Waktu Rata - rata} = \frac{\text{Waktu Rata - rata Distribusi}}{\text{Frekuensi Kerusakan/Tahun}}$$

$$= \frac{12}{5} = 2,400 \text{ Menit} = 0,040 \text{ Jam} = 144,00 \text{ Detik}$$

Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Perawatan Mesin

Perhitungan upah tenaga kerja berdasarkan perawatan mesin yang ada di perusahaan dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 5. Perhitungan Biaya Tenaga Kerja Perawatan Mesin

Jam Kerja/Hari	Hari Kerja/Minggu	Jam Lembur	Kerja/Bulan (Minggu)	Jumlah Jam kerja/Bulan	Gaji/Bulan (Rp)	Gaji/Jam /Orang (Rp)
8	6	3	4	204	3.500.000	17.157

Model perhitungan untuk mencari upah tenaga kerja yaitu :

$$\text{Gaji Kariawan Perjam} = \frac{\text{Gaji 1 Bulan/Kariawan}}{\text{Jam Kerja 1 Bulan}}$$

$$= \frac{3.500.000}{204}$$

$$= 17.157$$

Perhitungan Biaya Penggantian Pencegahan (Cost Of Preventive)

Perhitungan untuk *cost of preventive* pada masing-masing komponen kritis dapat dilihat pada tabel berikut :

Perhitungan untuk *Cost Of Preventive* (Cp) untuk masing-masing komponen kritis dengan persamaan sebagai berikut :

Biaya Cp meliputi:

Biaya Operator Menganggur = Waktu Pencegahan Penggantian x Biaya Operator Menganggur

Cp = Biaya Pembelian Komponen /Kebutuhan + Biaya Teknisi + Biaya Pemasangan + Biaya Operator Menganggur.

Tabel 6 .Perhitungan Biaya Penggantian Pencegahan (*Cost Of Preventive*)

Biaya Tenaga Kerja (Rp/Jam)	Biaya Kehilangan Produksi (Rp/Jam)	Waktu Pergantian Komponen (Jam)	Harga Komponen/Unit (Rp)	Cost Of Preventif (CP) Rp
34.314	4.500.000	5	400.000	23.071.570
34.314	4.500.000	4	1.500.000	19.637.256
34.314	4.500.000	6	400.000	27.605.884
34.314	4.500.000	3	840.000	14.442.942

Perhitungan Biaya Pergantian Secara Preventive Modularity Maintenance

Setelah semua perhitungan dilakukan untuk mendapatkan selang waktu penggantian komponen yang optimal, maka langkah selanjutnya adalah menghitung total *cost* perawatan yang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 7. Perhitungan Biaya Pergantian Secara Preventive Modularity Maintenance

Mesin	Komponen Kritis	Frekuensi Kerusakan	Biaya Tenaga Kerja (Rp/Jam)	Biaya Kehilangan Produksi (Rp/Jam)	Waktu Pergantian Preventive (Jam)	Harga Komponen/Unit (Rp)	Cost Of Preventif Modularity (CPM) Rp
Ripple Mill	Spacer Ring	5	34.314	4.500.000	0,044	400.000	2.199.510
	Ripple Plate	6	34.314	4.500.000	0,089	1.500.000	9.403.554
	Ripple Side	5	34.314	4.500.000	0,044	400.000	2.199.510
	V- Belt	7	34.314	4.500.000	0,153	840.000	6.573.750

Dengan model perhitungan sebagai berikut :

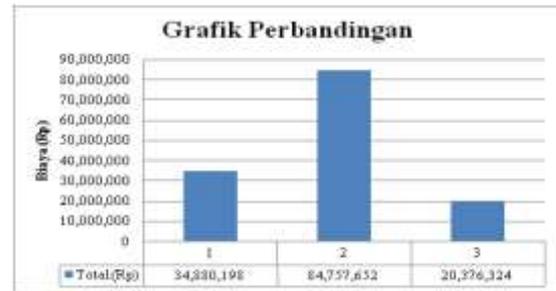
$$\begin{aligned}
 CPM &= \text{Biaya Tenaga Kerja} + \text{Biaya Kehilangan Produksi} \times \text{Waktu Preventive} \\
 &\quad + \text{Harga Komponen} \times \text{Modul} \\
 &= 34.314 + 4.500.000 \times 0,040 + 400.000 \times 5 \\
 &= 2.199.510
 \end{aligned}$$

Perbandingan Biaya Corrective (CF), Preventive (CP) dan Preventive Modularity Maintenance

Hasil perbandingan dari setiap perhitungan yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 8. Perbandingan Biaya Corrective (CF), Preventive (CP) dan Preventive Modularity Maintenance

Mesin	Komponen	Cost Of Failure (CF) Rp	Cost Of Preventif (CP) Rp	Cost Of Preventif Modularity (CPM) Rp
Ripple Mill	Spacer Ring	9.468.628	23.071.570	2.199.510
	Ripple Plate	6.034.314	19.637.256	9.403.554
	Ripple Side	14.00.942	27.605.884	2.199.510
	V- Belt	5.374.314	14.442.942	6.573.750
Total		34.880.198	84.757.652	20.376.324



Gambar 1. Perbandingan Biaya CF, CP, CPM (Sumber : Pengolahan Data, 2019)

Dapat dilihat bahwa penggantian *preventive* dengan *modularity* menghasilkan total *cost* yang paling kecil dibandingkan dengan yang lain, berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya. Maka metode ini dapat digunakan untuk meminimasi biaya penggantian tiap komponen pada mesin *ripple mill*.

KESIMPULAN

Tipe distribusi frekuensi *breakdown* dari mesin *ripple mill*, mengikuti distribusi frekuensi *breakdown case 2*, dimana waktu terjadinya *breakdown* sulit untuk diprediksi.

Usulan kebijakan untuk perawatan mesin *ripple mill* adalah kebijakan penggantian *preventive* dengan *modularity* menghasilkan total *cost* yang paling kecil dibandingkan dengan yang lain, berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya. Maka metode ini dapat digunakan untuk meminimasi biaya perawatan penggantian tiap komponen pada mesin *ripple mill*.

DAFTAR PUSTAKA

Ating Sudradjat. Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri. Bandung, PT. Refika Aditama. 2011.

Blanchar, dan Prabowo, H.G. . Sistem Perawatan Mesin Press. Teknik Industri, Universitas Marcu Buana, Jakarta. Jurnal Pasti Industrial Engineering Indiana John, 3(1), 33-43. 2010.

- Daryanto. Keselamatan Kerja Peralatan Bengkel dan Perawatan Mesin. Bandung, CV Alfabeta.2010.
- Ekawati, C. dan Mustofa, F. H. Jadwal Perawatan *Preventive* Pada Mesin Dyeing Menggunakan Metode *Age Replacement* Di Pt . Nobel Industries *. Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, 4(2), 137–148. 2016.
- Fajar Kurniawan. Teknik Dan Aplikasi Manajemen Perawatan Industri, Yogyakarta, Graha Ilmu. 2013.
- Fakultas, D. et al. ‘*Preventive Maintenance System Dengan Modularity Design Sebagai Solusi Penurunan Biaya Maintainance* (Studi Kasus di Perusahaan Tepung Ikan)’, Jurnal Teknik Industri, 7(1), pp. 61–75. doi: 10.9744/jti.7.1.pp.61-75. 2005.
- Hery Suliantoro, dan Mustofa Muthi Said Susilo. Analisis Kebijakan *Corrective* dan *Preventive Maintenance* Pada Mesin Rapiet Di PT. Tiga Manunggal *Synthetic Industries*. Jurnal Ilmiah Teknik Industri, 1404. 2013.
- Hariyanto, H., Rahayuningsih, S. and Santoso, H. ‘Analisa *Preventive Maintenance System* Dengan *Modularity Design* Pada PT. Surya Pamenang’, JATI UNIK : Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri, 1(1), p. 24. doi: 10.30737/jatiunik.v1i1.66. 2017.
- Jaka Purnama, Yosua Anggara Putra, M. K ‘*Metode Age Replacement* Digunakan Untuk Menentukan Interval Waktu Perawatan Mesin Pada Armada Bus’, Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III 2015 Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya ISBN, pp. 115–126. 2015.
- Witonohadi, A., Amran, T. G. and Herawati, N. ‘Usulan Perawatan Mesin Secara Preventif Dengan Pendekatan Modularisasi Desain Pada Pt. Bai’, Jurnal Teknik Industri, 3(1), pp. 1–9. doi: 10.25105/jti.v3i1.1581. 2013.