

Usulan Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) untuk Mengurangi Downtime pada Mesin Press 10 Ton

Hamdan Arifin, Endang Prasetyaningsih, Reni Amaranti

Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

Hamdan230813@gmail.com

Abstract. CV.GMI is a manufacturing company that produces motor oil filters. The production process for the motor oil filter passes through several machines, one of which is a 10 ton press machine. Based on data from 2018 to 2019, the 10 ton press machine has the highest downtime, which is 262 hours. Therefore, the focus of this research is only to reduce downtime on the 10 ton press machine by implementing the TPM pillar. The results showed that the 10 ton press machine had an average value of Overall Equipment Effectiveness (OEE) below the standard, namely 84.52%. The factor that affects the OEE value of the 10 ton press machine is the breakdown loss. The MTTF value is 289.67 hours and the MTTR value is 2.69 hours with a reliability level of 50.78%. Proposed repairs are made using planned maintenance pillars by making maintenance intervals. In order to maintain 90% reliability, maintenance intervals are carried out every 180 hours or around 25 working days, so as to reduce the breakdown from 121.33 hours to 24.65 hours. The maintenance frequency of the dies components increased from 19 times to 29 times, however the downtime for the maintenance of the dies components decreased from 50.73 hours to 21.75 hours. In addition, the autonomous maintenance pillar is also used by providing operator training. Warning displays and visual controls are also proposed to reduce damage. The application of visual control is expected to increase the availability value from 93.85% to 95.16%.

Keywords: Autonomous Maintenance, Overall Equipment Effectiveness (OEE), Planned Maintenance..

Abstrak. CV.GMI merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi saringan oli motor. Proses produksi saringan oli motor melewati beberapa mesin salah satunya yaitu mesin *press* 10 ton. Berdasarkan data tahun 2018 sampai 2019, mesin *press* 10 ton memiliki *downtime* tertinggi yaitu 262 jam. Oleh karena itu fokus penelitian ini hanya untuk mengurangi *downtime* pada mesin *press* 10 ton dengan menerapkan pilar TPM. Hasil penelitian menunjukkan, mesin *press* 10 ton memiliki nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dibawah standar yaitu 84,52%. Faktor yang mempengaruhi nilai OEE mesin *press* 10 ton adalah *breakdown loss*. Nilai MTTF sebesar 289,67 jam dan nilai MTTR selama 2,69 jam dengan tingkat keandalan sebesar 50,78%. Usulan perbaikan dilakukan dengan menggunakan pilar *planned maintenance* dengan membuat interval pemeliharaan. Agar keandalan tetap 90%, maka interval pemeliharaannya dilakukan setiap 180 jam atau sekitar 25 hari kerja, sehingga dapat mengurangi *breakdown* dari 121,33 jam menjadi 24,65 jam. Frekuensi pemeliharaan komponen *dies* meningkat dari 19 kali menjadi 29 kali, akan tetapi

downtime pemeliharaan komponen dies menurun dari 50,73 jam menjadi 21,75 jam. Selain itu digunakan juga pilar *autonomous maintenance* dengan membuat pelatihan operator. Display peringatan dan *visual control* juga diusulkan untuk mengurangi kerusakan. Penerapan *visual control* diharapkan dapat meningkatkan nilai *availability* dari 93,85% menjadi 95,16%.

Kata Kunci: Autonomous Maintenance, Overall Equipment Effectiveness (OEE), Planned Maintenance.

1. Pendahuluan

CV. GMI merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi saringan oli motor (filter oli GI) dengan strategi respon permintaan konsumen *Make To Order* (MTO). Proses produksi saringan oli motor (filter oli GI) dilakukan pada divisi produksi, dengan pengerjaannya menggunakan mesin *press* 6 ton, mesin *press* 10 ton, mesin *press* 12 ton, mesin *press* 16 ton, alat *press* manual dan mesin *Spot Welding*.

Berdasarkan data bulan Januari 2018 sampai Desember 2019, mesin *press* 10 ton memiliki *downtime* paling tinggi yaitu 262 jam dan memiliki frekuensi kerusakan terbanyak yaitu 69 kali. Hal tersebut menyebabkan efektivitas mesin menurun. Dampak dari mesin *press* 10 ton yang mengalami *downtime* mengakibatkan jadwal penyelesaian produksi menjadi tertunda. Oleh sebab itu produksi pada tahun 2018 sampai 2019 tidak mencapai target. Secara finansial perusahaan rugi karena timbul biaya tambahan akibat perbaikan mesin dan biaya tenaga kerja yang melakukan *overtime* untuk mengejar target produksi diluar jam kerja normal. Oleh karena itu untuk memperbaiki permasalahan yang ada dibutuhkan manajemen pemeliharaan mesin yang baik.

Berdasarkan studi literatur metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah pemeliharaan mesin, Susanto dan Azwir (2018) melakukan penelitian untuk menyelesaikan masalah kerusakan mesin karena ketidaktahuan akan keandalan mesin dan perawatan yang kurang optimal menggunakan penerapan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Selanjutnya Sinabariba (2017) melakukan penelitian untuk merumuskan masalah tentang mesin yang sering mengalami kerusakan serta sistem pemeliharaan korektif yang dapat menimbulkan biaya perawatan yang besar dengan menggunakan metode *Markov Chain*. Selanjutnya Larasati, Prasetyaningsih, dan Muhammad (2017) melakukan penelitian untuk menyelesaikan permasalahan mengenai *downtime* mesin dan sistem pemeliharaan yang belum teratur sehingga menimbulkan berbagai masalah pada perusahaan dengan menggunakan *Total Preventive Maintenance* (TPM).

Berdasarkan penelitian terdahulu mengenai perawatan mesin, pada penelitian ini dipilih metode *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan melakukan pengukuran *Overall Equipment Effectiveness*, mengidentifikasi faktor *six big losses* dengan mengeliminasi *six big losses*, serta pengukuran keandalan mesin dengan melakukan pemeliharaan mesin yang terjadwal sehingga dapat mengurangi *downtime* yang terjadi. Oleh karena itu fokus penelitian ini hanya untuk mereduksi *downtime* pada mesin *press* 10 ton dengan menerapkan *planned maintenance* dan *autonomous maintenance* dari pilar *Total Productive Maintenance* (TPM).

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka perumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah “Bagaimana usulan perbaikan yang diberikan untuk mengurangi *downtime* dan meningkatkan efektivitas pada mesin *press* 10 ton?”. Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi efektivitas dari mesin *press* 10 ton di CV.GMI saat ini.
2. Mengidentifikasi akar penyebab terjadinya *downtime* pada mesin *press* 10 ton.
3. Memberikan usulan perbaikan terhadap mesin *press* 10 ton untuk mengurangi *downtime* dan meningkatkan efektivitas pada mesin *press* 10 ton.

2. Landasan Teori

Pemeliharaan

Pemeliharaan merupakan suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam, atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang dapat diterima (Corder, 1988). Berdasarkan pengertian tersebut, pemeliharaan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menjaga atau memelihara dan atau memperbaiki mesin/peralatan produksi agar tetap berada dalam kondisi yang siap pakai, sehingga kegiatan produksi dapat terus berjalan.

Total Productive Maintenance (TPM)

Nakajima (1988) menyimpulkan bahwa kegiatan TPM fokus pada menghilangkan enam kerugian utama; kegagalan peralatan, pengaturan dan waktu penyetelan, *idling* dan penghentian minor, berkurangnya kecepatan, cacat dalam proses dan berkurangnya hasil. Definisi menyeluruh dari TPM menurut Nakajima (1998), terdiri dari lima elemen penting, yaitu:

1. TPM bertujuan untuk memaksimalkan efektifitas peralatan
2. TPM menetapkan sebuah sistem yang sungguh-sungguh dari pemeliharaan peralatan selama dipakai
3. TPM diimplementasikan oleh banyak departemen dalam sebuah perusahaan
4. TPM melibatkan setiap karyawan, mulai dari top manajemen sampai karyawan di *shop floor*
5. TPM adalah sebuah strategi yang agresif fokus pada perbaikan nyata pada fungsi dan desain peralatan produksi

Pilar Total Productive Maintenance

Menurut O'Brien (2015) Total Productive Maintenance (TPM) didasarkan pada delapan kunci strategi (juga disebut sebagai pilar) yang meliputi *autonomous maintenance*, *planned maintenance*, *equipment and process improvement*, *early management of new equipment*, *process quality management*, *TPM in the office*, *education and training*, dan *safety and environmental management*. Adapun pilar dari TPM ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Delapan pilar TPM
Sumber: O'Brien (2015)

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Pendapat Borris (2006) Overall Equipment Effectiveness (OEE) menyatakan dimana suatu alat atau mesin dapat menghasilkan tingkat efisiensi penggunaannya yang dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu Availability Rate (Ketersediaan waktu), Performance Rate (Kinerja), dan Quality Yield (Kualitas yang dihasilkan). Menurut O'Brien (2015), Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah salah satu ukuran utama TPM yang menunjukkan seberapa efektif mesin dan peralatan digunakan. Adapun Formula matematis OEE menurut Borris (2006) dirumuskan sebagai berikut.

$$OEE = Availability \times Performance\ efficiency \times Quality\ Rate \dots\dots\dots(1)$$

Mean Time To Failure (MTTF) dan Mean Time To Repair (MTTR)

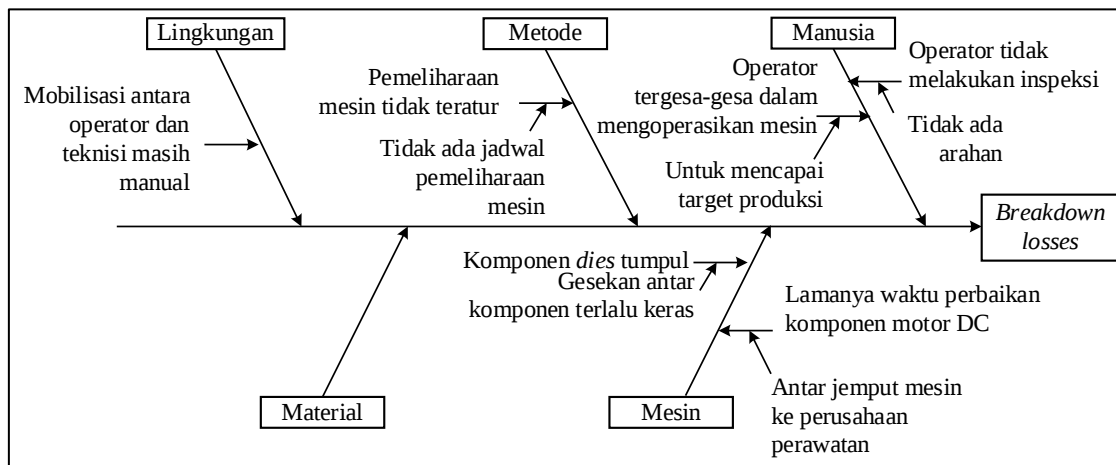
Menurut Ebeling (1997) *Mean Time to Failure* (MTTF) adalah rata-rata selang waktu kerusakan. Nilai MTTF menunjukkan seberapa sering komponen atau mesin mengalami kerusakan. Semakin kecil nilai MTTF menunjukkan frekuensi kerusakan komponen atau mesin yang semakin sering. *Mean Time To Repair* (MTTR) menunjukkan rata-rata waktu yang dibutuhkan perusahaan untuk memperbaiki suatu mesin atau komponen agar dapat digunakan kembali. Semakin kecil nilai MTTR menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki komponen atau mesin semakin sedikit.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Nilai OEE dan Faktor yang mempengaruhinya

Hasil perhitungan OEE rata-rata untuk mesin *press* 10 ton dari bulan Januari 2018 sampai bulan Desember 2019 di peroleh nilai sebesar 84,52%. Nilai tersebut masih belum memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) yaitu sebesar 85%. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat efektivitas mesin *press* 10 ton rendah atau tidak memenuhi standar. Nilai OEE diperbaiki dengan mempertimbangkan *six big losses*. Berdasarkan perhitungan, Faktor kerugian terbesar yang mempengaruhi nilai OEE mesin *press* 10 ton adalah *breakdown loss* dengan persentase 5,92%.

Faktor tersebut selanjutnya diidentifikasi menggunakan *Fishbone Diagram* untuk mengetahui akar penyebab dari rendahnya nilai OEE mesin *press* 10 ton. Adapun *Fishbone Diagram* ditampilkan pada Gambar 2



Gambar 2. Identifikasi penyebab *breakdown loss* pada mesin *Press* 10 ton

Dari Gambar 2, dapat diketahui bahwa akar penyebab atau faktor yang mempengaruhi *breakdown loss* adalah manusia, mesin, metode dan lingkungan. Faktor Material tidak termasuk penyebab kerusakan karena material yang digunakan sudah baik. Berdasarkan hasil identifikasi yang telah dijelaskan, ada beberapa rekomendasi berdasarkan faktor dan penyebabnya masing-masing. Adapun tabel rekomendasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan rekomendasi yang telah disebutkan pada Tabel 1 adalah membuat instruksi pemeliharaan dalam produksi produksi agar operator secara rutin melakukan inspeksi terhadap komponen yang sering rusak dan melakukan instruksi produksi terhadap operator agar tidak tergesa-gesa dalam bekerja diharapkan akan mengurangi *downtime*. Rekomendasi tersebut dipilih untuk dilakukan perbaikan pada penelitian saat ini.

Selain itu membuat penjadwalan pemeliharaan komponen pada mesin berdasarkan tingkat rasio kerusakan yang pernah terjadi dan/atau tingkat kerusakan yang diprediksikan diharapkan dapat mengurangi *downtime* juga. Oleh karena itu perhitungan keandalan komponen perlu dilakukan agar dapat menentukan penjadwalan pemeliharaan mesin. Pembuatan jadwal pemeliharaan ini menggunakan cara *trial and error*. Rekomendasi ini juga dipilih untuk dilakukan perbaikan pada penelitian ini.

Tabel 1 Rekomendasi Perbaikan *Breakdown Losses*

Akibat	Faktor	Penyebab	Rekomendasi
<i>Breakdown Losses</i>	Mesin	Komponen <i>dies</i> yang sering tumpul karena gesekan antar komponen terlalu keras	Membuat standar penggunaan mesin dan pengecekan terhadap tekanan komponen <i>dies</i>
		Lamanya waktu perbaikan komponen motor DC yang rusak karena antar jemput mesin ke perusahaan perawatan memakan waktu lama	Memanggil pekerja perbaikan mesin ke perusahaan agar dapat mengurangi waktu <i>breakdown</i>
	Manusia	Operator tidak melakukan inspeksi terhadap komponen-komponen yang sering mengalami kerusakan berdasarkan riwayat kerusakan karena tidak ada arahan dari kepala produksi	Membuat instruksi pemeliharaan dalam produksi produksi agar operator secara rutin melakukan inspeksi terhadap komponen yang sering rusak.
		Operator terlalu tergesa-gesa karena mengejar target produksi, tetapi menyebabkan komponen mesin <i>press</i> 10 ton cepat rusak	Melakukan instruksi produksi terhadap operator agar tidak tergesa-gesa dalam bekerja.
	Metode	Pemeliharaan mesin tidak teratur	Membuat penjadwalan pemeliharaan komponen pada mesin berdasarkan tingkat rasio kerusakan yang pernah terjadi dan/atau tingkat kerusakan yang diprediksikan
	Lingkungan	Mobilisasi antara operator dengan teknisi masih dilakukan secara manual	Menyediakan alat bantu agar lebih cepat dalam memperbaiki kerusakan mesin

Nilai MTTF dan MTTR

Data kerusakan mesin *press* 10 ton tahun 2018 sampai 2019 dikelompokkan menjadi perkomponen. Berdasarkan pengelompokan data tersebut dapat diketahui bahwa Komponen *dies* merupakan komponen kritis yang ada didalam mesin *press* 10 ton dengan frekuensi kerusakan 19 kali dan *downtime* 53,60 jam. Oleh karena itu, komponen *dies* akan diprioritaskan dalam melakukan pemeliharaan dan dibuatkan jadwal interval pemeliharaan.

Nilai *Mean Time To Failure* (MTTF) menunjukkan frekuensi kerusakan suatu komponen atau mesin. Semakin kecil nilai MTTF, berarti frekuensi kerusakan komponen atau mesin semakin sering. Sedangkan semakin besar nilai MTTF, berarti frekuensi kerusakan komponen atau mesin semakin jarang. MTTF menunjukkan rata-rata selang waktu antar kerusakan yang terjadi pada suatu mesin atau komponen setelah diperbaiki. Nilai MTTF juga digunakan dalam melakukan perhitungan keandalan suatu mesin. Sedangkan nilai *Mean Time To Repair* (MTTR) menunjukkan rata-rata waktu yang dibutuhkan perusahaan untuk memperbaiki suatu mesin atau komponen agar dapat digunakan kembali. Nilai MTTR digunakan dalam melakukan perhitungan biaya pemeliharaan. Semakin kecil nilai MTTR, maka semakin cepat teknisi mengatasi kerusakan mesin. Sedangkan semakin besar nilai MTTR, maka semakin lama teknisi mengatasi kerusakan mesin.

Dalam penentuan nilai MTTF dan MTTR harus dilakukan dahulu pengujian Nilai *index of fit* dan pengujian *Goodness Of Fit Test* untuk 4 distribusi yaitu distribusi eksponensial, normal, lognormal dan weibull. Berdasarkan data kerusakan komponen *dies* tahun 2018 sampai 2019 menunjukkan bahwa data TTF dan TTR berdistribusi weibull. Hal ini dijadikan acuan untuk menghitung MTTF dan MTTR sehingga dalam perhitungan MTTF dan MTTR menggunakan rumus distribusi weibull. Adapun nilai MTTF dan MTTR komponen *dies* akan ditampilkan pada Tabel 2

Tabel 2. Nilai MTTF dan MTTR mesin *Press* 10 ton

Mesin	Komponen	Time To Failure		Time To Repair	
		Parameter MTTF	MTTF (jam)	Parameter MTTR	MTTR (jam)
<i>Press</i> 10 ton	<i>Dies</i>	$\beta = 3,91$ $\theta = 320,008$	289,667	$\beta = 14,95$ $\theta = 2,796$	2,699

3.3 Interval Pemeliharaan

Pilar *planned maintenance* diterapkan dengan tujuan agar perusahaan melakukan pemeriksaan dan pemeliharaan sesuai dengan interval pemeliharaan yang telah dibuat. Sehingga perusahaan tidak akan mengalami *corrective maintenance*, dapat mencegah kerusakan komponen, serta memperpanjang umur pakai komponen. Sesuai dengan permintaan pihak manajemen perusahaan, bahwa perusahaan ingin mempertahankan tingkat keandalan sebesar 90%, maka penentuan interval pemeliharaan pada penelitian ini didasarkan pada target keandalan 90%. Berdasarkan Tabel 2, untuk mempertahankan tingkat keandalan 90%, maka perusahaan perlu melakukan pemeliharaan setiap 180 jam sekali untuk komponen *dies* atau setara dengan 25 hari kerja, karena perusahaan dalam 1 hari hanya melakukan 7 jam kerja.

Tabel 1. Interval pemeliharaan komponen *dies*

t	R(t)	n	t-nT	$R(T)^n$	R(t-nT)	Rm(t)
150	0.949	0	150	1.000	0.949	0.949
160	0.935	0	160	1.000	0.935	0.935
170	0.919	0	170	1.000	0.919	0.919
180	0.900	1	0	0.900	1.000	0.900
190	0.878	1	10	0.900	1.000	0.900
195	0.866	1	15	0.900	1.000	0.900
...	...	...	...	...	...	...
275	0.575	1	95	0.900	0.991	0.892
289.67	0.508	1	109.67	0.900	0.985	0.886
300	0.460	1	120	0.900	0.979	0.880

Perbandingan Downtime Sebelum dan Setelah Penerapan Total Productive Maintenance

Interval pemeliharaan menunjukkan selang waktu pemeliharaan yang harus dilakukan oleh perusahaan untuk mempertahankan keandalan 90% dan ketidakandalan 10%. Sebelum perusahaan menerapkan *planned maintenance*, keandalan mesin *Press* 10 ton adalah 50,78% dan ketidakandalan 49,22%. Setelah mengetahui keandalan dan ketidakandalan dari masing-masing mesin, kemudian dapat dilakukan prediksi *downtime* setelah melakukan penerapan *planned maintenance* berdasarkan ketidakandalan mesin. Hal tersebut dapat dilakukan dengan asumsi pola penggunaan mesin sebelum dan setelah penerapan TPM tetap sama. Selain itu, jenis *downtime* yang akan di prediksi hanya kategori *breakdown*, karena kategori *breakdown* merupakan jenis *downtime* yang memiliki pengaruh langsung terhadap *planned maintenance*. Adapun *downtime* (*breakdown*) setelah penerapan TPM yaitu 24,65 jam dari yang sebelumnya 121,33 jam.

Setelah menerapkan *planned maintenance*, maka langkah selanjutnya adalah penerapan pilar *autonomous maintenance* yang dilakukan dengan pelatihan operator dan pembuatan display peringatan serta *visual control* yang dapat membantu operator dalam bekerja.

Komponen yang susah untuk diperbaiki secara mandiri akan menghambat waktu perbaikan karena perlu perusahaan rekanan untuk memperbaikinya. Seperti komponen motor DC yang mengalami *downtime* karena harus mengirimkan mesin ke perusahaan rekanan (tempat service) dan mengembalikannya ke perusahaan membutuhkan waktu yang lama dengan rata-rata *downtime* 2 tahun terakhir yaitu 11,75 jam dalam 1 kali perbaikan. Apabila operator yang memperbaiki datang ke perusahaan, maka akan lebih mempersingkat waktu dan *downtime* yang terjadi hanya untuk perbaikan yaitu kurang lebih 5 jam. Waktu yang berkurang akan meningkatkan nilai *availability* dan meningkatkan OEE di bulan Januari, Mei, Agustus, Desember tahun 2018 dan bulan Maret, Juni, September, Desember tahun 2019. Adapun perbandingan nilai *availability* dan OEE sebelum dan setelah perbaikan akan di tampilkan pada Tabel 4

Tabel 4. nilai *availability* dan OEE sebelum perbaikan dan setelah perbaikan

Kondisi	<i>Availability</i> (%)	<i>Performance</i> <i>Efficiency</i> (%)	<i>Quality</i> <i>Rate</i> (%)	OEE (%)
Saat ini	93,85%	99,76%	90,29%	84,52%
Usulan	95,16%	99,76%	90,29%	85,71%

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, dengan menerapkan metode *Total Productive Maintenance*, peneliti menyimpulkan sebagai berikut:

1. Efektivitas mesin Press 10 ton selama tahun 2018 dan 2019 yang diukur dengan Overall Equipment Effectiveness (OEE) didapatkan nilai 84,52%. Hasil tersebut belum memenuhi standar yang ditetapkan oleh Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) yaitu sebesar 85%. Efektivitas mesin Press 10 ton dipengaruhi empat losses berdasarkan klasifikasi six big losses yaitu breakdown loss, idling and minor loss, setup and adjustment loss dan defect loss. Nilai loss terbesar adalah breakdown loss.
2. Faktor penyebab downtime tinggi pada mesin press 10 ton disebabkan oleh faktor mesin, manusia, metode dan lingkungan. Faktor Material tidak termasuk penyebab kerusakan karena material yang digunakan sudah baik.
3. Komponen yang memiliki frekuensi kerusakan yang tertinggi yaitu komponen Deis sebanyak 19 kali kerusakan dengan total waktu downtime sebesar 53,60 jam selama tahun 2018 dan 2019 dengan nilai MTTF sebesar 289,67 jam dengan tingkat keandalan tanpa planned maintenance sebesar 50,78% dan nilai MTTR selama 2,69 jam.
4. Usulan menggunakan pilar planned maintenance, yaitu penjadwal pemeliharaan yang memperhatikan interval pemeliharaan komponen dies. Agar komponen dies mempunyai keandalan 90%, maka interval pemeliharaannya dilakukan setiap 180 jam atau sekitar 25 hari kerja, sehingga dapat mengurangi rata-rata downtime (breakdown) dari sebelumnya yaitu 121,33 jam menjadi 24,65 jam. Frekuensi pemeliharaan komponen dies meningkat dari 19 kali menjadi 29 kali, akan tetapi downtime pemeliharaan komponen dies menurun dari 50,73 jam menjadi 21,75 jam. Selain itu dibuat visual control untuk pemeliharaan dengan prosedur pemeliharaan yang dilakukan yaitu pembersihan, pengecekan, pelumasan dan terakhir lakukan pengasahan pada mata pisau dies (punch).
5. Usulan menggunakan pilar Autonomus maintenance, yaitu melakukan pelatihan bagi operator. Selain itu dibuat display peringatan produksi dan dibuat visual control pemeliharaan mandiri harian serta visual control pemeliharaan mandiri ketika mesin press 10 ton berhenti mendadak. Penerapan visual control diharapkan dapat meningkatkan nilai *availability* dari yang sebelumnya 93,85% menjadi 95,16% dan meningkatkan OEE dari yang sebelumnya 84,52% menjadi 85,71%.

5. Saran

Saran Teoritis

Diharapkan peneliti selanjutnya menyertakan pula biaya pemeliharaan agar lebih lengkap.

Saran Praktis

Perusahaan harus konsisten dalam penerapan pemeliharaan mesin pada mesin *press* 10 ton.

Daftar Pustaka

- [1] Borris, S., 2006. Total productive maintenance. New York: McGraw-Hill.
- [2] Corder, A., 1988. Teknik manajemen pemeliharaan. Jakarta: Erlangga.
- [3] Ebeling, C. E., 1997. An introduction to reliability and maintainability engineering. New York: McGraw-Hill.
- [4] Larasathi, G.A., Prasetyaningsih, E., dan Muhammad, C.R. 2017. Peningkatan Produktivitas Pada Mesin Stripping Chen Tai dengan Pendekatan Total Productive Maintenance (Studi Kasus Pabrik Farmasi PT. Y). Prosiding Teknik Industri Vol. 3(2). Hal 351-358. Tersedia pada website < <http://karyailmiah.unisba.ac.id> > [Diakses 20 Desember 2019]
- [5] Nakajima, S., 1988. Introduction to TPM. Portland, Oregon: Productivity Press.
- [6] O'Brien, M., 2015. *TPM and OEE*. [pdf] Tersedia pada: <<https://docplayer.net/24651398-Tpm-and-oe-e-by-maurice-o-brien.html>> [Diakses 20 mei 2019]
- [7] Sinabariba, R. R., 2017. *Penerapan Metode Markov Chain Dalam Perencanaan Perawatan Mesin Untuk Meminimumkan Biaya Perawatan (Studi Kasus: PTPN IV Unit Usaha Adolina)*. SI. Universitas Sumatra Utara.
- [8] Susanto, A. D. dan Azwir, H. H., 2018. *Perencanaan Perawatan Pada Unit Kompresor Tipe Screw Dengan Metode RCM di Industri Otomotif*. Jurnal JITI Vol. 17 No. 1. h.21.