

PERANCANGAN PROGRAM PERAWATAN YANG EFEKTIF UNTUK MENURUNKAN *DOWNTIME* MESIN PADA *LUBE OIL BLENDING PLANT (LOBP)*

*(Analyze the Design of an Effective Maintenance Schedule
to Decrease Engine Downtime on the Lube Oil Blending Plant)*

Rona Malam Karina

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS"
Jl. Ciledug Raya Kav.109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan
Telepon: +62-21-7394422, Fax.: +62-21-7246150
[email: ronamk@lemigas.esdm.go.id](mailto:ronamk@lemigas.esdm.go.id);

Teregistrasi I tanggal 13 Mei 2016; Diterima setelah perbaikan tanggal 05 September 2016;
Disetujui terbit tanggal: 30 Desember 2016.

ABSTRAK

Maintenance seringkali dihubungkan sebagai akar dari suatu kehandalan (*reliability*), oleh karena itu, perlu adanya strategi *maintenance* yang baik untuk meningkatkan *reliability* dari suatu sistem produksi. *Lube Oil Blending Plant (LOBP)* Lemigas merupakan instalasi pabrikasi minyak lumas terdiri dari *storage tank*, *premix tank*, *blending tank*, *filling machine* dengan desain proses *manufacturing batch line flow* yang belum memiliki jadwal perawatan yang baik. Perancangan penjadwalan *maintenance* diperlukan untuk mengurangi *downtime* pada mesin produksi, sehingga tidak mengganggu jadwal produksi. Penjadwalan yang diusulkan adalah *preventive maintenance* dengan metode *age replacement* untuk mengidentifikasi pola kerusakan sebagai langkah perbaikan untuk mendapatkan interval *preventive maintenance*. Penentuan interval waktu penggantian pencegahan dengan menggunakan metode *age replacement* dapat menghasilkan nilai penurunan *downtime* sebesar 4.4%, sehingga terjadi penghematan biaya perawatan mesin sebesar 35%.

Kata kunci: *Lube Oil Blending Plant, batch line flow, Preventive Maintenance, age replacement*

ABSTRACT

Maintenance is often attributed as the root of a *reliability*, therefore, the need for a good *maintenance* strategies to improve the *reliability* of a production system. Lemigas *Lube Oil Blending Plant* is a fabrication lubricant installation is composed of *storage tanks*, *premix tanks*, *blending tanks*, *filling machine* with *batch manufacturing process line design flow* that does not yet have a good *maintenance* schedule. The design of *maintenance* scheduling is required to reduce the *downtime* on the production machine, so as not to interfere with the production schedule. The proposed scheduling is *preventive maintenance* with *age replacement* method to identify patterns of damage as improvement to get *preventive maintenance* intervals. The determination of *preventive replacement time interval* by using the method of *age replacement* can generate value decrease *downtime* amounting 4.4%, so engine *maintenance* cost savings 35 %.

Keywords: *Lube Oil Blending Plant, batch line flow, Preventive Maintenance, age replacement*

1. PENDAHULUAN

Sejak era revolusi industri, perawatan industri telah menghasilkan beberapa teori perawatan dan model perawatan. Pada masa lampau perawatan mesin menggunakan sistem *breakdown maintenance*, dimana perawatan dilakukan setelah timbul kerusakan. Kemudian perawatan mesin berkembang dengan sistem *preventive maintenance*. Menurut Singh et al. (2013), *preventive maintenance* merupakan perawatan yang dilakukan secara terjadwal umumnya secara periodik. *Preventive maintenance* bertujuan untuk mencegah kerusakan mesin yang sifatnya mendadak, meningkatkan *reliability*, dan dapat mengurangi *downtime* (Anvari 2011). *Downtime* adalah variabel independen yang mempengaruhi resiko yang terjadi akibat kegagalan mesin, yaitu merupakan total waktu saat mesin atau sistem tidak berjalan sesuai fungsinya, sehingga berujung pada *delay* yang menimbulkan tingginya resiko kegagalan yang dihitung dalam satuan waktu seperti menit atau jam (Muchiri et al. 2010). Resiko didapatkan dengan memperhatikan *probability of failure*, *consequence of the failure* dan *downtime* mesin tersebut. Sehingga dengan adanya *downtime* akan ada biaya yang dikeluarkan akibat pergantian komponen yang rusak atau mengalami kegagalan, biaya *tooling*, operator untuk proses perawatan yang disebut *Consequence of the failure* atau sampai kepada kerugian akibat terhentinya proses produksi yaitu *loss revenue* (Ahuja & kamba 2008). Beberapa penelitian memakai metode peningkatan proses produksi secara efektif dan efisien agar tercapai proses produksi yang memberikan keuntungan yang optimal diantaranya penerapan *overall equipment effectiveness (OEE) Maintenance* (Wahjudi 2009), Analisis *Overall Equipment Effectiveness* digunakan untuk meminimalisir *six big losses* (Adisetya, dkk, 2012), sedangkan untuk menganalisis pengendalian kualitas dan efektivitas kerjanya digunakan konsep *failure mode and effect analysis* dan *foult tree analysis* (Susetyo 2009). Perancangan penjadwalan *maintenance* diperlukan untuk mengurangi *downtime* pada mesin, sehingga tidak menghambat dan mengganggu jadwal produksi. Menurut Winata, 2013, program *preventive maintenance downtime* dengan menggunakan metode *age replacement* berdasarkan prinsip pareto diagram dapat menurunkan biaya perbaikan.

Penelitian ini dilakukan di *Lube Oil Blending Plant (LOBP)* Lemigas yang merupakan instalasi pabrikasi minyak lumpur otomotif maupun industri terdiri dari *storage tank*, *premix tank*, *blending*

tank, *filling machine* berkapasitas 10.000 ton/tahun dengan desain proses *manufacturing batch line flow*, sehingga aliran produksi bersifat sekuensial. Untuk melakukan analisa terhadap masalah yang terkait dengan perawatan mesin, dapat digunakan beberapa jenis distribusi kerusakan dan perbaikan untuk mendekati pola kerusakan dan perbaikan mesin yang terjadi. Jenis distribusi yang digunakan agar dapat mengetahui pola data yang terbentuk, antara lain: distribusi Weibull, distribusi eksponensial, distribusi normal dan distribusi lognormal. Perbedaan dari metode yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya adalah pada jenis bahan baku, permesinan, kapasitas dan jenis produksi yang dihasilkan, serta sensitivitas dari peralatan yang digunakan. Dalam penelitian ini, untuk memperbaiki kondisi perusahaan dan mengevaluasinya digunakan metode simulasi. Menurut Djunaidi (2007), simulasi merupakan suatu model pengambilan keputusan dengan mencontoh atau mempergunakan gambaran sebenarnya dari suatu sistem kehidupan dunia nyata tanpa harus mengalaminya pada keadaan yang sesungguhnya. Penentuan distribusi waktu antar kerusakan dan distribusi waktu antar perbaikan didasari pada perhitungan data-data yang ada menggunakan *software* dengan kriteria pemilihan nilai statistik Anderson-Darling yang paling kecil. Setelah diperoleh distribusi yang sesuai, kemudian dilakukan perhitungan untuk memperoleh nilai MTTF.

Mean time to failure (MTTF) merupakan rata-rata interval waktu kerusakan yang terjadi saat mesin atau komponen selesai diperbaiki hingga mesin atau komponen tersebut mengalami kerusakan kembali. *Mean Time to Repair (MTTR)* merupakan rata-rata waktu untuk melakukan perbaikan yang dibutuhkan oleh suatu komponen (Winata 2013).

Metode *age replacement* adalah tindakan penggantian yang dilakukan pada saat pengoperasian mencapai umur tertentu yang telah ditetapkan, misalkan sebesar tp . Jika pada selang waktu tp tersebut tidak terdapat kerusakan, maka penggantian akan tetap dilakukan sebagai tindakan pencegahan. Jika sistem mengalami kerusakan pada selang waktu tp tersebut, maka dilakukan tindakan perbaikan dan penggantian berikutnya berdasarkan perhitungan tp terhitung mulai dari waktu penggantian perbaikan tersebut.

Penelitian ini bertujuan menganalisis interval waktu penggantian komponen kritis yang optimal sebagai acuan perencanaan perancangan penjadwalan *maintenance* untuk mengurangi *downtime* pada

mesin, sehingga tidak menghambat dan mengganggu jadwal produksi.

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di LOBP LEMIGAS pada tahun 2015. Objek yang dijadikan penelitian adalah sistem perawatan, berupa mesin-mesin yang digunakan, jadwal perawatan aktual, dan kerusakan serta kegagalan yang terjadi pada mesin. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai indikator penilaian keefektifan kinerja mesin secara keseluruhan, terdiri dari *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*. Data yang dibutuhkan meliputi data primer dan data sekunder berupa data waktu kerusakan (*downtime*) dan data kejadian sebab akibat kegagalan pada komponen mesin *filling machine*. Tahapan penelitian yang akan dilakukan untuk mengidentifikasi pola kerusakan dengan metode *age replacement*.

Tahapan pertama adalah menentukan komponen kritis pada *filling machine* berdasarkan data *downtime* paling besar yang berasal dari data historis perusahaan dengan menggunakan diagram pareto.

Tahapan kedua adalah menentukan nilai fungsi distribusi kerusakan setiap komponen kritis pada *filling machine*. Dari data *downtime* pada komponen kritis dibuat TTF (*Time To Failure*), waktu dimana komponen sedang beroperasi (menuju kerusakan) didapatkan dari waktu antar kerusakan pertama dengan kerusakan kedua begitupun seterusnya. Setelah itu, menghitung *index of fit* terhadap distribusi weibull, eksponensial, normal, dan lognormal. Dalam menentukan nilai x dan y, masing-masing distribusi memiliki persamaan yang berbeda. Kemudian dari masing-masing distribusi tersebut didapatkan nilai *index of fit* (r), *index of fit* (r) yang memiliki nilai terbesar maka distribusi tersebut yang digunakan pada proses berikutnya. Setelah didapatkan distribusi yang sesuai, kemudian menghitung parameter. Dari distribusi yang telah diperoleh, kemudian dilakukan uji *goodness of fit*. Untuk distribusi weibull menggunakan uji mann's.

Tahapan selanjutnya menghitung interval waktu penggantian pencegahan dan pemeriksaan komponen. Data yang diperlukan adalah jumlah jam kerja dan jumlah waktu kerja per tahun, kemudian menghitung interval penggantian komponen yang harus diganti jika rusak, interval pemeriksaan, dan tingkat *availability*, serta menghitung *reliability*, *downtime*, total biaya sebelum dan setelah perhitungan *preventive maintenance*. Kemudian menentukan

perencanaan program waktu optimal untuk dilakukan perawatan secara periodik.

III. HASIL DAN DISKUSI

Overall Equipment Effectiveness (OEE) dihitung dari historis data peralatan agar dapat diambil langkah-langkah untuk perbaikan mesin, hasil kali persentasi dari nilai *Quality rate*, *Performance rate*, dan *Availability rate*, didapatkan nilai persentasi OEE yang fluktuatif setiap bulan pada setiap tahun, dan kecenderungan peningkatan kinerja mesin belum terlihat. OEE merupakan besarnya efektifitas untuk menentukan performance keseluruhan sistem pabrikasi. Pada Tabel 1, terlihat bahwa nilai OEE dari perawatan peralatan LOBP belum efektif karena nilainya masih dibawah standar, yaitu 85% (Muchiri et al. dalam Seiichi Nakajima 2010). Karena itu perlu pertimbangan perawatan yang lebih baik terhadap komponen kritis yang bertujuan untuk memperkecil *downtime*.

Penentuan komponen kritis menggunakan pareto diagram terlihat pada Gambar 1. Nilai yang dipertimbangkan sebagai input pareto diagram dalam penelitian ini adalah total biaya yang digunakan untuk perawatan setiap komponen selama tiga tahun. Nilai total tersebut didapat dengan mengalikan frekuensi kerusakan setiap komponen selama tiga tahun dengan harga tiap komponen *filling machine*.

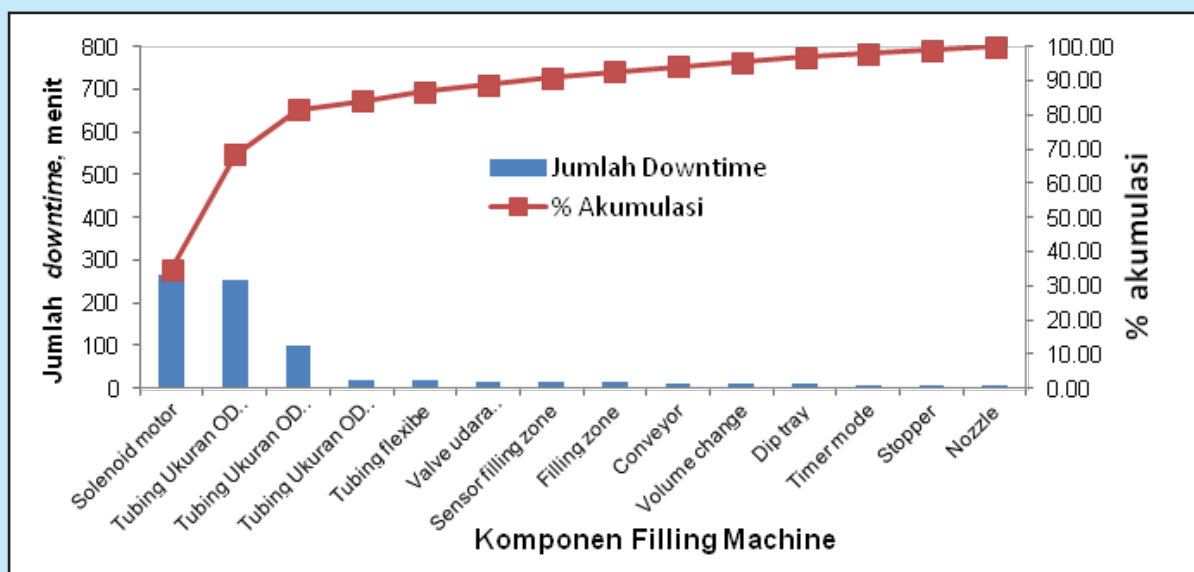
Tabel 1
Overall equipment effectiveness LOBP

Bulan	OEE (%)		
	Tahun		
	2013	2014	2015
Januari	54.33	50.98	53.21
Februari	63.8	55.32	47.58
Maret	49.51	58.13	64.87
April	51.63	40.31	59.98
Mei	55.71	37.33	52.65
Juni	49.9	59.6	64.01
Juli	40.44	53.42	56.11
Agustus	50.1	53.95	51.99
September	42.9	41.56	49.96
Oktober	39.09	48.67	45.23
Nopember	55.83	50.76	51.33
Desember	54.33	50.98	53.21

Diagram pareto digunakan sebagai alat bantu analisa untuk mempermudah melakukan evaluasi jumlah kerusakan komponen. Menurut Vilfredo Pareto seorang ekonom itali, menemukan aturan 80/20 dengan melakukan studi distribusi kekayaan dari berbagai Negara. Ia menyimpulkan bahwa 20% minoritas menguasai 80% kekayaan masyarakat. Aturan ini tetap relevan diterapkan pada berbagai bidang, termasuk dalam inisiatif pengembangan kualitas: 20% kecacatan akan menyebabkan 80% dari masalah (Hansen 2001).

Berdasarkan Gambar 1. Pareto Diagram, terdapat tiga komponen kritis dari empat belas komponen *filling machine* yaitu *Solenoid motor*; *tubing OD 6x4 mm*, dan *tubing OD 12x8 mm*. Komponen inilah yang menjadi objek pada analisa selanjutnya.

Tahap selanjutnya adalah mencari *index of fit* (r), distribusi yang dihitung ada empat yakni distribusi weibull, eksponensial, normal, dan log-normal. Penentuan distribusi berdasarkan nilai r yang terbesar. Untuk mendukung pemilihan distribusi



Gambar 1 Pareto diagram.

Tabel 2 Perhitungan index of fit dan goodness of fit TTF solenoid motor

Distribusi	index of fit (r)	Anderson - Darling
Weibull	0.98	1.211
Eksponensial	0.95	8.018
Normal	0.98	1.109
Lognormal	0.99	1.002

Tabel 3 Perhitungan index of fit dan goodness of fit TTR solenoid motor

Distribusi	index of fit	Anderson - Darling
Weibull	0.91	2.573
Eksponensial	0.86	10.987
Normal	0.94	1.643
Lognormal	0.96	1.642

dilakukan uji *goodness of fit* dengan bantuan *software* Minitab 16. Berdasarkan hasil dari *goodness of fit* akan dipilih nilai Anderson-Darling yang terkecil. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3, dengan contoh perhitungan pada *Solenoid* motor.

Dengan mengetahui distribusi yang terpilih, dapat dihitung parameter-parameter pada komponen kritis sesuai dengan distribusi yang terpilih. Setelah menghitung parameter dapat dicari *mean time to failure* (MTTF) dan *mean time to repair* pada tiap komponen kritis. Rangkuman perhitungan MTTF dapat dilihat pada Tabel 4, dan rangkuman perhitungan MTTR dapat dilihat pada Tabel 5.

Penentuan interval waktu penggantian pencegahan menggunakan metode *age replacement* untuk mencari umur penggantian optimal, dan juga dicari interval waktu pemeriksaan komponen. Hasil perhitungan penggantian dan pemeriksaan komponen dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini.

Berdasarkan hasil perhitungan interval waktu dapat diketahui tingkat ketersediaan (*availibility*) dari komponen kritis pada mesin, hasil dapat dilihat pada Tabel 7.

Perhitungan *reliability* sebelum *preventive maintenance* dan setelah perhitungan *preventive maintenance* dapat dilihat pada Tabel 8, dimana $R(t)$ adalah *reliability* sebelum *preventive maintenance*

Tabel 4
Hasil perhitungan MTTF komponen kritis pada mesin kritis

Komponen	Distribusi	Parameter	MTTF (Jam)
<i>Solenoid motor</i>	Lognormal	$s = 0.259$ $t_{med} = 357.332$	361.102
<i>Tubing OD 6x4 mm</i>	Normal	$\sigma = 112.132$ $\mu = 582.258$	582.258
<i>Tubing OD 12x8 mm</i>	Lognormal	$s = 0.164$ $t_{med} = 439.531$	438.119

Tabel 5
Hasil perhitungan MTTR komponen kritis pada mesin kritis

Komponen	Distribusi	Parameter	MTTR (Jam)
<i>Solenoid motor</i>	Lognormal	$s = 0.103$ $t_{med} = 1.711$	1.791
<i>Tubing OD 6x4 mm</i>	Normal	$s = 0.197$ $t_{med} = 2.983$	1.102
<i>Tubing OD 12x8 mm</i>	Weibull	$\beta = 14.032$ $\theta = 1.773$	1.806

Tabel 6
Hasil perhitungan interval waktu penggantian pencegahan dan pemeriksaan komponen kritis pada mesin kritis

Komponen	Interval Penggantian (Jam)	Interval Pemeriksaan (Jam)
<i>Solenoid motor</i>	241	422.27
<i>Tubing OD 6x4 mm</i>	445	524.09
<i>Tubing OD 12x8 mm</i>	350	489.08

Tabel 7
Perhitungan tingkat availability total komponen kritis

Komponen	Availability jika dilakukan penggantian pencegahan	Availability jika dilakukan pemeriksaan	Availability Total
Solenoid motor	0.997	0.994	0.9908
Tubing OD 6x4 mm	0.997	0.997	0.9938
Tubing OD 12x8 mm	0.998	0.998	0.9952

Tabel 8
Tingkat reliability sebelum dan sesudah preventive maintenance

Komponen	R(t)	Rm(t)
Solenoid motor	0.5611	0.9100
Tubing OD 6x4 mm	0.5012	0.8711
Tubing OD 12x8 mm	0.4699	0.9000

Tabel 9
Perhitungan downtime sebelum dan sesudah preventive maintenance

Komponen	rata-rata downtime sebelum preventive maintenance (jam/bulan)	rata-rata downtime setelah preventive maintenance (jam/bulan)
Solenoid motor	5.55	5.32
Tubing OD 6x4 mm	1.52	0.98
Tubing OD 12x8 mm	2.66	2.61
Total	9.73	8.91

Tabel 10
Perhitungan Biaya Sebelum dan Sesudah Preventive Maintenance (PM)

Komponen	Biaya Sebelum PM	Biaya Sesudah PM
Solenoid motor	Rp. 6,975,645.00	Rp. 2,572,432.00
Tubing OD 6x4 mm	Rp. 3,846,290.00	Rp. 2,725,210.00
Tubing OD 12x8 mm	Rp. 3,642,750.00	Rp. 2,458,190.00
Total	Rp. 14,464,685.00	Rp. 7,755,832.00

dan $R_m(t)$ merupakan *reliability* sesudah perhitungan *preventive maintenance*. Berdasarkan perhitungan downtime sebelum dan sesudah *preventive maintenance* yang dapat dilihat pada Tabel 9, terjadi penurunan *downtime* sebanyak 0.21 jam/bulan atau terjadi penurunan *downtime* sebesar 2.85%.

Hasil perhitungan biaya perawatan mesin sebelum dan sesudah *preventive maintenance* dapat dilihat pada Tabel 10. Diketahui setelah perhitungan *preventive maintenance* terdapat penghematan biaya sebesar sebesar 35%.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa perhitungan pendekatan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai indikator penilaian keefektifan kinerja mesin secara keseluruhan, diperoleh nilai rata-rata OEE sebelum dilakukan maintenance selama 2013-2015 sebesar 51.63% lebih kecil dari nilai standar yaitu 85%. Sedangkan analisa hasil perhitungan *preventive maintenance* dapat menurunkan lama *downtime* dari 9.73 jam/bulan menjadi 8.91 jam/bulan, atau sebesar 0.82 jam/bulan (4.4%). Sedangkan penurunan biaya perawatan mesin dengan *preventive maintenance* adalah dari Rp 14.464.685,00 menjadi Rp 7.755.832,00, atau terjadi penghematan sebesar 35%. Tingkat kehandalan mesin juga mengalami peningkatan yang cukup signifikan, jika kegiatan *preventive maintenance* dilaksanakan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada PPPTMGB "LEMIGAS" yang telah memfasilitasi serta bapak dan ibu tim LOBP yang membantu untuk tersusunnya makalah ini.

KEPUSTAKAAN

- Adisetya Margaretha, Arif Rahman dan M. Choiri.** (2012), *Analisis Overall Equipment Effectiveness Pada Rotary Printing Machine Guna Meminimalisir Six Big Losses*, Skripsi Sarjana tidak dipublikasikan, Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya, Malang.
- Anvari, F. and Edward R.** 2011, *Performance Measurement Based On a total quality approach, International Journal of Productivity and Performance Management*, 60 (5).
- Betrianis, dan Suhendra, R.,** 2005. Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness Sebagai Dasar Usaha Perbaikan Proses Manufaktur Pada Lini Produksi (Studi Kasus Pada Stamping Production Division Sebuah Industri Otomotif). *Jurnal Teknik Industri*, 7 (2)
- Darmapala* dan Moses L. Singgih,** 2012, *Risk Based Maintenance (Rbm) Untuk Natural Gas Pipeline Pada Perusahaan X Dengan Menggunakan Metode Kombinasi Ahp-Index Model*, Prosiding Seminar

Nasional Manajemen Teknologi XV, Program Studi MMT-ITS, ISBN : 978-602-97491-4-4, Surabaya 4 Pebruari 2012.

- Djunaidi, M., dan Sufa, M.F.** 2007. Usulan Interval Perawatan Komponen Kritis pada Mesin Pencetak Botol (Mould Gear) Berdasarkan Kriteria Minimasi Downtime. *Jurnal Teknik Gelegar*, Vol. 18, No. 01, hal. 33 – 41.
- Ebeling, C.E.** 1997. *An Introduction to Reliability and Maintainability for Engineering*. First edition. New York: McGraw Hill.
- Hansen, R. C.** (2001), *Overall Equipment Effectiveness: A Powerful Production/Maintenance Tool for Increased Profit*, 1ST Edition, Industrial Press Inc, New York.
- I. P. S. Ahuja & J. S. Khamba,** 2008, "Total productive maintenance: literature review and directions", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 25 No. 7, p. 709-756
- Muchiri, Peter N., Pintelon, L., Martin, H., De Meyer, Anne-Merie.** 2010. Empirical Analysis of Maintenance Performance Measurement in Belgian Industries. *International Journal of Production Research*, 48 (20).
- Ranteshwar Singh, Ashish M Gohil,** et al. 2013, *Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study, Procedia Engineering 51*, Page 592 - 599. Chemical, Civil and Mechanical Engineering Tracks Of 3rd
- S. Nakajima,** 1988, *Introduction to Total Productive Maintenance*, Productivity press, Cambridge, MA.
- Susetyo, J.** 2009. Analisis pengendalian kualitas dan efektivitas dengan integrasi konsep Failure Mode and Effect Analysis dan Foutl Tree Analysis serta overall equipment effectiveness". *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 2 (1).
- Wahjudi, D., Tjitro, S., dan Soeyono, R.** 2009. Studi kasus Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Melalui Total Productive Maintenance (TPM). Seminar Nasional Teknik Mesin IV, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Winata, I.A.; Prayogo, D.N.; Hidayat, A.** 2013. "Penjadwalan perawatan dan penggantian spare-parts di PO. X, Bojonegoro". *Calyptra: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*. Vol. 2 (2), pp. 1-12.